

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7296932号
(P7296932)

(45)発行日 令和5年6月23日(2023.6.23)

(24)登録日 令和5年6月15日(2023.6.15)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 2 B	5/20 (2006.01)	G 0 2 B	5/20
G 0 2 B	1/11 (2015.01)	G 0 2 B	1/11
F 2 1 V	9/30 (2018.01)	F 2 1 V	9/30
F 2 1 V	7/30 (2018.01)	F 2 1 V	7/30
F 2 1 V	3/00 (2015.01)	F 2 1 V	3/00 3 2 0
請求項の数 17 (全15頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2020-200031(P2020-200031)	(73)特許権者	508348680
(22)出願日	令和2年12月2日(2020.12.2)		マテリオン コーポレイション
(62)分割の表示	特願2018-544164(P2018-544164)の分割		アメリカ合衆国 オハイオ 4 4 1 2 4 , メイフィールド ハイツ, パークランド ブルバード 6 0 7 0
原出願日	平成28年3月2日(2016.3.2)	(74)代理人	100078282
(65)公開番号	特開2021-60586(P2021-60586A)		弁理士 山本 秀策
(43)公開日	令和3年4月15日(2021.4.15)	(74)代理人	100113413
審査請求日	令和2年12月2日(2020.12.2)		弁理士 森下 夏樹
前置審査		(72)発明者	ジャン デイビッド
			中華人民共和国 2 0 0 1 3 1 シャンハ イ, ブードン, ワイガイチャオ フリー トレード ゾーン, フ テ ドン サン ロ ード ナンバー 7 6 , ビルディング ナ ンバー 3 3
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学的に向上させられた光変換器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光変換器であって、前記光変換器は、
光変換粒子を結合材料中に備える光変換層であって、前記光変換層は、放出光を前記光
変換層上に入射する励起光から発生させ、前記光変換層は、粗表面を有し、前記結合材料
は、ポリマー材料を含む、光変換層と、
前記光変換層の表面上の平坦化層であって、前記平坦化層は、ポリマー材料、有機材料
、または複合材料を備え、かつ、4 0 0 n m ~ 1 0 0 0 n mの厚さを有し、前記平坦化
層は、前記光変換層の屈折率に類似するように設定される低屈折率を有し、前記平坦化層
の屈折率と前記光変換層の屈折率との間の差異は、前記光変換層の屈折率の1 0 %未満で
あり、前記平坦化層は、0 . 0 2 μ m未満である粗度平均 R a を有する、平坦化層と、
前記平坦化層の表面の一部としての少なくとも1つの光学コーティング、または、前記
平坦化層の前記表面上にある少なくとも1つの光学コーティングと
を備える、光変換器。

【請求項2】

前記平坦化層の前記表面は、前記光変換層の前記表面の粗度平均 R a の0 . 2 5 倍以下
である R a を有する、請求項1 に記載の光変換器。

【請求項3】

前記平坦化層の前記表面は、前記励起光または放出光の波長の0 . 1 倍以下の粗度平均
R a を有する、請求項1 または請求項2 に記載の光変換器。

【請求項 4】

前記ポリマー材料は、シリコン材料を含む、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光変換器。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの光学コーティングは、薄膜コーティングを備える、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の光変換器。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの光学コーティングは、前記光変換層の前記表面と比較して比較的平滑である前記平坦化層の前記表面上に提供され、前記少なくとも 1 つの光学コーティングは、反射防止 AR コーティング、高反射 HR コーティング、ダイクロイックフィルタ DF コーティング、および金属コーティングのうちの 1 つ以上を備える、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の光変換器。

【請求項 7】

前記光変換粒子は、蛍光体粒子である、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の光変換器。

【請求項 8】

前記平坦化層は、前記光変換層の第 1 の表面上にあり、前記光変換器はさらに、前記光変換層の第 2 の表面上の光学機能層を備え、前記光変換層の前記第 2 の表面は、前記光変換層の前記第 1 の表面に対して前記光変換層の反対側にある、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の光変換器。

【請求項 9】

前記光学機能層は、反射樹脂材料を備える、請求項 8 に記載の光変換器。

【請求項 10】

基板と、

前記基板上の請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の光変換器とを備える、光学デバイス。

【請求項 11】

前記光学デバイスは、カラーホイール、蛍光体ホイール、投影ディスプレイ、および自動車用ヘッドライトのうちの 1 つである、請求項 10 に記載の光学デバイス。

【請求項 12】

光変換器を製造する方法であって、

平坦化層を光変換層の表面上に堆積させることであって、前記光変換層は、光変換粒子を結合材料中に備え、放出光を前記光変換層上に入射する励起光から発生させる、ことと、少なくとも 1 つの光学コーティングを前記平坦化層の表面に塗布すること、または、少なくとも 1 つの光学コーティングを前記平坦化層の前記表面内に形成することとを含み、

前記平坦化層は、ポリマー材料、有機材料、または複合材料を備え、かつ、 $400\text{ nm} \sim 1000\text{ nm}$ の厚さを有し、前記平坦化層は、前記光変換層の屈折率に類似するように設定される低屈折率を有し、前記平坦化層の屈折率と前記光変換層の屈折率との間の差異は、前記光変換層の屈折率の 10 % 未満であり、

前記平坦化層は、 $0.02\text{ }\mu\text{m}$ 未満である粗度平均 Ra を有し、

前記光変換層は、粗表面を有し、

前記結合材料は、ポリマー材料を含む、方法。

【請求項 13】

前記平坦化層を堆積させるステップは、分注、噴霧、ブラッシング、スパッタリング、スピンコーティング、またはシルクもしくはスクリーン印刷を含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記平坦化層を堆積させるステップはさらに、 150°C 以下の温度で前記平坦化層を熱硬化することを含む、請求項 12 または請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記平坦化層の前記ポリマー材料は、シリコンを含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記平坦化層を堆積させるステップに先立って、

前記光変換層を基板上に提供することをさらに含む、請求項 12 から 15 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 17】

前記基板を光学機能層でコーティングすることをさらに含み、

前記光変換層を前記基板上に提供するステップは、前記光変換層を前記光学機能層上に提供することを含む、請求項 16 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蛍光体ホイル等の光学デバイスの一部を形成し得る、固体光変換材料を備える、光変換器に関する。光変換器を製造する方法もまた、提供される。

【背景技術】

【0002】

蛍光体等の光変換（または波長変換）材料は、種々の用途において、特に、光学デバイスにおいて使用される。既存の例示的光変換器 100 の断面の概略描写が、図 1 に示される。これは、光変換層 101 と、高反射コーティング 102 とを備える。光変換層 101 は、従来、硬化シリコン糊 101b 等のポリマー結合剤中に蛍光体粒子（粉末）101a を備える。これは、蛍光体含有シリコン（PIS）タイプとして知られる。蛍光体粒子 101a は、分注、スクリーン印刷、または別のコーティング方法によって、液体透明シリコン 101b 中に分散され、次いで、熱的に硬化および固化される。光変換層 101 は、粗表面 101c をその高反射コーティング 102 が提供されるものと反対の側に有する。

【0003】

励起光 103a が、光変換層 101 上に入射し、蛍光体粉末 101a は、これを放出光に変換する。高反射コーティング 102 は、本放出光をあらゆる可能性として考えられる方向から捕捉し、放出光 103b が全て、励起光 103a と反対方向に進行するように、それを反射させる。したがって、光変換器 100 は、反射タイプである。また、高反射コーティング 102 を伴わない光変換層 101 を提供することも公知であって、そのような光変換器は、透過性タイプである。

【0004】

そのような光変換器の 1 つの用途は、単一光源（典型的には、狭範囲の波長）の励起光と異なる 1 つまたは典型的には複数の波長の放出光を発生させるための光学デバイスである、蛍光体ホイルである。例示的蛍光体ホイルは、共通の発明者を有する、第 WO 2014/016574 号に説明されている。

【0005】

次に、図 2a および 2b を参照すると、それぞれ、公知の蛍光体ホイル構造の第 1 および第 2 の実施例が、概略形態において示される。2 つの実施例は、類似特徴を有し、同一特徴が、示される場合、同じ参照番号が、使用されている。光変換器 201 が、ディスク基板 202 上に提供される。光変換器 201 は、図 1 によると、PIS タイプである。光変換器 201 は、単一カラー蛍光体リング（図 2a に示されるように、同心パターンにおいて）として、または、それぞれが具体的色を伴う光を発生させるために使用される（図 2b に示される）、複数のカラー区画 201（R）（赤色）、201（Y）（黄色）、および 201（G）（緑色）として形成される。光変換器 201 は、光スペクトルをスペクトル波長の第 1 の範囲の励起光からスペクトル波長の第 2 の異なる範囲の放出（または再放出）光に変換する。励起光 203a（源光、例えば、青色光）は、光変換器 201 上に入射すると、放出光 203b（例えば、特に、201（Y）の場合、黄色光）の発生を

10

20

30

40

50

生じさせる。放出光 203b は、ディスク基板 202 によって反射され、放出光 203b はレンズシステム（図示せず）によって集光される。典型的には、ディスク基板 202 は、使用の間、回転されるが、本デバイスは、静的（非回転）構成において使用されることもでき、その場合、蛍光体ホイールとして知られていない場合がある。

【0006】

特に、蛍光体ホイールにおいて使用するための光変換器の、特に、効率、出力電力、および温度管理の観点から性能を改良することは、有意な課題である。本課題が対処される 1 つの方法は、PIS タイプ光変換層をセラミック変換器または蛍光体ガラス等の固体光変換材料と置換することによるものである。しかしながら、PIS タイプ材料は、そのような固体光変換材料に優る利点を有する。例えば、それらは、より柔軟な色選択肢、より単純な構造、およびより安価なコストを可能にし得る。使用されている光変換層のタイプを変化させずに、性能改良を提供することが有利となるであろう。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

本背景に照らして、請求項 1 に記載の光変換器および請求項 12 に準拠する光学デバイスが、提供される。また、請求項 14 に準拠する光変換器を製造する方法も提供される。他の好ましい特徴は、請求項および以下の説明を参照して開示される。

【0008】

少なくとも 1 つの光学コーティングを光変換層上に備える光変換器であって、光変換粒子（例えば、蛍光体粉末）を結合材料（例えば、シリコン等のポリマー）中に備える光変換層が、有利であり得ることを認識されたい。平坦化層が、有利には、光変換層の表面上に提供される。光学コーティングは、有益には、平坦化層の一部として、またはその表面上に提供される。平坦化層の表面（少なくとも 1 つの光学コーティングに隣接する）は、光学的に平滑および／または光変換層の表面（平坦化層に隣接する）と比較して比較的平滑である。

【0009】

結合剤中の蛍光体粒子から形成される光変換層は、粗表面を有し得、本表面をそのような光学コーティングでコーティングすることが困難であり得る。平坦化層は、光学コーティング（または複数のコーティング）がより容易に塗布され得る、より平滑な表面、例えば、光学的に平滑な表面を有する。例えば、これは、 $0.02\text{ }\mu\text{m}$ 以下の粗度平均（Ra）を有してもよい。平坦化層は、シリコン材料、有機材料、または複合材料を備えてもよい。

【0010】

平坦化層は、分注、噴霧、ブラッシング、スパッタリング、スピンコーティング、またはシルクもしくはスクリーン印刷によって堆積されてもよい。好ましくは、平坦化層は、特に、熱硬化することによって硬化される。熱硬化は、低温で、例えば、 150°C 以下、および／または長時間、例えば、少なくとも 1 または 2 時間にわたって行われてもよい。これは、真下の光変換層に影響を及ぼさずに、平坦化層が平滑層として形成されることを可能にし得る。

【0011】

光学コーティングは、反射防止（AR）コーティング、高反射（HR）コーティング、ダイクロイックフィルタ（DF）コーティング、および／または金属コーティング等の薄膜コーティングであってもよい。光学コーティングは、動作温度を有意に、例えば、約 9°C 低減させながら、光変換器の性能（効率の観点から）を 5% 改良し得る。

本明細書は、例えば、以下の項目も提供する。

（項目 1）

光変換器であって、

放出光を光変換層上に入射する励起光から発生させるための光変換粒子を結合材料中に備える光変換層と、

10

20

30

40

50

前記光変換層の表面上の平坦化層と、

前記光変換層の表面と比較して比較的平滑である前記平坦化層の表面の一部であるかまたは前記平坦化層の表面上にある少なくとも1つの光学コーティングと、
を備える、光変換器。

(項目2)

前記平坦化層の表面は、光学的に平滑であるように構成される、項目1に記載の光変換器。

(項目3)

前記平坦化層の表面は、前記光変換層の表面のRaの0.25倍以下の粗度平均Raを有する、項目1または項目2に記載の光変換器。

(項目4)

前記平坦化層の表面は、前記励起光または放出光の波長の0.1倍以下の粗度平均Raを有する、前記項目のいずれかに記載の光変換器。

(項目5)

前記平坦化層は、シリコン材料、有機材料、または複合材料を備える、前記項目のいずれかに記載の光変換器。

(項目6)

前記少なくとも1つの光学コーティングは、薄膜コーティングを備える、前記項目のいずれかに記載の光変換器。

(項目7)

前記少なくとも1つの光学コーティングは、反射防止ARコーティング、高反射HRコーティング、ダイクロイックフィルタDFコーティング、および金属コーティングのうちの1つまたはそれを上回るものを備える、前記項目のいずれかに記載の光変換器。

(項目8)

前記光変換粒子は、蛍光体粒子であり、前記結合材料は、シリコン材料である、前記項目のいずれかに記載の光変換器。

(項目9)

前記平坦化層は、前記光変換層の第1の表面上にあり、前記光変換器はさらに、
前記光変換層の第2の表面上の光学機能層を備える、
前記項目のいずれかに記載の光変換器。

(項目10)

前記光変換層の第2の表面は、前記光変換層の第1の表面の反対である、項目9に記載の光変換器。

(項目11)

前記光学機能層は、反射樹脂材料を備える、項目9または項目10に記載の光変換器。

(項目12)

基板と、
前記基板上の前記項目のいずれかに記載の光変換器と、
を備える、光学デバイス。

(項目13)

前記光学デバイスは、カラーホイール、蛍光体ホイール、投影ディスプレイ、および自動車用ヘッドライトのうちの1つである、項目12に記載の光学デバイス。

(項目14)

光変換器を製造する方法であって、

平坦化層を光変換層の表面上に堆積させるステップであって、前記光変換層は、光変換粒子を結合材料中に備え、放出光を前記光変換層上に入射する励起光から発生させる、ステップと、

少なくとも1つの光学コーティングを前記平坦化層の表面に塗布するかまた少なくとも1つの光学コーティングを前記平坦化層の表面内に形成するステップであって、前記平坦化層の表面は、前記光変換層の表面と比較して比較的平滑である、ステップと、

10

20

30

40

50

を含む、方法。

(項目 1 5)

前記平坦化層を堆積させるステップは、分注、噴霧、ブラッシング、スパッタリング、スピンコーティング、またはシルクもしくはスクリーン印刷を含む、項目 1 4 に記載の方法。

(項目 1 6)

前記平坦化層を堆積させるステップはさらに、前記平坦化層を硬化するステップを含む、項目 1 4 または項目 1 5 に記載の方法。

(項目 1 7)

前記平坦化層を硬化するステップは、150℃以下の温度で熱硬化するステップを含む、項目 1 6 に記載の方法。

(項目 1 8)

前記平坦化層を堆積させるステップに先立って、
前記光変換層を基板上に提供するステップをさらに含む、
項目 1 4 から 1 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

(項目 1 9)

前記基板を光学機能層でコーティングするステップをさらに含み、
前記光変換層を前記基板上に提供するステップは、前記光変換層を前記光学機能層上に提供するステップを含む、項目 1 8 に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【0012】

本発明は、いくつかの方法で実践されてもよく、好ましい実施形態が、ここで、一例としてのみ、付随の図面を参照して、説明されるであろう。

【図 1】図 1 は、既存の例示的光変換器の断面図を図式的に描写する。

【図 2 a】図 2 a は、図 1 による光変換器を備える、第 1 の例示的な公知の蛍光体ホイール構造を示す。

【図 2 b】図 2 b は、図 1 による光変換器を備える、第 2 の例示的な公知の蛍光体ホイール構造を示す。

【図 3】図 3 は、本開示による、第 1 の光変換器実施形態の断面図を図式的に図示する。

【図 4】図 4 は、第 1 の蛍光体ホイール実施形態の分解概略図を描写する。

【図 5】図 5 は、第 2 の蛍光体ホイール実施形態の分解概略図を描写する。

【0013】

【図 6】図 6 は、図 4 および 5 の蛍光体ホイール実施形態を試験するための構成の概略図を図示する。

【発明を実施するための形態】

【0014】

最初に、図 3 を参照すると、光変換器 300 の実施形態の断面図が、図式的に図示される。光変換層 301 と、高反射コーティング層 302 と、平坦化層 304 と、光学コーティング 305 とが、示される。

【0015】

光変換層 301 が、高反射コーティング層 302 上に形成される。図 1 に示される公知の実施形態に準拠して、光変換層 301 は、蛍光体粒子（粉末）301a を硬化シリコーン糊 301b 等のポリマー結合剤中に備える。言い換えると、本光変換層 301 は、蛍光体含有シリコーン（PIS）タイプである。光変換層 301 は、高反射コーティング 302 が提供されるものと反対側にざらざらした粗表面 301c を有する。図 3 に示されるように、励起光 303a が、光変換層 301 上に入射し、該光変換層は、これを異なる波長の光に変換し、次いで、高反射層 302 によって反射され、放出光 303b を提供する。

【0016】

平坦化層 304 が、光変換層 301 の粗表面 301c 上に堆積される。平坦化層 304 は、シリコーン接着剤である。平坦化層 304 の適用および／または厚さは、光学表面（

10

20

30

40

50

光学的に平滑)が顕微鏡寸法において達成されるように制御される。例えば、平坦化層304の粗度平均(Ra)は、0.02 μm未満であってもよい。平坦化層304の厚さは、本層を光学的に平滑にするために十分であるように作製される、例えば、400 nm~1000 nmまたは最大(随意に、それらの値を含む)100 μm、150 μm、もしくは200 μmの厚さであることができる(400 nm、1 μm、100 μm、もしくは150 μmは、随意に、最小厚であってもよい)。これは、硬化され、より優れた取扱のための堅固な乾燥表面を提供する。150℃を下回る温度での1または2時間にわたる熱硬化が、使用される。本温度限界は、特に、真下の光変換層301に損傷を及ぼすことを回避するためのものである。

【0017】

光学コーティング305は、反射防止ARコーティング等の薄膜コーティングである。これは、平坦化層304が硬化された後に適用される。PVDが、本コーティングを適用するために使用される。ARコーティング305は、励起光303aに暴露されるように光変換層301の側に塗布される。これは、光変換層301との界面における励起光303aの反射損失を低減させるために意図される。本コーティングの厚さは、設計性能、使用される薄膜材料、および平坦化層304等の隣接する材料の特性に基づく。

【0018】

平坦化層304および光学コーティング305は、さらなる二次的利点を提供することができる。平坦化層304は、典型的には、光変換層301のものを下回る、低屈折率を有する。これは、光変換層301の中への放出光303b集光および/またはそこからの光出現の角度を増加させる(表面に対する法線方向に対して少なくとも30度まで)。したがって、変換される光の総抽出が、改良される。

【0019】

実際、前述の効果の組み合わせは、5%の性能改良を提供し、PIS光変換層201の温度を9℃低減させることが実証された。これは、PISタイプ光変換器が、より効果的に使用され、他のタイプの光変換器と関連付けられた問題を回避することを可能にすることができる。

【0020】

高反射コーティング層302は、随意であって、そのような層を伴わない実施形態は、以下に議論されることに留意されたい。また、光変換層301の構造は、任意のタイプの粒子含有結合剤構成に変動されてもよい。そのような構造は、光学コーティングが塗布される場合に問題を生じさせ得る、粗外側表面を伴って形成される傾向にある。

【0021】

平坦化層304は、シリコンから形成される必要はない。本層のための望ましい特性として、低吸収率、広帯域(380 nm~800 nm)内における高透過率(少なくとも50%、60%、70%、75%、80%、85%、90%、または95%)、光学的に平滑な表面を容易に形成することが可能であること、低コスト、製造が容易であることのうちの1つまたはそれを上回るものが挙げられ得る。特に、SiO₂および/またはAl₂O₃を備える、他の材料も、使用されてもよい。ある場合には、平坦化層304の屈折率は、光変換層201のものの未満であり得、随意に、依然として、信頼性のある光学膜がその上に形成されることを可能にしながら、可能な限り低いものである(1.3、1.25、1.2、1.1、または1.05未満)。屈折率は、使用されている光学コーティングに応じて設定されてもよく、高屈折率が、ARコーティングが使用されるときには好ましくあり得る。

【0022】

有利には、平坦化層304の屈折率は、光変換層301のものに近いまたはそれに合致するように設定され得る。例えば、YAG蛍光体は、1.7またはそれを上回る高屈折率を有する。シリコン樹脂中に分散される蛍光体は、典型的には、約1.4~1.5の屈折率を有し、光変換層301を形成する。屈折率の差異に起因して、かなりの割合の光が、これらの層間の界面で散乱され得る。

10

20

30

40

50

【0023】

平坦化層304は、具体的屈折率を有するために好ましいが、光学コーティングが所望の屈折率を伴って平坦化層304上に形成されるための代替アプローチもある。TIRおよびコーティングの塗布のための好適性の両機能において統合される、低屈折率を伴う平坦化層304を有することは、有意な利点を提供する。平坦化層304は、任意のシリコン接着剤プロセス（噴霧等）によって形成されてもよいが、代替として、分注、ブラッシング、スパッタリング、スピンコーティング、またはシルクもしくはスクリーン印刷が挙げられ得る。ゾルゲル／浸漬コーティング、CVD、磁気スパッタリングPVD（良好な膜密度を提供し得る）、または他の技法が、代替として、平坦化層を堆積させるために使用されてもよい。熱硬化の代わりに、室温加硫（RTV）が、使用されてもよい。

10

【0024】

高反射（HR）コーティング（典型的には、使用されない）、ダイクロイックフィルタ（DF）コーティング（励起および／または放出光をフィルタ処理するため）、および／または金属コーティング（ALFlex（TM）またはSILFlex（TM）等であるが、再び、典型的には、使用されない）等の付加的または代替タイプの光学コーティングが、平坦化層304上に提供されてもよい。浸漬コーティングが、PVDに加えて、またはその代替として、光学コーティングを塗布するために使用されてもよい。他の公知の技法も、可能性として考えられ得る。

【0025】

概して、放出光を光変換層上に入射する励起光から発生させるための光変換粒子を結合材料中に備える光変換層と、光変換層の表面上の平坦化層とを備える、光変換器が、提供され得る。平坦化層の表面は、光学的に平滑および／または光変換層の表面より平滑である。少なくとも1つの光学コーティングは、有益には、平坦化層の平滑表面の一部である、またはその上にある。言い換えると、平坦化層の表面は、具体的値および／または光変換層の表面（平坦化層に隣接する）の粗度を下回る、粗度を有する。光学コーティングが、次いで、平坦化層に塗布される、または平坦化層とともに形成されることができる。

20

【0026】

加えて、または代替として、平坦化層を光変換層の表面上に堆積させるステップであって、光変換層は、光変換粒子を結合材料中に備え、放出光を光変換層上に入射する励起光から発生させる、ステップと、少なくとも1つの光学コーティングを平坦化層の表面に塗布するかまたは少なくとも1つの光学コーティングを該平坦化層の表面内に形成するステップとを含む、光変換器を製造する方法が、検討され得る。平坦化層の表面は、有益には、光変換層の表面と比較して比較的平滑である。本方法は、光変換器に関して本明細書に説明される特徴のいずれかを提供するためのステップを有してもよい。

30

【0027】

異なるアプローチでは、光変換層の表面は、平坦化層を参照して本明細書に説明されるような粗度を有し得る。これは、（PIS）光変換層表面を平滑化することによって、例えば、（シリコン）材料を適切に分注および／または硬化し、その最終固化前に成形することによって達成され得る。そのようなアプローチでは、平坦化層は、必要ないであろう。光学コーティング、例えば、約1 μm 厚の二酸化ケイ素コーティングが、次いで、直接、光変換層表面上に堆積され得る。しかしながら、本アプローチは、製造において実装が困難であって、性能は、付加的平坦化層が提供されるときほど良好ではないことが見出されている。

40

【0028】

光変換粒子は、典型的には、蛍光体粒子である。結合材料は、好ましくは、ポリマーである。例えば、これは、シリコン材料を備えてもよい。平坦化層は、結合材料と同一材料を備えてもよい（またはそれから形成されてもよい）。

【0029】

平坦化層の表面は、典型的には、光学的に平滑であるように構成される。これは、光の入射広角（表面から少なくとも5、10、15、20、25、30、35、40、または

50

45度)および/または広波長範囲(380nm~800nmもしくは少なくとも励起光および/または放出光の波長)に及び得る。例えば、これは、0.03μm、0.025μm、0.02μm、0.015μm、0.01μm、または0.005μm以下の(またはそれ未満の)粗度平均(Ra)を有してもよい。平坦化層の表面は、光変換層の表面のRaの0.5、0.4、0.3、0.25、0.2、0.1、または0.05倍以下のRaを有してもよい。加えて、または代替として、平坦化層の表面は、励起光または放出光の波長の0.3、0.25、0.2、0.1、0.05、または0.01倍以下のRaを有してもよい。

【0030】

平坦化層は、光変換層のものを下回る、それに類似する、またはそれを上回る、光学屈折率を有することができる。典型的には、平坦化層の屈折率と光変換層の屈折率との間の差異は、光変換層の屈折率の50%、40%、30%、25%、20%、15%、10%、または5%未満である(またはそれ以下である)べきである。加えて、または代替として、平坦化層の光学屈折率は、いくつかの実施形態では、1.7、1.6、1.5、1.4、1.3、1.25、1.2、1.1、または1.05未満であって(またはそれ以下である)、他の実施形態では、それを上回ってもよい(または少なくともその値である)。平坦化層は、シリコン材料、有機材料、または複合材料を備えてもよい。これは、SiO₂および/またはAl₂O₃を備えてもよい。平坦化層は、分注、噴霧、ブラッシング、スパッタリング、シルク印刷、またはスクリーン印刷のうちの任意の1つまたはそれを上回るものによって堆積されてもよい。平坦化層はさらに、例えば、熱硬化または室温加硫(RTV)によって硬化されてもよい。熱硬化は、150℃以下の(またはそれ未満の)温度で行われてもよい。熱硬化の持続時間は、約または少なくとも1もしくは2時間であってもよい。

【0031】

少なくとも1つの光学コーティングは、好ましくは、薄膜コーティングを備える。少なくとも1つの光学コーティングは、反射防止(AR)コーティング、高反射(HR)コーティング、ダイクロイックフィルタ(DF)コーティング、および金属コーティングのうちの1つまたはそれを上回るものを備えてもよい。

【0032】

平坦化層は、光変換層の第1の表面上にある。光変換層はさらに、光学機能層を光変換層の第2の表面(典型的には、光変換層の第1の表面の反対である)上に備えてもよい。例えば、光学機能層は、高反射材料または反射樹脂層を備えてもよい。

【0033】

光変換器は、好ましくは、光学デバイスの一部として実装される。特に、光学デバイスは、基板を備えてもよい。次いで、光変換器は、基板上に提供されてもよい(その上に搭載される、またはそこに取り付けられる)。基板は、金属材料、非金属材料、または複合材料を備えてもよい(またはそれから形成される)。特に、光学デバイスは、カラーホイール、蛍光体ホイール、投影ディスプレイ、および自動車用ヘッドライトのうちの1つであってもよい。

【0034】

次に、図4を参照すると、第1の蛍光体ホイール400実施形態の分解概略図が、描写される。これは、基板402と、光変換層401と、平坦化層404と、光学コーティング405とを備える。基板402は、高反射膜でコーティングされた金属ディスクである。光変換層401は、PISタイプ(前述のように)であって、典型的には、分注、スクリーン印刷、または別のコーティング方法によって、基板402に適用される。層は、次いで、熱的に硬化および固化され、カラー区画またはカラーリングを形成する。平坦化層404が、シリコンから形成され、ARおよび/またはDFコーティングである、光学コーティングが塗布される、光学的に平滑な表面を提供する。構築されたカラー/蛍光体ホイールモジュールは、モータ上に搭載され、高速で回転する。光変換層401、平坦化層404、および光学コーティング405の形成は、図3に関して説明されたものに従う。

【0035】

具体的実施形態が説明されたが、当業者は、変形例および修正が可能性として考えられることを理解するであろう。例えば、図3の光変換器を参照して前述の代替のいずれも、図4の実施形態に等しく適用されてもよい。基板402のための他の形状および／または材料も、検討され得る。さらに、基板は、高反射膜を有する必要はない。これは、金属反射基板であってもよい。代替として、反射層は、平坦化層404のものと反対の光変換層401の側に提供されなくてもよい。基板は、（完全または部分的に）光学的に透明であってもよい。したがって、カラー／蛍光体ホイールは、透過性タイプであってもよい。基板402は、モータ上に搭載および／または回転される必要はない。代わりに、静的（非回転）構成において使用されてもよい。

10

【0036】

別の代替実装は、平坦化層および光学コーティングを1つの層として組み合わせてもよい。平坦化層が、本層のための厚さの賢明な選択肢を伴って、（それぞれ、下方の波長変換層、典型的には、シリコン中の蛍光体と、上方の空気とである）2つの圍繞媒体の略中間に屈折率を有するように選定される場合、層は、平滑かつ単一層のARコーティングであるように形成され得る。加えて、または代替として、平坦化層が十分に薄く作製された場合、薄膜スタックの一部となり、例えば、それをARコーティング設計の一部にし得る。その屈折率および厚さは、次いで、必要に応じて、ARコーティング設計によって制御されてもよい。

【0037】

ここで図5を参照すると、第2の蛍光体ホイール実施形態の分解概略図が、描写される。蛍光体ホイール500は、基板502と、光変換層501と、平坦化層504と、光学コーティング505と、高反射シリコン層506とを備える。高反射シリコン層506は、我々の同時係属中の国際（PCT）特許出願第PCT/CN2015/097366号（その内容は、参照することによって本明細書に組み込まれる）に説明されるような反射樹脂層と見なされ得る。図5の実施形態は、同時係属中の特許出願に説明されるような反射樹脂層と組み合わせた本開示の光変換器の実装と見なされ得る。

20

【0038】

高反射シリコン層506は、Dow Corning CorporationによってC1-2001という名称下で販売されている、シリコン材料である。本材料についてのさらなる情報は、その技術データシートおよび安全性データシート上に見出され得、その内容は、参照することによって組み込まれる。本材料の主成分は、オクタメチルトリシロキサン（反射樹脂である）であって、また、二酸化チタン（濃度約20～30%、屈折率2.1）と、二酸化ケイ素（約1～5%、RI1.47）と、水酸化アルミニウム（約1～5%、RI1.8）とを備える。これらの付加的成分は、光拡散反射のためのさらなる活性成分であり得る。本材料は、室温において、丈夫で、弾力性があり、かつ非粘性の表面に硬化し、低燃焼性を有するが、弱熱加速（溶媒蒸発分離後）は、インライン処理を加速し得る。材料はまた、流動を向上させ、狭い間隙および空間を充填する、低粘度を有する。典型的には、好適な材料は、長時間周期（少なくとも1,500時間）の間、-45～200℃（-49～392°F）の温度範囲にわたって動作すべきである。しかしながら、スペクトルの低および高温端では、特定の用途における材料の挙動および性能は、より複雑となり、付加的考慮を要求し得る。性能に影響を及ぼし得る要因は、構成要素の構成および応力感度、冷却率および保持時間、ならびに以前の温度履歴である。高温端では、硬化されたシリコンエラストマーの耐久性は、時間および温度依存である。

30

40

【0039】

シリコン材料は、コーティング前に有機溶媒と混合され、この場合、メチルシロキサンを備え、OS-20という名称下でDow Corning Corporationによって販売されている。本材料についてのさらなる情報は、その技術データシートおよび安全性データシート上に見出され得、その内容は、参照することによって組み込まれる。これは、揮発性溶媒であって、溶液粘度を調節するための希釈剤として使用される。混合

50

されたシリコン材料は、プロセス要件に従って均質に調製され、シリコン油溶剤が、これを混合機械の中に入れ、混合を行う前に、粘度を調節するために添加される。60秒にわたる600RPM低速、次いで、120秒にわたる1,200RPM高速の混合物機械のための2ステップ混合プログラムが、推奨される。

【0040】

シリコン層は、分注、スプレーコーティング、またはスクリーン印刷によって、基板502上に形成される。室温硬化または室温加硫(RTV)が、通常、使用されるが、硬化率は、弱熱によって加速されることができ(かつ不粘着状態に到達するために要求される時間は、短縮され得る)。熱硬化が、代替として、使用されることができ。大気水分が、硬化を補助し得る。空気循環炉内での高温への暴露に先立って溶媒が蒸発するための適正な時間が、与えられるべきである。3ミル(75ミクロン)コーティングのための典型的硬化スケジュールは、室温で10分、その後、60℃で10分が続く。コーティングが泡膨れする、または気泡を含有する場合、室温での付加的時間が、炉硬化に先立って、溶媒が蒸発分離するために与えられる。シリコン材料の可使時間は、選定される適用方法に依存する。可使時間を延長するために、水分への暴露は、可能である場合は常に乾燥空気または乾燥窒素被覆を使用することによって最小限にされる。シリコン材料の接着は、典型的には、硬化より遅れ、構築に最大48時間かかり得る。硬化は、したがって、シリコンコーティング層203を形成する。硬化後、溶媒(OS-20等)は、層内に存在しない。本構造は、概して、380nm~800nmの波長間の高光反射率を有する。例えば、ディスク表面の反射率は、硬化後、98%を達成することができる。98%反射率を達成するためのシリコン層の典型的厚さは、約0.05mm~約0.15mmである。

【0041】

より一般的には、反射樹脂層は、混合された無機-有機ポリマーまたはエラストマーを備えてもよい(かつそのようなポリマーまたはエラストマーから成る層であってもよい)。好ましい実施形態では、反射樹脂層は、シリコンを備え、より好ましくは、反射樹脂層は、シリコン層である。反射樹脂層は、オクタメチルトリシロキサン等のシロキサンを備えてもよい。反射樹脂層は、少なくとも1つのさらなる光学反射材料等の他の成分物質を備えてもよいが、反射樹脂材料は、層の光学的に主要および/または大部分(例えば、濃度またはw/w比)の成分であるべきである。反射樹脂は、反射樹脂層の少なくとも50%(またはそれを上回る)(濃度またはw/w比)を形成してもよい。存在し得る他の光学反射材料は、二酸化チタン、二酸化ケイ素、および水酸化アルミニウムのうちの1つまたはそれを上回るものを備える、または含むことができる。反射樹脂層の厚さは、概して、少なくとも約0.05mm(またはそれを上回る)、典型的には、約0.15mm以下(またはそれ未満)、より好ましくは、少なくとも約0.1mm、および/または約0.1mm(例えば、0.08mmまたは0.09mm~0.11mmまたは0.12mm)である。

【0042】

図5の実施形態に戻ると、光変換層501は、図3を参照して前述の様式において、PIS層として形成される。固化されると、これは、シリコン反射層502上の光変換層501としてカラー区画またはカラーリングを形成する。シリコン平坦化層504は、再び図3を参照して詳述されたように、光変換層501上にコーティングおよび固化される。これは、典型的には、ARおよび/またはDFコーティングを備える、薄膜光学コーティング505が塗布される、光学平滑表面を形成する。カラー/蛍光体ホイールモジュールは、モータ上に搭載され、高速で回転する。

【0043】

概して、基板は、光学機能層でコーティングされてもよい。次いで、光変換層は、光変換層を光学機能層上に提供することによって、基板上に提供されてもよい。光学機能層は、前述のように、反射樹脂層であってもよい。

【0044】

10

20

30

40

50

図5の実施形態の変形例または修正もまた、可能性として考えられる。例えば、図3の光変換器および／または図4のカラー／蛍光体ホイールを参照して前述の代替のいずれも、図5の実施形態に等しく適用されてもよい。高反射シリコン層506は、代替光学機能層によって取って代わられてもよい。本層は、高反射性である、および／またはシリコン以外の材料から作製されてもよい。光学機能層（シリコン層またはその他であるかどうかにかかわらず）は、他のコーティング方法、例えば、光変換および／または平坦化層の適用を参照して前述のもののいずれかによって、基板502に適用されてもよい。

【0045】

ここで図6を参照すると、図4および5の蛍光体ホイール実施形態を試験するための構成の概略図が、図示される。本構成は、第1のレーザダイオード集合601aと、第2のレーザダイオード集合601bと、フィルタ610と、レンズシステム620、621、622、623と、ダイクロイックミラー630と、モニタ電力メータ640と、出力電力メータ650と、蛍光体ホイール660とを備える。

【0046】

第1のレーザダイオード集合601aおよび第2のレーザダイオード集合601bは、60Wの総電力を伴う光を提供する。2つのレーザダイオード集合601aおよび601bからの光は、フィルタ610を介して指向され、入力光615を第1のレンズシステム620に提供する。第1のレンズシステム620からの出力光681は、ダイクロイックミラー630上に入射される。出力光681は、第2のレンズシステム621を介してモニタ電力メータ640に提供される、測定光682と、第3のレンズシステム622を介して蛍光体ホイール660に励起光として提供される、試験光683とに分裂される。蛍光体ホイール660からの放出光684は、ダイクロイックミラー630に戻され、そこで、反射され、第4のレンズシステム623を介して、入力光685を出力電力メータ650に提供する。モニタ電力メータ640および出力電力メータ650からの測定を比較することによって、蛍光体ホイールのための効率性能が、識別されることができ、これは、例証目的のために、他の蛍光体ホイールと比較されることができ、そのような構成を使用して、図2aによる実装と図4による実装との間の5%の性能改良が、観察された。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

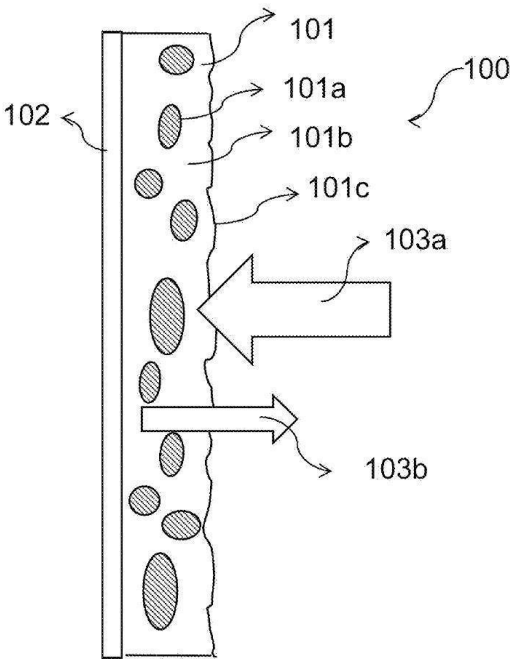


Figure 1 – 先行技術

【図 2 a】

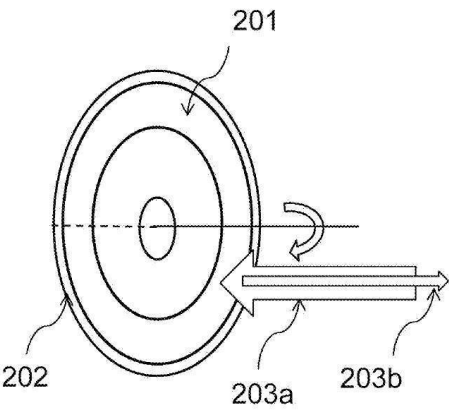


Figure 2a – 先行技術

【図 2 b】

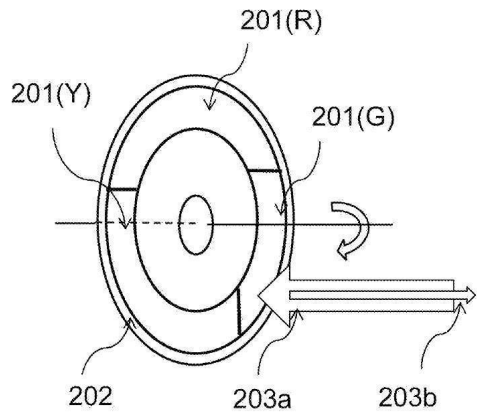


Figure 2b – 先行技術

【図 3】

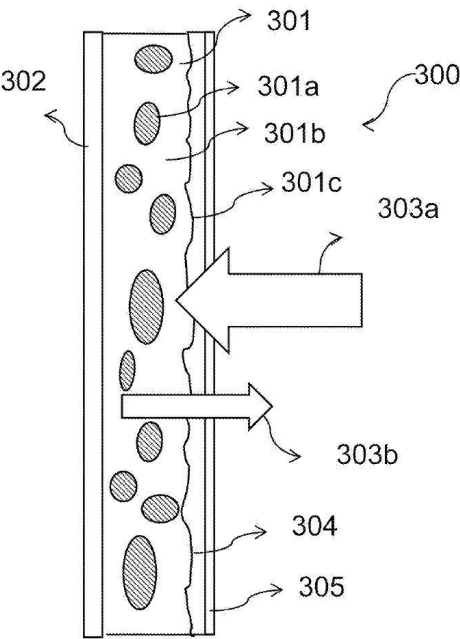


Figure 3

10

20

30

40

50

【図 4】

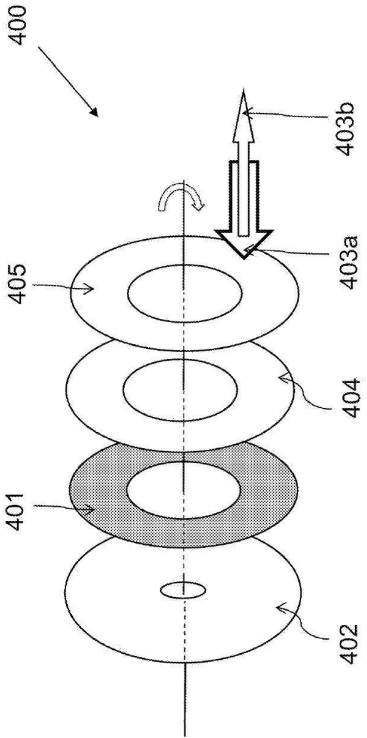


Figure 4

【図 5】

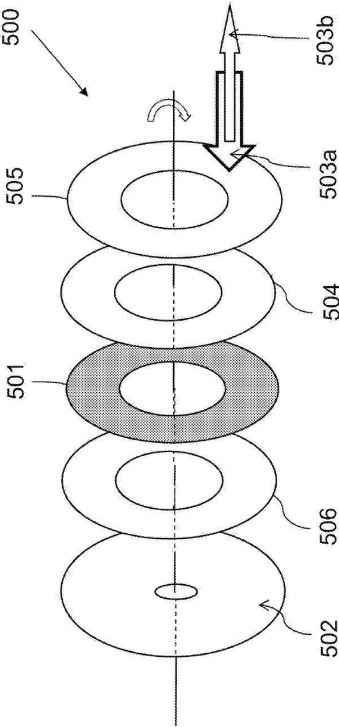


Figure 5

【図 6】

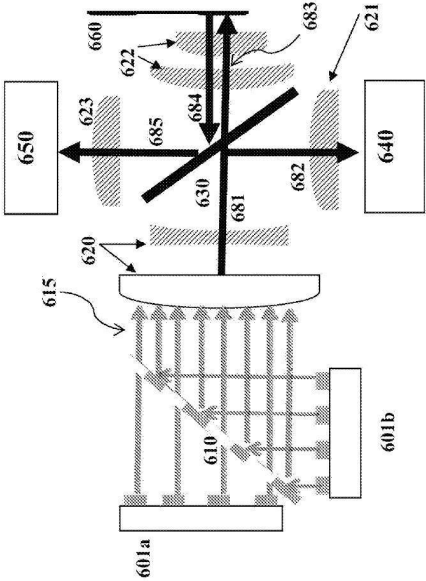


Figure 6

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F 2 1 S **2/00 (2016.01)**
G 0 3 B **21/14 (2006.01)**

F I

F 2 1 S **2/00** **3 1 1**
G 0 3 B **21/14** **A**

(72)発明者 カオ イン

中華人民共和国 2 0 0 1 3 1 シャンハイ, プードン, ワイガイチャオ フリー トレード ゾー
ン, フ テ ドン サン ロード ナンバー 7 6, ビルディング ナンバー 3 3

(72)発明者 バイ シェンユアン

中華人民共和国 2 0 0 1 3 1 シャンハイ, プードン, ワイガイチャオ フリー トレード ゾー
ン, フ テ ドン サン ロード ナンバー 7 6, ビルディング ナンバー 3 3

(72)発明者 リ レノン

中華人民共和国 2 0 0 1 3 1 シャンハイ, プードン, ワイガイチャオ フリー トレード ゾー
ン, フ テ ドン サン ロード ナンバー 7 6, ビルディング ナンバー 3 3

審査官 藤岡 善行

(56)参考文献

特開 2 0 1 5 - 0 0 1 7 0 9 (J P, A)
国際公開第 2 0 1 5 / 1 8 0 6 3 0 (W O, A 1)
特開 2 0 1 5 - 2 1 1 0 5 8 (J P, A)
特開 2 0 1 7 - 1 1 1 1 7 6 (J P, A)
特開 2 0 1 6 - 1 7 0 3 5 7 (J P, A)
特開 2 0 1 6 - 1 7 0 3 5 9 (J P, A)
特開 2 0 1 5 - 1 6 2 2 8 0 (J P, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)

G 0 2 B **5 / 2 0**
G 0 2 B **1 / 1 1**
F 2 1 S **2 / 0 0**
G 0 3 B **2 1 / 1 4**