



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102460748 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 16

(21) 申请号 201080025736. 4

(22) 申请日 2010. 05. 11

(30) 优先权数据

12/481021 2009. 06. 09 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 12. 09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2010/052085 2010. 05. 11

(87) PCT申请的公布数据

W02010/143086 EN 2010. 12. 16

(71) 申请人 飞利浦拉米尔德斯照明设备有
限公司

地址 美国加利福尼亚州

申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

(72) 发明人 A. J. 戴维 R. I. 阿尔达斯

M. 巴特沃思 S. J. 比尔休曾

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公
司 72001

代理人 汪扬 刘鹏

(51) Int. Cl.

H01L 33/50(2006. 01)

H01L 33/56(2006. 01)

H01L 33/46(2006. 01)

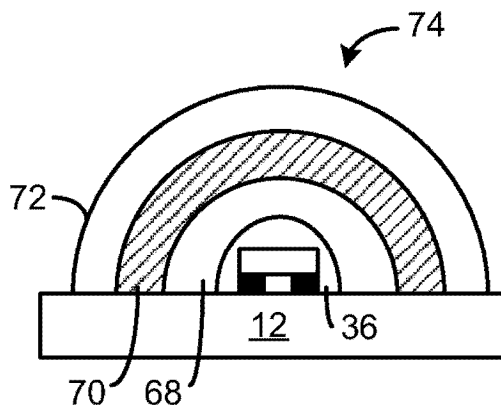
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 9 页

(54) 发明名称

具有远程磷光体层和反射基板的 LED

(57) 摘要

一种发光器件,包括安装在基板(12)上的倒装芯片发光二极管(LED)管芯。基板的顶面具有反射层。在LED管芯之上模制半球第一透明层(36)。然后在第一透明层之上提供低折射率层(68)以提供磷光的TIR。然后在低折射率层之上提供半球磷光体层(70)。然后在磷光体层之上模制透镜(72)。与在高折射率磷光体层和底层低折射率层的界面处的TIR相组合,通过反射基板层实现的反射极大地改善了灯的效率。可以使用其他材料。低折射率层可以是气隙(46)或模制层(68)。除了低折射率层,可以在第一透明层之上溅射分布式布拉格反射器(76)。



1. 一种发光器件,包括:
基板上的倒装芯片发光二极管(LED)管芯;
在基板的顶面上形成的反射层,其对于可见波长具有至少 90% 的反射率;
透明的基本半球的第一层,其封装该 LED 管芯,该第一层具有第一折射率;
基本半球的第二层,其环绕该第一层;以及
基本半球的磷光体层,其形成在该第二层之上,该第二层具有这样的特性:至少在光相对于第二层大于某一角度时,导致该第二层反射来自该磷光体层的光,
其中在该基板的顶面上的该反射层至少在该磷光体层的一部分下方延伸。
2. 根据权利要求 1 所述的器件,其中该第二层包括模制的硅树脂。
3. 根据权利要求 1 所述的器件,其中该第二层具有低于第一折射率的第二折射率,且该磷光体层具有大于第一折射率的第三折射率。
4. 根据权利要求 1 所述的器件,其中该第二层是气隙。
5. 根据权利要求 1 所述的器件,其中该第二层是已经干燥的溶胶凝胶。
6. 根据权利要求 1 所述的器件,其中该第二层是分布式布拉格反射器。
7. 根据权利要求 1 所述的器件,其中该磷光体层包括浸泡在硅树脂中的磷光体粉末。
8. 根据权利要求 1 所述的器件,还包括环绕该磷光体层的透明第三层。
9. 根据权利要求 1 所述的器件,其中该 LED 管芯发射蓝光且该磷光体层具有这样的特性:将蓝光的一部分转换成这样的光,当该光与蓝光组合时产生白光。
10. 一种用于形成发光器件的方法,包括:
在基板上提供倒装芯片发光二极管(LED)管芯;
在基板的顶面上形成反射层,该反射层对于可见波长具有至少 90% 的反射率;
在该 LED 管芯之上模制透明的基本半球的第一层且封装该 LED 管芯,该第一层具有第一折射率;
形成环绕该第一层的基本半球的第二层;以及
在第二层之上模制基本半球的磷光体层,该第二层具有这样的特性:至少在光相对于该第二层大于某一角度时,导致该第二层反射来自该磷光体层的光,
其中在该基板的顶面上的该反射层至少在该磷光体层的一部分下方延伸。
11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中形成环绕该第一层的基本半球的第二层包括:在该第一层之上模制溶胶凝胶,以及干燥该溶胶凝胶以创建第二层,该第二层具有小于该第一折射率且小于该磷光体层的折射率的第二折射率。
12. 根据权利要求 10 所述的方法,其中形成环绕该第一层的基本半球的第二层包括:在该第一层之上模制透明层以创建第二层,该第二层具有小于第一折射率且小于该磷光体层的折射率的第二折射率。
13. 根据权利要求 10 所述的方法,其中形成环绕该第一层的基本半球的第二层包括:在该第一层之上沉积分布式布拉格反射器。
14. 根据权利要求 1 所述的方法,其中模制基本半球的磷光体层包括模制具有浸泡在硅树脂中的磷光体粉末的层。
15. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括在该磷光体层之上模制透明第三层。

具有远程磷光体层和反射基板的 LED

技术领域

[0001] 本发明涉及具有磷光体覆层从而波长转换 LED 发射的发光二极管(LED),且尤其涉及使用远程(remote)磷光体改善 LED 灯的效率的技术。

背景技术

[0002] 为了使用蓝光 LED 管芯产生白光,公知的是例如通过在粘合剂中喷涂或旋涂磷光体、电泳、在反射杯中应用磷光体或以其他方式而在 LED 管芯之上直接沉积 YAG 磷光体或红色和绿色磷光体。还已知将磷光体的预制片(例如,烧结的磷光体粉末)附着在 LED 管芯顶部上。这种磷光体层是非远程的,因为它们直接接触半导体管芯的表面。通过磷光体泄露的蓝光与磷光组合产生白光。使用这种非远程磷光体的问题包括:1)存在来自磷光体层的蓝光的明显背散射,该背散射然后被 LED、基板(submount)和金属电极部分地吸收;2)存在被 LED、基板和金属电极部分吸收的显著数量的由磷光体产生的光;3)对于高功率 LED 而言光子密度极高且使得磷光体饱和;4)LED 非常热且磷光体可以对热作出反应以导致磷光体颗粒嵌于其中的聚合物粘合剂层(例如硅树脂)变暗;以及 5)由于经过不同厚度的磷光体的蓝光射线的各种角度(经过最小厚度的法向蓝光射线),颜色随视角变化。

[0003] 诸如在 Grigoriy Basin 等人转让给本受让人且通过引用结合于此的美国专利 No. 7, 344, 902 中描述,还已知在硅树脂粘合剂中浸泡磷光体粉末且在 LED 管芯之上模制硅树脂以形成透镜。磷光体在透镜中以极低密度分布。这种远程磷光体创建了相对大的光源,与具有磷光体薄涂层的 LED 管芯相比,其每单位面积的亮度大为减小。而且,因为磷光体覆盖在大面积基板上,磷光部分地被基板以及 LED 管芯和电极吸收,所以白光 LED 的效率减小。

[0004] Allen 等人在 Applied Physics Letters 92, 143309(2008)上的名为“A Nearly Ideal Phosphor-Converted White Light-Emitting Diode”的文章描述了被气隙环绕的裸 LED 管芯以及被透明层封装的半球磷光体层。存在从 LED 到气隙的不良光提取,且光被基板吸收。经济地制造这种设备也是相当困难的。

[0005] 所需要的是利用远程磷光体创建磷光体转换 LED 的技术,通过使得较少的光被 LED 和基板吸收,该 LED 是十分高效的。还希望提供一种远程磷光体,其中所得的光源小于具有浸泡在硅树脂透镜中磷光体的光源。

发明内容

[0006] 在一个实施例中,蓝光 LED 管芯安装在基板上。基板设置有环绕管芯的反射表面。LED 管芯具有在其上模制的薄半球密封剂,诸如硅树脂或另一高折射率透明材料。薄反射层然后在密封剂层之上创建,该薄反射层允许蓝光经过但是反射来自其上的磷光。反射层可以是在大于临界角(例如,空气隙或多孔层)的角度全反射光的低折射率(低 n)层,或者反射层可以是分布式布拉格反射器。磷光体层然后沉积或模制在反射层之上。磷光体层可以是致密和薄的,以免创建大光源。诸如模制的硅树脂透镜的透明外部层然后在磷光体层之上

形成以保护磷光体层,且提供诸如创建所需发射图案和增加光提取的光学属性。

[0007] 将描述用于在 LED 管芯之上形成各层的各种技术,一种方法是用于形成所有层的模制技术。

[0008] 具有 LED 管芯和反射层的折射率之间折射率的内部半球密封剂改善了从 LED 管芯的光提取。因为磷光体“壳”远离管芯,存在很少蓝光的背散射。而且,磷光通过反射层和反射基板表面向外反射,改善了效率。而且,来自磷光体的蓝光的任意背散射被反射层反射出来而不是返回 LED,这是因为大多数背散射光将不垂直于反射层。而且,因为远程磷光体并不浸泡在透镜中,磷光体壳可以具有小直径以创建亮光源。在创建小光源的同时仍获得了远程磷光体的所有优点。

[0009] 磷光体可以是 YAG、红色、绿色或任意其他颜色磷光体或磷光体的组合。

[0010] 在一个实施例中,在成百上千个 LED 管芯安装在基板晶片上的情况下,在晶片尺度上同时执行各层的创建。

附图说明

[0011] 图 1 是安装在基板上的蓝光或 UV 倒装芯片 LED 管芯的剖面图,其中基板具有反射顶层。

[0012] 图 2 说明由诸如 500-4000 个 LED 的 LED 管芯阵列组装的简化的基板晶片,其中晶片上的所有 LED 管芯被同时处理。

[0013] 图 3 说明基板晶片设为与模具相抵(bring against),该模具用于形成用于封装 LED 管芯的第一硅树脂层并且从 LED 管芯隔开磷光体层。使用不同模具的相同模制工艺可以用于形成不同于图 5-8 工艺的所有层。

[0014] 图 4 说明封装之后的 LED 管芯。

[0015] 图 5 说明固体半球外部透镜。

[0016] 图 6 说明被加工以创建腔体的图 5 的透镜。

[0017] 图 7 说明其上沉积有磷光体层的图 6 的腔体。

[0018] 图 8 说明透镜和磷光体层附着在封装管芯之上。

[0019] 图 9 说明透镜和磷光体层附着在封装管芯之上,在磷光体层和密封剂之间存在气隙以提供 TIR。

[0020] 图 10 说明图 9 中的光源的各种光线,示出气隙和基板表面之间的反射。

[0021] 图 11 说明具有浸泡在外部透镜中的磷光体的光源,示出气隙和基板表面的反射。

[0022] 图 12 说明光源,其中每一层通过 LED 管芯之上的连续模制工艺形成,且低折射率(n)层可以是包括牺牲溶胶凝胶层的任意可模制层。

[0023] 图 13 说明光源,其中反射层是分布式布拉格反射器(DBR)。

[0024] 图 14 是说明流明输出与基板上反射层的反射率之间关系改进的图表。

[0025] 使用相同的标号标记相同或等同的元件。

具体实施方式

[0026] 图 1 说明安装在一部分基板晶片 12 上的常规倒装芯片 LED 管芯 10。在倒装芯片中,在 LED 管芯的相同面上形成 n 和 p 接触。

[0027] LED 管芯 10 由生长在诸如蓝宝石衬底的生长衬底上的包括 n 层 14、有源层 15 和 p 层 16 的半导体外延层形成。在图 1 中,生长衬底通过激光剥离、刻蚀、研磨或通过其他技术去除。在一个实例中,外延层是 GaN 基的,且有源层 15 发射蓝光。发射 UV 光的 LED 管芯也可应用于本发明。

[0028] 金属电极 18 电接触 p 层 16,且金属电极 20 电接触 n 层 14。在一个实例中,电极 18 和 20 是超声焊接到陶瓷基板晶片 12 上的阳极和阴极金属焊盘 22 和 23 的金焊盘。基板晶片 12 具有通到底部金属焊盘 26 和 28 的导电通孔 24 以用于结合到印刷电路板。很多 LED 安装在基板晶片 12 上,且将在稍后被划片以形成各个 LED/ 基板。

[0029] LED 的进一步细节能够在受让人的美国专利 No. 6, 649, 440 和 6, 274, 399 以及美国专利公报 US 2006/0281203A1 和 2005/0269582 A1 中发现,所有这些通过引用结合于此。

[0030] 根据本发明的一个实施例,在基板晶片 12 的表面之上形成反射层 29(例如 $R > 90\%$) 以反射远程磷光体层产生的光。基板典型地是陶瓷、硅或其他光吸收材料。反射层 29 可以是溅射的金属镜(例如 Al 或 Ag)、电介质镜、金属 / 电介质组合或非吸收散射体。在一个实施例中,反射层 29 延伸到除 LED 管芯 10 之上以外的晶片 12 的所有区域。在另一实施例中,反射层 29 是至少在磷光体层接触基板的地方之下延伸的每个 LED 管芯周围的镜面环。当沉积反射层 26 时,在附连 LED 管芯之前,可以临时在 LED 管芯区域之上形成掩模(未示出),以防止反射层 29 覆盖金属焊盘 22 和 23,或者可以使用印刷工艺来形成反射层 29。反射层 29 将增加灯的效率。

[0031] 图 2 是其上安装 LED 管芯 10 的阵列的基板晶片 12 的简化说明。可以在单个基板晶片 12 上存在 500-4000 个 LED。晶片 12 上的所有 LED 将使用下述方法同时处理。

[0032] 按照以下方式在 LED 管芯 10 之上模制第一硅树脂层以封装管芯 10。

[0033] 图 3 说明基板晶片 12 和 LED 管芯 10 的一部分布置在模具 30 之上,该模具 30 具有用液体硅树脂 34 或软化硅树脂 34 或粉末硅树脂 34 或片剂形式硅树脂填充的腔体 32。如果硅树脂 34 不以液体或软化形式配给,则模具 30 被加热以软化硅树脂 34。基板晶片 12 设为与模具 30 相抵,使得 LED 管芯 10 在每个腔体 32 中浸没在硅树脂 34 中。晶片 12 和模具 30 被按压在一起,以迫使硅树脂 34 填充所有空隙。外围密封剂允许高压,同时在硅树脂 34 填充空隙时允许所有空气逃逸。还可以利用环绕密封剂的真空源在晶片 12 和模具 30 之间拉出(pulled)真空。

[0034] 取决于使用的硅树脂 34 的类型,模具 30 然后被加热以固化硅树脂 34。如果原始硅树脂 34 在室温是固体(例如粉末或片剂),模具 30 被冷却以硬化硅树脂 34。备选地,可以使用透明模具且可以使用 UV 光来固化硅树脂 34。

[0035] 然后从晶片 12 去除模具 30,得出图 4 的结构,其中所得硅树脂层 36 封装每个 LED 管芯 10。在所示实施例中,硅树脂层 36 形成为具有基本半球的形状。硅树脂层 36 的厚度并不关键,因为 LED 光通过透明硅树脂层 36 以朗伯(Lambertian)模式扩展。

[0036] 取决于使用的硅树脂 34 的类型,晶片 12 然后可以经历约 250°C 的后固化温度以附加地硬化硅树脂层 36。可以使用不同于硅树脂的材料,诸如粉末形式的环氧树脂的模制化合物或另外合适聚合物。

[0037] 还可以使用注射模塑法形成硅树脂层 36,其中晶片 12 和模具放在一起,液体硅树脂通过入口被压力注入到模具中且创建真空。模具腔体之间的小通道允许硅树脂填充所有

腔体。然后通过加热而固化硅树脂,从晶片 12 分离模具。

[0038] 硅树脂层 36 (聚合物) 可以替代为由高折射率玻璃、环氧树脂或其他材料形成。

[0039] 将参考图 5-8 描述用于在 LED 管芯 10 和硅树脂层 36 之上形成附加层的一种技术。稍后描述一种全模制工艺。

[0040] 在图 5 中,通过模制或另一技术形成固体半球穹顶 38。穹顶 38 可以具有 5mm 量级的直径。穹顶可以是硅树脂、环氧树脂、蓝宝石或其他合适的透明材料。

[0041] 在图 6 中,穹顶 38 被加工或处理以形成具有 3mm 量级直径的腔体 40。在一个实施例中,用于穹顶 38 的模制处理可以在匹配基板晶片 12 上的 LED 管芯 10 位置的穹顶阵列中在穹顶之间创建薄连接器以简化处理。

[0042] 在图 7 中,在腔体中形成具有基本均匀厚度的几百微米量级的薄磷光体层 42。这可以使用浸泡在硅树脂粘合剂中的磷光体预制柔性片的堆叠完成。还可以在硅树脂粘合剂中喷射磷光体、电泳、沉积接着加工、或者通过其他技术沉积磷光体。如在所有实施例中那样,磷光体层 42 可以包括多个不同磷光体层或诸如 YAG、红色和 / 或绿色磷光体的磷光体混合物以产生白光。如果使用 UV LED,则蓝色磷光体也将用于产生白光。

[0043] 如图 8 所示,完成的帽 44 然后对准于每个 LED 管芯 10,且帽 44 附着到环绕每个 LED 管芯 10 的基板晶片 12 的表面。硅树脂可以用作粘合剂。

[0044] 如图 9 所示,在磷光体层 42 和硅树脂层 36 之间存在气隙 46。LED 管芯 10 具有约 1mm 的边,硅树脂层 36 具有约 2mm 的直径,磷光体层 42 是几百微米,且腔体 40 具有约 3mm 的直径,导致环绕硅树脂层 36 的约 0.2-0.5mm 的气隙 46。因为气隙 46 的折射率(n)约为 1,且磷光体层 42 的 n 处于 1.7-2 的量级,以大于临界角产生的朝向气隙 46 的任何磷光将被全反射回来且不被 LED 管芯 10、电极或其他元件吸收。

[0045] 通过使得硅树脂层 36 基本是环绕 LED 管芯 10 的半球,将在气隙 36 和硅树脂层 46 之间的界面存在 LED 光极少的 TIR。硅树脂层 36 改善了从 LED 管芯 10 的光提取,因为其折射率(例如 >1.5)更接近 LED 管芯 10 的折射率(例如 >2.2)。

[0046] 图 10 示出产生的各个光线将如何在图 9 的灯 48 中反射。射线 50 是来自 LED 管芯 10 的蓝色射线,且通过磷光体层 42 泄露。射线 52 是来自磷光体颗粒的在远离气隙 46 方向中的发射(例如,黄色、红色、绿色等)。射线 54 是来自磷光体颗粒的以大于临界角反射离开气隙 46 且在不撞击 LED 10 或基板晶片 12 的条件下离开灯 48 的发射。射线 56 是来自磷光体颗粒的反射离开基板晶片 12 上的反射层 29 (图 1) 的发射。

[0047] 而且,射线 54 可以是来自 LED 管芯的背散射的蓝色射线。尽管蓝色射线一般以接近垂直入射地进入磷光体层,但来自磷光体的背散射一般是各向同性的,所以背散射的光具有宽角度范围。大于临界角的任意背散射的蓝光通过气隙 46 界面(或此处描述的其他反射层)反射出来而不是返回 LED。

[0048] 低折射率层(气隙 46)、硅树脂层 36 和反射层 29 的组合极大地增加了来自灯 48 的光提取。

[0049] 图 11 说明,不是形成图 7 的帽,可以使用硅树脂透镜 58 中低密度磷光体颗粒的较厚的帽。气隙 46 用作图 10 中的反射器。射线 50 是来自 LED 管芯 10 的通过透镜 58 泄露的蓝色射线。射线 60 和 62 是来自磷光体颗粒的反射离开气隙 46 界面的射线(或背散射的蓝光)。射线 64 是来自磷光体颗粒的反射离开基板晶片 12 上的反射层 29 (图 1) 的射线。

因为硅树脂透镜 58 远宽于图 10 中的磷光体层 42, 每单位面积的灯 66 的亮度将小于图 10 的亮度, 取决于应用, 这一点可能是有利或不利的。

[0050] 由于处理和各种对准, 图 5-11 的技术可能是困难的。

[0051] 图 3 中表示的连续模制工艺可以用于形成图 12 中示出的结构, 其中代替气隙, 直接在硅树脂层 36 上模制低折射率材料。在一个实施例中, 如前所述模制硅树脂层 36。接下来, 具有较大腔体 32 (图 3) 的模具被填充以溶胶凝胶。溶胶凝胶是公知的且在溶剂中包括纳米颗粒以形成凝胶。这种物质能够被模制。溶剂然后通过受热而被干燥, 导致一些收缩以及由纳米颗粒形成的晶体。所得的层将是极度多孔的且有效地用作气隙。因为结构几乎是空的, 折射率极低。溶胶凝胶层在图 12 中示为层 68。除了溶胶凝胶, 可以使用另一低折射率材料, 只要折射率低于磷光体层即可。

[0052] 接下来, 具有稍大穹顶形腔体的另一模具用浸泡在硅树脂中的磷光体颗粒填充。如参考图 3 所讨论, 具有模制的溶胶凝胶穹顶的基板晶片 12 然后设为与模具相抵。磷光体层 7 然后通过受热而固化。最终的硅树脂透镜 72 然后模制在磷光体层之上, 或磷光体层可以是最终层。取决于磷光体层是否是最终层, 所得的灯 74 的操作类似于图 10 或图 11 中示出的灯的操作。

[0053] 图 13 说明低折射率层 (46 或 48) 可以替代的是沉积的布拉格反射器 (DBR) 76。DBR 76 可以使用共形溅射做得极薄且可以包括 10 对厚度为 98nm 和 64nm 的 $\text{SiO}_2/\text{Ta}_2\text{O}_5$ (折射率 n 分别等于 1.5 和 2) (在 450nm (蓝光) 提供约 40 度的反射)、接着是 6 对厚度为 129nm 和 81nm 的 $\text{SiO}_2/\text{Ta}_2\text{O}_5$ (在 550nm (绿色) 提供约 45 度的反射)。DBR 76 在 LED 光的垂直入射附近一直到 15 度角在 450nm 都基本透明 ($R < 10\%$)。DBR 76 在大于 15 度是反射性的。如前所述, 磷光体层 78 和外部硅树脂透镜 80 然后被模制。图 13 说明各个光射线经过 DBR 76、反射离开 DBR 76 且反射离开基板表面。

[0054] 为了使得所有这些设计有效, 来自内部硅树脂穹顶的提取效率必须是高的。这要求 LED 光以小于临界角的角度撞击该表面, 因此内部穹顶的半径必须足够大。因此, 一般而言, 在小入射角度和小源尺寸的要求之间存在折衷。如果管芯是 $1 \times 1\text{mm}$ 且内部穹顶的半径是 2mm, 则大部分光以小角度 (小于 15 度) 撞击在穹顶上, 且仅少量射线以高达 20 度的角度撞击。这小于用于环氧树脂 (或硅树脂) / 空气界面的全内折射的角度 (约 41 度), 且小于用于 DBR 的高透射的最大角度。因此, 这种尺寸适合于本申请中描述的实现方式。

[0055] 图 14 是说明当与本发明的远程磷光体实施例一同使用时, 流明输出与基板上的反射层 29 (图 1) 的反射率之间关系的近似改善的图表。

[0056] 所有实施例的各种组合可以用于创建具有高效率的远程磷光体灯。

[0057] 除了改善的效率, 具有基本均匀厚度的远程半球磷光体层相对于视角实现均匀的颜色且磷光体不因受热而劣化。

[0058] 基板晶片 12 然后被划片以形成各个 LED / 基板, 其中各图可以表示各个 LED / 基板。

[0059] 在本公开中, 术语“基板”旨在表示用于至少一个 LED 管芯的支撑, 其中基板上的电接触被结合到 LED 管芯上的电极, 且其中基板具有将被连接到电源的电极。

[0060] 尽管已经示出和描述了本发明的特定实施例, 对于本领域技术人员而言, 很明显可以在不偏离本发明的条件下在其更广义的方面做出变化和修改, 因此所附权利要求书将

落在本发明真实精神和范围内的所有这种变化和修改都包含在其中的范围内。

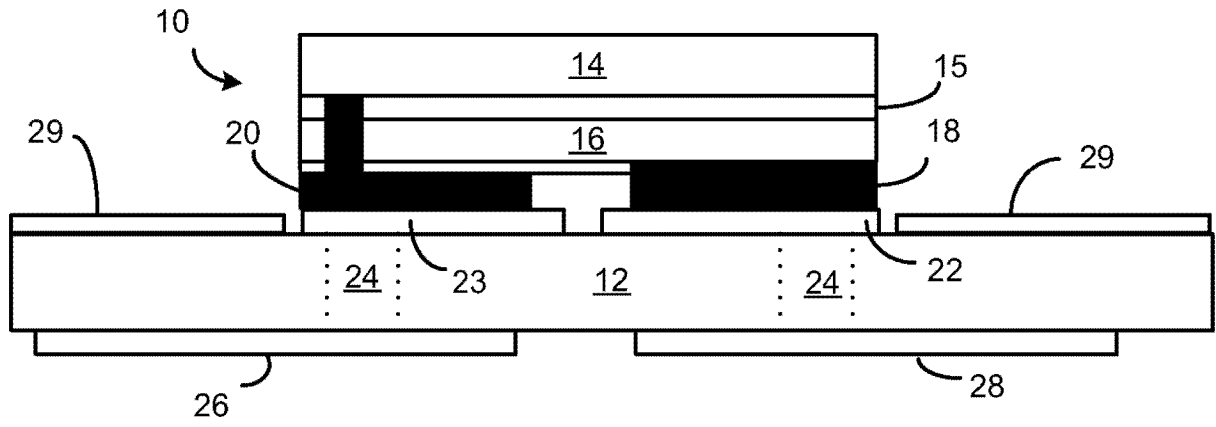


图 1

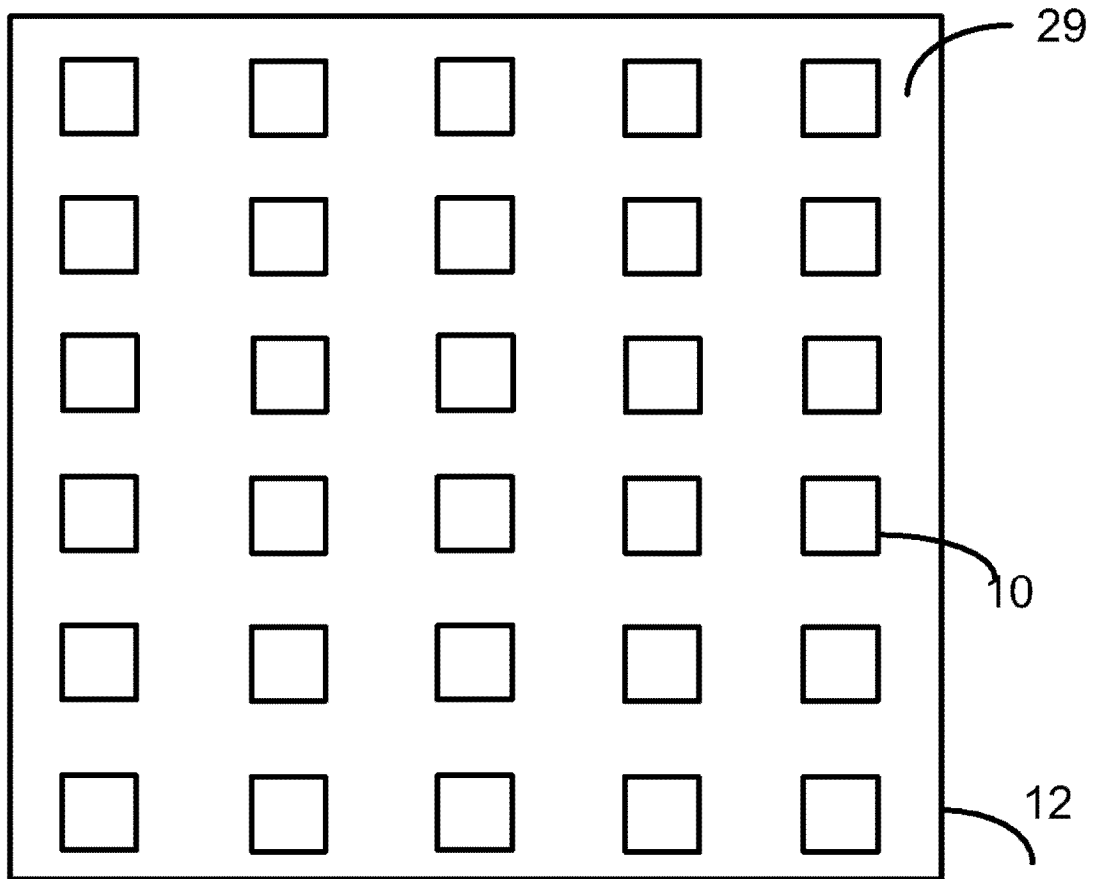


图 2

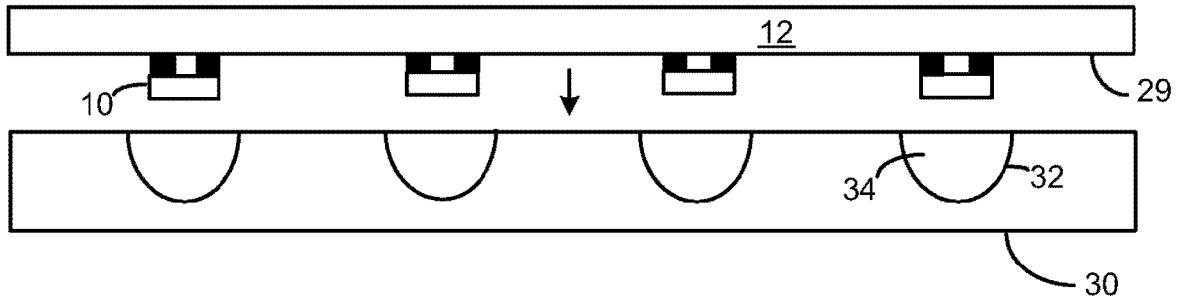


图 3

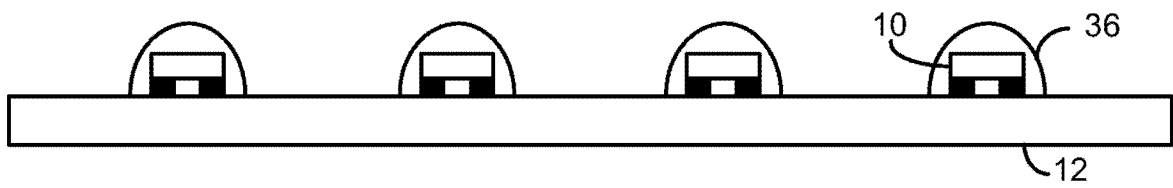


图 4

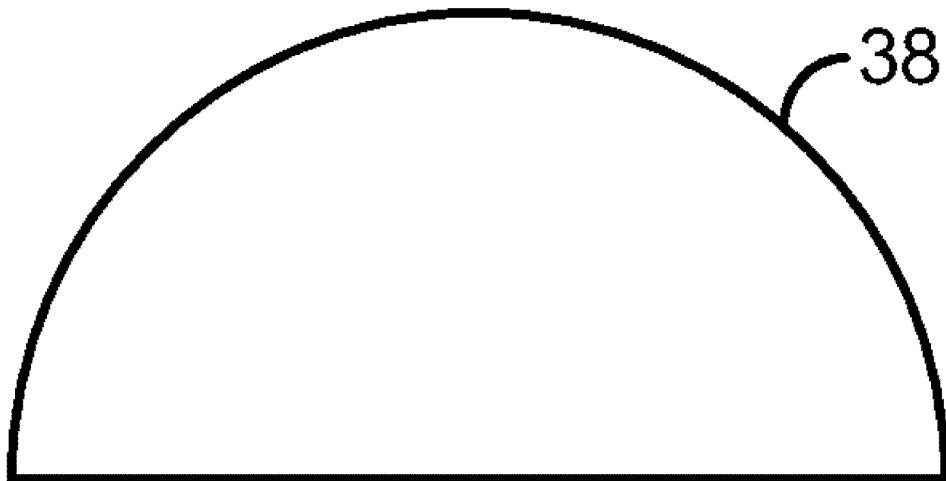


图 5

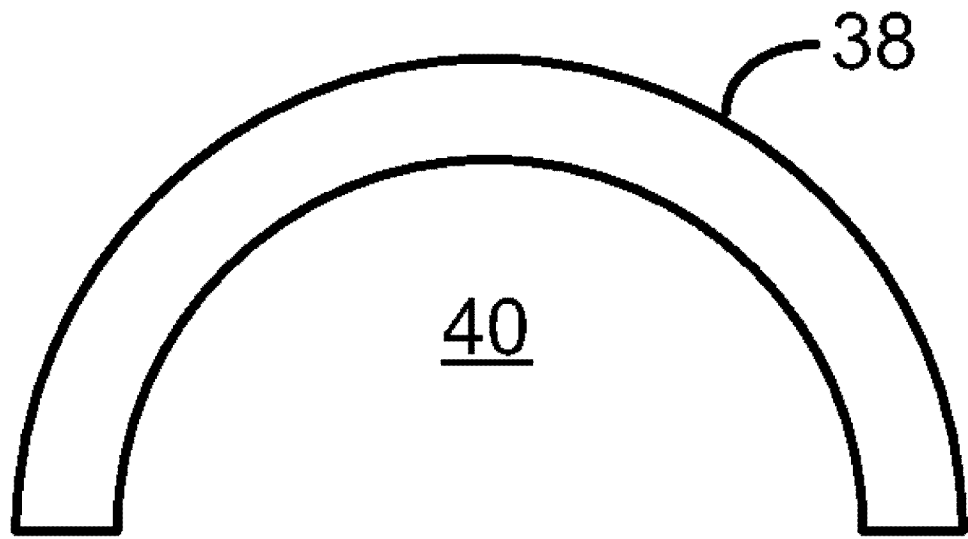


图 6

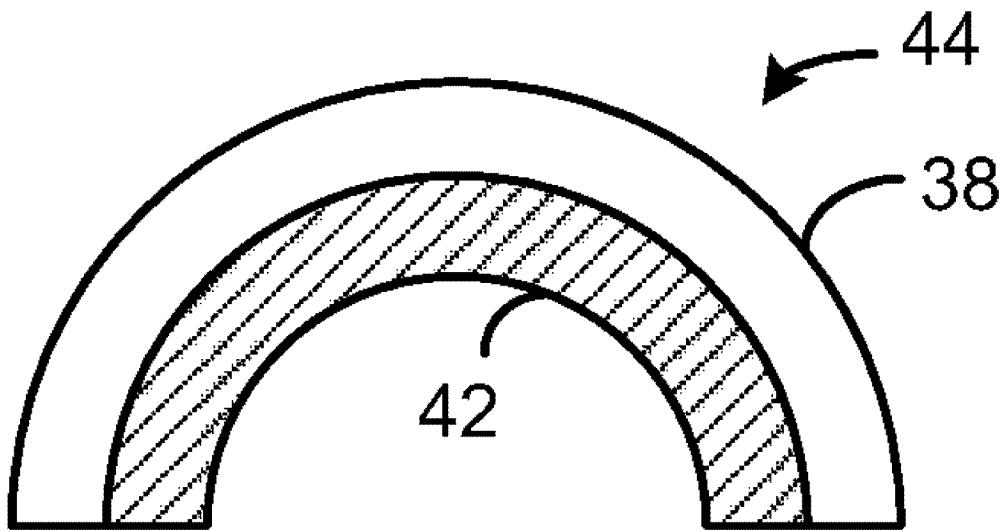


图 7

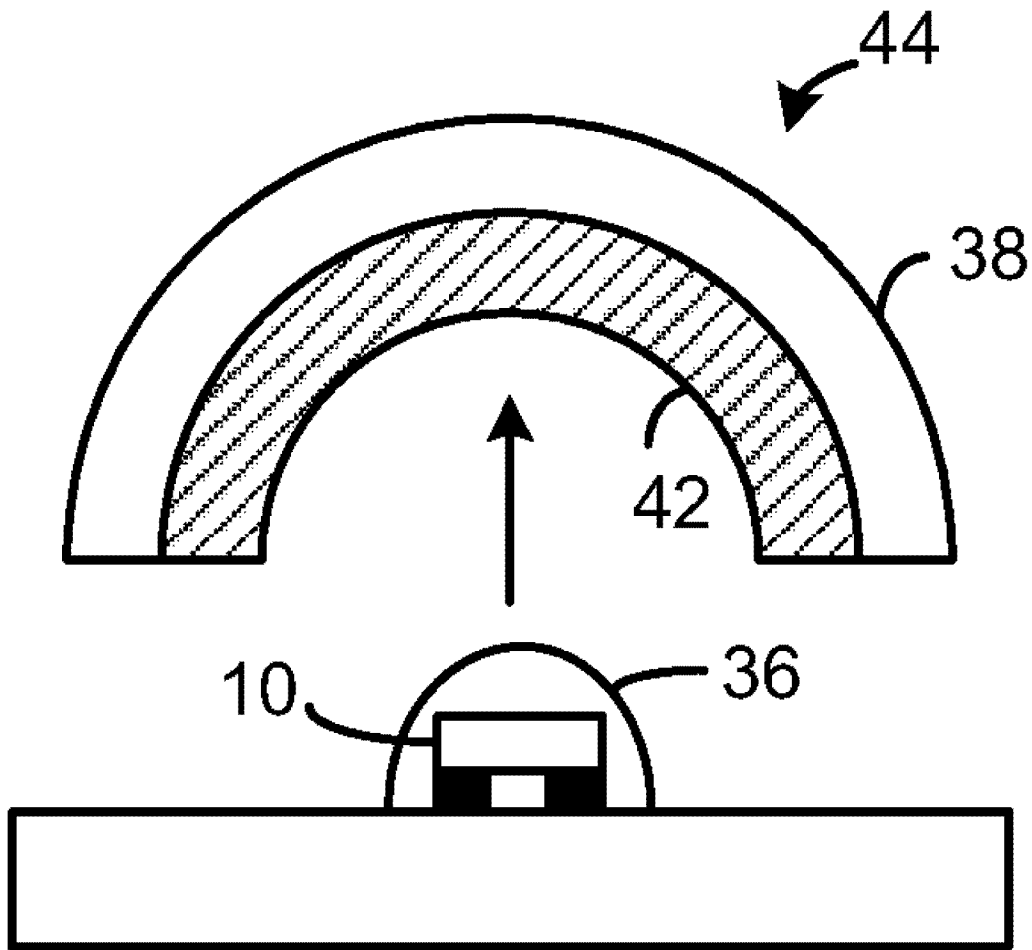


图 8

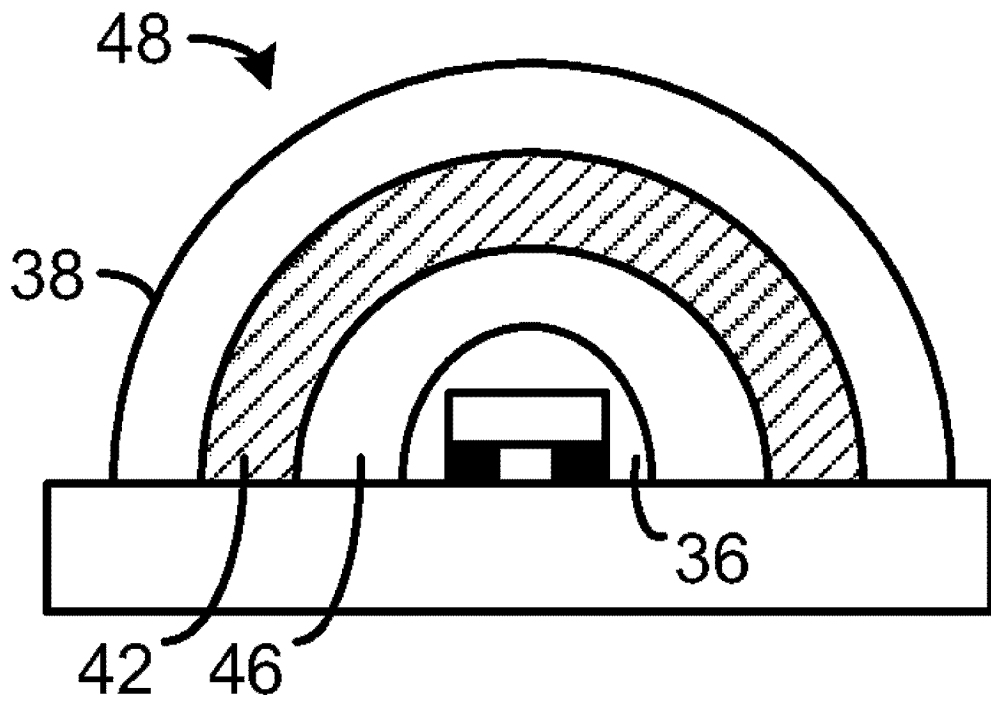


图 9

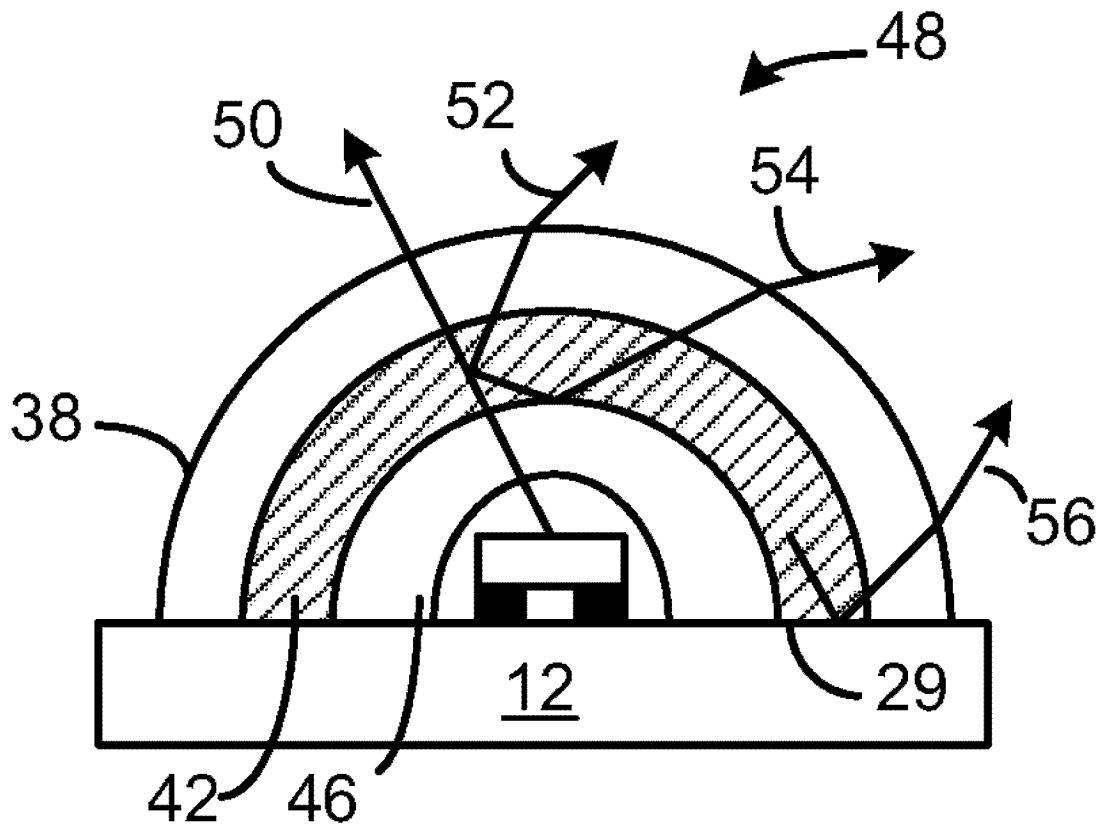


图 10

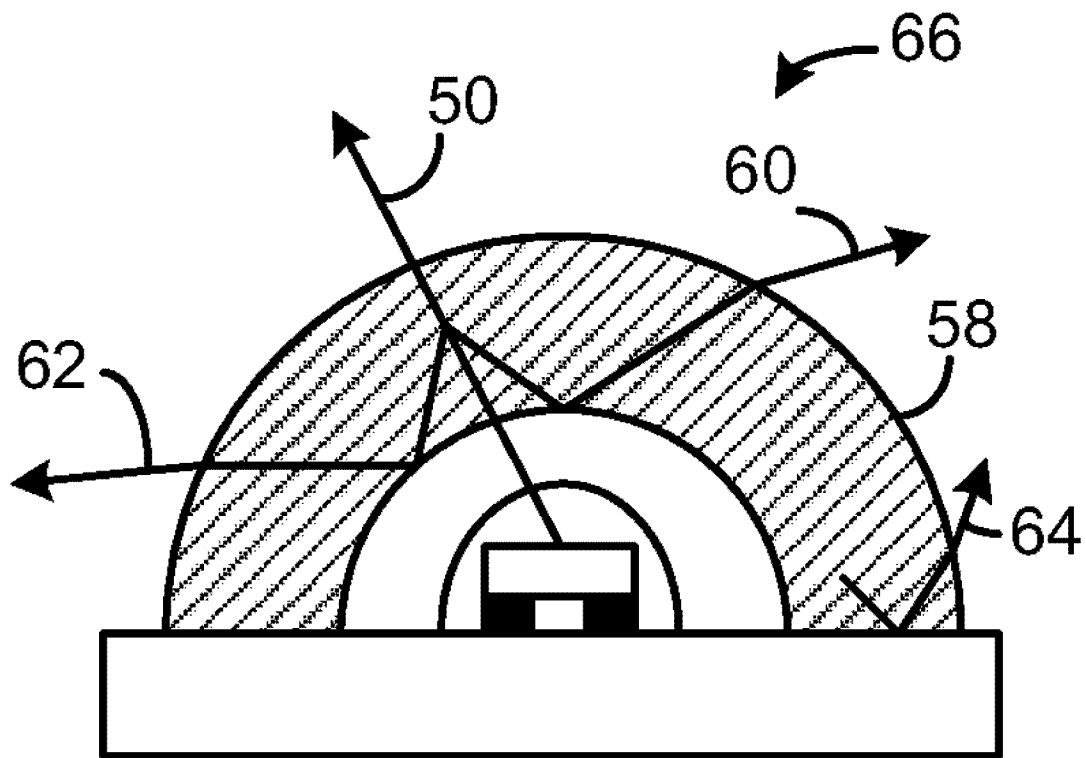


图 11

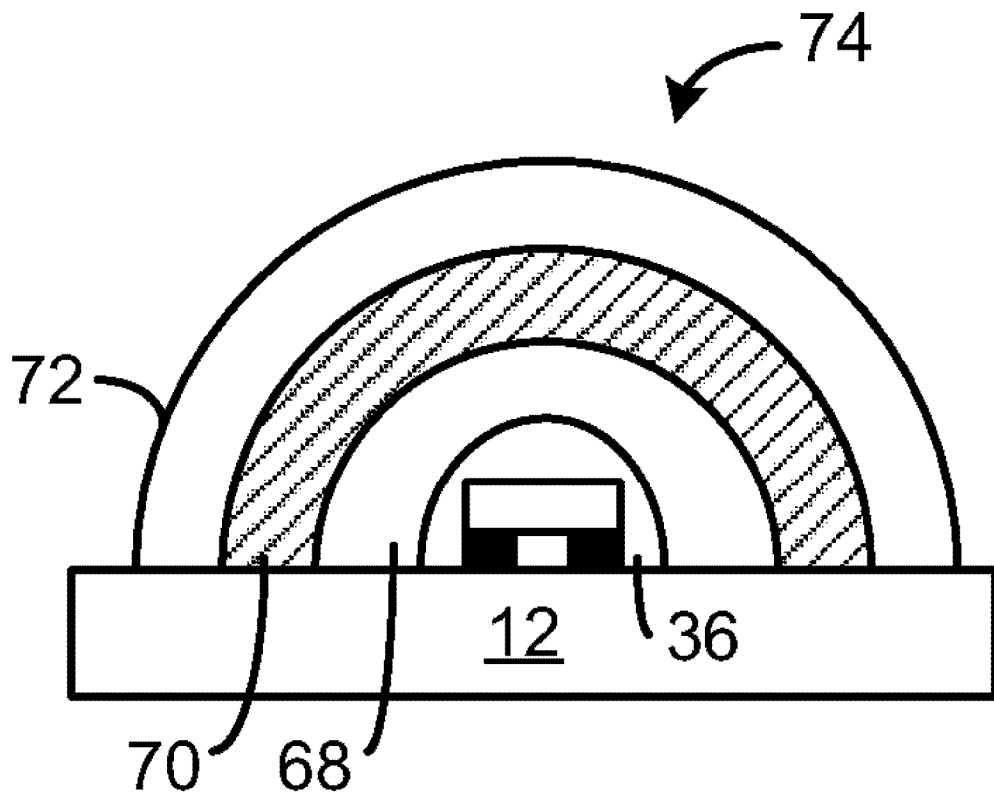


图 12

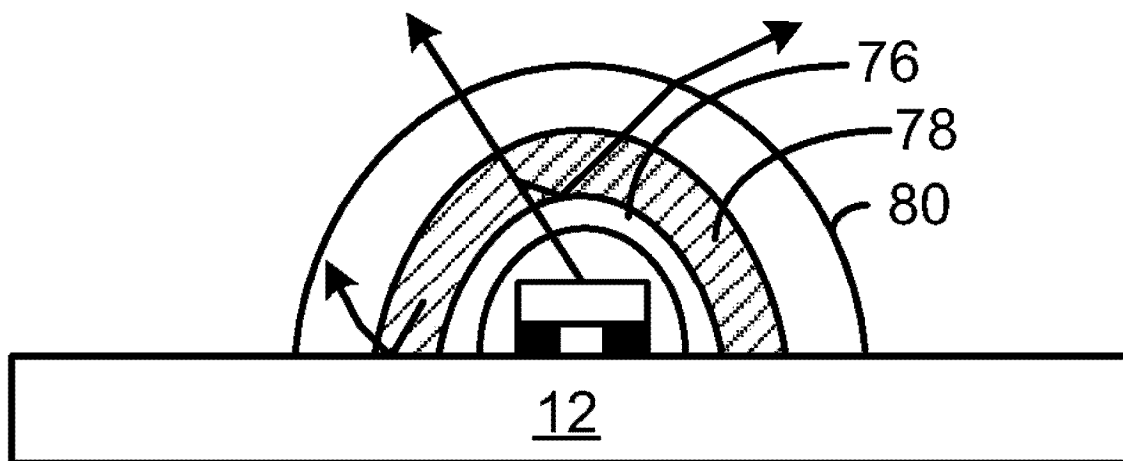


图 13

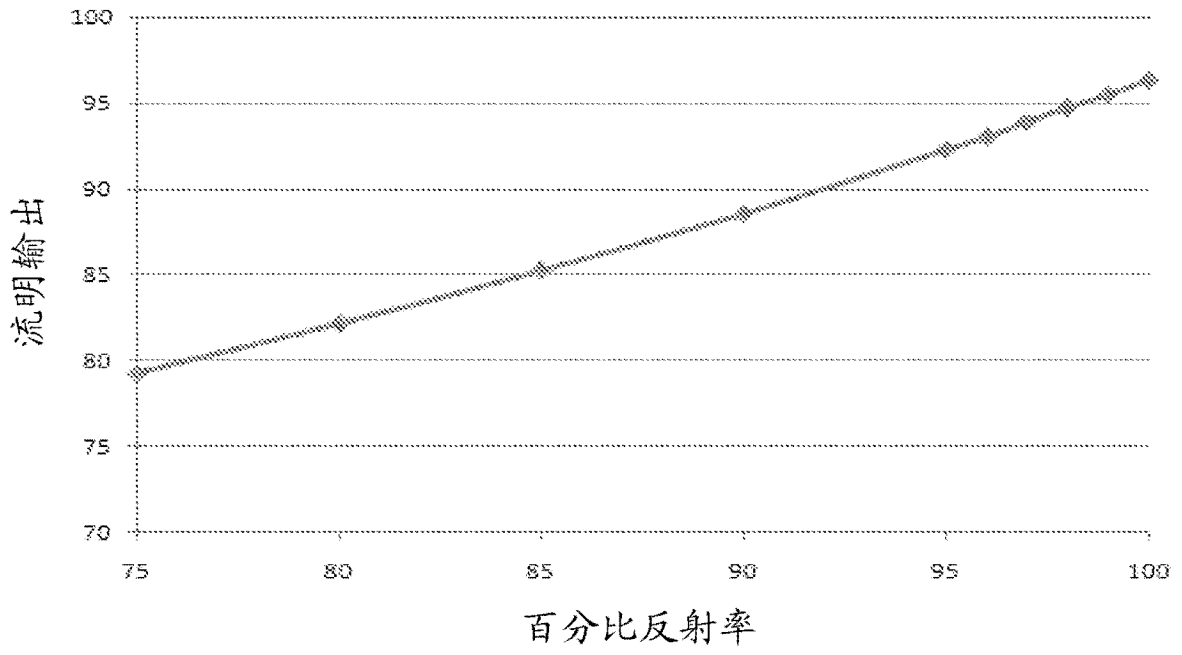


图 14