

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7369724号
(P7369724)

(45)発行日 令和5年10月26日(2023.10.26)

(24)登録日 令和5年10月18日(2023.10.18)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 2 B	5/20 (2006.01)	G 0 2 B	5/20
H 0 1 L	33/50 (2010.01)	H 0 1 L	33/50
H 0 1 L	33/60 (2010.01)	H 0 1 L	33/60
F 2 1 V	9/38 (2018.01)	F 2 1 V	9/38
F 2 1 V	7/30 (2018.01)	F 2 1 V	7/30

請求項の数 23 (全17頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2020-569129(P2020-569129)	(73)特許権者	508348680 マテリオン コーポレイション アメリカ合衆国 オハイオ 4 4 1 2 4 , メイフィールド ハイッ , パークランド ブルバード 6 0 7 0
(86)(22)出願日	令和1年7月25日(2019.7.25)	(74)代理人	240000327 弁護士 弁護士法人クレオ国際法律特許 事務所
(65)公表番号	特表2021-530727(P2021-530727 A)	(72)発明者	スブレイグ ロバート アメリカ合衆国 4 4 1 2 4 オハイオ州 メイフィールド ハイッ パークランド ブルバード 6 0 7 0
(43)公表日	令和3年11月11日(2021.11.11)	(72)発明者	ニューウェル マイケル ピー . アメリカ合衆国 4 4 1 2 4 オハイオ州 メイフィールド ハイッ パークランド ブルバード 6 0 7 0
(86)国際出願番号	PCT/US2019/043371		最終頁に続く
(87)国際公開番号	WO2020/023708		
(87)国際公開日	令和2年1月30日(2020.1.30)		
審査請求日	令和4年3月17日(2022.3.17)		
(31)優先権主張番号	62/703,971		
(32)優先日	平成30年7月27日(2018.7.27)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

(54)【発明の名称】 蛍光体照明システムのための反射色補正

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つのホスト材料と、
前記ホスト材料内の1つ以上の蛍光体と、
前記ホスト材料内の1つ以上の誘電干渉粒子と、を含み、
前記1つ以上の誘電干渉粒子は、少なくとも1つの高屈折率材料及び少なくとも1つの低屈折率材料の交互の薄膜層から形成され、
前記高屈折率材料は、光が材料を通過するときの光の速度が遅い材料であり、前記低屈折率材料は、光が材料を通過するときの光の速度が速い材料である
ことを特徴とする、波長変換素子。

【請求項 2】

前記1つ以上の誘電干渉粒子は、5 ~ 11の層を有する
ことを特徴とする、請求項1に記載の波長変換素子。

【請求項 3】

前記少なくとも1つの高屈折率材料及び前記少なくとも1つの低屈折率材料は、チタニア (TiO₂)、ニオブ (Nb₂O₅)、ハフニウム (HfO₂)、アルミナ (Al₂O₃)、シリカ (SiO₂)、硫化亜鉛 (ZnS)、セレン化亜鉛 (ZnSe)、ゲルマニウム (Ge)、及びシリコン (Si) からなる群から独立して選択される
ことを特徴とする、請求項1に記載の波長変換素子。

【請求項 4】

前記 1 つ以上の誘電干渉粒子は、複数の薄膜層を含む薄片又は粒の形態であることを特徴とする、請求項 1 に記載の波長変換素子。

【請求項 5】

前記 1 つ以上の誘電干渉粒子は、青色光を少なくとも部分的に反射することを特徴とする、請求項 1 に記載の波長変換素子。

【請求項 6】

前記ホスト材料は、単一のホスト材料であり、

前記 1 つ以上の蛍光体及び前記 1 つ以上の誘電干渉粒子は、前記単一のホスト材料全体に分散されて単一層を形成する

ことを特徴とする、請求項 1 に記載の波長変換素子。

10

【請求項 7】

前記ホスト材料は、単一のホスト材料であり、

前記波長変換素子は、

(A) 前記 1 つ以上の蛍光体及び前記ホスト材料から形成された少なくとも 1 つの蛍光体層と、

(B) 前記 1 つ以上の誘電干渉粒子及び前記ホスト材料から形成された少なくとも 1 つの粒子層と、を含む

ことを特徴とする、請求項 1 に記載の波長変換素子。

【請求項 8】

前記ホスト材料は、第 1 ホスト材料及び第 2 ホスト材料を含み、

前記波長変換素子は、

(A) 前記 1 つ以上の蛍光体及び前記第 1 ホスト材料から形成された少なくとも 1 つの蛍光体層と、

(B) 前記 1 つ以上の誘電干渉粒子及び前記第 2 ホスト材料から形成された少なくとも 1 つの粒子層と、を含む

ことを特徴とする、請求項 1 に記載の波長変換素子。

20

【請求項 9】

前記 1 つ以上の蛍光体は、緑色発光蛍光体、赤色発光蛍光体、及び黄色発光蛍光体からなる群から選択される少なくとも 1 つの蛍光体を含み、また、

前記ホスト材料は、ガラス、セラミック、シリコン、エポキシ、プラスチック、光学接着剤、接着剤、又は無機バインダーである

ことを特徴とする、請求項 1 に記載の波長変換素子。

30

【請求項 10】

基板と、

前記基板の前面に固定された第 1 波長変換素子と、を備え、

前記第 1 波長変換素子は、少なくとも 1 つのホスト材料内に、蛍光体及び 1 つ以上の誘電干渉粒子を含み、

前記 1 つ以上の誘電干渉粒子は、少なくとも 1 つの高屈折率材料及び少なくとも 1 つの低屈折率材料の交互の薄膜層から形成され、

前記高屈折率材料は、光が材料を通過するときの光の速度が遅い材料であり、前記低屈折率材料は、光が材料を通過するときの光の速度が速い材料である

ことを特徴とする、光変換デバイス。

40

【請求項 11】

前記基板は、円板状であり、

前記第 1 波長変換素子は、前記基板の外周部に配置されている

ことを特徴とする、請求項 10 に記載の光変換デバイス。

【請求項 12】

前記第 1 波長変換素子の前記蛍光体とは異なる色を放射する蛍光体を有する第 2 波長変換素子をさらに備える

ことを特徴とする、請求項 11 に記載の光変換デバイス。

50

【請求項 13】

分散物を形成するために、蛍光体及び1つ以上の誘電干渉粒子を単一のホスト材料に分散させ、

前記分散物を波長変換素子に形成し、前記1つ以上の誘電干渉粒子は、少なくとも1つの高屈折率材料及び少なくとも1つの低屈折率材料の交互の薄膜層から形成され、

前記高屈折率材料は、光が材料を通過するときの光の速度が遅い材料であり、前記低屈折率材料は、光が材料を通過するときの光の速度が速い材料である

ことを特徴とする、波長変換素子の製造方法。

【請求項 14】

前記分散物を、前記波長変換素子の形状を規定する金型に注入することをさらに含むことを特徴とする、請求項13に記載の方法。

10

【請求項 15】

前記波長変換素子は、半円環形状又は矩形形状、或いは放物線形状又は双曲線形状を有する

ことを特徴とする、請求項14に記載の方法。

【請求項 16】

蛍光体層を形成するために、蛍光体及び第1ホスト材料を含む混合物を適用し、

前記蛍光体層上に粒子層を形成するために、1つ以上の誘電干渉粒子及び第2ホスト材料を含む混合物を適用することを含み、

前記1つ以上の誘電干渉粒子は、少なくとも1つの高屈折率材料及び少なくとも1つの低屈折率材料の交互の薄膜層から形成され、

前記高屈折率材料は、光が材料を通過するときの光の速度が遅い材料であり、前記低屈折率材料は、光が材料を通過するときの光の速度が速い材料である

ことを特徴とする、波長変換素子の製造方法。

20

【請求項 17】

前記蛍光体層及び前記粒子層を硬化させることをさらに含む

ことを特徴とする、請求項16に記載の方法。

【請求項 18】

前記第1ホスト材料と前記第2ホスト材料は、互いに異なる

ことを特徴とする、請求項16に記載の方法。

30

【請求項 19】

蛍光体層と粒子層とを含む波長変換素子に青色光を適用する白色光を生成する方法であって、

前記蛍光体層は、前記粒子層と基板との間に配置され、前記蛍光体層は、1つ以上の蛍光体と第1ホスト材料とを含み、前記粒子層は、1つ以上の誘電干渉粒子と第2ホスト材料とを含み、

前記1つ以上の誘電干渉粒子は、少なくとも1つの高屈折率材料及び少なくとも1つの低屈折率材料の交互の薄膜層から形成され、

前記高屈折率材料は、光が材料を通過するときの光の速度が遅い材料であり、前記低屈折率材料は、光が材料を通過するときの光の速度が速い材料である

ことを特徴とする、白色光を生成する方法。

40

【請求項 20】

薄片又は粒状の前記1つ以上の誘電干渉粒子は、100マイクロメートル未満の横寸法を有する

ことを特徴とする、請求項5に記載の波長変換素子。

【請求項 21】

1つ以上の蛍光体と第1ホスト材料とを含む蛍光体層と、

1つ以上の誘電干渉粒子と第2ホスト材料とを含む粒子層と、含み、

前記1つ以上の誘電干渉粒子は、少なくとも1つの高屈折率材料及び少なくとも1つの低屈折率材料の交互の薄膜層から形成され、

50

前記高屈折率材料は、光が材料を通過するときの光の速度が遅い材料であり、前記低屈折率材料は、光が材料を通過するときの光の速度が速い材料であり、

前記蛍光体層は、実質的に誘電干渉粒子がなく、前記粒子層は、実質的に蛍光体がないことを特徴とする波長変換素子。

【請求項 2 2】

前記第 1 および第 2 ホスト材料は、異なる材料であることを特徴とする請求項 2 1 に記載の波長変換素子。

【請求項 2 3】

前記少なくとも 1 つの高屈折率材料の各薄膜層は、異なる高屈折率材料を含み、前記少なくとも 1 つの低屈折率材料の各薄膜層は、異なる低屈折率材料を含む

10

ことを特徴とする、請求項 2 1 に記載の波長変換素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本出願は、2018年7月27日に提出された米国仮特許出願第62/703,971号に対する優先権を主張するものであり、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

本開示は、蛍光体技術、波長変換技術、及び関連技術、並びに投影型ディスプレイ（例えば、デジタルライトプロセッシング：DLP）、自動車照明など（ただし、これらに限定されない）のような、光電子、フォトニクス、及びそれらを使用する用途に関する。特に、本開示は、蛍光体及び誘電干渉粒子（dielectric interference particles）を含む波長変換素子に関する。蛍光体及び誘電干渉粒子は、ホスト材料中に一緒に分散させて、単一層を形成するか、又は波長変換素子の別個の隣接層に配置することができる。また、そのような波長変換素子を有する光学的波長変換デバイス、そのような波長変換素子の製造方法、及びそのような波長変換素子の使用方法を開示する。

20

【0003】

波長変換素子は、光波長を変換することで知られており、通常、蛍光体の使用によって、より短い波長から、1つ以上のより長い波長にダウンコンバートする。波長変換素子は、レーザダイオード、発光ダイオード（LED）、又は他の光源によって励起又は「ポンプ」され、異なる波長の光を放射するリン光又は蛍光を発生する。波長変換素子は、静的（すなわち、動作中に移動しない）であってもよく、又は例えば、ポンプビームからの加熱をより大きな領域にわたって分配する回転ホイール（すなわち、蛍光体ホイール装置）上に取り付けられてもよい。また、蛍光体ホイール装置は、蛍光体ホイールの縁に沿って配置された異なる波長変換素子（すなわち、異なるアークセグメント）において、異なる蛍光体を使用することによって、異なる色（又は、より一般的には、異なるリン光スペクトル）の時間シーケンスを有することが有利である。ゼロ放射（zero emission）の周期は、（所望により、ポンプ光（pumped light）が反射されて）隣接する蛍光体アークセグメント間に、ギャップを残すことによって、提供することができる。このような蛍光体ホイールは、例えば、デジタルライトプロセッシング（DLP）プロジェクタ又は他のDLP表示装置に、連続した赤色光、緑色光、及び青色光を提供するために使用することができる。

30

40

【0004】

従来のポンプ式照明装置（pumped illuminator）は、赤色光及び黄色光を生成するのに効率的であるが、青色ポンプ光は、蛍光体によって吸収される。その結果、白色光を得るためには、青色光を加えることによって発光を色補正しなければならない。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

50

本開示は、蛍光体及び誘電干渉粒子を含む波長変換素子、並びに、そのような波長変換素子を有する光学的変換デバイス、そのような波長変換素子の製造方法、及びそのような波長変換素子の使用方法に関する。蛍光体及び誘電干渉粒子は、同じ層に、又は別個の層に配置することができる。誘電干渉粒子は、励起光として使用される青色光の少なくとも一部を選択的に反射する。誘電干渉粒子は、吸収損失と加熱なしに、所望の性能を得るために高度に調整可能である。この色補正の方法は、特に高出力レベルと高発光に適している。

【0006】

本明細書の例示的な実施形態では、少なくとも1つのホスト材料と、1つ以上の蛍光体と、1つ以上の誘電干渉粒子とを含む波長変換素子が開示される。

10

【0007】

いくつかの実施形態では、1つ以上の蛍光体及び1つ以上の誘電干渉粒子が共通のホスト材料全体に分散され、単一層を形成する。

【0008】

他の実施形態では、波長変換素子は、(A) 1つ以上の蛍光体及びホスト材料(誘電干渉粒子ではない)から形成された蛍光体層と、(B) 1つ以上の誘電干渉粒子及びホスト材料(蛍光体ではない)から形成された粒子層とを含む。換言すれば、蛍光体は、ホスト材料の一部において選択的に富化され、誘電干渉粒子は、ホスト材料の異なる部分において選択的に富化される。

【0009】

さらに他の実施形態では、波長変換素子は、(A) 1つ以上の蛍光体及び第1ホスト材料(誘電干渉粒子ではない)から形成された蛍光体層と、(B) 1つ以上の誘電干渉粒子及び第2のホスト材料(蛍光体ではない)から形成された粒子層とを含む。2つの層は、互いに接合されて波長変換素子を形成する。例えば、蛍光体は、セラミックホスト材料中であってもよく、1つ以上の誘電干渉粒子は、無機ホスト材料中であってもよい。

20

【0010】

特定の実施形態では、1つ以上の誘電干渉粒子は、複数の薄膜層を含む薄片又は粒の形態とすることができる。各粒子薄片又は粒は、反射光のほぼ連続的な分布が得られるように、十分に小さい横寸法(すなわち、幅又は長さ)を有する。一般的には、横寸法は、100マイクロメートル(μm)未満である。薄片/粒は、反射光のほぼ連続的な分布を得るのに十分な濃度で存在する。

30

【0011】

白色光を得ることが望ましい状況では、1つ以上の蛍光体が緑色発光蛍光体、赤色発光蛍光体、及び/又は黄色発光蛍光体を含むことができる。1つ以上の誘電干渉粒子は、他の波長の光を透過しながら、青色光を少なくとも部分的に反射する。ホスト材料は、特定の実施形態では、ガラスホスト材料、セラミックホスト材料、シリコンホスト材料、光学接着剤又は接着剤、或いは一般に、適切な熱的、光学的及びトライボロジー特性を有する任意の材料とすることができる。2つの異なる色を放射する2つの異なる蛍光体、特に赤色発光蛍光体及び黄色発光蛍光体を有する特定の実施形態が意図される。

【0012】

さらに、本明細書の例示的な実施形態では、基板と、基板の前面に固定された第1波長変換素子と、を備える光学的変換デバイスであって、波長変換素子は、1つ以上の蛍光体及び1つ以上の誘電干渉粒子を含み、蛍光体及び粒子は、ホスト材料内に配置される、光学的変換デバイスが開示される。

40

【0013】

基板は、矩形形状又はディスク形状、或いは放物線形状又は双曲線形状であってもよく、一般に任意の形状とすることができる。ディスク形状は、変換デバイスを蛍光体ホイールとして使用することを可能にし、基板は、基板を周囲に回転させることができる中心軸を有する。第1波長変換素子は、基板の外周部に配置されてもよい。また、第2波長変換素子は、第1波長変換素子の蛍光体とは異なる色を放射する蛍光体を使用する第2波

50

長変換素子を有して、基板上に存在してもよい。

【0014】

また、本明細書の例示的な実施形態では、少なくとも1つの蛍光体及び1つ以上の誘電干渉粒子をホスト材料に分散させることを含む、波長変換素子の製造方法が開示される。この分散物は、金型に注入するか、プレスして焼結するか、又はその他の方法で形成して、波長変換素子の形状を画定することができる。次いで、波長変換素子を基板の前面に固定することができる。このような方法では、波長変換素子は単層である。

【0015】

他の実施形態では、波長変換素子は、蛍光体層を形成するために蛍光体及び第1ホスト材料を含む混合物を適用することと、蛍光体層上に粒子層を形成するために1つ以上の誘電干渉粒子及び第2ホスト材料を含む混合物を適用することと、によって製造される。第1ホスト材料及び第2ホスト材料は、同じであっても異なってもよい。粒子層を蛍光体層上に形成することも、蛍光体層を粒子層上に形成することもできる。基板に貼り付けた場合、蛍光体層は、基板と粒子層との間にあり、換言すれば、粒子層は、蛍光体層と励起光源との間にあり、青色光を反射できるようになる。

10

【0016】

本明細書の例示的な実施形態では、ホスト材料と、ホスト材料内の1つ以上の蛍光体と、ホスト材料内の1つ以上の誘電干渉粒子と、を含む波長変換素子に青色光を適用することを含む、光放射方法がさらに開示される。

【0017】

本開示のこれら及び他の非限定的な特徴は、より詳細に以下に開示される。

20

【0018】

以下は、図面の簡単な説明であり、図面は、本明細書に開示される例示的な実施形態を説明する目的で提示され、図面を限定する目的で提示されるものではない。これらの図では、光を集めるために使用される光学システムが単一の反射面で示されている。しかし、実際には、反射光学システムと透過光学システムの両方を使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1A】図1Aは、本開示の例示的な実施形態の光変換デバイスを示す図である。ここで、光源は、ポンプ光が波長変換素子の表面に垂直になるように配向される。

30

【図1B】図1Bは、本開示の光変換デバイスの第2の例示的な実施形態を示す図である。ここで、光源は、ポンプ光が波長変換素子の表面に45°の角度で入射するように配向される。

【図2A】図2Aは、2つのセグメントを有する蛍光体ホイールの形態における、本開示の光変換デバイスの例示的な実施形態を示す側断面図である。

【図2B】図2Bは、2つのセグメントを有する蛍光体ホイールの形態における、本開示の光変換デバイスの例示的な実施形態を示す正面図である。

【図3A】図3Aは、蛍光体ホイールの形態における、本開示の光変換デバイスの例示的な実施形態を示す側断面図である。

【図3B】図3Bは、蛍光体ホイールの形態における、本開示の光変換デバイスの例示的な実施形態を示す正面図である。

40

【図4】誘電干渉粒子の断面図である。この実施形態は、2つの材料の間で交互になっている6つの層を有するものとして描かれている。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本明細書で開示される構成要素、プロセス、及び装置は、添付の図面を参照することによって、より完全に理解することができる。これらの図は、本開示の便宜及び説明の容易さに基づく単なる概略図であり、したがって、デバイス又はその構成要素の相対的なサイズ及び寸法を示すこと、及び/又は例示的な実施形態の範囲を定義又は制限することを意図するものではない。

50

【 0 0 2 1 】

以下の説明では、明確にするために特定の用語を使用しているが、これらの用語は、図面での例示のために選択された実施形態の特定の構造のみを指すことを意図しており、開示の範囲を定義又は制限することを意図していない。図面及び以下の説明では、同様の符号は、同様の機能の構成要素を指すことを理解されたい。

【 0 0 2 2 】

単数形「a」、「an」、及び「the」は、文脈が明らかに別のことを指示しない限り、複数の指示対象を含む。

【 0 0 2 3 】

本明細書及び特許請求の範囲で使用されるように、用語「comprise(s) (備える)」、
「include(s) (含む)」、「having (有する)」、「has (有する)」、「can (できる)」、
「contain(s) (含有する)」、及びそれらの変形は、本明細書で使用されるように、
名前を挙げられた成分/ステップの存在を必要とし、他の成分/ステップの存在を可能にする、
オープンエンドな移行部、用語、又は単語であることが意図されている。しかし、
そのような記載は、組成物又はプロセスを、列挙された成分/ステップ「からなる (consisting of)」、
及び「実質的になる (consisting essentially of)」としても説明するものとして解釈されるべきであり、
これにより、名前を挙げられた成分/ステップと、その結果として生じ得る不可避の不純物の存在のみを可能にし、
他の成分/ステップを排除する。

10

【 0 0 2 4 】

本願の明細書及び請求の範囲の数値は、同数の有効数字に削減 (四捨五入) させたときに同じ数値と、
本願に記載されたタイプの従来の測定技術の実験誤差よりも小さく記載された値とは異なる数値とを含み、
その値を決定するものと理解されるべきである。

20

【 0 0 2 5 】

本明細書に開示される全ての範囲は、示された端点を含むものであり、独立して組み合わせ可能である (例えば、「2グラム~10グラム」の範囲は、端点2グラム及び10グラムと、さらに全ての間接値とを含む)。

【 0 0 2 6 】

「約」や「実質的に」といった用語によって修飾された値は、指定された正確な値に限定されるものではない。
近似用語は、値を測定する機器の精度に対応する場合もある。修飾語の「約」は、2つの端点の絶対値によって定義される範囲を開示するものと見なす必要もある。
例えば、「約2~約4」の表現は、「2~4」の範囲も開示する。一般的に、用語「約」及び「およそ」は、示される数の $\pm 10\%$ を指してもよい。

30

【 0 0 2 7 】

本明細書で使用されるように、用語「励起光」及び「励起波長」は、後に変換される入力光、
例えば、レーザーベースの照明源又はポンプとも呼ばれる他の光源によって生成される光を指す。
用語「放射光」及び「放射波長」は、変換された光、例えば、励起光に露光された蛍光体によって生成される、
結果として生じる光を指す。

【 0 0 2 8 】

参考までに、赤色は、通常、約780ナノメートル~約622ナノメートルの波長を有する光を指す。
緑色は、通常、約577ナノメートル~約492ナノメートルの波長を有する光を指す。
青色は、通常、約492ナノメートル~約430ナノメートルの波長を有する光を指す。
黄色は、通常、約597ナノメートル~約577ナノメートルの波長を有する光を指す。
しかしながら、これは、文脈に依る場合がある。例えば、これらの色は、様々な部分をラベル付けし、
それらの部分を互いに区別するために使用されることがある。

40

【 0 0 2 9 】

蛍光体ホイールのような光変換デバイスは、単一の励起光源から異なる色 (波長) の光を生成するために使用される。
蛍光体等の光変換 (又は波長変換) 材料は、蛍光体ホイール上で使用される。蛍光体ホイールは、
通常、ホイールの外周部に沿って、半円環状の波長変換素子を備えており、ホイールが回転すると、
励起光を緑色、黄色、又は赤色に順次

50

変換する異なるタイプの蛍光体（蛍光体セグメントとも呼ばれる）を含む。通常、青色光レーザ（約440nm～約460nmの波長を有する）は、蛍光体ホイール上の蛍光体セグメントを励起するために使用される。蛍光体ホイールは、青色光源光自体を通過又は反射するための1つ以上のギャップを有することもできる。静的（すなわち動かない）光変換デバイスも知られている。

【0030】

従来のダイオードポンプ式照明装置は、（レーザダイオードであろうと発光ダイオードであろうと）赤色光及び黄色光を生成するのに効率的であるが、ポンプされた青色光（励起光として使用される）は、通常吸収される。その結果、白色光を生成するためには、青色光を加えることによって出力を色補正する必要がある。本明細書に開示される光変換デバイス・システムでは、青色光は、波長変換素子内の1つ以上の蛍光体と共に、1つ以上の誘電干渉粒子を組み込むことによって、方向を変える。蛍光体及び誘電干渉粒子は、同じ層に存在してもよいし、別個の層に分離されていてもよい。

10

【0031】

本開示の光変換デバイスは、基板と、その前面に固定された少なくとも1つの波長変換素子と、を含む。基板は、通常、高い熱伝導率を有する金属、例えば、アルミニウム又はアルミニウム合金、銅又は銅合金、銀又は銀合金、或いは高い熱伝導率を有する別の金属である。また、基板は、例えば、ガラス、サファイヤ、酸化窒化アルミニウム（AlON）、スピネル（MgAl₂O₄）、又はダイヤモンドから形成することもできる。基板は、必要に応じて、鏡面コーティング又は反射コーティングを含むことができ、或いは反射材料から形成することができる。例えば、反射材料/反射コーティングは、金属材料、誘電材料、又はそれらの組み合わせから形成することができる。

20

【0032】

金属材料の例としては、先に特定された金属及び金属合金が含まれる。誘電材料の例としては、フッ化マグネシウム、二酸化ケイ素、五酸化タンタル、硫化亜鉛、窒化ケイ素、酸化ニオブ、二酸化チタンが含まれる。反射コーティングが、多層誘電コーティング又は多層金属コーティングである場合、材料は、通常、一連の層に適用され、所望のスペクトル帯域にわたって反射を増加させる干渉効果を生む。

【0033】

波長変換素子は、少なくとも1つのホスト材料と、少なくとも1つの蛍光体と、1つ以上の誘電干渉粒子から構成されている。いくつかの実施形態では、蛍光体及び誘電干渉粒子は、共通のホスト材料内に配置される。蛍光体及び誘電干渉粒子は、共通のホスト材料全体に均一に分散して、単一層を形成することができる。他の実施形態では、蛍光体及び誘電干渉粒子は、共通のホスト材料内の異なる高さに分布し、その結果、（A）蛍光体及びホスト材料を含有する蛍光体層、並びに（B）誘電干渉粒子及びホスト材料を含有する粒子層が得られる。蛍光体層は、誘電干渉粒子を含有せず、粒子層は、蛍光体を含有しない。さらに、他の実施形態では、蛍光体層及び粒子層は、異なるホスト材料を有する2つの別個の層である。本実施形態は、（A）蛍光体と第1ホスト材料とを含む蛍光体層と、（B）誘電干渉粒子と第2ホスト材料とを含む粒子層と、として説明することができる。第1ホスト材料及び第2ホスト材料は、同じであってもよいし、異なる材料であってもよい。ホスト材料は、均一であってもよいし、均一でなくてもよい。

30

40

【0034】

波長変換素子を形成するために使用されるホスト材料は、理想的にはいくつかの特性の組み合わせを有するべきである。ホスト材料は、ポンプ波長及び放射波長において高い透明性、高い結合強度、高い熱安定性（すなわち、高いT_g又は最大動作温度）、比較的低い硬化/焼結温度、蛍光体との良好な適合性/混和性、及び/又は、望ましい粘性を有している必要がある。これにより、波長変換素子の熱耐久性が向上する。

【0035】

ホスト材料は、光学接着剤又は接着剤、ガラス、セラミック、シリコン、エポキシ、プラスチック（例えば、スチレン、NAS（登録商標）等のスチレン-アクリル共重合体

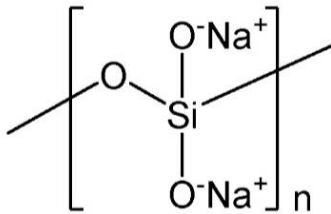
50

、ポリカーボネート、ポリオレフィン、ポリメタクリル酸メチル)等であってもよい。いくつかの特定の実施形態では、ホスト材料は、無機バインダーである。「無機」という用語は、ホスト材料が炭化水素を含まないことを意味する。

【0036】

望ましくは、無機バインダーは、約0.5~約25ppm/ の熱膨張係数(CTE)を有する。特定の実施形態では、無機バインダーは、ケイ酸ナトリウムである。ケイ酸ナトリウムは、化学式(Na_2SiO_3)_nの化合物の一般名であり、また、以下の化学式(I)に見られるように、ポリマーと考えることができる。

【化1】



化学式(I)

10

【0037】

ケイ酸ナトリウムには、無水型と水和型の両方の $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ がある。ここで、 $n = 5, 6, 8$ 、又は9である。ケイ酸ナトリウムは、酸化ナトリウム(Na_2O)に対する二酸化ケイ素(SiO_2)の重量比によって、特徴付けることができる。 $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O}$ の重量比は、2:1から3.75:1まで変化する可能性がある。特定の実施形態では、 $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O}$ の重量比は、約2.5:1から約3.75:1であり、又は約2:1から約3:1である。ケイ酸ナトリウムは、通常は、水溶液として提供される。

【0038】

他の実施形態では、無機バインダーは、ケイ酸ナトリウム以外の他の無機材料から形成することができる。これらの無機材料は、ケイ酸塩、アルミン酸塩、リン酸塩、ホウ酸塩、又は無機ゾルゲルとすることができる。無機ゾルゲルの例には、二酸化ケイ素(SiO_2)又は酸化アルミニウム(Al_2O_3)から作られたゾルゲルが含まれる。

【0039】

無機バインダー、特にケイ酸ナトリウムは、従来のシリコン接着剤よりも高い結合強度を示すことができる。特定の実施形態において、本開示の無機バインダーは、少なくとも100psi、又は少なくとも200psi、又は約100psi~約600psiの初期結合強度を有することができる。この特性は、接着剤が塗布される最高温度、例えば300 で、厚さ0.1mm、接着面積169mm²の2枚のプレートの間に無機バインダーを配置した2枚のアルミニウム試験プレートを用いて測定される。

【0040】

望ましくは、ホスト材料が実質的に光学的に透明である(例えば、ホスト材料は、少なくとも80%、90%を含み、98%まで、又は100%までの光透過率を有する)。これは、例えば、パーキンエルマー社から入手可能なラムダ950分光光度計を使用して、約0.1から約0.2ミリメートルの厚さで測定される。

【0041】

この点に関して、無機材料は、通常、長期間安定であり、したがって、これらのデバイスの性能は、必ずしも時間の経過とともに著しく低下するわけではないことが見出されている。さらに、有機材料は、高い使用温度で、いくらかのガス放出を示す可能性がある。これにより、光学デバイスの近くの構成要素が汚染される可能性がある。さらに、無機バインダーは、高出力状態において、従来の有機接着剤(シリコン材料など)よりも耐久性がある可能性がある。また、それらは、様々なサイズ、形状、及び厚さに柔軟に形成することができる。それらは、高いレーザの放射照度及び温度、すなわち200 を超える

20

30

40

50

高い使用温度の下で、信頼性の高い動作を示す。ある実施例では、それらは、固体レーザープロジェクタが100ワットを超えるものを含む、約60ワットから約300ワットまでのレーザー出力を備えることができる高出力レーザー投影表示システムに使用することができる。このようなデバイスの使用温度は、200以上に達し、高い発光輝度を可能にする。

【0042】

次に、波長変換素子は、励起光を他の波長に変換するための蛍光体粒子（例えば、1つ以上の蛍光体粉末；本明細書では「蛍光体」とも呼ばれる）を含む。具体的には、波長変換素子は、少なくとも1つの緑色発光蛍光体、赤色発光蛍光体、又は黄色発光蛍光体を含むことが意図される。波長変換素子は、必要に応じて、1つの蛍光体のみを含んでもよく、又は2つの蛍光体を含んでもよく、又は3つ以上の蛍光体を含んでもよい。光変換デバイス/波長変換素子が静的である特定の形態では、波長変換素子は、異なる波長の光を放射する2つ以上の蛍光体を有することが意図される。例えば、波長変換素子は、赤色発光蛍光体及び黄色発光蛍光体を含むことができる。（非限定的な例として）使用できる蛍光体の例は、イットリウムアルミニウムガーネット（YAG）、セリウムドープYAG（YAG：Ce）、ルテチウムYAG（LuYAG）、ケイ酸塩ベースの蛍光体、及びシリコンアルミニウム酸窒化物（SIALON）蛍光体を含む。蛍光体は、約5ミクロン～約100ミクロンの粒子サイズを有することができる。

10

【0043】

また、波長変換素子は、1つ以上の誘電干渉粒子を含む。誘電干渉粒子は、通常、青色光を（全体又は部分的に）反射する小さな薄片又は多層誘電材料の粒から構成される。これにより、波長変換素子に大量の損失（loss）や加熱をすることなく、所望の性能/反射量に対する高度な調整が可能になる。使用できる誘電干渉粒子の例には、平面波照明（plane wave illumination）において垂直入射で測定されるとき、放射波長で低反射率（通常、10%未満、理想的には0%）、及びポンプ波長で5%～80%の反射率、を有する単純なロングパスフィルタ（long pass filter）を含む。反射される青色光の量は、誘電干渉粒子の反射率を調整することによって、また、波長変換素子内の粒子の量を変更することによって、変更することができる。誘電干渉粒子を介した青色光（例えば、約20%～約95%）のある程度の透過も望ましい。重要な側面は、誘電干渉粒子がどんなに多く見積もっても光を最小限にしか吸収せず、光は、反射又は透過する。

20

【0044】

各誘電干渉粒子を構成する多層誘電構造は、一連の薄膜層で構成される。これらの層は、必要な性能を生み出すために適切な光学特性を備えた2つ以上の材料で構成される。所与の粒子の層の数は、一般に、1（1）つの層から数千の層まで様々とする事ができる。しかしながら、特定の形態において、誘電干渉粒子は、5（5）～11（11）の個別の層（discrete layers）を有する。

30

【0045】

通常誘電干渉粒子は、高屈折率材料と低屈折率材料の2つの異なる材料のタイプの個別の層から構成される。（材料を通過するときの）光の速度が遅い材料は、高屈折率材料であり、光の速度が速い材料は、低屈折率材料である。通常、所与の誘電干渉粒子について、高屈折率材料と低屈折率材料との間にカットオフ値又は閾値がある。材料には、例えば、チタニア（TiO₂）、ニオブ（Nb₂O₅）、ハフニウム（HfO₂）、アルミナ（Al₂O₃）、及びシリカ（SiO₂）等の酸化物と、硫化亜鉛（ZnS）等の硫化物と、セレン化亜鉛（ZnSe）等のセレン化物と、ゲルマニウム（Ge）やシリコン（Si）等の半導体と、光学干渉コーティングの分野で一般的な他の多くの材料と、が含まれる。これらの材料をブレンド又は合金化して、中間の特性を持つ層を生成することもできる。誘電干渉粒子の材料の選択は、各材料の幅広い物理的屬性によって決まり、用途によって異なる。

40

【0046】

誘電干渉粒子の製造において、選択された材料は、励起波長及び蛍光体の放射波長にわたって吸収が低い必要がある。また、誘電干渉粒子中の材料は、ホスト材料に対して不活

50

性であり、製造環境及び適用環境 (application environments) の両方においてさらされる温度範囲にわたって安定している必要がある。好ましい実施形態では、青色ポンプを有する誘電干渉粒子に使用するために選択される材料は、酸化物である。

【 0 0 4 7 】

図 4 は、誘電干渉粒子 4 0 0 の断面図である。ここで、粒子 4 0 0 は、6 つの層 4 0 2 , 4 0 4 , 4 0 6 , 4 0 8 , 4 1 0 , 4 1 2 から構成されるものとして示されている。層は、高屈折率材料 (4 0 2 , 4 0 6 , 4 1 0) と低屈折率材料 (4 0 4 , 4 0 8 , 4 1 2) との間で交互になっている。高屈折率材料 / 低屈折率材料は、各層において異なる材料であってもよいし、同じ材料であってもよい。

【 0 0 4 8 】

誘電干渉粒子は、種々の方法により調製することができる。1 つの方法では、氷晶石 (Na_3AlF_6) のフィルムが適切な基板上的剥離層として使用される。高屈折率材料と低屈折率材料の交互コーティングを適用して、層を形成し、誘電干渉粒子を構築する。次に、氷晶石フィルムを水に溶解し、誘電干渉粒子を薄片又は粒に分解することができる。別の方法では、フィルムを形成するために、高屈折率材料及び低屈折率材料のコーティングが適用される基板として可撓性材料のロールを用いて、連続堆積システム (continuous deposition system) を使用することができる。ベルトが十分に小さい曲率半径のローラによって曲げられると、フィルムは、基板から剥離して薄片又は粒になる。

【 0 0 4 9 】

蛍光体とホスト材料との重量比は、約 1 : 1 ~ 約 5 : 1 である。すなわち、ホスト材料よりも多くの蛍光体が存在することができ、約 1 : 1 ~ 約 3 : 1 と約 1 : 1 ~ 約 2 : 1 を含む。誘電干渉粒子は、蛍光体の出力と一致するのに十分な量でホスト材料中に存在して、白色光出力を含む所望の色及び / 又は色温度の光を生成することができる。誘電干渉粒子は、ホスト材料内でランダムに配向 / 分布してもよいことに留意されたい。

【 0 0 5 0 】

具体的には、3 つの異なる実施形態が意図される。第 1 の実施形態では、蛍光体及び 1 つ以上の誘電干渉粒子は、波長変換素子が単一の層でできているように、ホスト材料の厚さ全体に分散されている。層は、粒子及び蛍光体の均一な分布を有してもよく、または構成成分の相対的分布は、層の厚さ全体にわたって変化してもよい。

【 0 0 5 1 】

第 2 の実施形態では、蛍光体及び誘電干渉粒子は、ホスト材料の厚さを通して異なる高さに配置されている。言い換えれば、波長変換素子は、少なくとも 1 つの蛍光体層と少なくとも 1 つの粒子層とから形成されていると見なすことができる。蛍光体層は、蛍光体とホスト材料を含み、誘電干渉粒子を含まない。粒子層は、1 つ以上の誘電干渉粒子を含み、蛍光体を含まない。この第 2 の実施形態では、同じホスト材料が概して 2 つの異なる層に使用される。層は、順次適用される別個の分散物 / 混合物を使用して形成される。

【 0 0 5 2 】

第 3 の実施形態は、異なるホスト材料が蛍光体層及び粒子層に使用されることを除いて、第 2 の実施形態と同様である。蛍光体層は、蛍光体と第 1 ホスト材料を含み、誘電干渉粒子を含まない。粒子層は、1 つ以上の誘電干渉粒子と第 2 ホスト材料を含み、蛍光体を含まない。層は、順次適用される別個の分散物 / 混合物を使用して形成される。

【 0 0 5 3 】

波長変換素子は、例えば、分散物 (ホスト材料、蛍光体、及び誘電干渉粒子を含む) を金型内で射出成形することによって、又は機械加工若しくは研磨、若しくはホットプレス及び焼結によって所望の形状に製造された基板の表面に適用することによって、任意の所望の形状に形成することができる。一般に、波長変換素子は、矩形形状又は円環形状又は半円環形状等の任意の形状を有することができる。これらは、それぞれ、静的な適用及び蛍光体ホイールの適用において有用となる場合がある。放物線や双曲線などの他の形状は、特殊な照明用途に使用されてもよい。得られる波長変換素子は、通常、約 0 . 0 5 mm ~ 約 0 . 3 mm の厚さを有することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

波長変換素子は、適切な接着材料によって基板の前面に固定することができる。いくつかの考えられる結合材料には、エポキシ、接着剤、はんだ、接着性シリコーン（任意で、分散したアルミナ粒子などの分散した光反射粒子を含む反射シリコーン材料）などが含まれる。結合材料が蛍光体発光（例えば、反射性シリコーン）に対して十分に反射性がある場合、基板と波長変換素子との間に別個の反射コーティング（上記のように）が必要でなくてもよい。あるいは、機械的固定具を使用して、波長変換素子を基板に固定することができる。別の代替として、ホスト材料自体を使用して、波長変換素子を基板に結合することができる。

【 0 0 5 5 】

あるいは、ホスト材料、1つ以上の蛍光体、及び1つ以上の誘電干渉粒子と一緒に混合して、次に所望の領域で基板に適用するペーストを形成する。ペーストは、例えば、ペーストのディスペンシング（分配）、噴霧、ブラッシング、又はシルク印刷によって適用することができる。ペーストがディスペンシング又はシルク印刷によって適用される用途では、ペーストは、約0～約2,000cP、又は約100cP～約2,000cPを含む、約0～約5,000センチポアズ（cP）、又は約0～約2,500cP、或いは約100cP～約2,500cPの適切な粘度を有するべきである。粘性は、Brookfield DVE SLVT J0粘度計を使用して、又はASTM D1084に従って測定される。また、ホスト材料自体（すなわち、蛍光体なし）は、約0～約2,000cP、又は約100cP～約800cPを含む、約0～約5,000センチポアズ（cP）の適切な粘度を有することができる。

【 0 0 5 6 】

次に、ペーストを硬化させて、波長変換素子を波長変換デバイスの基板上に得る。硬化は、約100～約500の温度での熱硬化によって実施することができる。

【 0 0 5 7 】

また、波長変換素子は、1つ以上の充填剤、1つ以上の無機材料、及び1つ以上の分散剤を含むことができる。

【 0 0 5 8 】

充填剤の添加は、ホスト材料の結合強度を高めることができる。特に、充填剤の添加は、波長変換素子を形成するために使用される組成物の収縮率を低下させ、凝固中の気泡又は亀裂の形成を低減又は防止し、それによって、使用中の応力の量及び/又は影響を低下させ、組成物の結合強度を改善することができる。充填剤は、波長変換素子内の他の材料の熱膨張係数に可能な限り近い（例えば、実質的に同等の）熱膨張係数を有するように選択することができる。同様に、層化を回避するために、充填剤は、波長変換素子内の他の材料の密度にできるだけ近い（例えば、実質的に同等の）密度を有するように選択することができる。充填剤は、粒状、薄片状、又は繊維状の形状など、任意の所望の形状を有してもよい。任意の適切な充填剤を使用することができる。例えば、具体的には、充填剤は、シリカ、ケイ酸塩、アルミン酸塩、又はリン酸塩、又はダイヤモンド粉末であり得ることが想定される。充填剤は、アルミニウム、銅、銀、又は金粉末などの金属粉末とすることができる。充填剤は、窒化アルミニウム又はボラゾンなどの窒化物であってもよい。充填剤は、酸化アルミニウム又は酸化ホウ素などの酸化物であってもよい。充填剤は、金属酸化物、金属窒化物、又は金属硫化物であってもよい。

【 0 0 5 9 】

分散剤の添加は、充填剤をホスト材料全体に分散させるのに有益であり、それにより、望ましくない凝集又は沈降を回避する。任意の適切な分散剤を使用することができる。例えば、具体的には、分散剤は、ポリビニルピロリドン、ポリアクリル酸、ゼラチン、ポリビニルアルコール、セルロース、スチレン-c o -無水マレイン酸、又はリグニンスルホン酸塩などの有機分散剤であり得ることが意図される。あるいは、具体的には、分散剤は、ヘキサメタホスフェート、シリケート、ポリホスフェート、又はヒュームドシリカなどの無機分散剤であり得ることが意図されている。他の変形に関する追加情報は、国際出願

10

20

30

40

50

番号 P C T / C N 2 0 1 7 / 1 0 2 4 6 8 号に提供され、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【 0 0 6 0 】

図 1 A は、光変換デバイス・システム 1 0 0 の一例の断面図である。励起光源 1 0 2 は、左側に配置され、青色光を供給する。光変換デバイス 1 1 0 は、基板 1 1 2 と波長変換素子 1 1 4 とを備える。ここで、波長変換素子は、赤色発光蛍光体、黄色発光蛍光体、及びホスト材料中に分散された誘電干渉粒子を含む。光変換デバイスは、リフレクタ 1 2 0 の焦点に配置され、励起光源は、リフレクタの外側に配置されている。言い換えると、リフレクタは、励起光源と光変換デバイスとの間に配置される。なお、3次元では、リフレクタは半球状であり、励起光が通過するための孔を有している。

10

【 0 0 6 1 】

動作中、光源 1 0 2 は、励起光 1 0 5 を光変換デバイス 1 1 0 に向ける。続いて、3つの異なる色（青、赤、及び黄色）が、光変換デバイスによって光源に向かって戻って放射又は反射される（参照符号 1 2 2）。続いて、光は、リフレクタ 1 2 0 によって集められ、光変換デバイス 1 1 0 を越えて外側に向けられる。

【 0 0 6 2 】

蛍光体応答（phosphor response）及び誘電干渉粒子応答（dielectric interference particle response）は、両方とも概してランバートであるので、光変換デバイス 1 1 0 は、任意の角度で光源 1 0 2 によって照射することができることに留意されたい。これは、図 1 B に示されている。ここで、光源 1 0 2 は、図 1 A のように 0°ではなく、光変換デバイス 1 1 0 に対して 45°の角度にある。光は、軸外放物線を使用して鏡面反射の周囲の半球内に集められ、均一な出力ビームを供給する。

20

【 0 0 6 3 】

図 2 A 及び図 2 B は、蛍光体ホイールの形態の、本開示の回転可能な光変換デバイスの例を示している。図 2 A は、側断面図であり、図 2 B は、正面図である。

【 0 0 6 4 】

まず、図 2 A を参照すると、蛍光体ホイール 2 0 0 は、前面 2 1 2 及び後面 2 1 4 を有する基板 2 1 0 を含む。反射層 2 2 0 は、前面 2 1 2 上に適用される。波長変換素子 2 3 0 は、基板 2 1 0 上の反射層 2 2 0 上に適用される。基板 2 1 0 は、モータ 2 4 0 上に取り付けられて、高速で回転する。蛍光体ホイールは、基板 2 1 0 の平面表面に垂直である軸 A - A の周りを回転する。

30

【 0 0 6 5 】

図 2 B に示すように、1つ以上の波長変換素子 2 3 0 は、基板の前面 2 1 2 に固定又は取り付けられる。具体的には、基板は、円形/円板状であり、波長変換素子は、基板の外周部 2 1 6 に取り付けられている。基板の中心は、参照符号 2 1 5 で示されている。波長変換素子は、半円環形状を有する。図示の実施形態では、2つの波長変換素子 2 3 0 A , 2 3 0 B が図示されており、それぞれが約 180度の弧を有し、その結果、全周が2つの素子によって占められている。素子 2 3 0 A , 2 3 0 B は、異なる色を放射する蛍光体を含むが、両方とも、青色光を反射する誘電干渉粒子を含む。例えば、素子 2 3 0 A は、赤色光を放射し、青色光を反射する。素子 2 3 0 B は、黄色光を放射し、青色光を反射する。必要に応じて多くの変換素子を使用することができ、各素子は、必要に応じて弧の多くを占めることができることを理解されたい。

40

【 0 0 6 6 】

図 2 A に戻って参照すると、動作中、光源（図示せず）からの励起光（実線、参照符号 2 5 2）は、外周部上の波長変換素子 2 3 0 に向けられる。蛍光体によって放射された光（点線、参照符号 2 5 4）は、反射層 2 2 0 で反射し、その後、収集することができる。蛍光体ホイールが回転すると、異なる色の光を得ることができる。

【 0 0 6 7 】

図 3 A 及び図 3 B は、本開示の回転可能な光変換デバイスの別の例を蛍光体ホイールの形態で示す図である。図 3 A は、側断面図であり、図 3 B は、正面図である。

50

【0068】

まず図3Aを参照すると、蛍光体ホイール200は、図2Aのものと非常に類似しており、同じ参照符号が使用されている。ここでの大きな違いは、波長変換素子が蛍光体層232と粒子層234の2つの層からなることである。ここに見られるように、蛍光体層232は、基板210に隣接し、粒子層234は、蛍光体層232に隣接する。言い換えれば、蛍光体層232は、粒子層234と基板210との間にある。ポンプされた励起光は、蛍光体層232に入る前に粒子層234を通過する。

【0069】

図3Bでは、2つの波長変換素子230A, 230Bの粒子層234A, 234Bが見られる。蛍光体層は、各波長変換素子における粒子層の下方に配置される。

10

【0070】

本明細書に記載される波長変換素子は、白色光を生成するように色補正された光を生成し、高出力レベル及び放射輝度で使用する事ができる。

【0071】

光変換デバイスは、追加の層を含むことができる。例えば、波長変換素子は、基板に適用された反射層又はコーティング上に配置することができる。反射層は、金属材料、誘電材料、又はそれらの組み合わせから形成することができる。誘電体ミラーは、当技術分野で知られている。反射層が金属材料である場合、反射層は、通常、基板を形成するために使用される金属とは異なる金属から形成される。

【0072】

さらなる実施形態では、波長変換素子上に平滑化層を適用することができる。平滑化層は、最終デバイスを損傷する可能性のある研磨などの機械的プロセスを使用せずに、最終デバイスの表面粗さを減少させる機能を果たす。これにより、散乱が減少し、波長変換の効率が向上し、結果として生じる光を所望の方向に向ける能力が向上する。

20

【0073】

追加のトップコーティングをデバイスにも適用することもできる。そのようなコーティングは、様々な用途に望まれるように、透明、反射防止、又はスペクトル選択性のコーティングとすることができる。反射防止コーティングは、表面でのリン光反射損失を低減し、従って、外部リン光出力を内部リン光レベルにより近いレベルまで引き上げる。

【0074】

いくつかの実施形態では、波長変換素子の表面が表面ナノ構造を有するように設計することができる。例示的な実施形態では、これらの表面ナノ構造は、一般に、形状が円錐形であり、リン光の波長よりも小さい横寸法を有する。このような表面ナノ構造の存在下では、リン光がホスト材料の屈折率から空気の $n_0 = 1.00$ への急激な屈折率変化としてではなく、むしろ、ホスト材料の屈折率から表面ナノ構造の高さにわたって 1.00 に徐々に変化する実効屈折率の段階的な変化として、界面と相互作用する。一般に、より高い表面ナノ構造は、より緩やかな効果的な遷移を提供し、より広い帯域幅にわたって強化されたリン光透過を提供する。そのようなナノ構造は、米国特許出願第15/429,600号に記載されており、その全体は、参照により本明細書に組み込まれる。

30

【0075】


本明細書に記載される波長変換素子は、蛍光体ホイール及びレーザー投影表示システムにおいて使用可能であると考えられる。それらは、例えば自動車のヘッドライトにおいて固体照明源(solid-state illumination source)と共に使用することもできる。


40

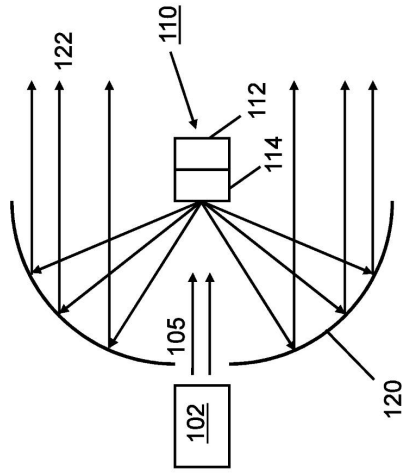
【0076】

本開示は、例示的な実施形態を参照して説明されてきた。修正及び改変が、前述の詳細な説明を熟読及び理解することに応じて、当業者に想起されるであろう。本開示は、添付の請求項又はそれらの均等物の範囲内に該当する限りにおいて、そのような修正及び改変全てを含むものとして解釈されることが意図される。


50

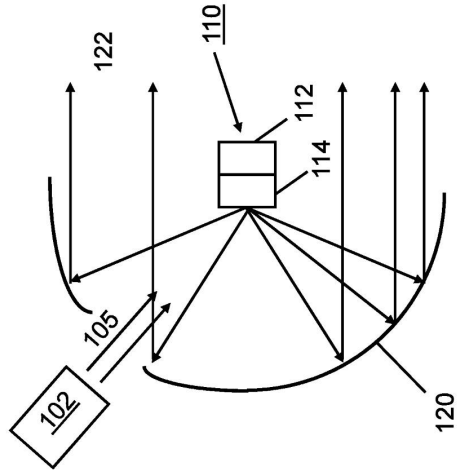
【面】

【 1 A】



100


【 1 B】

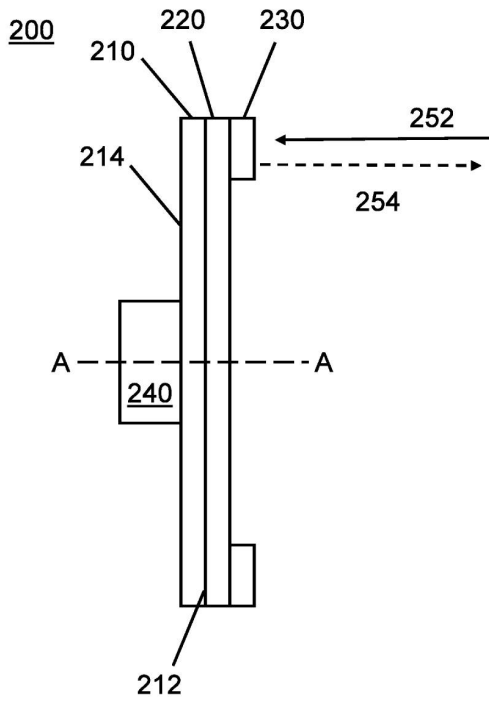



100

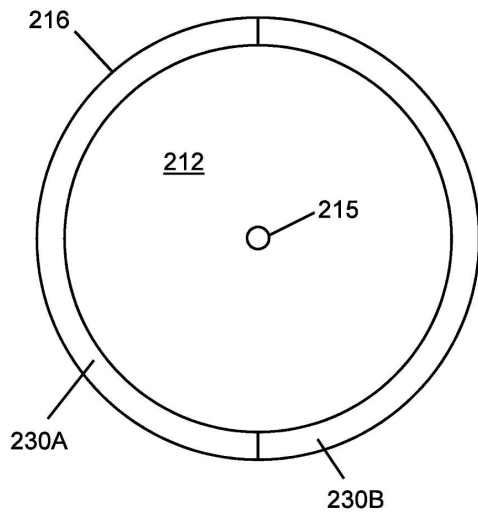
10

20

【 2 A】



【 2 B】

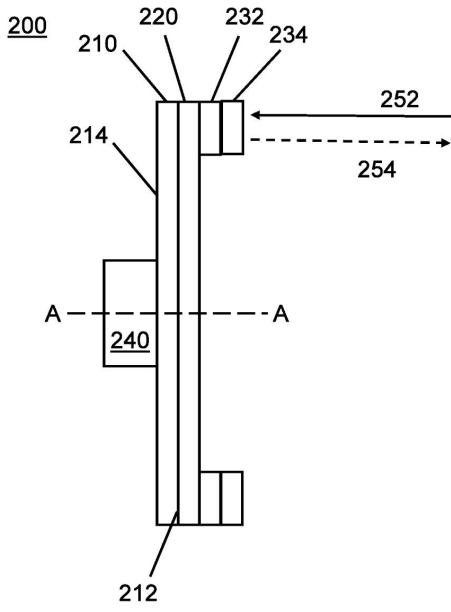


30

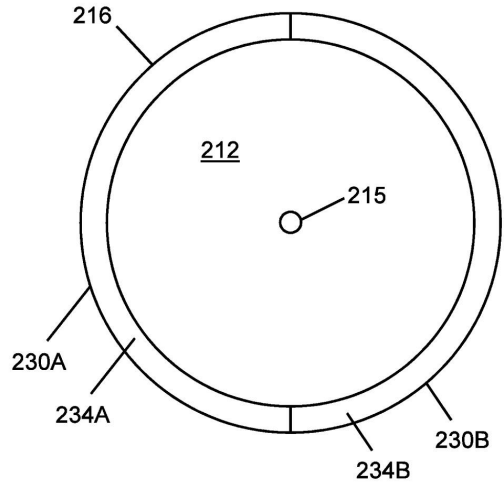
40

50

【 図 3 A 】

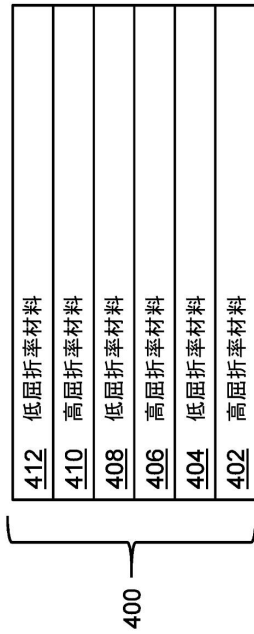


【 図 3 B 】



10

【 図 4 】



20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

G 0 3 B 21/14 (2006.01)

F I

G 0 3 B 21/14

A

ブルバード 6 0 7 0

審査官 辻本 寛司

(56)参考文献

国際公開第 2 0 1 6 / 1 2 9 4 1 9 (W O , A 1)

特開 2 0 1 8 - 1 0 9 1 4 1 (J P , A)

特開 2 0 1 5 - 0 9 7 2 6 3 (J P , A)

特開 2 0 0 8 - 2 3 0 2 1 8 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 2 4 8 1 5 8 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 1 0 7 3 6 8 (U S , A 1)

国際公開第 2 0 1 7 / 1 6 9 1 8 7 (W O , A 1)

特開 2 0 1 6 - 1 6 7 5 8 6 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)

G 0 2 B 5 / 2 0

H 0 1 L 3 3 / 5 0

H 0 1 L 3 3 / 6 0

F 2 1 V 9 / 3 8

F 2 1 V 7 / 3 0

G 0 3 B 2 1 / 1 4