



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102931309 A

(43) 申请公布日 2013. 02. 13

(21) 申请号 201210459767. 1

(22) 申请日 2012. 11. 15

(71) 申请人 安徽三安光电有限公司

地址 241000 安徽省芜湖市经济技术开发区
东梁路 8 号

(72) 发明人 时军朋 卓佳利 杨力勋 黄少华

(51) Int. Cl.

H01L 33/36 (2010. 01)

H01L 33/14 (2010. 01)

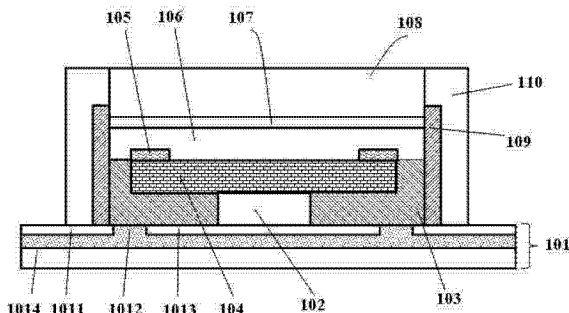
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种倒装发光二极管及其制作方法

(57) 摘要

本发明公开的一种倒装发光二极管,其结构包括:基板,表面具有 p 区金属部分、n 区金属部分,且两者之间相互隔离;p 型外延层、有源层、n 型外延层依次叠放于所述基板之上;反射层,位于所述基板与 p 型外延层之间;电流阻挡层,位于所述反射层与 p 型外延层之间,其所在位置使得电流不聚集在发光二极管的边缘;绝缘保护层,包裹发光二极管侧壁,裸露一部分 n 型外延层侧壁;P 电极,连接所述金属反射层与基板的 p 区金属部分;N 电极,连接 n 型外延层侧壁与基板的 n 区金属部分。本发明所述的倒装发光二极管不需要蚀刻掉有源层,充分利用了有源层的面积,侧壁电极也不会阻挡光线的出射,从而有效提高了发光效率。



1. 一种倒装发光二极管,包括:
基板,表面具有 p 区金属部分、n 区金属部分,且两者之间相互隔离;
p 型外延层、有源层、n 型外延层依次叠放于所述基板之上;
反射层,位于所述基板与 p 型外延层之间;
电流阻挡层,位于所述反射层与 p 型外延层之间,其所在位置使得电流不聚集在发光二极管的边缘;
绝缘保护层,包裹发光二极管侧壁,裸露一部分 n 型外延层侧壁;
P 电极,连接所述金属反射层与基板的 p 区金属部分;
N 电极,连接 n 型外延层侧壁与基板的 n 区金属部分。
2. 根据权利要求 1 所述的一种倒装发光二极管,其特征在于:所述 N 电极与所述 n 型外延层的侧壁接触,并且围绕着发光二极管一周。
3. 根据权利要求 1 所述的一种倒装发光二极管,其特征在于:所述反射层为金属反射层,所述电流阻挡层沿着反射层的边缘呈带状分布。
4. 根据权利要求 1 所述的一种倒装发光二极管,其特征在于:还包括一电流扩展层,其同时与 p 型外延层和 p 电极接触,所述反射层为分布式布拉格反射层,覆盖在所述电流扩展层上,所述电流阻挡层沿着电流扩展层的边缘呈带状分布。
5. 根据权利要求 1 所述的一种倒装发光二极管,其特征在于:所述绝缘保护层为分布式布拉格反射层。
6. 根据权利要求 1 所述的一种倒装发光二极管,其特征在于:所述绝缘保护层包裹 n 型外延层和有源层的界面的侧壁和 n 型外延层的一部分侧壁,避免 n 电极和有源层直接接触。
7. 一种倒装发光二极管的制作方法,包括步骤:
 - 1) 提供一生长衬底,在其上依次外延形成 n 型外延层、有源层、p 外延型层;
 - 2) 在 p 型外延层上依次形成电流阻挡层和反射层;
 - 3) 制作 p 电极,然后进行划裂形成芯粒;
 - 4) 提供一基板,其表面具有电极图案,分为 p 区金属部分、n 区金属部分,且两者之间相互隔离,将前述芯粒连结于所述基板上,使 p 电极与基板的 p 区金属部分连接;
 - 5) 去除生长衬底;
 - 6) 在发光二极管侧壁制作绝缘保护层,蚀刻绝缘保护层使其裸露一部分 n 型外延层侧壁;
 - 7) 制作 n 电极,其连接 n 型外延层侧壁与基板的 n 区金属部分;
 - 8) 进行划裂,获得倒装发光二极管芯粒。
8. 根据权利要求 7 所述的一种倒装发光二极管的制作方法,其特征在于:在步骤 2) 中,所述反射层为金属反射层,所述电流阻挡层沿着反射层的边缘呈带状分布。
9. 根据权利要求 7 所述的一种倒装发光二极管的制作方法,其特征在于:所述步骤 2) 还包括:形成一电流扩展层,其同时与 p 型外延层和 p 电极接触,所述反射层为分布式布拉格反射层,覆盖在所述电流扩展层上,所述电流阻挡层沿着电流扩展层的边缘呈带状分布。
10. 根据权利要求 7 所述的一种倒装发光二极管的制作方法,其特征在于:在步骤 4) 中,所述基板的电极图案为周期性,通过扩膜后整片安装芯粒或者单颗逐一安装芯粒。

11. 根据权利要求 7 所述的一种倒装发光二极管的制作方法,其特征在于:步骤 6) 中蚀刻侧壁绝缘保护层的速率小于 $0.3\mu\text{m}/\text{min}$,以便精确控制蚀刻深度,确保与有源层邻接的 n 型外延层侧壁在蚀刻后仍被绝缘保护层覆盖。

12. 根据权利要求 7 所述的一种倒装发光二极管的制作方法,其特征在于:在步骤 7) 中,形成的 N 电极与所述 n 型外延层的侧壁接触,并且围绕着发光二极管一周。

一种倒装发光二极管及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体照明领域,具体涉及一种倒装发光二极管结构以及其制备方法。

背景技术

[0002] 近年来,氮化镓基发光二极管的发展受到了全世界的广泛关注。它具有超过 5 万小时以上的寿命,100lm/W 以上的光效以及绿色环保等令人欢欣鼓舞的优点,各国政府也大力推进发光二极管的应用,并陆续提出了取消白炽灯的时间点。但是,如果要在普通照明、室外照明等领域全面取代白炽灯甚至荧光灯还受到亮度的限制。

[0003] 提高亮度的重要方法是提高光效。由于正装芯片中的电极挡光、电流拥堵等缺点限制了光效提高,因此垂直结构和倒装结构被广泛采用。倒装结构的芯片由于电极都在底部,而出光方向是向上出光,所以避开了金属电极对光的阻挡和吸收。但是当前技术中所使用倒装结构的 n 电极制作需要刻蚀掉一部分 p 型层和有源层,露出 n 型层,然后在 n 型层表面制作 n 型电极。刻蚀掉一部分 p 型层和有源层的方法损失掉了有源层的面积,影响了光效的提升。另外,发光二极管芯片的侧壁出光也不能得到有效利用。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于改善现有倒装发光二极管中现有技术中的上述缺点,达到提高光效的目标。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是 n 型电极位于外延层侧壁结合电流阻挡层的发光二极管,其具体包括:

基板,表面具有 p 区金属部分、n 区金属部分,且两者之间相互隔离;

P 型外延层、有源层、n 型外延层依次叠放于所述基板之上;

反射层,位于所述基板与 p 型外延层之间;

电流阻挡层,位于所述反射层与 p 型外延层之间,其所在位置使得电流不聚集在发光二极管的边缘;

绝缘保护层,包裹发光二极管侧壁,裸露一部分 n 型外延层侧壁;

P 电极,连接所述金属反射层与基板的 p 区金属部分;

N 电极,连接 n 型外延层侧壁与基板的 n 区金属部分。

[0006] 优选地,所述 N 电极与所述 n 型外延层的侧壁接触,并且围绕着发光二极管一周。

[0007] 优选地,述绝缘保护层包裹 n 型外延层和有源层的界面的侧壁和 n 型外延层的一部分侧壁,避免 n 电极和有源层直接接触。

[0008] 在本发明的一些实施例中,所述反射层为金属反射层,所述电流阻挡层沿着反射层的边缘呈带状分布。

[0009] 在本发明的一些实施例中,所述发光二极管结构还包括一电流扩展层,其同时与 p 型外延层和 p 电极接触,所述反射层为分布式布拉格反射层,覆盖在所述电流扩展层上,所

述电流阻挡层沿着电流扩展层的边缘呈带状分布。

[0010] 在本发明的一些实施例中,所述绝缘保护层为布拉格反射层。

[0011] 上述发光二极管的制作方法,其工艺步骤包括:

- 1) 提供一生长衬底,在其上依次外延形成 n 型外延层、有源层、p 外延型层;
- 2) 在 p 型外延层上依次形成电流阻挡层和反射层;
- 3) 制作 p 电极,然后进行划裂形成芯粒;
- 4) 提供一基板,其表面具有电极图案,分为 p 区金属部分、n 区金属部分,且两者之间相互隔离,将前述芯粒连结于所述基板上,使 p 电极与基板的 p 区金属部分连接;
- 5) 去除生长衬底;
- 6) 在发光二极管侧壁制作绝缘保护层,蚀刻绝缘保护层使其裸露一部分 n 型外延层侧壁;
- 7) 作出 n 电极,其连接 n 型外延层侧壁与基板的 n 区金属部分;
- 8) 进行划裂,获得倒装发光二极管芯粒。

[0012] 在本发明的一些实施例中,所述步骤 2) 中形成的反射层为金属反射层,电流阻挡层沿着反射层的边缘呈带状分布。

[0013] 在本发明的一些实施例中,所述步骤 2) 还包括:形成一电流扩展层,其同时与 p 型外延层和 p 电极接触,所述反射层为分布式布拉格反射层,覆盖在所述电流扩展层上,所述电流阻挡层沿着电流扩展层的边缘呈带状分布。

[0014] 优选地,在步骤 4) 中所述基板的电极图案为周期性,通过扩膜后整片安装芯粒或者单颗逐一安装芯粒;步骤 6) 中蚀刻侧壁绝缘保护层的速率小于 0.3 $\mu\text{m}/\text{min}$,以便精确控制蚀刻深度,确保与有源层邻接的 n 型外延层侧壁在蚀刻后仍被绝缘保护层覆盖;步骤 7) 中,形成的 N 电极与所述 n 型外延层的侧壁接触,并且围绕着发光二级。

[0015] 本发明中, n 电极位于发光二极管的侧壁,因此与倒装发光二级管现有技术相比,不需要蚀刻一部分有源层来制作 n 电极,因此不损失发光面积,从而提到了发光效率;与垂直结构相比,不存在电极挡光的缺点。另外,电流阻挡层的设计使电流不会在发光二极管的边缘聚集。

[0016] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0017] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明的实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。此外,附图数据是描述概要,不是按比例绘制。

[0018] 图 1 为实施例 1 的发光二极管截面示意图。

[0019] 图 2~ 图 5 实施例 1 中的发光二极管制作过程的截面示意图。

[0020] 图 6~ 图 7 为实施例 2 的发光二极管截面示意图。

[0021] 图中标号表示如下:

101, 201 :基板

- 1011, 2011 :基板的镀有金属电极部分 n 区
- 1012, 2012 :基板的绝缘部分
- 1013, 2013 :基板的镀有金属电极部分 p 区
- 1014, 2014 :基板的底部导热层
- 102, 202 :p 电极
- 103 :绝缘保护层
- 104 :金属反射层
- 105, 205 :电流阻挡层
- 106, 206 :p 型外延层
- 107, 207 :有源层
- 108, 208 :n 型外延层
- 109, 209 :侧壁绝缘保护层
- 110, 210 :n 电极
- 203 :DBR 层
- 204 :电流扩展层 ITO
- 301 蓝宝石生长衬底
- 302 外延缓冲层。

具体实施方式

[0022] 为了更加清楚直观地说明本发明涉及的 n 电极位于侧壁的发光二极管的结构和制作方法,下面将结合附图来详细说明。需要指出的是以下说明仅用来解释本发明,不用于限制本发明的保护范围,具体保护范围以权利要求书为准。附图仅用来直观的说明本发明,因此附图没有严格按照比例来绘制。

[0023] 下面各实施例公开了一种倒装发光二极管,其 n 型电极位于外延层侧壁结合电流阻挡层,其不损失发光面积,有效提高了倒装发光二极管的发光效率。其具体结构包括:具有电极图案的基板,由 P 型外延层、有源层、n 型外延层构成的发光外延层,反射层,电流阻挡层,侧壁绝缘保护层,P 电极,N 电极。其中,电流阻挡层的具体位置一般位于芯片的外围区域,与 n 电极的位置和 p 型外延层一端的电流扩展层的位置相关。下面结合具体实施例和附图对本发明的实现做详细说明。

[0024] 实施例一

本实施例公开了一种 n 电极位于侧壁的发光二极管,如图 1 所示,具体结构包括:基板 101,其上依次为 p 电极 102,金属反射层 104,发光外延叠层(p 型层 106,有源层 107 和 n 型层 108),侧壁有绝缘保护层 109,以及连接 n 型层 108 和基板的 n 区 1011 的 n 电极 110。如图 2 所示,基板 101 特征为表面镀有周期排列的金属块,金属块中心的间距 d 大于芯粒的尺寸。该金属块内部被绝缘材料 1012 隔离定义出 p 区 1013 和 n 区 1011。N 电极 110 包围芯片侧壁一圈,使得电流可以均匀地注入芯粒的外延层部。在金属反射层 104 和 p 型外延层 106 之间制作了电流阻挡层 105,其沿着反射层的边缘呈带状分布,最佳状态为形成一个闭环,以避免电流过多聚集在发光二极管的边缘。P 型电极 102 和金属反射层 104 的周围包裹有绝缘层 103,以便倒装时发光二极管在基板 101 上的机械稳定性以及便于后续的侧

壁工艺实行。该发光二极管的特征还包括侧壁绝缘层 109 要延伸到 n 型外延层侧壁的一部分,以避免 n 电极 110 与有源层 107 接触。

[0025] 本实施例还公开了前述发光二极管的制作方法,具体主要包括外延生长工艺、芯片制作工艺、芯片键合工艺等步骤,下面进行详细描述。

[0026] 首先,在蓝宝石生长衬底 301 上生长缓冲层 302 和发光外延叠层,其包括 n 型外延层 108、有源层 107 和 p 型外延层 106。

[0027] 下一步,采用光罩在 p 型外延层 106 表面上形成电流阻挡层图形,采用干法蚀刻后并生长绝缘层,形成电流阻挡层 105,电流阻挡层 105 所用绝缘层可以为 Si_3N_4 , SiO_2 , SiON 或者其他绝缘材料。形成电流阻挡层的另一种方式可以为直接用干法蚀刻以粗糙化表面或者直接采用离子注入法植入特定离子,增大电阻。

[0028] 下一步,蒸镀金属反射层 104,该层可以为 Ag, Al, Au 等材料或者其任意组合。在此步骤中,金属反射层 104 的边缘与电流阻挡层 105 的边缘重合,或位于电流阻挡层 105 的边缘的内侧。

[0029] 下一步,金属反射层 104 上生长绝缘保护层 103,并采用光刻和蚀刻等工艺露出金属反射层 104 的部分表面,用以蒸镀 p 电极 102。

[0030] 下一步,制作 p 电极,对晶片进行划裂,形成单独的芯粒,其侧面剖视图如图 3 所示。

[0031] 下一步,采用覆晶键合的方式使 p 电极朝下键合到基板 101 上,如图 4 所示, p 电极 102 要键合到基板的 p 区 1013 处。其中基板 101 请参考如图 2,其电极图案呈周期性分布,可通过扩膜后整片安装芯粒,也可单颗逐一安装芯粒。

[0032] 下一步,通过激光剥离去除图 4 所示的蓝宝石生长衬底 301,再通过干法蚀刻去除缓冲层 302。

[0033] 下一步,采用 CVD 在每个芯粒的侧壁生长绝缘保护层 109,然后蚀刻掉一部分侧壁绝缘层 109,使 n 型层侧壁的上部一部分裸露出来。蚀刻速率小于 $0.3\mu\text{m}/\text{min}$,以精确控制蚀刻厚度,在本实施例中,蚀刻速率取 $0.1\mu\text{m}/\text{min}$ 。侧壁绝缘保护层 109 可为 DBR 反射层,从而进一步提高发光效率。

[0034] 下一步,通过电子枪蒸镀或者溅射方式生长 n 电极 110,使 n 型外延层和基板的 n 电极处相连接。n 电极材料包括但不限于以下材料或者其任意组合:Ag, Al, Au, Cr, Pt, Cu, 金属氧化物等。

[0035] 最后,进行划裂,获得倒装发光二极管芯粒,其结构剖面图如图 5 所示。

[0036] 实施例二

本实施例采用了 DBR 和透明氧化物 ITO 分别作为反射层和电流扩展层。其结构请参考图 6 和图 7 所示,电流扩展层 204 同时与 p 型外延层 206 和 p 电极 202 接触,DBR 反射层 203 为覆盖在电流扩展层 204 上,电流阻挡层 205 沿着电流扩展层的边缘呈带状分布。其制作工艺如下:首先在基板 301 上外延生长缓冲层 302 和发光叠层(n 型外延层 208,有源层 207 和 p 型外延层 206),接着形成电流阻挡层 205,然后在 p 型外延层上生长透明氧化物作为电流扩展层 204,再然后在其上生长 DBR 反射层 203。

[0037] 之后利用光刻和刻蚀开出电极图案,蒸镀 p 电极 202,然后进行划裂,形成独立的芯粒,其侧面剖视图如图 6 所示。然后,参照实施例一的方法,进行后续工艺。

[0038] 在本实施例中,采用 DBR 做为反射层,其一方面做为芯粒的保护层,另一方面又避免了使用可能发生电迁移的 Ag、Al 等金属作为反射层,提高了芯片的可靠性。

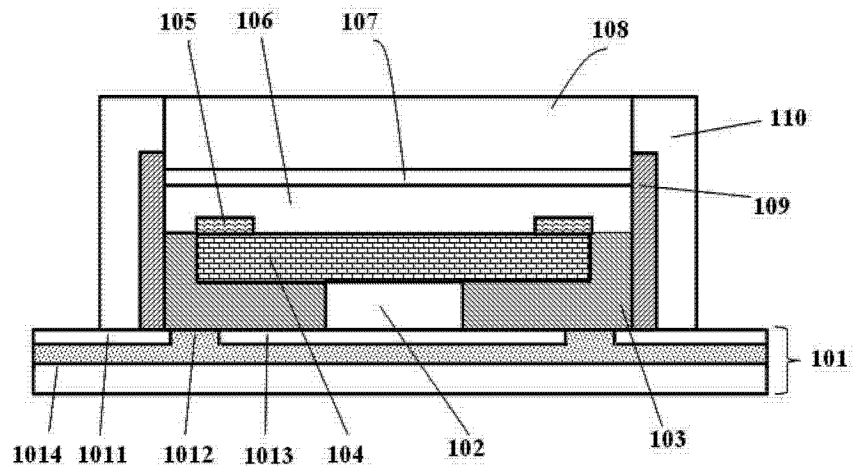


图 1

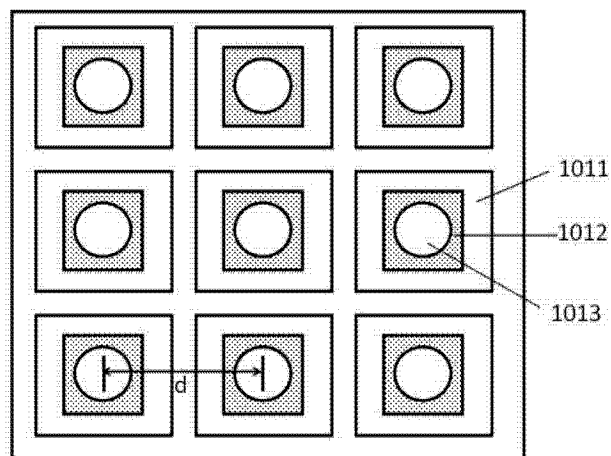


图 2

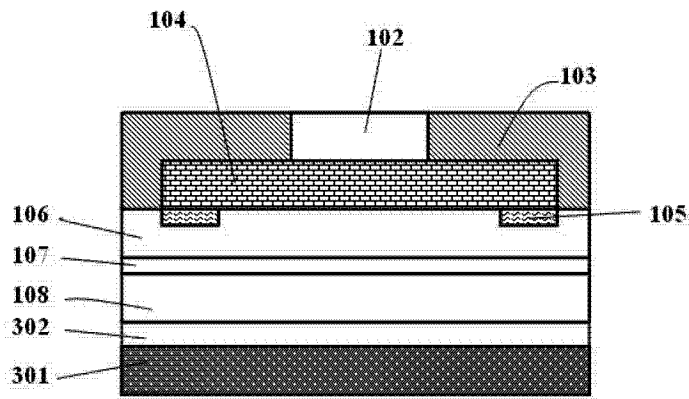


图 3

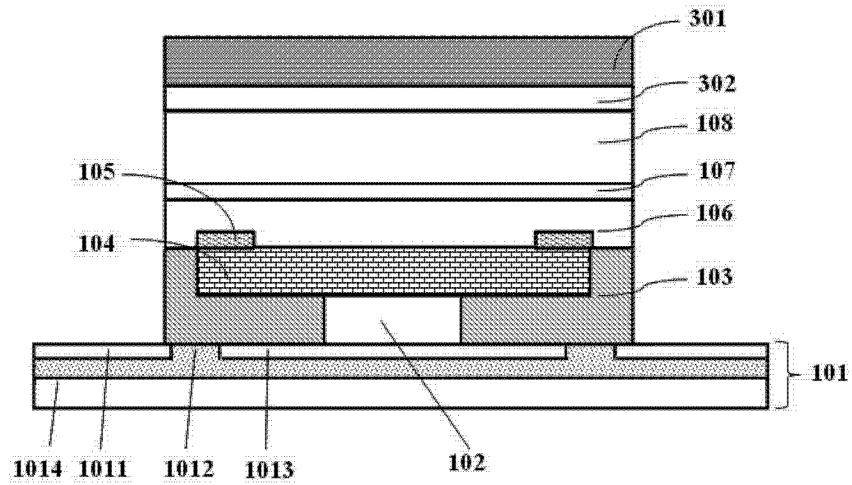


图 4

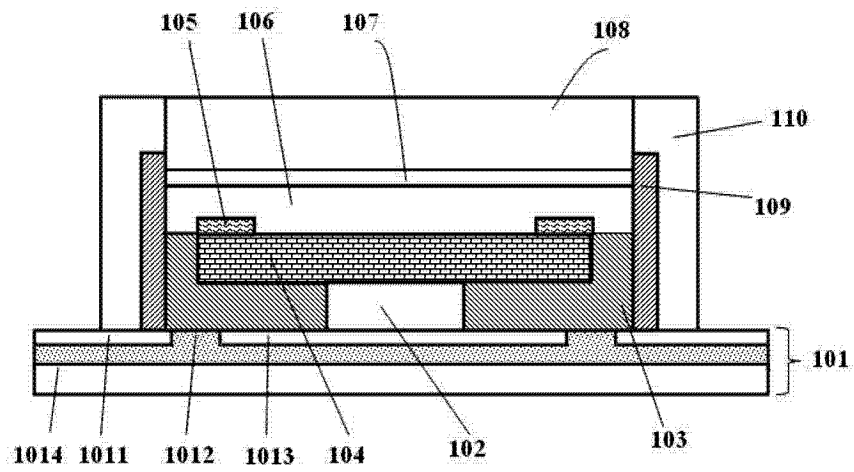


图 5

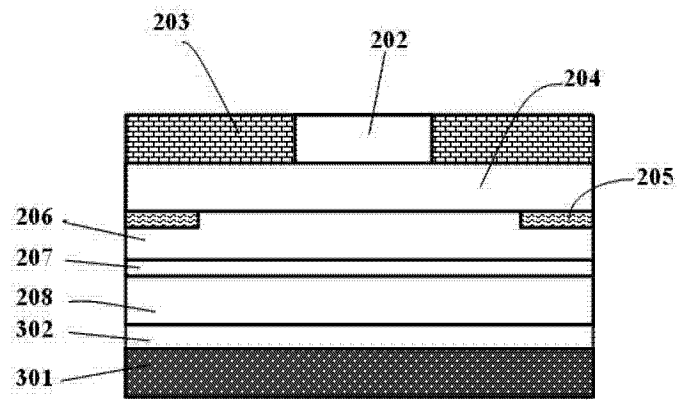


图 6

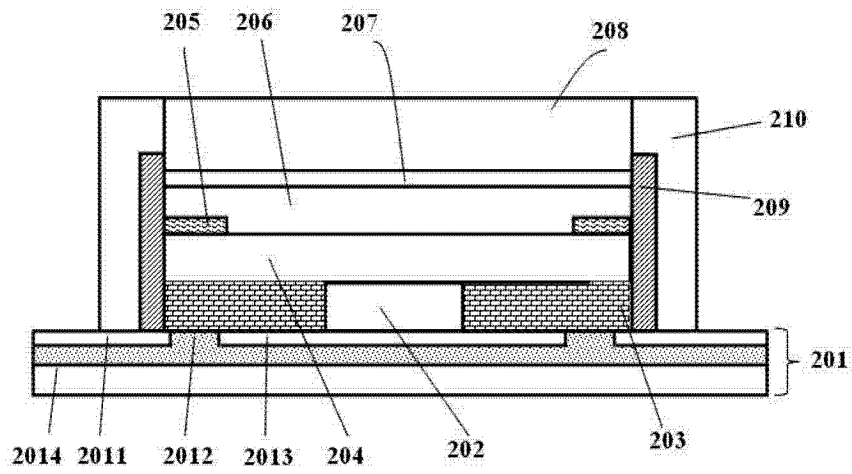


图 7