

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6297574号
(P6297574)

(45) 発行日 平成30年3月20日(2018.3.20)

(24) 登録日 平成30年3月2日(2018.3.2)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 1 S 2/00	(2016.01)
F 2 1 S 41/00	(2018.01)
F 2 1 S 43/00	(2018.01)
F 2 1 S 45/00	(2018.01)
F 2 1 V 5/00	(2018.01)
	F 2 1 S 2/00
	F 2 1 S 41/00
	F 2 1 S 8/12
	F 2 1 V 5/00
	F 2 1 V 5/00

請求項の数 11 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-532550 (P2015-532550)
(86) (22) 出願日	平成25年9月13日 (2013.9.13)
(65) 公表番号	特表2015-534222 (P2015-534222A)
(43) 公表日	平成27年11月26日 (2015.11.26)
(86) 国際出願番号	PCT/IB2013/058539
(87) 国際公開番号	W02014/045178
(87) 国際公開日	平成26年3月27日 (2014.3.27)
審査請求日	平成28年9月12日 (2016.9.12)
(31) 優先権主張番号	61/703,319
(32) 優先日	平成24年9月20日 (2012.9.20)
(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	110001690 特許業務法人M&Sパートナーズ
(72) 発明者	ミシェルス ウィルヘルムス ペトルス アドリアヌス ヨハヌス オランダ国 5656 アーエー アイントホーフェン ハイ テック キャンパス 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置、レンズ、システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 4 つの光学装置を含む照明装置であって、各光学装置は、関連付けられた光源を有し、 $25 \mu m \sim 250 \mu m$ の間のサイズを有するマイクロサイズの複数のファセットを有する第 1 表面を含み、各ファセットはそれぞれの配向を有し、前記複数のファセットは、前記それぞれの配向全ての平均配向に対する法線ベクトルが前記光学装置の光軸を規定する照明装置において、

前記光学装置は、光学装置の少なくとも 2 つのセットにわたって分割され、光学装置の前記セットは、当該光学装置のセットのそれぞれの配向のおかげで、動作中相互に異なるパターンを発するように、前記関連付けられた光源からの光線をそれぞれの光軸に沿って方向転換させ、相違するセットの前記光学装置は、相互に交互の態様で配置されることを特徴とする、照明装置。

【請求項 2】

光学装置の各セットは、前記照明装置の動作中、表示されるパターンのサブパターンを表示することを特徴とする、請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 3】

光学装置の前記少なくとも 2 つのセットは、本質的に同じサイズ及び / 又は同じ形状を有することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

光学装置の前記少なくとも 2 つのセットは、光学装置の第 1 のセット及び第 2 のセット

10

20

を含み、前記第1のセット内の光学装置のファセットの数と前記第2のセット内の光学装置のファセットの数との間の比は、1:1～1:10の範囲内であることを特徴とする、請求項1又は2に記載の照明装置。

【請求項5】

光学装置の前記少なくとも2つのセットは、好ましくはフォイル又は板から、一体に製作されることを特徴とする、請求項1又は2に記載の照明装置。

【請求項6】

光学装置の少なくとも第1のセットによって狭ビームが発せられ、光学装置の少なくとも第2のセットによって広ビームが発せられる、照明器具であることを特徴とする、請求項1又は2に記載の照明装置。

10

【請求項7】

光学装置の少なくとも第1のセットによって暗いビームが発せられ、光学装置の少なくとも第2のセットによって、又は光学装置の少なくとも第1のセット及び第2のセットによってのいずれかでハイビームが発せられる、自動車ヘッドライトであることを特徴とする、請求項1又は2に記載の照明装置。

【請求項8】

少なくとも、光学装置の少なくとも第1のセットによって第1の方向に発せられる第1のビームと、光学装置の少なくとも第2のセットによって前記第1の方向とは異なる第2の方向に発せられる第2のビームとの間で切替え可能である、ランプ／反射器ユニットであることを特徴とする、請求項1又は2に記載の照明装置。

20

【請求項9】

動作中、前記光源は点光源又は平行光ビームの発生器としての働きをすることを特徴とする、請求項1又は2に記載の照明装置。

【請求項10】

複数の請求項1乃至9の何れか一項に記載の照明装置を含む、システム。

【請求項11】

(1) 表示されるべき所望のパターンを選択するステップと、

(2) 前記パターンを特定のサブパターン位置にあるサブパターンへと分割するステップと、

(3) 光学装置は、光学装置の少なくとも2つのセットにわたって分割され、光学装置の前記セットは、当該光学装置のセットのそれぞれの配向のおかげで、動作中相互に異なるパターンを発するように、前記関連付けられた光源からの光線をそれぞれの光軸に沿って方向転換させ、相違するセットの光学装置は、相互に交互の態様で配置され、及び隣接するファセットの配向は相違することを考慮に入れて、前記サブパターン位置にビームの一部分を向ける又は方向転換させるための、光学装置のセット及びファセットのための構成を決定するステップと、

30

(4) 決定された前記構成に従って、複数のファセットを生成するステップと、を含む、請求項1に記載の照明装置を製作する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、マイクロサイズのファセットを有する照明装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光を均質化するための従来の技術は、アレイ化されたマイクロレンズ、回折デフューザ、すりガラスデフューザ、及びホログラフ的に生成されたデフューザを利用する。マイクロレンズアレイは、重複する光の発散錐体のアレイを形成することによって光を均質化する。各錐体は、それぞれのマイクロレンズに由来し、当該レンズの焦点を超えて発散する。従来のアレイでは、個々のレンズは互いに同一である。すりガラスデフューザは、ガラス表面において光散乱構造を生成するために、研磨材料でガラスを研削することによって

50

形成される。

【0003】

マイクロレンズアレイ、すりガラスデフューザ、及びホログラフィックデフューザは全て、均質化され発散する光の角度広がりを制御することができないという欠点がある。通常の光は、所望の角度領域にわたってかなり均一な角度広がりを有するが、角度領域の境界は不明瞭である。従来のデフューザの方法では、所望の角度広がりの縁部でのエネルギーのロールオフ（減衰、損失）が、この領域を大幅に超えて拡がる恐れがある。

【0004】

回折デフューザは、出力光の角度広がりを制御するために用いられ得るが、こうしたデフューザは、出力光に与えることのできる広がりの量に関して限定される。可視光又はこれ以下の短波長供給源に対する作製上の限定や、より長い波長に対する構造の物理的特徴における限定のために、最大の角度広がりは限定される。更に、回折デフューザの従来型のバイナリ形式で用いられる回折デフューザは、大量のバックグラウンドエネルギーを含む恐れがあり、また、パターンは光軸に対して対称でなければならない。

10

【0005】

これらの従来の装置の欠点を克服するために、米国特許出願公開第2007/0223095号は、複数の光学素子によって形成される正方形の複数のファセットを有する光学装置を開示する。ファセットは、入射光ビームの一部分を所定のそれぞれの方向に向けるために用いられる。ファセットは二次元アレイ内で互いに隣接して形成される。アレイ内のファセットの位置は、対応する光ビームの一部分の方向に対してランダムである。当該既知の照明装置の欠点は、比較的低い性能を有し、及び／又は比較的大きいことである。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、改善された性能を有する、冒頭の段落において説明されたタイプの照明装置を提供することである。本発明の別の目的は、改善された照明装置を製作する方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この目的は、冒頭の段落において説明されたタイプの照明装置であって、少なくとも4つの光学装置を含み、各光学装置は、関連付けられた光源を有し、マイクロサイズの複数のファセットを有する第1表面を含み、各ファセットはそれぞれの配向を有し、前記複数のファセットは、前記それぞれの配向全ての平均配向に対する法線ベクトルと平行に延びる光軸を有し、光学装置は、光学装置の少なくとも2つのセットにわたって分割され、光学装置のセットは、動作中相互に異なるパターンを発し、相違するセットの光学装置は、相互に交互の態様で配置される、照明装置によって達成される。照明装置は、同一にアレンジされた複数のファセットを含む光学装置の第1のセットと、同一にアレンジされた複数のファセットを含むが光学装置の他方のセットとは異なる、同様の光学装置の第2のセットとを含む。両方のセットとも、混合されたアレンジメント内にあり、すなわち交互に入り組んだ態様、又は他の構成での同様のアレンジメント内にあり、第1のセット内の光学装置の数と、第2のセット内の光学装置の数との比は、例えば1:2又は1:3である。こうした本質的に互いに入り組んだ（又はほぼ交互の）、LEDと、関連付けられた光学装置との2つの組合せのアレンジメントは、特に、広いビーム光（スポット状）、例えば蝙蝠の翼状の光ビームといった広いビーム光（フラッドライト）、又は狭いビーム光と広いビーム光との組合せを発することを可能とする照明器具において適している。しかし、全ての動作条件における照明器具は、実質的に一定の外観を有し、当該照明器具の出射窓全体から均質な態様で光を放射する。照明装置は、3個、4個、5個、又は10個までのセットを十分含んでよいが、全て交互にアレンジされた本質的に相違する光学装置を含む。LEDと、LEDのそれぞれの関連付けられた光学装置との数は、例えば25個、50個、又は100個のLEDと、1つの照明装置上の25個、50個、又は100個の本

30

40

50

質的に同一の光学装置とに達する。光学装置のセットの交互のアレンジメントのために、照明装置は比較的コンパクトである。

【0008】

この点においてコンパクトに配置されたとは、ファセットのグループ内で、ファセットが広範囲に配置されるのではなく、例えば少なくとも50%のファセットが同じグループのファセットによって完全に囲まれ、又は境をなすことで、あるいは、例えばファセットのグループは面Sと外周Pとを有し、PのSに対する比率が多くとも6であることで、ひとまとまりとして共に接近して配置されていることを意味する。この点において隣り合うとは、ファセットのグループ内で、本質的にグループの全てのファセットが、当該ファセットのグループのファセットを介して互いに直接接続されていることを意味する。 10

【0009】

光学装置は、ファセットのグループのタイル張りのアレイで形成され、各グループは、例えば(疑似)ランダムに配置されたファセットといった多くのファセットを有し、パターンは、それぞれのグループ(又は複数のグループ)の寄与によって発せられる個々のマッチングするサブパターンによって形成される。ファセットは、特定の配向を有するファセット面によって決定可能であり、当該ファセット面は、外周によって境界付けられ、通常、隣接するファセットと、非連続的な、すなわち隣接するファセット面の配向が異なる様で境をなす。隣接するファセットをこれらの外周で接続する転移面は、隣接するファセット面の相互に異なる配向のために、顕著な高さを有してもよい。前記転移面は、完全に形成されなくても、ひいては完全に急峻に広がらなくてもよいが、しかしながら、これらの転移面は、別々のファセットとしてみなされるべきでない。本発明による光学装置の実施形態は、ファセットの各グループがそれぞれのサブパターンと関連づけられ、光学装置上のファセットのグループの相対位置が、光学装置の動作中、表示されるパターン内のサブパターンの相対位置と本質的に等しいことを特徴とする。所定のそれぞれの方向で入射する光ビームの光線をランダムに方向転換させるのではなく、本発明の光学装置では、光線の方向転換は、グループ単位で行われる。本光学装置による光線の前記方向転換の原理を説明する1つの態様では、x y軸は光軸と垂直であり、光軸上でx = 0、y = 0であり、下流すなわち光軸に沿って光源から表示されるパターンに向かう方向で見る、デカルト座標系が考慮される。例えば光学装置の座標系の第1の象限内に位置する、第1のグループ光軸を有する、ファセットの第1のグループ上に入射する光線は、主に、例えば少なくとも75%に対しては、表示されるパターンの対応する第1の象限への、前記第1のグループ光軸の方向へ(疑似)ランダムに方向転換され、残りの25%は、(疑似)ランダムに1以上の他の象限内に投射される。同様の論法がそれぞれ第2、第3、及び第4の象限内に位置するファセットの第2、第3、及び第4のグループに対しても当てはまり、当該グループのそれぞれのグループ光軸に沿って、光線を、表示されるパターンのそれぞれ第2、第3、及び第4の象限へそれぞれ方向転換させる。表示されるパターンが、光軸に対して比較的広角にわたる光学装置による光の広がり(大きな頂角を有する錐体にわたる広がり等)を要する場合、各象限及びグループ光軸は、ファセットのそれぞれ関連するグループ光軸を持つ例えば半分又は4つの下位象限へと更に細分される。このとき光学装置内の下位象限と表示されるパターンとの間で、同様の関係が維持される。したがって、比較的大きな(又は大きすぎさえする)光ビームの屈折は弱められ又は回避さえされ、ファセットの傾斜は、完全にランダムに配置されたファセットと比較して低減され得る。したがって、前記ファセット面上での光線の平均の入射角は前記ファセット面の法線により接近するので、ファセット面でより少ない反射が発生し、光学装置の効率性が改善される。光学装置による望ましくない光の反射を更に低減させるため、点状光源により発せられる光の方向は、前記の発せられる光がファセットのグループ上に入射する、当該ファセットのグループのグループ光軸と比較的小さい角度にある。言い換えると、平均すると、本発明の光学装置を通じて通過する前後で、既知の光学装置を通じて伝播する光の場合よりも、光は同じ方向に幾分多く伝播する。更に、各ファセットは、表示されるパターンの歪みに対する発生源である外周縁部によって、当該各ファセットの隣接するファセットと境 20 30 40 50

をなす、当該外周縁部を有する。上述の発明に関する技術的特徴の結果として、外周縁部の平均の高さは、グループ光軸区画がなく完全にランダムにされたファセット配向を有する既知の光学装置よりも低いので、外周縁部によって引き起こされる、表示されるパターン／画像の歪みは低減され、したがって画像の品質が改善される。

【0010】

ファセットのグループと関連付けられる画像の部分が、所望の解像度／詳細で前記ファセットのグループによって構築されるとき、光学装置の実施形態は、ファセットのグループ内に含まれるファセットの数が、少なくとも100個であることを特徴とする。グループ内に含まれる所望のファセットの最小の数は、前記グループによって構築される画像の部分のサイズ、複雑さ、及び所望の詳細に依存し、したがって、グループ内の前記ファセットの数は、容易に1000個又は10,000個にさえ達する。

【0011】

本光学装置の実施形態は、ファセットの少なくとも第1のグループ及び第2のグループが、本質的に同じサイズ及び／又は同じ形状を有することを特徴とする。この態様では、グループ内の光学装置の第1表面の比較的単純な区画を得ることが可能となる。オプションとして、前記第1のグループ及び第2のグループは、小離間によって相互に分離され、又はグループは、例えば第1表面の上部構造内で各グループがスーパーファセットを形成する、当該上部構造を形成する。更に、本質的に同じサイズ及び／又は形状のグループを有する光学装置は、光の再分配／方向転換に対し、よりバランスされている。この点において、ファセットの第1のグループ内のファセットのそれぞれの数と、ファセットの第2のグループ内のファセットのそれぞれの数との間の比が、1:1～1:10の範囲内であるとき、好ましいと思われる。前記グループは更に、離間によって分離されるときは、比較的簡単に互いに区別可能であり、したがって特定のグループの容易な操作／補正が可能となる。ファセットのグループが光学装置上で直接区別可能又は決定可能でない場合、第1表面上の複数のファセットをファセットのグループへと（仮想的に）分割する方法は、好ましくは第1表面の境界にない1つの選択されたファセットを考慮することである。少なくとも、隣接する／境をなすファセットを越えて3段階で到達し得る全てのファセットか、又は、前記選択された1つのファセットからの距離が $\leq 3 * \text{平均のファセットのサイズ}$ 以内である全てのファセットが、前記ファセットのグループの部分とみなされる。この方法は、ファセットのグループがコンパクトに配置され、ほぼ同じサイズ及び形状を有することを自動的に提供する。グループ光軸、及び前記グループ光軸間の角度の決定のために、ファセットは1を超えるファセットのグループの部分となることはできないことに留意されたい。

【0012】

本光学装置の実施形態は、本質的にグループ内の各ファセットが、それぞれのグループ光軸との傾斜角 θ_t を有することを特徴とし、前記傾斜角 θ_t は、式 $\theta_t \leq 0.8 * \theta_c$ 、好ましくは $\theta_t \leq 0.6 * \theta_c$ 、によって決定される範囲内であり、この式において $\theta_c = \arcsin(n_2 / n_1)$ であり、 θ_c は内部全反射に対する臨界角であり、 n_1 は高屈折率であり、 n_2 は低屈折率である。

【0013】

特に、この基準は屈折光学装置に適用可能であるが、ある程度は反射光学装置にも適用可能である。傾斜角の上限範囲を、 θ_c より著しく低い、すなわち $0.8 * \theta_c$ 未満の角度だけに限定することは、傾斜角における前記限定のない既知の同様の光学装置と比較して、外周縁部が、当該外周縁部の最大高さに対する、より低い絶対上限値を有するという効果がある。これは、一般的に、外周縁部のより低い平均高さ、ひいてはより低い外周縁部面対ファセット面の比率、ひいては既知の光学装置よりも改善された光学装置の性能をもたらす。更に、TIRに対する臨界角よりも高い角度での表面への光ビームの入射は、常に一部は反射され一部は透過される。したがって、本発明の光学装置では、通常のファセットは、既知の光学装置におけるよりも、入射する光ビームに対してより横断方向に配

10

20

30

40

50

向されるので、より少ない光が反射され、より多くの光が透過され、したがって既知の光学装置よりも、発明に関する光学装置の効率性は高まる。更に、本光学装置が $t \leq 0.6^*$ c であることを特徴とする場合、光軸に対するファセットの傾斜は、この結果比較的低い値に限定されるが、しかしながら当該傾斜はまだ、平行ビームを発する光源から生じる光を、所望の方向へ方向転換させるのに十分である。この手段により、光学装置の性能は、効率性、まぶしさの低減、及び光学装置の厚さに関し、更に改善される。点光源から生じる光は、光学装置上で比較的広い角度範囲での発散光ビームとして作用する。したがって、既知の装置では、この発散光の所望の方向での完全にランダムな屈折のために、通常、より大きな傾斜角を有するファセットが必要とされる。しかしながら、本発明による光学装置では、好ましくないより大きな傾斜角の発生は、前記ファセットのグループ内の第1表面の細分によって弱められる。傾斜角を $t \leq 0.8^*$ c までに限定することも、本発明自体とみなされる。 10

【0014】

光学装置用の適切な高屈折率材料は、例えばガラス、PMMA、ポリエチレン、ポリカーボネートであり、一般に低屈折率材料は、空気である。

【0015】

光学装置によって十分なランダム効果を得るために、ひいては入射する光ビームを著しく異なる方向へ向けるために、好ましくは、ファセットのグループ内の隣接する第1のファセット及び第2のファセットは、通常、配向において最小の相互差を有する。前記最小の相互差の配向は、前記第1のファセット面と第2のファセット面との間の法線ベクトルの角度として規定され、この角度は少なくとも3°である。しかしながら、例えば、同じ配向を有する隣接するファセットを用いて、光学装置に透かし模様が提供されるときは、全ての隣接するファセットが異なる配向を有する必要はない。 20

【0016】

光学装置は、透明材料又は反射性材料で形成されてよい。個々のファセット面及び/又は結合された複数のファセット面は、平坦な平面であってよく、又はこれらは湾曲した非平面であってもよい。本発明の別の態様によると、光学装置は、角のあるパターンを形成するために用いられてもよい。光学装置は、入射するビームをサブビームへと分割してよい。通常、光学装置は、少なくとも100個のファセット、典型的には5,000個又は10,000個のファセット、更には100,000個、1,000,000個以上に至るまでのファセットを含む。従来技術で知られているように、ファセット面を階段状のすなわち自重されたファセット面へと分割し、これにより光学装置の全体の厚さを低減させるために、適切な段階自重面 (phase tare surfaces) が用いられてもよい。更に、外周縁部 (P_f) とファセット面 (S_f) との間の比率は、 $P_f : S_f$ の比率として規定され、ファセット面に対し比較的大きな量の外周縁部によって引き起こされる恐れのある、望ましくない表示されるパターンの歪み効果を弱めるために、好ましくは多くとも4.6である。 30

【0017】

好ましくは、少なくとも85%の隣接するファセット面に対し、前記隣接するファセットのファセット面は、相互に非連続であり、更に好ましくは、法線ベクトルが少なくとも3°で、好ましくは少なくとも5°で、又は少なくとも7°で、相互に角度をなす。この結果、隣接するファセットによって方向転換された光について、より発散される方向が得られ、これは通常、光学装置による均質化の所望の効果を高める。 40

【0018】

本光学装置の実施形態は、当該光学装置の高屈折率材料を特徴とし、1.45より小さい屈折率を有する材料と比べて同じ屈折に対しては、ファセットのより小さい傾斜が必要とされるので、高屈折率 n_1 は少なくとも1.45である (1.45より小さい屈折率を有する材料の例は、例えばPVDF (=ポリビニリデンジフルオリド、 $n_1 = 1.41$)、ETFE (エチレンテトラフルオロエチレン、 $n_1 = 1.40$)、又はCytop (環化透明光学ポリマ、 $n_1 = 1.34$) である)。前記のより小さい傾斜は、通常、縁部の 50

高さを低減させ、ひいては光学装置の性能を改善する。 $\lambda = 589 \text{ nm}$ 用の、空気に対し少なくとも1.45の屈折率を有する適切な材料は、 SiO_2 （溶融シリカすなわち石英ガラス、 $n_1 = 1.45$ ）、様々なタイプのガラス（ n_1 は約1.45～1.9の範囲）、 PMMA （ポリメチルメタクリレート、 $n_1 = 1.49$ ）、 PET （ポリエチレンテレフタレート、 $n_1 = 1.57$ ）、及びポリカーボネート（ $n_1 = 1.59$ ）である。

【0019】

本光学装置の実施形態は、一体に製作されることを特徴とする。フォイル又は板は、比較的処理しやすく、形状及びサイズにおいて比較的容易に基板及び/又は照明装置に適合するので、好ましくはこれらの材料から作られる。一体であることの利点は、いくつかの既知の光学装置において行われる、本発明の複数のファセットに相当する部分である複数のマイクロウェッジの面倒な相互の取り付けが回避されることである。特に、高屈折率を有する材料の使用及びファセットの傾斜角における限定は、光学装置として比較的薄いフォイルの利用を可能にする。前記ファセットは、レーザアブレーションを介して、シート、板、又はフォイル材料において容易に取得可能であり、この結果、複数のファセットは、一体に製作されたシート、板、又はフォイル材料で形成される。前記一体の材料は、例えばパラボラ又は橜円の回転体として所望の形状へと容易に成形されることができ、代替的に、当該材料はわずかに波状であり、湾曲し、又は平坦であってよい。

10

【0020】

本光学装置の実施形態は、複数のファセットのうちの、パターンを形成するファセットのサブセットを含み、サブセットの全てのファセットは、本質的に等しい配向、すなわち等しい傾斜角及び方位角を相互に有し、好ましくは、サブセットは、複数のファセットのうちの1%～15%の数のファセットを含むことを特徴とする。この結果、ファセットのサブセットは、例えば光学装置の透かし模様といった有意のパターンのタイプを形成し、これは識別ラベルとしての、及び/又は、光学装置に関する簡単に読み取れる情報を提供する働きをする。代替的又は同時に、当該有意のパターンのタイプは、第三者による中国の複製の製造を検出しひいては阻止する働きをする。この目的のために、透かしは、例えば当該透かしが複数のファセットの多くとも5%を含むように限定することによって、目立たない模様で提供され得る。サブセットの数が15%より多い場合、当該透かしは、もはや目立たないものではなく、光学装置の品質の視覚的な劣化を示す可能性が高い。サブセットの数が1%より少ない場合、透かしを識別することが困難となり、検出がより明白でなくなり、更に、レンズの本質的に新しいデザインはもはや必要とされず、透かしを壊すために比較的少ない数のファセットだけを変更させれば足りるので、脱法のリスクが高まる。透かしを形成するための代替的な模様は、ファセット間の隙間若しくは離間を提供することによるか、又は、ファセット上の小さな引っ搔き、リブ付きファセット、艶消しされたファセットを製作し、若しくはファセットを着色することによるが、しかしながら（通常のユーザによって）観察可能な程度まで光学装置の性能に影響を与えることはない。上述の手段による透かしを有する光学装置は、本発明自体とみなされる。

20

【0021】

更に、本発明は、少なくとも1つの本発明による光学装置を含むレンズに関する。レンズは、表示装置、投影装置、及び例えば照明器具又はカーヘッドライトシステムのような照明装置に広いアプリケーションを見出す。前記レンズは、前記装置によって発せられる光ビームを制御するのに極めて適している。レンズは、複数の相互に等しい光学装置をサブ装置として含む。本発明のこの模様によると、光学装置は、各サブ装置が（疑似）ランダムに配置されたファセットを有する、当該サブ装置のタイル張りのアレイで形成される。こうしたタイル張りの光学装置は、例えば大径の入力ビームを処理するために、又は複数の別々の（発散）ビームを処理するために用いられる。したがって、例えば複数のLEDを用いることにより、各サブ装置と、関連付けられたLEDとによって生成されたビームの重畳を通じ、比較的非常に均質な光ビーム、又は、カーヘッドライトシステムによって発せられる通常の薄暗い光ビームの要件に特にふさわしい、明るい領域と暗い領域との間の比較的非常にシャープなエッジを有するビームパターンを生成することが可能となる。

30

40

50

。このとき各サブ装置（タイル）は全体パターンを本質的に同様に生成し、 n 個のサブ装置に対し、パターンはこのとき本質的に完全な重複を有して n 回投影される。したがって、1つの非常に明るい光源を用いるのではなく、代わりにより明るさの少ない光源のマトリクスを用いて、なおかつ薄暗いヘッドライトビームに課された要件を充たすカーヘッドライト装置をデザインし、特定のこうした薄暗いヘッドライトビームの光パターンを得ることが可能となる。

【0022】

レンズの代替的な実施形態は、複数の相互に異なる光学装置をサブ装置として含むことを特徴とする。前の実施形態におけるように、各サブ装置（タイル）は全体パターンを生成するが、今度は相互に異なる様子においてである。 n 個のサブ装置に対し、パターンはこのとき本質的に完全な重複を有して n 回投影され、通常 n は例えば49又は60といった4~100の範囲内であるが、例えば n は400に達してもよい。タイル張りの装置は、例えば大径の入力ビームを処理するために、又は複数のLEDによって発せられる複数の別々の（発散）ビームを処理するために用いられる。前の実施形態と同様に、この実施形態も自動車ヘッドライトシステムにおいて非常に適している。更に、こうした装置では、前の装置と同様に、サブ装置内に存在する可能性のある欠陥のために光ビーム内に存在する可能性のある小さな歪みは、平均化される。このことは、表示される画像の暗い領域と明るい領域との画像エッジにふさわしい。光学装置/レンズ上に存在する各ファセットの形状は、表示される画像において、多くの場合例えば正方形、長方形、又は六角形等の多角形といった前記形状としていわば表示され、前記エッジの階段状のプロファイルをもたらす。前記ビームの重畠の相互のわずかな変位のために、前記エッジはより階段状ではなく、より流れるように/滑らかに見えることが可能となり、したがって表示される画像の仮想解像度を高める。前記変位の大きさは、表示される画像の所望のサイズ及び所望の解像度/詳細に依存して選択される。本発明の光学装置/レンズを用いた重畠の原理は、本発明自体とみなされる。繰り返しパターンによって引き起こされる干渉効果を除去するために、各タイルのサイズは隣り合うタイルとわずかに異なってよく、さもなければ干渉効果を引き起こすであろう。各タイルを通じて透過される光の強度は様々であってよく、これはパターン内の各サブパターン位置に与えられるエネルギー量におけるわずかな変化を引き起こす。しかしながら、この影響は各タイル内のファセットのランダムな配置によって低減される。代替的に、各サブ装置がパターンのそれぞれの部分、すなわちサブパターンを生成してもよく、サブパターンは共に全体パターンを形成する。パターン内のサブパターンの数が光学装置内に配置されることが所望されるファセットの数よりも少ない場合、このときいくつかのファセット面は同じ傾斜角、方位角、及びオプションとして同じサイズをさえ有してよい。このとき同様のファセットは同じ位置又はサブパターン領域若しくはサブパターン位置に光を向ける。しかしながら、同様の傾斜角及び方位角を有するファセット面は、好ましくは互いに隣接して位置するべきではない。

【0023】

更に、本発明は、少なくとも1つの光源と、少なくとも1つの本発明による光学装置とを含む照明装置に関する。照明装置は、例えばランプ/反射器ユニット、発光体、又は表示装置である。ランプ/反射器ユニットの場合、パラボラ状反射器内部の焦点に発光素子を備え、前記反射器は、光学装置を含む好ましくは交換可能な板によって閉じられる。発光素子と反射器との組み合わせは、板上に入射する平行光ビームの発生器としての働きをする光源を形成する。したがって、ランプ/反射器ユニットによって発せられる光は、板の単純な選択/交換によって容易に制御可能である。同様の構造は、発光体と、光学装置上へと光の平行ビームを発する表示装置用の直接点灯又は側方点灯バックライトとによって取得可能である。代替的に、照明装置は、LEDダイを含み、一次光学系として光学装置/レンズを有するLEDであることを特徴とする。通常、LEDダイは、第1の一次光学系としてドームレンズを備える。光学装置が一次光学系のLEDであるとき、各個別のLEDは、各個別のLEDによって発せられる所望のビームパターンを与えられることができる。光学装置のデザインはLEDダイとドームとのサイズの比率に依存する。例えば

10

20

30

40

50

ダイ(発光素子)のサイズは、ドーム(光学装置)と比較して小さく、例えば半球状のドームは少なくとも10倍大きい直径を有し、LEDダイが(半)球ドームの中心に配置されるとき、発光素子は点光源として光学装置によってほぼ取り込まれる。次いでパターンのサブパターンが、発光素子によって発せられた光のビームのサブビームを方向転換させる、関連付けられたファセットのグループによって形成される。代替的に、例えばダイ(発光素子)とドーム(光学装置)とのサイズが概ね同じサイズであり、例えば半球状のドームは多くとも2倍大きい直径を有する場合、発光素子は光の平行ビームを発する光源として扱われる。この場合、光学装置は、好ましくは1つだけのユニットと、例えばファセットの2、3、及び4個といった限定された数のグループとを有する1つの光学装置のみからなるレンズである。2~10の比率では、点光源から平行ビームを発する光源までの移行領域が当てはまり、したがって光学装置のデザインにおいて、発光素子の特定の寸法が考慮に入れられなければならない。

【0024】

また、本発明は、複数の光源と少なくとも1つの光学装置とを有する光学システムに関する。代替的に、複数の光学装置は、各光源がそれぞれの光学装置と関連付けられる程度までにさえ提供される。複数の光源は、各個別の光源によって発せられるパターンの重複による単一のパターンを生成するために相互に協働してよく、したがって照明パターンの調光を容易に可能にする。代替的に、パターンは、個別の光源によって発せられる、マッチングするサブパターンの個別の寄与によって形成されてよく、したがって、少なくとも1つの個別の光源又は複数の光源のサブセットの独立した切り替えにより、パターンの容易な変更が可能となる。本発明の好ましい実施形態では、隣接するファセットは異なる3次元構成を有して形成されてよい。

【0025】

また、本発明は、マルチファセットの光学装置を製作する方法に関する。当該方法は、(1)表示されるべき所望のパターンを選択するステップと、(2)前記パターンを特定のサブパターン位置を有するサブパターンへと分割するステップと、(3)ファセットの第1のグループのそれぞれの第1のグループ光軸と、ファセットの第2のグループのそれぞれの第2のグループ光軸との、少なくとも1つの組合せに対して、前記第1のグループ光軸と前記第2のグループ光軸とが、少なくとも5°の角度で相互に角度をなすことを考慮に入れて、前記サブパターン位置にビームの一部分を向ける(方向転換させる)ためのグループ光軸を含む、ファセットのグループ及びファセットのための構成を決定するステップと、(4)決定された前記構成に従って、複数のファセットを生成するステップと、を含む。

【0026】

オプションとして、本発明の更に別の態様では、ファセットのグループと、ファセット面に対する傾斜角及び方位角とは、所望のパターン内のそれぞれのサブパターン位置の位置に基づいて、プログラムされた汎用コンピュータによって計算され、これは例えばファセットのグループの個別のファセットのアレンジメントの場合である。所望の光パターンを対応するファセットのアレイのデザインへと変換するための特定のアルゴリズム及びソフトウェアが開発されている。この技術を利用して、薄い透明フォイルの中にファセットが彫り込まれた当該フォイルのプロトタイプが実現されている。当該技術は、パルス化されたレーザビーム及びマスクと透明プラスチックの層との間の投影レンズにより、ファセットのレイアウトを有するマスクを、透明プラスチックの層上へと結像させることを要する。材料は、レーザビームがプラスチックに当たる位置で透明プラスチックから除去され、ひいてはファセット面の特定の傾斜角及び方位角を形成する。レーザフルエンスが高いほど、材料は(レーザ)アブレーションによって更に除去される。ファセットは、平行ビーム又は点光源状ビームを遠視野の壁上で光のパターンへと変換する。

【0027】

10

20

30

40

50

したがって、本発明は、光のビームを制御するための方法及び装置を提供する。本発明は、複数のファセット面にわたり区画されたマイクロ構造を利用し、ここでは、実質的に、各光学素子すなわちファセット面は、サイズ、回転配向、及び傾斜角（傾き）において隣接するファセットと異なる。区画された異なるファセットは、従来技術の欠点なしに、光源によって発せられる例えば均質な光ビームを制御し得る。区画されたファセットに対するさまざまな組合せ及び変更は、入射する光ビームを更にスクランブルするために位相バイアスを加えること、及び／又は、複数のファセット面を含む第1表面に対し、若しくは光学装置の第1表面の反対に配置される背面に対し、レンズ機能を加えることを含んでよい。

【0028】

10

ファセットを通過する光の角度広がりが小さいほど、壁上に投射され得る特徴はシャープになる。FWHM（半値全幅）が20°未満の角度広がりが好ましい。更に好ましくは、10°未満の角度広がりである。更により好ましくは、5°未満の広がりである。

【0029】

ファセット面のサイズ及び／又は傾斜（傾き）が大きいほど、ファセットの高さは大きくなる。100μmを超えない最大高さが好ましい。限定された高さの利点は、低コストでの大量生産の技術として、（ホット）エンボス加工を利用する可能性である。また、これは低コストでの大量生産のためのロールツーロール処理を可能にする。最も低コストの解決策は、フォイル形状の光学系に基づくものであると期待される。専用のマイクロ構造の表面を備える薄い透明光学フォイルは、LEDによって放射される光のビームを形成する光学的な機能を充たし得ることが予測される。こうした低コストの解決策の製作が可能となることは、本発明の便益である。

20

【0030】

250μm未満のサイズを有するファセットが好ましい。限定されたファセットサイズは、限定されたファセット高さを意味し、また、大きなファセット高さを有することなく大きなファセット傾きを有する可能性を意味する。大きなファセット傾きは、大角度へと光を方向転換できることを意味する。好ましい最小のファセットサイズは、約25μmである。更に小さいファセットは、低コストの解決策において製作することがより困難であり、当該ファセットを通過する光の望ましくない回折をもたらす恐れがある。

【0031】

30

本発明は、ビーム分割動作を実行し、光源を均質化し、及び／又は光を所望の方向に方向転換するために用いられ、例えば、第1及び第2の方向に出射する光ビームは、所定のパターンの一部分に寄与する。光学装置は、例えば板又はシートといった基板上に提供され、当該基板は、光学装置のファセット面の反対に滑らかな規則正しい形状の外面を含む。

【0032】

本発明のこれらの及び他の利点及び特徴は、添付の図面と併せて提供される以下の本発明の詳細な説明から明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

40

【図1A】本発明の第1の実施形態による照明装置の概略的な透視図を示す。

【図1B】図1Aの光学装置を更に詳細に示す。

【図2】本発明の第2の実施形態による照明装置の概略的な側面図を示す。

【図3】本発明による光学装置の平面図の隣に示されているパターンを構成するのに適切な、当該光学装置の平面図を概略的に示す。

【図4A】本発明による照明装置の実施形態を示し、LEDのTIRコリメータの上に提供される光学装置を示す。

【図4B】本発明による照明装置の実施形態を示し、直接関連付けられた光学装置を有する点光源としてのLEDを示す。

【図5A】従来技術による光学装置の実施形態における、表示される／生成されるパター

50

ン内のファセットの関連付けられた配置との関係でのファセットの配置を示す。

【図 5 B】従来技術による光学装置の実施形態における、表示される／生成されるパターン内のファセットの関連付けられた配置との関係でのファセットの配置を示す。

【図 6 A】本発明による光学装置の実施形態における、ファセットのグループ／象限への細区分を有する、表示される／生成されるパターン内のファセットの関連付けられた配置との関係でのファセットの配置を示す。

【図 6 B】本発明による光学装置の実施形態における、ファセットのグループ／象限への細区分を有する、表示される／生成されるパターン内のファセットの関連付けられた配置との関係でのファセットの配置を示す。

【図 7 A】4つの光学装置を含む、本発明によるレンズを示す。

10

【図 7 B】前記レンズによって生成されるパターンを示す。

【図 7 C】本発明による照明装置を示す。

【図 7 D】前記照明装置によって生成される通常のビームパターンを示す。

【図 8】本発明による様々な光学装置によって取得可能なパターンのいくつかの例を示す。

【図 9 A】正六角形状を有するファセットのアレイを有する本発明による光学装置の3Dプロットを示す。

【図 9 B】図 9 A に示される本発明による物理的光学装置の一部分の走査電子顕微鏡画像を示す。

【図 10 A】ファセットとしての物理的パラメータである傾斜角、方位角、及び配向角の抽象的（数学的）表現を示す。

20

【図 10 B】ファセットとしての物理的パラメータである傾斜角、方位角、及び配向角の抽象的（数学的）表現を示す。

【図 11】本発明による方法によって得られる、本発明による光学装置の第1表面のボロノイ面区画を示す。

【図 12】図 11 の光学装置の n 個のノードを有するファセットの数のヒストグラムを示す。

【図 13 A】ファセットのグループをどのように決定するかの例を示す。

【図 13 B】ファセットのグループをどのように決定するかの例を示す。

【発明を実施するための形態】

30

【0034】

図を参照すると、ここでは類似の参照符号は類似の要素を指し、図 1 A において、本発明の第1の実施形態による照明装置 1 の概略的な透視図が示される。照明装置は、反射器本体 9 の焦点 7 に配置される、例えば LED、又は UHP ランプ等の高圧ガス放電ランプといった、好ましくは点状光である発光素子 5 を有する光源 3 としてのランプ／反射器ユニット 3 5 を含む。動作中、ランプ／反射器ユニットは、平行ビームの光 1 1 を生成し、続いて光 1 1 は透明光学装置 1 3 上に入射する。前記光学装置は、平行ビームを横断して配置され、少なくともファセットの第1のグループ 1 6 a 及び第2のグループ 1 6 b、並びにファセットの更なるグループ 1 6 c ~ 1 6 g へと細分され、単純化の目的で正方形として示される複数のファセット 1 5 を含み、ファセット面の平均配向は光軸 1 7 を規定する。ファセットの各グループは、それぞれの外周 5 3 を有する。各ファセットは、当該ファセットのファセット面での屈折を介して、前記ファセット上に入射する光ビーム（又は光線）を、x 軸及び y 軸を含むデカルト座標系と共に示される表示スクリーン 1 9 に向けた特定の方向に方向転換させる。前記特定の方向は、前記ファセット面の正の y 軸に対して測定される傾斜角及び方位角に依存し、必要に応じ、表示されるパターン 2 1 について光強度における均質化が取得可能であるように、又は代替的に、所定値の陰影及び／又は（様々な）所定値の光強度を有する部分を有するパターンが取得可能であるように選択される。図では、ファセットの各グループ 1 6 a ~ 1 6 g は、表示されるパターン 2 1 のそれぞれのサブパターン 3 9 と関連付けられる。光学装置上のファセットのグループの相対位置は、表示されるパターン内のサブパターンの「同じ」相対位置と関連付けられる。し

40

50

たがって、図に示される実施例のように、ファセットの第1のグループ16aは、第1表面の第1象限I内に配置され、パターンの第1象限I内に配置されるサブパターン39と関連付けられる。図では、光学装置はPMMAで作られる。

【0035】

図1Bは、図1Aの光学装置13をより詳細に示す。光学装置は、光源(示されていない)に向かってわずかに凹曲し、光軸17を有し、複数のファセット15を有する第1表面25を含む。前記第1表面は、ファセットのグループ16a～16gへと細分され、ファセットの各グループは、当該グループのそれぞれの外周53を有する。ファセットのグループ間の分離は、小離間を表す太線で示される。図に示されるように、各グループは第1表面25のスーパーファセット16を形成する。ファセットの各グループは、それぞれのファセットのグループに属するファセット27の平均配向に対する法線によって規定されるそれぞれのグループ光軸17a～17g(17a～17cのみが示される)を有する。各ファセットはそれぞれの外周縁部51を有する。グループ光軸は、図でそれぞれ軸17bと17cとを有するファセットのグループ16bと16cとに対して示されるように、それぞれ角度 α で相互に角度をなす。軸17bと17cとの間の角度 α は約10°であり、他の対のグループ光軸の間のそれぞれの角度 α は、全てが同じ値である必要はなく、様々な値を有してもよい。

【0036】

図2は、本発明の第2の実施形態による照明装置1の概略的な側面図を示す。照明装置は、反射器本体9内に配置される発光素子5を有する光源3としてのランプ/反射器ユニット35を含む。動作中、ランプ/反射器ユニットは、集束ビームの光11を生成し、続いて光11は反射光学装置13上に入射する。前記光学装置は複数のファセットを含み、ファセットの平均配向は光軸17を規定する。複数のファセットは、第1のグループ16a、第2のグループ16b、第3のグループ16c、及び第4のグループ16dへと細分される。ファセットの各グループは、それぞれのグループ光軸17a～17dを有し、前記軸のうち少なくとも1対は、少なくとも5°である角度 α 、 β によって相互に角度をなし、図では、グループ光軸17aと17bとの間では $\alpha = 15^\circ$ で、グループ光軸17cと17dとの間では $\beta = 10^\circ$ である。各ファセットは、反射を介して、前記ファセット上に入射する光ビーム(又は光線)を、表示スクリーン19に向けた特定の方向に方向転換させ、前記特定の方向は、前記ファセットの傾斜角及び方位角に依存する。図では、光学装置は、鏡面反射アルミニウム層23で被覆されたガラスで作られる。反射光学装置の場合には、TIRの限定要件(屈折光学装置に対して当てはまる)は、当てはまらないことに留意されたい。しかし、傾斜角と隣接するファセット間の角度とは、外周壁とファセット面との比率を4.6を下回る妥当な値に限定するため、同様に限定され得る。屈折光学装置に対する外周/面の面積比率の要件は、反射光学装置に対しても依然として等しく当てはまる。図1A、図1B及び図2から明らかであるように、第1表面は、本質的に平坦であってよく、又は光源に向かって凹曲若しくは凸曲してもよい。

【0037】

図3は、本発明による光学装置13の隣に示されているパターン21を生成するのに適切な、当該光学装置13の第1表面25の平面図(の一部)を概略的に示す。第1表面は、第1のグループ16a及び第2のグループ16bへと細分され、ファセットの第1のグループはパターン「PHILIPS」の「PHILI」の部分をランダムに構築し、ファセットの第2のグループは「LIPS」の部分をランダムに構築する。第1表面は、正六角形のファセット(六角形)27によって区画され、それぞれの六角形の陰影は、図の平面に垂直に配向される光軸17に対する、前記六角形のファセット面の傾斜角 α 及び方位角 β に対する表示である。前記光学装置上に入射する光は、前記光学装置を通じて伝播し、続いて区画された前記表面上のファセットによって、図3の右側部分に示されるパターン「PHILIPS」を構成するように屈折される。原理上は、実質的に無限の数の任意のパターンが、本発明による様々な光学装置によって生成され得る。いくつかの例示的な実施例が図8に示される。投影レンズは必要とされないことに留意されたい。結果とし

10

20

30

40

50

て、壁に投影される光のパターンは、手動で合焦される必要はない。当該パターンは、壁からファセットを有する光学装置までの距離が、光学装置を通じて伝播する光のビーム径と比較して大きい限り、当該距離とは関係なく合焦する。更に、光学装置は、明瞭化の目的で、また、黒色のファセットによって表される実施例として、透かし 55、すなわち記号



を含む。

【0038】

図 4 A 及び図 4 B は、本発明による照明装置 1 の 2 つの実施形態を示す。明瞭化の目的で、ファセットは光学装置の寸法に対して大き目に描かれている。図 4 A における照明装置 1 は、光源 3 としての LED 37 の TIR コリメータ 33 の出射面 31 上に、光学装置 13 として提供される、彫り込まれたファセット 27 を有する透明フォイル 29 を示す。また、ファセットは、コリメータの出射面又は別の光学素子に直接エンボス加工されてもよい。TIR コリメータは回転対称形状を有し、ビームの外側部分に対しては内部全反射により、内側部分に対しては屈折によりコリメートする。TIR コリメータの機能は、LED によって放射される光線のほとんどを集光し、これらの光線を、彫り込まれたファセットを有するフォイルを光線が横切る各位置において角度広がりを有さず、又は小さな角度広がりしか有しない、すなわち図では広がりが 5° 未満である平行ビームへと再形成することである。

【0039】

図 4 B における照明装置 1 の実施形態は、一次光学系として直接関連付けられた板状の光学装置 13 を有する反射箱 38 内に収容される、点光源 3 としての LED 37 を含む。箱の壁 38a は、光吸収性であってよく、又は代替的に、LED からの光が光学装置 13 に向けた所望の方向に反射されるようにデザインされてもよい。通常、LED ダイの直径 d と光学装置の直径 D との比率は、例えば 25 といった 10 以上のオーダ内にあり、このとき LED ダイは、光学装置と比較して点光源とみなされる。発散ビームを有する光源を有することは、次の例によって例示されるとおり利点がある。壁上に長方形の光のパターンを投影したいと仮定する。この場合、コリメータと壁との間の距離と、光源（及びオプションとして発散コリメータ）の（オプションとして追加の発散コリメータによる）発散とは、（コリメータ及び）LED 単独で、意図される長方形のパターンの面積に匹敵する面積を有する光の円形のパターンを壁上に投影するように選択され得る。このときファセットを有する板状の光学装置の機能は、光を小さな角度にわたってのみ屈折させて、円形のパターンを長方形のパターンへと単純に再形成することであり、したがって比較的小さな傾斜角を有するファセットのみが必要とされ、この結果光学装置の性能は改善される。反対に、コリメータが壁上の小さなスポットに平行ビームを投影する場合、発散ビームは板状の光学装置によってのみ実現されなければならず、すなわち、光学装置はこの小さなスポットを相対的に大きな長方形へと再形成しなければならず、したがって特に長方形のパターンの角に対し、大きな角度にわたって屈折させなければならない。このことは、比較的大きな傾斜角及びより精密な形状を有するファセットを要し、これは欠点である。

【0040】

図 5 A 及び図 5 B は、従来技術による光学装置の実施形態における、すなわち、表示される / 生成されるパターン 21 内のファセット 27 の関連付けられる配置との関係においてランダムな、ファセット 27 の配置を示す。明瞭化の目的で、各々が外周 53 を有する 4 つのファセットの 4 つのグループ 16a ~ 16d にわたって分布する、16 個のファセットのみが示されるが、光学装置 13 は、1 万個以上のファセットを有してよい。本発明の 1 つの目的は、この複数のファセット 15 から幾つかの距離において、ゴボ (GOBO) の投影なしで任意の所望の光のパターンの壁上への投影を可能にすることである。図 5 A は、各ファセットが番号付けられ、例としてファセット番号「2」に対しては外周縁部

10

20

30

40

50

5 1 が太線で示される、ファセットの周期的なアレイを示す。本発明の別の目的は、遠視野で（すなわち、ファセットが彫り込まれたフォイルから比較的大きな距離において）、例えば図 5 Bにおいて示される文字「A」のように形成されるパターンといった光のパターンを作ることである。このパターンは、ファセットの数と同じ数のサブパターンである、多数のサブパターン 3 9 へと分割される。これらの各サブパターンは、番号を与えられる。次に特定の番号を有する各ファセットは、一致する番号を有する光のパターンのサブパターンと結び付けられ又は関連付けられる。このとき光のパターンの各部分に対する壁上での座標がわかるので、続いて図 10 A 及び図 10 B で説明される式を前提として、対応するファセットの傾き及び配向を計算することが可能である。ファセットのアレイ内の各ファセットの配置がランダムにされることとは、この実施形態のオプションの特徴であり、これは図 5 A 及び図 5 B において示される。

【 0 0 4 1 】

図 6 A 及び図 6 B は、本発明による光学装置 1 3 の実施形態における、表示される／生成されるパターン 2 1 内のファセット 2 7 の関連付けられた配置との関係での、ファセット 2 7 の配置を示す。図 5 A 及び図 5 B において示されたものとは反対に、図 6 A 及び図 6 B では、複数のファセット 1 5 内の各ファセットの配置は、完全にはランダムにされないが、疑似ランダムに関連付けられる。詳細には、光学装置のファセットを有する第 1 表面（図 6 A）及びパターン（図 6 B）の両方は、4 象限 4 1 へと分割され、光学装置及びパターンの両方の上に同じ x、y デカルト座標系が付与される。光学装置の各象限は、パターン内の同じ対応する象限と関連付けられるファセットのグループを形成し、この点においてファセットのパターンとの関連付けはランダムではない。しかしながら、ファセットの各グループ内では、ファセットの対応する象限内のサブパターン 3 9 との関連付けは、やはり完全にランダムである。したがって、ファセットの配置の、表示される／生成されるパターン内のファセットの関連付けられた配置との、疑似ランダムな関係が得られる。ファセットの各グループに対して、外周 5 3 が示される。

【 0 0 4 2 】

図 7 A は、4 つの光学装置 1 3 を含む、本発明によるレンズ 4 3 を示し、各光学装置は 1 6 個の同一に配置された複数のファセット 2 7 を含む。しかしながら、これは単純化の目的のためだけに行われ、実際としては、各光学装置は例えば 5 0 0 0 個といった幾千個のファセットを容易に含み得る。また、4 つの光学装置を含むレンズも単純化の目的で行われ、通常、レンズは 1 0 個から 1 0 0 個の、同一の、又はわずかにだが本質的に異なる光学装置を十分含む。図 7 A におけるレンズは、相互に同一のアレンジメントのファセットを有する 4 つの光学装置を有するので、図 7 B において示されるパターン／画像 2 1 は、平行光ビーム 1 1 で照射されるときに、レンズによって 4 回構成される。図 7 B は、図 7 A のレンズにより構成される 4 回の重複するパターンを示す。重畠される画像の重複は、表示される画像の暗い領域と明るい領域との階段状のエッジの可視性を弱めるために意図的に行われる、小さな相互の変位／シフト の結果として、1 0 0 % ではない。このシフトは 1 方向であってよいが、（図 7 B において示されるように）更なる方向で行われてもよく、エッジがより流れるように／滑らかになることをもたらし、 の大きさは、もちろん表示される画像の複雑さ及び／又は詳細（例えば図 8 を参照）に依存するが、通常ファセット毎の重畠される画像の重複部分は、例えば 8 0 % といった、5 0 % ~ 9 5 % のオーダ内である。

【 0 0 4 3 】

図 7 C は、レンズ 4 3 と、例として 5 0 個の光学装置 1 3 a、1 3 b とを含み、光学装置 1 3 a は同一に配置された複数のファセットを含む光学装置の第 1 のセットを形成し、同様に光学装置 1 3 b は、光学装置 1 3 a のセットとは異なる、同一に配置された複数のファセットを含む光学装置の第 2 のセットを形成する、本発明による照明装置 1 を示す。LED と、LED のそれぞれの関連付けられた光学装置との数は、例えば 2 5 個、5 0 個、又は 1 0 0 個の LED と、1 つのレンズ上の 2 5 個、5 0 個、又は 1 0 0 個の本質的に同一の光学装置とに達する。図 7 C におけるレンズは、相互に同一のファセットのアレン

10

20

30

40

50

ジメントを有する 26 個の LED 37a の第 1 のセットと関連付けられた、26 個の光学装置 13a の第 1 のセットを有し、図 7D において示されるパターン / 画像部 82 は、LED 37a の第 1 のセットによって照射されるときに、レンズによって 26 回構成される。パターン / 画像部 88 及び 90 は、24 個の LED 37b の第 2 のセットと、LED 37b の関連付けられた 24 個の光学装置 13b のセットとによって構成される。図 7C 及び図 7D において示される実施形態では、13a と 37a との組合せ及び 13b と 37b との組合せの 2 つのセットが、両方の組合せの動作中に、共に自動車ヘッドライト装置のハイビームを構成する。代替的に、例えば 13b と 37b との一方の組合せが薄暗い光ビームを発することや、例えば 13a と 37a との他方の組合せ自体がハイビームを発し、このとき 13b と 37b とはスイッチがオフにされることが可能である。こうした本質的に互いに入り組んだ（又はほぼ交互の）、LED と、関連付けられた光学装置との 2 つの組合せのアレンジメントは、特に、狭いビーム光（スポット状）、例えば蝙蝠翼状の光ビームといった広いビーム光（フラッドライト）、又は狭いビーム光と広いビーム光との組合せを発することを可能とする照明器具において適している。しかし、全ての動作条件において照明器具は、実質的に一定の外観を有し、当該照明器具の出射窓全体から均質な態様で光を放射する。こうした装置 / 照明器具は本発明自体とみなされる。10

【0044】

図 7D は、図 7A 及び図 7C において示される原理により構築された自動車ヘッドライト装置によって発せられる薄暗い光ビームのパターンを示し、したがって、従来の自動車ヘッドライトに通常当てはまるような光ビームの遮蔽部はない。図 7D では、測定スクリーン 80 がヘッドライトの前に距離を置いて配置され、ヘッドライトによって放射される光により照射される。測定スクリーン 80 の水平中心面は HH として特定され、垂直中心面は VV として特定される。水平中心面 HH と垂直中心面 VV とは、点 HV において互いに交差する。光源によって放射される光は、領域 82 において測定スクリーン 80 を照射する。領域 82 は、レンズ全体の特定の方向転換の特性によって、すなわち、それぞれの LED の関連付けられたそれぞれの光学装置との組み合わせで、当該それぞれの LED の各々によって発せられる全ての光ビームの重畠によって生成される、暗い光の境界によって上から境界付けられる。示される実施形態では、ヘッドライトは右側の通行のために決定され、明暗境界は、対向交通側で、すなわち測定スクリーン 80 の左側に、水平中心面 HH の下で略水平に延びる部分 84 を有する。通行側、すなわち言い換えると測定スクリーン 80 の右側では、明暗境界は、水平部分 84 から測定スクリーン 80 の右端まで、すなわち水平中心面 HH を外側に延びる、上昇する部分 86 を有する。代替的に、通行側での明暗境界は、部分 84 より高い、同様に水平にアレンジされる部分を有してもよい。領域 82 における照明強度の分布は、法的考慮によって提供され、点 HV の下のゾーンにおいて最高の照明強度が利用可能である。明暗境界 84、86 の上側では、測定スクリーン 80 は照射されないか、又は LED 13a によって発せられ、レンズ 43 の光学装置 37a によって方向転換された光によってわずかに照射される。例えば、制定されている ECE 規制を考慮して測定点 92 が規定され、対向交通の目をくらませるのを回避するために、最大で 0.4 ルクスに達する。照明強度分布は、例えば水平中心面 HH の上側に約 2° まで、かつ垂直中心面 VV の両側で実質的に 4° を下回って拡がる、測定スクリーン 80 上の明暗境界 84、86 の真上に位置する領域 90 において、ヘッドライトによって発せられる光は、わずかにのみ照射するように選択されてよい。領域 90 の上及び側方にわたり位置する低下領域 88 は、例えば垂直上方向に水平中心面 HH にわたり 4° まで、かつ側方に垂直中心面 VV の両側で実質的に 8° まで拡がり、領域 90 内よりも強く照射される。20

【0045】

各光学装置内の各ファセットの配置がランダムにされることとは、本実施形態のオプションの特徴である。これは、透明フォイル内に彫り込まれた多くのこうしたファセットを有する当該透明フォイルが光の狭いビームで照射される場合に、光は少しのファセットのみを横切るという利点がある。この結果、所望の光のパターンの正しい表現のみが得られる30

。ビームが広げられた場合、ビームの光はより多くのファセットを横切り、光のパターンの表現は改善する。言い換えると、ファセットのアレイ内の各ファセットの配置をランダムにすることは、ファセットを有するフォイルを予測可能な態様で挙動させ、より多くのファセットが照射されるほど、壁上の光のパターンの品質はより良くなる。この点において、本発明の光学装置はホログラムの挙動と強い類似性を有する。しかしながら、ホログラムとは反対に、本発明の光学装置は次に限定されないが、白色光（すなわち広いスペクトラルの光）に対してもうまく動作し、波長と無関係であると思われる。これは、回折デフューザよりも有利である。回折デフューザは特定の波長にチューニングされ、異なる波長では低い効率性を有するからである。また、ビームが均質でない場合でも、ファセットの配置をランダムにすることで、壁上の光のパターンの良い表現がなお取得されるように対処される。

【0046】

図9Aは、正六角形状のファセット面を有する複数のファセット15を有する、本発明による光学装置13のコンピュータで計算された3Dプロット45を示す。図9Bは、図9Aに示される本発明による物理的光学装置の一部分の走査電子顕微鏡画像を示す。ファセット27のファセット面27a、27bの特徴である「傾斜」、「方位」、及び「配向」は、図9A及び図9Bにおいて明確に示される。図9Bの物理的光学装置の直線X-Xに沿った断面図は、図10Aに示される。

【0047】

図10Aにおいて示されるように、各ファセット27の機能は、光学の観点から、当該ファセットによって透過される光線を方向転換させることである。各ファセット27は、それぞれのファセット面27a、27bを有する。前記ファセット面27a、27bは、隣接するファセット面に対し、好ましくは少なくとも $\theta = 3^\circ$ で相互に角度をなす、それぞれの法線ベクトル28a、28bを有する。図において示される例では、隣接するファセット面27a、27bの法線ベクトル28a、28bに対し、 $\theta = 45^\circ$ である。

【0048】

複数の発光素子又は光源（示されていない）によって発せられる平行ビームの光11は、第1表面25内に彫り込まれたファセット27を有する当該第1表面25を有する、薄い透明フォイル29を含む光学装置に対して垂直に向けられることが前提とされる。各個別のファセットは、光の平行ビームの等しい部分を捕えて、当該光を方向転換させる。

【0049】

ファセットの法線であるベクトル $n = (x, y, z)$ が与えられるとき、このファセットの傾き（傾斜角 α ）及び回転配向（方位角 ϕ ）は、

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{z}\right),$$

$$\phi = \tan^{-1}(y/x)$$

である（図10Bも参照）。

【0050】

このファセットによって遮られた光が方向転換される角度 θ は、
 $\theta = \sin(n \sin(\alpha))$ -
 の関係式から得られる。

【0051】

この関係式において、 n は透明基板が作られている材料の屈折率である。 α 、 ϕ の両方及びこのファセットによって方向転換された光を遮る壁までの距離 z' が与えられるとき、光が壁に当たる位置 (x', y') は、

10

20

30

40

50

$$x' = z' \tan(\theta) \cos(\phi + \pi) \quad ,$$

$$y' = z' \tan(\theta) \sin(\phi + \pi)$$

の関係式から簡単に得られる。

【0052】

したがって、透明基板内に彫り込まれたファセットの集合体と、当該集合体の光のビームへの効果が説明された。

10

【0053】

図11は、本発明による方法によって得られる、本発明による光学装置13の第1表面25のボロノイ面区画47を示す。第1表面を正方形のグリッドに区分化するのではなく、第1表面を平均で4つを超えるノードの多角形に区分化することが好ましく、更に好ましくは、多角形は凸状である。n個のファセット27を取得するために、まず平面にn個のドットが描かれる。ほぼ一定のサイズのファセットが所望される場合、ドットはほぼ等しく離間されるように描かれる。他方で、様々なサイズが求められる場合、ドット間の距離は様々である。頂点の大きな密度は、小さなファセットをもたらし、ドットの小さな密度は、大きなファセットをもたらす。続いて、ノードに対するボロノイ図を得るために、フォーチュン(Fortune)のアルゴリズムが適用される。この図は、ファセットの平面として解釈され、ボロノイ図の各セルは、ファセットに対応する。最後に、この結果得られたファセットについて、各ファセットの配向が、表示されるべき全体パターンと、それぞれのファセットによって表示されるべきサブパターンとに依存して決定されなければならない。図11は、ボロノイ図の例を与える。図12は、X軸上に多角形のノードの数を、Y軸上に前記ノードの数を有する発生割合(又はパーセンテージ)を有する、このボロノイ図に対するヒストグラム49を示す。ヒストグラム49は、ボロノイ図からもたらされるファセットが、当該ファセットの多くは、多数のすなわち少なくとも5個のノードを有するという有利な特性があることを示す。

20

【0054】

図13A及び図13Bは、第1表面25上の複数のファセット15を、どのようにファセットのグループ16aへと(仮想的に)分割するかが、好ましくは第1表面の境界にない1つの選択されたファセット59を考慮することであるという、いくつかの例を示す。少なくとも、図13Bにおいて番号1、2、3で示されるような、隣接するノードをなすファセットを越えて3段階で到達し得る全てのファセットか、又は、図13AにおいてRとして示されるような、前記選択された1つのファセットからの距離が<=3*平均のファセットのサイズ以内である全てのファセットが、前記ファセットのグループの部分とみなされる。この方法は、ファセットのグループがコンパクトに配置され、ほぼ同じサイズ及び形状を有することを自動的に提供する。

30

【0055】

本発明を説明するにあたり、好ましい実施形態に対して参照がなされた。しかしながら、当業者によって、請求項で規定される本発明の範囲内にある追加、削除、代替、又は他の改良が、本発明の趣旨又は範囲を逸脱することなく実施され得る。したがって、本発明は前述の説明によって限定されると考えられるべきでなく、添付の請求項の範囲によってのみ限定される。

40

【図 1 A】

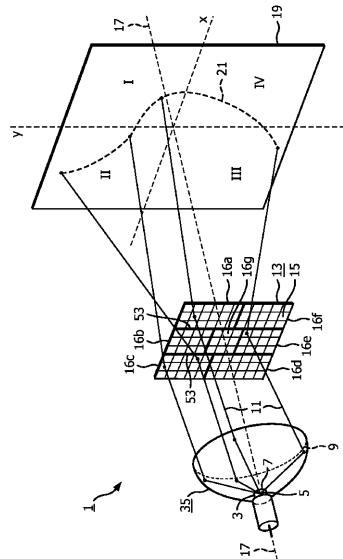


FIG. 1A

【 図 1 B 】

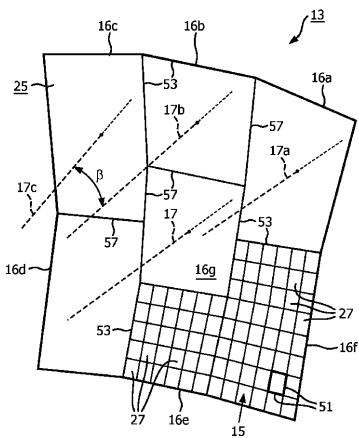


FIG. 1B

【 図 2 】

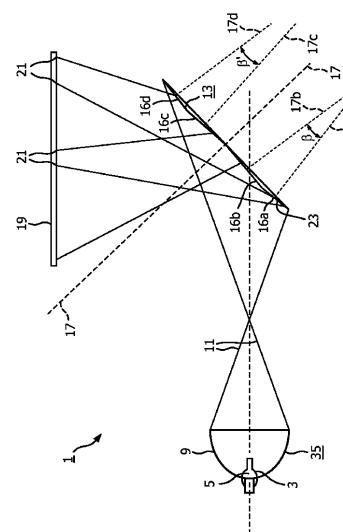


FIG. 2

【図3】

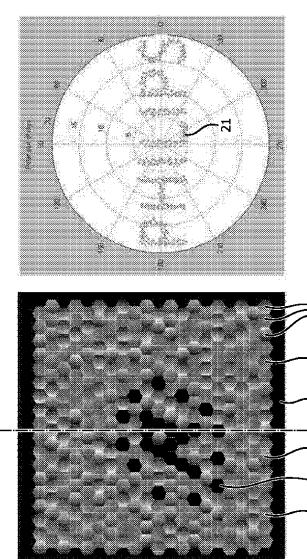


FIG. 3

【図 4 A】

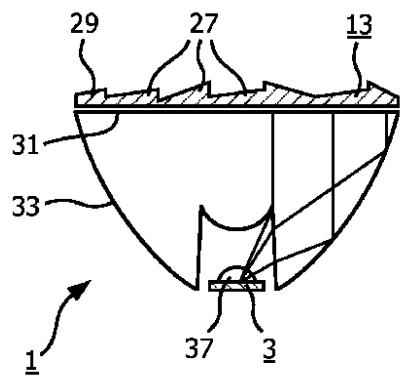


FIG. 4A

【図 4 B】

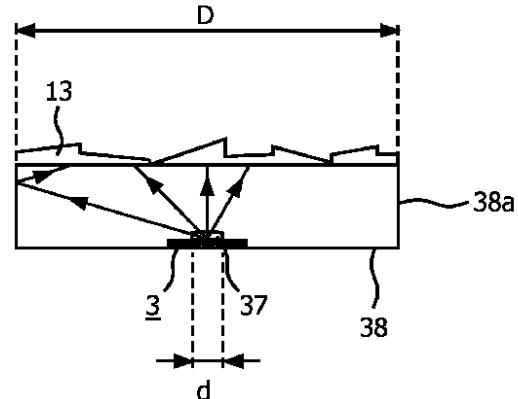
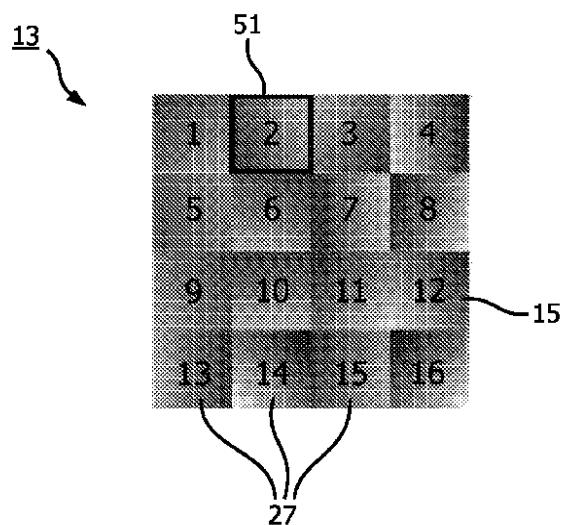
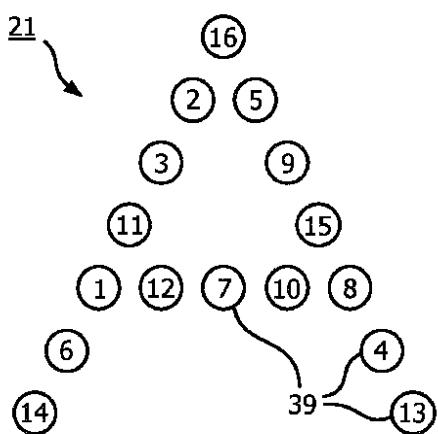


FIG. 4B

【図 5 A】

FIG. 5A
Prior art

【図 5 B】

FIG. 5B
Prior art

【図 6 A】

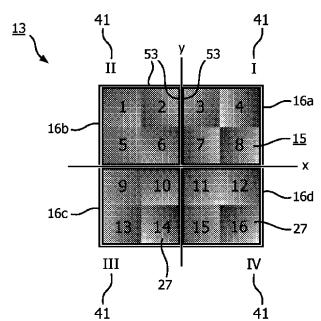


FIG. 6A

【図 6 B】

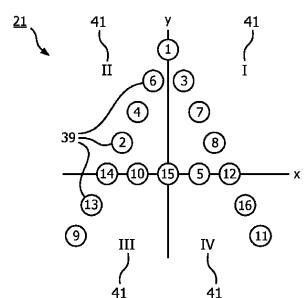


FIG. 6B

【図 7 A】

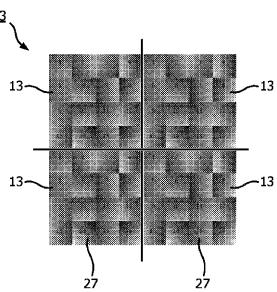


FIG. 7A

【図 7 B】

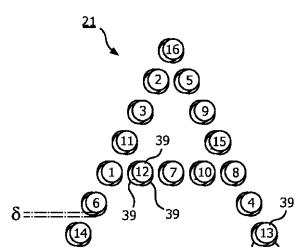


FIG. 7B

【図 7 C】

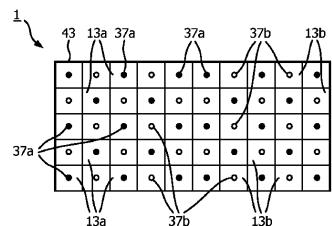


FIG. 7C

【図 8】

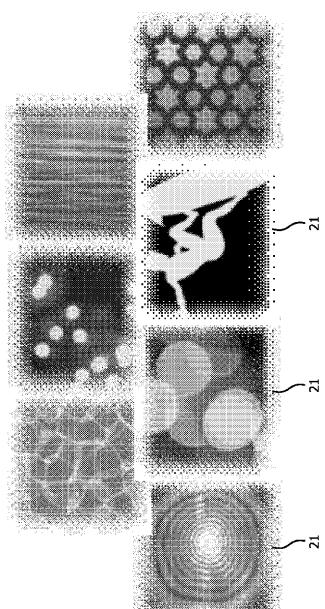


FIG. 8

【図 7 D】

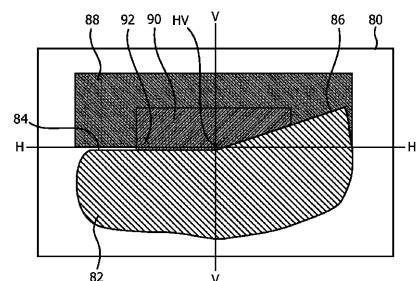


FIG. 7D

【図 9 A】

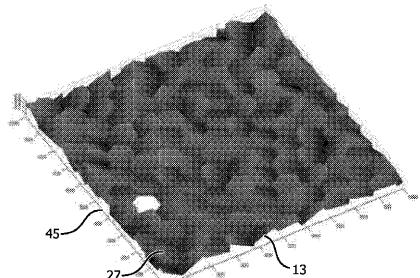


FIG. 9A

【図 9 B】

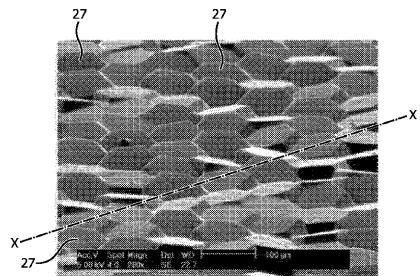


FIG. 9B

【図 10 A】

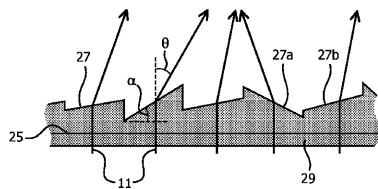


FIG. 10A

【図 10 B】

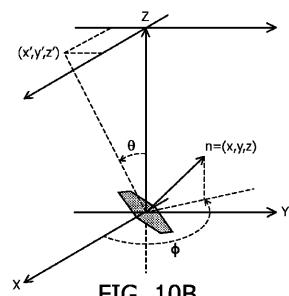


FIG. 10B

【図 11】

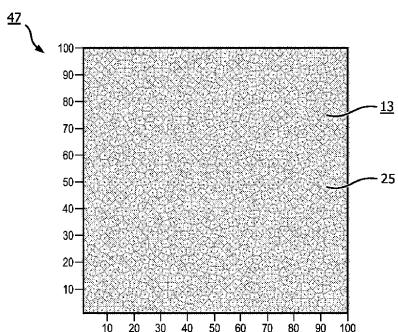


FIG. 11

【図 12】

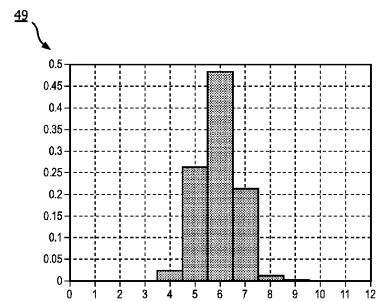


FIG. 12

【図 13 A】

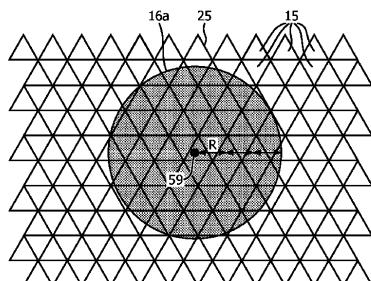


FIG. 13A

【図 13 B】

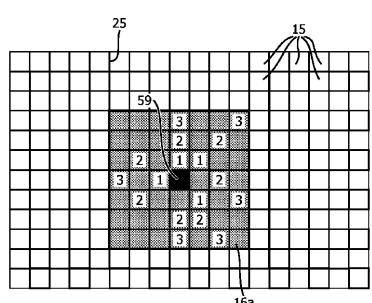


FIG. 13B

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
F 21V 5/02 (2006.01)	F 21S 2/00 350
F 21V 5/08 (2006.01)	F 21V 5/02 300
G 02B 5/02 (2006.01)	F 21V 5/02 100
F 21W 103/00 (2018.01)	F 21V 5/08
F 21W 104/00 (2018.01)	G 02B 5/02 B
F 21W 105/00 (2018.01)	

(72)発明者 デ ズワート シエベ チャーク
オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 クライン マルセリヌス ペトルス カロルス ミカエル
オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

審査官 河村 勝也

(56)参考文献 特表2010-529631(JP, A)
特開2001-272629(JP, A)
特開2008-010228(JP, A)
米国特許第06520669(US, B1)
国際公開第2011/143015(WO, A1)
実公平04-046322(JP, Y2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 21S 2 / 0 0
F 21S 4 1 / 0 0
G 02B 2 7 / 0 9