



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101467273 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 09

(21) 申请号 200780021931. 8

(22) 申请日 2007. 06. 11

(30) 优先权数据

60/804, 538 2006. 06. 12 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 12. 12

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/070853 2007. 06. 11

(87) PCT申请的公布数据

W02007/146863 EN 2007. 12. 21

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 迈克尔·A·哈斯

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 梁晓广 关兆辉

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2004/068552 A2, 2004. 08. 12,

US 2004/0144987 A1, 2004. 07. 29,

US 2003/0006430 A1, 2003. 01. 09,

US 2004/0075102 A1, 2004. 04. 22,

US 7045375 B1, 2006. 05. 16,

审查员 杨海波

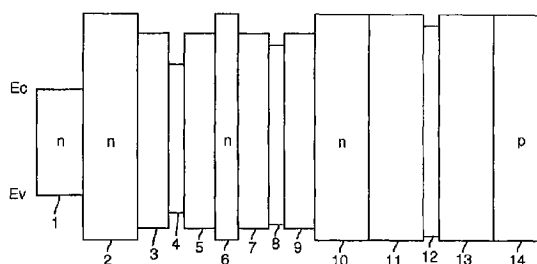
权利要求书 1 页 说明书 16 页 附图 7 页

(54) 发明名称

具有再发光半导体构造和反射器的 LED 装置

(57) 摘要

本公开提供一种装置,所述装置包括:a) 能够发射第一波长光的 LED;b) 包括不位于 pn 结内的势阱的再发光半导体构造;以及 c) 布置为将由所述 LED 发射的光反射到所述再发光半导体构造上的反射器。另外,所述装置包括:a) 能够发射第一波长光的 LED;b) 能够发射第二波长光的再发光半导体构造,所述再发光半导体构造至少包括一个不位于 pn 结内的势阱;以及 c) 透射所述第一波长光并反射所述第二波长光的至少一部分的反射器。另外,所述装置包括半导体单元,所述半导体单元包括位于 pn 结内的第一势阱,所述第一势阱包括能够发射第一波长光的 LED;和不位于 pn 结内的第二势阱,所述第二势阱包括再发光半导体构造。



1. 一种 LED 装置,包括:
 - a) 能够发射第一波长光的 LED;
 - b) 再发光半导体构造,包括:不位于 pn 结内的至少一个势阱;和吸收层,所述吸收层具有的能带隙能量小于或等于由所述 LED 发射的光子的能量,并大于所述至少一个势阱的跃迁能量;以及
 - c) 布置为将由所述 LED 发射的光反射到所述再发光半导体构造上的反射器。
2. 根据权利要求 1 所述的装置,其中吸收层毗邻或紧邻所述至少一个势阱中的至少一个。
3. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述再发光半导体构造能够响应于吸收所述第一波长光而发射第二波长光;并且其中所述反射器反射所述第一波长光并透射所述第二波长光。
4. 一种 LED 装置,包括:
 - a) 能够发射第一波长光的 LED;
 - b) 能够响应于吸收所述第一波长光而发射第二波长光的再发光半导体构造,所述再发光半导体构造包括不位于 pn 结内的至少一个势阱,所述再发光半导体构造是 II-VI 半导体装置;和
 - c) 反射器,其透射所述第一波长光并反射所述第二波长光的至少一部分。
5. 根据权利要求 4 所述的装置,其中所述再发光半导体构造另外包括毗邻或紧邻所述至少一个势阱中的至少一个的吸收层。
6. 根据权利要求 4 所述的装置,其中所述反射器设置在所述 LED 和所述再发光半导体构造之间。
7. 一种 LED 装置,包括:
 - a) 半导体单元,其包括:
 - i) 位于 pn 结内的第一势阱,所述第一势阱包括能够发射第一波长光的 LED,以及
 - ii) 不位于 pn 结内的第二势阱,所述第二势阱包括再发光半导体构造,所述再发光半导体构造是 II-VI 半导体装置;和
 - b) 布置为将由所述 LED 发射的光反射到所述再发光半导体构造上的反射器。
8. 根据权利要求 7 所述的装置,其中所述再发光半导体构造另外包括毗邻或紧邻所述第二势阱的吸收层。
9. 根据权利要求 7 所述的装置,其中所述再发光半导体构造能够响应于吸收所述第一波长光而发射第二波长光;并且其中所述反射器反射所述第一波长光并透射所述第二波长光。
10. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述再发光半导体构造包括 II-VI 半导体。

具有再发光半导体构造和反射器的 LED 装置

[0001] 相关专利申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2006 年 6 月 12 日提交的美国临时专利申请号 60/804538 的优先权，该专利的公开内容以引用方式全文并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及光源。更具体地讲，本发明涉及这样的光源，其中从发光二极管 (LED) 中发出的光照射到再发光半导体构造且激发再发光半导体构造，从而将所发射光的一部分降频转换为较长的波长。

背景技术

[0004] 发光二极管 (LED) 为当电流在阳极和阴极之间通过时发出光的固态半导体装置。常规的 LED 包括单个 pn 结。pn 结可以包括中间无掺杂区域；此类 pn 结还可以被称为 pin 结。像非发光半导体二极管一样，常规的 LED 更容易按一个方向通过电流，即按电子从负区移动到正区的方向。当电流以“向前”的方向通过 LED 时，来自负区的电子与来自正区的空穴重组，生成光子。常规 LED 所发射的光外观为单色；也就是说，它以单一的窄带波长生成。所发射光的波长对应于与电子空穴对重组相关的能量。在最简单的情况中，该能量约为半导体的能带隙能量，其中重组在该半导体中进行。

[0005] 常规的 LED 可以在 pn 结处另外包含一个或多个捕获高浓度电子和空穴的量子阱，从而增强产生光的重组。若干调查者已经试图生产一种发射白光或对于人眼 3 色觉来说呈现白色的光的 LED 装置。

[0006] 一些调查者报道了传说的 pn 结内拥有多个量子阱的 LED 的设计或制造，其中量子阱旨在发射不同波长的光。以下参考文献可能与这样的技术有关：美国专利 No. 5, 851, 905；美国专利 No. 6, 303, 404；美国专利 No. 6, 504, 171；美国专利 No. 6, 734, 467；Damilano 等人，Monolithic White Light Emitting Diodes Based on InGaN/GaN Multiple-Quantum Wells (基于 InGaN/GaN 多量子阱单色白光发光二极管)，日本 J. Appl. Phys. (日本应用物理) 卷 40 (2001) 第 L918-L920 页；山田等人，Re-emitting semiconductor construction Free High-Luminous-Efficiency White Light-Emitting Diodes Composed of InGaN Quantum Well (InGaN 量子阱组成的高发光效率白色游离发光二极管的再发光半导体构造)，日本 J. Appl. Phys. (日本应用物理) 卷 41 (2002) 第 L246-L248 页；Dalmasso 等人，Injection Dependence of the Electroluminescence Spectra of Re-emitting semiconductor construction Free GaN-Based White Light Emitting Diodes (基于 GaN 的白色游离发光二极管的再发光半导体构造的电致发光光谱的注射依赖)，固态物理 (a) 192, 编号 1, 139-143 (2003)。

[0007] 一些调查者报道了传说的将两个常规 LED 结合起来的設計或制造，旨在独立地在单个装置内发射不同波长光的 LED 装置。以下参考文献可能与这样的技术有关：美国专利 No. 5, 851, 905；美国专利 No. 6, 734, 467；美国专利出版 No. 2002/0041148A1；美国专利出版

No. 2002/0134989A1 ;以Luo等人,Patterned three-color ZnCdSe/ZnCdMgSequantum-well structures for integrated full-color and white light emitters(集成有全彩色和白光发射器的图案化的三色 ZnCdSe/ZnCdMgSe 量子阱结构),《应用物理通讯》,卷 77,编号 26,第 4259-4261 页 (2000)。

[0008] 一些调查者报道了传说的 LED 装置的设计或制造,所述 LED 装置将常规 LED 元件与诸如钇铝石榴石 (YAG) 的化学再发光半导体构造结合起来,旨在吸收部分由 LED 元件发射的光以及较长波长的再发射光。美国专利 No. 5, 998, 925 和美国专利 No. 6, 734, 467 可能与这样的技术相关。

[0009] 一些调查者报道了传说的 LED 的设计和制造,所述 LED 在正掺杂有 I、Al、Cl、Br、Ga 或 In 的 ZnSe 基板上发展,以便在所述基板上产生荧光中心,旨在吸收部分由 LED 元件发射的光以及较长波长的再发射光。美国专利申请 6, 337, 536 和日本专利申请出版编号 2004-072047 可能与这样的技术相关。

发明内容

[0010] 简而言之,本公开提供一种装置,所述装置包括:a) 能够发射第一波长光的 LED ;b) 包括不位于 pn 结内的势阱的再发光半导体构造 ;以及 c) 设置为将从 LED 发射的光反射到再发光半导体构造上的反射器。再发光半导体构造可以另外包括毗邻或紧邻势阱的吸收层。势阱可以是量子阱。在一个实施例中,所述再发光半导体构造能够发射第二波长光,而所述反射器反射所述第一波长光且透射所述第二波长光。所述反射器可以是多层反射器、非平面柔性多层反射器或反射式偏振器层。

[0011] 在另一方面,本公开提供一种装置,所述装置包括:a) 能够发射第一波长光的 LED ;b) 能够发射包括不位于 pn 结内的至少一个势阱的第二波长光的再发光半导体构造 ;以及 c) 透射所述第一波长光并反射所述第二波长光的至少一部分的反射器。再发光半导体构造可以另外包括毗邻或紧邻势阱的吸收层。势阱可以是量子阱。反射器可以设置在 LED 和再发光半导体构造之间。反射器可以是多层反射器或非平面柔性多层反射器。

[0012] 在另一方面,本公开提供一种装置,所述装置包括:a) 半导体单元,所述半导体单元包括:i) 位于 pn 结内的第一势阱,其中该 pn 结包括能够发射第一波长光的 LED,以及 ii) 不位于 pn 结内的第二势阱,其中该 pn 结包括再发光半导体构造 ;以及 b) 设置为将从 LED 发射的光反射到再发光半导体构造上的反射器。再发光半导体构造可以另外包括毗邻或紧邻势阱的吸收层。势阱可以是量子阱。在一个实施例中,所述再发光半导体构造能够发射第二波长光,而所述反射器反射所述第一波长光且透射所述第二波长光。反射器可以是多层反射器、非平面柔性多层反射器或反射式偏振器层。

[0013] 在另一方面,本发明提供一种图形显示装置,所述图形显示装置包括根据本发明的 LED 装置。

[0014] 在另一方面,本发明提供一种照明装置,所述照明装置包括根据本发明的 LED 装置。

[0015] 在本申请中:

[0016] 参照半导体装置中的层叠堆,“紧邻”是指没有居间层的序列中的下一个,“毗邻”是指具有一个或几个居间层的序列中的下一个,而“围绕”是指序列中的之前和之后;

[0017] “势阱”是指半导体装置中的半导体层,所述半导体层具有比围绕层低的导带能或比围绕层高的价带能,或二者均有;

[0018] “量子阱”是指足够薄、量子化效应提升阱中电子空穴对跃迁能量的势阱,通常厚度为 100nm 或更小;

[0019] “跃迁能量”是指电子空穴重组能源;

[0020] “晶格调谐”是指,结合两种诸如基板上的外延膜的晶体材料,处于隔绝中的每种材料均具有晶格常数,并且这些晶格常数基本上等同,典型地相互间的差异不超过 0.2%,更典型地相互间的差异不超 0.1%,而最典型地相互间的差异不超 0.01%;并且

[0021] “假晶”是指,结合具有给定厚度的诸如外延膜和基板的第一晶体层和第二晶体层,处于隔绝中的每个层均具有晶格常数,并且这些晶格常数为足够类似的,以使得呈给定厚度的第一层可在该层的平面内采用第二层的晶格间距而基本上不产生失配缺陷。

[0022] 应该理解,对于本文所述的本发明的任何实施例,均包括有正掺杂和负掺杂半导体区;还应设想本文还公开的另一个实施例,其中正掺杂可用负掺杂交换,反之亦然。

[0023] 应该理解,可提供本文所述的每个“势阱”、“第一势阱”、“第二势阱”和“第三势阱”以及单个势阱,或可提供通常具有类似特性的多个势阱。同样,应该理解,可提供本文所述的“量子阱”、“第一量子阱”、“第二量子阱”和“第三量子阱”以及单个量子阱,或可提供通常具有类似特性的多个量子阱。

附图说明

[0024] 图 1 是根据本发明一个实施例的结构中半导体的导带和价带的平带图。层厚度未按比例绘制。

[0025] 图 2 中的坐标图示出了多种 II-VI 二元化合物以及它们的合金的晶格常数和能带隙。

[0026] 图 3 的坐标图示出了从根据本发明的一个实施例的装置发射出的光的光谱。

[0027] 图 4 是根据本发明的一个实施例的结构中半导体的导带和价带的平带图。层厚度未按比例绘制。

[0028] 图 5 是根据本公开的装置的示意性剖面图;

[0029] 图 6 是在图 4 中的装置使用的再发光半导体构造和反射器组件的截面图;

[0030] 图 7-9 是根据本公开替代装置的示意性剖面图;

[0031] 图 10 示出根据本公开的另一个装置的一部分;

[0032] 图 11 是根据本公开的另一个装置的示意性剖面图;

[0033] 图 12 是利用前表面照明的另一个装置的示意性侧视图,如图 10 所示实施例;

[0034] 图 13 是利用非成像集中器装置的装置的示意性侧视图;

[0035] 图 14 是图 12 的部分近距离视图;以及

[0036] 图 15-19 是本公开其他实施例的示意性剖面图。

具体实施方式

[0037] 本发明提供一种装置,所述装置包括:LED;再发光半导体构造和设置为将从 LED 发射的光反射到再发光半导体构造上的反射器。通常,LED 能够发射第一波长光,而再发光

半导体构造能够吸收该第一波长光并且再发射第二波长光。再发光半导体构造包括不位于 pn 结内的势阱。再发光半导体构造的势阱通常（但不一定）是量子阱。

[0038] 在另一个实施例中，所述装置包括透射所述第一波长光并反射所述第二波长光的至少一部分的反射器。该反射器可以设置在 LED 和再发光半导体构造之间。

[0039] 在典型操作过程中，LED 发射光子以对电流做出响应，而再发光半导体构造发射光子以对吸收从 LED 发射的部分光子做出响应。在一个实施例中，再发光半导体构造另外包括与势阱毗邻或紧邻的吸收层。吸收层通常具有能带隙能量，该能带隙能量一般小于或等于由 LED 发射的光子的能量，而大于再发光半导体构造的势阱跃迁能。在典型操作过程中，吸收层促进由 LED 发射的光子的吸收。在一个实施例中，再发光半导体构造另外包括至少一个不位于 pn 结内的第二势阱，其中该 pn 结具有与第一势阱的跃迁能不相等的第二跃迁能。在一个实施例中，LED 为紫外线 LED。在一个这样的实施例中，再发光半导体构造包括至少一个不位于 pn 结内的第一势阱，第一势阱具有对应于蓝色波长光的第一跃迁能；至少一个不位于 pn 结内的第二势阱，第二势阱具有对应于绿色波长光的第二跃迁能；至少一个不位于 pn 结内的第三势阱，第三势阱具有对应于红色波长光的第三跃迁能。在一个实施例中，LED 是可见光 LED，典型地为绿色、蓝色或紫色 LED，更典型地为绿色或蓝色 LED，而最典型地为蓝光 LED。在一个这样的实施例中，再发光半导体构造包括至少一个不位于 pn 结内的第一势阱，第一势阱具有对应于黄色或绿色波长光的、更典型地为绿色波长光的第一跃迁能；以及具有至少一个不位于 pn 结内的第二势阱，第二势阱具有对应于橙色或红色波长光的、更典型地为红色波长光的第二跃迁能。再发光半导体构造可以包括另外的势阱和另外的吸收层。

[0040] 任何适用的 LED 均可用于本发明实践中。根据本发明的装置元件，包括 LED 和再发光半导体构造，可由任何适用的半导体组成，包括诸如 Si 或 Ge 的群组 IV 元件（除发光层之外）、诸如 InAs、AlAs、GaAs、InP、AlP、GaP、InSb、AlSb、GaSb 以及它们的合金的 III-V 化合物、诸如 ZnSe、CdSe、BeSe、MgSe、ZnTe、CdTe、BeTe、MgTe、ZnS、CdS、BeS、MgS 以及它们的合金的 II-VI 化合物或以上任何化合物的合金。在适当的情况下，半导体可以是以任何适合方式或包含任何适合的掺杂物的正掺杂或负掺杂。在一个典型的实施例中，LED 是 III-V 半导体装置，而再发光半导体构造是 II-VI 半导体装置。

[0041] 在本发明的一个实施例中，所述装置部件多层组合物，如 LED 或再发光半导体构造，根据以下考虑选择。通常，每层对于该层或与基板匹配的晶格的给定厚度的基板来说，是假晶。或者，每层可以是假晶或与紧邻层匹配的晶格。通常，选择势阱层材料和厚度以便提供所需的跃迁能，所述跃迁能对应于从量子阱发射的光的波长。例如，图 2 中标有 460nm、540nm 和 630nm 的点示出 Cd(Mg)ZnSe 合金的晶格常数接近于 InP 基板（5.8687 埃或 0.58687nm）以及对应于 460nm（蓝色）、540nm（绿色）和 630nm（红色）波长的能带隙的晶格常数。如果势阱层足够薄，以致量子化过程将跃迁能提升到阱中的整体能带隙能量以上，则所述势阱可以被视为量子阱。每个量子阱层的厚度将确定量子阱中量子化能量的数量，量子化能量加上整体能带隙能量以确定量子阱中的跃迁能。因此，通过调整量子阱层厚度可调整与每个量子阱相关的波长。典型地，量子阱层厚度介于 1nm 和 100nm 之间，更典型地介于 2nm 和 35nm 之间。一般来说，与仅以能带隙能量为基础的能量相比，量子化能量转化为减少了 20nm 至 50nm 波长。发射层中的应变也可以改变势阱和量子阱的跃迁能，包括因

假晶层之间晶格常数不完全的匹配而导致的应变。

[0042] 计算应变或未应变势阱或量子阱的跃迁能技术在本领域中是已知的,如在 Herbert Kroemer, Quantum Mechanics for Engineering, Materials Science and Applied Physics (Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1994) (赫伯特克勒默的《工程、材料科学与应用物理量子力学》, 1994 年新泽西州英格伍德克里夫普伦蒂斯·霍尔出版公司), 第 54-63 页; 和 Zory, ed., Quantum Well Lasers (Academic Press, San Diego, California, 1993) (Zory 编辑《量子阱激光器》, 1993 年, 加利福尼亚圣地亚哥学术出版社), 第 72-79 页; 二者均以引用的方式并入本文。

[0043] 可选择任何适合的发射波长, 包括红外光、可见光和紫外光波段中的波长。在本发明的一个实施例中, 选择发射波长以使得由装置发射的光的组合输出形成可由两种、三种或更多种单色光源的组合产生的任何颜色的表现, 包括白色或近白色、粉彩色、洋红、青色等。在另一个实施例中, 当显示所述装置处于工作状态时, 根据本发明的装置发射不可见的红外光或紫外光波长光以及可见的波长光。通常, LED 发射最短波长的光子, 以使得由 LED 发射的光子具有足够的能力驱动再发光半导体构造中的势阱。在一个典型实施例中, LED 为 III-V 半导体装置, 诸如基于 GaN 的蓝色发光 LED, 而再发光半导体构造为 II-VI 半导体装置。

[0044] 图 1 示出根据本发明的一个实施例的再发光半导体构造中半导体的导带和价带的带图。层厚度未按比例绘制。表 I 示出本实施例中层 1-9 的组合物以及所述组合物的能带隙能量 (E_g)。该构造可以在 InP 基板上形成。

[0045] 表 I

[0046]

层	组合物	能带隙能量 (E_g)
1	$\text{Cd}_{0.24}\text{Mg}_{0.43}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	2.9eV
2	$\text{Cd}_{0.35}\text{Mg}_{0.27}\text{Zn}_{0.38}\text{Se}$	2.6eV
3	$\text{Cd}_{0.70}\text{Zn}_{0.30}\text{Se}$	1.9eV
4	$\text{Cd}_{0.35}\text{Mg}_{0.27}\text{Zn}_{0.38}\text{Se}$	2.6eV
5	$\text{Cd}_{0.24}\text{Mg}_{0.43}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	2.9eV
6	$\text{Cd}_{0.35}\text{Mg}_{0.27}\text{Zn}_{0.38}\text{Se}$	2.6eV
7	$\text{Cd}_{0.33}\text{Zn}_{0.67}\text{Se}$	2.3eV
8	$\text{Cd}_{0.35}\text{Mg}_{0.27}\text{Zn}_{0.38}\text{Se}$	2.6eV
9	$\text{Cd}_{0.24}\text{Mg}_{0.43}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	2.9eV

[0047] 层 3 表示具有约 10nm 厚度的红色发光量子阱单个势阱。层 7 表示具有约 10nm 厚度的绿色发光量子阱单个势阱。层 2、4、6 和 8 表示吸收层, 每个吸收层具有约 1000nm 的厚度。层 1、5 和 9 表示支承层。通常选择支承层, 以便对从量子阱 3 和量子阱 7 以及从短波长 LED 发射的光基本透明。或者, 所述装置可以包括多个由吸收层和 / 或支承层分开的红色或绿色发光势阱或量子阱。

[0048] 不希望受理论所束缚, 据信由图 1 示出的本发明的实施例根据以下原理工作: 由 LED 发射且在再发光半导体构造上反射的蓝色波长光子可以被吸收, 且从绿色发光量子阱 7 作为绿色波长光子或从红色发光量子阱 3 作为红色波长光子重新发射。吸收短波长光子生成电子空穴对, 然后通过光子发射, 电子空穴对可以在量子阱中重组。从装置发射的蓝色、绿色和红色波长的光的多色组合可以呈现出白色或近白色。可以以任何合适的方式平衡从装置发射的蓝色、绿色和红色波长的光的强度, 所述方式包括每种类型量子阱数量的

处理、滤波器或反射层的利用以及吸收层厚度和组合物的处理。图 3 示出从根据本发明装置的一个实施例发射的光的光谱。

[0049] 再次结合图 1 示出的实施例,通过选择从 LED 发射的光子能量与量子阱 3 和 7 的跃迁能之间的吸收层能带隙能量,吸收层 2、4、5 和 8 可适于吸收由 LED 发射的光子。在与光子的伴随发射重组前,量子阱 3 和 7 通常捕集在吸收层 2、4、6 和 8 中的光子吸收生成的电子空穴对。吸收层在组成全部或部分厚度时可选地具有一个梯度,以便向势阱集中或引导电子和 / 或空穴。

[0050] 在本发明的一些实施例中,在单个半导体单元中提供有 LED 和再发光半导体构造。该半导体单元通常包括位于 pn 结内的第一势阱和不位于 pn 结内的第二势阱。势阱通常为量子阱。所述单元能够发射两个波长光,一个对应于第一势阱跃迁能,而第二个对应于第二势阱的跃迁能。在典型的操作中,第一势阱发射光子以响应通过 pn 结的电流,而第二势阱发射光子以响应从第一势阱发射的光子的部分吸收。所述半导体单元可以另外包括一个或多个围绕或毗邻或紧邻第二势阱的吸收层。吸收层的能带隙能量通常小于或等于第一势阱的跃迁能而大于第二势阱的跃迁能。在典型的操作中,吸收层有助于从第一势阱发射的光子的吸收。所述半导体单元可以包括另外位于 pn 结内或不位于 pn 结内的势阱以及另外的吸收层。

[0051] 图 4 示出根据本发明一个实施例在这样一个半导体单元中的导带和价带的带图。层厚度未按比例绘制。表 II 示出该实施例中层 1-14 的组合物以及该组合物的能带隙能量 (E_g)。

[0052] 表 II

[0053]

层	组合物	能带隙能量 (E_g)
1	InP 基板	1.35eV
2	正掺杂 $\text{Cd}_{0.24}\text{Mg}_{0.43}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	2.9eV
3	$\text{Cd}_{0.35}\text{Mg}_{0.27}\text{Zn}_{0.38}\text{Se}$	2.6eV
4	$\text{Cd}_{0.70}\text{Zn}_{0.30}\text{Se}$	1.9eV
5	$\text{Cd}_{0.35}\text{Mg}_{0.27}\text{Zn}_{0.38}\text{Se}$	2.6eV
6	正掺杂 $\text{Cd}_{0.24}\text{Mg}_{0.43}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	2.9eV
7	$\text{Cd}_{0.35}\text{Mg}_{0.27}\text{Zn}_{0.38}\text{Se}$	2.6eV
8	$\text{Cd}_{0.33}\text{Zn}_{0.67}\text{Se}$	2.3eV
9	$\text{Cd}_{0.35}\text{Mg}_{0.27}\text{Zn}_{0.38}\text{Se}$	2.6eV
10	正掺杂 $\text{Cd}_{0.24}\text{Mg}_{0.43}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	2.9eV
11	无掺杂的 $\text{Cd}_{0.24}\text{Mg}_{0.43}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	2.9eV
12	$\text{Cd}_{0.31}\text{Mg}_{0.32}\text{Zn}_{0.37}\text{Se}$	2.7eV
13	无掺杂的 $\text{Cd}_{0.24}\text{Mg}_{0.43}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	2.9eV
14	负掺杂 $\text{Cd}_{0.24}\text{Mg}_{0.43}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	2.9eV

[0054] 层 10、11、12、13 和 14 表示 pn 结,或更具体地讲,表示 pin 结,因为中间无掺杂(“固有”掺杂)层 11、12 和 13 被插入到正掺杂层 10 和负掺杂层 14 之间。层 12 表示 pn 结内的单个势阱,所述势阱为具有约 10nm 厚度的量子阱。作为选择,所述装置在 pn 结内可以包括多个势阱或量子阱。层 4 和层 8 表示不在 pn 结内的第二势阱和第三势阱,每个都是具有约 10nm 厚度的量子阱。作为选择,所述装置可以包括另外的不在 pn 结内的势阱或量子阱。在进一步选择中,所述装置可以包括不在 pn 结内的单个势阱或量子阱。层 3、5、7 和 9 表示吸收层,每个具有约 1000nm 的厚度。电触点(未显示)提供向 pn 结提供电流的路径。电触

点导电而且通常由导电金属组成。正电触点通过中间结构直接或间接地电气连接到层 14。负电触点通过中间结构直接或间接地电气连接到一个或多个层 1、2、3、4、5、6、7、8、9 或 10。

[0055] 不希望受理论所束缚,据信本发明的这个实施例根据以下原理工作:当电流从层 14 流向层 10 时, pn 结中的量子阱 (12) 发射蓝色波长光子。在层 14 方向流动的光子可离开所述装置。在相反方向流动的光子可被吸收,并且作为绿色波长光子从第二量子阱 (8) 重新发射或作为红色波长光子从第三量子阱 (4) 重新发射。吸收蓝色波长光子生成电子空穴对,然后通过发射光子,电子空穴对可以在第二或第三量子阱中重组。在层 14 方向流动的蓝色或红色波长光子可离开所述装置。从装置发射的蓝色、绿色或红色波长光的多色组合可呈现出白色或近白色。可以以任何合适的方式平衡从装置发射的蓝色、绿色或红色波长的光的强度,所述方式包括每种类型量子阱数量的处理、滤波器或反射层的利用。图 3 示出从根据本发明的装置的一个实施例发射的光的光谱。

[0056] 再次结合图 4 示出的实施例,吸收层 3、5、7 和 9 可以特别适用于吸收从第一量子阱 (12) 发射的光子,因为所述光子的能带隙能量在第一量子阱 (12) 的跃迁能与第二和第三量子阱 (8 和 4) 的跃迁能之间的中间。在伴随发射光子的同时进行重组前,通常通过第二或第三量子阱 8 和 4 捕集通过吸收吸收层 3、5、7 和 9 中的光子生成的电子空穴对。吸收层可以可选地为掺杂质的,通常如对围绕层,此实施例中的吸收层为正掺杂。吸收层在组成全部或部分厚度时可选地具有一个梯度,以便向势阱集中或引导电子和 / 或空穴。

[0057] 在 LED 为可见波长 LED 的地方,再发光半导体构造层对于从 LED 发射的光可以部分透明。另外,诸如在 LED 为紫外波长 LED 的地方,再发光半导体构造的一个或多个层可以较大部分或基本上或完全阻止所有从 LED 发射的光,以使得较大部分或基本上或完全所有从装置发射的光为从再发光半导体构造发射的光。在 LED 为紫外波长 LED 的地方,再发光半导体构造 10 可以包括红色、绿色和蓝色发射量子阱。

[0058] 根据本发明的装置可以包括另外的导电、半导体或不导电材料层。可以增加电接触层以形成向 LED 提供电流的路径。可以增加光过滤层以改变或校正由所采用 LED 发射的光的波长平衡。

[0059] 在一个实施例中,根据本发明的装置通过在蓝色、绿色、黄色和红色带中发射四个主要波长光的方式生成白色或近于白色的光。在一个实施例中,根据本发明的装置通过在蓝色和黄色带中发射两个主要波长光的方式生成白色或近于白色的光。

[0060] 根据本发明的装置可以包括另外的半导体元件,包括有源或无源部件诸如电阻器、二极管、齐纳二极管、电容器、晶体管、双极晶体管、场效应晶体管、MOSFET 晶体管、绝缘栅双极晶体管、光电晶体管、光电探测器、SCR、半导体闸流管、三端双向可控硅开关元件、稳压器和其他电路元件。根据本发明的装置可以包括集成电路。根据本发明的装置可以包括显示面板或照明面板。

[0061] 构成根据本发明的装置的 LED 和再发光半导体构造可以任何适用的方法制造而成,所述方法可以包括分子束外延 (MBE)、化学气相沉积、液相外延和蒸汽相外延。根据本发明所述装置的所述元件可以包括基板。在本发明的实践中可以使用任何适用的基板。典型基板材料包含 Si、Ge、GaAs、InP、蓝宝石、SiC 和 ZnSe。• 所述基板可以是正掺杂、负掺杂或半绝缘,可以通过任何合适的方式或通过包括任何适用掺杂物获得。另外,根据本发明的装置的元件可以没有基板。在一个实施例中,根据本发明的装置的元件可以在基板形成,然后

从基板上分开。可以通过任何合适的方式将根据本发明的装置的元件接合在一起,所述方式包括使用粘合剂或焊接材料、压力、加热或它们的组合。通常,生成的粘结是透明的。粘结方法可以包含界面或边缘粘合。可选地,可以包括匹配层的折射率或孔隙空间。

[0062] 本发明所述装置中可以使用任何适用的反射器。通常,使用多层反射器,所述多层反射器可以是非平面柔性多层反射器。多层反射器包含聚合物多层光学膜,即膜具有至少第一聚合材料和第二聚合材料的几十、数百、甚至数千的交替层,选择膜厚度和折射系数以获得所需光谱部分中的所需反射率,诸如限于紫外线波长的反射带或限于可见光波长的反射带。例如,参见美国专利 5,882,774(Jonza 等人)。尽管由这些膜制备的反射带还要经历入射角类似于与无机各向同性材料叠堆相关的蓝色偏移的蓝色偏移,但也可以处理所述聚合物多层光学膜,以使得邻近层对匹配或近于匹配,或故意不匹配与垂直于膜的 Z 轴相关的折射率,从而,邻近层之间的每个界面的 p-偏振光反射率随入射角缓慢下降,基本上独立于入射角,或随入射角偏离直角而增加。从而,这样的聚合物多层光学膜可以保持高 P-偏振光反射率水平,即使在高斜入射角时,与常规无机各向同性叠堆反射器相比,减少由反射膜发射的 P-偏振光的量。为了获得这些特性,对于每对邻近光学层选择聚合材料和加工条件,以使得沿 z 轴(平行于膜厚度)的折射率差值不大于沿 X 或 Y(平面)轴折射率差值的分数,分数是 0.5、0.25 或甚至 0.1。作为另外一种选择,沿 z 轴的折射率差值与面内折射率差值符号相反。

[0063] 由于这样的膜的柔韧性和可成形性,不管是否具有上文提到的折射率关系,聚合物多层光学膜的用途另外还可得自多种新的实施例和构造方法。例如,聚合物多层光学膜可因压花、热成形或其他已知方式而永久变形,从而具有诸如部分抛物面、球体或椭圆体 3 维形状。参见总体公布的专利申请 US 2002/0154406(Merrill 等人)。还可参见美国专利 5,540,978(Schrenk) 了解另外的聚合物多层膜实施例。不像常规的无机各向同性叠堆,一般蒸汽一层一层地沉淀在刚性的、易碎基板上,聚合物多层光学膜可以以大体积辊形式制成,而且还可以被层合到其他膜上并被包被、被修边,或换句话讲,可被细分成小块以便于组装到光学系统中。有关进一步的介绍,参见下文。细分聚合物多层光学膜的适用方法在 2002 年 10 月 10 日提交的未决美国专利申请序列号 10/268,118 中公开。

[0064] 各种各样的聚合材料适用于包含 LED 的装置的多层光学膜。然而,尤其是所述装置包括耦合有紫外发光二极管激发源的白光再发光半导体构造时,多层光学膜优选地包括由暴露于紫外线时抗降解材料组成的交替层叠聚合物层。就这一点而言,尤其是优选的聚合物对是聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)/共聚甲基丙烯酸甲酯(co-PMMA)。通过结合非紫外线吸收抗光剂诸如阻胺抗光剂(HALS),也可提高聚合物反射器的紫外线稳定性。在某些情况下,聚合物多层光学膜也包括透明金属或金属氧化物层。参见如 PCT(专利合作条约)专利公开 WO 97/01778(Ouderkirk 等人)。在尤其是使用高强度紫外线的应用中,会出现令人无法接受的降解甚至稳固的聚合材料组合,使用无机材料以形成多层叠堆可以很有益。无机材料层可以是各向同性的,或可以被制成以呈现形状双折射,如 PCT 专利公开 WO 01/75490(Weber) 中所述,因此具有有利的折射率关系,可产生增大的 p-偏振反射率,如上所述。然而,在大多数情况下,对于多层光学膜来说,基本上完全是聚合物、不含无机材料,是最方便的且是性价比高的。

[0065] 图 5 和 6 示出一个实施例,其中,再发光半导体构造 22 可以与长通(LP)反射器 24

和短通 (SP) 反射器 26 (二者均示出) 的一个或两个结合起来以形成结合的反射器 - 再发光构造 16。基于散射作用的 LP 反射镜或滤波器作为入射角功能可获得相对恒定的性能。由无机电介质材料层叠件构成的 LP 和 SP 反射镜在狭窄的入射角范围内可以具有良好的光谱选择性。所述装置 10 附加包括安装座 14 上的 LED12 并且可以包括具有凸形表面 20 的胶囊 18。

[0066] 在 LED 和再发光半导体构造包括单个半导体单元的地方,只需要长通 (LP) 反射器 24。

[0067] 图 7-9 示出采用凹面形多层光学膜 LP 反射器 46、LP 反射器 56 的装置 40、装置 50、装置 60 的替代形式构造。将 LP 反射器 46、LP 反射器 56 与再发光半导体构造 42、再发光半导体构造 52 分开,并且将其弯曲以给再发光半导体构造 42、再发光半导体构造 52 和 LED12 呈现一个凹面,有助于缩小照射到 LP 反射器 46、LP 反射器 56 的激发光入射角范围,因此可减少因其蓝色偏移效应引起的通过 LP 反射器 46、LP 反射器 56 的 LED 光的泄漏。优选地,在浸渍到透明介质 18 中之前,通过压花或其他适用工艺进入适用形状凹面,多层光学膜会永久变形。多层光学膜,不管是 LP 还是 SP,在其各自反射带内均为镜面反射器。多层光学膜的漫反射通常是可忽略的。

[0068] 在图 7 中,装置 40 包括相当小面积的再发光半导体构造层 42,所述再发光半导体构造层 42 设置在由聚合物多层光学膜组成的可选的 SP 反射器 44 上。LP 反射器 46 已压印成凹形,而且布置在紧邻再发光半导体构造反射器组件的其他部件 (42, 44) 处。布置 LED12 和散热器 14 将由 LED 发射的激发光导向再发光半导体构造层 42 的中部。优选的是,激发光在或靠近再发光半导体构造层 42 的中心处影响最大。在被 LP 反射器 46 反射回再发光半导体构造层之前,在再发光半导体构造层 42 的最初遍历中未吸的收激发光通过 LP 反射器 46 和再发光半导体构造层 42 之间的区域 48。区 48 可以由透明灌封材料 18 组成,或作为另外一种选择,由另一种聚合材料、或空气 (或其他气体) 或玻璃组成。LP 反射器 46 优选地成形以最大化反射回再发光半导体构造的激发光的量。

[0069] 图 8 示出类似于装置 40 的装置 50,不同的是,增加了再发光半导体构造层 52、SP 反射器 54 和 LP 反射器 56 的尺寸。对于从 LED12 至所述再发光半导体构造层的给定距离、相同的散热器 14 几何形状,较大的 LP 反射器 56 在再发光半导体构造层中心会产生较高的光集中。再发光半导体构造层的较小、中央发光面积呈现再发射光至 LP 反射器表面的较小入射角范围,提高整体装置效率。如前所述,区域 58 可以由灌封材料 18 或其他聚合材料、或空气 (或其他气体) 或玻璃组成。

[0070] 如图 9 所示,除了 LP 反射器 66 现在形成光源的外表面外,装置 60 类似于装置 50。可以用灌封材料 18 或其他透明介质填充区域 68。

[0071] 图 7-9 的再发光半导体构造层可以是连续的或图案化的,以将再发光半导体构造限制为最有效。此外,在图 5 和图 7-9 的实施例以及其他实施例中,在再发光半导体构造反射器组件设置在 LED 以上且空间上隔开 LED 的情况下,可以将装置制造成两个半块:一个半块包含具有散热器的 LED,而另一半块包含具有再发光半导体构造层和多层反射器。两个半块可以单独制造,然后接合或换句话说讲固定在一起。此项构造技术有助于简化制造过程并且提高总体生产水平。

[0072] 图 10 示出一种可有益用于本文中其他实施例的概念:在 LED 和再发光半导体构造

层之间提供一个空气间隙,和 / 或靠近再发光半导体构造反射器组件的一个或多个元件提供一个空气间隙。为简化介绍,图中仅示出了装置的一些元件。空气间隙 70 在 LED12 和再发光半导体构造层 72 之间示出,邻近多层光学膜 SP 反射器 74。由于涉及到的角度相对较小,因此,空气间隙对来自 LED 的、到达再发光半导体构造层的激发光的不利影响最小。但是,空气间隙允许以高入射角流动的光的全内反射 (TIR),诸如,在 SP 反射器 74、再发光半导体构造层 72 和 LP 反射器中流动的光。在图 10 的实施例中,通过在反射器 74 的下表面允许 TIR 来增强 SP 反射器 74 的效率。作为另外一种选择,可以取消 SP 反射器 74 而且可以直接在再发光半导体构造层 72 下形成空气间隙。也可以在再发光半导体构造层 72 的上侧,或在其上表面或下表面的邻近 LP 反射器处形成空气间隙。提供空气间隙的一个方法涉及使用微结构化的膜。这样的膜具有与微结构化表面相对的基本上平坦的表面。可通过单副线性 V 形凹槽或棱柱、定义微小锥体阵列的多副相互交叉的 V 形凹槽、一副或多副狭窄隆起等等来表征微结构化表面。当这样膜的微结构化表面紧贴另一个平膜放置时,在微结构化表面的上层部分之间形成空气间隙。

[0073] 当再发光半导体构造将一种波长(激发波长)转换为其他波长(发射波长),可以产生热量。靠近再发光半导体构造出现空气间隙可以显著减少从再发光半导体构造至围绕材料的。已减少的热传输可以其他方式得到补偿,诸如通过靠近可以横向移除热的再发光半导体构造层提供一个玻璃或透明陶瓷层。

[0074] 提高根据本发明所述装置效率的又一个方式是配置 LED、再发光半导体构造层和 LP 反射器,使得至少来自 LED 的一些激发光通过 LP 反射器直接反射到再发光半导体构造层的顶部(视图)表面上,而不是将所有激发光导向再发光半导体构造层的底部表面上。图 11 示出这样一个装置 80。散热器 14' 已由上述实施例改进而成,以使得可将 LED12 和再发光半导体构造层 82 一般装配到共平面上。在再发光半导体构造层的下面示出了一个 SP 反射器 84,但在很多情况下不必如此。这是因为以凹型椭圆体或类似形状的形式压印的 LP 反射器 86,将直接来自 LED 的紫外激发光导向到再发光半导体构造层 82 的上表面上,所述上表面面向装置 80 的前方。LED 和再发光半导体构造层优选地设置在椭圆体的焦点上。由再发光半导体构造层发射的可见光被 LP 反射器 86 透射并且被装置本体的圆形前端收集,以形成所需的图形或可见光(优选的是白光)。

[0075] 直接在再发光半导体构造层的前面导向激发光有多个有益效果。现在将再发光半导体构造层一此处的激发光最强一的最亮部分暴露在装置的前面,而不是通过再发光半导体构造层的厚度变得暗淡。可以将再发光半导体构造层制造为基本上较厚,以使得它基本吸收所有紫外激发光,而不考虑上述提到的厚度/亮度折中。可将再发光半导体构造装配到宽带金属反射镜上,包括银或增强铝。

[0076] 图 12 示意性地示出了另一个实施例,在此图中,LED 光射入再发光半导体构造层的前表面上,但其中一些 LED 光另外射入到后表面上。在此实施例中,由 LED12 发射的一些光射入再发光半导体构造层 92 的后表面上,但一些 LED 光另外从凹型 LP 反射器 96 反射出来,照射在再发光半导体构造层 92 的前表面上,而不通过再发光半导体构造流动。由再发光半导体构造层 92 发射的可见光然后通过 LP 反射器 96 射向观察者或要照明的物体。可将所有 LED、再发光半导体构造层和 LP 反射器均浸入到或连接到透明灌封介质,如上述实施例所示。

[0077] 图 13 示意性地示出了另一个实施例,其中,设置非成像集中器组合以增强多层光学膜的操作。具体地讲,如 LED12、SP 反射器 104、再发光半导体构造层 102 和 LP 反射器 106 之间所示,提供有集中器元件 100a、集中器元件 100b、集中器元件 100c。集中器元件具有降低射入到多层反射器上的光的角展度的作用,因此,减少了与上述图 7-9 有关的反射带的蓝色偏移。集中器元件可以是具有平坦侧壁的简单的锥形截面形式,或侧壁可以采用更复杂的弯曲形状,因为已知根据光的照射方向可以增强准直或调焦操作。在任何情况下,集中器元件侧壁为反射式的,而两端(一端小,一端大)不是。在图 13 中,LED12 设置在集中器 100a 的小端。集中器元件 100a 收集由 LED 发射的光的宽角度范围,通过这样的光照射到集中器元件 100a 的大端(即 SP 反射器 104 的装配处)的时间来缩小该宽角度范围。SP 反射器将紫外激发光透射到集中器元件 100b,集中器元件 100b 将这样的光聚集到再发光半导体构造层 102(同时增加光的角展度)上。由再发光半导体构造层 102 向下发射的宽角度范围可见光被集中器元件 100b 在 SP 反射器 104 处转换为更狭窄的角度范围,在此处,窄角度范围可见光被向上反射回再发光半导体构造层 102。同时,通过再发光半导体构造层 102 泄漏的激发光和再发光半导体构造层 102 向上发射的可见光初始均具有宽角展度,但被集中器元件 100c 转换为较小的角展度,以使得 LP 反射器 106 能更好的透射由再发光半导体构造层发射的可见光,并且将激发光反射回再发光半导体构造层。

[0078] 要捕集尽可能多的 LED 激发光,集中器元件 100a 的小端可以配有一个腔体,以便捕集至少一些由 LED 侧边发射的光,如图 14 所示。

[0079] 进一步讨论

[0080] 本文所述的干涉反射器包括由有机、无机或有机和无机材料的组合形成的反射器。所述干涉反射器可以是多层干涉反射器。所述干涉反射器可以是柔性干涉反射器。柔性干涉反射器可以由聚合物的、非聚合的材料或聚合物的和非聚合的材料形成。包括聚合物的和非聚合的材料示例膜在美国专利 No. 6, 010, 751 和 6, 172, 810 以及 EP733, 919A2 中所公开,均以引用方式并入本文。

[0081] 本文所述的干涉反射器可以由柔性的、塑性的或可变形的材料形成,并且自身可以是柔性的、塑性的或可变形的。这些干涉反射器可以向常规 LED 可用的半径挠曲或弯曲,即从 0.5 至 5mm。这些柔性干涉反射器可以被挠曲或弯曲,且仍然保持其预挠曲光学特性。

[0082] 已知的自装配周期性结构,诸如胆甾型反射偏振片和某些嵌段共聚物,被认为是用于此目的的多层干涉反射器。可利用左右手手性节距元件的组合制成胆甾型反射镜。

[0083] 在一个示例性实施例中,局部透射所有波长蓝光的长通滤波器可与薄的黄色再发光半导体构造层联合使用,为了在第一次通过再发光半导体构造后,将某些蓝光从 LED 导回到再发光半导体构造层上。

[0084] 除了提供紫外光的反射外,多层光学膜的功能还可以阻止紫外光的透射,以便防止 LED 包装内侧或外侧的后续元件的降解,包括防止人眼损伤。在一些实施例中,与距离 LED 最远的紫外线反射器侧上紫外线吸收剂结合使用可以是有利的。该紫外线吸收剂可以在多层光学膜中、上或附近。

[0085] 尽管制备干涉作用滤波器的多种方法在本领域中是已知的,但所有聚合物构造可以提供多种制造和成本上的有益效果。如果在干涉作用滤波器中利用具有高光学透射和大指数差异的高温聚合物,则可以制造既薄又非常柔软的环境稳定滤波器,以满足短通 (SP)

和 (LP) 滤波器的光学需要。具体地讲,如美国专利申请 6, 531, 230 (Weber 等人) 中提出的,共挤出的多层干涉作用滤波器可提供精确的波长选择以及大面积、低成本的制造。利用具有高指数差异的聚合物对可制成非常薄、高反射率的自立式反射镜构造,即没有基板,但仍然很容易处理。热成形时或挠曲为小至 1mm 的曲率半径时,这样的干涉作用结构不易断裂或粉碎,或换句话说讲,质量下降。

[0086] 所有聚合物滤波器均可以热成形为多种三维形状,诸如半球形圆顶(如下所述)。然而,必须注意将圆顶整个表面的减薄控制到正确的量,以生成所需的角性能。具有简单二维曲率滤波器比三维、化合物成型的滤波器容易生成。具体地讲,可将任何薄的和柔性的滤波器弯曲成二维形状,诸如圆柱体的一部分。在这种情况下,不需要所有聚合滤波器。可以以此方式将薄的聚合物型基板上的多层无机滤波器、以及厚度小于 200 微米的玻璃基板上的多层无机滤波器成形。可以将后者加热到接近玻璃化转变点的温度以获得具有低应力的永久形状。

[0087] 长通和短通滤波器的最佳带边缘将取决于设计该滤波器在其中工作的系统中,LED 和再发光半导体构造的发射光谱。在一个示例性实施例中,对于短通滤波器,基本上所有 LED 发射都通过滤波器以激发再发光半导体构造,而基本上所有再发光半导体构造的发射均被滤波器反射,所以,它们不进入 LED 或其可被吸收的底部构造。因此,短通定义带边缘置于 LED 平均发射波长和再发光半导体构造平均发射波长之间的区域。在一个示例性实施例中,所述滤波器置于 LED 和再发光半导体构造之间。然而,如果所述滤波器为平面,典型 LED 射线将以多种角度照射滤波器,并且被滤波器以某个入射角发射而无法达到再发光半导体构造。除非所述滤波器被弯曲以保持接近恒定的入射角,否则,需要将设计的带边缘置于大于再发光半导体构造和 LED 发射弯曲的中点的波长,以优化整体系统性能。具体地讲,极少再发光半导体构造的射线被导向接近零度入射角的所述滤波器,因为所包括的立体角度很小。

[0088] 在另一个示例性实施例中,长通反射式滤波器置于 LED 再发光半导体构造层的对面,为了将 LED 激发光回收返回至再发光半导体构造,以提高系统效率。在示例性实施例中,如果 LED 射线处于可见光谱并且需要大量以平衡再发光半导体构造彩色输出,可以省略长通滤波器。然而,利用以比垂直入射角度更大的角度通过更多蓝光形成的光谱角度偏移,可利用局部透射短波光(诸如蓝光)的长通滤波器来优化蓝色 LED/ 黄色再发光半导体构造系统的角性能。

[0089] 在进一步的示例性实施例中,所述 LP 滤波器弯曲,以保持接近恒定的发射光到滤波器上的 LED 入射角。在该实施例中,所述再发光半导体构造和所述 LED 两个都面对 LP 滤波器的一侧。在高入射角中,LP 滤波器将不反射短波光。因此,在阻止尽可能少的再发光半导体构造射线时,可将 LP 滤波器的长波带边缘置于尽可能长的波长。此外,可以更改带边缘布置以优化整体系统效率。

[0090] 本文定义的术语“邻近”是指彼此靠近的两个制品的相对定位。邻近制品可以接触,或用在邻近制品之间设置的一种或多种材料彼此间隔开。

[0091] LED 激发光可以是 LED 光源可以发射的任何光。LED 激发光可以是紫外线或蓝光。蓝光也包括紫色和靛蓝色光。LED 包括自发发射装置以及使用刺激或超辐射发射的装置,包括激光二极管和垂直腔体表面发射激光二极管。

[0092] 本文所述的再发光半导体构造层可以是连续或不连续层。再发光半导体构造材料的层可以是一致的或不一致的图形。再发光半导体构造材料的层可以是具有小面积的多个区域。在一个示例性实施例中,所述多个区域每一个都可以发射一种或多种不同波长可见光的再发光半导体构造所构成,诸如发射红色的区域、发射蓝色的区域和发射绿色的区域。发射多个波长可见光的区域可以按所需以任何一致的或不一致的方式布置并构建。例如,再发光半导体构造材料的层可以是沿着表面或面积具有不一致的密度梯度的多个区域。所述区域可以具有任何规则的或不规则的形状。

[0093] 可以以多种方式配置结构化的再发光半导体构造层,以提供性能上的有益效果,如下所述。当利用多种类型的再发光半导体构造提供更广泛的或更充分的光谱输出时,来自较短波长再发光半导体构造的光可被其他再发光半导体构造再吸收。包括每个再发光半导体构造类型的隔离线或隔离区域的图形减少再吸收的量。这在腔体型构造中尤其有效,在腔体型构造中,未吸收的泵浦光被反射回再发光半导体构造图形。

[0094] 本文所公开的实施例中,可在以后将包括再发光半导体构造 / 反射器组件的第一光学元件连接到 LED 基座;散热器可以可选地包括透明散热器,可以将再发光半导体构造层和干涉作用滤波器连接到所述透明散热器。所述透明的散热器可以是设置在再发光半导体构造层 / 干涉作用滤波器与 LED 基座之间的兰宝石层。大多数玻璃比聚合物具有较高的热导率,在此项功能中也可能是有用的。许多其他晶体材料比大多数玻璃的热传导率高,也可以用于此。所述兰宝石层的边缘可以与金属散热器接触。

[0095] SP 或 LP 滤波器的寿命优选地大于或等于同一个系统中的 LED 的寿命。聚合物干涉作用滤波器的降解可以因为过热而引起。过热可引起材料蠕变,材料蠕变改变层厚度值以及因此滤波器反射的波长。在最坏情况下,过热可引起聚合材料熔融,导致材料快速流动和波长选择的改变以及降低滤波器中的不均匀程度。

[0096] 短波长(光化学的)辐射诸如蓝色、紫色或紫外线辐射,也可以诱发聚合材料的降解,视聚合材料而定。降解速度视光化学光通量和聚合物温度二者而定。温度和光通量一般来讲随着与 LED 距离的增加而减小。因此,对于高亮度 LED,尤其是紫外光 LED,如果将聚合物滤波器放置在设计允许的距 LED 最远的距离,是有利的。将聚合物滤波器放置在上述透明散热器上也可以延长滤波器的使用寿命。对于穹顶形的滤波器,光化学辐射的光通量随距 LED 距离平方的增加而降低。例如,置于单向的 1 瓦特 LED 曲率中心、具有 1cm 半径的半球形 MOF 反射器所经受的平均光强度为 $1/(2\pi)$ 瓦特/cm²(穹顶表面积 = 2π cm²)。在 0.5cm 半径处,穹顶平均强度为该值的四倍,或 $2/\pi$ W/cm²。可考虑光通量和温度控制来设计 LED 系统、再发光半导体构造和多层光学膜。

[0097] 可以将反射偏振片邻近多层反射器和 / 或邻近再发光半导体构造材料设置。反射偏振片允许发射优选的偏振光,同时反射其他偏振光。通过再发光半导体构造层或再发光半导体构造层与多层反射器结合的反射,再发光半导体构造层和在本领域中已知的其他膜部件可以去偏振由反射偏振片反射的偏振光,可以再利用光并增加固态光装置(LED)的偏振光亮度。例如,适用的反射偏振片包括胆甾型反射偏振片、具有一个 1/4 波延迟片的胆甾型反射偏振片、可得自 3M 公司的 DBEF 反射偏振片或另外可得自 3M 公司的 DRPF 反射偏振片。所述反射偏振片优选地偏振由再发光半导体构造发射的基本波长和角度范围的光,以及在 LED 发射蓝光时,也可以反射 LED 波长范围的射线。

[0098] 适用的多层反射器膜为双折射多层光学膜,其中,两个邻近层膜厚度方向的折射率基本匹配并且具有一个布鲁斯特角(p-偏振光反射率为零时的角),该布鲁斯特角很大或不存在。这允许多层反射镜和偏振片的构造不依赖于入射角,或随入射角偏离直角而增加。多层反射镜和偏振片的p-偏振光反射率随入射角缓慢降低。因此,可以获得在宽带宽具有高反射率(对于两个偏振平面:对于反射镜以任何入射方向,对于偏振片以选定的方向)的多层膜。这些聚合物多层反射器包括第一和第二热塑性聚合物交替的层。所述交替的层用延伸平行于层的互相垂直的X轴和Y轴和用与X轴和Y轴正交的Z轴限定局部坐标系,并且其中至少一些层为双折射。对于沿着第一、第二和第三互相垂直的轴偏振的光,第一层和第二层之间的折射率绝对差值分别是 Δx 、 Δy 和 Δz 。第三轴与膜的平面正交,其中 Δx 大于约0.05,并且其中 Δz 小于约0.05。例如,这些膜在美国专利No. 5,882,774中有所描述,该专利以引用方式并入本文。

[0099] 图15是本公开装置210的另一个实施例的示意性剖面图。示出的非平面多层反射器224邻近再发光半导体构造222,然而,只需将非平面多层反射器224布置为光可以在再发光半导体构造222和多层反射器224之间穿行。所述非平面多层反射器224反射LED激发光诸如紫外线或蓝光,并透射可见光。该非平面多层反射器224可以被称为长通(LP)反射器,如上所述。可以将上述装置设置在光学透明材料220内。

[0100] 可以布置非平面多层反射器224以接收来自LED212的光,如本文中所讨论的。非平面多层反射器224可以是任何可用的厚度。非平面聚合物多层反射器224可以为5至200微米厚或10至100微米厚。非平面多层反射器224可任选地基本上不含无机材料。

[0101] 非平面多层反射器224可以由暴露到紫外线、蓝色或紫色光时抗降解的材料形成,如本文所讨论的。本文所介绍的多层反射器可以在长时间高强度照明下呈现稳定。高强度照明一般可被限定为从1至100瓦特/cm²的光通量水平。干涉反射器的工作温度可以是100℃或更低,或65°或更低。适用的示例性聚合材料可以包含抗紫外线材料,例如,抗紫外线材料的成分有:丙烯酸树脂材料、聚对苯二甲酸乙二醇酯材料、PMMA材料、聚苯乙烯材料、聚碳酸酯材料、可得自美国明尼苏达州圣保罗市的3M公司的THV材料、以及它们的组合。这些材料和PEN材料可用于蓝色激发光。

[0102] 非平面多层反射器224沿着其长度、宽度或二者可以具有不一致的厚度或厚度梯度。非平面多层反射器224在非平面多层反射器224的内侧区域223可以具有第一厚度,而在非平面多层反射器224的外侧区域225可以具有第二厚度。整个反射器表面的厚度差值与响应的光谱反射率差值或偏移有关,与较薄区域相对于较厚区域的蓝色偏移有关。生成厚度梯度的方式可以有多种多样。可以通过列出的几种方法如热成形、压花、激光器压花或挤出等形成厚度梯度。

[0103] 如图15所示,内部区域223厚度可以大于外部区域225厚度。增加内部区域223厚度可以降低被称之为“光环效应”的不期望的影响。“光环效应”为业界所熟知的问题,在这种情况下,蓝色激发光和黄色转换光的平衡作为LED视角的一个功能而变化。此处,内部区域223厚度可以大于外部区域225厚度,以便降低同轴蓝色光的透射。

[0104] 如图16所示,外部区域325厚度可以大于内部区域323厚度。上述装置可以设置在光学透明材料320内。

[0105] 利用LED可以将非平面多层反射器以任何有用的构型来布置,如本文所述。在

一个示例性实施例中,非平面多层反射器布置在再发光半导体构造和 LED 之间(参见例如图 17)。在又一个示例性实施例中,所述再发光半导体构造布置在非平面多层反射器和 LED(参见例如图 15、图 16)之间。

[0106] 所述非平面多层反射器 224/324 可以被配置为反射紫外线或蓝光,并透射可见光光谱的至少一部分,诸如绿色光、黄色光或红色光。在另一个示例性实施例中,所述非平面多层反射器 224/324 可以被配置为反射紫外线、蓝色光或绿色光,并透射可见光光谱的至少一部分,诸如黄色光或红色光。

[0107] 当利用从 LED212/312 发射的激发光照明时,所述再发光半导体构造 222/322 能够发射可见光。所述再发光半导体构造材料可以是任何可用厚度。

[0108] 图 17 是本发明所述装置 410 的另一个实施例的示意性剖面图。非平面多层反射器 426 显示为邻近再发光半导体构造 422,然而,只需将非平面多层反射器 426 布置为光线可以在再发光半导体构造 422 和非平面多层反射器 426 之间穿行。所述非平面多层反射器 426 反射可见光并透射 LED 激发光,诸如紫外光或蓝色光。该非平面多层反射器 426 可以被称为短通 (SP) 反射器,如上所述。所述上述装置可以被设置在光学透明材料 420 内。

[0109] 所述非平面多层反射器 426 可以包括所述相同的材料,且以与所述非平面多层反射器 424 类似的方式被形成,如上所述。所述再发光半导体构造层 422 也在上文进行了描述。

[0110] 利用 LED412 可以以任何可用的构型来布置所述非平面多层反射器 426,如本文所述。在一个示例性实施例中,如图 17 所示,所述非平面多层反射器 426 布置在所述再发光半导体构造 422 和所述 LED412 之间。在另一个示例性实施例中,所述再发光半导体构造 422 布置在所述非平面多层反射器 426 和所述 LED412 之间。在一个示例性实施例中,非平面多层反射器 426 为面向所述 LED412 的半球形凹面形状。这样的设计允许由所述 LED412 发射的光以垂直或接近垂直入射角度照射到所述非平面多层反射器 426。所述多层反射器 426 的所述非平面几何形状允许基本上所有短波光通过所述非平面多层反射器 426,而不管是从所述 LED412 的哪一侧或哪一方向发射。

[0111] 图 18 是本发明所述装置 510 另一个实施例的示意性剖面图。第一非平面多层反射器 524 显示与再发光半导体构造 522 间隔开,然而,只需将第一非平面多层反射器 524 布置为光线可以在所述再发光半导体构造 522 和第一非平面多层反射器 524 之间穿行。第一非平面多层反射器 524 反射 LED 激发光诸如紫外线或蓝色光,并透射可见光。该第一非平面多层反射器 524 可以被称为长通 (LP) 反射器,如上所述。所述上述装置可以设置在光学透明材料 520 之内。

[0112] 第二非平面多层反射器 526 显示邻近再发光半导体构造材料 22,然而,只需将第二非平面多层反射器 526 布置为光线可以在所述再发光半导体构造材料 522 和所述第二非平面多层反射器 526 之间穿行。所述第二非平面多层反射器 526 反射可见光并透射 LED 激发光,诸如紫外线或蓝色光。该第二非平面多层反射器 526 可以被称为短通 (SP) 反射器,如上所述。

[0113] 再发光半导体构造 522 显示设置在第一非平面聚合物多层反射器 524 和第二非平面聚合物多层反射器 526 之间。所述再发光半导体构造 522 如上所述。

[0114] 图 19 是本发明所述装置 610 的另一个实施例的示意性剖面图。第一非平面多层

反射器 624 显示邻近再发光半导体构造材料 622, 然而, 只需将所述第一非平面多层反射器 624 布置为光线可以在所述再发光半导体构造材料 622 和所述第一非平面多层反射器 624 之间穿行。所述第一非平面多层反射器 624 反射 LED 激发光诸如紫外线或蓝色光, 并透射可见光。该第一非平面多层反射器 624 可以被称为短通 (LP) 反射器, 如上所述。所述上述装置可以设置在光学透明材料 620 内。

[0115] 第二非平面多层反射器 626 显示邻近再发光半导体构造材料 622, 然而, 只需将第二非平面多层反射器 626 布置为光线可以在所述再发光半导体构造材料 622 和所述第二非平面多层反射器 626 之间穿行。所述第二非平面多层反射器 626 反射可见光并透射 LED 激发光, 诸如紫外线或蓝色光。该第二非平面多层反射器 626 可以被称为短通 (SP) 反射器, 如上所述。

[0116] 再发光半导体构造层 622 显示设置在所述第一非平面多层反射器 624 和所述第二非平面多层反射器 626 之间。所述再发光半导体构造 622 如上所述。

[0117] 根据本发明所述的装置可以是图形显示设备的部件或关键部件, 诸如大屏幕或小屏幕视频监视器、计算机监视器或显示器、电视、电话装置或电话装置显示器、个人数字助理或个人数字助理显示器、寻呼机或寻呼机显示器、计算器或计算器显示器、游戏机或游戏机显示器、玩具或玩具显示器、小型或大型家电或小型或大型家电显示器、汽车仪表板或汽车仪表板显示器、汽车内饰或汽车内饰显示器、船舶仪表板或船舶仪表板显示器、船舶内饰或船舶内饰显示器、航空器仪表板或航空器仪表板显示器、航空器内饰或航空器内饰显示器、交通控制设备或交通控制设备显示器、广告显示器、广告牌等。

[0118] 根据本发明所述的装置可以是液晶显示器 (LCD) 的部件或关键部件、或类似显示器, 作为那个显示器的背光源。在一个实施例中, 根据本发明的所述半导体装置通过将由根据本发明的所述半导体装置发射的彩色与 LCD 显示器的彩色滤波器匹配, 特别适于用作液晶显示器的背光源。

[0119] 根据本发明的所述装置可以是照明设备的部件或关键部件, 诸如自立式或内置照明器材或照明灯具、景观或建筑照明器材、手持或车载灯、汽车前大灯或尾灯、汽车内饰照明灯具、汽车或非汽车信号装置、道路照明装置、交通控制信号装置、船舶用灯或信号装置或内饰照明灯具、航空用灯或信号装置或内饰照明灯具、小型或大型家电或小型或大型家电用灯等; 或用作红外光源、可见光源或紫外线辐射光源的任何装置。

[0120] 在不背离本发明的范围和原则的前提下, 本发明的各种修改和更改对本领域内的技术人员来说将是显而易见的, 并且应该理解, 本发明不应不当地限于上文所述示例性实施例。

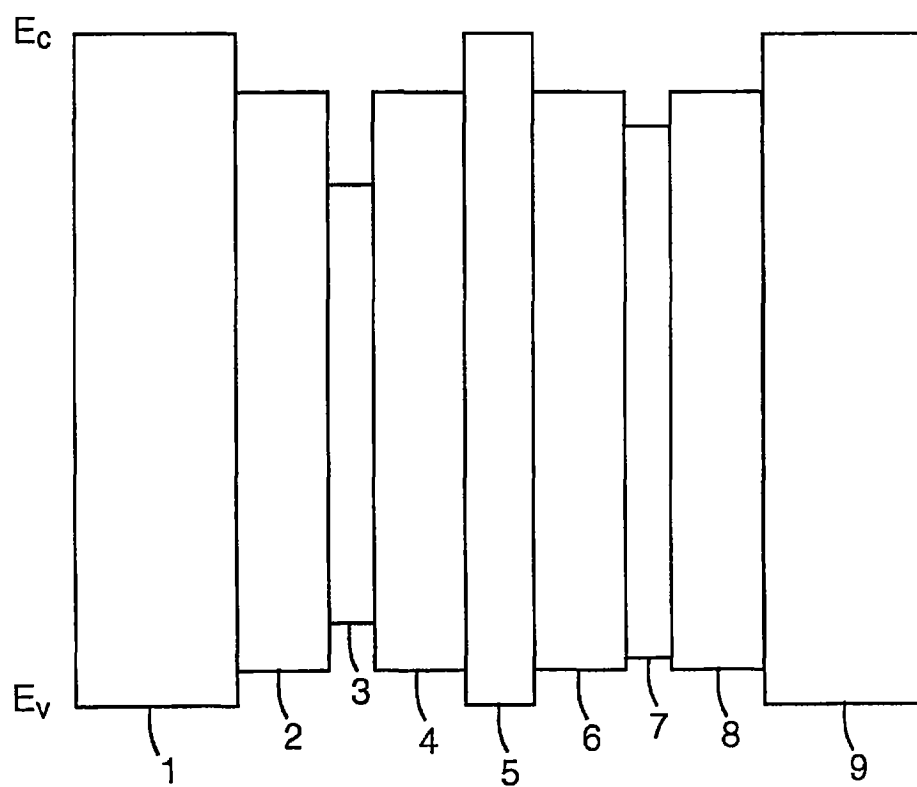


图 1

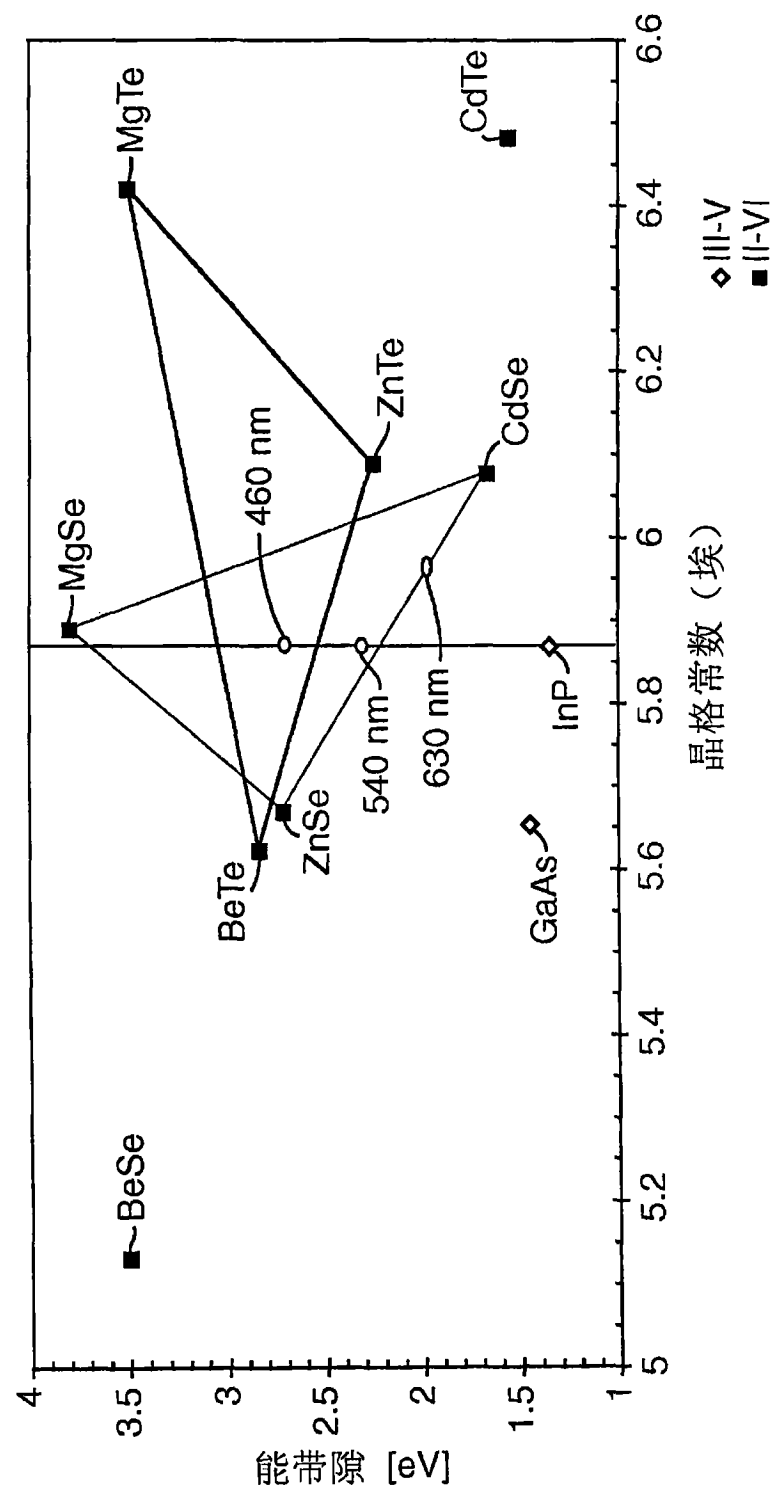


图2

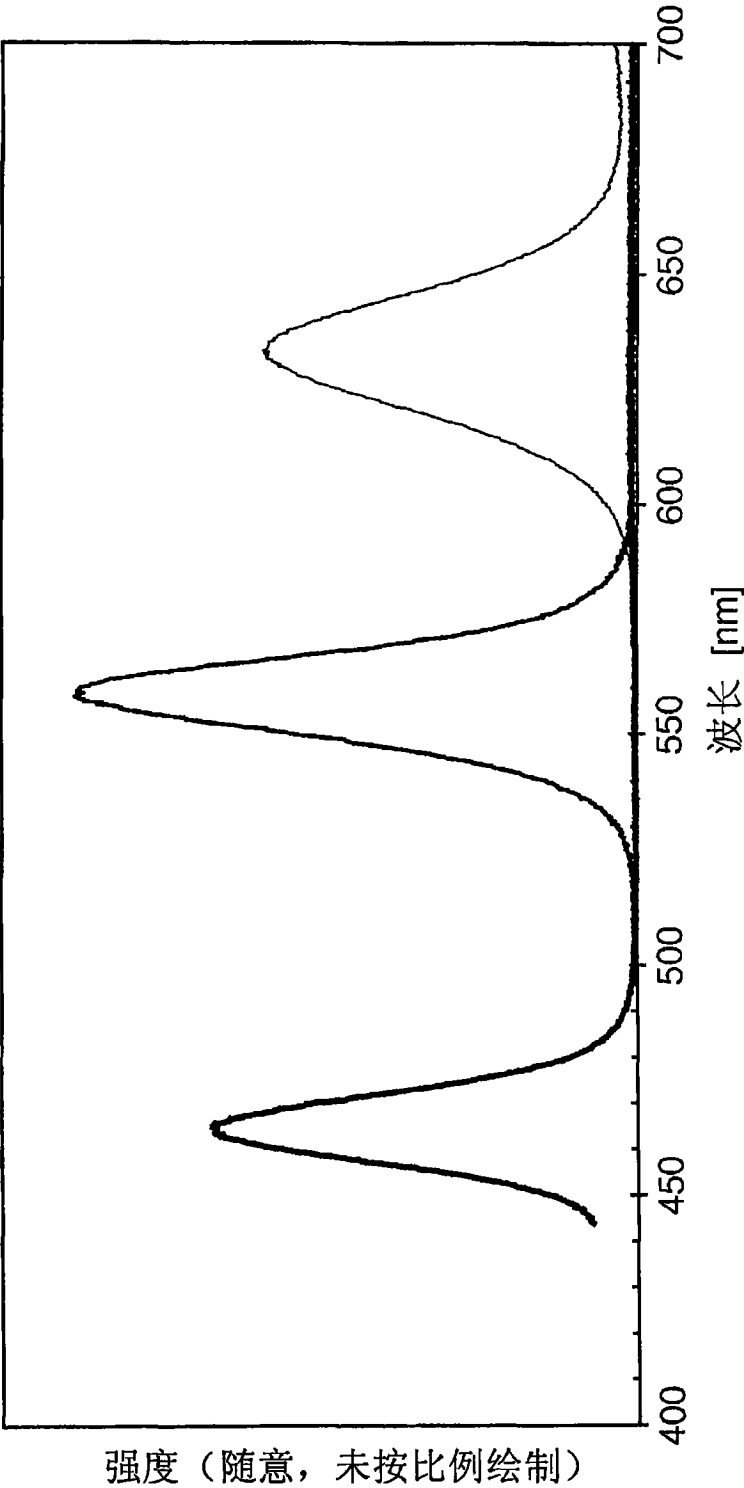


图3

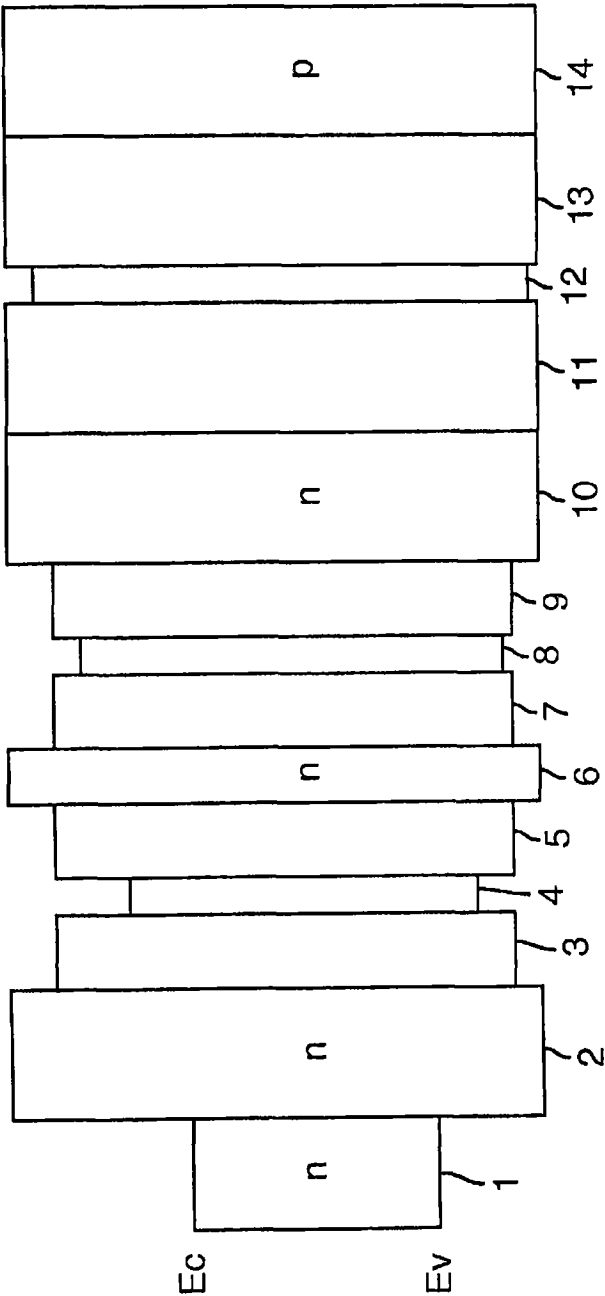


图4

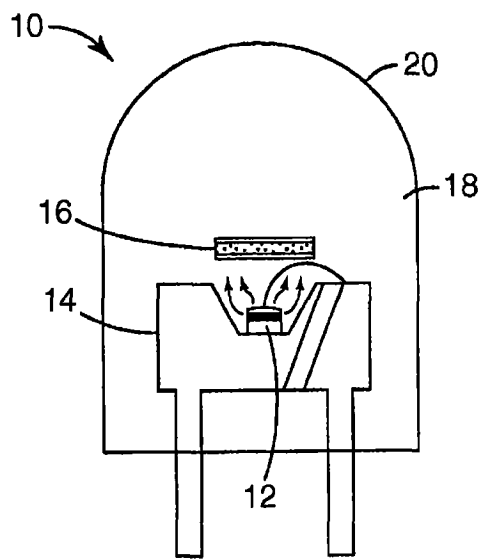


图 5

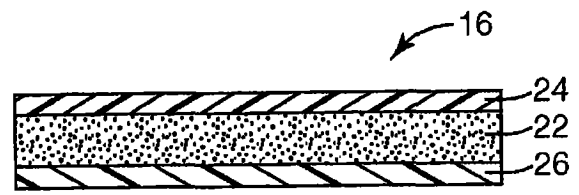


图 6

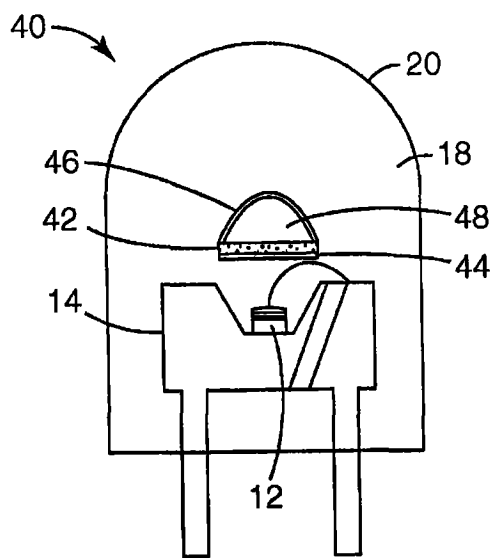


图 7

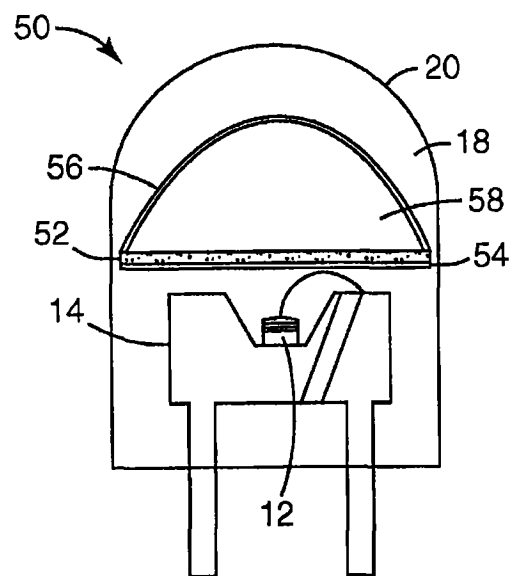


图 8

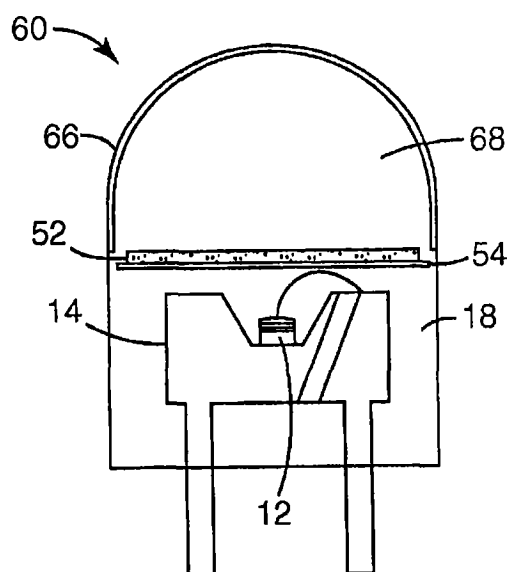


图 9

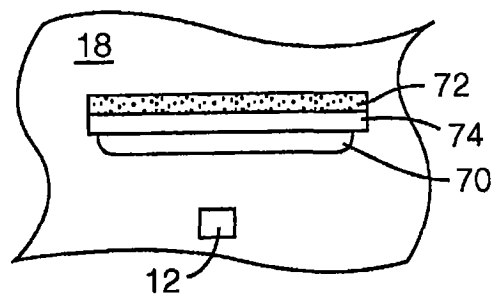


图 10

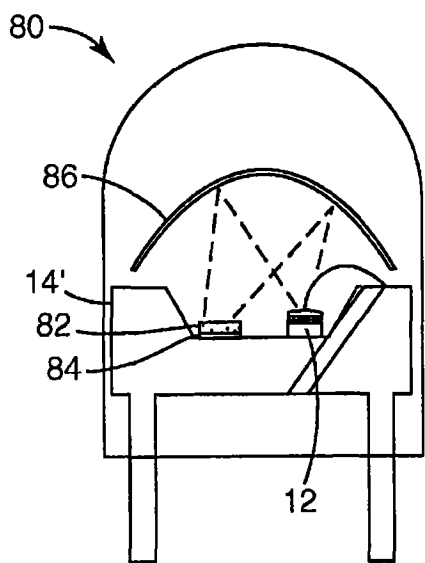


图 11

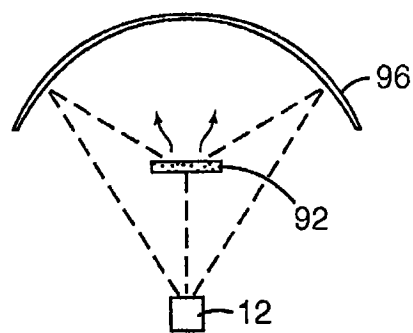


图 12

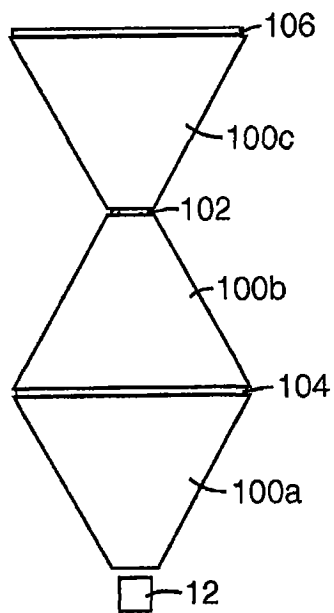


图 13

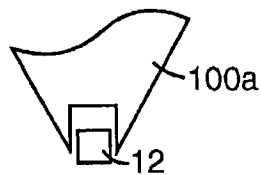


图 14

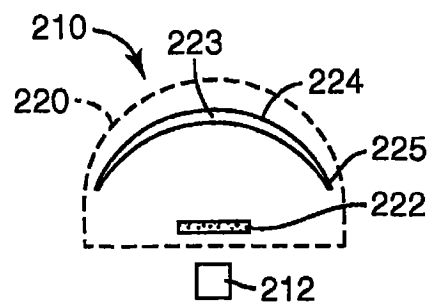


图 15

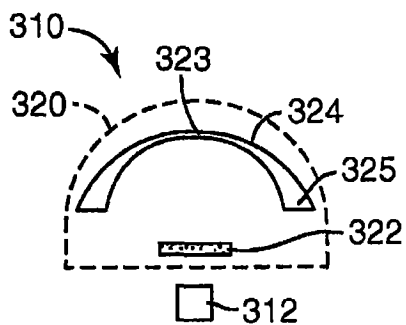


图 16

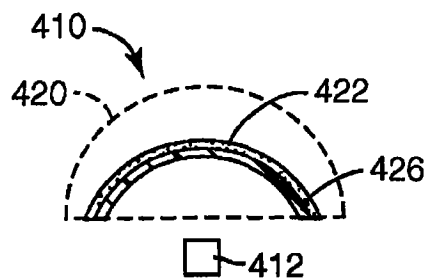


图 17

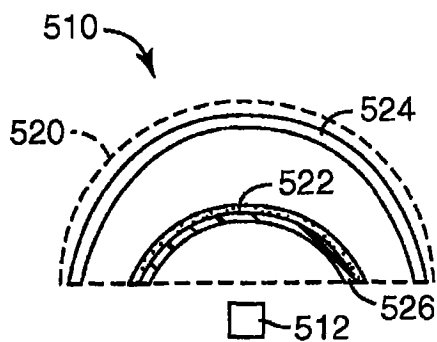


图 18

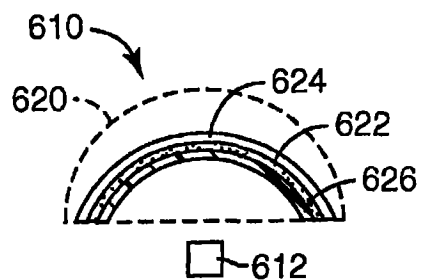


图 19