



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108604626 B

(45) 授权公告日 2022.02.18

(21) 申请号 201680074440.9

(72) 发明人 T.洛佩斯

(22) 申请日 2016.10.10

(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 108604626 A

代理人 马步天 陈岚

(43) 申请公布日 2018.09.28

(51) Int.CI.

H01L 33/50 (2006.01)

(30) 优先权数据

H01L 33/58 (2006.01)

62/243470 2015.10.19 US

H01L 33/48 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H01L 33/56 (2006.01)

2018.06.19

H01L 33/60 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/US2016/056284 2016.10.10

WO 2014203793 A1, 2014.12.24

(87) PCT国际申请的公布数据

CN 1886841 A, 2006.12.27

W02017/069964 EN 2017.04.27

CN 102347428 A, 2012.02.08

(73) 专利权人 亮锐控股有限公司

US 2013207141 A1, 2013.08.15

地址 荷兰史基浦

审查员 杨慧敏

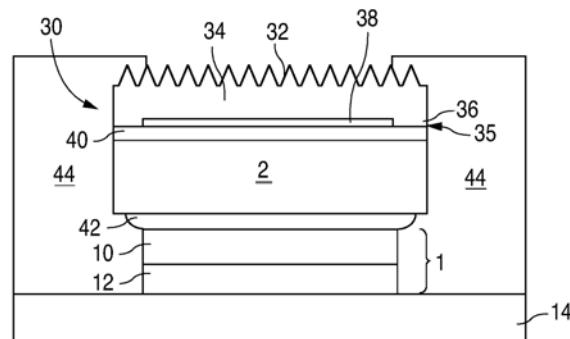
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

具有纹理化衬底的波长转换发光设备

(57) 摘要

本发明的实施例包括倒装芯片半导体发光设备和布置在从该倒装芯片半导体发光设备提取的光的路径中的波长转换结构。具有纹理化顶表面的衬底定位成底表面面向波长转换结构。波长转换结构布置在衬底和倒装芯片半导体发光设备之间。



1. 一种发光设备,包括:

半导体发光结构;

波长转换结构,其包括背离所述半导体发光结构的平坦的光输出表面,所述波长转换结构布置成吸收所述半导体发光结构发射的光,并作为响应通过所述平坦的光输出表面发射不同波长的光;

透明衬底,其包括布置成平行于所述波长转换结构的平坦的光输出表面、并面向所述波长转换结构的平坦的光输出表面的平坦的光输入表面,背离所述波长转换结构的对置的纹理化光输出表面,以及背离所述透明衬底的平坦的光输入表面向所述波长转换结构的平坦的光输出表面延伸的柱,所述柱附接到所述波长转换结构,并在所述透明衬底的平坦的光输入表面和所述波长转换结构的平坦的光输出表面之间界定间隙;以及

设置在所述透明衬底的平坦的光输入表面和所述波长转换结构的平坦的光输出表面之间的间隙中、并填充所述透明衬底的平坦的光输入表面和所述波长转换结构的平坦的光输出表面之间的间隙的填充材料,所述填充材料的折射率低于所述波长转换结构的折射率,且低于所述透明衬底的折射率。

2. 如权利要求1所述的发光设备,其中设置在所述间隙中并填充所述间隙的所述填充材料是空气。

3. 如权利要求1所述的发光设备,其中设置在所述间隙中并填充所述间隙的所述填充材料的折射率比所述透明衬底的折射率至少小0.5,并且比所述波长转换结构的折射率至少小0.5。

4. 如权利要求1所述的发光设备,其中所述间隙具有垂直于所述波长转换结构的光输出表面的宽度,所述宽度大于或等于10微米且小于或等于200微米。

5. 如权利要求1所述的发光设备,其中所述透明衬底的纹理化光输出表面部分地准直从所述波长转换结构进入所述透明衬底、并通过所述透明衬底的纹理化光输出表面离开所述透明衬底的光。

6. 如权利要求1所述的发光设备,其中所述透明衬底的纹理化光输出表面包括在阵列中布置的特征,其中特征之间的峰到峰间距大于或等于500纳米。

7. 如权利要求6所述的发光设备,其中所述特征具有选自由柱状物、棱锥、圆锥、截棱锥、截圆锥、和任何近约翰逊固体组成的组的形状。

8. 如权利要求1所述的发光设备,其中所述透明衬底是蓝宝石,并且所述透明衬底的纹理化光输出表面是纹理化蓝宝石表面。

9. 如权利要求1所述的发光设备,其中所述透明衬底包括蓝宝石块和设置在所述蓝宝石块上的高折射率材料的纹理层,并且所述透明衬底的纹理化光输出表面是所述高折射率材料的纹理层的表面。

10. 如权利要求9所述的发光设备,其中所述高折射率材料是III族氮化物材料。

11. 如权利要求9所述的发光设备,其中所述高折射率材料是GaN。

12. 如权利要求1所述的发光设备,其中所述透明衬底是第一透明衬底,所述发光设备还包括:

第二透明衬底,所述第二透明衬底布置有面向所述第一透明衬底的纹理化光输出表面的所述第二透明衬底的光输入表面,以及背离所述第一透明衬底的对置的纹理化光输出表

面,所述第二透明衬底的光输入表面的第一部分附接到所述第一透明衬底,并且所述第二透明衬底的光输入表面的第二部分与所述第一透明衬底的纹理化光输出表面间隔开,所述第二透明衬底的光输入表面的第二部分和所述第一透明衬底的纹理化光输出表面在所述第二透明衬底和所述第一透明衬底之间界定间隙;以及

设置在所述第二透明衬底和所述第一透明衬底之间的间隙中、并填充所述第二透明衬底和所述第一透明衬底之间的间隙的第二填充材料,所述第二填充材料的折射率低于所述第二透明衬底的折射率并且低于所述第一透明衬底的折射率。

13. 如权利要求12所述的发光设备,其中设置在所述第二透明衬底和所述第一透明衬底之间的间隙中、并填充所述第二透明衬底和所述第一透明衬底之间的间隙的所述第二填充材料是空气。

14. 如权利要求12所述的发光设备,其中设置在所述第二透明衬底和所述第一透明衬底之间的间隙中、并填充所述第二透明衬底和所述第一透明衬底之间的间隙的所述第二填充材料的折射率比所述第一透明衬底的折射率至少小0.5,并且比所述第二透明衬底的折射率至少小0.5。

15. 如权利要求1所述的发光设备,其中:

设置在所述间隙中并填充所述间隙的所述填充材料是空气;并且

所述间隙具有垂直于所述波长转换结构的光输出表面的宽度,所述宽度大于或等于10微米且小于或等于200微米。

16. 如权利要求12所述的发光设备,其中所述第二透明衬底的光输入表面的第二部分和所述波长转换结构的光输出表面是平行的。

17. 如权利要求15所述的发光设备,其中所述透明衬底的纹理化光输出表面包括在阵列中布置的特征,其中特征之间的峰到峰间距大于或等于500纳米。

18. 如权利要求17所述的发光设备,其中所述透明衬底是蓝宝石,并且所述透明衬底的纹理化光输出表面是纹理化蓝宝石表面。

19. 如权利要求17所述的发光设备,其中所述透明衬底包括蓝宝石块和设置在所述蓝宝石块上的高折射率材料的纹理层,并且所述透明衬底的纹理化光输出表面是所述高折射率材料的纹理层的表面。

20. 如权利要求1所述的发光设备,其中与所述间隙接触的平坦的光输入表面是平坦的表面。

具有纹理化衬底的波长转换发光设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2015年10月19日提交的美国临时专利申请第62/243,470号的优先权。美国临时专利申请第62/243,470号结合于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及具有含有纹理化表面的衬底的波长转换光发射设备，该衬底定位于从波长转换结构提取的光的路径中。

背景技术

[0004] 包括发光二极管(LED)、谐振腔发光二极管(RCLED)、垂直腔激光二极管(VCSEL)以及边发射激光器的半导体发光设备属于当前可用的最高效的光源。在能够在可见光谱各处操作的高亮度发光设备的制造中，当前引起兴趣的材料系统包括III-V族半导体，特别是镓、铝、铟与氮的二元、三元和四元合金，也称为III族氮化物材料。典型地，通过利用金属有机化学气相沉积(MOCVD)、分子束外延(MBE)或其它外延技术，在蓝宝石、碳化硅、III族氮化物或其它适当的衬底上外延生长不同组分和掺杂剂浓度的半导体层的叠层来制造III族氮化物发光设备。该叠层常常包括在衬底之上形成的用例如Si掺杂的一个或多个n型层、在该一个或多个n型层之上形成的有源区中的一个或多个发光层、以及在该有源区之上形成的用例如Mg掺杂的一个或多个p型层。电接触部在n型和p型区上形成。

[0005] 可通过将波长转换材料定位在从LED提取的光的路径中来创建白光。图1图示在US 2013/0258634中更详细描述的波长转换LED的一个示例。US 2013/0258634教导了图1的设备“包括在LED之上形成的微结构膜以及在LED之上和膜之下形成的光转换材料。光转换材料可包括光磷光体的层，其可以直接沉积在LED上或可放置在LED上或附接到LED作为预形成膜的层。这个结构可用于白色LED光设备，在其中光转换材料将LED光转换成白光。在光转换材料层和LED的结构的顶部上，形成具有微结构的光偏转膜的层。从LED发射的光子和由于LED光的吸收而在磷光体层处发射的光子与顶部偏转膜交互作用，并在结构内来回反射以创建光成形效果，其中光在LED和光偏转膜之间反射并以由偏转膜中的微结构限定的选定方向从顶部偏转膜出射。偏转膜也可在从偏转膜出来的光上引起光聚焦效果，且光聚焦可取决于偏转膜的光学折射率。偏转膜的几何结构也可影响光聚焦。”。

发明内容

[0006] 本发明的一目的是提供具有纹理化衬底的波长转换发光设备，其可至少部分地准直从波长转换结构提取的光。

[0007] 本发明的实施例包括倒装芯片半导体发光设备和布置在从倒装芯片半导体发光设备提取的光的路径中的波长转换结构。具有纹理化顶表面的衬底定位成底表面面向波长转换结构。波长转换结构布置在衬底和倒装芯片半导体发光设备之间。

[0008] 本发明的实施例包括半导体发光设备和布置在从半导体发光设备提取的光的路

径中的波长转换结构。衬底布置在从波长转换结构提取的光的路径中。衬底包括主体和布置在该主体上的电介质层。电介质层的顶表面被纹理化。

附图说明

- [0009] 图1图示包括LED管芯、光转换材料和光学器件层的现有技术结构。
- [0010] 图2是LED的截面视图。
- [0011] 图3是包括LED、波长转换结构和纹理化衬底的设备的截面视图。
- [0012] 图4图示图3的纹理化衬底的底表面。
- [0013] 图5是包括LED、波长转换结构和衬底的设备的截面视图,该衬底包括生长在主体上的纹理化电介质材料。
- [0014] 图6是在衬底和波长转换结构之间没有间隙的图5的设备的截面视图。
- [0015] 图7是包括多个纹理化衬底的设备的截面视图。
- [0016] 图8是针对具有纹理化衬底的设备的截面远场强度的标绘图。

具体实施方式

[0017] 在本发明的实施例中,诸如半导体发光二极管的波长转换半导体发光设备与具有纹理化表面的衬底组合。

[0018] 图2图示III族氮化物LED的一个示例。可使用任何适当的半导体发光设备,且本发明的实施例不限于图2中所图示的LED。此外,虽然在下面的示例中半导体发光设备是发射蓝光或UV光的III族氮化物LED,但是除了LED以外的半导体发光设备(诸如激光二极管)和由其它材料系统(诸如其它III-V族材料、III族磷化物、III族砷化物、II-VI族材料、ZnO或Si基材料)制成的半导体发光设备可被使用。

[0019] 在图2的设备中,大部分光经过生长衬底从LED提取。这样的设备可被称为倒装芯片设备。通过如在本领域中已知的在生长衬底10上生长III族氮化物半导体结构,形成图2的LED。生长衬底常常是蓝宝石,但可以是任何适当的衬底,诸如例如非III族氮化物材料、SiC、Si、GaN或复合衬底。其上生长III族氮化物半导体结构的生长衬底的表面可在生长之前被图案化、粗糙化或纹理化,这可提高从设备的光提取。与生长表面相对的生长衬底的表面(即,在倒装芯片配置中,大部分光经过其被提取的表面)可在生长之前或之后图案化、粗糙化或纹理化,这可提高从设备的光提取。

[0020] 半导体结构包括夹在n型和p型区之间的发光或有源区。n型区16可首先生长,并可包括不同组分和掺杂剂浓度的多个层,包括例如诸如缓冲层或成核层的准备层(其可以是n型或非有意掺杂的)以及针对特定的光学、材料或电气特性而设计的n型或甚至p型设备层,这些特性对于使发光区高效地发射光是合意的。发光或有源区18在n型区之上生长。适当的发光区的示例包括单个厚的或薄的发光层或多个量子阱发光区,其包括由阻挡层分离的多个薄的或厚的发光层。然后,p型区20可在发光区之上生长。如同n型区,p型区可包括不同组分、厚度和掺杂剂浓度的多个层,包括非有意掺杂的层或n型层。

[0021] 在半导体结构的生长之后,反射p接触部在p型区的表面上形成。p接触部21常常包括多个导电层,诸如反射金属和可阻止或减小反射金属的电迁移的保护金属。反射金属常常是银,但可使用任何适当的一种或多种材料。在形成p接触部21之后,p接触部21、p型区20

和有源区18的部分被移除以暴露n型区16的部分,其上形成n接触部22。n接触部22和p接触部21通过可填充有电介质的间隙25彼此电隔离,该电介质诸如是硅的氧化物或任何其它适当材料。可形成多个n接触部通孔;n接触部22和p接触部21不限于图2中所图示的布置。可以重新分布n接触部和p接触部以形成具有电介质/金属叠层的结合焊盘(bond pad),如在本领域中已知的。

[0022] 为了将LED电气和物理地附接到另一结构,一个或多个互连26和28在n接触部22和p接触部21上形成或电气地连接到n接触部22和p接触部21。在图3中互连26电气地连接到n接触部22。互连28电气地连接到p接触部21。通过电介质层24和间隙27,互连26和28与n接触部22和p接触部21电气地隔离并彼此电气地隔离。互连26和28可以是例如焊料、凸块、金层或任何其它适当的结构。很多单独的LED在单个晶圆上形成然后从设备的晶圆切割。衬底10可以在半导体结构的生长之后或在形成单独的设备之后被减薄。在一些实施例中,从图2的设备移除衬底。从图2的设备提取的大部分光经过衬底10(或通过移除衬底10而暴露的半导体结构的表面)被提取。在下面的附图中,LED由块1表示。在衬底10上形成的结构(包括半导体结构、金属和电介质层)由块12表示。本发明的实施例不限于倒装芯片LED—可使用任何适当的设备。

[0023] 在下面描述的实施例中,波长转换结构可布置在从发光设备提取的光的路径中。波长转换结构包括一种或多种波长转换材料,其可以是例如常规磷光体、有机磷光体、量子点、有机半导体、II-VI或III-V族半导体、II-VI或III-V族半导体量子点或纳米晶体、染料、聚合物或发光的其它材料。波长转换材料吸收由LED发射的光并发射一种或多种不同波长的光。由LED发射的未转换的光常常是从结构提取的光的最终光谱的部分,不过并不需要这样。从结构提取的光的最终光谱可以是白色的、多色的或单色的。常见组合的示例包括与黄色发光波长转换材料组合的蓝色发光LED、与绿色和红色发光波长转换材料组合的蓝色发光LED、与蓝色和黄色发光波长转换材料组合的UV发光LED以及与蓝色、绿色和红色发光波长转换材料组合的UV发光LED。可添加发射其它颜色的光的波长转换材料以调整从结构提取的光的光谱。波长转换结构可包括光散射或光漫射元件,诸如TiO₂。

[0024] 在一些实施例中,波长转换结构是与LED分开制造并例如通过晶圆结合或适当的黏合剂(诸如硅树脂或环氧树脂)附接到LED的结构。这样的预制造的波长转换元件的一个示例是陶瓷磷光体,其例如通过将粉末磷光体或磷光体的前体材料烧结成陶瓷板来形成,陶瓷板然后可被切割成单独的波长转换元件。也可例如通过流延成型来形成陶瓷磷光体,其中在切割或切削不必要的的情况下,陶瓷被制造成正确的形状。适当的非陶瓷预形成波长转换元件的示例包括分散在诸如硅树脂或玻璃的透明材料中的粉末磷光体(其被卷绕、铸造或以其它方式形成为片材,然后分割成单独的波长转换元件)和与硅树脂混合并布置在透明衬底上的磷光体。

[0025] 在下面的附图中,波长转换结构由块2表示。

[0026] 在一些实施例中,波长转换LED与用于增强定向发射(即,在LED的主表面的法线处的亮度)的结构组合,这可增强设备的亮度。用于增强定向发射的结构可以是例如纹理化衬底,如在图3、5、6和7中所图示的。

[0027] 如在本文使用的,“纹理化”可以指被粗糙化(随机地纹理化)或图案化(以有序和/或重复的方式纹理化)的表面。纹理化表面的截面可包括由谷分离的峰或高点(hill)。如在

下面的附图中所图示的，“峰”可以在截面上是三角形的，不过这不是必需的。在一些实施例中，形成纹理化的特征可以是圆锥、棱锥、截圆锥、截棱锥、柱状物或任何其它适当的结构，包括约翰逊固体(Johnson solid)或近约翰逊固体。特征的底部可触及邻近的特征，或特征可彼此间隔开。特征可以布置在任何阵列中，诸如例如三角形、正方形、六边形、准晶体或任何其它适当的阵列中。特征的峰到峰间距可以是在一些实施例中至少500 nm，在一些实施例中至少5000 nm，以及在一些实施例中不大于50 μm。

[0028] 图3是包括纹理化衬底30的一个实施例的截面视图。在图3的设备中，LED 1附接到底座14，使得衬底10最远离底座14地布置。底座可以是例如硅、陶瓷、金属、印刷电路板或任何其它适当的材料。波长转换结构2布置在由LED 1发射的光的路径中。在一些实施例中，波长转换结构2直接在LED 1上形成。在一些实施例中，波长转换结构2与LED 1分开地形成并通过任何适当的技术(包括晶圆结合和利用黏合剂层42粘合)附接到LED 1的衬底10。黏合剂层42可以是将波长转换结构黏附到LED 1、透明且当暴露于LED 1的操作条件时和当暴露于从LED 1和波长转换结构2提取的光时不明显退化的任何适当的材料。硅树脂、环氧树脂、玻璃和非III族氮化物材料是适当的黏合剂42的示例。

[0029] 纹理化衬底30布置在从波长转换结构2提取的光的路径中，使得波长转换结构2布置在LED 1和衬底30之间。衬底30的顶表面(即，大部分光由该处从衬底被提取的衬底30的表面)是纹理化表面32。衬底30可以在一些实施例中是至少100 μm厚，在一些实施例中是不大于300 μm厚，并且在一些实施例中是200 μm厚。纹理化部分可以在一些实施例中具有至少1 μm的深度，且在一些实施例中具有不大于10 μm的深度。衬底30的底表面位于波长转换结构2附近。在一些实施例中，衬底30通过任何适当的技术(包括晶圆结合和利用黏合剂层40的粘合)附接到波长转换结构2。适当的黏合剂可以与上面针对黏合剂层42所描述的相同。黏合剂层40和42可以是相同的材料或不同的材料。

[0030] 在一些实施例中，衬底30被形成和/或附接到波长转换结构2，使得间隙38形成在波长转换结构2和衬底30之间。间隙38可被填充有空气、环境气体或任何其它适当的材料。间隙38可以是在一些实施例中至少10 μm厚，且在一些实施例中不大于200 μm厚。

[0031] 光可由间隙38准直。从结构出射的光从高折射率区(例如，波长转换结构2，其可以是YAG:Ce，具有至少1.8的折射率)行进到低折射率区(例如，间隙38中的空气，具有1的折射率)，到第二高折射率区(例如，衬底30，其可以是蓝宝石，具有至少1.7的折射率)。因为仅仅处于某些入射角度的光能够穿过具有不同折射率的材料的界面而不经历全内反射，该界面准直光。(特别是介于低折射率区和第二高折射率区之间的)折射率差异越高，准直效果越大，不过较大的准直可能以较低的透射为代价。高折射率区(衬底10和纹理化衬底30)与低折射率区(间隙38中的材料)之间的折射率的差异在一些实施例中是至少0.5，并且在一些实施例中是至少0.6。

[0032] 在一些实施例中，通过只在波长转换结构2的一个或多个边缘处放置黏合剂40，留下黏合剂40未放置于该处的间隙38，来形成间隙38。在这样的实施例中，衬底30可具有平坦底表面。

[0033] 在一些实施例中，形成衬底30的底表面35以创建间隙38，如图4中所图示的。在图4中所图示的衬底30的底表面35上，衬底30通过任何适当的技术(诸如例如掩模和刻蚀或诸如研磨的机械工艺)来成形，以形成一个或多个柱36。在图4中所图示的实施例中，四个方柱

36布置在衬底30的角处。可使用更多或更少的柱，柱可放置在不同的地方，包括远离衬底30的边缘。柱不需要如所图示的那样是正方形的，它们可以是任何适当的形状。在底表面35的其余部分上，在柱36之间的区34中，衬底的底部相对于柱凹进。换句话说，衬底30在柱36被形成之处更厚，且在没有柱的区34中更薄。当衬底附接到波长转换结构2或黏合剂40时，只有柱36与波长转换结构2或黏合剂40直接接触，留下间隙38。柱36可以是任何适当的尺寸和形状。在一个示例中，柱36不大于 $50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$ 宽，且介于 $10 \mu\text{m}$ 和 $200 \mu\text{m}$ 高之间。

[0034] 衬底30可以是透明、当暴露于LED 1的操作条件时和当暴露于从LED 1和波长转换结构2提取的光时不明显退化、并适合于在底表面上形成纹理化表面和柱的任何适当的材料。在一些实施例中，衬底30可具有至少1.5的折射率。适当材料的示例包括蓝宝石和玻璃。

[0035] 可通过任何适当的技术(包括，例如掩模和刻蚀以及诸如研磨的机械技术)形成纹理化表面32及衬底30的底部上的柱36和间隙38。

[0036] 图8图示针对如图3中所图示的设备(曲线90)和没有纹理化衬底的设备(曲线92)的远场强度的截面。如图8中所图示的，从图3中所图示的设备提取的光比从没有纹理化衬底的参考设备提取的光更准直。在一些应用中，光可以在仅仅一些平面中更准直。例如在汽车头灯的示例中，图8中所图示的准直曲线可表示沿着垂直于道路的平面发射的光。水平于道路的光束可以仍然是宽的。

[0037] 在一些实施例中，反射材料布置在LED 1、波长转换结构2和衬底30中的一个或多个的侧面上。在图3中所图示的实施例中，反射材料44布置在所有三个结构的侧面上。在一些实施例中，反射材料可以布置在仅仅LED 1和/或波长转换结构2的侧面上，或反射材料可布置在三个结构中的任一个的侧壁的部分上。反射材料44可以是例如布置在诸如硅树脂的透明材料中的TiO₂、布置在侧壁上的反射涂层或箔(诸如金属箔)或反射涂料、或任何其它适当的材料。反射材料44可被模制在包括LED 1、波长转换结构2和纹理化衬底30的结构之上，压制在结构之上，或通过任何其它适当的技术形成。布置在纹理化表面32的顶部之上的过量的反射材料可通过例如喷砂(bead blasting)或任何其它适当的技术来移除。

[0038] 图5和6是包括纹理化衬底的其它实施例的截面视图。图5和6中的LED 1、底座14、波长转换结构2、黏合剂层40和42以及反射材料44可以与上面关于图3所描述的相同。

[0039] 在图5和6的设备中，衬底30包括主体50和电介质层52。电介质层52的顶表面被纹理化。电介质层52的纹理化表面可具有与上面关于图3所描述的相同的形状和尺寸。电介质层52可在主体50的主要表面上生长或以其它方式沉积。电介质层52形成于其上的主体50的表面可以是平面的或可以自身被纹理化(未示出)。

[0040] 在一些实施例中，主体50是透明的，是适合于形成和图案化电介质层52的，且是尽可能廉价的。在一些实施例中，主体50和电介质层52被选择成具有相对高的折射率，在一些实施例中至少是2。在一些实施例中，主体50是非III族氮化物材料(诸如蓝宝石)，且电介质层52是非掺杂III族氮化物材料(诸如GaN)。GaN层可在蓝宝石主体上生长，然后使用任何适当的技术(诸如例如机械技术(诸如研磨)、掩模和刻蚀或形成随机纹理化表面的技术(诸如光电化学刻蚀))被粗糙化或图案化。GaN层52典型地不包括发光层。

[0041] 在图5中所图示的实施例中，在主体50的底表面56处，间隙58在主体50和黏合剂层40(如果被使用)或波长转换结构2(如果没有使用黏合剂层)之间形成。间隙可与上面关于图3所描述的间隙相同，并可以与上面关于图3所描述的间隙相同的方式形成。在图6中，

没有间隙。在图6中,波长转换结构2的顶表面和主体50的底表面两者都是平坦表面。

[0042] 在图7中所图示的实施例中,具有纹理化顶表面的多个衬底布置在LED和波长转换结构之上。图7中的LED 1、底座14、波长转换结构2、黏合剂层40和42以及反射材料44可以与上面关于图3所描述的相同。衬底可以是纹理化衬底,如上面关于图3所描述的,或者可以是包括主体和纹理化电介质层的衬底,如上面关于图5和6所描述的。

[0043] 第一衬底70例如通过黏合剂层40附接到波长转换结构2。第一衬底70的顶表面72的至少部分被纹理化。第二衬底74附接到第一衬底70。第二衬底74的顶表面76被纹理化。第二衬底74可通过黏合剂82或通过任何其它适当的方法或材料附接到第一衬底。

[0044] 在一些实施例中,第二衬底74像在图3中所描述的衬底那样在底表面上形成有一个或多个柱,其在第一和第二衬底之间形成间隙80。第一衬底70的顶表面72可被纹理化,使得第二衬底74上的柱在该处触及第一衬底70的顶表面72的区不被纹理化,或可将柱放置在纹理化表面72上。黏合剂82可布置在第二衬底74的底表面上的柱的区中,以便将第一衬底70附接到第二衬底74。在图7中所图示的实施例中,间隙78和80形成在波长转换结构2和第一衬底70之间,以及第一衬底70和第二衬底74之间。可省略间隙78和80中的任一个或两个。

[0045] 在详细描述了本发明后,本领域技术人员将认识到,在给出本公开的情况下,可对本发明作出修改而不偏离本文所描述的发明概念的精神。特别地,在特定实施例中描述的特征可被合并在任何实施例中,且特征可从实施例删除。因此,并不意图本发明的范围被限制到所图示和所描述的特定实施例。

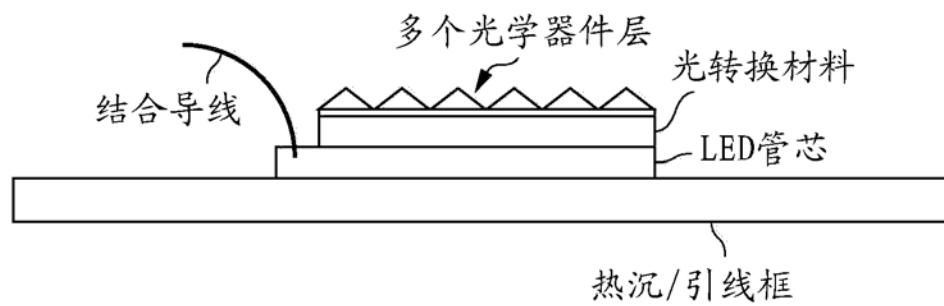


图 1 (现有技术)

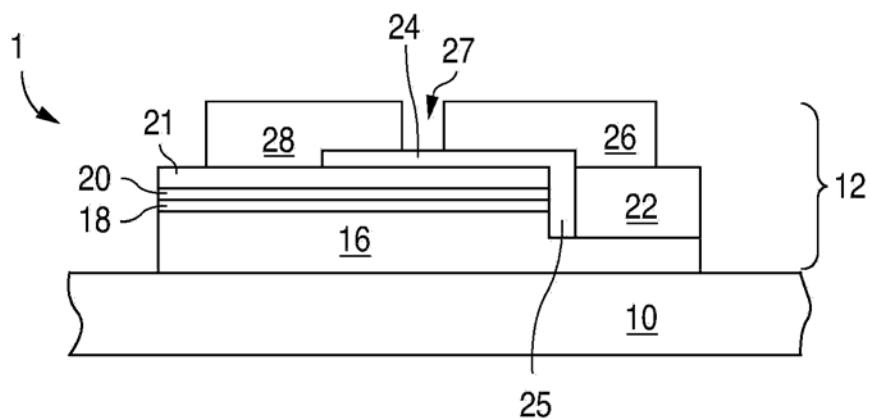


图 2

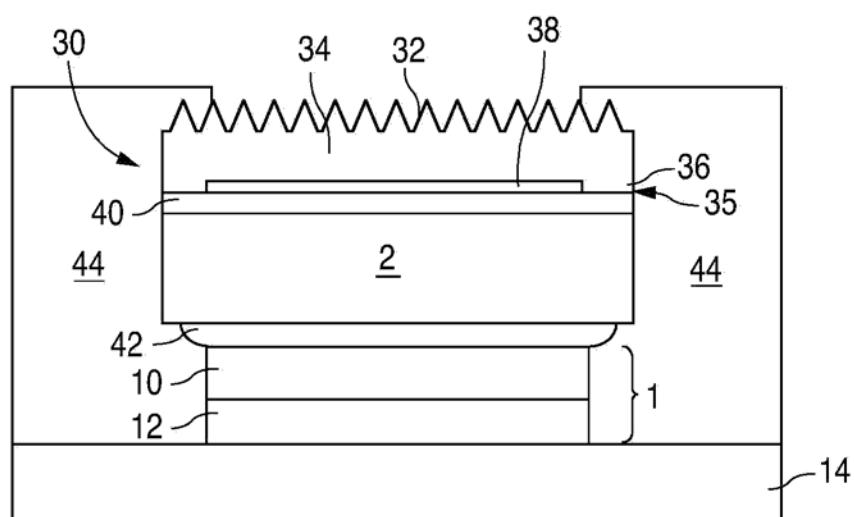


图 3

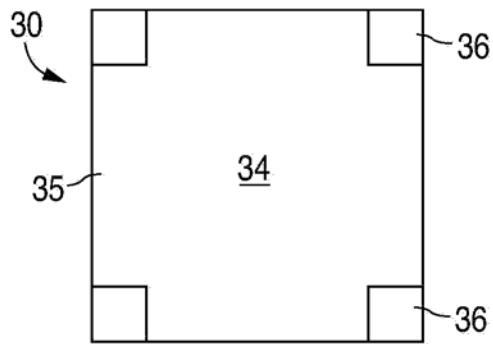


图 4

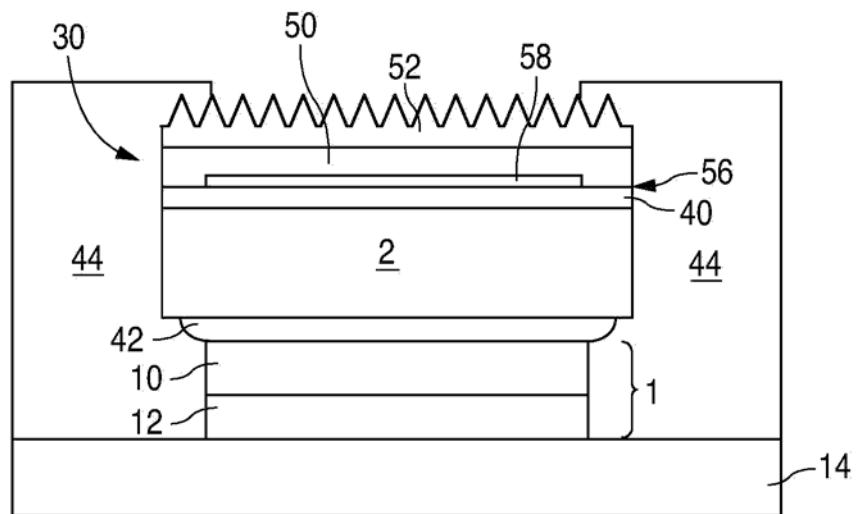


图 5

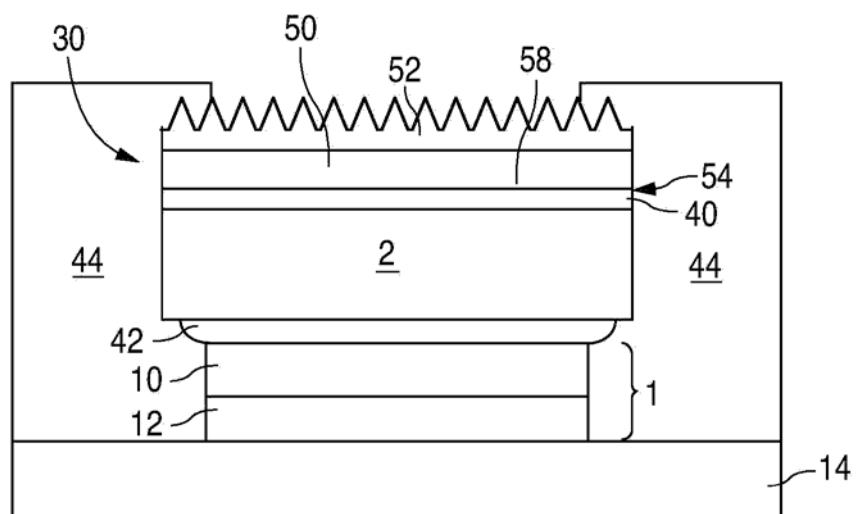


图 6

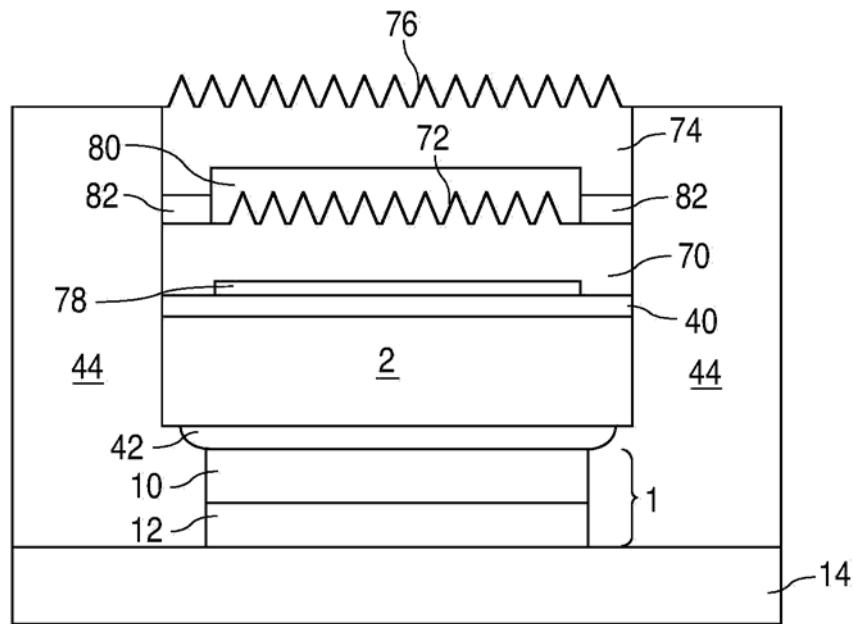


图 7

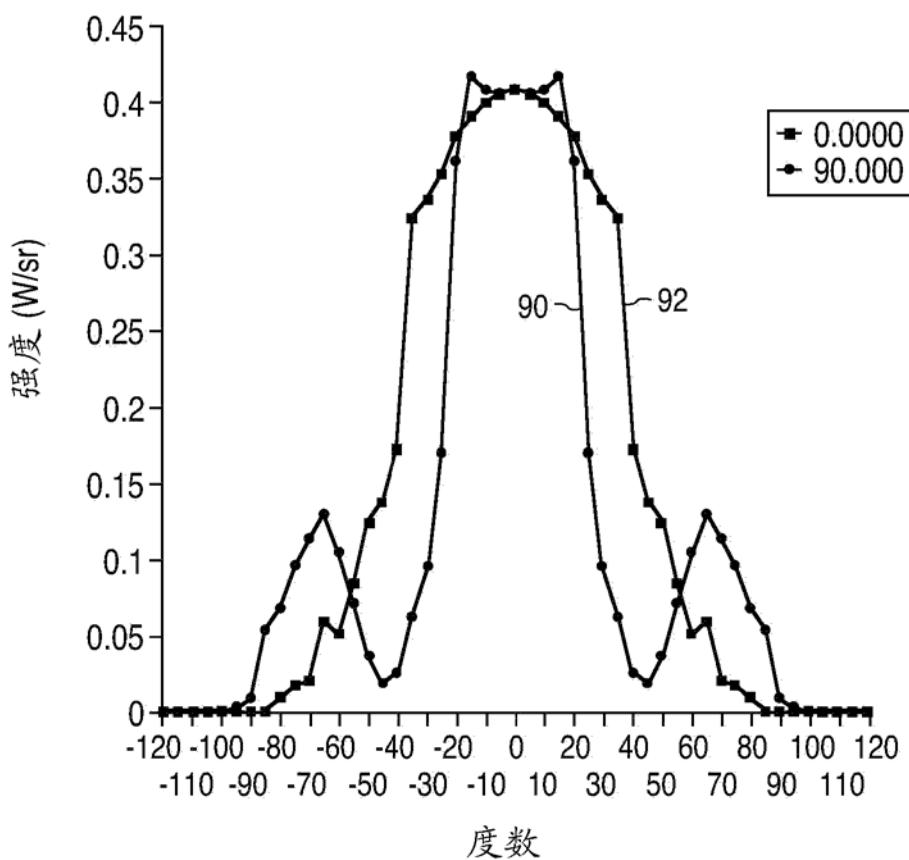


图 8