

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101366126 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 06

(21) 申请号 200680044724. X

(22) 申请日 2006. 11. 23

(30) 优先权数据

11/290, 299 2005. 11. 29 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 05. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2006/054406 2006. 11. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02007/063460 EN 2007. 06. 07

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

专利权人 飞利浦拉米尔德斯照明设备有限  
责任公司

(72) 发明人 M·R·克拉梅斯 P·J·施米特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公  
司 72001

代理人 龚海军 刘红

(51) Int. Cl.

H01L 33/00(2006. 01)

C09K 11/77(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2004/0145308 A1, 2004. 07. 29, 全文.

US 6630691 B1, 2003. 10. 07, 说明书第 3 栏  
第 48 行至第 6 栏第 61 行、图 3.

US 2004/0104672 A1, 2004. 06. 03, 说明书第  
【0034】段至第【0069】段、图 4-8.

US 2004/0140765 A1, 2004. 07. 22, 全文.

CN 2314546 Y, 1999. 04. 14, 全文.

审查员 商纪楠

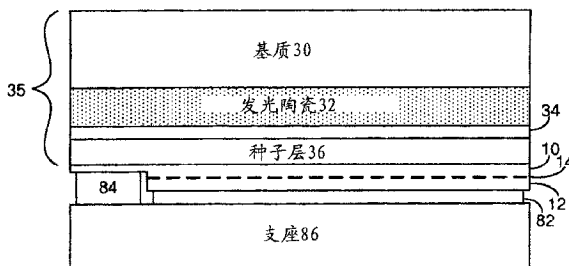
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

(54) 发明名称

用于发光器件的发光陶瓷层

(57) 摘要

一种包含定位于 n 类型区域和 p 类型区域的发光层的半导体结构被粘附到包含对器件提供机械支持的基质和含有发光材料的陶瓷层的复合衬底。在一些实施例中, 该复合衬底包括一个晶体种子层, 半导体结构在该层上生长。陶瓷层位于种子层和基质之间。在一些实施例中, 在传统成长衬底上生长结构之后, 复合衬底粘附到该半导体结构。在一些实施例中, 复合衬底与半导体结构被间隔开, 并且不提供对该结构的机械支撑。该陶瓷层的厚度低于 500 微米。



1. 一种波长转换部件,包括:  
复合衬底,包括:  
基质;和  
连接到该基质的陶瓷层,该陶瓷层包括发光材料并具有低于 500 微米的厚度;  
附加到复合衬底的结晶半导体结构,该结晶半导体结构包括设置在 n 型区域和 p 型区域之间的发光层。
2. 如权利要求 1 所述的波长转换部件,其中该陶瓷层具有低于 250 微米的厚度。
3. 如权利要求 1 所述的波长转换部件,其中该陶瓷层具有一个低于 50 微米的厚度。
4. 如权利要求 1 所述的波长转换部件,其中该基质是下述之一:单晶体  $Al_2O_3$ 、多晶体  $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $Si$ 、 $SiC$ 、 $AlON$ 、 $SiAlON$ 、 $MgAl_2O_4$ 、单晶体  $Y_3Al_5O_{12}$ 、陶瓷  $Y_3Al_5O_{12}$  和金属。
5. 如权利要求 1 所述的波长转换部件,其中该基质是 Mo。
6. 如权利要求 1 所述的波长转换部件,其中该发光材料是  $(Lu_{1-x-y-a-b}Y_xGd_y)_3(Al_{1-z-c}Ga_zSi_c)_5O_{12-c}N_c:Ce_aPr_b$  其中  $0 < x < 1, 0 < y < 1, 0 < z \leq 0.1, 0 < a \leq 0.2, 0 < b \leq 0.1$ , 和  $0 < c < 1$ 。
7. 如权利要求 1 所述的波长转换部件,其中该发光材料是下列之一:  
 $(Sr_{1-u-v-x}Mg_uCa_vBa_x)(Ga_{2-y-z}Al_yIn_zS_4):Eu^{2+}$ ;  
 $(Sr_{1-x-y}Ba_xCa_y)_2SiO_4:Eu^{2+}$ 。
8. 如权利要求 1 所述的波长转换部件,其中该发光材料是下列之一:  
 $Lu_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}; Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}; Y_3Al_{4.8}Si_{0.2}O_{11.8}N_{0.2}:Ce^{3+}$ ;  
 $Sr_2Si_5N_8:Eu^{2+}; SrSi_2N_2O_2:Eu^{2+}; SrGa_2S_4:Eu^{2+}; SrBaSiO_4:Eu^{2+}$ ;  
 $CaS:Eu^{2+}; SrS:Eu^{2+}; CaAlSiN_3:Eu^{2+}; CaAl_{1.04}Si_{0.96}N_3:Ce^{3+}$ ; 以及  
 $Ca_{0.75}Si_{8.625}Al_{3.375}O_{1.375}N_{0.625}:Eu_{0.25}$ 。
9. 如权利要求 1 所述的波长转换部件,其中该发光材料是下列之一:  
 $(Sr_{1-x-y}Ba_xCa_y)_{2-z}Si_{5-a}Al_aN_{8-a}O_a:Eu_z^{2+}$  其中  $0 \leq a < 5, 0 < x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ , 和  $0 < z \leq 1$ ;  
 $Sr_{1-a-b}Ca_bBa_c)Si_xN_yO_z:Eu_a^{2+}$  其中  
 $a = 0.002-0.2, b = 0.0-0.25, c = 0.0-0.25, x = 1.5-2.5, y = 1.5-2.5, z = 1.5-2.5$ ;  
 $(Ca_{1-x}Sr_x)S:Eu^{2+}$  其中  $0 \leq x \leq 1$ ;  
 $(Ca_{1-x-y-z}Sr_xBa_yMg_z)_{1-n}(Al_{1-a+b}B_a)Si_{1-b}N_{3-b}O_b:RE_n$ , 其中  $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1, 0 \leq a \leq 1, 0 < b \leq 1$  和  $0.002 \leq n \leq 0.2$  和  $RE = Eu^{2+}$  或  $Ce^{3+}$ ; 以及  
 $M_x^{v+}Si_{12-(m+n)}Al_{m+n}O_nN_{16-n}$ , 其中  $x = m/v$  且  $M = Li, Mg, Ca, Y, Sc, Ce, Pr, Nf, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu$  或其混合物。
10. 如权利要求 1 至 9 中任意一项所述的波长转换部件,其中该发光层被设置为当被正向偏置时发出第一峰值波长的光;其中:  
该复合衬底被设置于该发光层发出的光路中;以及  
该发光材料能够吸收第一峰值波长的光,并且能够发射第二峰值波长的光。
11. 如权利要求 10 所述的波长转换部件,其中该结晶半导体结构在该复合衬底上生长。
12. 如权利要求 10 所述的波长转换部件,其中该复合衬底进一步包括种子层,其中:

该陶瓷层被设置在基质和种子层之间 ;以及  
该结晶半导体结构直接生长在种子层上。

13. 如权利要求 12 所述的波长转换部件,其中该种子层是下述之一 :GaN、4HSiC、6H SiC、ScMgAlO<sub>4</sub>、ZnO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlGaIn 和 InGaIn。

14. 如权利要求 12 所述的波长转换部件,进一步包括设置于种子层与陶瓷层之间的粘合层,其中该粘合层将种子层粘附于陶瓷层。

15. 如权利要求 10 所述的波长转换部件,其中该结晶半导体结构生长于生长衬底上,并且该结晶半导体结构通过在陶瓷层和半导体结构之间的界面的粘合剂被粘附于复合衬底。

16. 如权利要求 15 所述的波长转换部件,其中进一步包括设置于陶瓷层与半导体结构之间的粘合层。

17. 如权利要求 10 所述的波长转换部件,进一步包括 :

电连接到 p 型区域的第一触点 ;以及

电连接到 n 型区域的第二触点 ;

其中该第一和第二触点都形成在半导体结构的同一侧。

18. 如权利要求 10 所述的波长转换部件,进一步包括覆盖发光层的盖子。

19. 一种用于形成波长转换器件的方法,包括 :

提供复合衬底,该复合衬底包括 :

基质 ;以及

连接于基质的陶瓷层,该陶瓷层包括发光材料并具有低于 500 微米的厚度 ;和

将结晶半导体结构粘附于该复合衬底,该结晶半导体结构包括设置于 n 型区域和 p 型区域之间的发光层。

## 用于发光器件的发光陶瓷层

### 技术领域

[0001] 本发明涉及波长转换构件,其适合用于例如发光二极管的半导体发光器件。

### 背景技术

[0002] 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)和边发射激光器在内的半导体发光器件属于目前可用的最有效的发光来源。当前,在制造能够在整个可见光谱上工作的高亮度发光器件中的感兴趣材料系统包括 III-V 族半导体,特别是镓、铝、镉和氮的二元,三元,和四元合金,也被称为 III 族氮化物。典型地,III 族氮化物发光器件由通过金属有机化学气相沉积(MOCVD)、分子束外延(MBE)或者其他外延技术而在蓝宝石、碳化硅、III 族氮化物或其他适合的衬底上外延生长的不同成分和掺杂浓度的半导体层的叠层来构成。该叠层通常包括在衬底之上形成掺杂了比如硅的一个或多个 n 型层、在所述一个或多个 n 型层上形成的在活动区域中的一个或多个发光层、以及一个或多个在动态区域上形成掺杂了比如镁的 p 型层。电接触点在 n 型和 p 型区域上形成。

[0003] 由于 III 族氮化物器件发出的光通常在可见光谱的末端具有较短波长,因此 III 族氮化物器件发出的光可以很容易地被转换以产生具有较长波长的光。采用已知的发光/荧光工艺将具有第一峰值波长的光(一次光)转换为具有较长峰值波长的光(二次光),这在本领域中是公知的。荧光工艺包括通过波长转换材料比如磷光体来吸收一次光,激发磷光体材料的发光中心,从而发出二次光。该二次光峰值波长依赖于磷光体材料。可以选择磷光体材料的类型以产出具有特定峰值波长的二次光

[0004] 参考图 1,示出了一种在美国专利 6351069 中描述的现有技术的磷光体转换 LED 10。LED 10 包含 III 族氮化物管芯 12,该管芯被激发时产生蓝色一次光。III 族氮化物管芯 12 位于反射杯引线框架 14 上,并且被电耦合至引线 16 和 18。引线 16 和 18 将功率传导给 III 族氮化物管芯 12。III 族氮化物管芯 12 被包含波长转换材料 22 的层 20 覆盖,其中该层 20 通常是透明树脂。用于构成层 20 的波长转换材料的类型可以根据荧光材料 22 产生的二次光的期望光谱分布来进行变化。III 族氮化物管芯 12 和荧光层 20 被透镜 24 封装。该透镜 24 典型地由透明的环氧树脂或有机硅构成。

[0005] 在操作中,电能被提供给 III 族氮化物管芯 12 以激发该管芯。管芯 12 被激发时会发射出远离该管芯顶层表面的一次光。发射出的一次光的一部分被层 20 中的波长转换材料 22 所吸收。然后,该波长转换材料 22 响应所吸收的一次光发射出二次光,即,具有更长的峰值波长的转换光。发射出的一次光中剩余的未被吸收的部分与二次光一起穿过波长转换层。透镜 24 指引未被吸收的一次光和二次光在箭头 26 指示的总方向上作为输出光。因此,输出光是一种复合光,其由管芯 12 发射的一次光和波长转换层 20 发射的二次光组成。波长转换材料也可以被配置成使得极少的或者没有一次光溢出该器件,如在发射 UV 一次光的管芯与一个或多个发射可见二次光的波长转换材料相组合的情况下。

[0006] 由于 III 族氮化物 LED 在较高的功率和较高的温度下工作,所以应用于层 20 的有机密封剂的透明度趋于降低,这不利地减少了器件的光提取效率并且潜在地改变了从器件

发射出的光的表现。

[0007] 已经提出了波长转换材料的几个可替换的配置,例如美国专利 6630691 所述的在单晶体发光衬底上生长 LED 器件,美国专利 6696703 所述的薄膜磷光体层,以及美国专利 6576488 所述的通过电泳沉积法沉积的共形层或者美国专利 6650044 所述的模板印刷(stenciling)。这些可替换配置的每一个都还有不足之处。包含粘合材料的磷光体层,比如通过电泳沉积法或模板印刷沉积的磷光体,可能遭遇如图 1 所描述的粘合材料透明度的相同劣化。薄膜或者共形层很难处理,因为磷光体层是易碎的。现有一些解决方法的一个主要缺陷是磷光体 / 密封剂系统的光学不均匀性,这将导致散射,潜在地造成转换效率的损失。

### 发明内容

[0008] 根据本发明的实施例,一种包括沉积在 n 型区域和类型区域之间的发光层的半导体结构光学耦合于包含基质和含有发光材料的陶瓷层的复合衬底。在一些实施例中,复合衬底包含晶体种子层,半导体结构在该层上生长。陶瓷层定位于种子层和基质之间。在一些实施例中,在常规生长衬底上生长半导体结构之后,复合衬底粘附于半导体结构。在一些实施例中,复合衬底与半导体结构间隔开来。陶瓷层可以具有低于 500 微米的厚度。发光层被配置来在正向偏置时发射具有第一峰值波长的光,并且发光材料可以吸收发光层发出的光并发射出具有第二峰值波长的光。

[0009] 包含发光材料的陶瓷层可以是半透明或透明的,这样可以减少与不透明波长转换层例如共形层相关联的散射损失。与现有技术的波长转换层相比,发光陶瓷层还有更强的鲁棒性并更容易处理。

### 附图说明

[0010] 图 1 显示了现有技术的磷光体转换的半导体发光器件。

[0011] 图 2 是半导体发光器件的横断面视图,该器件在包含发光陶瓷的复合衬底上生长。

[0012] 图 3 是根据本发明实施例的在包含发光陶瓷的复合衬底上生长的半导体发光器件的横断面视图。

[0013] 图 4 显示了形成图 3 所示器件的方法。

[0014] 图 5 显示了基质,发光陶瓷,和粘合层。

[0015] 图 6 显示了被粘合到种子层材料的厚晶片的图 5 的结构。

[0016] 图 7 显示了在去除了一部分种子层材料的厚晶片以剩下期望厚度的种子层之后的复合衬底。

[0017] 图 8 显示了根据本发明实施例的半导体发光器件。

[0018] 图 9 显示了形成图 11 所示器件的方法。

[0019] 图 10 是根据本发明实施例的在生长衬底上生长并粘合到包含发光陶瓷的复合衬底的半导体器件层的横断面视图。

[0020] 图 11 显示了根据本发明实施例的半导体发光器件。

[0021] 图 12 是封装好的发光器件的分解视图。

[0022] 附图详述

[0023] 在此引入作为参考的,提交于2004年6月3日,标题为“Luminescent Ceramic for a Light Emitting Device”的美国专利申请 No. 10/861, 172,描述了波长转换材料,比如形成陶瓷片的磷光体,在此处陶瓷片被称为“发光陶瓷”,“陶瓷层”或者“陶瓷磷光体”。这种陶瓷片是独立于半导体器件形成的自支撑层,随后附着于该半导体器件成品或者用作该半导体器件的生长衬底。该陶瓷层可以是半透明的或者透明的,这可以减少与诸如共形(conformal)层的不透明波长转换层相关联的散射损失。与薄膜或共形磷光体层相比,发光陶瓷层具有更强的鲁棒性。此外,由于发光陶瓷层是固体,这可以使得它更容易与其它也是固体的光学元件,比如透镜和二次光学器件,进行光学接触。

[0024] 形成发光陶瓷层的磷光体的例子包括石榴石磷光体,其通式为  $(Lu_{1-x-y-a-b}Y_xGd_y)_3(Al_{1-z-c}Ga_zSi_c)_5O_{12-c}N_c:Ce_aPr_b$  其中  $0 < x < 1, 0 < y < 1, 0 < z \leq 0.1, 0 < a \leq 0.2, 0 < b \leq 0.1$ , 和  $0 < c < 1$  例如在黄-绿范围内发光的  $Lu_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ ,  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$  和  $Y_3Al_{4.8}Si_{0.2}O_{11.8}N_{0.2}:Ce^{3+}$ ; 和  $(Sr_{1-x-y}Ba_xCa_y)_{2-z}Si_{5-a}Al_aN_{8-a}O_a:Eu_z^{2+}$  其中  $0 \leq a < 5, 0 < x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ , 和  $0 < z \leq 1$  例如在红色范围内发光的  $Sr_2Si_5N_8:Eu^{2+}$ 。合适的  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$  陶瓷片可以从 Baikowski International Corporation of Charlotte, N. C. 购买。其他绿色,黄色,红色发光磷光体也适用,包括  $(Sr_{1-a-b}Ca_bBa_c)Si_xN_yO_z:Eu_a^{2+}$  ( $a = 0.002-0.2, b = 0.0-0.25, c = 0.0-0.25, x = 1.5-2.5, y = 1.5-2.5, z = 1.5-2.5$ ) 包括,例如,  $SrSi_2N_2O_2:Eu^{2+}$ ;  $(Sr_{1-u-v-x}Mg_uCa_vBa_x)(Ga_{2-y-z}Al_yIn_zS_4):Eu^{2+}$  包括例如,  $SrGa_2S_4:Eu^{2+}$ ;  $(Sr_{1-x-y}Ba_xCa_y)_2SiO_4:Eu^{2+}$  包括,例如  $SrBaSiO_4:Eu^{2+}$ ;  $Ca_{1-x}Sr_x)S:Eu^{2+}$  其中  $0 \leq x \leq 1$  包括,例如,  $CaS:Eu^{2+}$  和  $SrS:Eu^{2+}$ ;  $(Ca_{1-x-y-z}Sr_xBa_yMg_z)_{1-n}(Al_{1-a+b}B_a)Si_{1-b}N_{3-b}O_b:RE_n$ , 其中  $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1, 0 \leq a \leq 1, 0 \leq b \leq 1$  以及  $0.002 \leq n \leq 0.2$  并且 RE 从铈(II)和铈(III)中选择包括例如  $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$  和  $CaAl_{1.04}Si_{0.96}N_3:Ce^{3+}$ ; 和  $M_x^{v+}Si_{12-(m+n)}Al_{m+n}O_nN_{16-n}$ , 其中  $x = m/v$  且 M 是金属,优选地从下面选择 Li, Mg, Ca, Y, Sc, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu 或其混合物包括,例如  $Ca_{0.75}Si_{8.625}Al_{3.375}O_{1.375}N_{0.625}:Eu_{0.25}$ 。

[0025] 可以高温加热磷光体粉末直到磷光体颗粒表面开始软化并且形成了液体表层,由此形成了陶瓷磷光体。这些部分熔化的颗粒表面促进了颗粒间质量传输,导致形成了颗粒连接的“颈部”。形成该颈部的质量的重分配导致了在烧结中颗粒的收缩,并且产生了颗粒的硬质结块。单轴或均衡冲压步骤,以及预制“坯体”的真空烧结或烧结预增密陶瓷,对于形成具有低残余内部孔隙度的多晶陶瓷层是必需的。该陶瓷磷光体的半透明度,即它产生的散射量,可以从高混浊度到高透明度进行控制,这是通过调节加热和冲压条件、制造方法、所使用的磷光体前体以及合适的磷光体材料的晶格来实现的。除了磷光体,例如氧化铝的其他陶瓷形成材料可以被包括以例如方便陶瓷的形成或调节陶瓷的折射率。包括超过一种晶体成分或晶体与非晶体的组合或玻璃成分的多晶复合材料,也能通过例如共烧两种独立的磷光体粉末,比如氧代次氨基硅酸盐磷光体和次氨基硅酸盐磷光体,来形成。

[0026] 不同于在光学上表现为没有光学间断的单个大磷光体颗粒的薄膜,发光陶瓷表现为紧密包裹的独立的磷光体颗粒,这样在不同的磷光体颗粒之间有了微小的光学间断。因此,发光陶瓷几乎是光学均匀的,并且具有与形成发光陶瓷的磷光体材料相同的折射率。不同于共形磷光体层或沉积于透明材料如树脂上的磷光体层,发光陶瓷除了磷光体本身之外通常不需要粘合材料(比如有机树脂或环氧树脂),这样在各个磷光体颗粒之间有很少的

空间或者不同折射率的材料。结果是,发光陶瓷是透明或半透明的,这不同于共形的磷光体层。

[0027] 美国专利申请序列号 No. 11/080, 801, 标题“Wavelength-Converted Semiconductor Light Emitting Device”, 提交于 2005 年 3 月 14 日, 这里引入作为参考, 该专利申请描述了在复合衬底上用发光陶瓷作为基质衬底, 在该衬底上可以生长 III 族氮化物器件层。

[0028] 图 2 显示了这个器件。发光陶瓷 52 通过结合剂 56 与成核结构 58 结合, 该结合剂位于成核结构 58 和发光陶瓷 52 的交界面上, 也可以直接通过晶片粘合或通过中间粘合层(未示出)来结合。如果应用粘合层, 优选地该粘合层有一个折射率, 则该折射率在应用粘合层的 III 族氮化物层的折射率和发光陶瓷的折射率之间, 尽管可以利用具有更低折射率的粘合层。接着在成核结构上生长包括一个位于 n 型区域 10 和 p 型区域 12 之间的发光区域 14 的外延层。发光区域 14 和 p 型区域 12 的一部分被刻蚀, 以暴露 n 型区域 10 的一部分, 在其上形成 n 触点。反射 p 触点 20 形成于 p 型区域 12 的剩余部分上, 这样所有的发射光都朝向陶瓷磷光体。一个可选的反射器(未示出)例如分布布拉格反射器被提供在正对着 III 族氮化物器件层的陶瓷磷光体的表面, 以控制从活动区域逃离未转换的陶瓷磷光体的发射量。作为反射器的替换, 正对着器件层的陶瓷磷光体 52 的表面可以被粗糙化, 纹理化, 或者变形以提高出光。

[0029] 图 2 中的发光陶瓷 52 必须相对厚, 比如厚度高于 500 微米, 从而为器件层 10, 12, 和 14 的生长以及随后的晶片制备过程提供必需的机械强度。形成这样一种厚陶瓷磷光体需要高温, 高压处理以形成陶瓷, 接着磨削和抛光, 所有这些步骤都可能是昂贵的工艺。

[0030] 根据本发明的实施例, 半导体发光器件的 III 族氮化物器件层被连接到包含发光陶瓷和基质的复合衬底上。发光陶瓷层可以是薄的, 比如厚度 200 微米或更少。在本发明的一些实施例中, 复合衬底是生长衬底, 器件层在其上面生长。在本发明的一些实施例中, 在器件层在常规生长衬底上生长之后复合衬底被附着于器件层。

[0031] 图 3 显示了本发明的第一个实施例, 其中复合衬底被用作生长衬底用来生长 III 族氮化物器件层。在图 3 的器件中, 在复合生长衬底 35 中发光陶瓷层 32 附着于基质 30 上。发光陶瓷层 32 的厚度是 1-500 微米, 5-250 微米, 或 5-50 微米。利用包含发光陶瓷和基质的复合衬底具有以下优点, 即期望的基质属性可以与期望的发光属性分开。比如, 基质 30 可以是蓝宝石, 以及发光陶瓷层 32 可以被高度掺杂并且相应地很薄, 只有几微米的数量级。增加的掺杂度导致了发光陶瓷层的折射率的大虚部, 这样可以通过损坏整个内部反射来增加从器件提取到发光陶瓷的光量。发光陶瓷层 32 可以是薄层和高度掺杂, 因为器件的机械支撑由基质 30 来提供。没有基质 30, 发光陶瓷层 32 必须足够厚以提供这个机械支撑, 并且因此不能被高度掺杂。

[0032] 基质 30 可以是能够耐受在衬底 35 上生长器件层以及在生长后处理该器件所要求的条件的任何材料。为最小化复合衬底 35 的平面度偏差, 在一些实施例中基质 30 的厚度至少是发光陶瓷层厚度 32 的 10 倍。基质 30 为发光陶瓷 32 和生长在衬底 35 上的半导体器件层提供机械支撑。在基质 30 保留部分器件的实施例中, 如果光通过该基质被提取, 基质 30 至少要部分透明。能够耐受器件外延层加工条件的任何材料都适合本发明的实施例, 包括半导体, 陶瓷, 和金属。适合的材料包括单晶体和多晶体  $Al_2O_3$ ,  $AlN$ ,  $Si$ ,  $SiC$ ,  $AlON$ ,  $SiAlON$ ,  $MgAl_2O_4$ , 单晶体和陶瓷  $Y_3Al_5O_{12}$ , 和诸如 Mo 的金属。

[0033] 种子层 36 是这样一层：器件层 10, 12, 和 14 在该层上生长，于是它必须是这样一种材料：即半导体材料（在一些实施例中为 III 族氮化物材料）可以在该种材料上成核。种子层通常是大约 50 埃 -1 微米厚。在一些实施例中种子层 36 与器件层材料 CTE 匹配，并且一般是与器件层有着相当紧密的晶格匹配的单晶体材料。通常器件生长于上的种子层 36 的上表面的晶向是纤锌矿【0001】c 平面。在种子层 36 保留器件成品的一部分的实施例中，如果光从器件通过该层被提取，种子层 36 可以是透明的或薄的。适合的材料包括 GaN, 4HSiC, 6HSiC, ScMgAlO<sub>4</sub>, ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlGaN 和 InGaN。

[0034] 一个或多个可选的粘合层 34 可被用于将发光陶瓷层 32 粘合于种子层 36。粘合层 34 厚度是大约 100 埃 -1 微米。合适的粘合层的例子包括诸如 SiO<sub>2</sub> 的 SiO<sub>x</sub>，诸如 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 的 SiN<sub>x</sub>，HfO<sub>2</sub>，及其混合物，诸如 Mo, Ti 的金属，TiN，其他合金，和其他半导体或绝缘体。由于粘合层 34 将发光陶瓷层 32 连接到种子层 36，所以选择形成粘合层 34 的材料从而在发光陶瓷 32 和种子 36 之间提供良好的粘合性。在粘合层 34 保留器件成品的一部分的实施例中，粘合层 34 优选为透明的或非常薄。在一些实施例中，粘合层 34 可以省略，并且种子层 36 可以直接粘在发光陶瓷 32 上。

[0035] 包含 n 型区域 10, p 型区域 12 和发光区域 14 的器件层是传统的 III 族氮化物器件层，该层通过现有的生长技术生长。n 型区域 10, p 型区域 12 和发光区域 14 的每一个都可以包含具有不同成分和掺杂浓度的多个层。例如，n 型区域 10 和 / 或 p 型区域 12 可以包括可以是掺杂的或非有意掺杂的预处理层（比如缓冲层或成核层），设计用于方便在衬底去除后稍后释放生长衬底或减薄半导体结构的释放层，以及为发光区域有效发光所需的特定光学或电学属性而设计的器件层。发光区域 14 可以包括一个或多个厚的或薄的发光层。合适的发光区域的示例包括一个包含单个厚发光层的发光区域，和一个包含多个被阻挡层分离的薄量子阱的多量子阱发光区域。与种子层 36 相邻的半导体层的成分的选择可以依据它的晶格常数或其他属性，和 / 或根据它在种子层 36 的材料上的成核能力。

[0036] 图 3 中显示的器件可以通过图 4 描述的方法形成。在阶段 41 中，准备至少一个前驱磷光体粉末。前驱磷光体粉末是能够形成磷光体的一种材料，该磷光体能吸收由待生长的半导体发光器件的发光层发射的某一波长的光，并且发射出不同波长的光。在一些实施例中，前驱磷光体粉末包括非反应前驱粉末，其在例如在下面描述的共烧步骤 45 的随后步骤中反应形成磷光体。

[0037] 在阶段 42 中，陶瓷浆料由每一个前驱磷光体粉末制备。在阶段 43 中每一个陶瓷浆料接着通过在例如金属溶体的结构上浇铸薄层浆料被加工成陶瓷带，该层是前驱磷光体粉末和 / 或非发光材料和各种添加剂的水分散体或有机分散体。浆料层接着利用例如红外加热和空气对流来干化。

[0038] 在可选阶段 44 中，多个陶瓷带可以被一起层压来形成叠层，比如通过在与层压带的平面垂直方向上热压来完成。根据初始材料、合成和处理，该叠层中不同的陶瓷带有不同的光学和 / 或机械特性，包括发射光谱，散射参数，和透射率。例如，不同的陶瓷片可以包含发出不同颜色光的发光材料或发出多种颜色光的多重发光材料，并且一些陶瓷片可能不包括发光材料。

[0039] 单个带或层压的叠层可以带有缺口和被穿孔以接纳其他的结构或功能元素，或形成一种可组合的结构，接着被折断为多个独立器件。



[0040] 阶段 41-44 得出了一种以单个带或层压叠层形式的带铸法陶瓷坯体。一个特殊的例子是 YAG:Ce 陶瓷坯体可以如下形成：通过在乙醇中混合  $Al_2O_3$ ,  $Y_2O_3$  和  $CeO_2$  粉末和高纯度氧化铝球 4 小时，制备一种掺杂有 2% 的平均颗粒直径至少为 0.2 微米的 Ce 的 YAG 粉末。研磨过的浆料接着被干燥并在减少的大气中在 1300 摄氏度下烧。得到的粉末接着再次在包含 0.5 的重量百分比的正硅酸乙酯的乙醇中利用高纯度氧化铝球碾磨 6 小时，在干燥之后，陶瓷粉末再被分散到软化水中。浆料中固体物质被调节到 66 的重量百分比。浆料筛选之后，加入粘合剂溶液，合适的增塑剂，润湿剂和消泡剂以形成泥釉，即粉末和具有加入的粘合系统的溶液的陶瓷浆料，如下面表 1 中所列。作为粘合剂，使用了聚乙烯醇，其平均分子重量是 175kg/mol，相应于加权平均聚合度 4300 和水解率 98.4%。可替换地，有机粘合剂系统能用于泥釉的制备，比如带有乙醇 / 甲苯的溶剂混合物的粘合剂系统，聚乙烯醇缩丁醛作为粘合剂，鲑鱼油作为反絮凝剂，聚乙二醇和邻苯二甲酸二辛酯作为增塑剂。

[0041] 表 1：用于生产 YAG:Ce 陶瓷带的泥釉配方

[0042]

材料	质量 [g]
YAG:Ce(2%) 粉末	1000
聚乙烯醇 (Mowiol 56/98, Hoechst)	433
软化水	340
三甘醇 (Merk)	26.7
三丙二醇 n-butylether (Dow)+8wt% Servoxy1 VPNZ9/100 (Servo B. V)	3.33
Serul (25%) (Servo B. V)	3.33
Trion CF32 (Rohm&Haas)	0.42

[0043] 泥釉接着在真空中被去气以防止被密封的气泡在陶瓷带中引起孔洞。通过批次刮片机在玻璃板上铸造具有未加工厚度达 45 微米的未加工带。随后湿的泥釉层在 60 摄氏度的熔炉里被烘干 30 分钟。

[0044] 回到图 4，在阶段 45 中，陶瓷坯体被置于毗邻基质，接着被共烧，例如通过真空烧结，无压烧结，或单轴热压的方法，以将陶瓷层附着于基质。例如，一个 YAG:Ce 陶瓷坯体可用蓝宝石基质材料来堆叠，该陶瓷粘合剂在空气中的被烧毁的温度是 500-600 摄氏度，接着该叠层被改化为压模。接着该叠层在真空中 1500-1800 摄氏度下热压 2-12 小时。热压之后共烧叠层在 1350 摄氏度空气中后退火 2-12 小时。

[0045] 由于基质和陶瓷坯体在一起共烧，在共烧之前不需要昂贵的抛光介面，因为在共烧期间陶瓷坯体的晶粒生长和多晶体重排在发光陶瓷和基质之间导致一个大的接触区域。在烧结期间的接触区域和在发光陶瓷和基质之间最终粘结强度能在共烧期间通过应用单轴压力垂直作用于接触表面被加强。

[0046] 在阶段 46 中,共烧之后,粘合的发光陶瓷和基质能可选地进一步处理以提高该结构的机械和光学属性,例如通过退火或表面抛光。

[0047] 在阶段 47 中,种子层附着于粘合的发光陶瓷和基质。图 3 中的种子层 36 可以如图 5-7 所示被粘附。图 5-7 显示了在种子层的块体材料可容易地利用时来粘附种子层;例如,带有 SiC,  $Al_2O_3$ , ZnO 种子层的衬底,和可能的一些 III 族氮化物层例如 AlN。如图 5 显示,通过适用于粘合层和发光陶瓷的传统技术,粘合层 34 形成于粘合的发光陶瓷/基质结构 37 上。例如,  $SiO_2$  粘合层 34 通过例如化学气相沉积的沉积技术沉积于发光陶瓷 32 上。在一些实施例中,粘合层 34 可以通过一种技术如机械抛光来处理使得粘合层 34 平整。

[0048] 种子层材料 36A 的厚晶片接着被粘合到粘合层 34 的暴露表面,如图 6 所示。为了形成与粘合层 34 的强粘合,种子层材料晶片 36A 也必须平整。在高温和垂直作用于结构 37 和晶片 36A 的介面的压力下,结构 37 和晶片 36A 被粘合在一起。

[0049] 超越种子层的期望厚度的种子层材料 36A 的部分接着通过适合于种子层 36 的成分的技术 60 被去除,如图 7 所示。例如,  $Al_2O_3$  种子层材料可以通过研磨去除,以及 SiC 种子层材料可以通过蚀刻去除。最后形成的结构是在上面参考图 3 描述的复合衬底 35。

[0050] 在包含不如块体材料那样容易使用的材料种子层的器件中,种子层必须单独制备,例如,在 III 族氮化物种子层比如 GaN, AlGaN, InGaN, InN, 和 AlN, 通过外延技术例如 MOCVD 或 MBE 在一个适合的生长衬底比如蓝宝石上生长的情况下。在生长衬底上生长具有合适厚度的种子层材料之后,种子层可以被粘附于发光陶瓷和生长衬底,该衬底被一种适合于生长衬底的技术去除,比如,例如去除  $Al_2O_3$  生长衬底的激光剥离技术或去除 SiC 生长衬底的蚀刻技术。

[0051] 回到图 4,在阶段 48 中包含图 3 所示的 n 类型区域 10, 发光区域 14, 和 p 类型区域 12 的半导体器件层在复合衬底成品上生长。

[0052] 在阶段 49 中,半导体结构被处理成成品器件,比如通过加入电接触点,把器件晶片切为单独的小块,并且封装这些小块。在一些实施例中,基质 30 可以在切块之前被减薄,例如达到厚度低于 200 微米。图 8 显示了一个处理后的倒装芯片器件。p 型区域 12 和发光区域 14 的一部分被去除了,这样夹着发光层的 n 型区域和 p 型区域的部分暴露在器件的相同侧。电接触点 82 和 84 形成于这些暴露的部分。如果电接触点 82 和 84 是反射的,该结构被下侧接触地装配在支座 86, 这样光可以如图 8 所示通过种子层衬底 35 被提取。如果电接触点 82 和 / 或 84 是透明的,该器件可以上侧接触地装配,这样光通过该触点(图 8 中没有示出)提取。

[0053] 图 11 显示了本发明的一个可替换实施例,在其中复合衬底不包括种子层并且在传统生长衬底上生长之后被粘附到器件层。图 9 显示了形成图 11 的器件的一种方法。如图 4 所描述,在阶段 41-46 中发光陶瓷 32 被制备并粘附到基质 30。在阶段 90 中,包含 n 型区域 10, 活动区域 14, 和 p 型区域 12 的各器件层在诸如  $Al_2O_3$ , SiC 或 GaN 的合适生长衬底 95 上分开地生长,产生如图 10 显示的结构 94。

[0054] 在图 9 的阶段 91 中,包含基质 30 和发光陶瓷 32 的复合衬底 37 被粘附于结构 94 的顶表面,即图 10 中的 p 型区域的表面。一种可选的粘合层 96 可以在发光陶瓷 32 和 p 型区域 12 之间被形成。

[0055] 在图 9 的阶段 92 中,生长衬底 95 可以通过一种适合于该生长衬底的技术被去除。

在生长衬底去除期间,复合衬底 37 为机器层 10,12 和 14 提供机械支撑。生长衬底 95 被去除之后,n 型区域 10 的表面被暴露。该结构接着在阶段 93 中被加工成成品器件。n 型区域 10 和活动区域 14 的一部分可以被去除以暴露 p 型区域的一个或多个部分。电接触点 82 和 84 形成于 p 型区域 12 的暴露部分和 n 区域 10 的保留部分。在一些实施例中,由于电流通过 n 型 III 族氮化物层比通过 p 型 III 族氮化物层更容易传播,生长了结构 94,这样 p 型区域 12 首先在生长衬底 95 上生长,接着是发光区域 14 和 n 型区域 10。在这种器件中,在图 11 示出的取向中,p 型区域 12 将位于 n 型区域 10 之下,这样触点 82 连接到 n 型区域 10,并且触点 84 连接到 p 型区域 12。在触点形成并且器件晶片被切成单独的小块之后,如图 11 所示一个或多个小块可被连接到支座 86。

[0056] 图 12 是一个封装的发光器件的分解图,更详细的描述在美国专利 6274924 中。散热段塞 100 被置于插入型模制的引线框架中。该插入型模制的引线框架例如是一种填充塑料材料 105,其铸造于提供导电通道的金属框架 106 周围。段塞 100 可以包括一个可选的反射杯 102。发光器件管芯 104(它可以是上述实施例中描述的任何器件)通过上述支座 103 被直接或间接装配于段塞 100。一个盖子 108 可以被加入,它可以是光学透镜。

[0057] 在一些实施例中,复合衬底与半导体器件层被间隔开并且不对器件层提供机械支撑。例如,在一个例如投影仪的应用中,包含发光陶瓷和基质的复合衬底可被用于转换半导体器件层的发光区域发出的光以生成白色光。比如双色光滤镜或光导的光学器件可被置于复合衬底与半导体器件层之间。可以选择基质折射率以提高转换光的提取或例如如果光在空气被提取时通过匹配发光陶瓷和环境的折射率来吸收泵浦光。

[0058] 已经详细地描述了本发明,本领域的技术人员将意识到,根据当前的公开,可以作出不脱离本发明中所描述的精神的改进。例如,虽然以上实施例描述 III 族氮化物器件,在一些实施例中器件层可以由其他材料系统(例如其他 III-V 材料系统,比如 III-AsP 材料)形成。因此,本发明并不企图将本发明的范围局限于所显示和描述的具体实施例。

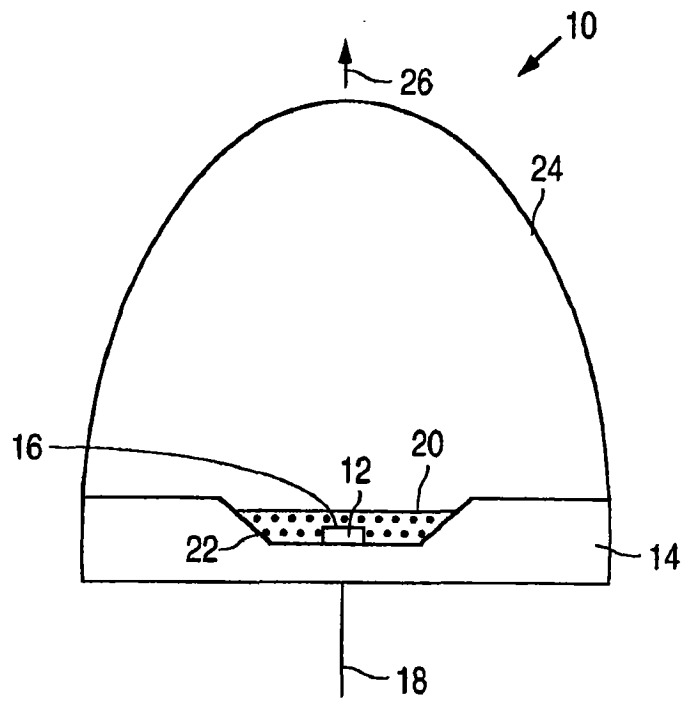


图 1 (现有技术)

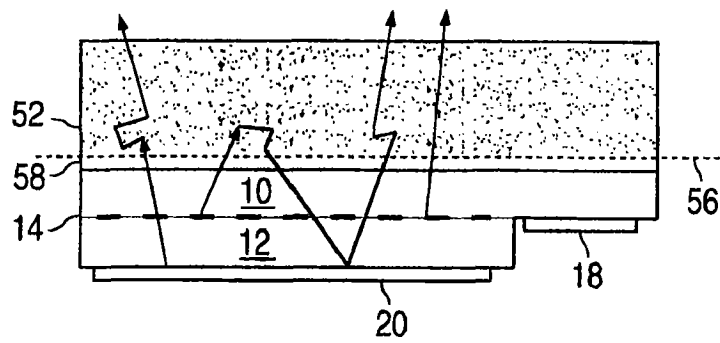


图 2

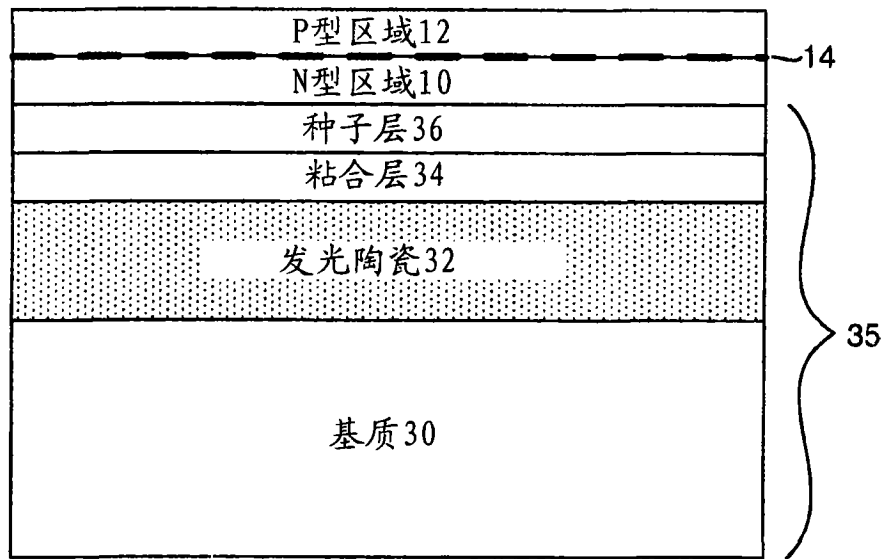


图 3

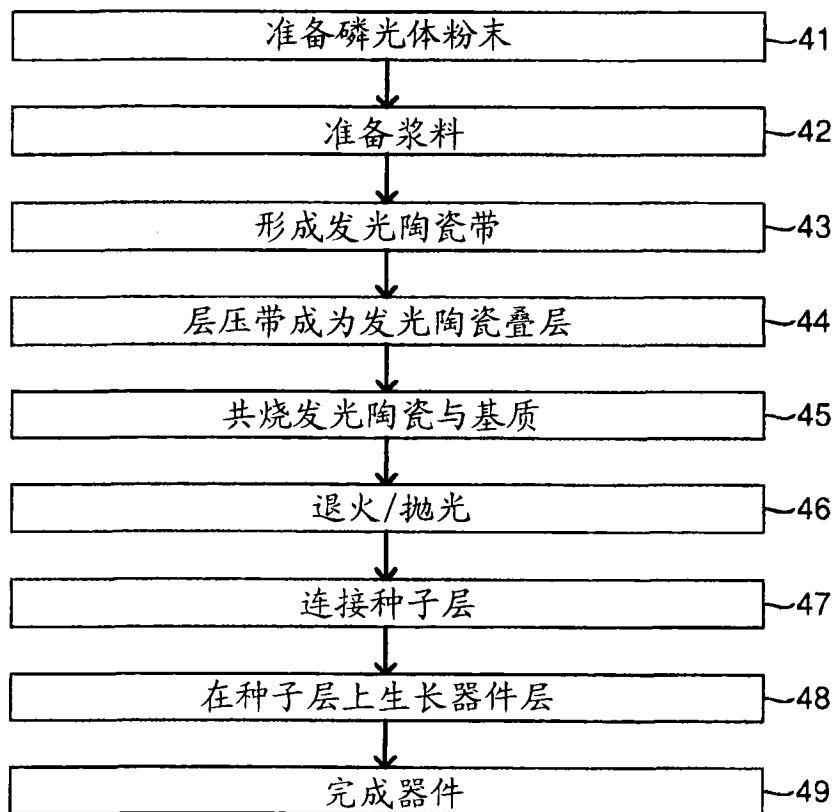


图 4

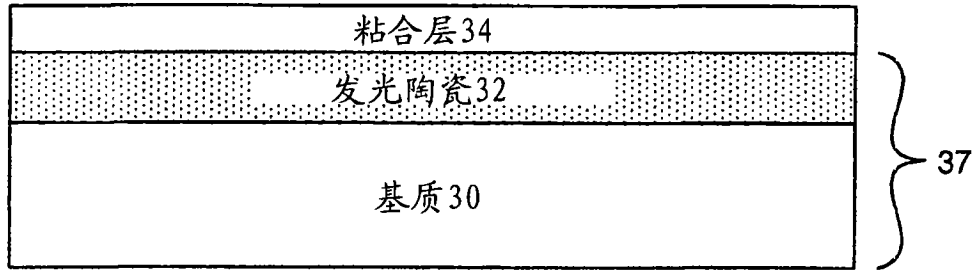


图 5

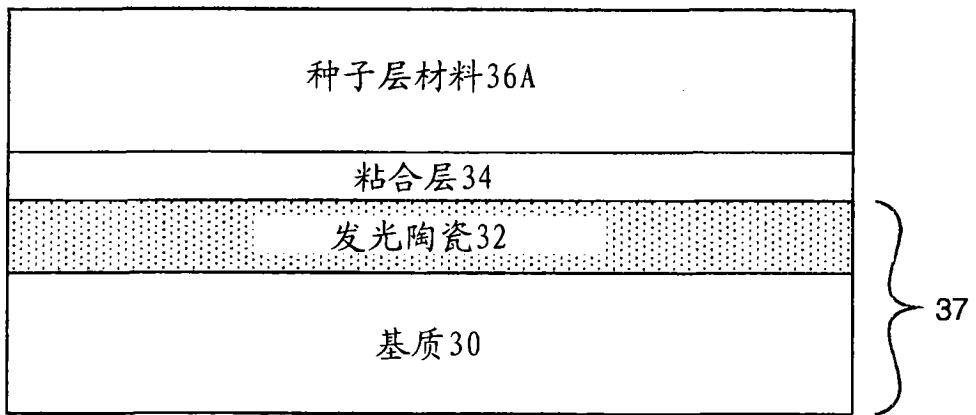


图 6

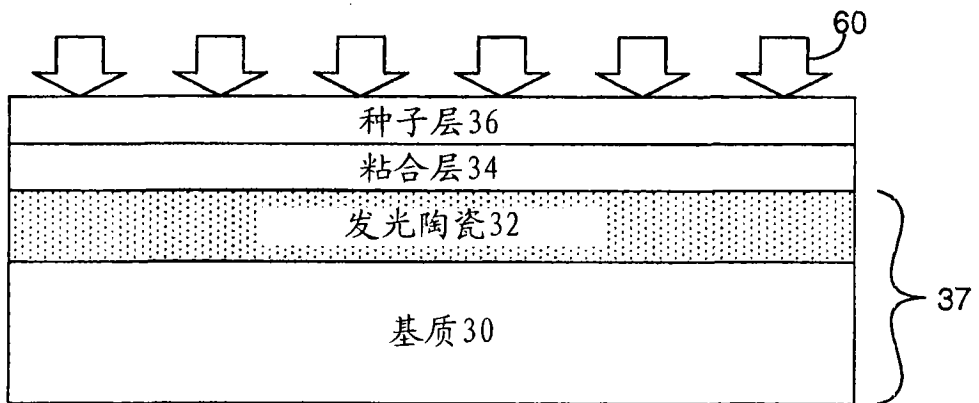


图 7

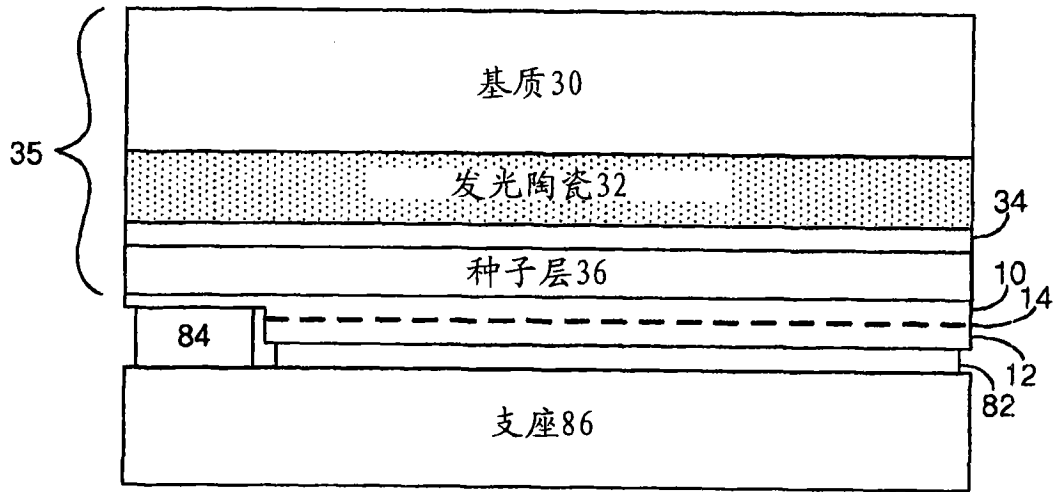


图 8

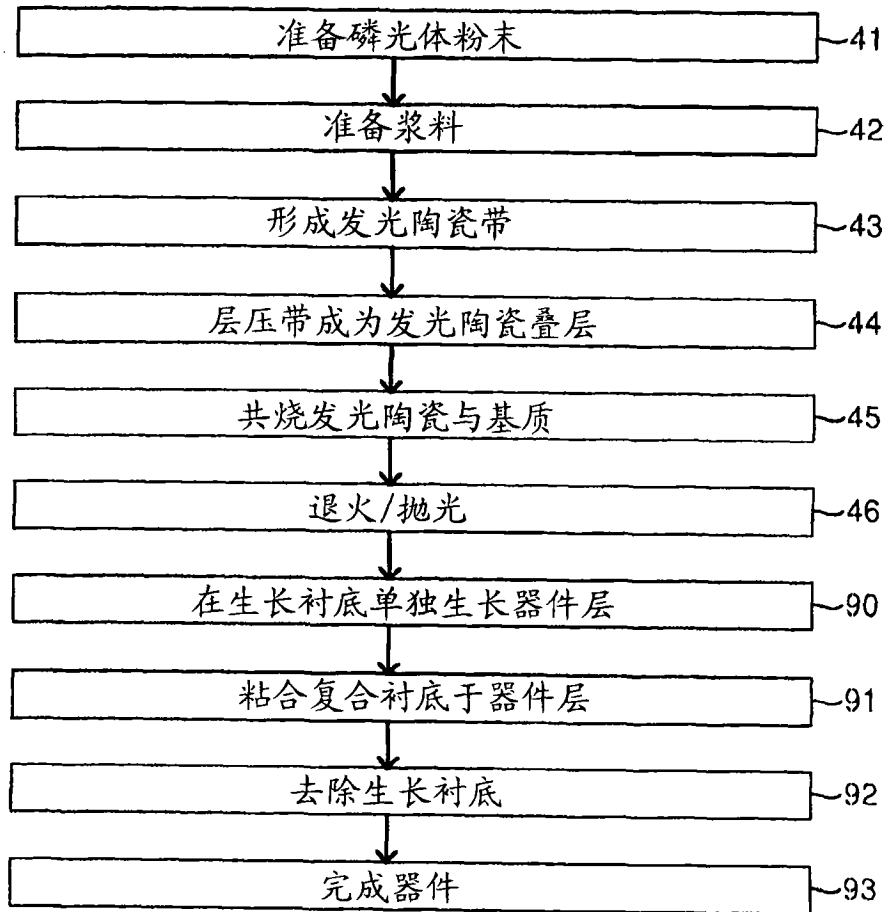


图 9

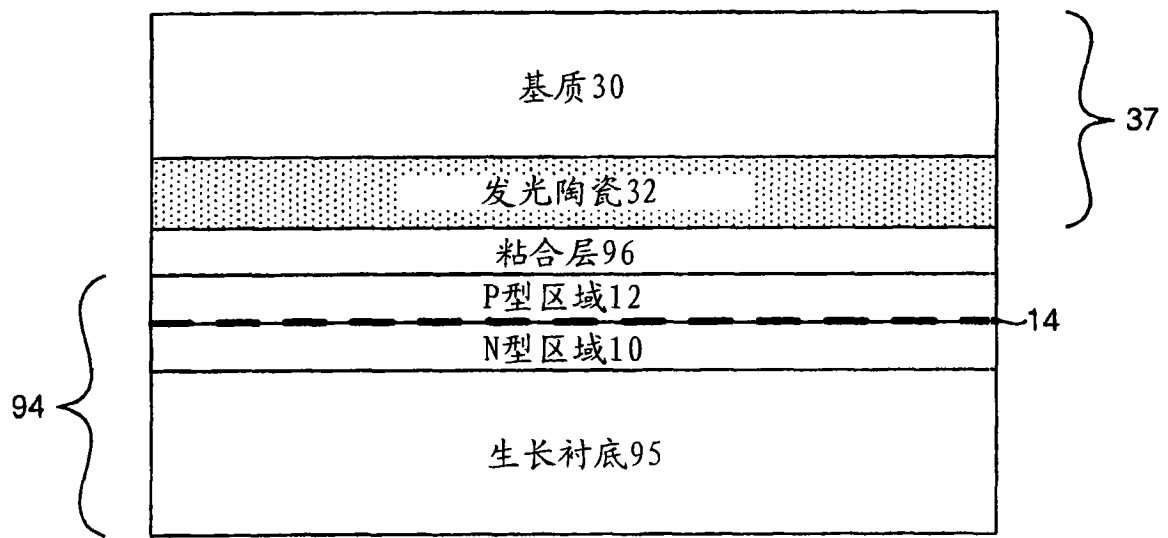


图 10

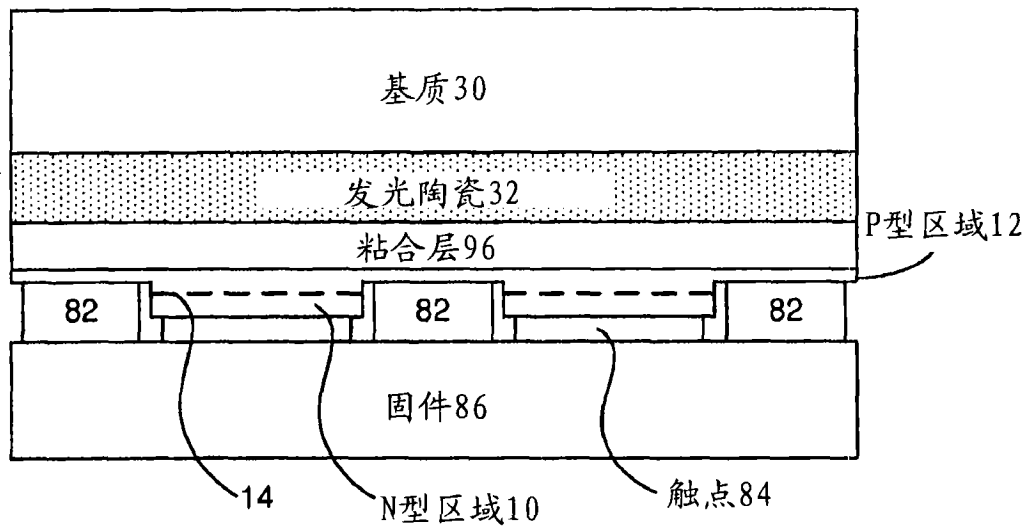


图 11



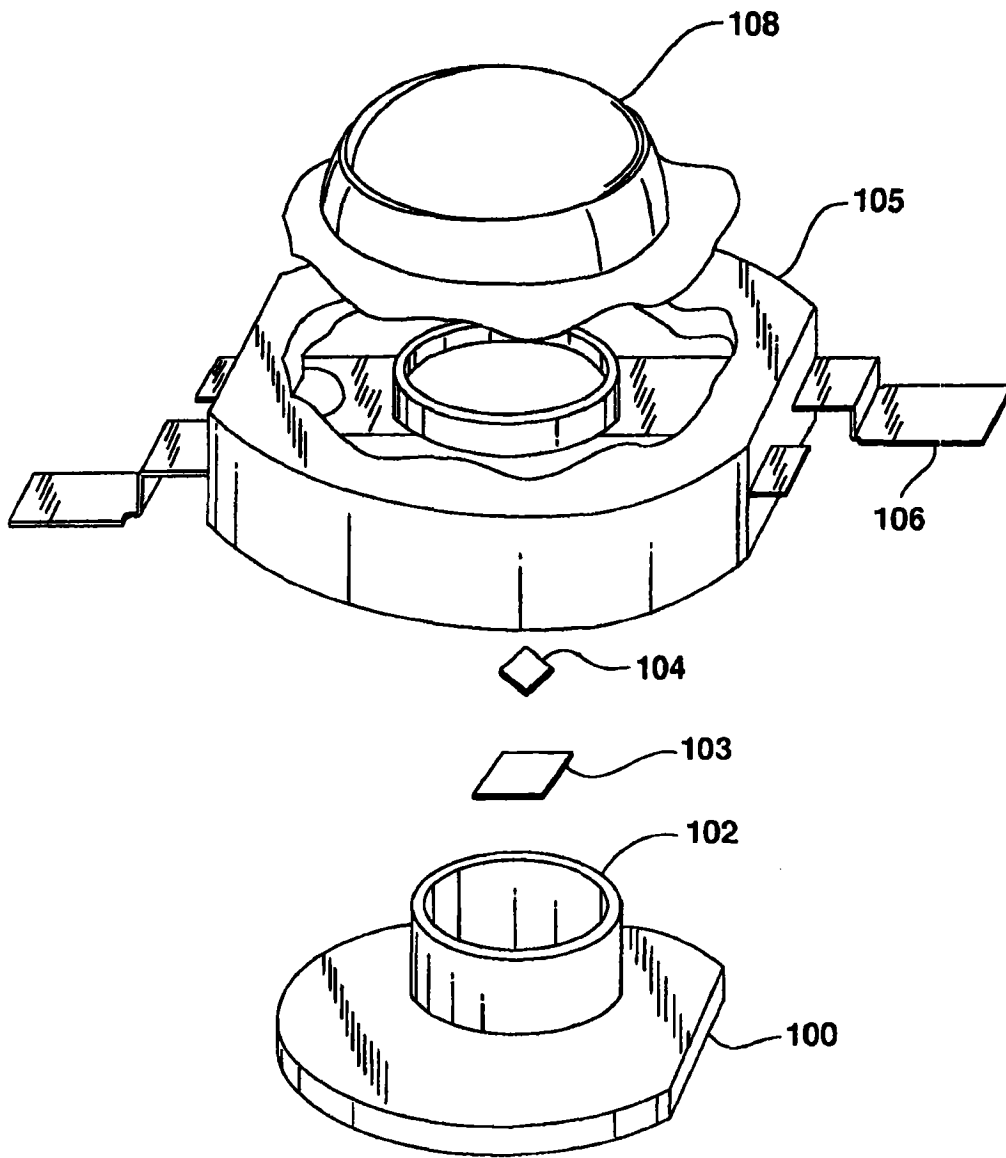


图 12