

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6632990号
(P6632990)

(45) 発行日 令和2年1月22日(2020.1.22)

(24) 登録日 令和1年12月20日(2019.12.20)

(51) Int. Cl. F I
H04B 10/114 (2013.01) H04B 10/114

請求項の数 13 (全 63 頁)

(21) 出願番号	特願2016-558752 (P2016-558752)	(73) 特許権者	311006504
(86) (22) 出願日	平成27年3月18日 (2015. 3. 18)		オスラム・シルバニア・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2017-516347 (P2017-516347A)		アメリカ合衆国マサチューセッツ州ウィルミントン、バラードベール・ストリート200
(43) 公表日	平成29年6月15日 (2017. 6. 15)		200 Ballardvale Street Wilmington, MA U.S. A.
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/021160		
(87) 国際公開番号	W02015/148199	(74) 代理人	110000523
(87) 国際公開日	平成27年10月1日 (2015. 10. 1)		アクシス国際特許業務法人
審査請求日	平成29年12月12日 (2017. 12. 12)	(72) 発明者	バリー・スタウト
(31) 優先権主張番号	61/970, 307		アメリカ合衆国01915マサチューセッツ州ピバリー、プリンストン・アベニュー2
(32) 優先日	平成26年3月25日 (2014. 3. 25)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	61/970, 305		
(32) 優先日	平成26年3月25日 (2014. 3. 25)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

(54) 【発明の名称】 光基準通信におけるラスタ線アライメントのための技術

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像取得装置と、

データで符号化されたパルス光信号を送信する少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価し、前記画像取得装置の前記ラスタ線と前記少なくとも一つの固体照明器具の間のミスアライメントに応じて、前記画像取得装置の前記ラスタ線を前記少なくとも一つの固体照明器具にアライメントする指令を提供するように構成されたプロセッサを備え、

前記指令は、前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線をアライメントするように前記画像取得装置の自動的な再配向を生じさせること、及び前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線をアライメントするように前記画像取得装置のラスタ線・セットアップの自動調整を生じさせることの少なくとも一つを生じさせる制御信号を含む、コンピューター装置。

【請求項2】

前記少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価するため、前記プロセッサは、

前記画像取得装置の視野 (FOV) 内の前記少なくとも一つの固体照明器具の位置を決定し、

前記少なくとも一つの固体照明器具の幾何形状 (geometry) を決定し、及び

前記少なくとも一つの固体照明器具の決定された幾何形状に基づいて前記画像取得装置

のラスタ方向を決定するように構成される、請求項 1 に記載のコンピューター装置。

【請求項 3】

前記少なくとも一つの固体照明器具の幾何形状を決定するため、前記プロセッサは、前記画像取得装置により取得された画像データを分析し、前記少なくとも一つの固体照明器具の輝度とその周辺の環境の比較により、前記画像データから前記少なくとも一つの固体照明器具の最長寸法を特定するように構成される、請求項 2 に記載のコンピューター装置。

【請求項 4】

前記少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価するため、前記プロセッサは、前記少なくとも一つの固体照明器具の配向を決定するように更に構成される、請求項 2 に記載のコンピューター装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 に記載のコンピューター装置と、
前記少なくとも一つの固体照明器具を備える、光基準通信システム。

【請求項 6】

データで符号化されたパルス光信号を送信する少なくとも一つの固体照明器具に対する画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価することと、

前記画像取得装置の前記ラスタ線と前記少なくとも一つの固体照明器具の間のミスアライメントに応じて、前記画像取得装置の前記ラスタ線を前記少なくとも一つの固体照明器具にアライメントする指令を提供することを含み、

20

前記指令は、前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線のアライメントするように前記画像取得装置の自動的な再配向を生じさせること、及び前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線をアライメントするように前記画像取得装置のラスタ・セットアップの自動調整を生じさせることの少なくとも一つを生じさせる制御信号を含む、光基準通信方法。

【請求項 7】

前記少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価することは、

前記画像取得装置の視野 (FOV) 内の前記少なくとも一つの固体照明器具の位置を決定し、

30

前記少なくとも一つの固体照明器具の幾何形状 (geometry) を決定し、及び

前記少なくとも一つの固体照明器具の決定された幾何形状に基づいて前記画像取得装置のラスタ方向を決定することを含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記少なくとも一つの固体照明器具の幾何形状を決定することは、

前記画像取得装置により取得された画像データを分析することと、

前記少なくとも一つの固体照明器具の輝度とその周辺の環境の比較により、前記画像データから前記少なくとも一つの固体照明器具の最長寸法を特定することを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

40

前記少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価することは、

前記少なくとも一つの固体照明器具の配向を決定することを更に含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

1 以上のプロセッサにより実行される時、プロセスが実行されることを生じさせる指令で符号化された非一時的なコンピュータープログラムにして、前記プロセスは、

データで符号化されたパルス光信号を送信する少なくとも一つの固体照明器具に対する画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価することと、

前記画像取得装置の前記ラスタ線と前記少なくとも一つの固体照明器具の間のミスア

50

ライメントに応じて、前記画像取得装置の前記ラスタ線を前記少なくとも一つの固体照明器具にアライメントする指令を提供することを含み、

前記指令は、前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線をアライメントするように前記画像取得装置の自動的な再配向を生じさせること、及び前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線をアライメントするように前記画像取得装置のラスタ・セットアップの自動調整を生じさせることの少なくとも一つを生じさせる制御信号を含む、非一時的なコンピュータプログラム。

【請求項 1 1】

前記少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価することは、

10

前記画像取得装置の視野 (F O V) 内の前記少なくとも一つの固体照明器具の位置を決定し、

前記少なくとも一つの固体照明器具の幾何形状 (geometry) を決定し、及び

前記少なくとも一つの固体照明器具の決定された幾何形状に基づいて前記画像取得装置のラスタ方向を決定することを含む、請求項 1 0 に記載の非一時的なコンピュータプログラム。

【請求項 1 2】

前記少なくとも一つの固体照明器具の幾何形状を決定することは、

前記画像取得装置により取得された画像データを分析することと、

前記少なくとも一つの固体照明器具の輝度とその周辺の環境の比較により、前記画像データから前記少なくとも一つの固体照明器具の最長寸法を特定することを含む、請求項 1 1 に記載の非一時的なコンピュータプログラム。

20

【請求項 1 3】

前記少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価することは、

前記少なくとも一つの固体照明器具の配向を決定することを更に含む、請求項 1 1 に記載の非一時的なコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1】

30

関連出願の参照

本出願は、国際出願であり、2014年12月16日に提出され、「光基準通信のラスタ線アライメントのための技術」と題された米国特許出願 NO. 14/572,130 の優先権を主張し、この米国出願は、2014年3月25日に提出され、「光通信プロトコル」と題された米国仮出願 No. 61/970,305 (弁護士管理番号 2014P00333US) ; 2014年3月25日に提出され、「光通信オリエンテーション」と題された米国仮出願 No. 61/970,307 (弁護士管理番号 2014P00332US) ; 2014年3月25日に提出され、「光通信レーザ」と題された米国仮出願 No. 61/970,310 (弁護士管理番号 2014P00361US) ; 2014年3月25日に提出され、「光通信照明器具ポジショニング」と題された米国仮出願 No. 61/970,321 (弁護士管理番号 2014P00352US) ; 及び2014年3月25日に提出され、「光通信ナビゲーション」と題された米国仮出願 No. 61/970,325 (弁護士管理番号 2014P00325US) の特許出願であり、その利益を主張する。これらの特許出願のそれぞれが、その全体において参照により本明細書に組み込まれる。

40

【 0 0 0 2】

本開示は、固体照明 (S S L (Solid State lighting)) に関し、より端的には、S S L を介した光基準の通信に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 3】

50

グローバル・ポジショニングシステム（GPS）装置は、地球上のナビゲーションを促進するために広く用いられている。GPS装置は、場所及び時間情報を送信する軌道に乗る衛星と通信するように設計される。地球表面近くでは、そのような衛星基準のナビゲーションは、近くの適応可能な装置と通信するために無線周波数（RF）信号を用いるWi-Fiといったローカルエリアネットワーク無線通信技術を用いて補足される。これらの種類の無線通信技術は、典型的には、ネットワークアクセスを確立するために無線通信アクセスポイント（Wi-Fiホットスポット）を採用し、安全な無線通信ネットワークの場合、ネットワークアクセスを得るためにはパスワードまたは他のセキュリティ証明が通常は提供されなければならない。

【図面の簡単な説明】

10

【0004】

【図1】図1は、本開示の実施形態に即して構成された一例の光基準通信（LCOM（Light-Based Communication））システムを図示するブロック図である。

【図2A】図2Aは、本開示の実施形態に即して構成されたLCOM有効（LCOM-enabled）の照明器具を図示するブロック図である。

【図2B】図2Bは、本開示の別の実施形態に即して構成されたLCOM有効照明器具を図示するブロック図である。

【図3】図3は、本開示の実施形態に係る、LCOM有効照明器具により送信されるような一例の任意のLCOM信号を図示する。

【図4】図4は、本開示の実施形態に即して構成された一例のコンピューター装置を図示する。

20

【図5A】図5Aは、本開示の実施形態に係る、ローリング・シャッター・符号化方法（rolling shutter coding scheme）を介したLCOMデータの符号化の一例のプロセスを図示するフローチャートである。

【図5B】図5Bは、本開示の実施形態に係る前向き画像取得装置を介した一例のローリング・シャッター・画像取得を示す。

【図5C】図5Cは、本開示の実施形態に係る、アンダーサンプリング（undersampling）/エイリアジング（aliasing）方法を介したLCOMデータの符号化の一例のプロセスを示すフローチャートである。

【図5D】図5Dは、本開示の実施形態に係る、固定された変調周波数の変調信号の一例を示す。

30

【図6A】図6Aは、本開示の実施形態に係る、適応性変調深さの一例の場合についての時間を関数とした光レベルを示すグラフである。

【図6B】図6Bは、本開示の実施形態に即して構成されたLCOM有効照明器具の制御ループを示すブロック図である。

【図6C】図6Cは、本開示の実施形態に係るLCOM信号の変調深さを動的に調整するプロセスを示すフローチャートである。

【図7A】図7Aは、本開示の実施形態に係る、LCOM有効照明器具及びコンピューター装置を含む、一例のLCOMシステムを示す。

【図7B】図7Bは、本開示の実施形態に係る、LCOM有効照明器具から位置情報を送出するための一例の方法を示す。

40

【図8A】図8Aは、本開示の実施形態に係る、コンピューター装置の複数の光検出装置をオプションとして用いてLCOMデータを受け取る方法を示すフローチャートである。

【図8B】図8Bは、本開示の別の実施形態に係る、コンピューター装置の複数の光検出装置をオプションとして用いてLCOMデータを受け取る方法を示すフローチャートである。

【図8C】図8Cは、本開示の実施形態に係る、2つの別の送信側のLCOM有効照明器具からの光入力を受け取る前向き画像取得装置の拡大されたピクセル出力の2例の画像フレームである。

【図8D】図8Dは、本開示の実施形態に係る、2つの別の送信側のLCOM有効照明器

50

具からの光入力を受け取る前向き画像取得装置の拡大されたピクセル出力の2例の画像フレームである。

【図8E】図8Eは、本開示の実施形態に係る、2つの別の送信側のLCOM有効照明器具から入力したLCOM信号を受け取る周囲光センサーの出力信号の一例を示す周波数を関数とした電力比のグラフである。

【図9A】図9Aは、本開示の実施形態に係る、送信側のLCOM有効照明器具に対する画像取得装置の適切なアライメントを達成するための指令を提供する方法を示すフローチャートである。

【図9B】図9Bは、本開示の実施形態に係る、組み合わされた送信側のLCOM有効照明器具のデュアル配置とコンピューター装置の前向き画像取得装置のラスタ方向の間の不適切なアライメントのシナリオ例を示す。

【図9C】図9Cは、本開示の実施形態に係る、組み合わされた送信側のLCOM有効照明器具のデュアル配置とコンピューター装置の前向き画像取得装置のラスタ方向の間の適切なアライメントのシナリオ例を示す。

【図9D】図9Dは、本開示の実施形態に係る、コンピューター装置が、ユーザーへの視覚フィードバックでの指令を出力するように構成されたシナリオ例を示す。

【図10A】図10Aは、本開示の実施形態に係るLCOM有効照明器具及びLCOMレシーバーを含む、一例のLCOMシステムを示す。

【図10B】図10Bは、本開示の実施形態に係る、LCOMレシーバーの位置を決定するための一例の方法を示す。

【図11A】図11Aは、本開示の実施形態に係る、LCOM有効照明器具及びLCOMレシーバーを含む、LCOMシステムの一部を示す。

【図11B】図11Bは、本開示の実施形態に係る、慣性ナビゲーションシステム(INS (inertial navigation system))を用いたLCOMレシーバーのポジショニングの拡張方法の一例を示す。

【図12】図12は、本開示の実施形態に係る、コンピューター装置とLCOMを介して通信するように構成されたLCOM有効照明器具の一例のアレンジメントを示す。

【図13A】図13Aは、本開示の実施形態に係る、複数の一例のパネル照明器具を含む店舗を示す。

【図13B】図13Bは、本開示の実施形態に係る、複数の一例のパネル照明器具の下面図を示す。

【図13C】図13Cは、本開示の実施形態に係る、2つの異なる方向から図13Bの複数のパネル照明器具を見るレシーバーを示す。

【図13D】図13Dは、本開示の実施形態に係る、複数の一例のパネル照明器具の送信を示す。

【図14A】図14Aは、本開示の実施形態に係る、画像取得装置の視野の例及び対応の画像を示す。

【図14B】図14Bは、本開示の実施形態に係る、受け取られるLCOM信号を空間分解する方法例を示す。

【図14C】図14Cは、本開示の別の実施形態に係る、画像取得装置の視野の例と対応の画像を示す。

【0005】

本実施形態のこれら及び他の特徴は、ここで記述した図面と併せて、後続の詳細な記述を読むことにより良く理解される。添付図面は、縮尺するように描かれることが意図されない。図面においては、様々な図面に描かれている同一又はほぼ同一の各要素が、同様の番号で表わされ得る。明確さのため、全ての要素が、全図で符号付けされるものではない。

【発明を実施するための形態】

【0006】

一般概要

既存のスマートフォンやモバイルコンピューター装置は、グローバル・ポジショニングシ

10

20

30

40

50

システム（GPS）とWi-Fi技術の組み合わせを用い、様々なWi-Fiポジショニングシステム（WPS）といったナビゲーション機能を提供する。しかしながら、これらの既存のGPS基準及びWi-Fi基準の技術は、屋内ナビゲーションにおいては、それを非実用的とする多数の制限を被る。特に、GPSは、単に数メートルの精度しか持たず、Wi-Fiネットワーク接続の利用可能性や範囲は、Wi-Fiホットスポットの配置、ネットワークプロバイダーにより課されるセキュリティ制約、及び他の環境要因といった要因により制限される。従って、GPSとWi-Fiの組み合わせは、屋内ナビゲーションの目的のためには十分に高められた正確さを達成することはできていない。これは、小売店舗の棚上の関心のアイテムまでユーザーを案内する試みの一例の文脈において特に明白である。これらの複雑さは、小売り店舗が、潜在的なセキュリティ・リスクのために店舗内無線ネットワークにアクセスすることを顧客に与えることに典型的には躊躇する事実からその度合いが増してしまう。

10

【0007】

従って、本開示の幾つかの実施形態においては、例えば、光基準の通信を用いてナビゲーション及びポジショニングするためのシステムとして実施可能である技術が開示される。本明細書で用いられるように、光基準の通信（LCOM）は、データで符号化されたパルス化光信号を用いた、固体照明器具と、スマートフォンや他のモバイルコンピューター装置といった受信装置の間の通信を概して示す。一般的には、LCOMで用いられる光は、任意のスペクトル帯、可視、又はこれ以外のものであり、所与の目標用途又は最終用途にとって望ましいような任意の強度であり得る。幾つかの実施形態においては、LCOMシステムにおいて、あるLCOM有効な照明器具は、データ（LCOM信号）で符号化されたパルス化光信号を送信するように構成され、スマートフォンや他のモバイルコンピューター装置といった、あるレーザー装置は、とりわけ、カメラ及び/又は周囲光センサーといった、1以上の光検出装置を介してデータで符号化されたパルス化光信号を検出するように構成され得る。

20

【0008】

この開示に照らして理解されるように、LCOMを用いて、屋内又は他でのナビゲーションを提供する目的でレーザー装置（従って、もし居るならば、ユーザー）の場所やポジショニングを決定することと同様、LCOM有効な照明器具とあるレーザー装置の間の成功したLCOMを確立及び維持するための多数の非些細な挑戦がある。そのような挑戦の一つは、送信側のLCOM有効照明器具に対するレーザー装置の場所を決定することに属する。LCOM有効照明器具は、空間内のその場所を知るようにプログラムされるが、この情報は、LCOM有効照明器具から離れたある距離であり得るレーザー装置の場所を決定するのに僅か部分的に役立つだけである。別の非些細な挑戦は、既存のインフラと、典型的には既存のスマートフォンや他のモバイルコンピューター装置に見られるカメラや他のセンサーといったハードウェアを用いたLCOM基準のポジショニングとナビゲーションを実施することに関する。更なる非些細な挑戦は、レーザー装置により検出可能な態様でLCOM有効照明器具の光出力をパルス化し、光品質にごく最小、さもなければ無視可能な影響を持ち、従って、観者に知覚されないように、パルス化遷移を最小化しつつ、周囲光レベルが一定に保たれることを確実にすることに関する。また別の非些細な挑戦は、合理的に短い期間にLCOMデータを送信することに関する。一般的に、あるユーザーは、屋内ナビゲーションの目的のためLCOMを介してポジショニング・データを収集することにただ数秒だけしか待ちたがらないかもしれない。従って、幾つかの最適な、ユーザー構成可能な、又は他の指定の時間枠内でレーザー装置に全ての所望のLCOMデータパケットを送信することがLCOM有効照明器具に望ましいかもしれない。また別の非些細な挑戦は、効率的、正確、及び信頼性できる態様でレーザー装置にLCOM有効照明器具からLCOMデータを送信することに関する。送信側のLCOM有効照明器具に関するレーザー装置の誤ったアライメント及び動きにより、LCOMにおける中断が生じ、例えば、（例えば、手でレーザー装置を持ちユーザーが動き回る時に生じ得るように）レーザー装置が不意に又は連続して動く場合、LCOMリンクが破損を受け得

30

40

50

る。従って、L C o mにおける中断を最小化又は低減し、それがあれば、欠陥のあるL C o mデータを訂正することが望ましい。別の非些細な挑戦は、データパケット衝突又はクロストークを最小化さなければ抑制する態様で、レーザー装置の視野 (F O V (field of view)) 内で同時に送信される複数のL C o m信号を取り扱うことに関する。

【 0 0 0 9 】

そのように、幾つかの実施形態は、例えば、標準低速スマートフォンカメラを介した、L C o mデータの検出を許容する態様でのL C o mデータの符号化に関する。幾つかの場合、例えば、開示された技術は、(1) 送信側のL C o m有効照明器具により出力される光の知覚可能な明滅を阻止又はさもなければ最小化する；及び/又は(2) レーザーコンピュータ装置の追加の特別なレーザー・ハードウェアの必要性を回避又はさもなければ抑制する態様で、L C o mデータを符号化及び復号化することに用いられる。幾つかの場合、開示された技術は、例えば、送信側のL C o m有効照明器具とレーザー装置とのボーレート (baud rate) を高めることに用いられる。

10

【 0 0 1 0 】

幾つかの実施形態は、少なくとも部分的に周囲光レベルに基づいて光変調深さを動的に調整することに関する。開示された適合光変調スキームの下では、あるL C o m有効照明器具は、変調深さを動的に調整し、及び/又は、ノイズ対信号比 (S N R) を制御するように構成され、どのL C o mデータが送信されているかに関わらず、平均の光信号が一定に維持される。幾つかの場合、例えば、開示された技術は、L C o m有効照明器具の環境の周囲光状態を測定することにより評価される最小の光変調深さに応じて光変調深さを動的に調整するために用いられる。幾つかの場合、最適化された、又はさもなければ目標のS N Rが開示された技術を用いて提供される。

20

【 0 0 1 1 】

幾つかの実施形態は、L C o m有効照明器具から位置情報を送る技術に関する。照明器具位置情報は、位置情報を含むデータからなるL C o m信号を介して送られ得る。データは、照明器具の相対的及び/又は絶対的な位置情報を含み、照明器具の物理的な場所を示し得る。照明器具の相対的な位置情報は、環境内の原点 (point of origin) 又は物理的な場所に対する座標を含み得る。照明器具の絶対的な位置情報は、照明器具の世界座標を含み得る。幾つかの場合、照明器具の絶対位置情報は、原点又は物理的な場所に対する照明器具の位置情報と、原点又は物理的な場所の絶対位置を用いて計算される。幾つかの実施形態では、データは、環境識別子も含み得る。環境識別子は、ビルディング、列車、航空機、又は船といった照明器具が置かれた特定の実体 (entity) 又は実体の種類を示し得る。環境識別子は、L C o mレーザーも示し、これは、照明器具の位置情報の解釈の使用のためにマップ化する。この開示に照らして明らかになるように、L C o m有効照明器具からの位置情報の送るための技術は、静止及び移動可能な照明器具の両方のために使用可能である。移動する環境 (例えば、列車、飛行機、船、エレベーターなど) に照明器具が置かれるといった移動可能な照明器具の場合、動的な位置情報がリアルタイムで更新され得る。例えば、エレベーター内の照明器具の場合、照明器具のフロア位置は、それがフロア間を動く時に自動的に更新され得る。

30

【 0 0 1 2 】

幾つかの実施形態は、L C o m有効照明器具から送信されたL C o m信号のパルス光の検出及び復号の目的のため、レーザー装置の、カメラ又は周囲光センサーといった、所与の感光装置をどのように及びいつ用いるのかを決定することに関する。幾つかの実施形態によれば、L C o mデータの収集において、カメラだけ、周囲光センサーだけ、又は、これらの組み合わせを用いるかどうかの決定が、一部又は全体として、時間、場所、及び/又は内容に基づき得る。

40

【 0 0 1 3 】

幾つかの実施形態は、送信側のL C o m有効照明器具に対するレーザー装置のカメラ又は他の光検出装置の適切なラスタ線アライメントを提供し、これらの中で信頼できるL C o mを確立することに関する。幾つかの場合、適切なアライメントが、(例えば、レシ

50

ーバー装置及び/又は他の適切なコントローラーにより)自動的に提供される。幾つかの場合、適切なアライメントがユーザーにより提供される。ユーザーがアライメントプロセスに関わる幾つかの場合、レーザー装置は、所与の送信側のLCOM有効照明器具に対してレーザー装置を適切にアライメントするプロセスにおいてユーザーを指示又はさまなければ案内するように構成され得る。

【0014】

幾つかの実施形態は、LCOMレーザー位置を決定するための技術に関する。幾つかのそのような実施形態においては、技術は、レーザーカメラのFOV内の特定の照明器具に対するレーザーの位置を決定するために用いられる。例えば、相対的位置は、照明器具に対するレーザーの距離及び配向(方向)を決定することにより計算され得る。照明器具に対する距離は、レーザーカメラにより生成された画像における照明器具の観察サイズ、画像ズーム因数、及び照明器具の実際の幾何学(geometry)を用いて計算可能である。照明器具の長さ又は幅といった照明器具の幾何学は、照明器具から送信されたLCOM信号を介して受け取られ、又は、レーザーは、別の適切な態様で(例えば、ルックアップテーブルを介して)寸法を引き出す。照明器具に対する配向は、照明器具に関する基準点(fiducial)を用いて決定され、基準点は、カメラにより生成された画像内で検出可能である。一例の基準点は、照明器具上の特別なマーキング、非対象な照明器具のデザイン、照明器具の固有の寸法、又は配向キュー(orientation cue)として利用可能であるとレーザーカメラにより認識可能な照明器具の幾つかの他の側面を含み得る。配向は、レーザー及び/又は照明器具のヨー、ピッチ、及びロールを用いても決定され得る。加えて、配向は、レーザーの絶対的な向き(absolute heading)を用いて決定され得る。レーザーのFOV内の照明器具に対するレーザーの位置が決定されると、レーザーの絶対位置が、照明器具の絶対位置を用いて計算され得る。照明器具の絶対位置は、照明器具から受け取られたLCOM信号に基づいて、又は、照明器具のIDを用いたルックアップテーブルを介してといった別の適切な態様で決定され得る。

【0015】

幾つかの実施形態は、例えば、慣性ナビゲーションシステム(INS)を用いてLCOMレーザーのポジショニングを高めるための技術に関する。LCOMレーザーINSは、オンボードの加速器(群)及び/又はジャイロセンサーを用いて、レーザーの位置、配向、及び速度を、デッドレコニング(dead reckoning)を介して、計算し得る。この態様において、LCOMレーザーは、既知の開始点に基づいてINSを用いてその相対的な位置を計算することができる。本明細書で様々に記述されるように、LCOMレーザーは、レーザーのFOV内のLCOM有効照明器具(群)から受け取ったLCOM信号を介してその位置又は場所を決定することにまず依存し得る。幾つかの場合、LCOMレーザーは、GPS、WPS、又は幾つかの他の適切なポジショニングシステムを用いてその位置又は場所を、併せて又は代替的に決定し得る。LCOM信号がレーザーのFOV内に無く、他のポジショニングシステムへのリンクが喪失している時、レーザーINSが、レーザーの位置決めを高めるために用いられ得る。幾つかの場合、INSモードは、レーザーの相対的な位置を連続的に計算する他のポジショニング技術に並列に稼働する。他の場合、INSモードが、他のポジショニングシステムへのリンクを喪失した後、起動され得る。いずれの場合においても、INSモードの開始点は、LCOM信号、GPS信号、WPS信号に基づいて、及び/又は任意の他の適切なポジショニング技術を用いて、既知となっているレーザーの最後の位置を用いて決定され得る。

【0016】

幾つかの実施形態は、複数のLCOM有効照明器具により出力される複数の色の光に亘って送信されるようにLCOMデータを割り当て、時分割多重アクセス(TDMA)方式を用いて複数の色の光に亘り並列にLCOMデータを送信することに関する。幾つかの場合、開示された技術は、例えば、複数のLCOM有効照明器具に、LCOMを介して単一のレーザー装置と同時に通信することを許容するために用いられる。幾つかの場合、開示された技術は、例えば、より多量のLCOM有効照明器具が所与の空間内に配置されるこ

10

20

30

40

50

とを許容するために用いられ、これにより、例えば、屋内ナビゲーションのため、より正確な位置決めが提供される。幾つかの場合、例えば、開示された技術は、異なる L C o m 有効照明器具から受け取った複数の L C o m 信号をフィルタリングする能力を有する、例えば、レーザー装置を提供するために用いられ得る。幾つかの場合、例えば、開示された技術は、複数の L C o m チャンネルが、L C o m システムにおいて同時に稼働 (A C t i v e) されることを許容するために用いられ得る。幾つかの場合、例えば、開示された技術は、L C o m チャンネルが壊れる時に首尾良く送信を完了するために L C o m 有効照明器具が切り替えることができる冗長チャンネルを提供するために用いられ得る。

【 0 0 1 7 】

幾つかの実施形態は、複数パネルの L C o m 有効照明器具に関する。そのような幾つかの実施形態においては、各パネルが、光源が光を出力するように構成された少なくとも一つの固体光源を備える。照明器具は、また、L C o m 信号の放射を許容するべく光源の光出力を変調するように構成された少なくとも一つの変調器を含み得る。照明器具は、また、L C o m 信号のタイミングを同期させるように構成されたコントローラーを含み得る。タイミングが同期されると、あるパネルは、別のパネルから放射された L C o m 信号の反転又は複製である L C o m 信号を放射するように構成され得る。パネル信号反転は、例えば、照明器具からの光出力を相対的に一定のレベルに維持する及び/又は L C o m レシーバーに配向情報を提供するべく仮想基準点を生成するために用いられ得る。加えて、複数のパネル照明器具を用いてデータを送信することは、例えば、同一のパルス周波数を用いて単一のパネル照明器具を用いて同一のデータを送信することと比べて、改善されたデータ送信率と送信の信頼性に帰結し得る。

【 0 0 1 8 】

幾つかの実施形態は、受け取られる L C o m 信号を空間分解するための技術に関する。1以上の L C o m 信号が L C o m レシーバーの F O V にある一例の場合、F O V を表す画像が、六角形、三角形、四角形、又は円形状のセルといった非重畳セルにセグメント化され得る。各 L C o m 信号は、次に、1以上の非重畳セルを有する固有のピクセル集合 (ピクセルクラスター) として解釈され得る。幾つかの場合、F O V 内の L C o m 信号は、複数の L C o m 有効照明器具、及び/又は、複数の光パネルを有する単一の L C o m 有効照明器具から受け取られ得る。受け取った L C o m 信号の空間分解は、例えば、L C o m 信号を伝達しないピクセルをフィルタリングで除外し、受け取った信号強度指標 (R S S I (r e c e i v e d s i g n a l s t r e n g t h i n d i c a t o r)) 情報を用い、そして、L C o m レシーバーの配向/傾斜を調整することにより補助され得る。受け取った L C o m 信号を空間的に分割可能であることの利点は、限定するわけではないが、レーザーの F O V 内の複数の L C o m 信号で衝突なしでリンクを確立し、及び/又は、これらの L C o m 信号の場所を決定し、ノイズ対信号比を改善し、位置情報を拡張し、サンプリング周波数を高め、及び通信速度を改善することを含み得る。

【 0 0 1 9 】

この開示に照らして理解されるように、本明細書に開示の技術は、任意の広範囲の L C o m 用途及び内容において利用可能である。例えば、本明細書に開示の技術は、幾つかの実施形態において、L C o m 有効照明器具とレーザー装置間で場所及びポジショニング情報を伝送することに利用可能である。この情報は、一部又は全体において、幾つかの実施形態において、屋内ナビゲーションを提供するために利用され得る。幾つかの場合、本明細書に開示の技術は、例えば、既存の G P S 基準及び W P S 基準のシステムよりもポジショニング精度及び正確さの改善を実現するポジショニング及びナビゲーションシステムの基礎として利用可能である。そのようなため、本明細書に開示の技術は、幾つかの実施形態においては、既存の G P S 基準及び W i - F i 技術のアプローチでは不可能な商業的試みのために利用され得ることになる。より端的には、既存の G P S 基準及び W i - F i 基準のアプローチの制限された正確さが、小売店内の棚上の関心の物まで顧客を指示するのに十分ではなく、他方、本明細書に開示の技術は、幾つかの実施形態においては、望ましいように、店舗内の販促促進物や他の棚上の物に直接的に顧客を導くように利用可能であ

10

20

30

40

50

る。多数の構成や変更が、この開示に照らして明らかになる。

システムアーキテクチャー及びオペレーション

【0020】

図1は、本開示の実施形態に即して構成された一例の光基準通信(LCom(Light-based communication))システム10を図示するブロック図である。見て分かるように、システム10は、LCom信号(群)を介してレシーバーコンピューター装置200と光基準で通信可能に結合するために構成された1以上のLCom有効照明器具100を含み得る。本明細書で論述のように、そのようなLComは、幾つかの実施形態においては、可視光基準の信号によって提供され得る。幾つかの場合、LComは、一方向のみにて提供され、例えば、LComデータが、あるLCom有効照明器具100(例えば、送信器)からコンピューター装置200(例えば、受信器)に、又は、コンピューター装置200(例えば、送信器)からあるLCom有効照明器具100(例えば、受信器)に伝送され得る。幾つかの他の場合、LComは、双方向又は多方向において提供され、例えば、LComデータが、あるLCom有効照明器具100とコンピューター装置200の間で伝送され、ここで、両方が、送信及び受信(例えば、トランシーバー)能を発揮する。システム10が複数のLCom有効照明器具100を含む幾つかの場合、これらの全て(又は幾つかのサブセット(部分集合))が、お互いに通信可能に結合されるように構成され得る(例えば、照明器具間通信)。幾つかの実施形態においては、システム10は、オプションとして、例えば、(後述の)サーバー/ネットワーク300と通信可能に結合することを含み、又はさもなければ、そのように構成され得る。通信可能な結合は、望まれるように、例えば、サーバー/ネットワーク300と、コンピューター装置200及び/又は1以上のLCom有効照明器具100間で提供され得る。

10

20

【0021】

図2Aは、本開示の実施形態に即して構成されたLCom有効照明器具100aを図示するブロック図である。図2Bは、本開示の別の実施形態に即して構成されたLCom有効照明器具100bを図示するブロック図である。本開示の一貫性及び理解の容易さのため、LCom有効照明器具100a及び100bは、以降、別々に参照される場合を除き、LCom有効照明器具100として概して総じて参照され得る。

【0022】

見て分かるように、あるLCom有効照明器具100は、幾つかの実施形態においては、1以上の固体光源110を含み得る。あるLCom有効照明器具100で用いられる固体光源110の量、密度、及び配置は、ある目標用途又は最終用途に望まれるようにカスタマイズされ得る。ある固体光源110は、1以上の放射体を含むことができ、これは、例えば、(1)発光ダイオード(LED);(2)有機発光ダイオード(OLED);(3)ポリマー発光ダイオード(PLED);及び/又は(4)これらの任意の1以上の組み合わせといった広範囲の半導体光源装置のいずれかであり得る。ある固体放射体は、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、例えば、可視スペクトル帯及び/又は、赤外(IR)スペクトル帯及び/又は紫外(UV)スペクトル帯に限られない他の電磁スペクトル帯からの電磁放射(例えば、光)を放射するように構成され得る。幾つかの実施形態においては、ある固体放射体は、単一の相関色温度(CCT)の放射のために構成され得る(例えば、白色光放射半導体光源)。幾つかの他の実施形態においては、しかしながら、ある固体放射体は、色調整可能放射体と構成され得る。例えば、幾つかの場合、ある固体放射体は、(1)赤-緑-青(RGB);(2)赤-緑-青-黄色(RGBY);(3)赤-緑-青-白色(RGBW);(4)デュアル白色;及び/又は(5)これらの任意の1以上の組み合わせといった放射の組み合わせのために構成された多色(2色、3色等)半導体光源であり得る。幾つかの場合、ある固体放射体は、高輝度半導体光源として構成され得る。幾つかの実施形態においては、ある固体放射体は、上述の放射能の例の任意の1以上の組み合わせで提供され得る。いずれにしても、ある固体放射体は、所望のようにパーゲージ化され、又はパッケージ化されず、また、幾つかの場合、この開示に照らして明らかになるように、プリント配線基板(PCB)又は他の適切な中間/基板に設置され

30

40

50

得る。幾つかの場合、ある個体光源のための電力及び／又は制御接続部が、望まれるように、あるPCBから（後述の）ドライバー120及び／又は他の装置／構成素子に接続され得る。ある個体光源110の1以上の個体放射体の他の適切な構成が、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

【0023】

ある固体光源110は、また、その1以上の固体放射体に光学的に結合した1以上の光学系を含み得る。幾つかの実施形態においては、ある固体光源110の光学系（群）は、そこに光学的に係合した固体放射体（群）により放射された（例えば、可視、UV、IR等）光の対象の1以上の波長を伝達するように構成され得る。これを達成するため、光学系（群）は、例えば、（1）ポリメチル・メタクリレート（PMMA）又はポリカーボネートといったポリマー；（2）サファイア（ Al_2O_3 ）又はイットリウム・アルミニウム・ガーネット（YAG）といったセラミック；（3）ガラス；及び／又は（4）これらの任意の1つ以上の組み合わせといった、任意の広範囲の光学材料から形成される光学的構造（例えば、窓、レンズ、ドーム等）を含み得る。幾つかの場合、ある固体光源110の光学系（群）は、単一（例えば、モノリシック）片の光学材料から形成され、単一、連続の光学構造を提供し得る。幾つかの他の場合、ある固体光源110の光学系（群）は、多数個の光学材料から形成され、多数個の光学構造を提供し得る。幾つかの場合、ある固体光源110の光学系（群）は、例えば、（1）反射防止（AR）コーティング；（2）反射器；（3）拡散器；（4）偏向子；（5）輝度増強部；（6）（例えば、受け取った光を異なる波長の光に変換する）蛍光材料；及び／又は（7）これらの任意の1以上の組み合わせといった光学的機能を含み得る。幾つかの実施形態においては、ある固体光源110の光学系（群）は、例えば、そこを介して伝搬する光を集光及び／又は平行化するように構成され得る。ある固体光源110の光学系（群）の他の適切な種類の光伝送特性及び構成が、ある用途に依存し、また、この開示に照らして明らかになる。

【0024】

幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100の1以上の固体光源110が、ドライバー120に電子的に結合され得る。幾つかの場合、ドライバー120は、例えば、ある固体光源110の1以上の固体放射体を制御するために用いられるために構成される（単チャンネル；多チャンネル）電子ドライバーであり得る。例えば、幾つかの実施形態においては、ドライバー120は、ある固体放射体（又は放射体のグループ）のオン／オフ状態、減光レベル、放射色、相関色温度（CCT）、及び／又は彩度を制御するように構成され得る。そのような目的のため、ドライバー120は、例えば、（1）パルス幅変調（PWM）減光プロトコル；（2）電流減光プロトコル；（3）交流用三極管（TRIAC（triode for alternating current））減光プロトコル；（4）定電流低減（CCR（constant current reduction））減光プロトコル；（5）パルス周波数変調（PFM）減光プロトコル；（6）パルスコード変調（PCM）減光プロトコル；（7）（主）電源電圧（line voltage）減光プロトコル（例えば、減光器は、ドライバー120の入力前、ドライバー120へのAC電圧を調整するように接続される）；及び／又は（8）これらの任意の1以上の組み合わせを含む任意の広範囲の駆動技術を利用し得る。ドライバー120への他の適切な構成及び照明制御／駆動技術が、ある用途に依存し、また、この開示から明らかになる。

【0025】

この開示に照らして理解されるように、ある固体光源110は、また、固体照明で用いられ得る他の回路／構成素子を含み、又は、さもなければ動作可能に結合され得る。例えば、ある固体光源110（及び／又はホストLCOM有効照明器具100）は、（1）電源変換回路（例えば、ある固体光源110に電源を供給するべくAC信号を所望の電流及び電圧のDC信号に変換する電気バラスト回路）；（2）定電流／電圧ドライバー構成素子；（3）送信器及び／又は受信器（例えば、トランシーバー）構成素子；及び／又は（4）ローカルプロセッシング構成素子といった任意の広範囲の電子コンポーネントを支持し、又はさもなければ、動作可能に結合されるように構成され得る。含まれる場合、幾つか

10

20

30

40

50

の実施形態においては、そのような構成素子は、例えば、1以上のドライバー120ボード上に実装され得る。

【0026】

図2A~2Bから見てわかるように、あるLCOM有効照明器具100は、メモリー130と1以上のプロセッサ140を含み得る。メモリー130は、任意の適切な種類（例えば、RAM及び/又はROM、又は他の適切なメモリー）及びサイズのものであり得、また幾つかの場合、揮発メモリー、不揮発メモリー、又はこれらの組み合わせで実施され得る。あるプロセッサ140は、典型的に為されるに構成され、また、幾つかの実施形態においては、例えば、あるホストLCOM有効照明器具100と（例えば、メモリー130内又は他の場所の）1以上のそのモジュールに関連する動作を実行するように構成され得る。幾つかの場合、メモリー130は、例えば、（1以上のプロセッサ140のための）プロセッサ・ワークスペースのために利用されるように、及び/又は、メディア、プログラム、アプリケーション、及び/又は一時的又は恒久基準のホストLCOM有効照明器具100上の内容を記憶するように構成され得る。

10

【0027】

メモリー130に記憶された1以上のモジュールは、例えば、あるLCOM有効照明器具100の1以上のプロセッサ140により、アクセス及び実行され得る。幾つかの実施形態においては、この開示に照らして明らかになるように、メモリー130のあるモジュールは、例えば、（1）C；（2）C++；（3）オブジェクトC；（4）JavaScript、及び/又は（5）任意の他の適切なカスタム又は専用指令セットといった、任意の適切な標準及び/又はカスタム/専用プログラミング言語で実施され得る。メモリー130のモジュールは、例えば、機械読み取り可能媒体上に符号化され得、プロセッサ140により実行される時、部分又は全体において、あるLCOM有効照明器具100の機能を実行する。コンピューター読み取り可能媒体は、例えば、ハードドライブ、コンパクトディスク、メモリースティック、サーバー、又は実行可能な指令を含む任意の適切な非一時的なコンピューター/コンピューター装置メモリー、又はそのようなメモリーの複数又は組み合わせであり得る。他の実施形態は、ゲートレベルロジック又は特定用途向け集積回路（ASIC）又はチップセット又は他のそのような専用ロジックで実施可能である。幾つかの実施形態は、入力/出力機能（例えば、ユーザー入力を受け取るための入力；他のコンポーネントを指示するための出力）と装置機能を実行するための多数の埋め込みルーチンを有するマイクロコントローラーで実施可能である。より一般的な意味では、メモリー130の機能モジュール（例えば、後述の1以上のアプリケーション132）は、目標用途又は使用用途のために望まれるように、ハードウェア、ソフトウェア、及び/又はファームウェアにて実施可能である。

20

30

【0028】

幾つかの実施形態においては、メモリー130は、1以上のアプリケーション132をそこに記憶し得る（又はさもなければ、アクセスを有する）。幾つかの場合、あるLCOM有効照明器具100は、例えば、メモリー130に記憶された1以上のアプリケーション132を介して、入力（照明パターン、LCOMデータ等）を受け取るように構成され得る。メモリー130に記憶された（又は、他の態様であるLCOM有効照明器具100がアクセス可能である）他の適切なモジュール、アプリケーション、及びデータが、ある用途に依存し、また、この開示から明らかになる。

40

【0029】

幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100の1以上の固体光源110は、電子的に制御され、例えば、光及び/又はLCOMデータで符号化された光（例えば、LCOM信号）を出力する。このために、あるLCOM有効照明器具100は、幾つかの実施形態においては、1以上のコントローラー150を含み、又はさもなければ通信可能に結合され得る。図2Aに図示されるものといった幾つかの実施形態においては、コントローラー150は、あるLCOM有効照明器具100によりホストされ、そのLCOM有効照明器具100の1以上の固体光源110（1-N）に（例えば、通信バス/相互

50

接続部を介して)動作可能に結合され得る。この例の場合、コントローラ150は、任意の1以上の固体光源110にデジタル制御信号を出力し、例えば、(例えば、オンボード・メモリ130といった)あるローカル源及び/又は(例えば、制御インターフェイス、オプションのサーバー/ネットワーク300等といった)リモート源から受け取った有線及び/又は無線入力に基づいて、そのように為し得る。結果として、あるLCOM有効照明器具100は、任意の数の出力ビーム(1-N)を出力するような態様で制御され、これは、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、光及び/又はLCOMデータ(例えば、LCOM信号)を含み得る。

【0030】

しかしながら、本開示は、そのように限定されない。例えば、図2Bに図示されるような幾つかの他の実施形態においては、コントローラ150は、一部又は全体において、あるLCOM有効照明器具100のある固体光源110によりホストされ、また、(例えば、通信バス/相互接続部を介して)1以上の固体光源110に動作可能に結合される。もしLCOM有効照明器具100が、それ自身のコントローラ150をホストする複数のそのような固体光源110を含むならば、そのような各コントローラ150は、ある意味、LCOM有効照明器具100に分配コントローラ150を提供するミニコントローラと考えられ得る。幾つかの実施形態においては、コントローラ150は、例えば、ホスト固体光源110の1以上のPCB上に集合される。この例の場合、コントローラ150は、LCOM有効照明器具100の関連の固体光源110にデジタル制御信号を出力し、例えば、(例えば、オンボード・メモリ130といった)あるローカルソース及び/又は(制御インターフェイス、オプションのサーバー/ネットワーク300等といった)リモートソースから受け取った有線及び/又は無線入力に基づいて、それを実行する。結果として、LCOM有効照明器具100は、任意の数の出力ビーム(1-N)を出力する態様に制御され、これは、ある目標用途又は最終用途に望まれるように光及び/又はLCOMデータ(例えば、LCOM信号)を含み得る。

【0031】

幾つかの実施形態においては、あるコントローラ150は、1以上の照明制御モジュールをホストし、例えば、ある固体光源110の固体放射体(群)の動作を調整するように、1以上の制御信号を出力するようにプログラムされ、さもなければ構成可能である。例えば、幾つかの場合、あるコントローラ150は、ある固体放射体の光ビームのオン/オフを制御するために制御信号を出力するように構成され得る。幾つかの場合、あるコントローラ150は、ある固体放射体から放射される光の強度/明るさ(例えば、減光;増光)を制御する制御信号を出力するように構成され得る。幾つかの場合、あるコントローラ150は、ある固体放射体から放出される光の色(例えば、混色、調光)を制御する制御信号を出力するように構成され得る。従って、もしある個体光源110は、異なる波長を持つ光を放射するように構成された2以上の固体放射体を含むならば、制御信号は、個体光源110から出力される混合された色を変えるために異なる固体放射体の相対的な明るさを調整するために用いられ得る。幾つかの実施形態においては、コントローラ150は、あるLCOM有効照明器具100による送信のためのLCOMデータの符号化を促進するべく(後述の)エンコーダ172に制御信号を出力するように構成され得る。幾つかの実施形態においては、コントローラ150は、あるLCOM有効照明器具100による送信のためLCOM信号の変調を促進するべく(後述の)変調器174に制御信号を出力するように構成され得る。あるLCOM有効照明器具100のあるコントローラ150のための他の適切な構成及び制御信号出力が、ある用途に依存し、また、この開示に照らして明らかになる。

【0032】

幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100は、エンコーダ172を含み得る。幾つかの実施形態においては、エンコーダ172は、例えば、ホストLCOM有効照明器具100によるその送信のための準備においてLCOMデータを符号化するように構成され得る。この結果のため、エンコーダ172は、この開示に照らして明らかに

10

20

30

40

50

なるように、任意の適切な構成で提供され得る。

【0033】

幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100は、変調器174を含み得る。幾つかの実施形態においては、変調器174は、例えば、ホストLCOM有効照明器具100によるその送信のための準備においてLCOM信号を変調するように構成され得る。幾つかの実施形態においては、変調器174は、例えば、ある個体光源110の1以上の固体放射体の出力を制御するのに用いられるように構成された、シングルチャネル又はマルチチャネル電子ドライバー（例えば、ドライバー120）であり得る。幾つかの実施形態においては、変調器174は、ある固体放射体（又は放射体のグループ）のオン/オフ状態、減光レベル、放射色、相関色温度（CCT）、及び/又は彩度を制御するよう
10
に構成され得る。そのような目的のため、変調器174は、例えば、（1）パルス幅変調（PWM）減光プロトコル；（2）電流減光プロトコル；（3）交流用三極管（TRIAC（triode for alternating current））減光プロトコル；（4）定電流低減（CCR（constant current reduction））減光プロトコル；（5）パルス周波数変調（PFM）減光プロトコル；（6）パルスコード変調（PCM）減光プロトコル；（7）（主）電源電圧（line voltage）減光プロトコル（例えば、減光器は、変調器174の入力前、変調器174へのAC電圧を調整するように接続される）；及び/又は（8）この開示に照らして明らかになる任意の他の適切な照明制御/駆動技術を含む任意の広範囲の駆動技術を利用し得る。変調器174の他の適切な構成及び照明制御/駆動技術が、ある用途に依存し、また、この開示から明らかになる。
20

【0034】

幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100は、乗算器176を含み得る。乗算器176は、典型的に為されるように構成され、幾つかの一例の実施形態では、上流の変調器174と（後述する）周囲光センサー165から受け取った入力と組み合わせるように構成され得る。幾つかの場合、乗算器176は、望まれるように、そこを通過する信号の振幅を増加及び/又は減少するように構成され得る。乗算器176のための他の適切な構成は、ある用途に依存し、またこの開示に照らして明らかになる。

【0035】

幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100は、加算器178を含み得る。加算器178は、典型的に為されるように構成され、幾つかの一例の実施形態では、上流の乗算器178のから受け取った入力とDCレベル入力を組み合わせるように構成され得る。幾つかの場合、加算器178は、望まれるように、そこを通過する信号の振幅を増加及び/又は減少するように構成され得る。加算器178のための他の適切な構成は、ある用途に依存し、またこの開示に照らして明らかになる。
30

【0036】

幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100は、デジタル・アナログ変換器（DAC）180を含み得る。DAC180は、典型的に為されるように構成され、幾つかの一例の実施形態では、デジタル制御信号をアナログ制御信号に変換するように構成され、これが、ホストLCOM有効照明器具100のある個体光源110に適用され、そこからLCOM信号が出力される。DAC180のための他の適切な構成は、ある用途に依存し、またこの開示に照らして明らかになる。
40

【0037】

先に述べたように、あるLCOM有効照明器具100は、幾つかの実施形態においては、光及び/又はLCOMデータ（例えば、LCOM信号）で符号化された光を出力するように構成され得る。図3は、本開示の実施形態においては、LCOM有効照明器具100により送信され得るものとして例の任意のLCOM信号を図示する。ここで見ることでできるように、LCOM有効照明器具100は、幾つかの実施形態においては、ある時間期間（ t_1-t_0 ）に亘りある送信速度であるLCOM信号を送信するように構成され得る。幾つかの場合、あるLCOM有効照明器具100は、1以上のLCOM信号を繰り返し出力するように構成され得る。いずれの場合においても、送信速度は、ある目標用途又は最終用
50

途に望まれるようにカスタマイズされ得る。

【0038】

幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100は、1以上のセンサー160を含み得る。幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100は、オプションとして、高度計161を含み得る。含まれる場合、高度計161は、典型的に為されるように構成され、幾つかの一例の実施形態においては、ある固定レベル（例えば、フロア、壁、地面、又は他の表面）に関してホストLCOM有効照明器具100の高度を決定するのに寄与するように構成され得る。幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100は、オプションとして、地磁気センサー163を含み得る。含まれる場合、地磁気センサー163は、典型的に為されるように構成され、幾つかの一例の実施形態においては、ある目標用途又は最終用途に望まれるようにカスタマイズされ得る地磁気極（北地磁気極）又は他の望まれる向きに関するホストLCOM有効照明器具100の配向及び/又は動きを決定するために構成され得る。幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100は、オプションとして、周囲光センサー165を含み得る。含まれる場合、周囲光センサー165は、典型的に為されるように構成され、幾つかの一例の実施形態においては、ホストLCOM有効照明器具100の周囲の環境の周囲光レベルを検出及び測定するように構成され得る。幾つかの場合、周囲光センサー165は、例えば、LCOM有効照明器具100の乗算器176に、信号を出力するように構成され得る。幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100は、オプションとして、ジャイロセンサー167を含み得る。含まれる場合、ジャイロセンサー167は、典型的に為されるように構成され、幾つかの一例の実施形態においては、ホストLCOM有効照明器具100の配向（例えば、ロール、ピッチ、及び/又はヨー）を決定するように構成され得る。幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100は、オプションとして、加速度計169を含み得る。含まれる場合、加速度計169は、典型的に為されるように構成され、幾つかの一例の実施形態においては、ホストLCOM有効照明器具100の動きを検出するように構成され得る。いずれの場合にも、あるホストLCOM有効照明器具100のあるセンサー160が、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、機械及び/又は固体構成素子を含み得る。また、本開示は、これらの例のオプションのセンサー160のみに限定されず、幾つかの他の実施形態においては、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、追加及び/又は異なるセンサー160が提供され得ることに留意されたい。多数の構成が、この開示に照らして明らかになる。

【0039】

幾つかの実施形態においては、あるLCOM有効照明器具100が、通信モジュール170を含み、これは、望まれるように、有線（例えば、ユニバーサル・シリアル・バス又はUSB、イーサネット、ファイアーワイヤー等）及び/又は無線（例えば、Wi-Fi、ブルートゥース等）通信のために構成され得る。幾つかの実施形態においては、通信モジュール170は、例えば、（1）デジタルマルチプレクサ（DMX）インターフェイスプロトコル；（2）Wi-Fiプロトコル；（3）ブルートゥースプロトコル；（4）デジタルアドレス可能照明インターフェイス（DALI（digital addressable lighting interface））プロトコル；（5）ジグビー（ZigBee）プロトコル；及び/又は（6）これらの任意の1以上の組み合わせを含む、任意の広範囲の有線及び/又は無線通信プロトコルを利用してローカルで及び/又はリモートで通信するように構成され得る。しかしながら、本開示は、これらの通信プロトコルの例のみに限られず、より一般的な意味では、また幾つかの実施形態においては、有線及び/又は無線、標準及び/又はカスタム/専用の任意の適切な通信プロトコルが、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、通信モジュール170により用いられ得ることに留意されたい。幾つかの場合、通信モジュール170は、LCOM有効照明器具100の間の照明器具間通信を促進するように構成され得る。この目的のため、通信モジュール170は、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、任意の適切な有線及び/又は無線送信技術（例えば、ラジオ波（又はRF）送信；赤外（又はIR）光変調；など）を用いるように構成され得る。通信モジュール17

10

20

30

40

50

0のための他の適切な構成が、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

【0040】

図4は、本開示の実施形態に応じて構成されたコンピューター装置200の例を図示する。本明細書で論述するように、コンピューター装置200は、幾つかの実施形態において、(1)送信側のLCOM有効照明器具100から放射されたLCOM信号の光パルスを検出し；(2)検出したLCOM信号からLCOMデータを復号するように構成され得る。これらの目的のため、コンピューター装置200は、広範囲の計算プラットフォーム、モバイル、又は他の物の任意のものであり得る。例えば、幾つかの実施形態においては、コンピューター装置200は、一部又は全体において、(1)ラップトップ/ノートブック・コンピューター又はサブノートブック・コンピューター；(2)タブレット又はファ
10
ブレット・コンピューター；(3)モバイル電話又はスマートフォン；(4)パーソナル・デジタル・アシスタンス(PDA)；(5)ポータブル・メディア・プレーヤー(PMP)；(6)セル式・携帯電話(cellular handset)；(7)手持ちゲーム機；(8)ゲーム・プラットフォーム；(9)デスクトップ・コンピューター；(10)テレビセット；(11)スマートウォッチ、スマート眼鏡、又はスマートヘッドギアといったウェアラブル又は他の体に支持されるコンピューター装置；及び/又は(12)これらの任意の1以上の組み合わせであり得る。コンピューター装置200のための他の適切な構成が、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

【0041】

図4から見てわかるように、コンピューター装置200は、メモリー210と1以上のプロセッサ220を含み得る。メモリー210は、任意の適切な種類(例えば、RAM及び/又はROM、又は他の適切なメモリー)及びサイズのものであり得、また幾つかの場合、揮発メモリー、不揮発メモリー、又はこれらの組み合わせで実施され得る。コンピューター装置200のあるプロセッサ220は、典型的に為されるように構成され、また、幾つかの実施形態においては、例えば、コンピューター装置200と(例えば、メモリー210内又は他の場所の)1以上のそのモジュールに関連する動作を実行するように構成され得る。幾つかの場合、メモリー210は、例えば、(1以上のプロセッサ220のための)プロセッサ・ワークスペースのために利用されるように、及び/又は、メディア、プログラム、アプリケーション、及び/又は一時的又は恒久基準のコンピューター装置200上の内容を記憶するように構成され得る。
20
30

【0042】

メモリー210に記憶された1以上のモジュールは、例えば、コンピューター装置200の1以上のプロセッサ220により、アクセス及び実行され得る。幾つかの実施形態においては、この開示に照らして明らかになるように、メモリー210のあるモジュールは、例えば、(1)C；(2)C++；(3)オブジェクトC；(4)JavaScript、及び/又は(5)任意の他の適切なカスタム又は専用指令セットといった、任意の適切な標準及び/又はカスタム/専用プログラミング言語で実施され得る。メモリー210のモジュールは、例えば、機械読み取り可能媒体上に符号化され得、プロセッサ220により実行される時、部分又は全体において、コンピューター装置200の機能を実行する。コンピューター読み取り可能媒体は、例えば、ハードドライブ、コンパクトディスク、メモリースティック、サーバー、又は実行可能な指令を含む任意の適切な非一時的なコンピューター/コンピューター装置メモリー、又はそのようなメモリーの複数又は組み合わせであり得る。他の実施形態は、ゲートレベルロジック又は特定用途向け集積回路(ASIC)又はチップセット又は他のそのような専用ロジックで実施可能である。幾つかの実施形態は、入力/出力機能(例えば、ユーザー入力を受け取るための入力；他のコンポーネントを指示するための出力)と装置機能を実行するための多数の埋め込みルーチンを有するマイクロコントローラーで実施可能である。より一般的な意味では、メモリー210の機能モジュール(例えば、各々後述のOS212、UI214、及び/又は1以上のアプリケーション216)は、ある目標用途又は最終用途のために望まれるように、ハードウェア、ソフトウェア、及び/又はファームウェアにて実施可能である。
40
50

【 0 0 4 3 】

幾つかの実施形態においては、メモリー 2 1 0 は、オペレーティング・システム (O S) 2 1 2 を含み得る。 O S 2 1 2 は、例えば、 (1) グーグル社からのアンドロイド O S ; (2) アップル社からの i O S ; (3) ブラックベリー社からのブラックベリー O S ; (4) マイクロソフト社からのウィンドウズフォン O S ; (5) パーム (Palm) 社からのパーム (Palm) O S / ガーネット O S ; (6) シンビアン (Symbian) O S といったオープン・ソース O S ; 及び / 又は (7) これらの任意の 1 以上の組み合わせといったモバイル又は他の、任意の適切な O S で実施可能である。この開示に照らして理解されるように、 O S 2 1 2 は、例えば、コンピューター装置 2 0 0 を通じたそのフローの過程で L C o m データを処理することを補助するように構成され得る。 O S 2 1 2 のための他の適切な構成及び機能が、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

10

【 0 0 4 4 】

幾つかの実施形態においては、コンピューター装置 2 0 0 は、ユーザー・インターフェイス (U I) モジュール 2 1 4 を含み得る。幾つかの場合、 U I 2 1 4 は、 (例 えば、 図 4 に概して示されるように) メモリー 2 1 0 で実施可能であり、幾つかの他の場合、 U I 2 1 4 は、ロケーションの組み合わせで (例 えば、 後述のメモリー 2 1 0 で、及び、ディスプレイ 2 3 0 で) 実施可能であり、これにより、ある程度の機能的な配分が U I 2 1 4 に与えられる。 U I 2 1 4 は、幾つかの実施形態においては、例えば、本明細書で論述の様々な L C o m 関連技術の任意のものを実行することを補助するように構成されるグラフィカルな U I (G U I) をディスプレイ 2 3 0 に提示するように構成され得る。 U I 2 1 4 のための他の適切な構成及び機能が、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

20

【 0 0 4 5 】

幾つかの実施形態においては、メモリー 2 1 0 は、そこに記憶された 1 以上のアプリケーション 2 1 6 を有し得る (さもなければ、そこにアクセスを有し得る) 。幾つかの場合、コンピューター装置 2 0 0 は、例えば、 (例 えば、 屋内ナビゲーション・アプリケーションといった) メモリー 2 1 0 に記憶された 1 以上のアプリケーション 2 1 6 を介して、入力を受け取るように構成され得る。メモリー 2 1 0 に記憶され得る (又は、さもなければ、コンピューター装置 2 0 0 にアクセス可能である) 他の適切なモジュール、アプリケーション、及びデータが、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

30

【 0 0 4 6 】

図 4 から更に分かるように、コンピューター装置 2 0 0 は、幾つかの実施形態においては、ディスプレイ 2 3 0 を含み得る。ディスプレイ 2 3 0 は、任意の電子ビジュアル・ディスプレイ又はそこで画像 (例 えば、画像、ビデオ、テキスト、及び / 又は他の表示可能なコンテンツ) を表示又は他の態様で生成するように構成された他の装置であり得る。幾つかの場合、ディスプレイ 2 3 0 は、コンピューター装置 2 0 0 に、部分又は全体で統合され得る。幾つかの場合、ディスプレイ 2 3 0 は、任意の適切な有線及び / 又は無線通信手段を用いて、コンピューター装置 2 0 0 と通信するように構成されたスタンドアロン・コンポーネントであり得る。

【 0 0 4 7 】

幾つかの場合、ディスプレイ 2 3 0 は、オプションとして、タッチスクリーン・ディスプレイ又は他のタッチ感応ディスプレイで有り得る。この目的のため、ディスプレイ 2 3 0 は、例えば、 (1) 抵抗性タッチセンシング ; (2) 容量性タッチセンシング ; (3) 表面弾性波 (S A W) タッチセンシング ; (4) 赤外 (I R) タッチセンシング ; (5) 光イメージング・タッチセンシング ; 及び / 又は (6) これらの任意の 1 以上の組み合わせといった広範囲のタッチ感応技術の任意のものを利用し得る。より一般的な意味では、また、幾つかの実施形態においては、オプションのタッチ感応ディスプレイ 2 3 0 は、概して、そのディスプレイ 2 3 0 のある場所のユーザーの指、スタイラス、又は他の適切な器具からの直接及び / 又は近接した接触を検出、又は検知するように構成され得る。幾つかの場合、オプションのタッチ感応ディスプレイ 2 3 0 は、そのような接触を、コンピュー

40

50

ター装置 200 (例えば、その 1 以上のプロセッサ 220) により処理され、ある GUI アクションをトリガーするように操作される又は用いられる電子信号に変換するように構成され得る。幾つかの場合、タッチ感応ディスプレイ 230 は、そのようなディスプレイ 230 により提示された GUI を介してコンピューター装置 200 とのユーザー相互作用を促進し得る。ディスプレイ 230 のための多数の適切な構成がこの開示に照らして明らかになる。

【0048】

幾つかの実施形態においては、コンピューター装置 200 は、通信モジュール 240 を含み、これは、望まれるように、任意の適切な有線及び/又は無線送信技術(例えば、ラジオ波(又は RF)送信; 赤外(又は IR)光変調など)を用いて、有線(例えば、ユニバーサル・シリアル・バス又は USB、イーサネット、ファイアーワイヤーなど)及び/又は無線(例えば、Wi-Fi、ブルートゥースなど)通信のために構成され得る。幾つかの実施形態においては、通信モジュール 240 は、例えば、(1) デジタルマルチプレクサ(DMX) インターフェイスプロトコル; (2) Wi-Fi プロトコル; (3) ブルートゥースプロトコル; (4) デジタルアドレス可能照明インターフェイス(DALI) プロトコル; (5) ジグビー(ZigBee) プロトコル; (6) 近接通信(NFC) プロトコル; (7) ローカルエリアネットワーク(LAN) 基準の通信プロトコル; (8) セルラー基準の通信プロトコル; (9) インターネット基準の通信プロトコル; (10) 衛星基準の通信プロトコル; 及び/又は(11) これらの任意の 1 以上の組み合わせを含む、任意の広範囲の有線及び/又は無線通信プロトコルを利用してローカルで及び/又はリモートで通信するように構成され得る。しかしながら、本開示は、これらの例の通信プロトコルのみに限定されないことに留意されたい。より一般的な意味で、また、幾つかの実施形態においては、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、有線及び/又は無線、標準及び/又はカスタム/専用の任意の適切な通信プロトコルが、通信モジュール 240 により用いられ得る。幾つかの場合、通信モジュール 240 は、1 以上の LCoM 有効照明器具 100 と通信するように構成され得る。幾つかの場合、コンピューター装置 200 の通信モジュール 240 と、ある LCoM 有効照明器具 100 の通信モジュール 170 は、同一の通信プロトコルを用いるように構成され得る。幾つかの場合、通信モジュール 240 は、(後述の) サーバー/ネットワーク 300 と通信するように構成され得る。通信モジュール 240 のための他の適切な構成が、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

【0049】

また、図 4 から分かるように、コンピューター装置 200 は、幾つかの実施形態においては、前向き画像取得装置 252 及び/又は後向き画像取得装置 254 といった、1 以上の画像取得装置 250 を含み得る。本開示の理解の一貫性及び容易さのため、前向き画像取得装置 252 及び後向き画像取得装置 254 は、以降、個別に参照される場合を除いて、総じて画像取得装置 250 と概して参照され得る。

【0050】

ある画像取得装置 250 は、静止カメラ(例えば、静止写真を取得するように構成されたカメラ)又はビデオカメラ(例えば、複数のフレームから構成される動画を取得するように構成されたカメラ)といったデジタル画像を取得するように構成された任意の装置であり得る。幾つかの場合、ある画像取得装置 250 は、例えば、光学アセンブリ、イメージセンサー、及び/又はイメージ/ビデオ・エンコーダといったコンポーネントを含み得、また、部分又は全体において、コンピューター装置 200 に組み込まれ得る。ある画像取得装置 250 のこれらのコンポーネント(及び、もしあれば、他のもの)は、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、ハードウェア、ソフトウェア、及び/又はファームウェアの任意の組み合わせで実施され得る。ある画像取得装置 250 は、例えば、可視スペクトルの光、及び/又は、赤外(IR)スペクトル、紫外(UV)スペクトル等に限定されない電磁スペクトルの他の部分の光を用いて動作するように構成され得る。幾つかの場合、ある画像取得装置 250 は、画像データを連続的に取得するように構成され得る。本

10

20

30

40

50

明細書で記述されるように、コンピューター装置 200 のある画像取得装置 250 は、幾つかの実施形態においては、送信側の L C o m 有効照明器具 100 の光及び / 又は L C o m 信号出力を検出するように構成され得る。幾つかの場合、ある画像取得装置 250 は、例えば、スマートフォン又は他のモバイルコンピューター装置に典型的に見られるようなカメラであり得る。コンピューター装置 200 のある画像取得装置 250 (例えば、前向き画像取得装置 252 ; 後向き画像取得装置 254) のための他の適切な構成が、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

【 0051 】

幾つかの実施形態においては、コンピューター装置 200 は、1 以上のセンサー 260 を含み得る。幾つかの実施形態においては、コンピューター装置 200 は、オプションとして、地磁気センサー 263 を含み得る。含まれる場合、地磁気センサー 263 は、典型的に為されるように構成され、幾つかの一例の実施形態においては、ある目標用途又は最終用途に望まれるようにカスタマイズされ得る地磁気極 (例えば、北地磁気極) 又は他の望まれる向きに関するホストコンピューター装置 200 の配向及び / 又は動きを決定するように構成され得る。幾つかの実施形態においては、コンピューター装置 200 は、オプションとして、周囲光センサー 265 を含み得る。含まれる場合、周囲光センサー 265 は、典型的に為されるように構成され、幾つかの一例の実施形態においては、ホストコンピューター装置 200 の周囲の環境の周囲光レベルを検出及び測定するように構成され得る。幾つかの実施形態においては、コンピューター装置 200 は、オプションとして、ジャイロセンサー 267 を含み得る。含まれる場合、ジャイロセンサー 267 は、典型的に為されるように構成され、幾つかの一例の実施形態においては、ホストコンピューター装置 200 の配向 (例えば、ロール、ピッチ、及び / 又はヨー) を決定するように構成され得る。幾つかの実施形態においては、コンピューター装置 200 は、オプションとして、加速度計 269 を含み得る。含まれる場合、加速度計 269 は、典型的に為されるように構成され、幾つかの一例の実施形態においては、ホストコンピューター装置 200 の動きを検出するように構成され得る。いずれの場合にも、あるホストコンピューター装置 200 のあるセンサー 260 が、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、機械及び / 又は固体構成素子を含み得る。また、本開示は、これらの例のオプションのセンサー 260 のみに限定されず、幾つかの他の実施形態においては、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、追加及び / 又は異なるセンサー 260 が提供され得ることに留意されたい。多数の構成が、この開示に照らして明らかになる。

【 0052 】

幾つかの実施形態においては、コンピューター装置 200 は、1 以上のコントローラー 270 を含み、若しくはそこに通信するように結合され得る。あるコントローラー 270 は、コンピューター装置 200 の様々なコンポーネント / モジュールの 1 つ以上を制御するべく 1 以上の制御信号を出力するように構成され得、例えば、あるローカルソース (例えば、オンボード・メモリー 210 といったもの) 及び / 又はリモートソース (例えば、制御インターフェイス、オプションのサーバー / ネットワーク 300 などといったもの) から受け取った有線及び / 又は無線入力に基づいてそのように行い得る。幾つかの実施形態においては、あるコントローラー 270 は、1 以上の制御モジュールをホストし、例えば、コンピューター装置 200 のある部分の動作を調整するべく、1 以上の制御信号を出力するようにプログラムされ、さもなければ構成される。例えば、幾つかの場合、あるコントローラー 270 は、ある画像取得装置 250 (例えば、前向き画像取得装置 252 及び / 又は、後向き画像取得装置 254) の動作を制御するための制御信号を出力するように構成され得る。幾つかの場合、あるコントローラー 270 は、1 以上のセンサー 260 の動作を制御するための制御信号を出力するように構成され得る。コンピューター装置 200 のあるコントローラー 270 のための他の適切な構成及び制御信号の出力が、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

【 0053 】

図 4 から更に分かるように、幾つかの実施形態においては、コンピューター装置 200 は

10

20

30

40

50

、オーディオ出力装置 280 を含み得る。幾つかの実施形態においては、オーディオ出力装置 280 は、例えば、スピーカー、又は、音声データ信号から音を生成することができる他の装置であり得る。オーディオ出力装置 280 は、例えば、そのホストコンピューター装置 200 にローカルの及び/又はそこから受け取った音を再生するように構成される。幾つかの場合、オーディオ出力装置 280 は、一部又は全体において、コンピューター装置 200 に組み込まれ、幾つかの他の場合、オーディオ出力装置 280 は、望まれるように、任意の適切な有線及び/又は無線通信手段を用いて、コンピューター装置 200 と通信するように構成されたスタンドアロン・コンポーネントであり得る。オーディオ出力装置 280 のための他の適切な種類及び構成が、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

10

【0054】

サーバー/ネットワーク 300 は、任意の適切なパブリック及び/又はプライベート通信ネットワークであり得る。例えば、幾つかの場合、サーバー/ネットワーク 300 は、インターネットといったワイドエリアネットワーク (WAN) に動作可能に結合されたプライベートローカルエリアネットワーク (LAN) であり得る。幾つかの場合、サーバー/ネットワーク 300 は、1 以上の第 2 世代 (2G)、第 3 世代 (3G)、及び/又は第 4 世代 (4G) モバイル通信技術を含み得る。幾つかの場合、サーバー/ネットワーク 300 は、無線ローカルエリアネットワーク (WLAN) (例えば、Wi-Fi 無線データ通信技術) を含み得る。幾つかの場合、サーバー/ネットワーク 300 は、ブルートゥース無線データ通信技術を含み得る。幾つかの場合、サーバー/ネットワーク 300 は、サーバー及びサービスプロバイダーといったサポートインフラ及び/又は機能を含み得るが、そのような特徴は、サーバー/ネットワーク 300 を介して通信を実行するために必須ではない。幾つかの場合、コンピューター装置 200 は、例えば、サーバー/ネットワーク 300 と 1 以上の LCom 有効照明器具 100 との通信可能な結合のために構成され得る。幾つかの場合、コンピューター装置 200 は、サーバー/ネットワーク 300 からデータを受け取るように構成され得、これは、ある LCom 有効照明器具 100 からコンピューター装置 200 により受け取られた LCom データを補完する役目を果たす。幾つかの場合、コンピューター装置 200 は、1 以上の LCom 有効照明器具 100 を介して屋内ナビゲーションを促進するデータ (例えば、位置、ID、及び/又はある LCom 有効照明器具 100 に関する他のデータ) をサーバー/ネットワーク 300 から受け取るように構成され得る。幾つかの場合、サーバー/ネットワーク 300 は、そこに通信可能に結合されたコンピューター装置 200 によりアクセスされ得るデータの 1 以上のルックアップ・テーブルを含むか、アクセスを有し得る。サーバー/ネットワーク 300 のための多数の構成が本開示に照らして明らかになる。

20

30

【0055】

LCom においてボーレートを高めるための技術

先に記述のように、光上でデータを変調し、それを LCom のための空間に送信することに関連して多数の非些細な挑戦がある。例えば、視覚のアーチファクト及び光出力における他の知覚可能な変化を抑制又は最小化するため、LCom 光源に十分に高速に送信させることが望ましいかもしれない。しかしながら、あるレーザー装置による変調光の有効な検出は、その装置が十分な受信能力を持つか否かに依存する。現在入手可能なスマートフォンのカメラは、典型的には、30 フレーム/秒 (FPS) 又は 60 FPS の最大フレームレートを有し、非常に限られた低速の受信能力しか提供しない。そのため、現在、(1) ユーザー及び傍観者に知覚可能な送信光出力に変化を生じさせ；又は (2) レーザー装置に高価な、専用のレーザー・ハードウェアを加えることのいずれかを被ることなく、光上の変調データを取得するのに現存スマートフォンカメラ・ハードウェアを有効に用いる方法が知られていない。

40

【0056】

従って、また幾つかの実施形態においては、LCom データを符号化するための技術が開示され、例えば、30 FPS のフレームレートを有する標準低速スマートフォンカメラと

50

いった前向き画像取得装置252を介したその検出が許容される。幾つかの場合、開示技術は、例えば、(1)送信側のLCOM有効照明器具100による光出力の知覚可能なフリッカーを抑制又は最小化し；及び/又は(2)コンピューター装置200での追加の専用のレシーバー・ハードウェアの必要を回避又は低減する態様でLCOMデータを符号化及び復号するために利用可能である。幾つかの場合、開示技術は、例えば、送信側のLCOM有効照明器具100と受信側のコンピューター装置200の間のポーレートを高めるために用いられ得る。例えば、もし前向き画像取得装置252がVGA解像度(640×480ピクセル)で30FPSで画像を取得するように構成された典型的なスマートフォン前向きカメラであり、もし標準RGBカラープロファイルが用いられるならば、その前向き画像取得装置252により取得される各フレームは、約900KBの画像データ(640ピクセル×480ピクセル×3色)である。ある一例の実施形態においては、従って、30FPSのフレームレートで、その前向き画像取得装置252は、毎秒およそ27MBの生の画像データを取得し得る。

10

【0057】

図5Aは、本開示の一態様に係るローリング・シャッター・符号化方法(rolling shutter coding scheme)を介したLCOMデータの符号化の一例のプロセスを図示するフローチャートである。見て分かるように、フローは、ブロック501の如く開始し、LCOM有効照明器具100がLCOM信号を送信することを含むローリング・シャッター・画像取得を実行する。ローリング・シャッター・画像取得は、例えば、コンピューター装置200の前向き画像取得装置252を介して実行され得る。ローリング・シャッター・画像取得の期間は、ある目標用途又は最終用途に望まれるようにカスタマイズされ、また、幾つかの場合、(例えば、図3に関して上述のように)LCOM有効照明器具100が送信を繰り返す前のその一つのLCOMデータの完全な送信を実行する所要時間(t_1-t_0)と少なくとも同程度であり得る。

20

【0058】

その後、フローは、ブロック503の如く継続し、各取得画像フレームに存在する任意のLCOMデータを復号する。ローリング・シャッター・画像取得の間、前向き画像取得装置252は、あるフレームレート(Nフレーム/秒)で複数の画像フレーム(1-Nフレーム)を取得し得る。幾つかの実施形態においては、前向き画像取得装置252は、例えば、約24~60又はこれ以上のFPSの範囲のフレームレートで画像を取得するように構成され得る。本開示の実施形態に係る、前向き画像取得装置252を介したローリング・シャッター・画像取得の例を図示する図5Bから分かるように、ある取得画像フレームで前向き画像取得装置252によりほんの一部のLCOMデータが取得され、他方、複数の取得された画像フレーム(1-Nフレーム)が、集合した完全なLCOMデータを包含する。従って、例えば、30FPSのフレームレートで、前向き画像取得装置252がローリング・シャッター・画像取得を実行するならば、1秒の時間間隔でLCOMデータの一部の30フレームが取得され、これらの画像フレームが、集合して完全なLCOMデータを包含する。

30

【0059】

その後、フローは、ブロック505の如く継続し、各取得画像フレームから復号された部分LCOMデータを用いて送信されたLCOM信号の完全なLCOMデータを再構成する。ローリング・シャッター・画像取得を実行する十分に長い時間に亘って、取得画像フレーム毎にほんの一部のLCOMデータしか受け取れないため、完全なLCOMデータパケットは、複数の画像フレーム(1-N)に亘り前向き画像取得装置252により取得されたLCOMデータ部分の全て(又は幾つかのサブセット)を利用して再構成可能である。従って、もし送信側のLCOM有効照明器具100がそのLCOM信号を30FPSで繰り返し送信するならば、受信側のコンピューター装置200は、例えば、2秒の時間間隔に亘り受け取ったLCOMデータ部分の60画像フレームから、完全なLCOMデータパケットを再構成し得る。完全なLCOMデータの再構成は、例えば、コンピューター装置200のプロセッサ220を介して実行され、また、幾つかの場合、それによりホスト

40

50

された (hosted) 又はそこにアクセス可能なアプリケーション 2 1 6 により補助され得る。

【 0 0 6 0 】

図 5 C は、本開示の実施形態に係る、アンダーサンプリング (undersampling) / エイリアジング (aliasing) 方法を介した L C o m データの符号化の一例のプロセスを示すフローチャートである。見て分かるように、フローは、ブロック 5 1 1 の如く開始し、L C o m 有効照明器具 1 0 0 が送信した L C o m 信号を含む画像を取得する。実施形態においては、画像取得が、コンピューター装置 2 0 0 の前向き画像取得装置 2 5 2 により実行され得る。

【 0 0 6 1 】

その後、フローは、ブロック 5 1 3 の如く継続し、L C o m 信号の L C o m データが符号化された変調周波数で取得した画像データをサンプリングし、少なくとも一つのピクセルをアンダーサンプリングする。幾つかの実施形態においては、L C o m 有効照明器具 1 0 0 は、ある固定の変調周波数でフィルタリングすることなく、(例えば、変調器 1 7 4 を介して) その L C o m 信号を変調するように構成され得る。例えば、本開示の実施形態に係る固定された変調周波数の変調信号の一例を示す図 5 D を検討する。ここで見て分かるように、幾つかの場合、約 1 k H z 以上の変調周波数が、その L C o m データを変調することに L C o m 有効照明器具 1 0 0 により用いられ得る。本開示は、この一例の変調周波数範囲のみに限定されないが、より一般的な意味で、また幾つかの実施形態においては、変調周波数は、(例えば、ユーザー又は傍観者に知覚可能な) 知覚可能なフリッカーを抑制又は最小化するのに十分な任意の適切な周波数であり得る。幾つかの場合、固定された周波数は、オプションとして、

ジッター (ϵ)

を解消する (account for) ように調整され得る。

【 0 0 6 2 】

通常、ナイキスト基準に応じて未知のアナログ信号を再構成するため、信号は、信号の最大周波数成分の 2 倍以上の周波数でサンプリングされなければならない。しかしながら、もし符号化方法 (例えば、変調周波数) が前もって分かっているならば、アナログの L C o m 信号からの情報は、通常要求されるよりも十分に低いサンプリングレートを用いて取得及び復号できる。従って、幾つかの実施形態においては、L C o m 有効照明器具 1 0 0 により送信された L C o m データは、少なくとも一つの専用ピクセルをアンダーサンプリングする間、L C o m 有効照明器具 1 0 0 により符号化される L C o m データの変調周波数と同一の周波数でコンピューター装置 2 0 0 によりサンプリングされ得る。幾つかの実施形態においては、アンダーサンプリング・レートは、例えば、約 2 4 ~ 6 0 F P S の範囲内であり得る。前向き画像取得装置 2 5 2 が、例えば、標準の低速スマートフォンカメラである幾つかの場合、アンダーサンプリング・レートは、3 0 F P S ~ 6 0 F P S であり得る。他の適切なアンダーサンプリング・レートが、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

【 0 0 6 3 】

その後、フローは、ブロック 5 1 5 の如く継続し、少なくとも一つのアンダーサンプリングされたピクセルの検出された変動を用いて送信 L C o m 信号の完全な L C o m データを再構成する。先述のように、もし L C o m 有効照明器具 1 0 0 の変調周波数が事前に分かっているならば、ナイキスト基準を違反して前向き画像取得装置 2 5 2 により得られた L C o m 信号から完全な L C o m データを抽出することができる。(例えば、図 3 に関して上述したように) L C o m 有効照明器具 1 0 0 により送信される L C o m 信号が繰り返されるならば、全体の L C o m データパケットが、L C o m 有効照明器具 1 0 0 の画像が集束したそのピクセル (群) の光強度を検出し、アンダーサンプリングされたピクセル (群) の検出された変動を分析することにより、ある時間に亘り前向き画像取得装置 2 5 2 により取得され得る。より端的には、L C o m 信号が繰り返し送信されるならば、L C o m 有効照明器具 1 0 0 と前向き画像取得装置 2 5 2 間のビート (うなり) 周波数 (beat frequen

10

20

30

40

50

cy) が達成され、この時、コンピューター装置 200 は、ラスタ走査態様 (raster scanning manner) で LCom データを受け取り、その LCom データを、LCom 有効照明器具 100 により送信された LCom データパケットに再構築する。例えば、コンピューター装置 200 のプロセッサ 220 を介して、完全な LCom データの再構成が実行され、また、幾つかの場合、これ (例えば、メモリー 210) によりホストされた又はそこにアクセス可能なアプリケーション 216 により補助され得る。

【0064】

図 5A 及び 5C の方法の多数のバリエーションがこの開示に照らして明らかになる。理解されるように、又、幾つかの実施形態においては、図 5A に示された機能ボックス (例えば、501; 503; 505) のそれぞれと、図 5C に示された機能ボックス (例えば、511; 513; 515) のそれぞれが、例えば、モジュール又はサブモジュールとして実施でき、1 以上のプロセッサ 220 により実行され、又は他の態様で動作される時、本明細書で記述される関連の機能が実行されることを生じさせる。モジュール/サブモジュールは、例えば、ソフトウェア (例えば、1 以上のコンピューター読み取り可能媒体に記憶された実行可能な指令)、ファームウェア (例えば、ユーザーからの入力を受け付け、ユーザーリクエストに回答を提供する I/O 機能を有し得る、マイクロコントローラー又は他の装置の埋め込みルーチン)、及び/又はハードウェア (例えば、ゲートレベルロジック、フィールド・プログラマブル・ゲートアレイ、専用シリコンなど) として実施され得る。

【0065】

幾つかの実施形態においては、本明細書で記述のローリング・シャッター・コーディング方法及び/又はアンダーサンプリング/エイリアジング・コーディング方法に関連した動作は、例えば、コンピューター装置 200 上の (例えば、メモリー 210 内の) 又はそこにアクセス可能な 1 以上のアプリケーション 216 を用いて実施可能である。ハードウェア・コンポーネントが時間に亘り発展するため、送信側 (例えば、LCom 有効照明器具 100) と受信側 (例えば、コンピューター装置 200) の両方に関して、高速データストリーミングといった特徴が、幾つかの実施形態においては、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア、又はこれらの組み合わせを介して実施可能である。

【0066】

先述のように、幾つかの場合、開示の技術は、例えば、コンピューター装置 200 に存在する又は他の態様で既に提供のハードウェアを用いてあるコンピューター装置 200 によって LCom の光のデータ変調の検出を許容するために用いられ得る。例えば、開示の技術は、例の場合、スマートフォン又は他のモバイルコンピューター装置の標準の低速カメラが 1 以上の LCom 有効照明器具 100 と LCom で有効に結合することを許容するために用いられ得る。幾つかの場合、本明細書に記述の技術は、一部又は全体において、特別なハードウェアを用いることなくソフトウェアを介して提供され得る。しかしながら、本開示は、そのように限定されず、幾つかの他の場合、光の LCom データ変調の検出のために追加及び/又は異なるハードウェアが動作可能にコンピューター装置 200 に結合され得る。例えば、幾つかの実施形態においては、光センサー dongle)、カラーセンサー dongle)、又は他の適切なハードウェアがオプションとして、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、コンピューター装置 200 に通信可能に結合され得る。幾つかのそのような場合、追加/異なる光検出ハードウェアが、(例えば、前向き画像取得装置 252 といった) コンピューター装置 200 に存在する又は他の態様で既に提供されたハードウェアと一緒に用いられ得る。幾つかの他の場合、追加/異なる光検出ハードウェアが、コンピューター装置 200 の他の元々の構成素子とは排他的に又はさもなければ優先して用いられ得る。

【0067】

LCom における適応性光変調のための技術

光基準の通信の既存のアプローチは、固定された変調深さを用いる。しかしながら、これらのアプローチの選択された固定の変調深さが、最悪の場合の状況下で許容可能な SNR

10

20

30

40

50

を保証しなければならないとすれば、これは、より好ましい状況及び環境で最適ではない（つまり、最小ではない）。典型的には、光基準通信のための全振幅光変調は、（例えば、フリッカー値により評価されるように）放射体効率及び放射品質に負に影響する。高周波数の光変調は、この光品質の負の影響を低減できるが、低いバンド幅レシーバーに依存する場合には適用可能ではないおそれがある。また、高周波数変調は、負荷過渡応答時間といった追加又は厳しい要求をドライバー電子機器に課し、これは、そのようなアプローチにおいて実施するのにより複雑及び高価である。

【 0 0 6 8 】

従って、また幾つかの実施形態においては、少なくとも部分的に、周囲光レベルに基づいて光変調深さを動的に調整するために技術が開示される。開示された適応性光変調方法の下では、ある L C o m 有効照明器具 1 0 0 は、送信される L C o m データに関わらず、平均光信号が一定に維持されるように、動的に変調深さを調整するように、及び/又は、信号対ノイズ比（ S N R ）を制御するように構成され得る。例えば、本開示の実施形態に係る、適応性変調深さの一例の場合についての時間を関数とした光レベルを示すグラフである図 6 A を検討する。幾つかの実施形態においては、光変調深さは、例えば、 L C o m 有効照明器具 1 0 0 の環境の周囲の照明状態を測定することにより評価される所与の最小光変調深さに応じて動的に調整され得る。幾つかの場合、最適な又は他のターゲット S N R が開示の技術を用いて提供され、より一般的な意味では、また幾つかの実施形態においては、光信号のパルス化に関連する変調深さは、一部又は全体において、例えば、周囲光センサー 2 6 5 により検出された周囲光レベルに基づいて変化させられ得る。

【 0 0 6 9 】

幾つかの実施形態においては、 L C o m 有効照明器具 1 0 0 は、例えば、周囲光測定値から求められる入力パラメーターに基づいて、光変調深さを動的に調整するように構成された制御回路を含み得る。例えば、本開示の実施形態に即して構成された L C o m 有効照明器具の制御ループを示すブロック図である図 6 B を検討する。見て分かるように、幾つかの実施形態においては、制御ループは、（ 1 ）エンコーダ 1 7 2 ；（ 2 ）変調器 1 7 4 ；（ 3 ）周囲光センサー 1 6 5 ；（ 4 ）乗算器 1 7 6 ；（ 5 ）加算器 1 7 8 ；及び（ 6 ） D A C 1 8 0 の 1 つ以上を含み得る。幾つかの実施形態においては、制御ループは、 1 以上の固体光源 1 1 0 と通信可能に結合され得る。幾つかの実施形態においては、制御ループは、 S N R を実質的に一定（例えば、正確に一定又はさもなければある公差内）に維持するべく、 L C o m 有効照明器具 1 0 0 の変調振幅を適応して変化させるために構成され得る。この態様において、 L C o m 有効照明器具 1 0 0 は、例えば、周囲光レベルが一定ではない時にも、 L c o m を提供し得る。幾つかの場合、一定の S N R は、幾つかの実施形態においては、変調深さの範囲に亘る光信号のパルス化の間に維持され得る。

【 0 0 7 0 】

図 6 C は、本開示の実施形態に係る L C o m 信号の変調深さを動的に調整するプロセスを示すフローチャートである。見て分かるように、フローは、ブロック 6 0 1 の如く開始し、送信されるべき L C o m データでデジタル制御信号を符号化する。 L C o m データは、ローカルソース（例えば、メモリー 1 3 0 ）及び/又はリモートソース（例えば、任意の適切な有線及び/又は無線通信手段を介して、制御インターフェイス、オプションのサーバー/ネットワーク 3 0 0 、又は他の提供元）により提供され得る。符号化は、一部又は全体において、ある L C o m 有効照明器具 1 0 0 のエンコーダ 1 7 2 により実行され得る。幾つかの実施形態においては、エンコーダ 1 7 2 は、マンチェスター・コーディング（例えば、位相符号化又は P E ）を用いて、 L C o m データを符号化するように構成され得る。マンチェスター・コーディングで、各 L C o m データビットの符号化は、少なくとも一つの遷移を持つ、同一の時間を占有し得る。そのように、それは、 D C 成分を有せず、また、セルフ・クロッキング（ self-clocking ）であり得、これは、クロック信号が、符号化された L C o m データから回復可能であることを意味する。幾つかの実施形態においては、開示された適応性光変調方法におけるマンチェスター・コーディングの使用が、送信される L C o m データに関わらず、一定の平均光レベルを確保し得る。しかしながら、

本開示は、マンチェスター・コーディングの使用のみに限定されず、幾つかの他の実施形態のように、バイポーラー・エンコーディング又はリターン・トゥ・ゼロ（RZ）・エンコーディングといった他の種類のライン・コーディングが、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、LCOMデータでデジタル制御信号を符号化するために用いられ得ることに留意されたい。

【0071】

その後、フローは、ブロック603の如く継続し、結果として得られたデジタル制御信号を変調する。変調は、幾つかの実施形態においては、一部又は全体において、LCOM有効照明器具100の変調器174を介して実施され得る。幾つかの実施形態においては、変調器174は、パルス幅変調（PWM）信号を出力するように構成された固体光源ドライバ（例えば、ドライバ120）であり得る。変調器174のための他の適切な構成及び出力が、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

10

【0072】

その後、フローは、ブロック605の如く継続し、検出された周囲光レベルに基づいて、結果物のデジタル制御信号を調整する。幾つかの実施形態においては、周囲光レベルの検出が、例えば、あるLCOM有効照明器具100の周囲光センサー165によって実行され得る。幾つかの実施形態においては、例えば、LCOM有効照明器具100の周囲光センサー165により検出された周囲光の量に直接的に比例する係数で制御信号を乗算することにより、変調器174の信号出力（例えば、PWM信号）の振幅が変化され得る。より端的には、幾つかの実施形態においては、変調されたデジタル制御信号は、例えば、（エンコーダ172により符号化された）バイナリ符号化LCOMデータで乗算され得る。そのような変調された制御信号の調整は、例えば、LCOM有効照明器具100の乗算器176を介して実行され得る。変調器174、周囲光センサー165、及び/又は乗算器176を介して提供され得る他の適切な信号の調整が、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

20

【0073】

その後、フローは、ブロック607の如く継続し、LCOM有効照明器具100のDCレベルに基づいて結果物のデジタル制御信号を調整する。幾つかの実施形態においては、調整は、一部又は全体において、あるLCOM有効照明器具100の加算器178を介して実行され得る。この開示に照らして理解されるように、DCレベルは、符号化及び変調されたデジタル制御信号内の符号化LCOMデータを識別するために適切な任意の閾値で設定され得、また、ある目標用途又は最終用途に望まれるようにカスタマイズされ得る。

30

【0074】

その後、フローは、ブロック609の如く継続し、結果物のデジタル制御信号をアナログ制御信号に変換する。幾つかの実施形態においては、アナログ変換は、一部又は全体において、LCOM有効照明器具100のDAC180を介して実行され得る。その後、フローは、ブロック611の如く継続し、結果物のアナログ制御信号をLCOM有効照明器具100のある固体光源110に出力する。続いて、幾つかの実施形態においては、その固体光源110が1以上のLCOM信号を出力し得る。幾つかの場合、LCOM有効照明器具100により出力されたあるLCOM信号（例えば、光上で動的に変調された符号化LCOMデータ）は、そのようなLCOM信号を検出及び復号するように構成されたコンピューター装置200に伝達し得る。

40

【0075】

図6Cの方法の多数のバリエーションが、この開示に照らして明らかになる。理解されるように、また幾つかの実施形態においては、図6Cに示された機能ボックス（例えば、601；603；605；607；609；611）それぞれは、モジュール又はサブモジュールとして実施でき、1以上のプロセッサ140により実行され、又は他の態様で動作される時、本明細書で記述される関連の機能が実行されることを生じさせる。モジュール/サブモジュールは、例えば、ソフトウェア（例えば、1以上のコンピューター読み取り可能媒体に記憶された実行可能な指令）、ファームウェア（例えば、ユーザーからの入力

50

を受け付け、ユーザーリクエストに回答を提供するI/O機能を有し得る、マイクロコントローラー又は他の装置の埋め込みルーチン)、及びノ又はハードウェア(例えば、ゲートレベルロジック、フィールド・プログラマブル・ゲートアレイ、専用シリコンなど)として実施され得る。

【0076】

幾つかの場合、フリッカー値は、本明細書に開示の技術を用いて、できる限り低く維持又はさもなければ改善される。幾つかの場合、例えば、開示の技術は、例えば、低い又はさもなければ良好な周囲照明状況において、あるLCOM有効照明器具100のある固体光源110の効率を最適化又はさもなければ高めるために用いられ得る。幾つかの場合、開示の技術の使用は、高速光変調を伴う現在の光基準の通信アプローチと比較して、固体光源110のためのより複雑ではないドライバー電子機器(例えば、ドライバー120)の使用を許し得る。幾つかの場合、開示の技術の使用は、LCOMの目的のためコンピューター装置200において、典型的なスマートフォンカメラといった低バンド幅レシーバーの使用を許容し得る。

10

【0077】

しかしながら、本開示は、動的な光変調のみに限定されず、幾つかの他の実施形態においては、周囲光レベルのフィードバック無しで全光変調が用いられ得ることに留意されたい。この開示に照らして理解されるように、開示された適応性光変調方法、全光変調方法、又は高速光変調方法の使用が、一部又は全体において、効率、寿命、光品質(例えば、フリッカー)、コスト、及びノ又はハードウェア利用可能性(例えば、レシーバーコンピューター装置200内のフォトダイオード又は他の適切な光センサーの導入)に関する検討に基づき得る。

20

【0078】

LCOM有効照明器具から位置情報を送出手術のための技術

図7Aは、本開示の実施形態に係る、LCOM有効照明器具100及びコンピューター装置200を含む、一例のLCOMシステムを示す。この例のシステムにおいては、LCOM有効照明器具100は、本明細書で様々に記述の任意のLCOM有効照明器具であり得る。加えて、コンピューター装置200は、本明細書で様々に記述の任意のコンピューター装置であり得、また、コンピューター装置200は、LCOM有効照明器具100から放射及び送信されたLCOM信号を受け取るように構成され得る。この一例の実施形態においては、照明器具100は、本明細書で様々に記述のように、LCOM信号を介してデータ700を放射するように構成された少なくとも一つの光源を含む。データ700は、本明細書でより詳細に記述されるように、相対及びノ又は絶対位置情報といった照明器具又はその光源のための位置情報を含み得る。データ700は、本明細書でより詳細に記述されるように、環境識別子も含み得る。データ700は、照明器具100のための識別子(ID)も含み得る。幾つかの実施形態においては、照明器具100は、データ700を記憶するオンボード・メモリー130を含み、及びノ又は照明器具100は、(例えば、有線及びノ又は無線通信媒体を介して)位置情報を受け取るべく1以上の通信モジュール170を含み得る。また、幾つかの実施形態においては、照明器具100は、例えば、データ700の設定を少なくとも許容するプログラミング・インターフェイスを介してプログラム可能であり得る。

30

40

【0079】

図7Bは、本開示の実施形態に係る、LCOM有効照明器具から位置情報を送出手術のための一例の方法を示す。記述の簡便さのため、図7Aに図示のLCOMシステムの例は、図7Bの方法を記述するために用いられる。しかしながら、任意の適切なLCOMシステムが、図7Bの方法を実行するために用いられ得る。図7Bの方法は、照明器具100の少なくとも一つの固体光源により光出力を放射すること(701)を含む。放射701は、本明細書で様々に記述の任意の適切な技術を用いて実行され得る。図7Bの方法は、続いて、LCOM信号を送出するべく光出力を変調する(703)。LCOM信号は、光源及びノ又は照明器具100の少なくとも一つの物理的な場所を示す位置情報を含むデータ7

50

00を含む。変調すること(703)は、本開示に照らして理解されるように、少なくとも一つの変調器174又は任意の他の構成素子を用いて実行され得る。データ700は、相対位置情報、絶対位置情報、及び/又は環境識別子(ID)を含み得る。環境識別子(ID)がデータ700に含まれる実施形態では、環境IDは、本明細書でより詳細に記述されるように、位置情報の解釈のためにどのマップ(群)が用いられるかを示し得る。加えて、環境IDは、電車、航空機、船、エレベーター等といった照明器具100が設けられたエンティティ(実在物)の種類を示し得る。更には、環境IDは、特定の小売店ビルディング、特定の海軍の船、ビルディング内の特定のエレベーターといった照明器具100が設けられた特定のエンティティを示し得る。

【0080】

幾つかの実施形態においては、データ700は、照明器具100のための相対位置情報を含む。幾つかの場合、相対位置情報は、照明器具100の環境内の原点又は物理的な場所への相対的な座標を含む。幾つかの場合、相対位置情報は、原点又は物理的な場所に対する6度の自由オフセットを含み、これは、高さオフセット、南北方向のオフセット、東西方向のオフセット、及び/又は照明器具100のピッチ、ロール及びヨーを含み得る。幾つかのそのような場合、原点及び/又は原点に関する位置情報が(例えば、ルックアップを用いて)データ700、環境ID、及び/又は照明器具IDを用いて提供される。幾つかの場合、データ700は、照明器具100の物理的な場所を決定することを助けるために相対位置情報を含み得る。相対位置情報を送出することは、例えば、船、電車、航空機、及びエレベーター内の照明器具といった移動/モバイル照明器具にとって特に有益であり得る。移動/モバイル照明器具の場合、動的な位置情報がリアルタイムで更新され得る。例えば、エレベーター内の照明器具の場合、照明器具のフロア位置が、この開示に照らして明らかになるように任意の適切な技術を用いて、そのフロア間の移動に際してリアルタイムで更新され得る。

【0081】

幾つかの実施形態においては、データ700は、照明器具100のための絶対位置情報を含む。幾つかの場合、絶対位置情報は、照明器具100の世界座標を含み得る。幾つかのそのような場合、世界座標は、GPSレシーバーを介して取得され得る。幾つかの場合、絶対位置情報は、原点又は原点の絶対位置に対する照明器具100の位置情報を含み得る。幾つかのそのような場合、原点及び/又は原点のための位置情報は、(例えば、ルックアップを用いて)データ700、環境ID、及び/又は照明器具IDを用いて提供され得る。幾つかの場合、データ700は、照明器具100の物理的な場所を決定することを助けるために絶対位置情報を含み得る。絶対位置情報は、もし照明器具100がビルディング内に配置されるならば、静止まであり得、例えば、絶対位置情報は、もし照明器具100が、例えば、船、電車、航空機、及びエレベーターといった移動環境内に配されるならば、絶対位置情報は動的であり得る。例えば、移動/モバイル照明器具の場合、動的な位置情報が自動的にリアルタイムで更新され得る。例えば、船内の照明器具の場合、照明器具の絶対位置情報(例えば、世界座標)及び/又は照明器具の絶対位置を計算するために用いられる原点又は物理的な場所に関する絶対位置情報が、この開示に照らして明らかになるように任意の適切な技術を用いて、船が移動するに際してリアルタイムで更新され得る。

【0082】

LCOM有効照明器具から位置情報を送出するための技術の代替の例は、位置情報なくLCOM信号を介して照明器具識別子(ID)を受け取り、(例えば、ルックアップテーブルを介して)そのIDを用いて照明器具の位置を決定する。しかしながら、そのような代替方法は、より多くのメモリーを消費し、より高い計算オーバーヘッドをもたらし、及び/又はより多くのエネルギー又は電力を消費し得る。従って、本明細書で様々に記述の技術は、より効果的に及び/又は効率的に照明器具位置情報を提供するために用いられ得る。加えて、LCOM信号を介して照明器具から位置情報を送出することにより、技術は、よりオープンなプロトコルを許容し、例えば、レシーバーは、ルックアップテーブルを参

10

20

30

40

50

照することなく直接的に位置情報を復号及び用いることができる。加えて、技術は、例えば、ルックアップテーブルといった外部ソースを更新する必要なく照明器具でリアルタイムに動的な位置情報を更新することができるといった利益をモバイル照明器具に提供し得る。そのような利益は、異なる場所に照明器具が動かされる時にも実現可能である。この技術の追加の利益が本開示に照らして明らかになる。

【 0 0 8 3 】

LCOMにおける光センシング装置の選択的使用のための技術

この開示に照らして理解されるように、既存のスマートフォン及び他のモバイルコンピューター装置の既存のカメラ及びセンサーは、元々、LCOMのために設計されていない。そのため、そのようなカメラ及びセンサーを用いて照明器具とレシーバー装置間でLCOMを確率することに関連して多数の非些細な挑戦がある。加えて、そのような装置を用いて、例えば、屋内ポジショニングの目的のため、ポジショニングを計算することにも非些細な挑戦がある。

10

【 0 0 8 4 】

従って、また幾つかの実施形態においては、技術は、LCOM有効照明器具100により送信されたLCOM信号のパルス光を検出する目的のため、コンピューター装置200のある感光装置（例えば、前向き画像取得装置252；後向き画像取得装置254；周囲光センサー265）をどのように、またいつ用いるかを決定するために開示される。幾つかの実施形態においては、LCOMデータを収集するのに、画像取得装置250のみ、周囲光センサー265のみ、又はこれらの組み合わせを用いるか否かの決定は、一部又は全体において、時間、場所及び/又は内容を含む要因に基づき得る。

20

【 0 0 8 5 】

図8Aは、本開示の実施形態に係る、コンピューター装置200の複数(multiple)の光検出装置をオプションとして用いてLCOMデータを受け取る方法を示すフローチャートである。見て分かるように、フローは、ブロック801の如く開始し、第1サンプリングレートで第1光検出装置でLCOM信号を検出する。幾つかの実施形態においては、第1光検出装置は、例えば、コンピューター装置200の画像取得装置250であり得る。幾つかのそのような場合、第1サンプリングレートは、例えば、約24~60フレーム/秒(FPS)の範囲内であり得る。幾つかの他の実施形態においては、第1光検出装置は、例えば、コンピューター装置200の周囲光センサー265であり得る。幾つかのそのような場合、第1サンプリングレートは、例えば、約300Hz以上の範囲内であり得る。他の適切な光検出装置及びサンプリングレートが、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

30

【 0 0 8 6 】

その後、フローは、ブロック803の如く継続し、検出したLCOM信号から第1LCOMデータを復号し、ブロック805の如く継続し、第1LCOMデータを分析する。幾つかの実施形態においては、第1LCOMデータの復号及び/又は分析が、一部又は全体において、コンピューター装置200の1以上のプロセッサ220を介して実行され得る。

【 0 0 8 7 】

幾つかの場合、第1LCOMデータの復号及び/又は分析が、コンピューター装置200の1以上のアプリケーション216を介して促進され得る。幾つかの場合、フローは、オプションとして、その後、ブロック807の如く継続し、第2サンプリングレートで第2光検出装置でLCOM信号を検出する。もし第1光検出装置がコンピューター装置200の周囲光センサー265であるならば、幾つかの場合、第2光検出装置は、例えば、コンピューター装置200の画像取得装置250であり得る。第1光検出装置がコンピューター装置200の画像取得装置250であるならば、幾つかの場合、第2光検出装置は、例えば、コンピューター装置200の周囲光センサー265であり得る。この開示に照らして理解されるように、幾つかの実施形態においては、第2サンプリングレートは、例えば、コンピューター装置200の第1光検出装置の第1サンプリングレートに関して上述したサンプリングレートの例の任意のものであり得る。幾つかの場合、第2サンプリングレ

40

50

ートは、第1サンプリングレートと実質的に同一（例えば、正確に同一又はある公差内）であり得る。幾つかの他の場合、第2サンプリングレートは、第1サンプリングレートとは異なり得る。

【0088】

その後、フローは、オプションとして、ブロック809の如く継続し、検出したLCOM信号から第2LCOMデータを復号し、ブロック811の如く継続し、第2LCOMデータを分析する。幾つかの実施形態においては、第2LCOMデータの復号及び/又は分析が、一部又は全体において、コンピューター装置200の1以上のプロセッサ220を介して実行され得る。幾つかの場合、第2LCOMデータの復号及び/又は分析が、コンピューター装置200の1以上のアプリケーション216を介して促進され得る。

10

【0089】

図8Bは、本開示の別の実施形態に係る、コンピューター装置200の複数の光検出装置をオプションとして用いてLCOMデータを受け取る方法を示すフローチャートである。見て分かるように、フローは、ブロック821の如く開始し、第1サンプリングレートで第1光検出装置で、及び、第2サンプリングレートで第2光検出装置で、LCOM信号を検出する。この開示に照らして理解されるように、第1及び第2光検出装置は、例えば、図8Aに関して上述したもの（例えば、画像取得装置250；周囲光センサー265）の任意の1つ以上であり得る。更に理解されるように、第1及び第2サンプリングレートは、例えば、図8Aに関して上述したサンプリングレートの例の任意のものであり得る。幾つかの場合、第1及び第2サンプリングレートは、実質的に同一（例えば、正確に同一又はある公差内）であり得る。幾つかの他の場合、第1及び第2サンプリングレートは、お互いに異なり得る。

20

【0090】

その後、フローは、ブロック823の如く継続し、検出したLCOM信号から第1及び第2LCOMデータを復号し、ブロック825の如く継続し、第1及び第2LCOMデータを分析する。幾つかの実施形態においては、第1及び第2LCOMデータの復号及び/又は分析が、一部又は全体において、コンピューター装置200の1以上のプロセッサ220を介して実行され得る。

【0091】

幾つかの場合、第1及び第2LCOMデータの復号及び/又は分析が、コンピューター装置200の1以上のアプリケーション216を介して促進され得る。幾つかの場合、第2光検出装置でのLCOM信号の検出は、例えば、（例えば、図8Aの如く）第1光検出装置でのそのLCOM信号の検出に続く幾つかの時間で実行され得る。すなわち、幾つかの実施形態においては、第1及び第2光検出装置を介した検出が連続的に行われ得る。幾つかのそのような場合、第1及び第2光検出装置の一つのみが、ある時間にLCOM信号の検出を実行し得る。幾つかの他のそのような場合、第1及び第2光検出装置の一つがLCOM信号の検出を実行し、第1及び第2光検出装置の他方が、より遅い時間でLCOM信号の同時の検出の実行を開始し得る。幾つかの他の場合、第2光検出装置でのLCOM信号の検出は、例えば（例えば、図8Bの如く）第1光検出装置でのそのLCOM信号の検出と同一の時間で実行され得る。すなわち、幾つかの実施形態においては、第1及び第2光検出装置を介した検出が同時に行われ得る。幾つかのそのような場合、第1及び第2光検出装置の両方が、同一の時間でLCOM信号の検出の実行を開始し得る。幾つかの実施形態においては、第1及び/又は第2光検出装置を介した検出は、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、連続的に、周期的に、又は他の態様で実行され得る。

30

40

【0092】

幾つかの場合、第1及び第2LCOMデータは、一部又は全体において、お互いに異なり得る。幾つかの他の場合、第1及び第2LCOMデータは、一部又は全体において、お互いに重複し得る。幾つかの場合、第1及び第2LCOMデータの一つ又は両方が、（例えば、画像取得装置250により検出可能な）低速LCOMデータであり得る。幾つかの場合、第1及び第2LCOMデータの一つまたは両方が（例えば、周囲光センサー265に

50

より検出可能な)高速LCOMデータであり得る。幾つかの実施形態においては、第1及び第2光検出装置のいずれか又は両方が、あるLCOM信号の検出、復号、及び/又は分析の少なくとも一つにตอบสนองして有効化(イネーブル)され得る。幾つかの実施形態においては、第1及び第2光検出装置のいずれか又は両方が、あるLCOM信号の検出、復号、及び/又は分析の少なくとも一つにตอบสนองして無効化(ディスエーブル)され得る。

【0093】

図8A及び8Bの方法の多数のバリエーションがこの開示に照らして明らかになる。理解されるように、また幾つかの実施形態においては、図8Aに示された機能ボックス(例えば、801;803;805;807;809;811)のそれぞれと、図8Bに示された機能ボックス(例えば、821;823;825)のそれぞれが、例えば、モジュール又はサブモジュールとして実施でき、1以上のプロセッサ220により実行され、又は他の態様で動作される時、本明細書で記述される関連の機能が実行されることを生じさせる。モジュール/サブモジュールは、例えば、ソフトウェア(例えば、1以上のコンピューター読み取り可能媒体に記憶された実行可能な指令)、ファームウェア(例えば、ユーザーからの入力を受け付け、ユーザーリクエストにตอบสนองを提供するI/O機能を有し得る、マイクロコントローラー又は他の装置の埋め込みルーチン)、及び/又はハードウェア(例えば、ゲートレベルロジック、フィールド・プログラマブル・ゲートアレイ、専用シリコンなど)として実施され得る。

【0094】

先述のように、図8A~8Bのフローの第1及び第2光検出装置のいずれか又は両方が、幾つかの実施形態においては、コンピューター装置200の画像取得装置250(例えば、前向き画像取得装置252;後向き画像取得装置254)であり得る。その特定の構成に依存して、ある画像取得装置250は、数百万ピクセル(ある目標用途又は最終用途に望まれるように、例えば、1,000×1,000以上のピクセル)を検出することができ、他方、より一般的な間隔において、周囲光センサー265は、その光学系を介して到来する光の平均値のみを検出することができる、単一ピクセル画像取得装置として理解される。従って、この開示に照らして理解されるように、例えば、LCOM信号を検出することに周囲光センサー265を除外して(又はさもなければ周囲光センサー265に優先して)前向き画像取得装置252を用いることが望ましい広範囲の状況がある。

【0095】

例えば、この開示に照らして理解されるように、LCOM基準の屋内ナビゲーションを開始するのに、屋内ナビゲーションマップのために正確及び信頼性高い参照点の計算を確実にすることが望ましいだろう。更に理解されるように、前向き画像取得装置252は、一般的に、周囲光センサー265よりもその目的のためにより良く合うかもしれない。従って、幾つかの実施形態においては、前向き画像取得装置252は、例えば、LCOM基準の屋内ナビゲーションのある参照点を計算する目的のための初期のポジショニング決定の過程でLCOM情報を収集することに周囲光センサー265を除外して(又はさもなければ周囲光センサー265に優先して)用いられ得る。前向き画像取得装置252が周囲光センサー265よりも低いサンプリングレートを有し、また従って、受け取ったLCOM信号の復号が長くかかり得るが、ユーザーは、一般的に、屋内ナビゲーションプロセスの開始で時間の遅延により寛容であり、開始のために時間がかかり得るものと理解する。

【0096】

この開示に照らして理解されるように、LCOM基準の屋内ナビゲーションセッションの過程で、コンピューター装置200は、例えば、近隣のLCOM有効照明器具100間のクロストール又はコンピューター装置200とある送信側のLCOM有効照明器具100間の乏しいレートの線状配列から帰結する、(例えば、周囲光センサー265を介して)信頼性低いLCOMデータを検出し得る。幾つかの実施形態においては、もし信頼性低いLCOM信号が検出されるならば、前向き画像取得装置252は、周囲光センサー265抜きで(又はさもなければ周囲光センサー265に優先して)用いられ、例えば、(1)どのLCOM有効照明器具100がどのLCOM信号を送信しているかを決定することに

10

20

30

40

50

より如何なるLCOMクロストークも解決し、及び/又は、(2)(本明細書で論述のように)あるLCOM有効照明器具100に関してコンピューター装置200を配列することにユーザーを補助する。更に理解されるように、例えば、利用可能なLCOM信号からの信頼性高く及び正確な絶対位置の計算の目的のため、これらの条件を満足することが望ましく、また、幾つかの場合、前向き画像取得装置252は、一般的に、その目的のために周囲光センサー265よりもより良く合うかもしれない。クロストークを解消した後、幾つかの実施形態においては、例えば、利用可能なLCOM信号(群)を決定するのに前向き画像取得装置252の利用が継続され得る。

【0097】

幾つかの実施形態においては、前向き画像取得装置252は、例えば、周期的な間隔、ユーザー設定可能間隔、又はさもなければある目標用途又は最終用途に望まれる頻度であるLCOM有効照明器具100から信頼性高い及び正確なLCOMデータを収集するのに、周囲光センサー265を除いて(又はさもなければ周囲光センサー265に優先して)用いられ得る。幾つかの場合、これは、コンピューター装置200のシステムリソース(例えば、ハードウェア、ソフトウェア、及び/又はファームウェア)の労力の低減、さもなければ、コンピューター装置200のための最も便利な時間でより高いリソース使用の期間の計画に役立つ得る。

【0098】

また、先に記述のように、図8A~8Bのフローの第1又は第2光検出装置のいずれかは、幾つかの実施形態においては、コンピューター装置200の周囲光センサー265であり得る。その特定の構成に依存して、周囲光センサー265は、たった24~60FPSの相対的に限られたフレームレートを有し得る前向き画像取得装置252よりも高いサンプリングレート(ある目標用途又は最終用途に望まれるように、例えば、約300Hz以上)でサンプリング可能であり得る。また、その特定の構成に依存して、周囲光センサー265の読み込み/サンプリングは、ホストコンピューター装置200によりホストされた前向き画像取得装置252の読み込み/サンプリングと比較して、ホストコンピューター装置200のより少ないシステムリソース(例えば、ハードウェア、ソフトウェア、及び/又はファームウェア・リソース)を消費し得る。更には、その特定の構成に依存して、周囲光センサー265及び前向き画像取得装置252がお互いに別個であり、従って、光の検出において周囲光センサー265の使用が、画像データを取得する(例えば、写真/ビデオを撮る;コードをスキャンする)ために前向き画像取得装置252を使用する機能を制限しない。従って、この開示に照らして理解されるように、従って、この開示に照らして理解されるように、例えば、LCOM信号を検出することに前向き画像取得装置252を除外して(又はさもなければ前向き画像取得装置252に優先して)周囲光センサー265を用いることが望ましい広範囲の状況がある。

【0099】

幾つかの実施形態においては、周囲光センサー265は、例えば、利用可能なLCOM有効照明器具100からのLCOM信号のために周囲の環境を絶えずモニタリングするため、前向き画像取得装置252を除外して(又はさもなければ前向き画像取得装置252に優先して)用いられ得る。このことは、例えば、コンピューター装置200が絶えず、さもなければ頻度良く動きまわる場合には望ましいかもしれない。また、この開示に照らして理解されるように、周囲光センサー265は、前向き画像取得装置252よりもポーリングするのに相対的に簡単であり得る。一例の場合、周囲光センサー265は、周囲の環境から検知される光パターンの変化(例えば、相対的な変化又は粗い更新(coarse update))を検出し得、コンピューター装置200が、異なる送信側のLCOM有効照明器具100の近くの場合に移動したことを意味する。幾つかのそのような場合、前向き画像取得装置252は、その後、例えば、幾つかの実施形態に係る近くのLCOM有効照明器具100と信頼性のある信号を確立するために用いられ得る。

【0100】

幾つかの実施形態においては、例えば、周囲光センサー265は、例えば、コンピューター

10

20

30

40

50

ー装置 200 の突然の動きによって生じた中断の過程で前向き画像取得装置 252 により受け取られた L C o m データストリームのエラーを収集するのに、前向き画像取得装置 252 を除いて（又は前向き画像取得装置 252 に優先して）用いられ得る。この目的のため、周囲光センサー 265 は、例えば、幾つかの実施形態において、喪失した L C o m データを補完する（fill in）べく、ある送信側の L C o m 有効照明器具 100 からの光パルスを検出するために用いられ得る。例えば、コンピューター装置 200 が傾斜され、前向き画像取得装置 252 の F O V 内に当初は存在したある L C o m 有効照明器具 100 がもはや、一時的又は他の態様で F O V 内に存在しない場合を検討する。幾つかの場合、周囲光センサー 265 は、少なくとも幾分、その L C o m 有効照明器具 100 とアライメントされており、従って、例えば、幾つかの実施形態においては、前向き画像取得装置 252 が再び十分にそこにアライメントされるまで、L C o m 有効照明器具 100 から L C o m 信号を検出するのに用いられ得る。また、コンピューター装置 200 がジャイロセンサー 267 を含む場合、幾つかの実施形態においては、如何様に喪失した L C o m データを補完するかについて知的な決定を為すべく傾斜角及び他の情報がコンピューター装置 200 に利用可能であろう。

【 0 1 0 1 】

幾つかの実施形態においては、周囲光センサー 265 は、例えば、高速 L C o m データ信号の存在を検出するために高速でサンプリングするため、前向き画像取得装置 252 抜きで（又はさもなければ前向き画像取得装置 252 に優先して）用いられ得る。例えば、幾つかの実施形態において、L C o m 有効照明器具 100 が、当初、コンピューター装置 200 の前向き画像取得装置 252 により検出可能な比較的遅いパルス速度で（その位置及び/又は他の屋内ナビゲーション情報といった）L C o m データを送信し、続いて、コンピューター装置 200 の周囲光センサー 265 で検出可能な比較的速いパルス速度で（ストア内販促特別/セール及び/又は他の屋内ナビゲーション情報といった）追加の L C o m データを送信する一例の場合を検討する。この目的のため、その特定の構成に依存して、周囲光センサー 265 は、一般的に、高速光パルスを検出するのに概して前向き画像取得装置 252 よりもより良く合うだろう。説明のため、本開示の実施形態に係る 2 つの別々の送信側の L C o m 有効照明器具 100 から L C o m 信号入力を受け取る前向き画像取得装置 252 の拡大されたピクセル出力の 2 つの画像フレームの例である図 8 C 及び 8 D を検討する。ここで実証されるように、2 つの異なる画像フレームの間で（一つのフレームが時刻 t_1 ; 他方のフレームが 66ms 遅い時刻 t_2 ）、2 つのソースの L C o m 有効照明器具 100 により送信された L C o m 信号のパルス光が、例えば、 30FPS 又は 60FPS のフレームレートを有する前向き画像取得装置 252 のピクセル出力のフレームに亘り有効に検出されない。逆に、本開示の実施形態に係る 2 つの別々の送信側の L C o m 有効照明器具 100 から L C o m 信号入力を受け取る周囲光センサー 265 の一例の出力信号を示す周波数を関数とする電力比のグラフである図 8 E を検討する。ここで実証されるように、ソースの L C o m 有効照明器具 100 から送信された L C o m 信号のパルス光が、例えば、 300Hz のサンプリングレートを有する周囲光センサー 265 のグラフ化された出力（ 66ms に亘る 20 のプロットされたデータ点）から証拠付けられるように、周囲光センサー 265 により明瞭に検出される。幾つかの場合、高速 L C o m 信号の検出のための周囲光センサー 265 の使用が、スマートフォン又は他のモバイルコンピューター装置といったコンピューター装置 200 にハードウェア及び/又はドライバーの変更の必要を抑制又はさもなければ低減することに役立ち得る。

【 0 1 0 2 】

この開示に照らして理解されるように、コンピューター装置 200 の前向き画像取得装置 252 は、コンピューター装置 200 により（例えば、その広範囲の異なるアプリケーション 216 のいずれかにより）多数の異なる方法で用いられ得る。そのために、ユーザーは、L C o m が有効な間に一時的又は他の態様でコンピューター装置 200 の幾つかの他の機能を利用することを望む場合があり得る。例えば、一例の場合、ユーザーは、製品のバーコード又はクイックレスポンス（QR）コードをスキャンするべくコンピューター装

10

20

30

40

50

置 200 を用いることを望む。幾つかのそのような場合、その目的のため、コンピューター装置 200 は、前向き画像取得装置 252 を無効化し、後向き画像取得装置 254 を有効化し得る。別の例の場合、ユーザーは、通話し、又は、幾つかの他の通信セッションに加わるべくコンピューター装置 200 を利用することを望む。幾つかのそのような場合、その目的のため、コンピューター装置 200 は、前向き画像取得装置 252 及び後向き画像取得装置 254 の一つ又は両方を無効化し得る。従って、幾つかの実施形態においては、周囲光センサー 265 は、例えば、到来する L C o m 信号を検出し、そのようなシナリオにおいて L C o m を有効に維持するため、前向き画像取得装置 252 抜きで（又はさもなければ前向き画像取得装置 252 に優先して）用いられ得る。

【 0 1 0 3 】

この開示に照らして更に理解されるように、L C o m 信号を検出するのに前向き画像取得装置 252 と周囲光センサー 265 を一緒に互いに用いることが望ましい広範囲の状況もある。例えば、幾つかの実施形態においては、周囲光センサー 265 は、その F O V 内の送信された L C o m 光パルスを検出するために用いられ、前向き画像取得装置 252 が、最も支配的な L C o m 信号のソースである L C o m 有効照明器具 100 の場所を決定するために用いられ得る。幾つかの実施形態においては、どこに送信側の L C o m 有効照明器具 100 が設けられ、またそれにより送信されている L C o m データを決定するため、この情報が結合及び復号され得る。

【 0 1 0 4 】

その特定の構成に依存して、周囲光センサー 265 は、前向き画像取得装置 252 よりも速く L C o m 光パルスをサンプリングすることができ、また、前向き画像取得装置 252 は、より即時にソースの L C o m 有効照明器具 100 を検出することができ得る。従って、幾つかの実施形態においては、周囲光センサー 265 が高周波数の L C o m データ信号を検出するために用いられ、他方、前向き画像取得装置 252 は、その高速 L C o m データのソースの L C o m 有効照明器具 100 を解明（分解）するために用いられ、コンピューター装置 200 は、高速 L C o m 信号を復号するのに両方の情報部分を利用できる。例えば、前向き画像取得装置 252 がその F O V 内に 2 つの隣接した L C o m 有効照明器具 100 を有する例の場合を検討し、一つがコンピューター装置 200 の左側であり、他方がコンピューター装置 200 の右側である。幾つかの実施形態においては、前向き画像取得装置 252 により収集された L C o m データに基づいて、コンピューター装置 200 は、隣接した L C o m 有効照明器具 100 の一つに向けてそれを傾斜する指令を提供し、周囲光センサー 265 は、次に、前向き画像取得装置 252 により提供され得るよりも比較的に高速で光パルスを検知するために用いられ得る。幾つかの実施形態においては、コンピューター装置 200 は、次に、どの L C o m 有効照明器具 100 が通信しているかを特定し、従って、如何様に周囲光センサー 265 により検出された L C o m 光パルスを用いるかを決定し得る。同様に、前向き画像取得装置 252 は、幾つかの実施形態においては、クロストークを最小化さもなければ低減するために、いつ別の L C o m 有効照明器具 100 よりもある L C o m 有効照明器具 100 にその周囲光センサー 265 が十分に近づくかといった、いつ周囲光センサー 265 をリードするかを決定するために用いられ得る。

【 0 1 0 5 】

幾つかの場合、前向き画像取得装置 252 が、例えば、前向き画像取得装置 252 が、例えば、上方の送信側の L C o m 有効照明器具 100 に向けられる時、L C o m 有効照明器具 100 とその後景の間のコントラストが際立ち（st Ark）、前向き画像取得装置 252 の自動露出設定が素早く解除され、変動するノイズ・フロア（ノイズレベル）をもたらし得る。従って、幾つかの実施形態においては、周囲光センサー 265 により検出される周囲光レベルが、前向き画像取得装置 252 の露出設定を制御するために用いられ、これにより、ノイズ・フロアにおける変化を最小化又はさもなければ低減することに役立つ。しかしながら、本開示は、そのように限定されず、幾つかの実施形態においては、前向き画像取得装置 252 が、一部又は全体において、測定されたピクセルに基づいて、それ自体を校正するために構成され得る。

10

20

30

40

50

【0106】

一例のシナリオにおいては、ユーザーは、LCOM有効場所（例えば、LCOM有効照明器具100を有する店又は他の敷地）に侵入し、関心の商品を探す。LCOM有効場所内に入るや、ユーザーは、コンピューター装置200上の屋内ナビゲーション・アプリケーション216を開始し、関心の商品へ彼/彼女を案内する。屋内ナビゲーション・アプリケーション216が開かれると、コンピューター装置200の前向き画像取得装置252が、上方又はさもなければ近くの送信側のLCOM有効照明器具100からのLCOM信号をそのFOV内で探索し得る。LCOM信号の検出時、ソースのLCOM有効照明器具100の空間の正確な場所が、LCOM信号を介してコンピューター装置200により受け取られ得る。コンピューター装置200は、次に、例えば、（1）ソースのLCOM有効照明器具100から送信されたLCOM信号を介して受け取られた場所情報；及び/又は（2）（例えば、コンピューター装置200のジャイロセンサー267により提供される傾斜情報といった）コンピューター装置200によりホストされた1以上のセンサー260により提供される情報を用いて、その現在の位置を計算し得る。初期のナビゲーション場所が計算されると、コンピューター装置200は、周囲光センサー265でLCOM信号をモニタリングし、販促特別品、校正データ、及び/又は任意の他のデータといった追加の情報を収集するように切り替わり得る。他方、前向き画像取得装置252は、受け取ったLCOM信号を復号すること、及び/又は、状況の変化を検出することを補助するべく、近くのLCOM有効照明器具100のモニタリングを継続し得る。この時、コンピューター装置200は、ある近くのLCOM有効照明器具100から首尾良く全ての上方を収集し、また、コンピューター装置200のナビゲーション・アプリケーション216は、ユーザーを前方に案内する準備ができています。ユーザーがLCOM有効場所内で動く時、周囲光センサー265は、連続してLCOM信号のモニタリングをし、また、コンピューター装置200が異なる送信側のLCOM有効照明器具100の下又はさもなければ近くに移動したことを示す送信パターンの変化を探索し得る。変化が検出される時、前向き画像取得装置252は、オンラインに戻り、そのFOV内のLCOM有効照明器具100の新しい配向を確立し、また、いつ利用可能なLCOM信号を検出することに進むかを周囲光センサー265に知らせる。他方、前向き画像取得装置252は、利用可能な、遅い、基本のLCOMデータを確実に検出し得る。前向き画像取得装置252と周囲光センサー265のこの切り替えは、幾つかの実施形態においては、オン・サイトLCOM有効照明器具100からの確実な高速のLCOMデータ解釈を達成するため、ユーザーの屋内ナビゲーション体験を通じて継続し得る。

【0107】

また別の一例のシナリオにおいては、前向き画像取得装置252と周囲光センサー265が（例えば、2つの間での切り替えよりは）同時に用いられ得る。ここで、前向き画像取得装置252は、どのLCOM有効照明器具100が光出力ソースであるかを決定し、また周囲光センサー265は、任意の利用可能な高周波数LCOM信号を検出し得る。これは、ある送信側のLCOM有効照明器具100に関してユーザーを方向付けるコンピューター装置200により計算されるべき粗な方向付けを許容し得る。例えば、前向き画像取得装置252は、送信側のLCOM有効照明器具100がコンピューター装置200のいくらか前方の距離にあるものと推定し、他方、周囲光センサー265は、ソースのLCOM有効照明器具100が空間の座標のあるセットにあるとのLCOM信号を検出し得る。幾つかの実施形態において、そのようなデータを用いることで、コンピューター装置200（従って、もし存在するならば、そのユーザー）の場所が決定される。

【0108】

しかしながら、前向き画像取得装置252のみを用いること又はさもなければ周囲光センサー265に優先して前向き画像取得装置252を用いることに関する本明細書で記述の任意の例の状況、シナリオ、使用がそのように限定されず、幾つかの実施形態においては、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、前向き画像取得装置252と周囲光センサー265の組み合わせが、あるそのような状況、シナリオ、使用にて使用可能であるこ

10

20

30

40

50

とに留意されたい。同様、周囲光センサー 265 のみを用いること又はさもなければ前向き画像取得装置 252 に優先して周囲光センサー 265 を用いることに関する本明細書で記述の任意の例の状況、シナリオ、使用がそのように限定されず、幾つかの実施形態においては、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、前向き画像取得装置 252 と周囲光センサー 265 の組み合わせが、あるそのような状況、シナリオ、使用にて使用可能であることを留意されたい。同じく、周囲光センサー 265 と前向き画像取得装置 252 の組み合わせに関する本明細書で記述の任意の例の状況、シナリオ、使用がそのように限定されず、幾つかの実施形態においては、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、前向き画像取得装置 252 又は周囲光センサー 265 が排他的又は優先して、あるそのような状況、シナリオ、使用にて使用可能であることを留意されたい。本明細書に開示の技術の多数の構成及び用途が、この開示に照らして明らかになる。

10

【0109】

幾つかの場合、本明細書に開示の技術の使用が、前向き画像取得装置 252 により提供される様々な利益、及び/又は、ホストコンピューター装置 200 の周囲光センサー 265 により提供される様々な利益の有効な使用から引き出される利益を実現し得る。幾つかの場合、開示の技術の使用は、ある送信側の LCom 有効照明器具 100 とある受信側のコンピューター装置 200 の間の確かな LCom リンク及び/又は LCom データ転送レートを提供し得る。幾つかの実施形態は、例えば、屋内ナビゲーション及び/又は他のナビゲーション及びポジショニング状況に有用である信頼性ある正確な LCom データを提供し得る。幾つかの実施形態は、スマートフォン又は他のモバイルコンピューター装置といったコンピューター装置 200 にネイティブな又はさもなければ既に存在する構成素子を用い得る。

20

【0110】

LCom におけるラスタ線アライメントのための技術

光基準通信においてカメラを用いてパルス光を復号する既存技術は、幾何寸法に関する推定を行い、パルス光源の直下又はまさに前方に位置する受信側のカメラを持つことに依存することを伴う。更には、これらの既存アプローチでは、パルス速度が厳しく制限され、光伝送が受信側のカメラの多数のラスタ線により検出され、信号対ノイズ比 (SNR) が十分に低く維持される。これは、受信側のカメラは、光源間のピクセル空間、従って、光信号間の遅延を知らず、従って、最悪のシナリオが推測されるからである。

30

【0111】

本明細書で論述のように、幾つかの実施形態においては、ある LCom 有効照明器具 100 は、その絶対位置に関する情報を送信するように構成され、その情報は、コンピューター装置 200 により用いられ、送信側の LCom 有効照明器具 100 へのその近さに基づいてその場所を決定する。従って、ある LCom 有効照明器具 100 により送信された情報は、幾つかの実施形態においては、例えば、既存の GPS 基準及び WPS 基準のナビゲーション技術と比較して、高められた精度を呈する屋内ナビゲーションを提供するために用いることができる。しかしながら、この開示に照らして理解されるように、LCom を用いた首尾良い屋内ナビゲーションは、少なくとも部分的に、屋内ナビゲーションプロセスに伴われるある送信側の LCom 有効照明器具 100 に対するコンピューター装置 200 のある画像取得装置 250 のイメージセンサーの適切なアライメントに依存し得る。

40

【0112】

従って、また幾つかの実施形態においては、両者の間で確かな LCom を確立するため、送信側の LCom 有効照明器具 100 に対するある画像取得装置 250 (例えば、前向き画像取得装置 252 ; 後向き画像取得装置 254) の適切なラスタ線アライメントを提供するために技術が開示される。本明細書で記述のように、幾つかの場合、適切なアライメントは、(例えば、コンピューター装置 200 及び/又は他の適したコントローラーにより) 自動的に提供可能である。幾つかの場合、適切なアライメントは、ユーザーにより提供される。ユーザーがアライメントプロセスに巻き込まれる幾つかの場合、コンピューター装置 200 は、ある送信側の LCom 有効照明器具 100 に対してそれを適切にアラ

50

イメントするプロセスにおいてユーザーを指示又はさもなければ案内するように構成され得る。幾つかの場合、本明細書に開示のラスタ線アライメント技術が用いられ、例えば、首尾良いLCOM信号送信、ポーレート、SNR、全システムパフォーマンス、及び/又はエラーレートの改善が実現する。幾つかの実施形態においては、本明細書に開示のラスタ線アライメント技術は、例えば、コンピューター装置200が信号キャリアー（例えば、LCOM信号）が存在することを検出し、その装置200が、ゼロ又はほんの一部のLCOMデータを受信し、従って、検出された信号のLCOMデータを復号できないシナリオにて利用可能である。幾つかの場合、開示されたラスタ線アライメント技術は、例えば、コンピューター装置200とLCOM有効照明器具100の間でLCOMが確立されるが、（例えば、インターネットブラウジング、ビデオ・ストリーミング、又は高いLCOMデータスループットを伴う他のアプリケーションのため）不十分なLCOMスループットであるシナリオにおいて使用可能である。

10

【0113】

図9Aは、本開示の実施形態に係る、送信側のLCOM有効照明器具100に対する画像取得装置250の適切なアライメントを達成するための指令を提供する方法を示すフローチャートである。見て分かるように、フローは、ブロック901で開始し、LCOM信号を送信するLCOM有効照明器具100の周辺環境を調査する。この目的のため、前向き画像取得装置252、後向き画像取得装置254、及び/又は周囲光センサー265のいずれかが用いられ得る。幾つかの場合、ある画像取得装置250は、LCOM光パルスの検出を促進するようにローリング・シャッター・画像取得（rolling shutter image capture）を実行し、従って、（あるならば）そのFOV内のどのLCOM有効照明器具100がアクティブにLCOM信号を送信しているかを決定し得る。ローリング・シャッター・画像取得を実行するにおいて、画像取得装置250のイメージセンサーは、ラスタ線間で休止しつつ連続のラスタ線（例えば、連続のピクセル行）をスキャンし、次の画像フレーム（例えば、ピクセルの行列の完全な集合）のタイミングの直前に先のラスタ線が収集される。従って、画像フレームに100本のラスタ線がある例の場合を検討する。もし画像取得装置250が30FPSのフレームレートで動作するならば、各画像フレームは、1/30秒（約0.033秒）の長さであり、ラスタ線を収集する間の時間遅延が約0.033秒/100ラスタ線（約0.00033秒/ラスタ線）である。ローリング・シャッター・画像取得を用いることにより、如何なる瞬間的な光（light transients）も収集され得る。なぜなら、任意の特定の時間で、画像取得装置250の幾つかのピクセルが光を収集するためである。この開示に照らして理解されるように、イベントのタイミングが命じられ、これによりラスタ線が光変化（群）を検出する。従って、上記した例の条件を仮定すれば、もしあるLCOM有効照明器具100の光出力が300Hzのパルスならば、コンピューター装置200の画像取得装置250の10ラスタ線毎に変化が検出されるだろう。

20

30

【0114】

その後、フローは、ブロック903の如く継続し得る。コンピューター装置200によりLCOM信号が検出されないならば、次に、フローは、望まれるならば、ブロック901に戻り、再び、周辺環境の調査が実行される。もしコンピューター装置200によりLCOM信号が検出されるならば、フローは、ブロック905の如く継続し、FOV内の1以上の送信側のLCOM有効照明器具100（以降、対象の1以上のLCOM有効照明器具100と呼ばれる）に対する画像取得装置250のアライメントを決定する。

40

【0115】

ラスタ線アライメントの決定をするにおいて、幾つかのパラメーターがコンピューター装置200により（例えば、その1以上のプロセッサ220により）計算又はさもなければ決定される。まず、コンピューター装置200の画像取得装置250のFOV内の対象のあるLCOM有効照明器具100の位置が決定される。この目的のため、LCOM有効照明器具100を有効なLCOMデータのソースとして十分にするため、LCOM有効照明器具100が画像取得装置250（例えば、前向き画像取得装置252；後向き画像取

50

得装置 254) の F O V 内に完全に存在することを確保することが望ましいだろう。幾つかの場合、これは、さもなければ場所の誤った決定を生じ得る遠い L C o m 有効照明器具 100 の反射といった、L C o m 信号の誤ソースを検出するコンピューター装置 200 の影響 (susceptibility) を最小化又はさもなければ低減することに役立つ。幾つかの場合、その周囲 (例えば、天井、壁、実装面など) と比較される対象のある L C o m 有効照明器具 100 の輝度のコントラストが、その場所を決定するプロセスのために L C o m 有効照明器具 100 の明確な輪郭の特定を促進し得る。

【 0 1 1 6 】

第 2 に、対象の 1 以上の L C o m 有効照明器具 100 の幾何形状が決定され得る。この目的のため、ある L C o m 有効照明器具 100 の最長寸法 (L) が決定され得る。幾つかの場合、最長寸法 (L) は、対象の L C o m 有効照明器具 100 の形状を観察することにより、信頼性高く特定され得る。対象の 1 以上の L C o m 有効照明器具 100 の幾何形状を検出するため、ある画像取得装置 250 は、(例えば、上述した調査で用いられるローリング・シャッター・画像取得モードから切り替えて) 通常のシャッター画像取得を実行し、これは、光パルスよりも十分に長い時間 (従って、一時的に光パルスを見捨てる)、画像取得装置 250 のイメージセンサーをアクティブのままにし、従って、対象の 1 以上の L C o m 有効照明器具 100 の配向の明確な画像を生成する。

10

【 0 1 1 7 】

第 3 に、対象の 1 以上の L C o m 有効照明器具 100 のペア配置が観察されるならば、その構成要素である L C o m 有効照明器具 100 の配向が決定される。この目的のため、ペア配置の 2 つの L C o m 有効照明器具 100 が、L C o m シーケンスの開始で遅くパルス送信し、ある画像取得装置 250 のミスアライメントされたラスタ領域でも 2 つの L C o m 有効照明器具 100 の配向を検出することができる。幾つかの場合、ここで決定された配向情報は、2 つの構成要素の L C o m 有効照明器具 100 が、例えば、その長い寸法 (L) に応じて平行又は連続して、配列されている事実といった L C o m 有効照明器具 100 のペア配置に関する追加の情報により補足され得る。

20

【 0 1 1 8 】

第 4 に、画像取得装置 250 のラスタ方向が決定され得る。ラスタ方向は、コンピューター装置 200 の画像取得装置 250 (例えば、前向き画像取得装置 252 ; 後向き画像取得装置 254) の特定の構成により、固有に設計された一定のハードウェアパラメーターであり得る。しかしながら、幾つかの他の場合、例えば、どのように画像取得装置 250 がフレーム内のピクセルをアドレスし、及び / 又は、どのように画像取得装置 250 が、ホストコンピューター装置 200 内で又はさもなければそれに関して自身を回転させるかということに関して、ラスタ方向が調整可能であり得る。

30

【 0 1 1 9 】

対象の 1 以上の L C o m 有効照明器具 100 の位置、幾何形状、及び / 又は配向の決定の後、画像取得装置 250 (例えば、前向き画像取得装置 252 ; 後向き画像取得装置 254) のラスタ方向が、その情報と比較され、対象の 1 以上の L C o m 有効照明器具 100 に対する画像取得装置 250 のアライメントを正確に決定する。図 9 B は、本開示の実施形態に係る、組み合わせられた送信側の L C o m 有効照明器具 100 のデュアル配置とコンピューター装置 200 の前向き画像取得装置 252 のラスタ方向の間の不適切なアライメントのシナリオ例を示す。ここで、対象の 2 つの L C o m 有効照明器具 100 がお互いに実質的に平行に配列され、前向き画像取得装置 252 のラスタ線が、一度にたった一つの構成要素の L C o m 有効照明器具 100 のみを検出し、不完全なデータ移行に帰結する。他方、図 9 C は、本開示の実施形態に係る、組み合わせられた送信側の L C o m 有効照明器具 100 のデュアル配置とコンピューター装置 200 の前向き画像取得装置 252 のラスタ方向の間の適切なアライメントのシナリオ例を示す。ここで、前向き画像取得装置 252 のラスタ線は、一度に両方の構成要素の L C o m 有効照明器具 100 を検出し、有効なデータ移行に帰結する。

40

【 0 1 2 0 】

50

幾つかの実施形態においては、画像取得装置 250 とある送信側の LC om 有効照明器具 100 の間のアライメントの決定が、復号された LC om 信号の品質を測定することを伴い得る。この目的のため、幾つかの場合、1 以上の送信側の LC om 有効照明器具 100 の取得画像が、画像取得装置 250 の単一の CMOS 画像フレーム内で全体の LC om データパケットを包含することを確保することが望ましいかもしれない。幾つかの場合、検出された LC om 信号の最適性（又は他の品質計量）が、例えば、（1）固有の送信側の LC om 有効照明器具 100 に対応するラスタースキャン線の量又はコヒーレントピクセルの全数、（2）画像取得装置 250 のラスタースキャン線の固定のスキャン時間、（3）送信側の LC om 有効照明器具 100 により送信された LC om データの固定のパケット長、及び / 又は（4）コンピューター装置 200 のある画像取得装置 250 の配向（例えば、これは、一部又は全体において、ホストユーザー又は他のホストプラットフォームの位置に依存し得る）といった多数の要因に依存し得る。更に理解されるように、幾つかの場合、スキャン時間及びパケット長は、一般的に、固定されたパラメーターであり、他方、ラスタースキャン線の量又はコヒーレントピクセルの全数は、測定される量であり、画像取得装置 250 の配向は、ある目標用途又は最終用途に望まれるように、ユーザーが設定又はさもなければ変更可能であろう。

【0121】

その後、フローは、ブロック 907 の如く継続し、（例えば、最適又はさもなければ目標アライメントと比較して）画像取得装置 250 とある送信側の LC om 有効照明器具 100 の間でミスアライメントがあるか否か決定する。幾つかの実施形態においては、そのような決定が、画像取得装置 250 の最適又は他の望ましい位置及び / 又は配向の計算を伴い得る。この目的のため、送信側の LC om 有効照明器具 100 の幾何形状の最長寸法（L）が、コンピューター装置 200 の画像取得装置 250 のラスタースキャン方向に実質的に（例えば、正確に又はさもなければある公差内で）配列され得る。幾つかの場合、ラスタースキャン線は、送信側の LC om 有効照明器具 100 の最長寸法（L）に実質的に（例えば、正確に又はさもなければある公差内で）垂直であり得る。幾つかの実施形態においては、送信側の LC om 有効照明器具 100 毎のコヒーレントピクセルの量が連続的にカウントされ得る。従って、もしコンピューター装置 200 が動かされてカウントが増加するならば、LC om 信号強度が改善したことを表す。カウントが減少すれば、LC om 信号強度が弱まったことを表し、また、（例えば、コンピューター装置 200 によりカウントされるコヒーレントピクセルの量を最大化することにより）LC om 信号強度を高めるためには画像取得装置 250 をその先の位置及び / 又は配向に戻すことが望ましいだろう。この開示に照らして理解されるように、ある既知の LC om 有効照明器具 100 の幾何形状について、もし障害物が画像取得装置 250 のイメージセンサーを妨げるならば、画像取得装置 250（又はさもなければコンピューター装置 200）を動かし、（例えば、ラスタースキャン方向において）送信側の LC om 有効照明器具 100 の全体が検出されることが望ましいだろう。更に理解されるように、幾つかの場合、例えば、データ・ストリーミング（例えば、高い LC om データスループット）が望まれるシナリオにおいて、ポジショニングを最適化することが望ましいだろう。

【0122】

もし画像取得装置 250 が対象の 1 以上の LC om 有効照明器具 100 にミスアライメントされていないならば、望まれるならば、フローは、ブロック 901 に戻り、再び、周辺環境の調査が行われ得る。もし画像取得装置 250 が対象の 1 以上の LC om 有効照明器具 100 にミスアライメントされると決定されるならば、フローは、ブロック 909 の如く継続し、どのように画像取得装置 250 を再配向するかの指令を出力して対象の 1 以上の LC om 有効照明器具 100 に対する適切なアライメントを提供する。幾つかの場合、指令は、コンピューター装置 200 に自動的にそれ自体及び / 又はその画像取得装置（群）250 の再配向（例えば、動き、回転、又はさもなければ再ポジショニング）を生じさせる（例えば、プロセッサ 220 から；コントローラー 270 から）1 以上の制御信号により為され得、この結果、（1）対象の 1 以上の LC om 有効照明器具 100 が画像取

10

20

30

40

50

得装置 250 の F O V の中心又は適切に位置付けられる；及び/又は(2)画像取得装置 250 のラスタ線が対象の 1 以上の L C o m 有効照明器具 100 に適切にアライメントされる。幾つかの場合、指令は、例えば、それがどのようにフレームのピクセルをアドレスするか、及び/又は、画像取得装置 250 がどのようにそれ自体をホストコンピュータ装置 200 内又はさもなければそれに関して回転させるかということに関して、コンピュータ装置 200 にある画像取得装置 250 のイメージセンサーの自動的なラスタ・セットアップの調整を生じさせる(例えば、プロセッサ 220 から；コントローラ 270 から)1 以上の制御信号であり得る。

【0123】

幾つかのまた他の場合、指令は、どのように手動でそれ及び/又はその画像取得装置(群) 250 を手動で再配向(例えば、動き、回転、又はさもなければ再ポジショニング)させるかをユーザーに案内するように意図されるコンピュータ装置 200 からのオン・スクリーン指令又は他のガイダンスキューであり得、この結果、(1)対象の 1 以上の L C o m 有効照明器具 100 が画像取得装置 250 の F O V の中心又は適切に位置付けられる；及び/又は(2)画像取得装置 250 のラスタ線が対象の 1 以上の L C o m 有効照明器具 100 に適切にアライメントされる。この目的のため、コンピュータ装置 200 は、(例えば、そこに提示された G U I を介して)ディスプレイ 230 を介して視覚フィードバックをユーザーに提供し得る。例えば、本開示の実施形態に係る、コンピュータ装置が、ユーザーへの視覚フィードバックでの指令を出力するように構成されたシナリオ例を示す図 9 D を検討する。ここで見て分かるように、この一例の場合、コンピュータ装置 200 のディスプレイ 230 に表示された G U I は、コンピュータ装置 200 の前向き画像取得装置 252 が、対象の L C o m 有効照明器具 100 に関して適切にアライメントされていないことを示す。ディスプレイ 230 に表示された G U I は、また、前向き画像取得装置 252 とその L C o m 有効照明器具 100 の間の適切なアライメントを提供するため、対象の L C o m 有効照明器具 100 に向かってコンピュータ装置 200 と一緒にユーザーが進むべきであることを示すオン・スクリーン・フィードバックも提供する。別の例の場合、もしコンピュータ装置 200 が、対象の 1 以上の L C o m 有効照明器具 100 がある画像取得装置 250 のラスタ線に平行に配向されていることを決定するならば、それは、(例えば、屋内ナビゲーションを継続する前に)適切なアライメントを提供するため、90°だけ画像取得装置 250 を回転させるようにユーザーに指示/案内し得る。幾つかの実施形態においては、コンピュータ装置 200 は、コンピュータ装置 200 のある画像取得装置 250 のラスタスキャンの方向に L C o m 有効照明器具 100 をアライメントするのにユーザーを補助する視覚ヘルプ(例えば、十字線のアライメント；矩形のマッチング；目標イメージ又はシルエットのアライメント；例えば、ユーザーが歩いているといった、コンピュータ装置 200 が動く場合、方向指示矢印)を提供するように構成され得る。しかしながら、本開示は、視覚フィードバックによる指令のみに限定されず、幾つかの他の実施形態のように、聴覚(例えば、オーディオ出力装置 280 から送出される音)、触覚(例えば、バイブレーションモーターといったアクチュエーターにより送出される振動)、及び/又は、任意の他の適切な種類のフィードバックが、ある目標用途又は最終用途に望まれるようにユーザーに提供され得ることに留意されたい。一例の場合、聴覚フィードバックがビー音により提供され、目標配向に近づくにつれて周波数が高められ、続いて、目標アライメントが達成される時に一定音により提供される。別の一例の場合、音声は音声コマンドを提供し、これが、ユーザーによりフォローされ、目標アライメントを達成するように再配向する。幾つかの実施形態においては、オーディオフィードバックがユーザーに提供され、例えば、位置及び/又は配向の少なくとも一つに基づく最適な L C o m 信号強さのため、最善又はさもなければ望ましい位置を提案する。他の適切なフィードバック種類が、ある用途に依存し、この開示に照らして明らかになる。

【0124】

対象の単一の L C o m 有効照明器具 100 がその光パルスを出力する場合、ある画像取得

10

20

30

40

50

装置 250 (例えば、前向き画像取得装置 252 ; 後向き画像取得装置 254) のラスタ
ー線が、その L C o m 有効照明器具 100 の最長寸法 (L) に実質的に平行 (例えば、正
確に平行又はさもなければある公差内) であることを確保することが望ましいだろう。幾
つかの場合、この種類のアライメントは、小さい横断面を単に検出することとは異なり、
アクティブなラスタ
ー線が一度により多くのパルス光を検出することを許容することによ
り、移行効果 (transient effects) を分離すること及び / 又は S N R を改善することに
役立ち得る。さもなければ、画像取得装置 250 のラスタ
ー線が送信側の L C o m 有効照
明器具 100 に対してミスアライメントされているならば、ラスタ
ー線により検出される
光の部分は非常に小さくなり、従って、より高いノイズレベルを持つことになり、S N R
に負に影響する。この目的のため、コンピューター装置 200 は、幾つかの実施形態にお
いて、例えば、最適 (又は望まれる) S N R のため、L C o m 有効照明器具 100 の最長
寸法 (L) を取得するため、画像取得装置 250 を自動的に再配向させ、及び / 又は、ど
のように再配向するか
のオン・スクリーン指令又は他のガイダンスをユーザーに提供し、
この結果、ラスタ
ー線が単一の L C o m 有効照明器具 100 に適切にアライメントする。

【 0 1 2 5 】

それらの光パルスを出力してペアとして通信する対象の L C o m 有効照明器具 100 のデ
ュアル配置の場合、例えば、反対の極性において (例えば、一つの L C o m 有効照明器具
100 がアクティブに出力し、他方の L C o m 有効照明器具 100 が遮断され、周囲光レ
ベルを一定に維持し、L C o m シーケンスの過程で近くの観察者に気付かれにくくなる)
、構成要素の L C o m 有効照明器具 100 の両方が、(例えば、図 9 B のような) コンピ
ューター装置 200 のある画像取得装置 250 (例えば、前向き画像取得装置 252 ; 後
向き画像取得装置 254) の同一のラスタ
ー線により検出されることを確保することが望
ましいだろう。さもなければ、ラスタ
ー線は、(例えば、図 9 B のように) 一つの構成要
素の L C o m 有効照明器具 100 の移行を検出するが、程度不明の時間が経過するまで、
他方の構成要素の L C o m 有効照明器具 100 の移行を検出し
ない。これは、L C o m 崩
壊に帰結し得る。なぜなら、デュアル組み合わせ配置の 2 つの構成要素の L C o m 有効照
明器具 100 の間の検出における遅延時間が、コンピューター装置 200 に不明なパラメ
ーターに依存するとすれば、移行を分析することはほぼ不可能であるためである。この目
的のため、幾つかの実施形態においては、コンピューター装置 200 は、画像取得装置 2
50 を自動的に再配向させ、及び / 又は、どのように再配向するか
のオン・スクリーン指
令又は他のガイダンスをユーザーに提供し、この結果、あるラスタ
ー線が 2 つの構成要素
の L C o m 有効照明器具 100 に適切にアライメントする。

【 0 1 2 6 】

本明細書に開示のアライメント技術は、連続的に用いられる必要はなく、むしろ、例えば
、ある屋内ナビゲーション接触の過程で生じ得るある特定の条件及び状況での使用のため
に延期され得ることに留意されたい。例えば、本幾つかの実施形態において、屋内ナビゲ
ーションセッションを開始するべく初期の L C o m 有効照明器具 100 を読み込む時、明
細書に開示の適切なアライメント技術が用いられ得る。幾つかの実施形態においては、位
置の改善が望まれる複数の L C o m 有効照明器具 100 がターゲットに十分に近い場合と
いった L C o m 信号が改善を必要とする時、明細書に開示の適切なアライメント技術が用
いられ得る。何らかの理由から、対象のある L C o m 有効照明器具 100 にコンピュー
ター装置 200 を再配向することが特に容易ではないならば、例えば、(例えば、おそらく
、より安定な、しかし十分に正確な状態に) L C o m を修正するため、画像取得装置 2 5
0 のラスタ
ー線がそこにミスアライメントされていることの決定だけが用いられ得る。

【 0 1 2 7 】

幾つかの他の実施形態においては、ある L C o m 有効照明器具 100 により放射される光
パルスのパルス周波数は、これらのパルスが、画像取得装置 250 のピクセルに関して、
組み合わせられた L C o m 有効照明器具 100 の間の間隔よりも小さくないところまで低減
され得る。例えば、画像取得装置 250 が 1 , 0 0 0 ピクセル x 1 , 0 0 0 ピクセルを検
出するように構成される一例の場合を検討する。もし 2 つの組み合わせられた L C o m 有効

10

20

30

40

50

照明器具 100 がスクリーンの半分を占めるならば、これらの間の間隔は 500 ピクセルである。倍周波数の原理を適用し、1,000 ピクセル未満で移行 (transition) が生じないことになる。そのように、例えば、30FPS のフレームレートを有する画像取得装置 250 には移行は 15Hz に限定される。そのような条件の下、LCom データの約 2 バイトが毎秒送信される。従って、経度、緯度、標高、ID、及び他の幾つかの情報の送信が数秒かかり、この間、ユーザーは、LCom データを収集しつつ組み合わせ LCom 有効照明器具 100 の近くにぼんやりた立つだろう。しかしながら、これは、ある LCom 有効照明器具 100 に対する画像取得装置 250 のラスタ線のアライメントを保証しない。画像取得装置 250 のラスタ線が LCom 有効照明器具 100 に乏しくアライメントされていたならば、一例の実施形態においては、送信速度が大きく高められ (例えば、10 ピクセルが良好な移行を宣言するとすれば、約 50 倍速く)、LCom データの 10 バイトの LCom 送信に一秒よりも僅かな時間を要するだけだろう。

10

【0128】

幾つかの実施形態は、光基準通信において典型的に SNR 検討に課され得るパルス速度の制限を回避又はさもなければ低減し得る。結果として、幾つかの場合、より速いパルス速度が、ある LCom 信号の送信のために必要な時間幅を低減し、従って、それにより送信された任意の LCom データの成功裡の受信を確保するため、ユーザーが送信側の LCom 有効照明器具 100 の近くで待たなければならない時間量を低減する。幾つかの実施形態は、単一の LCom 有効照明器具 100 及び / 又は LCom 有効照明器具 100 のペア配置により送信された LCom 信号の確かな検出及び復号における改善を実現し得る。幾つかの場合、開示の技術の使用は、反射といった、LCom 信号の誤ソースを検出するコンピューター装置 200 の影響を低減し、従って、(例えば、屋内ナビゲーションのため) 正確で確かなポジショニング情報を提供し得る。幾つかの場合、本明細書に開示の技術は、例えば、さもなければ、画像取得装置 250 のラスタ線と対象の LCom 有効照明器具 100 の間のミスアライメントを解決するために要求される未知の幾何形状を補償するために用いられ得る。

20

【0129】

LCom レシーバー位置の決定のための技術

図 10A は、本開示の実施形態に係る LCom 有効照明器具 100 及び LCom レシーバー 200 を含む、一例の LCom システムを示す。例のシステムにおいては、LCom レシーバー 200 がスマートフォンである。しかしながら、LCom レシーバー 200 は、本明細書で様々に記述の任意のコンピューター装置であり得る。この実施形態においては、レシーバー 200 は、画像取得装置 252 を含み、これは、この例のシステムでは、カメラ (より詳細には前向きカメラ) である。カメラ / 画像取得装置は、レシーバー 200 の場合のようにレシーバーに組み込まれ、又は、カメラ / 画像取得装置は、レシーバーの外部にあり、(例えば、有線又は無線の態様で) 通信可能に結合され得る。加えて、照明器具 100 は、本明細書で様々に記述の任意の LCom 有効照明器具であり得る。

30

【0130】

図 10B は、本開示の実施形態に係る、LCom レシーバーの位置を決定するための一例の方法を示す。記述の簡便さのため、図 10A に図示の一例の LCom システムが図 10B の方法を記述するために用いられる。しかしながら、任意の適切な LCom システムが、この開示に照らして明らかになるように方法を実施するために用いられ得る。一例の方法は、視野 (FOV) を有するカメラ 252 で、FOV 内の画像を生成すること (1021) を含む。幾つかの実施形態においては、方法は、カメラ 252 から画像を受け取れることを代替又は加えて含み得る。方法は、画像 1010 内の LCom 有効照明器具を特定すること (1023) も含む。図 10A に示されるように、画像 1010 は、レシーバー 200 のディスプレイ上に表示され、画像 1010 は、ピクセル長さ 1012 を有する照明器具 100 を含む。幾つかの実施形態においては、照明器具 100 は、照明器具 100 から送信される LCom 信号を用いて特定される 1023。本明細書に記述のように、追加又は代替のデータが LCom 信号を介して照明器具 100 から送信され得る。しかしながら

40

50

、もしレーザー 200 が、少なくとも照明器具 100 の識別子 (ID) を有するならば、追加の情報が、例えば、ルックアップテーブルを介してといったように、その ID を用いて別の適切な態様で取得可能である。

【0131】

図 10B の方法は、続いて、レーザー 200 から照明器具 100 までの距離 1014 を計算する (1025)。計算 (1025) は、照明器具 100 の幾何形状、画像 1010 中の照明器具 100 のサイズ及び/又は位置、及び画像 1010 のズーム比を用い得る。例えば、照明器具の幾何形状は、例えば、照明器具 100 の長さ 1002、照明器具 100 の幅、照明器具 100 内のライト又はパネルの配向、及び/又は、照明器具 100 の幾何形状に関する任意の他の情報を含み得る。照明器具 100 の幾何形状は、照明器具 100 から送信された LCoM 信号を介して、又は、例えば、照明器具 100 の ID を用いたルックアップテーブルを介した態様といった別の態様で取得される。画像 1010 中の照明器具 100 のサイズ及び/又は位置が、例えば、照明器具 100 を表すピクセル情報に基づいて又は任意の他の適切な態様で決定され得る。例えば、照明器具 100 のピクセル長 1012 が画像 1010 中に見られ、距離 1014 を計算する時 (1025)、ピクセル長 1012 は、実際の照明器具の長さ 1002 と比較できる。画像 1010 のズーム比が、カメラの仕様に基づいて、及び/又は、レンズの特性又は任意の他の適切なファクターといった画像形成方法に基づいて、決定され得る。計算 (1025) は、この開示に照らして明らかになるように任意の他の適切な技術を用いて実行され得る。

【0132】

図 10B の方法は、続いて、照明器具 100 に対するレーザー 200 の距離 1014 及び配向を用いて照明器具 100 に対するレーザー 200 の位置を計算する (1027)。照明器具 100 に対するレーザー 200 の位置は、例えば、ベクトル位置として表現され得る。照明器具 100 に対するレーザー 200 の配向は、基準点 1006 又は配向キューとして幾つかの他の認識可能な照明器具 100 の側面を用いて決定され得る。例えば、基準点 1006 の場所が画像 1010 中に見られ、これは、照明器具 100 に対してレーザー 200 を配向させることの助けとして用いられ得る。基準点は、照明器具上の特別なマーキング、非対称な照明器具のデザイン、照明器具の固有な幾何形状、又はレーザーにより認識可能な任意の他の適切な照明器具の側面を含み得る。幾つかの実施形態においては、基準点は、照明器具の直上又は一部である必要はない (例えば、基準点は、照明器具に隣接し得る)。いずれにしても、基準点は、単に照明器具 100 に関連され、また、カメラ 252 により生成される画像 1010 内で検出可能であろう。幾つかの実施形態においては、基準点は、(例えば、複数のパネル照明器具を参照して本明細書で記述のように) 照明器具 100 の光出力により生成された仮想基準点であり得る。照明器具 100 に対するレーザー 200 の配向は、また、照明器具 100 のヨー、ピッチ、及びロール、及び/又は、レーザー 200 のヨー、ピッチ、ロールを用いて決定され得る。照明器具 100 のヨー、ピッチ、ロール (1004) は、照明器具 100 から送信された LCoM 信号を介して、又は、例えば、照明器具 100 の ID を用いたルックアップテーブルを介した態様といった別の適切な態様で取得され得る。(例えば、地面又はフロアに対する) レーザー 200 のヨー、ピッチ、及びロール (1008) は、例えば、内部のジャイロスコープといったジャイロスコープを用いて決定され得る。幾つかの実施形態においては、ヨー、ピッチ、及びロール 1004 及び/又は 1008 は、距離 1014 の計算 (1025) のために用いられ得る。照明器具 100 に対するレーザー 200 の配向は、また、レーザー 200 の向き (heading) を用いて決定され得る。レーザー 200 の向き (例えば、コンパス又は絶対向き) は、例えば、内部の地磁気センサーといった地磁気センサーを用いて決定され得る。配向は、この開示に照らして明らかになるように任意の他の適切な技術を用いても決定され得る。照明器具 100 に対するレーザー 200 の距離 1014 及び/又は配向が決定されると、照明器具 100 へのレーザー 200 の位置が、任意の適切な技術を用いて計算できる。

【0133】

図10Bの方法は、オプションとして、続いて、レーザー200の絶対位置を計算する(1029)。計算(1029)は、照明器具100の絶対位置と、(計算1027で決定された)照明器具100に対するレーザー200の位置を用い得る。照明器具100の絶対位置は、照明器具100から送信されたLCOM信号を介して、又は、例えば、照明器具100のIDを用いたルックアップテーブルを介した態様といった他の適切な態様で取得され得る。本明細書で様々に記述のLCOM有効照明器具からの位置情報を出力する技術は、照明器具100の絶対位置を決定するためにも用いられ得る。

【0134】

図10Aに図示のLCOMシステムの一例の場合において、照明器具100は、1フィート×4フィートの長さを有する。画像1010中の照明器具のサイズは、40ピクセル×10ピクセルを占めると決定されるならば、距離1014は、画像1010のズーム比を用いて計算できる。距離1014が計算される(1025)と、レーザー200の位置は、計算(1025)に基づいて、およそ距離1014に等しい半径を有する球体の表面上のどこかにあるものと計算される(1027)。基準点1006は、次に、照明器具100に対してレーザー200を配向するために用いられ、照明器具100に対するレーザー200の位置ベクトルを決定する。配向決定は、次に、照明器具100のピッチ、ロール、及びヨー、及び/又は、レーザー200のピッチ、ロール、及びヨーにより訂正され得る。配向決定は、更に、レーザー200の向きを用いて訂正され得る。オプションとして、レーザー200の絶対位置が、照明器具100の絶対位置と、照明器具100に対するレーザー200の位置を用いて計算できる(1029)。幾つかの実施形態においては、レーザーのポジショニングは、(照明器具の観察された幾何形状を分析する(resolve)ために用いられ得る)照明器具の画像と一緒に、単一の照明器具の絶対位置及び幾何形状情報を用いて実行され得ることに留意されたい。幾つかのそのような実施形態においては、ポジショニング技術は、照明器具の寸法及び幾何的な参照点(群)に基づいて、照明器具に関するスマート装置の相対位置を計算することを含み得る。更には、幾つかのそのような実施形態においては、慣性センサー(例えば、加速度計及び/又はジャイロセンサー)が、レーザーに存在し、又はそれにより用いられる必要がない。

【0135】

図10A及び図10Bに図示され、また本明細書に記述されたLCOMレーザー位置を決定するための技術は、記述の簡便さのため、レーザーのFOV内に単一のLCOM有効照明器具を有する状況で提供される。しかしながら、レーザーのFOV内に任意の数のLCOM有効照明器具がある時、レーザーの位置を決定するために技術が用いられ得る。幾つかの場合、レーザーのFOV内の複数のLCOM有効照明器具がある時、レーザーの位置は、より高い正確さ/精度で決定され得る。なぜなら、レーザーは、例えば、その相対位置を計算するために1以上の参照点を有するためである。同様、レーザーの相対位置の正確さ/精度が、また、本明細書で様々に記述のように、複数のパネルのLCOM有効照明器具の場合のように、レーザーのFOV内のLCOM有効照明器具が1以上のLCOM信号を送信する時、高められ得る。また、LCOMレーザー位置を決定するための技術は、レーザー自体の距離、配向、位置などを決定することを参照して主に論述されたが、幾つかの実施形態においては、レーザーカメラの距離、配向、位置なども加えて、又は代替として決定され得ることに留意されたい。

【0136】

本明細書に記述のLCOMレーザー位置を決定するための技術の代替例は、LCOMレーザーが照明器具の直下にあるものと推定し、それからLCOM信号を受け取ることを含む。照明器具からレーザーへの距離が短い(例えば、1メートル以下)小さく、低く吊り下げられた照明器具にとっては、結果として得られる精度は、満足できるものであろう。しかしながら、幾つかの場合、照明器具は、大規模小売り施設といった高い天井に実装され得る。いくつかのそのような場合、LCOMレーザーの位置が、照明器具の直下から1メートルを超えるような顕著な程度、又は目標用途に依存して幾つかの他の程度で離れ得る。従って、本明細書に様々に記述の技術は、例えば、LCOM信号を受け取る照

10

20

30

40

50

明器具の直下に L C o m レシーバーが存在することを仮定することに比べて、決定された L C o m レシーバーの位置の正確さを高めるために用いることができる。様々に記述のこの技術の追加の利益は、棚上の特定の商品に顧客を導く能力、他のポジショニングシステム（例えば、G P S、W P S など）と比較して高められた正確さ、他の通信ネットワーク（例えば、インターネットといったワイドエリアネットワーク（W A N））とは独立して動作するように設定できる正確なポジショニングシステムの提供、及び本開示に照らして明らかになる他の利益を含むことができる。

【 0 1 3 7 】

L C o m レシーバーポジショニングの拡張 (augmenting)

図 1 1 A は、本開示の実施形態に係る、L C o m 有効照明器具 1 0 0 及び L C o m レシーバー 2 0 0 を含む、L C o m システムの一例を示す。この一例のシステムでは、レシーバー 2 0 0 が、周囲光センサー 2 6 5、画像取得装置（群）2 5 0、加速度計（群）2 6 9、ジャイロセンサー 2 6 7、地磁気センサー 2 6 3、G P S レシーバー 1 1 1 2、及び W i - F i モジュール 1 1 2 2 を含み、全てがプロセッサ（群）2 2 0 に入力を提供するように構成される。レシーバー 2 0 0 は、図 1 1 A に示した構成素子の全てを有する必要はなく、また、レシーバー 2 0 0 は、本明細書で様々に記述の追加又は代替の構成素子を有し得るが、図示された特定の構成が、記述の簡潔さのため、本明細書において用いられる。また、この一例の実施形態に見られるように、周囲光センサー（群）2 6 5 及び画像取得装置（群）2 5 0 は、1 以上の L C o m 有効照明器具 1 0 0 から L C o m 信号を受け取るように構成され、G P S レシーバー 2 0 0 は、（例えば、衛星からの）G P S 信号 1 1 1 0 を受け取るように構成され、また、W i - F i モジュール 1 1 2 2 は、（例えば、W i - F i ルーターから）W i - F i 信号を受信/送信するように構成される。従って、レシーバー 2 0 0 は、（例えば、L C o m 有効照明器具 1 0 0 から受け取った L C o m 信号、G P S、又は W P S を用いて）光基準のポジショニングシステムを用いて位置情報を決定するように構成され得る。この一例の実施形態においては、レシーバー 2 0 0 と L C o m 有効照明器具がビルディング 1 1 0 0 内にあり、点線ボックスにより表される。しかしながら、点線ボックスは、例えば、バス、飛行機、船、又は電車といった乗り物も表し得る。加えて、W i - F i 信号 1 1 2 0 は、ビルディング 1 1 0 0 内で送信/受信され、他方、G P S 信号 1 1 1 0 は、ビルディング 1 1 0 0 の外から送信される。図 1 1 A の構成及びレイアウト例は、説明の目的のために提供され、本開示を制限することが意図されない。

【 0 1 3 8 】

幾つかの実施形態においては、レシーバー 2 0 0 は、慣性ナビゲーションシステム（I N S）を用いてポジショニング技術を拡張するように構成され得る。I N S は、加速度計（群）2 6 9 及び/又はジャイロセンサー 2 6 7 を用いて、デッドレコニングを介して、レシーバーの位置、配向、及び速度を計算し得る。この態様において、レシーバー 2 0 0 は、既知の開始/参照点又は場所に基づき、I N S を用いて、その相対位置を計算することができる。例えば、次の式は、レシーバー I N S のために用いられ得る。

【 数 1 】

$$\vec{s}(t) = s_{t_0}^{\vec{}} + \int_{t_0}^t \left(\int_{t_0}^t \vec{a}(t) dt \right) dt$$

ここで、

【 数 2 】

$s_{t_0}^{\vec{}}$ は、

レシーバー 2 0 0 の最後の有効位置であり、

10

20

30

40

【数3】

$\vec{a}(t)$ は、

加速度計（群）269及び/又はジャイロセンサー267を用いて計算された絶対加速度データである。幾つかの実施形態においては、レーザポジショニングは、例えば、地磁気センサー263から取得できるレーザ200の向きを用いて拡張され得る。

【0139】

図11Bは、本開示の実施形態に係る、慣性ナビゲーションシステム（INS（inertial navigation system））を用いたLCOMレーザポジショニングの拡張（augmenting）方法の一例を示す。記述の簡潔さのため、図11Aのシステムは、方法を記述するために用いられる。方法は、もしLCOM信号が検出されるか否か決定すること（1131）を含む。決定（1131）は、周囲光センサー（群）265及び/又は画像取得装置（群）250を用いるといった任意の適切な技術を用いて実行可能である。もし決定（1131）において、LCOM信号が検出されなければ、方法は、続いて、GPS及び/又はWPS信号が検出されるか否か決定する（1133）。幾つかの実施形態においては、決定（1133）は、また、レーザ200の構成に依存して、任意の他のポジショニングシステム信号が検出されるか否かの決定も含み得る。もし決定（1131）でLCOM信号が検出されるならば、又は決定（1131）でGPS/WPS信号が検出されるならば、方法は、続いて、レーザ200の場所を決定するべく、検出された信号を用いて位置情報を更新する（1135）。幾つかの実施形態においては、方法は、LCOM信号を用いたレーザ200のポジショニング情報の決定に主に依存し、LCOM信号が入手可能である限り、レーザのポジショニングのために用いられる。例えば、GPS及び/又はWPS信号を用いるのと比較して、LCOM信号（群）が最も正確なポジショニング技術として用いられるためである場合であろう。他の実施形態においては、適するものではないかもしれない。幾つかの実施形態においては、レーザ200の場所が、用いられるポジショニングシステムを指定する。例えば、幾つかのそのような実施形態では、もしレーザ200が外に在ることを知っているならば、レーザ200が内部に在ることを知るまで、GPSがデフォルトのポジショニングシステムとして用いられる。更には、幾つかの実施形態においては、メモリー及び/又は電力は、レーザ200の環境、レーザ200の最後に受け取ったポジショニング信号、又はこの開示に照らして明らかになるように、幾つかの他のファクターに基づいて、ポジショニングシステムを制限又は優先付けることにより保護され得る。

【0140】

図11Bの方法に続いて、もし1131でLCOM信号が検出されず、1133でGPS/WPS信号が検出されないならば、方法は、続いて、レーザ200の最後に既知の位置又は場所を記憶し（1137）し、INSを用いてその最後に既知の位置/場所に対するレーザ200の位置情報を決定する。幾つかの場合、最後に既知の位置は、1135で最後に更新された位置であろう。いずれにしても、最後に既知の位置は、LCOM信号、GPS信号、WPS信号、及び/又は、任意の他の適切な技術に基づくレーザ200の最後に既知の位置を用いて決定され得る。幾つかの実施形態においては、レーザINSが、他のポジショニング技術と平行して稼働し、レーザ200の相対位置を連続的に計算する。そのような場合、方法のボックス1137が連続的に実行され、例えば、レーザポジショニング精度を高める。他の実施形態においては、レーザINSが、他のポジショニングシステムへの通信リンクを喪失した後（例えば、LCOM、GPS、又はWPS信号が検出されない時）に有効化される。方法は、ボックス1135及び1137から継続し、ボックス1131に戻り（1139）、LCOM信号（又はGPS/WPS信号）が検出されるか否かの決定を継続する。

【0141】

LCOMレーザINSを用いた位置情報又はレーザポジショニングの拡張の利益は、別のポジショニングシステムから位置情報を受け取ることができないにも関わらず、

レーザーは、依然として、その大凡の場所を推定することができることにある。技術は、エレベーター内のポジショニングといった、垂直ポジショニング及びノ又は高さ情報を推定するためにも有益であろう。例えば、INSは、開始フロア（エレベーターに入ったフロア）に対するエレベーターフロア位置を推定するために用いられ得る。そのような例によれば、レーザー200は、いつ希望のフロア位置に達したか、及びノ又は、いつエレベーターから出るかを知ることができる。追加の利益が本開示に照らして明らかになる。

【0142】

LCOM伝送プロトコル

通常、光基準通信において、送信ソースが全体のチャンネルバンド幅を消費し、従って、レーザー装置は、一度にたった一つの送信ソースと通信できる。レーザー装置と通信する複数の送信ソースにとっては、これらの送信ソースの信号同士を区別及び選択する必要がある。従って、複数の送信ソース及びノ又は複数のレーザー装置を伴う場合、データパケット衝突を回避する調停機構を含めることが望ましいだろう。また、そのようなシステムにおいて単一の光基準通信チャンネルが壊れるならば、送信ソースが、首尾良く送信を完了するために切り替えることができる冗長チャンネルを有することが望ましいだろう。

10

【0143】

従って、また幾つかの実施形態においては、技術は、複数のLCOM有効照明器具100により出力される光の複数の色上で送信されるようにLCOMデータを割り当て、時分割多重アクセス（TDMA）法を用いて光の複数の色に亘り並列にそのLCOMデータを送信することについて開示される。幾つかの実施形態においては、開示の技術は、例えば、LCOMを介して単一のコンピューター装置200と同時に通信することを複数のLCOM有効照明器具100に許容するために用いることができる。幾つかの場合、開示の技術は、例えば、ある空間内に設けられるより多くのLCOM有効照明器具100を許容するように用いることができ、従って、例えば、屋内ナビゲーションのため、より正確なポジショニングを提供する。幾つかの場合、開示の技術は、例えば、コンピューター装置200に異なるLCOM有効照明器具100から受け取った複数のLCOM信号をフィルタリングする能力を提供するように用いることができる。幾つかの場合、開示の技術は、例えば、LCOMシステム10において複数のLCOMチャンネルが同時にアクティブになることを許容するために用いることができる。

20

30

【0144】

図12は、本開示の実施形態に係る、コンピューター装置とLCOMを介して通信するように構成されたLCOM有効照明器具100の一例のアレンジメントを示す。ここで見て分かるように、3つのLCOM有効照明器具100があり（ L_1 、 L_2 、 L_3 とラベルされる）、これらそれぞれが、一例の実施形態において、その光出力のRGB混合色のために構成される。また、見て分かるように、3つのLCOM有効照明器具100（ $L_1 \sim L_3$ ）は、隣接のLCOM有効照明器具100が互いに排他的な（例えば、オーソゴナルな）チャンネル上で一度に送信するように、空間的に配置され、また任命される。換言すれば、幾つかの実施形態においては、どの隣接のLCOM有効照明器具100も一度に同一のLCOMチャンネル（例えば、光出力の同一色）上で通信しない。次の表を見て分かるように、 $T = t_1 + t_2 + t_3$ である時間「T」について、3つのLCOM有効照明器具100（ $L_1 \sim L_3$ ）は同時の態様でコンピューター装置200に固有のLCOMデータを送信する。

40

【表 1】

送出色 照明器具	赤 (R)	緑 (G)	青 (B)
L ₁	t ₁ でのL ₁ (R)	t ₂ でのL ₁ (G)	t ₃ でのL ₁ (B)
L ₂	t ₃ でのL ₂ (R)	t ₁ でのL ₂ (G)	t ₂ でのL ₂ (B)
L ₃	t ₂ でのL ₃ (R)	t ₃ でのL ₃ (G)	t ₁ でのL ₃ (B)

10

T₁でのエントリーL₁(R)、L₂(G)、L₃(B)は、空間及び時間ドメイン上に割り当てられた固有のLCOMチャンネルを表す。ここで、TDMAは、幾つかの実施形態においては、シーケンシャル態様で独立したLCOMデータパケットを送信することを許容する。幾つかの実施形態においては、LCOMがLCOM有効照明器具100とコンピューター装置200の間で確立されると、LCOMデータパケットが、ソースLCOM有効照明器具100から様々な光チャンネル(例えば、放射光の複数の色)上でラウンドロビン(round-robin)態様で送信される。

【0145】

幾つかの場合、本明細書に開示の技術の使用は、LCOM不成功の場合にバックアップチャンネルを提供し、より確かなLCOMデータ送信につながる。もし特定のチャンネル(例えば、特定の色)が、他のチャンネル(群)(例えば、1以上の他の色)よりも多くの周囲ノイズの影響を受けるのならば、ラウンドロビン態様でのLCOMデータの送信が用いられ、望まれるLCOMデータの全てが全ての利用可能なチャンネルを介して送信されることが確保される。もつ単一のLCOMチャンネルが壊れるならば、あるLCOM有効照明器具100は、冗長なLCOMチャンネル(例えば、異なる色)に切り替え得る。幾つかの場合、本明細書に開示の技術の使用は、参加のLCOM有効照明器具100間のLCOMデータパケット衝突及び/又はチャンネルクロストークを回避又はさもなければ最小化し得る。

20

【0146】

開示の技術が、概してRGB色混合法の一例の内容で論述されたが、本開示は、そのように限定されないことに留意されたい。より一般的な意味において、また幾つかの他の実施形態においては、構成成分色の如何なる数(例えば、RGBY、RGBW、デュアル・ホワイト、又は任意の他の適切な放射色の組み合わせ)の如何なる色混合法も、ある目標用途又は最終用途に望まれるように用いられ得る。LCOMチャンネルが異なる光波長により表されるとすれば、参加のLCOM有効照明器具100からの光出力の色の数が多くなれば、利用可能なLCOMチャンネルの数が大きくなり、従って、この開示に照らして理解されるように、LCOMのための利用可能なバンド幅が大きくなる。複数の白色光放射固体放射体(例えば、デュアル・ホワイト色法)、従って、複数の白色光基準LCOMチャンネルが用いられる幾つかの場合、複数のソースLCOM有効照明器具100は、例えば、あるLCOMチャンネルのみが一度にコンピューター装置200と通信するように構成され得る。この開示に照らして更に理解されるように、幾つかの場合、あるLCOM有効照明器具100の光出力能力は、一部又は全体において、データパケット衝突及び/又はクロストーク/干渉のある許容可能量に基づいて選択され得る。

30

40

【0147】

複数パネルLCOM有効照明器具

図13Aは、本開示の実施形態に係る、複数の一例のパネル照明器具100を含む店舗を示す。図13Bは、本開示の実施形態に係る、複数の一例のパネル照明器具100の下面図を示す。見て分かるように、この一例の実施形態においては、照明器具100は、8つのパネル1A(1301A)、1B(1301B)、2A(1302A)、2B(130

50

2 B)、3 A(1303A)、3 B(1303B)、4 A(1304A)、4 B(1304B)を含む。記述の簡潔さのため、パネルは、主に、それらのパネル番号により参照される(例えば、1A、1Bなど)。本明細書に記述の複数のパネル照明器具は、任意の適切な構成を有し得る。例えば、照明器具は、図13Bに示されるように、行及び列を有する矩形グリッドにおいてレイアウトされ得る。別例においては、照明器具は、円形のアレンジメントにレイアウトされ得る。従って、複数のパネル照明器具は、逆のことが示される場合を除いて、如何なる特定のデザイン又は構成に限定されない。更には、本明細書で様々に記述の複数のパネル照明器具のパネルは、少なくとも一つの固体光源の任意の個別の集合であり得る。従って、パネルは、任意の形状及びサイズを有し、逆のことが示される場合を除いて、如何なる特定のデザイン又は構成に限定されない。

10

【0148】

図13Bの実施形態において、各パネルが少なくとも一つの固体光源を含み、光源は、光を出力するように構成される。照明器具100は、LCOM信号の送出を許容するべく、光源の光出力を変調するように構成された少なくとも一つの変調器174を含む、この構成に照らして理解される任意の適切な構成素子を含み得る。幾つかの実施形態においては、パネルは、独立して変調及び/又は駆動され、各パネルは、それ固有のLCOM信号を送出するように構成される(送出されたLCOM信号は、パネルの特定の一つに帰属し得る)。記述の簡潔さのため、複数のパネル照明器具を制御する技術は、この開示に照らして明らかになる任意の適切な技術を用いて、任意のある時、データ送信のため、各LCOM信号がハイ又はロー(又は1又は0)のいずれかを送出しているものとして本明細書に記述される。幾つかの実施形態においては、照明器具100のコントローラ150は、パネルから送出されるLCOM信号のタイミングを同期するように構成され得る。通信条件にて、パネルから送出されるLCOM信号のタイミングの同期は、並列ケーブルの各ピンが同時に情報を送信できるが、全信号が一つの共通クロックにより同期されるコンピューターにおける並列通信に似ている。

20

【0149】

パネルから送出されるLCOM信号のタイミングが同期される複数パネル照明器具の実施形態において、パネルは、別のパネルにより送出されたLCOM信号を反転又は複製するLCOM信号を送出するように構成され得る。例えば、もし第1パネルが第1LCOM信号を送出するように構成され、第2パネルが第2LCOM信号を送出するように構成されるならば、第2LCOM信号は、第1LCOM信号の反転又は複製であり得る。信号を反転又は複製する追加パネルを用いることは、データ一貫性に役立つことができる。例えば、別のパネルからあるパネルを反転させることで、2つのパネルの一つが阻止され及び/又は多ノイズであるとしても、依然としてデータが効果的に送信されることが許容される。同様に、パネルは、様々な適切な論理アルゴリズムを用いたチェックサムとして又はスマートビット訂正のために用いられ得る。加えて、本明細書でより詳細に記述のように、同期したパネルからLCOM信号が送出されるタイミングで、照明器具の全光出力は、相対的に一定のレベルに維持され、及び/又は、照明器具から送出されたデータは、1以上のパネルにおいて分割され得る。

30

【0150】

図13Bに示した一例の実施形態においては、複数のパネル照明器具100のコントローラ150は、パネルから送出されるLCOM信号のタイミングを同期するように構成される。更には、パネルから送出されるLCOM信号が同期するタイミングで、照明器具100は、Aパネル(1A、2A、3A、4A)が、各々、信号を送出し、対応してBパネル(1B、2B、3B、4B)が、相手方のAパネルの対応の反転信号を送出するように構成される。例えば、パネル1Bから送出されるLCOM信号は、パネル1Aから送出されるLCOM信号の反転であり、パネル2Bから送出されるLCOM信号は、パネル2Aから送出されるLCOM信号の反転である等である。従って、1Aがハイ信号を送出する時、1Bは、ロー信号を送出し、逆もしかりである。見て分かるように、Aパネルが明るい/白色/オン(これは、ハイ信号を表し得る)又は暗い/グレー/オフ(これは、ロー

40

50

信号を表し得る)のいずれかであり、対応のBパネルが、明るい又は暗い他方であることが図13Bに示される。例えば、複数のパネル照明器具100の現在の状態において、パネル1Aが暗く、パネル1Bが明るい。図13Bに示された特定の構成のための反転スキームを知っていれば、2つのパネルセットが、お互いに対角線にあるパネル(1A/1B、2A/2B)を有し、2つのパネルセットがお互いに隣接するパネル(3A/3B、4A/4B)を有することも分かる。この構成は、本明細書により詳細に記述のように、配向情報を提供できる仮想基準点を形成することに有用であろう。

【0151】

図13Cは、本開示の実施形態に係る、2つの異なる方向から図13Bの複数のパネル照明器具100を見るレーザー(コンピューター装置)200を示す。この一例の実施形態においては、レーザー200は、画像1310を生成するように構成された前向き画像取得装置(カメラ)252を含むスマートフォンであり、レーザー200は、照明器具の下方から照明器具100を見ている。下方から照明器具を観察する時、レーザーの向き1312、1314を示すために矢印が提供される。照明器具100は、図13Bの一例の実施形態を参照して記述された信号反転パターンを含む(1Aが1Bを反転し、2Aが2Bを反転するなど)。2つの異なる配向においてレーザー上に表示された画像1310を見て分かるように、レーザー200が第1方向に向き1312を有する時、照明器具の画像が第1配向にあり、レーザー200が第1方向に実質的に反対の第2方向に向き1314を有する時、照明器具の画像は、第1配向の実質的に反対の第2配向にある。この態様において、複数のパネル照明器具100は、レーザー200に配向情報を提供することができる仮想基準点を生成する。レーザー200が複数のパネル照明器具100の全体を特定/観察する時、レーザー200は、どのように反転されたパネルが構築されているかに基づいてどの向きに照明器具が配向されているかを言い当てることのできる。幾つかの場合、配向情報の意味は、照明器具100から送出されるLCOM信号(群)を介して提供され得る。例えば、照明器具100は、パネル4A及び4Bが設けられた照明器具100の端部が北を向き、又は、その端部が、特定された原点又は物理的な場所を向くことを送信し、レーザー200は、(例えば、本明細書で様々に記述のLCOMレーザー位置を決定するための技術を用いて)配向情報を用いて、例えば、その位置を決定することができる。

【0152】

配向目的のために仮想基準点を生成するための図13B及び13Cに提示の反転方法は、説明の目的のために提供され、本開示を限定するように意図されない。最小2パネルの複数のパネル照明器具は、配向情報を提供するべく仮想基準点を生成するために用いられ得る。例えば、(例えば、本明細書で様々に記述の受け取られるLCOM信号の空間分解の技術を用いて)区別可能なLCOM信号を送出する2つの隣接したパネルが空間的に分解され、レーザーのFOV内の各LCOM信号の場所が、配向キューとしてLCOM信号の位置を用いることができる。別例においては、広く、2つのパネルの長さ(例えば、100パネルの長さ又は任意の他の適切な量)よりも大きい1つのパネルである長い照明器具は、依然として位置及び/又は配向情報を提供する。なぜなら、パネルは、レーザー・ポジショニングのために用いられるLCOM信号を送出するように構成されるためである。また、複数パネルLCOM有効照明器具の幾つかの実施形態においては、全てのパネルは、LCOM信号を送出することができ、又は送出するように構成される必要はない。例えば、たった一つのパネルがLCOM信号を送出するように構成され、他方、他のパネルは、データで符号化されていない光を出力するように構成される。しかしながら、幾つかのそのような実施形態においてさえ、複数のパネル照明器具は、配向情報を提供するために仮想基準点を生成し得る。従って、多数のバリエーション及び構成がこの開示に照らして明らかになる。

【0153】

幾つかの実施形態においては、複数のパネル照明器具を用いて光品質が改善され得る。例えば、幾つかのそのような実施形態において、全光出力が相対的に一定レベルに維持され

10

20

30

40

50

、光出力変動がヒトの目により知覚されない。全光出力を相対的に一定のレベルに維持することは、25%、20%、15%、10%、5%、又は2%ルーメン未満、又は、この開示に照らして明らかになる幾つかの他の適切な公差の光出力変動を含み得る。幾つかの場合、これは、パルス化及びLCOM送出的間にDC又は周囲レベルを相対的に一定に保つため、ある時にロー状態にあるものと同数のハイ状態のパネルを有することにより達成され得る。幾つかのそのような場合、これは、信号の反転又は幾つかのbalancing・アルゴリズムを通じて為される。各パネルがハイ又はロー状態にある8つのパネルを有する図13Bの一例の照明器具を用いると、パネル反転がない場合、(2⁸により計算される)256個の異なる組み合わせが可能である。ハイ状態のパネル数がロー状態のパネル数と(どのパネルに関わらず)およそ同一になるように反転規則が実施されるならば、(発生確率8!/4!/4!を用いて計算される)70個の異なる組み合わせが可能であろう。(上述したような)4つのパネルが4つの他のパネルの反転になる反転規則が実施されるならば、(2⁴により計算される)16個の異なる組み合わせが可能であろう。望まれるデータレート及び信頼性に依存して、異なる反転規則が異なる時間に適用可能である。直下の表は、異なる反転規則の要約を示す。

10

【表2】

反転規則	組み合わせ	方向性
「ロー」と同一数の「ハイ」パネル	70	なし
4つのパネルが4つの他のパネルを反転する	16	有り

20

この表を見て分かるように、4つのパネルが4つの他のパネルを反転する反転規則は、より少ない組み合わせ数、従って、遅いデータレートを有するが、(本明細書で様々に記述のように)配向情報のために方向性を提供し、仮想基準点を生成することに関してはスマートフォンに方向性を提供する。幾つかの実施形態においては、反転規則の組み合わせは、例えば、複数のパネル照明器具の一部(例えば、パネル1A及び1B)が常にお互いに反転するが、他のパネルは、そのような反転規則に従わないように適用され得る。幾つかのそのような実施形態においては、方向性が依然として提供され、またより多くの組み合わせが達成される。

30

【0154】

幾つかの実施形態においては、データ送信速度及び/又は信頼性が、複数のパネル照明器具を用いて改善できる。例えば、単一のパネル照明器具が2つの状態(例えば、ハイ及びロー)を有すると仮定すると、あるデータビットは、任意の時間で送信できる。表1を更に参照すると、(例えば、両方の照明器具が同一の周波数でパルス出力することを仮定して)4つのパネルが他の4つのパネルを反転する反転規則の場合、一つのパネル照明器具と比較して8倍のデータ量がある時間量において送信できる(2つの状態で16の組み合わせを分割することにより計算される)。従って、4つのパネルが4つの他のパネルを反転する反転規則を適用する8つのパネル照明器具を用いて送信するのに1秒かかるデータは、同一のパルス化周波数を仮定して単一のパネル照明器具で送信するのに8秒かかるだろう。多数のバリエーション及び構成がこの開示に照らして明らかになる。本明細書に記述の8つのパネル照明器具は、説明のために図示され、本開示を制限することを意図されないことを思い起こされたい。任意の構成、及び任意の数のパネル又は光源のグループを有する複数のパネル照明器具が、本明細書に記述の利益を実現するために用いられることができる。

40

【0155】

図13Dは、本開示の実施形態に係る、複数の一例のパネル照明器具の送信を示す。見て分かるように、送信は、LCOMデータ1320で開始する。データ1320は、複数のパネル照明器具100のパネル1330で分割され、LCOM信号1325を介して送出される。照明器具100は、任意の数「n」のパネル1330を有し、ここで、各パネル

50

は、光を出力するように構成された少なくとも一つの固体光源を含む。データ1320は、照明器具100の1以上のパネル1330の中で、均等か否か、任意の適切な態様で分割され得る。1以上の変調器174は、パネルの光源の光出力を変調するように構成され、LCOM信号1325の送出/送信を許容し、これは、データ1320の少なくとも一部を搬送する。先に記述のように、幾つかの実施形態においては、複数のパネル照明器具の1以上のパネルは、LCOM信号を送出/送信するように構成されないことに留意されたい。レーザー200は、本明細書で様々に記述のように、(例えば、受け取られるLCOM信号の空間分解の技術を用いて)1以上のチャンネル1340又はセクションにおけるLCOM信号1325を受け取ることができる。レーザー200は、図示のように、次に、LCOM信号1325を用いてLCOMデータ1320を再構成することができる。この時間及び/又は空間分割多重送信は、望まれる通信データレート及び/又は信頼性を維持しつつ、一定又は改善された光出力をもたらすことができる。

10

【0156】

図13Aに戻ると、顧客が商品を求めて店舗に入る時、顧客は、そのスマートフォンといったLCOMレーザーを用いて、望まれる商品まで案内する屋内ナビゲーションアプリケーションを開始することができる。アプリケーションがアクティブならば、スマートフォン上のカメラは、頭上の照明器具100からその視野内のLCOM信号を特定するように構成され得る。もし照明器具100が特定されてLCOM信号が検出されるならば、照明器具100は、空間にスマートフォンをポジショニングするため、配向情報(例えば、向きに関して反転されたパネルのパターンが意味するもの)と共に空間内の照明器具の正確な場所を提供することができる。加えて、複数のパネル照明器具100により送出されるデータは、例えば、単一のパネル照明器具と比較して、より速いレートでブロードキャストされ得る。なぜなら、データは、複数のパネルから送出されるLCOM信号に分割できるためである。速度の改善は、特定の構成に依存するが、改善は、少なくとも2x、3x、5x、8x、又は10xの速さ、又は、この開示に照らして明らかになる幾つかの他の適切な量であり得る。

20

【0157】

複数パネルのLCOM有効照明器具に代替の一例は、単一パネルのLCOM有効照明器具である。単一パネルの照明器具は、(照明器具上のどこかのマーキングといった)関連の基準点を用いて配向を提供することができ得る。しかしながら、本明細書で様々に記述の複数パネルの照明器具を用いて仮想基準点を生成することが、配向情報を提供するために有益であろう。なぜなら、LCOMレーザーにより検出されるのが良いためである。加えて、データレート及びデータ完全性は、複数パネルのLCOM有効照明器具の使用と比較して、単一パネルのLCOM有効照明器具を用いることで低下してしまい得る。本明細書で様々に記述の複数パネルの照明器具の別の利益は、知覚可能なビジュアルアーチファクトなしでスマートフォンの前向きカメラといった低速のレーザー装置と通信することができることを含み得る。光出力が100Hz未満で変調される時、照明の量及び品質は、両方とも負に影響され、フリッカー及び非均一照明レベルの問題を含み得るため、そのような利益が実現され得る。従って、複数パネルのLCOM有効照明器具の様々な利益は、本明細書に記述のように配向情報を提供できること、一定の光出力を維持し、提供される照明の量/品質を改善できること、より速くより信頼できるレートでデータを送信できること、より速く及びより信頼できる態様でLCOMレーザーと通信リンクを確立できること、及び本開示に照らして明らかになる他の利益を含む。

30

40

【0158】

受け取ったLCOM信号を空間分解するための技術

図14Aは、本開示の実施形態に係る、画像取得装置250の視野1400の例及び対応の画像1402を示す。この一例の実施形態においては、FOV1400及び対応の画像1402は、受け取られるLCOM信号を空間分解するための技術を記述するために提供される。見て分かるように、画像取得装置250(参照の簡便さのために此処でカメラとして参照される)により観察されるFOV1400は、3つの照明器具を含む。記述の簡

50

便さのため、FOV1400内に見られる各照明器具は、LCOM信号を送信しているものとする。

【0159】

図14Bは、本開示の実施形態に係る、受け取られるLCOM信号を空間分解する方法例を示す。記述の簡便さのため、図14Aの一例のFOV1400と画像1402が、方法を記述するために用いられる。図14Bの方法は、コンピューター装置200により、1以上のLCOM信号を送信する少なくとも一つの固体光源のデジタル画像を受け取ること(1411)を含む。LCOM信号(群)は、装置200のカメラ250により受け取られ/取得され得る。方法は、また、画像を複数の非重複セル1404にセグメント化する(1413)ことを含み、ここで、LCOM信号は、各々、少なくとも一つのセルに取得された光源の固有のピクセル集合に関連付けられる。セグメント化(1413)は、任意の適切な技術(群)を用いて実行可能である。方法は、続いて、検出された固有のピクセル集合に基づいて1以上のLCOM信号を空間分解する(1415)。図14Aに見て分かるように、FOV1400内の照明器具は、一般化された画像1402に示され、ここで、各照明器具は、対応の点線を用いて取得されるように図示される。また見て分かるように、画像1402は、矩形形状である非重複セル1404にセグメント化されている。幾つかの実施形態においては、各LCOM信号は、各LCOM信号を空間分解するために少なくとも一つのセルを含む固有のピクセル集合に関連付けられ又は固有のピクセル集合として解釈され得る。固有のピクセル集合としては又はそれに関連して各LCOM信号が検出されると、そのピクセル集合は、本明細書でより詳細に論述されるように、各LCOM信号を空間分解することから得られる他の利益と共に、画像1402内の信号の場所/位置を特定するために用いられ得る。

10

20

【0160】

図14Cは、本開示の別の実施形態に係る、画像取得装置250の視野1420の例と対応の画像1422を示す。FOV1400を参照した先の論述がFOV1420に当てはまり、また画像1402を参照した先の論述が画像1422に当てはまる。この一例の実施形態においては、FOV1420が3つの照明器具101、102、及び103を含む。記述の簡潔さのため、照明器具101、102、及び103が、各々、LCOM信号を送信しているものとする。画像1422は、照明器具の下方からに対応の画像である。見て分かるように、画像1422は、非重複/固有六角形状セル1424にセグメント化されており、ここで、受け取られるLCOM信号は、各々、少なくとも一つのセル1424を含む固有のピクセル集合に関連付けられている。また見て分かるように、観察されたLCOM信号は、示された重複領域1426において重複し、これは、本明細書でより詳細に記述される。

30

【0161】

幾つかの実施形態においては、受け取られる信号強度インジケータ(RSSI)情報が、最も近い通信中の照明器具を決定することに役立つように用いられ得る。例えば、照明器具101、102、及び103からのLCOM信号についてのRSSI情報は、重複領域1426のような画像1422においてLCOM信号を空間分解することを補助するように用いられ得る。LCOM信号についてのRSSI情報は、受け取られるLCOM信号の強度、信号を搬送する光の輝度、又はこの開示に照らして明らかになる任意の他のファクターに基づき得る。幾つかの実施形態においては、LCOMレシーバーの配向は、受け取られるLCOM信号を空間的に分解することを補助するように用いられる。例えば、レシーバー内の1以上のジャイロスコープは、レシーバーの配向(例えば、ピッチ、ロール、及びヨー)を決定するように構成され、配向情報は、重複領域1426のような画像1422において受け取られるLCOM信号を空間分解することを補助するために用いられ得る。幾つかの実施形態においては、受け取られるLCOM信号が空間的に分解されると、例えば、全体の信号対ノイズ比を高めるため、LCOM信号に関連するセルがフィルタリング及びフォーカスされる。更には、幾つかのそのような実施形態においては、例えば、そのLCOM信号の信号対ノイズ比を高めるため、(各LCOM信号のための少なくとも

40

50

一つのセルを含む)各LCOMピクセル集合がフィルタリング及びフォーカスされ得る。幾つかの実施形態においては、受け取られたLCOM信号が空間分解され、任意のLCOM信号に関連しないセル又はピクセルがフィルタリングされ、LCOM信号の信号対ノイズ比を高めることに役立つ。例えば、改善された通信速度及び高められたサンプリング周波数をもたらす任意のLCOM信号を搬送しないセル/ピクセルをフィルタリング(で除外)する。

【0162】

図14A及び14Cにおいて、画像1402及び1422は、各々、矩形及び六角形状セルにセグメント化(1413)された。しかしながら、セグメント化(1413)は、この開示に照らして明らかになるように、任意の適切な形状のセルに帰結し得る。幾つかの実施形態においては、セルは、サイズ及び形状において全て同等であり得る。幾つかの実施形態においては、セルは、全て通常の多角形状を有し得る。幾つかの実施形態においては、セルは、矩形、正方形、三角形、六角形、円形、及び/又は、任意の他の適切な形状であり得る。円形状のセルを用いることはカバーされないエリアに繋がり、他の形状は、矩形、正方形、三角形、及び六角形状セルといった、多数の固有及び/又は非重複セルに帰結する。最小数の固有セルで最適な粒度を達成するため、画像は、セル1422を有する図14Cの場合のように、同等の大きさの六角形状セルにセグメント化(1413)され得る。六角形状セル1422は、画像被覆率を最大化するために用いられ得る。なぜなら、多角形の中心とその最も遠い周囲点の間の距離のため、六角形が最大面積を有するためである。従って、六角形状セル幾何形状を用いることにより、(例えば、セル両辺が一定に保持され)最小数セルが全空間を被覆することができる

10

20

【0163】

受け取られたLCOM信号を空間分解するための本明細書に記述の技術及び原理は、1以上のLCOM有効照明器具から同時に受け取られた複数のLCOM信号のために用いられ得ることに留意されたい。従って、技術は、本明細書で様々に記述の複数パネルの照明器具といった、複数のLCOM信号を送信している単一の照明器具、又は、各々がLCOM信号を送信する複数の照明器具、又はこれらの組み合わせにも用いられ得る。また、技術は、1つよりも多い数のLCOM信号を空間分解することの文脈で本明細書に記述されたが、原理は、例えば、レーザーポジショニング精度を高めるため、LCOMレーザーのFOV内の単一のLCOM信号を空間分解することにも適用できる。例えば、幾つかの実施形態においては、レーザーポジショニングは、信号の画像及びレーザーの傾斜(例えば、ヨー、ピッチ、ロール)又は(例えば、オンボード・磁力計/地磁気センサーから得られる)配向に関する情報と一緒に(LCOM信号を介してレーザーに通信され得る)少なくとも2つのLCOM照明器具の絶対位置を用いて実行され得る。幾つかのそのような実施形態においては、ポジショニング技術は、(例えば、レーザーにより検出される2つの照明器具のLCOM信号の起源を決定することにより)本明細書で様々に記述のように少なくとも2つの照明器具の場所を空間分解すること、及び、レーザーの方向/配向を用いてレーザーの位置/場所を決定することを含む。更には、幾つかのそのような実施形態においては、包含される照明器具の幾何形状が知られている必要はない。

30

【0164】

本明細書に記述の複数のLCOM信号を空間分解する技術の一例の代替は、カメラ又は画像取得装置ではなくフォトダイオードを用いてLCOM信号ソースと視覚(sight)通信のラインを確立することを含む。そのような一例の代替は、同一品質の空間分解を提供せず、複数のLCOM信号を識別することができないことを伴う。別の一例の代替は、方向性光センサーを用いることを含む。しかしながら、そのような一例の代替は、方向性光センサーをLCOM信号ソース(群)に向けなければならないことを伴う。従って、本明細書で様々に記述の技術は、これらのLCOM信号の衝突及び/又は場所の決定なしで、レーザーのFOV内の複数のLCOM信号とリンクを確立するために用いられ得る。本明細書で様々に記述の技術の追加の利益は、LCOMレーザーポジショニングの正確さ/精度を高めること、信号重複の領域においてさえ複数のLCOM信号を受け取ること、信

40

50

号対ノイズ比 (S N R) を高めること、サンプリング周波数を高めること、通信速度を高めること、L C o m 信号を含まない F O V 内のピクセルをフィルタリングすること、及び本開示に照らして明らかになる他の利益を含む。

【 0 1 6 5 】

図 5 A、5 C、6 C、7 B、8 A、8 B、9 A、1 0 B、1 1 B、及び 1 4 B の方法の多数のバリエーションは、この開示に照らして明らかになる。理解されるように、また幾つかの実施形態においては、これらの図に示された各機能ボックスは、例えば、モジュール又はサブモジュールとして実施でき、1 以上のプロセッサ 1 4 0 により実行され、又は他の態様で動作される時、本明細書で記述される関連の機能が実行されることを生じさせる。モジュール/サブモジュールは、例えば、ソフトウェア (例えば、1 以上のコンピューター読み取り可能媒体に記憶された実行可能な指令)、ファームウェア (例えば、ユーザーからの入力を受け付け、ユーザーリクエストに応答を提供する I / O 機能を有し得る、マイクロコントローラー又は他の装置の埋め込みルーチン)、及び/又はハードウェア (例えば、ゲートレベルロジック、フィールド・プログラマブル・ゲートアレイ、専用シリコンなど) として実施され得る。

10

【 0 1 6 6 】

多数の実施形態がこの開示に照らして明らかになる。一つの例の実施形態は、画像取得装置と、データで符号化されたパルス光信号を送信する少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価し、前記画像取得装置の前記ラスタ線と前記少なくとも一つの固体照明器具間のミスアライメントに応じて、前記画像取得装置の前記ラスタ線を前記少なくとも一つの固体照明器具にアライメントする指令を提供するように構成されたプロセッサを含むコンピューター装置を提供する。幾つかの場合、前記指令は、前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線をアライメントするように前記画像取得装置の自動的な再配向を生じさせる制御信号を含む。幾つかの場合、前記指令は、前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線をアライメントするように前記画像取得装置のラスタ・セットアップの自動調整を生じさせる制御信号を含む。幾つかの場合、コンピューター装置は、前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線をアライメントするように前記画像取得装置の再配向をユーザーに案内する視覚フィードバックを、前記指令として出力するように構成されたディスプレイと、前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線をアライメントするように前記画像取得装置の再配向をユーザーに案内する聴覚フィードバックを、前記指令として出力するように構成されたスピーカーの少なくとも一つを更に含む。幾つかの場合、前記少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価するため、前記プロセッサは、前記画像取得装置の視野 (F O V) 内の前記少なくとも一つの固体照明器具の位置を決定し、前記少なくとも一つの固体照明器具の幾何形状 (geometry) を決定し、及び、前記画像取得装置のラスタ方向を決定するように構成される。幾つかのそのような場合、前記少なくとも一つの固体照明器具の幾何形状を決定するため、前記プロセッサは、前記画像取得装置により取得された画像データを分析し、前記少なくとも一つの固体照明器具の輝度とその周辺の環境の比較により、前記画像データから前記少なくとも一つの固体照明器具の最長寸法を特定するように構成される。幾つかの他のそのような場合、前記少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価するため、前記プロセッサは、前記少なくとも一つの固体照明器具の配向を決定するように更に構成される。幾つかの場合、光基準通信システムが提供され、システムは、コンピューター装置と、少なくとも一つの固体照明器具を含む。

20

30

40

【 0 1 6 7 】

別の一例の実施形態は、データで符号化されたパルス光信号を送信する少なくとも一つの固体照明器具に対する画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価することと、前記画像取得装置の前記ラスタ線と前記少なくとも一つの固体照明器具間のミスアライメントに応じて、前記画像取得装置の前記ラスタ線を前記少なくとも一つの固体照明器

50

具にアライメントする指令を提供することを含む、光基準通信方法を提供する。幾つの場合、前記指令は、前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線のアライメントするように前記画像取得装置の自動的な再配向を生じさせる制御信号を含む。幾つの場合、前記指令は、前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線のアライメントするように前記画像取得装置のラスタ・セットアップの自動調整を生じさせる制御信号を含む。幾つの場合、前記指令は、前記画像取得装置のラスタ線を前記少なくとも一つの固体照明器具に手動でアライメントするように前記画像取得装置を再配向するようにユーザーに案内する視覚フィードバック及び聴覚フィードバックの少なくとも一つを含む。幾つの場合、前記少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価することは、前記画像取得装置の視野（FOV）内の前記少なくとも一つの固体照明器具の位置を決定し、前記少なくとも一つの固体照明器具の幾何形状（geometry）を決定し、及び、前記画像取得装置のラスタ方向を決定することを含む。幾つの場合、前記少なくとも一つの固体照明器具の幾何形状を決定することは、前記画像取得装置により取得された画像データを分析することと、前記少なくとも一つの固体照明器具の輝度とその周辺の環境の比較により、前記画像データから前記少なくとも一つの固体照明器具の最長寸法を特定することを含む。幾つの場合、前記少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価することは、前記少なくとも一つの固体照明器具の配向を決定することを更に含む。

【0168】

別の一例の実施形態は、1以上のプロセッサにより実行される時、プロセスが実行されることを生じさせる複数の指令で非一時的に符号化された非一時的なコンピュータプログラム製品を提供する。このコンピュータプログラム製品は、例えば、ハードドライブ、コンパクトディスク、メモリスティック、サーバー、キャッシュメモリ、レジスタメモリ、ランダムアクセスメモリ（RAM）、リードオンリーメモリ（ROM）、フラッシュメモリ、又は1以上のプロセッサにより実行されることができるとして符号化された任意の適切な非一時的なメモリ、又はそのようなメモリの複数又は組み合わせといった1以上のコンピュータ読み取り可能媒体を含み得る。前記プロセスは、データで符号化されたパルス光信号を送信する少なくとも一つの固体照明器具に対する画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価することと、前記画像取得装置の前記ラスタ線と前記少なくとも一つの固体照明器具の間のミスアライメントに応じて、前記画像取得装置の前記ラスタ線を前記少なくとも一つの固体照明器具にアライメントする指令を提供することを含む。幾つの場合、前記指令は、前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線のアライメントするように前記画像取得装置の自動的な再配向を生じさせる制御信号；前記少なくとも一つの固体照明器具に前記画像取得装置のラスタ線のアライメントするように前記画像取得装置のラスタ・セットアップの自動調整を生じさせる制御信号；前記画像取得装置のラスタ線を前記少なくとも一つの固体照明器具に手動でアライメントするように前記画像取得装置を再配向するようにユーザーに案内するディスプレイにより提示される視覚フィードバック；及び、前記画像取得装置のラスタ線を前記少なくとも一つの固体照明器具に手動でアライメントするように前記画像取得装置を再配向するようにユーザーに案内するスピーカーにより提示される聴覚フィードバックの少なくとも一つを含む。幾つの場合、前記少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画像取得装置のラスタ線のアライメントを評価することは、前記画像取得装置の視野（FOV）内の前記少なくとも一つの固体照明器具の位置を決定し、前記少なくとも一つの固体照明器具の幾何形状（geometry）を決定し、及び、前記画像取得装置のラスタ方向を決定することを含む。幾つの場合、前記少なくとも一つの固体照明器具の幾何形状を決定することは、前記画像取得装置により取得された画像データを分析することと、前記少なくとも一つの固体照明器具の輝度とその周辺の環境の比較により、前記画像データから前記少なくとも一つの固体照明器具の最長寸法を特定することを含む。幾つの場合、前記少なくとも一つの固体照明器具に対する前記画

10

20

30

40

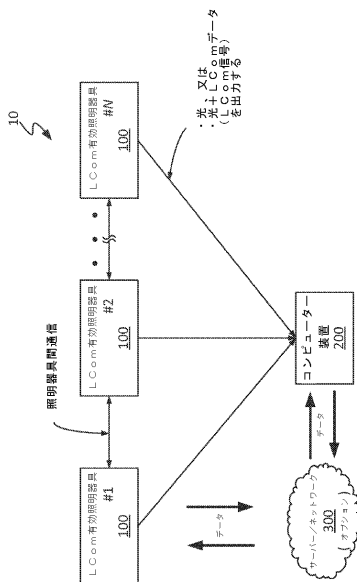
50

像取得装置のラスタ線のアライメントを評価することは、前記少なくとも一つの固体照明器具の配向を決定することを更に含む。

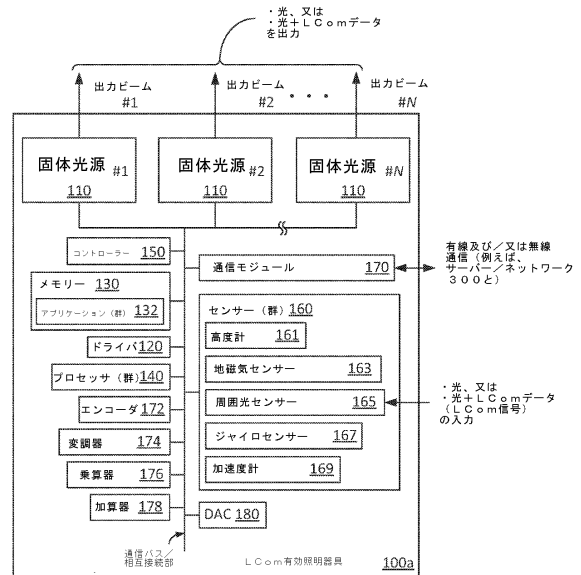
【0169】

実施形態例の上述の記述は、説明及び記述のために提示される。本開示を開示された形態のまま又はそれに限定する意図はない。多数の修正及び変更が、この開示に照らして見込まれる。本開示の範囲は、この詳細な記述により限定されず、しかし、ここに添付の請求項により為されることが意図される。この出願の優先権を主張する将来の出願は、本明細書で様々に開示又は他の方法で実証された1以上の限定の任意のセットを含み得る。

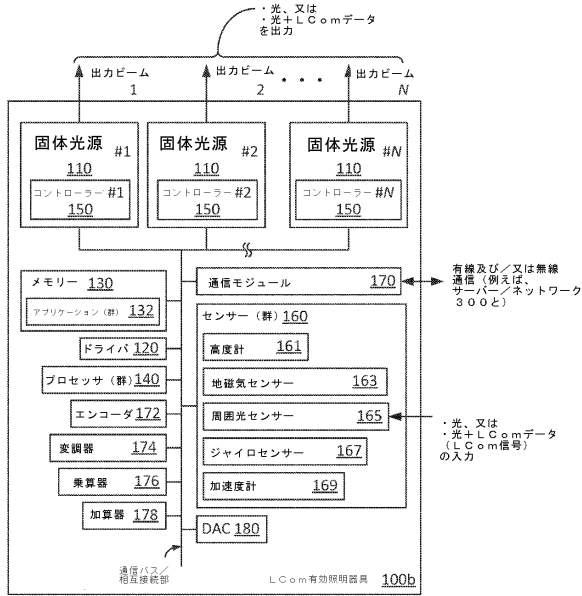
【図1】



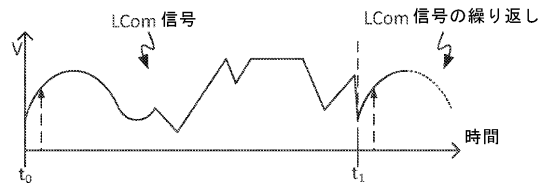
【図2A】



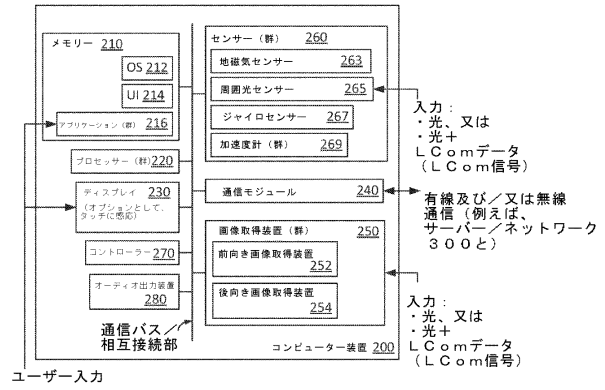
【図 2 B】



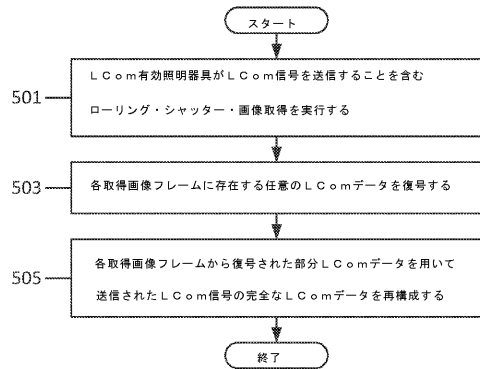
【図 3】



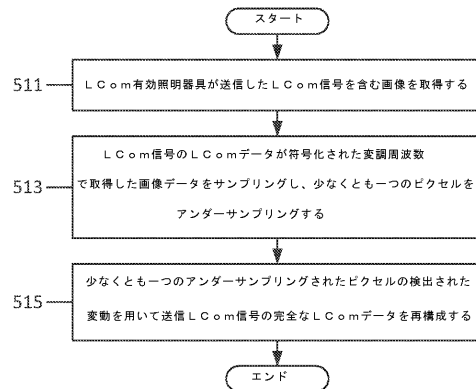
【図 4】



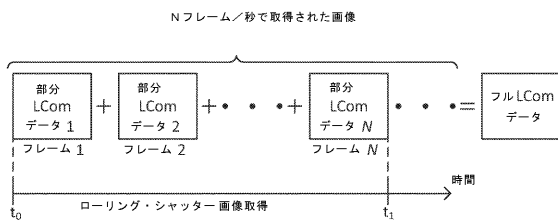
【図 5 A】



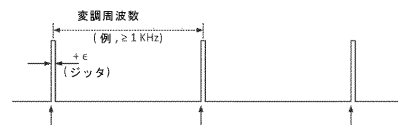
【図 5 C】



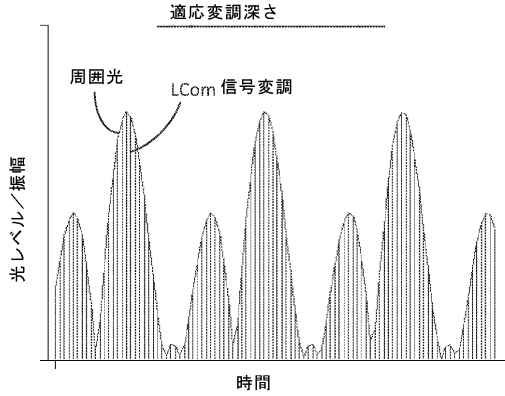
【図 5 B】



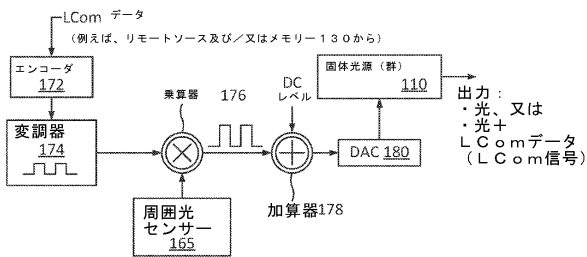
【図 5 D】



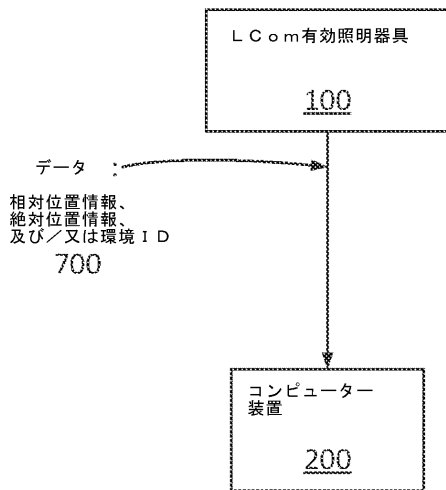
【図 6 A】



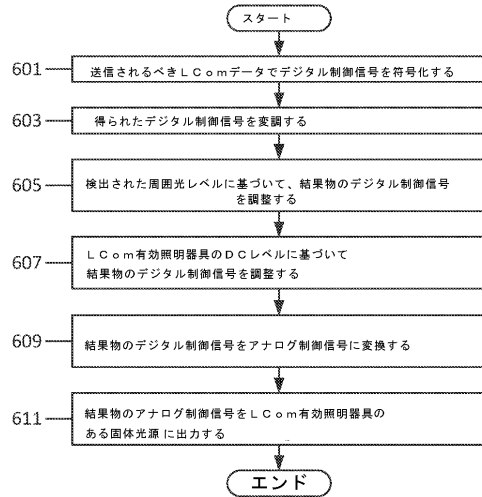
【図 6 B】



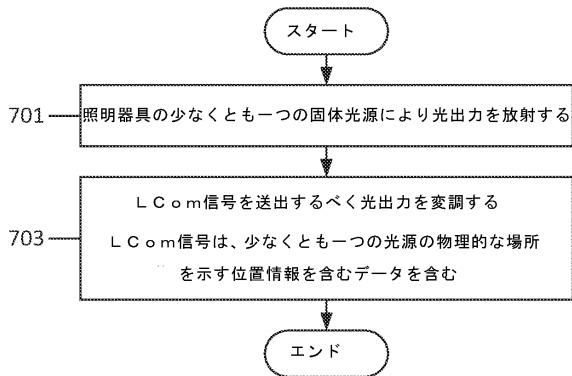
【図 7 A】



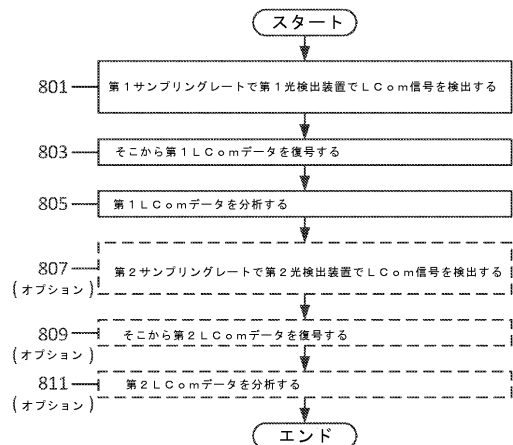
【図 6 C】



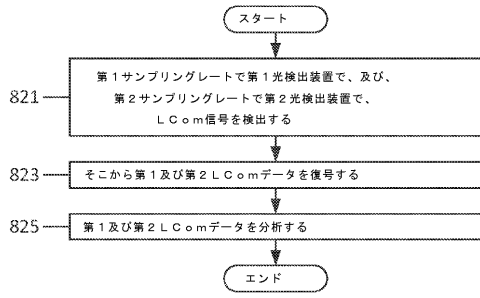
【図 7 B】



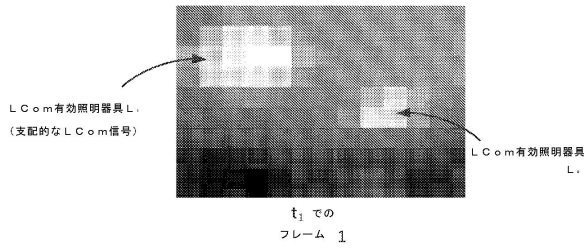
【図 8 A】



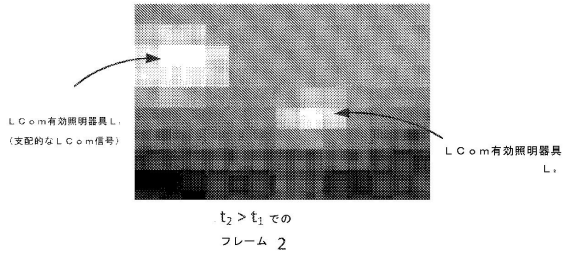
【図 8 B】



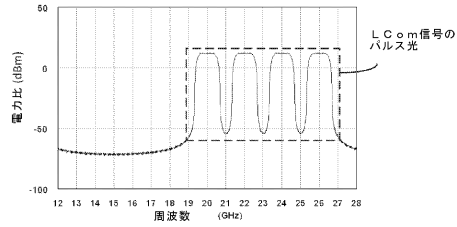
【図 8 C】



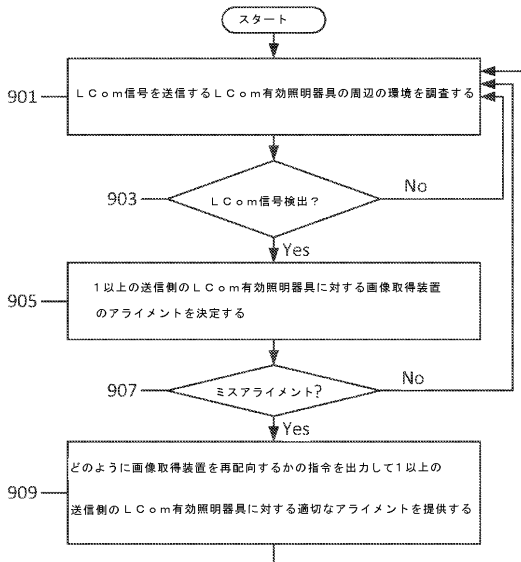
【図 8 D】



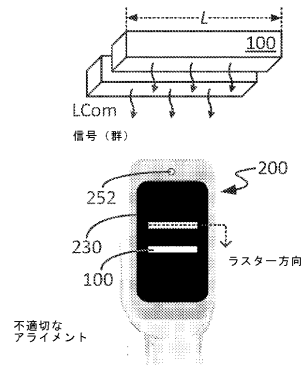
【図 8 E】



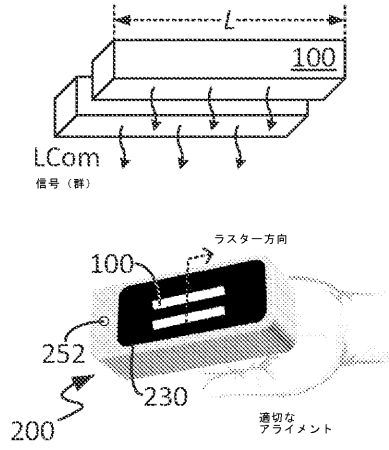
【図 9 A】



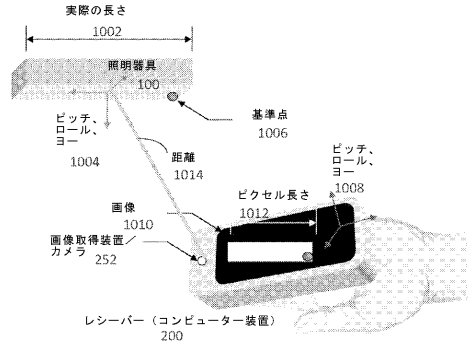
【図 9 B】



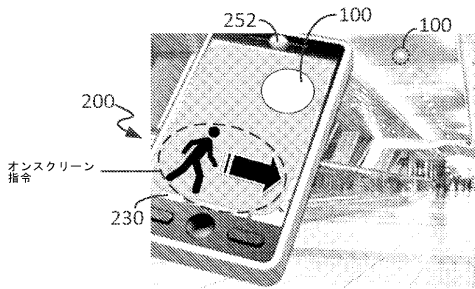
【図9C】



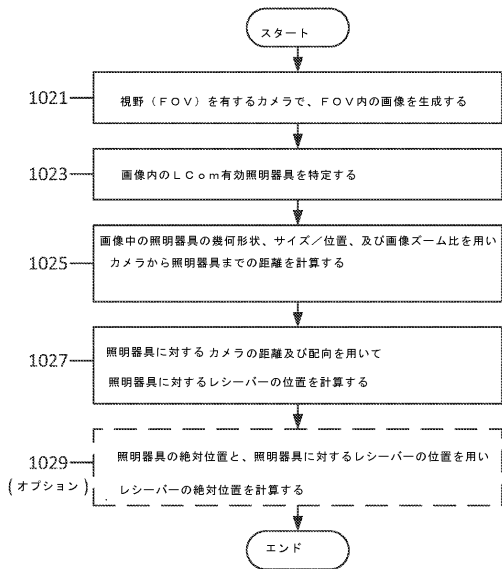
【図10A】



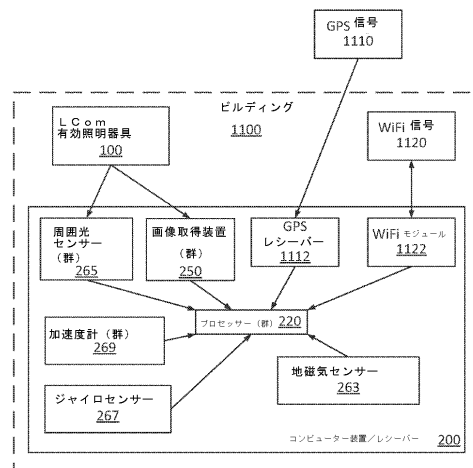
【図9D】



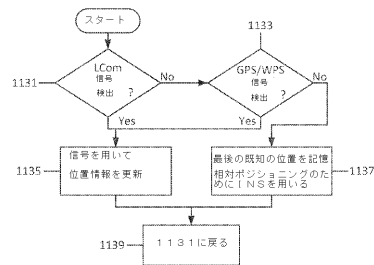
【図10B】



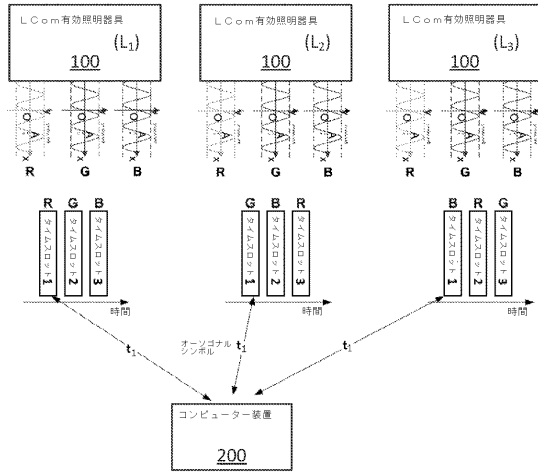
【図11A】



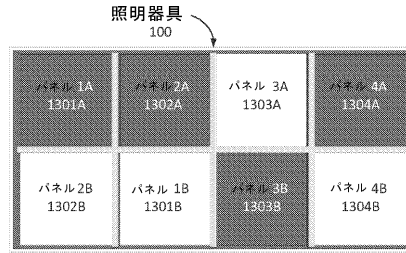
【図11B】



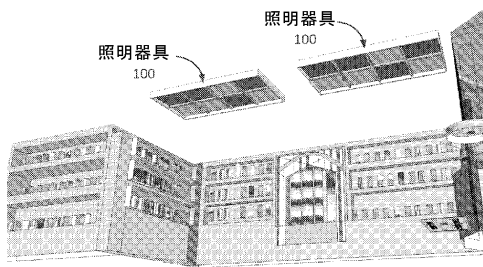
【図 1 2】



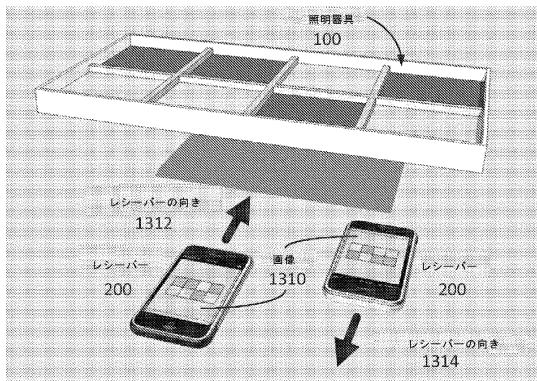
【図 1 3 B】



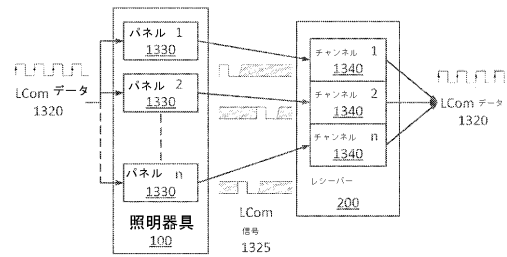
【図 1 3 A】



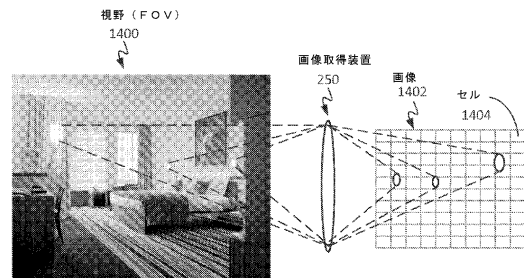
【図 1 3 C】



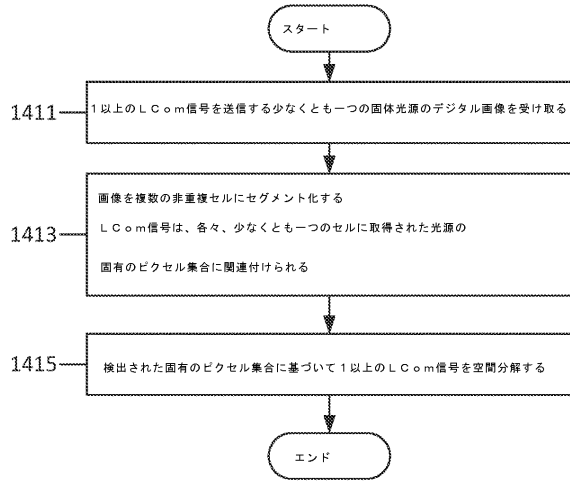
【図 1 3 D】



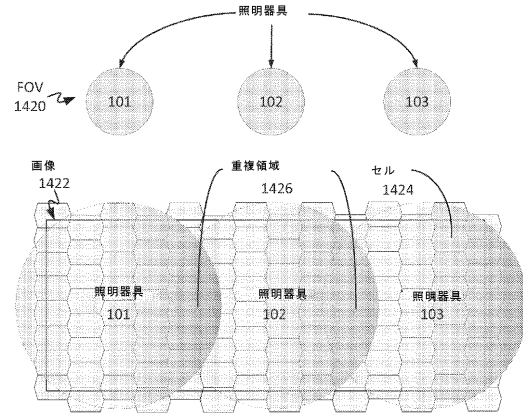
【図 1 4 A】



【図14B】



【図14C】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/970,310

(32)優先日 平成26年3月25日(2014.3.25)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(31)優先権主張番号 61/970,321

(32)優先日 平成26年3月25日(2014.3.25)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(31)優先権主張番号 61/970,325

(32)優先日 平成26年3月25日(2014.3.25)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(31)優先権主張番号 14/572,130

(32)優先日 平成26年12月16日(2014.12.16)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(72)発明者 クリスチャン・プロイアー

ドイツ国デー - 4 4 2 6 7 ドルトムント、マグノーリウエンヴェーク 2 4

(72)発明者 アナント・アガーウォール

アメリカ合衆国 0 2 4 5 1 マサチューセッツ州ウォルサム、マルバーン・ストリート 2 2

審査官 後澤 瑞征

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 3 / 1 7 5 8 0 4 (WO, A 1)

国際公開第 2 0 0 8 / 0 6 8 5 4 4 (WO, A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 B 1 0 / 0 0 - 1 0 / 9 0