(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2010-507954
(P2010-507954A)
(43)公表日　平成22年3月11日(2010.3.11)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H04M 1/00	(2006.01)	H04M	1/00	R	2H088
G02B 27/22	(2006.01)	G02B	27/22		2H191
G02F 1/13357	(2006.01)	G02F	1/13357		2H199
G02F 1/13	(2006.01)	G02F	1/13	505	5C061
H04N 13/04	(2006.01)	H04N	13/04		5C080

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 70 頁）　最終頁に続く

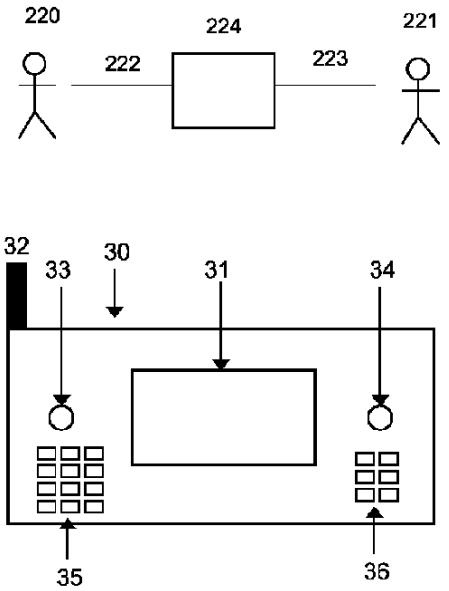
(21)出願番号　特願2009-533863 (P2009-533863)
(86)(22)出願日　平成19年10月26日 (2007.10.26)
(85)翻訳文提出日　平成21年6月24日 (2009.6.24)
(86)国際出願番号　PCT/EP2007/061528
(87)国際公開番号　WO2008/049916
(87)国際公開日　平成20年5月2日 (2008.5.2)
(31)優先権主張番号　0621360.7
(32)優先日　平成18年10月26日 (2006.10.26)
(33)優先権主張国　英国 (GB)
(31)優先権主張番号　0625838.8
(32)優先日　平成18年12月22日 (2006.12.22)
(33)優先権主張国　英国 (GB)
(31)優先権主張番号　0705412.5
(32)優先日　平成19年3月21日 (2007.3.21)
(33)優先権主張国　英国 (GB)

(71)出願人　507230267
シーリアル　テクノロジーズ　ソシエテ　アノニム
ＳＥＥＲＥＡＬ　ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＩＥＳ　Ｓ．Ａ．
ルクセンブルグ大公国　ムンスバッハ　エル－５３６５，パルク　ダクティヴィテ　シルダール，　６ビー
(74)代理人　100076428
弁理士　大塚　康徳
(74)代理人　100112508
弁理士　高柳　司郎
(74)代理人　100115071
弁理士　大塚　康弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ホログラフィック・ディスプレイを備える携帯電話システム

(57)【要約】
本発明は、画像化システム（３３、３４）及びディスプレイ（３１）を有する、発呼側のパーティの携帯電話機（３０）を備える携帯電話システムを提供する。画像化システムは、発呼側のパーティ（２２０）の画像を撮像することができる。発呼側のパーティの携帯電話機は、発呼側のパーティ（２２０）の画像を、着呼側のパーティ（２２１）の携帯電話機（３０）へ、無線リンク（２２２、２２３）上で送信し、着呼側のパーティの携帯電話機は、ホログラムでエンコーディングされるホログラフィック・ディスプレイ（３１）を使用して、発呼側のパーティのホログラフィック再構成を局所的に生成する。これにより、一方のパーティ（２２１）が他のパーティ（２２０）のホログラフィック再構成を観察する場合に、携帯電話機の呼が保留され得るという効果がある。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
携帯電話システムであって、
発呼側のパーティの画像を撮像可能な画像化システムとディスプレイとを有する該発呼側のパーティの携帯電話機を備え、
前記発呼側のパーティの携帯電話機は、該発呼側のパーティの画像を着呼側のパーティの携帯電話機へ無線リンクを通じて送信し、
前記着呼側のパーティの携帯電話機は、ホログラムでエンコーディングされるホログラフィック・ディスプレイを使用して、前記発呼側のパーティのホログラフィック再構成を局所的に生成することを特徴とする携帯電話システム。
【請求項２】
前記ホログラフィック・ディスプレイは、隣接する複数のレイヤを形成する１つのＯＡＳＬＭに対してライトを行う１つのＯＬＥＤアレイを備えることを特徴とする請求項１に記載の携帯電話システム。
【請求項３】
前記ホログラフィック・ディスプレイは、それぞれの組が、隣接する複数のレイヤを形成する１つのＯＡＳＬＭに対してライトを行う１つのＯＬＥＤアレイを含む、２組のＯＬＥＤアレイ及びＯＡＳＬＭを備えることを特徴とする請求項１に記載の携帯電話システム。
【請求項４】
前記ホログラフィック・ディスプレイは、１つのＥＡＳＬＭを備えることを特徴とする請求項１又は２に記載の携帯電話システム。
【請求項５】
前記ホログラフィック・ディスプレイは、２つのＥＡＳＬＭを備えることを特徴とする請求項１に記載の携帯電話システム。
【請求項６】
遠隔サーバ又は中間装置は、深さマップを追加して、深さマップに加えて前記発呼側のパーティの前記画像を、前記着呼側のパーティの携帯電話機に対して送信することを特徴とする請求項１乃至５の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項７】
前記着呼側のパーティの携帯電話機は、前記遠隔サーバによって組み込まれた遅延を補償する同期部を備えることを特徴とする請求項６に記載の携帯電話システム。
【請求項８】
前記遠隔サーバは、前記発呼側のパーティの顔の物理的な３Ｄマップを定義するデータでプログラムされることを特徴とする請求項６又は７に記載の携帯電話システム。
【請求項９】
前記着呼側のパーティの携帯電話機は、静的なホログラフィック再構成を生成する静止画機能を含むことを特徴とする請求項１乃至８の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項１０】
前記着呼側のパーティの携帯電話機は、ユーザが前記ホログラフィック再構成の一部を拡大するためのズーム機能を含むことを特徴とする請求項１乃至９の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項１１】
前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、複数のステレオ・カメラを備えることを特徴とする請求項１乃至１０の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項１２】
前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、単一のカメラと、該単一のカメラからのデータを使用して深さマップを生成するソフトウェアとを備えることを特徴とする請求項１乃至１１の何れか１項に記載の携帯

電話システム。
【請求項１３】
前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、最適な画像の撮像及びホログラフィック再構成の少なくとも１つのために、カメラを最適に位置付けるように又は方向を合わせるように、ユーザを導くための画面上の指示を表示することを特徴とする請求項１乃至１２の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項１４】
前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、ユーザがディスプレイから予め定義された距離に位置する場合に正確に視認可能なホログラフィック再構成を生成するディスプレイ装置であることを特徴とする請求項１乃至１３の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項１５】
前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、ホログラフィック再構成モードから従来の２Ｄ表示モードに切替可能なディスプレイ装置であることを特徴とする請求項１乃至１４の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項１６】
前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、ハンドヘルド携帯機器であることを特徴とする請求項１乃至１５の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項１７】
前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、ＰＤＡであることを特徴とする請求項１乃至１６の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項１８】
前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、ゲーム・プレイング装置であることを特徴とする請求項１乃至１７の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項１９】
前記ホログラフィック・ディスプレイは、１人のユーザが観察するために、ホログラフィック再構成を生成することを特徴とする請求項１乃至１８の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項２０】
前記ホログラフィック・ディスプレイは、任意の投影レンズを必要とすることなく、光学遠視野における装置からのスクリーンの距離と独立して当該スクリーン上で焦点が合った２Ｄ画像を生成することを特徴とする請求項１乃至１９の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項２１】
前記ホログラフィック・ディスプレイのＳＬＭは、光源から３０ｍｍ以内に位置し、携帯用ケースの中に収納されることを特徴とする請求項１乃至２０の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項２２】
ビーム・ステアリング・エレメントは、複数のＶＯＷをトラッキングするために前記ホログラフィック・ディスプレイに存在し、
前記ビーム・ステアリング・エレメントは、等方性の母材の内部が複数の液晶の領域から成り、
前記複数の液晶の領域とマトリックスとの間の接触面は、プリズム形状、球体の部分の形状、又は円柱の部分の形状であり、
前記液晶の方向は、前記ビーム・ステアリング・エレメントの局部的な屈折特性又は回

折特性を変化させるために、外部から加えられる電場を利用して制御されることを特徴とする請求項１乃至２１の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項２３】
請求項１乃至２２の何れか１項に記載の携帯電話システムを使用するためのステップを含む通信方法。
【請求項２４】
ネットワーク・オペレータが、発呼側のパーティ及び着呼側のパーティの少なくとも１つのパーティの携帯電話機に対して、無線リンク及び遠隔サーバを提供することによって通信サービスを提供する方法であって、
前記発呼側のパーティの携帯電話機には、発呼側のパーティの画像を撮像可能な画像化システムと、ディスプレイとが設けられ、
前記発呼側のパーティの携帯電話機は、該発呼側のパーティの画像を着呼側のパーティの携帯電話機へ無線リンクを通じて送信し、
前記着呼側のパーティの携帯電話機は、ホログラムでエンコーディングされるホログラフィック・ディスプレイを使用して、前記発呼側のパーティのホログラフィック再構成を局所的に生成することを特徴とする方法。
【請求項２５】
発呼側のパーティの画像を撮像可能な画像化システムと、ディスプレイとを有する発呼側のパーティの携帯電話機からの、ビデオ電話呼を設定する方法であって、
前記発呼側のパーティの携帯電話機は、該発呼側のパーティの画像を着呼側のパーティの携帯電話機へ無線リンクを通じて送信し、
着呼側のパーティの携帯電話機は、ホログラムでエンコーディングされるホログラフィック・ディスプレイを使用して、前記発呼側のパーティのホログラフィック再構成を局所的に生成することを特徴とする方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、三次元画像を提供する携帯電話システムに関するものであり、特に、ホログラムでエンコーディングされたホログラフィック・ディスプレイを使用する、発呼側のパーティのホログラフィック再構成を局所的に生成する、着呼側のパーティの携帯電話を含む、携帯電話システムに関するものである。
【背景技術】
【０００２】
コンピュータ生成ビデオ・ホログラム（ＣＧＨｓ）は、１以上の空間光変調器（ＳＬＭ）にてエンコードされ、ＳＬＭは、電気的、または、光学的に制御可能なセルを含んでいても良い。セルは、ビデオ・ホログラムと対応するエンコードしたホログラム値によって、振幅、または位相の少なくとも一方を変調する。ＣＧＨは、例えば、コヒーレント・レイ・トレーシング、シーンによって反射した光と参照波との間の干渉をシミュレートすること、もしくはフーリエ変換やフレネル変換によって計算されても良い。理想的なＳＬＭは、任意の複素数値を示すこと、例えば、入ってくる光波の振幅や位相を別々に制御することができるであろう。しかしながら、典型的なＳＬＭは、振幅か位相いずれかの一つの特性のみを、もう一方の特性にも影響を及ぼす望ましくない副作用を伴って、制御する。振幅や位相において、光を変調する異なった方法がある。例えば、電気的にアドレス指定された液晶ＳＬＭ、光学的にアドレス指定された液晶ＳＬＭ、光磁気ＳＬＭ、マイクロミラー装置、及び、音響光学変調器などである。光の変調は、空間的に連続しているか、あるいは、二値、マルチレベル、或いは連続的な一次元的、または二次元的に構成された、個別にアドレス指定可能なセルで構成される。
【０００３】
本書面において、用語"エンコードする（encoding）"とは、３ＤシーンをＳＬＭから再構成できるようにするために、ホログラムをエンコードするための制御値を有する空間光

変調器の領域を提供する方法を定義する。"ホログラムをエンコードするＳＬＭ"とは、ホログラムがＳＬＭにおいてエンコードされることを意味する。

【０００４】

純粋な自動立体ディスプレイとは対照的に、ビデオ・ホログラムにより、観察者は三次元シーンの光波面の光学的再構成を見る。３Ｄシーンは、観察者の目と空間光変調器（ＳＬＭ）との間、場合によってはＳＬＭの後方との間に広がる空間において再構成される。ＳＬＭは、観察者がＳＬＭ正面に再構成された三次元シーンのオブジェクトや、ＳＬＭ上もしくは後方の他のオブジェクトを見ることができるように、ビデオ・ホログラムでエンコードされることもできる。

【０００５】

空間光変調器のセルは、望ましくは、光が通過する透過可能なセルであり、その光線は、少なくとも所定位置、および、空間コヒーレンス長を数ミリメートル超えた位置で、干渉を生成することが出来る。これは、少なくとも一次元において十分な解像度を有するホログラフィック再構成を可能にする。この種の光は、"十分なコヒーレント光（sufficiently coherent light）"と呼ばれる。

【０００６】

十分な時間的コヒーレンスを確実にするために、光源によって放射される光のスペクトルは、十分に狭い波長帯、即ち、ほぼ単色に限定されるべきである。高輝度ＬＥＤのスペクトル帯域幅は、ホログラフィック再構成の時間的コヒーレンスを確実なものとするために、十分に狭い。ＳＬＭでの回折角は波長に比例し、このことは、単色源のみがオブジェクト点の明瞭な再構成をもたらすであろうことを意味する。スペクトルの拡張により、オブジェクト点が分散し、オブジェクト再構成にスミアが発生するであろう。レーザ光源のスペクトルは、単色とみなすことができる。ＬＥＤのスペクトル線幅は、良好な再構成を促進するのに十分に狭い。

【０００７】

空間コヒーレントは、光源の横方向の拡がりに関連する。ＬＥＤや冷陰極蛍光ランプ（ＣＣＦＬ）のような従来の光源は、もし、十分に狭いアパーチャを通して光を放射すれば、これらの要求に満たすことも出来る。レーザ光源からの光は、回折限界内の点光源からの放射としてみなすことができ、モード純度次第でオブジェクトの明瞭な再構成をもたらす。即ち、各オブジェクト点は回折限界内の点として再構成される。

【０００８】

空間的にインコヒーレントな光源からの光は水平方向に拡張され、再構成オブジェクトにスミアを引き起こす。スミアの量は、所定位置における再構成オブジェクト点の拡張サイズにより与えられる。ホログラム再構成に空間的にインコヒーレントな光源を用いるために、輝度とアパーチャを有する光源の横方向の拡がりの制限との間のトレードオフが見いだされるべきである。光源が小さくなるほど、空間コヒーレンスは良くなる。

【０００９】

線光源は、もし、縦方向の拡張に対して直角から見ると、点光源とみなすことができる。よって光波は、その方向にコヒーレントに伝搬可能であるが、他の全ての方向へはインコヒーレントに伝搬する。

【００１０】

一般に、ホログラムは、水平方向や垂直方向における波のコヒーレントな重ね合わせによって、シーンをホログラフ的に再構成する。そのようなビデオ・ホログラムは、全視差ホログラフと呼ばれる。再構成されたオブジェクトは、水平方向や垂直方向における運動視差を伴って、実オブジェクトのように見ることができる。しかしながら、大きな視角は、ＳＬＭの水平方向、及び垂直方向の両方において高解像度を要求する。

【００１１】

しばしば、ＳＬＭにおける要求は、水平視差のみ（HPO）のホログラムに対する制限によって縮小されている。ホログラフィック再構成は、水平方向でのみ起こり、その一方、垂直方向においてホログラフィック再構成は存在しない。これは、水平方向の運動視差を

有する再構成されたオブジェクトに起因する。透過ビューは、垂直方向の上に変化することは無い。HPOホログラムの要求するＳＬＭの垂直方向の解像度は、全視差ホログラムよりも少ない。垂直視差のみ（ＶＰＯ）のホログラムは、可能ではあるが、まれである。ホログラフィック再構成は、垂直方向でのみ起こり、垂直運動視差を有する再構成されたオブジェクトをもたらす。水平方向において、運動視差はない。右目と左目との異なる透過ビューは、別々に生成されるべきである。

【００１２】

一般に、三次元画像を生成するための装置は、コンパクトさに欠ける。例えば、それらは、携帯電話のような携帯機器やハンドヘルド機器への利用を妨げるような、複雑でかさばった光学システムを必要とする。例えば、特許文献１は、大きな三次元画像を生成するための装置を述べているが、その装置は、メートルオーダの長さである。引用により本明細書に組み込まれる特許文献２は、１０センチメートル超の奥行きを有するシーン三次元画像を再構成する装置について述べている。従って、そのような先行技術の装置は、携帯電話やその他の携帯可能、もしくは持ち運び可能な小さなディスプレイ装置にとっては奥行きがありすぎる。

【００１３】

本出願人によって出願された特許文献２は、十分なコヒーレント光の回折の方法によって三次元シーンを再構成する装置について記述している。装置は、点光源もしくは線光源と光を焦点に合わせるレンズと、空間光変調器とを有する。従来のホログラフィック・ディスプレイとは対照的に、透過モードのＳＬＭは、少なくとも一つの"仮想観察者ウィンドウ（virtual observer window）"における３Ｄシーンを再構成する（この単語と関連技術についての議論は、付録ｉ及びｉｉを参照）。仮想観察者ウィンドウが、単一の回折次数に位置付けることができ、ＳＬＭの表面と仮想観察者ウィンドウとの間に広がる錐台状の再構成空間において三次元シーンの完全な再構成を観察者がそれぞれ目にすることができるように、各仮想観察者ウィンドウは、観察者の目の近くに位置付けられ、その大きさは制限される。障害の無いホログラフィック再構成を可能とするため、仮想観察者ウィンドウのサイズは、再構成の一つの回折次数の周期間隔を超えるべきではない。しかしながら、少なくともウィンドウを通して観察者が３Ｄシーンの再構成全部を見られる程度の大きさは必要である。他の目は、同一の仮想観察者ウィンドウを通して見ることもできるし、あるいは、同様にして第２の光源により生成された第２の仮想観察者ウィンドウが割り当てられてもよい。ここで、典型的にはやや大き目であろう可視領域は、局所的に位置付けられた仮想観察者ウィンドウに限定される。既知の小型化のソリューションでは、従来のＳＬＭ表面の高解像度に起因する大領域を再構成し、仮想観察者ウィンドウの大きさにまで縮小する。このことは、幾何学的理由により小さくなった回折角と、現行のＳＬＭの解像度とが、合理的な消費者レベルの計算装置を用いた高品位リアルタイム・ホログラフィック再構成を達成するのに十分なレベルである、という効果をもたらす。

【００１４】

しかしながら、既知の三次元画像生成方法は、大きなＳＬＭ表面領域に起因して、焦点合わせのために大きく、大容量で、重く、従って、高価なレンズが必要とされるという不利益をもたらす。その結果、装置の奥行きと重さは大きくなる。他の不利益として、係る大レンズを用いた場合、再構成品質が端部（例えば、エッジ）における収差に起因して、簡単に低下するという事実がある。レンチキュラ・アレイを含む光源を用いた改良が、引用により本明細書に組み込まれる特許文献３にて開示されている。しかし、開示は広域ビデオ・ホログラムの場合のためのものである。

【００１５】

特許文献４にて、三次元画像を生成する携帯電話が開示されている。しかしながら、開示された三次元画像は、自動立体を用いて生成されている。三次元画像を自動立体的に生成する一つの問題は、一般的に観察者は画像がディスプレイの内側にあると知覚するのに対し、観察者の目は、ディスプレイの表面に焦点を合わせる傾向があるということである。観察者の目の焦点位置と三次元画像が知覚された位置との差は、多くの場合のその後に

、観察者の不快症状をもたらす。ホログラフィによって生成された三次元画像の場合は、この問題は起こらない、もしくは、簡単に低減される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１６】

【特許文献１】米国特許第４２０８０８６号明細書

【特許文献２】国際公開第２００４／０４４６５９号パンフレット（米国特許出願第２００６／００５５９９４号明細書）

【特許文献３】米国特許出願公開第２００６／２５０６７１号明細書

【特許文献４】米国特許出願公開第２００４／２２３０４９号明細書

【発明の概要】

【００１７】

第１の実施形態では、携帯電話システムであって、発呼側のパーティの画像を撮像可能な画像化システムとディスプレイとを有する発呼側のパーティの携帯電話機を備え、発呼側のパーティの携帯電話機は、発呼側のパーティの画像を着呼側のパーティの携帯電話機へ無線リンクを通じて送信し、着呼側のパーティの携帯電話機は、ホログラムでエンコーディングされるホログラフィック・ディスプレイを使用して、発呼側のパーティのホログラフィック再構成を局所的に生成する携帯電話システムを提供する。

【００１８】

上記ホログラフィック・ディスプレイは、隣接する複数のレイヤを形成する１つのＯＡＳＬＭに対してライトを行う１つのＯＬＥＤアレイを備えていてもよい。上記ホログラフィック・ディスプレイは、それぞれの組が、隣接する複数のレイヤを形成する１つのＯＡＳＬＭに対してライトを行う１つのＯＬＥＤアレイを含む、２組のＯＬＥＤアレイ及びＯＡＳＬＭを備えていてもよい。

【００１９】

上記ホログラフィック・ディスプレイは、１つのＥＡＳＬＭを備えていてもよい。上記ホログラフィック・ディスプレイは、２つのＥＡＳＬＭを備えていてもよい。

【００２０】

携帯電話システムは、ビデオ・ホログラムが再構成されるようにしてもよい。携帯電話システムは、遠隔サーバ又は中間装置が、深さマップを追加して、深さマップに加えて発呼側のパーティの画像を、着呼側のパーティの携帯電話機に対して送信するようにしてもよい。着呼側のパーティの携帯電話機は、遠隔サーバによって組み込まれた遅延を補償する同期部を備えてもよい。遠隔サーバは、発呼側のパーティの顔の物理的な３Ｄマップを定義するデータでプログラムされてもよい。

【００２１】

着呼側のパーティの携帯電話機は、静的なホログラフィック再構成を生成する静止画機能を含んでいてもよい。

【００２２】

着呼側のパーティの携帯電話機は、ユーザがホログラフィック再構成の一部を拡大するためのズーム機能を含んでいてもよい。

【００２３】

着呼側のパーティの携帯電話機及び発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、複数のステレオ（立体写真撮影用）カメラを備えていてもよい。

【００２４】

着呼側のパーティの携帯電話機及び発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、単一のカメラと、単一のカメラからのデータを使用して深さマップを生成するソフトウェアとを備えていてもよい。

【００２５】

着呼側のパーティの携帯電話機及び発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、最適な画像の撮像及びホログラフィック再構成の少なくとも１つのために、カメラを最

適に位置付けるように又は方向を合わせるように、ユーザを導くための画面上の指示を表示してもよい。

【００２６】

着呼側のパーティの携帯電話機及び発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、ユーザがディスプレイから予め定義された距離に位置する場合に正確に視認可能なホログラフィック再構成を生成するディスプレイ装置であってもよい。

【００２７】

着呼側のパーティの携帯電話機及び発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、ホログラフィック再構成モードから従来の２Ｄ表示モードに切替可能なディスプレイ装置であってもよい。

【００２８】

着呼側のパーティの携帯電話機及び発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、ハンドヘルド携帯機器であってもよい。

【００２９】

着呼側のパーティの携帯電話機及び発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、ＰＤＡであってもよい。

【００３０】

着呼側のパーティの携帯電話機及び発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、ゲーム・プレイング装置であってもよい。

【００３１】

ホログラフィック・ディスプレイは、１人のユーザが観察するために、ホログラフィック再構成を生成してもよい。

【００３２】

ホログラフィック・ディスプレイは、任意の投影レンズを必要とすることなく、光学遠視野における装置からのスクリーンの距離と独立して当該スクリーン上で焦点が合った２Ｄ画像を生成してもよい。

【００３３】

ホログラフィック・ディスプレイのＳＬＭは、光源から３０ｍｍ以内に位置し、携帯用ケースの中に収納されてもよい。

【００３４】

ビーム・ステアリング・エレメントは、複数のＶＯＷをトラッキングするためにホログラフィック・ディスプレイに存在し、ビーム・ステアリング・エレメントは、等方性の母材の内部が複数の液晶の領域から成り、複数の液晶の領域とマトリックスとの間の接触面は、プリズム形状、球体の部分の形状、又は円柱の部分の形状であり、液晶の方向は、ビーム・ステアリング・エレメントの局部的な屈折特性又は回折特性を変化させるために、外部から加えられる電場を利用して制御されてもよい。

【００３５】

着呼側のパーティの携帯電話及び発呼側のパーティの携帯電話の少なくとも１つは、リード・ビーム・アレイがＯＡＳＬＭを照明し、ＯＡＳＬＭがＯＬＥＤアレイによって適切に制御される場合に、ＯＡＳＬＭがホログラムをエンコーディングし、ホログラフィック再構成が当該装置によって生成される装置であってもよい。

【００３６】

着呼側のパーティの携帯電話及び発呼側のパーティの携帯電話の少なくとも１つは、リード・ビーム・アレイがＯＡＳＬＭの組を照明し、当該ＯＡＳＬＭの組がＯＬＥＤアレイによって適切に制御される場合に、ＯＬＥＤアレイがＯＡＳＬＭの組にライトし、ＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭとが隣接レイヤを形成し、ＯＡＳＬＭの組がホログラムをエンコーディングし、ホログラフィック再構成が当該装置により生成される装置であってもよい。

【００３７】

着呼側のパーティの携帯電話及び発呼側のパーティの携帯電話の少なくとも１つは、第１ＯＡＳＬＭにライトを行なう第１ＯＬＥＤアレイと、第２ＯＡＳＬＭにライトを行なう

第２ＯＬＥＤアレイとを備え、リード・ビーム・アレイが第１及び第２ＯＡＳＬＭを照明し、第１及び第２ＯＡＳＬＭが第１及び第２ＯＬＥＤアレイによって適切に制御される場合に、第１ＯＬＥＤアレイ及び第１ＯＡＳＬＭが隣接レイヤを形成し、第２ＯＬＥＤアレイ及び第２ＯＡＳＬＭが隣接レイヤを形成し、第１及び第２ＯＡＳＬＭがホログラムをエンコーディングし、ホログラフィック再構成が装置によって生成される装置であってもよい。

【００３８】

着呼側のパーティの携帯電話及び発呼側のパーティの携帯電話の少なくとも１つは、ＯＬＥＤ／ＯＡＳＬＭの組み合わせの第１組及び第２組が制御された方法で、リード・ビーム・アレイの振幅及び位相を変調する装置であってもよい。

【００３９】

着呼側のパーティの携帯電話及び発呼側のパーティの携帯電話の少なくとも１つは、１つのＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭの組とがリード・ビーム・アレイの振幅及び位相の第１の組み合わせを変調し、他のＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭの組とがリード・ビーム・アレイの振幅及び位相の第２の異なる組み合わせを変調する装置であってもよい。

【００４０】

着呼側のパーティの携帯電話及び発呼側のパーティの携帯電話の少なくとも１つは、単一のユーザに見せるためのホログラフィック再構成を生成し、隣接レイヤを形成する第１ＯＡＳＬＭにライトを行なう第１ＯＬＥＤアレイと、隣接レイヤを形成する第２ＯＡＳＬＭにライトを行なう第２ＯＬＥＤアレイと備えるディスプレイ装置であってもよい。

【００４１】

着呼側のパーティの携帯電話及び発呼側のパーティの携帯電話の少なくとも１つは、任意の投影レンズを必要とすることなく、装置からのスクリーンの距離と独立してスクリーン上で焦点が合った２Ｄ画像を生成する、表示モードを有するディスプレイ装置であってもよい。当該ディスプレイ装置は、隣接レイヤを形成する第１ＯＡＳＬＭに対してライトを行う第１ＯＬＥＤと、隣接レイヤを形成する第２ＯＡＳＬＭに対してライトを行う第２ＯＬＥＤとを備える。

【００４２】

着呼側のパーティの携帯電話及び発呼側のパーティの携帯電話の少なくとも１つは、隣接レイヤを形成する振幅変調ＯＡＳＬＭに対してライトを行なうＯＬＥＤアレイと、リード・ビーム・アレイがＯＡＳＬＭに照明し、ＯＡＳＬＭがＯＬＥＤアレイによって適切に制御される場合に観察者の目が立体画像を視認できるようにするビーム・スプリッタとを備える立体ディスプレイ装置における、表示モードを有してもよい。

【００４３】

さらに他の形態によれば、本明細書で説明する携帯電話システムを使用するステップを含む方法が使用されてもよい。

【００４４】

さらに他の実施形態では、ネットワーク・オペレータが、発呼側のパーティ及び着呼側のパーティの少なくとも１つのパーティの携帯電話機に対して、無線リンク及び遠隔サーバを提供することによって通信サービスを提供する方法であって、発呼側のパーティの携帯電話機には、発呼側のパーティの画像を撮像可能な画像化システムと、ディスプレイとが設けられ、発呼側のパーティの携帯電話機は、発呼側のパーティの画像を着呼側のパーティの携帯電話機へ無線リンクを通じて送信し、着呼側のパーティの携帯電話機は、ホログラムでエンコーディングされるホログラフィック・ディスプレイを使用して、発呼側のパーティのホログラフィック再構成を局所的に生成する方法を提供する。

【００４５】

通信サービスを提供する方法は、着呼側のパーティの携帯電話機のディスプレイが、隣接するレイヤを形成するＯＡＳＬＭに対してライトを行う少なくとも１つのＯＬＥＤを備えるようにしてもよい。

【００４６】

さらに他の実施形態では、発呼側のパーティの画像を撮像可能な画像化システムと、ディスプレイとを有する発呼側のパーティの携帯電話機からの、ビデオ電話呼を設定する方法であって、発呼側のパーティの携帯電話機は、発呼側のパーティの画像を着呼側のパーティの携帯電話機へ無線リンクを通じて送信し、着呼側のパーティの携帯電話機は、ホログラムでエンコーディングされるホログラフィック・ディスプレイを使用して、発呼側のパーティのホログラフィック再構成を局所的に生成する方法を提供する。

【００４７】

発呼側のパーティの携帯電話から電話呼を設定する方法は、着呼側のパーティの携帯電話機のディスプレイが、隣接するレイヤを形成するＯＡＳＬＭに対してライトを行うＯＬＥＤを備えるようにしてもよい。

【００４８】

発呼側のパーティの携帯電話から電話呼を設定する方法は、遠隔サーバ又は中間装置が、深さマップを追加して、深さマップに加えて発呼側のパーティの画像を、着呼側のパーティの携帯電話機に対して送信するようにしてもよい。

【００４９】

発呼側のパーティの携帯電話から電話呼を設定する方法は、着呼側のパーティの携帯電話機が、遠隔サーバによって組み込まれた遅延を補償する同期部を備えるようにしてもよい。

【００５０】

発呼側のパーティの携帯電話から電話呼を設定する方法は、遠隔サーバが、発呼側のパーティの顔の物理的な３Ｄマップを定義するデータでプログラムされるようにしてもよい。

【００５１】

発呼側のパーティの携帯電話から電話呼を設定する方法は、着呼側のパーティの携帯電話機が、静的なホログラフィック再構成を生成する静止画機能を含むようにしてもよい。

【００５２】

発呼側のパーティの携帯電話から電話呼を設定する方法は、着呼側のパーティの携帯電話機が、ユーザがホログラフィック再構成の一部を拡大するためのズーム機能を含むようにしてもよい。

【００５３】

発呼側のパーティの携帯電話から電話呼を設定する方法は、着呼側のパーティの携帯電話機及び発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つが、複数のステレオ・カメラを備えるようにしてもよい。

【００５４】

発呼側のパーティの携帯電話から電話呼を設定する方法は、着呼側のパーティの携帯電話機及び発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つが、単一のカメラと、単一のカメラからのデータを使用して深さマップを生成するソフトウェアとを備えるようにしてもよい。

【００５５】

発呼側のパーティの携帯電話から電話呼を設定する方法は、着呼側のパーティの携帯電話機及び発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つが、最適な画像の撮像及びホログラフィック再構成の少なくとも１つのために、カメラを最適に位置付けるように又は方向を合わせるように、ユーザを導くための画面上の指示を表示するようにしてもよい。

【００５６】

「ホログラムのＳＬＭエンコーディング」とは、ホログラムがＳＬＭ上にエンコーディングされることを意味する。

【図面の簡単な説明】

【００５７】

【図１】単一のＯＡＳＬＭと単一のＯＬＥＤアレイを含むホログラフィック・ディスプレイ装置の図である。

【図２】単一のＯＡＳＬＭと単一のＯＬＥＤアレイを含む各コンポーネントのコンポーネントの組を含むホログラフィック・ディスプレイ装置の図である。
【図３】モバイル三次元ディスプレイ装置の図である。
【図４】先行技術に準ずるホログラフィック・ディスプレイの図である。
【図５】２つのＯＡＳＬＭを制御するＯＬＥＤの単一のアレイにおけるホログラフィック・ディスプレイの図である。
【図６Ａ】ホログラフィック・ディスプレイの図である。
【図６Ｂ】装置自体の小型化を可能とするホログラフィック・ディスプレイの図である。
【図７】より高い回折次数と関連する問題を減少させるためのBraggフィルタリングを行うホログラフィック光学的要素を組み込むホログラフィック・ディスプレイのコンポーネントの図である。
【図８】ＯＬＥＤアレイによって放射された光の視準を拡充するためのBraggフィルタリングを行うホログラフィック光学的要素を組み込むホログラフィック・ディスプレイのコンポーネントの図である。
【図９】ホログラフィック・ディスプレイ装置の図である。
【図１０】連続して振幅と位相をエンコードするために、２つのＥＡＳＬＭを組み込むホログラフィック・ディスプレイ装置の図である。
【図１１】単一のＥＡＳＬＭを含むホログラフィック・ディスプレイ装置の図である。
【図１２】実装に準ずるホログラフィック・ディスプレイの特有の実施形態の図である。
【図１３】連続して振幅と位相をエンコードするために、２つのＥＡＳＬＭを組み込むホログラフィック・ディスプレイ装置の図である。
【図１４】MathCad（登録商標）を用いて得られた回折シミュレーション結果である。
【図１５】MathCad（登録商標）を用いて得られた回折シミュレーション結果である。
【図１６】MathCad（登録商標）を用いて得られた回折シミュレーション結果である。
【図１７】実装に準ずる、間にレンズレイヤを有する２つのＥＡＳＬＭＳの配置図である。
【図１８】一つのＥＡＳＬＭから第２のＥＡＳＬＭへ光が進行する場合の回折処理を説明する図である。
【図１９】２つのＥＡＳＬＭ間に位置付けられる光ファイバ・フェースプレートにおける、２つのＥＡＳＬＭの構造図である。
【図２０】ビーム・ステアリング・エレメントの図である。
【図２１】ビーム・ステアリング・エレメントの図である。
【図２２】三次元でビジュアル・コミュニケーションが可能なシステムの図である。
【図２３】２Ｄ画像コンテンツを３Ｄ画像コンテンツに変換するための方法の図である。
【図２４】実装に準じたホログラフィック・ディスプレイコンポーネントの実施形態の図である。
【図２５】２Ｄ光源アレイにおける光源、２Ｄアレイにおけるレンズ、ＳＬＭ、及びビーム・スプリッタを含むホログラフィック・ディスプレイの計画図である。ビーム・スプリッタは、左目に対する仮想観察者ウィンドウ（ＶＯＷＬ）と右目に対する仮想観察者ウィンドウ（ＶＯＷＲ）それぞれに照射するそれぞれの２つの光束へ、ＳＬＭを離れた光線を分割する。
【図２６】光源アレイの２つの光源とレンズ・アレイの２つの光源、ＳＬＭ、及びビーム・スプリッタを含むホログラフィック・ディスプレイの計画図である。ビーム・スプリッタは、左目に対する仮想観察者ウィンドウ（ＶＯＷＬ）と右目に対する仮想観察者ウィンドウ（ＶＯＷＲ）それぞれに照射するそれぞれの２つの光束へ、ＳＬＭを離れた光線を分割する。
【図２７】プリズムのビーム・ステアリング・エレメントの断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００５８】
以下では、様々な実施形態について説明する。

【００５９】
＜Ａ．赤外ＯＬＥＤディスプレイとＯＡＳＬＭとの小型の組み合わせ＞
本実施形態は、ＯＡＳＬＭと、当該ＯＡＳＬＭに対してパターンをライト（write）できる赤外線発光ディスプレイとの小型の組み合わせを提供する。当該組み合わせによって、適切な照明条件の下で三次元画像を生成することが可能である。
【００６０】
ＯＡＳＬＭは、光検出レイヤと、複数の導電性の電極間に位置する液晶（ＬＣ）レイヤとを有する。電極へ電圧が供給された際、光検出レイヤにおける光パターンの入射は、リード（Read）・ビームを変調するために使用されるＬＣレイヤへ転送される。先行技術において、入射光パターンは、電気的にアドレス指定された空間光変調器（ＥＡＳＬＭ）によって変調されたライト・ビームによって供給される。ＥＡＳＬＭは、光源によって照明され、ＯＡＳＬＭ上に画像化される。通常、ライト・ビームは、スペックルパターンを避ける為にインコヒーレントであるが、リード・ビームは、回折パターンの生成が可能なコヒーレントである。
【００６１】
ＥＡＳＬＭに対してＯＡＳＬＭの利点は、ＯＡＳＬＭが連続性、非画素化、又は、非パターン化の構造を有しても良いが、ＥＡＳＬＭは画素化構造を有する。画素は、それらが発した光の空間分布において、鋭角を成し、鋭角は高空間周波数と対応する。高空間周波数は、光学遠視野において、幅広い角度の回折特性をもたらす。そのため、ＥＡＳＬＭは、光学遠視野において、空間フィルタリングのような周知の技術を用いて取り除かなければならない、好ましくない光学回折の副作用を引き起こす。空間フィルタリングは、光学的処理手順において追加の工程を必要とし、デバイスを重くし、無駄な光を引き起こす。ＯＡＳＬＭベースの装置の利点は、それらがＯＡＳＬＭにおける連続したパターン生成を許容することである。連続したパターンは、ビーム伝搬方向への任意の所定の横方向における光強度において、急変化を減らす傾向がある。したがって、より少ない急変化は、ＥＡＳＬＭ装置によって生成された画素エッジの場合よりも、より少ない光空間周波数の集合を処理する。ＯＡＳＬＭを含む装置の場合における減少された光空間周波数の集合は、ＥＡＳＬＭを含む装置の場合よりも光学処理をより容易にし、より効率的にすることができる。加えて、ＯＡＳＬＭ装置は、ＥＡＳＬＭとは対照的に、双安定装置であってもよい。したがって、ＯＡＳＬＭは、ＥＡＳＬＭ装置よりも所要電力を低くすることができ、携帯機器もしくはハンドヘルド機器におけるバッテリ寿命を伸ばすことができる。
【００６２】
この実施形態において、結像光学系を必要としない小型装置について説明する。ＯＡＳＬＭは、赤外ＯＬＥＤディスプレイでライトが行なわれる。ＯＬＥＤディスプレイは、直接ＯＡＳＬＤに加えられるため、結像光学系なしの小型装置を形成する。ＯＬＥＤは、ＯＬＥＤアレイを構成するためにタイル状に並べられても良い。ＯＡＳＬＭは、複数の小さなタイル状に並べられたＯＡＳＬＭから構成されても良い。
【００６３】
ＯＬＥＤディスプレイとＯＡＳＬＭとの小型の組み合わせは透明でも良い。透明なＯＬＥＤディスプレイは、以下の"ＯＬＥＤ材料"のセクションにて述べられているようなものが知られている。一つの例では、ＯＬＥＤディスプレイとＯＡＳＬＭとの小型の組み合わせは、観察者に向かうＯＬＥＤとＯＡＳＬＭとを通じて透過された可視光を伴って、三次元画像が形成される側とは反対側から照射される。好ましくは、ＯＬＥＤディスプレイは、ＯＡＳＬＭの赤外線に感応する光検出レイヤにライトする赤外線（ＩＲ）を照射する。人間の目は、赤外線に敏感でないため、観察者は赤外線ライト・ビームに起因する光を見ることはない。
【００６４】
他の例において、ＯＬＥＤディスプレイとＯＡＳＬＭとの小型の組み合わせは、ライト・ビームとリード・ビームがＯＡＳＬＭの反対側に入射するようにしても良い。他の例において、ＯＬＥＤディスプレイとＯＡＳＬＭとの小型の組み合わせは、反射レイヤがＯＬ

ＥＤディスプレイの反対側にあるＯＡＳＬＭ側で提供されても良く、三次元画像は、ＯＬＥＤディスプレイが提供される側としてＯＡＳＬＭの同じ側から観察可能でも良いし、照明光源は、ＯＬＥＤディスプレイとしてＯＡＳＬＭの同じ側で提供されても良い（これは反射ディスプレイの例である）。

【００６５】

本実施形態は、赤外ＯＬＥＤのアレイと、振幅や位相の空間分布の制御を実現する赤外線発光ＯＬＥＤと、ＯＡＳＬＭにおいて生成されたホログラフのようなＯＡＳＬＭによって放射された可視光の振幅と位相のいくつかの組み合わせとを含む。ＯＡＳＬＭは、引用により本明細書に組み込まれる米国特許第４９４１７３５号明細書で述べられているような、２つの導電性充填フィルムが覆われている空間透明板の組を含んでいても良い。連続の、もしくは不連続の感光フィルムは、導電性フィルムの一つにおいて覆われても良い。双安定強誘電性液晶もしくは、いくつかの他種の液晶は、導電性フィルムと感光フィルムとの間に制限されても良い。駆動電圧は、導電性フィルムへ加えても良い。ＯＡＳＬＭにおいて、空間ライト・ビームは、空間リード・ビームの偏光を画素毎に調整しても良いし、駆動してもよい。ライト・ビームは、ＯＡＳＬＭの駆動した個別の感光領域によってＯＡＳＬＭを調整しても良い。適宜調整されたＯＡＳＬＭの領域は、ライト・ビームによってリード・ビームの偏光を順に駆動されても良い。

【００６６】

図１において、実装例が述べられている。１０は、平面領域の照明を提供するための照明装置であり、照明は、三次元画像の生成をもたらすのに十分なコヒーレンスを有する。照明装置の例として、特許文献３において、広域ビデオ・ホログラムの場合における、図４に図示した一例が開示されている。１０のような装置は、レンチキュラ・アレイやマイクロレンズ・アレイのように、小型であろう合焦システムに入射される光を発する冷陰極蛍光ランプや白色光発光ダイオードのような白色光源のアレイの形をとってもよい。あるいは、１０に対する光源は、赤、緑、および青のレーザ、もしくは十分にコヒーレンスな光を放つ赤、緑、および青の発光ダイオードを含んでもよい。しかしながら、十分な空間コヒーレンスを有する非レーザ光源（例えば、発光ダイオード、ＯＬＥＤ、冷陰極蛍光ランプ）は、レーザ光源より望ましい。レーザ光源は、ホログラフィック光源において、レーザ・スペックルを引き起こし、相対的に高価となり、ホログラフィック・ディスプレイの観察者の目や、ホログラフィック・ディスプレイ装置を組み立てる人々の目に損傷を与える可能性に関しての安全性の問題が有りうる、といった不利益を有する。

【００６７】

エレメント１０～１３は、全体として厚さ数センチかそれよりも小さくできる。エレメント１１は、カラー光源が用いられるのであれば必要ないが、エレメント１２に向かって照射される赤、緑、及び青の光のような有色光の画素とするカラーフィルタのアレイを有しても良い。エレメント１２は、透明基板における赤外線発光ＯＬＥＤのアレイである。赤外線発光ＯＬＥＤのアレイは、各赤外線発光ＯＬＥＤが平行して光を発し、エレメント１３の方向において、ユニークに対応づいた有色画素からの光と一致する。エレメント１３は、ＯＡＳＬＭである。ＯＡＳＬＭに関しては、赤外線発光ＯＬＥＤのアレイがライト・ビームを供給する（エレメント１１によって放射された有色ビームは、リード・ビームである）。小型ホログラム生成器１５を含む装置から離れたポイント１４に位置する観察者は、１５の方向において観察する際に三次元画像を観察しても良い。エレメント１０、１１、１２、及び１４は、物理的（例えば、実際に機械的であり、接触し、全体が一つで単一のオブジェクトであるようにできる構造のレイヤをそれぞれの形成する）になるように配置される。物理的接触（物理的接着）は、直接であっても良い。もしくは、薄く、隣接レイヤ間のフィルムに覆われた仲介レイヤが存在するのであれば、間接的であっても良い。物理的接触は、相互のアラインメントやレジストレーションを確実にするために小さな領域に限定されても良いし、広域やレイヤの全表面に広げられても良い。物理的接触は、小型ホログラム生成器１５を形成するために光透過性を有する接着剤の利用によって、もしくは他の適した処理（以下の表題"製造プロセスの概要"のセクションを参照）によっ

て、一緒に貼り付けられたレイヤによって成されても良い。

【００６８】

エレメント１０は、ディスプレイの輝度を増加するための、１もしくは２のプリズム光学フィルムを含んでも良く、そのようなフィルムは、他にも知られているが、例えば米国特許第５０５６８９２号明細書や米国特許第５９１９５５１号明細書によって述べられている。エレメント１０は、偏光光学エレメント、もしくは偏光光学エレメントの組を含んでいても良い。一つの例は、直線偏光子シートである。更なる例は、直線偏光状態を伝達し、直交する直線偏光状態を反射する反射偏光子であり、そのようなシートは他にも知られているが、例えば、米国特許第５８２８４８８号明細書にて述べられている。更なる例は、円偏光状態を伝達し、直交する円偏光状態を反射する反射偏光子であり、そのようなシートは他にも知られているが、例えば、米国特許第６１８１３９５号明細書にて述べられている。エレメント１０は、レンチキュラ・アレイやマイクロレンズ・アレイのように小型にできる合焦システムを含んでいても良い。エレメント１０は、バックライト技術の領域において知られたほかの光学エレメントを含んでも良い。

【００６９】

図４は、引用により本明細書に組み込まれる国際公開第２００６／１１９９２０号パンフレットから得た、アレイにおける水平に並べられた円筒レンズの形で垂直合焦システム１１０４の３つの集約エレメント１１０１、１１０２、１１０３を示した先行技術の側面図である。照明ユニットの合焦エレメント１１０２を通り、観察者平面ＯＰに達する、水平な線光源$ＬＳ_2$にほぼ平行のビームが例示されている。図４に従って、多くの線光源$ＬＳ_1$、$ＬＳ_2$、$ＬＳ_3$は上下に配置される。それぞれの光源は、垂直方向に十分に空間的にコヒーレントであり、水平方向には空間的にインコヒーレントである光を発する。光は、光変調器ＳＬＭの透過セルを通過する。光は、ホログラムとエンコードされる光変調器ＳＬＭのセルによって垂直方向のみに回折される。合焦エレメント１１０２は、観察者平面ＯＰにて、いくらかの回折次数（１のみが実用的である）で光源$ＬＳ_2$を画像化する。光源$ＬＳ_2$によって発されたビームは、合焦システム１１０４の合焦エレメント１１０２のみを通ることが例示されている。図４において、３つのビームは、１番目の回折次数１１０５、ゼロ番目の次数１１０６、そして、マイナス１番目の次数１１０７を示す。単一の点光源とは対照的に、線光源は、たやすくより高い光度の製品を可能とする。すでに増大した効率や、再構成されるための３Ｄシーンの各部分に対する線光源の割り当てを有するいくつかのホログラフィック領域を用いることは、効率的な光度を向上させる。他の利点は、レーザの代わりに、例えば、シャッターの一部でも良いスロット隔壁の後方に位置付けられた多くの標準光源が十分にコヒーレント光を生成することである。

【００７０】

＜Ｂ．ＯＬＥＤとＯＡＳＬＭとの組み合わせの２つの組の小型の組み合わせ＞

さらに他の実施形態において、ＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭとの小型の組み合わせの２つの組の組み合わせは、連続で、かつ小型の方法で光の振幅と位相を変調するために用いられることができる。故に、振幅と位相からなる複素数は、画素毎の透過光においてエンコードされうる。

【００７１】

本実施形態は、ＩＲ－ＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭとの組の第１の小型の組み合わせとＩＲ－ＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭとの組の第２の小型の組み合わせとを有する。第１の組は、透過光線の振幅を変調し、第２の組は透過光線の位相を変調する。あるいは、第１の組は、透過光線の位相を変調し、第２の組は、透過光線の振幅を変調する。ＩＲ－ＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭとの組の小型の組み合わせは、上記のセクションＡにて述べられている。ＩＲ－ＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭとの組の小型の組み合わせは、可視光を透過し、赤外線を吸収する赤外線フィルタによって分けられる。

【００７２】

第１のステップにおいて、第１のＩＲ－ＯＬＥＤアレイは、第１のＯＡＳＬＭにおける振幅変調のためのパターンをライトする。第２のステップにおいて、第２のＩＲ－ＯＬＥ

Ｄアレイは、第２のＯＡＳＬＭにおける位相変調のためのパターンをライトする。赤外線フィルタは、ＩＲ－ＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭとの組の第１の小型の組み合わせから、ＩＲ－ＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭとの組の第２の小型の組み合わせへの赤外線の漏れを防ぐ。赤外線フィルタは、ＩＲ－ＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭとの組の第２の小型の組み合わせから、ＩＲ－ＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭとの組の第１の小型の組み合わせへの赤外線の漏れも防ぐ。しかしながら、赤外線フィルタは、ＩＲ－ＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭとの組の第２の小型の組み合わせにおけるリード・ビームとして用いるために、ＩＲ－ＯＬＥＤアレイとＯＡＳＬＭとの組の第１の小型の組み合わせからの可視光を透過する。第２のＯＡＳＬＭによって透過された光は、その振幅とその位相において変調され、結果として、観察者は、装置によって照射された光を見る際に三次元画像を観測することが可能となる。

【００７３】

位相や振幅の変調が複素数表現を促進することが当業者によって理解されるであろう。更に、ＯＬＥＤディスプレイやＯＡＳＬＭは、どちらも高解像度を有することが可能である。故に、本実施形態は、三次元画像が観察者によって観察可能にホログラムを生成することに向くであろう。

【００７４】

図２において、実施例が説明される。２０は、平面領域の照明を提供するための照明装置であり、照明は三次元画像の生成をもたらすことができるために十分なコヒーレンスを有する。例は、広域ビデオ・ホログラムの場合として、特許文献３にて述べられている。２０のような装置は、冷陰極蛍光ランプや白色光発光ダイオードのようなレンチキュラ・アレイやマイクロレンズ・アレイのように、小型にできる合焦システムにおいて入射される光を発する冷陰極蛍光ランプや白色光発光ダイオードのような白色光源のアレイの形をとってもよい。あるいは、２０に対する光源は、赤、緑、および青のレーザ、もしくは十分にコヒーレンスな光を放つ赤、緑、および青の発光ダイオードを含んでいて良い。しかしながら、十分な空間コヒーレンスを有する非レーザ光源（例えば、発光ダイオード、ＯＬＥＤ、冷陰極蛍光ランプ）は、レーザ光源より望ましい。レーザ光源は、ホログラフィック光源において、レーザ・スペックルを引き起こし、相対的に高価となり、ホログラフィック・ディスプレイ観察者の目や、ホログラフィック・ディスプレイ装置を組み立てる人々の目に損傷を与える可能性に関しての安全性の問題が有りうる、といった不利益を有する。

【００７５】

エレメント２０－２３、２６－２８は、全体として、厚さ数センチかそれよりも小さくできる。エレメント２１は、カラー光源が用いられるのであれば必要ないが、エレメント２２に向かって照射される赤、緑、および青の光のような有色光の画素とするカラーフィルタのアレイを有しても良い。エレメント２２は、透明基板における赤外線発光ＯＬＥＤのアレイである。赤外線発光ＯＬＥＤのアレイは、各赤外線発光ＯＬＥＤが平行して光を発し、エレメント２３の方向において、ユニークに対応づいた有色画素からの光と一致する。エレメント２３は、ＯＡＳＬＭである。ＯＡＳＬＭに関しては、赤外線発光ＯＬＥＤのアレイがライト・ビームを供給する（エレメント２１によって放射された有色ビームは、リード・ビームである）。エレメント２８は、赤外線を遮るが、可視光を透過する赤外線フィルタであり、エレメント２２からの赤外線が、エレメント２７に影響を与えないようにする。エレメント２７は、ＯＡＳＬＭである。エレメント２８は、透明基板における赤外線発光ダイオードのアレイである。赤外線発光ＯＬＥＤのアレイは、各赤外線発光ＯＬＥＤが平行して光を発し、エレメント２７の方向において、ユニークに対応づいた有色画素からの光と一致する。ＯＡＳＬＭ２７に関しては、赤外線発光ＯＬＥＤ２８のアレイがライト・ビームを供給する（エレメント２６によって放射された有色ビームは、リード・ビームである）。透過光線に関しては、エレメント２３が振幅を変調し、エレメント２７が位相を変調する。あるいは、エレメント２７が振幅を変調し、エレメント２３が位相を変調する。透明基板２８における赤外線発光ダイオードＯＬＥＤのアレイからの光は、

エレメント２６の方向に発せられるため、エレメント２６は、エレメント２８からの光をＯＡＳＬＭ２３にアドレス指定するのを妨げる赤外線を吸収しても良い。２つのＯＬＥＤアレイ２２と２８とが、十分に反対方向に光を放つ上記の構成は、２つのＯＡＳＬＭ２３と２７とが、近接近にて設置されても良いことを保障する。ＯＡＳＬＭを通った有色光のビームの伝搬が重ならない程度の接近によって成される近接近にＯＡＳＬＭ２３と２７とがある場合に、ＯＡＳＬＭ２３と２７との近接近は、光学的損失や光ビームの発散から生じる画素クロストークの問題における減少を可能とする。エレメント２７と２８の順序は、図２とは反対でも良いが、これはＯＡＳＬＭ２３と２７とを通る有色光のビーム間の高透過率や低クロストークの目的を達成するための最適形態であるというものではない。

【００７６】

エレメント２０は、ディスプレイの輝度を増加するための、１もしくは２のプリズム光学フィルムを含んでも良く、そのようなフィルムは、他にも知られているが、例えば米国特許第５０５６８９２号明細書や米国特許第５９１９５５１号明細書によって述べられている。エレメント２０は、偏光光学エレメント、もしくは偏光光学エレメントの組を含んでいても良い。一つの例は、直線偏光子シートである。更なる例は、直線偏光状態を伝達し、直交する直線偏光状態を反射する反射偏光子であり、そのようなシートは他にも知られているが、例えば、米国特許第５８２８４８８号明細書にて述べられている。更なる例は、円偏光状態を伝達し、直交する円偏光状態を反射する反射偏光子であり、そのようなシートは他にも知られているが、例えば、米国特許第６１８１３９５号明細書にて述べられている。エレメント２０は、レンチキュラ・アレイやマイクロレンズのように小型にして良い合焦システムを含んでいても良い。エレメント２０は、バックライト技術の領域において知られた他の光学エレメントを含んでも良い。

【００７７】

小型ホログラム生成器２５を含む装置から離れたポイント２４に位置する観察者は、２５の方向において観察の際に三次元画像を観察しても良い。エレメント２０、２１、２２、２３、２６、２７、及び２８は、隣接エレメントが物理的（例えば、実際に機械的であり、接触し、全体が一つで単一のオブジェクトであるようにできる構造のレイヤをそれぞれの形成する）になるように配置される。物理的接触は、直接であっても良い。もしくは、薄く、隣接レイヤ間のフィルムに覆われた仲介レイヤが存在するのであれば、間接的であっても良い。物理的接触は、相互のアラインメントやレジストレーションを確実にするために小さな領域に限定されても良いし、広域やレイヤの全表面に広げられても良い。物理的接触は、小型ホログラム生成器１５を形成するために光透過性を有する接着剤の利用によって、もしくは他の適した処理（以下の表題"製造プロセスの概要"のセクションを参照）によって、一緒に貼り付けられたレイヤによって成されても良い。

【００７８】

図２において、理想的な場合には、ＯＬＥＤ２２と２８とのアレイは、十分に集束されている光を放つ。しかしながら、ＯＬＥＤは、均等拡散（すなわち、完全に拡散した）分布の光のような、十分に集束されていない光を放つ可能性がある。ＯＬＥＤの光の照射が高度に集束していない場合には、ＯＬＥＤは、それらに対応づいたＯＡＳＬＭと出来る限り密接するように配置されても良い。この場合、ＯＡＳＬＭ表面上の強度入射は、入射角の余弦の二乗のように、おおよそ変化するであろうことが考えられる。４５度や６０度の光の入射は、それぞれ通常の入射光の半分、もしくは４分の１のみの強度をもたらすであろう。故に、ＯＬＥＤが十分な間隔で、可視光の画素サイズと関連する十分な小ささで、ＯＡＳＬＭと十分近くであれば、ＯＬＥＤの照射分配は、均等拡散であると限定した場合であっても、形状効果は、空間的にＯＡＳＬＭを横断して生成された電位差における大きな変化をもたらすであろう。入射する赤外線強度は、ＯＬＥＤ光が通常に入射するＯＡＳＬＭ上の地点間において、ゼロになるであろうし、装置において達成されうる対照的な減少をもたらしても良い。しかし、この対照的な減少は、もし、デバイス構成を単純化するのであれば、許容できるであろう。

【００７９】

図２において、理想的な場合には、ＯＬＥＤ２２及び２８のアレイは、十分に集束されている光を発する。しかしながら、ＯＬＥＤは、均等拡散（すなわち、完全に拡散した）分布の光のような、十分に集束されていない光が発せられる可能性がある。ＯＬＥＤの光の放射が高度に集束していない場合には、ＯＬＥＤの幾何学的な光分布は、引用により本明細書に組み込まれる米国特許第５１５３６７０号明細書にて述べられているようなBraggフィルタのホログラフィック光学エレメントの利用を通して、調整されても良い。Braggフィルタのホログラフィック光学エレメントは、平行にされるか、またはこのエレメントが無い場合よりも平行になった光をもたらす。Braggフィルタのホログラフィック光学エレメントの機能の例は、図８にて示している。図８において、８０はＯＬＥＤアレイであり、８１はBragg平面８４のようなBragg平面を含むホログラフィック光学エレメント・Braggフィルタであり、８２はＯＡＳＬＭである。ＯＬＥＤアレイ８０における単一のＯＬＥＤ８３は、８５のように概略的に示された分布で赤外線を発する。光線８６は、ＯＬＥＤアレイ８０によって発せられ、ホログラフィック光学エレメント８１にて散乱し、その後、おおよそ通常の入射におけるＯＡＳＬＭ８２に入射する、ことが示されている。このように、ＯＡＳＬＭ８２に入射する赤外線の改善した視準が達成されても良い。

【００８０】

図５において、更なる実施形態を開示する。５７は、平面領域の照明を提供するための照明装置であり、当該照明は、三次元画像の生成できるため、十分なコヒーレンスを有する。特許文献３では、広域ビデオ・ホログラムの場合について、一例が開示されている。当該装置は、冷陰極蛍光ランプや白色光発光ダイオードのようなレンチキュラ・アレイやマイクロレンズ・アレイ５０のように、小型合焦システムに入射される光を発する冷陰極蛍光ランプや白色光発光ダイオードのような白色光源のアレイの形式であってもよい。あるいは、５７に対する光源は、赤、緑及び青のレーザ、又は十分にコヒーレントな光を発光する赤、緑及び青の発光ダイオードを含んでもよい。しかしながら、十分な空間コヒーレンスを有する非レーザ光源（例えば、発光ダイオード、ＯＬＥＤ、冷陰極蛍光ランプ）は、レーザ光源より望ましい。レーザ光源は、ホログラフィック光源において、レーザ・スペックルを引き起こし、相対的に高価となり、ホログラフィック・ディスプレイ観察者の目や、ホログラフィック・ディスプレイ装置を組み当てる人々の目に損害を与える可能性に関しての安全性の問題が有りうる、といった不利益を有する。

【００８１】

エレメント５７は、ディスプレイの輝度を増加するための、１又は２のプリズム光学フィルムを含んでも良く、そのようなフィルムは、他にも知られているが、例えば米国特許第５０５６８９２号明細書や米国特許第５９１９５５１号明細書において開示されている。エレメント５７は、偏光光学エレメント、もしくは偏光光学エレメントの組を含んでいても良い。一つの例は、線形偏光子シートである。更なる例は、線形偏光状態を透過させ、直交する線形偏光状態を反射する反射偏光子であり、そのようなシートは他にも知られているが、例えば、米国特許第５８２８４８８号明細書において開示されている。更なる例は、円偏光状態を透過させ、直交する円偏光状態を反射する反射偏光子であり、そのようなシートは他にも知られているが、例えば、米国特許第６１８１３９５号明細書において開示されている。エレメント５７は、バックライト技術の領域において知られた他の光学エレメントを含んでも良い。

【００８２】

エレメント５７、５０－５４は、全体として、厚さ数センチメートルかそれよりも小さくできる。エレメント５１は、カラー光源が用いられるのであれば必要ないが、エレメント５２に向かって発される赤、緑及び青の光のような有色光の画素とするカラーフィルタのアレイを有しても良い。エレメント５２は、透明基板上の赤外線発光ＯＬＥＤのアレイである。赤外線発光ＯＬＥＤのアレイは、各有色画素に対し、赤外線発光ＯＬＥＤの２つのタイプから成るユニークな組は、エレメント５３の方向において光を平行に発し、対応する有色画素からの光と同期する。赤外線ＯＬＥＤの第１のタイプは、第１の波長の赤外線を発する。赤外線ＯＬＥＤの第２のタイプは、第１の波長とは異なる第２の波長の赤外

線を発する。エレメント５３はＯＡＳＬＭである。エレメント５４もまたＯＡＳＬＭである。ＯＡＳＬＭに関し、赤外線発光ＯＬＥＤのアレイは、ライト・ビームを供給する。エレメント５１によって発せられる有色ビームは、リード・ビームである。ＯＡＳＬＭ５３は、ＯＬＥＤアレイ５２によって発された２つの赤外線波長のうちの第２の波長には無感応であり、ＯＬＥＤアレイ５２によって発された２つの赤外線波長のうちの第２の波長を透過させる。第１の赤外線波長に対するＯＡＳＬＭ５４の無感応が、必ずしも小型ホログラム生成器５５の必要条件とはしないように、ＯＡＳＬＭ５４は、ＯＬＥＤアレイ５２によって発された２つの赤外線波長のうちの第１の波長には無感応であり、もしくは、第１の赤外線波長の光は、ＯＡＳＬＭ５３によってそれらの吸収、もしくは反射の少なくとも一方を通過し、続けて他の場所で吸収され、ＯＡＳＬＭ５４に到達するのを妨げられる。もしくは、２つの異なった波長を発するＯＬＥＤの単一のタイプを用いることを可能としても良く、２つの異なる波長の相対強度は、ＯＬＥＤを通過した電圧のようなパラメータに基づく。２つの異なる波長の発光は、時間的多重によって制御され得る。

【００８３】

透過光線に関しては、エレメント５３が振幅を変調し、エレメント５４が位相を変調する。あるいは、エレメント５４が振幅を変調し、エレメント５３が位相を変調する。異なる２つの波長の光を発するＯＬＥＤアレイ５２における上記の構成によって、２つのＯＡＳＬＭ５３及び５４を近接して配置することができる。ＯＡＳＬＭ５３及び５４を近接させることによって、光ビームの発散によって生じる光学的損失及び画素のクロストークの問題を軽減し得る。即ち、ＯＡＳＬＭ５３及び５４を近接させるにつれて、有色光のビームの、ＯＡＳＬＭを介した重なり合わない伝搬に対する良好な近似を達成し得る。

【００８４】

小型ホログラム生成器５５を含む装置から少し離れたポイント５６に位置する観察者は、５５の方向に観察する場合に、三次元画像を観察し得る。エレメント５７、５０、５１、５２、５３及び５４は、隣接エレメントが物理的（例えば、実際に機械的であり、接触し、全体が一つで単一のオブジェクトであるようにできる構造のレイヤをそれぞれの形成する）になるように配置される。物理的接触は、直接であっても良い。もしくは、薄く、隣接レイヤ間のフィルムに覆われた仲介レイヤが存在するのであれば、間接的であっても良い。物理的接触は、相互のアラインメントやレジストレーションを確実にするために小さな領域に限定されても良いし、広域やレイヤの全表面に広げられても良い。物理的接触は、小型ホログラム生成器１５を形成するために光透過性を有する接着剤の利用によって、もしくは他の適した処理（以下の表題"製造プロセスの概要"のセクションを参照）によって、一緒に貼り付けられたレイヤによって成されても良い。

【００８５】

ＯＡＳＬＭが、典型的な構成にて振幅変調を行う場合、入射リード光学ビームは、ビームで直線偏光シートを通ることによって、直線に偏光されるであろう。振幅変調は、加えられた電場における液晶の循環によって制御され、電場は感光レイヤによって生成され、光の偏光状態に影響する。そのような装置において、ＯＡＳＬＭに存在する光は、直線偏光シートを更に通され、ＯＡＳＬＭを通る際に光の偏光状態において変化をもたらし、強度減縮を可能とする。

【００８６】

ＯＡＳＬＭが、典型的な構成にて位相変調を行う場合、すでに定義された直線偏光状態である場合を除いて、入射リード光学ビームは、ビームで直線偏光シートを通ることによって、直線に偏光されるであろう。位相変調は、加えられた電場の散布によって制御され、電場は感光レイヤによって生成され、光の位相状態に影響を与える。ネマチック相液晶を用いて導入された位相変調の一例において、光軸方向は、間隔を介して決められるが、複屈折は加えられた電圧の作用である。強誘電性液晶を用いて導入された位相の構成の一例において、複屈折は決められるが、光軸の方向は加えられた電圧によって制御される。他の方法を用いて導入された位相変調において、出力ビームは入力ビームに対応する位相差を有し、加えられた電圧の機能である。位相変調を実行可能な液晶セルの例は、正誘電

異方性を有するネマチック液晶の非平行に配置された領域におけるフレドリックセルアレイがあり、引用により本明細書に組み込まれる米国特許第５９７３８１７号明細書にて述べられている。

【００８７】

＜Ｃ．ＥＡＳＬＭと小型光源との小型の組み合わせ＞

この実装は、ＥＡＳＬＭと十分なコヒーレンスの小型光源との小型の組み合わせを提供し、その組み合わせは、適切な照明条件の下、三次元画像を生成することができる。

【００８８】

この実装において、結像光学系を要件としないＥＡＳＬＭと小型光源との小型の組み合わせが、述べられている。この実装は、単一のもしくは複数の光源、焦点手段、電気的にアドレス指定された空間光変調器（ＥＡＳＬＭ）、及び空間ビーム分割エレメントの小型の組み合わせを提供し、その組み合わせは、適切な照明条件の下、三次元画像を生成することができる。

【００８９】

図１１において、実装例が述べられている。１１０は、平面領域の照明を提供するための照明装置であり、照明は、三次元画像の生成をもたらすのに十分なコヒーレンスを有する。照明装置の例として、特許文献３において、広域ビデオ・ホログラムの場合における、図４に再現した一例が開示されている。１１０のような装置は、レンチキュラ・アレイやマイクロレンズ・アレイのように、小型にできる合焦システムにおいて入射される光を発する冷陰極蛍光ランプや白色光発光ダイオードのような白色光源のアレイの形をとってもよい。あるいは、１１０に対する光源は、赤、緑、および青のレーザ、もしくは十分にコヒーレンスな光を放つ赤、緑、および青の発光ダイオードを含んでいて良い。赤、緑、および青の発光ダイオードは、有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）でも良い。しかしながら、十分な空間コヒーレンスを有する非レーザ光源（例えば、発光ダイオード、ＯＬＥＤ、冷陰極蛍光ランプ）は、レーザ光源より望ましい。レーザ光源は、ホログラフィック光源において、レーザ・スペックルを引き起こし、相対的に高価となり、ホログラフィック・ディスプレイ観察者の目や、ホログラフィック・ディスプレイ装置を組み当てる人々の目に損害を与える可能性に関しての安全性の問題が有りうる、といった不利益を有する。

【００９０】

エレメント１１０は、厚さ数センチかそれよりも小さくできる。最適な実施形態において、エレメント１１０－１１３は、全体で厚さ３ｃｍよりも小さく、十分なコヒーレンスの小型光源を提供することができる。エレメント１１１は、カラー光源が用いられるのであれば必要ないが、エレメント１１２に向かって照射される赤、緑、および青の光のような有色光の画素とするカラーフィルタのアレイを有しても良い。エレメント１１２は、ＥＡＳＬＭである。エレメント１１３は、光学ビーム・スプリッタエレメントである。小型ホログラム生成器１１５を含む装置から離れたポイント１１４に位置する観察者は、１１５の方向における観察の際に三次元画像を見ても良い。

【００９１】

エレメント１１０は、ディスプレイの輝度を増加するための、１もしくは２のプリズム光学フィルムを含んでも良く、そのようなフィルムは、他にも知られているが、例えば米国特許第５０５６８９２号明細書や米国特許第５９１９５５１号明細書によって述べられている。エレメント２０は、偏光光学エレメント、もしくは偏光光学エレメントの組を含んでいても良い。一つの例は、直線偏光子シートである。更なる例は、直線偏光状態を伝達し、直交する直線偏光状態を反射する反射偏光子であり、そのようなシートは他にも知られているが、例えば、米国特許第５８２８４８８号明細書にて述べられている。更なる例は、円偏光状態を伝達し、直交する円偏光状態を反射する反射偏光子であり、そのようなシートは他にも知られているが、例えば、米国特許第６１８１３９５号明細書にて述べられている。エレメント１１０は、バックライト技術の領域において知られた他の光学エレメントを含んでも良い。

【００９２】

ＥＡＳＬＭは、セルのアレイにおいて各セルが電気的にアドレス指定されたＳＬＭである。各セルは、透過する光の振幅を変調し、もしくは透過する光の位相を変調し、もしくは透過する光の振幅や位相の組み合わせを変調するといった、いくつかの方向において光の入射に影響を与える。ＥＡＳＬＭの例は、引用により本明細書に組み込まれる米国特許第５９７３８１７号明細書にて与えられており、その例は、位相変調ＥＡＳＬＭである。液晶ＥＡＳＬＭＮは、ＥＡＳＬＭの例である。光磁気ＥＡＳＬＭは、ＥＡＳＬＭの他の例である。

【００９３】

エレメント１１０、１１１、１１２、及び１１３は、隣接エレメントが物理的（例えば、実際に機械的であり、接触し、全体が一つで単一のオブジェクトであるようにできる構造のレイヤをそれぞれの形成する）になるように配置される。物理的接触は、直接であっても良い。もしくは、薄く、隣接レイヤ間のフィルムに覆われた仲介レイヤが存在するのであれば、間接的であっても良い。物理的接触は、相互のアラインメントやレジストレーションを確実にするために小さな領域に限定されても良いし、広域やレイヤの全表面に広げられても良い。物理的接触は、小型ホログラム生成器１１５を形成するために光透過性を有する接着剤の利用によって、もしくは他の適した処理（以下の表題"製造プロセスの概要"のセクションを参照）によって、一緒に貼り付けられたレイヤによって成されても良い。

【００９４】

図４は、アレイにおける水平に並べられた円筒レンズの形で垂直合焦システム１１０４の３つの合焦エレメント１１０１、１１０２、１１０３を示した先行技術の側面図である。照明ユニットの合焦エレメント１１０２を通り、観察者平面ＯＰに達する、水平な線光源ＬＳ２にほぼ平行のビームが例示されている。図４に従って、多くの線光源LS_1、LS_2、LS_3は上下に配置される。それぞれの光源は、垂直方向に十分にコヒーレントであり、水平方向にはインコヒーレントである光を発する。光は、光変調器ＳＬＭの透過セルを通過する。光は、ホログラムとエンコードされる光変調器ＳＬＭのセルによって垂直方向のみに回折される。合焦エレメント１１０２は、観察者平面ＯＰにて、いくらかの回折次数（１のみが実用的である）で光源LS_2を画像化する。光源LS_2によって発されたビームは、合焦システム１１０４の合焦エレメント１１０２のみを通ることが例示されている。図４において、３つのビームは、１番目の回折次数１１０５、ゼロ番目の次数１１０６、そして、マイナス１番目の次数１１０７を示す。単一の点光源とは対照的に、線光源は、より高い光強度を生成可能とする。すでに増大した効率や、再構成されるための３Ｄシーンの各部分に対する線光源の割り当てを有するいくつかのホログラフィック領域を用いることは、効率的な光度を向上させる。他の利点は、レーザの代わりに、例えば、シャッターの一部でも良いスロット隔壁の後方に位置付けられた多くの標準光源が十分にコヒーレント光を生成することである。

【００９５】

一般に、ホログラフィック・ディスプレイは、仮想観察者ウィンドウにおいて、波面を再構成する。波面は、もし存在していれば、実オブジェクトが生成したであろうものである。観察者は、彼の目が、いくつかの有効な仮想観察者ウィンドウ（ＶＯＷ）のうちの一つの仮想観察者ウィンドウに位置する際に、再構成されたオブジェクトを見る。図６Ａに示されているように、ホログラフィック・ディスプレイは、光源、レンズ、ＳＬＭ、及び光学ビーム・スプリッタ、といったコンポーネントを含む。

【００９６】

ホログラフィック画像を表示するＳＬＭと小型光源との小型の組み合わせの創作を容易にするため、図６Ａの単一の光源と単一のレンズは、図６Ｂに示されているように、単一の光源アレイと単一のレンズ・アレイ、もしくはレンチキュラ・アレイとにそれぞれ置き換えられても良い。図６Ｂにおいて、光源は、ＳＬＭを照射し、レンズは光源を観察者平面に投影する。ＳＬＭは、ホログラムをエンコードし、ＶＯＷにおいて所望の波面が再構成できるように、入射波面を変調する。光学ビーム・スプリッタ・エレメントは、例えば

、一つの左目に対するＶＯＷと一つの右目に対するＶＯＷのように、いくつかのＶＯＷを生成するために利用されても良い。

【００９７】

もし、光源アレイやレンズ・アレイ、もしくはレンチキュラ・アレイが用いられるのであれば、アレイからの光源は、光束が、ＶＯＷが一致するレンズ・アレイもしくは、レンチキュラ・アレイの全てを通るように配置されるべきである。

【００９８】

図６Ｂの装置は、小型ホログラフィック・ディスプレイに用いることができる小型設計に役立つ。上記のホログラフィック・ディスプレイは、例えば携帯電話やＰＤＡなどの携帯装置に利用されても良い。一般に、上記ホログラフィック・ディスプレイは、１インチもしくは数インチのオーダのスクリーン対角線を有する。ホログラフィック・サブディスプレイは、１ｃｍのスクリーン対角線を有する。適切なコンポーネントは、詳細に以下で述べられる。

【００９９】

１）光源／光源アレイ

単純な場合において、固定単一光源を用いることができる。もし、観察者が動けば、観察者はトラッキングされ、ディスプレイは、観察者の新しい位置において観察可能な画像を生成するために調整されるであろう。ここでは、ＶＯＷのトラッキングが無い、もしくは、トラッキングがＳＬＭの後方のビーム・ステアリング・エレメントを用いて実行されることとなる。

【０１００】

構造化可能な光源アレイは、バックライトによって照射された液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）によって達成されても良い。適切な画素のみが、点、もしくは線光源のアレイを生成するために透過状態に切り替えられる。これらの光源のアパーチャは、オブジェクトのホログラフィック再構成のための十分な空間コヒーレンスを保証するために、十分に小さくなければならない。点光源のアレイは、レンズの２Ｄアレイを含むレンズ・アレイと組み合わせて用いられても良い。線光源のアレイは、円筒状のレンズの平行アレイを含むレンチキュラ・アレイと組み合わせて用いられても良い。

【０１０１】

好適には、ＯＬＥＤディスプレイは、光源アレイとして用いられる。自動発光装置のように、生成光のほとんどが、有色フィルタのようなエレメントによって、もしくは、完全な透過可能状態でない画素にて吸収されるＬＣＤよりも、より小型で、よりエネルギー効率が良い。しかしながら、ＬＣＤは、ＯＬＥＤディスプレイが、ＬＣＤディスプレイよりもエネルギー効率良く、光を供給する状況を許すようなときでさえ、ＯＬＥＤディスプレイ以上の全体的なコスト面での利点を有する。ＯＬＥＤディスプレイが、光源アレイとして用いられる際に、それらの画素のみが目の位置におけるＶＯＷを生成するために必要となるように切り替えられる。ＯＬＥＤディスプレイは、画素の２Ｄアレイもしくは線光源の１Ｄアレイを有しても良い。各点光源の照射領域、もしくは各線光源の幅は、オブジェクトのホログラフィック再構成のために十分な空間コヒーレンスを保証するために十分に小さくするべきである。さらに、点光源アレイは、好ましくは、レンズの２Ｄアレイを有するレンズ・アレイと組み合わせて用いられる。線光源アレイは、好ましくは、円筒状のレンズの平行アレイを有するレンチキュラ・アレイと組み合わせて用いられる。

【０１０２】

２）合焦手段：単一レンズ、レンズ・アレイ、もしくはレンチキュラ・アレイ

合焦手段は、単一もしくは複数の光源を観察者平面へ結像させる。ＳＬＭが焦点手段に近接しているので、ＳＬＭにてエンコードされた情報のフーリエ変換は、観察者平面ないに存在する。合焦手段は、１もしくは複数の合焦エレメントを有する。ＳＬＭと合焦手段との位置は、入れ替えられても良い。

【０１０３】

ＥＡＳＬＭと十分なコヒーレンスを有する小型光源との小型の組み合わせに対し、薄い

合焦手段を有することは不可欠である。凸面を有する標準反射レンズはとても分厚い。代わりに、回折レンズ、もしくはホログラフィックレンズが用いられても良い。この回折レンズもしくは、ホログラフィックレンズは、単一レンズ、レンズ・アレイ、もしくはレンチキュラ・アレイの機能を有しても良い。上記構成要素は、Physical Optics Corporation, Torrance, CA, USAによって提供されている表面レリーフのホログラフィック製品を利用できる。代わりに、レンズ・アレイが用いられても良い。レンズ・アレイは、レンズの２Ｄアレイを含み、各レンズは光源アレイのうちの一つの光源に割り当てられている。他の代替案は、レンチキュラ・アレイが用いられても良い。レンチキュラ・アレイは、円筒状のレンズの１Ｄアレイを有し、各レンズは、光源アレイにおける対応光源を有する。上記のように、もし光源アレイや、レンズ・アレイもしくはレンチキュラ・アレイが用いられるのであれば、アレイ中の光源は、光束が、レンズ・アレイ中の全てのレンズ、もしくはＶＯＷ中の一致するレンチキュラ・アレイを通るように位置付けられるべきである。

【０１０４】

レンズ・アレイ、もしくはレンチキュラ・アレイのレンズを通った光は、複数の他のレンズと関連する或るレンズに対しインコヒーレントである。故に、ＳＬＭにてエンコードされたホログラムはサブホログラムから構成され、各サブホログラムは、一つのレンズと対応する。各レンズのアパーチャは、再構成されたオブジェクトの十分な解像度を保証するために、十分に大きくすべきである。例えば、米国特許出願公開第２００６／００５５９９４号明細書で述べるように、ホログラムのエンコード領域の典型的な大きさと同程度の大きさのアパーチャを有するレンズを用いても良い。これは、各レンズが１もしくは数ミリメータのオーダのアパーチャを有すべきことを意味している。

【０１０５】

３）ＳＬＭ

ホログラムはＳＬＭでエンコードされる。通常、ホログラムのためのエンコーディングは、複素数の２Ｄアレイからなる。よって、理想的には、ＳＬＭは、ＳＬＭの各画素を通過するローカル・ライト・ビームの振幅と位相を変調できるであろう。しかしながら、典型的なＳＬＭは振幅と位相とのいずれかを変調することはできるが、振幅と位相を独立に変調することはできない。

【０１０６】

振幅変調ＳＬＭは、例えば、Burckhardtエンコーディングのような、迂回位相エンコーディングとの組み合わせで使用されてもよい。その難点は、一つの複素数をエンコードするために３画素が必要となることと、再構成されたオブジェクトが低輝度となることである。

【０１０７】

位相変調ＳＬＭの再構成結果は、高輝度となる。例えば、一つの複素数をエンコードするために２画素を必要とする、所謂２相エンコーディングが使用されてもよい。

【０１０８】

ＥＡＳＬＭは、輪郭のはっきりしたエッジの特性を有し、これにより回折パターンにおいて不要な高次の回折次数を招くことになるが、ソフト・アパーチャを利用することで、この問題を軽減、或いは、排除することができる。ソフト・アパーチャは、シャープな透過カットオフのないアパーチャである。ソフト・アパーチャの透過関数の例は、ガウシアン・プロファイルを有する。ガウシアン・プロファイルは、回折システムにおいて有利があることで知られている。その理由は、ガウシアン関数のフーリエ変換は、それ自体ガウシアン関数であるという数学的結果が存在するからである。よって、透過プロファイルにおいてシャープ・カット・オフを有するアパーチャを透過する場合と比べて、ラテラル・スケーリング・パラメータを除きビーム強度プロファイル関数は回折によっては変化しない。ガウシアン透過プロファイルのシートアレイが提供されてもよい。ＥＡＳＬＭアパーチャと一直線上にこれらが提供される場合、ビーム透過プロファイルにおいてシャープ・カット・オフを有するシステムと比較して、高次の回折次数が欠落しているか、或いは、相当に軽減されたシステムが提供される。ガウシアン・フィルタ又は、ソフト・アパーチ

ャ・フィルタは、高空間周波数から回折の影響を抑制する。ガウシアン・フィルタ又はアパーチャフィルタは、左目と右目の仮想的な観察者用のウィンドウ間のクロストークを最小化する。

【０１０９】

４）ビーム・スプリッタ・エレメント

ＶＯＷは、ＳＬＭにおいてエンコードされる情報のフーリエ変換の一つの周期的インターバルに限定される。現在利用可能な解像度が最大のＳＬＭによれば、ＶＯＷのサイズは、１０ｍｍのオーダである。ある状況では、トラッキング無しのホログラフィック表示のアプリケーションでは、これは小さすぎるかも知れない。この問題に対する一つの解決策は、ＶＯＷを空間的に多重化することであり、２つ以上ＶＯＷが生成される。空間多重化を行う場合、ＶＯＷはＳＬＭの異なる位置から同時に生成される。これは、ビーム・スプリッタにより実現されてもよい。例えば、ＳＬＭのある画素グループは、ＶＯＷ１の情報によりエンコードされ、他のグループはＶＯＷ２の情報によりエンコードされる。ビーム・スプリッタは、ＶＯＷ１とＶＯＷ２とが観察面において並列になるように、光をこれらの２つのグループから分離する。より大きなＶＯＷは、ＶＯＷ１とＶＯＷ２とをシームレスにタイル化することで生成されてもよい。多重化はまた、左目と右目のＶＯＷを生成するために利用されてもよい。その場合、シームレスな並列化は必要とされず、左目用の一つまたはいくつかのＶＯＷと、右目用の一つまたはいくつかのＶＯＷとの間でギャップが生じてもよい。ここで、あるＶＯＷの高次の回折次数が他のＶＯＷの高次の回折次数とオーバラップしないように注意する必要がある。

【０１１０】

ビーム・スプリッタ・エレメントの簡単な例は、引用により本明細書に組み込まれるところの特許文献４に記載されるように、縞の間が透明領域となっている黒い縞模様からなる視差バリアである。更なる例は、特許文献４に記載されているように、レンチキュラ・シートである。ビーム・スプリッタ・エレメントの更なる例は、レンズ・アレイとプリズム・マスクである。小型ホログラフィック・ディスプレイでは、約１０ｃｍ離れた２つの目を有する典型的な観察者としては満足できないが、１０ｍｍという典型的な仮想的な観察者用のウィンドウサイズは、片目だけだと十分に大きいので、典型的にはビーム・スプリッタ・エレメントの存在が期待されるであろう。しかしながら、空間多重化の代わりに時間多重化を利用してもよい。空間多重化を行わない場合、ビーム・スプリッタ・エレメントを利用する必要はない。

【０１１１】

空間多重化は、カラー・ホログラフィック再構成のために利用されてもよい。空間カラー多重化のために、赤、緑、青の色成分のそれぞれ独立した画素グループが存在する。これらのグループはＳＬＭ上で空間的に分離されており、赤色光、緑色光、青色光で同時に照射される。各グループは、オブジェクトの各色成分について計算されたホログラムでエンコードされる。各グループは、ホログラフィック・オブジェクト再構成の色成分を再構成する。

【０１１２】

５）時間多重化

時間多重化を行う場合、ＶＯＷはＳＬＭの同一位置から連続的に生成される。これは、光源の位置を変更し、それに同期して再エンコーディングをすることによって実現されてもよい。光源位置の変更は、観察面においてＶＯＷがシームレスに並列化されるように行われなければならない。時間多重化が十分に高速な場合、すなわち全サイクルについて２５Ｈｚより大きい場合、人の目には連続的な拡張ＶＯＷが映るであろう。

【０１１３】

多重化は、左目と右目のＶＯＷの生成のために利用されてもよい。その場合、シームレスな並列化は必要なく、左目用の一つ又はいくつかのＶＯＷと、右目用の一つ又はいくつかのＶＯＷとの間にギャップがあってもよい。この多重化は空間的であっても、時間的であってもよい。

【０１１４】
空間多重化と時間多重化とは組み合わされてもよい。例えば、片目用の拡張ＶＯＷを生成するために、３つのＶＯＷが空間的に多重化される。この拡張ＶＯＷは、左目用の拡張ＶＯＷと右目用の拡張ＶＯＷとを生成するために時間多重化される。
【０１１５】
あるＶＯＷと他のＶＯＷとの高次の回折次数はオーバラップしないように気を付ける必要がある。
【０１１６】
ＶＯＷの拡張のための多重化は、観察者の動作に応じて、視差が連続的に変化する拡張ＶＯＷを提供するので、好ましくはＳＬＭの再エンコーディングと共に利用される。単純化のため、再エンコーディング無しの多重化は、拡張ＶＯＷの異なる部分において反復コンテンツを提供するであろう。
【０１１７】
時間多重化はまた、カラー・ホログラフィック再構成の生成のために利用されてもよい。時間多重化のために、３つの色成分のホログラムは連続的にＳＬＭ上でエンコードされる。３つの光源は、ＳＬＭ上での再エンコーディングと同期して切り替えられる。全サイクルが十分に高速に反復される場合、すなわち２５Ｈｚより大きい場合、人の目には、連続的なカラー再構成として映るであろう。
【０１１８】
６）不要な高次の回折次数の扱い
もし、より大きなＶＯＷが、小さなＶＯＷをタイル状に並べることにより生成されるとすると、あるＶＯＷの高次の回折次数により、この問題に対処する手だてを講じない限り、やっかいなクロストークが他のＶＯＷにもたらされるかも知れない。例えば、もし各ＶＯＷが、ＳＬＭでエンコードされる情報のフーリエ変換のゼロ次の回折次数に位置する場合、あるＶＯＷの一次回折次数は、隣接するＶＯＷとオーバラップするかもしれない。このオーバラップは、やっかいな背景像をもたらすかも知れない。これは、不要な画像の強度が所望の画像の強度の約５％を超えた場合に顕著になるかもしれない。その場合、高次の回折次数を相殺するか、抑制することが望ましい。
【０１１９】
もし、ＳＬＭが照射される角度が一定の場合、固定的な角度フィルタを利用することができる。これは、もし、ホログラフィック表示がトラッキングを行わないか、或いは、ビーム・ステアリング・エレメントのようなビーム・スプリッタ・エレメントが、ＳＬＭの後に位置するような場合である。固定的な角度フィルタは、Braggフィルタや、Fabry Perot Etalonであってもよい。
【０１２０】
ＳＬＭは、不要な回折次数を含む幾何学的な光強度分散をもたらす場合、その幾何学的光強度分散は、米国特許第５１５３６７０号明細書に記載されるようなBraggフィルタ・ホログラフィック光学エレメントの利用により修正できるかも知れない。Braggフィルタ・ホログラフィック光学エレメントは、このエレメントがない場合の光強度分散とは異なる光強度分散をもたらす。Braggフィルタ・ホログラフィック光学エレメントの一例は、図７に示す通りである。図７において、７０はＳＬＭである。７１は、Bragg平面７４のようなBragg平面を含むBraggフィルタ・ホログラフィック光学エレメントである。SLM７０内の単一セル７３は、７５で図示するような回折光の強度分散に貢献する。光線７６は、SLM７０によって回折されるものとして示されており、ホログラフィック光学エレメント７１において散乱し、その後、７０と７１の間での本来の伝搬方向とは異なる方向に伝搬していく。もし、７０と７１との間での光線７６の伝搬方向が、不要な一次回折光に対応する場合、Ｂｒａｇｇフィルタ７１がこの光の行く先を異なる方向へ変更することに成功するのは明らかであり、７０のおよそ法線方向に通常は位置する観察者を煩わせる不要な光学的副作用を助長することはないであろう。
【０１２１】

回折次数の抑制のための調整可能なFabry Perot Etalonは、独国特許出願公開第１０２００６０３０５０３号明細書に開示されている。開示されているのは、部分的に反射膜によりコーティングされている、２つのコプラーナ・ガラスシートの間のＬＣレイヤである。当該反射膜における光線の反射において、光線は部分的に反射し、部分的に透過する。標準的なFabry Perot Etalonにあるように、透過光線は干渉し合い、光線間の位相の違いにより、干渉が建設的なものとなるか、或いは、相殺的なものとなるかが決まる。所望の波長において、干渉、即ち透過が、光線の入射角度に応じて変化する。所望の光伝搬方向について、ＬＣの屈折率の変更により干渉を調整できる。屈折率は、ＬＣレイヤを交差するように加えられる電場によって制御される。よって、角度透過特性を調整することができ、回折次数を透過率、或いは反射率について、Fabry Perot Etalonの全体的な制限内で必要に応じて選択することができる。例えば、もしFabry Perot Etalonがゼロ次の最適な透過率及び一次の最適な反射率を有するように構成された場合、２次或いはより高次の不要な透過が依然として残るかもしれない。この装置は、Fabry Perot Etalonの全体的な制限内で、必要に応じて、透過、或いは、反射される特定の回折次数の固定的な、或いは、連続的な選択を促進する。

【０１２２】

空間フィルタは、回折次数を選択するために利用されてもよい。これらの空間フィルタは、ＳＬＭとＶＯＷとの間に配置されてもよく、透明領域と不透明領域とを有する。これらの空間フィルタは、所望の回折次数を透過する一方で、不要な回折次数をブロックするために利用されてもよい。これらの空間フィルタは、固定的なものであってもよいし、設定変更が可能なものであってもよい。例えば、ＳＬＭとＶＯＷとの間に設置されるＥＡＳＬＭは、設定変更が可能な空間フィルタとして動作してもよい。

【０１２３】

７）視線追跡（Eye Tracking）

ＥＡＳＬＭと視線追跡と十分に整合する小型の光源とのコンパクトな組み合わせでは、目位置検出器により観察者の目の位置を検出してもよい。一つ以上のＶＯＷは、観察者が再構成されたオブジェクトをＶＯＷを介して見ることができるようにするために、自動的に目の位置に配置される。

【０１２４】

しかしながら、追跡は常に実用的であるわけではなく、特に携帯型装置、或いは、ハンドヘルド機器の場合にそれが当てはまる。というのも、付加的な装置の要求に基づく制約や、実行のための所要電力が存在するからである。追跡を行わなければ、観察者は手動でディスプレイの位置を調整しなければならない。好適な実施形態において、小型ディスプレイは、ＰＤＡや携帯電話に組み込まれているような手持ち型のディスプレイであるので、これは、直ちに実行される。ＰＤＡや携帯電話のユーザは、ディスプレイに直交する方向からディスプレイを見る傾向があるので、ＶＯＷを目に対して調整するための追加的な労力はそれほど必要ない。例えば、引用により本明細書に組み込まれるところの国際公開第０１／９６９４１号パンフレットに記載されるように、ハンドヘルド機器のユーザは、最適な観察条件を達成するように、装置を手で正しい方向に自動的に向ける傾向があることは知られている。よって、そのような装置ではユーザの視線追跡は必要なく、例えば、走査ミラーのような複雑で小さくもない追跡用の光学エレメントも不要である。しかし、もし、装置に対する追加要件及び電力が、過剰な負担を装置に与えるものでなければ、視線追跡がそのような装置において実施されてもよい。

【０１２５】

追跡を行わない場合、ＥＡＳＬＭと、十分コヒーレントな小型光源とのコンパクトな組み合わせでは、ディスプレイの調整を単純化するために、ＶＯＷは十分に大きなものであることが必要とされる。望ましくは、ＶＯＷサイズは、人間の目の大きさの数倍であるべきである。これは、ピッチの小さなＳＬＭを利用した単一の大きなＶＯＷか、ピッチの大きなＳＬＭを利用した小型のＶＯＷをいくつかタイル状に並べたもの、のいずれかにより実現できる。

【０１２６】
ＶＯＷの位置は、光源アレイにおける光源の位置により決定される。目位置検出器は、目の位置を検出し、ＶＯＷを該目の位置に合わせるために、光源の位置を設定する。この種の追跡は、米国特許出願公開第２００６／０５５９９４号明細書及び特許文献３に記述されている。
【０１２７】
また、光源が固定位置にある場合は、ＶＯＷを移動してもよい。光源トラッキングでは、光源からの光の入射角度の変動に対して比較的鈍感なＳＬＭが必要となる。もし、光源を移動してＶＯＷ位置を移動させようとしても、小型光源とＳＬＭとの小型の組み合わせでは、そのような構成が示唆する当該小型の組み合わせ内での光伝搬条件からずれるために、その達成が困難となる。そのような場合、ディスプレイにおいて一定の光路を持たせることが有利である。
【０１２８】
これらの特性を提供することができるビーム・ステアリング・エレメントは、図２０及び２１に示すようになる。このビーム・ステアリング・エレメントは、ディスプレイの出力において、光束の角度を変化させる。それは、ｘトラッキング及びｙトラッキングについて制御可能なプリズムと、ｚトラッキングについて制御可能なレンズの光学特性を有していてもよい。例えば、図２０及び図２１のいずれかのビーム・ステアリング・エレメント、或いはその両方は、単一装置において使用されてもよい。ビーム・ステアリング・エレメントは、制御可能な回折エレメント、或いは、制御可能な屈折エレメントである。制御可能な屈折エレメントは、等方性の線形電気双極子磁化率テンソル(isotropic linear electric dipole susceptibility tensor)を用いたマトリックスに埋め込まれた液晶が充填されたキャビティのアレイを有していてもよい。キャビティは、プリズムやレンズの形状を有する。電場を加えることにより、液晶の実効屈折率が制御されるので、ビーム操作が促進される。電場は、エレメントを交差して変化するビーム・ステアリング特性を作り出すために、エレメントを交差して変化してもよい。電場は、図２に示す透明電極間にかけられる。液晶は一軸屈折特性を有し、光軸に直交する屈折率が、母材（host material）、或いは、"マトリックス"の屈折率と等しくなるように選択されてもよい。他の構成は、当業者には自明であろう。母材は、等方性の屈折率を有する。もし液晶の光軸が、適切な電場をかけることにより図２０に示すｚ方向に沿っている場合、そのPoyntingベクトルに垂直な屈折率の変動もないため、ｚ方向に沿って伝搬する平面波はビーム・ステアリング・エレメントを通過する際に屈折することがない。しかしながら、もし、液晶の光軸がｚ方向に対して直交するように電場がエレメントを交差してかけられる場合、システムが提供可能な、偏光方向に沿った考えられる最大の屈折率の変動を経験するために、光軸に平行に偏光されたｚ方向に沿って伝搬する平面波は、ビーム・ステアリング・エレメントを通過する際に最大限の屈折をするであろう。屈折度は、母材を交差する適切な電場を選択することで、これらの２つの極端なケースの間で調整可能であろう。
【０１２９】
ビーム操作は、キャビティがレンズ形状ではなくプリズム形状を有する場合に達成されるかも知れない。ビーム操作のための適切なプリズム形状は、図２１に示される。もし液晶の光軸が、適切な電場をかけることにより図２１に示すｚ方向に沿う場合、ｚ方向に沿って伝搬する平面波は、ビーム・ステアリング・エレメントを通過する際に屈折しない。これは、その偏光方向において屈折率の変動が生じないためである。しかしながら、液晶の光軸をｚ方向と直交させるために電極と交差して電場がかけられると、光軸に平行に偏光されたｚ方向に伝搬する平面波は、ビーム・ステアリング・エレメントを通過するときに最大限に屈折する。これは、システムが提供可能なPoyntingベクトルに垂直な考えられる最大の屈折率の変動を経験するためである。屈折度は、母材を交差する適切な電場を選択することで、これらの２つの極端なケースの間で調整可能であろう。
【０１３０】
８）例

ＥＡＳＬＭと十分にコヒーレントな小型光源との小型の組み合わせについて、例を説明する。当該組み合わせにより、適切な露光条件下において３次元画像を生成することが可能となり、ＰＤＡや携帯電話に搭載されてもよい。ＥＡＳＬＭの小型の組み合わせ及び十分にコヒーレントな小型光源は、図１２に示すように、光源アレイ、ＥＡＳＬＭ及びレンズ・アレイとしてＯＬＥＤディスプレイを有する。

【０１３１】

ＶＯＷ（図１２ではＯＷで示される）の要求される位置に応じて、ＯＬＥＤディスプレイの特定画素が駆動される。これらの画素は、ＥＡＳＬＭを照射し、レンズ・アレイにより観察面で映像を構成する。ＯＬＥＤディスプレイにおいて、レンズ・アレイのレンズ毎にすくなくとも一画素が駆動される。図面において与えられる寸法では、画素ピッチが２０μｍの場合、ＶＯＷは水平増分が４００μｍでトラッキングできる。このトラッキングは準連続性を有している。

【０１３２】

ＯＬＥＤ画素は、部分的にのみ空間コヒーレントな光源である。部分的にコヒーレントなため、オブジェクト点の再構成にはスミアが存在してしまう。図面において与えられる寸法では、ディスプレイから１００ｍｍの距離を有するオブジェクト点は、もし画素幅が２０μｍであれば、１００μｍの水平スミアを有して再構成される。これは、ヒューマン・ビジョン・システムの解像度としては十分である。

【０１３３】

レンズ・アレイの異なるレンズを通過する光同士には、十分な相互コヒーレンスはない。コヒーレンス要求は、レンズ・アレイの各単一レンズに限定されている。よって、再構成されたオブジェクト点の解像度は、レンズ・アレイのピッチにより決定される。典型的なレンズピッチは、ヒューマン・ビジョン・システムの解像度として十分なものを保証するために、１ｍｍのオーダとなろう。もしＯＬＥＤピッチが２０μｍであれば、このことは、レンズピッチとＯＬＥＤピッチとの比率が５０：１であることを意味する。もし、単一ＯＬＥＤのみがレンズごとに発光する場合、このことは、50^2＝２５０００ＬＥＤ毎に一つだけのＯＬＥＤが発光することを意味する。よって、ディスプレイは、低電力ディスプレイとなるであろう。ここでのホログラフィック・ディスプレイと、従来のＯＬＥＤとの相違は、前者が光を観察者の目に集中させる一方で、後者は光を２πステラジアンに放射することである。従来のＯＬＥＤディスプレイが１０００ｃｄ／m^2を達成していた一方で、発明者はこの実施形態において、照射されたＯＬＥＤは現実的なアプリケーションのために１０００ｃｄ／m^2の数倍の輝度を達成するべきと計算した。

【０１３４】

ＶＯＷは、ＳＬＭにおいてエンコードされた情報のフーリエスペクトルの一つの回折次数に限定される。もしＳＬＭの画素ピッチが１０μｍで、一つの複素数について２画素が必要となる、即ち位相変調ＥＡＳＬＭ上で２相エンコーディングを利用する場合、５００ｎｍの波長において、ＶＯＷは１０ｍｍの幅を有する。ＶＯＷは、空間多重化或いは時間多重化によりＶＯＷをタイル状に配置することで拡張されてもよい。空間多重化の場合、ビーム・スプリッタのような追加の光学エレメントが必要となる。

【０１３５】

カラー・ホログラフィック再構成を時間多重化により実現することができる。カラーＯＬＥＤディスプレイの赤、緑及び青の画素は、赤、緑、青の光波長について計算されたホログラムを有するＳＬＭの同期再エンコーディングで連続的に駆動される。

【０１３６】

ディスプレイは、観察者の目の位置を検出する目位置検出器を備えていてもよい。目位置検出器は、ＯＬＥＤディスプレイの画素の駆動を制御する制御ユニットに接続される。

【０１３７】

ＳＬＭでエンコードされるホログラムの計算は、高い計算能力を必要とするため、好ましくは外部エンコーディング・ユニットで実行される。ホログラフィ的に生成された３次元画像の表示を可能とするために、表示データがＰＤＡや携帯電話に送信される。

【０１３８】
より現実的な例として、日本の三洋（登録商標）エプソン（登録商標）イメージングデバイス株式会社製の２．６インチ画面のＸＧＡ ＬＣＤ ＥＡＳＬＭを利用してもよい。サブピクセルピッチは１７μｍである。ＥＡＳＬＭから０．４ｍの距離において、ホログラムの振幅変調エンコーディングとともに、ＲＧＢホログラフィック・ディスプレイを構築するためにこれが利用される場合、観察ウィンドウは、直径１．３ｍｍと計算される。モノクロ表示の場合、観察ウィンドウは直径４ｍｍと計算される。もし、同一構成を利用しつつも、２相エンコーディングの位相変調を利用して実装する場合、観察ウィンドウは直径６ｍｍと計算される。もし同一構成において、Kinoformエンコーディングの位相変調を利用して実装する場合、観察ウィンドウは直径１２ｍｍと計算される。

【０１３９】
他の高解像度ＥＡＳＬＭの例も存在する。日本のセイコー（登録商標）・エプソン（登録商標）株式会社は、画素ピッチが１５μｍのＤ４：Ｌ３Ｄ１３Ｕ １．３インチ画面サイズのパネルのようなモノクロＥＡＳＬＭをリリースした。同社は、０．９インチ画面サイズで、画素ピッチが１０μｍの同一パネル・ファミリにおけるＤ５：Ｌ３Ｄ０９Ｕ－６１Ｇ００パネルをリリースした。２００６年１２月１２日、同社は、０．７インチ画面サイズで画素ピッチが８．５μｍの同一ファミリにおけるＬ３Ｄ０７Ｕ－８１Ｇ００パネルのリリースを発表した。もし、モノクロ・ホログラフィック・ディスプレイを構成するために、ホログラムのBurckhardt振幅変調エンコーディングと共にＤ４：Ｌ３Ｄ１３Ｕ １．３インチパネルを利用すると、ＥＡＳＬＭから０．４ｍの距離において、ＶＯＷは直径５．６ｍｍと計算される。

【０１４０】
＜Ｄ．ＥＡＳＬＭの組の小型の組み合わせ＞
さらに他の実施形態において、２つのＥＡＳＬＭの組み合わせは、順々に、かつ、コンパクトな方法で光の振幅及び位相を変調するために使用されうる。このように、振幅及び位相からなる複素数は、画素単位ごとに透過光にエンコーディングされうる。

【０１４１】
本実施形態は、２つのＥＡＳＬＭの小型の組み合わせを備える。第１のＥＡＳＬＭは透過光の振幅を変調し、第２のＥＡＳＬＭは透過光の位相を変調する。或いは、第１のＥＡＳＬＭは透過光の位相を変調し、第２のＥＡＳＬＭは透過光の振幅を変調する。各ＥＡＳＬＭは、上述のセクションＣに記載されたものと同様であってもよい。全体的な組み立て品としては、ここで使用される２つのＥＡＳＬＭを除いてセクションＣで記載されたものと同様であってもよい。２つのＥＡＳＬＭの変調特性における他の組み合わせとしては、振幅及び位相の独立した変調を容易にする同等物でも可能である。

【０１４２】
第１のステップにおいて、第１のＥＡＳＬＭは、振幅変調用のパターンでエンコーディングされる。第２のステップにおいて、第２のＥＡＳＬＭは、位相変調用のパターンでエンコーディングされる。第２のＥＡＳＬＭによって透過光は、その振幅及びその位相で変調されており、その結果として、２つのＥＡＳＬＭが内蔵されたデバイスによって照射される光を見るときに観察者が三次元画像を観察することができる。

【０１４３】
位相及び振幅の変調が複素数の表現を容易にすることが当業者によって理解されるであろう。さらに、ＥＡＳＬＭは、高解像度を有することもできる。したがって、本実施形態は、観察者によって観察される三次元画像のようなホログラムを生成することに使用される。

【０１４４】
図１３において、実施形態の一例を示す。１３０は平面領域の照明を提供するための照明装置である。当該照明は、三次元画像の生成に繋がるように十分なコヒーレンスを有する。照明装置の一例は、広域のビデオ・ホログラムのケースについての特許文献３に開示されている。この一例は図４に示している。１３０のような装置は、レンチキュラ・アレ

イ若しくはマイクロレンズ・アレイのような小型の合焦システムでの入射である光を照射する冷陰極蛍光ランプ又は白色発光ダイオードのような、白色光源の配列の構造をとることができる。或いは、１３０における光源は、十分なコヒーレンスの光を照射する赤色、緑色、青色レーザ又は赤色、緑色、青色発光ダイオードを備えてもよい。赤色、緑色、青色発光ダイオードは、有機発光ダイオードであってもよい。しかし、十分な空間コヒーレンスを有する非レーザ光源（例えば、発光ダイオード、ＯＬＥＤ、冷陰極蛍光ランプ）はレーザ光源よりも望ましい。レーザ光源には、ホログラフィック再構成におけるレーザ・スペックルを引き起こしたり、相対的に高価であったり、ホログラフィック表示の観察者やホログラフィック・ディスプレイ装置の組立に従事している人の目に損傷を与える可能性に関する安全性の問題があったりなどの不利益がある。

【０１４５】

エレメント１３０は、表示輝度を増加させるための１つ以上のプリズム光学フィルムを含んでもよい。当該光学フィルムには、他のものも知られているが、例えば、米国特許第５０５６８９２号明細書や米国特許第５９１９５５１号明細書に開示されている。エレメント１３０は、偏光光学エレメント、又は、複数の偏光光学エレメントの組を含んでもよい。

【０１４６】

一例として、直線偏光シートがある。他の例として、他のものも知られているが、例えば、米国特許第５８２８４８８号明細書に開示されているシートのような１つの直線偏光状態で透過し、直交直線偏光状態を反射する反射偏光子がある。さらに他の例として、他のものも知られているが、例えば、米国特許第６１８１３９５号明細書に開示されているシートのような１つの円偏光状態で透過し、直交円偏光状態を反射する反射偏光子がある。エレメント１３０は、レンチキュラ・アレイ又はマイクロレンズ・アレイのような小型である合焦システムを含んでもよい。エレメント１３０は、バックライト技術の分野で知られている他の光学エレメントを含んでもよい。

【０１４７】

エレメント１３０は、厚さが約数センチメートル又はそれ以下であってもよい。好適な実施形態において、エレメント１３０～１３４は、十分なコヒーレンス光の小型の光源を提供するように、厚さがトータルで３ｃｍ未満となる。エレメント１３１は、赤色、緑色、青色光などの有色光の画素のようなカラーフィルタの配列を含んでもよい。しかしながら、光の有色光源が使用される場合には、カラーフィルタは、必要とされない。エレメント１３２はＥＡＳＬＭである。エレメント１３３はＥＡＳＬＭである。エレメント１３４は光学ビーム・スプリッタ素子である。透過光に関して、エレメント１３２は振幅を変調し、エレメント１３３は位相を変調する。ＥＡＳＬＭ１３２、１３３の近接性は、光学的損失、及び光ビーム発散から生じる画素クロストークの問題の減少を可能にする。ＥＡＳＬＭ１３２、１３３が近接する場合に、ＥＡＳＬＭを通じた有色光のビームの非重複伝搬のより良い近似が実現されうる。小型のホログラム生成装置１３６を含む装置からの多少の距離のポイント１３５に位置する観察者は、１３６の方向で見る場合に三次元画像を見ることができる。

【０１４８】

エレメント１３０、１３１、１３２、１３３、１３４は、例えば、全体が単一のユニタリーオブジェクトであるような構造レイヤをそれぞれ形成する固定機構、接点などの隣接エレメントが物理的に構成されるように配置される。物理的接触は直接的であってもよい。或いは、薄い膜、中間レイヤ、隣接レイヤ間のフィルムのコーティングがあれば間接的であってもよい。物理的接触は、相互のアライメント又はレジストレーションの補正を保証する小さい領域に制限されうるか、又は、大きな領域若しくはレイヤの全表面に拡張されうる。物理的接触は、小型のホログラム生成器１３６を形成するように発光粘着剤の使用を通じてなどの互いに接着されているレイヤによって、又は、任意の他の適切な処理（以下の製造プロセスの概要のセクションも参照）によって実現されてもよい。

【０１４９】

ＥＡＳＬＭが振幅変調を実行する場合には、通常の構成において、入射リード光ビームは、ビームが直線偏光シートを通過することによって直線的に偏光されるであろう。振幅変調は、光の偏光状態に影響を与える、加えられる電場において液晶の回転によって制御される。そのような装置において、ＥＡＳＬＭからの光が他の直線偏光シートを通過すると、強度減縮を可能にし、結果としてＥＡＳＬＭを通過するように光の偏光状態に何らかの変化をもたらす。

【０１５０】

ＥＡＳＬＭが位相変調を実行する場合には、通常の構成において、入射リード光ビームは、それらが既に定義された直線偏光状態である場合を除き、ビームが直線偏光シートを通過することによって直線的に偏光されるであろう。位相変調は、光の偏光状態に影響を与える電場を加えるによって制御される。ネマチック位相液晶を用いて実装される位相変調の一例において、光軸の方向は空間的に固定されるが、複屈折は適用される電圧の関数となる。強誘電性液晶を用いて実装される位相変調の一例において、複屈折は固定されるが、光軸の方向は適用される電圧によって制御される。何れかの方法を用いて実装される位相変調において、出力ビームは、適用される電圧の関数となる入力ビームに関して位相差分を有する。位相変調を実行する液晶セルの一例として、米国特許第５９７３８１７号明細書に記載されているように、正極誘電異方性を有するネマチック液晶の逆行性のアライン・ドメインが使用されるFreederickszセル配列がある。

【０１５１】

小型のホログラフィック・ディスプレイで使用される小型の組み立て品は、小さな分離部又は最小の分離部を用いて接続される２つのＥＡＳＬＭを備える。好適な実施形態において、両方のＳＬＭは同じ数の画素を有する。２つのＥＡＳＬＭが観察者から等距離でないため、２つのＥＡＳＬＭの画素ピッチは、観察者に対して異なる距離にある影響を相殺するために若干の違い（しかし、現状はほぼ同一である。）が必要となる。第１のＳＬＭの画素を通過した光は、第２のＳＬＭの対応する画素を通過する。したがって、光は両方のＳＬＭによって変調され、振幅及び位相の複素変調は独立して実現される。一例として、第１のＳＬＭは振幅変調であり、第２のＳＬＭは位相変調である。また、２つのＳＬＭにおける変調特性の任意の他の組み合わせは、振幅及び位相の独立した変調を互いに容易にする可能性がある。

【０１５２】

第１のＳＬＭの画素を通過した光が第２のＳＬＭの対応する画素のみを通過するように注意しなければならない。第１のＳＬＭ画素からの光が第２のＳＬＭの非対応画素、近接画素を通過すれば、クロストークが発生するであろう。当該クロストークは、画像品質の低減を招く可能性がある。ここで、画素間のクロストークを最小化する問題への４つの可能なアプローチについて説明する。これらのアプローチがセクションＢにおける実施形態に適用されてもよいことは当業者にとっては明らかであろう。

【０１５３】

（１）第１の最も単純なアプローチは、アライン画素を有する、互いに２つのＳＬＭを直接的に接続するか、又は、接着することである。光の伝搬の分岐を引き起こす第１のＳＬＭの画素で回折が存在するであろう。ＳＬＭ間の分離部は、第２のＳＬＭの近接画素間でのクロストークを許容可能なレベルに維持するのに十分に薄くなければならない。一例として、１０μｍの画素ピッチに関して、２つのＥＡＳＬＭの分離部は、１０～１００μｍのオーダ以下である必要がある。これは、カバーガラスの厚さが１ｍｍのオーダから成るような、従来の製造されたＳＬＭではほとんど実現できない。それどころか、サンドイッチ構造は、ＳＬＭ間の薄い分離レイヤのみで、１つのプロセスで製造される方がより望ましい。製造プロセスの概要のセクションで概説される製造アプローチは、短い距離又は最小距離で分離される２つのＥＡＳＬＭを含む装置を製造するために適用されることができる。

【０１５４】

図１４は、二次元モデルで、スリット１０μｍ幅からの回折、スリットからの種々の距

離における計算されたフレネル回折プロファイルを示す。ここで縦軸にスリット（ｚ）を示し、横軸にスリット（ｘ）を示す。同様の照明のスリットは、０ミクロンに等しいｚで、ｘ軸で－５μｍと＋５μｍとの間に位置付けられる。透過媒体は１．５の屈折率を有する。これは小型の装置で使用されるであろう媒体の代表でありうる。光は、６３３ｎｍの真空波長での赤色光でとられている。緑色光及び青色光の波長は、赤色光より短い波長を有し、これにより、最短回折を示す赤色光における計算は、三色のカラー、赤色、緑色及び青色に影響をもたらす。当該計算は、ＵＳＡ、マサチューセッツ州、ニーダムのParametric Technology（登録商標）Corp.によって販売されたMathcard（登録商標）ソフトウェアを用いて実行している。図１５は、スリットからの距離関数のように、スリットの中心部を中心とした１０μｍ幅内での強度の一部分を示す。スリットから２０μｍの距離で、図１５に示すように、９０％を超える大きさの強度がスリットの１０μｍ幅内にまだ存在する。したがって、画素強度の約５％未満では、この二次元モデルにおいて、各隣接画素上で入射されるであろう。この計算は画素間をゼロバウンダリ幅として制限している。画素間の実質バウンダリ幅はゼロより大きい。したがって、実システムでは、クロストーク問題がここで計算された値よりも小さいであろう。図１４において、スリットから５０μｍのようなスリットに近いフレネル回折プロファイルは、スリットでの最上位の強度関数にもやや近似する。したがって、スリットに近い広範囲の回折特性はない。広範囲の回折特性は、最上位の遠視野回折関数の特徴である。これは、当業者に知られているｓｉｎｃ二乗関数である。広範囲の回折特性は、図１４のスリットから３００μｍの距離のケースで見てとれる。これは、回折効果が十分に近接した２つのＥＡＳＬＭを配置することによって制御されることを示す。近接した２つのＥＡＳＬＭを配置することの利益は、回折プロファイルの関数形式が遠視野の特徴から、スリットに垂直の軸に近い光を含んだより効果的な関数形式に変更することである。当該利益は、光がＳＬＭの小さいアパーチャを通過するときに、当業者が強力で、有効で、かつ、不可避の回折効果を予期する傾向にあるように、ホログラフィにおける当業者の考え方に対抗する１つである。したがって、当業者が回折効果に起因して、結果として画素クロストークでの不可避のかつ深刻な問題となることを予期するように、当業者は互いに近接する２つのＳＬＭを配置する気にはならないであろう。

【０１５５】

図１６は、スリットからの距離関数として、強度分布の等高線図を示す。等高線は、対数目盛でプロットされ、均等目盛ではない。１０本の等高線が使用され、トータル１００の強度因子範囲を対象とする。スリットから約５０μｍ内の距離での１０μｍスリット幅への強度分布の大きな制限幅は明らかである。

【０１５６】

さらに他の実施形態において、第２のＥＡＳＬＭでのクロストーク問題を低減するために、第１のＥＡＳＬＭにおける画素のアパーチャ領域は低減されうる。

【０１５７】

（２）第２のアプローチは、図１７に示すように、２つのＳＬＭ間でのレンズ・アレイを使用する。より好ましくは、レンズの数は、各ＳＬＭにおいて画素の数と同様である。２つのＳＬＭの間隔と、レンズ・アレイの間隔とは、観察者からの距離の違いを相殺するために若干異なってもよい。図１７の光束１７１によって示すように、各レンズは、第２のＳＬＭのそれぞれの画素で第１のＳＬＭの画素を画像化する。また、光束１７２によって示すように、クロストークを引き起こす可能性のある隣接レンズを通過する光が存在するであろう。これは、ＶＯＷに到達しないようなその強度が十分に低いか、又は、その方向性が十分に異なるかの何れかである場合に、無視することができる。

【０１５８】

各レンズのアパーチャ数（ＮＡ：開口数）は、十分な解像度で画素を画像化するために十分に大きくなければならない。一例として、５μｍの解像度では、ＮＡ　０．２が必要となる。これは、幾可光学を仮定する場合を意味し、ＳＬＭとレンズ・アレイの間隔が１０μｍであれば、レンズ・アレイ間及び各ＳＬＭ間の最大距離は約２５μｍとなる。

【０１５９】
各ＳＬＭのいくつかの画素に対してレンズ・アレイの１つのレンズということも可能である。一例として、第１のＳＬＭの４つの画素のグループがレンズ・アレイのレンズによって第２のＳＬＭの４つの画素のグループに画像化されてもよい。そのようなレンズ・アレイのレンズの数は、各ＳＬＭにおける画素の数の４分の１になるであろう。これは、レンズのより高いＮＡを許容するため、画像化画素のより高い解像度を許容する。
【０１６０】
（３）第３のアプローチは、できるだけ多くの第１のＥＡＳＬＭの画素のアパーチャを低減するためのものである。ビューの回折点から、第１のＳＬＭの画素によって照明される第２のＳＬＭの領域は、図１８に示すように、第１のＥＡＳＬＭの画素のアパーチャ幅Ｄ、及び、回折角度によって決定される。図１８において、ｄは２つのＥＡＳＬＭ間の距離であり、ｗは、ゼロオーダ最大値の何れか一方の側を占める、２つの１次オーダ回折最小値間の距離である。これは、Fraunhofer回折、又は、Fraunhofer回折への理想的な近似を想定している。
【０１６１】
一方で、アパーチャ幅Ｄが減少することは、図１８の破線によって示されるように、照明領域の中心部において直接的な投影領域を減少させることになる。他方で、回折角度は、１／ＤのFraunhofer回折に比例するように増加する。これは、第２のＥＡＳＬＭ上の照明領域の幅ｗが増加することを示す。照明領域はトータル幅ｗを有する。Fraunhofer回折レイジームにおいて、Ｄは、Fraunhofer回折において２つの１次オーダ最小値間の距離から得られる方程式ｗ＝Ｄ＋２ｄλ／Ｄを用いて、所定の区間ｄでｗを最小化するように、決定されてもよい。
【０１６２】
例えば、λが０．５μｍで、ｄが１００μｍで、ｗが２０μｍであれば、１０μｍのＤにおけるＤの最小値が得られる。本例は、Fraunhoferレイジームが本例で有効な近似でない場合において、Fraunhofer回折レイジームにおいて回折処理を制御するために、ＥＡＳＬＭ間の距離を用いることの原理について説明する。
【０１６３】
（４）第４のアプローチは、第２のＳＬＭの画素に第１のＳＬＭの画素を画像化するために光ファイバ・フェースプレートを使用する。光ファイバ・フェースプレートは、２Ｄ配列の平行な光ファイバから成る。ファイバの長さ、つまり、フェースプレートの厚さは、通常、数ミリメータであり、プレートの面に渡るダイアログの長さは最大で数インチとなる。一例として、ファイバの間隔は、６μｍであってもよい。そのようなファイバ間隔を有する光ファイバ・フェースプレートは、ＵＳＡ、ニュージャージ州、バーリントンのEdmund Optic Incによって販売されている。各ファイバは、一方の端部から他方の端部に光りを導く。したがって、フェースプレートの一方の側上の画像は、高解像度で、かつ、合焦エレメントなしで他方の側に転送される。そのようなフェースプレートは、図１９に示すように、２つのＳＬＭ間で分離レイヤとして使用されうる。マルチモードファイバは、シングルモードファイバよりも望ましい。ファイバのコアの屈折率が液晶の屈折率に一致すると、フレネル後方反射損失を最小化するように、カップリング効率が最適になる。
【０１６４】
２つのＳＬＭ間に追加のカバーガラスは必要ない。偏光レイヤ、電極レイヤ及びアライメント・レイヤは、光ファイバ・フェースプレートに直接取り付けられる。それらの各レイヤは、非常に薄く、即ち、１～１０μｍのオーダとなる。したがって、液晶（ＬＣ）レイヤＬＣ１、ＬＣ２は、フェースプレートと接近している。第１のＳＬＭの画素を通過した光は、第２のＳＬＭのそれぞれの画素に導かれる。これは、近接画素に対するクロストークを最小化する。フェースプレートは、第１のＳＬＭの出力を第２のＳＬＭの入力に配光する。平均して、画素当たり少なくとも１つのファイバが存在するべきである。平均して画素当たり１つのファイバより少なければ、ＳＬＭの解像度が損失し、ホログラフィック・ディスプレイのアプリケーションに見せる画像の品質が低減するであろう。

【０１６５】
図１９において、第１のＳＬＭは振幅を変調し、第２のＳＬＭは位相を変調する。２つのＥＡＳＬＭの組み合わせでフル複素変調を容易にする他の変調特性の可能性がある。
【０１６６】
ホログラムにおける振幅及び位相情報をエンコーディングするための小型の配列の一例を図１０に示す。１０４は、平面領域への照明を提供するための照明装置である。当該照明は、三次元画像の生成を導くことができるように、十分なコヒーレンスを有する。特許文献３には、広域ビデオ・ホログラムの場合の照明装置の一例が開示されている。１０４のような装置は、光を照射する冷陰極蛍光ランプ、又は、白色発光ダイオードのような白色光源の配列の形式をとってもよい。これらの光の照射は、レンチキュラ・アレイ又はマイクロレンズ・アレイのような小型である合焦システムでの入射となる。或いは、１０４における光源は、十分なコヒーレンスの光を発光する、赤色、緑色及び青色レーザ、又は、赤色、緑色及び青色発光ダイオードを含んでもよい。しかしながら、十分な空間コヒーレンスを有する非レーザ光源（例えば、ＯＬＥＤ、冷陰極蛍光ランプ）はレーザ光源よりも望ましい。レーザ光源は、ホログラフィック再構成においてレーザ・スペックルを引き起こしたり、相対的に高価であったり、ホログラフィック表示の観察者やホログラフィック・ディスプレイ装置の組立に従事している人の目に損傷を与える可能性に関する安全性の問題があったりなどの不利益がある。
【０１６７】
エレメント１０４は、表示輝度を増加させるための１つ以上のプリズム光学フィルムを含んでもよい。当該光学フィルムには、他のものも知られているが、例えば、米国特許５０５６８９２号明細書や米国特許５９１９５５１号明細書に開示されている。エレメント１０４は、偏光光学エレメント、又は、複数の偏光光学エレメントの組を含んでもよい。一例として、直線偏光シートがある。他の例として、他のものも知られているが、例えば、米国特許５８２８４８８号明細書に開示されているシートのような１つの直線偏光状態で透過し、直交直線偏光状態を反射する反射偏光子がある。さらに他の例として、他のものも知られているが、例えば、米国特許６１８１３９５号明細書に開示されているシートのような１つの円偏光状態で透過し、直交円偏光状態を反射する反射偏光子がある。エレメント１０４は、バックライト技術の分野で知られている他の光学エレメントを含んでもよい。
【０１６８】
エレメント１０４、１００～１０３は、トータルで厚さが約数センチメートル又はそれ以下であってもよい。エレメント１０１は、エレメント１０２に向けて照射される赤色、緑色、青色光などの有色光の画素のようなカラーフィルタの配列を含んでもよい。しかしながら、光の有色光源が使用される場合には、カラーフィルタは、必要とされない。エレメント１０２は、Freedericksz セルなどの位相情報をエンコーディングするＥＡＳＬＭである。エレメント１０３は、従来の市販の液晶ディスプレイ装置などの振幅情報をエンコーディングするＥＡＳＬＭである。ここで１０７によって示すエレメント１０２の各セルは、ここで１０８によって示すエレメント１０３の対応するセルと一致する。しかしながら、エレメント１０２、１０３におけるセルは、同様の側部の空間又は間隔を有するが、エレメント１０２のセルは、エレメント１０３のセルのサイズより小さいか、又は、同様のサイズである。これは、発光セル１０７が、通常、エレメント１０３のセル１０８に入力する前に、いくつかの回折を受けるためである。振幅及び位相がエンコーディングされるオーダは、図１０に示すものから反転されてもよい。
【０１６９】
小型のホログラム生成器１０５を含む装置からいくらかの距離のポイント１０６に位置する観察者は、１０５の方向を見る場合に三次元画像を見ることができる。エレメント１０４、１００、１０１、１０２、１０３は、小型のホログラム生成器１０５を生成するように、上述するように物理的に接触して構成されてもよい。
【０１７０】

＜Ｅ．オブジェクトのホログラフィック再構成機能を有する、ＯＬＥＤ及びＯＡＳＬＭの組み合わせの１つ若しくは２つの組、又は、１つ若しくは２つのＥＡＳＬＭの小型の組み合わせを内蔵する高倍率三次元画像ディスプレイ装置コンポーネント＞

図２４にオブジェクトのホログラフィック再構成機能を有する、ＯＬＥＤ及びＯＡＳＬＭの組み合わせの１つ若しくは２つの組、又は、１つ若しくは２つのＥＡＳＬＭの小型の組み合わせを内蔵する高倍率三次元画像ディスプレイ装置コンポーネントを示す。装置コンポーネントは、ＳＬＭとコヒーレンスの小型の光源との小型の組み合わせ（上述したセクションＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄなど）を含む。この小型の組み合わせは、適切な照明条件の下でＶＯＷ（図２４のＯＷで示す）で見られる三次元画像を生成することができる。装置コンポーネントは、例えば、ＰＤＡ又は移動電話機に内蔵されうる。ＳＬＭとコヒーレンスの小型の光源との小型の組み合わせは、図２４に示すように、光源の配列、ＳＬＭ、及びレンズ・アレイを備える。図２４において、ＳＬＭは、ＯＬＥＤ及びＯＡＳＬＭの組み合わせの１つ若しくは２つの組又は１つ若しくは２つのＥＡＳＬＭの小型の組み合わせ、又は、ＯＬＥＤ及びＯＡＳＬＭと１つのＥＡＳＬＭとの１つの小型の組を内蔵する。

【０１７１】

単純な例によれば、光源アレイは以下のように形成されうる。単色のＬＥＤのような単一の光源は、アパーチャが照明されるようにアパーチャ・アレイに隣接して配置される。アパーチャがスリットの一次元配列であれば、スリットによって透過される光は光源の一次元配列を形成する。アパーチャがサークルの二次元配列であれば、サークルの照明セットは光源の二次元配列を形成する。通常のアパーチャ幅は約２０μｍとなる。そのような光源アレイは１つの目に対するＶＷの生成に適している。

【０１７２】

図２４において、光源アレイはレンズ・アレイから距離ｕに位置している。当該光源アレイは図１のエレメント１０の光源アレイであってもよいし、オプションとして図１のエレメント１１を内蔵してもよい。正確には、光源アレイの各光源は、レンズ・アレイの対応するレンズから距離ｕに位置付けられる。光源アレイの平面及びレンズ・アレイの平面は、好適な実施形態において、平行となる。ＳＬＭは、レンズ・アレイの何れか一方の側に配置されてもよい。ＶＯＷはレンズ・アレイから距離ｖに位置する。レンズ・アレイのレンズは、１／［１／ｕ＋１／ｖ］によって与えられる焦点距離ｆでの被覆レンズである。好適な実施形態において、vは、３００ｍｍから６００ｍｍの範囲である。特に好適な実施形態では、ｖは約４００ｍｍである。好適な実施形態において、ｕは１０ｍｍから３０ｍｍの範囲である。特定の好適な実施形態では、ｕは約２０ｍｍとなる。拡大係数Ｍはｖ／ｕによって与えられる。Ｍは、ＳＬＭによって変調される光源がＶＯＷにおいて拡大されるときの係数となる。好適な実施形態において、Ｍは１０から６０の範囲となる。特定の好適な実施形態では、Ｍは約２０となる。良いホログラフィック画像品質を有するそのような拡大係数を実現することは、光源アレイとレンズ・アレイの正確なアライメントを必要とする。コンポーネントの動作寿命の間、上記正確なアライメントを維持するとともに、光源アレイとレンズ・アレイとの間で同一の距離を維持するために装置コンポーネントの有意な機械的安定性が必要とされる。

【０１７３】

ＶＯＷはトラッキング可能であっても、トラッキング不可能であってもよい。ＶＯＷがトラッキング可能であり、ＶＯＷの要求位置に依存する場合、光源アレイの特定の光源が作動される。作動された光源は、ＳＬＭを照明し、レンズ・アレイによる観察者平面に画像化される。レンズ・アレイのレンズ当たり少なくとも１つの光源が光源アレイにおいて作動される。トラッキングは準連続である。ｕが２０ｍｍで、ｖが４００ｍｍであれば、ＶＯＷは画素ピッチが２０μｍである場合に４００μｍの側方増加でトラッキングされうる。このトラッキングは準連続となる。ｕが２０ｍｍで、ｖが４００ｍｍであれば、ｆは、約１９ｍｍとなる。

【０１７４】

光源アレイの光源は、空間コヒーレンスの一部分のみを有してもよい。一部分のコヒー

レンズはオブジェクト点の汚染された再構成に繋がる。ｕが２０ｍｍで、ｖが４００ｍｍであれば、光源幅が２０μｍである場合に、ディスプレイから１００ｍｍの距離でのオブジェクト点は１００μｍの側方汚染を有して再構成される。これは、人間の視覚システムの分解能において十分満足するものである。

【０１７５】

レンズ・アレイの異なるレンズを通過する光の間では、相互に有意なコヒーレンスである必要はない。コヒーレンス要件は、レンズ・アレイの各単一のレンズに制限される。したがって、再構成されたオブジェクト点の解像度はレンズ・アレイの間隔によって決定される。通常のレンズ間隔は、人間の視覚システムに対して十分な解像度を保証するために１ｍｍのオーダとなろう。

【０１７６】

ＶＯＷは、ＳＬＭにおいてエンコーディングされる情報のフーリエ・スペクトラムの１つの回折オーダに制限される。５００ｎｍの波長で、ＳＬＭの画素ピッチが１０μｍであって２つの画素が１つの複素数をエンコーディングすることを必要とする場合、つまり、位相変調ＥＡＳＬＭでの２位相エンコーディングが使用される場合には、ＶＯＷは１０ｍｍの幅を有する。ＶＯＷは、空間多重化又は時間多重化によるＶＯＷのタイル化によって拡大されてもよい。空間多重化の場合にはビーム・スプリッタなどの追加の光学エレメントが必要とされる。本実施形態に実装されうる多重化のいくつかのアプローチは、上記セクションＣで説明している。

【０１７７】

カラー・ホログラフィック再構成は、時間多重化によって実現されうる。カラーＯＬＥＤディスプレイの赤色、緑色、青色画素は、赤色、緑色、青色光波長に対して計算されたホログラムでＳＬＭの同期再エンコーディングを伴って、連続的に作動される。

【０１７８】

装置コンポーネントが一部を形成するディスプレイは、観察者の目の位置を検知する目位置検出器を備えてもよい。目位置検出器は、光源アレイ内で光源の作動を制御する制御部に接続される。

【０１７９】

ＳＬＭでエンコーディングされるホログラムの計算は、高い計算能力が必要であれば外部のエンコーディング部で実行されることが望ましい。表示データは、ホログラフィック的に生成された三次元画像の表示を可能とするために、その後、ＰＤＡ又は移動電話機に送信される。

【０１８０】

実際の例として、日本の画像デバイスの企業である三洋（登録商標）、エプソン（登録商標）によって製造されている２．６インチ・スクリーン・ダイアログ・ＸＧＡ・ＬＣＤ・ＥＡＳＬＭが使用されてもよい。当該サブ画素の間隔は１７μｍである。当該装置が、ホログラムの振幅変調エンコーディングを有するＲＧＢホログラフィック・ディスプレイで使用されれば、ＥＡＳＬＭから０．４ｍの距離での観察ウィンドウは、直径１．３ｍｍになるように計算される。カラーの場合、観察ウィンドウは直径４ｍｍになるように計算される。同一の構成が使用され、かつ、２位相エンコーディングでの位相変調が実装される場合、観察ウィンドウは直径６ｍｍになるように計算される。また、同一の構成が使用され、かつ、Kinoformエンコーディングでの位相変調が実装される場合、観察ウィンドウは直径１２ｍｍになるように計算される。

【０１８１】

他の例の高解像度ＥＡＳＬＭが存在する。日本の企業のセイコー（登録商標）、エプソン（登録商標）が、１５μｍの画素ピッチで、Ｄ４：Ｌ３Ｄ１３Ｕ－１．３インチ・スクリーン・ダイアログ・パネルなどのモノクロＥＡＳＬＭをリリースしている。また、１０μｍの画素ピッチで、０．７インチのスクリーン・ダイアログ長を有する同様のパネル・ファミリにおいてＤ５：Ｌ３Ｄ０９Ｕ－６１Ｇ００パネルもリリースしている。また、２００６年１２月１２日において、８．５μｍの画素ピッチで、０．７インチのスクリーン

・ダイアログ長を有する同様のパネル・ファミリにおいてＬ３Ｄ０７Ｕ－８１Ｇ００パネルのリリースも発表されている。Ｄ４：Ｌ３Ｄ１３Ｕ－１．３インチパネルが、ホログラムのBurckhardt振幅変調エンコーディングを有するモノクロホログラフィック・ディスプレイの構成に使用されれば、ＥＡＳＬＭから０．４ｍの距離で、ＶＷ（観察ウィンドウ）は直径５．６ｍｍになるように計算される。

【０１８２】

＜Ｆ．オブジェクトのホログラフィック再構成機能を有する、ＯＬＥＤ及びＯＡＳＬＭの組み合わせの１つ若しくは２つの組、又は、１つ若しくは２つのＥＡＳＬＭの小型の組み合わせを内蔵する三次元画像ディスプレイ装置＞

オブジェクトのホログラフィック再構成機能を有する、ＯＬＥＤ及びＯＡＳＬＭの組み合わせの１つ若しくは２つの組、又は、１つ若しくは２つのＥＡＳＬＭの小型の組み合わせは、ハンドヘルド三次元ディスプレイ装置、又は、組み合わせが非常に小型である場合のより大型の三次元ディスプレイ装置に使用されることが望ましい。当該組み合わせは、移動電話機、衛星ナビゲーション装置、自動車ディスプレイ、コンピュータゲーム装置、携帯情報端末（ＰＤＡ）、ラップトップ・コンピュータ・ディスプレイ、デスクトップ・コンピュータ・モニタ、又は、薄型テレビディスプレイなどに組み込まれてもよい。そのような三次元ディスプレイは、単一のユーザのみに対してであることが望ましい。当該ユーザは、装置の発光面とほぼ垂直に位置し、かつ、装置から約５００ｍｍの距離などで実現される最適表示における装置からの距離に位置する。例えば、国際公開第０１／９６９４１号パンフレットに記載されているように、最適表示条件を実現するように、ユーザが無意識に手で装置の方向を合わせる傾向にあることが知られている。したがって、そのような装置において、ユーザの視線追跡や、例えば、走査ミラーを含む複雑で大がかりな光のトラッキングを行う必要がない。しかし、機器や電力に対する追加要件が過剰な負担を強いらなければ、視線追跡がそのようなデバイスに実装されてもよい。

【０１８３】

オブジェクトのホログラフィック再構成機能を有する、ＯＬＥＤ及びＯＡＳＬＭの組み合わせの１つ若しくは２つの組、又は、１つ若しくは２つのＥＡＳＬＭの小型の組み合わせを内蔵する衛星ナビゲーション三次元画像ディスプレイ装置は、以下に記載する利点を含む。ドライバが、次の交差点で行なわれるべき操縦などの、二次元画像情報よりも好ましいルート情報の三次元画像を見いだすことができる。三次元画像はドライバがドライブ中により詳細に理解することができる。メニューアイコンなどのディスプレイ上の他の情報が三次元で表示されてもよい。ディスプレイ上のいくつかの又は全ての情報が三次元で表示されてもよい。

【０１８４】

オブジェクトのホログラフィック再構成機能を有する、ＯＬＥＤ及びＯＡＳＬＭの組み合わせの１つ若しくは２つの組、又は、１つ若しくは２つのＥＡＳＬＭの小型の組み合わせを内蔵する自動車三次元画像ディスプレイ装置は、以下に記載する利点を含む。装置は、バック操縦中又は車よりあまり広くない幅の若しくは狭い開口部を通り抜けようとする間、壁などの車に近いオブジェクトの近くで、車のバンパ（フェンダ）の三次元画像などの三次元情報を直接表示することができる。当該開口部が車の幅よりも狭い場合には、三次元画像ディスプレイ装置は、車が開口部を通れないことをドライバに認識させることを助けることができる。三次元画像は、車内又は車上に取り付けられたセンサからの情報を用いて構成されうる。速度、温度、分当たりのエンジンの回転数又は表示される既知の他の情報などの、他の車情報がディスプレイ上に三次元で表示されてもよい。衛星ナビゲーション情報がディスプレイ上に三次元で表示されてもよい。ディスプレイ上のいくつかの又は全ての情報が三次元で表示されてもよい。

【０１８５】

出力ウィンドウのサイズは、フーリエ平面における回折パターンの周期間隔によって制限される。ＯＬＥＤディスプレイ又はＥＡＳＬＭの画素ピッチが約１０μｍであれば、波長５００ｎｍの可視光において、仮想観察者ウィンドウ（ＶＯＷ）の幅は、ホログラムに

対するＳＬＭを使用したエンコーディングに依存して、５００ｍｍの距離で約１０ｍｍから２５ｍｍとなる。これは１つの目に対して十分な幅である。他の目に対する第２ＶＯＷは、空間光変調器のコンテンツの空間又は時間多重化によって作成されてもよい。トラッキングが無い場合には、最適三次元画像を見るために、観察者は、自身の目がＶＯＷにおいて装置から最適な距離に位置するように、装置及び／又は自身の方向を合わせ、かつ、移動させなければならい。

【０１８６】

ディスプレイ装置の位置及び方向性の調整処理は、いくつかのＶＯＷのタイル化によってより容易になされる。２つ又は３つのＶＯＷは、大きな領域がＶＯＷによってカバーされるようにｘ方向及びｙ方向に並列される。タイル化は、空間多重化若しくは時間多重化、又は、それらの組み合わせによって実行されうる。

【０１８７】

時間多重化において、光は、時系列にＶＯＷへ投影される。複数のＶＯＷが異なる内容であれば、空間光変調器は再エンコーディングされるべきである。空間多重化において、異なるＶＯＷに対する内容は、同時にではあるが空間光変調器の異なる領域において、空間光変調器でエンコーディングされる。ビーム・スプリッタは、空間光変調器の異なる領域から異なるＶＯＷへの光を分割することができる。空間及び時間多重化の組み合わせが使用されてもよい。

【０１８８】

移動電話機又はＰＤＡに使用されるハンドヘルド三次元画像ディスプレイの通常のスクリーン・ダイアログ・サイズは、１インチから数インチの範囲である。ホログラフィック・サブディスプレイは、１ｃｍ程の小さいスクリーン・ダイアログを有することができる。

【０１８９】

三次元画像ディスプレイ装置は、観察者の両目のそれぞれに同一の画像を表示することによって、二次元画像の表示に切り替えられてもよい。

【０１９０】

図３は、ＯＬＥＤとＯＡＳＬＭとの組み合わせの１つ若しくは２つの組、又は、１つ若しくは２つのＥＡＳＬＭ、の小型の組み合わせを内蔵する三次元画像ディスプレイ装置の実施形態を示す。図３の装置は、適当な同様の装置を有する相手方の三次元ビデオ画像がスクリーン領域３１に表示されている間に、電話呼を扱うことができる移動電話機３０を示す。移動電話機３０は、移動通信用のアンテナ３２を備える。他の実施形態において、アンテナは、移動電話機３０の本体内に実装されてもよい。移動電話機３０は、ユーザのそれぞれの右目及び左目のビューを記録する２つのカメラ３３、３４を備える。右目及び左目のビューは、立体的な画像データを含む。移動電話機３０は、数字用及び"＊"や"＃"の記号用のキー３５と、表示上のメニューにおける移動キー、バックスペースキー又は装置の電源ＯＮ／ＯＦＦキーのような他の機能用のキー３６とを備える。"ＯＮ"、"ＯＦＦ"、"２"のようなキー上に設けられるラベルは、装置が逆さまで使用されることを防止する。これは、三次元ビデオ電話呼における両側において、相手側が逆さまに写ることを防ぐ。使用する際には、２つの観察者の目と２つのカメラ３３、３４とが同一平面上に存在することが望ましく、ユーザの顔は、スクリーン領域３１に対してほぼ垂直に位置することが望ましい。これは、２つのカメラ３３、３４が観察者の目を含む平面における視差を記録することを保証する。ディスプレイに対して観察者の頭の最適な観察位置は、２つのカメラ３３、３４が観察者の頭の当該位置において最適な画像品質を得るように予め定められている。三次元ビデオ電話呼においては相手側にとっても同様であり、両方の側は、最適な画像品質を有する双方向の三次元ビデオ電話呼に携わることができる。各観察者が自身の顔を正確にカメラ３３、３４に向けるために、それぞれの目における仮想観察者ウィンドウがそれぞれの目よりもそれほど大きくないことを保証することが望ましい。これは、各カメラ方向の位置誤りや方向誤りにおける観察者の範囲を制限することになるであろう。撮像するオブジェクトに装置を向けることによって、当該装置は、オブジェクトの三

次元写真を撮ることができる。或いは、装置スクリーン上の小さなアイコンを用いて装置の最適な方向に到達するようにユーザをガイドしてもよい。装置は、また視標トラッキング部を備えてもよい。ここで説明した装置のフォーマット及び使用法は、ホログラフ的に、自動立体的に、又は、任意の他の方法によって三次元画像を生成する装置に使用されうる。

【０１９１】

双方向の三次元ビデオ電話呼の実行中において、カメラ３３、３４は、ユーザの右目及び左目のビューをそれぞれ記録する。それらのビューから得られるデータは、三次元ビデオ電話呼における相手側によって保持されている対応する装置に三次元ビデオ画像を構成するために使用される。三次元画像が自動立体的に生成される場合、カメラ３３、３４からのビューは、自動立体ディスプレイにおいて２つの目の画像を生成するために直接使用される。また、三次元画像がホログラフ的に生成される場合は、カメラ３３、３４からのビューを含むデータは、例えばコンピュータ生成ホログラムを利用することによって、１つ又は２つのＳＬＭ上でホログラフィックデータの適切なエンコーディングを許可するように処理される。三次元画像がホログラフ的に生成される場合は、三次元ディスプレイはホログラフィック・ディスプレイとなる。ホログラフィック・ディスプレイは、自動立体ディスプレイと対比して、十分な深さ情報、即ち、調整（焦点調整）と視差との情報を提供する。ホログラフィック・ディスプレイは、オブジェクトのホログラフィック再構成を与える。つまり、全てのオブジェクトのホログラフィック再構成を正確な深さに向ける。

【０１９２】

ここで説明するハンドヘルド三次元ディスプレイにおけるアプリケーションは、双方向の三次元ビデオ電話呼を扱う機能を含む。さらに他のアプリケーションは、例えば、購入に先立ってアイテムを見るために、又は、オブジェクトの損傷を調べるために、オブジェクトの三次元ビュー、又は、電話呼において相手側による映像を見せる機能を含む。さらに他のアプリケーションは、三次元ビューによって容易にされうる個体のアイデンティティを確認する機能を含む。双子や変装した人などの外見が非常に似ている個体間を区別する機能が三次元ビューによって容易に実現される。さらに他のアプリケーションは、結婚相談所内などの、三次元ビューによって決断が容易にされるように、より詳細な内容を得るためにビューで個体を見せる機能を含む。さらに他のアプリケーションは、観察者が二次元ビューより三次元ビューを好むような、三次元での大人向けのコンテンツを見せる機能を含む。

【０１９３】

異なる個体では彼らの目の間の距離も異なる。一実施形態において、オブジェクトのホログラフィック再構成を行う三次元ディスプレイ装置は、投影された左目及び右目の各仮想観察者ウィンドウ間の距離をディスプレイのユーザが変更することを可能にするメニューオプションを有する。メニューオプションの選択中に、ユーザは仮想観察者ウィンドウ間の間隔を増加させるか、又は、減少させるために装置のキーパッド上のキーを押下する。ディスプレイを見ながら、かつ、三次元画像のビューを探しながら上記動作が行われた場合、仮想観察者ウィンドウ間の間隔は、観察者が感知可能な最上の三次元画像を見るように選択されうる。その後、選択された距離は、ユーザ選択として保存されてもよい。装置が複数の人に使用される場合には、当該装置に複数のユーザ選択が保存されてもよい。たとえ装置が観察者の目の位置を独立にトラッキングする能力を有する場合であっても、ユーザが、より好ましい仮想観察者ウィンドウ間の正確な距離を選択する際にトラッキング・ソフトウェアよりも良い選択を行うことができるように、そのようなメニューオプションが実装されてもよい。それぞれの目の間の距離が固定パラメータになった後にそのような選択が行われると、精度の低い位置決定が観察者の目に対して必要とされれば、トラッキング速度が上げられてもよい。また、２つの仮想観察者ウィンドウ間のより好ましい距離を選択できることは、左目及び右目の間の距離が装置のハードウェアによって固定される傾向にある自動立体システムを上回る利益を与える。

【０１９４】

＜Ｇ．ＯＬＥＤ及びＯＡＳＬＭ組み合わせの１つ若しくは２つの組の、又は、１つ若しくは２つのＥＡＳＬＭの、小型の組み合わせを内蔵する２Ｄ－プロジェクタ＞

多数のＶＯＷに光を投影する代わりに、上述したセクションＦ．のように、装置からの光は、スクリーン、壁、又は、いくつかの他の面に投影されてもよい。このように、移動電話機、ＰＤＡ、又はいくつかの他の装置において三次元ディスプレイ装置は、ポケット・プロジェクタとしても利用されうる。

【０１９５】

ホログラフィック投影の改善された品質は、入射光の振幅及び位相を変調するＳＬＭを使用することによって得られてもよい。このように、複素値ホログラムがＳＬＭでエンコーディングされ、結果としてスクリーンや壁に再構成される画像のより良い品質を得ることができる。

【０１９６】

前のセクションで説明したＯＬＥＤ及びＯＡＳＬＭ組み合わせの１つ若しくは２つの組の、又は、１つ若しくは２つのＥＡＳＬＭの、小型の組み合わせは、プロジェクタにおいてＳＬＭとして使用されうる。上記組み合わせの小型のサイズに起因して、プロジェクタも小型になるであろう。プロジェクタは、移動電話機、ＰＤＡ、又はいくつかの他の装置と同様の装置である。したがって、"三次元表示"モードと、"プロジェクタ"モードとの間で切り替えられてもよい。

【０１９７】

従来の２Ｄプロジェクタと比較して、ホログラフィック２Ｄプロジェクタは、投影レンズを必要とせず、光学遠視野における全ての距離で投影画像の焦点が合わせられるという利益を有する。国際公開第２００５／０５９８８１号パンフレットに開示されているように、先行技術のホログラフィック２Ｄプロジェクタは、単一のＳＬＭを使用するため、複素変調の能力がない。一方、ここで説明したホログラフィック２Ｄプロジェクタは、複素変調の能力を有し、それにより優れた画像品質を得ることができる。

【０１９８】

＜Ｈ．赤外ＯＬＥＤディスプレイ及びＯＡＳＬＭの１つ若しくは２つの小型の組み合わせを使用する自動立体ディスプレイ又はホログラフィック・ディスプレイ＞

赤外ＯＬＥＤディスプレイ及びＯＡＳＬＭの小型の組み合わせ（例えば、セクションＡで説明した）自動立体ディスプレイ（ＡＳＤ）にも使用され、より好ましくは移動電話機やＰＤＡにおけるハンドヘルドＡＳＤに使用されうる。通常の観察者にとっては、ＡＳＤはホログラフィック・ディスプレイのように快適に見ることはできないが、ＡＳＤは、いくつかの状況において、ホログラフィック・ディスプレイよりも、画像データを加工したり、供給したりすることがより安価で容易に実現することができる。ＡＳＤは、いくつかの表示ゾーンを提供し、これにより、各表示ゾーンは３Ｄシーンの異なる透視ビューを見せる。自身のそれぞれの目が異なる表示ゾーンにある場合に、観察者は立体的な画像を見る。ＡＳＤとホログラフィとの差分について、ＡＳＤが２つの平面画像を提供する一方で、ホログラフィは３Ｄシーンにおいて各オブジェクト点のＺ情報も提供する。

【０１９９】

通常、ＡＳＤは、ディスプレイ上の表示ゾーンの空間多重化と、ビーム・スプリッタのエレメント、例えば、レンチキュラ、バリア・マスク又はプリズム・マスクの使用とに基づく。バリア・マスクは「視差バリア」とも称する。ＡＳＤに関する不利益な点は、各表示ゾーンにおける解像度が、通常、表示ゾーンの数に反比例して減少することである。しかし、この不利益は、上述したように、ＡＳＤが有する利益によって相殺されうる。

【０２００】

赤外ＯＬＥＤディスプレイ及び振幅変調ＯＡＳＬＭ（例えば、セクションＡで説明したような）の小型の組み合わせは、高解像度での振幅変調ディスプレイとして使用されうる。赤外ＯＬＥＤディスプレイ及び振幅変調ＯＡＳＬＭの小型の組み合わせがビーム・スプリッタ・エレメントとともに組み合わされる場合に、高解像度ＡＳＤが構成されうる。小型の組み合わせの高解像度は、空間多重化に伴って解像度の損失を相殺することができる

。

【０２０１】

１つ以上の追加のＯＬＥＤを有する、ＡＳＤ用の１つ以上のＯＬＥＤアレイ及び１つ以上のＯＡＳＬＭの小型の組み合わせ（例えば、セクションＡ及びＢで説明したような）を使用することの利益は、非パターン化ＯＡＳＬＭである。ビーム・スプリッタ及びＯＬＥＤアレイを備えるＡＳＤは、例えばビーム・スプリッタの周期とＯＬＥＤの周期との間のモアレ効果のようなパターン化ＯＬＥＤに起因した副作用を有する。これに対して、小型の組み合わせのＯＡＳＬＭにおける情報は、連続的であり、ビーム・スプリッタの周期のみであり、周期ベースの副作用は発生しない。

【０２０２】

ＡＳＤの光源は、ＬＥＤ、レーザ、ＯＬＥＤ又はＣＣＦＬなどの１つ以上の光源であってもよい。当該光源はコヒーレントである必要はない。白色光源を使用する場合は、赤色フィルタ、緑色フィルタ、及び青色フィルタのようなカラーフィルタのレイヤは、光源と、発光ディスプレイ及び振幅変調ＯＡＳＬの小型の組み合わせと、の間でＡＳＤがカラー画像を表示する場合に必要とされるであろう。

【０２０３】

赤外ＯＬＥＤディスプレイ及び振幅変調ＯＡＳＬＭ（例えば、セクションＡで説明したような）の小型の組み合わせは、ホログラフィック・ディスプレイにも使用され、より好ましくは移動電話機やＰＤＡにおいてハンドヘルド・ディスプレイとして使用されうる。ここで、ホログラフィック・ディスプレイは、ディスプレイ上の表示ゾーンの空間多重化と、ビーム・スプリッタのエレメント、例えば、レンチキュラ、バリア・マスク又はプリズム・マスクの使用とに基づく。バリア・マスクは「視差バリア」とも称する。赤外ＯＬＥＤディスプレイ及びＯＡＳＬＭ（例えば、セクションＡで説明したような）の小型の組み合わせは、高解像度でのホログラフィック・ディスプレイとして使用されうる。赤外ＯＬＥＤディスプレイ及び振幅変調ＯＡＳＬＭの小型の組み合わせがビーム・スプリッタ・エレメントとともに組み合わされる場合に、高解像度ホログラフィック・ディスプレイが構成されうる。この小型の組み合わせの高解像度は、空間多重化に伴って解像度の損失を相殺することができる。他の実施形態において、ＯＬＥＤアレイ及びＯＡＳＬＭの小型の組み合わせの２つの組における組み合わせは、セクションＢに示したように、順々にコンパクトな方法で光の振幅及び位相を変調することに使用されうる。このように、振幅及び位相から成る複素数は、画素単位ごとに照射された光にエンコーディングされうる。ＯＬＥＤアレイ及び振幅変調ＯＡＳＬＭの小型の２つの組における組み合わせがビーム・スプリッタ・エレメントとともに組み合わされる場合に、高解像度ホログラフィック・ディスプレイが構成されうる。この小型の組み合わせの高解像度は、空間多重化に伴って解像度の損失を相殺することができる。ビーム・スプリッタ・エレメントを有するホログラフィック・ディスプレイは、いくつかの表示ゾーンを提供してもよく、これにより、各表示ゾーンは３Ｄシーンの異なる透視ビューを見せる。自身のそれぞれの目が異なる表示ゾーンにある場合に、観察者は立体的な画像を見る。

【０２０４】

＜Ｉ．三次元通信に必要とされるデータ処理システム＞

図２２は、三次元通信に必要とされるデータ処理システムの概略図を示す。図２２において、パーティ２２０は、他のパーティ２２１と三次元通信を行っている。画像の構成に使用されるカメラデータは、図３に示す移動電話機３０を用いて、又は、同様の機能を有するいくつかの装置によって収集される。三次元画像ディスプレイにおけるデータ処理は、移動電話機３０若しくは同等の装置であるパーティ２２０の装置によって、又は、他のパーティ２２１の装置によって実行されてもよいが、２つの移動電話機の間の送信ネットワークに配置される中間システム２２４によって実行されることが望ましい。送信ネットワークは、第１リンク２２２、中間システム２２４、及び第２リンク２２３を備える。２つのリンク２２２、２２３は、無線リンクでも有線リンクでもよい。中間システム２２４は、コンピュータ生成ホログラムや自動立体画像のような三次元画像の表示を可能とする

演算を実行するコンピュータを備える。演算を実行するために、２つの移動電話機の間の送信ネットワークにおいてコンピュータを使用することが望ましい。このように演算することにより、移動電話機のバッテリ電源を使用することなく、むしろ電力を維持することができる。送信ネットワークに配置されるコンピュータは、同時に多数の三次元ビデオ電話呼に関する画像処理を実行するために使用されてもよい。これは、未使用の計算処理電力量を低減することなどのように、より効率的にコンピュータ資源の利用を可能にする。計算処理電力に関する要件が低減する場合には、移動電話機又は同等の装置の重量も低減されるであろう。これは、より少ないコンピュータ回路及びメモリのみを必要とするからであり、コンピュータ的に処理負荷の高い演算が送信ネットワークに配置されるコンピュータによって実行されるためである。最後に、演算を実行するソフトウェアは、送信ネットワークに配置されるコンピュータにインストールされることのみが必要とされ、移動電話機や同等の装置にインストールされる必要はない。これは、移動電話機におけるメモリ要件やソフトウェアの著作権侵害を低減するとともに、ソフトウェアコードにおける任意の産業機密の保護を改善するであろう。三次元画像ディスプレイに必要とされる演算の大部分が中間システム２２４によって実行される一方で、いくつかの画像演算はデータ送信の前にユーザ装置によって実行される可能性がある。２つのカメラが完全に類似しているならば、２つの画像が第１画像と差分画像として送信される場合にデータ送信は容易に行われる。ここで、差分画像とは、例えばデータ送信を容易にするデータ圧縮技術により簡単に役立つような、２つの画像の差分を示す。同様に、三次元画像ディスプレイ装置は、圧縮画像データの解凍のようないくつかの画像演算を実行してもよい。

【０２０５】

図２２のシステムの一実施形態によれば、立体画像の組を形成する第１画像及び第２画像は、ユーザ２２０の装置によって、リンク２２２を介して中間装置２２４に送信される。送信される第２画像は、２つの立体画像の差分画像となる。この差分画像は、通常、完全な画像のデータよりも少ないデータを必要とするであろう。三次元電話による通話が進行中である場合に、第１画像は、現在の画像と、１ステップ前の画像との差分としてそれ自身で表されてもよい。同様に、第２画像は、現在の画像と、１ステップ前の画像との差分として表されてもよい。続いて、中間装置２２４は、既知の技術で二次元（２Ｄ）と三次元（３Ｄ）との画像の変換に関する演算手順を用いて、対応する深さマップとともに２Ｄ画像を受信したデータから演算する。カラー画像の場合には、三原色における３つのコンポーネントの２Ｄ画像が、それらに対応する深さマップとともに必要とされる。その後、２Ｄ画像に対応するデータ及び深さマップは、ユーザ２２１の装置にリンク２２３を介して送信される。ユーザ２２１の装置は、受信した２Ｄ画像及び深さマップに基づいて、小型の三次元ディスプレイ装置においてホログラムをエンコーディングする。伝送帯域幅の使用を効率的にするために、本システム内で送信されるデータは、受信装置によって実行される対応する解凍処理とともに、既知の圧縮手順に従ってもよい。より効果的な使用されるべきデータ圧縮量は、データ圧縮又は解凍を実行するために移動電話機のバッテリから必要となる電力と、データ圧縮の使用が少ない場合に必要とされる帯域幅の使用量とのバランスをとる。

【０２０６】

中間装置２２４は、自身で計算した３Ｄデータに適合するか試すために既知の３Ｄ形状のセットを含むライブラリにアクセスしてもよいし、入力２Ｄ画像データに適合するか試すために既知の２Ｄプロファイルのセットを含むライブラリにアクセスしてもよい。既知の形状に対してよい適合が見つかれば、その後２Ｄ又は３Ｄ画像が既知の形状に関連して表現されるように、演算処理の処理速度を上げてもよい。３Ｄ形状のライブラリには、一流のテニスプレーヤやサッカープレーヤなどのスポーツ界のスターのセットの顔やボディの形状や、有名なテニスコートやサッカーグラウンドなどの一流のスポーツビーナスの全ての若しくは一部の形状のようなものが提供されてもよい。例えば、人の顔の３Ｄ画像は、中間装置２２４がアクセスする３Ｄ画像として表現され、例えば笑顔やしかめ面のように表情に変化を加えたり、例えば保存データを得てから髪が伸びたり、髪を切ったりする

ように、髪の長さに変化を加えてもよい。中間装置２２４がアクセスするデータは、中間装置２２４がアクセスするデータが古くさくなったことが明らかとなるような、存在し続ける差分のセットが現れた場合に、中間装置２２４によって更新されてもよい。このような場合には、例えば、人の髪の長さが大幅に変化した場合や長期間にわたってそのままである場合がある。中間装置２２４がアクセスするレコードによい適合が見つからない２Ｄ画像や３Ｄ画像が入力された場合には、中間装置２２４は、新たな形状をレコードのセットに追加してもよい。

【０２０７】

＜Ｊ．２Ｄ画像コンテンツを３Ｄ画像コンテンツに引き上げるためのシステム＞

三次元表示技術が広く採用されることを確保することの困難性は、歴史的に非常に少ないコンテンツが三次元フォーマットで生成され、現在のほとんどのコンテンツが二次元フォーマットで生成し続けられているという事実にある。この理由の１つは、現在使用されているほとんどの画像記憶機器が二次元画像であって、三次元画像に使用できないデータを記憶し続けているためである。さらに、観察者にとっては、現在、３Ｄコンテンツを要求したり、２Ｄコンテンツから生成された３Ｄコンテンツを得たりする機会が制限されている。

【０２０８】

二次元コンテンツからの三次元コンテンツの生成をサポートするシステムは明らかに必要である。図２３に１つのシステムを示すが、当業者にとっては他のシステムも明らかとなるであろう。図２３において、観察者２３０２の家に三次元表示機器が存在したとしても、テレビ放送会社２３００は二次元ＴＶ画像２３０４の放送を継続する。本システムにおいて、中間システム２３０１は、２Ｄコンテンツを３Ｄコンテンツ２３０５に変換する能力を有する。この変換処理は、観察者によって料金が支払われることによりサポートされてもよいし、スポンサー２３０３のような他のパーティによる支払いによってサポートされてもよい。図２３において、スポンサー２３０３の広告がＴＶ会社２３００によって放送されると、スポンサー２３０３は、２Ｄコンテンツを３Ｄコンテンツへ変換するための既知の処理を用いて２Ｄコンテンツを３Ｄコンテンツへ変換するために、中間システム２３０１に料金２３０６を支払う。スポンサーは、観察者２３０２に対して、２ＤＴＶ広告よりもより人目を引く３ＤＴＶ広告を見せることを通じて利益を得る。或いは、観察者２３０２は、自身が受信しているＴＶ放送の一部又は全てを３Ｄフォーマットに変換するために中間システム２３０１に領域を支払ってもよい。中間システム２３０１は、３Ｄコンテンツが適切な同期化フォーマットで提供されることを保証する。例えば、２Ｄ画像が対応する深さマップとともに供給される場合には、２つのデータセットが同期化方法、つまり、３Ｄディスプレイ装置が対応する２Ｄ画像のための深さマップを使用し、非対応２Ｄ画像では使用しない方法で提供されることを保証する。３Ｄディスプレイ装置は、ホログラフィック・ディスプレイ装置、自動立体画像ディスプレイ装置、又は、任意の既知の３Ｄディスプレイ装置であってもよい。３Ｄディスプレイ装置に提供されるデータは、３Ｄディスプレイ装置の当該タイプに対して適切であるべきである。また、上述と同様のシステムは、フィルム（映画）や、ビデオなどを供給するようなＴＶ放送会社以外のプロバイダによって提供されるコンテンツに提供されてもよい。

【０２０９】

代替のシステムにおいて、観察者は、２Ｄコンテンツを中間システムに供給し、料金を支払って、供給した２Ｄコンテンツの３Ｄバージョンを応答として受信してもよい。供給される２Ｄコンテンツは、ホームムービのＭＰ３ファイルや、例えば、写真や絵などの他のビデオコンテンツ又は画像コンテンツであってもよい。

【０２１０】

中間システムは、コンピュータ生成ホログラムのような三次元画像、又は、自動立体画像の表示を可能とする演算を実行するためのコンピュータを備えてもよい。上記演算を実行するために、２Ｄコンテンツの供給側と３Ｄコンテンツを見ることを望む観察者との間の送信ネットワークにおけるコンピュータの使用が望ましい。これは、観察者側でそのよ

うな処理を実行するよりも、より効率的である。送信ネットワークに配置されたコンピュータは、多数の２Ｄコンテンツを３Ｄコンテンツへ同時変換するための画像処理を実行するために使用されてもよい。これは、未使用の計算処理電力量を低減することなどのように、より効率的にコンピュータ資源の利用を可能にする。このように計算処理電力の要件が低減されれば、観察者の３Ｄディスプレイ装置におけるコストも低減される。これは、より少ないコンピュータ回路及びメモリのみを必要とするからであり、コンピュータ的に処理負荷の高い演算が送信ネットワークに配置されるコンピュータによって実行されるためである。最後に、演算を実行するソフトウェアは、送信ネットワークに配置されるコンピュータにインストールされることのみが必要とされ、観察者の３Ｄディスプレイ装置にインストールされる必要はない。これは、観察者の３Ｄディスプレイ装置におけるメモリ要件やソフトウェアの著作権侵害を低減するとともに、ソフトウェアコードにおける任意の産業機密の保護を改善するであろう。三次元画像ディスプレイに必要とされる演算の大部分が中間システムによって実行される一方で、いくつかの画像演算は観察者の３Ｄディスプレイ装置によって実行される可能性がある。三次元画像ディスプレイ装置は、圧縮画像データの解凍や、２Ｄ画像及びそれに対応する深さマップから空間光変調器のホログラフィック・エンコーディングの生成などのいくつかの画像演算を実行してもよい。

【０２１１】

一実施形態において、中間システムは、既知の技術で２Ｄ画像及び３Ｄ画像との変換に関する演算手順を用いて、受信した２Ｄ画像から所定の２Ｄ画像に対応する深さマップを演算してもよい。カラー画像の場合には、三原色における３つのコンポーネントの２Ｄ画像が、それらに対応する深さマップとともに必要とされる。その後、２Ｄ画像に対応するデータ及び深さマップは、観察者の３Ｄディスプレイ装置に送信される。観察者の３Ｄディスプレイ装置は、受信した２Ｄ画像及び深さマップに基づいて、その空間光変調器において、ホログラムをエンコーディングする。伝送帯域幅の使用を効率的にするために、本システム内で送信されるデータは、受信装置によって実行される対応する解凍処理とともに、既知の圧縮手順に従ってもよい。より効果的に使用されるデータ圧縮量は、機能的に３Ｄディスプレイ装置にデータ解凍処理を提供するコストと、データ圧縮の使用が少ない場合に必要とされる帯域幅の使用量とのバランスをとる。

【０２１２】

中間システムは、自身で計算した３Ｄデータに適合するか試すために既知の３Ｄ形状のセットについてのデータにアクセスしてもよいし、入力２Ｄ画像データに適合するか試すために既知の２Ｄプロファイルのセットにアクセスしてもよい。既知の形状に対してよい適合が見つかれば、その後２Ｄ又は３Ｄ画像が既知の形状に関連して表現されるように、演算処理の処理速度を上げてもよい。３Ｄ形状のライブラリには、一流のテニスプレーヤやサッカープレーヤなどのスポーツ界のスターのセットの顔やボディの形状や、有名なテニスコートやサッカーグラウンドなどの一流のスポーツビーナスの全ての若しくは一部の形状のようなものが提供されてもよい。例えば、人の顔の３Ｄ画像は、中間システムがアクセスする３Ｄ画像として表現され、例えば笑顔やしかめ面のように表情に変化を加えたり、例えば保存データを得てから髪が伸びたり、髪を切ったりするように、髪の長さに変化を加えてもよい。中間システムがアクセスするデータは、中間システムがアクセスするデータが古くさくなったことが明らかとなるような、存在し続ける差分のセットが現れた場合に、中間システムによって更新されてもよい。このような場合には、例えば、人の髪の長さが大幅に変化した場合や長期間にわたってそのままである場合がある。中間システムがアクセスするレコードによい適合が見つからない２Ｄ画像が入力された場合には、中間システムは、新たに演算した３Ｄ形状をレコードのセットに追加してもよい。

【０２１３】

＜Ｋ．オブザーバ・ウィンドウ及び２Ｄエンコーディングの空間多重化＞

本実施形態は、２Ｄエンコーディングを用いて組み合わされたホログラフィック・ディスプレイの仮想観察者ウィンドウ（ＶＯＷ）の空間多重化に関する。或いは、ホログラフィック・ディスプレイは、セクションＡ、Ｂ、Ｃ、Ｄで説明したようなものか、又は、任

意の既知のホログラフィック・ディスプレイであってもよい。

【０２１４】

いくつかのＶＯＷ、例えば、左目用の１つのＶＯＷ及び右目用の１つのＶＯＷが空間的な又は時間的な多重化よって生成されることが知られている。空間多重化において、両方のＶＯＷは、国際公開第２００６／０２７２２８号パンフレットに記載されているように、同時に生成され、ビーム・スプリッタによって分割される。時間多重化において、複数のＶＯＷは時系列的に生成される。

【０２１５】

しかしながら、既知のホログラフィック・ディスプレイシステムには、いくつかの不利益がある。空間多重化において、使用される照明システムは、国際公開第２００６／０２７２２８号パンフレットから取り上げた例えば従来技術の図４に示すように、水平方向に空間的なインコヒーレントであり、水平ラインの光源及びレンチキュラ・アレイに基づく。これは、自動立体ディスプレイから既知の技術が使用されうるという利益がある。しかしながら、水平方向のホログラフィック再構成が不可能であるという不利益がある。その代わりに、使用される、いわゆる１Ｄエンコーディングは、結果として垂直方向のみのホログラフィック再構成と運動視差となる。したがって、垂直焦点は再構成されたオブジェクトの平面にあるが、水平焦点はＳＬＭの平面にある。この非点収差は、空間視覚の品質を低減する。つまり、観察者によって感知されるホログラフィック再構成の品質を低減する。同様に、時間多重化システムは、全てのディスプレイ・サイズで今のところ利用可能でない高速ＳＬＭを必要とするという不利益があり、たとえ利用可能になったとしても非常に高価であるという不利益がある。

【０２１６】

一方で、２Ｄエンコーディングは水平方向及び垂直方向において同時に行なわれるホログラフィック再構成を提供する。したがって、２Ｄエンコーディングは、非点収差なしで形成する。非点収差は、結果として空間視覚の品質を低減する。つまり、観察者によって感知されるホログラフィック再構成の品質を低減する。よって、本実施形態の目的は、２Ｄエンコーディングと組み合わせてＶＯＷの空間多重化を実現することにある。

【０２１７】

本実施形態において、水平及び垂直の局所空間コヒーレントを有する照明システムは、光を左目ＶＯＷ用と右目ＶＯＷ用との光線束に分割するビーム・スプリッタと組み合わされる。これにより、ビーム・スプリッタでの回折が考慮される。ビーム・スプリッタは、プリズム・アレイ、第２レンズ・アレイ（例えば、図２０に示すような静的アレイ又は可変アレイ）又はバリア・マスクであってもよい。

【０２１８】

図２５に一実施形態を示す。図２５は、２Ｄ光源アレイによる光源、２Ｄレンズ・アレイによるレンズ、ＳＬＭ及びビーム・スプリッタを備えるホログラフィック・ディスプレイの概略図である。ビーム・スプリッタは、ＳＬＭから発する光線を、左目用の仮想観察者ウィンドウ（ＶＯＷＬ）と右目用の仮想観察者ウィンドウ（ＶＯＷＲ）とをそれぞれ照明する２つの光線束に分割する。本実施形態では、光源の数が１つ以上であり、レンズの数は光源の数と同じである。

【０２１９】

本実施形態において、ビーム・スプリッタはＳＬＭの後段となる。しかし、ビーム・スプリッタ及びＳＬＭの位置は交換されてもよい。

【０２２０】

図２６は、プリズム・アレイがビーム・スプリッタとして使用される場合の一実施形態を示す平面図である。照明システムは、ｎエレメントの２Ｄ光源アレイ（$ＬＳ_1$、$ＬＳ_2$、・・・、$ＬＳ_n$）と、ｎエレメントの２Ｄレンズ・アレイ（Ｌ１、Ｌ２、・・・、Ｌｎ）とを備え、それらのうち、２つの光源及び２つのレンズが図２６に示される。各光源は、それらの関連付けられたレンズによって観察者平面に画像化される。光源アレイの間隔と、レンズ・アレイの間隔とは、全ての光源画像が観察者平面、即ち、２つのＶＯＷを含

む平面で一致するように設けられる。図２６において、左目ＶＯＷ（ＶＯＷＬ）及び右目ＶＯＷ（ＶＯＷＲ）は、図の右側の外部に位置するため図示していない。追加の視野レンズが追加されてもよい。このレンズ・アレイの間隔は、十分な空間コヒーレントを提供するために、サブホログラムの典型的なサイズと同様である。つまり、１乃至数ミリメートルの計算となる。照射は、光源が小さいか又は点光源であるか、２Ｄレンズ・アレイが使用されるように、各レンズ内で水平及び垂直の空間コヒーレントとなる。レンズ・アレイは、屈折、回折、又はホログラフィックでもよい。

【０２２１】

本実施形態において、ビーム・スプリッタは、垂直プリズムの１Ｄアレイである。プリズムのある傾きでの入射光は、左目ＶＯＷ（ＶＯＷＬ）に屈折され、プリズムの他の傾きでの入射光は、右目ＶＯＷ（ＶＯＷＲ）に屈折される。また、同一のＬＳ及び同一のレンズから発せられる光線は、ビーム・スプリッタを通り過ぎた後に、相互にコヒーレントとなる。したがって、垂直及水平焦点と、垂直及び水平運動視差とを有する２Ｄエンコーディングが可能となる。

【０２２２】

ホログラムは２Ｄエンコーディングを有するＳＬＭでエンコーディングされる。左目及び右目ホログラムは、列ごとに組み合わされる。つまり、左目及び右目ホログラムの情報でエンコーディングされた列が交互にされる。より好ましくは、各プリズムのもとで、左目ホログラムの情報を有する列と、右目ホログラムの情報を有する列とが存在することである。代替案として、プリズムの各傾きのもとで、２つ以上のホログラムの列が存在してもよい。例えば、連続して、ＶＯＷＬの３つの列に続いて、ＶＯＷＲの３つの列が存在する。ビーム・スプリッタの間隔は、遠近短縮（perspective shortening）に対応するために、ＳＬＭの間隔の整数（２、３などの）の倍数と同様であってもよく、ＳＬＭの間隔の整数（２、３などの）の倍数より若干小さくてもよい。

【０２２３】

左目ホログラムを有する列からの光は、左目に対するオブジェクトを再構成し、左目ＶＯＷ（ＶＯＷＬ）を照明する。右目ホログラムを有する列からの光は、右目に対するオブジェクトを再構成し、右目ＶＯＷ（ＶＯＷＲ）を照射する。このように、それぞれの目は、適切な再構成を感知する。プリズム・アレイの間隔が十分に小さければ、目はプリズム構造を解決することができず、プリズム構造は再構成画像を阻害することになる。それぞれの目はフルフォーカス及びフル運動視差で再構成を見て、非点収差は存在しない。

【０２２４】

ビーム・スプリッタがコヒーレント光で照明される場合には、ビーム・スプリッタで回折が存在するであろう。ビーム・スプリッタは、複数の回折次数を生成する回折格子として見なされる。傾いたプリズム傾斜は、ブレーズド回折格子の影響を受ける。ブリーズド回折格子において、最大強度は特定の回折次数に向けられる。プリズム・アレイにおいて、ある最大強度は１つのプリズムの傾きからＶＯＷＬの位置での回折次数に向けられ、別の最大強度はプリズムの他の傾きからＶＯＷＲの位置での他の回折次数に向けられる。具体的には、包絡ｓｉｎｃ二乗関数の強度における最大がそれらの位置にシフトされ、これにより、回折次数が定位置となる。プリズム・アレイは、ＶＯＷＬの位置での包絡ｓｉｎｃ二乗関数のある最大強度と、ＶＯＷＲの位置での包絡ｓｉｎｃ二乗関数の他の最大強度とを生成する。他の回折次数の強度は、小さく（つまり、ｓｉｎｃ二乗強度関数の最大が狭い。）、プリズム・アレイの充填率が大きい、例えば、１００％に近い値である場合には阻害クロストークにはならない。

【０２２５】

当業者には明らかであるように、２人以上の観察者に対してＶＯＷを提供するために、より多くのプリズムの複素アレイ（例えば、互いに隣接して連続的に配置され、同じ頂角であるが非対称の角度を有する２種類のプリズム）を用いることによって、より多くのＶＯＷを生成することができる。しかしながら、観察者はプリズムの静的アレイで個別にはトラッキングされない。

【０２２６】
他の実施形態において、レンズ当たり１つの光源よりも多い光源が使用されてもよい。レンズ当たりの追加の光源は、追加の観察者に対する追加のＶＯＷを生成するために使用されうる。これは、特許文献２に記載されており、ｍ人の観察者に対して１つのレンズとｍ個の光源を有するケースが記載されている。上記他の実施形態においては、ｍ人の観察者に対してｍ個の左ＶＯＷ及びｍ個の右ＶＯＷを生成するために、レンズ当たりｍ個の光源と２倍の空間多重化が使用されている。レンズ当たりｍ個の光源は、各レンズに対して、ｍ対１であり、ここでｍは自然数である。
【０２２７】
ここで一実施形態について説明する。パラメータとして、観察者距離：２ｍ、画素ピッチ：垂直方向に６９μｍで水平方向に２０７μｍ、Burckhardtエンコーディングを使用、及び可視光：６３３ｎｍで、スクリーンの対角線が２０インチのものを使用する。Burckhardtエンコーディングは、６９μｍのサブ画素で垂直方向であり、ＶＯＷの高さ６ｍｍ（垂直間隔）である。遠近短縮を無視すると、垂直プリズム・アレイの間隔は４１４μｍとなる。つまり、それぞれのフルプリズムのもとで、ＳＬＭの２つの列が存在する。したがって、観察者平面における水平間隔は３ｍｍとなる。これはＶＯＷの幅についても同じである。この幅は、最適な直径約４ｍｍの目の瞳孔よりも小さい。さらに似たような他の実施形態において、ＳＬＭが５０μｍの間隔よりも小さければ、ＶＯＷは２５ｍｍの幅を有する。
【０２２８】
大人の人間が６５ｍｍ（通常通り）の目の間隔を有する場合には、プリズムは、±３２．５ｍｍで光を屈折させなければならない。これにより、光がＶＯＷを含む平面に交差する。具体的には、複数の強度包絡ｓｉｎｃ二乗関数の最大値が±３２．５ｍｍで屈折されなければならない。これは、２ｍの観察者距離で、±０．９３度の角度に対応する。プリズム屈折率ｎ＝１．５に対して、適切なプリズム角度は±１．８６度である。プリズム角度は、プリズムの基板側と傾斜側との間の角度として定義される。
【０２２９】
３ｍｍの観察者平面における水平間隔に関して、他の目は約２１回折次数（即ち、３ｍｍで６５ｍｍを除算した値）の距離となる。ＶＯＷＬとＶＯＷＲとのクロストークは、他のＶＯＷに関連して高い回折次数によって引き起こされるため、無視してよい。
【０２３０】
トラッキングを実装するために、トラッキングの単純な方法は、光源トラッキング、即ち、光源位置を適合させる機能である。ＳＬＭ及びプリズム・アレイが同じ平面になければ、視差によって引き起こされる、ＳＬＭ画素とプリズムとの間の関連する水平オフセットを阻害するであろう。これは、結果として阻害クロストークになる。上述した例のスクリーンの対角線が２０インチの画素は、それぞれのプリズムのピークで表される軸に対して、垂直方向に７０％の充填率を有する。つまり、画素サイズは、１４５μｍのアクティブ領域と各サイドの３１μｍのインアクティブマージンとになる。プリズム・アレイの構成された領域がＳＬＭに向けられれば、プリズム・アレイとＳＬＭとの間の距離間隔は、約１ｍｍとなる。クロストークなしでの水平トラッキング範囲は、±３１μｍ／１ｍｍ＊２ｍ＝±６２ｍｍとなる。トラッキング範囲は、小さいクロストークが許容できれば、より大きくなる。当該トラッキング範囲は、大きくないが、行なわれるいくつかのトラッキングを許容するのに十分であれば、観察者は、自身の目の位置に関してあまり不自然さを感じないであろう。
【０２３１】
ＳＬＭとプリズム・アレイとの視差は、なるべくプリズム・アレイ内への一体化又はＳＬＭへの直接的な一体化（屈折、回折、又はホログラフィック・プリズム・アレイのように）によって避けることができる。これは、製品において専用部品となる。可動機構部が装置を複雑にしてしまうが、代替案としてプリズム・アレイの側方機械的動作がある。
【０２３２】

もう１つの重要な問題は、プリズム角度によって与えられる、固定されたＶＯＷの間隔である。これによって、標準的ではない目の間隔を有する観察者にとって、又はｚトラッキングにとって、厄介な問題となる。解決手法として、図２１に示すような、カプセル化された液晶領域を備える組立部品が使用され得る。この解決手法は、可変の偏光及び固定の偏光をそれぞれ連続して与えるために、プリズム・アレイとともに利用される。代替的な解決手法では、プリズム・アレイの構造化された側面は、液晶レイヤで覆われてもよい。従って、電場は、屈折率及びそれにより偏角を制御し得る。ＶＯＷが大きな幅を有するために、異なる目の間隔を有する観察者又はｚトラッキングにとって、十分な耐性が存在する場合には、可変の偏光の組立部品は必要ない。

【０２３３】

より複雑な解決手法は、（図２７に示す）エレクトロウェッティング（e-wetting）・プリズム・アレイ又は（図２１に示す）液晶で満たされたプリズム等の、制御可能なプリズム・アレイを使用することであろう。図２７では、プリズム・エレメント１５９を有するレイヤは、電極１５１７、１５１８と、２つの分離した液体で満たされたキャビティ１５１９、１５２０とを含む。各液体は、プリズムの形をしたキャビティ部分を満たしている。一例として、液体は油や水でもよい。液体１５１９、１５２０の間の接触面の傾斜は、電極１５１７、１５１８に加えられる電圧によって定まる。液体が異なる屈折率を有する場合、光ビームは電極１５１７、１５１８に加えられる電圧によって偏光される。従って、プリズム・エレメント１５９は、制御可能なビーム・ステアリング・エレメントとして機能する。これは、観察者の目に対するＶＯＷのトラッキングを必要とする実施のための、電気ホログラフィへの出願人のアプローチにおいて重要な特徴である。本明細書において参考として組み込まれている、本出願人が出願した独国特許出願公開１０２００７０２４２３７．０号明細書、独国特許出願公開１０２００７０２４２３６．２号明細書では、プリズム・エレメントを用いた観察者の目に対するＶＯＷのトラッキングについて説明している。

【０２３４】

以下に、小型ハンドヘルド・ディスプレイ用の実施の一例を示す。日本のセイコー（登録商標）エプソン（登録商標）株式会社は、Ｄ４：Ｌ３Ｄ１３Ｕ １．３インチ画面対角パネル等の、白黒のＥＡＳＬＭを発売している。ＳＬＭとして、Ｄ４：Ｌ３Ｄ１３Ｕ ＬＣＤパネルの使用について、一例として説明する。当該パネルは、ＨＤＴＶ解像度（１９２０×１０８０画素）、１５μｍ画素ピッチ、及び２８．８ｍｍ×１６．２ｍｍのパネル領域を有する。当該パネルは、通常、２Ｄ（二次元）画像投影ディスプレイに用いられる。

【０２３５】

本例では、波長６３３ｎｍ及び観察者距離５０ｃｍとして計算している。Detour位相エンコーディング（Burckhardtエンコーディング）が、この振幅変調ＳＬＭに用いられ、１つの複素数をエンコーディングするために３画素が必要とされる。これらの３つの関連する画素は、垂直に配置される。プリズム・アレイのビーム・スプリッタがＳＬＭに組み入れられる場合、プリズム・アレイのピッチは３０μｍである。ＳＬＭとプリズム・アレイとの間に距離がある場合、遠近感の短縮のため、プリズム・アレイのピッチはわずかに異なる。

【０２３６】

ＶＯＷの高さは、１つの複素数をエンコーディングするために３＊１５μｍ＝４５μｍのピッチで規定され、７．０ｍｍである。ＶＯＷの幅は、プリズム・アレイの３０μｍのピッチで規定され、１０．６ｍｍである。両方の値は、目の瞳孔よりも大きい。従って、それぞれの目は、ＶＯＷが目の位置に存在する場合に、ホログラフィック再構成を観察し得る。当該ホログラフィック再構成は、上述のように、２Ｄエンコーディングされたホログラムから生じ、そのために１Ｄ（一次元）エンコーディングに固有の非点収差は生じない。これは、空間視覚の高い品質と、奥行き感の高い品質とを保証する。

【０２３７】

目の間隔は６５ｍｍであるため、プリズムは±３２．５ｍｍだけ光を屈折させなければならない。具体的には、包絡ｓｉｎｃ二乗強度関数の強度の最大値は、±３２．５ｍｍだけ屈折されなければならない。これは、０．５ｍの観察者距離に対する角度±３．７２°に相当する。適切なプリズム角度は、屈折率ｎ＝１．５に対して、±７．４４°である。プリズム角度は、プリズムの基板側と傾斜側との間の角度として規定される。

【０２３８】

１０．６ｍｍの観察者平面における水平周期について、他方の目はおよそ６回折次数（即ち、６５ｍｍ／１０．６ｍｍ）の距離に存在する。従って、より高次の回折次数によって生じるクロストークは、プリズム・アレイが高い、即ち、１００％に近い充填率を有するため、無視できる。

【０２３９】

以下に、大型ディスプレイ用の実施の一例を示す。ホログラフィック・ディスプレイは、５０μｍの画素ピッチ及び２０インチのスクリーン対角線を有する、位相変調を行うＳＬＭを使用するものとして設計され得る。テレビに応用するためには、対角線はむしろ約４０インチとなり得る。当該設計における観察者距離は２ｍであり、波長は６３３ｎｍである。

【０２４０】

ＳＬＭの２つの位相変調画素が、１つの複素数をエンコーディングするために使用される。これら２つの関連する画素は、垂直に配置され、対応する垂直ピッチは２*５０μｍ＝１００μｍである。プリズム・アレイがＳＬＭに組み入れられることによって、各プリズムは２つの傾斜を含み、各傾斜はＳＬＭの１列に使用されるため、プリズム・アレイの水平ピッチも２*５０μｍ＝１００μｍである。結果的に、ＶＯＷの１２．７ｍｍの幅及び高さは、目の瞳孔より大きい。従って、ＶＯＷが目の位置に存在する場合、それぞれの目は、ホログラフィック再構成を観察し得る。ホログラフィック再構成は、２Ｄエンコーディングされたホログラムから生じ、それにより１Ｄエンコーディングに固有の非点収差は生じない。これは、空間視覚の高い品質と、奥行き感の高い品質とを保証する。

【０２４１】

目の間隔は６５ｍｍであるため、プリズムは±３２．５ｍｍだけ光を屈折させなければならない。具体的には、包絡ｓｉｎｃ二乗強度関数の強度の最大値は、±３２．５ｍｍだけ屈折されなければならない。これは、２ｍの観察者距離に対する角度±０．９３°に相当する。適切なプリズム角度は、屈折率ｎ＝１．５に対して、±１．８６°である。プリズム角度は、プリズムの基板側と傾斜側との間の角度として規定される。

【０２４２】

上述の例は、ＳＬＭからの観察者の距離として、５０ｃｍ及び２ｍに関するものである。より一般的には、当該実施は、２０ｃｍと４ｍとの間の、ＳＬＭからの観察者の距離に対して適用され得る。スクリーン対角線は、１ｃｍ（携帯電話のサブ・ディスプレイ等）と５０インチ（大きいサイズのテレビ等）としてもよい。

【０２４３】

＜レーザ光源＞

例えば、ＧａＩｎＡｓ又はＧａＩｎＡｓＮ材料に基づくＲＧＢ固体レーザの光源は、小ささ及び高い光の指向性を理由として、小型ホログラフィック・ディスプレイ用の光源に適している。そのような光源には、アメリカ合衆国カリフォルニア州のNovalux（登録商標）Inc.のＲＧＢ垂直共振器面発光レーザ（ＶＣＳＥＬ）が含まれる。各光源は、回折光学素子の使用を通じて複数のビームを生成するために使用され得るが、そのような光源は、単一のレーザとして、又はレーザのアレイとして提供され得る。コヒーレンスが、レーザ・スペックルパターン等の望ましくない結果を招くことなしに小型ホログラフィック・ディスプレイを使用するには高すぎる場合、当該ビームは、コヒーレンスレベルを低下させながら、マルチモード光ファイバを進む。

【０２４４】

＜ＯＬＥＤ材料＞

赤外線発光ＯＬＥＤ材料について示す。例えば、Del Canoらは、Applied Physics Letters vol.88, 071117 (2006)の報告によれば、ペリレンジイミドをドープされたトリス（８－キノリノラト）アルミニウムに基づいて、ＯＬＥＤ材料からのエレクトロルミネッセンスを示した。エレクトロルミネッセンスの８０５ｎｍの波長が実証された。Domercqらによって、J Phys Chem B vol.108, 8647-8651 (2004)において、近赤外線発光ＯＬＥＤ材料が報告された。

【０２４５】

透明な基板上へのＯＬＥＤ材料の形成が示されている。例えば、米国特許７０９８５９１号明細書では、透明なインジウムスズ酸化物の電極の上に、ＯＬＥＤ材料が形成される。電極は、透明な基板上に形成され、ホウケイ酸塩ガラスであってもよい。これらの要素は、透明な基板を有するＯＬＥＤデバイスに組み入れられてもよい。インジウムスズ酸化物レイヤは、無線周波数のマグネトロンをスパッタリング（sputtering）するツールを使用して、当該基板上にスパッタリングされてもよい。インジウムスズ酸化物は、インジウム酸化物及びスズ酸化物を含む目的物を使用して、スパッタリングされてもよい。インジウムスズ酸化物レイヤは、可視領域で約８５％の光を透過させ得る。ＯＬＥＤ材料の性能を低下させ得る、局所的に強化された電場の生成を回避するために、インジウムスズ酸化物は、平坦であってもよい。約２ｎｍ未満の二乗平均粗度が望ましい。機能的な１又は複数の有機レイヤは、パターン形成された電極の表面に被着してもよい。有機レイヤの厚さは、典型的には２ｎｍと２００ｎｍとの間である。有機レイヤの各側面に陰極及び陽極を形成するために、導電レイヤは、有機レイヤ上にパターン形成されてもよい。周囲の環境から活性レイヤを保護するために、当該デバイスは、ガラス・レイヤで密閉されてもよい。

【０２４６】

＜製造プロセスの概要＞

以下では、図２のデバイスを製造するためのプロセスの概要を説明するが、当該プロセスの多くの変形が当業者には明らかとなろう。

【０２４７】

図２のデバイスを製造するプロセスにおいて、透明な基板が選択される。そのような基板は、約２００μｍの厚さの１枚のホウケイ酸ガラス等の、硬質パッケージ用基板でもよく、或いは、ポリカーボネート、アクリル、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル又は類似の基板といった高分子基板等の、フレキシブル基板でもよい。透明電極は、前のセクションで述べたように、ガラス上に形成される。赤外線発光ＯＬＥＤ材料は、ガラス上に被着してもよく、電気接点は、画素化されたＯＬＥＤ赤外線の光の発光が可能であるように、前のセクションで述べたように透明基板の反対の側面上に加工される。ガラス基板は、ＯＬＥＤ画素材料のために凹んでいてもよい。ＩＲ－ＯＬＥＤ材料は、基板上に、プリントされ、スプレーされ、又は溶液から作られてもよい。次に、カプセル化レイヤは、電気的遮蔽レイヤもまた、ＯＬＥＤ画素レイヤに被着する。そのようなカプセル化レイヤは、二酸化ケイ素、窒化ケイ素、又はシリコン炭素等の、無機絶縁レイヤでもよく、或いはエポキシ等の、重合可能なレイヤでもよい。被着は、スパッタリングによって、無機絶縁レイヤの場合は化学蒸着によって、実行され得るし、或いは重合可能なレイヤの場合はプリンティング又はコーティングによって実行され得る。カプセル化レイヤは、電気的遮蔽レイヤもまた、数μｍ又は１０μｍ未満の厚さを有し得る。次に、カプセル化レイヤは、ＯＡＳＬＭの感光レイヤによって覆われる。感光レイヤは、赤外線に感度がよく、可視状態において透明であり、また数μｍの厚さを有し得る。そのような光学特性は、赤外線を吸収する染料によって提供される。次に、ＯＡＳＬＭは、２つの導電レイヤの間に格納された液晶レイヤを被着することによって完成する。液晶レイヤは、振幅変調用又は位相変調用に構成されてもよく、典型的には数μｍの厚さを有する。次に、赤外線フィルタ・レイヤが、デバイス上に被着する。これは、赤外線を吸収する顔料をその中に含む高分子フィルムの形式から成るものでもよく、スパッタリングされた、又は化学蒸着された、赤外線を吸収する成分をその中に含む成長二酸化ケイ素フィルム等の、無機レイヤで

もよい。

【０２４８】

２つのＯＡＳＬＭデバイスの間のレイヤは、一方のＯＡＳＬＭに存在する電場が他方のＯＡＳＬＭの性能に影響しないように、十分に厚いことが必要となり得る。赤外線フィルタ・レイヤは、この目的を達成するために、十分に厚くてもよい。しかし、赤外線フィルタ・レイヤの厚さが十分ではない場合、ＯＡＳＬＭデバイスを、光学的な粘着性を利用して、十分な厚さの１枚のガラスに対してボンディング（bonding）することによって、或いは、上述の無機レイヤ又は高分子レイヤ等の、さらに光学的に透明なレイヤを被着することによって、レイヤの厚さは増加され得る。しかし、光回折効果が画素のひどいクロストークを生じさせるために、ＯＡＳＬＭデバイスは、極端に離れていてはならない。例えば、画素の幅が１０μｍである場合、ＯＡＳＬＭレイヤの距離は１００μｍ未満であることが望ましい。一方のＯＡＳＬＭのＬＣレイヤは、振幅変調を実行し、他方のＯＡＳＬＭのＬＣレイヤは、位相変調を実行する。

【０２４９】

デバイスの残りの部分は、ＯＡＳＬＭ及びＯＬＥＤレイヤの各々について、上述の方法によって形成される。その代わりに、デバイスの残りの部分は、例えば、各ＯＡＳＬＭに存在する電場が他のＯＡＳＬＭに影響を及ぼさないＯＡＳＬＭレイヤの間において、十分な間隔を保証するために存在する、例えばガラス・レイヤを使用することにより、次にデバイスの第１の部分へボンディングされる単一のユニットとして形成されてもよい。これは、デバイスの残りの部分が、デバイスの第１の部分に対してさらに材料を被着することによって形成される場合に、第１のＯＬＥＤの画素に対する第２のＯＬＥＤの画素の正確なアライメントを容易にするという効果を有し得る。

【０２５０】

ＯＡＳＬＭに隣接した十分な厚さを有する分離レイヤを有する代わりに、インジウムスズ酸化物等の、導電性の透明電極で覆われる薄い分離レイヤを使用することも可能である。当該電極は、２つの液晶レイヤの共通の電極として機能する。さらに、導電性の電極として、それは等電位の面である。従って、電場を遮断し、一方のＯＡＳＬＭから他方のＯＡＳＬＭに対する電場の漏れを防止する。

【０２５１】

上述の手順又は類似の手順を用いて加工され得るデバイス構造の一例が、図９において与えられる。図９のデバイス構造９１０は、十分にコヒーレントな可視光の放射によって、面９０９から照明され、これにより、使用時には、点９１１の観察者が、三次元画像を観察し得る。なお、点９１１は、当該デバイスから、当該デバイスに対して原寸に比例した距離を隔てて示されてはいない。当該デバイスにおける９０から９０８までのレイヤは、必ずしも互いに原寸に比例しているわけではない。レイヤ９０は、ガラス・レイヤ等の基板レイヤである。レイヤ９１は、ＯＬＥＤバックプレーン（backplane）・レイヤであり、ＯＬＥＤに対して電力を提供し、全体的に又は部分的に透明である。レイヤ９２は、赤外線発光ＯＬＥＤのアレイである。レイヤ９３は、少なくとも部分的な赤外線光の視準のための、Braggフィルタのホログラフィック・エレメントである。レイヤ９３は、一部の実施において発光され得る。レイヤ９４は、電気的遮蔽レイヤである。レイヤ９５は、ＯＡＳＬＭの光検出及び電極レイヤである。レイヤ９６は、可視光ビームの振幅変調のための液晶レイヤである。レイヤ９７は、分離レイヤであって、とりわけ薄い分離レイヤである。レイヤ９８は、透明電極レイヤである。レイヤ９９は、線形偏光子（linear polarizer）レイヤである。レイヤ９００は、可視光を透過させるが、ＯＬＥＤアレイ９２及び９０６からの赤外線光を阻止する赤外線レイヤである。レイヤ９０１は、可視光ビームの位相変調のための液晶レイヤである。レイヤ９０２は、分離レイヤであり、とりわけ薄い分離レイヤである。レイヤ９０３は、ＯＡＳＬＭの光検出センサ及び電極レイヤである。レイヤ９０４は、電気的遮蔽レイヤである。レイヤ９０５は、少なくとも部分的な赤外線光の視準のための、Braggフィルタのホログラフィック・エレメントである。レイヤ９０５は、一部の実施において発光され得る。レイヤ９０６は、赤外線発光ＯＬＥＤのアレイ

である。レイヤ９０７は、ＯＬＥＤバックプレーン・レイヤであり、ＯＬＥＤに対して電力を提供し、全体的に又は部分的に透明でもよい。レイヤ９０８は、ガラス等の、材料を覆う平面である。製造において、デバイス９１０は、基板レイヤ９０から開始し、最後のレイヤ９０８が加えられるまで各レイヤを順々に被着することによって、加工され得る。そのような手順は、当該構造のレイヤが、加工処理において高い正確さに揃えられ得ることを促進する効果を有する。その代わりに、それらのレイヤは、２以上の部分において加工され、十分な程度のアライメントで、ともにボンディングされ得る。

【０２５２】

デバイスの加工のために、望ましくない圧力によって引き起こされた複屈折等の、望ましくない複屈折を最小にし続けることが非常に重要である。圧力によって引き起こされる複屈折は、光の楕円形（elliptical）の偏光状態へ変化する、光の線形状態又は円偏光状態を生じさせる。理想的には光の線形又は円偏光状態が存在するであろうデバイスにおける、楕円形の光の偏光状態の存在は、コントラスト及び色の忠実度を低減し、そのためにデバイスの性能を劣化させるだろう。

【０２５３】

＜実装＞

上述の実施形態のＯＡＳＬＭについて、可視域において透過するが、赤外線において吸収する感光レイヤが必要とされることは、当業者によって理解されるだろう。代替的な実施において、感光レイヤは、赤、緑及び青のビーム等の可視光を透過させる透明な隙間と、ＯＬＥＤからの光に対する感度がよい透明でない領域とを有するために、パターン化されてもよい。この場合、感光材料は、可視光に対して透明である必要はない。さらに、ライト（write）・ビームは、赤外線光である必要はない。一実施において、ライト・ビームは、例えば、黄色の光を発光するＯＬＥＤによって、主要ではないディスプレイ色によって生成され得る。従って、２つのＯＡＳＬＭの間のフィルタは、黄色の光を阻止するために、黄色において強力な光吸収作用を有することが必要だろうが、機能的な光学ディスプレイの生産を目的として、他の可視光線の波長において十分な透過率を未だ有している必要があるだろう。別の実施において、ライト・ビームは、紫外発光ＯＬＥＤによって生成され得る。従って、２つのＯＡＳＬＭの間のフィルタは、紫外線光を阻止するために、紫外線において強力な光吸収作用を有することが必要だろうが、機能的な光学ディスプレイの生産を目的として、可視光の波長において十分な透過率を未だ有している必要があるだろう。紫外発光ＯＬＥＤ材料は、QiuらのApplied Physics Letter 79, 2276 (2001)によって、また、WongらのOrg. Lett. 7 (23), 5131 (2005)によって報告されている。さらに、ＯＬＥＤ材料の使用を強調してきたが、他の発光ダイオード材料、又は他の表面伝導型電子放出素子ディスプレイ（ＳＥＤ）技術の使用も可能である。

【０２５４】

本明細書で開示した実施では、空間光変調器における、連続する振幅及び位相のエンコーディングを強調してきたが、振幅及び位相の非理想的な２つの組み合わせ、即ち、任意の実数の乗算ではなく、任意の複素数（実数を除く）でなければ、乗算を通じて等しい状態となることによって相関を有することはない２つの組み合わせの、連続するいかなる重み付けされたエンコーディングも、ホログラム画素をエンコーディングするために原理上は使用され得ることが、当業者によって理解されるであろう。その理由は、実行し得る画素のホログラフィック・エンコーディングのベクトル空間が、当該ベクトル空間の方向において、振幅及び位相の非理想的な任意の２つの組み合わせ、即ち、任意の実数の乗算ではなく、任意の複素数（実数を除く）でなければ、乗算を通じて等しい状態となることによって相関を有することはない任意の２つの組み合わせによって、張られることである。

【０２５５】

本明細書の図面においては、図示された相対的なサイズは、必ずしも原寸に比例しない。

【０２５６】

本発明の種々の変形及び代替は、本発明の範囲から逸脱することなく当業者にとって明

らかとなるとともに、本発明は、実施形態及び本明細書で説明した実施に過度に限定されることはないものと理解されるべきである。

【０２５７】

＜付録ｉ：技術的手引き＞

以下のセクションは、本発明を実施するいくつかのシステムにおいて使用される、いくつかの重要な技術の手引きとして意図されている。

【０２５８】

従来のホログラフィにおいて、観察者は、オブジェクト（変化するシーンの場合もある）のホログラフィック再構成を観察できる。ただし、ホログラムからの距離は関係ない。典型的な光学配置の１つにおいて、再構成は、ホログラムを照明する光源の像平面又はその近くに存在するため、それはホログラムのフーリエ平面である。従って、当該再構成は、再構成される実世界のオブジェクトの、同一の遠視野（far-field）の光分布を有する。

【０２５９】

初期のシステムの１つ（特許文献２及び米国特許出願公開２００６／００５５９９４号明細書に記載）は、再構成されるオブジェクトが、ホログラムのフーリエ平面又はその近くに全く存在しない、極めて異なる配置を規定している。その代わりに、仮想観察者ウィンドウの領域が、ホログラムのフーリエ平面に存在し、当該観察者は、その目を当該位置に位置付けるとともに、それにより、正しい再構成のみ観察され得る。ホログラムは、ＬＣＤ（又は他の種類の空間光変調器）に対してエンコーディングされ、仮想観察者ウィンドウがホログラム（従って、目に対して直接的に画像化されるのはフーリエ変換である。）のフーリエ変換となり得るために、照明される。従って、再構成されるオブジェクトは、レンズの焦点平面には存在しないため、ホログラムのフレネル変換である。それは、（遠視野の分布の平面的な波面とは対照的に、球面状の波面を用いてモデル化される）近視野（near-field）の光分布によって代わりに規定される。この再構成は、仮想観察者ウィンドウとＬＣＤとの間のどこにでも、又は仮想的なオブジェクトとしてＬＣＤの背後にでさえ現れ得る。

【０２６０】

この手法には、いくつかの結果が存在する。まず、ホログラフィック・ビデオ・システムの設計者が直面する基本的な制限は、ＬＣＤ（又は他の種類の光変調器）の画素ピッチである。目的は、適当なコストで商業的に使用可能な画素ピッチを有するＬＣＤを使用して、大きなホログラフィック再構成を可能にすることである。しかし、これは、以下の理由によってこれまで実現されていない。λは照明光の波長、Ｄはホログラムからフーリエ平面までの距離、及びｐはＬＣＤの画素ピッチである場合、フーリエ平面における隣接する回折次数間の周期性間隔は、λＤ／ｐで与えられる。しかし、従来のホログラフィック・ディスプレイでは、再構成されるオブジェクトは、フーリエ平面に存在する。従って、再構成されるオブジェクトは、周期性間隔よりも小さい状態とされていなければならず、それよりも大きい場合には、その縁部が、隣接する回折次数から再構成の中へにじんでしまうだろう。このため、再構成されるオブジェクトは極めて小さくなり、高価な専用化された小さなピッチのディスプレイでさえ、典型的には直径でわずか数ｃｍとなる。しかし、本発明の手法を用いると、（上述のように、ホログラムのフーリエ平面に位置付けられる）仮想観察者ウィンドウは、目の瞳孔の大きさだけ必要となる。その結果、適度な画素サイズを有するＬＣＤでさえ使用され得る。また、再構成されるオブジェクトは、仮想観察者ウィンドウとホログラムとの間の錐台を完全に満たし得るため、実際に非常に大きく、即ち、周期性間隔よりも非常に大きくなり得る。さらに、周期性間隔よりも仮想観察者ウィンドウを小さい状態とし続ける制約が適用されないように、ＯＡＳＬＭが使用される場合、画素化は存在せず、そのために周期性も存在しない。

【０２６１】

別の効果も同様に存在し、一変形において実施される。ホログラムを算出する場合、例えば、仮にレーシングカーの３Ｄ（三次元）画像ファイルを作成する場合、再構成される

オブジェクトの知識を用いることによって開始する。当該ファイルは、当該オブジェクトが多数の異なる観察位置からどのように観察されるかを記述する。従来のホログラフィでは、レーシングカーの再構成を生成する必要があるホログラムは、コンピュータを駆使した処理で３Ｄ画像ファイルから直接的に導出される。しかし、仮想観察者ウィンドウの手法は、別の、コンピュータでより効率的な技術を可能にする。再構成されるオブジェクトの一平面から開始して、仮想観察者ウィンドウをオブジェクトのフレネル変換として算出できる。次に、累積的なフレネル変換を生成する結果を合計することによって、全てのオブジェクト平面についてこれを実現する。これは、仮想観察者ウィンドウと交差する波動場を規定する。次に、当該仮想観察者ウィンドウのフーリエ変換としてホログラムを算出する。仮想観察者ウィンドウは、オブジェクトの全ての情報を含むため、単一平面の仮想観察者ウィンドウのみがホログラムに変換されなければならず、複数平面のオブジェクトは変換されない。これは、仮想観察者ウィンドウからホログラムへの単一の変換ステップは存在せず、繰り返しフーリエ変換アルゴリズムに類似した繰り返し変換が存在する場合に、特に有益である。各繰り返しステップは、各オブジェクト平面についての変換の代わりに、仮想観察者ウィンドウの単一のフーリエ変換のみを含み、その結果、コンピュータ処理量が著しく低減される。

【０２６２】

仮想観察者ウィンドウの別の興味深い結果は、所定のオブジェクト点を再構成することを必要とされる全ての情報は、ホログラムにおける相対的に小さな部分の中に含まれる。これは、所定のオブジェクト点を再構成するための情報が全体にわたって分散される従来のホログラムとは対照的である。それは、ホログラムにおけるより十分に小さな部分に情報をエンコーディングする必要があるため、処理及びエンコーディングする必要がある情報の量が、従来のホログラムよりも大幅に少ないことを意味する。それは、言い換えれば、従来のコンピュータによるデバイス（例えば、大量に出回っているデバイスに適した費用及び性能を有する従来のデジタル・シグナル・プロセッサ（ＤＳＰ））が、リアルタイムのビデオ・ホログラフィのためにでさえ使用され得ることを意味する。

【０２６３】

しかし、望ましい結果に満たない部分もある。まず、通常のホログラムでは、観察距離は重要ではないが、ホログラムからの観察距離は重要である。ホログラムは、目がホログラムのフーリエ平面に位置する場合にのみ、最適な再構成が観察される方法でエンコーディング及び照明される。しかし、このＺ感度、又はその周辺の設計を緩和する種々の技術が存在し、実際に、ホログラフィック再構成のＺ感度は、通常、極端ではない。

【０２６４】

また、ホログラムは、最適なホログラフィック再構成が、正確かつ小さな観察位置（即ち、上述のように正確に規定されたＺだけでなく、Ｘ及びＹ座標も）からのみ観察され得るような方法でエンコーディング及び照明されるため、目のトラッキングが必要とされ得る。Ｚ感度とともに、Ｘ，Ｙ感度又はその周辺の設計を緩和するための種々の技術が存在する。例えば、画素ピッチが減少するにつれて（ＬＣＤの製造が進歩するにつれて）、仮想観察者ウィンドウの大きさは増加する。さらに、より効率的な（Kinoformエンコーディングのような）エンコーディング技術が、仮想観察者ウィンドウとして周期性間隔のより大部分の使用を促進し、それにより仮想観察者ウィンドウの増大を促進する。

【０２６５】

上述の説明では、フーリエ・ホログラムを扱うことを仮定している。仮想観察者ウィンドウは、ホログラムのフーリエ平面、即ち、光源の像平面に存在する。効果の１つとして、回折されていない光が、いわゆるＤＣスポットに焦点を合わせられる。当該技術は、仮想観察者ウィンドウが光源の像平面に存在しない、フレネル・ホログラムにも使用され得る。しかし、回折されていない光は、妨害ノイズとして、可視状態ではないことに注意しなければならない。もう一つの注意点は、変換という用語は、光の伝搬を記述する変換と等価な又はそれに近い、数学的な又はコンピュータによる何れの技術をも含むように、解釈されるべきということである。変換は、マクスウェルの波動方程式によってより正確に

定義される物理的なプロセスを、単に近似するにすぎない。フレネル及びフーリエ変換は、２次の近似であるが、それらは微分とは対照的に代数的であるため、コンピュータによる効率的な手法において取り扱われ得るとともに、光学系システムにおいて正確に実施され得るという効果を有する。

【０２６６】

さらなる詳細は、米国特許出願公開２００６／０１３８７１１号明細書、米国特許出願公開２００６／０１３９７１０号明細書、及び特許文献３において得られ、それらの内容は参考のために示されている。

【０２６７】

＜付録ｉｉ：本明細書において使用される用語の用語集＞

（コンピュータ生成ホログラム）

コンピュータ生成ビデオ・ホログラム（ＣＧＨ）は、シーンから算出されるホログラムである。ＣＧＨは、シーンの再構成に必要とされる光波の振幅及び位相を表現する複素数値を含み得る。ＣＧＨは、例えば、コヒーレント・レイ・トレーシングによって、シーンと参照波との間の干渉によって、又はフーリエ変換若しくはフレネル変換によって、算出され得る。

【０２６８】

（エンコーディング）

空間光変調器（例えば、構成セル、又はＯＡＳＬＭのような連続するＳＬＭのための隣接する領域）にビデオ・ホログラムの制御値を供給する手順である。一般的に、ホログラムは、振幅及び位相を表現する複素数値を含む。

【０２６９】

（エンコーディングされた領域）

エンコーディングされた領域は、典型的には、単一のシーン点のホログラム情報がエンコーディングされる、空間的に制限されたビデオ・ホログラムの領域である。空間的な制限は、急峻な打ち切りによって、又はビデオ・ホログラムに対する仮想観察者ウィンドウのフーリエ変換によって実現されるなだらかな遷移によって、実現される。

【０２７０】

（フーリエ変換）

フーリエ変換は、空間光変調器の遠視野における光の伝搬を算出するために使用される。当該波面は、平面波によって表現される。

【０２７１】

（フーリエ平面）

フーリエ平面は、空間光変調器における光分布のフーリエ変換を含む。合焦レンズがない場合、フーリエ平面は無限遠にある。合焦レンズが空間光変調器に近接した光路にある場合、フーリエ平面は、光源の画像を含む平面に等しい。

【０２７２】

（フレネル変換）

フレネル変換は、空間光変調器の近視野における光の伝搬を算出するために使用される。当該波面は、球面波によって表現される。光波の位相要素は、横座標に二次的に依存する項を含む。

【０２７３】

（錐台（Frustum））

仮想的な錐台は、観察者ウィンドウとＳＬＭとの間に構成され、ＳＬＭの後段に広がっている。シーンは、この錐台の中に再構成される。再構成されるシーンの大きさは、この錐台によって制限され、ＳＬＭの周期性間隔によって制限されることはない。

【０２７４】

（結像光学系）

結像光学系は、１以上の光学部品であって、例えば、１つの光源（又は複数の光源）の画像を形成するために使用されるレンズ、レンチキュラ・アレイ、又はマイクロレンズ・

アレイである。本明細書において、結像光学系が欠如することは、ホログラフィック再構成を構成する際に、フーリエ平面と１つ又は２つのＳＬＭとの間に位置付けられた平面において、本明細書で説明したとおり１つ又は２つのＳＬＭの画像を形成するために結像光学系が使用されていないことを意味する。

【０２７５】

（光システム）

光システムは、レーザのようなコヒーレントな光源、又はＬＥＤのような部分的にコヒーレントな光源を含む。部分的にコヒーレントな光の時間的及び空間的なコヒーレンスは、シーンの良好な再構成を容易にするのに十分でなければならない。即ち、スペクトル線の幅及び放射面の横方向の拡張は、十分に小さくなければならない。

【０２７６】

（仮想観察者ウィンドウ（ＶＯＷ））

仮想観察者ウィンドウは、再構成された３Ｄオブジェクトが観察される観察者平面における仮想的なウィンドウである。ＶＯＷは、ホログラムのフーリエ変換であり、可視状態にあるオブジェクトの複数の再構成を避けるために、１つの周期性間隔内に位置付けられる。ＶＯＷの大きさは、少なくとも目の瞳孔の大きさでなければならない。観察者トラッキング・システムを用いて少なくとも１つのＶＯＷが観察者の目に位置付けられる場合には、ＶＯＷは、観察者の横方向の移動範囲よりずっと小さくなり得る。このことは、適度な解像度と、それによる小さい周期性間隔とを有するＳＬＭの使用を容易にする。ＶＯＷは、それぞれの目に対する１つのＶＯＷ又は両方の目に対する１つのＶＯＷが、再構成された３Ｄオブジェクトが観察され得るキーホール（keyhole）と想像され得る。

【０２７７】

（周期性間隔）

個別にアドレス指定可能な（addresable）セルから成るＳＬＭ上に表示される場合、ＣＧＨはサンプリングされる。このサンプリングは、回折パターンの周期的な繰り返しを生じさせる。周期性間隔は、λＤ／ｐであり、λは波長、Ｄはホログラムからフーリエ平面までの距離、及び、ｐはＳＬＭセルのピッチである。しかし、ＯＡＳＬＭは、サンプリング処理を有しないため、回折パターンの周期的な繰り返しは存在せず、繰り返しは実質的に抑圧されている。

【０２７８】

（再構成）

ホログラムを用いてエンコーディングされた、照明された空間光変調器は、元の光分布を再構成する。この光分布は、ホログラムを算出するために使用されていた。理想的には、観察者が、再構成された光分布と元の光分布とを区別することが不可能であろう。大部分のホログラフィック・ディスプレイでは、シーンの光分布が再構成される。本発明のディスプレイでは、仮想的な観察者ウィンドウにおける光分布が再構成される。

【０２７９】

（シーン）

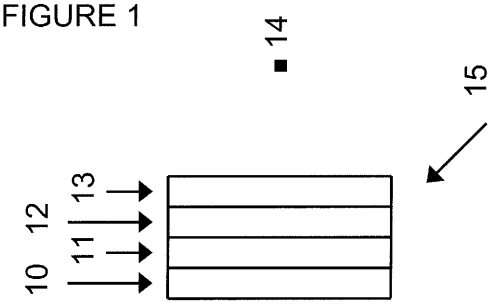
再構成されるシーンは、現実の又はコンピュータにより生成される三次元の光分布である。特別な場合として、二次元の光分布の場合もある。シーンは、空間に配置された、固定された又は移動する異なるオブジェクトを構成し得る。

【０２８０】

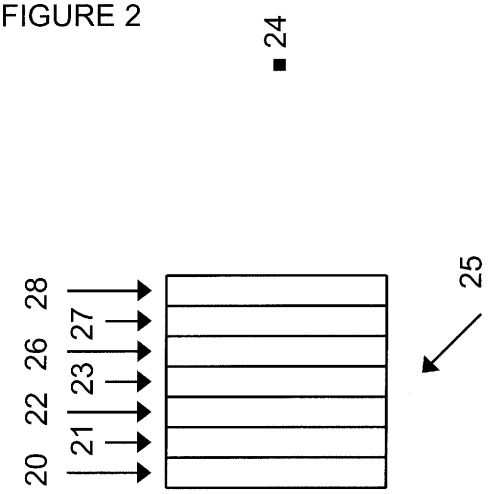
（空間光変調器（ＳＬＭ））

ＳＬＭは、入射光の波面を変調するために使用される。理想的なＳＬＭは、任意の複素数値を表現でき、即ち、光波の振幅及び位相を独立に制御することができよう。しかし、従来の典型的なＳＬＭは、他の特性にも影響を及ぼす望ましくない副作用を生じた状態で、振幅及び位相の何れか１特性のみを制御する。

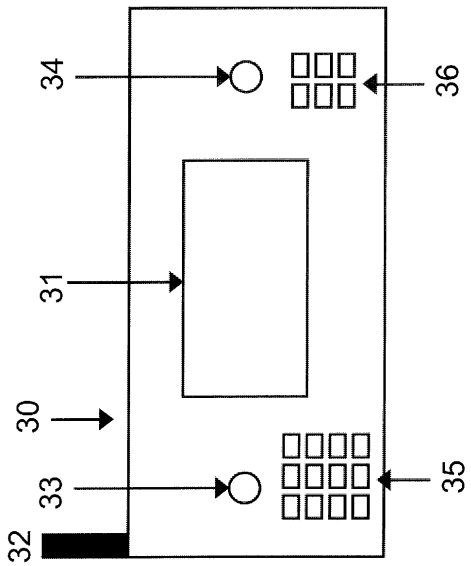
【図１】
FIGURE 1



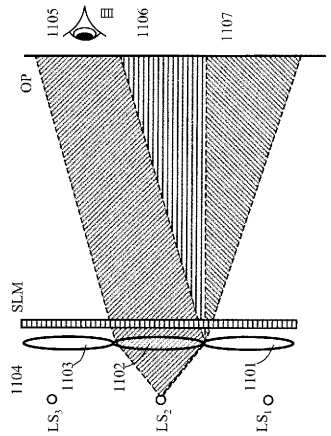
【図２】
FIGURE 2



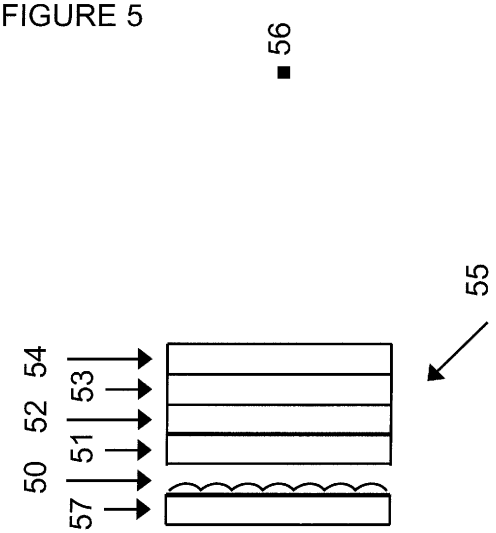
【図３】
FIGURE 3



【図４】
FIGURE 4 先行技術



【図５】
FIGURE 5



【図６Ａ】

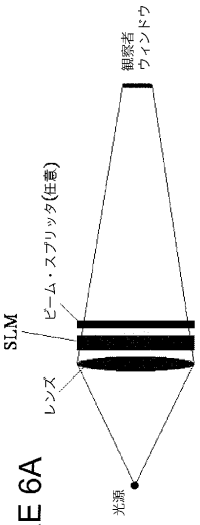


FIGURE 6A

【図６Ｂ】

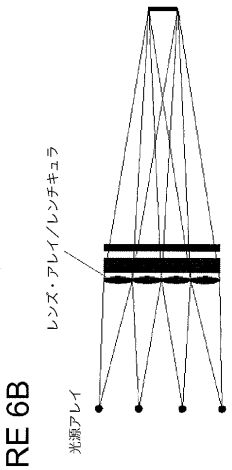
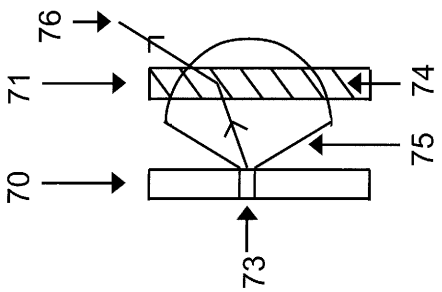


FIGURE 6B

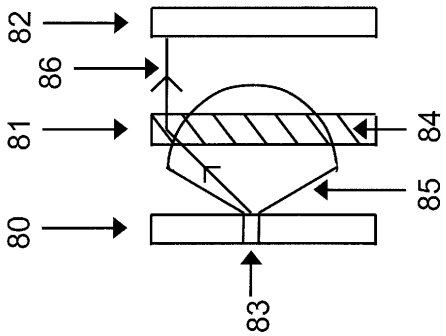
【図７】

FIGURE 7



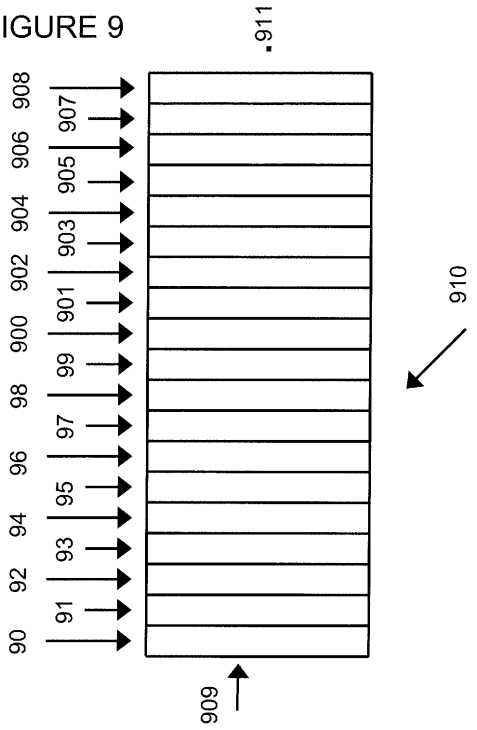
【図８】

FIGURE 8



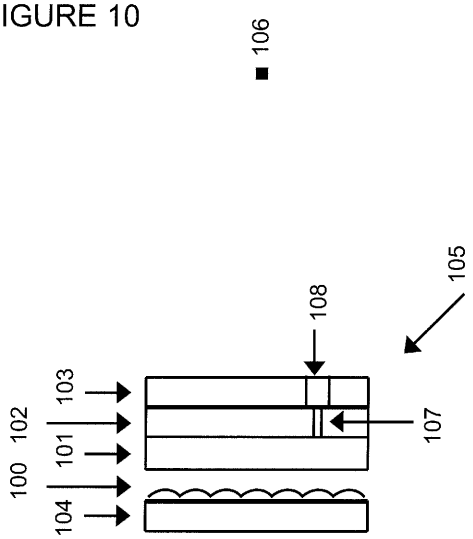
【図９】

FIGURE 9



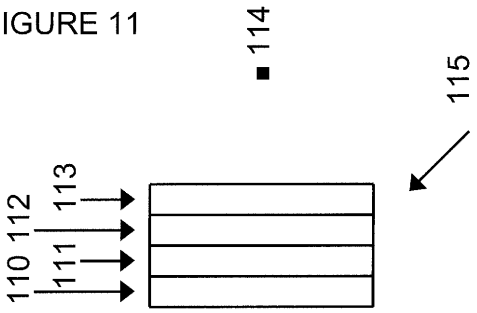
【図１０】

FIGURE 10



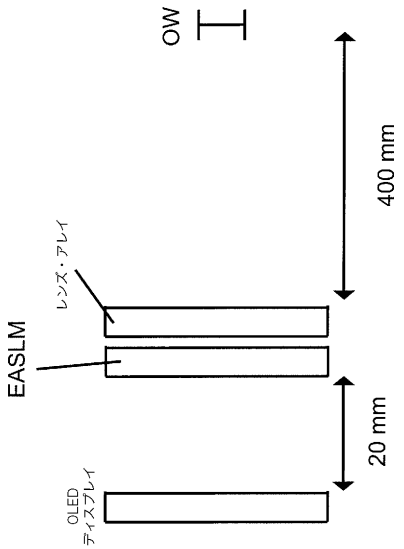
【図１１】

FIGURE 11

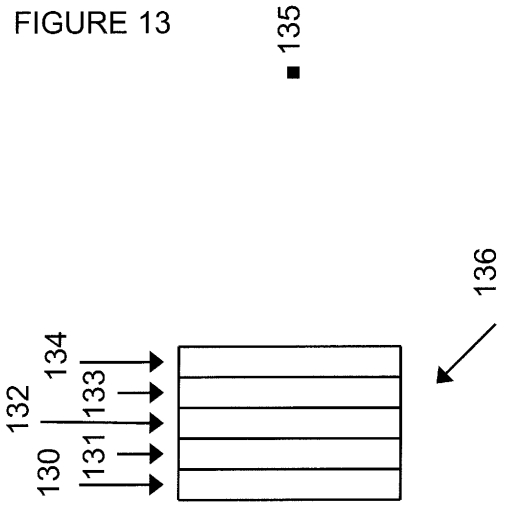


【図１２】

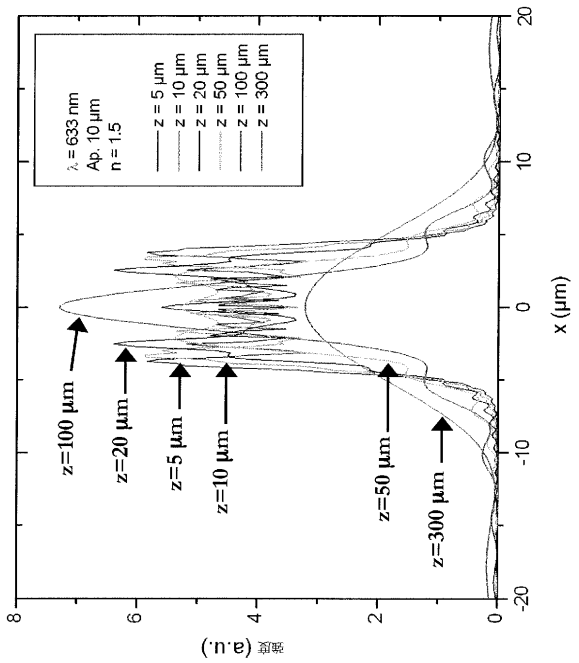
FIGURE 12



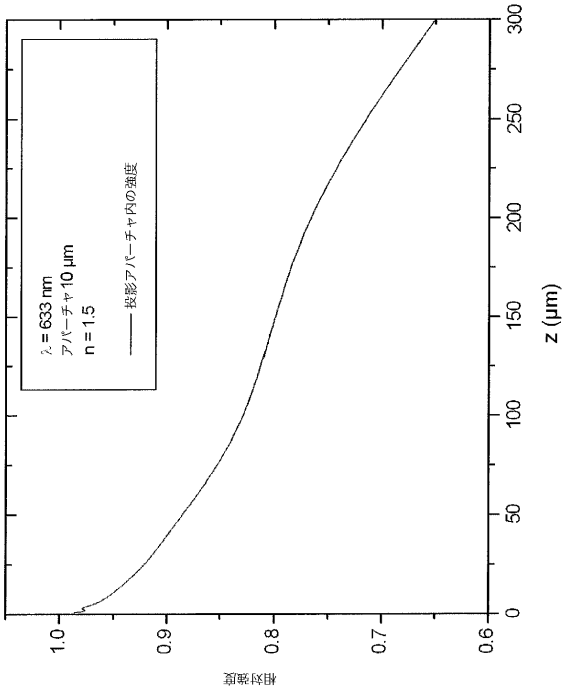
【図１３】
FIGURE 13



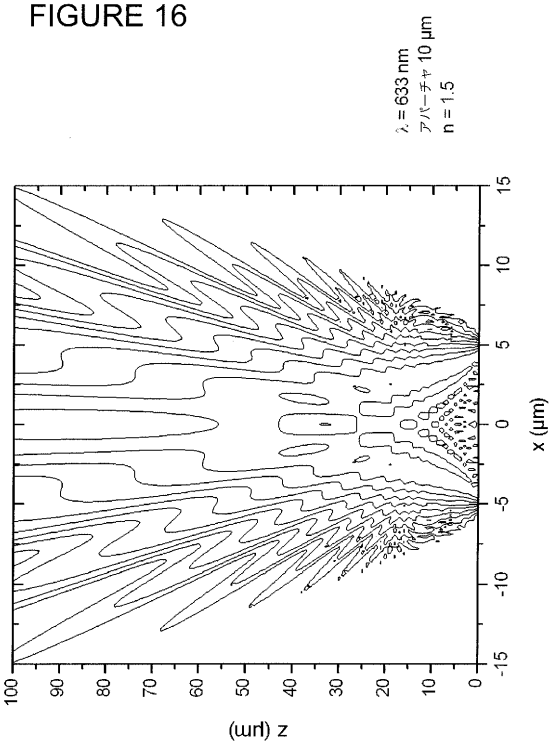
【図１４】
FIGURE 14



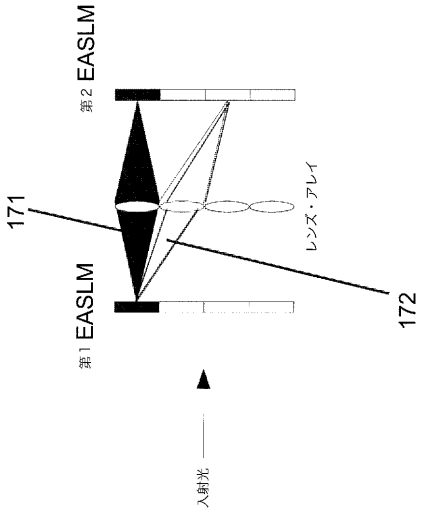
【図１５】
FIGURE 15



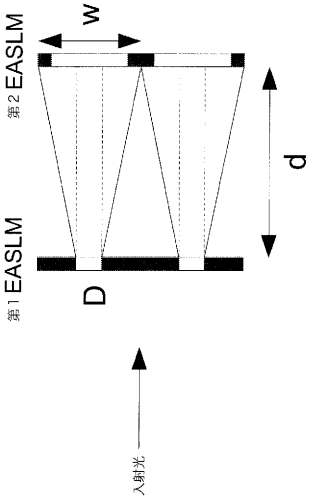
【図１６】
FIGURE 16



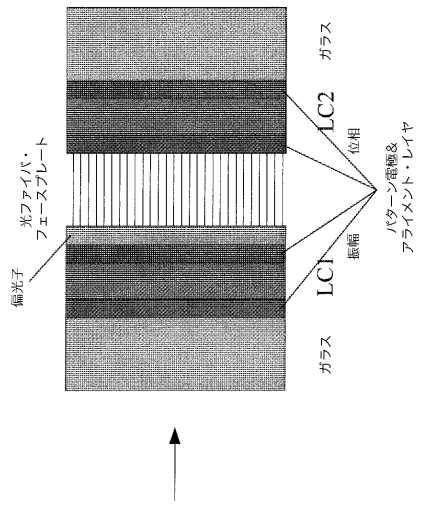
【図１７】
FIGURE 17



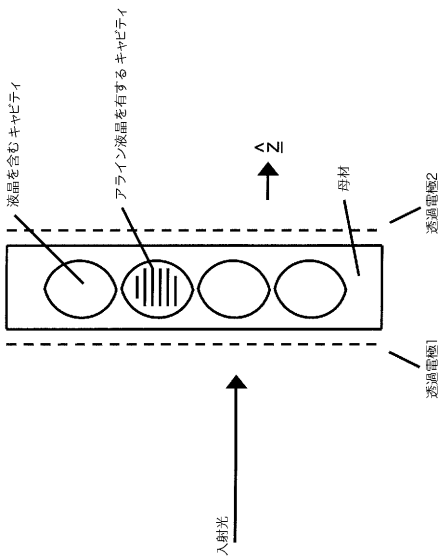
【図１８】
FIGURE 18



【図１９】
FIGURE 19



【図２０】
FIGURE 20



【図２１】
FIGURE 21

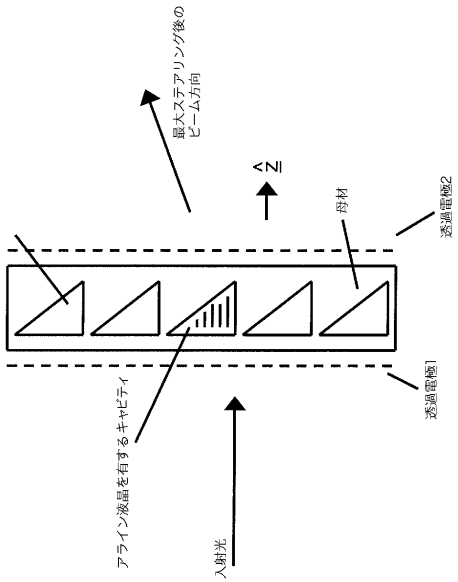
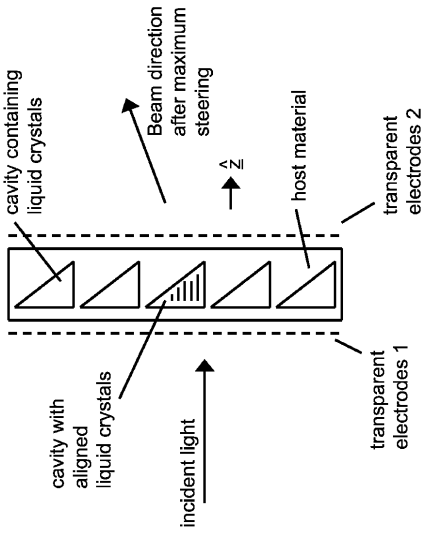
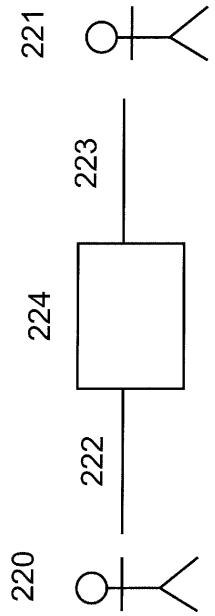


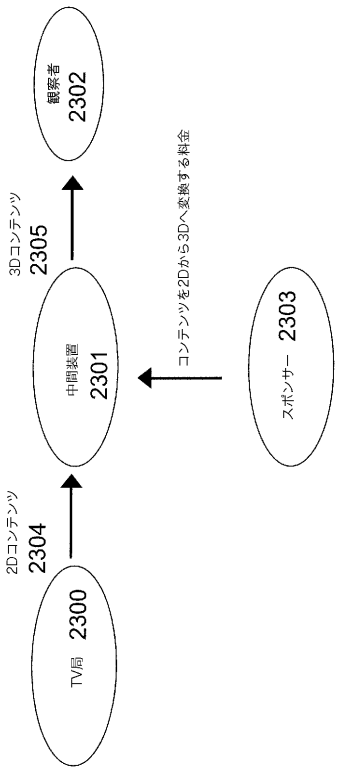
FIGURE 21



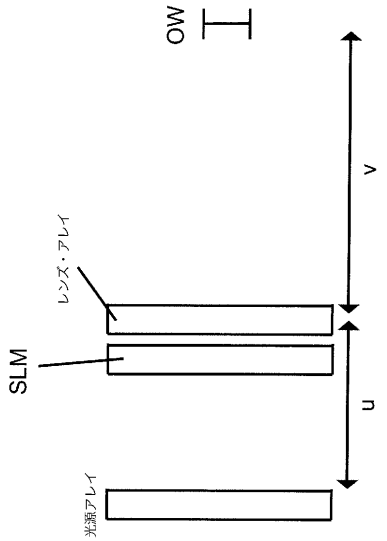
【図２２】
FIGURE 22



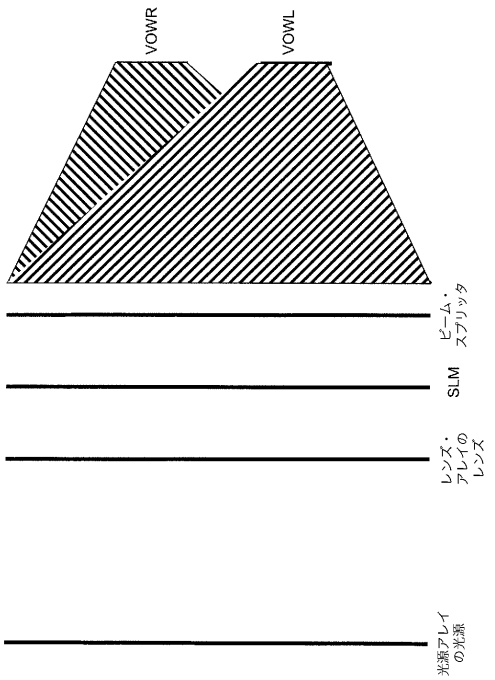
【図２３】
FIGURE 23



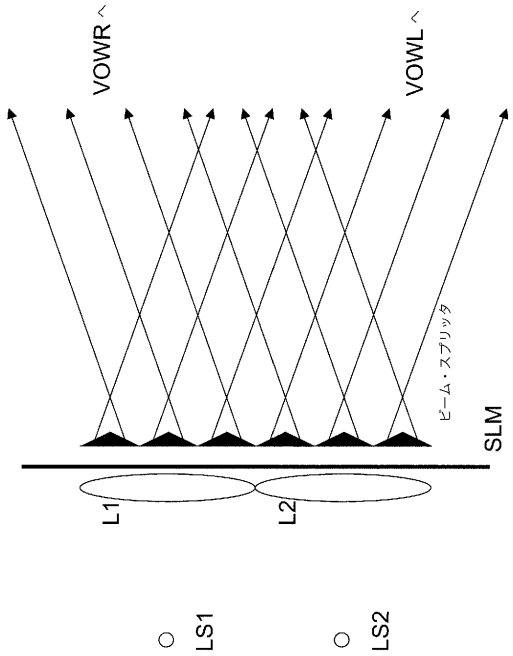
【図２４】
FIGURE 24



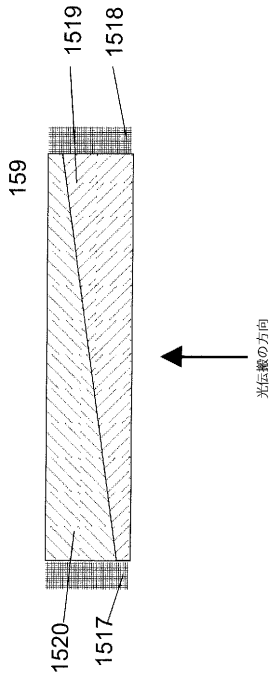
【図２５】
FIGURE 25



【図２６】
FIGURE 26



【図２７】
FIGURE 27



【手続補正書】
【提出日】平成21年6月30日(2009.6.30)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
携帯電話システムであって、
発呼側のパーティの画像を撮像可能な画像化システムとディスプレイとを有する該発呼側のパーティの携帯電話機を備え、
前記発呼側のパーティの携帯電話機は、該発呼側のパーティの画像を着呼側のパーティの携帯電話機へ無線リンクを通じて送信し、
前記着呼側のパーティの携帯電話機は、ホログラムでエンコーディングされるホログラフィック・ディスプレイを使用して、前記発呼側のパーティのホログラフィック再構成を局所的に生成することを特徴とする携帯電話システム。
【請求項２】
前記ホログラフィック・ディスプレイは、隣接する複数のレイヤを形成する１つの光学的にアドレス指定可能な空間光変調器（ＯＡＳＬＭ）に対してライトを行う１つの有機発光ダイオード・アレイ（ＯＬＥＤアレイ）を備えることを特徴とする請求項１に記載の携帯電話システム。
【請求項３】
前記ホログラフィック・ディスプレイは、それぞれの組が、隣接する複数のレイヤを形成する１つのＯＡＳＬＭに対してライトを行う１つのＯＬＥＤアレイを含む、２組のＯＬＥＤアレイ及びＯＡＳＬＭを備えることを特徴とする請求項１に記載の携帯電話システム。
【請求項４】
前記ホログラフィック・ディスプレイは、１つ又は２つの、電気的にアドレス指定された空間光変調器（ＥＡＳＬＭ）を備えることを特徴とする請求項１又は２に記載の携帯電話システム。
【請求項５】
遠隔サーバ又は中間装置は、深さマップを追加して、深さマップに加えて前記発呼側のパーティの前記画像を、前記着呼側のパーティの携帯電話機に対して送信し、又は前記遠隔サーバは、前記発呼側のパーティの顔の物理的な３Ｄマップを定義するデータでプログラムされることを特徴とする請求項１乃至４の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項６】
前記着呼側のパーティの携帯電話機は、前記遠隔サーバによって組み込まれた遅延を補償する同期部を備えることを特徴とする請求項５に記載の携帯電話システム。
【請求項７】
前記着呼側のパーティの携帯電話機は、静的なホログラフィック再構成を生成する静止画機能、及びユーザが前記ホログラフィック再構成の一部を拡大するためのズーム機能の少なくとも１つを含むことを特徴とする請求項１乃至６の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項８】
前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、複数のステレオ・カメラと、単一のカメラ及び該単一のカメラからのデータを使用して深さマップを生成するソフトウェアとの、少なくとも１つを備えることを特徴とする請求項１乃至７の何れか１項に記載の携帯電話システム。
【請求項９】

前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、最適な画像の撮像及びホログラフィック再構成の少なくとも１つのために、カメラを最適に位置付けるように又は方向を合わせるように、ユーザを導くための画面上の指示を表示することを特徴とする請求項１乃至８の何れか１項に記載の携帯電話システム。

【請求項１０】

前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、ユーザがディスプレイから予め定義された距離に位置する場合に正確に視認可能なホログラフィック再構成を生成するディスプレイ装置であることを特徴とする請求項１乃至９の何れか１項に記載の携帯電話システム。

【請求項１１】

前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、ホログラフィック再構成モードから従来の２Ｄ表示モードに切替可能なディスプレイ装置、及びハンドヘルド携帯機器の少なくとも１つであることを特徴とする請求項１乃至１０の何れか１項に記載の携帯電話システム。

【請求項１２】

前記着呼側のパーティの携帯電話機及び前記発呼側のパーティの携帯電話機の少なくとも１つは、携帯情報端末（ＰＤＡ）、又はゲーム・プレイング装置であることを特徴とする請求項１乃至１１の何れか１項に記載の携帯電話システム。

【請求項１３】

前記ホログラフィック・ディスプレイは、任意の投影レンズを必要とすることなく、光学遠視野における装置からのスクリーンの距離と独立して当該スクリーン上で焦点が合った２Ｄ画像を生成することを特徴とする請求項１乃至１２の何れか１項に記載の携帯電話システム。

【請求項１４】

前記ホログラフィック・ディスプレイの空間光変調器（ＳＬＭ）は、光源から３０ｍｍ以内に位置し、携帯用ケースの中に収納されることを特徴とする請求項１乃至１３の何れか１項に記載の携帯電話システム。

【請求項１５】

複数の仮想観察者ウィンドウ（ＶＯＷ）をトラッキングするためのビーム・ステアリング・エレメントを有し、

前記ビーム・ステアリング・エレメントは、複数のプリズム・エレメントを有する複数の制御可能なプリズム・アレイを備え、

前記プリズム・アレイは、特に、エレクトロウェッティング・プリズム・アレイの形式を有し、

プリズム・エレメントは、複数の電極と、２つの分離した液体及び該液体の間の接触面で満たされたキャビティとを備え、

前記液体の間の前記接触面の傾斜は、前記複数の電極に電圧をかけることによって電気的に制御可能であることを特徴とする請求項１に記載の携帯電話システム。

【請求項１６】

ビーム・ステアリング・エレメントは、複数のＶＯＷをトラッキングするために前記ホログラフィック・ディスプレイに存在し、

前記ビーム・ステアリング・エレメントは、等方性の母材の内部が複数の液晶の領域から成り、

前記複数の液晶の領域とマトリックスとの間の接触面は、プリズム形状、球体の部分の形状、又は円柱の部分の形状であり、

前記液晶の方向は、前記ビーム・ステアリング・エレメントの局部的な屈折特性又は回折特性を変化させるために、外部から加えられる電場を利用して制御されることを特徴とする請求項１乃至１５の何れか１項に記載の携帯電話システム。

【請求項１７】

請求項１乃至１６の何れか１項に記載の携帯電話システムを使用するためのステップを含む通信方法。

【請求項１８】

ネットワーク・オペレータが、発呼側のパーティ及び着呼側のパーティの少なくとも１つのパーティの携帯電話機に対して、無線リンク及び遠隔サーバを提供することによって通信サービスを提供する方法であって、

前記発呼側のパーティの携帯電話機には、発呼側のパーティの画像を撮像可能な画像化システムと、ディスプレイとが設けられ、

前記発呼側のパーティの携帯電話機は、該発呼側のパーティの画像を着呼側のパーティの携帯電話機へ無線リンクを通じて送信し、

前記着呼側のパーティの携帯電話機は、ホログラムでエンコーディングされるホログラフィック・ディスプレイを使用して、前記発呼側のパーティのホログラフィック再構成を局所的に生成することを特徴とする方法。

【請求項１９】

発呼側のパーティの画像を撮像可能な画像化システムと、ディスプレイとを有する発呼側のパーティの携帯電話機からの、ビデオ電話呼を設定する方法であって、

前記発呼側のパーティの携帯電話機は、該発呼側のパーティの画像を着呼側のパーティの携帯電話機へ無線リンクを通じて送信し、

着呼側のパーティの携帯電話機は、ホログラムでエンコーディングされるホログラフィック・ディスプレイを使用して、前記発呼側のパーティのホログラフィック再構成を局所的に生成することを特徴とする方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/061528

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G03H1/00 G03H1/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2005/175257 A1 (KUROKI YOSHIHIKO [JP]) 11 August 2005 (2005-08-11) paragraphs [0076] - [0085], [0106]; figures 1-4	1,4-19, 23-25
Y	US 2006/050340 A1 (SCHWERDTNER ARMIN [DE] ET AL) 9 March 2006 (2006-03-09) cited in the application the whole document	1,4-19, 23-25
Y	US 2006/187297 A1 (ONURAL LEVENT [TR]) 24 August 2006 (2006-08-24) paragraphs [0010] - [0022]	1

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
5 February 2008	20/02/2008

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Noirard, Pierre

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/061528

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	LEWIS BANKS ET AL: "73.4: Real-time Diffractive Video Projector Employing Ferroelectric LCOS SLM" SID 2006, 2006 SID INTERNATIONAL SYMPOSIUM, SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY, LO, vol. XXXVII, 24 May 2005 (2005-05-24), pages 2018-2021, XP007012898 ISSN: 0006-966X the whole document	20,21
A	US 2006/139711 A1 (LEISTER NORBERT [DE] ET AL) 29 June 2006 (2006-06-29) cited in the application paragraphs [0273], [0274]; figures 1-4	2,3
Y	US 2004/004616 A1 (KONYA MINEHIRO [JP] ET AL) 8 January 2004 (2004-01-08) paragraphs [0024] - [0076]	6-8,12
A	US 2005/030608 A1 (KWASNICK ROBERT F [US] ET AL) 10 February 2005 (2005-02-10) the whole document	2,3
A	US 2006/158729 A1 (VISSENBERG MICHEL CORNELIS J M [NL] ET AL) 20 July 2006 (2006-07-20) paragraphs [0051] - [0055]; figures 7-9	22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2007/061528

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005175257 A1	11-08-2005	CN 1672431 A	21-09-2005
		EP 1507419 A1	16-02-2005
		WO 03098942 A1	27-11-2003
		JP 2004048644 A	12-02-2004
		TW 223561 B	01-11-2004
US 2006050340 A1	09-03-2006	CA 2577858 A1	16-03-2006
		DE 102004044111 A1	09-03-2006
		EP 1792234 A1	06-06-2007
		WO 2006027228 A1	16-03-2006
		KR 20070102476 A	18-10-2007
US 2006187297 A1	24-08-2006	NONE	
US 2006139711 A1	29-06-2006	CA 2588738 A1	29-06-2006
		CA 2588742 A1	29-06-2006
		CN 101088053 A	12-12-2007
		CN 101088052 A	12-12-2007
		DE 102004063838 A1	06-07-2006
		EP 1828853 A1	05-09-2007
		EP 1800192 A1	27-06-2007
		WO 2006066906 A1	29-06-2006
		WO 2006066919 A1	29-06-2006
		KR 20070087631 A	28-08-2007
		KR 20070089991 A	04-09-2007
		US 2006139710 A1	29-06-2006
US 2004004616 A1	08-01-2004	CN 1471322 A	28-01-2004
		EP 1379063 A1	07-01-2004
		JP 2004040445 A	05-02-2004
		KR 20040004135 A	13-01-2004
US 2005030608 A1	10-02-2005	NONE	
US 2006158729 A1	20-07-2006	CN 1751525 A	22-03-2006
		WO 2004075526 A2	02-09-2004
		JP 2006521572 T	21-09-2006
		KR 20050102119 A	25-10-2005

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			FI			テーマコード（参考）
G09G	*3/30*	*(2006.01)*	G09G	3/30	J	5C380
G09G	*3/20*	*(2006.01)*	G09G	3/20	680H	5K127
			G09G	3/20	680S	

(31)優先権主張番号 0705410.9
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)
(31)優先権主張番号 0705408.3
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)
(31)優先権主張番号 0705407.5
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)
(31)優先権主張番号 0705403.4
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)
(31)優先権主張番号 0705401.8
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)
(31)優先権主張番号 0705399.4
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)
(31)優先権主張番号 0705398.6
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)
(31)優先権主張番号 0705409.1
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)
(31)優先権主張番号 0705411.7
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)
(31)優先権主張番号 0705406.7
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)
(31)優先権主張番号 0705402.6
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)
(31)優先権主張番号 0705405.9
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)
(31)優先権主張番号 0705404.2
(32)優先日 平成19年3月21日(2007.3.21)
(33)優先権主張国 英国(GB)

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,

CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100116894
弁理士 木村 秀二
(74)代理人 100130409
弁理士 下山 治
(74)代理人 100148345
弁理士 駒木 寛隆
(72)発明者 クロル, ボ
イギリス国 ロンドン Ｗ１４８ ＡＡ, イルチェスター プレイス １１
(72)発明者 ホイスラー, ラルフ
ドイツ国 ドレスデン ０１３０９, メルセブルガー シュトラーセ １
(72)発明者 シュヴェルトナー, アルミン
ドイツ国 ドレスデン ０１２５９, ラテナー シュトラーセ ７

Ｆターム(参考) 2H088 EA07 EA25 EA37 HA25 HA28 MA20
2H191 FA02Y FA10Z FA22X FA24Z FA29Z FA53Z FA62Z FA82Z FA85Z FB02
FB22 HA20 LA40 MA01 MA20
2H199 BA09 BA20 BA34 BA42 BA49 BA55 BB03 BB04 BB08 BB09
BB23 BB42 BB65 BB66
5C061 AA06 AA20 AB14
5C080 AA06 AA10 BB05 CC03 CC04 EE17 EE21 GG07 JJ05 JJ06
KK07 KK47
5C380 AA01 AB34 AC11 AC12 CF68 DA06 DA23 DA44
5K127 AA36 BA03 CA31 CB02 CB20 GB74 GD07