



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103797597 B

(45)授权公告日 2017.08.15

(21)申请号 201280045784.9

(22)申请日 2012.03.23

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103797597 A

(43)申请公布日 2014.05.14

(30)优先权数据

11181914.0 2011.09.20 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.03.20

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/051405 2012.03.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/041979 EN 2013.03.28

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 H.J.B.贾格特 O.V.维多温

C.A.维舒尔伦 C.克莱恩

D.K.迪肯 M.P.C.M.克里恩

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 李亚非 汪扬

(51)Int.Cl.

H01L 33/60(2006.01)

H01L 33/50(2006.01)

(56)对比文件

CN 1836339 A, 2006.09.20, 全文.

EP 1686630 A2, 2006.08.02, 全文. (续)

审查员 肖箫

权利要求书3页 说明书33页 附图21页

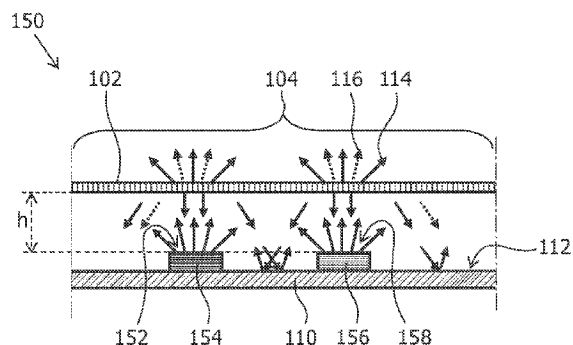
(54)发明名称

发光模块、灯、照明器和显示装置

(57)摘要

发光模块(150)通过光出射窗口(104)发射光,并且包括基底(110)、固态发光体(154、158)和部分漫反射层(102)。基底(110)具有面向光出射窗口(104)的光反射表面(112)。光反射表面(112)具有由光反射表面反射的光的量和投射在光反射表面上的光的量之间的比例定义的基底反射系数 R_{base} 。固态发光体(154、158)发射第一颜色范围(114)的光,包括顶表面(152、158),并且具有由固态发光体(154、156)反射的光的量和投射在固态发光体(154、156)的顶表面(152、158)上的光的量之间的比例定义的固态发光体反射系数 R_{SSL} 。至少一个固态发光体的顶表面(106)的最大线性尺寸 d_{SSL} 定义为从至少一个固态发光体的顶表面(152、158)上的一个点到至少一个固态发光体的顶表面(152、158)上的另一个点的沿着直线的最长距离。光出射窗口(104)包括部分漫反射层(102)的至少一部分。固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 定义为至少一个固态发光体的

顶表面的面积和基底的光反射表面的面积之间的比例。具有距离 h 的间隙存在于至少一个固态发光体(154、156)的顶表面(152、158)和部分漫反射层(102)之间。如果对于 $0 < \rho_{SSL} < 0.1$, $0.3 \cdot d_{SSL} \leq h \leq 5 \cdot d_{SSL}$, 对于 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25$, $0.15 \cdot d_{SSL} \leq h \leq 3 \cdot d_{SSL}$, 以及对于 $\rho_{SSL} > 0.25$, $0.1 \cdot d_{SSL} \leq h \leq 2 \cdot d_{SSL}$, 并且如果基底反射系数 R_{base} 的值大于70%并且大于固态发光体反射系数 R_{SSL} , 则获得相对高效的发光模块。



[接上页]

(56)对比文件

US 2008/0054281 A1, 2008.03.06, 全文.

CN 103403894 A, 2013.11.20, 说明书第89-172段及附图3a-21.

1. 一种发光模块(100、150、300、350),用于通过该发光模块(100、150、300、350)的光出射窗口(104、402)发射光,该发光模块(100、150、300、350)包括:

包括面向该光出射窗口(104、402)的光反射表面(112、306、354)的基底(110、309、358),该光反射表面(112、306、354)具有由该基底的该光反射表面(112、306、354)反射的光的量和投射在该基底的该光反射表面(112、306、354)上的光的量之间的比例定义的基底反射系数(Rbase),

被提供在该基底(110、309、358)上并且配置成用于发射第一颜色范围(114)的光的至少一个固态发光体(108、154、156、312、360),该至少一个固态发光体(108、154、156、312、360)具有顶表面(106、152、158、412)并且具有由该至少一个固态发光体(108、154、156、312、360)反射的光的量和投射在该至少一个固态发光体(108、154、156、312、360)的该顶表面(106、152、158、412)上的光的量之间的比例定义的固态发光体反射系数(R_{SSL}),其中该至少一个固态发光体(108、154、156、312、360)的该顶表面(106、152、158、412)面向该光出射窗口(104、402),

夹置在该基底(110、309、358)和该光出射窗口(104、402)之间的壁(314、362、404),该基底(110、309、358)、该壁(314、362、404)和该光出射窗口(104、402)围成腔体(316),该壁(314、362、404)包括面向该腔体(316)的光反射壁表面(304、406),该光反射壁表面(304、406)具有由该光反射壁表面(304、406)反射的光的量和投射在该光反射壁表面(304、406)上的光的量之间的比例定义的壁反射系数(R_{wall}),

其中有效反射系数(Reff)定义为该基底反射系数(Rbase)和该壁反射系数(R_{wall})的加权平均,

其中固态发光体面积比例(ρ_{SSL})定义为该至少一个固态发光体的该顶表面(106、152、158、412)的面积和该基底的反射表面的面积与该反射壁表面(304、406)的面积之和之间的比例,以及其中该至少一个固态发光体的该顶表面(106、152、158、412)的最大线性尺寸(d_{SSL} 、202、252、260)定义为从该至少一个固态发光体的该顶表面(106、152、158、412)上的一个点到该至少一个固态发光体的该顶表面(106、152、158、412)上的另一个点的沿着直线的最长距离,以及

部分漫反射层(102、308、352),该光出射窗口(104、402)包括该部分漫反射层(102、308、352)的至少一部分,

其中具有距离(h、h1、h2)的间隙存在于该至少一个固态发光体的该顶表面(106、152、158、412)和该部分漫反射层(102、308、352)之间,对于 $0 < \rho_{SSL} < 0.1, 0.3 \cdot d_{SSL} \leq h \leq 0.75 \cdot d_{SSL}$,对于 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25, 0.15 \cdot d_{SSL} \leq h \leq 0.3 \cdot d_{SSL}$,以及对于 $\rho_{SSL} > 0.25, 0.1 \cdot d_{SSL} \leq h \leq 0.2 \cdot d_{SSL}$,以及

其中该有效反射系数(Reff)的值大于70%并且大于该固态发光体反射系数(R_{SSL}),以及其中该壁反射系数(R_{wall})小于95%。

2. 根据权利要求1所述的发光模块(100、150、300、350),其中该部分漫反射层(102、308、352)包括用于将该第一颜色范围(114)的光的至少一部分转换为第二颜色范围(116)的光的发光材料。

3. 根据权利要求1或2所述的发光模块(100、150、300、350),该发光模块包括多个固态发光体(108、154、156、312、360),其中每个该固态发光体(108、154、156、312、360)配置成用

于发射特定颜色的光并且每个该固态发光体具有顶表面(106、152、158、412),以及其中该固态发光体反射系数(R_SSL)定义为该多个固态发光体(108、154、156、312、360)的反射系数的平均值。

4. 根据权利要求1所述的发光模块(100、150、300、350),其中该有效反射系数(Reff)的值大于该固态发光体反射系数(R_SSL)加上因子c乘以1和该固态发光体反射系数(R_SSL)之间的差值,其中对于 $0 < \rho_{SSL} < 0.1$, $0.2 \leq c \leq 1$, 对于 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25$, $0.3 \leq c \leq 1$, 以及对于 $\rho_{SSL} > 0.25$, $0.4 \leq c \leq 1$ 。

5. 根据权利要求1或4所述的发光模块,其中与该至少一个固态发光体(908)的该项表面(903)相比,该基底(906)的该反射表面(901)的至少一部分更接近该部分漫反射层(902),

以及其中该项表面(903)和该部分漫反射层(902)之间的距离(h)为:对于 $0 < \rho_{SSL} < 0.1$, $0.4 * d_{SSL} + \Delta h / 2 \leq h \leq 5 * d_{SSL} + \Delta h / 2$, 对于 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25$, $0.15 * d_{SSL} + \Delta h / 2 \leq h \leq 3 * d_{SSL} + \Delta h / 2$, 以及对于 $\rho_{SSL} > 0.25$, $0.1 * d_{SSL} + \Delta h / 2 \leq h \leq 2 * d_{SSL} + \Delta h / 2$, 以及其中 Δh 为该至少一个固态发光体的该项表面(903)和该部分漫反射层(902)之间的该距离(h)与该反射基底表面(901)和该部分漫反射层(902)之间的最短距离(h2)之间的差值的绝对值。

6. 根据权利要求1所述的发光模块(100、150、300、350),其中该光反射壁表面(304、406)相对于该基底(110、309、358)的法向轴倾斜,用于增大朝向该光出射窗口(104、402)的光反射,或者其中该光反射壁表面(304、406)弯曲,用于增大朝向该光出射窗口(104、402)的光反射。

7. 根据权利要求1所述的发光模块(100、150、300、350),其中该部分漫反射层(102、308、352)形成该光出射窗口(104、402),该部分漫反射层(102、308、352)具有边缘(624),并且该部分漫反射层(102、308、352)的该边缘(624)接触该基底(110、309、358)。

8. 根据权利要求1所述的发光模块(100、150、300、350),该发光模块包括布置在该至少一个固态发光体(108、154、156、312、360)和该部分漫反射层(102、308、352)之间的透明材料,该透明材料光学耦合到该至少一个固态发光体(108、154、156、312、360)。

9. 根据权利要求8所述的发光模块(100、150、300、350),其中该透明材料还光和热耦合到该部分漫反射层(102、308、352)。

10. 根据权利要求8或9所述的发光模块(100、150、300、350),其中该透明材料为晶粒尺寸大于44um或小于1um的烧结半透明多晶氧化铝。

11. 根据权利要求1所述的发光模块(100、150、300、350),其中该光出射窗口(104、402)还包括下述中的至少一种:

漫射器层,其用于获得漫射光发射,用于获得空间上颜色以及在角度上颜色均匀的光发射,以及用于获得颜色混合光发射,

二向色层,其用于校正颜色随角度的变化或光均匀性,以及

光学元件,其用于提供期望光束形状。

12. 根据权利要求1所述的发光模块(100、150、300、350),其中用于获得漫射光发射,用于获得空间上颜色以及在角度上颜色均匀的光发射,以及用于获得颜色混合光发射的漫射器层被提供在距该部分漫反射层的背向该至少一个固态发光体的侧面一距离处。

13. 一种包括根据权利要求1至12中任意一项所述的发光模块(100、150、300、350)的灯

(1000、1020)。

14. 一种包括根据权利要求1至12中任意一项所述的发光模块(100、150、300、350)或者包括根据权利要求13所述的灯(1000、1020)的照明器(1050)。

15. 一种包括根据权利要求1至12中任意一项所述的发光模块(100、150、300、350、1300)的显示装置(1400)。

发光模块、灯、照明器和显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种包括发光层和固态发光体的发光模块。本发明还涉及包括发光模块的灯、照明器和显示装置。

背景技术

[0002] 公布的专利申请US2009/0322208A1公开了一种发光装置。发光二极管(LED)被提供在由凹陷的壳体形成的圆锥形腔体内。在凹陷的壳体的前侧,圆锥形腔体覆盖有透明热导体层,难熔发光层被提供在该透明热导体层上。在凹陷的壳体的背板处设有热沉,并且凹陷的壳体的侧壁覆盖有金属框架。圆锥形腔体可以用诸如硅树脂的材料填充。

[0003] LED朝发光层发射第一颜色的光。所发射光的部分会被发光层反射或散射回到腔体中。所发射光的另一部分被发光层转换为第二颜色的光。当发光层发射第二颜色的光时,此光在所有方向上发射,并且因而另一颜色的光的一部分被发射到腔体中。反射回到腔体中的光或者被发射到腔体中的第二颜色的光部分地投射在腔体的基底上,部分地投射在腔体的壁上,并且部分地投射在LED上。在LED的表面以及在腔体的表面,光被部分反射并且部分吸收。特别是光的吸收导致发光装置的低效率。

[0004] 某些光模块制造者提供包括具有基底的腔体的发光模块。这些模块经常具有在基底上提供的诸如多个例如LED的发光体。在这些发光模块的某些实施例中,发光层例如经由结合层被直接提供在发光体顶部上,并且在其它实施例中,发光层为所谓的远程发光层,远程发光层是指发光体和发光层之间存在几厘米量级的比较大距离。

[0005] 具有发光层直接位于顶部的发光体的发光模块的问题在于,从发光层往回引导至LED的光遭受不良重复利用效率,这是因为LED内部的背反射器具有有限反射性(典型地背反射镜为银,具有90%反射性水平)的事实。现实中,实际反射性甚至更低,因为典型地为GaN/InGaN或AlInGaN的发光体材料具有高折射率,从而致使光被陷在发光体内部并且因而进一步限制金属反射性。典型LED反射系数接近70%(在可见光谱范围上求平均并且在法向入射下测量)。这些发光模块的另一问题在于热点的形成,在该热点中大多数光被集中在LED顶部上的区域内,并且模块的光输出因此非常不均匀,导致光输出和热分布二者中的热点。另外,在LED管芯顶部上的磷光体层会变得比较热并且被高通量密度激发,引起非最佳磷光体转换效率,由此限制发光性能。

[0006] 具有远程发光层的发光模块通常比具有发光层直接位于顶部的发光体的发光模块更高效,这是因为光在腔体内部更高效重复利用。这些模块的光输出也典型地更均匀,减少热点。然而,与具有发光层直接位于顶部的发光体的发光模块相比,具有远程发光层的发光模块具有比较大尺寸。比较庞大的远程发光层解决方案无法用于尺寸受限的应用,诸如聚光灯应用,例如卤素替代灯和抛物面反射灯。

[0007] 具有远程发光层的发光模块的另一缺点在于,比较大面积的发光层导致比较高材料成本水平。此外,磷光体层内的热传导仅仅被横向地引导到发光体的侧壁,并且由于它们庞大构造的原因,将热量引导离开远程磷光体板的能力有限。

[0008] EP1686630A2公开了一种具有漫反射表面的LED装置,其包括发光的LED芯片;反射杯,LED芯片布置在其底表面并且其具有漫反射由LED芯片发射的光的成角度表面;以及光转换材料,其提供在反射杯中并且将LED芯片发射的光转换为可见光线。光转换材料在空间上与LED芯片分离的长度等于或大于LED芯片的最大长度。

[0009] LUO HONG等人的“Analysis of high-power packages for phosphor-based white-light-emitting diodes”, APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US. vol. 86, no. 24, 8 June 2005, pp. 243505-1 - 243505-3公开一种用于高功率白光发光二极管(LED)灯的最优化封装配置,其采用漫反射杯,主要发光体(LED芯片)与波长转换器(磷光体)和半球形封装之间具有大的间距。

[0010] EP1930959A1公开了一种发光装置,其包括LED芯片和透镜,该透镜定位为与芯片相隔的距离为所述芯片最长边长度的至少2倍,并且磷光体层被包含在所述透镜内或者涂覆在所述透镜的内部或外部表面上,用于将至少一些由芯片发射的辐射转换为可见光。将磷光体层远离LED定位改善了装置的效率并且产生更一致的颜色再现。

[0011] US2006/097245A1公开了一种布置在至少一个发光管芯上的透光覆盖件。磷光体布置在透光穹顶状覆盖件上或内部。响应于至少一个发光管芯的照射,磷光体输出经转换的光。密封剂基本上填充由透光覆盖件和印刷电路板定义的内部容积。

[0012] US2006/171152A1公开了一种发光装置,其具有:倒装类型发光元件;发光元件安装于其上的衬底,该衬底为一种无机材料;密封该发光元件的密封部,该密封部为一种无机密封材料;形成为近似半球形的光学形状部,该光学形状部为该无机密封材料;以及磷光体部,其形成为覆盖该光学形状部。

[0013] US2008/054281A1公开了一种发光设备,其具有用于发射短波长辐射的光源以及配置成接收从光源发射的辐射的光学装置。一个装置将至少一些从光源发射的短波长辐射引导到光学装置中,并且降频转换材料接收被引导到该光学装置中的在一个光谱区域中的至少一些短波长辐射并且发射另一光谱区域中的辐射。

发明内容

[0014] 本发明的一个目的是提供一种相对高效的发光模块。

[0015] 本发明的第一方面提供权利要求1中要求保护的发光模块。本发明的第二方面提供权利要求13中要求保护的灯。本发明的第三方面提供权利要求14中要求保护的照明器。本发明的第四方面提供权利要求15中要求保护的显示装置。有利实施例在从属权利要求中定义。

[0016] 依据本发明第一方面的发光模块通过光出射窗口发射光。发光模块包括基底、至少一个固态发光体和部分漫反射层,该部分漫反射层为具有漫反射属性的层,其中至少一部分入射光被漫反射并且至少一部分入射光被透射通过此层。基底具有表面并且基底表面的至少部分反射投射在基底表面上的光。反射光的基底表面的该部分在下文中称为基底的光反射表面。光反射表面具有由基底的光反射表面反射的光的量和投射在基底的光反射表面上的光的量之间的比例定义的基底反射系数。至少一个固态发光体配置成发射第一颜色范围的光,并且具有顶表面以及由至少一个固态发光体反射的光的量和投射在至少一个固

态发光体的顶表面上的光的量之间的比例定义的固态发光体反射系数。至少一个固态发光体的顶表面的最大线性尺寸定义为从至少一个固态发光体的顶表面的一个点到至少一个固态发光体的顶表面上的另一个点的沿着直线的最长距离。光出射窗口包括至少部分的部分漫反射层。固态发光体面积比例定义为至少一个固态发光体的顶表面的面积和基底的光反射表面的面积之间的比例。基底反射系数的值大于70%并且大于固态发光体反射系数。间隙存在于至少一个固态发光体的顶表面和部分漫反射层之间。间隙由至少一个固态发光体的顶表面和部分漫反射层之间的距离定义。对于比较小的固态发光体面积比例的值,即小于0.1,此距离是在这样的范围内,该范围的最小值等于或大于顶表面的最大线性尺寸的0.3倍并且最大值等于或小于顶表面的最大线性尺寸的5倍。对于固态发光体面积比例的中间值,即在最小值大于或等于0.1并且最大值小于或等于0.25的范围中,该距离是在这样的范围内,该范围的最小值等于或大于顶表面的最大线性尺寸的0.15倍并且最大值等于或小于顶表面的最大线性尺寸的3倍。对于固态发光体面积比例的比较大值,即大于0.25,该距离是在这样的范围内,该范围的最小值等于或大于顶表面的最大线性尺寸的0.1倍并且最大值等于或小于顶表面的最大线性尺寸的2倍。

[0017] 固态发光体的顶表面和部分漫反射层之间的距离定义为至少一个固态发光体的顶表面和面向至少一个固态发光体的部分漫反射层的表面之间的最短线性路径的长度。如果发光模块包括多于一个固态发光体,固态发光体的顶表面和部分漫反射层之间的距离为固态发光体的每个顶表面和部分漫反射层之间的距离的平均值。

[0018] 固态发光体的顶表面的最大线性尺寸定义为从至少一个固态发光体的顶表面的一个点到至少一个固态发光体的顶表面上的另一个点的沿着直线的最长距离。如果发光模块包括多于一个固态发光体,则使用顶表面的最大线性尺寸的平均值。顶表面可以是任何形状,例如方形、矩形、圆形或椭圆形。对于方形或矩形,最长线性距离为方形或矩形的对角线的长度。对于圆形,最长线性尺寸为圆的直径的长度。

[0019] 发明人利用实验发现,(多个)固态发光体和部分漫反射层之间的距离应具有一最小值,在该最小值之上获得发光模块的比较大光输出,并且该最小值取决于固态发光体面积比例。在该最小值之下,发光模块不那么高效地工作并且太多光被部分漫反射层反射、背散射和/或重新发射到至少一个固态发光体。此外,发明人发现当至少一个固态发光体和部分漫反射层之间的距离变得太大时,光输出开始减小并且因此不是有利的,从而也依赖于固态发光体面积比例的值。这种减小是更多地吸收光的结果,因为光具有更长的通过发光模块的行进路径并且因而会经历更多吸收事件。

[0020] 基底反射系数的值至少大于固态发光体反射系数的值,并且因而与固态发光体相比,基底吸收更少的光。这是有利的,因为更多光被基底反射并且因此更多光可以在发光模块的环境中通过光出射窗口发射。它实际上是指,更多光被基底反射,所述光随后被重复利用而不是吸收。发光模块整体的效率提高,因为根据本发明的发光模块中的光损耗被最小化。与发光层直接在固态发光体顶部上的发光模块相比,更少的光由于固态发光体的光吸收而损失。与具有充当部分漫反射层的远程发光层的发光模块相比,被部分漫反射层反射、背散射和/或重新发射到模块内部的光被更高效地重复利用,因为它在从光出射窗口出射之前在模块内部具有较少的相互作用(反射)。因此,根据本发明的发光模块是相对高效的。

[0021] 发明人已经通过实验发现,根据前文指定标准的基底反射系数高于固态发光体反

射系数以及(多个)固态发光体的顶表面和发光层之间的距离在特定范围中的标准的特定组合导致比较高的光输出以及因而相对高效的发光模块。

[0022] 该间隙应被宽泛地解释。含义在于,部分漫反射层不直接接触至少一个固态发光体的一个或多个顶表面并且至少一个固态发光体和部分漫反射层之间存在一定距离。该间隙可以用空气填充,但是基本上透明材料也可以存在于该间隙中。

[0023] 如果部分漫反射层不直接接触一个或多个固态发光体的顶表面或固态发光体,比较大数量的光将被朝向光反射表面反射和发射。如果根据本发明光反射表面具有比至少一个固态发光体高的反射性,更多光将被反射回到部分漫反射层,并且因此更高光输出将被获得。

[0024] 发明人已经通过实验发现,比较高反射性的光学效果可以进一步增大光输出。如果(多个)固态发光体和部分漫反射层之间存在间隙,至少一个固态发光体不会变得像当部分漫反射层定位在(多个)固态发光体顶部时或者非常接近(多个)固态发光体时那么热。这进一步提高至少一个固态发光体的效率,并且可以在固态发光体或固态发光体的焊点中达到临界温度之前允许更高的电流负载。因而实现更高的绝对光输出。此外,如果部分漫反射层不直接热耦合到至少一个固态发光体,它不从至少一个固态发光体接收热量。部分漫反射层可以被冷却的效果取决于与基底以及该模块所连接到的可能热沉的热界面的质量。

[0025] 因而,根据存在间隙的基底反射系数高于固态发光体反射系数的特定组合导致比仅仅基于基底的光反射表面更多反射的光学效果所预期的光输出更高的光输出。

[0026] 在实施例中,部分漫反射层包括用于将第一颜色范围的光的至少一部分转换为第二颜色范围的光的发光材料。第二颜色范围的光由发光材料在所有方向上发射,并且此光的一部分也朝向至少一个固态发光体或朝向基底的光反射表面发射。

[0027] 在部分漫反射层充当发光层的情况下,从第一光谱范围到第二光谱范围的光转换将光能部分地转换为热量,典型地表示为‘斯托克斯频移’损耗。另外,实践中(多种)发光材料的量子效率(QE)限于例如0.9,引起包括发光材料的部分漫反射层(下文中称为发光层)的进一步热学加热。如果发光材料的温度保持在可接受极限内,发光材料的效率更高。这可以通过限制发光材料上的光通量负载,即通量密度分布来实现,例如通过应用固态发光体和发光层之间的特定距离,因而允许光扩展,由此减少发光层上的通量密度。然而,更优选地,发光层和基底之间以及发光层和热沉之间的热阻被最优化以获得低热阻。这可以通过各种手段实现,诸如通过将发光层耦合到在出射窗口外周的导热壁,或者通过在发光体与基底和发光材料之间应用导热材料,诸如导热玻璃或陶瓷,或者通过在发光层上应用热扩散层或结构,诸如发光层所附连到的具有导热属性的载体衬底。因而,利用这种措施,(多个)固态发光体和发光层之间的间隙导致更高效发光层的光热效应。

[0028] 另外,至少一个固态发光体和部分漫反射层之间的间隙导致通过部分漫反射层的光通量的更均匀分布,而不是在部分漫反射层的非常特定区域中的比较高光通量。另外在部分漫反射层包括发光材料情况下,以这种方式实现热学热点和温度梯度的减小。发光材料趋于对光饱和敏感,这是指在某一光通量之上,发光材料以较低效率转换光。因而,通过在(多个)固态发光体和包括发光材料的部分漫反射层之间具有间隙,发光材料的光饱和得以防止并且效率提高。

[0029] 在实施例中,至少一个固态发光体的顶表面面向光出射窗口。在实施例中,固态发

光体其中之一为所谓的侧面发光体。在实施例中,至少一个固态发光体发射光到光出射窗口的至少一部分。

[0030] 在实施例中,发光模块包括多个固态发光体。每个固态发光体配置成发射特定颜色范围中的光。在另一实施例中,多个固态发光体被提供在位于基底和光出射窗口之间的虚平面上。在又一实施例中,至少一个所述多个固态发光体朝向光出射窗口的至少特定部分发射光。附加地或可替换地,至少一个所述多个固态发光体具有面向光出射窗口的顶表面。固态发光体反射系数定义为多个固态发光体的反射系数的平均值。在又一实施例中,至少一个固态发光体的顶表面面向光出射窗口并且另一固态发光体的顶表面不面向光出射窗口。

[0031] 在特定实施例中,发光体可以是在一个平面中其发光表面彼此非常接近地定位的多个固态发光体的组合。非常接近是指各个固态发光体之间的距离为几十微米但是不大于0.2mm的量级。这种接近地定位的固态发光体在本发明上下文中被看作是单个发光体,也称为多管芯LED。顶表面为多个非常接近地定位的固态发光体的各个固态发光体的顶表面的组合。注意,非常接近放置涉及固态发光体的管芯,并且不涉及固态发光体的封装的非常接近放置。

[0032] 当多于一个固态发光体被提供时,发光模块能够发射更多光。从绝对值看,更多光将在发光模块内被反射并且因而往回发射到固态发光体和基底的光反射表面。因而,如果基底的光反射表面具有优于固态发光体的反射性,则从绝对值看,更多光可以通过经由反射表面将光往回反射到部分漫反射层(并且通过光出射窗口)被重复利用。此外,具有多个固态发光体的发光模块具有与具有单个固态发光体的发光模块相同的优点。在两个或更多个固态发光体的情况下,在计算固态发光体面积比例中使用多个固态发光体的顶表面的全部总计面积。

[0033] 在实施例中,基底反射系数的值大于固态发光体反射系数加上因子c乘以1和固态发光体反射系数之间的差值。因子c的值取决于固态发光体面积比例的值,该固态发光体面积比例定义为至少一个固态发光体的顶表面的面积和基底的光反射表面的面积之间的比例。当因子c大于或等于0.2时,如果固态发光体面积比例比较小,即,为小于0.1的值,则相对高效的发光模块被提供。当因子c等于或大于0.3时,如果固态发光体面积比例处于中间范围,即在最小值大于或等于0.1并且最大值小于或等于0.25的范围中,则相对高效的发光模块被提供。当因子c等于或大于0.4时,如果固态发光体面积比例比较大,即具有大于0.25的值,则相对高效的发光模块被提供。因子c具有的最大值为1,因为反射系数值无法大于1。实践中固态发光体面积比例的值范围介于0和1。

[0034] 由于部分漫反射层的表面的反射以及由于内部反射以及由于部分漫反射层中的背散射,投射在部分漫反射层上的第一颜色范围的光被散射并且被部分反射到至少一个固态发光体和基底,并且也部分透射通过部分漫反射层。

[0035] 至少一个固态发光体由于其构造而具有有限固态发光体反射系数,这意味着投射在至少一个固态发光体上的光的显著部分被至少一个固态发光体吸收。至少一个固态发光体的顶表面反射投射在顶表面上的光的比较小部分,并且该光的比较大部分被透射到固态发光体的核心中。后表面以及固态发光体内部的半导体区域吸收显著部分的光,并且因此进入固态发光体的核心的有限数量的光被往回发射到固态发光体的环境中。措词“管芯”经

常被用于固态发光体芯片并且两个术语都是指其中产生光的半导体装置。半导体装置包括实际上产生光的半导体材料,并且还包括电极、分段、通路、背侧反射镜以及例如保护层。注意,在一些应用中固态发光体生长在例如蓝宝石的透光衬底上。在制造之后,衬底可以仍然存在于固态发光体管芯上并且在固态发光体中产生的光通过生长衬底被发射。术语‘顶表面’不是指生长衬底的表面,而是指固态发光体管芯的发射大多数光的表面。在一些实施例中,通过顶表面的光发射主要是在光出射窗口的方向上。

[0036] 注意到,如果基底反射系数充分地高于固态发光体反射系数,发光模块整体的效率显著提高。此外,在依赖于固态发光体面积比例的反射系数某一差值之上,显著提高被注意到。因而,根据此实施例,基底反射系数至少大于固态发光体反射系数的值加上因子 c 乘以1和固态发光体反射系数的值之间的差值。如果假设 R_{base} 为基底反射系数并且 R_{SSL} 为固态发光体反射系数,则此标准由公式 $R_{\text{base}} > R_{\text{SSL}} + c * (1 - R_{\text{SSL}})$ 代表。因而,当 $c \geq 0.2$ 时,如果固态发光体面积比例比较小,即小于0.1,意味着相对于固态发光体的顶表面的面积,基底的反射表面具有比较大面积,则相对高效的发光模块被提供。作为示例,如果这种情况下 $R_{\text{SSL}} = 0.7$,则基底的反射表面的反射系数应大于或等于0.76以获得相对高效的发光模块。当 $c \geq 0.3$ 时,如果固态发光体面积比例处于中间范围,即处于最小值大于或等于0.1并且最大值小于或等于0.25的范围,意味着基底的反射表面的面积与固态发光体的顶表面的面积相当,则相对高效的发光模块被提供。作为示例,如果这种情况下 $R_{\text{SSL}} = 0.7$,则基底的反射表面的反射系数应大于或等于0.79以获得相对高效的发光模块。如果固态发光体面积比例比较大,即大于0.25,意味着相对于固态发光体的顶表面的面积,基底的反射表面具有比较小面积,则因子 c 应大于或等于0.4以获得相对高效的发光模块。作为示例,如果这种情况下 $R_{\text{SSL}} = 0.7$,则基底的反射表面的反射系数应大于或等于0.82以提供相对高效的发光模块。

[0037] 应指出,反射系数为在相关的整个表面上的平均数。基底的光反射表面可包括,诸如通过在基底上使用不同材料和/或不同反射器层厚度,例如反射性较比其它区域低的区域。此外,不同波长的光反射会不同,然而优选地反射系数为在至少包括第一颜色范围的光的光谱范围上以及在入射角分布上的加权平均。

[0038] 在一些情况下,至少一个固态发光体附连到例如陶瓷衬底的衬底,并且衬底和至少一个固态发光体的组合附连到另一载体层。此载体层比如可以是也称为绝缘金属衬底(IMS)的金属核心印刷电路板(MCPCB)或者诸如FR4的常规PCB,或者诸如氧化铝或氮化铝的另一陶瓷载体。在这种情况下,发光模块的基底为另一载体层和至少一个固态发光体附连到的衬底的组合。换言之,基底为(多个)固态发光体提供于其上的材料和/或层的组合。因此,在此特定情形中,基底反射系数为衬底和载体层的反射系数的加权平均。为避免疑惑,在计算中,基底的反射表面的面积不包括被至少一个固态发光体覆盖的面积。

[0039] 当固态发光体面积比例比较小时,即小于0.1时,则在 $0.4 \leq c \leq 1$ 情况下获得更高效发光模块。这种情况下对于 $0.6 \leq c \leq 1$ 获得甚至更高效发光模块。当固态发光体面积比例处于中间范围时,即处于最小值大于或等于0.1并且最大值小于或等于0.25的范围时,则在 $0.6 \leq c \leq 1$ 情况下获得更高效发光模块。这种情况下对于 $0.84 \leq c \leq 1$ 获得甚至更高效发光模块。如果固态发光体面积比例比较大,即大于0.25,则在 $0.8 \leq c \leq 1$ 情况下获得更高效发光模块。

[0040] 在实施例中,至少一个固态发光体被提供在基底的光反射表面上。为了避免疑惑,在计算中基底的反射表面的面积不包括被至少一个固态发光体覆盖的面积。然而,在其它实施例中,至少一个固态发光体可以定位于在基底和光出射窗口之间提供的引线的网络上。在这种实施例中,引线承载(多个)固态发光体并且提供电力到(多个)固态发光体。引线可含有金属核心和保护塑料覆层,并且例如通过焊点连接,只在接触点电附连到发光体的衬底或载体。

[0041] 在实施例中,发光模块包括夹置在基底和光出射窗口之间的壁。基底、壁和光出射窗口围成腔体。壁包括面向腔体的光反射壁表面,并且光反射壁表面具有由光反射壁表面反射的光的量和投射在光反射壁表面上的光的量之间的比例定义的壁反射系数。在此实施例中,有效反射系数定义为基底和壁反射系数的加权平均,例如对应于相应表面积的尺寸被加权。在此实施例中,有效反射系数至少大于70%并且大于固态发光体反射系数。因而,当基底和壁组合具有如所指定的有效反射系数时,发光模块是相对高效的。

[0042] 在又一实施例中,有效反射系数至少大于固态发光体反射系数加上因子c乘以1和固态发光体反射系数之间的差值。对于没有壁的实施例,因子c的标准是类似的,唯一差异在于总反射表面现在包括壁的反射表面和基底的反射表面。因而,固态发光体覆盖比例现在定义为至少一个固态发光体的顶表面的面积和基底的反射表面的面积与反射壁表面的面积之和之间的比例。注意,根据基底和固态发光体反射系数,壁反射系数为预定义光谱的光反射的加权平均。注意,壁可以具有另外功能,诸如将热量从部分漫反射层(其在此示例中包括发光材料)传导到基底。基底经常耦合到热沉,并且在第一颜色范围的光被转换为第二颜色范围的光的情况下由于热生成的原因,发光层会变得比较热。壁的反射表面帮助实现相对高效的发光模块。

[0043] 在实施例中,对于比较小的固态发光体面积比例的值,即小于0.1,壁反射系数即壁的反射系数至少小于95%,并且固态发光体的顶表面和部分漫反射层之间的距离是在这样的范围中,该范围的最小值为顶表面的最大线性尺寸(或顶表面的最大线性尺寸的平均值)的0.3倍并且最大值小于顶表面的最大线性尺寸(或顶表面的最大线性尺寸的平均值)的0.75倍。对于固态发光体面积比例的中间值,即位于最小值大于或等于0.1并且最大值小于或等于0.25的范围中,这种情况下该距离是在这样的范围中,该范围的最小值为顶表面的最大线性尺寸(或顶表面的最大线性尺寸的平均值)的0.15倍并且最大值小于顶表面的最大线性尺寸(或顶表面的最大线性尺寸的平均值)的0.3倍。对于比较大的固态发光体面积比例的值,即大于0.25,这种情况下该距离是在这样的范围中,该范围的最小值为顶表面的最大线性尺寸(或顶表面的最大线性尺寸的平均值)的0.1倍并且最大值小于顶表面的最大线性尺寸(或顶表面的最大线性尺寸的平均值)的0.2倍。发明人发现对于这些标准,获得相对高效的发光模块。

[0044] 在实施例中,壁反射系数大于或等于95%,并且对于比较小的固态发光体面积比例的值,即小于0.1,如果固态发光体的顶表面和部分漫反射层之间的距离是在这样的范围中,该范围的最小值为顶表面的最大线性尺寸(或顶表面的最大线性尺寸的平均值)的0.75倍,并且该范围的最大值为顶表面的最大线性尺寸(或顶表面的最大线性尺寸的平均值)的2倍,则获得相对高效的发光模块。对于固态发光体面积比例的中间值,即在最小值大于或等于0.1并且最大值小于或等于0.25的范围中,这种情况下该距离是在这样的范围中,该范

围的最小值为顶表面的最大线性尺寸(或顶表面的最大线性尺寸的平均值)的0.3倍,并且该范围的最大值为顶表面的最大线性尺寸(或顶表面的最大线性尺寸的平均值)的0.7倍。对于比较大的固态发光体面积比例的值,即大于0.25,这种情况下该距离是在这样的范围中,该范围的最小值为顶表面的最大线性尺寸(或顶表面的最大线性尺寸的平均值)的0.2倍,并且该范围的最大值为顶表面的最大线性尺寸(或顶表面的最大线性尺寸的平均值)的0.5倍。

[0045] 在本发明的实施例中,至少一部分反射基底表面比固态发光体的顶表面更接近部分漫反射层。在此实施例中,如果顶表面和部分漫反射层之间的距离是在:对于小于0.1的固态发光体面积比例,最小值为 $0.4 \cdot d_{SSL} + \Delta h/2$ 并且最大值为 $5 \cdot d_{SSL} + \Delta h/2$ 的范围中;对于位于最小值大于或等于0.1并且最大值小于或等于0.25的范围中的固态发光体面积比例,最小值为 $0.15 \cdot d_{SSL} + \Delta h/2$ 并且最大值为 $3 \cdot d_{SSL} + \Delta h/2$ 的范围中;或者对于大于0.25的固态发光体面积比例,最小值为 $0.1 \cdot d_{SSL} + \Delta h/2$ 并且最大值为 $2 \cdot d_{SSL} + \Delta h/2$ 的范围中,则获得高效发光模块。参数 d_{SSL} 为至少一个固态发光体的顶表面的最大线性尺寸并且参数 Δh 为至少一个固态发光体的顶表面和部分漫反射层之间的距离与反射基底表面和部分漫反射层之间的距离或平均距离之间的差值的绝对值。对于多个固态发光体的情形,使用平均值。在此实施例中,基底具有例如(多个)固态发光体置于其中的一个或多个凹部。

[0046] 在实施例中,壁包括至少一种下述材料:铝、铜、比如氧化铝的陶瓷、热传导聚合物,诸如聚酰胺或标准反射白板(spectralon)。

[0047] 在另一实施例中,基底的光反射表面和/或光反射壁表面的至少一个包括光反射涂料、光反射模具、光反射陶瓷或光反射箔。光反射涂料可用于增大相应光反射表面的反射性,由此提高发光模块的效率。在优选实施例中,基底的光反射表面和/或壁漫散射光,这可以借助白色涂料获得。漫散射表面进一步提高发光模块的光重复利用效率。在另一实施例中,基底的光反射表面和/或壁可以是镜面反射的,这可以借助金属反射镜(例如受保护的银或铝)获得。在又一实施例中,基底的光反射表面和/或壁可以是漫散射材料和镜面反射材料的组合。

[0048] 在又一实施例中,光反射壁表面相对于基底的法向轴倾斜用于增大朝向光出射窗口的光反射。在再一实施例中,光反射壁表面弯曲用于增大朝向光出射窗口的光反射。这种倾斜壁表面或弯曲壁表面导致从腔体内部看来的凸腔体。此外,倾斜或弯曲使得与触及及部分漫反射层的光反射壁表面的边缘相比,触及基底的光反射壁表面的边缘更加彼此接近。具有这种倾斜或弯曲光反射壁表面的凸腔体更好地将投射在光反射壁表面上的光反射到部分漫反射层(以及因而光出射窗口)。至少部分地防止了光被光反射壁表面反射到腔体的内部(这导致在另一反射点处的更多吸收)或被固态发光体反射。因此,发光模块的效率增大。在比较高的固态发光体面积比例的值,这是特别地有利的。

[0049] 在实施例中,部分漫反射层形成光出射窗口。部分漫反射层具有边缘,并且部分漫反射层的边缘接触基底。根据该实施例的构造防止使用部分漫反射层和基底之间的壁,这在某些应用中会是有利的。在此实施例中,腔体由光出射窗口和基底形成。此外,它可以导致更宽的角度光输出分布。

[0050] 在另一实施例中,发光模块包括布置在一个或多个固态发光体和发光层之间的基本上透明材料,该透明材料光学耦合到一个或多个固态发光体。基本上透明材料帮助将光

从固态发光体耦出。固态发光体的材料通常具有比较高折射率,并且因此显著光的量由于全内反射(TIR)而被捕获在固态发光体中。基本上透明材料的折射率与例如空气的折射率相比更接近固态发光体的折射率,并且因此更多光被发射到透明材料中以及因此最终离开发光模块。透明材料可以具有接近固态发光体的折射率的折射率。如果固态发光体是InGaN材料的类型,发光体的折射率接近2.4并且附连到发光体表面的高折射率玻璃或陶瓷将从芯片提取大多数光。透明材料可包括应用于各种层中或作为混合物的各种材料。例如,高折射率陶瓷衬底可以利用高指数玻璃或高指数树脂结合到至少一个固态发光体。基本上透明材料可以是例如置于至少一个固态发光体上的平坦密封剂或穹顶。在实施例中,透明材料的折射率高于1.4。在另一实施例中,透明材料的折射率高于1.7。

[0051] 在又一实施例中,基本上透明材料光和热耦合到发光层。例如,基底和部分漫反射层之间的整个空间用透明材料填充,并且因而,透明材料也光学耦合到部分漫反射层,导致在部分漫反射层和腔体之间界面处的较少反射。因此,更多光被发射到发光模块的环境中。此外,如果透明材料接触部分漫反射层,透明材料也热耦合到部分漫反射层并且帮助从部分漫反射层到例如基底的热传导。它导致不那么热的部分漫反射层,其通常更高效并且具有更长寿命。例如,在部分漫反射层为发光层的情况下,与空气间隙相比,透明材料因而提供发光材料和基底之间增强的热接触。由于空气具有大约0.025W/mK的热导率,热导率为大约0.3W/mK的硅树脂将提供更好的热界面,而类似热导率为大约1.0W/mK的钠钙玻璃的玻璃衬底甚至更好,而大约1.3W/mK的硼硅酸盐玻璃或熔融石英玻璃、大约30W/mK的半透明多晶氧化铝衬底以及42W/mK的蓝宝石衬底好得更多。可选地,基本上透明材料可以是烧结半透明多晶氧化铝,其中晶粒尺寸优选地大于44 μ m或优选地小于1 μ m以提供比较高半透明性与非常良好热性能的组合。

[0052] 在另一实施例中,基本上透明材料包括下述中的至少一种:透明树脂、透明凝胶、透明液体、透明玻璃、透明聚合物和透明陶瓷。透明是指不存在第一和第二波长范围的光谱区域中的显著光吸收。在透明层中可以允许某些有限水平的散射,特别是如果这散射是正向散射类型。因而,在发光材料和基底之间在基本上透明材料中可以允许某些散射中心,例如通过使用略微朦胧材料的半透明层。

[0053] 在又一实施例中,发光材料包括下述中的至少一种:无机磷光体、有机磷光体、陶瓷磷光体和量子点,或者另一荧光材料,或者这些的混合物。注意,发光层可包括例如玻璃衬底的载体层以及发光材料的层,或者该发光层包括载体层中发光材料的随机分布颗粒,或者在陶瓷磷光体的情况下,基本上整个发光层是发光材料。还指出,发光层可由堆叠或靠近地隔开的各种分离发光层组成。可以在不同层中使用不同发光材料。然而,发光材料也可以在相同(多个)层中混合在一起。无机发光材料的示例可包括但不限于Ce掺杂YAG($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$)或LuAG($\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$)。Ce掺杂YAG发射黄色光,并且Ce掺杂LuAG发射黄绿色光。发射红色光的其它无机发光材料的示例可包括但不限于ECAS(ECAS,其为 $\text{Ca}_{1-x}\text{AlSi}_3\text{N}_8:\text{Eu}_x$; $0 < x \leq 1$; 特别地 $x \leq 0.2$)和BSSN(BSSNE,其为 $\text{Ba}_{2-x-z}\text{M}_x\text{Si}_{5-y}\text{Al}_y\text{N}_{8-y}\text{O}_z:\text{Eu}_z$ ($\text{M}=\text{Sr}, \text{Ca}$; $0 \leq x \leq 1$, 特别地 $x \leq 0.2$; $0 \leq y \leq 4$, $0.0005 \leq z \leq 0.05$))。

[0054] 在实施例中,光出射窗口还包括漫射器层用于获得漫射光发射,用于获得空间上颜色以及在角度上的颜色的均匀光发射,以及用于获得颜色混合光发射。光出射窗口也可包括二向色层用于校正颜色随角度的变化或光均匀性。除了通过发光层影响光发射特性,

其它光学层也可用于影响通过光出射窗口发射到发光模块的环境中的光的特性,诸如,例如用于提供期望光束形状的光学元件。

[0055] 在实施例中,用于获得漫射光发射,用于获得空间上颜色以及在角度上的颜色的均匀光发射,以及用于获得颜色混合光发射的漫射器层被提供在距部分漫反射层的背向至少一个固态发光体的侧面一距离处。

[0056] 在实施例中,偏振元件定位在部分漫反射层的背向至少一个固态发光体的侧面。

[0057] 根据本发明第二方面,提供一种包括根据本发明的发光模块的灯。灯可包括多个发光模块。灯可包括改装灯泡、改装抛物面镀铝反射器(PAR)灯、聚光灯、筒灯、改装卤素灯或者改装灯管。

[0058] 根据本发明第三方面,提供一种包括根据本发明的发光模块或者包括根据本发明的灯的照明器。照明器可包括多个发光模块。

[0059] 根据本发明第四方面,提供一种包括根据本发明的发光模块的显示装置。在使用中,发光模块可以充当用于LCD显示装置的背照明单元。由于发光模块产生相对高效的(偏振光),显示装置的成本水平降低。

[0060] 分别根据本发明第二、第三和第四方面的灯、照明器和显示装置提供与根据本发明第一方面的发光模块相同的益处,并且具有与发光模块的相应实施例相似的具有相似效果的实施例。

[0061] 在此上下文中,一种颜色范围的光典型地包括具有预定义光谱的光。该预定义光谱例如可以包括在预定义波长附近具有特定带宽的基色,或者例如可以包括多种基色。预定义波长为辐射功率光谱分布的平均波长。在此上下文中,预定义颜色的光还包括不可见光,诸如紫外光。基色的光例如包括红色、绿色、蓝色、黄色和琥珀色光。预定义颜色的光也可包括基色的混合,诸如蓝色和琥珀色,或者蓝色、黄色和红色。注意,第一颜色范围也可包括对于人眼不可见的光,诸如紫外光或红外光。术语“紫色光”或“紫色发射”特别地涉及具有在大约380-440nm的范围的波长的光。术语“蓝色光”或“蓝色发射”特别地涉及具有在大约440-490nm的范围的波长的光(包括一些紫色和青色色调)。术语“绿色光”或“绿色发射”特别地涉及具有在大约490-560nm的范围的波长的光。术语“黄色光”或“黄色发射”特别地涉及具有在大约560-590nm的范围的波长的光。术语“橙色光”或“橙色发射”特别地涉及具有在大约590-620nm的范围的波长的光。术语“红色光”或“红色发射”特别地涉及具有在大约620-750nm的范围的波长的光。术语“琥珀色光”或“琥珀色发射”特别地涉及具有在大约575-605nm的范围的波长的光。术语“可见”光或“可见发射”是指具有在大约380-750nm的范围的波长的光。

[0062] 参考下述实施例,本发明的这些和其它方面是显而易见的并且将得到阐述。

[0063] 本领域技术人员将理解,本发明的两个或更多个上述实施例、实施方式和/或方面可以按照任何认为有用的方式组合。

[0064] 另外,说明书中和权利要求中的术语第一、第二、第三以及类似物被用于区分相似元件并且不一定用于描述相继顺序或时间顺序。应理解,如此使用的术语在适当情况下是可互换的,并且此处描述的本发明实施例能够按照此处所描述或说明的顺序以外的顺序工作。

[0065] 基于本说明书,本领域技术人员可以实施与发光模块的所述调整和变动对应的发

光模块、灯、照明器和/或显示装置的调整和变动。

附图说明

[0066] 在图中：

[0067] 图1a和1b示意性示出根据本发明的发光模块的实施例的截面图，

[0068] 图2a和2b示意性示出根据本发明的发光模块的实施例的俯视图，

[0069] 图3a示意性示出根据本发明的包括腔体的发光模块的实施例，

[0070] 图3b示意性示出根据本发明的具有圆柱形的发光模块的实施例，

[0071] 图4a和4b示意性示出根据本发明的包括腔体的发光模块的实施例的截面图的实施例，

[0072] 图5a和5b示意性示出根据本发明的发光模块的实施例的多个截面图，

[0073] 图6示意性示出根据本发明的发光模块的实施例的多个截面图，该发光模块具有形成光出射窗口的发光层以及触及基底的发光层的边缘，

[0074] 图7a和7b示意性示出柔性发光模块的根据本发明的实施例的截面图，

[0075] 图8a、8b和8c示意性示出根据本发明的发光模块的实施例的截面图，

[0076] 图9示出根据本发明的发光模块的实施例的测量结果的曲线图，

[0077] 图10a示出第一参照发光模块的示意性截面图，

[0078] 图10b示出第二参照发光模块的示意性截面图，

[0079] 图10c示出根据本发明的发光模块的示意性截面图，

[0080] 图11、12、13、14和15示出根据本发明的发光模块的实施例的模拟结果的曲线图，

[0081] 图16a和16b示意性示出根据本发明的发光模块的实施例的截面图，

[0082] 图16c示出根据图16a和16b的发光模块的实施例的模拟结果的曲线图，

[0083] 图17a示意性示出根据本发明的发光模块的实施例的俯视图，

[0084] 图17b、17c和17d示出根据图17a的发光模块的实施例的模拟结果的三个其它曲线图，

[0085] 图18示出根据本发明的发光模块的模拟结果的另一曲线图，

[0086] 图19a和19b示出根据本发明一方面的灯的两个实施例，

[0087] 图19c示出根据本发明一方面的照明器的实施例，

[0088] 图20示意性示出根据本发明的发光模块的实施例的截面图的实施例，以及

[0089] 图21示出根据本发明一方面的显示装置的实施例。

[0090] 应指出，在不同图中用相同附图标记表示的项目具有相同结构特征和相同功能，或者是相同信号。在这种项目的功能和/或结构已经被解释的情况下，在具体实施方式中不需要重复对其的解释。

[0091] 图纯粹是概略性的并且未按比例绘制。特别是为了清楚起见，一些尺度被强烈夸大。

具体实施方式

[0092] 第一实施例示于图1a，该图示出根据本发明第一方面的发光模块100的截面图。发光模块100具有光出射窗口104。在此实施例中，光出射窗口104由包括发光材料的发光层

102形成。发光材料将投射在发光材料上的第一颜色范围114的光的至少一部分转换为第二颜色范围116的光。基底110被提供在发光模块100的另一侧面,基底110具有面向光出射窗口104的光反射表面112。固态发光体108被提供在基底110上,在使用中固态发光体108将第一颜色范围114的光发射到光出射窗口104的一部分。基底典型地被提供有电极结构以接触固态发光体108的管芯或多个管芯从而提供电力。电极结构未示于图中。基底110的被固态发光体108覆盖的表面不被包括在基底110的光反射表面112中。

[0093] 光反射表面112具有由光反射表面112反射的光的量和投射在光反射表面112上的光的量之间的比例定义的基底反射系数 R_{base} 。固态发光体108具有由固态发光体108反射的光的量和投射在固态发光体108上的光的量之间的比例定义的固态发光体反射系数 R_{SSL} 。应指出,两个反射系数都是涉及不同波长的光的反射系数的平均值,例如在第一颜色范围114的光和第二颜色范围116的光上的(加权)平均值。

[0094] 发光层102不直接定位在固态发光体108的顶表面106上,而是布置在距固态发光体108一距离 h 处。如果固态发光体108发射第一颜色范围114的光,第一颜色范围114的光的至少一部分被发光层102反射到基底110和固态发光体108。由于在光所投射的表面处的反射或者由于内部反射或背散射,第一颜色范围114的光的该部分被发光层102反射。往回反射的光部分地投射在固态发光体108上并且部分地投射在基底110的光反射表面112上。

[0095] 第一颜色范围114的光的另一部分可以透射通过发光层102进入发光模块100的环境。第一颜色范围114的光的再一部分被发光材料转换为第二颜色范围116的光。发光材料在多个方向上发射第二颜色范围116的光,并且因此第二颜色范围116的光的一部分被发射到发光模块100的环境中,并且第二颜色范围116的光的另一部分被发射到基底110和固态发光体108。

[0096] 投射在固态发光体108的顶表面106上的光被部分反射和部分透射到固态发光体108的半导体材料中。在固态发光体108内部,该光的一部分被吸收并且该光的某些其它部分被往回反射到顶表面106以及往回发射到光出射窗口104。固态发光体反射系数 R_{SSL} 的值定义哪部分投射光被往回反射,并且值 $(1-R_{SSL})$ 定义该投射光被固态发光体108吸收多少。实践中,固态发光体108具有比较低的固态发光体反射系数 R_{SSL} 的值,通常为0.7量级。

[0097] 被发光层反射、散射即漫反射、或者发射到基底110并且不投射在固态发光体108上的光在很大程度上被基底110的光反射表面112反射。然而,少量的光仍然会在表面处或者在底下的层中被吸收。基底反射系数 R_{base} 定义哪部分的该投射光被光反射表面112往回反射,并且值 $(1-R_{base})$ 定义该投射光被光反射表面112吸收多少。

[0098] 基底反射系数 R_{base} 和固态发光体反射系数 R_{SSL} 的值总是为介于0和1的值。注意,在确定固态发光体反射系数 R_{SSL} 时,由固态发光体108生成的光的量不被考虑在内。该光的被反射的部分为投射在固态发光体108上的光的量的一部分。

[0099] 根据本发明,基底反射系数 R_{base} 的值至少大于固态发光体反射系数 R_{SSL} 的值。优选地,基底反射系数 R_{base} 的值至少大于固态发光体反射系数 R_{SSL} 的值加上因子 c 乘以1和固态发光体反射系数 R_{SSL} 之间的差值。因而, $R_{base} > R_{SSL} + c(1-R_{SSL})$ 。因而,光反射表面112平均而言光反射性高于固态发光体108,并且高出这样的值,该值至少为全反射固态发光体(即100%的反射性)与所使用固态发光体108的实际反射性之间差值的 c 倍的值。因子 c 取决于固态发光体108的总面积相对于基底110的总反射面积,其在下文中称为固态发光

体面积比例 $\rho_{SSL} : \rho_{SSL} = (A_{SSL}/A_{base})$, 其中 A_{SSL} 代表固态发光体108的顶表面106的总面积并且 A_{base} 代表基底110的反射表面112的总面积。实践中固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 具有最大值1.0。如果固态发光体面积比例的值 ρ_{SSL} 小于0.1, 即 $\rho_{SSL} < 0.1$, 表明相对于固态发光体108的顶表面106的面积而言基底110的比较大的反射面积, 则因子 c 应满足标准 $c \geq 0.2$ 从而具有相对高效的发光模块。如果 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25$, 表明与固态发光体108的顶表面106的面积相当的基底110的反射面积, 则因子 c 应满足标准 $c \geq 0.3$ 从而具有相对高效的发光模块。如果 $\rho_{SSL} > 0.25$, 表明相对于固态发光体108的顶表面106的面积而言基底110的较小的反射面积, 则因子 c 应满足标准 $c \geq 0.4$ 从而具有相对高效的发光模块。实践中在所有情况下因子 c 的值小于1.0。

[0100] 因为显著数量的光在远离发光层102的方向上被发光层102反射、散射或发射到基底110, 有利的是通过将光往回反射到光出射窗口104重新使用此光, 从而提高发光模块100的效率。固态发光体反射系数 R_{SSL} 经常无法被选择, 因为它是在发光模块100中必须使用的特定固态发光体108的固定特性。因此, 为了提高发光模块100的效率, 有利的是具有这样的基底110的光反射表面112, 其与固态发光体108相比更好地反射投射光。此外, 已经发现如果 $R_{base} > R_{SSL} + c(1 - R_{SSL})$, 可以获得显著效率提高。

[0101] 发明人另外发现, 如果对于 $0.0 < \rho_{SSL} < 0.1, c \geq 0.4$; 对于 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25, c \geq 0.6$; 以及对于 $\rho_{SSL} > 0.25, c \geq 0.8$, 则获得甚至更高效发光模块。如果对于 $0.0 < \rho_{SSL} < 0.1, c \geq 0.6$ 以及对于 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25, c \geq 0.84$, 则获得再更高效发光模块。

[0102] 部分漫反射光的属性对于实现根据高效的高效发光模块是重要的, 并且因此根据本发明, 发光层也可以由具有部分漫反射属性(其中入射光被部分漫反射和部分透射)的另一层替代。

[0103] 依赖于应用, 针对发光模块存在相对于它们的流明输出以及发光模块和固态发光体的发光区域的尺寸的不同要求。对于需要光强度的某一角度分布的应用, 通常束成形光学元件被应用。为了将固态发光体光束的束轮廓(其通常接近朗伯发光体轮廓)转换为准直束, 需要将初始发光尺寸保持为比较小。这种情况下, 发光模块的亮度应比较高, 该亮度是由流明输出确定并且与固态发光体108的发光表面106的总面积有关, 例如通过采用多于一个固态发光体108也可以增大该总面积。对于这些应用, 需要比较高的固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 。一个示例为用于改装卤素灯的模块。

[0104] 在其中对发光模块的亮度水平、特定束形状或者固态发光体108的总发射面积没有严格要求的应用中, 优选的是相对于固态发光体108的部分吸收表面106具有比较大的反射基底表面112, 从而提供更高效的光重复利用以及更高的效率。对于这些应用, 比较低的固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 是优选的。一个示例是在改装灯泡应用中实现的高流明封装, 其中该应用仅仅对发光模块的几何提出有限的约束。

[0105] 应指出, 反射系数为在相关的整个表面上的平均数。基底的光反射表面可包括例如与其它区域相比反射较差的区域。此外, 不同波长的以及在不同入射角的光反射可以不同。优选地, 反射系数在光谱范围上以及在入射角分布上求平均, 例如, 在日光的光谱范围上, 或者在包括特定量的第一颜色范围和第二颜色范围的光谱范围上求平均。测量反射性系数经常通过下述执行: 将光谱范围的准直光束指向反射性待测量的对象以及测量反射光的量。这典型地在一个或多个入射角进行, 并且反射系数为在不同入射角情况下获得的反

射系数的加权平均,其中加权因子取决于发光模块中在所述各种入射角投射在对象上的光的量。

[0106] 在一些情况下,固态发光体附连到衬底(例如陶瓷或硅衬底),并且衬底和固态发光体的组合附连到另一载体层。此载体层比如可以是也称为绝缘金属衬底(IMS)的金属核心印刷电路板(MCPCB),或者诸如FR4的常规PCB,或者另一陶瓷载体,诸如氧化铝或氮化铝或硅衬底。在这种情况下,发光模块的基底为该另一载体层和固态发光体附连到其的衬底的组合。换言之,基底为固态发光体提供于其上的材料和/或层的组合。因此,在此特定情形中,基底反射系数为衬底和载体层的反射系数的加权平均。载体衬底或者固态发光体附连到其的衬底不需要完全平坦。典型地将存在位于衬底上具有物理高度的金属电极(诸如导电铜轨迹)从而供电到发光体。另外,可存在应用到表面的热扩散层。载体的衬底的部分可以局部更厚以获得例如用于将模块夹紧到或将准直器附连到模块的附加支撑结构,或者定义例如将光学功能与电学功能分离的边沿。诸如电容器,比如NTC的温度传感器,电阻器,ESD保护二极管,齐纳二极管,压敏电阻,诸如光电二极管的光电传感器,或集成电路(IC)的其它电学部件可存在于衬底或载体上。这些部件可能会放置在光学出射窗口的外周的外部,但是原则上也可以放置在光学出射窗口的外周的内部。在后一种情况中,它们将对基底的平均反射性有贡献。这些部件可用反射层覆盖从而最小化光学损耗。

[0107] 图1b示出根据本发明第一方面的发光模块150的另一实施例。发光模块150具有与发光模块100类似的结构,然而,发射第一颜色范围114的光到发光层102的多个固态发光体154、156被提供。相对于发光模块150,固态发光体光反射系数 R_{SSL} 定义为多个固态发光体154、156的光反射系数的平均值。

[0108] 在图1b中可以看出,发光模块150的固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 大于发光模块100的这种比例,其中为了计算 ρ_{SSL} ,固态发光体的顶表面152、158的全部总计面积应取代 A_{SSL} 。因而,与在发光模块100中相比,在发光模块150中,比较大数量的光投射在固态发光体154、156上,并且因而比较大数量的光被固态发光体154、156吸收。发光模块150为这样的发光模块的示例,其中面积比例 ρ_{SSL} 大于0.25以及其中因子 c 的值应大于或等于0.4从而具有相对高效的发光模块。

[0109] 注意,在其它实施例中,不同固态发光体154、156发射不同颜色范围。另外,发光层102可包括分别具有不同转换特性的不同发光材料,使得通过光出射窗口104透射的光不只是包括第一颜色范围114和第二颜色范围116。

[0110] 在图1a和图1b中,每个固态发光体108、154、156具有面向光出射窗口104和发光层102的顶表面106、152、158。顶表面106、152、158为第一颜色范围114的光通过其在发光层的方向上被主导地发射的表面。固态发光体108、154、156的顶表面106、152、158和发光层102的面向顶表面106、152、158的表面之间的距离为距离 h ,该距离定义为固态发光体108、154、156的顶表面106、152、158和发光层102的面向顶表面106、152、158的表面之间的最短线性路径的长度。

[0111] 发明人已经通过实验发现,光反射表面的更多反射的光学效果不是对更高光输出有贡献的唯一因子。(多个)固态发光体108、154、156和发光层102之间的间隙和距离 h 也对发光模块的效率和光输出有贡献。每一个顶表面106、152、158具有最大线性尺寸 d_{SSL} ,其定义为顶表面106、152、158上沿着直线的最大线性距离。如果顶表面为圆形,最大线性尺寸

d_{SSL} 为圆的直径的长度。如果顶表面具有方形或矩形的形状,最大线性尺寸 d_{SSL} 为方形或矩形的对角线的长度。发明人认识到,如果距离 h 太小,太多光往回投射在固态发光体108、154、156上,使得太多光被固态发光体108、154、156吸收。并且发明人还认识到,如果距离 h 大于特定值,与往回发射到光反射表面的光的量相比,往回发射到固态发光体108、154、156的光的量会使得在距离 h 进一步增大情况下无法获得显著的效率提高。另外发明人发现,导致相对高效的发光模块的距离 h 的值的范围取决于固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 。对于 $\rho_{SSL} < 0.1$,顶表面106、152、158和发光层102之间的距离 h 优选地是在这样的范围中,该范围的最小值为顶表面106、152、158的最大线性尺寸 d_{SSL} 的0.3倍并且最大值为顶表面106、152、158的最大线性尺寸 d_{SSL} 的5倍。对于 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25$,顶表面106、152、158和发光层102之间的距离 h 优选地是在这样的范围中,该范围的最小值为顶表面106、152、158的最大线性尺寸 d_{SSL} 的0.15倍并且最大值为顶表面106、152、158的最大线性尺寸 d_{SSL} 的3倍。对于 $\rho_{SSL} > 0.25$,顶表面106、152、158和发光层102之间的距离 h 优选地是在这样的范围中,该范围的最小值为顶表面106、152、158的最大线性尺寸 d_{SSL} 的0.1倍并且最大值为顶表面106、152、158的最大线性尺寸 d_{SSL} 的2倍。

[0112] 如果在上文给出的公式和标准中,因子 c 大于上述的值,则发光模块100和150可以甚至更高效。相对于具有直接位于顶表面上的发光层的固态发光体,可以获得40%量级的效率提高。

[0113] 在发光模块150中,多个发光体154、156被提供,并且每一个所述多个发光体154、156可具有到发光层102的不同距离。如果距离不同,距离的平均值应在上文定义的范围其中之一内。如果固态发光体154、156分别具有它们顶表面152、158的不同形状和/或尺寸,最大线性尺寸 d_{SSL} 定义为多个固态发光体154、156的顶表面的最大线性尺寸 d_{SSL} 的平均值。

[0114] 如果(多个)固态发光体108、154、156和发光层102之间存在间隙和距离 h , (多个)固态发光体108、154、156不会变得发光层102定位在(多个)固态发光体108、154、156顶部上或者非常接近(多个)固态发光体108、154、156的情况下那么热。这种情况下,发光层102不直接热耦合到(多个)固态发光体108、154、156,并且在较少程度上提供或接收(多个)固态发光体108、154、156的热量。如果发光材料的温度保持在可接受极限内,发光材料的效率更高。此外,如果(多个)固态发光体108、154、156的温度保持在可接受极限内,(多个)固态发光体108、154、156的效率更高。因而,(多个)固态发光体108、154、156和发光层102之间的距离 h 导致更高效发光层102的光热效应。此外,(多个)固态发光体108、154、156和发光层102之间的距离 h 导致通过发光层102的更均匀光通量分布,而不是在发光层102的非常特定区域中的比较高光通量。发光材料趋于对光饱和敏感,这意味着在某一通量之上,发光材料以较低效率转换光。另外某些发光材料或这些材料的结合剂,诸如有机磷光体或有机结合剂,趋于对光退化敏感,这意味着在某一通量值之上,发光材料或结合剂开始退化,这典型地导致效率降低。因而,通过形成(多个)固态发光体108、154、156和发光层102之间的距离 h ,发光材料的光饱和以及光退化效应得以防止。另外距离 h 帮助实现出射窗口中更均匀光输出分布并且帮助混合(多个)第一光谱范围和(多个)第二光谱范围之间的颜色分布。因此空间和角度颜色均匀性均提高。利用在固态发光体顶部上或光出射窗口中的漫射器或二向色层,可以进一步增强这一点。

[0115] (多个)固态发光体108、154、156可以是(多个)发光二极管(LED)、(多个)有机发光

二极管 (OLED), 或者例如 (多个) 激光二极管, 例如 (多个) 垂直腔表面发射激光器 (VCSEL)。

[0116] 图2a和图2b给出根据本发明第一方面的发光模块200、250的俯视图。在面向发光模块200、250的基底的固态发光体在其上经由光出射窗口被提供的表面时, 所给出的俯视图被看到。注意, 图2a和2b中未绘出发光层。

[0117] 在图2a中, 绘出基底的光反射表面204和固态发光体的顶表面206。箭头202表示固态发光体的顶表面206的最大线性尺寸 d_{SSL} 。固态发光体的顶表面206的面积为 $L_w L_h$ 。基底的光反射表面204的面积为 $(B_w B_h - L_w L_h)$, 其为基底的总面积减去基底的被固态发光体占据的面积。因而, 基底的光反射表面204的面积不包括基底的被固态发光体覆盖的面积。

[0118] 图2b示出光反射表面254、第一固态发光体的第一顶表面256以及第二固态发光体的第二顶表面258。矩形第一固态发光体的最大线性距离由箭头252表示。第一固态发光体的第一顶表面256的面积为 $L1_w L1_h$ 。第二固态发光体的第二顶表面258为圆形并且其直径用箭头260表示。第二固态发光体的第二顶表面258的面积为 $\frac{1}{4}\pi (L2_d)^2$ 。这种情况下基底的光反射表面254的面积为 $(B_w B_h - L1_w L1_h - (L2_d)^2)$ 。

[0119] 图3a给出包括腔体316的发光模块300的实施例。发光模块300包括基底309, 其具有在腔体316内部的光反射表面306。固态发光体312被提供在光反射表面306上, 该固态发光体312发射第一颜色范围中的光到光出射窗口。光出射窗口由发光层308形成。壁314, 这种情况下4个壁314, 被提供在基底309和发光层308之间。壁314的内表面304是光反射的并且具有壁反射系数 R_{wall} 。壁反射系数为壁314的光反射表面304反射的光的量和投射在壁314的光反射表面304上的光的量之间的比例。固态发光体312具有固态发光体反射系数 R_{SSL} 。基底309的光反射表面306具有基底反射系数 R_{base} 。基底和固态发光体反射系数的定义在图1a和1b的描述中给出。

[0120] 壁314可由各种材料组成。诸如当使用散射陶瓷, 诸如反射氧化铝、氧化锆或其它陶瓷; 散射玻璃; 散射着色聚合物, 诸如白色聚酰胺; 或者散射含氟聚合物, 比如标准反射白板或散射硅树脂时, 壁材料可以提供高反射性。壁314也可由诸如铝或银的金属材料组成。金属可以是金属箔或膜, 诸如商品名为Alanod的高反射市售金属反射镜。

[0121] 壁材料也可以是低反射性的并且覆盖有反射层。这种情况下壁可包括比如热传导聚合物另一材料, 诸如碳填充的塑料, 例如聚酰胺, 或者金属材料, 比如铜、镍、不锈钢, 或者陶瓷材料, 诸如氮化铝 (AlN)。这些材料典型地具有有益的高热导率, 例如铜 $\sim 400\text{W/mK}$, AlN $\sim 140\text{W/mK}$ 。反射层可以是涂料、膜或薄层。反射层例如可以是白色硅树脂或白色溶胶凝胶 (例如用诸如TiO₂或ZrO₂的散射颗粒着色的硅酸烷酯基材料) 的铸造、浸渍、配给或喷射的层。或者反射层例如可以是诸如受保护银或铝的薄金属涂料, 其可以蒸发或溅射在壁材料上。壁314诸如可以具有各种形状, 例如诸如环的圆形, 圆柱形, 方形或三角形。壁可含有诸如鳍的表面结构从而利于冷却。

[0122] 壁材料也可由薄膜层组成, 诸如仅仅由反射器涂料或膜组成。这种情况下, 壁反射器可覆盖存在于基底和发光材料之间的固态材料的边缘, 诸如玻璃或陶瓷衬底的外周。

[0123] 壁可以是漫反射器或镜面反射器。在一些实施例中镜面反射壁表现出比漫射反射壁更好的性能, 并且在其它实施例中漫射反射壁表现出比镜面反射壁更好的性能。

[0124] 此外, 基底306和壁314可包括热传导材料。发光层308优选地在发光层308的边缘热连接到壁314。例如, 热传导膏或热传导粘合剂可用于将发光层308连接到壁314。在基底

306,可以提供到热沉(未示出)的界面。基底306可以是热沉的部分,或者基底306可构成热沉。固态发光体312被提供在腔体316内并且应用到光反射基底306。固态发光体312和光反射基底306之间的接触使得固态发光体312热耦合到基底306。固态发光体312可以被焊接到或者利用热传导粘合剂(例如金属颗粒填充的粘合剂)胶合到光反射基底306。腔体316的基底306和/或壁314可含有热通路以进一步提高热传递。例如,基底306可以由氧化铝陶瓷制成,该氧化铝陶瓷含有利用铜而金属化的穿孔。与氧化铝(20-30W/mK)相比,铜具有更高热导率(大约400W/mK)。固态发光体312也可以利用穿过腔体316的基底306的电学通路连接到电源。电学通路也可传导热量。

[0125] 发光层可包括用于将第一颜色范围的光转换为第二颜色范围的光的磷光体。第二颜色范围优选不同于第一颜色范围,然而各范围可以部分交叠。磷光体可以是比如YAG:Ce、LuAG:Ce或LuYAG:Ce的黄色磷光体,用于将由固态发光体产生的蓝色光部分转换为黄色光,使得可以获得组合的基本上白色光发射。在另一实施例中,磷光体可以是比如BSSNE:Eu或ECAS:Eu的完全转换磷光体,用于将蓝色光分别完全转换为琥珀色光或红色光。发光层可包括例如YAG:Ce和ECAS:Eu的磷光体的组合,从而获得更暖白色光发射。

[0126] 第一颜色范围的光到第二颜色范围的光的转换具有高效率,然而某些光被吸收并且转换为热量。特别地对于高功率固态发光体,所吸收的能量的数量会比较高。如果发光层308变得太热,例如高于200℃,发光层的效率会退化。此外,发光层可包括在高温退化的材料,使得它们的光发射特性也退化。在发光模块中,所产生的热量经由壁和基底被传递到热沉。这样发光层不变得太热。

[0127] 发光层可以是陶瓷磷光体,该陶瓷磷光体经由磷光体粉末颗粒的烧结而被制造成熔融宏观本体,或者由在反应烧结过程中形成磷光体的前驱体粉末制成。这种陶瓷磷光体被制作成板(plate)并且这些板被机械划片以得到匹配光出射窗口的恰当尺寸。注意,单片发光材料,比如一片陶瓷磷光体,可以覆盖多个相邻腔体。

[0128] 陶瓷磷光体是相对良好的热导体。热导率取决于陶瓷磷光体的类型和残余孔隙度。作为示例,陶瓷Ce掺杂的YAG磷光体在室温的典型热导率为9-13W/mK。诸如硅树脂或有机聚合物的结合剂树脂中粉末磷光体层的典型热导率由结合剂主导,热导率为大约0.15-0.3W/mK。陶瓷磷光体层可以具有大约10-300微米的厚度(典型地大约100微米)并且因此是刚性的自支撑的,所以发光层不需要附加支撑衬底。

[0129] 发光层也可以是包括磷光体颗粒的一层半透明树脂沉积于其上的玻璃衬底。例如,粉末具有分散在结合剂(典型地硅树脂)中的磷光体颗粒。然而优选地,结合剂为更好的热传导材料,诸如典型热导率约为1W/mK的玻璃或溶胶凝胶衍生的硅酸盐或硅酸烷酯。发光层也可以夹置在两个其它层之间,例如发光层应用在玻璃层上并且玻璃层应用在发光层顶部上,这提高了热扩散。其它层组合的示例为陶瓷层-发光层-玻璃层以及陶瓷层-发光层-陶瓷层。

[0130] 在实施例中,充当漫射器的附加层放置在发光层的顶部上,使得发光模块300以提高的角度颜色均匀性在多个输出方向上发射光。与和法向成大角度行进的光相比,发光层对或多或少垂直行进穿过发光层的光的转换将更少。在部分转换的发光层被使用的情况下,与在大角度相比,这引起更多(典型地蓝色)光在法向角度附近被发射。这导致无法接受的颜色随角度变动。在发射到环境之前,漫射器扰乱光以提高在角度上的颜色均匀性。漫射

器优选地是主导正向散射的。

[0131] 可替换地,二向色或干涉层可以存在于发光层顶部,从而校正正在通过发光层发射的光中的在角度上的颜色误差。二向色层由光与之干涉的,具有交替的较高和较低折射率的多个薄层组成。二向色层的光学特性使得蓝色光在法向附近被反射更多,并且以渐变方式在更大角度处被反射更少或不被反射。穿过磷光体的法向附近的过量蓝色固态发光体于是被二向色层的更高背反射所补偿。背反射的蓝色光将部分激励磷光体并且被颜色转换且在腔体中被部分重复利用。二向色层可以在诸如玻璃的载体衬底上作为薄膜存在,并且连接到磷光体。连接可以使用粘合剂实现。

[0132] 可替换地,磷光体可以在与位于相对侧面的二向色层相同的衬底上作为涂料存在。二向色层的载体衬底可以是诸如陶瓷的热传导透明衬底。

[0133] 被发光层反射或散射并且被发光层发射的光也被反射到壁314并且被壁314的光反射表面304反射。这样,不立即通过光出射窗口透射到环境中的光经由壁314的光反射表面304和/或基底309的光反射表面306被反射。因而,不立即透射到环境中的光被更高效地重复利用并且对高效发光模块有贡献。这种情况下,有效反射系数 R_{eff} 定义为基底和壁反射系数的加权平均,或者换言之,有效反射性为基底和壁反射系数的加权平均。有效反射系数 R_{eff} 可定义为:

$$[0134] \quad R_{eff} = \frac{R_{base} \cdot A_{base} + R_{wall} \cdot A_{wall}}{A_{base} + A_{wall}} \quad (1)$$

[0135] 其中基底反射系数 R_{base} 为基底309的光反射表面306的反射系数,壁反射系数 R_{wall} 为壁314的光反射表面304的反射系数, A_{base} 为基底309的反射表面306的总面积并且 A_{wall} 为壁314的反射表面304的总面积。

[0136] 在此实施例中,有效反射系数 R_{eff} 的值应至少大于固态发光体反射系数 R_{SSL} 的值。优选地,有效反射系数 R_{eff} 的值应至少大于固态发光体反射系数 R_{SSL} 的值加上因子 c 乘以1和固态发光体反射系数 R_{SSL} 之间的差值。因而, $R_{eff} > R_{SSL} + c(1 - R_{SSL})$ 。类似于在图1a和1b中描述的实施例,因子 c 取决于固态发光体面积比例 ρ_{SSL} ,其这种情况下定义为:

$$[0137] \quad \rho_{SSL} = \frac{A_{SSL}}{A_{base} + A_{wall}} \quad (2)。$$

[0138] 因而,与图1a和1b的实施例相比,这种情况下壁314的反射表面304的面积也被考虑在内,即总反射面积现在包括基底和壁反射面积。如果 $\rho_{SSL} < 0.1$,表明相对于固态发光体312的顶表面的面积的比较大的基底309和壁314的反射面积,则因子 c 的值应大于或等于0.2从而具有相对高效的发光模块。如果 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25$,表明与固态发光体312的顶表面的面积相当的基底309和壁314的反射面积,则因子 c 的值应大于或等于0.3从而具有相对高效的发光模块。如果 $\rho_{SSL} > 0.25$,表明相对于固态发光体312的顶表面的面积的比较小的基底309和壁314的反射面积,则因子 c 的值应大于或等于0.4从而具有相对高效的发光模块。实践中因子 c 的值在两种情况下均小于1.0。

[0139] 图3b示出根据本发明第一方面的发光模块350的另一实施例。发光模块350类似于图3a的发光模块300。然而存在一些微小差异。发光模块350具有圆形基底358,其具有面向腔体的光反射表面354。腔体由基底358、圆柱形壁362和发光层352围成。圆柱形壁362的面向腔体的表面为光反射壁表面356。多个固态发光体被提供在基底358的光反射表面354上,

所述个固态发光体将第一颜色范围的光发射到腔体的光出射窗口。腔体的光出射窗口由发光层352形成,该发光层包括用于将第一颜色范围的光的一部分转换为第二颜色范围的光的发光材料。

[0140] 另外对于此实施例, ρ_{SSL} 定义为固态发光体的顶表面360的全部总计面积与基底358的反射表面354的面积的比例。参考图3a所描述的相同标准和范围同样适用。

[0141] 在图4a中给出图3a的发光模块300沿着线A-A'的截面图。光出射窗口用402表示。因为具有某一厚度的发光层308的一部分布置在壁404、314顶部上,光出射窗口402为发光层308的一部分。可替换地,在壁边缘中可以存在凹陷,发光层308可以装配到该凹陷作为发光层308的支撑部。粘合剂可用于将发光层308附连到壁的顶部或者附连到壁内的凹陷中。在凹陷被用于附连发光层308的情况下,具有实现发光层308的侧面到壁的热接触的附加益处。

[0142] 因而,有效反射系数 $Reff$ 的值应至少大于固态发光体反射系数 R_{SSL} 的值。优选地,有效反射系数 $Reff$ 的值应至少大于固态发光体反射系数 R_{SSL} 的值加上因子 c 乘以1和固态发光体反射系数 R_{SSL} 之间的差值。类似于参考图1a和1b描述的实施例,因子 c 取决于固态发光体面积比例 ρ_{SSL} ,其在此实施例中还包括壁362的反射表面356的面积。 $\rho_{SSL} < 0.1$,表明相对于固态发光体312的顶表面的面积的比较大的基底309和壁404、314的反射面积,则因子 c 的值应大于或等于0.2从而具有相对高效的发光模块。如果 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25$,表明与固态发光体312的顶表面的面积相当的基底309和壁404、314的反射面积,则因子 c 的值应大于或等于0.3从而具有相对高效的发光模块。如果 $\rho_{SSL} > 0.25$,表明相对于固态发光体312的顶表面的面积的比较小的基底309和壁404、314的反射面积,则因子 c 的值应大于或等于0.4从而具有相对高效的发光模块。实践中因子 c 的值在两种情况下均小于1.0。

[0143] 另外,发明人发现,对于小于0.1的固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的值,固态发光体312的顶表面412和发光层308之间的距离 h 优选地是在这样的范围中,该范围的最小值为顶表面412的最大线性尺寸 d_{SSL} 的0.3倍并且最大值为顶表面308的最大线性尺寸 d_{SSL} 的5倍。对于 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25$,顶表面308和发光层102之间的距离 h 优选地是在这样的范围中,该范围的最小值为顶表面308的最大线性尺寸 d_{SSL} 的0.15倍并且最大值为顶表面308的最大线性尺寸 d_{SSL} 的3倍。对于 $\rho_{SSL} > 0.25$,顶表面308和发光层102之间的距离 h 优选地是在这样的范围中,该范围的最小值为顶表面308的最大线性尺寸 d_{SSL} 的0.1倍并且最大值为顶表面308的最大线性尺寸 d_{SSL} 的2倍。

[0144] 应指出,如果固态发光体312满足上述标准,发光模块300为相对高效的发光模块。固态发光体的吸收显著地引起低效率,而所有其它距离、尺寸和反射系数针对最大光输出被最优化。如果在上文给出的公式中因子 c 大于上述的值,发光模块300可以是甚至更高效的。相对于发光层直接在固态发光体的顶表面上的发光模块,可以获得40%量级的效率提高。

[0145] 发光层308被放置在壁404、314的顶部边缘上并且因此发光层308热耦合到壁404、314。由于发光材料在将第一颜色范围的光转换为第二颜色范围的光时吸收能量的原因,发光层308变热。发光层308和壁404、314之间的热耦合允许壁404、314将发光层的热量传导到基底309,该热耦合可包括用于将基底309耦合到热沉的界面。这种机制提供发光模块300的有效热管理并且防止发光层308变得太热,这提高发光材料的效率和寿命。此外,腔体316可

以基本上光学透明材料填充。如果整个腔体用透明材料填充,透明材料也热耦合到发光层308,并且可以以与比使用空气间隙高效得多的方式将热量传导离开发光层到达壁404、314和基底309。如将在图5a的上下文中讨论,透明材料具有另外优点,诸如增大从固态发光体412的光耦出。

[0146] 基本上透明材料典型地为热导率为0.2-0.3W/mK的诸如凝固或固化硅树脂的固态材料。存在许多类型的这种材料,其涵盖硬硅树脂到软硅树脂,到柔性弹性硅树脂或凝胶类型的树脂。其它材料可包括环氧树脂,本领域技术人员已知的许多类型的光学透明聚合物。在其它实施例中,可以使用宽范围的玻璃类型的材料,诸如大约1.0W/mK热导率的钠钙玻璃或者大约1.3W/mK的硼硅酸盐玻璃或熔融石英玻璃。另外,可以使用陶瓷材料,诸如大约30W/mK的半透明多晶氧化铝衬底,42W/mK的蓝宝石衬底,9.5W/mK的AlON,15W/mK的尖晶石或7W/mK热导率的YAG。也可以使用这种材料的组合。例如,固态玻璃或陶瓷衬底可以结合到发光体和/或基底。另外,烧结半透明多晶氧化铝可被用作基本上透明材料,其中晶粒尺寸优选地大于44 μ m或优选地小于1 μ m从而获得比较高正向光透射。对于1mm厚材料以及小于1 μ m的晶粒尺寸,总正向光透射大于84%。对于1mm厚材料以及大于44 μ m的晶粒尺寸,总正向光透射大于82%。多晶氧化铝例如可以利用这样的陶瓷粉末加工技术制成,其中Al₂O₃粉末例如通过粉末压制、注浆成型、注塑成型以及预烧结和最终烧结被成形。通过应用具有比较大晶粒尺寸的氧化铝粉末,通过应用更长烧结时间和/或更高烧结温度,使用更少的晶粒生长抑制MgO掺杂(<300ppm)和/或应用晶粒生长刺激掺杂或者一个或多个上述方法的组合,可以实现比较大的即大于44 μ m的晶粒尺寸。优选地,晶粒尺寸小于120 μ m以防止多晶氧化铝的微裂。以此方式,这种材料的出色热属性(因为热导率为大约30W/mK)与比较高半透明性组合。

[0147] 可选地光学和热接触利用发光体表面实现,从而从发光体提取更多光,并且空气间隙仍然存在于固态材料和基底之间。这可以帮助通过固态材料中的光导而更有效地扩散光,从而提高光均匀性。对于最佳热接触,固态衬底也可以比如使用粘合剂而附连到基底。在固态衬底也耦合到发光层的情况下,固态衬底执行热扩散层和热界面材料的功能。诸如一片蓝宝石或碳化硅SiC的固态材料也可以存在于发光体上,该固态材料可以是发光体管芯形成于其上的生长衬底。另外,穹顶状或透镜状的光学本体可以存在于管芯上,典型地其尺寸比最长线性尺寸大至少2倍,该光学本体可以例如由玻璃材料的硅树脂形成。穹顶或透镜状本体可以用另一透明材料覆盖。

[0148] 在光学接触发光体管芯时,基本上透明材料优选地具有比较高折射率。由于比如GaN或InGaN或AlInGaN的典型固态发光体具有大约2.4的高折射率,提高减少固态发光体芯片中的全内反射,与管芯的高折射率接触从管芯提取更多光。最透明材料具有1.4至1.6范围,典型地1.5的折射率。适合于附连到发光体的高折射率材料的一些示例为高折射率玻璃,比如LaSFN9,或者陶瓷材料,比如蓝宝石($n \sim 1.77$)、氧化铝($n \sim 1.77$)、YAG($n \sim 1.86$)、氧化锆($n \sim 2.2$)或碳化硅(SiC, $n \sim 2.6$)。诸如高指数玻璃或高指数树脂的高折射率光学结合可用于附连衬底。高指数树脂可以由用高折射率纳米颗粒填充的低指数结合剂组成,诸如用直径小于100nm的纳米TiO₂颗粒或其它高指数纳米颗粒(诸如ZrO₂,或者诸如BaTiO₃、SrTiO₃的钛酸盐)填充的硅树脂。在某些类型的发光体管芯中,诸如蓝宝石和碳化硅的典型生长衬底可以仍然存在于管芯上。在这种情况下优选地这些管芯用诸如上文所述的高折射率材料

覆盖。

[0149] 可替换地,也可以使用液体材料,诸如硅树脂油 ($n \sim 1.4$) 或矿物油 ($n \sim 1.5$) 或宽范围的液体,诸如脂肪族或芳香族碳氢化合物,或者本领域技术人员已知的高折射率液体。当使用液体时,优选地在出射窗口的边缘周围紧密密封从而防止从发光模块的泄露。液体可以通过对流和/或通过被泵浦到各处而起到冷却发光层的目的。

[0150] 图4b示出图3a的发光模块的另一实施例的截面图。发光模块450包括壳体455、腔体460、发光层465、与热沉480的界面470以及光出射窗口472。这种情况下壳体455包括基底以及具有光反射基底表面462和光反射壁表面466、468的壁二者。特定类型的固态发光体482被示出,其借助两条引线492连接到电源。LED经常在固态发光体482的顶表面483具有连接到固态发光体482的结合引线492。顶表面483为固态发光体482最靠近发光层465并且在那里光被发射到腔体460中的表面。在一些实施例中,在顶表面483存在两个电引线接触,并且在其它实施例中,在顶表面483存在一个电引线接触并且在固态发光体482的朝基底的底表面存在一个电接触。

[0151] 在图4b中看出,与热沉480的界面470被提供在发光模块450的背侧。注意,背侧为发光层465在那里存在的基本上相对侧面,并且形成背侧的壳体的一部分也形成腔体460的基底。在图4b中看出,固态发光体482应用到腔体460的光反射基底462。固态发光体482和壳体455之间的接触使得在固态发光体482和壳体455之间并且因此在固态发光体482和热沉480之间获得良好热耦合。

[0152] 可替换地,固态发光体482可以安装在光反射基底中的穿孔中,使得光被发射到腔体460中并且使得固态发光体482与壳体455具有良好热接触。

[0153] 引线结合顶部连接492为电连接到在LED 482的顶表面483的电接触区域(其通常被金属化)的引线,并且该引线提供电能到LED 482。LED 482的顶表面483经常也是LED 482的发光表面。LED 482的发光表面定义为LED 482的不受阻碍的发射表面区域,在该区域中由LED 482产生的光被发射到腔体460中。在此实施例中,LED 482的顶表面483为面向发光层465的表面。

[0154] 与具有引线结合顶部连接492的LED 482组合使用发光层465(该发光层被实施为陶瓷磷光体,或者被实施为沉积在例如玻璃衬底上的磷光体层)已经证明是困难的。引线492阻碍在发光表面顶部上直接提供这种陶瓷磷光体层。解决方案可以是在陶瓷磷光体中钻孔形成精密孔洞,引线被引导穿过该孔洞,这是相对昂贵的工艺。然而难以防止经由精密孔洞沿着引线的光泄露。这导致降低的颜色控制。特别地当发光层465必须转换大多数第一颜色范围中的光时,光泄露导致无法接受的降低的颜色饱和。此外,孔洞将典型地利用激光消融来钻孔,这带来损坏钻孔形成的孔洞附近的磷光体的风险,使得消融副产物吸收光并且一部分磷光体被去激励。

[0155] 比如YAG:Ce和琥珀色的氮化钡锶硅(BSSNE:Eu)的典型陶瓷磷光体分别具有大约1.86和2的折射率。因而,具有高于1.4的折射率的透明树脂可以提供这些特定LED和所讨论特定陶瓷磷光体之间比较良好的光学耦合。优选地具有正向散射特性的比如散射颗粒的额外散射中心可以被并入。

[0156] 该实施例提供了将具有一个或多个引线结合顶部连接492的LED 482的光转换为另一颜色的有效和高效的解决方案。腔体460为引线492提供空间,并且由于腔体内部的光

反射,在光出射窗口472处看不见引线492的阴影。注意,相对于发光模块450的尺寸,该实施例的腔体460比较大,并且因此与腔体比较小的已知发光模块相比,较少的引线阴影会是可获得的。

[0157] 使用引线结合顶部连接492以及布置在LED 482和发光层465之间的透明树脂498是有利的。可以在将LED 482组装到壳体455之后,将透明树脂498注入腔体460。在注入期间,透明树脂498处于液体状态并且可以流动到腔体的每个角落。引线492不是所注入透明树脂的阻碍物,并且因此可以在透明树脂498和LED 482的整个顶表面483之间形成良好接触。因而,透明树脂498增大来自LED 482的光的耦出。此外,如果透明树脂498硬化,引线结合的顶部连接492被树脂498紧固并且对损伤较不敏感,例如如果发光模块450受到振动,比如在例如汽车应用中。

[0158] 图5a给出根据本发明第一方面的发光模块的若干可替换实施例。图5a(i)中描述的发光模块500包括基底518,提供在衬底516上的多个LED 514,壁510,提供在壁的边缘上并且形成光出射窗口的第一发光层506和第二发光层504。LED 514发射第一颜色范围的光并且所有LED 514具有相同的尺寸,该尺寸具有最长线性尺寸d。第一发光层506包括用于将第一颜色范围的光转换为第二颜色范围的光的发光材料。第二发光层504包括用于将第一颜色范围的光转换为第三颜色范围的光或者用于将第二颜色范围的光转换为第三颜色范围的光的另一发光材料。壁510、基底518和第一发光层506围成腔体,该腔体用透明材料502填充。因而,透明材料夹置在LED 514和第一发光层506之间。透明材料光学耦合到LED 514并且光和热耦合到第一发光层506。发光体和第一发光层506之间的距离用h表示。壁510的面向腔体的表面被提供有光反射涂料508。LED 514和透光材料502之间的空间用光反射材料512填充,由此覆盖基底518和衬底516。光反射表面由夹置在LED 514之间的光反射材料512的表面形成。光反射材料具有基底反射系数 R_{base} 。LED管芯具有反射系数 R_{SSL} 。光反射涂料508具有壁反射系数 R_{wall} 。发光模块500的参数根据参考图1a、1b、3a、3b和4a在先前实施例中描述相同的标准而彼此相关,其中固态发光体的顶表面的面积 A_{SSL} 在此实施例中被计算为多个LED 514的顶表面的全部总计面积。

[0159] 替代光反射涂料,还可以使用光反射箔或膜,其可以附连到或转移到基底和或壁。诸如压力敏感粘合剂的粘合剂可被使用附连。反射涂料层可以是电介质层,如典型地在MCPCB载体中用于将表面电极与典型地在MCPCB或PCB载体中使用的金属载体或焊料掩模隔离,从而屏蔽表面电极。由于衬底516用反射层覆盖并且因此被光学屏蔽,它可以由诸如氮化铝(AlN)的具有不良反射性的材料组成。 AlN 的优点为具有大约 $140W/mK$ 的非常高热导率。因而通过使用反射涂料或箔可以将光学功能与热功能屏蔽,从而允许对两种功能的单独最优化,这是有利的。

[0160] 光反射涂料或膜可以由漫反射材料组成,该漫反射材料诸如为由用散射颜料填充的结合剂或者各种散射颜料组成的白色涂料。合适的结合剂为硅树脂材料或硅酸盐材料或硅酸烷酯材料或环氧树脂材料或聚酰亚胺材料或含氟聚合物或聚酰胺或聚氨酯或其它聚合物材料。涂料也可以由高反射硫酸钡($BaSO_4$)基材料组成。散射颜料的示例为 TiO_2 颜料, ZrO_2 颜料, Al_2O_3 颜料,不过本领域技术人员已知的许多其它散射颗粒或孔隙也可以被使用。反射涂料或膜也可以由诸如铝或银的金属层组成。金属可以是金属箔或膜,诸如商品名为 $Alanod$ 的高反射市售金属反射镜。薄金属层可以蒸发或溅射在壁材料上。金属箔可以用

作附连/结合/焊接到基底的插件。金属层可以覆盖有白色涂料层,例如白色硅树脂或白色硅酸烷酯层,诸如着色的正硅酸甲酯。例如散射氧化铝层(典型地多孔的)或者其它反射陶瓷材料的陶瓷反射器层也可以用在基底或壁上。

[0161] 图5a(ii)中描述的发光模块520类似于发光模块500,然而,壁522本身为光反射材料,并且因此附加涂料不应用到壁522。此外,仅仅一个发光层506被应用。LED 514被提供于其上的衬底524也是光反射材料,并且因此仅仅衬底524之间的空间用光反射颗粒512填充。

[0162] 图5a(iii)中描述的发光模块530为其中使用所谓穹顶LED 514的另一变型。LED 514被提供在衬底516上并且透光材料502的穹顶放置在LED顶部上。透光材料502的穹顶光学耦合到LED的管芯。此外,腔体用另外透光材料532的填充。该另外透光材料532光学耦合到透光材料502的穹顶并且光学耦合到第一发光层506。这利于在发光层中产生的热的热传递到基底以及基底典型地附连到的热沉。

[0163] 图5a(iv)中描述的发光模块540类似于发光模块500,然而,壁542相对于基底518的法向轴倾斜。壁542倾斜使得投射在倾斜壁542上的光被反射到第一发光层506,而不是反射到朝向基底518的方向。倾斜壁542将壁542上反射的光引导到发光层506并且防止光线在壁542和基底之间反射许多次,这防止不必要的光吸收,即,每次反射不是理想的并且在每次反射少量光被吸收。

[0164] 图5a(v)中描述的发光模块550为发光模块540的变型。发光模块550的壁552弯曲,使得投射在弯曲壁552上的更多光被反射到第一发光层506并且因而反射到光出射窗口。另外,衬底表面516不被涂覆,但是衬底之间的间隔512涂覆有反射材料。衬底516可以由反射材料组成,该反射材料为诸如散射陶瓷(诸如氧化铝),其包括散射孔隙和/或诸如氧化锆颗粒的散射颗粒。因而基底518的光反射表面的反射性为衬底516和间隔512的反射性在该面积上加权的平均值。

[0165] 图5a(vi)中描述的发光模块560为的不包括第二发光层504的另一变型。腔体用基本上透明材料562填充并且在发光模块的光出射侧面具有弯曲表面。第一发光层506被提供在透明材料562顶部上。如所示,LED 514和第一发光层506之间的距离不同。两个LED定位在距第一发光层506距离 h_1 处,并且两个LED定位在距第一发光层506距离 h_2 处。LED 514的顶表面之间的距离 h 的值在此实施例中应被计算为平均距离: $h = (h_1 + h_2) / 2$ 。在三个或更多个LED应用于发光模块的情况下,平均距离公式相应地调适。

[0166] 在未示出的又一实施例中,固态发光体管芯直接结合到载体板而没有附加中间衬底。这进一步降低管芯和板之间以及管芯和板典型地所附连到的热沉之间的热阻。引线结合可以存在以电接触LED管芯的顶部。

[0167] 图5b给出4个可替换发光模块570、580、590、595。图5b(i)中描述的发光模块570类似于发光模块520并且在腔体内部具有附加发光层572。因而,例如,具有另一类型发光材料的层可以应用到光反射壁522以及基底518的光反射表面,该发光材料不同于在第一发光层506中应用的发光材料。此另一发光材料将第一颜色范围的光转换为第三颜色范围的光。可替换地,与第一发光层中使用的相同的发光材料可以应用到光反射壁522和基底518的光反射表面。不是所有的投射在附加发光层527上的光被转换,并且一些光被发射到光反射壁522和基底518的光反射表面以及随后往回反射到腔体并且因而反射到光出射窗口。例如,这可用于将附加红色光添加到白色发射以获得暖白色发射。

[0168] 图5b(ii)中描述的发光模块580类似于发光模块500。第一差异在于仅仅单个发光层506被提供在光出射窗口。在制造期间,发光层506被应用到例如玻璃的透明衬底582。具有发光层506的衬底582例如利用锯被切割或者钻孔成为多件,并且一件具有发光层506的衬底582被提供在发光模块580的壁510上。

[0169] 图5b(iii)中描述的发光模块590类似于发光模块580,然而,腔体不用基本上透明材料填充,而是用一件具有发光层506的透明衬底582通常。此件利用例如透明树脂592结合到光反射壁表面和基底518的光反射表面。透明衬底582例如2mm厚并且提供LED 514的顶表面和发光层506之间大约2mm的这种高度差。在装置顶部上,白色硅树脂边沿可以应用在发光层506的外周以防止LED 514发射的光(例如蓝色)的直接光的逃逸(未示出)。

[0170] 图5b(iv)中描述的发光模块595类似于发光模块520。然而,其它类型的LED被使用。基底598为金属核心PCB(MCPCB)。不具有比较大衬底的LED可以直接安装在MCPCB上。适合于这种应用的LED为利用所谓CSP或COB技术制造的LED。COB是指板上芯片,其中LED芯片直接焊接在MCPCB上。CSP是指芯片级封装,其中载体被提供到LED制造于其上的晶片,并且晶片被划片以获得CSP LED。这种CSP LED在发光模块595中给出。在CSP LED中,载体597尺寸与LED芯片596相同。CSP的侧表面可以是反射的并且PCB的表面可以是反射的,使得可以不需要附加的(厚)基底反射器层。

[0171] 在图6中给出发光模块600、620、630、640、650、660的实施例的其它示意性绘制的横切图。发光模块600、620、630、640、650、660不具有发光层604、622、632、642、652、662和基底之间的壁,但是它们具有这样的发光层604、622、632、642、652、662,该发光层的边缘触及光反射表面或基底610、664。发光层604、622、632、642、652、662整体形成发光模块600、620、630、640、650、660的整个光出射窗口。发光模块600、620、630、640、650、660不仅仅在基本上平行于基底610、664的法向轴的方向上发射光,而且在相对于基底的法向轴的各种光发射角度发射光。在图6(ii)中,示出发光模块620的发光层622的边缘624的示意性截面图。如所见,边缘624接触基底610的光反射表面并且发光层622可以在基底的表面上延伸。

[0172] 图6(i)中描述的发光模块600包括基底610,具有LED 606的衬底608被提供在该基底上。衬底608和LED 606被光反射材料612围绕,该光反射材料形成光反射表面。LED 606的发光顶表面光学耦合到透明材料602,该透明材料也接触发光层604。发光模块620、630、640具有另一形状的发光层622、632、642并且分别在图6(ii)、6(iii)和6(iv)中描述。

[0173] 图6(v)中描述的发光模块650具有基底610,单个芯片级封装的LED 656被提供在基底610上。缩写CSP-LED经常被用于芯片级封装的LED 656,如先前实施例所示这种芯片级封装的LED 656不包括额外衬底。光反射材料612应用在LED 656周围,该光反射材料形成面向发光层652的光反射表面。透明材料的穹顶654被放置在LED 656和光反射材料612的顶部上,发光层652布置在该穹顶上。半径 r 为LED 656和发光层652之间的距离。距离 h 的定义在这种情况下被半径 r 替代。

[0174] 图6(vi)中描述的发光模块660不是包括透明材料的穹顶,而是盒状透明材料663。此外,基底664由光反射材料制成,并且因此不在基底664的面向发光层662的表面上提供附加的光反射材料层。也可以设想到其它形状和组合。

[0175] 示意性地示出的发光模块500、520、530、540、550、560、600、620、630、640、650、660可以是(圆形)对称,但也可以是所描述的截面图的面外非对称。例如,模块可以在深度方向

上拉长到纸面从而形成细长的类似管、棒或圆柱形的形状。多个发光体可以在深度方向上形成发光体阵列。这种形状比如可以用于LED街灯或LED改装TL灯。原则上可以使用几十至几百个LED的LED发光体阵列。不同数量的发光体可以被给出以匹配关联应用中需要的光输出。

[0176] 在图7a中示出制造在柔性基底箔712上的发光模块700。被提供在配有电极连接垫(未示出)的小衬底708上的固态发光体706被提供在柔性基底箔712上,并且衬底708之间的区域用光反射材料710填充。发光体706光学耦合到一层柔性透明材料704。包括至少一个发光材料的发光层702被提供在柔性透光材料704顶部上。不是柔性透光材料704的整个表面需要被发光层702覆盖,表面的部分可以例如用顶部反射器阻断。在图7a中看出,发光模块700包括多个固态发光体706。在实施例中,提供固态发光体的比较大的二维阵列从而获得比较大的光出射窗口。与先前实施例相符,固态发光体706和发光层702之间的距离应在这样的范围中,该范围取决于固态发光体706的顶表面的最长线性尺寸,并且由衬底708和光反射材料710的组合形成的基底712的光反射表面的平均反射性应显著大于固态发光体706的反射性。此外,固态发光体应仅仅覆盖由光反射材料710和衬底708形成的光反射表面的比较小部分。注意,光反射表面的反射系数 R_{base} 定义为整个光反射表面的平均反射性。因而,反射系数 R_{base} 为衬底的反射系数和光反射材料的反射系数之间的加权平均,其中优选地加权由被特定材料覆盖的总面积的部分形成。

[0177] 在图7b中给出柔性发光模块750的另一实施例。发光模块750类似于发光模块700,然而,仅仅存在光反射箔754的基底,该光反射箔应用到透明材料704的一个侧面。发光层702布置于在柔性透明材料704的与应用了光反射箔754的侧面相对的另一侧面上。在透明材料中提供引线、条或棒752,所述引线、条或棒支撑固态发光体706提供于其上的衬底708。引线、条或棒752提供电力到固态发光体706。从固态发光体的顶表面到发光层702的距离用 h 表示。在固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 小于0.1的情况下,距离 h 优选地大于或等于固态发光体706的顶表面的最大线性尺寸 d_{SSL} 的0.3倍并且小于或等于固态发光体706的顶表面的最大线性尺寸 d_{SSL} 的5倍。对于位于最小值大于或等于0.1并且最大值小于或等于0.25的范围中的固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的值,距离 h 优选地大于或等于固态发光体706的顶表面的最大线性尺寸 d_{SSL} 的0.15倍并且小于或等于固态发光体706的顶表面的最大线性尺寸 d_{SSL} 的3倍。对于大于0.25的固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的值,距离 h 优选地大于或等于固态发光体706的顶表面的最大线性尺寸 d_{SSL} 的0.1倍并且小于或等于固态发光体706的顶表面的最大线性尺寸 d_{SSL} 的2倍。注意,此标准也适用于发光模块700。此外,与前文讨论的实施例相符,光反射箔754的基底反射系数 R_{base} 大于固态发光体706的固态发光体反射系数 R_{SSL} ,优选地光反射箔754的基底反射系数 R_{base} 根据下述与固态发光体706的固态发光体反射系数 R_{SSL} 相关: $R_{base} > R_{SSL} + c(1 - R_{SSL})$,其中这种情况下因子 c 的值也取决于固态发光体面积比例 ρ_{SSL} ,如某些前述实施例中所描述,在这种情况下该固态发光体面积比例仅仅包括基底的反射面积。

[0178] 图8a-8c示出根据本发明的发光模块的实施例的示意性截面图。图8a示出发光模块2000的示意性截面图,其包括位于例如包括氧化铝或氮化铝的衬底载体2020上的LED管芯2030。衬底载体2020经由例如焊料接触的电接触2015而电连接到印刷电路板2010的接触垫。印刷电路板2010可以是包括由电介质绝缘层(未示出)覆盖的铝基底的金属核心印刷电

路板。导电电极和接触垫被提供在电介质层上,并且电极被焊料掩模保护层(未示出)保护。LED管芯2030用例如透明硅树脂层的透明保护层2035覆盖。例如白色TiO₂着色硅树脂的反射层2040被提供在包括LED管芯2030、衬底载体2020和透明保护层2035的LED封装或装置之间。腔体由印刷电路板2010、壁2050和发光层2060定义。壁2050例如包括配给在硅树脂中的TiO₂,并且发光层2060例如包括磷光体材料。包括例如硅树脂的光学结合层2045被提供在透明保护层2035和反射层2040上,该光学结合层提供透明保护层2035和填充层2055之间的光学结合,其中填充层2055包括例如玻璃并且基本上填充光学结合层2045、发光层2060和壁2050之间的腔体。

[0179] 图8b示出包括在衬底载体2120(例如包括氧化铝或氮化铝)上的LED管芯2130的发光模块2100的示意性截面图。衬底载体2120经由例如焊料接触的电接触2115而电连接到印刷电路板2110的接触垫。印刷电路板2110可以是结合在图8a中描述的发光模块2000所描述的金属核心印刷电路板。LED管芯2130用例如透明硅树脂层的透明保护层2135覆盖。包括例如硅树脂的光学结合层2145被提供在每个LED管芯2135的透明保护层2135上。例如白色TiO₂着色硅树脂的反射层2140被提供在具有光学结合层2145的LED封装或装置之间,其中LED封装或装置包括LED管芯2130、衬底载体2120和透明保护层2135。腔体由印刷电路板2110、壁2150和发光层2160定义。壁2150例如包括配给在硅树脂中的TiO₂,并且发光层2160例如包括磷光体材料。包括例如玻璃的填充层2155基本上填充光学结合层2145、反射层2140、发光层2160和壁2150之间的腔体。光学结合层2145提供透明保护层2135和填充层2155之间的光学结合。在经由光学结合层2145将LED封装或装置结合到填充层2155之后,反射层2140经由例如底填充或包覆成型而被提供在LED封装或装置之间。

[0180] 图8c示出包括衬底载体2320(例如包括氧化铝或氮化铝)上的LED管芯2330的发光模块2300的示意性截面图。衬底载体2320经由例如焊料接触的电接触2315而电连接到印刷电路板2310的接触垫。印刷电路板2310可以是如结合图8a中描述的发光模块2000所描述的金属核心印刷电路板。例如白色TiO₂着色硅树脂的反射层2340被提供在包括LED管芯2330和衬底载体2320的LED封装或装置之间。腔体由印刷电路板2310、壁2350和发光层2360定义。壁2350例如包括配给在硅树脂中的TiO₂,并且发光层2360例如包括磷光体材料。包括例如硅树脂的光学结合层2345被提供在反射层2340和LED装置或封装上,该光学结合层提供LED封装或装置和填充层2355之间的光学结合,其中填充层2355包括例如玻璃并且基本上填充光学结合层2345、发光层2360和壁2350之间的腔体。此发光模块2300与图8a中描述的发光模块2000不同在于,LED管芯2330不是用透明保护层覆盖,而是用光学结合层2345覆盖。

[0181] 制造了根据本发明的若干实施例。在第一实验中,具有1800流明光通量的包括磷光体直接位于管芯顶部上的16个LED的飞利浦Fortimo SLM发光模块被用作参照。在距LED距离2.1mm处具有Lumiramic™磷光体层并且具有腔体直径22mm的高反射混合腔室中,根据本发明实施例的发光模块含有16个蓝色发光LED。在640mA,功率转换效率(WPE)提高介于30%和50%。功率转换效率为电力被转换为光学功率(单位为瓦)的能量转换效率并且也定义为辐射通量(即每单位时间的辐射能量,也称为辐射功率)与输入电力的比例。图9示出具有16个LED的一个根据本发明实施例的发光模块上在变化的电流水平执行的测量结果。水平x轴代表电流水平并且垂直y轴代表相对于具有磷光体直接在LED上的16个LED的参照发光模

块的辐射通量,具有16个LED的一个根据本发明实施例的发光模块的辐射通量的增益或提高。图9表明,当电流增大时,辐射通量相对于参照发光模块的提高增大,这可以归因于相对于参照的提高了的磷光体层的光热性能。

[0182] 在另一实验中,根据本发明实施例制作包括9个顶表面积分别为 1mm^2 的LED并且包括4个顶表面积分别为 2mm^2 的LED的发光模块,每个LED具有在距LED 2.1mm的距离处的Lumiramic™磷光体层。辐射通量的测量表明,相对于具有磷光体直接在顶部上的16个LED的参照发光模块,辐射通量的提高介于20%和40%。

[0183] 图10a-c示出另一比较实验的示意性截面图。图10a示出包括4个LED 852 (1个LED未示出)的第一参照发光模块850的示意性截面图,该LED具有放置在基底衬底851上的直接在顶部上的发光层853。每个LED用穹顶状光学元件854覆盖。图10b示出第二参照发光模块860的示意性截面图,其由于在LED之间应用在基底衬底851上的反射层855而不同于第一参照发光模块。图10c示出根据本发明实施例的在基底衬底871上包括4个LED 872 (1个LED未示出)的发光模块870的示意性截面图,该基底衬底用反射层875覆盖。LED放置在腔体874中,该腔体在距LED 872的顶表面2.1mm的距离处用发光层873覆盖。辐射通量的测量表明,相对于第一参照发光模块850的辐射通量,第二参照发光模块860的辐射通量的提高为大约4% (在700mA测量),这主要是由于第二参照发光模块860中的附加反射层855。相对于第一参照发光模块850的辐射通量,所测量的根据本发明实施例的发光模块870的辐射通量的提高为大约25% (在700mA测量)。

[0184] 图11、12、13和14示出根据本发明的发光模块的模拟结果的曲线图。利于光射线跟踪软件包,构建根据本发明的发光模块的光学模型。该模型包括7个蓝色发光LED,其具有顶表面分别为 $1\times 1\text{mm}^2$ 的管芯。因而,这些LED顶表面的最大线性尺寸 d_{SSL} 为大约1.4mm。LED管芯具有漫在第一和第二光谱范围上加权平均的大约70%的反射性,这对应于典型表面粗糙的GaN类型的LED管芯。腔体具有变化直径的圆形形状。LED均匀地分布在高反射衬底上并且被形成腔体的高反射壁围绕。腔体的光出射窗口被包括陶瓷磷光体的发光层以及在硅中具有另一磷光体的颗粒的附加涂料层覆盖。发光模块通过光出射窗口发射的光具有暖白色色点。

[0185] 光学模拟表明,或者是漫反射或者是镜面反射的壁和/或基底或者它们的组合对发光模块的性能具有较小的影响,通常为几个百分比。此影响例如依赖于腔体的面积比例和几何。

[0186] 图11示出对于若干固态发光体面积比例的值,因子 c 对光学效率的影响。在图11中,垂直 y 轴代表由从混合腔体出射的白色辐射的通量 W_{white} (单位:瓦)和固态发光体在第一光谱范围 (通常蓝色光谱范围) 中发射的总蓝色通量 W_{blue} (单位:瓦)的比例表达的光学性能的效率的最佳值。通过改变固态发光体顶表面和发光层之间的距离 h ,确定光学效率的最佳值。水平 x 轴代表来自公式 $R_{eff} > R_{SSL} + c * (1 - R_{SSL})$ 的因子 c 。曲线801代表固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的比較低的值的范围,这种情况下在0.01和0.02之间变化,曲线802代表固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的中间值范围,这种情况下在0.19和0.28之间变化,并且曲线803代表固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的比較高的值的范围,这种情况下在0.39和0.68之间变化。发光层直接在LED顶部上的参照发光模块表现出大约0.5的光学效率,因而这种情况下对于大于0.5的光学效率的值,实现了相对于参照发光模块的效率提高。图11表明:在固态发光体面

积比例 ρ_{SSL} 的比较低值范围,因子 c 应大于大约0.2以具有大于0.5的光学效率;在固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的中间值范围,大于大约0.3以具有大于0.5的光学效率;在固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的比较高值范围,大于大约0.4以具有大于0.5的光学效率。在固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的相应范围中,对于更大值的因子 c ,可以达到甚至更好的光学效率的值。

[0187] 图12示出在曲线图中表示为 H_{opt} 的最佳距离 h 对腔体壁的反射系数 R_{wall} 的依存性。最佳距离 H_{opt} 为其中发光模块的光学效率最佳,例如具有局部最大时,固态发光体的顶表面和发光层之间的距离 h 。在图12中,垂直 y 轴代表最佳距离 H_{opt} 和LED的最大线性尺寸 d_{SSL} 的商,并且水平 x 轴代表腔体壁的反射系数 R_{wall} ,单位为%。这种情况下相对于基底和壁的LED面积比例 ρ_{SSL} 对于每个曲线变化,因为每个曲线811、812、813代表LED顶表面和发光层之间的可变距离 h ,并且因此壁的可变高度以及因而相对于壁和基底的总反射面积的LED面积比例 ρ_{SSL} 变化。对于曲线811,总LED面积比例 ρ_{SSL} 在0.01和0.02之间变化;对于曲线812,总LED面积比例 ρ_{SSL} 在0.16和0.22之间变化;并且对于曲线813,总LED面积比例 ρ_{SSL} 在0.28和0.41之间变化。这种情况下基底的反射系数 R_{base} 是在85%和95%之间的范围。发光层和LED之间的最佳距离 H_{opt} 由LED和腔体壁中的光吸收损耗的平衡确定。在LED顶表面和发光层之间的距离 h 的比较低值,LED发射的光将主导地与LED、LED衬底和LED中基底反射器的表面相互作用。在LED顶表面和发光层之间的距离 h 的比较大的值,壁的面积将变为主导并且吸收损耗将由壁主导。发光层和LED之间的最佳距离 H_{opt} 主要依赖于壁表面的反射系数 R_{wall} 和LED面积比例参数 ρ_{SSL} 。平均而言对于比较低LED面积比例 ρ_{SSL} 以及壁反射系数 R_{wall} 的典型值(例如在80%至90%的范围中),最佳距离 H_{opt} 为LED的最大线性尺寸 d_{SSL} 的一半的量级。将壁反射系数 R_{wall} 的值增大至例如高于95%导致LED和发光层之间最佳距离 H_{opt} 的增大。增大LED面积比例 ρ_{SSL} 导致最佳距离 H_{opt} 减小。经发现,如果对于 $0 < \rho_{SSL} < 0.1$, $R_{wall} < 95\%$ 并且 $0.3 * d_{SSL} \leq h \leq 0.75 * d_{SSL}$;对于 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25$, $0.15 * d_{SSL} \leq h \leq 0.3 * d_{SSL}$;以及对于 $\rho_{SSL} > 0.25$, $0.1 * d_{SSL} \leq h \leq 0.2 * d_{SSL}$,则提供相对高效的发光模块。另外经发现,在 $R_{wall} \geq 95\%$ 情况下,在发光模块满足下述标准时,相对高效的发光模块被提供:对于 $0 < \rho_{SSL} < 0.1$, $0.75 * d_{SSL} \leq h \leq 2 * d_{SSL}$;对于 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25$, $0.3 * d_{SSL} \leq h \leq 0.7 * d_{SSL}$;以及对于 $\rho_{SSL} > 0.25$, $0.2 * d_{SSL} \leq h \leq 0.5 * d_{SSL}$ 。图12的结果仅仅考虑壁与基底正交以及均匀LED放置的腔体。对于倾斜壁和/或不均匀LED放置,LED和发光层之间的最佳距离可以增大。

[0188] 图13示出对于基底和壁反射系数的若干组合,总固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 对光学效率的影响。在图13中,垂直 y 轴代表由从混合腔体出射的白色辐射的通量 W_{white} (单位:瓦)和固态发光体在第一光谱范围(通常蓝色光谱范围)中发射的总蓝色通量 W_{blue} (单位:瓦)的比例表达的光学性能的效率的最佳值。通过改变固态发光体顶表面和发光层之间的距离 h ,确定光学效率的最佳值。水平 x 轴代表相对于基底和壁面积的固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 。针对基底反射系数 R_{base} 的2个不同值以及腔体壁的反射系数 R_{wall} 的3个不同值,总共示出6条曲线821、822、823、824、825、826。曲线821代表 $R_{base}=80\%$ 且 $R_{wall}=90\%$,曲线822代表 $R_{base}=80\%$ 且 $R_{wall}=98\%$,曲线823代表 $R_{base}=90\%$ 且 $R_{wall}=90\%$,曲线824代表 $R_{base}=90\%$ 且 $R_{wall}=98\%$,曲线825代表 $R_{base}=98\%$ 且 $R_{wall}=90\%$,以及曲线826代表 $R_{base}=98\%$ 且 $R_{wall}=98\%$ 。图13示出光混合腔体的光学效率的最佳值和固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 之间存在逆关系。图13还示出,固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 值的3个范围可以被区分:固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的值的比较低、中间和比较高范围。在 ρ_{SSL} 的比较低值,例如 $\rho_{SSL} < 0.1$,与基底的反射系数

Rbase的的影响相比,壁的反射系数Rwall的值对光学效率的的影响几乎可忽略,即在固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的这个比较低值范围,改变基底反射系数Rbase的值对发光模块的光学效率有影响并且改变壁反射系数Rwall的值以可忽略方式影响光学效率。在 ρ_{SSL} 的比较高值,例如如果 $\rho_{SSL} > 0.25$,壁的反射系数Rwall的值对光学效率的的影响与基底的反射系数Rbase的影响相当,即在这个高值范围的固态发光体面积比例 ρ_{SSL} ,改变基底反射系数Rbase的值与改变壁反射系数Rwall的值对于发光模块的光学效率具有相当的影响。在 ρ_{SSL} 的中间值,例如 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25$,基底的反射系数Rbase对光学效率的的影响大于在这范围中不可忽略的壁的反射系数Rwall的的影响,即在这个中间值范围的固态发光体面积比例 ρ_{SSL} ,改变基底反射系数Rbase的值对发光模块的光学效率有影响并且改变壁反射系数Rwall的值也对光学效率有影响但是程度较小。

[0189] 图14示出根据本发明一方面,为基底和壁的有效反射性系数Reff的函数的光学效率增益被获得时的最大可能固态发光体面积比例的依存性。图14中的垂直y轴代表最大可能固态发光体面积比例,表示为 $\rho_{SSL,MAX}$,在该固态发光体面积比例获得相对于具有直接放置在固态发光体顶部上的发光层的照明发射模块提高的光学效率。水平x轴代表腔体基底和壁表面的有效反射性系数Reff。数据点831集合代表固态发光体表面和发光层之间的距离h为固态发光体的最大线性尺寸 d_{SSL} 的0.35倍,数据点832集合代表距离h为固态发光体的最大线性尺寸 d_{SSL} 的1.04倍,以及数据点833集合代表距离h为固态发光体的最大线性尺寸 d_{SSL} 的1.73倍。结果允许预测在某一距离h处的最大可能固态发光体面积比例 $\rho_{SSL,MAX}$,其与发光层直接放置在固态发光体上的相同数目的固态发光体相比,仍然允许比较大的光重复利用效率和比较良好的性能。从图14可以得出结论,更大的有效反射系数Reff的值允许更大的固态发光体面积比例 $\rho_{SSL,MAX}$ 的值(依赖于固态发光体顶表面和发光层之间的距离h),同时仍然实现相对于其中发光层直接放置在固态发光体上的参照情形的提高的光学效率。增大固态发光体和发光层之间的距离h则减小在相似的有效反射系数Reff的值的最大允许固态发光体面积比例 $\rho_{SSL,MAX}$,相对于其中发光层直接放置在固态发光体上的参照情形,该最大允许固态发光体面积比例仍然提供提高的光学效率。

[0190] 图15示出具有与基底和腔体正交的壁以及具有倾斜壁的,根据本发明的发光模块的光学建模结果的比较。从利用分别具有 2mm^2 管芯面积的4个LED的光学模拟建模获得结果。发光层的直径为6.5mm,并且仅仅相对于基底面积的LED面积比例 ρ_{SSL} 对于正交和倾斜壁分别为0.241和0.298。另外这种情况下,相对于基底和壁的LED面积比例 ρ_{SSL} 作为LED和发光层之间的距离h函数而变化。倾斜壁的反射表面与基底的反射表面之间的角度这种情况下位于5-33度的范围。在图15中,垂直y轴代表表达为从混合腔体出射的白色辐射的通量 W_{white} (单位:瓦)和固态发光体在蓝色光谱范围中发射的总蓝色通量 W_{blue} (单位:瓦)的比例的光学性能的效率,并且水平x轴代表LED顶表面和发光层之间的距离h,单位为毫米。曲线841代表具有正交壁的发光模块,并且曲线840代表具有斜面或倾斜壁的发光模块。清楚的是,对于其中LED面积比例 ρ_{SSL} 位于中间值范围的此实施例,通过倾斜壁可以实现比较大的光学效率。这种情况下,对于倾斜和正交壁分别在大约1.1mm和0.75mm的LED顶表面和发光层之间的距离h实现光学效率的最佳值,在所述距离处相对于基底和壁的LED面积比例 ρ_{SSL} 对于具有直壁的发光模块为0.18并且对于具有斜面或倾斜壁的发光模块为0.21。对于具有中间LED面积比例 ρ_{SSL} 的发光模块,从壁反射的显著数量的光可以投射在不良反射LED

区域上。壁的倾斜通过更高效将光重定向到包括发光层的出射窗口而改善情形,这导致比较大的 W_{white}/W_{blue} 值并且因而提高的光学效率。对于LED面积比例 ρ_{SSL} 的比较大的值,此效应变得更突出。对于LED面积比例 ρ_{SSL} 的较小值,壁更远离LED并且壁的倾斜对光学效率将具有比较小的影响。

[0191] 从制造观点,LED管芯可以定位在高反射PCB板上,而不填充用白色反射材料LED封装之间的空间。这种情况下,基底的反射表面可以被定位在与LED管芯的表面相比显著更低的水平上。借助对具有1个LED的根据本发明的发光模块的光学射线跟踪建模,研究LED的顶表面和发光层之间的距离 h 以及表示为 h_2 的反射基底的表明和发光层之间的距离对发光层的最佳位置的影响。图16a示出第一发光模块900的截面图,其具有基底906、例如LED的固态发光体908、以及反射基底表面901,与LED 908的顶表面903相比,该反射基底表面901从发光层902被进一步移除,即 $h_2 > h$ 。图16b示出例如LED的第二发光模块910的截面图,其中与LED的顶表面903相比,反射基底表面901更接近发光层902,即 $h_2 < h$ 。在后一种情形中,在反射基底的中心存在角度为例如45度的圆锥形开口或凹陷。

[0192] 图16c示出模拟结果,其中垂直 y 轴代表表达为从混合腔体出射的白色辐射的通量 W_{white} (单位:瓦)和固态发光体908在第一、蓝色光谱范围中发射的总蓝色通量 W_{blue} (单位:瓦)的比例的光学性能的效率,并且水平 x 轴代表发光层902和固态发光体908的顶表面903之间的距离 h 。图16c示出7条曲线951、952、953、954、955、956、957,分别代表反射基底表面901和发光层902之间距离 h_2 与LED顶表面903和发光层902之间的距离 h 的差值的不同值。曲线951、952和953代表第一发光模块900的变化,其中反射基底表面901比LED顶表面903更远离发光层902,即 $h_2 > h$:曲线951代表 $h_2 = h + 1.5\text{mm}$,曲线952代表 $h_2 = h + 1.0\text{mm}$ 并且曲线953代表 $h_2 = h + 0.5\text{mm}$ 。曲线954代表这样的情形,反射基底表面901和发光层902之间的距离 h_2 等于LED顶表面903和发光层902之间的距离 h ,即 $h_2 = h$ 。曲线955、956和957代表第二发光模块910的变化,其中反射基底表面901比LED顶表面903更接近发光层902,即 $h_2 < h$:曲线955代表 $h_2 = h - 0.5\text{mm}$,曲线956代表 $h_2 = h - 1.0\text{mm}$ 并且曲线957代表 $h_2 = h - 1.5\text{mm}$ 。从图16c中的曲线可以得出结论,对于反射基底表面901比LED的顶表面903更接近发光层902的LED装置910,即 $h_2 < h$,LED顶表面903和发光层902之间的距离 h 的最佳值(其为光学效率具有最佳例如局部最大的距离 h 的值)几乎不依赖于反射基底表面901和发光层902之间的距离 h_2 。因而,如上文定义的固态发光体的顶表面和发光层之间的距离 h 的标准也可以适用于此第一发光模块900。当反射基底表面901比LED的顶表面903更接近发光层902时,例如在LED放置于反射基底中的凹陷中的情况下,即 $h > h_2$,效率最佳的距离 h 相对于下述情形更大,在该情形中反射基底表面901和LED表面903具有相同的到发光层902的距离。对于其中反射基底表面901比LED的顶表面903更接近发光层902的第二发光模块910,即, $h_2 < h$,距离的标准变为:对于 $\rho_{SSL} < 0.1$, $0.4 * d + \Delta h / 2 < h < 5 * d + \Delta h / 2$;对于 $0.1 \leq \rho_{SSL} \leq 0.25$, $0.15 * d + \Delta h / 2 < h < 3 * d + \Delta h / 2$;以及对于 $\rho_{SSL} > 0.25$, $0.1 * d + \Delta h / 2 < h < 2 * d + \Delta h / 2$,其中 Δh 为反射基底901的表面和LED的顶表面903之间的距离的绝对值,即 $\Delta h = |h_2 - h|$ 。

[0193] 多个固态发光体在基底上的相对定位或放置为另一设计参数。固态发光体在腔体中的放置可以影响腔体的包括发光层的出射窗口中光通量的分布和均匀性。期望避免会导致热学热点的光学热点。对于腔体的中心,这是特别地重要的,其中例如由于比较长距离和/或由于填充腔体的光学材料的比较低热导率(相对于在一些实施例中腔体壁的比较高

热导率),在中心处,发光层中的热负载更难以传输到PCB板并且传输到热沉。

[0194] 利用对根据本发明的发光模块的光学射线跟踪建模,研究腔体内部不同LED分布对效率以及对LED和发光层之间的最佳距离的影响。图17a示出具有壁981和基底表面982的发光模块980的示意性俯视图,其中1个LED 984定位在基底982的中心,并且6个其它LED 983定位在具有放置半径 r_{p1} 的虚圆上,所述LED与中心的距离相等并且彼此之间距离相等。这种情况下,发光模块980包括分别具有面积 $1 \times 1 \text{ mm}^2$ 的7个LED。分别针对3个不同值基底半径 r_{base} ,即7.46mm、3.05mm和2.36mm进行计算。LED顶表面和发光层之间的距离被改变,导致壁的不同高度值,并且因而导致壁的不同面积。因此,相对于基底和壁的固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的值在 r_{base} 为7.46mm情况下,范围为0.02至0.04;在 r_{base} 为3.05mm情况下,范围为0.09至0.22;以及在 r_{base} 为2.36mm情况下,范围为0.13至0.39。图17b、17c和17d示出光学射线跟踪模拟的结果,其中垂直y轴代表光学性能的效率表达为从混合腔体出射的白色辐射的通量 W_{white} (单位:瓦)和固态发光体在蓝色光谱范围中发射的总蓝色通量 W_{blue} (单位:瓦)的比例,并且水平x轴代表发光层和LED顶表面之间的距离 h ,单位为毫米。图17b、17c和17d中不同曲线代表不同的放置半径 r_{p1} 的值。图17b中示出在7.46mm的基底半径 r_{base} 的结果,并且曲线1101代表 $r_{p1}=1.2 \text{ mm}$,曲线1102代表 $r_{p1}=1.5 \text{ mm}$,曲线1103代表 $r_{p1}=2.5 \text{ mm}$,曲线1104代表 $r_{p1}=3.5 \text{ mm}$,曲线1105代表 $r_{p1}=4.5 \text{ mm}$,曲线1106代表 $r_{p1}=5.5 \text{ mm}$ 并且曲线1107代表 $r_{p1}=6.5 \text{ mm}$ 。图17c中示出在3.05mm的基底半径 r_{base} 的结果,并且曲线1111代表 $r_{p1}=1.2 \text{ mm}$,曲线1112代表 $r_{p1}=1.4 \text{ mm}$,曲线1113代表 $r_{p1}=1.8 \text{ mm}$ 并且曲线1114代表 $r_{p1}=2.2 \text{ mm}$ 。图17d中示出在2.36mm的基底半径 r_{base} 的结果,并且曲线1121代表 $r_{p1}=1.2 \text{ mm}$,曲线1122代表 $r_{p1}=1.4 \text{ mm}$ 并且曲线1123代表 $r_{p1}=1.6 \text{ mm}$ 。

[0195] 图17b的曲线与图17c和17d的曲线的比较表明,不同LED定位对光学效率和效率最佳时的最佳LED顶表面至发光层距离的影响对于具有比较低LED面积比例 ρ_{SSL} 的腔体更为突出,其结果示于图17b。图17b还示出LED放置的两个极端情况,其中外部LED比较接近中心放置,对应于放置半径 r_{p1} 的最小值以及曲线1101,或者比较接近壁放置,对应于放置半径 r_{p1} 的最大值以及曲线1107。两个极端情况均导致光学效率的比较低值。

[0196] 当LED比较接近一起放置,使得LED之间的空间与LED的尺寸相当时,则每个LED周围的基底表面的反射性显著降低并且该情形可以用1个大LED管芯(多管芯LED)的模型来近似。在这种多管芯LED情形中,LED顶表面和发光层之间的最佳距离被增大以获得光的高效重复利用,这可以从具有比较低LED面积比例 ρ_{SSL} 的发光模块(见图17b)清楚地可见。对于具有中至高LED面积比例 ρ_{SSL} (图17c和17d)的发光模块,这种效应较不突出。对于这些后面的发光模块,LED放置对光学效率的影响较小,即,与具有比较低值的LED面积比例 ρ_{SSL} 的发光模块相比,将LED更靠近中心放置或更靠近腔体壁放置对光学效率的影响较小。

[0197] 出于光学效率原因,优选地将固态发光体放置成彼此距离相等并且与壁距离相等。不均匀固态发光体放置导致热点并且也增大固态发光体中的光吸收损耗。比较高的固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的值降低光学效率 W_{white}/W_{blue} 对固态发光体的放置的敏感度,另外因为这种情况下发光模块上存在较少的用于改变LED的位置的物理空间。固对于比较大的固态发光体面积比例 ρ_{SSL} 的值,态发光体顶表面和发光层之间的最佳距离的值(其对应于导致最高光学效率的距离)通常较低。

[0198] 为了获得腔体的高效率值,优选地腔体内部的所有表面在装置的整个光谱范围上

是高反射的。出于此目的,不仅壁表面而且LED封装和LED衬底本身之间的空间被附加地例如涂覆有白色反射涂料,例如TiO₂填充的硅树脂。出于实际原因,在LED封装上应用反射涂料的步骤是困难的。因此在实践中基底表面以外的紧挨着LED的表面的反射性系数比较低。

[0199] 图18示出光学射线跟踪模拟的结果,其中垂直y轴代表光学性能的效率表达为从混合腔体出射的白色辐射的通量W_{white}(单位:瓦)和固态发光体在蓝色光谱范围中发射的总蓝色通量W_{blue}(单位:瓦)的比例,并且水平x轴代表发光层和LED的顶表面之间的距离h,单位为毫米。模拟包括4个LED,每个LED分别具有2mm²的管芯面积并且发光层的直径为6.5mm。曲线1152代表未涂覆LED封装并且曲线1151代表涂覆有反射层的LED封装。图18示出,相对于具有反射涂料的LED封装,未涂覆LED封装具有略低的光学效率,但是未观察到最佳的LED表面到发光层距离h的显著变化。这些模拟结果由利用未涂覆和涂覆的LED封装的实验来验证,该实验表明:相对于未涂覆LED封装,对于具有反射涂料的LED封装,光学效率增大大约7%。

[0200] 图19a示出根据本发明第二方面的灯1000的实施例。灯1000包括改装灯泡1002,该灯泡连接到灯基底1006,该灯基底包括热沉、电源驱动器和电连接。根据本发明第一方面的发光模块1004被提供在灯基底1006上。注意,灯的实施例不限于具有传统灯泡的尺寸的灯。比如管的其它形状也是可能的。也可以使用诸如聚光灯或筒灯的可替换灯类型。灯还可以包括多个发光模块。

[0201] 图19b示出灯1020的另一实施例。灯1020为聚光灯,其包括用于准直由发光模块1004发射的光的反射器1022。发光模块1004热耦合到热沉1024,该热沉用于将热量传导离开发光模块1004并且提供热量到灯1020的环境。热沉1024可以被主动或被动地冷却。

[0202] 图19c示出根据本发明第三方面的照明器1050的实施例。照明器1050包括根据本发明第一方面的发光模块1052。在其它实施例中,照明器1050包括根据本发明第二方面的灯。

[0203] 根据本发明第二方面的灯和根据本发明第三方面的照明器具有效果与参考图1-18所述的本发明第一方面的发光模块相似的相似实施例。

[0204] 图20给出根据本发明的发光模块的另一实施例。类似于发光模块520,发光模块1300包括基底518、提供在衬底524上的多个发光二极管514、发光层506、反射壁522、透明材料502、以及光反射颗粒填充层512。然而,空气层1301和偏振元件1302在发光层506上被定位在背向发光二极管514的侧面。发光模块1300在使用中产生例如可以用于街道照明、办公室照明和零售照明的偏振光,并且能够减少这些应用中的眩光的量。可替换地,它可以用于液晶显示器(LCD)背照明应用,减少成本水平,因为不再需要分离的偏振器。从发光层506出射并且投射在偏振元件1302上的具有正确偏振的光被透射通过偏振元件,而具有不准确偏振的光被往回引导到发光层506和发光模块1300的腔体中。此光将经由反射壁522和/或光反射颗粒填充层512通过在发光层506中散射和/或通过在腔体内部漫反射而被随机偏振或去偏振,在偏振元件1302的方向上被再次反射,并且具有正确偏振的光将被透射通过偏振元件1302。不被透射的光被再次往回引导到发光层506和腔体中,在那里重复此过程。由于腔体的比较高光重复利用效率,发光模块1300是相对高效的偏振光源。由于发光层506中产生的热,偏振元件1302通过空气层1301与发光层506分离从而提高偏振元件1302的热稳定性。在可替换实施例中,偏振元件1302直接接触例如在含有发光材料的陶瓷层上的发光层

506。偏振元件1302可以是反射或散射偏振器。偏振元件1302可以是反射偏振箔，例如从3M可购得的Vikuity DBEF箔。可替换地，偏振元件1302包括例如从Moxtek可购得的，具有高反射性的窄金属线。通过改变金属线的宽度和/或金属线之间的节距，偏振数量与光透射之间的关系可以被最优化。

[0205] 图21示出根据本发明第四方面的显示装置1400的实施例。显示装置包括参考图1-18和20描述的根据本发明的发光模块。在使用中，发光模块可以充当用于LCD显示装置的背照明单元，或者充当光源单元从而将偏振光注入背光系统的光导层。由于发光模块产生相对高效的(偏振光)，显示装置1400的成本水平降低。

[0206] 在所有可适用实施例中，在至少一个侧向方向上发射光的固态发光体可以被提供在腔体中。典型地通过在通用固态发光体顶部上提供两个附加层获得侧向发射，所述附加层为透明材料的层和光反射材料的层。LED(其为固态发光体)经常制造在透明蓝宝石的衬底上。在制造之后，在许多情况下，蓝宝石层被移除。然而，当蓝宝石不被移除或仅部分被移除时，将光反射涂料添加到蓝宝石层的基本上与LED相对的表面导致制造侧向发射固态发光体。可替换地，一片玻璃或蓝宝石可以附连到LED。

[0207] 在另一实施例中，一个或多个附加固态发光体可以被提供在发光模块的壁上。这种情况下，壁表面的反射面积应被提供在发光模块的壁上(多个)固态发光体的面积校正。

[0208] 在实施例中，发光模块还包括穹顶形状或者透镜形状光学本体可以存在于部分漫反射层的背离光出射窗口的侧面。可替换地或者附加地，用于获得漫射光发射，用于获得空间上颜色以及在角度上的颜色的均匀光发射，以及用于获得颜色混合光发射的漫射器层被提供在距部分漫反射层的背向至少一个固态发光体的侧面一距离处。

[0209] 对于所有可适用实施例，壁和基底可以由一种相同的材料制造并且胶合在一起。在另一实施例中，壁和基底为不同材料。注意，基底如所绘制可以延伸超出壁，例如当一个基底被多个相邻发光模块共享时，例如当基底为热传导的印刷电路板时。

[0210] 本发明可以典型地应用在模块水平，例如包括至少一个但是典型地多个LED封装的PCB板。然而本发明也可以用在包括或者一个或者多于一个LED管芯或芯片的LED封装上。另外LED管芯或芯片可包括所谓板上芯片类型，其中LED管芯直接附连到(PCB)板而没有中间LED封装。附加地，可以使用从(多个)LED管芯到板的引线结合连接。

[0211] 应指出，上述实施例说明而不是限制本发明，并且本领域技术人员将能够设计许多可替换实施例而不背离所附权利要求的范围。

[0212] 在权利要求中，放置在括号之间的任何附图标记不应解读为限制权利要求。动词“包括”及其变型的使用不排除存在权利要求中陈述的元件或步骤以外的元件或步骤。元件之前的冠词“一”不排除存在多个这种元件。本发明可以借助包括若干不同元件的硬件并且借助合适编程的计算机来实施。在列举若干手段的装置权利要求中，若干这些手段可以是一个相同的硬件项目实施。在互不相同的从属权利要求中陈述某些措施的纯粹事实并不表示不能有利地使用这些措施的组合。

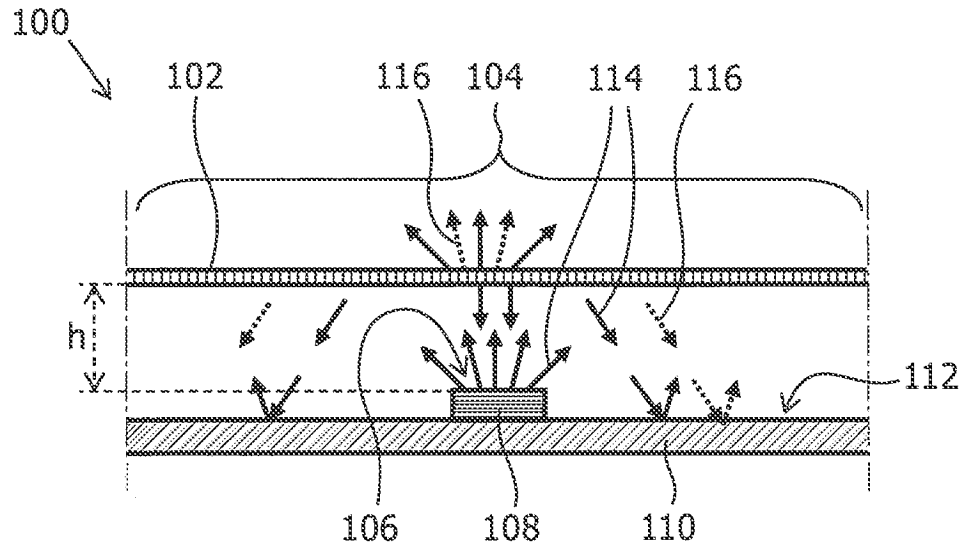


图 1a

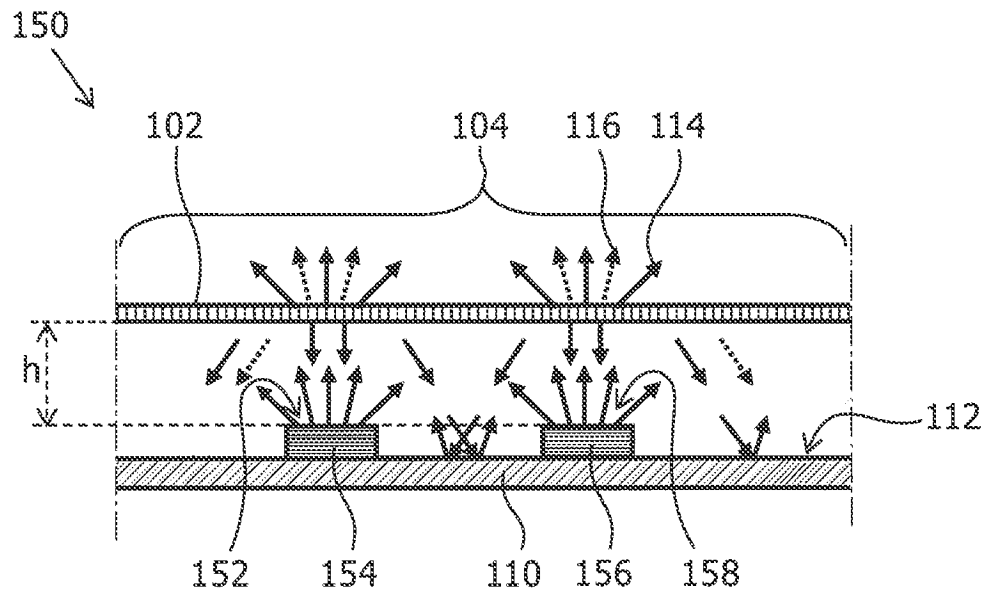


图 1b

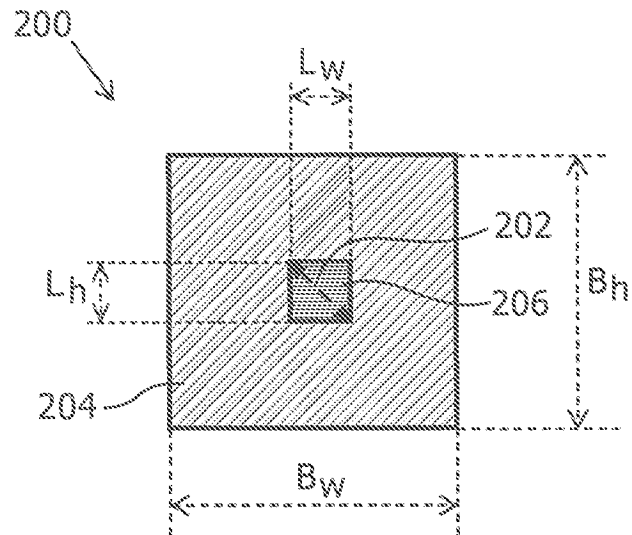


图 2a

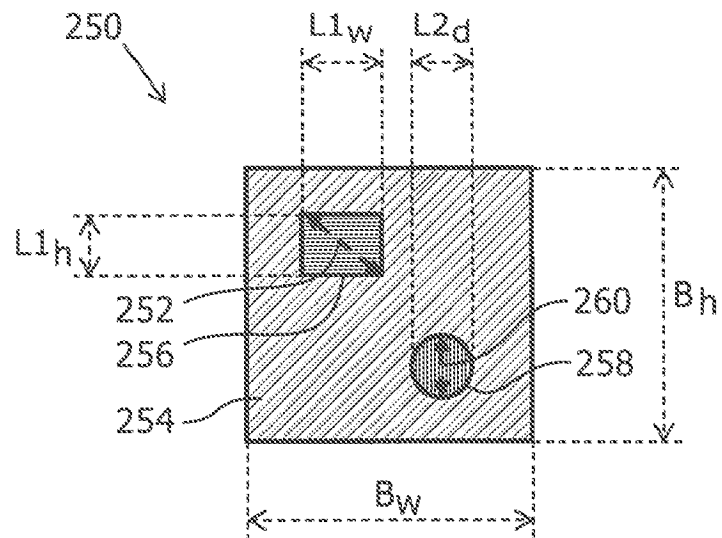


图 2b

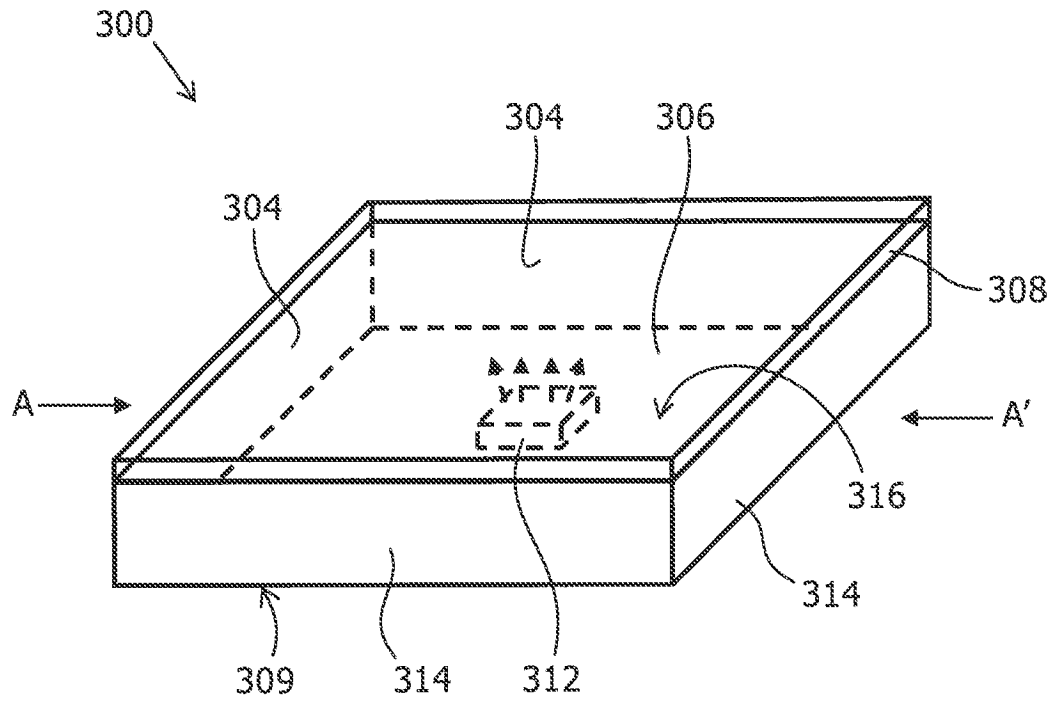


图 3a

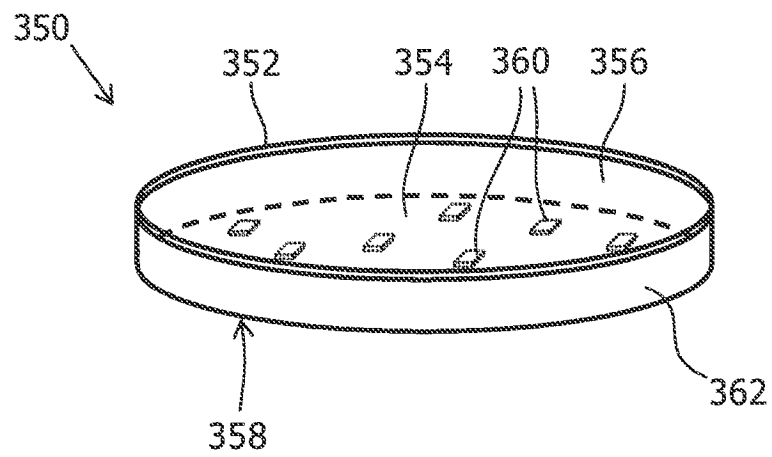


图 3b

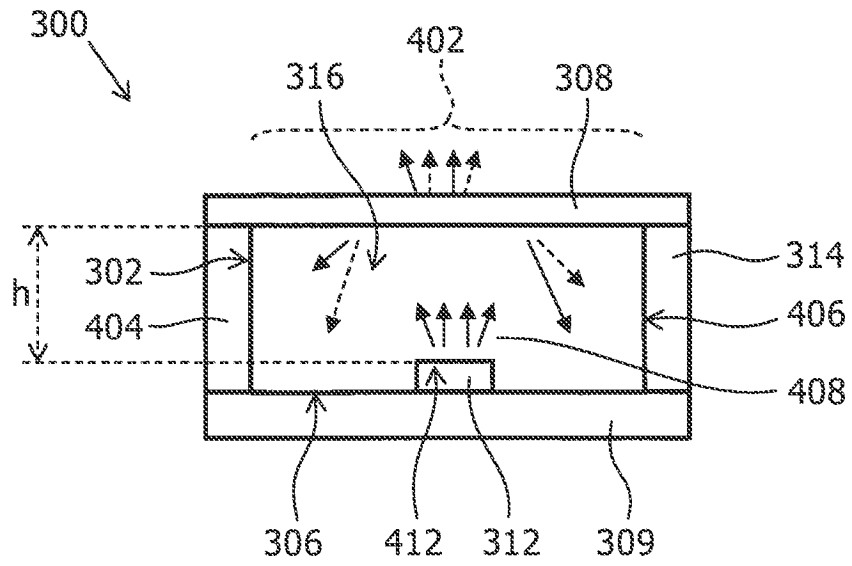


图 4a

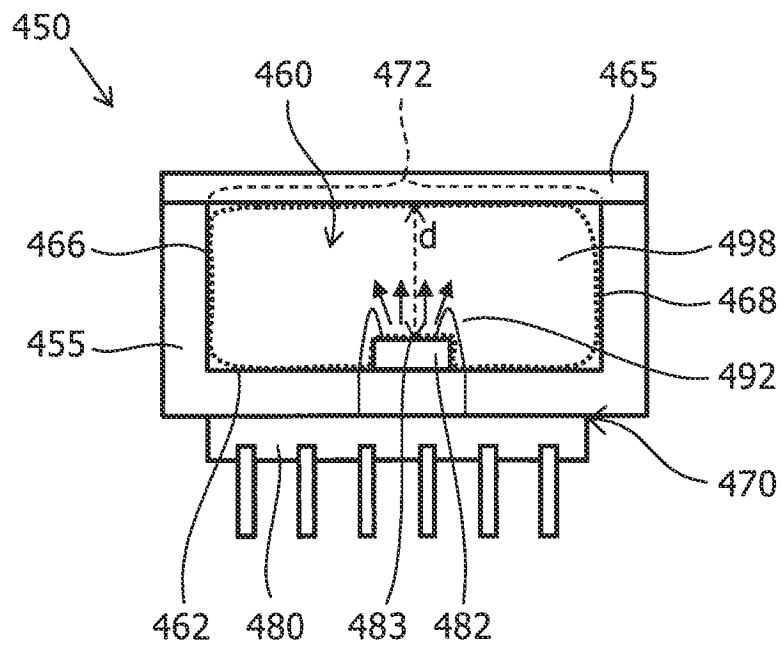
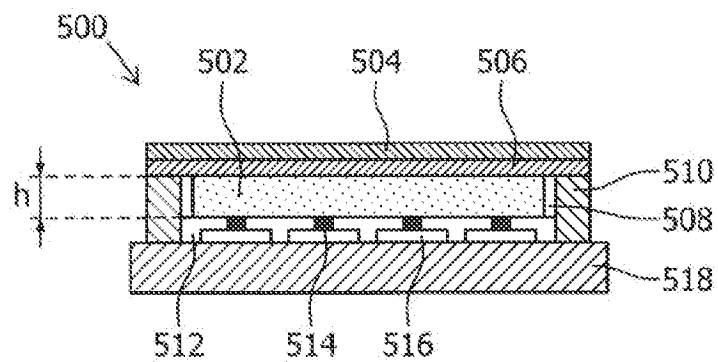
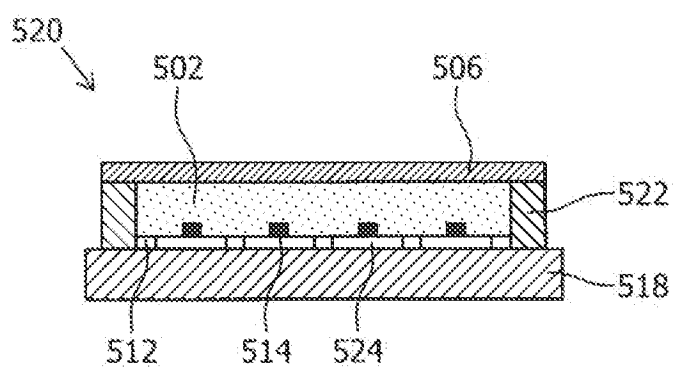


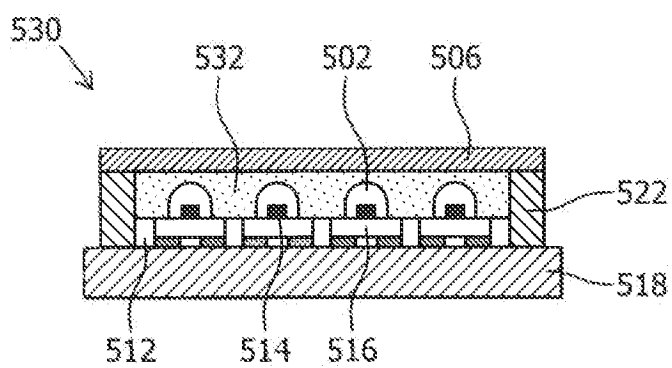
图 4b



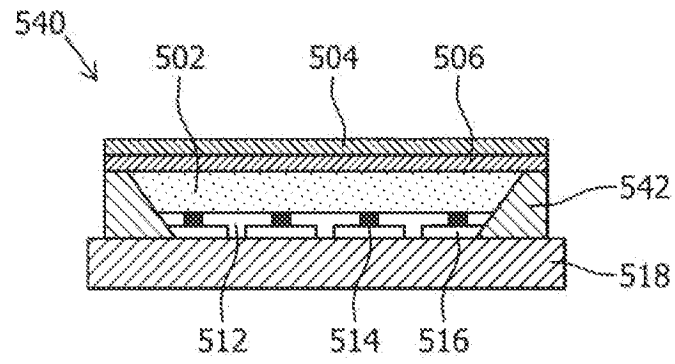
(i)



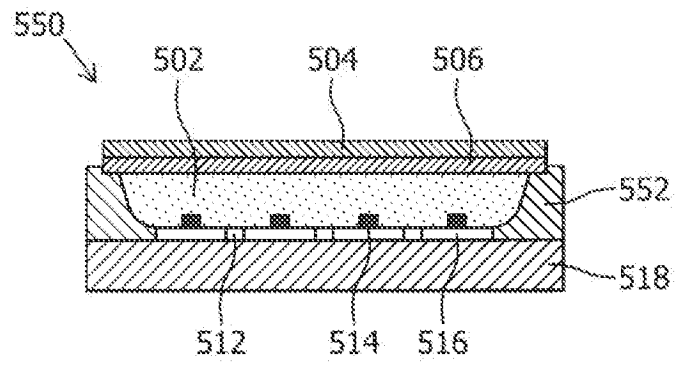
(ii)



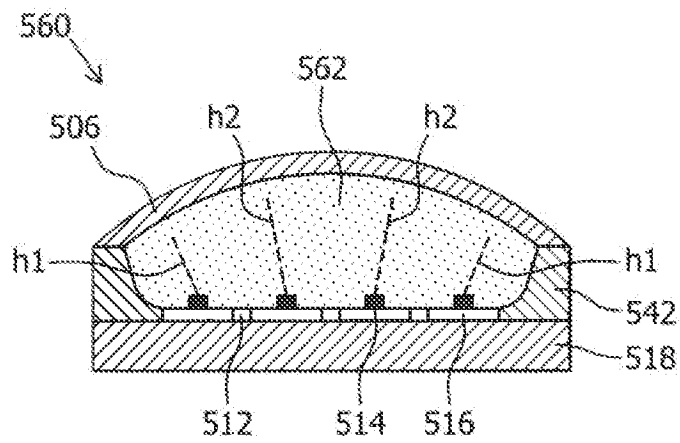
(iii)



(iv)



(v)



(vi)

图 5a

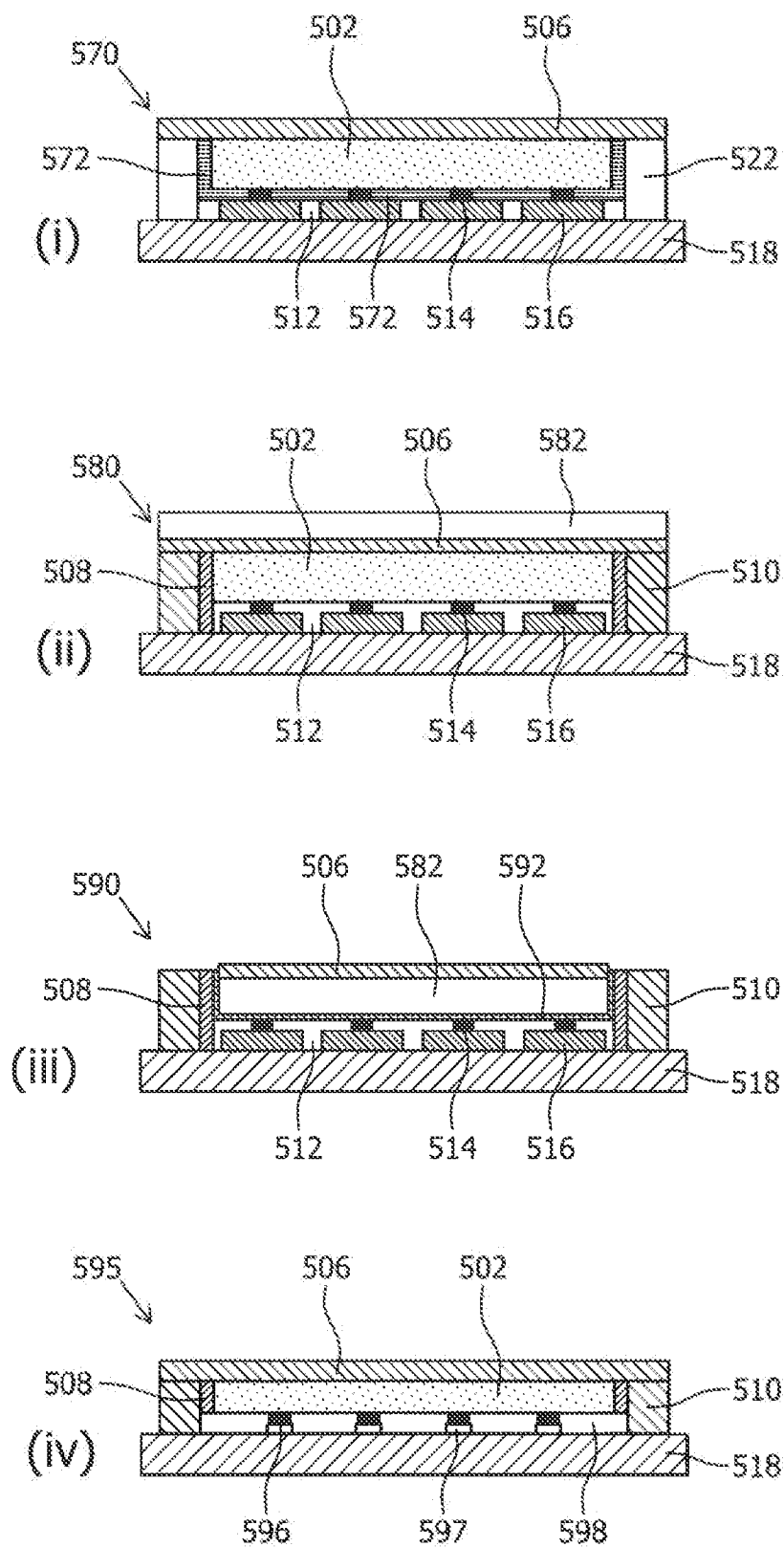


图 5b

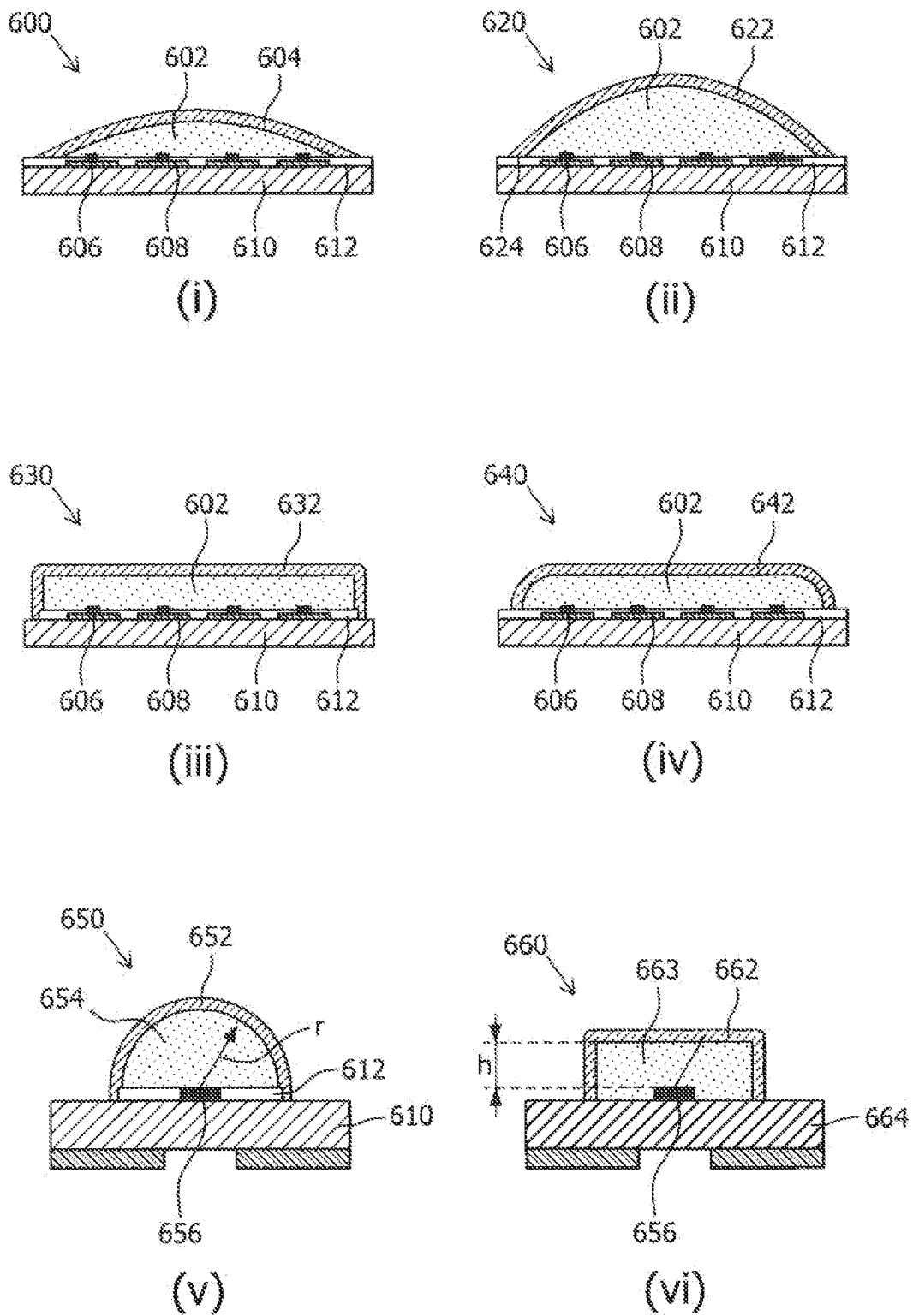


图 6

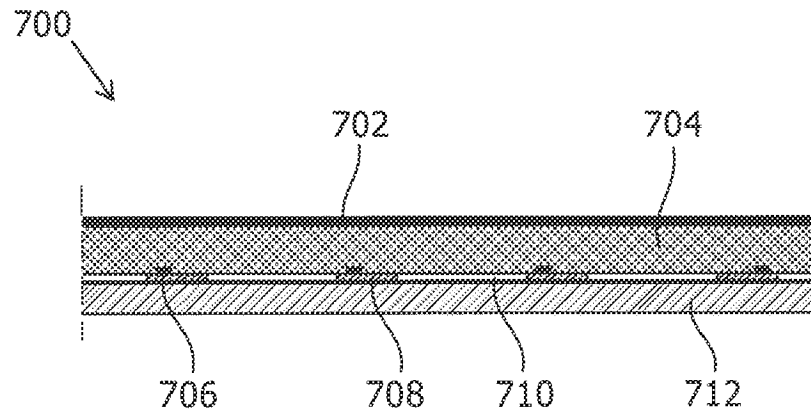


图 7a

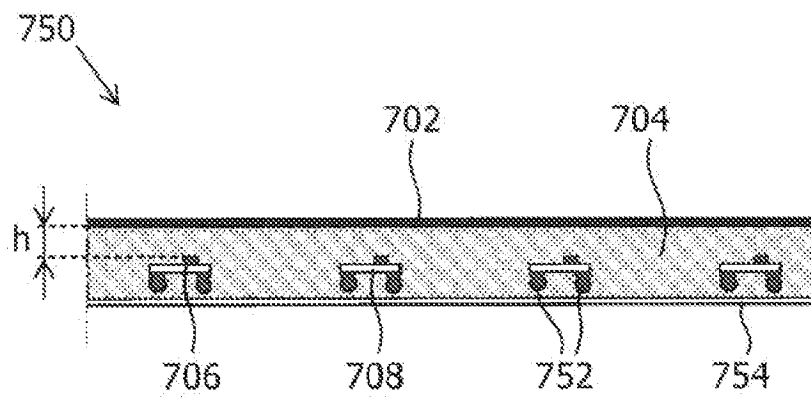


图 7b

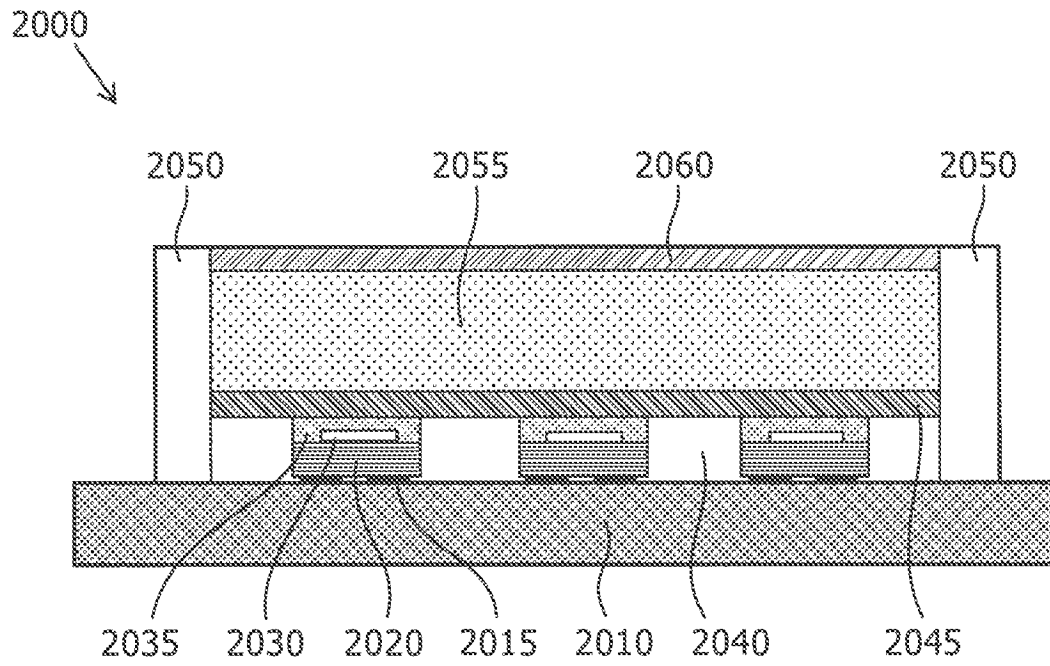


图 8a

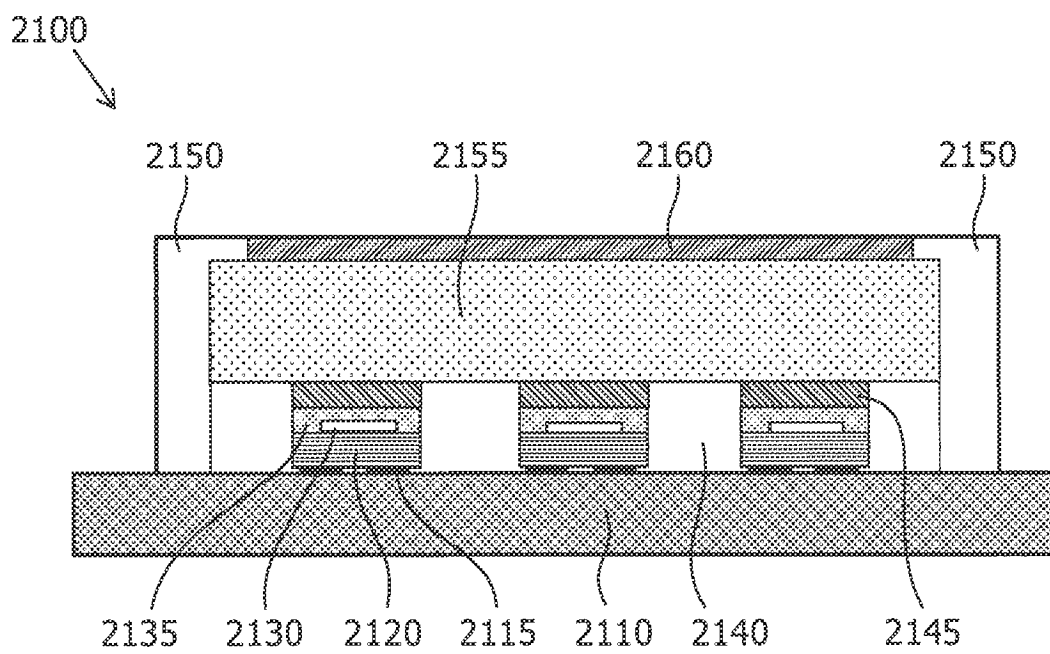


图 8b

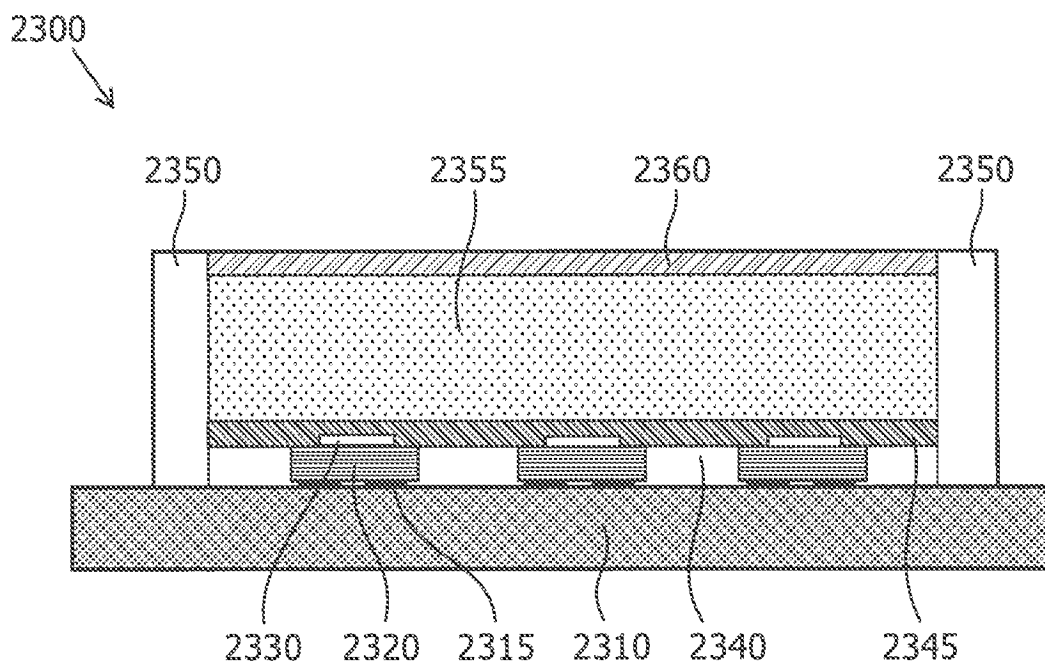


图 8c

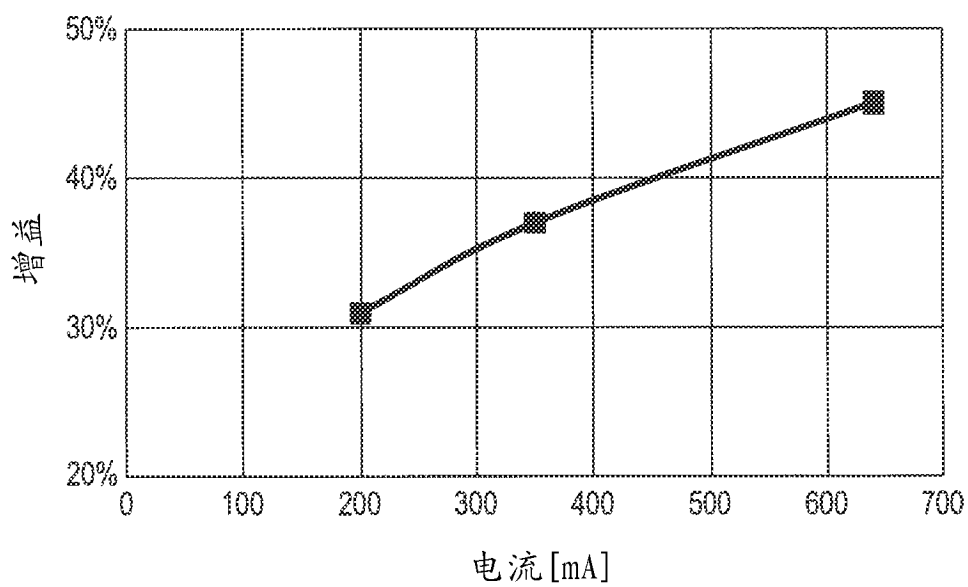


图 9

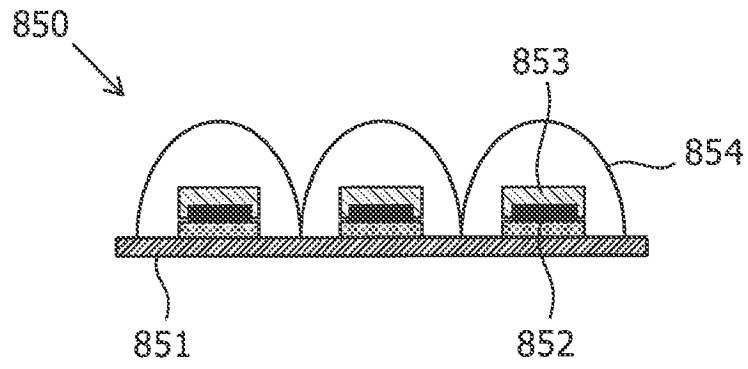


图 10a

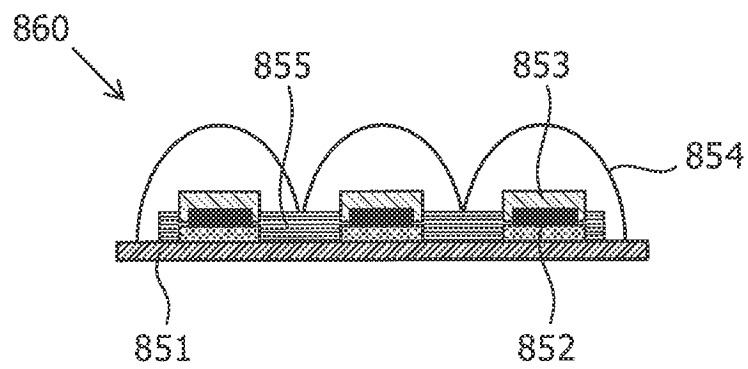


图 10b

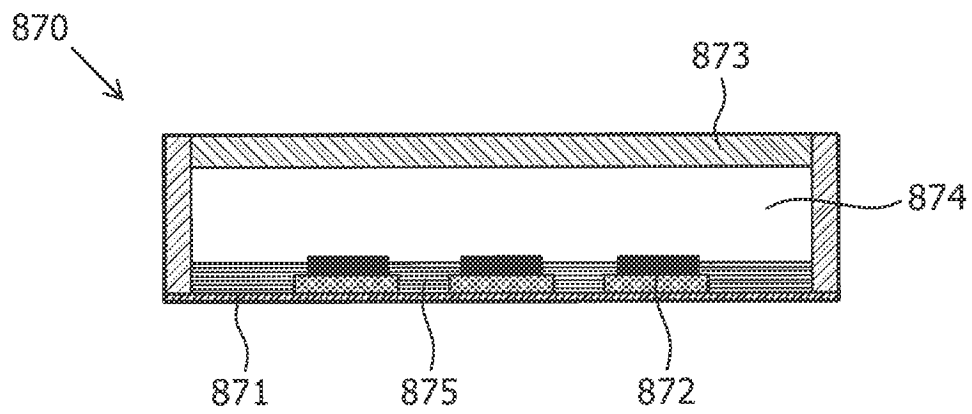


图 10c

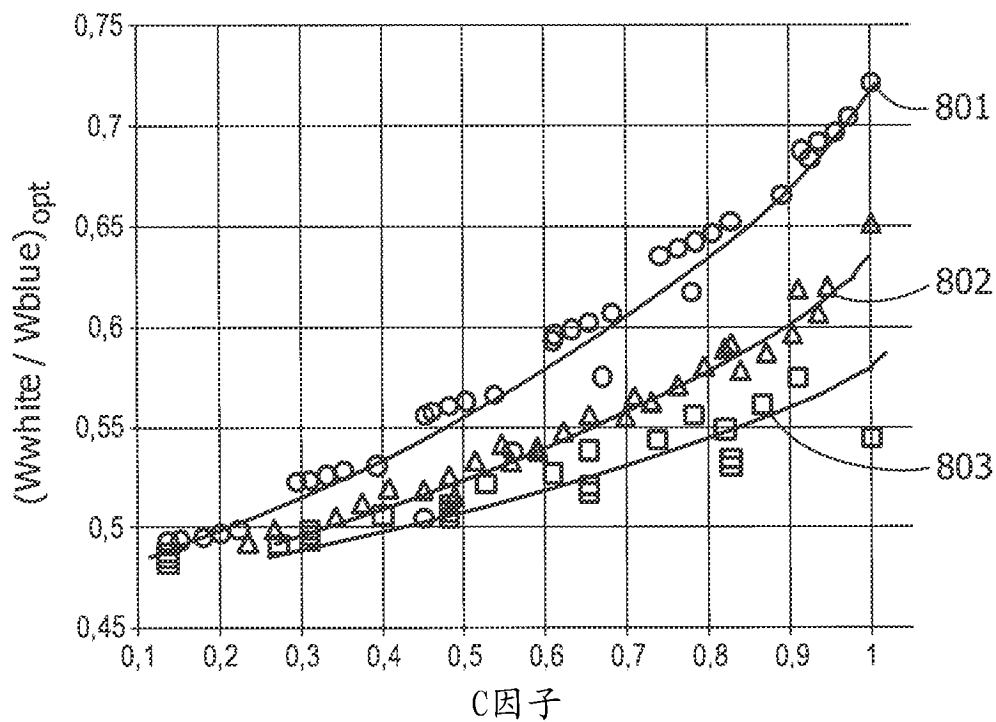


图 11

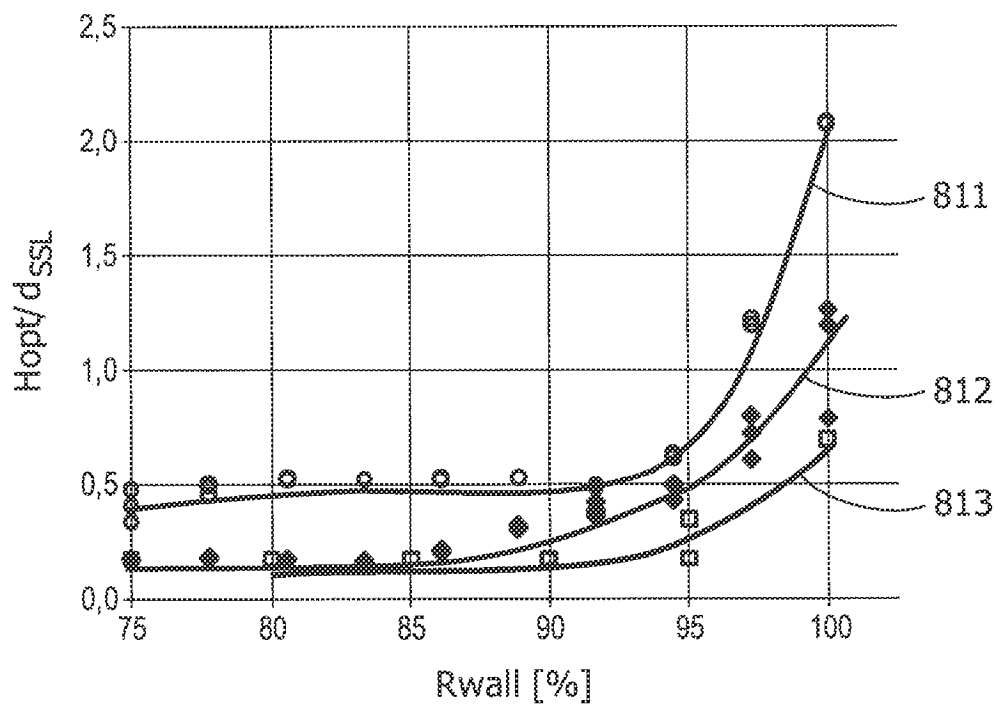


图 12

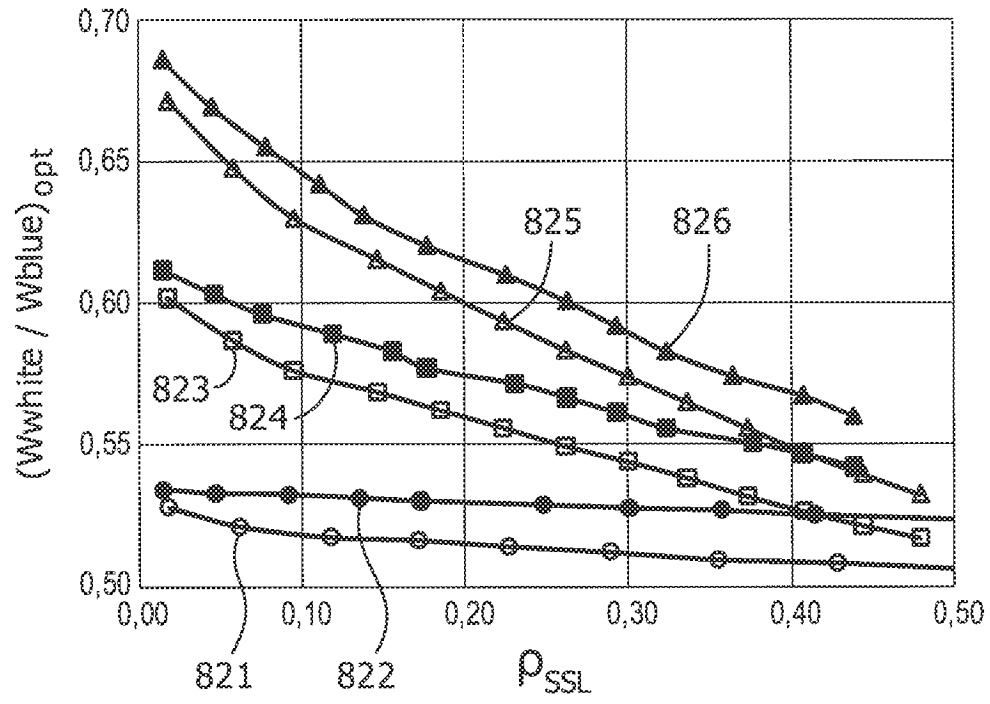


图 13

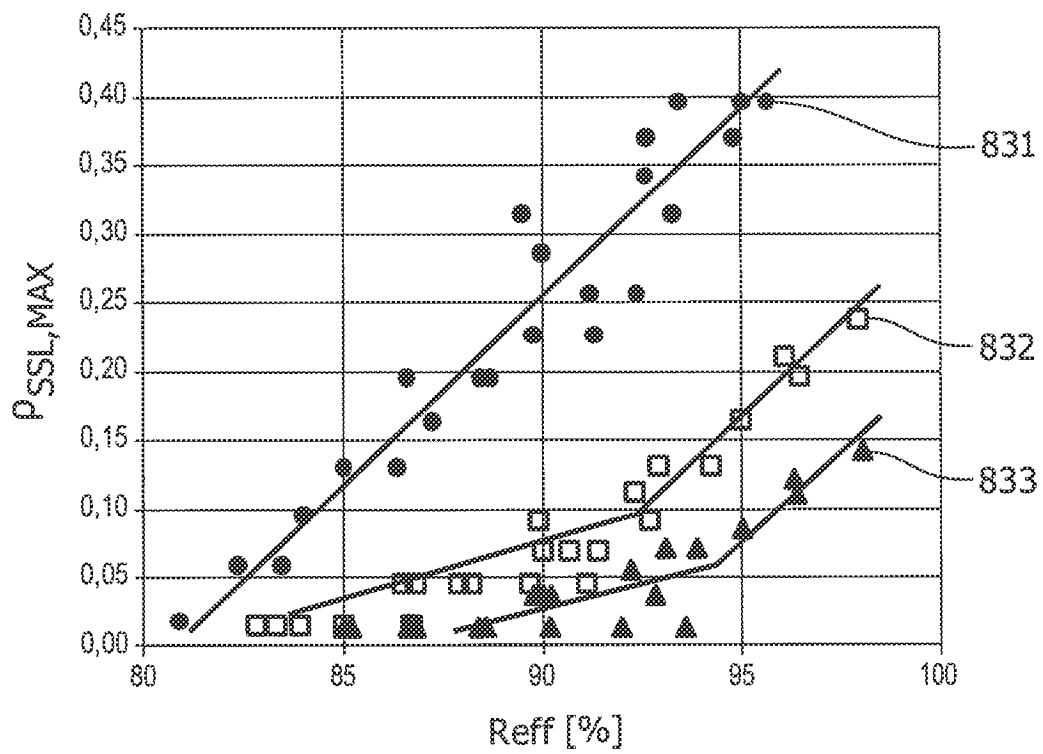


图 14

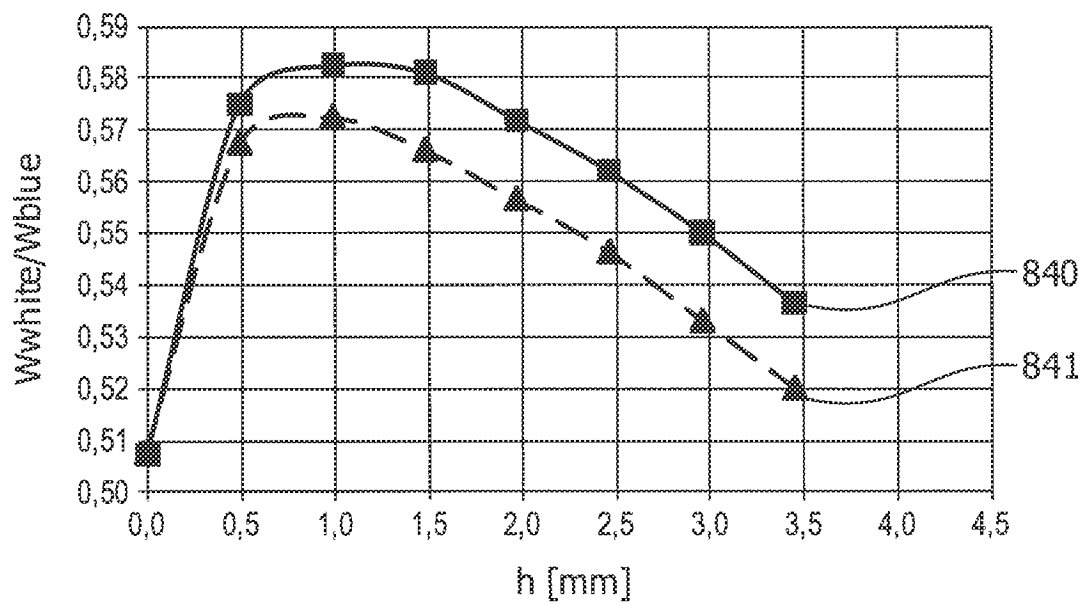


图 15

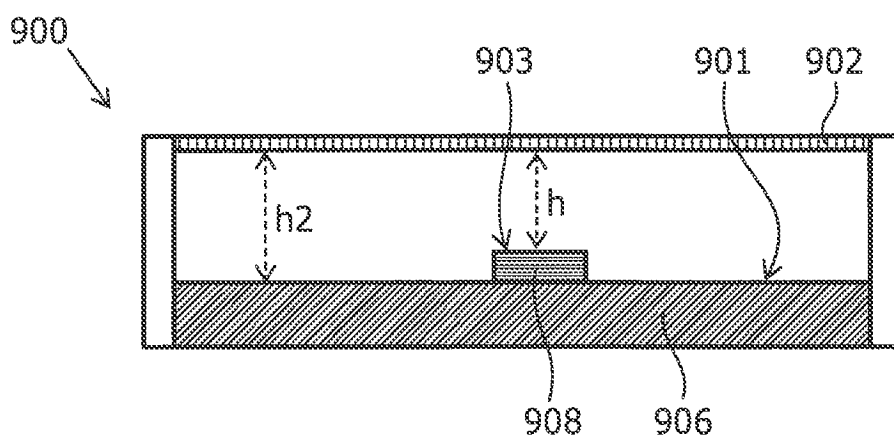


图 16a

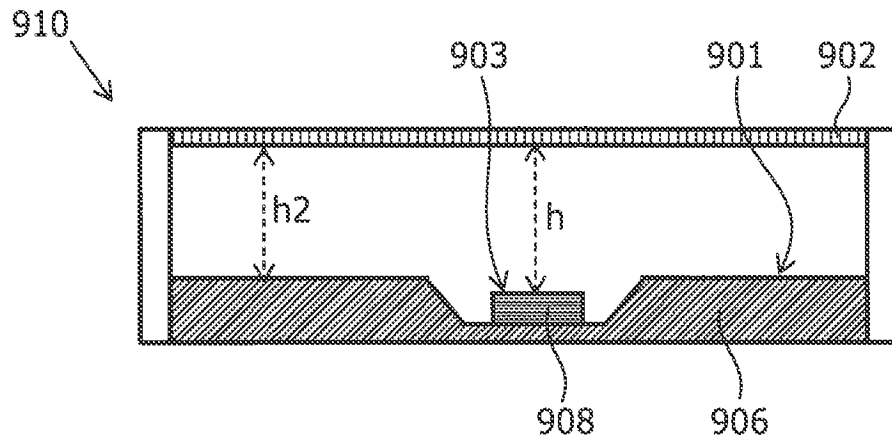


图 16b

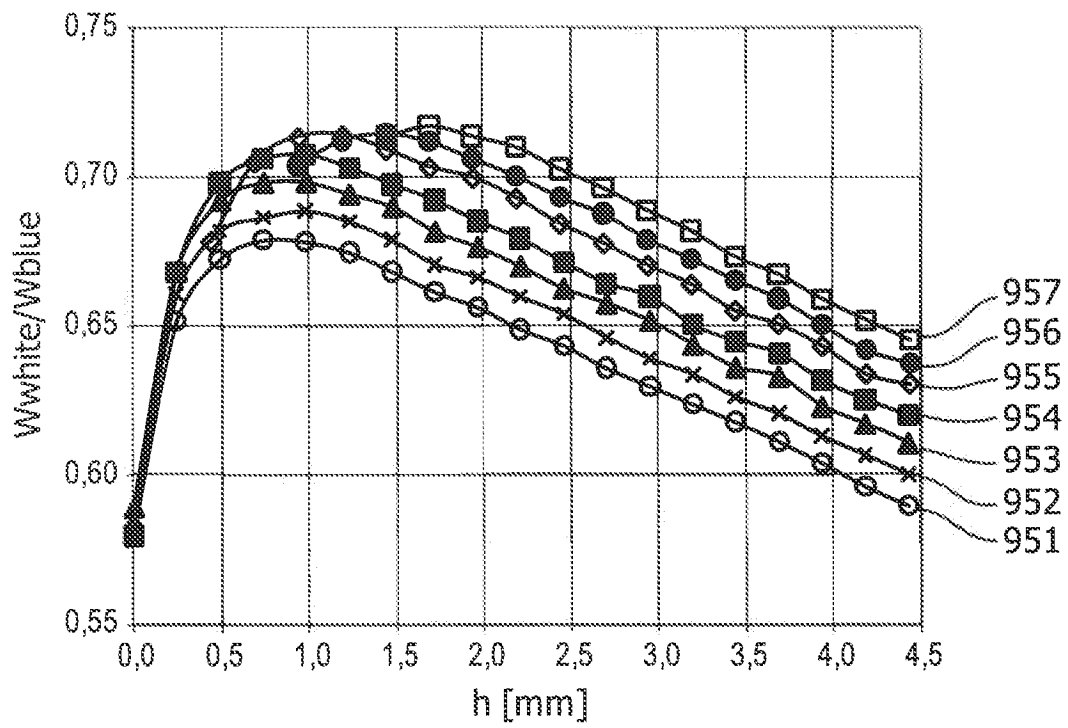


图 16c

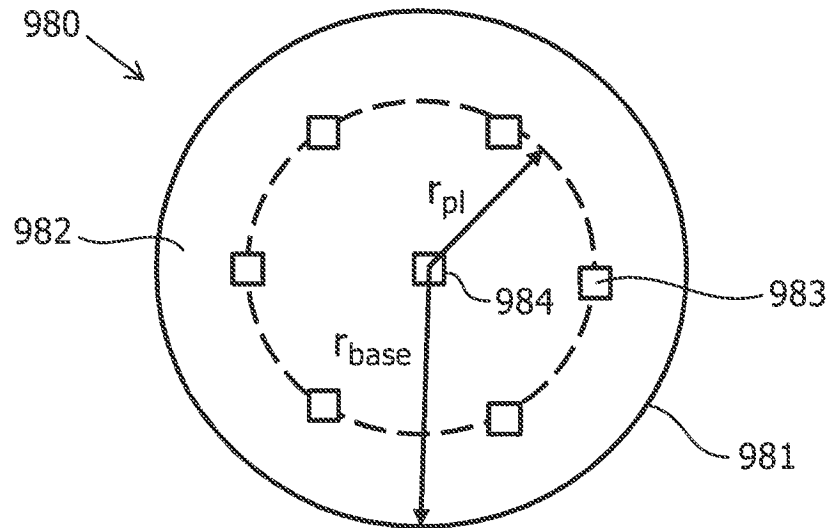


图 17a

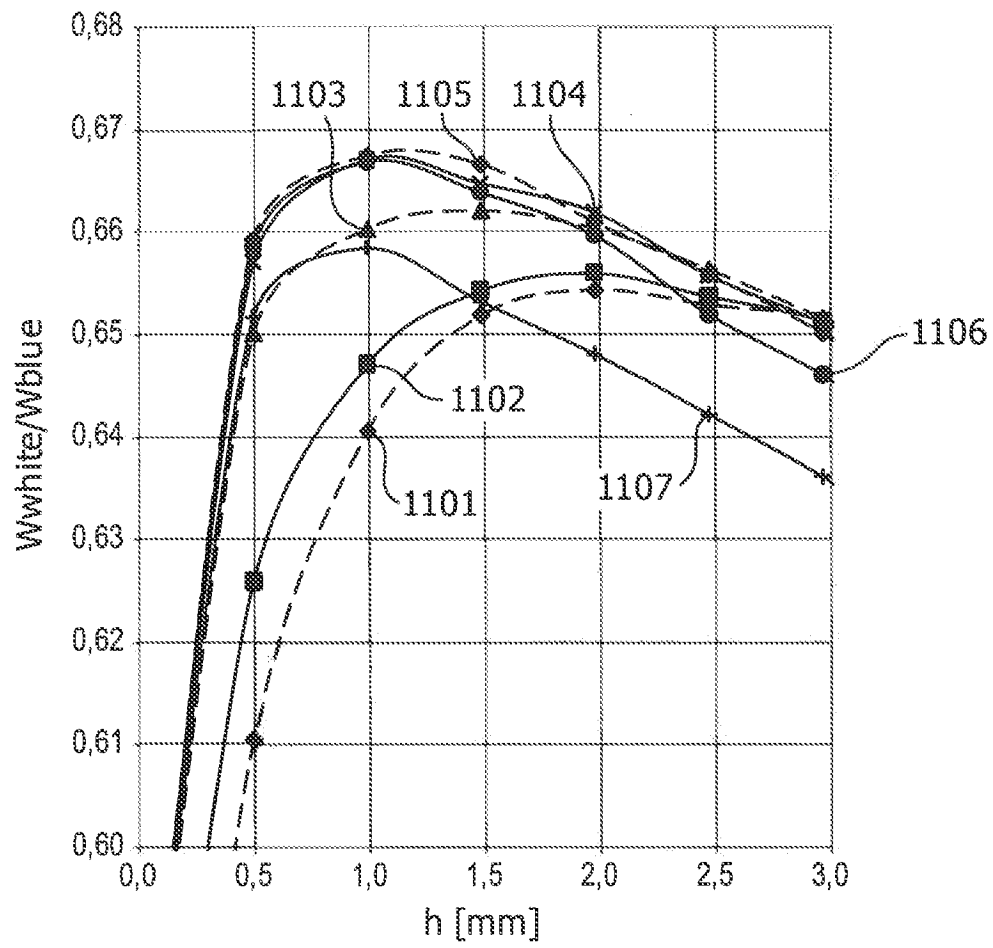


图 17b

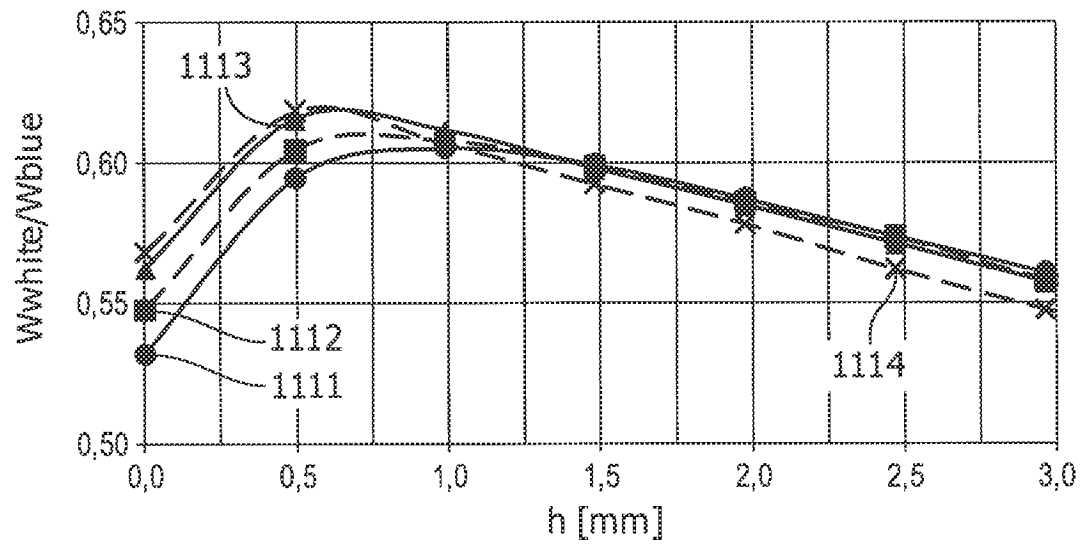


图 17c

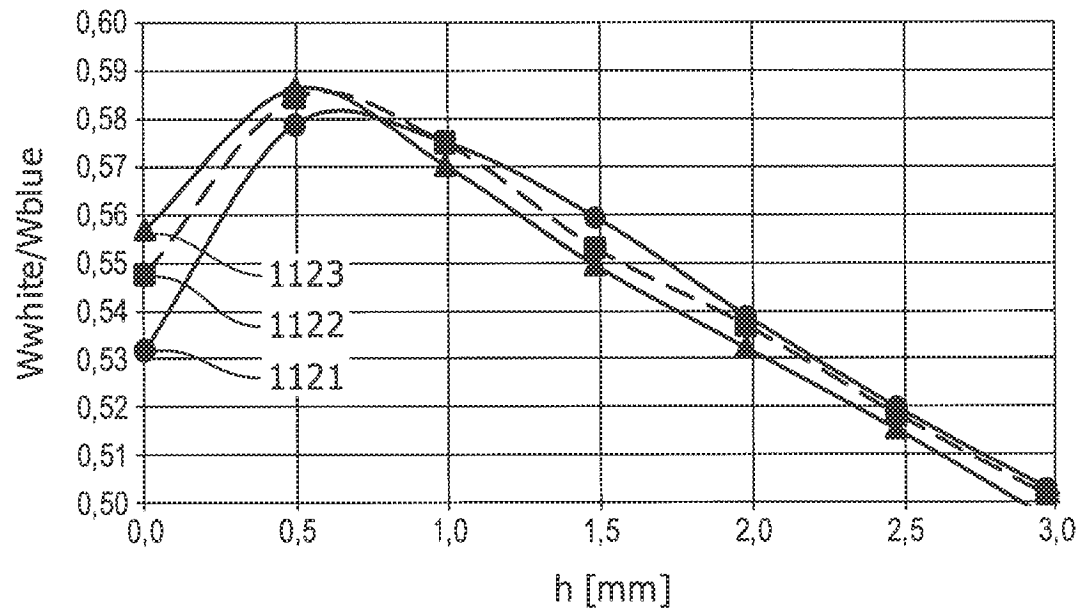


图 17d

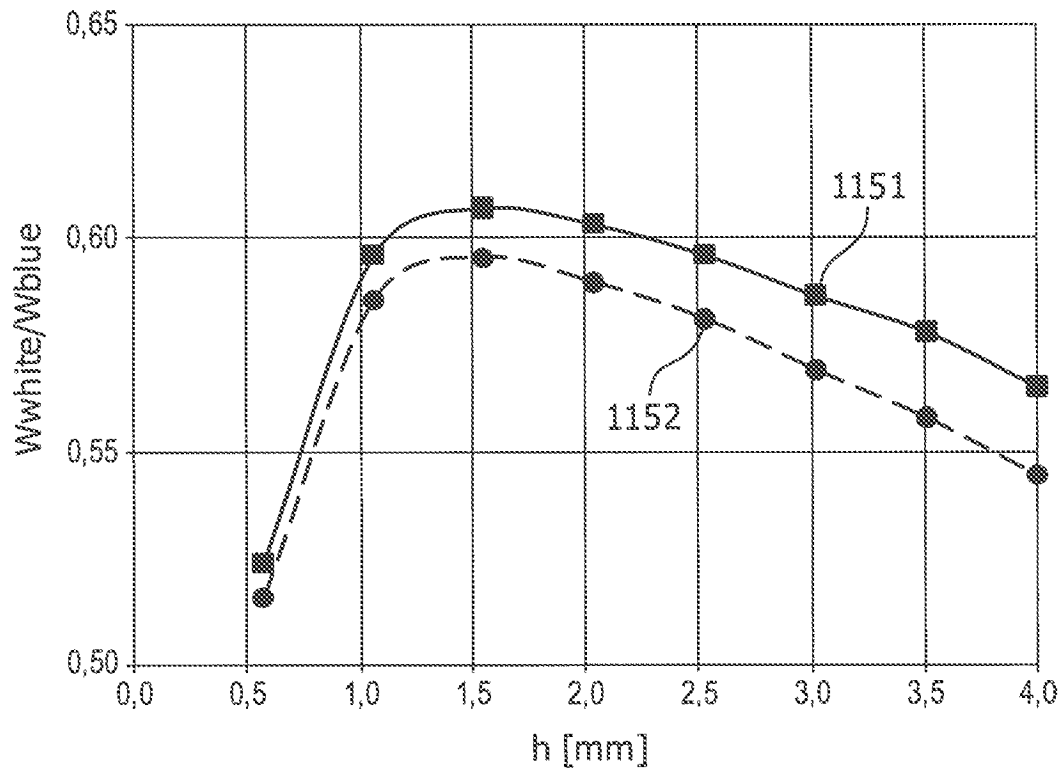


图 18

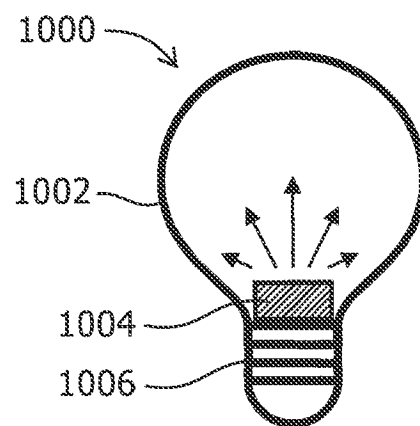


图 19a

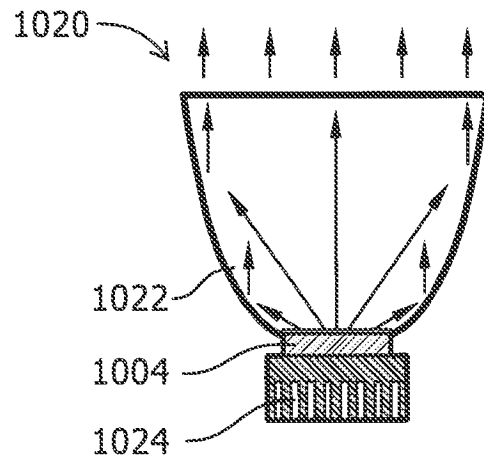


图 19b

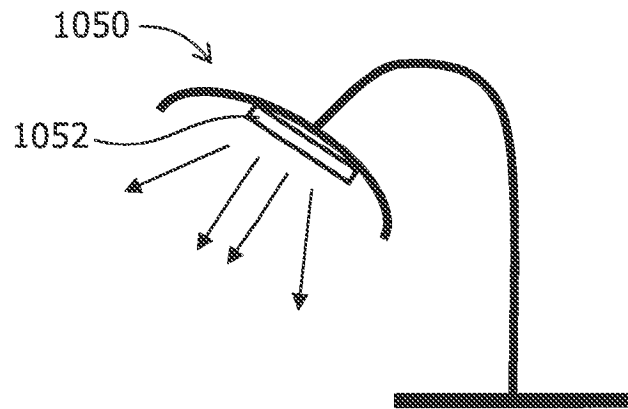


图 19c

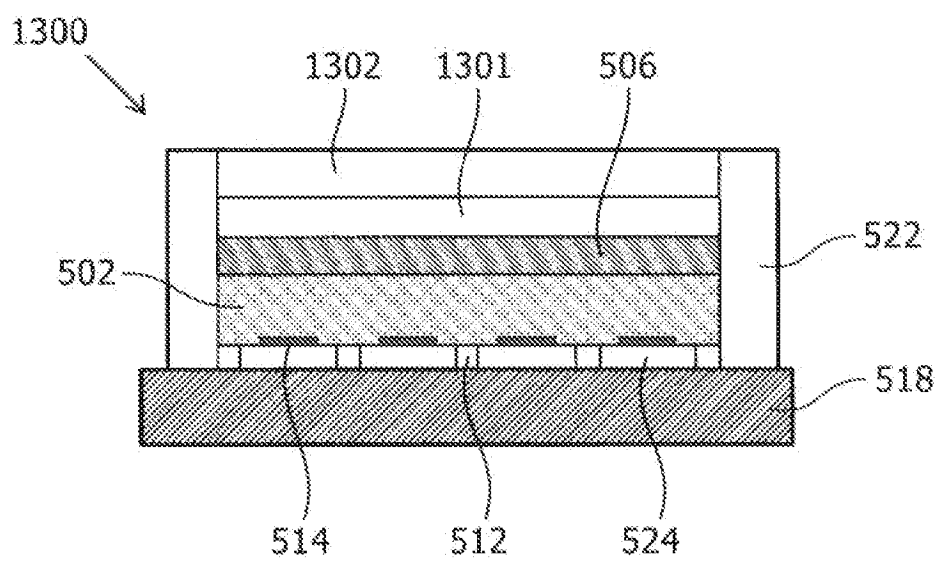


图 20

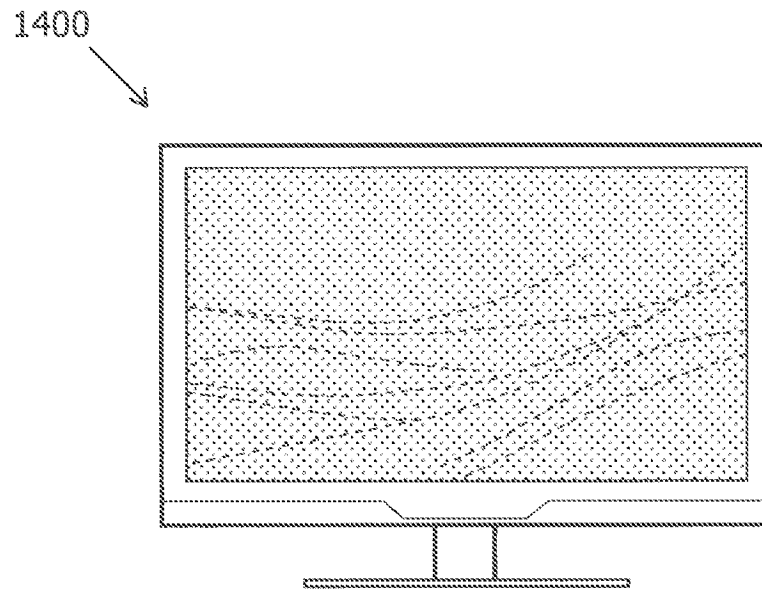


图 21