

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6263130号
(P6263130)

(45) 発行日 平成30年1月17日(2018.1.17)

(24) 登録日 平成29年12月22日(2017.12.22)

(51) Int.Cl.

H04B 10/116 (2013.01)

F 1

H04B 10/116

請求項の数 23 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-551717 (P2014-551717)
(86) (22) 出願日	平成25年1月14日 (2013.1.14)
(65) 公表番号	特表2015-509324 (P2015-509324A)
(43) 公表日	平成27年3月26日 (2015.3.26)
(86) 國際出願番号	PCT/IB2013/050326
(87) 國際公開番号	W02013/108167
(87) 國際公開日	平成25年7月25日 (2013.7.25)
審査請求日	平成28年1月12日 (2016.1.12)
(31) 優先権主張番号	61/587,298
(32) 優先日	平成24年1月17日 (2012.1.17)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	61/599,459
(32) 優先日	平成24年2月16日 (2012.2.16)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	516043960 フィリップス ライティング ホールディング ピー ヴィ オランダ国 5656 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパス 45
(74) 代理人	100163821 弁理士 柴田 沙希子
(72) 発明者	フェリ ロレンツォ オランダ国 5656 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパス ビルディング 44

前置審査

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】複数の異なる変調期間を使用する、照明装置によって発される光の変調

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周期的な変調を有する光を発する光発光体であって、前記周期的な変調は前記光に情報を埋め込むものである、光発光体と、

指示子を前記光発光体に供給することによって前記光発光体を駆動する光ドライバであって、前記指示子は前記光発光体により発される光の変調に関し、前記光発光体は、前記指示子に従って変調された光を発するように配されている、光ドライバと、
を有する照明装置において、前記光ドライバは、同じ情報が複数の異なる変調期間において複数回埋め込まれる光を発するように前記光発光体を駆動する、照明装置。

【請求項 2】

前記光発光体は、画像捕捉ユニットにより検出される光を発し、

前記光ドライバは、前記変調期間の少なくとも1つが、前記画像捕捉ユニットの取得過程により生成される周波数ブラインドスポットに対応するのを回避するように、前記光発光体を駆動する、

請求項1に記載の照明装置。

【請求項 3】

前記光ドライバは、経時的に前記異なる変調期間の間を変化する、請求項1又は2に記載の照明装置。

【請求項 4】

前記情報は、前記照明装置の固有の識別子を有する、請求項1に記載の照明装置。

10

20

【請求項 5】

前記固有の識別子は、周波数 $f = 1 / T_{1_0}$ により表され、 $T_{1_0} > 0$ は時定数である、請求項 4 に記載の照明装置。

【請求項 6】

前記変調は、パルス幅変調である、請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の照明装置。

【請求項 7】

前記光発光体は、更に、発された変調された前記光の照明の寄与に関連付けられた非変調された光を発する、請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の照明装置。

【請求項 8】

前記光ドライバは、前記変調が各状態内で周期的である少なくとも 2 つの異なる状態において前記光発光体を駆動し、10

第 1 の状態において、前記変調は期間 T_{1_1} を有し、第 2 の状態において、前記変調は期間 $T_{1_2} - T_{1_1}$ を有し、 T_{1_1} 及び T_{1_2} は、間隔 $[T_{1_0} - T_{1_1}/2, T_{1_0} + T_{1_1}/2]$ 内の値をとり、 $T_{1_0} > 0$ は時定数であり、 $T_{1_1} > 0$ は、発された変調された光における可視的なフリッカが回避されるように選択された時間オフセットである、請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の照明装置。

【請求項 9】

前記光ドライバは、前記第 1 の状態と前記第 2 の状態との間で非周期的に前記変調を交番させる、請求項 8 に記載の照明装置。

【請求項 10】

前記光ドライバは、所定の系列に従って前記第 1 の状態と前記第 2 の状態との間で前記変調を交番させる、請求項 8 又は 9 に記載の照明装置。20

【請求項 11】

前記変調は、確率変数に従って前記第 1 の状態と前記第 2 の状態との間を交番する、請求項 8 乃至 10 の何れか一項に記載の照明装置。

【請求項 12】

前記変調は、少なくとも 2 つの隣接するパルス幅変調期間における全く同一の状態を持つ、請求項 7 又は 8 に記載の照明装置。

【請求項 13】

$T_{1_2} > T_{1_1}$ に関して $T_{1_2} - T_{1_0} = T_{1_0} - T_{1_1}$ である、請求項 8 乃至 12 の何れか一項に記載の照明装置。30

【請求項 14】

前記光ドライバは、同時に複数の異なる変調期間により変調される光を発するように前記光発光体を駆動する、請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の照明装置。

【請求項 15】

前記光発光体は、検出ユニットにより検出される光を発し、

複数の変調期間の少なくとも 1 つが、他の前記変調期間の少なくとも 1 つの他のものが 1 つ以上のブラインドスポットに対して検出スペクトル内に落ちるにもかかわらず、常に検出可能であるように、複数の変調周波数は、前記検出ユニットの検出スペクトルのブラインドスポットの検出不可能な幅に少なくとも対応している量だけ離間されている、40 請求項 14 に記載の照明装置。

【請求項 16】

複数の変調周波数は、人の知覚可能な範囲内にある何らかの変調周波数間の内部変調効果を回避するように離間されている、請求項 14 又は 15 に記載の照明装置。

【請求項 17】

複数の変調周波数のうちの少なくとも 1 つは、前記複数の変調周波数の少なくとも 1 つの他のものの整数倍ではない、請求項 1 4 乃至 1 6 の何れか一項に記載の照明装置。

【請求項 18】

複数の変調周波数は、前記光発光体の同じ光源により発される、請求項 1 乃至 1 7 の何れか一項に記載の照明装置。50

【請求項 19】

前記光発光体は、同じ照明器具内の複数の光源を有し、複数の変調周波数の各々は、前記光源の対応するものにより発される、請求項 1 乃至 17 の何れか一項に記載の照明装置。

【請求項 20】

請求項 1 乃至 19 の何れか一項に記載の複数 N 個の照明装置を有する照明システムであつて、各照明装置は、自身の固有な定数 T_{i_1} 、 $i = 1, \dots, N$ に関連付けられており、各照明装置に関する変調は、各状態内で周期的であり、第 1 の状態において光源 i に関する前記変調は期間 T_{i_1} を有し、第 2 の状態において光源 i に関する前記変調は期間 T_{i_2} を有し、 T_{i_1} 及び T_{i_2} は、間隔 $[T_{i_0} - T_{i_1}/2, T_{i_0} + T_{i_1}/2]$ 内の値を取り、

$T_{i_0} > 0$ は光源 i に関する時定数であり、 $T_{i_1} > 0$ は発された変調された前記光の可視的なフリッカが回避されるように選択された光源 i に関する時間オフセットである、照明システム。

【請求項 21】

$i \neq j$ に関して $T_{i_1} \neq T_{j_1}$ である、請求項 20 に記載の照明システム。

【請求項 22】

$i \neq j$ に関して $T_{i_1} \neq T_{j_1}$ である、請求項 20 又は 21 に記載の照明システム。

【請求項 23】

$T_{2_0} > T_{1_0}$ に関して、 $T_{i_0} < T_{2_0} - T_{1_0}$ であり、 T_{1_0} 及び T_{2_0} は 2 つの時間的に隣接する時定数である、請求項 20、21 又は 22 に記載の照明システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、照明装置の分野に関し、より詳細には、照明システムにおける照明装置及びこれらに対応する方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

これまでに増大している数の個々に制御可能な光源、高度なレンダリング能力を有する照明装置、照明器具及び照明アレンジメント等から成る統合された照明設備 (installations) の出現は、専門家及び消費者市場の両方のための変化する照明システムと考えられることが可能である。このことは、完全な照明インフラストラクチャのレンダリング能力を十分に利用することができる直観的な制御に対する願望をもたらしている。幾つかの方法が、光源、照明装置、照明器具及び照明アレンジメント等を制御するために提案されている。

【0003】

光源の選択及び高度な制御のための光学的で自由な空間の通信（即ち可視光（V L）及び赤外線（I R）通信）が先だって提案されており、以下では、符号化された光（coded light : C L）と称される。一般に、符号化された光は、光源の高度な制御を可能にするよう提案されている。符号化された光は、光源の光出力におけるデータの埋め込み（特に、見えない識別子）に基づいている。従って、符号化された光は、データ及び識別子を可視光源の光出力に埋め込むものとして規定されることができ、埋め込まれたデータ及び / 又は識別子は、好ましくは、光源の主たる照明機能には影響しない。従って、データ及び / 又は識別子に関する発された光の如何なる変調も、人間にはほぼ見えないのでなければならない。このことは、ネットワーク化された照明システムの対話型の場面設定、コミュニケーション及び再コミュニケーションのような用途を考慮に入れている。符号化された光は、符号化された照明システムの 1 つ以上の光源が符号化された光を発し、これにより情報を受信者に通信するように構成される通信用途において使用されることができる。

【0004】

光源、照明装置、照明器具及び照明アレンジメント等の制御のための 1 つの例は、位置

10

20

30

40

50

及び制御の概念を含んでおり、この方法は、符号化された光の原理と、リモコンユニットが向けて指し示めされている光源又は照明器具の符号を検出すると共に、これにより符号化された光を発する光源又は照明器具を識別するようにすることができるリモコンユニットとを活用する。このようなリモコンユニットは、典型的には、光源又は照明器具により発される符号化された光を検出する1つ以上のフォトダイオードを有する。代替的には、リモコンユニットは、符号化された光を検出するカメラを有することができる。位置及び制御の概念の1つの実施化は、固有の符号化された光信号を送信する光源又は照明器具を有することを含む。異なる光源又は照明器具が、異なる信号（即ち異なる埋め込まれた固有の識別子を有する信号）を送信する。この目的に適した信号の1つの例は、パルス幅変調（PWM）である。この位置及び制御の取り組みは、ユーザが単にリモコンユニットをこれに向けることによって、照明器具を選択することを可能にする手段として符号化された光を使用することの有利な点を示している。上述したように、この取組は、各照明器具の符号化された光のメッセージを検出するためにフォトダイオードを使用する。標準的なカメラによって、符号化された光を検出して復号化することが、提案されている。10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

欧洲特許出願第11159149.1号は、照明の光検出システムの光出力に埋め込まれているデータを検出するシステム及び方法に関する。当該光検出システムは、2次元画像の場面から出力される光を捕捉し、時間的にシフトされた線のインスタンスは、光サンプル時点として役立つ。画像の捕捉の過程における光検出手段上の連続的な列の捕捉間の時間的なシフトは、当該場面の最終的な捕捉された画像における変調された光源により照明される対象物の一部に対応する又は光源自身に対応する領域に関する画素値における線的な変化（line-wise variation）を生じさせる。画素値における線的な変化は、照明された対象物における画像の上に重ね合される水平線のパターンを構成する。符号化された光におけるメッセージ（即ち埋め込まれた符号）を復号化することは、変調された光源の元々の強度の変化と関連付けられている1次元（1D）信号の回復を必要とする。20

【0006】

記載される実施例の発明者らは、上述の概念による複数の不利な点を識別した。例えば、典型的には、（これらに限定されるわけではないが）移動通信装置（例えば、携帯電話、スマートフォン、タブレット・コンピュータ及びラップトップ・コンピュータ）のような携帯可能な電子装置に埋め込まれるカメラの基本的な限界は、符号化された光の検出を、常に信頼性の高いもの及び／又は再生可能なものにレンダリングするわけではない。30

【0007】

本発明の目的は、これらの課題を解決し、照明装置により発される符号化された光が検出されないリスクが低減されるように配されている複数の照明装置を有している照明装置及び照明システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の見地によれば、周期的な変調を有する光を発する光発光体と、指示子を光発光体に提供することによって光発光体を駆動する光ドライバとを有する照明装置であって、前記指示子は、前記光発光体により発される光の変調に関し、前記光発光体は、前記指示子に従って変調された光を発するように配されており、前記光ドライバは、複数の異なる変調期間を有する光を発するように前記光発光体を駆動するように配されている、照明装置が、提供される。40

【0009】

実施例において、光発光体は、画像捕捉ユニットにより検出されるべき光を発するように配されることができ、光ドライバは、変調期間のうちの少なくとも1つが画像捕捉ユニットの取得過程により生成される周波数ブライドスポット（blind spot）に対応するのを防止するように光発光体を駆動するように配されることができる。50

【0010】

実施例において、光ドライバは、経時的に異なる変調期間の間で変化し得る。

【0011】

第1の実施例においては、変調された光を発する照明装置であって、指示子を前記照明装置の光発光体に提供するように配されている光ドライバであって、前記指示子は少なくとも2つの状態のうちの1つにおいて光発光体により発される光の変調に関し、前記光ドライバは、これにより光発光体を駆動する、光ドライバと、前記指示子に従って変調された光を発するように配された光発光体とを有する照明装置において、前記変調は各状態中に周期的であり、第1の状態において前記変調は期間 $T_{1,1}$ を有し、第2の状態において前記変調は期間 $T_{1,2} - T_{1,1}$ を有し、 $T_{1,1}$ 及び $T_{1,2}$ は、間隔 $[T_{1,0} - T_{1,1}/2, T_{1,0} + T_{1,1}/2]$ 内の値をとり、ここで $T_{1,0} > 0$ は時定数であり、 $T_{1,1} > 0$ は、発された変調された光のこののような可視的なフリッカが防止されるように選択される時間オフセットである、照明装置を提供する。10

【0012】

変調の周期が経時的に変化するので、第1の見地により配された照明装置は、発された変調された光が所与の固定された露出時間の設定において画像を捕捉している画像捕捉ユニットによって検出可能であることを可能にする。従って、有利には、このような照明装置は、圧延シャッタ・カメラ(rolling shutter camera)が、当該照明装置により発される変調された光に含まれる情報に対してブラインド(blind)であることを防止する。20

【0013】

第2の実施例によれば、第1の見地による照明装置をN個有する照明システムであって、各照明装置は、自身の固有の定数 $T_{i,j}$ ($i = 1 \dots N$)に関連付けられており、各照明装置に関する変調は、各状態中に周期的であり、第1の状態において光源*i*に関する前記変調は期間 $T_{i,1}$ を有し、第2の状態において光源*i*に関する前記変調は期間 $T_{i,2} - T_{i,1}$ を有し、 $T_{i,1}$ 及び $T_{i,2}$ は、間隔 $[T_{i,0} = T_{i,1}/2, T_{i,0} + T_{i,1}/2]$ 内の値をとり、ここで $T_{i,0} > 0$ は光源*i*に関する時定数であり、 $T_{i,1} > 0$ は、発された変調された光における可視的なフリッカが回避されるように選択された光源*i*に関する時間オフセットである、照明システムが提供される。

【0014】

第3に、代替的な又は付加的な実施例において、前記光ドライバは、複数の異なる変調期間により変調される光を発するように光発光体を駆動するように配されることができる。30

【0015】

実施例において、前記光発光体は、検出ユニットにより検出されるべき光を発するように配されることができ、少なくとも、前記変調期間の少なくとも1つが、他の変調期間の少なくとも1つの他のものが1つ以上のブライドスポットに対して検出スペクトル内のどこにあるかに関係なく、常に検出可能であるように、前記変調周波数は、少なくとも検出ユニットの検出範囲のブライドスポットの検出不可能な幅に対応している量だけ離間されることができる。

【0016】

実施例において、変調周波数は、人間の知覚可能な範囲内にある変調周波数の何れかの間ににおいて、内部変調効果を防止するように、離間されることが可能である。実施例において、変調周波数のうちの少なくとも1つは、変調周波数の少なくとも1つの他のものとの調和関係を有さない。

【0017】

実施例において、複数の変調周波数は、前記光発光体の同じ光源により発せることができる。代替的には、光発光体は、同じ照明器具内の複数の光源を有し、複数の変調周波数の各々は、光源の対応するものにより発せることができる。

【0018】

本発明は、添付の請求項において詳述される特徴の全てのあり得る組合せに関するこ4050

に留意されたい。例えば、第1の見地の有利な点は第2の見地に当てはまり、第2の見地の有利な点は第1の見地に当てはまる。更に、第3の実施例は、第1又は第2の実施例と組み合せることができる。

【 0 0 1 9 】

本発明の上述及び他の見地は、本発明の実施例を示している添付の図面を参照して、以下に詳細に記載される。

【図面の簡単な説明】

〔 0 0 2 0 〕

【図1】実施例による照明システムを例示している。

【図2】実施例による照明装置を例示している。

10

【図3】発された光信号を模式的に示している。

【図4】図3の光信号のスペクトルを示している。

【図5】画像捕捉ユニットのローパスフィルタ特性

【図6】図4のスペクトルと共に、画像捕捉ユニットのヨニバスフィルタ特性

【図7】発された光信号を模式的に示している。

【図8】図7の光信号のスペクトルを示している

【図8】図7の光信号スペクトルを示している。

【図1-2】図1のスマートルーピングと共に、画像捕捉ユニットのロードバランシング特性を模式的に示している。

【図10】信号スペクトルに関する変形例と共に、画像捕捉ユニットのローパスフィルタ特性に関して模式的に示している。

【図11】信号スペクトルに関するもう一つの代替的な例と共に、画像捕捉ユニットのオーバスフィルタ特性に関して模式的に示している。

【発明を実施するための形態】

[0 0 2 1]

以下の実施例は、この開示が詳細で完全なものとなり、本発明の範囲を当業者に完全に伝達するように、一例として与えられる。同じ符号は、全体にわたって同じ要素を表している。以下の実施例において、開示される装置は、動作の状況において記載される。

[0 0 2 2]

照明システムの動作は、ここで、図1の照明装置1を参照して開示される。図1の照明装置1は、符号2a、2b、2cを有する照明装置によって模式的に示されている、符号化された光を発するよう配されている少なくとも1つの照明装置を有する。少なくとも1つの照明装置2a、2b、2cは、照明器具であっても良く及び／又は照明制御システムの一部であっても良い。従って、照明システム1は、符号化された照明システムとして意味されることもある。図2を参照して更に開示されるように、照明装置2a、2b、2cは、少なくとも光ドライバ及び光発光体を有する。照明器具は、このような少なくとも1つの照明装置2a、2b、2cを有することができる。「照明装置」なる語は、部屋内の対象物を照らすためのために、部屋内の光を提供するために使用される装置を意味する。部屋と、この文脈において、典型的には、アパートの一室若しくはオフィスの一室、体育館、屋内の小売店、環境、劇場シーン、又は、例えば通りの一部のような、公共の場所又は屋外環境における空間である。矢印3a、3b、3cによって模式的に示されるように、各照明装置2a、2b、2cは、符号化された光を発することができる。従って、発された光は、情報系列を有している符号化された光に関連付けられている変調された部分を有する。この変調された光は、付加的な埋め込まれたデータを有する。例えば、データは、照明装置の固有の識別子を有することができる。発された光は、照明の寄与と関連付けられた変調されていない部分を有することもできる。各照明装置2a、2b、2cは、複数の光（又は照明）の設定、特に、発された光の色、色温度、強度及び周波数のような、照明装置の照明の寄与に関する設定に関連付けられることができ。一般に、照明装置の照明の寄与は、照明装置2a、2b、2cにより発される光の時間平均化された出力として定義されることができる。図3は、周波数 $f = 1 / T$ を有するベーストーン（

30

40

50

base tone) を割り当てられている照明装置 2 a、2 b、2 c により発される光信号 3 a、3 b、3 c を模式的に示している。このベーストーンは、周波数 $f = 1 / T_0$ を有するパルス幅変調に従って発される。従って、得られる信号(トーン)は、パルスの単一の系列(train)である。複数の一次照明装置(multiprimary lighting devices) 2 a、2 b、2 c(例えば、別個の R G B チャネルを有する LED)に関して、得られる信号(トーン)は、パルス(一次色当たり 1 つ)の様々な系列と、全て同じベース周波数との線形結合である。図 4 は、図 3 の光信号の周波数表現のフーリエ変換の絶対値である、対応するスペクトル $|H(f(z))|$ を示している。

【0023】

当該システム 1 は、システム 1 内の照明装置 2 a、2 b、2 c により発される符号化された光を受信する及び検出するように配されたリモコンユニット 4 と称される装置を更に有する。リモコンユニット 4 は、複数の機能的なブロックに関して記載される。リモコンユニット 4 は、例えば、符号化された光を有する画像を捕捉することによって、システム 1 内の照明装置 2 a、2 b、2 c により発される光を検出する画像センサを有する画像捕捉ユニット 5 を有する。近年の開発(例えば、欧州特許出願第 11159149.1 号により例示される)は、標準的なカメラの使用によって、符号化された光を検出するという可能性を示している。画像捕捉ユニット 5 は、カメラ(の一部)として実施化されることができる。リモコンユニット 4 は、画像捕捉ユニット 5 に動作可能のように結合されている処理ユニット 6 を更に有する。処理ユニット 6 は、画像捕捉ユニット 5 により捕捉される画像を分析し、捕捉された当該画像から、照明装置 2 a、2 b、2 c により送信される符号化された光を識別する。リモコンユニット 4 は、処理ユニット 6 に動作可能に結合された送信器 7 を更に有する。送信器 7 は、符号 8 a 及び 8 b で模式的に示されているように、照明装置 2 a、2 b、2 c と通信するように配されることがある。リモコンユニット 4 は、移動通信装置(例えば、携帯電話、多機能電話、錠剤コンピュータ又はラップトップ・コンピュータ)の一部でも良い。

【0024】

典型的には、画像捕捉ユニット 5 は、複数の種々の露出時間又はシャッタ速度の 1 つにおいて、画像を捕捉するように配される。固定露出時間 $T_{e \times p}$ によって、画像捕捉ユニット 5 の取得過程は、取得した光信号に対するローパスフィルタ効果をもたらし、これによりローパスフィルタのカットオフ周波数(ヘルツ)がシャッタ速度値 $T_{e \times p}$ (秒)により決定される。更に詳細には、照明装置 2 a、2 b、2 c からの光信号 3 a、3 b、3 c が画像捕捉ユニット 5 に到達する場合、画像捕捉ユニット 5 は、光信号 3 a、3 b、3 c を取得する。取得過程において、圧延シャッタは、画像捕捉ユニット 5 の画像センサの各線を時間 $T_{e \times p}$ にわたって光にさらす。従って、この取得過程は、取得された光信号に対するローパスフィルタ効果を生成する。図 5 は、ローパスフィルタ特性 $|H(f(z))|$ を模式的に示しており、 $|H(f(z))|$ は、露出時間 $T_{e \times p}$ による圧延シャッタ速度のローパスフィルタ特性 $|H(f(z))|$ における零交差点(シャッタ速度値 $T_{e \times p}$ の倍数に対応する)に対応する周波数で符号化された光を発する場合、画像捕捉ユニット 5 は、符号化された光を記録する又は記録することすらもできなくなり得る。即ち、符号化された光の信頼性が高い検出を有するために、可視光通信に関する照明装置 2 a、2 b、2 c により使用される信号の期間が、例えば、前記露出時間の倍数でないことが必要であり、さもなければ画像捕捉ユニット 5 がこれに「ブラインド」となる。

【0025】

図 5 から、ブライドスポットの存在は、ローパスフィルタがゼロを有する $f = 1 / T_{e \times p}$ の倍数に対応することが明らかである。従って、ベース周波数 $f = 1 / T_0 = 1 / T_{e \times p}$ を有するトーンは、図 6 において、スパイク「」で示されており、検知されなくなる。

【0026】

10

20

30

40

50

照明装置 2 a、2 b、2 c の更なる機能及び特性は、図 2 を更に参照して記載される。上述の課題を解決するために、照明装置 2 a、2 b、2 c は、期間が経時的に僅かに変化するトーンを有する符号化された光を発し、又は、言い換えると、照明装置 2 a、2 b、2 c は、経時的に『震える (shiver)』又は変動 (fluctuate) する。各照明装置 i は、 N 個の照明装置のシステムにおいて、 $i = 1, \dots, N$ であり、少なくとも 2 つのトーン間で震える。 T_{i_1} によって、照明装置 i に関する震えトーン (shivering tone) のうちの一方が示され、 T_{i_2} によって、照明装置 i に関して震えトーンのもう一方が示されている。従って、照明装置 i に関して $T_{i_1} < T_{i_2}$ である。照明装置 i に関する発された変調された光のデータに埋め込まれる固有の識別子は、周波数 $f = 1 / T_{i_0}$ により表されることができ、ここで、 T_{i_0} は、震えトーンがこの周りで変動するベーストーンのためのベース期間である。従って、 $T_{i_0} = T_{i_1} - T_{i_2}$ である。10

【0027】

照明装置 2 a、2 b、2 c は、光ドライバ 1 3 を有する。照明装置 2 a、2 b、2 c も、光発光体 1 4 を有する。光ドライバ 1 3 は、光発光体 1 4 に指示子を供給するように配されている。指示子は、電気信号により供給される。代替的には、指示子は、機械的スイッチ又はリレーにより提供されることができる。指示子は、少なくとも 2 つの状態のうちの一方における光発光体 1 4 により発される光の変調に関する。従って、指示子は、現在の動作における光発光体 1 4 により発される光が、少なくとも 2 つの状態のうちのどの 1 つに従って発されるべきかを決定する。このことにより、光ドライバ 1 3 は、光発光体 1 4 を駆動するように配される。更に、光発光体 1 4 は、指示子に従って変調された光を発するように配されている。好ましくは、変調された光は、パルス幅変調を使用して送信される。20

【0028】

図 7 は、ベース周波数 $f = 1 / T_0$ を有する震えトーンを発するように配された照明装置 2 a、2 b、2 c によって送られる光信号を示している（1つの照明装置のみが考えられる場合、添え字 i は落とされることができ、即ち $N = 1$ に対して $T_{i_0} = T_0$ ）。得られる PWM 光信号は、ベース期間 T_0 周辺で変動する期間を有する。分かりやすさのために、単一の一次（光発光体 1 4 が白色 LED を有する）を有する照明装置 2 a、2 b、2 c に関して、得られる信号（トーン）は単一の系列のパルスである。複数の一次の照明装置 2 a、2 b、2 c（例えば RGB）の場合、得られる信号（震えトーン）は、パルスの様々な系列（一次につき 1 つ）と、全て同じベース周波数との、線型結合である。図 8 は、対応するスペクトル $|H(f(z))|$ を示しており、 $|H(f(z))|$ は、図 7 の光信号の周波数表現のフーリエ変換の絶対値であり、各震えトーンがスパイク「」で示されている。30

【0029】

図 9において、得られる震えトーン（即ちスパイク「」）は、画像捕捉ユニット 5 のローパス特性と結合して示される。 $1 / T_0 = 1 / T_{exp}$ に関してさえ、震えトーンの一部は、プライドスポットに落ちず、従って検出され得る。

【0030】

実施例において、各照明装置 i に関して K 個の震えトーン $T_{i_1}, T_{i_2}, \dots, T_{i_K}$ が存在する。従って、実際に、各照明装置 i に関して、2 つの状態だけでなく、 K 個の異なる震えトーンを表す K 個の異なる状態が存在する。従って、この場合、各照明装置 i に対する指示子は、 K 個の状態のうちの 1 つにおいて光発光体 1 4 により発される光の変調に関する。従って、このような場合、指示子は、現在の動作の光発光体 1 4 により発される光が K 状態のどの状態に従って発されるべきかを決定する。40

【0031】

各照明装置 i は、時間オフセット T_i 及び公称期間 T_{i_0} と関連付けられている。好ましくは、各照明装置は、それ自身の公称期間を有する。即ち、 $i = j$ に対して $T_i = T_j$ である。更に、各照明装置は、自身の時間オフセットと関連付けられていても良い。即ち、 $i = j$ に対して $T_i = T_j$ である。このことは、種々の照明装置からの情報メッシュ50

セージの検出及び受信を容易にすることができる。

【0032】

1つの照明装置のみを備えるシステムに関して、即ち $N = 1$ であり、第1の状態における変調は期間 $T_{1,1}$ （第1の震えトーン）を有し、第2の状態における変調は期間 $T_{1,2}$
 $T_{1,1}$ （第2の震えトーン）を有し、 $T_{1,1}$ 及び $T_{1,2}$ は、間隔 $[T_{1,0} - T_{1,1}/2, T_{1,0} + T_{1,1}/2]$ 内の値を取り、 $T_{1,0} > 0$ は時定数（1つの照明装置のための公称期間）であり、 $T_{1,2} > 0$ は（1つの照明装置のための）時間オフセットである。2つのトーン $T_{1,1}$ 及び $T_{1,2}$ のみが使用される場合、照明出力が対称であること、即ち $T_{1,2} > T_{1,1}$ に関して $T_{1,2} - T_{1,0} = T_{1,0} - T_{1,1}$ であることが有利であり得る。このことは、光発光体14の構造を単純化することができる。10

【0033】

一般に、光発光体14により発される変調された光の可視的なフリッカが防止されるように、パラメータ $T_{i,0}$ 及び T_i の組合せが選択される。更に詳細には、間隔の下側の終点 $T_{i,0} - T_i/2$ が或る周波数より高くあるように制限することは、可視光におけるフリッカを防止するために有益であり得る。間隔の上側の終点 $T_{i,0} + T_i/2$ が或る周波数よりも低くあるように制限することは、当該信号を、ローパスフィルタの減衰が実際の状況においてあまりに激しい周波数表現の領域から遠ざけるのに有益であり得る。従って、光ドライバ13により提供された指示子は、現在の状態（即ち、どの震えトーンで、前記変調された光が発されなければならないか）に関する情報を含む。20

【0034】

例えば、期間 T_i を有するベーストーンを割り当てられた照明装置 i は、範囲 $[T_{i,0} - T_{i,1}/2, T_{i,0} + T_{i,1}/2]$ 内で経時的に僅かに変化するトーンを送信する。従って、 $T_{i,1} > 0$ によって、このことは、何らかの照明装置 i トーンが何らかの公称期間 $T_{i,0}$ においても発されることを防止する。従って、 $T_{i,0}$ が、上述の開示された画像捕捉ユニット5のプライドスポットに対応することが可能になる。 $T_{1,0}$ 及び $T_{2,0}$ を2つの時間的に隣接する時定数として、 $T_{2,0} > T_{1,0}$ に関して $T_{i,0} < < T_{2,0} - T_{1,0}$ を保持することは、異なる照明装置2a、2b、2cのトーン間の十分な分離を提供する。20

【0035】

K 個の異なる状態間の交番(alternation)は、種々の方法で決定ができる。例えば、一実施例によれば、光ドライバ13は、 K 個の異なる状態間で変調を非周期的に交番させるように配される。例えば、他の実施例によれば、光ドライバ13は、所定の系列に従って K 個の異なる状態間で変調を交番させるように配される。前記変調は、確率変数に従って K 個の状態間で交番し得る。前記変調は、少なくとも2つの隣接するパルス幅変調期間における全く同一の状態に関連付けられていても良い。例えば、各照明装置2a、2b、2cは、PWM期間定数を、幾つかのPWM期間に等しい時間 T_c に保持することができる。このことは、生成されたPWM信号は、十分に短い時間において観察される場合、一定の反復期間を有するように見えることを意味する。例えば、30Hzがビデオ・カメラのフレームレートであるならば、 $T_c = 1/30\text{Hz}$ である。震えのパターンは、全ての照明装置2a、2b、2cに対して同じでも良く又は異なっていても良い。後者の場合、全ての照明装置2a、2b、2cは、異なる T_c を有して、（常に上述の規定された範囲内において）異なるパターンに従って一方の反復期間からもう1つのものへまで飛ぶ（境界内の異なる期間へのジャンプ）。震えのパターンは、照明装置2a、2b、2cに予め割り当てられることもでき、又は照明装置2a、2b、2cにおいてランダムに生成されることもできる。30

【0036】

当業者であれば、本発明が上述の好ましい実施例に決して限定されるものではないと理解するであろう。逆に、多くの変形及び変化が、添付の請求項の範囲内で可能である。例えば、開示されたリモコンユニット4と、少なくとも1つの照明装置2a、2b、2cを有していると共にリモコンユニット4によって制御可能である少なくとも1つの照明器具40

とは、アレンジメントとして設けられることが可能である。

【0037】

上述で議論したように、近年の開発は、標準的なカメラを使用して符号化された光を検出するという可能性を示している。例えば、本発明は、圧延シャッタカメラを有する符号化された光の検出に適用可能である。圧延シャッタ・イメージ・センサにおいて、各後続の画像の列は、従来の列に対して小さい時間遅延を伴って取得される。結果として、高周波数の (high-frequent) 時間的な光のフリッカは、横縞の空間パターンに変換される。後続の列が捕捉されるレートは、ラインレート f_{line} と称される。殆どの画像センサのラインレートは比較的高い（典型的に 10 kHz を超える）ので、画像センサは、人間に感知されることができないように十分に高い光変調を捕捉することができる。

10

【0038】

上述において、露出時間の値が、検出可能な周波数のスペクトルにおけるブライドスポットをどのように生じるかが示された。整数のサイクルが露出時間間に適合する如何なる周波数も、消えるように統合された光変調をもたらす。フーリエ領域において、これらのブライド周波数スポットは、実際、光の統合が起こった（図 5 は、露出時間 T_{exp} による sinc 形の周波数応答の振幅を示している）矩形の時間窓のフーリエ変換である sinc 形の周波数応答と一致する。

【0039】

一般に、如何なる反復信号（例えば、繰り返されるデータパケット）も、基本的な周波数を有する調和信号と前記基本的な周波数の付加的な調和信号成分との合計によって特徴付けられることができる。このように、本発明は、一般的に反復信号に適応可能であり、パケット及び波形の両方に適応可能である。

20

【0040】

殆どのモバイル装置に組み込まれたカメラは、カメラの露出値を固定するための選択肢を提供しない。結果として、瞬間的な露出時間によるスペクトルのブライドスポットのうちの 1 つがランプの周波数と一致する場合、カメラは符号化された光信号を検出することができない。一般に、反復信号に関して、カメラは、前記反復光信号と関連付けられている 1 つ以上の調和成分を検出することができなくなる。一般に、このことは、誤った検出又は信号検出の損失さえもたらす。

【0041】

30

また、反復信号の 1 つ若しくは複数の周波数成分又は PWM 信号変調周波数がスペクトルのブライドスポットに近い場合、この信号成分は完全には消されないが、適当な信号検出に対して依然として弱過ぎる。

【0042】

本開示において、変調された光を発する照明装置及びこののような少なくとも 1 つの照明装置を有する照明システムが、開示される。例えば、照明装置は、自身の発された変調された光が標準的な圧延シャッタ速度のカメラによって検出可能であるように配されることができる。こうするために、当該照明装置は、発された変調された光の周波数がベース（又は中心）周波数の周りで震えるように配されることができる。例えば、変調された光は、パルス幅変調を使用して送信することができる。従って、この場合、得られるパルス幅変調光信号は、ベース期間の周りで変動する期間を有し、変調された光の震えを決定しているパラメータは、発された変調された光の可視フリッカが防止されるように、選択されることができる。

40

【0043】

しかしながら、本発明の範囲は、このような実施例に限定される必要はない。説明されたように、本発明は符号化された光が検知されなくなるというリスクを低減させることにある。このことは、複数 K 個の異なる変調周波数（K は、少なくとも 2 であり、実施例においては 2 よりも大きい）によって、所与の照明装置から光を変調することにより達成される。上述の実施例において、異なる変調周波数は、「震え」のパターンにおける周波数を変化させることによって実施化されるが、変調が検出されないリスクを低減させる着想

50

が、異なる変調周波数の何らかのアレンジメントによって実施化されることもできることが、本願明細書の開示において認識されて与えられる。以下では、代替的な実施例が記載され、複数の周波数成分が同時に生成されるように、好ましくは、何らかの所与の状況において、少なくとも 1 つの変調周波数が露出時間の何らかのブラインドスポットの外側に常に落ちるように（即ち全ての周波数がブラインドスポットと一致する状況はない）、前記光は変調される。

【 0 0 4 4 】

実施例において、反復信号は、2 つの優位な周波数を含むように生成される。例えば、このような信号を生成する 1 つの仕方は、少なくとも 2 つの異なる信号（各々異なる優位な周波数を有する）を合計することである。図 10 及び 11 は、異なる周波数を有する異なる信号の合計により生成される、複数のあり得る周波数の配分の信号スペクトルを表している。例えば、共通にラベルを付された周波数成分の各々が、1 つの単一光源に関連付けられており、例えば、（図 1 の符号を参照して）A とラベルを付された成分は第 1 の光源 2 a からのものであり、B とラベルを付された成分は第 2 の光源 2 b からのものであり、C とラベルを付された成分は第 3 の光源 2 c からのものである。図 10 及び 11 の実施例において、信号 A の、両方の成分が検出可能であり、信号 B の低い方の周波数成分は失われ、信号 C の高い方の周波数成分は失われる。

【 0 0 4 5 】

図 10 は、ランプ当たり 2 つの隣接した周波数を使用している 1 つの実施例を示している。前記変調周波数は一緒に近いが、前記変調周波数のうちの少なくとも 1 つは、他のもののうちの少なくとも 1 つが 1 つ以上のブラインドスポットに関連する検出スペクトルに落ちるにも関わらず常に検出可能であるように、前記変調周波数は十分に離間されている。即ち、2 つの隣接する周波数に関して、これらは、近くないので両方ともブラインドスポットに落ちることはない。ブラインドスポットの近くで、周波数は、この特定の露出時間 $T_{e \times p}$ に関連付けられた sinc 形の周波数応答の大きさに等しい抑制を受け、こうして、閾値は、sinc 形の検出スペクトルの y 軸に適用できることができる。この閾値よりも低く留まる各ブラインドスポットの周りの周波数範囲は、周波数に対する「禁制」ゾーンであると考えられることが可能である。従って、変調周波数間の最小限の間隔は、ブラインドスポットのノードの周りの或る窓に対応するように配されることができ、例えば、検出スペクトルの或る分率又はパーセンテージの高さにより定義される。例えば、所与のブラインドスポット（即ち $1 / T_{e \times p}$ における 1）の周りにおいて、符号化された光信号のみが検出可能であり、検出スペクトルは、或る閾値の高さ（例えば、受信電力に関する最大の或るパーセンテージ）よりも高い場合、変調周波数間の間隔は、少なくとも前記検出スペクトルにおける 0 ノードの周波数の位置からこの最小限の検出閾値に対応する周波数位置までの距離である。そのように、変調周波数のうちの 1 つが厳密にブラインドスポットの中心（ノード）に落ちる場合でさえも、他の変調周波数は、依然として最小の検出閾値に対応する検出スペクトルの周波数位置に落ちる。特定の検出閾値は、問題とされる装置に依存し得る。

【 0 0 4 6 】

このような実施例は、潜在的に検出アルゴリズムに有益である。しかしながら、実際、光生成における如何なる非線形性も、人間の知覚可能な範囲に入る 1 つ以上の付加的な、低い周波数信号成分をもたらし得る。このような（望まれない）低周波数成分は相互変調の効果に起因するものであり、2 つ（意図的な）信号成分が一緒に近すぎるものである場合に生じ得る。従って、実施例において、前記変調は、この効果を防止するために、少なくとも如何なる相互変調周波数も人間の知覚可能な範囲外に落ちるように、広く離間された周波数成分により生成されることができる。より広く間隔を置かれた変調周波数の例は、図 11 に模式的に示されている。

【 0 0 4 7 】

2 つ（以上の）変調周波数が離間されている場合、これらは同じブラインドスポットに落ちないが、計画なしに、異なるブラインドスポットに落ちるという可能性がある。例え

10

20

30

40

50

ば、1つが $1/T_{e \times p}$ におけるノードに落ち、1つが $2/T_{e \times p}$ 又は $3/T_{e \times p}$ 等における次のノードに落ちるかもしれない。こうして、複数のブラインドスポットに当たるリスクを低減するために、実施例において、2つの(以上の)周波数成分は調和関係を有さないように、少なくとも一方がもう一方の整数倍でないように生成される。実施例において、一方は、もう一方の半整数倍でもない。更なる実施例において、nを整数として、一方は、他方の $n/3$ 倍ではなく及び/又は他方の $n/4$ 倍ではない等である。一般に、一方の周波数は、他方の n/m でないようにされることができ、ここで、分母mは、整数であると共に当該分母に対する閾値よりも小さい(効果的には、当該関係が不合理であるか調和的であるかの最小限の程度が設けられる)。

【0048】

10

上述したように、複数の信号成分を生成する1つの方法は、当該成分を合計し、単一の基本光源(例えば、単一の電球)を駆動するために合計された信号を使用することである。単一の照明器具から複数の信号成分を生成するための代替的な実施例は、同じ照明器具内に収納される又は集積される異なる基本光源を使用することであって、例えば、複数のLEDを使用し、再び同じ制約を有して当該照明器具内の異なるLEDに対し異なる信号を割り当てることである。

【0049】

また、上述の実施例は単に例として記載されているのみであることは言うまでもない。例えば、本発明は、広範囲にわたるアプリケーションに適用可能であり、例えば、スマートフォン及びタブレット・コンピュータのような、カメラ・ベースの装置による符号化された光の検出、(例えば、消費者及び専門家の領域の光設備に関する)カメラ・ベースの符号化された光の検出、パーソナライズされた光制御、光ベースの対象物の標識化、及び光ベースの屋内のナビゲーションに適用可能である。

20

【0050】

本発明は、リモコン又は1つ若しくは複数の照明装置を制御する制御システムに関する使用に限定されるものではない。他の実施例において、本願明細書において開示される符号化された光技術は、(例えば、制御ループの一部としてというよりもむしろ照明装置から捕捉ユニットまでの1つの検出のみにおいて)何らかの状況における情報を何らかの適切な捕捉ユニットに提供するために、又はマスター/スレーブ制御の関係以外の何らかの他の基礎に基づいて情報を交換するために使用することができる。

30

【0051】

更に、本発明の適用性は、圧延シャッタ技術による、何らかの特定のフィルタ効果若しくは検出スペクトルにおけるブラインドスポットによるブラインドスポットの回避に限定されるものではない。異なる変調周波数の使用は、変調された光を検出するために使用されている何らかの検出装置の何らかの副作用又は限定から生じる周波数ブラインドスポットのために検出されなくなる変調のリスクを低減させることができるであろう。

【0052】

実施例において、本発明は、時間変化する変調周波数又は同時変調周波数の使用に限定されるものではない。実施例において、照明装置は、2つ以上の異なる状態間を交番することができ、前記状態の少なくとも一方(及び潜在的には幾つか又は全て)は、異なる周波数を有する2つの同時変調成分を使用する。

40

【0053】

更に、上述は変調周波数の観点において記載されたが、このことは変調期間の観点において同等に表現されることができ、また、変調期間の観点において記載されても、周波数の観点において同等に記載されることが分かるであろう。

【0054】

更に、本発明は、ベーストーンに関して対称な上限及び下限 $+/-T_i/2$ に限定されるものではない。他の実施例において、窓は公称ベーストーンに関して非対称であっても良く、及び/又は以下のようにベーストーンよりも高い同じ数の変調周波数が存在する必要もない。実際、実施例において、何らかの1つの変調周波数が中心又は「ベース」ト

50

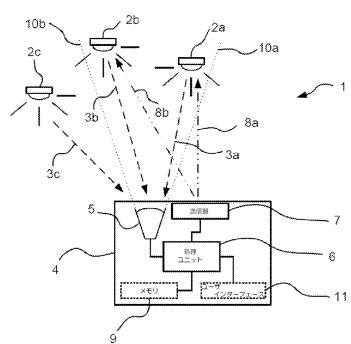
ーンであるとして選出されることは、必要でない。

【0055】

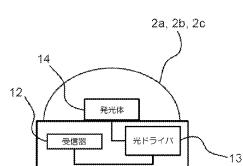
開示されている実施例に対する他の変化は、添付図面、本明細書及び添付請求項の熟慮により、添付の請求項に記載の本発明を実施する際に当業者により理解され、行われることができる。請求項において、「有する」なる語は他の要素又はステップを排除するものではなく、単数形は複数形を排除するものではない。単一のプロセッサ又は他のユニットが、請求項に列挙されている幾つかの項目の機能を果たしても良い。特定の手段が、相互に異なる従属請求項において引用されているという单なる事実は、これらの手段の組み合わせが有利になるように使用されることができないと示すものではない。コンピュータプログラムは、一緒に供給される固体状態媒体又は光学記憶媒体のような、適切な媒体上に又は他のハードウェアの一部として記憶される／配布ができるが、例えば、インターネット又は他の有線若しくは無線通信システムのような、他の形で配布されても良い。請求項における符号は、特許請求の範囲を限定するものとみなされてはならない。

10

【図1】



【図2】



【図3】

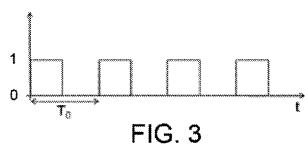


FIG. 3

【図4】

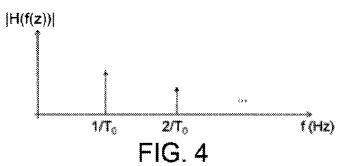


FIG. 4

【図5】

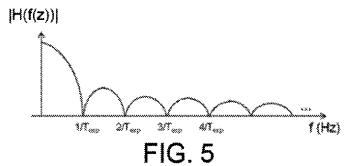


FIG. 5

【図6】

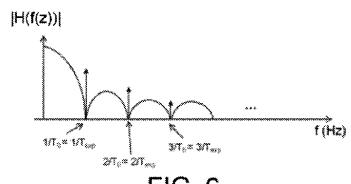


FIG. 6

【図7】



FIG. 7

【図8】

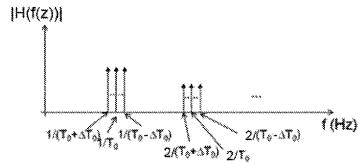


FIG. 8

【図9】

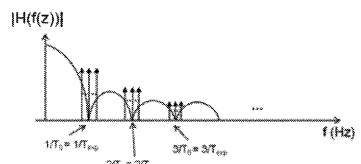


FIG. 9

【図10】

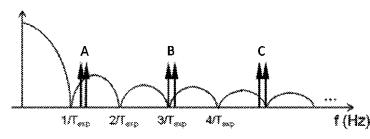


FIG. 10

【図11】

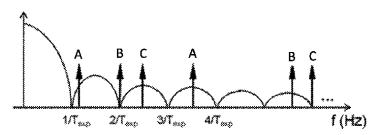


FIG. 11

フロントページの続き

(72)発明者 ネイッセン ステファヌス ヨセフ ヨハネス
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アンドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

(72)発明者 グリッティ トマーソ
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アンドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

(72)発明者 ラジャゴパラン ルベン
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アンドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

(72)発明者 デ ブライン フレデリク ヤン
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アンドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

審査官 鴨川 学

(56)参考文献 国際公開第2010/116299 (WO, A1)
特開2005-012754 (JP, A)
国際公開第2006/111930 (WO, A2)
国際公開第2008/050294 (WO, A1)
国際公開第2008/050293 (WO, A1)
国際公開第2007/099472 (WO, A1)
米国特許第06198230 (US, B1)
欧州特許出願公開第02088836 (EP, A1)
国際公開第2009/090511 (WO, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 B 10 / 00 - 10 / 90
H 04 J 14 / 00 - 14 / 08
G 02 F 1 / 00 - 1 / 125
G 02 F 1 / 21 - 7 / 00