



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105393372 B

(45)授权公告日 2018.06.15

(21)申请号 201480042240.6

(72)发明人 T.洛佩兹 K.瓦姆波拉

(22)申请日 2014.07.02

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105393372 A

代理人 江鹏飞 景军平

(43)申请公布日 2016.03.09

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

H01L 33/54(2006.01)

61/858658 2013.07.26 US

H01L 33/58(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H01L 33/00(2006.01)

2016.01.26

H01L 33/56(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

(56)对比文件

PCT/IB2014/062793 2014.07.02

W0 2011/030789 A1, 2011.03.17,

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 102484193 A, 2012.05.30,

W02015/011586 EN 2015.01.29

CN 101939854 A, 2011.01.05,

(73)专利权人 亮锐控股有限公司

审查员 程凯芳

地址 荷兰史基浦

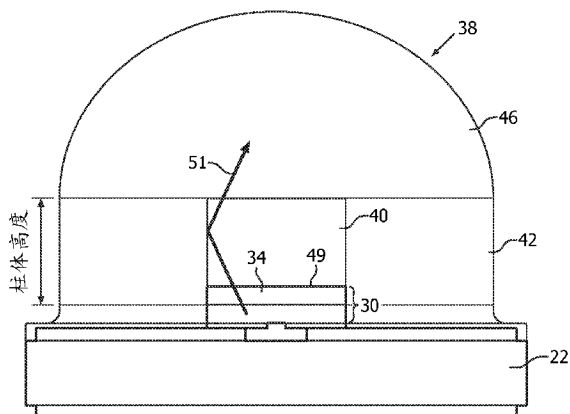
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

具有内部高折射率柱的LED圆顶

(57)摘要

粘附在LED管芯(30)的透明生长衬底(34)之上的是透明矩形柱(40),其具有与LED管芯大小近似相同的足迹。柱高度大于LED管芯的长度,并且柱具有与衬底的折射率(例如1.8)近似相等的折射率(n),因此由于匹配的折射率而在界面处实际上不存在TIR。围绕柱和LED管芯的是具有在LED管芯的长度的1.5-3倍之间的直径的透镜部分(42)。透镜部分的折射率为衬底的折射率的大约0.8倍。透镜部分可以具有圆顶形状(46)。离开衬底的大部分光在内部反射离开横向柱/柱体界面并且离开柱的顶表面。因此,发射缩窄并且光提取效率增加。



1. 一种发光器件,包括:

发光二极管(LED)管芯,包括:

外延层,其中外延层具有侧面,并且每一个侧面具有侧向长度;以及

叠覆外延层的具有第一衬底表面和第二衬底表面的衬底,其中第一衬底表面直接连接到外延层,并且其中衬底具有第一折射率;

叠覆第二衬底表面的透明柱,其中柱提供有顶表面和侧壁,柱具有比外延层的一个侧面的侧向长度大的高度,柱具有第二折射率;以及

围绕柱的透镜部分,透镜部分具有第三折射率,第三折射率小于第二折射率,以便在柱侧壁和透镜部分之间的界面处引起柱内的全内反射(TIR),

其中柱配置为通过TIR从其侧壁朝向柱的顶表面反射由外延层生成的一定量的光,以便使光通过顶表面离开。

2. 权利要求1的器件,其中第二折射率与第一折射率之间的差异小于10%。

3. 权利要求1的器件,其中第三折射率在第二折射率的0.6-0.85倍内。

4. 权利要求1的器件,其中第三折射率为第二折射率的0.8倍。

5. 权利要求1的器件,其中柱是矩形棱柱。

6. 权利要求1的器件,其中柱的覆盖区域等于第二衬底表面的区域。

7. 权利要求1的器件,其中第一衬底表面是矩形,包括正方形,并且柱的覆盖区域也是矩形。

8. 权利要求1的器件,其中发光二极管(LED)管芯涂敷有磷光体。

9. 权利要求8的器件,其中磷光体具有与柱的折射率匹配的折射率。

10. 权利要求1的器件,其中透镜部分包括:

围绕柱的柱体部分;以及

叠覆柱和柱体部分的顶部透镜部分。

11. 权利要求10的器件,其中顶部透镜部分具有圆顶形状。

12. 权利要求1的器件,其中柱和透镜部分使用粘合剂粘附在LED管芯之上。

13. 权利要求1的器件,还包括在其上安装LED管芯的支撑衬底,透镜部分向下延伸到支撑衬底的顶表面。

14. 权利要求1的器件,其中透镜部分包括模制在柱周围的材料。

15. 权利要求1的器件,其中衬底是用于外延层的生长衬底。

具有内部高折射率柱的LED圆顶

技术领域

[0001] 本发明涉及发光二极管(LED),并且特别地涉及用于增加这样的LED的光提取效率的技术。

背景技术

[0002] LED器件的光提取效率(ExE)受到其中生成光的高折射率(n)外延层中的全内反射(TIR)的限制。为了缓解该TIR,广泛地采用高折射率包封圆顶透镜,因为它们可以有效地使ExE提升如20%那样多。基于GaN的LED的折射率在2-3之间,并且包封材料的折射率典型地在1.4-1.8之间以提供GaN与空气之间的良好过渡。

[0003] 在诸如薄膜倒装芯片(TFFC)直接发射器之类的LED管芯架构中,光主要从外延层的单侧提取。光提取侧通常是在移除生长衬底(例如通过激光辅助剥离过程)之后暴露于空气的一个。利用光提取表面的适当表面粗糙化处置,在圆顶包封之后的这样的直接发射器中的提取效率可以如80%那样高,甚至是在相当低劣的基板反射率的情况下,因为存在来自薄外延层的极少向下侧光。

[0004] 情况可以在倒装芯片(FC)架构中显著改变,诸如在基于图案化的蓝宝石衬底(PSS)的LED中,其中蓝宝石生长衬底未被移除,而是出于各种原因而保留。在这样的器件中,来自外延层的光进入透明衬底,并且衬底的相对表面发射光。因而必须将光从外延材料(例如GaN)提取到衬底中,并且从衬底提取到空气或圆顶包封材料中并且然后提取到空气中。这样的LED器件的场发射宽得多,因为大部分光从衬底(典型地为几百微米厚)的四个横向侧提取。所提取的横向发射的相当一部分向下定向在基板处,其中其有损失地被反射回来。照此,诸如基于PSS的管芯之类的FC架构依赖于高反射封装基板来提供与TFFC的那些相当的提取效率。这样的基于FC的LED器件的示例在图1和2中示出,其中图2是图1的器件的左侧视图。

[0005] 在图1和2中,包括有源层的LED外延层12生长在图案化(粗糙化)的蓝宝石衬底14表面上。外延层12在图1中为了简化而未被标识,并且相对于衬底14比在图2中所示的薄得多。

[0006] 反射金属电极15A和15B形成在LED管芯16的底表面上,并且电极直接键合到基板22上的阳极和阴极金属垫18A和18B。基板22的主体可以是陶瓷或某种其它热传导材料。垫18A和18B使用基板22内部的过孔连接到相关联的底部金属垫23(在侧视图中仅示出一个垫23)。底部垫23可以稍后焊接到印刷电路板。金属垫18A和18B可以是反射性的以反射从衬底14的横向侧发射的光(诸如光线26)。要指出的是,在图2中由外延层12发射的光线26如何以浅角度撞击在衬底14顶表面上,通过TIR反射,离开衬底14的侧壁,并且由基板22上的垫18A向上反射。因而,光线26通过每一次反射和在各种材料内行进的额外距离而衰减。

[0007] 然后通过模制或通过利用粘性包封物(例如硅树脂或环氧树脂)将预形成的透镜粘附在LED管芯16之上而将圆顶化透镜28粘附在LED管芯16之上。

[0008] 已知增加衬底14的厚度(可能增加如800微米那样多)产生ExE增益,但是创建制备

问题并且增加成本。利用较厚的衬底14, 撞击在其顶表面上的光是以更接近于直角的角度并且因而发生较少TIR。另外, 更多浅角度光从厚衬底的侧壁发射。这创建对于一些应用而言可能不合期望的宽发射角。

[0009] 因此, 所需要的是增加LED器件的光提取效率(ExE)而不必增加生长衬底的厚度的技术。

发明内容

[0010] 在一个实施例中, 基于GaN的LED层外延生长在透明蓝宝石衬底的图案化表面上。衬底厚度在减薄之后可以在100-500微米之间。

[0011] LED管芯然后安装在基板上。多个LED管芯可以安装在基板晶片上使得处理可以在晶片级进行。在所有处理之后, 单分基板晶片以分离各个LED器件。

[0012] LED管芯足迹将典型地为其中每一条边在0.5-1mm之间的方形。

[0013] 具有与LED管芯近似相同大小的足迹的透明矩形柱(矩形棱柱)直接定位在LED管芯的顶部衬底表面上。柱由具有近似等于蓝宝石衬底的折射率(近似1.8)的折射率(n)的材料(例如硅树脂)形成, 因此由于匹配的折射率而实际上没有TIR。柱具有大于LED管芯边长的高度(例如0.8mm-1.5mm)。

[0014] 围绕矩形柱和LED管芯的是透明柱体, 其中柱体的顶表面与柱的顶表面近似等高。柱体的直径优选地在LED管芯边长的1.5-3倍之间。柱体材料的折射率为衬底折射率的大约0.8倍, 其在具有大约1.8的折射率的蓝宝石衬底的情况下为大约1.4-1.5。

[0015] 在柱体顶部上的是由与柱体相同的材料形成并且具有相同直径的透明圆顶。圆顶可以与柱体一体化。

[0016] 柱、柱体和圆顶可以形成为预形成的透镜片段并且利用折射率匹配的硅树脂或环氧树脂的薄层粘附到衬底和基板。

[0017] 如果期望经磷光体转换的光, 则在将透镜粘附在LED管芯之上之前, LED管芯表面可以涂敷有磷光体。磷光体的折射率优选地匹配柱和衬底的折射率。

[0018] 由于柱相对高, 并且柱体和柱的界面具有显著的折射率失配, 因此从LED管芯发射的光将直接穿过柱的顶表面或者在内部反射离开柱的侧面并且穿过顶表面。因此存在需要由基板反射的减少的侧光。相应地, 柱服务于缩窄发射场, 因为其如LED管芯自身那样宽, 以及改进效率, 因为较少的光通过基板表面衰减。

[0019] 柱体和圆顶提供到空气的折射率过渡, 以便改进光提取, 并且使光发射更为朗伯式。除半球形圆顶之外的透镜可以用于创建期望的发射图案。圆顶形状可以适配于来自柱的实际发射以进一步增加提取效率。

[0020] 本发明还适用于除倒装芯片之外的LED管芯。

[0021] 描述了其它实施例。

附图说明

[0022] 图1是经封装的LED器件的透视图。

[0023] 图2是图1的LED器件的左侧视图。

[0024] 图3是图1的基板的侧视图。

- [0025] 图4是具有安装在其上的LED管芯的图1的基板的侧视图。
- [0026] 图5是预形成的完整透镜的侧视图。
- [0027] 图6是粘附在图4的LED管芯之上的图5的透镜的侧视图。
- [0028] 图7是可选地涂敷有磷光体的LED管芯的侧视图。
- [0029] 图8是完整LED器件的透视图。
- [0030] 图9是示出了相比于诸如图1和2中所示的常规LED器件而言,所模拟的光提取效率改进与透镜柱体高度的关系的图表。
- [0031] 图10是图示了相比于图1和2的LED器件而言,图8的LED器件的经缩窄的发射轮廓的绘图。
- [0032] 相同或类似的元件利用相同标号来标记。

具体实施方式

- [0033] 图3-8图示了用于发明LED器件的制备过程的各种阶段。
- [0034] 图3图示了常规基板22,其可以与关于图1和2描述的相同。可以使用任何其它类型的基板或其它支撑衬底,诸如印刷电路板(PCB)。
- [0035] 图4图示了使其底部阳极和阴极电极15A和15B超声键合或焊接到基板22的金属垫18A和18B的常规LED管芯30。LED管芯30包括生长在蓝宝石衬底34的图案化(粗糙化)表面上以用于改进的光提取的外延层32。可以使用其它类型的透明衬底,诸如SiC、GaN等。在实际实施例中,衬底34比外延层32厚得多。在一个实施例中,衬底34为100-500微米厚,并且在优选实施例中为大约200微米厚。外延层32可以仅为几微米厚。要指出的是,衬底34可以比图2中的衬底14薄得多,因为其厚度不用于增加光提取。这可以是有益的,因为其促进制备过程期间的管芯单分。
- [0036] 在一个实施例中,LED管芯30是具有0.5-1mm长的边的方形。LED管芯30可以是涂敷有磷光体的蓝色管芯,或者可以是任何其它类型的LED管芯。尽管示出倒装芯片,但是LED管芯可以是其它类型,按照针对将LED管芯电极连接至基板(或其它支撑衬底)垫所需要的任何引线键合在透镜中做出的规定。
- [0037] 图5图示了依照本发明的一个实施例的预形成的透镜38。为了清楚而示出LED管芯30在透镜38的腔体中的定位。
- [0038] 透镜38包括透明矩形柱40(矩形棱柱),其具有与LED管芯30大小近似相同的足迹。柱40由具有与蓝宝石衬底34的折射率(近似1.8)近似相等的折射率(n)的材料(例如硅树脂、环氧树脂等)形成,因此在衬底34与柱40之间的界面处由于匹配的折射率而实际上不存在TIR。在一个实施例中,柱40的折射率与衬底34的折射率之间的差异小于10%。典型地,柱40具有大于LED管芯边长的高度(例如0.8mm-1.5mm),但是设想到其它配置并且其包括在本发明的范围内。例如,柱40可以叠覆LED管芯30或者可以仅覆盖发光表面的一部分。在可替换方案中,柱40可以短于LED管芯30的长度以产生不同的光分布效果。
- [0039] 围绕矩形柱40的是透明柱体42,其中柱体42的顶表面44与柱40的顶表面近似相齐。柱体42的顶部与柱40的顶部对齐不是关键的。柱体42的直径优选地在LED管芯边长的1.5-3倍之间。柱体材料的折射率为衬底34的折射率的大约0.8倍,其在具有大约1.8的折射率的蓝宝石衬底34的情况下为大约1.4-1.5。柱体材料的折射率的合适范围为衬底34的折

射率的大约0.6至0.85倍。

[0040] 在柱体42顶部上的是由与柱体42相同的材料形成并且具有相同直径的透明圆顶46。典型地,柱体42和圆顶46将形成为单片。

[0041] 透镜38中的腔体48与LED管芯30的大小大约相同使得柱体42的底部可以与基板22表面齐平。

[0042] 柱40、柱体42和圆顶46可以预形成为单片并且利用折射率匹配的硅树脂或环氧树脂49的薄层(例如10微米)粘附到衬底34和基板22,如图6中所示。具有可选择的折射率的这样的粘合剂在商业上可得到。

[0043] 在一个示例中,柱40模制为柱的阵列,并且柱体42和圆顶46模制在每一个柱40周围。所得透镜38然后被分离并且在晶片级过程中粘附到基板晶片上的相应LED管芯30。在另一实施例中,柱体42和圆顶46由玻璃或其它材料(例如硅树脂)一体形成并且其腔体用作针对柱材料的模具。在另一实施例中,柱40可以是高折射率玻璃(例如SF11类型)并且可以利用高折射率透明环氧树脂附连到衬底34(或磷光体)。接下来,基于硅树脂的透镜部分(柱体42和圆顶46)可以借助于包覆成型过程形成在柱40和基板晶片之上,诸如在由Basin等人转让给本受让人并且通过引用并入本文的美国专利no. 7,452,737中所描述的那样。

[0044] 如果期望经磷光体转换的光,则在将透镜38粘附在LED管芯30之上之前,LED管芯表面可以涂敷有磷光体层50,如图7中所示。磷光体层50的折射率优选地匹配柱40和衬底34的折射率。

[0045] 图8是所得LED器件的透视图。

[0046] 柱体42和圆顶46提供到空气($n=1$)的折射率过渡,以便改进光提取,并且使光发射更为朗伯式。除半球形圆顶之外的透镜可以用于创建期望的发射图案。圆顶形状可以适配于来自柱40的实际发射以进一步增加提取效率。

[0047] 由于柱40相对高,并且柱体42与柱40的界面具有显著的折射率失配,因此从LED管芯30发射的光将直接穿过柱40的顶表面或者在内部反射离开柱的侧面并且穿过顶表面,如图6中的光线51所示。因此,存在需要由基板22反射的减少的侧光。相应地,柱40服务于缩窄发射场,因为其如LED管芯30自身那样宽,以及改进效率,因为较少的光通过基板表面衰减。

[0048] 柱40的高度可以设计成使得入射在柱40的顶表面上的光线的TIR基本上最小化。这可以通过针对方形管芯应用以下设计规则来完成。

$$[0049] \quad height_{pillar} = \frac{\sqrt{2 \cdot \text{面积}}}{\tan \left[\arcsin \left(\frac{n_{lens}}{n_{pillar}} \right) \right]} - height_{substrate} - height_{epoxy}$$

[0050] 其中“面积”是管芯面积。

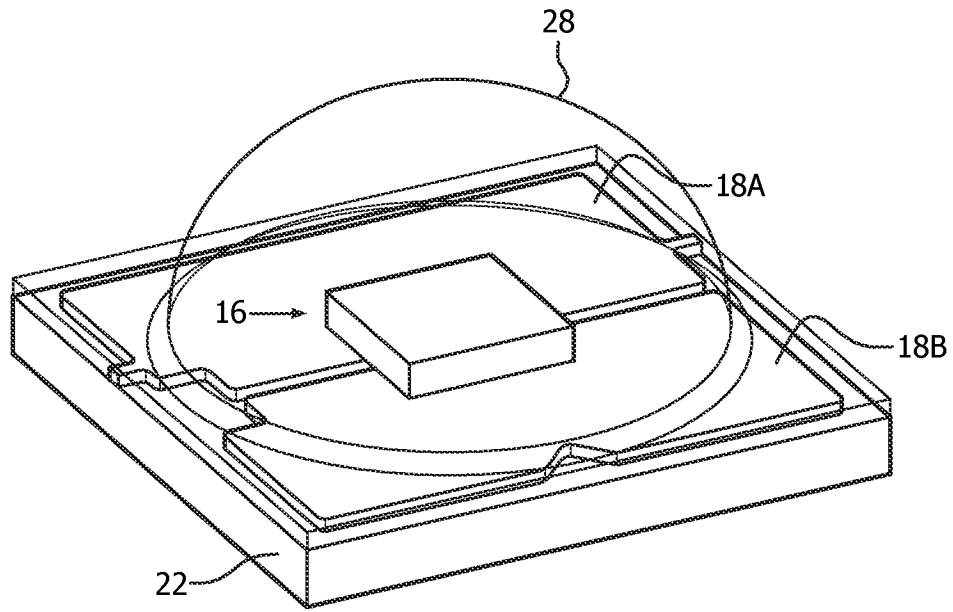
[0051] 应用以上等式喻示着没有离开LED管芯30的直射射线将在柱40的顶表面(即离管芯30最远的侧面)处经历TIR。在此假定在衬底-环氧树脂-柱界面处不存在折射。针对管芯面积的 1mm^2 ,针对透镜的 $n=1.5$,针对柱和衬底34的 $n=1.8$,针对衬底34的200微米和针对环氧树脂粘合剂(或硅树脂)的10微米的典型值导致770微米的最小柱40高度。

[0052] 由于离开基板22的背反射减少,因此相比于作为大基板反射的结果的基于PSS的倒装芯片器件中的相当宽的发射场而言,发射场缩窄。因此,根据这样的窄发射场进一步适配透镜形状可以产生进一步的ExE增益。实现后者的一种方式是通过调节透镜38的柱体42

高度参数。图9示出通过增加柱体42高度(连同柱40的高度)获得显著增益。模拟结果指示相对于图1和2例示的现有技术解决方案而言,ExE可以增加如6%那样多。

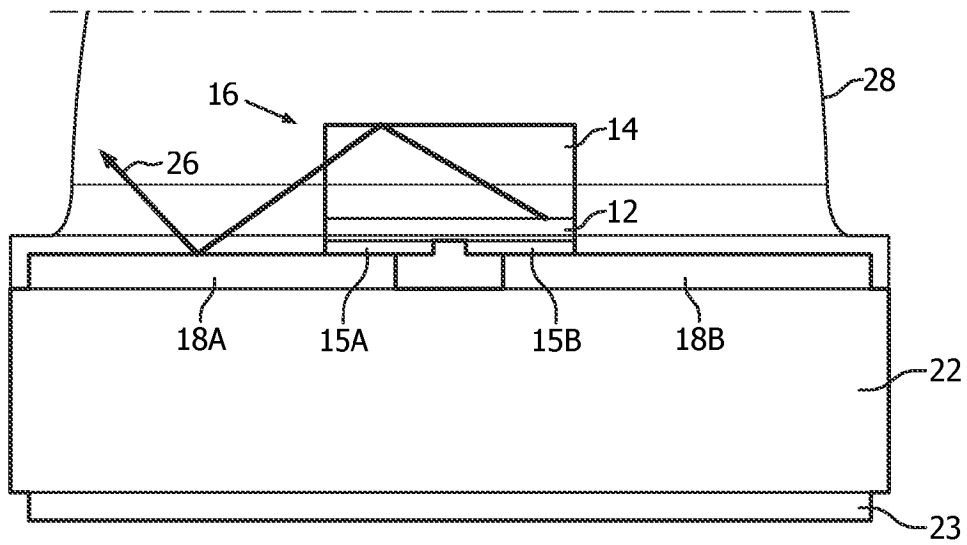
[0053] 图10示出使用800微米柱体42高度的所得远场比较。线54表示诸如图1和2的那个之类的现有技术图案化蓝宝石衬底(PSS)倒装芯片LED器件的场发射图案。线56表示朗伯发射图案。线58表示依照本发明的LED器件的典型发射图案,其中图案可以通过改变柱体/柱的高度来定制。另外,发射图案的控制可以通过圆顶46的形状获得。

[0054] 虽然已经示出和描述了本发明的特定实施例,但是对本领域技术人员将显而易见的是,可以做出改变和修改而不脱离于以其较宽方面的本发明,并且因此,随附权利要求要在其范围内涵盖如落在本发明的真实精神和范围内的所有这样的改变和修改。



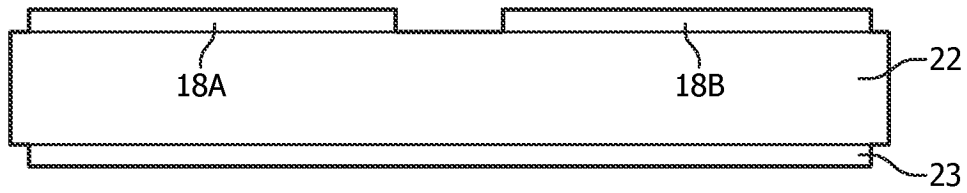
(现有技术)

图 1



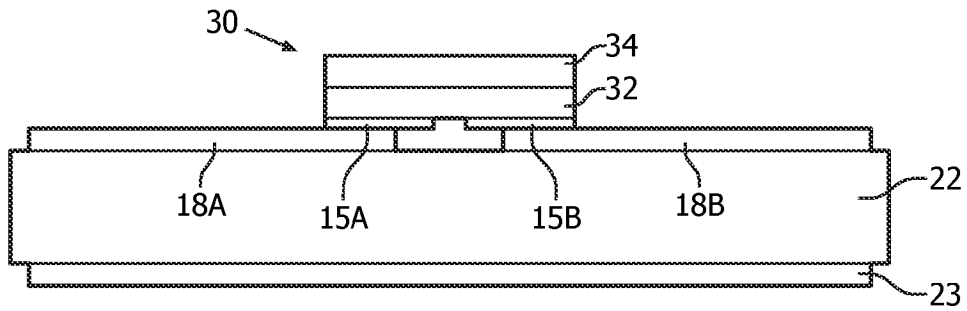
(现有技术)

图 2



(现有技术)

图 3



(现有技术)

图 4

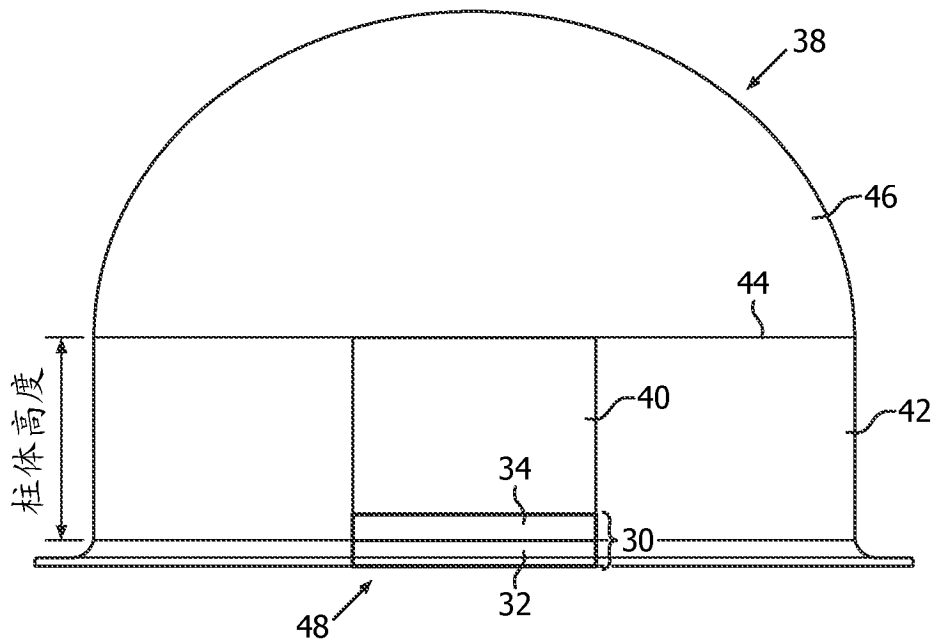


图 5

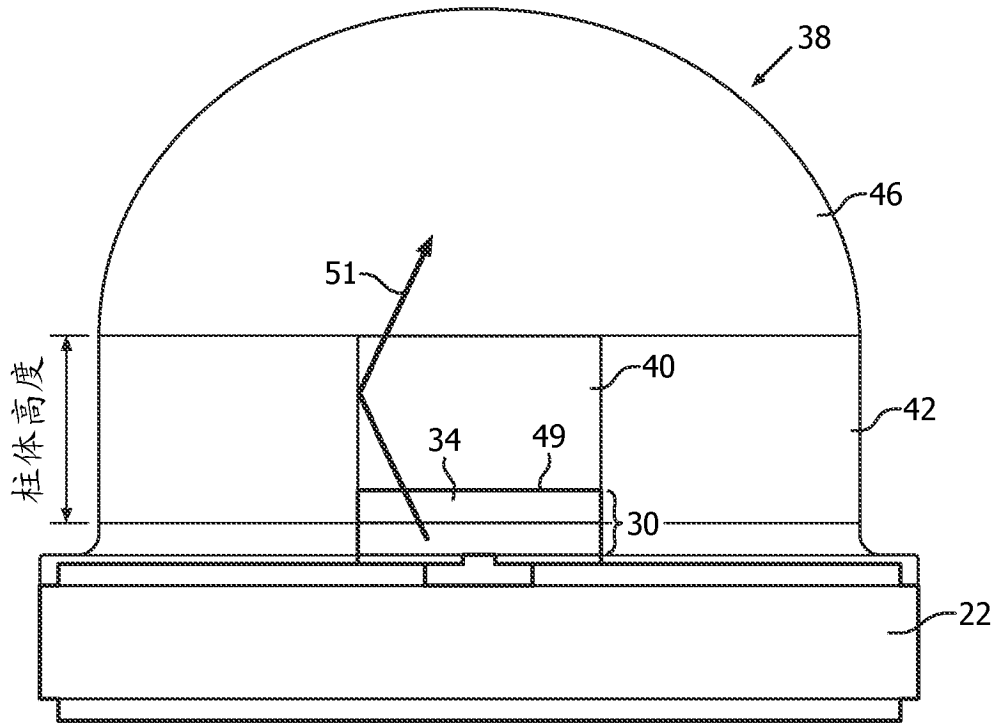


图 6

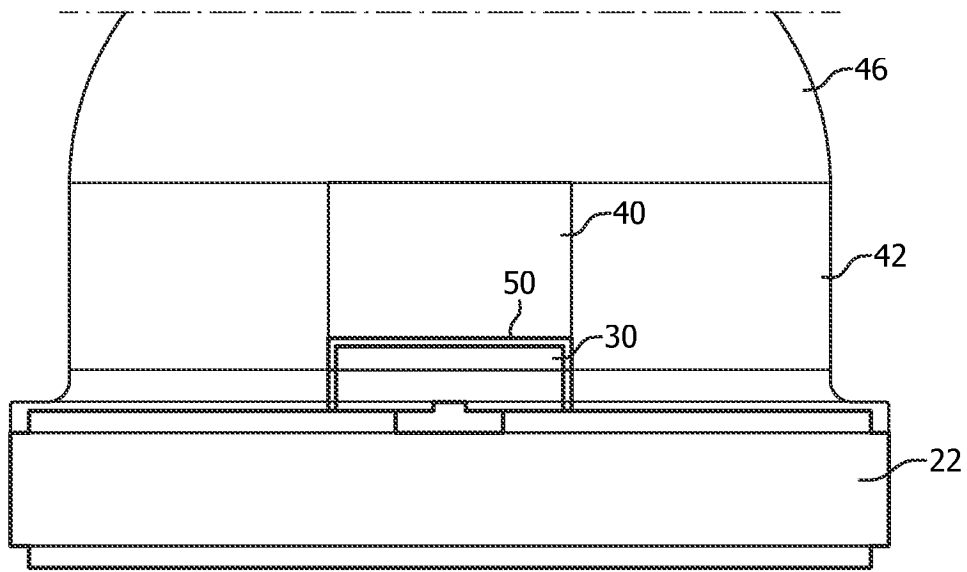


图 7

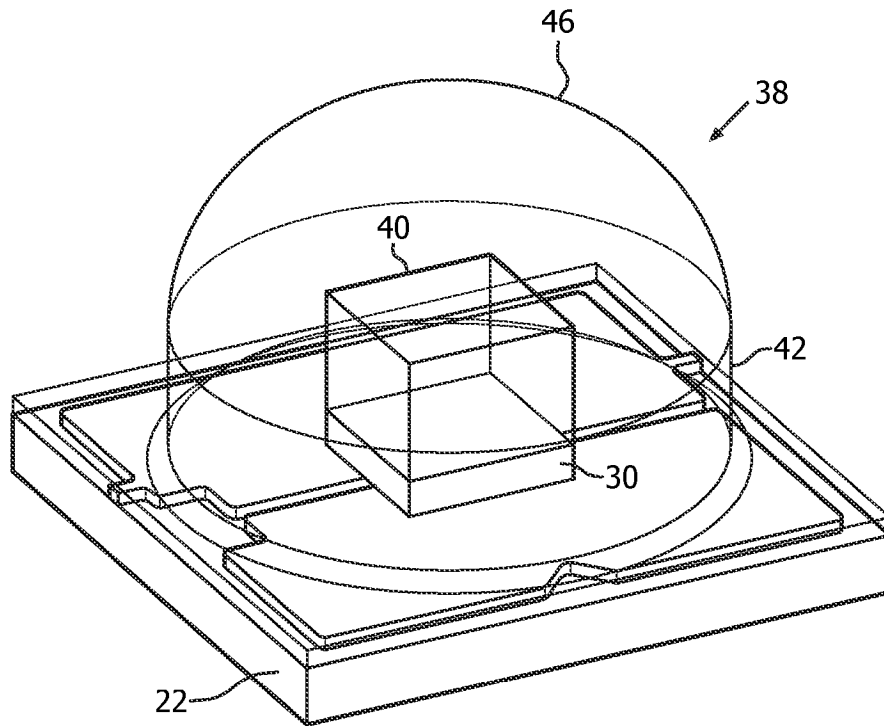


图 8

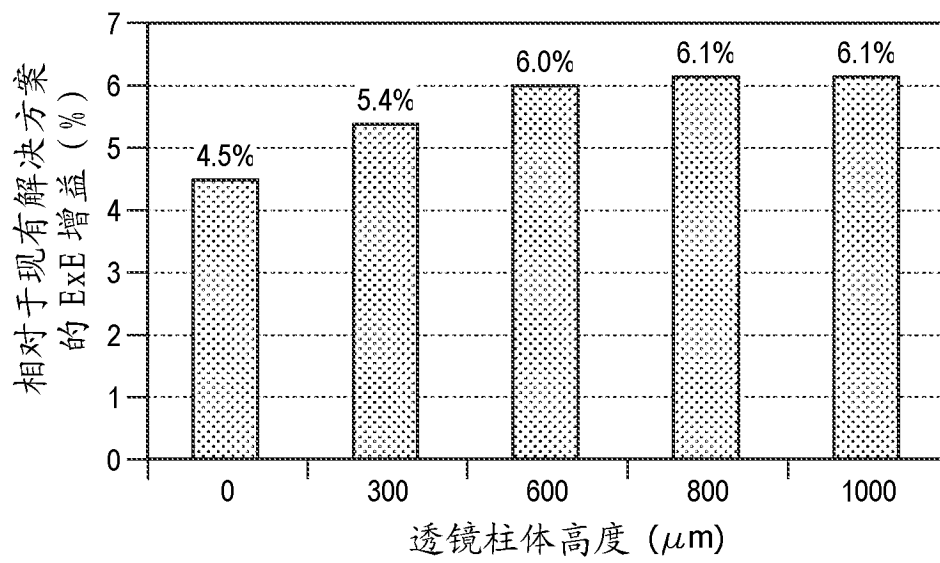


图 9

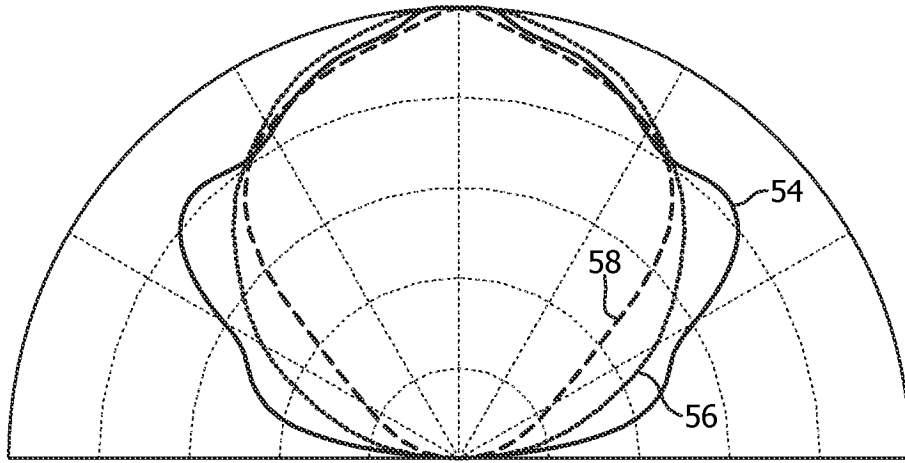


图 10