

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7065608号
(P7065608)

(45)発行日 令和4年5月12日(2022.5.12)

(24)登録日 令和4年4月28日(2022.4.28)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 19/00 (2006.01)

G 0 2 B 19/00

F 2 1 V 5/00 (2018.01)

F 2 1 V 5/00 3 2 0

F 2 1 V 5/04 (2006.01)

F 2 1 V 5/04 4 0 0

G 0 2 B 3/00 (2006.01)

F 2 1 V 5/04 6 5 0

G 0 2 B 3/08 (2006.01)

G 0 2 B 3/00 A

請求項の数 8 (全16頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2017-516434(P2017-516434)

(86)(22)出願日 平成27年9月28日(2015.9.28)

(65)公表番号 特表2017-536564(P2017-536564
A)

(43)公表日 平成29年12月7日(2017.12.7)

(86)国際出願番号 PCT/EP2015/072293

(87)国際公開番号 WO2016/050710

(87)国際公開日 平成28年4月7日(2016.4.7)

審査請求日 平成30年9月14日(2018.9.14)

審判番号 不服2021-1113(P2021-1113/J1)

審判請求日 令和3年1月27日(2021.1.27)

(31)優先権主張番号 14186793.7

(32)優先日 平成26年9月29日(2014.9.29)

(33)優先権主張国・地域又は機関
欧州特許庁(EP)

(73)特許権者 516043960

シグニファイ ホールディング ビー ヴィ
SIGNIFY HOLDING B.V.
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイ
トホーフェン ハイ テク キャンパス 4 8
High Tech Campus 4 8
, 5 6 5 6 AE Eindhoven ,
The Netherlands

(74)代理人 100163821

弁理士 柴田 沙希子

(72)発明者
セブハノフ ルスラン アフメドヴィチ
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイ
トホーフェン ハイ テク キャンパス 5

合議体

審判長 瀬川 勝久

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学装置、照明システム及び光学ビームを成形する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸に沿って互いに移動可能である第1の光学素子及び第2の光学素子からなる光学装置であって、

前記第1の光学素子は、光源からの光をコリメートして、コリメートされた光を生成し、

前記第2の光学素子は、前記第1の光学素子からコリメートされた光を受け取り、

前記第2の光学素子の第1の面上に置かれる凸レンズのアレイは、前記第1の面とは反対側の前記第2の光学素子の第2の面上に置かれる凸レンズのアレイに関連付けられ、

前記第1の面上に置かれる各凸レンズについて、当該凸レンズを通過する前記コリメートされた光は、前記第2の面上に置かれる前記凸レンズのアレイの、関連付けられている、

正反対側に配置されている凸レンズを通過し、

前記第2の面上の各凸レンズは、前記第1の面上の前記関連付けられている凸レンズ上に合焦し、前記第1の面上の各凸レンズは、前記第2の面上の前記関連付けられている凸レンズ上に合焦し、

前記第1の面及び前記第2の面上の前記凸レンズのアレイは、前記第2の光学素子から出力される光の出力角の拡がり、前記第2の光学素子の中心からの距離の増加と共に増加する又は減少するような、前記第2の光学素子の端に向かって増加する又は減少するレンズ直径を有し、

前記光学装置の出力部における出力角の拡がり、前記光源と前記第1の光学素子との間の間隔と、前記第1の光学素子と前記第2の光学素子との間の間隔とに依存する、光学装

置。

【請求項 2】

前記第 1 の面及び前記第 2 の面上の前記凸レンズは、球面レンズである、請求項 1 に記載の光学装置。

【請求項 3】

各凸レンズのレンズ焦点距離 f は、 $f = n * d / (n^2 - \sin^2 \theta)$ に一致し、ここで、 n は、レンズ材料の屈折率であり、 d は、前記凸レンズの厚さであり、 θ は、前記凸レンズへの入射光の平均入射角である、請求項 2 に記載の光学装置。

【請求項 4】

前記第 1 の面及び前記第 2 の面上の前記凸レンズは、環状リング状に配置されている個別レンズ、又は環状レンズを含む、請求項 3 に記載の光学装置。

10

【請求項 5】

前記第 1 の光学素子は、フレネルレンズ構造を含む、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の光学装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の光学装置と、
光源と、
を含む、照明システム。

【請求項 7】

前記光学装置は、軸に対して対称であり、前記光源は、前記軸上又は前記軸に隣接して配置される、請求項 6 に記載の照明システム。

20

【請求項 8】

光源からの光学ビームを成形する方法であって、
前記光源を使用して光を生成するステップと、
請求項 1 に記載の光学装置であって、前記第 2 の光学素子の受光角内のコリメートされた入力光について、前記第 2 の光学素子は、法線出力方向に対して中心とされる出力角の拡がりを有する光出力ビームを生成し、前記出力角の拡がりは、前記第 2 の光学素子上の位置に依存し、前記第 2 の光学素子上の前記位置に入射する前記コリメートされた入力光のすべての入力角について同じである、光学装置に、光を通すステップと、
を含み、

30

前記方法は、前記光学装置の前記出力部における出力角の所望の拡がりを達成するために、前記第 1 の光学素子及び前記第 2 の光学素子を互いに移動させることによって、前記光源と前記第 1 の光学素子との間の間隔と、前記第 1 の光学素子と前記第 2 の光学素子との間の間隔とを選択するステップを含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学装置に関し、排他的にはないが、特に、照明ユニットにおける使用のための光学プレートに関する。

【背景技術】

40

【0002】

スポット照明効果のために光学コンポーネントをデザインすることは、一般に、特に角度又は位置に亘ってその光出力が完全に均一ではない光源には困難であることがよく知られている。この問題は、白色光を生成するための中出力発光ダイオード (LED) 又は色可変光を生成するための赤 - 緑 - 青色 (RGB) LED を考慮する場合に深刻になる。

【0003】

ビーム成形が、ほとんどの照明応用において見られる。ビーム成形光学素子は、例えばリフレクタ、コリメータ及びレンズを含む。このような要素は、ほとんどの照明器具において使用されている。これらの要素は、すべて、コリメーション及び/又は結像機能を行う。

【0004】

50

多くの既知の光源が利用可能であり、例えばＬＥＤは、高出力ＬＥＤ、中出力ＬＥＤ、低出力ＬＥＤ、クラスタＬＥＤ及びチップオンボードに分類することができる。

【０００５】

高出力ＬＥＤは、寸法的に小さくてよく、例えば約１ｍｍ^２の面積を有し、また、ＬＥＤの蛍光体は、ダイの面積とぴったりと一致することが可能である。これは、ＬＥＤ放出領域内の放出角及び位置に対して、比較的均一な有色配光につながる。しかし、これらは、高価格ＬＥＤである。

【０００６】

中出力及び低出力ＬＥＤは、しばしば、幾分大きく、例えば２乃至６ｍｍ^２の面積を有する。これは、しばしば、位置に対する色分布効果につながる。更に、このような光源を、何らかのкориメーション特徴を有する光学部品と組み合わせると、放出角に対する更なる色分布効果がもたらされる。従来では、これらの色アーチファクトは、ビーム成形要素内のкориメーションの上に拡散を導入することによって解決されてきている。この解決策は、常に可能なわけではなく、また、可能な場合は、拡散がビーム角を増加させるので、所望のビーム角を達成するためには、より強い最初のкориメーションが必要となる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

したがって、色アーチファクトは、よく知られていて、また、しばしば、中出力ＬＥＤの適用を妨げる主要な問題である。

【０００８】

クラスタＬＥＤは、（例えば円形に）集められて一纏まりにされるＬＥＤである。クラスタＬＥＤは、より標準化された光源を作成することを目的としている。光源を（光学的な観点から）著しく変えることなく、ＬＥＤの種類を変更可能であることが利点である。クラスタＬＥＤの欠点は、ＬＥＤ間に暗い領域があることである。結像光学部品と組み合わせられて、観察される出力は、通常、角度に対して明るい変動及び暗い変動を生成する。チップオンボード（ＣＯＢ）デザインでは、кориメートされた光において、強度及び色アーチファクトに関して同様の効果が観察される。

【０００９】

通常、照明会社は、そのスポットライトソリューションにおいて、様々なビーム角を提供する。フィリップス社は、例えば少なくとも２４°及び３６°のビーム角を、そのプロ用スポット照明器具範囲においてのみ提供する。２つの異なるビーム角の照明器具は、特定のビームを作るそれら自身の専用光学部品を有する。

【００１０】

欧州特許第０５６３８７４Ａ１号は、複数の第１のレンズを含む第１のレンズアレイを含む光学照明システムを開示している。複数の第１のレンズは、第１のレンズアレイの焦点距離に配置されている第２のレンズアレイの複数の第２のレンズに関連付けられ、第２のレンズは、相互に異なるサイズを有し、また、第１のレンズのサイズから異なるサイズである。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本発明は、請求項によって規定される。

【００１２】

本発明の一態様は、照明ユニットに適している代替光学装置を提供することである。当該代替光学装置は更に、上記された欠点の１つ以上を少なくとも部分的に取り除くことが好適である。特に、本発明の一態様は、様々なビーム角範囲を有する照明応用に、汎用光学部品が使用可能である照明ユニットに適している光学プレートを提供することである。この場合、ビーム角は、照明器具の最後の組立て段階において（市場の需要に応じて）選択することができる。

【００１３】

したがって、第 1 の態様によれば、可変光出力ビームを生成するために、軸に沿って互いに移動可能である第 1 及び第 2 の光学素子からなる光学装置であって、
第 1 の光学素子は、光源からの光をコリメートして、コリメートされた光を生成し、
第 2 の光学素子は、第 1 の光学素子からコリメートされた光を受け取り、
第 2 の光学素子の第 1 の面上に置かれる凸レンズのアレイは、第 1 の面とは反対側の第 2 の光学素子の第 2 の面上に置かれる凸レンズのアレイに関連付けられ、
第 1 の面上に置かれる各レンズについて、レンズを通過するコリメートされた光は、第 2 の面上に置かれるレンズのアレイの、関連付けられ、直接的に反対側に配置されているレンズを通過するようにデザインされ、
第 2 の面上の各レンズは、第 1 の面上の関連付けられているレンズ上に合焦するようにデザインされ、第 1 の面上の各レンズは、第 2 の面上の関連付けられているレンズ上に合焦するようにデザインされている、光学装置が提供される。

10

【 0 0 1 4 】

したがって、第 2 の光学素子の受光角内のコリメートされた入力光について、第 2 の光学素子は、法線出力方向に対して中心とされる出力角の拡がりを持つ光出力ビームを生成することが達成され、出力角の拡がり、第 2 の光学素子上の位置に依存し、第 2 の光学素子上の位置に入射するコリメートされた入力光のすべての入力角について同じである。

【 0 0 1 5 】

したがって、第 2 の光学素子は、インテグレーション光学素子として機能する。入力受光角内の角度において、第 2 の光学素子に入力されるコリメートされた光について、第 2 の光学素子は、入力受光角に一致する角度の拡がりを持つ出力ビームを生成する。出力ビームは、共通法線方向に沿って中心が合わされる。この法線方向は、例えば光学装置の主光軸方向、即ち、出力ビームの中心出力方向である。この出力ビームの角度の拡がり、第 2 の光学素子における位置に依存する。

20

【 0 0 1 6 】

なお、拡がり角の位置への依存は、実際には、平滑関数ではない。したがって、「位置」との用語は、無限に小さい場所に関連すると理解されるべきではない。実際には、様々な拡がり角を提供する離散的な光学素子があることが好適であり、「位置」との用語は、当該離散的な光学素子のサイズの対応する精度を有すると理解されるべきである。したがって、角度の拡がりの位置への依存は、第 2 の光学素子の全領域に亘る段階的な関数を規定する。各離散的な光学素子の全体が、1 つの位置にあると見なすことができる。（受光角内の任意の入力角から）当該「位置」の全領域に提供されるコリメートされた光について、第 2 の光学素子からの出力は、特定の角度の拡がりを持つ。

30

【 0 0 1 7 】

第 2 の光学素子の効果は、色アーチファクトを含む、光源不均等性から生じるコリメートされた入射光のあらゆる可能なアーチファクトが、第 2 の光学素子によって除去されるということである。特に、（受光角内の）第 2 の光学素子の特定の位置に入射するコリメートされた光の各成分は、同じ出力角の拡がりを持つ光出力ビームになる。

【 0 0 1 8 】

位置に応じて変化する第 2 の光学素子からの出力角の拡がりを提供することによって、光学装置の出力部における出力角の拡がり全体が、第 2 の光学素子に入射する光を制御することによって、制御可能である。例えば照明される第 2 の光学素子の一部を制御することができる。これは、3 つの主なコンポーネント、即ち、光源と第 1 及び第 2 の光学素子との適切な相対的な位置決めを選択することによって達成可能である。したがって、同じ物理的光学構造を使用して、様々な全体出力ビーム角を実現することができる。また、同じ光学構造を様々な光源に使用することができ、更に、同じ光学構造を、光源の色アーチファクトを除去するために使用することができる。

40

【 0 0 1 9 】

「位置に依存」とは、第 2 の光学素子の出力面の様々な位置において、出力光ビームが、出力角の異なる拡がりを持つことを意味する。

50

【 0 0 2 0 】

第 1 及び第 2 の光学素子が、軸、例えば光軸に沿って相互に移動可能であることによって、また、コリメートされた光が、拡散光か又は収束光の何れかである場合、即ち、出力角 0 を有する場合、光学装置から出るビームのビーム幅を変更することが可能にされる。当該可変ビームは、第 1 の光学素子が、光源に対して移動可能であることによっても取得可能である。

【 0 0 2 1 】

第 2 の光学素子用のこの配置は、インテグレータとして機能する。インテグレータは、両側にレンズのアレイを有し、片側の各レンズは、反対側の対応する同等レンズの主平面上に、その焦点を有する。レンズ間には、1 対 1 のマッピングがある。例えばこれは、第 1 の面上のレンズが、（コリメータからの）特定の角度からの入射平行光を、第 2 の面上の対応するレンズに合焦（集束）可能であることを意味する。幾何学的なレンズデザインは、第 1 の表面上のレンズからのすべての光を、第 2 の表面上のレンズにマッピングすることであってよい。当然ながら、サブユニットとして機能し、共に第 2 の光学素子を形成する 2 つの別箇のプレートによって同じ機能が達成可能である。

10

【 0 0 2 2 】

インテグレーティング素子は、そのインテグレーション特性によって、様々な光源を使用可能にし、光学部品の交換を必要とすることなく、所望のビーム形状を保つ。更に、グレーティング素子は、色アーチファクトを含む、光源の可能なアーチファクトを除去する。

【 0 0 2 3 】

結果として、第 2 の光学素子を通過する光は、第 2 の光学素子に対して、ほぼ法線方向に出力されるが、当該法線方向を中心にして、制御された量の拡がりを有する。この略法線方向における出力照明（即ち、結果として得られるビーム）は、第 1 の面上のレンズアレイと、第 2 の面上の光学的に整列されたレンズアレイとの組み合わせによって得られる。

20

【 0 0 2 4 】

第 1 の光学素子は、光源に対する位置に依存する第 1 の光学素子からの出力角を有するコリメートされた光を生成する。したがって、この相対的位置は、第 2 の光学素子に対する入射角の範囲を設定するために使用でき、このようにして、照明される第 2 の光学素子の部分が設定される。

【 0 0 2 5 】

一例では、第 2 の光学素子から出力される光の出力角の拡がりは、第 2 の光学素子の中心からの距離の増加と共に増加する。これは、出力角の全体的な拡がりが、第 2 の光学素子の外側の端に光を提供しないことによって減少可能であることを意味する。

30

【 0 0 2 6 】

別の例では、第 2 の光学素子の出力角の拡がりは、第 2 の光学素子の中心からの距離の増加と共に減少する。これは、出力角の全体的な拡がりが、第 2 の光学素子の真ん中に光を提供しないことによって減少可能であることを意味する。

【 0 0 2 7 】

第 1 の面及び第 2 の面上のレンズは、それぞれ、各レンズの中心を通過する法線軸に対して対称であってよい。レンズには、例えば球面レンズ、円柱レンズ又は非球面レンズが含まれる。

40

【 0 0 2 8 】

第 1 及び第 2 の面上のレンズのアレイは、第 2 の光学素子の端に向かって増加するレンズ幅を有してよい。このようにすると、出力角の拡がりは、光学素子の端に向かって増加される。逆の配置を使用して、光学素子の端に向かって出力角の拡がりを減少することもできる。したがって、この場合、第 1 及び第 2 の面上のレンズのアレイは、第 2 の光学素子の端に向かって減少するレンズ直径を有する。

【 0 0 2 9 】

2 つの面上の対にされたレンズ間の距離は、それらの間を通過する光の角度に依存して変化してよい。ゼロ次システムでは、この距離の変化は無視できるので、すべてのレンズは

50

、同じ焦点距離を有するようにデザイン可能である。

【0030】

一次補正では、法線に対する角度 θ の入射光方向を考慮に入れることができる。屈折によって、この平均入射角 θ は、レンズプレートの材料において θ になり、ここで、 $\sin \theta = n \sin \theta$ である。

【0031】

そうすると、第1のレンズアレイの第1のレンズの焦点距離 f は、 $1 / \cos \theta$ の関数であり、プレートの局所垂直厚さである厚さ d は、第2のレンズアレイの第2のレンズを、第1のレンズアレイの関連付けられる第1のレンズの焦点に配置させる（また、その反対も同様）ように適応されるべきである。 $\cos^2 \theta = 1 - \sin^2 \theta$ であるので、 $\cos \theta = \sqrt{1 - \sin^2 \theta}$ 又は $\cos \theta = \sqrt{1 - (\sin^2 \theta / n^2)}$ であり、これは、 $\cos \theta = \sqrt{(n^2 - \sin^2 \theta)} / n$ と書き換えることができ、したがって、 f は、 $n / \sqrt{(n^2 - \sin^2 \theta)}$ の関数である。

10

【0032】

そうすると、レンズのレンズ焦点距離は、 $f = n * d / \sqrt{(n^2 - \sin^2 \theta)}$ に一致するようにデザイン可能である。これは、プレートの材料の屈折率と、レンズの曲率と、インテグレーション光学プレートへの入射光の平均角度とに依存して変化する。

【0033】

第1及び第2の面上のレンズは、個別レンズの環状リング又は環状レンズを含んでよい。光源は、光軸において、又は、光軸の付近に置かれてよい。

20

【0034】

第1のコリメーティング光学素子は、フレネルレンズ構造又は他のレンズ構造を含んでよい。或いは、第1のコリメーティング光学素子は、全反射 (TIR) コリメータを含むコリメータか又はリフレクタを含んでよい。

【0035】

光学装置の出力部における出力角の拡がりは、光源と第1の光学素子との間の間隔と、第1の光学素子と第2の光学素子との間の間隔とに依存することが好適である。このようにすると、様々な間隔が、同じ光学素子の様々な使用のために選択され、様々な出力ビーム角が実現可能である。

【0036】

30

本発明は更に、
本発明の光学装置と、
光源と、を含む、照明システムを提供する。

【0037】

光学装置は、例えば軸の周りに環状であり、光源は、当該軸上又は当該軸の近くに配置されてよい。

【0038】

本発明は更に、光源からの光学ビームを成形する方法も提供する。当該方法は、光源を使用して光を生成するステップと、光源からの光をコリメートして、コリメートされた光を生成する第1の光学素子と、第1の光学素子から、光を受け取る第2の光学素子とを含む光学装置であって、第2の光学素子の受光角内のコリメートされた入力光について、第2の光学素子は、法線出力方向に対して中心とされる出力角の拡がりを有する光出力ビームを生成し、出力角の拡がりは、第2の光学素子上の位置に依存し、第2の光学素子上の位置に入射するコリメートされた入力光のすべての入力角について同じである、光学装置に、光を通すステップと、を含み、また、当該方法は、光学装置の出力部における出力角の所望の拡がりを達成するために、光源と第1の光学素子との間の間隔と、第1の光学素子と第2の光学素子との間の間隔とを選択するステップを含む。

40

【図面の簡単な説明】

【0039】

50

本発明の例について、添付概略図面を参照して、詳細に説明する。

【 0 0 4 0 】

【図 1】図 1 は、本発明の光学装置を使用する照明システムの一例を概略的に示す。

【図 2 a】図 2 a は、図 1 の光学装置のコンポーネントの 1 つの可能な構成を示す。

【図 2 b】図 2 b は、図 1 の光学装置のコンポーネントの 1 つの可能な構成を示す。

【図 3 a】図 3 a は、光学装置の代替デザインのコンポーネントの 1 つの可能な構成を示す。

【図 3 b】図 3 b は、光学装置の代替デザインのコンポーネントの 1 つの可能な構成を示す。

【図 4】図 4 は、図 1 乃至図 3 の光学装置の統合光学素子に使用される 1 つのレンズ対を示す。

10

【図 5 A】図 5 A は、図 1 乃至図 3 の光学装置の統合光学素子の対にされたレンズの横断面の一例と、光の角度に依存する 2 つの面における対にされたレンズ間の可変距離とを示す。

【図 5 B】図 5 B は、図 1 乃至図 3 の光学装置の統合光学素子の対にされたレンズの横断面の一例と、光の角度に依存する 2 つの面における対にされたレンズ間の可変距離とを示す。

【図 6】図 6 は、環状対称性を示すために光学装置の一例の概略図を示す。

【図 7】図 7 は、光学素子の更なる例の概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

20

【 0 0 4 1 】

本発明は、第 1 及び第 2 の光学素子を含む光学装置を提供する。第 1 の光学素子は、光源からの光をコリメートして、コリメート光を生成するためのものである。第 2 の光学素子は、位置に依存する出力角を有する光出力ビームを生成し、また、光を均質にし、したがって、色アーチファクトを除去するインテグレータの機能も果たす。これは、第 2 の光学素子に到達する光を制御することによって、したがって、第 2 の光学素子の被照射領域を制御することによって、出力角の拡がり制御可能であることを意味する。これは、光源及び光学素子の相対的位置の選択によって達成することができる。例えば第 1 の光学素子の位置は、第 2 の光学素子及び光源に対して調整でき、又は、両方の光学素子が、位置に関して、互いに対して、また、光源に対して調整できる。

30

【 0 0 4 2 】

図 1 は、本発明の一例による光学システムを示す。

【 0 0 4 3 】

当該システムは、例えば LED である光源 10 と、本例では第 1 のコリメーティング光学プレート 12 の形であるコリメーティング光学素子 12 と、本例では第 2 のインテグレーティング光学プレート 14 の形である第 2 の光学素子とを含む。

【 0 0 4 4 】

コリメーティング光学プレート 12 は、例えばフレネル (Fresnel) レンズであり、光を事前にコリメートし、当該光を、インテグレーティング光学プレートに供給する。これは、コリメーティング光学プレート 12 の表面上の任意の特定の点から出る光が、限られた範囲の角度を有して、ビームレットを形成し、例えば 10 度未満の角拡散を有することを意味する。ビームレットの角拡散は、光源までの距離と、光源のサイズとによって規定される。しかし、コリメーティング光学プレートを出る光は、位置に依存して変化する法線に対する出力角 (図 1 に示す) を有する。

40

【 0 0 4 5 】

具体的には、中心から離れるほど、2 つの光学プレート間の光学ビームの全体的な拡がりがあるように、角度は増加する。これは、第 2 の光学プレートの被照射領域が、2 つのプレート間の間隔に依存することを意味する。

【 0 0 4 6 】

出力角 θ は、第 2 の光学プレートの受光角内であることが好適であり、例えば $\theta < \theta_{max} / 2$

50

であり、ここで は、受光角であり、また、（位置によって変化する）第2の光学プレート14の出力部における出力角の拡がりでもある。

【0047】

インテグレーティング光学プレート14は、コリメーティング光学プレート12から受け取る各ビームレットから光ビーム16を形成する。光ビームは、法線方向を中心にされる。更に、（光源は、完全な点源ではないため）光源10の様々な領域から生じる光は、インテグレーティング光学プレート14によって、実質的に均一に混合されることが好適である。

【0048】

光学システムから出力される結果として得られるビームは、インテグレーティング光学プレート14によって形成されるビーム16の重ね合わせである。各ビーム16は、均一に混合される。

【0049】

インテグレーティング光学プレート14は、均一混合によって、色アーチファクトを除去する。

【0050】

インテグレーティング光学プレート14は、出力角の拡がり（図1において と示される）が、インテグレーティング光学プレート14上の位置に依存するようにデザインされる。具体的には、図1に示されるように、ビーム角 は、位置の関数として変化する。図1の例では、ビーム角は、中心において最小で、インテグレーティング光学プレート14の外縁に近づくほど広がる。

【0051】

これは、出力角の拡がりが、インテグレーティング光学プレート14の被照射領域を制御することによって制御可能であることを意味する。

【0052】

具体的には、結果として得られるビームのビーム角を変える方法は、少なくとも2つある。

【0053】

第1のアプローチは、コリメーティング光学プレート12とインテグレーティング光学プレート14との間の距離を調整することである。コリメーティング光学プレート12と積分光学プレート14との間の距離が減少すると、より狭いビーム角を有するインテグレーティング光学プレート14の内側部分だけが使用される。広いビームを作るインテグレーティング光学プレートの部分は、受光しない。したがって、結果として得られるビームはより狭くなる。距離が増加すると、反対のことが起きる。

【0054】

第2のアプローチは、コリメーティング光学プレート12と、光源との間の距離を調整することである。コリメーティング光学プレートと光源との間の距離が減少すると、コリメーティング光学プレートに対する入射角の範囲が増加し、したがって、インテグレーティング光学プレートからより大きい角度 がもたらされる。これは、翻って、2つの光学プレート間により大きい拡がり角を与え、したがって、広いビームを作るインテグレーティング光学プレートの部分が使用され、結果として得られるビームは広がる。距離が増加すると、反対のことが起きる。

【0055】

したがって、角度ビーム幅は、光源と2つの光学プレートとの相対的位置を制御することによって、制御可能である。

【0056】

この第2のアプローチは、図2に示される。図2（a）は、狭いビームを示し、図2（b）は、広いビームを示す。

【0057】

図1及び図2は、第2の光学素子から出力される光の出力角の拡がりが、第2の光学素子の中心からの距離が増加すると共に増加する例を示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

図 3 には、第 2 の光学素子から出力される光の出力角の拡がり、第 2 の光学素子の中心からの距離が増加すると共に減少する代案が示される。第 1 の光学プレート 1 2 と第 2 の光学プレート 1 4 との間の距離は、第 2 の光学プレートの中心部が照射されるか否かを決定することができる。図 3 (a) は、狭ビーム構成を示す。2 つの光学プレート間には、大きい間隔がある。第 1 の光学プレート 1 2 は、法線方向における光を通さないで、中心に隙間がある。したがって、照射されない第 2 の光学プレートの中心領域があり、これが、広いビーム出力を与える部分である。

【 0 0 5 9 】

図 3 (b) は、広いビーム出力を示し、光学プレート間の間隔は小さく、したがって、第 2 の光学プレートの全領域が照射される。

10

【 0 0 6 0 】

インテグレーティング光学プレートは、互いの焦点面に配置される合焦（集束）光学構造体、好適には凸レンズを含んでよい。これは、それらの焦点が、互いの主平面上にあることを意味する。このようなレンズ対は、ケーラー（Koehler）インテグレーティング素子とも知られている。このようなレンズの複数の対が、インテグレーティング光学プレートに組み込まれる。

【 0 0 6 1 】

図 4 は、このように配置されたレンズの 1 つの対 3 0 を示す。このレンズ対の主要な特性は、その受光角内で当該対に当たる任意の光が、受光角に等しい開き角を有する光のビームになるという点である。ビームは角度均一である。これは、受光角内のすべて方向に通過する等しい量の光があり、また、受光角を超えて光はないことを意味する。

20

【 0 0 6 2 】

インテグレーティング光学プレートは、同じ位置において受光角内でプレートに当たる各平行ビームから同じ拡がり角（受光角に等しい）を有するコリメートされた入射光から、出力ビームを作る。図 4 は、これを、インテグレーティング光学プレート上に面直方向に当たる平行ビームで示す。同じことが、インテグレータ上に当たる任意の他の平行入射ビームにも起きるが、光線は、法線から外れる入射については、第 2 のレンズの中心から外れて合焦（集束）される。しかし、出力ビームレットは、全く同じ拡がり角を有する。すべての平行光線の入射セットから作られるすべてのビーム拡がり角は同じであるので、出力光は均質化される。

30

【 0 0 6 3 】

図 4 は、インテグレーティング対に入り、特定の開き角を有する光ビームになる平行光を示す。開き角は、受光角と等しい。

【 0 0 6 4 】

受光角、したがって、開き角は、レンズ対の特性によって決定され、次式：

$$\alpha = \tan^{-1} (D / 2t)$$

によって与えられる。ここで、D はレンズ直径であり、t は素子の厚さである。

【 0 0 6 5 】

厚さは、合焦（集束）素子間の距離であり、次式：

$$t = f = n / (n - 1) R$$

によって与えられる焦点距離である。ここで、R はレンズの曲率半径であり、n はレンズ材料の屈折率である。

40

【 0 0 6 6 】

したがって、このようなレンズ対の直径を変えることによって、所望の特性を有するインテグレーティング素子が実現される。つまり、素子の中心から離れるにつれて受光角が増加するインテグレーティング素子を作ることができる。

【 0 0 6 7 】

図 5 A に、4 つの異なる直径、したがって、4 つの異なる受光角の対を有するインテグレーティング素子の概略図が示される。垂直線は、異なる直径を有する素子間の境界を示す。

50

【 0 0 6 8 】

インテグレーティング光学プレートのレンズは、好適には、第 2 のプレートの表面の領域を埋めるように互いにぴったりとついている。テッセレーション (tessellation) は、ランダムであっても (例えばボロノイ (Voronoi) テッセレーション)、様々な形状及びサイズのレンズ直径を含む半規則的なテッセレーションであっても、規則的な四角形テッセレーション若しくは規則的な三角形テッセレーションであってもよい。レンズは、テッセレーションによって、少し重なり合ってもよい。

【 0 0 6 9 】

レンズ対は、4 0 a、4 0 b、4 0 c 及び 4 0 d として示される。図示されるように、構造は、中心線に対して左右対称であり、レンズ直径が、中心からの距離が増加するにつれて増加している。

10

【 0 0 7 0 】

上記式から明らかであるように、代案は、位置に伴ってプレート厚さを変化させること、又は、レンズ直径及びプレート厚さの両方を変化させることである。

【 0 0 7 1 】

実際には、より多くのレンズ、例えばマイクロレンズの対がある。これにより、受光角、したがって、出力角の略連続的な変化を可能にする。

【 0 0 7 2 】

したがって、インテグレーティング光学プレートは、入力側に、湾曲レンズ又はレンズ素子を有し、出力側に、湾曲レンズ又はレンズ素子を有して、入力側の湾曲レンズ素子のそれぞれが、出力側の関連付けられている又は光学的に整列された湾曲レンズ素子を有するように配置される。

20

【 0 0 7 3 】

レンズは、その幅に亘って実質的に一定の曲率半径を有してよい。即ち、レンズは、それらの対称軸を中心とした左右対称の球面レンズであってよい。

【 0 0 7 4 】

入力側の各レンズは、コリメーティング光学プレートから受け取った光を、出力側の対応するレンズに合焦 (集束) させるが、これは、入力側のレンズの焦点距離が、出力側の対応するレンズまでの距離に等しいからである。

【 0 0 7 5 】

2 つの面上の対にされたレンズ間の距離は、それらの間を通過する光の角度に依存して変化する。ゼロ次システムでは、この距離の変化は無視できるので、すべてのレンズは、同じ焦点距離を有するようにデザイン可能である。

30

【 0 0 7 6 】

一次補正では、第 2 の光学素子 5 0 のレンズ 4 0 a ... d への光線 4 1 の法線に対する角度の入射光方向を考慮に入れることができる。屈折によって、この平均入射角 は、レンズプレートの材料において になり、ここで、 $\sin \theta = n \sin \theta_0$ である。

【 0 0 7 7 】

そうすると、焦点距離は、 $f = d / \cos \theta$ であり、ここで、 d は、プレートの垂直厚さである。 $\cos^2 \theta = 1 - \sin^2 \theta$ であるので、 $\cos \theta = (1 - \sin^2 \theta)^{1/2}$ 又は $\cos \theta = (1 - (\sin^2 \theta / n^2))^{1/2}$ であり、これは、 $\cos \theta = (n^2 - \sin^2 \theta)^{1/2} / n$ 、したがって、 $f = n * d / (n^2 - \sin^2 \theta)^{1/2}$ と書き換えることができる。

40

【 0 0 7 8 】

そうすると、レンズのレンズ焦点距離は、 $n * d / (n^2 - \sin^2 \theta)^{1/2}$ に一致するようにデザイン可能である。これは、プレートの材料の屈折率と、インテグレーティング光学プレートへの入射光の平均角度とに依存して変化する。図 5 B に、この可変距離及び可変焦点距離 f が示される。

【 0 0 7 9 】

光学プレートは、回転対称であってよく、また、その場合、レンズは、(例えば図 6 に示

50

されるように)環状であってよい。輪の周りで、レンズは、(半径幅ベクトルと法線ベクトルとを含む平面において)一定の断面形状を有する。

【0080】

光源は、例えば異なる色の複数の照明ユニットを含んでよい。インテグレーション光学プレートは、色分離を防ぐように、様々な色を均一に混合するようにも機能する。インテグレーション光学プレートは更に、照明素子間の境界が視覚的に投影されないようにもする。

【0081】

図6は、インテグレーション光学プレートの一例を示す。図6は、斜視上面図、斜視底面図及び横断面を示す。レンズは、同心円分布を形成する環状1Dレンズ素子50として形成される。図6は、環状又は同心円分布を示すが、当然ながら、幾つかの実施形態では、レンズ分布は、任意の適切な1つ以上の形状であってよい。例えば幾つかの実施形態では、中心円分布、六角形(又は他の規則的若しくは不規則的多角形)端分布、及び、レンズ位置が中心と端との間で変化するにつれてこれらの2つの間のハイブリッド又は混合があつてよい。

【0082】

図7は、インテグレーション光学プレートの別の例の平面図、斜視上面図及び斜視底面図を示す。インテグレーション光学プレートは、レンズ素子の2Dアレイを有する。光学プレートの光軸の周りに環状又は円形分布に配置される多数のレンズ素子60を含む光学プレートが示される。レンズ素子は、連続的な環状レンズ素子ではなく、離散的な個別の円形レンズ素子であるが、環状リング状に配置されている。レンズ素子は、1つのリングあたりに、回転離散的対称で分布される。光学プレートは、個別のレンズ素子の円形分布を含むものとして示されるが、当然ながら、幾つかの実施形態では、分布は、任意の適切な1つ以上の形状であつてよい。

【0083】

ここでも、個別レンズの分布は、光学プレートの中心では、第1の形状(例えば円形)であり、形状の端では、第2の形状(例えば六角形対称形状)であり、光学プレートの中心と端との間では、中間形状を有してよい。幾つかの実施形態では、例えば個別レンズの形状又は分布は、光源の分布又は構成に基づいて規定されてもよい。

【0084】

幾つかの実施形態では、光源は、複数の光源ユニットの配置を含んでもよい。この配置は、2D配置で、立体配置又は六角形配置といったように規則正しくてよい。しかし、配置は、不規則的であってもよい。少なくとも16個、25個、49個又は更には少なくとも100個の光源ユニットといったように、少なくとも4つの光源ユニットがあつてよい。しかし、大幅に大きい数も可能である。

【0085】

幾つかの実施形態では、光源ユニットは、1つ以上の固体光源(例えばLED又はレーザーダイオード)を含む。更に特定の実施形態では、複数の光源ユニットは、独立制御可能な2つ以上のサブセットを含んでもよい。或いは又は更に、複数の光源ユニットは、異なる色を有する光を生成する2つ以上のサブセットを含んでよい。

【0086】

本明細書に説明される例は、2つの光学プレートに関して例示されているが、当然ながら、幾つかの実施形態では、3つ以上の光学プレートがあつてもよい。例えばインテグレーションは、単一のインテグレーションプレートではなく、2つの別箇のレンズプレートによって行われてもよい。光学プレートは、互いに対し平行に、また、複数の光源の配置に平行に配置されてよい。

【0087】

各光学プレートの全厚は、0.2乃至20mmの範囲内にあつてよく、また、幾つかの実施形態では、光学素子を含めて0.2乃至5mmであつてよい。光学プレートは、幾つかの実施形態では、4mm²乃至50m²の範囲内の横断面積を有するが、一層大きいのも

10

20

30

40

50

可能である。

【0088】

幾つかの実施形態では、光学プレートは、ポリマー材料、例えばPE（ポリエチレン）、PP（ポリプロピレン）、PEN（ポリエチレンナフタレート）、PC（ポリカーボネート）、ポリメチルアクリレート（PMA）、ポリメチルメタクリレート（PMMA）（Plexiglas又はPerspex）、酢酸酪酸セルロース（CAB）、シリコン、塩化ポリビニル（PVC）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、（PETG）、（グリコール変性ポリエチレンテレフタレート）、PDMS（ポリジメチルシロキサン）及びCOC（シクロオレフィンコポリマー）からなる群から選択される1つ以上の材料を含む。しかし、他の（コ）ポリマーも可能である。更に、光学プレートは、ガラスで作られてもよい。

10

【0089】

照明デバイスは、例えばオフィス照明システム、家庭電化製品システム、店舗照明システム、家庭用照明システム、アクセント照明システム、スポット照明システム、劇場照明システム、光ファイバ応用システム、プロジェクションシステム、自己照明表示システム、ピクセル表示システム、セグメント表示システム、警告サインシステム、医用照明適用システム、標識システム、装飾照明システム、ポータブルシステム、自動車応用、グリーンハウス照明システム、園芸用照明又はLCDバックライトの一部であっても、それらにおいて適用されてもよい。

【0090】

20

なお、上記実施形態は、発明を限定するものではなく、例示するものであり、当業者であれば、添付の請求項の範囲から逸脱することなく、多くの代替実施形態をデザインすることができるであろう。請求項において、括弧内に置かれる任意の参照符号は、請求項を限定するものと解釈されるべきではない。「含む」との動詞及びその活用形の使用は、請求項に記載される要素又はステップ以外の要素又はステップの存在を排除するものではない。ある要素に先行する冠詞「a」又は「an」は、当該要素の複数形の存在を排除するものではない。本発明は、幾つかの別箇の要素を含むハードウェアによって、また、適切にプログラミングされたコンピュータによって実施可能である。幾つかの手段を列挙する装置の請求項において、これらの手段のうちの幾つかは、全く同じハードウェアのアイテムによって具体化されてよい。特定の手段が相互に異なる従属請求項に記載されることだけで、これらの手段の組み合わせを有利に使用することができないことを示すものではない。

30

40

50

【図面】

【図 1】

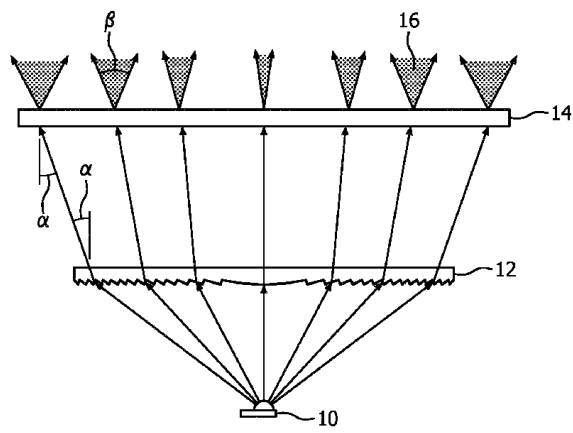
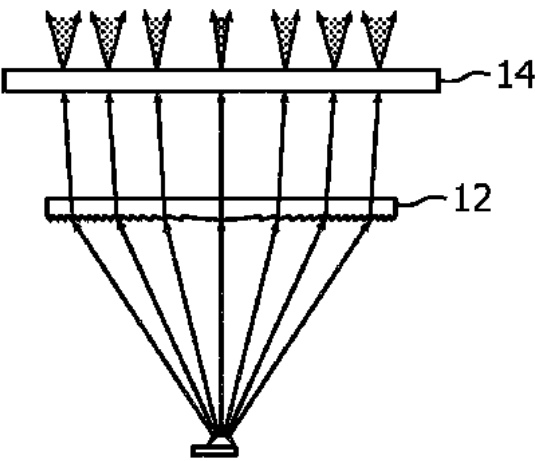


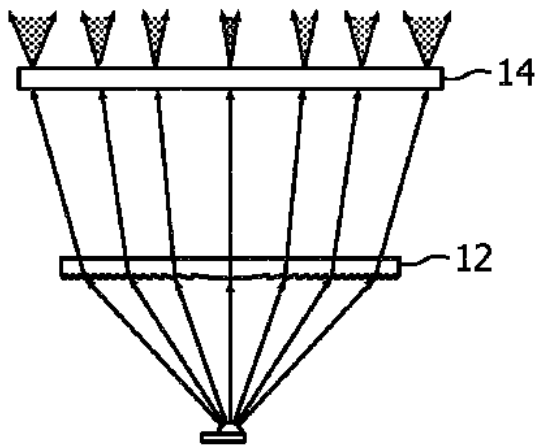
FIG. 1

【図 2 (a)】



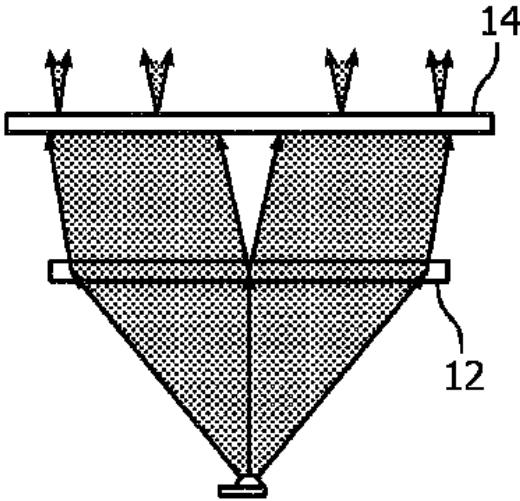
(a)

【図 2 (b)】



(b)

【図 3 (a)】



(a)

10

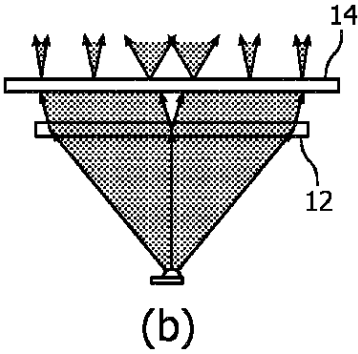
20

30

40

50

【図 3 (b)】



【図 4】

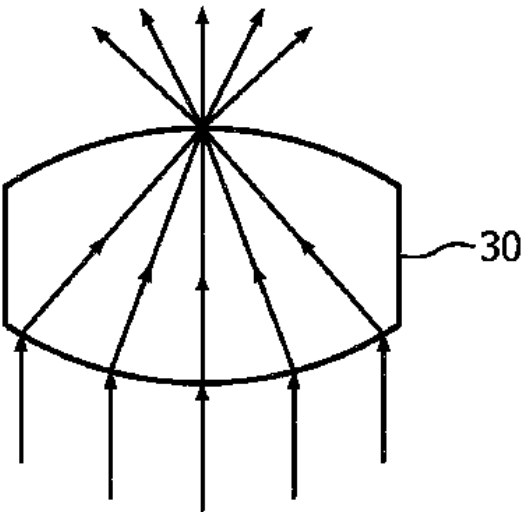


FIG. 4

【図 5 A】

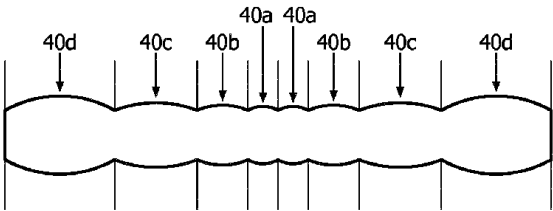


FIG. 5A

【図 5 B】

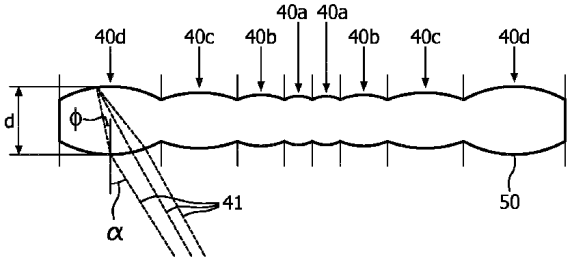


FIG. 5B

10

20

30

40

50

【 図 6 】

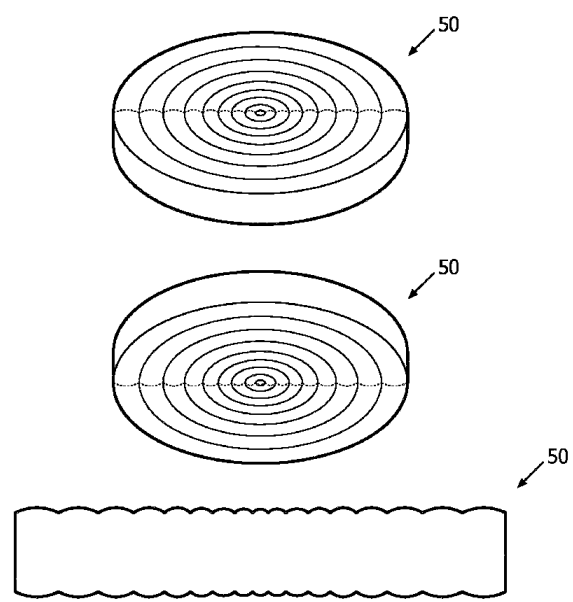


FIG. 6

【 図 7 】

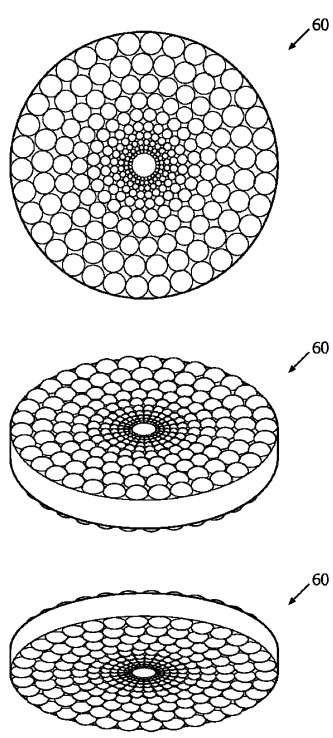


FIG. 7

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
G 0 2 B 27/09 (2006.01) G 0 2 B 3/08
G 0 2 B 27/09

審判官 山村 浩

審判官 野村 伸雄

(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 6 9 6 9 1 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 2 6 4 6 0 (J P , A)
特開平 9 - 2 2 2 5 8 1 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 2 1 8 2 3 5 (J P , A)
特開平 8 - 1 7 9 2 3 7 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 1 3 7 9 8 5 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 3 4 3 1 6 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G02B 19/00
G02B 3/08,3/00
G02B 27/09
F21V 5/04,5/00