(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6591262号
(P6591262)

(45)発行日　令和1年10月16日(2019.10.16)　(24)登録日　令和1年9月27日(2019.9.27)

(51)Int.Cl.		F I		
H04B 10/116	(2013.01)	H04B	10/116	
H04M 11/00	(2006.01)	H04M	11/00	302
H04N 21/236	(2011.01)	H04N	21/236	
H04N 21/658	(2011.01)	H04N	21/658	

請求項の数 6　(全 416 頁)

(21)出願番号　特願2015-223484 (P2015-223484)
(22)出願日　平成27年11月13日 (2015.11.13)
(65)公開番号　特開2017-76950 (P2017-76950A)
(43)公開日　平成29年4月20日 (2017.4.20)
審査請求日　平成30年6月11日 (2018.6.11)
(31)優先権主張番号　62/171,601
(32)優先日　平成27年6月5日 (2015.6.5)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)
(31)優先権主張番号　特願2014-232187 (P2014-232187)
(32)優先日　平成26年11月14日 (2014.11.14)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国 (JP)

(73)特許権者　514136668
パナソニック　インテレクチュアル　プロパティ　コーポレーション　オブ　アメリカ
Ｐａｎａｓｏｎｉｃ　Ｉｎｔｅｌｌｅｃｔｕａｌ　Ｐｒｏｐｅｒｔｙ　Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎ　ｏｆ　Ａｍｅｒｉｃａ
アメリカ合衆国　９０５０３　カリフォルニア州，トーランス，スイート　２００，マリナー　アベニュー　２０００
(74)代理人　100109210
弁理士　新居　広守
(74)代理人　100137235
弁理士　寺谷　英作

最終頁に続く

(54)【発明の名称】再生方法、再生装置およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
光源の輝度変化により可視光信号を送信する送信機から、前記可視光信号を端末装置のセンサにより受信する信号受信ステップと、
前記端末装置から、前記可視光信号に対応付けられたコンテンツを要求するための要求信号をサーバに送信する送信ステップと、
前記端末装置が、各時刻と、前記各時刻に再生されるデータとを含むコンテンツを、前記サーバから受信するコンテンツ受信ステップと、
前記コンテンツのうち、前記端末装置に備えられている時計の時刻に該当するデータを再生する再生ステップとを含み、
前記可視光信号は、前記可視光信号が前記送信機から送信される時刻を示し、
前記サーバは、それぞれ時刻に関連付けられている複数のコンテンツを有しており、
前記コンテンツ受信ステップでは、前記可視光信号が示す時刻に関連付けられたコンテンツが前記サーバに存在しない場合には、前記複数のコンテンツのうち、前記可視光信号が示す時刻に最も近く、かつ、前記可視光信号が示す時刻の後の時刻に関連付けられているコンテンツを受信する、
再生方法。
【請求項２】
前記端末装置に備えられている時計と、基準クロックとの間では、ＧＰＳ（Ｇｌｏｂａｌ　Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ　Ｓｙｓｔｅｍ）電波、または、ＮＴＰ（Ｎｅｔｗｏｒｋ

Ｔｉｍｅ　Ｐｒｏｔｏｃｏｌ）電波によって、同期がとられている、
請求項１に記載の再生方法。
【請求項３】
前記再生方法では、さらに、
前記ＧＰＳ電波または前記ＮＴＰ電波によって、前記端末装置の時計と前記基準クロックとの間で同期をとるための処理が行われた時刻が、前記端末装置が前記可視光信号を受信した時刻から所定の時間より前である場合、前記送信機から送信された前記可視光信号が示す時刻により、前記端末装置の時計と、前記送信機の時計との間で同期をとる、
請求項２に記載の再生方法。
【請求項４】
光源の輝度変化により可視光信号を送信する送信機から、前記可視光信号を端末装置のセンサにより受信する信号受信ステップと、
前記端末装置から、前記可視光信号に対応付けられたコンテンツを要求するための要求信号をサーバに送信する送信ステップと、
前記端末装置が、前記サーバからコンテンツを受信するコンテンツ受信ステップと、
前記コンテンツを再生する再生ステップと、を含み、
前記可視光信号は、ＩＤ情報と、前記可視光信号が前記送信機から送信される時刻とを示し、
前記コンテンツ受信ステップでは、
前記可視光信号によって示されるＩＤ情報および時刻に対応付けられた前記コンテンツを受信し、
前記可視光信号は、時刻のうちの時および分を示す第２の情報と、時刻のうちの秒を示す第１の情報とを含むことによって、前記可視光信号が前記送信機から送信される時刻を示し、
前記信号受信ステップでは、前記第２の情報を受信するとともに、前記第２の情報を受信する回数よりも多くの回数だけ前記第１の情報を受信する、
再生方法。
【請求項５】
請求項４記載の再生方法をコンピュータに実行させるプログラム。
【請求項６】
光源の輝度変化により可視光信号を送信する送信機から、前記可視光信号を受信する信号受信部と、
前記可視光信号に対応付けられたコンテンツを要求するための要求信号をサーバに送信する送信部と、
前記サーバからコンテンツを受信するコンテンツ受信部と、
前記コンテンツを再生する再生部と、を含み、
前記可視光信号は、ＩＤ情報と、前記可視光信号が前記送信機から送信される時刻とを示し、
前記コンテンツ受信部では、
前記可視光信号によって示されるＩＤ情報および時刻に対応付けられた前記コンテンツを受信し、
前記可視光信号は、時刻のうちの時および分を示す第２の情報と、時刻のうちの秒を示す第１の情報とを含むことによって、前記可視光信号が前記送信機から送信される時刻を示し、
前記信号受信部は、前記第２の情報を受信するとともに、前記第２の情報を受信する回数よりも多くの回数だけ前記第１の情報を受信する、
再生装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】

本発明は、映像または音声などのコンテンツの再生方法、再生装置およびプログラムに関する。

【背景技術】

【０００２】

近年のホームネットワークでは、Ｅｔｈｅｒｎｅｔ（登録商標）や無線ＬＡＮ（Ｌｏｃａｌ　Ａｒｅａ　Ｎｅｔｗｏｒｋ）でのＩＰ（Ｉｎｔｅｒｎｅｔ　Ｐｒｏｔｏｃｏｌ）接続によるＡＶ家電の連携に加え、環境問題に対応した電力使用量の管理や、宅外からの電源ＯＮ／ＯＦＦといった機能を持つホームエネルギーマネジメントシステム（ＨＥＭＳ）によって、多様な家電機器がネットワークに接続される家電連携機能の導入が進んでいる。しかしながら、通信機能を有するには、演算力が十分ではない家電や、コスト面で通信機能の搭載が難しい家電などもある。

【０００３】

このような問題を解決するため、特許文献１では、光を用いて自由空間に情報を伝達する光空間伝送装置において、照明光の単色光源を複数用いた通信を行うことで、限られた送信装置のなかで、効率的に機器間の通信を実現する技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２００２－２９０３３５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、前記従来の方式を用いても、コンテンツを適切に再生することができないという課題がある。

【０００６】

本発明は、このような課題を解決し、コンテンツを適切に再生することができる再生方法などを提供する。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の一形態に係る再生方法は、光源の輝度変化により可視光信号を送信する送信機から、前記可視光信号を端末装置のセンサにより受信する信号受信ステップと、前記端末装置から、前記可視光信号に対応付けられたコンテンツを要求するための要求信号をサーバに送信する送信ステップと、前記端末装置が、各時刻と、前記各時刻に再生されるデータとを含むコンテンツを、前記サーバから受信するコンテンツ受信ステップと、前記コンテンツのうち、前記端末装置に備えられている時計の時刻に該当するデータを再生する再生ステップとを含み、前記可視光信号は、前記可視光信号が前記送信機から送信される時刻を示し、前記サーバは、それぞれ時刻に関連付けられている複数のコンテンツを有しており、前記コンテンツ受信ステップでは、前記可視光信号が示す時刻に関連付けられたコンテンツが前記サーバに存在しない場合には、前記複数のコンテンツのうち、前記可視光信号が示す時刻に最も近く、かつ、前記可視光信号が示す時刻の後の時刻に関連付けられているコンテンツを受信する。

【０００８】

なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭなどの記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムおよび記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

【発明の効果】

【０００９】

本発明によれば、コンテンツを適切に再生することができる再生方法を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】
【図１】図１は、実施の形態１における発光部の輝度の観測方法の一例を示す図である。
【図２】図２は、実施の形態１における発光部の輝度の観測方法の一例を示す図である。
【図３】図３は、実施の形態１における発光部の輝度の観測方法の一例を示す図である。
【図４】図４は、実施の形態１における発光部の輝度の観測方法の一例を示す図である。
【図５Ａ】図５Ａは、実施の形態１における発光部の輝度の観測方法の一例を示す図である。
【図５Ｂ】図５Ｂは、実施の形態１における発光部の輝度の観測方法の一例を示す図である。
【図５Ｃ】図５Ｃは、実施の形態１における発光部の輝度の観測方法の一例を示す図である。
【図５Ｄ】図５Ｄは、実施の形態１における発光部の輝度の観測方法の一例を示す図である。
【図５Ｅ】図５Ｅは、実施の形態１における発光部の輝度の観測方法の一例を示す図である。
【図５Ｆ】図５Ｆは、実施の形態１における発光部の輝度の観測方法の一例を示す図である。
【図５Ｇ】図５Ｇは、実施の形態１における発光部の輝度の観測方法の一例を示す図である。
【図５Ｈ】図５Ｈは、実施の形態１における発光部の輝度の観測方法の一例を示す図である。
【図６Ａ】図６Ａは、実施の形態１における情報通信方法のフローチャートである。
【図６Ｂ】図６Ｂは、実施の形態１における情報通信装置のブロック図である。
【図７】図７は、実施の形態２における受信機の各モードの一例を示す図である。
【図８】図８は、実施の形態２における受信機の撮影動作の一例を示す図である。
【図９】図９は、実施の形態２における受信機の撮影動作の他の例を示す図である。
【図１０Ａ】図１０Ａは、実施の形態２における受信機の撮影動作の他の例を示す図である。
【図１０Ｂ】図１０Ｂは、実施の形態２における受信機の撮影動作の他の例を示す図である。
【図１０Ｃ】図１０Ｃは、実施の形態２における受信機の撮影動作の他の例を示す図である。
【図１１Ａ】図１１Ａは、実施の形態２における受信機のカメラ配置の一例を示す図である。
【図１１Ｂ】図１１Ｂは、実施の形態２における受信機のカメラ配置の他の例を示す図である。
【図１２】図１２は、実施の形態２における受信機の表示動作の一例を示す図である。
【図１３】図１３は、実施の形態２における受信機の表示動作の一例を示す図である。
【図１４】図１４は、実施の形態２における受信機の動作の一例を示す図である。
【図１５】図１５は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図１６】図１６は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図１７】図１７は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図１８】図１８は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図１９】図１９は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図２０】図２０は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図２１】図２１は、実施の形態２における受信機と送信機とサーバとの動作の一例を示す図である。
【図２２】図２２は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図２３】図２３は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図２４】図２４は、実施の形態２における受信機の初期設定の例を示す図である。

【図２５】図２５は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図２６】図２６は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図２７】図２７は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図２８】図２８は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図２９】図２９は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図３０】図３０は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図３１Ａ】図３１Ａは、実施の形態２における受信機の操作に用いられるペンを示す図である。
【図３１Ｂ】図３１Ｂは、実施の形態２におけるペンを用いた受信機の動作を示す図である。
【図３２】図３２は、実施の形態２における受信機の外観の一例を示す図である。
【図３３】図３３は、実施の形態２における受信機の外観の他の例を示す図である。
【図３４】図３４は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図３５Ａ】図３５Ａは、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図３５Ｂ】図３５Ｂは、実施の形態２における受信機を用いた応用例を示す図である。
【図３６Ａ】図３６Ａは、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図３６Ｂ】図３６Ｂは、実施の形態２における受信機を用いた応用例を示す図である。
【図３７Ａ】図３７Ａは、実施の形態２における送信機の動作の一例を示す図である。
【図３７Ｂ】図３７Ｂは、実施の形態２における送信機の動作の他の例を示す図である。
【図３８】図３８は、実施の形態２における送信機の動作の他の例を示す図である。
【図３９】図３９は、実施の形態２における送信機の動作の他の例を示す図である。
【図４０】図４０は、実施の形態２における複数の送信機と受信機との間の通信形態の一例を示す図である。
【図４１】図４１は、実施の形態２における複数の送信機の動作の一例を示す図である。
【図４２】図４２は、実施の形態２における複数の送信機と受信機との間の通信形態の他の例を示す図である。
【図４３】図４３は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図４４】図４４は、実施の形態２における受信機の応用例を示す図である。
【図４５】図４５は、実施の形態２における受信機の応用例を示す図である。
【図４６】図４６は、実施の形態２における受信機の応用例を示す図である。
【図４７】図４７は、実施の形態２における送信機の応用例を示す図である。
【図４８】図４８は、実施の形態２における送信機の応用例を示す図である。
【図４９】図４９は、実施の形態２における受信方法の応用例を示す図である。
【図５０】図５０は、実施の形態２における送信機の応用例を示す図である。
【図５１】図５１は、実施の形態２における送信機の応用例を示す図である。
【図５２】図５２は、実施の形態２における送信機の応用例を示す図である。
【図５３】図５３は、実施の形態２における受信機の動作の他の例を示す図である。
【図５４】図５４は、実施の形態３における受信機の動作の一例を示すフローチャートである。
【図５５】図５５は、実施の形態３における受信機の動作の他の例を示すフローチャートである。
【図５６Ａ】図５６Ａは、実施の形態３における送信機の一例を示すブロック図である。
【図５６Ｂ】図５６Ｂは、実施の形態３における送信機の他の例を示すブロック図である。
【図５７】図５７は、実施の形態３における複数の送信機を含むシステムの構成例を示す図である。
【図５８】図５８は、実施の形態３における送信機の他の例を示すブロック図である。
【図５９Ａ】図５９Ａは、実施の形態３における送信機の一例を示す図である。
【図５９Ｂ】図５９Ｂは、実施の形態３における送信機の一例を示す図である。
【図５９Ｃ】図５９Ｃは、実施の形態３における送信機の一例を示す図である。

【図６０Ａ】図６０Ａは、実施の形態３における送信機の一例を示す図である。
【図６０Ｂ】図６０Ｂは、実施の形態３における送信機の一例を示す図である。
【図６１】図６１は、実施の形態３における受信機、送信機およびサーバの処理動作の一例を示す図である。
【図６２】図６２は、実施の形態３における受信機、送信機およびサーバの処理動作の一例を示す図である。
【図６３】図６３は、実施の形態３における受信機、送信機およびサーバの処理動作の一例を示す図である。
【図６４Ａ】図６４Ａは、実施の形態３における複数の送信機の同期を説明するための説明図である。
【図６４Ｂ】図６４Ｂは、実施の形態３における複数の送信機の同期を説明するための説明図である。
【図６５】図６５は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図６６】図６６は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図６７】図６７は、実施の形態３における送信機、受信機およびサーバの動作の一例を示す図である。
【図６８】図６８は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図６９】図６９は、実施の形態３における受信機の外観の一例を示す図である。
【図７０】図７０は、実施の形態３における送信機、受信機およびサーバの動作の一例を示す図である。
【図７１】図７１は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図７２】図７２は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図７３】図７３は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図７４】図７４は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図７５Ａ】図７５Ａは、実施の形態３における送信機によって送信される情報の構成の一例を示す図である。
【図７５Ｂ】図７５Ｂは、実施の形態３における送信機によって送信される情報の構成の他の例を示す図である。
【図７６】図７６は、実施の形態３における送信機による４値ＰＰＭ変調方式の一例を示す図である。
【図７７】図７７は、実施の形態３における送信機によるＰＰＭ変調方式の一例を示す図である。
【図７８】図７８は、実施の形態３における送信機におけるＰＰＭ変調方式の一例を示す図である。
【図７９Ａ】図７９Ａは、実施の形態３におけるヘッダ（プリアンブル部）に対応する輝度変化のパターンの一例を示す図である。
【図７９Ｂ】図７９Ｂは、実施の形態３における輝度変化のパターンの一例を示す図である。
【図８０Ａ】図８０Ａは、実施の形態３における輝度変化のパターンの一例を示す図である。
【図８０Ｂ】図８０Ｂは、実施の形態３における輝度変化のパターンの一例を示す図である。
【図８１】図８１は、実施の形態４における、店前のシチュエーションでの受信機の動作

の一例を示す図である。
【図８２】図８２は、実施の形態４における、店前のシチュエーションでの受信機の動作の他の例を示す図である。
【図８３】図８３は、実施の形態４における、店前のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図８４】図８４は、実施の形態４における、店前のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図８５】図８５は、実施の形態４における、店前のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図８６】図８６は、実施の形態４における、店内のシチュエーションでの表示装置の動作の一例を示す図である。
【図８７】図８７は、実施の形態４における、店内のシチュエーションでの表示装置の次の動作の一例を示す図である。
【図８８】図８８は、実施の形態４における、店内のシチュエーションでの表示装置の次の動作の一例を示す図である。
【図８９】図８９は、実施の形態４における、店内のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図９０】図９０は、実施の形態４における、店内のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図９１】図９１は、実施の形態４における、店内のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図９２】図９２は、実施の形態４における、店内のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図９３】図９３は、実施の形態４における、店内のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図９４】図９４は、実施の形態４における、店内のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図９５】図９５は、実施の形態４における、店探しのシチュエーションでの受信機の動作の一例を示す図である。
【図９６】図９６は、実施の形態４における、店探しのシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図９７】図９７は、実施の形態４における、店探しのシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図９８】図９８は、実施の形態４における、映画広告のシチュエーションでの受信機の動作の一例を示す図である。
【図９９】図９９は、実施の形態４における、映画広告のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図１００】図１００は、実施の形態４における、映画広告のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図１０１】図１０１は、実施の形態４における、映画広告のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図１０２】図１０２は、実施の形態４における、美術館のシチュエーションでの受信機の動作の一例を示す図である。
【図１０３】図１０３は、実施の形態４における、美術館のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図１０４】図１０４は、実施の形態４における、美術館のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図１０５】図１０５は、実施の形態４における、美術館のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図１０６】図１０６は、実施の形態４における、美術館のシチュエーションでの受信機

の次の動作の一例を示す図である。
【図１０７】図１０７は、実施の形態４における、美術館のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図１０８】図１０８は、実施の形態４における、バス停留所のシチュエーションでの受信機の動作の一例を示す図である。
【図１０９】図１０９は、実施の形態４における、バス停留所のシチュエーションでの受信機の次の動作の一例を示す図である。
【図１１０】図１１０は、実施の形態４における撮像を説明するための図である。
【図１１１】図１１１は、実施の形態４における送信および撮像を説明するための図である。
【図１１２】図１１２は、実施の形態４における送信を説明するための図である。
【図１１３】図１１３は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。
【図１１４】図１１４は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。
【図１１５】図１１５は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。
【図１１６】図１１６は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１１７】図１１７は、実施の形態５における受信機の動作の一例を示す図である。
【図１１８】図１１８は、実施の形態５における受信機の動作の一例を示す図である。
【図１１９】図１１９は、実施の形態５における送信機、受信機およびサーバを有するシステムの動作の一例を示す図である。
【図１２０】図１２０は、実施の形態５における送信機の構成を示すブロック図である。
【図１２１】図１２１は、実施の形態５における受信機の構成を示すブロック図である。
【図１２２】図１２２は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。
【図１２３】図１２３は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。
【図１２４】図１２４は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。
【図１２５】図１２５は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。
【図１２６】図１２６は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。
【図１２７】図１２７は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。
【図１２８】図１２８は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。
【図１２９】図１２９は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１３０】図１３０は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１３１】図１３１は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１３２】図１３２は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１３３】図１３３は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１３４】図１３４は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１３５】図１３５は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１３６】図１３６は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１３７】図１３７は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１３８】図１３８は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１３９】図１３９は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す

図である。
【図１４０】図１４０は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１４１】図１４１は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１４２】図１４２は、実施の形態５における符号化方式を示す図である。
【図１４３】図１４３は、実施の形態５における斜方向から撮像した場合でも受光可能な符号化方式を示す図である。
【図１４４】図１４４は、実施の形態５における距離によって情報量が異なる符号化方式を示す図である。
【図１４５】図１４５は、実施の形態５における距離によって情報量が異なる符号化方式を示す図である。
【図１４６】図１４６は、実施の形態５におけるデータを分割した符号化方式を示す図である。
【図１４７】図１４７は、実施の形態５における逆相画像を挿入の効果を示す図である。
【図１４８】図１４８は、実施の形態５における逆相画像を挿入の効果を示す図である。
【図１４９】図１４９は、実施の形態５における超解像処理を示す図である。
【図１５０】図１５０は、実施の形態５における可視光通信に対応していることの表示を示す図である。
【図１５１】図１５１は、実施の形態５における可視光通信信号を用いた情報取得を示す図である。
【図１５２】図１５２は、実施の形態５におけるデータフォーマットを示す図である。
【図１５３】図１５３は、実施の形態５における立体形状を推定して受信を示す図である。
【図１５４】図１５４は、実施の形態５における立体形状を推定して受信を示す図である。
【図１５５】図１５５は、実施の形態５における立体投影を示す図である。
【図１５６】図１５６は、実施の形態５における立体投影を示す図である。
【図１５７】図１５７は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１５８】図１５８は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【図１５９】図１５９は、実施の形態６の送信信号の一例を示す図である。
【図１６０】図１６０は、実施の形態６の送信信号の一例を示す図である。
【図１６１Ａ】図１６１Ａは、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。
【図１６１Ｂ】図１６１Ｂは、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。
【図１６１Ｃ】図１６１Ｃは、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。
【図１６２Ａ】図１６２Ａは、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。
【図１６２Ｂ】図１６２Ｂは、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。
【図１６３Ａ】図１６３Ａは、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。
【図１６３Ｂ】図１６３Ｂは、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。
【図１６３Ｃ】図１６３Ｃは、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。

【図１６４】図１６４は、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。
【図１６５】図１６５は、実施の形態６における送信信号の一例を示す図である。
【図１６６】図１６６は、実施の形態６における受信機の動作の一例を示す図である。
【図１６７】図１６７は、実施の形態６における受信機のスクリーンに表示するユーザへの指示の一例を示す図である。
【図１６８】図１６８は、実施の形態６における受信機のスクリーンに表示するユーザへの指示の一例を示す図である。
【図１６９】図１６９は、実施の形態６における信号送信方法の一例を示す図である。
【図１７０】図１７０は、実施の形態６における信号送信方法の一例を示す図である。
【図１７１】図１７１は、実施の形態６における信号送信方法の一例を示す図である。
【図１７２】図１７２は、実施の形態６における信号送信方法の一例を示す図である。
【図１７３】図１７３は、実施の形態６におけるユースケースを説明するための図である。
【図１７４】図１７４は、実施の形態６におけるスマートフォンがサーバーに送信する情報テーブルを示す図である。
【図１７５】図１７５は、実施の形態６におけるサーバーのブロック図である。
【図１７６】図１７６は、実施の形態６におけるシステムの全体の処理を示すフローチャートである。
【図１７７】図１７７は、実施の形態６におけるサーバーがスマートフォンへ送信する情報テーブルを示す図である。
【図１７８】図１７８は、実施の形態６におけるユーザーが店舗前でサーバーから情報を受け取ってから実際に商品を購入するまでのウェアラブルデバイスに表示される画面フローを示す図である。
【図１７９】図１７９は、実施の形態６における他のユースケースを説明するための図である。
【図１８０】図１８０は、各実施の形態に記載の受信方法を用いたサービス提供システムを示す図である。
【図１８１】図１８１は、サービス提供のフローを示すフローチャートである。
【図１８２】図１８２は、他の例におけるサービス提供を示すフローチャートである。
【図１８３】図１８３は、他の例におけるサービス提供を示すフローチャートである。
【図１８４Ａ】図１８４Ａは、実施の形態８における受信しやすい変調方式を説明するための図である。
【図１８４Ｂ】図１８４Ｂは、実施の形態８における受信しやすい変調方式を説明するための図である。
【図１８５】図１８５は、実施の形態８における受信しやすい変調方式を説明するための図である。
【図１８６】図１８６は、実施の形態８における輝線による通信と画像認識の併用を説明するための図である。
【図１８７Ａ】図１８７Ａは、実施の形態８における可視光信号の受信に適した撮像素子の利用方法を説明するための図である。
【図１８７Ｂ】図１８７Ｂは、実施の形態８における可視光信号の受信に適した撮像素子の利用方法を説明するための図である。
【図１８７Ｃ】図１８７Ｃは、実施の形態８における可視光信号の受信に適した撮像素子の利用方法を説明するための図である。
【図１８７Ｄ】図１８７Ｄは、実施の形態８における可視光信号の受信に適した撮像素子の利用方法を説明するための図である。
【図１８７Ｅ】図１８７Ｅは、実施の形態８における可視光信号の受信に適した撮像素子の利用方法を説明するためのフローチャートである。
【図１８８】図１８８は、実施の形態８における可視光信号の受信に適した撮像画像サイ

ズを示す図である。
【図１８９Ａ】図１８９Ａは、実施の形態８における可視光信号の受信に適した撮像画像サイズを示す図である。
【図１８９Ｂ】図１８９Ｂは、実施の形態８における可視光信号の受信に適した撮像画像サイズに切り替えるための動作を示すフローチャートである。
【図１８９Ｃ】図１８９Ｃは、実施の形態８における可視光信号の受信に適した撮像画像サイズに切り替えるための動作を示すフローチャートである。
【図１９０】図１９０は、実施の形態８におけるズームを利用した可視光信号の受信を説明するための図である。
【図１９１】図１９１は、実施の形態８における可視光信号の受信に適した画像データサイズの圧縮方法を説明するための図である。
【図１９２】図１９２は、実施の形態８における受信エラー検出精度が高い変調方式を説明するための図である。
【図１９３】図１９３は、実施の形態８における状況の違いによる受信機の動作の変更を説明するための図である。
【図１９４】図１９４は、実施の形態８における人間への可視光通信の通知を説明するための図である。
【図１９５】図１９５は、実施の形態８における散光板による受信範囲の拡大を説明するための図である。
【図１９６】図１９６は、実施の形態８における複数プロジェクタからの信号送信の同期方法を説明するための図である。
【図１９７】図１９７は、実施の形態８における複数ディスプレイからの信号送信の同期方法を説明するための図である。
【図１９８】図１９８は、実施の形態８における照度センサとイメージセンサによる可視光信号の受信を説明するための図である。
【図１９９】図１９９は、実施の形態８における受信開始のトリガを説明するための図である。
【図２００】図２００は、実施の形態８における受信開始のジェスチャを説明するための図である。
【図２０１】図２０１は、実施の形態８におけるカーナビへの応用例を説明するための図である。
【図２０２】図２０２は、実施の形態８におけるカーナビへの応用例を説明するための図である。
【図２０３】図２０３は、実施の形態８におけるコンテンツ保護への応用例を説明するための図である。
【図２０４Ａ】図２０４Ａは、実施の形態８における電子錠としての応用例を説明するための図である。
【図２０４Ｂ】図２０４Ｂは、実施の形態８における情報通信方法のフローチャートである。
【図２０４Ｃ】図２０４Ｃは、実施の形態８における情報通信装置のブロック図である。
【図２０５】図２０５は、実施の形態８における来店情報伝達としての応用例を説明するための図である。
【図２０６】図２０６は、実施の形態８における場所に応じた注文制御の応用例を説明するための図である。
【図２０７】図２０７は、実施の形態８における道案内への応用例を説明するための図である。
【図２０８】図２０８は、実施の形態８における所在連絡への応用例を説明するための図である。
【図２０９】図２０９は、実施の形態８における利用ログ蓄積と解析への応用例を説明するための図である。

【図２１０】図２１０は、実施の形態８における画面共有への応用例を説明するための図である。
【図２１１】図２１１は、実施の形態８における画面共有への応用例を説明するための図である。
【図２１２】図２１２は、実施の形態８における無線アクセスポイントを利用した位置推定の応用例を説明するための図である。
【図２１３】図２１３は、実施の形態８における可視光通信と無線通信とによる位置推定を行う構成を示す図である。
【図２１４】図２１４は、実施の形態８における情報通信方法の応用例を示す図である。
【図２１５】図２１５は、実施の形態８における情報通信方法の応用例を示すフローチャートである。
【図２１６】図２１６は、実施の形態８における情報通信方法の応用例を示すフローチャートである。
【図２１７】図２１７は、実施の形態９における送信機と受信機の適用例を示す図である。
【図２１８】図２１８は、実施の形態９における送信機の適用例を示す図である。
【図２１９】図２１９は、実施の形態９における情報通信方法のフローチャートである。
【図２２０】図２２０は、実施の形態９における情報通信装置のブロック図である。
【図２２１Ａ】図２２１Ａは、実施の形態９における送信機および受信機の適用例を示す図である。
【図２２１Ｂ】図２２１Ｂは、実施の形態９における受信機の動作を示すフローチャートである。
【図２２２】図２２２は、実施の形態９における送信機および受信機の適用例を示す図である。
【図２２３】図２２３は、実施の形態９における送信機の適用例を示す図である。
【図２２４Ａ】図２２４Ａは、実施の形態９における送信機および受信機の適用例を示す図である。
【図２２４Ｂ】図２２４Ｂは、実施の形態９における受信機の動作を示すフローチャートである。
【図２２５】図２２５は、実施の形態９における受信機の動作を示す図である。
【図２２６】図２２６は、実施の形態９における送信機の適用例を示す図である。
【図２２７】図２２７は、実施の形態９における受信機の適用例を示す図である。
【図２２８Ａ】図２２８Ａは、実施の形態９における送信機の動作の一例を示すフローチャートである。
【図２２８Ｂ】図２２８Ｂは、実施の形態９における送信機の動作の一例を示すフローチャートである。
【図２２９】図２２９は、実施の形態９における送信機の動作の一例を示すフローチャートである。
【図２３０】図２３０は、実施の形態９における撮像機器の動作の一例を示すフローチャートである。
【図２３１】図２３１は、実施の形態９における撮像機器の動作の一例を示すフローチャートである。
【図２３２】図２３２は、実施の形態９における送信機によって送信される信号の一例を示す図である。
【図２３３】図２３３は、実施の形態９における送信機によって送信される信号の一例を示す図である。
【図２３４】図２３４は、実施の形態９における送信機によって送信される信号の一例を示す図である。
【図２３５】図２３５は、実施の形態９における送信機によって送信される信号の一例を示す図である。

【図２３６】図２３６は、実施の形態９における送信機と受信機とを含むシステム構成の一例を示す図である。
【図２３７】図２３７は、実施の形態９における送信機と受信機とを含むシステム構成の一例を示す図である。
【図２３８】図２３８は、実施の形態９における送信機と受信機とを含むシステム構成の一例を示す図である。
【図２３９】図２３９は、実施の形態９における送信機の動作の一例を示す図である。
【図２４０】図２４０は、実施の形態９における送信機の動作の一例を示す図である。
【図２４１】図２４１は、実施の形態９における送信機の構成および動作の一例を示す図である。
【図２４２】図２４２は、実施の形態９における送信機の構成および動作の一例を示す図である。
【図２４３】図２４３は、実施の形態１０における光センサを搭載した時計を示す図である。
【図２４４】図２４４は、実施の形態１０における受信機の一例を示す図である。
【図２４５】図２４５は、実施の形態１０における受信機の一例を示す図である。
【図２４６Ａ】図２４６Ａは、本発明の一態様に係る情報通信方法のフローチャートである。
【図２４６Ｂ】図２４６Ｂは、本発明の一態様に係る携帯端末のブロック図である。
【図２４７】図２４７は、実施の形態１０における受信システムの一例を示す図である。
【図２４８】図２４８は、実施の形態１０における受信システムの一例を示す図である。
【図２４９Ａ】図２４９Ａは、実施の形態１０における変調方式の一例を示す図である。
【図２４９Ｂ】図２４９Ｂは、実施の形態１０における変調方式の一例を示す図である。
【図２４９Ｃ】図２４９Ｃは、実施の形態１０における変調方式の一例を示す図である。
【図２４９Ｄ】図２４９Ｄは、実施の形態１０における混合信号の分離の一例を示す図である。
【図２４９Ｅ】図２４９Ｅは、実施の形態１０における混合信号の分離の一例を示す図である。
【図２４９Ｆ】図２４９Ｆは、実施の形態１０における情報処理プログラムの処理を示すフローチャートである。
【図２４９Ｇ】図２４９Ｇは、実施の形態１０における情報処理装置のブロック図である。
【図２５０Ａ】図２５０Ａは、実施の形態１０における可視光通信システムの一例を示す図である。
【図２５０Ｂ】図２５０Ｂは、実施の形態１０におけるユースケースを説明するための図である。
【図２５０Ｃ】図２５０Ｃは、実施の形態１０における信号送受信システムの一例を示す図である。
【図２５１】図２５１は、実施の形態１０における干渉を排除した受信方法を示すフローチャートである。
【図２５２】図２５２は、実施の形態１０における送信機の方位の推定方法を示すフローチャートである。
【図２５３】図２５３は、実施の形態１０における受信の開始方法を示すフローチャートである。
【図２５４】図２５４は、実施の形態１０における他媒体の情報を併用したＩＤの生成方法を示すフローチャートである。
【図２５５】図２５５は、実施の形態１０における周波数分離による受信方式の選択方法を示すフローチャートである。
【図２５６】図２５６は、実施の形態１０における露光時間が長い場合の信号受信方法を示すフローチャートである。

【図２５７】図２５７は、実施の形態１０における送信機の調光（明るさを調整すること）方法の一例を示す図である。
【図２５８】図２５８は、実施の形態１０における送信機の調光機能を構成する方法の一例を示す図である。
【図２５９Ａ】図２５９Ａは、実施の形態１１における受信機の動作の一例を示すフローチャートである。
【図２５９Ｂ】図２５９Ｂは、実施の形態１１における受信機の動作の一例を示すフローチャートである。
【図２５９Ｃ】図２５９Ｃは、実施の形態１１における受信機の動作の一例を示すフローチャートである。
【図２５９Ｄ】図２５９Ｄは、実施の形態１１における受信機の動作の一例を示すフローチャートである。
【図２６０】図２６０は、ＥＸズームを説明するための図である。
【図２６１Ａ】図２６１Ａは、実施の形態１０における受信プログラムの処理を示すフローチャートである。
【図２６１Ｂ】図２６１Ｂは、実施の形態１０における受信装置のブロック図である。
【図２６２】図２６２は、実施の形態１２における信号受信方法の一例を示す図である。
【図２６３】図２６３は、実施の形態１２における信号受信方法の一例を示す図である。
【図２６４】図２６４は、実施の形態１２における信号受信方法の一例を示す図である。
【図２６５】図２６５は、実施の形態１２における受信機の画面表示方法の一例を示す図である。
【図２６６】図２６６は、実施の形態１２における信号受信方法の一例を示す図である。
【図２６７】図２６７は、実施の形態１２における信号受信方法の一例を示す図である。
【図２６８】図２６８は、実施の形態１２における信号受信方法の一例を示すフローチャートである。
【図２６９】図２６９は、実施の形態１２における信号受信方法の一例を示す図である。
【図２７０Ａ】図２７０Ａは、実施の形態１２における受信プログラムの処理を示すフローチャートである。
【図２７０Ｂ】図２７０Ｂは、実施の形態１２における受信装置のブロック図である。
【図２７１】図２７１は、可視光信号を受信したときの受信機の表示の一例を示す図である。
【図２７２】図２７２は、可視光信号を受信したときの受信機の表示の一例を示す図である。
【図２７３】図２７３は、取得データ画像の表示の一例を示す図である。
【図２７４】図２７４は、取得データを保存する、または、破棄する場合の操作の一例を示す図である。
【図２７５】図２７５は、取得データを閲覧する際の表示例を示す図である。
【図２７６】図２７６は、実施の形態１２における送信機の一例を示す図である。
【図２７７】図２７７は、実施の形態１２における受信方法の一例を示す図である。
【図２７８】図２７８は、実施の形態１３におけるヘッダパターンの例を示す図である。
【図２７９】図２７９は、実施の形態１３における通信プロトコルのパケットの構成の例を説明するための図である。
【図２８０】図２８０は、実施の形態１３における受信方法の一例を示すフローチャートである。
【図２８１】図２８１は、実施の形態１３における受信方法の一例を示すフローチャートである。
【図２８２】図２８２は、実施の形態１３における受信方法の一例を示すフローチャートである。
【図２８３】図２８３は、実施の形態１３における受信機が、変調周波数の周期（変調周期）より長い露光時間を用いた受信方法を説明するための図である。

【図２８４】図２８４は、実施の形態１３における受信機が、変調周波数の周期（変調周期）より長い露光時間を用いた受信方法を説明するための図である。
【図２８５】図２８５は、実施の形態１３における送信データのサイズに対する効率的な分割数を示す図である。
【図２８６Ａ】図２８６Ａは、実施の形態１３における設定方法の一例を示す図である。
【図２８６Ｂ】図２８６Ｂは、実施の形態１３における設定方法の他の例を示す図である。
【図２８７Ａ】図２８７Ａは、実施の形態１３における情報処理プログラムの処理を示すフローチャートである。
【図２８７Ｂ】図２８７Ｂは、実施の形態１３における情報処理装置のブロック図である。
【図２８８】図２８８は、実施の形態１３における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図２８９】図２８９は、実施の形態１３における送受信システムの処理動作を示すフローチャートである。
【図２９０】図２９０は、実施の形態１３における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図２９１】図２９１は、実施の形態１３における送受信システムの処理動作を示すフローチャートである。
【図２９２】図２９２は、実施の形態１３における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図２９３】図２９３は、実施の形態１３における送受信システムの処理動作を示すフローチャートである。
【図２９４】図２９４は、実施の形態１３における送信機の応用例を説明するための図である。
【図２９５】図２９５は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図２９６】図２９６は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図２９７】図２９７は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図２９８】図２９８は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図２９９】図２９９は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図３００】図３００は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図３０１】図３０１は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図３０２】図３０２は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図３０３】図３０３は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図３０４】図３０４は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図３０５】図３０５は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図３０６】図３０６は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図３０７】図３０７は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するた

めの図である。
【図３０８】図３０８は、実施の形態１４における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【図３０９】図３０９は、実施の形態１５における受信機の動作を説明するための図である。
【図３１０Ａ】図３１０Ａは、実施の形態１５における受信機の他の動作を説明するための図である。
【図３１０Ｂ】図３１０Ｂは、実施の形態１５における出力部１２１５によって表示されるインジケータの例を示す図である。
【図３１０Ｃ】図３１０Ｃは、実施の形態１５におけるＡＲの表示例を示す図である。
【図３１１Ａ】図３１１Ａは、実施の形態１５における送信機の一例を説明するための図である。
【図３１１Ｂ】図３１１Ｂは、実施の形態１５における送信機の他の例を説明するための図である。
【図３１２Ａ】図３１２Ａは、実施の形態１５における複数の送信機による同期送信の一例を説明するための図である。
【図３１２Ｂ】図３１２Ｂは、実施の形態１５における複数の送信機による同期送信の他の例を説明するための図である。
【図３１３】図３１３は、実施の形態１５における複数の送信機による同期送信の他の例を説明するための図である。
【図３１４】図３１４は、実施の形態１５における送信機の信号処理を説明するための図である。
【図３１５】図３１５は、実施の形態１５における受信方法の一例を示すフローチャートである。
【図３１６】図３１６は、実施の形態１５における受信方法の一例を説明するための説明図である。
【図３１７】図３１７は、実施の形態１５における受信方法の他の例を示すフローチャートである。
【図３１８】図３１８は、実施の形態１５における、露光時間が送信周期の３倍であり、送信信号が０か１の２値の場合の例を示す図である。
【図３１９】図３１９は、実施の形態１５における状態遷移経路を示す図である。
【図３２０】図３２０は、実施の形態１６における、高速で点滅する物体を撮像した画像を示す図である。
【図３２１】図３２１は、実施の形態１６における、ＬＳＳを用いた場合の受信期間とブライインド期間を示す図である。
【図３２２】図３２２は、実施の形態１６における連続受信を可能にするカットアウトスキャンを示す図である。
【図３２３】図３２３は、実施の形態１６における周波数変調によるシンボルの例を示す図である。
【図３２４】図３２４は、実施の形態１６におけるＬＳＳによる周波数応答を示す図である。
【図３２５】図３２５は、実施の形態１６における４ＰＰＭシンボルとＶ４ＰＰＭシンボルとの一例を示す図である。
【図３２６】図３２６は、実施の形態１６におけるマンチェスタ符号シンボルとＶＰＰＭシンボルとの一例を示す図である。
【図３２７】図３２７は、実施の形態１６におけるＶ４ＰＰＭとＶＰＰＭの効率を比較して説明するための図である。
【図３２８】図３２８は、実施の形態１６における周波数領域の信号とノイズの大きさを示す図である。
【図３２９Ａ】図３２９Ａは、実施の形態１６における送信周波数と受信周波数（受信信

号の最大周波数成分）の差を示す図である。
【図３２９Ｂ】図３２９Ｂは、実施の形態１６における周波数マージンに対するエラー率の一例を示す図である。
【図３２９Ｃ】図３２９Ｃは、実施の形態１６における周波数マージンに対するエラー率の他の例を示す図である。
【図３２９Ｄ】図３２９Ｄは、実施の形態１６における周波数マージンに対するエラー率の他の例を示す図である。
【図３２９Ｅ】図３２９Ｅは、実施の形態１６における周波数マージンに対するエラー率の他の例を示す図である。
【図３２９Ｆ】図３２９Ｆは、実施の形態１６における周波数マージンに対するエラー率の他の例を示す図である。
【図３３０】図３３０は、実施の形態１６におけるＶ４ＰＰＭシンボルのパケット受信エラー率を示す図である。
【図３３１】図３３１は、実施の形態１７における表示システムの構成を示すブロック図である。
【図３３２】図３３２は、実施の形態１７における映像規格信号送出部と映像規格信号受信部との間の送受信形態を示す図である。
【図３３３】図３３３は、実施の形態１７における映像規格信号送出部と映像規格信号受信部との間の具体的な送受信形態の一例を示す図である。
【図３３４】図３３４は、実施の形態１７における映像規格信号送出部と映像規格信号受信部との間の具体的な送受信形態の他の例を示す図である。
【図３３５】図３３５は、実施の形態１７における映像規格信号送出部と映像規格信号受信部との間の具体的な送受信形態の他の例を示す図である。
【図３３６Ａ】図３３６Ａは、実施の形態１７における電力送出用伝送路において送出される電力の一例を示す図である。
【図３３６Ｂ】図３３６Ｂは、実施の形態１７における電力送出用伝送路において送出される電力の他の例を示す図である。
【図３３７】図３３７は、実施の形態１７における映像規格信号送出部と映像規格信号受信部との間の具体的な送受信形態の他の例を示す図である。
【図３３８】図３３８は、実施の形態１７における映像規格信号送出部と映像規格信号受信部との間の具体的な送受信形態の他の例を示す図である。
【図３３９】図３３９は、実施の形態１８にかかる可視光通信のシステムの一例を示す概略図である。
【図３４０】図３４０は、実施の形態１８にかかる表示装置の概略構成の一例を示すブロック図である。
【図３４１Ａ】図３４１Ａは、実施の形態１８の実施例１にかかるＢ．Ｌ制御信号に、可視光通信信号を重畳する前の状態の一例を示す図である。
【図３４１Ｂ】図３４１Ｂは、実施の形態１８の実施例１にかかるＢ．Ｌ制御信号に、可視光通信信号を重畳した状態の一例を示す図である。
【図３４２】図３４２は、実施の形態１８の実施例２における第１の方法を説明するためのタイミングチャートである。
【図３４３】図３４３は、実施の形態１８の実施例２における第１の方法を説明するためのタイミングチャートである。
【図３４４Ａ】図３４４Ａは、実施の形態１８の実施例２における第２の方法を説明するためのタイミングチャートである。
【図３４４Ｂ】図３４４Ｂは、実施の形態１８の実施例２における第２の方法を説明するためのタイミングチャートである。
【図３４４Ｃ】図３４４Ｃは、実施の形態１８の実施例２における第２の方法を説明するためのタイミングチャートである。
【図３４４Ｄ】図３４４Ｄは、実施の形態１８の実施例２における第２の方法を説明する

ためのタイミングチャートである。
【図３４５Ａ】図３４５Ａは、実施の形態１８の実施例２における第２の方法を説明するためのタイミングチャートである。
【図３４５Ｂ】図３４５Ｂは、実施の形態１８の実施例２における第２の方法を説明するためのタイミングチャートである。
【図３４５Ｃ】図３４５Ｃは、実施の形態１８の実施例２における第２の方法を説明するためのタイミングチャートである。
【図３４５Ｄ】図３４５Ｄは、実施の形態１８の実施例２における第２の方法を説明するためのタイミングチャートである。
【図３４６】図３４６は、実施の形態１８の実施例３におけるＢ．Ｌ制御信号に、可視光通信信号を重畳する方法を説明するためのタイミングチャートである。
【図３４７】図３４７は、実施の形態１９における第２の処理部の動作を説明するためのフローチャートである。
【図３４８Ａ】図３４８Ａは、実施の形態１９におけるＢ．Ｌ制御信号に符号化信号を重畳する具体的方法を説明するための図である。
【図３４８Ｂ】図３４８Ｂは、実施の形態１９におけるＢ．Ｌ制御信号に符号化信号を重畳する具体的方法を説明するための図である。
【図３４８Ｃ】図３４８Ｃは、実施の形態１９におけるＢ．Ｌ制御信号に符号化信号を重畳する具体的方法を説明するための図である。
【図３４８Ｄ】図３４８Ｄは、実施の形態１９におけるＢ．Ｌ制御信号に符号化信号を重畳する具体的方法を説明するための図である。
【図３４９】図３４９は、実施の形態１９におけるＢ．Ｌ制御信号に符号化信号を重畳する別の具体的方法を説明するための図である。
【図３５０】図３５０は、実施の形態２０における第２の処理部の動作を説明するためのフローチャートである。
【図３５１】図３５１は、実施の形態２０における領域のグループ分割の一例を示すタイミングチャートである。
【図３５２】図３５２は、実施の形態２０における領域のグループ分割の他の一例を示すタイミングチャートである。
【図３５３】図３５３は、実施の形態２０における領域のグループ分割の他の一例を示すタイミングチャートである。
【図３５４】図３５４は、実施の形態２１における第２の処理部の動作を説明するためのフローチャートである。
【図３５５Ａ】図３５５Ａは、実施の形態２１におけるＢ．Ｌ制御信号と可視光通信信号との位相の関係について説明するための図である。
【図３５５Ｂ】図３５５Ｂは、実施の形態２１におけるＢ．Ｌ制御信号と可視光通信信号との位相の関係について説明するための図である。
【図３５６Ａ】図３５６Ａは、実施の形態２１における第２の処理部の動作を説明するためのタイミングチャートである。
【図３５６Ｂ】図３５６Ｂは、実施の形態２１における第２の処理部の動作を説明するためのタイミングチャートである。
【図３５６Ｃ】図３５６Ｃは、実施の形態２１における第２の処理部の動作を説明するためのタイミングチャートである。
【図３５７Ａ】図３５７Ａは、実施の形態２２における第２の処理部の動作を説明するためのタイミングチャートである。
【図３５７Ｂ】図３５７Ｂは、実施の形態２２における第２の処理部の動作を説明するためのタイミングチャートである。
【図３５８】図３５８は、実施の形態２３におけるローカルディミング適応時のバックライト制御を示すタイミングチャートである。
【図３５９】図３５９は、実施の形態２３における第２の処理部の動作の一例を説明する

ためのフローチャートである。
【図３６０】図３６０は、実施の形態２３における第２の処理部の動作の一例を説明するためのタイミングチャートである。
【図３６１】図３６１は、実施の形態２３における第２の処理部の動作の一例を説明するためのフローチャートである。
【図３６２】図３６２は、実施の形態２３における第２の処理部の動作の一例を説明するためのタイミングチャートである。
【図３６３】図３６３は、実施の形態２３における第２の処理部の動作の一例を説明するためのタイミングチャートである。
【図３６４】図３６４は、実施の形態２４にかかる可視光通信システムの概略図である。
【図３６５】図３６５は、実施の形態２４にかかる表示装置のブロック図である。
【図３６６】図３６６は、実施の形態２４にかかる可視光通信信号の生成例を説明する図である。
【図３６７】図３６７は、実施の形態２４にかかる受信装置のブロック図である。
【図３６８】図３６８は、実施の形態２４にかかる表示装置のバックライトの点灯／消灯に対する受信装置の撮像画像を説明する図である。
【図３６９】図３６９は、実施の形態２４にかかる表示装置の送信フレームに対する受信装置の撮像画像を説明する図である。
【図３７０】図３７０は、実施の形態２４にかかる表示装置の送信クロックの周波数と受信装置の撮像部のフレームレートの関係を説明する図である。
【図３７１】図３７１は、実施の形態２４にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第１の生成例を説明する図である。
【図３７２Ａ】図３７２Ａは、実施の形態２４にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第２の生成例を説明する図である。
【図３７２Ｂ】図３７２Ｂは、実施の形態２４にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第３の生成例を説明する図である。
【図３７２Ｃ】図３７２Ｃは、実施の形態２４にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第４の生成例を説明する図である。
【図３７２Ｄ】図３７２Ｄは、実施の形態２４にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第５の生成例を説明する図である。
【図３７２Ｅ】図３７２Ｅは、実施の形態２４にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第６の生成例を説明する図である。
【図３７３】図３７３は、実施の形態２４にかかる表示装置の可視光通信信号処理部の動作を説明するフローチャートである。
【図３７４】図３７４は、実施の形態２５にかかる表示装置の可視光通信信号処理部の動作を説明するフローチャートである。
【図３７５】図３７５は、実施の形態２５にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの任意のブロックの送信回数を決定する方法の一例を説明する図である。
【図３７６】図３７６は、実施の形態２５かかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの生成例を説明する図である。
【図３７７】図３７７は、実施の形態２６にかかる表示装置の可視光通信信号処理部の動作を説明するフローチャートである。
【図３７８】図３７８は、実施の形態２６にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの任意のブロックの送信回数を決定する方法の一例を説明する図である。
【図３７９】図３７９は、実施の形態２６にかかる表示装置から出力される１つの信号ユニットに対する送信フレームの生成例を説明する図である。
【図３８０】図３８０は、実施の形態２６にかかる表示装置から出力される１つの信号ユニットに対する送信フレームの別の生成例を説明する図である。
【図３８１】図３８１は、実施の形態２７にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第１の生成例を説明する図である。

【図３８２Ａ】図３８２Ａは、実施の形態２７にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第２の生成例を説明する図である。
【図３８２Ｂ】図３８２Ｂは、実施の形態２７にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第３の生成例を説明する図である。
【図３８２Ｃ】図３８２Ｃは、実施の形態２７にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第４の生成例を説明する図である。
【図３８３】図３８３は、実施の形態２７にかかる表示装置の可視光通信信号処理部の動作を説明するフローチャートである。
【図３８４】図３８４は、実施の形態２８に係る送信装置がテレビなどの動画表示装置である場合の可視光通信の切り替え制御について説明するための図である。
【図３８５】図３８５は、実施の形態２９に係る論理データを可視光通信で送信する手順を示す図である。
【図３８６】図３８６は、実施の形態２９に係る論理データを可視光通信で送信する手順を示す図である。
【図３８７】図３８７は、実施の形態２９に係る論理データ分割部による分割処理を説明するための図である。
【図３８８】図３８８は、実施の形態２９に係る論理データ分割部による分割処理を説明するための図である。
【図３８９】図３８９は、実施の形態２９における送信信号の一例を示す図である。
【図３９０】図３９０は、実施の形態２９における送信信号の他の例を示す図である。
【図３９１】図３９１は、実施の形態２９における送信信号の他の例を示す図である。
【図３９２Ａ】図３９２Ａは、実施の形態３０における送信機を説明するための図である。
【図３９２Ｂ】図３９２Ｂは、実施の形態３０におけるＲＧＢのそれぞれの輝度変化を示す図である。
【図３９３】図３９３は、実施の形態３０における緑色蛍光成分および赤色蛍光成分の残光特性を示す図である。
【図３９４】図３９４は、実施の形態３０における、バーコードの読み取りエラーの発生を抑制するために新たに発生する課題を説明するための図である。
【図３９５】図３９５は、実施の形態３０における受信機で行われるダウンサンプリングを説明するための図である。
【図３９６】図３９６は、実施の形態３０における受信機の処理動作を示すフローチャートである。
【図３９７】図３９７は、実施の形態３１における受信装置（撮像装置）の処理動作を示す図である。
【図３９８】図３９８は、実施の形態３１における受信装置（撮像装置）の処理動作を示す図である。
【図３９９】図３９９は、実施の形態３１における受信装置（撮像装置）の処理動作を示す図である。
【図４００】図４００は、実施の形態３１における受信装置（撮像装置）の処理動作を示す図である。
【図４０１】図４０１は、実施の形態３２におけるアプリケーションの一例を示す図である。
【図４０２】図４０２は、実施の形態３２におけるアプリケーションの一例を示す図である。
【図４０３】図４０３は、実施の形態３２における送信信号の例と音声同期方法の例とを示す図である。
【図４０４】図４０４は、実施の形態３２における送信信号の例を示す図である。
【図４０５】図４０５は、実施の形態３２における受信機の処理フローの一例を示す図である。

【図４０６】図４０６は、実施の形態３２における受信機のユーザインタフェースの一例を示す図である。
【図４０７】図４０７は、実施の形態３２における受信機の処理フローの一例を示す図である。
【図４０８】図４０８は、実施の形態３２における受信機の処理フローの他の例を示す図である。
【図４０９Ａ】図４０９Ａは、実施の形態３２における同期再生の具体的な方法を説明するための図である。
【図４０９Ｂ】図４０９Ｂは、実施の形態３２における同期再生を行う再生装置（受信機）の構成を示すブロック図である。
【図４０９Ｃ】図４０９Ｃは、実施の形態３２における同期再生を行う再生装置（受信機）の処理動作を示すフローチャートである。
【図４１０】図４１０は、実施の形態３２における同期再生の事前準備を説明するための図である。
【図４１１】図４１１は、実施の形態３２における受信機の応用例を示す図である。
【図４１２Ａ】図４１２Ａは、実施の形態３２における、ホルダーに保持された受信機の正面図である。
【図４１２Ｂ】図４１２Ｂは、実施の形態３２における、ホルダーに保持された受信機の背面図である。
【図４１３】図４１３は、実施の形態３２における、ホルダーに保持された受信機のユースケースを説明するための図である。
【図４１４】図４１４は、実施の形態３２における、ホルダーに保持された受信機の処理動作を示すフローチャートである。
【図４１５】図４１５は、実施の形態３２における受信機によって表示される画像の一例を示す図である。
【図４１６】図４１６は、実施の形態３２におけるホルダーの他の例を示す図である。
【図４１７Ａ】図４１７Ａは、実施の形態３３における可視光信号の一例を示す図である。
【図４１７Ｂ】図４１７Ｂは、実施の形態３３における可視光信号の一例を示す図である。
【図４１７Ｃ】図４１７Ｃは、実施の形態３３における可視光信号の一例を示す図である。
【図４１７Ｄ】図４１７Ｄは、実施の形態３３における可視光信号の一例を示す図である。
【図４１８】図４１８は、実施の形態３３における可視光信号の構成を示す図である。
【図４１９】図４１９は、実施の形態３３における受信機の撮像によって得られる輝線画像の一例を示す図である。
【図４２０】図４２０は、実施の形態３３における受信機の撮像によって得られる輝線画像の他の例を示す図である。
【図４２１】図４２１は、実施の形態３３における受信機の撮像によって得られる輝線画像の他の例を示す図である。
【図４２２】図４２２は、実施の形態３３における受信機の、ＨＤＲ合成を行うカメラシステムへの適応を説明するための図である。
【図４２３】図４２３は、実施の形態３３における可視光通信システムの処理動作を説明するための図である。
【図４２４Ａ】図４２４Ａは、実施の形態３３における可視光を用いた車車間通信の一例を示す図である。
【図４２４Ｂ】図４２４Ｂは、実施の形態３３における可視光を用いた車車間通信の他の例を示す図である。
【図４２５】図４２５は、実施の形態３３における複数のＬＥＤの位置決定方法の一例を

示す図である。
【図４２６】図４２６は、実施の形態３３における、車両を撮像することによって得られる輝線画像の一例を示す図である。
【図４２７】図４２７は、実施の形態３３における受信機と送信機の適用例を示す図である。なお、図４２７は自動車を後ろから見た図である。
【図４２８】図４２８は、実施の形態３３における受信機と送信機の処理動作の一例を示すフローチャートである。
【図４２９】図４２９は、実施の形態３３における受信機と送信機の適用例を示す図である。
【図４３０】図４３０は、実施の形態３３における受信機７００７ａと送信機７００７ｂの処理動作の一例を示すフローチャートである。
【図４３１】図４３１は、実施の形態３３における、電車の車内に適用される可視光通信システムの構成を示す図である。
【図４３２】図４３２は、実施の形態３３における、遊園地などの施設に適用される可視光通信システムの構成を示す図である。
【図４３３】図４３３は、実施の形態３３における、遊具とスマートフォンとからなる可視光通信システムの一例を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
本発明の一態様に係る再生方法は、光源の輝度変化により可視光信号を送信する送信機から、前記可視光信号を端末装置のセンサにより受信する信号受信ステップと、前記端末装置から、前記可視光信号に対応付けられたコンテンツを要求するための要求信号をサーバに送信する送信ステップと、前記端末装置が、各時刻と、前記各時刻に再生されるデータとを含むコンテンツを、前記サーバから受信するコンテンツ受信ステップと、前記コンテンツのうち、前記端末装置に備えられている時計の時刻に該当するデータを再生する再生ステップとを含む。
【００１２】
これにより、図４０９Ｃに示すように、各時刻と、その各時刻に再生されるデータとを含むコンテンツが端末装置に受信され、端末装置の時計の時刻に該当するデータが再生される。したがって、端末装置は、そのコンテンツにおけるデータを、間違った時刻に再生してしまうことなく、そのコンテンツに示される正しい時刻に、適切に再生することができる。具体的には、図４０９Ａの方法ｅのように、端末装置である受信機は、コンテンツを（受信機時刻－コンテンツ再生開始時刻）の時点から再生する。上述の端末装置の時計の時刻に該当するデータは、コンテンツのうちの（受信機時刻－コンテンツ再生開始時刻）の時点にあるデータである。また、送信機においても、そのコンテンツに関連するコンテンツ（送信機側コンテンツ）が再生されていれば、端末装置は、コンテンツをその送信機側コンテンツに適切に同期させて再生することができる。なお、コンテンツは音声または画像である。
【００１３】
また、前記端末装置に備えられている時計と、基準クロックとの間では、ＧＰＳ（Ｇｌｏｂａｌ　Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ　Ｓｙｓｔｅｍ）電波、または、ＮＴＰ（Ｎｅｔｗｏｒｋ　Ｔｉｍｅ　Ｐｒｏｔｏｃｏｌ）電波によって、同期がとられていてもよい。
【００１４】
これにより、図４０８および図４１０に示すように、端末装置（受信機）の時計と基準クロックとの間で同期がとられているため、基準クロックにしたがった適切な時刻に、その時刻に該当するデータを再生することができる。
【００１５】
また、前記可視光信号は、前記可視光信号が前記送信機から送信される時刻を示してもよい。
【００１６】

これにより、図４０９Ａの方法ｄに示すように、端末装置（受信機）は、可視光信号が送信機から送信される時刻（送信機時刻）に対応付けられたコンテンツを受信することができる。例えば、送信機時刻が５時４３分であれば、５時４３分に再生されるコンテンツを受信することができる。

【００１７】

また、前記再生方法では、さらに、前記ＧＰＳ電波または前記ＮＴＰ電波によって、前記端末装置の時計と前記基準クロックとの間で同期をとるための処理が行われた時刻が、前記端末装置が前記可視光信号を受信した時刻から所定の時間より前である場合、前記送信機から送信された前記可視光信号が示す時刻により、前記端末装置の時計と、前記送信機の時計との間で同期をとってもよい。

【００１８】

例えば、端末装置の時計と基準クロックとの間で同期をとるための処理が行われてから所定の時間が経過してしまうと、その同期が適切に保たれていない場合がある。このような場合には、端末装置は、送信機で再生される送信機側コンテンツと同期する時刻に、コンテンツを再生することできない可能性がある。そこで、上記本発明の一態様に係る再生方法では、図４０８のステップＳ１８２９，Ｓ１８３０のように、所定の時間が経過したときには、端末装置（受信機）の時計と送信機の時計との間で同期がとられる。したがって、端末装置は、送信機で再生される送信機側コンテンツと同期する時刻に、コンテンツを再生することができる。

【００１９】

また、前記サーバは、それぞれ時刻に関連付けられている複数のコンテンツを有しており、前記コンテンツ受信ステップでは、前記可視光信号が示す時刻に関連付けられたコンテンツが前記サーバに存在しない場合には、前記複数のコンテンツのうち、前記可視光信号が示す時刻に最も近く、かつ、前記可視光信号が示す時刻の後の時刻に関連付けられているコンテンツを受信してもよい。

【００２０】

これにより、図４０９Ａの方法ｄに示すように、可視光信号が示す時刻に関連付けられたコンテンツがサーバに存在しなくても、そのサーバにある複数のコンテンツの中から、適切なコンテンツを受信することができる。

【００２１】

また、光源の輝度変化により可視光信号を送信する送信機から、前記可視光信号を端末装置のセンサにより受信する信号受信ステップと、前記端末装置から、前記可視光信号に対応付けられたコンテンツを要求するための要求信号をサーバに送信する送信ステップと、前記端末装置が、前記サーバからコンテンツを受信するコンテンツ受信ステップと、前記コンテンツを再生する再生ステップと、を含み、前記可視光信号は、ＩＤ情報と、前記可視光信号が前記送信機から送信される時刻とを示し、前記コンテンツ受信ステップでは、前記可視光信号によって示されるＩＤ情報および時刻に対応付けられた前記コンテンツを受信してもよい。

【００２２】

これにより、図４０９Ａの方法ｄのように、ＩＤ情報（送信機ＩＤ）に関連付けられている複数のコンテンツの中から、可視光信号が送信機から送信される時刻（送信機時刻）に対応付けられたコンテンツが受信されて再生される。したがって、その送信機ＩＤおよび送信機時刻に対して適切なコンテンツを再生することができる。

【００２３】

また、前記可視光信号は、時刻のうちの時および分を示す第２の情報と、時刻のうちの秒を示す第１の情報とを含むことによって、前記可視光信号が前記送信機から送信される時刻を示し、前記信号受信ステップでは、前記第２の情報を受信するとともに、前記第２の情報を受信する回数よりも多くの回数だけ前記第１の情報を受信してもよい。

【００２４】

これにより、例えば、可視光信号に含まれる各パケットが送信される時刻を秒単位で端

末装置に通知する場合には、時、分および秒の全てを用いて表現される現時点の時刻を示すパケットを、１秒経過ごとに端末装置に送信する手間を軽減することができる。つまり、図４０４に示すように、パケットが送信される時刻のうちの時および分が、前に送信されたパケットに示される時および分から更新されていなければ、秒のみを示すパケット（時間パケット１）である第１の情報だけを送信すればよい。したがって、送信機によって送信される、秒を示すパケット（時間パケット１）である第１の情報よりも、時および分を示すパケット（時間パケット２）である第２の情報を少なくすることによって、冗長な内容を含むパケットの送信を抑えることができる。

【００２５】

また、前記端末装置のセンサは、イメージセンサであって、前記信号受信ステップでは、前記イメージセンサのシャッター速度を、第１の速度と、前記第１の速度よりも高速の第２の速度とに交互に切り替えながら、前記イメージセンサによる連続した撮影を行い、（ａ）前記イメージセンサによる撮影の被写体がバーコードである場合には、前記シャッター速度が前記第１の速度であるときの撮影によって、バーコードが映っている画像を取得し、前記画像に映っているバーコードをデコードすることによって、バーコード識別子を取得し、（ｂ）前記イメージセンサによる撮影の被写体が前記光源である場合には、前記シャッター速度が前記第２の速度であるときの撮影によって、前記イメージセンサに含まれる複数の露光ラインのそれぞれに対応する輝線を含む画像である輝線画像を取得し、取得された輝線画像に含まれる複数の輝線のパターンをデコードすることによって前記可視光信号を可視光識別子として取得し、前記再生方法では、さらに、前記シャッター速度が前記第１の速度であるときの撮影によって得られる画像を表示してもよい。

【００２６】

これにより、図３０９に示すように、バーコードからでも可視光信号からでも、それらに応じた識別子を適切に取得することができるとともに、被写体とされているバーコードまたは光源が映し出された画像を表示することができる。

【００２７】

また、前記可視光識別子の取得では、前記複数の輝線のパターンから、データ部およびアドレス部を含む第１のパケットを取得し、前記第１のパケットよりも前に既に取得されている少なくとも１つのパケットのうち、前記第１のパケットのアドレス部と同一のアドレス部を含むパケットである第２のパケットが所定の数以上存在するか否かを判定し、前記第２のパケットが前記所定の数以上存在すると判定した場合には、前記所定の数以上の前記第２のパケットのそれぞれのデータ部に対応する前記輝線画像の一部の領域の画素値と、前記第１のパケットのデータ部に対応する前記輝線画像の一部の領域の画素値とを合わせることによって、合成画素値を算出し、前記合成画素値を含むデータ部を復号することによって、前記可視光識別子の少なくとも一部を取得してもよい。

【００２８】

これにより、図２８１に示すように、同一のアドレス部を含む複数のパケットのそれぞれでデータ部が少し異なっていても、それらのパケットのデータ部の画素値を合わせることによって、適切なデータ部を復号することができ、可視光識別子の少なくとも一部を正しく取得することができる。

【００２９】

また、前記第１のパケットは、さらに、前記データ部に対する第１の誤り訂正符号と、前記アドレス部に対する第２の誤り訂正符号とを含み、前記信号受信ステップでは、前記送信機から、第２の周波数にしたがった輝度変化によって送信される前記アドレス部および前記第２の誤り訂正符号を受信し、前記第２の周波数よりも高い第１の周波数にしたがった輝度変化によって送信される前記データ部および前記第１の誤り訂正符号を受信してもよい。

【００３０】

これにより、図２７９に示すように、アドレス部を誤って受信することを抑えるとともに、データ量の多いデータ部を迅速に取得することができる。

【００３１】
また、前記可視光識別子の取得では、前記複数の輝線のパターンから、データ部およびアドレス部を含む第１のパケットを取得し、前記第１のパケットよりも前に既に取得されている少なくとも１つのパケットのうち、前記第１のパケットのアドレス部と同一のアドレス部を含むパケットである少なくとも１つの第２のパケットが存在するか否かを判定し、前記少なくとも１つの第２のパケットが存在すると判定した場合には、前記少なくとも１つの第２のパケットと前記第１のパケットとのそれぞれのデータ部が全て等しいか否かを判定し、それぞれの前記データ部が全て等しくないと判定した場合には、前記少なくとも１つの第２のパケットのそれぞれにおいて、当該第２のパケットのデータ部に含まれる各部分のうち、前記第１のパケットのデータ部に含まれる各部分と異なる部分の数が、所定の数以上存在するか否かを判定し、前記少なくとも１つの第２のパケットのうち、異なる部分の数が前記所定の数以上存在すると判定された第２のパケットがある場合には、前記少なくとも１つの第２のパケットを破棄し、前記少なくとも１つの第２のパケットのうち、異なる部分の数が前記所定の数以上存在すると判定された第２パケットがない場合には、前記第１のパケットおよび前記少なくとも１つの第２のパケットのうち、同一のデータ部を有するパケットの数が最も多い複数のパケットを特定し、当該複数のパケットのそれぞれに含まれるデータ部を、前記第１のパケットに含まれるアドレス部に対応するデータ部として復号することによって、前記可視光識別子の少なくとも一部を取得してもよい。

【００３２】
これにより、図２８０に示すように、同一のアドレス部を有する複数のパケットが受信されたときに、それらのパケットのデータ部が異なっていても、適切なデータ部を復号することができ、可視光識別子の少なくとも一部を正しく取得することができる。つまり、同一の送信機から送信される同一のアドレス部を有する複数のパケットは、基本的に同一のデータ部を有する。しかし、端末装置が、パケットの送信元となる送信機を切り替える場合には、端末装置は、同一のアドレス部を有していても互いに異なるデータ部を有する複数のパケットを受信することがある。このような場合には、上記本発明の一態様に係る再生方法では、図２８０のステップＳ１０１０６のように、既に受信されているパケット（第２のパケット）が破棄され、最新のパケット（第１のパケット）のデータ部を、そのアドレス部に対応する正しいデータ部として復号することができる。さらに、上述のような送信機の切り替えがない場合であっても、可視光信号の送受信状況に応じて、同一のアドレス部を有する複数のパケットのデータ部が少し異なることがある。このような場合には、上記本発明の一態様に係る再生方法では、図２８０のステップＳ１０１０７のように、いわゆる多数決によって、適切なデータ部を復号することができる。

【００３３】
また、前記可視光識別子の取得では、前記複数の輝線のパターンから、それぞれデータ部およびアドレス部を含む複数のパケットを取得し、取得された前記複数のパケットのうち、前記データ部に含まれる全てのビットが０を示すパケットである０終端パケットが存在するか否かを判定し、前記０終端パケットが存在すると判定した場合には、前記複数のパケットのうち、前記０終端パケットのアドレス部に関連付けられているアドレス部を含むパケットであるＮ個（Ｎは１以上の整数）の関連パケットが全て存在するか否かを判定し、前記Ｎ個の関連パケットが全て存在すると判定した場合には、前記Ｎ個の関連パケットのそれぞれのデータ部を並べて復号することによって、前記可視光識別子を取得してもよい。例えば、前記０終端パケットのアドレス部に関連付けられている前記アドレス部は、前記０終端パケットのアドレス部に示されるアドレスよりも小さく０以上のアドレスを示すアドレス部である。

【００３４】
具体的には、図２８２に示すように、０終端パケットのアドレス以下のアドレスを有するパケットが関連パケットとして全て揃っているか否かが判定され、揃っていると判定された場合に、それらの関連パケットのそれぞれのデータ部が復号される。これにより、端

末装置は、可視光識別子を取得するために、何個の関連パケットが必要であることを事前に知っていなくても、さらに、それらの関連パケットのアドレスを事前に知っていなくても、０終端パケットを取得した時点で、容易に知ることができる。その結果、端末装置は、Ｎ個の関連パケットのそれぞれのデータ部を並べて復号することによって、適切な可視光識別子を取得することができる。

【００３５】

なお、これらの包括的または具体的な態様は、装置、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭなどの記録媒体で実現されてもよく、装置、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたは記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

【００３６】

以下、実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

【００３７】

なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的または具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

【００３８】

（実施の形態１）

以下、実施の形態１について説明する。

【００３９】

（発光部の輝度の観測）

１枚の画像を撮像するとき、全ての撮像素子を同一のタイミングで露光させるのではなく、撮像素子ごとに異なる時刻に露光を開始・終了する撮像方法を提案する。図１は、１列に並んだ撮像素子は同時に露光させ、列が近い順に露光開始時刻をずらして撮像する場合の例である。ここでは、同時に露光する撮像素子の露光ラインと呼び、その撮像素子に対応する画像上の画素のラインを輝線と呼ぶ。

【００４０】

この撮像方法を用いて、点滅している光源を撮像素子の全面に写して撮像した場合、図２のように、撮像画像上に露光ラインに沿った輝線（画素値の明暗の線）が生じる。この輝線のパターンを認識することで、撮像フレームレートを上回る速度の光源輝度変化を推定することができる。これにより、信号を光源輝度の変化として送信することで、撮像フレームレート以上の速度での通信を行うことができる。光源が２種類の輝度値をとることで信号を表現する場合、低い方の輝度値をロー（ＬＯ），高い方の輝度値をハイ（ＨＩ）と呼ぶ。ローは光源が光っていない状態でも良いし、ハイよりも弱く光っていても良い。

【００４１】

この方法によって、撮像フレームレートを超える速度で情報の伝送を行う。

【００４２】

一枚の撮像画像中に、露光時間が重ならない露光ラインが２０ラインあり、撮像のフレームレートが３０ｆｐｓのときは、１．６７ミリ秒周期の輝度変化を認識できる。露光時間が重ならない露光ラインが１０００ラインある場合は、３万分の１秒（約３３マイクロ秒）周期の輝度変化を認識できる。なお、露光時間は例えば１０ミリ秒よりも短く設定される。

【００４３】

図２は、一つの露光ラインの露光が完了してから次の露光ラインの露光が開始される場合を示している。

【００４４】

この場合、１秒あたりのフレーム数（フレームレート）がｆ、１画像を構成する露光ライン数がｌのとき、各露光ラインが一定以上の光を受光しているかどうかで情報を伝送す

ると、最大でｆｌビット毎秒の速度で情報を伝送することができる。
【００４５】
なお、ラインごとではなく、画素ごとに時間差で露光を行う場合は、さらに高速で通信が可能である。
【００４６】
このとき、露光ラインあたりの画素数がｍ画素であり、各画素が一定以上の光を受光しているかどうかで情報を伝送する場合には、伝送速度は最大でｆｌｍビット毎秒となる。
【００４７】
図３のように、発光部の発光による各露光ラインの露光状態を複数のレベルで認識可能であれば、発光部の発光時間を各露光ラインの露光時間より短い単位の時間で制御することで、より多くの情報を伝送することができる。
【００４８】
露光状態をＥｌｖ段階で認識可能である場合には、最大でｆｌＥｌｖビット毎秒の速度で情報を伝送することができる。
【００４９】
また、各露光ラインの露光のタイミングと少しずつずらしたタイミングで発光部を発光させることで、発信の基本周期を認識することができる。
【００５０】
図４は、一つの露光ラインの露光が完了する前に次の露光ラインの露光が開始される場合を示している。即ち、隣接する露光ラインの露光時間が、部分的に時間的な重なりを持つ構成となっている。このような構成により、（１）一つの露光ラインの露光時間の終了を待って次の露光ラインの露光を開始する場合に比べ、所定の時間内におけるサンプル数を多くすることができる。所定時間内におけるサンプル数が多くなることにより、被写体である光送信機が発生する光信号をより適切に検出することが可能となる。即ち、光信号を検出する際のエラー率を低減することが可能となる。更に、（２）一つの露光ラインの露光時間の終了を待って次の露光ラインの露光を開始する場合に比べ、各露光ラインの露光時間を長くすることができるため、被写体が暗い場合であっても、より明るい画像を取得することが可能となる。即ち、Ｓ／Ｎ比を向上させることが可能となる。なお、全ての露光ラインにおいて、隣接する露光ラインの露光時間が、部分的に時間的な重なりを持つ構成となる必要はなく、一部の露光ラインについて部分的に時間的な重なりを持たない構成とすることも可能である。一部の露光ラインについて部分的に時間的な重なりを持たないように構成するにより、撮像画面上における露光時間の重なりによる中間色の発生を抑制でき、より適切に輝線を検出することが可能となる。
【００５１】
この場合は、各露光ラインの明るさから露光時間を算出し、発光部の発光の状態を認識する。
【００５２】
なお、各露光ラインの明るさを、輝度が閾値以上であるかどうかの２値で判別する場合には、発光していない状態を認識するために、発光部は発光していない状態を各ラインの露光時間以上の時間継続しなければならない。
【００５３】
図５Ａは、各露光ラインの露光開始時刻が等しい場合に、露光時間の違いによる影響を示している。７５００ａは前の露光ラインの露光終了時刻と次の露光ラインの露光開始時刻とが等しい場合であり、７５００ｂはそれより露光時間を長くとった場合である。７５００ｂのように、隣接する露光ラインの露光時間が、部分的に時間的な重なりを持つ構成とすることにより、露光時間を長くとることが可能となる。即ち、撮像素子に入射する光が増大し、明るい画像を得ることができる。また、同一の明るさの画像を撮像するための撮像感度を低く抑えられることで、ノイズの少ない画像が得られるため、通信エラーが抑制される。
【００５４】

図５Ｂは、露光時間が等しい場合に、各露光ラインの露光開始時刻の違いによる影響を示している。７５０１ａは前の露光ラインの露光終了時刻と次の露光ラインの露光開始時刻とが等しい場合であり、７５０１ｂは前の露光ラインの露光終了より早く次の露光ラインの露光を開始する場合である。７５０１ｂのように、隣接する露光ラインの露光時間が、部分的に時間的な重なりを持つ構成とすることにより、時間あたりに露光できるラインを増やすことが可能となる。これにより、より解像度が高くなり、多くの情報量が得られる。サンプル間隔（＝露光開始時刻の差）が密になることで、より正確に光源輝度の変化を推定することができ、エラー率が低減でき、更に、より短い時間における光源輝度の変化を認識することができる。露光時間に重なりを持たせることで、隣接する露光ラインの露光量の差を利用して、露光時間よりも短い光源の点滅を認識することができる。

【００５５】

図５Ａ、図５Ｂで説明したように、隣接する露光ラインの露光時間が、部分的に時間的な重なりをもつように、各露光ラインを順次露光する構成において、露光時間を通常撮影モードよりも短く設定することにより発生する輝線パターンを信号伝送に用いることにより通信速度を飛躍的に向上させることが可能になる。ここで、可視光通信時における露光時間を１／４８０秒以下に設定することにより適切な輝線パターンを発生させることが可能となる。ここで、露光時間は、フレーム周波数＝ｆとすると、露光時間＜１／８×ｆと設定する必要がある。撮影の際に発生するブランキングは、最大で１フレームの半分の大きさになる。即ち、ブランキング時間は、撮影時間の半分以下であるため、実際の撮影時間は、最も短い時間で１／２ｆとなる。更に、１／２ｆの時間内において、４値の情報を受ける必要があるため、少なくとも露光時間は、１／（２ｆ×４）よりも短くする必要が生じる。通常フレームレートは、６０フレーム／秒以下であることから、１／４８０秒以下の露光時間に設定することにより、適切な輝線パターンを画像データに発生させ、高速の信号伝送を行うことが可能となる。

【００５６】

図５Ｃは、各露光ラインの露光時間が重なっていない場合、露光時間が短い場合の利点を示している。露光時間が長い場合は、光源は７５０２ａのように２値の輝度変化をしていたとしても、撮像画像では７５０２ｅのように中間色の部分ができ、光源の輝度変化を認識することが難しくなる傾向がある。しかし、７５０２ｄのように、一つの露光ラインの露光終了後、次の露光ラインの露光開始まで所定の露光しない空き時間（所定の待ち時間）t_{D2}を設ける構成とすることにより、光源の輝度変化を認識しやすくすることが可能となる。即ち、７５０２ｆのような、より適切な輝線パターンを検出することが可能となる。７５０２ｄのように、所定の露光しない空き時間を設ける構成は、露光時間t_Eを各露光ラインの露光開始時刻の時間差t_Dよりも小さくすることにより実現することが可能となる。通常撮影モードが、隣接する露光ラインの露光時間が、部分的に時間的な重なりを持つ構成である場合において、露光時間を通常撮影モード時よりも、所定の露光しない空き時間が生じるまで短く設定することにより、実現することができる。また、通常撮影モードが、前の露光ラインの露光終了時刻と次の露光ラインの露光開始時刻とが等しい場合であっても、所定の露光しない時間が生じるまで露光時間を短く設定することにより、実現することができる。また、７５０２ｇのように、各露光ラインの露光開始時刻の間隔t_Dを大きくすることによっても、一つの露光ラインの露光終了後、次の露光ラインの露光開始まで所定の露光しない空き時間（所定の待ち時間）t_{D2}を設ける構成をとることができる。この構成では、露光時間を長くすることができるため、明るい画像を撮像することができ、ノイズが少なくなることからエラー耐性が高い。一方で、この構成では、一定時間内に露光できる露光ラインが少なくなるため、７５０２ｈのように、サンプル数が少なくなるという欠点があるため、状況によって使い分けることが望ましい。例えば、撮像対象が明るい場合には前者の構成を用い、暗い場合には後者の構成を用いることで、光源輝度変化の推定誤差を低減することができる。

【００５７】

なお、全ての露光ラインにおいて、隣接する露光ラインの露光時間が、部分的に時間的

な重なりを持つ構成となる必要はなく、一部の露光ラインについて部分的に時間的な重なりを持たない構成とすることも可能である。また、全ての露光ラインにおいて、一つの露光ラインの露光終了後、次の露光ラインの露光開始まで所定の露光しない空き時間（所定の待ち時間）を設ける構成となる必要はなく、一部の露光ラインについて部分的に時間的な重なりを持つ構成とすることも可能である。このような構成とすることにより、それぞれの構成における利点を生かすことが可能となる。また、通常のフレームレート（３０ｆｐｓ、６０ｆｐｓ）にて撮影を行う通常撮影モードと、可視光通信を行う１／４８０秒以下の露光時間にて撮影を行う可視光通信モードとにおいて、同一の読み出し方法または回路にて信号の読み出しを行ってもよい。同一の読み出し方法または回路にて信号を読み出すことにより、通常撮影モードと、可視光通信モードとに対して、それぞれ別の回路を用いる必要がなくなり、回路規模を小さくすることが可能となる。

【００５８】

図５Ｄは、光源輝度の最小変化時間t_Sと、露光時間t_Eと、各露光ラインの露光開始時刻の時間差t_Dと、撮像画像との関係を示している。$t_E+t_D<t_S$とした場合は、必ず一つ以上の露光ラインが露光の開始から終了まで光源が変化しない状態で撮像するため、７５０３ｄのように輝度がはっきりとした画像が得られ、光源の輝度変化を認識しやすい。$2t_E>t_S$とした場合は、光源の輝度変化とは異なるパターンの輝線が得られる場合があり、撮像画像から光源の輝度変化を認識することが難しくなる。

【００５９】

図５Ｅは、光源輝度の遷移時間t_Tと、各露光ラインの露光開始時刻の時間差t_Dとの関係を示している。t_Tに比べてt_Dが大きいほど、中間色になる露光ラインが少なくなり、光源輝度の推定が容易になる。$t_D>t_T$のとき中間色の露光ラインは連続で２ライン以下になり、望ましい。t_Tは、光源がＬＥＤの場合は１マイクロ秒以下、光源が有機ＥＬの場合は５マイクロ秒程度となるため、t_Dを５マイクロ秒以上とすることで、光源輝度の推定を容易にすることができる。

【００６０】

図５Ｆは、光源輝度の高周波ノイズt_{HT}と、露光時間t_Eとの関係を示している。t_{HT}に比べてt_Eが大きいほど、撮像画像は高周波ノイズの影響が少なくなり、光源輝度の推定が容易になる。t_Eがt_{HT}の整数倍のときは高周波ノイズの影響がなくなり、光源輝度の推定が最も容易になる。光源輝度の推定には、$t_E>t_{HT}$であることが望ましい。高周波ノイズの主な原因はスイッチング電源回路に由来し、多くの電灯用のスイッチング電源ではt_{HT}は２０マイクロ秒以下であるため、t_Eを２０マイクロ秒以上とすることで、光源輝度の推定を容易に行うことができる。

【００６１】

図５Ｇは、t_{HT}が２０マイクロ秒の場合の、露光時間t_Eと高周波ノイズの大きさとの関係を表すグラフである。t_{HT}は光源によってばらつきがあることを考慮すると、グラフより、t_Eは、ノイズ量が極大をとるときの値と等しくなる値である、１５マイクロ秒以上、または、３５マイクロ秒以上、または、５４マイクロ秒以上、または、７４マイクロ秒以上として定めると効率が良いことが確認できる。高周波ノイズ低減の観点からはt_Eは大きいほうが望ましいが、前述のとおり、t_Eが小さいほど中間色部分が発生しづらくなるという点で光源輝度の推定が容易になるという性質もある。そのため、光源輝度の変化の周期が１５～３５マイクロ秒のときはt_Eは１５マイクロ秒以上、光源輝度の変化の周期が３５～５４マイクロ秒のときはt_Eは３５マイクロ秒以上、光源輝度の変化の周期が５４～７４マイクロ秒のときはt_Eは５４マイクロ秒以上、光源輝度の変化の周期が７４マイクロ秒以上のときはt_Eは７４マイクロ秒以上として設定すると良い。

【００６２】

図５Ｈは、露光時間t_Eと認識成功率との関係を示す。露光時間t_Eは光源の輝度が一定である時間に対して相対的な意味を持つため、光源輝度が変化する周期t_Sを露光時間t_Eで割った値（相対露光時間）を横軸としている。グラフより、認識成功率をほぼ１００％としたい場合は、相対露光時間を１．２以下にすれば良いことがわかる。例えば、送

信信号を１ｋＨｚとする場合は露光時間を約０．８３ミリ秒以下とすれば良い。同様に、認識成功率を９５％以上としたい場合は相対露光時間を１．２５以下に、認識成功率を８０％以上としたい場合は相対露光時間を１．４以下にすれば良いということがわかる。また、相対露光時間が１．５付近で認識成功率が急激に下がり、１．６でほぼ０％となるため、相対露光時間が１．５を超えないように設定すべきであることがわかる。また、認識率が７５０７ｃで０になった後、７５０７ｄや、７５０７ｅ、７５０７ｆで、再度上昇していることがわかる。そのため、露光時間を長くして明るい画像を撮像したい場合などは、相対露光時間が１．９から２．２、２．４から２．６、２．８から３．０となる露光時間を利用すれば良い。例えば、図７の中間モードとして、これらの露光時間を使うと良い。

【００６３】

図６Ａは、本実施の形態における情報通信方法のフローチャートである。

【００６４】

本実施の形態における情報通信方法は、被写体から情報を取得する情報通信方法であって、ステップＳＫ９１～ＳＫ９３を含む。

【００６５】

つまり、この情報通信方法は、イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる複数の露光ラインに対応する複数の輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの第１の露光時間を設定する第１の露光時間設定ステップＳＫ９１と、前記イメージセンサが、輝度変化する前記被写体を、設定された前記第１の露光時間で撮影することによって、前記複数の輝線を含む輝線画像を取得する第１の画像取得ステップＳＫ９２と、取得された前記輝線画像に含まれる前記複数の輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより情報を取得する情報取得ステップＳＫ９３とを含み、前記第１の画像取得ステップＳＫ９２では、前記複数の露光ラインのそれぞれは、順次異なる時刻で露光を開始し、かつ、当該露光ラインに隣接する隣接露光ラインの露光が終了してから所定の空き時間経過後に、露光を開始する。

【００６６】

図６Ｂは、本実施の形態における情報通信装置のブロック図である。

【００６７】

本実施の形態における情報通信装置Ｋ９０は、被写体から情報を取得する情報通信装置であって、構成要素Ｋ９１～Ｋ９３を備える。

【００６８】

つまり、この情報通信装置Ｋ９０は、イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる複数の露光ラインに対応する複数の輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの露光時間を設定する露光時間設定部Ｋ９１と、輝度変化する前記被写体を、設定された前記露光時間で撮影することによって、前記複数の輝線を含む輝線画像を取得する前記イメージセンサを有する画像取得部Ｋ９２と、取得された前記輝線画像に含まれる前記複数の輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより情報を取得する情報取得部Ｋ９３とを備え、前記複数の露光ラインのそれぞれは、順次異なる時刻で露光を開始し、かつ、当該露光ラインに隣接する隣接露光ラインの露光が終了してから所定の空き時間経過後に、露光を開始する。

【００６９】

このような図６Ａおよび図６Ｂによって示される情報通信方法および情報通信装置Ｋ９０では、例えば図５Ｃなどに示すように、複数の露光ラインのそれぞれは、その露光ラインに隣接する隣接露光ラインの露光が終了してから所定の空き時間経過後に、露光を開始するため、被写体の輝度変化を認識しやすくすることができる。その結果、被写体から情報を適切に取得することができる。

【００７０】

なお、上記実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、ＣＰＵまたはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。例えばプログラムは、図６Ａのフローチャートによって示される情報通信方法をコンピュータに実行させる。

【００７１】

（実施の形態２）

本実施の形態では、上記実施の形態１における情報通信装置Ｋ９０であるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤや有機ＥＬなどの光源の点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた各適用例について説明する。

【００７２】

図７は、本実施の形態における受信機の各モードの一例を示す図である。

【００７３】

受信機８０００は、通常撮影モードでは、例えば１／１００秒のシャッター速度で撮影することによって、通常撮影画像を取得し、その通常撮影画像をディスプレイに表示する。この場合、その通常撮影画像には、例えば街灯や、店舗の看板として構成されるサイネージなどの被写体とその周囲が鮮明に映し出されている。

【００７４】

また、受信機８０００は、可視光通信モードでは、例えば１／１００００秒のシャッター速度で撮影することによって、可視光通信画像を取得する。例えば、上述の街灯やサイネージが、上記実施の形態１に示す光源、つまり送信機として、輝度変化によって信号を送信している場合には、この可視光通信画像において、信号が送信されている箇所には、１つまたは複数の輝線（以下、輝線模様という）が映し出されて、その箇所以外には、何も映し出されていない。つまり、この可視光通信画像では、輝線模様だけが映し出され、被写体の輝度変化をしていない部分および被写体の周囲は映し出されていない。

【００７５】

また、受信機８０００は、中間モードでは、例えば１／３０００秒のシャッター速度で撮影することによって、中間画像を取得する。この中間画像では、輝線模様が映し出されているとともに、上述の被写体の輝度変化していない部分および被写体の周囲も映し出されている。したがって、受信機８０００がその中間画像をディスプレイに表示することによって、ユーザは、どこから、またはどの位置から信号が送信されているかを知ることができる。なお、この中間画像によって映し出される輝線模様、被写体およびその周囲はそれぞれ、可視光通信画像の輝線模様と通常撮影画像の被写体およびその周囲よりも鮮明ではないが、ユーザによって認識される鮮明度を有する。

【００７６】

なお、以下の説明では、通常撮影モード、または通常撮影モードによる撮影を通常撮影といい、可視光通信モード、または可視光通信モードによる撮影を可視光撮影（可視光通信）という。また、通常撮影および可視光撮影の代わりに、中間モードによる撮影を用いてもよく、後述の合成画像の代わりに中間画像を用いてもよい。

【００７７】

図８は、本実施の形態における受信機の撮影動作の一例を示す図である。

【００７８】

受信機８０００は、撮影モードを通常撮影、可視光通信、通常撮影、・・・のように切り替える。そして、受信機８０００は、通常撮影画像と可視光通信画像とを合成することによって、輝線模様と被写体およびその周囲とが鮮明に映し出された合成画像を生成し、その合成画像をディスプレイに表示する。この合成画像は、通常撮影画像における信号が送信されている箇所に、可視光通信画像の輝線模様を重畳することによって生成された画像である。また、この合成画像によって映し出される輝線模様、被写体およびその周囲はそれぞれ鮮明であって、ユーザによって十分に認識される鮮明度を有する。このような合

成画像が表示されることによって、ユーザは、どこから、またはどの位置から信号が送信されているかをより明確に知ることができる。

【００７９】

図９は、本実施の形態における受信機の撮影動作の他の例を示す図である。

【００８０】

受信機８０００は、カメラＣａ１およびカメラＣａ２を備える。このような受信機８０００では、カメラＣａ１は通常撮影を行い、カメラＣａ２は可視光撮影を行う。これにより、カメラＣａ１は、上述のような通常撮影画像を取得し、カメラＣａ２は、上述のような可視光通信画像を取得する。そして、受信機８０００は、通常撮影画像および可視光通信画像を合成することによって、上述の合成画像を生成してディスプレイに表示する。

【００８１】

図１０Ａは、本実施の形態における受信機の撮影動作の他の例を示す図である。

【００８２】

２つのカメラを有する上記受信機８０００では、カメラＣａ１は、撮影モードを通常撮影、可視光通信、通常撮影、・・・のように切り替える。一方、カメラＣａ２は、通常撮影を継続して行う。そして、カメラＣａ１とカメラＣａ２とで同時に通常撮影が行われているときには、受信機８０００は、それらのカメラによって取得された通常撮影画像から、ステレオ視（三角測量の原理）を利用して、受信機８０００から被写体までの距離（以下、被写体距離という）を推定する。このように推定された被写体距離を用いることによって、受信機８０００は、可視光通信画像の輝線模様を通常撮影画像の適切な位置に重畳することができる。つまり、適切な合成画像を生成することができる。

【００８３】

図１０Ｂは、本実施の形態における受信機の撮影動作の他の例を示す図である。

【００８４】

受信機８０００は、例えば３つのカメラ（カメラＣａ１、カメラＣａ２およびカメラＣａ３）を備える。このような受信機８０００では、２つのカメラ（カメラＣａ２およびカメラＣａ３）は通常撮影を継続して行い、残りの１つのカメラ（カメラＣａ１）は可視光通信を継続して行う。これにより、どのようなタイミングでも、通常撮影している２つのカメラによって得られる通常撮影画像に基づいて、被写体距離を推定することができる。

【００８５】

図１０Ｃは、本実施の形態における受信機の撮影動作の他の例を示す図である。

【００８６】

受信機８０００は、例えば３つのカメラ（カメラＣａ１、カメラＣａ２およびカメラＣａ３）を備える。このような受信機８０００では、それぞれのカメラは撮影モードを通常撮影、可視光通信、通常撮影、・・・のように切り替える。ここで、１つの期間では、これらのカメラのうちの何れか２つのカメラが通常撮影を行い、残りの１つのカメラが可視光通信を行うように、それぞれのカメラの撮影モードが期間ごとに切り替えられる。つまり、通常撮影しているカメラの組み合わせが周期的に変化する。これにより、何れの期間でも、通常撮影している２つのカメラによって得られる通常撮影画像に基づいて、被写体距離を推定することができる。

【００８７】

図１１Ａは、本実施の形態における受信機のカメラ配置の一例を示す図である。

【００８８】

受信機８０００が２つのカメラＣａ１およびＣａ２を備える場合には、図１１Ａに示すように、２つのカメラＣａ１およびＣａ２は互いに離れた位置に配置される。これにより、被写体距離を精度よく推定することができる。つまり、２つのカメラの間の距離が長いほど、被写体距離を精度よく推定することができる。

【００８９】

図１１Ｂは、本実施の形態における受信機のカメラ配置の他の例を示す図である。

【００９０】

受信機８０００が３つのカメラＣａ１、カメラＣａ２およびカメラＣａ３を備える場合には、図１１Ｂに示すように、通常撮影用の２つのカメラＣａ１およびＣａ２は互いに離れた位置に配置される。また、可視光通信用のカメラＣａ３は、例えばカメラＣａ１とカメラＣａ２との間に配置される。これにより、被写体距離を精度よく推定することができる。つまり、最も離れた２つのカメラを通常撮影に用いることによって、被写体距離を精度よく推定することができる。

【００９１】

図１２は、本実施の形態における受信機の表示動作の一例を示す図である。

【００９２】

受信機８０００は、上述のように、撮影モードを可視光通信、通常撮影、可視光通信、・・・のように切り替える。ここで、受信機８０００は、最初に可視光通信を行うときに、アプリケーションプログラムを起動する。そして、受信機８０００は、可視光通信によって受信した信号に基づいて、自らの位置を推定する。次に、受信機８０００は、通常撮影を行うときには、その通常撮影によって取得された通常撮影画像に、ＡＲ（Ａｕｇｍｅｎｔｅｄ　Ｒｅａｌｉｔｙ）情報を表示する。このＡＲ情報は、上述のように推定された位置などに基づいて取得されるものである。また、受信機８０００は、９軸センサによる検出結果、および通常撮影画像の動き検出などに基づいて、受信機８０００の移動および方向の変化を推定し、その推定された移動および方向の変化に合わせてＡＲ情報の表示位置を移動させる。これにより、ＡＲ情報を通常撮影画像の被写体像に追随させることができる。

【００９３】

また、受信機８０００は、通常撮影から可視光通信に撮影モードを切り替えると、その可視光通信時には、直前の通常撮影時に取得された最新の通常撮影画像にＡＲ情報を重畳する。そして、受信機８０００は、ＡＲ情報が重畳された通常撮影画像を表示する。また、受信機８０００は、通常撮影時と同様に、９軸センサによる検出結果に基づいて、受信機８０００の移動および方向の変化を推定し、その推定された移動および方向の変化に合わせてＡＲ情報および通常撮影画像を移動させる。これにより、可視光通信時にも、通常撮影時と同様に、受信機８０００の移動などに合わせてＡＲ情報を通常撮影画像の被写体像に追随させることができる。また、受信機８０００の移動などに合わせて、その通常画像を拡大および縮小することができる。

【００９４】

図１３は、本実施の形態における受信機の表示動作の一例を示す図である。

【００９５】

例えば、受信機８０００は、図１３の（ａ）に示すように、輝線模様が映し出された上記合成画像を表示してもよい。また、受信機８０００は、図１３の（ｂ）に示すように、輝線模様の代わりに、信号が送信されていることを通知するための所定の色を有する画像である信号明示オブジェクトを通常撮影画像に重畳することによって合成画像を生成し、その合成画像を表示してもよい。

【００９６】

また、受信機８０００は、図１３の（ｃ）に示すように、信号が送信されている箇所が点線の枠と識別子（例えば、ＩＤ：１０１、ＩＤ：１０２など）とによって示されている通常撮影画像を合成画像として表示してもよい。また、受信機８０００は、図１３の（ｄ）に示すように、輝線模様の代わりに、特定の種類の信号が送信されていることを通知するための所定の色を有する画像である信号識別オブジェクトを通常撮影画像に重畳することによって合成画像を生成し、その合成画像を表示してもよい。この場合、その信号識別オブジェクトの色は、送信機から出力されている信号の種類によって異なる。例えば、送信機から出力されている信号が位置情報である場合には、赤色の信号識別オブジェクトが重畳され、送信機から出力されている信号がクーポンである場合には、緑色の信号識別オブジェクトが重畳される。

【００９７】

図１４は、本実施の形態における受信機の動作の一例を示す図である。

【００９８】

例えば、受信機８０００は、可視光通信によって信号を受信した場合には、通常撮影画像を表示するとともに、送信機を発見したことをユーザに通知するための音を出力してもよい。この場合、受信機８０００は、発見した送信機の個数、受信した信号の種類、または、その信号によって特定される情報の種類などによって、出力される音の種類、出力回数、または出力時間を異ならせてもよい。

【００９９】

図１５は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１００】

例えば、合成画像に映し出された輝線模様にユーザがタッチすると、受信機８０００は、そのタッチされた輝線模様に対応する被写体から送信された信号に基づいて、情報通知画像を生成し、その情報通知画像を表示する。この情報通知画像は、例えば、店舗のクーポンや場所などを示す。なお、輝線模様は、図１３に示す信号明示オブジェクト、信号識別オブジェクト、または点線枠などであってもよい。以下に記載されている輝線模様についても同様である。

【０１０１】

図１６は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１０２】

例えば、合成画像に映し出された輝線模様にユーザがタッチすると、受信機８０００は、そのタッチされた輝線模様に対応する被写体から送信された信号に基づいて、情報通知画像を生成し、その情報通知画像を表示する。この情報通知画像は、例えば、受信機８０００の現在地を地図などによって示す。

【０１０３】

図１７は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１０４】

例えば、受信機８０００は、送信機として構成された被写体である２つの街灯から信号を受信する。そして、受信機８０００は、上述と同様に、これらの信号に基づいて自らの現在地を推定する。そして、受信機８０００は、通常撮影画像を表示するとともに、その推定結果を示す情報通知画像（緯度および経度などを示す画像）を通常撮影画像に重畳して表示する。なお、受信機８０００は、補助情報通知画像を通常撮影画像に重畳して表示してもよい。この補助情報通知画像は、例えば９軸センサ（特に、地磁気センサ）をキャリブレーションするための操作、つまりドリフトをキャンセルするための操作をユーザに勧めるものである。このような操作が行なわれることによって、上述の現在地が高い精度で推定される。

【０１０５】

また、表示された情報通知画像がユーザによってタッチされると、受信機８０００は、通常撮影画像の代わりに、その推定された位置を示す地図を表示してもよい。

【０１０６】

図１８は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１０７】

例えば、合成画像が表示されている受信機８０００に対してユーザがスワイプを行うと、受信機８０００は、図１３の（ｃ）に示す通常撮影画像と同様の、点線枠および識別子を有する通常撮影画像を表示するとともに、スワイプの操作に追随するように情報の一覧を表示する。この一覧には、各識別子によって示される箇所（送信機）から送信される信号によって特定される情報が示されている。また、スワイプは、例えば、受信機８０００におけるディスプレイの右側の外から中に指を動かす操作であってもよい。なお、スワイプは、ディスプレイの上側から、下側から、または左側から中に指を動かす操作であってもよい。

【０１０８】

また、その一覧に含まれる情報がユーザによってタップされると、受信機８０００は、その情報をより詳細に示す情報通知画像（例えばクーポンを示す画像）を表示してもよい。

【０１０９】

図１９は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１１０】

例えば、合成画像が表示されている受信機８０００に対してユーザがスワイプを行うと、受信機８０００は、スワイプの操作に追随するように情報通知画像を合成画像に重畳して表示する。この情報通知画像は、被写体距離を矢印とともにユーザに分かり易く示すものである。また、スワイプは、例えば、受信機８０００におけるディスプレイの下側の外から中に指を動かす操作であってもよい。なお、スワイプは、ディスプレイの左側から、上側から、または右側から中に指を動かす操作であってもよい。

【０１１１】

図２０は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１１２】

例えば、受信機８０００は、複数の店舗を示すサイネージである送信機を被写体として撮影し、その撮影によって取得された通常撮影画像を表示する。ここで、通常撮影画像に映し出された被写体に含まれる、１つの店舗のサイネージの画像をユーザがタップすると、受信機８０００は、その店舗のサイネージから送信される信号に基づいて情報通知画像を生成し、その情報通知画像８００１を表示する。この情報通知画像８００１は、例えば店舗の空席状況などを示す画像である。

【０１１３】

図２１は、本実施の形態における受信機と送信機とサーバとの動作の一例を示す図である。

【０１１４】

まず、テレビとして構成されている送信機８０１２は、輝度変化によって信号を受信機８０１１に送信する。この信号は、例えば、視聴されている番組に関連するコンテンツの購入をユーザに促すための情報を含む。受信機８０１１は、可視光通信によってその信号を受信すると、その信号に基づいて、コンテンツの購入をユーザに促す情報通知画像を表示する。ユーザがそのコンテンツを購入するための操作を行うと、受信機８０１１は、受信機８０１１に差し込まれているＳＩＭ（Ｓｕｂｓｃｒｉｂｅｒ　Ｉｄｅｎｔｉｔｙ　Ｍｏｄｕｌｅ）カードに含まれる情報、ユーザＩＤ、端末ＩＤ、クレジットカード情報、課金のための情報、パスワード、および送信機ＩＤのうちの少なくとも１つをサーバ８０１３に送信する。サーバ８０１３は、ユーザごとに、ユーザＩＤと支払い情報とを紐付けて管理している。そして、サーバ８０１３は、受信機８０１１から送信される情報に基づいて、ユーザＩＤを特定し、そのユーザＩＤに紐付けられた支払い情報を確認する。この確認によって、サーバ８０１３は、ユーザに対してコンテンツの購入を許可するか否かを判断する。そして、サーバ８０１３は、許可すると判断すると、許可情報を受信機８０１１に送信する。受信機８０１１は、許可情報を受信すると、その許可情報を送信機８０１２に送信する。許可情報を受信した送信機８０１２は、そのコンテンツを例えばネットワークを介して取得して再生する。

【０１１５】

また、送信機８０１２は、輝度変化することによって送信機８０１２のＩＤを含む情報を受信機８０１１に対して送信してもよい。この場合、受信機８０１１は、その情報をサーバ８０１３に送信する。サーバ８０１３は、その情報を取得すると、その送信機８０１２によって例えばテレビ番組が視聴されていると判断することができ、テレビ番組の視聴率調査を行うことができる。

【０１１６】

また、受信機８０１１は、ユーザによって操作された内容（投票など）を上述の情報に含めてサーバ８０１３に送信することによって、サーバ８０１３は、その内容をテレビ番

組に反映することができる。つまり、視聴者参加型の番組を実現することができる。さらに、受信機８０１１は、ユーザによる書き込みを受け付けた場合には、その書き込みの内容を上述の情報に含めてサーバ８０１３に送信することによって、サーバ８０１３は、その書き込みをテレビ番組やネットワーク上の掲示板などに反映することができる。

【０１１７】

さらに、送信機８０１２が上述のような情報を送信することによって、サーバ８０１３は、有料放送またはオンデマンドプログラムによるテレビ番組の視聴に対して課金を行うことができる。また、サーバ８０１３は、受信機８０１１に対して広告を表示させたり、送信機８０１２に表示されるテレビ番組の詳細情報を表示させてり、その詳細情報を示すサイトのＵＲＬを表示させたりすることができる。さらに、サーバ８０１３は、受信機８０１１によって広告が表示された回数、または、その広告によって購入された商品の金額などを取得することによって、その回数または金額に応じた課金を広告主に対して行うことができる。このような金額による課金は、広告を見たユーザがその商品をすぐに購入しなくても行うことができる。また、サーバ８０１３は、送信機８０１２から受信機８０１１を介して送信機８０１２のメーカを示す情報を取得したときには、その情報によって示されるメーカに対してサービス（例えば、上述の商品の販売に対する報酬の支払い）を行うことができる。

【０１１８】

図２２は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１１９】

例えば、ユーザは、受信機８０２１のカメラを、照明として構成された複数の送信機８０２０ａ～８０２０ｄに向ける。このとき、送信機８０２０ａ～８０２０ｄのそれぞれが順に被写体として撮影されるように受信機８０２１が動かされる。そして、受信機８０２１は、その動かされている間に可視光通信を行うことによって、各送信機８０２０ａ～８０２０ｄから信号を受信する。これらの信号には、送信機の位置を示す情報が含まれている。受信機８０２１は、その受信された送信機８０２０ａ～８０２０ｄからの信号によって示される位置と、受信機８０２１に備えられた９軸センサの検出結果と、撮影によって得られた画像の動きとに基づいて、三角測量の原理を用いて、受信機８０２１の位置を推定する。この場合には、受信機８０２１が動かされることによって、９軸センサ（特に、地磁気センサ）のドリフトが解消されため、より精度の高い位置を推定することができる。

【０１２０】

図２３は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１２１】

受信機８０３０は、例えば、カメラを備えたヘッドマウントディスプレイとして構成されている。この受信機８０３０は、開始ボタンが押下されたときに、可視光通信モードによる撮影、つまり可視光通信を開始する。そして、可視光通信によって信号が受信された場合には、受信機８０３０は、その受信された信号に応じた情報をユーザに通知する。この通知は、例えば、受信機８０３０に備えられたスピーカから音声が出力されることによって行われたり、画像の表示によって行われる。また、可視光通信は、開始ボタンが押下されたとき以外にも、開始を指示する音声の入力が受信機８０３０に受け付けられたとき、または開始を指示する信号が無線通信で受信機８０３０に受信されたきに、開始されてもよい。また、受信機８０３０に備えられた９軸センサによって得られた値の変化幅が所定の範囲を超えたとき、または、通常撮影画像に輝線模様が少しでも現れたときに、可視光通信を開始してもよい。

【０１２２】

図２４は、本実施の形態における受信機の初期設定の例を示す図である。

【０１２３】

受信機８０３０は、初期設定時には、位置合わせ画像８０３１を表示する。この位置合わせ画像８０３１は、受信機８０３０のカメラによる撮影によって得られる画像内におい

てユーザによって指し示される位置と、受信機８０３０によって表示される画像との位置合わせを行うためのものである。この位置合わせ画像８０３１によって示される円の位置にユーザが指先を合わせると、受信機８０３０は、その指先の位置と、円の位置とを関連付けて、位置合わせを行う。つまり、ユーザによって指し示される位置のキャリブレーションが行われる。

【０１２４】

図２５は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１２５】

受信機８０３０は、可視光通信によって、信号が送信されている箇所を特定すると、その箇所に輝線模様が映し出された合成画像８０３４を表示する。ユーザは、その輝線模様に対してタップまたはダブルタップなどの操作を行う。受信機８０３０は、この操作を受け付けると、その操作の対象とされた輝線模様を特定し、その輝線模様に対応する箇所から送信されている信号に基づく情報通知画像８０３２を表示する。

【０１２６】

図２６は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１２７】

受信機８０３０は、上述と同様に、合成画像８０３４を表示する。ここで、ユーザは、合成画像８０３４中の輝線模様を囲うように指先を動かす操作を行う。受信機８０３０は、この操作を受け付けると、その操作の対象とされた輝線模様を特定し、その輝線模様に対応する箇所から送信されている信号に基づく情報通知画像８０３２を表示する。

【０１２８】

図２７は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１２９】

受信機８０３０は、上述と同様に、合成画像８０３４を表示する。ここで、ユーザは、合成画像８０３４中の輝線模様に指先を予め定められた時間以上あてる操作を行う。受信機８０３０は、この操作を受け付けると、その操作の対象とされた輝線模様を特定し、その輝線模様に対応する箇所から送信されている信号に基づく情報通知画像８０３２を表示する。

【０１３０】

図２８は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１３１】

受信機８０３０は、上述と同様に、合成画像８０３４を表示する。ここで、ユーザは、スワイプによって指先を合成画像８０３４の輝線模様に向かって動かす操作を行う。受信機８０３０は、この操作を受け付けると、その操作の対象とされた輝線模様を特定し、その輝線模様に対応する箇所から送信されている信号に基づく情報通知画像８０３２を表示する。

【０１３２】

図２９は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１３３】

受信機８０３０は、上述と同様に、合成画像８０３４を表示する。ここで、ユーザは、視線を合成画像８０３４の輝線模様に向けた状態を予め定められた時間以上継続する操作を行う。または、ユーザは、視線をその輝線模様に向けた状態で予め定めら回数だけ瞬きする操作を行う。受信機８０３０は、この操作を受け付けると、その操作の対象とされた輝線模様を特定し、その輝線模様に対応する箇所から送信されている信号に基づく情報通知画像８０３２を表示する。

【０１３４】

図３０は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１３５】

受信機８０３０は、上述と同様に、合成画像８０３４を表示するとともに、合成画像８０３４中の輝線模様のそれぞれに関連付けられた矢印を表示する。これらの矢印は、輝線

模様ごとに異なる方向に向いている。ここで、ユーザは、何れかの矢印に沿って頭を動かす操作を行う。受信機８０３０は、９軸センサによる検出結果に基づいてこの操作を受け付けると、その操作に対応する矢印、つまり頭を動かした方向に向いている矢印に関連付けられた輝線模様を特定する。そして、受信機８０３０は、その輝線模様に対応する箇所から送信されている信号に基づく情報通知画像８０３２を表示する。

【０１３６】

図３１Ａは、本実施の形態における受信機の操作に用いられるペンを示す図である。

【０１３７】

ペン８０３３は、輝度変化によって信号を送信する送信機８０３３ａと、ボタン８０３３ｂと、ボタン８０３３ｃとを備える。ボタン８０３３ｂが押下されると、送信機８０３３ａは、予め定められた第１の信号を送信し、ボタン８０３３ｃが押下されると、送信機８０３３ａは、第１の信号とは異なる予め定められた第２の信号を送信する。

【０１３８】

図３１Ｂは、本実施の形態におけるペンを用いた受信機の動作を示す図である。

【０１３９】

ペン８０３３は、上述のユーザの指先の代わりとして用いられ、スタイラスペンのように用いられる。また、ボタン８０３３ｂとボタン８０３３ｃとを使い分けることによって、ペン８０３３を通常のペンとして用いたり、消しゴムのように用いたりすることができる。

【０１４０】

図３２は、本実施の形態における受信機の外観の一例を示す図である。

【０１４１】

受信機８０３０は、第１のタッチセンサ８０３０ａと、第２のタッチセンサ８０３０ｂとを備えている。これらのタッチセンサは、受信機８０３０のフレームに取り付けられている。例えば、ユーザが第１のタッチセンサ８０３０ａに指先を当てて動かすと、受信機８０３０は、ユーザに表示する画像上において、ポインタをその指先の動きに合わせて動かす。また、ユーザが第２のタッチセンサ８０３０ｂに触れると、受信機８０３０は、ユーザに表示する画像上においてポインタが当てられているオブジェクトを選択する処理を行う。

【０１４２】

図３３は、本実施の形態における受信機の外観の他の例を示す図である。

【０１４３】

受信機８０３０は、タッチセンサ８０３０ｃを備えている。このタッチセンサ８０３０ｃは、受信機８０３０のフレームに取り付けられている。例えば、ユーザがタッチセンサ８０３０ｃに指先を当てて動かすと、受信機８０３０は、ユーザに表示する画像上において、ポインタをその指先の動きに合わせて動かす。また、ユーザがタッチセンサ８０３０ｃを押下すると、受信機８０３０は、ユーザに表示する画像上においてポインタが当てられているオブジェクトを選択する処理を行う。つまり、タッチセンサ８０３０ｃは、いわゆるクリッカブルタッチセンサとして構成されている。

【０１４４】

図３４は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１４５】

受信機８０３０は、上述と同様に、合成画像８０３４を表示するとともに、合成画像８０３４中に上述のポインタ８０３５を表示する。受信機８０３０が第１のタッチセンサ８０３０ａと、第２のタッチセンサ８０３０ｂとを備えている場合、ユーザは、第１のタッチセンサ８０３０ａに指先を当てて動かすことによって、そのポインタを動かし、輝線模様であるオブジェクトにそのポインタを当てる。そして、ユーザは、第２のタッチセンサ８０３０ｂに触れることによって、その輝線模様を受信機８０３０に選択させる。受信機８０３０は、輝線模様を選択すると、その輝線模様の箇所から送信されている信号に基づく情報通知画像８０３２を表示する。

【０１４６】
また、受信機８０３０がタッチセンサ８０３０ｃを備えている場合、ユーザは、タッチセンサ８０３０ｃに指先を当てて動かすことによって、そのポインタを動かし、輝線模様であるオブジェクトにそのポインタを当てる。そして、ユーザは、タッチセンサ８０３０ｃを押下することによって、その輝線模様を受信機８０３０に選択させる。受信機８０３０は、輝線模様を選択すると、その輝線模様の箇所から送信されている信号に基づく情報通知画像８０３２を表示する。
【０１４７】
図３５Ａは、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。
【０１４８】
受信機８０３０は、可視光通信を行うことによって得られた信号に基づいて、ジェスチャ確認画像８０３６を表示する。このジェスチャ確認画像８０３６は、例えばサービスをユーザに提供するために、そのユーザに所定のジェスチャを促すものである。
【０１４９】
図３５Ｂは、本実施の形態における受信機を用いた応用例を示す図である。
【０１５０】
ユーザ８０３８は、受信機８０３０を装着して例えば店舗にいる。ここで、受信機８０３０は、ユーザ８０３８に上述のジェスチャ確認画像８０３６を表示する。ユーザ８０３８は、そのジェスチャ確認画像８０３６にしたがって所定のジェスチャを行う。ここで、店舗にいる店員８０３９は、受信機８０３７を装着している。受信機８０３７は、カメラを備えたヘッドマウントディスプレイとして構成されており、受信機８０３０と同一の構成を有していてもよい。受信機８０３７も、可視光通信を行うことによって得られた信号に基づいて、ジェスチャ確認画像８０３６を表示している。店員８０３９は、表示されているジェスチャ確認画像８０３６によって示される所定のジェスチャと、ユーザ８０３８によって行われているジェスチャとが一致していか否かを判断する。店員８０３９は、一致していると判断したときには、ユーザ８０３８に対して、ジェスチャ確認画像８０３６に関連付けられたサービスを提供する。
【０１５１】
図３６Ａは、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。
【０１５２】
受信機８０３０は、可視光通信を行うことによって得られた信号に基づいて、ジェスチャ確認画像８０４０を表示する。このジェスチャ確認画像８０４０は、例えば無線通信を許可するために、ユーザに所定のジェスチャを促すものである。
【０１５３】
図３６Ｂは、本実施の形態における受信機を用いた応用例を示す図である。
【０１５４】
ユーザ８０３８は、受信機８０３０を装着している。ここで、受信機８０３０は、ユーザ８０３８に上述のジェスチャ確認画像８０４０を表示する。ユーザ８０３８は、そのジェスチャ確認画像８０４０にしたがって所定のジェスチャを行う。ここで、ユーザ８０３８の周囲にいる人８０４１は、受信機８０３７を装着している。受信機８０３７は、カメラを備えたヘッドマウントディスプレイとして構成されており、受信機８０３０と同一の構成を有していてもよい。受信機８０３７は、ユーザ８０３８によって行われている所定のジェスチャを撮影することによって、そのジェスチャに含まれるパスワードなどの認証情報を取得する。そして、受信機８０３７は、その認証情報が予め定められた情報と一致すると判断すると、受信機８０３０との間の無線接続を確立する。この確立が行われた後には、受信機８０３０と受信機８０３７とは互いに無線通信を行うことができる。
【０１５５】
図３７Ａは、本実施の形態における送信機の動作の一例を示す図である。
【０１５６】
送信機は、例えば予め定められた周期で、信号１と信号２とを交互に送信する。信号１

の送信と、信号２の送信とは、それぞれ可視光の点滅などの輝度変化によって行われる。また、信号１を送信するための輝度変化のパターンと、信号２を送信するための輝度変化のパターンとは互いに異なる。

【０１５７】

図３７Ｂは、本実施の形態における送信機の動作の他の例を示す図である。

【０１５８】

送信機は、上述のように信号１と信号２とを連続して送信することなく、緩衝時間を空けて断続的に信号１と信号２とを送信してもよい。ここで、送信機は、緩衝時間には輝度変化を行わない。または、送信機は、緩衝時間には、緩衝時間であることを示す信号を輝度変化によって送信したり、信号１および信号２のそれぞれを送信するための輝度変化と異なる輝度変化を行ってもよい。これにより、受信機は信号１と信号２とを混信することなく適切に受信することができる。

【０１５９】

図３８は、本実施の形態における送信機の動作の他の例を示す図である。

【０１６０】

送信機は、プリアンブル、ブロック１、ブロック２、ブロック３およびチェック信号からなる構成単位の信号列を、輝度変化によって繰り返し送信する。ここで、ブロック１は、プリアンブル、アドレス１、データ１およびチェック信号を有する。ブロック２およびブロック３もブロック１と同様に構成されている。また、ブロック１、ブロック２およびブロック３のそれぞれに含まれるデータを用いることによって、特定の情報が得られる。

【０１６１】

つまり、上述のような信号列では、１つのデータまたは情報が３つのブロックに分けて格納されている。したがって、撮影にブランキング期間が必要である受信機は、１つの信号列からブロック１、ブロック２およびブロック３の全てのデータを受信することができなくても、他の信号列から残りのデータを受信することができる。その結果、ブランキング期間を要する受信機であっても、少なくとも１つの信号列から特定の情報を適切に取得することができる。

【０１６２】

また、上述のような信号列では、３つのブロックの集合に対してプリアンブルとチェック信号とが配置されている。したがって、ブランキング期間を要することなく受光可能な受信機、例えば、照度センサなどを備えた受信機は、その集合に対して配置されたプリアンブルとチェック信号とを用いることによって、１つの信号列を一度に受信することができ、特定の情報を短期間に取得することができる。

【０１６３】

図３９は、本実施の形態における送信機の動作の他の例を示す図である。

【０１６４】

送信機は、上述のように、ブロック１、ブロック２およびブロック３を含む構成単位の信号列を繰り返し送信する際には、信号列ごとに、その信号列に含まれるブロックの配置を変更してもよい。例えば、最初の信号列には、ブロック１、ブロック２、ブロック３の順に各ブロックが配置され、次の信号列には、ブロック３、ブロック１、ブロック２の順に各ブロックが配置される。これにより、周期的なブランキング期間を要する受信機によって同じブロックだけが取得されることを避けることができる。

【０１６５】

図４０は、本実施の形態における複数の送信機と受信機との間の通信形態の一例を示す図である。

【０１６６】

受信機８０５０は、照明として構成される送信機８０５１ａおよび送信機８０５１ｂから送信されて反射面で反射された信号（可視光）を受信してもよい。これにより、多くの送信機からの信号を纏めて受信することができる。また、この場合には、送信機８０５１ａおよび送信機８０５１ｂはそれぞれ互いに異なる周波数またはプロトコルの信号を送信

する。これにより、受信機８０５０はそれらの送信機からの信号を混信せずに受信することができる。

【０１６７】

図４１は、本実施の形態における複数の送信機の動作の一例を示す図である。

【０１６８】

送信機８０５１ａおよび送信機８０５１ｂのうちの一方は、他方からの信号の送信状況を監視し、他方の信号との混信を防ぐように、信号を送信してもよい。例えば、一方の送信機は、他方の送信機から送信された信号を受信し、その信号と異なるプロトコルの信号を送信する。または、一方の送信機は、他方の送信機から信号が送信されていない期間を検出し、その期間に信号を送信する。

【０１６９】

図４２は、本実施の形態における複数の送信機と受信機との間の通信形態の他の例を示す図である。

【０１７０】

送信機８０５１ａおよび送信機８０５１ｂは、それぞれ同じ周波数またはプロトコルの信号を送信してもよい。この場合、受信機８０５０は、それらの送信機から送信される信号の強度、すなわち、撮影によって得られた画像に含まれる輝線のエッジ強度を特定する。この強度は、受信機８０５０と送信機との間の距離が長いほど弱くなる。受信機８０５０と送信機８０５１ａおよび送信機８０５１ｂのそれぞれとの間の距離が異なる場合には、このような距離の違いを利用することができる。つまり、受信機８０５０は、その特定された強度によって、送信機８０５１ａおよび送信機８０５１ｂのそれぞれから送信された信号を適切に分離して受信することができる。

【０１７１】

図４３は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１７２】

受信機８０５０は、送信機８０５１ａから送信されて反射面で反射された信号を受信する。このとき、受信機８０５０は、撮影によって得られた画像内における輝度の強度分布（複数の位置での輝度の差）に基づいて送信機８０５１ａの位置を推定してもよい。

【０１７３】

図４４は、本実施の形態における受信機の応用例を示す図である。

【０１７４】

例えばスマートフォンとして構成される受信機７５１０ａは、バックカメラ（アウトカメラ）７５１０ｃで光源７５１０ｂを撮像し、光源７５１０ｂから送信された信号を受信し、受信した信号から光源７５１０ｂの位置と向きを取得する。受信機７５１０ａは、光源７５１０ｂの撮像画像中における写り方や、受信機７５１０ａに備えた９軸センサのセンサ値から、受信機７５１０ａ自身の位置と向きを推定する。受信機７５１０ａは、フロントカメラ（フェイスカメラ、インカメラ）７５１０ｆで、ユーザ７５１０ｅを撮像し、画像処理によって、７５１０ｅの頭部の位置と向き、及び、視線方向（眼球の位置と向き）を推定する。受信機７５１０ａは、推定結果をサーバに送信する。受信機７５１０ａは、ユーザ７５１０ｅの視線方向に応じて挙動（ディスプレイの表示内容や再生音）を変更する。バックカメラ７５１０ｃによる撮像と、フロントカメラ７５１０ｆによる撮像は、同時に行なっても良いし、交互に行なっても良い。

【０１７５】

図４５は、本実施の形態における受信機の応用例を示す図である。

【０１７６】

例えばスマートフォンとして構成される受信機７５１１ｄ、７５１１ｉは、前述と同様に、光源７５１１ｂ、７５１１ｇからの信号を受信し、自身の位置と向きを推定し、ユーザ７５１１ｅ、７５１１ｊの視線方向を推定する。また、受信機７５１１ｄ、７５１１ｉは、受信したデータを基に、周辺の物体７５１１ａ～７５１１ｃ、７５１１ｆ～７５１１ｈの情報をサーバから取得する。受信機７５１１ｄ、７５１１ｉは、ユーザから見て受信

機７５１１ｄ、７５１１ｉを透過して向こう側の物体が見えているかのように、ディスプレイの表示を変化させる。受信機７５１１ｄ、７５１１ｉは、ディスプレイに写っている内容に応じて、７５１１ｋのようなＡＲ（拡張現実）オブジェクトを表示する。受信機７５１１ｉは、ユーザ７５１１ｊの視線がカメラの撮像の撮像範囲を超えているときは、７５１１ｌのように、範囲外であることを表示する。または、範囲外の領域にＡＲオブジェクトや他の情報を表示する。または、範囲外領域を過去に撮像した際の画像をつなぎあわせて表示する。

【０１７７】

図４６は、本実施の形態における受信機の応用例を示す図である。

【０１７８】

例えばスマートフォンとして構成される受信機７５１２ｃは、前述と同様に、光源７５１２ａからの信号を受信し、自身の位置と向きを推定し、ユーザ７５１２ｄの視線方向を推定する。受信機７５１２ｃは、ユーザ７５１２ｄの視線方向にある物体７５１２ｂに関する処理を行う。例えば、物体７５１２ｂに関する情報を画面に表示する。ユーザ７５１２ｈの視線方向が、物体７５１２ｆから受信機７５１２ｇへ移動したときは、受信機７５１２ｇは、ユーザ７５１２ｈの興味が物体７５１２ｆにあると判断し、物体７５１２ｆに関する処理を継続する。例えば、物体７５１２ｆの情報を画面に表示したままにする。

【０１７９】

図４７は、本実施の形態における送信機の応用例を示す図である。

【０１８０】

例えば、照明として構成される送信機７５１３ａは、輝度が高く、送信信号として輝度が高い（ハイ）ときも、輝度が低い（ロー）ときも、受信機で撮像した場合に上限の明るさを超え、７５１３ｂのように輝線が現れない。そこで、７５１３ｃに示すように、散光板やプリズムのように光を拡散したり弱めたりする部分７５１３ｄを備えて輝度を低下させることで、受信機は、７５１３ｅのように輝線を撮像することができる。

【０１８１】

図４８は、本実施の形態における送信機の応用例を示す図である。

【０１８２】

例えば、照明として構成される送信機７５１４ａは、光源が一様ではないため、撮像画像は７５１４ｂのように、輝度にムラが発生し、受信エラーを誘発する。そこで、７５１４ｃに示すように、散光板やプリズムのように光を拡散させる部分７５１４ｄを備えて輝度が一様になるようにすることで、受信エラーを抑制することができる。

【０１８３】

図４９は、本実施の形態における受信方法の応用例を示す図である。

【０１８４】

送信機７５１５ａ、７５１５ｂは、中心部分の輝度が高く受信機の撮像画像に輝線が現れず、周辺部分には輝線が現れる。受信機は、輝線が途切れるため７５１５ｄの部分からは信号を受信できないが、７５１５ｃの部分から信号を受信できる。受信機は、７５１５ｅの経路で輝線を読み取ることで、７５１５ｃの部分よりも多くの輝線から信号を受信できる。

【０１８５】

図５０は、本実施の形態における送信機の応用例を示す図である。

【０１８６】

例えば、照明として構成される送信機７５１６ａ、７５１６ｂ、７５１６ｃ、７５１６ｄは、７５１３ａと同様に輝度が高く、受信機で撮像した際に輝線が生じにくい。そこで、散光板・プリズム７５１６ｅや、反射板７５１６ｆや、反射板・ハーフミラー７５１６ｇや、反射板７５１６ｈや、散光板・プリズム７５１６ｊを備えることで、光を拡散させ、輝線が生じる部分を広くすることができる。これらの送信機は、撮像画像は７５１５ａのように周囲に輝線が生じる形で撮像される。受信機は、撮像画像上の送信機の大きさを用いて受信機と送信機の間の距離を推定するため、光が拡散される部分を光源の大きさと

して、送信IDと関連付けてサーバ等に記憶させておくことで、受信機は、送信機までの距離を正確に推定できる。

【０１８７】

図５１は、本実施の形態における送信機の応用例を示す図である。

【０１８８】

例えば、照明として構成される送信機７５１７ａは、７５１３ａと同様に輝度が高く、受信機で撮像した際に輝線が生じにくい。そこで、反射板７５１７ｂを備えることで、光を拡散させ、輝線が生じる部分を広くすることができる。

【０１８９】

図５２は、本実施の形態における送信機の応用例を示す図である。

【０１９０】

送信機７５１８ａは、光源からの光を７５１８ｃで反射させることで、受信機は輝線を広範囲で撮像できる。送信機７５１８ｄは、光源を散光板やプリズム７５１８ｅへ向けることで、受信機は輝線を広範囲で撮像できる。

【０１９１】

図５３は、本実施の形態における受信機の動作の他の例を示す図である。

【０１９２】

受信機は、上述のような合成画像または中間画像などによって、輝線模様を表示する。このとき、受信機は、この輝線模様に対応する送信機からの信号を受信することができなくてもよい。ここで、ユーザが輝線模様に対する操作（例えばタップ）を行うことによってその輝線模様が選択されると、受信機は、光学ズームを行うことによって、その輝線模様の箇所が拡大された合成画像または中間画像を表示する。このような光学ズームが行われることによって、受信機は、その輝線模様に対応する送信機からの信号を適切に受信することができる。つまり、撮像によって得られる画像が小さすぎて、信号を取得することができなくても、光学ズームを行うことによって、その信号を適切に受信することができる。また、信号を取得可能な大きさの画像が表示されている場合であっても、光学ズームを行うことによって、速い受信を行うことができる。

【０１９３】

（本実施の形態のまとめ）

本実施の形態における情報通信方法は、被写体から情報を取得する情報通信方法であって、イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる露光ラインに対応する輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの露光時間を設定する第１の露光時間設定ステップと、前記イメージセンサが、輝度変化する前記被写体を、設定された前記露光時間で撮影することによって、前記輝線を含む画像である輝線画像を取得する輝線画像取得ステップと、前記輝線画像に基づいて、前記輝線が現われた部位の空間的な位置が識別し得る態様で、前記被写体と当該被写体の周囲とが映し出された表示用画像を表示する画像表示ステップと、取得された前記輝線画像に含まれる前記輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより送信情報を取得する情報取得ステップとを含む。

【０１９４】

例えば、図７～図９および図１３に示すような合成画像または中間画像が表示用画像として表示される。また、被写体と当該被写体の周囲とが映し出された表示用画像において、輝線が現われた部位の空間的な位置は、輝線模様、信号明示オブジェクト、信号識別オブジェクト、または点線枠などによって識別される。したがって、ユーザは、このような表示画像を見ることによって、輝度変化によって信号を送信している被写体を容易に見つけることができる。

【０１９５】

また、前記情報通信方法は、さらに、前記露光時間よりも長い露光時間を設定する第２の露光時間設定ステップと、前記イメージセンサが、前記被写体と当該被写体の周囲とを前記長い露光時間で撮影することによって、通常撮影画像を取得する通常画像取得ステッ

プと、前記通常撮影画像において前記輝線が現われた部位を、前記輝線画像に基づいて特定し、前記部位を指し示す画像である信号オブジェクトを前記通常撮影画像に重畳することによって、合成画像を生成する合成ステップとを含み、前記画像表示ステップでは、前記合成画像を前記表示用画像として表示してもよい。

【０１９６】

例えば、信号オブジェクトは、輝線模様、信号明示オブジェクト、信号識別オブジェクト、または点線枠などであって、図８、図９および図１３に示すように、合成画像が表示用画像として表示される。これにより、ユーザは、輝度変化によって信号を送信している被写体をさらに容易に見つけることができる。

【０１９７】

また、前記第１の露光時間設定ステップでは、露光時間を１／３０００秒に設定し、前記輝線画像取得ステップでは、前記被写体の周囲が映し出された前記輝線画像を取得し、前記画像表示ステップでは、前記輝線画像を前記表示用画像として表示してもよい。

【０１９８】

例えば、図７に示すように、輝線画像は中間画像として取得されて表示される。したがって、通常撮影画像と可視光通信画像とを取得して合成するなどの処理を行う必要がなく、処理の簡略化を図ることができる。

【０１９９】

また、前記イメージセンサは、第１のイメージセンサと第２のイメージセンサを含み、前記通常画像取得ステップでは、前記第１のイメージセンサが撮影することによって、前記通常撮影画像を取得し、前記輝線画像取得ステップでは、前記第２のイメージセンサが前記第１のイメージセンサの撮影と同時に撮影することによって、前記輝線画像を取得してもよい。

【０２００】

例えば、図９に示すように、通常撮影画像と輝線画像である可視光通信画像とがそれぞれのカメラで取得される。したがって、１つのカメラで通常撮影画像と可視光通信画像とを取得する場合と比べて、それらの画像を早く取得することができ、処理を高速化することができる。

【０２０１】

また、前記情報通信方法は、さらに、前記表示用画像における前記輝線が現われた部位がユーザによる操作によって指定された場合には、指定された部位の前記輝線のパターンから取得された前記送信情報に基づく提示情報を提示する情報提示ステップを含んでもよい。例えば、前記ユーザによる操作は、タップ、スワイプ、前記部位に指先を所定の時間以上継続して当てる操作、前記部位に視線を向けた状態を所定の時間以上継続する操作、前記部位に関連付けて示される矢印に前記ユーザの身体の一部を動かす操作、輝度変化するペン先を前記部位に当てる操作、または、タッチセンサに触れることによって、前記表示用画像に表示されているポインタを前記部位に当てる操作である。

【０２０２】

例えば、図１５～図２０、図２５～図３４に示すように、提示情報が情報通知画像として表示される。これにより、ユーザに所望の情報を提示することができる。

【０２０３】

また、前記イメージセンサはヘッドマウントディスプレイに備えられ、前記画像表示ステップでは、前記ヘッドマウントディスプレイに搭載されたプロジェクタが前記表示用画像を表示してもよい。

【０２０４】

これにより、例えば、図２３～図３０に示すように、簡単に情報をユーザに提示することができる。

【０２０５】

また、被写体から情報を取得する情報通信方法であって、イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる露光ラインに対応す

る輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの露光時間を設定する第１の露光時間設定ステップと、前記イメージセンサが、輝度変化する前記被写体を、設定された前記露光時間で撮影することによって、前記輝線を含む画像である輝線画像を取得する輝線画像取得ステップと、取得された前記輝線画像に含まれる前記輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより情報を取得する情報取得ステップとを含み、前記輝線画像取得ステップでは、前記イメージセンサが移動されている期間に、複数の前記被写体を撮影することによって、前記輝線が現われた部位を複数含む前記輝線画像を取得し、前記情報取得ステップでは、前記部位ごとに、当該部位の前記輝線のパターンによって特定されるデータを復調することによって、複数の前記被写体のそれぞれの位置を取得し、前記情報通信方法は、さらに、取得された複数の前記被写体のそれぞれの位置、および前記イメージセンサの移動状態に基づいて、前記イメージセンサの位置を推定する位置推定ステップを含んでもよい。

【０２０６】

これにより、例えば、図２２に示すように、複数の照明などの被写体による輝度変化によって、イメージセンサを含む受信機の位置を正確に推定することができる。

【０２０７】

また、被写体から情報を取得する情報通信方法であって、イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる露光ラインに対応する輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの露光時間を設定する第１の露光時間設定ステップと、前記イメージセンサが、輝度変化する前記被写体を、設定された前記露光時間で撮影することによって、前記輝線を含む画像である輝線画像を取得する輝線画像取得ステップと、取得された前記輝線画像に含まれる前記輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより情報を取得する情報取得ステップと、取得された前記情報を提示する情報提示ステップとを含み、前記情報提示ステップでは、前記イメージセンサのユーザに対して、予め定められたジェスチャを促す画像を前記情報として提示してもよい。

【０２０８】

これにより、例えば、図３５Ａ～図３６Ｂに示すように、ユーザが、促されたとおりのジェスチャを行うか否かによって、そのユーザに対する認証などを行うことができ、利便性を高めることができる。

【０２０９】

また、被写体から情報を取得する情報通信方法であって、イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる露光ラインに対応する輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの露光時間を設定する露光時間設定ステップと、前記イメージセンサが、輝度変化する前記被写体を、設定された前記露光時間で撮影することによって、前記輝線を含む輝線画像を取得する画像取得ステップと、取得された前記輝線画像に含まれる前記輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより情報を取得する情報取得ステップとを含み、前記画像取得ステップでは、反射面に映る複数の前記被写体を撮影することによって前記輝線画像を取得し、前記情報取得ステップでは、前記輝線画像に含まれる輝線の強度に応じて、前記輝線を、複数の前記被写体のそれぞれに対応する輝線に分離し、前記被写体ごとに、当該被写体に対応する輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより情報を取得してもよい。

【０２１０】

これにより、例えば、図４２に示すように、複数の照明などの被写体がそれぞれ輝度変化する場合でも、被写体のそれぞれから適切な情報を取得することができる。

【０２１１】

また、被写体から情報を取得する情報通信方法であって、イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる露光ラインに対応する輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの露光時間を

設定する露光時間設定ステップと、前記イメージセンサが、輝度変化する前記被写体を、設定された前記露光時間で撮影することによって、前記輝線を含む輝線画像を取得する画像取得ステップと、取得された前記輝線画像に含まれる前記輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより情報を取得する情報取得ステップとを含み、前記画像取得ステップでは、反射面に映る前記被写体を撮影することによって前記輝線画像を取得し、前記情報通信方法は、さらに、前記輝線画像内における輝度分布に基づいて、前記被写体の位置を推定する位置推定ステップを含んでもよい。

【０２１２】

これにより、例えば、図４３に示すように、輝度分布に基づいて適切な被写体の位置を推定することができる。

【０２１３】

また、輝度変化によって信号を送信する情報通信方法であって、送信対象の第１の信号を変調することによって、輝度変化の第１のパターンを決定する第１の決定ステップと、送信対象の第２の信号を変調することによって、輝度変化の第２のパターンを決定する第２の決定ステップと、発光体が、決定された前記第１のパターンにしたがった輝度変化と、決定された前記第２のパターンにしたがった輝度変化とを、交互に行うことによって、前記第１および第２の信号を送信する送信ステップとを含んでもよい。

【０２１４】

これにより、例えば、図３７Ａに示すように、第１の信号と第２の信号とをそれぞれ遅滞なく送信することができる。

【０２１５】

また、前記送信ステップでは、輝度変化を、前記第１のパターンにしたがった輝度変化と、前記第２のパターンにしたがった輝度変化とで切り替えるときには、緩衝時間を空けて切り替えてもよい。

【０２１６】

これにより、例えば、図３７Ｂに示すように、第１の信号と第２の信号との混信を抑えることができる。

【０２１７】

また、輝度変化によって信号を送信する情報通信方法であって、送信対象の信号を変調することによって、輝度変化のパターンを決定する決定ステップと、発光体が、決定された前記パターンにしたがって輝度変化することによって前記送信対象の信号を送信する送信ステップとを含み、前記信号は、複数の大ブロックからなり、前記複数の大ブロックのそれぞれは、第１のデータと、前記第１のデータに対するプリアンブルと、前記第１のデータに対するチェック信号とを含み、前記第１のデータは、複数の小ブロックからなり、前記小ブロックは、第２のデータと、前記第２のデータに対するプリアンブルと、前記第２のデータに対するチェック信号とを含んでもよい。

【０２１８】

これにより、例えば、図３８に示すように、ブランキング期間を要する受信機でも、ブランキング期間を必要としない受信機でも、適切にデータを取得することができる。

【０２１９】

また、輝度変化によって信号を送信する情報通信方法であって、複数の送信機がそれぞれ、送信対象の信号を変調することによって、輝度変化のパターンを決定する決定ステップと、送信機ごとに、当該送信機に備えられた発光体が、決定された前記パターンにしたがって輝度変化することによって前記送信対象の信号を送信する送信ステップとを含み、前記送信ステップでは、互いに周波数またはプロトコルが異なる信号を送信してもよい。

【０２２０】

これにより、例えば、図４０に示すように、複数の送信機からの信号の混信を抑えることができる。

【０２２１】

また、輝度変化によって信号を送信する情報通信方法であって、複数の送信機がそれぞ

れ、送信対象の信号を変調することによって、輝度変化のパターンを決定する決定ステップと、送信機ごとに、当該送信機に備えられた発光体が、決定された前記パターンにしたがって輝度変化することによって前記送信対象の信号を送信する送信ステップとを含み、前記送信ステップでは、前記複数の送信機のうちの１つの送信機は、他方の送信機から送信される信号を受信し、受信された信号と混信しない態様で、他の信号を送信してもよい。

【０２２２】

これにより、例えば、図４１に示すように、複数の送信機からの信号の混信を抑えることができる。

【０２２３】

（実施の形態３）

本実施の形態では、上記実施の形態１または２におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤや有機ＥＬなどの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた各適用例について説明する。

【０２２４】

図５４は、実施の形態３における受信機の動作の一例を示すフローチャートである。

【０２２５】

まず、受信機は、照度センサで信号を受信する（８１０１）。次に、受信機は、受信した信号を基に、サーバから位置情報などの情報を取得する（８１０２）。次に、受信機は、照度センサの受光方向を撮像可能なイメージセンサを起動する（８１０３）。次に、受信機は、イメージセンサで信号の一部または全部を受信し、その一部または全部が、照度センサで受信した信号と同一の信号であるかどうかを確認する（８１０４）。次に、受信機は、撮像画像（撮影画像）中の送信機の位置と、受信機に備えられた９軸センサからの情報と、送信機の位置情報とから、受信機の位置を推定する（８１０５）。このように、受信機は、消費電力の少ない照度センサを起動しておき、その照度センサによって信号が受信された場合に、イメージセンサを起動する。そして、受信機は、そのイメージセンサによる撮像を利用した位置推定を行う。これによって、消費電力を抑えながら、受信機の位置を精度よく推定することができる。

【０２２６】

図５５は、実施の形態３における受信機の動作の他の例を示すフローチャートである。

【０２２７】

受信機は、照度センサのセンサ値から、輝度の周期的な変化を認識する（８１１１）。次に、受信機は、照度センサの受光方向を撮像可能なイメージセンサを起動し、信号を受信する（８１１２）。つまり、上述と同様に、受信機は、消費電力の少ない照度センサを起動しておき、その照度センサによって輝度の周期的な変化が受信された場合に、イメージセンサを起動する。そして、受信機は、そのイメージセンサによる撮像によって、正確な信号を受信する。これにより、消費電力を抑えながら、正確な信号を受信することができる。

【０２２８】

図５６Ａは、実施の形態３における送信機の一例を示すブロック図である。

【０２２９】

送信機８１１５は、電源部８１１５ａと、信号制御部８１１５ｂと、発光部８１１５ｃと、発光部８１１５ｄとを備える。電源部８１１５ａは、信号制御部８１１５ｂに電力を供給する。信号制御部８１１５ｂは、その電源部８１１５ａから供給される電力を、発光部８１１５ｃおよび発光部８１１５ｄに振り分け、発光部８１１５ｃおよび発光部８１１５ｄの輝度変化を制御する。

【０２３０】

図５６Ｂは、実施の形態３における送信機の他の例を示すブロック図である。

【０２３１】

送信機８１１６は、電源部８１１６ａと、信号制御部８１１６ｂと、発光部８１１６ｃ

と、発光部８１１６ｄとを備える。電源部８１１６ａは、発光部８１１６ｃおよび発光部８１１６ｄに電力を供給する。ここで、信号制御部８１１６ｂは、電源部８１１６ａから供給される電力を制御することによって、発光部８１１６ｃおよび発光部８１１６ｄの輝度変化を制御する。このように、発光部８１１６ｃおよび発光部８１１６ｄのそれぞれに電力を供給する電源部８１１６ａが信号制御部８１１６ｂに制御されることによって、電力の使用効率を高めることができる。

【０２３２】

図５７は、実施の形態３における複数の送信機を含むシステムの構成例を示す図である。

【０２３３】

このシステムは、集中制御部８１１８、送信機８１１７および送信機８１２０を備える。集中制御部８１１８は、送信機８１１７および送信機８１２０のそれぞれの輝度変化による信号の送信を制御する。例えば、集中制御部８１１８は、送信機８１１７および送信機８１２０のそれぞれから同じタイミングで同じ信号を送信させたり、何れか一方の送信機のみに、その送信機に固有の信号を送信させたりする。

【０２３４】

送信機８１２０は、２つの送信ユニット８１２１および８１２２と、信号変更部８１２３と、信号記憶部８１２４と、同期信号入力部８１２５と、同期制御部８１２６と、受光部８１２７とを備える。

【０２３５】

２つの送信ユニット８１２１および８１２２は、それぞれ図５６Ａに示す送信機８１１５と同様の構成を有し、輝度変化することによって信号を送信する。具体的には、送信ユニット８１２１は、電源部８１２１ａ、信号制御部８１２１ｂ、発光部８１２１ｃおよび発光部８１２１ｄを備える。送信ユニット８１２２は、電源部８１２２ａ、信号制御部８１２２ｂ、発光部８１２２ｃおよび発光部８１２２ｄを備える。

【０２３６】

信号変更部８１２３は、送信対象の信号を輝度変化のパターンを示す信号に変調する。信号記憶部８１２４は、その輝度変化のパターンを示す信号を記憶している。送信ユニット８１２１の信号制御部８１２１ｂは、信号記憶部８１２４に格納されている信号を読み出して、その信号に応じて発光部８１２１ｃおよび発光部８１２１ｄを輝度変化させる。

【０２３７】

同期信号入力部８１２５は、集中制御部８１１８による制御に応じて同期信号を取得する。同期制御部８１２６は、その同期信号が取得されると、送信ユニット８１２１と送信ユニット８１２２との輝度変化を同期させる。つまり、同期制御部８１２６は、信号制御部８１２１ｂおよび信号制御部８１２２ｂを制御することによって、送信ユニット８１２１と送信ユニット８１２２との輝度変化を同期させる。ここで、受光部８１２７は、送信ユニット８１２１と送信ユニット８１２２からの発光を検出する。同期制御部８１２６は、その受光部８１２７によって検出された光に応じて、信号制御部８１２１ｂおよび信号制御部８１２２ｂへのフィードバック制御を行う。

【０２３８】

図５８は、実施の形態３における送信機の他の例を示すブロック図である。

【０２３９】

送信機８１３０は、輝度変化によって信号を送信する送信ユニット８１３１と、信号の送信を行わずに発光する非送信ユニット８１３２とを備える。

【０２４０】

送信ユニット８１３１は、図５６Ａに示す送信機８１１５と同様の構成を有し、電源部８１３１ａ、信号制御部８１３１ｂ、および発光部８１３１ｃ～８１３１ｆを備える。また、非送信ユニット８１３２は、電源部８１３２ａおよび発光部８１３２ｃ～８１３２ｆを備え、信号制御部を備えていない。つまり、電源を含むユニットが複数あって、それらのユニット間で輝度変化の同期制御ができない場合には、図５８に示す構成のように、何

れか１つのユニットにのみ信号制御部を備え、その１つのユニットだけを輝度変化させる。

【０２４１】

ここで、このような送信機８１３０では、送信ユニット８１３１の発光部８１３１ｃ～８１３１ｆは一列に連続的に配置される。つまり、発光部８１３１ｃ～８１３１ｆの集合に、非送信ユニット８１３２の発光部８１３２ｃ～８１３２ｆの何れかが混じることはない。これにより、輝度変化する発光体のサイズが大きくなるため、受信機は、その輝度変化によって送信される信号を容易に受信することができる。

【０２４２】

図５９Ａは、実施の形態３における送信機の一例を示す図である。

【０２４３】

送信機８１３４は、例えばサイネージとして構成され、３つの発光部（発光領域）８１３４ａ～８１３４ｃを備える。なお、これらの発光部８１３４ａ～８１３４ｃからの光は互いに干渉することはない。ここで、発光部８１３４ａ～８１３４ｃのうちの何れか１つだけを輝度変化させて信号を送信させることができる場合には、図５９Ａの（ａ）に示すように、中央にある発光部８１３４ｂを輝度変化させることが望ましい。また、発光部８１３４ａ～８１３４ｃのうちの２つを輝度変化させることができる場合には、図５９Ａの（ｂ）に示すように、中央にある発光部８１３４ｂと、端にある発光部８１３４ａまたは発光部８１３４ｃとを輝度変化させることが望ましい。このような位置にある発光部を輝度変化させることによって、受信機は、輝度変化によって送信される信号を適切に受信することができる。

【０２４４】

図５９Ｂは、実施の形態３における送信機の一例を示す図である。

【０２４５】

送信機８１３５は、例えばサイネージとして構成され、３つの発光部８１３５ａ～８１３５ｃを備える。なお、これらの発光部８１３５ａ～８１３５ｃのうちの互いに隣接する発光部からの光は相互に干渉する。ここで、発光部８１３５ａ～８１３５ｃのうちの何れか１つだけを輝度変化させて信号を送信させることができる場合には、図５９Ｂの（ａ）に示すように、端に配置されている発光部８１３５ａまたは発光部８１３５ｃを輝度変化させることが望ましい。これにより、信号を送信するための輝度変化が他の発光部からの光に干渉されることを抑えることができる。また、発光部８１３５ａ～８１３５ｃのうちの２つを輝度変化させることができる場合には、図５９Ｂの（ｂ）に示すように、中央にある発光部８１３５ｂと、端にある発光部８１３５ａまたは発光部８１３５ｃとを輝度変化させることが望ましい。このような位置にある発光部を輝度変化させることによって、輝度変化の面積が大きくなるため、受信機は、輝度変化によって送信される信号を適切に受信することができる。

【０２４６】

図５９Ｃは、実施の形態３における送信機の一例を示す図である。

【０２４７】

送信機８１３４は、３つの発光部８１３４ａ～８１３４ｃのうち２つを輝度変化させることがきる場合には、図５０Ｃに示すように、両端にある発光部８１３４ａおよび発光部８１３４ｃを輝度変化させてもよい。この場合には、受信機による撮像において、輝度変化する部位が映る撮像範囲を広げることができる。

【０２４８】

図６０Ａは、実施の形態３における送信機の一例を示す図である。

【０２４９】

送信機８１３７は例えばサイネージとして構成され、文字部分「Ａ　Ｓｈｏｐ」と発光部８１３７ａとが輝度変化することによって信号を送信する。発光部８１３７ａは例えば水平方向に長い矩形状に形成されて一様に輝度変化する。この発光部８１３７ａが一様に輝度変化することによって、受信機は、輝度変化によって送信される信号を適切に受信す

ることができる。
【０２５０】
図６０Ｂは、実施の形態３における送信機の一例を示す図である。
【０２５１】
送信機８１３８は例えばサイネージとして構成され、文字部分「Ａ　Ｓｈｏｐ」と発光部８１３８ａとが輝度変化することによって信号を送信する。発光部８１３８ａは例えばサイネージの縁に沿うように枠状に形成されて一様に輝度変化する。つまり、発光部を任意の直線に射影したときに連続した射影部分の長さが最大になるように、その発光部８１３８ａは形成されている。この発光部８１３８ａが一様に輝度変化することによって、受信機は、輝度変化によって送信される信号をより適切に受信することができる。
【０２５２】
図６１は、実施の形態３における受信機、送信機およびサーバの処理動作の一例を示す図である。
【０２５３】
例えばスマートフォンとして構成される受信機８１４２は、自らの位置を示す位置情報を取得し、その位置情報をサーバ８１４１に送信する。なお、受信機８１４２は、例えばＧＰＳなどを利用したり、他の信号を受信したときにその位置情報を取得する。サーバ８１４１は、その位置情報によって示される位置に対応付けられたＩＤリストを受信機８１４２に送信する。ＩＤリストには、「ａｂｃｄ」などのＩＤごとに、そのＩＤと、そのＩＤに対応付けられた情報とが含まれている。
【０２５４】
受信機８１４２は、例えば照明機器として構成される送信機８１４３から信号を受信する。このとき、受信機８１４２は、ＩＤの一部（例えば「　ｂ　　」）しか上述の信号として受信できない場合がある。この場合、受信機８１４２は、そのＩＤの一部を含むＩＤをＩＤリストから検索する。一意のＩＤが見つからない場合には、受信機８１４２は、さらに、送信機８１４３から、そのＩＤの他の部分を含む信号を受信する。これにより、受信機８１４２は、そのＩＤのうちのより多くの部分（例えば「　ｂｃ　　」）を取得する。そして、受信機８１４２は、そのＩＤの一部（例えば「　ｂｃ　　」）を含むＩＤをＩＤリストから再び検索する。このような検索を行うことによって、受信機８１４２は、ＩＤの一部しか取得することができなくても、ＩＤの全てを特定することができる。なお、受信機８１４２は、送信機８１４３から信号を受信するときには、ＩＤの一部だけでなく、ＣＲＣ（Ｃｙｃｌｉｃ　Ｒｅｄｕｎｄａｎｃｙ　Ｃｈｅｃｋ）などのチェック部分なども受信する。
【０２５５】
図６２は、実施の形態３における受信機、送信機およびサーバの処理動作の一例を示す図である。
【０２５６】
例えばスマートフォンとして構成される受信機８１５２は、自らの位置を示す位置情報を取得する。なお、受信機８１５２は、例えばＧＰＳなどを利用したり、他の信号を受信したときにその位置情報を取得する。さらに、受信機８１５２は、例えば照明機器として構成される送信機８１５３から信号を受信する。このとき、その信号には、ＩＤのうち、そのＩＤの一部（例えば「　ｂ　　」）だけが含まれている。ここで、受信機８１５２は、その位置情報とＩＤの一部とをサーバ８１５１に送信する。
【０２５７】
サーバ８１５１は、その位置情報によって示される位置に対応付けられたＩＤリストから、そのＩＤの一部を含むＩＤを検索する。一意のＩＤが見つからない場合には、サーバ８１５１はＩＤの特定が失敗したことを受信機８１５２に通知する。
【０２５８】
次に、受信機８１５２は、送信機８１５３から、そのＩＤの他の部分を含む信号を受信する。これにより、受信機８１５２は、そのＩＤのうちのより多くの部分（例えば「　ｂ

ｅ　」）を取得する。そして、受信機８１５２は、そのＩＤの一部（例えば「　ｂｅ」）と位置情報とをサーバ８１５１に送信する。

【０２５９】

サーバ８１５１は、その位置情報によって示される位置に対応付けられたＩＤリストから、そのＩＤの一部を含むＩＤを検索する。一意のＩＤが見つかると、サーバ８１５１は、そのＩＤ（例えば「ａｂｅｆ」）が特定されたことを受信機８１５２に通知するとともに、そのＩＤに対応付けられた情報を受信機８１５２に送信する。

【０２６０】

図６３は、実施の形態３における受信機、送信機およびサーバの処理動作の一例を示す図である。

【０２６１】

受信機８１５２は、ＩＤのうちの一部だけでなくその全てを、位置情報とともにサーバ８１５１に送信してもよい。このとき、その完全な状態のＩＤ（例えば「ｗｘｙｚ」）がＩＤリストに含まれていない場合には、サーバ８１５１は、受信機８１５２にエラーを通知する。

【０２６２】

図６４Ａは、実施の形態３における複数の送信機の同期を説明するための説明図である。

【０２６３】

送信機８１５５ａおよび送信機８１５５ｂは輝度変化することによって信号を送信する。ここで、送信機８１５５ａは、同期信号を送信機８１５５ｂに送信することによって、その送信機８１５５ｂと同期して輝度変化する。また、送信機８１５５ａと送信機８１５５ｂとは、それぞれ発信源から信号を取得して、その信号に応じた輝度変化を行う。ここで、発信源から送信機８１５５ａへの信号送信にかかる時間（第１の遅延時間）と、発信源から送信機８１５５ｂへの信号送信にかかる時間（第２の遅延時間）とが異なる場合がある。そこで、それらの送信機８１５５ａ，８１５５ｂと発信源との間における信号の往復時間が測定され、それらの往復時間の１／２が上述の第１または第２の遅延時間として特定される。送信機８１５５ａは、それらの第１または第２の遅延時間の差がキャンセルされるように同期信号を送信することによって、送信機８１５５ｂと同期した輝度変化を行う。

【０２６４】

図６４Ｂは、実施の形態３における複数の送信機の同期を説明するための説明図である。

【０２６５】

受光センサ８１５６は、送信機８１５５ａおよび送信機８１５５ｂからの光を検出して、その結果を検出信号として送信機８１５５ａおよび送信機８１５５ｂに出力する。送信機８１５５ａおよび送信機８１５５ｂは、その受光センサ８１５６からの検出信号を受信すると、その検出信号に基づいて互いに同期した輝度変化を行ったり、信号の強度の調整を行う。

【０２６６】

図６５は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。

【０２６７】

例えばテレビとして構成される送信機８１６５は、画像と、その画像に対応付けられたＩＤ（ＩＤ　１０００）とを制御部８１６６から取得する。そして、送信機８１６５は、その画像を表示するとともに、輝度変化することによって、そのＩＤ（ＩＤ　１０００）を受信機８１６７に送信する。受信機８１６７は、撮像することによって、そのＩＤ（ＩＤ　１０００）を受信するとともに、そのＩＤ（ＩＤ　１０００）に対応付けられた情報を表示する。ここで、制御部８１６６は、送信機８１６５に出力される画像を他の画像に変更する。このとき、制御部８１６６は、送信機８１６５に出力されるＩＤも変更する。つまり、制御部８１６６は、その他の画像とともに、他の画像に対応付けられた他のＩＤ

（ＩＤ　１００１）を送信機８１６５に出力する。これにより、送信機８１６５は、その他の画像を表示するとともに、輝度変化することによって、他のＩＤ（ＩＤ　１００１）を受信機８１６７に送信する。受信機８１６７は、撮像することによって、その他のＩＤ（ＩＤ　１００１）を受信するとともに、その他のＩＤ（ＩＤ　１００１）に対応付けられた情報を表示する。

【０２６８】

図６６は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。

【０２６９】

送信機８１７０は、例えばサイネージとして構成されており、画像を切り替えて表示する。そして、送信機８１７０は、画像を表示するときには、表示される画像に対応するＩＤと、その画像が表示される時刻とを示すＩＤ時刻情報を、輝度変化することによって受信機８１７１に送信する。例えば、送信機８１７０は、時刻ｔ１には、丸い図形を示す画像を表示するとともに、その画像に対応するＩＤ（ＩＤ：１０００）と、その画像が表示されている時刻（ＴＩＭＥ：ｔ１）とを示すＩＤ時刻情報を送信する。

【０２７０】

ここで、送信機８１７０は、現在表示されている画像に対応するＩＤ時刻情報だけでなく、過去に表示されていた画像に対応するＩＤ時刻情報を少なくとも１つ送信する。例えば、送信機８１７０は、時刻ｔ２には、四角い図形を示す画像を表示するとともに、その画像に対応するＩＤ（ＩＤ：１００１）と、その画像が表示されている時刻（ＴＩＭＥ：ｔ２）とを示すＩＤ時刻情報を送信する。さらに、このとき、送信機８１７０は、丸い図形を示す画像に対応するＩＤ（ＩＤ：１０００）と、その画像が表示されていた時刻（ＴＩＭＥ：ｔ１）とを示すＩＤ時刻情報を送信する。同様に、時刻ｔ３では、送信機８１７０は、三角形の図形を示す画像を表示するとともに、その画像に対応するＩＤ（ＩＤ：１００２）と、その画像が表示されている時刻（ＴＩＭＥ：ｔ３）とを示すＩＤ時刻情報を送信する。さらに、このとき、送信機８１７０は、四角い図形を示す画像に対応するＩＤ（ＩＤ：１００１）と、その画像が表示されていた時刻（ＴＩＭＥ：ｔ２）とを示すＩＤ時刻情報を送信する。つまり、送信機８１７０は、複数のＩＤ時刻情報を同じタイミングに送信する。

【０２７１】

例えば、ユーザは、四角い図形を示す画像に関連する情報を得るために、その四角い図形を示す画像が表示されている時刻ｔ２に、受信機８１７１のイメージセンサを送信機８１７０にかざして、受信機８１７１による撮像を開始する。

【０２７２】

ここで、受信機８１７１は、時刻ｔ２に撮像を開始しても、その四角い図形を示す画像が送信機８１７０に表示されている間に、その画像に対応するＩＤ時刻情報を取得することができない場合がある。このような場合であっても、上述のように、過去に表示されていた画像に対応するＩＤ時刻情報も送信機８１７０から送信されているため、受信機８１７１は、時刻ｔ３には、三角形の図形を示す画像に対応するＩＤ時刻情報（ＩＤ：１００２，ＴＩＭＥ：ｔ３）だけでなく、四角い図形を示す画像に対応するＩＤ時刻情報（ＩＤ：１００１，ＴＩＭＥ：ｔ２）も取得することができる。そして、受信機８１７１は、それらのＩＤ時刻情報の中から、送信機８１７０にかざされた時刻（ｔ２）を示すＩＤ時刻情報（ＩＤ：１００１，ＴＩＭＥ：ｔ２）を選択し、そのＩＤ時刻情報によって示されるＩＤ（ＩＤ：１００１）を特定する。これにより、受信機８１７１は、時刻ｔ３に、その特定されたＩＤ（ＩＤ：１００１）に基づいて、四角い図形を示す画像に関する情報を例えばサーバなどから得ることができる。

【０２７３】

なお、上述の時刻は、絶対的な時刻に限らず、受信機８１７１が送信機８１７０にかざされた時刻と、受信機８１７１がＩＤ時刻情報を取得した時刻との間の時間（いわゆる相対時刻）であってもよい。また、送信機８１７０は、現在表示されている画像に対応するＩＤ時刻情報とともに、過去に表示されていた画像に対応するＩＤ時刻情報を送信したが

、未来に表示される予定の画像に対応するＩＤ時刻情報を送信してもよい。また、送信機８１７０は、受信機８１７１による受信が困難な状況にある場合には、送信される過去または未来のＩＤ時刻情報の数を増やしてもよい。

【０２７４】

また、送信機８１７０がサイネージではなくテレビとして構成される場合には、送信機８１７０は、ＩＤ時刻情報の代わりに、表示されている画像に対応するチャンネルを示す情報を送信してもよい。つまり、放送されているテレビ番組の画像がリアルタイムに送信機８１７０で表示されている場合には、送信機８１７０で表示された画像の表示時刻は、チャンネルごとに一意に特定することができる。したがって、受信機８１７１は、撮像によって得られた画像と、そのチャンネルとに基づいて、受信機８１７１が送信機８１７０にかざされた時刻、つまり、受信機８１７１が撮像を開始した時刻を特定することができる。そして、受信機８１７１は、チャンネルとその時刻とに基づいて、撮像によって得られた画像に関する情報を例えばサーバなどから得ることができる。なお、送信機８１７０は、ＩＤ時刻情報の代わりに、表示されている画像の表示時刻を示す情報を送信してもよい。この場合には、受信機８１７１は、そのときに放送されている全てのテレビ番組の中から、撮像によって得られた画像を含むテレビ番組を検索し、そのテレビ番組のチャンネルとその表示時刻とに基づいて、その画像に関連する情報をサーバなどから得ることができる。

【０２７５】

図６７は、実施の形態３における送信機、受信機およびサーバの動作の一例を示す図である。

【０２７６】

図６７の（ａ）に示すように、受信機８１７６は、送信機８１７５を撮像することによって、輝線を含む画像を取得し、その画像から送信機８１７５のＩＤを特定（取得）する。さらに、受信機８１７６は、そのＩＤをサーバ８１７７に送信し、そのＩＤに関連付けられた情報をサーバ８１７７から取得する。

【０２７７】

一方、図６７の（ｂ）に示すように、受信機８１７６は、送信機８１７５を撮像することによって、輝線を含む画像を取得し、その画像を撮像データとしてサーバ８１７７に送信してもよい。また、受信機８１７６は、輝線を含む画像に対して、画像の情報量が少なくなるような前処理を行い、前処理が行われた画像を撮像データとしてサーバ８１７７に送信してもよい。この前処理は例えば画像の二値化処理などである。サーバ８１７７は、その撮像データを取得すると、その撮像データによって示される画像から送信機８１７５のＩＤを特定（取得）する。さらに、サーバ８１７７は、そのＩＤに関連付けられた情報を受信機８１７６に送信する。

【０２７８】

図６８は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。

【０２７９】

ユーザが位置Ａにいるときには、受信機８１８３は、輝度変化する送信機８１８１から送信される信号を取得することによって、受信機８１８３の位置を特定する。その結果、受信機８１８３は、その特定された位置を示す点８１８３ｂを、その位置の誤差範囲８１８３ａとともに表示する。

【０２８０】

次に、ユーザが位置Ａから移動して位置Ｂに着くと、受信機８１８３は、送信機８１８１から信号を取得することができない状態になる。このとき、受信機８１８３は、自らに備えられている９軸センサなどを用いることによって、自らの位置を推定する。そして、受信機８１８３は、その推定された位置を示す点８１８３ｂを、その位置の誤差範囲８１８３ａとともに表示する。このとき、その位置は、９軸センサによって推定されたものであるため、誤差範囲８１８３ａは広く表示される。

【０２８１】

次に、ユーザが位置Ｂから移動して位置Ｃに着くと、受信機８１８３は、輝度変化する他の送信機８１８２から送信される信号を取得することによって、受信機８１８３の位置を特定する。その結果、受信機８１８３は、その特定された位置を示す点８１８３ｂを、その位置の誤差範囲８１８３ａとともに表示する。ここで、受信機８１８３は、９軸センサを用いて推定された位置を示す点８１８３ｂおよび誤差範囲８１８３ａを、上述のように特定された位置および誤差範囲に直ぐに切り替えて表示することなく、滑らかにそれらを移動させて切り替える。また、このときには、誤差範囲８１８３ａは小さくなる。

【０２８２】

図６９は、実施の形態３における受信機の外観の一例を示す図である。

【０２８３】

受信機８１８３は、例えばスマートフォン（高機能携帯電話）として構成され、図６９の（ａ）に示すように、受信機８１８３の前面には、イメージセンサ８１８３ｃ、照度センサ８１８３ｄ、およびディスプレイ８１８３ｅが配置されている。イメージセンサ８１８３ｃは、上述のように輝度変化する被写体を撮像することによって、輝線を含む画像を取得する。照度センサ８１８３ｄは、上述の被写体の輝度変化を検出する。したがって、照度センサ８１８３ｄは、被写体の状態または状況によっては、イメージセンサ８１８３ｃの代わりとして用いることができる。ディスプレイ８１８３ｅは、画像などを表示する。ここで、受信機８１８３は、輝度変化する被写体としての機能を備えていてもよい。この場合には、受信機８１８３は、ディスプレイ８１８３ｅを輝度変化させることによって信号を送信する。

【０２８４】

また、図６９の（ｂ）に示すように、受信機８１８３の背面には、イメージセンサ８１８３ｆ、照度センサ８１８３ｇ、およびフラッシュ発光部８１８３ｈが配置されている。イメージセンサ８１８３ｆは、上述のイメージセンサ８１８３ｃと同じものであって、上述のように輝度変化する被写体を撮像することによって、輝線を含む画像を取得する。照度センサ８１８３ｇは、上述の照度センサ８１８３ｄと同じものであって、被写体の輝度変化を検出する。したがって、照度センサ８１８３ｇは、被写体の状態または状況によっては、イメージセンサ８１８３ｆの代わりとして用いることができる。フラッシュ発光部８１８３ｈは、撮像のためにフラッシュを発する。ここで、受信機８１８３は、輝度変化する被写体としての機能を備えていてもよく、この場合には、フラッシュ発光部８１８３ｈを輝度変化させることによって信号を送信する。

【０２８５】

図７０は、実施の形態３における送信機、受信機およびサーバの動作の一例を示す図である。

【０２８６】

例えばスマートフォンとして構成される送信機８１８５は、ディスプレイ８１８５ａのうちのバーコード部分８１８５ｂを除く部分を輝度変化させることによって、すなわち、可視光通信によって、例えば「クーポン　１００円引き」を示す情報を送信する。また、送信機８１８５は、バーコード部分８１８５ｂを輝度変化させずに、そのバーコード部分８１８５ｂにバーコードを表示させる。このバーコードは、上述の可視光通信によって送信される情報と同じ情報を示す。さらに、送信機８１８５は、ディスプレイ８１８５ａのうちのバーコード部分８１８５ｂを除く部分に、可視光通信によって送信される情報を示す文字または絵、例えば文字「クーポン　１００円引き」を表示する。このような文字または絵が表示されることによって、送信機８１８５のユーザは、どのような情報が送信されているかを容易に把握することができる。

【０２８７】

受信機８１８６は、撮像することによって、可視光通信によって送信された情報と、バーコードによって示される情報とを取得し、これらの情報をサーバ８１８７に送信する。サーバ８１８７は、これらの情報が一致または関連するか否かを判定し、一致または関連すると判定したときには、それらの情報にしたがった処理を実行する。または、サーバ８

１８７は、その判定結果を受信機８１８６に送信し、受信機８１８６にそれらの情報にしたがった処理を実行させる。

【０２８８】

なお、送信機８１８５は、バーコードによって示される情報のうちの一部を可視光通信によって送信してもよい。また、バーコードには、サーバ８１８７のＵＲＬが示されていてもよい。また、送信機８１８５は、受信機としてＩＤを取得して、そのＩＤをサーバ８１８７に送信することによって、そのＩＤに対応付けられている情報を取得してもよい。このＩＤに対応付けられている情報は、上述の可視光通信によって送信される情報、または、バーコードによって示される情報と同一である。また、サーバ８１８７は、受信機８１８６を介して送信機８１８５から送信される情報（可視光通信の情報またはバーコードの情報）に対応付けられたＩＤを、送信機８１８５に送信してもよい。

【０２８９】

図７１は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。

【０２９０】

例えばスマートフォンとして構成される送信機８１８５は、ディスプレイ８１８５ａを輝度変化させることによって信号を送信する。受信機８１８８は、遮光性を有するコーン状の容器８１８８ｂと、照度センサ８１８８ａとを備える。照度センサ８１８８ａは、容器８１８８ｂの内部に格納され、その容器８１８８ｂの先端付近に配置されている。送信機８１８５から可視光通信によって信号が送信される場合には、受信機８１８８における容器８１８８ｂの開口部（底部）がディスプレイ８１８５ａに向けられる。これにより、容器８１８８ｂ内には、ディスプレイ８１８５ａからの光以外の光が入り込まないため、受信機８１８８の照度センサ８１８８ａは、ノイズとなる光の影響を受けることなく、ディスプレイ８１８５ａからの光を適切に受光することができる。その結果、受信機８１８８は、送信機８１８５からの信号を適切に受信することができる。

【０２９１】

図７２は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。

【０２９２】

送信機８１９０は、例えばバス停留所の標識塔として構成されており、輝度変化することによって、バスの運行状況などを示す運行情報を受信機８１８３に送信する。例えば、バスの行き先と、その行き先のバスがバス停留所に到着する時刻と、そのバスの現在地などを示す運行情報が受信機８１８３に送信される。受信機８１８３は、その運行情報を受信すると、その運行情報によって示される内容をディスプレイに表示する。

【０２９３】

ここで、例えば、互いに異なる行き先のバスがそのバス停留所に止まる場合には、送信機８１９０は、それらの行き先のバスに関する運行情報を送信する。受信機８１８３は、それらの運行情報を受信すると、それらの運行情報の中から、ユーザによって利用される頻度の多い行き先のバスの運行情報を選択し、その運行情報によって示される内容をディスプレイに表示する。具体的には、受信機８１８３は、例えばＧＰＳなどを用いることによって、ユーザによって利用されたバスの行き先を特定し、その行き先の履歴を記録している。受信機８１８３は、この履歴を参照することによって、ユーザによって利用される頻度の多い行き先のバスの運行情報を選択する。または、受信機８１８３は、それらの運行情報の中から、ユーザの操作によって選択された運行情報によって示される内容をディスプレイに表示してもよい。または、受信機８１８３は、ユーザの操作によって選択された頻度の多い行き先のバスの運行情報を優先的に表示してもよい。

【０２９４】

図７３は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。

【０２９５】

例えばサイネージとして構成されている送信機８１９１は、輝度変化することによって、複数の店舗の情報を受信機８１８３に送信する。この情報は、複数の店舗に関する情報を纏めたものであって、各店舗に固有の情報ではない。したがって、受信機８１８３は、

撮像によってその情報を受信すると、１つの店舗だけでなく複数の店舗に関する情報を表示することができる。ここで、受信機８１８３は、それらの複数の店舗に関する情報のうち、撮像範囲に含まれている店舗（例えば、「Ｂ　ｓｈｏｐ」）に関する情報を選択し、その選択された情報を表示する。また、受信機８１８３は、その情報を表示する際には、その情報を表すための言語を、予め登録されている言語に翻訳し、その翻訳された言語でその情報を表示する。また、送信機８１９１には、受信機８１８３のイメージセンサ（カメラ）による撮像を促すメッセージが文字などによって表示されていてもよい。具体的には、専用のアプリケーションプログラムを起動させて、カメラで撮像を行えば、情報の提供を受けることができることを知らせるメッセージ（例えば「カメラで情報をＧＥＴ」など）が送信機８１９１に表示される。

【０２９６】

図７４は、実施の形態３における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。

【０２９７】

例えば、受信機８１８３は、複数の人物８１９７および街灯８１９５を含む被写体を撮像する。街灯８１９５は、輝度変化によって情報を送信する送信機８１９５ａを備えている。この撮像によって、受信機８１８３は、送信機８１９５ａの像が上述の輝線模様として表れた画像を取得する。さらに、受信機８１８３は、その輝線模様によって示されるＩＤに関連付けられているＡＲオブジェクト８１９６ａを例えばサーバなどから取得する。そして、受信機８１８３は、通常撮影によって得られる通常撮影画像８１９６にそのＡＲオブジェクト８１９６ａを重畳し、そのＡＲオブジェクト８１９６ａが重畳された通常撮影画像８１９６を表示する。

【０２９８】

図７５Ａは、実施の形態３における送信機によって送信される情報の構成の一例を示す図である。

【０２９９】

例えば、送信機によって送信される情報は、プリアンブル部と、固定長のデータ部と、チェック部とからなる。受信機は、チェック部を用いてデータ部のチェックを行い、これらの各部分からなる情報を正常に受信する。ここで、受信機は、プリアンブル部とデータ部とを受信し、チェック部を受信することができなかったときには、そのチェック部を用いたチェックを省略する。このようなチェックが省略される場合であっても、受信機は、それらの各部分からなる情報を正常に受信することができる。

【０３００】

図７５Ｂは、実施の形態３における送信機によって送信される情報の構成の他の例を示す図である。

【０３０１】

例えば、送信機によって送信される情報は、プリアンブル部と、チェック部と、可変長のデータ部とからなる。送信機によって送信される次の情報も、プリアンブル部と、チェック部と、可変長のデータ部とからなる。ここで、受信機は、受信中に、プリアンブル部を受信して、さらに次のプリアンブル部を受信したときに、先のプリアンブル部から次のプリアンブル部の直前までの情報を、１つの意味を成す情報として認識する。また、受信機は、チェック部を用いることによって、そのチェック部の次に受信されるデータ部の終端を特定してもよい。この場合には、受信機は、上述の次のプリアンブル部（プリアンブル部の全てまたは一部）を受信することができなくても、直前に送信された１つの意味を成す情報を適切に受信することができる。

【０３０２】

図７６は、実施の形態３における送信機による４値ＰＰＭ変調方式の一例を示す図である。

【０３０３】

送信機は、４値ＰＰＭ変調方式によって、送信対象の信号を輝度変化のパターンに変調する。このとき、送信機は、送信対象の信号がどのような信号であっても、輝度変化する

光の明るさを一定に保つことができる。

【０３０４】

例えば、明るさを７５％に保つ場合には、送信機は、送信対象の信号「００」、「０１」、「１０」および「１１」のそれぞれを、連続する４つのスロットのうちの何れか１つが輝度Ｌ（Ｌｏｗ）を示し、残りの３つが輝度Ｈ（Ｈｉｇｈ）を示す輝度変化のパターンに変調する。具体的には、送信機は、送信対象の信号「００」を、１番目のスロットが輝度Ｌを示し、２～４番目のスロットが輝度Ｈを示す輝度変化のパターン（Ｌ、Ｈ、Ｈ、Ｈ）に変調する。つまり、この輝度変化では、１番目のスロットと２番目のスロットとの間に輝度の立ち上がりがある。これと同様に、送信機は、送信対象の信号「０１」を、２番目のスロットが輝度Ｌを示し、１番目、３番目および４番目のスロットが輝度Ｈを示す輝度変化のパターン（Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｈ）に変調する。つまり、この輝度変化では、２番目のスロットと３番目のスロットとの間に輝度の立ち上がりがある。

【０３０５】

また、明るさを５０％に保つ場合には、送信機は、送信対象の信号「００」、「０１」、「１０」および「１１」のそれぞれを、４つのスロットのうちの何れか２つが輝度Ｌ（Ｌｏｗ）を示し、残りの２つが輝度Ｈ（Ｈｉｇｈ）を示す輝度変化のパターンに変調する。具体的には、送信機は、送信対象の信号「００」を、１番目および４番目のスロットが輝度Ｌを示し、２番目および３番目のスロットが輝度Ｈを示す輝度変化のパターン（Ｌ、Ｈ、Ｈ、Ｌ）に変調する。つまり、この輝度変化では、１番目のスロットと２番目のスロットとの間に輝度の立ち上がりがある。これと同様に、送信機は、送信対象の信号「０１」を、１番目および２番目のスロットが輝度Ｌを示し、３番目および４番目のスロットが輝度Ｈを示す輝度変化のパターン（Ｌ、Ｌ、Ｈ、Ｈ）に変調する。または、送信機は、送信対象の信号「０１」を、２番目および４番目のスロットが輝度Ｌを示し、１番目および３番目のスロットが輝度Ｈを示す輝度変化のパターン（Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｌ）に変調する。つまり、これらの輝度変化では、２番目のスロットと３番目のスロットとの間に輝度の立ち上がりがある。

【０３０６】

また、明るさを２５％に保つ場合には、送信機は、送信対象の信号「００」、「０１」、「１０」および「１１」のそれぞれを、４つのスロットのうちの何れか３つが輝度Ｌ（Ｌｏｗ）を示し、残りの１つが輝度Ｈ（Ｈｉｇｈ）を示す輝度変化のパターンに変調する。具体的には、送信機は、送信対象の信号「００」を、１番目、３番目および４番目のスロットが輝度Ｌを示し、２番目のスロットが輝度Ｈを示す輝度変化のパターン（Ｌ、Ｈ、Ｌ、Ｌ）に変調する。つまり、この輝度変化では、１番目のスロットと２番目のスロットとの間に輝度の立ち上がりがある。これと同様に、送信機は、送信対象の信号「０１」を、１番目、２番目および４番目のスロットが輝度Ｌを示し、３番目のスロットが輝度Ｈを示す輝度変化のパターン（Ｌ、Ｌ、Ｈ、Ｌ）に変調する。つまり、この輝度変化では、２番目のスロットと３番目のスロットとの間に輝度の立ち上がりがある。

【０３０７】

送信機は、上述のような４値ＰＰＭ変調方式によって、ちらつきを抑えることができるとともに、明るさを段階的に容易に調節することができる。また、受信機は、輝度の立ち上がりの位置を特定することによって、その輝度変化のパターンを適切に復調することができる。なお、受信機は、４つのスロットからなるスロット群と、次のスロット群との間の境界における輝度の立ち上がりの有無を、輝度変化のパターンの復調に利用することなく無視する。

【０３０８】

図７７は、実施の形態３における送信機によるＰＰＭ変調方式の一例を示す図である。

【０３０９】

送信機は、図７６に示す４値ＰＰＭ変調方式と同様に、送信対象の信号を輝度変化のパターンに変調するが、スロットごとに輝度をＬとＨとに切り替えることなく、ＰＰＭ変調を行ってもよい。つまり、送信機は、図７６に示す連続する４つのスロットの時間幅（以

下、単位時間幅という）における輝度の立ち上がり位置を、送信対象の信号に応じて切り替えることによって、ＰＰＭ変調を行う。例えば、送信機は、図７７に示すように、送信対象の信号「００」を、単位時間幅のうちの２５％の位置で輝度が立ち上がるような輝度変化のパターンに変調する。これと同様に、送信機は、図７７に示すように、送信対象の信号「０１」を、単位時間幅のうちの５０％の位置で輝度が立ち上がるような輝度変化のパターンに変調する。

【０３１０】

また、送信機は、明るさを７５％に保つ場合には、送信対象の信号「００」を、上述の単位時間幅における０～２５％の位置で輝度Ｌを示し、２５～１００％の位置で輝度Ｈを示す輝度変化のパターンに変調する。ここで、送信機は、明るさを９９％に保つ場合には、送信対象の信号「００」を、上述の単位時間幅における２４～２５％の位置で輝度Ｌを示し、０～２４％の位置および２５～１００％の位置で輝度Ｈを示す輝度変化のパターンに変調する。同様に、送信機は、明るさを１％に保つ場合には、送信対象の信号「００」を、上述の単位時間幅における０～２５％の位置および２６～１００％の位置で輝度Ｌを示し、２５～２６％の位置で輝度Ｈを示す輝度変化のパターンに変調する。

【０３１１】

このように、スロットごとに輝度をＬとＨとに切り替えることなく、単位時間幅の任意の位置で輝度をＬとＨとに切り替えることによって、明るさを連続的に調節することができる。

【０３１２】

図７８は、実施の形態３における送信機におけるＰＰＭ変調方式の一例を示す図である。

【０３１３】

送信機は、図７７に示すＰＰＭ変調方式と同様に変調を行うが、送信対象の信号がどのような信号であっても、その信号を、単位時間幅の最初には必ず輝度Ｈを示し、且つ単位時間幅の最後には必ず輝度Ｌを示す輝度変化のパターンに変調する。これにより、単位時間幅と次の単位時間幅との境界には輝度の立ち上がりが発生するため、受信機は、その境界を適切に特定することができる。したがって、受信機および送信機はクロックのズレを補正することができる。

【０３１４】

図７９Ａは、実施の形態３におけるヘッダ（プリアンブル部）に対応する輝度変化のパターンの一例を示す図である。

【０３１５】

送信機は、例えば図７５Ａおよび図７５Ｂに示すヘッダ（プリアンブル部）を送信する場合には、図７９Ａに示すパターンにしたがって輝度変化する。つまり、ヘッダが７スロットで構成される場合には、送信機は、Ｌ、Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｈによって示されるパターンにしたがって輝度変化する。また、ヘッダが８スロットで構成される場合には、送信機は、Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｈによって示されるパターンにしたがって輝度変化する。これらのパターンは、図７６に示す輝度変化のパターンと区別できるため、これらのパターンによって示される信号がヘッダであることを受信機に明確に知らせることができる。

【０３１６】

図７９Ｂは、実施の形態３における輝度変化のパターンの一例を示す図である。

【０３１７】

図７６に示すように、４値ＰＰＭ変調方式では、明るさを５０％に保った状態で、データ部に含まれる送信対象の信号「０１」を変調する場合には、送信機は、その信号を、２つのパターンのうちのいずれかのパターンに変調する。つまり、Ｌ、Ｌ、Ｈ、Ｈによって示される第１のパターン、または、Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｌによって示される第２のパターンに変調する。

【０３１８】

ここで、ヘッダに対応する輝度変化のパターンが図７９Ａに示すようなパターンである場合、送信機は、上述の送信対象の信号「０１」を、Ｌ、Ｌ、Ｈ、Ｈによって示される第１のパターンに変調することが望ましい。例えば、上述のデータ部に含まれる送信対象の信号「１１，０１，１１」は、上記第１のパターンを用いた場合には、「Ｈ、Ｈ、Ｌ、Ｌ、Ｌ、Ｌ、Ｈ、Ｈ、Ｈ、Ｈ、Ｌ、Ｌ」のパターンに変調される。一方、上記第２のパターンを用いた場合には、上述のデータ部に含まれる送信対象の信号「１１，０１，１１」は、「Ｈ、Ｈ、Ｌ、Ｌ、Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｈ、Ｌ、Ｌ」のパターンに変調される。この場合、そのパターン「Ｈ、Ｈ、Ｌ、Ｌ、Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｈ、Ｌ、Ｌ」には、図７９Ａに示す、７スロットによって構成されるヘッダのパターンと同じパターンが含まれる。したがって、ヘッダとデータ部との区別を明確にするために、上述の送信対象の信号「０１」を第１のパターンに変調することが望ましい。

【０３１９】

図８０Ａは、実施の形態３における輝度変化のパターンの一例を示す図である。

【０３２０】

図７６に示すように、４値ＰＰＭ変調方式では、送信対象の信号「１１」を変調する場合には、送信機は、輝度の立ち上がりが生じないように、その信号を「Ｈ、Ｈ、Ｈ、Ｌ」のパターン、「Ｈ、Ｈ、Ｌ、Ｌ」のパターン、または「Ｈ、Ｌ、Ｌ、Ｌ」のパターンに変調する。しかし、図８０Ａに示すように、送信機は、明るさを調整するために、送信対象の信号「１１」を、「Ｈ、Ｈ、Ｈ、Ｈ」のパターンまたは「Ｌ、Ｌ、Ｌ、Ｌ」のパターンに変調してもよい。

【０３２１】

図８０Ｂは、実施の形態３における輝度変化のパターンの一例を示す図である。

【０３２２】

図７６に示すように、４値ＰＰＭ変調方式では、明るさを７５％に保って、送信対象の信号「１１，００」を変調する場合には、送信機は、その信号を「Ｈ、Ｈ、Ｈ、Ｌ、Ｌ、Ｈ、Ｈ、Ｈ」のパターンに変調する。しかし、輝度Ｌが連続して発生しようとする場合には、輝度Ｌが連続しないように、連続する輝度Ｌのうち、最後の輝度Ｌ以外の輝度をＨに変更してもよい。この場合、送信機は、その信号「１１，００」を「Ｈ、Ｈ、Ｈ、Ｈ、Ｌ、Ｈ、Ｈ、Ｈ」のパターンに変調する。

【０３２３】

これにより、輝度Ｌが連続しないため、送信機の負荷を抑えることができる。また、送信機に備えられるコンデンサの容量を小さくすることができ、制御回路の容積を小さくすることができる。さらに、送信機の光源の負荷が小さいため、光源を作りやすくすることができる。さらに、送信機の電力効率を高めることができる。また、輝度Ｌが連続しないことが保証されるため、受信機はその輝度変化のパターンを容易に復調することができる。

【０３２４】

（本実施の形態のまとめ）

本実施の形態における情報通信方法は、輝度変化によって信号を送信する情報通信方法であって、送信対象の信号を変調することによって、輝度変化のパターンを決定する決定ステップと、発光体が、決定された前記パターンにしたがって輝度変化することによって前記送信対象の信号を送信する送信ステップとを含み、前記輝度変化のパターンは、予め定められた時間幅における任意の各位置に、互いに異なる２つの輝度値のうちの一方が出現するパターンであって、前記決定ステップでは、送信対象の互いに異なる信号のそれぞれに対して、前記時間幅における輝度の立ち上がり位置または立ち下がり位置である輝度変化位置が互いに異なり、且つ、前記時間幅における前記発光体の輝度の積分値が、予め設定された明るさに応じた同一の値となるように、前記輝度変化のパターンを決定する。

【０３２５】

例えば、図７７に示すように、送信対象の互いに異なる信号「００」、「０１」、「１０」および「１１」のそれぞれに対して、輝度の立ち上がり位置（輝度変化位置）が互い

に異なり、且つ、予め定められた時間幅（単位時間幅）における発光体の輝度の積分値が、予め定められた明るさ（例えば９９％または１％など）に応じた同一の値となるように、輝度変化のパターンが決定される。これにより、送信対象の信号のそれぞれに対して、発光体の明るさを一定に保つことができ、ちらつきを抑えることができるとともに、その発光体を撮像する受信機は、輝度変化位置に基づいて、その輝度変化のパターンを適切に復調することができる。また、輝度変化のパターンは、単位時間幅における任意の各位置に、互いに異なる２つの輝度値（輝度Ｈ（Ｈｉｇｈ）または輝度Ｌ（Ｌｏｗ））のうちの一方が出現するパターンであるため、発光体の明るさを連続的に変化させることができる。

【０３２６】

また、前記情報通信方法は、さらに、複数の画像のそれぞれを順に切り替えて表示する画像表示ステップを含み、前記決定ステップでは、前記画像表示ステップで画像が表示されるごとに、表示されている画像に対応する識別情報を前記送信対象の信号として変調することによって、前記識別情報に対する輝度変化のパターンを決定し、前記送信ステップでは、前記画像表示ステップで画像が表示されるごとに、表示されている画像に対応する識別情報に対して決定された輝度変化のパターンにしたがって前記発光体が輝度変化することによって前記識別情報を送信してもよい。

【０３２７】

これにより、例えば図６５に示すように、画像が表示されるごとに、表示されている画像に対応する識別情報が送信されるため、ユーザは、表示される画像に基づいて、受信機に受信させる識別情報を容易に選択することができる。

【０３２８】

また、前記送信ステップでは、前記画像表示ステップで画像が表示されるごとに、さらに、過去に表示された画像に対応する識別情報に対して決定された輝度変化のパターンにしたがって前記発光体が輝度変化することによって前記識別情報を送信してもよい。

【０３２９】

これにより、例えば図６６に示すように、表示される画像が切り替わったために、切り替わり前に送信された識別信号を受信機が受信できなかった場合でも、現在表示されている画像に対応する識別情報とともに、過去に表示された画像に対応する識別情報も送信されるため、切り替わり前に送信された識別情報を、改めて受信機で適切に受信することができる。

【０３３０】

また、前記決定ステップでは、前記画像表示ステップで画像が表示されるごとに、表示されている画像に対応する識別情報と、前記画像が表示されている時刻とを前記送信対象の信号として変調することによって、前記識別情報および前記時刻に対する輝度変化のパターンを決定し、前記送信ステップでは、前記画像表示ステップで画像が表示されるごとに、表示されている画像に対応する識別情報および時刻に対して決定された輝度変化のパターンにしたがって前記発光体が輝度変化することによって前記識別情報および前記時刻を送信し、さらに、過去に表示された画像に対応する識別情報および時刻に対して決定された輝度変化のパターンにしたがって前記発光体が輝度変化することによって前記識別情報および前記時刻を送信してもよい。

【０３３１】

これにより、例えば図６６に示すように、画像が表示されるごとに、複数のＩＤ時刻情報（識別情報および時刻からなる情報）が送信されるため、受信機は、受信された複数のＩＤ時刻情報の中から、過去に送信されて受信できなかった識別信号を、そのＩＤ時刻情報のそれぞれに含まれる時刻に基づいて容易に選択することができる。

【０３３２】

また、前記発光体は、それぞれ発光する複数の領域を有し、前記複数の領域のうち互いに隣接する領域の光が相互に干渉し、前記複数の領域のうちの１つだけが、決定された前記輝度変化のパターンにしたがって輝度変化する場合、前記送信ステップでは、前記複数

の領域のうちの端に配置された領域だけが、決定された前記輝度変化のパターンにしたがって輝度変化してもよい。

【０３３３】

これにより、例えば図５９Ｂの（ａ）に示すように、端に配置された領域（発光部）だけが輝度変化するため、端以外に配置された領域だけが輝度変化する場合と比べて、他の領域からの光によるその輝度変化への影響を抑えることができる。その結果、受信機は、撮影によって、その輝度変化のパターンを適切に捉えることができる。

【０３３４】

また、前記複数の領域のうちの２つだけが、決定された前記輝度変化のパターンにしたがって輝度変化する場合、前記送信ステップでは、前記複数の領域のうちの端に配置された領域と、前記端に配置された領域に隣接する領域とが、決定された前記輝度変化のパターンにしたがって輝度変化してもよい。

【０３３５】

これにより、例えば図５９Ｂの（ｂ）に示すように、端に配置された領域（発光部）と、その端に配置された領域に隣接する領域（発光部）とが輝度変化するため、互いに離れた領域が輝度変化する場合と比べて、空間的に連続して輝度変化する範囲の面積を広く保つことができる。その結果、受信機は、撮影によって、その輝度変化のパターンを適切に捉えることができる。

【０３３６】

本実施の形態における情報通信方法は、被写体から情報を取得する情報通信方法であって、前記被写体の撮影に用いられるイメージセンサの位置を示す位置情報を送信する位置情報送信ステップと、前記位置情報によって示される位置に対応付けられた、複数の識別情報を含むＩＤリストを受信するリスト受信ステップと、前記イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる露光ラインに対応する輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの露光時間を設定する露光時間設定ステップと、前記イメージセンサが、輝度変化する前記被写体を、設定された前記露光時間で撮影することによって、前記輝線を含む輝線画像を取得する画像取得ステップと、取得された前記輝線画像に含まれる前記輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより情報を取得する情報取得ステップと、取得された前記情報を含む識別情報を前記ＩＤリストから検索する検索ステップとを含む。

【０３３７】

これにより、例えば図６１に示すように、予めＩＤリストが受信されているため、取得された情報「　ｂｃ　」が識別情報の一部だけであっても、ＩＤリストに基づいて適切な識別情報「ａｂｃｄ」を特定することができる。

【０３３８】

また、前記検索ステップにおいて、取得された前記情報を含む識別情報が一意に特定されない場合には、前記画像取得ステップおよび前記情報取得ステップを繰り返し行うことによって、新たな情報を取得し、前記情報通信方法は、さらに、取得された前記情報と、前記新たな情報とを含む識別情報を前記ＩＤリストから検索する再検索ステップを含んでもよい。

【０３３９】

これにより、例えば図６１に示すように、取得された情報「　ｂ　　」が識別情報の一部だけであって、その情報だけでは識別情報が一意に特定されない場合であっても、新たな情報「　　ｃ　」が取得されるため、その新たな情報とＩＤリストに基づいて適切な識別情報「ａｂｃｄ」を特定することができる。

【０３４０】

本実施の形態における情報通信方法は、被写体から情報を取得する情報通信方法であって、イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる露光ラインに対応する輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの露光時間を設定する露光時間設定ステップと、前記イメージセンサ

が、輝度変化する前記被写体を、設定された前記露光時間で撮影することによって、前記輝線を含む輝線画像を取得する画像取得ステップと、取得された前記輝線画像に含まれる前記輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより識別情報を取得する情報取得ステップと、取得された前記識別情報と、前記イメージセンサの位置を示す位置情報とを送信する送信ステップと、前記位置情報によって示される位置に対応付けられた、複数の識別情報を含むＩＤリストに、取得された前記識別情報がない場合には、エラーを通知するためのエラー通知情報を受信するエラー受信ステップとを含む。

【０３４１】

これにより、例えば図６３に示すように、取得された識別情報がＩＤリストにない場合には、エラー通知情報を受信するため、そのエラー通知情報を受信した受信機のユーザは、その取得された識別情報に関連付けられた情報を得ることができないことを容易に把握することができる。

【０３４２】

（実施の形態４）

本実施の形態では、上記実施の形態１～３におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤや有機ＥＬなどの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた、シチュエーションごとの適用例について説明する。

【０３４３】

＜シチュエーション：店前＞

まず、送信機として構成されている広告用の看板を掲げている店舗の前に、受信機を携帯したユーザがいるシチュエーションでの適用例について、図８１～図８５を用いて説明する。

【０３４４】

図８１は、店前のシチュエーションでの受信機の動作の一例を示す図である。

【０３４５】

例えば、ユーザは、スマートフォンとして構成される受信機８３００（端末装置）を携帯しながら歩いているときに、店舗の看板８３０１を見つける。この看板８３０１は、上記実施の形態１～３の何れかの送信機のように輝度変化によって信号を送信する送信機（被写体）である。ここで、ユーザは、その店舗に興味があり、且つ、その看板８３０１が輝度変化によって信号を送信していると判断すると、受信機８３００を操作することによって、その受信機８３００の可視光通信用のアプリケーションソフトウェア（以下、通信アプリケーションという）を起動させる。

【０３４６】

図８２は、店前のシチュエーションでの受信機８３００の動作の他の例を示す図である。

【０３４７】

受信機８３００は、ユーザによる操作を受け付けることなく、通信アプリケーションを自動的に起動させてもよい。例えば、受信機８３００は、ＧＰＳまたは９軸センサなどを利用することによって自らの現在地を検出し、看板８３０１に対して予め定められた特定領域にその現在地が入ったか否かを判断する。なお、この特定領域は看板８３０１の周辺の領域である。そして、受信機８３００は、受信機８３００の現在地がその特定領域に入ったと判断すると、通信アプリケーションを起動させる。また、受信機８３００は、その受信機８３００を突き出する動作、または受信機８３００を回転させる動作を、内蔵された９軸センサなどを利用することによって検出し、通信アプリケーションを起動させてもよい。これにより、ユーザの操作を省くことができ、使い勝手を向上することができる。

【０３４８】

図８３は、店前のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０３４９】

上述のように通信アプリケーションを起動させた受信機８３００は、輝度変化によって

信号を送信する送信機として構成された看板８３０１を撮像（可視光撮影）する。つまり、受信機８３００は看板８３０１と可視光通信を行う。

【０３５０】

図８４は、店前のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０３５１】

受信機８３００は、上述の撮像によって、輝線を含む画像を取得する。そして、受信機８３００は、その輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより、看板８３０１の機器ＩＤを取得する。つまり、受信機８３００は、実施の形態１～３における可視光撮影または可視光通信によって、看板８３０１から機器ＩＤを取得する。さらに、受信機８３００は、その機器ＩＤをサーバに送信し、その機器ＩＤに関連付けられた広告情報（サービス情報）をサーバから取得する。

【０３５２】

なお、受信機８３００は、事前に保持している複数の広告情報の中から、その機器ＩＤに関連付けられた広告情報を取得してもよい。この場合には、受信機８３００は、受信機８３００の現在地が上述の特定領域に入ったと判断したときに、その特定領域または現在地をサーバに通知し、その特定領域に対応する全ての機器ＩＤと、その機器ＩＤの各々に関連付けられた広告情報とをサーバから事前に取得してこれらを保持（キャッシュ）しておく。これにより、受信機８３００は、その特定領域内において看板８３０１の機器ＩＤを取得したときには、その機器ＩＤに対応する広告情報をわざわざサーバに要求することなく、予め保持している各機器ＩＤに関連付けられた広告情報の中から、その看板８３０１の機器ＩＤに関連付けられた広告情報を迅速に取得することができる。

【０３５３】

受信機８３００は、看板８３０１の機器ＩＤに関連付けられた広告情報を取得すると、その広告情報を表示する。例えば、受信機８３００は、看板８３０１によって示される店舗のクーポンと、空席状況と、それらと同一の内容を示すバーコードとを表示する。

【０３５４】

ここで、受信機８３００は、可視光通信によって、機器ＩＤだけでなく特典データもその看板８３０１から取得してもよい。この特典データは、例えばランダムＩＤ（乱数）、あるいは、その特典データが送信される時刻または時間帯などを示す。受信機８３００は、特典データを取得したときには、機器ＩＤとともにその特典データもサーバに送信する。そして、受信機８３００は、その機器ＩＤおよび特典データに関連付けられた広告情報をサーバから取得する。これにより、受信機８３００は、特典データに応じて異なる広告情報を受けることができる。例えば、受信機８３００は、看板８３０１を撮像したときの時間帯が早朝であれば、早朝割引のクーポンを示す広告情報を取得して表示することができる。つまり、同じ看板による広告に、特典データ（時間帯など）に応じた変化を付けることができる。その結果、ユーザは、時間帯などに適したサービスの提供を受けることができる。なお、本実施の形態では、サービス情報などの情報のユーザへの提示（表示）をサービスの提供という。

【０３５５】

また、受信機８３００は、可視光通信によって、看板８３０１の空間的な配置を高精度（誤差１ｍ以内）に示す３次元情報を機器ＩＤとともにその看板８３０１から取得してもよい。あるいは、受信機８３００は、その機器ＩＤに関連付けられた３次元情報をサーバから取得してもよい。また、受信機８３００は、３次元情報の代わりに、または、３次元情報とともに、看板８３０１の大きさを示すサイズ情報を取得してもよい。受信機８３００は、そのサイズ情報を取得すると、そのサイズ情報によって示される看板８３０１の大きさと、撮像によって得られた画像に映し出された看板８３０１の大きさとの差に基づいて、受信機８３００から看板８３０１までの距離を算出することができる。

【０３５６】

また、受信機８３００は、可視光通信によって取得した機器ＩＤをサーバに送信する際

には、自らに予め保持されている保持情報（付属情報）を機器ＩＤとともにサーバに送信してもよい。例えば、保持情報は、受信機８３００のユーザの個人情報（性別または年齢など）またはユーザＩＤである。このような保持情報を機器ＩＤとともに受信したサーバは、その機器ＩＤに関連付けられた少なくとも１つの広告情報のうち、その保持情報（個人情報またはユーザＩＤ）に対応付けられた広告情報を受信機８３００に送信する。つまり、受信機８３００は、個人情報などに合った店舗の広告情報、または、ユーザＩＤに対応する店舗の広告情報などを受け取ることができる。その結果、ユーザは、より有益なサービスの提供を受けることができる。

【０３５７】

あるいは、保持情報は、受信機８３００に事前に設定された受信条件を示す。この受信条件は、例えば店舗が飲食店の場合には来客人数である。このような保持情報を機器ＩＤとともに受信したサーバは、その機器ＩＤに関連付けられた少なくとも１つの広告情報のうち、その受信条件（来客人数）に対応付けられた広告情報を受信機８３００に送信する。つまり、受信機８３００は、来客人数に合った店舗の広告情報、具体的には、その来客人数に対する空席状況を示す情報を受け取ることができる。また、店舗は、来店人数や曜日・時間帯に応じて割引率を変更した広告情報を表示させることで、集客と利益の最適化を図ることができる。

【０３５８】

あるいは、保持情報は、受信機８３００で事前に検出された現在地を示す。このような保持情報を機器ＩＤとともに受信したサーバは、その機器ＩＤに関連付けられた広告情報だけでなく、その保持情報によって示される現在地（現在地とその周辺）に対応する他の機器ＩＤと、他の機器ＩＤに関連付けられた広告情報とを受信機８３００に送信する。これにより、受信機８３００は、他の機器ＩＤと、他の機器ＩＤに関連付けられた広告情報とをキャッシュしておくことができる。したがって、受信機８３００がその現在地（現在地とその周辺）において他の送信機との間で可視光通信を行ったときには、サーバにアクセスすることなく、他の送信機の機器ＩＤに関連付けられた広告情報を素早く取得することができる。

【０３５９】

図８５は、店前のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０３６０】

受信機８３００は、上述のようにサーバから広告情報を取得すると、例えば、その広告情報によって示される空席状況として、「空席有り」と記述されたボタンを表示する。ここで、ユーザがボタン「空席有り」に指を触れる操作を行うと、受信機８３００は、その操作結果をサーバに通知する。サーバは、その通知を受けると、看板８３０１の店舗に対する仮予約を行い、その仮予約が完了したことを受信機８３００に通知する。受信機８３００は、サーバからその通知を受けると、ボタン「空席有り」の代わりに、仮予約が完了したことを示す文字列「仮予約」を表示する。受信機８３００は、看板８３０１によって示される店舗のクーポンと、仮予約したことを証明する文字列「仮予約」と、それらと同一の内容を示すバーコードとを含む画像を事前取得画像としてメモリに格納しておく。

【０３６１】

ここで、サーバは、図８４および図８５を用いて説明した動作によって、看板８３０１と受信機８３００との間で行われた可視光通信に関する情報をロギングすることができる。つまり、サーバは、可視光通信を行った送信機（看板）の機器ＩＤ、可視光通信が行われた場所（受信機８３００の現在地）、可視光通信が行われた時間帯などを示す特典データ、および、可視光通信を行った受信機８３００のユーザの個人情報などをロギングすることができる。サーバは、ロギングされたこれらの情報のうちの少なくとも１つを用いて、看板８３０１の価値、つまり店舗の広告および宣伝に対する看板８３０１の寄与の度合いを広告効果として解析することができる。

【０３６２】

＜シチュエーション：店内＞
次に、受信機８３００を携帯したユーザが、表示された広告情報（サービス情報）に対応する店舗に入ったシチュエーションでの適用例について、図８６～図９４を用いて説明する。
【０３６３】
図８６は、店内のシチュエーションでの表示装置の動作の一例を示す図である。
【０３６４】
例えば、上述の看板８３０１と可視光通信を行った受信機８３００のユーザは、表示された広告情報に対応する店舗に入る。このとき、受信機８３００は、可視光通信を用いて表示された広告情報に対応する店舗にユーザが入ったこと（入店）を検知する。例えば、受信機８３００は、看板８３０１と可視光通信を行った後に、看板８３０１の機器ＩＤに関連付けられた店舗の所在地を示す店舗情報をサーバから取得する。そして、受信機８３００は、ＧＰＳまたは９軸センサなどを利用して得られる受信機８３００の現在地がその店舗情報によって示される店舗の所在地に入ったか否かを判断する。ここで、受信機８３００は、現在地が店舗の所在地に入ったと判断することによって、上述の入店を検知する。
【０３６５】
そして、受信機８３００は、入店を検知すると、例えばサーバなどを介して表示装置８３００ｂに入店を通知する。あるいは、受信機８３００は可視光通信または無線通信によって入店を表示装置８３００ｂに通知する。表示装置８３００ｂは、その通知を受けると、その店舗で提供される商品または役務のメニューなどを示す商品役務情報を取得し、その商品役務情報によって示される上記メニューを表示する。なお、表示装置８３００ｂは、受信機８３００のユーザまたは店舗の店員によって携帯される携帯端末であっても、店舗に備えられている装置であってもよい。
【０３６６】
図８７は、店内のシチュエーションでの表示装置８３００ｂの次の動作の一例を示す図である。
【０３６７】
ユーザは、表示装置８３００ｂに表示されているメニューの中から、所望の商品を選択する。つまり、ユーザは、メニューの中の、所望の商品の名称が表示されている部分に指を触れる操作を行う。これにより、表示装置８３００ｂは商品選択の操作結果を受け付ける。
【０３６８】
図８８は、店内のシチュエーションでの表示装置８３００ｂの次の動作の一例を示す図である。
【０３６９】
商品選択の操作結果を受け付けた表示装置８３００ｂは、選択された商品を表す画像およびその商品の値段を表示する。これにより、表示装置８３００ｂは、選択された商品のユーザへの確認を促す。なお、上述の商品を表す画像、および商品の値段を示す情報などは、例えば上述の商品役務情報に含まれている。
【０３７０】
図８９は、店内のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。
【０３７１】
確認を促されたユーザは、その商品を注文するための操作を行う。受信機８３００は、その操作が行なわれると、電子決済に必要な決済情報を、表示装置８３００ｂまたはサーバを介して店舗のＰＯＳ（Ｐｉｎｔ　ｏｆ　Ｓａｌｅ）システムに通知する。さらに、受信機８３００は、その店舗の看板８３０１との可視光通信を利用して取得されて格納されている上述の事前取得画像があるか否かを判断する。受信機８３００は、その事前取得画像があると判断すると、その事前取得画像を表示する。

【０３７２】
なお、本シチュエーションでは、表示装置８３００ｂを用いたが、表示装置８３００ｂを用いることなく、受信機８３００が表示装置８３００ｂによる処理を代わりに行ってもよい。この場合、受信機８３００は、入店を検知すると、その店舗で提供される商品または役務のメニューなどを示す商品役務情報をサーバから取得し、その商品役務情報によって示される上記メニューを表示する。また、受信機８３００は、商品を注文するための操作を受け付けると、注文された商品と、電子決済に必要な決済情報とを、サーバを介して店舗のＰＯＳシステムに通知する。
【０３７３】
図９０は、店内のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。
【０３７４】
店舗の店員は、その受信機８３００に表示されている事前取得画像のバーコードに、ＰＯＳシステムのバーコードスキャナ８３０２を当てる。バーコードスキャナ８３０２は、その事前取得画像のバーコードを読み込む。その結果、ＰＯＳシステムは、そのバーコードによって示されるクーポンに応じた電子決済を行う。そして、ＰＯＳシステムのバーコードスキャナ８３０２は、電子決済が完了したことを示す決済完了情報を輝度変化によって受信機８３００に送信する。つまり、バーコードスキャナ８３０２は、可視光通信の送信機としての機能も有する。受信機８３００は、可視光通信によって決済完了情報を取得すると、その決済完了情報を表示する。この決済完了情報は、例えば「お買い上げありがとうございます」というメッセージと、決済された金額とを示す。このような電子決済が行われることによって、ＰＯＳシステム、サーバおよび受信機８３００は、店舗の前で表示された広告情報（サービス情報）に対応する店舗で、ユーザがその広告情報によって示されるサービスを利用したと判定することができる。
【０３７５】
以上のように、図８６～図９０に示すような受信機８３００およびＰＯＳシステムなどの動作によって、店内における商品の注文が行われる。したがって、ユーザは、店舗に入れば、表示装置８３００ｂまたは受信機８３００に自動的に表示されるその店舗のメニューから商品の注文を行うことできる。つまり、店舗の店員は、メニューをユーザに見せて、ユーザから商品の注文を直接受け付ける必要がない。その結果、店員の負担を大幅に削減することができる。また、上述の例では、バーコードスキャナ８３０２がバーコードを読み込んだが、バーコードスキャナ８３０２を用いなくてもよい。例えば、受信機８３００は、バーコードに示される情報を、サーバを介してＰＯＳシステムに送信してもよい。そして、受信機８３００は、決済完了情報をそのＰＯＳシステムからサーバを介して取得してもよい。これにより、店員による作業をさらに削減することができ、ユーザは店員を通さずに商品の注文を行うことができる。あるいは、表示装置８３００ｂと受信機８３００が可視光通信で注文や課金のデータをやりとりしたり、可視光通信によって交換した鍵を用いた無線通信で前記データをやりとりしてもよい。
【０３７６】
また、看板８３０１は、チェーンストアに属する複数の店舗のうちの１つの店舗によって出されている場合がある。このような場合、看板８３０１との可視光通信を用いて取得される広告情報は、チェーンストアに属する全ての店舗で利用可能である。しかし、同じチェーンストアの中でも、看板８３０１を出している店舗（広告店舗）と、出していない店舗（非広告店舗）とで、ユーザが受けるサービスに違いを設けてもよい。例えば、ユーザが非広告店舗に入った場合には、ユーザは、事前取得画像に示されるクーポンどおりの割引率（例えば２０％）のサービスを受け、ユーザが広告店舗に入った場合には、そのクーポンの割引率よりも高い割引率（例えば３０％）のサービスを受ける。つまり、受信機８３００は、広告店舗への入店を検知した場合には、１０％のさらなる割引を示す付加的なサービス情報をサーバから取得して、３０％（２０％＋１０％）の割引率を示す画像を、図８９に示す事前取得画像の代わりに表示する。なお、受信機８３００は、サーバから

取得された上述の店舗情報に基づいて、ユーザが広告店舗に入店したか、非広告店舗に入店したかを検知する。店舗情報には、チェーンストアに属する複数の店舗のそれぞれの所在地とともに、それらの店舗が広告店舗であるか非広告店舗であるかが示されている。

【０３７７】

また、同じチェーンストアの中に複数の非広告店舗がある場合には、非広告店舗のそれぞれでユーザが受けるサービスに違いを設けてもよい。例えば、看板８３０１の位置から、または、看板８３０１と可視光通信を行ったときの受信機８３００の現在地から、非広告店舗までの距離に応じたサービスが、その非広告店舗に入ったユーザに提供される。あるいは、受信機８３００と看板８３０１とが可視光通信を行った時刻と、ユーザが非広告店舗に入った時刻との差（時間差）に応じたサービスが、その非広告店舗に入ったユーザに提供される。つまり、受信機８３００は、上述の距離（看板８３０１の位置）と時間差に応じて異なる、さらなる割引を示す付加的なサービス情報をサーバから取得して、さらなる割引が反映された割引率（例えば３０％）を示す画像を、図８９に示す事前取得画像の代わりに表示する。なお、このようなサービスは、サーバまたはＰＯＳシステムによって、あるいは、これらが相互に連携することによって決定される。また、このようなサービスは、広告店舗および非広告店舗の区別なく、チェーンストアに属する全ての店舗に対して適用してもよい。

【０３７８】

また、ユーザが非広告店舗に入って、広告情報を利用した注文を行った場合には、非公告店舗のＰＯＳシステムは、注文によって得られた金額の一部を、広告店舗のＰＯＳシステムに還元してもよい。

【０３７９】

さらに、サーバは、広告情報が表示されるごとに、その広告情報が利用されたか否かを判定することができ、その判定された結果を集積することによって、看板８３０１の広告効果を解析することができる。また、サーバは、さらに、看板８３０１の位置、広告情報が表示された時刻、広告情報が利用された店舗の位置、広告情報が利用された時刻、およびユーザの入店の時刻のうち、少なくとも１つを集積することによって、看板８３０１の広告効果の解析精度の向上を図ることができるとともに、広告効果が最も高い看板８３０１の位置を見つけることができる。

【０３８０】

また、受信機８３００は、広告情報が商品注文に利用された利用回数分のさらなる割引を示す付加的なサービス情報をサーバから取得して、その利用回数分のさらなる割引が反映された割引率（例えば３０％）を示す画像を、図８９に示す事前取得画像の代わりに表示してもよい。例えば、サーバは、利用回数が多ければ、割引率をさらに高くするようなサービスをＰＯＳシステムと連携して行ってもよい。

【０３８１】

また、サーバは、店舗によって出されている全ての看板８３０１の機器ＩＤのそれぞれに関連付けられた広告情報が受信機８３００によって受信された場合（全ての広告情報の取得がコンプリートされた場合）には、得得サービスを、その看板８３０１の店舗に入ったユーザに提供してもよい。得得サービスは、例えば、割引率が極めて高いサービスや、注文商品以外の商品を無料で提供するサービスである。つまり、受信機８３００がユーザの入店を検知すると、サーバは、その店舗に関連付けられている全ての看板のそれぞれに対しても受信機８３００が可視光通信などを含む処理を行ったか否かを判定する。そして、その処理を行ったと判定された場合には、受信機８３００は、さらなる割引を示す付加的なサービス情報を上述の得得サービスとしてサーバから取得して、さらなる割引が反映された割引率（例えば５０％）を示す画像を、図８９に示す事前取得画像の代わりに表示する。

【０３８２】

また、受信機８３００は、看板８３０１と可視光通信を行って広告情報を表示した時刻と、ユーザが店舗に入った時刻との差に応じて異なる、さらなる割引率を示す付加的なサ

ービス情報をサーバから取得して、さらなる割引が反映された割引率（例えば３０％）を示す画像を、図８９に示す事前取得画像の代わりに表示してもよい。例えば、受信機８３００は、その差が小さいほど高い割引率を示す付加的なサービス情報をサーバから取得する。

【０３８３】

図９１は、店内のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０３８４】

注文および電子決済を終えた受信機８３００は、店舗内の照明機器として構成される送信機から輝度変化によって送信される信号を受信し、その信号をサーバに送信することによって、ユーザの座席位置（例えば黒丸）を示す店舗内の案内図を取得する。さらに、受信機８３００は、上記実施の形態１～３の何れかと同様に、その受信された信号を用いて受信機８３００の位置を特定する。そして、受信機８３００は、特定された受信機８３００の位置（例えば星印）を案内図中に表示する。これにより、ユーザは、店舗内をどのように進めば自らの座席に行けるかを容易に把握することができる。

【０３８５】

また、受信機８３００は、ユーザが移動しているときにも、店舗内の照明機器として構成される近くの送信機と可視光通信を行うことによって、上述のような受信機８３００の位置の特定を随時行っている。したがって、受信機８３００は、表示されている受信機８３００の位置（例えば星印）を逐次更新する。これにより、ユーザを座席まで適切に案内することができる。

【０３８６】

図９２は、店内のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０３８７】

受信機８３００は、ユーザが座席に着くと、照明機器として構成される送信機８３０３と可視光通信を行うことによって、受信機８３００の位置を特定し、その位置がユーザの座席位置にあると判断する。そして、受信機８３００は、ユーザ名またはニックネームとともに、座席に着いたことを、サーバを介して店舗内の端末に通知する。これにより、店員は、どの座席にどのユーザが座っているかを把握することができる。

【０３８８】

図９３は、店内のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０３８９】

送信機８３０３は、輝度変化することによって、顧客ＩＤと、注文商品ができたことを知らせるメッセージとを含む信号を送信する。なお、受信機８３００は、例えば、商品のメニューなどを示す商品役務情報をサーバから取得するときに、上述の顧客ＩＤもサーバから取得して保持している。受信機８３００は、送信機８３０３を可視光撮影することによって上述の信号を受信する。さらに、受信機８３００は、その信号に含まれる顧客ＩＤが、予め保持している顧客ＩＤと一致するか否かを判定する。ここで、受信機８３００は、一致すると判定すると、その信号に含まれるメッセージ（例えば「商品ができました」）を表示する。

【０３９０】

図９４は、店内のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０３９１】

注文商品をユーザの座席に届けた店員は、その注文商品を届けたことを証明するために、ハンディーターミナル８３０２ａを受信機８３００に向ける。ハンディーターミナル８３０２ａは、送信機として構成されており、注文商品を届けたことを示す信号を受信機８３００に輝度変化によって送信する。受信機８３００は、ハンディーターミナル８３０２

ａを撮像することによって、その信号を受信し、その信号によって示されるメッセージ（例えば、「お食事をお楽しみください」）を表示する。

【０３９２】

＜シチュエーション：店探し＞

次に、受信機８３００を携帯したユーザが興味のある店舗を探しているシチュエーションでの適用例について、図９５～図９７を用いて説明する。

【０３９３】

図９５は、店探しのシチュエーションでの受信機８３００の動作の一例を示す図である。

【０３９４】

ユーザは、興味のある飲食店が掲載されたサイネージ８３０４を見つける。このとき、ユーザは、そのサイネージ８３０４が輝度変化によって信号を送信していると判断すると、図８１に示す例と同様に、受信機８３００を操作することによって、その受信機８３００の通信アプリケーションを起動させる。なお、図８２に示す例と同様に、受信機８３００は通信アプリケーションを自動的に起動させてもよい。

【０３９５】

図９６は、店探しのシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０３９６】

受信機８３００は、サイネージ８３０４の全体、または、サイネージ８３０４のうち、ユーザが興味をもつ飲食店が掲載されている部分を撮像することによって、そのサイネージ８３０４またはその飲食店を識別するためのＩＤを受信する。

【０３９７】

図９７は、店探しのシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０３９８】

受信機８３００は、上述のＩＤを受信すると、そのＩＤをサーバに送信し、そのＩＤに関連付けられた広告情報（サービス情報）をサーバから取得して表示する。このとき、受信機８３００は、そのＩＤとともに、飲食店に入る予定の人数（付属情報）をサーバに通知してもよい。これにより、受信機８３００は、その人数に応じた広告情報を取得することができる。例えば、受信機８３００は、その通知された人数分の空席がその飲食店にあるか否かを示す広告情報を取得することができる。

【０３９９】

＜シチュエーション：映画広告＞

次に、受信機８３００を携帯したユーザが、興味のある映画広告が掲載されたサイネージの前にいるシチュエーションでの適用例について、図９８～図１０１を用いて説明する。

【０４００】

図９８は、映画広告のシチュエーションでの受信機８３００の動作の一例を示す図である。

【０４０１】

ユーザは、興味のある映画広告が掲載されたサイネージ８３０５と、例えば液晶ディスプレイとして構成され、映画広告用の動画像を表示するサイネージ８３０６とを見つける。サイネージ８３０５は、例えば、映画広告を示す画像が描かれた透過性のフィルムと、そのフィルムの背面側に配置されてそのフィルムを照らす複数のＬＥＤとを備えている。つまり、このサイネージ８３０５は、複数のＬＥＤの発光によって、フィルムに描かれた画像を静止画像として明るく表示する。また、このサイネージ８３０５は、輝度変化することによって信号を送信する送信機として構成されている。

【０４０２】

ここで、ユーザは、そのサイネージ８３０５が輝度変化によって信号を送信していると

判断すると、図８１に示す例と同様に、受信機８３００を操作することによって、その受信機８３００の通信アプリケーションを起動させる。なお、図８２に示す例と同様に、受信機８３００は通信アプリケーションを自動的に起動させてもよい。

【０４０３】

図９９は、映画広告のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０４０４】

受信機８３００は、サイネージ８３０５を撮像することによって、そのサイネージ８３０５のＩＤを取得する。そして、受信機８３００は、そのＩＤをサーバに送信し、そのＩＤに関連付けられた映画広告用の動画像データをサービス情報としてサーバからダウンロードして再生する。

【０４０５】

図１００は、映画広告のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０４０６】

上述のようにダウンロードされた動画像データの再生によって表示される動画像は、例えばサイネージ８３０６によって表示される動画像と同一である。したがって、ユーザは、映画広告用の動画像を見たい場合には、サイネージ８３０６の前に立ち止まっていることなく、任意の場所でその動画像を見ることができる。

【０４０７】

図１０１は、映画広告のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０４０８】

受信機８３００は、動画像データだけでなく、その動画像データとともに映画の上映時間などを示す上映情報もサービス情報としてダウンロードしてもよい。これにより、受信機８３００は、上映情報の内容を表示してユーザに通知することができるとともに、その上映情報を他の端末（他のスマートフォンなど）と共有することができる。

【０４０９】

＜シチュエーション：美術館＞

次に、受信機８３００を携帯したユーザが美術館に入って館内の各展示物を鑑賞するシチュエーションでの適用例について、図１０２～図１０７を用いて説明する。

【０４１０】

図１０２は、美術館のシチュエーションでの受信機８３００の動作の一例を示す図である。

【０４１１】

ユーザは、例えば美術館に入館しようとしたときに、その美術館の入口に掛けられた案内掲示板８３０７を見つける。このとき、ユーザは、その案内掲示板８３０７が輝度変化によって信号を送信していると判断すると、図８１に示す例と同様に、受信機８３００を操作することによって、その受信機８３００の通信アプリケーションを起動させる。なお、図８２に示す例と同様に、受信機８３００は通信アプリケーションを自動的に起動させてもよい。

【０４１２】

図１０３は、美術館のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０４１３】

受信機８３００は、案内掲示板８３０７を撮像することによって、その案内掲示板８３０７のＩＤを取得する。そして、受信機８３００は、そのＩＤをサーバに送信し、そのＩＤに関連付けられたサービス情報として、その美術館の案内用アプリケーションプログラム（以下、美術館アプリという）をサーバからダウンロードして起動させる。

【０４１４】

図１０４は、美術館のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０４１５】

受信機８３００は、美術館アプリが起動すると、その美術館アプリにしたがって、美術館内の案内図を表示する。さらに、受信機８３００は、上記実施の形態１～３の何れかと同様に、受信機８３００の美術館における位置を特定する。そして、受信機８３００は、特定された受信機８３００の位置（例えば星印）を案内図中に表示する。

【０４１６】

受信機８３００は、上述のように位置を特定するためには、例えば、美術館アプリをダウンロードする際に、案内掲示板８３０７の大きさおよび形状などを示す形態情報をサーバから取得しておく。そして、受信機８３００は、その形態情報によって示される案内掲示板８３０７の大きさおよび形状と、上述の撮像によって得られた画像に映し出された案内掲示板８３０７の大きさおよび形状とに基づいて、三角測量の方法などにしたがって、案内掲示板８３０７に対する受信機８３００の相対的な位置を特定する。

【０４１７】

図１０５は、美術館のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０４１８】

上述のように美術館アプリを起動させた受信機８３００は、美術館内にユーザが入ると、美術館内にある照明機器として構成される近くの送信機と可視光通信を行うことによって、受信機８３００の位置の特定を随時行う。例えば、受信機８３００は、照明機器として構成された送信機８３０８を撮像することによって、その送信機８３０８から送信機８３０８のＩＤを取得する。そして、受信機８３００は、そのＩＤに関連付けられた、送信機８３０８の位置を示す位置情報と、送信機８３０８の大きさおよび形状などを示す形態情報をサーバから取得する。そして、受信機８３００は、その形態情報によって示される送信機８３０８の大きさおよび形状と、上述の撮像によって得られた画像に映し出された送信機８３０８の大きさおよび形状とに基づいて、三角測量の方法などにしたがって、送信機８３０８に対する受信機８３００の相対的な位置を推定する。また、受信機８３００は、サーバから取得された位置情報によって示される送信機８３０８の位置と、上述のように推定された受信機８３００の相対的な位置とに基づいて、受信機８３００の美術館における位置を特定する。

【０４１９】

そして、受信機８３００は、受信機８３００の位置の特定が行われるごとに、特定された最新の位置に、表示されている星印を移動させる。これによって、美術館に入っているユーザは、受信機８３００に表示されている案内図と星印とを見れば、自分が美術館のどこにいるのかを容易に把握することができる。

【０４２０】

図１０６は、美術館のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０４２１】

美術館内に入ったユーザは、興味のある展示物８３０９を見つけると、受信機８３００がその展示物８３０９を撮像することができるように、その受信機８３００を展示物８３０９にかざす動作を行う。ここで、展示物８３０９は、照明機器８３１０による光によって照らし出されている。また、照明機器８３１０は、展示物８３０９に対して専用に用いられるものであり、輝度変化によって信号を送信する送信機として構成されている。したがって、展示物８３０９は、輝度変化する光によって照らし出され、照明機器８３１０からの信号を間接的に送信している。

【０４２２】

受信機８３００は、例えば内蔵された９軸センサからの出力に基づいて、受信機８３００を展示物８３０９にかざす動作を検出すると、その展示物８３０９を撮像することによ

って、照明機器８３１０からの信号を受信する。この信号は、例えば展示物８３０９のＩＤなどを示す。そして、受信機８３００は、そのＩＤに関連付けられた展示物８３０９の紹介情報（サービス情報）をサーバから取得する。この紹介情報は、展示物８３０９を紹介するための図を示すとともに、その紹介のための文章を、日本語、英語、およびフランス語などの各国の言語によって示す。

【０４２３】

受信機８３００は、紹介情報をサーバから取得すると、その紹介情報によって示される図と文章とを表示する。ここで、受信機８３００は、文章を表示するときには、各国の言語の文章の中から、ユーザによって予め設定されている言語の文章を抽出し、その言語の文章のみを表示する。また、受信機８３００は、ユーザによる選択操作によって、その言語を変更してもよい。

【０４２４】

図１０７は、美術館のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０４２５】

受信機８３００は、紹介情報の図および文章の表示がユーザの操作によって終了されると、再び、照明機器として構成された近くの送信機（例えば、照明機器８３１１）と可視光通信を行うことによって、受信機８３００の位置の特定を行う。そして、受信機８３００は、受信機８３００の新たな位置が特定されると、その特定された新たな位置に、表示されている星印を移動させる。これによって、展示物８３０９を鑑賞したユーザは、受信機８３００に表示されている案内図と星印とを見ることによって、次に鑑賞したい展示物へ容易に移動することができる。

【０４２６】

＜シチュエーション：バス停留所＞

次に、受信機８３００を携帯したユーザがバス停留所にいるシチュエーションでの適用例について、図１０８～図１０９を用いて説明する。

【０４２７】

図１０８は、バス停留所のシチュエーションでの受信機８３００の動作の一例を示す図である。

【０４２８】

ユーザは、例えば、バスに乗車するためにバス停留所に行く。そこで、ユーザは、そのバス停留所にある標識塔８３１２が輝度変化によって信号を送信していると判断すると、図８１に示す例と同様に、受信機８３００を操作することによって、その受信機８３００の通信アプリケーションを起動させる。なお、図８２に示す例と同様に、受信機８３００は通信アプリケーションを自動的に起動させてもよい。

【０４２９】

図１０９は、バス停留所のシチュエーションでの受信機８３００の次の動作の一例を示す図である。

【０４３０】

受信機８３００は、標識塔８３１２を撮像することによって、その標識塔８３１２があるバス停留所のＩＤを取得する。そして、受信機８３００は、そのＩＤをサーバに送信し、そのＩＤに関連付けられた運行状況情報をサーバから取得する。なお、この運行状況情報は交通状況を示す情報であって、ユーザに提供されるサービスを示すサービス情報である。

【０４３１】

ここで、サーバは、そのバス停留所を含む地域において運行している各バスから情報を収集することによって、それらのバスの運行状況を管理している。したがって、サーバは、受信機８３００からバス停留所のＩＤを取得したときには、管理されている運行状況に基づいて、そのＩＤのバス停留所にバスが到着するまでの時間を推定し、その推定された時間を示す運行状況情報を受信機８３００に送信する。

【０４３２】
運行状況情報を取得した受信機８３００は、その運行状況情報によって示される時間を、例えば「到着まで後１０分」のように表示する。これにより、ユーザはバスの運行状況を容易に把握することができる。
【０４３３】
（補足）
撮像側の走査方向が携帯端末の垂直方向（上下方向）である場合に、露光時間を短くして撮像すると、ＬＥＤの照明装置全体のＯＮ／ＯＦＦに対して、図１１０の（ａ）のように、走査方向と同じ方向に白・黒のパターンである輝線を撮像することができる。図１１０の（ａ）では、縦長のＬＥＤ照明装置の長辺方向を、撮像側の走査方向に対して垂直になるように撮像しているため（携帯端末の左右方向）、走査方向と同じ方向に、多数の白・黒パターンの輝線を撮像することができる。即ち、送受信可能な情報量を大きくすることができる。一方、図１１０の（ｂ）のように、縦長のＬＥＤ照明装置を、撮像側の走査方向に対して平行になるように撮像した場合（携帯端末の上下方向）、撮像できる白・黒パターンの輝線は少なくなる。即ち、送信可能な情報量が小さくなる。
【０４３４】
このように、撮像側の走査方向に対するＬＥＤ照明装置の向きによって、多数の白・黒パターンの輝線が撮像できる場合（縦長のＬＥＤ照明装置の長辺方向を、撮像側の走査方向に対して垂直になるように撮像した場合）と、少数の白・黒パターンの輝線の撮像しかできない場合（縦長のＬＥＤ照明装置の長辺方向を、撮像側の走査方向に対して平行にした場合）とが生じる。
【０４３５】
本実施の形態では、少数の白・黒パターンの輝線しか撮像できない場合であっても、多数の輝線を撮像可能な照明装置の制御方法について説明する。
【０４３６】
図１１１に縦方向に複数のＬＥＤを配した照明装置と、その駆動信号の一例を示す。図１１１の（ａ）は、縦方向に複数のＬＥＤを配した照明装置である。各ＬＥＤ素子が可視光通信信号を符号化した横縞の最小単位に相当するものとし、符号化したＯＮ／ＯＦＦ信号に相当するものとする。このように、白・黒のパターンを生成し、各ＬＥＤ素子をＯＮ／ＯＦＦして、照明することにより、撮像側の走査方向と、縦長のＬＥＤ照明装置の長辺方向が並行であったとして、ＬＥＤ素子単位の白・黒パターンを撮影することが可能となる。
【０４３７】
図１１１の（ｃ）および（ｄ）は、白・黒のパターンを生成し、各ＬＥＤ素子をＯＮ／ＯＦＦして照明する例を示している。照明装置において、白・黒のパターンとして照明すると、短時間であっても、明かりにムラが生じる場合がある。そのため、逆位相のパターンを生成し、交互に照明する例を示したものが、図１１１の（ｃ）および（ｄ）になる。図１１１の（ｃ）において、ＯＮになっていた素子は、図１１１の（ｄ）において、ＯＦＦとなっており、図１１１の（ｃ）において、ＯＦＦになっていた素子は、図１１１の（ｄ）において、ＯＮとなっている。このように、白・黒のパターンを、正位相のパターンと、逆位相のパターンを順次交互に、照明することにより、明かりのムラを生じさせることなく、かつ、撮像側の走査方向と、照明装置の向きとの関係に影響を受けず、可視光通信において多くの情報を送受信することが可能となる。また、正位相のパターン、逆位相のパターンの２種類のパターンを交互に生成し、照明する場合に限らず、３種類以上のパターンを生成し、照明することも考えられる。図１１２は、４種類のパターンを順次照明する例を示している。
【０４３８】
通常は、ＬＥＤ照明全体で点滅を行い（図１１１の（ｂ））、所定時間だけ、白・黒パターンを生成し、ＬＥＤ素子単位で照明する構成も考えられる。例えば、所定のデータ単位の送受信の時間は、ＬＥＤ照明全体で点滅を行い、その後、短時間で、ＬＥＤ素子単位

で白・黒パターンを照明する構成が考えられる。ここで、所定のデータ単位は、例えば、第１のヘッダから、次の第２のヘッダのまでのデータ単位をいう。このとき、図１１０の（ａ）の方向で撮像した場合はＬＥＤ照明全体での点滅を撮像した輝線から信号を受信し、図１１０の（ｂ）の方向で受信した場合はＬＥＤ素子単位での発光パターンから信号を受信する。

【０４３９】

なお、本実施の形態は、ＬＥＤ照明装置に限定するものではなく、ＬＥＤ素子と同じように、小さな素子単位でＯＮ／ＯＦＦを制御できる素子であればどのような素子であってもよい。また、照明装置に限らず、テレビや、プロジェクターや、サイネージなどの装置であってもよい。

【０４４０】

また、本実施の形態では、白・黒パターンで照明する例について説明したが、白・黒パターンではなく色を用いても良い。例えば、ＲＧＢのうち、ＲＧは常時点灯させ、Ｂだけ使って点滅させてもよい。ＲやＧよりもＢだけ使うほうが人間に認識されにくく、ちらつきを抑制することが可能となる。他の例として、白・黒パターンの代わりに加法混色において補色になる色（赤とシアンのパターン、緑とマゼンタのパターン、黄と青のパターンなど）を使って、ＯＮ／ＯＦＦを表示させてもよい。加法混色において補色になる色を用いることにより、ちらつきを抑制することが可能となる。

【０４４１】

また、本実施の形態では、ＬＥＤ素子を１次元に配置する例を用いて説明したが、ＬＥＤ素子を１次元に並べるのではなく、２次元に配置して、２次元バーコードのように表示を行ってもよい。

【０４４２】

（本実施の形態のまとめ）

本実施の形態におけるサービス提供方法は、複数の露光ラインを有するイメージセンサを備える端末装置を用いて、前記端末装置のユーザにサービスを提供するサービス提供方法であって、前記イメージセンサの各露光ラインの露光を順次異なる時刻で開始し、かつ、前記各露光ラインの露光時間が、隣接する露光ラインとの間で、部分的に時間的な重なりを持つように、１／４８０秒以下の露光時間で被写体の撮影を行うことにより画像データを取得する画像取得ステップと、前記画像データに現れる、前記各露光ラインに対応する輝線パターンを復調することにより、前記被写体の識別情報を取得する可視光通信ステップと、前記被写体の識別情報に関連付けられているサービス情報を前記ユーザに提示するサービス提示ステップとを含む。

【０４４３】

これにより、被写体および端末装置がそれぞれ送信機および受信機として互いに通信することを利用して、端末装置のユーザに被写体に関連したサービス情報が提示されるため、ユーザにとって有益な情報をサービスとしてそのユーザに多様な形態で提供することができる。例えば、前記サービス提示ステップでは、前記被写体に関連する店舗の広告、空席状況または予約状況を示す情報と、商品または役務の価格の割引率を示す情報と、映画広告用の動画像と、上映時間を示す情報と、建物内部を案内するための情報と、展示物を紹介するための情報と、交通状況を示す情報とのうちの少なくも１つを、前記サービス情報として提示する。

【０４４４】

また、前記サービス提供方法は、さらに、前記端末装置が前記被写体の識別情報をサーバに送信する識別情報送信ステップと、前記被写体の識別情報に関連付けられている前記サービス情報を前記端末装置が前記サーバから取得するサービス取得ステップとを含み、前記サービス提示ステップでは、取得された前記サービス情報を前記端末装置が前記ユーザに提示してもよい。

【０４４５】

これにより、サービス情報を被写体の識別情報に関連付けてサーバに管理させることが

できるため、サービス情報の更新などのメンテナンスを容易にすることができる。
【０４４６】
また、前記識別情報送信ステップでは、前記被写体の識別情報とともに付属情報を前記サーバに送信し、前記サービス取得ステップでは、前記被写体の識別情報と前記付属情報とに関連付けられている前記サービス情報を取得してもよい。
【０４４７】
これにより、付属情報に応じた、ユーザにとってより適切なサービスを提供することができる。例えば、図８４および図９７を用いて説明した動作のように、前記識別情報送信ステップでは、前記ユーザの個人情報、前記ユーザの識別情報、前記ユーザを含むグループの人数を示す人数情報、または、前記端末装置の位置を示す位置情報を、前記付属情報として送信する。
【０４４８】
また、前記サービス提供方法は、さらに、前記端末装置の位置を示す位置情報を前記端末装置がサーバに送信する位置送信ステップと、前記位置情報によって示される位置を含む所定の範囲にある少なくとも１つの機器の識別情報と、前記識別情報のそれぞれに関連付けられている少なくとも１つのサービス情報とを、前記端末装置が前記サーバから取得して保持する事前取得ステップとを含み、前記サービス提示ステップでは、前記事前取得ステップで保持された前記少なくとも１つのサービス情報の中から、前記被写体の前記識別情報に関連付けられているサービス情報を前記端末装置が選択して、当該サービス情報を前記ユーザに提示してもよい。
【０４４９】
これにより、例えば図８２を用いて説明した動作のように、端末装置が被写体の識別情報を取得したときには、その後にサーバなどと通信することなく、予め保持されている少なくとも１つのサービス情報の中から、その被写体の識別情報に関連付けられているサービス情報を取得して提示することができる。したがって、サービスの提供を高速化することができる。
【０４５０】
また、前記サービス提供方法は、さらに、前記ユーザの位置を特定することによって、前記サービス提示ステップで提示されたサービス情報に対応する店舗に、前記ユーザが入ったか否かを判別する入店判別ステップと、前記入店判別ステップで、前記ユーザが前記店舗に入ったと判別されたときには、前記店舗の商品または役務に関する商品役務情報を、前記端末装置がサーバから取得して前記ユーザに提示する商品役務提示ステップとを含んでもよい。
【０４５１】
これにより、例えば図８６～図９０を用いて説明した動作のように、ユーザが店舗に入れば、店舗のメニューなどを商品役務情報としてユーザに自動的に提示することができる。したがって、店舗の店員はメニューなどをユーザに提示する必要がなく、ユーザは店舗に対して簡単に注文を行うことができる。
【０４５２】
また、前記サービス提供方法は、さらに、前記ユーザの位置を特定することによって、前記サービス提示ステップで提示されたサービス情報に対応する店舗に、前記ユーザが入ったか否かを判別する入店判別ステップと、前記入店判別ステップで、前記ユーザが前記店舗に入ったと判別されたときには、前記被写体の位置、および、前記サービス情報が提示された時刻のうちの、少なくとも一方に応じて異なる前記店舗の付加的なサービス情報を、前記端末装置が前記ユーザに提示する付加サービス提示ステップとを含んでもよい。
【０４５３】
これにより、例えば図８６～図９０を用いて説明した処理のように、ユーザが入った店舗から被写体が近いほど、あるいは、ユーザが店舗に入った時刻と、サービス情報が提示された時刻（または被写体の撮影が行われた時刻）とが近いほど、ユーザにとってより有益なサービス情報を付加的なサービス情報としてそのユーザに提示することができる。具

体的には、チェーンストアに属する複数の店舗のそれぞれが、サービス提示ステップで提示されたサービス情報に対応する店舗であり、それらの店舗のうちの１つの店舗（広告店舗）によって被写体である看板が出されている場合がある。このような場合には、上記チェーンストアに属する複数の店舗のうち広告店舗は、典型的には、その被写体（看板）に最も近い位置にある。したがって、ユーザが入った店舗から被写体が近いほど、あるいは、ユーザが店舗に入った時刻と、サービス情報が提示された時刻とが近いほど、ユーザが入った店舗が広告店舗である可能性が高い。そこで、ユーザが広告店舗に入った可能性が高い場合には、ユーザにとってより有益なサービス情報を付加的なサービス情報としてそのユーザに提示することができる。

【０４５４】

また、前記サービス提供方法は、さらに、前記ユーザの位置を特定することによって、前記サービス提示ステップで提示されたサービス情報に対応する店舗に、前記ユーザが入ったか否かを判別する入店判別ステップと、前記入店判別ステップで、前記ユーザが前記店舗に入ったと判別されたときには、前記ユーザが前記サービス情報によって示されるサービスを前記店舗で利用した回数に応じて異なる前記店舗の付加的なサービス情報を、前記端末装置が前記ユーザに提示する付加サービス提示ステップとを含んでもよい。

【０４５５】

これにより、例えば図８６～図９０を用いて説明した動作のように、サービスの利用回数が多いほど、ユーザにとってより有益なサービス情報を付加的なサービス情報としてそのユーザに提示することができる。例えば、商品価格の２０％割引を示すサービス情報の利用回数が閾値を超えると、１０％のさらなる割引を示す付加的なサービス情報をユーザに提示することができる。

【０４５６】

また、前記サービス提供方法は、さらに、前記ユーザの位置を特定することによって、前記サービス提示ステップで提示されたサービス情報に対応する店舗に、前記ユーザが入ったか否かを判別する入店判別ステップと、前記入店判別ステップで、前記ユーザが前記店舗に入ったと判別されたときには、前記店舗に関連付けられている、前記被写体以外の全ての他の被写体のそれぞれに対しても、前記画像取得ステップ、前記可視光通信ステップおよび前記サービス提示ステップを含む処理が行われたか否かを判定するコンプリート判定ステップと、前記コンプリート判定ステップで前記処理が行われたと判定されたときには、前記店舗の付加的なサービス情報を、前記端末装置が前記ユーザに提示する付加サービス提示ステップとを含んでもよい。

【０４５７】

これにより、例えば図８６～図９０を用いて説明した動作のように、例えば店舗が幾つかの被写体を看板として出し、それらの看板の全てに対して画像取得ステップ、可視光通信ステップおよびサービス提示ステップが行なわれている場合には、ユーザにとって最も有益なサービス情報を付加的なサービス情報としてそのユーザに提示することができる。

【０４５８】

また、前記サービス提供方法は、さらに、前記ユーザの位置を特定することによって、前記サービス提示ステップで提示されたサービス情報に対応する店舗に、前記ユーザが入ったか否かを判別する入店判別ステップと、前記入店判別ステップで、前記ユーザが前記店舗に入ったと判別されたときには、前記サービス情報が提示された時刻と、前記ユーザが前記店舗に入った時刻との差分に応じて異なる前記店舗の付加的なサービス情報を、前記端末装置が前記ユーザに提示する付加サービス提示ステップとを含んでもよい。

【０４５９】

これにより、例えば図８６～図９０を用いて説明した動作のように、サービス情報が提示された時刻（または被写体の撮影が行われた時刻）と、ユーザが店舗に入った時刻との差分が小さいほど、ユーザにとってより有益なサービス情報を付加的なサービス情報としてそのユーザに提示することができる。つまり、被写体の撮像によってサービス情報の提示を受けてから入店までの時間が短いユーザに対しては、より有益なサービスを付加的に

提供することができる。

【０４６０】

また、前記サービス提供方法は、さらに、前記サービス提示ステップで提示されたサービス情報に対応する店舗で、前記ユーザが前記サービス情報によって示されるサービスを利用したか否かを判定する利用判定ステップと、前記サービス情報が提示されるごとに、前記利用判定ステップにおいて判定された結果を集積し、集積された内容に基づいて前記被写体の広告効果を解析する解析ステップとを含んでもよい。

【０４６１】

例えば図８６～図９０を用いて説明した動作のように、商品価格の２０％割引などのサービスがサービス情報に示されている場合に、そのサービスが例えば電子決済によって利用されたか否かが判定される。つまり、被写体の撮像時にユーザにサービスが提供されるごとに、そのサービスが利用されたか否かが判定される。その結果、例えば、利用されたと判定されることが多い場合には、被写体の広告効果は高いと解析することができる。つまり、被写体の広告効果を利用結果に基づいて適切に解析することができる。

【０４６２】

また、前記解析ステップでは、前記利用判定ステップにおいて判定された結果とともに、前記被写体の位置、前記サービス情報が提示された時刻、前記店舗の位置、および、前記店舗に前記ユーザが入った時刻のうちの、少なくとも１つを集積し、集積された内容に基づいて前記被写体の広告効果を解析してもよい。

【０４６３】

これにより、被写体の広告効果をより詳細に解析することができる。例えば、被写体の位置を変えた場合には、位置を変える前と後とでの広告効果を比較することができ、その結果、広告効果の高い位置に被写体を出すことができる。

【０４６４】

また、前記サービス提供方法は、さらに、前記サービス提示ステップで提示されたサービス情報に対応する店舗で、前記ユーザが前記サービス情報によって示されるサービスを利用したか否かを判定する利用判定ステップと、前記利用判定ステップで前記サービスを利用したと判定されたときには、前記サービスが利用された店舗である利用店舗が、前記被写体に関連付けられた特定店舗であるか否かを判定する店舗判定ステップと、前記店舗判定ステップで前記利用店舗が前記特定店舗でないと判定されたときには、前記利用店舗において前記サービスを利用して決済された金額の少なくとも一部を、電子商取引を用いて、前記特定店舗に還元する還元ステップとを含んでもよい。

【０４６５】

これにより、例えば図８６～図９０を用いて説明した動作のように、特定店舗（例えば、被写体である看板を出している広告店舗）でサービスが利用されない場合であっても、特定店舗は、例えば被写体である看板の設置に対する代償として、利益を得ることができる。

【０４６６】

また、前記サービス提示ステップでは、前記画像取得ステップにおいて輝度変化する光に照らされた前記被写体が撮影された場合には、前記被写体を紹介するための前記サービス情報を前記端末装置が前記ユーザに提示し、前記画像取得ステップにおいて輝度変化する照明機器が前記被写体として撮影された場合には、前記被写体が配置された建物内部を案内するための前記サービス情報を前記端末装置が前記ユーザに提示してもよい。

【０４６７】

これにより、例えば図１０５および図１０６を用いて説明した動作のように、例えば美術館などの館内の案内サービスと、被写体である展示物の紹介サービスとを適切にユーザに提供することができる。

【０４６８】

また、本実施の形態における情報通信方法は、複数の発光素子を有する被写体から情報を取得する情報通信方法であって、イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得ら

れる画像に、前記イメージセンサに含まれる露光ラインに対応する輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの露光時間を設定する露光時間設定ステップと、第１の情報を示すための輝度変化のパターンにしたがって前記複数の発光素子の全てが同じ態様で輝度変化する前記被写体を、設定された前記露光時間で前記イメージセンサが撮影することによって、前記輝線を含む画像である輝線画像を取得する画像取得ステップと、取得された前記輝線画像に含まれる前記輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより前記第１の情報を取得する第１の情報取得ステップと、前記複数の発光素子のそれぞれが、互いに異なる２つの輝度値のうちの一方の輝度値で発光する前記被写体を撮影し、撮影によって得られる画像に示される、前記露光ラインに平行な方向に沿う輝度の明暗の配列によって特定されるデータを復調することにより第２の情報を取得する第２の情報取得ステップとを含む。

【０４６９】

または、本実施の形態における情報通信方法は、輝度変化によって信号を送信する情報通信方法であって、送信対象の第１の信号を変調することによって、輝度変化のパターンを決定する決定ステップと、決定された前記輝度変化のパターンにしたがって、発光体が有する複数の発光素子の全てが同じ態様で輝度変化することによって、前記第１の信号を送信する第１の送信ステップと、前記複数の発光素子のそれぞれが、互いに異なる２つの輝度値のうちの一方の輝度値で発光することにより、前記発光体が配置された空間上に、輝度の明暗の配列を現すことによって、送信対象の第２の信号を送信する第２の送信ステップとを含む。

【０４７０】

これにより、例えば図１１０～図１１２を用いて説明した動作のように、被写体または発光体である照明装置が、一列に配列された複数のＬＥＤを備えた細長いものであっても、受信機は、撮影の向きに関わらず、その照明装置からの情報または信号を適切に取得することができる。つまり、受信機に備えられているイメージセンサの露光ライン（撮像側の操作方向）と、複数のＬＥＤの配列方向とが平行でない場合には、受信機は、照明装置の全体の輝度変化から情報または信号を適切に取得することができる。さらに、受信機は、露光ラインと上述の配列方向とが平行である場合でも、受信機は、露光ラインに平行な方向に沿う輝度の明暗の配列から、情報または信号を適切に取得することができる。言い換えれば、情報の受信に対する、撮像の向きの依存性を抑えることができる。

【０４７１】

（実施の形態５）

本実施の形態では、上記実施の形態１～４におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤや有機ＥＬなどの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた適用例について説明する。

【０４７２】

図１１３は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。

【０４７３】

送信機８３２１、送信機８３２２および送信機８３２３はそれぞれ、上記実施の形態１～４の何れかの送信機と同様の機能を備え、輝度変化によって信号を送信（可視光通信）する照明機器として構成されている。また、これらの送信機８３２１～８３２３はそれぞれ互いに異なる周波数で輝度変化することによって信号を送信する。例えば、送信機８３２１は、周波数ａ（例えば９２００Ｈｚ）で輝度変化することによって、その送信機８３２１のＩＤ「１０００」を送信し、送信機８３２２は、周波数ｂ（例えば９６００Ｈｚ）で輝度変化することによって、その送信機８３２２のＩＤ「２０００」を送信し、送信機８３２３は、周波数ｃ（例えば１００００Ｈｚ）で輝度変化することによって、その送信機８３２２のＩＤ「３０００」を送信する。

【０４７４】

受信機は、これらの送信機８３２１～８３２３が全て画角に含まれるように、送信機８３２１～８３２３を上記実施の形態１～４と同様に撮像（可視光撮影）する。その撮像に

よって得られる画像には、各送信機に対応する輝線パターンが現れている。なお、輝線パターンからは、その輝線パターンに対応する送信機の輝度変化の周波数を特定することができる。

【０４７５】

ここで、仮に、送信機８３２１～８３２３のそれぞれの周波数が同一である場合には、送信機のそれぞれに対応する輝線パターンから特定される周波数も同一となる。さらに、それらの輝線パターンが互いに隣接している場合には、それらの輝線パターンから特定される周波数が同一であるため、それらの輝線パターンを区別することが難しくなる。

【０４７６】

そこで、上述のように、送信機８３２１～８３２３が互いに異なる周波数で輝度変化することによって、受信機は、それらの輝線パターンを容易に区別することができ、それぞれの輝線パターンによって特定されるデータを復調することによって、送信機８３２１～８３２３のそれぞれのＩＤを適切に取得することができる。つまり、受信機は、送信機８３２１～８３２３からの信号を適切に区別することができる。

【０４７７】

なお、送信機８３２１～８３２３のそれぞれの周波数は、リモートコントローラによって設定されてもよく、ランダムに設定されてもよい。また、送信機８３２１～８３２３のそれぞれは、隣の送信機と通信し、隣の通信機の周波数と異なるように、自らの送信機の周波数を自動的に設定してもよい。

【０４７８】

図１１４は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。

【０４７９】

上述の例では、送信機のそれぞれが異なる周波数で輝度変化するが、５つ以上の送信機がある場合には、それぞれが異なる周波数で輝度変化しなくてもよい。つまり、５つ以上の送信機のそれぞれは、４種類の周波数のうちの何れか１つの周波数で輝度変化すればよい。

【０４８０】

例えば、図１１４に示すように、５つ以上の送信機のそれぞれに対応する輝線パターン（図１１４中の矩形領域）が隣接している状況であっても、周波数の種類は送信機の数だけ必要ではなく、４種類（周波数ａ，ｂ，ｃ，ｄ）あれば、互いに隣接する輝線パターンの周波数を確実に異ならせることができる。このことは、四色問題または四色定理によって理由付けられる。

【０４８１】

つまり、本実施の形態では、複数の送信機のそれぞれは、少なくとも４種類の周波数のうちの何れか１つの周波数で輝度変化し、複数の送信機のうちの２つ以上の発光体は、同一の周波数で輝度変化する。また、受信機のイメージセンサの受光面に、その複数の送信機が投影される場合に、その受光面上で互いに隣接する全ての送信機（送信機の像である輝線パターン）間で輝度変化の周波数が異なるように、その複数の送信機のそれぞれは輝度変化する。

【０４８２】

図１１５は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。

【０４８３】

送信機は、予め定められた時間単位（スロット）ごとに、高い輝度の光（Ｈ）または低い輝度の光（Ｌ）を出力することによって輝度変化し、この輝度変化によって信号を送信する。ここで、送信機は、ヘッダとボディとからなるブロックごとに信号を送信する。ヘッダは、例えば図７９Ａに示すように７スロットを用いて（Ｌ，Ｈ，Ｌ，Ｈ，Ｌ，Ｈ，Ｈ）として表現される。そして、ボディは、複数のシンボル（００，０１，１０または１１）からなり、各シンボルは４スロット（４値ＰＰＭ）を用いて表現される。また、ブロックは、予め定められた数（図１１５の例では１９）のスロットを用いて表現される。また、ＩＤは、例えば４つのブロックのそれぞれに含まれるボディを結合することによって得

られるものである。なお、ブロックは３３個のスロットを用いて表現されてもよい。

【０４８４】

受信機の撮像によって得られる輝線パターンは、そのヘッダに対応するパターン（ヘッダパターン）と、ボディに対応するパターン（データパターン）とを含む。データパターンには、ヘッダパターンと同じパターンが含まれていない。したがって、受信機は、輝線パターンからヘッダパターンを容易に見つけることができ、ヘッダパターンと次のヘッダパターンとの間の画素数（ブロックに対応する露光ラインの数）を計測することができる。受信機は、１ブロックのスロット数（図１１５の例では１９）は周波数に関わらず固定の数に定められているため、この計測された画素数に応じて送信機の周波数（１スロットの時間幅の逆数）を特定することができる。つまり、受信機は、画素数が多いほど低い周波数を特定し、画素数が少ないほど高い周波数を特定する。

【０４８５】

このように、受信機は、送信機の撮像によって、その送信機のＩＤを取得することができるとともに、その送信機の周波数を特定することができる。ここで、受信機は、このように特定される周波数を利用して、取得されたＩＤが適切なものであるか否かを判定すること、つまり、ＩＤのエラー検出を行うことができる。具体的には、受信機は、ＩＤに対するハッシュ値を算出し、そのハッシュ値と、特定された周波数とを比較する。受信機は、そのハッシュ値と周波数とが一致する場合には、取得されたＩＤが適切なものであると判定し、一致しない場合には、取得されたＩＤが不適切なもの（エラー）であると判定する。例えば、受信機は、ＩＤを予め定められた除数で除算した余りをハッシュ値として扱う。逆に言えば、送信機は、送信対象のＩＤに対するハッシュ値と同じ値の周波数（１スロットの時間幅の逆数）で輝度変化することによって、その送信対象のＩＤを送信する。

【０４８６】

図１１６は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。

【０４８７】

送信機は、上述のようにハッシュ値と同じ値の周波数を用いるのではなく、任意の周波数を用い、その任意の周波数で輝度変化してもよい。この場合、送信機は、その送信機のＩＤと異なる値を示す信号を送信する。例えば、送信機のＩＤが「１００」であって、その送信機が任意の周波数として２ｋＨｚを用いる場合には、送信機は、ＩＤと周波数とを組み合せた信号「１００２」を送信する。同様に、他の送信機のＩＤが「１１０」であって、他の送信機が任意の周波数として１ｋＨｚを用いる場合には、他の送信機は、ＩＤと周波数とを組み合せた信号「１１０１」を送信する。

【０４８８】

この場合には、受信機は、送信機から送信されて取得された信号のうちの下一桁目の数値を、エラー検出に利用し、残りの桁の数値を送信機のＩＤとして抽出する。そして、受信機は、輝度パターンから特定された周波数と、取得された信号に含まれる上記下一桁目の数値とを比較する。受信機は、その下一桁目の数値と周波数とが一致する場合には、抽出されたＩＤが適切なものであると判定し、一致しない場合には、抽出されたＩＤが不適切なもの（エラー）であると判定する。

【０４８９】

これにより、受信機においてエラー検出を可能としながらも、送信機における輝度変化の周波数の設定の自由度を増すことができる。

【０４９０】

図１１７は、実施の形態５における受信機の動作の一例を示す図である。

【０４９１】

図１１７に示すように、受信機による撮像（可視光撮影）によって得られる画像において、輝線パターン８３２７ａと輝線パターン８３２７ｂのそれぞれの一部が重なる場合がある。このような場合、受信機は、輝線パターン８３２７ａと輝線パターン８３２７ｂとが重なる部分８３２７ｃからはデータの復調を行わず、輝線パターン８３２７ａと輝線パターン８３２７ｂのそれぞれの部分８３２７ｃ以外の部分からデータの復調を行う。これ

により、受信機は、輝線パターン８３２７ａと輝線パターン８３２７ｂのそれぞれから適切なＩＤを取得することができる。

【０４９２】

図１１８は、実施の形態５における受信機の動作の一例を示す図である。

【０４９３】

送信機は、図１１８の（ａ）に示すように、例えばブロックごとに、そのブロックを送信するための輝度変化の周波数を切り替える。これにより、受信機は、ブロックとブロックの区切りをさらに容易に判別することができる。

【０４９４】

また、送信機は、図１１８の（ｂ）に示すように、例えばブロックのヘッダを送信するための輝度変化の周波数と、そのブロックのボディを送信するための輝度変化の周波数とを異ならせる。これにより、ボディにヘッダと同じパターンが出現することを抑えることができる。その結果、受信機は、ヘッダとボディの区別をさらに適切に判定することができる。

【０４９５】

図１１９は、実施の形態５における送信機、受信機およびサーバを有するシステムの動作の一例を示す図である。

【０４９６】

本実施の形態におけるシステムは、送信機８３３１と、受信機８３３２と、サーバ８３３３とを備える。送信機８３３１は、上記実施の形態１～４の何れかの送信機と同様の機能を備え、送信機８３３１のＩＤを輝度変化によって送信（可視光通信）する照明機器として構成されている。受信機８３３２は、上記実施の形態１～４の何れかの受信機としての機能を備え、送信機８３３１を撮像（可視光撮影）することによって、その送信機８３３１から送信機８３３１のＩＤを取得する。サーバ８３３３は、送信機８３３１および受信機８３３２と例えばインターネットなどのネットワークを介して通信する。

【０４９７】

なお、本実施の形態では、送信機８３３１のＩＤは変更されることがなく、固定されている。一方、送信機８３３１の輝度変化（可視光通信）に用いられる周波数は、設定によって任意に変更可能である。

【０４９８】

このようなシステムでは、送信機８３３１は、まず、輝度変化（可視光通信）に用いられ周波数をサーバ８３３３に登録する。具体的には、送信機８３３１は、自らのＩＤと、その周波数を示す登録周波数情報と、送信機８３３１に関連する関連情報とをサーバ８３３３に送信する。サーバ８３３３は、送信機８３３１のＩＤと登録周波数情報と関連情報とを受信すると、これらを関連付けて記録する。つまり、送信機８３３１のＩＤと、送信機８３３１の輝度変化に用いられる周波数と、関連情報とが互いに関連付けられて記録される。これにより、送信機８３３１の輝度変化に用いられる周波数が登録される。

【０４９９】

次に、送信機８３３１は、その登録された周波数の輝度変化によって、送信機８３３１のＩＤを送信する。受信機８３３２は、送信機８３３１を撮像することによって、そのＩＤを取得するとともに、上述と同様に、その送信機８３３１の輝度変化の周波数を特定する。

【０５００】

次に、受信機８３３２は、その取得されたＩＤと、特定された周波数を示す特定周波数情報とをサーバ８３３３に送信する。サーバ８３３３は、受信機８３３２によって送信されたＩＤおよび特定周波数情報を受信すると、そのＩＤに関連付けて記録されている周波数（登録周波数情報によって示される周波数）を検索し、その記録されている周波数と、特定周波数情報によって示される周波数とが一致するか否かを判定する。ここで、一致すると判定すると、サーバ８３３３は、そのＩＤおよび周波数に関連付けて記録されている関連情報（データ）を受信機８３３２に送信する。

【０５０１】
これにより、受信機８３３２によって特定される周波数が、サーバ８３３３に登録された周波数に一致しなければ、サーバ８３３３から受信機８３３２に関連情報が送信されることはない。したがって、受信機８３３２が送信機８３３１からＩＤを一度だけでも取得してしまえば、受信機８３３２がサーバ８３３３から関連情報をいつでも受け取り可能な状態になってしまうことを、サーバ８３３３に登録される周波数を随時変更することによって防ぐことができる。つまり、送信機８３３１は、サーバ８３３３に登録される周波数（つまり輝度変化に用いられる周波数）を変更することによって、変更前にＩＤを取得した受信機８３３２による関連情報の取得を禁止することができる。言い換えれば、周波数の変更によって、関連情報の取得に対して有効期限を設定することができる。例えば、受信機８３３２のユーザが、送信機８３３１が設置されたホテルに宿泊した場合、宿泊後にホテルの管理者が周波数を変更する。これによって、受信機８３３２は、そのユーザが宿泊した日だけ関連情報を取得することができ、宿泊後にその受信機８３３２が関連情報を取得することを禁止することができる。
【０５０２】
なお、サーバ８３３３は、１つのＩＤに複数の周波数を関連付けて登録しておいてもよい。例えば、サーバ８３３３は、登録周波数情報を受信機８３３２から取得するごとに、常に最新の４つの登録周波数情報によって示される周波数をＩＤに関連付けて登録する。これにより、過去にＩＤを取得した受信機８３３２であっても、周波数が３回変更されるまでは、関連情報をサーバ８３３３から取得することができる。また、サーバ８３３３は、登録されている周波数ごとに、その周波数が送信機８３３１に設定されていた時刻または時間帯を管理しておいてもよい。この場合には、サーバ８３３３は、ＩＤおよび特定周波数情報を受信機８３３２から受けたときには、その特定周波数情報によって示される周波数に対して管理されている時間帯などを確認することによって、その受信機８３３２がＩＤを取得した時間帯を特定することができる。
【０５０３】
図１２０は、実施の形態５における送信機の構成を示すブロック図である。
【０５０４】
送信機８３３４は、上記実施の形態１～４の何れかの送信機と同様の機能を備えるとともに、周波数記憶部８３３５、ＩＤ記憶部８３３６、チェック値記憶部８３３７、チェック値比較部８３３８、チェック値算出部８３３９、周波数算出部８３４０、周波数比較部８３４１、送信部８３４２、およびエラー報知部８３４３を備えている。
【０５０５】
周波数記憶部８３３５は、輝度変化（可視光通信）に用いられる周波数を記憶している。ＩＤ記憶部８３３６は、送信機８３３４のＩＤを記憶している。チェック値記憶部８３３７は、ＩＤ記憶部８３３６に記憶されているＩＤが適切なものであるかを判定するためのチェック値を記憶している。
【０５０６】
チェック値算出部８３３９は、ＩＤ記憶部８３３６に記憶されているＩＤを読み出し、そのＩＤに対して所定の関数を適用することによって、そのＩＤに対するチェック値（算出チェック値）を算出する。チェック値比較部８３３８は、チェック値記憶部８３３７に記憶されているチェック値を読み出し、そのチェック値と、チェック値算出部８３３９によって算出された算出チェック値とを比較する。チェック値比較部８３３８は、算出チェック値がチェック値と異なると判定すると、エラーをエラー報知部８３４３に通知する。例えば、チェック値記憶部８３３７は、ＩＤ記憶部８３３６に記憶されているＩＤが偶数であることを示す値「０」をチェック値として記憶している。チェック値算出部８３３９は、ＩＤ記憶部８３３６に記憶されているＩＤを読み出して値「２」で除算することによって、その余りを算出チェック値として算出する。そして、チェック値比較部８３３８は、チェック値「０」と、上述の除算の余りである算出チェック値とを比較する。
【０５０７】

周波数算出部８３４０は、ＩＤ記憶部８３３６に記憶されているＩＤを、チェック値算出部８３３９を介して読み出し、そのＩＤから周波数（算出周波数）を算出する。例えば、周波数算出部８３４０は、ＩＤを予め定められた値で除算することによって、その余りを周波数として算出する。周波数比較部８３４１は、周波数記憶部８３３５に記憶されている周波数（記憶周波数）と、算出周波数とを比較する。周波数比較部８３４１は、算出周波数が記憶周波数と異なると判定すると、エラーをエラー報知部８３４３に通知する。

【０５０８】

送信部８３４２は、周波数算出部８３４０によって算出された算出周波数で輝度変化することによって、ＩＤ記憶部８３３６に記憶されているＩＤを送信する。

【０５０９】

エラー報知部８３４３は、チェック値比較部８３３８および周波数比較部８３４１のうちの少なくとも一方からエラーが通知されたときには、ブザー音、点滅または点灯などによってエラーを報知する。具体的には、エラー報知部８３４３は、エラーの報知用にランプを備え、そのランプを点灯または点滅させることによってエラーを報知する。または、エラー報知部８３４３は、送信機８３３４の電源スイッチがＯＮに切り替えられたときに、ＩＤなどの信号を送信するために輝度変化する光源を、所定の期間（例えば１０秒）だけ、人間が認知し得る周期で点滅させることによってエラーを報知する。

【０５１０】

これにより、ＩＤ記憶部８３３６に記憶されているＩＤと、そのＩＤから算出される周波数が適切なものであるかがチェックされるため、誤ったＩＤの送信と、誤った周波数での輝度変化とを防ぐことができる。

【０５１１】

図１２１は、実施の形態５における受信機の構成を示すブロック図である。

【０５１２】

受信機８３４４は、上記実施の形態１～４の何れかの受信機と同様の機能を備えるとともに、受光部８３４５、周波数検出部８３４６、ＩＤ検出部８３４７、周波数比較部８３４８、および周波数算出部８３４９を備えている。

【０５１３】

受光部８３４５は、例えばイメージセンサを備え、輝度変化する送信機を撮像（可視光撮影）することによって、輝線パターンを含む画像を取得する。ＩＤ検出部８３４７は、送信機のＩＤをその画像から検出する。つまり、ＩＤ検出部８３４７は、その画像に含まれる輝線パターンによって特定されるデータを復調することによって、送信機のＩＤを取得する。周波数検出部８３４６は、送信機の輝度変化の周波数をその画像から検出する。つまり、周波数検出部８３４６は、図１１５を用いて説明した例のように、その画像に含まれる輝線パターンから送信機の周波数を特定する。

【０５１４】

周波数算出部８３４９は、ＩＤ検出部８３４７によって検出されたＩＤから、例えば上述のようにＩＤに対して除算を行うことによって、送信機の周波数を算出する。周波数比較部８３４８は、周波数検出部８３４６によって検出された周波数と、周波数算出部８３４９によって算出された周波数とを比較する。ここで、周波数比較部８３４８は、これらの周波数が異なる場合には、検出されたＩＤが誤りであると判断し、ＩＤ検出部８３４７に対してＩＤの検出をやり直させる。これにより、誤ったＩＤを取得することを防ぐことができる。

【０５１５】

図１２２は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。

【０５１６】

送信機は、予め定められた時間単位において輝度変化がある位置を異ならせることによって、シンボル「００，０１，１０，１１」のそれぞれを区別して送信してもよい。

【０５１７】

例えば、シンボル「００」を送信するときには、送信機は、時間単位における最初の区

間である第１区間だけ輝度変化することによって、そのシンボル「００」を送信する。また、シンボル「０１」を送信するときには、送信機は、時間単位における二番目の区間である第２区間だけ輝度変化することによって、そのシンボル「０１」を送信する。同様に、シンボル「１０」を送信するときには、送信機は、時間単位における三番目の区間である第３区間だけ輝度変化することによって、そのシンボル「１０」を送信し、シンボル「１１」を送信するときには、送信機は、時間単位における四番目の区間である第４区間だけ輝度変化することによって、そのシンボル「１１」を送信する。

【０５１８】

このように本実施の形態では、何れのシンボルを送信するときにも、１つの区間内では輝度変化するため、１つの区間（スロット）の全体を低い輝度にしてしまう上述の送信機と比べて、ちらつきを抑えることができる。

【０５１９】

図１２３は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。

【０５２０】

送信機は、予め定められた時間単位において輝度変化の有無を異ならせることによって、シンボル「０，１」のそれぞれを区別して送信してもよい。例えば、シンボル「０」を送信するときには、送信機は、時間単位において輝度変化しないことによって、そのシンボル「０」を送信する。また、シンボル「１」を送信するときには、送信機は、時間単位において輝度変化することによって、そのシンボル「１」を送信する。

【０５２１】

図１２４は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。

【０５２２】

送信機は、予め定められた時間単位における輝度変化の激しさ（周波数）を異ならせることによって、シンボル「００，０１，１０，１１」のそれぞれを区別して送信してもよい。例えば、シンボル「００」を送信するときには、送信機は、時間単位において輝度変化しないことによって、そのシンボル「００」を送信する。また、シンボル「０１」を送信するときには、送信機は、時間単位において輝度変化すること（低い周波数で輝度変化すること）によって、そのシンボル「０１」を送信する。また、シンボル「１０」を送信するときには、送信機は、時間単位において激しく輝度変化すること（高い周波数で輝度変化すること）によって、そのシンボル「１０」を送信する。そして、シンボル「１１」を送信するときには、送信機は、時間単位においてさらに激しく輝度変化すること（より高い周波数で輝度変化すること）によって、そのシンボル「１１」を送信する。

【０５２３】

図１２５は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。

【０５２４】

送信機は、予め定められた時間単位における輝度変化の位相を異ならせることによって、シンボル「０，１」のそれぞれを区別して送信してもよい。例えば、シンボル「０」を送信するときには、送信機は、時間単位において予め定められた位相で輝度変化することによって、そのシンボル「０」を送信する。また、シンボル「１」を送信するときには、送信機は、時間単位において、上記位相と逆の位相で輝度変化することによって、そのシンボル「１」を送信する。

【０５２５】

図１２６は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。

【０５２６】

送信機は、ＩＤなどの信号を送信する際には、例えば赤色、緑色、および青色などの色ごとに輝度変化してもよい。これにより、色ごとの輝度変化を認識することができる受信機に対しては、送信機はより多くの情報量の信号を送信することができる。また、何れかの色の輝度変化をクロック合わせに使用してもよい。例えば、赤色の輝度変化をクロック合わせに使用してもよい。この場合、赤色の輝度変化がヘッダとして役割を果たす。その結果、赤色以外の色（緑色および青色）の輝度変化には、ヘッダを用いる必要がなく、冗

長なデータの送信を抑えることができる。

【０５２７】

図１２７は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。

【０５２８】

送信機は、例えば赤色、緑色および青色などの複数の色を合成することで合成色（例えば白色）の輝度を表現してもよい。つまり、送信機は、赤色、緑色、および青色などの色ごとに輝度変化することによって、合成色の輝度変化を表現する。この合成色の輝度変化によって、上述の可視光通信と同様に、送信対象の信号が送信される。ここで、赤色、緑色および青色のうちの何れか１つ以上の色の輝度を、合成色の予め定められた輝度を表現するための調整用に用いてもよい。これにより、合成色の輝度変化によって信号を送信することができるとともに、赤色、緑色および青色のうちの何れか２つの色の輝度変化によって信号を送信することができる。つまり、送信機は、上述のような合成色（例えば白色）の輝度変化のみ認識可能な受信機に対しても、信号を送信することができるとともに、赤色、緑色および青色などの各色も認識可能な受信機に対しては、より多くの信号を例えば付帯情報として送信することができる。

【０５２９】

図１２８は、実施の形態５における送信機の動作の一例を示す図である。

【０５３０】

送信機は４つの光源を備えている。これらの４つの光源（例えばＬＥＤ電灯）はそれぞれ、図１２８に示されるＣＩＥｘｙ色度図において互いに異なる位置８３５１ａ，８３５１ｂ，８３５２ａ，８３５２ｂによって表される色の光を発する。

【０５３１】

送信機は、第１点灯送信と第２点灯送信とを切り替えることによって、各信号を送信する。ここで、第１点灯送信は、４つの光源のうち、位置８３５１ａの色の光を発する光源と、位置８３５１ｂの色の光を発する光源とを点灯させることによって、信号「０」を送信する処理である。また、第２点灯送信は、位置８３５２ａの色の光を発する光源と、位置８３５２ｂの色の光を発する光源とを点灯させることによって、信号「１」を送信する処理である。受信機のイメージセンサは、位置８３５１ａ，８３５１ｂ，８３５２ａ，８３５２ｂのそれぞれによって表される色を識別することができるため、受信機は信号「０」と信号「１」とを適切に受信することができる。

【０５３２】

ここで、第１点灯送信が行われているときには、ＣＩＥｘｙ色度図において位置８３５１ａ，８３５１ｂの中間にある位置によって表される色が人間の目に映る。同様に、第２点灯送信が行われているときには、ＣＩＥｘｙ色度図において位置８３５２ａ，８３５２ｂの中間にある位置によって表される色が人間の目に映る。したがって、４つの光源の色および輝度を適切に調整することによって、位置８３５１ａ，８３５１ｂの中間にある位置と、位置８３５２ａ，８３５２ｂの中間にある位置とを（位置８３５３に）一致させることができる。これにより、第１点灯送信と第２点灯送信とが切り替えられても、人間の目には、送信機の発光色が固定されていように映るため、人間がちらつきを感じることを抑えることができる。

【０５３３】

図１２９は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。

【０５３４】

送信機は、ＩＤ記憶部８３６１、乱数生成部８３６２、加算部８３６３、暗号部８３６４、および送信部８３６５を備えている。ＩＤ記憶部８３６１は、送信機のＩＤを記憶している。乱数生成部８３６２は、一定時間ごとに異なる乱数を生成する。加算部８３６３は、ＩＤ記憶部８３６１に記憶されているＩＤに対して、乱数生成部８３６２によって生成された最新の乱数を組み合わせ、その結果を編集ＩＤとして出力する。暗号部８３６４は、その編集ＩＤに対して暗号化を行うことによって暗号化編集ＩＤを生成する。送信部８３６５は輝度変化することによって、その暗号化編集ＩＤを受信機に送信する。

【０５３５】
受信機は、受信部８３６６、復号部８３６７およびＩＤ取得部８３６８を備えている。受信部８３６６は、送信機を撮像（可視光撮影）することによって、暗号化編集ＩＤを送信機から受信する。復号部８３６７は、その受信された暗号化編集ＩＤを復号することによって編集ＩＤを復元する。ＩＤ取得部８３６８は、復元された編集ＩＤからＩＤを抽出することによってそのＩＤを取得する。
【０５３６】
例えば、ＩＤ記憶部８３６１はＩＤ「１００」を記憶しており、乱数生成部８３６２は最新の乱数「８１７」を生成する（例１）。この場合、加算部８３６３は、ＩＤ「１００」に対して乱数「８１７」を組み合わせることによって、編集ＩＤ「１００８１７」を生成して出力する。暗号部８３６４は、その編集ＩＤ「１００８１７」に対して暗号化を行うことによって、暗号化編集ＩＤ「ａｂｃｅｄ」を生成する。受信機の復号部８３６７は、その暗号化編集ＩＤ「ａｂｃｅｄ」を復号することによって、編集ＩＤ「１００８１７」を復元する。そして、ＩＤ取得部８３６８は、復元された編集ＩＤ「１００８１７」からＩＤ「１００」を抽出する。言い換えれば、ＩＤ取得部８３６８は、編集ＩＤの下３桁を削除することによって、ＩＤ「１００」を取得する。
【０５３７】
次に、乱数生成部８３６２は新たな乱数「６１９」を生成する（例２）。この場合、加算部８３６３は、ＩＤ「１００」に対して乱数「６１９」を組み合わせることによって、編集ＩＤ「１００６１９」を生成して出力する。暗号部８３６４は、その編集ＩＤ「１００６１９」に対して暗号化を行うことによって、暗号化編集ＩＤ「ｄｉｆｉａ」を生成する。送信機の復号部８３６７は、その暗号化編集ＩＤ「ｄｉｆｉａ」を復号することによって、編集ＩＤ「１００６１９」を復元する。そして、ＩＤ取得部８３６８は、復元された編集ＩＤ「１００６１９」からＩＤ「１００」を抽出する。言い換えれば、ＩＤ取得部８３６８は、編集ＩＤの下３桁を削除することによって、ＩＤ「１００」を取得する。
【０５３８】
このように、送信機はＩＤを単純に暗号化することなく、一定時間ごとに変更される乱数が組み合わされたものを暗号化するため、送信部８３６５から送信される信号から簡単にＩＤが解読されることを防ぐことができる。つまり、単純に暗号化されたＩＤが送信機から受信機に何度か送信される場合には、そのＩＤが暗号化されていても、そのＩＤが同じであれば、送信機から受信機に送信される信号も同じであるため、そのＩＤが解読される可能性がある。しかし、図１２９に示す例では、一定時間ごとに変更される乱数がＩＤに組み合わされて、その乱数が組み合わされたＩＤが暗号化される。したがって、同じＩＤが受信機に何度か送信される場合でも、それらのＩＤの送信のタイミングが異なれば、送信機から受信機へ送信される信号を異ならせることができる。その結果、ＩＤが容易に解読されるのを防ぐことができる。
【０５３９】
図１３０は、実施の形態５における送信機および受信機の動作の一例を示す図である。
【０５４０】
送信機は、ＩＤ記憶部８３７１、計時部８３７２、加算部８３７３、暗号部８３７４、および送信部８３７５を備えている。ＩＤ記憶部８３７１は、送信機のＩＤを記憶している。計時部８３７２は計時し、現在日時（現在の年月日および時刻）を出力する。加算部８３７３は、ＩＤ記憶部８３７１に記憶されているＩＤに対して、計時部８３７２から出力された現在日時を送信日時として組み合わせ、その結果を編集ＩＤとして出力する。暗号部８３７４は、その編集ＩＤに対して暗号化を行うことによって暗号化編集ＩＤを生成する。送信部８３７５は輝度変化することによって、その暗号化編集ＩＤを受信機に送信する。
【０５４１】
受信機は、受信部８３７６、復号部８３７７、有効判定部８３７８、および計時部８３７９を備えている。受信部８３７６は、送信機を撮像（可視光撮影）することによって、

暗号化編集ＩＤを送信機から受信する。復号部８３７７は、その受信された暗号化編集ＩＤを復号することによって編集ＩＤを復元する。計時部８３７９は計時し、現在日時（現在の年月日および時刻）を出力する。有効判定部８３７８は、復元された編集ＩＤからＩＤを抽出することによってそのＩＤを取得する。さらに、有効判定部８３７８は、復元された編集ＩＤから送信日時を抽出し、その送信日時と、計時部８３７９から出力された現在日時とを比較することによって、そのＩＤの有効性を判定する。例えば、有効判定部８３７８は、送信日時と現在日時との差が予め定められた時間よりも長い場合、または、送信日時が現在日時よりも新しい場合には、そのＩＤが無効であると判定する。

【０５４２】

例えば、ＩＤ記憶部８３７１はＩＤ「１００」を記憶しており、計時部８３７２は現在日時「２０１３０５０１１２００」（２０１３年５月１日１２時０分）を送信日時として出力する（例１）。この場合、加算部８３７３は、ＩＤ「１００」に対して送信日時「２０１３０５０１１２００」を組み合わせることによって、編集ＩＤ「１００２０１３０５０１１２００」を生成して出力する。暗号部８３７４は、その編集ＩＤ「１００２０１３０５０１１２００」に対して暗号化を行うことによって、暗号化編集ＩＤ「ｅｉ３９ｋｓ」を生成する。受信機の復号部８３７７は、その暗号化編集ＩＤ「ｅｉ３９ｋｓ」を復号することによって、編集ＩＤ「１００２０１３０５０１１２００」を復元する。そして、有効判定部８３７８は、復元された編集ＩＤ「１００２０１３０５０１１２００」からＩＤ「１００」を抽出する。言い換えれば、有効判定部８３７８は、編集ＩＤの下１２桁を削除することによって、ＩＤ「１００」を取得する。さらに、有効判定部８３７８は、復元された編集ＩＤ「１００２０１３０５０１１２００」から送信日時「２０１３０５０１１２００」を抽出する。そして、有効判定部８３７８は、送信日時「２０１３０５０１１２００」が、計時部８３７９から出力された現在日時よりも古く、その送信日時と現在日時との差が例えば１０分以内であれば、そのＩＤ「１００」が有効であると判定する。

【０５４３】

一方、ＩＤ記憶部８３７１はＩＤ「１００」を記憶しており、計時部８３７２は現在日時「２０１４０１０１１７３０」（２０１４年１月１日１７時３０分）を送信日時として出力する（例２）。この場合、加算部８３７３は、ＩＤ「１００」に対して送信日時「２０１４０１０１１７３０」を組み合わせることによって、編集ＩＤ「１００２０１４０１０１１７３０」を生成して出力する。暗号部８３７４は、その編集ＩＤ「１００２０１４０１０１１７３０」に対して暗号化を行うことによって、暗号化編集ＩＤ「００２ｊｆｌｋ」を生成する。受信機の復号部８３７７は、その暗号化編集ＩＤ「００２ｊｆｌｋ」を復号することによって、編集ＩＤ「１００２０１４０１０１１７３０」を復元する。そして、有効判定部８３７８は、復元された編集ＩＤ「１００２０１４０１０１１７３０」からＩＤ「１００」を抽出する。言い換えれば、有効判定部８３７８は、編集ＩＤの下１２桁を削除することによって、ＩＤ「１００」を取得する。さらに、有効判定部８３７８は、復元された編集ＩＤ「１００２０１４０１０１１７３０」から送信日時「２０１４０１０１１７３０」を抽出する。そして、有効判定部８３７８は、送信日時「２０１４０１０１１７３０」が、計時部８３７９から出力された現在日時よりも新しければ、そのＩＤ「１００」が無効であると判定する。

【０５４４】

このように、送信機はＩＤを単純に暗号化することなく、一定時間ごとに変更される現在日時が組み合わされたものを暗号化するため、送信部８３７５から送信される信号から簡単にＩＤが解読されることを防ぐことができる。つまり、単純に暗号化されたＩＤが送信機から受信機に何度か送信される場合には、そのＩＤが暗号化されていても、そのＩＤが同じであれば、送信機から受信機に送信される信号も同じであるため、そのＩＤが解読される可能性がある。しかし、図１３０に示す例では、一定時間ごとに変更される現在日時がＩＤに組み合わされて、その現在日時が組み合わされたＩＤが暗号化される。したがって、同じＩＤが受信機に何度か送信される場合でも、それらのＩＤの送信のタイミングが異なれば、送信機から受信機へ送信される信号を異ならせることができる。その結果、

ＩＤが容易に解読されるのを防ぐことができる。

【０５４５】

さらに、暗号化編集ＩＤが送信された送信日時と現在日時とを比較することによって、取得されたＩＤが有効か否かが判定されるため、ＩＤの有効性を送受信の時間に基づいて管理することができる。

【０５４６】

なお、図１２９および図１３０に示す受信機は、暗号化編集ＩＤを取得すると、その暗号化編集ＩＤをサーバに送信し、そのサーバからＩＤを取得してもよい。

【０５４７】

（駅での案内）

図１３１は、電車のホームにおける本発明の利用形態の一例を示したものである。ユーザが、携帯端末を電子掲示板や照明にかざし、可視光通信により、電子掲示板に表示されている情報、または、電子掲示板の設置されている駅の電車情報・駅の構内情報などを取得する。ここでは、電子掲示板に表示されている情報自体が、可視光通信により、携帯端末に送信されてもよいし、電子掲示板に対応するＩＤ情報が携帯端末に送信され、携帯端末が取得したＩＤ情報をサーバに問い合わせることにより、電子掲示板に表示されている情報を取得してもよい。サーバは、携帯端末からＩＤ情報が送信されてきた場合に、ＩＤ情報に基づき、電子掲示板に表示されている内容を携帯端末に送信する。携帯端末のメモリに保存されている電車のチケット情報と、電子掲示板に表示されている情報とを対比し、ユーザのチケットに対応するチケット情報が電子掲示板に表示されている場合に、携帯端末のディスプレイに、ユーザの乗車予定の電車が到着するホームへの行き先を示す矢印を表示する。降車時に出口や乗り換え経路に近い車両までの経路を表示するとしてもよい。座席指定がされている場合は、その座席までの経路を表示するとしてもよい。矢印を表示する際には、地図や、電車案内情報における電車の路線の色と同じ色を用いて矢印を表示することにより、より分かりやすく表示することができる。また、矢印の表示とともに、ユーザの予約情報（ホーム番号、車両番号、発車時刻、座席番号）を表示することもできる。ユーザの予約情報を併せて表示することにより、誤認識を防ぐことが可能となる。チケット情報がサーバに保存されている場合には、携帯端末からサーバに問い合わせてチケット情報を取得し対比するか、または、サーバ側でチケット情報と電子掲示板に表示されている情報とを対比することにより、チケット情報に関連する情報を取得することができる。ユーザが乗換検索を行った履歴から目的の路線を推定し、経路を表示してもよい。また、電子掲示板に表示されている内容だけでなく、電子掲示板が設置されている駅の電車情報・構内情報を取得し、対比を行ってもよい。ディスプレイ上の電子掲示板の表示に対してユーザに関連する情報を強調表示してもよいし、書き換えて表示してもよい。ユーザの乗車予定が不明である場合には、各路線の乗り場への案内の矢印を表示してもよい。駅の構内情報を取得した場合には、売店・お手洗いへなどの案内する矢印をディスプレイに表示してもよい。ユーザの行動特性を予めサーバで管理しておき、ユーザが駅構内で売店・お手洗いに立ち寄ることが多い場合に、売店・お手洗いなどへ案内する矢印をディスプレイに表示する構成にしてもよい。売店・お手洗いに立ち寄る行動特性を有するユーザに対してのみ、売店・お手洗いなどへ案内する矢印を表示し、その他のユーザに対しては表示を行わないため処理量を減らすことが可能となる。売店・お手洗いなどへ案内する矢印の色を、ホームへの行き先を案内する矢印と異なる色としてもよい。両方の矢印を同時に表示する際には、異なる色とすることにより、誤認識を防ぐことが可能となる。尚、図１３１では電車の例を示したが、飛行機やバスなどでも同様の構成で表示を行うことが可能である。

【０５４８】

（案内看板の翻訳）

図１３２は、空港や駅構内、観光地や病院などに設置された電子案内表示板から可視光通信により情報を取得する場合における一例を示したものである。可視光通信により、電子案内表示板から表示内容の情報を取得し、表示内容の情報を携帯端末に設定されている

言語情報に翻訳をした上で、携帯端末のディスプレイ上に表示を行う。ユーザの言語に翻訳されて表示されるため、ユーザは容易に情報を理解することができる。言語の翻訳は、携帯端末内で行ってもよいし、サーバにおいて行ってもよい。サーバにおいて翻訳を行う場合には、可視光通信により取得した表示内容の情報と、携帯端末の言語情報をサーバに送信し、サーバにおいて翻訳を行い、携帯端末に送信を行い、携帯端末のディスプレイ上に表示を行ってもよい。また、電子案内表示板からＩＤ情報を取得した場合には、ＩＤ情報をサーバに送信し、ＩＤ情報に対応する表示内容情報をサーバから取得する構成でもよい。更に、携帯端末に保存されている国籍情報やチケット情報や手荷物預入情報に基づき、ユーザが次に向かうべき場所へ案内する矢印を表示してもよい。

【０５４９】

（クーポンのポップアップ）

図１３３は、ユーザが店舗に近づくと、可視光通信により取得したクーポン情報が表示される、または、ポップアップが携帯端末のディスプレイに表示される一例を示したものである。ユーザは、携帯端末を用いて、可視光通信により、電子掲示板などから店舗のクーポン情報を取得する。次に、店舗から所定の範囲内にユーザが入ると、店舗のクーポン情報、または、ポップアップが表示される。ユーザが、店舗から所定の範囲内に入ったか否かは、携帯端末のＧＰＳ情報と、クーポン情報に含まれる店舗情報とを用いて判断される。クーポン情報に限らず、チケット情報でもよい。クーポンやチケットが利用できる店舗などが近づくと自動的にアラートしてくれるため、ユーザはクーポンやチケットを適切に利用することが可能となる。

【０５５０】

図１３４は、レジや改札などでクーポン情報・チケット情報、または、ポップアップが携帯端末のディスプレイに表示される一例を示したものである。レジや改札に設置された照明から、可視光通信により、位置情報を取得し、取得した位置情報がクーポン情報・チケット情報に含まれる情報と一致した場合に、表示が行われる。なお、バーコードリーダが発光部を有し、発光部と可視光通信を行うことにより、位置情報を取得してもよいし、携帯端末のＧＰＳから位置情報を取得してもよい。レジ付近に送信機が設置されており、ユーザが受信機をその送信機にかざすことで、受信機のディスプレイにクーポンや支払情報が表示されるとしてもよいし、受信機がサーバと通信して支払い処理を行うとしてもよい。また、クーポン情報・チケット情報に店舗などに設置されているＷｉ－Ｆｉ情報が含まれており、ユーザの携帯端末がクーポン情報・チケット情報に含まれるＷｉ－Ｆｉ情報と同一の情報を取得した場合に、表示を行ってもよい。

【０５５１】

（操作用アプリケーションの起動）

図１３５は、ユーザが携帯端末を用いて、可視光通信により、家電より情報を取得する一例を示したものである。可視光通信により、家電からＩＤ情報、または、当該家電に関する情報を取得した場合に、当該家電を操作するためのアプリケーションが自動的に立ち上がる。図１３５では、テレビを用いた例を示している。このような構成により、携帯端末を家電にかざすだけで、家電を操作するためのアプリケーションを起動することが可能となる。

【０５５２】

（バーコードリーダの動作中に送信を停止する）

図１３６は、バーコードリーダ８４０５ａが商品のバーコードを読み取る際に、バーコードリーダ８４０５ａの付近で可視光通信用のデータ通信を中止する一例を示したものである。バーコード読み取り時に可視光通信を停止することで、バーコードリーダ８４０５ａがバーコードを誤認識することを防ぐことができる。バーコードリーダ８４０５ａは、バーコード読み取りボタンが押されたときに送信停止信号を可視光信号送信機８４０５ｂへ送信し、ボタンから指が離されたとき、あるいは、ボタンから指が離されて所定の時間経過したときに送信再開信号を可視光信号送信機８４０５ｂへ送信する。送信停止信号や送信再開信号は、有線／無線通信や赤外線通信や音波による通信で行う。バーコードリー

ダ８４０５ａは、バーコードリーダ８４０５ａに備えた加速度センサの計測値からバーコードリーダ８４０５ａが動かされたと推定したときに送信停止信号を送信し、バーコードリーダ８４０５ａが所定の時間動かされなかったと推定したときに送信再開信号を送信してもよい。バーコードリーダ８４０５ａは、バーコードリーダ８４０５ａに備えた静電センサや照度センサの計測値からバーコードリーダ８４０５ａが握られたと推定したときに送信停止信号を送信し、手が離されたと推定した時に送信再開信号を送信してもよい。バーコードリーダ８４０５ａは、バーコードリーダ８４０５ａの接地面に設けられたスイッチが押下状態から開放されることからバーコードリーダ８４０５ａが持ち上げられたことを検知して送信停止信号を送信し、前記ボタンが押されることからバーコードリーダ８４０５ａが置かれたことを検知して送信再開信号を送信してもよい。バーコードリーダ８４０５ａは、バーコードリーダ置き場のスイッチや赤外線センサの計測値からバーコードリーダ８４０５ａが持ち上げられたことを検出して送信停止信号を送信し、バーコードリーダ８４０５ａが戻されたことを検出して送信再開信号を送信してもよい。レジ８４０５ｃは、操作が開始されたときに送信停止信号を送信し、精算操作が行われた時に送信再開信号を送信してもよい。

【０５５３】

例えば照明として構成される送信機８４０５ｂは、送信停止信号を受信したとき、信号送信を停止し、また、１００Ｈｚ～１００ｋＨｚのリップル（輝度変化）が小さくなるように動作する。または、信号パターンの輝度変化を小さくして信号送信を継続する。または、搬送波の周期をバーコードリーダ８４０５ａのバーコードの読み取り時間より長くする、または、搬送波の周期をバーコードリーダ８４０５ａの露光時間より短くする。これにより、バーコードリーダ８４０５ａの誤動作を防ぐことができる。

【０５５４】

図１３７に示すように、例えば照明として構成される送信機８４０６ｂは、人感センサやカメラでバーコードリーダ８４０６ａの付近に人がいることを検知し、信号送信を停止する。あるいは、前記送信機８４０５ｂが送信停止信号を受信したときと同様の動作を行う。送信機８４０６ｂは、バーコードリーダ８４０６ａの付近に人がいなくなったことを検知したときに信号送信を再開する。送信機８４０６ｂは、バーコードリーダ８４０６ａの動作音を検出し、所定の時間、信号送信を停止するとしてもよい。

【０５５５】

（パソコンからの情報送信）

図１３８は、本発明の利用形態の一例を示したものである。

【０５５６】

例えばパソコンとして構成される送信機８４０７ａは、備え付けられたディスプレイや接続されたディスプレイやプロジェクタなどの表示装置を通して可視光信号を送信する。送信機８４０７ａは、ブラウザが表示しているウェブサイトのＵＲＬや、クリップボードの情報や、フォーカスを持つアプリケーションが定めた情報を送信する。例えば、ウェブサイトで取得したクーポン情報を送信する。

【０５５７】

（データベース）

図１３９は、送信機が送信するＩＤを管理するサーバの保持するデータベースの構成の一例を示したものである。

【０５５８】

データベースは、ＩＤをキーとした問い合わせに対して渡すデータを保持するＩＤ－データテーブルと、ＩＤをキーとした問い合わせの記録を保存するアクセスログテーブルを持つ。ＩＤ－データテーブルは、送信機が送信するＩＤ、ＩＤをキーとした問い合わせに対して渡すデータ、データを渡す条件、ＩＤをキーとしたアクセスがあった回数、条件をクリアしてデータが渡された回数を持つ。データを渡す条件には、日時や、アクセス回数や、アクセス成功回数や、問い合わせ元の端末の情報（端末の機種、問い合わせを行ったアプリケーション、端末の現在位置など）や、問い合わせ元のユーザ情報（年齢、性別、

職業、国籍、使用言語、信教など）がある。アクセス成功回数を条件とすることで、「アクセス１回あたり１円、ただし１００円を上限としてそれ以降はデータを返さない」といったサービスの方法が可能となる。ログテーブルは、ＩＤをキーとしたアクセスがあったとき、そのＩＤや、要求したユーザのＩＤや、時刻や、その他の付帯情報や、条件をクリアしてデータを渡したかどうかや、渡したデータの内容を記録する。

【０５５９】

（受信開始のジェスチャ）

図１４０は、本通信方式による受信を開始するジェスチャ動作の一例を示したものである。

【０５６０】

ユーザは、例えばスマートフォンとして構成される受信機を突き出し、手首を左右に回転させる動作により、受信を開始させる。受信機は、９軸センサの計測値からこの動作を検出し、受信を開始する。受信機は、この動作の少なくともどちらか一方を検出した場合に受信を開始するとしてもよい。受信機を突き出す動作には、受信機が送信機へ近づくことで、送信機がより大きく撮像され、受信速度や精度が向上するという効果がある。手首を左右に回転させる動作には、受信機の角度を変化させることで、本方式の角度依存性を解消し、安定して受信が可能になるという効果がある。

【０５６１】

なお、この動作は、ホーム画面がフォアグラウンドになっているときのみ行うとしてもよい。これにより、他のアプリを使用中にユーザの意図に反して本通信が行われることを防ぐことができる。

【０５６２】

なお、受信機が突出される動作の検出時にイメージセンサを起動し、手首を左右に振る動作がなければ受信をやめるとしてもよい。イメージセンサの起動には数百ミリ秒から２秒程度の時間がかかるため、これにより、より応答性を高めることができる。

【０５６３】

（電力線による送信機の制御）

図１４１は、本発明の送信機の一例を示したものである。

【０５６４】

信号制御部８４１０ｇは、送信機８４１０ａの送信状態（送信する信号の内容や送信の有無や送信に用いる輝度変化の強さなど）を制御する。信号制御部８４１０ｇは、送信機８４１０ａの制御内容を配電制御部８４１０ｆに送る。配電制御部８４１０ｆは、送信機８４１０ａの電源部８４１０ｂへ供給する電圧や電流や周波数を変化させることで、変化の大きさや変化の時刻の形で制御内容を伝える。電源部８４１０ｂは電圧や電流や周波数の多少の変化には影響されず一定の出力を行うため、電源部８４１０ｂの安定化能力を超えた変化、例えば、電力供給をカットするタイミングや時間幅によって信号を表現することによって信号を伝達する。輝度制御部８４１０ｄは、電源部８４１０ｂによる変換を考慮して、配電制御部８４１０ｆの送信した内容を受け取り、発光部の輝度変化パターンを変化させる。

【０５６５】

（符号化方式）

図１４２は、可視光通信画像の符号化方式の一つを説明する図である。

【０５６６】

この符号化方式では、白と黒の割合が同程度となるため、正相画像と逆相画像の平均輝度が同程度となり、人間がちらつきを感じにくいという利点がある。

【０５６７】

（斜方向から撮像した場合でも受光可能な符号化方式）

図１４３は、可視光通信画像の符号化方式の一つを説明する図である。

【０５６８】

画像１００１ａは白と黒のラインを均一な幅で表示した画像である。この画像１００１

ａを斜めから撮像すると、その撮像によって得られる画像１００１ｂでは、左方のラインは細く、右方のラインは太く表れる。また、画像１００１ａを曲面に投影した場合は、その撮像によって得られる画像１００１ｉでは、異なる太さのラインが表れる。

【０５６９】

そこで、以下の符号化方式によって可視光通信画像を作成する。可視光通信画像１００１ｃは、左から、白のライン、白のラインの３倍の太さの黒のライン、その黒のラインの３分の１の太さの白のラインで構成されている。このように、左隣のラインの３倍の太さのライン、左隣のラインの３分の１の太さのラインが続いた画像としてプリアンブルを符号化する。可視光通信画像１００１ｄ、１００１ｅのように、左隣のラインと同じ太さのラインを「０」として符号化する。可視光通信画像１００１ｆ、１００１ｇのように、左隣のラインの２倍の太さ、あるいは、左隣のラインの半分の太さのラインを「１」として符号化する。即ち、符号化対象ラインの太さを左隣のラインの太さと異ならせる場合に、その符号化対象ラインを「１」として符号化する。この符号化方式を用いた例として、プリアンブルに続いて「０１０１１０００１０１１」を含む信号は、可視光通信画像１００１ｈのような画像によって表現される。なお、ここでは、左隣のラインと同じ太さのラインを「０」、左隣のラインと異なる太さのラインを「１」として符号化したが、左隣のラインと同じ太さのラインを「１」、左隣のラインと異なる太さのラインを「０」として符号化しても構わない。また、左隣のラインとの対比に限らず、右隣のラインとの対比を行ってもよい。つまり、符号化対象ラインの太さと右隣のラインの太さとの対比において、太さが同じか異なるかによって、「１」、「０」を符号化しても構わない。このように、送信機側では、符号化対象ラインと異なる色であり、かつ、隣接するラインの太さと符号化対象ラインの太さを同じにすることで、「０」を符号化し、異なる太さとすることで、「１」を符号化する。

【０５７０】

受信機側では、可視光通信画像を撮像し、撮像した可視光通信画像において、白または黒のラインの太さを検出する。復号対象のラインとは異なる色であり、かつ、復号対象のラインに隣接する（左隣、または、右隣）ラインの太さと、復号対象のラインの太さとを比較し、太さが同じ場合には、復号対象ラインを「０」として復号し、太さが異なる場合には、復号対象ラインを「１」として復号する。太さが同じ場合に「１」、太さが異なる場合に「０」として復号してもよい。復号を行った、１、０のデータ列に基づいて、最終的にデータの復号を行う。

【０５７１】

この符号化方式は局所的なラインの太さの関係を用いている。画像１００１ｂや画像１００１ｉに見られるように、近傍のラインの太さの比は大きくは変化しないため、斜め方向から撮像された場合や、曲面に投影された場合でも、この符号方式で作成された可視光通信画像は正しく復号できる。

【０５７２】

この符号化方式では、白と黒の割合が同程度になるため、正相画像と逆相画像の平均輝度が同程度となり、人間がちらつきを感じにくいという利点がある。また、この符号化方式は、白黒の別はないため、正相信号と逆相信号のどちらの可視光通信画像であっても、同じアルゴリズムで復号可能であるという利点がある。

【０５７３】

また、符号の追加が容易であるという利点がある。例えば、可視光通信画像１００１ｊは、左隣の４倍の太さのラインと左隣の４分の１のラインの組み合わせである。このように、「左隣の５倍と５分の１」「左隣の３倍と３分の２」のように、多くのユニークなパターンが存在しており、特別な意味を持つ信号として定義可能である。例えば、可視光通信画像は複数枚で一つのデータを表すことができるが、送信するデータが変更されたためこれまでに受信したデータの一部が無効になったことを表示するキャンセル信号として可視光通信画像１００１ｊを用いることが考えられる。なお、色については、白、黒に限らず、異なる色であれば、どのような色であってもよい。例えば、補完色を用いても構わな

い。

【０５７４】

（距離によって情報量が異なる符号化方式）

図１４４、図１４５は、可視光通信画像の符号化方式の一つを説明する図である。

【０５７５】

図１４４の（ａ－１）のように、四つに区切った画像のうち一つの部分を黒、残りの部分を白とすることで２ビットの信号を表現すると、この画像の平均輝度は、白を１００％、黒を０％とした場合、７５％となる。図１４４の（ａ－２）のように、白と黒の部分を逆にすると、平均輝度は２５％となる。

【０５７６】

画像１００３ａは、図１４３の符号化方式で作成した可視光通信画像の白の部分を図１４４の（ａ－１）の画像で、黒の部分を図１４４の（ａ－２）の画像で表現した可視光通信画像である。この可視光通信画像は、図１４３の符号化方式で符号化した信号Ａと、図１４４の（ａ－１）および（ａ－２）で符号化した信号Ｂを表している。近くの受信機１００３ｂが可視光通信画像１００３ａを撮像すると、精細な画像１００３ｄが得られ、信号Ａと信号Ｂの両方が受信できる。遠くの受信機１００３ｃが可視光通信画像１００３ａを撮像すると、小さな画像１００３ｅが得られる。画像１００３ｅでは、詳細な部分は確認できず、図１４４の（ａ－１）の部分が白く、図１４４の（ａ－２）の部分が黒くなった画像となるため、信号Ａのみが受信できる。これにより、可視光通信画像と受信機の距離が近いほど多くの情報を伝達することができる。信号Ｂを符号化する方式としては、図１４４の（ｂ－１）と（ｂ－２）の組み合わせや、図１４４の（ｃ－１）と（ｃ－２）の組み合わせを用いてもよい。

【０５７７】

信号Ａと信号Ｂを用いることにより、信号Ａで基本的で重要な情報を表し、信号Ｂで付加的な情報を表すことが可能となる。また、受信機が信号Ａ・ＢをＩＤ情報としてサーバに送信し、サーバがＩＤ情報に対応する情報を受信機に送信する場合は、信号Ｂの有無によってサーバが送信する情報を変化させることが可能となる。

【０５７８】

（データを分割した符号化方式）

図１４６は、可視光通信画像の符号化方式の一つを説明する図である。

【０５７９】

送信する信号１００５ａを、複数のデータ片１００５ｂ、１００５ｃ、１００５ｄに分割する。各データ片にそのデータ片の位置を示すアドレスを付加し、さらに、プリアンブルや誤り検出・訂正符号やフレームタイプ記述等を付加し、フレームデータ１００５ｅ、１００５ｆ、１００５ｇを構成する。フレームデータを符号化して可視光通信画像１００５ｈ、１００５ｉ、１００５ｊを作成して表示する。表示領域が十分大きい場合は、複数の可視光通信画像を連結した可視光通信画像１００５ｋを表示する。

【０５８０】

尚、図１４６のように、映像中に可視光通信画像を挿入する方法として、固体光源を用いた表示機器の場合には、通常に可視光通信信号画像を表示しておき、表示する期間のみに固定光源を点灯させ、それ以外の期間は固体光源を消灯する方法で実現することにより、幅広い表示装置、たとえば、ＤＭＤを用いたプロジェクターを始め、ＬＣＯＳをはじめとする液晶を用いたプロジェクターや、ＭＥＭＳをもちいた表示装置類はもちろん適応可能となる。また、画像表示をサブフレームに分割して表示するタイプの表示装置、たとえば、ＰＤＰや、ＥＬなどのバックライトなどの光源を用いない表示機器においても、一部のサブフレームを可視光通信画像に置き換えることで適応が可能となる。なお、固体光源としては、半導体レーザ、ＬＥＤ光源などが考えられる。

【０５８１】

（逆相画像を挿入する効果）

図１４７と図１４８は、可視光通信画像の符号化方式の一つを説明する図である。

【０５８２】
図１４７の（１００６ａ）のように、送信機は、映像と可視光通信画像（正相画像）の間に黒画像を挿入する。これを受信機で撮像した画像は、図１４７の（１００６ｂ）に示す画像のようになる。受信機は、同時に露光される画素のラインが黒一色である部分の探索は容易であるため、可視光通信画像が撮像されている位置を、その次のタイミングで露光される画素の位置として容易に特定できる。
【０５８３】
図１４７の（１００６ａ）のように、送信機は、可視光通信画像（正相画像）を表示した後に、白黒を反転させた逆走の可視光通信画像を表示させる。受信機は、正相画像と逆相画像の画素値の差を求めることで、正相画像のみを利用した場合の２倍のＳＮ比が得られる。逆に、同じＳＮ比を確保する場合は、白黒の輝度差を半分に抑えることができ、人間が見た際のちらつきを抑えることができる。また、図１４８の（１００７ａ）および（１００７ｂ）のように、映像と可視光通信画像の輝度の差の期待値の移動平均は、正相画像と逆相画像でキャンセルされる。人間の視覚の時間分解能は１／６０秒程度であるため、可視光通信画像を表示する時間をこれ以下にすることで、人間にとって可視光通信画像が表示されていないように感じさせることができる。
【０５８４】
図１４７の（１００６ｃ）に示すように、送信機は、さらに、正相画像と逆相画像の間にも黒画像を挿入してもよい。この場合、受信機による撮像によって、図１４７の（１００６ｄ）に示す画像が得られる。図１４７の（１００６ｂ）に示す画像では、正相画像のパターンと逆相画像のパターンが隣接しているため境界部分で画素値が平均化されてしまうことがあったが、図１４７の（１００６ｄ）に示す画像ではそのような問題が発生しない。
【０５８５】
（超解像）
図１４９は、可視光通信画像の符号化方法の一つを説明する図である。
【０５８６】
図１４９の（ａ）のように、映像データと可視光通信で送信する信号データが分離されている場合は、映像データに超解像処理を行い、得られた超解像画像に可視光通信画像を重畳する。即ち、可視光通信画像には超解像処理を行わない。図１４９の（ｂ）のように、映像データにすでに可視光通信画像が重畳されている場合には、（１）可視光通信画像のエッジ（白・黒など色の違いによりデータを示している部分）を急峻なまま保つ、（２）可視光通信画像の正相画像と逆相画像の平均画像が一様輝度となるように超解像処理を行う。このように、映像データに可視光通信画像が重畳されているか否かにより、可視光通信画像に対する処理を変更することにより、可視光通信をより適切に行う（エラー率を低下させる）ことが可能となる。
【０５８７】
（可視光通信に対応していることの表示）
図１５０は、送信機の動作の一つを説明する図である。
【０５８８】
送信機８５００ａは、可視光通信に対応していることを、投影または表示する画像に重畳して表示する。この表示は、例えば、送信機８５００ａを起動してから所定の時間の間のみ表示される。
【０５８９】
送信機８５００ａは、自身が可視光通信に対応していることを、接続された機器８５００ｃへ送信する。機器８５００ｃは、送信機８５００ａが可視光通信に対応していることを表示する。例えば、機器８５００ｃのディスプレイに、送信機８５００ａが可視光通信に対応していることを表示する。機器８５００ｃは、接続された送信機８５００ａが可視光通信に対応している場合に、可視光通信用のデータを送信機８５００ａへ送信する。送信機８５００ａが可視光通信に対応している旨の表示は、機器８５００ｃが送信機８５０

０ａに接続された際に表示されてもよいし、機器８５００ｃから送信機８５００ａに対して可視光通信用のデータが送信された場合に表示されてもよい。機器８５００ｃから可視光通信用のデータが送信された際に表示する場合は、送信機８５００ａは、データから可視光通信を示す識別情報を取得し、識別情報がデータに可視光通信用のデータが含まれていることを示している場合に、送信機８５００ａが可視光通信に対応していることを表示してもよい。

【０５９０】

このように、投影画面、または、機器のディスプレイに送信機（照明、プロジェクタ、映像表示機器）が可視光通信に対応している旨、または、対応しているか否かを示す表示を行うことにより、ユーザは送信機が可視光通信に対応しているか容易に把握することができる。従って、機器から、送信機に対して可視光通信用のデータを送信しているにも関わらず、可視光通信を行うことができなくなるという誤動作を防ぐことが可能となる。

【０５９１】

（可視光通信信号を用いた情報取得）

図１５１は、可視光通信の応用例の一つを説明する図である。

【０５９２】

送信機８５０１ａは、機器８５０１ｃから映像データと信号データを受信し、可視光通信画像８５０１ｂを表示する。受信機８５０１ｄは、可視光通信画像８５０１ｂを撮像し、可視光通信画像に含まれた信号を受信する。受信機８５０１ｄは、受信信号に含まれた情報（アドレスやパスワード等）から機器８５０１ｃと通信を行い、送信機８５０１ａが表示している映像そのものやその付帯情報（映像ＩＤ、ＵＲＬ、パスワード、ＳＳＩＤ、翻訳データ、音声データ、ハッシュタグ、商品情報、購買情報、クーポン、空席情報等）を受信する。機器８５０１ｃは送信機８５０１ａへの送信状況をサーバ８５０１ｅへ送信し、受信機８５０１ｄはサーバ８５０１ｅから前記情報を得るとしても良い。

【０５９３】

（データフォーマット）

図１５２は、可視光通信データのフォーマットの一つを説明する図である。

【０５９４】

図１５２の（ａ）に示すデータは、記憶域中に映像データの位置を示す映像アドレステーブルと、可視光通信により送信する信号データの位置を示す位置アドレステーブルとを持つ。可視光通信に対応していない映像表示装置では、映像アドレステーブルのみが参照されるため、入力に信号アドレステーブルと信号データが含まれていても映像表示には影響しない。これにより、可視光通信に対応していない映像表示装置に対する後方互換性が保たれる。

【０５９５】

図１５２の（ｂ）に示すデータのフォーマットでは、後に続くデータが映像データであることを示す識別子を映像データの前に配し、後に続くデータが信号データであることを示す識別子を信号データの前に配している。識別子とすることにより、映像データ、または、信号データのある場合にのみ、データに挿入されるため、全体の符号量を小さくすることができる。また、映像データであるか、信号データであるかを示す識別情報を配してもよい。更に、番組情報において、可視光通信用のデータを含むか否かを示す識別情報を含んでいてもよい。番組情報に可視光通信用のデータを含むか否かを示す識別情報が含まれることにより、ユーザは、番組検索の際に、可視光通信可能か否か判断することが可能となる。なお、番組情報に含まれるのは、可視光通信用のデータを含むことを示す識別子であってもよい。更に、データ毎に識別子・識別情報を付加することにより、データ毎の輝度の切り替えや、超解像の切り替えなど処理の切り替えを行うことができ、可視光通信時におけるエラー率を低減させることが可能となる。

【０５９６】

図１５２の（ａ）に示すデータのフォーマットは、光ディスク等の蓄積型メディアからデータを読み出す状況に適し、図１５２の（ｂ）に示すデータのフォーマットは、テレビ

放送などストリーミング型のデータに適している。なお、信号データには、可視光通信によって送信する信号の値、送信開始時刻、送信終了時刻、ディスプレイや投影面上の送信に利用する場所、可視光通信画像の輝度、可視光通信画像のバーコードの向き等の情報を含む。

【０５９７】

（立体形状を推定して受信する）

図１５３と図１５４は、可視光通信の応用例の一つを説明する図である。

【０５９８】

図１５３に示すように、例えばプロジェクタとして構成される送信機８５０３ａは、映像と可視光通信画像に加え、測距用画像を投影する。測距用画像に示されるドットパターンは、任意のドットの近傍の所定数のドットの位置関係が、他の任意の組み合わせのドットの位置関係と異なるドットパターンである。受信機は、測距用画像を撮像することで、局所的なドットパターンを特定し、投影面８５０３ｂの立体形状を推定することができる。受信機は、投影面の立体形状によって歪んだ可視光通信画像を平面画像へ復元して信号を受信する。なお、測距用画像や可視光通信画像は、人間には知覚できない赤外線で投影されてもよい。

【０５９９】

図１５４に示すように、例えばプロジェクタとして構成される送信機８５０４ａは、赤外線で測距用画像を投影する赤外線投影装置８５０４ｂを備える。受信機は、測距用画像から投影面８５０４ｃの立体形状を推定し、可視光通信画像の歪みを復元して信号を受信する。なお、送信機８５０４ａは、映像を可視光で投影し、可視光通信画像を赤外線で投影してもよい。なお、赤外線投影装置８５０４ｂは、可視光通信画像を赤外線で投影してもよい。

【０６００】

（立体投影）

図１５５と図１５６は、可視光通信画像の表示方法の一つを説明する図である。

【０６０１】

立体投影を行う場合や円筒状の表示面に可視光通信画像を表示する場合は、図１５５に示すように、可視光通信画像８５０５ａ～８５０５ｆを表示させることで、広い角度からの受信が可能になる。可視光通信画像８５０５ａ、８５０５ｂを表示させることで、水平方向に広い角度から受信が可能になる。可視光通信画像８５０５ａと８５０５ｂを組み合わせることで、受信機を傾けても受信可能となる。可視光通信画像８５０５ａと可視光通信画像８５０５ｂを交代で表示させてもよいし、それらの画像を合成した画像である可視光通信画像８５０５ｆを表示してもよい。さらに、可視光通信画像８５０５ｃと可視光通信画像８５０５ｄを加えることで、垂直方向に広い角度から受信が可能となる。可視光通信画像８５０５ｅのように、中間色で投影する部分や投影しない部分を設けることで、可視光通信画像の区切りを表現してもよい。可視光通信画像８５０５ａ～８５０５ｆを回転させることで、さらに広い角度から受信可能とすることができる。なお、図１５５では、円筒状の表示面に可視光通信画像を表示させたが、円柱の表示面に可視光通信画像を表示させてもよい。

【０６０２】

立体投影を行う場合や、球状の表示面に可視光通信画像を表示する場合は、図１５６に示すように、可視光通信画像８５０６ａ～８５０６ｄを表示させることで、広い角度からの受信が可能となる。可視光通信画像８５０６ａでは、水平方向における受信可能領域は広いが、垂直方向における受信可能領域が狭いため、逆の性質を持つ可視光通信画像８５０６ｂと組み合わせて可視光通信画像８５０６ａを表示させる。可視光通信画像８５０６ａと可視光通信画像８５０６ｂを交代で表示させても良いし、それらの画像を合成した画像である可視光通信画像８５０６ｃを表示してもよい。可視光通信画像８５０６ａの上部のようにバーコードが集中する部分は表示が細かく、信号を誤って受信する可能性が高い。そこで、可視光通信画像８５０６ｄのようにこの部分を中間色で表示する、あるいは、

何も投影しないことで、受信誤りを防ぐことができる。

【０６０３】

（ゾーン毎に異なる通信プロトコル）

図１５７は、実施の形態５における送信機と受信機の動作の一例を示す図である。

【０６０４】

受信機８４２０ａは、基地局８４２０ｈからゾーン情報を受け取り、自身がどのゾーンに位置しているかを認識し、受信プロトコルを選択する。基地局８４２０ｈは、例えば携帯電話の通信基地局やＷｉ－ＦｉアクセスポイントやＩＭＥＳ送信機やスピーカーや無線送信機（Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、ＺｉｇＢｅｅ、特定小電力無線局等）として構成される。なお、受信機８４２０ａは、ＧＰＳ等から得た位置情報をもとにゾーンを特定してもよい。例として、ゾーンＡでは９．６ｋＨｚの信号周波数で通信し、ゾーンＢでは、天井照明は１５ｋＨｚ、サイネージは４．８ｋＨｚの信号周波数で通信すると定めるとする。受信機８４２０ａは、位置８４２０ｊでは、基地局８４２０ｈの情報から現在地がゾーンＡであることを認識し、９．６ｋＨｚの信号周波数で受信を行い、送信機８４２０ｂ・８４２０ｃの送信した信号を受信する。受信機８４２０ａは、位置８４２０ｌでは、基地局８４２０ｉの情報から現在地がゾーンＢであることを認識し、さらに、インカメラが上方に向けられていることから天井照明からの信号を受信しようとしていることを推定し、１５ｋＨｚの信号周波数で受信を行い、送信機８４２０ｅ・８４２０ｆの送信した信号を受信する。受信機８４２０ａは、位置８４２０ｍでは、基地局８４２０ｉの上方から現在地がゾーンＢであることを認識し、さらに、アウトカメラを突き出す動きからサイネージの送信する信号を受信しようとしていることを推定し、４．８ｋＨｚの信号周波数で受信を行い、送信機８４２０ｇの送信する信号を受信する。受信機８４２０ａは、位置８４２０ｋでは、基地局８４２０ｈと基地局８４２０ｉの両方の信号が受信され、現在地がゾーンＡとゾーンＢのどちらであるか判断できないため、９．６ｋＨｚと１５ｋＨｚの両方で受信処理を行う。なお、ゾーンによってプロトコルが異なる部分は周波数だけではなく、送信信号の変調方式や信号フォーマットやＩＤを問い合わせるサーバが異なるとしても良い。なお、基地局８４２０ｈ・８４２０ｉは、ゾーン内のプロトコルを受信機に送信してもよいし、ゾーンを示すＩＤのみを送信し、受信機がゾーンＩＤをキーにサーバからプロトコル情報を獲得するとしてもよい。

【０６０５】

送信機８４２０ｂ～８４２０ｆは、基地局８４２０ｈ・８４２０ｉの送信するゾーンＩＤやプロトコル情報を受信し、信号送信プロトコルを決定する。基地局８４２０ｈと基地局８４２０ｉの両方の送信する信号を受信可能な送信機８４２０ｄは、より信号強度強い基地局のゾーンのプロトコルを利用する、または、両方のプロトコルを交互に用いる。

【０６０６】

（ゾーンの認識とゾーン毎のサービス）

図１５８は、実施の形態５における受信機と送信機の動作の一例を示す図である。

【０６０７】

受信機８４２１ａは、受信した信号から、自身の位置の属するゾーンを認識する。受信機８４２１ａは、ゾーン毎に定められたサービス（クーポンの配布、ポイントの付与、道案内等）を提供する。一例として、受信機８４２１ａは、送信機８４２１ｂの左側から送信する信号を受信し、ゾーンＡに居ることを認識する。ここで、送信機８４２１ｂは、送信方向によって異なる信号を送信するとしてもよい。また、送信機８４２１ｂは、２２１７ａのような発光パターンの信号を用いることで、受信機までの距離に応じて異なる信号が受信されるように信号を送信してもよい。また、受信機８４２１ａは、送信機８４２１ｂの撮像される方向と大きさから、送信機８４２１ｂとの位置関係を認識し、自身の位置するゾーンを認識してもよい。

【０６０８】

同じゾーンに位置することを示す信号の一部を共通としてもよい。例えば、送信機８４２１ｂと送信機８４２１ｃから送信される、ゾーンＡを表すＩＤは前半を共通とする。こ

れにより、受信機８４２１ａは、信号の前半を受信するだけで自身の位置するゾーンを認識可能となる。

【０６０９】

（本実施の形態のまとめ）

本実施の形態における情報通信方法は、輝度変化によって信号を送信する情報通信方法であって、複数の送信対象の信号のそれぞれを変調することによって、複数の輝度変化のパターンを決定する決定ステップと、複数の発光体のそれぞれが、決定された複数の輝度変化のパターンのうちの何れか１つのパターンにしたがって輝度変化することによって、前記何れか１つのパターンに対応する送信対象の信号を送信する送信ステップとを含み、前記送信ステップでは、前記複数の発光体のうちの２つ以上の発光体のそれぞれは、当該発光体に対して予め定められた時間単位ごとに、互いに輝度の異なる２種類の光のうちの何れか一方の光が出力されるように、且つ、前記２つ以上の発光体のそれぞれに対して予め定められた前記時間単位が互いに異なるように、互いに異なる周波数で輝度変化する。

【０６１０】

これにより、図１１３を用いて説明した動作のように、２つ以上の発光体（例えば、照明機器として構成された送信機）のそれぞれが互いに異なる周波数で輝度変化するため、それらの発光体から送信対象の信号（例えば、発光体のＩＤ）を受信する受信機は、それらの送信対象の信号を容易に区別して取得することができる。

【０６１１】

また、前記送信ステップでは、前記複数の発光体のそれぞれは、少なくとも４種類の周波数のうちの何れか１つの周波数で輝度変化し、前記複数の発光体のうちの２つ以上の発光体は、同一の周波数で輝度変化してもよい。例えば、前記送信ステップでは、前記複数の送信対象の信号を受信するためのイメージセンサの受光面に、前記複数の発光体が投影される場合に、前記受光面上で互いに隣接する全ての発光体間で輝度変化の周波数が異なるように、前記複数の発光体のそれぞれは輝度変化する。

【０６１２】

これにより、図１１４を用いて説明した動作のように、輝度変化に用いられる周波数が少なくとも４種類あれば、同一の周波数で輝度変化する発光体が２つ以上ある場合であっても、つまり、周波数の種類の数が複数の発光体の数よりも少ない場合であっても、四色問題または四色定理に基づいて、イメージセンサの受光面上で互いに隣接する全ての発光体間で輝度変化の周波数を確実に異なるせることができる。その結果、受信機は、複数の発光体から送信される送信対象の信号のそれぞれを容易に区別して取得することができる。

【０６１３】

また、前記送信ステップでは、前記複数の発光体のそれぞれは、送信対象の信号のハッシュ値によって特定される周波数で輝度変化することによって、前記送信対象の信号を送信してもよい。

【０６１４】

これにより、図１１３を用いて説明した動作のように、複数の発光体のそれぞれは、送信対象の信号（例えば、発光体のＩＤ）のハッシュ値によって特定される周波数で輝度変化するため、受信機は、送信対象の信号を受信したときには、実際の輝度変化から特定される周波数と、ハッシュ値によって特定される周波数とが一致するか否かを判定することができる。つまり、受信機は、受信された信号（例えば、発光体のＩＤ）にエラーがあったか否かを判定することができる。

【０６１５】

また、前記情報通信方法は、さらに、信号記憶部に記憶されている送信対象の信号から、予め定められた関数にしたがって、当該送信対象の信号に対応する周波数を第１の周波数として算出する周波数算出ステップと、周波数記憶部に記憶されている第２の周波数と、算出された前記１の周波数とが一致するか否かを判定する周波数判定ステップと、前記第１の周波数と前記第２の周波数とが一致しないと判定された場合には、エラーを報知す

る周波数エラー報知ステップとを含み、前記第１の周波数と前記第２の周波数とが一致すると判定された場合には、前記決定ステップでは、前記信号記憶部に記憶されている前記送信対象の信号を変調することによって輝度変化のパターンを決定し、前記送信ステップでは、前記複数の発光体のうちの何れか１つの発光体が、決定された前記パターンにしたがって、前記第１の周波数で輝度変化することによって、前記信号記憶部に記憶されている前記送信対象の信号を送信してもよい。

【０６１６】

これにより、図１２０を用いて説明した動作のように、周波数記憶部に記憶されている周波数と、信号記憶部（ＩＤ記憶部）に記憶されている送信対象の信号から算出された周波数とが一致するか否かが判定され、一致しないと判定された場合にはエラーが報知されるため、発光体による信号送信機能の異常検出を容易に行うことができる。

【０６１７】

また、前記情報通信方法は、さらに、信号記憶部に記憶されている送信対象の信号から、予め定められた関数にしたがって第１のチェック値を算出するチェック値算出ステップと、チェック値記憶部に記憶されている第２のチェック値と、算出された前記１のチェック値とが一致するか否かを判定するチェック値判定ステップと、前記第１のチェック値と前記第２のチェック値とが一致しないと判定された場合には、エラーを報知するチェック値エラー報知ステップとを含み、前記第１のチェック値と前記第２のチェック値とが一致すると判定された場合には、前記決定ステップでは、前記信号記憶部に記憶されている前記送信対象の信号を変調することによって輝度変化のパターンを決定し、前記送信ステップでは、前記複数の発光体のうちの何れか１つの発光体が、決定された前記パターンにしたがって輝度変化することによって、前記信号記憶部に記憶されている前記送信対象の信号を送信してもよい。

【０６１８】

これにより、図１２０を用いて説明した動作のように、チェック値記憶部に記憶されているチェック値と、信号記憶部（ＩＤ記憶部）に記憶されている送信対象の信号から算出されたチェック値とが一致するか否かが判定され、一致しないと判定された場合にはエラーが報知されるため、発光体による信号送信機能の異常検出を容易に行うことができる。

【０６１９】

また、本実施の形態における情報通信方法は、被写体から情報を取得する情報通信方法であって、イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる複数の露光ラインに対応する複数の輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの露光時間を設定する露光時間設定ステップと、前記イメージセンサが、輝度変化する前記被写体を、設定された前記露光時間で撮影することによって、前記複数の輝線を含む輝線画像を取得する画像取得ステップと、取得された前記輝線画像に含まれる前記複数の輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより情報を取得する情報取得ステップと、取得された前記輝線画像に含まれる前記複数の輝線のパターンに基づいて、前記被写体の輝度変化の周波数を特定する周波数特定ステップとを含む。例えば、前記周波数特定ステップでは、前記複数の輝線のパターンに含まれる、それぞれヘッダを示すために予め定められた複数のパターンである複数のヘッダパターンを特定し、前記複数のヘッダパターン間の画素数に応じた周波数を、前記被写体の輝度変化の周波数として特定する。

【０６２０】

これにより、図１１５を用いて説明した動作のように、被写体の輝度変化の周波数が特定されるため、輝度変化の周波数が異なる複数の被写体が撮影される場合には、それらの被写体からの情報を容易に区別して取得することができる。

【０６２１】

また、前記画像取得ステップでは、それぞれ輝度変化する複数の被写体を撮影することによって、それぞれ複数の輝線によって表される複数のパターンを含む前記輝線画像を取得し、前記情報取得ステップでは、取得された前記輝線画像に含まれる前記複数のパター

ンのそれぞれの一部が重なっている場合には、前記複数のパターンのそれぞれから前記一部を除く部分によって特定されるデータを復調することにより、前記複数のパターンのそれぞれから情報を取得してもよい。

【０６２２】

これにより、図１１７を用いて説明した動作のように、複数のパターン（複数の輝線パターン）が重なっている部分からはデータの復調が行われないため、誤った情報を取得してしまうことを防ぐことができる。

【０６２３】

また、前記画像取得ステップでは、前記複数の被写体を互いに異なるタイミングで複数回撮影することによって、複数の輝線画像を取得し、前記周波数特定ステップでは、輝線画像ごとに、当該輝線画像に含まれる前記複数のパターンのそれぞれに対する周波数を特定し、前記情報取得ステップでは、前複数の輝線画像から、同一の周波数が特定された複数のパターンを検索し、検索された前記複数のパターンを結合し、結合された前記複数のパターンによって特定さるデータを復調することにより情報を取得してもよい。

【０６２４】

これにより、複数の輝線画像から、同一の周波数が特定された複数のパターン（複数の輝線パターン）が検索され、検索された複数のパターンが結合され、結合された複数のパターンから情報が取得されるため、複数の被写体が移動している場合であっても、それらの複数の被写体からの情報を容易に区別して取得することができる。

【０６２５】

また、前記情報通信方法は、さらに、識別情報のそれぞれに対して周波数が登録されているサーバに対して、前記情報取得ステップで取得された情報に含まれる前記被写体の識別情報と、前記周波数特定ステップで特定された周波数を示す特定周波数情報とを送信する送信ステップと、前記識別情報と、前記特定周波数情報によって示される周波数とに関連付けられた関連情報を前記サーバから取得する関連情報取得ステップとを含んでもよい。

【０６２６】

これにより、図１１９を用いて説明した動作のように、被写体（送信機）の輝度変化に基づいて取得された識別情報（ＩＤ）と、その輝度変化の周波数とに関連付けられた関連情報が取得される。したがって、被写体の輝度変化の周波数を変更し、サーバに登録されている周波数を変更後の周波数に更新することによって、周波数の変更前に識別情報を取得した受信機がサーバから関連情報を取得することを防ぐことができる。つまり、被写体の輝度変化の周波数の変更に合わせて、サーバに登録されている周波数も変更することによって、被写体の識別情報を過去に取得した受信機が無期限にサーバから関連情報を取得し得る状態になってしまうことを防ぐことができる。

【０６２７】

また、前記情報通信方法は、さらに、前記情報取得ステップで取得された前記情報から一部を抽出することによって、前記被写体の識別情報を取得する識別情報取得ステップと、前記情報取得ステップで取得された前記情報のうち、前記一部以外の残りの部分によって示される数を、前記被写体に対して設定されている輝度変化の設定周波数として特定する設定周波数特定ステップとを含んでもよい。

【０６２８】

これにより、図１１６を用いて説明した動作のように、複数の輝線のパターンから得られる情報に、被写体の識別情報と、被写体に設定されている輝度変化の設定周波数とを互いに依存することなく含めることができるため、識別情報と設定周波数との自由度を高めることができる。

【０６２９】

（実施の形態６）

本実施の形態では、上記実施の形態１～５におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた各適用例について説明する。

【０６３０】
図１５９は、実施の形態６の送信信号の一例を示す図である。
【０６３１】
送信信号Ｄを所定の大きさのデータ片Ｄｘ（例えば、Ｄｘ＝Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３）に分割し、各データ片から計算した誤り検出・訂正用のフレームチェックシーケンスＦＣＳとヘッダＨｄｒを各データ片に付加する。さらに、元のデータから計算した誤り検出・訂正用のフレームチェックシーケンスＦＣＳ２とヘッダＨｄｒ２を付加する。Ｈｄｒ、Ｄｘ、ＦＣＳからなるデータは、イメージセンサで受信されるための構成である。イメージセンサは短時間に連続したデータを受信することに適しているため、Ｈｄｒ、Ｄｘ、ＦＣＳは連続的に送信する。Ｈｄｒ２，　Ｄｘ，　ＦＣＳ２からなるデータは、照度センサで受信されるための構成である。イメージセンサで受信されるＨｄｒとＦＣＳは短いほうが望ましいが、照度センサで受信されるＨｄｒ２とＦＣＳ２はより長い信号列とすることができる。Ｈｄｒ２に長い信号系列を用いることで、ヘッダ検出精度を高めることができる。ＦＣＳ２を長くすることで、多くのビット誤りを検出・訂正できる符号を採用することができ、誤り検出・訂正の性能を向上させることができる。なお、Ｈｄｒ２とＦＣＳ２を送信せず、代わりにＨｄｒやＦＣＳを照度センサで受信するとしてもよい。照度センサは、ＨｄｒとＨｄｒ２の両方、または、ＦＣＳとＦＣＳ２の両方を受信するとしてもよい。
【０６３２】
図１６０は、実施の形態６の送信信号の一例を示す図である。
【０６３３】
ＦＣＳ２は信号長が長く、頻繁に挿入されているとイメージセンサでの受信効率が悪化する。そこで、ＦＣＳ２の挿入頻度を減らし、代わりにＦＣＳ２の場所を示す信号ＰｏＦＣＳ２を挿入する。例として、信号表現に単位時間あたり２ビットの情報量を持つ４ＰＰＭを用いた場合、ＦＣＳ２にＣＲＣ３２を用いると１６単位の送信時間が必要になるが、値域が０～３のＰｏＦＣＳ２は１単位時間で送信できる。ＦＣＳ２のみを挿入する場合よりも送信時間が短縮されることで、イメージセンサ受信の効率を向上させることができる。照度センサは、送信信号Ｄに続くＰｏＦＣＳ２を受信し、ＰｏＦＣＳ２からＦＣＳ２の送信時刻を特定してＦＣＳ２を受信する。さらに、ＦＣＳ２に続くＰｏＦＣＳ２を受信し、次のＦＣＳ２の送信時刻を特定して次のＦＣＳ２を受信する。先に受信したＦＣＳ２と後に受信したＦＣＳ２が同じであれば、受信機は同じ信号を受信していると推定する。
【０６３４】
図１６１Ａ～図１６１Ｃは、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。
【０６３５】
図１６１Ａに示す撮像画像では、写りが小さいため、輝線の数が少ない。したがって、この撮像画像からは、一度に少量のデータしか受信できない。図１６１Ｂに示す撮像画像は、ズームを用いて撮像した画像であり、写りが大きいため、輝線の数が多い。したがって、ズームを用いて撮像すれば、一度に多量のデータを受信できる。また、遠くからデータを受信可能で、小さな送信機の信号も受信できる。ズーム方法には、光学ズーム、または、Ｅｘズームを用いる。光学ズームはレンズの焦点距離を長くすることによるズームである。Ｅｘズームは、撮像素子の能力より低い解像度で撮像している場合に、撮像素子の全部ではなく一部だけを用いて撮像することで撮像画像の一部を拡大するズーム方法である。図１６１Ｃに示す撮像画像は、電子ズーム（画像の拡大）を用いて撮像した画像である。写りは大きくなるが、電子ズームによる拡大では輝線が太くなり、ズーム前と輝線の数が変わらないため、受信特性はズーム前と変わらない。
【０６３６】
図１６２Ａおよび図１６２Ｂは、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。
【０６３７】
図１６２Ａに示す撮像画像は、被写体にフォーカスを合わせて撮像した画像であり、図

１６２Ｂに示す撮像画像は、フォーカスを外して撮像した画像である。図１６２Ｂに示す撮像画像では、ぼかして撮像したため実際の送信機の周囲まで輝線が観察でき、より多くの輝線が観察できる。したがって、フォーカスを外して撮像すれば、一度に多くのデータを受信でき、また、より遠くからデータを受信することができる。マクロモードを用いて撮像することでも、図１６２Ｂに示す撮像画像と同様の画像を撮像することができる。

【０６３８】

図１６３Ａ～図１６３Ｃは、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。

【０６３９】

露光時間を、可視光通信モードよりも長く、通常撮像モードよりも短く設定して撮像することで、図１６３Ａに示すような画像が得られる。このような画像が得られる撮像モードを輝線検出モード（中間モード）と呼ぶ。図１６３Ａに示す画像では、左中央では送信機の輝線が観察でき、それ以外の部分では暗めの通常の撮像画像が現れている。この画像を受信機に表示することで、ユーザが受信機を目当ての送信機に向けて撮像することを容易にすることができる。輝線検出モードでは、通常撮像モードよりも暗く撮像されるため、高感度モードで撮像することで、通常撮像モードに近い、人間が視認しやすい明るさの画像を撮像することができる。感度を高く設定しすぎると輝線の暗い部分が明るくなってしまうため、感度は輝線が観察できる程度に設定する。受信機は、ユーザが画像をタッチする等の手段で指定した部分に撮像されている送信機の送信信号を、可視光通信モードに移行して受信する。受信機は、撮像画像中に輝線（送信信号）が見つかった場合に、自動的に可視光通信モードに移行して信号を受信するとしてもよい。

【０６４０】

受信機は撮像画像中の輝線から送信信号を見つけ出し、その部分を図１６３Ｂに示すように強調して表示することで、信号が送信されている部分をユーザにわかりやすく提示することができる。輝線は、送信信号だけではなく、被写体の模様によっても観察されることがある。そこで、１枚の画像の輝線から送信信号の有無を判断するのではなく、複数の画像において輝線の位置が変化している場合に送信信号があると判断してもよい。

【０６４１】

輝線検出モードで撮像した画像は通常撮像モードで撮像した画像よりも暗く視認性が悪いため、画像処理によって視認性を高めた画像を表示してもよい。図１６３Ｃに示す画像は、エッジを抽出して被撮像物の境界を強調した画像の一例である。

【０６４２】

図１６４は、実施の形態６における受信機の撮像画像（輝線画像）の一例を示す図である。具体的には、図１６４は、信号送信の周期を１／９６００秒とした送信機を、図の下部に示した露光時間の比で撮像した図である。送信周期である１／９６００秒より短い露光時間では、撮像画像はほぼ同等で、鮮明な輝線が撮像できる。露光時間が長くなると輝線の輪郭がぼやけるが、この信号表現の例では、送信周期の約１．５倍までの露光時間であれば輝線のパターンが観察可能であり、信号を受信可能である。また、この信号表現の例では、送信周期の約２０倍までの露光時間であれば輝線を観察可能であり、この範囲の露光時間を輝線検出モードの露光時間として用いることができる。

【０６４３】

どの程度の露光時間まで信号が受信できるかは、信号表現の方法によって異なる。輝線が少なく、輝線間の間隔が長くなる信号表現規則を用いれば、伝送効率は落ちるが、より長い露光時間でも信号を受信可能とし、また、より長い露光時間でも輝線を観察することができる。

【０６４４】

（中間撮像モードの露光時間）

図１６４より、露光時間が変調周期の３倍程度までであればはっきりとした輝線が観察できる。変調周波数は４８０Ｈｚ以上であるため、中間撮像モード（中間モード）の露光時間は、１／１６０秒以下とすることが望ましい。

【０６４５】
また、露光時間が１／１００００秒以下では、照明光下では高感度モードで撮像しても非発光物は見えにくいため、中間撮像モードの露光時間は１／１００００秒以上であることが望ましい。ただし、今後撮像素子の感度が向上することで、この制限は緩和することができる。
【０６４６】
図１６５は、実施の形態６における送信信号の一例を示す図である。
【０６４７】
受信機は、受信した複数のデータ片を統合して一連の信号を受信するため、送信信号が急に変更されると、変更前後のデータ片が混じってしまい、信号を正しく統合することができない。そこで、図１６５の（ａ）のように、送信機は、送信信号変更時に、緩衝帯として所定の時間のあいだ通常点灯を行い、信号を送信しない。受信機は、前記所定の時間Ｔ１より短い所定の時間Ｔ２の間、信号を受信することができない場合に、それまでに受信したデータ片を破棄することで、変更前後のデータ片の混合を回避することができる。または、図１６５の（ｂ）のように、送信機は、送信信号変更時に、それを通知する信号Ｘを繰り返し送信する。繰り返し送信することで、送信信号変更通知Ｘの受信漏れを防ぐ。または、図１６５の（ｃ）のように、送信機は、送信信号変更時に、プリアンブルを繰り返し送信する。受信機は、通常の信号においてプリアンブルが現れる周期よりも短い周期でプリアンブルを受信した場合に、それまでに受信したデータ片を破棄する。
【０６４８】
図１６６は、実施の形態６における受信機の動作の一例を示す図である。
【０６４９】
図１６６の（ａ）に示す画像は、ジャストフォーカスで送信機を撮像した画像である。受信機は、フォーカスを外して撮像することで、図１６６の（ｂ）のような画像を撮像することができる。さらにフォーカスを外すと、撮像画像は図１６６の（ｃ）に示す画像のようになる。図１６６の（ｃ）では、複数の送信機の輝線が重なってしまい、受信機は信号を受信することができない。そのため、受信機は、複数の送信機の輝線が重ならないようにフォーカスを調整して撮像する。撮像範囲に一つの送信機だけが存在する場合は、受信機は、撮像画像中で送信機の大きさが最大となるようにフォーカスを調整する。
【０６５０】
受信機は、撮像画像を輝線と平行な方向に圧縮してもよいが、輝線と垂直な方向には画像圧縮を行わない。または、受信機は、垂直な方向の圧縮の程度を低くする。これにより、圧縮によって輝線がぼやけて受信誤りが発生することを防ぐことができる。
【０６５１】
図１６７および図１６８は、実施の形態６における受信機のスクリーンに表示するユーザへの指示の一例を示す図である。
【０６５２】
受信機は、複数の送信機を撮像することで、各送信機の位置情報と、撮像画像中の各送信機の位置と大きさと角度から、三角測量の要領で受信機の位置を推定できる。そこで、一つの送信機のみが受信可能な形で撮像されている場合に、ユーザが受信機の方向を変えたり後方に下がって撮像したりすることで複数の送信機を撮像させるため、受信機は、矢印などを含む画像を表示することによって、撮像方向や移動方向の指示を行う。図１６７の（ａ）は、受信機を右へ向けて右側の送信機を撮像させる指示の表示例であり、図１６７の（ｂ）は、後ろに下がって手前の送信機を撮像させる指示の表示例である。図１６８は、受信機にとって他の送信機の位置が不明であるため、受信機を振るなどして他の送信機を撮像させる指示の表示例である。一枚の撮像画像中に複数の送信機が撮影されるほうが望ましいが、画像処理や９軸センサのセンサ値を用いて複数枚の画像中の送信機の位置関係を推定してもよい。受信機は、一つの送信機から受信したＩＤを用い、周辺の送信機の位置情報をサーバに問い合わせ、最も撮像しやすい送信機を撮像するようにユーザへ指示を行ってもよい。

【０６５３】
受信機は、９軸センサのセンサ値からユーザが受信機を移動させていることを検知し、移動が終了して所定の時間経過後に、最後に受信した信号に基づいた画面の表示を行う。これにより、ユーザが意図した送信機へ受信機を向ける際に、受信機の移動中に他の送信機の信号を受信してしまい、意図しない送信機の送信信号に基づいた処理を行ってしまうことを防ぐことができる。
【０６５４】
受信機は、移動されている間も受信処理を続け、受信した信号に基づいた処理、例えば、受信信号をキーとしたサーバからの情報取得等を行ってもよい。この場合、その処理の後も受信処理を続け、最後に受信した信号に基づいた処理を最終的な処理とする。
【０６５５】
受信機は、所定の回数受信した信号を処理したり、ユーザへ通知したりするとしてもよい。受信機は、移動されている間に最も多い回数受信できた信号を処理するとしてもよい。
【０６５６】
受信機は、信号の受信に成功したときや、撮像画像中に信号の存在を検知したときに、ユーザに通知する通知手段を備えていてもよい。通知手段は、音、バイブレーション、またはディスプレイの更新（ポップアップ表示等）などによって通知する。これにより、ユーザは、送信機の存在を知ることができる。
【０６５７】
図１６９は、実施の形態６における信号送信方法の一例を示す図である。
【０６５８】
例えばディスプレイとして構成される複数の送信機が隣接して配置されている。複数の送信機は、同一の信号を送信する場合、信号送信のタイミングを同期させ、図１６９の（ａ）のように全面から信号を送信する。この構成により、受信機には複数のディスプレイが一つの大きな送信機として観察されるため、受信機はより高速に、また、より遠距離から信号を受信できる。複数の送信機が異なる信号を送信する場合は、図１６９の（ｂ）のように、複数の送信機は、信号を送信しない緩衝帯（非送信領域）を設けて信号を送信する。この構成により、受信機は、複数の送信機が緩衝帯を隔てた互いに別の送信機であると認識し、別々の信号を受信することができる。
【０６５９】
図１７０は、実施の形態６における信号送信方法の一例を示す図である。
【０６６０】
図１７０の（ａ）に示すように、液晶ディスプレイは、バックライト消灯期間を設け、バックライトの消灯中に液晶の状態を変化させることで、状態変化中の画像を不可視とし、動的解像感を高めることができる。このようなバックライト制御を行っている液晶ディスプレイに対しては、図１７０の（ｂ）に示すように、バックライトの点灯周期に合わせて信号を重畳する。一揃いのデータ（Ｈｄｒ、Ｄａｔａ、ＦＣＳ）を連続して送信することで、受信効率を高めることができる。また、バックライトの点灯期間の最初と最後では発光部は明るい状態（Ｈｉ）となる。発光部が暗い状態（Ｌｏ）がバックライト消灯期間と連続すると、信号としてＬｏが送信されているのか、バックライト消灯期間のため暗い状態にあるのかの判断が受信機にはできないためである。
【０６６１】
バックライト消灯期間は、平均輝度を低くした信号を重畳してもよい。
【０６６２】
信号を重畳することで、重畳しない場合と比べて平均輝度が変化するため、バックライト点灯期間を増減したり、バックライト点灯時の輝度を上下させて、平均輝度が等しくなるように調整する。
【０６６３】
図１７１は、実施の形態６における信号送信方法の一例を示す図である。

【０６６４】
液晶ディスプレイは、バックライト制御を位置ごとに異なるタイミングで行うことで、画面全体の輝度変化を低減させることができる。これをバックライトスキャンと呼ぶ。バックライトスキャンは通常は図１７１の（ａ）のように端から順にバックライトを点灯するように行われる。このとき、撮像画像８８０２ａが得られる。しかし、撮像画像８８０２ａでは、輝線が存在している部分が分断されており、ディスプレイの画面全体がひとつの送信機であることを推定できない場合がある。そこで、図１７１の（ｂ）のように、縦軸をバックライトスキャンの分割方向の空間軸、横軸を時間軸として表示したときに発光している（信号を重畳している）部分が全てつながるようにバックライトスキャンの順序を設定することで、撮像画像８８０２ｂを得ることができる。撮像画像８８０２ｂでは、輝線部分が全て連結しており、一つの送信機からの送信信号であることが容易に推定できる。また、連続して受信可能な輝線の数が増えるため、速く、遠くから信号を受信できる。また、送信機の大きさの推定も容易となるため、撮像画像中の送信機の位置、大きさ、角度から受信機の位置を精度よく推定することができる。
【０６６５】
図１７２は、実施の形態６における信号送信方法の一例を示す図である。
【０６６６】
時分割バックライトスキャンにおいて、バックライトの点灯期間が短く、縦軸をバックライトスキャンの分割方向の空間軸、横軸を時間軸とするグラフ上において、発光している（信号を重畳している）部分をつなぐことができない場合は、それぞれの発光部分において図１７０の場合と同様にバックライトの発光タイミングに合わせて信号を重畳する。このとき、グラフ上の他のバックライト点灯部分との距離が最大になるようにバックライトを制御することで、隣接部分の輝線が混じることを防ぐことができる。
【０６６７】
図１７３は、実施の形態６におけるユースケースを説明するための図である。本実施の形態におけるシステムは、可視光通信を行う照明器具１００、可視光通信機能を持つウェアラブルデバイス１０１、スマートフォン１０２、およびサーバー１０３から構成される。
【０６６８】
本実施の形態の目的は、可視光通信を用いて、ユーザーが店舗で買い物をする場合の、一連の手間を省き、買い物にかかる時間を短縮することにある。従来、店舗で商品を購入する際は、予めその店舗のサイトを検索してクーポン情報を取得する必要があった。また店内でそのクーポン対象になっている商品を探す場合に時間がかかってしまうという課題があった。
【０６６９】
図１７３に示すように、照明器具１００は、店舗（例として家電量販店を想定する）の前で、定期的に可視光通信を用いて、自機の照明ＩＤ情報を送信している。ユーザーのウェアラブルデバイス１０１は、この照明ＩＤ情報を受信すると、近距離無線通信を用いて、スマートフォン１０２に照明ＩＤ情報を送信する。スマートフォン１０２は携帯回線などを用いてサーバー１０３にユーザーの情報と照明ＩＤ情報を送信する。スマートフォン１０２は、サーバー１０３よりユーザーの目の前にある店舗のポイント情報や、クーポン情報等を受け取る。ユーザーは、サーバー１０３より受け取った情報を、ウェアラブルデバイス１０１やスマートフォン１０２で閲覧する。ユーザーは表示された店舗の商品情報をその場で購入したり、店舗内の展示場所まで誘導を受けることが可能となる。以下、図を用いて詳細に説明する。
【０６７０】
図１７４は、スマートフォン１０２がサーバー１０３に送信する情報テーブルを示す図である。スマートフォン１０２に保持されているその店舗の会員番号、店舗のＩＤ情報、送信時刻、位置情報に加え、スマートフォン１０２に蓄えられているユーザーの趣向情報や生体情報、検索履歴や行動履歴情報をスマートフォン１０２は送信する。

【０６７１】
図１７５は、サーバー１０３のブロック図である。送受信部２０１は、スマートフォン１０２から送信された情報を受信する。制御部２０２は、全体の制御を行う。会員情報ＤＢ２０３には、会員番号やその会員番号のユーザーの氏名や生年月日、ポイント情報、購入履歴等が保存されている。店舗ＤＢ２０４には、店舗ＩＤと、その店舗で販売している商品情報、店舗の陳列情報、店舗の地図情報など、店舗内の情報が保存されている。通知情報生成部２０５は、ユーザーの趣向に沿ったクーポン情報やおすすめ商品情報を生成する。
【０６７２】
図１７６は、上記システムの全体の処理を示すフローチャートである。ウェアラブルデバイス１０１は照明器具１００から照明ＩＤを受信する（Ｓ３０１）。次にウェアラブルデバイス１０１は照明ＩＤをＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）等の近接無線通信等を用いて、スマートフォン１０２に送信する（Ｓ３０２）。次にスマートフォン１０２は、図１７４で示した、自身の持つユーザーの履歴情報と、会員番号と、照明ＩＤをサーバー１０３に送信する（Ｓ３０３）。サーバー１０３はデータを受信すると、データは、まず制御部２０２へ送信される（Ｓ３０４）。次に制御部２０２は会員番号を会員情報ＤＢ２０３に照会し、会員情報を取得する（Ｓ３０５）。次に制御部２０２は照明ＩＤを店舗ＤＢ２０４に照会し、店舗情報を取得する（Ｓ３０６）。店舗情報には、店舗に在庫がある商品情報、店舗として販売を促進したい商品の情報、クーポン情報や、店舗の店内地図情報等が含まれる。制御部２０２は会員情報と、店舗情報を通知情報生成部に送信する（Ｓ３０７）。通知情報生成部２０５は、会員情報と、店舗情報から、ユーザーに適した広告情報を生成し、制御部２０２へ送信する（Ｓ３０８）。制御部２０２は会員情報と広告情報を送受信部２０１へ送信する（Ｓ３０９）。会員情報には、ユーザーのポイント情報や有効期限情報などが含まれる。送受信部２０１は会員情報と広告情報をスマートフォン１０２に送信する（Ｓ３１０）。スマートフォン１０２は受信した情報を表示画面に表示する（Ｓ３１１）。
【０６７３】
さらに、スマートフォン１０２はサーバー１０３から受けた情報をウェアラブルデバイス１０１へ転送する（Ｓ３１２）。ウェアラブルデバイス１０１の通知設定がＯＮであるならば、ウェアラブルデバイス１０１は情報を表示する（Ｓ３１４）。なお、ウェアラブルデバイスは情報を表示する際は、ヴァイブレーション等でユーザーに注意喚起を促すことが望ましい。これは、ユーザーは必ずしもその店舗に入るわけではないため、クーポン情報などを送信していても、ユーザーが気づかない場合があるためである。
【０６７４】
図１７７は、サーバー１０３がスマートフォン１０２へ送信する情報テーブルを示す図である。店舗地図ＤＢとは、店内のどの位置にどの商品が陳列されているかといった店内の案内情報である。店舗の商品情報とは、その店舗に在庫がある商品の情報や商品の価格情報などである。ユーザー会員情報とはユーザーのポイント情報や、会員カードの有効期限情報などである。
【０６７５】
図１７８は、ユーザーが店舗前でサーバー１０３から情報を受け取ってから実際に商品を購入するまでのウェアラブルデバイス１０１に表示される画面フローを示す図である。店舗前では、ユーザーが来店した場合に付与されるポイントと、クーポン情報が表示されている。ユーザーがクーポン情報をタップすると、サーバー１０３から送信された、ユーザーの趣向に沿った情報が表示される。例えばユーザーがテレビをタップすると、おすすめのテレビの情報が表示される。ここで購入ボタンを押すと、受取方法の選択画面が表示され、自宅への配送か、店内での受取かを選ぶこととができる。本実施の形態では、ユーザーがどの店舗にいるかが分かっているため、店舗で受け取ることができるというメリットがある。フロー４０３で売り場へ誘導するを選択すると、ウェアラブルデバイス１０１はＧｕｉｄｅＭｏｄｅへ移行する。このモードは矢印等を用いてユーザーを特定の場所へ

誘導するモードであり、選択した商品が実際に陳列されている場所へとユーザーを誘導することができる。商品棚の前に案内されると、ウェアラブルデバイス１０１は購入の要否を問い合わせる画面に遷移する。ユーザーは該当商品を実際に見ることでサイズや色、使い勝手などを試してから商品の購入判断をすることが可能となる。

【０６７６】

なお、本発明における可視光通信は、精度よくユーザーの位置を特定することが可能である。このため、例えば図１７９のように工場内の危険地域にユーザーが入りそうな場合には警告を与えることも可能である。さらに、警告を発するかどうかは、ウェアラブルデバイス側で決定することが可能であるため、例えば特定の年齢以下の子供には警告を出すといった自由度の高い警告システムを構築することができる。

【０６７７】

（実施の形態７）

図１８０は、既に説明した実施の形態に記載の受信方法を用いたサービス提供システムを示す図である。

【０６７８】

まず、サーバｅｘ８００２を管理する企業Ａ　ｅｘ８０００に対して、他の企業Ｂや個人ｅｘ８００１が、携帯端末への情報の配信を依頼する。例えば、サイネージと可視光通信した携帯端末に対して、詳細な広告情報や、クーポン情報、または、地図情報などの配信を依頼する。サーバを管理する企業Ａ　ｅｘ８０００は、任意のＩＤ情報に対応させて携帯端末へ配信する情報を管理する。携帯端末ｅｘ８００３は、可視光通信により被写体ｅｘ８００４からＩＤ情報を取得し、取得したＩＤ情報をサーバｅｘ８００２へ送信する。サーバｅｘ８００２は、ＩＤ情報に対応する情報を携帯端末へ送信するとともに、ＩＤ情報に対応する情報を送信した回数をカウントする。サーバを管理する企業Ａ　ｅｘ８０００は、カウントした回数に応じた料金を、依頼した企業Ｂや個人ｅｘ８００１に対して課金する。例えば、カウント数が大きい程、課金する額を大きくする。

【０６７９】

図１８１は、サービス提供のフローを示すフローチャートである。

【０６８０】

Ｓｔｅｐ　ｅｘ８０００において、サーバを管理する企業Ａが、他企業Ｂより情報配信の依頼を受ける。次に、Ｓｔｅｐ　ｅｘ８００１において、企業Ａが管理するサーバにおいて、配信依頼を受けた情報を、特定のＩＤ情報と関連付ける。Ｓｔｅｐ　ｅｘ８００２では、携帯端末が、可視光通信により、被写体から特定のＩＤ情報を受信し、企業Ａが管理するサーバへ送信する。可視光通信方法の詳細については、他の実施の形態において既に説明しているため省略する。サーバは、携帯端末から送信された特定のＩＤ情報に対応する情報を携帯端末に対して送信する。Ｓｔｅｐ　ｅｘ８００３では、サーバにおいて、情報配信した回数をカウントする。最後に、Ｓｔｅｐ　ｅｘ８００４において、情報配信したカウント数に応じた料金を企業Ｂに対して課金する。このように、カウント数に応じて、課金を行うことにより、情報配信の宣伝効果に応じた適切な料金を企業Ｂに課金することが可能となる。

【０６８１】

図１８２は、他の例におけるサービス提供を示すフローチャートである。図１８１と重複するステップについては説明を省略する。

【０６８２】

Ｓｔｅｐ　ｅｘ８００８において、情報配信の開始から所定時間が経過したか否か判断する。所定時間内と判断されれば、Ｓｔｅｐ　ｅｘ８０１１において、企業Ｂに対しての課金は行わない。一方、所定期間が経過していると判断された場合には、Ｓｔｅｐ　ｅｘ８００９において、情報を配信した回数をカウントする。そして、Ｓｔｅｐ　ｅｘ８０１０において、情報配信したカウントに応じた料金を企業Ｂに対して課金する。このように、所定期間内は無料で情報配信を行うことから、企業Ｂは宣伝効果などを確認した上で、課金サービスを受けることができる。

【０６８３】
図１８３は、他の例におけるサービス提供を示すフローチャートである。図１８２と重複するステップについては説明を省略する。
【０６８４】
Ｓｔｅｐ　ｅｘ８０１４において、情報を配信した回数をカウントする。Ｓｔｅｐ　ｅｘ８０１５において、情報配信開始から所定期間が経過していないと判断された場合には、Ｓｔｅｐ　ｅｘ８０１６において課金は行わない。一方、所定期間が経過していると判断された場合には、Ｓｔｅｐ　ｅｘ８０１７において、情報を配信した回数が所定値以上か否か判断を行う。情報を配信した回数が所定値に満たない場合には、カウント数をリセットし、再度、情報を配信した回数をカウントする。この場合、情報を配信した回数が所定値未満だった、所定期間については企業Ｂに対して課金は行わない。Ｓｔｅｐ　ｅｘ８０１７において、カウント数が所定値以上であれば、Ｓｔｅｐ　ｅｘ８０１８においてカウント数を一度リセットし、再度カウントを再開する。Ｓｔｅｐ　ｅｘ８０１９において、カウント数に応じた料金を企業Ｂに対して課金する。このように、無料で配信を行った期間内におけるカウント数が少なかった場合に、再度、無料配信の期間を設けることで、企業Ｂは適切なタイミングで課金サービスを受けることができる。また、企業Ａもカウント数が少なかった場合に、情報内容を分析し、例えば、季節と対応しない情報になっているような場合に、情報内容を変更するように企業Ｂに対し提案することが可能となる。なお、再度、無料の情報配信期間を設ける場合には、初回の所定の期間よりも短い期間としてもよい。初回の所定の期間よりも短くすることにより、企業Ａに対する負担を小さくすることができる。また、一定期間を空けて、無料の配信期間を再度設ける構成としてもよい。例えば、季節の影響を受ける情報であれば、季節が変わるまで一定期間を空けて、再度、無料の配信期間を設けることができる。
【０６８５】
なお、情報の配信回数によらず、データ量に応じて、課金料金を変更するとしてもよい。一定のデータ量の配信は無料として、所定のデータ量以上は、課金する構成としてもよい。また、データ量が大きくなるにつれて、課金料金も大きくしてもよい。また、情報を特定のＩＤ情報に対応付けて管理する際に、管理料を課金してもよい。管理料として課金することにより、情報配信を依頼した時点で、料金を決定することが可能となる。
【０６８６】
（実施の形態８）
本実施の形態では、上記各実施の形態におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤや有機ＥＬの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた各適用例について説明する。
【０６８７】
（受信しやすい変調方式）
図１８４Ａ、図１８４Ｂおよび図１８５は、実施の形態８における信号の符号化の一例を示す図である。
【０６８８】
送信信号はヘッダ（Ｈ）とボディ（Ｂｏｄｙ）で構成される。ヘッダには、ユニークな信号パターンが含まれている。受信機は、受信信号中からこのユニークなパターンを見つけ出し、その位置を基準にして受信信号のどの部分がヘッダまたはボディを表しているかを認識し、データを受信する。
【０６８９】
送信信号が図１８４Ａの（ａ）のパターンで変調されるとき、受信機は、ヘッダとそれに続くボディを連続で受信したときにデータを受信できる。受信機が連続で信号を受信できる時間的な長さは、撮像画像（撮影画像）に映る送信機の大きさによって決定される。送信機が小さい場合や、送信機を遠くから撮像した場合には、受信機が連続で信号を受信できる時間は短い。受信機が連続で信号を受信できる時間（連続受信時間）が、ヘッダとボディを含む１ブロックの送信時間と同じである場合は、ヘッダの送信開始時点と受信開

始時点が等しい場合にのみ、受信機はデータを受信できる。図１８４Ａの（ａ）は、連続受信時間がヘッダとボディを含む１ブロックの送信時間より少し長い場合を示す。矢印線は連続受信時間を表しており、太線で表したタイミングで信号を受信した場合にはデータを受信可能であるが、細線で表したタイミングで信号を受信した場合には、受信信号中にヘッダとボディが揃っていないため、データを受信することはできない。

【０６９０】

そこで、送信信号を図１８４Ａの（ｂ）のパターンで変調することで、より広い受信タイミングでデータの受信を可能とすることができる。送信機は、「ボディ・ヘッダ・ボディ」を一組として変調された信号を送信する。ここで、同じ組にある２つのボディは同じ信号である。受信機は、ボディに含まれる全ての信号を連続で受信しなくても、ヘッダの前後のそれぞれにあるボディの部分をつなぎ合わせることでボディを復元できるため、ヘッダに含まれる全ての信号を連続で受信できればデータを受信可能である。図１８４Ａでは、データを受信可能な受信タイミングを太線で表しており、（ｂ）の場合は（ａ）の場合に比べてより広い受信タイミングでデータの受信が可能であることがわかる。

【０６９１】

図１８４Ａの（ｂ）の変調方式の場合、ボディの信号長が固定値であれば、受信機はボディを復元できる。または、ヘッダにボディの信号長の情報が含まれていれば、受信機はボディを復元できる。

【０６９２】

つまり、図１８４Ｂに示すように、受信機は、まず、輝線が含まれる撮影画像（輝線画像）から、ユニークな輝線のパターンからなるヘッダを見つける。そして、受信機は、そのヘッダの後（図１８４Ｂ中の（１）の方向）に続くボディの各信号を順次読み出す。このとき、受信機は、信号を読み出すごとに、ボディの信号長の分だけ、そのボディの信号を読み出したか否かを判断する。つまり、ボディに含まれる全ての信号を読み出したか否かを判断する。読み出していないと判断したときには、受信機は、読み出された信号の後に続く信号を読み出す。しかし、その後に続く信号がない場合には、受信機は、ヘッダの前（図１８４Ｂ中の（２）の方向）に続くボディの各信号を順次読み出す。これにより、ボディに含まれる全ての信号が読み出される。ここで、ボディの信号長が固定長であれば、受信機は、その信号長を予め保持しており、その信号長を用いて上述の判断を行う。または、受信機は、ヘッダからボディの信号長を特定し、その信号長を用いて上述の判断を行う。

【０６９３】

また、ボディの信号長が可変長である場合でも、同一の送信機が変調したボディは同一の信号長となるように変調方式を定めることで、受信機は、二つのヘッダ間の信号長からボディの信号長を推定してボディを復元できる。このとき、図１８４Ａの（ｂ）の変調方式では、ヘッダ二つとボディ二つ分の信号を一度に受信しなければならない。しかし、図１８５に示す変調方式であれば、ヘッダ二つとボディ一つ分の信号を受信するだけで、ボディの信号長を推定できる。なお、図１８５では、「ボディ・ヘッダ・ボディ・ヘッダ２（Ｈ２）」を一組とした変調方式であり、受信機は、ヘッダに含まれる全ての信号を連続で受信できればデータを受信可能である。

【０６９４】

このように、本実施の形態における送信機は、送信対象の信号のうちの一部であるボディに対応する第１の輝度変化のパターンと、そのボディを特定するためのヘッダを示す第２の輝度変化のパターンとを決定し、第１の輝度変化のパターン、第２の輝度変化のパターン、その第１の輝度変化のパターンの順に、それぞれのパターンにしたがって輝度変化することによって、ヘッダおよびボディを送信する。また、送信機は、さらに、ヘッダと異なる他のヘッダを示す第３の輝度変化のパターンを決定し、第１の輝度変化のパターン、第２の輝度変化のパターン、第１の輝度変化のパターン、第３の輝度変化のパターンの順に、それぞれのパターンにしたがって輝度変化することによって、ヘッダ、ボディおよび他のヘッダを送信してもよい。

【０６９５】
（輝線による通信と画像認識の併用）
図１８６は、実施の形態８における撮像画像の一例を示す図である。
【０６９６】
受信機は、撮像画像中の輝線から信号を読み取るとともに、輝線以外の部分を画像処理によって解析することができる。これにより、例として、受信機は、例えばデジタルサイネージとして構成される送信機から信号を受信し、同じ信号を受信した場合であってもそのときに送信機の画面上に写っている画像によって異なる広告を表示すること等が可能となる。
【０６９７】
輝線は画像処理においてノイズとなるため、輝線の左右の画素から輝線部分の画素値を補間してから画像処理を行うとしてもよい。また、輝線部分を除いた画像に対して画像処理を行ってもよい。
【０６９８】
（可視光信号の受信に適した撮像素子の利用方法）
図１８７Ａ～図１８７Ｃは、実施の形態８における受信機の構成および動作の一例を示す図である。
【０６９９】
図１８７Ａに示すように、８９１０ａは、受信機の撮像素子である。撮像素子は、画像を撮像する部分である有効画素と、暗電流等のノイズ測定のためのオプティカルブラックと、無効領域８９１０ｂで構成される。オプティカルブラックには、さらに、垂直方向のノイズを測定するＶＯＢと、水平方向のノイズを測定するＨＯＢがある。輝線は８９１０ｃの向き（水平方向）に発生するため、ＶＯＢや無効領域８９１０ｂに露光している時間は輝線が得られず、信号を受信することができない。そのため、可視光通信時には、ＶＯＢと無効領域８９１０ｂを利用しないか最小限の利用とする撮像モードに切り替えることで、信号を受信可能な時間を増やすことができる。
【０７００】
図１８７Ｂに示すように、ＶＯＢと無効領域８９１０ｂを利用しないようにすることによって、有効画素を含む領域である有効画素領域において露光されている時間を延ばすことができる。具体的には、図１８７Ｂの（ａ）に示すように、通常撮影時には、時刻ｔ０～ｔ１０、時刻ｔ１０～ｔ２０、および時刻ｔ２０～ｔ３０のそれぞれの間で１枚の撮影画像が取得される。また、それぞれの撮影画像を取得するためには、ＶＯＢと無効領域８９１０ｂも利用されるため、有効画素領域において露光されている時間（電荷が読み出される時間であって、図１８７Ｂ中の網掛け部分）は、時刻ｔ３～ｔ１０、時刻ｔ１３～ｔ２０、および時刻ｔ２３～ｔ３０である。
【０７０１】
一方、可視光通信時において、ＶＯＢと無効領域８９１０ｂを利用しないようにすることによって、図１８７Ｂの（ｂ）に示すように、ＶＯＢと無効領域８９１０ｂを利用していた時間だけ、有効画素領域において露光されている時間を延ばすことができる。つまり、可視光通信で受信可能な時間を増やすことができる。その結果、多くの信号を受信することができる。
【０７０２】
なお、図１８７Ｃの（ａ）に示すように、通常撮影時には、有効画素領域の各露光ラインの露光は、隣の露光ラインの露光が開始されてから、所定時間ｍ経過した後に開始される。一方、図１８７Ｃの（ｂ）に示すように、可視光通信時において、有効画素領域において露光されている時間が延ばされると、有効画素領域の各露光ラインの露光は、隣の露光ラインの露光が開始されてから、所定時間ｎ（ｎ＞ｍ）経過した後に開始される。
【０７０３】
このように、本実施の形態における受信機は、通常撮影を行う際には、イメージセンサのオプティカルブラックを含む領域にある複数の露光ラインのそれぞれに対して、その露

光ラインの隣の露光ラインに対する電荷の読み出しが行われた時点から所定の時間経過後に、電荷の読み出しを行う。そして、受信機は、可視光通信を行う際には、オプティカルブラックを電荷の読み出しに用いることなく、イメージセンサにおけるオプティカルブラック以外の領域にある複数の露光ラインのそれぞれに対して、その露光ラインの隣の露光ラインに対する電荷の読み出しが行われた時点から、上記所定の時間よりも長い時間経過後に、電荷の読み出しを行う。

【０７０４】

また、可視光通信時には、デモザイキングやクリッピング等の処理で縦の画素数が減らないような撮像モードとすることで、信号を受信可能な時間をさらに増やすことができる。

【０７０５】

ＶＯＢや無効領域８９１０ｂを利用せず、縦の画素を減らさないモードで撮像すると、撮像画像の下端と次のフレームの撮像画像の上端の露光タイミングが時間的に連続することになり、信号を連続的に受信することができる。また、ＶＯＢ等を完全に無効にできない場合でも、誤り訂正が可能な方式で送信信号を変調することで、信号を連続的に受信することができる。

【０７０６】

図１８７Ａでは、水平方向のフォトダイオードを同時に露光するため水平方向の輝線があらわれる。可視光通信時には、この露光モードと、垂直方向のフォトダイオードを同時に露光する露光モードを交互に繰り返すことで、水平の輝線と垂直の輝線を得ることができるため、送信機がどのような形状であっても安定して信号を受信できる。

【０７０７】

（連続的な信号受信）

図１８７Ｄは、実施の形態８における信号受信方法の一例を示す図である。

【０７０８】

撮像素子には、受光した光の強度を画像にする画素である有効画素と、受光した光の強度を画像にせず、例えば暗電流の強度の基準として用いる無効画素がある。そのため、通常撮像モードでは、（ａ）に示すように、無効画素のみが受光している時間が存在し、その間は信号を受信することができない。そこで、可視光通信モードでは、（ｂ）のように無効画素のみが受光する時間を最小限にしたり、（ｃ）のように常に有効画素が受光するように設定したりすることで，受信可能な時間を長くとることができる。また、これにより、連続的な受信を可能とすることができる。（ｂ）の場合は、受信ができない時間が存在するが、送信データに誤り訂正符号を用いることで、一部の信号が受信できない場合でも全体の信号を推定することができる。

【０７０９】

（小さく撮像された送信機からの信号の受信方法）

図１８７Ｅは、実施の形態８における信号受信方法の一例を示すフローチャートである。

【０７１０】

図１８７Ｅに示すように、ステップ９０００ａでｓｔａｒｔし、ステップ９０００ｂで信号を受信して、ステップ９０００ｃでヘッダを検出する。ステップ９０００ｄでヘッダに続くボディのデータサイズは既知かどうかを確認して、ＹＥＳの場合はステップ９０００ｆに進む。ＮＯの場合はステップ９０００ｅへ進み、ヘッダに続くボディのデータサイズをヘッダから読み出して、ステップ９０００ｆに進む。ステップ９０００ｆでヘッダに続いてボディを意味する信号を全て受信できたかどうかを確認して、ＹＥＳの場合はステップ９０００ｇへ進み、ヘッダに続いて受信した信号からボディ部分を読み出して、ステップ９０００ｐで終了する。ＮＯの場合はステップ９０００ｈへ進み、ヘッダに続いて受信した部分とヘッダの前に受信した部分のデータ長を合わせるとボディのデータ長に足りるかどうかを確認して、ＹＥＳの場合はステップ９０００ｉへ進み、ヘッダに続いて受信した部分とヘッダの前に受信した部分を連結することでボディ部分を読み出して、ステッ

プ９０００ｐで終了する。ＮＯの場合はステップ９０００ｊへ進み、送信機から多くの輝線を撮像する手段があるかどうかを確認して、ＹＥＳの場合はステップ９０００ｎへ進み、輝線を多く撮像できる設定に変更して、ステップ９０００ｂへ戻る。ＮＯの場合はステップ９０００ｋへ進み、送信機が存在するが撮像される大きさが不十分であることを通知して、ステップ９０００ｍで送信機の方向を通知し、そちらへ近づけば受信可能となることを通知して、ステップ９０００ｐで終了する。

【０７１１】

この方法により、撮像画像中の送信機を通る露光ラインが少ない場合でも、安定して信号を受信することができる。

【０７１２】

（可視光信号の受信に適した撮像画像サイズ）

図１８８および図１８９Ａは、実施の形態８における受信方法の一例を示す図である。

【０７１３】

撮像素子の有効画素領域が４：３である場合は、１６：９で撮像すると、画像の上下の部分がクリッピングされる。輝線が水平方向に現れる場合は、このクリッピングで輝線が失われ、信号を受信可能な時間が短くなる。同様に、撮像素子の有効画素領域が１６：９の場合に４：３で撮像すると、画像の左右の部分がクリッピングされ、輝線が垂直方向に現れる場合に信号を受信可能な時間が短くなる。そこで、クリッピングが発生しない縦横比、すなわち、図１８８では４：３を、図１８９Ａでは１６：９を、可視光通信モードでの撮像縦横比とする。これにより、受信可能な時間を長くとることができる。

【０７１４】

つまり、本実施の形態における受信機は、さらに、イメージセンサによって得られる画像の縦幅と横幅の比率を設定する。そして、受信機は、可視光通信を行う際には、設定された比率によって、画像における露光ライン（輝線）と垂直な方向の端がクリッピングされるか否かを判定し、端がクリッピングされると判定したときには、設定された比率を、その端がクリッピングされない比率である非クリッピング比率に変更する。そして、受信機のイメージセンサは、輝度変化する被写体を撮影することによって、その非クリッピング比率の輝線画像を取得する。

【０７１５】

図１８９Ｂは、実施の形態８における受信方法の一例を示すフローチャートである。

【０７１６】

この受信方法では、受信時間を伸ばし、小さな送信機からの信号を受信するための撮像アスペクト比を設定する。

【０７１７】

つまり、図１８９Ｂに示すように、ステップ８９１１Ｂａでｓｔａｒｔして、ステップ８９１１Ｂｂで可視光通信モードへ撮像モードを変更する。ステップ８９１１Ｂｃで撮像画像のアスペクト比設定は有効画素のアスペクト比と最も近い設定になっているかどうかを確認する。ＹＥＳの場合はステップ８９１１Ｂｄへ進み、撮像画像のアスペクト比設定を有効画素のアスペクト比と最も近い設定にする。ステップ８９１１Ｂｅで終了する。ＮＯの場合はステップ８９１１Ｂｅへ進み、終了する。可視光通信モードにおいてこのようにアスペクト比を設定することで、受信できない時間を減らすことができる。また、小さい送信機や遠くの送信機からの信号を受信できるようになる。

【０７１８】

図１８９Ｃは、実施の形態８における受信方法の一例を示すフローチャートである。

【０７１９】

この受信方法では、時間あたりのサンプル数を増やすための撮像アスペクト比を設定する。

【０７２０】

つまり、図１８９Ｃに示すように、ステップ８９１１Ｃａでｓｔａｒｔして、ステップ８９１１Ｃｂで可視光通信モードへ撮像モードを変更する。ステップ８９１１Ｃｃで露光

ラインの輝線が確認できるが時間あたりのサンプル数が少なく信号が受信できないかを確認する。ＹＥＳの場合はステップ８９１１Ｃｄへ進み、撮像画像のアスペクト比設定を有効画素のアスペクト比と最も異なる設定にする。ステップ８９１１Ｃｅで撮像フレームレートを上げて、ステップ８９１１Ｃｃへ戻る。ＮＯの場合はステップ８９１１Ｃｆへ進み、信号を受信して、終了する。

【０７２１】

可視光通信モードにおいてこのようにアスペクト比を設定することで、周波数の高い信号を受信することができる。また、ノイズの大きな環境でも受信できるようになる。

【０７２２】

（ズームを利用した可視光信号の受信）

図１９０は、実施の形態８における受信方法の一例を示す図である。

【０７２３】

受信機は、撮像画像８９１３ａの中から輝線が存在する領域を見つけ出し、できるだけ多くの輝線が発生するようにズームを行う。撮像画像８９１３ｂのように、輝線の方向に垂直な方向に、輝線領域が画面の上端下端にかかるまで拡大することで、輝線の数を最大にすることができる。

【０７２４】

また、受信機は、輝線がはっきりと表示される領域を見つけ出し、８９１３ｃのように、その部分が大きく映るようにズームを行うとしてもよい。

【０７２５】

なお、撮像画像中に複数の輝線領域が存在する場合は、それぞれの輝線領域について順次上記の処理を行うとしてもよい。また、撮像画像中からユーザが指定した輝線領域について上記の処理を行うとしてもよい。

【０７２６】

（可視光信号の受信に適した画像データサイズの圧縮方法）

図１９１は、実施の形態８における受信方法の一例を示す図である。

【０７２７】

撮像画像（ａ）を、撮像部から画像処理部へ伝送する際や、撮像端末（受信機）からサーバへ送信する際に、画像データサイズの圧縮が必要な場合は、（ｃ）のように、輝線に水平な方向に縮小や画素間引きを行うと輝線の情報量を減じることなくデータサイズを圧縮することができる。（ｂ）や（ｄ）のような縮小や画素間引きを行うと、輝線の数が減ってしまったり、輝線の認識が難しくなる。画像圧縮の際も、輝線に垂直な方向には圧縮しない、または、垂直方向の圧縮率を水平方向の圧縮率より小さくすることで、受信効率の低減を防ぐことができる。なお、移動平均フィルタは垂直方向と水平方向のいずれにも適用してもよく、データサイズ縮小とノイズ低減の両方に有効である。

【０７２８】

つまり、本実施の形態における受信機は、さらに、輝線画像に含まれる複数の輝線のそれぞれに平行な方向に、その輝線画像を圧縮することによって、圧縮画像を生成し、その圧縮画像を送信する。

【０７２９】

（受信エラー検出精度が高い変調方式）

図１９２は、実施の形態８における信号変調方法の一例を示す図である。

【０７３０】

パリティビットによる誤り検出は１ビットの受信誤りを検出するため、「０１」と「１０」の取り違えと「００」と「１１」の取り違えは検出できない。（ａ）の変調方式では、「０１」と「１０」はＬの位置が一つ異なるだけであるので取り違えやすいが、（ｂ）の変調方式では「０１」と「１０」、「００」と「１１」のＬの位置がそれぞれ二つ異なっている。（ｂ）の変調方式を用いることで、高い精度で受信誤りを検出できる。これは、図７６から図７８における変調方式においても同様である。

【０７３１】

つまり、本実施の形態では、所定の輝度値（例えばＬ）が現れるタイミングが互いに隣接する２つの輝度変化のパターンが、同一のパリティの信号単位（例えば、「０１」と「１０」）に割り当てられていないように、そのタイミングが互いに異なる輝度変化のパターンが、互いに異なる信号単位のそれぞれに対して予め割り当てられている。そして、本実施の形態における送信機は、送信対象の信号に含まれる信号単位のそれぞれに対して、その信号単位に割り当てられた輝度変化のパターンを決定する。

【０７３２】

（状況の違いによる受信機の動作の変更）

図１９３は、実施の形態８における受信機の動作の一例を示す図である。

【０７３３】

受信機８９２０ａは、受信が開始された状況によって異なる動作をする。例えば、日本で起動された場合は、６０ｋＨｚの位相偏移変調方式で変調された信号を受信し、受信したＩＤをキーにサーバ８９２０ｄからデータをダウンロードする。アメリカで起動された場合には、５０ｋＨｚの周波数偏移変調方式で変調された信号を受信し、受信したＩＤをキーにサーバ８９２０ｅからデータをダウンロードする。受信機の動作を変更させる前記状況には、受信機８９２０ａが存在している場所（国や建物）、受信機８９２０ａと通信している基地局や無線アクセスポイント（Ｗｉ－Ｆｉ、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、ＩＭＥＳ等）、時刻等がある。

【０７３４】

例えば、受信機８９２０ａは、位置情報や最後にアクセスした無線基地局（キャリア通信網やＷｉ－ＦｉやＢｌｕｅｔｏｏｈ（登録商標）やＩＭＥＳ等の基地局）や可視光通信によって最後に受信したＩＤを、サーバ８９２０ｆに送信する。サーバ８９２０ｆは、受信した情報を基に受信機８９２０ａの位置を推定し、その位置付近の送信機の送信信号を受信できる受信アルゴリズムと、その位置付近の送信機のＩＤを管理しているＩＤ管理サーバの情報（ＵＲＩ等）を送信する。受信機８９２０ａは、受信したアルゴリズムを用いて送信機８９２０ｂや８９２０ｃの信号を受信し、受信したＩＤ管理サーバ８９２０ｄ、８９２０ｅへＩＤをキーとした問い合わせを行う。

【０７３５】

この方法により、国や地域や建物といった単位で異なる方式の通信を行うことができる。また、本実施の形態における受信機８９２０ａは、信号を受信したときには、その信号の変調に利用された周波数に応じて、アクセス対象となるサーバを切り替えたり、受信アルゴリズムを切り替えたり、図１９２に示す信号変調方法を切り替えてもよい。

【０７３６】

（人間への可視光通信の周知）

図１９４は、実施の形態８における送信機の動作の一例を示す図である。

【０７３７】

送信機８９２１ａの発光部は、図１９４の（ａ）に示すように、人間が視認可能な点滅と可視光通信とを繰り返す。人間に視認可能な点滅を行うことで、可視光通信が可能であることを人間に知らせることができる。ユーザは送信機８９２１ａが点滅していることで可視光通信が可能であることに気づき、受信機８９２１ｂを送信機８９２１ａに向けて可視光通信を行い、送信機８９２１ａのユーザ登録を行う。

【０７３８】

つまり、本実施の形態における送信機は、発光体が輝度変化によって信号を送信するステップと、発光体が人の目で視認されるように点滅するステップとを交互に繰り返し行う。

【０７３９】

送信機は、図１９４の（ｂ）のように、可視光通信部と点滅部（通信状況表示部）とを別に設けてもよい。

【０７４０】

送信機は、図７７または図７８の変調方式を用いて、図１９４の（ｃ）のように、動作

することで、可視光通信を行いながら、人間には発光部が点滅しているように見せることができる。つまり、送信機は、例えば明るさ７５％の高輝度可視光通信と、明るさ１％の低輝度可視光通信とを交互に繰り返し行う。例えば、送信機に異常等が発生して普段とは異なる信号を送信しているときに図１９４の（ｃ）に示す動作をすることで、可視光通信をやめることなくユーザに注意を促すことができる。

【０７４１】

（散光板による受信範囲の拡大）

図１９５は、実施の形態８における受信機の一例を示す図である。

【０７４２】

図１９５の（ａ）は、受信機８９２２ａの通常モードの様子を示し、図１９５の（ｂ）は、受信機８９２２ａの可視光通信モードの様子を示す。受信機８９２２ａは、撮像部の前に散光板８９２２ｂを備える。受信機８９２２ａは、可視光通信モード時に散光板８９２２ｂを撮像部の前に移動させ、光源が広がって撮像されるようにする。このとき、複数の光源からの光が重ならないように、散光板８９２２ｂの位置を調整する。なお、散光板８９２２ｂに代わり、マクロレンズやズームレンズを用いてもよい。これにより、遠くの送信機や小さい送信機の信号を受信することができる。

【０７４３】

なお、散光板８９２２ｂを移動させる代わりに、撮像部の撮像方向を移動させてもよい。

【０７４４】

なお、散光板８９２２ｂが映るイメージセンサの領域は通常撮像モードでは利用せず、可視光通信モードでのみ利用するとしてもよい。これにより、散光板８９２２ｂも撮像部も移動させることなく、上記の効果が得られる。

【０７４５】

（複数の送信機からの信号送信の同期方法）

図１９６と図１９７は、実施の形態８における送信システムの一例を示す図である。

【０７４６】

プロジェクションマッピング等のために複数のプロジェクタを用いる場合は、混信をさけるため、一箇所の投影には一つのプロジェクタのみが信号を送信するか、複数のプロジェクタの信号送信タイミングを同期する必要がある。図１９６は、送信タイミングの同期のための仕組みを示す。

【０７４７】

同じ投影面に投影を行うプロジェクタＡとプロジェクタＢが、図１９６のように信号を送信する。受信機がこれを撮像して受信し、信号ａと信号ｂの時間差を計算し、各プロジェクタの信号送信タイミングを調整する。

【０７４８】

動作開始時にはプロジェクタＡとプロジェクタＢは同期していないため、どちらも信号を送信しない時間（全休止時間）を設けることで、信号ａと信号ｂが重なって受信できなくなることを防ぐ。プロジェクタのタイミング調整が進むに連れてプロジェクタが送信する信号を変化させても良い。例えば、動作開始時には全休止時間を長くとり、タイミング調整が進むにつれて全休止時間を短くすることで、効率よくタイミング調整が可能となる。

【０７４９】

正確にタイミングを調整するためには、１枚の撮像画像中に信号ａと信号ｂが含まれていることが望ましい。受信機の撮像フレームレートは６０ｆｐｓから７．５ｆｐｓのものが多い。信号送信の周期を７．５分の１秒以下にすることで、７．５ｆｐｓで撮像された画像中に信号ａと信号ｂを収めることができる。また、信号送信の周期を６０分の１秒以下とすることで、３０ｆｐｓで撮像された画像中に確実に信号ａと信号ｂを収めることができる。

【０７５０】

図１９７は、複数のディスプレイから構成される送信機を同期する場合を示す図である。同期するディスプレイが１枚の画像中に収まるように撮像し、タイミング調整を行う。

【０７５１】

（照度センサとイメージセンサによる可視光信号の受信）

図１９８は、実施の形態８における受信機の動作の一例を示す図である。

【０７５２】

イメージセンサは、照度センサに比べて消費電力が高いため、受信機８９４０ａは、照度センサ８９４０ｃで信号を検知した際にイメージセンサ８９４０ｂを起動して信号を受信する。図１９８の（ａ）に示すように、受信機８９４０ａは、送信機８９４０ｄが送信した信号を、照度センサ８９４０ｃで受信する。その後、受信機８９４０ａは、イメージセンサ８９４０ｂを起動し、イメージセンサで送信機８９４０ｄの送信信号を受信し、送信機８９４０ｄの位置を認識する。このとき、イメージセンサ８９４０ｂは信号の一部を受信した時点で、その一部が照度センサ８９４０ｃで受信した信号と同一であれば、受信機８９４０ａは同一の信号を受信したと仮に判断し、後段の処理、例えば現在位置の表示等、を行う。イメージセンサ８９４０ｂで全部の信号が受信できた時点で、判断を完了する。

【０７５３】

なお、仮判断時には、判断が完了していないことを表示してもよい。例えば、現在位置の表示を半透明にしたり、位置の誤差を表示する。

【０７５４】

なお、前記信号の一部とは、例えば、全体の信号長の２０％や、誤り検出符号部分等として定めることができる。

【０７５５】

図１９８の（ｂ）に示す状況では、照度センサ８９４０ｃでは、信号が混信して受信することができないが、信号が存在することは認識できる。例えば、照度センサ８９４０ｃのセンサ値をフーリエ変換したとき、送信信号の変調周波数にピークが現れた場合、信号が存在していると推定できる。受信機８９４０ａは、照度センサ８９４０ｃのセンサ値から信号が存在していると推定したときは、イメージセンサ８９４０ｂを起動し、送信機８９４０ｅ、８９４０ｆからの信号を受信する。

【０７５６】

（受信開始のトリガ）

図１９９は、実施の形態８における受信機の動作の一例を示す図である。

【０７５７】

イメージセンサや照度センサ（以下では、これらを総称して受光センサと呼ぶ）を起動していると電力を消費するため、不要時には停止させておき、必要なときに起動することで消費電力効率を向上させることができる。なお、照度センサの消費電力はイメージセンサと比べて少ないため、以下では、照度センサは常時起動し、イメージセンサのみを制御するとしてもよい。

【０７５８】

図１９９の（ａ）では、受信機８９４１ａは、９軸センサのセンサ値から移動を検出し、受光センサを起動して受信を開始する。

【０７５９】

図１９９の（ｂ）では、９軸センサのセンサ値から、受信機を倒す動作を検出し、上に向けられた側の受光センサを起動して受信を開始する。

【０７６０】

図１９９の（ｃ）では、９軸センサのセンサ値から、受信機を突き出す動作を検出し、突き出される方向の受光センサを起動して受信を開始する。

【０７６１】

図１９９の（ｄ）では、９軸センサのセンサ値から、受信機を上に向ける動作や振る動作を検出し、上に向けられた側の受光センサを起動して受信を開始する。

【０７６２】
つまり、本実施の形態における受信機は、さらに、受信機（受信装置）が、予め定められた態様で動かされたか否かを判定し、予め定められた態様で動かされたと判定したときには、イメージセンサを起動する。
【０７６３】
（受信開始のジェスチャ）
図２００は、本通信方式による受信を開始するジェスチャ動作の一例を示す図である。
【０７６４】
例えばスマートフォンとして構成される受信機８９４２ａは、９軸センサのセンサ値から、受信機を立てて横方向にスライドさせる動作、または、横方向へのスライドを繰り返す動作を検出する。その後、受信機８９４２ａは、受信を開始し、受信したＩＤをもとに送信機８９４２ｂの位置を取得する。その後、受信機８９４２ａは、複数の送信機８９４２ｂと自身の相対位置関係から、自身の位置を取得する。受信機８９４２ａは、スライドされることで、安定して複数の送信機８９４２ｂを撮像することができ、三角測量の方法で、自己位置を高精度に推定することができる。
【０７６５】
なお、この動作は、ホーム画面がフォアグラウンドになっているときのみ行うとしてもよい。これにより、他のアプリを使用中にユーザの意図に反して本通信が行われることを防ぐことができる。
【０７６６】
（カーナビへの応用例）
図２０１と図２０２は、実施の形態８における送受信システムの応用例の一例を示す図である。
【０７６７】
例えばカーナビとして構成される送信機８９５０ｂは、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）のペアリング情報や、Ｗｉ－ＦｉのＳＳＩＤとパスワードや、ＩＰアドレス等、送信機８９５０ｂに無線接続するための情報を送信する。例えばスマートフォンとして構成される受信機８９５０ａは、受信した情報をもとに送信機８９５０ｂと無線接続を確立し、以降のやりとりはこの無線接続を介して行う。
【０７６８】
例えば、ユーザはスマートフォン８９５０ａに目的地や探索する店舗情報などを入力し、スマートフォン８９５０ａは、無線接続を介してカーナビ８９５０ｂに、入力された情報を伝達し、カーナビ８９５０ｂは経路情報を表示する。また、例えば、スマートフォン８９５０ａは、カーナビ８９５０ｂのコントローラとして動作し、カーナビ８９５０ｂが再生する音楽や映像をコントロールする。また、例えば、スマートフォン８９５０ａが保持する音楽や映像をカーナビ８９５０ｂで再生する。また、例えば、カーナビ８９５０ｂが周辺の店舗情報や道路の混雑情報を取得し、スマートフォン８９５０ａに表示させる。また、例えば、スマートフォン８９５０ａは、着信があったとき、無線接続されたカーナビ８９５０ｂのマイクとスピーカーを使って通話処理を行う。なお、スマートフォン８９５０ａは、着信があったときに無線接続を確立して上記の動作を行うとしてもよい。
【０７６９】
カーナビ８９５０ｂは、無線接続された自動接続モードに設定されているときは、登録された端末に自動で無線接続する。カーナビ８９５０ｂは、自動接続モードではないとき、可視光通信を用いて接続情報を送信して接続を待ち受ける。なお、カーナビ８９５０ｂは、自動接続モードの際も可視光通信を用いて接続情報を送信して接続を待ち受けてもよい。なお、カーナビは、手動で接続された場合には、自動接続モードを解除するとしてもよく、さらに、自動で接続された端末との接続を切断するとしてもよい。
【０７７０】
（コンテンツ保護への応用例）
図２０３は、実施の形態８における送受信システムの応用例の一例を示す図である。

【０７７１】
例えば、テレビとして構成される送信機８９５１ｂは、自身や接続された機器８９５１ｃに保持されたコンテンツ保護情報を送信する。例えばスマートフォンとして構成される受信機８９５１ａは、前記コンテンツ保護情報を受信し、その後所定の時間の間は、送信機８９５１ｂや機器８９５１ｃのコンテンツ保護情報で保護されたコンテンツを再生できるように、コンテンツ保護を行う。これにより、ユーザが所有する別の機器に保持しているコンテンツを受信機で再生することができる。
【０７７２】
なお、送信機８９５１ｂはコンテンツ保護情報をサーバに格納し、受信機８９５１ａは、受信した送信機８９５１ｂのＩＤをキーにサーバからコンテンツ保護情報を取得してもよい。
【０７７３】
なお、受信機８９５１ａは、取得したコンテンツ保護情報をさらに他の機器に送信するとしてもよい。
【０７７４】
（電子錠としての応用例）
図２０４Ａは、実施の形態８における送受信システムの応用例の一例を示す図である。
【０７７５】
受信機８９５２ａは、送信機８９５２ｂの送信したＩＤを受信し、サーバ８９５２ｃへ送信する。サーバ８９５２ｃは、受信機８９５２ａから送信機８９５２ｂのＩＤが送られてきた場合に、扉８９５２ｄを解錠したり、自動ドアを開けたり、受信機８９５２ａに登録された階に移動するエレベータを受信機８９５２ａの居るフロアへ呼ぶ。これにより、受信機８９５２ａが鍵の役割を果たし、ユーザは扉８９５２ｄに着く前に解錠等を行うことができる。
【０７７６】
つまり、本実施の形態における受信機は、輝度変化する被写体（例えば上述の送信機）を撮影することによって、複数の輝線を含む画像である第１の輝線画像を取得し、取得された第１の輝線画像に含まれる複数の輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより第１の送信情報（例えば、被写体のＩＤ）を取得する。そして、受信機は、第１の送信情報が取得された後に、制御信号（例えば、被写体のＩＤ）を送信することによって、扉の開閉駆動機器に対してその扉を開かせる。
【０７７７】
悪意のある操作を防ぐため、サーバ８９５２ｃは、受信機８９５２ａのセキュアエレメント等のセキュリティ保護を利用して、通信相手が受信機８９５２ａであることを確認してもよい。また、受信機８９５２ａが確かに送信機８９５２ｂの近くに居るということを確認するため、サーバ８９５２ｃは、送信機８９５２ｂのＩＤを受信した際に、送信機８９５２ｂに異なる信号を送信する命令を発し、受信機８９５２ａから前記信号が送られてきた場合に解錠を行うとしてもよい。
【０７７８】
また、照明機器として構成される送信機８９５２ｂが、扉８９５２ｄに向かう通路に沿って複数個並んでいる場合には、受信機８９５２ａは、それらの送信機８９５２ｂからＩＤを受信することによって、受信機８９５２ａが扉８９５２ｄに近づいているか否かを判定することができる。例えば、それらのＩＤが取得された順に、それらのＩＤによって示される値が小さくなる場合には、受信機は、扉に近づいていると判定する。または、受信機は、それらのＩＤに基づいて、それぞれの送信機８９５２ｂの位置を特定し、さらに、それらの送信機８９５２ｂの位置と、撮影画像に映るそれらの送信機８９５２ｂの位置とに基づいて、自らの位置を推定する。そして、受信機は、予め保持されている扉８９５２ｄの位置と、推定された自らの位置とを随時比較することによって、扉８９５２ｄに近づいているか否かを判定する。そして、受信機は、扉８９５２ｄに近づいていると判定したときに、取得された何れかのＩＤをサーバ８９５２ｃに対して送信する。その結果、サー

バ８９５２ｃは、扉８９５２ｄを開くための処理などを行う。
【０７７９】
つまり、本実施の形態における受信機は、輝度変化する他の被写体を撮影することによって、複数の輝線を含む画像である第２の輝線画像を取得し、取得された第２の輝線画像に含まれる複数の輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより第２の送信情報（例えば、他の被写体のＩＤ）を取得する。そして、受信機は、取得された第１および第２の送信情報に基づいて、受信機が扉に近づいているか否かを判定し、扉に近づいていると判定したときに、制御信号（例えば、何れかの被写体のＩＤ）を送信する。
【０７８０】
図２０４Ｂは、本実施の形態における情報通信方法のフローチャートである。
【０７８１】
本実施の形態における情報通信方法は、被写体から情報を取得する情報通信方法であって、ステップＳＫ２１～ＳＫ２４を含む。
【０７８２】
つまり、この情報通信方法は、イメージセンサによる前記被写体である第１の被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる各露光ラインに対応する複数の輝線が前記第１の被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの第１の露光時間を設定する第１の露光時間設定ステップＳＫ２１と、前記イメージセンサが、輝度変化する前記第１の被写体を、設定された前記第１の露光時間で撮影することによって、前記複数の輝線を含む画像である第１の輝線画像を取得する第１の輝線画像取得ステップＳＫ２２と、取得された前記第１の輝線画像に含まれる前記複数の輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより第１の送信情報を取得する第１の情報取得ステップＳＫ２３と、前記第１の送信情報が取得された後に、制御信号を送信することによって、扉の開閉駆動機器に対して前記扉を開かせる扉制御ステップＳＫ２４とを含む。
【０７８３】
図２０４Ｃは、本実施の形態における情報通信装置のブロック図である。
【０７８４】
本実施の形態における情報通信装置Ｋ２０は、輝度変化によって信号を送信する情報通信装置であって、構成要素Ｋ２１～Ｋ２４を備える。
【０７８５】
つまり、この情報通信装置Ｋ２０は、イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる各露光ラインに対応する複数の輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの露光時間を設定する露光時間設定部Ｋ２１と、輝度変化する前記被写体を、設定された前記露光時間で撮影することによって、前記複数の輝線を含む画像である輝線画像を取得する前記イメージセンサを有する輝線画像取得部Ｋ２２と、取得された前記輝線画像に含まれる前記複数の輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより送信情報を取得する情報取得部Ｋ２３と、前記送信情報が取得された後に、制御信号を送信することによって、扉の開閉駆動機器に対して前記扉を開かせる扉制御部Ｋ２４とを備える。
【０７８６】
このような図２０４Ｂおよび図２０４Ｃによって示される情報通信方法および情報通信装置Ｋ２０では、例えば図２０４Ａに示すように、イメージセンサを備えた受信機を扉の鍵のように用いることができ、特別な電子錠を不要にすることができる。その結果、演算力が少ないような機器を含む多様な機器間で通信を行うことができる。
【０７８７】
なお、上記各実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、ＣＰＵまたはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行

することによって実現されてもよい。例えばプログラムは、図２０４Ｂのフローチャートによって示される情報通信方法をコンピュータに実行させる。

【０７８８】

（来店情報伝達としての応用例）

図２０５は、実施の形態８における送受信システムの応用例の一例を示す図である。

【０７８９】

受信機８９５３ａは、送信機８９５３ｂの送信したＩＤをサーバ８９５３ｃへ送信する。サーバ８９５３ｃは、受信機８９５３ａに関連付けられた注文情報を店員８９５３ｄへ通知する。店員８９５３ｄは、前記注文情報に基いて商品等を準備する。これにより、ユーザが店舗等に入った時点で注文が準備されるため、ユーザは迅速に商品等を受け取ることができる。

【０７９０】

（場所に応じた注文制御の応用例）

図２０６は、実施の形態８における送受信システムの応用例の一例を示す図である。

【０７９１】

受信機８９５４ａは、送信機８９５４ｂの送信信号を受信したときにのみ注文が行える画面を表示する。これにより、店舗は、付近にいない顧客の注文を回避することができる。

【０７９２】

または、受信機８９５４ａは、送信機８９５４ｂのＩＤを注文情報に加えて注文を行う。これにより、店舗は、注文主の位置を把握し、商品を届ける位置を把握することができる。あるいは、店舗は、注文主が来店するまでの時間を推定することができる。なお、受信機８９５４ａは、移動速度から計算した店舗までの移動時間を注文情報に加えてもよい。また、受信機は、現在位置から判断して不自然な購買（例えば、現在位置の駅以外から出発する搭乗券の購入）に対して、その購買を受け付けないようにしてもよい。

【０７９３】

（道案内への応用例）

図２０７は、実施の形態８における送受信システムの応用例の一例を示す図である。

【０７９４】

受信機８９５５ａは、例えば案内板として構成される送信機８９５５ｂの送信ＩＤを受信し、案内板に表示された地図のデータをサーバから取得して表示する。このとき、サーバは受信機８９５５ａのユーザに適した広告を送信し、受信機８９５５ａはこの広告情報も表示するとしてもよい。受信機８９５５ａは、現在地から、ユーザが指定した場所までの経路を表示する。

【０７９５】

（所在連絡への応用例）

図２０８は、実施の形態８における送受信システムの応用例の一例を示す図である。

【０７９６】

受信機８９５６ａは、例えば家庭や学校の照明として構成される送信機８９５６ｂの送信するＩＤを受信し、そのＩＤをキーとして取得した位置情報を端末８９５６ｃへ送信する。これにより、端末８９５６ｃを持つ保護者は、受信機８９５６ａを持つ児童が家に帰ったことや学校に着いたことを知ることができる。また、端末８９５６ｃを持つ監督者は、受信機８９５６ａを持つ作業者の現在位置を把握することができる。

【０７９７】

（利用ログ蓄積と解析への応用例）

図２０９は、実施の形態８における送受信システムの応用例の一例を示す図である。

【０７９８】

受信機８９５７ａは、例えば看板として構成される送信機８９５７ｂの送信するＩＤを受信し、サーバからクーポン情報を取得して表示する。受信機８９５７ａは、その後のユーザの行動、例えば、クーポンを保存したり、クーポンに表示された店舗に移動したり、

その店舗で買い物を行ったり、クーポンを保存せずに立ち去ったりといった行動をサーバ８９５７ｃに保存する。これにより、看板８９５７ｂから情報を取得したユーザのその後の行動を解析することができ、看板８９５７ｂの広告価値を見積もることができる。

【０７９９】

（画面共有への応用例）

図２１０と図２１１は、実施の形態８における送受信システムの応用例の一例を示す図である。

【０８００】

例えばプロジェクタやディスプレイとして構成される送信機８９６０ｂは、自身へ無線接続するための情報（ＳＳＩＤ、無線接続用パスワード、ＩＰアドレス、送信機を操作するためのパスワード）を送信する。または、これらの情報にアクセスするためのキーとなるＩＤを送信する。例えばスマートフォンやタブレットやノートパソコンやカメラとして構成される受信機８９６０ａは、送信機８９６０ｂから送信された信号を受信して前記情報を取得し、送信機８９６０ｂとの無線接続を確立する。この無線接続は、ルータを介して接続してもよいし、Ｗｉ－ＦｉダイレクトやＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）やＷｉｒｅｌｅｓｓ Ｈｏｍｅ Ｄｉｇｉｔａｌ Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ等によって直接接続してもよい。受信機８９６０ａは、送信機８９６０ｂによって表示される画面を送信する。これにより、手軽に受信機の画像を送信機に表示することができる。

【０８０１】

なお、送信機８９６０ｂは、受信機８９６０ａと接続されたときに、画面表示のためには、送信機が送信している情報の他にパスワードが必要であることを受信機８９６０ａに伝え、正しいパスワードが送られない場合は送信された画面を表示しないとしてもよい。このとき、受信機８９６０ａは、８９６０ｄのような、パスワード入力画面を表示し、ユーザにパスワードを入力させる。

【０８０２】

図２１１は、受信機８９６０ａを介して送信機８９６１ｃの画面を送信機８９６０ｂに表示させる例を示す図である。例えばノートパソコンとして構成される送信機８９６１ｃは、自身へ接続するための情報、または、その情報に関連付けられたＩＤを送信する。受信機８９６０ａは、送信機８９６０ｂから送信された信号と送信機８９６１ｃから送信された信号を受信し、各送信機との接続を確立させ、送信機８９６０ｂに表示するための画像を送信機８９６１ｃから伝送させる。送信機８９６０ｂと送信機８９６１ｃは直接通信するとしてもよいし、受信機８９６０ａやルータを介して通信するとしてもよい。これにより、送信機８９６０ｂの送信した信号を送信機８９６１ｃが受信できない場合でも、手軽に送信機８９６１ｃの画像を送信機８９６０ｂに表示させることができる。

【０８０３】

なお、受信機８９６０ａが、送信機８９６０ｂの送信した信号を受信した時刻と、送信機８９６１ｃの送信した信号を受信した時刻の差が所定の時間以下であったときのみ前記の動作を行うとしてもよい。

【０８０４】

なお、送信機８９６１ｃは、受信機８９６０ａから正しいパスワードを受信した場合にのみ画像を送信機８９６０ｂに送信するとしてもよい。

【０８０５】

（無線アクセスポイントを利用した位置推定の応用例）

図２１２は、実施の形態８における送受信システムの応用例の一例を示す図である。

【０８０６】

例えばスマートフォンとして構成される受信機８９６３ａは、送信機８９６３ｂの送信するＩＤを受信する。受信機８９６３ａは、受信したＩＤをキーとして送信機８９６３ｂの位置情報を取得し、撮像画像中の送信機８９６３ｂの位置と方向から、自身の位置を推定する。また、受信機８９６３ａは、例えばＷｉ－Ｆｉアクセスポイントとして構成される無線発信機８９６３ｃからの信号を受信する。受信機８９６３ａは、信号に含まれた無

線発信機８９６３ｃの位置情報と電波発信方向情報から自身の位置を推定する。受信機８９６３ａは、複数の手段で自己位置を推定することで、高精度に自己位置を推定することができる。

【０８０７】

無線発信機８９６３ｃの情報を利用して自己位置を推定する手法について説明する。無線発信機８９６３ｃは、複数のアンテナから、異なる方向に、同期した信号を送信している。また、無線発信機８９６３ｃは、信号送信の方向を順次変更している。受信機８９６３ａは、電波強度が最も強くなったときの電波発信方向が無線発信機８９６３ｃから自身への方向であると推測する。また、別のアンテナから発信され、それぞれ経路８９６３ｄ、８９６３ｅ、８９６３ｆを通った電波の到達時間の差から経路差を計算し、各電波発信角度差θ１２、θ１３、θ２３から、無線発信機８９６３ｃと自身の距離を計算する。さらに、周囲の電界情報、電波反射物情報を利用することで、より高精度に自己位置を推定することができる。

【０８０８】

（可視光通信と無線通信による位置推定）

図２１３は、可視光通信と無線通信とによる位置推定を行う構成を示す図である。つまり、図２１３は、可視光通信と無線通信とを用いて端末の位置推定を行う構成を示している。

【０８０９】

携帯端末（スマートフォン端末）は、発光部と可視光通信を行うことにより、発光部のＩＤを取得する。取得したＩＤをサーバに問い合わせ、発光部の位置情報を取得する。これにより、携帯端末は、ＭＩＭＯ（multiple-input and multiple-output）アクセスポイントと発光部との間のｘ方向およびｙ方向のそれぞれの距離である、実距離Ｌ１および実距離Ｌ２を取得する。また、既に他の実施の形態において説明しているように、携帯端末は、その携帯端末の傾きθ１をジャイロセンサなどを用いて検出する。

【０８１０】

一方、ＭＩＭＯアクセスポイントから携帯端末に向けてビームフォーミングがなされている場合には、ビームフォームの角度θ２は、ＭＩＭＯアクセスポイントが設定するものであり既知の値となる。従って、携帯端末は、無線通信などにより、ビームフォーミングの角度θ２を取得する。

【０８１１】

その結果、携帯端末は、実距離Ｌ１および実距離Ｌ２と、携帯端末の傾きθ１およびビームフォーミングの角度θ２とを用いて、ＭＩＭＯアクセスポイントを基準とする携帯端末の座標位置（ｘ１，ｙ１）を算出することができる。なお、ＭＩＭＯアクセスポイントは複数のビームを形成することが可能であることから、複数のビームフォーミングを利用することにより、より精度の高い位置推定を行うことも可能である。

【０８１２】

このように、本実施の形態によれば、可視光通信による位置推定と、無線通信による位置推定との両方を用いることにより、位置推定の精度をより高めることが可能となる。

【０８１３】

以上、一つまたは複数の態様に係る情報通信方法について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、一つまたは複数の態様の範囲内に含まれてもよい。

【０８１４】

また、図２１４、図２１５および図２１６に示すように、本発明の一態様に係る情報通信方法を応用してもよい。

【０８１５】

図２１４は、実施の形態８における送受信システムの応用例の一例を示す図である。

【０８１６】
可視光通信の受信機として構成されるカメラは、通常撮像モードで撮像を行う（Ｓｔｅｐ１）。この撮像によって、カメラは、例えばＥＸＩＦ（Exchangeable image file format）等のフォーマットによって構成される画像ファイルを取得する。次に、カメラは、可視光通信撮像モードで撮像を行う（Ｓｔｅｐ２）。カメラは、この撮像によって得られる画像中の輝線のパターンに基づいて、被写体である送信機から可視光通信によって送信された信号（可視光通信情報）を取得する（Ｓｔｅｐ３）。さらに、カメラは、その信号（受信情報）をキーとして扱ってサーバにアクセスすることにより、サーバからそのキーに対応する情報を取得する（Ｓｔｅｐ４）。そしてカメラは、被写体から可視光通信によって送信された信号（可視光受信データ）、サーバから取得された情報、画像ファイルによって示される画像中の、被写体である送信機が映し出された位置を示すデータと、可視光通信によって送信された信号を受信した時刻（動画中における時刻）を示すデータなどをそれぞれ、上述の画像ファイル中のメタデータとして保存する。なお、カメラは、撮像によって得られる画像（画像ファイル）に複数の送信機が被写体として映し出されている場合には、送信機ごとに、その送信機に対応する幾つかのメタデータを、その画像ファイルに保存する。

【０８１７】
可視光通信の送信機として構成されるディスプレイまたはプロジェクタは、上述の画像ファイルによって示される画像を表示するときには、その画像ファイルに含まれるメタデータに応じた信号を可視光通信によって送信する。例えば、ディスプレイまたはプロジェクタは、メタデータそのものを可視光通信によって送信してもよく、画像に映し出された送信機に関連付けられた信号をキーとして送信してもよい。

【０８１８】
可視光通信の受信機として構成される携帯端末（スマートフォン）は、ディスプレイまたはプロジェクタの画像を撮像することによって、ディスプレイまたはプロジェクタから可視光通信によって送信される信号を受信する。携帯端末は、その受信した信号が上述のキーであれば、そのキーを用いて、ディスプレイ、プロジェクタまたはサーバから、そのキーに関連付けられた送信機のメタデータを取得する。また、携帯端末は、その受信した信号が、実在する送信機から可視光通信によって送信された信号（可視光受信データまたは可視光通信情報）であれば、ディスプレイ、プロジェクタまたはサーバから、その可視光受光データまたは可視光通信情報に対応する情報を取得する。

【０８１９】
図２１５は、実施の形態８における送受信システムのカメラ（受信機）の動作を示すフローチャートである。

【０８２０】
まず、カメラは、撮像ボタンの押下を検出すると（ステップＳ９０１）、通常撮像モードで撮像を行う（ステップＳ９０２）。そして、カメラは、シャッター速度を一定の速度以上に上げることにより、つまり、通常撮像モードよりも短い露光時間を設定することにより、可視光撮像モードでの撮像を行う（ステップＳ９０３）。これにより、カメラは、被写体から可視光通信によって送信される信号を取得する。

【０８２１】
その後、カメラは、可視光通信によって取得された信号（情報）をキーとして扱うことにより、サーバからそのキーに対応付けられた情報を取得する（ステップＳ９０５）。次に、カメラは、通常撮像モードによる撮像によって得られた画像ファイルのメタデータ領域（ＥＸＩＦのメータデータが格納される領域等）に、その信号、各情報および各データを保存する（ステップＳ９０５）。つまり、カメラは、可視光通信によって取得された信号と、サーバから取得された情報と、可視光通信によって信号を送信した被写体である送信機の画像（通常撮像モードによる撮像によって得られた画像）中の位置を示す位置データなどを保存する。

【０８２２】

そして、カメラは、動画の撮像を行うか否かを判断し（ステップＳ９０６）、動画の撮像を行うと判断した場合には（ステップＳ９０６のＹ）、ステップＳ９０２からの処理を繰り返し実行する。一方、カメラは、動画の撮像を行わないと判断した場合には（ステップＳ９０６のＮ）、撮像の処理を終了する。

【０８２３】

図２１６は、実施の形態８における送受信システムのディスプレイ（送信機）の動作を示すフローチャートである。

【０８２４】

まず、ディスプレイは、画像ファイルのメタデータ領域を確認することにより、その画像ファイルによって示される画像中に映し出されている送信機が１つであるか複数であるかを判断する（ステップＳ９１１）。ここで、ディスプレイは、送信機が複数であると判断すると（ステップＳ９１１の複数）、さらに、可視光通信のモードとして分割送信モードが設定されているか否かを判断する（ステップＳ９１２）。そして、ディスプレイは、分割送信モードが設定されていると判断すると（ステップＳ９１２のＹ）、ディスプレイの表示領域（送信部分）を分割して、それぞれの表示領域から信号を送信する（ステップＳ９１４）。具体的には、ディスプレイは、送信機ごとに、その送信機が映し出されている領域、または、その送信機とその周辺とが映し出された領域を表示領域として扱い、その表示領域から、その送信機に対応する信号を可視光通信によって送信する。

【０８２５】

一方、ディスプレイは、ステップＳ９１２で、分割送信モードに設定されていないと判断すると（ステップＳ９１２のＮ）、ディスプレイの表示領域の全体から、複数の送信機のそれぞれに対応する信号を可視光通信によって送信する（ステップＳ９１３）。つまり、ディスプレイは、複数の情報に関連付けられたキーを画面全体から送信する。

【０８２６】

また、ディスプレイは、ステップＳ９１１で、送信機が１つであると判断すると（ステップＳ９１１の１つ）、ディスプレイの表示領域の全体から、その１つの送信機に対応する信号を可視光通信によって送信する（ステップＳ９１５）。つまり、ディスプレイは、画面全体から送信を行う。

【０８２７】

さらに、ディスプレイは、ステップＳ９１３～Ｓ９１５の何れかの後、可視光通信によって送信された信号（送信情報）をキーとして扱うアクセスを例えば携帯端末（スマートフォン）から受け付けると、画像ファイル中のそのキーに対応するメタデータを、アクセス元である携帯端末に渡す（ステップＳ９１６）。

【０８２８】

（本実施の形態等のまとめ）

本実施の形態における情報通信方法は、被写体から情報を取得する情報通信方法であって、イメージセンサによる前記被写体である第１の被写体の撮影によって得られる画像に、前記イメージセンサに含まれる各露光ラインに対応する複数の輝線が前記第１の被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの第１の露光時間を設定する第１の露光時間設定ステップと、前記イメージセンサが、輝度変化する前記第１の被写体を、設定された前記第１の露光時間で撮影することによって、前記複数の輝線を含む画像である第１の輝線画像を取得する第１の輝線画像取得ステップと、取得された前記第１の輝線画像に含まれる前記複数の輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより第１の送信情報を取得する第１の情報取得ステップと、前記第１の送信情報が取得された後に、制御信号を送信することによって、扉の開閉駆動機器に対して前記扉を開かせる扉制御ステップとを含む。

【０８２９】

これにより、例えば図２０４Ａに示すように、イメージセンサを備えた受信機を扉の鍵のように用いることができ、特別な電子錠を不要にすることができる。その結果、演算力が少ないような機器を含む多様な機器間で通信を行うことができる。

【０８３０】
また、前記情報通信方法は、さらに、前記イメージセンサが、輝度変化する第２の被写体を、設定された前記第１の露光時間で撮影することによって、複数の輝線を含む画像である第２の輝線画像を取得する第２の輝線画像取得ステップと、取得された前記第２の輝線画像に含まれる前記複数の輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより第２の送信情報を取得する第２の情報取得ステップと、取得された前記第１および第２の送信情報に基づいて、前記イメージセンサを備えた受信装置が前記扉に近づいているか否かを判定する接近判定ステップとを含み、前記扉制御ステップでは、前記受信装置が前記扉に近づいていると判定されたときに、前記制御信号を送信してもよい。
【０８３１】
これにより、例えば図２０４Ａに示すように、受信装置（受信機）が扉に近づいたときにのみ、つまり、適切なタイミングにのみ、その扉を開かせることができる。
【０８３２】
また、前記情報通信方法は、さらに、前記第１の露光時間よりも長い第２の露光時間を設定する第２の露光時間設定ステップと、前記イメージセンサが、第３の被写体を、設定された前記第２の露光時間で撮影することによって、前記第３の被写体が映し出された通常画像を取得する通常画像取得ステップとを含み、前記通常画像取得ステップでは、前記イメージセンサのオプティカルブラックを含む領域にある複数の露光ラインのそれぞれに対して、当該露光ラインの隣の露光ラインに対する電荷の読み出しが行われた時点から所定の時間経過後に、電荷の読み出しを行い、前記第１の輝線画像取得ステップでは、前記オプティカルブラックを電荷の読み出しに用いることなく、前記イメージセンサにおける前記オプティカルブラック以外の領域にある複数の露光ラインのそれぞれに対して、当該露光ラインの隣の露光ラインに対する電荷の読み出しが行われた時点から、前記所定の時間よりも長い時間経過後に、電荷の読み出しを行ってもよい。
【０８３３】
これにより、例えば図１８７Ａ～図１８７Ｅに示すように、第１の輝線画像が取得されるときには、オプティカルブラックに対する電荷の読み出し（露光）は行われないため、イメージセンサにおけるオプティカルブラック以外の領域である有効画素領域に対する電荷の読み出し（露光）にかかる時間を長くすることができる。その結果、その有効画素領域において信号を受信する時間を長くすることができ、多くの信号を取得することができる。
【０８３４】
また、前記情報通信方法は、さらに、前記第１の輝線画像に含まれる前記複数の輝線のパターンにおける、当該複数の輝線のそれぞれに垂直な方向の長さが、予め定められた長さ未満であるか否かを判定する長さ判定ステップと、前記パターンの長さが前記予め定められた長さ未満であると判定された場合には、前記イメージセンサのフレームレートを、前記第１の輝線画像を取得したときの第１のフレームレートよりも遅い第２のフレームレートに変更するフレームレート変更ステップと、前記イメージセンサが、輝度変化する前記第１の被写体を、前記第２のフレームレートで、且つ、設定された前記第１の露光時間で撮影することによって、複数の輝線を含む画像である第３の輝線画像を取得する第３の輝線画像取得ステップと、取得された前記第３の輝線画像に含まれる前記複数の輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより前記第１の送信情報を取得する第３の情報取得ステップとを含んでもよい。
【０８３５】
これにより、例えば図２２４Ａに示すように、第１の輝線画像に含まれる輝線のパターン（輝線領域）によって示される信号長が、送信された信号の例えば１ブロック分に満たない場合には、フレームレートが落とされて、改めて輝線画像が第３の輝線画像として取得される。その結果、第３の輝線画像に含まれる輝線のパターンの長さを長くすることができ、送信された信号を１ブロック分取得することができる。
【０８３６】

また、前記情報通信方法は、さらに、前記イメージセンサによって得られる画像の縦幅と横幅の比率を設定する比率設定ステップを含み、前記第１の輝線画像取得ステップは、設定された前記比率によって、前記画像における前記各露光ラインと垂直な方向の端がクリッピングされるか否かを判定するクリッピング判定ステップと、前記端がクリッピングされると判定されたときには、前記比率設定ステップで設定された前記比率を、前記端がクリッピングされない比率である非クリッピング比率に変更する比率変更ステップと、前記イメージセンサが、輝度変化する前記第１の被写体を撮影することによって、前記非クリッピング比率の前記第１の輝線画像を取得する取得ステップとを含んでもよい。

【０８３７】

これにより、例えば図１８８および図１８９Ａ～図１８９Ｃに示すように、例えばイメージセンサの有効画素領域の横幅と縦幅の比率が４：３であって、画像の横幅と縦幅の比率が１６：９に設定され、水平方向に沿う輝線が表れる場合、つまり、露光ラインが水平方向に沿っている場合には、上述の画像の上端および下端がクリッピングされると判定される。つまり、第１の輝線画像の端が欠落してしまうと判定される。この場合には、その画像の比率が、クリッピングされない比率である例えば４：３に変更される。その結果、第１の輝線画像の端の欠落を防ぐことができ、第１の輝線画像から多くの情報を取得することができる。

【０８３８】

また、前記情報通信方法は、さらに、前記第１の輝線画像に含まれる前記複数の輝線のそれぞれに平行な方向に、前記第１の輝線画像を圧縮することによって、圧縮画像を生成する圧縮ステップと、前記圧縮画像を送信する圧縮画像送信ステップとを含んでもよい。

【０８３９】

これにより、例えば図１９１に示すように、複数の輝線によって示される情報を欠落させることなく適切に第１の輝線画像を圧縮することができる。

【０８４０】

また、前記情報通信方法は、さらに、前記イメージセンサを備える受信装置が、予め定められた態様で動かされたか否かを判定するジェスチャ判定ステップと、前記予め定められた態様で動かされたと判定したときには、前記イメージセンサを起動する起動ステップとを含んでもよい。

【０８４１】

これにより、例えば図１９９に示すように、必要なときにのみイメージセンサを簡単に起動させることができ、消費電力効率の向上を図ることができる。

【０８４２】

（実施の形態９）

本実施の形態では、上記各実施の形態におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤや有機ＥＬの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた各適用例について説明する。

【０８４３】

図２１７は、実施の形態９における送信機と受信機の適用例を示す図である。

【０８４４】

ロボット８９７０は、例えば自走式の掃除機としての機能と、上記各実施の形態における受信機としての機能とを有する。照明機器８９７１ａ，８９７１ｂは、それぞれ上記各実施の形態における送信機としての機能を有する。

【０８４５】

例えば、ロボット８９７０は、室内を移動しながら、掃除を行うとともに、その室内を照らす照明機器８９７１ａを撮影する。この照明機器８９７１ａは、輝度変化することによって照明機器８９７１ａのＩＤを送信している。その結果、ロボット８９７０は、上記各実施の形態と同様に、照明機器８９７１ａからそのＩＤを受信し、そのＩＤに基づいて自らの位置（自己位置）を推定する。つまり、ロボット８９７０は、９軸センサによる検出結果と、撮影によって得られる画像に映る照明機器８９７１ａの相対位置と、ＩＤによ

って特定される照明機器８９７１ａの絶対位置とに基づいて、移動しながら自己位置を推定している。

【０８４６】

さらに、ロボット８９７０は、移動することによって照明機器８９７１ａから離れると、照明機器８９７１ａに対して消灯を命令する信号（消灯命令）を送信する。例えば、ロボット８９７０は、予め定められた距離だけ照明機器８９７１ａから離れると、消灯命令を送信する。または、ロボット８９７０は、撮影によって得られる画像にその照明機器８９７１ａが映らなくなったときに、あるいは、その画像に他の照明機器が映ると、消灯命令を照明機器８９７１ａに送信する。照明機器８９７１ａは、消灯命令をロボット８９７０から受信すると、その消灯命令に応じて消灯する。

【０８４７】

次に、ロボット８９７０は、移動して掃除を行っている途中で、推定された自己位置に基づいて、照明機器８９７１ｂに近づいたことを検知する。つまり、ロボット８９７０は、照明機器８９７１ｂの位置を示す情報を保持しており、自己位置とその照明機器８９７１ｂの位置との間の距離が予め定められた距離以下になったときに、照明機器８９７１ｂに近づいたことを検知する。そして、ロボット８９７０は、その照明機器８９７１ｂに対して点灯を命令する信号（点灯命令）を送信する。照明機器８９７１ｂは、点灯命令を受けると、その点灯命令に応じて点灯する。

【０８４８】

これにより、ロボット８９７０は、移動しながら自らの周りだけを明るくして、掃除を容易に行うことができる。

【０８４９】

図２１８は、実施の形態９における送信機の適用例を示す図である。

【０８５０】

例えば、図２１８の（ａ）に示すように、ディスプレイには、複数の発光領域Ａ～Ｆが並べて表示され、その発光領域Ａ～Ｆがそれぞれ輝度変化することによって信号を送信する。ここで、図２１８の（ａ）に示す例では、発光領域Ａ～Ｆはそれぞれ矩形状であり、水平方向および垂直方向に沿って配列されている。このような場合、輝度変化しない非輝度変化領域が、ディスプレイの水平方向に沿って、発光領域Ａ，Ｂ，Ｃと、発光領域Ｄ，Ｅ，Ｆとの間を通ってそのディスプレイを横断している。さらに、輝度変化しない他の非輝度変化領域が、ディスプレイの垂直方向に沿って、発光領域Ａ，Ｄと、発光領域Ｂ，Ｅとの間を通ってそのディスプレイを横断している。さらに、輝度変化しない他の非輝度変化領域が、ディスプレイの垂直方向に沿って、発光領域Ｂ，Ｅと、発光領域Ｃ，Ｆとの間を通ってそのディスプレイを横断している。

【０８５１】

したがって、上記各実施の形態における受信機が、受信機の露光ラインを水平方向に向けた状態でそのディスプレイを撮影すると、その撮影によって得られる画像（撮影画像）の、水平方向に沿う非輝度変化領域に対応する部分には、輝線が表れない。つまり、その撮影画像では、輝線が表れている領域（輝線領域）が不連続になってしまう。また、受信機が、その露光ラインを垂直方向に向けた状態でそのディスプレイを撮影すると、撮影画像における、垂直方向に沿う２つの非輝度変化領域に対応する部分には、輝線が表れない。つまり、このときにも、その撮影画像では輝線領域が不連続になってしまう。このように輝線領域が不連続になってしまうと、輝度変化によって送信される信号を受信し難くなってしまう。

【０８５２】

そこで、本実施の形態におけるディスプレイ８９７２は、上記各実施の形態における送信機としての機能を有し、輝線領域が連続するように、複数の発光領域Ａ～Ｆのそれぞれをずらして配置する。

【０８５３】

例えば、図２１８の（ｂ）に示すように、ディスプレイ８９７２は、上段の発光領域Ａ

，Ｂ，Ｃと、下段の発光領域Ｄ，Ｅ，Ｆとを互いに水平方向にずらして配置する。または、図２１８の（ｃ）に示すように、ディスプレイ８９７２は、それぞれ平行四辺形あるいは菱形の発光領域Ａ～Ｆを表示する。これにより、ディスプレイ８９７２の垂直方向に沿って、発光領域Ａ～Ｆの間を通ってディスプレイ８９７２を横断する非輝度変化領域をなくすることができる。その結果、受信機が、その露光ラインを垂直方向に向けた状態でディスプレイ８９７２を撮影しても、撮影画像において、輝線領域を連続させることができる。

【０８５４】

さらに、図２１８の（ｄ）および（ｅ）に示すように、ディスプレイ８９７２は、発光領域Ａ～Ｆのそれぞれを垂直方向にずらして配置してもよい。これにより、ディスプレイ８９７２の水平方向に沿って、発光領域Ａ～Ｆの間を通ってディスプレイ８９７２を横断する非輝度変化領域もなくすることができる。その結果、受信機が、その露光ラインを水平方向に向けた状態でディスプレイ８９７２を撮影しても、撮影画像において、輝線領域を連続させることができる。

【０８５５】

また、図２１８の（ｆ）に示すように、ディスプレイ８９７２は、それぞれ六角形の発光領域Ａ～Ｆを、それぞれの領域の辺が互いに平行になるように表示してもよい。このような場合にも、上述と同様に、ディスプレイ８９７２の水平方向および垂直方向に沿って、発光領域Ａ～Ｆの間を通ってディスプレイ８９７２を横断する非輝度変化領域をなくすることができる。その結果、受信機が、その露光ラインを水平方向に向けた状態でディスプレイ８９７２を撮影しても、その露光ラインを垂直方向に向けた状態でディスプレイ８９７２を撮影しても、撮影画像において、輝線領域を連続させることができる。

【０８５６】

図２１９は、本実施の形態における情報通信方法のフローチャートである。

【０８５７】

本実施の形態における情報通信方法は、輝度変化によって信号を送信する情報通信方法であって、ステップＳＫ１１およびＳＫ１２を含む。

【０８５８】

つまり、この情報通信方法は、送信対象の信号を変調することによって、輝度変化のパターンを決定する決定ステップＳＫ１１と、決定された輝度変化のパターンにしたがって複数の発光体が輝度変化することによって、前記送信対象の信号を送信する送信ステップＳＫ１２とを含む。そして、前記複数の発光体が配置された面において、前記複数の発光体の外にあって輝度変化しない非輝度変化領域が、前記面の垂直方向および水平方向のうちの少なくとも一方に沿って前記複数の発光体の間を通って前記面を横断することがないように、前記複数の発光体が前記面上に配置されている。

【０８５９】

図２２０は、本実施の形態における情報通信装置のブロック図である。

【０８６０】

本実施の形態における情報通信装置Ｋ１０は、輝度変化によって信号を送信する情報通信装置であって、構成要素Ｋ１１およびＫ１２を備える。

【０８６１】

つまり、この情報通信装置Ｋ１０は、送信対象の信号を変調することによって、輝度変化のパターンを決定する決定部Ｋ１１と、決定された輝度変化のパターンにしたがって複数の発光体が輝度変化することによって、前記送信対象の信号を送信する送信部Ｋ１２とを備える。そして、前記複数の発光体が配置された面において、前記複数の発光体の外にあって輝度変化しない非輝度変化領域が、前記面の垂直方向および水平方向のうちの少なくとも一方に沿って前記複数の発光体の間を通って前記面を横断することがないように、前記複数の発光体が前記面上に配置されている。

【０８６２】

このような図２１９および図２２０によって示される情報通信方法および情報通信装置

Ｋ１０では、例えば図２１８に示すように、受信機に備えられたイメージセンサによる上述の面（ディスプレイ）の撮影によって取得される撮影画像において、輝線領域を連続させることができる。その結果、送信対象の信号を受信し易くすることができ、演算力が少ないような機器を含む多様な機器間で通信を行うことができる。

【０８６３】

なお、上記各実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、ＣＰＵまたはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。例えばプログラムは、図２１９のフローチャートによって示される情報通信方法をコンピュータに実行させる。

【０８６４】

図２２１Ａは、実施の形態９における送信機および受信機の適用例を示す図である。

【０８６５】

受信機８９７３は、上記各実施の形態における受信機としての機能を有するスマートフォンとして構成されている。この受信機８９７３は、図２２１Ａの（ａ）に示すように、ディスプレイ８９７２を撮影し、撮影画像に表れる輝線を読み取ろうとする。ここで、ディスプレイ８９７２が暗い場合には、受信機８９７３は、その輝線を読み取れず、ディスプレイ８９７２からの信号を受信することができないことがある。このとき、受信機８９７３は、図２２１Ａの（ｂ）に示すように、予め定められたリズムでフラッシュを放つ。ディスプレイ８９７２は、そのフラッシュを受けると、図２２１Ａの（ｃ）に示すように、輝度を上げて明るい表示を行う。その結果、受信機８９７３は、撮影画像に表れる輝線を読み取ることができ、ディスプレイ８９７２からの信号を受信することができる。

【０８６６】

図２２１Ｂは、実施の形態９における受信機８９７３の動作を示すフローチャートである。

【０８６７】

受信機８９７３は、まず、受信開始のためのユーザによる操作またはジェスチャを受け付けたか否かを判定する（ステップＳ８３１）。ここで、受信機８９７３は、受け付けたと判定すると（ステップＳ８３１のＹ）、イメージセンサを用いた撮影による受信を開始する（ステップＳ８３２）。次に、受信機８９７３は、受信が完了することなく受信開始から所定の時間が経過したか否かを判定する（ステップＳ８３３）。ここで、受信機８９７３は、所定の時間が経過したと判定すると（ステップＳ８３３のＹ）、予め定められたリズムでフラッシュを点滅させ（ステップＳ８３４）、ステップＳ８３３からの処理を繰り返し実行する。なお、ステップＳ８３３の処理が繰り返される場合には、受信機８９７３は、受信が完了することなくフラッシュを点滅させてから所定の時間が経過したか否かを判定する。また、ステップＳ８３４では、受信機８９７３は、フラッシュを点滅させる代わりに、人間に聞こえ難い周波数の予め定められた音を発生したり、受信待ちであることを知らせるための信号をディスプレイ８９７２である送信機に送信してもよい。

【０８６８】

図２２２は、実施の形態９における送信機および受信機の適用例を示す図である。

【０８６９】

照明機器８９７４は、上記各実施の形態における送信機としての機能を有する。この照明機器８９７４は、輝度変化しながら例えば鉄道の駅にある路線掲示板８９７５を照らす。ユーザによってその路線掲示板８９７５に向けられた受信機８９７３は、その路線掲示板８９７５を撮影する。これにより、受信機８９７３は、その路線掲示板８９７５のＩＤを取得し、そのＩＤに関連付けられている情報であって、その路線掲示板８９７５に記載されている各路線についての詳細な情報を取得する。そして、受信機８９７３は、その詳細な情報を示す案内画像８９７３ａを表示する。例えば、案内画像８９７３ａは、路線掲示板８９７５に記載されている路線までの距離と、その路線に向かう方向と、その路線に

おいて次に電車が到着する時刻とを示す。

【０８７０】

ここで、受信機８９７３は、その案内画像８９７３ａがユーザによってタッチされると、補足案内画像８９７３ｂを表示する。この補足案内画像８９７３ｂは、例えば、鉄道の時刻表、案内画像８９７３ａによって示される路線とは異なる別の路線に関する情報、および、その駅に関する詳細な情報、のうちの何れかをユーザによる選択操作に応じて表示するための画像である。

【０８７１】

図２２３は、実施の形態９における送信機の適用例を示す図である。

【０８７２】

照明機器８９７６ａ～８９７６ｃはそれぞれ、上記各実施の形態における送信機としての機能を有し、店舗の看板８９７７を照らす。ここで、図２２３の（ａ）に示すように、照明機器８９７６ａ～８９７６ｃはそれぞれ、同期して輝度変化することによって同じＩＤを送信してもよい。また、図２２３の（ｂ）に示すように、両端に配置された照明機器８９７６ａと照明機器８９７６ｃだけが、同期して輝度変化することによって同じＩＤを送信し、それらの照明機器の間に配置された照明機器８９７６ｂは、輝度変化によってＩＤを送信することなく、看板８９７７を照らしてもよい。また、図２２３の（ｃ）に示すように、その照明機器８９７６ｂがＩＤを送信しない状態において、両端に配置された照明機器８９７６ａと照明機器８９７６ｃは、輝度変化することによって互いに異なるＩＤを送信してもよい。この場合には、照明機器８９７６ａと照明機器８９７６ｃとの間にある照明機器８９７６ｂは、ＩＤの送信のための輝度変化を行わないため、照明機器８９７６ａと照明機器８９７６ｃのそれぞれからの信号が混信してしまうことを防ぐことができる。なお、照明機器８９７６ａによって送信されるＩＤと、照明機器８９７６ｃによって送信されるＩＤとは、互いに異なっていていているが、これらのＩＤに対して同じ情報が関連付けられていてもよい。

【０８７３】

図２２４Ａは、実施の形態９における送信機および受信機の適用例を示す図である。

【０８７４】

照明機器８９７８は、上記各実施の形態における送信機としての機能を有し、図２２４Ａの（１）に示すように、常時、輝度変化することによって信号を送信している。

【０８７５】

本実施の形態における受信機は、その照明機器８９７８を撮影する。このとき、図２２４Ａに示すように、受信機の撮影範囲８９７９には、照明機器８９７８と、その照明機器８９７８以外の部分とが含まれる。つまり、この撮影範囲８９７９における上側の範囲ａと下側の範囲ｃのそれぞれには、照明機器８９７８以外の部分が含まれ、撮影範囲８９７９における中央の範囲ｂには、照明機器８９７８が含まれる。

【０８７６】

受信機は、図２２４Ａの（２）および（３）に示すように、照明機器８９７８の撮影によって、照明機器８９７８の輝度変化によって生じる複数の輝線を含む撮影画像（輝線画像）を取得する。この輝線画像において、上述の上側の範囲ａおよび下側の範囲ｃに対応する部分には輝線が表れず、中央の範囲ｂに対応する部分にのみ輝線が表れる。

【０８７７】

ここで、受信機が例えば３０ｆｐｓのフレームレートで照明機器８９７８を撮影する場合には、図２２４Ａの（２）に示すように、輝線画像における輝線領域の長さｂは短く、受信機が例えば１５ｆｐｓのフレームレートで照明機器８９７８を撮影する場合には、図２２４の（３）に示すように、輝線画像における輝線領域の長さｂは長い。なお、輝線領域（輝線のパターン）の長さは、その輝線領域に含まれる各輝線に垂直な方向の長さである。

【０８７８】

したがって、本実施の形態における受信機は、例えば３０ｆｐｓのフレームレートで照

明機器８９７８を撮影し、輝線画像における輝線領域の長さｂが予め定められた長さ未満であるか否かを判定する。予め定められた長さは、例えば、照明機器８９７８の輝度変化によって送信される信号の１ブロック分に相当する長さである。そして、受信機は、予め定められた長さ未満であると判定すると、そのフレームレートを例えば１５ｆｐｓに変更する。これにより、受信機は、１ブロック分の信号を照明機器８９７８からまとめて受信することができる。

【０８７９】

図２２４Ｂは、実施の形態９における受信機の動作を示すフローチャートである。

【０８８０】

受信機は、まず、撮影画像に輝線が含まれているか、つまり、露光ラインによる縞が撮影されているか否かを判定する（ステップＳ８４１）。ここで、受信機は、撮影されていると判定すると（ステップＳ８４１のＹ）、どの撮像モード（撮影モード）に設定されているかを判断する（ステップＳ８４２）。受信機は、撮像モードが中間撮像モード（中間モード）または通常撮像モード（通常撮影モード）であると判断すると、その撮像モードを可視光撮像モード（可視光通信モード）に変更する（ステップＳ８４３）。

【０８８１】

次に、受信機は、輝線領域（輝線のパターン）における輝線に垂直な方向の長さが所定の長さ以上であるか否かを判定する（ステップＳ８４４）。つまり、受信機は、露光ラインに垂直な方向に所定の大きさ以上の縞の領域があるか否かを判定する。ここで、所定の長さ以上ではないと判定すると（ステップＳ８４４のＮ）、受信機は、光学ズームが利用可能か否かを判定する（ステップＳ８４５）。ここで、光学ズームが利用可能であると判定すると（ステップＳ８４５のＹ）、受信機は、輝線領域が長くなるように、つまり、縞の領域が拡大するように、光学ズームを行う（ステップＳ８４６）。一方、光学ズームが利用できないと判定すると（ステップＳ８４５のＮ）、受信機は、Ｅｘズーム（Ｅｘ光学ズーム）が利用可能か否かを判定する（ステップＳ８４７）。ここで、Ｅｘズームが利用可能であると判定すると（ステップＳ８４７のＹ）、輝線領域が長くなるように、つまり、縞の領域が拡大するように、Ｅｘズームを行う（ステップＳ８４８）。一方、Ｅｘズームが利用できないと判定すると（ステップＳ８４７のＮ）、受信機は、撮像フレームレートを低くする（ステップＳ８４９）。そして、受信機は、設定されたフレームレートで照明機器８９７８を撮影することによって、信号を受信する（ステップＳ８５０）。

【０８８２】

なお、図２２４Ｂに示す例では、光学ズームおよびＥｘズームが利用できない場合にフレームレートを落としていが、それらのズームが利用できる場合に、フレームレートを落としてもよい。また、Ｅｘズームとは、イメージセンサの使用領域を限定し、撮影画角をせばめ、見かけ上の焦点距離を望遠にする機能である。

【０８８３】

図２２５は、実施の形態９における受信機の動作を示す図である。

【０８８４】

受信機は、撮影画像８９８０ａに送信機である照明機器８９７８が小さく映っている場合には、光学ズームまたはＥｘズームを用いることによって、照明機器８９７８が大きく映し出された撮影画像８９８０ｂを取得することができる。つまり、受信機は、光学ズームまたはＥｘズームを用いることによって、輝線に垂直な方向に長い輝線領域を有する輝線画像（撮影画像）を取得することができる。

【０８８５】

図２２６は、実施の形態９における送信機の適用例を示す図である。

【０８８６】

送信機８９８１は、上記各実施の形態における送信機としての機能を有し、例えば、操作パネル８９８２と通信する。操作パネル８９８２は、送信スイッチ８９８２ａと電源スイッチ８９８２ｂとを備えている。

【０８８７】

送信スイッチ８９８２ａがオンにされると、操作パネル８９８２は、可視光通信を行うように送信機８９８１に指示する。送信機８９８１は、その指示を受け付けると、輝度変化することによって信号を送信する。また、送信スイッチ８９８２ａがオフにされると、操作パネル８９８２は、可視光通信を停止するように送信機８９８１に指示する。送信機８９８１は、その指示を受け付けると、輝度変化を行わず、信号の送信を停止する。

【０８８８】

電源スイッチ８９８２ｂがオンにされると、操作パネル８９８２は、送信機８９８１の電源をオンにするように送信機８９８１に指示する。送信機８９８１は、その指示を受け付けると、自らの電源をオンにする。例えば、送信機８９８１が照明機器として構成されている場合には、送信機８９８１は電源オンによって周辺を照らし、送信機８９８１がテレビとして構成されている場合には、送信機８９８１は電源オンによって映像などを表示する。また、電源スイッチ８９８２ｂがオフにされると、操作パネル８９８２は、送信機８９８１の電源をオフするように送信機８９８１に指示する。送信機８９８１は、その指示を受け付けると、自らの電源をオフにして待機状態になる。

【０８８９】

図２２７は、実施の形態９における受信機の適用例を示す図である。

【０８９０】

スマートフォンとして構成される受信機８９７３は、例えば上記各実施の形態における送信機としての機能を有し、サーバ８９８３から認証ＩＤおよび有効期限を取得する。受信機８９７３は、現時点がその有効期限内であれば、例えばディスプレイを輝度変化させることによって、その認証ＩＤを周辺機器８９８４に送信する。周辺機器８９８４は、例えばカメラ、バーコードリーダまたはパーソナルコンピュータである。

【０８９１】

周辺機器８９８４は、受信機８９７３からその認証ＩＤを受信すると、その認証ＩＤをサーバ８９８３に送信して照合を依頼する。サーバ８９８３は、周辺機器８９８４から送信された認証ＩＤと、自らが保持し、受信機８９７３へ送信された認証ＩＤとを照合し、一致すれば、一致したことを周辺機器８９８４に通知する。周辺機器８９８４は、一致したという通知をサーバ８９８３から受けると、自らに設定されているロックを解除したり、電子決済の支払い処理を行ったり、ログインなどの処理を行う。

【０８９２】

図２２８Ａは、実施の形態９における送信機の動作の一例を示すフローチャートである。

【０８９３】

本実施の形態における送信機は、上記各実施の形態における送信機としての機能を有し、例えば照明機器またはディスプレイとして構成されている。このような送信機は、例えば、調光レベル（明るさのレベル）が所定のレベルよりも下回っているか否かを判定する（ステップＳ８６１ａ）。ここで、送信機は、所定のレベルよりも下回っていると判定すると（ステップＳ８６１ａのＹ）、輝度変化によって信号を送信することを停止する（ステップＳ８６１ｂ）。

【０８９４】

図２２８Ｂは、実施の形態９における送信機の動作の一例を示すフローチャートである。

【０８９５】

本実施の形態における送信機は、調光レベル（明るさのレベル）が所定のレベルを上回っているか否かを判定する（ステップＳ８６２ａ）。ここで、送信機は、所定のレベルを上回っていると判定すると（ステップＳ８６２ａのＹ）、輝度変化によって信号を送信することを開始する（ステップＳ８６２ｂ）。

【０８９６】

図２２９は、本実施の形態における送信機の動作の一例を示すフローチャートである。

【０８９７】

本実施の形態における送信機は、所定のモードが選択されているか否かを判定する（ステップＳ８６３ａ）。例えば、所定のモードは、エコモードまたは省電力モードなどである。ここで、送信機は、所定のモードが選択されていると判定すると（ステップＳ８６３ａのＹ）、輝度変化によって信号を送信することを停止する（ステップＳ８６３ｂ）。一方、送信機は、所定のモードが選択されていないと判定すると（ステップＳ８６３ａのＮ）、輝度変化によって信号を送信することを開始する（ステップＳ８６３ｃ）。

【０８９８】

図２３０は、実施の形態９における撮像機器の動作の一例を示すフローチャートである。

【０８９９】

本実施の形態における撮像機器は、例えばビデオカメラであって、録画中であるか否かを判定する（ステップＳ８６４ａ）。ここで、撮像機器は、録画中であると判定すると（ステップＳ８６４ａのＹ）、輝度変化によって信号を送信する送信機に対して、可視光送信停止命令を送信する（ステップＳ８６４ｂ）。この可視光送信停止命令を受けた送信機は、輝度変化による信号の送信（可視光送信）を停止する。一方、撮像機器は、録画中でないと判定すると（ステップＳ８６４ａのＮ）、さらに、録画を停止したか否か、つまり、録画の直後であるか否かを判定する（ステップＳ８６４ｃ）。ここで、撮像機器は、録画を停止したと判定すると（ステップＳ８６４ｃのＹ）、上述の送信機に対して、可視光送信開始命令を送信する（ステップＳ８６４ｄ）。この可視光送信開始命令を受けた送信機は、輝度変化による信号の送信（可視光送信）を開始する。

【０９００】

図２３１は、実施の形態９における撮像機器の動作の一例を示すフローチャートである。

【０９０１】

本実施の形態における撮像機器は、例えばデジタルスチルカメラであって、撮像ボタン（シャッターボタン）が半押しされているか否か、または、ピント合わせが行われているか否かを判定する（ステップＳ８６５ａ）。次に、撮像機器は、その撮像機器に備えられているイメージセンサの露光ラインに沿う方向に濃淡が現れているか否かを判定する（ステップＳ８６５ｂ）。ここで、濃淡が表れていると判定されると（ステップＳ８６５ｂのＹ）、輝度変化によって信号を送信している送信機が撮像機器の近くにある可能性がある。そこで、撮像機器は、その送信機に対して、可視光送信停止命令を送信する（ステップＳ８６５ｃ）。次に、撮像機器は、撮像を行うことによって撮影画像を取得する（ステップＳ８６５ｄ）。そして、撮像機器は、上述の送信機に対して、可視光送信開始命令を送信する（ステップＳ８６５ｅ）。これにより、撮像機器は、送信機による輝度変化の影響を受けることなく撮影画像を取得することができる。また、輝度変化による信号の送信が停止されている期間は、撮像機器によって撮像が行われている極わずかな期間に限られるため、可視光通信ができない期間を抑えることができる。

【０９０２】

図２３２は、実施の形態９における送信機によって送信される信号の一例を示す図である。

【０９０３】

本実施の形態における送信機は、上記各実施の形態における送信機としての機能を有し、スロットごとに高い輝度の光（Ｈｉ）または低い輝度の光（Ｌｏ）を出力ことによって、信号を送信する。具体的には、スロットは１０４．２μｓの時間単位である。また、送信機は、Ｈｉを出力することによって、１を示す信号を送信し、Ｌｏを出力することによって、０を示す信号を送信する。

【０９０４】

図２３３は、実施の形態９における送信機によって送信される信号の一例を示す図である。

【０９０５】

上述の送信機は、スロットごとにＨｉまたはＬｏを出力することによって、信号単位であるＰＨＹ（ｐｈｙｓｉｃａｌ　ｌａｙｅｒ）フレームを順次送信する。ＰＨＹフレームは、８スロットからなるプリアンブルと、２スロットからなるＦＣＳ（Ｆｒａｍｅ　Ｃｈｅｃｋ　Ｓｅｑｕｅｎｃｅ）と、２０スロットからなるボディとを含む。なお、ＰＨＹフレームに含まれる各部分は、プリアンブル、ＦＣＳ、ボディの順に送信される。

【０９０６】

プリアンブルは、ＰＨＹフレームのヘッダに相当し、例えば「０１０１０１１１」を含む。なお、プリアンブルは、７スロットから構成されていてもよい。この場合、プリアンブルは「０１０１０１１」を含む。ＦＣＳは、ボディに含まれる１の数が偶数の場合には「０１」を含み、ボディに含まれる１の数が奇数の場合には「１１」を含む。ボディは、４スロットからなるシンボルを５つ含む。シンボルは、４ＰＰＭ変調の場合、「０１１１」、「１０１１」、「１１０１」、または「１１１０」を含む。

【０９０７】

図２３４は、実施の形態９における送信機によって送信される信号の一例を示す図である。

【０９０８】

上述のシンボルは受信機によって２ビットの値に変換される。例えば、シンボル「０１１１」、「１０１１」、「１１０１」および「１１１０」は、それぞれ「００」、「０１」、「１０」および「１１」に変換される。したがって、ＰＨＹフレームのボディ（２０スロット）は、１０ビットの信号に変換される。この１０ビットのボディは、ＰＨＹフレームの種別を示す３ビットからなるＴＹＰＥと、ＰＨＹフレームまたはボディのアドレスを示す２ビットからなるＡＤＤＲと、データの実体を示す５ビットからなるＤＡＴＡとを含む。例えば、ＰＨＹフレームの種別がＴＹＰＥ１の場合には、ＴＹＰＥは「０００」を示す。ＡＤＤＲは、「００」、「０１」、「１０」または「１１」を示す。

【０９０９】

受信機では、４つのＰＨＹフレームのそれぞれのボディに含まれるＤＡＴＡが結合される。この結合に、上述ＡＤＤＲが利用される。つまり、受信機は、ＡＤＤＲ「００」を有するＰＨＹフレームのボディに含まれるＤＡＴＡと、ＡＤＤＲ「０１」を有するＰＨＹフレームのボディに含まれるＤＡＴＡと、ＡＤＤＲ「１０」を有するＰＨＹフレームのボディに含まれるＤＡＴＡと、ＡＤＤＲ「１１」を有するＰＨＹフレームのボディに含まれるＤＡＴＡとを結合することによって、２０ビットからなるデータを生成する。これにより、４つのＰＨＹフレームがデコードされる。この生成されたデータは、１６ビットからなる有効ＤＡＴＡと、４ビットからなるＣＲＣ（Ｃｙｃｌｉｃ　Ｒｅｄｕｎｄａｎｃｙ　Ｃｈｅｃｋ）とを含む。

【０９１０】

図２３５は、実施の形態９における送信機によって送信される信号の一例を示す図である。

【０９１１】

上述のＰＨＹフレームの種別には、ＴＹＰＥ１、ＴＹＰＥ２、ＴＹＰＥ３およびＴＹＰＥ４がある。これらの種別ごとに、ボディの長さ、ＡＤＤＲの長さ、ＤＡＴＡの長さ、連結されるＤＡＴＡの数（連結数）、有効ＤＡＴＡの長さ、およびＣＲＣの種別が異なる。

【０９１２】

例えば、ＴＹＰＥ１の場合には、ＴＹＰＥ（ＴＹＰＥＢＩＴ）は「０００」を示し、ボディの長さは２０スロットであり、ＡＤＤＲの長さは２ビットであり、ＤＡＴＡの長さは５ビットであり、連結数は４個であり、有効ＤＡＴＡの長さは１６ビットであり、ＣＲＣの種別はＣＲＣ－４である。一方、ＴＹＰＥ２の場合には、ＴＹＰＥ（ＴＹＰＥＢＩＴ）は「００１」を示し、ボディの長さは２４スロットであり、ＡＤＤＲの長さは４ビットであり、ＤＡＴＡの長さは５ビットであり、連結数は８個であり、有効ＤＡＴＡの長さは３２ビットであり、ＣＲＣの種別はＣＲＣ－８である。

【０９１３】

このような図２３２～図２３５に示す信号によって、適切に可視光通信を行うことができる。

【０９１４】

図２３６は、実施の形態９における送信機と受信機とを含むシステム構成の一例を示す図である。

【０９１５】

本実施の形態におけるシステムは、上記各実施の形態における送信機と同様の機能を有する送信機８９９１と、例えばスマートフォンとして構成される受信機８９７３と、コンテンツ共有サーバ８９９２と、ＩＤ管理サーバ８９９３とを備える。

【０９１６】

例えば、コンテンツクリエイターは、商品を紹介するための静止画または動画を示すオーディオビデオデータなどのコンテンツと、その商品についてのメーカ、産地、原料または仕様などを示す商品情報とをコンテンツ共有サーバ８９９２にアップロードする。そして、コンテンツ共有サーバ８９９２は、そのコンテンツを識別するためのコンテンツＩＤに関連付けて商品情報をＩＤ管理サーバ８９９３に登録する。

【０９１７】

次に、送信機８９９１は、ユーザによる操作に応じて、コンテンツ共有サーバ８９９２からコンテンツとコンテンツＩＤとをダウンロードし、コンテンツを表示するとともに、輝度変化することによって、つまり可視光通信によって、コンテンツＩＤを送信する。ユーザは、そのコンテンツを視聴し、そのコンテンツで紹介される商品に興味がある場合には、受信機８９７３を送信機８９９１に向けて撮影を行う。受信機８９７３は、送信機８９９１に表示されているコンテンツを撮影することによって、コンテンツＩＤを受信する。

【０９１８】

次に、受信機８９７３は、ＩＤ管理サーバ８９９３にアクセスし、そのコンテンツＩＤについての問い合わせをＩＤ管理サーバ８９９３に行う。これにより、受信機８９７３は、ＩＤ管理サーバ８９９３から、そのコンテンツＩＤに関連付けられている商品情報を取得し、その商品情報を表示する。ここで、受信機８９７３は、その商品情報に対応する商品の購入を促す操作を受け付けると、その商品のメーカにアクセスして商品を購入するための処理を実行する。

【０９１９】

次に、ＩＤ管理サーバは、コンテンツＩＤに対して行われた問い合わせの数、またはアクセスの数などを示す問い合わせ情報を、そのコンテンツＩＤに関連付けられている商品情報によって示されるメーカに通知する。メーカは、問い合わせ情報を受けると、その問い合わせ情報によって示される問い合わせの数などに応じたアフィリエイト報奨金を、コンテンツＩＤによって特定されるコンテンツクリエイターに、ＩＤ管理サーバ８９９３およびコンテンツ共有サーバ８９９２を介して電子決済によって支払う。

【０９２０】

図２３７は、実施の形態９における送信機と受信機とを含むシステム構成の一例を示す図である。

【０９２１】

図２３６に示す例の場合には、コンテンツ共有サーバ８９９２は、コンテンツと商品情報のアップロードが行われると、コンテンツＩＤに関連付けて商品情報をＩＤ管理サーバ８９９３に登録したが、このような登録を行わなくてもよい。例えば、図２３７に示すように、コンテンツ共有サーバ８９９２は、アップロードされた商品情報の商品を識別するための商品ＩＤをＩＤ管理サーバから検索し、その商品ＩＤをアップロードされたコンテンツに埋め込む。

【０９２２】

次に、送信機８９９１は、ユーザによる操作に応じて、コンテンツ共有サーバ８９９２から、商品ＩＤが埋め込まれたコンテンツとコンテンツＩＤをダウンロードし、コンテン

ツを表示するとともに、輝度変化することによって、つまり可視光通信によって、コンテンツＩＤおよび商品ＩＤを送信する。ユーザは、そのコンテンツを視聴し、そのコンテンツで紹介される商品に興味がある場合には、受信機８９７３を送信機８９９１に向けて撮影を行う。受信機８９７３は、送信機８９９１に表示されているコンテンツを撮影することによって、コンテンツＩＤおよび商品ＩＤを受信する。

【０９２３】

次に、受信機８９７３は、ＩＤ管理サーバ８９９３にアクセスし、そのコンテンツＩＤおよび商品ＩＤについての問い合わせをＩＤ管理サーバ８９９３に行う。これにより、受信機８９７３は、ＩＤ管理サーバ８９９３から、その商品ＩＤに関連付けられている商品情報を取得し、その商品情報を表示する。ここで、受信機８９７３は、その商品情報に対応する商品の購入を促す操作を受け付けると、その商品のメーカにアクセスして商品を購入するための処理を実行する。

【０９２４】

次に、ＩＤ管理サーバは、コンテンツＩＤおよび商品ＩＤに対して行われた問い合わせの数、またはアクセスの数などを示す問い合わせ情報を、その商品ＩＤに関連付けられている商品情報によって示されるメーカに通知する。メーカは、問い合わせ情報を受けると、その問い合わせ情報によって示される問い合わせの数などに応じたアフィリエイト報奨金を、コンテンツＩＤによって特定されるコンテンツクリエイターに、ＩＤ管理サーバ８９９３およびコンテンツ共有サーバ８９９２を介して電子決済によって支払う。

【０９２５】

図２３８は、実施の形態９における送信機と受信機とを含むシステム構成の一例を示す図である。

【０９２６】

本実施の形態におけるシステムは、図２３７に示すコンテンツ共有サーバ８９９２の代わりにコンテンツ共有サーバ８９９２ａを備え、さらに、ＳＮＳサーバ８９９４を備える。このＳＮＳサーバ８９９４は、ソーシャル・ネットワーキング・サービスを行うサーバであって、図２３７に示すコンテンツ共有サーバ８９９２によって行われる処理の一部を行う。

【０９２７】

具体的には、ＳＮＳサーバ８９９４は、コンテンツクリエイターからアップロードされたコンテンツと商品情報とを取得し、その商品情報に対応する商品ＩＤの検索を行い、そのコンテンツに商品ＩＤを埋め込む。そして、ＳＮＳサーバ８９９４は、その商品ＩＤが埋め込まれたコンテンツをコンテンツ共有サーバ８９９２ａに転送する。コンテンツ共有サーバ８９９２ａは、ＳＮＳサーバ８９９４から転送されたコンテンツを受け取り、その商品ＩＤが埋め込まれたコンテンツとコンテンツＩＤとを送信機８９９１に送信する。

【０９２８】

つまり、図２３８に示す例では、ＳＮＳサーバ８９９４とコンテンツ共有サーバ８９９２ａとを含むユニットが、図２３７に示すコンテンツ共有サーバ８９９２としての役割を果たす。

【０９２９】

このような図２３６～図２３８に示すシステムでは、可視光通信を用いて問い合わせが行われた広告（コンテンツ）に対して、適切なアフィリエイト報奨金を適切に支払うことができる。

【０９３０】

以上、一つまたは複数の態様に係る情報通信方法について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、一つまたは複数の態様の範囲内に含まれてもよい。

【０９３１】

以下、本実施の形態について補足する。

【０９３２】

（混合変調方式）

図２３９と図２４０は、実施の形態９における送信機の動作の一例を示す図である。

【０９３３】

図２３９のように、送信機は、送信信号を複数の変調方式で変調し、変調された信号を交互に、または、同時に送信する。

【０９３４】

同じ信号を複数の変調方式で変調して送信することで、いずれかの変調方式にしか対応していない受信機でも受信することができる。また、例えば、伝送速度が速い変調方式やノイズに強い変調方式や通信距離が長い変調方式を併用することで、受信側の環境に合わせて最適な方法で受信を行うことが出来る。

【０９３５】

受信機が複数の変調方式の受信に対応している場合は、受信機は複数の方法で変調された信号を受信する。送信機は、同一の信号を変調する場合は同一の信号ＩＤを付与して変調信号を送信する。これにより、受信機は、信号ＩＤを確認することで、同じ信号が異なる変調方式で変調されていることを認識することができ、複数の種類の変調信号から同じ信号ＩＤを持つ信号を合成することで、速く正確に信号を受信することができる。

【０９３６】

例えば、送信機は、信号分割部と変調部１～３とを備える。信号分割部は、送信信号を部分信号１と部分信号２と分割するとともに、その部分信号１に信号ＩＤを付随させ、部分信号２に他の信号ＩＤを付随させる。変調部１は、信号ＩＤが付随された部分信号１に対して、周波数変調を行うことにより正弦波を示す信号を生成する。変調部２は、信号ＩＤが付随された部分信号１に対して、変調部１と異なる周波数変調を行うことにより矩形波を示す信号を生成する。一方、変調部３は、他の信号ＩＤが付随された部分信号２に対して、パルス位置変調を行うことにより矩形波を示す信号を生成する。

【０９３７】

図２４０のように、送信機は、複数の変調方式で変調された信号を合わせて送信する。図２４０の例では、受信機は、露光時間を長く設定することで、低い周波数を用いた周波数変調方式で変調された信号のみを受信できる。また、受信機は、露光時間を短く設定することで、高い周波数帯を用いたパルス位置変調方式を受信することができる。このとき、受信機は、輝線に垂直な方向に輝度の平均をとることで、受光した光の強さを時間的に平均化することになり、露光時間が長い場合の信号を得ることが出来る。

【０９３８】

（送信信号の検証とデジタル変調）

図２４１と図２４２は、実施の形態９における送信機の構成および動作の一例を示す図である。

【０９３９】

図２４１に示すように、送信機は、信号記憶部、信号検証部、信号変調部、発光部、異常報知部、原鍵記憶部、および鍵生成部を備える。信号記憶部は、送信信号と、後述する検証鍵を用いて送信信号を変換した信号変換値を記憶する。この変換には一方向関数を用いる。原鍵記憶部は、例えば抵抗値や時定数等の回路定数等として鍵の元となる値である原鍵を記憶する。鍵生成部は、原鍵から検証鍵を生成する。

【０９４０】

信号検証部は、検証鍵を用いて信号記憶部に記憶された送信信号を変換することで、信号変換値を得る。ここで得られた信号変換値と、信号記憶部に記憶された信号変換値が等しいかどうかによって、信号に改ざんがないかどうかを検証する。これにより、単純に信号記憶部の信号を他の送信機にコピーしただけでは、他の送信機では検証鍵が異なるため、信号を送信することができず、送信機の偽造防止を行うことが出来る。

【０９４１】

信号に改ざんがあった場合には、異常報知部は、その旨を表示する。その方法としては、例えば、人間に視認できる周期で発光部を点滅させる、音を鳴らす、といった方法がある。異常報知を電源投入直後の所定の時間だけに限ることで、信号に異常があった場合でも、送信機を送信以外の用途に使用することができる。

【０９４２】

信号に改ざんがなかった場合には、信号変調部は、信号を発光パターンへ変調する。この変調方式には、様々な変調方式を使うことが出来る。ここで用いることができる変調方式には、例えば、振幅偏移変調（ＡＳＫ）、位相偏移変調（ＰＳＫ）、周波数偏移変調（ＦＳＫ）、直角位相振幅変調（ＱＡＭ）、デルタ変調（ＤＭ）、最小偏位変調（ＭＳＫ）、相補型符号変調（ＣＣＫ）、直交周波数分割多重方式（ＯＦＤＭ）、振幅変調（ＡＭ）、周波数変調（ＦＭ）、位相変調（ＰＭ）、パルス幅変調（ＰＷＭ）、パルス振幅変調（ＰＡＭ）、パルス密度変調（ＰＤＭ）、パルス位置変調（ＰＰＭ）、パルス符号変調（ＰＣＭ）、周波数ホッピングスペクトラム拡散（ＦＨＳＳ）、直接シーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）等があり、送信信号の性質（アナログかデジタルか。連続データ送信かどうか等）や要求される性質（伝送速度や耐ノイズ性や伝送距離）に合わせて選択する。さらに、これらを組み合わせた変調方式を用いることができる。

【０９４３】

なお、実施の形態１から９は、ここで述べた変調方式で変調した信号を用いた場合でも同様の効果が得られる。

【０９４４】

図２４２に示すように、送信機は、信号検証部の代わりに信号復調部を備えてもよい。この場合、信号記憶部は、鍵生成部で生成する復号鍵とペアとなる暗号鍵を用いて送信信号を暗号化した、暗号化送信信号を保持する。信号復調部では、復号鍵を用いて暗号化送信信号を復号する。この構成により、送信機の偽造、すなわち、任意の信号を送信する送信機の作成を困難にすることができる。

【０９４５】

（実施の形態１０）

本実施の形態では、上記各実施の形態におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤや有機ＥＬの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた各適用例について説明する。

【０９４６】

（複数の受光部による複数の方向からの信号の受信）

図２４３は、光センサを搭載した時計を示す図である。

【０９４７】

この時計は、可視光通信の受信機として構成され、複数の光センサと、複数の光センサのそれぞれに対応する集光レンズとを備える。具体的には、図２４３の横断面図に示されているように、光センサの上面に集光レンズが配置されている。図２４３では、集光レンズは、所定の傾きを有して配置されている。集光レンズの形状は、これに限らず、集光可能な形状であれば、他の形状であってもよい。このような構成により、光センサは、レンズにより外界の光源からの光を集光して受光することが可能となる。従って、時計に搭載されているような小さな光センサであっても、可視光通信を行うことが可能となる。図２４３では、１２個の領域に分割して、１２個の光センサを搭載し、各光センサの上面に集光レンズを配置する構成となっている。このように、時計内を複数の領域に分け、複数の光センサを配置することにより、複数の光源からの情報を取得することが可能となる。例えば、図２４３では、光源１からの光を、第１光センサで受光し、光源２からの光を、第２光センサで受光することができる。また、光センサとして、太陽光発電池を用いることも可能である。光センサとして太陽光発電池を用いることにより、単一の光センサで太陽光発電を行うと同時に、可視光通信を行うことができるため、コストを削減し、かつ、コンパクトな形状とすることが可能となる。更に、複数の光センサを配置する場合には、複数の光源からの情報を同時に取得することができるため、位置推定精度を向上させること

が可能となる。本実施の形態では、時計において光センサを設ける構成としたが、これに限らず、携帯電話や、携帯端末など移動可能な端末であれば、他の装置に光センサを設けてもよい。

【０９４８】

図２４４は、実施の形態１０における受信機の一例を示す図である。

【０９４９】

例えば腕時計として構成される受信機９０２０ａは、複数の受光部を備える。例えば、受信機９０２０ａは、図２４４に示すように、腕時計の長針および短針を支持する回転軸の上端部に配置された受光部９０２０ｂと、腕時計の周縁部における、１２時を示す文字付近に配置された受光部９０２０ｃとを備える。受光部９０２０ｂは、上述の回転軸の方向に沿って受光部９０２０ｂに向かう光を受け、受光部９０２０ｃは、その回転軸と１２時を示す文字とを結ぶ方向に沿って受光部９０２０ｃに向かう光を受ける。これにより、ユーザが時刻を確認するときのように胸の前に受信機９０２０ａを構えた時に、受光部９０２０ｂは、上方向からの光を受光できる。その結果、受信機９０２０ａは天井照明からの信号を受信できる。さらに、ユーザが時刻を確認するときのように胸の前に受信機９０２０ａを構えた時に、受光部９０２０ｃは、正面方向からの光を受光できる。その結果、受信機９０２０ａは、正面にあるサイネージ等からの信号を受信することが出来る。

【０９５０】

これらの受光部９０２０ｂおよび９０２０ｃは指向性を持たせることで、近い位置に複数の送信機がある場合でも混信することなく信号を受信することができる。

【０９５１】

図２４５は、実施の形態１０における受信機の一例を示す図である。

【０９５２】

例えば、図２４５の（ａ）に示すように、腕時計として構成される受信機９０２１は、１７個の受光素子（受光部）を備える。これらの受光素子は文字盤上に配置されている。また、これらの受光素子のうちの１２個の受光素子は、文字盤上の１～１２時のそれぞれに対応する位置に配置され、残りの５個は、文字盤上の中央部分に配置されている。また、これらの１７個の受光素子はそれぞれ互いに異なる指向性を有し、それぞれに対応付けられた方向の光（信号）を受ける。このように、指向性を持った受光素子を複数配置することで、受信機９０２１は、受信した信号の方向を推定することができる。また、図２４５の（ｂ）に示すように、受光素子の手前に、光を受光素子に導くプリズムを配置してもよい。つまり、受信機９０２１は、文字盤上の周縁部に等間隔に配置された８つの受光素子と、それらの受光素子のうちの少なくとも１つに光を導く複数のプリズムとを備える。このようなプリズムを備えることにより、少ない数の受光素子でも、送信機の細かい方向を推定することができる。例えば、８個の受光素子のうち受光素子９０２１ｄのみが受光した場合は、受信機９０２１は、文字盤の中心とプリズム９０２１ａとを結ぶ方向に送信機があると推定でき、受光素子９０２１ｄと受光素子９０２１ｅとが同一の信号を受信した場合は、文字盤の中心とプリズム９０２１ｂとを結ぶ方向に送信機があると推定できる。なお、腕時計の風防ガラスに指向性の機能やプリズムの機能を仕込んでもよい。

【０９５３】

図２４６Ａは、本発明の一態様に係る情報通信方法のフローチャートである。

【０９５４】

本発明の一態様に係る情報通信方法は、携帯端末が情報を取得する情報通信方法であって、ステップＳＥ１１およびＳＥ１２を含む。

【０９５５】

つまり、この情報通信方法は、携帯端末に備えられた、それぞれ指向性を有する複数の太陽光発電池のうちの少なくとも１つの太陽光発電池が、当該太陽光発電池の指向性に応じた方向に沿って放たれる可視光を受光する受光ステップ（ＳＥ１１）と、受光された可視光によって特定される信号を復調することにより情報を取得する情報取得ステップ（ＳＥ１２）とを含む。

【０９５６】
図２４６Ｂは、本発明の一態様に係る携帯端末のブロック図である。
【０９５７】
本発明の一態様に係る携帯端末Ｅ１０は、情報を取得する携帯端末であって、それぞれ指向性を有する複数の太陽光発電池Ｅ１１と情報取得部Ｅ１２とを備える。情報取得部Ｅ１２は、複数の太陽光発電池Ｅ１１のうちの少なくとも１つの太陽光発電池Ｅ１１が、その太陽光発電池Ｅ１１の指向性に応じた方向に沿って放たれる可視光を受光した場合に、受光された可視光によって特定される信号を復調することにより情報を取得する。
【０９５８】
このような図２４６Ａおよび図２４６Ｂによって示される情報通信方法および携帯端末Ｅ１０では、太陽光発電池Ｅ１１を可視光通信のための光センサとして用いながら、発電にも利用することができるため、情報を取得する携帯端末Ｅ１０のコストを抑えることができるとともに、携帯端末Ｅ１０のコンパクト化を図ることができる。また、複数の太陽光発電池Ｅ１１はそれぞれ指向性を有するため、可視光を受光した太陽光発電池Ｅ１１の指向性に基づいて、その可視光を放つ送信機がある方向を推定することができる。さらに、複数の太陽光発電池Ｅ１１はそれぞれ指向性を有するため、複数の送信機から放たれる可視光をそれぞれ区別して受光することができ、複数の送信機のそれぞれから情報を適切に取得することができる。
【０９５９】
さらに、前記受光ステップ（ＳＥ１１）では、図２４５の（ｂ）に示すように、太陽光発電池Ｅ１１（９０２１ｄ，９０２１ｅ）は、携帯端末Ｅ１０（９０２１）に備えられたプリズム（９０２１ａ、９０２１ｂまたは９０２１ｃ）を透過した可視光を受光してもよい。これにより、携帯端末Ｅ１０に備えられる太陽光発電池Ｅ１１の数を抑えながら、可視光を放つ送信機がある方向を高い精度で推定することができる。さらに、図２４５に示すように、携帯端末Ｅ１０は腕時計であって、複数の太陽光発電池Ｅ１１（受光素子）はそれぞれ腕時計の文字盤の周縁に沿って配置され、複数の太陽光発電池Ｅ１１のそれぞれによって受光される可視光の向きは互いに異なっていてもよい。これにより、腕時計によって適切に情報を取得することができる。
【０９６０】
（腕時計型受信機とスマートフォンの連携）
図２４７は、実施の形態１０における受信システムの一例を示す図である。
【０９６１】
例えば腕時計として構成される受信機９０２２ｂは、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）等の無線通信を介してスマートフォン９０２２ａやメガネ型ディスプレイ９０２２ｃと接続される。受信機９０２２ｂは、信号を受信した場合や、信号が存在することが確認できた場合には、その信号を受信したことなどを示す情報をディスプレイ９０２２ｃへ表示する。受信機９０２２ｂは、受信した信号（受信信号）をスマートフォン９０２２ａに伝える。スマートフォン９０２２ａは、サーバ９０２２ｄから受信信号に紐付けられたデータを取得し、取得したデータをメガネ型ディスプレイ９０２２ｃへ表示する。
【０９６２】
（腕時計型ディスプレイによる道案内）
図２４８は、実施の形態１０における受信システムの一例を示す図である。
【０９６３】
例えば腕時計として構成される受信機９０２３ｂは、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）等の無線通信を介してスマートフォン９０２２ａと接続される。受信機９０２３ｂは、文字盤が液晶等のディスプレイで構成されており、時刻以外の情報を表示することができる。受信機９０２３ｂが受信した信号からスマートフォン９０２２ａは現在地を認識し、目的地までの経路や距離を受信機９０２３ｂの表示面に表示する。
【０９６４】
（周波数偏移変調と周波数多重変調）

図２４９Ａと図２４９Ｂと図２４９Ｃは、実施の形態１０における変調方式の一例を示す図である。

【０９６５】

図２４９Ａの（ａ）は、特定の信号を特定の変調周波数として表現する。受信側は、光パターン（光源の輝度変化のパターン）の周波数解析を行って支配的な変調周波数を求め、信号を復元する。

【０９６６】

図２４９Ｃの（ａ）のように、変調周波数を時間的に変化させることで、多くの値を表現することができる。一般的なイメージセンサの撮像フレームレートは３０ｆｐｓであるため、一つの変調周波数を３０分の１秒以上続けることで、確実に受信させることができる。また、図２４９Ｃの（ｂ）のように、周波数を変化させる際に、間に信号を重畳しない時間を設けることで、受信機が変調周波数の変化を認識しやすくすることができる。信号を重畳しない時間の光パターンは、明るさを一定にしたり、特定の変調周波数とすることで、信号重畳部分と区別することができる。ここで用いる特定の変調周波数として、３０Ｈｚの整数倍の周波数として定めると、差分画像にはあらわれにくく、受信処理の妨げになりにくい。信号を重畳しない時間の長さは、信号に使う光パターンの中でもっとも長い周期の信号と同じ長さ以上にすることで、受信が容易になる。例として、最も低い変調周波数の光パターンが１００Ｈｚであれば、信号を重畳しない時間の長さを１００分の１秒以上とする。

【０９６７】

図２４９Ａの（ｂ）は、特定のビットと特定の変調周波数を対応付け、対応するビットが１である変調周波数を重ねあわせた波形として光パターンを表現した例（１）である。具体的には、第１ビットが１の情報を送信する場合には、送信機は、周波数ｆ１＝１０００Ｈｚの光パターンで輝度変化する。また、第２ビットが１の情報を送信する場合には、送信機は、周波数ｆ２＝１１００Ｈｚの光パターンで輝度変化する。また、第３ビットが１の情報を送信する場合には、送信機は、周波数ｆ３＝１２００Ｈｚの光パターンで輝度変化する。したがって、例えば「１１０」のビット列からなる情報を送信する場合には、送信機は、時間Ｔ２において周波数ｆ２の光パターンで輝度変化し、時間Ｔ２よりも長い時間Ｔ１において周波数ｆ１の光パターンで輝度変化する。また、例えば「１１１」のビット列からなる情報を送信する場合には、送信機は、時間Ｔ２において周波数ｆ２の光パターンで輝度変化し、時間Ｔ２よりも短い時間Ｔ３において周波数ｆ３の光パターンで輝度変化し、さらに、時間Ｔ１において周波数ｆ１の光パターンで輝度変化する。この場合、（ａ）の変調方式と比較して、高いＣＮ比（Ｃａｒｒｉｅｒ　ｔｏ　Ｎｏｉｓｅ　Ｒａｔｉｏ）が必要となるが、より多くの値を表現することができる。例（１）では、オンとなるビットの数が多い場合、すなわち、多くの周波数が含まれた波形となった場合には、一つの周波数あたりのエネルギーが少なくなり、より高いＣＮ比が必要となる問題がある。

【０９６８】

そこで、光パターンを表現した例（２）では、波形に含まれる周波数の数を所定の数以下に限定する、即ち、周波数の数を所定の数以下で変動可能とする。または、光パターンを表現した例（３）では、波形に含まれる周波数の数を所定の数に限定する。これにより、上述の問題を回避することが出来る。例（３）では、含まれる周波数の数が決まっているため、信号とノイズの分離が例（１）および例（２）よりも容易に行うことができ、ノイズに最も耐性がある方法となっている。

【０９６９】

ｎ種類の周波数を用いて信号を表現する場合、例（１）では、$2^{n}-1$通りの信号を表現することができる。さらに、周波数の種類をｍ種類までに限定すると例（２）では、（Σ（ｋ＝１～ｍ）$_{n}C_{k}$）－１通り、例（３）では、$_{n}C_{m}$通りの信号を表現することができる。

【０９７０】

複数の変調周波数を重ねあわせる方法としては、（ｉ）各々の波形を単純に足し合わせる方法、（ｉｉ）各々の波形に重みを付けた加重平均を行う方法、（ｉｉｉ）各々の周波数の波形を順番に繰り返す方法がある。受信側で離散コサイン級数展開等の周波数解析を行う場合、高周波数ほどピークが小さくなる傾向があるため、（ｉｉ）では、各周波数のピークが同程度の大きさになるように調節して加重平均を行うと良い。即ち、高周波数程、重みを付けるとよい。（ｉｉｉ）では、各周波数の波形を１回ずつ（１サイクルずつ）出力するのを繰り返すのではなく、出力回数（サイクル数）の比率を調整することで、受信時の周波数ピークの大きさを調整することができる。高周波数ほど出力するサイクル数を増やしてもよいし、高周波数ほど出力している時間を長くするとしてもよい。この調整により、周波数ピークの大きさを揃えて受信処理を行い易くすることもでき、周波数ピークの大きさの違いに意味を持たせることで、付加的な情報を表現することもできる。例えば、周波数ピークの大きさの順序に意味をもたせた場合、含まれる周波数がｎ種類であれば、log_2（ｎ！）ビットの情報量を付加することができる。１周期毎に周波数を変更してもよいし、１周期、または、半周期毎に周波数を変更してもよいし、半周期の定数倍ごとに周波数を変更してもよいし、一定時間毎に周波数を変更してもよい。周波数を変更するタイミングは、輝度が一番高くなったときでも良いし、一番低くなったときでもよいし、任意の値になったときでもよい。周波数を変更する前後の輝度を等しくする（＝連続的に輝度を変更する）ことで、ちらつきを抑えることができる。そのためには、送信する各々の周波数の半波長の整数倍の長さの時間その周波数を出力すればよい。このとき、各々の周波数を出力している時間は異なる。また、ある周波数の信号を半周期の整数倍の長さの時間出力することで、デジタル出力の場合でも、受信側でその周波数が信号に含まれていることを周波数解析によって容易に認識することができる。同じ周波数を連続で送出するよりも、非連続で出力するほうが、ちらつきが人間の目やカメラに捉えられにくくてよい。例えば、周期T_1を２回、T_2を２回、T_3を１回の割合で出力する場合は、$T_1T_1T_2T_2T_3$よりも、$T_1T_2T_3T_2T_1$のほうが良い。所定の順番での出力を繰り返すのではなく、順番を変更しながら出力するとしてもよい。この順番に意味を持たせることで、付加的な情報を表現することもできる。周波数ピークにはこの順番は現れないが、周波数の順序の解析を行うことで、この情報を取得することができる。周波数ピークの解析よりも周波数の順序の解析を行う場合のほうが、露光時間を短く設定する必要があるため、付加情報が必要な場合のみ露光時間を短く設定するとしてもよいし、露光時間を短く設定できる受信機のみがこの付加情報を取得できるとしてもよい。

【０９７１】

図２４９Ｂは、図２４９Ａの信号を２値の光パターンで表現した場合を示す。周波数を重ねあわせる方式として、（ｉ）（ｉｉ）の方法は、アナログ波形が複雑な形になり、そのアナログ波形を２値化しても、複雑な形状を表現できない。そのため、受信機が正確な周波数ピークを得ることが出来ず、受信エラーが増加する。（ｉｉｉ）の方法は、アナログ波形が複雑な形状にならないため、２値化による影響が少なく、比較的正確な周波数ピークを得ることができる。そのため、２値や少数の値でデジタル化された光パターンの用いる場合は（ｉｉｉ）の方法が優れる。この変調方法は、光パターンの周波数で信号を表現しているという点に着目すると周波数変調の一種であると解釈できるし、パルスの時間幅の長短を調整することで信号を表現しているという点に着目するとＰＷＭ変調の一種であるとも解釈できる。

【０９７２】

輝度が変化する時間の単位を離散値とすることで、パルス変調と同様に送受信することができる。送信する周波数の周期の長さに限らず、輝度が低い区間を最短の時間単位にすることで、平均輝度を高くすることができる。このとき、送信周波数の周期が長いほうが平均輝度は高くなるため、この周期が長い周波数の出力回数を多くすることで、平均輝度を高くすることができる。輝度が低い区間が同じ長さであっても、輝度が高い区間の長さを、送信周波数の周期から輝度が低い区間の長さを引いた長さにすることで、周波数解析を行った際には、送信周波数に周波数ピークが現れる。したがって、受信機の露光時間を

それほど短く設定しなくても、離散コサイン変換などの周波数解析手法を用いることで、信号を受信することができる。

【０９７３】

図２４９Ｃの（ｃ）に示すように、図２４９Ｃの（ａ）と同様に変調周波数の重ねあわせを時間的に変化させることで、多くの値を表現することができる。

【０９７４】

高い変調周波数の信号は露光時間を短く設定しなければ受信できないが、ある程度の高さの変調周波数までは露光時間の設定なしに利用することができる。低い変調周波数から高い変調周波数までの周波数を用いて変調した信号を送信することで、全ての端末は低い変調周波数で表現された信号を受信することができ、露光時間を短く設定できる端末の場合は、高い変調周波数まで信号を受信することで、同一の送信機から、より多くの情報を速く受信することができる。あるいは、通常撮像モードで低い周波数の変調信号を見つけた場合に、可視光通信モードで高い周波数の変調信号を含んだ全体の送信信号を受信するとしてもよい。

【０９７５】

周波数偏移変調方式や周波数多重変調方式は、パルス位置によって信号を表現するよりも低い変調周波数を使った場合でも人間の目にちらつきを感じさせないという効果があるため、多くの周波数帯域を用いることができる。

【０９７６】

なお、実施の形態１から１０は、ここで述べた受信方式・変調方式で変調した信号を用いた場合でも同様の効果が得られる。

【０９７７】

（混合信号の分離）

図２４９Ｄと図２４９Ｅは、実施の形態１０における混合信号の分離の一例を示す図である。

【０９７８】

受信機は、図２４９Ｄの（ａ）の機能を備える。受光部は光パターンを受光する。周波数解析部は、光パターンをフーリエ変換することで周波数領域に信号を写像する。ピーク検出部は、光パターンの周波数成分のピークを検出する。ピーク検出部でピークが検出されなかった場合は、以降の処理を中断する。ピーク時間変化解析部は、ピーク周波数の時間変化を解析する。信号源特定部は、複数の周波数ピークが検出された場合に、同じ送信機から送信された信号の変調周波数がどの組み合わせであるのかを特定する。

【０９７９】

これにより、複数の送信機が近くに配置されている場合にも信号の混信を避けて受信を行うことができる。また、送信機からの光が床や壁や天井等から反射した光を受光する際は、複数の送信機からの光が混合されることが多いが、このような場合でも、信号の混信を避けて受信を行うことができる。

【０９８０】

例として、受信機が送信機Ａの信号と送信機Ｂの信号が混じった光パターンを受信した場合、図２４９Ｄの（ｂ）のような周波数ピークが得られる。ｆＡ１が消えてｆＡ２が現れるため、ｆＡ１とｆＡ２は同じ送信機からの信号であることが特定できる。同様にして、ｆＡ１とｆＡ２とｆＡ３が同じ送信機からの信号であり、ｆＢ１とｆＢ２とｆＢ３が同じ送信機からの信号であることが特定できる。

【０９８１】

一つの送信機が変調周波数を変更する時間間隔を一定にすることで、同じ送信機からの信号を特定しやすくすることができる。

【０９８２】

複数の送信機の変調周波数が変化するタイミングが等しい時、上述の方法では同じ送信機からの信号を特定できない。そこで、送信機の変調周波数を変更する時間間隔を送信機の個体ごとに異ならせることで、複数の送信機の変調周波数が変化するタイミングが常に

等しいという状況を避けることができ、同じ送信機からの信号を特定することができるようになる。

【０９８３】

図２４９Ｄの（ｃ）に示すように、送信機が変調周波数を変更してから次に変更するまでの時間を、現在の変調周波数と、変更前の変調周波数から求められる値とすることで、複数の送信機が同じタイミングで変調周波数を変化させた場合でも、いずれの変調周波数の信号が同じ送信機から送信されたかを特定できる。

【０９８４】

送信機が他の送信機の送信信号を認識し、変調周波数変化のタイミングが等しくならないように調整するとしてもよい。

【０９８５】

以上の方法は、一つの送信信号が一つの変調周波数で構成される周波数偏移変調の場合だけでなく、一つの送信信号が複数の変調周波数で構成される場合にも、同様の方法で同様の効果が得られる。

【０９８６】

図２４９Ｅの（ａ）に示すように、周波数多重変調方式で時間的に光パターンを変化させない場合は、同じ送信機からの信号を特定することができないが、図２４９Ｅの（ｂ）に示すように、信号のない区間を含めたり、特定の変調周波数に変化させたりすることで、ピークの時間変化から、同じ送信機からの信号を特定することができるようになる。

【０９８７】

図２４９Ｆは、実施の形態１０における情報処理プログラムの処理を示すフローチャートである。

【０９８８】

この情報処理プログラムは、上述の送信機の発光体（または発光部）を図２４９Ａの（ｂ）または図２４９Ｂの（ｂ）に示す光パターンで輝度変化させるためのプログラムである。

【０９８９】

つまり、この情報処理プログラムは、送信対象の情報を輝度変化によって送信するために、その送信対象の情報をコンピュータに処理させる情報処理プログラムである。具体的には、この情報処理プログラムは、送信対象の情報を符号化することによって、輝度変化の周波数を決定する決定ステップＳＡ１１と、発光体が決定された輝度変化の周波数にしたがって輝度変化することにより送信対象の情報を送信するように、決定された輝度変化の周波数を示す信号を出力する出力ステップＳＡ１２とをコンピュータに実行させる。決定ステップＳＡ１１では、第１の周波数（例えば周波数ｆ１）と、第１の周波数と異なる第２の周波数（例えば周波数ｆ２）とを、それぞれ輝度変化の周波数として決定する。出力ステップＳＡ１２では、発光体が、第１の時間（例えば時間Ｔ１）において第１の周波数にしたがって輝度変化し、第１の時間の経過後に、第１の時間と異なる第２の時間（例えば時間Ｔ２）において第２の周波数にしたがって輝度変化するように、第１および第２の周波数を示す信号を、決定された輝度変化の周波数を示す信号として出力する。

【０９９０】

これにより、送信対象の情報を、第１および第２の周波数の可視光信号によって適切に送信することができる。また、第１の時間と第２の時間とを異ならせることによって、多様な状況に合わせた送信を行うことができる。その結果、多様な機器間の通信を可能にすることができる。

【０９９１】

例えば、図２４９Ａおよび図２４９Ｂに示すように、第１の時間は、第１の周波数の一周期分に相当する時間である。また、第２の時間は、第２の周波数の一周期分に相当する時間である。

【０９９２】

また、出力ステップＳＡ１２では、第１の周波数を示す信号と、第２の周波数を示す信

号とのそれぞれの出力回数が異なるように、第１の周波数を示す信号と、第２の周波数を示す信号とのうちの少なくも一方を繰り返し出力してもよい。これにより、多様な状況に合わせた送信を行うことができる。

【０９９３】

また、出力ステップＳＡ１２では、第１および第２の周波数を示す信号のうち、低い周波数の信号の出力回数が、高い周波数の信号の出力回数よりも多くなるように、第１の周波数を示す信号と、第２の周波数を示す信号とのうちの少なくも一方を繰り返し出力してもよい。

【０９９４】

これにより、出力される各信号によって示される周波数にしたがって発光体が輝度変化する場合には、発光体は明るい輝度で送信対象の情報を送信することができる。例えば、低い周波数である第１の周波数にしたがった輝度変化と、高い周波数である第２の周波数にしたがった輝度変化とで、暗い輝度が継続する時間が同じであると仮定する。この場合、第１の周波数（つまり低い周波数）にしたがった輝度変化では、第２の周波数（つまり高いの周波数）にしたがった輝度変化よりも、明るい輝度が継続する時間が長い。したがって、第１の周波数を示す信号が多く出力されることによって、発光体は明るい輝度で送信対象の情報を送信することができる。

【０９９５】

また、出力ステップＳＡ１２では、第１および第２の周波数を示す信号のうち、高い周波数の信号の出力回数が、低い周波数の信号の出力回数よりも多くなるように、第１の周波数を示す信号と、第２の周波数を示す信号とのうちの少なくも一方を繰り返し出力してもよい。例えば、図２４９Ａおよび図２４９Ｂに示すように、周波数ｆ２の信号の出力回数が、周波数ｆ１の信号の出力回数よりも多くなる。

【０９９６】

これにより、出力される各信号によって示される周波数にしたがって発光体が輝度変化する場合には、その輝度変化によって送信される情報の受信効率を高めることができる。例えば、複数の周波数によって表現される可視光信号によって送信対象の情報が受信機に送信される場合には、受信機は、撮像によって得られる画像に対してフーリエ変換などの周波数解析を行うことにより、その可視光信号に含まれる周波数のピークを検出する。このとき、高い周波数ほどピーク検出が難しい。そこで、上述のように、第１および第２の周波数を示す信号のうち、高い周波数の信号の出力回数が、低い周波数の信号の出力回数よりも多くなるように、各信号が出力されるため、高い周波数のピーク検出を容易にすることができる。その結果、受信効率を向上することができる。

【０９９７】

また、出力ステップＳＡ１２では、同じ周波数を示す信号が連続して出力されないように、第１の周波数を示す信号と、第２の周波数を示す信号とのうちの少なくも一方を繰り返し出力してもよい。例えば、図２４９Ａおよび図２４９Ｂに示すように、周波数ｆ１を示す信号は連続して出力されず、周波数ｆ２を示す信号も連続して出力されない。

【０９９８】

これにより、出力される各信号によって示される周波数にしたがって発光体が輝度変化する場合には、その発光体からの光のちらつきが人間の目やカメラに捉えられ難くすることができる。

【０９９９】

図２４９Ｇは、実施の形態１０における情報処理装置のブロック図である。

【１０００】

この情報処理装置Ａ１０は、上述の送信機の発光体を図２４９Ａの（ｂ）または図２４９Ｂの（ｂ）に示す光パターンで輝度変化させるための装置である。

【１００１】

つまり、この情報処理装置Ａ１０は、送信対象の情報を輝度変化によって送信するために、送信対象の情報を処理する装置である。具体的には、情報処理装置Ａ１０は、送信対

象の情報を符号化することによって、輝度変化の周波数を決定する周波数決定部Ａ１１と、発光体が決定された輝度変化の周波数にしたがって輝度変化することにより送信対象の情報を送信するように、決定された輝度変化の周波数を示す信号を出力する出力部Ａ１２とを備える。ここで、周波数決定部Ａ１１は、第１の周波数と、第１の周波数と異なる第２の周波数とを、それぞれ輝度変化の周波数として決定する。出力部Ａ１２は、発光体が、第１の時間において第１の周波数にしたがって輝度変化し、第１の時間の経過後に、第１の時間と異なる第２の時間において第２の周波数にしたがって輝度変化するように、第１および第２の周波数を示す信号を、決定された輝度変化の周波数を示す信号として出力する。このような情報処理装置Ａ１０では、上述の情報処理プログラムと同様の効果を奏することができる。

【１００２】

（可視光通信による照明を介した家電の操作）

図２５０Ａは、実施の形態１０における可視光通信システムの一例を示す図である。

【１００３】

例えば天井照明（照明機器）として構成される送信機は、Ｗｉ－ＦｉやＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）等の無線通信機能を備える。送信機は、無線通信によって送信機に接続するための情報（発光機ＩＤおよび認証ＩＤなど）を可視光通信によって送信する。例えばスマートフォン（携帯端末）として構成される受信機Ａは、受信した情報を基に、送信機と無線通信を行う。受信機Ａは他の情報を用いて送信機と接続してもよく、その場合は受信機能を持たなくとも良い。受信機Ｂは、例えば電子レンジ等の電子機器（制御対象機器）として構成される。送信機は、ペアリングされた受信機Ｂの情報を受信機Ａへ送信する。受信機Ａは、操作可能な機器として受信機Ｂの情報を表示する。受信機Ａは、受信機Ｂの操作命令（制御信号）を、無線通信を通じて送信機へ伝え、送信機は可視光通信を通じて操作命令を受信機Ｂへ伝える。これにより、ユーザは受信機Ａを介して受信機Ｂを操作することができる。また、インターネット等を介して受信機Ａと接続されている機器は、受信機Ａを介して受信機Ｂを操作することができる。

【１００４】

受信機Ｂが送信機能を備え、送信機が受信機能を備えることで、双方向通信を行うことができる。送信機能は発光による可視光として実現してもよいし、音による通信を行っても良い。例えば、送信機は集音部を備え、受信機Ｂの発する音を認識することで、受信機Ｂの状態を認識することができる。例えば、受信機Ｂの運転終了音を認識し、受信機Ａに伝え、受信機Ａは受信機Ｂの運転終了をディスプレイに表示することでユーザに通知することができる。

【１００５】

受信機Ａと受信機Ｂは、ＮＦＣを備える。受信機Ａは、送信機からの信号を受信し、次に、ＮＦＣを介して受信機Ｂと通信を行い、直前に受信した信号を送信した送信機からの信号を受信機Ｂが受信可能であるということを、受信機Ａと送信機に登録する。これを、送信機と受信機Ｂのペアリングと呼ぶ。受信機Ａは、受信機Ｂが移動された場合等には、ペアリングの解除を送信機に登録する。受信機Ｂが別の送信機にペアリングされた場合には、新しくペアリングされた送信機は前にペアリングされていた送信機にその情報を伝え、前のペアリングを解除する。

【１００６】

図２５０Ｂは、実施の形態１０におけるユースケースを説明するための図である。この図２５０Ｂを用いて、本発明のＰＰＭ方式もしくはＦＤＭ方式ＦＳＫ方式もしくは周波数割り当て方式の変調方式を用いた受信部１０２８を用いた場合の実施の形態を述べる。

【１００７】

まず、照明機器である発光機１００３の発光動作を述べる。天井や壁に取り付けられた照明器具やＴＶモニタ等の発光機１００３では、まず時間毎に変化する乱数発生部１０１２を用いて、認証ＩＤ発生部１０１０で、認証ＩＤを発生させる。発光機１００３のＩＤとこの認証ＩＤ１００４については、割り込み処理（ステップ１０１１）がない場合、発

光機１００３は、携帯端末１０２０より送られた「送信データ列」がないと判断して、（１）発光機ＩＤと、（２）認証ＩＤと、制御対象機器である電子機器１０４０から携帯端末１０２０経由で送られてきた送信データ列１００９があるかどうかを識別するための識別子つまり（３）送信データ列フラグ＝０の、３つをＬＥＤ等の発光部１０１６から、連続的に、もしくは間欠的に外部に光信号を送る。

【１００８】

送られた光信号は、電子機器１０４０のフォトセンサ１０４１で受信され（ステップ１０４２）、電子機器１０４０は、ステップ１０４３で、電子機器１０４０の機器ＩＤおよび認証ＩＤ（機器認証ＩＤおよび発光機ＩＤ）が正規のものであるか確認する。確認の結果がＹＥＳ（正規のもの）なら、電子機器１０４０は、送信データ列フラグ＝１かをチェックする（ステップ１０５１）。チェックの結果がＹＥＳの場合（送信データ列フラグ＝１）のみ、電子機器１０４０は、送信データ列のデータ、例えば料理のレシピ実行等のユーザーコマンドを実行する（ステップ１０４５）。

【１００９】

ここで電子機器１０４０の本発明の光変調方式を用いて光送信する仕組みを述べる。電子機器１０４０は、機器ＩＤ、機器を認証するための認証ＩＤ、および、前述のように電子機器１０４０が受信した、つまり確実に受信が可能な発光機１００３の発光機ＩＤを、表示部１０４７のＬＥＤバックライト部１０５０等を用いて送る（ステップ１０４６）。

【１０１０】

電子レンジやＰＯＳ機等の液晶等の表示部１０４７から、本発明の光信号がちらつきのない６０Ｈｚ以上の変調周波数で、ＰＰＭもしくはＦＤＭもしくはＦＳＫ方式で送られているため、一般消費者には光信号が送られていることはわからない。そのため、表示部１０４７には、例えば電子レンジのメニュー等の独立した表示ができる。

【１０１１】

（電子機器１０４０が受信できる発光機１００３のＩＤ検出方法）

電子レンジ等を使用しようとする使用者は、携帯端末１０２０のインカメラ部１０１７で発光機１００３からの光信号を受け取り、インカメラ処理部１０２６で、発光機ＩＤと発光機認証ＩＤを受信しておく（ステップ１０２７）。電子機器１０４０の受光可能な発光機ＩＤは、３Ｇ等の携帯電話の電波やＷｉ－Ｆｉを用いた位置情報とクラウド１０３２や携帯端末内部に記録されている、その位置に存在する発光機ＩＤを検出してもよい（ステップ１０２５）。

【１０１２】

使用者は携帯端末１０２０のアウトカメラ１０１９を、例えば電子レンジ（電子機器）１０４０の表示部１０４７に向けると、本発明の光信号１０４８を、ＭＯＳカメラを用いて復調することができる。シャッター速度を速めると、より高速のデータを受信できる。受信部１０２８では、電子機器１０４０の機器ＩＤ、認証ＩＤ、サービスＩＤ、もしくは、サービスＩＤから変換した、サービス提供用のクラウドのＵＲＬや、機器の状況を受信する。

【１０１３】

ステップ１０２９では、３Ｇ　Ｗｉ－Ｆｉ通信部１０３１を通して端末の内部にある、もしくは受信したＵＲＬを用いて外部にあるクラウド１０３２に接続し、サービスＩＤ、機器ＩＤを送る。クラウド１０３２では、データベース１０３３にある、機器ＩＤ、サービスＩＤに各々対応したデータを検索し、携帯端末１０２０に送る。このデータを元にして携帯端末の画面にビデオデータやコマンドのボタン等を表示する。これを見た使用者は希望するコマンドを画面のボタンを押す等の入力方法により入力する（ステップ１０３０）。ＹＥＳ（入力）の場合、ＢＴＬＥ（Ｂｌｕｅ　Ｔｏｏｔｈ（登録商標）　Ｌｏｗ　Ｅｎｅｒｇｙ）送受信部１０２１の送信機１０２２は、電子機器１０４０等の機器ＩＤ、機器認証ＩＤ、発光機ＩＤ、発光機認証ＩＤ、およびステップ１０３０のユーザコマンド等からなる送信データ列を送信する。

【１０１４】

発光機１００３は、ＢＴＬＥ送受信部１００４の受信部１００７で「送信データ列」を受信し、割り込み処理部１０１１で、「送信データ列」を受信したことを検出する（ステップ１０１３のＹＥＳ）と、「送信データ列＋ＩＤ＋送信データフラグ＝１」のデータを本発明の変調部で変調し、ＬＥＤ等の発光部１０１６から光送信する。「送信データ列」を受信したことを検出しない場合（ステップ１０１３のＮＯの場合）は、発光機１００３は発光機ＩＤ等を連続的に送る。

【１０１５】

前述のように、この電子機器１０４０は既に発光機１００３からの信号を受信できることを実際に受信して確認しているので確実に受信できる。

【１０１６】

この場合、割り込み処理部１０１１では、送信データ列の中に発光機ＩＤが含まれるため、そのＩＤの発光機の光照射範囲内に送信対象の電子機器が存在することがわかる。従って、他の発光機から信号を送ることなく、電子機器がある極めて狭い位置にある発光機のみから送られるため、電波空間を効率的に使うことができる。

【１０１７】

この方式を採用しない場合、ブルートゥース信号は遠くまで届くため、電子機器とは異なる他の位置にある発光機から光信号が送られてしまう。従って、ある発光機が発光期間中には、送信したい他の電子機器への光送信ができなくなる、もしくは妨害を与えるため、この方式による解決策は効果がある。

【１０１８】

次に電子機器の誤動作対策を述べる。

【１０１９】

フォトセンサ１０４１は、ステップ１０４２で光信号を受信する。まず、発光機ＩＤをチェックするため、別の発光機ＩＤの発光信号は除去できるため誤作動が減る。

【１０２０】

本発明では、送信データ列１００９には受信すべき電子機器の機器ＩＤと機器認証ＩＤが含まれる。従ってステップ１０４３で機器認証ＩＤと機器ＩＤがこの電子機器１０４０のＩＤかをチェックするので、誤動作しない。電子機器１０４０が別の電子機器へ送信された信号を誤って処理することによる電子レンジ等の誤作動を、防止できるという効果がある。

【１０２１】

ユーザコマンドの実行の誤作動を防止する方法を述べる。

【１０２２】

ステップ１０４４で送信データフラグ＝１の時、ユーザコマンドがあると判断し、送信データフラグ＝０の時は停止する。送信データフラグ＝１の時、ユーザデータ列の機器ＩＤ、認証ＩＤを認証してから、ユーザコマンド等の送信データ列を実行する、例えば、電子機器１０４０は、レシピを取り出し、画面に表示し、使用者がボタンを押せば、レシピすなわち６００ｗを３分、２００ｗを１分、スチーム調理を２分といった動作を誤動作することなく開始する。

【１０２３】

ユーザコマンドを実行すると、電子レンジの場合、２．４ＧＨｚの電磁ノイズを発生する。これを低減するため、スマートフォンを介して、ブルートゥースやＷｉ－Ｆｉで命令を受け、動作する場合、間欠駆動部１０６１により間欠的、例えば２秒間には１００ｍｓの程度、電子レンジの出力を止める。この間にブルートゥースやＷｉ－Ｆｉ８０２．１１ｎ等の通信が可能となる。例えばレンジを止めない時は、スマートフォンからＢＴＬＥで発光機１００３に停止命令を送ることが妨害される。一方、本発明では妨害電波の影響を受けないで送れ、光信号によりレンジを停止したり、レンジのレシピの変更をすることができる。

【１０２４】

本実施の形態の特長が１つ数円位のコストのフォトセンサ１０４１を、表示部のついた

電子機器に追加するだけで、クラウドと連携したスマートフォンと双方向の通信ができるため、低コストの白物家電に搭載しスマート家電化することができるという効果がある。ただし、実施の形態として白物家電を用いたが、表示部のついたＰＯＳ端末でもよいし、スーパーマーケットの電子値札板でもパソコンでも同様の効果が得られる。

【１０２５】

また、この実施の形態では電子機器の上部にある照明器からしか発光機ＩＤを受信できない。受信領域が狭いため、発光機毎にＷｉ－Ｆｉ等の小さいゾーンＩＤを規定し、各々のゾーンの中で位置の下記のＩＤを割り当てることにより、発光部のＩＤの桁数を減らすという効果もある。この場合、本発明の前述のＰＰＭやＦＳＫ、ＦＤＭを用いて送信する発光機のＩＤの桁数が減ることにより、小さな光源から光信号を受信したり、早くＩＤを取得したり、遠くの光源のデータを受信できる等の効果がある。

【１０２６】

図２５０Ｃは、実施の形態１０における信号送受信システムの一例を示す図である。

【１０２７】

信号送受信システムは、多機能携帯電話であるスマートフォン（スマホ）と、照明機器であるＬＥＤ発光機と、冷蔵庫などの家電機器と、サーバとを備えている。ＬＥＤ発光機は、ＢＴＬＥ（Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）　Ｌｏｗ　Ｅｎｅｒｇｙ）を用いた通信を行うとともに、ＬＥＤ（Light Emitting Diode）を用いた可視光通信を行う。例えば、ＬＥＤ発光機は、ＢＴＬＥによって、冷蔵庫を制御したり、エアコンと通信する。また、ＬＥＤ発光機は、可視光通信によって、電子レンジ、空気清浄機またはテレビ（ＴＶ）などの電源を制御する。

【１０２８】

テレビは、例えば太陽光発電素子を備え、この太陽光発電素子を光センサとして利用する。つまり、ＬＥＤ発光機が輝度変化することによって信号を送信すると、テレビは、太陽光発電素子によって発電される電力の変化によって、そのＬＥＤ発光機の輝度変化を検出する。そして、テレビは、その検出された輝度変化によって示される信号を復調することによって、ＬＥＤ発光機から送信された信号を取得する。テレビは、その信号が電源ＯＮを示す命令である場合には、自らの主電源をＯＮに切り替え、その信号が電源ＯＦＦを示す命令である場合には、自らの主電源をＯＦＦに切り替える。

【１０２９】

また、サーバは、ルータおよび特定小電力無線局（特小）を介してエアコンと通信することができる。さらに、エアコンはＢＴＬＥを介してＬＥＤ発光機と通信することができるため、サーバはＬＥＤ発光機と通信することができる。したがって、サーバは、ＬＥＤ発光機を介してＴＶの電源をＯＮとＯＦＦとに切り替えることができる。また、スマートフォンは、サーバと例えばＷｉ－Ｆｉ（Wireless Fidelity）などを介して通信することによって、サーバを介してＴＶの電源を制御することができる。

【１０３０】

図２５０Ａ～図２５０Ｃに示すように、本実施の形態における情報通信方法は、携帯端末（スマートフォン）が、可視光通信と異なる無線通信（ＢＴＬＥまたはＷｉ－Ｆｉなど）によって、制御信号（送信データ列またはユーザコマンド）を照明機器（発光機）に送信する無線通信ステップと、照明機器が、その制御信号に応じて輝度変化することによって可視光通信を行う可視光通信ステップと、制御対象機器（電子レンジなど）が、その照明機器の輝度変化を検出し、検出された輝度変化によって特定される信号を復調することにより制御信号を取得し、その制御信号に応じた処理を実行する実行ステップとを含む。これにより、携帯端末は、可視光通信のための輝度変化を行うことができなくても、無線通信によって、照明機器を携帯端末の代わりに輝度変化させることができ、制御対象機器を適切に制御することができる。なお、携帯端末はスマートフォンではなく腕時計であってもよい。

【１０３１】

（干渉を排除した受信）

図２５１は、実施の形態１０における干渉を排除した受信方法を示すフローチャートである。

【１０３２】

まず、ステップ９００１ａでｓｔａｒｔして、ステップ９００１ｂで受光した光の強さに周期的な変化があるかどうかを確認して、ＹＥＳの場合はステップ９００１ｃへ進む。ＮＯの場合はステップ９００１ｄへ進み、受光部のレンズを広角にして広範囲の光を受光して、ステップ９００１ｂへ戻る。ステップ９００１ｃで信号を受信できるかどうかを確認して、ＹＥＳの場合はステップ９００１ｅへ進み、信号を受信して、ステップ９００１ｇで終了する。ＮＯの場合はステップ９００１ｆへ進み、受光部のレンズを望遠にして狭い範囲の光を受光して、ステップ９００１ｃへ戻る。

【１０３３】

この方法により、複数の送信機からの信号の干渉を排除しつつ、広い方向にある送信機からの信号を受信することができる。

【１０３４】

（送信機の方位の推定）

図２５２は、実施の形態１０における送信機の方位の推定方法を示すフローチャートである。

【１０３５】

まず、ステップ９００２ａでｓｔａｒｔして、ステップ９００２ｂで受光部のレンズを最大望遠にして、ステップ９００２ｃで受光した光の強さに周期的な変化があるかどうかを確認して、ＹＥＳの場合はステップ９００２ｄへ進む。ＮＯの場合はステップ９００２ｅへ進み、受光部のレンズを広角にして広範囲の光を受光して、ステップ９００２ｃへ戻る。ステップ９００２ｄで信号を受信して、ステップ９００２ｆで受光部のレンズを最大望遠とし、受光範囲の境界に沿うように受光方向を変化させ、受光強度が最大になる方向を検出し、送信機がその方向にあると推定して、ステップ９００２ｄで終了する。

【１０３６】

この方法により、送信機が存在する方向を推定することができる。なお、最初に最大広角にして、次第に望遠にしてもよい。

【１０３７】

（受信の開始）

図２５３は、実施の形態１０における受信の開始方法を示すフローチャートである。

【１０３８】

まず、ステップ９００３ａでｓｔａｒｔして、ステップ９００３ｂでＷｉ－ＦｉやＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）やＩＭＥＳ等の基地局からの信号を受信したかどうかを確認して、ＹＥＳの場合は、ステップ９００３ｃへ進む。ＮＯの場合はステップ９００３ｂへ戻る。ステップ９００３ｃで前記基地局が、受信開始のトリガとして受信機やサーバに登録されているかどうかを確認して、ＹＥＳの場合はステップ９００３ｄへ進み、信号の受信を開始して、ステップ９００３ｅで終了する。ＮＯの場合はステップ９００３ｂへ戻る。

【１０３９】

この方法により、ユーザが受信開始の操作をしなくても受信を開始することができる。また、常に受信を行うよりも消費電力を抑えることが出来る。

【１０４０】

（他媒体の情報を併用したＩＤの生成）

図２５４は、実施の形態１０における他媒体の情報を併用したＩＤの生成方法を示すフローチャートである。

【１０４１】

まず、ステップ９００４ａでｓｔａｒｔして、ステップ９００４ｂで接続されているキャリア通信網やＷｉ－ＦｉやＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）等のＩＤ、または、上記ＩＤから得た位置情報やＧＰＳ等から得た位置情報を上位ビットＩＤ索引サーバに送信する

。ステップ９００４ｃで上位ビットＩＤ索引サーバから可視光ＩＤの上位ビットを受信して、ステップ９００４ｄで送信機からの信号を可視光ＩＤの下位ビットとして受信する。ステップ９００４ｅで可視光ＩＤの上位ビットと下位ビットを合わせてＩＤ解決サーバへ送信して、ステップ９００４ｆで終了する。

【１０４２】

この方法により、受信機の付近の場所で共通的に用いられる上位ビットを得ることができ、送信機が送信するデータ量を少なくすることができる。また、受信機が受信する速度を上げることができる。

【１０４３】

なお、送信機は上位ビットと下位ビットの両方を送信しているとしてもよい。この場合は、この方法を用いている受信機は下位ビットを受信した時点でＩＤを合成することができ、この方法を用いていない受信機は送信機からＩＤ全体を受信することでＩＤを得る。

【１０４４】

（周波数分離による受信方式の選択）

図２５５は、実施の形態１０における周波数分離による受信方式の選択方法を示すフローチャートである。

【１０４５】

まず、ステップ９００５ａでｓｔａｒｔして、ステップ９００５ｂで受光した光信号を周波数フィルタ回路にかける、または、離散フーリエ級数展開を行い周波数分解を行う。ステップ９００５ｃで低周波数成分が存在するかどうかを確認して、ＹＥＳの場合はステップ９００５ｄへ進み、周波数変調等の低周波数領域で表現された信号をデコードして、ステップ９００５ｅへ進む。ＮＯの場合はステップ９００５ｅへ進む。ステップ９００５ｅで前記基地局が、受信開始のトリガとして受信機やサーバに登録されているかどうかを確認して、ＹＥＳの場合はステップ９００５ｆへ進み、パルス位置変調等の高周波数領域で表現された信号をデコードして、ステップ９００５ｇへ進む。ＮＯの場合はステップ９００５ｇへ進む。ステップ９００５ｇで信号の受信を開始して、ステップ９００５ｈで終了する。

【１０４６】

この方法により、複数の変調方式で変調された信号を受信することができる。

【１０４７】

（露光時間が長い場合の信号受信）

図２５６は、実施の形態１０における露光時間が長い場合の信号受信方法を示すフローチャートである。

【１０４８】

まず、ステップ９０３０ａでｓｔａｒｔして、ステップ９０３０ｂで感度が設定できる場合は感度を最高に設定する。ステップ９０３０ｃで露光時間が設定できる場合は通常撮影モードよりも短い時間に設定する。ステップ９０３０ｄで２枚の画像を撮像して輝度の差分を求める。２枚の画像を撮像する間に撮像部の位置や方向が変化した場合はその変化をキャンセルして同じ位置・方向から撮像したかのような画像を生成して差分を求める。ステップ９０３０ｅで差分画像、または、撮像画像の露光ラインに平行な方向の輝度値を平均した値を求める。ステップ９０３０ｆで前記平均した値を、露光ラインに垂直な方向に並べ離散フーリエ変換を行って、ステップ９０３０ｇで所定の周波数の付近にピークがあるかどうかを認識して、ステップ９０３０ｈで終了する。

【１０４９】

この方法により、露光時間が設定できない場合や通常画像を同時に撮像する場合等、露光時間が長い場合においても信号を受信することができる。

【１０５０】

露光時間を自動設定としている場合、カメラを照明として構成される送信機へ向けると、自動露出補正機能によって露光時間は６０分の１秒から４８０分の１秒程度に設定される。露光時間の設定ができない場合には、この条件で信号を受信する。実験では、照明を

周期的に点滅させた場合、１周期の時間が露光時間の約１６分の１以上であれば、露光ラインに垂直な方向に縞が視認でき、画像処理によって点滅の周期を認識することができた。このとき、照明が写っている部分は輝度が高すぎて縞が確認しづらいため、照明光が反射している部分から信号の周期を求めるのが良い。

【１０５１】

周波数偏移変調方式や周波数多重変調方式のように、発光部を周期的に点灯・消灯させる方式を用いた場合は、パルス位置変調方式を用いた場合よりも、同じ変調周波数であっても人間にとってちらつきが視認しづらく、また、ビデオカメラで撮影した動画にもちらつきが現れにくい。そのため、低い周波数を変調周波数として用いることができる。人間の視覚の時間分解能は６０Ｈｚ程度であるため、この周波数以上の周波数を変調周波数として用いることができる。

【１０５２】

なお、変調周波数が受信機の撮像フレームレートの整数倍のときは、２枚の画像の同じ位置の画素は送信機の光パターンが同じ位相の時点で撮像を行うため、差分画像に輝線があらわれず、受信が行いにくい。受信機の撮像フレームレートは通常３０ｆｐｓであるため、変調周波数は３０Ｈｚの整数倍以外に設定すると受信が行い易い。また、受信機の撮像フレームレートは様々なものが存在するため、互いに素な二つの変調周波数を同じ信号に割り当て、送信機は、その二つの変調周波数を交互に用いて送信することで、受信機は、少なくとも一つの信号を受信することで、容易に信号を復元できる。

【１０５３】

図２５７は、送信機の調光（明るさを調整すること）方法の一例を示す図である。

【１０５４】

輝度が高い区間と輝度が低い区間の割合を調整することで、平均輝度が変化し、明るさを調整することができる。このとき、輝度の高低を繰り返す周期T_1を一定に保つことで、周波数ピークを一定に保つことが出来る。例えば、図２５７の（ａ）、（ｂ）、（ｃ）のいずれも、平均輝度よりも明るくなる第１の輝度変化と、第２の輝度変化の間の時間Ｔ１は一定に保ちながら、送信機を暗く調光する際には、平均輝度よりも明るく照明する時間を短くする。一方、送信機を明るく調光する際には、平均輝度よりも明るく照明する時間を長くする。図２５７の（ｂ）、（ｃ）は、（ａ）よりも暗く調光されており、図２５７の（ｃ）は、最も暗く調光されている。これにより、同一の意味を持った信号を送信しながら調光を行うことが出来る。

【１０５５】

輝度の高い区間の輝度、または、輝度が低い区間の輝度、または、その両方の輝度の値を変化させることで、平均輝度を変化させるとしてもよい。

【１０５６】

図２５８は、送信機の調光機能を構成する方法の一例を示す図である。

【１０５７】

構成部品の精度には限界があるため、同じ調光設定を行ったとしても、別の送信機とは明るさが微妙に異なる。しかし、送信機を並べて配置する場合には、隣接する送信機の明るさが異なっていると、不自然さが感じられる。そこで、ユーザは、調光補正操作部を操作することで、送信機の明るさを調整する。調光補正部は、補正値を保持し、調光制御部は、補正値に従って発光部の明るさを制御する。ユーザが調光操作部を操作することによって調光の程度が変化された場合には、調光制御部は、変化された調光設定値と調光補正部に保持された補正値をもとに、発光部の明るさを制御する。また、調光制御部は、連動調光部を通して、他の送信機に調光設定値を伝える。他の機器から連動調光部を通して調光設定値が伝えられた場合には、調光制御部は、その調光設定値と調光補正部に保持された補正値をもとに、発光部の明るさを制御する。

【１０５８】

本発明の一つの実施形態によれば、発光体を輝度変化させることによって信号を送信する情報通信装置を制御する制御方法であって、情報通信装置のコンピュータに対して、複

数の異なる信号を含む、送信対象の信号を変調させることによって、異なる信号毎に、異なる周波数の輝度変化のパターンを決定させる決定ステップと、単一の周波数に該当する時間に、単一の信号を変調した輝度変化のパターンのみを含むように、発光体を輝度変化させることによって送信対象の信号を送信させる送信ステップと、を有する、制御方法であってもよい。

【１０５９】

例えば、単一の周波数に該当する時間に、複数の信号を変調した輝度変化のパターンを含む場合、時間経過による輝度変化の波形が複雑になり、適切に受信することが困難となる。しかしながら、単一の周波数に該当する時間に、単一の信号を変調した輝度変化のパターンのみを含むように制御することにより、受信する際により適切に受信を行うことが可能となる。

【１０６０】

本発明の一つの実施の形態によれば、決定ステップは、所定の時間内において、複数の異なる信号のうちの一つの信号を送信させる送信回数が、他の信号を送信させる送信回数と異なるように、送信回数を決定させてもよい。

【１０６１】

一つの信号を送信させる送信回数が、他の信号を送信させる送信回数と異なることにより、送信する際のちらつきを防ぐことが可能となる。

【１０６２】

本発明の一つの実施の形態によれば、決定ステップは、所定の時間内において、高い周波数に該当する信号の送信回数を、他の信号の送信回数よりも多くさせてもよい。

【１０６３】

受信側において周波数変換を行う際に、高い周波数に該当する信号は、輝度が小さくなるが、送信回数を多くすることにより、周波数変換を行う際の輝度値を大きくすることが可能となる。

【１０６４】

本発明の一つの実施の形態によれば、輝度変化のパターンは、時間経過による輝度変化の波形が、矩形波、三角波、鋸波のいずれかとなるパターンであってもよい。

【１０６５】

矩形波などにすることにより、より適切に受信を行うことが可能となる。

【１０６６】

本発明の一つの実施の形態によれば、発光体の平均輝度の値を大きくする場合に、単一の周波数に該当する時間において、発光体の輝度が所定の値よりも大きくなる時間を、前記発光体の平均輝度の値を小さくする場合に対して、長くしてもよい。

【１０６７】

単一の周波数に該当する時間において、発光体の輝度が所定の値よりも大きくなる時間を調整することにより、信号を送信し、かつ、発光体の平均輝度を調整することが可能となる。例えば、発光体を照明として使用する場合には、全体の明るさを暗くしたり、明るくしたりしながら、信号を送信することが可能となる。

【１０６８】

受信機は，露光時間を設定するＡＰＩ（アプリケーション・プログラミング・インタフェースの略で、ＯＳの機能を利用するための手段を指す）を利用することで、露光時間を所定の値に設定することができ、可視光信号を安定して受信することができる。また、受信機は、感度を設定するＡＰＩを利用することで、感度を所定の値に設定することができ、送信信号の明るさが暗い場合や明るい場合でも可視光信号を安定して受信することができる。

【１０６９】

（実施の形態１１）

本実施の形態では、上記各実施の形態におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤや有機ＥＬの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた各適用例について説明

する。

【１０７０】

（露光時間の設定）

図２５９Ａ～図２５９Ｄは、実施の形態１１における受信機の動作の一例を示すフローチャートである。

【１０７１】

本発明の方式を用いてイメージセンサで可視光信号を受信するためには、露光時間を所定の時間より短い時間に設定する必要がある。所定の時間は可視光信号の変調方式と変調周波数によって決定される。一般に、変調周波数が高いほど露光時間を短くする必要がある。

【１０７２】

露光時間を短くするにつれて輝線がはっきりと観察できるようになる一方で、露光時間が短くなると受光量が減るために撮像画像全体が暗くなる。すなわち、信号強度が減衰する。そのため、可視光信号の存在が検知できる範囲で露光時間を短くすることで、受信性能（受信速度や誤り率）を向上させることができる。

【１０７３】

図２５９Ａに示すように、受信機は、まず、撮像モードを可視光撮像モードにする（ステップＳ９２０１）。このときに、受信機は、モノクロ撮像機能があり、かつ、輝度情報のみで変調された信号を受信するか否かを判定する（ステップＳ９２０２）。ここで、モノクロ撮像機能があり、かつ、輝度情報のみで変調された信号を受信すると判定したときには（ステップＳ９２０２のＹ）、受信機は、撮像モードのうちの色に関するモードを、そのモノクロ撮像機能を用いるモノクロ撮像モードに設定する（ステップＳ９２０３）。これにより、輝度情報のみで変調された信号を受信する場合、つまり、輝度変化のみによって情報を表す可視光信号を受信する場合には、カラー情報を扱わないことで処理速度の向上を図ることができる。一方、ステップＳ９２０２において、モノクロ撮像機能があり、かつ、輝度情報のみで変調された信号を受信する、ことはないと判定したときには（ステップ９２０２のＮ）、つまり、色情報を利用して可視光信号が表現されている場合には、受信機は、撮像モードのうちの色に関するモードを、カラー撮像モードに設定する（ステップＳ９２０４）。

【１０７４】

次に、受信機は、露光時間を指定する機能が、上述のイメージセンサを含む撮像部に備わっているか否かを判定する（ステップＳ９２０５）。ここで、備わっていると判定すると（ステップＳ９２０５のＹ）、受信機は、撮像画像に輝線が現れるように、その機能を用いて、露光時間を上述の所定の時間よりも短い時間に設定する（ステップＳ９２０６）。なお、受信機は、撮像画像中で、可視光信号を送信している送信機が見える範囲でできるだけ露光時間が短くなるように、その露光時間を設定してもよい。

【１０７５】

一方、ステップＳ９２０５において、露光時間を指定する機能が備わっていないと判定すると（ステップＳ９２０５のＮ）、受信機は、さらに、感度を設定する機能が撮像部に備わっているか否かを判定する（ステップＳ９２０７）。ここで、感度を設定する機能が備わっていると判定すると（ステップＳ９２０７のＹ）、受信機は、その機能により、感度を最大に設定する（ステップＳ９２０８）。その結果、その最大にされた感度で撮像が行われることにより撮像画像が得られると、その撮像画像は明るくなる。そこで、受信機では、自動露出が有効に設定されていれば、その自動露出によって、露出が一定の範囲に収まるように、露光時間が短く設定される。なお、自動露出では、撮像が行われるごとに、その撮像により得られた撮像画像が自動露出の入力に用いられ、その撮像画像に基づいて、露出が一定の範囲に収まるように、露光時間が随時調整される。自動露出の詳細については後述する。

【１０７６】

さらに、受信機は、Ｆ値（絞り）を設定する機能が撮像部に備わっているか否かを判定

する（ステップＳ９２０９）。ここで、Ｆ値を設定する機能が備わっていると判定すると（ステップＳ９２０９のＹ）、受信機は、その機能により、Ｆ値を最小（絞りを開放）に設定する（ステップＳ９２１０）。その結果、その最小にされたＦ値で撮像が行われることにより撮像画像が得られると、その撮像画像は明るくなる。そこで、受信機では、自動露出が有効に設定されていれば、その自動露出によって、露出が一定の範囲に収まるように、露光時間が短く設定される。

【１０７７】

さらに、受信機は、露出補正の値を指定する機能が撮像部に備わっているか否かを判定する（ステップＳ９２１１）。ここで、露出補正の値を指定する機能が備わっていると判定すると（ステップＳ９２１１のＹ）、受信機は、その機能により、露出補正の値を最小に設定する（ステップＳ９２１２）。その結果、受信機では、自動露出が有効に設定されていれば、その自動露出によって、露出を低くするために露光時間が短く設定される。

【１０７８】

また、高速で運動する被写体を撮像するためのシーンモード（高速シーンモード）は一般に「スポーツ」や「アクション」の名称で定義されている。

【１０７９】

図２５９Ｂに示すように、受信機は、ステップＳ９２１１またはステップＳ９２１２の後、高速シーンモードに設定する機能が撮像部に備わっており、かつ、高速シーンモードに設定することで、感度がシーンモード設定前よりも低く設定されたり、Ｆ値がシーンモード設定前よりも高く設定されたり、露出補正の値がシーンモード設定前よりも高く設定されたりすることがないという条件を満たすか否かを判定する（ステップＳ９２１３）。ここで、上記条件を満たすと判定すると（ステップＳ９２１３のＹ）、受信機は、シーンモードを高速シーンモードに設定する（ステップＳ９２１４）。その結果、受信機では、自動露出が有効に設定されていれば、高速で運動する被写体をぶれさせずに撮像するために、その自動露出によって、露光時間が短く設定される。

【１０８０】

次に、受信機は、自動露出を有効に設定し（ステップＳ９２１５）、被写体を撮像する（ステップＳ９２１６）。

【１０８１】

図２５９Ｃに示すように、受信機は、ステップＳ９２１５の後、ズーム機能が撮像部に備わっているか否かを判定する（ステップＳ９２１７）。ここで、ズーム機能が備わっていると判定すると（ステップＳ９２１７のＹ）、受信機は、さらに、ズームの中心位置を指定することができるか否か、つまり、その中心位置を撮像画像内の任意の位置にすることができるか否かを判定する（ステップＳ９２１８）。中心位置を指定することができると判定すると（ステップＳ９２１８のＹ）、受信機は、ズームの中心位置を撮像画像内の明るい部分に指定することにより、その明るい部分に対応する被写体が中央で大きく撮像されるようにズームする（ステップＳ９２１９）。一方、中心位置を指定することができないと判定すると（ステップＳ９２１８のＮ）、受信機は、撮像画像の中心が所定の値の明るさよりも明るいか否か、または、撮像画像中の所定の各箇所における明るさの平均よりも明るいか否かを判定する（ステップＳ９２２０）。ここで、明るいと判定すると（ステップＳ９２２０のＹ）、受信機はズームを行う（ステップＳ９２２１）。つまり、このときにも、明るい部分に対応する被写体が中央で大きく撮像される。

【１０８２】

一般的に、撮像部を備える装置の多くでは、測光方式に中央重点測光が用いられているため、撮像画像内で明るい部分が中央あると、測光位置を他の位置に指定しない場合でも明るい部分を基準として露出が調整される。これにより、露光時間が短く設定される。また、ズームによって明るい部分の面積が増え、より明るい画面を基準に露出が調整されるため、露光時間が短く設定される。

【１０８３】

次に、受信機は、測光位置またはフォーカス位置を指定する機能があるか否かを判定す

る（ステップＳ９２２２）。ここで、その機能があると判定すると（ステップＳ９２２２のＹ）、受信機は、撮像画像の中で明るい場所を見つけ出すための処理を行う。つまり、受信機は、撮像画像の中から、所定の明るさよりも明るい、所定の形状および大きさを有する領域の場所を見つけ出すための処理を行う。具体的には、受信機は、まず、自動露出のための露出評価の計算式が既知であるか否かを判定する（ステップＳ９２２４）。既知であると判定した場合には（ステップＳ９２２４のＹ）、受信機は、その既知の計算式と同じ計算式を用いて、撮像画像中の各領域の明るさを評価することにより、上述の明るい領域の場所を見つける（ステップS９２２６）。一方、露出評価の計算式が未知であると判定した場合には（ステップＳ９２２４のＮ）、受信機は、所定の形状および大きさの領域における各画素の明るさの平均値を算出する所定の計算式を用いて、撮像画像中の各領域の明るさを評価することにより、上述の明るい領域の場所を見つける（ステップＳ９２２５）。なお、所定の形状は、例えば、矩形、円形、または十字形状などである。また、その領域は非連続の複数の領域から構成されていてもよい。また、上述の平均値の算出には、単純な平均ではなく、中心部ほど大きい重みがつけられる加重平均を用いてもよい。

【１０８４】

受信機は、見つけられた全ての明るい領域の合計の面積が所定の面積より小さいか否かを判定する（ステップＳ９２２７）。ここで、小さいと判定すると（ステップＳ９２２７のＹ）、受信機は、この明るい領域の合計の面積が所定の面積以上の大きさで撮像されるようにズームを行う（ステップＳ９２２８）。次に、受信機は、測光位置を指定できるか否かを判定する（ステップＳ９２２９）。測光位置を指定できると判定した場合には（ステップＳ９２２９のＹ）、受信機は、最も明るい領域の場所を測光位置として指定する（ステップＳ９２３０）。自動露出では、測光位置の明るさで露出が調整されるため、最も明るい領域の場所を測光位置として指定することで、自動露出によって露光時間が短く設定される。一方、ステップＳ９２２９において、測光位置を指定できないと判定した場合（ステップＳ９２２９のＮ）、つまり、フォーカス位置が指定できる場合には、受信機は、最も明るい領域の場所をフォーカス位置として指定する。受信機には各種の撮像部が搭載可能であって、その各種の撮像部のうちの一部の撮像部の自動露出では、フォーカス位置の明るさで露出が調整される。したがって、最も明るい領域の場所をフォーカス位置として指定することで、自動露出によって露光時間が短く設定される。ここで指定される場所は、明るさの評価または計算に用いた領域の場所と異なっていてもよく、撮像部の設定方式に合わせて設定される。例として、指定の形式が中心点を指定する形式であれば、受信機は、最も明るい領域の中心を指定し、指定の形式が、矩形領域を指定する形式であれば、受信機は、最も明るい領域の中心を含む矩形領域を指定する。

【１０８５】

次に、受信機は、撮像画像中に、測光位置またはフォーカス位置として指定された場所の領域よりも明るい領域があるか否かを判定する（ステップＳ９２３２）。ここで、その領域があると判定すると（ステップＳ９２３２のＹ）、受信機は、ステップＳ９２１７からの処理を繰り返し実行する。一方、その領域がないと判定すると（ステップＳ９２３２のＮ）、受信機は、被写体を撮像する（ステップＳ９２３３）。

【１０８６】

次に、受信機は、ステップＳ９２３３の撮像によって得られた撮像画像に基づいて自動露出を終了すべきか否か、または、自動露出を有効に設定してから一定時間が経過したか否かを判定する（ステップＳ９２３４）。ここで、例えば自動露出を終了すべきでないと判定した場合（ステップＳ９２３４のＮ）、受信機は、さらに、ステップＳ９２３３の撮像によって得られた撮像画像に基づいて、撮像部の位置または撮像方向が変化したか否かを判定する（ステップＳ９２３５）。撮像部の位置または撮像方向が変化したと判定した場合は（ステップＳ９２３５のＹ）、受信機は、再度、ステップＳ９２１７からの処理を行う。これにより、測光位置やフォーカス位置として指定した場所が撮像画像中で移動した場合であっても、その時点で最も明るい領域の場所を指定し直すことができる。一方、ステップＳ９２３５において、撮像部の位置または撮像方向が変化していないと判定した

場合は（ステップＳ９２３５のＮ）、受信機は、ステップＳ９２３２からの処理を繰り返し行う。なお、受信機は、撮像によって１枚の撮像画像を取得する度に最も明るい領域を検索し、測光位置やフォーカス位置を指定し直してもよい。

【１０８７】

また、ステップＳ９２３４において、自動露出を終了すべきと判定した場合、露光時間が変化しなくなった場合、または、一定時間が経過したと判定した場合（ステップＳ９２３４のＹ）、あるいは、ステップＳ９２０６において露光時間が設定された場合、受信機は、自動露出を無効に設定し（ステップＳ９２３６）、被写体を撮像する（ステップＳ９２３７）。そして、受信機は、その撮像によって可視光信号を受信したか否かを判定する（ステップＳ９２３８）。ここで、可視光信号を受信していないと判定した場合には（ステップＳ９２３８のＮ）、受信機は、さらに、所定の時間が経過したか否かを判定する（ステップＳ９２３９）。所定の時間が経過していないと判定した場合には（ステップＳ９２３９のＮ）、受信機は、ステップＳ９２３７からの処理を繰り返し実行する。一方、所定の時間が経過したと判定した場合には（ステップＳ９２３９のＹ）、つまり、所定の時間が経過しても可視光信号を受信することができなかった場合には、受信機は、ステップＳ９２３２からの処理を繰り返し実行することにより、最も明るい領域の検索をやり直す。

【１０８８】

なお、受信機は、ズーム機能を利用している場合には、ズームを任意のタイミングでオフにしてもよい。つまり、受信機は、ズームがオフのときに、ズーム中には撮像されないがズームをしなければ撮像される範囲に、明るい被写体があるかどうかを検出してもよい。なお、この明るい被写体は、輝度変化によって可視光信号を送信する送信機である可能性が高い。これにより、広い範囲に存在する送信機からの信号を受信することができる。

【１０８９】

ここで、自動露出および測光方法について説明する。

【１０９０】

以下、図２５９Ａ～図２５９Ｄにおける自動露出について説明する。自動露出は、受信機の撮像部が、露光時間と感度と絞りとを調節し、測光結果を所定の値に自動的に調整する動作、処理または機能である。

【１０９１】

測光結果を得るための測光方法には、平均測光（全面測光）、中央重点測光、スポット測光（部分測光）、および分割測光等の方式がある。平均測光では、撮像により得られる画像全体の平均の明るさを算出する。中央重点測光では、画像の中央（または指定部分）に近いほど重みを重くした明るさの加重平均値を算出する。スポット測光では、画像の中央または指定部分を中心として定義された所定の一箇所（または数カ所）の範囲の明るさの平均値（または加重平均値）を算出する。分割測光では、画像を複数の部分に分けてそれぞれの部分で測光を行い、総合的な明るさの値を算出する。

【１０９２】

自動露出の機能を有する撮像部では、直接的に露光時間を短くする設定することができなくても、その自動露光の機能によって、間接的に露光時間を設定することができる。例えば、感度を高く（例えば最大値に）設定すると、他の条件が同じであれば、撮像により得られる画像が明るくなってしまうため、自動露出によって露光時間を短く設定することができる。また、絞りを開くように（つまり開放に）設定すると、同様に、露光時間を短く設定することができる。また、露出補正のレベルを示す値を低く（例えば最小値に）設定すると、自動露出によって、撮像により得られる画像は暗くなる。つまり、露光時間が短く設定される。画像内の最も明るい場所を測光位置に指定することで、露光時間を短く設定することができる。また、測光方法の指定が可能であれば、スポット測光を指定することで、露光時間を短く設定することができる。測光範囲の指定が可能であれば、測光範囲を最小に指定することで、露光時間を短く設定することができる。画像内の明るい部分の面積が大きい場合は、その部分を超えないようになるべく大きく測光範囲を指定するこ

とで、露光時間を短く設定することができる。測光位置を複数指定することが可能であれば、同じ場所を測光位置として複数回指定することで、露光時間を短く設定することができる。画像内の明るい場所をズームで大きく写し、その場所を測光位置として指定することで、露光時間を短く設定することができる。

【１０９３】

ここで、ＥＸズームについて説明する。

【１０９４】

図２６０は、ＥＸズームを説明するための図である。

【１０９５】

図２５９Ｃにおけるズーム、つまり、大きな像を得る方法には、レンズの焦点距離を調整して撮像素子に写る像の大きさを変化させる光学ズームと、撮像素子に写った像をデジタル処理で補間して大きな像を得るデジタルズームと、撮像に用いられる複数の撮像素子を変更することで大きな像を得るＥＸズームとがある。ＥＸズームは、撮像画像の解像度に比べてイメージセンサに含まれる撮像素子の数が多い場合に利用できる。

【１０９６】

例えば、図２６０に示すイメージセンサ１００８０ａでは、３２×２４個の撮像素子がマトリックス状に配列されている。つまり、撮像素子が横に３２個、縦に２４個配置されている。このイメージセンサ１００８０ａによる撮像によって、横１６×縦１２の解像度の画像を得る場合、図２６０の（ａ）に示すように、イメージセンサ１００８０ａに含まれる３２×２４個の撮像素子のうち、イメージセンサ１００８０ａにおいて全体的に均等に分散して配置された１６×１２個の撮像素子（例えば、図２６０の（ａ）におけるイメージセンサ１０８０ａ中の黒四角によって示される撮像素子）だけが撮像に用いられる。つまり、縦方向および横方向のそれぞれに配列される複数の撮像素子のうち、奇数番目または偶数番目の撮像素子だけが撮像に用いられる。これにより、所望の解像度の画像１００８０ｂが得られる。なお、図２６０において、イメージセンサ１００８ａに被写体が現れているが、これは、各撮像素子と、撮像によって得られる画像との対応関係を分かりやすくするためである。

【１０９７】

このイメージセンサ１００８０ａを備えた受信機は、広い範囲を撮像することで、送信機を探索したり、多くの送信機からの情報を受信したりする場合は、イメージセンサ１００８０ａにおいて全体的に均等に分散して配置された一部の撮像素子のみを用いて撮像する。

【１０９８】

また、受信機は、ＥＸズームを行うときには、図２６０の（ｂ）に示すように、イメージセンサ１００８０ａにおいて、局所的に密に配置された一部の撮像素子（例えば、図２６０の（ｂ）におけるイメージセンサ１０８０ａ中の黒四角によって示される１６×１２個の撮像素子）のみを撮像に用いる。これにより、画像１００８０ｂのうち、その一部の撮像素子に対応する部分がズームされることになり、画像１００８０ｄが得られる。このようなＥＸズームによって、送信機を大きく撮像することで、可視光信号を長時間受信できるようになり、受信速度が向上し、また、遠くから可視光信号を受信できる。

【１０９９】

デジタルズームでは、可視光信号を受ける露光ラインの数を増やすことはできず、可視光信号の受信時間も増加しないため、可能な限り他のズームを用いるほうがよい。光学ズームは、レンズやイメージセンサの物理的な移動時間が必要であるが、ＥＸズームは電子的な設定変更のみで行われるため、ズームにかかる時間が短いという利点がある。この観点から、各ズームの優先順位は、（１）ＥＸズーム、（２）光学ズーム、（３）デジタルズームである。受信機は、この優先順位と、ズーム倍率の必要性とに応じて、いずれか１つまたは複数のズームを選択して用いてもよい。なお、図２６０の（ａ）および（ｂ）に示す撮像方法では、使用していない撮像素子を用いることで、画像ノイズを抑えることが可能である。

【１１００】
図２６１Ａは、実施の形態１０における受信プログラムの処理を示すフローチャートである。
【１１０１】
この受信プログラムは、受信機に備えられたコンピュータに例えば図２５９Ａ～図２６０に示す処理を実行させるプログラムである。
【１１０２】
つまり、この受信プログラムは、発光体から情報を受信するための受信プログラムである。具体的には、この受信プログラムは、イメージセンサの露光時間を自動露出を用いて設定する露光時間設定ステップＳＡ２１と、輝度変化する発光体を、設定された露光時間でイメージセンサに撮像させることによって、イメージセンサに含まれる複数の露光ラインのそれぞれに対応する輝線を含む画像である輝線画像を取得する輝線画像取得ステップＳＡ２２と、取得された輝線画像に含まれる複数の輝線のパターンを復号することにより情報を取得する情報取得ステップＳＡ２３とをコンピュータに実行させる。また、露光時間設定ステップＳＡ２１では、図２５９Ａのステップ９２０８のように、イメージセンサの感度を、そのイメージセンサに対して予め定められた範囲のうちの最大値に設定し、最大値の感度に応じた露光時間を自動露出によって設定する。
【１１０３】
これにより、イメージセンサの露光時間を直接設定することができなくても、一般的なカメラに搭載されている自動露出の機能を利用して、適切な輝線画像を取得し得る程度の短い露光時間を設定することができる。つまり、自動露出では、イメージセンサによる撮像によって取得された画像の明るさに基づいて露出が調整される。そこで、イメージセンサの感度が大きな値に設定されれば、その画像が明るくなるため、露出を抑えるために、イメージセンサの露光時間が短く設定される。イメージセンサの感度を最大値に設定すれば、露光時間をより短く設定することができ、適切な輝線画像を取得することができる。つまり、発光体からの情報を適切に受信することができる。その結果、多様な機器間の通信を可能にすることができる。なお、感度は例えばＩＳＯ感度である。
【１１０４】
また、露光時間設定ステップＳＡ２１では、図２５９Ａのステップ９２１２のように、イメージセンサの露出補正のレベルを示す値を、そのイメージセンサに対して予め設定された範囲のうちの最小値に設定し、最大値の感度および最小値のレベルの露出補正に応じた露光時間を自動露出によって設定する。
【１１０５】
これにより、露出補正のレベルを示す値が最小値に設定されるため、露出を抑えようとする自動露出の処理によって、露光時間をより短く設定することができ、より適切な輝線画像を取得することができる。なお、露出補正のレベルを示す値の単位は例えばＥＶである。
【１１０６】
また、露光時間設定ステップＳＡ２１では、図２５９Ｃに示すように、発光体を含む被写体のイメージセンサによる撮像によって取得される第１の画像において他の部分より明るい部分を特定する。そして、その明るい部分に対応する被写体の一部を光学ズームによって拡大する。さらに、イメージセンサによる、拡大された被写体の一部の撮像によって取得される第２の画像を、自動露出の入力に用いることによって、露光時間を設定する。また、輝線画像取得ステップＳＡ２２では、拡大された被写体の一部を、設定された露光時間でイメージセンサに撮像させることによって、輝線画像を取得する。
【１１０７】
これにより、第１の画像の明るい部分に対応する被写体の一部が光学ズームによって拡大されるため、つまり、明るい発光体が光学ズームによって拡大されるため、第２の画像を第１の画像よりも全体的に明るくすることができる。そして、その明るい第２の画像が自動露出の入力に用いられるため、露出を抑えようとする自動露出の処理によって、露光

時間をより短く設定することができ、適切な輝線画像を取得することができる。

【１１０８】

また、露光時間設定ステップＳＡ２１では、図２５９Ｃに示すように、発光体を含む被写体のイメージセンサによる撮像によって取得される第１の画像の中央部分が、第１の画像における複数の位置の明るさの平均よりも明るいか否かを判定する。そして、中央部分が明るいと判定された場合には、中央部分に対応する被写体の一部を光学ズームによって拡大する。さらに、イメージセンサによる、拡大された被写体の一部の撮像によって取得される第２の画像を、自動露出の入力に用いることによって、露光時間を設定する。また、輝線画像取得ステップＳＡ２２では、拡大された被写体の一部を、設定された露光時間でイメージセンサに撮像させることによって、輝線画像を取得する。

【１１０９】

これにより、第１の画像の明るい中央部分に対応する被写体の一部が光学ズームによって拡大されるため、つまり、明るい発光体が光学ズームによって拡大されるため、第２の画像を第１の画像よりも全体的に明るくすることができる。そして、その明るい第２の画像が自動露出の入力に用いられるため、露出を抑えようとする自動露出の処理によって、露光時間をより短く設定することができ、適切な輝線画像を取得することができる。また、光学ズームは、拡大の中心位置を任意に設定することができなければ、画角または画像の中央部分を拡大する。したがって、その中心位置を任意に設定することができない場合であっても、第１の画像の中央部分が明るければ、光学ズームを利用することによって、第２の画像を全体的に明るくすることができる。さらに、第１の画像の中央部分が暗い場合にも、光学ズームによる拡大が行われると、第２の画像が暗くなり、露光時間が長くなってしまう。そこで、上述のように、中央部分が明るいと判定された場合に限って、光学ズームによる拡大を行うことによって、露光時間が長くなることを防ぐことができる。

【１１１０】

また、露光時間設定ステップＳＡ２１では、図２６０に示すように、イメージセンサに含まれるＫ個（Ｋは３以上の整数）の撮像素子のうち、イメージセンサ内で均等に分散して配置されたＮ個（ＮはＫ未満２以上の整数）の撮像素子のみによる、発光体を含む被写体の撮像によって取得される第１の画像において、他の部分より明るい部分を特定する。さらに、イメージセンサに含まれるＫ個の撮像素子のうち、明るい部分に対応する密集したＮ個の撮像素子のみによる撮像によって取得される第２の画像を、自動露出の入力に用いることによって、露光時間を設定する。また、輝線画像取得ステップＳＡ２２では、イメージセンサに含まれる密集したＮ個の撮像素子のみに、設定された露光時間で撮像させるとによって、輝線画像を取得する。

【１１１１】

これにより、いわゆるＥＸズームによって、第１の画像における明るい部分が中央になくても、第２の画像を全体的に明るくすることができ、露光時間をより短く設定することができる。

【１１１２】

また、露光時間設定ステップＳＡ２１では、図２５９Ｃに示すように、イメージセンサが被写体を撮像することによって取得される画像内における測光位置を設定し、設定された測光位置の明るさに応じた露光時間を自動露出によって設定する。

【１１１３】

これにより、撮像によって取得される画像内において明るい部分が測光位置に設定されれば、露出を抑えようとする自動露出の処理によって、露光時間をより短く設定することができ、適切な輝線画像を取得することができる。

【１１１４】

また、受信プログラムは、さらに、イメージセンサの撮像モードを、撮影によってカラーの画像を取得するためのカラー撮像モードから、撮影によってモノクロの画像を取得するためのモノクロ撮像モードに切り替える撮像モード設定ステップをコンピュータに実行させてもよい。この場合、露光時間設定ステップＳＡ２１では、モノクロ撮像モードによ

って取得される画像を自動露出の入力に用いることによって、露光時間を設定する。
【１１１５】
これにより、モノクロ撮像モードによって取得される画像が自動露出の入力に用いられるため、色の情報に影響されることなく、適切な露光時間を設定することができる。また、モノクロ撮像モードによって露光時間が設定される場合には、そのモードにしたがった撮像によって輝線画像が取得される。したがって、発光体から輝度変化だけで情報が送信されている場合には、その情報を適切に取得することができる。
【１１１６】
また、露光時間設定ステップＳＡ２１では、イメージセンサによる発光体の撮像によって画像が取得されるたびに、取得された画像を自動露出の入力に用いることによって、イメージセンサの露光時間を更新する。ここで、例えば図２５９Ｄのステップ９２３４に示すように、随時更新される露光時間の変動幅が所定の範囲以下になったときに、自動露出による露光時間の更新を終了することにより、露光時間を設定する。
【１１１７】
これにより、露光時間の変動が安定したときに、つまり、撮像によって取得される画像の明るさが自動露出によって目標とされている明るさに収まったときに、そのときの露光時間が、輝線画像の取得のための撮像に用いられる。したがって、適切な輝線画像を取得することができる。
【１１１８】
図２６１Ｂは、実施の形態１０における受信装置のブロック図である。
【１１１９】
この受信装置Ａ２０は、例えば図２５９Ａ～図２６０に示す処理を実行する上述の受信機である。
【１１２０】
つまり、この受信装置Ａ２０は、発光体から情報を受信するための装置であって、イメージセンサの露光時間を自動露出を用いて設定する露光時間設定部Ａ２１と、輝度変化する発光体を、設定された露光時間でイメージセンサに撮像させることによって、イメージセンサに含まれる複数の露光ラインのそれぞれに対応する輝線を含む画像である輝線画像を取得する撮像部Ａ２２と、取得された輝線画像に含まれる複数の輝線のパターンを復号することにより情報を取得する復号部Ａ２３とを備える。露光時間設定部Ａ２１は、イメージセンサの感度を、そのイメージセンサに対して予め定められた範囲のうちの最大値に設定し、最大値の感度に応じた露光時間を自動露出によって設定する。この受信装置Ａ２０では、上述の受信プログラムと同様の効果を奏することができる。
【１１２１】
本発明の一態様に係る受信プログラムは、上記の情報処理プログラムによって出力された信号にしたがって輝度変化する発光体から、情報を受信するための受信プログラムであって、イメージセンサの露光時間を自動露出を用いて設定する露光時間設定ステップと、輝度変化する前記発光体を含む被写体を、設定された前記露光時間で前記イメージセンサに撮像させることによって、前記イメージセンサに含まれる複数の露光ラインのそれぞれに対応する輝線を含む画像である輝線画像を取得する輝線画像取得ステップと、取得された前記輝線画像に含まれる前記複数の輝線のパターンを復号することにより情報を取得する情報取得ステップとをコンピュータに実行させ、前記露光時間設定ステップでは、前記イメージセンサの感度を、当該イメージセンサに対して予め定められた範囲のうちの最大値に設定し、前記最大値の感度に応じた前記露光時間を前記自動露出によって設定する。
【１１２２】
これにより、図２５９Ａ～図２６１Ｂに示すように、イメージセンサの露光時間を直接設定することができなくても、一般的なカメラに搭載されている自動露出の機能を利用して、適切な輝線画像を取得し得る程度の短い露光時間を設定することができる。つまり、自動露出では、イメージセンサによる撮像によって取得された画像の明るさに基づいて露出が調整される。そこで、イメージセンサの感度が大きな値に設定されれば、その画像が

明るくなるため、露出を抑えるために、イメージセンサの露光時間が短く設定される。イメージセンサの感度を最大値に設定すれば、露光時間をより短く設定することができ、適切な輝線画像を取得することができる。つまり、発光体からの情報を適切に受信することができる。その結果、多様な機器間の通信を可能にすることができる。なお、感度は例えばＩＳＯ感度である。

【１１２３】

また、前記露光時間設定ステップでは、前記イメージセンサの露出補正のレベルを示す値を、当該イメージセンサに対して予め設定された範囲のうちの最小値に設定し、前記最大値の感度および前記最小値のレベルの露出補正に応じた前記露光時間を前記自動露出によって設定してもよい。

【１１２４】

これにより、露出補正のレベルを示す値が最小値に設定されるため、露出を抑えようとする自動露出の処理によって、露光時間をより短く設定することができ、より適切な輝線画像を取得することができる。なお、露出補正のレベルを示す値の単位は例えばＥＶである。

【１１２５】

また、前記露光時間設定ステップでは、前記発光体を含む被写体の前記イメージセンサによる撮像によって取得される第１の画像において他の部分より明るい部分を特定し、前記明るい部分に対応する前記被写体の一部を光学ズームによって拡大し、前記イメージセンサによる、拡大された前記被写体の一部の撮像によって取得される第２の画像を、前記自動露出の入力に用いることによって、前記露光時間を設定し、前記輝線画像取得ステップでは、拡大された前記被写体の一部を、設定された前記露光時間で前記イメージセンサに撮像させることによって、前記輝線画像を取得してもよい。

【１１２６】

これにより、第１の画像の明るい部分に対応する被写体の一部が光学ズームによって拡大されるため、つまり、明るい発光体が光学ズームによって拡大されるため、第２の画像を第１の画像よりも全体的に明るくすることができる。そして、その明るい第２の画像が自動露出の入力に用いられるため、露出を抑えようとする自動露出の処理によって、露光時間をより短く設定することができ、適切な輝線画像を取得することができる。

【１１２７】

また、前記露光時間設定ステップでは、前記発光体を含む被写体の前記イメージセンサによる撮像によって取得される第１の画像の中央部分が、前記第１の画像における複数の位置の明るさの平均よりも明るいか否かを判定し、前記中央部分が明るいと判定された場合には、前記中央部分に対応する前記被写体の一部を光学ズームによって拡大し、前記イメージセンサによる、拡大された前記被写体の一部の撮像によって取得される第２の画像を、前記自動露出の入力に用いることによって、前記露光時間を設定し、前記輝線画像取得ステップでは、拡大された前記被写体の一部を、設定された前記露光時間で前記イメージセンサに撮像させることによって、前記輝線画像を取得してもよい。

【１１２８】

これにより、第１の画像の明るい中央部分に対応する被写体の一部が光学ズームによって拡大されるため、つまり、明るい発光体が光学ズームによって拡大されるため、第２の画像を第１の画像よりも全体的に明るくすることができる。そして、その明るい第２の画像が自動露出の入力に用いられるため、露出を抑えようとする自動露出の処理によって、露光時間をより短く設定することができ、適切な輝線画像を取得することができる。また、光学ズームは、拡大の中心位置を任意に設定することができなければ、画角または画像の中央部分を拡大する。したがって、その中心位置を任意に設定することができない場合であっても、第１の画像の中央部分が明るければ、光学ズームを利用することによって、第２の画像を全体的に明るくすることができる。さらに、第１の画像の中央部分が暗い場合にも、光学ズームによる拡大が行われると、第２の画像が暗くなり、露光時間が長くなってしまう。そこで、上述のように、中央部分が明るいと判定された場合に限って、光学

ズームによる拡大を行うことによって、露光時間が長くなることを防ぐことができる。
【１１２９】
また、前記露光時間設定ステップでは、前記イメージセンサに含まれるＫ個（Ｋは３以上の整数）の撮像素子のうち、前記イメージセンサ内で均等に分散して配置されたＮ個（ＮはＫ未満２以上の整数）の撮像素子のみによる、前記発光体を含む被写体の撮像によって取得される第１の画像において、他の部分より明るい部分を特定し、前記イメージセンサに含まれるＫ個の撮像素子のうち、前記明るい部分に対応する密集したＮ個の撮像素子のみによる撮像によって取得される第２の画像を、前記自動露出の入力に用いることによって、前記露光時間を設定し、前記輝線画像取得ステップでは、前記イメージセンサに含まれる前記密集したＮ個の撮像素子のみに、設定された前記露光時間で撮像させることによって、前記輝線画像を取得してもよい。
【１１３０】
これにより、いわゆるＥＸズームによって、第１の画像における明るい部分が中央になくても、第２の画像を全体的に明るくすることができ、露光時間をより短く設定することができる。
【１１３１】
また、前記露光時間設定ステップでは、前記イメージセンサが前記被写体を撮像することによって取得される画像内における測光位置を設定し、設定された前記測光位置の明るさに応じた前記露光時間を前記自動露出によって設定してもよい。
【１１３２】
これにより、撮像によって取得される画像内において明るい部分を測光位置に設定すれば、露出を抑えようとする自動露出の処理によって、露光時間をより短く設定することができ、適切な輝線画像を取得することができる。
【１１３３】
また、前記受信プログラムは、さらに、前記イメージセンサの撮像モードを、撮影によってカラーの画像を取得するためのカラー撮像モードから、撮影によってモノクロの画像を取得するためのモノクロ撮像モードに切り替える撮像モード設定ステップを前記コンピュータに実行させ、前記露光時間設定ステップでは、前記モノクロ撮像モードによって取得される画像を前記自動露出の入力に用いることによって、前記露光時間を設定してもよい。
【１１３４】
これにより、モノクロ撮像モードによって取得される画像が自動露出の入力に用いられるため、色の情報に影響されることなく、適切な露光時間を設定することができる。また、モノクロ撮像モードによって露光時間が設定される場合には、そのモードにしたがった撮像によって輝線画像が取得される。したがって、発光体から輝度変化だけで情報が送信されている場合には、その情報を適切に取得することができる。
【１１３５】
また、前記露光時間設定ステップでは、前記イメージセンサによる前記発光体の撮像によって画像が取得されるたびに、取得された画像を前記自動露出の入力に用いることによって、前記イメージセンサの露光時間を更新し、随時更新される前記露光時間の変動幅が所定の範囲以下になったときに、前記自動露出による前記露光時間の更新を終了することにより、前記露光時間を設定してもよい。
【１１３６】
これにより、露光時間の変動が安定したときに、つまり、撮像によって取得される画像の明るさが自動露出によって目標とされている明るさに収まったときに、そのときの露光時間が、輝線画像の取得のための撮像に用いられる。したがって、適切な輝線画像を取得することができる。
【１１３７】
（実施の形態１２）
本実施の形態では、上記各実施の形態におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤ

や有機ＥＬの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた各適用例について説明する。

【１１３８】

本実施の形態では、露光ライン毎または撮像素子毎に露光時間を設定する。

【１１３９】

図２６２、図２６３、図２６４は、実施の形態１２における信号受信方法の一例を示す図である。

【１１４０】

図２６２に示すように、受信機に備えられている撮像部であるイメージセンサ１００１０ａでは、露光ライン毎に露光時間が設定される。即ち、所定の露光ライン（図２６２中における白い露光ライン）には、通常撮像用の長い露光時間が設定され、他の露光ライン（図２６２中における黒い露光ライン）には、可視光撮像用の短い露光時間が設定されている。例えば、垂直方向に配列されている各露光ラインに対して、長い露光時間と短い露光時間とが交互に設定されている。これにより、輝度変化によって可視光信号を送信する送信機を撮像する際に、通常撮像と可視光撮像（可視光通信）とをほぼ同時に行うことができる。なお、二つの露光時間は１ライン毎に交互に設定されてもよいし、数ライン毎に設定されてもよいし、イメージセンサ１００１０ａの上部と下部で別々の露光時間が設定されてもよい。このように２つの露光時間を用いることにより、同じ露光時間に設定された複数の露光ラインの撮像によって得られたデータをそれぞれまとめると、通常撮像画像１００１０ｂと、複数の輝線のパターンを示す輝線画像である可視光撮像画像１００１０ｃとが得られる。通常撮像画像１００１０ｂでは、長い露光時間で撮像していない部分（つまり、短い露光時間に設定された複数の露光ラインに対応する画像）が欠けているため、その部分を補間することで、プレビュー画像１００１０ｄを表示することができる。ここで、プレビュー画像１００１０ｄには、可視光通信によって得られた情報を重畳することができる。この情報は、可視光撮像画像１００１０ｃに含まれる複数の輝線のパターンを復号することによって得られた可視光信号に関連付けられた情報である。なお、受信機は、通常撮像画像１００１０ｂ、またはその通常撮像画像１００１０ｂに対して補間が行われた画像を撮像画像として保存し、受信した可視光信号、またはその可視光信号に関連付けられた情報を付加情報として、保存される撮像画像に付加することもできる。

【１１４１】

図２６３に示すように、イメージセンサ１００１０ａの代わりにイメージセンサ１００１１ａを用いてもよい。イメージセンサ１０１１ａでは、露光ラインごとにではなく、露光ラインと垂直な方向に沿って配列された複数の撮像素子からなる列（以下、垂直ラインという）ごとに、露光時間が設定される。即ち、所定の垂直ライン（図２６３中における白い垂直ライン）には、通常撮像用の長い露光時間が設定され、他の垂直ライン（図２６３中における黒い垂直ライン）には、可視光撮像用の短い露光時間が設定されている。この場合、イメージセンサ１００１１ａでは、イメージセンサ１００１０ａと同様に、露光ラインごとに互いに異なるタイミングで露光が開始されるが、露光ラインのそれぞれで、その露光ラインに含まれる各撮像素子の露光時間が異なる。受信機は、このイメージセンサ１００１１ａによる撮像によって、通常撮像画像１００１１ｂと、可視光撮像画像１００１１ｃとを得る。さらに、受信機は、この通常撮像画像１００１１ｂと、可視光撮像画像１００１１ｃから得られた可視光信号に関連付けられた情報とに基づいて、プレビュー画像１００１１ｄを生成して表示する。

【１１４２】

このイメージセンサ１００１１ａでは、イメージセンサ１００１０ａとは異なり、可視光撮像に全ての露光ラインを用いることができる。その結果、イメージセンサ１００１１ａによって得られる可視光撮像画像１００１１ｃには、可視光撮像画像１００１０ｃと比べて輝線が多く含まれているため、可視光信号の受信精度を高くすることができる。

【１１４３】

また、図２６４に示すように、イメージセンサ１００１０ａの代わりにイメージセンサ

１００１２ａを用いてもよい。イメージセンサ１００１２ａでは、水平方向および垂直方向に沿って各撮像素子に対して連続して同じ露光時間が設定されないように、撮像素子ごとに露光時間が設定される。つまり、長い露光時間が設定される複数の撮像素子と、短い露光時間が設定される複数の撮像素子とが、格子状または市松模様のように分布するように、各撮像素子に対して露光時間が設定される。この場合も、イメージセンサ１００１０ａと同様に、露光ラインごとに互いに異なるタイミングで露光が開始されるが、露光ラインのそれぞれで、その露光ラインに含まれる各撮像素子の露光時間が異なる。受信機は、このイメージセンサ１００１２ａによる撮像によって、通常撮像画像１００１２ｂと、可視光撮像画像１００１２ｃとを得る。さらに、受信機は、この通常撮像画像１００１２ｂと、可視光撮像画像１００１２ｃから得られた可視光信号に関連付けられた情報とに基づいて、プレビュー画像１００１２ｄを生成して表示する。

【１１４４】

イメージセンサ１００１２ａによって得られる通常撮像画像１００１２ｂは、格子状に配置された、または均一に配置された複数の撮像素子のデータを持つため、通常撮像画像１００１０ｂと通常撮像画像１００１１ｂよりも正確に補間やリサイズをすることができる。また、可視光撮像画像１００１２ｃは、イメージセンサ１００１２ａの全ての露光ラインを用いた撮像によって生成されている。つまり、このイメージセンサ１００１２ａでは、イメージセンサ１００１０ａとは異なり、可視光撮像に全ての露光ラインを用いることができる。その結果、イメージセンサ１００１２ａによって得られる可視光撮像画像１００１２ｃには、可視光撮像画像１００１１ｃと同様に、可視光撮像画像１００１０ｃと比べて輝線が多く含まれているため、可視光信号の受信を高精度に行うことができる。

【１１４５】

ここで、プレビュー画像のインタレース表示について説明する。

【１１４６】

図２６５は、実施の形態１２における受信機の画面表示方法の一例を示す図である。

【１１４７】

上述の図２６２に示すイメージセンサ１００１０ａを備える受信機は、奇数番目の露光ライン（以下、奇数ラインという）に設定される露光時間と、偶数番目の露光ライン（以下、偶数ラインという）に設定される露光時間とを所定の時間ごとに入れ替える。例えば、図２６５に示すように、受信機は、時刻ｔ１で、奇数ラインの各撮像素子に対して長い露光時間を設定し、偶数ラインの各撮像素子に対して短い露光時間を設定し、それらの設定された露光時間を用いた撮像を行う。さらに、受信機は、時刻ｔ２で、奇数ラインの各撮像素子に対して短い露光時間を設定し、偶数ラインの各撮像素子に対して長い露光時間を設定し、それらの設定された露光時間を用いた撮像を行う。そして、受信機は、時刻ｔ３で、時刻ｔ１のときと同様に設定された各露光時間を用いた撮像を行い、時刻ｔ４で、時刻ｔ２のときと同様に設定された各露光時間を用いた撮像を行う。

【１１４８】

また、受信機は、時刻ｔ１では、撮像によって複数の奇数ラインのそれぞれから得られる画像（以下、奇数ライン像という）と、撮像によって複数の偶数ラインのそれぞれから得られる画像（以下、偶数ライン像という）とを含むＩｍａｇｅ１を取得する。このときには、複数の偶数ラインのそれぞれでは露光時間が短いため、偶数ライン像のそれぞれには、被写体が鮮明に映し出されていない。したがって、受信機は、複数の奇数ライン像に対して画素値の補間を行うことによって、複数の補間ライン像を生成する。そして、受信機は、複数の偶数ライン像の代わりに複数の補間ライン像を含むプレビュー画像を表示する。つまり、プレビュー画像には、奇数ライン像と補間ライン像とが交互に配列されている。

【１１４９】

受信機は、時刻ｔ２では、撮像によって複数の奇数ライン像と偶数ライン像とを含むＩｍａｇｅ２を取得する。このときには、複数の奇数ラインのそれぞれでは、露光時間が短いため、奇数ライン像のそれぞれには、被写体が鮮明に映し出されていない。したがって

、受信機は、Ｉｍａｇｅ２の奇数ライン像の代わりに、Ｉｍａｇｅ１の奇数ライン像を含むプレビュー画像を表示する。つまり、プレビュー画像には、Ｉｍａｇｅ１の奇数ライン像とＩｍａｇｅ２の偶数ライン像とが交互に配列されている。

【１１５０】

さらに、受信機は、時刻ｔ３では、撮像によって複数の奇数ライン像と偶数ライン像とを含むＩｍａｇｅ３を取得する。このときには、時刻ｔ１のときと同様に、複数の偶数ラインのそれぞれでは、露光時間が短いため、偶数ライン像のそれぞれには、被写体が鮮明に映し出されていない。したがって、受信機は、Ｉｍａｇｅ３の偶数ライン像の代わりに、Ｉｍａｇｅ２の偶数ライン像を含むプレビュー画像を表示する。つまり、プレビュー画像には、Ｉｍａｇｅ２の偶数ライン像とＩｍａｇｅ３の奇数ライン像とが交互に配列されている。そして、受信機は、時刻ｔ４では、撮像によって複数の奇数ライン像と偶数ライン像とを含むＩｍａｇｅ４を取得する。このときには、時刻ｔ２のときと同様に、複数の奇数ラインのそれぞれでは、露光時間が短いため、奇数ライン像のそれぞれには、被写体が鮮明に映し出されていない。したがって、受信機は、Ｉｍａｇｅ４の奇数ライン像の代わりに、Ｉｍａｇｅ３の奇数ライン像を含むプレビュー画像を表示する。つまり、プレビュー画像には、Ｉｍａｇｅ３の奇数ライン像とＩｍａｇｅ４の偶数ライン像とが交互に配列されている。

【１１５１】

このように、受信機は、取得されたタイミングが互いに異なる偶数ライン像と奇数ライン像とを含むＩｍａｇｅを表示する、いわゆるインタレース表示を行う。

【１１５２】

これのような受信機は、可視光撮像を行いながら精細なプレビュー画像を表示することができる。なお、同じ露光時間が設定される複数の撮像素子は、イメージセンサ１００１０ａのように露光ラインに水平な方向に沿って配列されている複数の撮像素子でもよいし、イメージセンサ１００１１ａのように露光ラインに垂直な方向に沿って配列されている複数の撮像素子でもよいし、イメージセンサ１００１２ａのように市松模様にしたがって配列されている複数の撮像素子であってもよい。また、受信機は、プレビュー画像を撮像データとして保存してもよい。

【１１５３】

次に、通常撮像と可視光撮像の空間比率について説明する。

【１１５４】

図２６６は、実施の形態１２における信号受信方法の一例を示す図である。

【１１５５】

受信機に備えられるイメージセンサ１００１４ｂでは、上述のイメージセンサ１００１０ａと同様に、露光ラインごとに長い露光時間または短い露光時間が設定される。このイメージセンサ１００１４ｂでは、長い露光時間が設定される撮像素子の数と、短い露光時間が設定される撮像素子の数との比は、１：１である。なお、この比は、通常撮像と可視光撮像との比であって、以下、空間比率という。

【１１５６】

しかし、本実施の形態では、その空間比率は１：１である必要はない。例えば、受信機は、イメージセンサ１００１４ａを備えていてもよい。このイメージセンサ１００１４ａでは、短い露光時間の撮像素子の方が、長い露光時間の撮像素子よりも多く、空間比率は、１：Ｎ（Ｎ＞１）である。また、受信機は、イメージセンサ１００１４ｃを備えていてもよい。このイメージセンサ１００１４ｃでは、短い露光時間の撮像素子の方が、長い露光時間の撮像素子よりも少なく、空間比率は、Ｎ（Ｎ＞１）：１である。また、受信機は、イメージセンサ１００１４ａ～１００１４ｃの代わりに、上述の垂直ラインごとに露光時間が設定され、それぞれ１：Ｎ、１：１、またはＮ：１の空間比率を有するイメージセンサ１００１５ａ～１００１５ｃの何れかを備えてもよい。

【１１５７】

このようなイメージセンサ１００１４ａ，１００１５ａでは、短い露光時間の撮像素子

が多いため、可視光信号の受信精度または受信速度を高めることができる。一方、イメージセンサ１００１４ｃ，１００１５ｃでは、長い露光時間の撮像素子が多いため、精細なプレビュー画像を表示することができる。

【１１５８】

また、受信機は、イメージセンサ１００１４ａ，１００１４ｃ，１００１５ａ，１００１５ｃを用いて、図２６５に示すように、インタレース表示を行ってもよい。

【１１５９】

次に、通常撮像と可視光撮像の時間比率について説明する。

【１１６０】

図２６７は、実施の形態１２における信号受信方法の一例を示す図である。

【１１６１】

受信機は、図２６７の（ａ）に示すように、撮像モードを１フレーム毎に通常撮像モードと可視光撮像モードとに切り替えてもよい。通常撮像モードは、受信機のイメージセンサの全ての撮像素子に対して、通常撮像用の長い露光時間が設定される撮像モードである。可視光撮像モードは、受信機のイメージセンサの全ての撮像素子に対して、可視光撮像用の短い露光時間が設定される撮像モードである。このように、露光時間の長い／短いを切り替えることで、短い露光時間での撮像によって可視光信号を受信しながら、長い露光時間での撮像によってプレビュー画像を表示することができる。

【１１６２】

なお、受信機は、長い露光時間を自動露出によって決定する場合には、短い露光時間での撮像によって得られた画像を無視し、長い露光時間での撮像によって得られた画像の明るさのみを基準に自動露出を行ってもよい。これにより、長い露光時間を適切な時間に決定することができる。

【１１６３】

また、受信機は、図２６７の（ｂ）に示すように、撮像モードを複数フレームのセットごとに通常撮像モードと可視光撮像モードとに切り替えてもよい。露光時間の切替に時間がかかる場合や、露光時間が安定するまでに時間がかかる場合には、図２６７の（ｂ）に示すように、複数フレームのセットごとに露光時間を変化させることで、可視光撮像（可視光信号の受信）と通常撮像とを両立させることができる。また、セットに含まれるフレームの数が多いほど、露光時間の切替の回数が少なくなるため、受信機における電力消費、及び、発熱を抑えることができる。

【１１６４】

ここで、通常撮像モードでの長い露光時間の撮像によって連続して生成される少なくとも１つのフレームの数と、可視光撮像モードでの短い露光時間の撮像によって連続して生成される少なくとも１つのフレームの数との比（以下、時間比率という）は、１：１でなくてもよい。つまり、図２６７の（ａ）および（ｂ）に示す場合では、時間比率は１：１であるが、その時間比率は１：１でなくてもよい。

【１１６５】

例えば、受信機は、図２６７の（ｃ）に示すように、可視光撮像モードのフレームを、通常撮像モードのフレームより多くしてもよい。これにより、可視光信号の受信速度を速くすることができる。プレビュー画像のフレームレートが所定のレート以上であれば、フレームレートによるプレビュー画像の違いは人間の目には認識されない。撮像のフレームレートが十分高い場合、例えば、そのフレームレートが１２０ｆｐｓの場合には、受信機は、連続する３フレームに対して可視光撮像モードを設定し、次く１フレームに対して可視光撮像モードを設定する。これにより、受信機は、上述の所定のレートよりも十分に高い３０ｆｐｓのフレームレートでプレビュー画像を表示しながら、高速に可視光信号を受信することができる。また、切替の回数が少なくなるため、図２６７の（ｂ）で説明した効果も得られる。

【１１６６】

また、受信機は、図２６７の（ｄ）に示すように、通常撮像モードのフレームを、可視

光撮像モードのフレームより多くしてもよい。このように、通常撮像モードのフレーム、つまり、長い露光時間での撮像によって得られるフレームを多くすることで、プレビュー画像を滑らかに表示することができる。また、可視光信号の受信処理を行う回数が減るため、省電力効果がある。また、切替の回数が少なくなるため、図２６７の（ｂ）で説明した効果も得られる。

【１１６７】

また、受信機は、図２６７の（ｅ）に示すように、まず、図２６７の（ａ）に示す場合と同様に、１フレームごとに撮像モードを切り替え、次に、可視光信号の受信が完了すると、図２６７の（ｄ）に示す場合と同様に、通常撮像モードのフレームを多くしてもよい。これにより、可視光信号の受信完了後には、プレビュー画像を滑らかに表示しつつ、新たな可視光信号が存在しないかの探索を続けることができる。また、切替の回数が少なくなるため、図２６７の（ｂ）で説明した効果も得られる。

【１１６８】

図２６８は、実施の形態１２における信号受信方法の一例を示すフローチャートである。

【１１６９】

受信機は、可視光信号を受信する処理である可視光受信を開始し（ステップＳ１００１７ａ）、露光時間長短設定比を、ユーザが指定した値に設定する（ステップＳ１００１７ｂ）。露光時間長短設定比は、上述の空間比率と時間比率のうちの少なくとも１つである。ユーザは、空間比率のみ、時間比率のみ、または、その空間比率および時間比率の双方の値を指定してもよいし、受信機がユーザによる指定に関わらず自動で設定してもよい。

【１１７０】

次に、受信機は、受信性能が所定の値以下であるか否かを判定する（ステップＳ１００１７ｃ）。所定の値以下であると判定すると（ステップＳ１００１７ｃのＹ）、受信機は、短い露光時間の比率を高く設定する（ステップＳ１００１７ｄ）。これにより、受信性能を高めることができる。なお、短い露光時間の比率は、空間比率の場合、長い露光時間が設定される撮像素子の数に対する、短い露光時間が設定される撮像素子の数の比率であり、時間比率の場合、通常撮像モードで連続して生成されるフレームの数に対する、可視光撮像モードで連続して生成されるフレームの数の比率である。

【１１７１】

次に、受信機は、可視光信号の少なくとも一部を受信し、その受信された可視光信号の少なくとも一部（以下、受信信号という）に優先度が設定されているか否かを判定する（ステップＳ１００１７ｅ）。なお、優先度が設定されている場合には、優先度を示す識別子が受信信号に含まれている。受信機は、優先度が設定されていると判定すると（ステップＳ１００１７ｅのＹ）、その優先度にしたがって露光時間長短比を設定する（ステップＳ１００１７ｆ）。すなわち、優先度が高ければ、受信機は、短い露光時間の比率を高く設定する。例えば、送信機として構成された非常灯が輝度変化することによって、高い優先度を示す識別子を発している。この場合、受信機は、短い露光時間の比率を高くすることで受信速度を上げ、速やかに避難経路などを表示することができる。

【１１７２】

次に、受信機は、可視光信号の全ての受信が完了したか否かを判定する（ステップＳ１００１７ｇ）。ここで、完了していないと判定したときには（ステップＳ１００１７ｇのＮ）、受信機はステップＳ１００１７ｃからの処理を繰り返し実行する。一方、完了したと判定したときには（ステップＳ１００１７ｇのＹ）、受信機は、長い露光時間の比率を高く設定し、省電力モードに移行する（ステップＳ１００１７ｈ）。なお、長い露光時間の比率は、空間比率の場合、短い露光時間が設定される撮像素子の数に対する、長い露光時間が設定される撮像素子の数の比率であり、時間比率の場合、可視光撮像モードで連続して生成されるフレームの数に対する、通常撮像モードで連続して生成されるフレームの数の比率である。これにより、不要な可視光受信を行わず、プレビュー画像を滑らかに表示することができる。

【１１７３】
次に、受信機は、別の可視光信号を発見したか否かを判定する（ステップＳ１００１７ｉ）。ここで、発見したと判定したときには（ステップＳ１００１７ｉのＹ）、受信機は、ステップＳ１００１７ｂからの処理を繰り返し実行する。
【１１７４】
次に、可視光撮像と通常撮像との同時実行について説明する。
【１１７５】
図２６９は、実施の形態１２における信号受信方法の一例を示す図である。
【１１７６】
受信機は、イメージセンサに２以上の露光時間を設定してもよい。つまり、図２６９の（ａ）に示すように、イメージセンサに含まれる露光ラインのそれぞれは、設定された２以上の露光時間のうち、最も長い露光時間だけ連続して露光される。受信機は、露光ラインごとに、上述の設定された２以上の露光時間がそれぞれ経過した時点で、その露光ラインの露光によって得られた撮像データを読み出す。ここで、受信機は、最も長い露光時間が経過するまでは、読み出された撮像データをリセットしない。したがって、受信機は、読み出された撮像データの累積値を記録しておくことで、最も長い露光時間の露光だけで、複数の露光時間での撮像データを得ることができる。なお、イメージセンサは、撮像データの累積値の記録を行ってもよいし、行わなくてもよい。イメージセンサが行わない場合には、イメージセンサからデータを読み出す受信機の構成要素が、累積の計算、つまり撮像データの累積値の記録を行う。
【１１７７】
例えば、露光時間が２つ設定されている場合には、図２６９の（ａ）に示すように、受信機は、短い露光時間の露光によって生成された、可視光信号を含む可視光撮像データを読み出し、続けて、長い露光時間の露光によって生成された通常撮像データを読み出す。
【１１７８】
これにより、可視光信号を受信するための撮像である可視光撮像と、通常撮像とを同時に行うことができ、可視光信号を受信しながら通常の撮像を行うことができる。また、複数の露光時間のデータを用いることで、サンプリング定理以上の信号周波数を認識することができ、高周波信号や高密度変調信号の受信を行うことができる。
【１１７９】
さらに、受信機は、撮像データを出力する際、図２６９（ｂ）に示すように、その撮像データを撮像データボディとして含むデータ列を出力する。つまり、受信機は、撮像モード（可視光撮像または通常撮像）を示す撮像モード識別子と、撮像素子または撮像素子が属する露光ラインを特定するための撮像素子識別子と、撮像データボディが何番目の露光時間の撮像データであるかを示す撮像データ番号と、撮像データボディのサイズを示す撮像データ長とを含む付加情報を、撮像データボディに付加することによって、上述のデータ列を生成して出力する。図２６９の（ａ）を用いて説明した撮像データの読み出し方法では、それぞれの撮像データが露光ラインの順番に出力されるとは限らない。そこで、図２６９の（ｂ）に示す付加情報を付加することで、撮像データがどの露光ラインの撮像データであるかを特定することができる。
【１１８０】
図２７０Ａは、実施の形態１２における受信プログラムの処理を示すフローチャートである。
【１１８１】
この受信プログラムは、受信機に備えられたコンピュータに例えば図２６２～図２６９に示す処理を実行させるプログラムである。
【１１８２】
つまり、この受信プログラムは、輝度変化する発光体から、情報を受信するための受信プログラムである。具体的には、この受信プログラムは、ステップＳＡ３１、ステップＳＡ３２およびステップＳＡ３３をコンピュータに実行させる。ステップＳＡ３１では、イ

メージセンサに含まれるＫ個（Ｋは４以上の整数）の撮像素子のうちの一部の複数の撮像素子に対して第１の露光時間を設定し、Ｋ個の撮像素子のうちの残りの複数の撮像素子に対して、第１の露光時間よりも短い第２の露光時間を設定する。ステップＳＡ３２では、輝度変化する発光体である被写体を、設定された第１および第２の露光時間でイメージセンサに撮像させることによって、第１の露光時間が設定された複数の撮像素子からの出力に応じた通常画像を取得するとともに、第２の露光時間が設定された複数の撮像素子からの出力に応じた画像であって、イメージセンサに含まれる複数の露光ラインのそれぞれに対応する輝線を含む画像である輝線画像を取得する。ステップＳＡ３３では、取得された輝線画像に含まれる複数の輝線のパターンを復号することにより情報を取得する。

【１１８３】

これにより、第１の露光時間が設定される複数の撮像素子と、第２の露光時間が設定される複数の撮像素子とによって撮像が行われるため、イメージセンサによる１回の撮像で、通常画像と輝線画像とを取得することができる。つまり、通常画像の撮像と、可視光通信による情報の取得とを同時に行うことができる。

【１１８４】

また、露光時間設定ステップＳＡ３１では、イメージセンサに含まれるＬ個（Ｌは４以上の整数）の撮像素子列のうちの一部の複数の撮像素子列に対して、第１の露光時間を設定し、Ｌ個の撮像素子列のうちの残りの複数の撮像素子列に対して、第２の露光時間を設定する。ここで、Ｌ個の撮像素子列のそれぞれは、イメージセンサに含まれる、一列に配列された複数の撮像素子からなる。

【１１８５】

これにより、小さな単位である撮像素子のそれぞれに対して個別に露光時間を設定することなく、大きな単位である撮像素子列ごとに露光時間を設定することができ、処理負担を軽減することができる。

【１１８６】

例えば、Ｌ個の撮像素子列のそれぞれは、図２６２に示すように、イメージセンサに含まれる露光ラインである。または、Ｌ個の撮像素子列のそれぞれは、図２６３に示すように、イメージセンサに含まれる露光ラインに垂直な方向に沿って配列された複数の撮像素子からなる。

【１１８７】

また、図２６５に示すように、露光時間設定ステップＳＡ３１では、イメージセンサに含まれるＬ個の撮像素子列のうちの奇数番目にある撮像素子列のそれぞれに対して同一の露光時間である、第１および第２の露光時間のうちの一方を設定し、Ｌ個の撮像素子列のうちの偶数番目にある撮像素子列のそれぞれに対して同一の露光時間である、第１および第２の露光時間のうちの他方を設定してもよい。そして、露光時間設定ステップＳＡ３１、画像取得ステップＳＡ３２および情報取得ステップＳＡ３３を繰り返す場合、繰り返される露光時間設定ステップＳＡ３１では、直前の露光時間設定ステップＳＡ３１で、奇数番目の撮像素子列のそれぞれに設定されていた露光時間と、偶数番目の撮像素子列のそれぞれに設定されていた露光時間とを入れ替えてもよい。

【１１８８】

これにより、通常画像の取得が行われるごとに、その取得に用いられる複数の撮像素子列を、奇数番目の複数の撮像素子列と、偶数番目の複数の撮像素子列とに切り替えることができる。その結果、順次取得される通常画像のそれぞれをインタレースによって表示することができる。また、連続して取得された２つの通常画像を互いに補完することによって、奇数番目の複数の撮像素子列による画像と、偶数番目の複数の撮像素子列による画像と含む新たな通常画像を生成することができる。

【１１８９】

また、図２６６に示すように、露光時間設定ステップＳＡ３１では、設定モードを通常優先モードと可視光優先モードとに切り替え、通常優先モードに切り替えられる場合には、第１の露光時間が設定される撮像素子の数を、第２の露光時間が設定される撮像素子の

数よりも多くしてもよい。また、可視光優先モードに切り替えられる場合には、第１の露光時間が設定される撮像素子の数を、第２の露光時間が設定される撮像素子の数よりも少なくしてもよい。

【１１９０】

これにより、設定モードが通常優先モードに切り替えられた場合には、通常画像の画質を向上することができ、可視光優先モードに切り替えられた場合には、発光体からの情報の受信効率を向上することができる。

【１１９１】

また、図２６４に示すように、露光時間設定ステップＳＡ３１では、第１の露光時間が設定される複数の撮像素子と、第２の露光時間が設定される複数の撮像素子とが、市松模様（Checkered pattern）のように分布するように、イメージセンサに含まれる撮像素子ごとに、その撮像素子の露光時間を設定してもよい。

【１１９２】

これにより、第１の露光時間が設定される複数の撮像素子と、第２の露光時間が設定される複数の撮像素子とがそれぞれ均一に分布するため、水平方向および垂直方向に画質の偏りのない通常画像および輝線画像を取得することができる。

【１１９３】

図２７０Ｂは、実施の形態１２における受信装置のブロック図である。

【１１９４】

この受信装置Ａ３０は、例えば図２６２～図２６９に示す処理を実行する上述の受信機である。

【１１９５】

つまり、この受信装置Ａ３０は、輝度変化する発光体から情報を受信する受信装置であって、複数露光時間設定部Ａ３１と、撮像部Ａ３２と、復号部Ａ３３とを備える。複数露光時間設定部Ａ３１は、イメージセンサに含まれるＫ個（Ｋは４以上の整数）の撮像素子のうちの一部の複数の撮像素子に対して第１の露光時間を設定し、Ｋ個の撮像素子のうちの残りの複数の撮像素子に対して、第１の露光時間よりも短い第２の露光時間を設定する。撮像部Ａ３２は、輝度変化する発光体である被写体を、設定された第１および第２の露光時間でイメージセンサに撮像させることによって、第１の露光時間が設定された複数の撮像素子からの出力に応じた通常画像を取得するとともに、第２の露光時間が設定された複数の撮像素子からの出力に応じた画像であって、イメージセンサに含まれる複数の露光ラインのそれぞれに対応する輝線を含む画像である輝線画像を取得する。復号部Ａ３３は、取得された輝線画像に含まれる複数の輝線のパターンを復号することにより情報を取得する。このような受信装置Ａ３０では、上述の受信プログラムと同様の効果を奏することができる。

【１１９６】

次に、受信された可視光信号に関する内容の表示について説明する。

【１１９７】

図２７１および図２７２は、可視光信号を受信したときの受信機の表示の一例を示す図である。

【１１９８】

図２７１の（ａ）に示すように、受信機は、送信機１００２０ｄを撮像すると、その送信機１００２０ｄが映し出された画像１００２０ａを表示する。さらに、受信機は、画像１００２０ａにオブジェクト１００２０ｅを重畳することによって、画像１００２０ｂを生成して表示する。オブジェクト１００２０ｅは、その送信機１００２０ｄの像がある場所と、その送信機１００２０ｄからの可視光信号を受信していることとを示す画像である。オブジェクト１００２０ｅは、可視光信号の受信状態（受信中の状態、送信機を探索している状態、受信の進行の程度、受信速度、またはエラー率等）によって異なる画像であってもよい。例えば、受信機は、オブジェクト１０２０ｅの色、線の太さ、線の種類（単線、２重線、または点線等）、または点線の間隔などを変化させる。これにより、ユーザ

に受信状態を認識させることができる。次に、受信機は、取得データの内容を示す画像を取得データ画像１００２０ｆとして画像１００２０ａに重畳することによって、画像１００２０ｃを生成して表示する。取得データは、受信した可視光信号、または、受信した可視光信号によって示されるＩＤに関連付けられたデータである。

【１１９９】

受信機は、この取得データ画像１００２０ｆを表示する際には、図２７１の（ａ）に示すように、送信機１００２０ｄからの吹き出しのように取得データ画像１００２０ｆを表示したり、送信機１００２０ｄの近くに取得データ画像１００２０ｆを表示する。また、受信機は、図２７１の（ｂ）に示すように、取得データ画像１００２０ｆが送信機１００２０ｄから受信機側に徐々に近づくように、その取得データ画像１００２０ｆを表示してもよい。これにより、取得データ画像１００２０ｆが、どの送信機から受信された可視光信号に基づくものであるのかを、ユーザに認識させることができる。また、受信機は、図２７２に示すように、取得データ画像１００２０ｆが受信機のディスプレイの端から徐々に出てくるように、その取得データ画像１００２０ｆを表示してもよい。これにより、そのときに可視光信号を取得したということをユーザにわかりやすく認識させることができる。

【１２００】

次に、ＡＲ（Augmented Reality）について説明する。

【１２０１】

図２７３は、取得データ画像１００２０ｆの表示の一例を示す図である。

【１２０２】

受信機は、ディスプレイ内で送信機の像が移動した場合には、取得データ画像１００２０ｆを送信機の像の移動に合わせて移動させる。これにより、取得データ画像１００２０ｆがその送信機に対応しているということをユーザに認識させることができる。また、受信機は、取得データ画像１００２０ｆを、その送信機の像ではなく別のものに対応付けて表示してもよい。これにより、ＡＲ表示を行うことができる。

【１２０３】

次に、取得データの保存および破棄について説明する。

【１２０４】

図２７４は、取得データを保存する、または、破棄する場合の操作の一例を示す図である。

【１２０５】

例えば、受信機は、図２７４の（ａ）に示すように、取得データ画像１００２０ｆに対して、下側へのスワイプがユーザによって行われると、その取得データ画像１００２０ｆによって示される取得データを保存する。受信機は、保存した取得データを示す取得データ画像１００２０ｆを、他の既に保存されている１つまたは複数の取得データを示す取得データ画像の一番端に配置させる。これにより、取得データ画像１００２０ｆによって示される取得データが最後に保存された取得データであることを、ユーザに認識させることができる。例えば、受信機は、図２７４の（ａ）に示すように、複数の取得データ画像の中で一番手前に取得データ画像１００２０ｆを配置する。

【１２０６】

また、受信機は、図２７４の（ｂ）に示すように、取得データ画像１００２０ｆに対して、右側へのスワイプがユーザによって行われると、その取得データ画像１００２０ｆによって示される取得データを破棄する。または、受信機は、ユーザが受信機を移動させることによって送信機の像がディスプレイからフレームアウトすると、取得データ画像１００２０ｆによって示される取得データを破棄してもよい。なお、スワイプする方向は、上下左右のどちらでも、上述と同様の効果が得られる。受信機は、保存または破棄に対応したスワイプの方向を表示してもよい。これにより、その操作によって保存または破棄ができることをユーザに認識させることができる。

【１２０７】

次に、取得データの閲覧について説明する。

【１２０８】

図２７５は、取得データを閲覧する際の表示例を示す図である。

【１２０９】

受信機は、図２７５の（ａ）に示すように、保存されている複数の取得データの取得データ画像を、ディスプレイの下端に重ねて小さく表示している。このときに、ユーザが表示されている取得データ画像の一部をタップすると、受信機は、図２７５の（ｂ）に示すように、複数の取得データ画像のそれぞれを大きく表示する。これにより、各取得データの閲覧が必要なときにのみ、それらの取得データ画像を大きく表示し、不要なときは、他の表示のためにディスプレイを有効に利用することができる。

【１２１０】

図２７５の（ｂ）に示す状態で、ユーザが表示したい取得データ画像をタップすると、受信機は、図２７５の（ｃ）に示すように、そのタップされた取得データ画像をさらに大きく表示し、その取得データ画像の中で多くの情報を表示する。また、裏面表示ボタン１００２４ａをユーザがタップすると、受信機は、取得データ画像の裏面を表示し、その取得データに関連する別のデータを表示する。

【１２１１】

次に、事故位置推定時の手ぶれ補正をオフにすることについて説明する。

【１２１２】

受信機は、手ぶれ補正を無効（オフ）にする、または、手ぶれ補正の補正方向と補正量に対応して撮像画像を変換することで、正確な撮像方向を取得し、正確に自己位置推定を行うことが出来る。なお、撮像画像は、受信機の撮像部による撮像によって得られる画像である。また、自己位置推定は、受信機が自らの位置を推定することである。自己位置推定では、具体的には、受信機は、受信された可視光信号に基づいて送信機の位置を特定し、撮像画像に映る送信機の大きさ、位置または形状などに基づいて、受信機と送信機との間の相対的な位置関係を特定する。そして、受信機は、送信機の位置と、受信機と送信機との間の相対的な位置関係とに基づいて、受信機の位置を推定する。

【１２１３】

また、図２６２などに示す、一部の露光ラインのみを用いて撮像を行う部分読み出し時には、つまり、図２６２などに示す撮像が行われるときには、受信機の少しのブレで送信機がフレームアウトしてしまう。このような場合、受信機は、手ぶれ補正を有効にすることで、継続して信号を受信することができる。

【１２１４】

次に、非対称形の発光部を用いた自己位置推定について説明する。

【１２１５】

図２７６は、実施の形態１２における送信機の一例を示す図である。

【１２１６】

上述の送信機は発光部を備え、その発光部を輝度変化させることによって可視光信号を送信する。上述の自己位置推定では、受信機は、撮像画像中の送信機（具体的には発光部）の形状に基づいて、受信機と送信機との間の相対的な位置関係として、受信機と送信機との間の相対角度を求める。ここで、例えば図２７６に示すように、送信機が回転対称の形状の発光部１００９０ａを備えている場合には、上述のように、撮像画像中の送信機の形状に基づいて、送信機と受信機との間の相対角度を正確に求めることができない。そこで、送信機は、回転対称ではない形状の発光部を備えていることが望ましい。これにより、受信機は上述の相対角度を正確に求めることができる。つまり、角度を取得するための方位センサでは計測結果の誤差が大きいため、受信機は、上述の方法で求めた相対角度を用いることで、正確な自己位置推定を行うことができる。

【１２１７】

ここで、送信機は、図２７６に示すように、完全な回転対称の形状ではない発光部１００９０ｂを備えていてもよい。この発光部１００９０ｂの形状は、９０°の回転に対して

は対称形ではあるが、完全な回転対称ではない。この場合は、受信機は、おおまかな角度を方位センサで求め、さらに、撮像画像中の送信機の形状を用いることで、受信機と送信機との間の相対角度を一意に限定することができ、正確な自己位置推定を行うことができる。

【１２１８】

また、送信機は、図２７６に示す発光部１００９０ｃを備えていてもよい。この発光部１００９０ｃの形状は、基本的には回転対称の形状である。しかし、その発光部１００９０ｃの一部分に導光板などが設置されていることで、発光部１００９０ｃの形状は、回転対称ではない形状にされている。

【１２１９】

また、送信機は、図２７６に示す発光部１００９０ｄを備えてもよい。この発光部１００９０ｄは、それぞれ回転対称の形状の照明を具備している。しかし、それらを組み合わせて配置されることによって構成される発光部１００９０ｄの全体の形状は、回転対称の形状ではない。したがって、受信機は、その送信機を撮像することにより、正確な自己位置推定を行うことができる。また、発光部１００９０ｄに含まれる全ての照明が、可視光信号を送信するために輝度変化する可視光通信用の照明である必要はなく、一部の照明のみが可視光通信用の照明であってもよい。

【１２２０】

また、送信機は、図２７６に示す発光部１００９０ｅおよび物体１００９０ｆを備えてもよい。ここで、物体１００９０ｆは、発光部１００９０ｅとの間の位置関係が変化しないように構成されている物体（例えば、火災報知機や配管等）である。発光部１００９０ｅと物体１００９０ｆとの組み合わせの形状は回転対称の形状ではないため、受信機は、発光部１００９０ｅと物体１００９０ｆと撮像することにより、正確に自己位置推定を行うことができる。

【１２２１】

次に、自己位置推定の時系列処理について説明する。

【１２２２】

受信機は、撮像するごとに、撮像画像中の送信機の位置と形状から、自己位置推定を行うことができる。その結果、受信機は、撮像中の受信機の移動方向と距離を推定することができる。また、受信機は、複数のフレームまたは画像を用いた三角測量を行うことで、より正確な自己位置推定を行うことができる。複数の画像を用いた推定結果や、異なる組み合わせの複数の画像を用いた推定結果を総合することで、受信機は、より正確に自己位置推定を行うことができる。この際、受信機は、最近の撮像画像から推定した結果を重要視して総合することで、より正確に自己位置推定を行うことができる。

【１２２３】

次に、オプティカルブラックの読み飛ばしについて説明する。

【１２２４】

図２７７は、実施の形態１２における受信方法の一例を示す図である。なお、図２７７に示すグラフの横軸は、時刻を示し、縦軸は、イメージセンサ内の各露光ラインの位置を示す。さらに、そのグラフの実線矢印は、イメージセンサ内の各露光ラインの露光が開始される時刻（露光タイミング）を示す。

【１２２５】

受信機は、通常撮像時には、図２７７の（ａ）に示すように、イメージセンサにおける水平オプティカルブラックの信号を読み出すが、図２７７の（ｂ）に示すように、水平オプティカルブラックの信号を読み飛ばしてもよい。これにより、連続的な可視光信号を受信することが出来る。

【１２２６】

水平オプティカルブラックは、露光ラインに水平方向のオプティカルブラックである。また、垂直オプティカルブラックは、オプティカルブラックのうち水平オプティカルブラック以外の部分である。

【１２２７】
受信機は、オプティカルブラックから読み出される信号によって黒レベルの調整を行うため、可視光撮像開始時には通常撮像時と同様にオプティカルブラックを用いて、黒レベルを調整することができる。垂直オプティカルブラックが利用できる場合は、受信機は、垂直オプティカルブラックのみを用いて黒レベル調整を行うとすることで、連続受信と黒レベル調整が可能である。可視光撮像継続時は、受信機は、所定の時間毎に水平オプティカルブラックを用いて黒レベルを調整してもよい。受信機は、通常撮像と可視光撮像を交互に行う場合において、可視光撮像を連続して行うときには、水平オプティカルブラックの信号を読み飛ばし、それ以外のときには、水平オプティカルブラックの信号を読み出す。そして、受信機は、その読み出された信号に基づいて黒レベルの調整を行うことで、連続的に可視光信号を受信しつつ、黒レベルの調整を行うことができる。受信機は、可視光撮像画像の最も暗い部分を黒として黒レベルの調整を行うとしてもよい。
【１２２８】
このように、信号が読み出されるオプティカルブラックを垂直オプティカルブラックのみとすることで、連続的な可視光信号の受信が可能である。また、水平オプティカルブラックの信号を読み飛ばすモードを備えることで、通常撮像時には黒レベル調整を行い、可視光撮像時には必要に応じて連続通信を行うことができる。また、水平オプティカルブラックの信号を読み飛ばすことで、露光ライン間の露光を開始するタイミングの差が大きくなるため、小さくしか写っていない送信機からの可視光信号も受信できる。
【１２２９】
次に、送信機の種類を示す識別子について説明する。
【１２３０】
送信機は、送信機の種類を示す送信機識別子を可視光信号に付加して送信してもよい。この場合、受信機は、送信機識別子を受信した時点で、その送信機の種類に応じた受信動作を行うことができる。例えば、送信機識別子がデジタルサイネージを示す場合は、送信機は、送信機の個体識別を行うための送信機ＩＤの他に、現在どのコンテンツを表示しているのかを示すコンテンツＩＤを可視光信号として送信している。受信機は、送信機識別子に基づいて、これらのＩＤを分けて扱うことで、送信機が現在表示しているコンテンツに合わせた情報を表示することができる。また、例えば、送信機識別子がデジタルサイネージや非常灯を示す場合は、受信機は、感度を上げて撮像することで、受信エラーを低減することができる。
【１２３１】
（実施の形態１３）
本実施の形態では、上記各実施の形態におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤや有機ＥＬの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた各適用例について説明する。
【１２３２】
まず、本実施の形態におけるヘッダパターンについて説明する。
【１２３３】
図２７８は、本実施の形態におけるヘッダパターンの例を示す図である。
【１２３４】
送信機は、送信するデータをパケットに分割して送信する。パケットは、例えば、ヘッダとボディとから構成される。ヘッダの輝度変化のパターン、つまりヘッダパターンは、ボディには存在しない輝度変化のパターンである必要がある。これにより、連続して送信されるデータ中でパケットの位置を特定することができる。
【１２３５】
例えば、送信されるデータは４ＰＰＭの変調方式によって変調される。具体的には、この４ＰＰＭでは、送信されるデータは、４スロットのうちの１スロットが「０」を示し、残りの３スロットが「１」を示す輝度変化のパターンに変調される。したがって、連続して送信されるデータが変調されると、「０」を示すスロットが連続する数は２以下であり

、４スロットと次の4スロットの中では、「０」を示すスロットの数は２以下である。
【１２３６】
そこで、本実施の形態では、ヘッダパターンは、図２７８の（ａ）に示す「１１１１１１１１０００」、（ｂ）に示す「１１１１１１１１００００１」、（ｃ）に示す「１１１１１１１０１００１」、または（ｄ）に示す「１１１１１１１００１０１」として表現される。これにより、ヘッダと、連続して送信されるデータ（つまりボディ）とを識別することができる。つまり、図２７８の（ａ）に示すヘッダパターンでは、ヘッダパターンの後ろの４スロット「１０００」だけを見れば、その４スロットがヘッダの一部であることを識別することができる。この場合、ヘッダにおいて「０」を示すスロットの数が３であり、「０」を示すスロットが連続する最大の数が４であるため、受信機は、その輝度変化を認識しやすい。つまり、受信機は、小さい送信機、または遠い送信機からのデータを容易に受信することができる。
【１２３７】
また、図２７８の（ｂ）に示すヘッダパターンでは、ヘッダパターンの後ろの５スロット「１０００１」だけを見れば、その５スロットがヘッダの一部であることを識別することができる。この場合、「０」を示すスロットが連続する最大の数が３であって、図２７８の（ａ）の場合よりも少ないため、その輝度変化によるちらつきを抑えることができる。その結果、送信機の回路への負担または設計要求を抑えることができる。つまり、キャパシタを小さくすることができ、消費電力、発熱量、または電源への負担を抑えることができる。
【１２３８】
また、図２７８の（ｃ）または（ｄ）に示すヘッダパターンでは、ヘッダパターンの後ろの６スロット「１０１００１」または「１００１０１」だけを見れば、その６スロットがヘッダの一部であることを識別することができる。この場合、「０」を示すスロットが連続する最大の数が２であって、図２７８の（ｂ）の場合よりもさらに少ないため、その輝度変化によるちらつきをさらに抑えることができる。
【１２３９】
図２７９は、本実施の形態における通信プロトコルのパケットの構成の例を説明するための図である。
【１２４０】
送信機は、送信するデータをパケットに分割して送信する。パケットは、ヘッダ、アドレス部、データ部、および誤り訂正符号部で構成される。ヘッダの輝度変化のパターンを、他の部分には存在しない輝度変化のパターンとすることで、連続データ中のパケットの位置を特定することができる。データ部には、分割したデータの一部が格納され、アドレス部は、データ部のデータが全体のどの部分であるかを示すアドレスが格納される。誤り訂正符号部は、パケットの一部または全部の受信誤りを検出または訂正するための符号（具体的には図２７９に示すＥＣＣ１、ＥＣＣ２またはＥＣＣ３であって、これらを合わせて誤り訂正符号と呼ぶ）が格納される。
【１２４１】
ＥＣＣ１は、アドレス部の誤り訂正符号である。パケット全体の誤り訂正符号ではなく、アドレス部の誤り訂正符号を設けることで、アドレス部の信頼性を全体の信頼性よりも上げることができる。これにより、複数のパケットを受信した際に、同じアドレスのパケットのデータ部を比較することで、データ部の検証を行うことができ、受信エラー率を下げることができる。アドレス部の誤り訂正符号をデータ部の誤り訂正符号より長くするとしても同様の効果が得られる。
【１２４２】
ＥＣＣ２とＥＣＣ３はデータ部の誤り訂正符号である。誤り訂正符号部の数は、２以外でもよい。データ部の誤り訂正符号を複数に分けることで、受信できたところまでの誤り訂正符号を用いて誤り訂正を行うことができ、パケット全体を受信しなくても信頼性の高いデータを受信することができる。

【１２４３】
送信機は、規定された数以下の数の誤り訂正符号を送信するとしてもよい。これにより、受信機は、高速にデータを受信することができる。この送信方法は、例えばダウンライトのように、発光部の大きさが小さく、輝度が高い送信機に有効である。輝度が高い場合、誤り発生確率は低いため、多くの誤り訂正符号は必要ないためである。ＥＣＣ３が送られなかった場合、ＥＣＣ２から次のヘッダが送信されるため、輝度が高い状態が４スロット以上続くことになり、受信機は、その部分はＥＣＣ３ではないことを認識することができる。
【１２４４】
なお、図２７９の（ｂ）に示すように、ヘッダ、アドレス部およびＥＣＣ１は、データ部、ＥＣＣ２およびＥＣＣ３よりも低い周波数で送信される。逆に言えば、データ部、ＥＣＣ２およびＥＣＣ３は、ヘッダ、アドレス部およびＥＣＣ１よりも高い周波数で送信される。これにより、ヘッダなどのデータに対する受信エラー率を下げることができるとともに、データ部の大きなデータを速く送信することができる。
【１２４５】
このように本実施の形態では、パケットは、データ部に対する第１の誤り訂正符号（ＥＣＣ２、ＥＣＣ３）と、アドレス部に対する第２の誤り訂正符号（ＥＣＣ１）とを含む。そして、受信機は、そのパケットを受信するときには、送信機から、第２の周波数にしたがった輝度変化によって送信されるアドレス部および第２の誤り訂正符号を受信する。さらに、受信機は、送信機から、第２の周波数よりも高い第１の周波数にしたがった輝度変化によって送信されるデータ部および第１の誤り訂正符号を受信する。
【１２４６】
ここで、同じアドレスのデータ部を比較する受信方法について説明する。
【１２４７】
図２８０は、本実施の形態における受信方法の一例を示すフローチャートである。
【１２４８】
受信機は、パケットを受信し（ステップＳ１０１０１）、誤り訂正を行う（ステップＳ１０１０２）。そして、受信機は、受信したパケットのアドレスと同じアドレスのパケットを既に受信しているか否かを判定する（ステップＳ１０１０３）。ここで、受信していると判定した場合は（ステップ１０１０３のＹ）、受信機は、それらのデータを比較する。つまり、受信機は、データ部が等しいか否かを判定する（ステップＳ１０１０４）。ここで、等しくないと判定した場合（ステップＳ１０１０４のＮ）、受信機は、さらに、複数のデータ部における差異が所定の数以上であるか、具体的には、異なるビットの数、または、輝度状態が異なるスロットの数が所定の数以上である否かを判定する（ステップＳ１０１０５）。ここで、所定の数以上であると判定すると（ステップＳ１０１０５のＮ）、受信機は、既に受信していたパケットを破棄する（ステップＳ１０１０６）。これにより、別の送信機からパケットを受信し始めたときに、以前の送信機から受信したパケットとの混信を避ける事ができる。一方、所定の数以上ではないと判定すると（ステップＳ１０１０５のＮ）、受信機は、等しいデータ部を持つパケットが最も多いデータ部のデータをそのアドレスのデータとする（ステップＳ１０１０７）。または、受信機は、等しいビットの最も多いビットを、そのアドレスのそのビットの値とする。または、受信機は、等しい輝度状態が最も多い輝度状態をそのアドレスのそのスロットの輝度状態とし、そのアドレスのデータを復調する。
【１２４９】
このように、本実施の形態では、受信機は、まず、複数の輝線のパターンから、データ部およびアドレス部を含む第１のパケットを取得する。次に、受信機は、第１のパケットよりも前に既に取得されている少なくとも１つのパケットのうち、その第１のパケットのアドレス部と同一のアドレス部を含むパケットである少なくとも１つの第２のパケットが存在するか否かを判定する。次に、受信機は、その少なくとも１つの第２のパケットが存在すると判定した場合には、その少なくとも１つの第２のパケットと第１のパケットとの

それぞれのデータ部が全て等しいか否かを判定する。それぞれのデータ部が全て等しくないと判定した場合には、受信機は、その少なくとも１つの第２のパケットのそれぞれにおいて、第２のパケットのデータ部に含まれる各部分のうち、第１のパケットのデータ部に含まれる各部分と異なる部分の数が、所定の数以上存在するか否かを判定する。ここで、受信機は、その少なくとも１つの第２のパケットのうち、異なる部分の数が所定の数以上存在すると判定された第２のパケットがある場合には、その少なくとも１つの第２のパケットを破棄する。一方、その少なくとも１つの第２のパケットのうち、異なる部分の数が所定の数以上存在すると判定された第２パケットがない場合には、受信機は、第１のパケットおよび少なくとも１つの第２のパケットのうち、同一のデータ部を有するパケットの数が最も多い複数のパケットを特定する。そして、受信機は、その複数のパケットのそれぞれに含まれるデータ部を、第１のパケットに含まれるアドレス部に対応するデータ部として復号することによって、可視光識別子（ＩＤ）の少なくとも一部を取得する。

【１２５０】

これにより、同一のアドレス部を有する複数のパケットが受信されたときに、それらのパケットのデータ部が異なっていても、適切なデータ部を復号することができ、可視光識別子の少なくとも一部を正しく取得することができる。つまり、同一の送信機から送信される同一のアドレス部を有する複数のパケットは、基本的に同一のデータ部を有する。しかし、受信機が、パケットの送信元となる送信機を切り替える場合には、受信機は、同一のアドレス部を有していても互いに異なるデータ部を有する複数のパケットを受信することがある。このような場合には、本実施の形態では、図２８０のステップＳ１０１０６のように、既に受信されているパケット（第２のパケット）が破棄され、最新のパケット（第１のパケット）のデータ部を、そのアドレス部に対応する正しいデータ部として復号することができる。さらに、上述のような送信機の切り替えがない場合であっても、可視光信号の送受信状況に応じて、同一のアドレス部を有する複数のパケットのデータ部が少し異なることがある。このような場合には、本実施の形態では、図２８０のステップＳ１０１０７のように、いわゆる多数決によって、適切なデータ部を復号することができる。

【１２５１】

ここで、複数のパケットからデータ部のデータを復調する受信方法について説明する。

【１２５２】

図２８１は、本実施の形態における受信方法の一例を示すフローチャートである。

【１２５３】

まず、受信機は、パケットを受信し（ステップＳ１０１１１）、アドレス部の誤り訂正を行う（ステップＳ１０１１２）。このとき、受信機は、データ部の復調を行わず、撮像によって得られる画素値をそのまま保持する。そして、受信機は、既に受信された複数のパケットにおいて、同じアドレスのパケットが所定の数以上存在するか否かを判定する（ステップＳ１０１１３）。ここで、存在すると判定すると（ステップＳ１０１１３のＹ）、受信機は、同じアドレスを持つ複数のパケットのデータ部に相当する部分の画素値を合わせて復調処理を行う（ステップＳ１０１１４）。

【１２５４】

このように本実施の形態における受信方法では、複数の輝線のパターンから、データ部およびアドレス部を含む第１のパケットを取得する。そして、第１のパケットよりも前に既に取得されている少なくとも１つのパケットのうち、第１のパケットのアドレス部と同一のアドレス部を含むパケットである第２のパケットが所定の数以上存在するか否かを判定する。第２のパケットがその所定の数以上存在すると判定した場合には、その所定の数以上の第２のパケットのそれぞれのデータ部に対応する輝線画像の一部の領域の画素値と、第１のパケットのデータ部に対応する輝線画像の一部の領域の画素値とを合わせる。つまり、画素値を加算する。その加算によって、合成画素値を算出し、その合成画素値を含むデータ部を復号することによって、可視光識別子（ＩＤ）の少なくとも一部を取得する。

【１２５５】

複数のパケットが受信されたタイミングはそれぞれ異なるため、データ部の画素値はそれぞれ微妙に異なる時点の送信機の輝度を反映した値となっている。したがって、上述のように復調処理される部分は、単一のパケットのデータ部よりも多くのデータ量（サンプル数）を含むことになる。これにより、より正確にデータ部を復調することができる。また、サンプル数の増加により、より高い変調周波数で変調された信号を復調することができる。

【１２５６】

図２７９の（ｂ）に示すように、データ部とその誤り訂正符号部は、ヘッダ部、アドレス部およびアドレス部の誤り訂正符号部よりも、高い周波数で変調されている。上記の復調方法により、データ部以降は高い変調周波数で変調されていても復調可能であるため、この構成により、パケット全体の送信時間を短くすることができ、より遠くからでも、より小さい光源からでも、より速く可視光信号を受信することができる。

【１２５７】

次に、可変長アドレスのデータを受信する受信方法について説明する。

【１２５８】

図２８２は、本実施の形態における受信方法の一例を示すフローチャートである。

【１２５９】

受信機は、パケットを受信し（ステップＳ１０１２１）、データ部の全てのビットが０となっているパケット（以下、０終端パケットという）を受信したか否かを判定する（ステップＳ１０１２２）。ここで、受信したと判定すると、つまり、０終端パケットが存在すると判定すると（ステップＳ１０１２２のＹ）、受信機は、その０終端パケットのアドレス以下のアドレスのパケットが全て揃っているか否か、つまり受信しているか否かを判定する（ステップＳ１０１２３）。なお、アドレスは、送信されるデータを分割することによって生成されたパケットのそれぞれに対して、それらのパケットの送信順にしたがって大きくなる値に設定されている。受信機は、全て揃っていると判定すると（ステップＳ１０１２３のＹ）、０終端パケットのアドレスが、送信機から送信されるパケットの最後のアドレスであると判断する。そして、受信機は、０終端パケットまでの各アドレスのパケットのデータをつなげることで、データを復元する（ステップＳ１０１２４）。さらに、受信機は、復元されたデータのエラーチェックを行う（ステップＳ１０１２５）。これにより、送信されるデータがいくつに分割されているか分からない場合、つまり、アドレスが固定長ではなく可変長である場合にも、可変長アドレスのデータを送受信することでき、固定長アドレスのデータよりも多くのＩＤを、高い効率で送受信することができる。

【１２６０】

このように、本実施の形態では、受信機は、複数の輝線のパターンから、それぞれデータ部およびアドレス部を含む複数のパケットを取得する。そして、受信機は、取得された複数のパケットのうち、データ部に含まれる全てのビットが０を示すパケットである０終端パケットが存在するか否かを判定する。０終端パケットが存在すると判定した場合には、受信機は、複数のパケットのうち、その０終端パケットのアドレス部に関連付けられているアドレス部を含むパケットであるＮ個（Ｎは１以上の整数）の関連パケットが全て存在するか否かを判定する。次に、受信機は、Ｎ個の関連パケットが全て存在すると判定した場合には、Ｎ個の関連パケットのそれぞれのデータ部を並べて復号することによって、可視光識別子（ＩＤ）を取得する。ここで、０終端パケットのアドレス部に関連付けられているアドレス部は、０終端パケットのアドレス部に示されるアドレスよりも小さく０以上のアドレスを示すアドレス部である。

【１２６１】

次に、変調周波数の周期より長い露光時間を用いた受信方法について説明する。

【１２６２】

図２８３と図２８４は、本実施の形態における受信機が、変調周波数の周期（変調周期）より長い露光時間を用いた受信方法を説明するための図である。

【１２６３】

例えば図２８３の（ａ）に示すように、露光時間が変調周期と等しい時間に設定されと、可視光信号を正しく受信することができない場合がある。なお、変調周期は、上述の１つのスロットの時間である。つまり、このような場合には、あるスロットの輝度の状態を反映している露光ライン（図２８３中の黒で示している露光ライン）が少ない。その結果、これらの露光ラインの画素値にノイズが偶然多く含まれた場合には、送信機の輝度を推定することは難しい。

【１２６４】

一方、例えば図２８３の（ｂ）に示すように、露光時間が変調周期よりも長い時間に設定されと、可視光信号を正しく受信することができる。つまり、このような場合には、有るスロットの輝度を反映している露光ラインが多いため、多くの露光ラインの画素値から送信機の輝度を推定することができ、ノイズに強い。

【１２６５】

また、露光時間が長すぎると、逆に、可視光信号を正しく受信することができない。

【１２６６】

例えば、図２８４の（ａ）に示すように、露光時間が変調周期と等しい場合には、受信機で受信される輝度変化（つまり、各露光ラインの画素値の変化）は、送信に用いられる輝度変化に追従する。しかし、図２８４の（ｂ）に示すように、露光時間が変調周期の３倍である場合には、受信機で受信される輝度変化は、送信に用いられる輝度変化に十分に追従することができない。また、図２８４の（ｃ）に示すように、露光時間が変調周期の１０倍である場合には、受信機で受信される輝度変化は、送信に用いられる輝度変化に全く追従するができない。つまり、露光時間が長いほうが、多くの露光ラインから輝度を推定できるためノイズ耐性が高くなるが、露光時間が長くなると、識別マージンが下がる、あるいは識別マージンが小さくなることでノイズ耐性が低くなる。これらのバランスにより、露光時間を変調周期の２～５倍程度とすることで、最もノイズ耐性を高くすることができる。

【１２６７】

次に、パケットの分割数について説明する。

【１２６８】

図２８５は、送信データのサイズに対する効率的な分割数を示す図である。

【１２６９】

送信機がデータを輝度変化によって送信する場合、送信される全てのデータ（送信データ）を１つのパケットに含めると、そのパケットのデータサイズは大きい。しかし、図２７９を用いて説明したように、その送信データを複数の部分データに分割して、それらの部分データを各パケットに含めると、それぞれのパケットのデータサイズは小さくなる。ここで、受信機は、撮像によって、そのパケットを受信する。しかし、パケットのデータサイズが大きいほど、受信機はそのパケットを１回の撮像によって受信することが難しくなり、撮像を繰り返す必要がある。

【１２７０】

したがって、送信機は、図２８５の（ａ）および（ｂ）に示すように、送信データのデータサイズが大きいほど、その送信データの分割数を多くする方が望ましい。しかし、分割数が多すぎると、それらの部分データを全て受信しなければ送信データを復元することができないため、逆に、受信効率が低下する。

【１２７１】

したがって、図２８５の（ａ）に示すように、アドレスのデータサイズ（アドレスサイズ）が可変であり、送信データのデータサイズが、２－１６ビット、１６－２４ビット、２４－６４ビット、６６－７８ビット、７８－１２８ビット、１２８ビット以上の場合には、それぞれ、１－２個、２－４個、４個、４－６個、６－８個、７個以上の部分データに送信データを分割すると、送信データを効率よく可視光信号によって送信することができる。また、図２８５の（ｂ）に示すように、アドレスのデータサイズ（アドレスサイズ）が４ビットに固定され、送信データのデータサイズが、２－８ビット、８－１６ビット

、１６－３０ビット、３０－６４ビット、６６－８０ビット、８０－９６ビット、９６－１３２ビット、１３２ビット以上の場合には、それぞれ、１－２個、２－３個、２－４個、４－５個、４－７個、６個、６－８個、７個以上の部分データに送信データを分割すると、送信データを効率よく可視光信号によって送信することができる。

【１２７２】

また、送信機は、複数の部分データのそれぞれを含む各パケットに基づく輝度変化を順次行う。例えば、送信機は、各パケットのアドレス順に、そのパケットに基づく輝度変化を行う。さらに、送信機は、アドレス順と異なる順序で、その複数の部分データに基づく輝度変化を再度行ってもよい。これにより、各部分データを確実に受信機に受信させることができる。

【１２７３】

次に、受信機による通知動作の設定方法について説明する。

【１２７４】

図２８６Ａは、本実施の形態における設定方法の一例を示す図である。

【１２７５】

まず、受信機は、通知動作を識別するための通知動作識別子と、その通知動作識別子の優先度（具体的には、優先度を示す識別子）とを、受信機の近くにあるサーバから取得する（ステップＳ１０１３１）。ここで、通知動作は、複数の部分データのそれぞれを含む各パケットが輝度変化によって送信されて受信機に受信されたときに、それらのパケットが受信されたことを受信機のユーザに通知する受信機の動作である。例えば、その動作は、音の鳴動、バイブレーション、または画面表示などである。

【１２７６】

次に、受信機は、パケット化された可視光信号、つまり複数の部分データのそれぞれを含む各パケットを受信する（ステップＳ１０１３２）。ここで、受信機は、その可視光信号に含まれている、通知動作識別子と、その通知動作識別子の優先度（具体的には、優先度を示す識別子）とを取得する（ステップＳ１０１３３）。

【１２７７】

さらに、受信機は、受信機の現在の通知動作の設定内容、つまり、受信機に予め設定されている通知動作識別子と、その通知動作識別子の優先度（具体的には、優先度を示す識別子）とを読み出す（ステップＳ１０１３４）。なお、受信機に予め設定されている通知動作識別子は、例えば、ユーザの操作によって設定されている。

【１２７８】

そして、受信機は、予め設定されている通知動作識別子と、ステップＳ１０１３１およびステップＳ１０１３３のそれぞれで取得された通知動作識別子とのうち、優先度が最も高い識別子を選択する（ステップＳ１０１３５）。次に、受信機は、選択した通知動作識別子を改めて自らに設定し直すことにより、選択した通知動作識別子によって示される動作を行い、可視光信号の受信をユーザに通知する（ステップＳ１０１３６）。

【１２７９】

なお、受信機は、ステップＳ１０１３１およびステップＳ１０１３３の何れか一方を行わず、２つの通知動作識別子の中から優先度の高い通知動作識別子を選択してもよい。

【１２８０】

なお、劇場または美術館などに設置されているサーバから送信される通知動作識別子の優先度、または、それらの施設内で送信される可視光信号に含まれる通知動作識別子の優先度は高く設定されてもよい。これにより、ユーザの設定に関わらず、その施設内では、受信通知のための音を鳴らさないようにすることができる。また、その他の施設では、通知動作識別子の優先度を低くしておくことにより、受信機は、ユーザの設定に応じた動作によって受信を通知することができる。

【１２８１】

図２８６Ｂは、本実施の形態における設定方法の他の例を示す図である。

【１２８２】

まず、受信機は、通知動作を識別するための通知動作識別子と、その通知動作識別子の優先度（具体的には、優先度を示す識別子）とを、受信機の近くにあるサーバから取得する（ステップＳ１０１４１）。次に、受信機は、パケット化された可視光信号、つまり複数の部分データのそれぞれを含む各パケットを受信する（ステップＳ１０１４２）。ここで、受信機は、その可視光信号に含まれている、通知動作識別子と、その通知動作識別子の優先度（具体的には、優先度を示す識別子）とを取得する（ステップＳ１０１４３）。

【１２８３】

さらに、受信機は、受信機の現在の通知動作の設定内容、つまり、受信機に予め設定されている通知動作識別子と、その通知動作識別子の優先度（具体的には、優先度を示す識別子）とを読み出す（ステップＳ１０１４４）。

【１２８４】

そして、受信機は、予め設定されている通知動作識別子と、ステップＳ１０１４１およびステップＳ１０１４３のそれぞれで取得された通知動作識別子との中に、通知音の発生を禁止する動作を示す動作通知識別子が含まれているか否かを判定する（ステップＳ１０１４５）。ここで、含まれていると判定すると（ステップＳ１０１４５のＹ）、受信機は、受信完了を通知するための通知音を鳴らす（ステップＳ１０１４６）。一方、含まれていないと判定すると（ステップＳ１０１４５のＮ）、受信機は、例えばバイブレーションなどによって、受信完了をユーザに通知する（ステップＳ１０１４７）。

【１２８５】

なお、受信機は、ステップＳ１０１４１およびステップＳ１０１４３の何れか一方を行わず、２つの通知動作識別子の中に、通知音の発生を禁止する動作を示す動作通知識別子が含まれているか否かを判定してもよい。

【１２８６】

また、受信機は、撮像によって得られる画像に基づいて自己位置推定を行い、推定された位置、またはその位置にある施設に対応付けられた動作によって、受信をユーザに通知してもよい。

【１２８７】

図２８７Ａは、実施の形態１３における情報処理プログラムの処理を示すフローチャートである。

【１２８８】

この情報処理プログラムは、上述の送信機の発光体を図２８５に示す分割数にしたがって輝度変化させるためのプログラムである。

【１２８９】

つまり、この情報処理プログラムは、送信対象の情報を輝度変化によって送信するために、送信対象の情報をコンピュータに処理させる情報処理プログラムである。具体的には、この情報処理プログラムは、送信対象の情報を符号化することによって符号化信号を生成する符号化ステップＳＡ４１と、生成された符号化信号のビット数が２４～６４ビットの範囲にある場合、符号化信号を４つの部分信号に分割する分割ステップＳＡ４２と、４つの部分信号を順次出力する出力ステップＳＡ４３とを、コンピュータに実行させる。なお、これらの部分信号は、図２７９の（ａ）に示すパケットとして出力される。また、情報処理プログラムは、符号化信号のビット数を特定し、その特定されたビット数に基づいて、部分信号の数を決定することをコンピュータにさせてもよい。この場合、情報処理プログラムは、符号化信号を分割することによって、その決定された数の部分信号を生成することをコンピュータにさせる。

【１２９０】

これにより、符号化信号のビット数が２４～６４ビットの範囲にある場合には、符号化信号が４つの部分信号に分割されて出力される。その結果、出力される４つの部分信号にしたがって発光体が輝度変化すると、その４つの部分信号はそれぞれ可視光信号として送信されて受信機によって受信される。ここで、出力される信号のビット数が多いほど、受信機は撮像によってその信号を適切に受信することが難しくなり、受信効率が低下する。

そこで、その信号をビット数の少ない信号、つまり小さい信号に分割しておくことが望ましい。しかし、信号を多くの小さい信号に細かく分割しすぎると、受信機は、全ての小さい信号のそれぞれを個別に受信しなければ元の信号を受信することができないため、受信効率が低下する。したがって、上述のように、符号化信号のビット数が２４～６４ビットの範囲にある場合には、符号化信号を４つの部分信号に分割して順次出力することによって、送信対象の情報を示す符号化信号を最もよい受信効率で可視光信号として送信することができる。その結果、多様な機器間の通信を可能にすることができる。

【１２９１】

また、出力ステップＳＡ４３では、第１の順序にしたがって４つの部分信号を出力し、さらに、第１の順序と異なる第２の順序にしたがって４つの部分信号を再び出力してもよい。

【１２９２】

これにより、それらの４つの部分信号が順番を変えて繰り返し出力されるため、出力される各信号が可視光信号として受信機に送信される場合には、それらの４つの部分信号の受信効率をさらに高めることができる。つまり、４つの部分信号を同じ順番で繰り返し出力しても、同じ部分信号が受信機に受信されない場合が生じるが、その順番を変えることによって、そのような場合が生じるのを抑えることができる。

【１２９３】

また、図２８６Ａおよび図２８６Ｂに示すように、出力ステップＳＡ４３では、さらに、４つの部分信号に通知動作識別子を付随させて出力してもよい。通知動作識別子は、４つの部分信号が輝度変化によって送信されて受信機に受信されたときに、４つの部分信号が受信されたことを受信機のユーザに通知する受信機の動作を識別するための識別子である。

【１２９４】

これにより、その通知動作識別子が可視光信号として送信されて受信機に受信される場合には、受信機は、その通知動作識別子によって識別される動作にしたがって、４つの部分信号の受信をユーザに通知することができる。つまり、送信対象の情報を送信する側で、受信機による通知動作を設定することができる。

【１２９５】

また、図２８６Ａおよび図２８６Ｂに示すように、出力ステップＳＡ４３では、さらに、通知動作識別子の優先度を識別するための優先度識別子を４つの部分信号に付随させて出力してもよい。

【１２９６】

これにより、その優先度識別子および通知動作識別子が可視光信号として送信されて受信機に受信される場合には、受信機は、その優先度識別子によって識別される優先度にしたがって通知動作識別子を扱うことができる。つまり、受信機が他の通知動作識別子を取得している場合には、受信機は、可視光信号として送信された通知動作識別子によって識別される通知動作と、他の通知動作識別子によって識別される通知動作とのうちの一方を、その優先度に基づいて選択することができる。

【１２９７】

図２８７Ｂは、実施の形態１３における情報処理装置のブロック図である。

【１２９８】

この情報処理装置Ａ４０は、上述の送信機の発光体（発光部）を図２８５に示す分割数にしたがって輝度変化させるための装置である。

【１２９９】

つまり、この情報処理装置Ａ４０は、送信対象の情報を輝度変化によって送信するために、送信対象の情報を処理する装置である。具体的には、この情報処理装置Ａ４０は、送信対象の情報を符号化することによって符号化信号を生成する符号化部Ａ４１と、生成された符号化信号のビット数が２４～６４ビットの範囲にある場合、符号化信号を４つの部分信号に分割する分割部Ａ４２と、４つの部分信号を順次出力する出力部Ａ４３とを備え

る。このような情報処理装置Ａ４０では、上述の情報処理プログラムと同様の効果を奏することができる。

【１３００】

本発明の一態様に係る情報処理プログラムは、送信対象の情報を輝度変化によって送信するために、前記送信対象の情報をコンピュータに処理させる情報処理プログラムであって、前記送信対象の情報を符号化することによって符号化信号を生成する符号化ステップと、生成された前記符号化信号のビット数が２４～６４ビットの範囲にある場合、前記符号化信号を４つの部分信号に分割する分割ステップと、前記４つの部分信号を順次出力する出力ステップとを、前記コンピュータに実行させる。

【１３０１】

これにより、図２８４～図２８７Ｂに示すように、符号化信号のビット数が２４～６４ビットの範囲にある場合には、符号化信号が４つの部分信号に分割されて出力される。その結果、出力される４つの部分信号にしたがって発光体が輝度変化すると、その４つの部分信号はそれぞれ可視光信号として送信されて受信機によって受信される。ここで、出力される信号のビット数が多いほど、受信機は撮像によってその信号を適切に受信することが難しくなり、受信効率が低下する。そこで、その信号をビット数の少ない信号、つまり小さい信号に分割しておくことが望ましい。しかし、信号を多くの小さい信号に細かく分割しすぎると、受信機は、全ての小さい信号のそれぞれを個別に受信しなければ元の信号を受信することができないため、受信効率が低下する。したがって、上述のように、符号化信号のビット数が２４～６４ビットの範囲にある場合には、符号化信号を４つの部分信号に分割して順次出力することによって、送信対象の情報を示す符号化信号を最もよい受信効率で可視光信号として送信することができる。その結果、多様な機器間の通信を可能にすることができる。

【１３０２】

また、前記出力ステップでは、第１の順序にしたがって前記４つの部分信号を出力し、さらに、前記第１の順序と異なる第２の順序にしたがって前記４つの部分信号を再び出力してもよい。

【１３０３】

これにより、それらの４つの部分信号が順番を変えて繰り返し出力されるため、出力される各信号が可視光信号として受信機に送信される場合には、それらの４つの部分信号の受信効率をさらに高めることができる。つまり、４つの部分信号を同じ順番で繰り返し出力しても、同じ部分信号が受信機に受信されない場合が生じるが、その順番を変えることによって、そのような場合が生じるのを抑えることができる。

【１３０４】

また、前記出力ステップでは、さらに、前記４つの部分信号に通知動作識別子を付随させて出力し、前記通知動作識別子は、前記４つの部分信号が輝度変化によって送信されて受信機に受信されたときに、前記４つの部分信号が受信されたことを前記受信機のユーザに通知する前記受信機の動作を識別するための識別子であってもよい。

【１３０５】

これにより、その通知動作識別子が可視光信号として送信されて受信機に受信される場合には、受信機は、その通知動作識別子によって識別される動作にしたがって、４つの部分信号の受信をユーザに通知することができる。つまり、送信対象の情報を送信する側で、受信機による通知動作を設定することができる。

【１３０６】

また、前記出力ステップでは、さらに、前記通知動作識別子の優先度を識別するための優先度識別子を前記４つの部分信号に付随させて出力してもよい。

【１３０７】

これにより、その優先度識別子および通知動作識別子が可視光信号として送信されて受信機に受信される場合には、受信機は、その優先度識別子によって識別される優先度にしたがって通知動作識別子を扱うことができる。つまり、受信機が他の通知動作識別子を取

得している場合には、受信機は、可視光信号として送信された通知動作識別子によって識別される通知動作と、他の通知動作識別子によって識別される通知動作とのうちの一方を、その優先度に基づいて選択することができる。

【１３０８】

次に、電子機器のネットワーク接続の登録について説明する。

【１３０９】

図２８８は、本実施の形態における送受信システムの応用例を説明するための図である。

【１３１０】

この送受信システムは、例えば洗濯機等の電子機器として構成される送信機１０１３１ｂと、例えばスマートフォンとして構成される受信機１０１３１ａと、アクセスポイントまたはルータとして構成される通信装置１０１３１ｃとを備える。

【１３１１】

図２８９は、本実施の形態における送受信システムの処理動作を示すフローチャートである。

【１３１２】

送信機１０１３１ｂは、開始ボタンが押下されると（ステップＳ１０１６５）、ＳＳＩＤ、パスワード、ＩＰアドレス、ＭＡＣアドレス、または暗号鍵等の、自身に接続するための情報を、Ｗｉ－Ｆｉ、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、またはイーサネット（登録商標）などを介して送信し（ステップＳ１０１６６）、接続を待ち受ける。送信機１０１３１ｂは、これらの情報を、直接的に送信してもよいし、間接的に送信してもよい。間接に送信する場合、送信機１０１３１ｂは、それらの情報に関連付けられたＩＤを送信する。そのＩＤを受信した受信機１０１３１ａは、例えば、そのＩＤに関連付けられている情報をサーバ等からダウンロードする。

【１３１３】

受信機１０１３１ａは、その情報を受信し（ステップＳ１０１５１）、送信機１０１３１ｂへ接続し、アクセスポイントやルータとして構成される通信装置１０１３１ｃへ接続するための情報（ＳＳＩＤ、パスワード、ＩＰアドレス、ＭＡＣアドレス、または暗号鍵等）を送信機１０１３１ｂへ送信する（ステップＳ１０１５２）。受信機１０１３１ａは、送信機１０１３１ｂが通信装置１０１３１ｃへ接続するための情報（ＭＡＣアドレス、ＩＰアドレスまたは暗号鍵等）を通信装置１０１３１ｃへ登録し、通信装置１０１３１ｃに接続を待ち受けさせる。さらに、受信機１０１３１ａは、送信機１０１３１ｂから通信装置１０１３１ｃへの接続準備が完了したことを送信機１０１３１ｂへ通知する（ステップＳ１０１５３）。

【１３１４】

送信機１０１３１ｂは、受信機１０１３１ａとの接続を切断し（ステップＳ１０１６８）、通信装置１０１３１ｃへ接続する（ステップＳ１０１６９）。接続が成功すれば（ステップＳ１０１７０のＹ）、送信機１０１３１ｂは、通信装置１０１３１ｃを介して受信機１０１３１ａへ接続成功を通知し、画面表示やＬＥＤの状態や音声等でユーザへ接続成功を通知する（ステップＳ１０１７１）。接続が失敗すれば（ステップＳ１０１７０のＮ）、送信機１０１３１ｂは、可視光通信で受信機１０１３１ａに接続失敗を通知し、成功時と同様にユーザへ通知する（ステップＳ１０１７２）。なお、接続成功を可視光通信で通知してもよい。

【１３１５】

受信機１０１３１ａは、通信装置１０１３１ｃに接続し（ステップＳ１０１５４）、接続成功や失敗の通知がなければ（ステップＳ１０１５５のＮ、且つステップＳ１０１５６のＮ）、通信装置１０１３１ｃ経由で送信機１０１３１ｂへアクセスが可能かどうか確認する（ステップＳ１０１５７）。できなければ（ステップＳ１０１５７のＮ）、受信機１０１３１ａは、送信機１０１３１ｂから受信した情報を用いた送信機１０１３１ｂへ接続が所定の回数以上行われたか否かを判定する（ステップＳ１０１５８）。ここで、所定の

回数以上行われていないと判定すると（ステップＳ１０１５８のＮ）、受信機１０１３１ａは、ステップＳ１０１５２からの処理を繰り返す。一方、所定の回数以上行われたと判定すると（ステップＳ１０１５８のＹ）、受信機１０１３１ａは、処理失敗をユーザに通知する（ステップＳ１０１５９）。また、受信機１０１３１ａは、ステップＳ１０１５６で、接続成功の通知があったと判定すると（ステップＳ１０１５６のＹ）、処理成功をユーザに通知する（ステップＳ１０１６０）。つまり、受信機１０１３１ａは、送信機１０１３１ｂが通信装置１０１３１ｃへ接続することができたかどうかを、画面表示や音声等でユーザへ通知する。これにより、ユーザに複雑な入力をさせなくても、送信機１０１３１ｂを通信装置１０１３１ｃへ接続させることができる。

【１３１６】

次に、電子機器のネットワーク接続の登録（別の電子機器を介して接続する場合）について説明する。

【１３１７】

図２９０は、本実施の形態における送受信システムの応用例を説明するための図である。

【１３１８】

この送受信システムは、エアコン１０１３３ｂと、エアコン１０１３３ｂに接続された無線アダプタ等の電子機器として構成される送信機１０１３３ｃと、例えばスマートフォンとして構成される受信機１０１３３ａ、アクセスポイントまたはルータとして構成される通信装置１０１３３ｄと、例えば無線アダプタ、無線アクセスポイントまたはルータ等として構成される別の電子機器１０１３３ｅとを備える。

【１３１９】

図２９１は、本実施の形態における送受信システムの処理動作を示すフローチャートである。なお、以下、エアコン１０１３３ｂまたは送信機１０１３３ｃを電子機器Ａと称し、電子機器１０１３３ｅを電子機器Ｂと称する。

【１３２０】

まず、電子機器Ａは、開始ボタンが押下されると（ステップＳ１０１８８）、自身に接続するための情報（個体ＩＤ、パスワード、ＩＰアドレス、ＭＡＣアドレス、または暗号鍵等）を送信し（ステップＳ１０１８９）、接続を待ち受ける（ステップＳ１０１９０）。電子機器Ａは、これらの情報を、上述と同様に、直接的に送信してもよいし、間接的に送信してもよい。

【１３２１】

受信機１０１３３ａは、その情報を電子機器Ａから受信し（ステップＳ１０１８１）、電子機器Ｂへその情報を送信する（ステップＳ１０１８２）。電子機器Ｂは、その情報を受信すると（ステップＳ１０１９６）、その受信した情報にしたがって電子機器Ａへ接続する（ステップＳ１０１９７）。そして、電子機器Ｂは、電子機器Ａとの接続が成されたか否かを判定し（ステップＳ１０１９８）、その成否を受信機１０１３３ａへ通知する（ステップＳ１０１９９またはステップＳ１０１２００）。

【１３２２】

電子機器Ａは、所定の時間の間に電子機器Ｂと接続されれば（ステップＳ１０１９１のＹ）、電子機器Ｂ経由で受信機１０１３３ａへ接続成功を通知し（ステップＳ１０１９２）、接続されなければ（ステップＳ１０１９１のＮ）、可視光通信で受信機１０１３３ａに接続失敗を通知する（ステップＳ１０１９３）。また、電子機器Ａは、画面表示、発光状態または音声等によって、接続の成否をユーザへ通知する。これにより、ユーザに複雑な入力をさせなくても、電子機器Ａ（送信機１０１３３ｃ）を電子機器Ｂ（電子機器１０１３３ｅ）へ接続させることができる。なお、図２９０に示すエアコン１０１３３ｂと送信機１０１３３ｃとは一体に構成されていてもよく、同様に、通信装置１０１３３ｄと電子機器１０１３３ｅとも一体に構成されていてもよい。

【１３２３】

次に、適切な撮像情報の送信について説明する。

【１３２４】
図２９２は、本実施の形態における送受信システムの応用例を説明するための図である。
【１３２５】
この送受信システムは、例えばデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラとして構成される受信機１０１３５ａと、例えば照明として構成される送信機１０１３５ｂとを備える。
【１３２６】
図２９３は、本実施の形態における送受信システムの処理動作を示すフローチャートである。
【１３２７】
まず、受信機１０１３５ａは、送信機１０１３５ｂへ、撮像情報送信命令を送る（ステップＳ１０２１１）。次に、送信機１０１３５ｂは、撮像情報送信命令を受信した場合、撮像情報送信ボタンが押下された場合、撮像情報送信スイッチがオンとなっている場合、電源が入れられた場合に（ステップＳ１０２２１のＹ）、撮像情報を送信する（ステップＳ１０２２２）。撮像情報送信命令は、撮像情報を送信させるための命令であって、撮像情報は、例えば照明の色温度、スペクトル分布、照度または配光を示す。送信機１０１３５ｂは、撮像情報を、上述と同様に、直接的に送信してもよいし、間接的に送信してもよい。間接に送信する場合、送信機１０１３５ｂは、撮像情報に関連付けられたＩＤを送信する。そのＩＤを受信した受信機１０１３５ａは、例えば、そのＩＤに関連付けられている撮像情報をサーバ等からダウンロードする。このとき、送信機１０１３５ｂは、自身へ送信停止命令を送信するための方法（送信停止命令を伝送する電波、赤外線、または音波の周波数、あるいは、自信へ接続するためのＳＳＩＤ、パスワードまたはＩＰアドレス等）を送信してもよい。
【１３２８】
受信機１０１３５ａは、撮像情報を受信すると（ステップＳ１０２１２）、送信停止命令を送信機１０１３５ｂに送信する（ステップＳ１０２１３）。ここで、送信機１０１３５ｂは、受信機１０１３５ａから送信停止命令を受信すると（ステップＳ１０２２３の）、撮像情報の送信を停止し、一様に発光する（ステップＳ１０２２４）。
【１３２９】
さらに、受信機１０１３５ａは、ステップＳ１０２１２で受信した撮像情報に従って撮像パラメータを設定する（ステップＳ１０２１４）、あるいは、撮像情報をユーザへ通知する。撮像パラメータは、例えばホワイトバランス、露光時間、焦点距離、感度またはシーンモードである。これにより、照明に合わせて最適な設定で撮像することができる。次に、受信機１０１３５ａは、送信機１０１３５ｂからの撮像情報の送信が停止されてから（ステップＳ１０２１５のＹ）、撮像する（ステップＳ１０２１６）。これにより、信号送信による被写体の明るさの変化をなくして撮像を行うことができる。なお、受信機１０１３５ａは、ステップＳ１０２１６の後、撮像情報の送信開始を促す送信開始命令を送信機１０１３５ｂに送信してもよい（ステップＳ１０２１７）。
【１３３０】
次に、充電状態の表示について説明する。
【１３３１】
図２９４は、本実施の形態における送信機の応用例を説明するための図である。
【１３３２】
例えば充電器として構成される送信機１０１３７ｂは、発光部を備え、バッテリーの充電状態を示す可視光信号を発光部から送信する。これにより、高価な表示装置を備えなくても、バッテリーの充電状態を通知することができる。なお、発光部として小さなＬＥＤを用いた場合には、近くからそのＬＥＤを撮像しないと可視光信号を受信することはできない。また、そのＬＥＤの近くに突起部がある送信機１０１３７ｃでは、突起部が邪魔でＬＥＤを接写しづらい。したがって、送信機１０１３７ｃからの可視光信号よりも、ＬＥ

Ｄの付近に突起部がない送信機１０１３７ｂからの可視光信号の方が、容易に受信することができる。

【１３３３】

（実施の形態１４）

本実施の形態では、上記各実施の形態におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤや有機ＥＬの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた各適用例について説明する。

【１３３４】

まず、デモモード時と故障時の送信について説明する。

【１３３５】

図２９５は、本実施の形態における送信機の動作の一例を説明する図である。

【１３３６】

送信機は、エラーが発生している場合には、エラーが発生していることを示す信号、または、エラーコードに対応する信号を送信することで、受信機にエラーが発生していることやエラー内容を伝えることができる。受信機は、エラー内容に合わせて適切な対応を示すことで、エラーを修復したり、サービスセンターにエラー内容を適切に報告したりすることができる。

【１３３７】

送信機は、デモモードになっている場合は、デモコードを送信する。これにより、例えば店頭で商品である送信機のデモを行っている場合に、来店者がデモコードを受信し、デモコードに関連付けられた商品説明を取得することができる。デモモードであるかどうかの判断は、送信機の動作設定がデモモードになっている、店頭用ＣＡＳカードが挿入されている、ＣＡＳカードが挿入されていない、記録用メディアが挿入されていないといった点から判断することができる。

【１３３８】

次に、リモコンからの信号送信について説明する。

【１３３９】

図２９６は、本実施の形態における送信機の動作の一例を説明する図である。

【１３４０】

例えばエアコンのリモコンとして構成される送信機が、本体情報を受信した際に、送信機が本体情報を送信することで、受信機は、遠くの本体の情報を近くにある送信機から情報を受信することができる。受信機は、ネットワーク越しなど、可視光通信が不可能な場所に存在する本体からの情報を受信することもできる。

【１３４１】

次に、明るい場所にあるときだけ送信する処理について説明する。

【１３４２】

図２９７は、本実施の形態における送信機の動作の一例を説明する図である。

【１３４３】

送信機は、周囲の明るさが一定以上であれば送信を行い、一定以下になれば送信を停止する。これにより、例えば電車の広告として構成される送信機は、車両が車庫入りした際に自動で動作を停止することができ、電池の消耗を抑えることができる。

【１３４４】

次に、送信機の表示に合わせたコンテンツ配信（関連付けの変更・スケジューリング）について説明する。

【１３４５】

図２９８は、本実施の形態における送信機の動作の一例を説明する図である。

【１３４６】

送信機は、表示するコンテンツの表示タイミングに合わせて、受信機に取得させたいコンテンツを送信ＩＤに関連付ける。表示コンテンツが変更される度に、関連付けの変更をサーバへ登録する。

【１３４７】
送信機は、表示コンテンツの表示タイミングが既知である場合は、表示コンテンツの変化タイミングに合わせて別のコンテンツが受信機に渡されるように、サーバに設定する。サーバは、受信機から送信ＩＤに関連付けられたコンテンツの要求が合った際には、設定されたスケジュールに合わせたコンテンツを受信機へ送信する。
【１３４８】
これにより、例えばデジタルサイネージとして構成される送信機が表示内容を次々と変更している場合に、受信機は、送信機が表示しているコンテンツに合わせたコンテンツを取得することができる。
【１３４９】
次に、送信機の表示に合わせたコンテンツ配信（時刻による同期）について説明する。
【１３５０】
図２９９は、本実施の形態における送信機の動作の一例を説明する図である。
【１３５１】
所定のＩＤに関連付けられたコンテンツ取得の要求に対し、時刻に応じて異なるコンテンツを渡すように、あらかじめサーバへ登録しておく。
【１３５２】
送信機は、サーバと時刻を同期し、所定の時刻に所定の部分が表示されるようにタイミングを調整してコンテンツを表示する。
【１３５３】
これにより、例えばデジタルサイネージとして構成される送信機が表示内容を次々と変更している場合に、受信機は、送信機が表示しているコンテンツに合わせたコンテンツを取得することができる。
【１３５４】
次に、送信機の表示に合わせたコンテンツ配信（表示時刻の送信）について説明する。
【１３５５】
図３００は、本実施の形態における送信機と受信機の動作の一例を説明する図である。
【１３５６】
送信機は、送信機のＩＤに加え、表示中のコンテンツの表示時刻を送信する。コンテンツ表示時刻は、現在表示しているコンテンツを特定できる情報であり、例えばコンテンツの開始時点からの経過時刻などで表現できる。
【１３５７】
受信機は、受信したＩＤに関連付けられたコンテンツをサーバから取得し、受信した表示時刻に合わせてコンテンツを表示する。これにより、例えばデジタルサイネージとして構成される送信機が表示内容を次々と変更している場合に、受信機は、送信機が表示しているコンテンツに合わせたコンテンツを取得することができる。
【１３５８】
また、受信機は、時間の経過に従って、表示するコンテンツを変更する。これにより、送信機の表示コンテンツが変化した際に再度信号を受信しなくても、表示コンテンツに合わせたコンテンツが表示される。
【１３５９】
次に、ユーザの許諾状況に合わせたデータのアップロードについて説明する。
【１３６０】
図３０１は、本実施の形態における受信機の動作の一例を説明する図である。
【１３６１】
受信機は、ユーザがアカウント登録をしている場合には、アカウント登録の際等にユーザがアクセス許可を行っている情報（受信機の位置や電話番号やＩＤやインストールされているアプリやユーザの年齢や性別や職業や嗜好等）を受信したＩＤと合わせてサーバへ送信する。
【１３６２】

アカウント登録がされていない場合には、ユーザが前記のような情報のアップロードを許可していれば、同様にサーバへ送信し、許可していない場合には、受信したＩＤのみをサーバへ送信する。

【１３６３】

これにより、ユーザは受信時の状況や自身のパーソナリティに合わせたコンテンツを受信することができ、また、サーバはユーザの情報を得ることでデータ解析に役立てることが出来る。

【１３６４】

次に、コンテンツ再生アプリの起動について説明する。

【１３６５】

図３０２は、本実施の形態における受信機の動作の一例を説明する図である。

【１３６６】

受信機は、受信したＩＤに関連付けられたコンテンツをサーバから取得する。起動中のアプリが取得コンテンツを扱える（表示したり再生したりすることができる）場合には、起動中のアプリで取得コンテンツを表示・再生する。扱えない場合は、扱えるアプリが受信機にインストールされているかどうかを確認し、インストールされている場合は、そのアプリを起動して取得コンテンツの表示・再生を行う。インストールされていない場合は、自動でインストールしたり、インストールを促す表示をしたり、ダウンロード画面を表示させたりし、インストール後に取得コンテンツの表示・再生を行う。

【１３６７】

これにより、取得コンテンツを適切に扱う（表示・再生等を行う）ことができる。

【１３６８】

次に、指定アプリの起動について説明する。

【１３６９】

図３０３は、本実施の形態における受信機の動作の一例を説明する図である。

【１３７０】

受信機は、受信したＩＤに関連付けられたコンテンツと、起動すべきアプリを指定する情報（アプリＩＤ）をサーバから取得する。起動中のアプリが指定アプリである場合は、取得したコンテンツを表示・再生する。指定アプリが受信機にインストールされている場合は、指定アプリを起動して取得コンテンツの表示・再生を行う。インストールされていない場合は、自動でインストールしたり、インストールを促す表示をしたり、ダウンロード画面を表示させたりし、インストール後に取得コンテンツの表示・再生を行う。

【１３７１】

受信機は、アプリＩＤのみをサーバから取得し、指定アプリを起動するとしてもよい。

【１３７２】

受信機は、指定された設定を行うとしてもよい。受信機は、指定されたパラメータを設定して、指定されたアプリを起動するとしてもよい。

【１３７３】

次に、ストリーミング受信と通常受信の選択について説明する。

【１３７４】

図３０４は、本実施の形態における受信機の動作の一例を説明する図である。

【１３７５】

受信機は、受信したデータの所定のアドレスの値が所定の値である場合や、受信したデータが所定の識別子を含む場合は、信号がストリーミング配信されていると判断し、ストリーミングデータの受信方法で受信を行う。そうでない場合は、通常の受信方法で受信する。

【１３７６】

これにより、ストリーミング配信と通常配信のどちらの方法で信号が送信されていても受信を行うことができる。

【１３７７】

次に、プライベートデータについて説明する。

【１３７８】

図３０５は、本実施の形態における受信機の動作の一例を説明する図である。

【１３７９】

受信機は、受信したＩＤの値が所定の範囲内である場合や、所定の識別子を含む場合には、アプリ内にテーブルを参照し、受信ＩＤがテーブルに存在すれば、そのテーブルで指定されたコンテンツを取得する。そうでない場合には、サーバから受信ＩＤに指定されたコンテンツを取得する。

【１３８０】

これにより、サーバに登録を行わなくてもコンテンツを受信することができる。また、サーバとの通信を行わないため、素早いレスポンスが得られる。

【１３８１】

次に、周波数に合わせた露光時間の設定について説明する。

【１３８２】

図３０６は、本実施の形態における受信機の動作の一例を説明する図である。

【１３８３】

受信機は、信号を検知し、信号の変調周波数を認識する。受信機は、変調周波数の周期（変調周期）に合わせて露光時間を設定する。例えば、変調周期と同程度の露光時間にすることで、信号を受信しやすくすることができる。また、例えば、変調周期の整数倍、または、それに近い値（概ね±３０％程度）に露光時間を設定することで、畳み込み復号によって信号を受信しやすくすることができる。

【１３８４】

次に、送信機の最適パラメータ設定について説明する。

【１３８５】

図３０７は、本実施の形態における受信機の動作の一例を説明する図である。

【１３８６】

受信機は、送信機から受信したデータに加え、現在位置情報やユーザに関連する情報（住所や性別や年齢や嗜好等）をサーバへ送信する。サーバは、受信した情報に合わせて、送信機が最適に動作するためのパラメータを受信機へ送信する。受信機は、受信したパラメータを送信機へ設定できる場合には設定する。設定できない場合には、パラメータを表示し、ユーザが送信機へそのパラメータを設定するように促す。

【１３８７】

これにより、例えば、送信機が使われている地域の水の性質に最適化して洗濯機を動作させたり、ユーザの使用している米の種類に最適な方法で炊飯するように炊飯器を動作させたりすることができる。

【１３８８】

次に、データの構成を示す識別子について説明する。

【１３８９】

図３０８は、本実施の形態における送信データの構成の一例を説明する図である。

【１３９０】

送信される情報は識別子を含み、受信機は、その値によって後続する部分の構成を知ることができる。例えば、データの長さ、エラー訂正符号の種類や長さ、データの分割点などを特定することができる。

【１３９１】

これにより、送信機は、送信機や通信路の性質に応じてデータ本体やエラー訂正符号の種類や長さを変更することができる。また、送信機は、送信機のＩＤに加えて、コンテンツＩＤを送信することで、受信機にコンテンツＩＤに応じたＩＤを取得させることができる。

【１３９２】

（実施の形態１５）

本実施の形態では、上記各実施の形態におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤや有機ＥＬの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた各適用例について説明する。

【１３９３】

図３０９は、本実施の形態における受信機の動作を説明するための図である。

【１３９４】

本実施の形態における受信機１２１０ａは、イメージセンサによる連続した撮影を行う際に、例えばフレーム単位でシャッター速度を高速と低速とに切り替える。さらに、受信機１２１０ａは、その撮影によって得られるフレームに基づいて、そのフレームに対する処理を、バーコード認識処理と可視光認識処理とに切り替える。ここで、バーコード認識処理とは、低速のシャッター速度によって得られるフレームに映っているバーコードをデコードする処理である。可視光認識処理とは、高速のシャッター速度によって得られるフレームに映っている上述の輝線のパターンをデコードする処理である。

【１３９５】

このような受信機１２１０ａは、映像入力部１２１１と、バーコード・可視光識別部１２１２と、バーコード認識部１２１２ａと、可視光認識部１２１２ｂと、出力部１２１３とを備えている。

【１３９６】

映像入力部１２１１は、イメージセンサを備え、イメージセンサによる撮影のシャッター速度を切り替える。つまり、映像入力部１２１１は、例えばフレーム単位でシャッター速度を低速と高速とに交互に切り替える。より具体的には、映像入力部１２１１は、奇数番目のフレームに対してはシャッター速度を高速に切り替え、偶数番目のフレームに対してはシャッター速度を低速に切り替える。低速のシャッター速度の撮影は、上述の通常撮影モードによる撮影であって、高速のシャッター速度の撮影は、上述の可視光通信モードによる撮影である。つまり、シャッター速度が低速の場合には、イメージセンサに含まれる各露光ラインの露光時間は長く、被写体が映し出された通常撮影画像がフレームとして得られる。また、シャッター速度が高速の場合には、イメージセンサに含まれる各露光ラインの露光時間は短く、上述の輝線が映し出された可視光通信画像がフレームとして得られる。

【１３９７】

バーコード・可視光識別部１２１２は、映像入力部１２１１によって得られる画像に、バーコードが現れているか否か、または輝線が現れているか否かを判別することによって、その画像に対する処理を切り替える。例えば、バーコード・可視光識別部１２１２は、低速のシャッター速度の撮影によって得られたフレームにバーコードが現れていれば、その画像に対する処理をバーコード認識部１２１２ａに実行させる。一方、バーコード・可視光識別部１２１２は、高速のシャッター速度の撮影によって得られた画像に輝線が現れていれば、その画像に対する処理を可視光認識部１２１２ｂに実行させる。

【１３９８】

バーコード認識部１２１２ａは、低速のシャッター速度の撮影によって得られたフレームに現れているバーコードをデコードする。バーコード認識部１２１２ａは、そのデコードによって、バーコードのデータ（例えばバーコード識別子）を取得し、そのバーコード識別子を出力部１２１３に出力する。なお、バーコードは、一次元のコードであっても、二次元のコード（例えば、ＱＲコード（登録商標））であってもよい。

【１３９９】

可視光認識部１２１２ｂは、高速のシャッター速度の撮影によって得られたフレームに現れている輝線のパターンをデコードする。可視光認識部１２１２ｂは、そのデコードによって、可視光のデータ（例えば可視光識別子）を取得し、その可視光識別子を出力部１２１３に出力する。なお、可視光のデータは上述の可視光信号である。

【１４００】

出力部１２１３は、低速のシャッター速度の撮影によって得られたフレームのみを表示

する。したがって、映像入力部１２１１による撮影の被写体がバーコードである場合には、出力部１２１３はバーコードを表示する。また、映像入力部１２１１による撮影の被写体が、可視光信号を送信するデジタルサイネージなどである場合には、出力部１２１３は、輝線のパターンを表示することなく、そのデジタルサイネージの像を表示する。そして、出力部１２１３は、バーコード識別子を取得した場合には、そのバーコード識別子に対応付けられている情報を例えばサーバなどから取得し、その情報を表示する。また、出力部１２１３は、可視光識別子を取得した場合には、その可視光識別子に対応付けられている情報を例えばサーバなどから取得し、その情報を表示する。

【１４０１】

つまり、端末装置である受信機１２１０ａは、イメージセンサを備え、イメージセンサのシャッター速度を、第１の速度と、第１の速度よりも高速の第２の速度とに交互に切り替えながら、イメージセンサによる連続した撮影を行う。そして、（ａ）イメージセンサによる撮影の被写体がバーコードである場合には、受信機１２１０ａは、シャッター速度が第１の速度であるときの撮影によって、バーコードが映っている画像を取得し、その画像に映っているバーコードをデコードすることによって、バーコード識別子を取得する。また、（ｂ）イメージセンサによる撮影の被写体が光源（例えばデジタルサイネージなど）である場合には、受信機１２１０ａは、シャッター速度が第２の速度であるときの撮影によって、イメージセンサに含まれる複数の露光ラインのそれぞれに対応する輝線を含む画像である輝線画像を取得する。そして、受信機１２１０ａは、取得された輝線画像に含まれる複数の輝線のパターンをデコードすることによって可視光信号を可視光識別子として取得する。さらに、この受信機１２１０ａは、シャッター速度が第１の速度であるときの撮影によって得られる画像を表示する。

【１４０２】

このような本実施の形態における受信機１２１０ａでは、バーコード認識処理と可視光認識処理とを切り替えて行うことによって、バーコードのデコードを行うとともに、可視光信号を受信することができる。さらに、切り替えによって、消費電力を抑えることができる。

【１４０３】

本実施の形態における受信機は、バーコード認識処理の代わりに画像認識処理を可視光処理と同時に行ってもよい。

【１４０４】

図３１０Ａは、本実施の形態における受信機の他の動作を説明するための図である。

【１４０５】

本実施の形態における受信機１２１０ｂは、イメージセンサによる連続した撮影を行う際に、例えばフレーム単位でシャッター速度を高速と低速とに切り替える。さらに、受信機１２１０ｂは、その撮影によって得られる画像（フレーム）に対して、画像認識処理と上述の可視光認識処理とを同時に実行する。画像認識処理は、低速のシャッター速度によって得られるフレームに映っている被写体を認識する処理である。

【１４０６】

このような受信機１２１０ｂは、映像入力部１２１１と、画像認識部１２１２ｃと、可視光認識部１２１２ｂと、出力部１２１５とを備えている。

【１４０７】

映像入力部１２１１は、イメージセンサを備え、イメージセンサによる撮影のシャッター速度を切り替える。つまり、映像入力部１２１１は、例えばフレームン単位でシャッター速度を低速と高速とに交互に切り替える。より具体的には、映像入力部１２１１は、奇数番目のフレームに対してはシャッター速度を高速に切り替え、偶数番目のフレームに対してはシャッター速度を低速に切り替える。低速のシャッター速度の撮影は、上述の通常撮影モードによる撮影であって、高速のシャッター速度の撮影は、上述の可視光通信モードによる撮影である。つまり、シャッター速度が低速の場合には、イメージセンサに含まれる各露光ラインの露光時間は長く、被写体が映し出された通常撮影画像がフレームとし

て得られる。また、シャッター速度が高速の場合には、イメージセンサに含まれる各露光ラインの露光時間は短く、上述の輝線が映し出された可視光通信画像がフレームとして得られる。

【１４０８】

画像認識部１２１２ｃは、低速のシャッター速度の撮影によって得られたフレームに現れている被写体を認識するとともに、その被写体のフレーム内の位置を特定する。画像認識部１２１２ｃは、認識の結果、その被写体がＡＲ（Ａｕｇｍｅｎｔｅｄ　Ｒｅａｌｉｔｙ）の対象とされるもの（以下、ＡＲ対象物という）か否かを判断する。そして、画像認識部１２１２ｃは、被写体がＡＲ対象物であると判断すると、その被写体に関する情報を表示するためのデータ（例えば、被写体の位置およびＡＲマーカーなど）である画像認識データを生成し、そのＡＲマーカーを出力部１２１５に出力する。

【１４０９】

出力部１２１５は、上述の出力部１２１３と同様に、低速のシャッター速度の撮影によって得られたフレームのみを表示する。したがって、映像入力部１２１１による撮影の被写体が、可視光信号を送信するデジタルサイネージなどである場合には、出力部１２１３は、輝線のパターンを表示することなく、そのデジタルサイネージの像を表示する。さらに、出力部１２１５は、画像認識部１２１２ｃから画像認識データを取得すると、画像認識データによって示されるフレーム内の被写体の位置に基づいて、その被写体を囲む白い枠状のインジケータをそのフレームに重畳する。

【１４１０】

図３１０Ｂは、出力部１２１５によって表示されるインジケータの例を示す図である。

【１４１１】

出力部１２１５は、例えばデジタルサイネージとして構成された被写体の像１２１５ａを囲む白い枠状のインジケータ１２１５ｂをフレームに重畳する。つまり、出力部１２１５は、画像認識された被写体を示すインジケータ１２１５ｂを表示する。さらに、出力部１２１５は、可視光認識部１２１２ｂから可視光識別子を取得すると、そのインジケータ１２１５ｂの色を例えば白から赤色に変更する。

【１４１２】

図３１０Ｃは、ＡＲの表示例を示す図である。

【１４１３】

出力部１２１５は、さらに、その可視光識別子に対応付けられている、被写体に関する情報を関連情報として例えばサーバなどから取得する。出力部１２１５は、画像認識データによって示されるＡＲマーカー１２１５ｃに関連情報を記載し、関連情報が記載されたＡＲマーカー１２１５ｃを、フレーム内の被写体の像１２１５ａに関連付けて表示する。

【１４１４】

このような本実施の形態における受信機１２１０ｂでは、画像認識処理と可視光認識処理とを同時に行うことによって、可視光通信を利用したＡＲを実現することができる。なお、図３１０Ａに示す受信機１２１０ａも、受信機１２１０ｂと同様に、図３１０Ｂに示すインジケータ１２１５ｂを表示してもよい。この場合、受信機１２１０ａは、低速のシャッター速度の撮影によって得られたフレームにおいてバーコードが認識されると、そのバーコードを囲む白い枠状のインジケータ１２１５ｂを表示する。そして、受信機１２１０ａは、そのバーコードがデコードされると、そのインジケータ１２１５ｂの色を白色から赤色に変更する。同様に、受信機１２１０ａは、高速のシャッター速度の撮影によって得られたフレームにおいて輝線のパターンが認識されると、その輝線のパターンがある部位に対応する、低速フレーム内の部位を特定する。例えば、デジタルサイネージが可視光信号を送信している場合には、低速フレーム内のデジタルサイネージの像が特定される。なお、低速フレームとは、低速のシャッター速度の撮影によって得られたフレームである。そして、受信機１２１０ａは、低速フレーム内における特定された部位（例えば、上述のデジタルサイネージの像）を囲む白い枠状のインジケータ１２１５ｂを低速フレームに重畳して表示する。そして、受信機１２１０ａは、その輝線のパターンがデコードされる

と、そのインジケータ１２１５ｂの色を白色から赤色に変更する。

【１４１５】

図３１１Ａは、本実施の形態における送信機の一例を説明するための図である。

【１４１６】

本実施の形態における送信機１２２０ａは、送信機１２３０と同期して可視光信号を送信する。つまり、送信機１２２０ａは、送信機１２３０が可視光信号を送信するタイミングで、その可視光信号と同一の可視光信号を送信する。なお、送信機１２３０は、発光部１２３１を備え、その発光部１２３１が輝度変化することによって、可視光信号を送信する。

【１４１７】

このような送信機１２２０ａは、受光部１２２１と、信号解析部１２２２と、送信クロック調整部１２２３ａと、発光部１２２４とを備える。発光部１２２４は、送信機１２３０から送信される可視光信号と同一の可視光信号を輝度変化によって送信する。受光部１２２１は、送信機１２３０からの可視光を受光することによって、送信機１２３０から可視光信号を受信する。信号解析部１２２２は、受光部１２２１によって受信された可視光信号を解析し、その解析結果を送信クロック調整部１２２３ａに送信する。送信クロック調整部１２２３ａは、その解析結果に基づいて、発光部１２２４から送信される可視光信号のタイミングを調整する。つまり、送信クロック調整部１２２３ａは、送信機１２３０の発光部１２３１から可視光信号が送信されるタイミングと、発光部１２２４から可視光信号が送信されるタイミングとが一致するように、発光部１２２４による輝度変化のタイミングを調整する。

【１４１８】

これにより、送信機１２２０ａによって送信される可視光信号の波形と、送信機１２３０によって送信される可視光信号の波形とをタイミング的に一致させることができる。

【１４１９】

図３１１Ｂは、本実施の形態における送信機の他の例を説明するための図である。

【１４２０】

本実施の形態における送信機１２２０ｂは、送信機１２２０ａと同様に、送信機１２３０と同期して可視光信号を送信する。つまり、送信機１２００ｂは、送信機１２３０が可視光信号を送信するタイミングで、その可視光信号と同一の可視光信号を送信する。

【１４２１】

このような送信機１２２０ｂは、第１の受光部１２２１ａと、第２の受光部１２２１ｂと、比較部１２２５と、送信クロック調整部１２２３ｂと、発光部１２２４とを備える。

【１４２２】

第１の受光部１２２１ａは、受光部１２２１と同様に、送信機１２３０からの可視光を受光することによって、その送信機１２３０から可視光信号を受信する。第２の受光部１２２１ｂは、発光部１２２４からの可視光を受光する。比較部１２２５は、第１の受光部１２２１ａによって可視光が受光された第１のタイミングと、第２の受光部１２２１ｂによって可視光が受光された第２のタイミングとを比較する。そして、比較部１２２５は、その第１のタイミングと第２のタイミングとの差（つまり遅延時間）を送信クロック調整部１２２３ｂに出力する。送信クロック調整部１２２３ｂは、その遅延時間が縮まるように、発光部１２２４から送信される可視光信号のタイミングを調整する。

【１４２３】

これにより、送信機１２２０ｂによって送信される可視光信号の波形と、送信機１２３０によって送信される可視光信号の波形とをタイミング的により正確に一致させることができる。

【１４２４】

なお、図３１１Ａおよび図３１１Ｂに示す例では、２つの送信機が同じ可視光信号を送信したが、異なる可視光信号を送信してもよい。つまり、２つの送信機は、同じ可視光信号を送信するときには、上述のように同期をとって送信する。そして、２つの送信機は、

異なる可視光信号を送信するときには、２つの送信機のうちの一方の送信機のみが可視光信号を送信し、その間、他方の送信機は一様に点灯または消灯する。その後、一方の送信機は一様に点灯または消灯し、その間、他方の送信機のみが可視光信号を送信する。なお、２つの送信機が、互いに異なる可視光信号を同時に送信してもよい。

【１４２５】

図３１２Ａは、本実施の形態における複数の送信機による同期送信の一例を説明するための図である。

【１４２６】

本実施の形態における複数の送信機１２２０は、図３１２Ａに示すように、例えば一列に配列される。なお、これらの送信機１２２０は、図３１１Ａに示す送信機１２２０ａまたは図３１１Ｂに示す送信機１２２０ｂと同一の構成を有する。このような複数の送信機１２２０のそれぞれは、両隣の送信機１２２０のうちの一方の送信機１２２０と同期して可視光信号を送信する。

【１４２７】

これにより、多くの送信機が可視光信号を同期して送信することができる。

【１４２８】

図３１２Ｂは、本実施の形態における複数の送信機による同期送信の一例を説明するための図である。

【１４２９】

本実施の形態における複数の送信機１２２０のうちの１つの送信機１２２０は、可視光信号の同期をとるための基準となり、残りの複数の送信機１２２０は、その基準に合わせるように可視光信号を送信する。

【１４３０】

これにより、多くの送信機が可視光信号をより正確に同期して送信することができる。

【１４３１】

図３１３は、本実施の形態における複数の送信機による同期送信の他の例を説明するための図である。

【１４３２】

本実施の形態における複数の送信機１２４０のそれぞれは、同期信号を受信し、その同期信号に応じて可視光信号を送信する。これにより、複数の送信機１２４０のそれぞれから可視光信号が同期して送信される。

【１４３３】

具体的には、複数の送信機１２４０のそれぞれは、制御部１２４１と、同期制御部１２４２と、フォトカプラ１２４３と、ＬＥＤドライブ回路１２４４と、ＬＥＤ１２４５と、フォトダイオード１２４６とを備える。

【１４３４】

制御部１２４１は、同期信号を受信し、その同期信号を同期制御部１２４２に出力する。

【１４３５】

ＬＥＤ１２４５は、可視光を放出する光源であって、ＬＥＤドライブ回路１２４４による制御に応じて明滅（つまり輝度変化）する。これにより、可視光信号がＬＥＤ１２４５から送信機１２４０の外に送信される。

【１４３６】

フォトカプラ１２４３は、同期制御部１２４２とＬＥＤドライブ回路１２４４との間を電気的に絶縁しながら、その間で信号を伝達する。具体的には、フォトカプラ１２４３は、同期制御部１２４２から送信される後述の送信開始信号をＬＥＤドライブ回路１２４４に伝達する。

【１４３７】

ＬＥＤドライブ回路１２４４は、同期制御部１２４２からフォトカプラ１２４３を介して送信開始信号を受信すると、その送信開始信号を受信したタイミングで、可視光信号の

送信をＬＥＤ１２４５に開始させる。
【１４３８】
フォトダイオード１２４６は、ＬＥＤ１２４５から放たれる可視光を検出し、可視光を検出したことを示す検出信号を同期制御部１２４２に出力する。
【１４３９】
同期制御部１２４２は、同期信号を制御部１２４１から受信すると、送信開始信号を、フォトカプラ１２４３を介してＬＥＤドライブ回路１２４４に送信する。この送信開始信号が送信されることによって、可視光信号の送信が開始される。また、同期制御部１２４２は、その可視光信号の送信によってフォトダイオード１２４６から検出信号を受信すると、その検出信号を受信したタイミングと、制御部１２４１から同期信号を受信したタイミングとの差である遅延時間を算出する。同期制御部１２４２は、次の同期信号を制御部１２４１から受信すると、その算出された遅延時間に基づいて、次の送信開始信号を送信するタイミングを調整する。つまり、同期制御部１２４２は、次の同期信号に対する遅延時間が予め定められた設定遅延時間になるように、次の送信開始信号を送信するタイミングを調整する。これにより、同期制御部１２４２は、その調整されたタイミングで、次の送信開始信号を送信する。
【１４４０】
図３１４は、送信機１２４０における信号処理を説明するための図である。
【１４４１】
同期制御部１２４２は、同期信号を受信すると、所定のタイミングに遅延時間設定パルスが発生する遅延時間設定信号を生成する。なお、同期信号を受信するとは、具体的には同期パルスを受信することである。つまり、同期制御部１２４２は、同期パルスの立ち下がりから、上述の設定遅延時間だけ経過したタイミングに遅延時間設定パルスが立ち上がるように遅延時間設定信号を生成する。
【１４４２】
そして、同期制御部１２４２は、同期パルスの立ち下がりから、前回に得られた補正値Ｎだけ遅れたタイミングで送信開始信号を、フォトカプラ１２４３を介してＬＥＤドライブ回路１２４４に送信する。その結果、ＬＥＤドライブ回路１２４４によってＬＥＤ１２４５から可視光信号が送信される。ここで、同期制御部１２４２は、同期パルスの立ち下がりから、固有遅延時間と補正値Ｎとの和だけ遅れたタイミングで、フォトダイオード１２４６から検出信号を受信する。つまり、そのタイミングから可視光信号の送信が開始される。以下、そのタイミングを送信開始タイミングという。なお、上述の固有遅延時間は、フォトカプラ１２４３などの回路に起因する遅延時間であり、同期制御部１２４２が同期信号を受信してすぐに送信開始信号を送信しても発生する遅延時間である。
【１４４３】
同期制御部１２４２は、送信開始タイミングから遅延時間設定パルスの立ち上がりまでの時間差を、修正補正値Ｎとして特定する。そして、同期制御部１２４２は、補正値（Ｎ＋１）を、補正値（Ｎ＋１）＝補正値Ｎ＋修正補正値Ｎによって算出して保持しておく。これにより、同期制御部１２４２は、次の同期信号（同期パルス）を受信したときには、その同期パルスの立ち下がりから、補正値（Ｎ＋１）だけ遅れたタイミングで送信開始信号をＬＥＤドライブ回路１２４４に送信する。なお、修正補正値Ｎは正の値だけでなく負の値にも成り得る。
【１４４４】
これにより、複数の送信機１２４０のそれぞれは、同期信号（同期パルス）を受信してから、設定遅延時間経過後に可視光信号を送信するため、正確に同期して可視光信号を送信することができる。つまり、複数の送信機１２４０のそれぞれで、フォトカプラ１２４３などの回路に起因する固有遅延時間にばらつきがあったとしても、そのばらつきに影響を受けることなく、複数の送信機１２４０のそれぞれからの可視光信号の送信を正確に同期させることができる。
【１４４５】

なお、ＬＥＤドライブ回路は、大きな電力を消費するものであり、同期信号を扱う制御回路からはフォトカプラなどを用いて電気的に絶縁される。したがって、このようなフォトカプラが用いられる場合には、上述の固有遅延時間のばらつきによって、複数の送信機からの可視光信号の送信を同期させることが難しい。しかし、本実施の形態における複数の送信機１２４０では、フォトダイオード１２４６によってＬＥＤ１２４５の発光タイミングが検知され、同期制御部１２４２によって同期信号からの遅延時間が検知され、その遅延時間が予め設定された遅延時間（上述の設定遅延時間）になるように調整される。これにより、それぞれ例えばＬＥＤ照明として構成される複数の送信機に備えられるフォトカプラに、個体ばらつきがあっても、複数のＬＥＤ照明から可視光信号（例えば可視光ＩＤ）を高精度に同期した状態で送信させることができる。

【１４４６】

なお、可視光信号送信期間以外はＬＥＤ照明を点灯させても、消灯させても良い。前期可視光信号送信期間以外を点灯させる場合は、可視光信号の最初の立下りエッジを検出すればよい。前記可視光信号送信期間以外を消灯させる場合は、可視光信号の最初の立ち上がりエッジを検出すればよい。

【１４４７】

なお、上述の例では、送信機１２４０は、同期信号を受信するたびに、可視光信号を送信するが、同期信号を受信しなくても、可視光信号を送信してもよい。つまり、送信機１２４０は、同期信号の受信に応じて可視光信号を一度送信すれば、同期信号を受信しなくても可視光信号を順次送信してもよい。具体的には、送信機１２４０は、同期信号の一度の受信に対して、可視光信号の送信を２～数千回、順次行ってもよい。また、送信機１２４０は、１００ｍ秒に１回の割合または数秒に１回の割合で、同期信号に応じた可視光信号の送信を行ってもよい。

【１４４８】

また、同期信号に応じた可視光信号の送信が繰り返し行われるときには、上述の設定遅延時間によってＬＥＤ１２４５の発光の連続性が失われる可能性がある。つまり、少し長いブランキング期間が発生する可能性がある。その結果、ＬＥＤ１２４５の点滅が人に視認されてしまい、いわゆるフリッカが発生する可能性がある。そこで、送信機１２４０は、６０Ｈｚ以上の周期で、同期信号に応じた可視光信号の送信を行ってもよい。これにより、点滅が高速に行われ、その点滅は人に視認され難くなる。その結果、フリッカの発生を抑えることができる。または、送信機１２４０は、例えば数分に１回の周期などの十分に長い周期で、同期信号に応じた可視光信号の送信を行ってもよい。これにより、点滅が人に視認されてしまうが、点滅が繰り返し連続して視認されることを防止することができ、フリッカが人に与える不快感を軽減することができる。

【１４４９】

（受信方法の前処理）

図３１５は、本実施の形態における受信方法の一例を示すフローチャートである。また、図３１６は、本実施の形態における受信方法の一例を説明するための説明図である。

【１４５０】

まず、受信機は、露光ラインに平行な方向に配列されている複数の画素のそれぞれの画素値の平均値を計算する（ステップＳ１２１１）。中心極限定理により、Ｎ個の画素の画素値を平均すると、ノイズ量の期待値はＮのマイナス１／２乗になり、ＳＮ比が改善する。

【１４５１】

次に、受信機は、全ての色のそれぞれで、画素値が垂直方向に同じ変化をしている部分のみ残し、異なる変化をしている部分では画素値の変化を取り除く（ステップＳ１２１２）。送信機に備えられている発光部の輝度によって送信信号（可視光信号）が表現される場合、送信機である照明やディスプレイのバックライトの輝度が変化する。この際には、図３１６の（ｂ）の部分のように、全ての色のそれぞれで画素値が同じ方向に変化する。図３１６の（ａ）および（ｃ）の部分では、各色で画素値が異なる変化をしている。これ

らの部分では、受信ノイズあるいは、ディスプレイまたはサイネージの絵によって画素値が変動しているため、これらの変動を取り除くことで、ＳＮ比を改善することができる。

【１４５２】

次に、受信機は、輝度値を求める（ステップＳ１２１３）。輝度は色による変化を受けづらいため、ディスプレイまたはサイネージの絵による影響を排除することができ、ＳＮ比を改善することができる。

【１４５３】

次に、受信機は、輝度値をローパスフィルタにかける（ステップＳ１２１４）。本実施の形態における受信方法では、露光時間の長さによる移動平均フィルタがかけられているため、高周波数領域にはほとんど信号は含まれておらず、ノイズが支配的となる。そのため、高周波数領域をカットするローパスフィルタを用いることで、ＳＮ比を改善することができる。露光時間の逆数までの周波数までは信号成分が多いため、それ以上の周波数を遮断することで、ＳＮ比の改善の効果を大きくすることができる。信号に含まれている周波数成分が有限である場合は、その周波数より高い周波数を遮断することで、ＳＮ比を改善することができる。ローパスフィルタには、周波数振動成分を含まないフィルタ（バタワースフィルタ等）が適している。

【１４５４】

（畳み込み最尤復号による受信方法）

図３１７は、本実施の形態における受信方法の他の例を示すフローチャートである。また、図３１８および図３１９は、本実施の形態における受信方法の他の例を説明するための図である。以下、これらの図を用いて、露光時間が送信周期より長い場合の受信方法について説明する。

【１４５５】

露光時間が送信周期の整数倍である場合に、最も精度よく受信を行うことができる。整数倍でない場合であっても、（Ｎ±０．３３）倍（Ｎは整数）程度の範囲であれば受信を行うことができる。

【１４５６】

まず、受信機は、送受信オフセットを０に設定する（ステップＳ１２２１）。送受信オフセットとは、送信のタイミングと受信のタイミングのズレを修正するための値である。このズレは不明であるため、受信機は、その送受信オフセットの候補となる値を少しずつ変化させて、最も辻褄が合う値を送受信オフセットに採用する。

【１４５７】

次に、受信機は、送受信オフセットが送信周期未満であるか否かを判定する（ステップＳ１２２２）。ここで、受信の周期と送信周期は同期していないため、送信周期に合わせた受信値が得られているとは限らない。そのため、受信機は、ステップＳ１２２２で、送信周期未満であると判定すると（ステップＳ１２２２のＹ）、その近辺の受信値を用いて、送信周期ごとに、送信周期に合わせた受信値（例えば画素値）を補間によって計算する（ステップＳ１２２３）。補間方法には、線形補間、最近傍値、またはスプライン補間等を用いることができる。次に、受信機は、送信周期毎に求めた受信値の差分を求める（ステップＳ１２２４）。

【１４５８】

図３１８には、露光時間が送信周期の３倍であり、送信信号が０か１の２値の場合の例が示されている。ある時点の受信値は、３つの送信信号を加算した値となっている。次の時点の受信値との差を求めることで、新しく受信した信号の値を求めることができる。このとき、受信値の差にはノイズが含まれるため、どちらの信号を受信したのかははっきりとはわからない。そこで、受信機は、どちらの信号であったのかの確率（推定尤度）を計算する（ステップＳ１２２５）。送信信号をｘ、受信値の差をｙとすると、この確率は条件付き確率Ｐ（ｘ｜ｙ）で現すことができる。ただし、Ｐ（ｘ｜ｙ）は求めづらいため、受信機は、ベイズの法則を用いてＰ（ｘ｜ｙ）∝Ｐ（ｙ｜ｘ）Ｐ（ｘ）の右辺の値を用いて計算を行う。

【１４５９】
全ての受信値に対してこの計算を行うことが考えられる。受信値の数がＮ個のとき、畳み込み状態の遷移のパターンは２のＮ乗とおり存在し、ＮＰ困難であるが、ビタビアルゴリズムを用いて計算することで、効率的に計算することができる。
【１４６０】
図３１９の状態遷移経路のうちのほとんどは、送信フォーマットに適合しない経路となっている。そのため、状態遷移を行うたびにフォーマットチェックを行い、送信フォーマットに適合しない経路である場合は、その経路である尤度を０とすることで、正しい受信信号を推定できる精度を向上させることができる。
【１４６１】
受信機は、送受信オフセットに所定の値を加え（ステップＳ１２２６）、ステップＳ１２２２からの処理を繰り返し実行する。また、受信機は、ステップＳ１２２２で、送信周期未満でないと判定すると（ステップＳ１２２２のＮ）、各送受信オフセットに対して計算された受信信号の尤度のうち最も高い尤度を特定する。そして、受信機は、その最も高い尤度が所定の値以上か否かを判定する（ステップＳ１２２７）。所定の値以上と判定すると（ステップＳ１２２７のＹ）、受信機は、最も尤度が高かった受信信号を最終的な推定結果として用いる。または、受信機は、最も高かった尤度から所定の値を引いた値以上の尤度を持つ受信信号を受信信号候補として用いる（ステップＳ１２２８）。一方、ステップＳ１２２７において、最も高い尤度が所定の値未満と判定すると（ステップＳ１２２７のＮ）、受信機は、推定結果を破棄する（ステップＳ１２２９）。
【１４６２】
ノイズが多すぎる場合には受信信号の推定が適切にできないことが多く、同時に尤度が低くなる。したがって、尤度が低い場合には推定結果を破棄することで、受信信号の信頼性を向上させることができる。また、入力画像に有効な信号が含まれていない場合でも、最尤復号では有効な信号を推定結果として出力してしまうという問題がある。しかし、この場合も尤度が低くなるため、尤度が低い場合は推定結果を破棄することで、この問題を回避することもできる。
【１４６３】
（実施の形態１６）
［１　はじめに］
従来の可視光通信方式には、受光デバイスとして汎用のイメージセンサを用いる方式と、フォトセンサまたは特殊な高速イメージセンサを用いる方式がある。前者の方式には、例えば、カシオ計算機株式会社の「ピカピカメラ（登録商標）」がある。多くの汎用イメージセンサの撮像フレームレートは３０ｆｐｓが上限であるため、送信する光源の輝度変化はこれ以下の周波数である必要がある。このような遅い周波数の輝度変化は人間の目にも見えてしまうため、照明を送信機にすることはできず、専用の送信機を用いる必要がある。後者の方式には、ＩＥＥＥ８０２．１５．７や、ＣＰ１２２３がある。これらの方式で用いられる変調周波数は９．６ｋＨｚ以上と高く、人間の目には一様に点灯しているように見えるため、照明を送信機として用いることが可能である。しかし、専用の受信デバイスが必要であるため、スマートフォンで受信することができないという点が、普及の妨げとなっている。
【１４６４】
我々は、今日のスマートフォンに搭載されている汎用のイメージセンサを受信デバイスとして用い、人間の目に映らない速さで変調された信号を受信可能な方式を開発した。ＣＭＯＳ型イメージセンサは、ＣＣＤ型イメージセンサと比べ、高速応答性、高集積、低消費電力、低電圧駆動といった面で優れており、ほぼすべてのスマートフォンやデジタルカメラに採用されている。ＣＭＯＳ型イメージセンサの撮像方式は、画像の１ライン毎に順々に露光していくラインスキャン方式であり、移動物体を撮像した際に画像に歪みを生じさせる原因として知られている。我々は、このラインスキャン方式の特性を利用し、露光時間を適切に設定することで、従来の１０００倍である３０ｋＨｚ以上の頻度でサンプリ

ングを行う方法（Ｌｉｎｅ　Ｓｃａｎ　Ｓａｍｐｌｉｎｇ，ＬＳＳ）を開発した。また、この方式に適した変調方式を考案して照明やディスプレイに実装した。市販されているスマートフォンにＬＳＳによる受信方式を実装し、１０ｋＨｚ以上で変調された信号が受信可能であることを確認した。

【１４６５】

［２　ラインスキャンサンプリング］

ＣＭＯＳイメージセンサは、以下の手順で、受光した光を画素値に変換し、１次元のデータとして読み出される。

【１４６６】

１．　画素内のフォトダイオードが露光されることで、露光量に応じた電荷が生じ、この電荷は増幅器で電圧に変換される。

【１４６７】

２．　電圧は行選択スイッチによって垂直信号線に送られる。ここで、固定パターンノイズが取り除かれ、一時的に保存される。

【１４６８】

３．　列選択スイッチによって水平信号線に順に送られ、１次元のデータとして読み出される。

【１４６９】

今日スマートフォンやデジタルカメラに用いられているイメージセンサは高度に微細化されており、各画素はメモリを搭載していない。そのため、１での露光はすべての画素で同時に行われるのではなく、行ごとに順々に行われる２のタイミングに合わせ、順々にて行われる。すなわち、露光の開始・終了は、行ごとに少しずつ異なるタイミングで行われるため、ＣＭＯＳイメージセンサで撮像した画像は、行ごとに異なる時刻の像を写している。この仕組を利用することで、撮像フレーム毎のサンプリングよりもはるかに高速に送信機の輝度の変化をサンプリングすることができる。同時に露光する画素のラインを、露光ラインと呼ぶ。

【１４７０】

図３２０は、１０ｋＨｚの変調周波数で変調された信号を、露光時間を１／１００、１／１，０００、１／１０，０００と変えて撮像した図である。撮像画像の画素値は、露光時間内の撮像対象の輝度の積分値に、レンズの明るさや感度設定値によって定まる値を乗じた値として得られる。通常、室内で撮影を行う場合は、１／３０～１／２００程度の露光時間が用いられる。露光時間Ｔｅが変調周期Ｔｓと比べて十分長い場合は、最も明るい期間をとらえた露光ラインと最も暗い期間をとらえた露光ラインとの輝度の差は、Ｔｓ／Ｔｅと近似することができる。Ｔｅ＝１／１００秒、Ｔｓ＝１／１０，０００秒（１０ｋＨｚ）のとき、画素値の差はわずか１％になる。そのため、通常の条件で撮影された写真ではこの点滅は認識されない。しかし、図３２０の（ｃ）のように、露光時間を短くすると点滅の様子が露光ラインの画素値としてはっきりと現れる。露光時間を短くすることで、高い周波数の輝度変化を捉えることができる。

【１４７１】

ＣＭＯＳイメージセンサの全てのフォトダイオードが撮像に直接用いられるわけではない。オプティカルブラック部分は遮光されており、有効画素の出力電位からこの部分の出力電位を減算することで、熱雑音による暗電流をキャンセルするという働きをする。また、設計上の都合で存在する無効部分も存在する。また、有効画素は４：３に近い縦横比で構成されることが多いが、撮像画像の大きさを１６：９に設定した場合は、有効画素部分の上下が切り取られるため、結果的に無効部分と同様の扱いになる。イメージセンサは、有効画素だけではなく、オプティカルブラック、無効部分も含めて行ごとに順次読み出しを行うため、画像のボトムラインを撮像してから次の画像のトップラインを撮像するまでの間には、オプティカルブラックと無効部分を露光する時間分の時間差が存在する。この時間をブランキングタイムと呼ぶ。

【１４７２】

ＬＳＳで光源の輝度変化をサンプルできる時間は、光源が撮像されているＥｘｐｏｓｕｒｅ　ｌｉｎｅが露光している時間だけである。この様子を図３２１に示す。また、仮に光源が画面いっぱいに写されていたとしても、前述のブランキングタイムが存在するため、サンプルは非連続となる。そのため、信号受信は非連続となることを前提に、ＬＳＳに適したプロトコルで信号送信を行う必要がある。なお、今日のスマートフォンにはこのような機能はないが、図３２２に示すように、光源位置を特定してその部分のみを撮像するように設定することができれば、連続受信が可能となり、通信効率を飛躍的に増加させることが出来る。

【１４７３】

サンプリング周波数撮像周波数を３０ｆｐｓ、画像の縦サイズを１０８０ピクセルとすると、ＬＳＳによるサンプル回数は毎秒３０×１，０８０＝３２，４００回となるが、ブランキングタイムによりサンプルができない期間が存在するため、サンプリング周波数はこれより速くなる。ブランキングタイムは、機種ごとの設定や、フレームレートや画像解像度等の撮像条件によって異なるが、概ね１～１０ミリ秒の間であるため、サンプリング周波数は、約３３～４６ｋＨｚとなる。

【１４７４】

［３　送信機の条件］

照明光を可視光通信の光源として利用するためには、信号表現のための輝度変化が人間に知覚できないレベルである必要がある。そのためには、送信する信号にかかわらず平均輝度（実効輝度）が一定である必要がある。また、輝度変化の周波数が十分高速であるか、変化の割合が十分少ない必要がある。人間の知覚限界周波数はＣｒｉｔｉｃａｌ　Ｆｌｉｃｋｅｒ　Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ（ＣＦＦ）と呼ばれ、条件によって違いはあるものの、６０Ｈｚ程度であるとされている。ただし、これは周期的な点滅における限界であり、信号表現のための不規則変化においては、より高い変調周波数が必要になる。また、カメラやビデオカメラで撮像した際にも、輝度変化による影響が出てはならない。前述の通り、通常の撮影で用いられる範囲の露光時間設定では、輝度変化による影響は小さく、静止画では問題にならない。しかし、動画撮影の場合は、ＣＦＦよりも高い周波数の輝度変化であっても、走査線のような影が知覚されることがある。これは、動画撮影のフレーム周波数と信号周波数のズレのエイリアスが原因であり、この影響を取り除くためには、ＣＦＦよりかなり高い周波数を用いるか、変化の割合を少なくする必要がある。

【１４７５】

照明の調光には、光源に流す電流量による制御（電流制御）と、発光している時間の長短による制御（ＰＷＭ制御）がある。信号表現のために輝度の変化を利用するため、ＰＷＭ制御は用いることができない。しかし、ディスプレイのバックライト等、従来ＰＷＭ制御を行っていたものを電流制御に変更するためには大幅な回路変更が必要となり、可視光通信の導入への障壁となってしまう。そのため、変調方式として、平均輝度を調整できる機能が含んでいることが望ましい。

【１４７６】

照明本来の機能として、輝度が高いほうが望ましい。光源となるＬＥＤの個数や耐圧は最高輝度によって決定されるため、最高輝度に対する実効輝度の割合（実効輝度レート、Ｅｆｆｅｃｔｉｖｅ　Ｌｕｍｉｎａｎｃｅ　Ｒａｔｅ（ＥＬＲ））が高くなる変調方式が望ましい。

【１４７７】

ディスプレイのバックライトの輝度を制御することで、ディスプレイから信号を送信することができる。ただし、照明を送信機とする場合に比べ、以下の点に注意する必要がある。光源の輝度が低いため、ＳＮ比が低い。スクリーンの絵がノイズとなる、また、絵が暗い場合はＳＮ比がさらに低下する動画の解像感の向上のため、液晶の透過率を変更している間はバックライトをオフにする必要がある。画面のリフレッシュレートは、グレードの高い製品ほど高く、現在の製品では最高２４０Ｈｚである。この場合、１／２４０秒単位で断続的に信号は送信される。

【１４７８】
［４　ＬＳＳに適した変調方式］
ＬＳＳの最も大きな特徴は、受信が非連続であることである。非連続受信に対応した変調方法には、ｓｍａｌｌ　ｓｙｍｂｏｌ方式とｌａｒｇｅ　ｓｙｍｂｏｌ方式がある。
【１４７９】
［４．１　Ｌａｒｇｅ　ｓｙｍｂｏｌ方式］
Ｌａｒｇｅ　ｓｙｍｂｏｌ方式では、シンボルの送信時間が画像撮像周期よりも長い、一様なシンボルを用いる。なお、一様なシンボルとは、周波数変調シンボルのように、シンボルのどの部分でも一部を受信すれば信号を復号可能なシンボルを指す。受信機は、一枚の画像あたり一つのシンボルを受信し、複数の画像から受信したシンボルを連結することで、通信データを復元する。１画像あたり１シンボルを受信する方法は、従来のイメージセンサ受信方式と類似しているが、この方式は、１シンボルあたりの情報量がはるかに多いことと、人間には光源の点滅が視認できない点に違いが有る。受信データを受信した順に繋げることで通信データを復元するとすることも可能であるが、例えば、受信機の処理負荷等の影響で撮像フレームの処理がドロップした場合には正常に復元することができず、信頼性に欠ける。信号の一部をアドレスの表現に用いることで、上記のような場合でも正常にデータを受信することが出来る。
【１４８０】
周波数変調による符号化信号は、信号が一様であり、また、シンボルあたりの情報量が多く、Ｌａｒｇｅ　ｓｙｍｂｏｌ方式の符号として適している。オンオフ制御による周波数変調の例を図３２３の（ｂ）に示す。単純な周波数変調では、実効輝度レートは５０％であるが、１周期の時間を固定し、輝度が高い時間を多くとることで、実効輝度レートを上げることができる。図３２３の（ｂ）および（ｃ）は、同一周波数で異なるＥＬＲの信号を周波数解析した例であり、基本周波数から信号の表す周波数を認識できることがわかる。
【１４８１】
ＬＳＳによる信号のサンプリングは、露光期間中の輝度の平均値となるため、露光時間の長さの移動平均フィルタがかかることになる。このフィルタの周波数特性を図３２４に示す。そのため、受信機の露光時間は一定に保つ必要画あり、かつ、ここで遮断される周波数は使用できないことに注意する必要がある。
【１４８２】
［４．２　Ｓｍａｌｌ　ｓｙｍｂｏｌ方式］
Ｓｍａｌｌ　ｓｙｍｂｏｌ方式では、受信機は、一連の受信時間の間に複数のシンボルを受信し、複数の画像フレームで受信した部分をつなぎ合わせることで、通信データを復元する。送信信号の繰り返し周期が一定であれば、撮像フレームレートから非受信期間の時間の長さを計算して、受信部分を連結することもできるが、今日のスマートフォンの多くは、プロセッサの処理負荷や温度によって撮像フレームレートが変動させるという制御を行っているため、この方法は信頼性が低い。そこで、通信データを複数のパケットに分割し、パケットの境界を示すヘッダとパケット番号を示すアドレスを付加することで、非受信期間の長短に関わらず、受信したデータをつなぎ合わせることができる。また、前者の方法では、受信周期（撮像フレームレート）と送信周期の比が小さな整数で表される場合には、通信データの同じ部分しか受信できないという状況が発生するが、後者の方法では、パケットの送信順序をランダムにすることで、この問題を解決することができる。
【１４８３】
パルス位置変調や周波数変調はシンボル送信時間が短く、ＥＬＲを高くできるため、Ｓｍａｌｌ　ｓｙｍｂｏｌ方式に適している。
【１４８４】
パルス位置変調の中で輝度を一定に保つ符号化方式には、マンチェスタ符号とｆｏｕｒ　ｐｕｌｓｅ－ｐｏｓｉｔｉｏｎ　ｍｏｄｕ－ｌａｔｉｏｎ（４ＰＰＭ）符号がある（図３２５および図３２６）。いずれも符号化効率は５０％であるが、実効輝度レートはマン

チェスタ符号が５０％、４ＰＰＭ符号が７５％であり、４ＰＰＭ符号が優れている。図３２５は、４ＰＰＭ符号をベースとし、輝度調整に対応した符号化方式（ｖａｒｉａｂｌｅ　４ＰＰＭ，Ｖ４ＰＰＭ）である。この符号化方式により、実効輝度レートを２５％から７５％まで連続的に変化させることができる。また、信号の立ち上がり位置は輝度に関わらず一定であるため、受信側は、輝度設定値を意識せずに受信することが可能であるという特徴がある。マンチェスタ符号をベースにした輝度調整対応符号化方式として、ｖａｒｉａｂｌｅ　ＰＰＭ（ＶＰＰＭ）方式があるが、ＶＰＰＭ方式で実効輝度レートを２５％～７５％で変更可能とした場合、認識可能な最短パルス幅を基準に考えると、図３２７に示す通り、シンボル長の２５％のパルス幅が４ＰＰＭの１パルスの幅と同じ幅になる。このとき、Ｖ４ＰＰＭの符号化効率はＶＰＰＭの２倍となり、Ｖ４ＰＰＭが優れているといえる。

【１４８５】

離散コサイン変換などの周波数解析を行うことで、周波数変調されたシンボルを受信することができる。この方法は長い露光時間でも受信できるという利点がある。ただし、シンボルの順序の情報は失われるため、高調波を考慮した利用できる周波数の組み合わせは限られている。以下の実験では、Ｓｍａｌｌ　ｓｙｍｂｏｌ方式のシンボル変調方式としてＶ４ＰＰＭを用いる。

【１４８６】

［４．３　性能評価］

二つの変調方式の性能評価を行う。スマートフォンＰ－０３Ｅを受信機、液晶テレビＴＨ－Ｌ４７ＤＴ５を送信機とする。液晶の書換え時にはバックライトがオフにされる。液晶の書換え周波数は２４０Ｈｚであり、スタンダードモードでは７５％の期間バックライトが点灯するため、連続して信号を送信する時間は１，０００，０００／２４０×０．７５＝３，１２５マイクロ秒となる。露光時間を１／１０，０００とし、ディスプリのスクリーンに５０％グレーの画面を表示し、１ｋＨｚのオンオフ信号を送信した場合に、上記の送信機と受信機で計測したシグナルノイズパワーを図３２８の（ａ）に示す。以下の実験は、このＳＮ比を模したシミュレーション信号（図３２８の（ｂ））を用いて行った。また、受信信号は、露光ラインに水平な方向に２５６ピクセルの画素値を平均した値を用いた。以下の結果は、各条件における１，０００回の試行の結果である。

【１４８７】

Ｌａｒｇｅ　ｓｙｍｂｏｌ方式のシンボルとして、単一周波数のシンボルを用いる。実効輝度レートは５０％に近いほど受信誤りが低くなるが、Ｓｍａｌｌ　ｓｙｍｂｏｌ方式の実験で用いるＥＬＲと同じ７５％とする。受信信号は、露光ラインに垂直な方向の画素値の離散コサイン変換によって計算する。受信誤差（送信信号周波数と受信信号周波数の差）を図３２９Ａに示す。受信誤差は９ｋＨｚのあたりで急激に大きくなった。これは、図３２４に示したＬＳＳの移動平均フィルタにより、信号パワーが小さくなり、ノイズに埋もれてしまうためである。低い周波数領域で受信誤差が大きくなっているのは、送信期間中に少ない周期の信号しか送れないためである。各周波数マージンにおける受信エラー率を図３２９Ｂ～図３２９Ｆに示す。例えば、許容エラー率を５％とすると、１．６ｋＨｚから８ｋＨｚまでの範囲の周波数を５０Ｈｚステップで値を割り当てることができるため、（８，０００－１，６００）／５０＝１２８＝７ビットの情報を表現することができる。例えば、２ｂｉｔをアドレス、５ｂｉｔをデータとすると、２０ｂｉｔの情報を表現することができる。最速で４フレームの画像から通信データを復号できるため、３０ｆｐｓで撮像した場合の実効通信速度は１５０ｂｐｓになる。実際の用途では、受信エラーを検出するため、エラーチェックコードを含める必要がある。

【１４８８】

Ｓｍａｌｌ　ｓｙｍｂｏｌ方式のシンボルとして、Ｖ４ＰＰＭを用いた。各シンボルレートにおける受信成功率を図３３０に示す。ただし、この受信成功率は、１パケット中の全てのシンボルを正しく受信できた割合を示す。また、ここでいう変調周波数とは、１秒間に含まれる輝度変化の時間スロット数を示す。すなわち、１０ｋＨｚの変調周波数では

、２，５００のＶ４ＰＰＭシンボルを含む。許容エラー率を５％とすると、変調周波数は１０ｋＨｚとすることができる。連続送信期間全体を１パケットとすると、送信期間の最初がオン状態（輝度が高い状態）であればその境界が判断できるため、パケットの境界を示すヘッダは１スロットで示すことができる。そのため、１パケットには、以下の（式１）に示す数のＶ４ＰＰＭシンボルを含む。

【１４８９】

【数１】

$$\lfloor (0.003125 / (1/10{,}000) - 1)/4 \rfloor = 7 \qquad \cdots \text{（式１）}$$

【１４９０】

すなわち、１４ビットの情報を含む。２ビットをアドレス、１２ビットをデータに割り当てると、４８ビットの情報を表現することができる。撮像画像中の送信機が十分大きければ複数のパケットを受信できるため、全てのパケットが１画像から受信できた場合に実効通信速度は最大になり、３０ｆｐｓで撮像する場合は１，４４０ｂｐｓとなる。

【１４９１】

Ｓｍａｌｌ　ｓｙｍｂｏｌ方式のほうが表現できるビット数が大きいため、こちらを実装し、動作確認を行った。パケットの構成は前述の例の通りで、合成した４８ビットのデータ中に４ビットのＣＲＣコードを含めた。また、同じアドレスで異なるデータのパケットを受信した場合には、同じデータのパケットを受信した回数が多いデータを採用した。また、同じデータのパケットが同数の場合は、いずれかのデータが単独で最大数となるまで受信を続けた。ＣＲＣによるエラー検出がされた場合には、受信された全てのパケットを破棄するとした。送受信機間の距離は４ｍとした。この距離では、１画像内に少なくとも一つのパケットの画像が含まれる。２００回の試行において、平均受信時間が３５１ミリ秒であり、ＣＲＣエラーチェック後に残るエラーは発生しなかった。Ｎ種類のパケットを収集するために必要となるパケット受信回数の期待値は、以下の（式２）によって計算できる。

【１４９２】

【数２】

$$\sum_{r=1}^{N} N/r \qquad \cdots \text{（式２）}$$

【１４９３】

したがって、Ｎ＝４のとき、期待値は８．３３となる。そのため、受信がエラーがなく、１画像から１パケットの受信がなされるときの期待受信時間は８，３３×３３＝２７５ミリ秒となる。平均受信時間がこれより遅いのは、受信エラーのため複数のパケットの受信が必要になったためであり、パケット中にエラー検出コードを含める等の対策により受信エラーを減らすことで、受信時間を向上させることができる。

【１４９４】

［５　結論］

可視光通信とは、人間の目に見える可視光帯域の電磁波を用いた無線通信の一種である。照明が通信インフラになるという社会応用面から注目を帯びている。特徴として、電波法の認証が不要、生体に影響がなく安全、電磁波で他の機器に影響を与えない、発信源・通信経路が目に見えるため通信範囲が一目でわかる、不正な通信を防ぎやすい、遮蔽が容易、指向性が高く特定の相手とだけ通信できる、通信のエネルギーを照明と共用できる。また、ＷｉＦｉ等に代表される従来の無線通信と同様の双方向通信としての利用に加え、片方向通信を用いた標識としての利用方法が考えられている。例えば、天井照明から位置情報を発信することで、ＧＰＳが届かない屋内で位置を特定するといった応用が期待されている。

【１４９５】

本稿では、ＣＭＯＳ型イメージセンサのラインスキャン特性を利用した高速サンプリングを提案し、現行のスマートフォンで１０ｋＨｚの変調周波数で変調された信号を受信可

能であることを確認した。

【１４９６】

照明を送信機とした可視光信号をスマートフォンで受信できることで、様々な応用が考えられる。例えば、天井照明から位置情報を発信し、ＧＰＳが届かない屋内で位置を特定するといった応用が期待できる。また、看板を送信機とし、スマートフォンでクーポンを取得したり、空席情報を確認するといった応用が考えられる。

【１４９７】

本稿で提案した可視光通信方式は、照度センサ受信方式と比べ、スマートフォンを受信機とできることに加え、以下の様な優位性を持つ。受光する光を空間的に分離可能であるため、複数の送信機が近くに存在する場合でも、混信することなく、個別に信号を受信することができる。また、受光方向が特定できるため、光源との相対位置を計算することができる。すなわち、受信信号によって光源の絶対位置を取得することで、受信機の絶対位置を数ｃｍの精度で求めることができる。また、ディスプレイや看板を送信機とした通信を行うことができる。ディスプレイや看板は照明に比べて輝度・照度が低いため、フォトセンサで受信することは難しいが、イメージセンサ受信方式では、環境照度にかかわらず信号を受信することができる。また、ディスプレイは画面の動きがノイズ源となるが、イメージセンサ受信方式では、ノイズの少ない平坦な部分を選んでその部分から信号を受信することができる。

【１４９８】

今後は、受信アルゴリズムを改良し、さらなる通信性能向上について検討する予定である。また、本可視光通信方式の応用例を検討し、産業利用面での利用について実証していく予定である。

【１４９９】

（実施の形態１７）

本実施の形態では、上記各実施の形態における送信機として構成されるシステムであって、映像を表示するとともに可視光信号を送信する表示システムについて説明する。

【１５００】

図３３１は、本実施の形態における表示システムの構成を示すブロック図である。

【１５０１】

本実施の形態における表示システムは、映像信号を生成して送出する映像信号送出器１２５０と、映像を表示するとともに可視光信号を送信する映像表示器１２７０とを備える。

【１５０２】

映像信号送出器１２５０は、映像信号生成部１２５１と、可視光信号生成部１２５２と、可視光同期信号生成部１２５３と、映像規格信号送出部１２５４とを備えている。

【１５０３】

映像信号生成部１２５１は、映像信号を生成して映像規格信号送出部１２５４に出力する。可視光信号生成部１２５２は、可視光信号を電気信号として生成して映像規格信号送出部１２５４に出力する。可視光同期信号生成部１２５３は、可視光同期信号を生成して映像規格信号送出部１２５４に出力する。

【１５０４】

映像規格信号送出部１２５４は、上述のように生成された映像信号、可視光信号、および可視光同期信号を、映像規格伝送路群１２６０を介して映像表示器１２７０に出力する。

【１５０５】

映像表示器１２７０は、映像規格信号受信部１２７１と、映像表示部１２７２と、可視光信号発信部１２７３とを備えている。

【１５０６】

映像規格信号受信部１２７１は、映像規格信号送出部１２５４から映像規格伝送路群１２６０を介して、映像信号、可視光信号および可視光同期信号を受信する。そして、映像

規格信号受信部１２７１は、その映像信号を映像表示部１２７２に出力し、可視光信号および可視光同期信号を可視光信号発信部１２７３に出力する。

【１５０７】

映像表示部１２７２は、例えば液晶ディスプレイ、有機ＥＬディスプレイ、またはプラズマディスプレイなどを備え、映像規格信号受信部１２７１から映像信号を受信すると、その映像信号に応じた映像を表示する。また、映像表示器１２７０がプロジェクタなどである場合には、映像表示部１２７２は、光源および光学系を備えた投光機構からなり、映像規格信号受信部１２７１から映像信号を受信すると、その映像信号に応じた映像をスクリーンに投射する。

【１５０８】

可視光信号発信部１２７３は、映像規格信号受信部１２７１から可視光信号および可視光同期信号を取得する。また、可視光信号発信部１２７３は、可視光同期信号を受信すると、その受信したタイミングで、既に取得されている可視光信号に応じた明滅を映像表示部１２７２に開始させる。これにより、映像表示部１２７２は、映像を表示するとともに、輝度変化することによって可視光信号を光の信号として送信する。なお、可視光信号発信部１２７３は、ＬＥＤなどの光源を備えて、その光源を輝度変化させてもよい。

【１５０９】

図３３２は、映像規格信号送出部１２５４と映像規格信号受信部１２７１との間の送受信形態を示す図である。

【１５１０】

映像規格信号送出部１２５４は、映像規格伝送路群１２６０に含まれる複数の映像規格伝送路を使って、映像信号、可視光信号および可視光同期信号を、映像規格信号受信部１２７１に送出する。

【１５１１】

映像規格信号受信部１２７１は、映像信号、可視光信号および可視光同期信号を受信すると、映像信号および可視光信号の解釈よりも優先して、可視光同期信号を可視光信号発信部１２７３に出力する。これにより、映像信号および可視光信号の解釈によって可視光同期信号の出力が遅延してしまうことを抑えることができる。

【１５１２】

図３３３は、映像規格信号送出部１２５４と映像規格信号受信部１２７１との間の具体的な送受信形態の一例を示す図である。

【１５１３】

映像規格信号送出部１２５４は、映像規格伝送路群１２６０に含まれる複数の映像規格伝送路を使って、映像信号、可視光信号および可視光同期信号を、映像規格信号受信部１２７１に送出する。このとき、映像規格信号送出部１２５４は、映像規格伝送路群１２６０に含まれる複数の映像規格伝送路のうち、映像規格で利用されている映像規格伝送路を介して映像信号および可視光信号を映像規格信号受信部１２７１に送出する。また、映像規格信号送出部１２５４は、映像規格伝送路群１２６０に含まれる複数の映像規格伝送路のうち、映像規格で利用されていない映像規格伝送路を介して可視光同期信号を映像規格信号受信部１２７１に送出する。

【１５１４】

図３３４は、映像規格信号送出部１２５４と映像規格信号受信部１２７１との間の具体的な送受信形態の他の例を示す図である。

【１５１５】

映像規格信号送出部１２５４は、上述と同様に、映像規格で利用されている映像規格伝送路を介して映像信号および可視光信号を映像規格信号受信部１２７１に送出する。一方、可視光同期信号については、映像規格信号送出部１２５４は、将来拡張用の映像規格伝送路を介してその可視光同期信号を映像規格信号受信部１２７１に送出してもよい。なお、将来拡張用の映像規格伝送路は、規格上将来拡張用に備えられている映像規格伝送路である。

【１５１６】
図３３５は、映像規格信号送出部１２５４と映像規格信号受信部１２７１との間の具体的な送受信形態の他の例を示す図である。
【１５１７】
映像規格信号送出部１２５４は、上述と同様に、映像規格で利用されている映像規格伝送路を介して映像信号および可視光信号を映像規格信号受信部１２７１に送出する。一方、可視光同期信号については、映像規格信号送出部１２５４は、映像表示器１２７０に消費される電力の送出に用いられている映像規格伝送路（以下、電力送出用伝送路という）を介してその可視光同期信号を映像規格信号受信部１２７１に送出してもよい。これにより、可視光同期信号は電力とともに送出される。つまり、映像規格信号送出部１２５４は、可視光同期信号を電力に重畳させて送出する。
【１５１８】
図３３６Ａおよび図３３６Ｂは、電力送出用伝送路において送出される電力を示す図である。
【１５１９】
電力送出用伝送路を介して可視光同期信号が送出されていない場合には、図３３６Ａに示すように、その電力送出用伝送路には、映像規格で定められた電圧が継続して印加される。一方、電力送出用伝送路を介して可視光同期信号が送出される場合には、図３３６Ｂに示すように、その電力送出用伝送路には、映像規格で定められた電圧に可視光同期信号の電圧が重畳される。この場合、可視光同期信号の最大電圧が、映像規格伝送路の定格電圧上限以下となり、可視光同期信号の最小電圧が、映像規格伝送路の定格電圧下限以上となるように、可視光同期信号が電力に重畳される。また、この場合には、可視光同期信号が重畳されている期間における電圧の平均値が、映像規格で定められている電圧と同等となるように、可視光同期信号が電力に重畳される。
【１５２０】
図３３７は、映像規格信号送出部１２５４と映像規格信号受信部１２７１との間の具体的な送受信形態の他の例を示す図である。
【１５２１】
映像規格信号送出部１２５４は、上述と同様に、映像規格で利用されている映像規格伝送路を介して映像信号および可視光信号を映像規格信号受信部１２７１に送出する。一方、可視光同期信号については、映像規格信号送出部１２５４は、映像規格で垂直同期信号の送出に利用されている映像規格伝送路を介してその可視光同期信号を映像規格信号受信部１２７１に送出してもよい。垂直同期信号は、映像の垂直方向の同期をとるための信号である。映像規格信号送出部１２５４は、垂直同期信号として可視光同期信号を送出する。
【１５２２】
図３３８は、映像規格信号送出部１２５４と映像規格信号受信部１２７１との間の具体的な送受信形態の他の例を示す図である。
【１５２３】
映像規格信号送出部１２５４は、上述と同様に、映像規格で利用されている映像規格伝送路を介して映像信号および可視光信号を映像規格信号受信部１２７１に送出する。一方、可視光同期信号については、映像規格信号送出部１２５４は、映像規格で映像信号、制御信号および垂直同期信号の送出に利用されている映像規格伝送路（以下、混合伝送路という）を介してその可視光同期信号を映像規格信号受信部１２７１に送出してもよい。映像規格信号送出部１２５４は、垂直同期信号として可視光同期信号を送出する。
【１５２４】
この場合、映像規格信号受信部１２７１は、その混合伝送路を介して送出されて受信された信号から、映像信号および制御信号の解釈よりも優先して、可視光同期信号を抽出して、その可視光同期信号を可視光信号発信部１２７３に出力する。
【１５２５】

このように本実施の形態では、映像信号および可視光信号の解釈よりも優先して、可視光同期信号の抽出が行われるため、映像信号および可視光信号の解釈によって可視光同期信号の出力が遅延してしまうことを抑えることができる。

【１５２６】

（実施の形態１８）

本開示は、可視光通信信号を出力可能な表示装置およびその制御方法に関する。

【１５２７】

例えば特開２００７－４３７０６号公報および特開２００９－２１２７６８号公報は、可視光を用いた通信技術を開示する。特開２００７－４３７０６号公報および２特開２００９－２１２７６８号公報では、ディスプレイ、プロジェクターなどを含めた映像表示装置において、通常の映像表示の中に可視光による通信情報を重畳して表示を行う通信技術が開示されている。

【１５２８】

本開示は、表示画像の画質を大きく劣化させることなく可視光通信信号を出力すること、かつ、出力した可視光通信信号の受信ミスを低減することができる表示装置およびその制御方法を提供する。

【１５２９】

本開示にかかる表示装置は、可視光通信信号を出力可能な表示装置であって、映像を表示する表示面を有する表示パネルと、映像信号に基づいて前記表示パネルの表示面に映像を表示するよう前記表示パネルを制御する表示制御部と、前記表示パネルの前記表示面を背面から照明する発光面を有するバックライトと、前記可視光通信信号を前記映像信号に基づいて生成されたバックライト制御信号に重畳する信号処理部と、前記バックライトの発光面を複数の領域に分割し、前記信号処理部により出力されたバックライト制御信号に従って、前記複数の領域それぞれにおいて発光の制御を行い、かつ、前記複数の領域それぞれにおいて異なるタイミングで消灯の制御を行う期間を設けるバックライト制御部とを備え、前記信号処理部は、前記可視光通信信号を前記バックライト制御信号に重畳する際に、前記バックライト制御信号のうち前記バックライトの消灯を示す信号に対しては、前記可視光通信信号を重畳しない。

【１５３０】

本開示における表示装置は、表示画像の画質を大きく劣化させることなく可視光通信信号を出力すること、かつ、出力した可視光通信信号の受信ミスを低減することができる。

【１５３１】

［本開示の基礎となった知見］

近年の表示装置、特に液晶ディスプレイ、及び、液晶を用いたプロジェクターなどの分野においては、画質改善のためにバックライトスキャンと呼ばれる技術が採用されている。ここで、バックライトスキャンとは、液晶の反応速度の遅さと、ホールド型による動画ボケを改善するバックライト制御方法であり、表示画面をいくつかの領域（バックライト領域）に分割し、その領域毎に定期的に順次点灯するようバックライトの発光を制御する。より具体的には、バックライトスキャンとは、バックライト消灯期間を設け、各バックライト領域において、周期的に行う消灯期間（ブランキング期間）のタイミングを異なるようにした制御方法である。一般的にブランキング期間のタイミングを液晶の走査タイミングに合うように制御されることが多い。

【１５３２】

しかしながら、特開２００７－４３７０６号公報に開示されるように、可視光通信では、バックライトの点滅により可視光通信信号を重畳する方法をとる。そのため、バックライトの消灯時間中は可視光通信信号の送信ができず、また、この停止期間が信号の伝達ミスの要因となるため、バックライトスキャンをやめて画質を低下した状態で通信を行うしかなかった。

【１５３３】

そこで、本開示は、表示画像の画質を大きく劣化させることなく可視光通信信号を出力

すること、かつ、出力した可視光通信信号の受信ミスを低減することができる表示装置を提供する。

【１５３４】

以下、適宜図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

【１５３５】

なお、出願人は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

【１５３６】

以下、図３３９～図３４６を用いて、実施の形態１８を説明する。

【１５３７】

［１．構成］

図３３９は、実施の形態１８にかかる可視光通信のシステムの一例を示す概略図である。

【１５３８】

［１．１．可視光通信システムの構成］

図３３９に示す可視光通信システム１３００は、表示装置１４００と、スマートフォン１３５０とを備える。

【１５３９】

表示装置１４００は、例えばテレビであり、表示面１４１０に映像を表示することができる。また、表示装置１４００は、この表示面１４１０には、可視光通信信号を重畳することもできる。

【１５４０】

スマートフォン１３５０は、可視光通信信号を受信する電子機器の一例であり、表示装置１４００から送信された可視光通信信号を受信することができる。これより、スマートフォン１３５０のユーザーは、表示装置１４００に表示されている映像に関連する情報などを受け取ることができる。

【１５４１】

なお、本実施形態では、表示装置１４００は、テレビやディスプレイなど映像を表示するモニターを例に挙げて説明するが、それに限らない。表示装置１４００は、プロジェクターのように映像を投影すること機器であってもよい。また、表示装置１４００が出力した可視光通信信号を受信する電子機器としてスマートフォン１３５０を例に挙げているが、可視光通信信号を受信できる電子機器であればスマートフォンには限られない。例えば、電子機器は、ＪＥＩＴＡ－ＣＰ１２２２に準拠した受信装置であってもよい。また、この電子機器は、スマートフォンに限らず一般的な携帯端末であってもよい。また、電子機器は、可視光通信信号を受信し、受信した可視光通信信号をデコードすることで情報を得るとしてもよい。

【１５４２】

また、可視光通信信号を伝達する情報伝達方式は、現在国際規格へ展開中のＪＥＩＴＡ－ＣＰ－１２２３、或いは作成済みのＩＥＥＥ－Ｐ８０２．１５などの規格に準拠するとしてもよい。換言すると、電子機器は、これらの規格に対応した受信装置を用いて構成されるとしてもよい。

【１５４３】

［１．２．表示装置の構成］

図３４０は、実施の形態１８にかかる表示装置の概略構成の一例を示すブロック図である。

【１５４４】

図３４０に示す表示装置１４００は、可視光通信信号を出力可能な表示装置であって、第１の入力部１４２０と、第１の処理部１４３０と、第１の制御部１４４０と、表示パネル１４５０と、第２の入力部１４６０と、第２の処理部１４７０と、第２の制御部１４８０と、バックライト１４９０と、を有する。

【１５４５】

第１の入力部１４２０は、表示パネル１４５０に表示される映像に関する映像信号が入力される。映像信号は、例えば放送電波、映像録画機同再生機またはＰＣなどから、例えばアンテナケーブル、映像信号線、コンポジットケーブル、ＨＤＭＩ（登録商標）ケーブル、ＰＪＬｉｎｋケーブルまたはＬＡＮケーブルなどを通じて第１の入力部１４２０に入力される。ここで、映像信号は、映像録画機または再生機などを用いて種々の記録媒体に保存されたものであってもよい。

【１５４６】

第１の処理部１４３０は、第１の入力部１４２０より映像信号が入力される。第１の処理部１４３０は、映像信号に対して画質の処理などの一般的な画像処理を施す。第１の処理部１４３０は、画像処理を施した映像信号を、第１の制御部１４４０に送信する。また、第１の処理部１４３０は、サブフレームや映像信号の大きさ、表示タイミング、明るさなどを示す情報を第１の制御部１４４０および第２の処理部１４７０に送信する。

【１５４７】

なお、第１の処理部１４３０は、映像信号に基づいて計算したデューティ比や各領域に対するバックライト制御信号（以下、Ｂ．Ｌ制御信号と記載する）を第２の処理部に出力するとしてもよい。

【１５４８】

表示パネル１４５０は、例えば液晶パネルであり、映像を表示する表示面１４１０を有する。

【１５４９】

第１の制御部１４４０は、表示制御部の一例であり、映像信号に基づいて表示パネル１４５０の表示面１４１０に映像を表示するよう表示パネル１４５０を制御する。本実施の形態では、第１の制御部１４４０は、第１の処理部１４３０から送信された映像信号に基づいて表示パネル１４５０に映像を表示するよう制御する。より具体的には、第１の制御部１４４０は、第１の処理部１４３０から送信された映像信号に基づいて表示パネル１４５０の液晶の開口制御等を行う。

【１５５０】

第２の入力部１４６０は、可視光通信に用いられる信号（以下、可視光通信信号と称す）が入力され、入力された可視光通信信号を、第２の処理部１４７０に送信する。本実施の形態では、第２の入力部１４６０には、例えばＰＣなどで作成された可視光通信用信号が専用のケーブルまたはＬＡＮケーブルなどを通じて可視光通信信号が入力される。

【１５５１】

なお、可視光通信用信号は、放送電波の一部に重畳されて、アンテナケーブルを通じて第２の入力部１４６０に入力されるとしてよい。また、映像録画機または再生機により種々の記録媒体に保存された可視光通信信号が第２の入力部１４６０に入力されるとしてよい。例えば、可視光通信信号を録画した映像録画機からＨＤＭＩ（登録商標）ケーブルやＰＪＬｉｎｋケーブル等の一部のラインに載せられて、第２の入力部１４６０に入力されるとしてもよい。また、別途ＰＣなどで作成された可視光通信用信号が映像信号に重畳されて、映像録画機または再生機から第２の入力部１４６０に入力されるとしてもよい。

【１５５２】

なお、第２の入力部１４６０は、外部から受信する以外にも、表示装置のＩＤなど、表示装置に内蔵された情報を利用し、インターネットなどを通じてサーバ情報を読み込むことで、可視光通信信号を取得するとしてもよい。

【１５５３】

第２の処理部１４７０は、第２の入力部１４６０より入力された可視光通信信号を符号

化して符号化信号の生成、映像信号および／または可視光通信信号に基づくデューティの計算などを行う。また、第２の処理部１４７０は、第１の処理部１４３０から入力されるＢ．Ｌ制御信号に符号化信号を重畳する。

【１５５４】

本実施の形態では、符号化信号は、ある割合でＯＮ期間と、ＯＦＦ期間が混在している信号であるとして説明する。また、符号化信号は、原則Ｉ－４ＰＰＭ方式による符号化されているとして説明する。なお、符号化信号は、マンチェスター方式などにより符号化されるとしてもよい。また、変調された信号は、変調率１００％のＯＮ／ＯＦＦとして記載しているが、それに限らない。変調率は１００％でない、Ｈｉｇｈ／Ｌｏｗの変調を用いた際には、以下の記載におけるＯＮ／ＯＦＦは、Ｈｉｇｈ／Ｌｏｗなどのように読み替えて実施してもよい。可視光通信信号のデューティも、ＯＮ期間を信号送信期間全体で規格化した値として取り扱うだけでなく、（Ｈｉｇｈレベル×Ｈｉｇｈ期間＋Ｌｏｗレベル×Ｌｏｗ期間）／（信号送信期間×Ｈｉｇｈレベル）と呼応して読み替えて実施してもよい。

【１５５５】

より具体的には、第２の処理部１４７０は、信号処理部の一例であり、可視光通信信号を映像信号に基づいて生成されたバックライト制御信号に重畳する処理を行う。ただし、第２の処理部１４７０は、可視光通信信号をバックライト制御信号に重畳する際に、バックライト制御信号のうちバックライトの消灯を示す信号に対しては、可視光通信信号を重畳しない。なお、符号化された可視光通信信号（符号化信号）も可視光通信信号と記載する場合もある。

【１５５６】

第２の制御部１４８０は、バックライト制御部の一例であり、バックライト１４９０の発光面を複数の領域に分割し、第２の処理部１４７０により出力されたバックライト制御信号（Ｂ．Ｌ制御信号）に従って、複数の領域それぞれにおいて発光の制御を行い、かつ、複数の領域それぞれにおいて異なるタイミングで消灯の制御を行う期間を設ける制御を行う。本実施の形態では、第２の制御部１４８０は、第２の処理部１４７０から送信されるバックライト制御信号（Ｂ．Ｌ制御信号）に基づいて、バックライト１４９０の輝度やタイミングを制御する。

【１５５７】

バックライト１４９０は、表示パネル１４５０に対して背面側から光を照射する。より具体的には、バックライト１４９０は、表示パネル１４５０の表示面１４１０を背面から照明する発光面を有する。これにより、視聴者は、表示パネル１４５０に表示されている映像を視認することができる。

【１５５８】

本実施の形態では、バックライト１４９０の発光面は複数の領域に分割されており、その領域毎に順次発光制御を行うことでバックライトスキャンを実現することができる。なお、バックライト１４９０の発光面の複数の領域は、表示面１４１０の複数の領域に対応する。

【１５５９】

［２．表示装置の動作］

次に、以上のように構成された表示装置１４００の動作について説明する。

【１５６０】

表示装置１４００では、バックライトで表示パネル１４５０の画面全体を順次走査しながら、映像信号の書き込みに合わせて順次消灯するバックライトスキャンを行う。

【１５６１】

一般的に、液晶で構成される表示パネルでは、液晶の相変化の速度が遅く、異なる階調を表示するため映像信号を切り替えても、映像が切り替わるまでに時間がかかる。そのため、表示パネルのバックライトを走査しながら一時的に消灯することで、切り替わり中の映像が表示されることによる滲みなどの動画特性を改善するためにバックライトスキャン

が行われる。一方、スイッチングのための走査速度は年々向上しており、通常の１秒間に６０フレームの走査速度から１秒間に６０フレームの２倍、４倍などの速い走査速度まで可能になっている。速い速度で走査する場合、通常のフレーム間のフレーム補完を行って画像を僅かずつ切り替えることで、滑らかな動画特性を得ることができる。

【１５６２】

このため、バックライトを走査しながら消灯するバックライトスキャンは動画特性を向上させるためには非常に重要で、可視光通信信号もバックライトスキャンによる消灯時には、信号を出さない方が動画特性にはよい。

【１５６３】

以上の理由から、表示装置１４００では、バックライトスキャンによる消灯期間（以下、ブランキング期間と記載する）において、可視光通信信号を出力しない。

【１５６４】

以下では、表示装置１４００がバックライト制御信号（Ｂ．Ｌ制御信号）のブランキング期間に可視光通信信号を出力しない場合でも、例えばスマートフォン１３５０などの受信機側では、可視光通信信号を高い確率で受信できる方法（動作）について説明する。

【１５６５】

（実施例１）

［２．１．１．第２の処理部の動作の一例］

図３４１Ａは実施の形態１８の実施例１にかかるＢ．Ｌ制御信号に、可視光通信信号を重畳する前の状態の一例を示す図であり、図３４１Ｂは実施の形態１８の実施例１にかかるＢ．Ｌ制御信号に、可視光通信信号を重畳した状態の一例を示す図である。

【１５６６】

図３４１Ａおよび図３４１Ｂには、分割された表示面１４１０の表示領域である８つの領域Ａ～Ｈ毎に、バックライト１４９０の制御を行うため、各々対応するＢ．Ｌ制御信号Ａ～Ｈが入力されている例が示されている。ハッチング部分は符号化信号（可視光通信信号）が存在している領域を示している。

【１５６７】

図３４１Ａに示す符号化信号をＢ．Ｌ制御信号Ａ～Ｈにそれぞれ異なる位相で重畳し、受信機側で受信する範囲内に異なる位相の符号化信号が混在している場合には、受信機側でデコードするときにエラー（可視光通信信号の受信エラー）が発生してしまう。

【１５６８】

そこで、本実施例では、図３４１Ｂに示すように、表示領域の一定の領域において、符号化信号（可視光通信信号）の位相を合わせて重畳する。

【１５６９】

ここで、位相を合わせるという表現については、立ち上がりのタイミングを同期させるという一例を挙げて説明しているが、それに限らない。立ち上がり開始前の状態から立ち上がり完了の状態のどの時刻をもって立ち上がり時刻とするかを決定すれば、どこでもよい。また、制御信号電圧経路での遅延時間などが発生するため、タイミングが一致することのみが同期を取るという意味ではなく、一定の、あるいは一定の範囲内の遅延時間が存在する場合も、位相を合わせるという表現の中に含まれる。以下の実施の形態（実施の形態１８～２３）中も同様である。

【１５７０】

ここで、順次走査によりバックライトが順次領域毎に消灯されるので、消灯期間（ブランキング期間）を全く含まずに符号化信号を重畳することは困難である。そのため、本実施例では、分割された表示領域のうちの特定の領域（以下、基準領域と称する）において、消灯期間（ブランキング期間）の直後にタイミングを合わせて符号化信号を重畳する。なお、特定の領域（基準領域）以外の他の領域においても、基準領域の符号化信号と同位相にて符号化信号を重畳するが、バックライト消灯時である消灯期間（ブランキング期間）には符号化信号は重畳されない。

【１５７１】

図３４１Ｂに示す例では、第２の処理部１４７０は、Ｂ．Ｌ制御信号Ｃが入力される領域Ｃを基準領域に設定し、図３４１Ａに示すＢ．Ｌ制御信号Ｃの立ち上がりタイミングＰ１に符号化信号の先頭（立ち上がりタイミング）Ｐ２がくるように、符号化信号の重畳タイミングを調整した上で、符号化信号をＢ．Ｌ制御信号Ａ～Ｈに同位相で重畳する。そして、第２の処理部１４７０は、Ｂ．Ｌ制御信号Ａ～Ｈに符号化信号を重畳させる際、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間には符号信号を重畳するが、ＯＦＦ期間には重畳しない。

【１５７２】

なお、基準領域は、上記の領域Ｃに限らない。以下、本実施例において設定可能な基準領域の例について説明する。例えば、基準領域は、分割された表示領域のうち最も明るい領域（ブランキング期間が短い領域あるいは、表示パネルの透過率が最も高い領域）に設定されるとしてもよい。

【１５７３】

なお、最も明るい領域を基準領域に設定する場合でも、基準領域の位置をフレーム毎に変化させるときには、さらなる対策が必要である。フレーム毎に重畳される符号化信号の位置が変わってしまい、フレーム毎に極端に映像重心が変化し、ちらつきの原因になることが考えられるからである。または、重畳される符号化信号の期間が領域間で重なり合い、重なり合う符号化信号のうちの一方を途中で打ち切るもしくは最初の所定期間では重畳しないなどの対策を施さないと、受信側で受信エラーが発生することも考えられるからである。したがって、基準領域の位置をフレーム毎に変化させる場合には、少なくとも１フレームの期間、符号化信号を重畳させない期間を設けるとしてもよい。

【１５７４】

また、明るい領域を基準領域に設定する場合には、フレーム毎での表示領域の明るさを基準に明るい領域を判断するのではなく、第１の処理部１４３０により映像信号に基づいて画像の明るさの中心の推移を基準に明るい領域を判断するとしてもよい。

【１５７５】

また、場面の切り替わりが一定時間ないなどの表示領域全体の明るさに一定以上の変化がない場合には、一定時間の映像信号の平均に基づいて表示領域で最も明るい場所を含む領域を基準領域として設定するとしてもよい。なお、基準領域は、事前に決定しておいてもよい。

【１５７６】

［２．１．２．効果等］

以上のように、本実施例において、表示装置は、可視光通信信号を出力可能な表示装置（１４００）であって、映像を表示する表示面を有する表示パネル（１４５０）と、映像信号に基づいて前記表示パネルの表示面に映像を表示するよう前記表示パネルを制御する表示制御部（第１の制御部１４４０）と、前記表示パネル（１４５０）の前記表示面を背面から照明する発光面を有するバックライト（１４９０）と、前記可視光通信信号を前記映像信号に基づいて生成されたバックライト制御信号に重畳する信号処理部（第２の処理部１４７０）と、前記バックライト（１４９０）の発光面を複数の領域に分割し、前記信号処理部（第２の処理部１４７０）により出力されたバックライト制御信号に従って、前記複数の領域それぞれにおいて発光の制御を行い、かつ、前記複数の領域それぞれにおいて異なるタイミングで消灯の制御を行う期間を設けるバックライト制御部（第２の制御部１４８０）とを備え、前記信号処理部（第２の処理部１４７０）は、前記可視光通信信号を前記バックライト制御信号に重畳する際に、前記バックライト制御信号のうち前記バックライト（１４９０）の消灯を示す信号に対しては、前記符号化信号を重畳しない。

【１５７７】

この構成により、表示画像の画質を大きく劣化させることなく可視光通信信号を出力すること、かつ、出力した可視光通信信号の受信ミスを低減することができる表示装置を提供することができる。

【１５７８】

また、前記信号処理部（第２の処理部１４７０）は、前記複数の領域それぞれの前記バ

ックライト制御信号に対して、前記可視光通信信号をそれぞれ重畳し、前記複数の領域それぞれに重畳される前記可視光通信信号は互いに同位相であるとしてもよい。

【１５７９】

これにより、可視光通信信号の受信エラーを抑制することができる。

【１５８０】

ここで、例えば、前記信号処理部は、前記複数の領域のうち所定の領域の前記バックライト制御信号を基準に、前記複数の領域それぞれに重畳される前記可視光通信信号の位相を合わせるとしてもよい。

【１５８１】

これにより、ブランキング期間に重畳されない可視光通信信号の期間を最小にすることができる。

【１５８２】

また、前記所定の領域は、前記複数の領域のうち最も明るい領域であるとしてもよいし、前記所定の領域は、前記複数の領域のうち前記表示面の端部に対応する領域であるとしてもよい。

【１５８３】

これにより、可視光通信信号によるバックライトの消灯による輝度の低下の影響を抑制することができる。

【１５８４】

（実施例２）

以下、ブランキング期間の時間長が、表示領域の各領域で同じとして説明する。

【１５８５】

バックライト１４９０が消灯される時間の合計(総消灯期間）は、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＦＦ期間であるブランキング期間と符号化信号のＯＦＦ期間とを足し合わせた期間となる。

【１５８６】

そのため、基準領域においてブランキング期間終了直後に符号化信号を重畳し、かつ、このブランキング期間から次のブランキング期間までに符号化信号が完全に含まれるとしても、Ｂ．Ｌ制御信号に重畳された符号化信号のＯＦＦ期間分だけ、バックライト１４９０は消灯されている期間が増える。つまり、基準領域では、符号化信号が重畳された場合には、符号化信号が重畳される前より暗くなる。

【１５８７】

一方、例えば基準領域以外の他の領域では、ブランキング期間に符号化信号は重畳されないため、ブランキング期間と重なり符号化信号が重畳されない符号化信号期間のうちＯＦＦ期間だけ、基準領域より、バックライト１４９０が消灯される時間が短くなる。つまり、例えば基準領域以外の他の領域では、符号化信号が重畳された場合に、基準領域より明るくなってしまうこともある。

【１５８８】

これを改善するために、バックライト１４９０を点灯または消灯する調整期間を設ける二つの方法が考えられる。すなわち、第１の方法は、基準領域の総消灯期間が最も長くなるため、他の領域の総消灯期間を基準領域の総消灯期間に合わせる方法がある。第２の方法は、元々の映像信号に基づいて決められた総消灯期間に全ての領域の総消灯期間を合わせこむ方法がある。

【１５８９】

［２．２．１．第１の方法による第２の処理部の動作の一例］

まず、図３４２および図３４３を用いて、第１の方法による第２の処理部１４７０の動作について説明する。

【１５９０】

図３４２および図３４３は、実施の形態１８の実施例２における第１の方法を説明するタイミングチャートである。図３４２の（ａ）には符号化信号が重畳される前の基準領域

のＢ．Ｌ制御信号が示されており、図３４２の（ｂ）には、符号化信号が重畳された後の基準領域のＢ．Ｌ制御信号が示されている。図３４３の（ａ）には符号化信号が重畳される前の他の領域のＢ．Ｌ制御信号が示されており、図３４３の（ｂ）には、符号化信号が重畳された後の他の領域のＢ．Ｌ制御信号が示されている。

【１５９１】

より具体的には、図３４２には、第２の処理部１４７０が、基準領域のＢ．Ｌ制御信号の立ち上がりタイミング（時刻ｔ１２）に符号化信号の先頭（立ち上がりタイミング）に調整した上で、符号化信号をＢ．Ｌ制御信号に重畳した例が示されている。図３４３には、第２の処理部１４７０が、基準領域に重畳した符号化信号と同位相の符号化信号を、他の領域のＢ．Ｌ制御信号に重畳した例が示されている。

【１５９２】

つまり、図３４２および図３４３には、第２の処理部１４７０が、各領域のＢ．Ｌ制御信号に対して、基準領域のブランキング期間の終了と同時に、他の領域と同位相で符号化信号を重畳する場合の例が示されている。なお、各領域のブランキング期間は優先するのは、実施例１と同様であり、ブランキング期間には、符号化信号は重畳されない。

【１５９３】

図３４２の（ｂ）に示すように、基準領域においては、例えば時刻ｔ１１～時刻ｔ１２の期間として示されるブランキング期間Ｂ１以外に、例えば時刻ｔ１２～時刻ｔ１４の期間として示される符号化信号期間Ｃ１中における符号化信号のＯＦＦ期間を合計した符号化信号消灯期間Ｔ１が存在する。

【１５９４】

従って、図３４２の（ｂ）に示す基準領域において、例えば時刻ｔ１１～時刻ｔ１３の期間として示される１フレーム内の符号化信号のＯＦＦ期間の合計（符号化信号消灯期間）は、符号化信号のデューティ（Ｄｕｔｙ）を用いると、符号化信号消灯期間Ｔ１＝符号化信号期間Ｃ１×（１－Ｄｕｔｙ）と表すことができる。

【１５９５】

図３４２の（ｂ）に示すように、基準領域においては、符号化信号期間Ｃ１と、ブランキング期間Ｂ１とが重なり合う期間は基本的にないため、１フレームの総消灯期間Ｔ２＝ブランキング期間Ｂ１＋符号化信号消灯期間Ｔ１となる。つまり、他の領域と比較して基準領域の総消灯期間が最も長くなる。

【１５９６】

一方、基準領域以外の他の領域においては、符号化信号期間とブランキング期間が重なり合う可能性がある。上述したように、ブランキング期間はＢ．Ｌ制御信号が符号化信号より優先されるため、符号化信号は重畳されない。

【１５９７】

そのため、図３４３の（ｂ）に示すように、基準領域以外の他の領域においては、例えば時刻ｔ２１～時刻ｔ２４の期間として示される符号化信号期間Ｃ１のうち、時刻ｔ２２～時刻ｔ２３の期間として示されるブランキング期間Ｂ２と重なり合った符号化信号期間Ｃ１の符号化信号のＯＦＦ期間分だけ、基準領域よりも総消灯期間が短くなる。

【１５９８】

ここで、符号化信号期間Ｃ１中の符号化信号のＯＦＦ期間の合計（符号化信号消灯期間）は、符号化信号とブランキング期間の重なる期間をＢ２とすると、（符号化信号消灯期間）＝（符号化信号期間Ｃ１－ブランキング期間Ｂ２）×（１－Ｄｕｔｙ）と表せる。

【１５９９】

ところで、上述したように、画面（表示領域）の領域毎に総消灯期間が異なると、領域による輝度のばらつきが発生するので、画質が低下する。

【１６００】

そこで、第２の処理部１４７０は、バックライト１４９０を点灯または消灯する調整期間を設ける第１の方法により動作することで、画面内で各領域の総消灯期間を一致させる。

【１６０１】
より具体的には、第２の処理部１４７０は、他の領域の総消灯期間を基準領域の総消灯期間に合わせる第１の方法に従って、他の領域において、基準領域の１フレームあたりの総消灯期間との差を調整する調整期間を設ける。なお、上述したように、本実施例では、前提として、各領域のブランキング期間の時間長が同じである。
【１６０２】
ここで、図３４３の（ｂ）において、時刻ｔ２４～時刻ｔ２６の期間として示される調整期間Ａ１は、ブランキング期間Ｂ２×（１－Ｄｕｔｙ）と表わせる。つまり、基準領域以外の各領域における調整期間は、基準領域を含む各領域のブランキング期間、符号化信号期間、および、符号化信号の位相により、算出することができる。図３４３の（ｂ）では、調整期間が時刻ｔ２１～時刻ｔ２５の期間として示される１フレームに配置された場合の一例が示されている。
【１６０３】
このように、本実施例における表示装置１４００は、第２の処理部１４７０に第１の方法により調整期間を設けさせる。それにより、表示装置１４００は、符号化信号をＢ．Ｌ制御信号に重畳することで画面全体（表示領域）の明るさを一定量低下させてしまうものの、画質自体を大きく変化させずに符号化信号を出力することができる。
【１６０４】
なお、第２の処理部１４７０は、調整期間を符号化信号期間の直後に設ける場合、表示パネル１４５０の液晶の相変化が大きいブランキング期間にできるだけ近い場所に安定的に配置できるため好ましいが、この場合に限らない。第２の処理部１４７０は、調整期間を、次の符号化信号が重畳される時刻までに設けるとしてもよい。
【１６０５】
［２．２．２．第２の方法による第２の処理部の動作の一例］
次に、第２の方法による第２の処理部１４７０の動作について説明する。
【１６０６】
総消灯期間を調整するためにバックライト１４９０を点灯または消灯する調整期間は、一般的には、例えば次のように定義することができる。すなわち、映像信号に基づいている元々のバックライト１４９０の消灯期間（ブランキング期間と黒映像期間）をＴ４、符号化信号期間のうちブランキング期間と重なっていない符号化信号期間における符号化信号のＯＦＦ期間の合計をＴ５、可視光通信信号を重畳した後のブランキング期間をＴ６とすると、調整期間は、Ｔ４－Ｔ５－Ｔ６と表せる。なお、前述したとおり、調整期間はブランキング期間にできるだけ近いところに設置するのが望ましい。
【１６０７】
例えば、基準領域において、Ｔ５は、まず、符号化信号期間における符号化信号のＯＦＦ期間の合計を計算し、次に、ブランキング期間と重なっている符号化信号期間のＯＦＦ期間の合計を減算することで算出できる。
【１６０８】
以下、図３４４Ａ～図３４５Ｄを用いて第２の方法よる第２の処理部１４７０の動作の具体例について説明する。
【１６０９】
図３４４Ａ～図３４５Ｄは、実施の形態１８の実施例２における第２の方法を説明するためのタイミングチャートである。
【１６１０】
まず、図３４４Ａ～図３４４Ｄを用いて、符号化信号期間とブランキング期間とが重ならない場合に、第２の処理部１４７０が第２の方法により調整期間を設ける動作について説明する。
【１６１１】
図３４４Ａ～図３４４Ｄにおいて、上段の（ａ）には符号化信号が重畳される前のＢ．Ｌ制御信号が示されており、下段の（ｂ）から（ｅ）には符号化信号が重畳されたＢ．Ｌ

制御信号と第２の方法により調整されたＢ．Ｌ制御信号とが示されている。図において、ブランキング期間をＢ１、符号化信号期間をＣ１として示す。

【１６１２】

第２の方法により符号化信号が重畳されたＢ．Ｌ制御信号を調整する方法は、調整期間と符号化信号期間とブランキング期間との和（時間和）と、調整期間の正負の関係とにより、図３４４Ａ～図３４４Ｄに示す４通りの場合に分けられる。以下、それぞれの場合について説明する。

【１６１３】

［符号化信号期間とブランキング期間とが重ならない場合の調整方法（ケース１）］

図３４４Ａには、調整期間が０以上で、（調整期間＋符号化信号期間＋ブランキング期間）が１フレームの長さ以下である場合の一例が示されている。

【１６１４】

図３４４Ａの（ｂ）の上段に示すように、調整期間の一部をブランキング期間Ｂ１の終了時刻Ｐ２を起点として符号化信号期間Ｃ１の開始時刻Ｐ３までの期間に配置し、調整期間の残りを符号化信号期間後、望ましくは直後（時刻Ｐ５）に配置する。

【１６１５】

第２の処理部１４７０は、図３４４Ａの（ｂ）の上段に示す調整期間を設けることにより、図３４４Ａの（ｂ）の下段に示すように、符号化信号が重畳されたＢ．Ｌ制御信号を調整する。

【１６１６】

このようにして、第２の制御部１４８０は、調整後のＢ．Ｌ制御信号に従って、ブランキング期間Ｂ１後も符号化信号期間Ｃ１の開始前までバックライト１４９０を消灯し、さらに、符号化信号期間Ｃ１および、符号化信号期間Ｃ１終了後、調整期間からＰ２－Ｐ３間の期間を減じた期間まで消灯する。

【１６１７】

なお、調整期間がＰ２－Ｐ３間の期間よりも短い場合には、Ｐ２－Ｐ３間のみに調整期間を設ければよい。またＰ２＝Ｐ３である場合には、調整期間すべてを符号化信号期間Ｃ終了後に設けるとしてもよい。

【１６１８】

［符号化信号期間とブランキング期間とが重ならない場合の調整方法（ケース２）］

図３４４Ｂには、調整期間が０以上で、（調整期間＋符号化信号期間＋ブランキング期間）が１フレームの長さより長い場合の一例が示されている。

【１６１９】

図３４４Ｂの（ｃ）の上段に示すように、調整期間の一部をブランキング期間Ｂ１の終了時刻Ｐ２を起点として符号化信号期間Ｃ１が始まる時刻Ｐ３までの期間に配置し、調整期間の残りを１フレームの終了時刻Ｐ４を起点にさかのぼって配置する。

【１６２０】

第２の処理部１４７０は、図３４４Ｂの（ｃ）の上段に示す調整期間を設けることにより、図３４４Ｂの（ｃ）の下段に示すように、符号化信号が重畳されたＢ．Ｌ制御信号を調整する。

【１６２１】

このようにして、第２の制御部１４８０は、調整後のＢ．Ｌ制御信号に従って、ブランキング期間Ｂ１後、符号化信号期間Ｃ１の開始時刻Ｐ３までバックライト１４９０を消灯すると共に、符号化信号期間Ｃ１の終了前の時刻Ｐ５から時刻Ｐ４までの期間も消灯する。つまり、調整期間の残りと、符号化信号期間Ｃ１と重なっている時刻Ｐ５から符号化信号期間Ｃ１の終了時刻Ｐ１０には、符号化信号は送信されないように調整後のＢ．Ｌ制御信号には重畳されていない（もしくは信号がＯＦＦにされている）。

【１６２２】

なお、Ｐ２＝Ｐ３（同時刻）である場合には、調整期間すべてを符号化信号期間後に設ける。

【１６２３】
［符号化信号期間とブランキング期間とが重ならない場合の調整方法（ケース３）］
図３４４Ｃには、調整期間が０より小さく、（調整期間＋符号化信号期間＋ブランキング期間）が１フレームの長さ以下の場合の一例が示されている。ここで、０より小さい調整期間とは、バックライト１４９０を点灯する調整期間を意味する。
【１６２４】
図３４４Ｃの（ｄ）の上段に示すように、調整期間をブランキング期間Ｂ１の終了時刻Ｐ２を起点として、調整期間の絶対値に相当する時間分をさかのぼった期間（時刻Ｐ６～時刻Ｐ２の期間）に配置する。
【１６２５】
第２の処理部１４７０は、図３４４Ｃの（ｄ）の上段に示す調整期間を設けることにより、図３４４Ｃの（ｄ）の下段に示すように、符号化信号が重畳されたＢ．Ｌ制御信号を調整する。
【１６２６】
このようにして、第２の制御部１４８０は、調整後のＢ．Ｌ制御信号に従って、ブランキング期間Ｂ１中の時刻Ｐ６から時刻Ｐ２までの期間にバックライト１４９０を点灯する。
【１６２７】
なお、Ｐ２＝Ｐ３である場合には、調整期間すべてを符号化信号期間Ｃ１後に配置すればよい。また、調整期間がブランキング期間より長い場合には、符号化信号のデューティ比を考え、不足分の点灯時間が確保できるまで符号化期間Ｃ１の終了時刻より遡って符号化信号を重畳せずに消灯期間とするとしても良い。
【１６２８】
［符号化信号期間とブランキング期間とが重ならない場合の調整方法（ケース４）］
図３４４Ｄには、調整期間が０より小さく、（調整期間＋符号化信号期間＋ブランキング期間）が１フレームの長さより長い場合の一例が示されている。
【１６２９】
図３４４Ｄの（ｅ）の上段に示すように、調整期間をブランキング期間Ｂ１が終了する時刻Ｐ２を起点に、調整期間の絶対値に相当する時間分をさかのぼった期間（時刻Ｐ７～時刻Ｐ２の期間）に配置する。これにより、ブランキング期間Ｂ１中の時刻Ｐ７から時刻Ｐ２までの期間のバックライト１４９０が点灯される。
【１６３０】
なお、ブランキング期間と、符号化信号期間とが重ならないにも関わらず、しかも、調整期間が負であることを鑑みると、調整期間の絶対値が、ブランキング期間よりも長い場合も考えられる。この場合、調整期間のすべてをブランキング期間Ｂ１が終了する時刻Ｐ２を起点に配置すると、時刻Ｐ７は、時刻Ｐ１または時刻Ｐ１より先の時刻となり、ブランキング期間が存在しなくなる。ブランキング期間中すべて点灯するだけでなく、さらに、まだバックライト１４９０を点灯する（領域を明るくする）必要があるときには、調整期間のうちブランキング期間分を除いた残りの期間として、符号化信号期間の符号化信号のＯＦＦ期間を点灯させればよい。つまり、調整期間の残りの期間を時刻Ｐ９から遡った期間（時刻Ｐ８）までに配置し、符号化信号の重畳をやめて点灯を続ければよい。
【１６３１】
ここで、時刻Ｐ８は、元々のブランキング期間Ｂ１が、符号化信号期間Ｃ１から時刻Ｐ８－Ｐ９間の期間を引いた間のＯＦＦ期間の合計に等しいことから決める必要がある。具体的には、ブランキング期間Ｂ１＝（符号化信号期間Ｃ１－（時刻Ｐ９－時刻Ｐ８））×（１－Ｄｕｔｙ）の関係に基づいて、時刻Ｐ８を算出することができる。
【１６３２】
これにより、第２の処理部１４７０は、第２の制御部１４８０がブランキング期間Ｂ１に加えて、時刻Ｐ８から以降、次のブランキング期間の開始までバックライト１４９０の点灯を続けるように、Ｂ．Ｌ制御信号を調整することができる。

【１６３３】
なお、Ｐ２＝Ｐ３である場合には、調整期間すべてを符号化信号期間Ｃ１後に配置するとすればよい。
【１６３４】
次に、図３４５Ａ～図３４４Ｄを用いて、符号化信号期間とブランキング期間とが重なる場合に、第２の処理部１４７０が第２の方法により調整期間を設ける動作について説明する。
【１６３５】
図３４５Ａ～図３４５Ｄにおいて、上段の（ａ）には符号化信号が重畳される前のＢ．Ｌ制御信号が示されており、下段の（ｂ）から（ｅ）には、符号化信号が重畳されたＢ．Ｌ制御信号と第２の方法により調整されたＢ．Ｌ制御信号とが示されている。図において、ブランキング期間をＢ１、符号化信号期間をＣ１、時刻Ｑ１から時刻Ｑ６を１フレーム期間として示す。
【１６３６】
第２の方法により符号化信号が重畳されたＢ．Ｌ制御信号を調整する方法は、調整期間と符号化信号期間とブランキング期間の和と、調整期間の正負の関係とにより、図３４５Ａ～図３４５Ｄに示す４通りの方法に分けられる。以下、それぞれの場合について説明する。
【１６３７】
［符号化信号期間とブランキング期間とが重なる場合の調整方法（ケース１）］
図３４５Ａには、調整期間が０以上であり、（調整期間＋符号化信号期間＋ブランキング期間）が１フレームの長さ以下である場合の一例が示されている。
【１６３８】
図７Ａの（ｂ）の上段に示すように、調整期間を符号化信号期間Ｃ１が終了する時刻Ｑ４を起点として配置する。
【１６３９】
第２の処理部１４７０は、図３４４Ａの（ｂ）の上段に示す調整期間を設けることにより、図３４５Ａの（ｂ）の下段に示すように、調整期間である時刻Ｑ４から時刻Ｑ５までの期間と、かつ、ブランキング期間Ｂ１と重なっている時刻Ｑ２から時刻Ｑ３の期間とにおいて符号化信号を重畳しないようにＢ．Ｌ制御信号を調整する。
【１６４０】
このようにして、第２の制御部１４８０は、調整後のＢ．Ｌ制御信号に従って、ブランキング期間Ｂ１と重なっている時刻Ｑ２から時刻Ｑ３の期間とともに、時刻Ｑ４から時刻Ｑ５までの期間において、バックライト１４９０を消灯する。なお、時刻Ｑ４から時刻Ｑ５までの期間は、バックライト１４９０が消灯されるとともに、符号化信号の送信は行われない。
【１６４１】
［符号化信号期間とブランキング期間とが重なる場合の調整方法（ケース２）］
図３４５Ｂには、調整期間が０以上で、（調整期間＋符号化信号期間＋ブランキング期間）が１フレームの長さ以上である場合の一例が示されている。
【１６４２】
図３４５Ｂの（ｃ）の上段に示すように、調整期間を次のフレームの符号化信号が開始する時刻Ｑ６を起点に遡って、調整期間分である時刻Ｑ８から時刻Ｑ６までの期間に配置する。
【１６４３】
第２の処理部１４７０は、図３４５Ｂの（ｃ）の上段に示す調整期間を設けることにより、図３４５Ｂの（ｃ）の下段に示すように、調整期間である時刻Ｑ８から時刻Ｑ６までの期間と、かつ、ブランキング期間Ｂ１と重なっている時刻Ｑ２から時刻Ｑ３の期間とにおいて符号化信号を重畳しないようにＢ．Ｌ制御信号を調整する。
【１６４４】

このようにして、第２の制御部１４８０は、調整後のＢ．Ｌ制御信号に従って、ブランキング期間Ｂ１と重なっている時刻Ｑ２から時刻Ｑ３の期間とともに、時刻Ｑ８から時刻Ｑ６までの期間において、バックライト１４９０を消灯する。なお、時刻Ｑ８から時刻Ｑ６までの期間は、バックライト１４９０が消灯されるとともに、符号化信号の送信は行われない。

【１６４５】

［符号化信号期間とブランキング期間とが重なる場合の調整方法（ケース３）］

図３４５Ｃには、調整期間が０より小さく、（調整期間＋符号化信号期間＋ブランキング期間）が１フレームの長さ以上である場合の一例が示されている。

【１６４６】

図３４５Ｃの（ｄ）の上段に示すように、調整期間をブランキング期間Ｂ１の終了時刻Ｑ３で起点として、調整期間の絶対値に相当する時間分をさかのぼった期間に配置する。

【１６４７】

第２の処理部１４７０は、図３４５Ｃの（ｄ）の上段に示す調整期間を設けることにより、図３４５Ｃの（ｄ）の下段に示すように、調整期間である時刻Ｑ９から時刻Ｑ３までの期間においてバックライト１４９０を点灯するようにＢ．Ｌ制御信号を調整し、かつ、ランキング期間Ｂ１には符号化信号を重畳しないようにＢ．Ｌ制御信号を調整する。

【１６４８】

このようにして、第２の制御部１４８０は、調整後のＢ．Ｌ制御信号に従って、時刻Ｑ９から時刻Ｑ３までの期間においてバックライト１４９０を点灯する。

【１６４９】

なお、調整期間に符号化信号を重畳するとしてもよい。この場合、調整期間を符号化信号のＯＦＦ期間の合計の分だけ長くするとよい。さらに、調整期間がブランキング期間より長い場合には、符号化信号のデューティ比に基づき、調整期間での点灯時間の不足分を、符号化期間Ｃ１の終了時刻より遡った所定の期間において符号化信号を重畳しないことでバックライト１４９０を点灯させるとしてもよい。

【１６５０】

［符号化信号期間とブランキング期間とが重なる場合の調整方法（ケース４）］

図３４５Ｄには、調整期間が０より小さく、（調整期間＋符号化信号期間＋ブランキング期間）が１フレームの長さより長い場合の一例が示されている。

【１６５１】

図３４５Ｄの（ｅ）の上段に示すように、調整期間を、ブランキングＢ１の終了時刻Ｑ３を起点として、調整期間の絶対値に相当する時間分をさかのぼった時刻Ｑ１０までの期間に配置する。

【１６５２】

これにより、ブランキング期間Ｂ１と重なっている時刻Ｑ１０から時刻Ｑ３の期間のバックライト１４９０が点灯される。

【１６５３】

なお、この調整期間を、符号化信号のＯＦＦ期間の合計の分だけ長くし、調整期間に符号化信号を重畳するとしてもよい。

【１６５４】

また、図３４４Ｄの（ｅ）での説明と同様に、調整期間が非常に長く、その絶対値がブランキング期間Ｂ１よりも大きい場合には、調整期間のうちブランキング期間Ｂ１分を除いた残りの期間として、符号化信号期間の符号化信号のＯＦＦ期間を点灯させればよい。

【１６５５】

ここで、時刻Ｑ１１は、元々のブランキング期間Ｂ１が、符号化信号期間Ｃ１から時刻Ｑ１１－Ｑ１２間の期間を引いた間のＯＦＦ期間の合計に等しくなることから決める必要がある。具体的には、ブランキング期間Ｂ１＝（符号化信号期間Ｃ１－（時刻Ｑ１２－時刻Ｑ１１））×（１－Ｄｕｔｙ）の関係に基づいて、時刻Ｑ１１を算出することができる。

【１６５６】
これにより、第２の処理部１４７０は、第２の制御部１４８０がブランキング期間Ｂ１に加えて、時刻Ｑ１１～次のブランキング期間の開始時刻Ｑ７まで点灯を続けるように、Ｂ．Ｌ制御信号を調整することができる。
【１６５７】
［２．２．３．効果等］
以上のように、本実施例によれば、バックライトスキャンなどの動画特性向上のためのバックライト制御法とバックライトを用いた可視光通信信号の送信を、可視光通信の符号化信号による消灯期間を均一化或いは元の映像信号と同等に戻す調整を行うことで両立することができる。
【１６５８】
ここで、例えば、本実施例の表示装置において、前記信号処理部（第２の処理部１４７０）は、前記可視光通信信号を前記バックライト制御信号に重畳する際に、前記バックライト制御信号のうち前記バックライトの消灯を示す信号の期間と、重畳される前記可視光通信信号の期間とが重複する領域であって前記複数の領域のうちの領域がある場合、前記重複する領域に、前記重複する領域の輝度を調整するための点灯調整期間を設け、前記点灯調整期間において、前記バックライト制御信号のオン・オフを調整するとしてもよい。
【１６５９】
それにより、可視光通信信号期間と、バックライトの消灯期間とが重なる領域では、調整期間を設けることで、Ｂ．Ｌ制御信号に可視光通信信号（符号化信号）を重畳させた場合には、表示領域内での輝度の差が目立ちにくくすることができる。
【１６６０】
なお、本実施例では、基準領域を、明るい領域として説明したが、表示パネル１４５０の開口が大きく設定された領域であると読み替えてもよい。
【１６６１】
（実施例３）
［２．３．１．第２の方法による第２の処理部の動作の一例］
実施例２では、バックライト１４９０を点灯または消灯する調整期間を設けることにより、表示パネル１４５０の表示面１４１０（表示領域）の輝度を均一化したが、これに限らない。
【１６６２】
本実施例では、調整期間を設けない方法について、図３４６を用いて説明する。
【１６６３】
図３４６は、実施の形態１８の実施例３におけるＢ．Ｌ制御信号に、可視光通信信号を重畳する方法を説明するためのタイミングチャートである。ここで、図３４６の（ａ）には、所定領域のＢ．Ｌ制御信号が示されている。なお、本実施例では、波形の立ち上がり信号のみで信号検出するとして説明する。
【１６６４】
図３４６に示すように、調整期間を設けずに、調整期間に相当する分だけ、可視光通信信号のデューティ比、即ち、信号のＨｉｇｈ期間を変化させることで、領域の輝度を調整するとしてもよい。
【１６６５】
具体的には、例えば実施例２における調整期間が正数の場合、すなわち、バックライト１４９０を消灯する調整を行う場合には、図３４６の（ｂ）のようにＢ．Ｌ制御信号のＨｉｇｈ期間を短くすればよい。
【１６６６】
また、例えば実施例２における調整期間が負数の場合、すなわち、バックライト１４９０を点灯する調整を行う場合には、図３４６の（ｃ）のようにＢ．Ｌ制御信号のＨｉｇｈ期間を長くすればよい。
【１６６７】

なお、表示領域の領域毎にＢ．Ｌ制御信号のデューティ比が変化する場合も考えられる。この場合には、Ｂ．Ｌ制御信号を面内で一定のデューティ比で駆動させるために、デューティ比の変化を含んで計算をやり直して算出した実施例２における調整期間と、本実施例のように可視光通信信号のＨｉｇｈ期間を変化させる方法とを組み合わせて用いてもよい。

【１６６８】

さらに、上記では、バックライト１４９０のＨｉｇｈ期間の制御(ＰＷＭ制御：Ｐｕｌｓｅ　Ｗｉｄｔｈ　Ｍｏｄｕｌａｔｉｏｎ)を利用した輝度の制御を行うことで、面内の均一性、画質の劣化防止を説明してきたが、これに限らない。バックライト制御する第二の制御部１８０は、各領域のバックライト１４９０に供給する電流を制御することで、可視光通信領域における輝度を可視光通信領域以外の領域における輝度に近づけてもよい。さらに、バックライト１４９０のＰＷＭ制御と、電流制御の組合せによって可視光通信領域における輝度を可視光通信領域以外の領域における輝度に近づけてもよい。

【１６６９】

［２．３．２．効果等］

以上のように、本実施例によれば、バックライトスキャンなどの動画特性向上のためのバックライト制御法とバックライトを用いた可視光通信信号の送信を、可視光通信の符号化信号による消灯期間を均一化或いは元の映像信号と同等に戻す調整を行うことで両立することができる。

【１６７０】

なお、本実施例では、立ち上がり信号のみで信号検出するとして説明したが、それに限らない。立ち下がり部分の位置を保持し、立ち上がりの位置を変更するＢ．Ｌ制御信号の場合には、立ち下り信号で信号検出するとしてもよい。本実施の形態では、Ｂ．Ｌ制御信号の立ち上がりを基準に符号化信号を重畳しているが、立ち下がりなどのほかのＢ．Ｌ制御信号の特徴的なタイミングを基準にしてもよいし、映像信号そのものの同期信号を基準にしてもよい。また、映像の同期信号から一定の時間遅延した信号を作成し、その信号を基準にしてもよい。

【１６７１】

［３．効果］

以上、本実施の形態によれば、表示画像の画質を大きく劣化させることなく可視光通信信号を出力すること、かつ、出力した可視光通信信号の受信ミスを低減することができる表示装置を実現することができる。

【１６７２】

（実施の形態１９）

実施の形態１８では、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間より、符号化信号期間の方が短い場合の表示装置１４００の動作について説明した。本実施の形態では、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間より、符号化信号期間の方が長い場合の表示装置１４００の動作について説明する。

【１６７３】

［１．表示装置の動作］

以下、第２の処理部１４７０の動作を中心に説明する。

【１６７４】

図３４７は、実施の形態１９における第２の処理部の動作を説明するためのフローチャートである。

【１６７５】

まず、ステップＳ１３０１において、第２の処理部１４７０は、可視光通信信号を再符号化する。より具体的には、第２の処理部１４７０は、可視光通信信号を符号化した後、ヘッダーなどを付加した符号化信号を生成（再符号化）する。また、第２の処理部１４７０は、符号化信号の搬送周波数に基づいて、符号化信号の送信時間を計算する。

【１６７６】

次に、ステップＳ１３０２において、第２の処理部１４７０は、符号化信号長がＢ．Ｌ

制御信号のＯＮ期間（点灯時間）よりも大きいか否かを判断する。
【１６７７】
より具体的には、第２の処理部１４７０は、第１の処理部１４３０が計算したＢ．Ｌ制御信号のデューティ比からバックライト１４９０が点灯している時間（点灯時間）と、符号化信号の送信時間長（符号化信号長）とを比較する。第２の処理部１４７０は、符号化信号の送信時間長の方が短いと判断した場合は（Ｓ１３０２でＮｏ）、ステップＳ１３０６に進み、符号化信号の送信時間長の方が長いと判断した場合は（Ｓ１３０２でＹｅｓ）、ステップＳ１３０３に進む。
【１６７８】
次に、ステップＳ１３０３において、第２の処理部１４７０は、可視光通信を行うかどうかを判断する。第２の処理部１４７０は、可視光通信を行うと判断した場合は（Ｓ１３０３でＹｅｓ）、ステップＳ１３０４に進み、可視光通信を行わないと判断した場合は（Ｓ１３０３でＮｏ）、ステップＳ１３０９進む。
【１６７９】
次に、ステップＳ１３０４において、第２の処理部１４７０は、可視光通信信号を再符号化する。具体的には、第２の処理部１４７０は、ヘッダー部分が通常データとしてあり得ない信号配列で符号化されている場合、ヘッダー部分の信号のデューティ比がほぼＯＦＦの状態で構成されるように作成しなおす（再符号化する）。その後、第２の処理部１４７０は、ヘッダー部分の最後の信号（最後端に存在するＯＮ状態を示す信号）をＢ．Ｌ制御信号の立ち上がりタイミングに合うように、符号化信号の送信開始時間を早める処理を行う。なお、詳細について、後述する。
【１６８０】
次に、ステップＳ１３０５において、第２の処理部１４７０は、符号化信号長がＢ．Ｌ制御信号のＯＮ期間（点灯時間）よりも大きいか否かを判定する。
【１６８１】
より具体的には、第２の処理部１４７０は、Ｂ．Ｌ制御信号のデューティ比によるバックライト１４９０の点灯時間と、符号化信号の送信時間長とを比較する。そして、第２の処理部１４７０は、符号化信号の送信時間長の方が短いと判断した場合には（Ｓ１３０５でＮｏ）、ステップＳ１３０６、符号化信号の送信時間長の方が長いと判断した場合には（Ｓ１３０５でＹｅｓ）、ステップＳ１３０７に進む。
【１６８２】
ここで、ステップＳ１３０６において、第２の処理部１４７０は、Ｂ．Ｌ制御信号のブランキング期間以外の部分（つまり、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間）に符号化信号を重畳して第２の制御部１４８０に出力し、処理を終了する。
【１６８３】
一方、ステップＳ１３０７において、第２の処理部１４７０は、符号化信号を分割するかを判断する。より具体的には、まず、第２の処理部１４７０は、再符号化した符号化信号の送信時間長と、バックライト１４９０の点灯時間とを比較する。そして、第２の処理部１４７０は、符号化信号の送信時間長の方が長い場合は、符号化信号を分割すると判断し（Ｓ１３０７でＹｅｓ）、ステップＳ１３０８に進み、符号化信号の送信時間長の方が短い場合は、符号化信号を分割しないと判断し（Ｓ１３０７でＮｏ）、ステップＳ１３０９に進む。
【１６８４】
次に、ステップＳ１３０８において、第２の処理部１４７０は、バックライト点灯期間に収まるデータ長に収まる長さになるように符号化信号を分割する。そして、第２の処理部１４７０は、バックライト制御信号のブランキング期間以外の部分（Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間）に重畳するよう符号化信号を調整し、処理を終了する。
【１６８５】
なお、ステップＳ１３０９では、第２の処理部１４７０は、符号化信号を第２の制御部１４８０に送信しない。すなわち、可視光通信信号の送信を取りやめる。

【１６８６】
［２．動作の詳細］
次に、図３４８Ａ～図３４８Ｄおよび図３４９を用いて、実施の形態１９の表示装置１４００の動作の詳細（具体例）について説明する。
【１６８７】
［２．１．具体例１］
図３４８Ａ～図３４８Ｄは、実施の形態１９におけるＢ．Ｌ制御信号に、符号化信号を重畳する具体的方法を説明するための図である。
【１６８８】
本実施の形態では、第２の処理部１４７０は、４ＰＰＭや、Ｉ－４ＰＰＭなどの符号化方法を用いて可視光通信信号の符号化を行う。４ＰＰＭや、Ｉ－４ＰＰＭなどで符号化すると、輝度が信号によって大きく変化することが比較的緩和することができ、輝度が不安定になることを避けることができるからである。なお、マンチェスター式など符号化方法を用いて可視光通信信号の符号化を行ってもよい。
【１６８９】
例えば図３４８Ａに示すように、符号化信号は、ヘッダー１３１０と符号語などを格納したデータ部１３１１とで構成される。ヘッダー１３１０には、データ信号としては、あり得ない信号配列が用いられているとする。ここで、Ｉ－４ＰＰＭを用いて符号化する場合には、その信号期間はＨｉｇｈ期間の割合は、原則として７５％と決まっている。また、ヘッダーにはＯＮ状態を３ｓｌｏｔ（符号化信号の最小単位）以上継続する形で入れることが一般的である。ヘッダーの区切りに、ヘッダーの最後をＯＦＦ状態にすることも多い。
【１６９０】
図３４８Ｂには、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間より、符号化信号期間の方が短い場合が示されている。つまり、図３４８Ｂに示すように、ヘッダーも含めた符号化信号全体がＢ．Ｌ制御信号の１フレーム内のブランキング期間を除く期間（つまり、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間）よりも短い場合には、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間に符号化信号を問題なく重畳できる。
【１６９１】
それに対して、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間より、符号化信号期間の方が長い場合には、ヘッダーも含めた符号化信号全体をＢ．Ｌ制御信号のＯＮ期間に含めることができないため、上記のステップＳ１３０７で説明したように、符号化信号を分割して含める。
【１６９２】
図３４８Ｃには、ヘッダーも含めた符号化信号全体がＢ．Ｌ制御信号の１フレームの長さを超えるため、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間に符号化信号を分割して重畳する場合の例が示されている。具体的には、符号化信号のデータ部１３１１をデータ部１３１１－１とデータ部１３１１－２とに分割してそれぞれヘッダー１３１０とヘッダー９２とを含めてＢ．Ｌ制御信号のＯＮ期間に重畳させる。ヘッダー９２には、データ部１３１１－２が分割されたデータ部１３１１であり、データ部１３１１－１の続きのデータであることを示す判別信号を含める。
【１６９３】
なお、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間より、符号化信号期間の方が長い場合には、図３４８Ｄに示すように、ヘッダー１３１０の部分のみをＢ．Ｌ制御信号のブランキング期間に重畳し、データ部１３１１をＢ．Ｌ制御信号のＯＮ期間に重畳するとしてもよい。
【１６９４】
［２．２．具体例２］
次に、図３４８Ｄとは別の態様について説明する。すなわち、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間より、符号化信号期間の方が長い場合に、符号化信号のヘッダー部分のみをＢ．Ｌ制御信号のブランキング期間に重畳する場合の具体例について説明する。
【１６９５】

図３４９は、実施の形態１９におけるＢ．Ｌ制御信号に、符号化信号を重畳する別の具体的方法を説明するための図である。

【１６９６】

図３４９の（ａ）には、Ｉ－４ＰＲＭで符号化した符号化信号が示されている。

【１６９７】

図３４９の（ｂ）に示すように、図３４９の（ａ）のヘッダー部分だけを、Ｉ－４ＰＰＭから４ＰＰＭに符号化方式を変更して、再符号化するとしてもよい。この場合、図３４９の（ｂ）に示すように、ＯＮ状態を続け最後にＯＦＦ状態に遷移していたヘッダーが、ＯＦＦ状態を続け最後にＯＮ状態に遷移するヘッダーに変更される。

【１６９８】

そして、図３４９の（ｃ）に示すように、図３４９の（ｂ）に示す符号化信号をＢ．Ｌ制御信号に重畳する。図３４９の（ｃ）に示す例では、ＯＦＦ状態の信号であるヘッダー１３３０と、ＯＮ状態の信号であるヘッダー１３２１とデータ１３２２とで構成される符号化信号がＢ．Ｌ制御信号に重畳される。

【１６９９】

より具体的には、第２の処理部１４７０は、可視光通信信号を符号化して符号化信号を生成し、可視光通信信号として符号化信号をバックライト制御信号に重畳し、符号化信号をバックライト制御信号に重畳する際に、バックライト制御信号のうちバックライトの消灯を示す信号の期間と、重畳される前記符号化信号の期間とが重複する領域であって複数の領域のうちの領域がある場合、符号化信号のうちヘッダー部分を、バックライト１４９０の消灯を示す信号の期間のバックライト制御信号に重畳し、符号化信号のうちのヘッダー部分以外の部分を、バックライトの消灯を示す信号の期間以外の期間のバックライト制御信号に重畳する。

【１７００】

これにより、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間より、符号化信号期間の方が長い場合でも、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間に符号化信号のうちのデータ部分を重畳させることができる。

【１７０１】

つまり、例えば図３４９の（ｃ）に示すように、ＯＦＦ状態の信号であるヘッダー１３３０をＢ．Ｌ制御信号のブランキング期間に重畳させることで、符号化時間長を節約（短く）することができる。

【１７０２】

なお、実施の形態１８で説明した調整期間を設ける場合には、例えば図３４８Ｄの符号化信号のヘッダー１３１０をＢ．Ｌ制御信号のブランキング期間に重畳させてブランキング期間で点灯を行うことになる期間は調整期間から引き算する必要がある。

【１７０３】

しかし、例えば図３４９の（ｃ）に示すように、符号化信号のヘッダー１３３０の最後時刻（最後にＯＮ状態になる時刻）をブランキング期間の終了時刻にあわせて位相を決定する場合には、ブランキング期間には点灯されないので、調整期間から引き算する必要はない。

【１７０４】

［３．効果等］

以上、本実施の形態によれば、表示画像の画質を大きく劣化させることなく可視光通信信号を出力すること、かつ、出力した可視光通信信号の受信ミスを低減することができる表示装置を実現することができる。

【１７０５】

なお、本実施の形態では、一般的な４ＰＰＭの符号化方式を用いて符号化した符号化信号のヘッダーを用いた例について説明したが、これに限られない。例えば、符号化信号のヘッダーの平均的なデューティ比が高い場合には、ＯＮ信号とＯＦＦ信号とを逆転させたヘッダーをブランキング期間に頂上するとしてもよい。この場合、前述したとおり、ブランキング期間の消灯期間の減少分を調整期間に入れて調整することが望ましい。

【１７０６】
また、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間（バックライト１４９０の点灯期間）にヘッダーを含めた符号化信号全体を重畳できる場合には、デューティ比の高いヘッダーとなるように符号化してもよい。
【１７０７】
また、ヘッダーをブランキング期間に重畳させる場合でも、ブランキング期間の長さによっては入りきらない場合もある。その場合には、ブランキング期間の長さに応じて何種類かのヘッダーを用意して使い分けるとしてもよい。
【１７０８】
（実施の形態２０）
本実施の形態では、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間に符号化信号期間すべての符号化信号を重畳できるように、表示領域の複数の領域を幾つかのグループに分割した上で符号化信号を重畳する方法について説明する。
【１７０９】
［１．第２の処理の動作］
以下では、領域の明るさを基にして、最も明るい領域を中心に、符号化信号を重畳するタイミングを決定する方法を例に挙げて説明する。
【１７１０】
図３５０は、実施の形態２０における第２の処理の動作を説明するためのフローチャートである。
【１７１１】
まず、ステップＳ１３１１において、第２の処理部１４７０は、可視光通信信号を符号化する。より具体的には、第２の処理部１４７０は、可視光通信信号を符号化した後、ヘッダーなどを付加した符号化信号を生成する。また、第２の処理部１４７０は、符号化信号の搬送周波数に基づいて、符号化信号の送信時間を計算する。
【１７１２】
次に、ステップＳ１３１２において、第２の処理部１４７０は、表示領域を複数の領域に分割する。
【１７１３】
次に、ステップＳ１３１３において、第２の処理部１４７０は、表示の明るい領域を検出する。より具体的には、第２の処理部１４７０は、分割した領域それぞれの明るさを検出し、これに基づいて、表示として最も明るい領域を選択する。ここで、表示として明るいとは、Ｂ．Ｌ制御信号のデューティ比が大きいところではなく、画像の発光エネルギーを示す信号レベルとして最も明るいところを意味する。明るいところの検出については、後で詳述する。
【１７１４】
次に、ステップＳ１３１４において、第２の処理部１４７０は、表示の明るい領域に符号化信号の位相を合わせる。より具体的には、第２の処理部１４７０は、最も明るい領域のＢ．Ｌ制御信号のタイミングに合わせて全ての領域または、選択された一部の領域（選択された複数の領域）のＢ．Ｌ制御信号に、同一位相の符号化信号を重畳する。
【１７１５】
ただし、他の実施の形態と同様に、Ｂ．Ｌ制御信号のブランキング期間には、符号化信号を重畳しない。これは、各Ｂ．Ｌ制御信号と、符号化信号とのＡＮＤを計算する操作と等しい。なお、必要に応じて、図３４７のステップＳ１３０１～Ｓ１３０９の動作を行っても構わない。
【１７１６】
次に、ステップＳ１３１５において、第２の処理部１４７０は、符号化信号とブランキング期間とが重なっているかを判断する。より具体的には、第２の処理部１４７０は、領域毎に、符号化信号期間とＢ．Ｌ制御信号のブランキング期間とで重なった部分があるかを判断し、符号化信号期間とＢ．Ｌ制御信号のブランキング期間とが重なっていない場合

は（Ｓ１３１５でＹｅｓ）、ステップＳ１３１６に進み、第２の処理部１４７０は、符号化信号をＢ．Ｌ制御信号に重畳させ、処理を終了する。一方、重なっている部分がある場合は（Ｓ１３１５でＮｏ）、Ｓ１３１７に進む。

【１７１７】

一方、ステップＳ１３１７において、第２の処理部１４７０は、可視光通信信号を行うかどうかを判断する。可視光通信を行なわない場合は（Ｓ１３１７でＮｏ）、ステップＳ１３１８へ進む。可視光通信信号を行う場合は（Ｓ１３１７でＹｅｓ）、ステップＳ１３２０に進み、第２の処理部１４７０は、符号化信号を送信しないようにデューティ比の調整を行って処理を終了する。

【１７１８】

次に、ステップＳ１３１８において、第２の処理部１４７０は、符号化信号の位相を変え、位相を変えた符号化信号をＢ．Ｌ制御信号に重畳させる。

【１７１９】

次に、ステップＳ１３１９、第２の処理部１４７０は、明るい領域にブランキング期間が重なっているかを判断する。重なっていない場合は（Ｓ１３１９でＮｏ）、ステップＳ１３２０に進む。重なっている場合は（Ｓ１３１９でＹｅｓ）、Ｓ１３２１に進む。

【１７２０】

次に、ステップＳ１３２１において、第２の処理部１４７０は、各領域に対して処理を終了しているかどうかを判断する。処理が終了していない場合は（Ｓ１３２１でＮｏ）、Ｓ１３１５へ戻る。処理が終了している場合は（Ｓ１３２１でＹｅｓ）、ステップＳ１３２２に進む。

【１７２１】

次に、ステップＳ１３２２において、第２の処理部１４７０は、符号化信号が重畳されていない領域があるかどうかを判断する。重畳されていない領域がある場合は（Ｓ１３２２でＮｏ）、ステップＳ１３１３へ進む。重畳されている領域がない場合は（Ｓ１３２２でＹｅｓ）、処理を終了する。

【１７２２】

［２．動作の詳細］

次に、図３５１および図３５２を用いて、実施の形態２０の表示装置１４００の詳細（具体例）について説明する。

【１７２３】

図３５１は実施の形態２０における領域のグループ分割の一例を示すタイミングチャートであり、図３５２は実施の形態２０における領域のグループ分割の他の一例を示すタイミングチャートである。図３５１および図３５２において、網掛け部分（ハッチング部分）は符号化信号が重畳されている期間（符号化信号期間）を示す。

【１７２４】

例えば図３５１に示すように、表示領域の複数の領域を３つのグループに分割する。具体的には、領域Ａ、領域Ｂおよび領域Ｃをグループ１、領域Ｆ、領域Ｇおよび領域Ｈをグループ２、ならびに、領域Ｄおよび領域Ｅをグループ３に分割する。そして、図３５１に示すように、各グループにおいては、同じ期間内に同じタイミングで符号化信号を重畳する。例えば、グループ１では、最も明るい領域Ｃを基準に重畳しており、グループ２では、このグループで最も明るい領域Ｅを基準に重畳している。

【１７２５】

なお、図３５２に示すように、表示領域の複数の領域を２つのグループに分割するとしてもよい。すなわち、領域Ａ、領域Ｂ、領域Ｃおよび領域Ｄをグループ１、領域Ｅ、領域Ｆ、領域Ｇおよび領域Ｈをグループ２に分割するとしてもよい。そして、各グループにおいて、同じ期間内に同じタイミングで符号化信号を重畳する。

【１７２６】

［３．効果等］

このように、本実施の形態の表示装置によれば、前記信号処理部（第２の処理部１４７

０）は、前記複数の領域のうち近傍の複数の領域を含む複数のグループそれぞれの前記バックライト制御信号に対して、前記可視光通信信号をそれぞれ重畳し、前記複数のグループそれぞれに重畳される前記可視光通信信号は互いに同位相であり、前記複数のグループそれぞれの前記バックライト制御信号の前記バックライト（１４９０）の発光の制御を行う期間に、対応する前記可視光通信信号のすべてが重畳されている。

【１７２７】

それにより、本表示装置は、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間に符号化信号期間すべての符号化信号を重畳できるので、出力した可視光通信信号の受信ミスを低減することができる。換言すると、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間に、可視光通信信号を欠落させないで重畳することができるので、出力した可視光通信信号の受信ミスを低減することができる。

【１７２８】

また、前記信号処理部（第２の処理部１４７０）は、前記複数のグループに含まれる複数の領域のうち所定の領域の前記バックライト制御信号を基準に、前記複数のグループそれぞれに重畳される前記可視光通信信号の位相を合わせるとしてもよい。

【１７２９】

それにより、本表示装置は、選択した複数のグループ毎に、可視光通信信号をより欠落させないで出力することができる。

【１７３０】

ここで、前記所定の領域は、前記複数の領域のうち最も明るい領域である。

【１７３１】

これより、表示装置１４００は、表示領域内での輝度の差が目立ちにくくすることができる。

【１７３２】

また、前記複数のグループの一に重畳される前記可視光通信信号の位相と、前記複数のグループの他に重畳される前記可視光通信信号の位相とは、異なる。

【１７３３】

これにより、表示装置１４００は、選択した複数のグループ毎ごとに、可視光通信信号をより欠落させないで出力することができる。

【１７３４】

なお、上記のように領域のグループ分割を行うことができない場合がある。つまり、領域をグループに分割しても、同一位相の符号化信号が入らない領域がある場合がある。この場合について動作について以下説明する。

【１７３５】

図３５３は、実施の形態２０における領域のグループ分割の他の一例を示すタイミングチャートである。図３５３において、網掛け部分（ハッチング部分）は符号化信号が重畳されている期間（符号化信号期間）を示す。

【１７３６】

例えば図３５３に示す例は、図３５１および図３５２の特殊な例である。図３５３に示すように、領域をグループに分割した段階で、同一位相の符号化信号が入らない場所では符号化信号を送信しないとすればよい。

【１７３７】

具体的には、領域Ａ、領域Ｂ、領域Ｃおよび領域Ｄとそれ以外の領域に分割し、領域Ａ、領域Ｂ、領域Ｃおよび領域Ｄに同じ位相の符号化信号を重畳する。ここで、領域Ｄにおいて、符号化信号がブランキング期間と重なる期間では、符号化信号を重畳しない。さらに、図３５３に示す例では、領域Ｄ以降の領域（領域Ｅ～領域Ｈ）には、符号化信号を重畳しない。

【１７３８】

なお、領域をグループに分割しても、同一位相の符号化信号の入らない領域がある場合、単純に、基準領域を定めて、その領域の周辺（近傍の領域）だけに符号化信号を重畳させるとしてもよい。この際に、符号化信号を重畳する範囲については、前述したフローチ

ャートに基づいても良いし、事前に決めておいた範囲に限定しても良い。
【１７３９】
また、上述した調整期間を設けて、符号化信号を重畳する領域および符号化信号を重畳しない領域、並びに、重畳する領域内での輝度の差を発生させないとしてもよい。
【１７４０】
なお、本実施の形態では、Ｂ．Ｌ制御信号の立ち上がりを基準に重畳しているが、立ち下がりなどのほかのＢ．Ｌ制御信号の特徴的なタイミングを基準にしてもよいし、映像信号そのものの同期信号を基準にしてもよい。また、映像の同期信号から一定の時間遅延した信号を作成し、その信号を基準にしてもよい。
【１７４１】
表示領域の複数の領域すべてにおいて、ブランキング期間でない期間を探すことは非常に困難であり、たとえこのような期間があっても、非常に短い。本開示においては、符号化信号をＢ．Ｌ制御信号に重畳する場合でも、ブランキング期間をできる限り優先することで、ブランキング期間中の点灯を抑制することで画質の劣化を避けようとしている。
【１７４２】
しかし、ある領域でブランキング期間と符号化信号期間とが重ならいとしても、他の領域ではブランキング期間と符号化信号期間とが重なることが多い。
【１７４３】
そのため、本実施の形態では、表示領域の複数の領域のうちできるだけ多くの領域において、ブランキング期間と符号化信号期間との重なり合いを避けるための方法を開示している。すなわち、本実施の形態では、複数の領域をいくつかのグループに分割し、各グループ内で符号化信号を一定の位相で重畳させる。それにより、該当グループ内におけるブランキング期間と符号化信号の重なりを低減することができる。
【１７４４】
なお、本実施の形態においては、複数の領域を２つのグループまたは３つのグループに分割する場合の例について説明したが、これに限定するものではない。
【１７４５】
また、複数の領域をグループ分けする方法は、予めいくつかのグループに領域を分けておくとし、位相をどうずらすかなども予め設定しておくとしてもよい。
【１７４６】
また、本実施の形態では、明るい領域を基準に符号化信号長（符号化信号期間のすべて）を重畳できるように、複数の領域をグループ分けしているが、これに限らない。この基準によって分けられるグループ数が非常に多くなる場合なども考えられるため、グループ数を限定的にしてもよい。グループに分けられる領域は、必ずしも符号化信号期間すべてが重畳可能である必要もない。
【１７４７】
また、各グループ内の領域に重畳する符号化信号は同じでもよいし、異なっていてもよい。なお、受信機側で得られる符号化信号に２つ以上の信号が混じっていると、誤認識或いはエラー発生の確率が高くなる。そのため、２つ以上の信号とは、異なる符号化信号が、同じ時刻に同じ受信機で受信できる場合、同じ符号化信号でも位相が異なる２つ以上の信号が、同じ受信機で同じ時刻に受信できる場合、または、これら組合せの場合を意味する。これにより、誤認識或いはエラー発生の確率を低くすることができる。
【１７４８】
また、何らかの基準を持って分割するグループは、上記の例に限らず、第２の処理部１４７０が映像信号と符号化信号との関係により行った信号処理結果に基づきグループに分割するとしてもよい。
【１７４９】
また、ＬＥＤなどを用いたバックライトでは、その光源が、点光源に近い非常に小さい物であるので、ＬＣＤのように面発光させるためには、導光板や拡散板などを用いて、領域を広げている。そのため、各領域におけるＬＥＤを制御する際には、隣接する領域はオ

ーバーラップするように設計されており、漏れ光が一定以上存在する。
【１７５０】
したがって、ＬＥＤなどを用いたバックライトでは、いくつかのグループに分割する場合でも、少なくとも隣接する領域からの漏れ光により、別の信号がノイズとして入ってしまうため、隣接するブロックを含む領域の符号化信号が時間的に重なることは避ける必要がある。そこで、例えば、該当箇所で該当フレームにおいては符号化信号を発信しない、または、離れた場所の領域で、時間的に連続したもしくは重なり合った符号化信号を発信するとしてもよい。
【１７５１】
該当箇所で該当フレームにおいては符号化信号を発信しないとする場合においては、フレーム毎にどの領域から符号化信号を出力するかを決定し分離しても良いし、特定の箇所（映像信号にリンクしても良い）の符号化信号を優先的に発信するとしてもよい。
【１７５２】
また、異なる領域における異なる位相の符号化信号の送信期間が重なる場合でも、領域が連続しなければ、或いは一定の間隔があいていればよい。領域を限定して信号を受信する場合などについては、受信可能であるからである。なお、異なる位相間を持つ領域の間隔はバックライトの漏れ光がどの程度の範囲まで及ぶかにより判断する必要があるため、使用する表示装置の性能に基づく数値となる。
【１７５３】
また、各領域を複数のブロックに分けてそれぞれに上記方法を適応しても良い。
【１７５４】
（実施の形態２１）
符号化信号を受信する際に、フォトダイオードなどの応答速度の非常に速い光強度センサーを用いた場合には、画像と符号化信号の位相差は大きな問題にはならない。
【１７５５】
一方で、スマートフォンや携帯電話に付属しているカメラやデジタルスチルカメラなどのイメージセンサーを用いて符号化信号を撮像して取得する場合には、位相の僅かな差により、露光タイミングが信号のＯＮ－ＯＦＦのエッジ部分または、一連の符号化信号期間の開始もしくは／および終了のタイミングと非常に短い時間差で若しくは同時にかかってしまうことで、有効な信号として取得できないことがある。つまり、イメージセンサーの撮像周期は一般的に３０ＦＰＳであり、例えば６０ＦＰＳの映像信号と符号化信号とが同期している場合には、イメージセンサーの撮像時にタイミングが合わない場合には、いつまでたってもイメージセンサーの撮像周期と符号化信号の周期とのタイミングが合わないということも考えられる。
【１７５６】
そこで、本実施の形態では、これを避けるために、符号化信号の位相をずらす方法について説明する。
【１７５７】
［１．表示装置の動作］
以下、第２の処理部１４７０の動作を中心に説明する。
【１７５８】
図３５４は、実施の形態２１における第２の処理部の動作を説明するためのフローチャートである。
【１７５９】
まず、ステップＳ１３３１において、第２の処理部１４７０は、信号の同期をずらす。より具体的には、第２の処理部１４７０は、表示パネル１４５０とバックライト１４９０との同期が固定でない場合、符号化信号の同期をずらす。これは、スマートフォン１３５０の撮像の確率をあげるのに有効である。
【１７６０】
次に、ステップＳ１３３２において、第２の処理部１４７０は、第１の処理部１４３０

より出力される映像信号に基づくデューティ比より、Ｂ．Ｌ制御信号と符号化信号のＡＮＤを計算する。

【１７６１】

次に、ステップＳ１３３３において、第２の処理部１４７０は、映像信号および／または可視光通信信号に基づくデューティ比の調整を行う。

【１７６２】

より具体的には、第２の処理部１４７０は、実施の形態１８で説明したように、符号化信号期間とブランキング期間とが重なっているかどうかを調べ、場合分けをして調整期間を設ける。第２の処理部１４７０は、調整期間の分だけ、該当フレームのＢ．Ｌ制御信号のデューティ比が本来の映像信号に基づくＢ．Ｌ制御信号のデューティ比と異なる場合には、符号化信号の送信が休止している期間などを利用してデューティ比の調整を行う。ここで、例えば、第２の処理部１４７０は、ブランキング期間とは別の期間にバックライト１４９０をＯＦＦする期間（Ｂ．Ｌ制御信号のＯＦＦ期間）を設定することでデューティ比の調整を行う。そして、第２の処理部１４７０は、調整期間を設けて調整した符号化信号が重畳されたＢ．Ｌ制御信号を第２の制御部１４８０に出力する。

【１７６３】

なお、一定の期間で、符号化信号と映像信号との位相の関係が元に戻った場合、これらを予め定められた位相差に補正するとしてもよい。

【１７６４】

さらに、映像信号の周波数と異なる周波数で、符号化信号の位相と映像信号の位相が時間的に変化する関係、即ち、どちらか一方がもう一方の略整数倍になっていない関係であれば、位相合わせの制御を特にしなくともよい。なぜなら、特に双方の位相を合わせることがなくとも、ある時間が経過することで両者の位相の関係が元に戻り、信号の受信が困難な時間帯と、容易に受信できる時間帯が必ずどこかに存在することになるからである。

【１７６５】

図３５５Ａおよび図３５５Ｂは、実施の形態２１におけるＢ．Ｌ制御信号と可視光通信信号との位相の関係について説明するための図である。

【１７６６】

例えば、図３５５Ａでは、Ｂ．Ｌ制御信号Ｘを基準にして、可視光通信信号に基づく符号化信号とＢ．Ｌ制御信号Ｘとが一定の周期で同じ位相になることを示している。尚、図中の斜線部分が実際に符号化信号を送信している期間を示しており、一例として、Ｂ．Ｌ制御信号よりも長い周期で、短い期間出力する表示になっているが、信号長の関係は前述したとおり、どちらが長くてもかまわない。また、実際の符号化信号送信期間とＢ．Ｌ制御信号との長さは、どちらが長くなくてはならないということはないものの、符号化送信期間がＢ．Ｌ制御信号よりも短いことが望ましい。ここでは、Ｂ．Ｌ制御信号Ｘが１２回繰り返す間に、符号化信号は７回繰り返すことになっており、例えば、Ｂ．Ｌ制御信号が６０ｆｐｓであった場合には、０．２秒間隔で両者の位相が同じ関係になっている。一方、図３５５Ｂにおいては、特に、Ｂ．Ｌ制御信号Ｘと符号化信号の間に関連はないが、ｆ１では、Ｂ．Ｌ制御信号の前半部分、ｆ２では、後半部分、ｆ３ではほぼ中間位置と、フレームごとに符号化信号送信期間の開始と、Ｂ．Ｌ制御信号の開始の位相の関係が変化している。しかしながら、特に両者が最小公倍数を持って位相の関係が元に戻ることはないものの、位相が順次ずれていくことで、撮像のタイミングによる不具合はどこかで解消できることになる。また、Ｂ．Ｌ制御信号の切れ目に当たる期間に符号化信号を送信しているｆ２や、ｆ５から始まる時刻においても、領域Ｘでは、符号化信号が途切れることなるものの、どこか別の領域では必ず符号化信号を送信することができているため問題はない。映像と通信情報との関連については、バッファなどにメモリしておき、直前のメモリを引き出して通信信号として符号化して利用してもよい。また、両者の位相の関係が元に戻るまでの時間が非常に長い期間、例えば、数秒以上かかる場合には、位相の関係を強制的に元に戻すなどしてもよい。例えば、図３５５Ｂのｆ８で符号化信号が完了した後、ｆ９のタイミングまで時間を置いてＢ．Ｌ制御信号と、符号化信号の位相を改めて合わせても

よいし、合わせなくともよい。また、タイミングを合わせる周期を例えば１秒ごとに行うなど行ってもよいし、全く行わなくともよい。

【１７６７】

［２．動作の詳細］

次に、図３５６Ａおよび図３５６Ｂ、図３５６Ｃを用いて、実施の形態２０の表示装置１４００の動作の詳細（具体例）について説明する。

【１７６８】

図３５６Ａおよび図３５６Ｂ、図３５６Ｃは、実施の形態２１における第２の処理部の動作を説明するためのタイミングチャートである。網掛け部分（ハッチング部分）は符号化信号が存在している領域を示す。図３５６Ａは符号化信号を重畳する前のＢ．Ｌ制御信号のタイミングチャートを示しており、図３５６Ｂは符号化信号が重畳された後のＢ．Ｌ制御信号のタイミングチャートを示している。図３５６Ｃは、符号化信号を基準となるバックライト制御信号の立ち上がりあるいは立下りのタイミングからの遅延時間を設定することにより、結果的にバックライト制御信号の位相と、可視光通信信号の位相との関係を、時間的に変化させた例を示している。

【１７６９】

例えば図３５６Ａに示すように、符号化信号とＢ．Ｌ制御信号との同期をずらしている。これにより、スマートフォン１３５０などの受信機側で符号化信号を受信できるタイミングを確実に発生させることができる。ここで、上述した調整期間を各フレームにおける位相差毎に計算して設けるとしてもよい。

【１７７０】

なお、図３５６Ｃのように、例えば、領域Ａを基準に取り、バックライト制御信号の立ち上がりＵ２と可視光通信信号の開始Ｖ２の時間差β１を遅延時間として予め設定して、重畳してもよい。また、次のフレームの立ち上がりＵ３と可視光通信信号の開始Ｖ３の時間差β２については、β１と同じでもよいし、異なっていてもよい。また、図３５６Ｃに示す例では、βは、遅延で正の数値(時間)を示しているが、負の数値(時間)を持って先んじてもよい。

【１７７１】

また、さらに、βが０であるフレームを混在させてもよい。基準となる領域はどこでもよいし、前述した基準により選択してもよい。基準の時間はバックライト制御信号の立ち上がりとしたが、これを立下りなど、信号の波形の特徴的なほかの基準を用いてもよい。基準の時間は、予め決められた領域におけるバックライト制御信号の特徴的な部分以外にも、映像信号そのものの同期信号を基準にしてもよいし、映像の同期信号から一定の時間遅延した信号を作成し、その信号を基準にしてもよい。

【１７７２】

また、本実施の形態では、映像信号と符号化信号とが一対一対応しないため、いくつかの符号化データおよび画像データを予め表示装置１４００内のメモリ（不図示）などにバッファリングし、上記処理を行うとよい。

【１７７３】

なお、映像信号の周期（１フレーム長）と符号化信号を重畳する周期とは、望ましくは１秒以内、更に望ましくは０．５秒以内に最小公倍数をもたせるのがよい。また、これら二つの周期が同期するときと、これら二つの周期が同期したタイミングから前記最小公倍数の期間もしくはその整数倍の時間毎とにトラッキングを行い、各々に生じる誤差によって発生する微小な時間のずれ(位相差)を補正するとしてもよい。

【１７７４】

また、前述したように、映像信号の周期または／および周波数と符号化信号の周期または／および周波数が、時間的に位相の関係を変化させる関係にある場合においては、各周期が１秒以内に最小公倍数を持たなくとも、変化の割合が早い場合、例えば、同じ位相の関係を繰り返す以上の変化を１秒以内に起こす場合には、特に二つの位相の関係を制御せずにおいてもよい。変化の割合は、前記の例のような関係が望ましいが、必ずしもこれに

限らない。
【１７７５】
［３．効果等］
以上のように、本実施の形態の表示装置において、前記信号処理部は、前記複数の領域それぞれのバックライト制御信号に対して、前記複数の領域のいずれか一つのバックライト制御信号を基準に、可視光通信信号を符号化する遅延時間を時間的に変化させる、前記信号処理部（第２の処理部１４７０）は、前記複数の領域それぞれの前記バックライト制御信号に対して、前記複数の領域のいずれか一つの前記バックライト制御信号を基準に、前記可視光通信信号（符号化信号）を符号化する遅延時間を時間的に変化させる。
【１７７６】
この構成により、スマートフォン１３５０などの受信機側で符号化信号を受信できるタイミングを確実に発生させることができる。
【１７７７】
なお、前記信号処理部（第２の処理部１４７０）は、前記複数のバックライト制御信号に対して、バックライト制御信号の周期と異なる周期で可視光通信信号（符号化信号）を重畳し、前記複数の領域それぞれにおいて、前記バックライト制御信号の位相と、前記可視光通信信号の位相との関係がフレームとともに変化するとしてもよい。
【１７７８】
ここで、前記バックライト制御信号の周期と異なる可視光通信信号を重畳する周期が、時間的に変化するとしてもよい。
【１７７９】
また、前記複数のバックライト制御信号に対して重畳する可視光通信信号の位相が、可視光通信信号を重畳するすべての領域で同じ位相であるとしてもよい。
【１７８０】
また、前記複数の領域それぞれに重畳される前記可視光通信信号の位相ずれの周期と、前記バックライト制御信号の１フレーム周期とは、１ｓｅｃ以内に最小公倍数を有するとしてもよい。
【１７８１】
それにより、スマートフォン１３５０などの受信機側で符号化信号を受信できるタイミングが比較的短期間の中に確実に発生させることができる。
【１７８２】
また、前記信号処理部（第２の処理部１４７０）は、前記複数の領域それぞれに重畳される前記可視光通信信号（符号化信号）の位相ずれの周期と、前記バックライト制御信号の１フレーム周期との最小公倍数または整数倍の時間毎に、前記複数の領域それぞれに重畳される前記可視光通信信号（符号化信号）の位相ずれの周期の始点を前記バックライト制御信号の１フレーム周期に補正するとしてもよい。
【１７８３】
それにより、位相のずれを補正することで、スマートフォン１３５０などの受信機側で符号化信号を受信できるタイミングが長期にわたることを防止することができる。
【１７８４】
ここで、前記二種類の周期の最小公倍数の示す時間は、通常、通信信号を受信できる位置関係、環境であれば、少なくともこの時間以内に受信できるという数字（時間）であって、受信をしようと思う人が受信機をかざしてじっと待てる時間以内になければならない。通常のＮＦＣなどでも、待てる時間の目安として１秒間かざすことを推奨しており、同等以下であることが望ましい。さらに、心理的に負担にならない時間として、さらに望ましくは０．５秒以内に最小公倍数を持つとした。
【１７８５】
（実施の形態２２）
実施の形態１８～２１では、通常速度で駆動する走査速度にて各領域を順次制御して画像信号を表示する場合について説明したが、通常速度よりも速い倍速駆動の走査速度にて

各領域を順次制御して画像信号を表示するとしてもよい。
【１７８６】
本実施の形態では、２倍速の画像信号を４倍速駆動の走査速度にて各領域を順次制御して表示した場合を例に挙げて説明する。以下では、ブランキング期間は２倍速駆動の時間を基本に説明する。
【１７８７】
［１．表示装置の動作］
以下、第２の処理部１４７０の動作を中心に説明する。
【１７８８】
図３５７Ａおよび図３５７Ｂは、実施の形態２２のおける第２の処理部の動作を説明するためのタイミングチャートである。網掛け部分（ハッチング部分）は符号化信号の存在している領域を示す。図３５７Ａは符号化信号を重畳する前のＢ．Ｌ制御信号のタイミングチャートを示しており、図３５７Ｂは符号化信号が重畳された後のＢ．Ｌ制御信号のタイミングチャートを示している。
【１７８９】
例えば図３５７Ａに示すように、Ｂ．Ｌ制御信号Ａ～Ｂ．Ｌ制御信号Ｈには同時に点灯している期間がない。つまり、表示領域の全ての領域に対して同時に符号化信号が重畳できないことを示している。
【１７９０】
そこで、本実施の形態では、例えば図３５７Ｂに示すように、ブランキング期間の領域間の走査の期間を通常の半分に設定する。そして、複数の領域（全領域でも良い）の中で最もＢ．Ｌ制御信号のブランキング期間の開始が遅い領域である領域Ｈを選択する。
【１７９１】
第２の処理部１４７０は、領域Ｈでのブランキング期間が終了し、バックライト１４９０の点灯が開始されるタイミング（Ｂ．Ｌ制御信号ＨがＯＮになる時刻）に合わせて、選択した領域Ｈに符号化信号を重畳する。
【１７９２】
図３５７Ｂに示す例では、第２の処理部１４７０は、表示領域の全領域に対して、Ｂ．Ｌ制御信号Ｈでのブランキング期間が終了し、Ｂ．Ｌ制御信号ＨがＯＮになるタイミングに符号化信号を重畳している。
【１７９３】
それにより、第２の処理部１４７０は、表示領域のどの領域においても符号化信号が重畳されている期間を最大で２分の１フレーム分の期間、設定することができる。
【１７９４】
［２．効果等］
以上のように、本実施の形態の表示装置において、前記表示制御部（第１の制御部１４４０）は、前記映像信号に示される走査速度よりも高速化した高速走査速度に従って、前記表示パネルの表示面に映像を表示するよう前記表示パネル（１４５０）を制御する。
【１７９５】
それにより、表示装置は、符号化信号を出力できる期間をより長く取ることができる。
【１７９６】
なお、符号化信号長（符号化信号期間）が長く、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間（ブランキング期間以外の期間）だけに重畳できず、ブランキング期間と重なる領域がある場合には、該当領域では、ブランキング期間に符号化信号を重畳させない。
【１７９７】
また、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間に重畳された符号化信号による消灯時間分を、ブランキング期間でバックライト１４９０を点灯させる調整期間を設けるとしてもよい。その際、上記の実施の形態で述べた方法で、調整期間を作成してもよいし、符号化信号のヘッダーをブランキング期間に重畳させてもよい。また、表示領域の複数の領域をいくつかのグループに分解して符号化信号を重畳するなどしてもよい。

【１７９８】
また、上記該当領域以外の領域（他の領域）でも同様の作業行っても良いし、信号を全く出さなくてもよい。この場合、上記実施の形態で述べた方法で、可視光通信信号あるいは／および映像信号に基づくデューティ比が全画面で同じになるように消灯時間の調整期間を設ければよい。また、実施の形態２０と同様に、もっとも明るい領域を選択して、その領域に合わせたタイミングで符号化信号を重畳するとしてもよい。また、本実施の形態では、Ｂ．Ｌ制御信号の立ち上がりを基準に重畳しているが、立ち下がりなどのほかのＢ．Ｌ制御信号の特徴的なタイミングを基準にしてもよいし、映像信号そのものの同期信号を基準にしてもよい。また、映像の同期信号から一定の時間遅延した信号を作成し、その信号を基準にしてもよい。
【１７９９】
なお、本実施の形態では、２倍速の走査速度を４倍速の走査速度にした例について説明したが、これに限定するものではない。フレーム数をそのままにして、走査速度のみを上げるとしてもよい。
【１８００】
また、本実施の形態では、事前にこのような形態をとって信号を送信する場合を想定しているが、第２の処理部が映像信号と符号化信号との関係から、本実施の形態の信号を送信する方法を取るとしてもよい。この場合には、図３４０における第２の処理部１４７０から第１の処理部１４３０への信号の伝送が入るため、この二つのブロックをつなぐ矢印は双方向を向くようになる。
【１８０１】
（実施の形態２３）
実施の形態１８～２２では、複数の領域それぞれにおいて異なるタイミングで消灯の制御を行う期間を設ける制御方法がバックライトスキャンであるとして説明したがそれに限らない。ローカルディミングであってもよい。
【１８０２】
本実施の形態では、ローカルディミング適応時の動作について説明する。
【１８０３】
ここで、ローカルディミングは、表示領域（画面）を幾つかの領域に分割し、その領域内の液晶の透過率を通常より高くし、その分だけバックライトの輝度を下げる(デューティを下げる)ことにより、電力を下げるバックライト制御方法である。該当領域内でもっとも高い輝度の画素において、透過率を上げる余裕があるとき（最も高い輝度が比較的低い値を持つとき）に上記制御による電力削減が可能である。また、バックライトのデューティを下げることにより、点灯期間が減少し、結果としてコントラストが向上する効果も奏する。
【１８０４】
［１．ローカルディミングによるバックライト制御］
次に、ローカルディミングにより制御されたＢ．Ｌ制御信号について説明する。
【１８０５】
図３５８は、実施の形態２３におけるローカルディミング適応時のバックライト制御を示すタイミングチャートである。
【１８０６】
ローカルディミングを適用してバックライト制御を行う時は、例えば図３５８に示すように、隣接する領域同士では、ブランキング期間の開始タイミングの間隔Ｔは均一であるが、ブランキング期間の長さは均一ではない。
【１８０７】
そのため、本実施の表示装置１４００は、表示領域の各領域において、事前に示された映像信号に基づいて定められたＢ．Ｌ制御信号のブランキング期間をメモリした上で、以下に説明する処理（動作）を行うとよい。
【１８０８】

［２．表示装置の動作］
以下、第２の処理部１４７０の動作を中心に説明する。なお、本実施の形態では表示領域の各領域の１フレームあたりのＯＦＦ期間を揃えた場合の信号制御を示す。
【１８０９】
［２．１．第２の処理部の動作の一例］
図３５９は、実施の形態２３における第２の処理部の動作の一例を説明するためのフローチャートである。
【１８１０】
まず、ステップＳ１３４１において、第２の処理部１４７０は、調整期間を計算する。具体的には、符号化信号における消灯時間をＮ１、第１の処理部より入力されたＢ．Ｌ制御信号の消灯時間をＮ２とすると、調整期間Ｎ＝Ｎ２－Ｎ１の関係式と表せる。これにより、第２の処理部１４７０は、調整期間を計算（算出）することができる。
【１８１１】
次に、ステップＳ１３４２において、第２の処理部１４７０は、調整期間Ｎと符号化信号期間Ｃの和（Ｎ＋Ｃ）が１フレーム期間以下であるかどうかを判断する。
【１８１２】
第２の処理部１４７０は、（Ｎ＋Ｃ）が１フレーム期間以下と判断した場合は（Ｓ１３４２でＹｅｓ）、Ｓ１３４３へ進む。一方、第２の処理部１４７０は、（Ｎ＋Ｃ）が１フレーム期間より大きいと判断した場合は（Ｓ１３４２でＮｏ）、Ｓ１３４６に進み、符号化信号を出力することをやめ、処理を終了する。
【１８１３】
次に、ステップＳ１３４３において、第２の処理部１４７０は、調整期間Ｎが０以上であるかどうか判断する。
【１８１４】
第２の処理部１４７０は、Ｎが０以上の場合は（Ｓ１３４３でＹｅｓ）、Ｓ１３４４へ進み、次の符号化信号の開始から調整期間分遡って消灯期間を設ける。また、この期間は符号化信号を出さないようにし、処理を終了する。
【１８１５】
一方、第２の処理部１４７０は、Ｎが０より小さい場合は（Ｓ１３４３でＮｏ）Ｓ１３４５へ進み、Ｂ．Ｌ制御信号のブランキング期間の終了時を起点として、遡ってＢ．Ｌ制御信号のブランキング期間に調整期間分の点灯期間（ＯＮ期間）を設ける。また、この調整期間は符号化信号を出さないようにする。
【１８１６】
図３６０は、実施の形態２３における第２の処理部の動作の一例を説明するためのタイミングチャートである。ここで、太線は、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間およびＯＦＦ期間を示しており、以下では領域Ａを基準領域として説明する。なお、各図中のＢ．Ｌ制御信号Ｘ（Ｘは、Ａ～Ｈ）で制御される領域を領域Ｘと呼称する。
【１８１７】
例えば図３６０に示すように、第２の処理部１４７０は、基準領域である領域Ａのフレームの開始タイミングから同位相の符号化信号を各領域に重畳するとともに、調整期間を設ける。なお、調整期間は、実施の形態１８の第２の方法に従って設ければよいが、第２の方法については上述したためここでの説明を省略する。
【１８１８】
本実施の形態では、実施の形態１８～２２と同様に、Ｂ．Ｌ制御信号がＯＦＦ期間（ブランキング期間）の時には符号化信号を重畳せず、Ｂ．Ｌ制御信号がＯＮ期間の時には、符号化信号を重畳することを基本とする。なお、調整期間は、符号化信号のデューティ比を考慮して変換してもよく、その場合には、調整期間であって符号化信号を出す期間であれば符号化信号を重畳して出力するとしてもよい。
【１８１９】
［２．２．第２の処理部の動作の一例］

ローカルディミング時においても、通常のバックライトスキャン制御時と同様に順次ブランキング期間を持つことを優先してもよい。この場合の処理について以下説明する。

【１８２０】

図３６１は、実施の形態２３における第２の処理部の動作の一例を説明するためのフローチャートである。

【１８２１】

まず、ステップＳ２１０１において、第２の処理部１４７０は、調整期間を計算する。具体的には、所定の領域のブランキング期間をＮ１、符号化信号における消灯時間をＮ２、該当領域のブランキング期間をＮ３とすると、調整期間Ｎ＝Ｎ１－Ｎ２－Ｎ３の関係式と表せる。これにより、第２の処理部１４７０は、調整期間を計算（算出）することができる。

【１８２２】

次に、ステップＳ２１０２において、第２の処理部１４７０は、調整期間Ｎ、符号化信号期間Ｃ、該当領域のブランキング期間Ｎ３の和（Ｎ＋Ｃ＋Ｎ３）が１フレーム期間以下であるかどうかを判断し、判断結果を記憶する。

【１８２３】

次に、ステップＳ２１０３において、第２の処理部１４７０は、調整期間Ｎが０以上であるかどうか判断し、判断結果を記憶する。

【１８２４】

以上のようにステップを踏んだうえで、第２の処理部１４７０は、領域毎に記憶したＮ１～Ｎ３、Ｓ２１０２およびＳ２１０３の判断結果を元に、調整期間を設けて、調整期間などを設けて、可視光通信信号を映像表示と同時に行う。

【１８２５】

なお、調整期間は、実施の形態１８の第２の方法や実施の形態１９～２２等で説明した方法との組合せにより作成すればよい。

【１８２６】

図３６２は、実施の形態２３における第２の処理部の動作一例を説明するためのタイミングチャートである。図３６２には、実施の形態１８で説明した第２の方法によって調整期間が設けたられている。太線は、Ｂ．Ｌ制御信号のＯＮ期間およびＯＦＦ期間を示しており、以下では領域Ａを基準領域として説明する。

【１８２７】

例えば図３６２に示すように、第２の処理部１４７０は、基準領域である領域Ａのフレームの開始タイミングから所定期間経過後の時刻Ｐ～時刻Ｑの期間において、同位相の符号化信号を各領域に重畳するとともに、調整期間を設ける。なお、調整期間については実施の形態１８の第２の方法に従って設ければよいが、第２の方法については上述したためここでの説明を省略する。

【１８２８】

本実施の形態では、実施の形態１８～２２と同様に、Ｂ．Ｌ制御信号がＯＦＦ期間（ブランキング期間）の時には符号化信号を重畳せず、Ｂ．Ｌ制御信号がＯＮ期間の時には、符号化信号を重畳することを基本とする。そのため、例えば領域Ａでは、時刻Ｐから一定期間は、Ｂ．Ｌ制御信号ＡがＯＦＦとなるブランキング期間であるので、符号化信号は重畳されない。そして、符号化信号期間Ｃ後に調整期間が設けられる。

【１８２９】

なお、調整期間は、符号化信号のデューティ比を考慮して変換してもよく、その場合には、調整期間であって符号化信号を出す期間であれば符号化信号を重畳して出力するとしてもよい。

【１８３０】

［２．３．第２の処理部の動作の一例］

図３６３は、実施の形態２３における第２の処理部の動作の一例を説明するためタイミングチャートである。

【１８３１】
ローカルディミングを適用してバックライト制御を行うと、基本的にＢ．Ｌ制御信号のブランキング期間がフレーム毎、領域毎に異なる。そのため、計算の便宜のため仮のブランキング期間（規定ブランキング期間と記載）を定める。すると、規定ブランキング期間と、符号化信号期間と、それらの位相差と、元々のブランキング期間とから、実施の形態１９の第２の方法に従って、調整期間を算出することができる。以下、この場合の一例について図３６３を用いて説明する。図３６３中の太線は、元々のブランキング期間を示した波形を示している。
【１８３２】
規定ブランキング期間は、画面中のブランキング期間の平均的な長さ、また最も短い期間に基づいて定める。ここで、規定ブランキング期間は、符号化信号を重畳しない消灯期間であるとする。符号化信号期間は符号化信号を重畳する期間である。
【１８３３】
また、調整期間は、実施の形態１８の第２の方法を用いて設ければよい。調整期間が正であればこの期間中はバックライト１４９０を消灯するようＢ．Ｌ制御信号を調整すればよいし、調整期間が負であれば、バックライト１４９０を点灯するように、Ｂ．Ｌ制御信号を調整すればよい。調整期間がブランキング期間を遡って設けられた場合には、ブランキング期間でもバックライト１４９０を点灯するようにＢ．Ｌ制御信号を調整すればよい。なお、調整期間が負の場合、調整期間のＢ．Ｌ制御信号に符号化信号を重畳させる場合には、調整期間をデューティ比に基づく補正を行えばよい。
【１８３４】
［３．効果等］
以上のように、本実施の形態の表示装置において、前記バックライト制御部（第２の制御部１４８０）は、前記信号処理部（第２の処理部１４７０）により出力されたバックライト制御信号に従って、前記複数の領域それぞれにおいて各々の映像信号に基づく前記バックライトの発光量に従って発光の制御を行い、前記複数の領域それぞれにおいて異なるタイミングで消灯の制御を行う期間を設け、前記複数の領域それぞれにおいて前記映像信号および前記可視光通信信号に基づく前記バックライトのデューティも変化させる。
【１８３５】
なお、本実施の形態では、Ｂ．Ｌ制御信号の立ち上がりを基準に重畳しているが、立ち下がりなどのほかのＢ．Ｌ制御信号の特徴的なタイミングを基準にしてもよいし、映像信号そのものの同期信号を基準にしてもよい。また、映像の同期信号から一定の時間遅延した信号を作成し、その信号を基準にしてもよい。
【１８３６】
以上、本実施の形態では、ローカルディミングを適応する場合について説明したが、ローカルディミングは、二次元的に領域を分割し、ある方向は同時に映像信号を走査書き込みする場合もあるため、ブランキング期間の位相は同じでブランキング期間が異なる領域の組合せも発生するが、本実施の形態で説明した内容で適応可能である。
【１８３７】
以上のように、本開示における技術の例示として、実施の形態を説明した。そのために、添付図面および詳細な説明を提供した。
【１８３８】
したがって、添付図面および詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、上記技術を例示するために、課題解決のためには必須でない構成要素も含まれ得る。そのため、それらの必須ではない構成要素が添付図面や詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須であるとの認定をするべきではない。
【１８３９】
また、上述の実施の形態は、本開示における技術を例示するためのものであるから、本開示における技術は、これに限定されず、請求の範囲またはその均等の範囲において種々

の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

【１８４０】

例えば、上述の実施の形態では、Ｂ．Ｌ制御信号の立ち上がりを基準に重畳する場合を例に挙げて説明しているがそれに限らない。立ち下がりなどのほかのＢ．Ｌ制御信号の特徴的なタイミングを基準にしてもよいし、映像信号そのものの同期信号を基準にしてもよい。また、映像の同期信号から一定の時間遅延した信号を作成し、その信号を基準にしてもよい。

【１８４１】

本開示は、表示画像の画質を大きく劣化させることなく可視光通信信号を出力すること、かつ、出力した可視光通信信号の受信ミスを低減することができる表示装置に適用可能である。具体的には、本開示にかかる表示装置は、画像以外の情報を安全にしかも能動的に取得できるため、家庭でのテレビ或いはＰＣ、タブレットなどの機器は勿論のこと、外出先でのサイネージや、情報端末、情報表示機器においてもその能動性ゆえに安全に必要な情報を必要なだけ得られるという意味で、あらゆる場面での画像付帯情報の転送、情報発信などのさまざまな用途に適用可能である。

【１８４２】

また、例えば、実施の形態１８～２３における表示装置は、可視光通信信号を出力可能な表示装置であって、映像を表示する表示面を有する表示パネルと、映像信号に基づいて前記表示パネルの表示面に映像を表示するよう前記表示パネルを制御する表示制御部と、前記表示パネルの前記表示面を背面から照明する発光面を有するバックライトと、前記可視光通信信号を前記映像信号に基づいて生成されたバックライト制御信号に重畳する信号処理部と、前記バックライトの発光面を複数の領域に分割し、前記信号処理部により出力されたバックライト制御信号に従って、前記複数の領域それぞれにおいて発光の制御を行い、かつ、前記複数の領域それぞれにおいて異なるタイミングで消灯の制御を行う期間を設けるバックライト制御部とを備え、前記信号処理部は、前記可視光通信信号を前記バックライト制御信号に重畳する際に、前記バックライト制御信号のうち前記バックライトの消灯を示す信号に対しては、前記可視光通信信号を重畳しないとしてもよい。

【１８４３】

また、例えば、前記信号処理部は、前記複数の領域それぞれの前記バックライト制御信号に対して、前記可視光通信信号をそれぞれ重畳し、前記複数の領域それぞれに重畳される前記可視光通信信号は互いに同位相であるとしてもよい。ここで、例えば、実施の形態１８～２３における表示装置では、前記信号処理部は、前記複数の領域のうち所定の領域の前記バックライト制御信号を基準に、前記複数の領域それぞれに重畳される前記可視光通信信号の位相を合わせるとしてもよい。

【１８４４】

また、例えば、前記所定の領域は、前記複数の領域のうち最も明るい領域であるとしてもよいし、前記所定の領域は、前記複数の領域のうち前記表示面の端部に対応する領域であるとしてもよい。

【１８４５】

また、例えば、前記信号処理部は、前記複数の領域のうち近傍の複数の領域を含む複数のグループそれぞれの前記バックライト制御信号に対して、前記可視光通信信号をそれぞれ重畳し、前記複数のグループそれぞれに重畳される前記可視光通信信号は互いに同位相であり、前記複数のグループそれぞれの前記バックライト制御信号の前記バックライトの発光の制御を行う期間に、対応する前記可視光通信信号のすべてが重畳されているとしてもよい。

【１８４６】

ここで、例えば、前記信号処理部は、前記複数のグループに含まれる複数の領域のうち所定の領域の前記バックライト制御信号を基準に、前記複数のグループそれぞれに重畳される前記可視光通信信号の位相を合わせるとしてもよい。または、前記所定の領域は、前記複数の領域のうち最も明るい領域であるとしてもよい。

【１８４７】
また、例えば、前記複数のグループの一に重畳される前記可視光通信信号の位相と、前記複数のグループの他に重畳される前記可視光通信信号の位相とは、異なるとしてもよい。
【１８４８】
また、例えば、前記信号処理部は、前記可視光通信信号を前記バックライト制御信号に重畳する際に、前記バックライト制御信号のうち前記バックライトの消灯を示す信号の期間と、重畳される前記可視光通信信号の期間とが重複する領域であって前記複数の領域のうちの領域がある場合、前記重複する領域に、前記重複する領域の輝度を調整するための点灯調整期間を設け、前記点灯調整期間において、前記バックライト制御信号のオン・オフを調整するとしてもよい。
【１８４９】
また、例えば、前記信号処理部は、前記可視光通信信号を符号化して符号化信号を生成し、前記可視光通信信号として前記符号化信号を前記バックライト制御信号に重畳し、前記符号化信号を前記バックライト制御信号に重畳する際に、前記バックライト制御信号のうち前記バックライトの消灯を示す信号の期間と、重畳される前記符号化信号の期間とが重複する領域であって前記複数の領域のうちの領域がある場合、前記符号化信号のうちヘッダー部分を、前記バックライトの消灯を示す信号の期間の前記バックライト制御信号に重畳し、前記符号化信号のうちの前記ヘッダー部分以外の部分を、前記バックライトの消灯を示す信号の期間以外の期間の前記バックライト制御信号に重畳するとしてもよい。
【１８５０】
また、例えば、前記信号処理部は、前記複数のバックライト制御信号に対して、バックライト制御信号の周期と異なる周期で可視光通信信号を重畳し、前記複数の領域それぞれにおいて、前記バックライト制御信号の位相と、前記可視光通信信号の位相との関係がフレームとともに変化するとしてもよい。ここで、前記バックライト制御信号の周期と異なる可視光通信信号を重畳する周期が、時間的に変化するとしてもよい。
【１８５１】
また、例えば、前記信号処理部は、前記複数の領域それぞれのバックライト制御信号に対して、前記複数の領域のいずれか一つのバックライト制御信号を基準に、可視光通信信号を符号化する遅延時間を時間的に変化させるとしてもよい。
【１８５２】
また、例えば、前記複数のバックライト制御信号に対して重畳する可視光通信信号の位相が、可視光通信信号を重畳するすべての領域で同じ位相であるとしてもよい。
【１８５３】
また、例えば、前記複数の領域それぞれに重畳される前記可視光通信信号の位相ずれの周期と、前記バックライト制御信号の１フレーム周期とは、１ｓｅｃ以内に最小公倍数を有するとしてもよい。
【１８５４】
また、例えば、前記信号処理部は、前記複数の領域それぞれに重畳される前記可視光通信信号の位相ずれの周期と、前記バックライト制御信号の１フレーム周期との最小公倍数または整数倍の時間毎に、前記複数の領域それぞれに重畳される前記可視光通信信号の位相ずれの周期の始点を前記バックライト制御信号の１フレーム周期に補正するとしてもよい。
【１８５５】
なお、例えば、前記表示制御部は、前記映像信号に示される走査速度よりも高速化した高速走査速度に従って、前記表示パネルの表示面に映像を表示するよう前記表示パネルを制御するとしてもよい。
【１８５６】
また、前記バックライト制御部は、前記信号処理部により出力されたバックライト制御信号に従って、前記複数の領域それぞれにおいて発光の制御を行い、前記複数の領域それ

ぞれにおいて各々の映像信号に基づく前記バックライトの発光量に従って異なるタイミングで消灯の制御を行う期間を設け、前記複数の領域それぞれにおいて、前記映像信号および前記可視光通信信号に基づく前記バックライトのデューティも変化させるとしてもよい。

【１８５７】

また、実施の形態１８～２３における表示装置の制御方法は、可視光通信信号を出力可能な表示装置の制御方法であって、前記表示装置は、映像を表示する表示面を有する表示パネルと、前記表示パネルの前記表示面を背面から照明する発光面を有するバックライトとを備え、前記制御方法は、映像信号に基づいて前記表示パネルの表示面に映像を表示するよう前記表示パネルを制御する表示制御ステップと、前記可視光通信信号を前記映像信号に基づいて生成されたバックライト制御信号に重畳する信号処理ステップと、前記バックライトの発光面を複数の領域に分割し、前記信号処理ステップにおいて出力されたバックライト制御信号に従って、前記複数の領域それぞれにおいて発光の制御を行い、かつ、前記複数の領域それぞれにおいて異なるタイミングで消灯の制御を行う期間を設けるバックライト制御ステップとを含み、前記信号処理ステップでは、前記可視光通信信号を前記バックライト制御信号に重畳する際に、前記バックライト制御信号のうち前記バックライトの消灯を示す信号に対しては、前記可視光通信信号を重畳しない。

【１８５８】

なお、実施の形態１８～２３によれば、表示画像の画質を大きく劣化させることなく可視光通信信号を出力すること、かつ、出力した可視光通信信号の受信ミスを低減することができる表示装置に適用可能である。具体的には、実施の形態１８～２３にかかる表示装置は、画像以外の情報を安全にしかも能動的に取得できるため、家庭でのテレビ或いはＰＣ、タブレットなどの機器は勿論のこと、外出先でのサイネージや、情報端末、情報表示機器においてもその能動性ゆえに安全に必要な情報を必要なだけ得られるという意味で、あらゆる場面での画像付帯情報の転送、情報発信などのさまざまな用途に適用可能である。

【１８５９】

（実施の形態２４）

本開示は、可視光通信信号を出力可能な表示装置及び表示方法に関する。

【１８６０】

ディスプレイのバックライトを用いた可視光通信技術に関する特開２００７－４３７０６号公報および特開２００９－２１２７６８号公報では、映像信号の中に可視光による通信情報を重畳して表示する表示装置が開示されている。

【１８６１】

本開示は、受信装置で復元可能な可視光通信信号を出力する表示装置を提供する。

【１８６２】

本開示における表示装置は、複数の信号ユニットで構成される可視光通信信号をカルーセル方式で出力可能な表示装置であって、映像信号を表示する表示パネルと、信号ユニットを符号化し、複数のブロックに分割し、複数のブロックを用いて送信フレームを複数生成してバックライト制御信号とする可視光通信処理部と、バックライト制御信号に基づいて、表示パネルを背面から発光するバックライトと、を備える。可視光通信処理部で生成された１つの信号ユニットに対する複数の送信フレームは、少なくとも２つの送信フレームの複数のブロックの順序が異なる。

【１８６３】

本開示の表示装置は、受信装置で復元可能な可視光通信信号を出力することできる。

【１８６４】

以下、適宜図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

【１８６５】
なお、添付図面および以下の説明は、当業者が本開示を十分に理解するために、提供されるのであって、これらにより特許請求の範囲に記載の主題を限定することは意図されていない。
【１８６６】
以下、図３６４～３７２Ｅを用いて、実施の形態２４を説明する。
【１８６７】
［１－１．可視光通信システムの構成］
図３６４は、実施の形態２４にかかる可視光通信システムの概略図である。図３６４において、可視光通信システム１５００Ｓは、表示装置１５００と、受信装置１５２０とから構成される。
【１８６８】
表示装置１５００は、例えば、ディスプレイであり、表示面１５１０に映像を表示する。また表示面１５１０に表示されている映像には、表示されている映像に関連する情報として可視光通信信号が挿入または重畳されている。
【１８６９】
表示装置１５００の表示面１５１０に表示されることによって出力された可視光通信信号を、受信装置１５２０は表示面１５１０に表示された映像を撮像することで受信する。受信装置１５２０は、例えば、順次露光型のイメージセンサーが内蔵されているスマートフォンとして構成される。これにより、受信装置１５２０のユーザーは、表示装置１５００に表示されている映像に関連する情報などを受け取ることができる。
【１８７０】
なお、本実施の形態では、表示装置１５００としてディスプレイを例に挙げているが、これに限らない。表示装置１５００は、プロジェクターのように投影型の表示装置であってもよい。
【１８７１】
また、受信装置１５２０としてスマートフォンを例に挙げているが、可視光通信信号を受信可能な電子機器であればよい。例えば、電子機器は、電子機器情報産業協会（ＪＥＩＴＡ：Ｊａｐａｎ Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃｓ ａｎｄ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ Ｉｎｄｕｓｔｒｉｅｓ Ａｓｓｏｓｉａｔｉｏｎ）で規定された「ＪＥＩＴＡ－ＣＰ１２２２ 可視光ＩＤシステム(Ｖｉｓｉｂｌｅ Ｌｉｇｈｔ ＩＤ Ｓｙｓｔｅｍ）」に準拠する受信装置であってもよい。さらに、電子機器は、一般的な通信端末であってもよい。
【１８７２】
また、「可視光通信信号を受信可能」とは、可視光通信信号を受信し、受信した可視光通信信号をデコードして情報を得ることができるということである。
【１８７３】
また、可視光通信信号の通信方式は、例えば、ＪＥＩＴＡで規定された「ＪＥＩＴＡ－ＣＰ－１２２３ 可視光ビーコンシステム（Ｖｉｓｉｂｌｅ Ｌｉｇｈｔ Ｂｅａｃｏｎ Ｓｙｓｔｅｍ）」に準拠する通信方式、或いはＩＥＥＥ（Ｔｈｅ Ｉｎｓｔｉｔｕｔｅ ｏｆ Ｅｌｅｃｔｒｉａｌ ａｎｄ Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃｓ Ｅｎｇｉｎｅｅｒｓ, Ｉｎｃ.）で標準化されたＷＰＡＮ（Ｗｉｒｅｌｅｓｓ Ｐｅｒｓｏｎａｌ Ａｒｅａ Ｎｅｔｗｏｒｋ）の規定であるＩＥＥＥ－Ｐ８０２．１５に準拠する通信方式等であってもよい。
【１８７４】
換言すると、受信装置１５２０は、これらの通信方式で通信可能であり、さらに可視光通信信号を受信可能な電子機器であればよい。
【１８７５】
［１－２．表示装置の構成］
図３６５は、実施の形態２４にかかる表示装置のブロック図である。図３６５において

、表示装置１５００は、映像信号入力部１５０１と、映像信号処理部１５０２と、表示制御部１５０３と、表示パネル１５０４と、可視光通信信号入力部１５０５と、可視光通信信号処理部１５０６と、バックライト制御部１５０７と、バックライト１５０８と、を有する。

【１８７６】

映像信号入力部１５０１は、アンテナケーブル、コンポジットケーブル、ＨＤＭＩ（登録商標）（Ｈｉｇｈ－Ｄｅｆｉｎｉｔｉｏｎ Ｍｕｌｔｉｍｅｄｉａ Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ：）ケーブル、ＰＪＬｉｎｋケーブル、ＬＡＮ（Ｌｏｃａｌ Ａｒｅａ Ｎｅｔｗｏｒｋ）ケーブルなどを通じて、表示パネル１５０４に表示される映像に関する映像信号が入力される。映像信号入力部１５０１は、入力された映像信号を、映像信号処理部１５０２に出力する。

【１８７７】

なお、映像信号は、記録媒体に保存した映像信号を用いてもよい。

【１８７８】

映像信号処理部１５０２は、入力された映像信号に対して復号処理などの一般的な画像処理を施す。映像信号処理部１５０２は、画像処理を施した映像信号を表示制御部１５０３およびバックライト制御部１５０７に送信する。映像信号には、映像の明るさ等に関する情報が含まれている。

【１８７９】

表示制御部１５０３は、入力された映像信号に基づいて、表示パネル１５０４の表示面１５１０に映像を表示するように表示パネル１５０４を制御する。より具体的には、表示制御部１５０３は、映像信号処理部１５０２から入力された映像信号に基づいて表示パネル１５０４の液晶の開口制御等を行う。

【１８８０】

表示パネル１５０４は、例えば液晶パネルであり、映像を表示する表示面１５１０を有する。

【１８８１】

可視光通信信号入力部１５０５は、可視光通信信号専用ケーブルやＬＡＮケーブルなどを通じて、可視光通信信号が入力される。

【１８８２】

なお、可視光通信信号は、記録媒体に保存した可視光通信信号を用いてもよい。さらに、可視光通信信号は、映像信号と重畳していてもよい。

【１８８３】

可視光通信信号入力部１５０５は、入力された可視光通信信号を、可視光通信信号処理部１５０６に出力する。

【１８８４】

可視光通信信号処理部１５０６は、入力された可視光通信信号を所定の符号化方法で符号化し、さらに可視光通信信号の送信順序を決定する処理などを行う。可視光通信信号処理部１５０６は、符号化された可視光通信信号をバックライト制御用信号に変換する。可視光通信信号処理部１５０６は、生成したバックライト制御用信号を、バックライト制御部１５０７に出力する。

【１８８５】

バックライト制御部１５０７は、バックライト１５０８の発光面を複数の領域に分割し、複数の領域それぞれにおいて発光の制御を行い、発光面の複数の領域それぞれにおいて異なるタイミングで消灯の期間を設ける制御を行う。

【１８８６】

バックライト制御部１５０７は、入力された映像信号に含まれる映像の明るさ等に関する情報に基づいてバックライト１５０８の輝度やタイミングを制御する。また、バックライト制御部１５０７は、入力されたバックライト制御用信号に基づいて、バックライト１５０８の発光を制御する。

【１８８７】
バックライト１５０８は、表示パネル１５０４の背面に設置され、表示パネル１５０４の表示面１５１０を背面から照明する発光面を有している。バックライト１５０８は、表示パネル１５０４の背面から光を照射する。視聴者は、表示パネル１５０４に表示される映像を視認できる。
【１８８８】
本実施の形態において、表示面１５１０全体を可視光通信領域とする。
【１８８９】
図３６６は、可視光通信信号の生成例を説明する図である。図３６６に示すように、可視光通信信号入力部１５０５に入力される可視光通信信号は、複数の所定長の信号ユニットで構成されている。可視光通信信号処理部１５０６は、信号ユニットを所定数のデータに分割する。図３６６において、１つの信号ユニットは、データ長の同じ４つのデータで構成されている。すなわち、１つの信号ユニットは、データ１、データ２、データ３、データ４に分割される。１つの信号ユニットの分割は、表示装置１５００から出力する可視光通信信号の搬送周波数、可視光通信信号の信号ユニットのデータ長に基づいて、更には、バックライト１５０８の発光しない期間等に基づいて決定すればよい。
【１８９０】
なお、図３６６において、１つの信号ユニットを分割するデータのデータ長は同じであるとして説明したが、１つの信号ユニットを分割するデータのデータ長は互いに異なっていても良いし、１つの信号ユニットを分割するデータのうち、一つのデータのデータ長が残りのデータのデータ長と異なっていても良い。
【１８９１】
次に、可視光通信信号処理部１５０６は、分割されたデータを符号化し、各データに対してヘッダー部を付加し、送信順序を決定し、ブロックを生成する。具体的には、データ１、データ２、データ３、データ４から、ブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４を生成する。可視光通信信号処理部１５０６は、バックライト制御用信号として、生成したブロックをブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４の順でバックライト制御部１５０７へ送信する。
【１８９２】
ブロックのヘッダー部は、「プリアンブル」、「アドレス」、「パリティ」で構成される。プリアンブルは、ブロックの始まりを示すパターンであり、データが可視光通信信号であることを示す識別子を含む。例えば、４値パルス位置変調（４ＰＰＭ：４　Ｐｕｌｓｅ　Ｐｏｓｉｔｉｏｎ　Ｍｏｄｕｌａｔｉｏｎ）あるいはｉ－４ＰＰＭ（Ｉｎｖｅｒｔｅｄ　４ＰＰＭ）などの符号化規則から外れた信号を用いる。パリティは、データの誤りを検出するために使用される。アドレスは、信号ユニットにおけるブロックの送信順序を示す。
【１８９３】
１つの信号ユニットから生成された４つのブロックを、送信フレームと呼ぶ。
【１８９４】
［１－３．受信装置の構成］
図３６７は、実施の形態２４にかかる受信装置のブロック図である。図３６７において、受信装置１５２０は、撮像部１５２１と、撮像画像生成部１５２２と、撮像画像処理部１５２３と、を有する。
【１８９５】
撮像部１５２１は、表示装置１５００の可視光通信領域に表示されている映像を撮像する。撮像部１５２１は、例えば、順次露光型のイメージセンサーである。イメージセンサーは撮像を開始すると、順次露光を行い、露光データを撮像画像生成部１５２２へ送る。
【１８９６】
撮像画像生成部１５２２は、撮像部１５２１から送られた露光データを内蔵するメモリに一時記憶する。メモリに格納されている露光データに基づいて、撮像画像を生成する。

【１８９７】
撮像画像処理部１５２３は、撮像画像生成部１５２２で生成した撮像画像から、可視光通信信号を復元する。
【１８９８】
［１－４．可視光通信信号の出力と受信］
次に、表示装置１５００の可視光通信領域から出力された送信フレームを、受信装置１５２０にて受信する基本的な動作を説明する。
【１８９９】
［１－４－１．バックライトの点灯／消灯に対する撮像画像］
図３６８は、表示装置１５００のバックライト１５０８の点灯／消灯に対する受信装置１５２０の撮像画像を説明する図である。
【１９００】
撮像部１５２１は、順次露光型のイメージセンサーであり、１ライン毎に時間的にスキャンしながら露光する。本実施の形態では説明を簡略化するために、イメージセンサーの露光素子が８ラインであるとして説明する。露光ラインは受信装置１５２０の縦長の帯状に構成されているものとする。
【１９０１】
図３６８に示すように、時間経過とともに、表示装置１５００のバックライト１５０８の点灯と消灯が行われる。イメージセンサーは、１ライン目から８ライン目まで順次露光していき、８ライン目まで順次露光が行われると、受信装置１５２０の撮像画像生成部１５２２は８ラインの露光データに基づいて撮像画像を生成する。ここで、イメージセンサーの順次露光の期間を撮像期間とし、この撮像期間中にイメージセンサーにより順次露光された露光データに基づいて生成された撮像画像を受信フレームＬとする。イメージセンサーの露光は、８ライン目まで行われると、１ライン目に戻り、１ライン目から次の露光が開始される。次に生成された撮像画像を受信フレームＬ＋１とする。８ライン目までの露光の終了から、次の１ライン目の露光が開始するまでの間に、露光データをメモリに格納する時間等のブランキング期間が存在し、この時間は、露光していない。受信フレームＬは、受信装置１５２０のイメージセンサーの露光の１ライン目、２ライン目、５ライン目、６ライン目と８ライン目は、表示装置１５００のバックライト１５０８の点灯時で、各ラインは明るい。受信装置１５２０のイメージセンサーの露光の３ライン目と４ライン目は、表示装置１５００のバックライト１５０８の消灯時であり、各ラインは暗い。受信フレームＬに基づいて可視光通信信号が復元される。
【１９０２】
受信フレームＬ＋１は、受信装置１５２０のイメージセンサーの露光の１ライン目、２ライン目、３ライン目、７ライン目と８ライン目は、表示装置１５００のバックライト１５０８の点灯時で、各ラインは明るい。受信装置１５２０のイメージセンサーの露光の４ライン目、５ライン目と６ライン目は、表示装置１５００のバックライト１５０８の消灯時であり、各ラインは暗い。受信フレームＬ＋１に基づいて可視光通信信号が復元される。
【１９０３】
［１－４－２．送信フレームに対する撮像画像］
図３６９は、表示装置１５００の送信フレームに対する受信装置１５２０の撮像画像を説明する概略図である。
【１９０４】
図３６６で説明したように、可視光通信信号は複数の信号ユニットで構成され、１つの信号ユニットは４つのデータに分割され、符号化し、４つのブロックに分割される。
【１９０５】
表示装置１５００の表示面１５１０である可視光通信領域において、映像信号の内容によってバックライト１５０８の点灯／消灯を判別できない期間が発生する場合がある。この期間中に表示装置１５００から出力される送信フレームを受信装置１５２０は受信でき

ない可能性がある。
【１９０６】
そこで、表示装置１５００のバックライト１５０８から出力される送信フレームは、１つの信号ユニットから生成される送信フレームを複数回繰り返して出力するカルーセル方式を用いる。図３６９において、表示装置１５００は、可視光通信信号を１つの信号ユニットとして、送信フレームを２回連続して出力している。
【１９０７】
図３６９に示すように、時間経過とともに、表示装置１５００のバックライト１５０８の点灯／消灯により送信フレームが出力される。受信装置１５２０のイメージセンサーの露光は、１ライン目から８ライン目まで順次露光していく。イメージセンサーの露光が８ライン目まで行われると、受信装置１５２０の撮像画像生成部１５２２は、８ラインの露光データに基づいて撮像画像を生成する。撮像画像である受信フレームＬは、受信装置１５２０のイメージセンサーの露光の１ライン目と２ライン目でブロック１を受信し、３ライン目と４ライン目でブロック２を受信し、５ライン目と６ライン目でブロック３を受信し、７ライン目と８ライン目でブロック４を受信する。受信フレームＬは、表示装置１５００から出力される１つの信号ユニットの１回目の送信フレームに対応する。
【１９０８】
また、図３６９において、撮像画像である受信フレームＬ＋１は、受信装置１５２０のイメージセンサーの露光の１ライン目と２ライン目でブロック１を受信し、３ライン目と４ライン目でブロック２を受信し、５ライン目と６ライン目でブロック３を受信し、７ライン目と８ライン目でブロック４を受信する。受信フレームＬ＋１は、表示装置１５００から出力される１つの信号ユニットの２回目の送信フレームに対応する。
【１９０９】
このように、１つの信号ユニットから生成される送信フレームをカルーセル方式で連続して出力することで、1回目の送信フレームの送信に対し受信障害が発生しても、２回目の送信フレームで、１回目の送信フレームで受信できなかったブロックを受信できる。２回分の送信フレームに対し、全てのブロック、すなわち４つのブロックを受信することで、１つの信号ユニットが復元できる。
【１９１０】
また、送信フレームをカルーセル方式で連続して出力する場合、表示装置１５００は、次の信号ユニットの送信フレームを出力する前に、現在の信号ユニットから次の信号ユニットに切り替わったことを示すリセット信号を出力しても良い。
【１９１１】
このリセット信号は、送信フレームのブロックのプリアンブルやデータに含めても良い。
【１９１２】
［１－５．可視光通信信号の出力と受信における課題］
次に、可視光通信信号の出力と受信における課題について説明する。図３７０は、表示装置１５００の送信クロックの周波数と受信装置１５２０の撮像部１５２１のフレームレートの関係を説明する図である。
【１９１３】
本実施の形態における表示装置１５００の表示パネル１５０４である液晶パネルの駆動周波数は１２０Ｈｚである。
【１９１４】
なお、液晶パネルの種類によっては、駆動周波数が６０Ｈｚで動作するものや、駆動周波数が２４０Ｈｚで動作するものもある。
【１９１５】
また、本実施の形態における受信装置１５２０の撮像部１５２１のイメージセンサーのフレームレートは３０ｆｐｓ（ｆｒａｍｅ　ｐｅｒ　ｓｅｃｏｎｄ）で動作する。
【１９１６】

このとき、液晶パネルの駆動周波数とイメージセンサーのフレームレートの関係は、互いに整数倍または整数分の一の関係になる。さらに、表示装置１５００のバックライト制御部１５０７における輝度制御や動画解像度などの制御のために、表示装置１５００のバックライト１５０８の点灯と消灯のタイミングが液晶パネルの駆動周波数と同期する場合がある。すなわち、図３７０に示すように、液晶パネルの駆動周波数に同期して、表示装置１５００の送信フレームが出力されることになる。図３７０は、このような状況で表示装置１５００から出力される１つの信号ユニットから生成される送信フレームをカルーセル方式で３回出力する場合を示している。

【１９１７】

表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームに対し、１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬを生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬから可視光通信信号を復元する。受信フレームＬにデータが全て含まれるブロック２、ブロック３のみが可視光通信信号として復元できる。

【１９１８】

表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームに対し、１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋１を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋１から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋１にデータが全て含まれるブロック２、ブロック３のみが可視光通信信号として復元できる。

【１９１９】

表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームに対し、１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋２を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋２から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋２にデータが全て含まれるブロック２、ブロック３のみが可視光通信信号として復元できる。

【１９２０】

このように、液晶パネルの駆動周波数とイメージセンサーのフレームレートの関係が、互いに整数倍または整数分の一の関係であり、表示装置１５００から出力される１つの信号ユニットに対する送信フレームを液晶パネルの駆動周波数に同期して出力する場合、カルーセル方式で同じ送信フレームを３回出力したとしても、ブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４のうち、可視光通信信号として復元できるのは、ブロック２、ブロック３のみである。ブロック１とブロック４は可視光通信信号として復元できない。

【１９２１】

［１－６．送信フレームの生成方法］

上記課題を解決するために、表示装置１５００から出力される１つの信号ユニットに含まれる４つのブロックを受信装置１５２０で全て可視光通信信号として復元するために、１つの信号ユニットに対してカルーセル方式で複数回出力する送信フレームを毎回同じ送信フレームを用いるのではなく、毎回異なる送信フレームを生成して出力する。すなわち、１つの信号ユニットに対してカルーセル方式で複数回出力する送信フレームを、１つの信号ユニットに対する送信フレームのブロックの送信順序が毎回同じにならないように送信フレームを生成する。

【１９２２】

図３７１は実施の形態２４にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第１の生成例を説明する図である。図３７１は、図３７０の場合と同様、表示装置１５００から出力される１つの信号ユニットをカルーセル方式で３回出力する場合を示している。図３７０と異なる点は、表示装置１５００から出力される３回の送信フレームのブロックの送信順序が同じではなく、毎回異なっている点である。

【１９２３】

表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック

１、ブロック２、ブロック３、ブロック４である。表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームに対し、受信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬを生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬから可視光通信信号を復元する。受信フレームＬにデータが全て含まれるブロック２、ブロック３のみが可視光通信信号として復元できる。

【１９２４】

表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームのブロックの順は、ブロック２、ブロック３、ブロック４、ブロック１である。表示装置１５００から出力される２回目の信号ユニットに対し、１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋１を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋１から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋１にデータが全て含まれるブロック３、ブロック４のみが可視光通信信号として復元できる。

【１９２５】

表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームのブロックの順は、ブロック３、ブロック４、ブロック１、ブロック２である。表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームに対し、１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋２を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋２から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋２にデータが全て含まれるブロック４、ブロック１のみが可視光通信信号として復元できる。

【１９２６】

液晶パネルの駆動周波数とイメージセンサーのフレームレートの関係が、互いに整数倍または整数分の一の関係であり、表示装置１５００から送信フレームが液晶パネルの駆動周波数に同期して出力される場合、１つの信号ユニットに対する送信フレームを、ブロックの送信順序を毎回変更してカルーセル方式で３回出力すると、１つの信号ユニットのブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４の全てを、可視光通信信号として復元できる。

【１９２７】

図３７１の生成例では、表示装置１５００から出力される送信フレームの２番目と３番目のブロックが可視光通信信号として復元できるブロックであるので、３回の出力で全てのブロックが２番目と３番目に出力するように信号ユニットのブロックの送信順序を変更している。

【１９２８】

なお、図３７１の生成例では、１つの信号ユニットに対してカルーセル方式で複数回出力する送信フレームを、１つの信号ユニットに対する送信フレームのブロックの送信順序が毎回同じにならないように変更したが、これに限らない。１つの信号ユニットに対してカルーセル方式で複数回出力する送信フレームを、１つの信号ユニットに対する隣り合う２つの送信フレームのブロックの送信順序が異なるようにブロックの送信順序を変更するとしてもよい。

【１９２９】

さらに、表示装置１５００から出力される送信フレームの生成例はこれに限らない。

【１９３０】

図３７２Ａは、実施の形態２４にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第２の生成例を説明する図である。

【１９３１】

図３７２Ａは、送信フレームのブロックの送信順序を昇順、すなわち、ブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４の順、と降順、すなわち、ブロック４、ブロック３、ブロック２、ブロック１の順、を繰り返す。

【１９３２】
受信装置１５２０の生成する受信フレームが送信フレームの前半部分または後半部分で構成される場合、第２の生成例のような送信フレームをカルーセル方式で複数回出力することで、１つの信号ユニットのブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４の全てを、可視光通信信号として復元できる。
【１９３３】
図３７２Ｂは、実施の形態２４にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第３の生成例を説明する図である。図３７２Ｂは、信号ユニットの４つのブロックのうち、１つのブロックを省きかつ送信フレームごとに送信順序を変更する。表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック４を省き、ブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック２である。表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック２を省き、ブロック３、ブロック４、ブロック１、ブロック３である。表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック３を省き、ブロック４、ブロック１、ブロック２、ブロック４である。このような送信順序に変更し、すべてのブロックを同じ回数送信することができる。
【１９３４】
図３７２Ｃは、実施の形態２４にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第４の生成例を説明する図である。図３７２Ｃは、信号ユニットのブロックをブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４の順に並べ、その中に１つのブロックを追加する。表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック１を追加し、ブロック１、ブロック１、ブロック２、ブロック３である。表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームのブロックの順序は、1回目に含まれなかったブロック４から始め、ブロック２を追加し、ブロック４、ブロック１、ブロック２、ブロック２の順である。表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームのブロックの順序は、２回目に含まれなかったブロック３から始め、ブロック３、ブロック４、ブロック１、ブロック２の順である。
【１９３５】
このように、第４の生成例のような送信フレームをカルーセル方式で複数回出力するうちに、１つの信号ユニットのブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４の全てを、可視光通信信号として復元できる。
【１９３６】
図３７２Ｄは、実施の形態２４にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第５の生成例を説明する図である。図３７２Ｄは、信号ユニットのブロックの順序をランダム変更する。表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームのブロックの順は、ブロック１、ブロック３、ブロック２、ブロック４である。表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームのブロックの順は、ブロック３、ブロック１、ブロック２、ブロック４である。表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームのブロックの順は、ブロック２、ブロック３、ブロック１、ブロック４である。１つの信号ユニットに対する送信フレームのブロックの順序をランダムに変更してカルーセル方式で複数回出力するうちに、１つの信号ユニットのブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４の全てを、可視光通信信号として復元できる。
【１９３７】
図３７２Ｅは、実施の形態２４にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第６の生成例を説明する図である。図３７２Ｅは、１つの送信フレームにおいて、同一ブロックを２回連続する。表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームのブロックの順は、ブロック１、ブロック１、ブロック２、ブロック２である。表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームのブロックの順は、ブロック３、ブロック３、ブロック４、ブロック４である。表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームのブロックの順は、ブロック１、ブロック１、ブロック２、ブロック２である。

【１９３８】
［１－７．可視光通信信号処理部の動作］
次に、表示装置１５００の可視光通信信号処理部１５０６の動作を説明する。図３７３は、表示装置１５００の可視光通信信号処理部１５０６の動作を説明するフローチャートである。
【１９３９】
（ステップＳ１５０１）可視光通信信号処理部１５０６は、可視光通信信号入力部１５０５から可視光通信信号の入力の有無を判定する。可視光通信信号の入力が「有り」と判断された場合（Ｙｅｓの場合）、ステップＳ１５０２へ処理を進める。可視光通信信号の入力が「無し」と判断された場合（Ｎｏの場合）、ステップＳ１５０１の処理を繰り返す。
【１９４０】
（ステップＳ１５０２）入力された可視光通信信号は複数の信号ユニットで構成されている。可視光通信信号処理部１５０６は、１つの信号ユニットを読み込む。
【１９４１】
（ステップＳ１５０３）可視光通信信号処理部１５０６は、読み込んだ１つの信号ユニットに対し、所定数のデータに分割し、各データを符号化し、各データに対しヘッダー部を付加し、ブロックを生成する。
【１９４２】
（ステップＳ１５０４）可視光通信信号処理部１５０６は、生成したブロックに基づいて、カルーセル方式で送信する複数の送信フレームのそれぞれの送信フレームに含めるブロックの送信順序を決定する。
【１９４３】
（ステップＳ１５０５）可視光通信信号処理部１５０６は、複数の送信フレームを生成し、バックライト制御部１５０７に出力する。
【１９４４】
（ステップＳ１５０６）可視光通信信号処理部１５０６は、残りの信号ユニットの有無を判定する。残りの信号ユニットが「有り」と判定された場合（Ｙｅｓの場合）は、ステップＳ１５０１に戻る。残りの信号ユニットが「無し」と判定された場合（Ｎｏの場合）は、処理を終了する。
【１９４５】
［１－８．効果等］
以上のように、本実施の形態における表示装置は、複数の信号ユニットで構成される可視光通信信号をカルーセル方式で出力可能な表示装置であって、映像信号を表示する表示パネルと、信号ユニットを符号化し、複数のブロックに分割し、複数のブロックを用いて送信フレームを複数生成してバックライト制御信号とする可視光通信処理部と、バックライト制御信号に基づいて、表示パネルを背面から発光するバックライトと、を備える。可視光通信処理部で生成された１つの信号ユニットに対する複数の送信フレームは、少なくとも２つの送信フレームの複数のブロックの順序が異なる。
【１９４６】
これにより、表示装置１５００は、１つの信号ユニットに対しブロックの送信順序の異なる複数の送信フレームを出力することで、受信装置１５２０は可視光通信信号を復元できる。
【１９４７】
また、本実施の形態における表示装置は、可視光通信処理部で生成された１つの信号ユニットに対する複数の送信フレームは、少なくとも隣接する２つの送信フレームに同一のブロックを含む。
【１９４８】
これにより、表示装置１５００は、１つの信号ユニットに対し少なくとも隣接する２つの送信フレームに同一のブロックを含めることで、受信装置１５２０は可視光通信信号を

復元できる。
【１９４９】
また、本実施の形態における表示装置は、可視光通信処理部で生成された１つの信号ユニットに対する複数の送信フレームは、少なくとも１つの送信フレームに、同一のブロックを複数個含み、複数の送信フレームで複数のブロックを全て含む。
【１９５０】
これにより、表示装置１５００は、１つの送信フレームに同一のブロックを複数項含め、複数の送信フレームでブロックを全て含めることで、受信装置１５２０は可視光通信信号を復元できる。
【１９５１】
また、本実施の形態における表示装置は、可視光通信信号処理部は、隣接する２つの信号ユニットの間にリセット信号を挿入する。
【１９５２】
これにより、表示装置１５００は、現在の信号ユニットから次の信号ユニットに切り替わったことを示すことができる。
【１９５３】
本実施の形態の表示装置１５００は、液晶パネルの駆動周波数とイメージセンサーのフレームレートの関係が、互いに整数倍または整数分の一の関係であり、表示装置１５００から送信フレームが液晶パネルの駆動周波数に同期して出力される場合に、特に有効である。
【１９５４】
なお、本実施の形態において、表示装置１５００からカルーセル方式で出力する送信フレームの送信回数を３回として説明したが、これに限らない。カルーセル方式で出力する送信フレームの送信回数は、複数回であれば、何回でもよい。
【１９５５】
（実施の形態２５）
以下、実施の形態２５について、図３７４～図３７６を用いて説明する。
【１９５６】
［２－１．可視光通信システムの構成］
本実施の形態における可視光通信システムは、実施の形態２４で説明した可視光通信システム１５００Ｓと同じ構成である。本実施の形態における可視光通信システムにおいて異なる点を中心に説明する。
【１９５７】
［２－２．映像の明暗と可視光通信信号の出力の関係］
本実施の形態における表示装置１５００の表示パネル１５０４は、液晶パネルである。液晶パネルは、映像を表示する際に、表示面１５１０の液晶のシャッターを開閉する、或いは階調性の制御とバックライト１５０８の制御を行うことで、映像として視認する。
【１９５８】
そのため、バックライト１５０８が非常に明るい設定であっても、映像信号が暗い場合、可視光通信領域に暗い領域ができる。映像信号の暗い領域は、表示パネル１５０４の液晶のシャッターによってバックライト１５０８の光が遮蔽される。暗い領域に可視光通信信号を出力する場合は、受信装置１５２０の撮像部１５２１で撮像された撮像画像から可視光通信信号を復元できないことがある。
【１９５９】
そこで、本実施の形態では、表示装置１５００の表示面１５１０全体である可視光通信領域に対して、所定以上の明るさを有する領域である高輝度領域の割合が小さい場合は、１つの信号ユニットに含まれるブロックの送信回数を複数回出力することで、可視光通信信号を復元できるようにする。逆に、可視光通信領域に対して、高輝度領域の割合が大きい場合は、高輝度領域の割合が小さい場合に比べて１つの信号ユニットに含まれるブロックの送信回数を減らす、または１つの信号ユニットに含まれるブロックの送信回数は１回

にする。
【１９６０】
［２－３．可視光通信信号処理部の動作］
実施の形態２５の実施の形態２４と異なる点は主に可視光通信信号処理部１５０６の動作である。次に、可視光通信信号処理部１５０６の動作を説明する。図３７４は、実施の形態２５にかかる表示装置１５００の可視光通信信号処理部１５０６の動作を説明するフローチャートである。
【１９６１】
ステップＳ１５０１～ステップＳ１５０３までの動作は、実施の形態２４の動作と同じである。
【１９６２】
（ステップＳ１５１１）可視光通信信号処理部１５０６は、可視光通信領域の高輝度領域を、映像信号処理部１５０２より入力された映像信号から検出する。可視光通信信号処理部は、可視光通信領域における高輝度領域の割合に基づいて送信ユニットの各ブロックの送信回数を決定する。送信回数の決定方法は、後述する。
【１９６３】
（ステップＳ１５１２）可視光通信信号処理部１５０６は、信号ユニットの各ブロックの送信回数に基づいて、ブロックの送信順序を決定する。ブロックの送信順序の決定方法は後述する。
【１９６４】
ステップＳ１５０５、ステップＳ１５０６の動作は、実施の形態２４の動作と同じである。
【１９６５】
［２－４．ブロックの送信回数の決定方法］
次に、ブロックの送信回数の決定方法について説明する。図３７５は、１つの信号ユニットに対する送信フレームの任意のブロックの送信回数を決定する方法の一例を説明する図である。
【１９６６】
図３７５において、横軸は、可視光通信領域の高輝度領域の割合であり、縦軸は、信号ユニットにおける任意のブロックの送信回数を示している。
【１９６７】
図３７５は、可視光通信領域のうち、高輝度領域が約８０％以上であれば、信号ユニットにおける任意のブロックの送信回数は１回で、受信装置１５２０で可視光通信信号を復元できると想定し、可視光通信領域のうち、高輝度領域の割合が小さくなるに従って、信号ユニットにおける任意のブロックの送信回数を増やすことで、受信装置１５２０で可視光通信信号を復元できると想定する。具体的には、可視光通信領域のうち、高輝度領域が９０％（Ａ点）であれば、信号ユニットにおける任意のブロックの送信回数は1回、可視光通信領域のうち、高輝度領域が５０％（Ｂ点）であれば、信号ユニットにおける任意のブロックの送信回数は３回、可視光通信領域のうち、高輝度領域が１０％（Ｃ点）であれば、信号ユニットにおける任意のブロックの送信回数は６回とする。図３７５において、信号ユニットにおける任意のブロックの送信回数は、可視光通信領域のうち、高輝度領域の割合が８０％から約１５％の割合で、信号ユニットにおける任意のブロックの送信回数を１回ずつ増やしている。
【１９６８】
なお、送信回数の割合は、これに限らず適宜変更してもよい。
【１９６９】
［２－５．ブロックの送信順序の決定方法］
次に、１つの信号ユニットに対するブロックの送信順序の決定方法について説明する。図３７６は、実施の形態２５にかかる1つの信号ユニットに対する送信フレームの生成例を説明する図である。本実施の形態における表示装置１５００の表示パネル１５０４であ

る液晶パネルの駆動周波数は１２０Ｈｚであり、受信装置１５２０の撮像部１５２１のイメージセンサーのフレームレートは３０ｆｐｓで動作する。さらに、液晶パネルの駆動周波数に同期して、表示装置１５００の送信フレームが出力される。図３７６において、表示装置１５００から出力される可視光通信信号の１つの信号ユニットをカルーセル方式で３回出力する場合を示している。１つの信号ユニットは、データ長の同じ６つのデータで構成され、符号化され６つのブロックが生成されるものとする。

【１９７０】

図３７６において、１つの信号ユニットに対する３回の送信フレームに含むブロックの送信回数を可視光通信領域の高輝度領域の割合に応じて、決定している。

【１９７１】

表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームは、高輝度領域の割合が８０％であることから、信号ユニットの任意のブロックの送信回数は１回である。従って、表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４、ブロック５、ブロック６である。表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームに対し、受信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬを生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬから可視光通信信号を復元する。受信フレームＬにデータが全て含まれるブロック２、ブロック３、ブロック４、ブロック５が可視光通信信号として復元できる。

【１９７２】

次に、表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームは、高輝度領域の割合が５０％であることから、信号ユニットの任意のブロックの送信回数は、３回である。従って、表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック１、ブロック２を順に３回繰り返している。表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームに対し、受信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋１を生成する。受信フレームＬ＋１のうち、高輝度領域でない領域のブロックは、復元できない。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋１から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋１にデータが全て含まれるブロック１、ブロック２が可視光通信信号として復元できる。

【１９７３】

次に、表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームは、高輝度領域の割合が１０％であることから、信号ユニットの任意のブロックの送信回数は６回である。表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック６を連続して６回繰り返す。表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームに対し、受信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋２を生成する。受信フレームＬ＋２のうち、高輝度領域でない領域のブロックは、復元できない。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋２から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋２にデータが全て含まれるブロック６が可視光通信信号として復元できる。

【１９７４】

１つの信号ユニットに対する送信フレームを、高輝度領域の割合に基づいてブロックの送信順序を決定してカルーセル方式で３回出力すると、１つの信号ユニットのブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４、ブロック５、ブロック６の全てを、可視光通信信号として復元できる。

【１９７５】

［２－６．効果等］

以上のように、本実施の形態の表示装置は、可視光通信処理部は、表示パネルの所定以上の輝度を有する領域を検出し、領域の大きさに応じて、送信フレームに含める同一のブロックの個数を決定し、信号ユニットに対する複数の送信フレームを生成する。

【１９７６】
これにより、表示装置１５００は、１つの信号ユニットに対し高輝度領域の割合に応じてブロックの送信回数を変更して複数の送信フレームを出力することで、受信装置１５２０は可視光通信信号を復元できる。
【１９７７】
なお、本実施の形態では表示装置１５００から出力する１つの信号ユニットに対して、カルーセル方式で３回の送信フレームを出力したが、これに限らない。例えば、カルーセル方式で３回以上の送信フレームを出力し、その組み合わせとして２回目の送信フレームのブロックの順序として、ブロック１、ブロック２を３回繰り返す組み合わせを変更した送信フレームを用いてもよい。
【１９７８】
本実施の形態の表示装置１５００は、液晶パネルの駆動周波数とイメージセンサーのフレームレートの関係が、互いに整数倍または整数分の一の関係であり、表示装置１５００から送信フレームが液晶パネルの駆動周波数に同期して出力される場合に、特に有効である。
【１９７９】
（実施の形態２６）
以下、実施の形態２６について、図３７７～図３８０を用いて説明する。
【１９８０】
［３－１．可視光通信システムの構成］
本実施の形態における可視光通信システムは、実施の形態２４で説明した可視光通信システム１５００Ｓと同じ構成である。本実施の形態における可視光通信システムにおいて異なる点を中心に説明する。
【１９８１】
［３－２．表示装置からの距離との可視光通信信号の送信の関係］
表示装置１５００と受信装置１５２０の距離が相対的に近い場合と遠い場合を比較する。表示装置１５００と受信装置１５２０の距離が相対的に近い場合は、表示装置１５００と受信装置１５２０の距離が相対的に遠い場合に比べて、受信装置１５２０で撮像した撮像画像に含まれるブロックが多くなる。
【１９８２】
これは、表示装置１５００と受信装置１５２０の距離が相対的に近い場合、受信装置１５２０の撮像部１５２１で生成できる撮像画像は相対的に大きくなり、表示装置１５００と受信装置１５２０の距離が相対的に遠い場合、受信装置１５２０の撮像部１５２１で生成できる撮像画像は相対的に小さくなるためである。
【１９８３】
そこで、本実施の形態における表示装置１５００は、受信装置１５２０との距離に応じて、１つの信号ユニットの送信フレームの任意のブロックの送信回数を変更する。
【１９８４】
［３－３．可視光通信信号処理部の動作］
実施の形態２６の実施の形態２４と異なる点は主に可視光通信信号処理部１５０６の動作である。可視光通信信号処理部１５０６の動作を説明する。図３７７は、実施の形態２６にかかる表示装置１５００の可視光通信信号処理部１５０６の動作を説明するフローチャートである。
【１９８５】
ステップＳ１５０１～ステップＳ１５０３までの動作は、実施の形態２４の動作と同じである。
【１９８６】
（ステップ１４０１）可視光通信信号処理部１５０６は、受信装置１５２０との距離に応じて、送信ユニットの各ブロックの送信回数を決定する。送信回数の決定方法は、後述する。

【１９８７】
（ステップ１４０２）可視光通信信号処理部１５０６は、信号ユニットの各ブロック送信回数に基づいて、ブロックの送信順序を決定する。送信順序の決定方法は、後述する。
【１９８８】
ステップＳ１５０５、ステップＳ１５０６の動作は、実施の形態２４の動作と同じである。
【１９８９】
［３－４．ブロックの送信回数の決定方法］
次に、ブロックの送信回数の決定方法について説明する。図３７８は、１つの信号ユニットに対する送信フレームの任意のブロックの送信回数を決定する方法の一例を説明する図である。
【１９９０】
図３７８において、横軸は、表示装置１５００と受信装置１５２０の距離であり、縦軸は、信号ユニットにおける任意のブロックの送信回数を示している。距離が近い場合は、信号ユニットの各ブロックの送信回数を少なくする。図３７８において、距離が３ｍ以下であれば信号ユニットの各ブロックの送信回数を１回にする。
【１９９１】
距離が遠い場合は、信号ユニットの各ブロック送信回数を多くする。図３７８において、距離が３ｍ以上より２ｍの割合で１回ずつ信号ユニットの各ブロックの送信回数を増やしている。
【１９９２】
なお、この割合は適宜変更してもよい。
【１９９３】
［３－５．ブロックの送信順序の決定方法］
次に、１つの信号ユニットに対するブロックの送信順序の決定方法について説明する。図３７９は、実施の形態２６にかかる表示装置１５００から出力される１つの信号ユニットに対する送信フレームの生成例を説明する図である。図３７９は、距離が３ｍの場合である。本実施の形態における表示装置１５００の表示パネル１５０４である液晶パネルの駆動周波数が、１２０Ｈｚであり、受信装置１５２０の撮像部１５２１のイメージセンサーのフレームレートは３０ｆｐｓで動作する。さらに、液晶パネルの駆動周波数に同期して、表示装置１５００の送信フレームが出力される。図３７９において、表示装置１５００から出力される可視光通信信号の１つの信号ユニットをカルーセル方式で４回送信する場合を示している。１つの信号ユニットは、データ長の同じ４つのデータで構成され、符号化され４つのブロックが生成されるものとする。
【１９９４】
図３７８において、距離が３ｍの場合は、信号ユニットの１つの送信フレームの任意のブロックの送信回数は２回である。従って、図３７９に示すように、１つの送信フレームに任意のブロックを２回ずつ送信する。
【１９９５】
表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック１、ブロック２がそれぞれ２回出力されるように、ブロック１、ブロック１、ブロック２、ブロック２である。表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームに対し、受信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬを生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬから可視光通信信号を復元する。受信フレームＬにデータが全て含まれるブロック１、ブロック２が可視光通信信号として復元できる。
【１９９６】
表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック３、ブロック４がそれぞれ２回出力されるように、ブロック３、ブロック３、ブロック４、ブロック４である。表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームに対し、受

信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋１を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋１から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋１にデータが全て含まれるブロック３、ブロック４が可視光通信信号として復元できる。

【１９９７】

表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック１、ブロック２がそれぞれ２回出力されるように、ブロック１、ブロック１、ブロック２、ブロック２である。表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームに対し、受信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋２を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋２から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋２にデータが全て含まれるブロック１、ブロック２が可視光通信信号として復元できる。

【１９９８】

表示装置１５００から出力される４回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック３、ブロック４がそれぞれ２回出力されるように、ブロック３、ブロック３、ブロック４、ブロック４である。表示装置１５００から出力される４回目の送信フレームに対し、受信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋３を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋３から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋３にデータが全て含まれるブロック３、ブロック４が可視光通信信号として復元できる。

【１９９９】

以上のように、各受信フレームは、送信フレームに含まれる任意のブロックが２回出力される内の１つのブロックを受信できる。すなわち、各受信フレームから異なる２個のブロックを受信できる。

【２０００】

図３８０は、実施の形態２６にかかる表示装置から出力される１つの信号ユニットに対する送信フレームの別の生成例を説明する図である。図３８０は、距離が８ｍの場合である。本実施の形態における表示装置１５００の表示パネル１５０４である液晶パネルの駆動周波数が、１２０Ｈｚであり、受信装置１５２０の撮像部１５２１のイメージセンサーのフレームレートは３０ｆｐｓで動作する。さらに、液晶パネルの駆動周波数に同期して、表示装置１５００の送信フレームが出力される。図３８０において、表示装置１５００から出力される可視光通信信号の１つの信号ユニットをカルーセル方式で４回送信する場合を示している。１つの信号ユニットは、データ長の同じ４つのデータで構成され、符号化され４つのブロックが生成されるものとする。

【２００１】

図３７８において、距離が８ｍの場合は、信号ユニットの１つの送信フレームの任意のブロックの送信回数は４回である。従って、図３８０に示すように、１つの送信フレームに任意のブロックを４回ずつ送信する。

【２００２】

表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック１を４回出力する。表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームに対し、受信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬを生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬから可視光通信信号を復元する。受信フレームＬにデータが全て含まれるブロック１が可視光通信信号として復元できる。

【２００３】

表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック

２を４回出力する。表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームに対し、受信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋１を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋１から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋１にデータが全て含まれるブロック２が可視光通信信号として復元できる。

【２００４】

表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック３を４回出力する。表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームに対し、受信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋２を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋２から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋２にデータが全て含まれるブロック３が可視光通信信号として復元できる。

【２００５】

表示装置１５００から出力される４回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック４を４回出力する。表示装置１５００から出力される４回目の送信フレームに対し、受信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋３を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋３から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋３にデータが全て含まれるブロック２が可視光通信信号として復元できる。

【２００６】

以上のように、各受信フレームは、送信フレームに含まれる任意のブロックが４回出力される内の１つのブロックを受信できる。すなわち、各受信フレームから１個のブロックを受信できる。

【２００７】

［３－６．効果等］

以上のように、本実施の形態において、可視光通信処理部は、表示装置と出力された可視光通信信号を受信可能な受信装置との距離に応じて、送信フレームに含める同一ブロックの個数を決定し、信号ユニットに対する複数の送信フレームを生成する。

【２００８】

これにより、表示装置１５００は、表示装置１５００と受信装置１５２０の距離に応じて、ブロックの送信回数を変更して複数の送信フレームを出力することで、受信装置１５２０は可視光通信信号を復元できる。

【２００９】

本実施の形態の表示装置１５００は、液晶パネルの駆動周波数とイメージセンサーのフレームレートの関係が、互いに整数倍または整数分の一の関係であり、表示装置１５００から送信フレームが液晶パネルの駆動周波数に同期して出力される場合に、特に有効である。

【２０１０】

なお、表示装置１５００と受信装置１５２０の距離は、表示装置１５００であらかじめ設定でき、さらに、用途や、表示装置１５００の設置状況によって適宜変更することが望ましい。

【２０１１】

受信装置１５２０は、距離の指定を、Ｗｉ－Ｆｉ（Ｗｉｒｅｌｅｓｓ　Ｆｉｄｅｌｉｔｙ）、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、ＬＴＥ（Ｌｏｎｇ　Ｙｅｒｍ　Ｅｖｏｌｕｔｉｏｎ）などの無線通信を通して表示装置１５００に設定の要求をしてもよい。

【２０１２】

さらに、距離は、表示装置１５００または受信装置１５２０のいずれか一方で、センサーやカメラを用いて推定してもよい。

【２０１３】

また、本実施の形態では、生成した送信フレームは一例であり、これに限定されない。

【２０１４】
また、本実施の形態においては、送信フレームに２つのブロックを複数回出力する場合、同じ回数にしたが、同じ回数にしなくてもよい。
【２０１５】
（実施の形態２７）
以下、実施の形態２７について、図３８１～図３８３を用いて説明する。
【２０１６】
［４－１．可視光通信システムの構成］
本実施の形態における可視光通信システムは、実施の形態２４で説明した可視光通信システム１５００Ｓと同じ構成である。本実施の形態における可視光通信システムにおいて異なる点を中心に説明する。
【２０１７】
［４－２．ブランクの挿入］
図３８１は、実施の形態２７にかかる1つの信号ユニットに対する送信フレームの生成例を説明する図である。本実施の形態における表示装置１５００の表示パネル１５０４である液晶パネルの駆動周波数は１２０Ｈｚであり、受信装置１５２０の撮像部１５２１のイメージセンサーのフレームレートは３０ｆｐｓで動作する。さらに、液晶パネルの駆動周波数に同期して、表示装置１５００の送信フレームが出力される。表示装置１５００から出力される可視光通信信号の１つの信号ユニットをカルーセル方式で４回出力する。１つの信号ユニットは、データ長の同じ４つのデータで構成され、符号化され４つのブロックが生成される。
【２０１８】
本実施の形態において、同じブロックが同じ位置にならないように、送信フレームに、ブロックと同じサイズのブランクを挿入する。
【２０１９】
図３８１において、表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームは、ブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４、ブランクの順である。表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームに対し、受信装置１５２０は１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬを生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬから可視光通信信号を復元する。受信フレームＬにデータが全て含まれるブロック２、ブロック３のみが可視光通信信号として復元できる。
【２０２０】
表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームは、ブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４、ブランクの順である。表示装置１５００から出力される２回目の信号ユニットに対し、１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋１を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋１から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋１にデータが全て含まれるブロック１、ブロック２のみが可視光通信信号として復元できる。
【２０２１】
表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームは、ブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４、ブランクの順である。表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームに対し、１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋２を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋２から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋２にデータが全て含まれるブロック１のみが可視光通信信号として復元できる。
【２０２２】
表示装置１５００から出力される４回目の送信フレームは、ブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４、ブランクの順である。表示装置１５００から出力される４回目

の送信フレームに対し、１フレームレートの撮像期間にイメージセンサーの露光を行う。受信装置１５２０は、露光データに基づいて撮像画像である受信フレームＬ＋３を生成する。受信装置１５２０は、受信フレームＬ＋３から可視光通信信号を復元する。受信フレームＬ＋３にデータが全て含まれるブロック４のみが可視光通信信号として復元できる。

【２０２３】

なお、挿入するブランクの信号パターンは、信号ユニットに含まれるデータと異なるパターンであれば、何でもよい。

【２０２４】

以上のように、液晶パネルの駆動周波数とイメージセンサーのフレームレートの関係が、互いに整数倍または整数分の一の関係であり、表示装置１５００から送信フレームが液晶パネルの駆動周波数に同期して出力される場合、１つの信号ユニットに対する送信フレームにブランクを挿入することで表示装置１５００のバックライト１５０８の点灯と消灯のタイミングが液晶パネルの駆動周波数と同期することを避け、４回とも同じ送信フレームを出力しても、１つの信号ユニットのブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック４の全てを、可視光通信信号として復元できる。

【２０２５】

また、挿入するブランクのサイズをブロックのサイズと同じにすることで、映像信号の輝度の揺れを防ぐことができる上、輝度調整期間としても有効である。

【２０２６】

なお、挿入するブランクのサイズをブロックのサイズと同じにする、として説明したが、これに限らない。表示装置１５００のバックライト１５０８の点灯と消灯のタイミングが液晶パネルの駆動周波数と同期しないように、挿入するブランクのサイズを決定すればよい。

【２０２７】

なお、挿入するブランクのサイズは、常に同じサイズでなくてもよい。

【２０２８】

さらに、ブランクが挿入された送信フレームの生成例はこれに限らない。

【２０２９】

図３８２Ａは、実施の形態２７にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第２の生成例を説明する図である。

【２０３０】

図３８２Ａは、送信フレームの一番後ろにブランクを挿入し、かつ送信フレームのブロックの送信順序を実施の形態２４で説明したように、毎回異ならせている。すなわち、表示装置１５００から出力される１回目の送信フレームのブロックの順序は、ブロック１、ブロック２、ブロック３、ブロック３、ブランクである。表示装置１５００から出力される２回目の送信フレームは、ブロック４、ブロック３、ブロック２、ブロック１、ブランクの順である。表示装置１５００から出力される３回目の送信フレームは、ブロック２、ブロック３、ブロック４、ブロック１、ブランクの順である。

【２０３１】

図３８２Ｂは、実施の形態２７にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第３の生成例を説明する図である。

【２０３２】

図３８２Ｂは、送信フレームの各ブロックの後にブランクを挿入する。すなわち、表示装置１５００から出力される送信フレームは、ブロック１、ブランク、ブロック２、ブランク、ブロック３、ブランク、ブロック４、ブランクの順である。挿入するブランクのサイズは、ブロック長×α（０＜α≦１の小数）であり、表示装置１５００のバックライト１５０８の点灯と消灯のタイミングが液晶パネルの駆動周波数と同期しないようにαを決定する。

【２０３３】

図３８２Ｃは、実施の形態２７にかかる１つの信号ユニットに対する送信フレームの第

４の生成例を説明する図である。
【２０３４】
図３８２Ｃは、送信フレームの任意のブロックの後にブランクを挿入する。すなわち、表示装置１５００から出力される送信フレームは、ブロック１、ブランク、ブロック２、ブランク、ブロック３、ブロック４の順である。
【２０３５】
［４－３．可視光通信信号処理部の動作］
実施の形態２７の実施の形態２４と異なる点は主に可視光通信信号処理部１５０６の動作である。次に、可視光通信信号処理部１５０６の動作を説明する。図３８３は、実施の形態２７にかかる表示装置１５００の可視光通信信号処理部１５０６の動作を説明するフローチャートである。
【２０３６】
ステップＳ１５０１～ステップＳ１５０２までの動作は、実施の形態２４の動作と同じである。
【２０３７】
（ステップＳ１５３１）可視光通信信号処理部１５０６は、送信ユニットのブランクを挿入する位置を決定する。
【２０３８】
（ステップＳ１５３２）可視光通信信号処理部１５０６は、ブランクのサイズを決定する。
【２０３９】
ステップＳ１５０３～ステップＳ１５０６の動作は、実施の形態２４の動作と同じである。
【２０４０】
［４－４．効果等］
以上のように、本実施の形態の表示装置は、可視光通信処理部は、１つの信号ユニットに対する複数の送信フレームのうち少なくとも１つの送信フレームにブランクを挿入する。
【２０４１】
これにより、１つの信号ユニットに対する送信フレームにブランクを挿入することで表示装置１５００のバックライト１５０８の点灯と消灯のタイミングが液晶パネルの駆動周波数と同期することを避け、受信装置１５２０は可視光通信信号を復元できる。
【２０４２】
本実施の形態の表示装置１５００は、液晶パネルの駆動周波数とイメージセンサーのフレームレートの関係が、互いに整数倍または整数分の一の関係であり、表示装置１５００から送信フレームが液晶パネルの駆動周波数に同期して出力される場合に、特に有効である。
【２０４３】
（他の実施の形態）
以上のように、本開示の技術の例示として、実施の形態２４～２７を説明した。本開示の技術は、これに限定されず、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用できる。また、上記実施の形態２４～２７で説明した各構成要素を組み合わせて、新たな実施の形態とすることも可能である。
【２０４４】
なお、本開示の表示装置は、液晶パネルの駆動周波数に同期して送信フレームが出力される場合の送信フレームの生成例を示したが、これに限定されない。
【２０４５】
例えば、表示装置から液晶パネルの駆動周波数に同期しないで送信フレームが出力される場合でも、送信フレームが出力される搬送周波数がイメージセンサーの周波数の整数倍となる場合は、本実施の形態が有効である。

【２０４６】
また、表示装置の表示パネルが液晶パネルである場合について説明したが、これに限定されない。
【２０４７】
例えば、表示装置が、画像フィルムが背面からＬＥＤなどの照明で照らされるような看板であっても、表示装置から出力される送信フレームの搬送周波数が受信装置のイメージセンサーの周波数の整数倍となった場合は、本実施の形態が有効である。
【２０４８】
本開示にかかる表示装置は、可視光通信信号を出力可能な表示装置、例えば、家庭におけるテレビ、パーソナルコンピュータ、タブレット端末などの機器、外出先でのサイネージ端末や、情報端末、情報表示機器に適用可能である。
【２０４９】
（まとめ）
本開示における第１の態様に係る表示装置は、複数の信号ユニットで構成される可視光通信信号をカルーセル方式で出力可能な表示装置であって、映像信号を表示する表示パネルと、前記信号ユニットを符号化し、複数のブロックに分割し、前記複数のブロックを用いて送信フレームを複数生成してバックライト制御信号とする可視光通信処理部と、前記バックライト制御信号に基づいて、前記表示パネルを背面から発光するバックライトと、を備え、前記可視光通信処理部で生成された１つの前記信号ユニットに対する複数の前記送信フレームは、少なくとも２つの前記送信フレームの前記複数のブロックの順序が異なる。
【２０５０】
本開示における第２の態様に係る表示装置は、前記可視光通信処理部で生成された１つの前記信号ユニットに対する複数の前記送信フレームは、少なくとも隣接する２つの前記送信フレームに同一のブロックを含む、第１の態様に係る表示装置である。
【２０５１】
本開示における第３の態様に係る表示装置は、前記可視光通信処理部で生成された１つの前記信号ユニットに対する複数の前記送信フレームは、少なくとも１つの前記送信フレームに、同一のブロックを複数個含み、複数の前記送信フレームで前記複数のブロックを全て含む、第１の態様に係る表示装置である。
【２０５２】
本開示における第４の態様に係る表示装置は、前記可視光通信処理部は、前記表示パネルの所定以上の輝度を有する領域を検出し、前記領域の大きさに応じて、前記送信フレームに含める同一のブロックの個数を決定し、前記信号ユニットに対する複数の前記送信フレームを生成する、第３の態様に係る表示装置である。
【２０５３】
本開示における第５の態様に係る表示装置は、前記可視光通信処理部は、前記表示装置と出力された前記可視光通信信号を受信可能な受信装置との距離に応じて、前記送信フレームに含める同一ブロックの個数を決定し、前記信号ユニットに対する複数の前記送信フレームを生成する、第３の態様に係る表示装置である。
【２０５４】
本開示における第６の態様に係る表示装置は、前記可視光通信信号処理部は、隣接する２つの前記信号ユニットの間にリセット信号を挿入する、第１の態様に係る表示装置である。
【２０５５】
本開示における第７の態様に係る表示装置は、前記可視光通信処理部は、１つの前記信号ユニットに対する複数の前記送信フレームのうち少なくとも１つの前記送信フレームにブランクを挿入する、第１の態様に係る表示装置である。
【２０５６】
本開示における第８の態様に係る表示方法は、複数の信号ユニットで構成される可視光

通信信号をカルーセル方式で出力可能な表示方法であって、前記信号ユニットを符号化し、複数のブロックに分割し、前記複数のブロックを用いてカルーセル方式で出力するための送信フレームを複数生成し、バックライト制御信号として出力する第１のステップと、前記バックライト制御信号に基づいてバックライトを制御する第２のステップと、前記第１のステップで生成された１つの前記信号ユニットに対する複数の前記送信フレームは、少なくとも２つの前記送信フレームの前記複数のブロックの順序が異なる、表示方法である。

【２０５７】

（実施の形態２８）

図３８４は、送信装置がテレビなどの動画表示装置である場合の可視光通信（ＶＬＣ：Ｖｉｓｉｂｌｅ　ｌｉｇｈｔ　ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎ）の切り替え制御について説明するための図である。

【２０５８】

具体的には、図３８４の（ａ）は、複数のピクチャからなる動画像を示す図であり、図３８４の（ｂ）は、可視光通信がＯＦＦである場合の動画像表示装置のバックライトのＯＮ／ＯＦＦ制御を示す図であり、図３８４の（ｃ）は、可視光通信がＯＮである場合の動画表示装置のバックライトのＯＮ／ＯＦＦ制御を示す図である。

【２０５９】

図３８４の（ａ）に示すように、複数のピクチャＰ１６０１、Ｐ１６０２、Ｐ１６０３、Ｐ１６０４、Ｐ１６０５、Ｐ１６０６、・・・から構成される動画像１６００を再生する場合、複数のピクチャＰ１６０１、Ｐ１６０２、Ｐ１６０３、Ｐ１６０４、Ｐ１６０５、Ｐ１６０６、・・・は、それぞれ時刻ｔ１６０１、ｔ１６０３、ｔ１６０５、ｔ１６０７、ｔ１６０９、ｔ１６１１、・・・で動画像表示装置に表示されるものとする。なお、時刻ｔ１は、動画像１６００の表示開始時刻であり、絶対的な時刻であってもよいし、ユーザにより指定された時刻であってもよい。また、時刻ｔ１６０３、ｔ１６０５、ｔ１６０７、ｔ１６０９、ｔ１６０１、・・・は、時刻ｔ１から所定時間間隔Δｔ１６００おきの時刻である。つまり、時刻ｔ１６０３、ｔ１６０５、ｔ１６０７、ｔ１６０９、ｔ１６１１、・・・は、一定の周期（所定時間間隔Δｔ１６００）で決定される時刻である。

【２０６０】

このような動画像１６００を再生する場合、特に液晶ディスプレイでは、動画像１６００がぼけて再生されるのを低減するために、隣接するピクチャ間に真っ黒なピクチャを挿入する制御を行うものがある。このような動画像表示装置の場合、図３８４の（ｂ）のように、複数のピクチャＰ１６０１、Ｐ１６０２、Ｐ１６０３、Ｐ１６０４、Ｐ１６０５、Ｐ１６０６、・・・が表示される時刻ｔ１６０１、ｔ１６０３、ｔ１６０５、ｔ１６０７、ｔ１６０９、ｔ１６１１、・・・の間の時刻ｔ１６０２、ｔ１６０４、ｔ１６０６、ｔ１６０８、ｔ１６１０、ｔ１６１２、・・・において、真っ黒なピクチャを挿入するために動画像表示装置のバックライトをＯＦＦにする制御を行っている。つまり、複数のピクチャＰ１６０１、Ｐ１６０２、Ｐ１６０３、Ｐ１６０４、Ｐ１６０５、Ｐ１６０６、・・・が表示される時刻ｔ１６０１、ｔ１６０３、ｔ１６０５、ｔ１６０７、ｔ１６０９、ｔ１６１１、・・・においては、バックライトをＯＮにし、時刻ｔ１６０２、ｔ１６０４、ｔ１６０６、ｔ１６０８、ｔ１６１０、ｔ１６１２、・・・においてはバックライトをＯＦＦにする制御を行う。

【２０６１】

しかしながら、可視光通信を行っている間に、バックライトをＯＦＦにしてしまうと、バックライトがＯＦＦの期間中は通信が途切れてしまうことになる。このため、図３８４の（ｃ）に示すように、可視光通信を行っている場合（つまり、ＶＬＣがＯＮの場合）には、動画像１６００の再生中であってもバックライトをＯＮにし続ける制御を行う。このように、この場合の送信装置では、可視光通信を行っている場合には、図３８４の（ｃ）のようにバックライトをＯＮにし続け、可視光通信を行っていない場合には、図３８４の（ｂ）のようにバックライトのＯＮ及びＯＦＦを繰り返す制御を切り替える。これにより

、可視光通信を行っている場合には、通信が途切れることを抑制でき、可視光通信を行っていない場合には、動画像１６００がぼけて再生されることを低減できる。

【２０６２】

（実施の形態２９）

本実施の形態では、可視光通信のプロトコル送出方式について説明する。

【２０６３】

図３８５及び図３８６は、アプリ層で利用する論理データ（例えばＩＤなど）を、可視光通信で送信する場合の手順を示す図である。

【２０６４】

まず、論理データエラー訂正符号付与部１７０１は、アプリ層で利用する論理データ１７１１にエラー訂正符号である論理データ訂正符号１７１２を付与する。

【２０６５】

次に、論理データ分割部１７０２は、論理データ１７１１及び論理データ訂正符号１７１２を、送信が可能なデータサイズへ分割することで複数の分割論理データ１７１３を生成する。また、論理データ分割部１７０２は、各分割論理データ１７１３に分割種別１７１４及びアドレス１７１５を付与する。

【２０６６】

データ変調部１７０３は、論理データ分割部１７０２により生成されたデータを、送信が可能なデータ列へ変換することで、送信するための物理データ１７１６を生成する。

【２０６７】

なお、論理データエラー訂正符号付与部１７０１は、論理データのサイズ又は伝送路の状況に応じて、ＣＲＣ又はリードソロモン符号などの符合化を利用する。また、論理データ訂正符号１７１２が、論理データ１７１１の先頭に付与される場合、末尾に付与される場合、論理データ１７１１の特定位置に挿入される場合がある。

【２０６８】

なお、論理データ分割部１７０２は、分割後のサイズを変動させることにより可視光通信で受信可能な限界距離と受信スピードを決定することができる。また、論理データ分割部１７０２は、分割方法を変動させることにより、論理データ訂正符号１７１２及び物理データ訂正符号１７１７によるエラー耐性に加えて、バーストエラーへの耐性を向上できるとともに、データ復号時の秘匿性を向上できる。

【２０６９】

なお、データ変調部１７０３は、ＰＰＭ変調又はマンチェスター変調などの変調種別を問わず、可視光通信発信部の装置特性（例えば、照明の場合はできる限り明るさを保つ必要がある、ディスプレイの場合は動画や静止画と共存する必要があるなど）によって、論理データの１ビット当たりに該当する量子化数又は標本値を変動させることにより、明るさ制御又は変調率制御を実現できる。例えば、データ変調部１７０３は、発光している場合を物理データの「１」、発光していない場合を物理データの「０」というように２値を用いる場合と、発光時の明るさを１００％とした場合を「２」、発光時の明るさを５０％した場合を「１」、発光時の明るさを０％とした場合を「０」というよう設定する場合とを切り替えることで、明るさの制御を実現できる。また、データ変調部１７０３は、発光している場合を物理データの「１」、発光していない場合を物理データの「０」としたうえで、論理データ「０１」を、物理データ「０１００」に変調したり、「１１００１１１１」に変調したりすることを切り替えることで、物理データ送信サイズにおける平均の明るさを制御できる。

【２０７０】

次に、物理データエラー訂正符号付与部１７０４は、データ変調部１７０３により生成された物理データ１７１６にエラー訂正符号である物理データ訂正符号１７１７を付与する。

【２０７１】

次に、物理データヘッダ挿入部１７０５は、物理データ１７１６の開始位置を示すため

のヘッダ１７１８を、物理データ１７１６に付与する。得られたデータは、可視光通信発信部により可視光通信データとして発信される。

【２０７２】

なお、物理データエラー訂正符号付与部１７０４は、物理データ１７１６のサイズ又は伝送路の状況に応じて、ＣＲＣ又はリードソロモン符号などの符合化を利用する。また、物理データ訂正符号１７１７が、物理データ１７１６の付与される場合、末尾に付与される場合、物理データ１７１６の特定位置に挿入される場合がある。

【２０７３】

なお、物理データヘッダ挿入部１７０５は、可視光通信受信部が可視光通信データの物理データの先頭を識別可能なプリアンブルデータをヘッダとして挿入する。挿入されるプリアンブルデータは、送信する物理データ１７１６と物理データ訂正符号１７１７を合わせたデータに現れることのないデータ列である。物理データヘッダ挿入部１７０５は、プリアンブルデータのサイズとプリアンブルデータ列を変えることで、可視光通信発信部のちらつき具合及び必要な明るさを制御できる。さらに、プリアンブルデータは、可視光通信受信部での装置種別の識別などにも利用することができる。例えば、物理データ１７１６と物理データ訂正符号１７１７を合わせたデータの送信中の明るさと、プリアンブルデータの送信中の明るさとの差が極小となるようにプリアンブルデータを設定することでちらつきを低減できる。また、プリアンブル中の発光期間を少なくすることで、プリアンブルデータの明るさを小さく調整できる。

【２０７４】

また、論理データ分割部１７０２での分割には一般的なインタリーブ方式を利用することができる。図３８７は、論理データ分割部１７０２による分割処理を説明するための図である。

【２０７５】

図３８７は、論理データが「０１００１１０００１１１０１０」であり、分割数が３である場合の分割例を示す図である。例えば、図３８７の（ａ）に示すように、論理データ分割部１７０２は、論理データ１７１１及び論理データ訂正符号１７１２を先頭から５ＢＩＴずつに区切ることで、複数の分割論理データ１７１３を生成する。または、図３８７の（ｂ）に示すように、論理データ分割部１７０２は、論理データ１７１１及び論理データ訂正符号１７１２を、先頭から１ＢＩＴずつを各分割論理データ１７１３に割振ることで、複数の分割論理データ１７１３を生成する。

【２０７６】

また、図３８８に示すように、論理データ分割部１７０２は、論理データの分割に必要なＳＫＩＰ数を定義し、論理データ１７１１及び論理データ訂正符号１７１２を先頭からＳＫＩＰ数分のＢＩＴずつ各分割論理データ１７１３に割振ることで、複数の分割論理データ１７１３を生成してもよい。

【２０７７】

この場合、論理データ分割部１７０２は、ＳＫＩＰ数を任意に指定することで、設定されたＳＫＩＰ数を知らない可視光通信受信部では論理データの復元ができないように秘匿性を持たせることが可能となる。なお、論理データ分割部１７０２は、任意値を元にハッシュ関数を適用して出力されるハッシュ値を利用して分割を行ってもよいし、分割指定ＢＩＴを任意値によりユニークに特定する任意の演算式を用いてもよい。

【２０７８】

さらに、論理データ分割部１７０２は、時間を任意値として用いることで、特定の時間でしか受信できないように秘匿性を確保することもでる。また、論理データ分割部１７０２は、テレビチャンネル番号を任意値に用いることで特定チャンネルしか受信できないようなサービスに展開することもできる。また、論理データ分割部１７０２は、場所に関する数値を任意値に用いることで、そのデータをその場所でしか利用できないようにできる。

【２０７９】

なお、本発明は以下の態様を含んでいてもよい。

【２０８０】

送信機は、可視光送信部と人センサ部を備える。人センサ部により人がいることを検知し、送信を開始する。人センサ部によって人が居ると検知した方向に送信を行う。これにより、消費電力を抑えることができる。

【２０８１】

受信機は、送信機のＩＤを受信し、住所情報、または、現在位置情報を付加してサーバに送信する。サーバは、受信された住所または位置に最適な設定を行うためのコードを受信機に送信する。受信機はサーバから受信したコードを画面に表示し、送信機に設定するようにユーザに示す。これにより、例えば、炊飯器や洗濯機の設定を居住地域の水質に最適な設定にすることができる。

【２０８２】

受信機は、露光時間の設定を撮像フレーム毎に変更し、露光時間が短いフレームでは可視光信号を受信し、露光時間が長いフレームでは、その他の信号やマーカー、例えば、２次元バーコードを受信したり、物体認識や画像認識を行う。これにより、可視光受信とその他の信号やマーカーの受信を同時に行うことができる。

【２０８３】

受信機は、フレーム毎に露光時間を少しずつ変更して撮像を行う。これにより、送信信号の変調周波数が不明であっても、いずれかのフレームの画像は適切な露光時間で撮像されており、信号を復調することができる。また、同じ信号を複数の露光時間で撮像することで、より効率的に受信信号を復調することができる。

【２０８４】

受信機は、所定の範囲のＩＤを受信した場合は、サーバに問い合わせず、受信したＩＤをそのまま別の処理部に渡す。これにより、素早いレスポンスが得られる。また、サーバに接続できない状態であっても、処理を行うことができる。また、サーバにコンテンツを設定する前に動作を確認することができる。

【２０８５】

送信機は、振幅変調により送信信号を表現する。このとき、異なる信号を表す複数のシンボルにおいて、輝度が低い状態、または、輝度が高い状態のどちらかの持続時間を等しくする。これにより、低い制御クロックでも信号を表現することができる。

【２０８６】

送信機は、起動時に送信ＩＤとコンテンツをサーバに登録する。これにより、所望のコンテンツをサーバから受信機に送信することができる。

【２０８７】

ＩＤの一部は、送信機が自由に設定することができるものとする。これにより、送信機の状態を示すコードをＩＤに含めることができる。受信機やサーバは、この部分によって表示コンテンツを変えてもよいし、無視してもよい。

【２０８８】

（多値振幅パルス信号）

図３８９、図３９０および図３９１は、本実施の形態における送信信号の一例を示す図である。

【２０８９】

パルスの振幅に意味を持たせることで、単位時間あたりにより多くの情報を表現することができる。例えば、振幅を３段階に分類すると、図３８９のように、平均輝度は５０％に保ったまま、２スロットの送信時間で３値を表現することができる。ただし、図３８９の（ｃ）を連続で送信すると輝度変化がないため、信号の存在がわかりにくい。また、デジタル処理では３値は少し扱いにくい。

【２０９０】

そこで、図３９０の（ａ）から（ｄ）の４種類のシンボルを用いることで、平均輝度は５０％に保ったまま、平均３スロットの送信時間で４値を表現することができる。シンボ

ルによって送信時間が異なるが、シンボルの最後の状態を輝度が低い状態とすることで、シンボルの終了時点を認識することができる。輝度が高い状態と低い状態を入れ替えても同様の効果が得られる。図３９０の（ｅ）は、（ａ）を２回送信することと区別がつかないため、適さない。図３９０の（ｆ）と（ｇ）は、中間輝度が連続するため、やや認識しづらいが、利用することはできる。

【２０９１】

図３９１の（ａ）や（ｂ）のパターンをヘッダとして利用することを考える。これらのパターンは周波数解析において特定の周波数成分を強く持つため、これらのパターンをヘッダとすることで、周波数解析によって信号検出を行うことができる。

【２０９２】

図３９１の（ｃ）のように、（ａ）や（ｂ）のパターンを用いて送信パケットを構成する。特定の長さのパターンをパケット全体のヘッダとし、異なる長さのパターンをセパレータとして用いることで、データを区切ることができる。また、途中の箇所にこのパターンを含むことで、信号検出を容易にすることができる。これにより、１パケットが１フレームの画像の撮像時間よりも長い場合であっても、受信機は、データをつなぎあわせて復号することができる。また、これにより、セパレータの数を調整することで、パケットの長さを可変とすることができる。パケットヘッダのパターンの長さでパケット全体の長さを表現するとしてもよい。また、セパレータをパケットヘッダとし、セパレータの長さをデータのアドレスとすることで、受信機は、部分的に受信したデータを合成することができる。

【２０９３】

送信機は、このように構成したパケットを繰り返し送信する。図３９１の（ｃ）のパケット１～４の内容は全て同じでも良いし、異なるデータとして受信側で合成するとしてもよい。

【２０９４】

（実施の形態３０）

本実施の形態では、上記各実施の形態におけるスマートフォンなどの受信機と、ＬＥＤや有機ＥＬの点滅パターンとして情報を送信する送信機とを用いた各適用例について説明する。

【２０９５】

図３９２Ａは、本実施の形態における送信機を説明するための図である。

【２０９６】

本実施の形態における送信機は、例えば液晶ディスプレイのバックライトとして構成され、青色ＬＥＤ２３０３と、緑色蛍光成分２３０４および赤色蛍光成分２３０５からなる蛍光体２３１０とを備える。

【２０９７】

青色ＬＥＤ２３０３は、青色（Ｂ）の光を放つ。蛍光体２３１０は、青色ＬＥＤ２３０３から放たれた青色の光を励起光として受けると黄色（Ｙ）に発光する。つまり、蛍光体２３１０は、黄色の光を放つ。詳細には、蛍光体２１３０は、緑色蛍光成分２３０４および赤色蛍光成分２３０５からなるため、これらの蛍光成分の発光によって黄色の光を放つ。それらの２つの蛍光成分のうち緑色蛍光成分２３０４は、青色ＬＥＤ２３０３から放たれた青色の光を励起光として受けると緑色に発光する。つまり、緑色蛍光成分２３０４は、緑色（Ｇ）の光を放つ。上述の２つの蛍光成分のうち赤色蛍光成分２３０５は、青色ＬＥＤ２３０３から放たれた青色の光を励起光として受けると赤色に発光する。つまり、赤色蛍光成分２３０５は、赤色（Ｒ）の光を放つ。これにより、ＲＧＢまたはＹ（ＲＧ）Ｂのそれぞれの光が放たれるため、送信機はバックライトとして白色光を出力する。

【２０９８】

この送信機は、青色ＬＥＤ２３０３を上記各実施の形態と同様に輝度変化させることによって、白色光の可視光信号を送信する。このとき、白色光の輝度が変化することによって所定の搬送周波数を有する可視光信号が出力される。

【２０９９】
ここで、バーコードリーダは、赤色レーザ光をバーコードに照射し、バーコードから反射される赤色レーザ光の輝度変化に基づいて、そのバーコードを読み取る。この赤色レーザ光におけるバーコードの読み取り周波数は、現在実用化されている一般的な送信機から出力される可視光信号の搬送周波数と一致または近似している場合がある。したがって、このような場合に、バーコードリーダが、その一般的な送信機からの可視光信号である白色光に照らされたバーコードを読み取ろうとすると、その白色光に含まれる赤色の光の輝度変化によって、その読み取りに失敗してしまうことがある。つまり、可視光信号（特に赤色の光）の搬送周波数と、バーコードの読み取り周波数との干渉によって、バーコードの読み取りエラーが発生する。
【２１００】
そこで本実施の形態における、赤色蛍光成分２３０５には、緑色蛍光成分２３０４よりも、残光の継続時間が長い蛍光材料が用いられる。つまり、本実施の形態における赤色蛍光成分２３０５は、青色ＬＥＤ２３０３および緑色蛍光成分２３０４の輝度変化の周波数よりも十分に低い周波数で輝度変化する。言い換えれば、赤色蛍光成分２３０５は、可視光信号に含まれる赤色の輝度変化の周波数をなまらせる。
【２１０１】
図３９２Ｂは、ＲＧＢのそれぞれの輝度変化を示す図である。
【２１０２】
青色ＬＥＤ２３０３からの青色の光は、図３９２Ｂの（ａ）に示すように、可視光信号に含まれて出力される。緑色蛍光成分２３０４は、図３９２Ｂの（ｂ）に示すように、青色ＬＥＤ２３０３からの青色の光を受けると、緑色に発光する。この緑色蛍光成分２３０４における残光の継続時間は短い。したがって、その青色ＬＥＤ２３０３が輝度変化していると、緑色蛍光成分２３０４は、その青色ＬＥＤ２３０３の輝度変化の周波数（つまり可視光信号の搬送周波数）と略同一の周波数で輝度変化する緑色の光を放つ。
【２１０３】
赤色蛍光成分２３０５は、図３９２Ｂの（ｃ）に示すように、青色ＬＥＤ２３０３からの青色の光を受けると、赤色に発光する。この赤色蛍光成分２３０５における残光の継続時間は長い。したがって、その青色ＬＥＤ２３０３が輝度変化していると、赤色蛍光成分２３０５は、その青色ＬＥＤ２３０３の輝度変化の周波数（つまり可視光信号の搬送周波数）よりも、低い周波数で輝度変化する赤色の光を放つ。
【２１０４】
図３９３は、本実施の形態における緑色蛍光成分２３０４および赤色蛍光成分２３０５の残光特性を示す図である。
【２１０５】
緑色蛍光成分２３０４は、例えば、青色ＬＥＤ２３０３が輝度変化することなく点灯している場合、強度Ｉ＝Ｉ０の緑色の光を輝度変化させることなく（つまり輝度変化の周波数ｆ＝０の光を）放つ。また、青色ＬＥＤ２３０３が低い周波数で輝度変化しても、緑色蛍光成分２３０４は、その低い周波数と略同じ周波数ｆで輝度変化する、強度Ｉ＝Ｉ０の緑色の光を放つ。しかし、青色ＬＥＤ２３０３が高い周波数で輝度変化すると、その高い周波数と略同じ周波数ｆで輝度変化する、緑色蛍光成分２３０４から放たれる緑色の光の強度Ｉは、緑色蛍光成分２３０４における残光の影響によって、強度Ｉ０よりも小さくなる。その結果、緑色蛍光成分２３０４から放たれる緑色の光の強度Ｉは、図３９３の点線に示すように、その光の輝度変化の周波数ｆが閾値ｆｂ未満の場合には、Ｉ＝Ｉ０に保たれるが、周波数ｆが閾値ｆｂを超えて高くなると、次第に小さくなる。
【２１０６】
また、本実施の形態における赤色蛍光成分２３０５の残光の継続時間は、緑色蛍光成分２３０４の残光の継続時間よりも長い。したがって、赤色蛍光成分２３０５から放たれる赤色の光の強度Ｉは、図３９３の実線に示すように、その光の輝度変化の周波数ｆが、上記閾値ｆｂよりも低い閾値ｆａ未満まで、Ｉ＝Ｉ０に保たれるが、周波数ｆが閾値ｆｂを

超えて高くなると、次第に小さくなる。言い換えれば、赤色蛍光成分２３０５から放たれる赤色の光は、緑色蛍光成分２３０４から放たれる緑色の光の周波数帯域のうちの、高周波領域には存在せず、低周波領域にのみ存在する。

【２１０７】

より具体的には、本実施の形態における赤色蛍光成分２３０５には、可視光信号の搬送周波数ｆ１と同一の周波数ｆで放たれる赤色の光の強度ＩがＩ＝Ｉ１となる蛍光材料が用いられる。搬送周波数ｆ１は、送信機に備えられている青色ＬＥＤ２３０３による輝度変化の搬送周波数である。また、上述の強度Ｉ１は、強度Ｉ０の１／３の強度、または、強度Ｉ０の－１０ｄＢの強度である。例えば、搬送周波数ｆ１は１０ｋＨｚ、または５～１００ｋＨｚである。

【２１０８】

つまり、本実施の形態における送信機は、可視光信号を送信する送信機であって、輝度変化する青色の光を前記可視光信号に含まれる光として放つ青色ＬＥＤと、前記青色の光を受けることによって緑色の光を前記可視光信号に含まれる光として放つ緑色蛍光成分と、前記青色の光を受けることによって赤色の光を前記可視光信号に含まれる光として放つ赤色蛍光成分とを備える。そして、前記赤色蛍光成分における残光の継続時間は、緑色蛍光成分における残光の継続時間よりも長い。なお、前記緑色蛍光成分および前記赤色蛍光成分は、前記青色の光を受けることによって黄色の光を前記可視光信号に含まれる光として放つ単一の蛍光体に含まれていてもよい。あるいは、前記緑色蛍光成分は、緑色蛍光体に含まれ、且つ、前記赤色蛍光成分は、前記緑色蛍光体とは別体の赤色蛍光体に含まれていてもよい。

【２１０９】

これにより、赤色蛍光成分における残光の継続時間が長いため、青色および緑色の光の輝度変化における周波数よりも低い周波数で赤色の光を輝度変化させることができる。したがって、白色光の可視光信号に含まれる青色および緑色の光の輝度変化における周波数が、赤色レーザ光におけるバーコードの読み取り周波数と同一または近似していても、白色光の可視光信号に含まれる赤色の光の周波数を、バーコードの読み取り周波数から大きく異ならせることができる。その結果、バーコードの読み取りエラーの発生を抑制することができる。

【２１１０】

ここで、前記赤色蛍光成分は、青色ＬＥＤから放たれる光の輝度変化の周波数よりも低い周波数で輝度変化する赤色の光を放ってもよい。

【２１１１】

また、前記赤色蛍光成分は、青色の光を受けることによって赤色の光を放つ赤色蛍光材料と、所定の周波数帯域の光のみを透過ささるローパスフィルタとを備えてもよい。例えば、前記ローパスフィルタは、前記青色ＬＥＤから放たれる青色の光のうち、低域の周波数帯域の光のみを透過させて前記赤色蛍光材料に当てる。なお、前記赤色蛍光材料は、前記緑色蛍光成分と同じ残光特性を有するものであってもよい。または、前記ローパスフィルタは、前記青色ＬＥＤから放たれた青色の光が前記赤色蛍光材料に当たることによって、前記赤色蛍光材料から放たれる赤色の光のうち、低域の周波数帯域の光のみを透過させる。このようなローパスフィルタを用いる場合であっても、上述と同様に、バーコードの読み取りエラーの発生を抑制することができる。

【２１１２】

また、前記赤色蛍光成分は、予め定められた残光特性を有する蛍光材料からなってもよい。例えば、予め定められた残光特性は、（ａ）前記赤色蛍光成分から放たれる赤色の光の輝度変化の周波数ｆが０である場合における前記赤色の光の強度をＩ０とし、（ｂ）前記青色ＬＥＤから放たれる光の輝度変化における搬送周波数をｆ１とする場合、前記赤色の光の周波数ｆがｆ＝ｆ１のときに、前記赤色の光の強度が、前記Ｉ０の１／３以下、または－１０ｄＢ以下となる、特性である。

【２１１３】

これにより、可視光信号に含まれる赤色の光の周波数を、バーコードの読み取り周波数から確実に大きく異ならせることができる。その結果、バーコードの読み取りエラーの発生を確実に抑制することができる。

【２１１４】

また、前記搬送周波数ｆ１は略１０ｋＨｚであってもよい。

【２１１５】

これにより、現在実用化されている、可視光信号の送信に用いられる搬送周波数は９．６ｋＨｚであるため、この実用化されている可視光信号の送信において、バーコードの読み取りエラーの発生を有効に抑制することができる。

【２１１６】

また、前記搬送周波数ｆ１は略５～１００ｋＨｚであってもよい。

【２１１７】

可視光信号を受信する受信機のイメージセンサ（撮像素子）の進歩により、今後の可視光通信において、２０ｋＨｚ、４０ｋＨｚ、８０ｋＨｚまたは１００ｋＨｚなどの搬送周波数が用いられることが想定される。したがって、上述の搬送周波数ｆ１を略５～１００ｋＨｚとすることにより、今後の可視光通信においても、バーコードの読み取りエラーの発生を有効に抑制することができる。

【２１１８】

なお、本実施の形態では、緑色蛍光成分および赤色蛍光成分が単一の蛍光体に含まれているか、それらの２つの蛍光成分のそれぞれが別体の蛍光体に含まれているかに関わらず、上記各効果を奏することができる。つまり、単一の蛍光体が用いられる場合であっても、その蛍光体から放たれる赤色の光および緑色の光のそれぞれの残光特性、すなわち周波数特性は異なる。したがって、赤色の光における残光特性または周波数特性が劣り、緑色の光における残光特性または周波数特性が勝る単一蛍光体を用いることによっても、上記各効果を奏することができる。なお、残光特性または周波数特性が劣るとは、残光の継続時間が長い、または、高周波数帯域における光の強度が弱いということであり、残光特性または周波数特性が勝るとは、残光の継続時間が短い、または、高周波数帯域における光の強度が強いということである。

【２１１９】

ここで、図３９２Ａ～図３９３に示す例では、可視光信号に含まれる赤色の輝度変化の周波数をなまらせることによって、バーコードの読み取りエラーの発生を抑制したが、可視光信号の搬送周波数を高くすることによって、その読み取りエラーの発生を抑制してもよい。

【２１２０】

図３９４は、バーコードの読み取りエラーの発生を抑制するために新たに発生する課題を説明するための図である。

【２１２１】

図３９４に示すように、可視光信号の搬送周波数ｆｃが約１０ｋＨｚである場合、バーコードの読み取りに用いられる赤色レーザ光の読み取り周波数も約１０～２０ｋＨｚであるため、互いの周波数が干渉し、バーコードの読み取りエラーが発生する。

【２１２２】

そこで、可視光信号の搬送周波数ｆｃを約１０ｋＨｚから例えば４０ｋＨｚに上げることにより、バーコードの読み取りエラーの発生を抑制することができる。

【２１２３】

しかし、可視光信号の搬送周波数ｆｃが約４０ｋＨｚであれば、受信機が撮影によって可視光信号をサンプリングするためのサンプリング周波数ｆｓは、８０ｋＨｚ以上である必要がある。

【２１２４】

つまり、受信機において必要とされるサンプリング周波数ｆｓが高いために、受信機の処理負担が増大するという新たな課題が生じる。そこで、この新たな課題を解決するため

に、本実施の形態における受信機はダウンサンプリングを行う。

【２１２５】

図３９５は、本実施の形態における受信機で行われるダウンサンプリングを説明するための図である。

【２１２６】

本実施の形態における送信機２３０１は、例えば液晶ディスプレイ、デジタルサイネージまたは照明機器として構成されている。そして、送信機２３０１は、周波数変調された可視光信号を出力する。このとき、送信機２３０１は、その可視光信号の搬送周波数ｆｃを例えば４０ｋＨｚと４５ｋＨｚとに切り替える。

【２１２７】

本実施の形態における受信機２３０２は、その送信機２３０１を例えば３０ｆｐｓのフレームレートで撮影する。このとき、受信機２３０２は、上記各実施の形態における受信機と同様に、撮影によって得られる各画像（具体的には各フレーム）に輝線が生じるように、短い露光時間で撮影を行う。また、受信機２３０２の撮影に用いられるイメージセンサには、例えば１０００本の露光ラインがある。したがって、１フレームの撮影では、１０００本の露光ラインがそれぞれ異なるタイミングに露光を開始することによって、可視光信号がサンプリングされる。その結果、１秒間では、３０ｆｐｓ×１０００本＝３００００回のサンプリング（３０ｋｓ／秒）が行われる。言い換えれば、可視光信号のサンプリング周波数ｆｓは３０ｋＨｚとなる。

【２１２８】

一般的なサンプリング定理にしたがえば、サンプリング周波数ｆｓ＝３０ｋＨｚでは、１５ｋＨｚ以下の搬送周波数の可視光信号しか復調することができない。

【２１２９】

しかし、本実施の形態における受信機２３０２は、サンプリング周波数ｆｓ＝３０ｋＨｚで、搬送周波数ｆｃ＝４０ｋＨｚまたは４５ｋＨｚの可視光信号をダウンサンプリングする。このダウンサンプリングによって、フレームにはエイリアスが発生するが、本実施の形態における受信機２３０２は、そのエイリアスを観察および分析することによって、可視光信号の搬送周波数ｆｃを推定する。

【２１３０】

図３９６は、本実施の形態における受信機２３０２の処理動作を示すフローチャートである。

【２１３１】

まず、受信機２３０２は、被写体を撮影することにより、搬送周波数ｆｃ＝４０ｋＨｚまたは４５ｋＨｚの可視光信号に対して、サンプリング周波数ｆｓ＝３０ｋＨｚのダウンサンプリングを行う（ステップＳ２３１０）。

【２１３２】

次に、受信機２３０２は、そのダウンサンプリングによって得られるフレームに発生するエイリアスを観察および分析する（ステップＳ２３１１）。これにより、受信機２３０２は、そのエイリアスの周波数を例えば５．１ｋＨｚまたは５．５ｋＨｚとして特定する。

【２１３３】

そして、受信機２３０２は、その特定されたエイリアスの周波数に基づいて、可視光信号の搬送周波数ｆｃを推定する（ステップＳ２３１１）。つまり、受信機２３０２は、エイリアスから元の周波数を復元する。これにより、受信機２３０２は、可視光信号の搬送周波数ｆｃを例えば４０ｋＨｚまたは４５ｋＨｚとして推定する。

【２１３４】

このように、本実施の形態における受信機２３０２は、ダウンサンプリングと、エイリアスに基づく周波数の復元とを行うことによって、高い搬送周波数の可視光信号を適切に受信することができる。例えば、受信機２３０２は、サンプリング周波数がｆｓ＝３０ｋＨｚであっても、３０ｋＨｚ～６０ｋＨｚの搬送周波数の可視光信号を受信することがで

きる。したがって、可視光信号の搬送周波数を、現在実用化されている周波数（約１０ｋＨｚ）から３０ｋＨｚ～６０ｋＨｚに上げることができる。その結果、可視光信号の搬送周波数とバーコードの読み取り周波数（１０～２０ｋＨｚ）とを大きく異ならせることができ、互いの周波数の干渉を抑えることができる。その結果、バーコードの読み取りエラーの発生を抑制することができる。

【２１３５】

このような本実施の形態における受信方法は、被写体から情報を取得する受信方法であって、イメージセンサによる前記被写体の撮影によって得られるフレームに、前記イメージセンサに含まれる複数の露光ラインに対応する複数の輝線が前記被写体の輝度変化に応じて生じるように、前記イメージセンサの露光時間を設定する露光時間設定ステップと、前記イメージセンサに含まれる前記複数の露光ラインのそれぞれが順次異なる時刻で露光を開始することを繰り返すことにより、前記イメージセンサが、所定のフレームレートで、且つ、設定された前記露光時間で、輝度変化する前記被写体を撮影する撮影ステップと、前記撮影によって得られるフレームごとに、当該フレームに含まれる前記複数の輝線のパターンによって特定されるデータを復調することにより情報を取得する情報取得ステップとを含む。そして、前記撮影ステップでは、前記複数の露光ラインのそれぞれが順次異なる時刻で露光を開始することを繰り返すことによって、前記被写体の輝度変化によって送信される可視光信号の搬送周波数よりも低いサンプリング周波数で、前記可視光信号をダウンサンプリングし、前記情報取得ステップでは、前記撮影によって得られるフレームごとに、当該フレームに含まれる前記複数の輝線のパターンによって特定されるエイリアスの周波数を特定し、特定された前記エイリアスの周波数から前記可視光信号の周波数を推定し、推定された前記可視光信号の周波数を復調することによって前記情報を取得する。

【２１３６】

このような受信方法では、ダウンサンプリングと、エイリアスに基づく周波数の復元とを行うことによって、高い搬送周波数の可視光信号を適切に受信することができる。

【２１３７】

また、前記ダウンサンプリングでは、３０ｋＨｚよりも高い搬送周波数の可視光信号をダウンサンプリングしてもよい。これにより、可視光信号の搬送周波数とバーコードの読み取り周波数（１０～２０ｋＨｚ）との干渉を避けることができ、バーコードの読み取りエラーをより効果的に抑制することができる。

【２１３８】

（実施の形態３１）

図３９７は、受信装置（撮像装置）の処理動作を示す図である。具体的には、図３９７は、可視光通信を受信する場合における、通常撮像モードとマクロ撮像モードとの切り替え処理の一例について説明するための図である。

【２１３９】

ここで、受信装置１６１０は、複数の光源（図３９７では、４つの光源）から構成される送信装置が発光している可視光を受信する。

【２１４０】

まず、受信装置１６１０は、可視光通信を行うモードに遷移した場合、通常撮像モードで撮像部を起動する（Ｓ１６０１）。なお、受信装置１６１０は、可視光通信を行うモードに遷移した場合、光源を撮像する枠１６１１を画面に表示する。

【２１４１】

所定時間後に、受信装置１６１０は、撮像部の撮像モードをマクロ撮像モードに切り替える（Ｓ１６０２）。なお、ステップＳ１６０１からステップＳ１６０２への切り替えのタイミングは、ステップＳ１６０１から所定時間後ではなく、受信装置１６１０が枠１６１１内に光源が収まるように撮像されたことを判断したときとしてもよい。このようにマクロ撮像モードに切り替えれば、ユーザは、マクロ撮像モードにより画像がぼける前の通常撮像モードでのクリアな画像で光源を枠１６１１内に収めればよいので、容易に光源を

枠１６１１内に収めることをできる。
【２１４２】
次に、受信装置１６１０は、光源からの信号を受信したか否かを判定する（Ｓ１６０３）。光源からの信号を受信したと判定すれば（Ｓ１６０３でＹｅｓ）、ステップＳ１６０１の通常撮像モードに戻り、光源からの信号を受信していないと判定すれば（Ｓ１６０３でＮｏ）、ステップ１６０２のマクロ撮像モードを継続する。なお、ステップＳ１６０３でＹｅｓの場合には、受信した信号に基づいた処理（例えば、受信した信号に示される画像を表示する処理）を行ってもよい。
【２１４３】
この受信装置１６１０によれば、ユーザーがスマートフォンの光源１６１１の表示部を指でタッチすることにより通常撮像モードからマクロ撮像モードに切り替えることにより、複数の光源をぼけた状態で撮像することができる。このため、マクロ撮像モードで撮像した画像には、通常撮像モードで撮像した場合の画像よりも明るい領域を多く含む。特に、複数の光源のうちの隣接する２つの光源の間では、２つの光源からの光が重なり合うため、図３９７の（ａ）の左図に示すようにストライプ状の映像が離れていたため、連続信号として受信できないという課題を、右図のように連続したストライプになるための連続受信信号として、復調することができる。一度に長い符号を受信できるため、レスポンス時間が短くなるという効果がある。図３９７の（ｂ）のように、撮影画像をまず通常シャッターと通常焦点で撮影すると美しい通常の画像が得られる。しかし文字のように光源が離れているとシャッターを高速化しても連続データがとれないため復調できない。次にシャッターを高速化するとともにレンズの焦点用駆動部を近距離（マクロ）にすると光源がぼけて拡がるため、４つの光源が、つながるため、データが受信できる。次に焦点を戻して、シャッター速度を通常に戻すと元の美しい画像が得られる。（ｃ）のように表示部には、美しい画像をメモリーに記録し、表示することにより、表示部には美しい画像だけが表示されるという効果がある。通常撮像モードで撮像した画像よりもマクロ撮像モードで撮像した画像の方が所定の明るさより明るい領域を多く含む。よって、マクロ撮像モードでは、その被写体に対して輝線を生成することが可能な露光ラインの数を増やすことができる。
【２１４４】
図３９８は、受信装置（撮像装置）の処理動作を示す図である。具体的には、図３９８は、可視光通信を受信する場合における、通常撮像モードとマクロ撮像モードとの切り替え処理の別の一例について説明するための図である。
【２１４５】
ここで、受信装置１６２０は、複数の光源（図３９８では、４つの光源）から構成される送信装置が発光している可視光を受信する。
【２１４６】
まず、受信装置１６２０は、可視光通信を行うモードに遷移した場合、通常撮像モードで撮像部を起動し、受信装置１６２０の画面に表示されている画像１６２２よりも広い範囲の画像１６２３を撮像する。そして、撮像した画像１６２３を示す画像データと、当該画像１６２３を撮像したときの受信装置１６２０のジャイロセンサ、地磁気センサ及び加速度センサにより検出された受信装置１６２０の姿勢を示す姿勢情報とをメモリに保持する（Ｓ１６１１）。なお、撮像した画像１６２３は、受信装置１６２０の画面に表示されている画像１６２２を基準として上下方向及び左右方向に所定の幅だけ広い範囲の画像である。また、受信装置１６２０は、可視光通信を行うモードに遷移した場合、光源を撮像する枠１６２１を画面に表示する。
【２１４７】
所定時間後に、受信装置１６２０は、撮像部の撮像モードをマクロ撮像モードに切り替える（Ｓ１６１２）。なお、ステップＳ１６１１からステップＳ１６１２への切り替えのタイミングは、ステップＳ１６１１から所定時間後ではなく、画像１６２３を撮像し、撮像した画像１６２３を示す画像データがメモリに保持されたことを判断したときとしても

よい。このとき、受信装置１６２０は、メモリに保持された画像データに基づいて画像１６２３のうちの受信装置１６２０の画面サイズに対応するサイズの画像１６２４を表示する。

【２１４８】

なお、このとき受信装置１６２０に表示される画像１６２４は、画像１６２３のうちの一部の画像であって、ステップＳ１６１１で取得された姿勢情報で示される受信装置１６２０の姿勢（白破線で示される位置）と、現在の受信装置１６２０の姿勢との差分から現在の受信装置１６２０により撮像されていると予測される領域の画像である。つまり、画像１６２４は、画像１６２３のうちの一部の画像であって、実際にマクロ撮像モードで撮像されている画像１６２５の撮像対象に対応する領域の画像である。つまり、ステップＳ１６１２では、ステップＳ１６１１の時点から変化した姿勢（撮像方向）を取得し、取得した現在の姿勢（撮像方向）から現在撮像されていると推測される撮像対象を特定し、予め撮像した画像１６２３から現在の姿勢（撮像方向）に応じた画像１６２４を特定し、画像１６２４を表示する処理を行っている。このため、受信装置１６２０は、図３９８の画像１６２３で示すように、白破線で示す位置から白抜き矢印の方向に受信装置１６２０が移動した場合に、当該移動量に応じて画像１６２３から切り出す画像１６２４の領域を決定し、決定された領域における画像１６２３である画像１６２４を表示できる。

【２１４９】

これにより、受信装置１６２０は、マクロ撮像モードで撮像している場合であっても、マクロ撮像モードで撮像されている画像１６２５を表示せずに、よりクリアな通常撮像モードで撮像した画像１６２３から、現在の受信装置１６２０の姿勢に応じて切り出した画像１６２４を表示できる。焦点をぼかした画像から距離が離れた複数の光源から、連続した可視光情報を得ると同時に、記憶した通常面像を表示部に表示させる本発明の方式においては、ユーザがスマートフォンを用いて撮影する時、手振れが発生して、実際の撮影画像とメモリから表示する静止画像の方向がずれて、目標とする光源にユーザーが方向を合わせることができないという課題が発生することが予想される。この場合、光源からのデータを受信できなくなるため対策が必要である。しかし、改良した本発明により、手振れしても、画像揺動検知手段や振動ジャイロ当の揺動検出手段により、手振れを検知して、静止画像の中の目標画像が所定の方向にシフトされカメラの方向とのずれがユーザーにわかる。この表示により、ユーザーが目標とする光源にカメラを向けることが可能となるため、通常画像を表示しながら分割された複数の光源を、光学的に連結させて撮影でき、連続的に信号を受信することができる。これにより、通常画像を表示させるから複数に分割された光源を受信することができる。この場合、複数の光源が枠１６２１に合うように受信装置１６２０の姿勢を調整することが容易にできる。なお、焦点をボケさせる場合、光源が分散されるため、等価的に輝度がおちるため、カメラのＩＳＯ等の感度を上げることにより、より確実に可視光データを受信できるという効果がある。

【２１５０】

次に、受信装置１６２０は、光源からの信号を受信したか否かを判定する（Ｓ１６１３）。光源からの信号を受信したと判定すれば（Ｓ１６１３でＹｅｓ）、ステップＳ１６１１の通常撮像モードに戻り、光源からの信号を受信していないと判定すれば（Ｓ１６１３でＮｏ）、ステップ１６１２のマクロ撮像モードを継続する。なお、ステップＳ１６１３でＹｅｓの場合には、受信した信号に基づいた処理（例えば、受信した信号に示される画像を表示する処理）を行ってもよい。

【２１５１】

この受信装置１６２０においても受信装置１６１０と同様に、マクロ撮像モードにおいてより明るい領域を含む画像を撮像できる。このため、マクロ撮像モードでは、その被写体に対して輝線を生成することが可能な露光ラインの数を増やすことができる。

【２１５２】

図３９９は、受信装置（撮像装置）の処理動作を示す図である。

【２１５３】

ここで、送信装置１６３０は、例えば、テレビなどの表示装置であり、所定時間間隔Δ１６３０で可視光通信により異なる送信ＩＤを送信している。具体的には、時刻ｔ１６３１、ｔ１６３２、ｔ１６３３、ｔ１６３４において、それぞれ表示される画像１６３１、１６３２、１６３３、１６３４に対応するデータにそれぞれ紐付けられた送信ＩＤであるＩＤ１６３１、ＩＤ１６３２、ＩＤ１６３３、ＩＤ１６３４を送信する。つまり、送信装置１６３０からは、ＩＤ１６３１～ＩＤ１６３４が所定時間間隔Δｔ１６３０で次々に送信される。

【２１５４】

受信装置１６４０は、可視光通信により受信した送信ＩＤに基づいてサーバ１６５０に、各送信ＩＤに紐付けられたデータを要求し、サーバからデータを受信し、当該データに対応した画像を表示する。具体的には、ＩＤ１６３１、ＩＤ１６３２、ＩＤ１６３３、ＩＤ１６３４にそれぞれ対応した、画像１６４１、１６４２、１６４３、１６４４を、それぞれ時刻ｔ１６３１、ｔ１６３２、ｔ１６３３、ｔ１６３４において表示する。

【２１５５】

受信装置１６４０は、時刻ｔ１６３１で受信したＩＤ１６３１を取得した場合、サーバ１６５０から、その後の時刻ｔ１６３２～ｔ１６３４で送信装置１６３０から送信される予定の送信ＩＤを示すＩＤ情報を取得してもよい。この場合、受信装置１６４０は、取得したＩＤ情報を用いることで、送信装置１６３０から送信ＩＤをその都度受信しなくても、時刻ｔ１６３２～ｔ１６３４でのＩＤ１６３２～ＩＤ１６３４に紐付けられたデータをサーバ１６５０に要求し、受信したデータを各時刻ｔ１６３２～ｔ１６３４で表示することができる。

【２１５６】

また、受信装置１６４０は、サーバ１６５０からその後の時刻ｔ１６３２～ｔ１６３４で送信装置１６３０から送信される予定の送信ＩＤを示す情報を取得しなくても、時刻ｔ１６３１においてＩＤ１６３１に対応するデータを要求すれば、サーバ１６５０からその後の時刻ｔ１６３２～ｔ１６３４に対応する送信ＩＤに紐付けられたデータを受信し、受信したデータを各時刻ｔ１６３２～ｔ１６３４で表示するようにしてもよい。つまり、サーバ１６５０は、受信装置１６４０から時刻ｔ１６３１に送信されたＩＤ１６３１に紐付けられたデータの要求を受信した場合、その後の時刻ｔ１６３２～ｔ１６３４に対応する送信ＩＤに紐付けられたデータを受信装置１６４０からの要求がなくても受信装置１６４０に対して各時刻ｔ１６３２～ｔ１６３４において送信する。つまり、この場合、サーバ１６５０は、各時刻ｔ１６３１～１６３４と、各時刻ｔ１６３１～１６３４に対応する送信ＩＤに紐付けられたデータとが関連付けられた関連付け情報を保持しており、関連付け情報に基づいて所定の時刻で当該所定の時刻に関連付けられた所定のデータを送信する。

【２１５７】

このように、受信装置１６４０は、時刻ｔ１６３１において送信ＩＤ１６３１を可視光通信により取得できれば、その後の時刻ｔ１６３２～ｔ１６３４では、可視光通信を行わなくてもサーバ１６５０から各時刻ｔ１６３２～ｔ１６３４に対応するデータを受信できる。このため、ユーザは、可視光通信により送信ＩＤを取得するために送信装置１６３０に受信装置１６４０を向け続ける必要がなくなり、容易に受信装置１６４０にサーバ１６５０から取得したデータを表示させることができる。この場合、受信装置１６４０は、サーバーからＩＤに対応するデータを毎回取得すると、サーバーからの時間遅れが生じてレスポンス時間が長くなる。従って、レスポンスを早くするためには、サーバー等から予め、ＩＤに対応したデータを受信機の記憶部に記憶しておき、記憶部の中のＩＤに対応するデータを表示することにより、レスポンス時間をはやくすることができる。この方式においては、可視光送信機からの送信信号に次のＩＤを出力する時間情報を入れておけば、受信機側は、連続的に可視光信号を受信しなくても、その時間になれば、次のＩＤの送信時間を知ることができるため、受信装置を光源の方にずーっと、向けておく必要がなくなるという効果がある。この方式は、可視光を受信したときに、送信機側の時間情報（時計）を受信機側の時間情報（時計）の同期をとるだけで、同期後は、送信機のデータを受け取

らなくても、送信機と同期した画面を連続的に表示できるという効果がある。

【２１５８】

また、上述の例では、受信装置１６４０は、時刻ｔ１６３１、ｔ１６３２、ｔ１６３３、およびｔ１６３４のそれぞれにおいて、送信ＩＤであるＩＤ１６３１、ＩＤ１６３２、ＩＤ１６３３およびＩＤ１６３４のそれぞれ対応した、画像１６４１、１６４２、１６４３、１６４４をそれぞれ表示した。ここで、受信装置１６４０は、図４００に示すように、上記各時刻において画像だけでなく他の情報を提示してもよい。つまり、受信装置１６４０は、時刻ｔ１６３１において、ＩＤ１６３１に対応した画像１６４１を表示するとともに、そのＩＤ１６３１に対応した音または音声を出力する。このときさらに、受信装置１６４０は、その画像に映し出されている例えば商品の購入サイトを表示してもよい。このような音の出力および購入サイトの表示は、時刻ｔ１６３１以外の時刻ｔ１６３２、ｔ１６３３、およびｔ１６３４のそれぞれにおいても、同様に行われる。

【２１５９】

次に図３９７の（ｂ）のように立体用の左右２つのカメラを搭載したスマートフォンの場合は、左眼用で通常のシャッター速度、通常の焦点で通常の画質の画像を表示する。同時に右眼用カメラでは、左眼より高速のシャッターで、かつ/もしくは、短い距離の焦点やマクロに設定し、本発明のストライプ状の輝線を得て、データを復調する。これにより、表示部には通常の画質の画像が表示されるとともに、右眼カメラにより、距離的に分割された複数の光源の光通信データを受信できるという効果が得られる。

【２１６０】

（実施の形態３２）

ここで、音声同期再生の応用例について以下に説明する。

【２１６１】

図４０１は、実施の形態３２におけるアプリケーションの一例を示す図である。

【２１６２】

例えばスマートフォンとして構成される受信機１８００ａは、例えば街頭デジタルサイネージとして構成される送信機１８００ｂから送信された信号（可視光信号）を受信する。つまり、受信機１８００ａは、送信機１８００ｂによる画像再生のタイミングを受信する。受信機１８００ａは、その画像再生と同じタイミングで、音声を再生する。言い換えれば、受信機１８００ａは、送信機１８００ｂによって再生される画像と音声とが同期するように、その音声の同期再生を行う。なお、受信機１８００ａは、送信機１８００ｂによって再生される画像（再生画像）と同一の画像、または、その再生画像に関連する関連画像を、音声とともに再生してもよい。また、受信機１８００ａは、受信機１８００ａに接続された機器に、音声などの再生をさせてもよい。また、受信機１８００ａは、可視光信号を受信した後には、その可視光信号に対応付けられている音声または関連画像などのコンテンツをサーバからダウンロードしてもよい。受信機１８００ａは、そのダウンロード後に同期再生を行う。

【２１６３】

これにより、送信機１８００ｂからの音声が聞こえない場合や、街頭音声再生が禁止されているため送信機１８００ｂからの音声が再生されていない場合でも、ユーザは、送信機１８００ｂの表示に合わせた音声を聞くことができる。また、音声到達までに時間がかかるような距離がある場合でも、表示に合わせた音声を聞くことが出来る。

【２１６４】

ここで、音声同期再生による多言語対応について以下に説明する。

【２１６５】

図４０２は、実施の形態３２におけるアプリケーションの一例を示す図である。

【２１６６】

受信機１８００ａおよび受信機１８００ｃのそれぞれは、その受信機に設定された言語の音声であって、送信機１８００ｄに表示されている例えば映画などの映像に対応する音声を、サーバから取得して再生する。具体的には、送信機１８００ｄは、表示されている

映像を識別するためのＩＤを示す可視光信号を受信機に送信する。受信機は、その可視光信号を受信すると、その可視光信号に示されるＩＤと、自らに設定されている言語とを含む要求信号をサーバに送信する。受信機は、その要求信号に対応する音声をサーバから取得して再生する。これにより、ユーザは、自分の設定した言語で送信機１８００ｄに表示された作品を楽しむことが出来る。

【２１６７】

ここで、音声同期方法について以下に説明する。

【２１６８】

図４０３および図４０４は、実施の形態３２における送信信号の例と音声同期方法の例とを示す図である。

【２１６９】

それぞれ異なるデータ（例えば図４０３に示すデータ：１～６など）は、一定時間（Ｎ秒）ごとの時刻に関連付けられている。これらのデータは、例えば、時間を識別するためのＩＤであってもよく、時間であってもよく、音声データ（例えば６４Ｋｂｐｓのデータ）であってもよい。以下、データがＩＤであることを前提に説明する。それぞれ異なるＩＤは、ＩＤに付随する付加情報部分が異なったものであるとしても良い。

【２１７０】

ＩＤを構成するパケットは異なっているほうが望ましい。そのためＩＤは連続していないほうが望ましい。もしくは、ＩＤをパケット化する際に、非連続な部分を一つのパケットとして構成するパケット化方法が望ましい。誤り訂正信号は、連続したＩＤであっても異なるパターンとなる傾向が高いため、誤り訂正信号を一つのパケットにまとめるのではなく、複数のパケットに分散させて構成するとしても良い。

【２１７１】

送信機１８００ｄは、例えば表示している画像の再生時刻に合わせてＩＤを送信する。受信機は、ＩＤが変更されたタイミングを検出することで、送信機１８００ｄの画像の再生時刻（同期時刻）を認識することができる。

【２１７２】

（ａ）の場合は、ＩＤ：１とＩＤ：２の変化時点を受信しているため、正確に同期時刻を認識することができる。

【２１７３】

ＩＤが送信されている時間Ｎが長い場合は、このような機会が少なく、（ｂ）のようにＩＤが受信されることがある。この場合でも、以下の方法で同期時刻を認識することができる。

【２１７４】

（ｂ１）ＩＤが変化した受信区間の中点をＩＤ変化点と想定する。また、過去に推定したＩＤ変化点から時間Ｎの整数倍後の時刻もＩＤ変化点と推定し、複数のＩＤ変化点の中点をより正確なＩＤ変化点と推定する。このような推定のアルゴリズムにより、徐々に正確なＩＤ変化点を推定することができる。

【２１７５】

（ｂ２）上記に加え、ＩＤが変化しなかった受信区間、及び、その時間Ｎの整数倍後の時刻はＩＤ変化点が含まれないと推定することで、徐々にＩＤ変化点である可能性のある区間が減り、正確なＩＤ変化点を推定することができる。

【２１７６】

Ｎを０．５秒以下に設定することで、正確に同期させることができる。

【２１７７】

Ｎを２秒以下に設定することで、ユーザに遅延を感じさせずに同期させることができる。

【２１７８】

Ｎを１０秒以下に設定することで、ＩＤの浪費を抑えて同期させることができる。

【２１７９】

図４０４は、実施の形態３２における送信信号の例を示す図である。

【２１８０】

図４０４では、時間パケットによって同期を行うことで、ＩＤの浪費を避けることができる。時間パケットは、送信された時刻を保持しているパケットである。長い時間を表現する必要がある場合は、細かい時間を表す時間パケット１と粗い時間を表す時間パケット２に分割して時間パケットを構成する。例えば、時間パケット２は、時刻のうちの時および分を示し、時間パケット１は、時刻のうちの秒のみを示す。時刻を示すパケットを３以上の時間パケットに分割するとしても良い。粗い時間は必要性が薄いため、細かい時間パケットを荒い時間パケットより多く送信することで、受信機は、素早く正確に同期時刻を認識することができる。

【２１８１】

つまり、本実施の形態では、可視光信号は、時刻のうちの時および分を示す第２の情報（時間パケット２）と、時刻のうちの秒を示す第１の情報（時間パケット１）とを含むことによって、可視光信号が送信機１８００ｄから送信される時刻を示す。そして、受信機１８００ａは、第２の情報を受信するとともに、その第２の情報を受信する回数よりも多くの回数だけ第１の情報を受信する。

【２１８２】

ここで、同期時刻調整について以下に説明する。

【２１８３】

図４０５は、実施の形態３２における受信機１８００ａの処理フローの一例を示す図である。

【２１８４】

信号が送信されてから受信機１８００ａで処理され、音声または動画が再生されるまでにはある程度の時間がかかるため、この処理時間を見越して音声または動画を再生する処理を行うことで、正確に同期再生を行うことができる。

【２１８５】

まず、受信機１８００ａには、処理遅延時間が指定される（ステップＳ１８０１）。これは、処理プログラム中に保持されていてもよいし、ユーザが指定してもよい。ユーザが補正を行うことで、受信機個体に合わせたより正確な同期が実現可能となる。この処理遅延時間は、受信機のモデル毎、受信機の温度やＣＰＵ使用割合によって変化させることで、より正確に同期を行うことが出来る。

【２１８６】

受信機１８００ａは、時間パケットを受信したか否か、または、音声同期用として関連付けられたＩＤを受信したか否かを判定する（ステップＳ１８０２）。ここで、受信機１８００ａは、受信したと判定すると（ステップＳ１８０２のＹ）、さらに、処理待ち画像があるか否かを判定する（ステップＳ１８０４）。処理待ち画像があると判定すると（ステップＳ１８０４のＹ）、受信機１８００ａは、その処理待ち画像を廃棄し、または、処理待ち画像の処理を後に回して、取得された最新の画像からの受信処理を行う（ステップＳ１８０５）。これにより、処理待ち量による不測の遅延を回避することができる。

【２１８７】

受信機１８００ａは、可視光信号（具体的には輝線）が画像中のどの位置にあるのかを計測する（ステップＳ１８０６）。つまり、イメージセンサにおける最初の露光ラインから、露光ラインに垂直な方向のどの位置に信号が現れているかを計測することで、画像取得開始時刻から信号受信時刻までの時間差（画像内遅延時間）を計算することができる。

【２１８８】

受信機１８００ａは、認識した同期時刻に、処理遅延時間と画像内遅延時間を加えた時刻の音声または動画を再生することで、正確に同期再生を行うことができる（ステップＳ１８０７）。

【２１８９】

一方、ステップＳ１８０２において、受信機１８００ａは、時間パケットまたは音声同

期用ＩＤを受信していないと判定すると、撮像によって得られた画像から信号を受信する（ステップＳ１８０３）。

【２１９０】

図４０６は、実施の形態３２における受信機１８００ａのユーザインタフェースの一例を示す図である。

【２１９１】

ユーザは、図４０６の（ａ）に示すように、受信機１８００ａに表示されたボタンＢｔ１～Ｂｔ４の何れかを押すことで、上述の処理遅延時間を調整することができる。また、図４０６の（ｂ）のようにスワイプ動作で処理遅延時間を設定できるとしてもよい。これにより、ユーザの感覚に基づいてより正確に同期再生を行うことができる。

【２１９２】

ここで、イヤホン限定再生について以下に説明する。

【２１９３】

図４０７は、実施の形態３２における受信機１８００ａの処理フローの一例を示す図である。

【２１９４】

この処理フローによって示されるイヤホン限定再生によって、周囲に迷惑をかけずに音声再生を行うことができる。

【２１９５】

受信機１８００ａは、イヤホン限定の設定が行われているかどうかを確認する（ステップＳ１８１１）。イヤホン限定の設定が行われている場合には、例えば、受信機１８００ａにイヤホン限定の設定がなされている。あるいは、受信された信号（可視光信号）中にイヤホン限定である設定がされている。または、イヤホン限定であることが、受信された信号に関連付けられてサーバまたは受信機１８００ａに記録されている。

【２１９６】

受信機１８００ａは、イヤホン限定されていることを確認すると（ステップＳ１８１１のＹ）、イヤホンが受信機１８００ａに接続されているか否かを判定する（ステップＳ１８１３）。

【２１９７】

受信機１８００ａは、イヤホン限定がされていないことを確認すると（ステップＳ１８１１のＮ）、または、イヤホンが接続されていると判定すると（ステップＳ１８１３のＹ）、音声を再生する（ステップＳ１８１２）。音声を再生するときには、受信機１８００ａは、音量が設定範囲内となるようにその音量を調整する。この設定範囲は、イヤホン限定の設定と同様に設定されている。

【２１９８】

受信機１８００ａは、イヤホンが接続されていないと判定すると（ステップＳ１８１３のＮ）、イヤホンの接続をユーザに促す通知を行う（ステップＳ１８１４）。この通知は、例えば、画面表示、音声出力または振動によって行われる。

【２１９９】

また、受信機１８００ａは、強制的に音声再生を行うことを禁じる設定がされていない場合には、強制再生のためのインタフェース用意し、ユーザが強制再生の操作を行ったか否かを判定する（ステップＳ１８１５）。ここで、強制再生の操作を行ったと判定すると（ステップＳ１８１５のＹ）、受信機１８００ａは、イヤホンが接続されていない場合でも音声を再生する（ステップＳ１８１２）。

【２２００】

一方、強制再生の操作を行っていないと判定すると（ステップＳ１８１５のＮ）、受信機１８００ａは、あらかじめ受信した音声データ、および解析した同期時刻を保持しておくことで、イヤホンが接続された際に速やかに音声の同期再生を行う。

【２２０１】

図４０８は、実施の形態３２における受信機１８００ａの処理フローの他の例を示す図

である。
【２２０２】
受信機１８００ａは、まず、送信機１８００ｄからＩＤを受信する（ステップＳ１８２１）。つまり、受信機１８００ａは、送信機１８００ｄのＩＤ、または、送信機１８００ｄに表示されているコンテンツのＩＤ、を示す可視光信号を受信する。
【２２０３】
次に、受信機１８００ａは、その受信したＩＤに関連付けられている情報（コンテンツ）を、サーバからダウンロードする（ステップＳ１８２２）。または、受信機１８００ａは、受信機１８００ａの内部にあるデータ保持部からその情報を読み出す。以下、この情報を関連情報という。
【２２０４】
次に、受信機１８００ａは、その関連情報に含まれている同期再生フラグがＯＮを示しているか否かを判定する（ステップＳ１８２３）。ここで、同期再生フラグがＯＮを示していないと判定すると（ステップＳ１８２３のＮ）、受信機１８００ａは、その関連情報によって示される内容を出力する（ステップＳ１８２４）。つまり、その内容が画像である場合には、受信機１８００ａは画像を表示し、その内容が音声である場合には、受信機１８００ａは音声を出力する。
【２２０５】
一方、受信機１８００ａは、同期再生フラグがＯＮを示していると判定すると（ステップＳ１８２３のＹ）、さらに、その関連情報に含まれている時刻合わせモードが、送信機基準モードに設定されているか、絶対時刻モードに設定されているかを判定する（ステップＳ１８２５）。絶対時刻モードに設定されていると判定すると、受信機１８００ａは、最後の時刻合わせが現在時刻から一定時間以内に行われたか否かを判定する（ステップＳ１８２６）。このときの時刻合わせは、所定の方法によって時刻情報を入手し、その時刻情報を用いて、受信機１８００ａに備えられている時計の時刻を、基準クロックの絶対時刻に合わせる処理である。所定の方法は、例えばＧＰＳ（Ｇｌｏｂａｌ　Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ　Ｓｙｓｔｅｍ）電波またはＮＴＰ（Ｎｅｔｗｏｒｋ　Ｔｉｍｅ　Ｐｒｏｔｏｃｏｌ）電波を用いた方法である。なお、上述の現在時刻は、端末装置である受信機１８００ａが可視光信号を受信した時刻であってもよい。
【２２０６】
受信機１８００ａは、最後の時刻合わせが一定時間以内に行われたと判定すると（ステップＳ１８２６のＹ）、受信機１８００ａの時計の時刻に基づいて関連情報を出力することにより、送信機１８００ｄに表示されるコンテンツと関連情報とを同期させる（ステップＳ１８２７）。関連情報によって示される内容が例えば動画像である場合には、受信機１８００ａは、送信機１８００ｄに表示されるコンテンツに同期するように、その動画像を表示する。関連情報によって示される内容が例えば音声である場合には、受信機１８００ａは、送信機１８００ｄに表示されるコンテンツに同期するように、その音声を出力する。例えば、関連情報が音声を示す場合には、関連情報は、音声を構成する各フレームを含み、それらのフレームにはタイムスタンプが付けられている。受信機１８００ａは、自らの時計の時刻に該当するタイプスタンプが付けられているフレームを再生することによって、送信機１８００ｄのコンテンツに同期された音声を出力する。
【２２０７】
受信機１８００ａは、最後の時刻合わせが一定時間以内に行われていないと判定すると（ステップＳ１８２６のＮ）、所定の方法で時刻情報の入手を試み、その時刻情報を入手することができたか否かを判定する（ステップＳ１８２８）。ここで、時刻情報を入手することができたと判定すると（ステップＳ１８２８のＹ）、受信機１８００ａは、その時刻情報を用いて、受信機１８００ａの時計の時刻を更新する（ステップＳ１８２９）。そして、受信機１８００ａは、上述のステップＳ１８２７の処理を実行する。
【２２０８】
また、ステップＳ１８２５において、時刻合わせモードが送信機基準モードであると判

定したとき、または、ステップＳ１８２８において、時刻情報を入手することができなかったと判定すると（ステップＳ１８２８のＮ）、受信機１８００ａは、送信機１８００ｄから時刻情報を取得する（ステップＳ１８３０）。つまり、受信機１８００ａは、可視光通信によって同期信号である時刻情報を送信機１８００ｄから取得する。例えば、同期信号は、図４０４に示す時間パケット１および時間パケット２である。または、受信機１８００ａは、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）またはＷｉ－Ｆｉなどの電波によって時刻情報を送信機１８００ｄから取得する。そして、受信機１８００ａは、上述のステップＳ１８２９およびＳ１８２７の処理を実行する。

【２２０９】

本実施の形態では、ステップＳ１８２９，Ｓ１８３０のように、ＧＰＳ電波またはＮＴＰ電波によって、受信機１８００ａである端末装置の時計と基準クロックとの間で同期をとるための処理（時刻合わせ）が行われた時刻が、端末装置が可視光信号を受信した時刻から所定の時間より前である場合、送信機１８００ｄから送信された可視光信号が示す時刻により、端末装置の時計と、送信機の時計との間で同期をとる。これにより、端末装置は、送信機１８００ｄで再生される送信機側コンテンツと同期するタイミングに、コンテンツ（動画または音声）を再生することができる。

【２２１０】

図４０９Ａは、実施の形態３２における同期再生の具体的な方法を説明するための図である。同期再生の方法には、図４０９に示す方法ａ～ｅがある。

【２２１１】

（方法ａ）

方法ａでは、送信機１８００ｄは、上記各実施の形態と同様に、ディスプレイを輝度変化させることよって、コンテンツＩＤおよびコンテンツ再生中時刻を示す可視光信号を出力する。コンテンツ再生中時刻は、コンテンツＩＤが送信機１８００ｄから送信されたときに送信機１８００ｄによって再生されている、コンテンツの一部であるデータの再生時刻である。データは、コンテンツが動画像であれば、その動画像を構成するピクチャまたはシーケンスなどであり、コンテンツが音声であれば、その音声を構成するフレームなどである。再生時刻は、例えば、コンテンツの先頭からの再生時間を時刻として示す。コンテンツが動画像であれば、再生時刻はＰＴＳ（Ｐｒｅｓｅｎｔａｔｉｏｎ Ｔｉｍｅ Ｓｔａｍｐ）としてコンテンツに含まれている。つまり、コンテンツには、そのコンテンツを構成するデータごとに、そのデータの再生時刻（表示時刻）が含まれている。

【２２１２】

受信機１８００ａは、上記各実施の形態と同様に送信機１８００ｄを撮影することによって、その可視光信号を受信する。そして、受信機１８００ａは、可視光信号によって示されるコンテンツＩＤを含む要求信号をサーバ１８００ｆに送信する。サーバ１８００ｆは、その要求信号を受信し、要求信号に含まれるコンテンツＩＤに対応付けられているコンテンツを受信機１８００ａに送信する。

【２２１３】

受信機１８００ａは、そのコンテンツを受信すると、そのコンテンツを、（コンテンツ再生中時刻＋ＩＤ受信からの経過時間）の時点から再生する。ＩＤ受信からの経過時間は、コンテンツＩＤが受信機１８００ａによって受信されたときからの経過時間である。

【２２１４】

（方法ｂ）

方法ｂでは、送信機１８００ｄは、上記各実施の形態と同様に、ディスプレイを輝度変化させることよって、コンテンツＩＤおよびコンテンツ再生中時刻を示す可視光信号を出力する。受信機１８００ａは、上記各実施の形態と同様に送信機１８００ｄを撮影することによって、その可視光信号を受信する。そして、受信機１８００ａは、可視光信号によって示されるコンテンツＩＤおよびコンテンツ再生中時刻を含む要求信号をサーバ１８００ｆに送信する。サーバ１８００ｆは、その要求信号を受信し、要求信号に含まれるコンテンツＩＤに対応付けられているコンテンツのうち、コンテンツ再生中時刻以降の一部の

コンテンツのみを受信機１８００ａに送信する。
【２２１５】
受信機１８００ａは、その一部のコンテンツを受信すると、その一部のコンテンツを、（ＩＤ受信からの経過時間）の時点から再生する。
【２２１６】
（方法ｃ）
方法ｃでは、送信機１８００ｄは、上記各実施の形態と同様に、ディスプレイを輝度変化させることよって、送信機ＩＤおよびコンテンツ再生中時刻を示す可視光信号を出力する。送信機ＩＤは、送信機を識別するための情報である。
【２２１７】
受信機１８００ａは、上記各実施の形態と同様に送信機１８００ｄを撮影することによって、その可視光信号を受信する。そして、受信機１８００ａは、可視光信号によって示される送信機ＩＤを含む要求信号をサーバ１８００ｆに送信する。
【２２１８】
サーバ１８００ｆは、送信機ＩＤごとに、その送信機ＩＤの送信機によって再生されるコンテンツのタイムテーブルである再生予定表を保持している。さらに、サーバ１８００ｆは時計を備えている。このようなサーバ１８００ｆは、その要求信号を受信すると、その要求信号に含まれる送信機ＩＤと、サーバ１８００ｆの時計の時刻（サーバ時刻）とに対応付けられているコンテンツを、再生中のコンテンツとして、再生予定表から特定する。そして、サーバ１８００ｆは、そのコンテンツを受信機１８００ａに送信する。
【２２１９】
受信機１８００ａは、そのコンテンツを受信すると、そのコンテンツを、（コンテンツ再生中時刻＋ＩＤ受信からの経過時間）の時点から再生する。
【２２２０】
（方法ｄ）
方法ｄでは、送信機１８００ｄは、上記各実施の形態と同様に、ディスプレイを輝度変化させることよって、送信機ＩＤおよび送信機時刻を示す可視光信号を出力する。送信機時刻は、送信機１８００ｄに備えられている時計によって示される時刻である。
【２２２１】
受信機１８００ａは、上記各実施の形態と同様に送信機１８００ｄを撮影することによって、その可視光信号を受信する。そして、受信機１８００ａは、可視光信号によって示される送信機ＩＤおよび送信機時刻を含む要求信号をサーバ１８００ｆに送信する。
【２２２２】
サーバ１８００ｆは、上述の再生予定表を保持している。このようなサーバ１８００ｆは、その要求信号を受信すると、その要求信号に含まれる送信機ＩＤと送信機時刻とに対応付けられているコンテンツを、再生中のコンテンツとして、再生予定表から特定する。さらに、サーバ１８００ｆは、送信機時刻からコンテンツ再生中時刻を特定する。つまり、サーバ１８００ｆは、特定されたコンテンツの再生開始時刻を再生予定表から見つけ出し、送信機時刻と再生開始時刻との間の時間をコンテンツ再生中時刻として特定する。そして、サーバ１８００ｆは、そのコンテンツおよびコンテンツ再生中時刻を受信機１８００ａに送信する。
【２２２３】
受信機１８００ａは、そのコンテンツおよびコンテンツ再生中時刻を受信すると、そのコンテンツを、（コンテンツ再生中時刻＋ＩＤ受信からの経過時間）の時点から再生する。
【２２２４】
このように、本実施の形態では、可視光信号は、その可視光信号が送信機１８００ｄから送信される時刻を示す。したがって、端末装置である受信機１８００ａは、可視光信号が送信機１８００ｄから送信される時刻（送信機時刻）に対応付けられたコンテンツを受信することができる。例えば、送信機時刻が５時４３分であれば、５時４３分に再生され

るコンテンツを受信することができる。
【２２２５】
また、本実施の形態では、サーバ１８００ｆは、それぞれ時刻に関連付けられている複数のコンテンツを有している。しかし、可視光信号が示す時刻に関連付けられたコンテンツがサーバ１８００ｆに存在しない場合がある。このような場合には、端末装置である受信機１８００ａは、その複数のコンテンツのうち、可視光信号が示す時刻に最も近く、かつ、可視光信号が示す時刻の後の時刻に関連付けられているコンテンツを受信してもよい。これにより、可視光信号が示す時刻に関連付けられたコンテンツがサーバ１８００ｆに存在しなくても、そのサーバ１８００ｆにある複数のコンテンツの中から、適切なコンテンツを受信することができる。
【２２２６】
また、本実施の形態における再生方法は、光源の輝度変化により可視光信号を送信する送信機１８００ｄから、可視光信号を受信機１８００ａ（端末装置）のセンサにより受信する信号受信ステップと、受信機１８００ａから、可視光信号に対応付けられたコンテンツを要求するための要求信号をサーバ１８００ｆに送信する送信ステップと、受信機１８００ａが、サーバ１８００ｆからコンテンツを受信するコンテンツ受信ステップと、コンテンツを再生する再生ステップとを含む。可視光信号は、送信機ＩＤと送信機時刻とを示す。送信機ＩＤはＩＤ情報である。また、送信機時刻は、送信機１８００ｄの時計によって示される時刻であり、その可視光信号が送信機１８００ｄから送信される時刻である。そして、コンテンツ受信ステップでは、受信機１８００ａは、可視光信号によって示される送信機ＩＤおよび送信機時刻に対応付けられたコンテンツを受信する。これにより、受信機１８００ａは、送信機ＩＤおよび送信機時刻に対して適切なコンテンツを再生することができる。
【２２２７】
（方法ｅ）
方法ｅでは、送信機１８００ｄは、上記各実施の形態と同様に、ディスプレイを輝度変化させることよって、送信機ＩＤを示す可視光信号を出力する。
【２２２８】
受信機１８００ａは、上記各実施の形態と同様に送信機１８００ｄを撮影することによって、その可視光信号を受信する。そして、受信機１８００ａは、可視光信号によって示される送信機ＩＤを含む要求信号をサーバ１８００ｆに送信する。
【２２２９】
サーバ１８００ｆは、上述の再生予定表を保持し、さらに、時計を備えている。このようなサーバ１８００ｆは、その要求信号を受信すると、その要求信号に含まれる送信機ＩＤとサーバ時刻とに対応付けられているコンテンツを、再生中のコンテンツとして、再生予定表から特定する。なお、サーバ時刻は、サーバ１８００ｆの時計によって示される時刻である。さらに、サーバ１８００ｆは、特定されたコンテンツの再生開始時刻も再生予定表から見つけ出す。そして、サーバ１８００ｆは、そのコンテンツおよびコンテンツ再生開始時刻を受信機１８００ａに送信する。
【２２３０】
受信機１８００ａは、そのコンテンツおよびコンテンツ再生開始時刻を受信すると、そのコンテンツを、（受信機時刻－コンテンツ再生開始時刻）の時点から再生する。なお、受信機時刻は、受信機１８００ａに備えられている時計によって示される時刻である。
【２２３１】
このように、本実施の形態における再生方法は、光源の輝度変化により可視光信号を送信する送信機１８００ｄから、可視光信号を受信機１８００ａ（端末装置）のセンサにより受信する信号受信ステップと、受信機１８００ａから、可視光信号に対応付けられたコンテンツを要求するための要求信号をサーバ１８００ｆに送信する送信ステップと、受信機１８００ａが、各時刻と、各時刻に再生されるデータとを含むコンテンツを、サーバ１８００ｆから受信するコンテンツ受信ステップと、そのコンテンツのうち、受信機１８０

０ａに備えられている時計の時刻に該当するデータを再生する再生ステップとを含む。したがって、受信機１８００ａは、そのコンテンツにおけるデータを、間違った時刻に再生してしまうことなく、そのコンテンツに示される正しい時刻に、適切に再生することができる。また、送信機１８００ｄにおいても、そのコンテンツに関連するコンテンツ（送信機側コンテンツ）が再生されていれば、受信機１８００ａは、コンテンツをその送信機側コンテンツに適切に同期させて再生することができる。

【２２３２】

なお、上記方法ｃ～ｅであっても、方法ｂのように、サーバ１８００ｆは、コンテンツのうち、コンテンツ再生中時刻以降の一部のコンテンツのみを受信機１８００ａに送信してもよい。

【２２３３】

また、上記方法ａ～ｅでは、受信機１８００ａは、サーバ１８００ｆに要求信号を送信して、サーバ１８００ｆから必要なデータを受信するが、このよう送受信をすることなく、サーバ１８００ｆにあるデータを予め保持しておいてもよい。

【２２３４】

図４０９Ｂは、上述の方法ｅによって同期再生を行う再生装置の構成を示すブロック図である。

【２２３５】

再生装置Ｂ１０は、上述の方法ｅによって同期再生を行う受信機１８００ａまたは端末装置であって、センサＢ１１と、要求信号送信部Ｂ１２と、コンテンツ受信部Ｂ１３と、時計Ｂ１４と、再生部Ｂ１５とを備えている。

【２２３６】

センサＢ１１は、例えばイメージセンサであって、光源の輝度変化により可視光信号を送信する送信機１８００ｄから、その可視光信号を受信する。要求信号送信部Ｂ１２は、可視光信号に対応付けられたコンテンツを要求するための要求信号をサーバ１８００ｆに送信する。コンテンツ受信部Ｂ１３は、各時刻と、各時刻に再生されるデータとを含むコンテンツを、サーバ１８００ｆから受信する。再生部Ｂ１５は、そのコンテンツのうち、時計Ｂ１４の時刻に該当するデータを再生する。

【２２３７】

図４０９Ｃは、上述の方法ｅによって同期再生を行う端末装置の処理動作を示すフローチャートである。

【２２３８】

再生装置Ｂ１０は、上述の方法ｅによって同期再生を行う受信機１８００ａまたは端末装置であって、ステップＳＢ１１～ＳＢ１５の各処理を実行する。

【２２３９】

ステップＳＢ１１では、光源の輝度変化により可視光信号を送信する送信機１８００ｄから、その可視光信号を受信する。ステップＳＢ１２では、可視光信号に対応付けられたコンテンツを要求するための要求信号をサーバ１８００ｆに送信する。ステップＳＢ１３では、各時刻と、各時刻に再生されるデータとを含むコンテンツを、サーバ１８００ｆから受信する。ステップＳＢ１５では、そのコンテンツのうち、時計Ｂ１４の時刻に該当するデータを再生する。

【２２４０】

このように、本実施の形態における再生装置Ｂ１０および再生方法では、コンテンツにおけるデータを、間違った時刻に再生してしまうことなく、そのコンテンツに示される正しい時刻に、適切に再生することができる。

【２２４１】

なお、本実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、ＣＰＵまたはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行する

ことによって実現されてもよい。ここで、本実施の形態の再生装置Ｂ１０などを実現するソフトウェアは、図４０９Ｃに示すフローチャートに含まれる各ステップをコンピュータに実行させるプログラムである。

【２２４２】

図４１０は、実施の形態３２における同期再生の事前準備を説明するための図である。

【２２４３】

受信機１８００ａは、同期再生を行うために、受信機１８００ａに備えられている時計の時刻を基準クロックの時刻に合わせる時刻合わせを行う。この時刻合わせのために、受信機１８００ａは、以下の（１）～（５）の処理を行う。

【２２４４】

（１）受信機１８００ａは、信号を受信する。この信号は、送信機１８００ｄのディスプレイの輝度変化によって送信される可視光信号であっても、無線機器からのＷｉ－Ｆｉ またはＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）に基づく電波信号であってもよい。または、受信機１８００ａは、このような信号を受信する代わりに、受信機１８００ａの位置を示す位置情報を例えばＧＰＳなどによって取得する。そして、受信機１８００ａは、その位置情報によって、受信機１８００ａが予め定められた場所または建物に入ったことを認識する。

【２２４５】

（２）受信機１８００ａは、上記信号を受信すると、または、予め定められた場所に入ったことを認識すると、その信号または場所などに関連付けられているデータ（関連情報）を要求する要求信号をサーバ（可視光ＩＤ解決サーバ）１８００ｆに送信する。

【２２４６】

（３）サーバ１８００ｆは、上述のデータと、受信機１８００ａに時刻合わせをさせるための時刻合わせ要求とを受信機１８００ａに送信する。

【２２４７】

（４）受信機１８００ａは、データと時刻合わせ要求とを受信すると、時刻合わせ要求をＧＰＳタイムサーバ、ＮＴＰサーバまたは、電気通信事業者（キャリア）の基地局に送信する。

【２２４８】

（５）上記サーバまたは基地局は、その時刻合わせ要求を受信すると、現在時刻（基準クロックの時刻または絶対時刻）を示す時刻データ（時刻情報）を受信機１８００ａに送信する。受信機１８００ａは、自らに備えられている時計の時刻を、その時刻データに示される現在時刻に合わせることによって、時刻合わせを行う。

【２２４９】

このように本実施の形態では、受信機１８００ａ（端末装置）に備えられている時計と、基準クロックとの間では、ＧＰＳ（Ｇｌｏｂａｌ Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ Ｓｙｓｔｅｍ）電波、または、ＮＴＰ（Ｎｅｔｗｏｒｋ Ｔｉｍｅ Ｐｒｏｔｏｃｏｌ）電波によって、同期がとられている。したがって、受信機１８００ａは、基準クロックにしたがった適切な時刻に、その時刻に該当するデータを再生することができる。

【２２５０】

図４１１は、実施の形態３２における受信機１８００ａの応用例を示す図である。

【２２５１】

受信機１８００ａは、上述のようにスマートフォンとして構成されて、例えば、透光性を有する樹脂またはガラスなどの部材で構成されたホルダー１８１０に保持されて利用される。このホルダー１８１０は、背板部１８１０ａと、背板部１８１０ａに立設された係止部１８１０ｂとを有する。受信機１８００ａは、背板部１８１０ａと係止部１８１０ｂとの間に、その背板部１８１０ａに沿わせるように挿入される。

【２２５２】

図４１２Ａは、実施の形態３２における、ホルダー１８１０に保持された受信機１８００ａの正面図である。

【２２５３】
受信機１８００ａは、上述のように挿入された状態でホルダー１８１０に保持される。このとき、係止部１８１０ｂは、受信機１８００ａの下部と係止し、その下部を背板部１８１０ａと挟持する。また、受信機１８００ａの背面は、背板部１８１０ａと対向し、受信機１８００ａのディスプレイ１８０１は露出した状態となる。
【２２５４】
図４１２Ｂは、実施の形態３２における、ホルダー１８１０に保持された受信機１８００ａの背面図である。
【２２５５】
また、背板部１８１０ａには、通孔１８１１が形成され、その通孔１８１１の近くに可変フィルタ１８１２が取り付けられている。受信機１８００ａがホルダー１８１０に保持されると、受信機１８００ａのカメラ１８０２は、背板部１８１０ａから通孔１８１１を介して露出する。また、受信機１８００ａのフラッシュライト１８０３は、可変フィルタ１８１２に対向する。
【２２５６】
可変フィルタ１８１２は、例えば円盤状に形成され、それぞれ扇状で同じサイズの３つの色フィルタ（赤色フィルタ、黄色フィルタ、および緑色フィルタ）を有する。また、可変フィルタ１８１２は、可変フィルタ１８１２の中心を軸にして回転自在に背板部１８１０ａに取り付けられている。また、赤色フィルタは、赤色の透光性を有するフィルタであって、黄色フィルタは、黄色の透光性を有するフィルタであって、緑色フィルタは、緑色の透光性を有するフィルタである。
【２２５７】
したがって、可変フィルタ１８１２が回転されて、例えば、赤色フィルタがフラッシュライト１８０３ａに対向する位置に配置される。この場合、フラッシュライト１８０３ａから放たれる光は、赤色フィルタを透過することによって、赤色の光としてホルダー１８１０の内部で拡散する。その結果、ホルダー１８１０の略全体が赤色に発光する。
【２２５８】
同様に、可変フィルタ１８１２が回転されて、例えば、黄色フィルタがフラッシュライト１８０３ａに対向する位置に配置される。この場合、フラッシュライト１８０３ａから放たれる光は、黄色フィルタを透過することによって、黄色の光としてホルダー１８１０の内部で拡散する。その結果、ホルダー１８１０の略全体が黄色に発光する。
【２２５９】
同様に、可変フィルタ１８１２が回転されて、例えば、緑色フィルタがフラッシュライト１８０３ａに対向する位置に配置される。この場合、フラッシュライト１８０３ａから放たれる光は、緑色フィルタを透過することによって、緑色の光としてホルダー１８１０の内部で拡散する。その結果、ホルダー１８１０の略全体が緑色に発光する。
【２２６０】
つまり、ホルダー１８１０は、ペンライトのように、赤色、黄色または緑色に点灯する。
【２２６１】
図４１３は、実施の形態３２における、ホルダー１８１０に保持された受信機１８００ａのユースケースを説明するための図である。
【２２６２】
例えば、ホルダー１８１０に保持された受信機１８００ａであるホルダー付受信機は、遊園地などで利用される。つまり、遊園地において移動するフロートに向けられた複数のホルダー付受信機は、そのフロートから流れる音楽に合わせて、同期しながら点滅する。つまり、フロートは、上記各実施の形態における送信機として構成され、フロートに取り付けられている光源の輝度変化によって可視光信号を送信する。例えば、フロートは、フロートのＩＤを示す可視光信号を送信する。そして、ホルダー付受信機は、上記各実施の形態と同様に、受信機１８００ａのカメラ１８０２の撮影によって、その可視光信号、つ

まりＩＤを受信する。ＩＤを受信した受信機１８００ａは、そのＩＤに対応付けられたプログラムを例えばサーバから取得する。このプログラムは、所定の各時刻において受信機１８００ａのフラッシュライト１８０３を点灯させる命令からなる。この所定の各時刻は、フロートから流れる音楽に合わせて（同期するように）設定されている。そして、受信機１８００ａは、そのプログラムにしたがって、フラッシュライト１８０３ａを点滅させる。

【２２６３】

これにより、そのＩＤを受信した各受信機１８００ａのホルダー１８１０は、そのＩＤのフロートから流れる音楽に合わせて同じタイミングで点灯することを繰り返す。

【２２６４】

ここで、各受信機１８００ａは、設定されている色フィルタ（以下、設定フィルタという）に応じてフラッシュライト１８０３の点滅を行う。設定フィルタとは、受信機１８００ａのフラッシュライト１８０３に対向している色フィルタである。また、各受信機１８００ａは、ユーザによる操作に基づいて、現在の設定フィルタを認識している。または、各受信機１８００ａは、カメラ１８０２の撮影によって得られる画像の色などに基づいて、現在の設定フィルタを認識している。

【２２６５】

つまり、ＩＤを受信した複数の受信機１８００ａのうち、所定の時刻では、設定フィルタが赤色フィルタであることを認識している複数の受信機１８００ａのホルダー１８１０のみが同時に点灯する。次の時刻では、設定フィルタが緑色フィルタであることを認識している複数の受信機１８００ａのホルダー１８１０のみが同時に点灯する。さらに次の時刻では、設定フィルタが黄色フィルタであることを認識している複数の受信機１８００ａのホルダー１８１０のみが同時に点灯する。

【２２６６】

このように、ホルダー１８１０に保持される受信機１８００ａは、上述の図４０１～図４０７に示す同期再生と同様に、フロートの音楽と、他のホルダー１８１０に保持される受信機１８００ａとに同期して、フラッシュライト１８０３、すなわちホルダー１８１０を点滅させる。

【２２６７】

図４１４は、実施の形態３２における、ホルダー１８１０に保持された受信機１８００ａの処理動作を示すフローチャートである。

【２２６８】

受信機１８００ａは、フロートからの可視光信号によって示されるフロートのＩＤを受信する（ステップＳ１８３１）。次に、受信機１８００ａは、そのＩＤに対応付けられているプログラムをサーバから取得する（ステップＳ１８３２）。次に、受信機１８００ａは、そのプログラムを実行することにより、設定フィルタに応じた所定の各時刻にフラッシュライト１８０３を点灯させる（ステップＳ１８３３）。

【２２６９】

ここで、受信機１８００ａは、受信したＩＤまたは取得したプログラムに応じた画像をディスプレイ１８０１に表示させてもよい。

【２２７０】

図４１５は、実施の形態３２における受信機１８００ａによって表示される画像の一例を示す図である。

【２２７１】

受信機１８００ａは、例えばサンタクロースのフロートからＩＤを受信すると、図４１５の（ａ）に示すように、サンタクロースの画像を表示させる。さらに、受信機１８００ａは、図４１５の（ｂ）に示すように、フラッシュライト１８０３の点灯と同時に、そのサンタクロースの画像の背景色を、設定フィルタの色に変更してもよい。例えば、設定フィルタの色が赤色の場合には、フラッシュライト１８０３の点灯によって、ホルダー１８１０が赤色に点灯すると同時に、赤色の背景色を有するサンタクロースの画像がディスプ

レイ１８０１に表示される。つまり、ホルダー１８１０の点滅と、ディスプレイ１８０１の表示とが同期する。

【２２７２】

図４１６は、実施の形態３２におけるホルダーの他の例を示す図である。

【２２７３】

ホルダー１８２０は、上述のホルダー１８１０と同様に構成されているが、通孔１８１１および可変フィルタ１８１２がない。このようなホルダー１８２０は、背板部１８２０ａに受信機１８００ａのディスプレイ１８０１が向けられた状態で、その受信機１８００ａを保持する。この場合、受信機１８００ａは、フラッシュライト１８０３の代わりに、ディスプレイ１８０１を発光させる。これにより、ディスプレイ１８０１からの光がホルダー１８２０の略全体に拡散する。したがって、受信機１８００aが、上述のプログラムに応じて、赤色の光でディスプレイ１８０１を発光させると、ホルダー１８２０は赤色に点灯する。同様に、受信機１８００aが、上述のプログラムに応じて、黄色の光でディスプレイ１８０１を発光させると、ホルダー１８２０は黄色に点灯する。受信機１８００aが、上述のプログラムに応じて、緑色の光でディスプレイ１８０１を発光させると、ホルダー１８２０は緑色に点灯する。このようなホルダー１８２０を用いれば、可変フィルタ１８１２の設定を省くことができる。

【２２７４】

（実施の形態３３）

（可視光信号）

図４１７Ａ～図４１７Ｄは、実施の形態３３における可視光信号の一例を示す図である。

【２２７５】

送信機は、上述と同様、例えば図４１７Ａに示すように、４ＰＰＭの可視光信号を生成し、この可視光信号にしたがって輝度変化する。具体的には、送信機は、４スロットを一信号単位に割り当て、複数の信号単位からなる可視光信号を生成する。信号単位は、スロットごとにＨｉｇｈ（Ｈ）またはＬｏｗ（Ｌ）を示す。そして、送信機は、Ｈのスロットにおいて明るく発光し、Ｌのスロットにおいて暗く発光または消灯する。例えば、１スロットは、１／９６００秒の時間に相当する期間である。

【２２７６】

また、送信機は、例えば図４１７Ｂに示すように、一信号単位に割り当てられるスロット数が可変となる可視光信号を生成してもよい。この場合、信号単位では、１つ以上の連続するスロットにおいてＨを示す信号と、そのＨの信号に続く１つのスロットにおいてＬを示す信号とからなる。Ｈのスロット数が可変であるため、信号単位の全体のスロット数が可変となる。例えば図４１７Ｂに示すように、送信機は、３スロットの信号単位、４スロットの信号単位、６スロットの信号単位の順に、それらの信号単位を含む可視光信号を生成する。そして、送信機は、この場合にも、Ｈのスロットにおいて明るく発光し、Ｌのスロットにおいて暗く発光または消灯する。

【２２７７】

また、送信機は、例えば図４１７Ｃに示すように、複数のスロットを一信号単位に割り当てることなく、任意の期間（信号単位期間）を一信号単位に割り当ててもよい。この信号単位期間は、Ｈの期間と、そのＨの期間に続くＬの期間とからなる。Ｈの期間は、変調前の信号に応じて調整される。Ｌの期間は、固定であって、上記スロットに相当する期間であってもよい。また、Ｈの期間およびＬの期間はそれぞれ例えば１００μｓ以上の期間である。例えば図４１７Ｃに示すように、送信機は、信号単位期間が２１０μｓの信号単位、信号単位期間が２２０μｓの信号単位、信号単位期間が２３０μｓの信号単位の順に、それらの信号単位を含む可視光信号を送信する。そして、送信機は、この場合にも、Ｈの期間において明るく発光し、Ｌの期間において暗く発光または消灯する。

【２２７８】

また、送信機は、例えば図４１７Ｄに示すように、ＬとＨとを交互に示す信号を可視光

信号として生成してもよい。この場合、可視光信号においてＬの期間と、Ｈの期間とは、それぞれ変調前の信号に応じて調整される。例えば図４１７Ｄに示すように、送信機は、１００μｓの期間においてＨを示し、次に、１２０μｓの期間においてＬを示し、次に、１１０μｓの期間においてＨを示し、さらに、２００μｓの期間においてＬを示す可視光信号を送信する。そして、送信機は、この場合にも、Ｈの期間において明るく発光し、Ｌの期間において暗く発光または消灯する。

【２２７９】

図４１８は、実施の形態３３における可視光信号の構成を示す図である。

【２２８０】

可視光信号は、例えば、信号１と、その信号１に対応する明るさ調整信号と、信号２と、その信号２に対応する明るさ調整信号とを含む。送信機は、変調前の信号を変調することによって信号１および信号２を生成すると、それらの信号に対する明るさ調整信号を生成し、上述の可視光信号を生成する。

【２２８１】

信号１に対応する明るさ調整信号は、信号１にしたがった輝度変化による明るさの増減を補う信号である。信号２に対応する明るさ調整信号は、信号２にしたがった輝度変化による明るさの増減を補う信号である。ここで、信号１と、その信号１の明るさ調整信号とにしたがった輝度変化によって、明るさＢ１が表現され、信号２と、その信号２の明るさ調整信号とにしたがった輝度変化によって、明るさＢ２が表現される。本実施の形態における送信機は、その明るさＢ１と明るさＢ２とが等しくなるように、信号１および信号２のそれぞれの明るさ調整信号を可視光信号の一部として生成する。これにより、明るさが一定に保たれ、ちらつきを抑えることができる。

【２２８２】

また、送信機は、上述の信号１を生成するときには、データ１と、そのデータ１に続くプリアンブル（ヘッダ）と、そのプリンブルに続くデータ１とを含む信号１を生成する。ここで、プリアンブルは、その前後に配置されているデータ１に対応する信号である。例えば、このプリアンブルは、データ１を読み出すための識別子となる信号である。このように、２つのデータ１と、それらの間に配置されるプリアンブルとから信号１が構成されているため、受信機は、前にあるデータ１の途中から可視光信号を読み出しても、そのデータ１（すなわち信号１）を正しく復調することができる。

【２２８３】

（輝線画像）

図４１９は、実施の形態３３における受信機の撮像によって得られる輝線画像の一例を示す図である。

【２２８４】

受信機は、上述のように、輝度変化する送信機を撮像することによって、その送信機から送信される可視光信号を輝線パターンとして含む輝線画像を取得する。このような撮像によって、可視光信号が受信機に受信される。

【２２８５】

例えば、図４１９に示すように、受信機は、イメージセンサに含まれるＮ個の露光ラインを用いて、時刻ｔ１に撮像することによって、それぞれ輝線パターンが現れている領域ａおよび領域ｂを含む輝線画像を取得する。領域ａおよび領域ｂはそれぞれ、被写体である送信機が輝度変化することによって輝線パターンが現れる領域である。

【２２８６】

ここで、受信機は、領域ａおよび領域ｂの輝線パターンから可視光信号を復調する。しかし、受信機は、復調された可視光信号だけでは不十分と判定すると、そのＮ個の露光ラインのうち、領域ａに該当するＭ（Ｍ＜Ｎ）個の連続する露光ラインのみを用いて、時刻ｔ２に撮像する。これにより、受信機は、領域ａおよび領域ｂのうち領域ａのみを含む輝線画像を取得する。受信機は、このような撮像を、時刻ｔ３～ｔ５においても繰り返し実施する。その結果、領域ａに対応する被写体からの十分なデータ量の可視光信号を高速に

受信することができる。さらに、受信機は、そのＮ個の露光ラインのうち、領域ｂに該当するＬ（Ｌ＜Ｎ）個の連続する露光ラインのみを用いて、時刻ｔ６に撮像する。これにより、受信機は、領域ａおよび領域ｂのうち領域ｂのみを含む輝線画像を取得する。受信機は、このような撮像を、時刻ｔ７～ｔ９においても繰り返し実施する。その結果、領域ｂに対応する被写体からの十分なデータ量の可視光信号を高速に受信することができる。

【２２８７】

また、受信機は、時刻ｔ１０およびｔ１１において、時刻ｔ２～ｔ５と同様の撮像を行うことによって、領域ａのみを含む輝線画像を取得してもよい。さらに、受信機は、時刻ｔ１２およびｔ１３において、時刻ｔ６～ｔ９と同様の撮像を行うことによって、領域ｂのみを含む輝線画像を取得してもよい。

【２２８８】

また、上述の例では、受信機は、可視光信号が不十分であると判定したときに、時刻ｔ２～ｔ５において、領域ａのみを含む輝線画像の連写を行ったが、時刻ｔ１の撮像によって得られた画像に輝線が現れていれば、上述の連写を行ってもよい。同様に、受信機は、可視光信号が不十分であると判定したときに、時刻ｔ６～ｔ９において、領域ｂのみを含む輝線画像の連写を行ったが、時刻ｔ１の撮像によって得られた画像に輝線が現れていれば、上述の連写を行ってもよい。また、受信機は、領域ａのみを含む輝線画像の取得と、領域ｂのみを含む輝線画像の取得とを交互に行ってもよい。

【２２８９】

なお、上記の領域ａに該当するＭ個の連続する露光ラインは、領域ａの生成に寄与する露光ラインであり、上記の領域ｂに該当するＬ個の連続する露光ラインは、領域ｂの生成に寄与する露光ラインである。

【２２９０】

図４２０は、実施の形態３３における受信機の撮像によって得られる輝線画像の他の例を示す図である。

【２２９１】

例えば、図４２０に示すように、受信機は、イメージセンサに含まれるＮ個の露光ラインを用いて、時刻ｔ１に撮像することによって、それぞれ輝線パターンが現れている領域ａおよび領域ｂを含む輝線画像を取得する。領域ａおよび領域ｂはそれぞれ、上述と同様に、被写体である送信機が輝度変化することによって輝線パターンが現れる領域である。また、領域ａおよび領域ｂはそれぞれ、輝線または露光ラインの方向に沿って互いに重なる領域（以下、重なり領域という）を有する。

【２２９２】

ここで、受信機は、その領域ａおよび領域ｂの輝線パターンから復調された可視光信号が不十分と判定すると、そのＮ個の露光ラインのうち、重なり領域に該当するＰ（Ｐ＜Ｎ）個の連続する露光ラインのみを用いて、時刻ｔ２に撮像する。これにより、受信機は、領域ａおよび領域ｂのそれぞれの重なり領域のみを含む輝線画像を取得する。受信機は、このような撮像を、時刻ｔ３およびｔ４においても繰り返し実施する。その結果、領域ａおよび領域ｂのそれぞれに対応する被写体からの十分なデータ量の可視光信号を、略同時に、且つ高速に受信することができる。

【２２９３】

図４２１は、実施の形態３３における受信機の撮像によって得られる輝線画像の他の例を示す図である。

【２２９４】

例えば、図４２１に示すように、受信機は、イメージセンサに含まれるＮ個の露光ラインを用いて、時刻ｔ１に撮像することによって、輝線パターンが不明瞭に現れている部分ａと、明瞭に現れている部分ｂとからなる領域を含む輝線画像を取得する。この領域は、上述と同様に、被写体である送信機が輝度変化することによって輝線パターンが現れる領域である。

【２２９５】

このような場合、受信機は、上述の領域の輝線パターンから復調された可視光信号が不十分と判定すると、そのＮ個の露光ラインのうち、部分ｂに該当するＱ（Ｑ＜Ｎ）個の連続する露光ラインのみを用いて、時刻ｔ２に撮像する。これにより、受信機は、上述の領域のうち部分ｂのみを含む輝線画像を取得する。受信機は、このような撮像を、時刻ｔ３およびｔ４においても繰り返し実施する。その結果、上述の領域に対応する被写体からの十分なデータ量の可視光信号を、高速に受信することができる。

【２２９６】

また、受信機は、部分ｂのみを含む輝線画像の連写が行われた後に、さらに、部分ａのみを含む輝線画像の連写を行ってもよい。

【２２９７】

上述のように、輝線画像において輝線パターンが現れている領域（または部分）が複数含まれている場合には、受信機は、それぞれの領域に順番を付けて、その順番にしたがって、その領域のみを含む輝線画像の連写を行う。この場合、その順番は、信号の大きさ（領域または部分の広さ）に応じた順番であっても、輝線の明瞭度に応じた順番であってもよい。また、その順番は、それらの領域に対応する被写体からの光の色に応じた順番であってもよい。例えば、最初の連写は、赤色の光に対応する領域に対して行われ、次の連写では、白色の光に対応する領域に対して行われる。また、赤色の光に対する領域の連写だけが行われてもよい。

【２２９８】

（ＨＤＲ合成）

図４２２は、実施の形態３３における受信機の、ＨＤＲ合成を行うカメラシステムへの適応を説明するための図である。

【２２９９】

車両には、衝突防止などのためにカメラシステムが搭載されている。このカメラシステムは、カメラの撮像によって得られた画像を用いてＨＤＲ（Ｈｉｇｈ　Ｄｙｎａｍｉｃ　Ｒａｎｇｅ）合成を行う。このＨＤＲ合成によって、輝度のダイナミックレンジが広い画像が得られる。カメラシステムは、この広いダイナミックレンジの画像に基づいて、周辺の車両、障害物または人などの認識を行う。

【２３００】

例えば、カメラシステムは、設定モードとして通常設定モードおよび通信設定モードとを有する。設定モードが通常設定モードの場合、例えば図４２２に示すように、カメラシステムは、時刻ｔ１～ｔ４において、それぞれ同じ１／１００秒のシャッタースピードで、且つそれぞれ異なる感度で、４回の撮像を行う。カメラシステムは、この４回の撮像によって得られた４枚の画像を用いてＨＤＲ合成を行う。

【２３０１】

一方、設定モードが通信設定モードの場合、例えば図４２２に示すように、カメラシステムは、時刻ｔ５～ｔ７において、それぞれ同じ１／１００秒のシャッタースピードで、且つそれぞれ異なる感度で、３回の撮像を行う。さらに、カメラシステムは、時刻ｔ８において、１／１００００秒のシャッタースピードで、且つ、最大の感度（例えばＩＳＯ＝１６００）で撮像を行う。カメラシステムは、この４回の撮像のうちの、最初の３回の撮像によって得られた３枚の画像を用いてＨＤＲ合成を行う。さらに、カメラシステムは、上述の４回の撮像のうちの最後の撮像によって可視光信号を受信し、その撮像によって得られた画像に現れている輝線パターンを復調する。

【２３０２】

また、設定モードが通信設定モードの場合には、カメラシステムは、ＨＤＲ合成を行わなくてもよい。例えば図４２２に示すように、カメラシステムは、時刻ｔ９において、１／１００秒のシャッタースピードで、且つ低い感度（例えば、ＩＳＯ＝２００）で、撮像を行う。さらに、カメラシステムは、時刻ｔ１０～ｔ１２において、１／１００００秒のシャッタースピードで、且つ、互いに異なる感度で３回の撮像を行う。カメラシステムは、この４回の撮像のうちの、最初の１回の撮像によって得られた画像から、周辺の車両、

障害物または人などの認識を行う。さらに、カメラシステムは、上述の４回の撮像のうちの最後の３回の撮像によって可視光信号を受信し、その撮像によって得られた画像に現れている輝線パターンを復調する。

【２３０３】

なお、図４２２に示す例では、時刻ｔ１０～ｔ１２のそれぞれにおいて、互いに異なる感度で撮像が行われているが、同じ感度で撮像を行ってもよい。

【２３０４】

このようなカメラシステムでは、ＨＤＲ合成を行うことができるとともに、可視光信号の受信も行うことができる。

【２３０５】

（セキュリティ）

図４２３は、実施の形態３３における可視光通信システムの処理動作を説明するための図である。

【２３０６】

この可視光通信システムは、例えばレジに配置される送信機と、受信機であるスマートフォンと、サーバとからなる。なお、スマートフォンとサーバとの間の通信と、送信機とサーバとの間の通信とは、それぞれセキュアな通信回線を介して行われる。また、送信機とスマートフォンとの間の通信は、可視光通信によって行われる。本実施の形態における可視光通信システムは、送信機からの可視光信号が正確にスマートフォンに受信されているか否かを判定することにより、セキュリティを確保する。

【２３０７】

具体的には、送信機は、時刻ｔ１において輝度変化することによって、例えば値「１００」を示す可視光信号をスマートフォンに送信する。スマートフォンは、時刻ｔ２に、その可視光信号を受信すると、その値「１００」を示す電波信号をサーバに送信する。サーバは、時刻ｔ３に、スマートフォンからその電波信号を受信する。このとき、サーバは、その電波信号によって示される値「１００」が、送信機からスマートフォンに受信された可視光信号の値であるか否かを判定するための処理を行う。すなわち、サーバは、例えば値「２００」を示す電波信号を送信機に送信する。その電波信号を受信した送信機は、時刻ｔ４において輝度変化することによって、その値「２００」を示す可視光信号をスマートフォンに送信する。スマートフォンは、時刻ｔ５に、その可視光信号を受信すると、その値「２００」を示す電波信号をサーバに送信する。サーバは、時刻ｔ６に、スマートフォンからその電波信号を受信する。サーバは、この受信した電波信号の示す値が、時刻ｔ３において送信した電波信号の示す値と同一であるか否かを判別する。同一であれば、サーバは、時刻ｔ３において受信した可視光信号によって示される値「１００」が、送信機からスマートフォンに送信されて受信された可視光信号の値であると判定する。一方、同一でなければ、サーバは、時刻ｔ３において受信した可視光信号によって示される値「１００」が、送信機からスマートフォンに送信されて受信された可視光信号の値として疑わしいと判定する。

【２３０８】

これにより、サーバは、スマートフォンが送信機から可視光信号を確かに受信したか否かを判定することができる。つまり、スマートフォンが、送信機から可視光信号を受信していないにも関わらず、その可視光信号を受信したかのように見せかけて、信号をサーバに送信するのを防ぐことができる。

【２３０９】

なお、上述の例では、スマートフォンとサーバと送信機の間では、電波信号を用いた通信が行われているが、可視光信号以外の光信号による通信、または電気信号による通信が行われてもよい。また、送信機からスマートフォンに送信される可視光信号は、例えば、課金の値、クーポンの値、モンスターの値、またはビンゴの値などを示す。

【２３１０】

（車両関係）

図４２４Ａは、実施の形態３３における可視光を用いた車車間通信の一例を示す図である。

【２３１１】

例えば、先頭の車両は、その車両に搭載されているセンサ（カメラなど）によって、進行方向に事故があることを認識する。このように事故を認識すると、先頭の車両は、テールランプを輝度変化させることによって、可視光信号を送信する。例えば、先頭の車両は、後続車両に対して減速を促す可視光信号を送信する。後続車両は、その車両に搭載されているカメラによる撮像によって、その可視光信号を受信すると、その可視光信号にしたがって、減速するとともに、さらに後続の車両に対して減速を促す可視光信号を送信する。

【２３１２】

このように、減速を促す可視光信号は、一列に並んで走行する複数の車両に先頭から順次送信され、その可視光信号を受信した車両は減速する。各車両への可視光信号の送信は早く行われるため、それらの複数の車両は略同時に同じように減速を行うことができる。したがって、事故による渋滞を緩和することができる。

【２３１３】

図４２４Ｂは、実施の形態３３における可視光を用いた車車間通信の他の例を示す図である。

【２３１４】

例えば、前の車両は、テールランプを輝度変化させることによって、後の車両に対するメッセージ（例えば「ありがとう」）を示す可視光信号を送信してもよい。このメッセージは、例えばユーザによるスマートフォンへの操作によって生成される。そして、スマートフォンは、そのメッセージを示す信号を上述の前の車両に送信する。その結果、前の車両は、そのメッセージを示す可視光信号を後の車両に送信することができる。

【２３１５】

図４２５は、実施の形態３３における複数のＬＥＤの位置決定方法の一例を示す図である。

【２３１６】

例えば、車両のヘッドライトは、複数のＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ　Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄｉｏｄｅ）を有する。この車両の送信機は、ヘッドライトの複数のＬＥＤのそれぞれを個別に輝度変化させることによって、それぞれのＬＥＤから可視光信号を送信する。他の車両の受信機は、そのヘッドライトを有する車両を撮像することによって、それらの複数のＬＥＤからの可視光信号を受信する。

【２３１７】

このとき、受信機は、受信された可視光信号が何れのＬＥＤから送信された信号であるかを認識するために、その撮像によって得られた画像から、複数のＬＥＤのそれぞれの位置を決定する。具体的には、受信機は、その受信機と同じ車両に取り付けられている加速度センサを利用し、その加速度センサによって示される重力の方向（例えば図４２５中の下向き矢印）を基準に、複数のＬＥＤのそれぞれの位置を決定する。

【２３１８】

なお、上述の例では、輝度変化する発光体の一例としてＬＥＤをあげたが、ＬＥＤ以外の発光体であってもよい。

【２３１９】

図４２６は、実施の形態３３における、車両を撮像することによって得られる輝線画像の一例を示す図である。

【２３２０】

例えば、走行する車両に搭載された受信機は、後の車両（後続車両）を撮像することにより、図４２６に示す輝線画像を取得する。後続車両に搭載された送信機は、車両の２つのヘッドライトを輝度変化させることによって、可視光信号を前の車両に送信する。前の車両の後部またはサイドミラーなどには、後方を撮像するカメラが取り付けられている。

受信機は、後続車両を被写体としたそのカメラによる撮像によって、輝線画像を取得し、その輝線画像に含まれる輝線パターン（可視光信号）を復調する。これにより、後続車両の送信機から送信された可視光信号は、前の車両の受信機に受信される。

【２３２１】

ここで、受信機は、２つのヘッドライトから送信されて復調された可視光信号のそれぞれから、そのヘッドライトを有する車両のＩＤと、その車両の速度と、その車両の車種を取得する。受信機は、２つの可視光信号のそれぞれのＩＤが同じであれば、その２つの可視光信号が同じ車両から送信された信号であると判断する。そして、受信機は、その車両の車種から、その車両が有する２つのヘッドライトの間の長さ（ライト間距離）を特定する。さらに、受信機は、輝線画像に含まれている、輝線パターンが現れている２つの領域の間の距離Ｌ１を計測する。そして、受信機は、その距離Ｌ１と、ライト間距離とを用いた三角測量によって、その受信機を搭載する車両から、後続車両までの距離（車間距離）を算出する。受信機は、その車間距離と、可視光信号から取得された車両の速度とに基づいて、衝突の危険性を判断し、その判断結果に応じた警告を、車両の運転者に報知する。これにより、車両の衝突を回避することができる。

【２３２２】

なお、上述の例では、受信機は、可視光信号に含まれる車種からライト間距離を特定したが、車種以外の情報からライト間距離を特定してもよい。また、上述の例では、受信機は、衝突の危険性があると判断したときには、警告を発するが、その危険性を回避する動作を車両に実行させるための制御信号を車両に出力してもよい。例えば、その制御信号は、車両を加速させるための信号、または、車両に車線変更させるための信号である。

【２３２３】

また、上述の例では、カメラは後続車両を撮像するが、対向車両を撮像してもよい。また、受信機は、カメラによる撮像によって得られる画像から、受信機（つまり受信機を備えた車両）周辺に霧が立ち込めていると判断すると、上述のような可視光信号を受信するモードとなってもよい。これにより、車両の受信機は、周辺に霧が立ち込めていても、対向車両のヘッドライトから送信される可視光信号を受信することによって、その対向車両の位置および速度を特定することができる。

【２３２４】

図４２７は、実施の形態３３における受信機と送信機の適用例を示す図である。なお、図４２７は自動車を後ろから見た図である。

【２３２５】

例えば車の２つのテールランプ（発光部またはライト）を有する送信機（車）７００６ａは、送信機７００６ａの識別情報（ＩＤ）を例えばスマートフォンとして構成される受信機に送信する。受信機は、そのＩＤを受信すると、そのＩＤに対応付けられた情報をサーバから取得する。例えば、その情報は、その車または送信機のＩＤ、発光部間の距離、発光部の大きさ、車の大きさ、車の形状、車の重さ、車のナンバー、前方の様子、または危険の有無を示す情報である。また、受信機はこれらの情報を送信機７００６ａから直接取得してもよい。

【２３２６】

図４２８は、実施の形態３３における受信機と送信機７００６ａの処理動作の一例を示すフローチャートである。

【２３２７】

送信機７００６ａのＩＤと、ＩＤを受信した受信機に渡す情報とを関連付けてサーバに記憶する（７１０６ａ）。受信機に渡す情報には、送信機７００６ａとなる発光部の大きさや、発光部間の距離や、送信機７００６ａを構成要素の一部とする物体の形状や、重量や、車体ナンバー等の識別番号や、受信機から観察しづらい場所の様子や危険の有無などの情報を含めても良い。

【２３２８】

送信機７００６ａは、ＩＤを送信する（７１０６ｂ）。送信内容には、前記サーバのＵ

ＲＬや、前記サーバに記憶させるとした情報を含めても良い。

【２３２９】

受信機は、送信されたＩＤ等の情報を受信する（７１０６ｃ）。受信機は、受信したＩＤに紐付いた情報をサーバから取得する（７１０６ｄ）。受信機は、受信した情報やサーバから取得した情報を表示する（７１０６ｅ）。

【２３３０】

受信機は、発光部の大きさ情報と撮像した発光部の見えの大きさから、または、発光部間の距離情報と撮像した発光部間の距離から三角測量の要領で、受信機と発光部との距離を計算する（７１０６ｆ）。受信機は、受信機から観察しづらい場所の様子や危険の有無などの情報を基に、危険の警告などを行う（７１０６ｇ）。

【２３３１】

図４２９は、実施の形態３３における受信機と送信機の適用例を示す図である。

【２３３２】

例えば車の２つのテールランプ（発光部またはライト）を有する送信機（車）７００７ｂは、送信機７００７ｂの情報を例えば駐車場の送受信装置として構成される受信機７００７ａに送信する。送信機７００７ｂの情報は、送信機７００７ｂの識別情報（ＩＤ）、車のナンバー、車の大きさ、車の形状、または車の重さを示す。受信機７００７ａは、その情報を受信すると、駐車の可否、課金情報、または駐車位置を送信する。なお、受信機７００７ａは、ＩＤを受信して、ＩＤ以外の情報をサーバから取得してもよい。

【２３３３】

図４３０は、実施の形態３３における受信機７００７ａと送信機７００７ｂの処理動作の一例を示すフローチャートである。なお、送信機７００７ｂは、送信だけでなく受信も行なうとため、車載送信機と車載受信機とを備える。

【２３３４】

送信機７００７ｂのＩＤと、ＩＤを受信した受信機７００７ａに渡す情報とを関連付けてサーバ（駐車場管理サーバ）に記憶する（７１０７ａ）。受信機７００７ａに渡す情報には、送信機７００７ｂを構成要素の一部とする物体の形状や、重量や、車体ナンバー等の識別番号や、送信機７００７ｂのユーザの識別番号や支払いのための情報を含めても良い。

【２３３５】

送信機７００７ｂ（車載送信機）は、ＩＤを送信する（７１０７ｂ）。送信内容には、前記サーバのＵＲＬや、前記サーバに記憶させる情報を含めても良い。駐車場の受信機７００７ａ（駐車場の送受信装置）は、受信した情報を、駐車場を管理するサーバ（駐車場管理サーバ）に送信する（７１０７ｃ）。駐車場管理サーバは、送信機７００７ｂのＩＤをキーに、ＩＤに紐付けられた情報を取得する（７１０７ｄ）。駐車場管理サーバは、駐車場の空き状況を調査する（７１０７ｅ）。

【２３３６】

駐車場の受信機７００７ａ（駐車場の送受信装置）は、駐車の可否や、駐車位置情報、または、これらの情報を保持するサーバのアドレスを送信する（７１０７ｆ）。または、駐車場管理サーバは、これらの情報を別のサーバに送信する。送信機（車載受信機）７００７ｂは、上記で送信された情報を受信する（７１０７ｇ）。または、車載システムは、別のサーバからこれらの情報を取得する。

【２３３７】

駐車場管理サーバは、駐車を行いやすいように駐車場の制御を行う（７１０７ｈ）。例えば、立体駐車場の制御を行う。駐車場の送受信装置は、ＩＤを送信する（７１０７ｉ）。車載受信機（送信機７００７ｂ）は、車載受信機のユーザ情報と受信したＩＤとを基に、駐車場管理サーバに問い合わせを行う（７１０７ｊ）。

【２３３８】

駐車場管理サーバは、駐車時間等に応じて課金を行う（７１０７ｋ）。駐車場管理サーバは、駐車された車両にアクセスしやすいように駐車場の制御を行う（７１０７ｍ）。例

えば、立体駐車場の制御を行う。車載受信機（送信機７００７ｂ）は、駐車位置への地図を表示し、現在地からのナビゲーションを行う（７１０７ｎ）。

【２３３９】

（電車内）

図４３１は、実施の形態３３における、電車の車内に適用される可視光通信システムの構成を示す図である。

【２３４０】

可視光通信システムは、例えば、電車内に配置された複数の照明装置１９０５と、ユーザが保持するスマートフォン１９０６と、サーバ１９０４と、電車内に配置されたカメラ１９０３とを備える。

【２３４１】

複数の照明装置１９０５のそれぞれは、上述の送信機として構成され、明かりを照らすとともに、輝度変化することによって可視光信号を送信する。この可視光信号は、その可視光信号を送信する照明装置１９０５のＩＤを示す。

【２３４２】

スマートフォン１９０６は、上述の受信機として構成され、照明装置１９０５を撮像することによって、その照明装置１９０５から送信される可視光信号を受信する。例えば、ユーザは、電車内でトラブル（例えば痴漢または喧嘩など）に巻き込まれた場合、スマートフォン１９０６にその可視光信号を受信させる。スマートフォン１９０６は、可視光信号を受信すると、その可視光信号によって示されるＩＤをサーバ１９０４に通知する。

【２３４３】

サーバ１９０４は、そのＩＤの通知を受けると、そのＩＤによって識別される照明装置１９０５によって照らし出される範囲を撮像範囲とするカメラ１９０３を特定する。そして、サーバ１９０４は、その特定されたカメラ１９０３に、照明装置１９０５によって照らし出される範囲を撮像させる。

【２３４４】

カメラ１９０３は、サーバ１９０４からの指示に応じて撮像し、その撮像によって得られた画像をサーバ１９０４に送信する。

【２３４５】

これにより、電車内でのトラブルの状況を示す画像を取得することができる。この画像は、トラブルの証拠として利用することができる。

【２３４６】

また、ユーザは、スマートフォン１９０６を操作することにより、カメラ１９０３の撮像によって得られた画像をサーバ１９０４からスマートフォン１９０６に送信させてもよい。

【２３４７】

また、スマートフォン１９０６は、画面に撮像ボタンを表示し、その撮像ボタンがユーザによってタッチされると、撮像を促す信号をサーバ１９０４に送信してもよい。これにより、ユーザは、撮像のタイミングを自ら決定することができる。

【２３４８】

図４３２は、実施の形態３３における、遊園地などの施設に適用される可視光通信システムの構成を示す図である。

【２３４９】

可視光通信システムは、例えば、施設に配置された複数のカメラ１９０３と、人に取り付けられる装身具１９０７とを備える。

【２３５０】

装身具１９０７は、例えば複数のＬＥＤが取り付けられたリボンを有するカチューシャなどである。また、この装身具１９０７は、上述の送信機として構成され、複数のＬＥＤを輝度変化させることによって、可視光信号を送信する。

【２３５１】

複数のカメラ１９０３のそれぞれは、上述の受信機として構成され、可視光通信モードと通常撮像モードとを有する。また、これらの複数のカメラ１９０３のそれぞれは、施設内の通り道における互いに異なる箇所に配置されている。

【２３５２】

具体的には、カメラ１９０３は、可視光通信モードに設定されているときに、装身具１９０７が被写体として撮像されると、その装身具１９０７から可視光信号を受信する。カメラ１９０３は、その可視光信号を受信すると、設定されているモードを可視光通信モードから通常撮像モードに切り替える。その結果、カメラ１９０３は、装身具１９０７を身につけている人を被写体として撮像する。

【２３５３】

したがって、装身具１９０７を付けた人が施設内の通り道を歩いていると、その人の近くにあるカメラ１９０３が次々にその人を撮像することになる。これにより、その人が施設で楽しんでいる様子を映す画像を自動的に取得して保存することができる。

【２３５４】

なお、カメラ１９０３は、可視光信号を受信すると直ちに通常撮像モードによる撮像を行うのではなく、例えばスマートフォンから撮像開始の指示を受けたときに、通常撮像モードによる撮像を行ってもよい。これにより、ユーザは、スマートフォンの画面に表示される撮像開始ボタンに触れるタイミングで、自らをカメラ１９０３に撮像させることができる。

【２３５５】

図４３３は、実施の形態３３における、遊具とスマートフォンとからなる可視光通信システムの一例を示す図である。

【２３５６】

遊具１９０１は、例えば複数のＬＥＤを備えた上述の送信機として構成されている。つまり、遊具１９０１は、その複数のＬＥＤを輝度変化させることによって、可視光信号を送信する。

【２３５７】

スマートフォン１９０２は、その遊具１９０１を撮像することによって、その遊具１９０１から送信される可視光信号を受信する。そして、図４３３の（ａ）に示すように、スマートフォン１９０２は、その可視光信号を１回目に受信したときには、その可視光信号と１回目とに対応付けられている動画１を例えばサーバなどからダウンロードして再生する。一方、スマートフォン１９０２は、その可視光信号を２回目に受信したときには、図４３３の（ｂ）に示すように、その可視光信号と２回目とに対応付けられている動画２を例えばサーバなどからダウンロードして再生する。

【２３５８】

つまり、スマートフォン１９０２は、同じ可視光信号を受信しても、その可視光信号を受信した回数に応じて、再生される動画を切り替える。可視光信号を受信した回数は、スマートフォン１９０２によってカウントされてもよく、サーバによってカウントされてもよい。または、スマートフォン１９０２は、複数回、同一の可視光信号を受信しても、連続して同じ動画を再生することはしない。または、スマートフォン１９０２は、同一の可視光信号に対応付けられている複数の動画のうち、既に再生された動画の出現確率を低下させて、出現確率の高い動画を優先的にダウンロードして再生してもよい。

【２３５９】

また、スマートフォン１９０２は、複数の店舗を有する施設の案内所に備えられているタッチパネルから送信される可視光信号を受信し、その可視光信号に応じた画像を表示してもよい。例えば、タッチパネルは、施設の概要を示す初期画面を表示しているときには、その施設の概要を示す可視光信号を輝度変化によって送信している。したがって、スマートフォンは、その初期画面を表示しているタッチパネルを撮像することによって、その可視光信号を受信すると、施設の概要を示す画像を自らのディスプレイに表示することができる。ここで、ユーザによってタッチパネルが操作されると、タッチパネルは、例えば

特定の店舗の情報を示す店舗画像を表示する。このとき、タッチパネルは、その特定の店舗の情報を示す可視光信号を送信している。したがって、スマートフォンは、その店舗画像を表示しているタッチパネルを撮像することによって、その可視光信号を受信すると、特定の店舗の情報を示す店舗画像を表示することができる。このように、スマートフォンは、タッチパネルと同期した画像を表示することができる。

【産業上の利用可能性】

【２３６０】

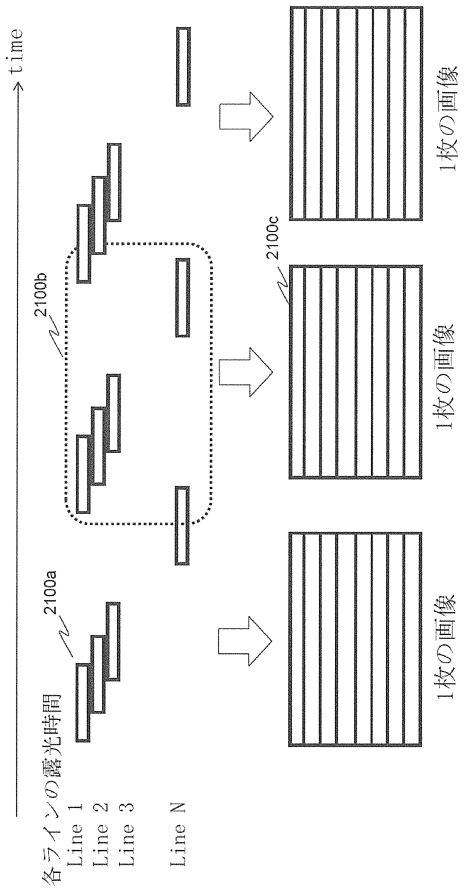
本発明は、再生装置等に利用でき、特に、スマートフォン、タブレット、携帯電話、スマートウォッチ、ヘッドマウントディスプレイ等の携帯端末などに利用することができる。

【符号の説明】

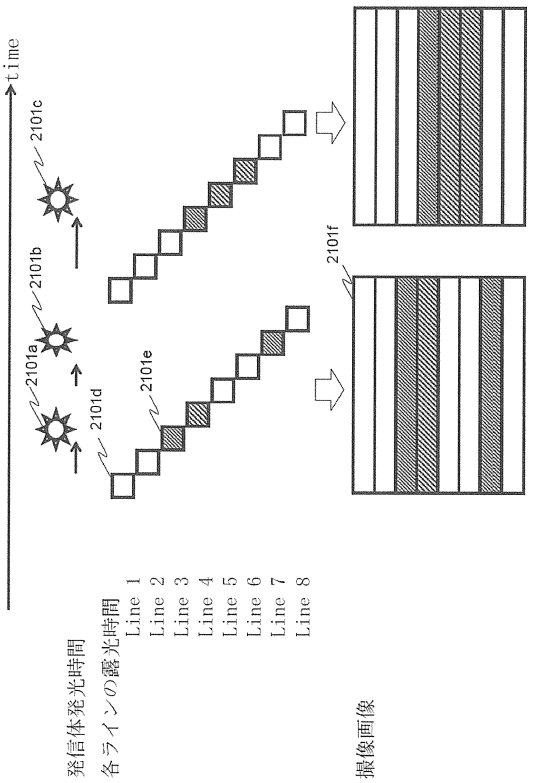
【２３６１】

Ｂ１０　再生装置
Ｂ１１　センサ
Ｂ１２　要求信号送信部
Ｂ１３　コンテンツ受信部
Ｂ１４　時計
Ｂ１５　再生部

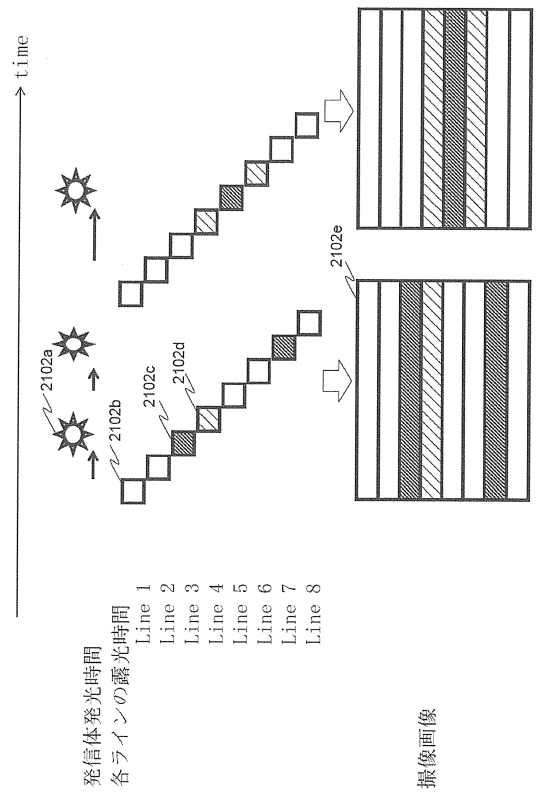
【図１】



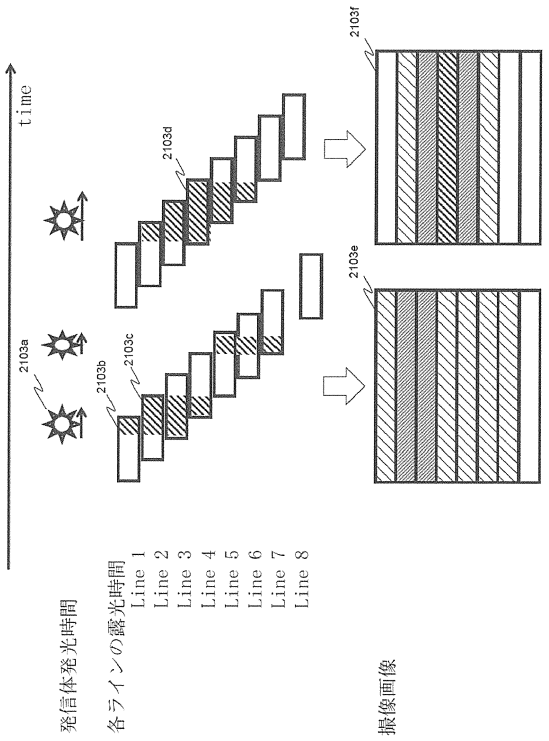
【図２】



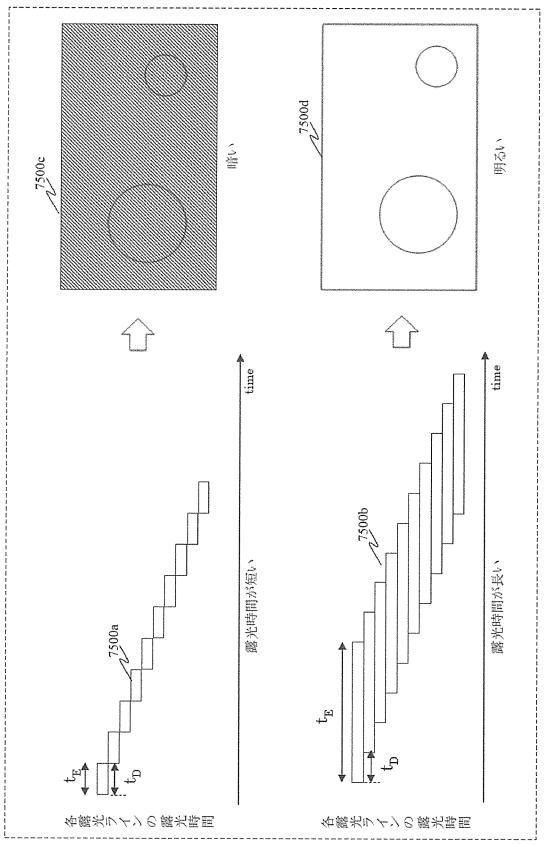
【図３】


time
2102a
2102b
2102c
2102d
2102e
発信体発光時間
各ラインの露光時間
Line 1
Line 2
Line 3
Line 4
Line 5
Line 6
Line 7
Line 8
撮像画像

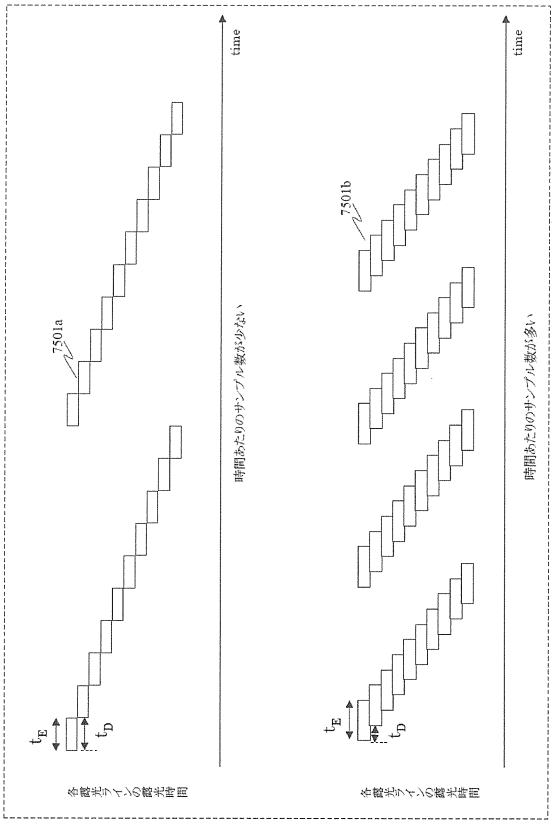
【図４】


time
2103a
2103b
2103c
2103d
2103e
2103f
発信体発光時間
各ラインの露光時間
Line 1
Line 2
Line 3
Line 4
Line 5
Line 6
Line 7
Line 8
撮像画像

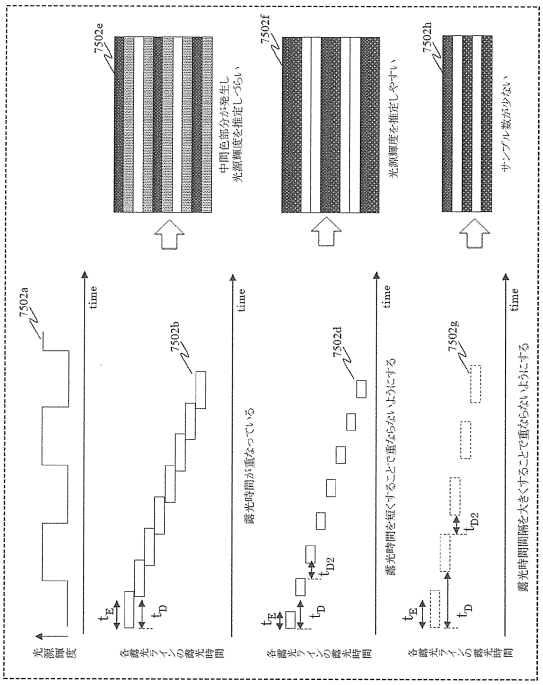
【図５Ａ】


7500c
暗い
7500d
明るい
time
7500a
露光時間が短い
7500b
露光時間が長い
各露光ラインの露光時間

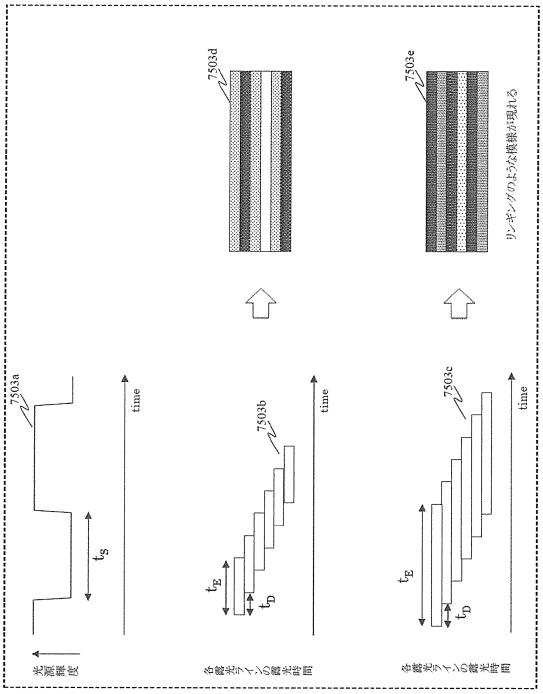
【図５Ｂ】


time
7501a
時間あたりのサンプル数が少ない
7501b
時間あたりのサンプル数が多い
各露光ラインの露光時間

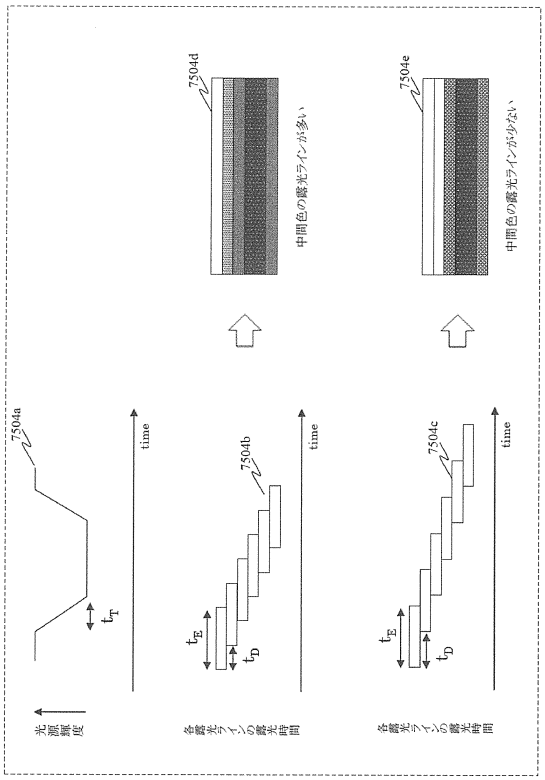
【図５Ｃ】



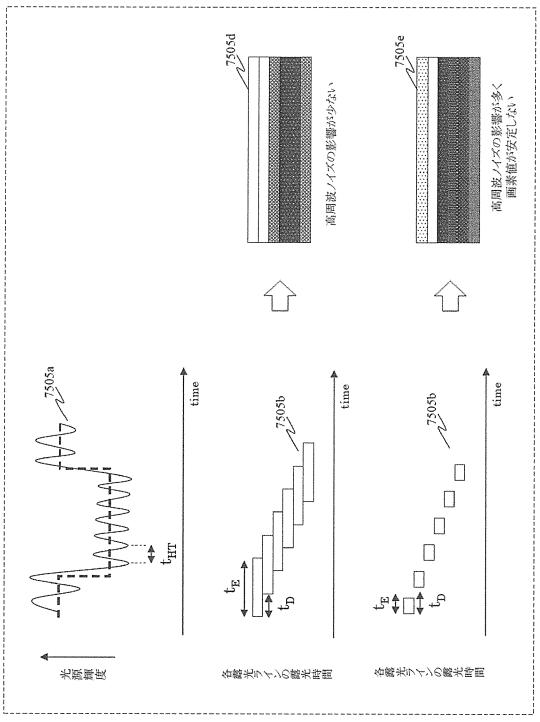
【図５Ｄ】



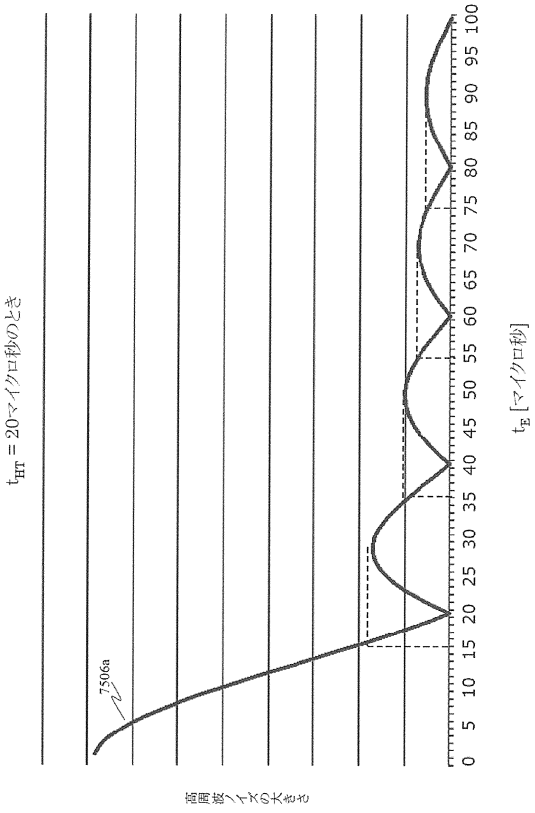
【図５Ｅ】



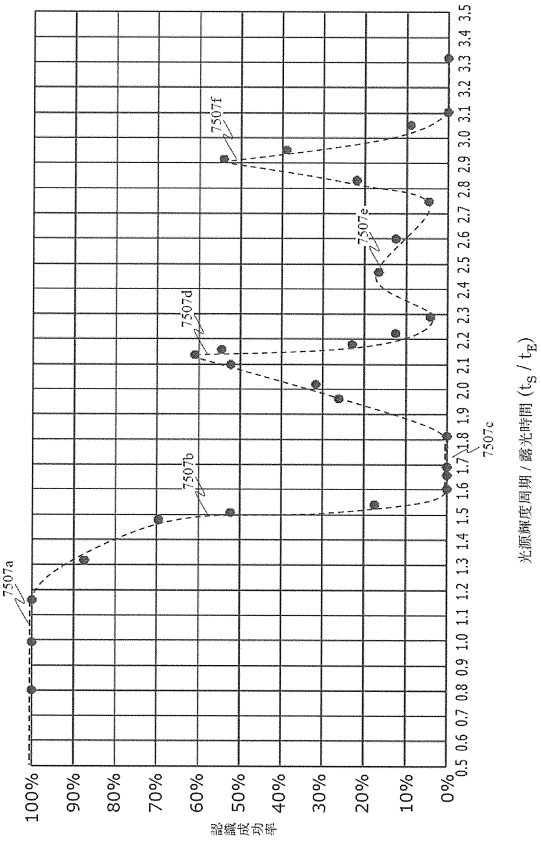
【図５Ｆ】



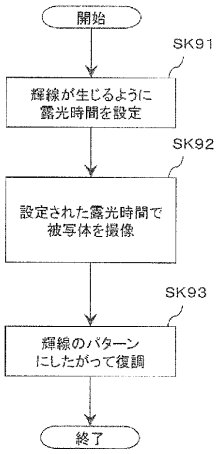
【図５Ｇ】



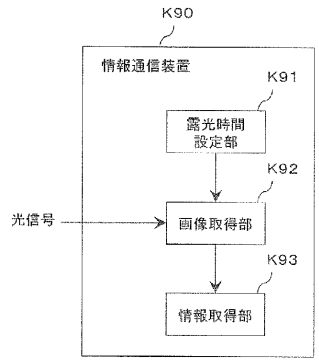
【図５Ｈ】



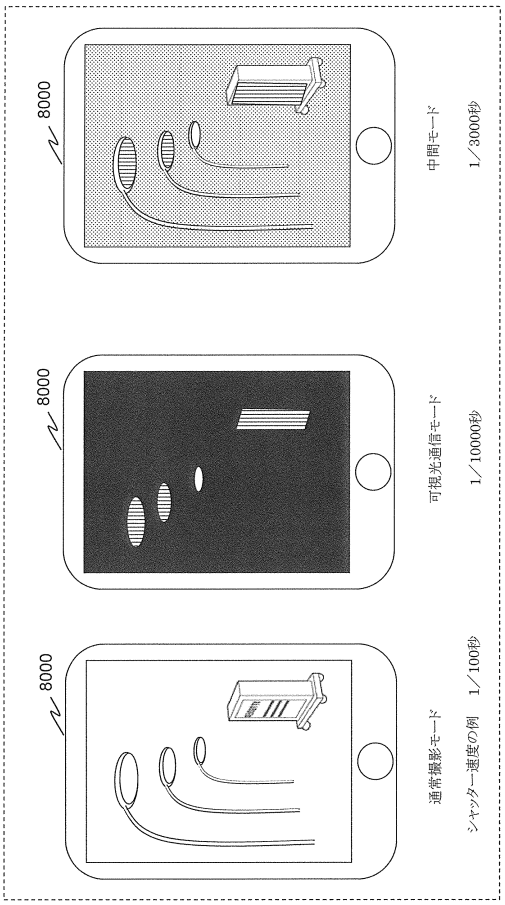
【図６Ａ】



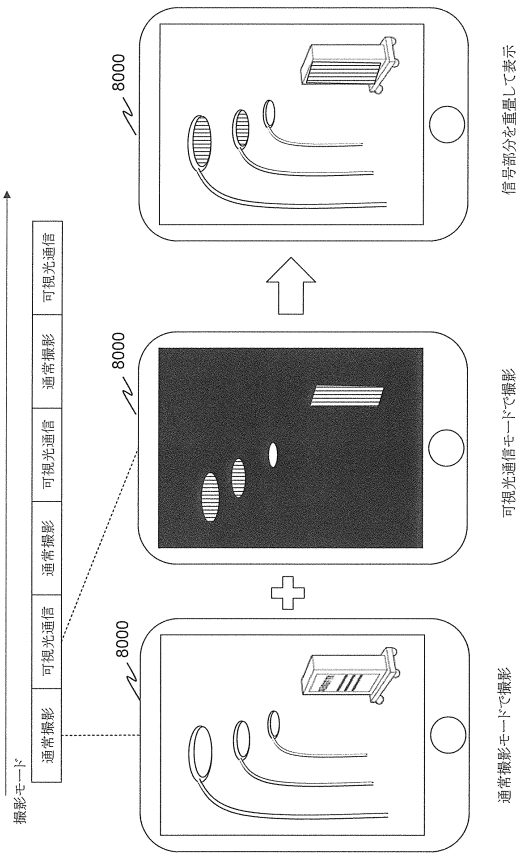
【図６Ｂ】



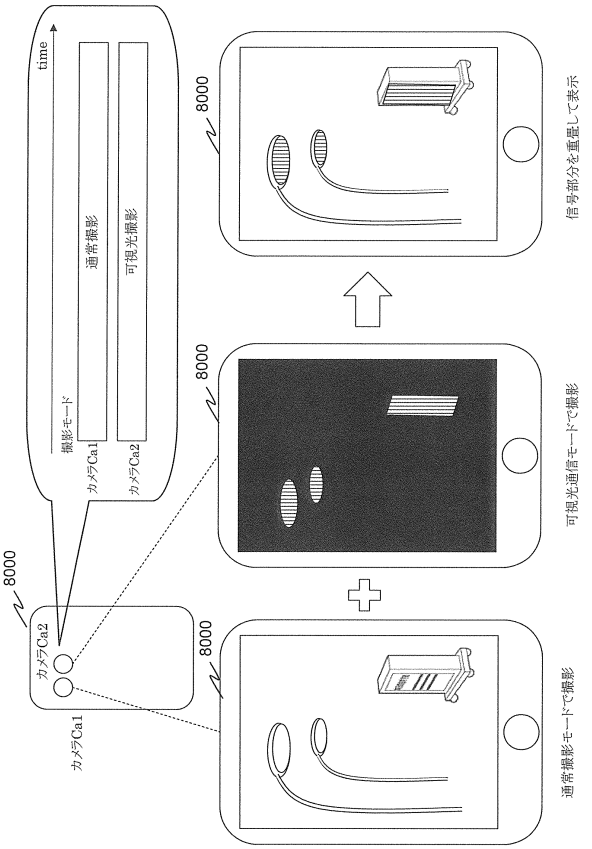
【図７】



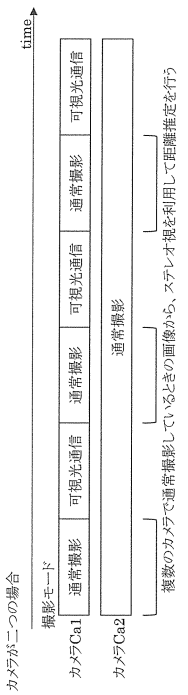
【図８】



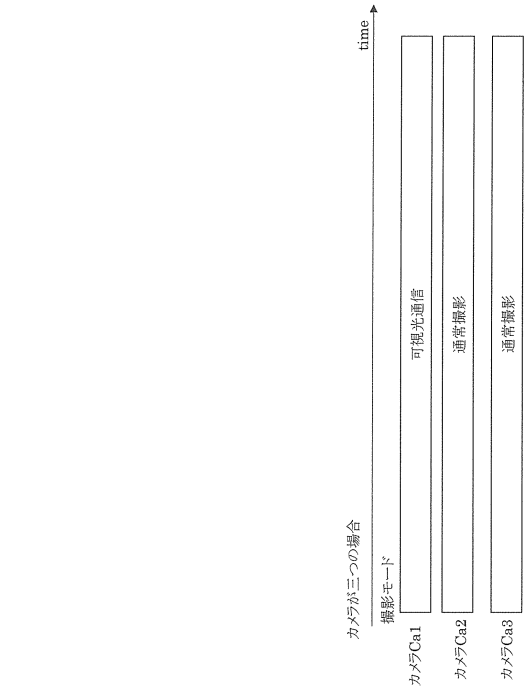
【図９】



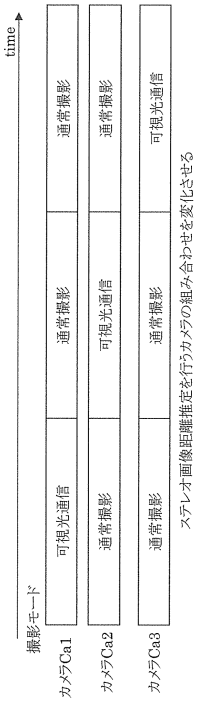
【図１０Ａ】



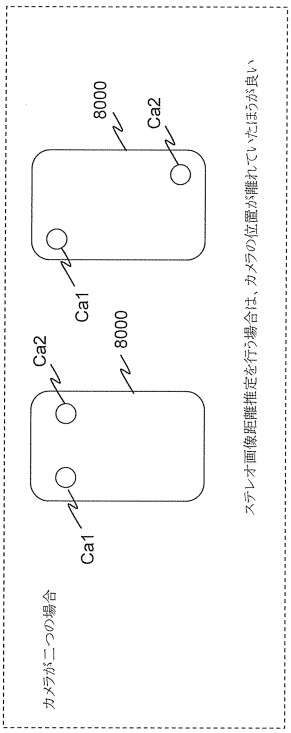
【図１０Ｂ】



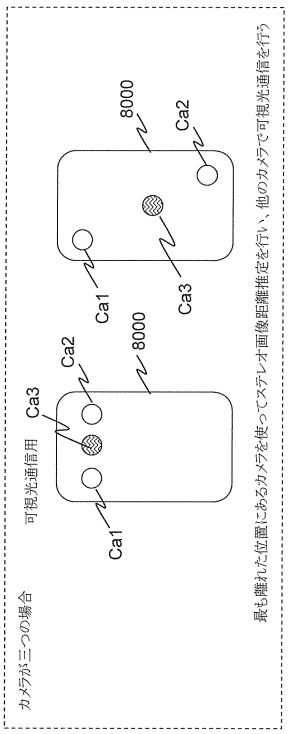
【図１０Ｃ】



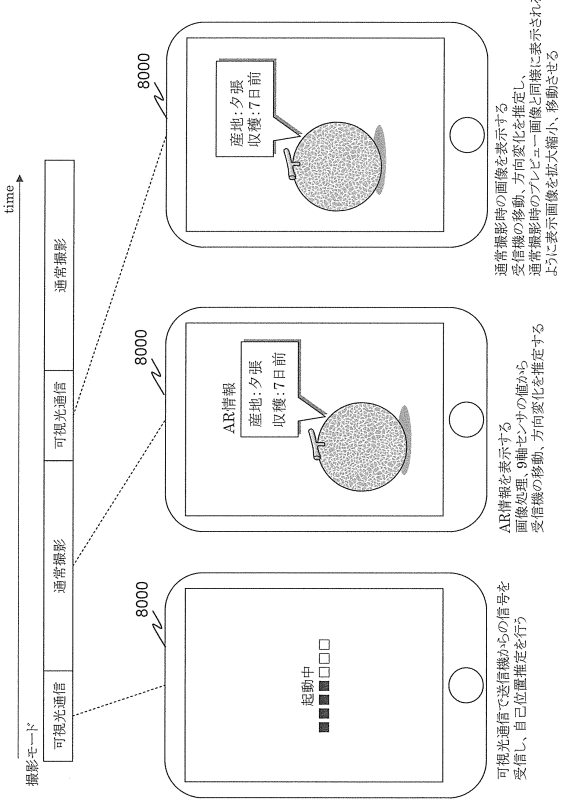
【図１１Ａ】



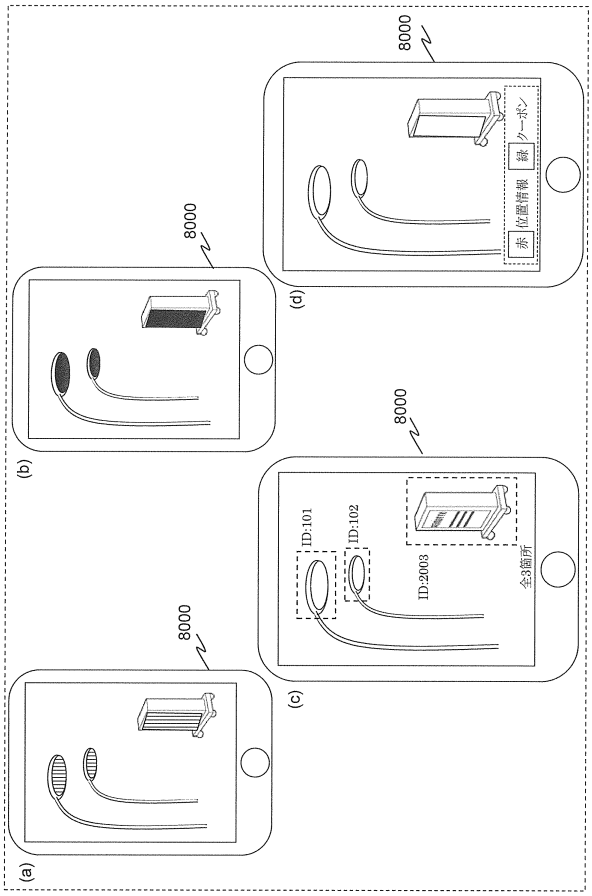
【図１１Ｂ】



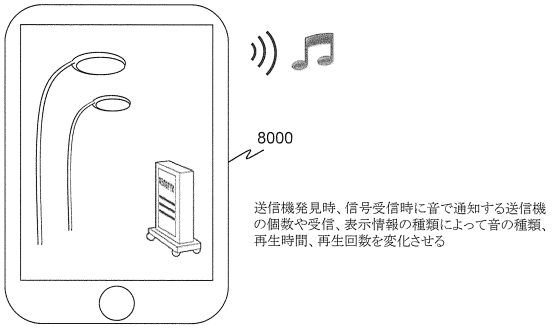
【図１２】



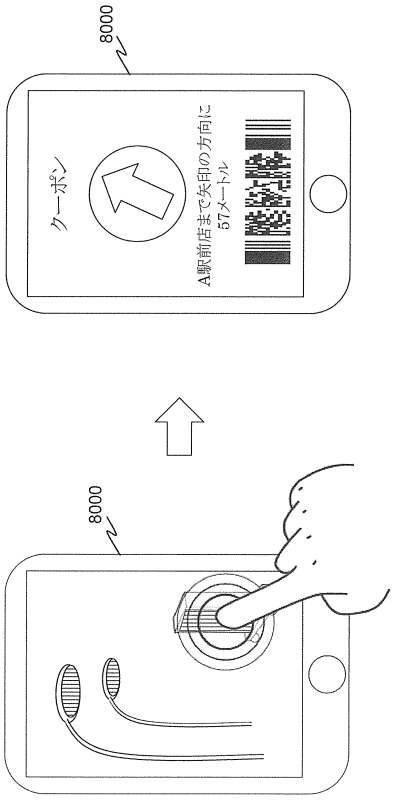
【図１３】



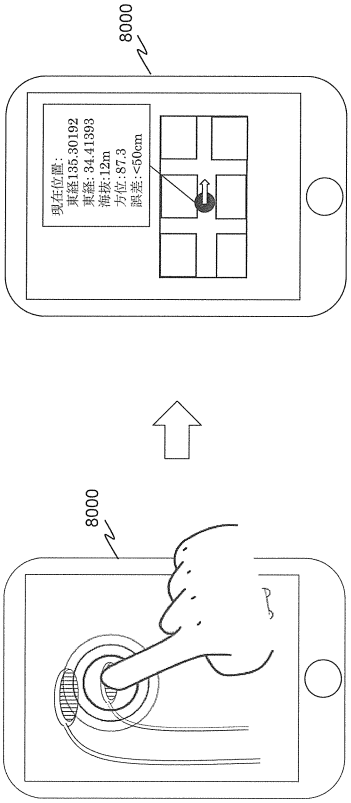
【図１４】



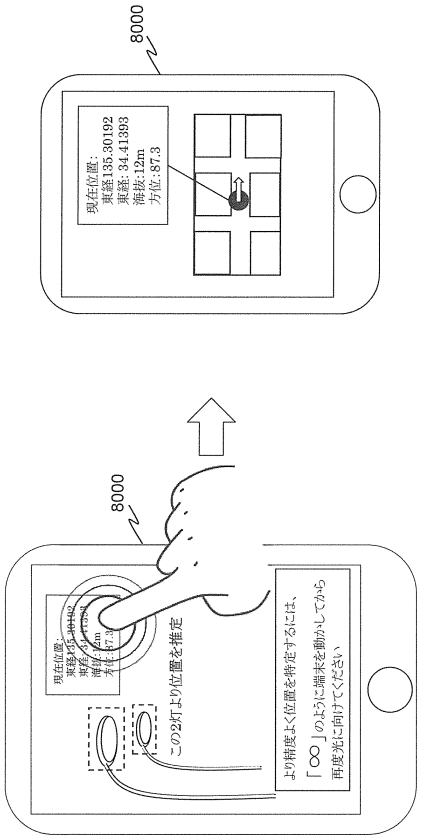
【図１５】



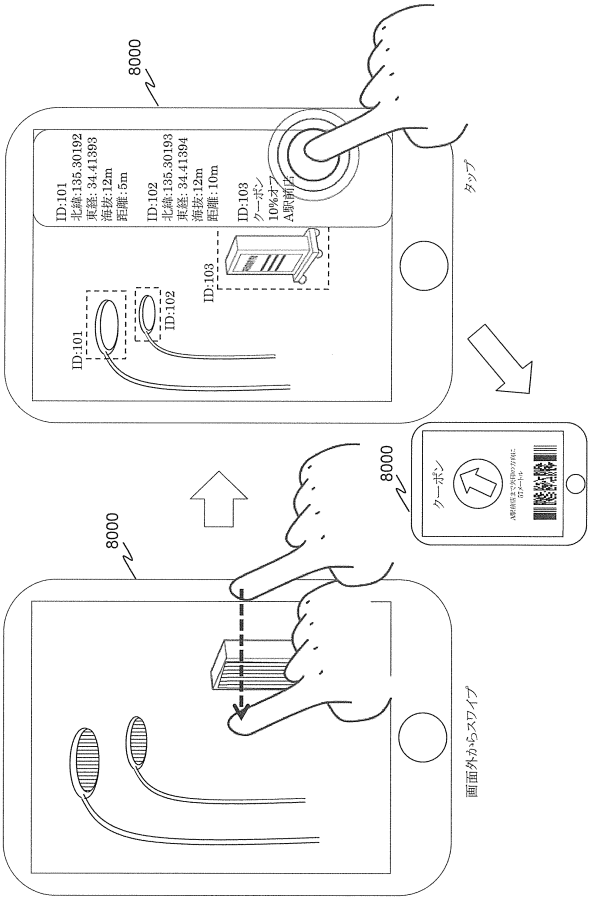
【図１６】



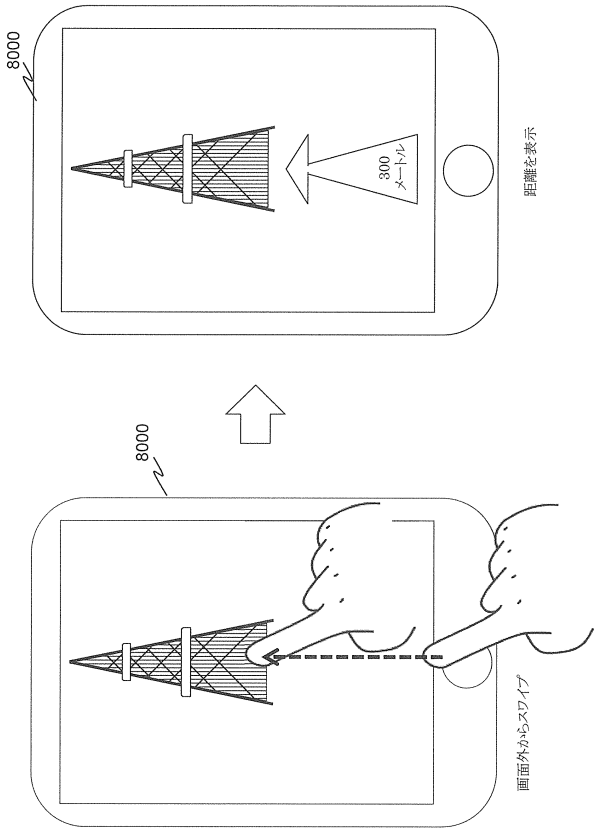
【図１７】



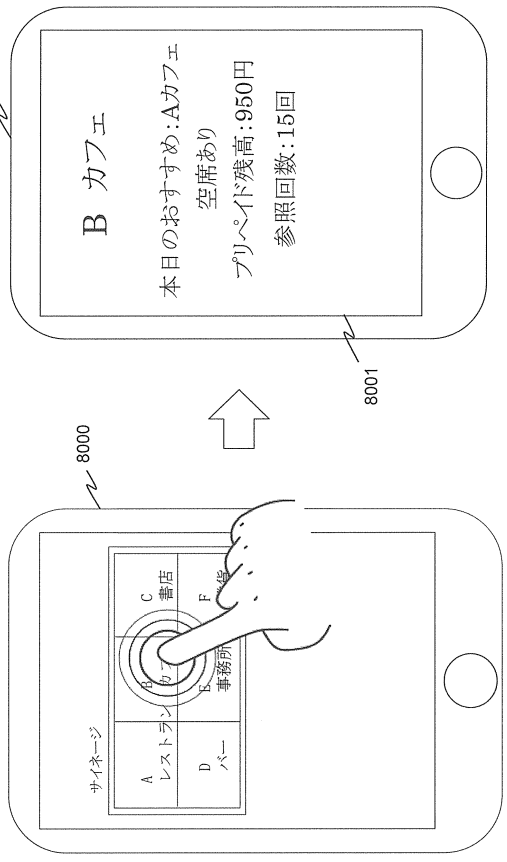
【図１８】



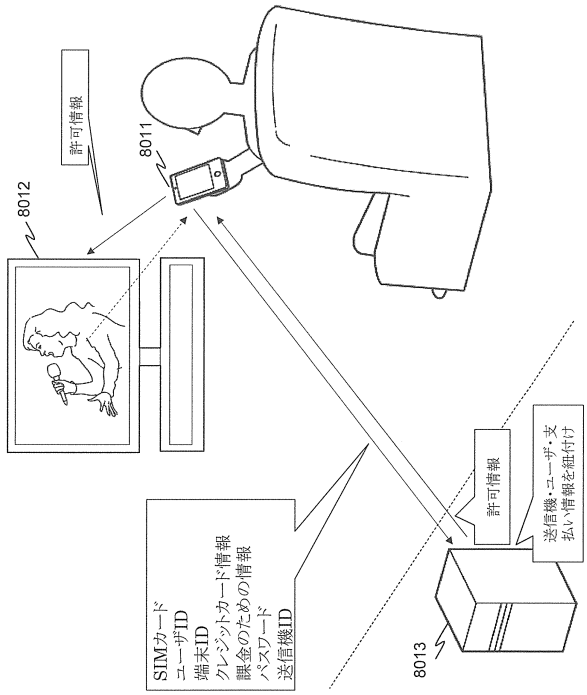
【図１９】



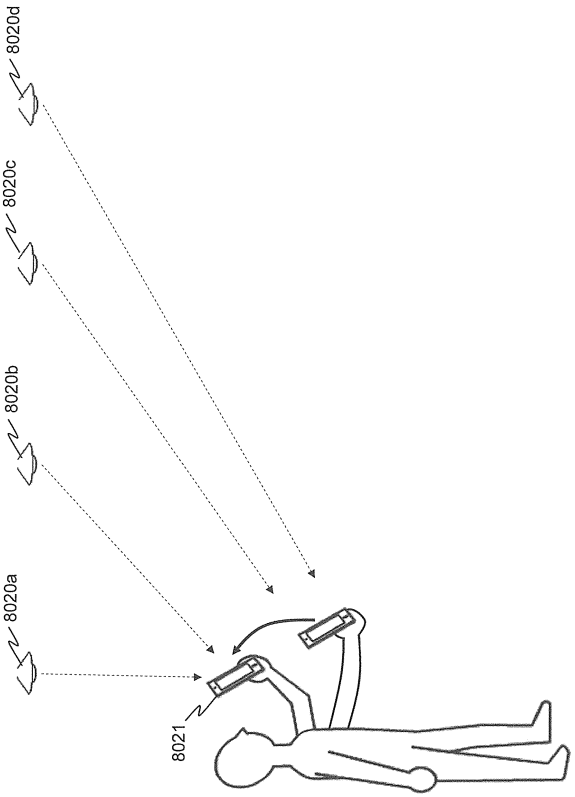
【図２０】



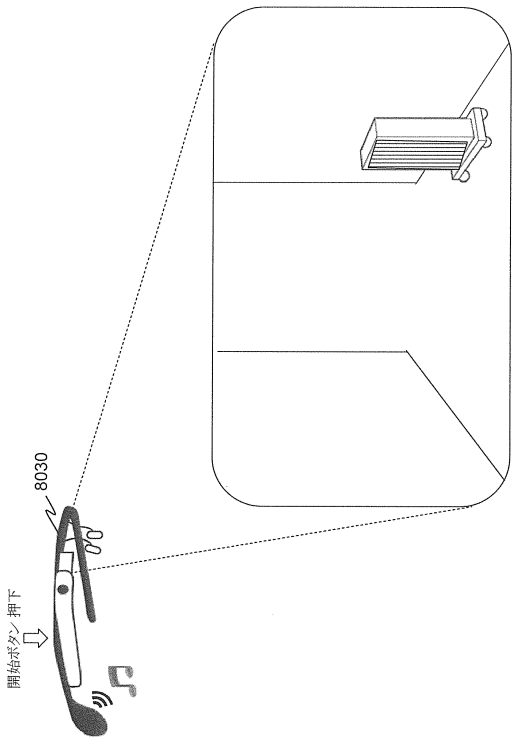
【図２１】



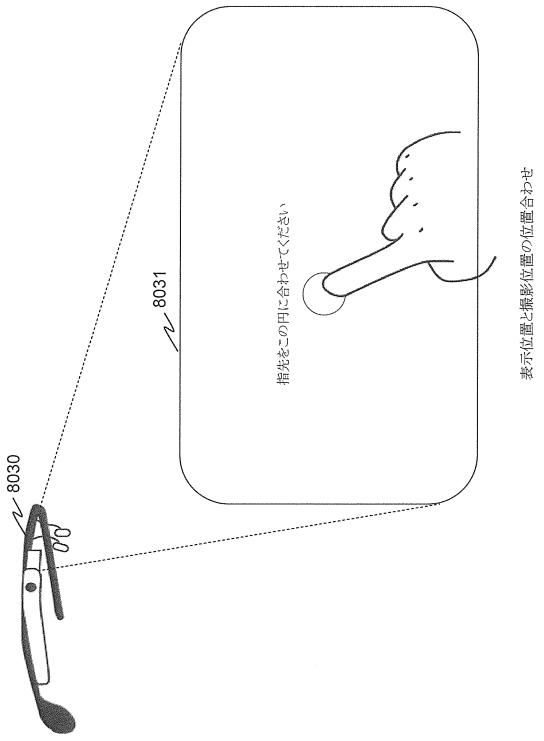
【図２２】



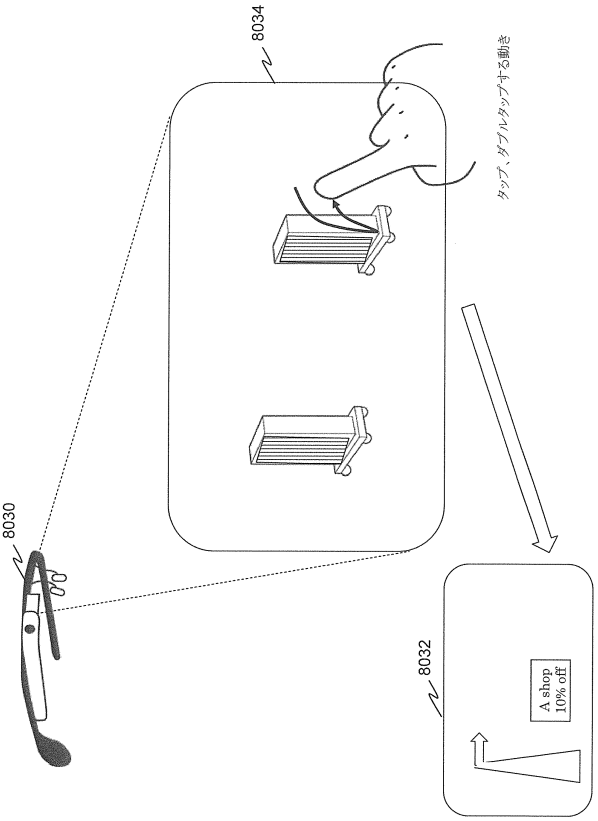
【図２３】



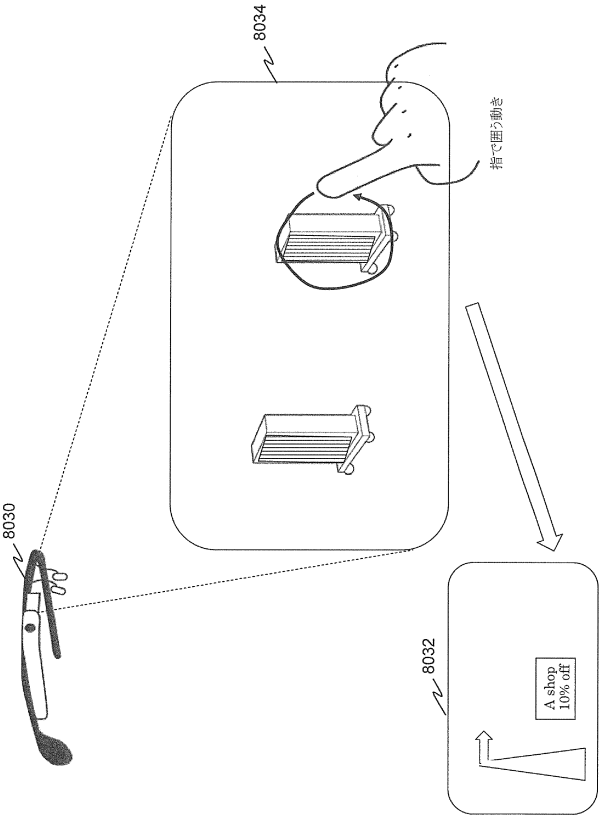
【図２４】



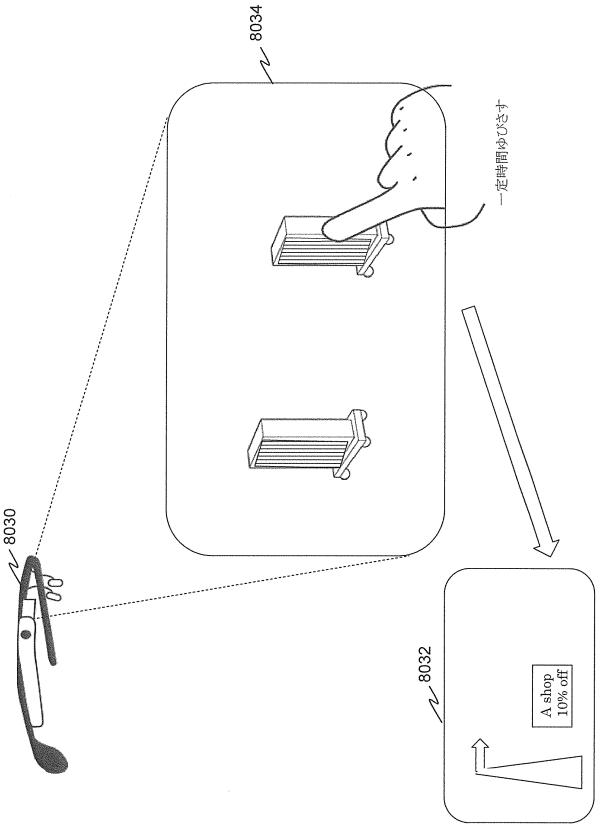
【図２５】



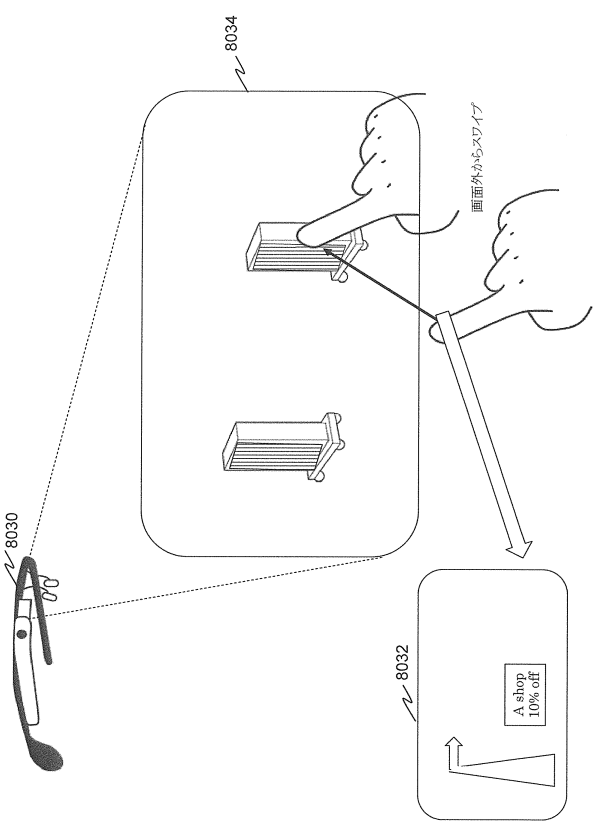
【図２６】



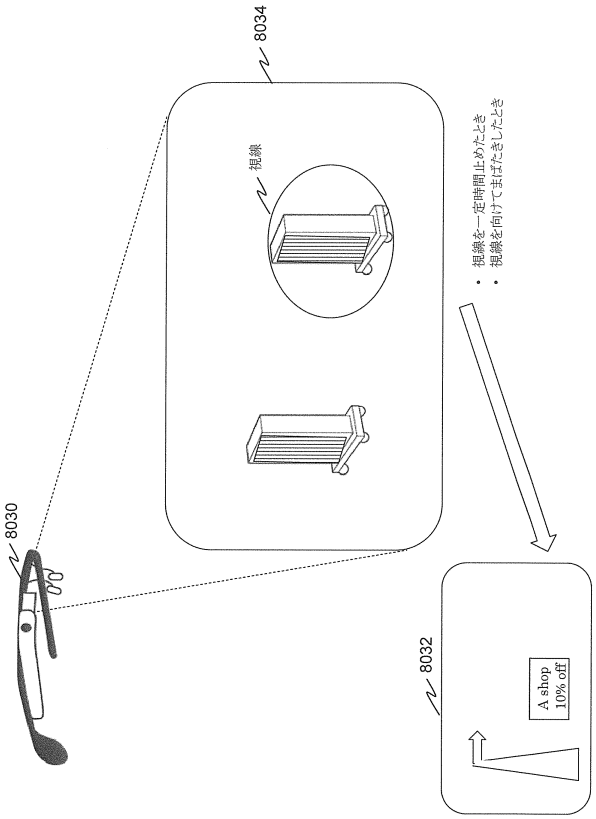
【図２７】



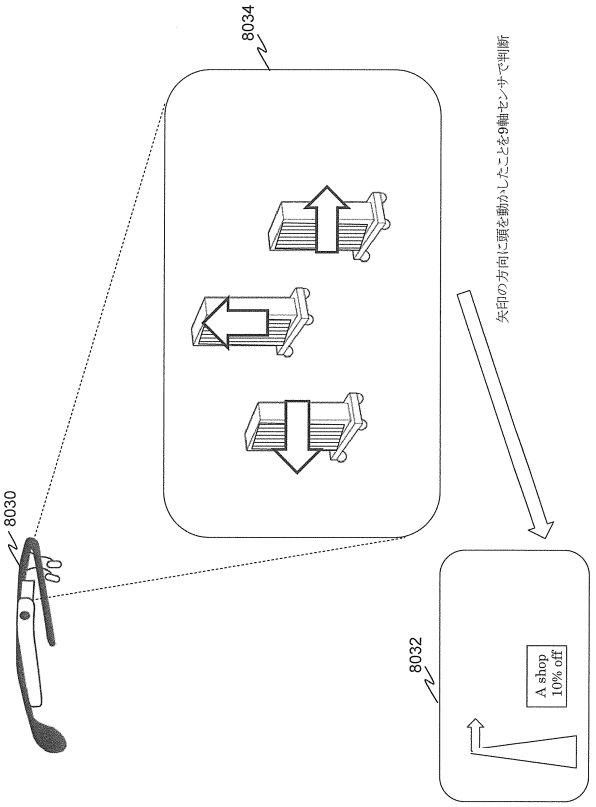
【図２８】



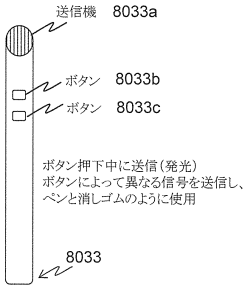
【図２９】



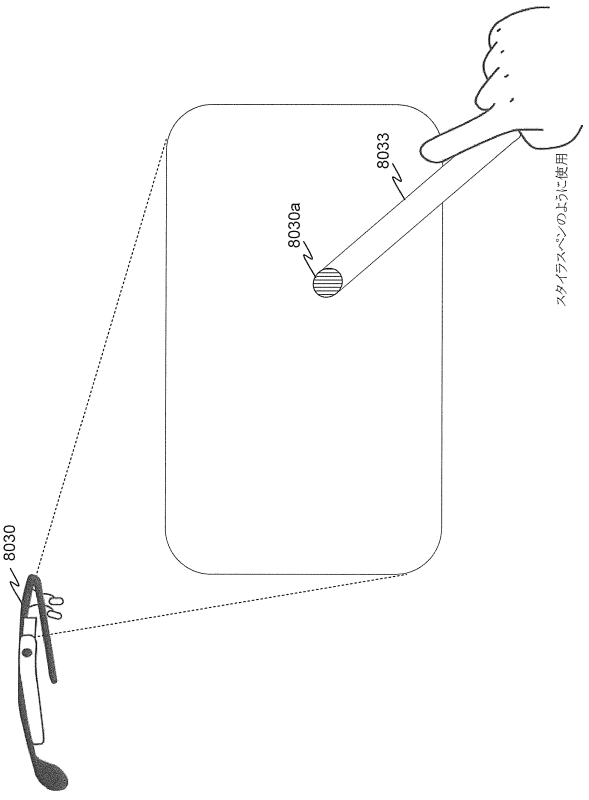
【図３０】



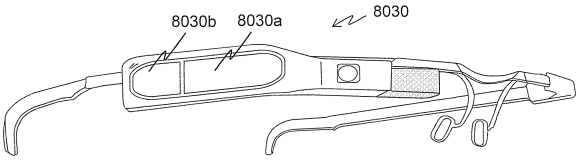
【図３１Ａ】



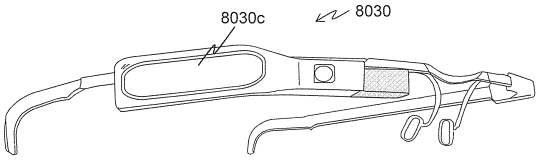
【図３１Ｂ】



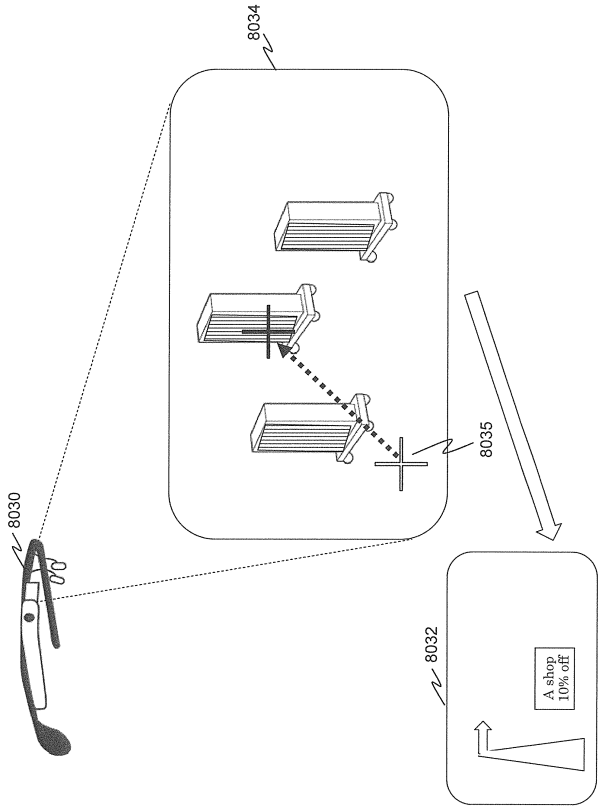
【図３２】



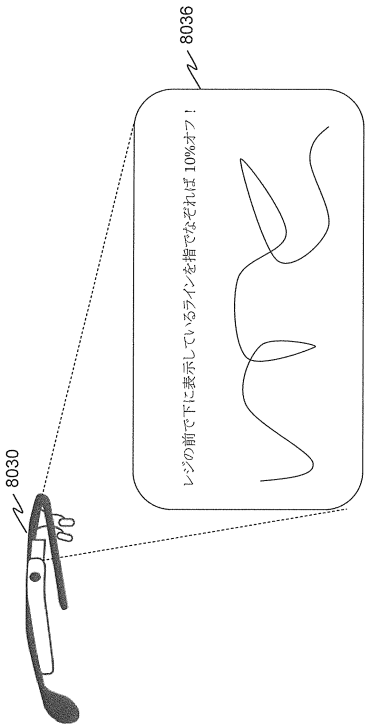
【図３３】



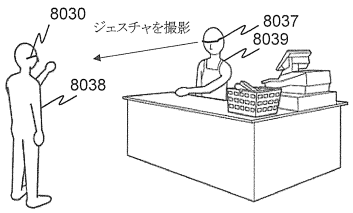
【図３４】



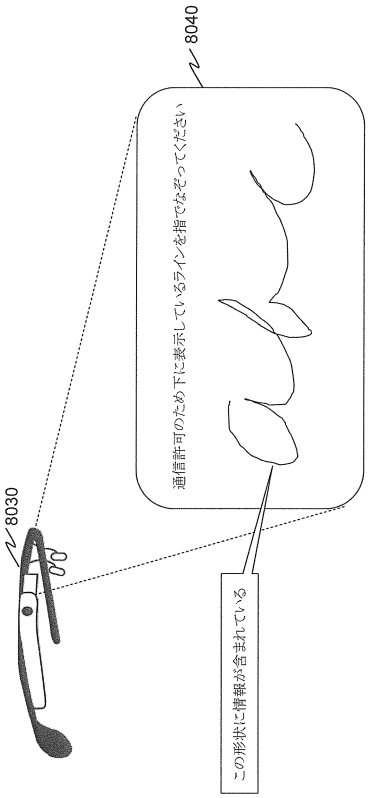
【図３５Ａ】



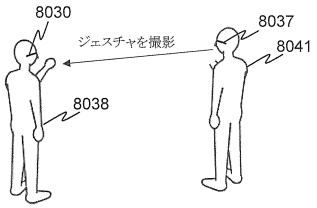
【図３５Ｂ】



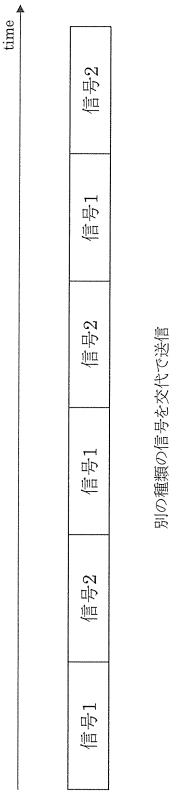
【図３６Ａ】



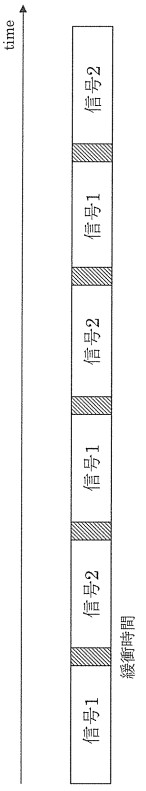
【図３６Ｂ】



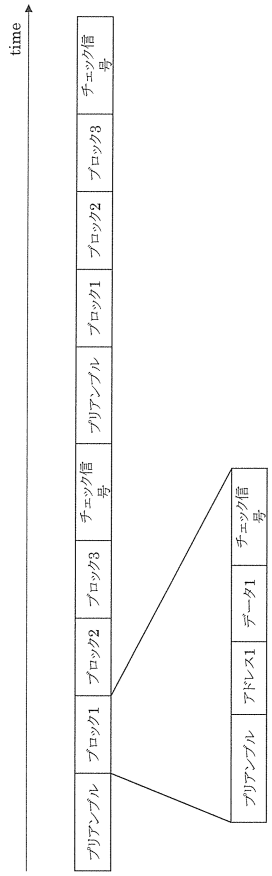
【図３７Ａ】



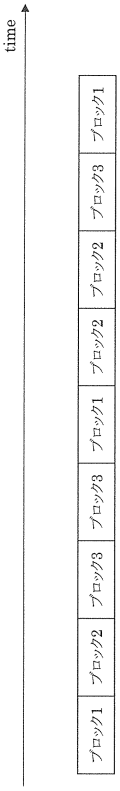
【図３７Ｂ】



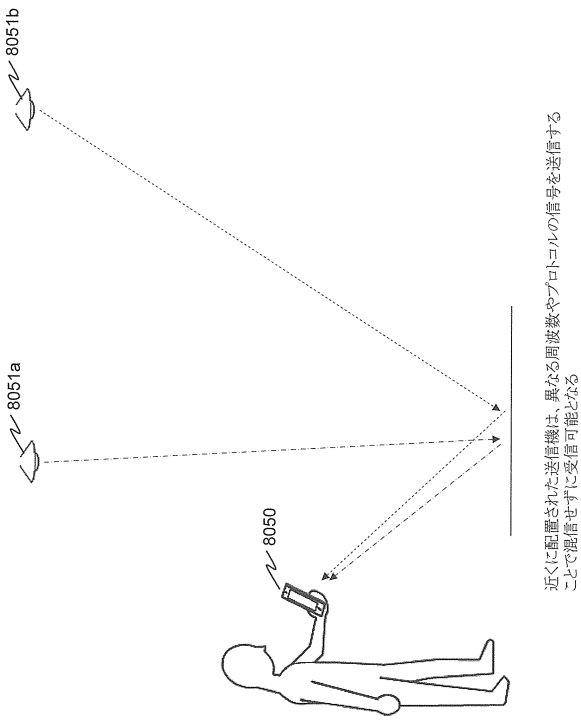
【図３８】



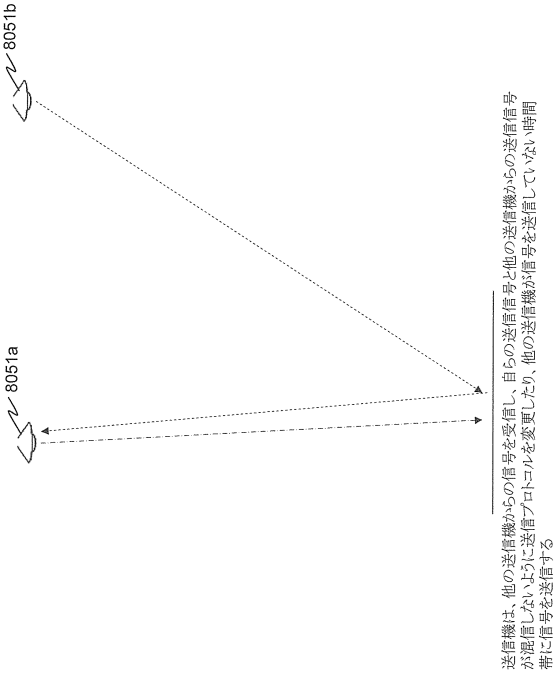
【図３９】



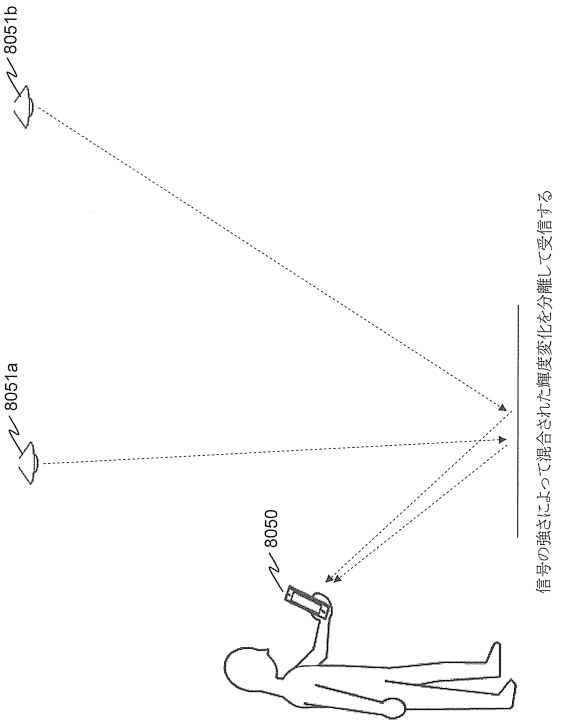
【図４０】



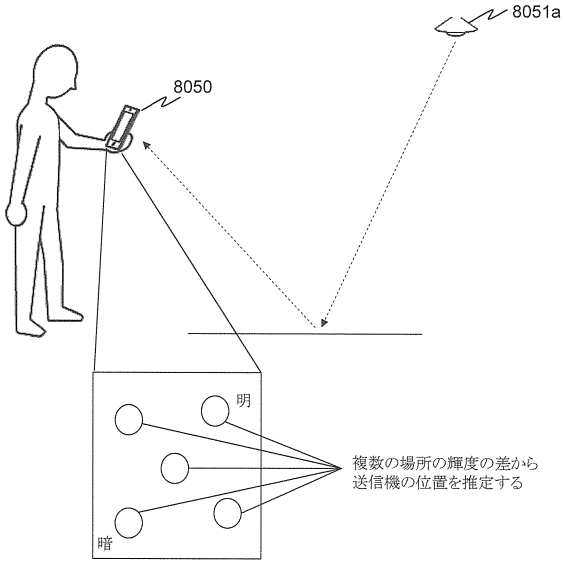
【図４１】



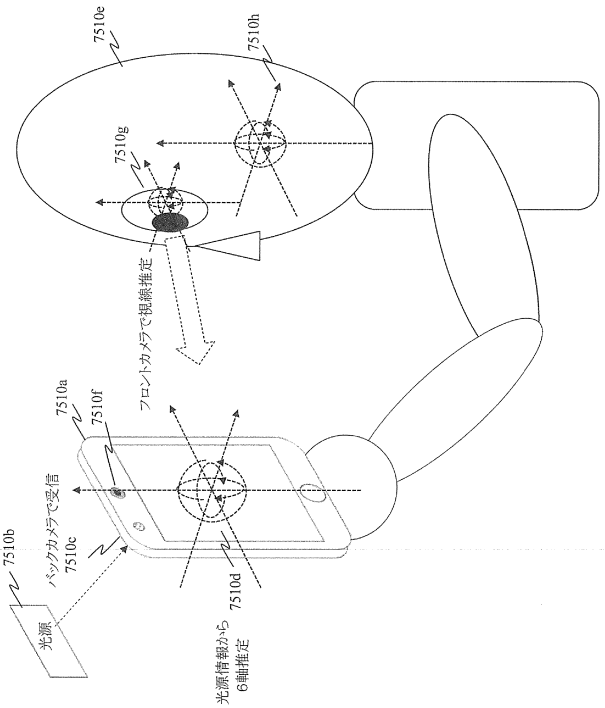
【図４２】



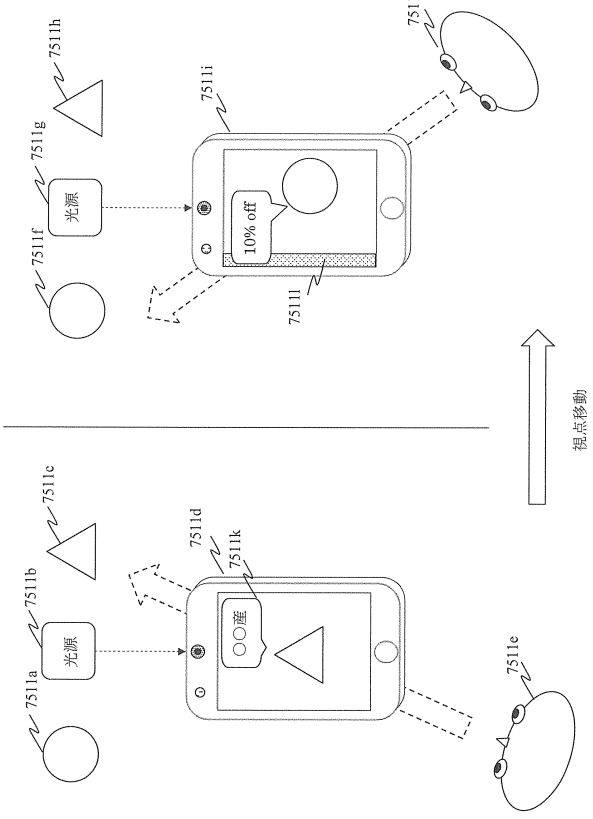
【図４３】



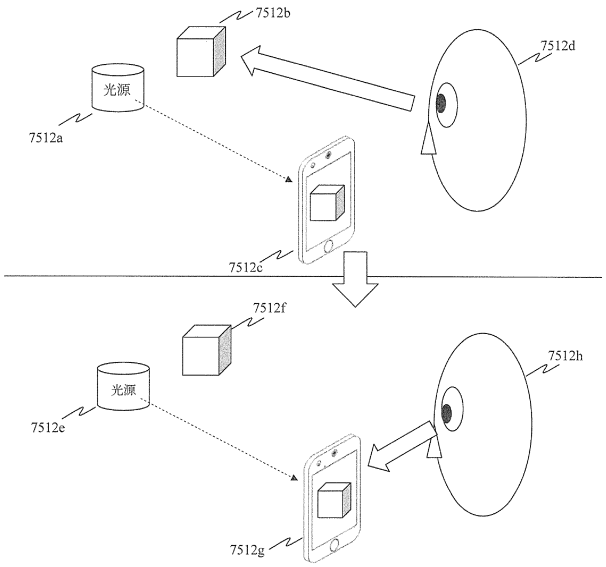
【図４４】



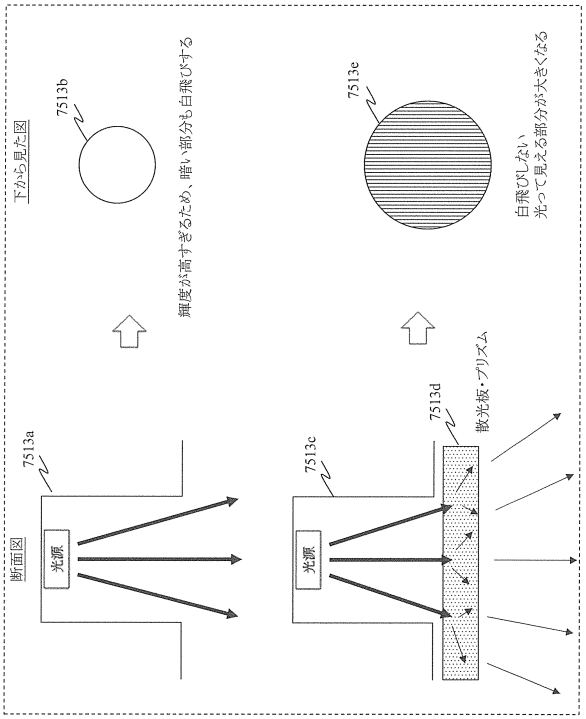
【図４５】



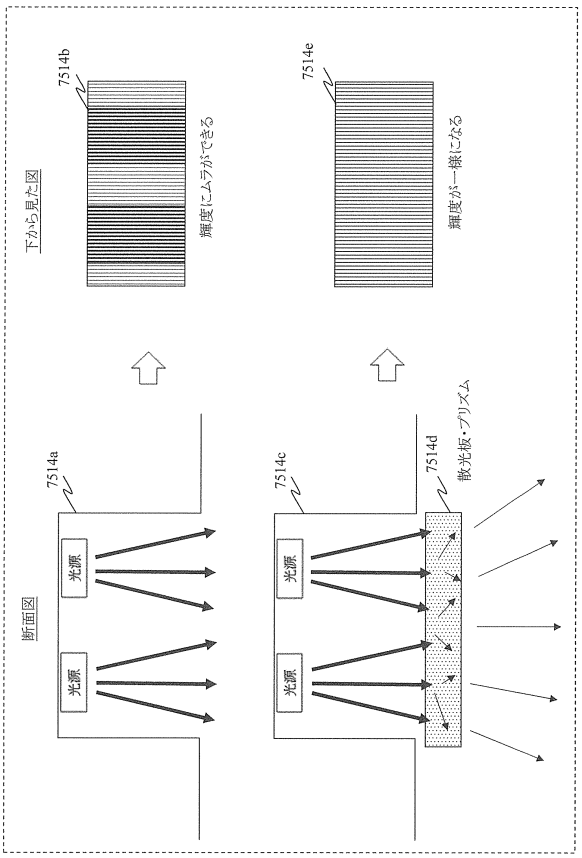
【図４６】



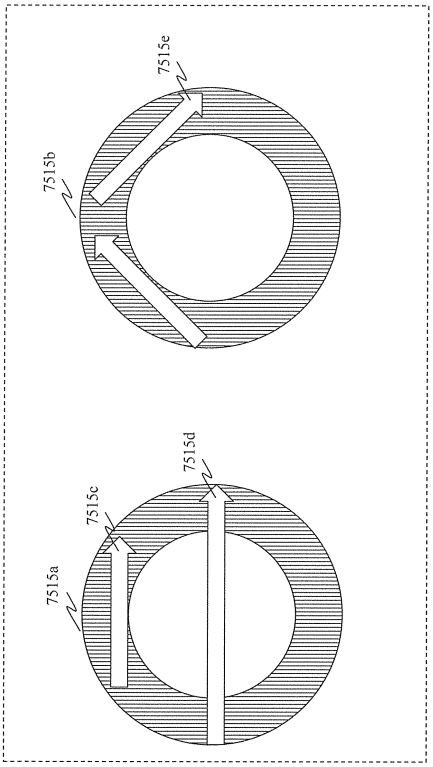
【図４７】



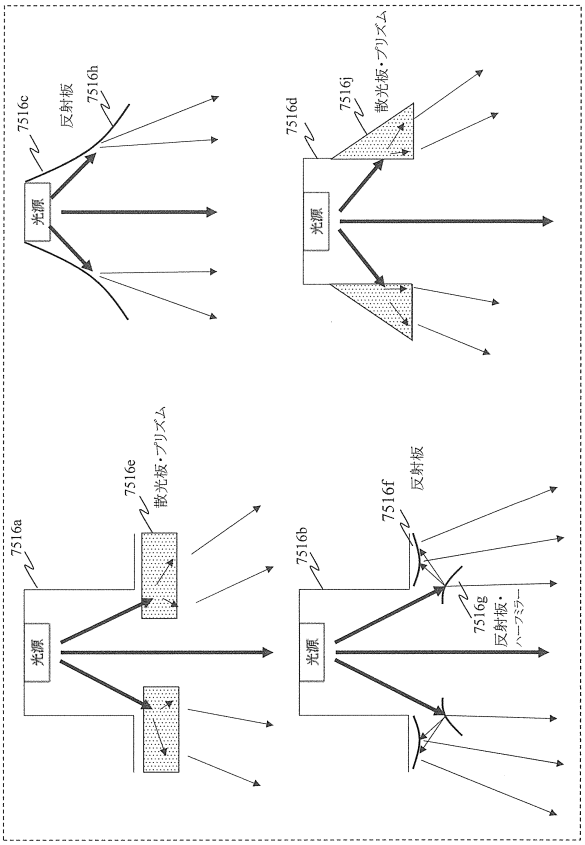
【図４８】



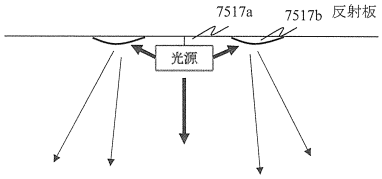
【図４９】



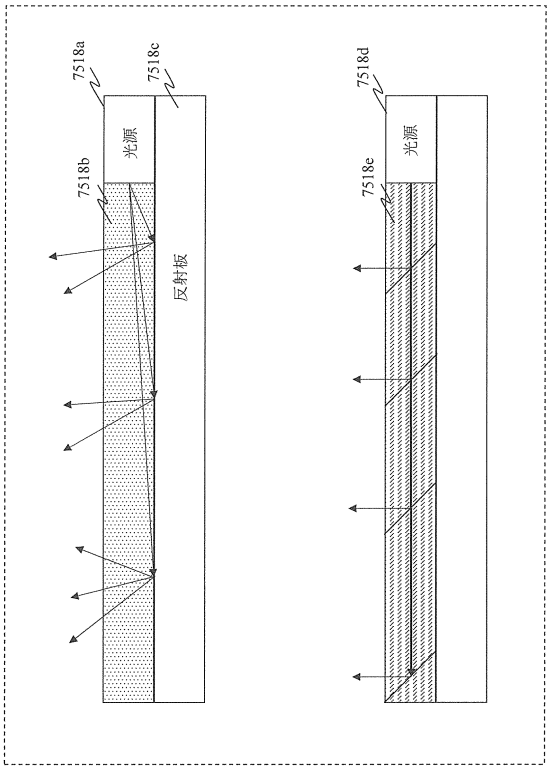
【図５０】



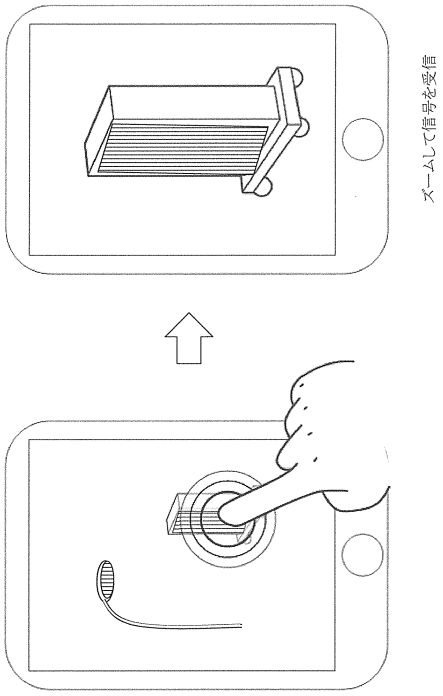
【図５１】



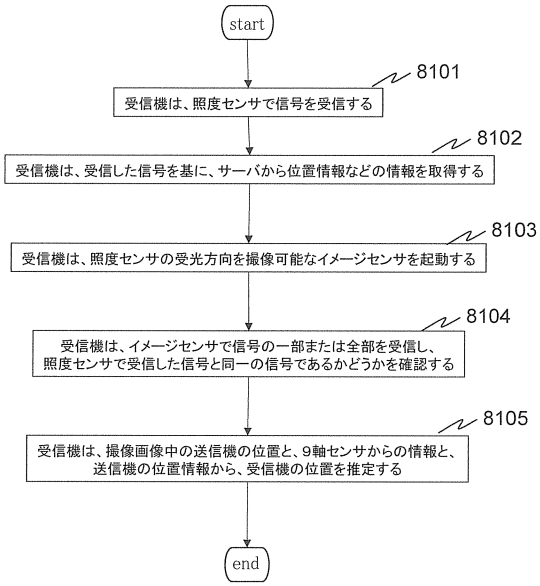
【図５２】



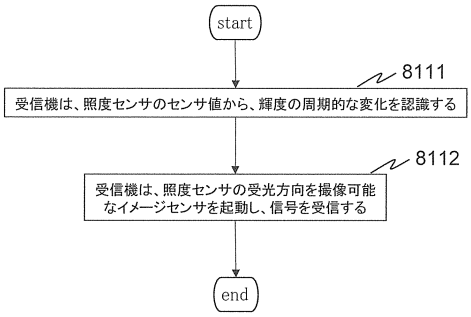
【図５３】



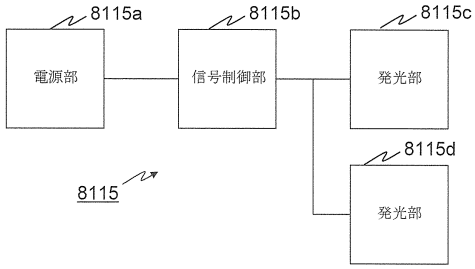
【図５４】



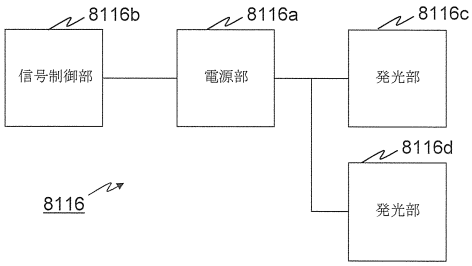
【図５５】



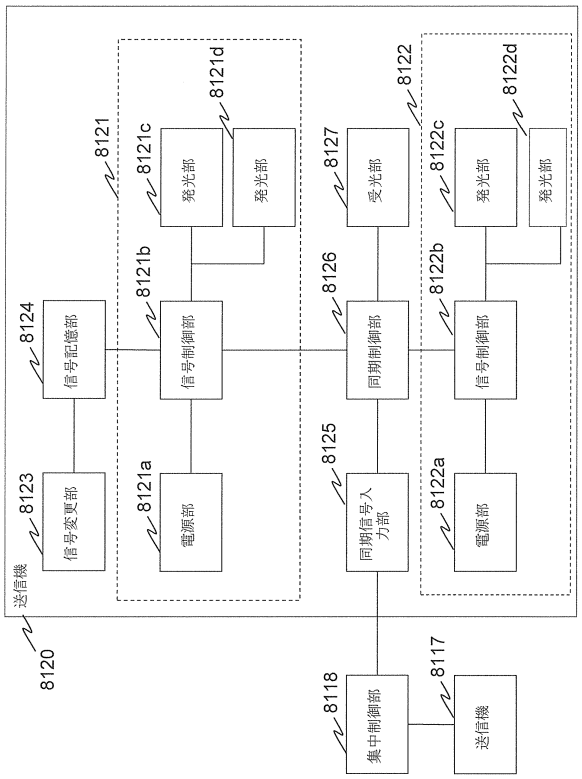
【図５６Ａ】



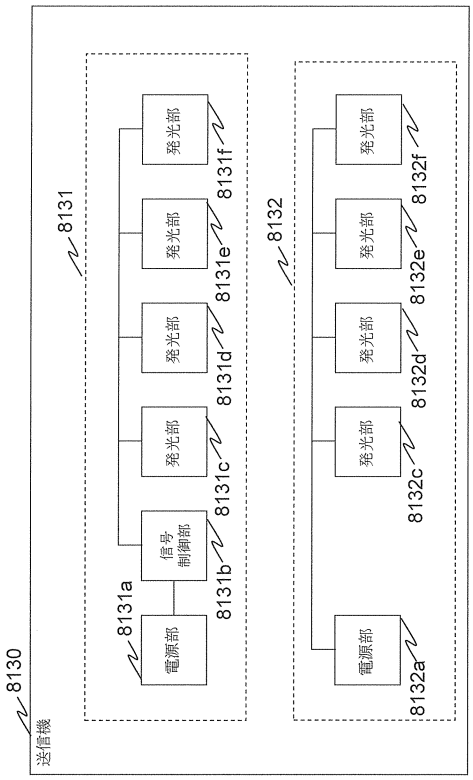
【図５６Ｂ】



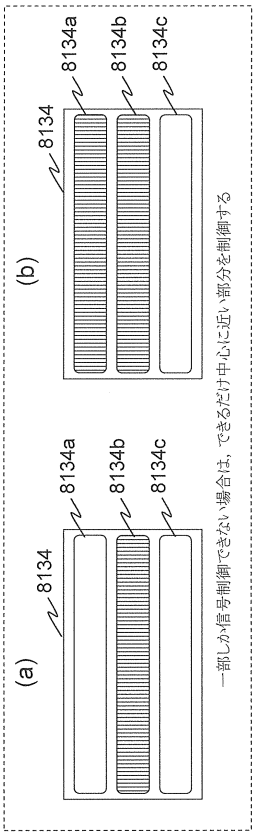
【図５７】



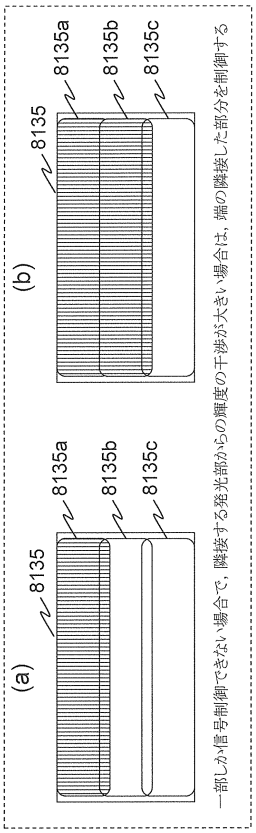
【図５８】



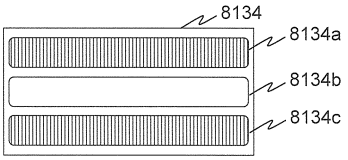
【図５９Ａ】



【図５９Ｂ】



【図５９Ｃ】

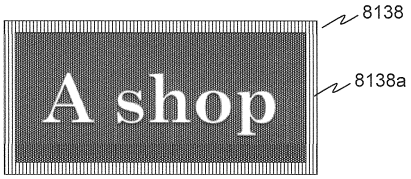


一部しか信号制御できない場合で，受信可能範囲を広げたい場合は，端の部分を制御する

【図６０Ａ】

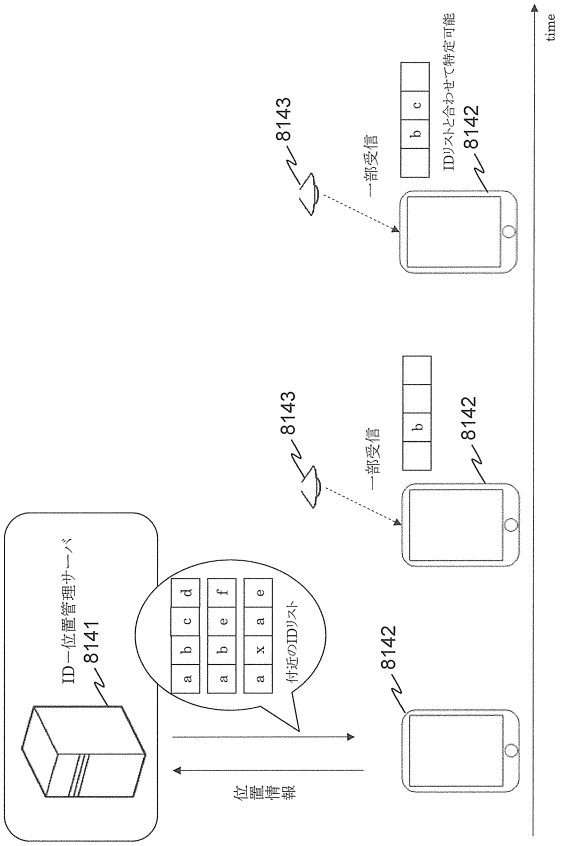
受信しやすいように，看板の一部に発光が一様な部分を設ける

【図６０Ｂ】

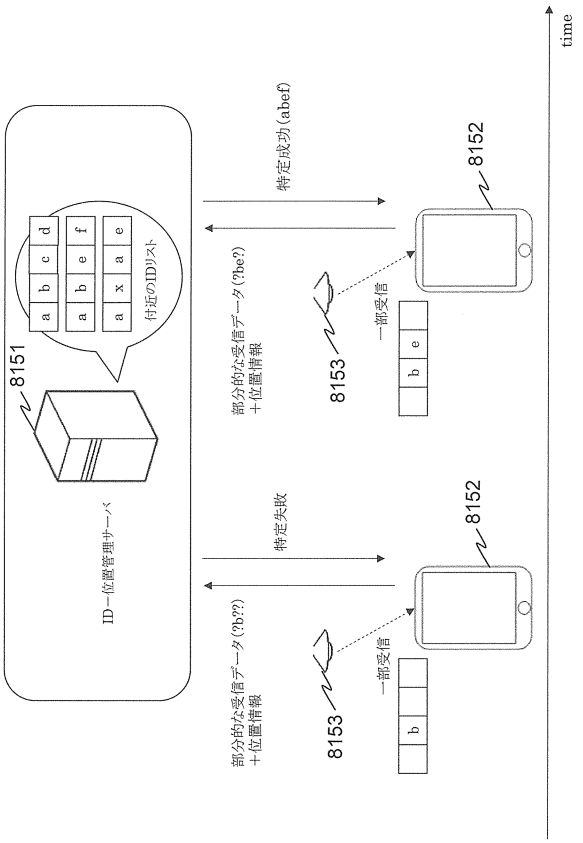


いずれの向きに撮像しても一様発光部分が大きく存在するように一様発光部分を配置する

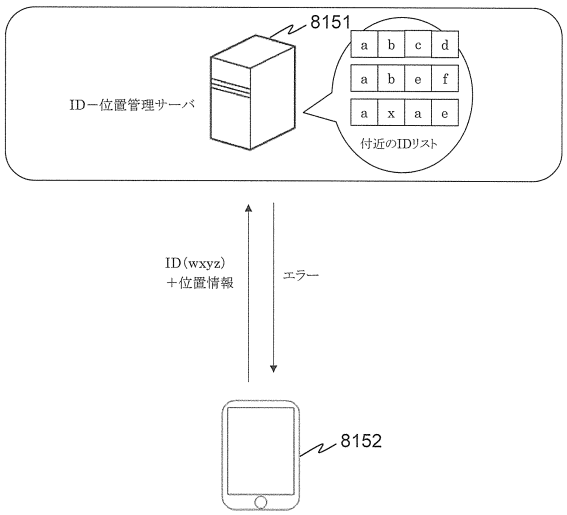
【図６１】



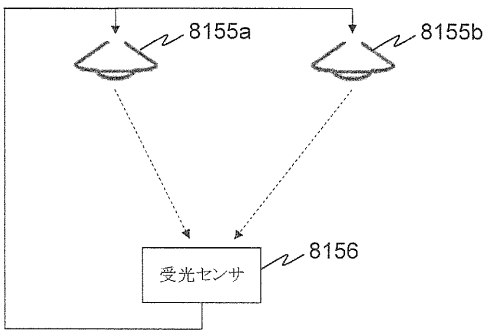
【図６２】



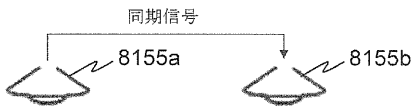
【図６３】



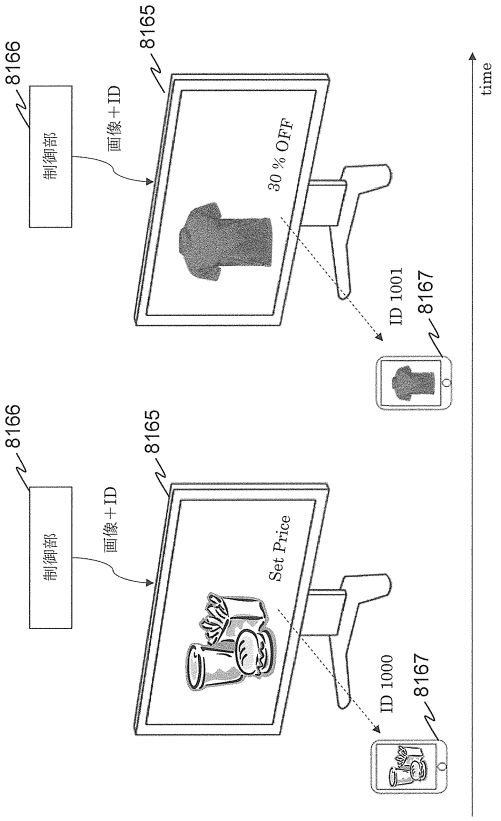
【図６４Ｂ】



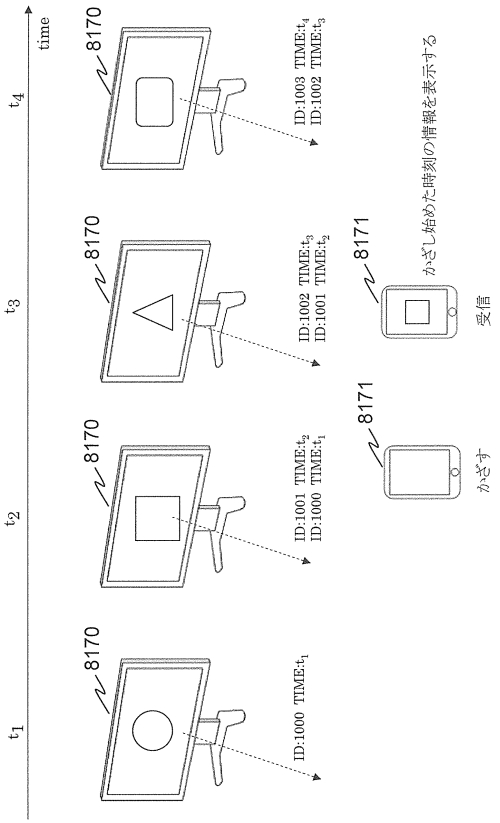
【図６４Ａ】



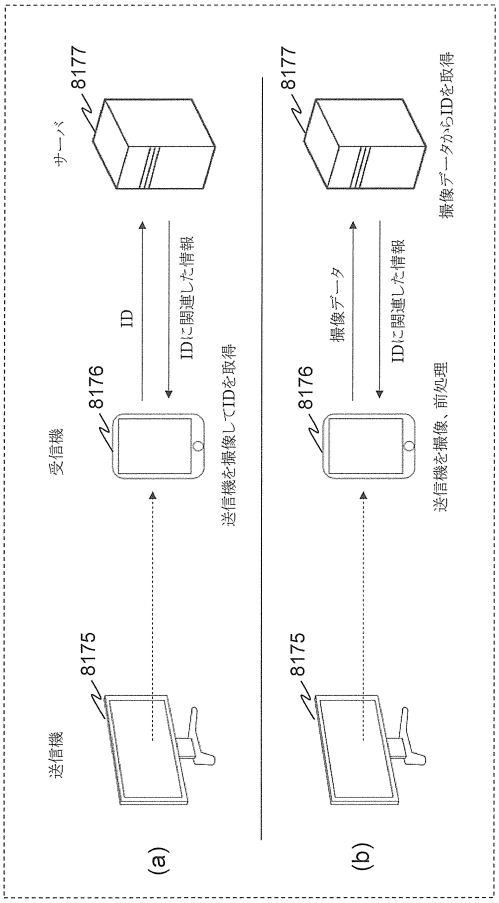
【図６５】



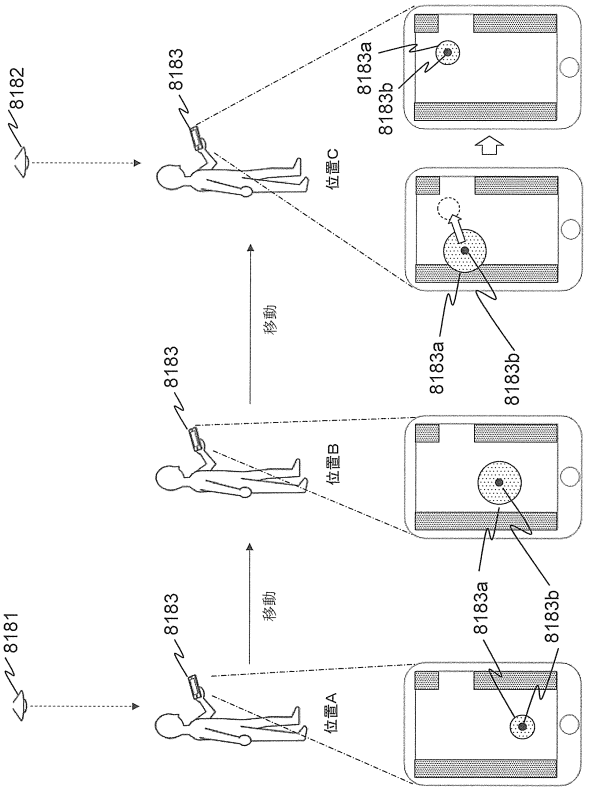
【図６６】



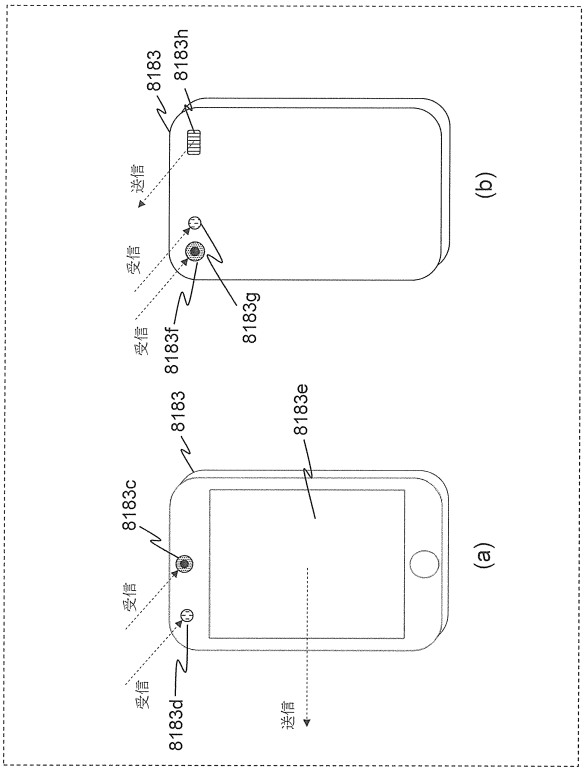
【図６７】



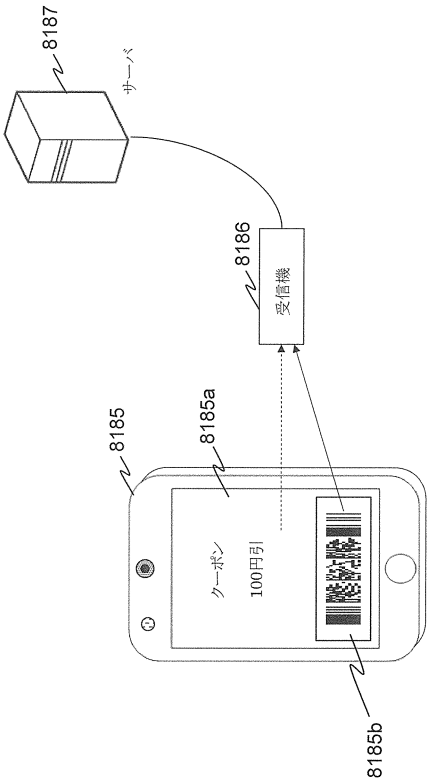
【図６８】



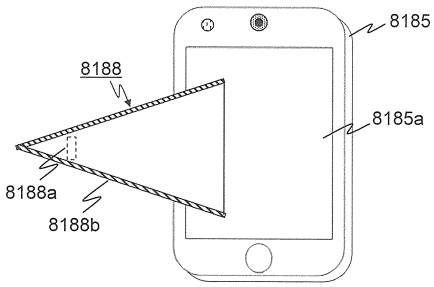
【図６９】



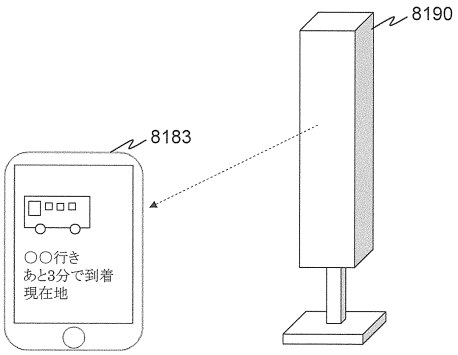
【図７０】



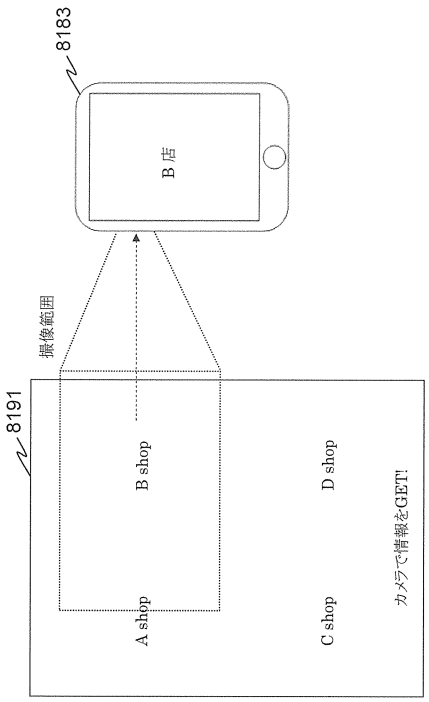
【図７１】



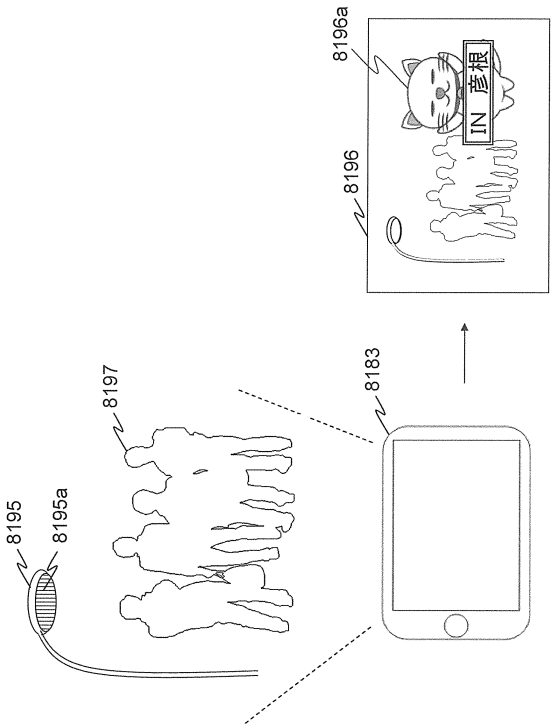
【図７２】



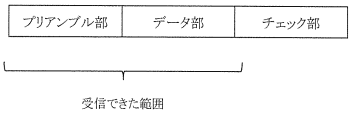
【図７３】



【図７４】

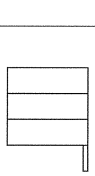
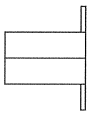
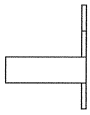
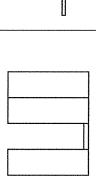
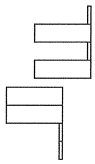
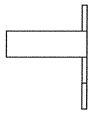
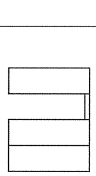
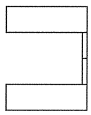
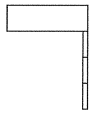
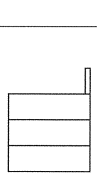
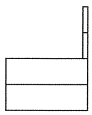
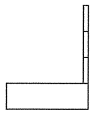


【図７５Ａ】

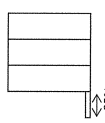
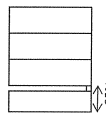
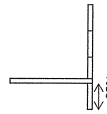
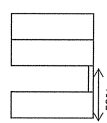
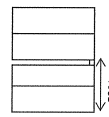
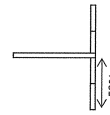
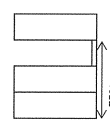
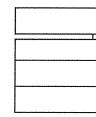
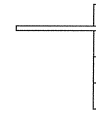
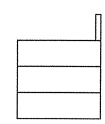
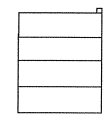
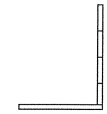


【図７５Ｂ】

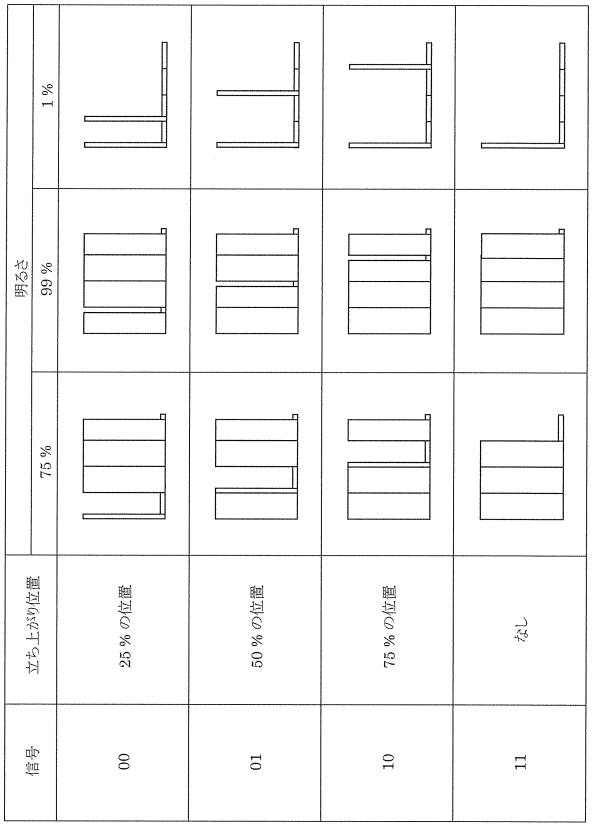
【図７６】

信号	立ち上がり位置	明るさ 75 %	明るさ 50 %	明るさ 25 %
00	1→2 スロット間			
01	2→3 スロット間			
10	3→4 スロット間			
11	なし			

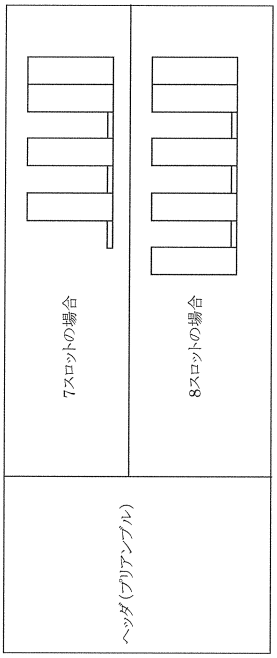
【図７７】

信号	立ち上がり位置	明るさ 75 %（基本）	明るさ 99 %	明るさ 1 %
00	25 % の位置			
01	50 % の位置			
10	75 % の位置			
11	なし			

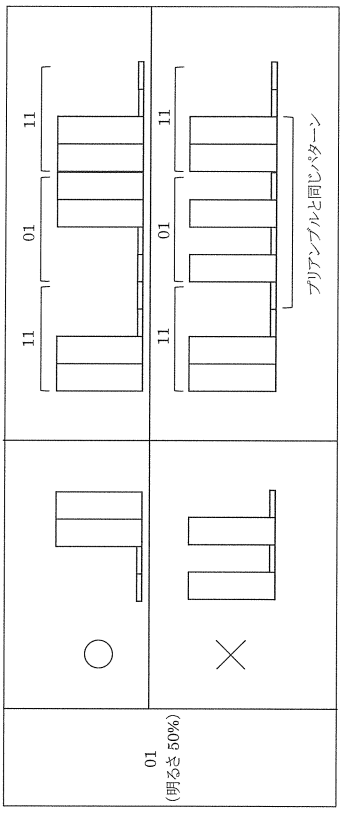
【図７８】



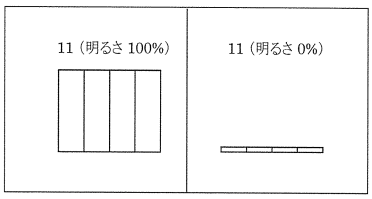
【図７９Ａ】



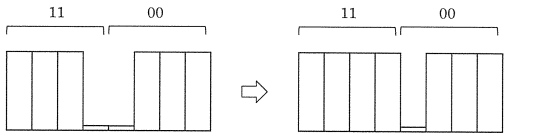
【図７９Ｂ】



【図８０Ａ】

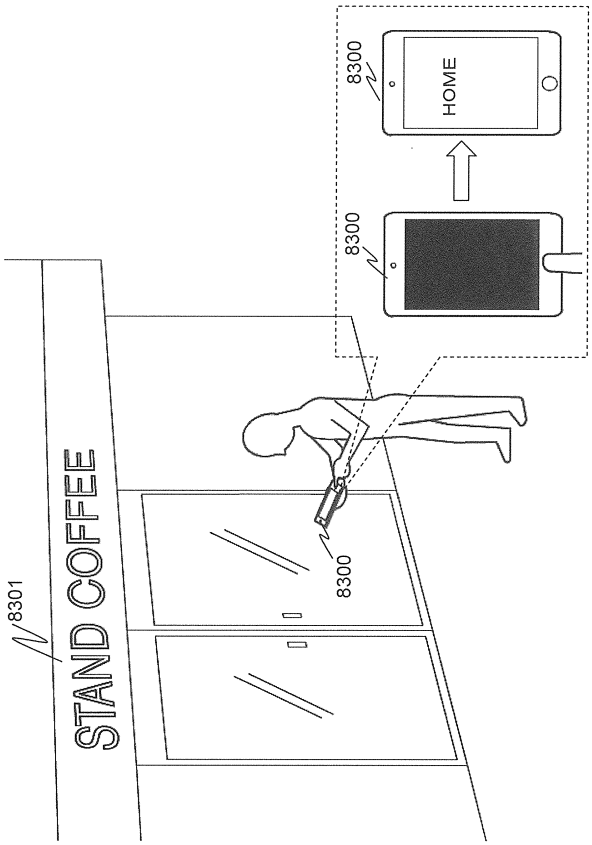


【図８０Ｂ】

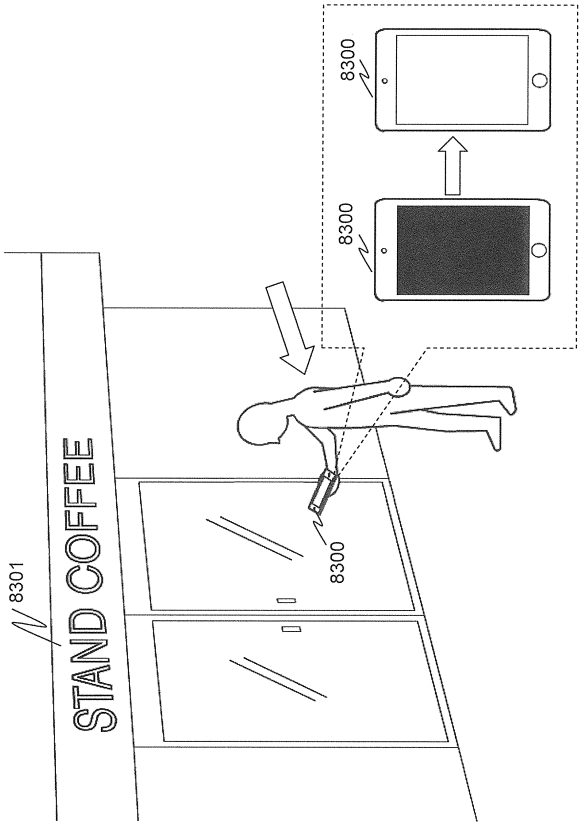


Lが連続する場合は、最後のL以外をHにする

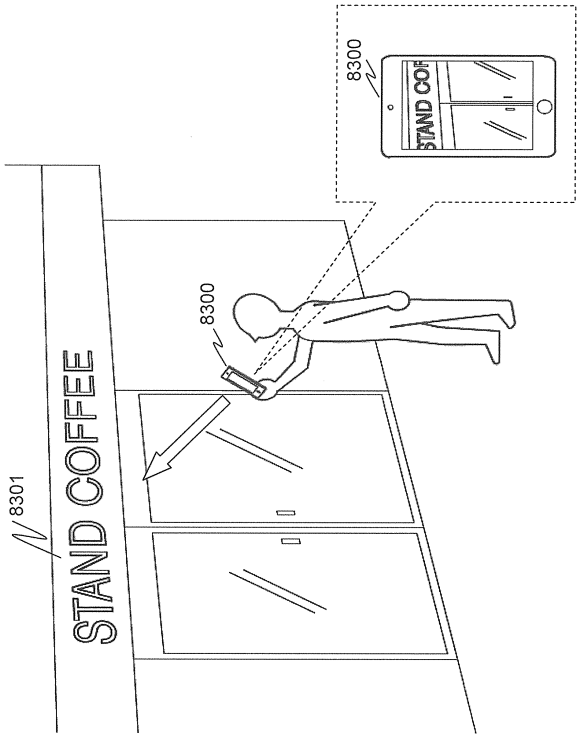
【図８１】



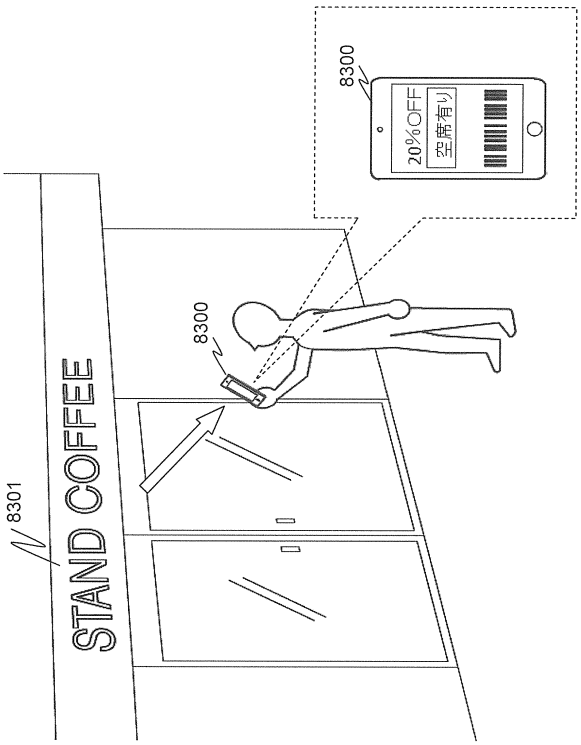
【図８２】



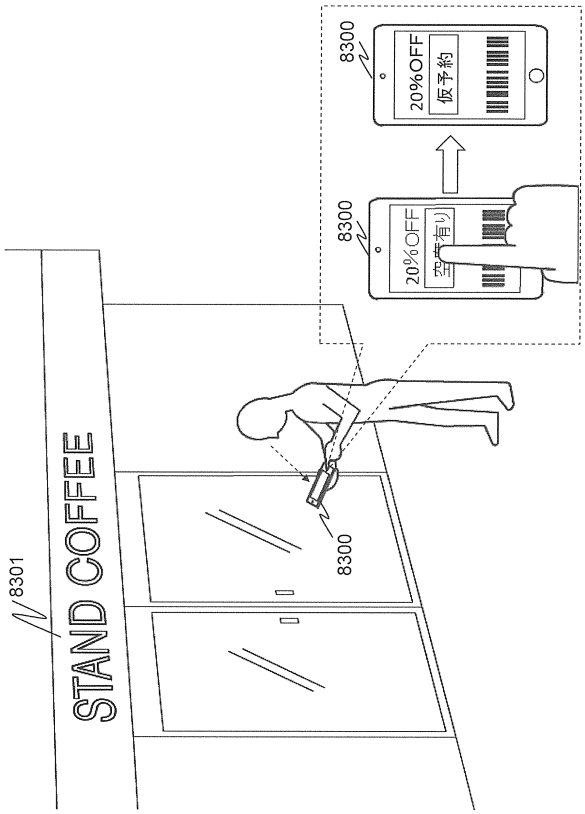
【図８３】



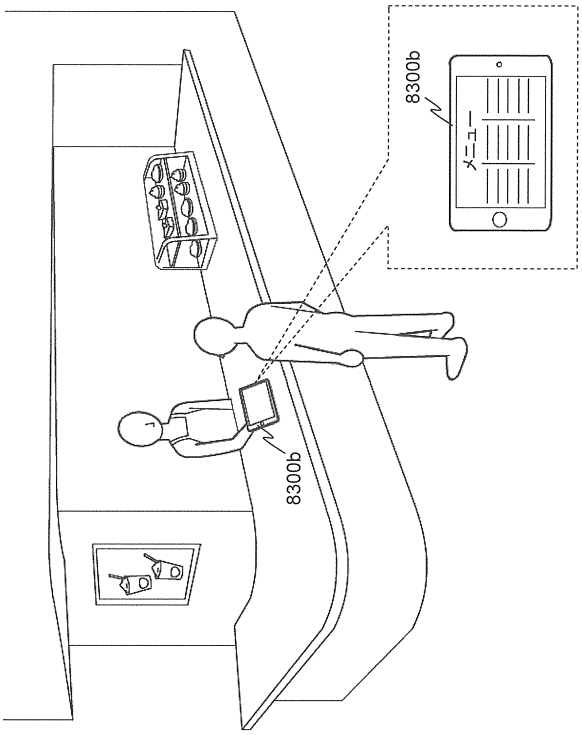
【図８４】



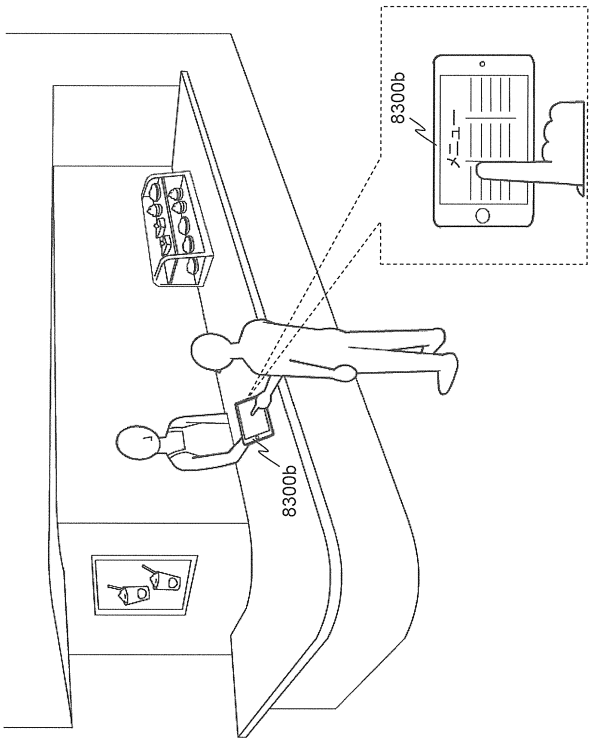
【図８５】



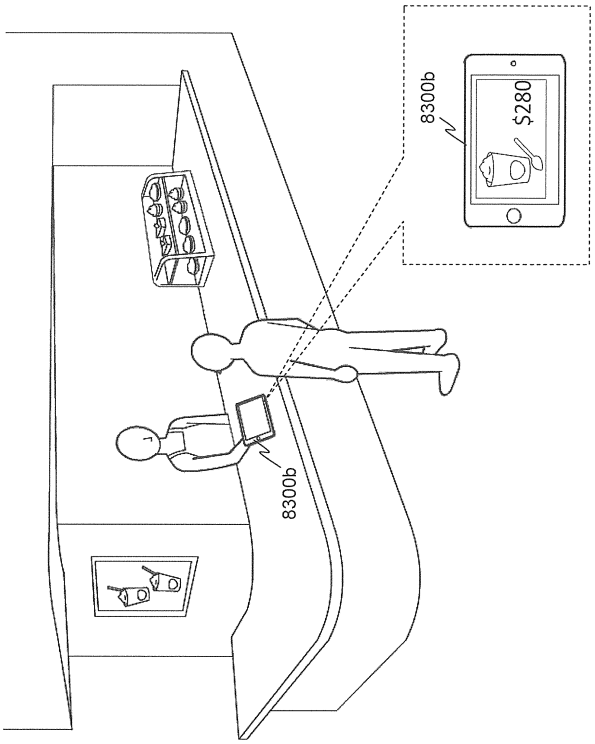
【図８６】



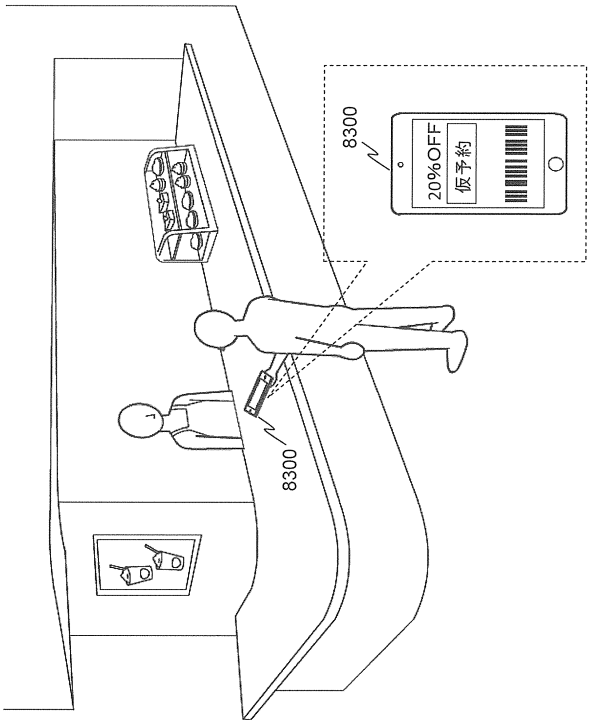
【図８７】



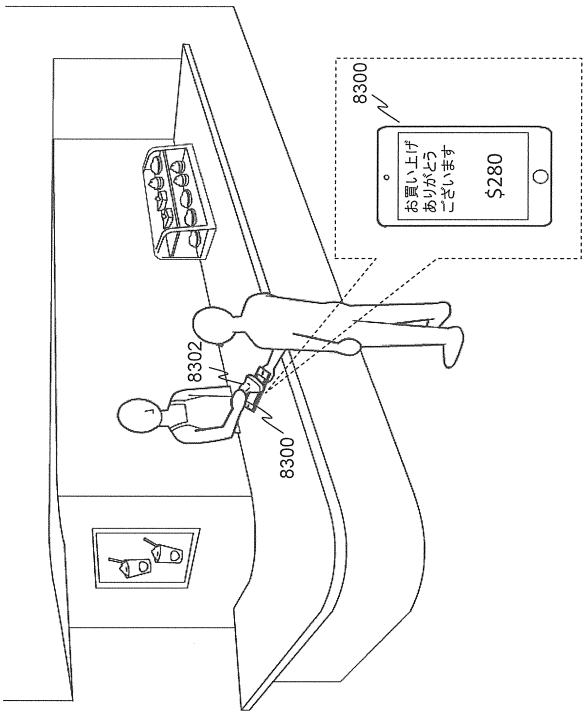
【図８８】



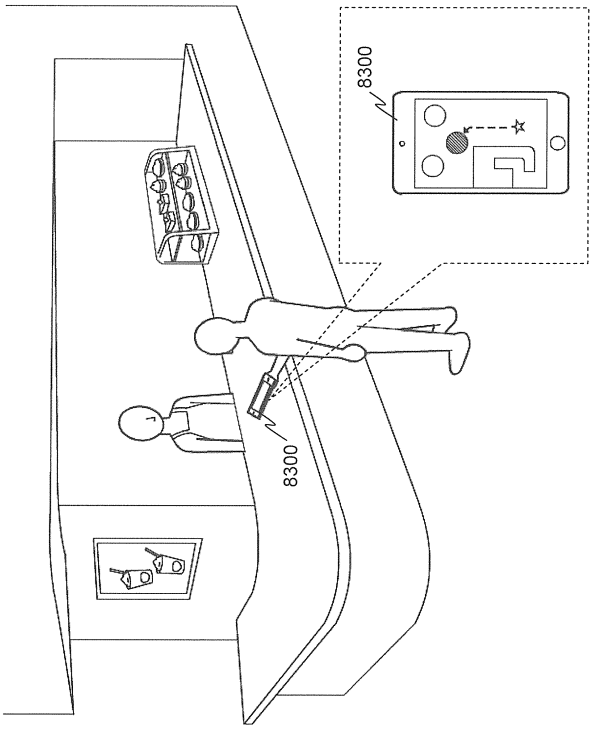
【図８９】



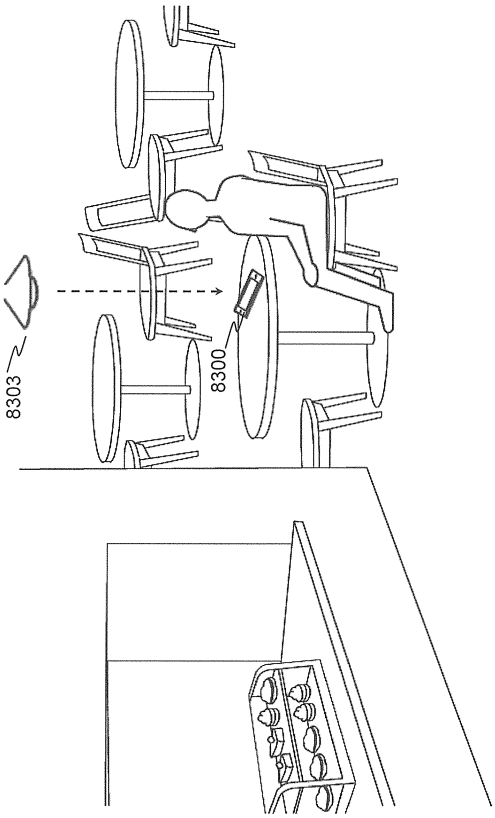
【図９０】



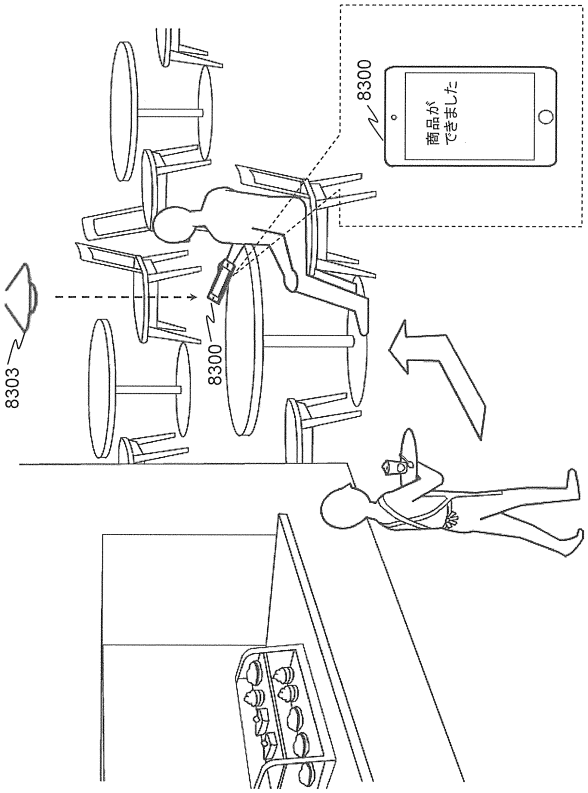
【図９１】



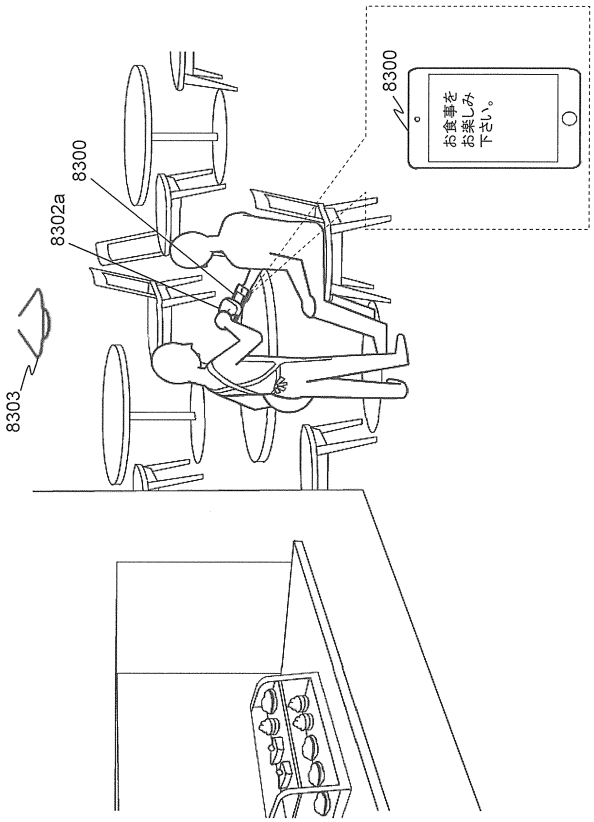
【図９２】



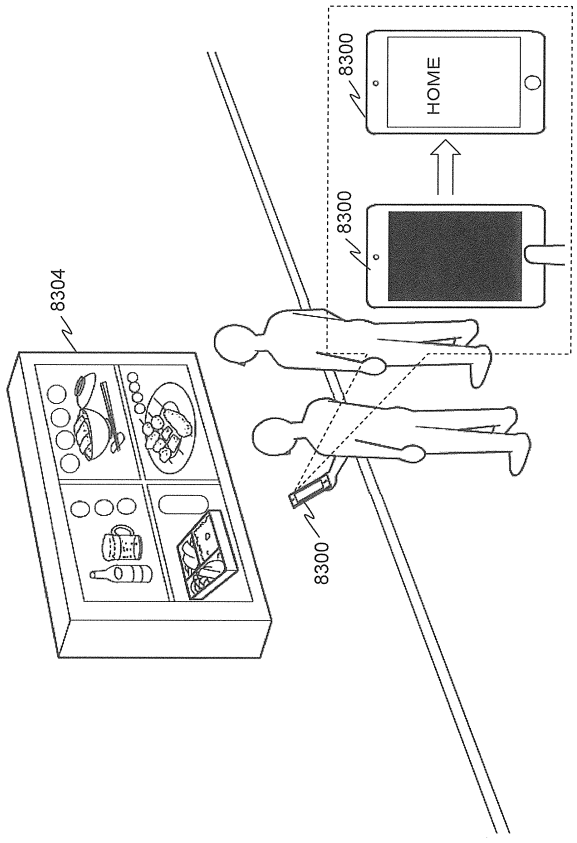
【図９３】



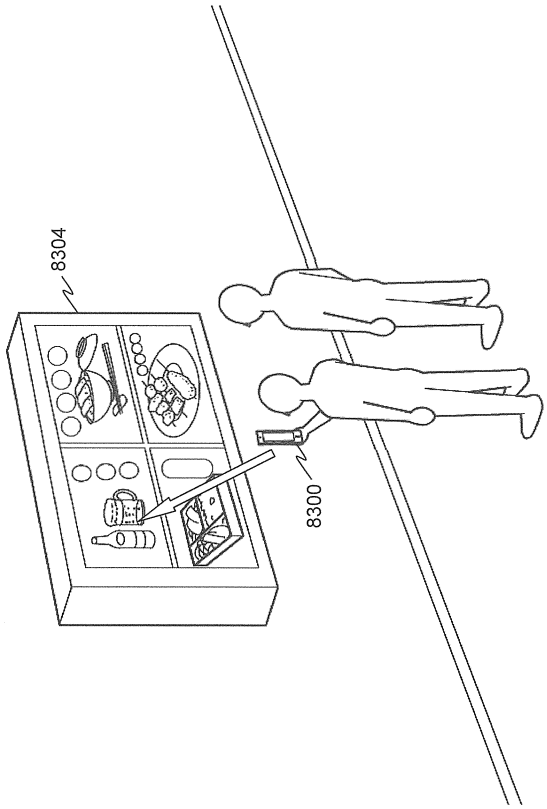
【図９４】



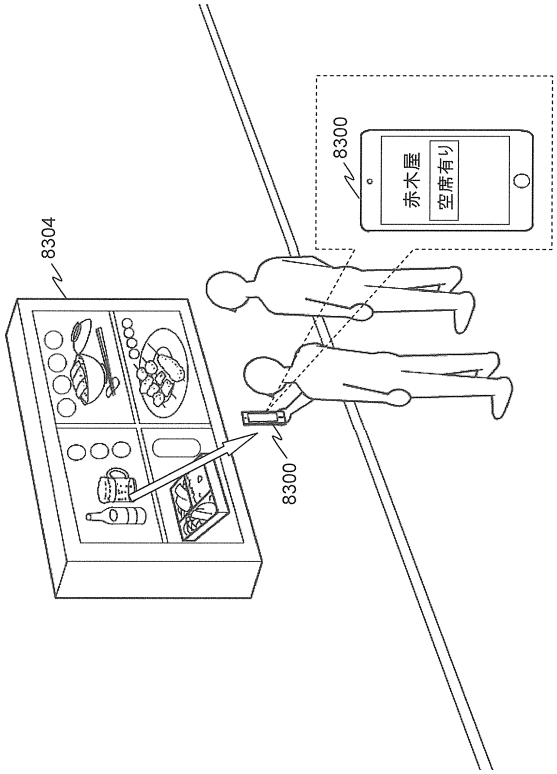
【図９５】



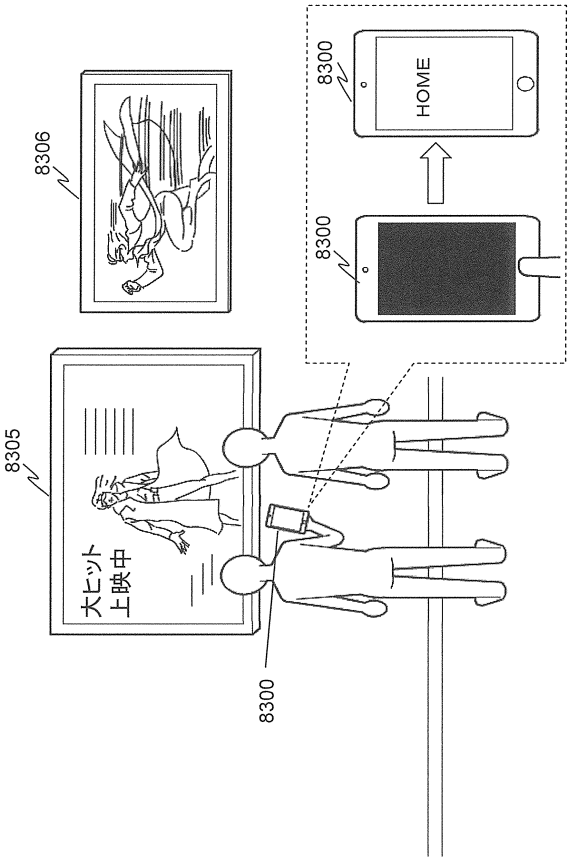
【図９６】



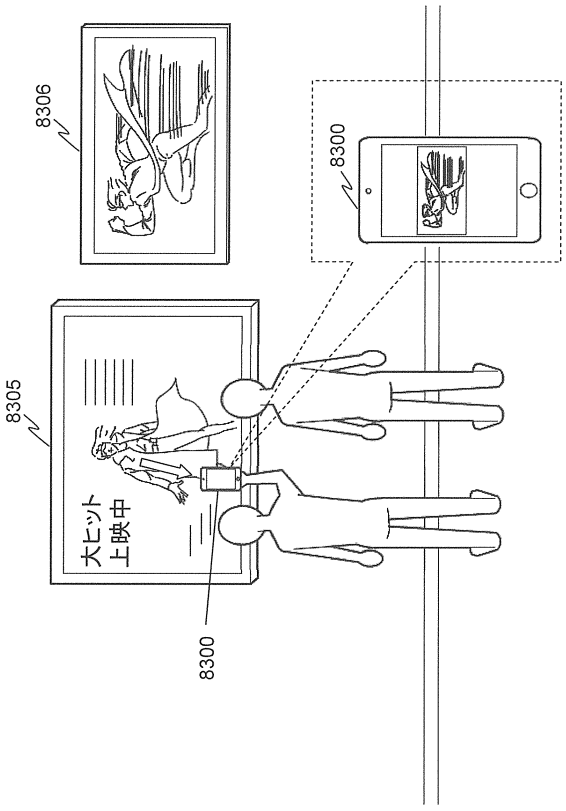
【図９７】



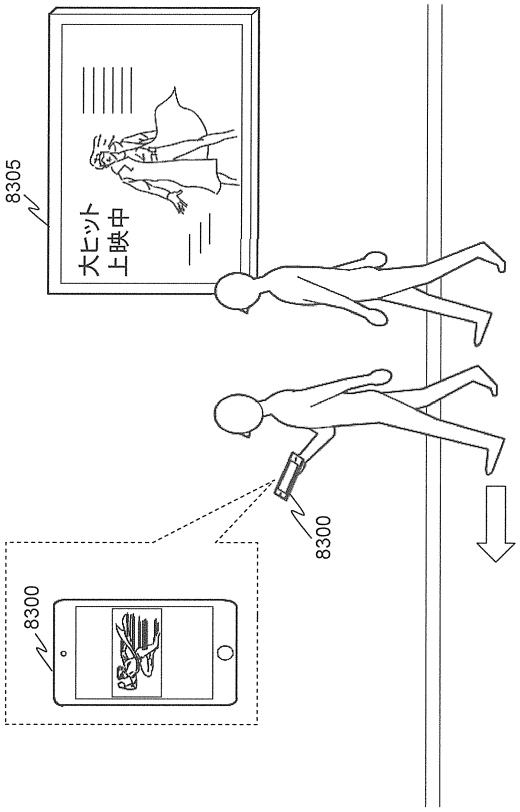
【図９８】



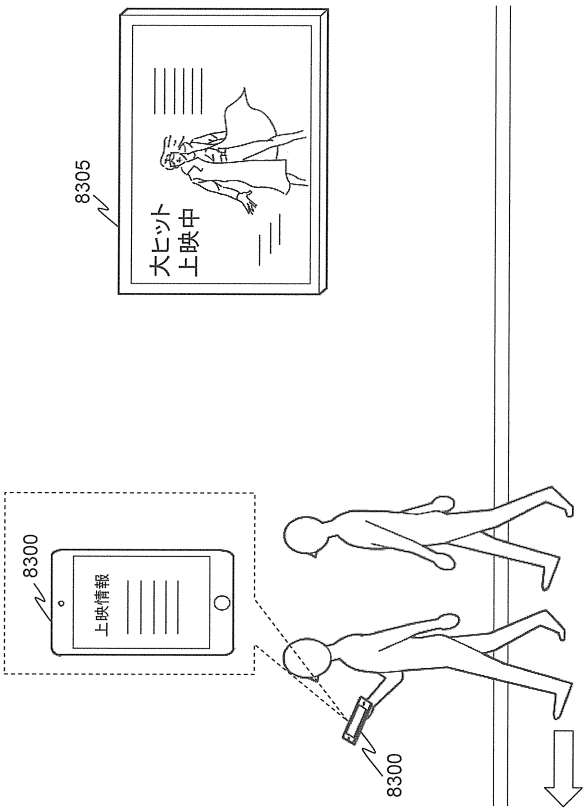
【図９９】



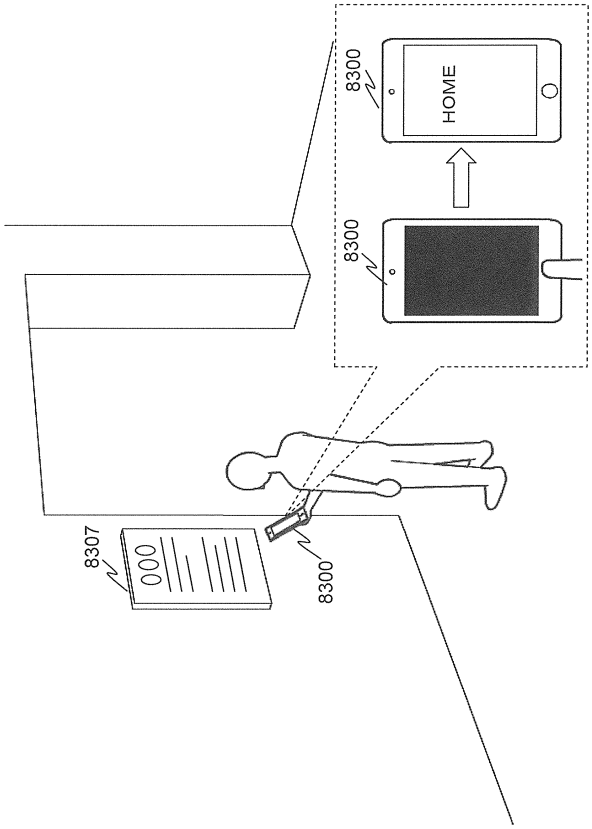
【図１００】



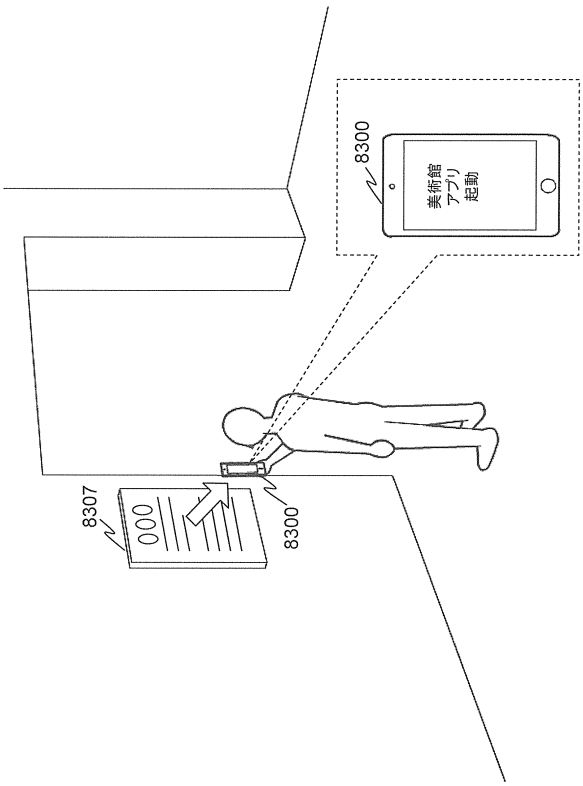
【図１０１】



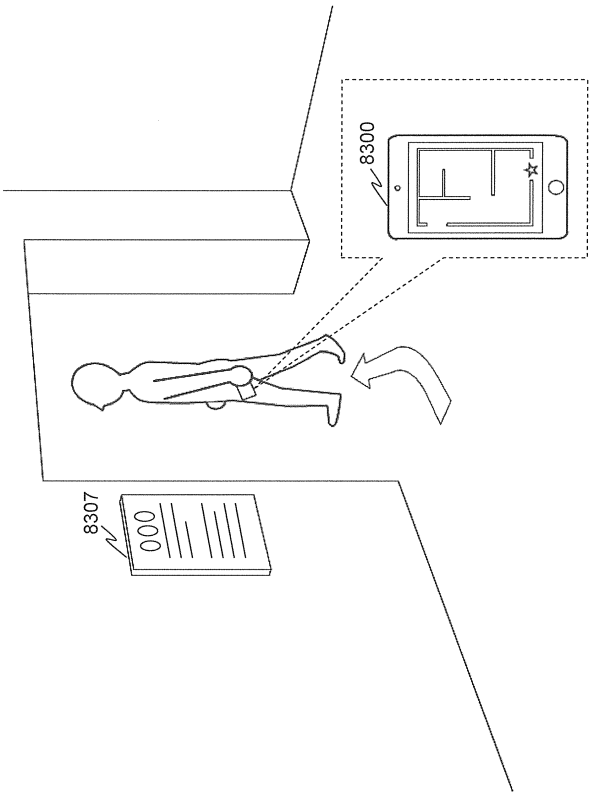
【図１０２】



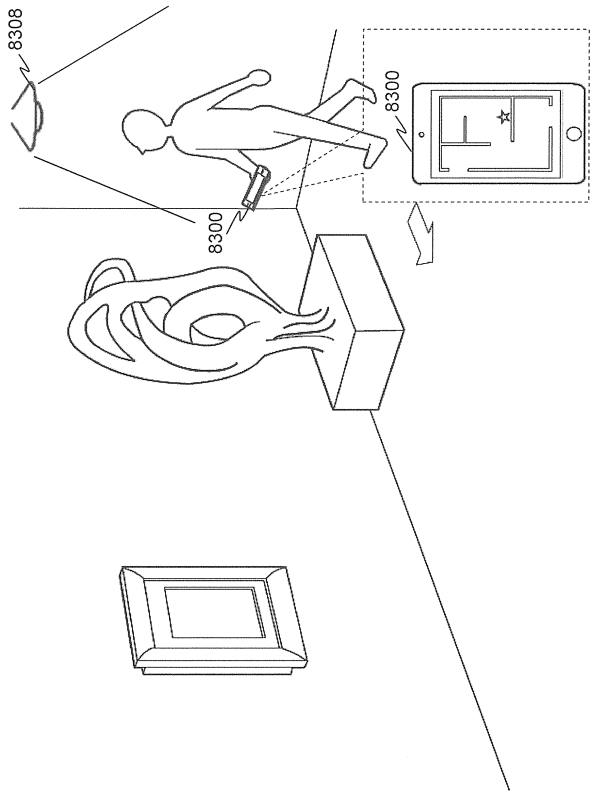
【図１０３】



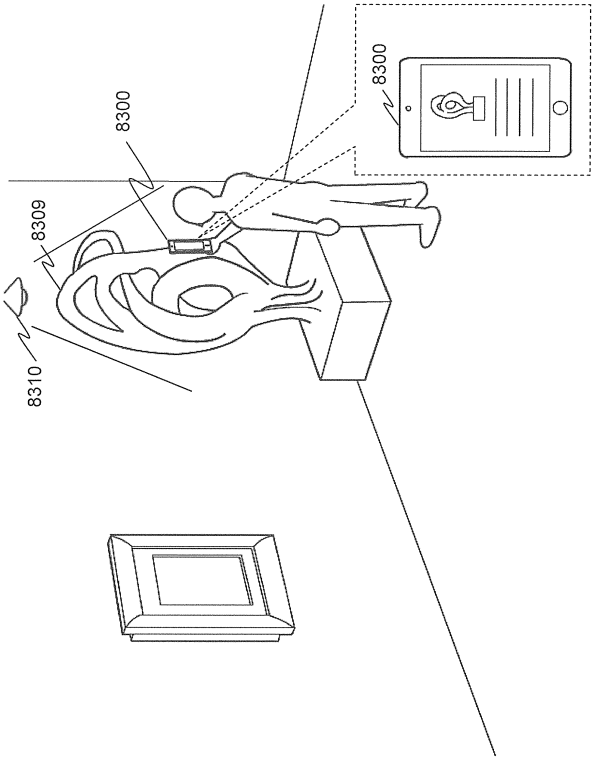
【図１０４】



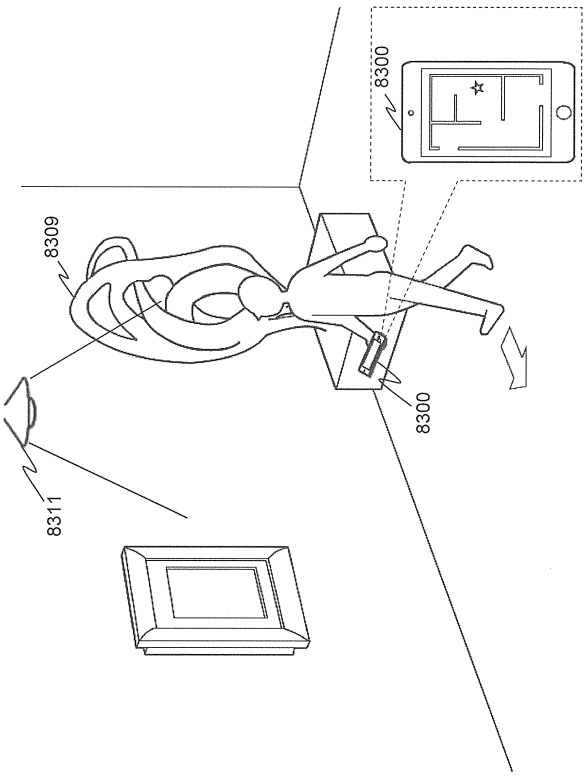
【図１０５】



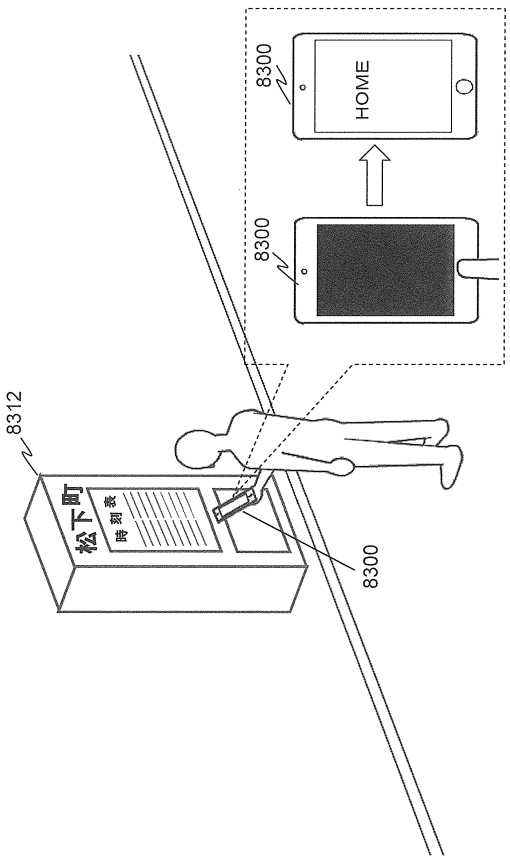
【図１０６】



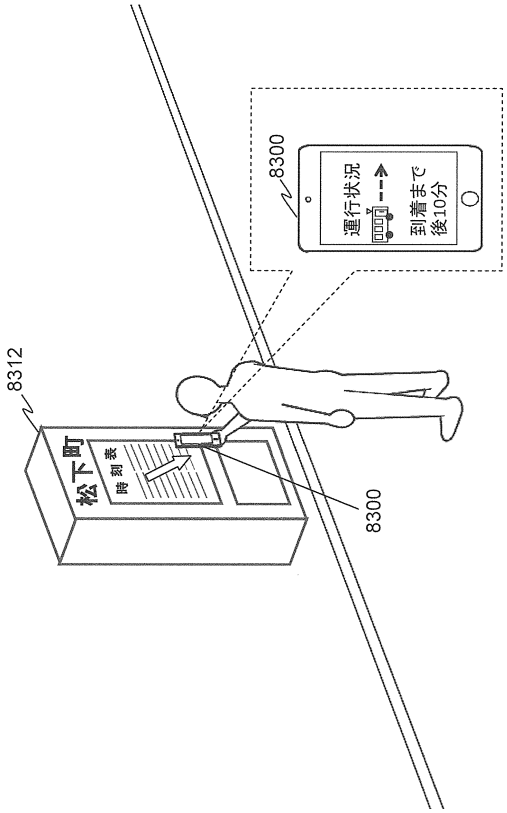
【図１０７】



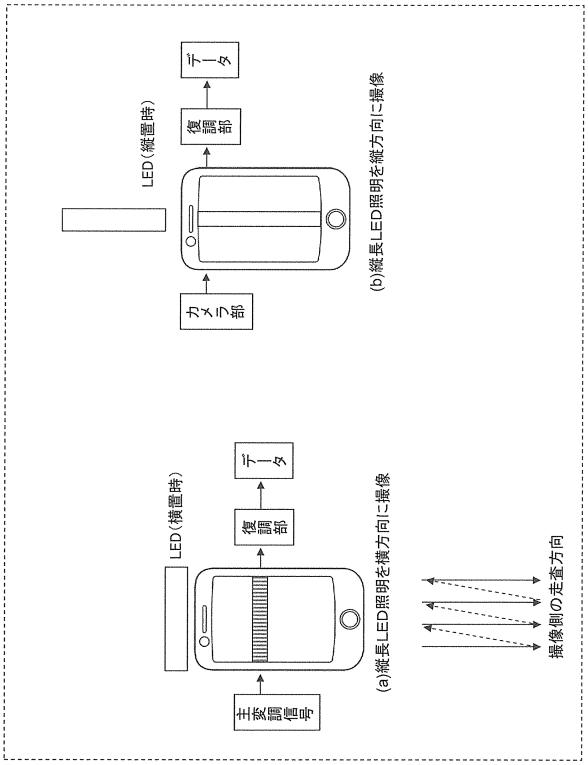
【図１０８】



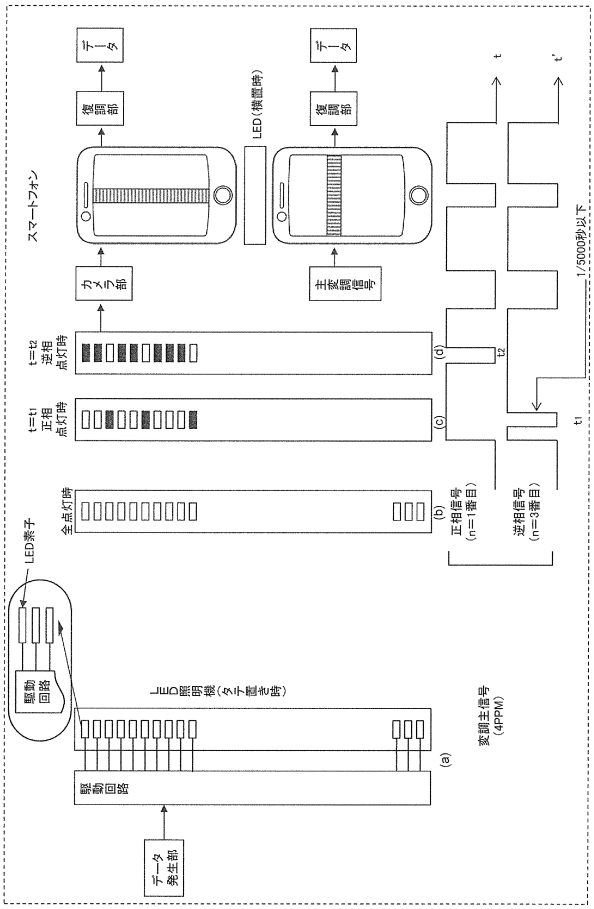
【図１０９】



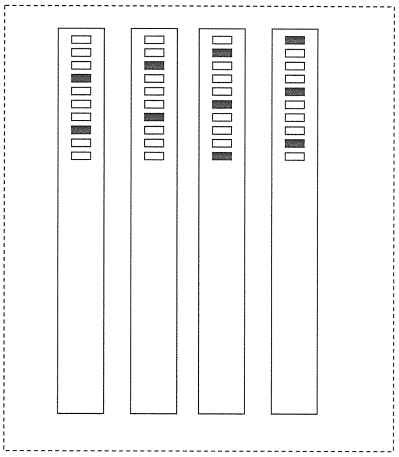
【図１１０】



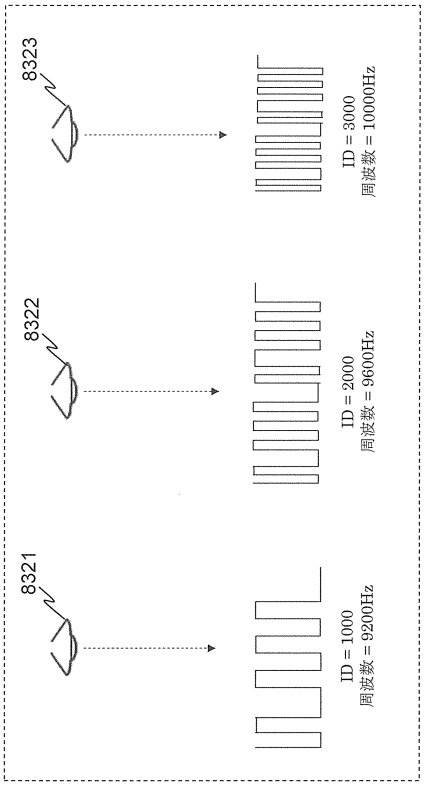
【図１１１】



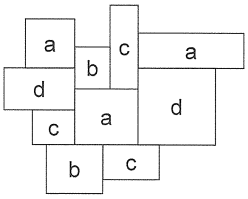
【図１１２】



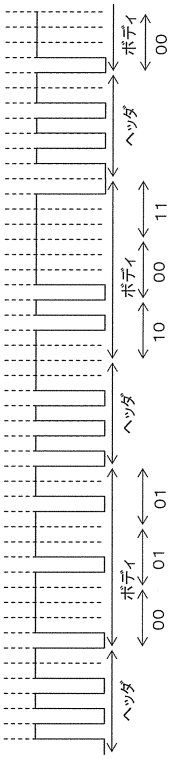
【図１１３】



【図１１４】



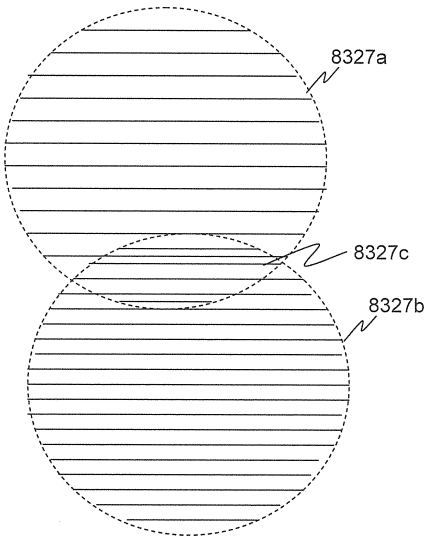
【図１１５】



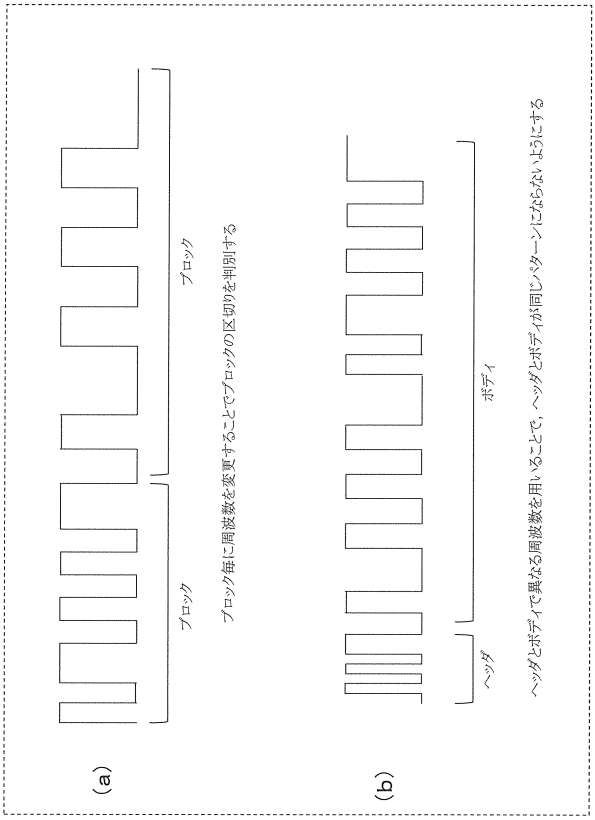
【図１１６】

ID	100	110
周波数	2 kHz	1 kHz
信号	1002	1101

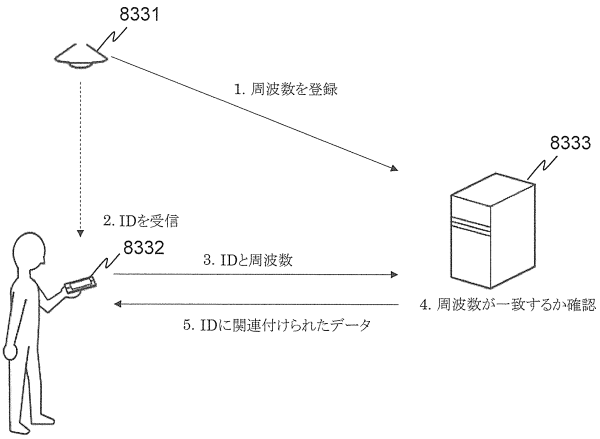
【図１１７】



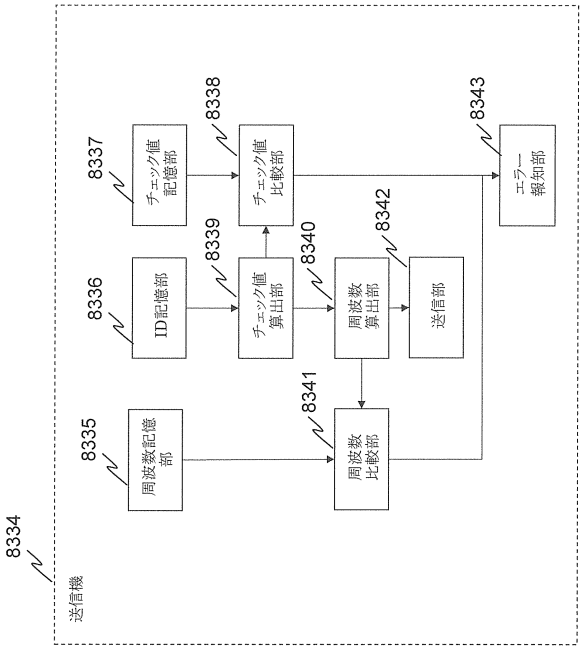
【図１１８】



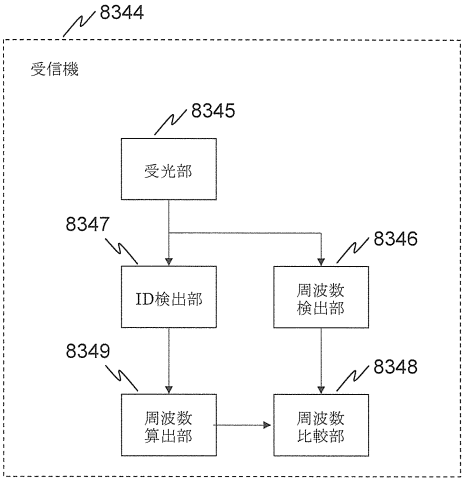
【図１１９】



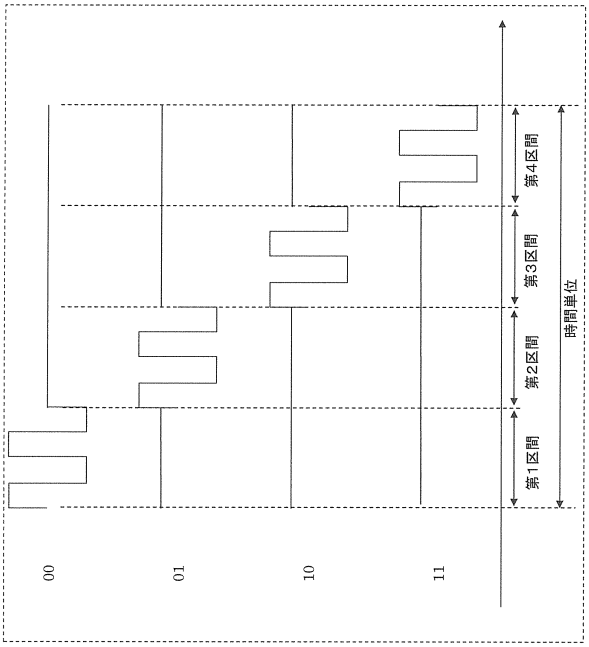
【図１２０】



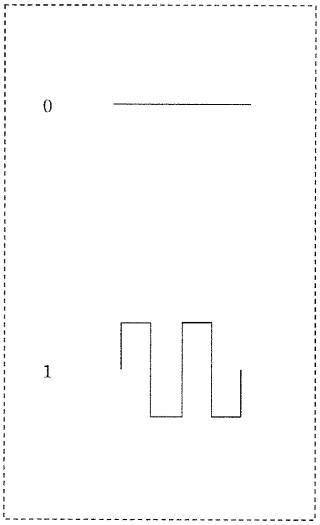
【図１２１】



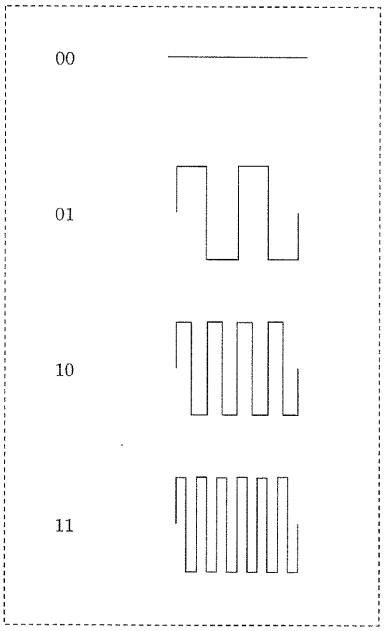
【図１２２】



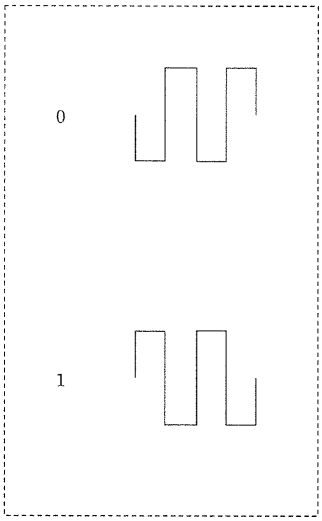
【図１２３】



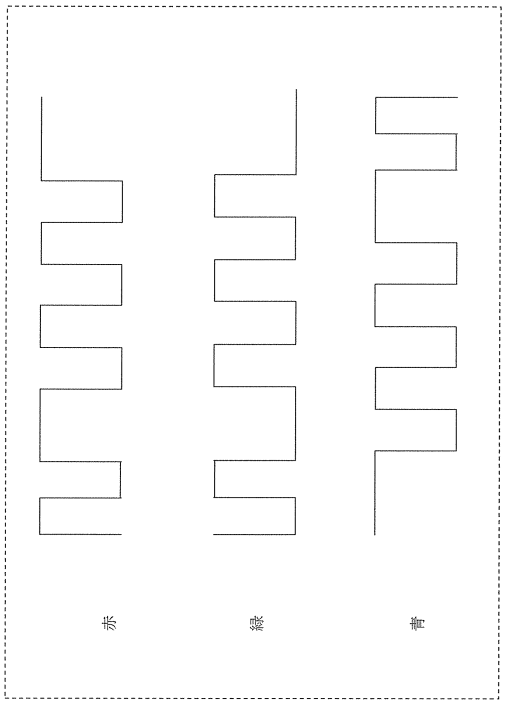
【図１２４】



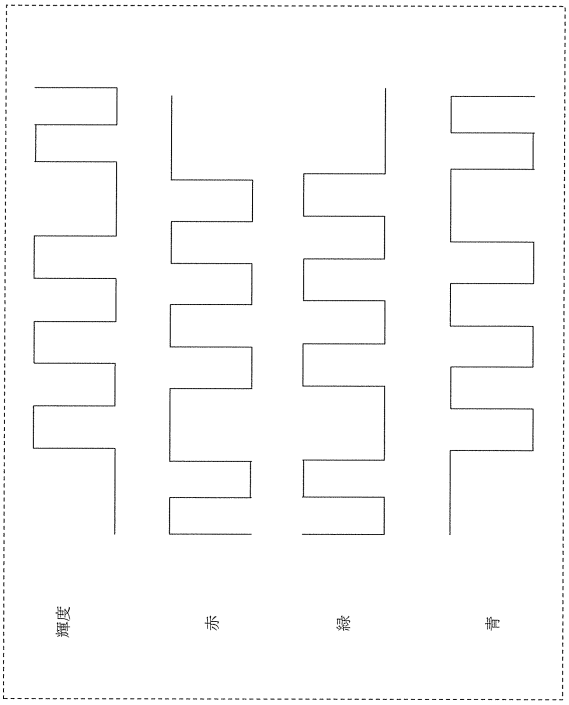
【図１２５】



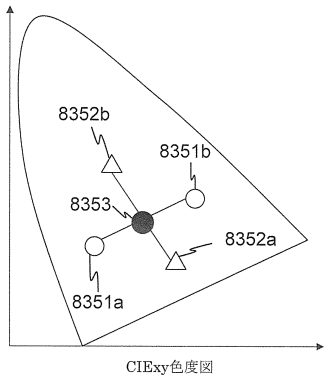
【図１２６】



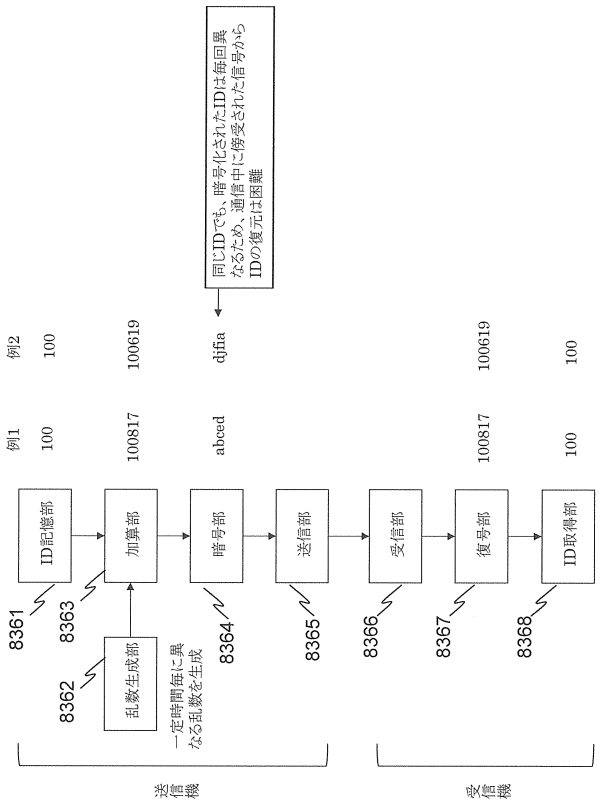
【図１２７】



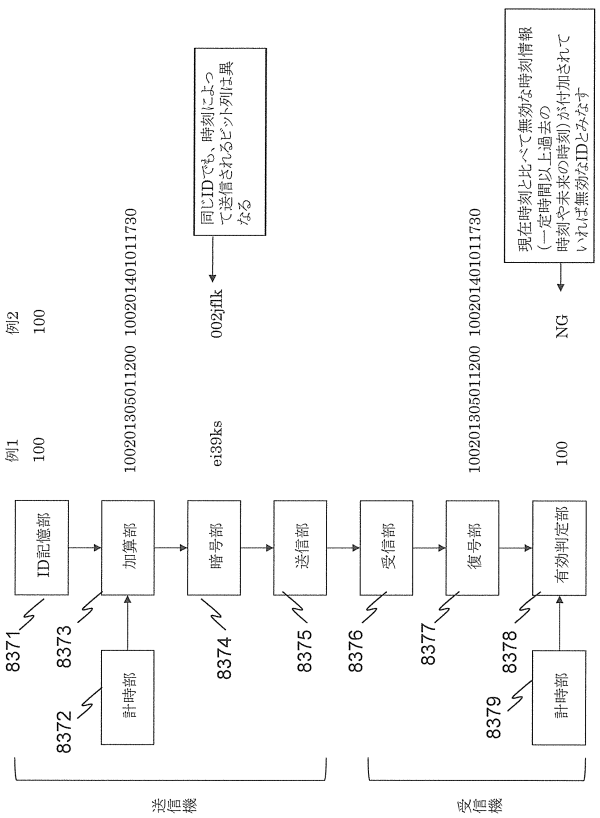
【図１２８】



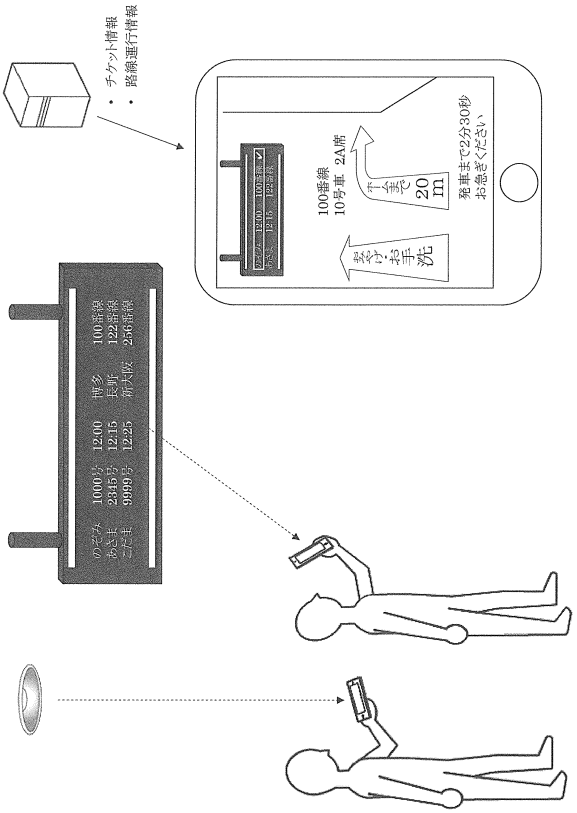
【図１２９】



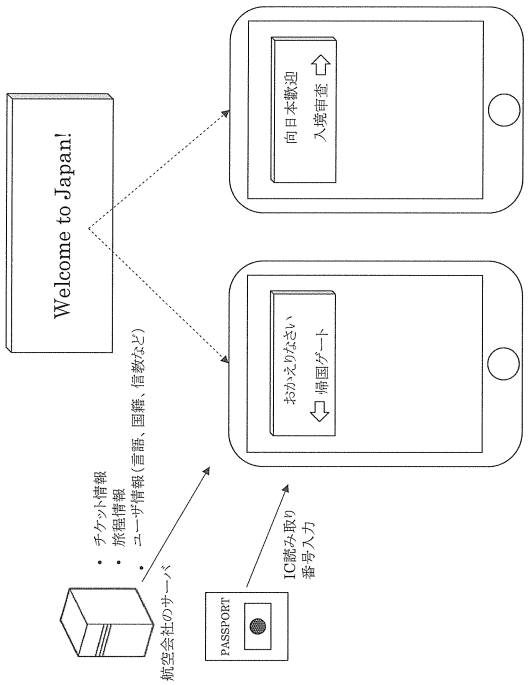
【図１３０】



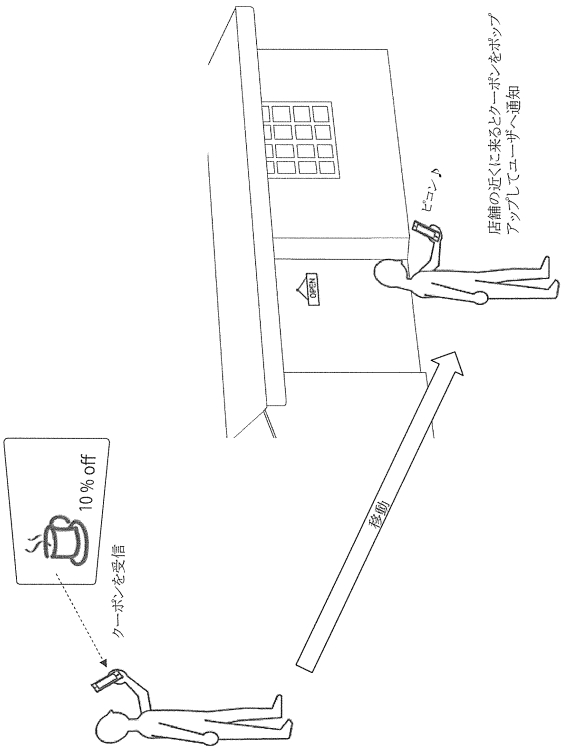
【図１３１】



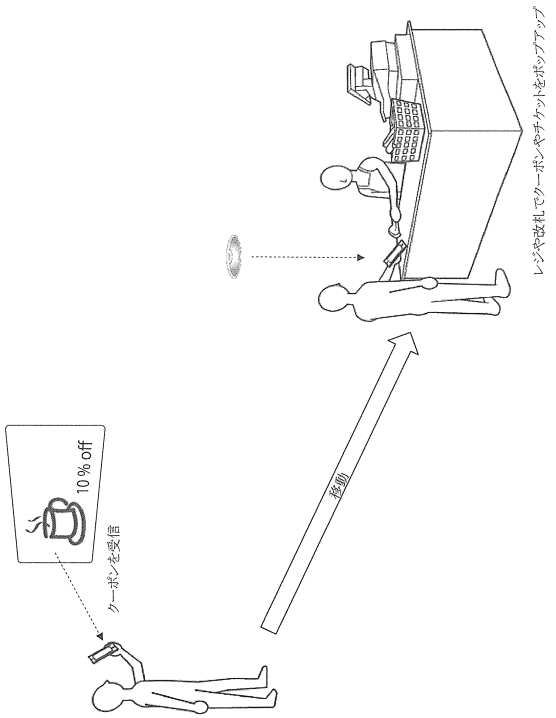
【図１３２】



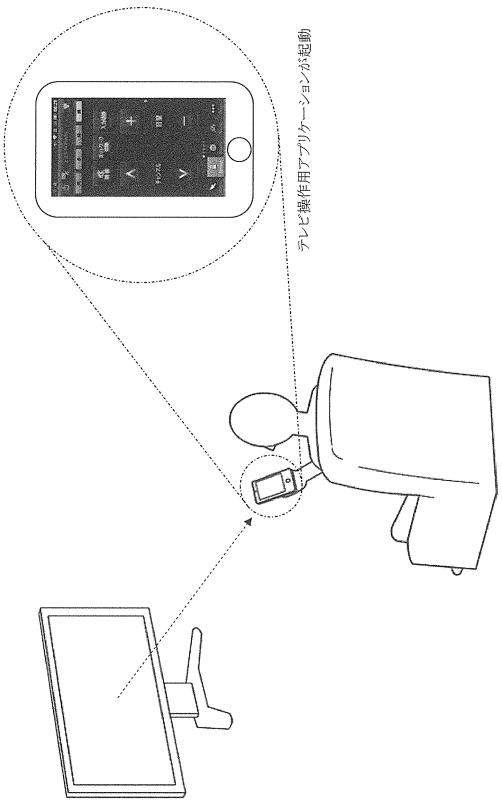
【図１３３】



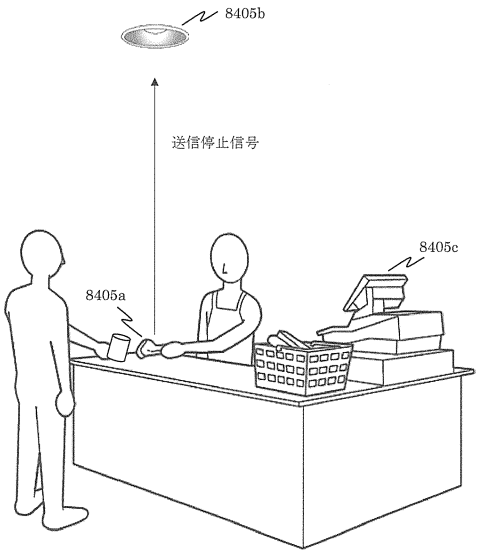
【図１３４】



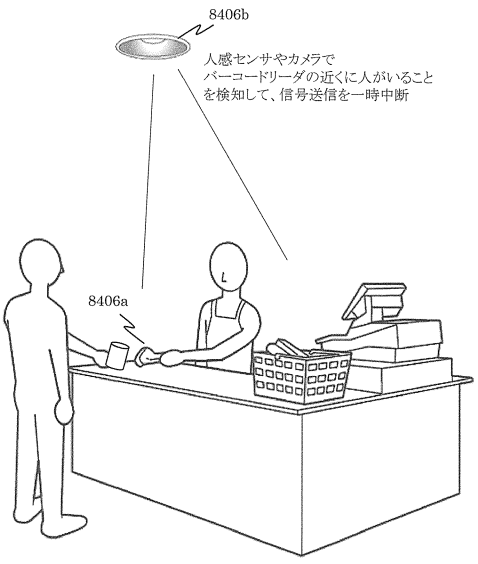
【図１３５】



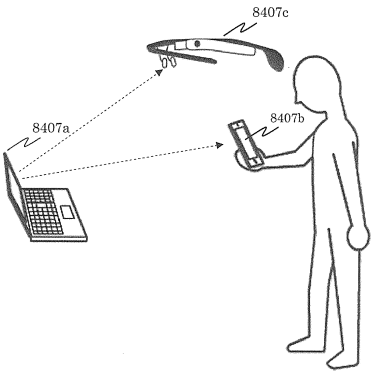
【図１３６】



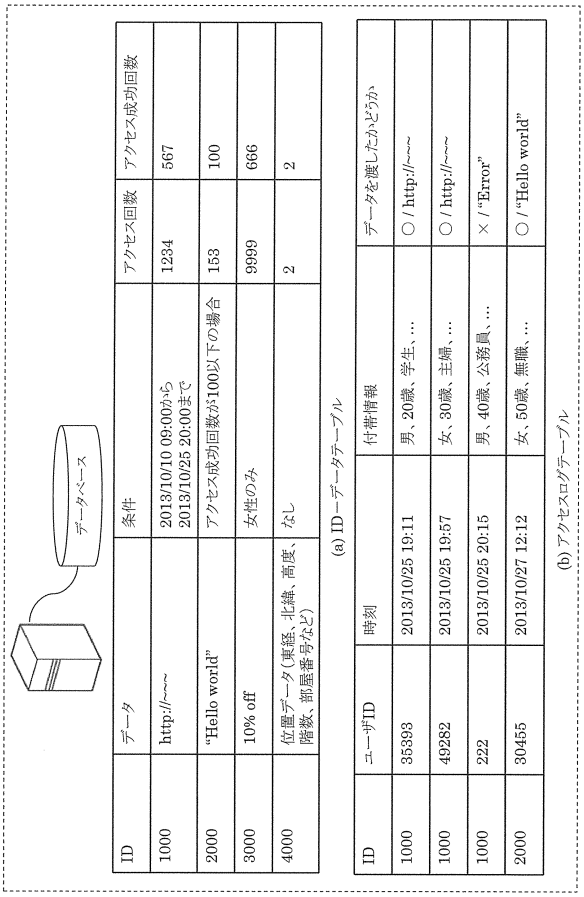
【図１３７】



【図１３８】



【図１３９】



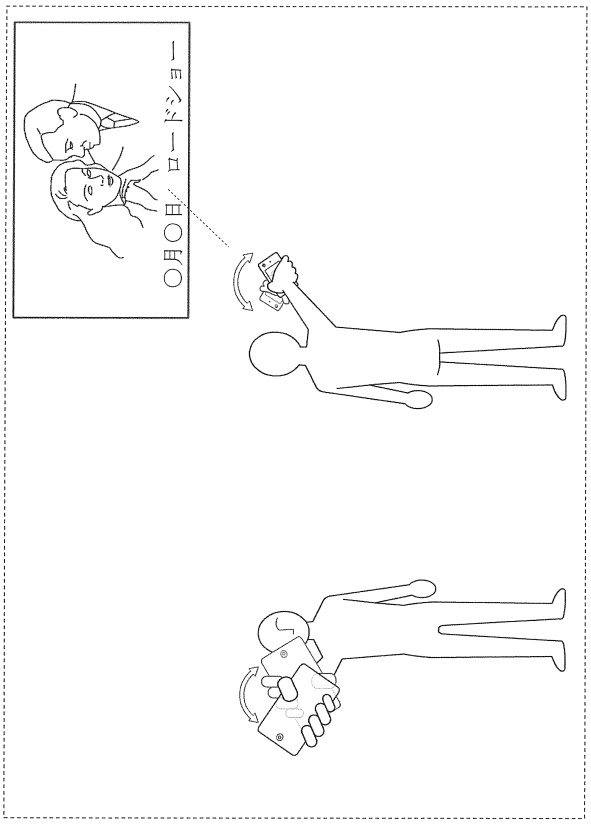
ID	データ	条件	アクセス回数	アクセス成功回数
1000	http://~~~	2013/10/10 09:00から 2013/10/25 20:00まで	1234	567
2000	“Hello world”	アクセス成功回数が100以下の場合	153	100
3000	10% off	女性のみ	9999	666
4000	位置データ(東経、北緯、高度、階数、部屋番号など)	なし	2	2

(a) ID－データテーブル

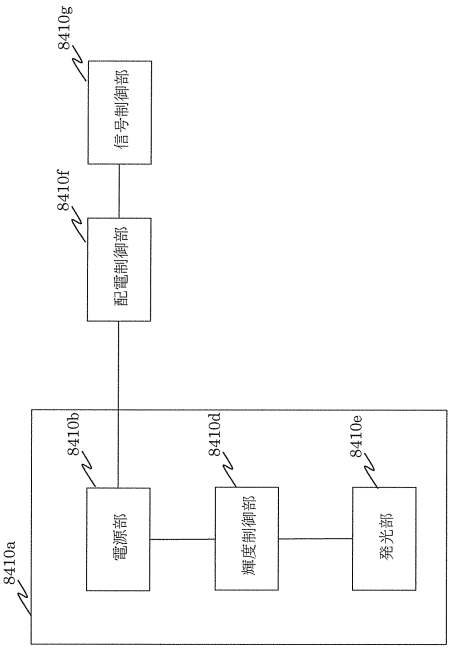
ID	ユーザID	時刻	付帯情報	データを渡したかどうか
1000	35393	2013/10/25 19:11	男、20歳、学生、…	○ / http://~~~
1000	49282	2013/10/25 19:57	女、30歳、主婦、…	○ / http://~~~
1000	222	2013/10/25 20:15	男、40歳、公務員、…	× / “Error”
2000	30455	2013/10/27 12:12	女、50歳、無職、…	○ / “Hello world”

(b) アクセスログテーブル

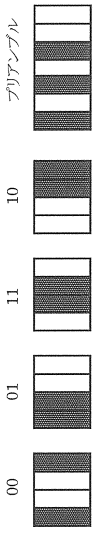
【図１４０】



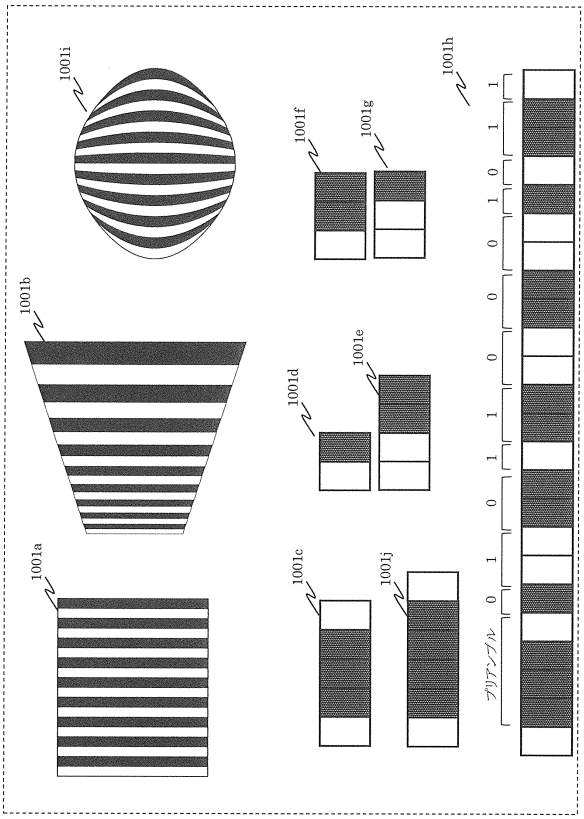
【図１４１】



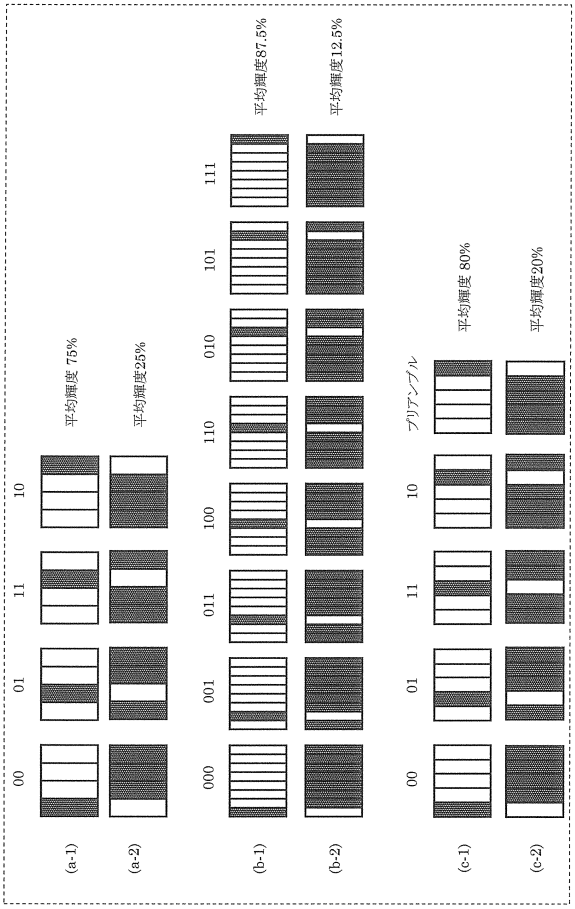
【図１４２】



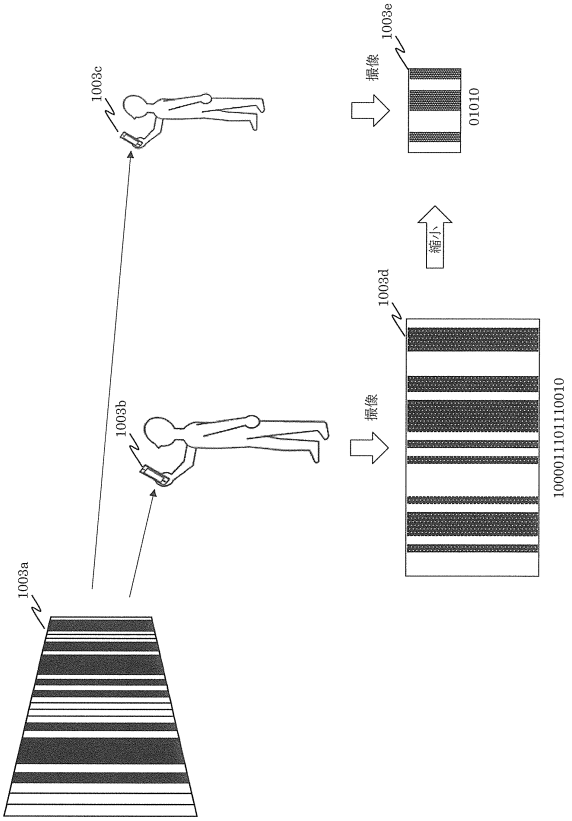
【図１４３】



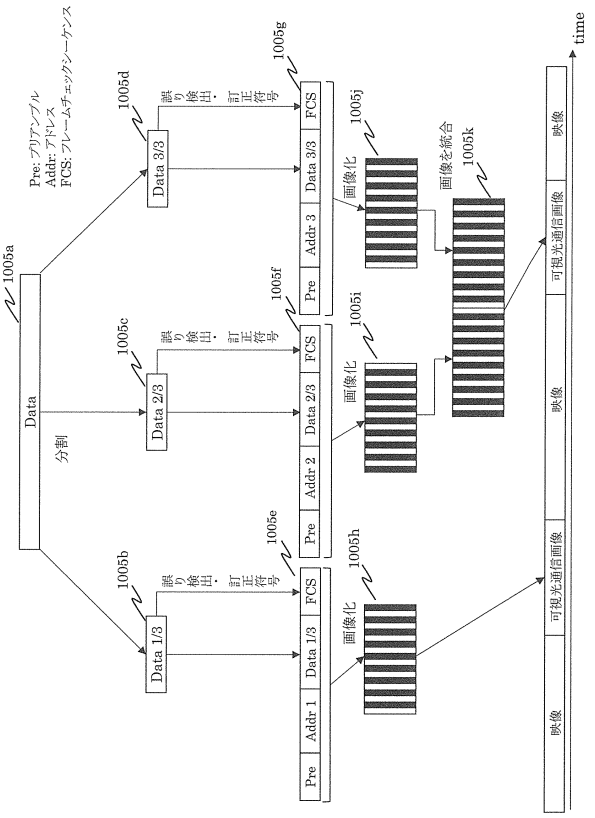
【図１４４】



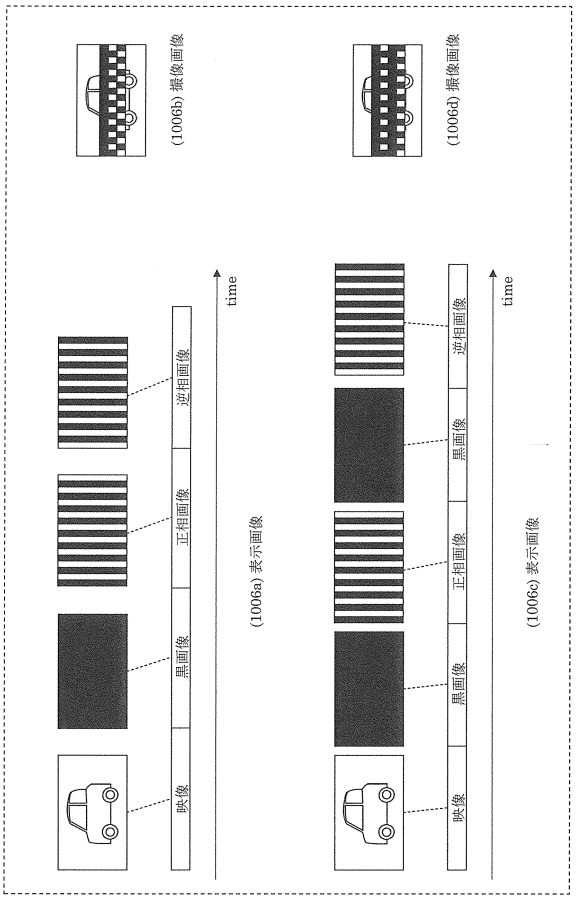
【図１４５】



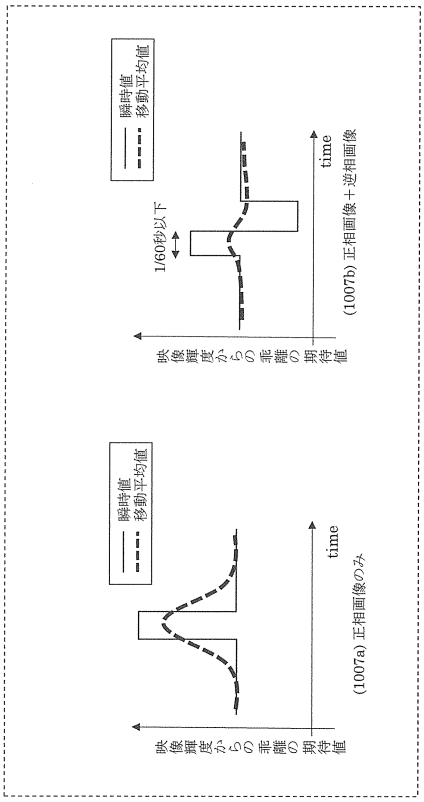
【図１４６】



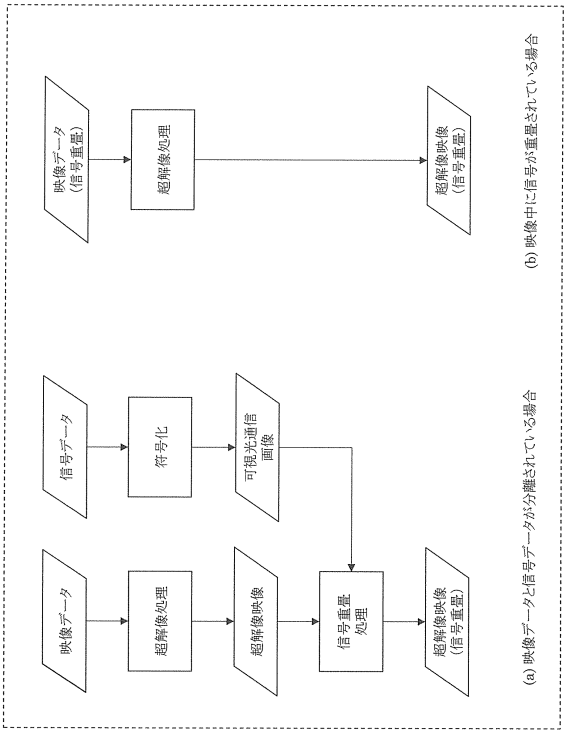
【図１４７】



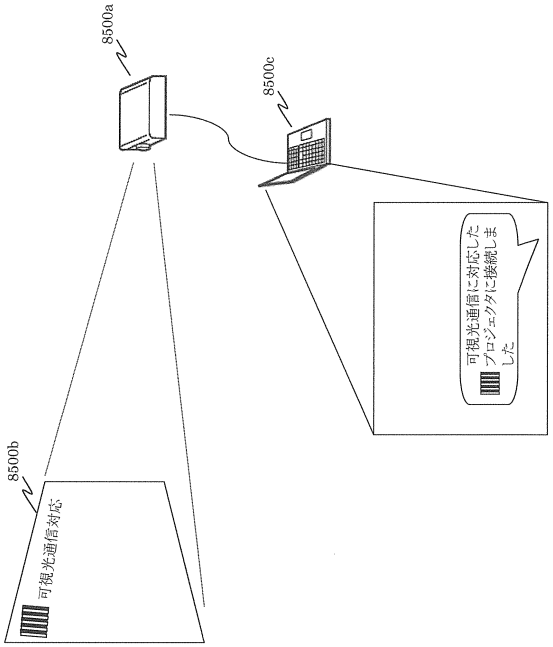
【図１４８】



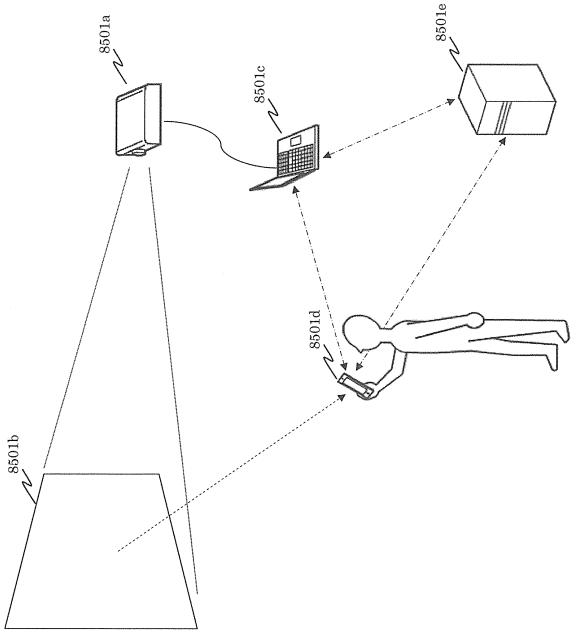
【図１４９】



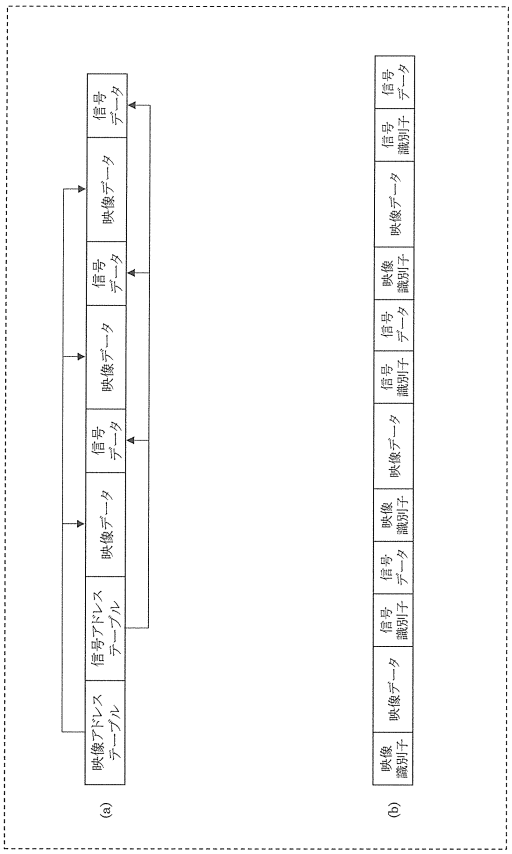
【図１５０】



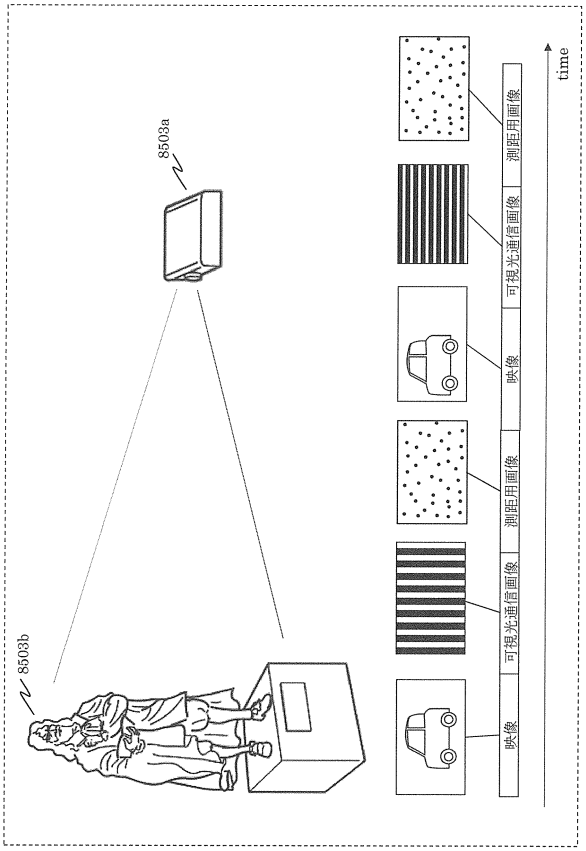
【図１５１】



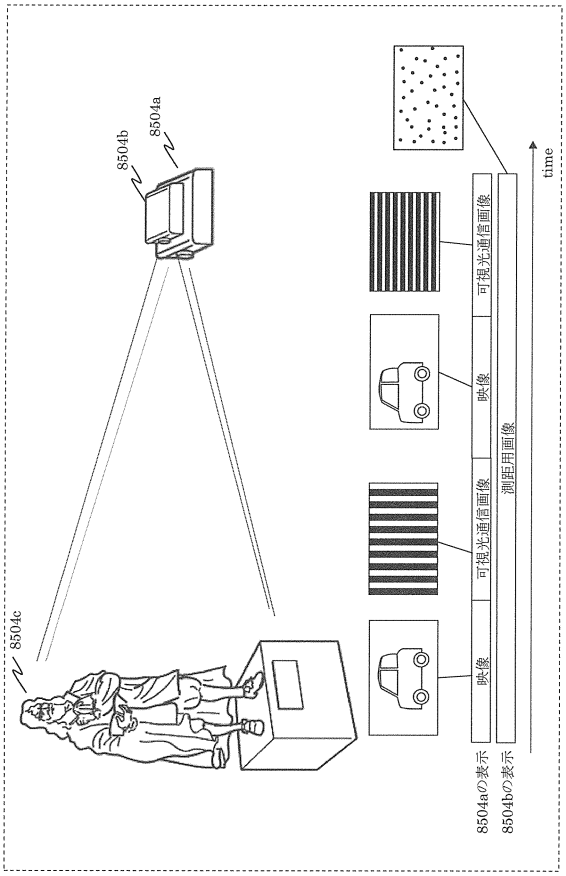
【図１５２】



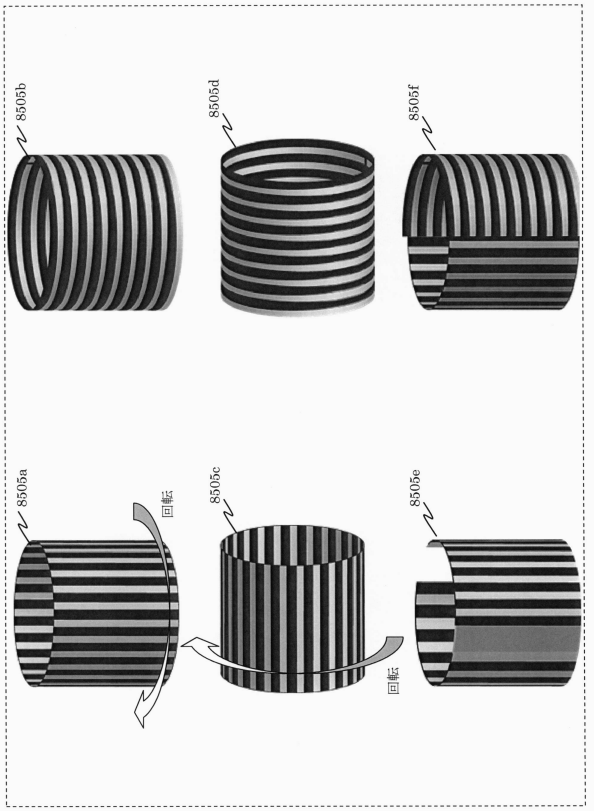
【図１５３】



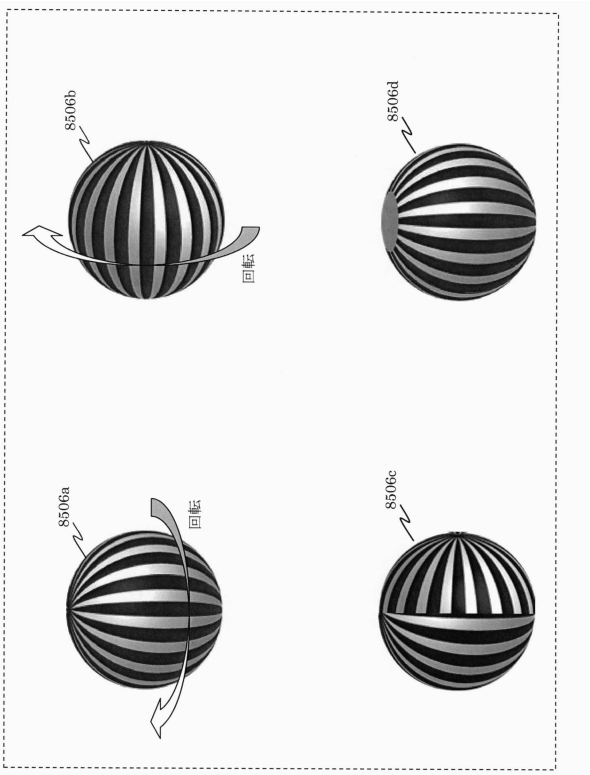
【図１５４】



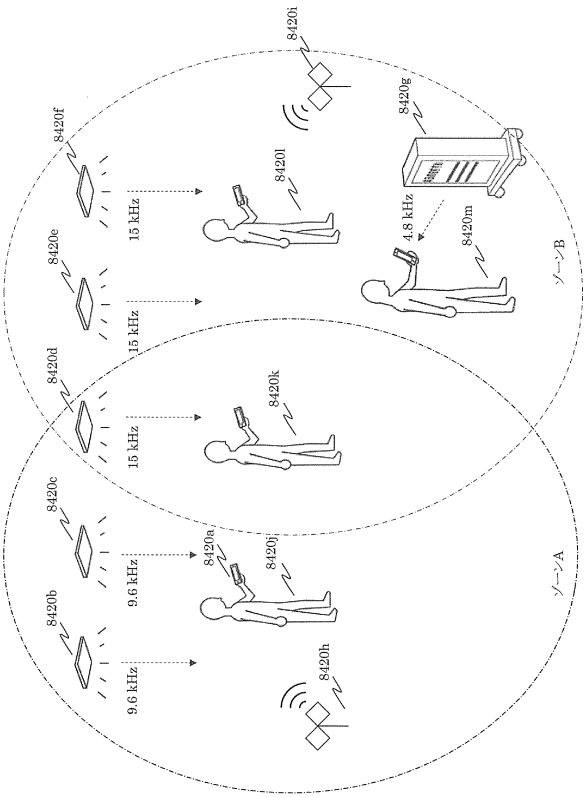
【図１５５】



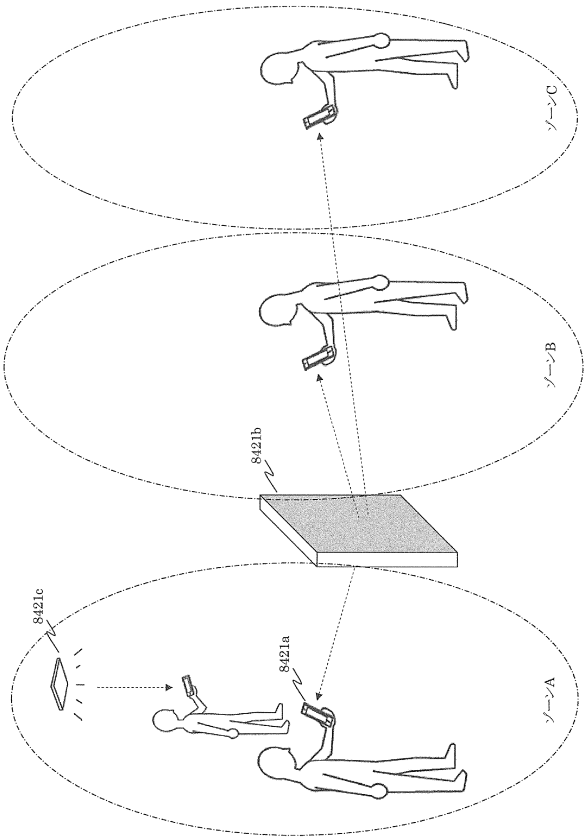
【図１５６】



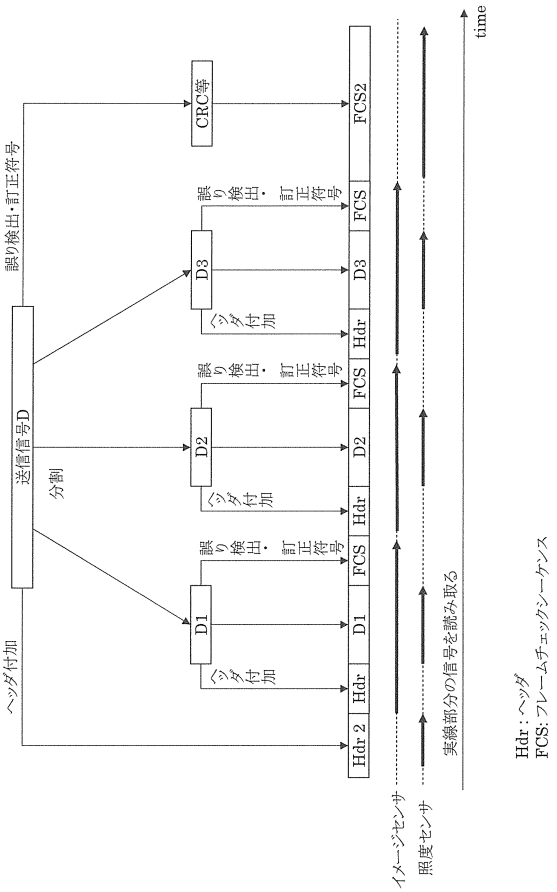
【図１５７】



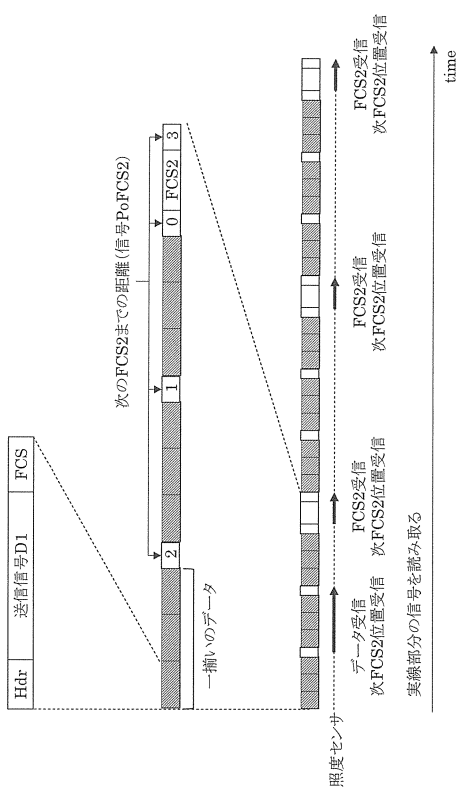
【図１５８】



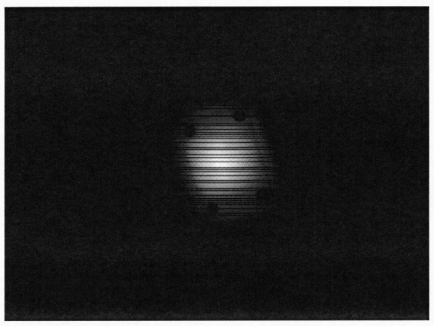
【図１５９】



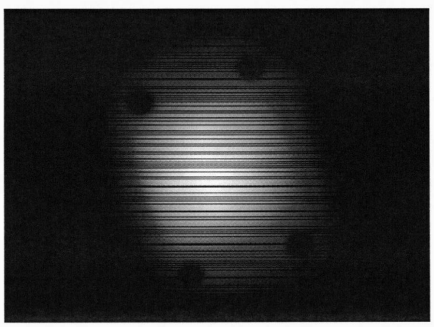
【図１６０】



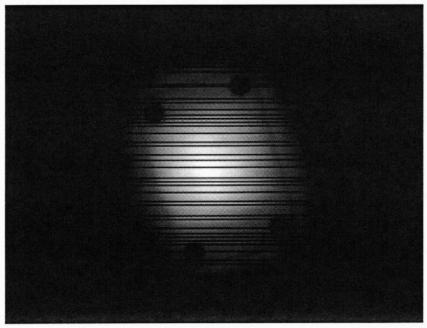
【図１６１Ａ】



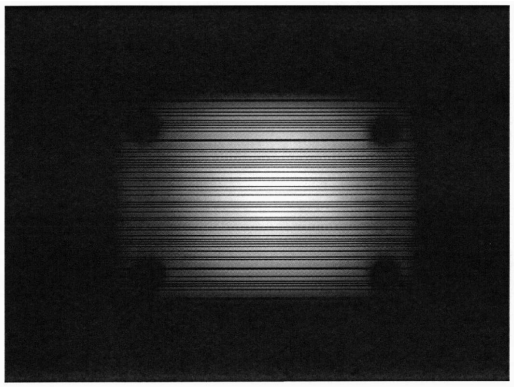
【図１６１Ｂ】



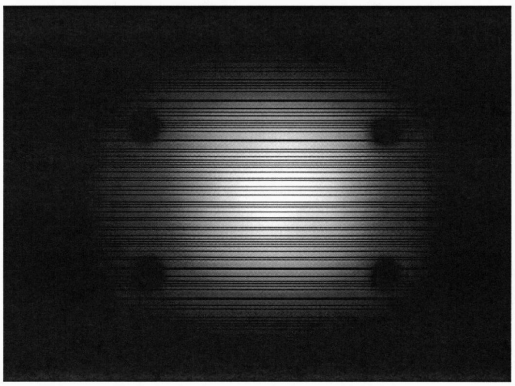
【図１６１Ｃ】



【図１６２Ａ】



【図１６２Ｂ】

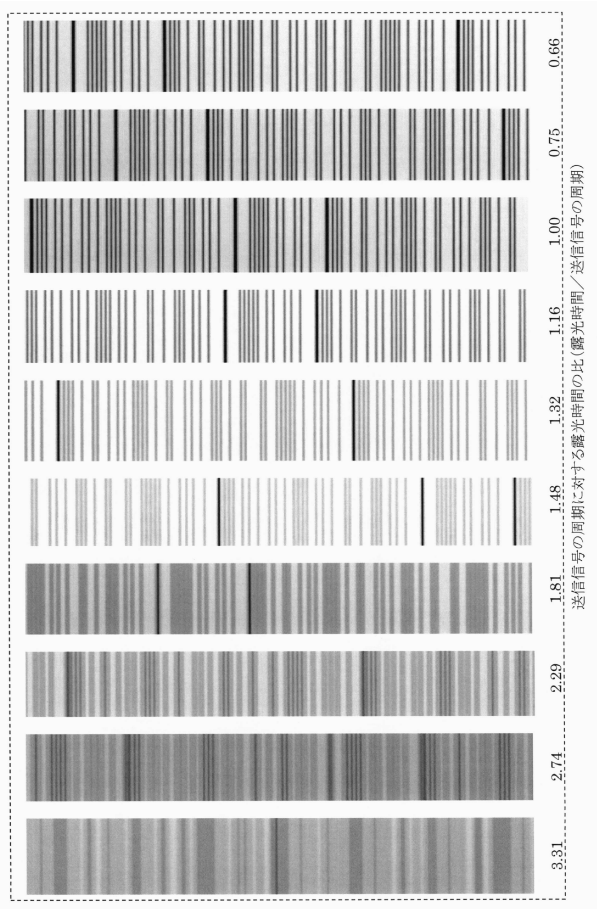


【図１６３Ａ】

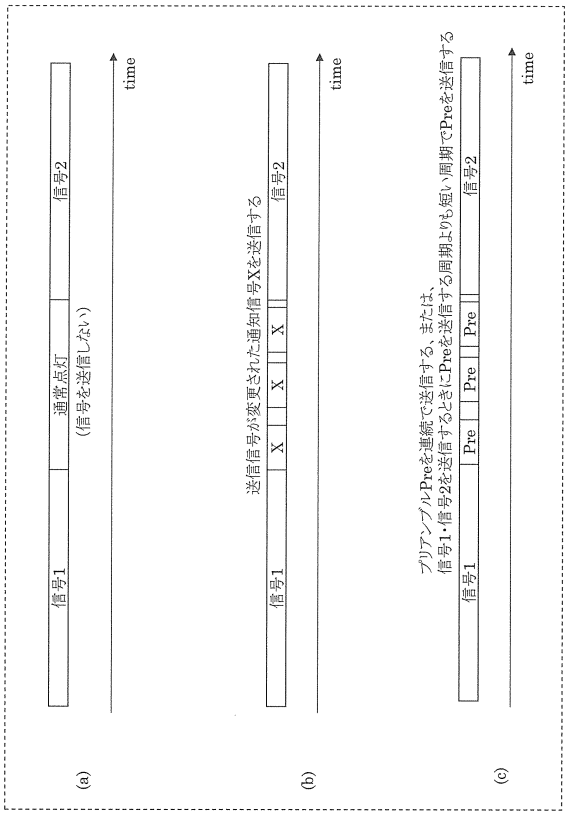
【図１６３Ｂ】

【図１６３Ｃ】

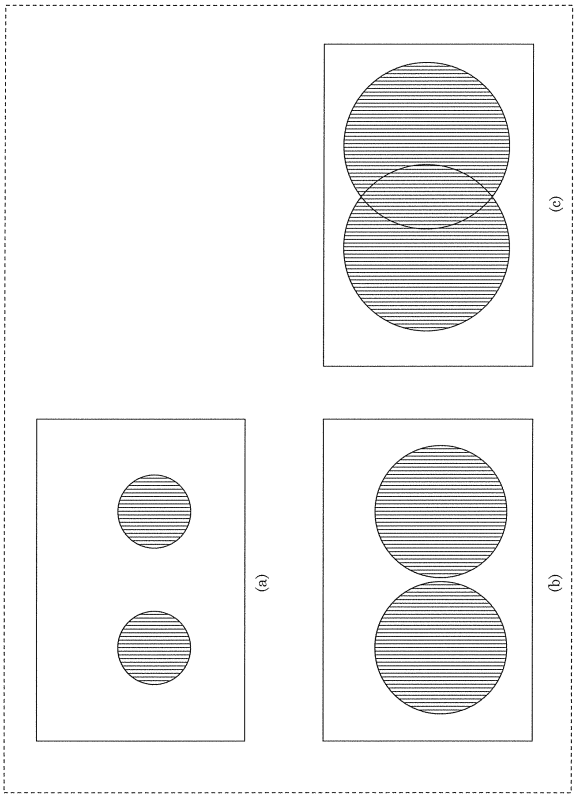
【図１６４】



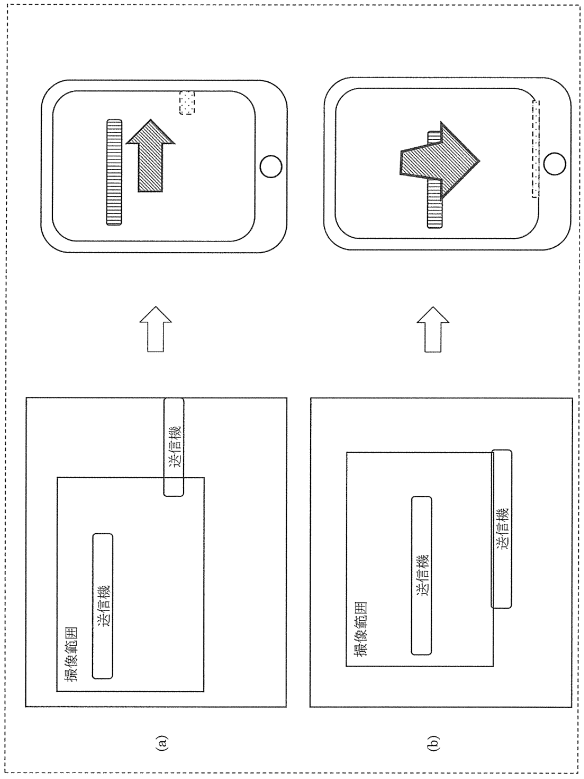
【図１６５】



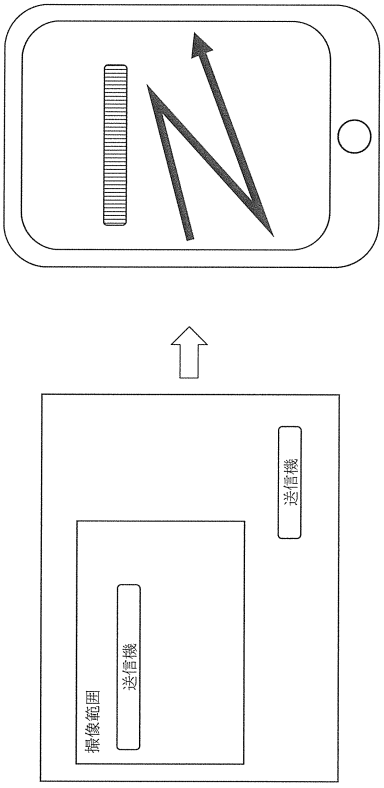
【図１６６】



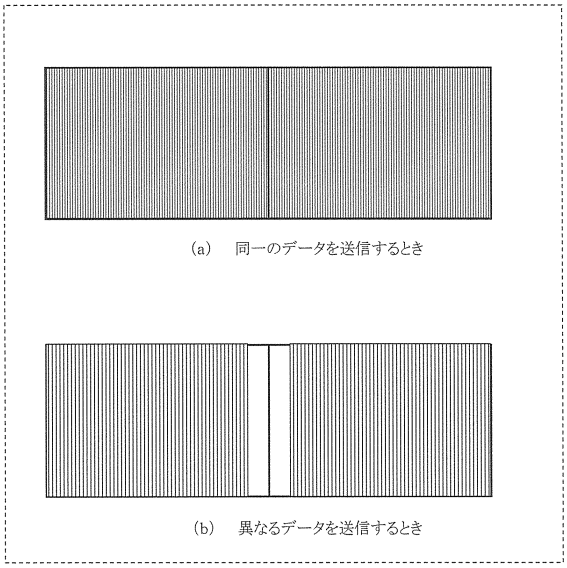
【図１６７】



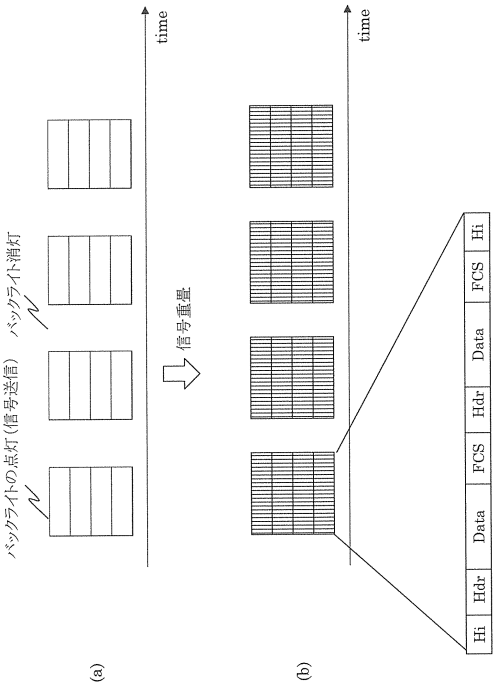
【図１６８】



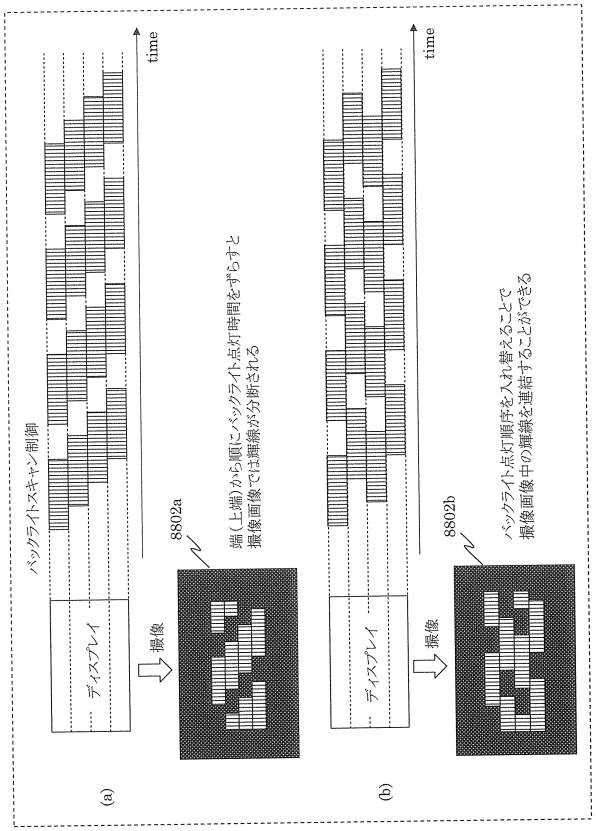
【図１６９】



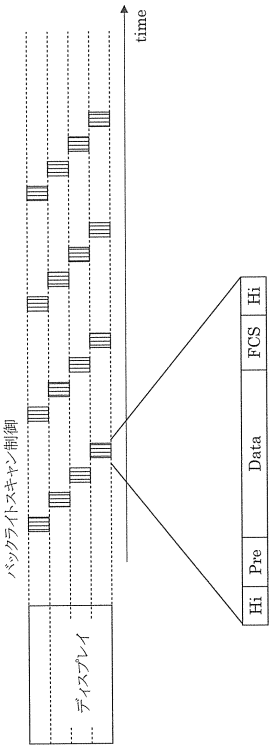
【図１７０】



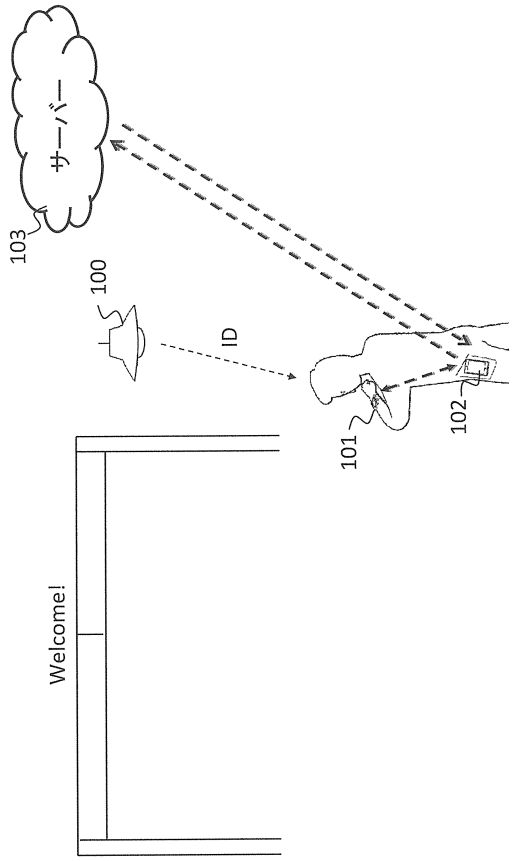
【図１７１】



【図１７２】



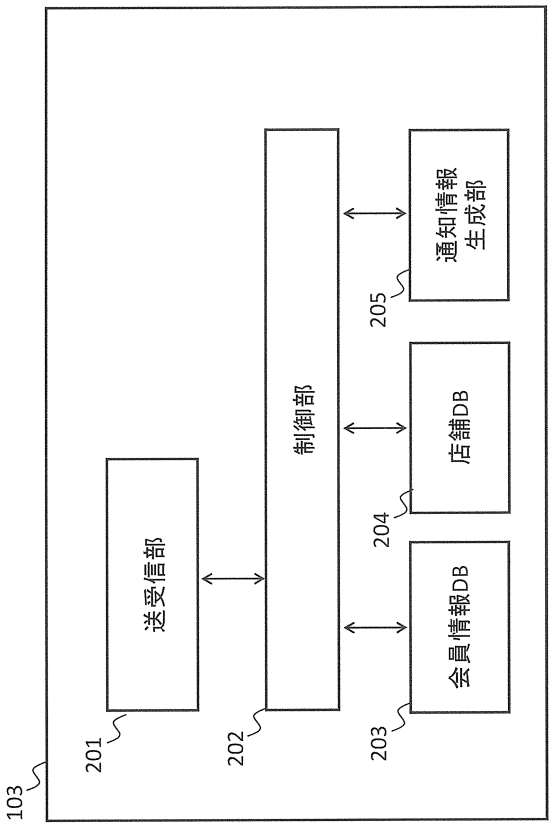
【図１７３】



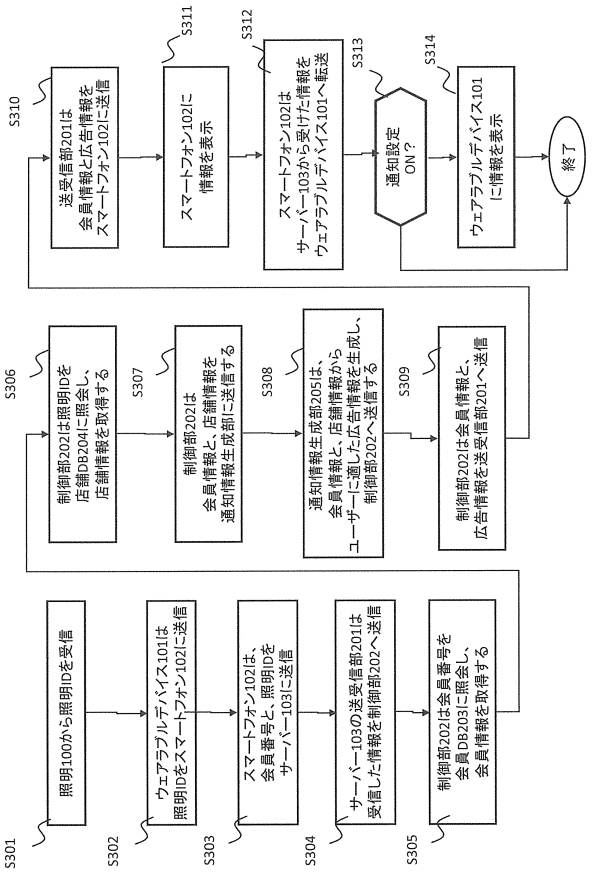
【図１７４】

会員番号	店舗ID	時刻	位置情報
ユーザーの趣向情報		ユーザーの生体情報	
ユーザーの検索履歴		ユーザーの行動履歴	

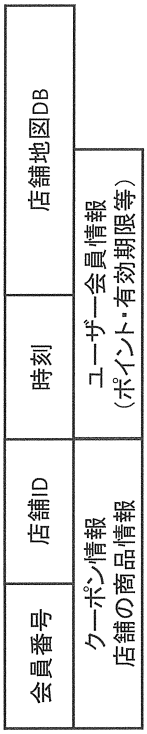
【図１７５】



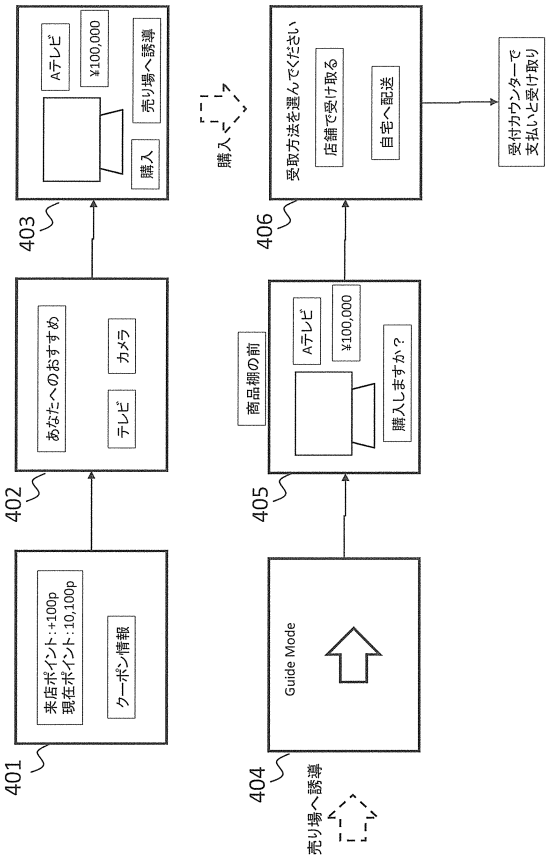
【図１７６】



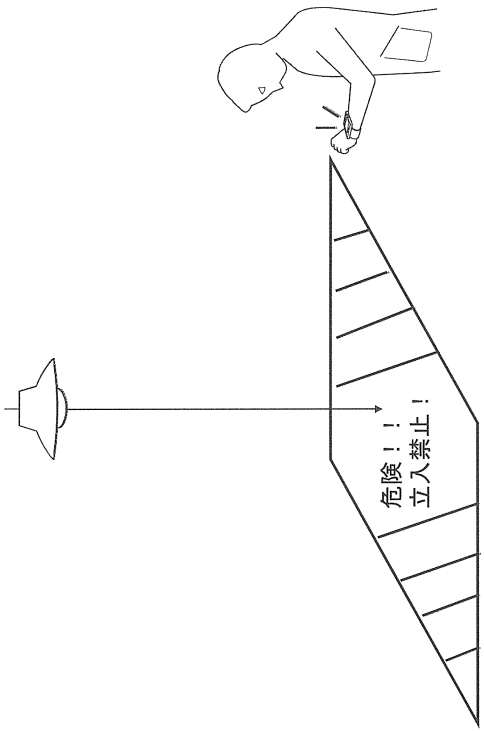
【図１７７】



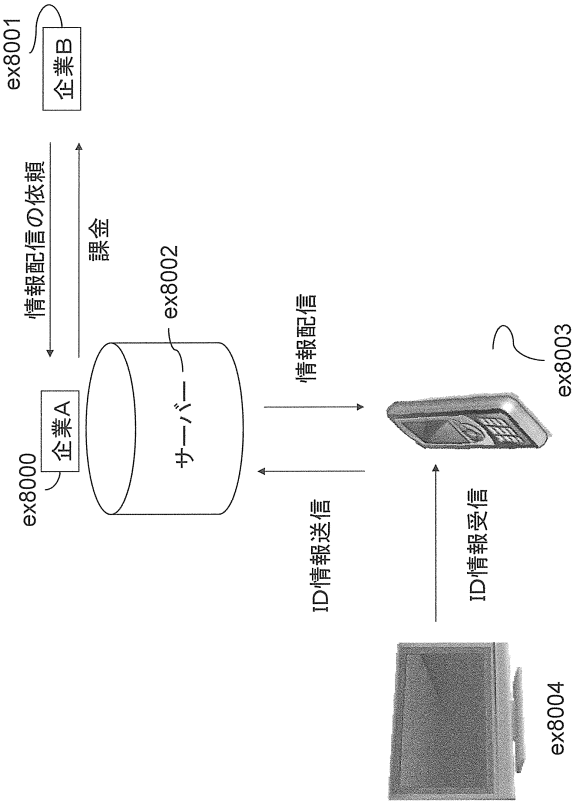
【図１７８】



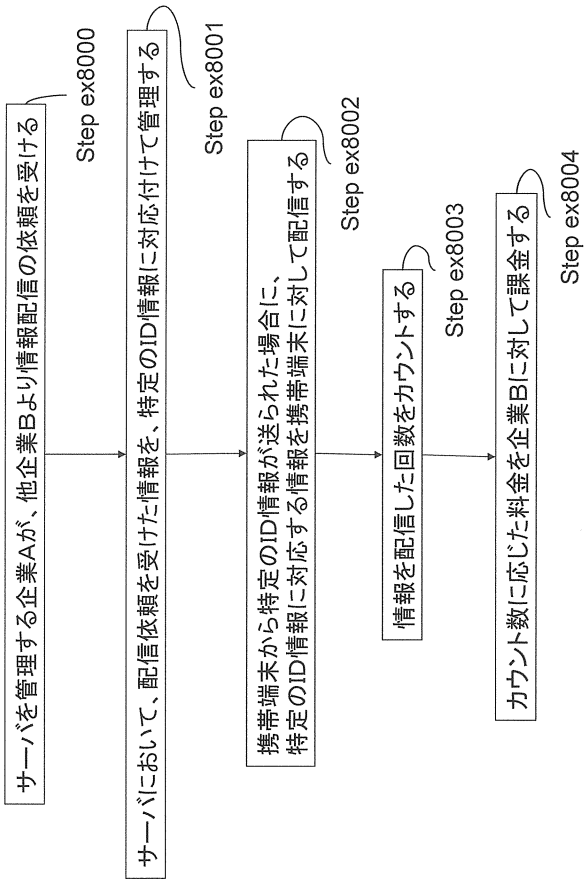
【図１７９】



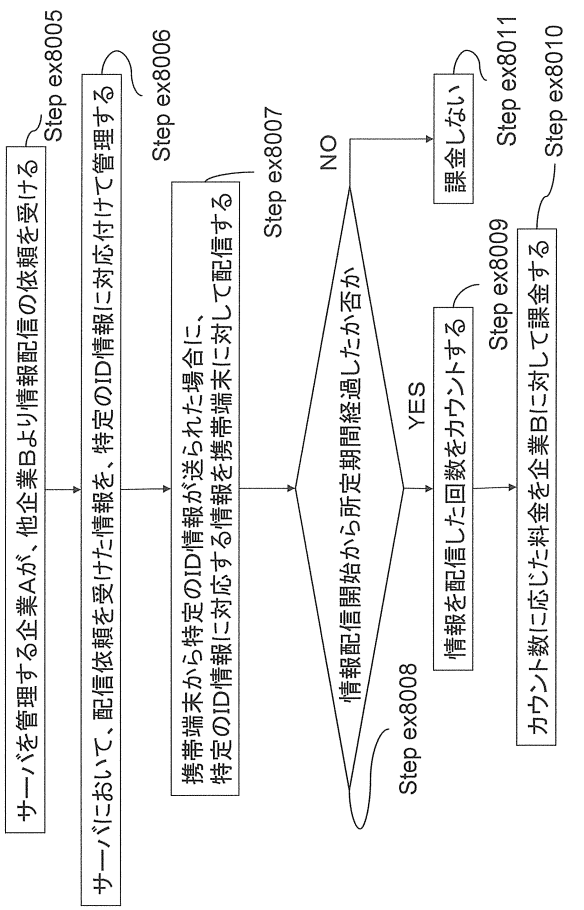
【図１８０】



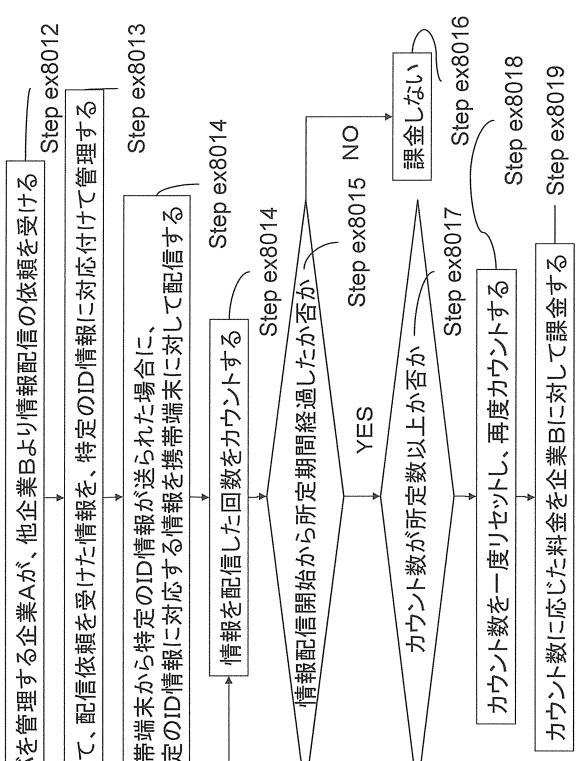
【図１８１】



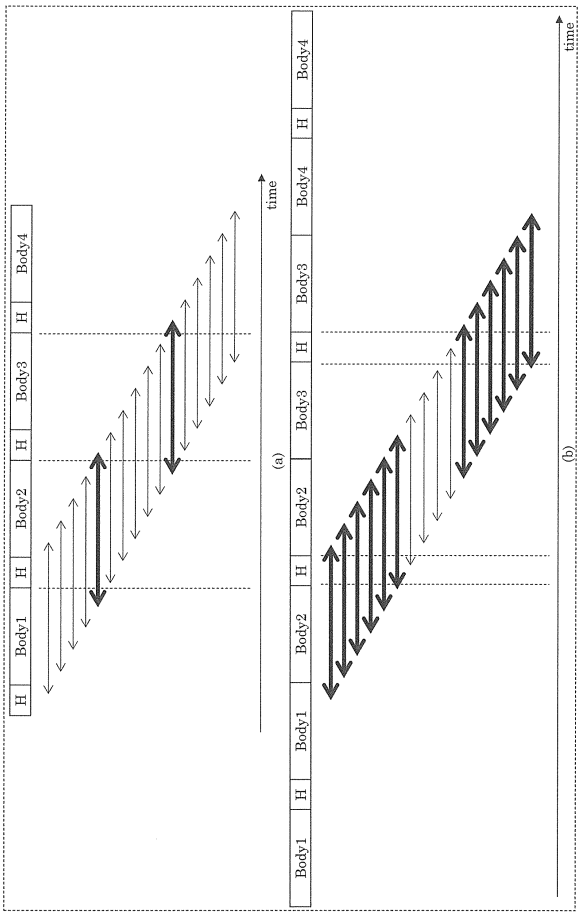
【図１８２】



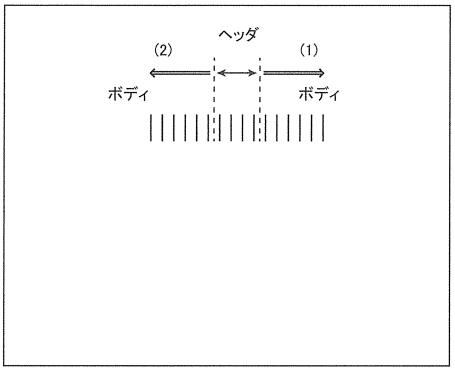
【図１８３】



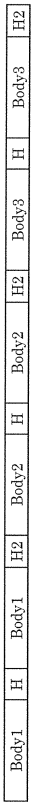
【図１８４Ａ】



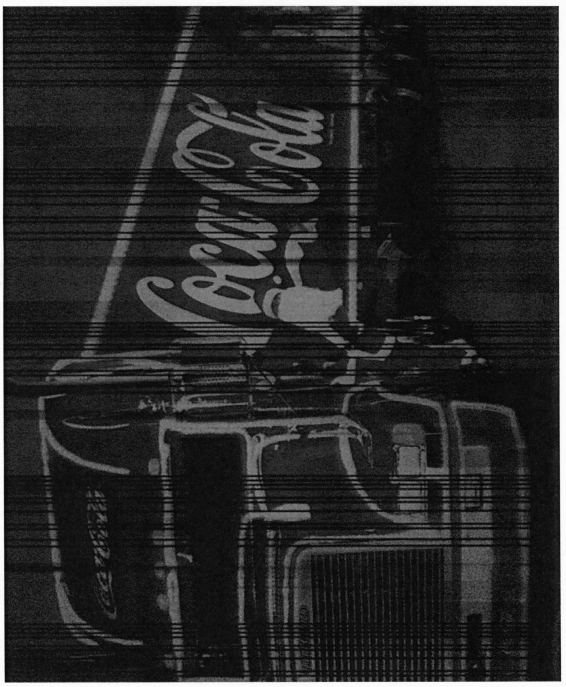
【図１８４Ｂ】



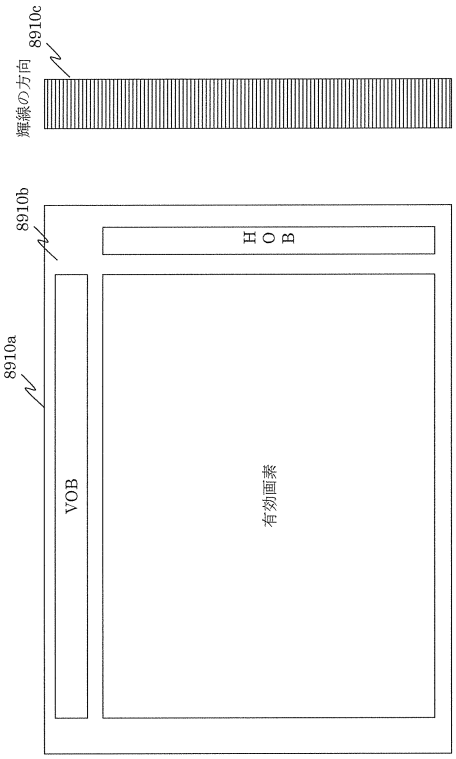
【図１８５】



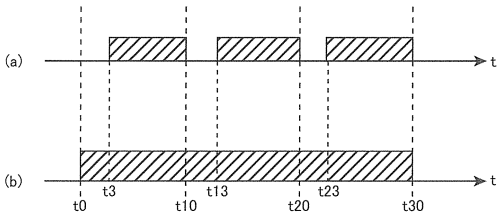
【図１８６】



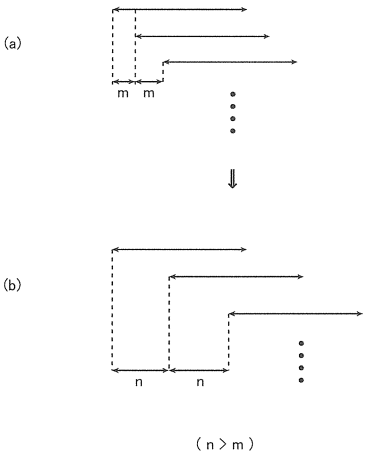
【図１８７Ａ】



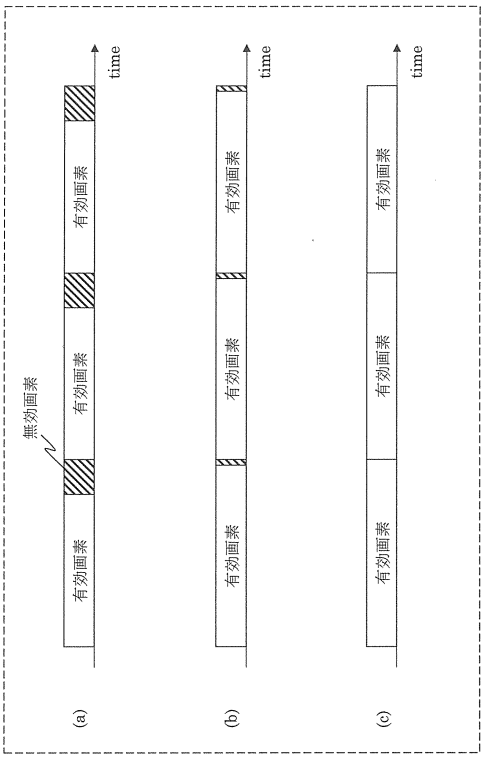
【図１８７Ｂ】



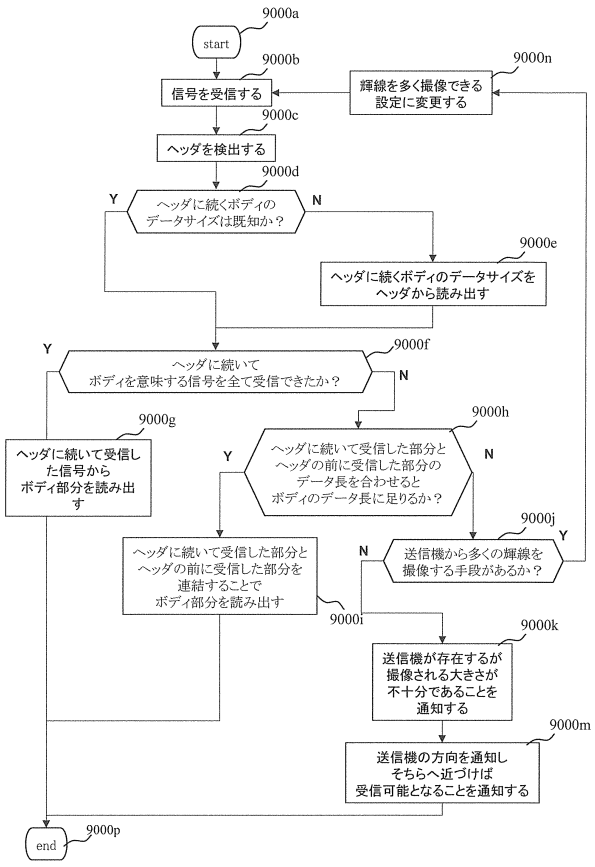
【図１８７Ｃ】



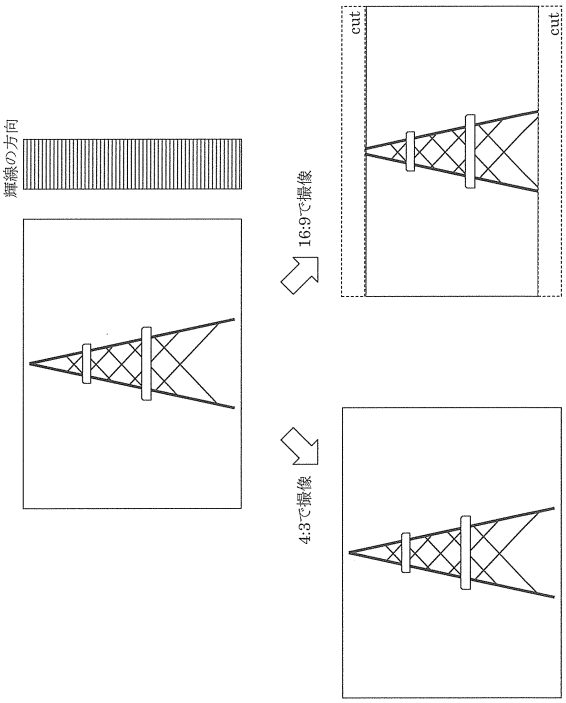
【図１８７Ｄ】



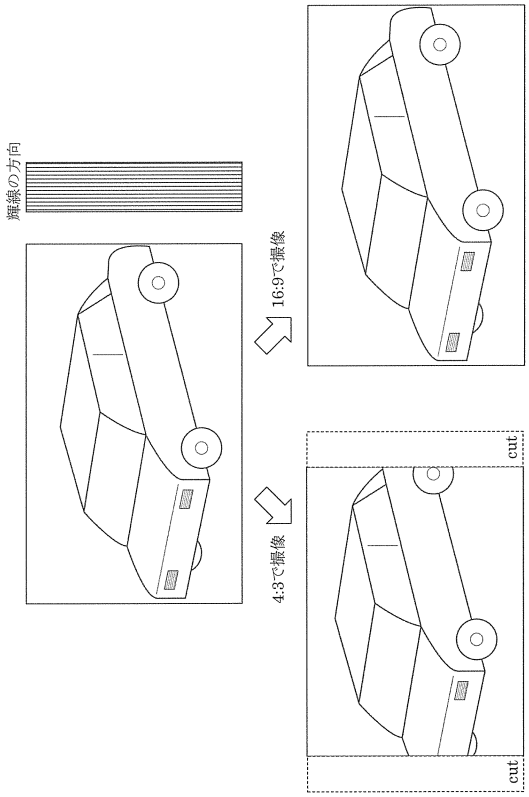
【図１８７Ｅ】



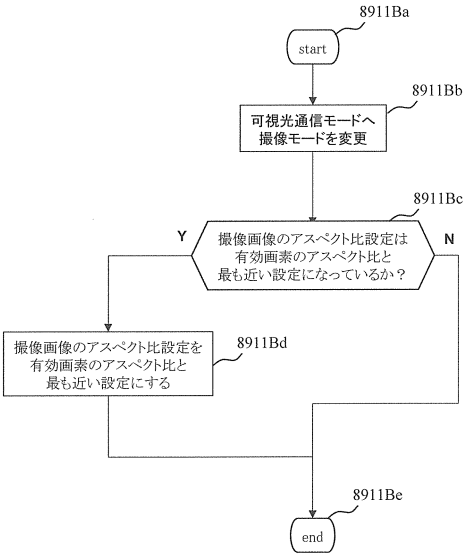
【図１８８】



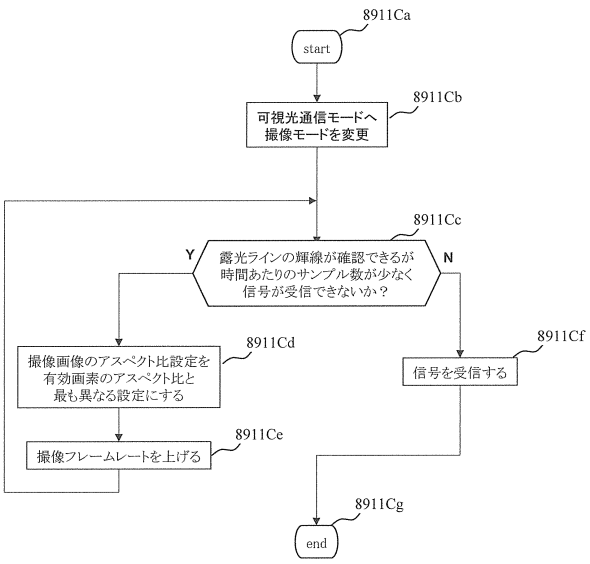
【図１８９Ａ】



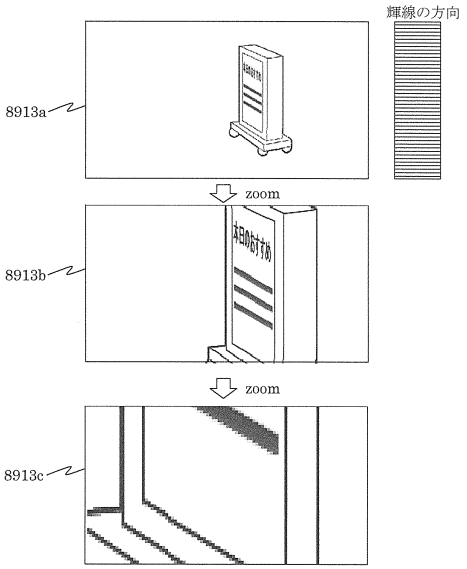
【図１８９Ｂ】



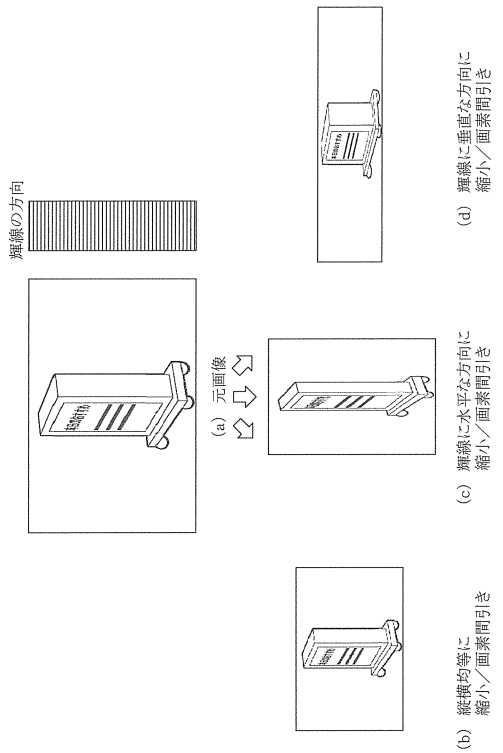
【図１８９Ｃ】



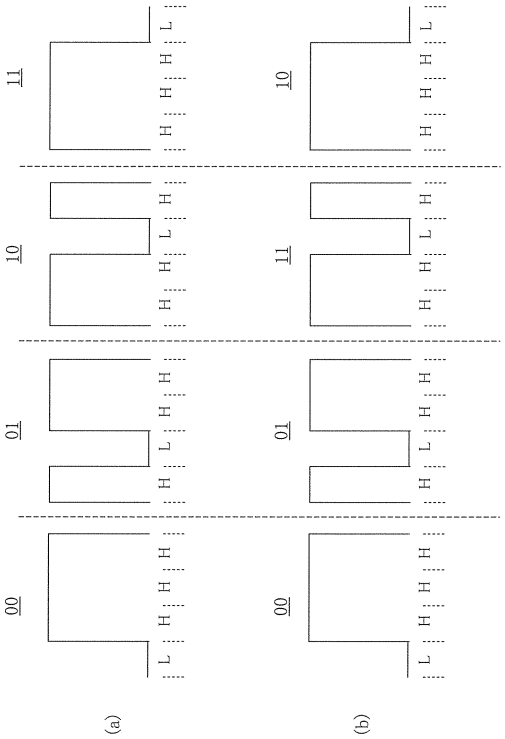
【図１９０】



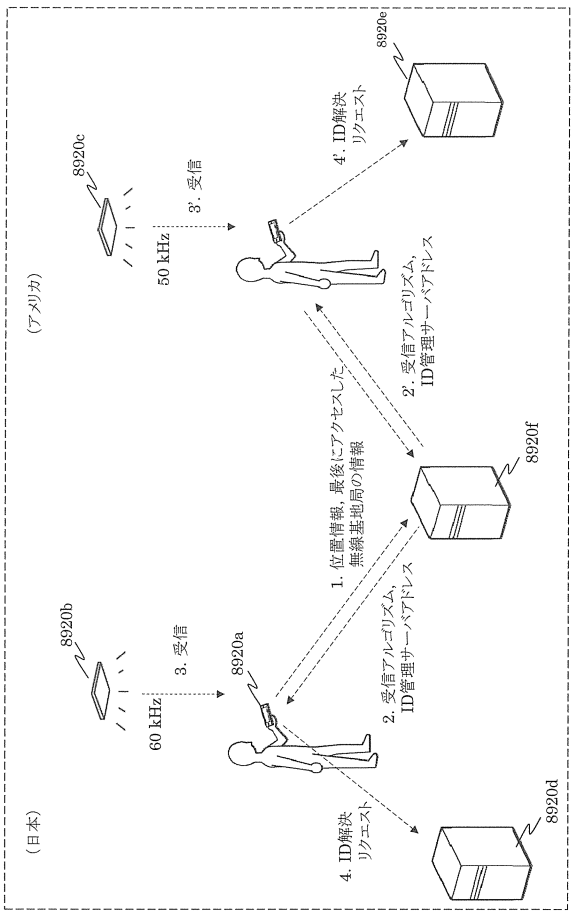
【図１９１】



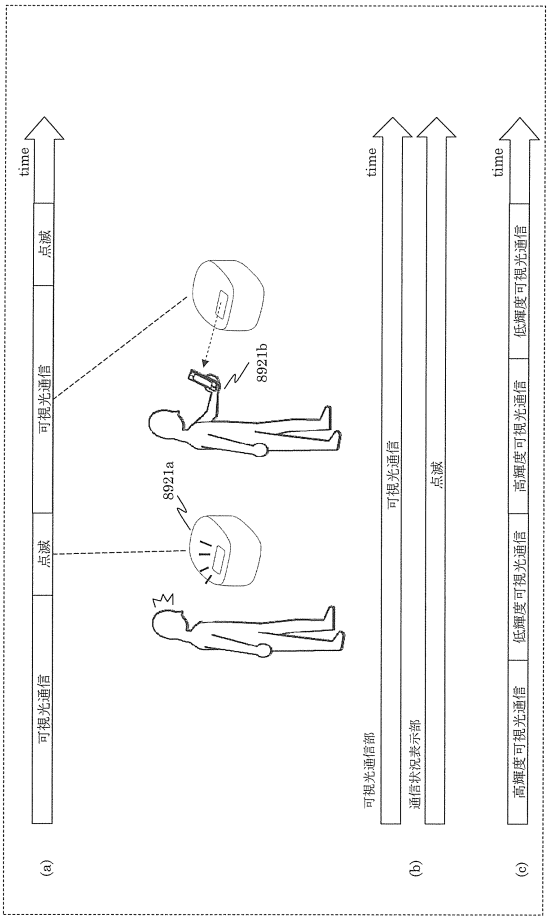
【図１９２】



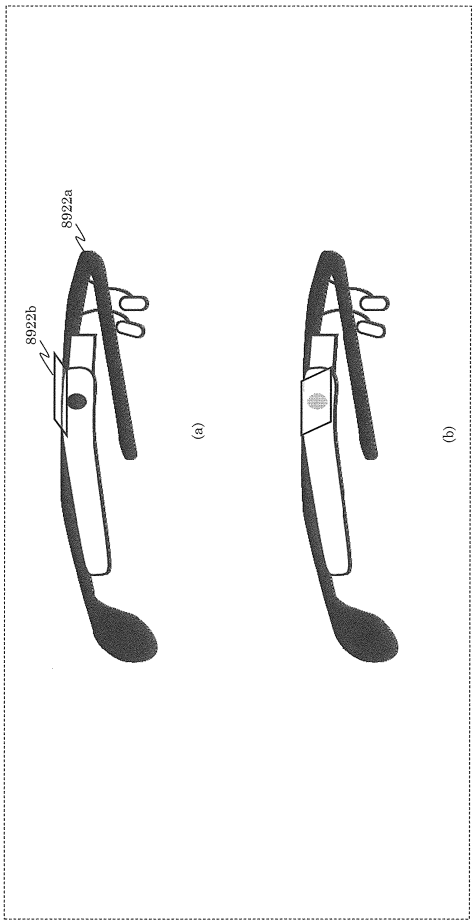
【図１９３】



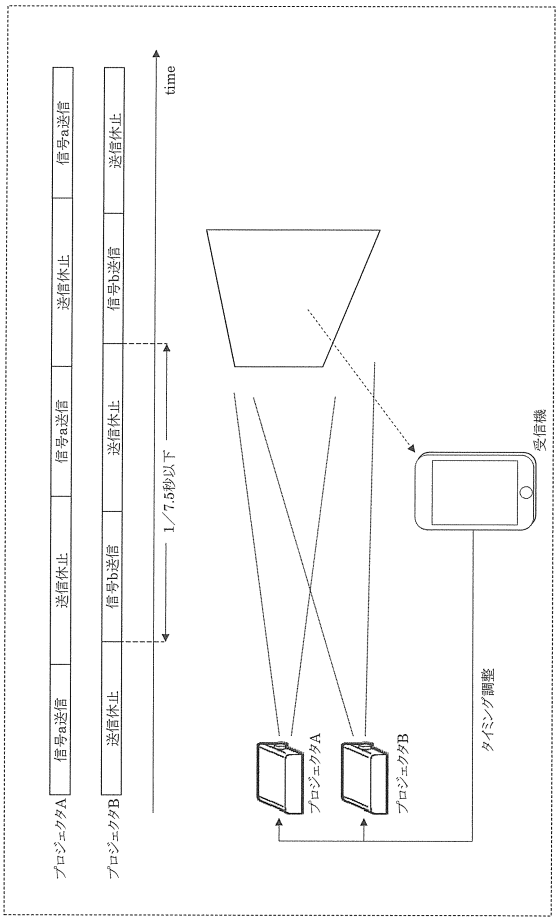
【図１９４】



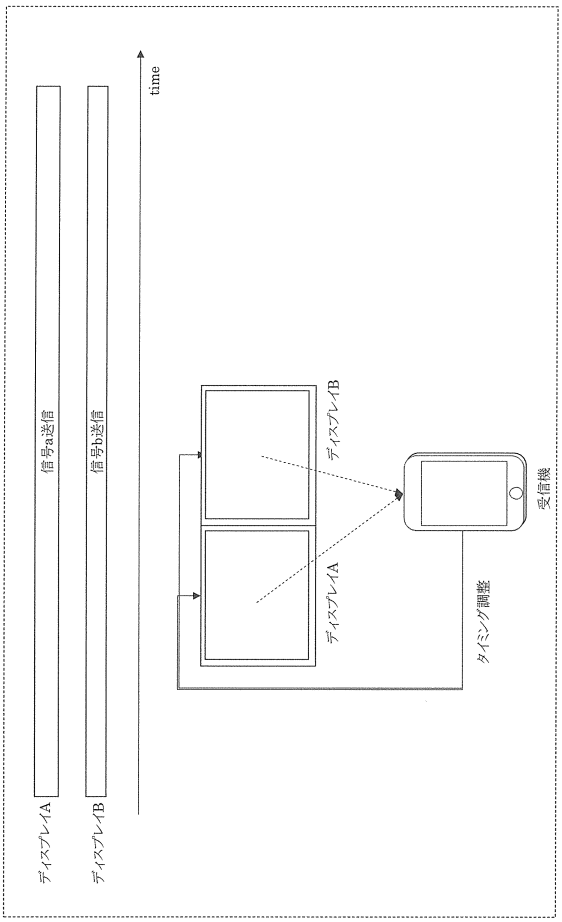
【図１９５】



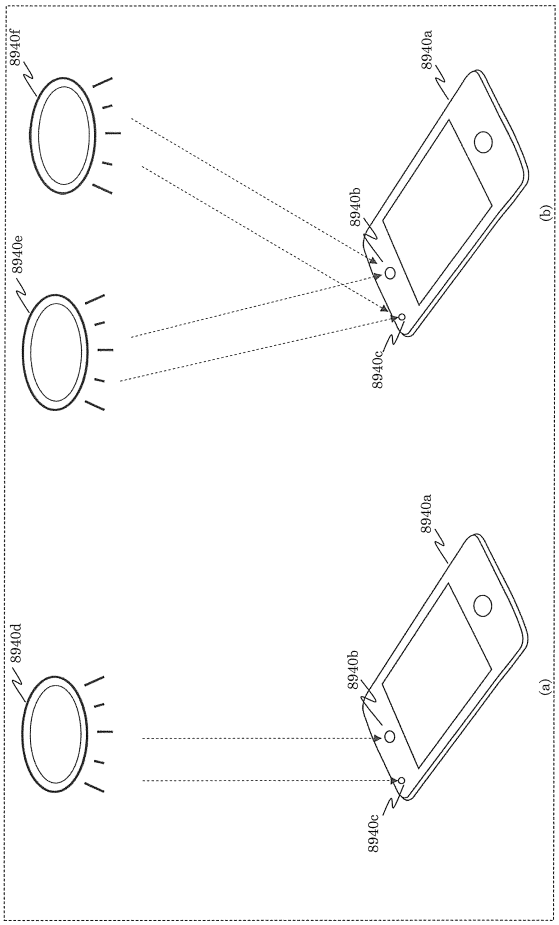
【図１９６】



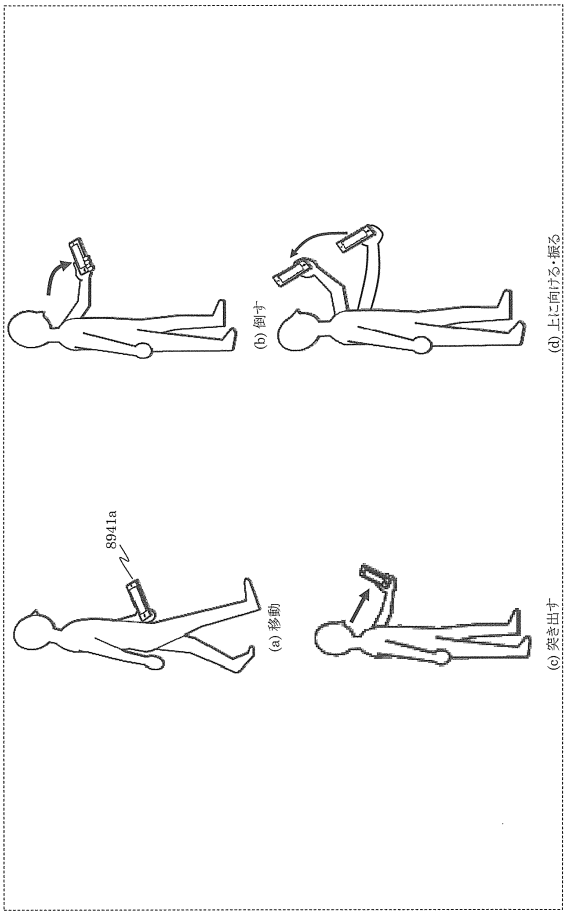
【図１９７】



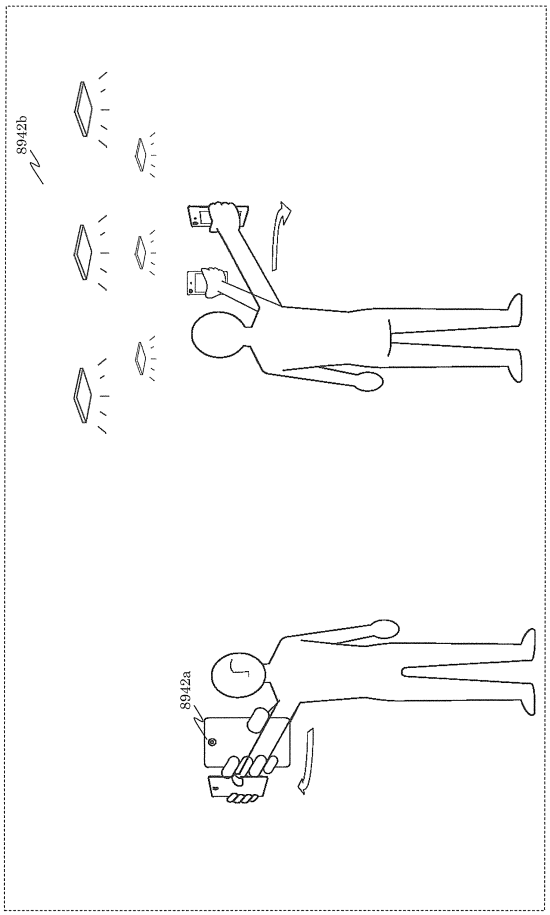
【図１９８】



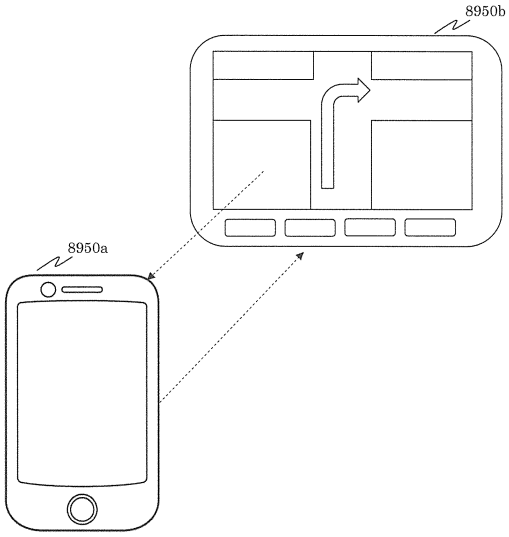
【図１９９】



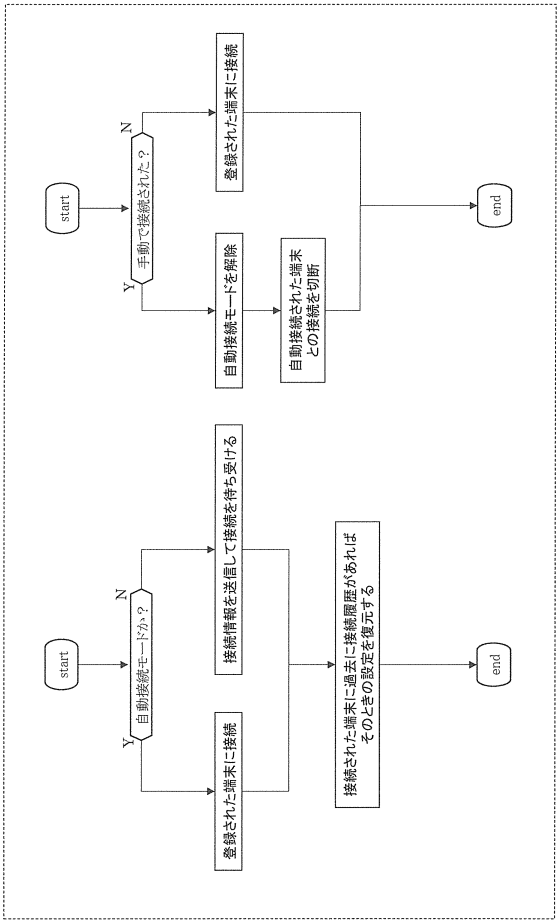
【図２００】



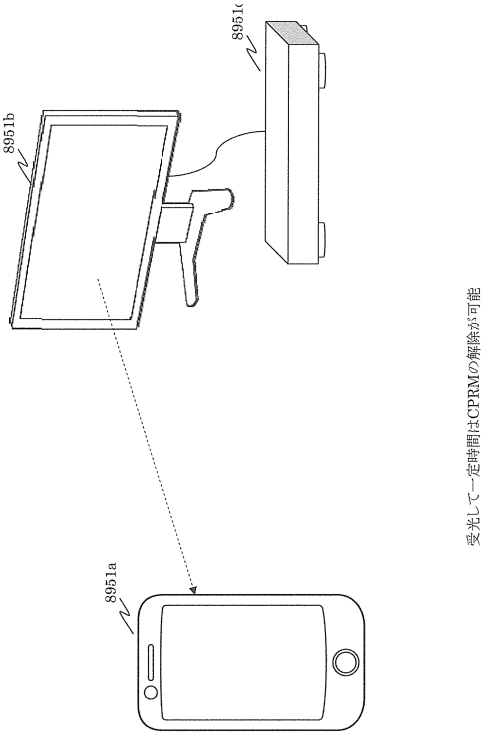
【図２０１】



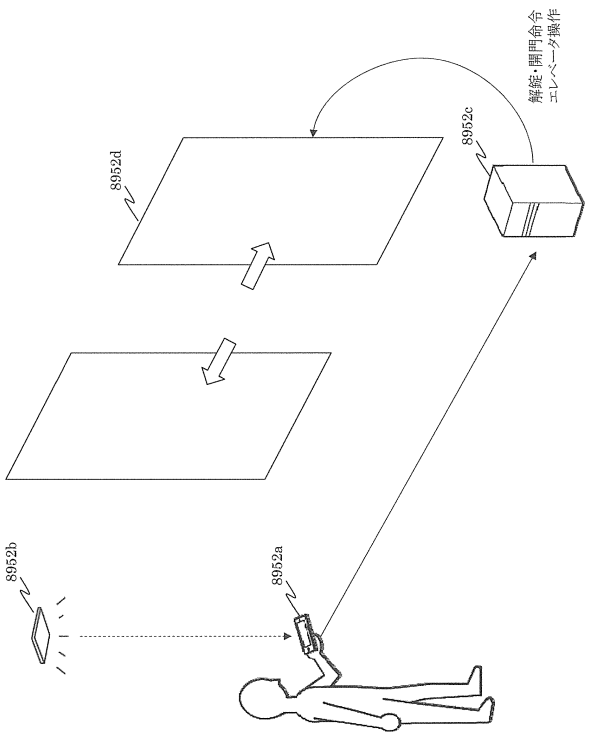
【図２０２】



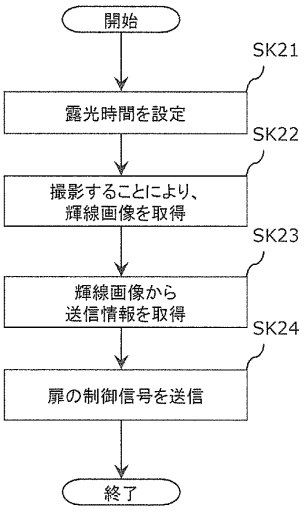
【図２０３】



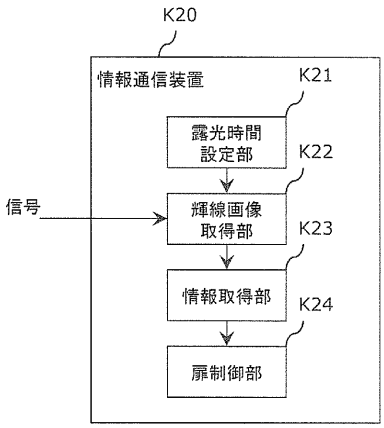
【図２０４Ａ】



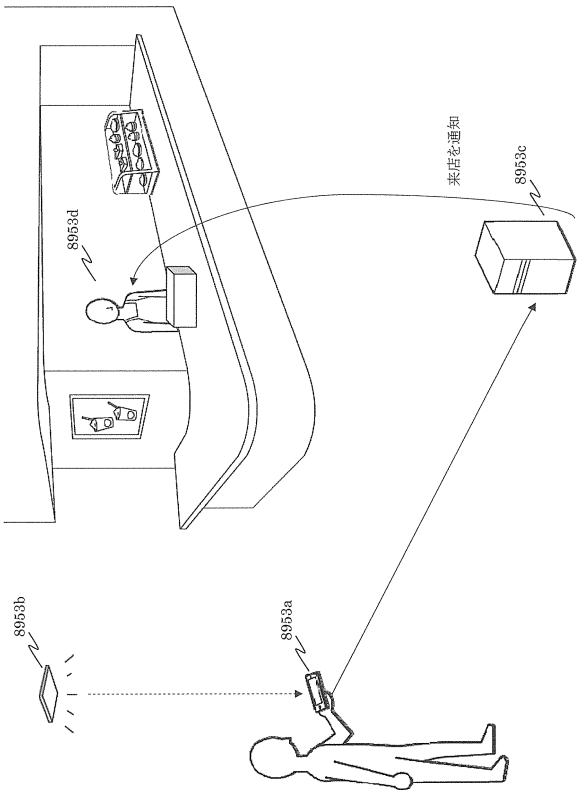
【図２０４Ｂ】



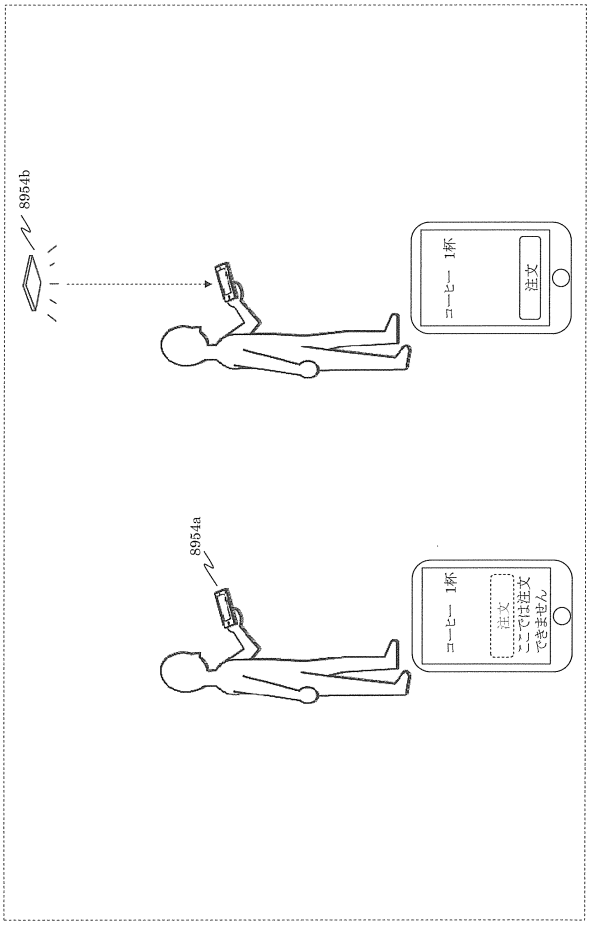
【図２０４Ｃ】



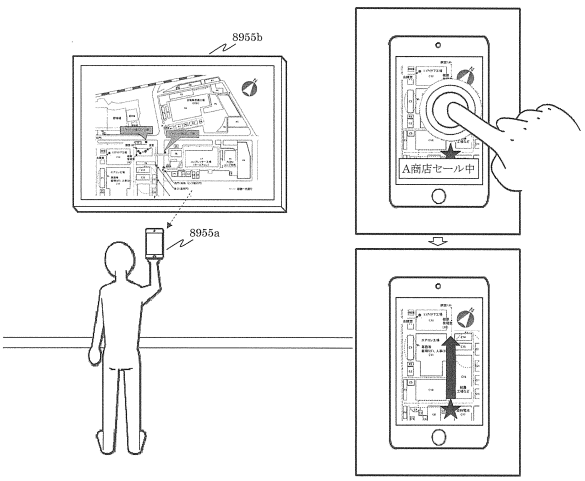
【図２０５】



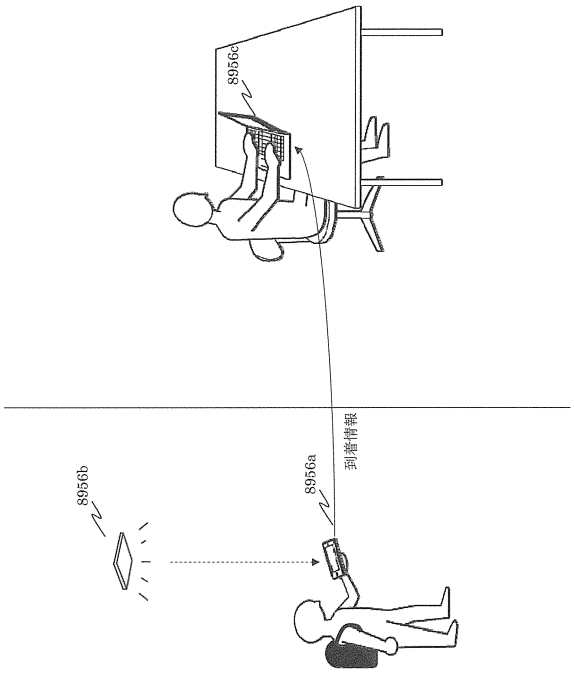
【図２０６】



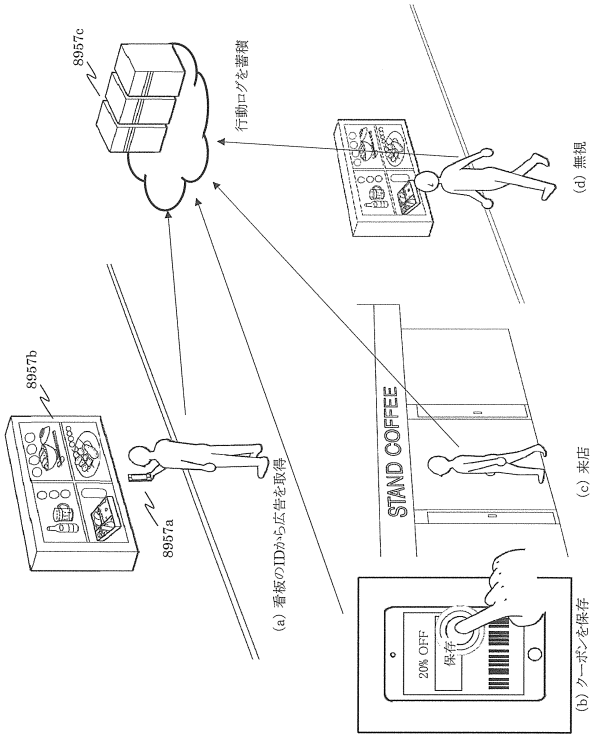
【図２０７】



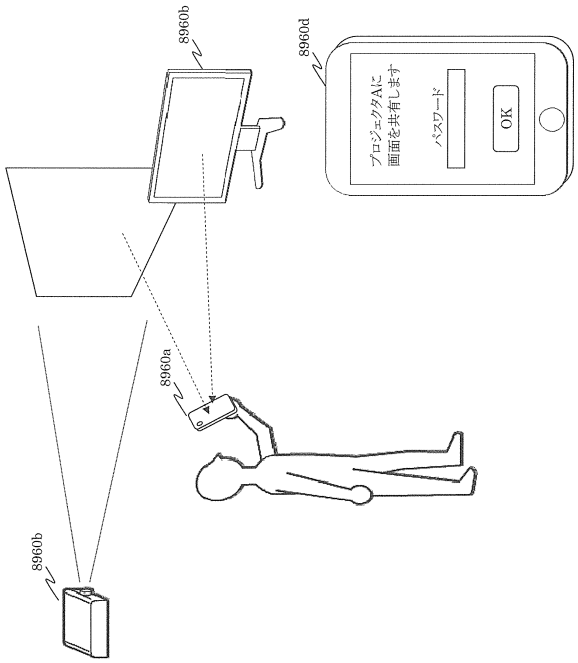
【図２０８】



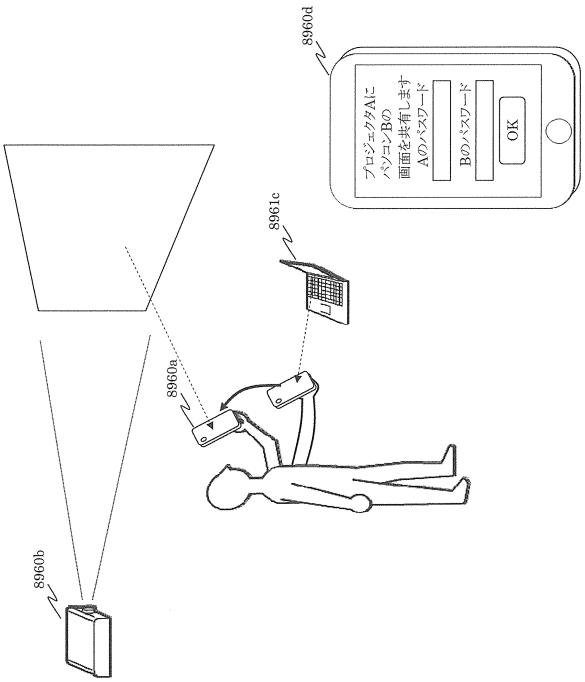
【図２０９】



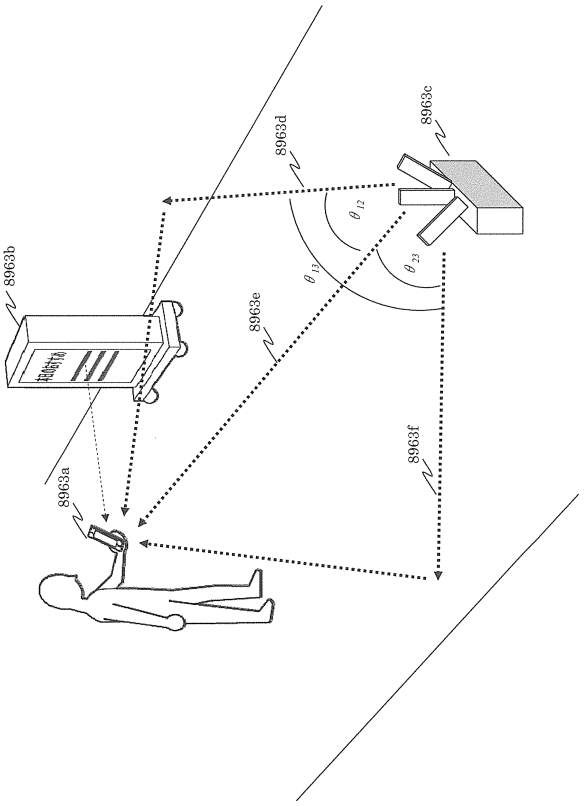
【図２１０】



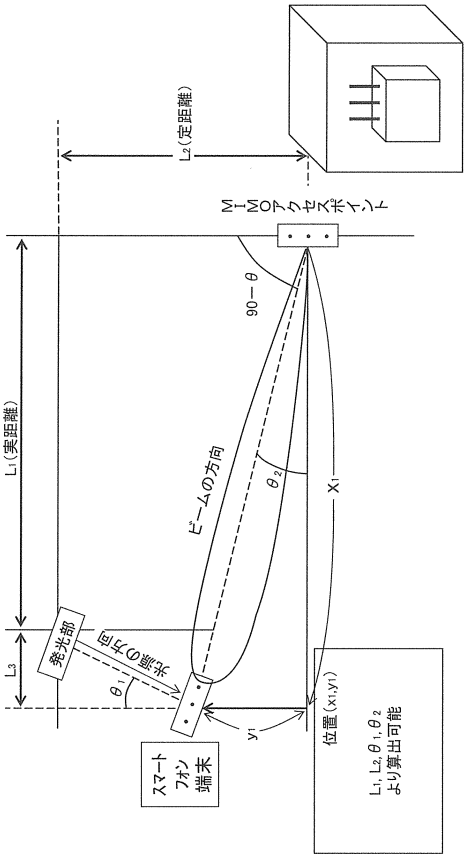
【図２１１】



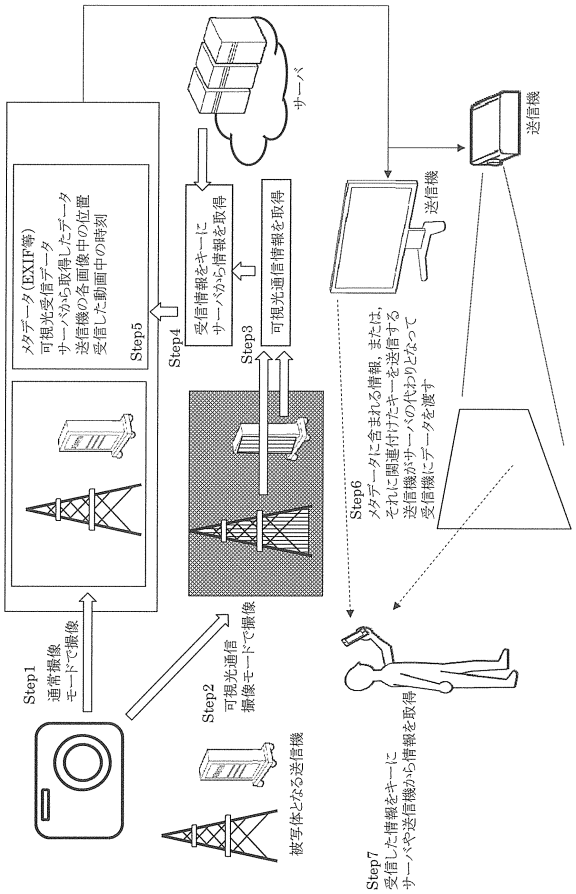
【図２１２】



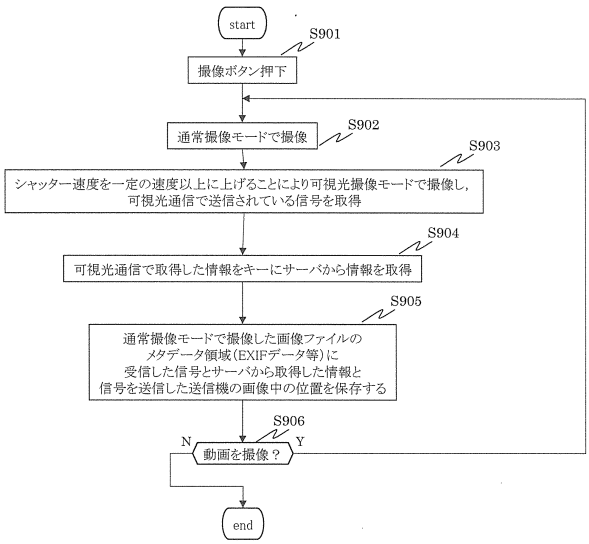
【図２１３】



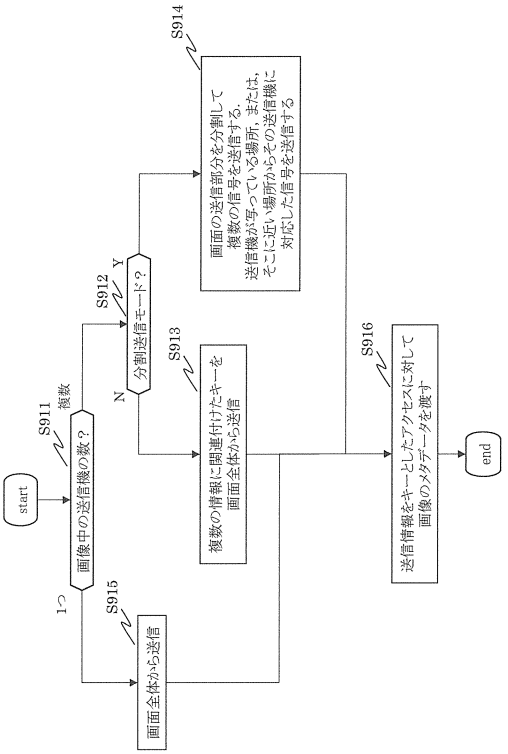
【図２１４】



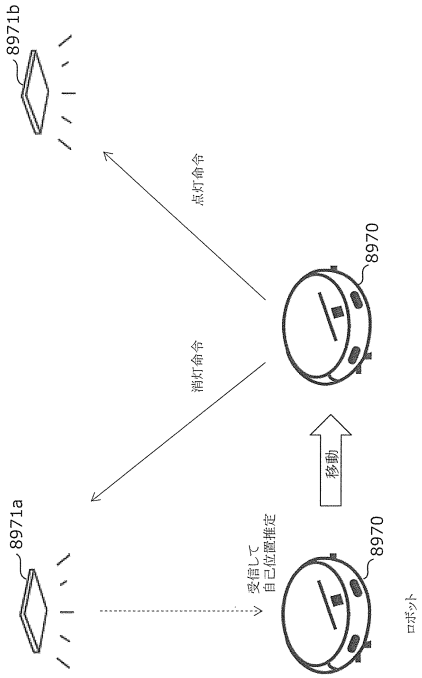
【図２１５】



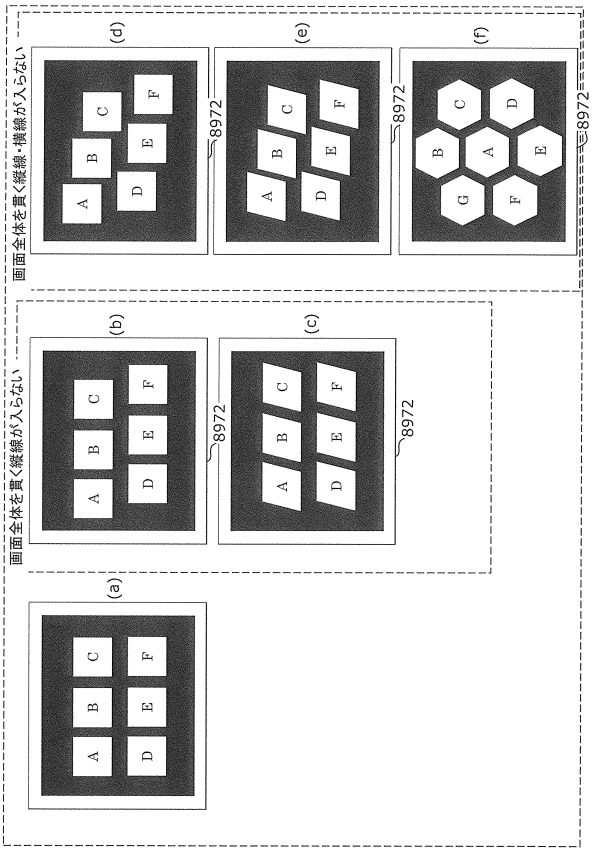
【図２１６】



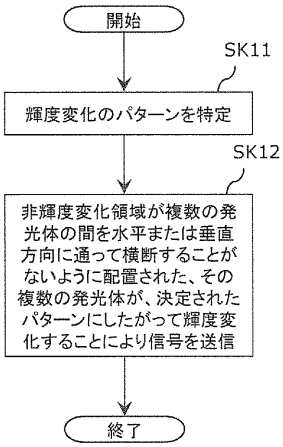
【図２１７】



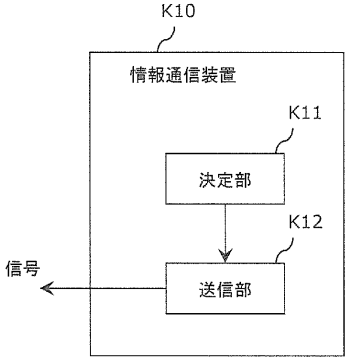
【図２１８】



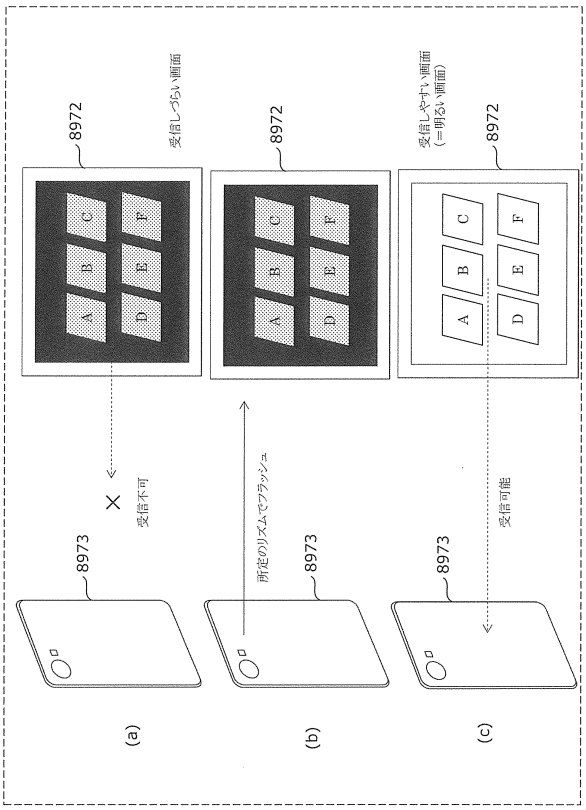
【図２１９】



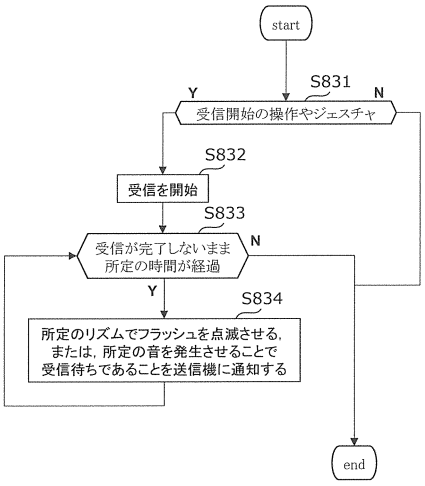
【図２２０】



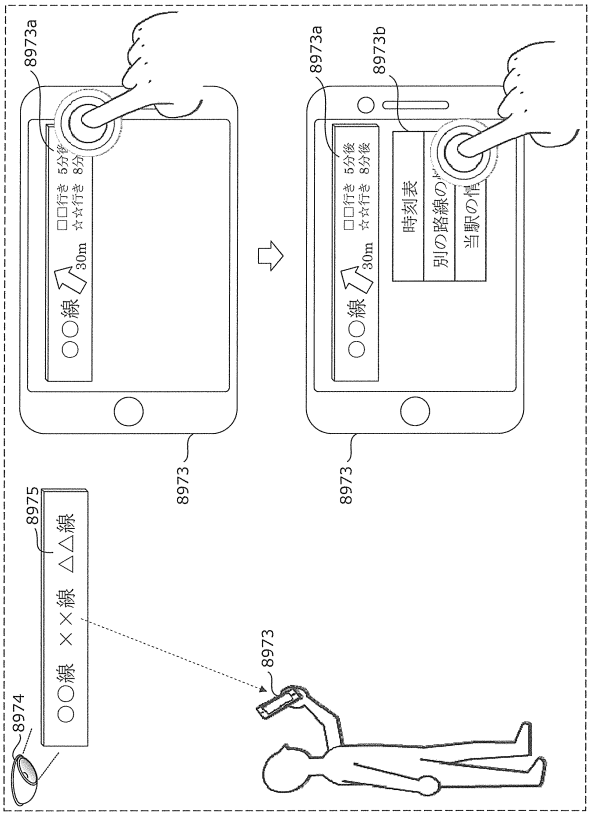
【図２２１Ａ】



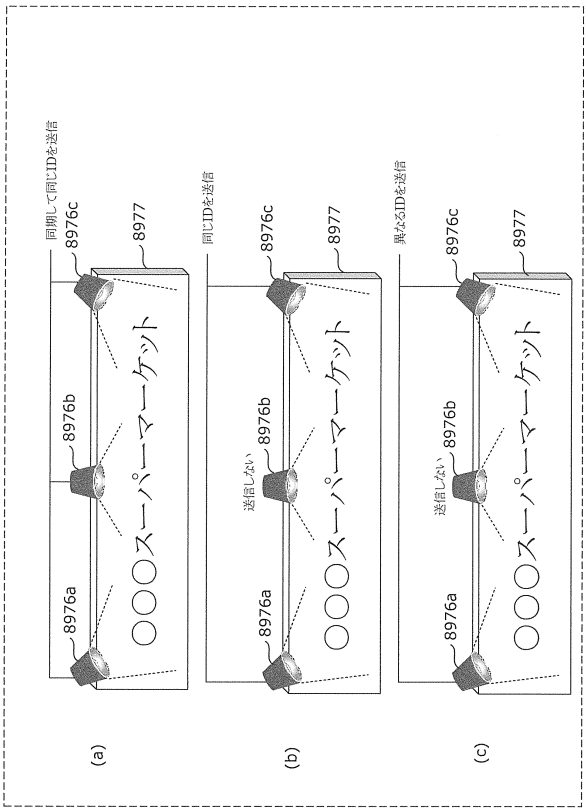
【図２２１Ｂ】



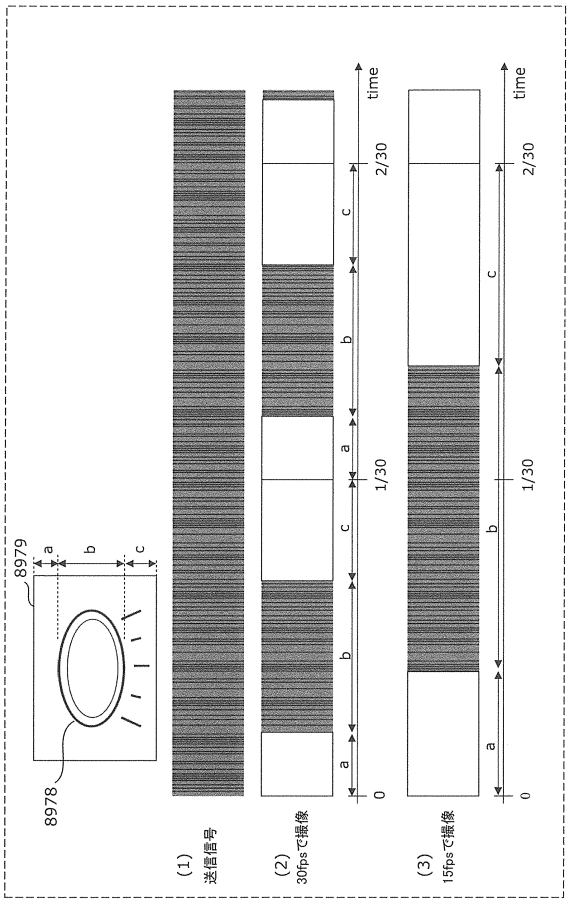
【図２２２】



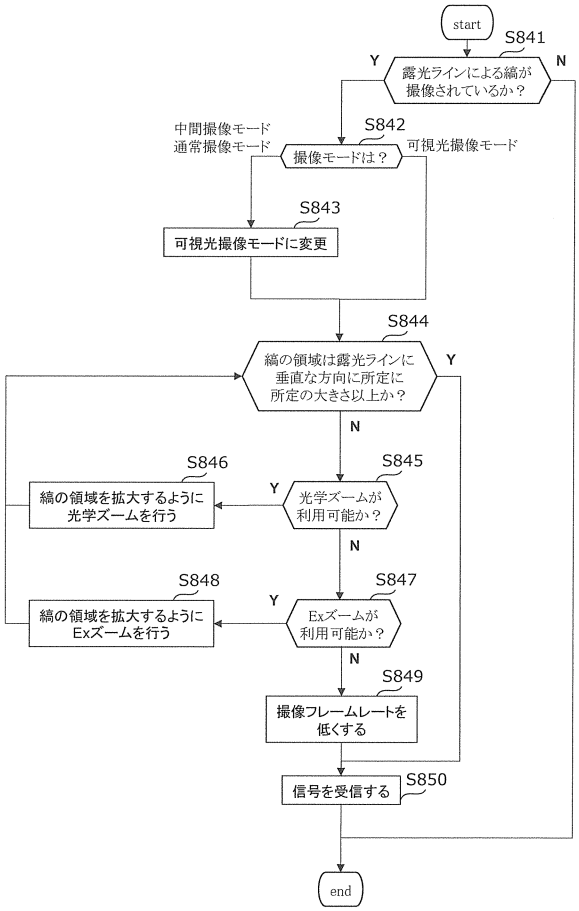
【図２２３】



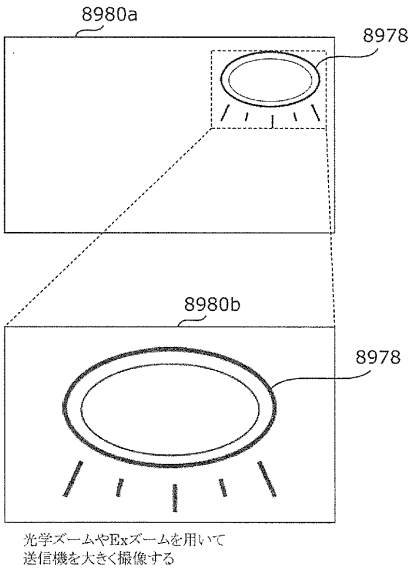
【図２２４Ａ】



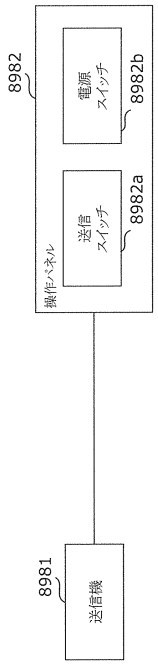
【図２２４Ｂ】



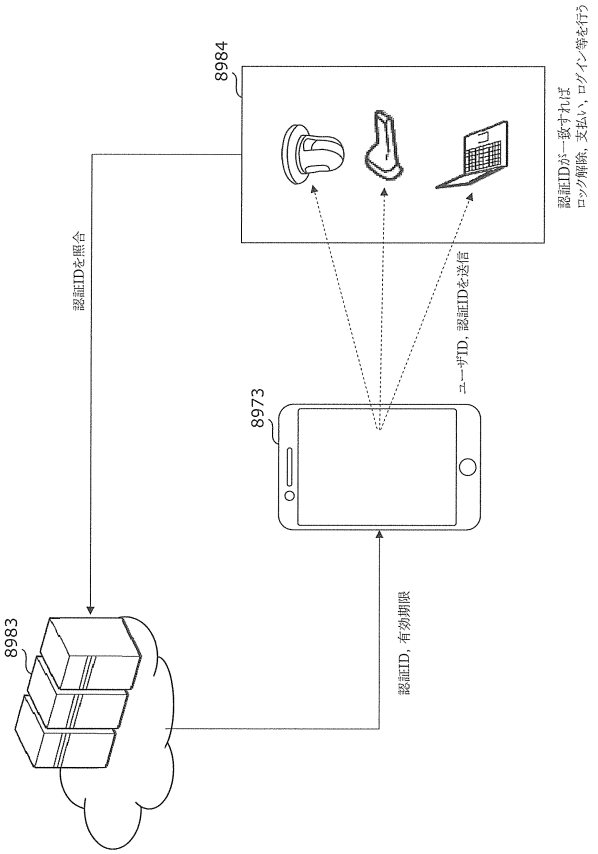
【図２２５】



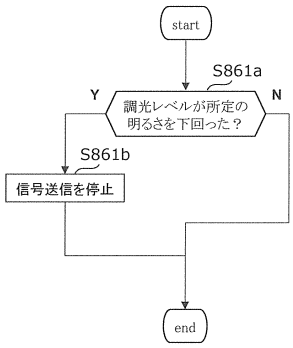
【図２２６】



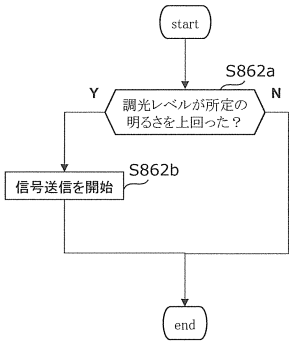
【図２２７】



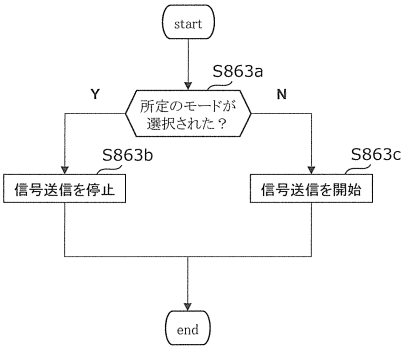
【図２２８Ａ】



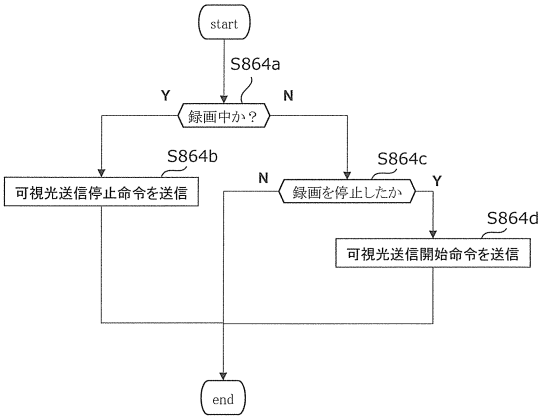
【図２２８Ｂ】



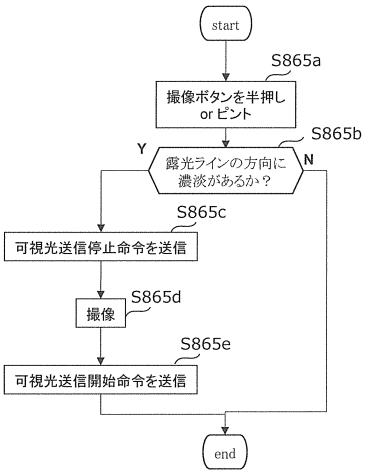
【図２２９】



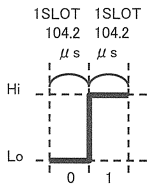
【図２３０】



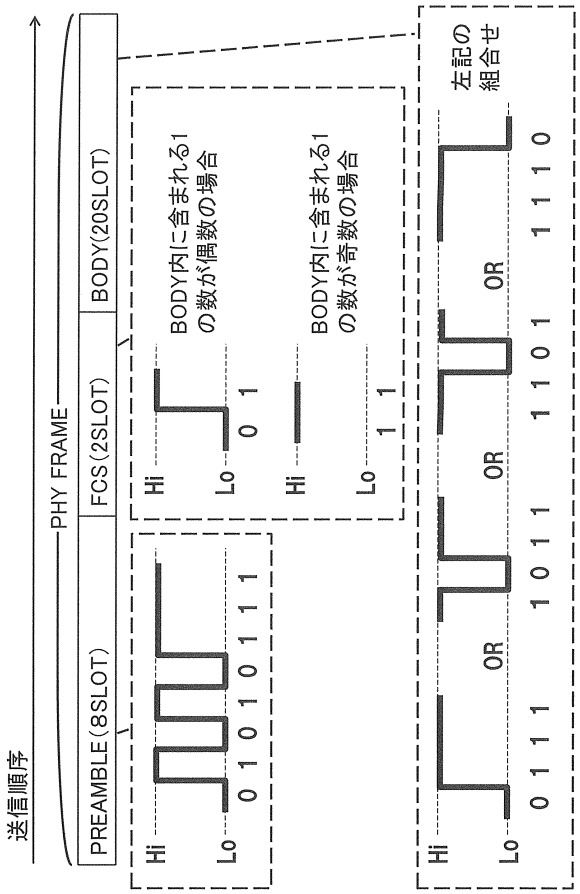
【図２３１】



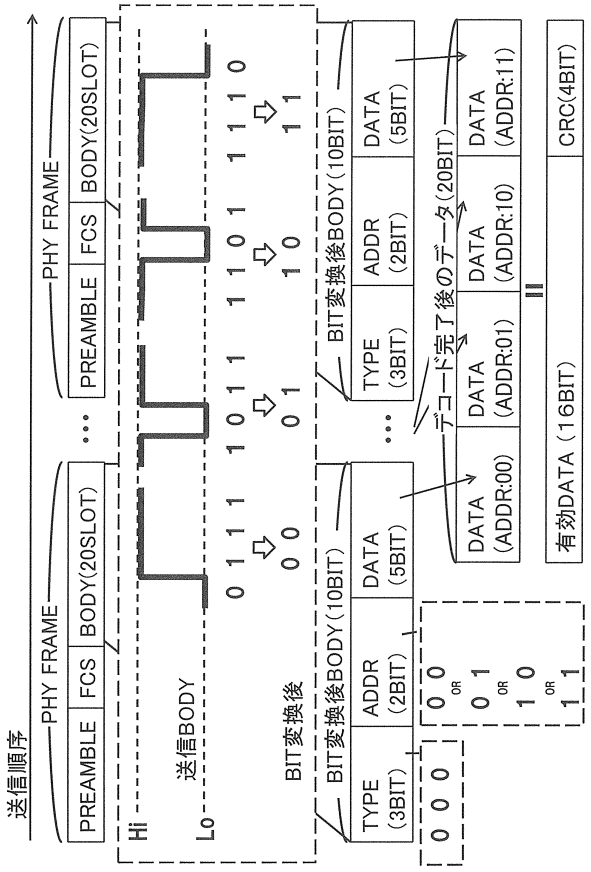
【図２３２】



【図２３３】



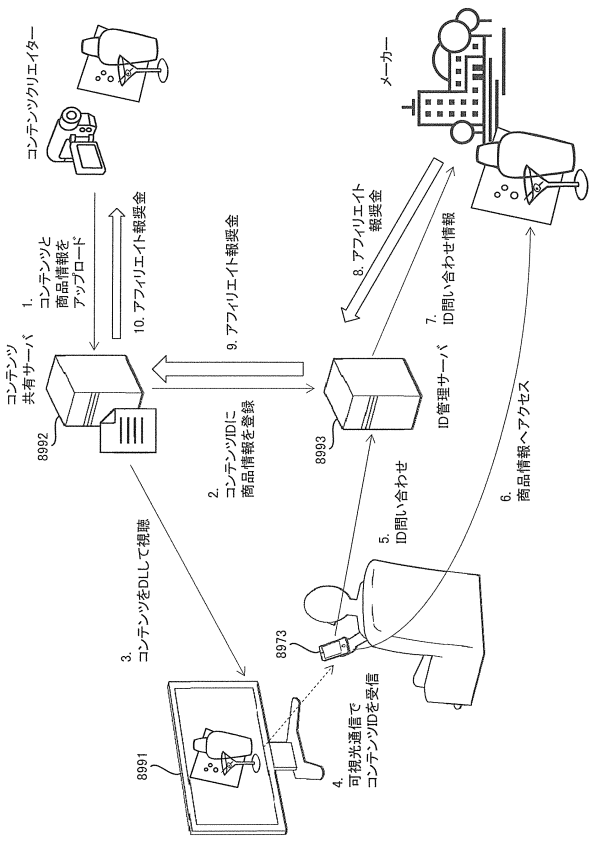
【図２３４】



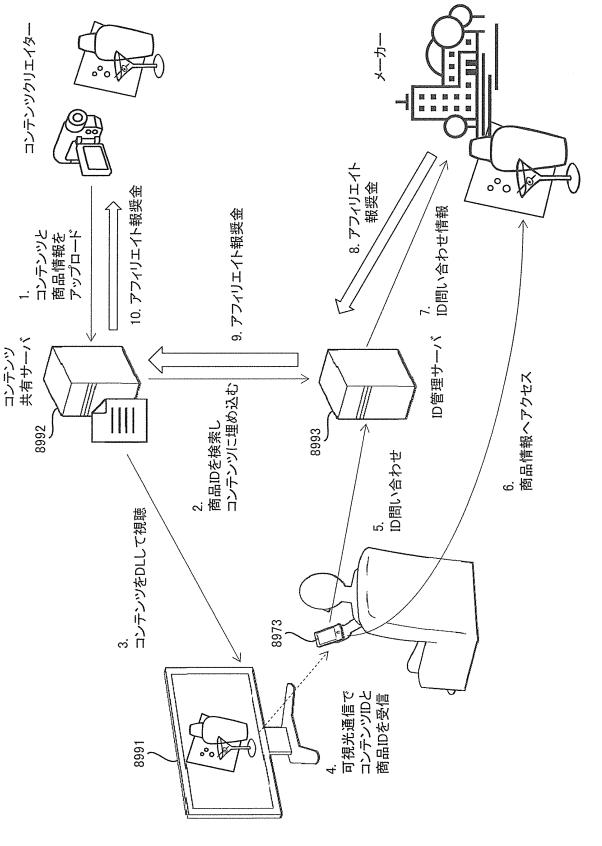
【図２３５】

TYPE定義	TYPEBIT	BODY長	ADDR長	DATA長	連結数	有効DATA長	CRC種別
TYPE1	000	20SLOT	2BIT	5BIT	4個	16BIT	CRC-4
TYPE2	001	24SLOT	4BIT	5BIT	8個	32BIT	CRC-8
TYPE3	010	24SLOT	5BIT	4BIT	19個	64BIT	CRC-12
TYPE4	011	28SLOT	5BIT	6BIT	24個	128BIT	CRC-16

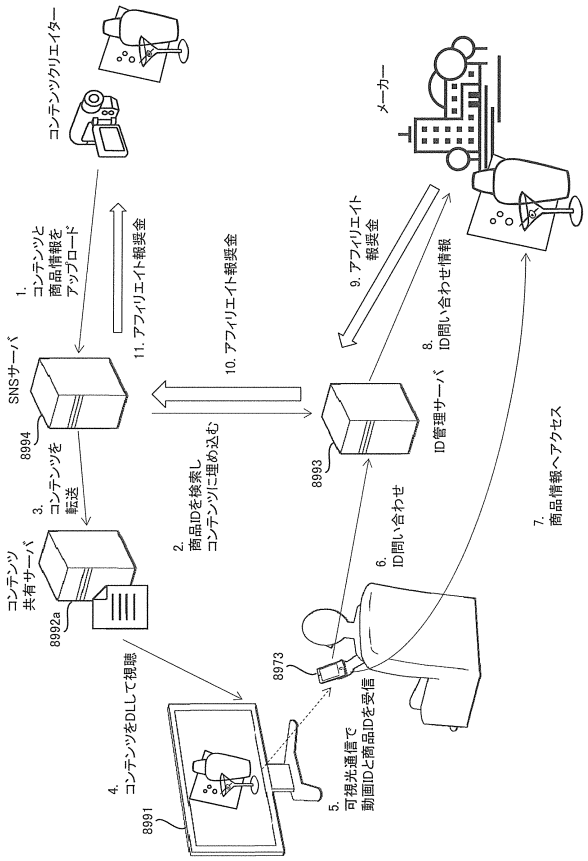
【図２３６】



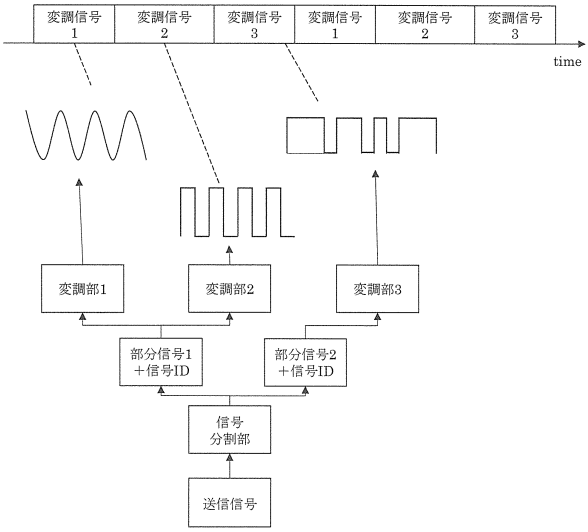
【図２３７】



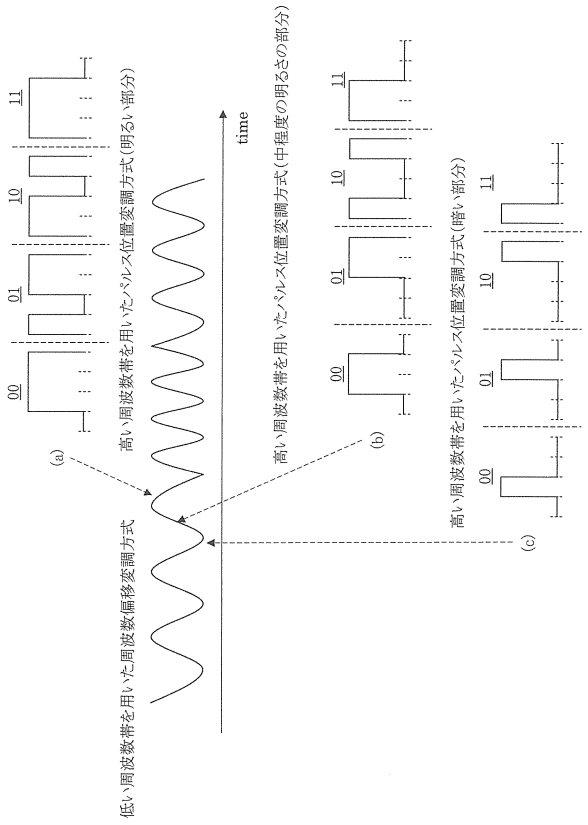
【図２３８】



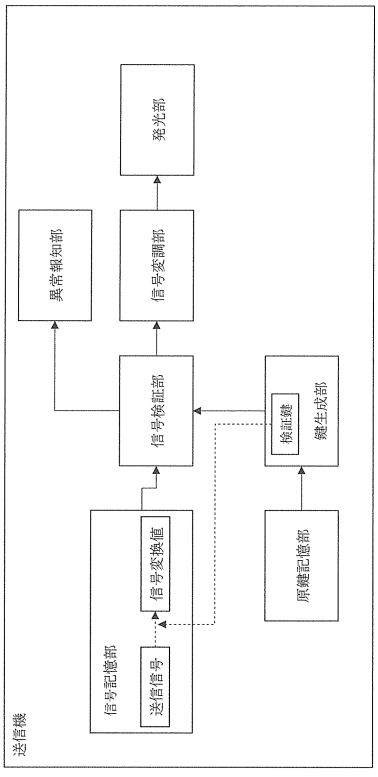
【図２３９】



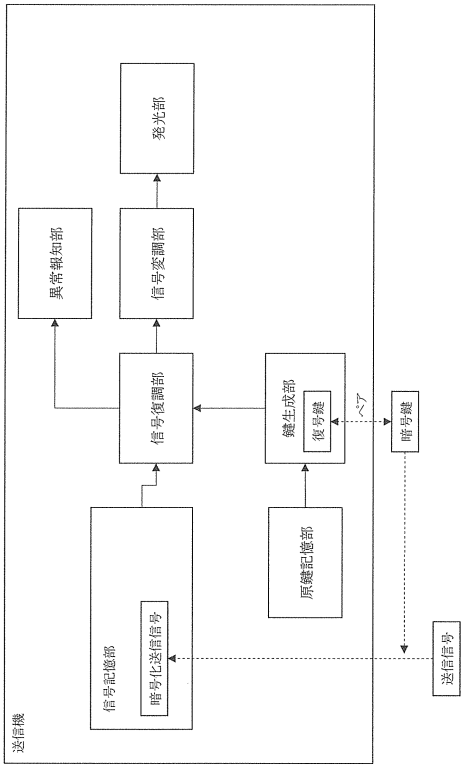
【図２４０】



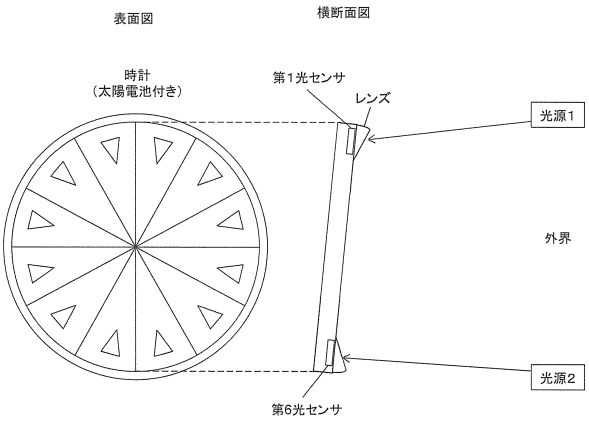
【図２４１】



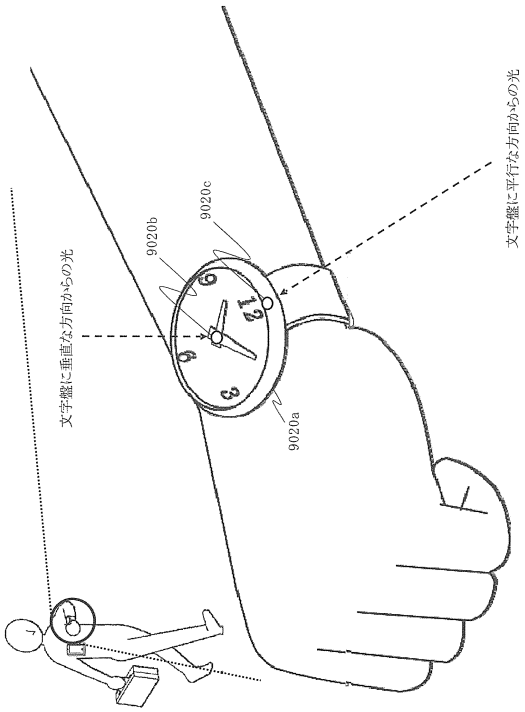
【図２４２】



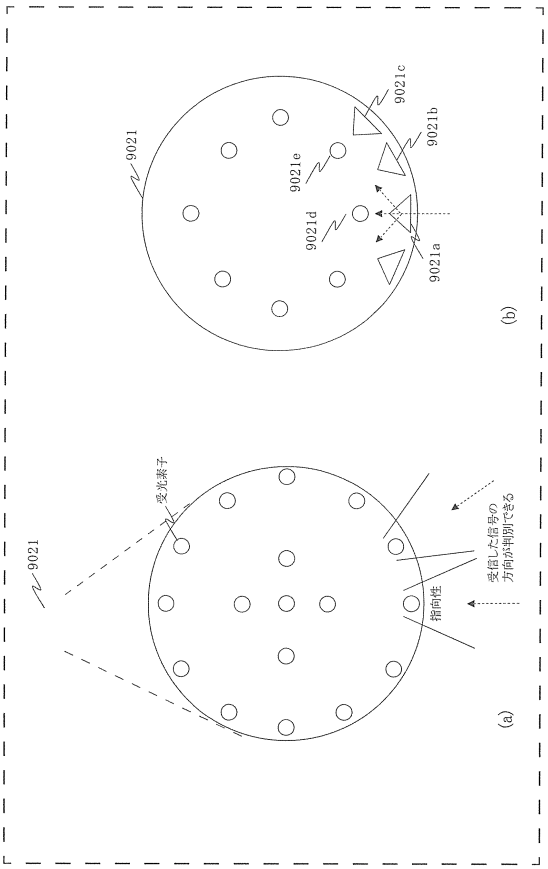
【図２４３】



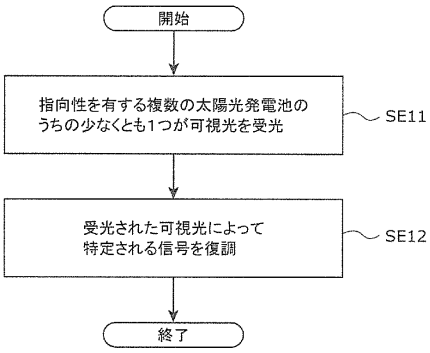
【図２４４】



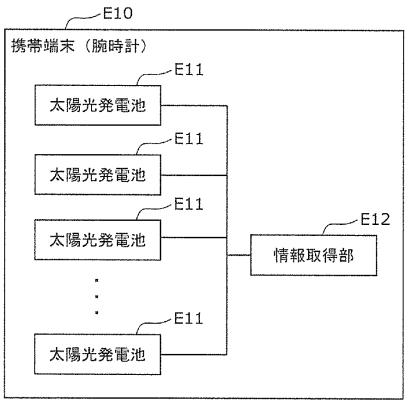
【図２４５】



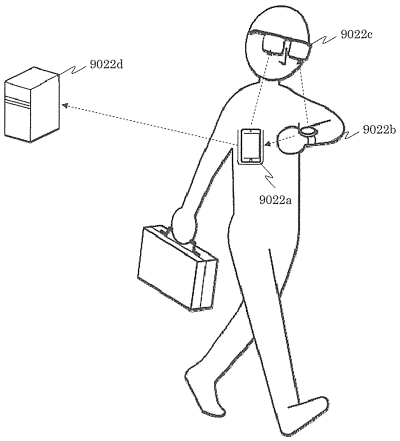
【図２４６Ａ】



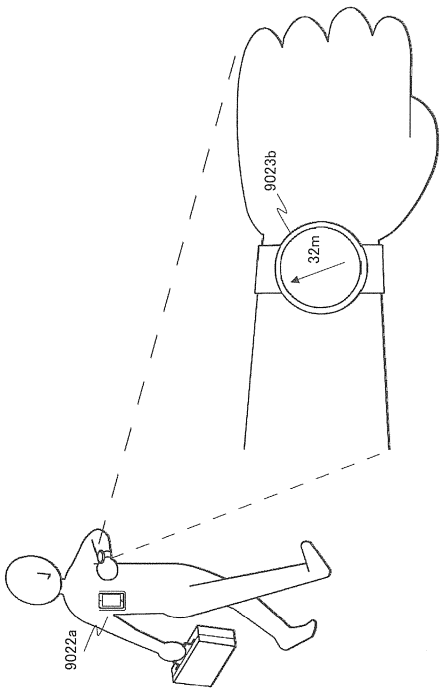
【図２４６Ｂ】



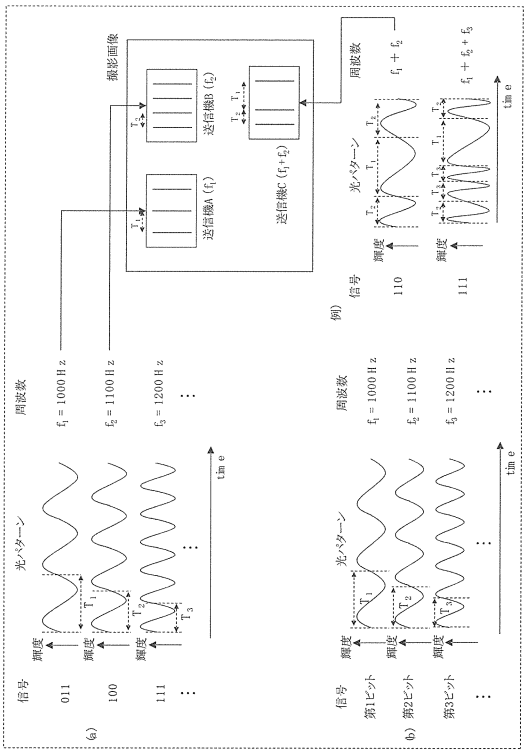
【図２４７】



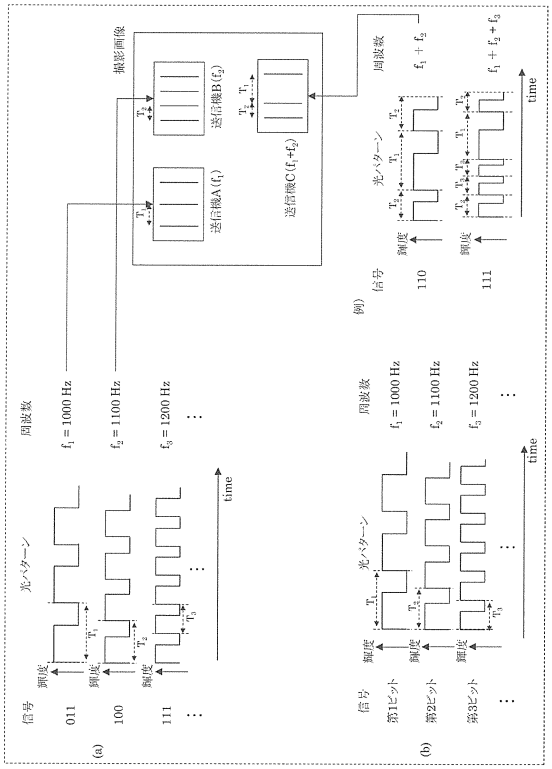
【図２４８】



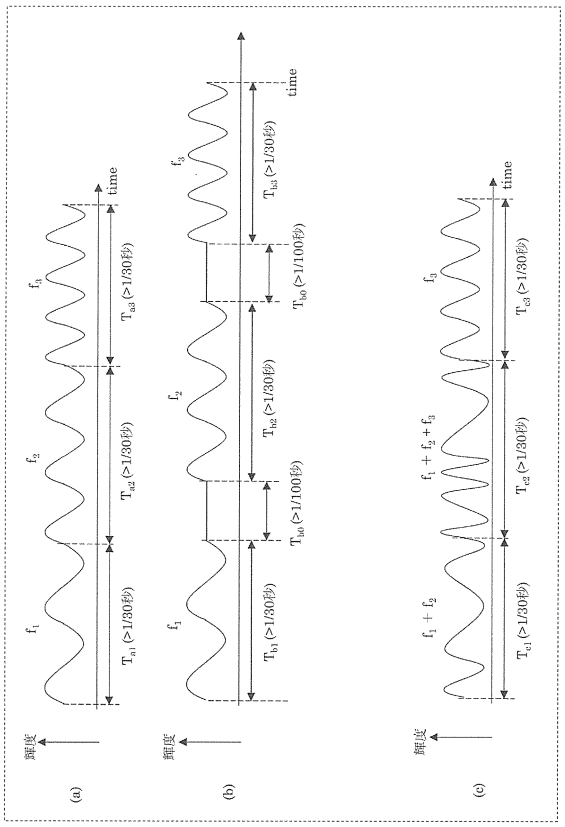
【図２４９Ａ】



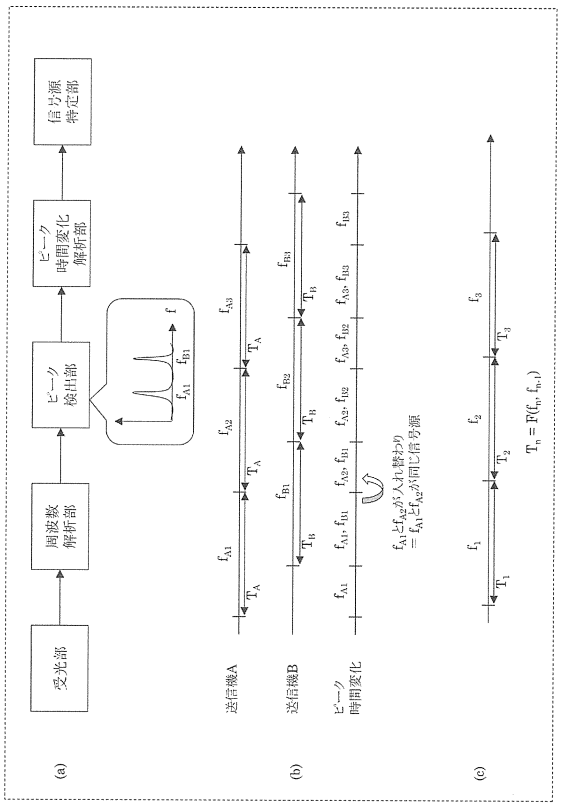
【図２４９Ｂ】



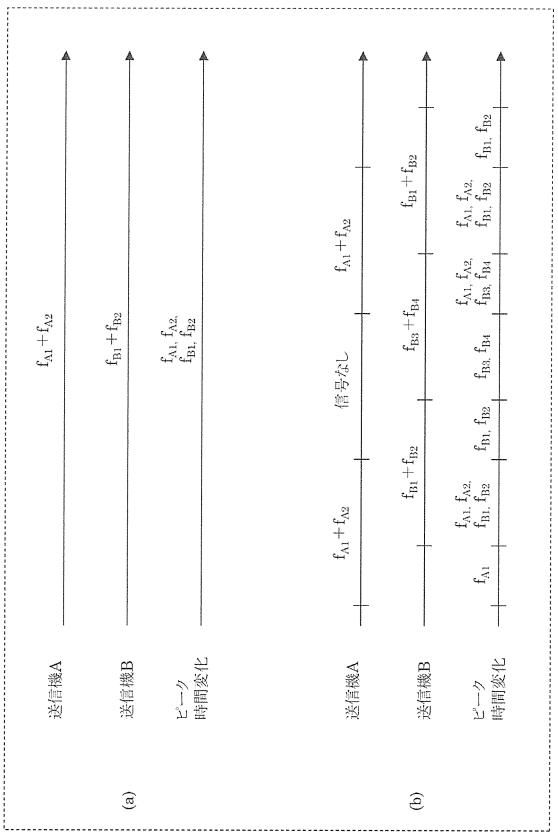
【図２４９Ｃ】



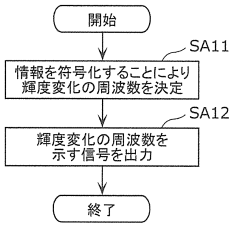
【図２４９Ｄ】



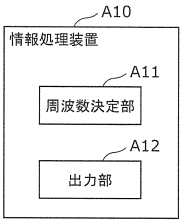
【図２４９Ｅ】



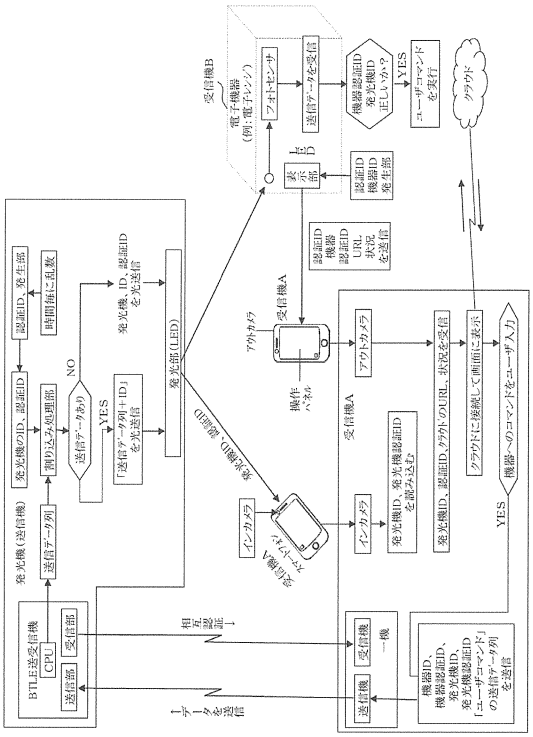
【図２４９Ｆ】



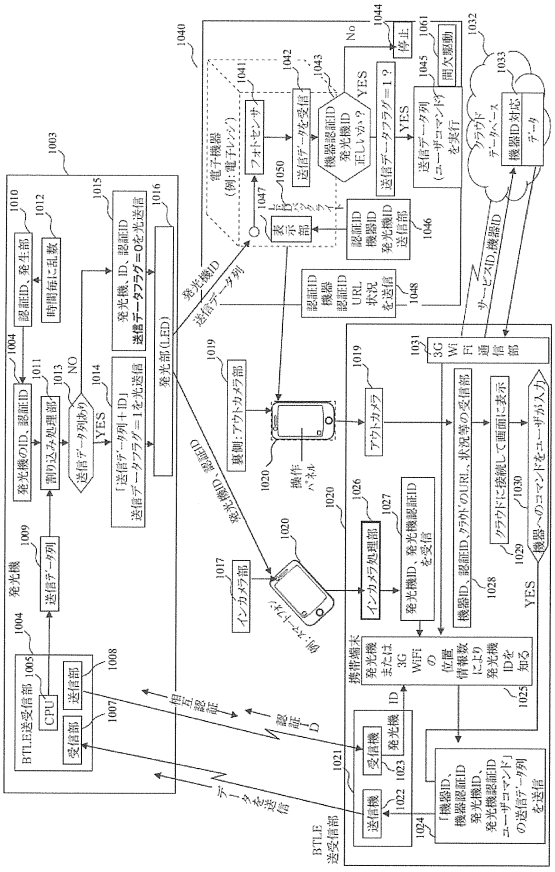
【図２４９Ｇ】



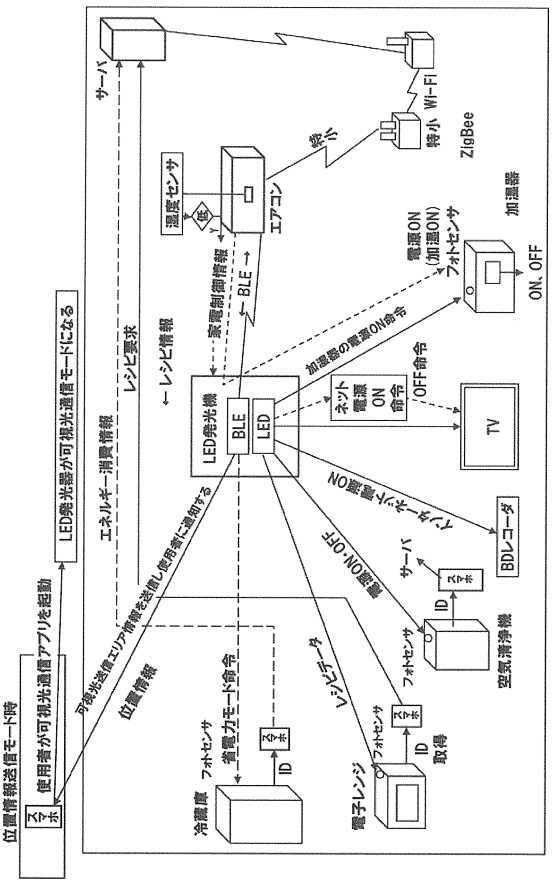
【図２５０Ａ】



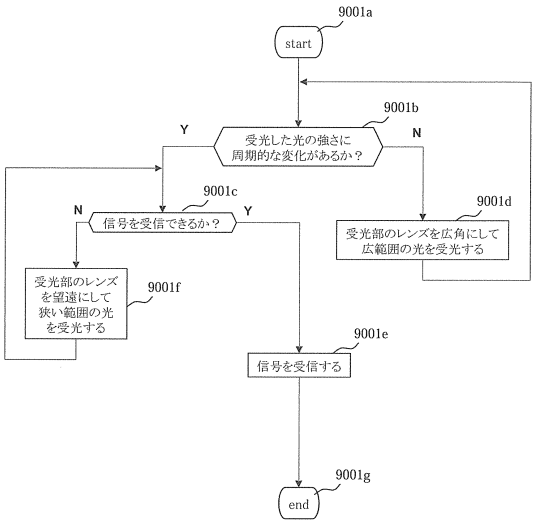
【図２５０Ｂ】



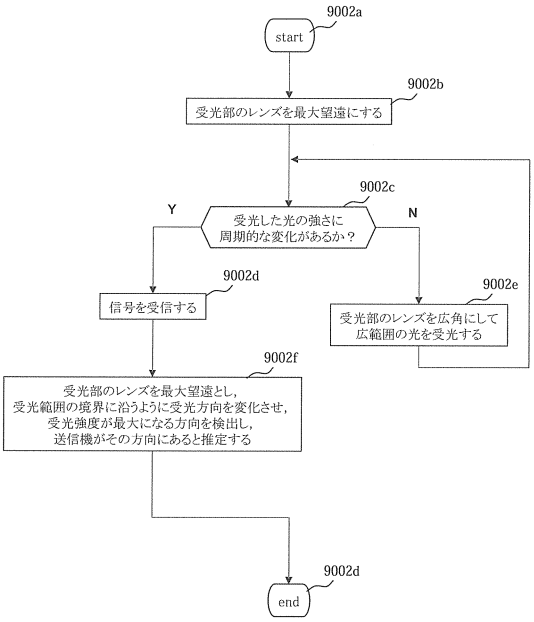
【図２５０Ｃ】



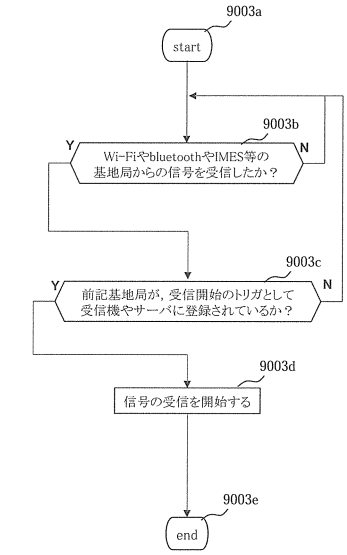
【図２５１】



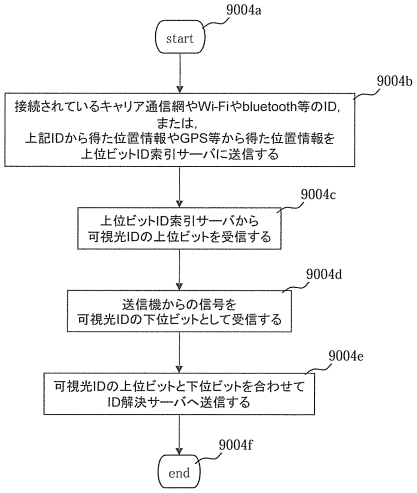
【図２５２】



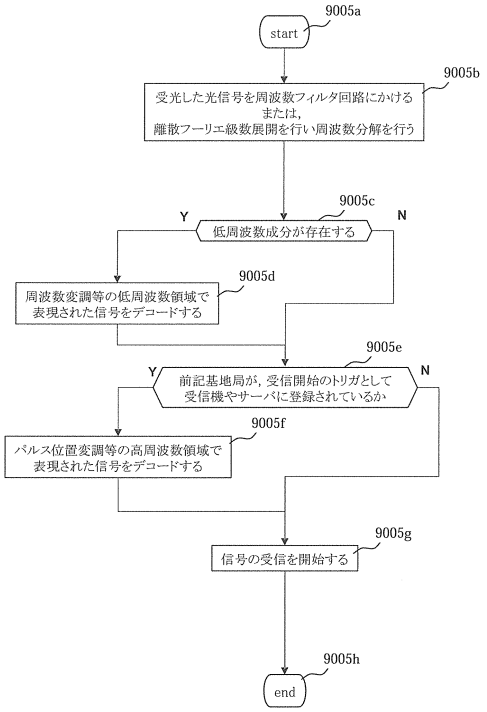
【図２５３】



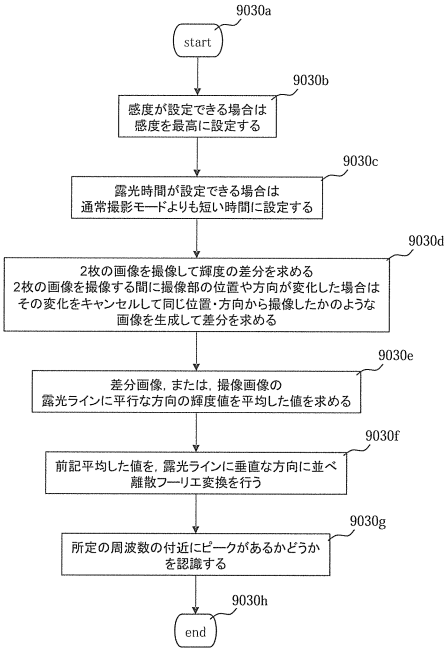
【図２５４】



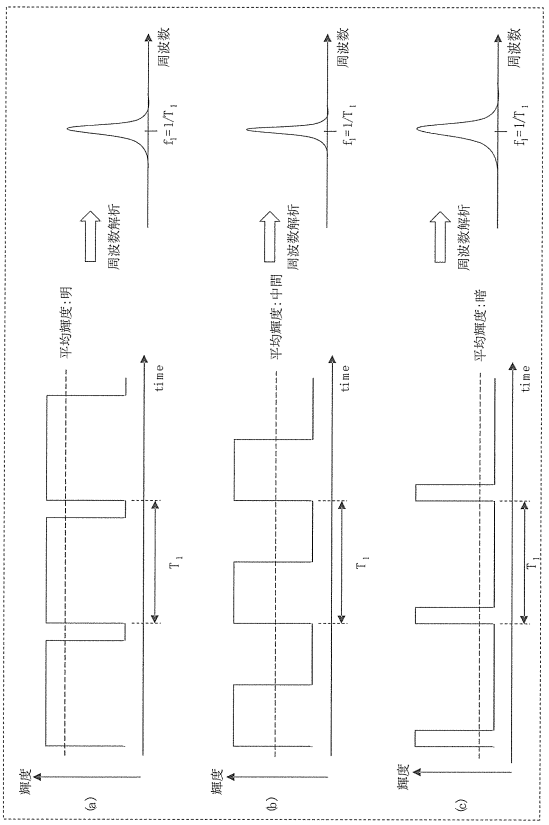
【図２５５】



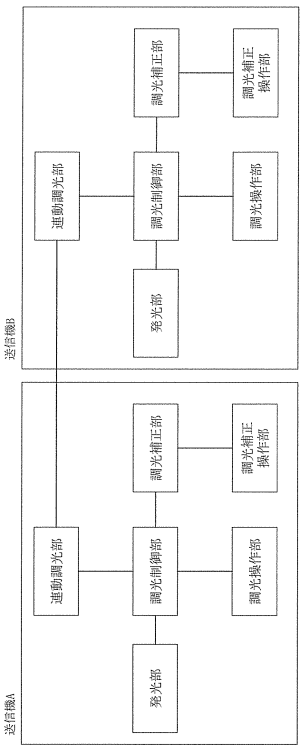
【図２５６】



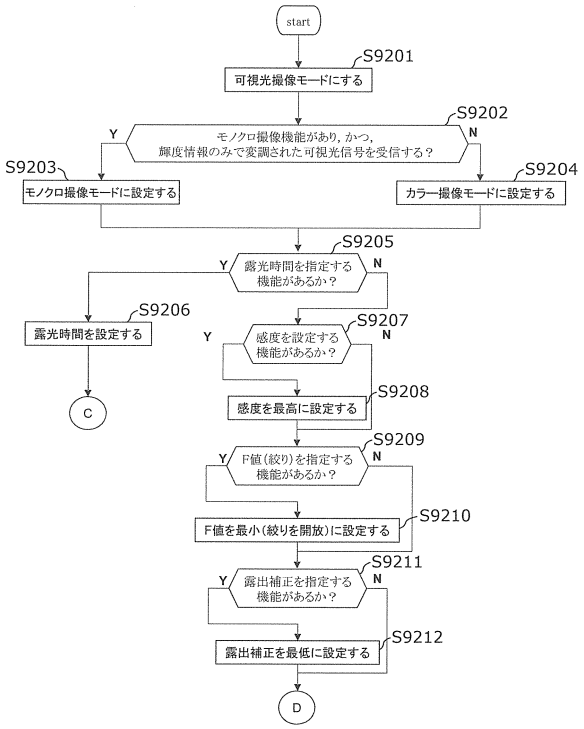
【図２５７】



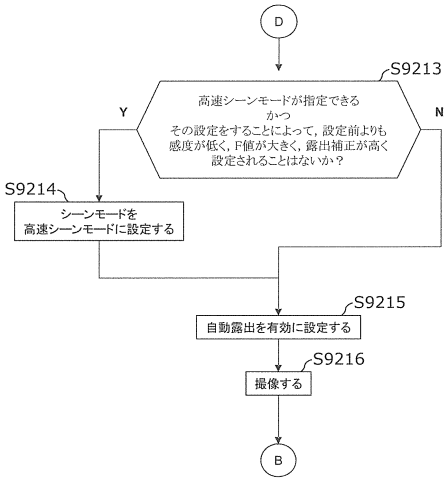
【図２５８】



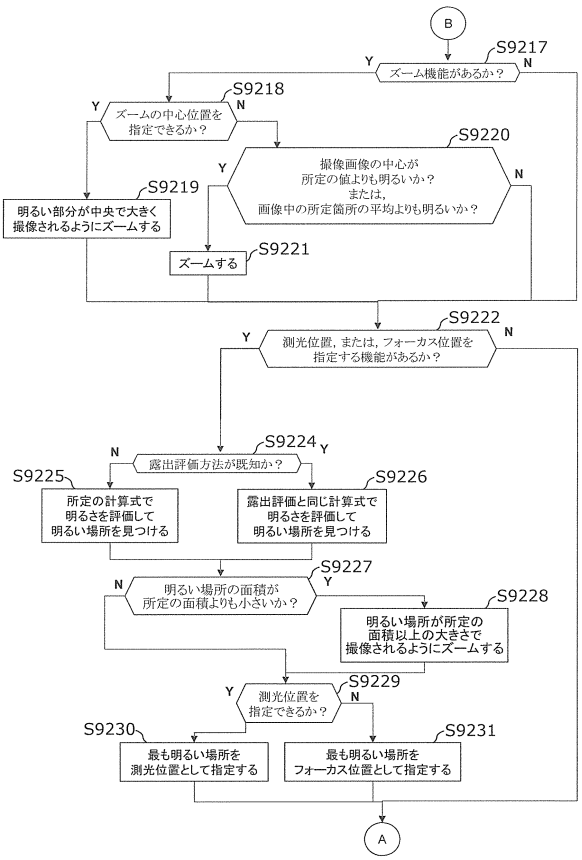
【図２５９Ａ】



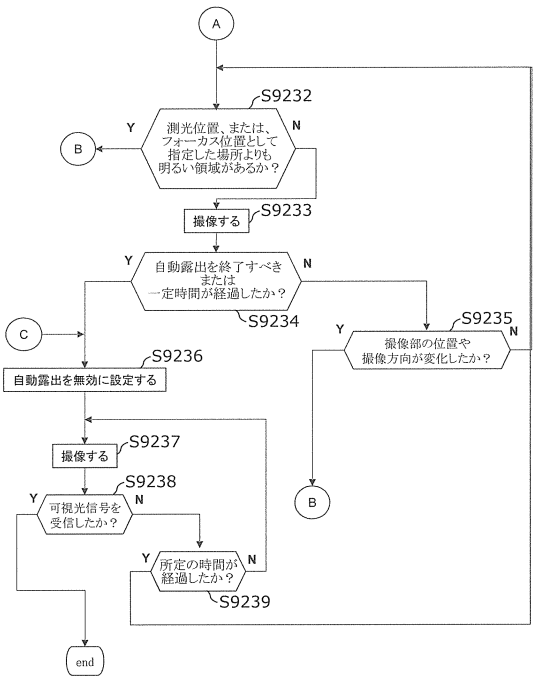
【図２５９Ｂ】



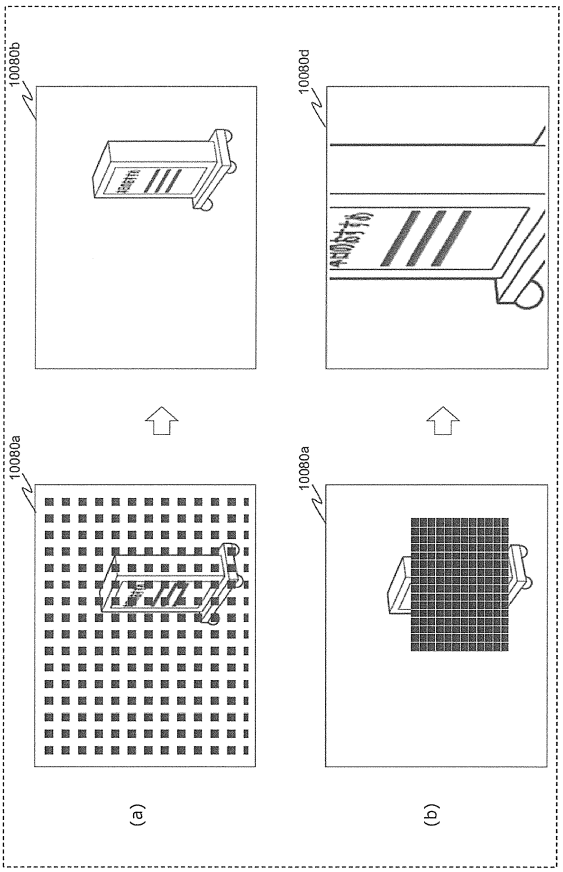
【図２５９Ｃ】



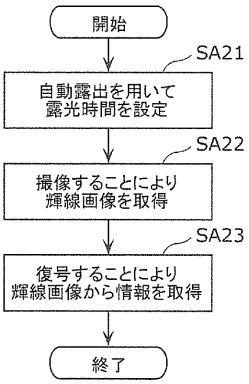
【図２５９Ｄ】



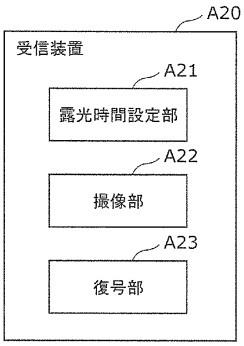
【図２６０】



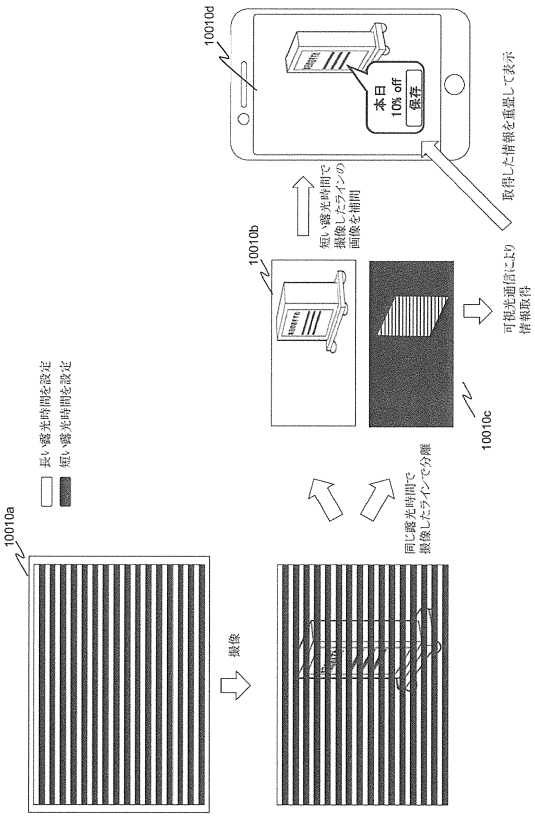
【図２６１Ａ】



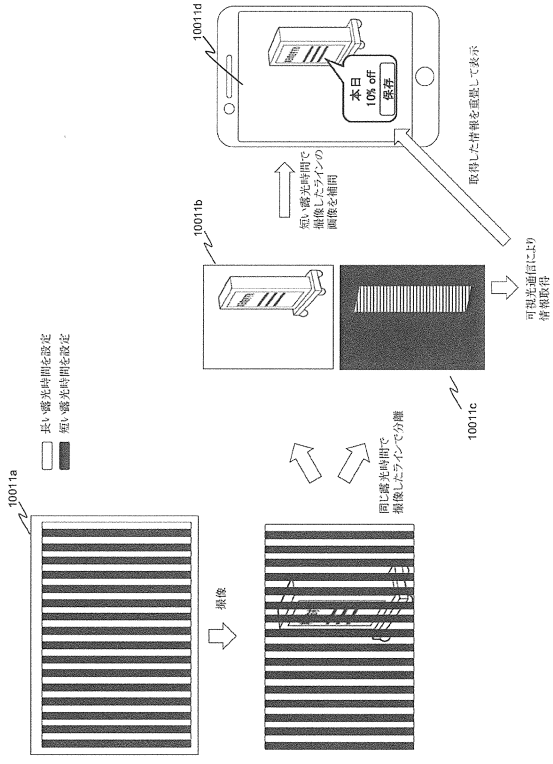
【図２６１Ｂ】



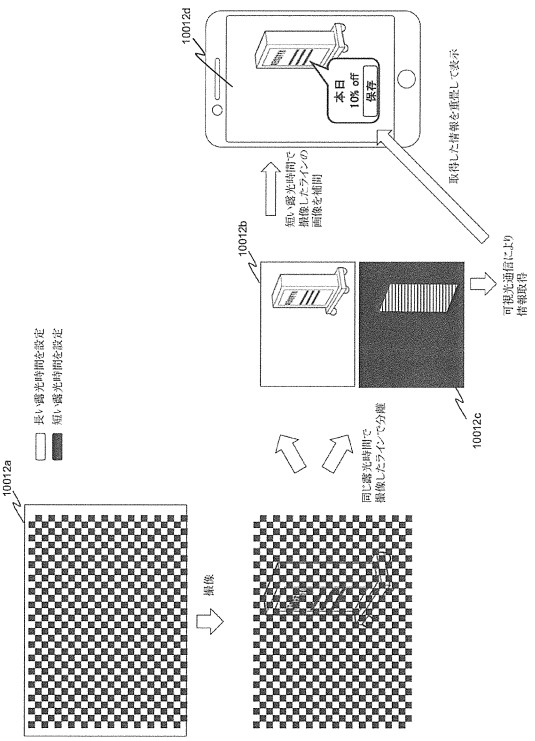
【図２６２】



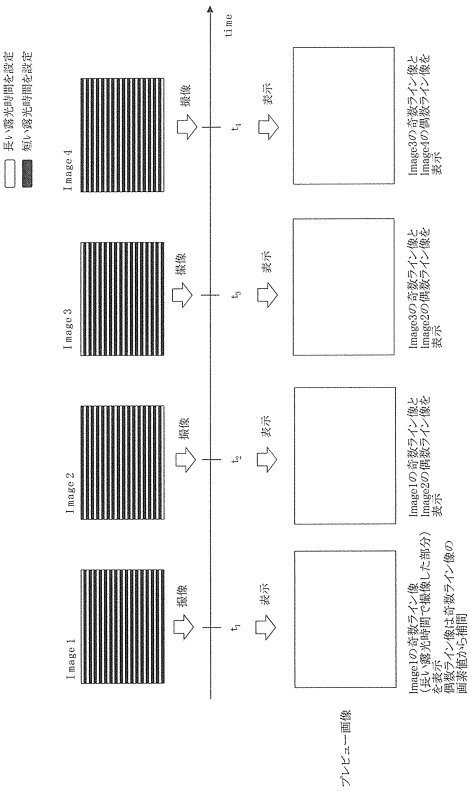
【図２６３】



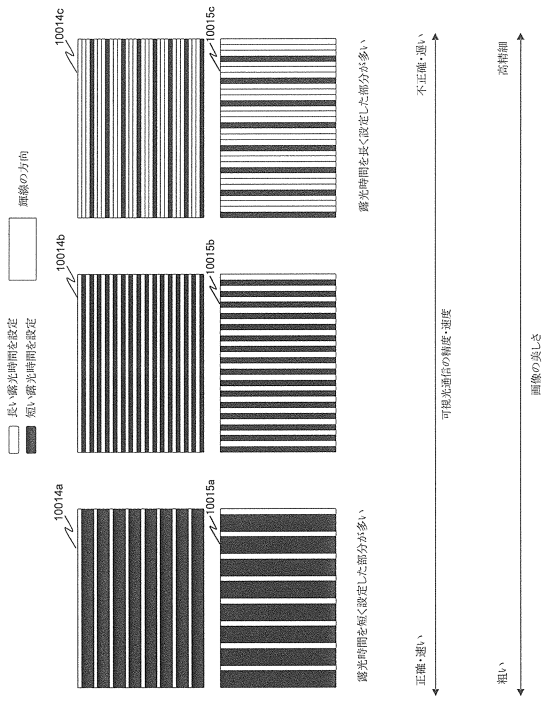
【図２６４】



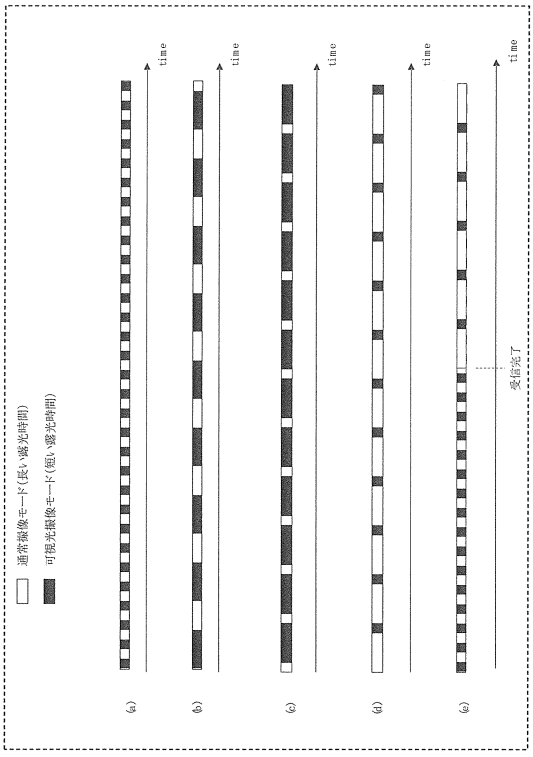
【図２６５】



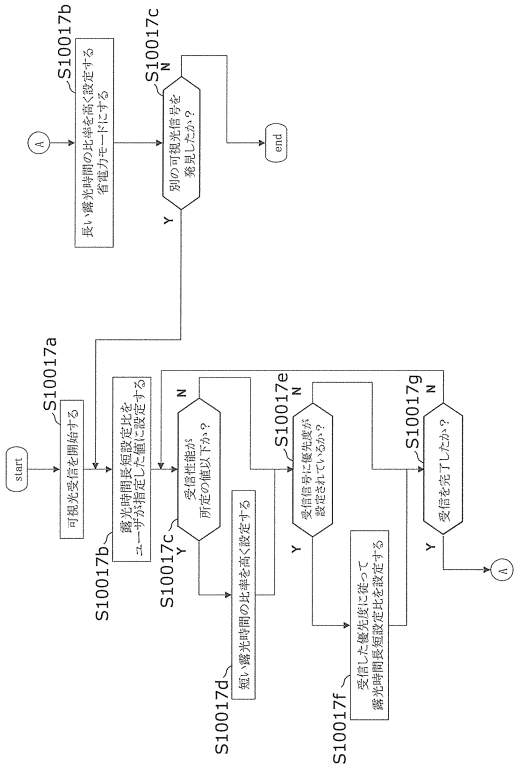
【図２６６】



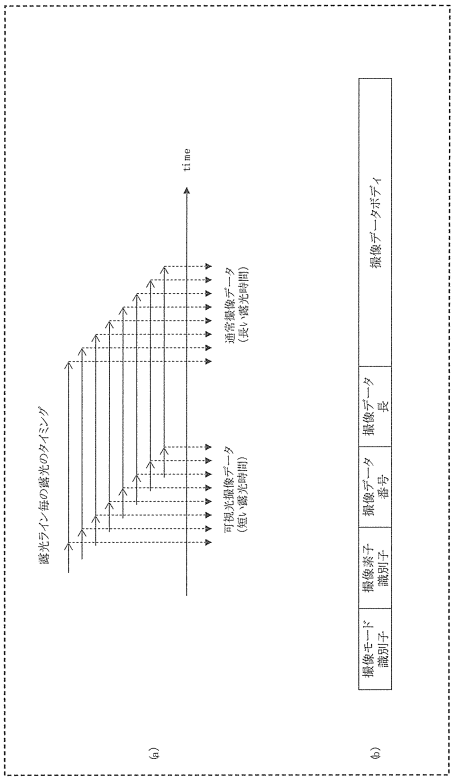
【図２６７】



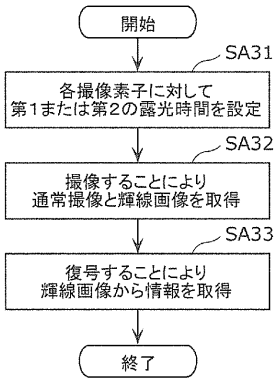
【図２６８】



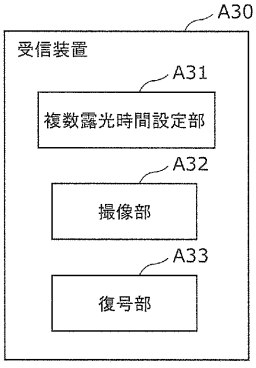
【図２６９】



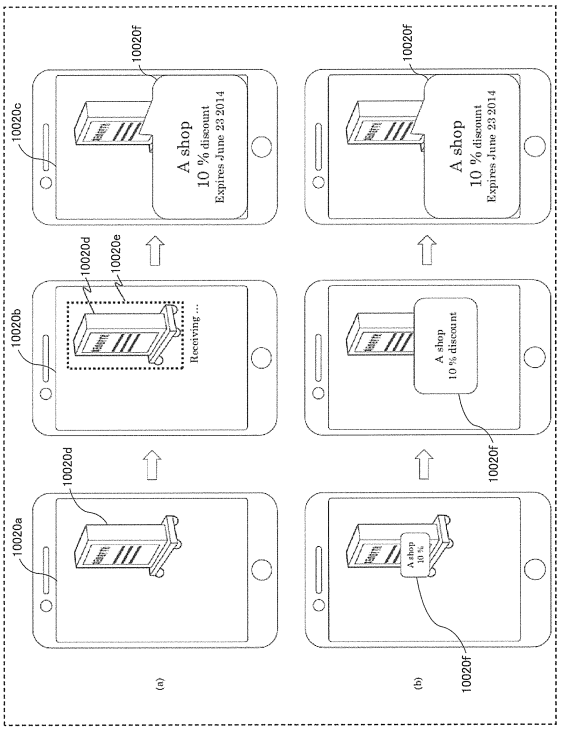
【図２７０Ａ】



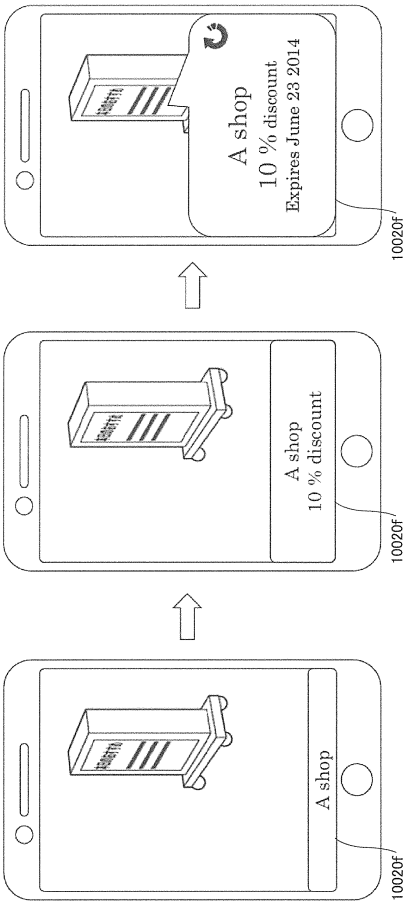
【図２７０Ｂ】



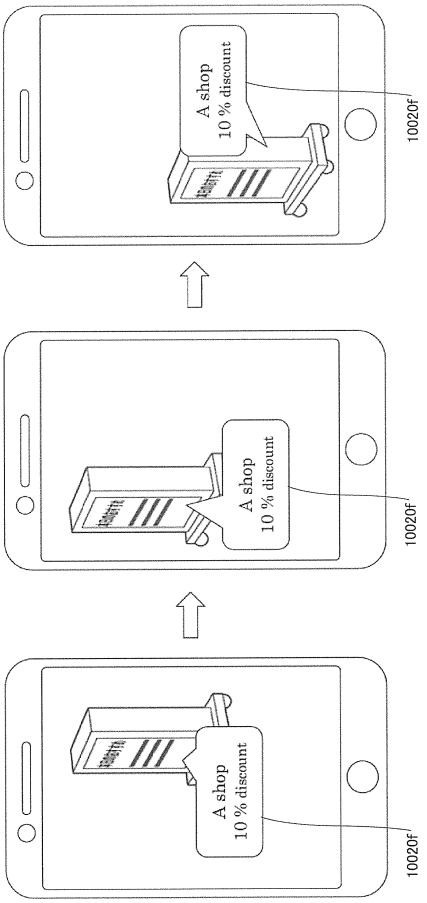
【図２７１】



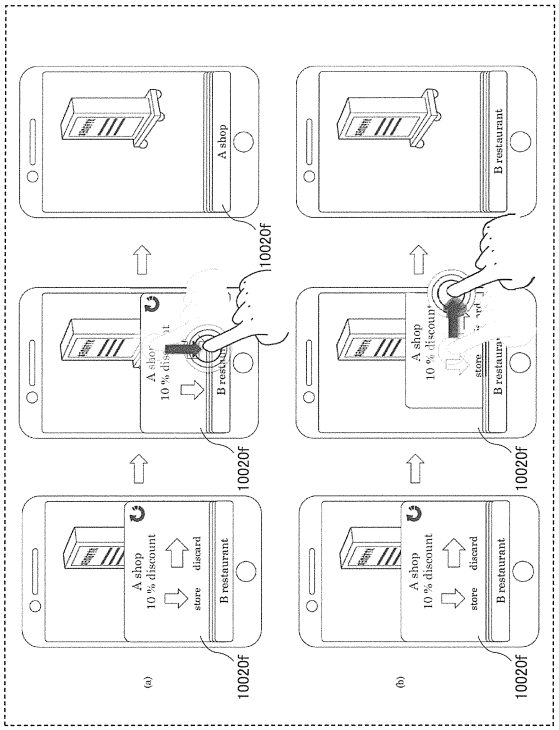
【図２７２】



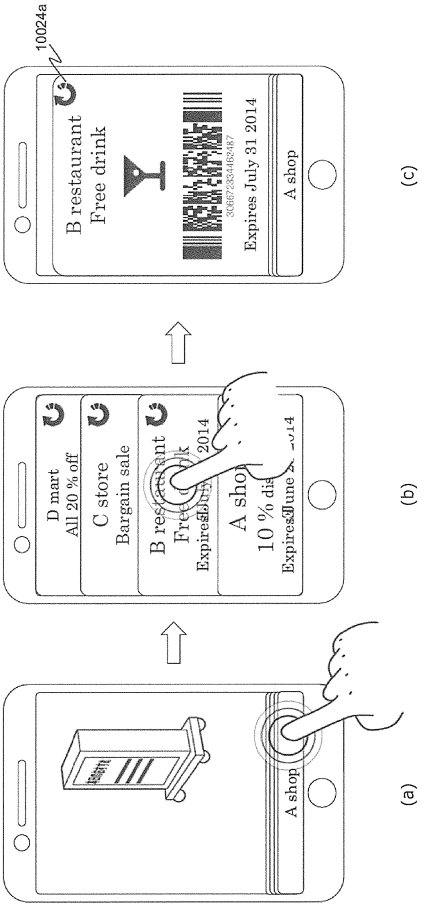
【図２７３】



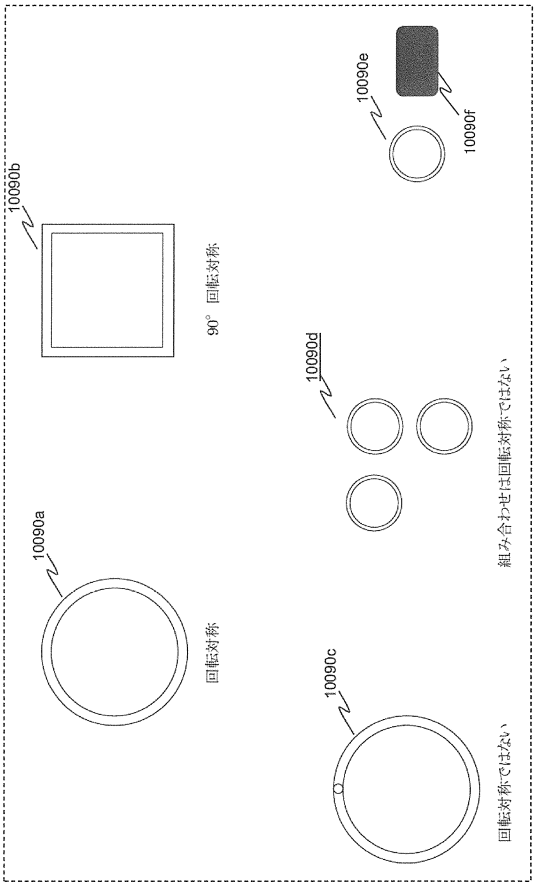
【図２７４】



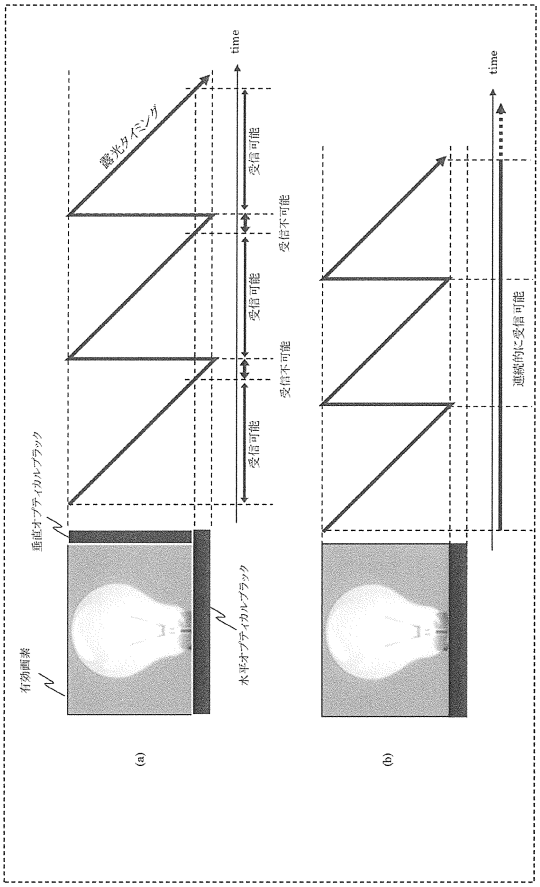
【図２７５】



【図２７６】



【図２７７】

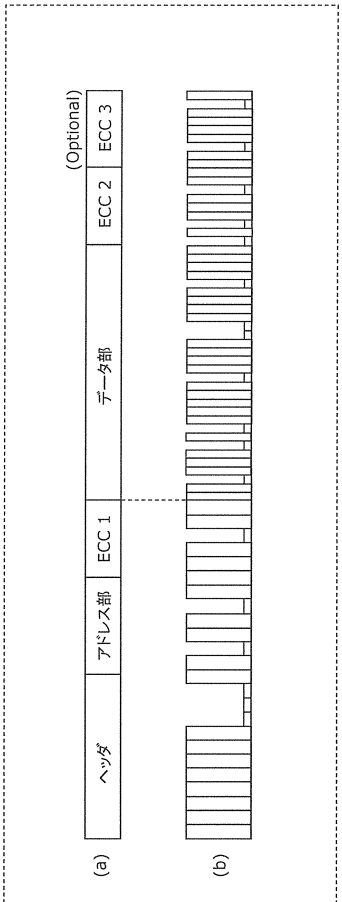


【図２７８】

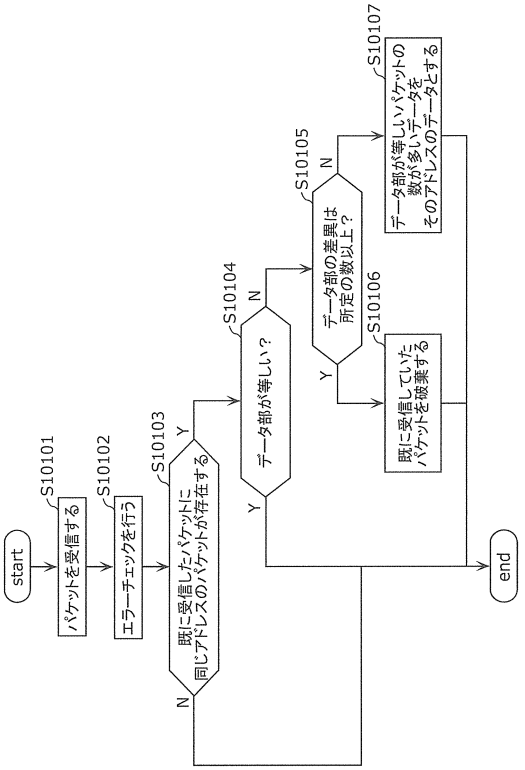
ヘッダ | ボディ(4PPM)

	ヘッダパターン	識別に必要なスロット数	最長の0連続スロット数
(a)	111111111000	4	4
(b)	111111110001	5	3
(c)	111111101001	6	2
(d)	111111100101	6	2

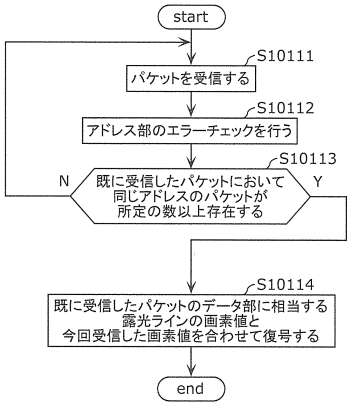
【図２７９】



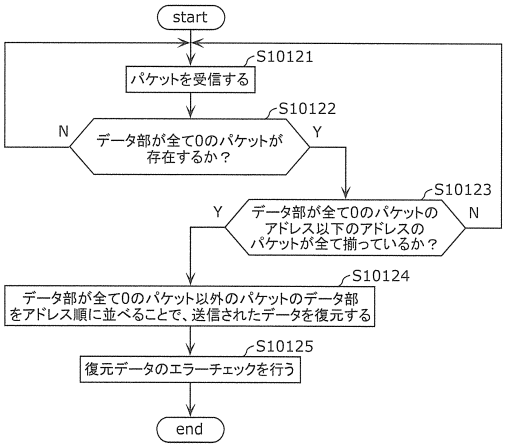
【図２８０】



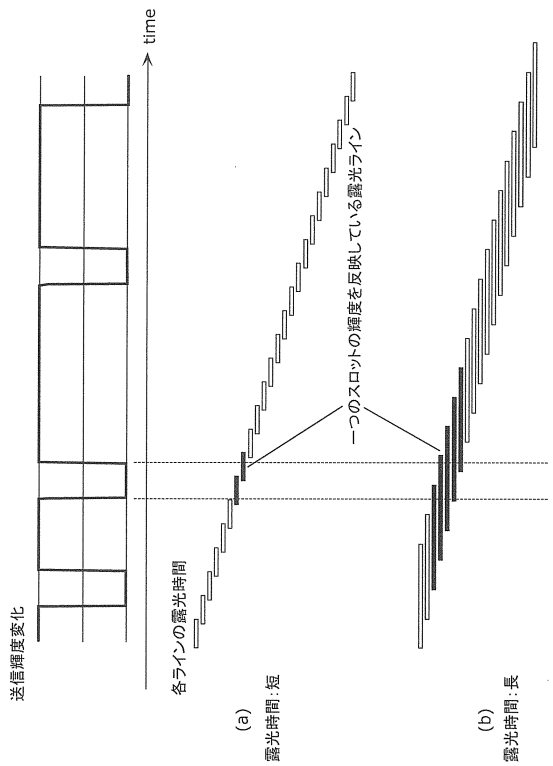
【図２８１】



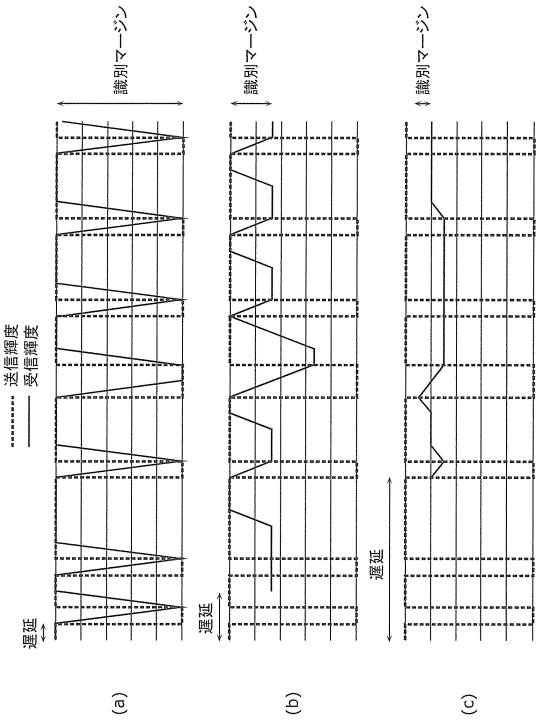
【図２８２】



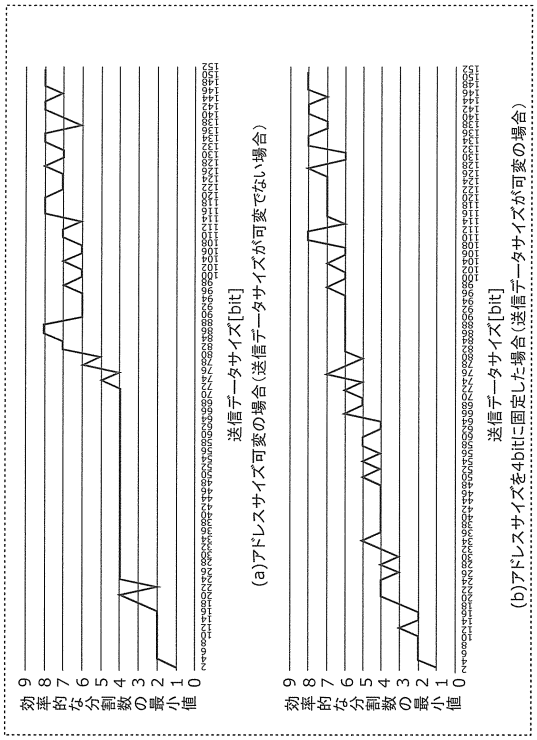
【図２８３】



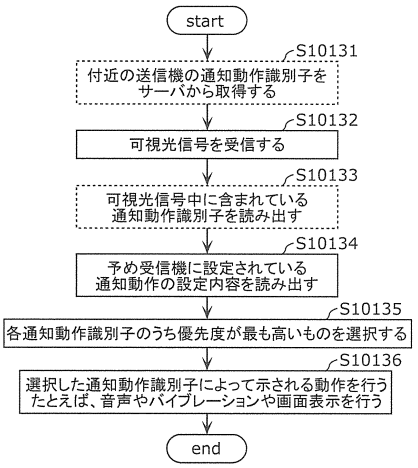
【図２８４】



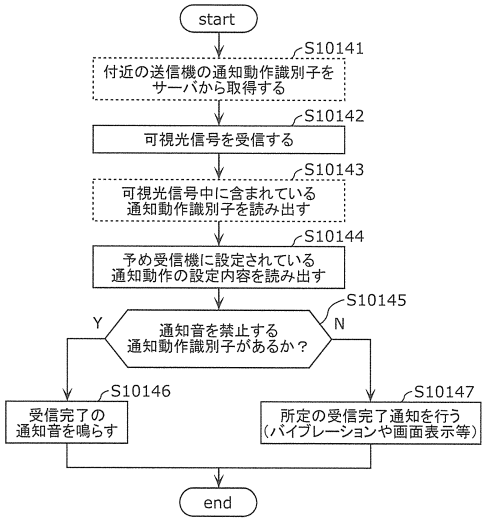
【図２８５】



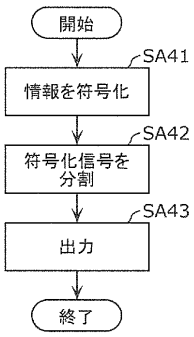
【図２８６Ａ】



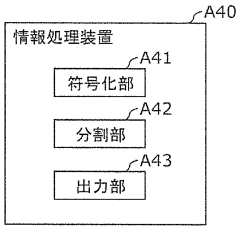
【図２８６Ｂ】



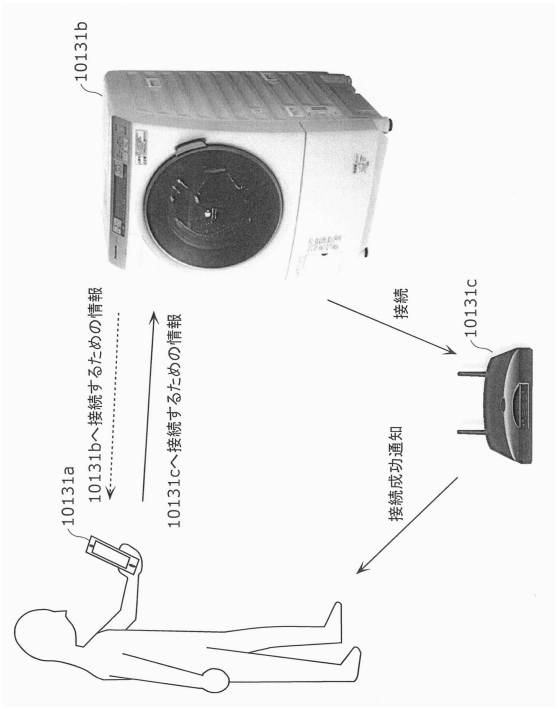
【図２８７Ａ】



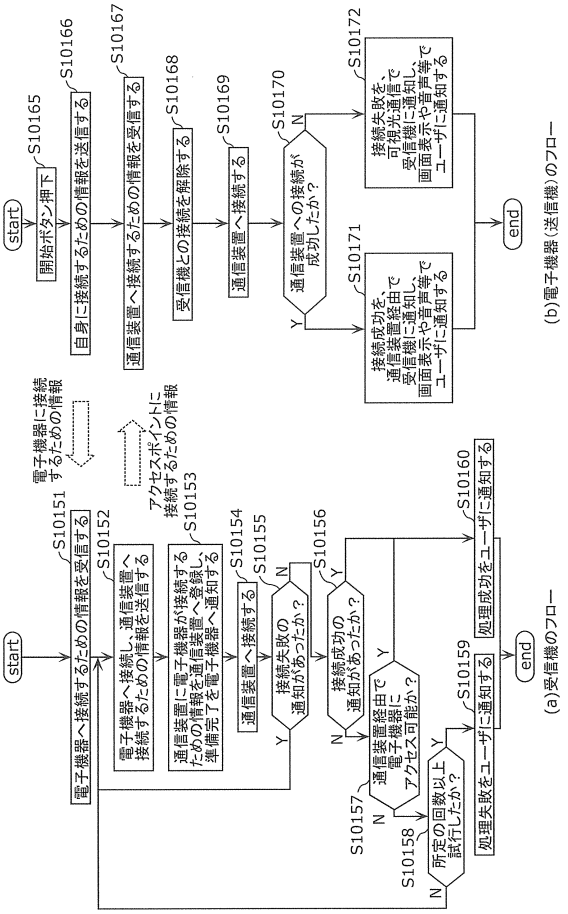
【図２８７Ｂ】



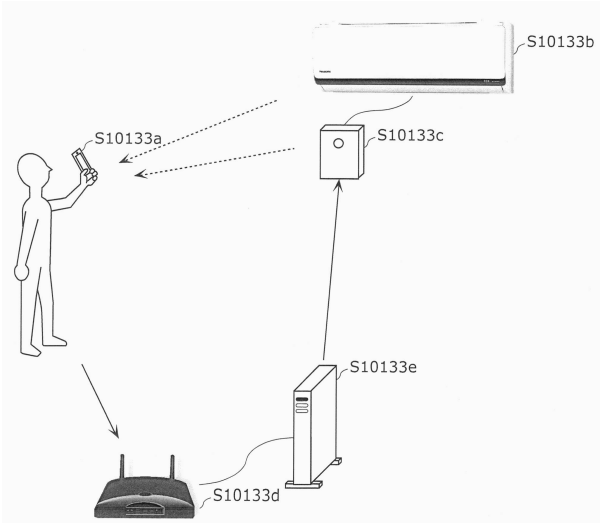
【図２８８】



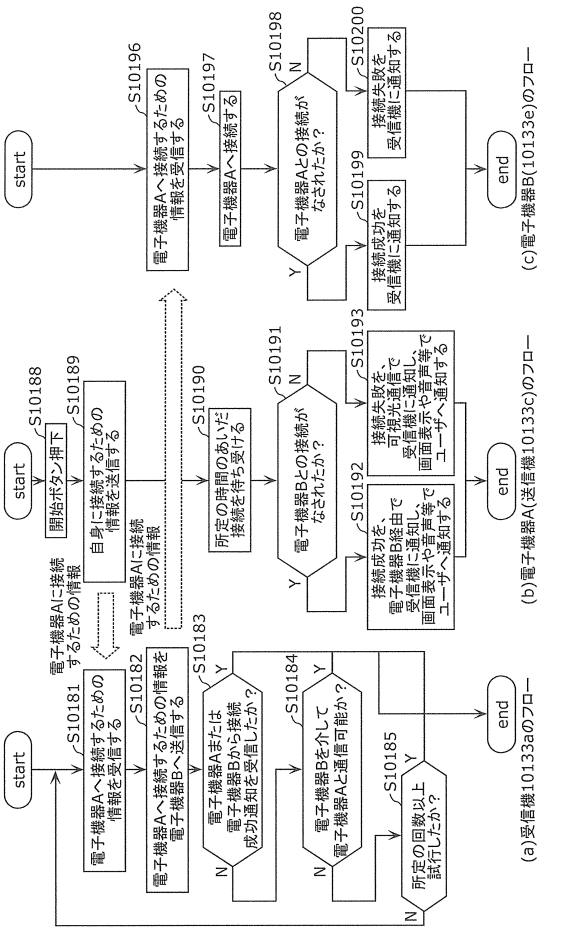
【図２８９】



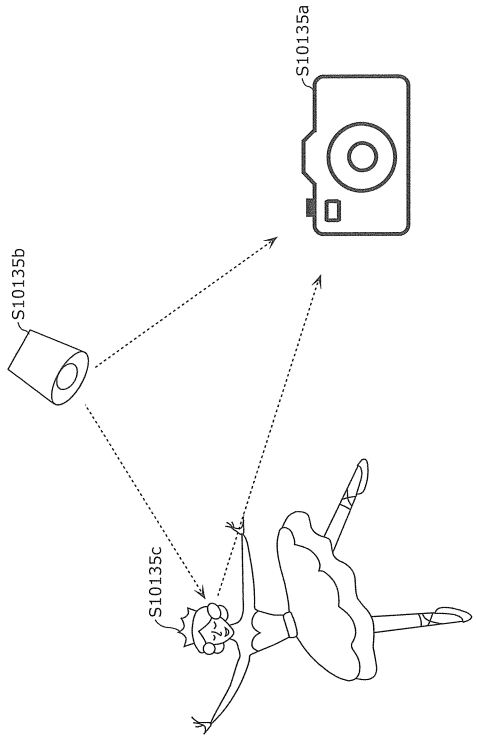
【図２９０】



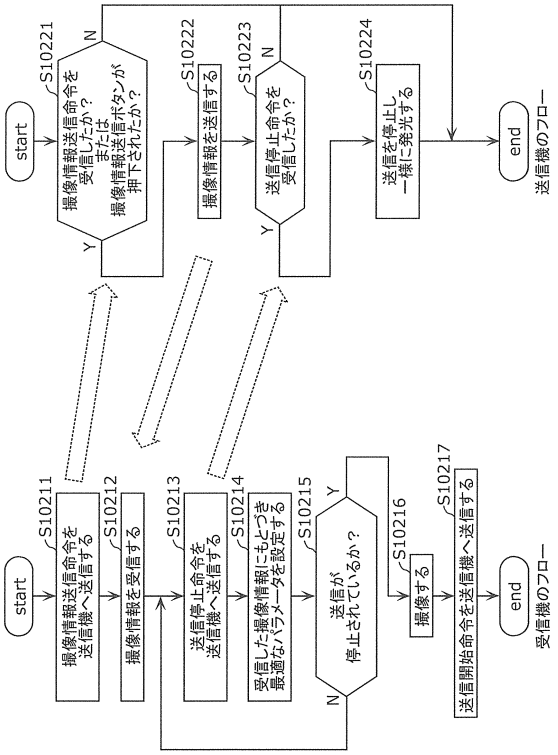
【図２９１】



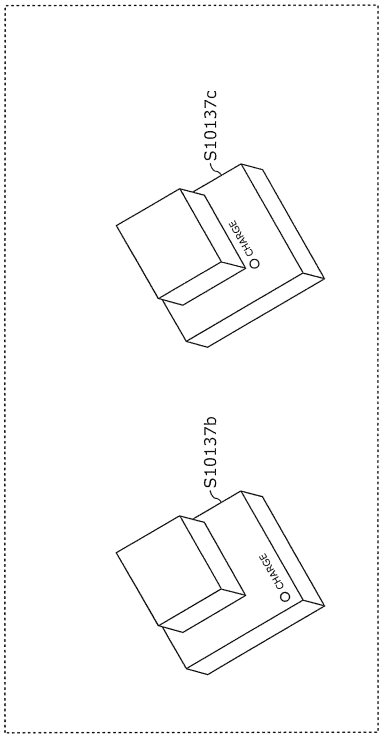
【図２９２】



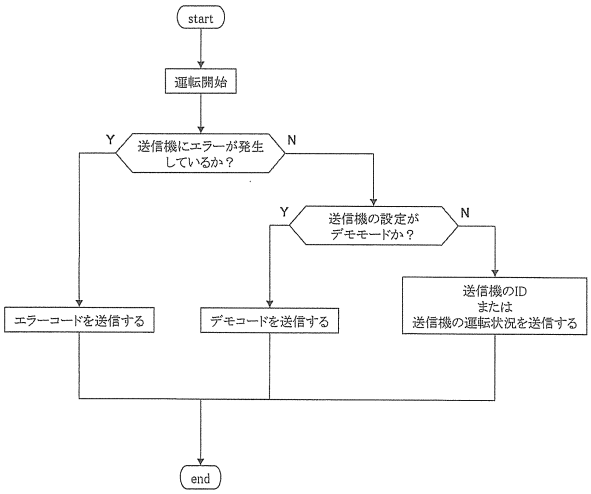
【図２９３】



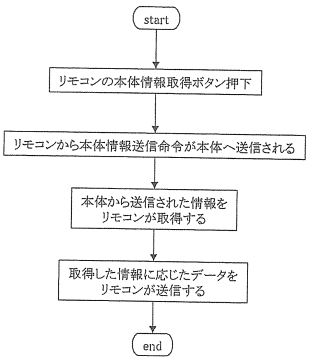
【図２９４】



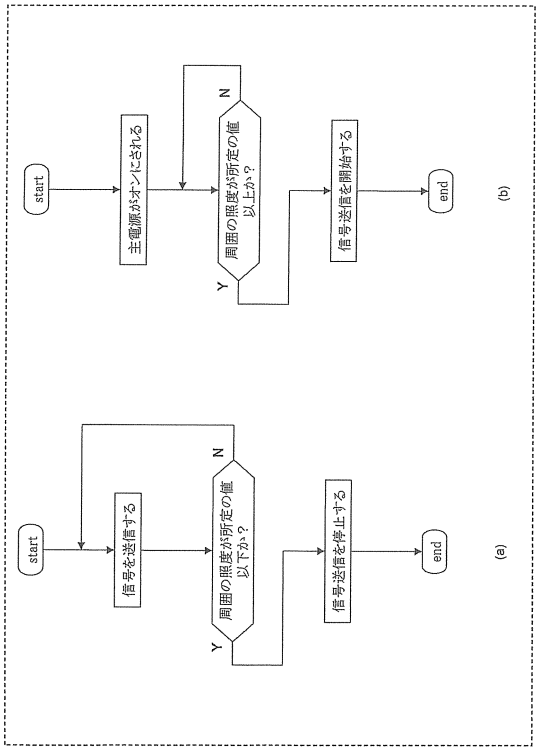
【図２９５】



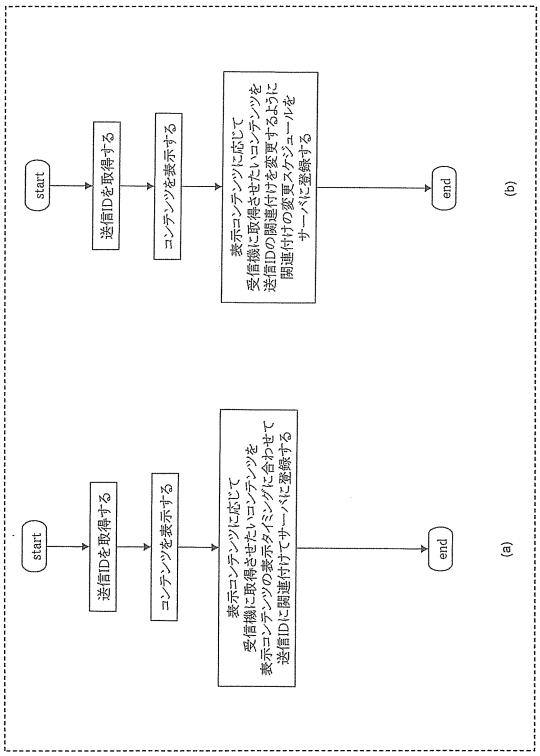
【図２９６】



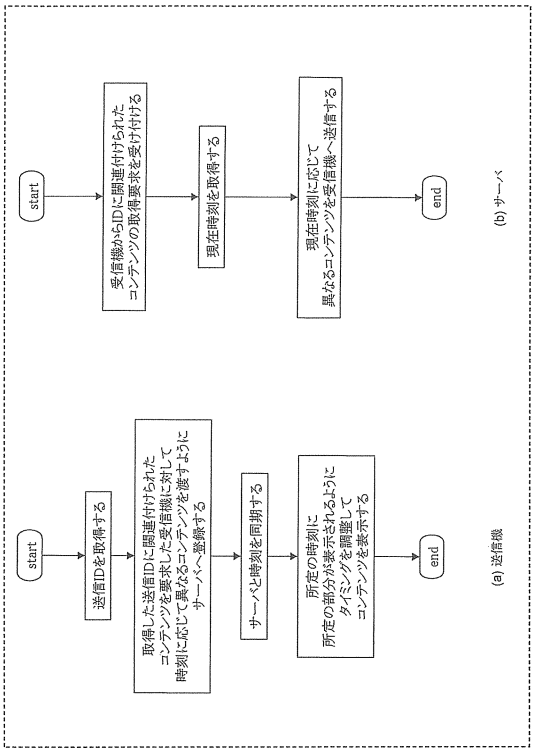
【図２９７】



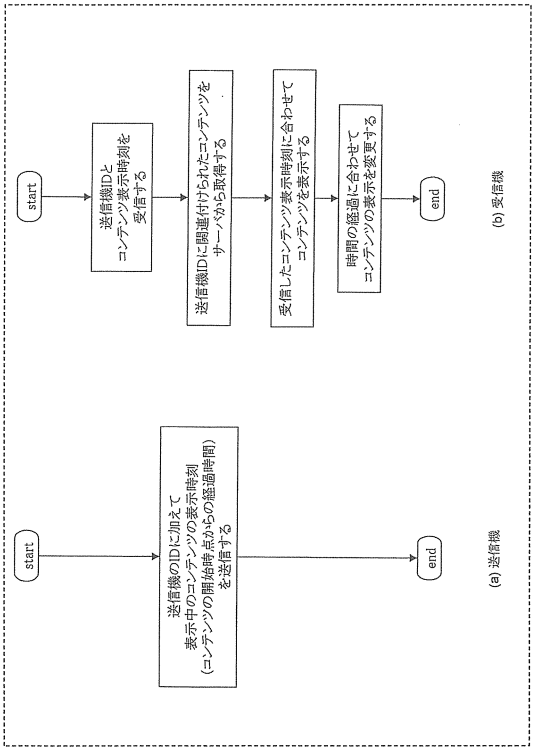
【図２９８】



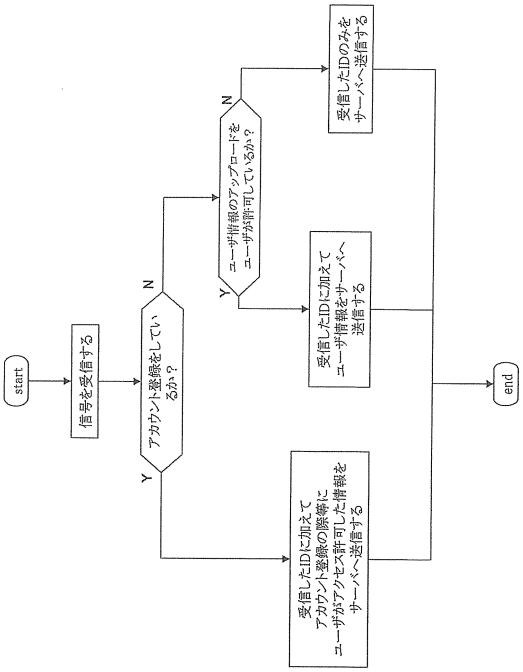
【図２９９】



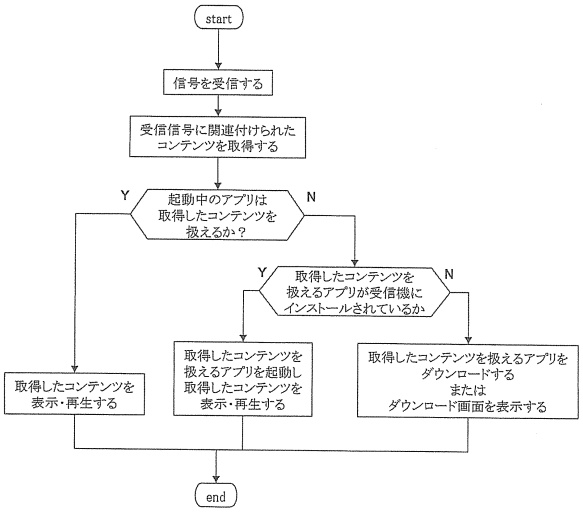
【図３００】



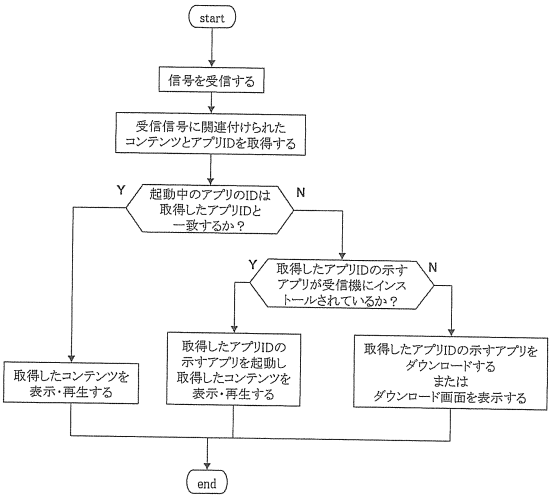
【図３０１】



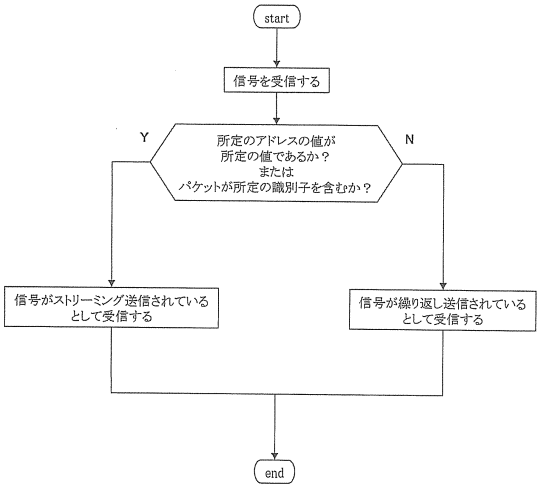
【図３０２】



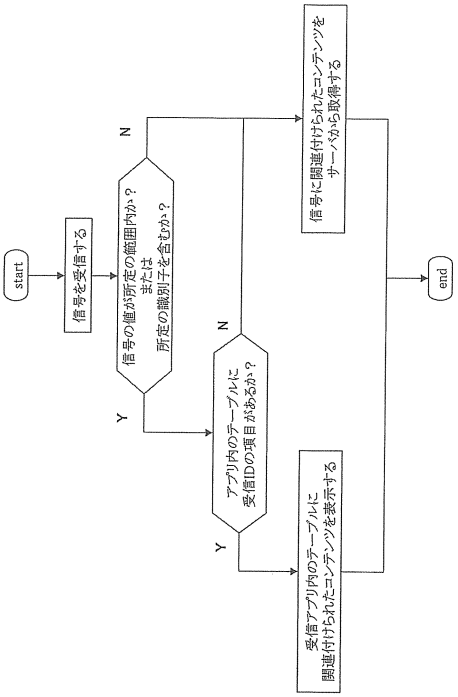
【図３０３】



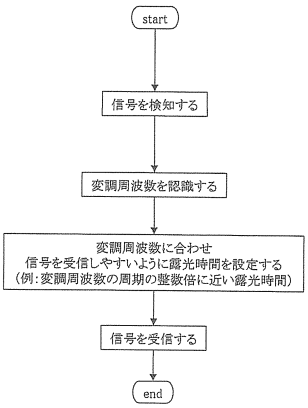
【図３０４】



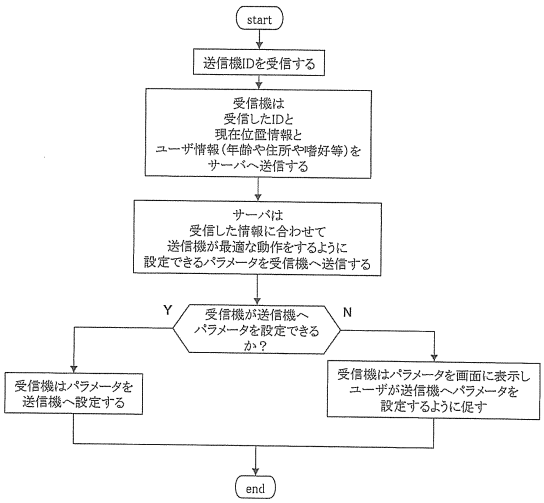
【図３０５】



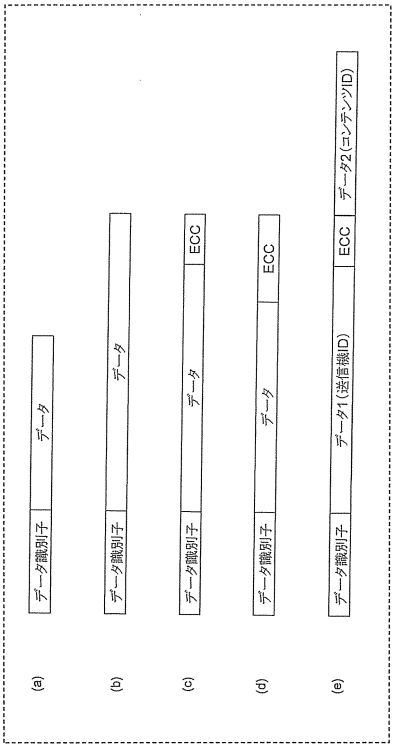
【図３０６】



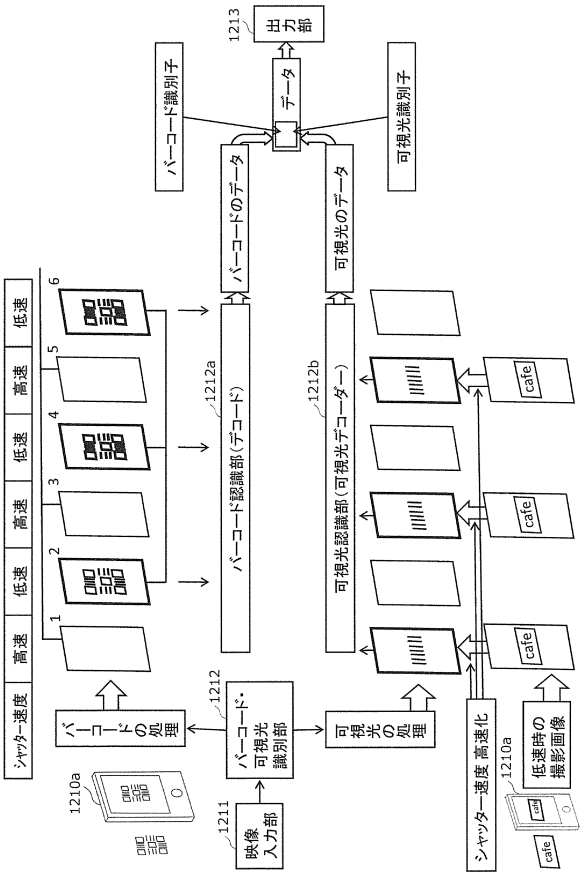
【図３０７】



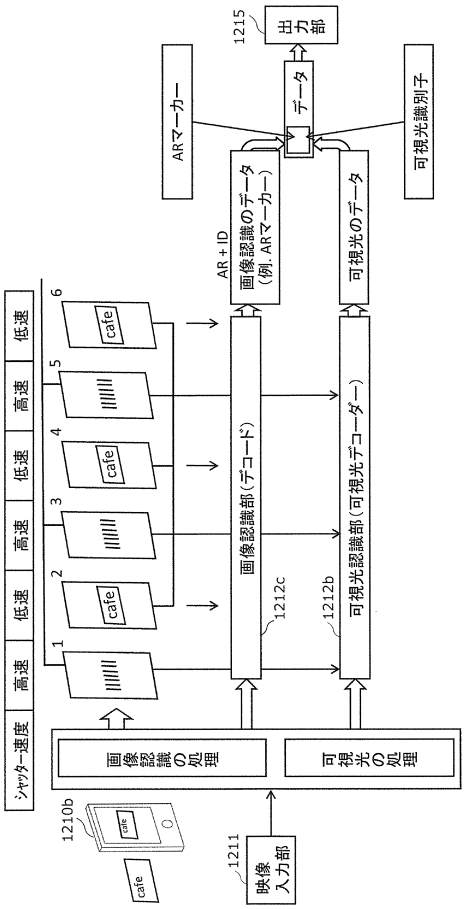
【図３０８】



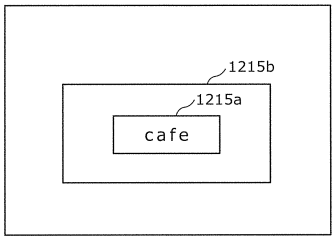
【図３０９】



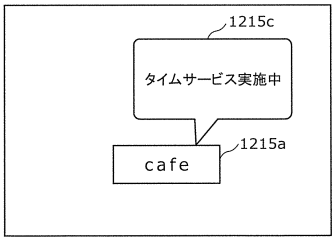
【図３１０Ａ】



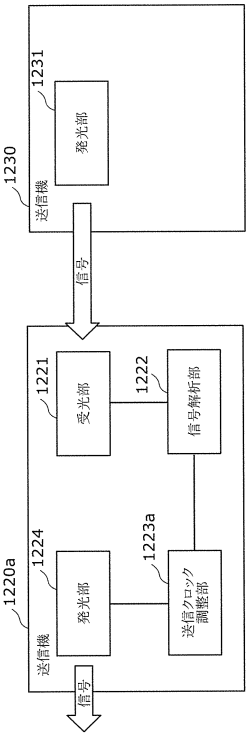
【図３１０Ｂ】



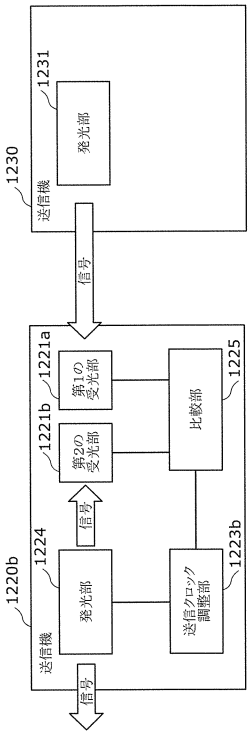
【図３１０Ｃ】



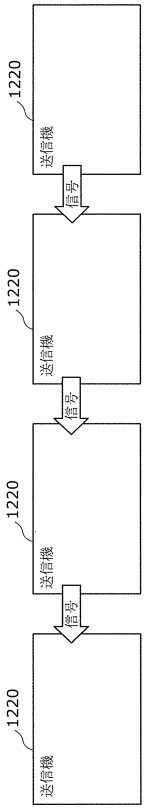
【図３１１Ａ】



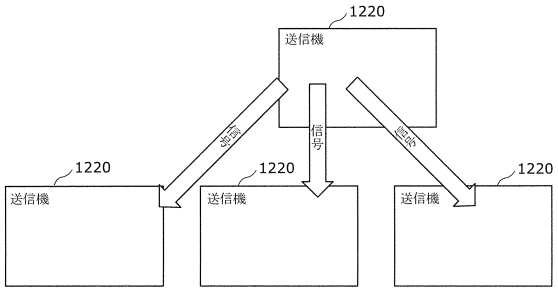
【図３１１Ｂ】



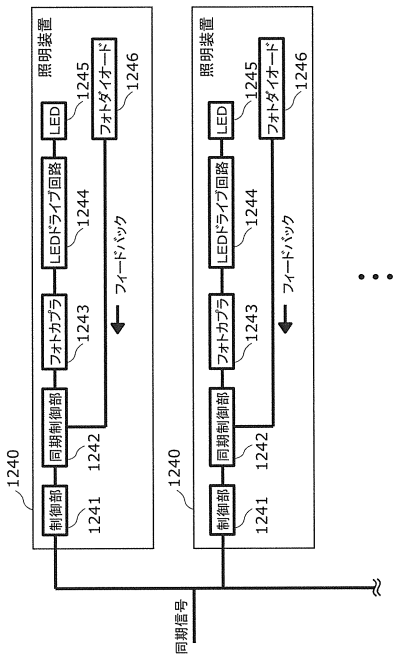
【図３１２Ａ】



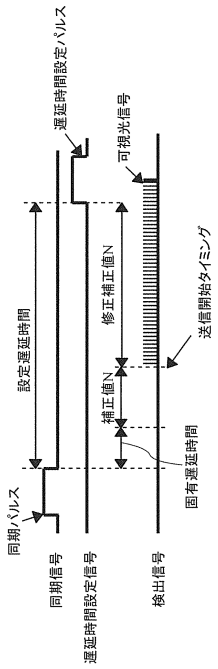
【図３１２Ｂ】



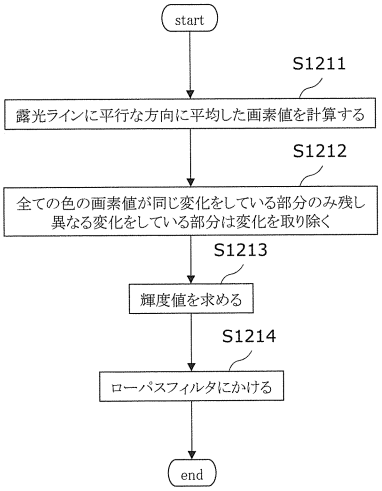
【図３１３】



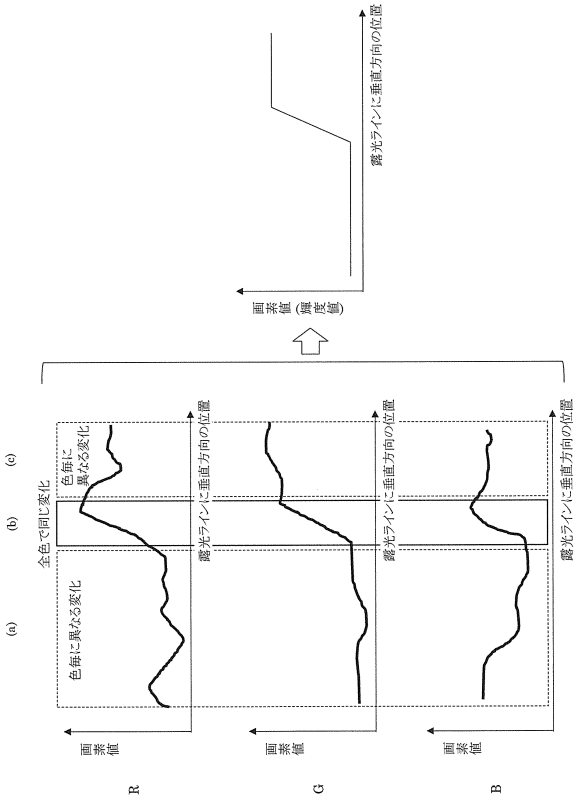
【図３１４】



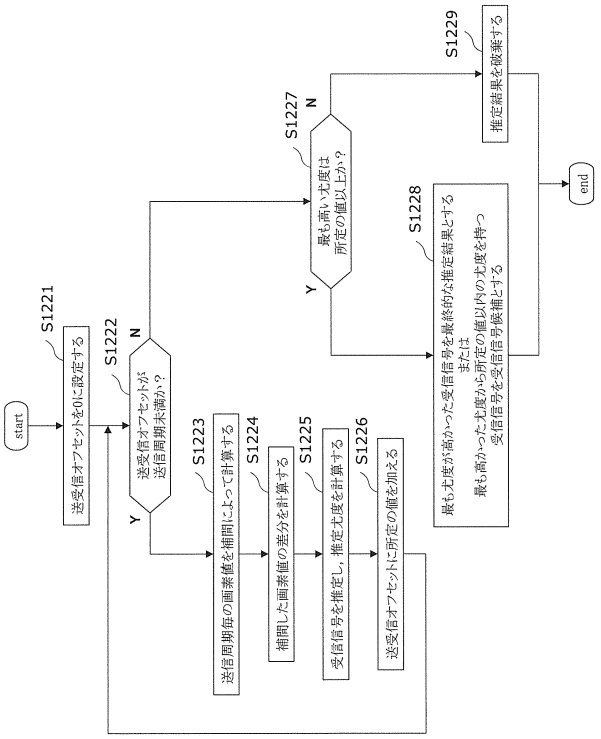
【図３１５】



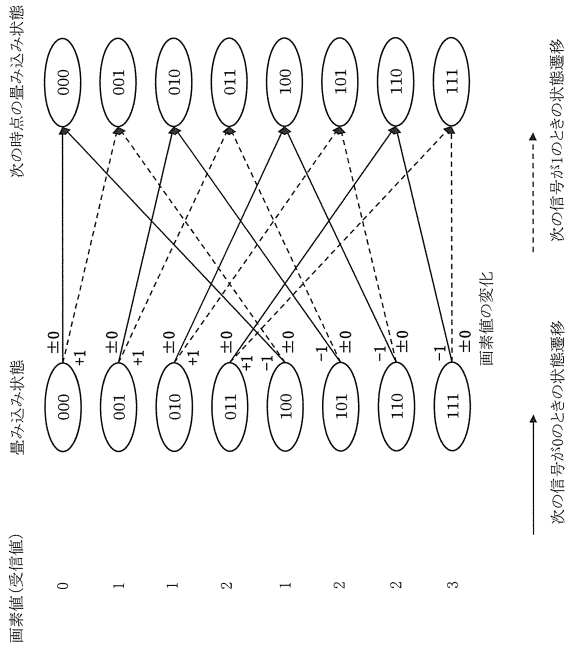
【図３１６】



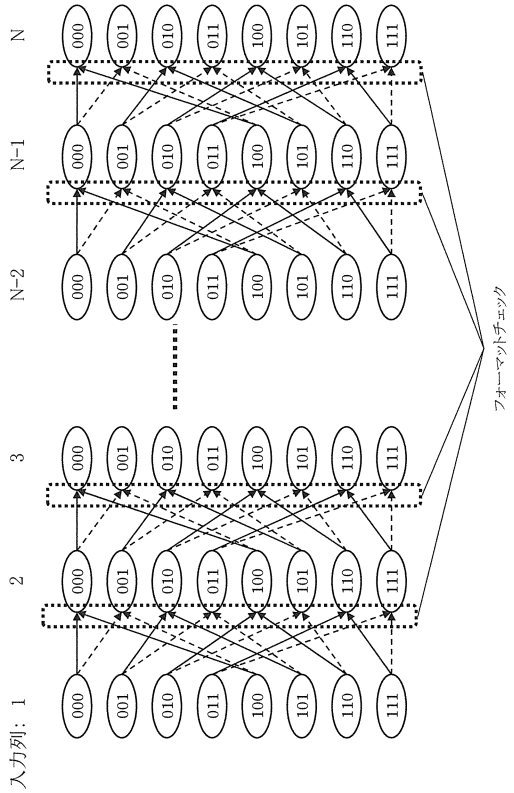
【図３１７】



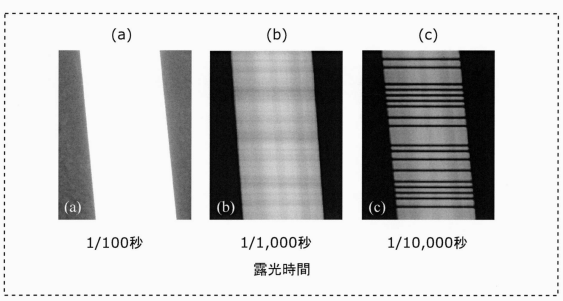
【図３１８】



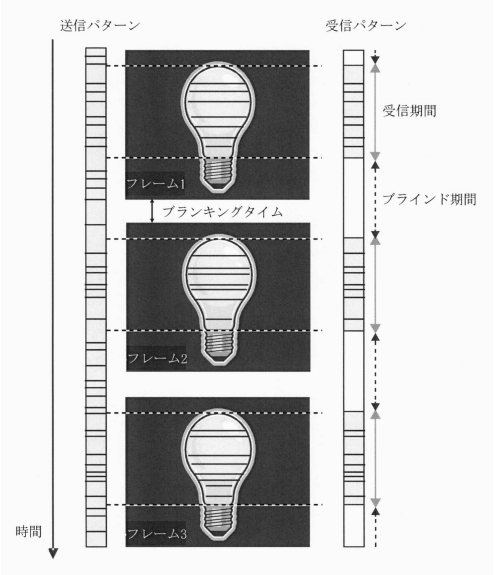
【図３１９】



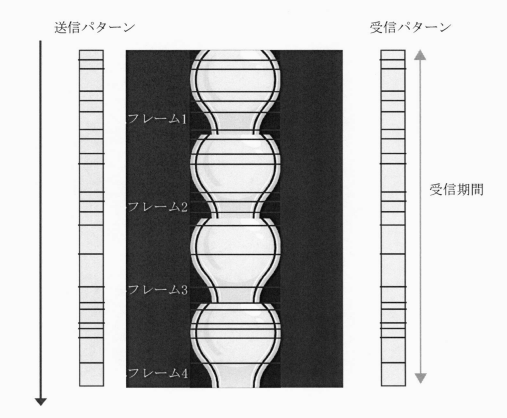
【図３２０】



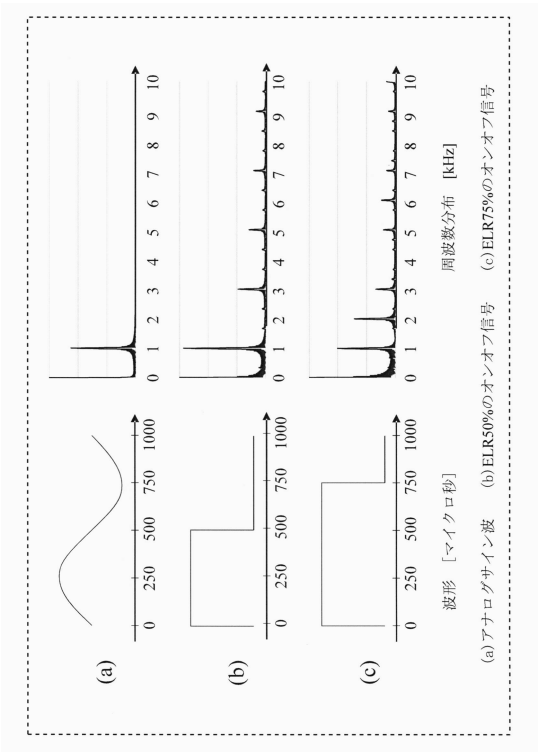
【図３２１】



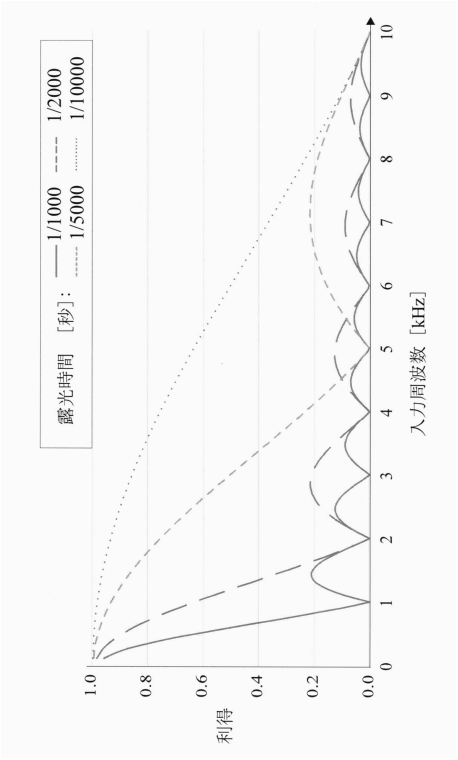
【図３２２】



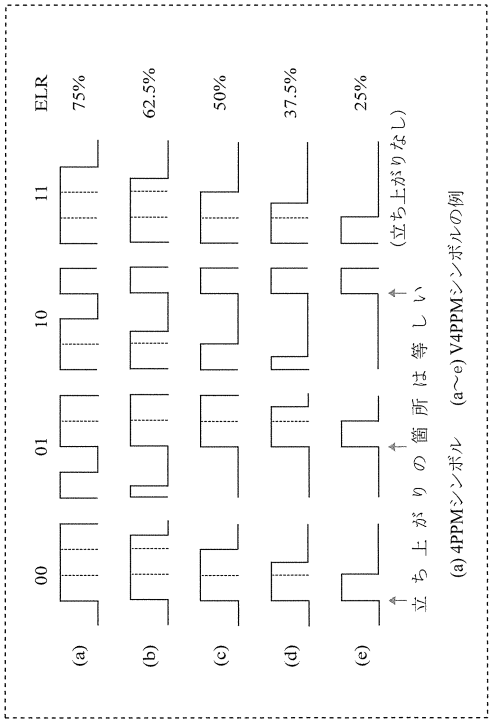
【図３２３】



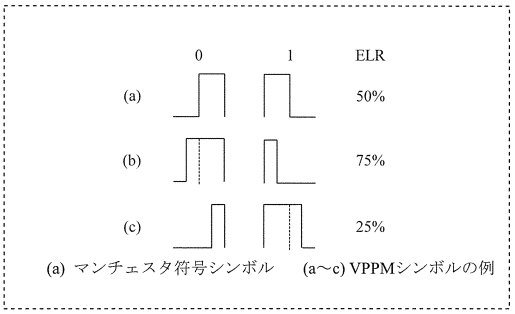
【図３２４】



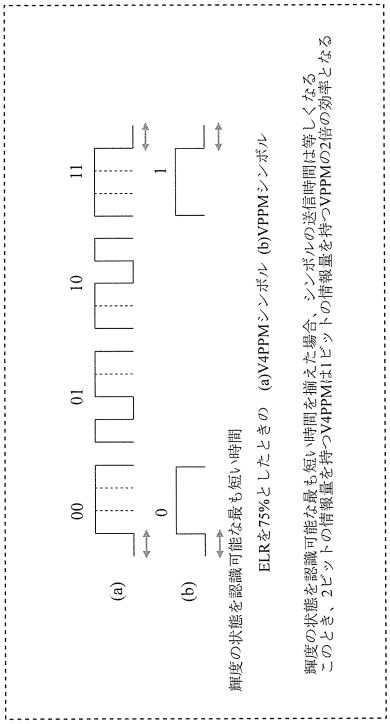
【図３２５】



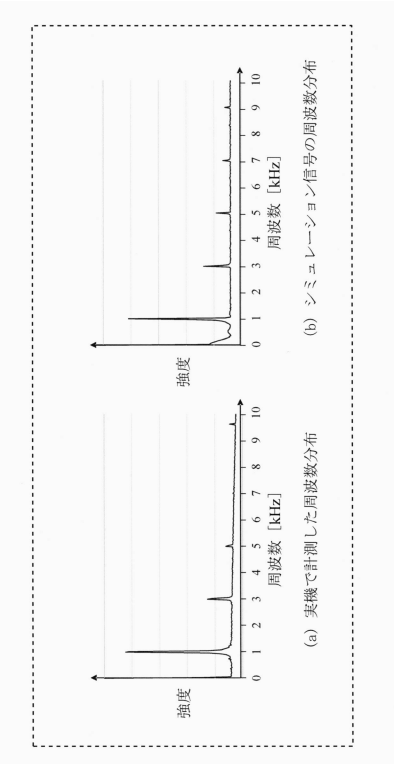
【図３２６】



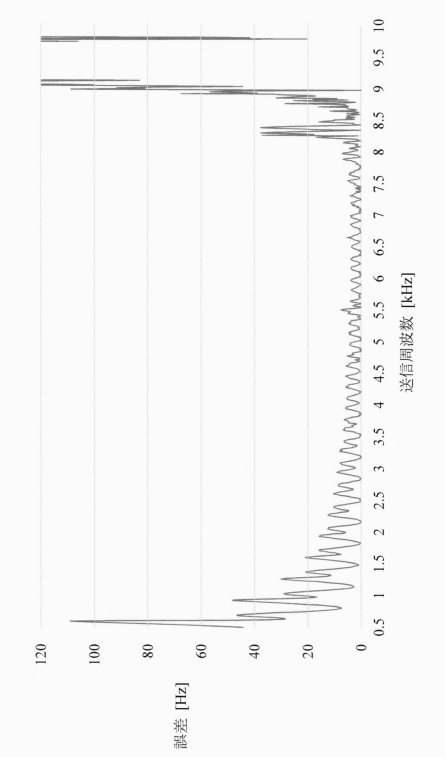
【図３２７】



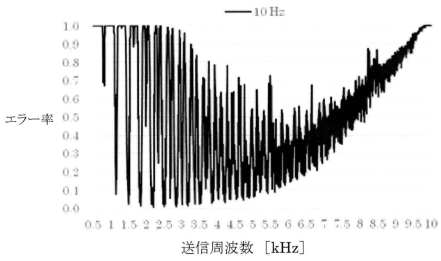
【図３２８】



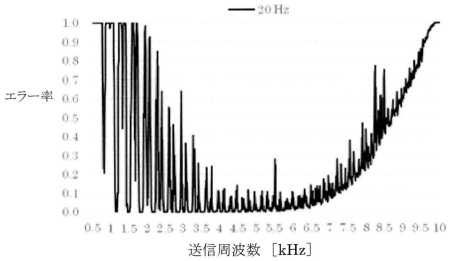
【図３２９Ａ】



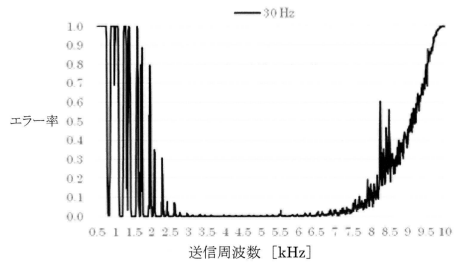
【図３２９Ｂ】



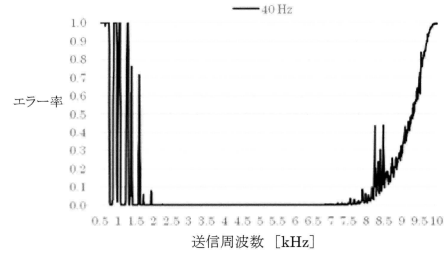
【図３２９Ｃ】



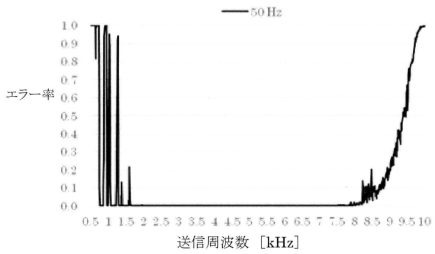
【図３２９Ｄ】



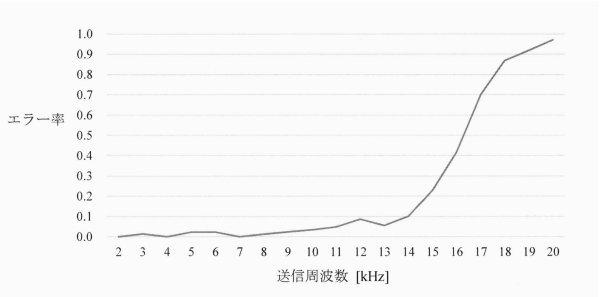
【図３２９Ｅ】



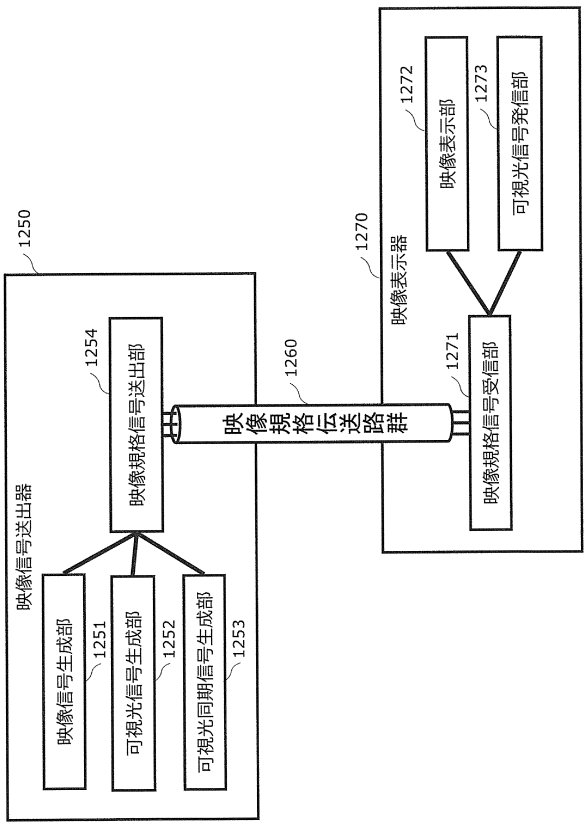
【図３２９Ｆ】



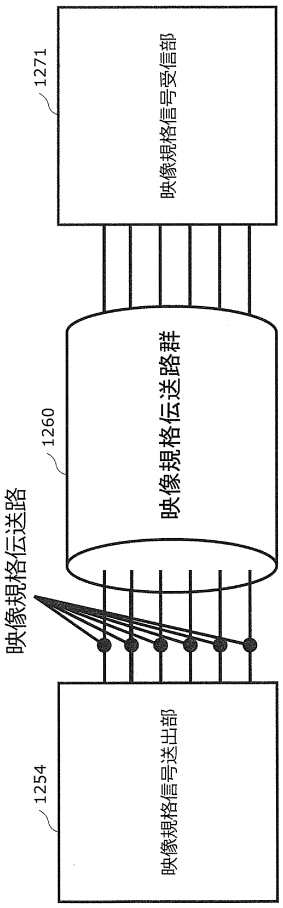
【図３３０】



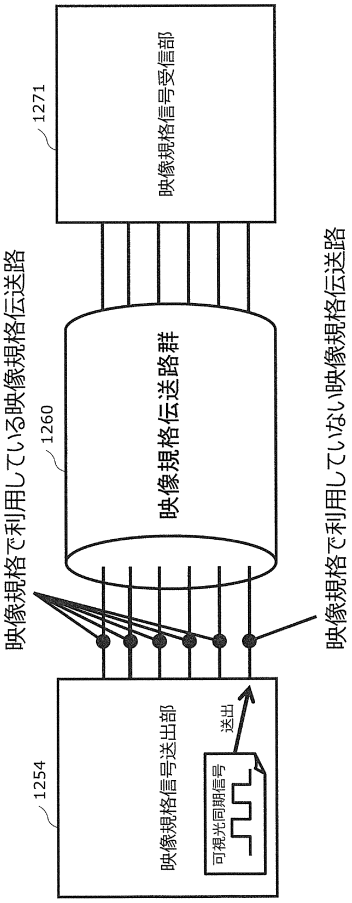
【図３３１】



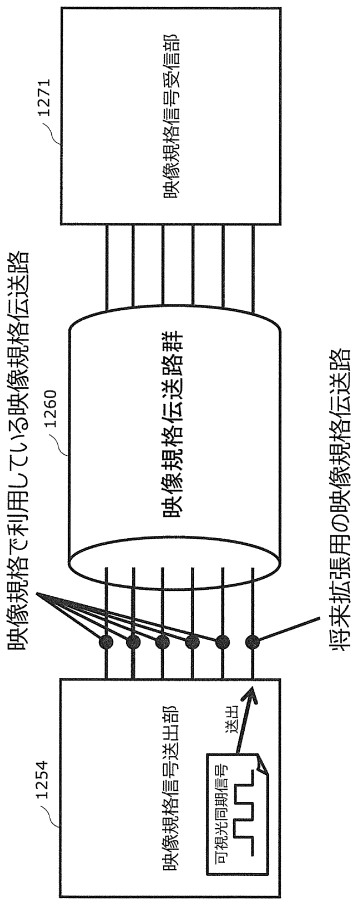
【図３３２】



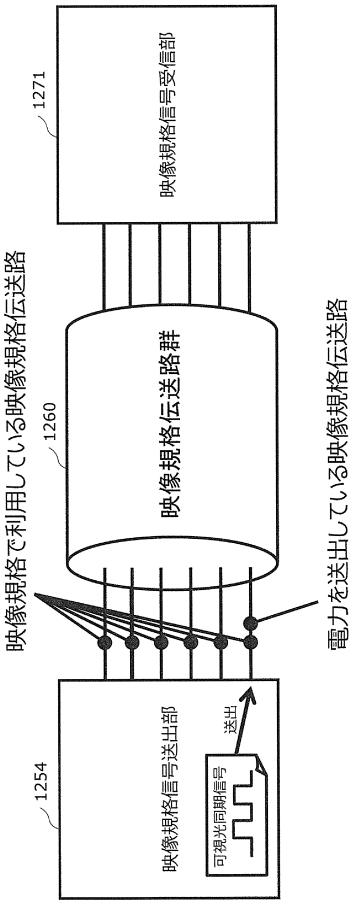
【図３３３】



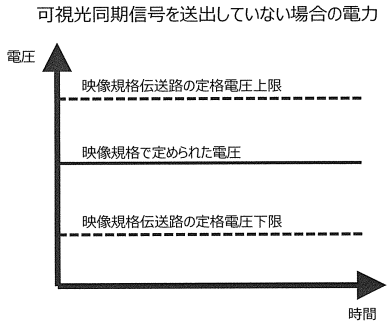
【図３３４】



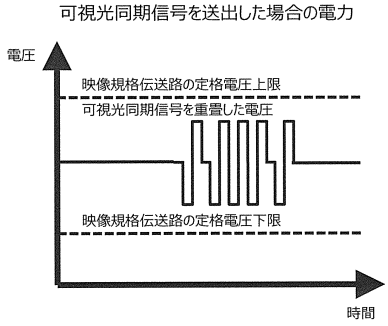
【図３３５】



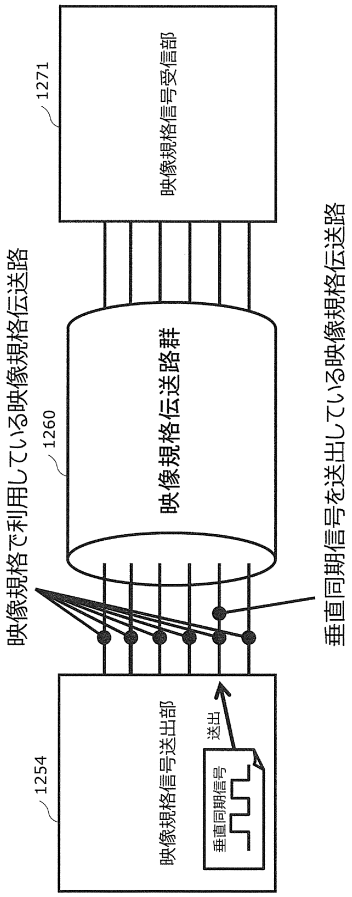
【図３３６Ａ】



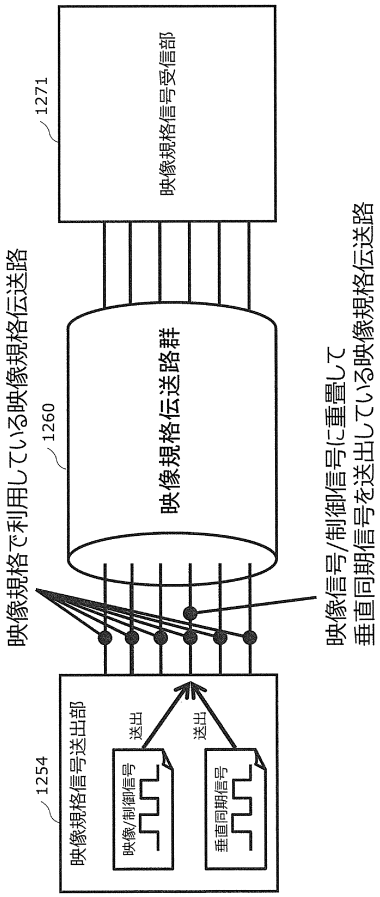
【図３３６Ｂ】



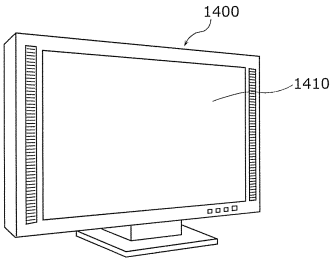
【図３３７】

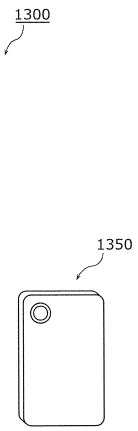


【図３３８】

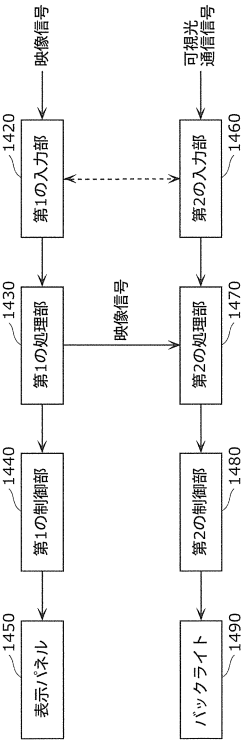


【図３３９】

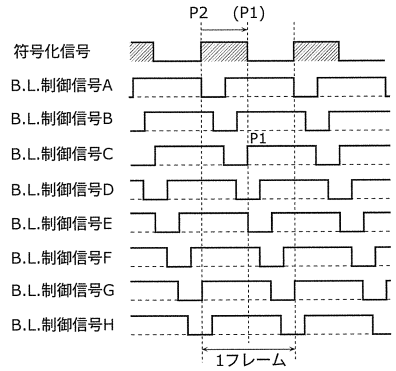




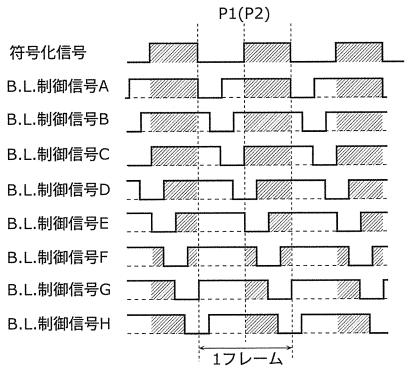
【図３４０】



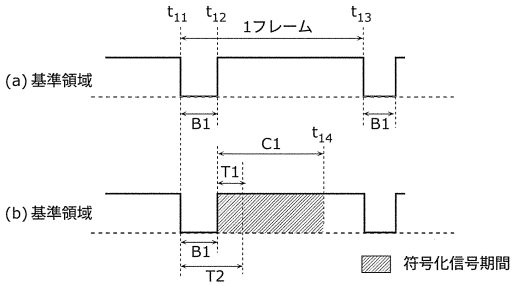
【図３４１Ａ】



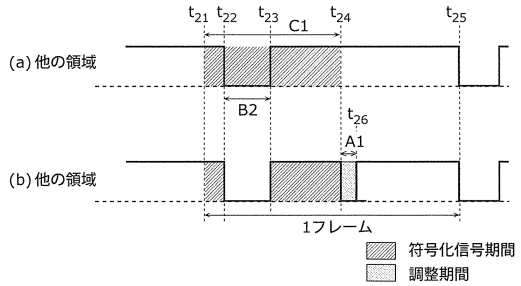
【図３４１Ｂ】



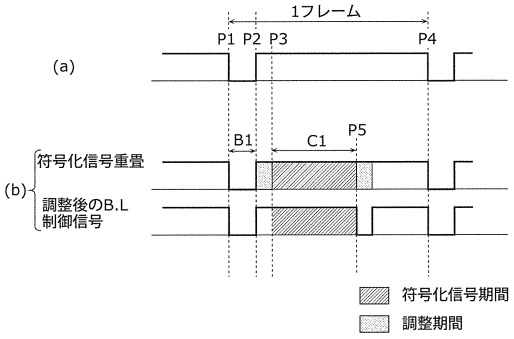
【図３４２】



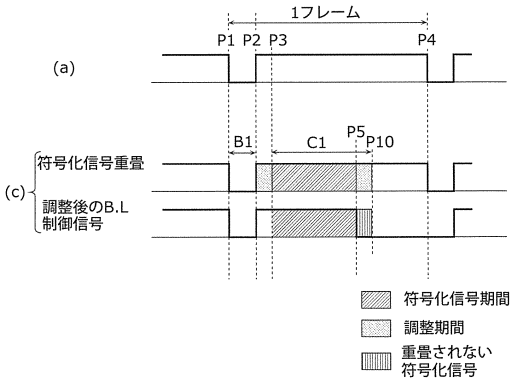
【図３４３】



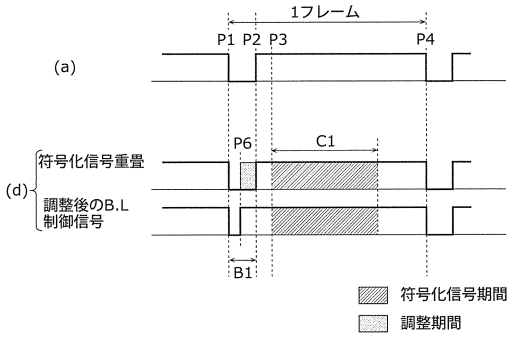
【図３４４Ａ】



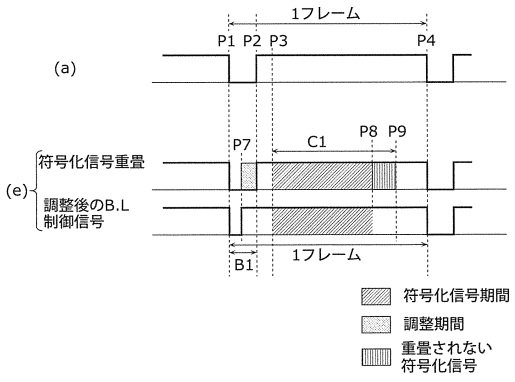
【図３４４Ｂ】



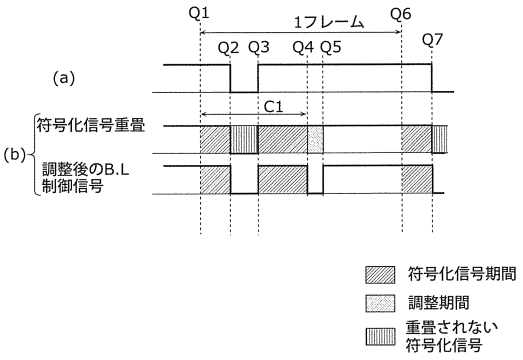
【図３４４Ｃ】



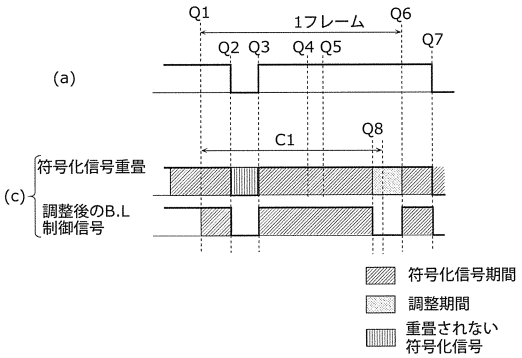
【図３４４Ｄ】



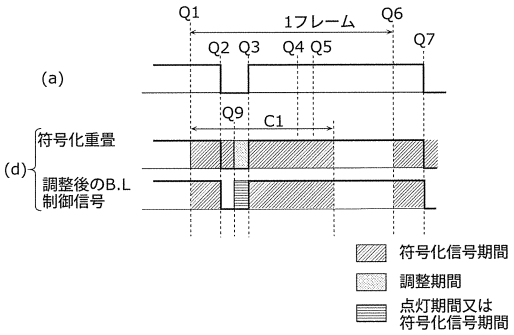
【図３４５Ａ】



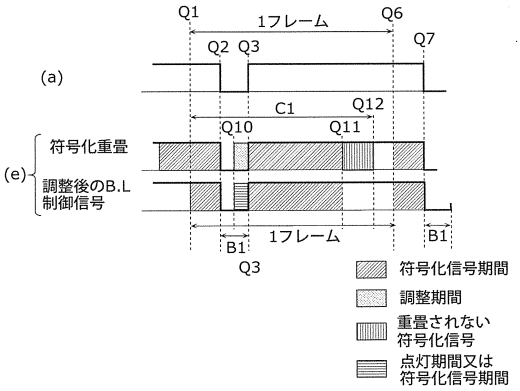
【図３４５Ｂ】



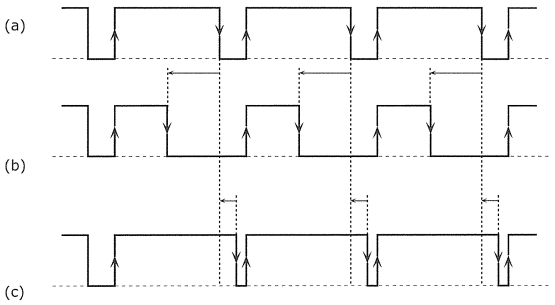
【図３４５Ｃ】



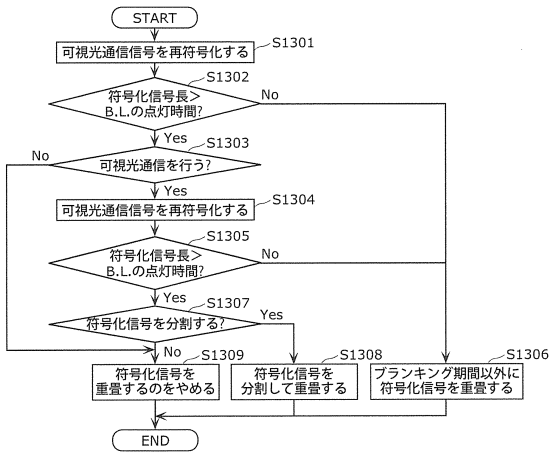
【図３４５Ｄ】



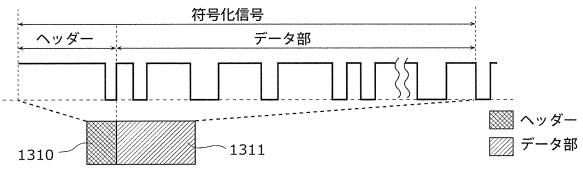
【図３４６】



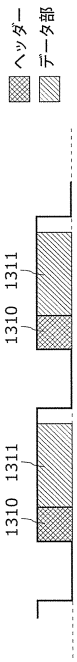
【図３４７】



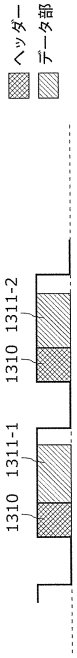
【図３４８Ａ】



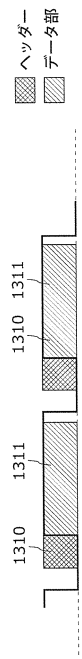
【図３４８Ｂ】



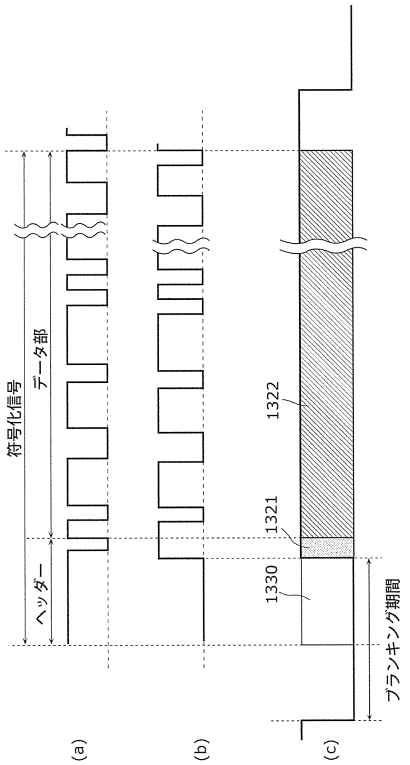
【図３４８Ｃ】



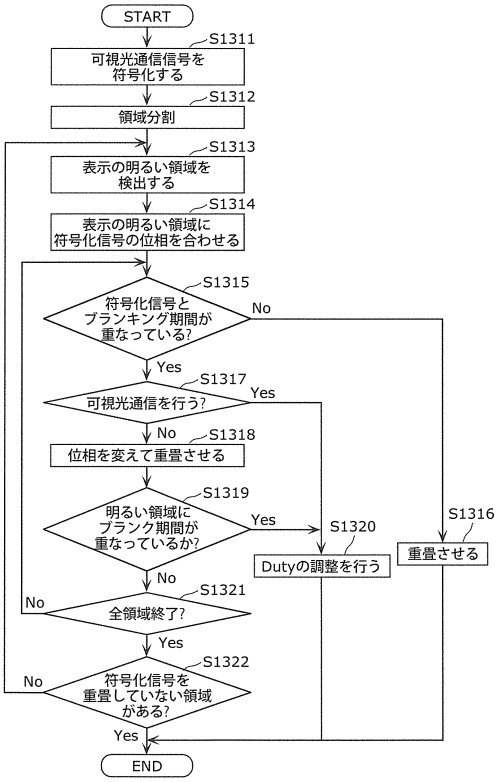
【図３４８Ｄ】



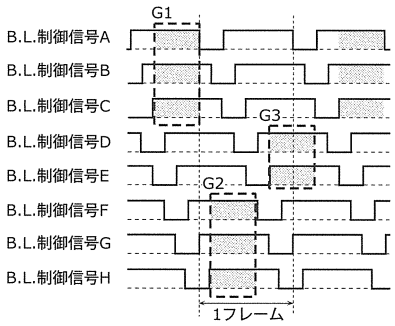
【図３４９】



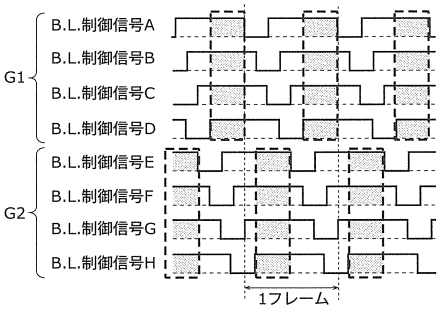
【図３５０】



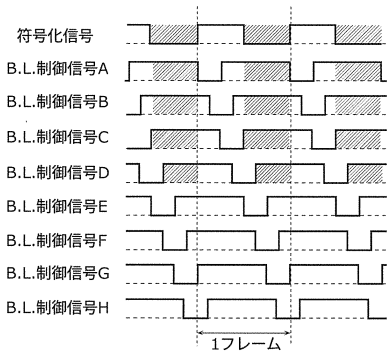
【図３５１】



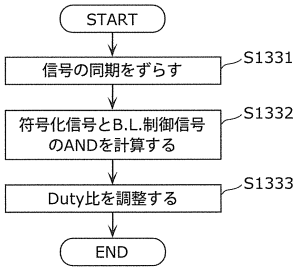
【図３５２】



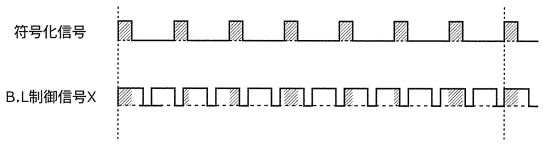
【図３５３】



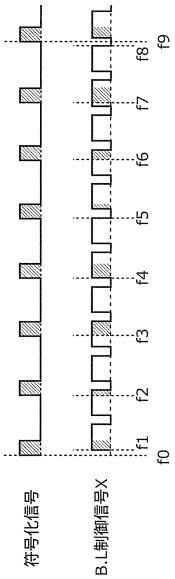
【図３５４】



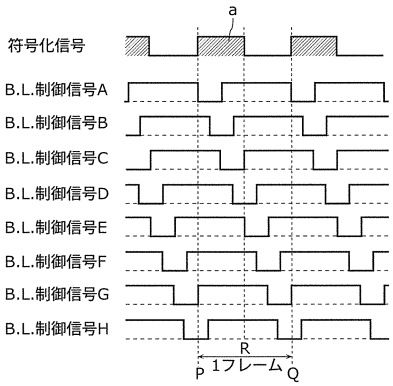
【図３５５Ａ】



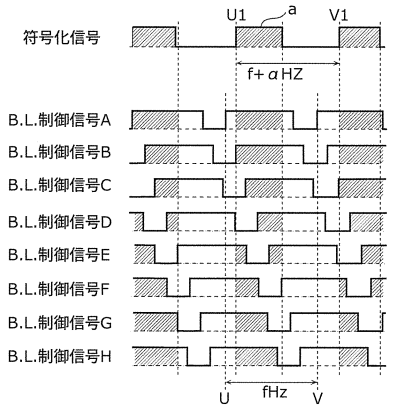
【図３５５Ｂ】



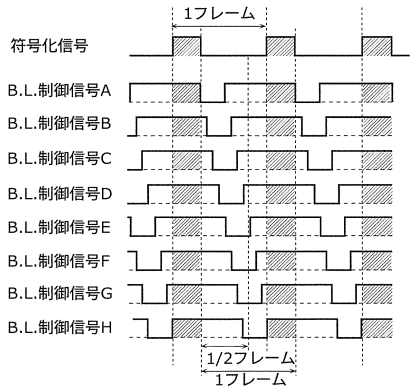
【図３５６Ａ】



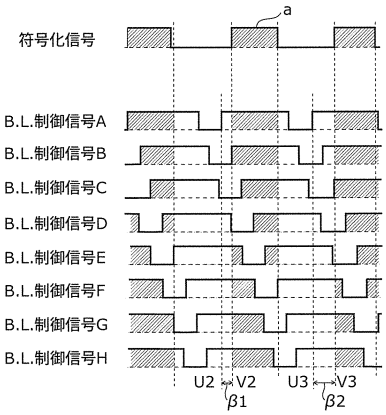
【図３５６Ｂ】



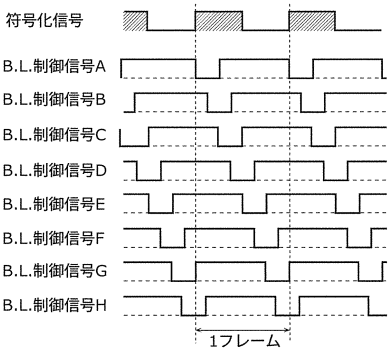
【図３５７Ｂ】



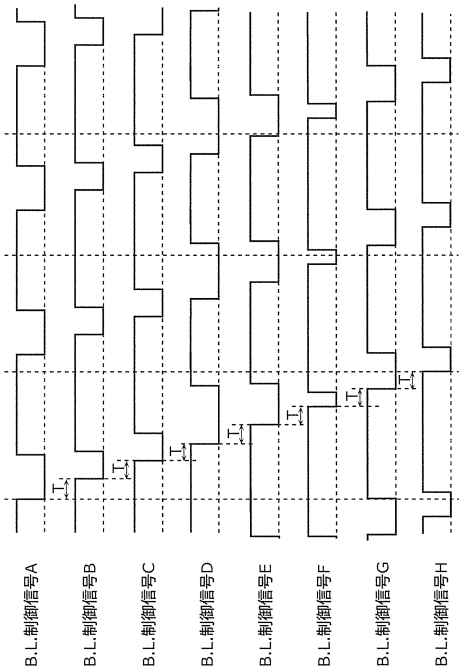
【図３５６Ｃ】



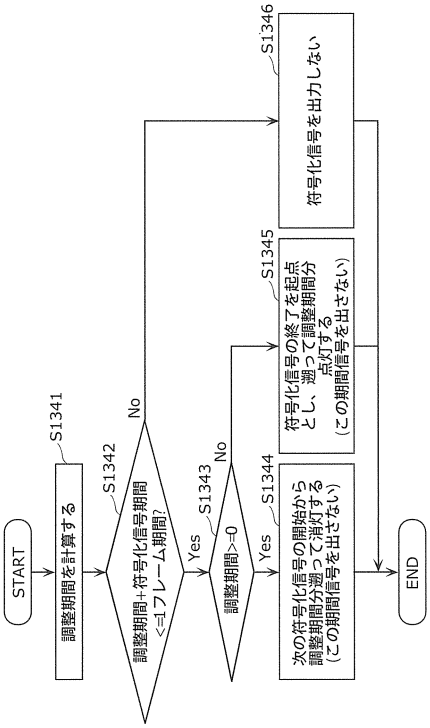
【図３５７Ａ】



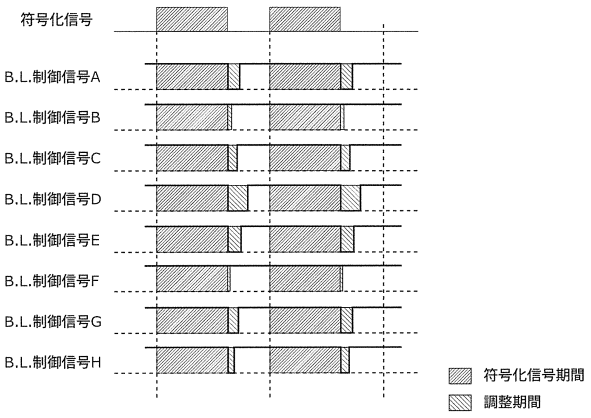
【図３５８】



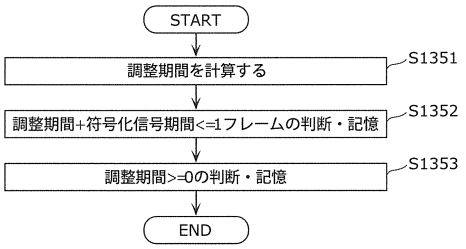
【図３５９】



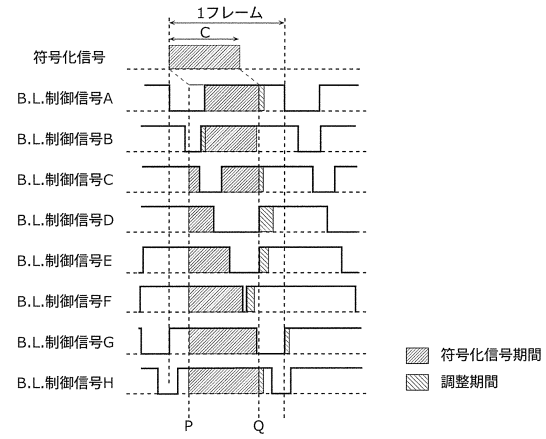
【図３６０】



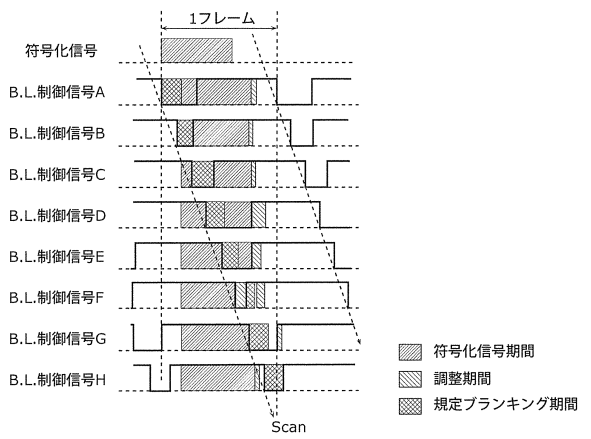
【図３６１】



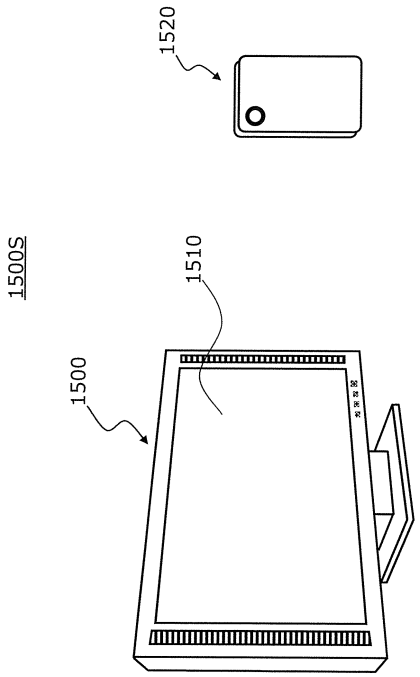
【図３６２】



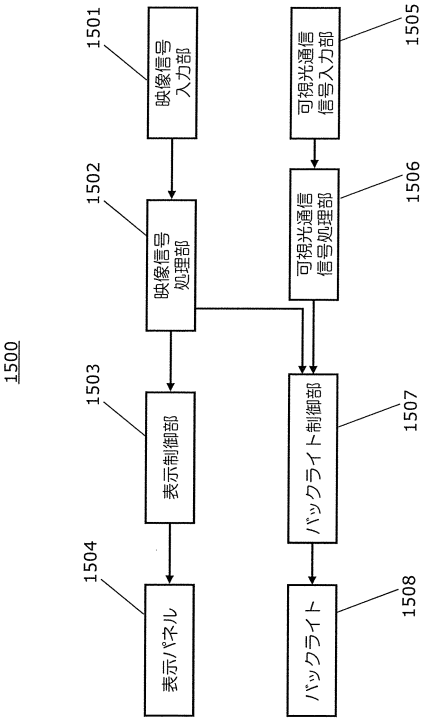
【図３６３】



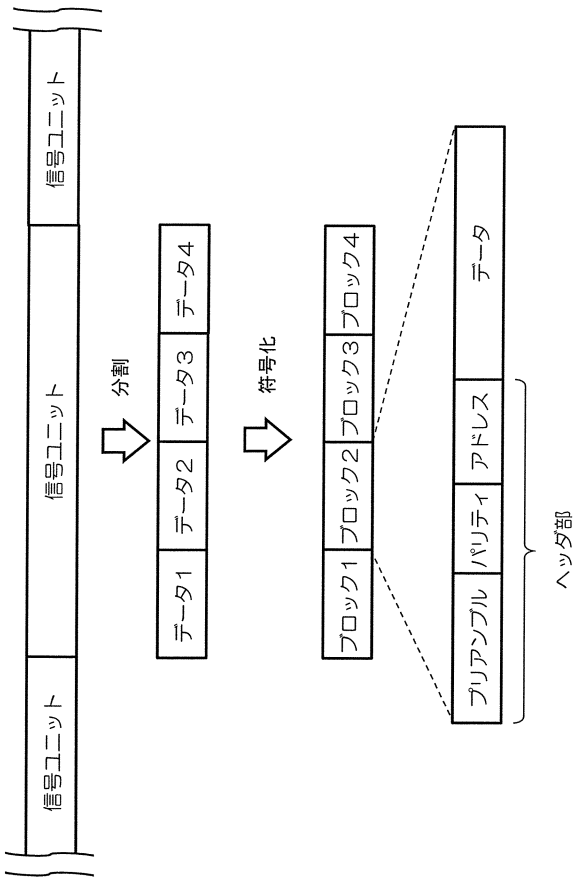
【図３６４】



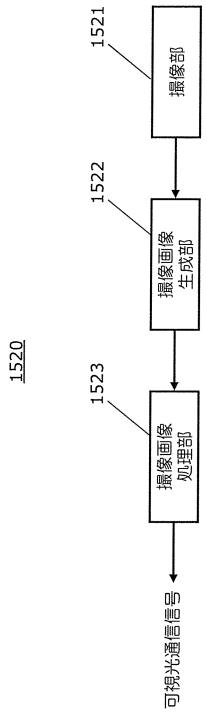
【図３６５】



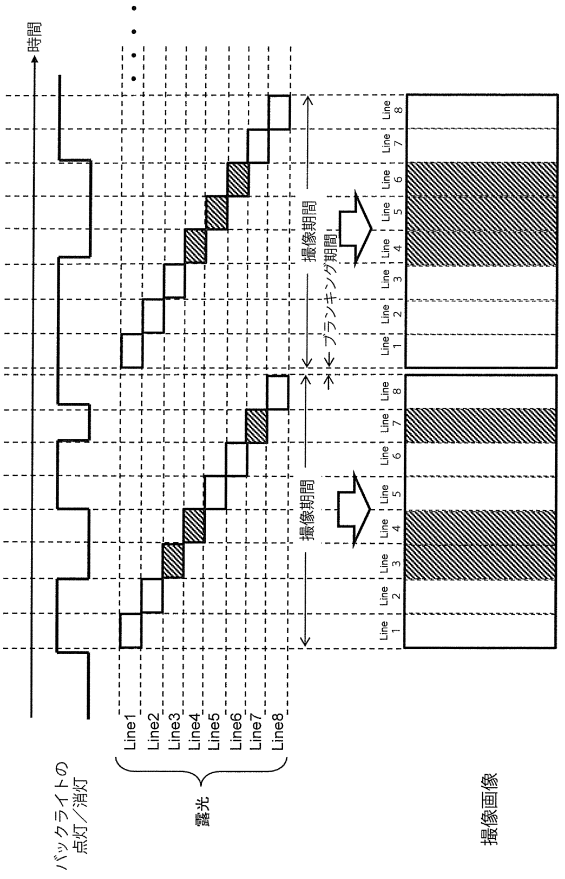
【図３６６】



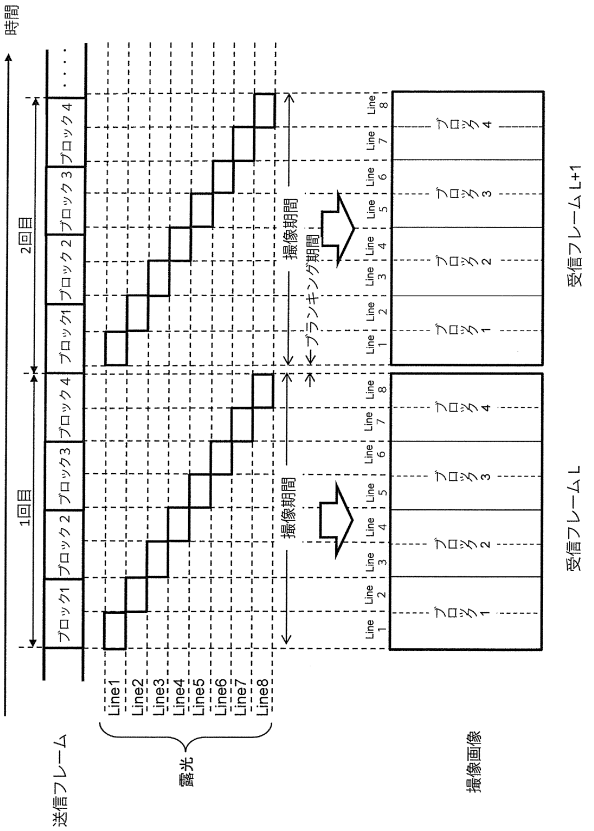
【図３６７】



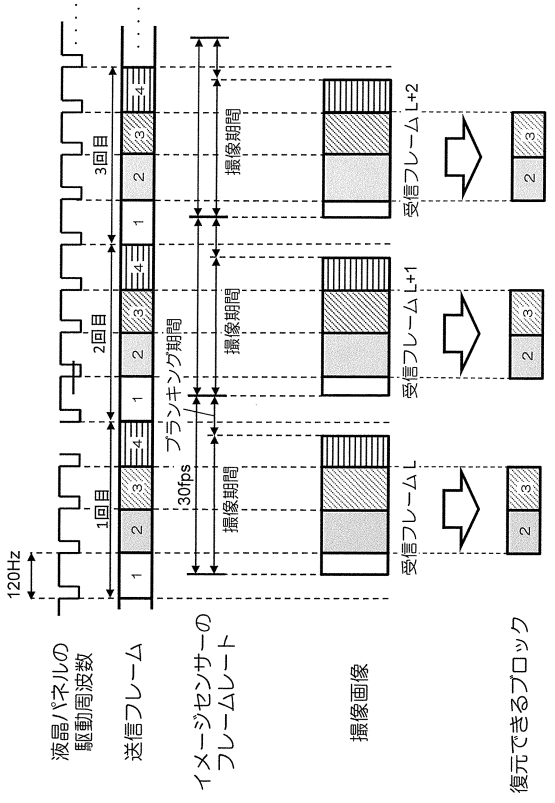
【図３６８】



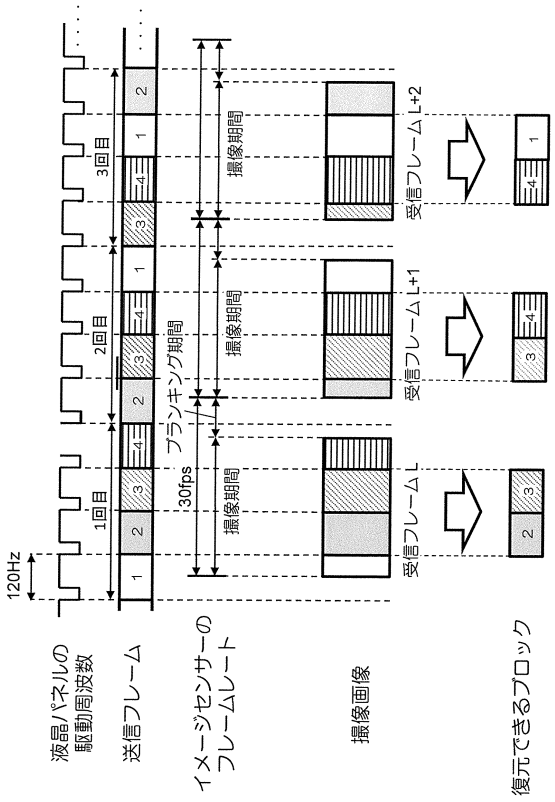
【図３６９】



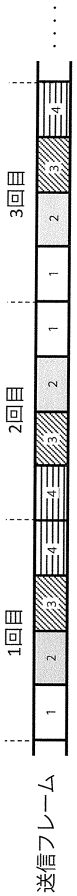
【図３７０】



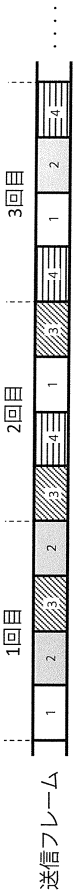
【図３７１】



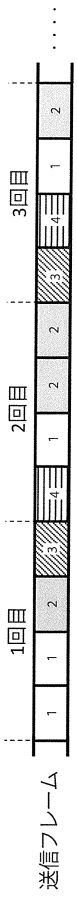
【図３７２Ａ】



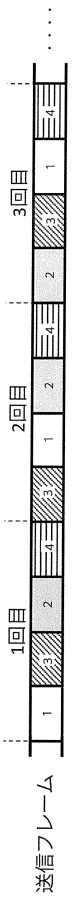
【図３７２Ｂ】



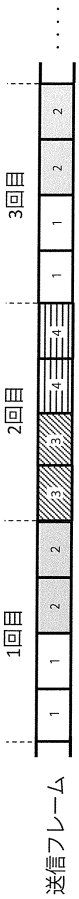
【図３７２Ｃ】



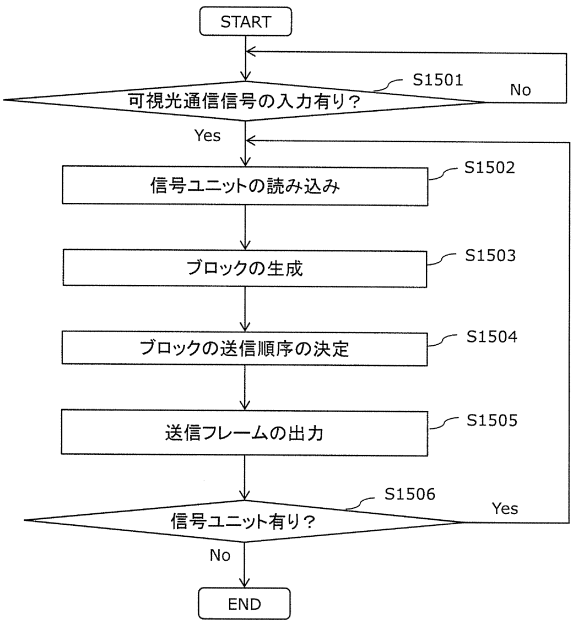
【図３７２Ｄ】



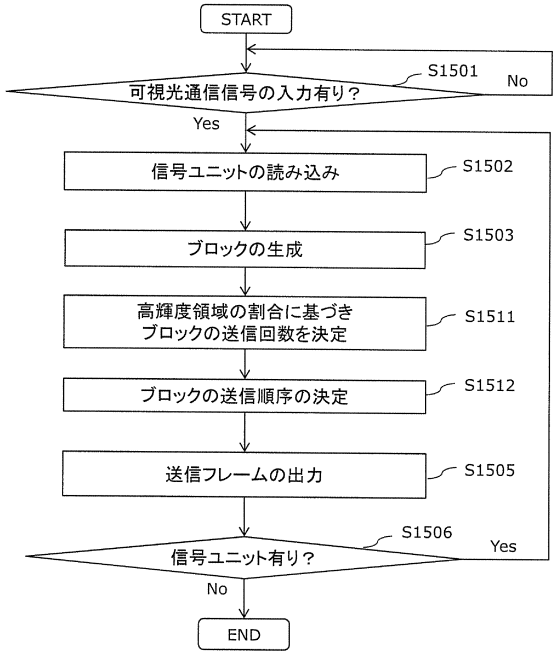
【図３７２Ｅ】



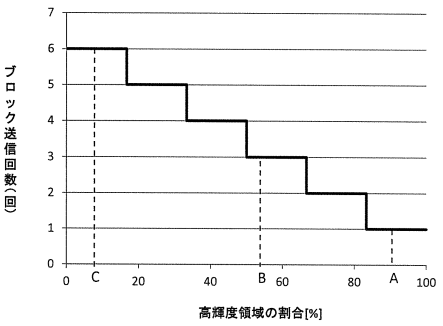
【図３７３】



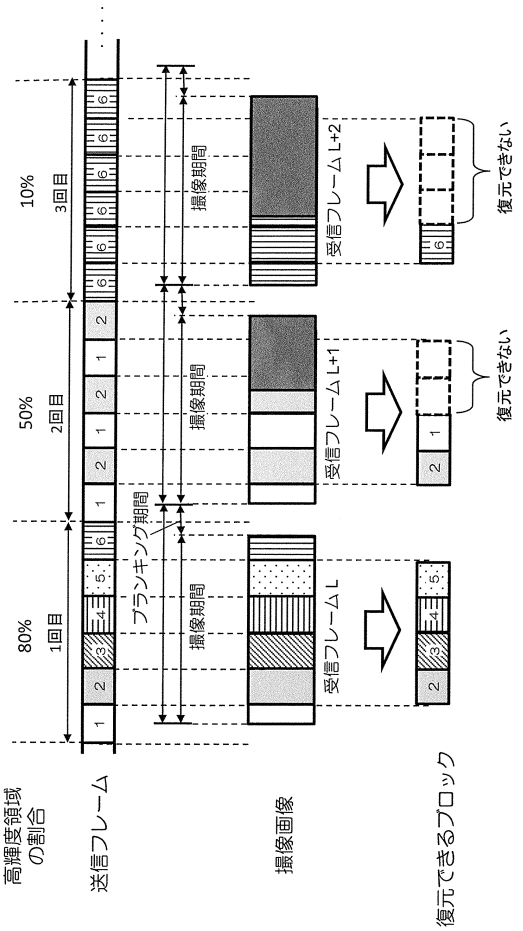
【図３７４】



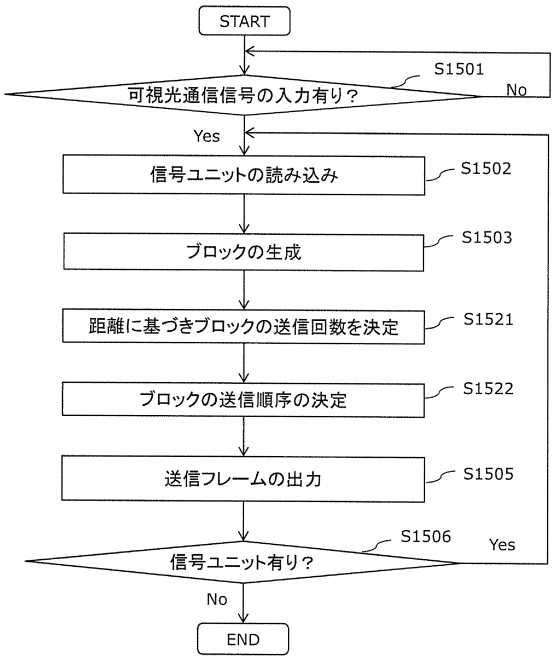
【図３７５】



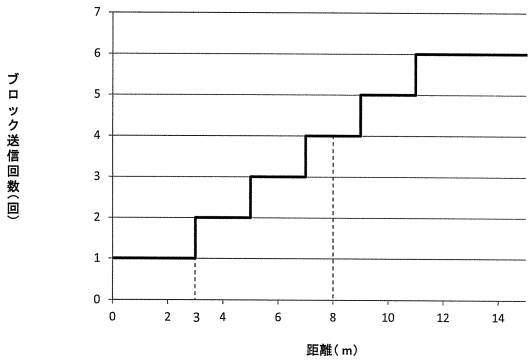
【図３７６】



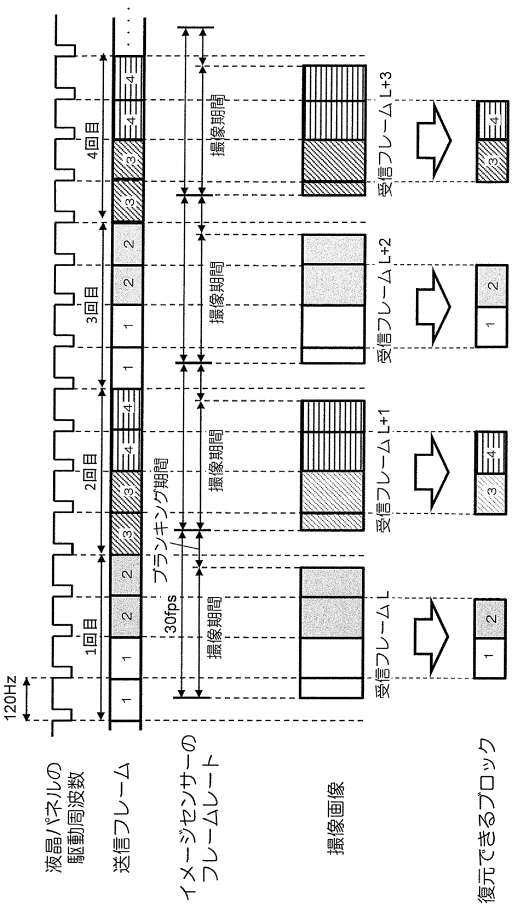
【図３７７】



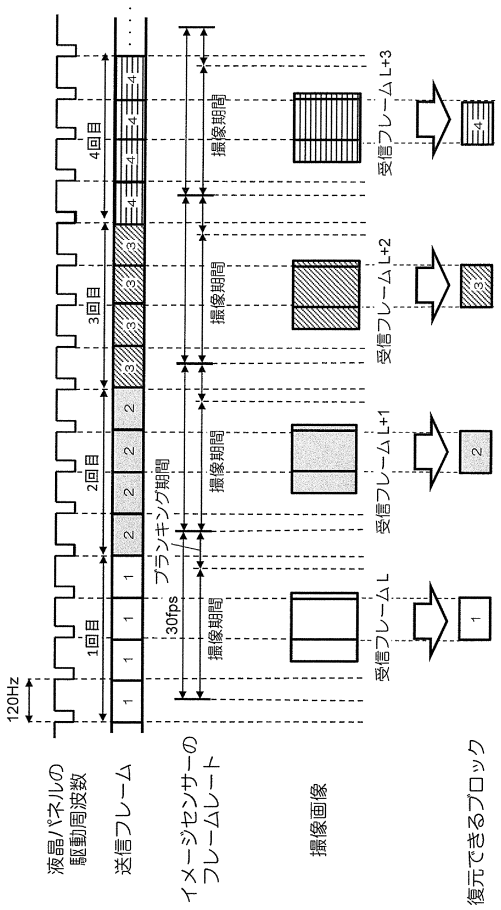
【図３７８】



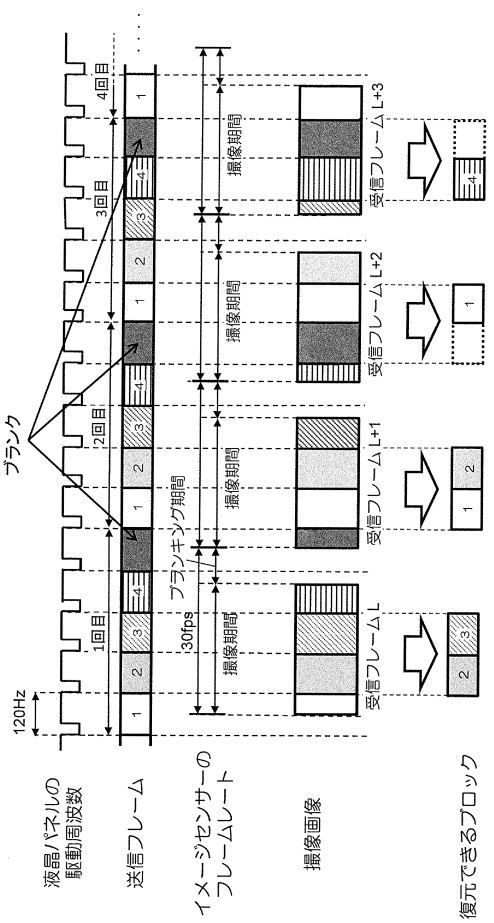
【図３７９】



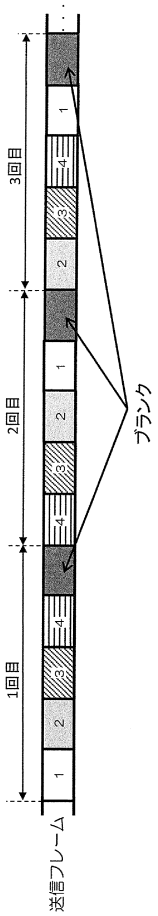
【図３８０】



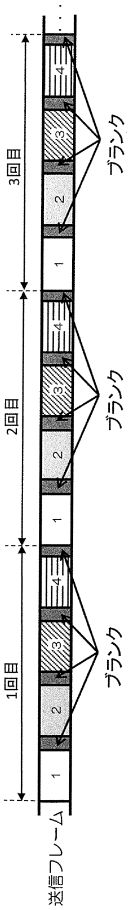
【図３８１】



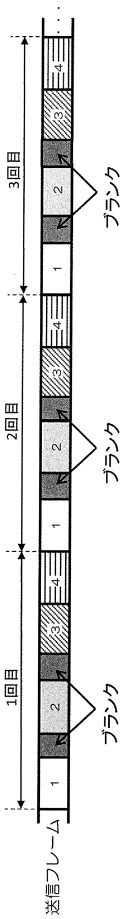
【図３８２Ａ】



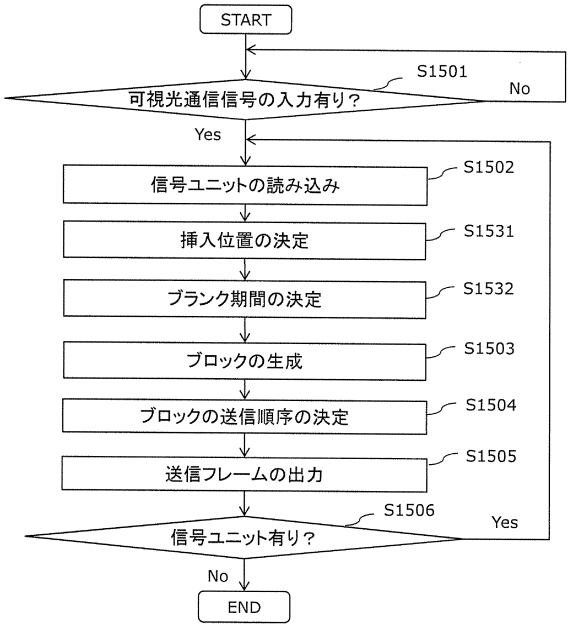
【図３８２Ｂ】



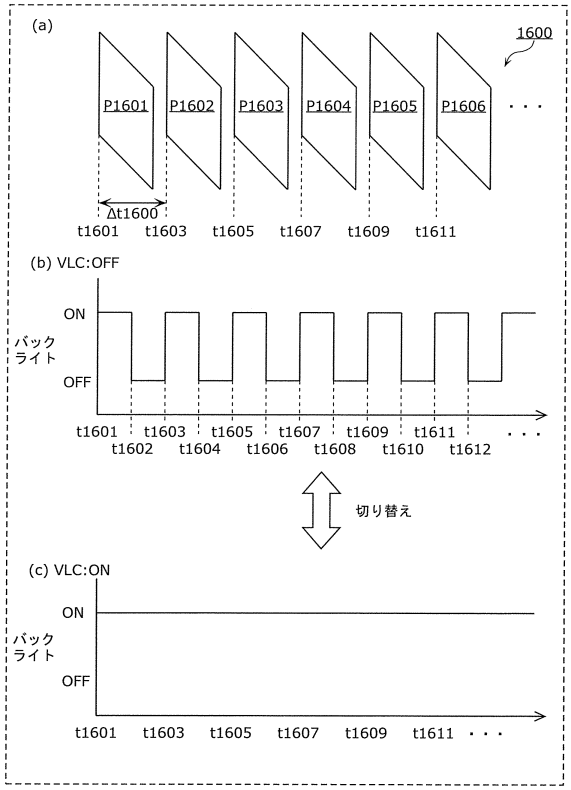
【図３８２Ｃ】



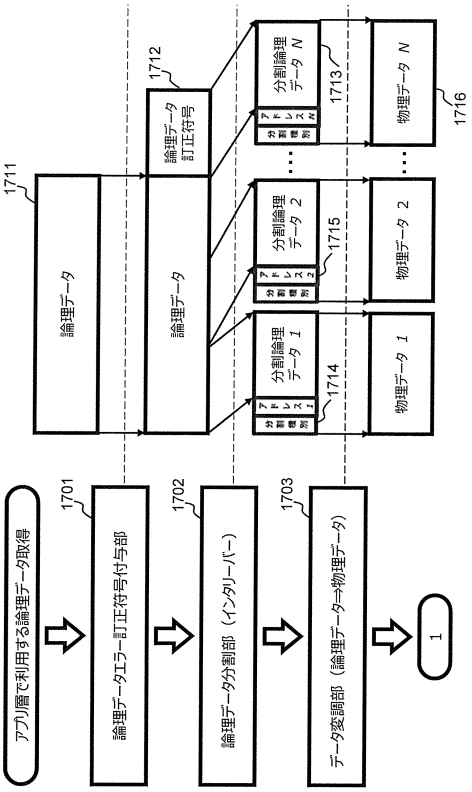
【図３８３】



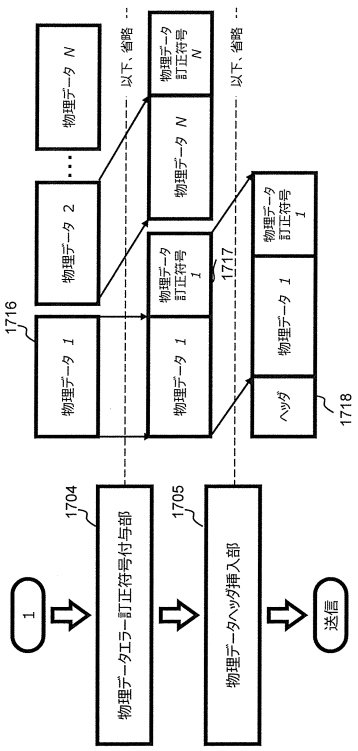
【図３８４】



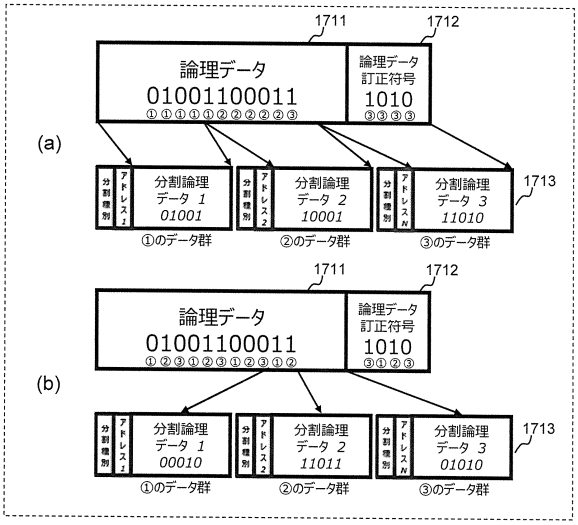
【図３８５】



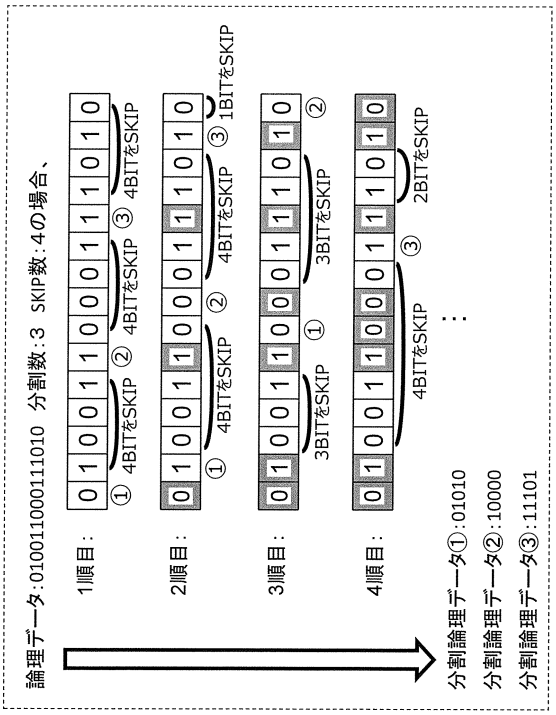
【図３８６】



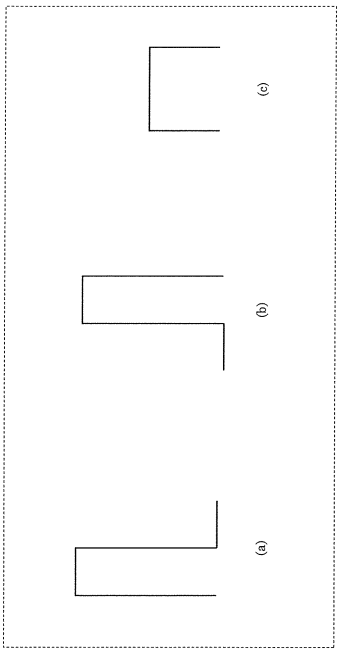
【図３８７】



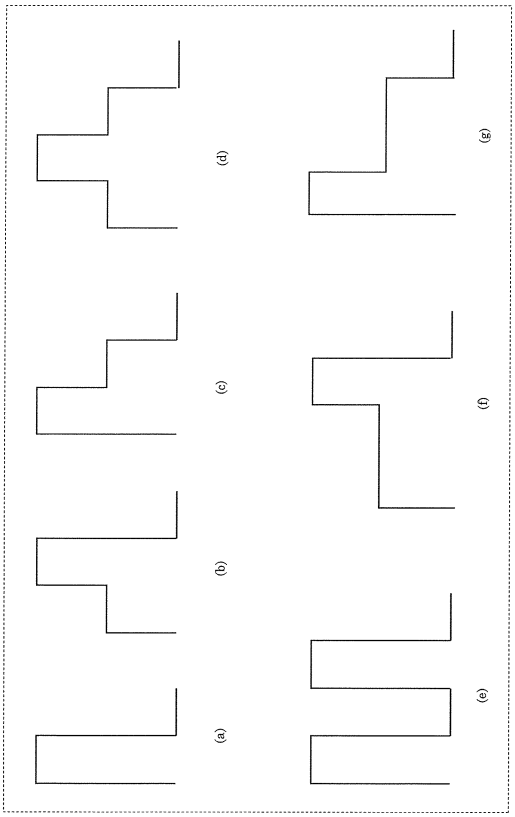
【図３８８】



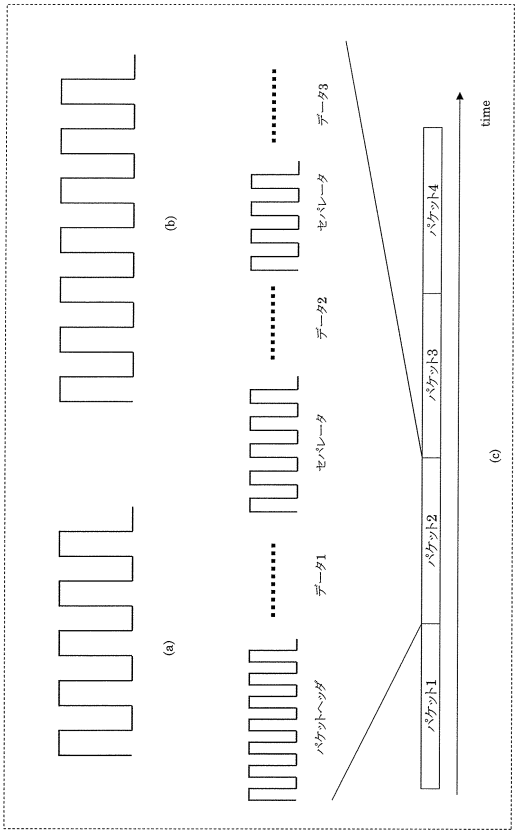
【図３８９】



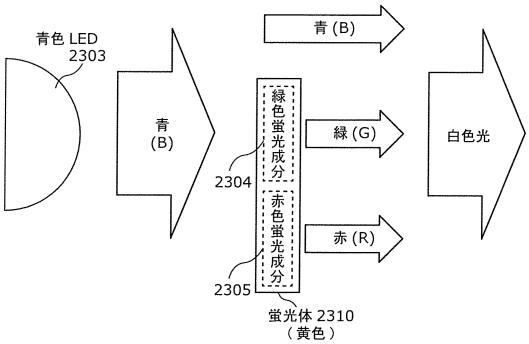
【図３９０】



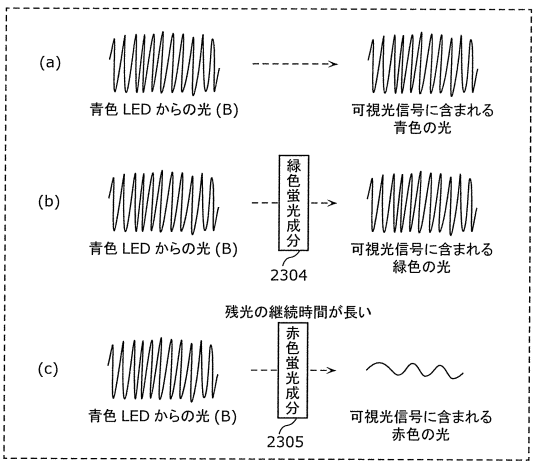
【図３９１】



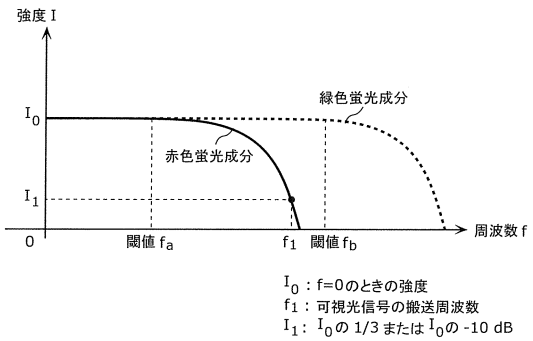
【図３９２Ａ】



【図３９２Ｂ】

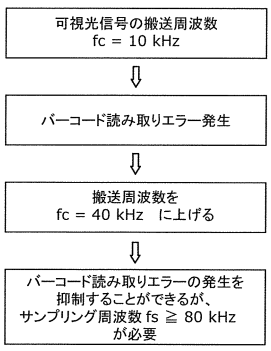


【図３９３】

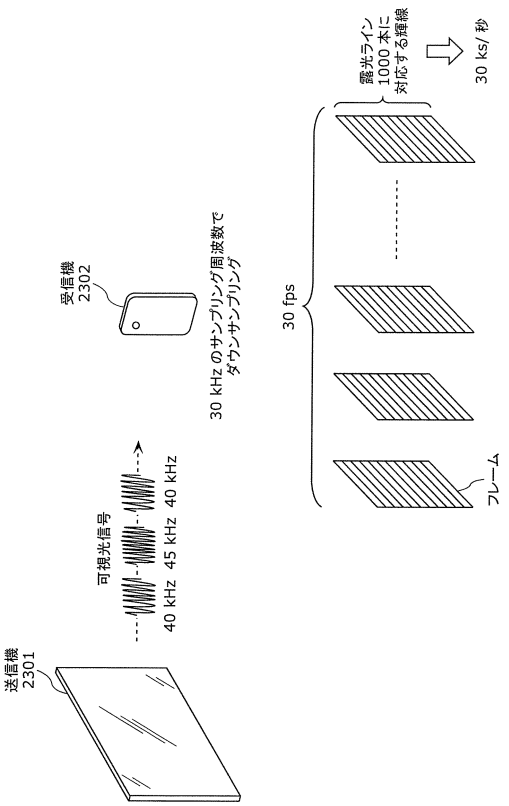


I_0：f=0のときの強度
f_1：可視光信号の搬送周波数
I_1：I_0の 1/3 または I_0の -10 dB

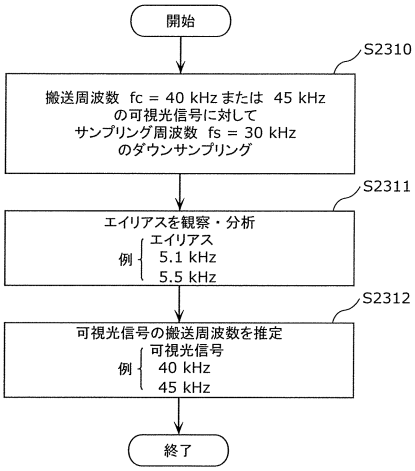
【図３９４】



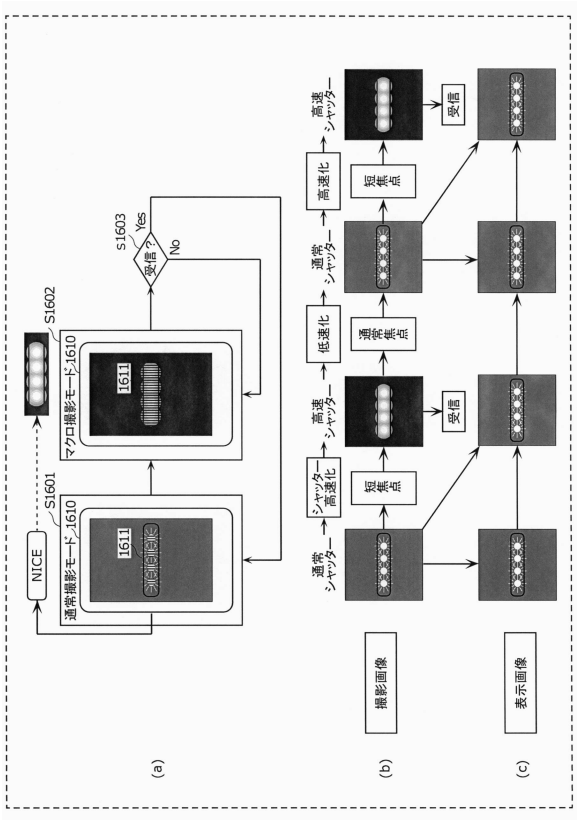
【図３９５】



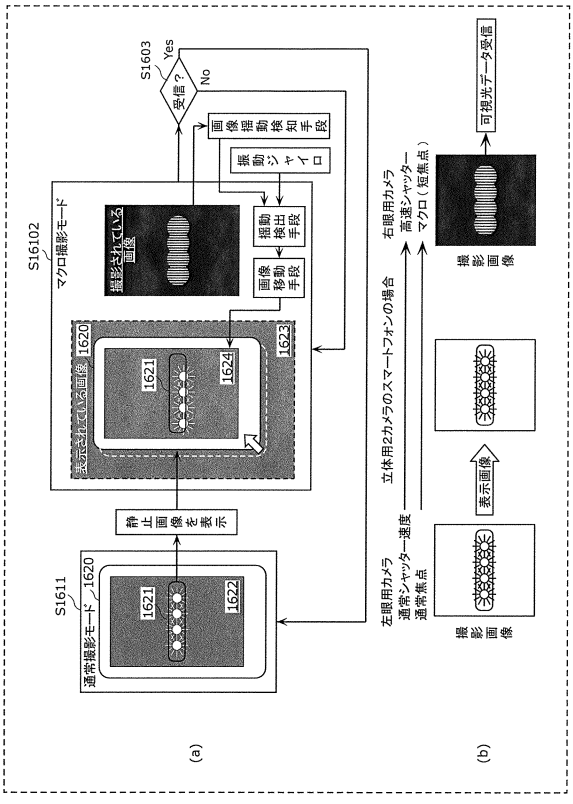
【図３９６】



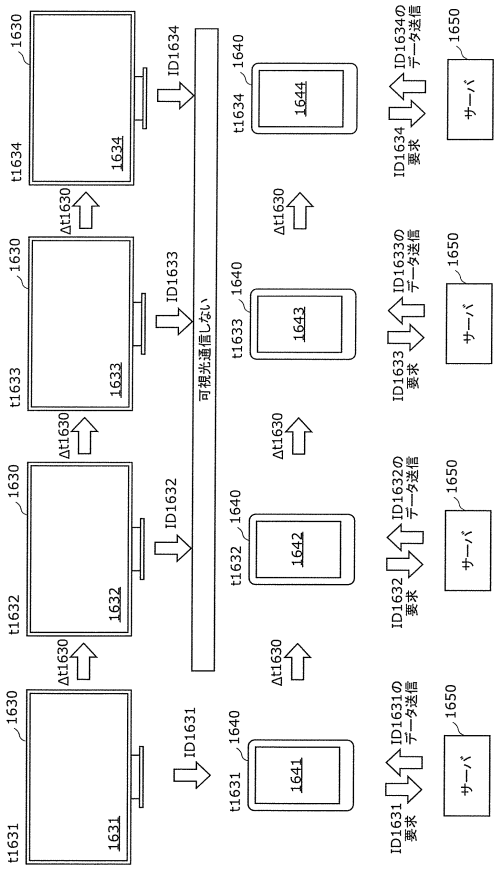
【図３９７】



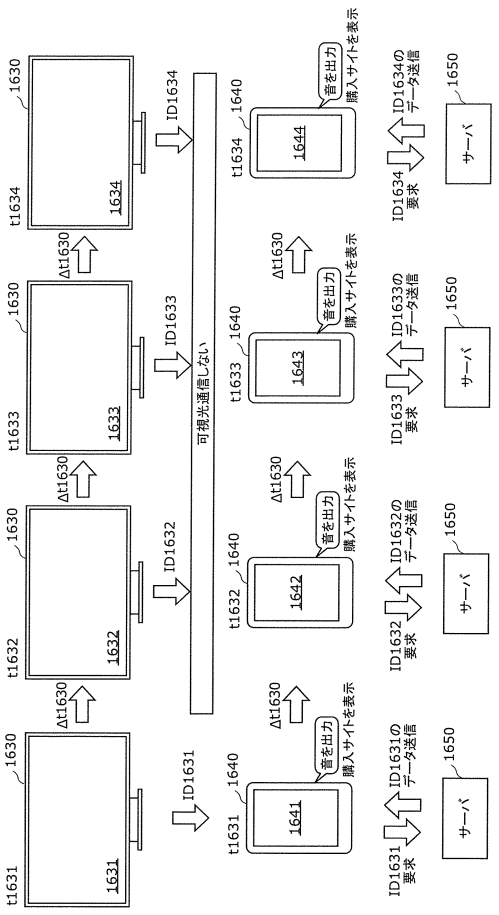
【図３９８】



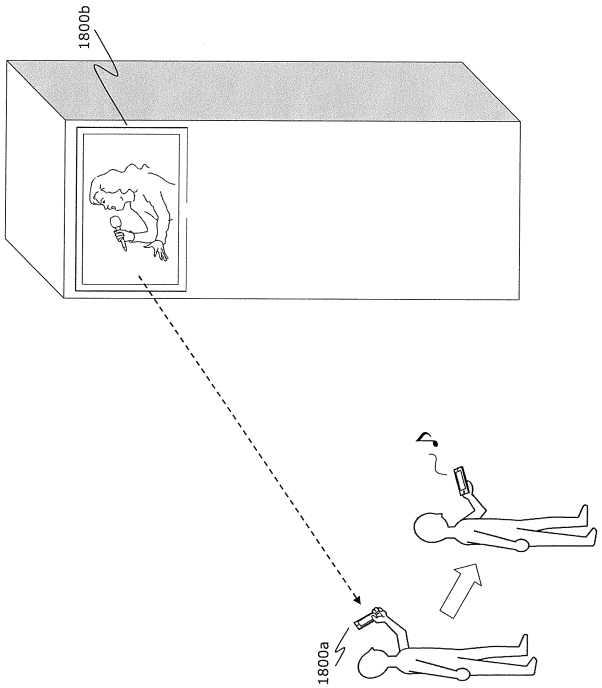
【図３９９】



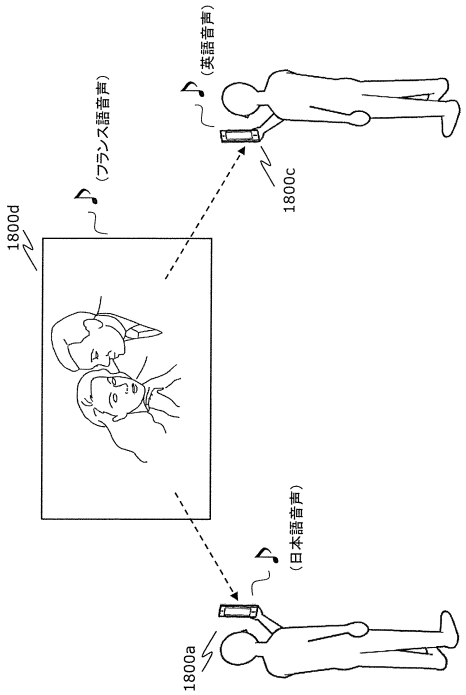
【図４００】



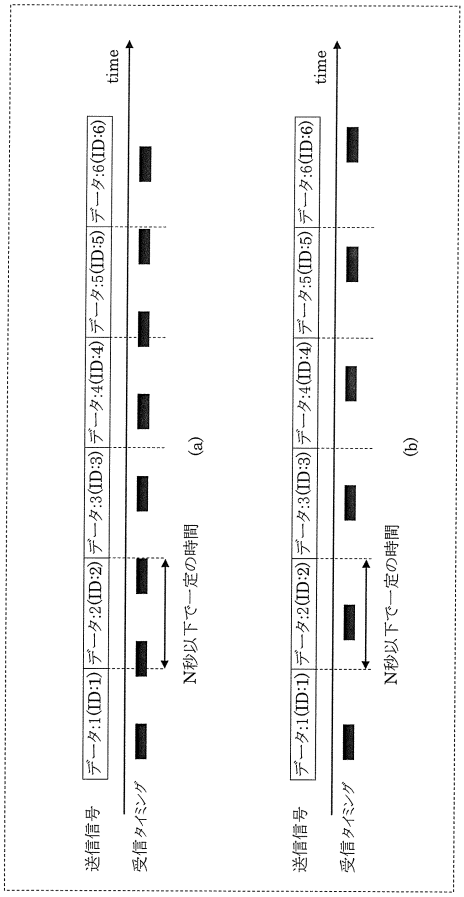
【図４０１】



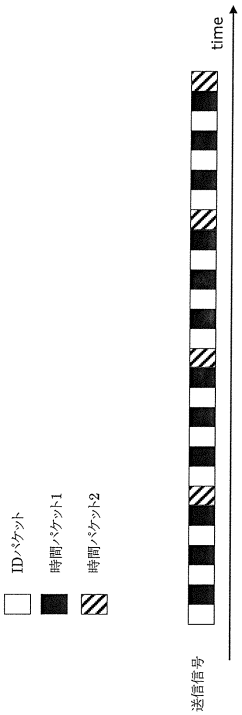
【図４０２】



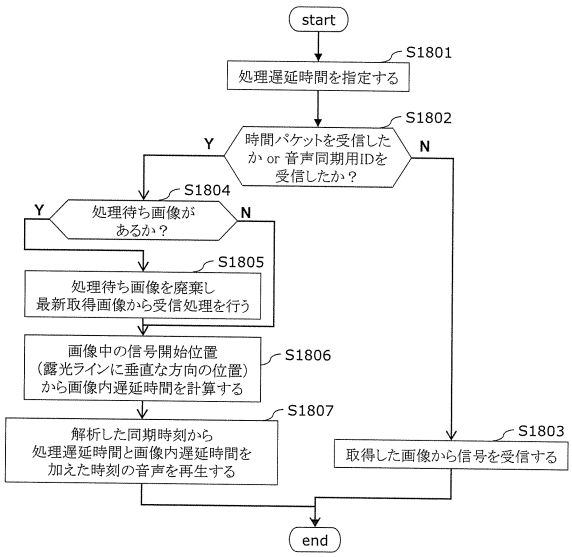
【図４０３】



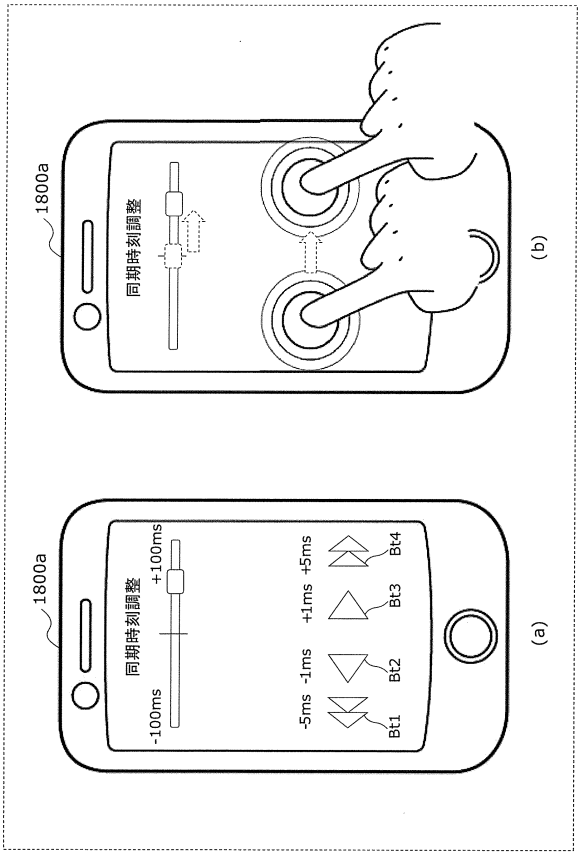
【図４０４】



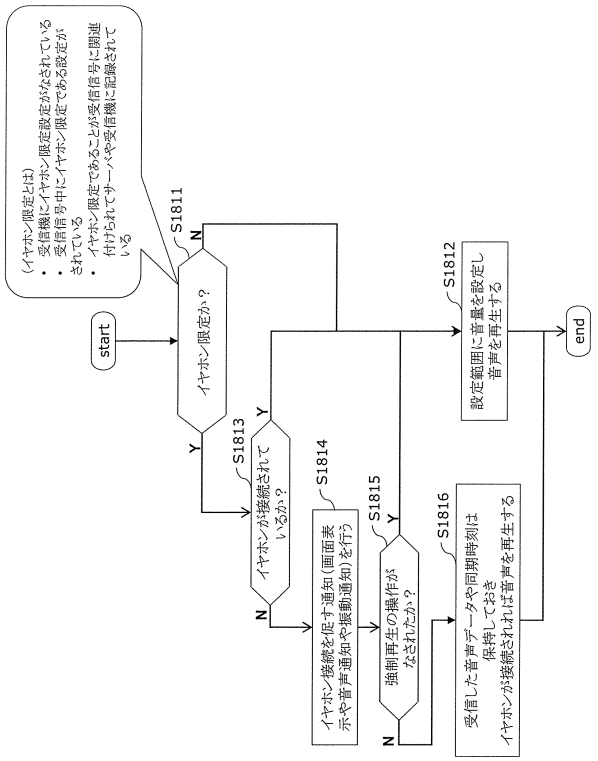
【図４０５】



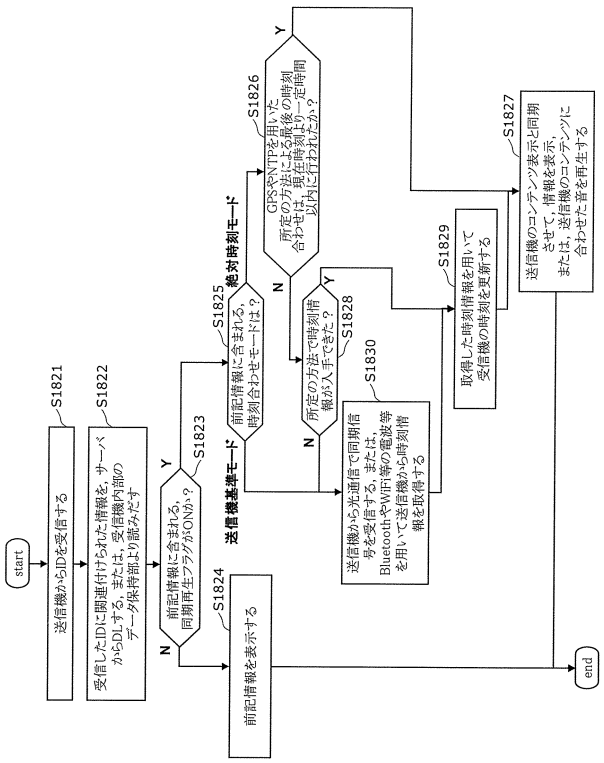
【図４０６】



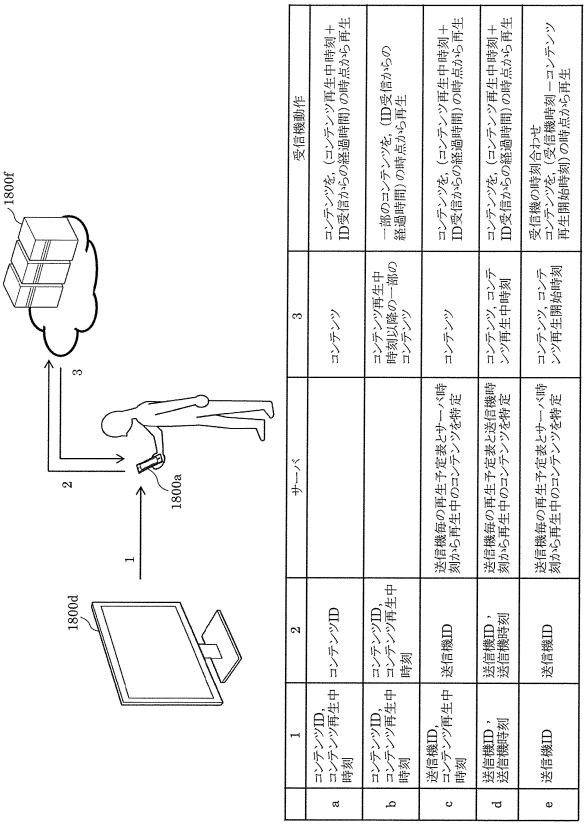
【図４０７】



【図４０８】

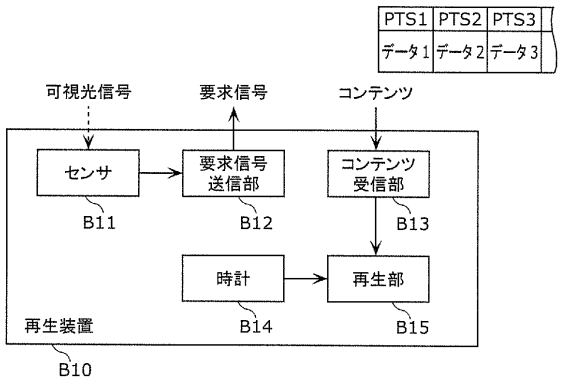


【図４０９Ａ】

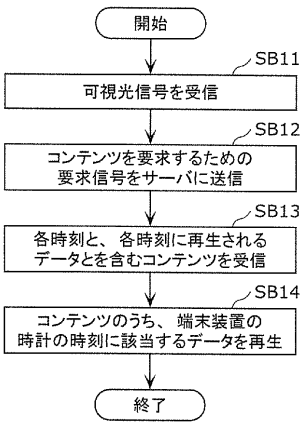


	1	2	サーバ	3	受信機動作
a	コンテンツID，コンテンツ再生中時刻	コンテンツID		コンテンツ	コンテンツを，(コンテンツ再生中時刻＋ID受信からの経過時間)の時点から再生
b	コンテンツID，コンテンツ再生中時刻	コンテンツID，コンテンツ再生中時刻		コンテンツ再生中時刻以降の一部のコンテンツ	一部のコンテンツを，(ID受信からの経過時間)の時点から再生
c	送信機ID，コンテンツ再生中時刻	送信機ID	送信機毎の再生予定表とサーバ，時刻から再生中のコンテンツを特定	コンテンツ	コンテンツを，(コンテンツ再生中時刻＋ID受信からの経過時間)の時点から再生
d	送信機ID，送信機時刻	送信機ID，送信機時刻	送信機毎の再生予定表と送信機時刻から再生中のコンテンツを特定	コンテンツ，コンテンツ再生中時刻	コンテンツを，(コンテンツ再生中時刻＋ID受信からの経過時間)の時点から再生
e	送信機ID	送信機ID	送信機毎の再生予定表とサーバ，時刻から再生中のコンテンツを特定	コンテンツ，コンテンツ再生開始時刻	受信機の時刻合わせ，コンテンツを，(受信機時刻－コンテンツ再生開始時刻)の時点から再生

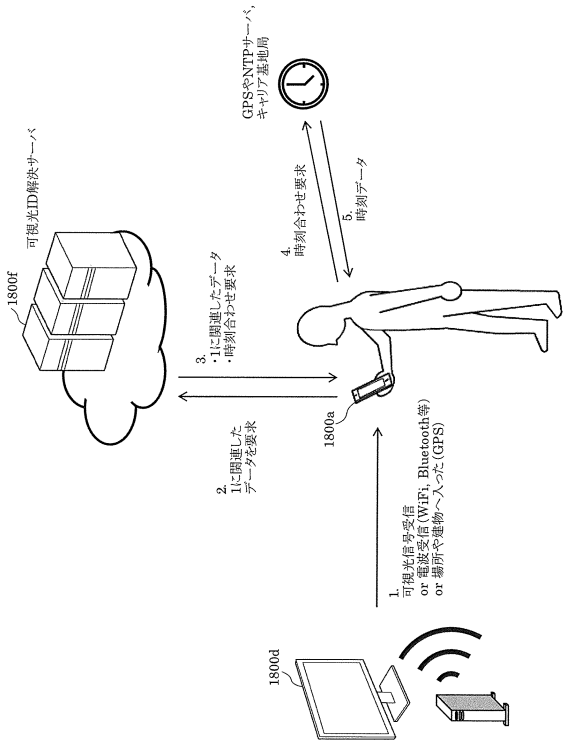
【図４０９Ｂ】



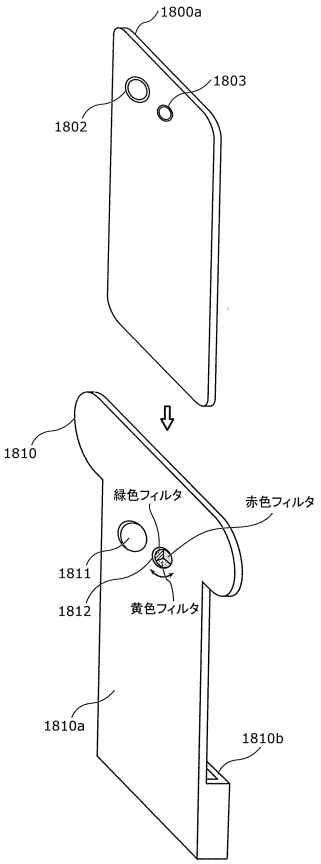
【図４０９Ｃ】



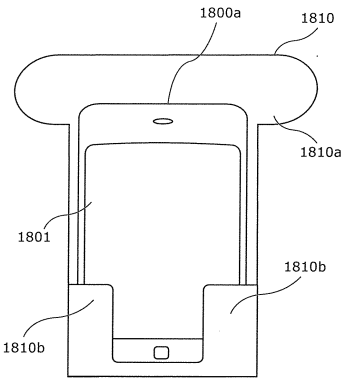
【図４１０】



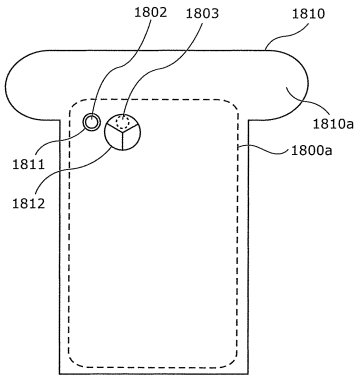
【図４１１】



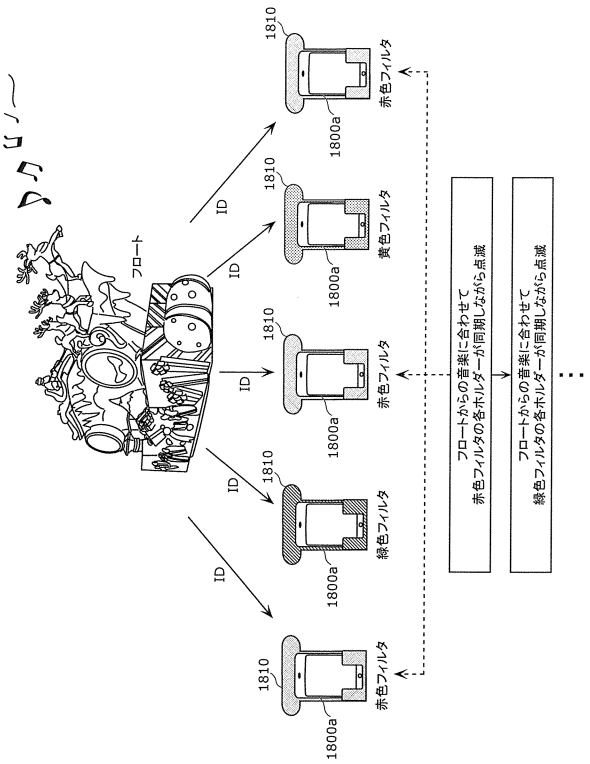
【図４１２Ａ】



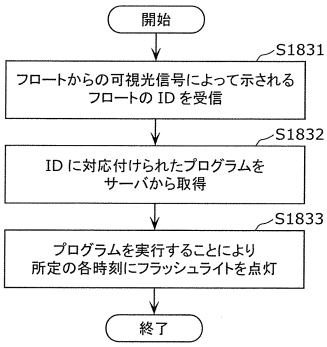
【図４１２Ｂ】



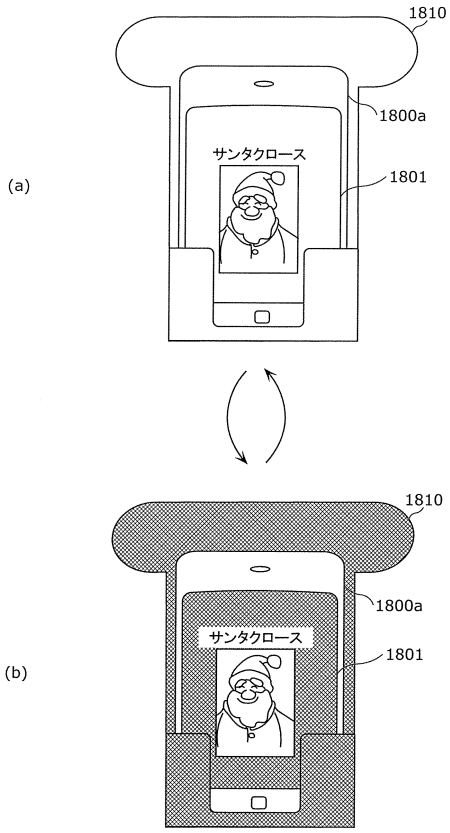
【図４１３】



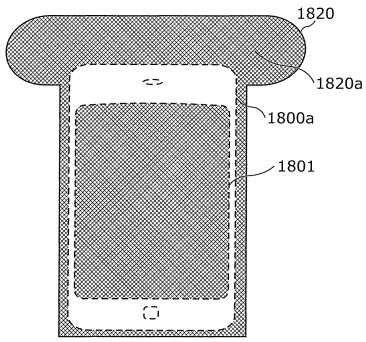
【図４１４】



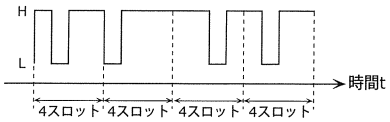
【図４１５】



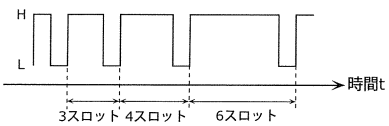
【図４１６】



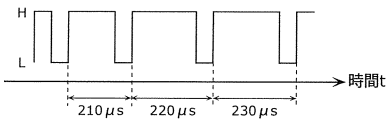
【図４１７Ａ】



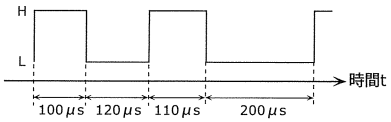
【図４１７Ｂ】



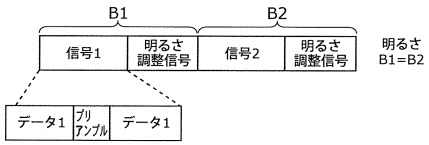
【図４１７Ｃ】



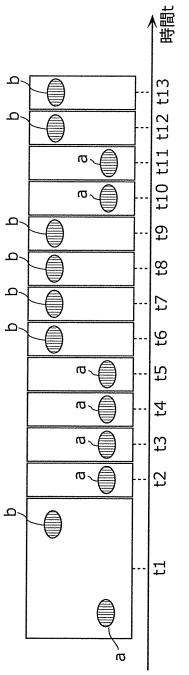
【図４１７Ｄ】



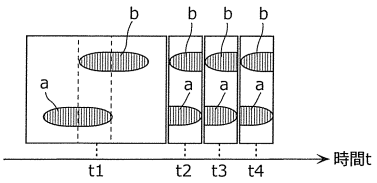
【図４１８】



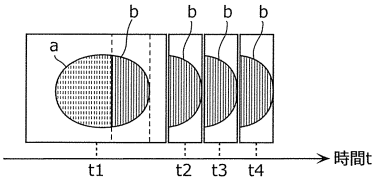
【図４１９】



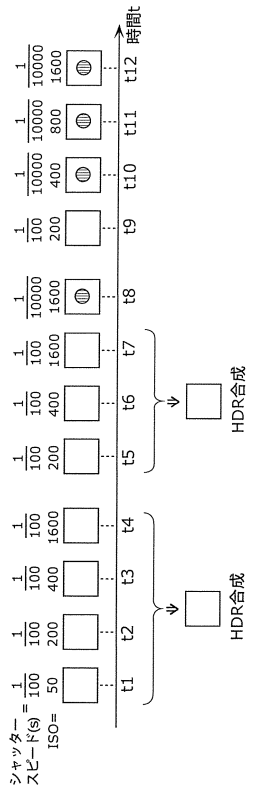
【図４２０】



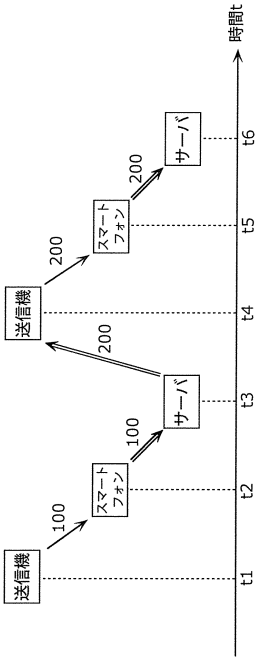
【図４２１】



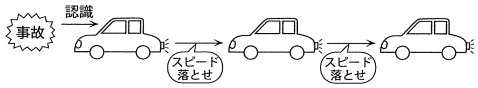
【図４２２】



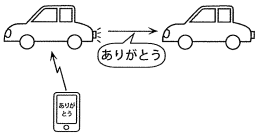
【図４２３】



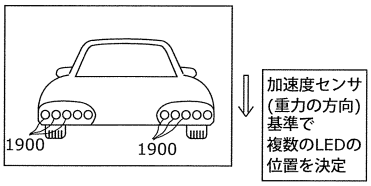
【図４２４Ａ】



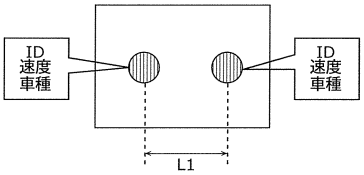
【図４２４Ｂ】



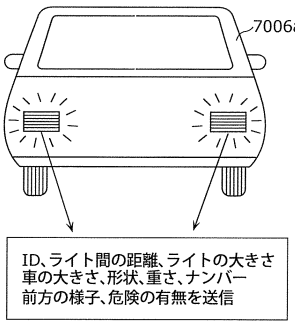
【図４２５】



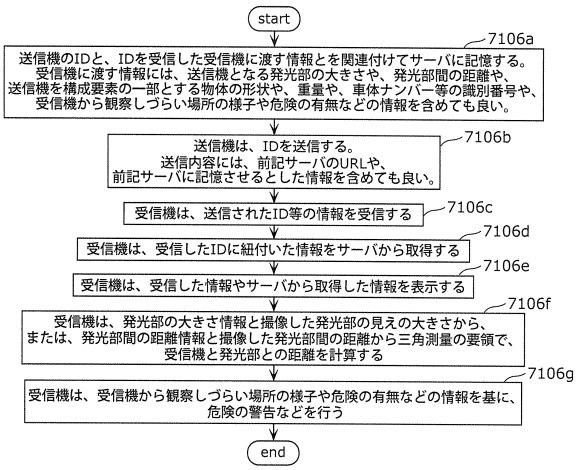
【図４２６】



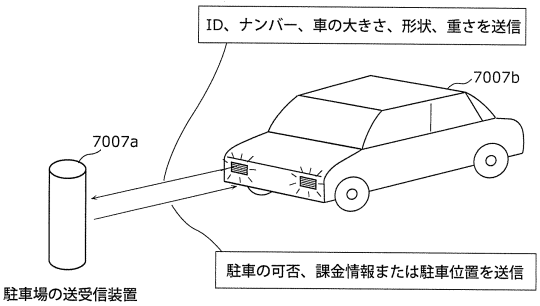
【図４２７】



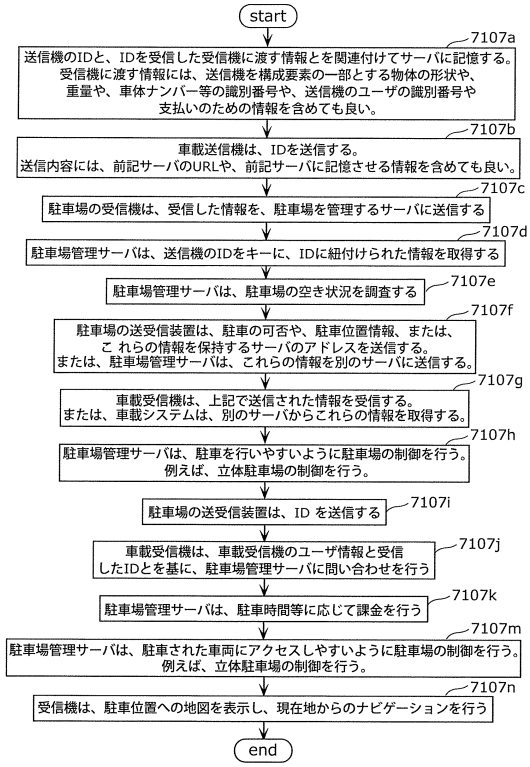
【図４２８】



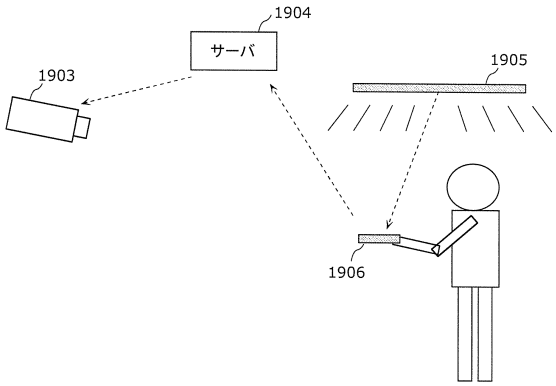
【図４２９】



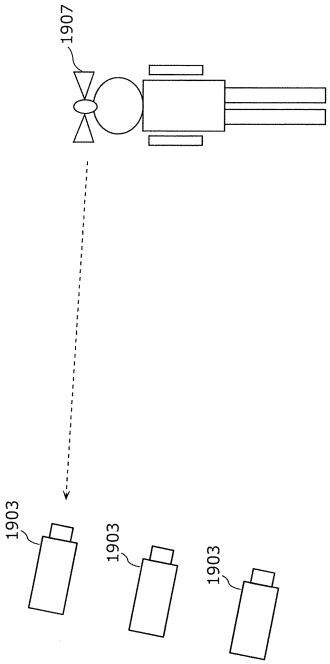
【図４３０】



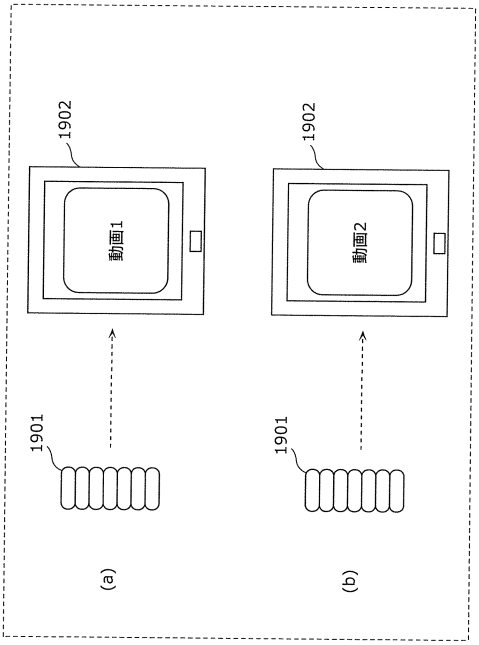
【図４３１】



【図４３２】



【図４３３】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号　特願2015-206805(P2015-206805)
(32)優先日　　平成27年10月20日(2015.10.20)
(33)優先権主張国・地域又は機関
　　日本国(JP)

(74)代理人　100131417
　　弁理士　道坂　伸一
(72)発明者　青山　秀紀
　　大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内
(72)発明者　大嶋　光昭
　　大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内
(72)発明者　中西　幸司
　　大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内
(72)発明者　前田　敏行
　　大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内
(72)発明者　植木　亮裕
　　大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内
(72)発明者　三好　健吾
　　大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内
(72)発明者　向井　務
　　大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内

審査官　前田　典之

(56)参考文献　特開２００９－１１７８９２（ＪＰ，Ａ）
　　特開２０１１－２２３０６０（ＪＰ，Ａ）
　　特開２０１２－１９５７６３（ＪＰ，Ａ）
　　特開２００８－１９２０００（ＪＰ，Ａ）
　　特開２０１１－１０１１５０（ＪＰ，Ａ）
　　特開２００４－０２１８８２（ＪＰ，Ａ）
　　特開２０１２－１５５３１９（ＪＰ，Ａ）
　　特開２０１１－１９２０３８（ＪＰ，Ａ）
　　特許第５６０６６５３（ＪＰ，Ｂ１）
　　米国特許出願公開第２０１４／０１８６０５２（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
　　Ｈ０４Ｂ　１０／１１６
　　Ｈ０４Ｍ　１１／００
　　Ｈ０４Ｎ　２１／２３６
　　Ｈ０４Ｎ　２１／６５８