

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-520095  
(P2006-520095A)

(43) 公表日 平成18年8月31日(2006.8.31)

(51) Int.C1.

<b>H01L 33/00</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>F21V 9/08</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>F21V 7/22</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>F21Y 101/02</b>	<b>(2006.01)</b>

F 1

H 01 L 33/00
F 21 V 9/08
F 21 V 7/22
F 21 Y 101:02

テーマコード(参考)

5 F 0 4 1

N

B

Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2006-503018 (P2006-503018)
(86) (22) 出願日	平成16年1月27日 (2004.1.27)
(85) 翻訳文提出日	平成17年9月15日 (2005.9.15)
(86) 國際出願番号	PCT/US2004/002087
(87) 國際公開番号	W02004/068183
(87) 國際公開日	平成16年8月12日 (2004.8.12)
(31) 優先権主張番号	60/443,232
(32) 優先日	平成15年1月27日 (2003.1.27)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	60/443,235
(32) 優先日	平成15年1月27日 (2003.1.27)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	60/443,274
(32) 優先日	平成15年1月27日 (2003.1.27)
(33) 優先権主張国	米国(US)

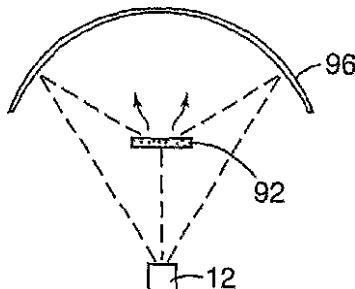
(71) 出願人	599056437 スリーエム イノベイティブ プロパティ ズ カンパニー アメリカ合衆国, ミネソタ 55144- 1000, セント ポール, スリーエム センター
(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敬
(74) 代理人	100087413 弁理士 古賀 哲次
(74) 代理人	100111903 弁理士 永坂 友康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】高分子ロングパスリフレクターを備えた蛍光体系光源

## (57) 【要約】

光源は、励起光を放出するLEDと、励起光を反射しがつ可視光を透過する高分子多層リフレクターと、LEDから離間して配置された蛍光体材料層と、を備える。蛍光体材料は、励起光が照射されたときに可視光を放出する。高分子多層リフレクターは、励起光を蛍光体材料上に反射する。蛍光体材料層は、LEDと高分子多層リフレクターとの間に配設される。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

励起光を放出する L E D と、  
 該励起光を反射しあつ可視光を透過する高分子多層リフレクターと、  
 該 L E D から離間して配置された蛍光体材料層であって、該蛍光体材料は、該励起光が照射されたときに可視光を放出する蛍光体材料層と、  
 を備える光源であって、

該高分子多層リフレクターが前記励起光を該蛍光体材料上に反射し、かつ該蛍光体材料層が該 L E D と該高分子多層リフレクターとの間に配設される光源。

## 【請求項 2】

前記励起光が U V 光を含む、請求項 1 に記載の光源。 10

## 【請求項 3】

前記励起光が青色光を含む、請求項 1 に記載の光源。

## 【請求項 4】

前記蛍光体材料層が接着剤をさらに含む、請求項 1 に記載の光源。

## 【請求項 5】

前記高分子多層リフレクターが、 U V 光に暴露されたときに劣化に耐える高分子材料を含む、請求項 1 に記載の光源。

## 【請求項 6】

前記高分子多層リフレクターが、無機材料を実質的に含まない高分子材料である、請求項 1 に記載の光源。 20

## 【請求項 7】

前記蛍光体材料層が不連続な蛍光体材料層である、請求項 1 に記載の光源。

## 【請求項 8】

前記不連続な蛍光体材料層が蛍光体材料の複数のラインまたは蛍光体材料のパターンである、請求項 7 に記載の光源。

## 【請求項 9】

前記不連続な蛍光体材料層が蛍光体材料の複数のドットを含む、請求項 7 に記載の光源。

## 【請求項 10】

前記蛍光体材料の複数のドットがそれぞれ 1 0 0 0 0 ミクロン<sup>2</sup> 未満の面積を有する、請求項 9 に記載の光源。 30

## 【請求項 11】

前記複数のドットが、前記励起光が照射されたときに 2 色以上を放出する蛍光体材料を含む、請求項 9 に記載の光源。

## 【請求項 12】

前記複数のドットが、前記励起光が照射されたときに赤色光、緑色光、および青色光を放出する蛍光体材料を含む、請求項 9 に記載の光源。

## 【請求項 13】

前記高分子多層リフレクターが第 1 および第 2 の熱可塑性ポリマーの交互層を含み、該層の少なくともいくつかが複屈折性である、請求項 1 に記載の光源。 40

## 【請求項 14】

少なくとも第 1 の蛍光体ドットが第 1 の波長で光を放出しあつ第 2 の蛍光体ドットが該第 1 の波長と異なる第 2 の波長で光を放出する、請求項 9 に記載の光源。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

本発明は光源に関する。より詳細には、本発明は、発光ダイオード ( L E D ) から放出された光が蛍光体材料に当たってそれを励起した結果として蛍光体材料が可視光を放出する光源に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

## 考察

LEDを利用して構成される白色光源は、2つの基本構成をとりうる。本明細書中で直接発光LEDと記される一方の基本構成では、白色光は、異なる着色LEDの直接発光により生成される。例としては、赤色LEDと緑色LEDと青色LEDとの組合せおよび青色LEDと黄色LEDとの組合せが挙げられる。本明細書中でLED励起蛍光体系光源(PLED)と記される他方の基本構成では、単一のLEDが狭範囲の波長のビームを発生し、そのビームが蛍光体材料に当たってそれを励起することにより、可視光を生成する。蛍光体は、異なる蛍光体材料の混合物または組合せを含みうる。また、蛍光体により放出される光は、放出光が人間の肉眼に実質的に白色に見えるように可視波長領域上に分布した複数の狭い発光線を含みうる。

## 【0003】

PLEDの例は、青色波長を赤色波長と緑色波長の両方に変換する蛍光体に青色LEDで光照射するものである。青色励起光の一部分は蛍光体に吸収されないが、残りの青色励起光は、蛍光体により放出される赤色光および緑色光に関連付けられる。PLEDの他の例は、UV光を吸収して赤色光、緑色光、および青色光に変換する蛍光体に紫外(UV)LEDで光照射するものである。

## 【0004】

直接発光白色LEDよりも優れた白色光PLEDの利点としては、デバイスのエージングおよび温度の関数としての色安定性がより良好であることおよびバッチ間およびデバイス間の色均一性/繰返し精度がより良好であることが挙げられる。しかしながら、蛍光体による光の吸収および再放出の過程の効率の悪さが一因となって、PLEDは、直接発光LEDほど効率的でないこともある。

## 【0005】

白色光PLEDは、反射ヒートシンク中にUV発光半導体ダイ(チップ)を含みうる。反射ヒートシンクはまた、UV光を部分的に平行にするのに役立つ。蛍光体含有層の下面にUV光が照射されると、蛍光体含有層がUV光の少なくとも一部分を吸収して可視領域の多波長の光を放出し、普通の観察者に実質的に白色に見える光源が提供される。図1は、そのようなPLED10の一構成を示している。PLEDは、導電性ヒートシンク14のウェル中に装着された半導電性LED12を備える。導電性ヒートシンク14はまた、LED12から放出された光の一部分を蛍光体-リフレクターアセンブリー16の方向に反射する。アセンブリー16は、PLED10により放出される光を調整すべくレンズ特徴部20を提供するように造形することのできる光透過性ポッティング材料18中に存在しうる。図2に蛍光体アセンブリー16をより詳細に示す。蛍光体は、バインダーと混合された1種以上の蛍光体材料の組合せから層22の形態に形成される。UV励起光は反射するが可視放出光は透過するロングパス(LP)リフレクター24を蛍光体層22のトップ表面に適用することができる。可視光は反射するがUV光は透過するショートパス(SP)リフレクター26を層22の下端に適用することができる。

## 【0006】

所与の蛍光体濃度の蛍光体層の最適厚さは、UV光を効率的に吸収すること(光学的に厚い蛍光体層が有利である)と可視光を効率的に放出すること(光学的に薄い蛍光体層が有利である)と間の妥協点である。さらに、UV光の強度は蛍光体層22の下端で最大でありかつ有用な光は蛍光体層22の上端から抽出されることになるので、最適厚さを超えて蛍光体層22の厚さを増大させると、PLED全体の出力および効率は急速に低下するであろう。

## 【0007】

LPリフレクター24およびSPリフレクター26を存在させれば、PLED10の効率を向上させることができる。LPリフレクター24は、蛍光体層22により吸収されずそのままでは浪費されるおそれのあるUV光を反射して蛍光体層22に戻す。こうす

10

20

30

40

50

ると蛍光体層を貫通するUV光の有効経路長が増大されるので、所与の蛍光体層厚さの蛍光体により吸収されるUV光の量が増大される。かくして、LPリフレクター24を備えていない構成体と比較して最適な蛍光体層厚さを減少させることができるので、光発生効率が増大される。

#### 【0008】

PLEDの他の有意な損失は、蛍光体層中における方向無制御状態の光発生が原因であり、これにより、蛍光体層22中で発生された可視光の半分がLEDの方向に戻されることになる。ヒートシンクの傾斜壁から反射させることによりこの光の一部分を捕捉することは可能であるが、光の大部分は、散乱されるか、吸収されるか、または品質低下を生じる。この損失は、図示されるようにLED12と蛍光体層22との間にSPリフレクター26を配置することにより減少させることができる。10

#### 【発明の開示】

##### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

PLED構成体の効率をより一層向上させることができると有利であろう。PLEDの製造を単純化しつつその製造コストを削減することもまた有利であろう。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

本出願では、ポリマー多層光学フィルムをフィルター素子（すなわち、LPリフレクターおよびSPリフレクター）として利用するPLEDを開示する。多層光学フィルムは、フィルムの厚さ全体にわたり光学的反復ユニットの形態に配置された個別光学層を含み、個別光学層の少なくともいくつかは複屈折性である。隣接光学層は、中入射角～高入射角のp偏光光の反射率を保持してその漏れを回避する屈折率関係を有する。SPリフレクターは、蛍光体により放出された可視光は反射しUV励起光は透過するように位置決めされた反射帯域を生成する厚さ勾配を有する光学的反復ユニットを含む。LPリフレクターは、UV励起光は反射し蛍光体により放出された可視光は透過するように位置決めされた反射帯域を生成する異なる厚さ勾配を有する光学的反復ユニットを含む。PLEDの素子として、ポリマー多層光学フィルムはフラットな構成をとりうるか、あるいは少なくとも1層をエンボス加工したり、または球面、放物面、楕円面、もしくは他の形状で湾曲させるように造形したりすることが可能である。2030

#### 【0011】

少なくとも1つのポリマー多層光学フィルムと蛍光体層とを備えたシート材料を形成することを含むPLEDの製造方法を開示する。いくつかの場合には、2つのポリマー多層光学フィルム間すなわち1つのSPリフレクターと1つのLPリフレクターとの間に蛍光体を挿設することができる。他の場合には、1つのポリマー多層光学フィルムだけに蛍光体層を適用することができる。ポリマー多層光学フィルムおよび蛍光体層は、蛍光体-リフレクターアセンブリーを形成する。蛍光体-リフレクターアセンブリーの個別部片をシート材料から切り出し、続いて、透明ポッティング材料中に浸漬するかまたは射出成形することにより第1の光学素子を形成し、次に、それを別に製造されたLED素子に結合することができる。シート材料は、必要になるまで便利なロール形態で蛍光体-リフレクターアセンブリー部片を保持して保存すべくキャリヤーフィルムを備えうる。PLEDは、蛍光体-リフレクターアセンブリーを備えた上側部分にLEDを備えた下側部分を連結するにより作製することができる。また、いくつかの場合には、シート材料をエンボス加工することができる。40

#### 【0012】

本明細書には、蛍光体層により吸収されないすべてのUV励起光が限られた範囲の入射角にわたってLPリフレクターに当たりより効率的に反射されて蛍光体層上に戻されるように、曲面LPリフレクターが蛍光体層または少なくともその中央光輝部分から離間して配置された、PLEDの実施形態が開示されている。

#### 【0013】

本出願には、全内反射を促進すべく多層光学フィルムおよび蛍光体層の少なくとも一方に近接したエアギャップを利用するPLEDの実施形態が開示されている。

【0014】

本出願には、LPおよび/またはSPリフレクターの性能を向上させるべく非結像コンセントレーター要素の組合せを利用するPLEDの実施形態が開示されている。

【0015】

本出願にはまた、LEDからの励起光が蛍光体層のフロント主表面に直接反射されるようにLED、LPリフレクター、および蛍光体層が配置されたPLEDの実施形態が開示されている。

【0016】

開示された実施形態のこれらおよび他の態様については、以下の詳細な説明から明らかであろう。しかしながら、いかなる場合においても、上記の概要は、特許請求対象を限定するものとみなされるべきものではなく、特許請求対象は、出願手続時に補正される可能性のある添付の特許請求の範囲によってのみ規定される。

【0017】

本明細書全体を通して、添付の図面を参照する。ここで、同じ参照番号は同じ要素を示す。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

図1～2に示されるようにLPリフレクター24およびSPリフレクター26の一方または両方を使用することにより系の効率を改善することができるが、ある種のリフレクターでは斜入射角における不十分な分光選択性および不十分な反射率が原因となって改善は制限される。散乱過程に基づくLPミラーまたはLPフィルターは、入射角の関数として比較的一定した性能を達成しうるが、不十分な分光選択性を有する。無機誘電体材料のスタックから構成されるLPミラーおよびSPミラーは、狭範囲の入射角にわたり良好な分光選択性を有しうるが、入射角の増大に伴うスペクトルのブルーシフトおよび中入射角～高入射角のp偏光光の低反射率(高透過率)の問題を抱えている。蛍光体粒子はUV励起光を散乱し、それ自体の光を広範囲の角度にわたり放出するので、従来のLPミラーおよびSPミラーは、蛍光体-リフレクターアセンブリー内の光を操作するうえでそれほど効果的でない。

【0019】

高分子多層光学フィルム、すなわち、UV波長に制限された反射帯域または可視波長に制限された反射帯域のようなスペクトルの所望の部分において所望の反射率を達成するように厚さおよび屈折率が選択された少なくとも第1および第2のポリマー材料よりなる何十、何百、または何千という交互層を有するフィルムを用いることにより、PLEDの性能を増大させることができる。たとえば、米国特許第5,882,774号明細書(ジョンザ(Johnza)ら)を参照されたい。これらのフィルムにより生成される反射帯域もまた、無機等方性材料のスタックに付随するブルーシフトと同様に入射角によるブルーシフトを受けるが、フィルムに垂直なz軸に関連付けられる隣接層対の屈折率が一致するか、ほぼ一致するか、または計画的に不一致になるように高分子多層光学フィルムを加工することにより、隣接層間の各境界面におけるp偏光光の反射率を入射角と共に徐々に減少させたり、入射角に実質的に依存しないようにしたり、または法線から入射角が離れるにつれて増加させたりすることができる。したがって、そのような高分子多層光学フィルムは、大きい斜入射角度でさえもp偏光光に対して高い反射率レベルを保持しうるので、反射フィルムにより透過されるp偏光光の量は、従来の無機等方性スタックリフレクターと比較して減少する。これらの特性を達成するために、ポリマー材料およびプロセス条件は、各隣接光学層対に対してz軸に沿った(フィルムの厚さに平行な)屈折率差がx軸またはy軸(面内軸)に沿った屈折率差の何分の一以下(0.5倍以下、0.25倍以下、またはさらには0.1倍以下)になるように選択される。他の選択肢として、z軸に沿った屈折率差を面内屈折率差と逆の符号にすることができる。

## 【0020】

また、高分子多層光学フィルムを使用すれば、そのようなフィルム（先に言及した屈折率関係を有していても有していないなくてもよい）の可撓性および成形性に基づいてさまざまな新しいP L E Dの実施形態および構成方法が利用可能になる。たとえば、放物面、球面、または橜円面の一部分のような3次元形状をもたせるべく、エンボス加工、熱成形、または他の公知の手段により、高分子多層光学フィルムを永久変形させることができる。全般については、米国特許出願公開第2002/0154406号明細書（メリル（M e r r i l l ）ら）を参照されたい。このほか、さらなる高分子多層フィルムの実施形態については、米国特許第5,540,978号明細書（シュレンク（S c h r e n k ））を参照されたい。以下でさらに説明されるように、剛性で脆い基板上に通常は層ごとに気相堆積される従来の無機等方性スタックとは異なり、高分子多層光学フィルムは、大量のロールの形態で製造可能であり、しかも他のフィルムにラミネートしたりコーティングしたりすることが可能であり、さらにはP L E Dのような光学系に容易に組み込めるように小部片にダイカットするかまたは他の方法で細分割することが可能である。高分子多層光学フィルムを細分割する好適な方法は、係属中の米国特許出願第10/268,118号明細書（2002年10月10日出願）に開示されている。

10

## 【0021】

多種多様なポリマー材料が、P L E D用の多層光学フィルムに使用するのに好適である。しかしながら、とくに、P L E Dが、U V L E D励起光源と組み合わされた白色光蛍光体エミッターを備える場合、多層光学フィルムは、好ましくは、U V光に暴露されたときに分解に耐える材料で構成された交互ポリマー層を含む。この点に関して、とくに好ましいポリマー対は、ポリエチレンテレフタレート（P E T）/c o - ポリメチルメタクリレート（c o - P M M A ）である。ヒンダードアミン光安定化剤（H A L S ）のような非U V吸収性光安定化剤を組み込むことにより、高分子リフレクターのU V安定性を増大させることもできる。いくつかの場合には、高分子多層光学フィルムは、透明な金属層または金属酸化物層を含みうる。たとえば、P C T国際公開第97/01778号パンフレット（O u d e r k i r k ）を参照されたい。ロバストなポリマー材料の組合せでさえも許容できないほど劣化させるおそれのあると/orわけ高い強度のU V光が使用される用途では、無機材料を用いて多層スタックを形成することが有益であろう。無機材料層は、等方性であってもよいし、またはP C T国際公開第01/75490号パンフレット（ウェーバー（W e b e r ））に記載されているような形状複屈折性をもたせることによって先に記載したように向上したp偏光反射率を生じる有益な屈折率関係を有するように作製してもよい。しかしながら、ほとんどの場合、多層光学フィルムが無機材料を含まずに実質的に完全に高分子であることが、最も便利でありかつ費用効果的である。

20

## 【0022】

図3は、シート材料のロール30を示している。この材料は、少なくとも1つの高分子多層光学フィルムと、コーティング操作により多層光学フィルムに適用された実質的に均一な蛍光体層と、を含む。シート材料は、図2に示されるように、蛍光体層が第1および第2の高分子多層光学フィルム間に挿設されるように適用された第2の高分子多層光学フィルムをも含みうる。所望の機械的特性、化学的特性、および/または光学的特性を提供する追加の層およびコーティングをも含みうる。米国特許第6,368,699号明細書（ギルバート（G i l b e r t ）ら）を参照されたい。シート材料30はまた、好ましくはキャリヤーフィルムを含む。シート材料は、ナイフカット、精密ダイカットのような機械的手段により、または先に参照した係属中の‘118出願に記載されているような走査レーザー放射により、キスカットされる。キスカットラインは、原型を保つキャリヤーフィルムを除いてシート材料の個別部片32を規定する。部片32は、図2に示されるものと同様な断面構成をとることが可能であり、またサイズを随意小さくすることが可能である。それらは、図4に示されるような下側のキャリヤーフィルム34によって都合よく支持される。P L E Dの製造時（L E D光源の構成に依存せずに）、部片32をキャリヤーフィルムから取り出して、ポッティング材料が添加されるかまたはあらかじめ添加さ

30

40

50

れた個別の成形型に入れることにより、図1に示されるようなPLLEDを形成しうるが、その場合、リフレクター素子には高分子多層光学フィルムが使用される。

【0023】

図5～7は、凹面形多層光学フィルムLPリフレクターを利用するPLLEDの他の構成を示している。LPリフレクターを蛍光体から離間させかつ蛍光体の方向におよびLED12の方向にそれを内側に湾曲させると、LPリフレクターに当たる励起光の入射角の範囲を狭くするのに役立つので、先に論述したブルーシフト効果により引き起こされるLPリフレクターを貫通するUV光の漏れが減少する。好ましくは、多層光学フィルムは、透明媒体18中に浸漬する前にエンボス加工または他の好適なプロセスによって好適な形状の凹表面の形態に永久変形される。多層光学フィルムは、LPであるかSPであるかにかかわらず、それらのそれぞれの反射帯域内において鏡面リフレクターである。多層光学フィルムからの拡散反射は、典型的には無視できる。

【0024】

図5では、PLLED40は、高分子多層光学フィルムで構成されたオプションのSPリフレクター44上に配設された比較的小面積の蛍光体層42を備える。LPリフレクター46は、凹面形状が得られるようにエンボス加工され、蛍光体-リフレクターアセンブリーの他の素子(42、44)に隣接して位置決めされている。LED12およびヒートシンク14は、LEDにより放出されたUV励起光を蛍光体層42の中央部分の方向に方向付けるように配置される。好ましくは、UV光は、蛍光体層42の中心またはその近傍でその最高フルエンスを有する。蛍光体層42を初回通過するときに吸収されないUV光は、LPリフレクター46と蛍光体層42との間の領域48を貫通した後、LPリフレクター46により反射されて蛍光体層の方向に戻される。領域48は、透明ポッティング材料18で構成しうるか、あるいは他の選択肢として他の高分子材料、空気(もしくは他の気体)、またはガラスで構成しうる。LPリフレクター46は、好ましくは、反射されて蛍光体の方向に戻されるUV励起光の量を最大化するように造形される。

【0025】

図6は、蛍光体層52、SPリフレクター54、およびLPリフレクター56のサイズが増大されていること以外はPLLED40に類似したPLLED50を示している。LED12から蛍光体層までの所与の距離およびヒートシンク14の同一幾何学形状に対して、より大きいLPリフレクター56は、蛍光体層の中央でより高い集束度の光を生成するであろう。蛍光体層の中央の発光領域を小さくするほどLPリフレクターの表面に対する蛍光体放出光の入射角範囲が小さくなるので、全PLLED効率が改善される。先の場合と同じように、領域58は、ポッティング材料18で構成しうるか、あるいは他の高分子材料、空気(もしくは他のガス)、またはガラスで構成しうる。

【0026】

図7に示されるPLLED60は、このLPリフレクター66が光源の外表面を形成すること以外はPLLED50に類似している。領域68は、ポッティング材料18または他の透明媒体で充填しうる。

【0027】

図5～7の蛍光体層は、連続したものであってもよいし、または最も効果的な場所に蛍光体を制限するようにパターン化されたものであってもよい。図1および図5～7の実施形態ならびに蛍光体-リフレクターアセンブリーがLEDの上方に離間して配設される他の実施形態では、PLLEDを二分割部片として製造することが可能である。すなわち、一方の部片は、ヒートシンクと共にLEDを含有し、他方の部片は、蛍光体層および多層リフレクターを含有する。二分割部片を別々に作製し、次に、連結一体化させるかまたは他の方法では固定して一体化させることができある。この構成方法は、製造の単純化および全歩留りの増大に役立つ。

【0028】

図8は、本明細書に記載の他の実施形態に有益に適用しうる概念、すなわち、LEDと蛍光体層との間にエアギャップを提供することおよび/または蛍光体-リフレクター

10

20

30

40

50

アセンブリーの 1 つ以上の要素のすぐ近くにエアギャップを提供することを示している。説明を簡潔にするために、P L E D のいくつかの要素だけを図に示す。エアギャップ 7 0 は、多層光学フィルム S P リフレクター 7 4 に隣接して L E D 1 2 と蛍光体層 7 2 との間に示されている。比較的小さい角度が関与するので、L E D から蛍光体層に到達する U V 光に及ぼすエアギャップの悪影響はごくわずかである。しかし、エアギャップは、S P リフレクター、蛍光体層、および L P リフレクターの中を伝播する光のような高入射角で伝播する光の全内反射 ( T I R ) を可能にする。図 8 の実施形態では、S P リフレクターの効率は、リフレクター 7 4 の下部表面で T I R を可能にすることにより向上する。他の選択肢として、S P リフレクター 7 4 を省略することが可能であり、そして蛍光体層 7 2 の下側にエアギャップを直接形成することが可能である。また、蛍光体層 7 2 の上面または L P リフレクターに隣接してその上部表面もしくは下部表面にエアギャップを形成することも可能である。エアギャップを提供する一方法には、公知のマイクロ構造化フィルムの使用が含まれる。そのようなフィルムは、マイクロ構造化表面に対向して実質的にフラットな表面を有する。マイクロ構造化表面は、単一セットの線形 V 字形グループまたはプリズム、小さな角錐のアレイを規定する複数の交差セットの V 字形グループ、1 セット以上の狭いリッジなどにより特性付けることができる。そのようなフィルムのマイクロ構造化表面を他のフラットフィルムに当接して配置した場合、マイクロ構造化表面の最上部内にエアギャップが形成される。

10

## 【 0 0 2 9 】

蛍光体によりある波長 ( 励起波長 ) の光を他の波長 ( 発光波長 ) に変換する際、熱が生成される。蛍光体の近傍にエアギャップが存在すると、蛍光体から周囲材料への熱伝達が有意に減少する可能性がある。熱伝達の減少は、他の方法により、たとえば、熱を横方向に除去することのできるガラスまたは透明セラミックの層を蛍光体層の近傍に提供することにより、補償することができる。

20

## 【 0 0 3 0 】

P L E D の効率を改善するさらに他の方法は、蛍光体層の下端表面上に U V 光の全部を方向付けるのではなく、L E D からの U V 光の少なくとも一部分を L P リフレクターにより蛍光体層の上端表面 ( 目視表面 ) に直接反射させるように、L E D 、蛍光体層、および L P リフレクターを構成する方法である。図 9 は、そのような P L E D 8 0 を示している。ヒートシンク 1 4 ' は、L E D 1 2 および蛍光体層 8 2 を略共面上に装着できるように上記の実施形態に変更が加えられている。S P リフレクターが蛍光体層の下側に示されているが、多くの場合、必要ないであろう。この理由は、凹槽円面または類似の形状にエンボス加工された L P リフレクター 8 6 により U V 励起光が L E D から蛍光体層 8 2 の上部表面 ( この表面は P L E D 8 0 の前面の方向を向く ) に直接方向付けられることがある。L E D および蛍光体層は、好ましくは槽円面の焦点に配設される。蛍光体層により放出された可視光は、L P リフレクター 8 6 を透過して P L E D 本体の丸みを帯びた前端部により集光され、所望のパターンまたは可視光 ( 好ましくは白色光 ) を形成する。

30

## 【 0 0 3 1 】

励起光を蛍光体層のフロント表面に直接方向付けることには、いくつかの利点がある。この場合、励起光が最強である蛍光体層の最高光輝部分は、蛍光体層の厚さ全体にわたり覆い隠されることなくデバイスの前方に露出される。先に言及した厚さ / 明るさのトレードオフを問題にすることなく、U V 励起光の実質的にすべてを吸収するように、蛍光体層を実質的に厚く作製することができる。銀または機能強化アルミニウムを含む広帯域金属ミラー上に蛍光体を装着することができる。

40

## 【 0 0 3 2 】

図 1 0 は、L E D 光が蛍光体層のフロント表面に衝突するが L E D 光の一部がバック表面にも衝突する他の P L E D の実施形態を模式的に示している。この実施形態では、L E D 1 2 により放出された光の一部は、蛍光体層 9 2 のバック表面に衝突するが、一部の L E D 光は、蛍光体を貫通することなく、凹面形 L P リフレクター 9 6 から反射され

50

て蛍光体層 9 2 のフロント表面にも当たる。次に、蛍光体層 9 2 により放出された可視光は、目視者または照明対象物の方向に LP リフレクター 9 6 を貫通する。LED、蛍光体層、および LP リフレクターはすべて、以上の実施形態に示されるように、透明ポップティング媒体に浸漬または接合することができる。

#### 【0033】

図 1 1 は、多層光学フィルムの作用を強化するように非結像コンセントレーターが組み合わされて配置された他の LED の実施形態を模式的に示している。具体的には、図示されるように、LED 1 2 、 SP リフレクター 1 0 4 、蛍光体層 1 0 2 、および LP リフレクター 1 0 6 の間に、コンセントレーター要素 1 0 0 a 、 1 0 0 b 、 1 0 0 c が提供される。コンセントレーター要素は、多層リフレクターに当たる光の角度の広がりを減少させる作用を有するので、図 5 ~ 7 に関連して先に論述した反射帯域のブルーシフトが低減される。コンセントレーター要素は、滑らかな側壁を有する単純な円錐部分の形態をとりうるか、または側壁は、光の伝播方向に依存して平行化作用もしくは集束作用を強化することが知られているより複雑な曲面形状をとりうる。いずれにせよ、コンセントレーター要素の側壁は反射性であり、2つの端（1つの端は小さく1つの端は大きい）は反射性でない。図 1 1 では、LED 1 2 は、コンセントレーター 1 0 0 a の小さい端に配設される。コンセントレーター要素 1 0 0 a は、LED により放出された広角度範囲の光を集光し、その範囲は、SP リフレクター 1 0 4 が装着されたコンセントレーター要素 1 0 0 a の大きい端にそのような光が伝播するまで低減される。SP リフレクターは、UV 励起光を透過させてコンセントレーター要素 1 0 0 b に送り、コンセントレーター要素 1 0 0 b は、そのような光を蛍光体層 1 0 2 上に集束させる（それと同時に、光の角度の広がりを増大させる）。蛍光体層 1 0 2 により下方に放出された広角度範囲の可視光は、コンセントレーター要素 1 0 0 b によってより狭い角度範囲に変換されて SP リフレクター 1 0 4 に送られ、そこで反射されて蛍光体層 1 0 2 の方向に戻される。その間、蛍光体層 1 0 2 を貫通して漏れた UV 光および蛍光体層 1 0 2 により上方に最初に放出された可視光は、広角度の広がりを有するが、コンセントレーター要素 1 0 0 c によってより小角度の広がりに変換されるので、LP リフレクター 1 0 6 は、より良好に、蛍光体により放出された可視光を透過するとともに、UV 光を反射して蛍光体層の方向にもどすであろう。

#### 【0034】

できるかぎり多くの LED 励起光を捕捉するために、コンセントレーター要素 1 0 0 a の小さい端は、図 1 2 に示されるように、LED の側面により放出された光の少なくとも一部分を捕捉するようにキャビティーを有しうる。

#### 【0035】

本明細書中に開示されている実施形態は、さまざまな蛍光体材料を用いて機能する。蛍光体材料は、典型的には、300 ~ 450 ナノメートルの範囲内の励起波長および可視波長範囲内の発光波長を有する組成をもつ無機物である。狭い発光波長範囲を有する蛍光体材料の場合、目視者により感知される所望の色バランスが達成されるように、赤色発光蛍光体と緑色発光蛍光体と青色発光蛍光体との混合物のような蛍光体材料の混合物を配合しうる。より高い演色指数を有する蛍光体混合物を得るには、より広い発光帯域を有する蛍光体材料が有用である。望ましくは、蛍光体は、迅速な放射減衰速度を有していなければならない。蛍光体ブレンドは、エポキシ、接着剤、または高分子マトリックスのようなバインダー中に分散された 1 ~ 25 ミクロンのサイズ範囲の蛍光体粒子を含みうる。このブレンドは、次に、LED またはフィルムのような基体に適用することができる。約 300 ~ 470 nm の範囲内の光をより長い波長に変換する蛍光体は、当技術分野で周知である。たとえば、英國エセックスのホルファー・テクノロジー・リミテッド（Phosphor Technology Ltd., Essex, England）により販売されている蛍光体の系列を参照されたい。蛍光体は、希土類がドープされたガーネット、シリケート、および他のセラミックスを含む。本明細書中で使用される「蛍光体」という用語は、蛍光染料や蛍光顔料などの有機蛍光物質を包含しうる。

10

20

30

40

50

る。300～470 nm の放射線下で高い安定性を有する材料が好ましく、とくに無機蛍光体が好ましい。

### 【0036】

#### 特定用語の解説

LED：可視、紫外、または赤外であるかにかかわらず、またコヒーレントまたはインコヒーレントであるかにかかわらず、光を放出するダイオード。本明細書中で使用されるこの用語は、従来型または超放射型であるかにかかわらず、「LED」として販売されるインコヒーレント（通常は安価）エポキシ封止半導体デバイスを包含する。本明細書中で使用されるこの用語は、半導体レーザーダイオードをも包含する。

可視光：一般的には約400～700 nm の波長範囲内にある人間の肉眼で知覚可能な光。 10

光学的反復ユニット（「ORU」）：多層光学フィルムの厚さを横切って反復する少なくとも2層の個別層よりなるスタック。ただし、対応する繰返し層は同一の厚さを有する必要はない。

光学的厚さ：所与の物体の物理的厚さとその屈折率との積。一般的には、これは波長および偏光の関数である。

反射帯域：比較的低い反射率の領域により両側が境界付けられた比較的高い反射率のスペクトル領域。

紫外（UV）：波長が約300～約400 nm の範囲内にある光。

白色光：普通の観察者により「白色」とみなされる外観を生成するよう人に眼の赤色感覚器、緑色感覚器、および青色感覚器を刺激する光。そのような光は、赤色方向に偏移させたり（暖白色光と一般に呼ばれる）、または青色方向に偏移させたり（冷白色光と一般に呼ばれる）することが可能である。そのような光は、100までの演色指数を有しうる。 20

### 【0037】

#### さらなる考察

本明細書に記載の干渉リフレクターは、有機材料、無機材料、または有機材料と無機材料との組合せから形成されるリフレクターを包含する。干渉リフレクターは多層干渉リフレクターであってもよい。干渉リフレクターは可撓性干渉リフレクターであってもよい。可撓性干渉リフレクターは、高分子材料、非高分子材料、または高分子材料と非高分子材料から形成可能である。高分子材料および非高分子材料を含む例示的なフィルムは、米国特許第6,010,751号明細書および同第6,172,810号明細書ならびに欧州特許出願公開第733,919 A2号明細書に開示されている。 30

### 【0038】

本明細書に記載の干渉リフレクターは、可撓性、可塑性、または変形性の材料から形成可能であり、それ自体が可撓性、可塑性、または変形性であってもよい。これらの干渉リフレクターは、従来のLEDと併用可能な半径（すなわち0.5～5 mm）になるように屈撓可能または湾曲可能である。これらの可撓性干渉リフレクターは、屈撓可能または湾曲可能であるとともに、依然として屈撓前の光学的特性を保持しうる。 40

### 【0039】

コレステリック反射偏光子および特定のブロックコポリマーのような既知の自己集合周期構造体は、本出願の目的では多層干渉リフレクターであるとみなされる。コレステリックミラーは、左旋性および右旋性のキラルピッチ要素の組合せを用いて作製することができる。

### 【0040】

例示的な実施形態では、青色光の全波長を部分透過するロングパスフィルターは、LEDからの青色光の一部が蛍光体を初回通過した後に蛍光体層に戻されるように方向付けるべく、薄肉黄色蛍光体層と組み合わせて使用することができる。

### 【0041】

UV光の反射を提供することに加えて、多層光学フィルムの機能は、人間の眼の損傷を 50

防止することを含めて L E D パッケージの内部または外部の後続要素の劣化を防止するようUV光の透過を阻止することであろう。いくつかの実施形態では、LEDから最も離れたUVリフレクター面にUV吸収剤を組み込むことが有利であろう。このUV吸収剤は、多層光学フィルムの内部、面上、または隣接位に存在させうる。

#### 【0042】

干渉フィルターを製造するためのさまざまな方法が当技術分野で公知であるが、すべてがポリマーである構成体は、いくつかの製造上および費用上の利点を提供しうる。高い光透過率および大きい屈折率差を有する耐熱ポリマーを干渉フィルターの製造に利用すれば、ショートパス(S P)フィルターおよびロングパス(L P)フィルターの光学的ニーズを満たすように、薄肉性と高い可撓性とを兼ね備えた環境安定性フィルターを製造することができる。とくに、米国特許第6,531,230号明細書(ウェーバー(Weber)ら)に教示されているような共押出多層干渉フィルターを用いれば、正確な波長選択、さらには大面積、費用効果的な製造が提供できるようになる。大きい屈折率差を有するポリマー対を使用すれば、自立性であるが(すなわち基材を有していないが)依然として加工が容易である非常に薄肉の高反射性ミラーを構成することができる。そのような干渉構造体は、熱成形する時も1mm程度の小さい曲率半径に屈曲させる時も、亀裂を生じたり、飛散したり、他の劣化を生じたりすることはないであろう。

#### 【0043】

すべてがポリマーであるフィルターは、たとえば(以下に記載されているような)半球形ドームなどの種々の3D形状に熱成形することができる。しかしながら、所望の角度性能を得るべく、ドームの全表面にわたり薄層化を適正な量に制御するように注意しなければならない。単純な二次元湾曲を有するフィルターは、3D複合形状フィルターよりも作製が容易である。とくに、薄肉可撓性フィルターであれば、たとえば円柱の一部分のような2D形状に屈曲させることができる。この場合、すべてがポリマーであるフィルターが必要になるわけではない。薄肉高分子基材上の多層無機フィルターは、このようにして造形可能であり、同様にして、厚さ200ミクロン未満のガラス基材上の無機多層も造形可能である。後者の場合には、低応力性の永久造形品を得るべく、ガラス転移点の近傍の温度に加熱しなければならないであろう。

#### 【0044】

ロングパスフィルターおよびショートパスフィルターの最適帯域端は、フィルターを動作させるべく設計される系内のLEDと蛍光体の両方の発光スペクトルに依存するであろう。例示的な実施形態では、ショートパスフィルターに関して言えば、LED発光の実質的にすべてがフィルターを貫通して蛍光体を励起し、蛍光体発光の実質的にすべてが、LEDまたは吸収される可能性のあるそのベース構造体に進入しないようにフィルターにより反射される。このため、ショートパスを規定する帯域端は、LEDの平均発光波長と蛍光体の平均発光波長との間の領域に配置される。例示的な実施形態では、フィルターはLEDと蛍光体との間に配置される。しかしながら、フィルターが平面状である場合、典型的なLEDからの発光は、さまざまな角度でフィルターに当たり、ある入射角ではフィルターにより反射されて蛍光体に到達しないであろう。ほぼ一定の入射角を保持するようにフィルターが湾曲されていなければ、系全体の性能を最適化すべく、蛍光体の発光曲線とLEDの発光曲線との中点よりも長波長側に設計帯域端を配置することが望まれるであろう。とくに、ほぼゼロ度の入射角でフィルターの方向に方向付けられる蛍光体発光はごくわずかである。なぜなら、その囲まれた立体角は非常に小さいからである。

#### 【0045】

他の例示的な実施形態では、系の効率を改善すべくLED励起光がリサイクルされて蛍光体に戻されるように、LEDから見て蛍光体層の反対側にロングパス反射フィルターを配置する。例示的な実施形態では、LED発光が可視スペクトル内にありかつ大部分が蛍光体のカラー出力とのバランスをとるために必要とされるのであれば、ロングパスフィルターは省略可能である。しかしながら、法線入射よりも高角度でより多くの青色光

10

20

30

40

50

を透過する分光角度シフトを介して青色LED／黄色蛍光体系の角度性能を最適化すべく、たとえば青色光のような短波光を部分透過するロングパスフィルターを使用することができる。

#### 【0046】

さらなる例示的な実施形態では、フィルターへのLED放出光の入射角がほぼ一定に保持されるようにLPフィルターを湾曲させる。この実施形態では、蛍光体とLEDの両方がLPフィルターの一方の面の方向を向く。高入射角では、LPフィルターは短波光を反射しないであろう。このため、蛍光体発光をできるかぎり遮断しないようにしつつ、LPフィルターの長波帯域端を可能なかぎり長波長側に配置することができる。この場合にも、系全体の効率を最適化すべく、帯域端の位置を変化させることができる。

10

#### 【0047】

「隣接」という用語は、本明細書中では、互いに近くにある2つの物品の相対位置を表すものと定義される。隣接したアイテムは、接触していてもよいし、または隣接したアイテム間に1つ以上の材料を配設して互い離間していてもよい。

#### 【0048】

LED励起光は、LED光源が放出しうる任意の光であってよい。LED励起光は、UV光または青色光であってよい。青色光は、董色光および藍色光を包含する。LEDは、自然発光デバイス、さらには誘導放射発光または超放射発光を用いるデバイス、たとえば、レーザーダイオードおよび垂直キャビティ表面発光レーザーダイオードを包含する。

20

#### 【0049】

本明細書に記載の蛍光体の層は、連続層であっても不連続層であってもよい。蛍光体材料の層は、均一パターンであっても不均一パターンであってもよい。蛍光体材料の層は、小さい面積を有する複数の領域であってもよい。たとえば、平面図において10000マイクロメートル<sup>2</sup>未満または500～10000マイクロメートル<sup>2</sup>の面積をそれぞれが有する複数の「ドット」であってもよい。例示的な実施形態では、複数のドットは、それぞれ、1つ以上の異なる波長の可視光を放出する蛍光体から形成可能である。たとえば、赤色発光ドット、青色発光ドット、および緑色発光ドットである。複数の波長の可視光を放出するドットを、所望に応じて任意の均一形態または不均一形態に配置構成しうる。たとえば、蛍光体材料の層は、表面または領域に沿って不均一な密度勾配を有する複数のドットであってよい。「ドット」は、任意の規則形形状または不規則形形状をとることができ、平面図において丸形である必要はない。蛍光体材料は、多層光学フィルムの共押出スキン層であってよい。

30

#### 【0050】

以下に記載されているように、性能上の利点が得られるように、いくつかの方法で構造化蛍光体層を構成することができる。より広いまたはより完全なスペクトル出力が得られるように複数の蛍光体タイプを用いる場合、より短波長の蛍光体からの光は、他の蛍光体に再吸収される可能性がある。各蛍光体タイプの独立したドット、線、または独立した領域を含むパターンを用いれば、再吸収量は低減される。吸収されない励起光が反射されて蛍光体パターンに戻されるキャビティータイプ構成では、これはとくに効果的であろう。

40

#### 【0051】

多層構造体はまた、吸収を減少させる可能性がある。たとえば、最長波長エミッターが励起光源に最も近い位置にくるようにして各蛍光体の層を逐次形成することが有利なこともある。このエミッターにより近い位置で放出された光は、平均して、出力表面の近傍で放出された光よりも多く全蛍光体層内で多重散乱を受けるであろう。放出された最短波長が最も再吸収を受けやすいので、出力表面に最も近い位置に最短波長蛍光体を配置することが有利である。このほか、多層構造体を貫通して伝播するにつれて次第に低下する励起光の強度を補償するように、各層を異なる厚さにすることが有利であろう。類似の吸収効率および発光効率を有する蛍光体層の場合、励起側から出力側の方向に次第に層が薄くなるようにすれば、各層内で減少する励起強度が補償されるであろう。放出された

50

蛍光体光が後方に散乱されたり順序の先行する蛍光体層により再吸収されたりするのを減少させるために、異なる蛍光体層間にショートパスフィルターを配置することも有利であろう。

【0052】

また、蛍光体コーティングでフィルム構造体を形成することにより、ダイオードの個別ユニットにダイシングするのに好適な小さい構造体のアレイの製造が可能である。たとえば、小さいドームまたは半球のアレイを印刷することが可能であり、これらは、それれ、P L E Dでときどき見られる「ハロー効果」を減少するのに有用である（以下に記載のとおり）。

【0053】

非散乱蛍光体層を多層光学フィルムと組み合わせることにより、増強された光出力を提供することができる。非散乱蛍光体層は、屈折率の一致したバインダー中の従来の蛍光体（たとえば、高屈折率不活性ナノ粒子を有するバインダー）、従来の蛍光体組成のナノサイズ粒子（たとえば、粒度が小さく、光散乱が無視できる場合）、または量子ドット蛍光体の使用を含みうる。量子ドット蛍光体は、電子構造が粒度による影響および制御を受ける程度に十分に小さい粒子の硫化カドミウムのような半導体に基づく光エミッターである。したがって、吸収スペクトルおよび発光スペクトルは、粒度により制御される。量子ドットについては、米国特許第6,501,091号明細書に開示されている。

【0054】

蛍光体／リフレクターアセンブリーを含む第1の光学素子をL E Dベースに装着することができる。かつヒートシンクが、場合により、蛍光体層および干渉フィルターを装着することのできる透明ヒートシンクを含みうる実施形態を本明細書中に開示する。透明ヒートシンクは、蛍光体層／干渉フィルターとL E Dベースとの間に配設されたサファイアの層でありうる。ほとんどのガラスは、ポリマーよりも高い熱伝導率を有し、この機能に同様に有用でありうる。多くの他の結晶性材料の熱伝導率は、ほとんどのガラスよりも高いので、同様にここで使用することができる。サファイア層は、金属ヒートシンクと縁で接触させることができる。

【0055】

例示的な実施形態では、干渉フィルター（すなわち、高分子干渉フィルター）を蛍光体層でコーティングする前に、コーティングの接着性を促進すべくフィルターの表面を処理することができる。最適処理は、フィルターの表面層と蛍光体コーティング中の材料（とくに、蛍光体粒子を表面上に保持するために使用されるバインダー）の両方に依存する。表面処理は、標準的コロナ放電処理であってもよいし、またはコロナ放電に続くプライミング層であってもよい。プライミング層は、典型的には1ミクロン未満の厚さである。有用なプライミング材料は、P V D C、スルホン化ポリエステルおよびヴィッテル（V i t e l）のような他のアモルファスポリエステル、バイネル（B y n e l）（デュポン（D u p o n t））やアドマー（A d m e r）（ミツイ・ケミカルス（M i t s u i C h e m i c a l s））のようなマレイン化コポリマー、ならびにエルバックス（E l v a x）（デュポン（D u p o n t））のようなE V Aである。蛍光体層用のバインダーは、熱可塑性および／または熱成形性であってよく、たとえば、フルオロポリマーまたはシリコン系材料であってよい。

【0056】

他のプライミング層としては、たとえば、真空蒸着層、好ましくは、プライミング層を堆積させながらポリマー表面にイオン成分またはプラズマ成分を衝突させるイオンビーム源またはガスプラズマ源のような高エネルギー源からの真空蒸着層が挙げられる。そのようなプライミング層は、典型的にはチタニア層またはシリカ層のような無機材料層である。

【0057】

短波長光を可視光にダウンコンバートするための蛍光体の使用に関して多くの注意を

10

20

30

40

50

与えてきたが、赤外線を可視光にアップコンバートすることも可能である。アップコンバート性蛍光体は当技術分野で周知であり、典型的には1個の可視フォトンを生成させるのに2個以上の赤外フォトンを使用する。そのような蛍光体を励起するのに必要とされる赤外LEDも明らかにされており、非常に効率的である。ロングパス(LP)フィルターおよびショートパス(SP)フィルターを追加すれば、この過程を用いる可視光源をより効率的に作製することができるが、ただし、この場合、それぞれの機能は、ダウンコンバート性蛍光体系と比較して逆になる。SPフィルターは、可視光を透過させつつIR光を蛍光体の方向に方向付けるために使用することが可能であり、LPフィルターは、外向きに放出された可視光を目標系またはユーザーの方向に方向付けるために蛍光体とLEDとの間で配置することができる。

10

## 【0058】

SPフィルターまたはLPフィルターの寿命は、好ましくは、同一系内のLEDの寿命よりも長いかまたはそれと同等である。高分子干渉フィルターの劣化は、過熱が原因になりうる。過熱により材料のクリープを生じる可能性があり、クリープにより層の厚さ値が変化するので、フィルターにより反射される波長が変化することになる。最悪の場合、過熱によりポリマー材料が融解する可能性があるので、結果として、材料が急速に流動し、波長選択が変化し、さらにはフィルターの不均一性を招く。

## 【0059】

ポリマー材料の劣化はまた、ポリマー材料に依存して、青色光線、董色光線、またはUV線のような短波長線(化学線)により引き起こされる可能性もある。劣化速度は、作用光の流束とポリマーの温度の両方に依存する。一般的には、LEDからの距離の増大と共に、温度と流束の両方が減少するであろう。このため、高輝度LED(とくに、UV-LED)の場合、設計上可能なかぎり高分子フィルターをLEDから離して配置することが有利である。また、先に記載したような透明ヒートシンク上にポリマーフィルターを配置することにより、フィルターの寿命を改善することもできる。ドーム形フィルターでは、化学線の流束は、LEDからの距離の二乗として減少する。たとえば、曲率中心に位置する単方向性1ワットLEDと共に配置された半径1cmの半球形MOFRリフレクターは、 $1 / (2)$ ワット/cm<sup>2</sup>(ドームの表面積 = 2 cm<sup>2</sup>)の平均強度を受けるであろう。半径0.5cmでは、ドーム上の平均強度は、その値の4倍すなわち $2 / \text{W/cm}^2$ になるであろう。LED、蛍光体、および多層光学フィルムの系は、光束および温度の制御を考慮に入れて設計することができる。

20

## 【0060】

多層リフレクターに隣接しておよび/または蛍光体材料に隣接して、反射偏光子を配設することができる。反射偏光子を用いると、好ましい偏光の光を放出させると同時に、他の偏光の光を反射させることができる。当技術分野で公知の蛍光体層および他のフィルム素子を用いると、反射偏光子により反射された偏光光は偏光解消される可能性があり、そして多層リフレクターと組み合わされた蛍光体層または蛍光体層のいずれかの反射により、光はリサイクルされ、固体光デバイス(LED)の偏光光の明るさが増大される。好適な反射偏光子としては、たとえば、コレステリック反射偏光子、1/4波長リターダーを備えたコレステリック反射偏光子、スリーエム・カンパニー(3M Company)から入手可能なDBEF反射偏光子、またはスリーエム・カンパニー(3M Company)から入手可能なDRPF反射偏光子が挙げられる。反射偏光子は、好ましくは、蛍光体により放出された波長および角度の実質的な範囲にわたり光を偏光させ、LEDが青色光を放出する場合、LED発光波長範囲を反射することも可能である。

30

## 【0061】

好適な多層リフレクターフィルムは、2つの隣接した層の厚さ方向で屈折率が実質的に一致し、かつ非常に大きいかまたは存在しないブルースター角(p偏光光の反射率がゼロになる角度)を有する複屈折性多層光学フィルムである。これにより、p偏光光に対する反射率が入射角と共に徐々に減少するか、入射角に依存しないか、または法線から入射角が離れるにつれて増加する多層ミラーおよび偏光子を構成することができる。その結果、

40

50

広い帯域幅にわたり高反射率（ミラーの場合には任意の入射方向の偏光面に対して、偏光子の場合には選択された方向の偏光面に対して）を有する多層フィルムを達成することができる。これらの高分子多層リフレクターは、第1および第2の熱可塑性ポリマーの交互層を含む。交互層は、層に平行に延在する互いに直交するx軸およびy軸ならびにx軸およびy軸に直交するz軸を有する局所座標系を規定し、層の少なくともいくつかは複屈折性である。第1、第2、および第3の互いに直交する軸に沿って偏光された光に対して、第1および第2の層間の屈折率差の絶対値は、それぞれ、x、y、およびzである。第3の軸は、フィルムの平面に直交する。ここで、xは約0.05超であり、そしてzは約0.05未満である。これらのフィルムについては、たとえば、米国特許第5,882,774号明細書に記載されている。

10

## 【0062】

図13は、たとえば図1の光源に使用される蛍光体・リフレクターアセンブリーの他の実施形態116の断面図である。多層リフレクター126が蛍光体材料層122に隣接した形で示されているが、蛍光体材料層122と多層リフレクター126との間で光が伝播できるように多層リフレクター126を位置決めする必要があるにすぎない。多層リフレクター126は、可視光の少なくとも一部分を反射し、LED励起光（たとえば、UV光または青色光）を透過する。この多層リフレクター126は、先に記載したようにショートパス（SP）リフレクターと呼ぶことができる。

## 【0063】

多層リフレクター126は、本明細書に論述されるようにLED12からの光を受け取るように位置決めすることができる。多層リフレクター126は、任意の使用可能な厚さであってよい。多層リフレクター126は、5~200マイクロメートルの厚さまたは10~100マイクロメートルの厚さでありうる。多層リフレクター126は、場合により、無機材料を実質的に含まないものであってもよい。

20

## 【0064】

多層リフレクター126は、本明細書に論述されるように、UV光、青色光、または董色光に暴露されたときに劣化に耐える材料から形成可能である。本明細書に論述される多層リフレクターは、高強度照射下で長期間にわたり安定でありうる。高強度照射は、一般的には、1~100ワット/cm<sup>2</sup>の流束レベルとして定義することができる。干渉リフレクターの動作温度は、100以下または65。以下でありうる。好適な例示的高分子材料としては、たとえば、アクリル材料、PET材料、PMMA材料、ポリスチレン材料、ポリカーボネート材料、3M（ミネソタ州セントポール（St. Paul, MN））から入手可能なTHV材料、およびそれらの組合せから形成される耐UV性材料を挙げることができる。これらの材料およびPEN材料は、青色励起光に使用することができる。

30

## 【0065】

多層リフレクター126は、本明細書に記載されるようにLED12と共に任意の使用可能な構成で位置決めすることができる。例示的な実施形態では、多層リフレクター126は、蛍光体層122とLED12との間に位置決めされる。他の例示的な実施形態では、蛍光体層122は、多層リフレクター126とLED12との間に位置決めされる。多層リフレクター126は、UV光または青色光を透過し、かつ緑色光、黄色光、または赤色光のような可視光スペクトルの少なくとも一部分を反射するように、構成することができる。他の例示的な実施形態では、多層リフレクター126は、UV光、青色光、または緑色光を透過し、かつ黄色光または赤色光のような可視光スペクトルの少なくとも一部分を反射するように、構成することができる。

40

## 【0066】

蛍光体材料層122は、LED12から放出された励起光が照射されたときに可視光を放出することができる。蛍光体材料層122は、任意の使用可能な厚さであってよい。蛍光体材料層122は、ポリエステル材料などのような任意の数のバインダーを含みうる。他の例示的な実施形態では、蛍光体材料層122は接着材料を含みうる。さらなる例示的な実施形態では、接着材料は、蛍光体材料層122と高分子多層リフレクター

50

126との間に配設することができる。接着材料は、光学機能性接着剤であってよい。すなわち、染料や散乱粒子などのような追加の光学材料を含みうる。

【0067】

蛍光体 - リフレクターアセンブリー 116 は、さまざまな方法で形成可能である。たとえば、蛍光体材料層 122 を高分子多層リフレクター 126 上に配設またはコーティングすることができる。蛍光体材料層 122 は、流動性材料として高分子多層リフレクター 126 上に適用可能である。蛍光体材料層 122 は、固体層として高分子多層リフレクター 126 に隣接した形でラミネート可能である。さらに、蛍光体材料層 122 および高分子多層リフレクター 126 を逐次的または同時に熱成形することができる。蛍光体層は、圧縮性、エラストマー性にすることもできるし、さらにはフォーム構造体中に閉じ込めるることもできる。

10

【0068】

蛍光体 - リフレクターアセンブリー 116 は、本明細書に記載され図 2 に示されよう。蛍光体材料層 122 上に配設された第 2 の干渉リフレクターを含みうる。図 2 を参照すると、この第 2 の多層リフレクター 26 は蛍光体材料層 22 に隣接した形で示されているが、先に記載したように、蛍光体材料層 22 と多層リフレクター 26 との間で光が伝播できるように第 2 の多層リフレクター 26 を位置決めする必要があるにすぎない。第 2 の干渉リフレクター 26 は、ロングパスリフレクターであってもショートパスリフレクターであってもよい。蛍光体材料層 22 および高分子多層リフレクター 26 は、平面形、造形形、湾曲形などのような任意の所望の形態をとりうる。

20

【0069】

図 14 は、図 1 の光源に使用される蛍光体 - リフレクターアセンブリー 216 の他の実施形態の断面図である。多層リフレクター 224 が蛍光体材料層 222 に隣接した形で示されているが、蛍光体材料層 222 と多層リフレクター 224 との間で光が伝播できるように多層リフレクター 224 を位置決めする必要があるにすぎない。多層リフレクター 224 は、LED 励起光（たとえば、UV 光や青色光など）を反射しつつ可視光を透過するように位置決めされる。この多層リフレクター 224 は、先に記載したようにロングパス（LP）リフレクターと呼ぶことができる。

30

【0070】

多層リフレクター 224 は、LED 励起光を蛍光体材料層 222 に反射するように位置決めされる。多層リフレクター 224 は、任意の使用可能な厚さであってよい。多層リフレクター 224 は、5 ~ 200 マイクロメートルの厚さまたは 10 ~ 100 マイクロメートルの厚さでありうる。多層リフレクター 224 は、本明細書に論述されるように、UV 光に暴露されたときに劣化に耐える材料から形成可能である。多層リフレクター 224 は、場合により、無機材料を実質的に含まないものであってもよい。

40

【0071】

本明細書に記載の多層干渉リフレクターは、横方向の厚さ勾配を有しうる。すなわち、リフレクター上の 1 点からリフレクター上の他の点まで異なる厚さを有しうる。LED 放出光の入射角は多層リフレクターの外側領域の方向に増加するので、これらのリフレクターをより厚肉にしてもよい。外側領域でリフレクターの厚さを増大させれば、帯域シフトの問題が補償される。なぜなら、反射波長は厚さおよび入射角に比例するからである。

【0072】

多層リフレクター 224 は、本明細書に記載されるように LED 12 と共に任意の使用可能な構成で位置決めすることができる。例示的な実施形態では、多層リフレクター 224 は、蛍光体層 222 と LED 12 との間に位置決めされる。他の例示的な実施形態では、蛍光体層 222 は、多層リフレクター 224 と LED 12 との間に位置決めされる。多層リフレクター 224 は、UV 光または青色光を反射し、かつ緑色光、黄色光、または赤色光のような可視光スペクトルの少なくとも一部分を透過するように、構成することができる。他の例示的な実施形態では、多層リフレクター 224 は、UV 光、青色光、または緑色光を反射し、かつ黄色光または赤色光のような可視光スペクトルの少なくとも一

50

部分を透過するように、構成することができる。

【0073】

蛍光体材料層222は、LED12から放出された励起光が照射されたときに可視光を放出することができる。蛍光体材料層222は、任意の使用可能な厚さであってよい。蛍光体材料層222は、ポリエステル材料などのような任意の数のバインダーを含みうる。他の例示的な実施形態では、蛍光体材料層222は接着材料を含みうる。さらなる例示的な実施形態では、接着材料は、蛍光体材料層222と高分子多層リフレクター224との間に配設することができる。接着材料は光学機能性接着剤であってよい。

【0074】

蛍光体-リフレクターアセンブリー216は、さまざまな方法で形成可能である。たとえば、蛍光体材料層222を多層リフレクター224上に配設またはコーティングすることができる。蛍光体材料層222は、流動性材料として多層リフレクター224上に適用可能である。蛍光体材料層222は、固体層として多層リフレクター224にラミネート可能である。さらに、蛍光体材料層222および多層リフレクター224を逐次的または同時に熱成形することができる。蛍光体層は、圧縮性、エラストマ-性にすることもできるし、さらにはフォーム構造体中に閉じ込めることもできる。

【0075】

蛍光体-リフレクターアセンブリー216は、先に記載され図2に示されるように、ショートパスリフレクターをさらに含みうる。蛍光体材料層222および多層リフレクター224は、平面形、造形形、湾曲形などのような任意の所望の形態をとりうる。

【0076】

図15は、蛍光体系光源310の二部構成素子システムの概略断面図である。蛍光体-リフレクターアセンブリー316は、LED素子309と蛍光体材料層310からなる。LED素子309は、第2の光学素子(蛍光体-リフレクターアセンブリー316)からの放出光を受け取るように第1の光学素子(蛍光体-リフレクターアセンブリー316)を位置決めすることにより、形成可能である。例示的な実施形態では、LED素子309は、蛍光体-リフレクターアセンブリー316の嵌合表面313に嵌合するように配置され構成される嵌合表面308を有しうる。蛍光体-リフレクターアセンブリー316は先に記載したとおりである。蛍光体-リフレクターアセンブリー316は、光透過性材料310内または光透過性材料の表面320上に配設可能である。

【実施例】

【0077】

本明細書に記載の蛍光体ルミネセンスの測定は、積分球(商品名OL IS-670-LED, オプトロニック・ラボラトリーズ(Optronic Laboratories)製)および高精度LEDホルダー(商品名OL 700-80-20, オプトロニック・ラボラトリーズ(Optronic Laboratories)製)を備えた分光放射計(商品名OL 770-LED, 米国フロリダ州オーランドのオプトロニック・ラボラトリーズ・インコーポレーテッド(Optronic Laboratories, Inc., Orlando, Florida, USA)製)を用いて行った。入力ポートから積分球に入る全放射エネルギー(ワット每ナノメートルの単位)を報告すべく、分光放射計を校正する。カスタムパンチを用いて蛍光体コーティングサンプルから直径1インチのディスクを作製された。このディスクは、高精度LEDホルダーに取り付けるよう作製されたカスタムフィルムアダプターに嵌入する。カスタムアダプターは、パッケージ化LEDのベースから上方に約1インチの位置にフィルムサンプルを保持する。LEDをホルダー中に取り付け、蛍光体コーティングを有するフィルムをアダプター中に配置し、アダプターを発光ダイオードマウントに固定し、次に、ダイオードマウントアセンブリーを積分球の入口孔に挿入することにより、測定を行った。所要により、校正された中性濃度フィルターを用いて分光放射計の検出器に到達する光レベルを調整した。

【0078】

別段の記載がないかぎり、以下の実施例で使用した多層光学フィルムは、法線入射にお

10

20

30

40

50

いて両方の偏光状態を等しく反射するものであった（すなわち、各個別光学層は、直交する面内軸に沿って名目上等しい屈折率を有していた）。

【0079】

蛍光体層の厚さが与えられている以下の実施例のいずれについても、厚さは、蛍光体層および基材フィルムの合計厚さから基材フィルムの厚さを引くことにより決定したものである。厚さは、ダイヤルゲージスタンド（カタログ番号52-580-020, ファウラー（Fowler）製）に取り付けられたフラット接点（カタログ番号52-525-035, ファウラー（Fowler）製）を有するダイヤルインジケーター（カタログ番号52-520-140, 米国マサチューセッツ州ニュートンのフレッド・ヴィ・ファウラー・カンパニー・インコーポレーテッド（Fred V. Fowler Co., Inc., of Newton, Massachusetts, USA））を用いて測定した。基材フィルムの厚さは、基材フィルム上のランダムな位置における3つの測定値を平均したものである。蛍光体層および基材フィルムの厚さは、蛍光体層上のランダムな位置における6つの測定値を平均したものである。10

【0080】

実施例1

セリウムをドープしたイットリウムアルミニウムガーネット（YAG:Ce）蛍光体のコーティングを、次の手順により、単一層透明ポリ（エチレンテレフタレート）（PET）フィルム上に作製した。

【0081】

12.00グラムのフルオロポリマー樹脂（商品名「ホスファー・インク・パートA：レジン・ソルージョン（Phosphor Ink Part A: Resin Solution）」, 製品番号：1INR001, rev: AA, バッチ番号：KY4-035, 米国アリゾナ州チャンドラーのジュレル・カンパニー（Durel Company of Chandler, Arizona, USA）製）を40ミリリットルのガラスジャーに入れた。15.02グラムのYAG:Ce蛍光体（商品名QMK58/F-U1, ロット#13235, 英国スティーベネッジのホスファー・テクノロジー・リミテッド（Phosphor Technology, Ltd. of Stevenage, England）製）を計量して秤量ディッシュに入れた。最初に蛍光体の半分を樹脂に添加し、次にステンレス鋼スパチュラを用いて手で混合し、その後、残りの半分を添加して手で混合することにより、蛍光体を樹脂と混合した。混合物が平滑テクスチャーおよび均一な外観をもつようになるまで、蛍光体と樹脂を手で混合した。得られた蛍光体ペーストの入っているジャーを蓋でカバーし、ボトルローラー上に約30分間配置した。20

【0082】

スリーエム・カンパニー（3M Company）（ミネソタ州セントポール（St. Paul, MN））製の幅6インチ×長さ10インチ×厚さ1.5ミルの単層透明PETフィルムシートを、クリーンなフラット表面上に配置した。メタノールで湿潤させたリントフリー綿布でPETフィルムの両側の表面を拭いた。蛍光体ペーストの入っているジャーをボトルローラーから取り出し、約5グラムのペーストをPETフィルム上に小さい溜りの状態に配置した。5ミルのギャップの正方形マルチクリアランスアブリケーター（商品名PAR-5357, 米国メリーランド州コロンビアのビーワイケー・ガードナー・ユースエイ（BYK-Gardner USA of Columbia, Maryland, USA）製）を用いて、蛍光体ペーストをコーティングの状態に手作業で引き延ばした。重力対流式オープン（商品名モデル1350G（Model 1350G）, 米国ペンシルバニア州ウェストチェスターのヴィダブリューアール・インターナショナル・インコーポレーテッド（VWR International, Inc., of West Chester, Pennsylvania, USA）製）内で約130の温度で湿潤フィルムを30分間硬化させた。硬化後、蛍光体/樹脂コーティングの厚さは1.6ミルであった。30

【0083】

10

20

30

40

50

YAG : Ce コーテッドフィルムの直径 1 インチのディスクを作製し、先に記載した分光放射計中に取り付けた。蛍光体コーテッド面が積分球の方向を向くように、ディスクの向きを変えた。約 463 nm のピーク波長の青色 LED ( 製品番号 25-365, オハイオ州ストューベンヴィルのホスフェルト・エレクトロニックス・インコーポレーテッド (Hosfelt Electronics, Inc., Steubenville, OH) 製 ) を用いて蛍光体を励起した。青色光のフラット出口面を提供するようにパッケージの上端のドーム形レンズを機械加工することにより、青色 LED 用の標準的 5 mm パッケージを改造した。パッケージの約 0.18 インチをパッケージの上端から除去した。定電流電源により 20 ミリアンペアおよび 3.46 ボルトで LED に電力供給した。分光放射計を用いて記録した蛍光体層の発光スペクトルを、「実施例 1」と記された曲線として図 16 に示す。分光放射計に付属するソフトウェアを用いて、積分球中に放出された全光束を算出したところ、0.068 ルーメンであった。

10

## 【0084】

## 実施例 2

PET および co - PMMA の交互層を有し、かつ約 600 nm ~ 約 1070 nm の法線入射反射帯域 ( 最大値の半分の位置で測定 ) を有する多層光学フィルム ( MOF ) ( 米国特許第 6,531,230 号明細書に従って作製 ) の部片を、実施例 1 の蛍光体コーテッド PET フィルムと実施例 1 の青色 LED ( 20 ミリアンペアで動作 ) と間のフィルムアダプター中に配置した。スペクトルを記録し、「実施例 2」と記された曲線として図 16 に示す。分光放射計に付属するソフトウェアを用いて、積分球中に放出された全光束を算出したところ、0.118 ルーメンであった。これは 73 % の光度増加を表す。

20

## 【0085】

## 実施例 3

硫化亜鉛 (ZnS) 蛍光体のコーティングを、次の手順により、ポリ (エチレンテレフタレート) (PET) フィルム上に作製した。

## 【0086】

20.04 グラムのフルオロポリマー樹脂 (商品名「ホスファー・インク・パート A : レジン・ソルージョン (Phosphor Ink Part A : Resin Solution)」, 製品番号 : 1INR001, rev : AA, パッチ番号 : KY4-035, 米国アリゾナ州チャンドラーのジュレル・カンパニー (Durel Company of Chandler, Arizona, USA) 製) を 2 オンスのガラスジャーに入れた。20.06 グラムの ZnS 蛍光体 (商品名 GL29A/N-C1, ロット # 11382, 英国スティーベネッジのホスファー・テクノロジー・リミテッド (Phosphor Technology, Ltd. of Stevenage, England) 製) を計量して秤量ディッシュに入れた。最初に蛍光体の半分を樹脂に添加し、次にステンレス鋼スパチュラを用いて手で混合し、その後、残りの半分を添加して手で混合することにより、蛍光体を樹脂と混合した。混合物が平滑テクスチャーおよび均一な外観をもつようになるまで、蛍光体と樹脂を手で混合した。得られた蛍光体ペーストの入っているジャーを蓋でカバーし、ボトルローラー上に約 24 時間配置した。

30

## 【0087】

スリーエム・カンパニー (3M Company) (ミネソタ州セントポール (St. Paul, MN) ) 製の幅 6 インチ × 長さ 10 インチ × 厚さ 1.5 ミルの透明 PET フィルムシートを、クリーンなフラット表面上に配置した。メタノールで湿潤させたリントフリー綿布で PET フィルムの両側の表面を拭いた。蛍光体ペーストの入っているジャーをボトルローラーから取り出し、約 3 グラムのペーストを PET フィルム上に配置した。2 ミルのギャップの正方形マルチクリアランスアクリケーター (商品名 PAR-5353, 米国メリーランド州コロンビアのビーワイケー・ガードナー・ユーエスエイ (BYK-Gardner USA of Columbia, Maryland, USA) 製) を用いて、蛍光体ペーストをコーティングの状態に手作業で引き延ばした。重力対流式オープン (商品名モデル 1350G (Model 1350G) , 米国ペンシルバニア州

40

50

ウェストチェスターのヴィダブリューアール・インターナショナル・インコーポレーテッド (VWR International, Inc., of West Chester, Pennsylvania, USA) 製) 内で約130 の温度で湿潤フィルムを30分間硬化させた。硬化後、螢光体 / 樹脂コーティングの厚さは0.7ミルであった。

【0088】

ZnSコーテッドフィルムの直径1インチのディスクを作製し、先に記載した分光放射計中に取り付けた。螢光体コーテッド面が積分球の方向を向くように、ディスクの向きを変えた。約395nmのピーク波長のUV LED ( 製品番号25-495, オハイオ州ストューベンヴィルのホスフェルト・エレクトロニックス・インコーポレーテッド (Hosfeldt Electronics, Inc., Steubenville, OH) 製) を用いて螢光体螢光を励起した。UV光のフラット出口面を提供するようにパッケージの上端のドーム形レンズを機械加工することにより、UV LED用の標準的5mmパッケージを改造した。パッケージの約0.180インチをパッケージの上端から除去した。定電流電源により20ミリアンペアおよび3.7ボルトでLEDに電力供給した。分光放射計を用いて記録した螢光体層の発光スペクトルを、「実施例3」と記された曲線として図17に示す。分光放射計に付属するソフトウェアを用いて、積分球中に放出された全光束を算出したところ、0.052ルーメンであった。

【0089】

実施例4

PETおよびco-PMMaの交互層を有し、かつ約320nm～約490nmの法線入射反射帯域 (最大値の半分の位置で測定) を有する多層光学フィルム (MOF) (米国特許第6,531,230号明細書に従って作製) の部片を、実施例3の螢光体層の上のフィルムアダプター中に配置し、実施例3のUV LED (20ミリアンペアで動作) を励起光源として使用した。スペクトルを記録し、「実施例4」と記された曲線として図17に示す。分光放射計に付属するソフトウェアを用いて、積分球中に放出された全光束を算出したところ、0.062ルーメンであった。これは、実施例3と比較したとき約19%の光度増加を表す。

【0090】

実施例5

多層光学フィルム (MOF) の2つの部片をラミネートすることにより、広帯域可視リフレクターを作製した。PETおよびco-PMMaの交互層を有し、かつ約490nm～約610nmの法線入射反射帯域 (最大値の半分の位置で測定) を有するMOF (ミネソタ州セントポール (St. Paul, MN) のスリーエム・カンパニー (3M Company) 製) の層を、PETおよびco-PMMaの交互層を有し、かつ約590nm～約710nmの法線入射反射帯域 (最大値の半分の位置で測定) を有するMOF (ミネソタ州セントポール (St. Paul, MN) のスリーエム・カンパニー (3M Company) 製) の層に、光学的透明接着剤によりラミネートした。実施例3の螢光体コーテッドPETフィルムと実施例3のUV LED (20ミリアンペアで動作)との間のフィルムアダプター中にラミネートを配置した。PETおよびco-PMMaの交互層を有し、かつ約320nm～約490nmの法線入射反射帯域 (最大値の半分の位置で測定) を有する多層光学フィルム (MOF) (ミネソタ州セントポール (St. Paul, MN) のスリーエム・カンパニー (3M Company) 製) の部片を、螢光体層の上のフィルムアダプター中に配置し、LED側の可視ミラーと他方の側のUV / 青色ミラーとの間に挿設された螢光体層を有するキャビティを形成するようにした。スペクトルを記録し、「実施例5」と記された曲線として図17に示す。分光放射計に付属するソフトウェアを用いて、積分球中に放出された全光束を算出したところ、0.106ルーメンであった。これは、実施例3と比較したとき約104%の光度増加を表す。

【0091】

実施例6

硫化亜鉛 (ZnS) 萤光体のコーティングを、次の手順により、ポリ (エチレンテレ

10

20

30

40

50

フタレート) (P E T) フィルム上に作製した。

【0092】

実施例3に記載した蛍光体ペーストを、幅6インチ×長さ10インチ×厚さ1.5ミルの透明P E Tフィルムシート上にコーティングした。P E Tをクリーンなフラット表面上に配置した。メタノールで湿潤させたリントフリー綿布でP E Tフィルムの両側の表面を拭した。約3グラムのペーストをP E Tフィルム上に配置した。4ミルのギャップの正方形マルチクリアランスアプリケーター(商品名P A R - 5 3 5 3, 米国メリーランド州コロンビアのビーウィケー・ガードナー・ユーエスエイ(B Y K - G a r d n e r U S A o f C o l u m b i a , M a r y l a n d , U S A)製)を用いて、蛍光体ペーストをコーティングの状態に手作業で引き延ばした。重力対流式オーブン(商品名モデル1350G(Model 1350G), 米国ペンシルバニア州ウェストチェスターのヴィダブリューアール・インターナショナル・インコーポレーテッド(V W R I n t e r n a t i o n a l , I n c . , o f W e s t C h e s t e r , P e n n s y l v a n i a , U S A)製)内で約130の温度で湿潤フィルムを30分間硬化させた。硬化後、蛍光体/樹脂コーティングの厚さは1.3ミルであった。

10

【0093】

Z n Sコーテッドフィルムの直径1インチのディスクを作製し、先に記載した分光放射計中に取り付けた。蛍光体コーテッド面が積分球の方向を向くように、ディスクの向きを変えた。約395nmのピーク波長のU V L E D(製品番号25-495, オハイオ州ストューベンヴィルのホスフェルト・エレクトロニックス・インコーポレーテッド(H o s f e l t E l e c t r o n i c s , I n c . , S t e u b e n v i l l e , O H)製)を用いて蛍光体を励起した。U V光のフラット出口面を提供するようにパッケージの上端のドーム形レンズを機械加工することにより、U V L E D用の標準的5mmパッケージを改造した。パッケージの約0.180インチをパッケージの上端から除去した。定電流電源により20ミリアンペアおよび3.7ボルトでL E Dに電力供給した。分光放射計を用いて記録した蛍光体層の発光スペクトルを、「実施例6」と記された曲線として図18に示す。分光放射計に付属するソフトウェアを用いて、積分球中に放出された全光束を算出したところ、0.066ルーメンであった。

20

【0094】

実施例7

30

P E Tおよびc o - P M M Aの交互層を有し、かつ約490nm～約610nmの法線入射反射帯域(最大値の半分の位置で測定)を有する多層光学フィルム(M O F)(ミネソタ州セントポール(S t . P a u l , M N)のスリーエム・カンパニー(3 M C o m p a n y)製)の部片を、実施例6の蛍光体コーテッドP E Tフィルムと実施例6のU V L E D(20ミリアンペアで動作)と間のフィルムアダプター中に配置した。スペクトルを記録し、「実施例7」と記された曲線として図18に示す。分光放射計に付属するソフトウェアを用いて、積分球中に放出された全光束を算出したところ、0.095ルーメンであった。これは、実施例6と比較したとき約44%の光度増加を表す。

【0095】

実施例8

40

硫化亜鉛(Z n S)蛍光体のコーティングを、次の手順により、多層光学フィルム(M O F)上に作製した。

【0096】

P E Tおよびc o - P M M Aの交互層を有し、かつ約490nm～約610nmの法線入射反射帯域(最大値の半分の位置で測定)を有するM O F(ミネソタ州セントポール(S t . P a u l , M N)のスリーエム・カンパニー(3 M C o m p a n y)製)のシート上に、実施例3に記載した蛍光体ペーストをコーティングした。M O Fをクリーンなフラット表面の上に配置した。メタノールで湿潤させたリントフリー綿布でM O Fフィルムの両側の表面を拭した。約3グラムのペーストをM O Fフィルム上に配置した。4ミルのギャップの正方形マルチクリアランスアプリケーター(商品名P A R - 5 3 5 3, 米

50

国メリーランド州コロンビアのビーワイケー・ガードナー・ユーエスエイ (B Y K - G a r d n e r U S A o f C o l u m b i a , M a r y l a n d , U S A ) 製) を用いて、蛍光体ペーストをコーティングの状態に手作業で引き延ばした。重力対流式オープン (商品名モデル 1350G (Model 1350G) , 米国ペンシルバニア州ウェストチェスターのヴィダブリューアール・インターナショナル・インコーポレーテッド (V W R I n t e r n a t i o n a l , I n c . , o f W e s t C h e s t e r , P e n n s y l v a n i a , U S A ) 製) 内で約 130 の温度で湿潤フィルムを 30 分間硬化させた。硬化後、蛍光体 / 樹脂コーティングの厚さは 1.3 ミルであった。

## 【0097】

ZnS コーテッドフィルムの直径 1 インチのディスクを作製し、先に記載した分光放射計中に取り付けた。蛍光体コーテッド面が積分球の方向を向くように、ディスクの向きを変えた。約 395 nm のピーク波長の UV LED (製品番号 25-495, オハイオ州ストューベンヴィルのホスフェルト・エレクトロニックス・インコーポレーテッド (H o s f e l t E l e c t r o n i c s , I n c . , S t e u b e n v i l l e , O H ) 製) を用いて蛍光体を励起した。UV 光のフラット出口面を提供するようにパッケージの上端のドーム形レンズを機械加工することにより、UV LED 用の標準的 5 mm パッケージを改造した。パッケージの約 0.180 インチをパッケージの上端から除去した。定電流電源により 20 ミリアンペアおよび 3.7 ボルトで LED に電力供給した。分光放射計を用いて記録した蛍光体層の発光スペクトルを、「実施例 8」と記された曲線として図 18 に示す。分光放射計に付属するソフトウェアを用いて、積分球中に放出された全光束を算出したところ、0.107 ルーメンであった。これは、実施例 6 と比較したとき約 62 % の光度増加を表す。

## 【0098】

## 実施例 9

硫化亜鉛 (ZnS) 蛍光体のコーティングを、次の手順により、実施例 5 に記載したラミネート化多層光学フィルム (MOF) 上にスクリーン印刷した。

## 【0099】

150 グラムのフルオロボリマー樹脂 (商品名「ホスファー・インク・パート A : レジン・ソルージョン (Phosphor Ink Part A : Resin Soluti on)」, 製品番号 : 1 INR 001, rev : AA, バッチ番号 : KY 4-035, 米国アリゾナ州チャンドラーのジュレル・カンパニー (D u r e l C o m p a n y o f C h a n d l e r , A r i z o n a , U S A ) 製) を 16 オンスのガラスジャーに入れた。150 グラムの ZnS 蛍光体 (商品名 GL 29A / N - C 1, ロット # 11382, 英国スティーベネッジのホスファー・テクノロジー・リミテッド (Phosphor Technology, Ltd. o f S t e v e n a g e , E n g l a n d ) 製) を計量して秤量ディッシュに入れた。エアモーターにより駆動されるガラスインペラを用いて、蛍光体を樹脂中に徐々に混合した。混合物が平滑テクスチャーおよび均一な外観をもつようになるまで、蛍光体と樹脂を混合した。得られた蛍光体ペーストの入っているジャーを蓋でカバーし、ボトルローラー上に約 10 分間配置した。

## 【0100】

スクリーンプリンター (商品名タイプ SSM (Type SSM) , スウェーデン国ストックホルムのスペシア・シルクスクリーン・マスキナー・エイビー (S v e c i a S i l k s c r e e n M a s k i n e r A B , o f S t o c k h o l m , S w e d e n ) 製) に取り付けられた 280 スレッド毎インチ PET スクリーン上で 28 ライン毎インチの解像度のハーフトーンパターンを用いて、印刷を行った。ハーフトーンパターンは、10 %、50 %、および 90 % の被覆度を有する 3 つの領域からなるものであった。実施例 5 に記載した 2 層ラミネート化 MOF フィルムのシート上にパターンを 1 回通過させて印刷した。

## 【0101】

強制空気オープン内で約 138 の温度で印刷層を 15 分間硬化させた。硬化後、蛍光

10

20

20

30

40

50

光体／樹脂コーティングの厚さは0.8ミルであった。

【0102】

50%の被覆度を有するパターン部分から得られたZnSスクリーン印刷フィルムの直径1インチのディスクを作製し、先に記載した分光放射計中に取り付けた。蛍光体コーテッド面が積分球の方向を向くように、ディスクの向きを変えた。約395nmのピーク波長のUV LED（製品番号25-495、オハイオ州ストューベンヴィルのホスフェルト・エレクトロニックス・インコーポレーテッド（Hosfelt Electroni cs, Inc., Steubenville, OH）製）を用いて蛍光体を励起した。UV光のフラット出口面を提供するようにパッケージの上端のドーム形レンズを機械加工することにより、UV LED用の標準的5mmパッケージを改造した。パッケージの約0.180インチをパッケージの上端から除去した。定電流電源により20ミリアンペアおよび3.7ボルトでLEDに電力供給した。分光放射計を用いて記録した蛍光体層の発光スペクトルを、「実施例9」と記された曲線として図19に示す。分光放射計に付属するソフトウェアを用いて、積分球中に放出された全光束を算出したところ、0.052ルーメンであった。

【0103】

実施例10

PETおよびco-PMMaの交互層を有し、かつ約320nm～約490nmの法線入射反射帯域（最大値の半分の位置で測定）を有する多層光学フィルム（MOF）（ミネソタ州セントポール（St. Paul, MN）のスリーエム・カンパニー（3M Company）製）の部片を、実施例9の蛍光体層の上のフィルムアダプター中に配置し、実施例9のUV LED（20ミリアンペアで動作）を励起光源として使用した。スペクトルを記録し、「実施例10」と記された曲線として図19に示す。分光放射計に付属するソフトウェアを用いて、積分球中に放出された全光束を算出したところ、0.078ルーメンであった。これは、実施例9と比較したとき約50%の光度増加を表す。

【0104】

実施例11

硫化亜鉛（ZnS）蛍光体でコーティングされた多層光学フィルム（MOF）の熱成形ドームを、次の手順により作製した。

【0105】

PETおよびco-PMMaの交互層を有し、かつ約590nm～約710nmの法線入射反射帯域（最大値の半分の位置で測定）を有するMOF（米国ミネソタ州セントポールのスリーエム・カンパニー（3M Company of St. Paul, Minnesota, USA）製）の層を、ポリ（ビニルクロリド）のシートに接合して、可撓性複合体を形成した。この複合体をMOF-PVCと呼ぶことにする。

【0106】

MOF側を上向きにして、MOF-PVCをクリーンなフラット表面上に配置した。メタノールで湿潤させたリントフリー綿布でMOF-PVCのトップ表面を拭拭した。約3グラムの実施例9に記載したZnS蛍光体ペーストをMOF-PVC上に配置した。4ミルのギャップの正方形マルチクリアランスアブリケーター（商品名PAR-5353、米国メリーランド州コロンビアのビーワイケー・ガードナー・ユーエスエイ（BYK-Gardner USA of Columbia, Maryland, USA）製）を用いて、蛍光体ペーストをコーティングの状態に手作業で引き延ばした。重力対流式オーブン（商品名モデル1350G（Model 1350G）、米国ペンシルバニア州ウェストチェスターのヴィダブリューアール・インターナショナル・インコーポレーテッド（VWR International, Inc., of West Chester, Pennsylvania, USA）製）内で約130の温度で湿潤フィルムを30分間硬化させた。

【0107】

蛍光体コーテッドMOF-PVC複合体を熱成形機に充填した。層を270の温度

10

20

30

40

50

で23秒間加熱した。円形孔（直径約1/2インチ）を有するプレートを用いて、半球の凸面側に蛍光体を有する約1/2インチの半球の形態に、蛍光体コーテッドMOF-PVCを形成した。半球の目視検査から、半球が半球の外側領域近傍でより厚肉であり半球の内側領域でより薄肉であることが示唆された。蛍光体層は、平滑で連続しており、亀裂や離層の徴候は見られなかった。

## 【0108】

## 実施例12

硫化亜鉛（ZnS）蛍光体でコーティングされた多層光学フィルム（MOF）の熱成形ドームを、次の手順により作製した。

## 【0109】

MOF側を上向きにして、実施例11に記載したMOF-PVCのシートをクリーンなフラット表面上に配置した。メタノールで湿潤させたリントフリー綿布でMOF-PVCのトップ表面を拭いた。約3グラムの実施例9に記載したZnS蛍光体ペーストをMOF-PVC上に配置した。2ミルのギャップの正方形マルチクリアランスアブリケーター（商品名PAR-5353，米国メリーランド州コロンビアのビーワイケー・ガードナー・ユースエイ（BYK-Gardner USA of Columbia, Maryland, USA）製）を用いて、蛍光体ペーストをコーティングの状態に手作業で引き延ばした。重力対流式オープン（商品名モデル1350G（Model 1350G），米国ペンシルバニア州ウェストチェスターのヴィダブリューアール・インターナショナル・インコーポレーテッド（VWR International, Inc., of West Chester, Pennsylvania, USA）製）内で約130の温度で湿潤フィルムを30分間硬化させた。

## 【0110】

蛍光体コーテッドMOF-PVC複合体を熱成形機に充填した。層を270の温度で21秒間加熱した。円形孔（直径約1/2インチ）を有するプレートを用いて、半球の凸面側に蛍光体を有する約1/2インチの半球の形態に、蛍光体コーテッドMOF-PVCを形成した。半球の目視検査から、半球が半球の外側領域近傍でより厚肉であり半球の内側領域でより薄肉であることが示唆された。蛍光体層は、平滑で連続しており、亀裂や離層の徴候は見られなかった。

## 【0111】

## 実施例13

セリウムをドープしたイットリウムアルミニウムガーネット（YAG:Ce）蛍光体でコーティングされた多層光学フィルム（MOF）の熱成形されたドームを、次の手順により作製した。

## 【0112】

20.01グラムのフルオロポリマー樹脂（商品名「ホスファー・インク・パートA：レジン・ソルーション（Phosphor Ink Part A: Resin Solution）」，製品番号：1INR001、rev：AA，バッチ番号：KY4-035，米国アリゾナ州チャンドラーのジュレル・コーポレーション（Durel Corporation of Chandler, Arizona, USA）製）を2オンスのガラスジャーに入れた。19.98グラムのYAG:Ce蛍光体（商品名QMK58/F-U1，ロット#13235，英国スティーベネッジのホスファー・テクノロジー・リミテッド（Phosphor Technology, Ltd. of Stevenage, England）製）を計量して秤量ディッシュに入れた。最初に蛍光体の半分を樹脂に添加し、次にステンレス鋼スパチュラを用いて手で混合し、その後、残りの半分を添加して手で混合することにより、蛍光体を樹脂と混合した。混合物が平滑テクスチャーおよび均一な外観をもつようになるまで、蛍光体と樹脂を手で混合した。得られた蛍光体ペーストの入っているジャーを蓋でカバーし、ボトルローラー上に約30分間配置した。

## 【0113】

10

20

30

40

50

M OF 側を上向きにして、実施例 1 1 に記載した M OF - P VC のシートをクリーンなフラット表面上に配置した。メタノールで湿潤させたリントフリー綿布で M OF - P VC のトップ表面を拭した。約 3 グラムの Y AG : Ce 蛍光体ペーストを M OF - P VC 上に配置した。4 ミルのギャップの正方形マルチクリアランスアリケーター（商品名 P A R - 5 3 5 3 , 米国メリーランド州コロンビアのビーワイケー・ガードナー・ユーエスエイ ( B Y K - G a r d n e r U S A o f C o l u m b i a , M a r y l a n d , U S A ) 製）を用いて、蛍光体ペーストをコーティングの状態に手作業で引き延ばした。重力対流式オーブン（商品名モデル 1 3 5 0 G ( M o d e l 1 3 5 0 G ) , 米国ペンシルバニア州ウェストチェスターのヴィダブリューアール・インターナショナル・インコ-ボレーテッド ( V W R I n t e r n a t i o n a l , I n c . , o f W e s t C h e s t e r , P e n n s y l v a n i a , U S A ) 製）内で約 1 3 0 の温度で湿潤フィルムを 3 0 分間硬化させた。 10

## 【 0 1 1 4 】

蛍光体コーテッド M OF - P VC 複合体を熱成形機に充填した。層を 2 7 0 の温度で 2 3 秒間加熱した。円形孔（直径約 1 / 2 インチ）を有するプレートを用いて、半球の凸面側に蛍光体を有する約 1 / 2 インチの半球の形態に、蛍光体コーテッド M OF - P VC を形成した。半球の目視検査から、半球が半球の外側領域近傍でより厚肉であり半球の内側領域でより薄肉であることが示唆された。蛍光体層は、平滑で連続しており、亀裂や離層の徴候は見られなかった。 20

## 【 0 1 1 5 】

## 実施例 1 4

セリウムをドープしたイットリウムアルミニウムガーネット ( Y AG : C e ) 蛍光体でコーティングされた多層光学フィルム ( M OF ) の熱成形されたドームを、次の手順により作製した。 20

## 【 0 1 1 6 】

M OF 側を上向きにして、実施例 1 1 に記載した M OF - P VC のシートをクリーンなフラット表面上に配置した。メタノールで湿潤させたリントフリー綿布で M OF - P VC のトップ表面を拭した。約 3 グラムの実施例 1 3 に記載した Y AG : Ce 蛍光体ペーストを M OF - P VC 上に配置した。2 ミルのギャップの正方形マルチクリアランスアリケーター（商品名 P A R - 5 3 5 3 , 米国メリーランド州コロンビアのビーワイケー・ガードナー・ユーエスエイ ( B Y K - G a r d n e r U S A o f C o l u m b i a , M a r y l a n d , U S A ) 製）を用いて、蛍光体ペーストをコーティングの状態に手作業で引き延ばした。重力対流式オーブン（商品名モデル 1 3 5 0 G ( M o d e l 1 1 3 5 0 G ) , 米国ペンシルバニア州ウェストチェスターのヴィダブリューアール・インターナショナル・インコ-ボレーテッド ( V W R I n t e r n a t i o n a l , I n c . , o f W e s t C h e s t e r , P e n n s y l v a n i a , U S A ) 製）内で約 1 3 0 の温度で湿潤フィルムを 3 0 分間硬化させた。 30

## 【 0 1 1 7 】

蛍光体コーテッド M OF - P VC 複合体を熱成形機に充填した。層を 2 7 0 の温度で 2 1 秒間加熱した。円形孔（直径約 1 / 2 インチ）を有するプレートを用いて、半球の凸面側に蛍光体を有する約 1 / 2 インチの半球の形態に、蛍光体コーテッド M OF - P VC を形成した。半球の目視検査から、半球が半球の外側領域近傍でより厚肉であり半球の内側領域でより薄肉であることが示唆された。蛍光体層は、平滑で連続しており、亀裂や離層の徴候は見られなかった。 40

## 【 0 1 1 8 】

## 実施例 1 5

実施例 1 1 に記載した M OF - P VC のシートを、先に記載した熱成形装置で約 2 7 0 の温度に 1 6 秒間加熱した。 M OF - P VC のこの加熱シートを真空支援下で市販の 5 mm L E D パッケージの半球形レンズ上にドレープ成形した。 M OF - P VC は、半球形レンズ形状に対応する最終形状になった。 50

## 【0119】

成形されたM O F - P V Cの透過スペクトルをパーキン・エルマー・ラムダ19(Perkin-Elmer Lambda 19)分光光度計により測定した。成形されたM O F - P V Cの中央部分のスペクトルは、360nmおよび460nmに帯域端を有し、400nmにピーク反射率を生じることがわかった。この成形されたM O F - P V Fは、500nm超の波長で75%超の透過率を有していた。この測定されたM O F - P V Cのスペクトルシフトは、造形操作時に生じた光学スタックの薄層化が原因であった。

## 【0120】

本発明の範囲および精神から逸脱することなく行われる本発明に対する種々の修正および変更は、当業者に自明なものであろう。また、当然のことながら、本発明は、本明細書に記載の例示的な実施形態に限定されるものではない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0121】

【図1】LED励起蛍光体系光源(PLED)の概略断面図である。

【図2】図1の光源に使用される蛍光体-リフレクターアセンブリーの断面図である。

【図3】シートの形態で個別部片に細分割された蛍光体-リフレクターアセンブリーを備えるロールを示す。

【図4】キャリヤーフィルム上の蛍光体-リフレクターアセンブリーの個別部片を示す概略断面図である。

【図5-7】他のPLED構成体の概略断面図である。

【図8】さらに他のPLED構成体の一部分を示す。

【図9】さらに他のPLED構成体の概略断面図である。

【図10】図9の実施形態の場合と同様にフロント表面照射を利用する他のPLED構成体の概略側面図である。

【図11】非結像コンセントレーターの構成を利用するPLED構成体の概略側面図である。

【図12】図11の一部分のクローズアップ図である。

【図13-14】図1の光源に使用される蛍光体-リフレクターアセンブリーの他の実施形態の断面図である。

【図15】蛍光体系光源二部構成素子システムの概略断面図である。

【図16】実施例1および2の光強度スペクトルを示すグラフである。

【図17】実施例3、4、および5の光強度スペクトルを示すグラフである。

【図18】実施例6、7、および8の光強度スペクトルを示すグラフである。

【図19】実施例9および10の光強度スペクトルを示すグラフである。

10

20

30

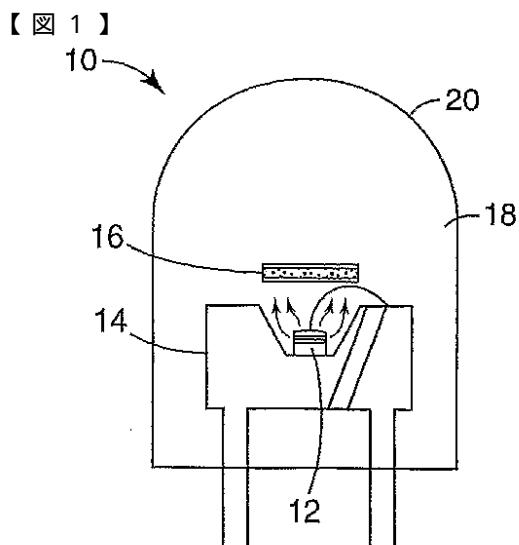


FIG. 1

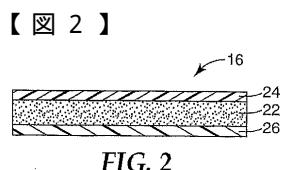


FIG. 2

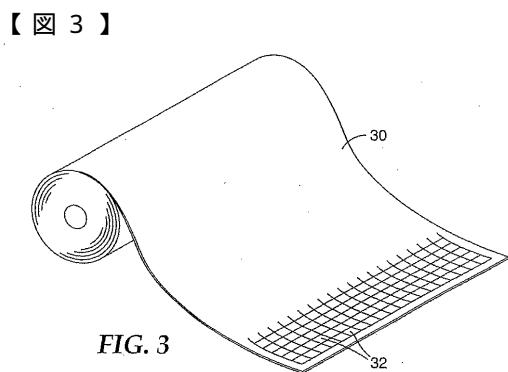


FIG. 3

【図 4】

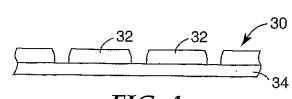


FIG. 4

【図 5】

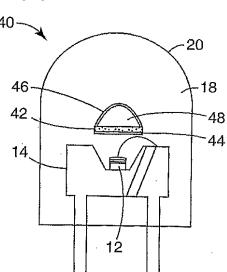


FIG. 5

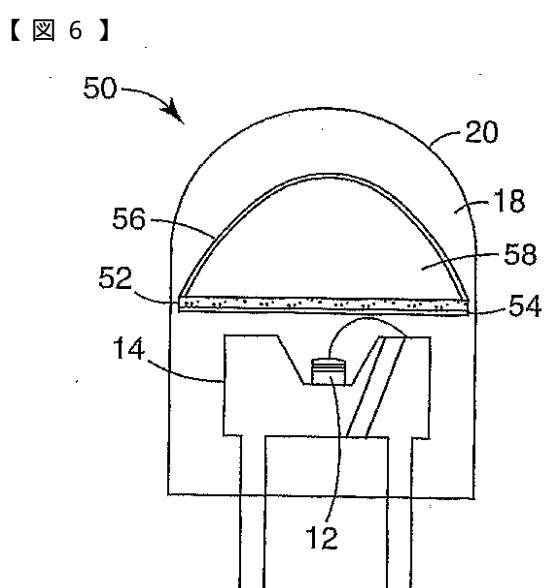


FIG. 6

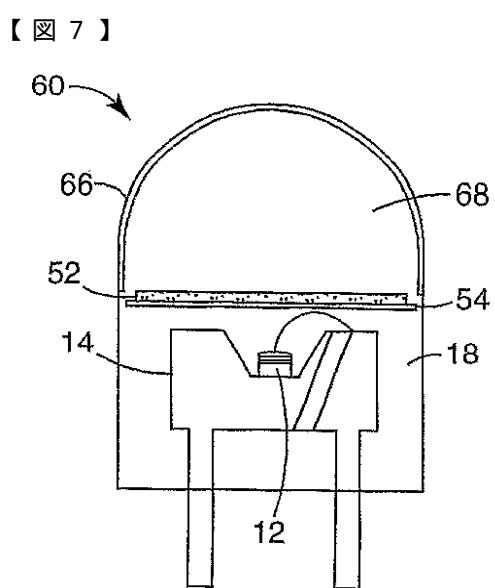


FIG. 7

【図 8】

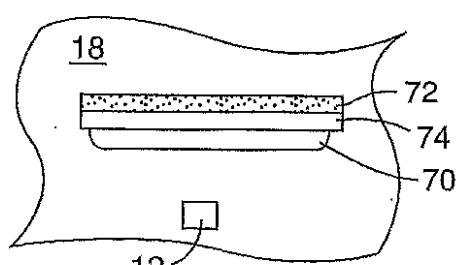


FIG. 8

【図 9】

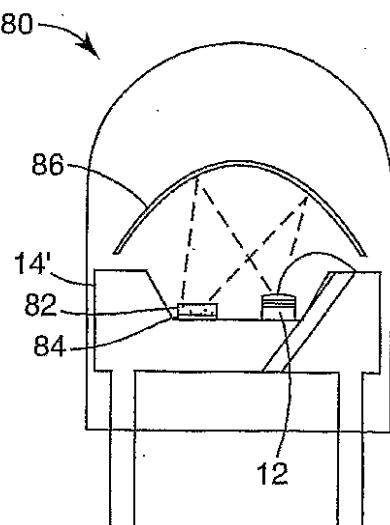


FIG. 9

【図 10】

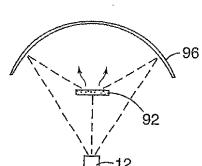


FIG. 10

【図 11】

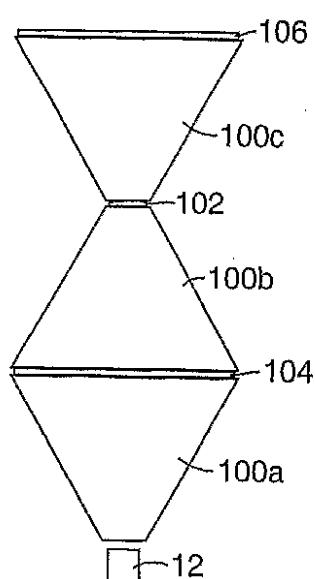


FIG. 11

【図 1 2】

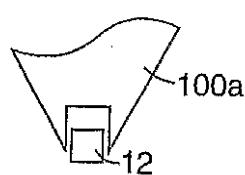


FIG. 12

【図 1 5】

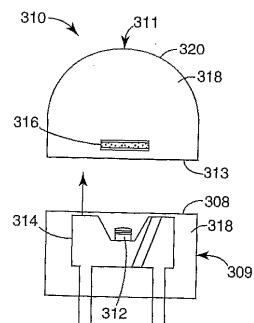


FIG. 15

【図 1 3】



FIG. 13

【図 1 4】

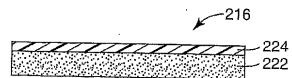


FIG. 14

【図 1 6】

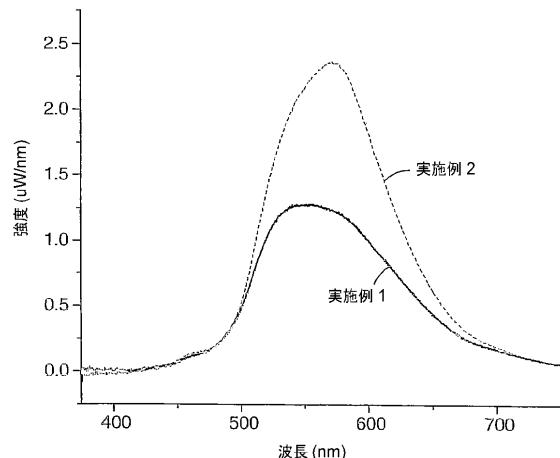


FIG. 16

【図 1 7】

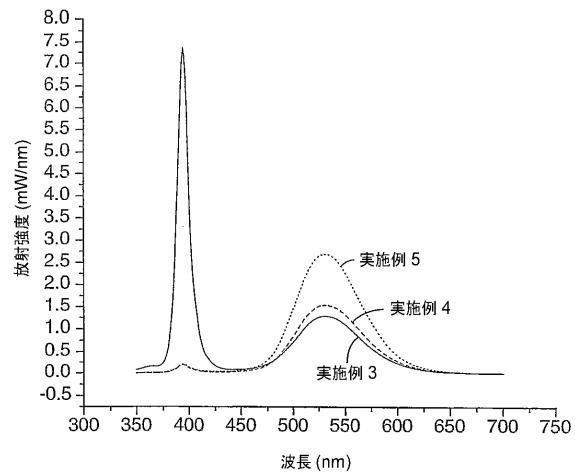


FIG. 17

【図18】

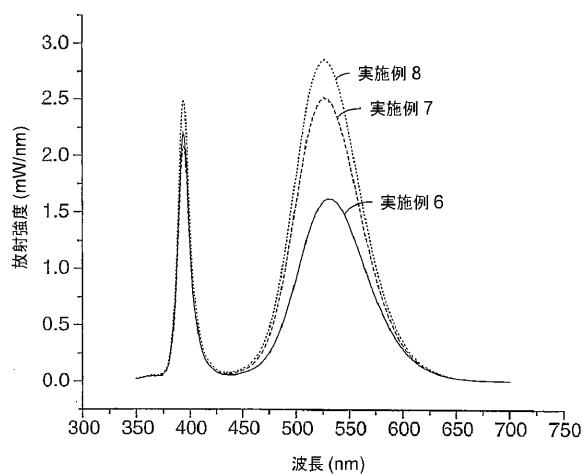


FIG. 18

【図19】

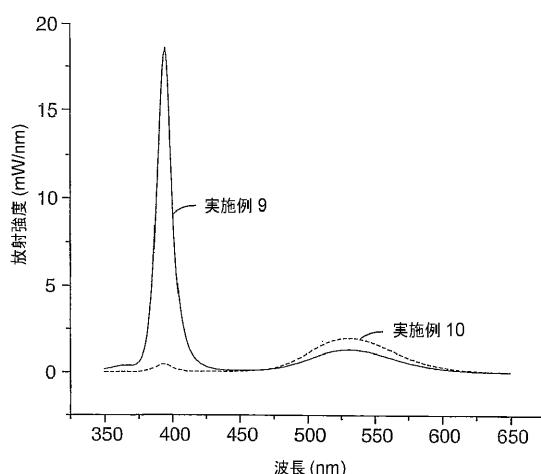


FIG. 19

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		In onal Application No E1/US2004/002087
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 H01L33/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01L B32B H01J H05B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 813 752 A (RONDA CORNELIS R ET AL) 29 September 1998 (1998-09-29) column 4, lines 43-57; figure 3	1-14
Y	WO 01/39286 A (KAWASE TAKEO ; UNIV CAMBRIDGE (GB); SEIKO EPSON CORP (JP)) 31 May 2001 (2001-05-31) page 2, lines 16-22 page 5, lines 16-18	1-14
A	EP 0 795 941 A (SHARP KK) 17 September 1997 (1997-09-17) column 3, line 50 - column 4, line 8	1-14 -/-
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the International filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search  1 November 2004		Date of mailing of the international search report  08/11/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5218 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Cabrita, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/US2004/002087

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WEBER M F ET AL: "GIANT BIREFRINGENT OPTICS IN MULTILAYER POLYMER MIRRORS" SCIENCE, AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE,, US, vol. 287, no. 5462, 31 March 2000 (2000-03-31), pages 2451-2456, XP000990141 ISSN: 0036-8075 the whole document	1-14
A	US 2002/043926 A1 (KAGA KOICHI ET AL) 18 April 2002 (2002-04-18) paragraphs '0055! - '0057!; figure 13	1-14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

— Information on patent family members

International Application No  
PCT/US2004/002087

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5813752	A	29-09-1998	EP WO JP	0922306 A2 9854930 A2 2000515689 T		16-06-1999 03-12-1998 21-11-2000
WO 0139286	A	31-05-2001	GB AU CN EP WO JP US	2356713 A 1713701 A 1346519 T 1151483 A1 0139286 A1 2003515769 T 6756732 B1		30-05-2001 04-06-2001 24-04-2002 07-11-2001 31-05-2001 07-05-2003 29-06-2004
EP 0795941	A	17-09-1997	GB DE DE EP JP JP US	2311166 A 69700573 D1 69700573 T2 0795941 A1 3418082 B2 10041590 A 6137819 A		17-09-1997 11-11-1999 31-05-2000 17-09-1997 16-06-2003 13-02-1998 24-10-2000
US 2002043926	A1	18-04-2002	JP	2002076434 A		15-03-2002

## フロントページの続き

(31) 優先権主張番号 10/727,023

(32) 優先日 平成15年12月2日(2003.12.2)

(33) 優先権主張国 米国(US)

(81) 指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74) 代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72) 発明者 アウダーカーク, アンドリュー ジェイ.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72) 発明者 ウェーバー,マイケル エフ.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72) 発明者 ホイートリー, ジヨン エー.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

F ターム(参考) 5F041 AA03 DA17 DA26 DA41 EE22 EE23 EE25 FF11