(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2019-534507
(P2019-534507A)
(43) 公表日 令和1年11月28日(2019.11.28)

| (51) Int.Cl. | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|
| G06K 7/10 | (2006.01) | G06K | 7/10 | 424 | |
| G06K 7/14 | (2006.01) | G06K | 7/14 | 017 | |
| G06K 19/06 | (2006.01) | G06K | 19/06 | 037 | |

審査請求 未請求　予備審査請求 有　（全 54 頁）

(21) 出願番号　特願2019-516673 (P2019-516673)
(86) (22) 出願日　平成29年9月27日 (2017.9.27)
(85) 翻訳文提出日　平成31年3月27日 (2019.3.27)
(86) 国際出願番号　PCT/US2017/053801
(87) 国際公開番号　WO2018/064212
(87) 国際公開日　平成30年4月5日 (2018.4.5)
(31) 優先権主張番号　62/400,879
(32) 優先日　平成28年9月28日 (2016.9.28)
(33) 優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)
(31) 優先権主張番号　62/485,471
(32) 優先日　平成29年4月14日 (2017.4.14)
(33) 優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)

(71) 出願人　505005049
スリーエム　イノベイティブ　プロパティズ　カンパニー
アメリカ合衆国，ミネソタ州　５５１３３－３４２７，セント　ポール，ポスト　オフィス　ボックス　３３４２７，スリーエム　センター
(74) 代理人　100099759
弁理士　青木　篤
(74) 代理人　100123582
弁理士　三橋　真二
(74) 代理人　100146466
弁理士　高橋　正俊
(74) 代理人　100173107
弁理士　胡田　尚則

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】静的データ及び動的ルックアップデータ光学要素セットを含む多次元光コード

(57) 【要約】
いくつかの例では、物品は、物理的表面を有する基板を含み、物理的表面上で多次元機械可読コードが実施され、多次元機械可読光コードは、静的データ（ＳＤ）光学要素セット及び動的ルックアップデータ（ＤＬＤ）光学要素セットを含み、各セットは物理的表面上で実施され、ＤＬＤ光学要素セットは、動的に可変のデータを参照するルックアップ値を符号化し、ＳＤ光学要素セットは、他のデータを参照しない静的データを符号化し、ＤＬＤ光学要素セットは、閾値距離より大きい距離において復号可能でない。

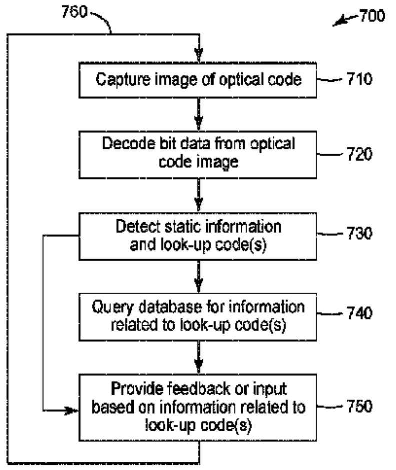


FIG. 7

【特許請求の範囲】
【請求項１】
物理的表面を含む基板と、
前記物理的表面上で実施される多次元機械可読コードと、を備え、前記多次元機械可読光コードが、静的データ（ＳＤ）光学要素セット及び動的ルックアップデータ（ＤＬＤ）光学要素セットを含み、各セットが前記物理的表面上で実施され、前記ＤＬＤ光学要素セットが、動的に可変のデータを参照するルックアップ値を符号化し、前記ＳＤ光学要素セットが、他のデータを参照しない静的データを符号化し、前記ＤＬＤ光学要素セットが、閾値距離より大きい距離において復号可能でない、物品。
【請求項２】
前記距離閾値は、区別可能性閾値を上回ると、画像捕捉デバイスによって捕捉される画像の分解能が、互いに視覚的に異なる前記ＤＬＤ光学要素セットの光学要素を視覚的に区別しない距離である、請求項１に記載の物品。
【請求項３】
前記ＳＤ光学要素セット内の第１の複数の光学要素が、前記物品を記述するコンテキスト情報を表し、
前記ＤＬＤ光学要素セット内の第２の複数の光学要素が、前記コンテキスト情報を記述するコンテンツ情報を表す、請求項１に記載の物品。
【請求項４】
前記ＳＤ光学要素セットが、それぞれ第１の寸法である第１の複数の光学要素を含み、前記ＤＬＤ光学要素セットが、それぞれ前記第１の寸法より小さい第２の寸法である第２の複数の光学要素を含む、請求項１に記載の物品。
【請求項５】
前記ＳＤ及びＤＬＤ光学要素セットのそれぞれの各光学要素が、一組の符号化値のうちの１つの符号化値を表し、前記一組の符号化値が、前記それぞれの光学要素の視覚的な区別可能性に基づいて区別可能である、請求項１に記載の物品。
【請求項６】
それぞれの各光学要素が外観を有し、前記外観が、異なる輝度を有する勾配値の範囲内の１つの輝度を示す視覚的勾配値である、請求項５に記載の物品。
【請求項７】
前記ＳＤ及びＤＬＤ光学要素セットが、ＱＲコード内に含まれていない、請求項１に記載の物品。
【請求項８】
前記基板は、複数のファインダ光学要素を含み、前記ファインダ光学要素は、機械視覚システムが、前記画像内の前記ＳＤ及びＤＬＤ光学要素セットのうちの１つ以上の位置を特定することを可能にする、請求項１に記載の物品。
【請求項９】
前記物品が、交通標識、ライセンスプレート、衣服、又はデカールのうちの少なくとも１つを含む、請求項１に記載の物品。
【請求項１０】
前記動的に可変のデータが、速度の低下、車線の閉鎖、車線の変更、迂回、道路形状の変化、道路舗装の変化、推奨車間距離の変化、予期される道路作業員、予期されるコーン、予期される遅延、作業区間の長さ、制限される車両タイプ、及び高さ制限のうちの少なくとも１つを示すデータを含む、請求項１に記載の物品。
【請求項１１】
画像捕捉デバイスによって閾値距離より小さい距離において捕捉された、多次元機械可読コードを含む物品の画像を受信することであって、前記物品が基板を含み、前記基板が物理的表面を有し、前記多次元機械可読光コードが、静的データ（ＳＤ）光学要素セット及び動的ルックアップデータ（ＤＬＤ）光学要素セットを含み、各セットが前記物理的表面上で実施され、前記ＤＬＤ光学要素セットが、動的に可変のデータを参照するルックア

ップ値を符号化し、前記ＳＤ光学要素セットが、他のデータを参照しない静的データを符号化する、受信することと、
前記ＤＬＤ光学要素セットからの前記ルックアップ値を復号することであって、前記ＤＬＤ光学要素セットが、前記閾値距離より大きい距離において復号可能でない、復号することと、
前記ルックアップ値をリモートコンピューティングデバイスへ送信したことに応じて、前記動的に可変のデータを受信することと、
前記動的に可変のデータに少なくとも部分的に基づいて、少なくとも１つの動作を実行することと、を含む方法。
【請求項１２】
前記画像が第１の画像であり、前記距離が第１の距離であり、前記方法が、
前記第１の画像が前記画像捕捉デバイスによって前記閾値距離以上の距離において捕捉される前に、第２の画像を受信することと、
他のデータを参照しない前記静的データを復号することと、
前記静的データに少なくとも部分的に基づいて、少なくとも１つの動作を実行することと、を更に含む、請求項１１に記載の方法。
【請求項１３】
前記ＳＤ光学要素セット内の第１の複数の光学要素が、前記物品を記述するコンテキスト情報を表し、
前記ＤＬＤ光学要素セット内の第２の複数の光学要素が、前記コンテキスト情報を記述するコンテンツ情報を表す、請求項１１に記載の方法。
【請求項１４】
前記ＳＤ光学要素セットが、それぞれ第１の寸法である第１の複数の光学要素を含み、前記ＤＬＤ光学要素セットが、それぞれ前記第１の寸法より小さい第２の寸法である第２の複数の光学要素を含む、請求項１１に記載の方法。
【請求項１５】
前記ＳＤ及びＤＬＤ光学要素セットのそれぞれの各光学要素が、一組の符号化値のうちの１つの符号化値を表し、前記一組の符号化値が、前記それぞれの光学要素の視覚的な区別可能性に基づいて区別可能である、請求項１１に記載の方法。
【請求項１６】
それぞれの各光学要素が外観を有し、前記外観が、異なる輝度を有する勾配値の範囲内の１つの輝度を示す視覚的勾配値である、請求項１５に記載の方法。
【請求項１７】
前記ＳＤ及びＤＬＤ光学要素セットが、ＱＲコード内に含まれていない、請求項１１に記載の方法。
【請求項１８】
前記距離閾値は、区別可能性閾値を上回ると、画像捕捉デバイスによって捕捉される前記画像の分解能が、互いに視覚的に異なる前記ＤＬＤ光学要素セットの光学要素を視覚的に区別しない距離である、請求項１１に記載の方法。
【請求項１９】
前記基板は、複数のファインダ光学要素を含み、前記ファインダ光学要素は、機械視覚システムが、前記画像内の前記ＳＤ及びＤＬＤ光学要素セットのうちの１つ以上の位置を特定することを可能にする、請求項１１に記載の方法。
【請求項２０】
前記物品が、交通標識、ライセンスプレート、衣服、又はデカールのうちの少なくとも１つを含む、請求項１１に記載の方法。
【請求項２１】
前記画像が第１の画像であり、前記距離が第１の距離であり、前記方法が、
前記画像内のそれぞれの光学要素セットのそれぞれの事前定義された位置を示す光学要素セット位置データに少なくとも部分的に基づいて、前記ＳＤ又はＤＬＤ光学要素セット

のうちの少なくとも１つを判定することと、

前記ＳＤ又はＤＬＤ光学要素セットのうちの前記光学要素セット内のそれぞれの光学要素のそれぞれの事前定義された位置を示す光学要素位置データに少なくとも部分的に基づいて、前記ＳＤ又はＤＬＤ光学要素セットのうちの前記少なくとも１つの前記それぞれの各光学要素に対するそれぞれの勾配値を判定することと、

前記それぞれの勾配値及び符号化値間のマッピングに少なくとも部分的に基づいて、メッセージの少なくとも一部分を判定することと、を更に含む、請求項１１に記載の方法。

【請求項２２】

前記少なくとも１つの動作を実行することが、

出力のために警報を生成すること、

出力のために報告を生成すること、

前記メッセージを記憶すること、又は

車両の前記動作を修正することを含む、請求項１１に記載の方法。

【請求項２３】

前記コンピューティングデバイスが、車両内に含まれている、請求項１１に記載の方法。

【請求項２４】

前記動的に可変のデータが、速度の低下、車線の閉鎖、車線の変更、迂回、道路形状の変化、道路舗装の変化、推奨車間距離の変化、予期される道路作業員、予期されるコーン、予期される遅延、作業区間の長さ、制限される車両タイプ、及び高さ制限のうちの少なくとも１つを示すデータを含む、請求項１に記載の方法。

【請求項２５】

１つ以上のコンピュータプロセッサと、

命令を含むメモリと、を備え、前記命令は、前記１つ以上のコンピュータプロセッサによって実行されたとき、前記１つ以上のコンピュータプロセッサに、請求項１１～２４に記載の方法のうちのいずれかを実行させる、コンピューティングデバイス。

【請求項２６】

実行されたとき、コンピューティングデバイスの少なくとも１つのプロセッサに、請求項１１～２４に記載の方法のうちのいずれかを実行させる命令で符号化された非一過性コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項２７】

請求項１１～２４に記載の方法のうちのいずれかを実行する手段を備える装置。

【請求項２８】

基板を含む物品であって、前記基板が物理的表面を有し、多次元機械可読光コードが、静的データ（ＳＤ）光学要素セット及び動的ルックアップデータ（ＤＬＤ）光学要素セットを含み、各セットが、前記物理的表面上で実施され、前記ＤＬＤ光学要素セットが、動的に可変のデータを参照するルックアップ値を符号化し、前記ＳＤ光学要素セットが、他のデータを参照しない静的データを符号化する、物品と、

画像捕捉デバイスと、

前記画像捕捉デバイスに通信的に結合されたコンピューティングデバイスと、を備え、前記コンピューティングデバイスが、１つ以上のコンピュータプロセッサ及び命令を含むメモリを含み、前記命令は、前記１つ以上のコンピュータプロセッサによって実行されたとき、前記１つ以上のコンピュータプロセッサに、

閾値距離より大きい距離であって、前記ＤＬＤ光学要素セットが、前記閾値距離より大きい前記距離において復号可能でない、閾値距離より大きい距離において捕捉された前記多次元機械可読コードを含む前記物品の画像を受信させ、

前記ＤＬＤ光学要素セットからの前記ルックアップ値を復号させ、

前記ルックアップ値をリモートコンピューティングデバイスへ送信したことに応じて、前記動的に可変のデータを受信させ、

前記動的に可変のデータに少なくとも部分的に基づいて、少なくとも１つの動作を実

行させる、システム。

【請求項２９】

前記メモリは、前記１つ以上のコンピュータプロセッサによって実行されたとき、前記１つ以上のコンピュータプロセッサに、請求項１１～２４に記載の方法のうちのいずれかを実行させる命令を含む、請求項２８に記載のシステム。

【請求項３０】

物理的表面を含む基板を有する物品を構築する方法であって、

多次元機械可読コードを指定する印刷仕様を受信することであって、前記多次元機械可読光コードが、静的データ（ＳＤ）光学要素セット及び動的ルックアップデータ（ＤＬＤ）光学要素セットを含み、各セットが、前記物理的表面上で実施され、前記ＤＬＤ光学要素セットが、動的に可変のデータを参照するルックアップ値を符号化し、前記ＳＤ光学要素セットが、他のデータを参照しない静的データを符号化し、前記ＤＬＤ光学要素セットが、閾値距離より大きい距離において復号可能でない、受信することと、

前記印刷仕様に少なくとも部分的に基づいて、前記多次元機械可読光コードを含む前記物品を構築することと、を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、物品の物理的表面に関する情報の符号化並びにそのような情報を符号化及び復号するシステムに関する。

【背景技術】

【０００２】

バーコードは、概して、データ又は情報の光学的機械可読表現である。いくつかのバーコードは、平行な線の幅及び間隔を体系的に変動させることによってデータを表した。これらのタイプのバーコードは、一般に、線形又は１次元（one-dimensional、１Ｄ）バーコードと呼ばれている。バーコード内に符号化されたデータ又は情報は、バーコードが取り付けられている物体に関することがある。

【０００３】

後に、２次元（two-dimensional、２Ｄ）バーコードが開発された。これらのバーコードは、２次元の幾何学的パターンを使用してデータを符号化した。一般的なタイプの２Ｄバーコードは、正方形の形状をしたマトリックスタイプのコードであるクイックレスポンス（quick response、ＱＲ）コードである。ＱＲコードは、多くの場合、コードの境界及び向きを画定する３つの特徴的な正方形をその角部に含み、寸法、向き、及び視野角に対して画像を正規化するために使用されるより小さい正方形を第４の角部付近に含む。

【０００４】

情報は８ビットの文字を使用してＱＲコード内に符号化され、各ビットは白色又は黒色の正方形によって表される。これらのビットは基本的なマトリックス又は格子パターンで配置され、各ビットは同じ寸法の正方形である。マトリックスが作成されるとき、コード内で右下角部から右から左へ上下にジグザグにコードの他の要素をよけて進む幅２画素のストリップにコード語が続く。ＱＲコードでは、符号化された情報は、典型的には、標準化されたレイアウトスキームに従って、復号デバイスが符号化された情報を確実に回収することを可能にする。ＱＲコード内に符号化することができる文字の数は、各ビットの寸法、ＱＲコード自体の寸法、文字のアルファベットの寸法、及び使用される誤り補正レベルに依存する。バーコードに関係する既存の技術を考慮しても、バーコード、並びにそのようなバーコードを含む標識又は他の物品には様々な欠点が存在する。

【発明の概要】

【０００５】

本開示の物品、技法、及びシステムは、静的データ（static data、ＳＤ）光学要素セット及び動的ルックアップデータ（dynamic lookup data、ＤＬＤ）光学要素セットを含む機械可読コードを対象とし、機械可読コードは、物品上で実施され、コードの画像を受

信するコンピューティングデバイスによって復号可能である。ＤＬＤ光学要素セットは、動的に可変のデータを参照するルックアップ値を符号化し、ＳＤ光学要素セットは、他のデータを参照しない静的データを符号化する。ＤＬＤ光学要素セットは、閾値距離より大きい距離において復号可能でないことがあり、静的データを符号化するＳＤ光学要素セットは、閾値距離より大きい距離において復号可能であることがある。このようにして、ＳＤ光学要素セットに対する情報は、画像捕捉デバイスと光学要素を含む物品との間に更なる距離において復号することができる光学要素内に符号化することができる。ＤＬＤ光学要素セットに対する情報は、画像捕捉デバイスが光学要素を含む物品により近いときのみ復号することができる光学要素内に符号化することができる。このようにして、物品は、物品に対して不変及び恒久的な特定の情報を提供しながら、動的に変化するデータへのアクセスを提供することができる。本開示に更に記載するように、そのような情報には誤り補正データが付随して、視覚的な遮蔽に対する弾力性を提供することができ、そのような情報を階層的内に符号化して、物品の有限の空間により高密度の情報配置を提供することができる。

【０００６】

いくつかの例では、物品は、物理的表面を含む基板を含み、物理的表面上で多次元機械可読コードが実施され、多次元機械可読光コードは、静的データ（ＳＤ）光学要素セット及び動的ルックアップデータ（ＤＬＤ）光学要素セットを含み、各セットは物理的表面上で実施され、ＤＬＤ光学要素セットは、動的に可変のデータを参照するルックアップ値を符号化し、ＳＤ光学要素セットは、他のデータを参照しない静的データを符号化し、ＤＬＤ光学要素セットは、閾値距離より大きい距離において復号可能でない。

【０００７】

いくつかの例では、物品は、物理的表面を含む基板を含み、物理的表面上で多次元機械可読コードが実施され、多次元機械可読光コードは、静的データ（ＳＤ）光学要素セット及び動的ルックアップデータ（ＤＬＤ）光学要素セットを含み、各セットは物理的表面上で実施され、ＤＬＤ光学要素セットは、動的に可変のデータを参照するルックアップ値を符号化し、ＳＤ光学要素セットは、他のデータを参照しない静的データを符号化し、ＤＬＤ光学要素セットは、閾値距離より大きい距離において復号可能でない。

【０００８】

いくつかの例では、方法が、画像捕捉デバイスによって閾値距離より小さい距離において捕捉された、多次元機械可読コードを含む物品の画像を受信することであって、物品が基板を含み、基板が物理的表面を有し、多次元機械可読光コードが、静的データ（ＳＤ）光学要素セット及び動的ルックアップデータ（ＤＬＤ）光学要素セットを含み、各セットが物理的表面上で実施され、ＤＬＤ光学要素セットが、動的に可変のデータを参照するルックアップ値を符号化し、ＳＤ光学要素セットが、他のデータを参照しない静的データを符号化する、受信することと、ＤＬＤ光学要素セットからのルックアップ値を復号することであって、ＤＬＤ光学要素セットが、閾値距離より大きい距離において復号可能でない、復号することと、ルックアップ値をリモートコンピューティングデバイスへ送信したことに応じて、動的に可変のデータを受信することと、動的に可変のデータに少なくとも部分的に基づいて、少なくとも１つの動作を実行することと、を含む。

【０００９】

いくつかの例では、システムが、基板を含む物品であって、基板が物理的表面を有し、多次元機械可読光コードが、静的データ（ＳＤ）光学要素セット及び動的ルックアップデータ（ＤＬＤ）光学要素セットを含み、各セットが物理的表面上で実施され、ＤＬＤ光学要素セットが、動的に可変のデータを参照するルックアップ値を符号化し、ＳＤ光学要素セットが、他のデータを参照しない静的データを符号化する、物品と、画像捕捉デバイスと、画像捕捉デバイスに通信的に結合されたコンピューティングデバイスとを含み、コンピューティングデバイスは、１つ以上のコンピュータプロセッサ及び命令を含むメモリを含み、命令は、１つ以上のコンピュータプロセッサによって実行されたとき、１つ以上のコンピュータプロセッサに、閾値距離より大きい距離であって、ＤＬＤ光学要素セットが

、閾値距離より大きい距離において復号可能でない、閾値距離より大きい距離において捕捉された、多次元機械可読コードを含む物品の画像を受信させ、ＤＬＤ光学要素セットからのルックアップ値を復号させ、ルックアップ値をリモートコンピューティングデバイスへ送信したことに応じて、動的に可変のデータを受信させ、動的に可変のデータに少なくとも部分的に基づいて、少なくとも１つの動作を実行させる。

【００１０】

１つ以上の例の詳細について、添付の図面及び以下の説明で述べる。本開示の他の特徴、目的、及び利点は、説明及び図面並びに特許請求の範囲から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】例示的なコンテンツ及びコンテキスト光学要素を含む機械可読光コードである。

【００１２】

【図２Ａ】機械可読光コードの一例である。

【００１３】

【図２Ｂ】データペイロードを含む図２Ａの機械可読光コードを示す。

【００１４】

【図２Ｃ】遮蔽を含む図２Ａの機械可読光コードを示す。

【００１５】

【図２Ｄ】遮蔽を含む図２Ａの機械可読光コードを示す。

【００１６】

【図３】本開示に一貫した例示的な標識構造である。

【００１７】

【図４Ａ】入れ子状のコンテンツ光学要素を含む機械可読光コードである。

【００１８】

【図４Ｂ】入れ子状のコンテンツ光学要素を含む機械可読光コードである。

【００１９】

【図５】物品又は標識上の多次元機械可読光コードを読み取る動的システムの図である。

【００２０】

【図６】多次元機械可読光コードを読み取るために動的システムで使用されるコンピューティングデバイスの一例である。

【００２１】

【図７】ルックアップコードを含む多次元機械可読光コードを読み取ることを示す流れ図である。

【００２２】

【図８】本開示の技法による再帰反射性の物品並びに例示的なヨー、ピッチ、及びロール軸を示す。

【００２３】

【図９】本開示の技法による光コードの例示的な構造を示す。

【００２４】

【図１０】本開示の技法による単一分解能の光コードを示す。

【００２５】

【図１１】本開示の技法による多分解能の光コードを示す。

【００２６】

【図１２】本開示の技法による異なるクロッキングパターンを示す。

【図１３】本開示の技法による異なるクロッキングパターンを示す。

【００２７】

【図１４】本開示の１つ以上の技法による光コード内に含むことができる繰返し又は反復ビットを示す。

【００２８】

【図１５】本開示の技法による参照復号アルゴリズムを示す。

【００２９】
【図１６】本開示の技法による物品上で実施される光コードに対するモジュール隙間を示す。
【図１７】本開示の技法による物品上で実施される光コードに対するモジュール隙間を示す。
【００３０】
【図１８】本開示の技法による固定のパターン情報を含む光コードを示す。
【発明を実施するための形態】
【００３１】
　図１は、例示的なコンテンツ及びコンテキスト光学要素を含む機械可読光コード１００（又は「コード１００」）を示す。本開示のいくつかの例では、機械可読コード１００は、可読でない及び／又は人間にとって意味のある情報を含まない、２進又はｎ進情報を表す光学要素を含む。例えば、ｎ進情報は、ｎベースの文字又は数体系を使用して表すことができる。図１で、コード１００は、行及び列を含む構成で配置されている正方形又は光学要素から構成された多次元のデータマトリックスである。いくつかの例では、「光学要素」及び「モジュール」という用語は互換的に使用することができる。本開示の機械可読光コードはＱＲコードではなく、本開示から明らかになるように、ＱＲコードに対して１つ以上の利点を提供することができる。本開示の物品、システム、及び技法について、交通標識に関して説明するが、他の物品は、ライセンスプレート、衣服、又はデカールを含むことができる。
【００３２】
　図１に示すように、コード１００は、いくつかの光学要素がデータのビットを表す２進コードを表すことができ、白色又は黒色であり、白色及び黒色は、それぞれ「０」及び「１」に対応し、機械可読情報をコード内に符号化する。上述した例の２進などの任意の可能な符号化スキームを使用することができる。より概略的には、１つの光学要素は、その外観（例えば、勾配値）に基づいて、一組の符号化値のうちの１つの符号化値を表すことができ、一組の符号化値の寸法は、特定の光学要素に割り当てることができる異なる可能な勾配値の数に対応する。アルファベット文字、数値文字、又は任意の他の記号など、任意の数の異なる組の符号化値を使用することができる。図１に示すように、符号化値は、それぞれの光学要素の視覚的な区別可能性に基づいて区別可能である。例示を目的として、図１に示す正方形は、コード１００内の異なる符号化値を示すために、ｎ進の勾配のシェーディングを含む。図１の光学要素は正方形として示されているが、本開示に一貫した光学要素は、任意の形状とすることができる。
【００３３】
　機械可読光コード内に符号化されたデータは、それだけに限定するものではないが、静的データ又はルックアップコードを含む複数のタイプのうちの１つとすることができる。静的データは、ビット、数字、又は文字シーケンスとすることができる。静的データは、複数回使用することができ、多くの場合、複数の異なる物品又は標識上で使用することができる。いくつかの例では、複数の異なる物品又は標識上で実施される静的データは、同じ意味を有することができる。静的情報の一例は、標識分類である。光コード内にデータシーケンスを符号化して、コードが位置する標識のタイプ（例えば、停止標識）を指定することができる。すべての停止標識に同じコードを使用することができ、その結果、機械視覚システムを含む車両が停止標識に接近するとき、車両は常に標識のタイプを識別することが可能になる。
【００３４】
　ルックアップコード（又は「ルックアップ値」）は、変化する情報に関連付け又はマッピングすることができるデータのシーケンス又はセットとすることができる。ルックアップコードは、固有とすることができ、したがって単一の光コードが、特定のルックアップコードを符号化する。場合によっては、ルックアップコードは、特定の地理、物品のタイプ、応用例、又は他のセット若しくはグループの範囲内で固有とすることができる。ルッ

クアップコードは典型的に固有であるが、複数のルックアップコードを同じ情報に関連付けることができる。いくつかの例では、ルックアップコードは、ポインタ、統一資源識別子、又は一組のデータへの他の参照とすることができる。このようにして、コンピューティングデバイスは、ルックアップコードによって参照されるデータを回収又は変更することができる。

【００３５】

ルックアップコードの１つの応用例は、機械視覚システムを含む車両に対して、交通領域内で作業又は工事区間が近づいていることなど、環境が変化していることを警報することとすることができる。交通領域付近の停止標識は、停止標識上の光コード内に符号化された標識のタイプを指定する静的データを有することができる。停止標識はまた、ルックアップコードを含むことができる。ルックコードは、標識上のルックアップコードを読み取る機械視覚システムを使用して工事作業員又は他の個人によって、工事区間が前方にあるという警報に関連付けることができる。データストアのオペレータは、ルックアップコードをこれらのルックアップコードによって参照されるデータにマッピングし、次いでこれらのルックアップコードを、ルックアップコードデータベース内の工事区間警報に関連付けられるように割り当てることができる。機械視覚システムを含む車両が停止標識に接近するとき、機械視覚システムは、ルックアップコードを復号し、ルックアップコードデータベースに問い合わせて、ルックアップコードに関連付けられた情報を受信することができる。次いで機械視覚システムは、工事区間警報を受信し、この情報を使用して、車両の運転者に警報すること、又は車両内の自動運転光学要素へ入力を提供することが可能になる。ルックアップコードの応用例及び用途については、本明細書で更に詳細に論じる。

【００３６】

いくつかの例では、コード１００は、それだけに限定するものではないが、３つのタイプの光学要素、すなわちファインダ光学要素、コンテキスト光学要素、及びコンテンツ光学要素を含むことができる。図１のファインダ光学要素は、行Ｄ及び列４にある光学要素である（合計１３個の光学要素）。具体的には、光学要素Ａ４、Ｄ１、Ｄ４、Ｄ７、及びＧ４が「０」であり、残りのファインダ光学要素が「１」である。ファインダ光学要素は概して、機械視覚システムが画像内の２Ｄバーコードを認識すること、又はコード１００の外縁部を含む画像内の光コードの位置を特定することを可能にする。

【００３７】

ファインダコード又は光学要素は、機械又は機械視覚システムが、画像内に現れる様々な線及び他の視覚的な特徴を分類して、光コードが空間的に開始及び終了する位置を判定することを可能にする。ファインダコード又は光学要素は、典型的には定位置に固定されており、十分に視覚的に特質的又は複雑であり、本質的に通常は生じないはずである。このようにしてファインダコード又は光学要素を設計することで、機械視覚は、復号するべき２Ｄコードを識別したという相当の確実性を有することが可能になる。より複雑なファインダコードは、機械視覚システムが２Ｄコードを発見及び復号する尤度を増大させる。より視覚的に複雑なファインダコードは、コードを実施するために必要とされるファインダ光学要素の数の増大を必要とすることがあり、その結果、光学要素の寸法がより小さくなり（光学要素の遮蔽及び誤読の尤度を増大させることがある）、データ又は情報を符号化するために使用する残りの光学要素がより少なくなることがある。

【００３８】

いくつかの構成では、ファインダ光学要素は、機械視覚システムが２Ｄバーコードの向きを判定することを可能にする。しかし、他の応用例では、２Ｄバーコードの向きは、コンピューティングデバイスが２Ｄバーコードの画像を処理することによって仮定することができる（２Ｄバーコードが標識又は静止した物体上にあるときなど）。これらの応用例では、向き情報を符号化する必要がないため、より少ないファインダ光学要素（及び情報ビット）が必要とされる。コード１００に示すファインダ光学要素は、ラスタ走査によって迅速に識別することができる。ある場合には、本開示に一貫した光コードは、３６より少ないファインダ光学要素を含む。別の場合には、本開示に一貫した光コードは、例えば

、２５、２３、２１、１９、１７、１５、又は１３より少ないファインダ光学要素を含む。

【００３９】

下表は、ファインダ光学要素、コンテキスト光学要素、コンテンツ光学要素、全光学要素、及び本開示に一貫した様々な寸法の光コード内に符号化することができるデータビットの数を示す。これらはコード寸法の例であり、本開示に一貫した変動する寸法の他のコードを作成して、以下の光学要素情報を外挿することもできる。下表では、ファインダ光学要素の数は、ファインダ光学要素に対する交差中心パターンに基づいている。使用されるパターンに応じて、より多い又はより少ないファインダ光学要素が存在することができる。加えて、列挙したコンテンツ光学要素の数は、コンテンツ光学要素が標準又はコンテキスト光学要素の面積のうちの２５％であると仮定する。所望される応用例の必要に応じて、より多い又はより少ないコンテキスト光学要素又はコンテンツ光学要素を含むコードを設計することができる。符号化データビットの数は、コンテンツ光学要素及びコンテキスト光学要素間の変動性を補償し、各標準ビット寸法が１データビットを符号化すると仮定する（ファインダ光学要素を除く）。

【００４０】

【表１】

**表１：コード寸法及び光学要素分布の例**

| ファインダ光学要素 | コンテキスト光学要素 | コンテンツ光学要素 | 全光学要素 | 符号化データビット |
|---|---|---|---|---|
| 13 | 24 | 36 | 76 | 63 |
| 17 | 48 | 48 | 117 | 100 |
| 21 | 80 | 60 | 166 | 145 |
| 25 | 120 | 72 | 223 | 198 |
| 29 | 168 | 84 | 288 | 259 |
| 33 | 224 | 96 | 361 | 328 |
| 37 | 288 | 108 | 442 | 405 |
| 41 | 360 | 120 | 531 | 490 |

【００４１】

ファインダ光学要素は、様々なやり方で光コード１００内に配置することができる。ファインダ光学要素が中心交差パターンでコード１００内に配置されているが、ファインダ光学要素に対する他の配置又は構成は、３つの白色光学要素を各角部に配置することを含む。追加のバリエーションは、隣接する角部の光学要素間の１つ以上の縁部に沿って交互にクロッキングする画素（白色、黒色）を含む。本開示に一貫したコード内のファインダ光学要素に対する他の位置は、本開示を読めば当業者には明らかであろう。

【００４２】

コンテキスト光学要素は、概して、コード１００が位置する物品若しくは物体、又はその物品若しくは物体の位置若しくは環境に関係する機械可読データ又は情報を符号化するビット又は光学要素である。場合によっては、コンテキスト光学要素を使用して、静的データを符号化することができる。他の場合には、コンテキスト光学要素を使用して、ルックアップコードを符号化することができる。ある場合には、コンテキスト光学要素は、ファインダ光学要素と同じ寸法であり、ファインダ光学要素が検出可能である距離と同じ距離である第１の距離から、機械視覚システムによって検出可能である。そのような距離は、２Ｄコードの寸法、２Ｄコード内の光学要素の数、各光学要素の寸法、及び２Ｄコードを検出する機械視覚システムの分解能に依存する。コンテキスト光学要素内に符号化されたデータの例としては、物品又は物体の位置、物品又は物体に関係する製造情報、コードが位置する交通標識の分類、特定の地域、時間、日、又は気象条件に該当する法律又は他

の運転制限、及びその標識が適用される車線が挙げられる。他のタイプの情報は、本開示を読めば当業者には明らかであろう。図１では、光学要素Ａ２、Ａ３、Ｂ２、Ｂ３、Ｂ５、Ｂ６、Ｂ７、Ｃ２、Ｃ３、Ｃ５、Ｃ６、Ｃ７、Ｅ１、Ｅ２、Ｅ３、Ｅ５、Ｅ６、Ｆ１、Ｆ２、Ｆ３、Ｆ５、Ｆ６、Ｇ５、及びＧ６はすべて、コンテキスト光学要素である。これらの光学要素のうち、例示のみを目的として、１に対する勾配色又はシェーディング間のマッピングが、光学要素Ａ２、Ｂ２、Ｂ５、Ｂ６、Ｂ７、Ｃ２、Ｅ６、Ｆ１、Ｆ２、Ｆ３、Ｆ６、及びＧ６に対する勾配色又はシェーディングに対応するため、光学要素Ａ２、Ｂ２、Ｂ５、Ｂ６、Ｂ７、Ｃ２、Ｅ６、Ｆ１、Ｆ２、Ｆ３、Ｆ６、及びＧ６は「１」であり、残りのコンテキスト光学要素は「０」である。

【００４３】

様々なコード化技法を使用して、情報をコード１００に符号化することができる。１つのそのような例示的な技法は、当業者には理解されるように、リードーソロモン符号であり、これは参照により本明細書に組み込まれている、ｈｔｔｐ：／／ｄｏｗｎｌｏａｄｓ．ｂｂｃ．ｃｏ．ｕｋ／ｒｄ／ｐｕｂｓ／ｗｈｐ／ｗｈｐ－ｐｄｆ－ｆｉｌｅｓ／ＷＨＰ０３１．ｐｄｆで入手可能な「Ｒｅｅｄ－Ｓｏｌｏｍｏｎ Ｅｒｒｏｒ Ｃｏｒｒｅｃｔｉｏｎ」、Ｃ．Ｋ．Ｐ．Ｃｌａｒｋｅ、Ｒ＆Ｄ Ｗｈｉｔｅ Ｐａｐｅｒ ＷＨＰ０３１、２００２年７月に記載されている。本開示に一貫して使用することができる他のタイプの誤り補正コードには、ゴレイ符号、低密度パリティ検査符号、ターボ符号が含まれる。他のタイプのコードは、当業者には明らかであろう。コード１００では、ベース３の拡張リードーソロモン符号を使用して、コンテキスト光学要素は、計２４個のコンテキスト光学要素内に１２ビットの情報を埋め込むことができる。最大２つの光学要素が遮蔽又は損失されることがあるが、コンテキスト光学要素内に符号化されたデータはそれでもなお回復可能である。本明細書に記載するコード１００に対する符号化を使用して、コンテキスト光学要素が標識のタイプを表す場合、最大４０９６個の固有の標識を分類することができる。

【００４４】

コード１００はまた、３６個のコンテンツ光学要素を含み、より大きい光学要素Ａ１、Ｂ１、Ｃ１、Ｅ７、Ｆ７、Ｇ１、Ｇ２、Ｇ３、及びＧ７内に４つずつ位置する。コンテンツ光学要素は、第２の距離から機械視覚システムによって検出可能であり（ただし第１の距離において機械視覚システムによって検出可能でない）、第２の距離は第１の距離より小さい。コンテンツ光学要素を使用して、コンテキスト光学要素内に符号化された情報を延ばすことができる。例えば、コンテキスト光学要素が、物品が速度制限標識であることを示す場合、コンテンツ光学要素を使用して、標識が位置する区間内で速度制限が時速５５マイルであることを示すことができる。このようにして、コンテンツ情報は、コンテキスト情報について記述することができる。

【００４５】

場合によっては、コンテンツ光学要素内に符号化されたデータをＧＰＳ座標、標識設置日などの他のデータセットと組み合わせて、組み合わせたコードＵＵＩＤを作成することができ、ＵＵＩＤをルックアップコードとして使用することができる。コンテンツ光学要素は、コード１００が位置する物品若しくは物体、又はその物品若しくは物体の位置及び環境に関係する機械可読データ又は情報を符号化するビット又は光学要素とすることができる。場合によっては、コンテンツ光学要素を使用して、静的データを符号化することができる。場合によっては、コンテンツ光学要素を使用して、ルックアップコードを符号化することができる。機械視覚システムによってコンテンツ光学要素を読み取ることができる距離は、コード１００の寸法、コード１００内の光学要素の数、各光学要素の寸法、及び機械視覚システムの分解能に依存する。

【００４６】

Ａ１、Ｂ１、Ｃ１、Ｅ７、Ｆ７、Ｇ１、Ｇ２、Ｇ３、及びＧ７のコンテンツ光学要素は、ルックアップコードに加えて、速度制限、指示情報、ＧＰＳ座標、若しくは資産番号などの標識に特有の情報、又はデータベース内の詳細な情報を探索するために使用すること

ができる識別子を含む、様々なタイプの情報を符号化することができる。コンテンツ光学要素はまた、コンテキスト光学要素に対する更なる誤り補正として動作するように使用することもできる。

【００４７】

標識の分類及びデータ品質を改善することに加えて、基盤設備の物品が、高解像度マッピングによって提供される位置データを補う機会を提供することができる。マッピング会社は、運転者及び自動化車両が経路を計画するのを助け、車両を道路上に適当に位置決めするために、極めて詳細な動的マッピングを作成している。現在の高解像度（high-definition、ＨＤ）マッピングは、ＳＩＦＴ（スケール不変特徴変換）特徴を連続して分析し、位置特定を提供することに依拠している。確実な特徴を引き出すために、高密度データマッピングを行い、車両によって参照できるようにアクセス可能に記憶することができる。場合によっては、これは時間がかかりかつ高価である（経済上及び計算上両方の意味で）。場合によっては、ＳＩＦＴ特徴として使用される目標物が変化する可能性もあり、これはそのＳＬＡＭ（同時位置特定及びマッピング）を実行しようとしている車両にとって困難である。

【００４８】

本開示の技法は、精密なＧＰＳ情報を与えることができる情報を標識に埋め込むことによって、計算上の費用を軽減することができ、並びにＳＩＦＴ特徴を点群データと整合させる曖昧な又は誤りがちな動作を低減させることができる。例えば、いくつかの光コードは、高精度のＧＰＳ座標並びに標識固有の識別子を含むことができる。光コード上のファインダ及びタイミングモジュールは、平面ポーズ推定技法を使用して距離ベクトル判定を正確に読み取ることを可能にすることができる。この距離ベクトル及び復号されたＧＰＳ座標を組み合わせるコンピューティングデバイスは、ＧＰＳデータが不確実になりうる（例えば）都市ビルの谷間でも、参照位置を指定して現在のＧＰＳ座標を比較し、オフセット／ドリフト／誤り補正、したがって位置特定を提供する。

【００４９】

一例として、車両機械視覚システムは、その埋め込まれた光コードを露出させる赤外光で標識の画像を捕捉する。ファインダモジュールの寸法及びスキューが、コンピューティングデバイスによってその画像を再び正方形に正規化することを可能にする。モジュールの寸法は、２つの分離されたファインダモジュール間に広がった複数の画素によって測定することができる。この画素数は、距離に比例する画素寸法に相関し、画像の歪度、並びに標識に対する特有の距離及び方向を示す画素寸法に基づいて、コンピューティングデバイスによるベクトル判定を可能にする。標識位置の高精度ＧＰＳ座標、及びカメラ位置の正確な投影図により、カメラが車両上のどこに位置するかを車両が分かっている限り、ここでコンピューティングデバイスによって、提供された標識ＧＰＳ及び適当な並進ベクトルから、車両のＧＰＳ位置を判定することができる。

【００５０】

固有に識別された道路標識又は他の物品を位置特定に使用することは、標識により座標位置及び標識ＩＤを能動的に確認することができ、正しくない又は誤った整合が行われる可能性が低くなるため、ＳＩＦＴ特徴に依拠するより好ましいであろう。点群データ又はスケール不変特徴リストは、形状自体以外の固有の識別子を実際に有することができない。これにより多くの場合、車両は地上の特有の位置に相関する一組の点又は特徴を選択したとほぼ考えているが、確信はもてない。つまり、車両はおそらくその識別に関して正しかったが、正しくなかった可能性もあり、車両は、不正確に位置を特定した場合、期待する特徴を次に見失い始めるまで気付かない。位置特定に光コードを使用する本開示の技法は、改善された信頼性及び／又は確実性を提供することができる。

【００５１】

固有のｉｄ並びに高精度の位置を有する標識又は他の物品を使用することで、正しい標識が識別され、その位置が検証されたという確認又は追加の信頼性情報を提供することができる。車両が記憶されている標識のＧＰＳ座標を使用する必要がない場合でも、車両は

、期待するＳＩＦＴ特徴にＧＰＳ座標を整合させることができる。これにより、そのＳＩＦＴ特徴に正のＩＤを提供することができ、その関連付けに関する信頼レベルを増大させることが可能になる。いくつかの例では、特定の標識が正確な標識であり、偽装されていない又はその他の形で無効でないことを認証するために、セキュリティ要素を導入することができる。

【００５２】

いくつかの例では、他のシステム又はモデルを列車ためのグランドトルース源として、光コードを使用することができる。例示的なモデルには、ニューラルネットワーク、ＳＶＭ分類器、又は任意の他の教師あり学習モデルを含むことができる。光コード内に符号化されたデータは、そのようなモデルを変換するためのグランドトルース情報として使用することができる。一例として、位置特定データなどの光コードからのデータは、任意の他の特徴とともに特徴ベクトルで構造化することができ、それを使用して、例えば画像データを分類することができる。例示的な分類には、画像データが特定の道路標識を示すかどうかを分類することを含むことができる。モデルに適用される特徴ベクトル内にグランドトルース情報を含むことによって、モデルは、特定の道路標識を含むものとして画像データをより正確に分類することができる。非デジタルの特定のデータ（例えば、不十分な解像度の画像データ）とともにデジタルの特定のデータ（例えば、何らかのＥＣＣを含む光コードデータ）を使用することで、非デジタルの特定のデータの分類を改善することができる。道路標識に対する画像データを分類するという文脈で説明するが、光コードからのグランドトルースを使用する技法は、より一般的には、デジタルの特定のデータを使用して非デジタルの特定のデータに対する分類器より正確にする任意のシナリオに適用することができる。そのような技法は、分類器に対する追加の信号を提供することができ、又は分類器の結果が正しいことを認証するためのチェックとして動作することができる。

【００５３】

データは、様々なやり方で、又は様々なアルゴリズムを使用して、コンテンツ光学要素内に符号化することができる。１つのそのようなアルゴリズムは、ベース６のリードーソロモン符号であり、それにより１２ビットのデータをコンテンツ光学要素内に符号化することが可能になる。コンテンツコードは概してコンテキストコードより小さいため、コンテンツ光学要素が誤読される又は機械視覚システムの視野から遮蔽される尤度は増大する。ベース６のリードーソロモン符号化スキームを使用することで、コンテキスト光学要素に対するベース３のリードーソロモン符号と比較すると、追加の冗長性又は誤り検査を提供することができる。

【００５４】

光学要素Ａ５、Ａ６、及びＡ７を使用して、設置時に標識にカスタムデータを追加することができる。ある場合には、これらの光学要素はすべて白色に見えており、所望の光学要素の上にＩＲ黒色材料を追加することによって、設置者により、標識が適用される車線などの情報を示すことができる。

【００５５】

コード１００は、ファインダ光学要素の寸法によって判定されるように、７×７のマトリックスとして示されているが、他のコードも本開示の範囲内である。例えば、コードは、８×８、９×９、１０×１０、１１×１１、１２×１２、１３×１３、Ｎ×Ｎ、又はＮ×Ｍとすることができる。いくつかの構成では、本開示に一貫したコードは、正方形のマトリックスでなくてもよい。光コードは、円形、三角形、多角形、長方形、又は任意の所望の不規則な形状とすることができる。そのような光コードの寸法は、ファインダ光学要素の寸法を使用して単一の光学要素の標準的な寸法を判定し、標準的な光学要素の総数を計算することによって判定することができる。

【００５６】

図２Ａは、本開示による機械可読光コードを含むことができる機械可読光コードの一例である。光コード２００は、光コード２００の角部に位置する１２個のファインダ光学要素Ａ１、Ａ２、Ａ６、Ａ７、Ｂ１、Ｂ７、Ｆ１、Ｆ７、Ｇ１、Ｇ２、Ｇ６、及びＧ７を含

む。ファインダ光学要素のグループ又はブロックが、図２Ａに「Ｆ」で示されている。コンテキスト光学要素は、光コード２００の中心付近に位置することができ、コンテキスト光学要素のブロックには１～５の番号が付けられている。コンテキスト光学要素ブロックは、以下の光学要素を含む。

【００５７】

コンテキストブロック１：Ａ４、Ｂ４、Ｃ４、Ｄ４、Ｅ４

【００５８】

コンテキストブロック２：Ｂ５、Ｂ６、Ｃ５、Ｃ６、Ｄ５

【００５９】

コンテキストブロック３：Ｂ２、Ｂ３、Ｃ２、Ｃ３、Ｄ２

【００６０】

コンテキストブロック４：Ｄ３、Ｅ３、Ｅ４、Ｆ３、Ｆ４

【００６１】

コンテキストブロック５：Ｄ６、Ｅ５、Ｅ６、Ｆ５、Ｆ６

【００６２】

これらのコンテキストブロックは、コンテキストブロック１がデータペイロードブロックになり、コンテキストブロック２～５がそれぞれリードーソロモン誤り補正専用になるように使用される。これにより、最大２つの不正確に読み取ったコンテキストブロックの補正が可能になる。コンテンツブロック１は５ビットを有するため、最大$２^{5}$（又は３２）種類の車両（又は任意の所望の分類セット）を符号化することができる。言い換えれば、左若しくは右から最大３つの列（１、２、及び３、若しくは５、６、及び７）を完全に遮蔽することができ、又は下から最大２つの行（Ｆ及びＧ）を完全に遮蔽することができ、それでもなおコンテキストデータを確実に復号することができる。

【００６３】

図２Ａは、コンテンツ光学要素の８つのブロックを含み、各ブロックが６つの光学要素を含む。例示的な光学要素ブロック２０２は、コンテンツ光学要素ブロックＤ１を表す。例示的な光学要素ブロック２０４は、コンテキスト光学要素ブロック１を表す。図２Ａに示すように、コンテンツ光学要素ブロックＤ７及びＤ８は、光コード２００の２つ以上の近接領域にまたがって分散する。これらのコンテンツ光学要素ブロックは、図２ＡにＤ１～Ｄ８として示されている。各コンテンツ光学要素ブロック内のビットは、次のとおりである。

【００６４】

コンテンツブロックＤ１：Ｃ１及びＤ１の上半分

【００６５】

コンテンツブロックＤ２：Ｄ１の下半分及びＥ１

【００６６】

コンテンツブロックＤ３：Ｃ７及びＤ７の上半分

【００６７】

コンテンツブロックＤ４：Ｄ７の下半分及びＥ７

【００６８】

コンテンツブロックＤ５：Ｇ３及びＧ４の左半分

【００６９】

コンテンツブロックＤ６：Ｇ４の右半分及びＧ５

【００７０】

コンテンツブロックＤ７：Ａ３の上半分及びＦ４

【００７１】

コンテンツブロックＤ８：Ａ３の下半分及びＡ５

【００７２】

８つのコンテンツブロックのうち、４つのコンテンツブロック（Ｄ１～Ｄ４）はデータペイロードに使用され、４つのコンテンツブロック（Ｄ５～Ｄ８）はリードーソロモン誤

り補正に使用され、したがって本開示の機械視覚システムは、コード３００を読み取るとき、最大２つのコンテンツブロック誤りを補正することができる。４つのコンテンツブロックがデータペイロードに使用されるため、これらのコンテンツブロックは、最大$2^{24}$（又は１６，７７７，２１６）個の固有コードを符号化することができる。

【００７３】

図２Ａは、ファインダ光学要素の寸法を使用して標準的な光学要素寸法を判定する、７×７の標準的な光学要素寸法の光コードに対する構成を示す。光コード２００は、１２個のファインダ光学要素だけを必要とし、本明細書に論じる実質的な遮蔽に耐えながら、コンテキスト光学要素内の３２個の固有コード及びコンテンツ光学要素内の１６，７７７，２１６個の固有コードを符号化することが可能である。光コード２Ａでは、コンテキスト光学要素を使用して、静的データを符号化することができ、コンテンツ光学要素を使用して、ルックアップコードを符号化することができる。

【００７４】

図２Ａはブロック１～５を示し、ブロックＤ１～Ｄ８を更に示す。ブロック１～５はそれぞれ、静的データ（ＳＤ）光学要素セットとすることができ、ブロックＤ１～Ｄ８はそれぞれ、動的ルックアップデータ（ＤＬＤ）光学要素セットとすることができる。いくつかの例では、ＤＬＤ光学要素セットは、動的に可変のデータを参照するルックアップ値を符号化する。いくつかの例では、ＳＤ光学要素セットは、他のデータを参照しない静的データを符号化する。いくつかの例では、ＤＬＤ光学要素セットは、閾値距離より大きい距離において復号可能でない。いくつかの例では、ＳＤ光学要素セット及びＤＬＤ光学要素セットのうちの一方又は両方に対して、それぞれの光学要素セット内に誤り補正データを含むことができる。いくつかの例では、距離閾値は、区別可能性閾値を上回ると、画像捕捉デバイスによって捕捉される画像の分解能が、互いに視覚的に異なるＤＬＤ光学要素セットの光学要素を視覚的に区別しない距離である。

【００７５】

いくつかの例では、ＳＤ光学要素セット内の第１の複数の光学要素は、物品を記述するコンテキスト情報を表し、ＤＬＤ光学要素セット内の第２の複数の光学要素は、コンテキスト情報を記述するコンテンツ情報を表す。いくつかの例では、ＳＤ光学要素セットは、それぞれ第１の寸法である第１の複数の光学要素を含み、ＤＬＤ光学要素セットは、それぞれ第１の寸法より小さい第２の寸法である第２の複数の光学要素を含む。いくつかの例では、ＳＤ及びＤＬＤ光学要素セットのそれぞれの各光学要素は、一組の符号化値のうちの１つの符号化値を表す。一組の符号化値は、それぞれの光学要素の視覚的な区別可能性に基づいて区別可能とすることができる。いくつかの例では、それぞれの各光学要素は外観を有し、その外観は、異なる輝度を有する勾配値の範囲内の１つの輝度を示す視覚的勾配値である。いくつかの例では、ＳＤ又はＤＬＤ光学要素セットは、ＱＲコード内に含まれていない。

【００７６】

図２Ｂは、データペイロードを含む図２Ａの機械可読光コードを示す。図２Ｂは、データペイロードを含む機械可読光コードの一例である。図２Ｂは、図２Ａに示すファインダ光学要素、コンテンツ光学要素、及びコンテキスト光学要素と同じ配置を有するが、図２Ｂは、各光学要素のビット状態を更に示す（コンテンツ光学要素を除く）。例えば、ファインダ光学要素の１２個すべて（Ａ１、Ａ２、Ａ６、Ａ７、Ｂ１、Ｂ７、Ｆ１、Ｆ７、Ｇ１、Ｇ２、Ｇ６、及びＧ７）が、「１」のビット状態を有する（したがって、図２Ｂに白色として示されている）。図２Ｂの光コードは、反射性シート層を含む八角形の停止標識上に配置されるように設計されている。この光コードは、ビットが「０」又は黒色になる領域内及び光コードの境界の周りで、停止標識の再帰反射性基板の上に、黒色の赤外線インクを印刷すること又は別の黒色材料若しくは物質を配置することによって形成することができ、その結果、ファインダ光学要素は、コードの画像が捕捉されるとき、コードの周りに黒色の背景に対して強いコントラストをもたらす。

【００７７】

図２Ｂの光コードは、停止標識に適用されるように設計されているため、コンテキスト光学要素は、停止標識に対する分類情報を提供するために書き込まれている。例示を目的として、例示的な分類システムでは、停止標識は「クラス２８」標識であり、コンテキストブロック１のビットが数字「２８」（又は２進で「１１１００」）を読み取るように設定されていることを示す。したがって、コンテキスト光学要素１内のビットは次のとおりである。

【００７８】

光学要素１．０：ビット０

【００７９】

ビット光学要素１．１：ビット０

【００８０】

ビット光学要素１．２：ビット１

【００８１】

ビット光学要素１．３：ビット１

【００８２】

ビット光学要素１．４：ビット１

【００８３】

残りのコンテキストブロック２～５は、リードーソロモン誤り補正データによって符号化されている。誤り補正データは、符号化されたメッセージ内に符号化された未加工のメッセージに対する誤り補正関数の適用に基づいている。リードーソロモン誤り補正及びアルゴリズムが例示的な目的に対して使用されているが、他のアルゴリズム及び誤り補正技法は、本開示を読めば当業者には明らかであろう。

【００８４】

図２Ｃは、右からの遮蔽（トラック２１０）を含む図２Ａの機械可読光コード３００の一例である。図示の例では、右上及び右下のファインダ光学要素ブロック、コンテキスト光学要素ブロック２及び５、並びにコンテンツ光学要素ブロックＤ３、Ｄ４、Ｄ６、及びＤ８を含むコード２００の大部分が遮蔽されている。この例では、遮蔽されているコンテンツ光学要素の数が、コンテンツ光学要素内に符号化された情報の再構築が可能でなくなる前に遮蔽することができるコンテンツ光学要素の数を超過しているため、コンテンツ情報が可読であると見なされない。しかし、コンテキスト光学要素の２つ（２及び５）だけが遮蔽されているため、コンテキスト光学要素を復号することができる。

【００８５】

図２Ｄは、トラック２１０の形の下からの遮蔽を含む図２Ａの機械可読光コード２００の一例を示す。この状況で、両方の下角部内のファインダ光学要素ブロックが遮蔽されている。コンテキスト光学要素は遮蔽されていない。コンテンツ光学要素ブロックＤ５及びＤ６は遮蔽されている。コンテキスト光学要素ブロックが遮蔽されていないため、コンテンツデータを復号することができる。２つのコンテンツ光学要素ブロックだけが遮蔽されているため、誤り補正によってコンテンツ光学要素データを回復することができ、２４ビットすべてのコンテンツデータも確実に読み取り又は復号することができる。

【００８６】

２Ａ～２Ｄの画像は、様々な遮蔽シナリオを示し、それらのシナリオにおける遮蔽されたデータの回復可能性について説明するが、データ回復に関する限界は、リードーソロモン符号化技法に基づいた例示的なものである。他の符号化技法又はアルゴリズムは、データの回復可能性に対して他の結果をもたらすことができる。

【００８７】

図３は、本開示に一貫した例示的な標識構造３００を示す。本開示に一貫した光コードは、移動しているか、それとも静止しているかにかかわらず、任意の物品に適用することができるが、図３は、再帰反射性シートが実施された標識に光コードが適用される一実施形態を示す。図３は、本明細書に記載する複数の層、再帰反射性シート、及び光コードを含むそのような標識の断面図を示す。層３１０は、基板とすることができる。典型的には

、基板３１０は、金属などの剛性又は非可撓性の耐久性のある材料である。１つのそのような好適な金属はアルミニウムである。他の実施形態では、基板２１０は、任意の剛性、半剛性、若しくは可撓性の物理的表面とすることができ、又はそのような物理的表面を含むことができる。

【００８８】

再帰反射性シート３２０は、本開示に記載する再帰反射性シートとすることができる。再帰反射性シート３２０と基板３１０との間には、再帰反射性シート３２０を基板３１０に付着させるために、接着剤層（図示せず）を配置することができる。本開示に一貫して使用することができる再帰反射性シートの一例は、ミネソタ州セントポールの３Ｍ Ｃｏｍｐａｎｙから入手可能な３Ｍ Ｄｉａｍｏｎｄ Ｇｒａｄｅ（商標）ＤＧ$^3$ Ｒｅｆｌｅｃｔｉｖｅ Ｓｈｅｅｔｉｎｇ Ｓｅｒｉｅｓ ４０００である。

【００８９】

層３３０は、メッセージ又は画像を含み、典型的には層３２０上へ印刷される。層３３０は、停止標識などの交通標識画像とすることができる。層３３０は、可視光スペクトル内の任意のメッセージ若しくは画像、又は層３４０内の光コード以外の波長で可視のメッセージ若しくは画像を含むことができる。単一の標識、ライセンスプレート、又は他の基板内に異なる波長で可視の情報又は画像を含む例は、全体として明示的に参照により本明細書に組み込まれている、米国特許第８，８６５，２９３号により詳細に記載されている。

【００９０】

層３４０は、図１及び図２に示す光コードなどの本開示に一貫した光コードを含む。層３４０内の光コードは、様々なやり方で形成することができる。例えば、光コード３４０が可視スペクトル内で可視になるように設計される場合、明色（又は白色）の基板上へ暗色（黒色など）で印刷することができる。層３４０内の光コードがＩＲスペクトル（典型的には、７００ｎｍ～１０００ｎｍの範囲内であるが、場合によっては、８５０ｎｍ又は９００ｎｍなどの波長を使用することができる）内で可視になるように設計される場合、層４４０内の光コードは、様々なやり方で作成することができる。具体的には、層３４０の下の再帰反射層３２０によって、層３２０のうち赤外線スペクトル内の再帰反射を吸収、散乱、又は他の形で阻止する材料又は物質によって覆われていないあらゆる部分が、白色又は明色に見える。したがって、赤外線スペクトル内の再帰反射を吸収、散乱、又は他の形で抑制する材料の適用を使用して、黒色の光学要素及び層３４０内の光コードの周りの境界を作成することができる。使用することができる材料の例としては、ＩＲ吸収黒色インクを使用して、標識のうち黒色又は暗色にすることが所望される部分を印刷することが挙げられる。別の場合には、標識のうち白色にすることが所望されるあらゆる部分が除去されるように、ＩＲ吸収多層光学フィルム（multi-layer optical film、ＭＯＦ）を選択的に切断することができ、このフィルムが層３３０に重ねられる。赤外線スペクトルで見ると、このフィルムは、光コードのうち白色になることが意図される領域内でのみ、再帰反射を可能にする。赤外線（infrared、ＩＲ）スペクトルについて本明細書に論じるが、近赤外線スペクトル（約９５０ｎｍの波長の光）など、他のスペクトルも使用することができる。層３４０内の光コードが９５０ｎｍの光吸収フィルムから作成されているとき、９５０ｎｍの光で光コードを照らすと、黒色で印刷された区分はその光を吸収し、機械視覚システムには黒色に見え、印刷されていない区分は明るく又は白色に見える。

【００９１】

標識３００は、任意選択で、層３４０の上に形成又は付着されたオーバーラミネート３５０を含むことができる。オーバーラミネート３５０は、それだけに限定するものではないが多層光学フィルムなど、目に見えて透明の赤外線透過材料から構築することができる。

【００９２】

標識３００の構造内で再帰反射層を使用することで、いくつかの利点を提供することができる。例えば、主に赤外線スペクトル内で情報が捕捉され、画像内の可視領域のみが、

再帰反射性シート３２０から反射する光によって作成された明るい又は白色の光学要素であるとき、カメラに返される照明条件は、画像捕捉デバイス及び／又はコンピューティングデバイスが画像内のＩＲ再帰反射性でない物体を識別するのに問題となる可能性がある。これは、標識又は光コードの周りの背景、及び個人の顔、画像、又は他の識別情報などの他の個人情報を含む。

【００９３】

更に、光コードの白色又は明るい部分を生成する層３４０から再帰反射した光の結果、画像内には、光コードと周囲の画像との間の自然の境界又は遷移を含む画像内の黒色領域間に明白なコントラストを得ることができる。いくつかの既存のＱＲコードでは、機械視覚システムに対してどこでＱＲコードが開始及び終了するかを示す輪郭を描くために、コードの境界の全体又は一部の周りに黒色の光学要素が必要になることがある。対照的に、標識３００上の光コードを取り囲む領域はＩＲスペクトル内で黒色に見えるため、追加の境界光学要素は不要であり、より大きい符号化効率が可能になる。

【００９４】

図４Ａは、入れ子状のコンテンツ光学要素を含む例示的な機械可読光コード４００である。いくつかの例では、親光学要素内に、入れ子状又は「子」の光学要素を含むことができる。例えば、親光学要素セット４０２は、少なくとも１つの親光学要素４０６を含むことができ、親光学要素４０６は、子光学要素セットを更に含み（例えば、セル［Ａ，１］内に４つの光学要素を含む）、子光学要素セットは、子光学要素４０６などのそれぞれ一組の光学要素を含む。

【００９５】

いくつかの例では、親光学要素の少なくとも１つの光学要素に対応する第１の符号化値は、画像捕捉デバイスと物品との間に閾値距離以上の特定の距離において復号可能である。子光学要素セットのうちの一組の光学要素にそれぞれ対応する子符号化値は、画像捕捉デバイスと物品との間に特定の距離において復号可能でないことがある。いくつかの例では、特定の距離は第１の距離であり、子光学要素セットのうちの一組の光学要素にそれぞれ対応する子符号化値は、画像捕捉デバイスと物品との間に第２の距離において復号可能であり、第２の距離は第１の距離より小さい。いくつかの例では、閾値距離は、区別可能性閾値を上回ると、画像捕捉デバイスによって捕捉される画像の分解能が、視覚的に異なる子光学要素セットの１つ以上の光学要素を視覚的に区別しない距離である。いくつかの例では、区別可能性閾値は、ユーザ定義、ハードコード、又は機械生成することができる。

【００９６】

本明細書に論じるように、光コードは、コンテンツ光学要素及びコンテキスト光学要素の両方を含むことができる。静的データ及びルックアップコードの一方又は両方に、コンテキスト光学要素及びコンテンツ光学要素を使用することができる。入れ子状のコンテンツ光学要素は、４つのコンテンツ光学要素からなるブロックであり、これらのコンテンツ光学要素はそれぞれ、１データビットとして個々に読み取ることができ、又は単一のコンテキスト光学要素としてともに読み取ることができる。第１の距離から、光コード４００は、７×７のコードとして見え、行Ａ－Ｂ、Ｃ－Ｄ、Ｅ－Ｆ、Ｇ－Ｈ、Ｉ－Ｊ、Ｋ－Ｌ、及びＭ－Ｎ、並びに列１－２、３－４、５－６、７－８、９－１０、１１－１２、及び１３－１４を含む。図１に示す画像と同様に、行Ｇ－Ｈ及び列７－８の光学要素は、ファインダ光学要素である。図４Ａの機械可読光コードは、入れ子状のコンテンツ光学要素を可能にするために光学要素内の勾配の使用を示すという点で、図１とは異なる。

【００９７】

図４Ｂは、入れ子状のコンテンツ光学要素を含む機械可読光コードの区分を示す。多くの機械視覚システムでは、システムは、画像内の最も明るいトーン及び画像内の最も暗いトーンを検出することによって、光学要素が「白色」であるか、それとも「黒色」であるかを判定する。機械は次いで、検出された白色と黒色との間の中途であるトーンより暗いものはすべて黒色であると判定することによって、画像を「２値化」する。中途（又は５

０％）のトーンより明るいものはすべて白色であると判定される。この同じ原理は、コンテンツ光学要素の複数の層が入れ子状であるときにも適用することができる。

【００９８】

２層からなるコンテンツ光学要素の１つのそのような例が、列１１－１２、行Ｃ－Ｄの交差部を含むブロック内に示されている。コード４００を作成するとき、交差する列１１－１２、行Ｃ－Ｄから構成されたブロック４１１は、単一のブロック（コンテキスト光学要素）としてともに読み取られるとき、「０」として累積的に復号される。機械視覚システムは、スケール４１０に示す色度０，０を領域内の最も明るい色として検出し、スケール４１０に示す色度１，１を最も暗い色として検出するため、光学要素Ｃ－Ｄ、１１－１２内のすべてのブロックが「０」として読み取られるには、４１１内の４つの各ブロック内の色度がスケール４１０上の５０％ラインを下回るはずである。

【００９９】

ブロック４１１内の４つの各コンテンツ光学要素内に入れ子状にした情報を読み取り又は他の形で復号するために、機械視覚システムは、ブロック４１１を分離して、そのバイナライザをブロック４１１内の色度のみに較正することができる。色度がスケール４１０の５０％ラインを下回るため、バイナライザは次いで、黒色レベル（例えば、輝度に基づく）が２５％ラインを下回るあらゆる領域が「０」であり、２５％ラインを上回るものはすべて「１」であると判定する。したがって、単一の光学要素としてともに読み取られるとき、４１１及び４１２内の４つのブロックは「０」として読み取られるはずであるが、コンテンツ光学要素として個々に読み取られるとき、Ｃ１１及びＤ１２は「０」であり、Ｃ１２及びＤ１１は「１」である。

【０１００】

同様に、ブロック４１３は、第１の距離からコンテキスト光学要素として読み取られるとき、「１」として読み取られる必要がある。これを実現するために、スケール４１０上の５０％ラインより大きい黒色の色度のみが使用され、したがってコンテキスト光学要素４１３が第１の距離から読み取られるとき、機械視覚システムは、４つすべてのブロックが勾配スケール上の５０％ラインを上回るため、「暗色」又は「黒色」であると判定する。ブロック４１４内のコンテンツ光学要素が個々に読み取られるとき、機械視覚システムがブロック４１４を単独で読み取るときに５０％ラインを上回る勾配範囲のみを見ることに基づいて、Ｅ１１は「０」であり、Ｅ１２、Ｆ１１、及びＦ１２は「１」である。

【０１０１】

ブロック又は光学要素４２１～４２６は、３つのレベルの入れ子状のデータを使用する実装形態を実証する。ブロック４２１は、第１の距離から読み取られるとき、すべての黒色の色度がスケール４２０上の５０％ラインより大きいため、「１」である。しかし、第２のより近い距離から読み取られるとき（ブロック４２２に示す）、光学要素Ａ１１及びＡ１２は、これらの各光学要素内の色度が、ブロック４２２を２値化するために使用される分割点となった７５％ラインを下回るため、「０」として読み取られる。光学要素Ｂ１１及びＢ１２は、１として読み取られる。ブロック４２３が第３の（最も近い）距離から読み取られるとき、機械視覚システムは、光学要素Ａ１１、Ａ１２、Ｂ１１、及びＢ１２がそれぞれ、４つの入れ子状の光学要素から構成されていることを検出することが可能である。光学要素Ａ１１及びＡ１２内で、色スペクトルは、スケール４２０上の１，０，０と１，０，１との間のみの範囲であり、したがってＡ１１内の４つの入れ子状の光学要素は０，０，０，０として読み取られ、Ａ１２内の４つの入れ子状の光学要素は１，１，０，１として読み取られる。

【０１０２】

光学要素４２４は、単一のコンテキスト光学要素として第１の距離において読み取られるときは「０」として符号化され、したがって光学要素４２４内で使用されるすべての色度は、スケール４２０上の５０％の黒色レベルラインを下回る。ブロック４２５が４つの別個のコンテンツ光学要素として第２の距離において読み取られるとき、光学要素Ａ１１は「１」であり、２つのＢ１１及びＢ１２はそれぞれ「０」である。ブロック４２６は、

第１の距離又は第２の距離のうちのどちらよりも近い第３の距離において読み取ることができ、ブロック４２５に関して上述した各コンテンツ光学要素を、ここでは４つの別個のコンテンツ光学要素として読み取ることができる。ブロックＡ１１内のコンテンツ光学要素は、１，１，０，０である。ブロックＡ１２内のコンテンツ光学要素は、１，０，１，０である。ブロックＢ１１内のコンテンツ光学要素は、１，０，１，０であり、ブロックＢ１２内のコンテンツ光学要素は、１，０，０，１である。５０％の黒色レベルラインが一例として提供されているが、１００～１％の任意の値が可能である。

【０１０３】

図４Ｂの例では、ブロック４２４は、静的データ（ＳＤ）光学要素セットの一部とすることができ（ＳＤ光学要素セットの他の光学要素は図示せず）、光学要素Ａ１１、Ａ１２、Ｂ１１、Ｂ１２は、動的ルックアップデータ（ＤＬＤ）光学要素セットの一部とすることができる。図４Ｂは、ＳＤ及びＤＬＤ光学要素セットの物理的表面上で実施される親子の光学要素セットの階層を更に示す。例えば、光学要素セット４２４（異なる詳細レベルで４２５及び４２６として示す）は、４つの子光学要素Ａ１１、Ａ１２、Ｂ１１、Ｂ１２を含む親光学要素セットとすることができる。親光学要素セットは、第１の複数の光学要素（例えば、Ａ１１、Ａ１２、Ｂ１１、Ｂ１２）を含み、これらはそれぞれ第１の寸法である。子光学要素セット４２７は、第２の複数の光学要素Ａ１２ａ、Ａ１２ｂ、Ａ１２ｃ、及びＡ１２ｄを含み、これらはそれぞれ、第１の寸法より小さい第２の寸法である。図４Ｂの例では、親光学要素セット４２４によって表される第１の符号化値（「１」）は、子光学要素セット内の特定の光学要素Ａ１２ｂ（一例としてＡ１２ｂを使用する）の外観に少なくとも部分的に基づいており、特定の光学要素Ａ１２ｂによって部分的に表される第２の符号化値（「０」）は、特定の光学要素Ａ１２ｂの外観に少なくとも部分的に基づいており、第１の符号化値と第２の符号化値とは異なる。光学要素Ａ１２に対する第２の符号化値（「０」）は、閾値距離より大きい距離からでは復号可能でないことがあり、第１の符号化値（「１」）は、閾値距離より大きい距離から復号可能である。図４Ｂに示すように、子光学要素セットの各光学要素は、親光学要素セットの１つの光学要素内に含むことができる。他の例では、子光学要素セットは、親光学要素セットに重複したり又は親光学要素セット内に含まれたりすることはない。

【０１０４】

図４Ｂに示すように符号化値を階層的に配置することによって、ＳＤ光学要素セットに対する情報を階層のより高いレベルにある光学要素（例えば、親光学要素セット）内に符号化することができ、これは画像捕捉デバイスと光学要素を含む物品との間に更なる距離において復号することができる。ＤＬＤ光学要素セットに対する情報は、階層のより低いレベルにある光学要素（例えば、子光学要素セット）内に符号化することができ、これは画像捕捉デバイスが光学要素を含む物品により近いときにしか復号することができない。図４Ｂの３つのレベルなど、光学要素セットの任意のＮ個の階層レベルを使用することができる。

【０１０５】

コンテンツ光学要素及びコンテキスト光学要素を入れ子状にする特有の方法について本明細書に記載するが、本開示の範囲内の他の方法は、本開示を読めば当業者には明らかであろう。本開示は、具体的に２つのレベルの入れ子及び３つのレベルの入れ子について記載するが、画像捕捉及び処理技術の制限に基づいて、任意の所望のレベルの入れ子を実現することができる。例えば、５つのレベルの入れ子を含むコードを実施するためには、勾配スケールを$2^{5}$又は３２の色勾配（又はグレー）に分割する必要がある。

【０１０６】

図５は、物品又は標識上の多次元機械可読光コードを読み取るシステムの図である。システム５００は、標識５２０を含む。標識面５２２は、可視光スペクトルで見ることができる画像、停止画像５２２、及び可視光スペクトル外の可視光スペクトルで見ることができる機械可読光コード５３０を含む。標識５００は基板を有し、また光コード５３０の後ろに再帰反射性シート層を含むことができる。２次元の光コードが物品上に位置する場合

、物品はまた、基板を含むことができ、任意選択で帰反射層を含むことができ、印刷又は他の形で適用又は作成された光コードを含むことができる。

【０１０７】

光コード５３０は、あるパターンで配置された複数のファインダ光学要素を含み、これらのファインダ光学要素は、車両５１０上に取り付けられた機械視覚システム５１２によって第１の距離から検出可能である。光コード５３０はまた、コンテキスト情報を表す複数のコンテキスト光学要素を含み、コンテキスト光学要素は、機械視覚システムによって第１の距離から検出可能であり、場合によっては、コンテキスト光学要素は、物品又は標識に関係する静的情報又はデータを符号化することができる。光コード５３０はまた、コンテンツ情報を表す複数のコンテンツ光学要素を含み、コンテンツ光学要素は、第１の距離において機械視覚システムによって検出可能でないが、機械視覚システムによって第２の距離から検出可能であり、第２の距離は第１の距離より小さい。コンテンツ光学要素は、ルックアップコードを符号化することができる。コンテンツ光学要素は、ルックアップコード及び静的情報の両方を符号化することができる。

【０１０８】

車両５１０が標識５２０に接近すると、機械視覚システム５１２は、機械可読光コードを検出して処理する。機械視覚システム５１２は、車両５１０に取り付けられて移動するものとして図５に示されているが、機械視覚システムは、静止したものとすることができ、又は可動若しくは静止の物品若しくは物体から光コード５３０を読み取るために使用することができる他の機器若しくはデバイスに取り付けることができる。機械視覚システム５１２は、画像センサ及び光源を含む赤外線カメラとすることができる。場合によっては、機械視覚システムは、ＩＲスペクトルに対する画像センサの感度を増大させるためのフィルタを含む。他のタイプの機械視覚システムは、本開示を読めば当業者には明らかであろう。

【０１０９】

機械視覚システム５１２は、コンピューティングデバイス５４０を含むことができ、又はコンピューティングデバイス５４０と一体化することができ、したがって機械視覚システム５１２は、ネットワークを必要としない有線又は無線の接続を介してコンピューティングデバイス５４０に直接接続される。他の場合には、機械視覚システム５１２は、１つ以上の通信リンク５５０Ａ、５５０Ｂを使用して、コンピューティングデバイス５４０に通信的に結合することができる。コンピューティングデバイス５４０は、ネットワーク５５２によって車両５１０に接続されるものとして示されているが、他の例では、コンピューティングデバイス５４０は、車両５１０に直接含むことができ、直接通信又は車両の内部ネットワークを介して車両構成要素と通信することができる。

【０１１０】

機械視覚システム５１２は、光コード５３０の１つ以上の画像を捕捉し、光コードの画像をコンピューティングデバイス５４０へ送信することができる。通信リンク５５０Ａ及び５５０Ｂは、有線又は無線の接続とすることができる。例えば通信リンク５５０Ａ及び５５０Ｂは、ＷｉＦｉプロトコルを使用する無線イーサネット接続、及び／又はカテゴリ５若しくはカテゴリ６のケーブルを使用する有線イーサネット接続とすることができる。任意の好適な通信リンクが可能である。いくつかの例では、機械視覚システム５１２は、ネットワーク５５２によってコンピューティングデバイス５４０に通信的に結合される。ネットワーク５５２は、それだけに限定されるものではないが、パケット及び／又はフレームベースのデータの転送を提供するルータ、スイッチ、ハブ、及び相互接続通信リンクを含む、任意の数の１つ以上のネットワーク接続されたデバイスとすることができる。例えば、ネットワーク５５２は、インターネット、サービスプロバイダネットワーク、カスタマネットワーク、又は任意の他の好適なネットワークとすることができる。他の例では、機械視覚システム５１２は、ユニバーサルシリアルバス（Universal Serial Bus、ＵＳＢ）リンクなどの直接接続によって、コンピューティングデバイス５４０に通信的に結合される。

【０１１１】

コンピューティングデバイス５４０は、機械視覚システム５１２と情報を送信及び受信することが可能な１つ以上のデスクトップコンピュータ、ラップトップコンピュータ、メインフレーム、サーバ、クラウドコンピューティングシステムなど、任意の好適なコンピューティングシステムであり、機械視覚システム５１２を有する又は機械視覚システム５１２とは離れた単一のデバイスとすることができる。いくつかの例では、コンピューティングデバイス５４０は、本開示の技法を実施する。

【０１１２】

図５の例では、コンピューティングデバイス５４０は、コード化構成要素５４２、データ層６２６、サービス構成要素５４６、及びユーザインターフェース（user interface、ＵＩ）構成要素５４８を含む。コード化構成要素５４２は、必要とされるデータ符号化スキーム又はアルゴリズムを光コード５３０上のデータに適用することによって、光コード５３０内に符号化されたデータを検出することができる。コード化構成要素５４２は、データ層６２６に問い合わせて、検出された２進コードを人間可読情報に変換することができる。より具体的には、コード化構成要素５４２は、データベースに問い合わせて、静的データ又はルックアップコードに関係する情報を受信することができる。

【０１１３】

静的データに関係する情報は一定であり、更新できないが、ルックアップコードに関係する情報は更新することができる。データベース５４２が機械視覚システムに一体化され又は機械視覚システムの一部である場合には、ネットワーク５５２を介して毎日ダウンロードする、又は機械視覚システムを含む車両がルックアップコードに関係する情報をダウンロードすることができるアクセス可能な有線若しくは無線ネットワークの範囲内にあるときはいつでもダウンロードするなど、ルックアップコードに関係する情報を定期的に繰返し更新することができる。ある場合には、ネットワークに接続された集中データベース内にルックアップコードに関係する情報を記憶することができ、それにより複数の個人又は実体がルックアップコードに関係する情報を更新することを可能にする。ルックアップコードに関係する情報へのアクセスを必要とする機械視覚システム又は他の実体は次いで、集中データベースからの情報を更新することができ、その結果、この情報をローカルに記憶することができ、アクセス可能なネットワーク接続とは独立したリアルタイムでローカルコピーにアクセスすることができる。別の場合には、機械視覚システムは、ネットワーク５５２に接続し、ネットワーク５５２を介して通信して、ルックアップコードに関係する情報を記憶しているデータベース又は集中データベース（図示せず）に問い合わせることができる。いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、複数の異なるデータベースに問い合わせることができ、いくつかの例では、複数の異なるデータベースから問い合わせされるデータベースは、ルックアップコード内に含まれるデータに少なくとも部分的に基づくことができる。

【０１１４】

ルックアップコードに関係する情報は、広範囲の情報を含むことができる。ルックアップコードに関係する情報のいくつかの例としては、物品の状態、物品付近の物理的領域の状態、物品が割り当てられた個人の識別情報、物品のユーザに対する指示、及び物品に近接する個人又はデバイスに対する指示が挙げられる。

【０１１５】

サービス構成要素５４６は、１つ以上の動作を実行することによって、任意の数のサービスを提供することができる。例えば、サービス構成要素５４６は、光コードから読み取ったデータを受信したとき、１つ以上の警報、報告、又は他の通信を生成することができ、これらは車両５１０上の自動運転構成要素を含む１つ以上の他のコンピューティングデバイスへ送信される。そのような警報は、それだけに限定されるものではないが、電子メール、テキストメッセージ、リスト、通話、又は任意の他の好適な通信を含むことができる。場合によっては、機械視覚システムを含む車両は、ルックアップコードに関係する情報を使用して、人間語フィードバックを運転者に提供することができる。場合によっては

、機械視覚システムを含む車両は、ルックアップコードに関係する情報を使用して、触覚的フィードバック、可聴フィードバック、又は視覚的フィードバックのうちの少なくとも１つを車両の運転者へ提供することができる。

【０１１６】

いくつかの例では、ユーザインターフェース（ＵＩ）構成要素５４８は、コンピューティングデバイス５４０の様々な構成要素及び光学要素間の中間として作用して、入力デバイスによって検出された入力を処理して他の構成要素及び光学要素へ送信することができ、他の構成要素及び光学要素からの出力を生成し、１つ以上の出力デバイスで提示することができる。例えば、ＵＩ構成要素５４８は、警報、報告、又は他の通信のデータ及び／又はグラフを含むことができる表示のための１つ以上のユーザインターフェースを生成することができる。

【０１１７】

構成要素５４２、６２６、５４６、及び５４８は、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、又はハードウェア、ソフトウェア、及びファームウェアの混合物を使用して本明細書に記載する動作を実行することができ、これらは、コンピューティングデバイス５４０内に常駐してコンピューティングデバイス５４０上で実行し、かつ／又は１つ以上の他のリモートコンピューティングデバイスに位置する。いくつかの例では、構成要素５４２、６２６、及び５４６は、ハードウェア、ソフトウェア、並びに／又はハードウェア及びソフトウェアの組合せとして実施することができる。コンピューティングデバイス５４０は、構成要素６２６、５４６、及び５４８を１つ以上のプロセッサによって実行することができる。コンピューティングデバイス５４０は、構成要素５４２、６２６、５４６、又は５４８のうちのいずれかは、下にあるハードウェア上で実行する仮想機械として、又は仮想機械内で、実行することができる。構成要素５４２、６２６、５４６、５４８は、様々なやり方で実施することができる。例えば、構成要素５４２、６２６、５４６、又は５４８のうちのいずれかは、ダウンロード可能な又はプリインストールされたアプリケーション又は「アプリ」として実施することができる。別の例では、構成要素５４２、６２６、５４６、又は５４８のいずれかは、コンピューティングデバイス５４０のオペレーティングシステムの一部として実施することができる。

【０１１８】

例示を目的として、図５で、機械視覚システムは、車両５１０の一部として示されており、又は車両５１０に取り付けられている。車両５１０は、自動車、自動二輪車、飛行機、船舶、軍用機器、自転車、列車、又は任意の他の輸送車両とすることができる。他の例では、機械視覚システム５１２は、２～３例だけを挙げると文書、衣類、ウェアラブル機器、建物、静止機器、又は任意の他の物体に取り付けることができ、これらに含み又は埋め込むことができ、又は他の形でこれらを含むことができる。

【０１１９】

光コード５３０は、図５で標識として組み込まれたものとして示されているが、光コードは、２～３例だけを挙げると文書、衣類、ウェアラブル機器、建物、静止機器、又は任意の他の物体上に取り付けることができ、これらに含むことができ、又はこれらに埋め込むことができる。

【０１２０】

データベースは、アクセス又は許可及びルックアップコードを有していれば誰でも遠隔で更新することができ、センサは、作業区間内の動き、橋の上の氷、環境条件の感知、又は運転上の判断を支援しうる他の情報などの情報に基づいて、データベースを遠隔で更新することができる。

【０１２１】

いくつかの例では、光コード５３０、又は光コード５３０が取り付けられた物品は、ベース面に適用された反射性、非反射性、及び／又は再帰反射性のシートを含むことができる。それだけに限定するものではないが、文字、画像、及び／又は任意の他の情報などの可視メッセージを、光コード５３０の物品上に印刷、形成、又は他の形で実施することが

できる。反射性、非反射性、及び／又は再帰反射性のシートは、それだけに限定するものではないが、機械的接着、熱接着、化学的接着、又は再帰反射性シートをベース面に取り付けるための任意の他の好適な技法を含む１つ以上の技法及び／又は材料を使用して、ベース面に適用することができる。ベース面は、反射性、非反射性、及び／又は再帰反射性のシートを取り付けることができる物体の任意の表面（上述したように、例えばアルミニウム板）を含むことができる。物品メッセージは、インク、染料、熱転写リボン、着色剤、顔料、及び／又は接着剤でコートされたフィルムのうちのいずれか１つ以上を使用して、シート上に印刷、形成、又は他の形で実施することができる。いくつかの例では、コンテンツは、多層光学フィルム、光学的に活性の顔料若しくは染料を含む材料、又は光学的に活性の顔料若しくは染料から形成され、又はこれらを含む。

【０１２２】

光コード５３０を最初に製造又は他の形で作成するために、構築デバイス５７０をコンピューティングデバイス５６０とともに使用することができ、コンピューティングデバイス５６０は、構築デバイス５７０の動作を制御する。いくつかの例では、構築デバイス５７０は、光コード５３０及び／又は標識５２０を印刷、配置、又は他の形で形成する任意のデバイスとすることができる。構築デバイス１３８の例としては、それだけに限定されるものではないが、ニードルダイ、グラビアプリンタ、スクリーンプリンタ、熱転写プリンタ、レーザプリンタ／エングレーバ、ラミネータ、フレキソプリンタ、インクジェットプリンタ、赤外線インクプリンタが挙げられる。いくつかの例では、光コード５３０は、構築デバイス５７０によって構築された再帰反射性シート又は赤外線吸収若しくは散乱フィルムによって可能にすることができ、場合によってはコンピューティングデバイス５６０とは異なるオペレータ又は実体によって動作する別個の構築プロセス又はデバイスが、物品メッセージをシートに適用すること及び／又はシートをベース層（例えば、アルミニウム板）に適用することができる。

【０１２３】

構築デバイス５７０は、通信リンク５５０Ｄによってコンピューティングデバイス５６０に通信的に結合することができる。コンピューティングデバイス５６０は、構築デバイス５７０の動作を制御することができる。例えば、コンピューティングデバイス５６０は、１つ以上の印刷仕様を含むことができる。印刷仕様は、可視の標識面５２２及び光コード５３０の特性（例えば、位置、形状、寸法、パターン、組成、又は他の空間的特徴）を定義するデータを含むことができる。いくつかの例では、印刷仕様は、人間のオペレータ又は機械によって生成することができる。いずれにせよ、構築構成要素５６２が、データを構築デバイス５７０に送信することができ、それにより構築デバイス５７０は、プリンタ仕様に従って、可視の画像又はメッセージ及び光コードを印刷する。

【０１２４】

場合によっては、構築構成要素は、光コードが最初に製造されるときに光コード内に符号化されたルックアップコードに関係する初期情報を生成することができ、その情報を集中データベースへ伝送することができる。ルックアップコードに関係する情報は、集中データベース内の関係する情報にアクセスして修正するための必要な許可及びネットワークアクセスを有していれば誰でも、後に更新することができる。場合によっては、複数の固有のルックアップコードを、単一の情報に関連付け又は関係付けることができる。場合によっては、単一のルックアップコードを、複数の情報に関係付け又は関連付けることができる。

【０１２５】

いくつかの例では、コード化構成要素５４２は、画像内のそれぞれの光学要素セットのそれぞれの事前定義された位置を示す光学要素セット位置データに少なくとも部分的に基づいて、ＳＤ又はＤＬＤ光学要素セットのうちの少なくとも１つを判定することができる。コード化構成要素５４２は、ＳＤ又はＤＬＤ光学要素セットのうちの光学要素セット内のそれぞれの光学要素のそれぞれの事前定義された位置を示す光学要素位置データに少なくとも部分的に基づいて、ＳＤ又はＤＬＤ光学要素セットのうちの少なくとも１つのそれ

ぞれの各光学要素に対するそれぞれの勾配値を判定することができる。いくつかの例では、コード化構成要素５４２は、それぞれの勾配値及び符号化値間のマッピングに少なくとも部分的に基づいて、メッセージの少なくとも一部分を判定することができる。

【０１２６】

図６は、多次元機械可読光コードを読み取るために動的システムで使用されるコンピューティングデバイスの一例である。図６は、図５に示すコンピューティングデバイス５４０の１つの特定の例のみを示す。他の場合には、コンピューティングデバイス５４０の多くの他の例を使用することができ、例示的なコンピューティングデバイス５４０内に含まれる構成要素の部分集合を含むことができ、又は図６の例示的なコンピューティングデバイス５４０には示されていない追加の構成要素を含むことができる。いくつかの例では、コンピューティングデバイス５４０は、アプリケーション６２０内に含まれる機能性のセット、サブセット、又はスーパーセットを実行することができるサーバ、タブレットコンピューティングデバイス、スマートフォン、手首若しくは頭に着用するコンピューティングデバイス、ラップトップ、デスクトップコンピューティングデバイス、又は任意の他のコンピューティングデバイスとすることができる。

【０１２７】

図６の例に示すように、コンピューティングデバイス５４０は、ユーザ空間６０２、カーネル空間６０４、及びハードウェア６０６に論理的に分割することができる。ハードウェア６０６は、ユーザ空間６０２及びカーネル空間６０４内で実行する構成要素に対する動作環境を提供する１つ以上のハードウェア構成要素を含むことができる。ユーザ空間６０２及びカーネル空間６０４は、異なる区分又は分割のメモリとすることができ、カーネル空間６０４は、ユーザ空間６０２より高い特権をプロセス及びスレッドに提供する。例えば、カーネル空間６０４は、ユーザ空間６０２内で実行する構成要素より高い特権で動作するオペレーティングシステム６２０を含むことができる。

【０１２８】

図６に示すように、ハードウェア６０６は、１つ以上のプロセッサ６０８、入力構成要素６１０、記憶デバイス６１２、通信ユニット６１４、及び出力構成要素６１６を含む。プロセッサ６０８、入力構成要素６１０、記憶デバイス６１２、通信ユニット６１４、及び出力構成要素６１６はそれぞれ、１つ以上の通信チャネル６１８によって相互接続することができる。通信チャネル６１８は、構成要素間通信のために、構成要素６０８、６１０、６１２、６１４、及び６１６をそれぞれ（物理的、通信的、及び／又は動作的に）相互接続することができる。いくつかの例では、通信チャネル６１８は、ハードウェア及び／又はソフトウェア間でデータを通信するハードウェアバス、ネットワーク接続、１つ以上のプロセス間通信データ構造、又は任意の他の構成要素を含むことができる。

【０１２９】

１つ以上のプロセッサ６０８は、コンピューティングデバイス５４０内で機能性を実施すること及び／又は命令を実行することができる。例えば、コンピューティングデバイス５４０上のプロセッサ６０８は、カーネル空間６０４及びユーザ空間６０２内に含まれている構成要素の機能性を提供する記憶デバイス６１２によって記憶された命令を受信及び実行することができる。プロセッサ６０８によって実行されるこれらの命令により、コンピューティングデバイス６１６は、プログラム実行中に記憶デバイス６１２内で情報を記憶及び／又は修正することができる。プロセッサ６０８は、本開示の技法による１つ以上の動作を実行するために、カーネル空間６０４及びユーザ空間６０２内で構成要素の命令を実行することができる。すなわち、ユーザ空間６０２及びカーネル空間６０４内に含まれている構成要素は、本明細書に記載する様々な機能を実行するために、プロセッサ２０８によって動作可能とすることができる。

【０１３０】

コンピューティングデバイス５４０の１つ以上の入力構成要素６４２は、入力を受信することができる。入力の例としては、２～３例だけを挙げると、触覚、音声、運動、及び光入力がある。一例では、コンピューティングデバイス６１６の入力構成要素６４２には

、マウス、キーボード、音声応答システム、ビデオカメラ、ボタン、制御パッド、マイクロフォン、又は人間若しくは機械からの入力を検出する任意の他のタイプのデバイスが含まれる。いくつかの例では、入力構成要素６４２は、存在感知性入力構成要素とすることができ、これには存在感知性スクリーン、接触式スクリーンなどを含むことができる。

【０１３１】

コンピューティングデバイス６１６の１つ以上の出力構成要素６１６は、出力を生成することができる。出力の例としては、触覚、音声、及びビデオ出力が挙げられる。いくつかの例では、コンピューティングデバイス５４０の出力構成要素６１６には、存在感知性スクリーン、サウンドカード、ビデオグラフィックスアダプタカード、スピーカ、陰極線管（cathode ray tube、ＣＲＴ）モニタ、液晶ディスプレイ（liquid crystal display、ＬＣＤ）、又は人間若しくは機械への出力を生成する任意の他のタイプのデバイスが含まれる。出力構成要素は、陰極線管（ＣＲＴ）モニタ、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）、発光ダイオード（Light-Emitting Diode、ＬＥＤ）、又は触覚、音声、及び／若しくは視覚出力を生成する任意の他のタイプのデバイスなどの表示構成要素を含むことができる。いくつかの例では、出力構成要素６１６は、コンピューティングデバイス５４０と一体化することができる。他の例では、出力構成要素６１６は、コンピューティングデバイス５４０の物理的に外部に位置し、コンピューティングデバイス５４０から別にすることができるが、有線又は無線の通信を介してコンピューティングデバイス５４０に動作可能に結合することができる。出力構成要素は、コンピューティングデバイス５４０の外部包装内に位置し、コンピューティングデバイス５４０に物理的に接続された、コンピューティングデバイス５４０の内蔵式構成要素とすることができる（例えば、移動電話上のスクリーン）。別の例では、存在感知性ディスプレイ６０２は、コンピューティングデバイス５４０の包装の外側に位置し、コンピューティングデバイス５４０から物理的に分離された、コンピューティングデバイス５４０の外部構成要素とすることができる（例えば、タブレットコンピュータによって有線及び／又は無線のデータ経路を共用するモニタ、プロジェクタなど）。

【０１３２】

コンピューティングデバイス５４０の１つ以上の通信ユニット６１４は、データを伝送及び／又は受信することによって、外部デバイスと通信することができる。例えば、コンピューティングデバイス５４０は、通信ユニット６１４を使用して、セルラー無線ネットワークなどの無線ネットワーク上で無線信号を伝送及び／又は受信することができる。いくつかの例では、通信ユニット６１４は、衛星航法システム（Global Positioning System、ＧＰＳ）ネットワークなどの衛星ネットワーク上で衛星信号を伝送及び／又は受信することができる。通信ユニット６１４の例としては、ネットワークインターフェースカード（例えば、イーサネットカードなど）、光トランシーバ、無線周波トランシーバ、ＧＰＳレシーバ、又は情報を送信及び／又は受信することができる任意の他のタイプのデバイスが挙げられる。通信ユニット６１４の他の例としては、移動デバイス並びにユニバーサルシリアルバス（ＵＳＢ）コントローラなどに見られるＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、ＧＰＳ、３Ｇ、４Ｇ、及びＷｉ－Ｆｉ（登録商標）無線が挙げられる。

【０１３３】

コンピューティングデバイス５４０内の１つ以上の記憶デバイス６１２は、コンピューティングデバイス５４０の動作中に処理するための情報を記憶することができる。いくつかの例では、記憶デバイス６１２は一時メモリであり、記憶デバイス６１２の主な目的が長期記憶はないことを意味する。コンピューティングデバイス５４０上の記憶デバイス６１２は、揮発性メモリとして情報の短期記憶向けに構成することができ、したがって非活動化された場合、記憶コンテンツを保持しない。揮発性メモリの例としては、ランダムアクセスメモリ（random access memory、ＲＡＭ）、ダイナミックランダムアクセスメモリ（dynamic random access memory、ＤＲＡＭ）、スタティックランダムアクセスメモリ（static random access memory、ＳＲＡＭ）、及び当技術分野では知られている他の形態の揮発性メモリが挙げられる。

【０１３４】
いくつかの例では、記憶デバイス６１２はまた、１つ以上のコンピュータ可読記憶媒体を含む。記憶デバイス６１２は、揮発性メモリより大量の情報を記憶するように構成することができる。記憶デバイス６１２は、不揮発性メモリ空間として情報の長期記憶向けに更に構成することができ、起動／オフ周期後に情報を保持することができる。不揮発性メモリの例としては、磁気ハードディスク、光ディスク、フロッピーディスク、フラッシュメモリ、又は電気的プログラマブルメモリ（electrically programmable memory、ＥＰＲＯＭ）若しくは電気的消去可能及びプログラマブル（electrically erasable and programmable、ＥＥＰＲＯＭ）メモリの形態が挙げられる。記憶デバイス２１２は、ユーザ空間６０２及び／又はカーネル空間６０４内に含まれている構成要素に関連付けられたプログラム命令及び／又はデータを記憶することができる。
【０１３５】
図６に示すように、アプリケーション６２８は、コンピューティングデバイス５４０のユーザ空間６０２内で実行する。アプリケーション６２８は、プレゼンテーション層６２２、アプリケーション層６２４、及びデータ層６２６に論理的に分割することができる。プレゼンテーション層６２２は、アプリケーション６２８のユーザインターフェースを生成及び描画するユーザインターフェース（ＵＩ）構成要素５４８を含むことができる。アプリケーション２２８は、それだけに限定するものではないが、ＵＩ構成要素５４８、アルゴリズムコード化構成要素５４２、データ層６２６、及び１つ以上のサービス構成要素５４６を含むことができる。プレゼンテーション層６２２は、ＵＩ構成要素５４８含むことができる。
【０１３６】
データ層６２６は、１つ以上のデータストアを含むことができる。データストアは、構造又は非構造化の形態でデータを記憶することができる。例示的なデータストアには、リレーショナルデータベース管理システム、オンライン分析処理データベース、表、又はデータを記憶する任意の他の好適な構造のうちのいずれか１つ以上を挙げることができる。コンテンツデータストア６３４は、コンテンツ光学要素からのペイロードからなる一連のビット及びそれらの一連のビットに関連付けられた情報を含むことができる。いくつかの例では、コンテンツデータストア６３４は、符号化又は復号された形態でメッセージを含むことができる。コンテキストデータストア６３６は、コンテキスト光学要素からのペイロードからなる一連のビット及びそれらの一連のビットに関連付けられた情報を含むことができる。いくつかの例では、コンテキストデータストア６３４は、符号化又は復号された形態でメッセージを含むことができる。誤り補正データ６３２は、コンテンツ光学要素及びコンテキスト光学要素に見られるペイロードデータの再構築及び検証を支援する誤り補正アルゴリズムによって構築されたコード語を形成する一連のビットを含むことができる。サービスデータ６３８は、サービス構成要素５４６のサービスを提供する任意のデータ及び／又はサービスの提供に起因する任意のデータを含むことができる。例えば、サービスデータは、光学的に活性の物品に関する情報（例えば、車両位置合わせ情報）、ユーザ情報、又は任意の他の情報を含むことができる。
【０１３７】
機械視覚システム５１０は、光コードを含む画像を捕捉し、ファインダ光学要素を使用して画像内に光コード５３０が存在することを判定し、ＵＩ構成要素５４８又は通信チャネル５５０Ａ及び５５０Ｂを介してこれをコンピューティングデバイス５４０へ通信することができる。画像を受信したことに応じて、コード化構成要素５４２は、画像の特定の画像領域が光コードを表すことを判定することができる。リードーソロモン復号又は誤り検出技法などの１つ以上の復号技法を適用することによって、コード化構成要素５４２は、コンテンツデータストア６３６及びコンテキストデータストア６３４との通信を介して、画像内の光コードが、速度制限標識が前方にあること及び標識上の速度制限が時速５０キロメートルであることを示す一連のデータを表すことを判定することができる。サービス構成要素５４６は、コード化構成要素５４２によって生成されるデータに基づいて、Ｕ

Ｉ構成要素５４８に表示用の警報を生成させるデータをＵＩ構成要素５４８へ送信することなどの１つ以上の動作を実行することができる。ＵＩ構成要素５４８は、出力構成要素に警報を表示させるデータを出力構成要素６１６の出力構成要素へ送信することができる。

【０１３８】
サービス構成要素５４６は、コード化構成要素５４２によって生成されるデータに基づいて、ＵＩ構成要素５４８に表示用の警報を生成させるデータをＵＩ構成要素５４８へ送信することなどの１つ以上の動作を実行することができる。他の動作には、コード化構成要素５２４によって生成されるデータに基づいて、報告を生成すること、又はメッセージを記憶することを含むことができる。いくつかの例では、サービス構成要素５４６は、車両の動作を修正することができる。例えば、サービス構成要素５４６は、速度、加速度、方向、サスペンション、ブレーキ、又は車両の任意の他の機能を変更することができる。ＵＩ構成要素５４８は、出力構成要素に警報を表示させるデータを出力構成要素６１６の出力構成要素へ送信することができる。

【０１３９】
コンピューティングシステムの１つの特定の実装形態について本明細書に記載するが、本開示に一貫した本開示の範囲内のコンピューティングシステムの他の構成及び実施形態は、本開示を読めば当業者には明らかであろう。

【０１４０】
図７は、ルックアップコードを含む多次元機械可読光コードを読み取るプロセスを示す流れ図７００である。本開示のすべての実施形態で、流れ図７００のすべてのステップが必要とされるわけではない。図示のステップは、本開示の特定の実施形態に応じて、図示の順序又は変更した順序で実行することができる。

【０１４１】
機械視覚システム（例えば、機械視覚システム５１０又はコンピューティングデバイス５４０）は、画像を捕捉し、光コードのファインダ光学要素を識別することによって、光コードを求めて画像を検索することができる（７１０）。機械視覚システムが画像を捕捉し、光コードが存在しないと判定した場合、機械視覚システムは、光コードを含む画像を識別するまで、引き続き画像を捕捉する。画像は、ビデオストリーム内のフレームとすることができる。画像は、可視光、赤外光、又は光コードの画像が可視になる任意の他の照明条件で捕捉することができる。場合によっては、機械視覚システムは、機械視覚システムと復号との間の距離が減少すると、光コードの複数の画像を捕捉する。複数の画像を捕捉する１つの理由は、コンテンツ及びコンテキスト光学要素に対する寸法が異なること、並びに光学要素が入れ子状である可能性があることである。いくつかの例では、流れ図７００で実行される動作は、捕捉される画像の数に応じて、複数回又は繰返し繰り返すことができる（７６０）。

【０１４２】
機械視覚システム、又は機械視覚システムと通信する若しくは一体化されているプロセッサは、光コードの画像からデータを復号することができる（７２０）。このステップで、データは、画像からビット（又は２進）フォーマットに変換される。プロセッサは、光コードを作成するために使用される特定のアルゴリズムに応じて、リード－ソロモン復号アルゴリズム又は別のタイプのアルゴリズムを使用して、データを復号することができる。

【０１４３】
機械視覚システムは、静的情報及びルックアップコードを検出することができる（７３０）。機械視覚システムは、復号された光学画像からのすべてのビットコードに対してローカルデータベースを検査し、ローカルデータベース内の情報に恒久的に関連付けられていないコードがルックアップコードであると判定することによって、２つのタイプのコードを区別することができる。場合によっては、機械視覚が静的情報を検出した後、定期的に更新可能なデータベース内を探索する必要がないため、機械視覚システムは、次に静的

情報を使用してフィードバックを提供することができる（７５０）。
【０１４４】
場合によっては、ルックアップコードは、コンテンツ光学要素内に埋め込まれたデータを、静的データ、ＧＰＳデータなどの車両内の他のシステムを介して獲得したデータ、又はルックアップコードをＵＵＩＤにする働きをすることができる任意の他のタイプのデータと組み合わせて含むことができる。
【０１４５】
機械視覚システムは、ルックアップコードに関係する情報に関してデータベースに問い合わせることができる（７４０）。場合によっては、データベースは、機械視覚システムと一体化することができ、又は機械視覚システムの一部とすることができ、更新可能とすることができる。場合によっては、機械視覚は、有線又は無線の通信プロトコルを使用して、遠隔データベースに問い合わせる。機械視覚システムは、データベースに問い合わせた後、ルックアップコードに関係する情報をデータベースから回収又は受信する。
【０１４６】
機械視覚システム、又は機械視覚システムがその一部である、取り付けられている、若しくは通信している物品若しくは車両は、ルックアップコードに関係する情報に基づいて、フィードバック又は入力を提供することができる（７５０）。ある場合には、機械視覚システム又は車両は、人間語フィードバックを車両の運転者に提供することができる。他の場合には、機械視覚システム又は車両は、触覚的、可聴、又は視覚的フィードバックを車両の運転者に提供することができる。別の場合には、機械視覚システムは、車両内の自動運転光学要素に入力を提供することができ、車両は、その入力を変数として使用して、車両の方向、速度、及び全体的な動きを制御することができる。
【０１４７】
図８は、本開示の技法による再帰反射性の物品並びに例示的なヨー、ピッチ、及びロール軸を示す。いくつかの例では、再帰反射性の物品（例えば、速度制限標識）は、本開示の技法による光コードを含むことができる。いくつかの例では、本開示の光コードは、道路の応用例などで、基盤設備の識別及びコンテキストの通信に使用することができる。いくつかの例では、光コードは、ポーズの正規化に関連してその上に配置されている２次元バーコードのわずかな回転を補償することができる。したがって、遮蔽に対する堅牢性は、他の可能な実装形態の中でも基盤設備の応用例でそのような光コードを実施する利点又は利益となることができる。いくつかの例では、光コードは、所定のメッセージにマッピングされた可変ビットペイロードを可能にする。
【０１４８】
いくつかの例では、本開示の光コードは、道路の基盤設備で利点を提供することができる複数の最適化を含むことによって、多くの他のブロックマトリックスコードから区別される。本開示の光コードは、一般的なコード破壊機構から、正確な検出、読取り距離、及び誤り回復を最適化することができる。
【０１４９】
基盤設備の環境のため、標識及び基盤設備の材料は、特有の一組の一般的な遮蔽及び変形を有する。本開示の光コードは、これらのタイプの遮蔽に対する誤り補正及びデータレイアウトを最適化又は改善することができる。光コードは、他の遮蔽形式より縁部遮蔽からデータを回復することができる。縁部遮蔽は、典型的な基盤設備の運転シナリオで広く見られるものである。
【０１５０】
いくつかの例では、本開示の光コードの読取り距離を増大させるために、これらの光コードは、コード発見及びポーズ推定に専用のより少数のモジュールを有することができる。このファインダの詳細は、本開示で更に論じる。
【０１５１】
いくつかの例では、本開示の光コードは、メタデータ情報を有しておらず、特定の場合ではクワイエットゾーンを有していない。これにより、データマトリックス及びＱＲコー

ドなどの他の一般的なコードから光コードが区別される。このメタデータモジュールの低減により、本開示の光コードをデータ伝送に関してより空間効率的にすることが可能になる。物理的コード次元が標識の寸法によって境界される標識の場合、空間効率は重要になることがある。必要とされるモジュールの数の低減は、コードをより大きくすることができるため、更に離れた場所からデータを復号することができること、又は類似の寸法のコード上により多くの誤り補正を配置することができることを意味する。

【０１５２】

いくつかの例では、本開示の光コードには、基盤設備の典型的な向きが仮定されるという利点がある。図８は、標識に対する軸を示すが、任意の物品を使用することができる。いくつかの例では、車両は、最大として、わずかな量のロール回転、わずかな量のピッチ回転、及び場合によりかなりのヨー回転を有する光コードを含む標識に遭遇する。

【０１５３】

いくつかの例では、以下のように、様々な用語を参照することができる。

【０１５４】

いくつかの例では、「位置合わせパターン」は、マトリックス記号法における画定の位置内の固定の参照パターンとすることができ、画像の歪み量が中程度である場合に、復号ソフトウェアが画像モジュールの座標マッピングを再同期することを可能にする。

【０１５５】

いくつかの例では、「ブラブ」は、クアッド内に含まれている抽出された画像とすることができる。

【０１５６】

いくつかの例では、「クロッキングエッジ」は、タイミング情報が符号化されている光コードの縁部を指すことができる。

【０１５７】

いくつかの例では、「クロッキングパターン」は、タイミング又はクロッキングモジュールを指すことができる。

【０１５８】

いくつかの例では、「輪郭抽出」は、可能な限り小さい歪み又は歪みの閾値レベルを下回る歪みで適切又は有効なモジュール／コードの視点を維持するように努めながら、湾曲又は凹凸のある表面を平坦化し、それを２次元の（平坦な）画像に分解する、プロセスとすることができる。

【０１５９】

いくつかの例では、「符号化領域」は、記号のうち、オーバヘッドパターンによって占められていない、データ及び誤り補正コード語の符号化に利用可能な領域とすることができる。いくつかの実装形態では、符号化領域は、バージョン及びフォーマット情報を含むことができる。

【０１６０】

いくつかの例では、「ファインダパターン」は、光コード記号の存在を識別／認識するために使用されるモジュールのパターンとすることができる。多分解能コードでは、最大のモジュールからファインダ及びクロッキングパターンを形成することができる。

【０１６１】

いくつかの例では、「固定のパターン」は、光コード記号のうち定位置に固定された一部、部分、又は区分とすることができる。これには、ファインダパターン、タイミングパターン、及び近傍クワイエットゾーンのモジュールが含まれる。

【０１６２】

いくつかの例では、「カーネル寸法」は、画素の数又は他の尺度で定義されるサンプル窓の寸法とすることができる。このカーネルは、数学的モルフォロジー演算を実行するために利用することができる。

【０１６３】

いくつかの例では、「モジュール隙間」は、コードの周りの空間を指すことができる。

モジュール隙間は、コードが存在することができない必要なクワイエットゾーンを画定することができる。いくつかの標識の実装形態（明色上の暗色）では、モジュール隙間は、明るい画素の空間とすることができる。

【０１６４】

いくつかの例では、「形態的開放」は、構造化要素Ｂによる集合（２進画像）Ａの侵食の拡張

【数１】

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

であり、ここで

【数２】

$\ominus$及び$\oplus$

はそれぞれ侵食及び拡張を示す。開放は、画像の前景（通常は明るい画素で得られる）から小さい物体を除去し、それらを背景に配置することができる。

【０１６５】

いくつかの例では、「形態的閉鎖」は、構造化要素Ｂによる集合（２進画像）Ａの閉鎖であり、これはその集合の拡張の侵食、

【数３】

$$A \cdot B = (A \ominus B) \oplus B$$

であり、ここで

【数４】

$\ominus$及び$\oplus$

はそれぞれ拡張及び侵食を示す。閉鎖は、前景内の小さい孔を除去し、背景の小さい島を前景に変化させることができる。

【０１６６】

いくつかの例では、「多分解能」は、単一のコード内に複数のモジュール寸法クラスを含む光コード記号を意味することができ、これは単一分解能の光コードとは異なることができる。

【０１６７】

いくつかの例では、「遮蔽」は、障害物のために標識の一区分を読み取ることができないことを意味することができる。これは部分的であることも全体的であることもある。

【０１６８】

いくつかの例では、「オーバヘッドパターン」は、記号のうち、記号の位置特定及び寸法設定特徴のために必要とされるファインダパターン及びタイミングパターンを含むオーバヘッド成分とすることができる。

【０１６９】

いくつかの例では、「クアッド」は、光コードの位置を画定する平行四辺形の４つの角部とすることができる。

【０１７０】

いくつかの例では、「クワイエットゾーン」は、光コードを背景から分離するために使用されるバッファ領域とすることができる。クワイエットゾーンの寸法は、バッファ又はモジュール隙間を構築するために必要とされる空間のモジュールの数で指定することができる。

【０１７１】

いくつかの例では、「Ｒａｍｅｒ－Ｄｏｕｇｌａｓ－Ｐｅｕｃｋｅｒアルゴリズム」は、線分から構成された曲線（折れ線）を考慮して、より少ない点を含む類似の曲線を発見するための１つ以上の動作を指定することができる。このアルゴリズムは、元の曲線と簡

略化された曲線との間の最大距離に基づいて「異種」を定義する。簡略化された曲線は、元の曲線を画定した点の部分集合からなる。

【０１７２】

いくつかの例では、「反復ビット」は、ブロック内の区分を冗長に表している位置決め又は配置されたビットとすることができ、したがって遮蔽の回復を可能にする。

【０１７３】

いくつかの例では、「再帰反射性」は、増加した量の光を光源から最小量の散乱で広範囲の入射角から後方反射するように設計された表面又は材料を指すことができる。

【０１７４】

いくつかの例では、「単一分解能」は、１つのモジュール寸法のみを含む光コードの実装形態を指すことができ、これは多分解能の光コードとは異なることができる。

【０１７５】

いくつかの例では、「タイミングパターン」は、暗色モジュールと明色モジュールとの交互のシーケンスとすることができ、記号内のモジュール座標を判定することを可能にする。

【０１７６】

いくつかの例では、式及び等式で使用される数学記号は、それらの記号が現れる式又は等式の後に定義される。本明細書の目的で、以下の数学的演算が適用される。

【数５】

$\circ$ ＝形態的開放

$\cdot$＝形態的閉鎖

$\ominus$＝拡張

$\oplus$＝侵食

【０１７７】

図９は、本開示の技法による光コードの例示的な構造を示す。参照を容易にするため、モジュール位置は、記号内の行及び列座標によって（ｉ，ｊ）の形で画定され、ここでｉは、モジュールが位置する行（上から下へ数える）を指定し、ｊは列（左から右へ数える）を指定し、計数は０から始まる。したがって、モジュール（０，０）は、記号の左上角部に位置する。いくつかの例では、多分解能の光コード内に、２つ以上のモジュール寸法が存在する。これらの寸法は、モジュール寸法によって分類及び参照することができる。したがって、最大のモジュールクラスを１と示すことができる。寸法１は、寸法２より大きいモジュールを有し、寸法２は、寸法３より大きいモジュールを有し、以下同様である。

【０１７８】

いくつかの例では、バージョン情報は、光コード内へ符号化されておらず、代わりにすべてのファインダテンプレートが候補画像に対して検査される。他の例では、バージョン情報を光コード内へ符号化することができる。

【０１７９】

いくつかの例では、本開示によって実施される光コードは、以下の特徴を含むことができる。

【０１８０】

ａ）フォーマット

【０１８１】

１）単一分解能コードは、遮蔽回復能力及びデータ容量の所定のバランスを有する。

【０１８２】

２）多分解能コードは、符号化された情報の複数の層を含み、各層に対して遮蔽回復能力及びデータ容量のバランスを有する。

【０１８３】

ｂ）符号化可能データ

【０１８４】

１）単一分解能：数値データのみ。有効な数の範囲は、１～２$^{（＃データビット）}$とすることができる。

【０１８５】

２）多分解能コード：各層に１つずつ数値データ。有効な数の範囲は、その層に対して１～２$^{（＃データビット）}$とすることができる。２層からなる多分解能の光コードの一実装形態では、第１の層が、米国の標識に対するＭＵＴＣＤ：Ｍａｎｕａｌ　ｏｎ　Ｕｎｉｆｏｒｍ　Ｔｒａｆｆｉｃ　Ｃｏｎｔｒｏｌ　Ｄｅｖｉｃｅｓ（連邦道路管理局発行）の番号を表す。

【０１８６】

ｃ）データの表現

【０１８７】

暗色モジュールは、公称で２進の「０」であり、明色モジュールは、公称で２進の「１」である。この表現は、特定の応用例に対して反転させることができる。

【０１８８】

ｄ）記号寸法（クワイエットゾーンを含まない）

【０１８９】

１）単一分解能コード：少なくとも幅５モジュール及び高さ５モジュールであるが、０より大きい任意の数が可能である。いくつかの例では、コード上に上部境界が存在しないが、例示的な高さ又は幅の最大寸法は２１モジュールである。いくつかの例では、そのような次元に使用される最大寸法は、０より大きい任意の数とすることができる。

【０１９０】

２）多分解能コード：層１モジュールによって画定される少なくとも幅７モジュール及び高さ７モジュールであるが、０より大きい任意の数が可能である。いくつかの例では、画定された上部境界は存在しない。いくつかの例では、そのような次元に使用される最大寸法は、０より大きい任意の数とすることができる。

【０１９１】

ｅ）コードタイプ：マトリックス

【０１９２】

ｆ）向き独立性

【０１９３】

ありいくつかの例では、光コードは、向き独立性を有する。他の例では、光コードは、向き依存性とすることができる。いくつかの例では、固定の向きにより、コード設計及び復号アルゴリズムにおいて特定の利点を可能にすることができる。

【０１９４】

いくつかの例では、光コードは、反射反転を使用することができる。記号は、マークされたときに読み取られると意図することができ、したがって画像は明色上の暗色又は暗色上の明色である。いくつかの例では、指示は、明色の背景上の暗色の画像に基づいているが、これが当てはまらない場合、明色モジュールを暗色モジュールとして、暗色モジュールを明色モジュールとして解釈することができる。いくつかの復号技法では、標準コード及び反射反転コードの両方の復号を試行することができないが、他の例では、両方の同時復号を実行することもできる。

【０１９５】

いくつかの例では、繰返しビットを光コードとともに使用することができる。例えば、遮蔽回復に対する可能性を更に増大させるために、光コードは繰返しビットを利用することができる。

【０１９６】

図９に示すように、光コードは、コードスタイル及びデータペイロードによって指示される規則に従って位置決め又は配置された一組の正方形モジュールからなる方形のマトリ

ックスとすることができる。
【０１９７】
図１０は、本開示の技法による単一分解能の光コードを示す。単一分解能の光コードは、クワイエットゾーンを含まず少なくとも幅５モジュール及び高さ５モジュールとすることができるが、０より大きい任意の数が可能である。いくつかの例では、コードの寸法に関して絶対的な上限は存在しない。
【０１９８】
図１１は、本開示の技法による多分解能の光コードを示す。多分解能の光コードは、様々な寸法のモジュールから構成することができる。モジュールはそれでもなお、正方形の形状とすることができ、特定の分解能のデータペイロードのすべてのモジュールが同じ寸法になるように形成することができる。いくつかの例では、寸法に対する参照モジュールは、最大モジュールに関する。いくつかの例では、データペイロードは、モジュール寸法によって分類及び参照される。いくつかの例では、データペイロード１は、データペイロード２より大きいモジュールを有することができ、データペイロード２は、データペイロード３より大きいモジュールを有し、以下同様である。
【０１９９】
いくつかの例では、多分解能光コードに対する最小寸法は、少なくとも幅７モジュール及び高さ７モジュールであるが、０より大きい任意の数が可能である。いくつかの例では、多分解能光コードに対する最大寸法は存在しない。いくつかの例では、データペイロードの最大数は存在しない。いくつかの例では、コードは、１５モジュール以下の寸法とすることができ、典型的には２つのデータペイロードが使用される。
【０２００】
図１１は、２つのペイロードを含む多分解能コードに対する例示的なレイアウトを示す。図１１で、最大のモジュール、したがって最大の距離から読み取ることができるものが、番号付きブロックによって示されている。モジュールの第２の分解能は、小文字のブロックによって示されている。このコードでは、データペイロード１及びデータペイロード２の両方が８ビットの寸法であるが、これは必須条件ではない。各ペイロードのブロック寸法は、別のペイロードのブロック寸法とは独立したものとすることができる。実際には、データペイロード１のブロック寸法は、任意の他のデータペイロードブロック寸法以下とすることができる。
【０２０１】
いくつかの例では、光コードに対するファインダ及びクロッキングパターンは、コードを発見しかつ物体ポーズを正規化するために必要とされるモジュールを閾値未満に最小化又は低減させるように選択することができる。いくつかの例では、このファインダ及びクロッキングパターンの寸法は、データ及び誤り補正に対するコード空間の百分率がより大きくなるように低減させることができる。
【０２０２】
図１２及び図１３は、光コードに対するファインダ及びクロッキングパターンを示す。光コードのファインダパターンの角部は、クワイエットゾーンの反対色とすることができ、又は常にクワイエットゾーンの反対色である。クロッキングパターンは、上縁部に沿って配置することができ、白色モジュールと暗色モジュールとの間で交互になる。この動作に対する例外は、光コードの幅がモジュールの数で偶数になるときである。この場合、中央２つのモジュールはどちらも同じ色になる。いくつかの例では、ファインダ及びクロッキングパターン規則が、単一分解能光コードと多分解能の光コードとの両方に適用される。多分解能コードでは、ファインダ及びクロッキングパターンは、最大のモジュールから形成することができる。
【０２０３】
いくつかの例では、クワイエットゾーンでは、光コードの４つすべての辺で、他のいかなるマーキングも存在することはできない。ファインダパターンの幅は、少なくとも１モジュールとすることができるが、０より大きい任意の数が可能である。多分解能コードの

場合、幅は、少なくとも光コード内に含まれる最大モジュール寸法の幅とすることができる。反転コードスタイルの場合、クワイエットゾーンを含むコードのすべてのモジュールを反転させることができ、クワイエットゾーンは、コードの周りで明るい帯状になり、幅は少なくとも２モジュールに増大するが、０より大きい任意の数が可能である。

【０２０４】

光コードが再帰反射性の物品（例えば、交通標識）に取り付けられているとき、背景は、十分なファインダパターンとして働くことができる。そのような例では、追加のファインダパターンは必要ない。光コードは、ファインダ及びクロッキングパターンによって再帰反射性の物品の外縁部上に作成することができる。

【０２０５】

いくつかの例では、ブロックに冗長性を加えることによって、遮蔽の影響を閾値未満に最小化又は低減させるように、光コードに対する繰返しビットパターンを実施することができる。いくつかの例では、繰返しビットは、特有のブロック上でより大きいレベルの遮蔽を可能にするように位置決めすることができる。

【０２０６】

図１２～１３は、本開示の技法による異なるクロッキングパターンを示す。図１２は、偶数の寸法のクロッキングパターンを示す。図１３は、奇数の寸法のクロッキングパターンを示す。

【０２０７】

図１４は、本開示の１つ以上の技法による光コード内に含むことができる繰返し又は反復ビットを示す。例えば、図１４は、繰返しビットを使用する一例を実証する。図１４で、データ及び誤り補正ブロックからの特定のビットが、パディングビットに繰返し使用される。これには、復号する際、より大きい潜在的な遮蔽回復を可能になるという効果がある。

【０２０８】

いくつかの例では、１つ以上のコンピューティングデバイスによって、符号化手順を実施することができる。符号化手順は、データを光コード内に含まれるパターン又は他の視覚表示に変換することができる。以下の動作は、単一分解能の光コードに対する符号化の一例を提供し、多分解能の光コードは、これらの動作をデータの各層に対して繰り返すことによって作成することができる。

【０２０９】

動作１：コードの選択。コンピューティングデバイスは、例えばデータブロック及び誤り補正ブロックの数などのパラメータ又は任意の他の好適なパラメータに基づいて、光コードを選択する。

【０２１０】

動作２：データの符号化。コンピューティングデバイスは、数又は他の値を２進ビットストリームに変換し、このビットストリームを選択されたブロック寸法に分割する。

【０２１１】

動作３：コンピューティングデバイスは、誤り補正コードを計算することができ、これには符号化されたデータに対する誤り補正データブロックを計算することを含むことができる。

【０２１２】

動作４：コンピューティングデバイスは、各ブロックからのデータ及び誤り補正コードを付加し、反復又はパディングビットを追加することによって、最終メッセージを構造化することができる。

【０２１３】

動作５：コンピューティングデバイスは、最終メッセージに基づいて、構築デバイスとともに、マトリックス内にモジュールを配置することができる。コンピューティングデバイスは、構築デバイスに、ファインダ及びクロッキングパターンとともにマトリックス内にコード語モジュールを配置させることができる。いくつかの例では、多分解能の光コー

ドの場合、ファインダ及びクロッキングパターンは、最大のモジュール上にのみ配置することができる。

【０２１４】

いくつかの例では、符号化手順は、１つ以上の動作を含むことができる。例えば、コンピューティングデバイスは、所与の光コードレイアウトに対して意図されるデータペイロードを判定することができる。符号化すべき数は、ビッグエンディアン２進数に変換することができる。次いで、コンピューティングデバイスは、データビット空間全体が消費されるまで、その数を先行ゼロでパディングすることができる。

【０２１５】

いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、その結果得られるビットストリームを可変ビットコード語に分割することができる。コンピューティングデバイスは、文字をパディングし、バージョンに必要とされる複数のデータコード語を充填することができる。いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、入力データ列を分析して、そのコンテンツを判定し、デフォルト又は他の適当な拡張チャネル解釈（Extended Channel Interpretation、ＥＣＩ）及び適当なモードを選択して、本開示に記載する各シーケンスを符号化することができる。

【０２１６】

いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、誤り補正コード語による符号化を実行することができる。コンピューティングデバイスは、単一分解能の光コード及び多分解能の光コードの両方に対してデータ及び誤り補正コード語を生成するための１つ以上の動作を実行することができる。例えば、コンピューティングデバイスは、所与の光コードレイアウトに対して意図されるデータペイロードを判定することができる。符号化すべき数又は値は、コンピューティングデバイスによってビッグエンディアン２進数に変換することができる。その数は、データビット空間全体が消費されるまで、コンピューティングデバイスによって先行ゼロでパディングすることができる。

【０２１７】

記号の印刷及びマーキングのための様々な技法は、本明細書に記載されている。単一分解能の光コードの場合、Ｘ次元、例えばモジュールの幅は、それだけに限定するものではないが、読み取るべき距離、固定の物理的寸法記号に所望されるデータペイロード、使用される走査技術、及び記号を生成するために使用される技術、又は任意の他の好適なパラメータを含むパラメータを指定するユーザ又は機械生成入力によって指定することができる。Ｙ次元の場合、いくつかの例では、モジュールの高さはＸ次元に等しくすることができ、他の例では、Ｘ次元及びＹ次元は異なってもよい。いくつかの例では、最小のクワイエットゾーンの場合、コンピューティングデバイスは、クワイエットゾーン（非可視光スペクトルで暗色上に白色）を画定することができないが、他の場合では、最小１モジュールのクワイエットゾーンを使用することができ、最小２モジュールのクワイエットゾーンを使用することができ、又は１より大きい任意の他の数を使用することができる。

【０２１８】

多分解能の光コードの場合、Ｘ次元、例えば最小のモジュールの幅は、それだけに限定するものではないが、読み取るべき距離、固定の物理的寸法記号に所望されるデータペイロード、使用される走査技術、記号を生成するために使用される技術、又は任意の他の好適なパラメータを含むパラメータを指定するユーザ又は機械生成入力によって指定することができる。

【０２１９】

いくつかの例では、それぞれのより大きいモジュール寸法のクラスは、最小のモジュール寸法の倍数とすることができる。利用されるモジュール寸法クラスの数は、光コード内に符号化すべきデータの量に基づくことができ、より大きい距離において復号することができるより大きいモジュールクラスと、より高いデータ密度を含むことができるより小さいモジュールクラスとのバランスを生成することができる。いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、２つのモジュールクラス寸法を判定することができるが、任意の

画定されたクラス寸法が可能である。Ｙ次元の場合、モジュールの高さは、いくつかの例では、所与のモジュールクラスに対するＸ次元に等しくすることができ、他の例では、Ｘ次元及びＹ次元は異なってもよい。

【０２２０】

いくつかの例では、クワイエットゾーン寸法は、ファインダ、タイミング、及び他のオーバヘッドモジュールと同様に、コンピューティングデバイスによって光コードに利用される最大のモジュール寸法に基づいている。最小のクワイエットゾーンは、１つのクラス１（最大）モジュールとすることができ、いくつかの例では、２モジュールのクワイエットゾーンバッファが存在することができる。他の例では、最小のクワイエットゾーン及びクワイエットゾーンバッファ寸法は、０より大きい任意の数とすることができる。

【０２２１】

いくつかの例では、人間可読又は人間解釈可能な記述を使用することができる。人間解釈可能とは、人間が理解することが意図される形式であることを意味することができる。いくつかの例では、付随する人間可読記述は、光コードに付随することができる。しかし、他の例では、データ文字の人間可読解釈は実際的でないこともある。代替として、逐語的テキストではなく記述的テキストが、光コードに付随することができる。文字寸法及びフォントを指定することはできないが、光コードを取り囲む領域内の任意の場所にメッセージを印刷することができる。いくつかの例では、人間可読解釈は、光コード自体にもクワイエットゾーンにも干渉することができないが、機能性に干渉しないように行う場合、光コード又はそのクワイエットゾーンの上又は下に印刷することができる。

【０２２２】

いくつかの例では、記号品質パラメータを定義及び使用することができる。格子の不均一性の場合、本開示に提供する参照復号アルゴリズムの使用によって位置特定されるファインダパターン及び位置合わせパターンをアンカポイントとして使用することによって、格子を計算することができる。いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、コードが曲面上に巻かれている場合、格子の均一性を評価するために、画像を平坦化することができる。光コードが曲面上で実施される場合、格子の不均一性測定は、コンピューティングデバイスによって、すでに平坦化された画像上で実行することができる。

【０２２３】

走査グレードの場合、走査グレードは、記号の個々の画像における記号コントラスト、変調、固定のパターン損傷、復号、軸方向の不均一性、格子の不均一性、及び未使用の誤り補正に対するグレードのうち最も低い（又は閾値を下回る）ものとする。２つ以上の画像が分析される場合、全体的な記号のグレードは、個々の走査の平均とすることができる。

【０２２４】

いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、本明細書に記載する１つ以上の復号動作を実行することができる。例えば、コンピューティングデバイスは、光コードの画像を獲得することができる。コンピューティングデバイスは、画像内で光コードを位置特定（例えば、識別）し、明色モジュール及び暗色モジュールを１（明るい）及び０（暗い）（又は反転コードの場合は逆）に変換することができる。コンピューティングデバイスは、候補コードスタイルに対するファインダを検索することによって、コード寸法／スタイルを識別することができる。コンピューティングデバイスは、コードレイアウトマップを使用して、リード－ソロモン符号語を抽出することができる。複数の分解能を含むスタイルの場合、コンピューティングデバイスは、１つ以上の定義された分解能でコードを再びサンプリングし、１つ以上の定義されたレイアウトを使用して、追加のコード語を抽出することができる。いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、それぞれの抽出されたコード分解能に対する適当なコード語寸法及び誤り補正レベルに対するリード－ソロモン復号器を構成することができ、次いでコンピューティングデバイスは、それぞれに対する誤りを検出及び補正することができる。コンピューティングデバイスは、本開示に記載する１つ以上の動作における更なる処理のために補正可能であった又は補正を必要と

しなかったペイロードを生成又は他の形で提供することができる。

【０２２５】

図１５は、本開示の技法による参照復号アルゴリズムを示す。参照復号アルゴリズムは、再帰反射性パラダイムを実施することができ、認識されている光コードを、撮像センサとともに配置した光源によって、そのコードを周辺環境より明るくするのに十分な光強度で照明することができる。

【０２２６】

図１５に示すように、参照復号は、クアッド抽出を含む１つ以上の動作を含むことができる。例えば、コンピューティングデバイスは、画像内の非再帰反射性の要素より明るい画像に対して、１つ以上の閾値（例えば、８ビットの画像の場合は８０、５０、３３）を判定することができる（日光又は他の光源からの周囲照明）。コンピューティングデバイスは、この閾値を使用して、画像を閾値画素の上下の２進画像（又は複数の画像）に変換することができる。反転したコードの第２の通過の場合、コンピューティングデバイスは、８ビット画像に対して２１０，２３０の画素値閾値を使用することができる。

【０２２７】

コンピューティングデバイスは、小さいカーネル寸法（例えば、３×３画素の方形であるが、0より大きい任意の数が可能である）による形態的開放を実行して、画像内の点反射性要素及び他の明るいアーティファクトを除去することができる。いくつかの例では、この動作は、反転したコード検索による第１の通過の場合は省くことができる。コンピューティングデバイスは、形態的閉鎖動作を実行して、光コードモジュールを単一のブラブに接続することができ、又は反転させたコードの場合、周囲の明るいクワイエットゾーン内の孔／欠陥を充填することができる。反転させたコードの場合、画像は光コードが実施されている物品の周りに明るく主として近接するクワイエットゾーンを有することができるため、このカーネル寸法は、９×９画素のように小さくすることができる（ただし0より大きい任意の数が可能である）。反転していないコードの場合、コンピューティングデバイスは、異なる寸法／スケール（例えば、１５×１５、４５×４５、９０×９０であるが、0より大きい任意の数が可能である）の複数の形態的開放カーネルハンドルコードを使用することができる。

【０２２８】

いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、Ｒａｍｅｒ－Ｄｏｕｇｌａｓ－Ｐｅｕｃｋｅｒアルゴリズムを使用して、輪郭を四辺形に再近似させることができる。コンピューティングデバイスは、長辺を単一のセグメント（例えば、輪郭外周の０．２％）に低減させることができる近似精度（イプシロン）を使用することができる。いくつかの例では、残っているセグメントが4より大きい場合（湾曲した角部を有する標識、クアッドとしてうまく表されない形状など）、コンピューティングデバイスは、最長の4をそれらの交差点の演算とともに使用して、境界をなすクアッドを引き出すことができる。別法（又は追加）として、コンピューティングデバイスは、4セグメントのみが残るまで、イプシロンを調整することができる（単独で使用され、境界をなすボックスが完成しなければ、より多くの可変クアッド角部選択を招く傾向がある）。いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、その結果得られる四辺形のアスペクト比（例えば、０．３～３）及び角部の角度（例えば：ｓｔｄ（角度）＜１０度）を検査して、長方形から著しく異なる（例えば、閾値より大きい）候補を廃棄することができる。

【０２２９】

いくつかの例では、参照復号アルゴリズムは、ブラブ抽出を実行することができる。例えば、コンピューティングデバイスは、四辺形の四辺形領域上で標準寸法への視点変換を実行することができる（例えば：様々なコード寸法の縁部長さの公倍数、１１×１１及び９×９→９９×９９であるが、0より大きい任意の数が可能である。反転させたコードを検索する場合、余分の分解能を提供して、物品上のモジュールに対して２ｐｐｍより著しく大きいこと、例えば２９７×２９７であることを確実にすることができるが、0より大きい任意の数が可能である）。８×８の近傍に対してランチョス補間などのより高次の補

間を使用することで、コード縁部を保存することができる。
【０２３０】
いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、第２又は複数の追加の通過を実行することができ、これは反転させたコードを検索する場合に使用することができる。コンピューティングデバイスは、左縁部から幅の５％、右縁部から幅の５％、上部から高さの５％、底部から高さの５％を切り取ることができる。この場合、５％は一例であるが、１％より大きい任意の他の百分率を使用することができる（例えば、１％～２５％の範囲）。コンピューティングデバイスは、５％の百分率値を画像から引くことができる（コードを暗くする）。いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、最大値及び最小値を０～２５５に正規化することができる。コンピューティングデバイスは、１及び４×４の格子のクリップ制限を含むコントラストが制限された適応ヒストグラム均一化を適用することができる。他の例では、クリップ制限及び格子寸法は、１より大きい任意の数とすることができる。コンピューティングデバイスは、画像（例えば、２５５－（画素値））を反転させることができる。コンピューティングデバイスは、各縁部上の５５画素（又は０より大きい任意の他の好適な数）を平均値（後に形態的閉鎖に使用される最大カーネルより大きい）でパディングすることができる。
【０２３１】
コンピューティングデバイスは、クアッド及びブラブ抽出を繰り返し、次の位相のファインダ検索のへ進むことができる。いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、ブラブ抽出のために、クアッド抽出における閾値を２１０及び２３０の画素値と交換することができるが、０より大きい他の例示的な閾値も可能である。コンピューティングデバイスは、３×３の形態的開放カーネルを使用することができるが、各次元で０より大きい他の次元も可能である。コンピューティングデバイスは、形態的閉鎖に対するカーネル寸法を２５×２５、３５×２４、４５×４５に交換することができるが、それぞれ０より大きい寸法である任意の他の次元も可能である。コンピューティングデバイスは、ブラブ抽出に対して１０８×１０８の出力ブラブ寸法を使用することができるが、それぞれ１より大きい寸法である任意の他の次元も可能である。コンピューティングデバイスは、直径が３であり（ただし０より大きい任意の直径も可能である）、空間及び色の両方に対するシグマが４０である双方向フィルタを適用することができるが、０より大きい任意のシグマが可能である。いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、最大値及び最小値を０～２５５に正規化することができる。コンピューティングデバイスは、画像を反転させることができる（２５５－（画素値））。コンピューティングデバイスは、反転させたコードだけを検索する場合、第１の通過からのソースブラブを省くことができる。
【０２３２】
いくつかの例では、参照復号アルゴリズムは、ファインダ検索を実行することができる。例えば、コンピューティングデバイスによって実施されるファインダ検索は、（例えば、１１×１１、９×９、Ｎ×Ｎ、又はＮ×Ｍ）に関して検索されている光コード形状に対してクアッドを補間し、閾値化し、２値化し、変動する回転におけるファインダモジュール構成と比較することができる。コンピューティングデバイスは、どれだけ多くのモジュールがファインダ領域と整合するかによって、候補を採点することができる。
【０２３３】
いくつかの例では、参照復号アルゴリズムは、光コードからのデータを復号することができる。例えば、コンピューティングデバイスは、ファインダ検索から最も高い又は高い採点候補からの２値化画像を使用し、対応するコードレイアウトに従ってコード語を抽出することができる。いくつかの例では、明るい区分は２進の１を反射し、暗色区分は０を反射する（反転させたコードの場合、これは元の画像捕捉で反対になる）。コンピューティングデバイスは、元の画像を補間し、存在するコードの任意の追加の分解能に対して２値化し、適当なレイアウトマップを使用してコード語を抽出することができる。コンピューティングデバイスは、補正可能なブロックの対応するコードスタイルのブロック寸法に対してリードーソロモン誤り補正を構成し、本開示に記載する誤り補正を実行することが

できる。いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、本開示に記載する１つ以上の動作に使用するための誤り補正を使用して正しい又は補正可能なコードに対するペイロードを生成又は提供することができる。

【０２３４】

図１６～１７は、本開示の技法による物品上で実施される光コードに対するモジュール隙間を示す。図１６は、縁部に１のモジュール隙間を含むサンプル光コードレイアウトを示す。図１７は、ダイヤモンドの物品形状（例えば、基盤設備の物品）の４５度半時計回りに回転させた代替レイアウトを示す。

【０２３５】

光コードは、物品又は標識上で実施することができ、その結果、図１６～１７に示すコードのクロッキングエッジは、標識の上部に向けられている（例えば、図１６）。いくつかの例では、これは、コンピューティングデバイスがシーン内でコードを位置特定及び復号するときに追加の仮定を行うことができるように行われる。いくつかの例では、光コードは、標識縁部から最大１モジュール延びて、クワイエットゾーンを残すが、コード内のモジュール寸法を最大化にすることができる。いくつかの例では、最大及び／又は最小のクワイエットゾーンは存在しない。

【０２３６】

反転させたコードスタイルの場合、クワイエットゾーン／縁部の隙間は、最小で２モジュールの寸法まで増大することができる。この構成では、最大のクワイエットゾーンは存在しないが、第１の通過中のブラブ抽出は、復号するのに十分な分解能（少なくとも２ｐｐｍであるが、場合によってはより大きい）をコードモジュールに残すことができる。

【０２３７】

クロッキングエッジを標識の左上縁部に平行に向けることができる（図１７のように、４５度反時計回りに回転させる）ダイヤモンド形状の標識など、標識寸法に対してコードの最大寸法を可能にするために、いくつかのバリエーションが可能になる。しかし、回転されていないレイアウトで少なくとも１モジュールの隙間を含む標識上に光コードを配置することができる場合（上縁部に沿ったクロッキング）、これは、撮像性能を改善及び／又は最大化することができる。

【０２３８】

いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、誤り検出を実行すること及び／又は補正原始多項式を使用することができる。リードーソロモン誤り補正は、コンピューティングデバイスによって、ガロア域（Galois Field、ｇｆ）下で動作するように実施することができる。光コードは、この領域をｇｆタイプ（$2^{m}$）にすることができる。いくつかの例では、ｍの値は６又は８である。ｍは０より大きい任意の値とすることができるが、６又は８のそのような値は、コード密度／コード寸法と復号偽陽性率との間のトレードオフとして選択することができる。いくつかの例では、ｍの値が増大するにつれて、光コードは寸法がより大きくなり、偽陽性復号率がより小さくなる。

表２は、最大ｇｆ（$2^{16}$）の領域寸法に対する原始多項式を提供する。

【０２３９】

【表２】

表２：所与のガロア域に対する原始多項式

| m | デフォルト原始多項式 | 整数表現 |
|---|---|---|
| 3 | D^3+D+1 | 11 |
| 4 | D^4+D+1 | 19 |
| 5 | D^5+D^2+1 | 37 |
| 6 | D^6+D+1 | 67 |
| 7 | D^7+D^3+1 | 137 |
| 8 | D^8+D^4+D^3+D^2+1 | 285 |
| 9 | D^9+D^4+1 | 529 |
| 10 | D^10+D^3+1 | 1033 |
| 11 | D^11+D^2+1 | 2053 |
| 12 | D^12+D^6+D^4+D+1 | 4179 |
| 13 | D^13+D^4+D^3+D+1 | 8219 |
| 14 | D^14+D^10+D^6+D+1 | 17475 |
| 15 | D^15+D+1 | 32771 |
| 16 | D^16+D^12+D^3+D+1 | 69643 |

【０２４０】

いくつかの例では、コンピューティングデバイスは、ｇｆ（$2^m$）下でリード－ソロモン誤り補正アルゴリズムを使用して、本開示の光コードを符号化及び／又は復号することができる。リード－ソロモンコードを復号するために、多数の可能なアルゴリズムが存在する。以下の動作は、本開示によるコンピューティングデバイスによって使用されるものであるが、多くの他の動作も可能である。コンピューティングデバイスは、受信したコード語メッセージ及び誤り補正記号の数を考慮して、シンドローム多項式を計算することができる。コンピューティングデバイスは、消去を取り扱わないと仮定し、元のシンドロームからフォーニーシンドロームを計算することができる。コンピューティングデバイスは、Ｂｅｒｌｅｋａｍｐ－Ｍａｓｓｅｙアルゴリズムを使用して、誤りロケータ多項式を計算することができる。コンピューティングデバイスは、誤りロケータ多項式とともにＣｈｉｅｎ検索アルゴリズムを使用して、誤り位置を計算することができる。誤り位置を考慮して、コンピューティングデバイスは、誤りを解決し、その結果得られたデータを返すことができる。

【０２４１】

図１８は、本開示の技法による固定のパターン情報を含む光コードを示す。光コードに対する固定のパターン損傷の場合、それだけに限定するものではないが、（ａ）２つのモジュール及び４つのクワイエットゾーンモジュールの左上ファインダパターン（ファインダ１Ｌ）、２つのモジュール及び４つのクワイエットゾーンモジュールの右上ファインダパターン（ファインダ１Ｒ）、左下の３モジュールのファインダパターン及び５つのクワイエットゾーンモジュール（ファインダ２Ｌ）、右下の３モジュールのファインダパターン及び５つのクワイエットゾーンモジュール（ファインダ２Ｒ）を含むファインダパターン、及び（ｂ）左及び右のファインダ（クロッキング）間のモジュールのパターン化された行を含むタイミング情報を含む特徴を評価することができる。

【０２４２】

固定のパターン損傷のグレーディングの場合、固定のパターンの各セグメントに対する損傷は、コンピューティングデバイスによって、そのセグメント内で不正確に採点されたモジュールの数に基づいてグレーディングされることがある。このとき全体的な固定のパターン損傷グレードは、任意の個々のセグメントの最も低いスコアに基づいて、コンピューティングデバイスによって割り当てることができる。

【０２４３】
コンピューティングデバイスは、候補グレースケール画像上で画像の２値化を実行することができる（グレースケールの最小値と最大値との間の中間点に基づいて閾値を計算する。コンピューティングデバイスは、中間点を上回るものはどれでも１、中間点を下回るものはどれでも０と採点することができる）。
【０２４４】
各セグメントが以下の採点手順をたどるため、コンピューティングデバイスは、（ａ）その結果得られる２値化されたモジュールを、所与のセグメントの各モジュールに対する期待値と比較し、（ｂ）不一致の数を数え、（ｃ）以下の表３で採点された誤りの数に基づいてセグメントグレードを適用することができる。
【表３】
**表３：固定のパターンセグメントに対する採点表**

| セグメントファインダ L1、L2、R1、R2 | クロッキング | スコア |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 4 |
| 1 | | 3 |
| 2 | 1 | 2 |
| 3 | | 1 |
| >3 | >1 | 0 |

【０２４５】
いくつかの例では、走査グレードは、ＩＳＯ／ＩＥＣ１５４１５に従って評価される標準パラメータグレード及び本開示によって評価される固定のパターン損傷に対するグレードのうちの最低のものとすることができる。
【０２４６】
ライセンスプレート、標識、又は任意の他の制御されていない環境上でバーコードを読み取ることには、（１）ライセンスプレート又は標識材料の反射特性の変動、（２）機械視覚システムの分解能の変動、（３）バーコードを含む物体と比較した機械視覚システムが取り付けられている物体の相対的な速度、（４）周囲の照明の広い変動、（５）ライセンスプレート又は標識の取付け位置及び／又は傾斜、（６）例えば他の車両、汚れ、雪、道路上の物品、自然の障壁によるライセンスプレート又は標識の遮蔽、（７）道路の垂直又は水平の湾曲などを含む様々な難題がある。
【０２４７】
標識及びライセンスプレート上のバーコードは、複数の特許及び出願で論じられていることが知られている。いくつかの公開（例えば、欧州特許公開第０４１６７４２号及び米国特許第６，８３２，７２８号）は、ライセンスプレートの機械可読部分上のオーナ情報、シリアルナンバ、車両タイプ、車両重量、プレート番号、状態、プレートタイプ、及び国のうちの１つ以上を含めて論じている。国際公開第ＷＯ２０１３－１４９１４２号は、２つの異なる条件下でフレーミング及び可変情報が得られるバーコードについて記載している。いくつかの実施形態では、フレーミング情報は、人間可読情報によって提供され、可変情報は、機械可読情報によって提供される。欧州特許公開第０４１６７４２号、米国特許第６，８３２，７２８号、及び国際公開第ＷＯ２０１３－１４９１４２号はすべて、全体として本明細書に組み込まれている。
【０２４８】
高コントラストのライセンスプレート及び標識を作成するいくつかの従来技術の方法は、赤外波長範囲を吸収しかつ可視波長範囲で伝送する材料を含むことを伴う。例えば、米国特許第６，８３２，７２８号は、可視光透過性であるが赤外線不透明な表示を含むライセンスプレートについて記載している。米国特許第７，３８７，３９３号は、ライセンスプレート上にコントラストを生じさせる赤外ブロック材料を含むライセンスプレートにつ

いて記載している。米国特許第３，７５８，１９３号は、再帰反射性シート上で使用される赤外透過性であるが可視光吸収性の材料について記載している。米国特許第３，７５８，１９３号及び第７，３８７，３９３号の全体が、参照により本明細書に組み込まれている。

【０２４９】

交通システムで使用される高コントラストのライセンスプレート又は標識を作成する別の方法は、米国特許公開第２０１０－０１５１２１３号に記載されており、光学的に活性（例えば、反射性又は再帰反射性）の基板に隣接して赤外線反射材料を位置決めすることを伴い、したがって光学的に活性の基板が赤外線放射源によって照射されたとき、赤外線反射材料が、赤外線センサによって読み取ることができるパターンを形成する。米国特許公開第２０１０－０１５１２１３号の全体が、参照により本明細書に組み込まれている。

【０２５０】

代理人整理番号７６３５５ＵＳ００３及び７６３５５ＵＳ００３によって識別されるそれぞれ２０１７年４月１４日出願の米国仮出願の全体が、参照により本明細書に組み込まれている。

【０２５１】

本開示は、既存のバーコード技術及び既存の交通又は道路用の標識に対して、利点を提供することができる。例えば、本開示は、本明細書に論じるように作業区間、作業員の存在、及び多くの他の変数などの道路条件の変化を車両に警報する方法を可能にすることができる。本開示は、静的な又は変化しない物品又は標識上で情報を符号化することを可能にしながら、標識又は物品上に記憶された情報をリアルタイムで更新するやり方を提供することができる。本開示はまた、符号化されたデータを、ＧＰＳ座標、又は位置、項目タイプ、グループ、若しくはセットを識別する他のタイプの情報などの他の情報と組み合わせることによって、より少ないデータビットを使用してユニバーサルユニーク識別子（universally unique identifier、ＵＵＩＤ）を作成する方法を提供することができる。

【０２５２】

ある場合には、本開示は、２次元の機械可読光コードを読み取るための動的システムを含むことができる。システムは、物品を含むことができる。物品は、基板と、基板上の２次元の機械可読光コードとを含むことができる。光コードは、あるパターンで配置され、機械視覚システムによって第１の距離から検出可能である複数のファインダ光学要素と、コンテキスト情報を表し、機械視覚システムによって第１の距離から検出可能であり、物品に関係する静的情報を符号化する複数のコンテキスト光学要素と、少なくとも１つのルックアップコードを符号化し、第１の距離において機械視覚システムによって検出可能ではないが、機械視覚システムによって第２の距離から検出可能である複数のコンテンツ光学要素とを含むことができ、第２の距離は、第１の距離より小さい。システムは、物品からのコンテキスト情報及びルックアップコードを検出する機械視覚システムと、具体的にはルックアップコードに関係する情報を記憶する動的データベースとを更に含むことができる。機械視覚システムは、動的データベースに問い合わせて、ルックアップコードに関係する情報を受信することができる。

【０２５３】

場合によっては、光コードは、赤外線スペクトルで可視である。

【０２５４】

場合によっては、光コードは、行及び列を含むマトリックス構成で配置された複数の光学要素を含む。

【０２５５】

場合によっては、光コードは、３６個より少ないファインダ光学要素を含む。

【０２５６】

場合によっては、ファインダ光学要素は、中心交差パターンで配置される。

【０２５７】

場合によっては、コンテキスト光学要素及びコンテンツ光学要素は、リードーソロモン

誤り補正を可能にするように配置される。

【０２５８】

場合によっては、光コードは、７×７の寸法を有し、少なくとも６３ビットのデータを表す。

【０２５９】

場合によっては、ルックアップコードに関係する情報を更新することができる。

【０２６０】

場合によっては、ルックアップコードは固有である。

【０２６１】

場合によっては、ルックアップコードに関係する情報は、物品の状態、物品付近の物理的領域の状態、物品が割り当てられた個人の識別情報、及び物品のユーザに対する指示、物品に近接する個人又はデバイスに対する指示のうちの少なくとも１つを含む。

【０２６２】

場合によっては、コンテキスト光学要素はまた、少なくとも１つのルックアップコードを符号化する。

【０２６３】

場合によっては、物品は、再帰反射層を更に含む。

【０２６４】

本開示は、２次元の機械可読光コードを読み取るための動的システムを更に含むことができる。このシステムは、標識を含むことができ、標識は、基板及び２次元の機械可読光コードを含む。光コードは、あるパターンで配置され、機械視覚システムによって第１の距離から検出可能である複数のファインダ光学要素と、少なくとも１つのルックアップコードを符号化し、機械視覚システムによって第１の距離から検出可能である複数のコンテキスト光学要素とを含むことができる。このシステムは、標識からファインダ光学要素及びルックアップコードを検出する移動機械視覚システムと、具体的にはルックアップコードに関係する情報を記憶する動的データベースとを含むことができる。機械視覚システムは、動的データベースに問い合わせて、ルックアップコードに関係する情報を回収することができ、機械視覚システムは、この情報を機械視覚のユーザ又は機械視覚システムを含む車両へ提供する。

【０２６５】

場合によっては、車両は、この情報を自動運転光学要素への入力として使用することができる。

【０２６６】

場合によっては、車両は、この情報を使用して、人間語フィードバックを運転者へ提供することができる。

【０２６７】

場合によっては、車両は、この情報を使用して、触覚的フィードバック、可聴フィードバック、又は視覚的フィードバックのうちの少なくとも１つを運転者へ提供することができる。

【０２６８】

場合によっては、光コードは、赤外線スペクトルで可視とすることができる。

【０２６９】

場合によっては、ルックアップコードに関係する情報は、速度の低下、車線の閉鎖、車線の変更、迂回、道路形状の変化、道路舗装の変化、推奨車間距離の変化、予期される道路作業員、予期されるコーン、予期される遅延、作業区間の長さ、制限される車両タイプ、及び高さ制限のうちの少なくとも１つを含むことができる。

【０２７０】

場合によっては、標識は、再帰反射性シートを含むことができる。

【０２７１】

場合によっては、データベースは、機械視覚システム上でローカルに記憶することがで

きる。

【０２７２】

場合によっては、機械視覚システムは、無線通信プロトコルを使用してデータベースと通信することができる。

【０２７３】

上述した実施形態のいずれかに関連して記載する特徴は、異なる実施形態間で区別なく適用することができることが、当業者には明らかであろう。上述した実施形態は、本開示の様々な特徴について説明するための例である。

【０２７４】

本明細書の説明及び特許請求の範囲の全体にわたって、「含む（comprise）」及び「含む（contain）」という語句、並びにそれらの変形体は、「含むが、それだけに限定するものではない」ことを意味し、他の半分、追加、構成要素、整数、又はステップを除外することを意図するものではない（かつ除外しない）。本明細書の説明及び特許請求の範囲の全体にわたって、文脈上別途必要としない限り、単数形は複数を包含する。特に、無限の物品が使用される場合、本明細書は、文脈上別途必要としない限り、複数並びに単数を企図すると理解されたい。

【０２７５】

本開示の特定の態様、実施形態、又は例とともに記載する特徴、整数、特性、又はグループは、矛盾しない限り、本明細書に記載する任意の他の態様、実施形態、又は例にも適用することができると理解されたい。本明細書（添付の特許請求の範囲、要約書、及び図面を含む）に開示するすべての特徴、及び／又は本明細書に開示するあらゆる方法若しくはプロセスのすべてのステップは、そのような特徴及び／又はステップの少なくともいくつかが相互に排他的である組合せを除いて、任意の組合せで組み合わせることができる。本開示は、上述した実施形態の詳細に制限されない。本開示は、本明細書（添付の特許請求の範囲、要約書、及び図面を含む）に開示する特徴のうちの任意の新規な特徴若しくは任意の新規な特徴の組合せ、又は本明細書に開示する任意の方法若しくはプロセスステップのうちの任意の新規なステップ若しくは任意の新規なステップの組合せに及ぶ。

【０２７６】

１つ以上の例で、記載した機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はこれらの任意の組合せで実施することができる。ソフトウェアで実施される場合、これらの機能は、１つ以上の命令又はコードとして、コンピュータ可読媒体上で記憶又は伝送することができ、ハードウェアベースの処理ユニットによって実行することができる。コンピュータ可読媒体は、データ記憶媒体などの有形の媒体、又は例えば通信プロトコルによる１つの場所から別の場所へのコンピュータプログラムの伝達を容易にする任意の媒体を含む通信媒体に対応するコンピュータ可読記憶媒体を含むことができる。このようにして、コンピュータ可読媒体は、概して、（１）非一過性である有形のコンピュータ可読記憶媒体、又は（２）信号若しくはキャリア波などの通信媒体に対応することができる。データ記憶媒体は、本開示に記載する技法の実装のための命令、コード、及び／又はデータ構造を回収するために１つ以上のコンピュータ又は１つ以上のプロセッサによってアクセスすることができる任意の利用可能な媒体とすることができる。コンピュータプログラム製品は、コンピュータ可読媒体を含むことができる。

【０２７７】

限定ではなく例として、そのようなコンピュータ可読記憶媒体は、ＲＡＭ、ＲＯＭ、ＥＥＰＲＯＭ、ＣＤ－ＲＯＭ、若しくは他の光ディスク記憶、磁気ディスク記憶、若しくは他の磁気記憶デバイス、フラッシュメモリ、又は命令若しくはデータ構造の形態で所望のプログラムコードを記憶するために使用することができ、コンピュータによってアクセスすることができる任意の他の媒体を含むことができる。また、正確には、任意の接続がコンピュータ可読媒体と呼ばれる。例えば、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、デジタル加入者回線（digital subscriber line、ＤＳＬ）、又は赤外線、無線、及びマイクロ波などの無線技術を使用して、ウェブサイト、サーバ、又は他の遠隔源から

命令が伝送される場合、この同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、ＤＳＬ、又は赤外線、無線、及びマイクロ波などの無線技術は、媒体の定義範囲内に含まれる。しかし、コンピュータ可読記憶媒体及びデータ記憶媒体は、接続、キャリア波、信号、又は他の過渡的媒体を含まないが、非過渡的な有形の記憶媒体は対象とすることを理解されたい。使用されるディスク（disk）及びディスク（disc）は、コンパクトディスク（compact disc、ＣＤ）、レーザディスク、光ディスク、デジタル多用途ディスク（digital versatile disc、ＤＶＤ）、フロッピーディスク、及びＢｌｕ－ｒａｙディスクを含み、通常、ディスク（disk）はデータを磁気的に再現し、ディスク（disc）はデータをレーザによって光学的に再現する。上記の組合せもまた、コンピュータ可読媒体の範囲内に含まれるべきである。

【０２７８】

１つ以上のデジタル信号プロセッサ（digital signal processor、ＤＳＰ）、汎用マイクロプロセッサ、特定用途向け集積回路（application specific integrated circuit、ＡＳＩＣ）、フィールドプログラマブル論理アレイ（field programmable logic array、ＦＰＧＡ）、又は他の同等の一体若しくは個別の論理回路などの１つ以上のプロセッサによって、命令を実行することができる。したがって、使用される「プロセッサ」という用語は、上述した構造又は記載する技法の実装に好適な任意の他の構造のいずれかを指すことができる。加えて、いくつかの態様では、記載する機能性は、専用のハードウェア及び／又はソフトウェア光学要素内で提供することができる。また、これらの技法は、１つ以上の回路又は論理素子内で完全に実施することができる。

【０２７９】

本開示の技法は、無線ハードセット、集積回路（integrated circuit、ＩＣ）、又は一組のＩＣ（例えば、チップセット）を含む多種多様なデバイス又は装置内で実施することができる。様々な構成要素、光学要素、又はユニットは、開示する技法を実行するように構成されたデバイスの機能的態様を強調するために、本開示に記載されているが、必ずしも異なるハードウェアユニットによる実現を必要とするものではない。逆に、上述したように、様々なユニットは、ハードウェアユニット内で組み合わせることができ、又は上述した１つ以上のプロセッサを含む一群の相互動作するハードウェアユニットによって、好適なソフトウェア及び／若しくはファームウェアとともに提供することができる。

【０２８０】

例に応じて、本明細書に記載する方法のいずれかの特定の動作又は事象は、異なる順序で実行することができ、すべてともに追加、結合、又は省略することができることを認識されたい（例えば、記載されている動作又は事象のすべてが方法の実行に必要であるとは限らない）。更に、特定の例では、動作又は事象は、例えば複数のスレッドからなる処理、割込み処理、又は複数のプロセッサによって、順次ではなく同時に実行することができる。

【０２８１】

いくつかの例では、コンピュータ可読記憶媒体は、非一過性媒体を含む。「非一過性」という用語は、いくつかの例では、記憶媒体がキャリア波又は伝播信号で実施されないことを示す。特定の例では、非一過性記憶媒体は、時間とともに変化しうるデータを記憶することができる（例えば、ＲＡＭ又はキャッシュ内）。

【０２８２】

様々な例について説明した。上記その他の例は、以下の特許請求の範囲の範囲内である。

【図１】

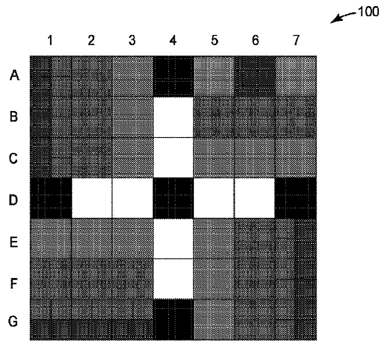


*FIG. 1*

【図２Ａ】

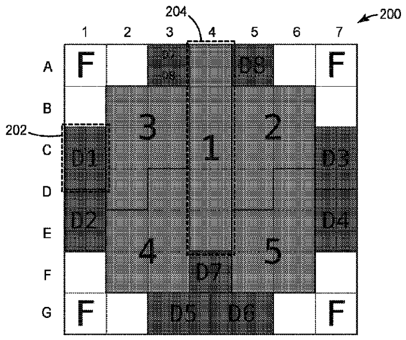


*FIG. 2A*

【図２Ｂ】

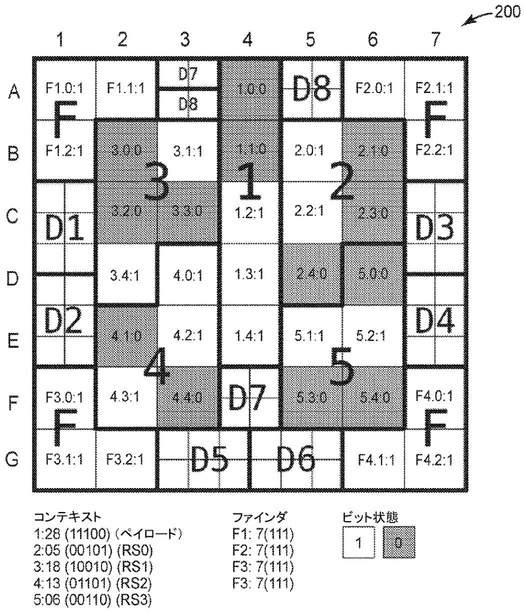


*FIG. 2B*

【図２Ｃ】

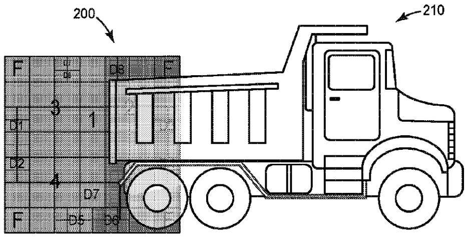


*FIG. 2C*

【図２Ｄ】

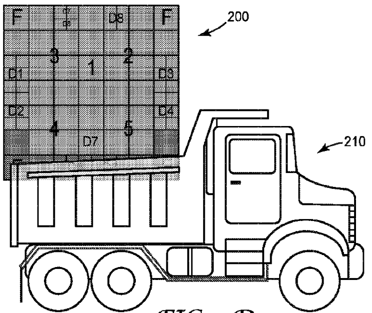


*FIG. 2D*

【図３】

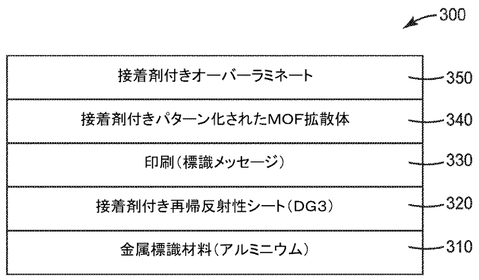


*FIG. 3*

【図４Ａ】

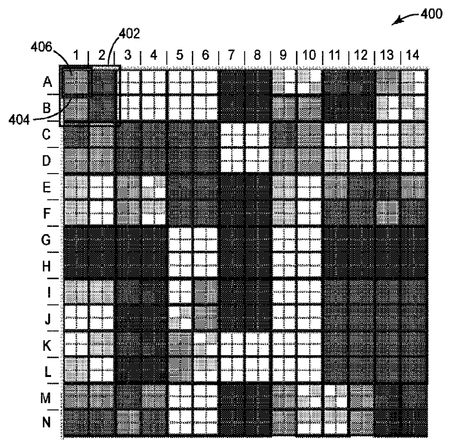


*FIG. 4A*

【図４Ｂ】

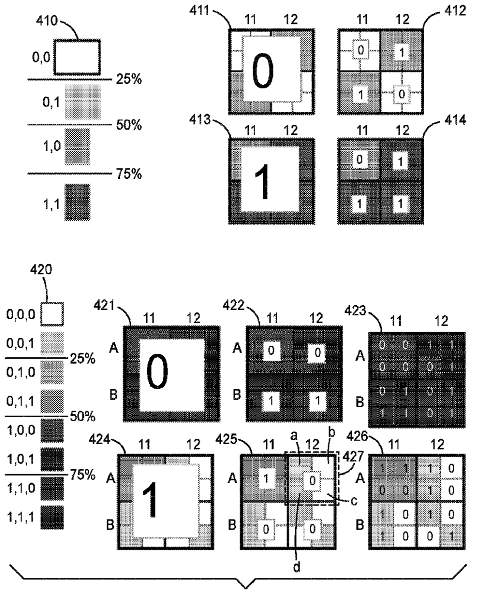


*FIG. 4B*

【図５】

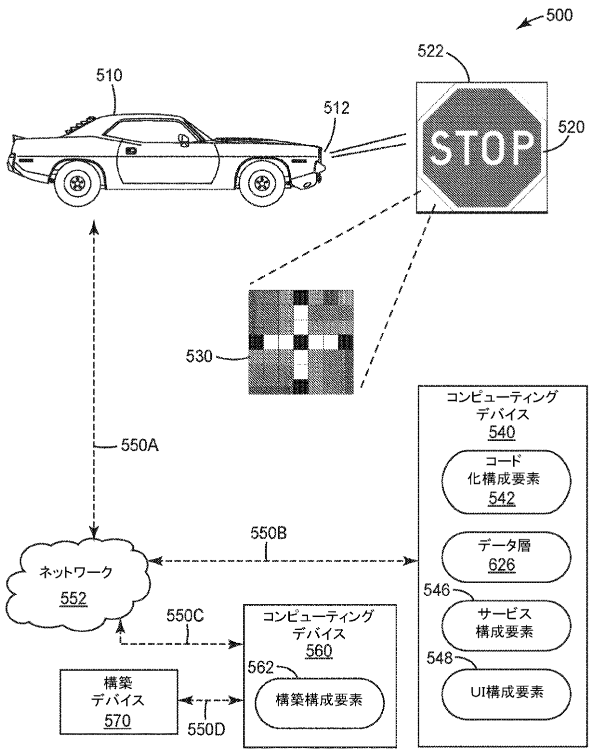


*FIG. 5*

【図６】

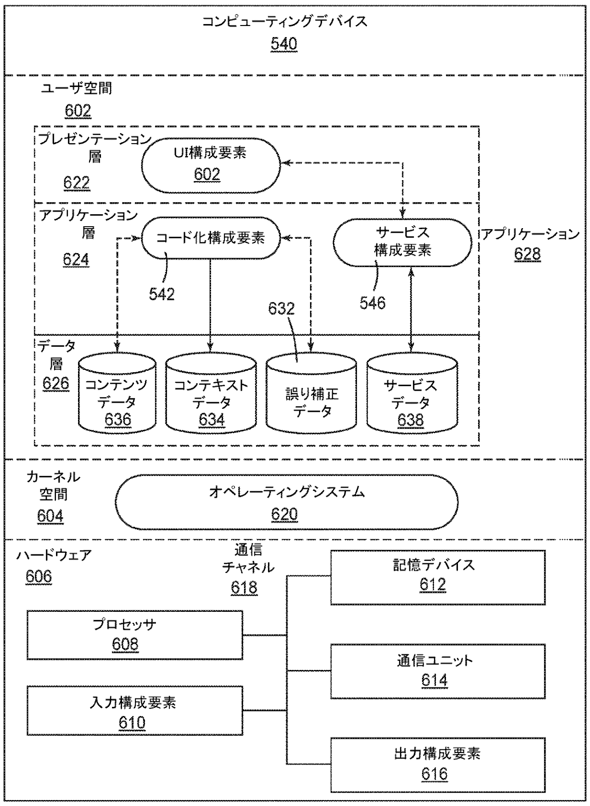


*FIG. 6*

【図７】

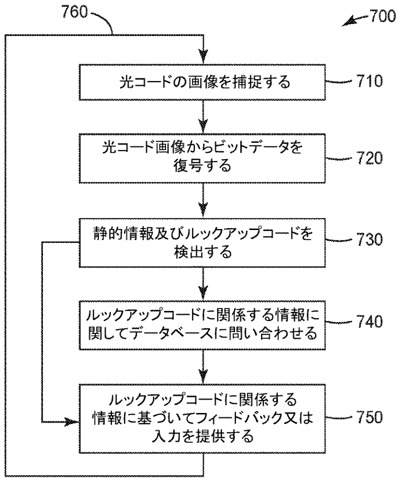


*FIG. 7*

【図８】

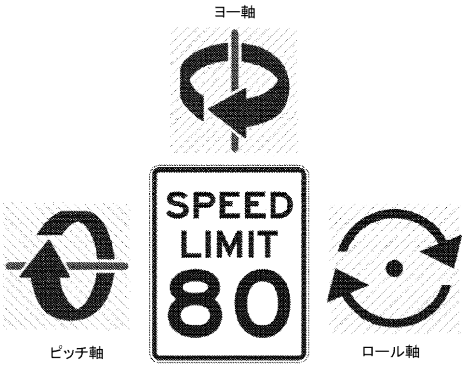


*FIG. 8*

【図９】

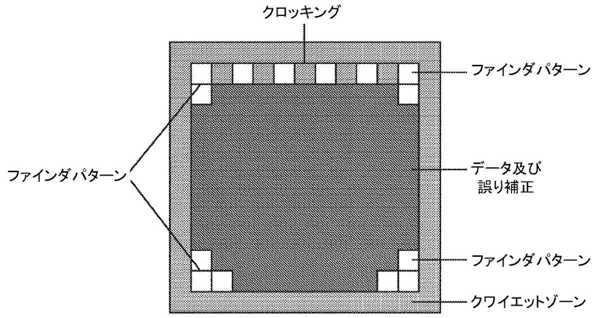


*FIG. 9*

【図１０】

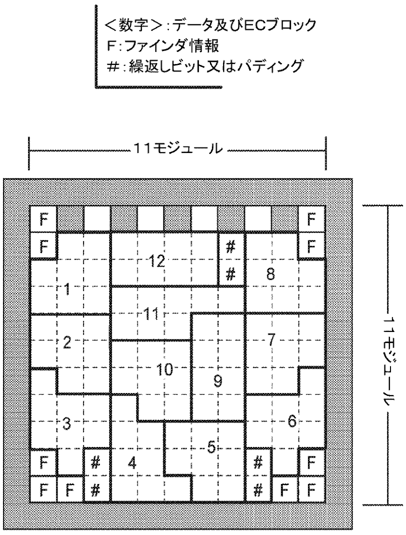


*FIG. 10*

【図１１】

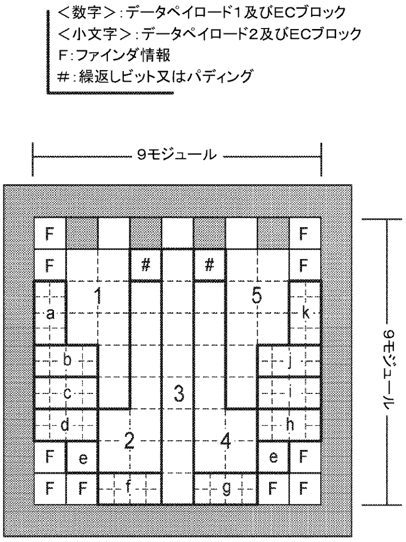


*FIG. 11*

【図１２】

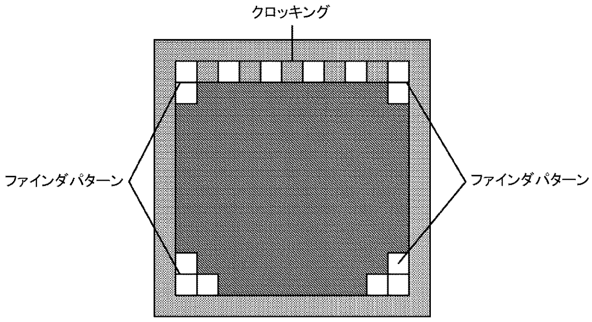


*FIG. 12*

【図１３】

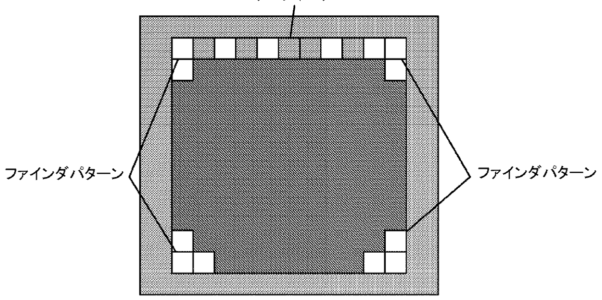


*FIG. 13*

【図１４】

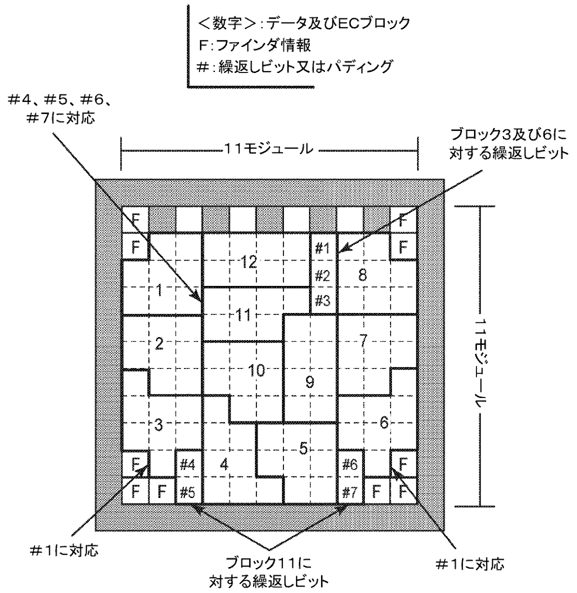


*FIG. 14*

【図１５】

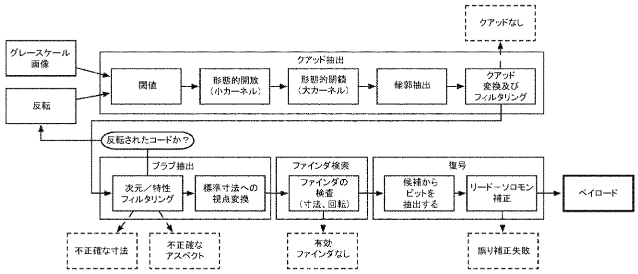


*FIG. 15*

【図１６】

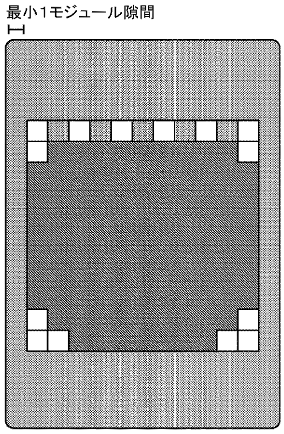


*FIG. 16*

【図１７】

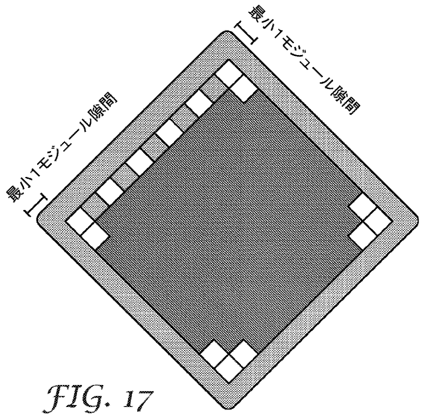


*FIG. 17*

【図１８】

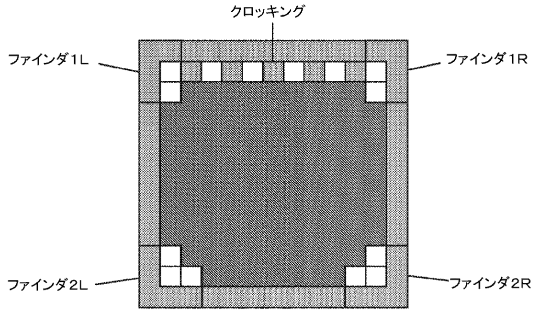


*FIG. 18*

【国際調査報告】

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2017/053801

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G08G1/0962 G06K19/06
ADD.

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)
G08G G06K

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X<br><br><br>Y | WO 2016/109620 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US])<br>7 July 2016 (2016-07-07)<br>figure 1<br>page 5, line 2 - page 6, line 6<br>page 8, line 28 - page 11, line 22<br>----- | 1-3,<br>5-13,<br>15-30<br>4,14 |
| X | US 2015/294130 A1 (STEIN ANDREW [US])<br>15 October 2015 (2015-10-15)<br>figures 1,2,4<br>paragraphs [0040] - [0044]<br>paragraphs [0047] - [0051]<br>paragraph [0059]<br>----- | 1,11,<br>25-28,30 |

-/--

[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 application or patent 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 |
|---|---|
| 9 January 2018 | 17/01/2018 |

| Name and mailing address of the ISA/ | Authorized officer |
|---|---|
| European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Grob, Mark |

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2017/053801

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| Y | US 5 223 701 A (BATTERMAN ERIC P [US] ET AL) 29 June 1993 (1993-06-29)<br>figures 4A,4B, 5A-5C<br>column 4, line 47 - column 6, line 6<br>figure 8E<br>column 6, lines 7-11<br>column 6, lines 26-30<br>----- | 4,14 |
| X | US 2014/103122 A1 (LUNDELL THOMAS [US]) 17 April 2014 (2014-04-17)<br>figures 1-3<br>paragraphs [0011] - [0014]<br>paragraphs [0025] - [0028]<br>----- | 1 |

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2017/053801

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| WO 2016109620 A1 | 07-07-2016 | CN 107111944 A | 29-08-2017 |
| | | EP 3241203 A1 | 08-11-2017 |
| | | KR 20170100015 A | 01-09-2017 |
| | | SG 11201705382W A | 28-07-2017 |
| | | US 2017372607 A1 | 28-12-2017 |
| | | WO 2016109620 A1 | 07-07-2016 |
| US 2015294130 A1 | 15-10-2015 | AU 2015243488 A1 | 27-10-2016 |
| | | CA 2944783 A1 | 15-10-2015 |
| | | CN 106462783 A | 22-02-2017 |
| | | EP 3129917 A1 | 15-02-2017 |
| | | JP 2017516204 A | 15-06-2017 |
| | | KR 20160143664 A | 14-12-2016 |
| | | US 2015294130 A1 | 15-10-2015 |
| | | US 2015294207 A1 | 15-10-2015 |
| | | US 2016162720 A1 | 09-06-2016 |
| | | WO 2015157517 A1 | 15-10-2015 |
| US 5223701 A | 29-06-1993 | NONE | |
| US 2014103122 A1 | 17-04-2014 | US 2014103122 A1 | 17-04-2014 |
| | | US 2015021391 A1 | 22-01-2015 |

フロントページの続き

(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT

（特許庁注：以下のものは登録商標）
１．ＱＲコード
２．Ｂｌｕ－ｒａｙ

(74)代理人　100202418
弁理士　河原　肇
(74)代理人　100141254
弁理士　榎原　正巳
(72)発明者　ジェイムズ　ダブリュ．ハワード
アメリカ合衆国，ミネソタ　５５１３３－３４２７，セント　ポール，ポスト　オフィス　ボックス　３３４２７，スリーエム　センター
(72)発明者　ジェイムズ　ビー．スナイダー
アメリカ合衆国，ミネソタ　５５１３３－３４２７，セント　ポール，ポスト　オフィス　ボックス　３３４２７，スリーエム　センター
(72)発明者　トラビス　エル．ポッツ
アメリカ合衆国，ミネソタ　５５１３３－３４２７，セント　ポール，ポスト　オフィス　ボックス　３３４２７，スリーエム　センター
(72)発明者　ディープティ　パチャウリ
アメリカ合衆国，ミネソタ　５５１３３－３４２７，セント　ポール，ポスト　オフィス　ボックス　３３４２７，スリーエム　センター
(72)発明者　グルプラサード　サマスンダラム
アメリカ合衆国，ミネソタ　５５１３３－３４２７，セント　ポール，ポスト　オフィス　ボックス　３３４２７，スリーエム　センター
(72)発明者　ジャスティン　エム．ジョンソン
アメリカ合衆国，ミネソタ　５５１３３－３４２７，セント　ポール，ポスト　オフィス　ボックス　３３４２７，スリーエム　センター
(72)発明者　タマラ　エム．ミーハンーラッセル
アメリカ合衆国，ミネソタ　５５１３３－３４２７，セント　ポール，ポスト　オフィス　ボックス　３３４２７，スリーエム　センター