

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5635098号
(P5635098)

(45) 発行日 平成26年12月3日(2014.12.3)

(24) 登録日 平成26年10月24日(2014.10.24)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 J 3/36 (2006.01) GO 1 J 3/36
HO 5 B 37/02 (2006.01) HO 5 B 37/02 L

請求項の数 15 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-526164 (P2012-526164)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成22年8月25日 (2010. 8. 25)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2013-504036 (P2013-504036A)		オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(43) 公表日	平成25年2月4日 (2013. 2. 4)	(74) 代理人	110001690
(86) 国際出願番号	PCT/IB2010/053809		特許業務法人M&Sパートナーズ
(87) 国際公開番号	W02011/027260	(72) 発明者	ゴマンズ ヘンドリクス ハー ペー
(87) 国際公開日	平成23年3月10日 (2011. 3. 10)		オランダ エヌエル-5 6 5 6 アーエー アイントホーフエン ハイ テック キ ャンパス ビルディング 4 4
審査請求日	平成25年8月23日 (2013. 8. 23)		
(31) 優先権主張番号	09169140.2		
(32) 優先日	平成21年9月1日 (2009. 9. 1)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非分散素子を使用した高スペクトル分解能カラーセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射光をフィルタリングするための複数のスペクトルフィルタを含み、各スペクトルフィルタが前記入射光の固有の成分を通過させるように構成されているフィルタ装置と、

前記入射光の一部の通過を許容するための、複数のアパーチャーを含むアパーチャー装置と、

前記アパーチャーを通過した光に基づいてイメージに関連した信号を発生させるための複数のセンサ素子からなり複数の領域に分割されたセンサアレイを含むセンサ装置と、を備え、

前記センサアレイの各領域におけるセンサ素子によって発生されるイメージに関連する信号が、対応するスペクトルフィルタを通過した光の源の方向およびスペクトル組成に関する情報を含むように、前記センサアレイの各領域が、前記複数のアパーチャーのうちの1つのアパーチャーおよび前記複数のフィルタのうちの対応するスペクトルフィルタに割り当てられている、光センサ。

【請求項 2】

前記フィルタ装置のスペクトルフィルタと前記センサ装置の対応する領域との間に前記アパーチャー装置のアパーチャーが位置するように構成されている、請求項 1 に記載の光センサ。

【請求項 3】

前記フィルタリングされ通過を許容された光を前記センサ装置の領域に合焦するための

10

20

レンズ装置を含む、請求項 1 または 2 に記載の光センサ。

【請求項 4】

前記フィルタ装置は、少なくとも 30 個のフィルタを有するアレイを備え、各領域が特定のフィルタに対応するように、前記センサ素子のアレイが対応する複数の領域に分割されており、

各フィルタが前記アパーチャ装置の特定のアパーチャおよび前記レンズ装置の特定のレンズに割り当てられている、請求項 3 に記載の光センサ。

【請求項 5】

前記フィルタ装置のフィルタは、角度に依存するフィルタを含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の光センサ。

10

【請求項 6】

前記フィルタ装置のフィルタは、角度に依存しないフィルタを含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の光センサ。

【請求項 7】

前記センサ装置は、アクティブピクセルセンサのアレイを含む、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の光センサ。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の光センサであって、前記光センサによって収集された、前記フィルタリングされ通過を許容された光に**応答**し、イメージに関連する信号を発生するための前記光センサと、

20

前記光センサデバイスに入射する光の源の方向および**スペクトル組成**を決定するよう、前記イメージに関連した信号を分析するための分析ユニットと、を備えた、

前記光センサデバイスに入射する光の源の方向および**スペクトル組成**を測定するための光センサデバイス。

【請求項 9】

前記センサ装置の各センサ素子は、特定の光の波長および特定の入射角に関連しており、前記分析ユニットは、

各基準値が前記センサ装置のセンサ素子に関連する、一組の基準値を記憶するためのメモリと、

前記センサ装置のセンサ素子によって発生される信号を、対応する基準値と比較し、その波長および / または入射角に対する光組成値を導くためのコンパレータと、を含む、請求項 8 に記載の光センサデバイス。

30

【請求項 10】

光源のカラーおよび / または強度を調整するよう、前記入射光の組成に関する光組成値に基づき、前記光源のための制御信号を発生するための制御信号発生器を含む、請求項 8 または 9 に記載の光センサデバイス。

【請求項 11】

前記フィルタ装置は、前記センサアレイからある距離に位置する請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の光センサデバイス。

【請求項 12】

光を発生するための複数の光源と、

請求項 8 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の光センサデバイスであって、前記光センサデバイスの光センサに入射する光の源の方向および**スペクトル組成**を決定し、よって前記光源のうちの少なくとも 1 つのための制御信号を発生する前記光センサデバイスと、

制御信号を対応する光源に適用するための通信インターフェースとを備える、照明装置

40

【請求項 13】

入射光を収集する方法であって、

フィルタ装置を通して入射光をフィルタリングするステップを備え、

前記フィルタ装置は、入射光をフィルタリングするための複数のスペクトルフィルタを

50

含み、各スペクトルフィルタが前記入射光の固有の成分を通過させるように構成されており、

複数のアパーチャーを含むアパーチャー装置を通して前記入射光の一部の通過を許容するステップと、

イメージに関連した信号を発生させるための複数のセンサ素子からなり複数の領域に分割されたセンサアレイを含むセンサ装置において、前記フィルタリングされ通過を許容された光を収集するステップと、をさらに備え、

前記センサアレイの各領域におけるセンサ素子によって発生されるイメージに関連する信号が、対応するスペクトルフィルタを通過した光の源の方向およびスペクトル組成に関する情報を含むように、前記センサアレイの各領域が、前記複数のアパーチャーのうちの1つのアパーチャー及び前記複数のフィルタのうちの対応するスペクトルフィルタに割り当てられている、方法。

10

【請求項14】

入射光の源の方向およびスペクトル組成を決定する方法であって、

請求項13に記載の方法を使って、光センサ内で光を収集し、前記光センサによって収集された、フィルタリングされ通過を許容された光に応答し、イメージに関連する信号を発生するステップと、

前記イメージに関連する信号を分析し、光センサデバイスに入射する光の源の方向およびスペクトル組成を決定するステップとを含む、方法。

【請求項15】

20

フィルタリングされ通過を許容された光を収集する前記センサ装置のセンサ素子の前記アレイは、前記フィルタ装置からある距離に位置する請求項13または14記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、入射光の源の方向および/またはスペクトル組成を測定するための光センサおよび光センサデバイスに関し、本発明は更に、入射光を収集する方法および入射光の源の方向および/またはスペクトル組成を測定する方法にも関する。

【背景技術】

【0002】

30

多くの照明システムでは、他の領域が人工光によってしか照明されていないのに対し、ある領域（例えば窓領域）が追加の自然光を有しているかどうかにかかわらず、均一な照明効果を得なければならないようなオフィス環境または照明された任意の屋内空間では、光強度および光のカラーを正確に制御することが望ましい。基本的には白色光を発生する白熱ランプ、ハロゲンランプまたは蛍光ランプのような白色光源を使用した従来の照明システムを用いた場合、環境内の過度に明るい領域、または過度に暗い領域を検出すること、および対応する光源を調節することに制御が制限される。部屋または環境内の光の分布を光の「角度の分布」と称す。

【0003】

例えば白色光を発生するために組み合わせられた異なるカラー光源を含む照明装置を使用する、より高度な照明システムに対しては、赤色成分、青色成分および緑色成分の各々が光の全体のカラーポイントまたは色温度に影響するので、制御がより複雑となる。従って、部屋内の光は、均一でない「スペクトル分布」を有することがあり、この場合、異なる色温度の光によって部屋の異なる部分が照明される。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

これまで照明装置を制御するためにかかる光のスペクトル分布および角度の分布を分析するための一部の試みは、バンドパスフィルタとして作動するプリズムまたは格子のような分散素子を使用することに基づいていた。ここで、角度のスパンにわたる光透過率を測

50

定することにより、スペクトル分布を得ている。この測定は、一般に、かかる分散素子を含むセンサの幾何学的構成を連続的に調節し、その後、光ダイオードまたは光増倍管に光を投射することによって行われる。従来技術を使って光源のスペクトル特性を定めるには、分散センサを光源に対し、既知の固定された位置に取り付ける必要があり、個々のフィルタに対する良好に定められた光透過スペクトルを得るには、受光角を狭い円錐に制限しなければならない。しかしながら、部屋または環境の角度の分布の正確な印象を得るためには、広い角度にわたって光を収集しなければならない。現在の方法を使用した場合、部屋のまわりに多数のセンサを分散させ、その部屋内の光のスペクトル組成および空間分布の正確な測定値を得なければならない。明らかに、かかる解決方法は実現不能な程度に高価となるだけでなく、実現不能な程度に複雑にもなる。その理由は、部屋内の光源のための適切な制御信号を発生するには、すべてのセンサの出力を比較し、分析しなければならないからである。

10

【 0 0 0 5 】

従って、本発明の目的は、光のスペクトル組成および空間分布を正確に測定するストレートフォワードで、かつ経済的な方法を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】**【 0 0 0 6 】**

本発明の目的は、請求項 1 に記載の光センサ、請求項 8 に記載の光センサデバイス、請求項 11 に記載の入射光を収集する方法、および入射光の源の方向および/またはスペクトル組成を測定する請求項 12 に記載の方法によって達成される。

20

【 0 0 0 7 】

本発明に係わる光センサは、入射光をフィルタリングするための多数のスペクトルフィルタを含むフィルタ装置を備え、各スペクトルフィルタは、入射光の固有の成分を通過させるように構成されている。この光センサは、入射光の一部の通過を許容するためのアパーチャ装置と、フィルタリングされ通過を許容された光を収集するように構成されたセンサ装置とを備え、センサ装置は、イメージに関連した信号を発生するためのセンサ素子のアレイ（またはセンサアレイ）を含み、センサアレイは、多数の領域にサブ分割されており、特定の領域のセンサ素子によって発生されるイメージに関連する信号が、対応するスペクトルフィルタを通過した光の源の方向および/またはスペクトル組成に関する情報を含むよう、対応するスペクトルフィルタにセンサアレイのうちの 1 つの領域が割り当てられている。

30

【 0 0 0 8 】

以下の記載において、「光の固有の成分」または「特定の光の波長」なる用語は、フィルタの特性に応じ、比較的狭くしたり、または比較的広くできる特定の光波長レンジと解釈すべきである。フィルタ装置のスペクトル特性は、複数の波長バンドの光を通過させるように選択することが好ましい。例えばあるフィルタが、400 nm ~ 440 nm の波長を有する光を通過させることができ、別のフィルタが、440 nm ~ 480 nm の波長を有する光を通過させることができる、などとすることができる。カットオフフィルタを使用する場合、例えばショートパスフィルタまたはロングパスフィルタを使用する場合、それぞれ波長レンジは、ゼロの値からフィルタのカットオフ周波数まで延びたり、フィルタのカットオフ波長から無限大まで延びたりする。次の記載では、簡潔にするためにフィルタ装置のフィルタを通過する光の「波長」に関する記載は、対応する波長バンドを意味するものと理解すべきである。また、スペクトルフィルタとは、詳細に後述するように、所定の波長または所定の波長レンジを通過させるように構成された、角度に依存するフィルタまたは角度に依存しないフィルタ、例えばカラーガラスのようなカラーフィルタ、光フィルタ、ダイクロイックフィルタなどと理解すべきである。

40

【 0 0 0 9 】

好ましいことに、本発明に係わる光センサは、単一のフィルタ/センサ装置を用いてスペクトル分析と角度の分析の双方を可能にする。本発明に係わる光センサにおけるセンサ装置は、詳細に後述するように、単一のセンサチップとすることができる。このような簡

50

潔性は、数個のセンサを必要とする従来のセンサ、すなわち数個のセンサチップが光源に対して戦略的に配置されている従来のセンサとは対照的となっている。本発明に係わる光センサでは、入射光の波長に従って単一センサアレイの異なる領域の上に入射光を選択的に入射させるのに、異なるスペクトルフィルタが使用されている。従って、任意またはすべての方向から入射する入射光は、波長に従ってセンサの異なる位置に、スペクトルフィルタによって別々にイメージ形成されるので、本発明に係わる単一の光センサのスペクトル分解能は、従来の光センサの分解能と比較して極めて好ましい値となる。本発明に係わる光センサは、入射光のカラーおよび源の方向の双方に関する情報を伝えることができるので、部屋内または他の環境内でも光の分布の正確なイメージが得られる。

【0010】

10

このように、構造が簡単となっているので、従来のセンサの場合のように作動中に光センサをチューニングするために、異なる入射角での測定値を得るための機械的または電子的な回転機構または並進機構が不要となっているので、従来技術のセンサと比較して、本発明に係わる光センサの製造コストは好ましいことに低くなっている。

【0011】

従って、入射光を収集するための本発明に係わる方法は、入射光をフィルタリングするための多数のスペクトルフィルタ（スペクトルフィルタは、入射光のうちの固有の成分を通過するように構成されている）を含むフィルタ装置を通して入射光をフィルタリングするステップと、アパーチャ装置によりフィルタ装置への入射光の通過を許容するためのステップとを含む。この方法は、イメージに関連した信号を発生するためのセンサ素子のアレイを含むセンサ装置において、フィルタにかけられ、通過を許容された光を収集するステップを更に備え、このセンサアレイは、多数の領域にサブ分割されており、特定の領域のセンサ素子により発生されるイメージに関連する信号が、対応するスペクトルフィルタを通過した光の源の方向および/またはスペクトル組成に関する情報を含むよう、センサアレイの領域が対応するスペクトルフィルタに割り当てられている。

20

【0012】

入射光の源の方向および/またはスペクトル組成を測定するための本発明に係わる光センサデバイスは、フィルタにかけられ、通過を許容され、光センサによって収集された光に応答し、イメージに関連する信号を発生するための光センサと、光センサデバイスに入射する光の源の方向および/またはスペクトル組成を決定するよう、イメージに関連した信号を分析するための分析ユニットとを備える。

30

【0013】

入射光の源の方向および/またはスペクトル組成を決定する方法は、フィルタにかけられ、通過を許容され、上記方法を使用して光センサが収集した光に応答して、イメージに関連する信号を発生するよう、光センサで光を収集するステップと、光センサデバイスに入射する光の源の方向および/またはスペクトル組成を決定するよう、イメージに関連する信号を分析するステップとを含む。

【0014】

従属請求項およびその後の記載は、本発明の特に好ましい実施形態および特徴について開示するものである。

40

【0015】

光センサによって測定される入射光は、任意の数の光源から、および/または自然光、例えば窓を通して進入する光から生じ得る。この光センサは、部屋内または廊下、または建物の任意の部分内に位置し得るが、屋外の場所に位置してもよい。簡潔にするために、以下の記載における光センサの位置は、部屋内にあるものと見なすが、それはいかなる意味においても本発明を限定するものではない。

【0016】

入射光の好ましいイメージを得るために、本発明の特に好ましい実施形態における光センサは、フィルタ装置のスペクトルフィルタとセンサ装置の対応する領域との間に、アパーチャ装置のアパーチャが位置するように構成されている。「アパーチャ」なる用

50

語は、例えばフィルタに到達する光の一部分の通過を許容する開口部を含むように、最も広義に解釈すべきである。この開口部は不透明な層内の「孔」とすることができるが、必ずしもそのようなものでなくてもよい。例えばフィルタを通った入射光がセンサアレイの対応する領域上に「影」を落とすように設置された、透明層内の不透明領域によってアパーチャーを設けてもよい。このアパーチャーが不透明領域内の完全な孔である場合、このアパーチャーは光の角度の分布の（反転）イメージを得るためのある種のピンホールカメラとして働く。このアパーチャーはまた、よりシャープなイメージが得られるようにコマまたはボケを低減することによって、センサアレイで得られる画質を改善するように働く。フィルタ装置はセンサアレイの上方に配置された複数のスペクトルフィルタを好ましく含むので、アパーチャー装置は、各スペクトルフィルタを通過した光の一部の通過を許容

10

【 0 0 1 7 】

フィルタ装置がセンサアレイからある距離に位置し、フィルタ装置の各フィルタがセンサアレイの1つの領域に従い、各領域が複数のセンサ素子を含むようになっている、本発明に係わる光センサは、異なる構造、すなわちセンサアレイの各ピクセルの頂部に配置された単一のミニチュアフィルタを特徴とし、全体に異なる目的のために働くようになっているバイヤー（Bayer）フィルタのような「カラーフィルタアレイ」と混同すべきではない。

20

【 0 0 1 8 】

上記アパーチャー装置は、入射光を極めて好ましく通過許容しながら、フィルタにかけられ、通過を許容された光の、センサアレイ上での「広がり」と関連し得る。従って、本発明の更に好ましい実施形態では、光センサの集光性能を改善するために、光センサは

30

フィルタにかけられ、通過を許容された光をセンサ装置のある領域に合焦するためのレンズ装置を含むことが好ましい。かかるレンズ装置の一例としてマイクロレンズのアレイを挙げることができる。このレンズ装置は、実現例に応じてアパーチャー装置の上方または下方に位置させることができる。利用できるマイクロレンズには異なる数個のタイプがある。例えば一方の平面状の表面と凸状球面を有することができるマイクロレンズもあれば、非球面を有することができる別のタイプのマイクロレンズもある。入射光を任意の態様で屈折するための異なる屈折率を有する光学的材料の平坦な層を含むことができる、更に別のタイプのレンズもある。マイクロレンズは、任意の場所において数マイクロメートルから約1mmまでのサイズを有することができる。マイクロレンズアレイは、単一構造として製造された複数のマイクロレンズが繰り返された配置とすることが好ましい。

40

【 0 0 1 9 】

スペクトルフィルタの一例として、「光フィルタ」がある。すなわちこのフィルタを通過する光または特定波長の光を低減する透明フィルタ、例えば吸収フィルタを挙げることができる。別の例として、他のカラーを反射させながら、小レンジのカラーの光を選択的に通過させ、よって入射光に対するバンドパスフィルタとして効果的に働くよう干渉原理で作動するダイクロイックフィルタを挙げることができる。以下、かかるスペクトルフィルタを角度依存フィルタと称することができる。その理由は、光がその波長および入射角に従ってフィルタを通過するからである。ダイクロイックフィルタでは、特定の波長の光を選択的に強化するが、他の波長の光とは干渉するよう、基板、通常ガラスに光コーティングを交互に配置した層が塗布されている。層の厚さおよび数を適当に選択することにより

50

、フィルタを通過する光の周波数のバンドを任意に広くしたり、狭くしたりすることができる。当業者であれば知っているように、かかるフィルタは各入射角で、例えば入射光の各入射角に対し、ユニークなスペクトル応答を有する。このような透過は、表面に垂直な角度の場合の長波長の透過から、入射角が大きくなった場合のより短い波長の透過まで変化する、良好に定められた狭いローレンツ特性となっている。換言すれば、スペクトルの「赤色」端部に向かう光は、上方から直接フィルタに入射する際には強力的に通過し、他方、スペクトルの青色端部からの光は、スペクトルフィルタに対して斜めの角度に到達したときに強力的に通過する。このような現象は、フィルタ応答の青色シフトと称されることが多い。本発明に係わる光センサの一実施形態は、スペクトルフィルタが角度に依存するフィルタを含むようなフィルタ装置を備える。当業者であれば、透過のピークは、フィルタに入射する光のカラー、光の入射角、更に当然ながらフィルタのスペクトル特性に応じて決まることについて、知っていよう。従って、センサアレイの領域によって伝えられる信号を分析する場合にはこれら事実を考慮することが好ましい。

【0020】

フィルタ装置内で異なるスペクトルフィルタを組み合わせることにより、基本的には全波長のスペクトルの入射光を分析できる。例えば10～100個またはそれ以上の多数のスペクトルフィルタを有するフィルタ装置も使用でき、このフィルタ装置では、400nm～800nmの波長範囲内のスペクトルピーク位置でインクリメントステップを有するようなスペクトルフィルタが選択される。1つのスペクトルフィルタは、400nm～440nmのレンジ内の光だけを通過させ、別のスペクトルフィルタは約440nm～470nmの光だけを通過させることができ、以下、別のスペクトルフィルタが別の波長の光を通過させるので、基本的には可視光スペクトルの波長をすべてカバーできる。フィルタ装置は、角度に依存しないフィルタだけを含んでもよいし、角度に依存するフィルタだけを含んでもよいし、双方のタイプの組み合わせのフィルタを含んでもよい。ロングパスフィルタまたはショートパスフィルタも使用できる。例えばロングパスフィルタとショートパスフィルタとを組み合わせるとバンドパスフィルタが得られるようにフィルタをスタックさせてもよい。隣接するカットオフ波長を有する一対のフィルタを通過する光の差分検出に関連して、異なるカットオフ波長を有するショートパスフィルタの組またはロングパスフィルタの組を使用してもよい。このようなことは、例えば2つの隣接するフィルタを通過する光のそれぞれの強度を測定し、測定された信号を減算することにより達成できる。明らかなことに、より狭いバンドパス領域を有するより多数のスペクトルフィルタを使用すると、入射光のスペクトル分布および角度分布のより正確なイメージが得られる。角度に依存するフィルタを使用すると、センサの対応する領域で得られる角度の情報を使用して、入射光のスペクトル特性を誘導できる。角度に依存しないフィルタを使用した場合、センサの対応する領域で得られるスペクトル情報と角度の情報とを互いに別々に検討できる。急峻なエッジを有する吸収フィルタを使用することにより、フィルタの角度依存性を低減することもできる。

【0021】

実際のセンサアレイすなわち「イメージセンサ」は、センサ素子のような任意の適当なフォトセンサを含むことができる。例えば電荷結合デバイスを使用できる。近年における半導体フォトセンサの開発により、イメージセンサのうちの各ピクセル、すなわちセンサ素子が1つの光検出器とアクティブな増幅器とを含むようなアクティブピクセルセンサ（APS）技術に基づく正確で経済的なCMOSデバイスを利用できる。従って、本発明に係わる光センサにおけるセンサ装置はアクティブピクセルセンサのセンサアレイを含むことが好ましい。かかるAPSセンサアレイは、CMOS（相補的金属酸化膜半導体）プロセスを使って製造され、単にCMOSセンサと称されることも多い。アレイ内の各アクティブピクセルは、そのピクセルにおける入射光の強度に直接関連する信号値を発生する。次にAPSイメージセンサのピクセルは、スペクトルフィルタと組み合わせると、出力信号を送ることができ、この出力信号は、入射光の特定のスペクトル成分の強度および入射角に関する情報を提供する。

10

20

30

40

50

【0022】

イメージセンサの寸法に応じ、対応するスペクトルフィルタにセンサアレイの領域を割り当てることができる。例えば1.3メガピクセルのCMOSセンサ(1280×1024ピクセル)を各スペクトルフィルタに対して51×51個のピクセル(2601個のピクセル)を含む領域となるように事実上分割できる。当然ながら他のセンサアレイの幾何学的形状も使用できる。例えば各々が51×51のピクセルサイズとなっている24チャンネルまたは領域を有する「狭い」1280×51アレイも使用できる。長方形か、または正方形となっているスペクトルフィルタの空間配置に応じ、イメージセンサの外側エッジのような一部の領域またはこれら領域の間のストライプは、効果的に不使用状態または冗長のままでよい。用途に基づき、イメージセンサを使用することもできる。例えばシリコンを含むイメージセンサは190nm～1100nmの光波長を検出でき、ゲルマニウムセンサ素子は400nm～1700nmの波長に应答し、インジウムガリウムヒ化物センサは、800nm～2600nmの波長を検出できるが、一方、硫化鉛センサ素子は約1000nm～3500nmの波長に应答する。スペクトルフィルタは入射光がより長い波長にシフトすることを特徴とするので、赤外線領域(より長い波長)内で良好に应答する材料は、入射光内の「赤」のレベルを良好に検出できる。

10

【0023】

従って、本発明に係わる光センサでは、スペクトルフィルタに関連する領域内の各ピクセルは、特定の光の波長および/または特定の入射角に関連する。光がアパーチャーを通過し、マイクロレンズによっても合焦され得ることを検討すれば、その領域の特定のピクセルに到達する光は、特定の波長および特定の入射角に関連していることが明らかとなる。従って、フィルタ装置のスペクトルフィルタに到達する部屋の光は、その結果、センサアレイの各領域上に異なるイメージを形成する。従って、本発明に係わる光センサの分析ユニットは、基準値の一組を記憶するためのメモリも含むことが好ましく、ここで各基準値は、センサ装置のセンサ素子、すなわちピクセルに関連する。フィルタ装置内で角度に依存するフィルタを使用した場合、対応するフィルタの角度に依存するスペクトル特性およびフィルタの中心に対するセンサ素子の各ピクセルの相対位置を考慮するようにセンサアレイの領域の各センサ素子に対する基準値を計算することが好ましい。複数の領域のうちのセンサ素子が発生するピクセル値、すなわち光組成値と対応する基準値とを比較することができる。この目的のために、光センサデバイスは、アクティブピクセルセンサが発生する光組成値と対応する基準値とを比較するためのコンパレータも含むことが好ましい。イメージセンサがモノクロームの場合、基準値は簡単な最小強度のスレッシュホールド値を含むことができる。対応する波長および入射角における「微弱な」光強度に対応する、このスレッシュホールド値よりも低い値を、例えば無視してもよい。RGBイメージセンサの場合、光の赤色、青色および緑色成分に対する異なる基準値を各ピクセルに対して記憶してもよい。イメージセンサをモノクロームにするか、またはRGBにするかの選択は、使用するスペクトルフィルタのタイプおよび所望するハードウェア/ソフトウェアの複雑度に基づいて行うことができる。次に、コンパレータの結果を使用するために、光センサデバイスは光源のカラーおよび/または強度を調節するよう、入射光の組成に関する光組成値に基づき、光源のための制御信号を発生するための制御信号発生器を含むことが好ましい。例えば部屋の特定の部分からの光が過度に低温であり、不十分な強度となっていることをセンサアレイの所定の領域が示す場合がある。この場合、部屋のその領域内により暖かく、より明るい光を発生するように、対応する照明装置のための適当な制御信号を発生できる。

20

30

40

【0024】

本発明に係わる照明装置は、光を発生するための多数の光源と、これら光源から発生し、光センサデバイスに入射する入射光(および恐らくは昼光も含む)の源の方向および/またはスペクトル組成を決定し、従って光源の少なくとも1つのための制御信号を発生する光センサデバイスを含む。この照明装置は、対応する光源に制御信号を印加するための制御インターフェースも含む。この制御インターフェースは有線または無線、例えばブル

50

ートゥース（商標）またはジグビーインターフェースでよく、制御信号を発生し、適当なプロトコルを使って送信できる。照明装置の各光源は、制御信号を受信し、印加するための適当な受信機を含むことが好ましい。

【0025】

このことは窓ゾーン、廊下ゾーンを有する部屋および部屋のまわりに分散された多数の光源を有する照明装置を用いて最良に説明できる。スペクトルフィルタのアレイを有し、部屋内のある場所に位置する光センサは、光分布の一組のイメージを得る。図を参照してより詳細に説明するように、これらイメージを分析することにより、光の角度およびスペクトル分布を容易に決定できるので、適当な制御信号を発生することによって、満足できない光の質を補償できる。例えば、窓に対応するイメージが比較的明るい（黄味がかった昼光）と観察され、他方、廊下エリアに対応するイメージが過度に低温（青味がかった人工光）であると観察された場合、光強度またはカラーポイントを変更し、不均一性を補償するように部屋内の光源のための光センサアレイにより、制御信号を発生できる。これとは異なり、所定の「光の雰囲気」を生じさせ、維持できる。例えば特定のカラーで特定のエリアを照明できる。日中、光の質をスムーズに適合できるように複数のインターバルでこのタイプの閉ループフィードバック分析を行うことができる。最適にされた光制御により、エネルギー消費量を好ましく低減できる。

【0026】

添付図面を参照し、次の詳細な説明を検討すれば、本発明の上記以外の目的および特徴が明らかとなる。しかしながら、これら図面は本発明を説明するだけのものであり、発明の定義を限定するものではないと理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】ダイクロイックスペクトルフィルタを通したフィルタリングの前後の光のスペクトル分布のグラフを示す。

【図2】ダイクロイックスペクトルフィルタによってフィルタリングされた光に対する透過ピークのより詳細なレンダリングを示す。

【図3】本発明に係わる光センサのセンサ装置のある領域の簡単なレンダリングを示し、異なる波長に関連する環状領域を示す。

【図4】本発明の位置実施形態に係わる光センサのフィルタ配置およびセンサ配置を示す

。【図5】本発明に係わる光センサの一実施形態におけるセンサ装置のアーチャー、マイクロレンズアレイおよび領域を示す。

【図6】図5の装置に到達する光のビーム光路を示す。

【図7a】光ビームがスペクトルフィルタに対して斜めの角度で到達する場合の、本発明の一実施例に係わる光センサにおけるスペクトルフィルタおよびセンサ装置の簡略化されたレンダリングを示す。

【図7b】光ビームがスペクトルフィルタの直接上部から到達する場合の、本発明の一実施形態に係わる光センサにおけるスペクトルフィルタおよびセンサ装置の簡略化されたレンダリングを示す。

【図8】本発明に係わる光センサの一実施形態を通過する側面図を示す。

【図9】多数の光源を制御するための、本発明の一実施形態に係わる光センサデバイスのブロック図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0028】

図中、全体にわたり、同様な番号は同様な物体を示す。図中の物体は、必ずしも寸法どおり描かれているわけではない。

【0029】

図1は、ダイクロイック、すなわち角度に依存するスペクトルフィルタ10を通したフィルタリング前後の光のスペクトル分布のグラフを示す。この図の上部部分におけるグラ

10

20

30

40

50

フは、光の基本的には均一なスペクトル分布を示す。すなわちこの光は、異なる数種の波長成分を含む。光がこのスペクトルフィルタに対して斜めの角度で到達すると、スペクトルの青色端部に向かう光だけが通過し、その他の波長の光は反射される。このことは、図内の左側のフィルタ10によって示されている。上部から到達する光、すなわちフィルタの表面に対して直角に到達する光は、主に赤色波長を有する光が通過し、その他の波長は、反射されるようにフィルタリングされる。図の下方部分には、この結果生じる透過ピークが示されており、この透過ピークは、青色波長（鎖線）に対してより小さい最大値を有し、赤色波長（点線）に対してはより大きい最大値を有するローレンツ特性を示す。

【0030】

図2は、ダイクロイックスペクトルフィルタによってフィルタリングされた光に対する透過ピークのより詳細なレンダリングを示す。Y軸は、透過率T(%)を示し、X軸は波長（ナノメートル）を示す。ここで、フィルタの表面に対して垂直に、すなわち0度で到達する光のより長い波長に対して、最大ピークが得られる。入射角が大きくなるにつれ、すなわち15°（赤）、30°（緑）および45°（青）となるにつれ、ピークが連続して小さくなるのが観察され、ダイクロイックスペクトルフィルタのシフト特性が示される。

【0031】

図3は、異なる光の波長に関連する環状領域31、32を有する本発明に係わる光センサのセンサ装置の領域30の簡略レンダリングを示す。ここで、図1および図2を参照してこれまで説明したようなスペクトルフィルタとしてダイクロイックフィルタが使用されている。各正方形は、センサ素子130、すなわちピクセル130を示し、このピクセルはアクティブピクセルセンサ（APS）として実現できる。（単一のアパーチャーまたはアパーチャーとレンズの組み合わせの下の）領域30のピクセル上のラジアルパターンは、図2で説明したような異なるスペクトルラインに関係する。より長い波長の光に対しては、内側リング31が対応しており、他方、より短い波長の光に対しては外側のリング32が対応している。リング31、32内のピクセルは、入射光の強度を対応する波長に整合でき、領域30の各ピクセルを、特定の波長に関連付けできる。外側コーナー内のピクセルは、未使用状態のままよい。

【0032】

図4は、本発明の一実施形態に係わる光センサ1のうちのフィルタ装置11およびセンサ装置13を示す。明瞭にするために、アパーチャー装置とマイクロレンズアレイは図示されていないが、これらをセンサ装置13とフィルタ装置11の間に位置するように具象化してもよい。このような極めて簡略化された図は、ピクセル装置しか示していないが、実際には、より大きいピクセルアレイ、例えば1.3メガピクセルのCMOSセンサが使用される。これによって、センサの51×51ピクセルアレイ領域上に光のイメージを形成するための約50個のスペクトルフィルタ F_1 、 F_2 、... F_n が可能となる。1.3メガピクセルのCMOSセンサの場合のイメージセンサの寸法を、約6.6×5.32mmとすることができる。図に示されている各ダイクロイックフィルタ F_1 、 F_2 、... F_n のサイズは、約1平方mmであり、次に各フィルタ F_1 、 F_2 、... F_n は、ある領域、すなわちピクセルアレイ、例えば51×51個のピクセルのアレイに関連する。1.3メガピクセルのCMOSセンサの場合、センサアレイの各領域に対し、約0.255mm×0.255mmの面積となる。

【0033】

図5は、本発明に係わる光センサの一実施形態におけるセンサ装置13のアパーチャー装置12のうちのアパーチャー120、マイクロレンズアレイ14および領域R1を示す。この図は、アパーチャー装置12とイメージセンサ13との間のマイクロレンズアレイ14のマイクロレンズの好ましい配置を示す。ここで、アパーチャー120は、長方形の開口部として示されているが、当然ながら、他の任意の適当な構造、例えば丸い開口部またはアパーチャー装置12の長手方向に沿ったスリットとすることもできる。明瞭にするために、図ではこの領域R1に関連するフィルタ装置のうちのスペクトルフィルタは示さ

10

20

30

40

50

れていない。効果的にするためにセンサアレイのうちの1つの領域R1に対しては1つのマイクロレンズしか使用されないが、これらマイクロレンズを一体的部品として製造するほうが、より容易である。図には、1つの領域R1に関連するアパーチャー装置12のうちのこの部分しか示されていないが、この部分はイメージセンサの各領域が自己のアパーチャーと自己のスペクトルフィルタとを有するような繰り返し部分となっている。

【0034】

図6は、図4の装置だけでなく、(図には示されていない)関連するスペクトルフィルタによってフィルタリングされた後の開口部に到達する光Lのビーム60の光路も含む別の図を示す。この図が明瞭に示すように、領域R1の対応するセクション61内のピクセルが刺激を受けるように、アパーチャーとレンズの組み合わせによって、光のビーム60が合焦される。光の入進ビーム60にตอบสนองしてこれらピクセルしか適当な信号を発生しないので、これら信号は光のビーム60に対する光強度および波長のような光組成情報を含む。光を合焦するのに、1つのフィルタに対応するセンサの領域を覆うように位置するマイクロレンズのうちで、1つのレンズしか使用されず、一方、この領域を覆う他のレンズは冗長となっている。当然ながら光センサのうちの他のすべての領域/フィルタについても同じことが当てはまる。説明のために、かかる組み合わせの1つしか示されていない。

【0035】

本発明に係わる光センサ1の機能を良好に示すために、図7aおよび図7bは、センサ装置のスペクトルフィルタF₁および対応する領域R1の簡略レンダリングを示す。ここで、スペクトルフィルタF₁、F₂は、角度の依存性のない簡単な光フィルタとすることができる。明瞭にするために、図にはアパーチャーもマイクロレンズも示されていないが、これらは光L'のフィルタを通り通過を許容された入射ビームの合焦によって示されるように、存在するものと仮定する。図7aでは、光LのビームはスペクトルフィルタF₁に対して斜めの角度で到達する。スペクトルフィルタF₁の特性に応じ、所定の波長の光しかフィルタF₁を通過せず、この通過光しかセンサアレイのこの領域R₁のエリア71内のピクセルに到達せず、その他の波長の光は単に反射されるだけである。フィルタF₁の特性を知れば、この結果生じる信号S₁を分析し、入射光に関するスペクトル情報を推定できる。領域R₁の中心70に対するエリア71の位置を知れば、信号S₁は入射光に関する角度の情報を与える。例えばこのスペクトルフィルタF₁は、角度で光センサに到達する光内のこの波長の光が所定の強度まで存在するとの情報に寄与し、フィルタ装置内の各スペクトルフィルタは、かかる情報に寄与している。例えば図7bは、第2波長の光だけを通過させる別のスペクトルフィルタF₂を示す。ここで、基本的には表面に垂直な方向(効果的な入射角=0°)から到達する波長の光は、領域71に到達するように通過する。また、この結果生じる信号S₂は、このフィルタF₂に到達する光Lに関するスペクトルおよび角度の情報を発生する。ダイクロイックスペクトルフィルタを使用した場合、この結果得られる信号は、フィルタの角度の依存性に従って解読される。光センサ1に対する光Lの源に入射角が直接関係しており、センサアレイ上のイメージの位置からこの入射角を誘導できる。従って、センサ素子によって発生される信号S₁、S₂は、分析ユニット2内で分析される。代わりに、角度に依存するフィルタを使用した場合、センサ素子によって生じる角度の情報を使用し、入射光Lに関するスペクトル情報を誘導できる。光センサのうちのフィルタ装置内のすべてのスペクトルフィルタから得られる組み合わせ情報は、部屋内の光の回転角方向およびスペクトル分布の全イメージを与える。

【0036】

図8は、本発明に係わる光センサ1の一実施形態を通る極めて簡略化された側面図を示し、アパーチャー装置12の上方にスペクトルフィルタF₁が載っている配置を示し、マイクロレンズ140の上方にアパーチャー120が位置している。スペクトルフィルタF₁に到達する光Lの一部が、アパーチャー120により通過を許容され、マイクロレンズ140によって合焦される。図示されるように、斜めの角度で到達する光はアパーチャー120によって収集され、レンズ140によって合焦される。フィルタを通り通過を許容された入射した光L'は、領域R₁の中心から離れた距離において、CMOSセンサ13

10

20

30

40

50

の対応する領域 R_1 内の（ハッチングで示される）ピクセルの一部に入射する。センサ 13 は、アクティブピクセルセンサ 130 のアレイを含み、これらセンサの各々は、入射光に応答して信号を発生できる。各アクティブピクセルセンサ 130 の信号は結合され、その領域 R_1 に対する信号 S_1 を発生させ、この信号は、図 9 を参照して後述するように、分析ユニットへ転送される。

【0037】

図 9 は、多数の光源 P_1 、 P_2 、 P_3 を制御するための本発明の一実施形態に係わる光センサデバイス 10 を備えた照明装置のブロック図を示す。ここで光センサデバイス 10 は、光センサ 1 と、分析ユニット 2 とを含む。分析ユニット 2 を任意の適当なデジタル処理ユニット（DPU）2 とすることができる。フィルタ装置 11 のスペクトルフィルタ F_1 、 F_2 、 \dots 、 F_n に関連するセンサアレイの領域のセンサ素子によって発生された信号 S_1 、 S_2 、 \dots 、 S_n は、分析ユニット 2 のコンパレータ 21 へ送られ、このコンパレータにおいて個々のピクセル値がメモリ 20 から検索された基準値 200 と比較され、入射光に対する光組成値 210 を導出する。このコンパレータ 21 は、スペクトルフィルタ F_1 、 F_2 、 \dots 、 F_n がショートパスフィルタまたはロングパスフィルタである場合に、差分検出を行うように構成してもよい。このような構成は、隣接するカットオフ波長を有する一対のスペクトルフィルタ F_1 、 F_2 、 \dots 、 F_n に関連するセンサ素子によって発生される一対の信号 S_1 、 S_2 、 \dots 、 S_n を減算することによって達成できる。これら信号 S_1 、 S_2 、 \dots 、 S_n を分析すると、光源 P_1 、 P_2 、 P_3 からの入射光が所定のスペクトルおよび角度の分布、例えば光源 P_1 に対応する過度に明るい領域、光源 P_2 に対応する過度に赤みがかった領域、および光源 P_3 に対応する過度に緑がかった領域を有することを示すことができる。次に、光源 P_1 、 P_2 、 P_3 を適当に制御するよう、制御信号発生器 22 内で制御信号 C_1 、 C_2 、 C_3 を発生できる。この例では、制御信号 C_1 は、光源 P_1 をディミングするように作動でき、制御信号 C_2 は、光源 P_2 が発生する光の赤色成分を減少させるように働くことができ、制御信号 C_3 は、光源 P_3 が発生する光の緑色成分を減少させるように働くことができる。これら信号は、光源デバイス 10 内の送信機 23 と、光源 P_1 、 P_2 、 P_3 の各々のための受信機 24 とを含む通信インターフェース 23、24 により、光源に転送される。

【0038】

これら信号の分析は、連続的に、または所定のインターバル、例えば 10 分ごとまたは 30 分ごとに適宜実行できる。このインターバルは、例えば窓を通して入射する自然光の明るさに従ってダイナミックに変えてもよい。照明装置は、例えば店舗のウィンドー内に設置でき、この場合、ウィンドーでは昼光または日光が外部照明を変えるときでも、一定のカラー効果、光雰囲気効果またはシャドウ効果を創出するように製品が人工的に照明されている。例えばできるだけ自然にショップウィンドー内の対象または製品を照明するための所定の照明パラメータを信号 S_1 、 S_2 、 \dots 、 S_n の分析時に考慮できる。外部の気象条件または時刻に拘わらず、昼光に似せることが好ましいオフィス環境に照明装置を設置するときには、光の所定の望ましいスペクトル特性を定め、一日のうちの時間経過全体にわたって光源の強度および色温度を連続的に調節できる。

【0039】

説明を明瞭にするために、本願全体における「1つの」または「ある」なる用語の使用は、複数存在することを否定するものでなく、「含む」、「備える」または「有する」なる用語の使用は、他のステップまたは要素が存在することを否定しないと理解すべきである。ある「ユニット」または「モジュール」なる用語の使用は、特に明記しない限り多数のユニットまたはモジュールも含む。

【符号の説明】

【0040】

- F_1 、 F_2 、 \dots 、 F_n - - - - - スペクトルフィルタ
- L - - - - - 入射光（L）
- S、 S_1 、 S_2 、 \dots 、 S_n - - - 信号

10

20

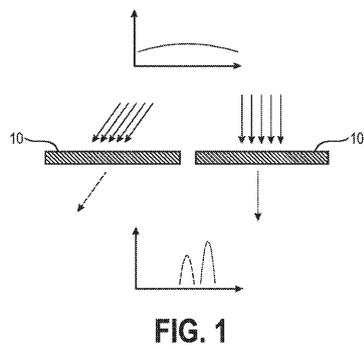
30

40

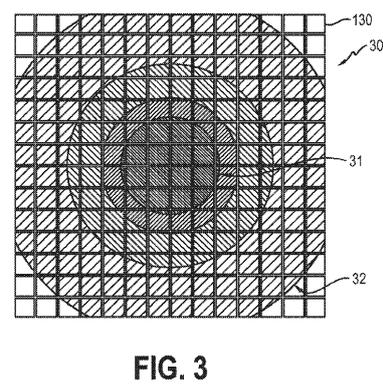
50

- R₁、R₂、.....、R_n - - - - 領域
- P₁、P₂、P₃ - - - - 光源
- C₁、C₂、C₃ - - - - 制御信号
- 1 - - - - 光センサ
- 2 - - - - 分析ユニット
- 10 - - - - センサデバイス
- 11 - - - - フィルタ装置
- 12 - - - - アパーチャー装置
- 13 - - - - センサ装置
- 14 - - - - レンズ装置
- 23, 24 - - - - 通信インターフェース
- 130 - - - - センサ素子

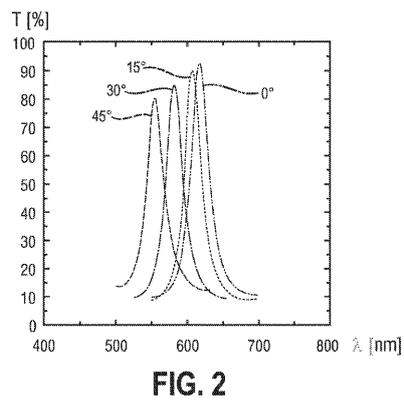
【 図 1 】



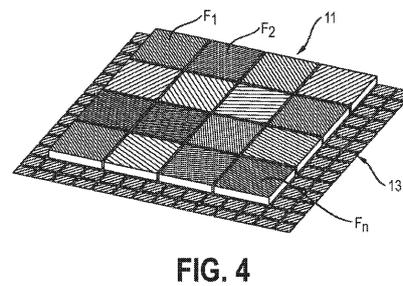
【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】

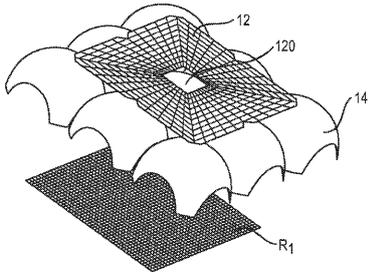


FIG. 5

【 図 6 】

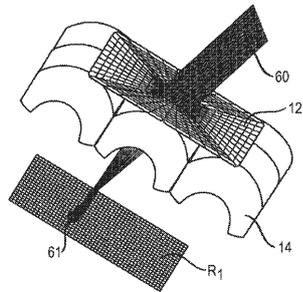


FIG. 6

【 図 7 a 】

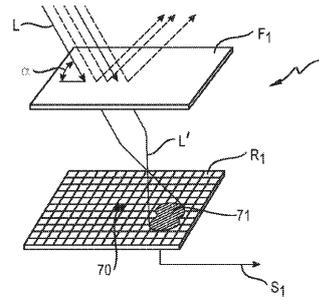


FIG. 7a

【 図 7 b 】

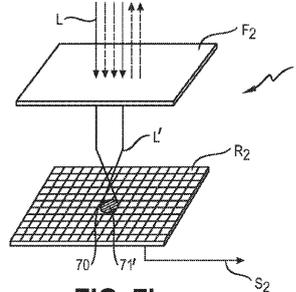


FIG. 7b

【 図 8 】

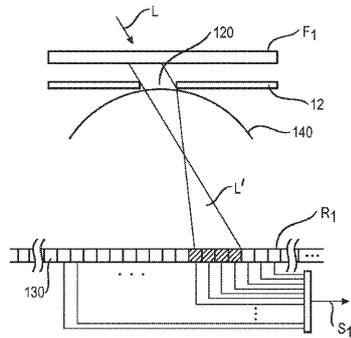


FIG. 8

【 図 9 】

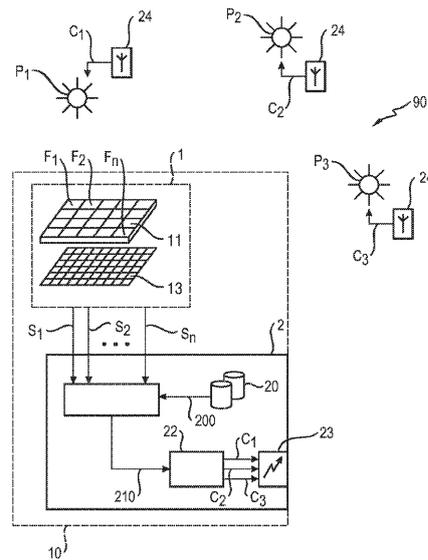


FIG. 9

フロントページの続き

(72)発明者 クリイン マルセリヌス ペー セー エム
オランダ エヌエル - 5 6 5 6 アーエー アイントホーフェン ハイ テック キャンパス ビ
ルディング 4 4

(72)発明者 コルネリセン ヒューゴ イェー
オランダ エヌエル - 5 6 5 6 アーエー アイントホーフェン ハイ テック キャンパス ビ
ルディング 4 4

審査官 横尾 雅一

(56)参考文献 国際公開第 2 0 0 9 / 0 2 2 2 8 2 (W O , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 1 2 8 3 5 5 (U S , A 1)
米国特許第 0 6 3 8 4 4 5 8 (U S , B 1)
特表 2 0 1 0 - 5 3 7 3 6 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 J	3 / 0 0 - 3 / 5 2
G 0 1 J	4 / 0 0 - 4 / 0 4
G 0 1 J	7 / 0 0 - 9 / 0 4
G 0 1 J	1 / 0 0 - 1 / 6 0