

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 33/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200810026172.0

[45] 授权公告日 2009年7月1日

[11] 授权公告号 CN 100508231C

[22] 申请日 2008.1.31

[21] 申请号 200810026172.0

[73] 专利权人 鹤山丽得电子实业有限公司

地址 529728 广东省鹤山市共和镇祥和路
301号

[72] 发明人 樊邦弘 翁新川 叶国光

[56] 参考文献

US2005/0184300A1 2005.8.25

CN2733598Y 2005.10.12

JP2007273590A 2007.10.18

CN1627544A 2005.6.15

审查员 康 兴

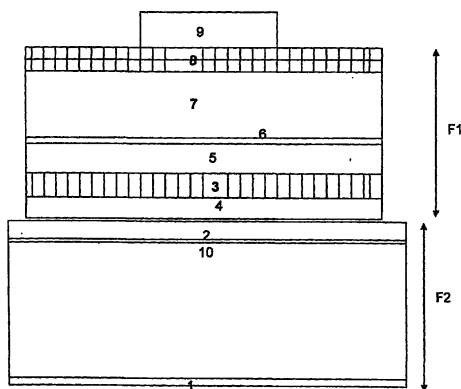
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

[54] 发明名称

一种发光二极管及其制造方法

[57] 摘要

本发明公开了一种发光二极管及其制造方法。所述发光二极管包括：热沉基板；形成于热沉基板上的金属接合层；形成于金属接合层上的反射层；形成于反射层上的发光叠层，该发光叠层包括依次形成的p型半导体层、发光层和n型半导体层；分别形成于热沉基板的背侧和n型半导体层上的两个电极层。根据本发明，发光二极管的出光面积增加并且芯片与基板之间的热阻降低，并且发光二极管的良率提高。



1、一种发光二极管，包括：

热沉基板；

形成于热沉基板上的金属接合层；

形成于金属接合层上的反射层；

形成于反射层上的发光叠层，该发光叠层包括依次形成的p型半导体层、发光层和n型半导体层；以及

分别形成于热沉基板的背侧和n型半导体层上的两个电极层，其中所述热沉基板材料选自硅、铜、氮化镓、钼、碳化硅或其组合，所述金属接合层材料选自Al、Ag、Pt、Cr、Mo、W、Au或其组合，所述反射层材料选自Al、Ag、Pt、Cr、Mo、W、Au或其组合。

2、根据权利要求1所述的发光二极管，其特征在于还可以包括透明电极层，其形成于反射层和发光叠层之间。

3、根据权利要求2所述的发光二极管，其特征在于透明电极层材料选自氧化铟锡、RuO₂、ZnO及NiO或其组合。

4、一种发光二极管的制造方法，所述方法包括：

制备热沉基板；

在热沉基板的表面上镀覆金属接合层；

制备发光芯片，所述发光芯片包括基板、形成于基板上的发光叠层和形成于发光叠层上的反射层，所述发光叠层包括依次沉积的n型半导体层、发光层和p型半导体层；

采用超声波热压法将热沉基板上的金属接合层与发光芯片上的反射层接合；

移除发光芯片的基板；以及

在热沉基板的背面上和移除发光芯片的基板之后暴露的发光芯片表面上分别形成电极。

5、根据权利要求4所述的方法，其特征在于所述发光芯片还包括形成于发光叠层和反射层之间的透明电极层。

6、根据权利要求5所述的方法，其特征在于上述透明电极层材料选自氧化铟锡、RuO₂、ZnO及NiO或其组合。

7、根据权利要求4或5所述的方法，其特征在于上述热沉基板材料选自硅、铜、氮化镓、钼、碳化硅或其组合。

8、根据权利要求4或5所述的方法，其特征在于上述金属接合层材料选自Al、Ag、Pt、Cr、Mo、W、Au或其组合。

9、根据权利要求4或5所述的方法，其特征在于上述反射层材料选自Al、Ag、Pt、Cr、Mo、W、Au或其组合。

10、根据权利要求4或5所述的方法，其特征在于所述移除发光芯片基板的方法包括研磨抛光、化学溶剂剥离或激光剥离。

一种发光二极管及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种发光二极管及其制造方法，尤其涉及一种采用超声波热压方法制造的发光二极管及其制造方法。

背景技术

随着半导体芯片工艺的不断发展和传统的工艺已经不能满足对于发光二极管的发光效率和亮度的日益增加的要求。由于其散热佳、发光效率高且功率大的优点，采用倒装片芯片工艺制造的发光二极管逐渐取代采用传统工艺制造的发光二极管而成为 LED 发光二极管的主流。由于采用倒装片芯片工艺制造的发光二极管具有良好的散热效果，因此即使在大电流的驱动下，芯片也不会过热。所以芯片的发光面积可以被进一步增加，例如为 $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ ，且工作电流也可以被增加到例如 300mA 到 500mA ，而功率则可达到 1W 。

然而，由于倒装片芯片还是使用双电极设计，使得其出光面积的减少和电流不均匀扩散引起的功率损耗约为 50% 。目前采用倒装片技术制造的发光芯片的发光效率最多只能达到 40 到 50 流明/瓦，尚不能达到照明的要求。因此需要一种能够增加出光面积并且降低热阻以提高散热效率的发光芯片。

发明内容

为了解决上述的问题，本发明提供了一种垂直结构的单电极发光芯片，其增加了出光面积并且降低了芯片与基板之间的热阻。

本发明还提供了一种该发光二极管的制造方法，其采用了超声波热压方法，从而提高了发光二极管的良率。

根据本发明的一方面，提供了一种发光二极管，其包括热沉基板；形成于热沉基板上的金属接合层；形成于金属接合层上的反射层；形成于反射层上的发光叠层，该发光叠层包括依次形成的 p 型半导体层、发光层和 n 型半导体层；以及分别形成于热沉基板的背侧和 n 型半导体层上的两个电极层。其中，热沉基板材料为具有良好热导率的材料，例如选自硅、铜、氮化镓、

钼、碳化硅或其组合。金属接合层的材料例如选自 Al、Ag、Pt、Cr、Mo、W、Au 或其组合。且反射层的材料例如选自 Al、Ag、Pt、Cr、Mo、W、Au 或其组合。应当注意的是，p 型半导体层和 n 型半导体层的位置可以互换。而且在电极层和与之接触的层之间可以形成欧姆接触层。

由于在作为发光二极管的发光表面的半导体层侧仅形成了单个电极，因此提高了发光二极管的出光面积。而且由于发光叠层经由热阻低的反射层和金属接合层连接到热沉基板，因此降低了发光芯片和热沉基板之间的热阻，提高了散热效率。

可选地，发光二极管还可以包括透明电极层，其形成于反射层和发光叠层之间。透明电极层的材料例如选自氧化铟锡、RuO₂、ZnO 及 NiO 或其组合。

根据本发明的另一方面，还提供了一种发光二极管的制造方法，所述方法包括：制备热沉基板；在热沉基板的表面上镀覆金属接合层；制备发光芯片，所述发光芯片包括基板、形成于基板上的发光叠层和形成于发光叠层上的反射层，所述发光叠层包括依次沉积的 n 型半导体层、发光层和 p 型半导体层；采用超声波热压法将热沉基板上的金属接合层与发光芯片上的反射层接合；移除发光芯片的基板；以及在热沉基板的背面上和移除发光芯片的基板之后暴露的表面上分别形成电极。

另外，移除发光芯片的基板的方法包括研磨抛光、化学溶剂剥离或激光剥离。

由于根据本发明的方法所使用的发光芯片是已经切割好的单颗独立芯片，且用超声波将发光芯片热压贴合到热沉基板上的温度不高，故移除发光芯片的基板不会产生应力，因此工艺上更加简单，增加了发光二极管的良率。

附图说明

图 1 为根据本发明的实施例的发光二极管的结构剖面示意图；

图 2 为根据本发明的实施例的在热沉基板上具有多个发光芯片的平面示意图；以及

图 3A - 3E 为根据本发明的实施例制造发光二极管的方法的示意图。

具体实施方式

现将参考附图通过实施例详细描述本发明。为了示出的方便，附图并未按照比例绘制。

图1为根据本发明的实施例的发光二极管的结构剖面示意图。如图1所示，根据本发明的一个实施例的发光二极管包括两个主要部分，即发光芯片部分F1和热沉基板部分F2。发光芯片部分F1包括依次堆叠的反射层4、透明电极层3、p型半导体层5、发光层6以及n型半导体层7。另外，在该实施例的变体中，也可以省略透明电极层3。而且，p型半导体层5和n型半导体层7的位置也可以互换。如图1所示，n侧电极8形成于n型半导体层7上。在n侧电极8和n型半导体层7之间还可以形成欧姆接触层（未示出）。在n侧电极8上还可以形成焊垫9以与外部电路连接。可替换地，当p型半导体层5和n型半导体层7相对于图1所示的位置互换时，则电极8为p侧电极，且电极8和p型半导体层5之间也可以形成欧姆接触层（未示出）。

透明电极层3的材料例如选自氧化铟锡（ITO）、 RuO_2 、 ZnO 及 NiO 或其组合。发光叠层可以由 InGaN 或 AlInGaP 材料制成。反射层4材料例如选自 Al 、 Ag 、 Pt 、 Cr 、 Mo 、 W 、 Au 或其组合。

热沉基板部分F2包括依次堆叠的热沉基板10以及形成于热沉基板10上的金属接合层2。在热沉基板10和金属接合层2之间也可以形成欧姆接触层（未显示）。在热沉基板10的底部形成有相对电极1，其与电极8的极性相反。换言之，当电极8为n侧电极时，电极1为p侧电极。而当电极8为p侧电极时，电极1为n侧电极。

另外，热沉基板10的材料为具有良好热导率的材料，例如选自硅、铜、氮化镓、钼、碳化硅或其组合。金属接合层2的材料例如选自 Al 、 Ag 、 Pt 、 Cr 、 Mo 、 W 、 Au 或其组合。

热沉基板部分F2和发光芯片部分F1通过将反射层4和金属接合层2接合而贴合在一起。

图2为根据本发明的实施例的在热沉基板上具有多个发光芯片的平面示意图。如图2所示，多个如图1所示的发光芯片部分F1形成于其表面形成有金属接合层2的单个热沉基板F2上。将热沉基板F2按照发光芯片部分F1切割后，就形成了单独的发光二极管结构。

由于在作为发光二极管的发光表面的半导体层侧仅形成了单个电极，因此提高了发光二极管的出光面积。目前普遍的工艺中，金属结合层的材料采

用导电胶或者金锡合金,其导热系数较低,介于 $10\text{W}/\text{m}^0\text{C}$ 至 $55\text{W}/\text{m}^0\text{C}$ 之间。而本发明的工艺中,金属结合层采用导热系数很高的材料,如铝(Al)、银(Ag)、金(Au)等。其中,铝(Al)的导热系数为 $237\text{W}/\text{m}^0\text{C}$,银(Ag)的导热系数为 $427\text{W}/\text{m}^0\text{C}$,金(Au)的导热系数为 $315\text{W}/\text{m}^0\text{C}$ 。由于本发明的工艺中,金属结合层材料的导热系数很高且发光芯片是直接贴合到热沉基板上,故发光芯片和热沉基板之间的热阻很低,提高了散热效率。

现将参考附图描述根据本发明的实施例的制造发光二极管的方法。图3A-3E为根据本发明的实施例制造发光二极管的方法的示意图。

如图3A所示,制备其上形成有金属接合层2的热沉基板10。热沉基板10的材料为具有良好热导率的材料,例如选自硅、铜、氮化镓、钼、碳化硅或其组合。金属接合层2的材料例如选自Al、Ag、Pt、Cr、Mo、W、Au或其组合。在热沉基板10和金属接合层2之间也可以形成欧姆接触层(未显示)。

如图3B所示,制备发光芯片。该发光芯片包括依次堆叠在基板11上的n型半导体层7、发光层6、p型半导体层5、透明电极层3、和反射层4。另外,在该实施例的变体中,也可以省略透明电极层3。而且,p型半导体层5和n型半导体层7的位置也可以互换。

发光芯片的基板11例如由蓝宝石、砷化镓或硅制成。透明电极层3的材料例如选自氧化铟锡(ITO)、 RuO_2 、ZnO及NiO或其组合。发光叠层即n型半导体层7、发光层6和p型半导体层5可以由InGaN或AlInGaP的材料制成。反射层4材料例如选自Al、Ag、Pt、Cr、Mo、W、Au或其组合。

如图3C所示,采用超声波热压法将热沉基板10上的金属接合层2与发光芯片上的反射层4接合。然后,如图3D所示,通过例如研磨抛光、化学溶剂剥离或激光剥离等的不产生应力的方法,移除发光芯片的基板11。

如图3E所示,在形成上述结构之后,可以在热沉基板10的背面上和移除发光芯片的基板之后暴露的表面上分别形成n侧和p侧电极8和1。当然,n侧和p侧电极也可以根据需要在以前的步骤中形成。

由于根据本发明的方法所使用的发光芯片是已经切割好的单颗独立芯片,且用超声波将复数个单颗独立发光芯片热压贴合到热沉基板上的温度不超过 180^0C (现有技术的贴合温度超过 300^0C),故移除本发明中的单颗独立发光芯片的基板不会产生应力,因此工艺上更加简单,增加了发光二极管的

良率。

虽然参考其实施例具体显示和描述了本发明，然而本领域的普通技术人员可以理解，在不脱离由权利要求所界定的本发明的精神和范围的情况下，可以作出形式和细节上的不同变化，而这些变化将落在本发明的保护范围之内。

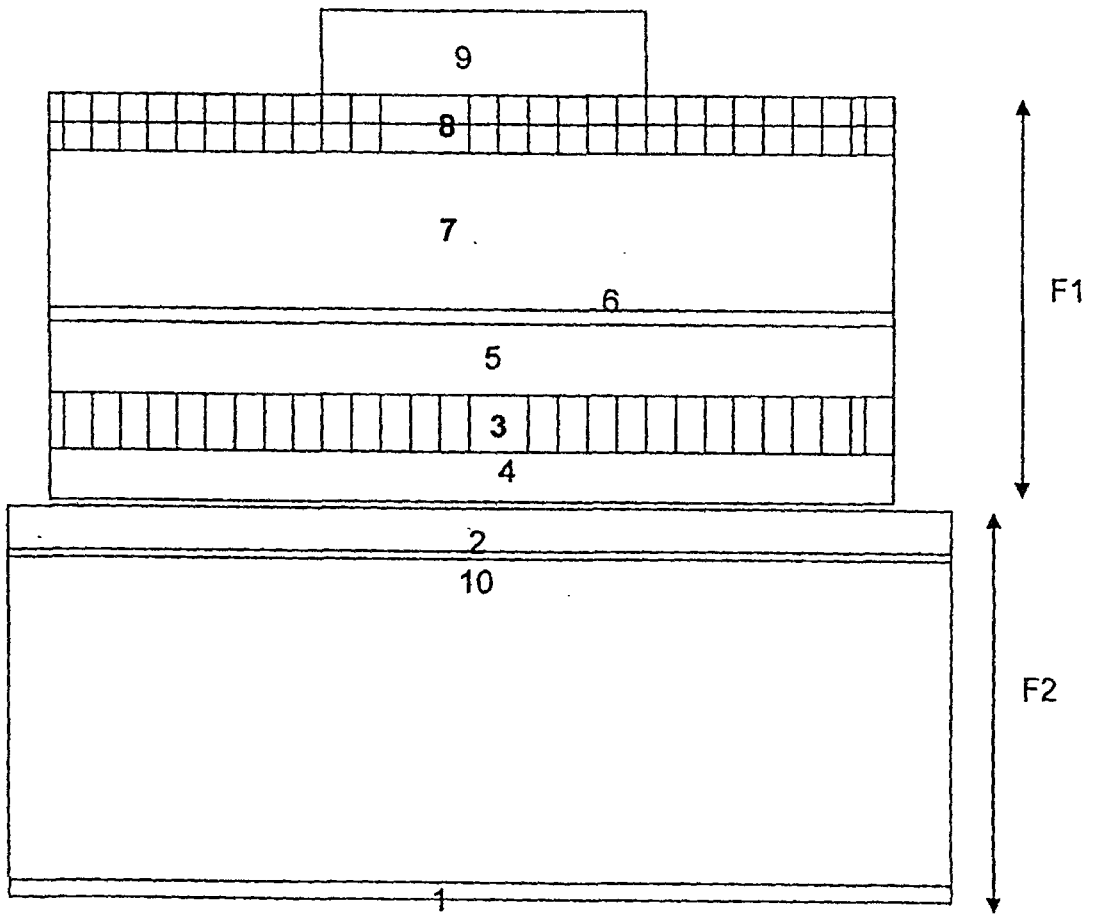


图 1

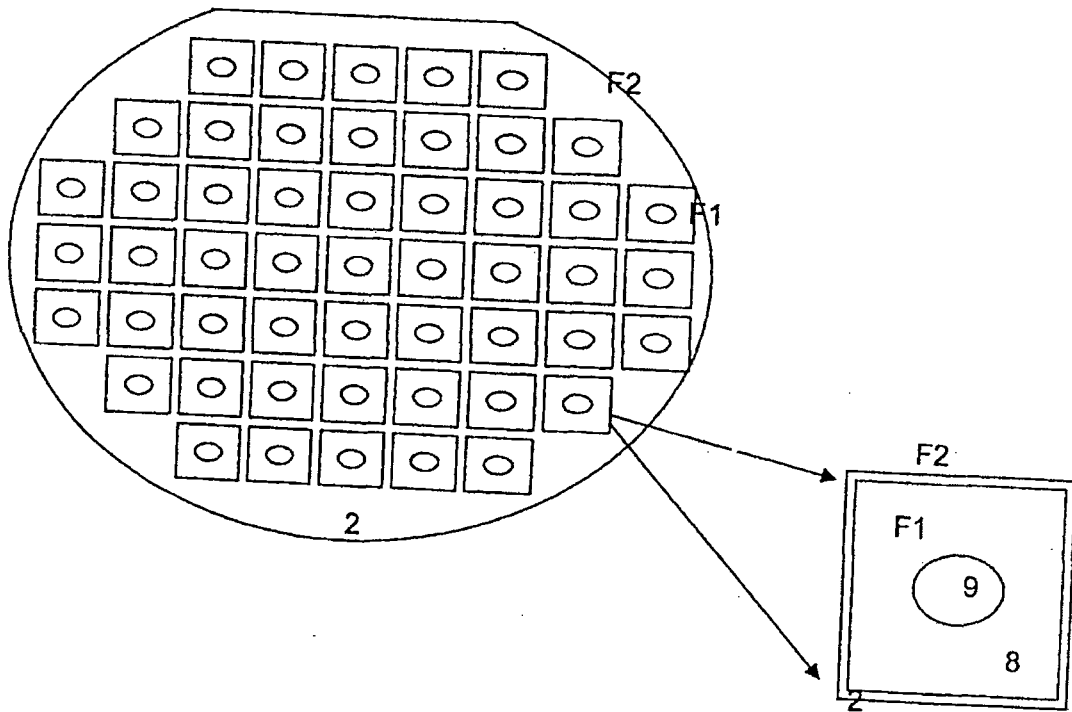


图 2

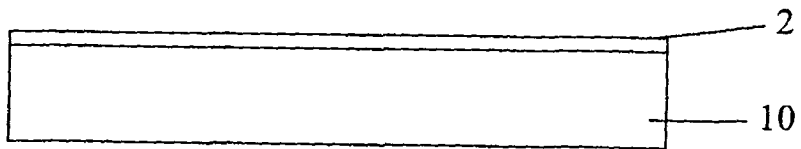


图 3A

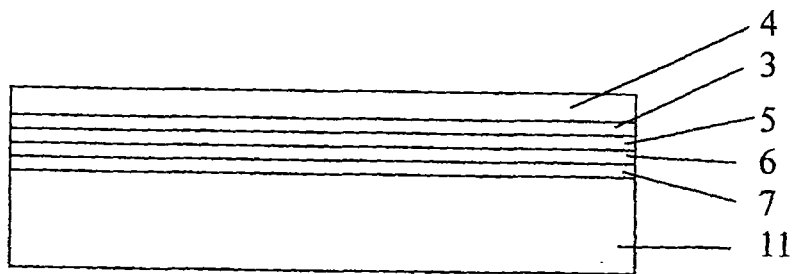


图 3B

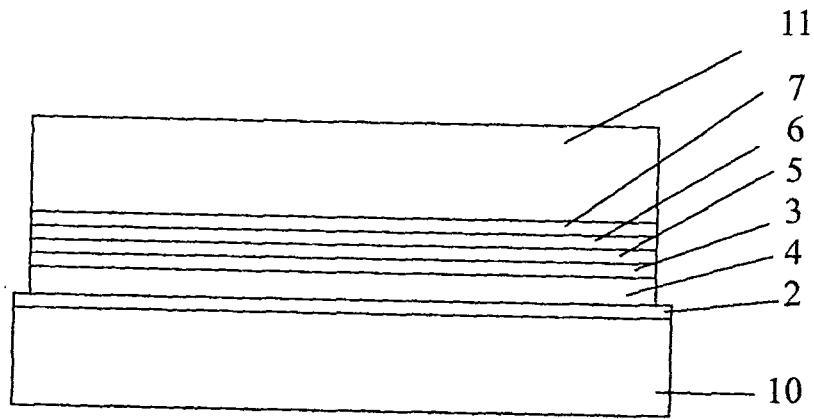


图 3C

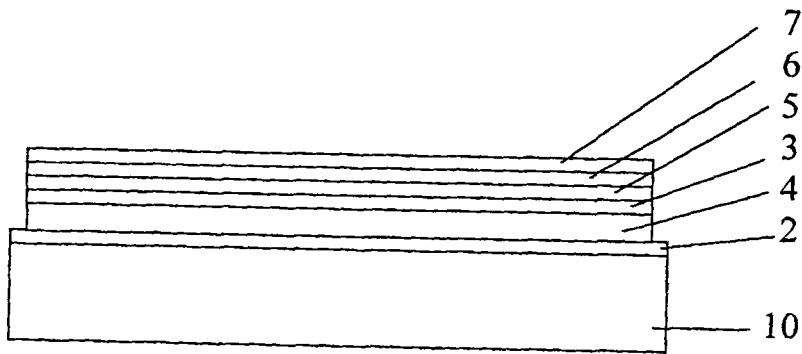


图 3D

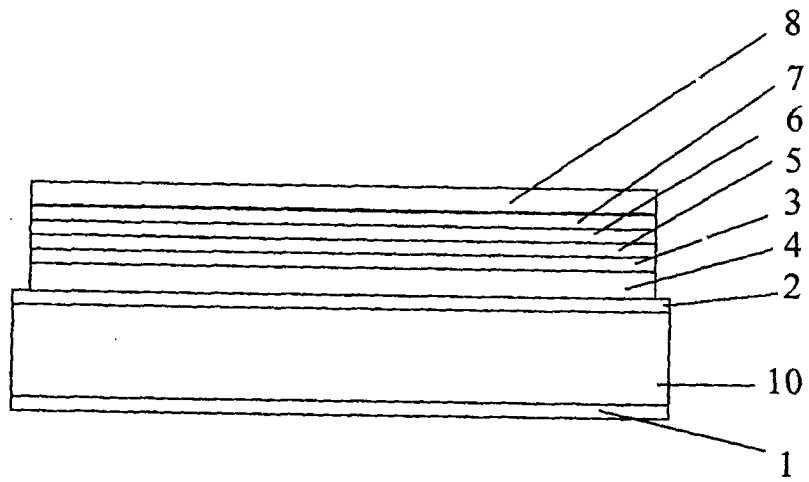


图 3E