

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 33/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580047091.3

[43] 公开日 2008 年 1 月 16 日

[11] 公开号 CN 101107720A

[22] 申请日 2005.9.15

[21] 申请号 200580047091.3

[30] 优先权

[32] 2005. 1. 24 [33] US [31] 11/042,030

[86] 国际申请 PCT/US2005/036552 2005.9.15

[87] 国际公布 WO2006/080958 英 2006.8.3

[85] 进入国家阶段日期 2007.7.23

[71] 申请人 美商克立股份有限公司

地址 美国北卡罗莱纳州

[72] 发明人 S·P·迪巴尔司 中村修二

M·巴特雷斯

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 李 玲

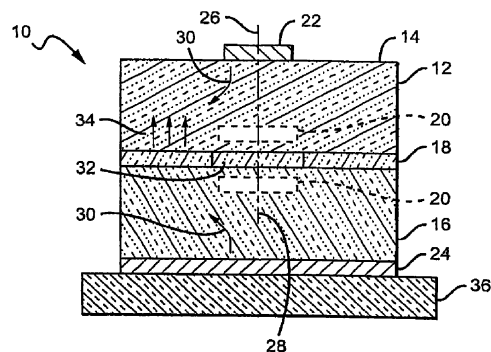
权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

使用电流限制结构和表面粗糙化的发光二极管

[57] 摘要

一种 LED(10)，它具有带有相关 p 接触的 p 型材料层、带有相关 n 接触的 n 型材料层以及在该 p 型层与该 n 型层之间的有源区(18)，该 LED 包括限制结构(20)，该限制结构形成于该 p 型材料层及该 n 型材料层之一内。该限制结构(20)通常与该 LED 的顶部及主发射面上的接触(22)相对齐，且大体上防止光从与限制结构的区域及顶面接触(22)相一致的有源区(18)的区域中发射出光线。该 LED(10)可包括粗糙化的发射侧表面(25)以进一步提高光提取。



1. 一种发光二极管(LED), 包含:

具有相关p接触的p型材料层;

具有相关n接触的n型材料层;

在该p型层与该n型层之间的有源区;

在该p型材料层及该n型材料层中的至少一层中形成的限制结构, 该限制结构大体上防止光从与该限制结构的区域相一致的该有源区的区域中发射出; 以及

与该p型材料层及该n型材料层之一相关联的粗糙化表面。

2. 如权利要求1所述的LED, 其特征在于, 该限制结构包含该p型材料层及该n型材料层中的至少一层的离子注入区。

3. 如权利要求1所述的LED, 其特征在于, 该限制结构包含该p型材料层及该n型材料层中的至少一层的氧化区。

4. 如权利要求1所述的LED, 其特征在于, 该限制结构包含在该p型材料层及该n型材料层中的至少一层中的电流阻断区。

5. 如权利要求1所述的LED, 其特征在于, 该p型材料层与该有源区相邻接触, 且该电流限制结构在该p型材料层中。

6. 如权利要求1所述的LED, 其特征在于, 该n型材料层与该有源区相邻接触, 且该电流限制结构在该n型材料层中。

7. 如权利要求1所述的LED, 还包含与该n型材料层相邻的导电基板, 其中该n接触与该基板相邻接触。

8. 一种发光二极管(LED), 包含:

具有相关第一接触及光穿过它而发射的第一表面的第一材料层;

具有相关第二接触的第二材料层;

在该第一层与该第二层之间的有源区; 及

与该第一层及该第二层之一相整合且通常轴向地与该第一接触对齐的限制结构, 该限制结构大体上防止与该限制结构的区域相一致的该有源区的区域中发出光线。

9. 如权利要求8所述的LED, 其特征在于, 该限制结构包含该第一层及第二层之一的一部分, 该部分经离子注入。

10. 如权利要求8所述的LED, 其特征在于, 该限制结构包含该第一层及第二层之一的一部分, 该部分经氧化。

11. 如权利要求8所述的LED, 其特征在于, 该限制结构包含该第一层及第二层之一的一部分, 该部分经离子注入。

12. 如权利要求8所述的LED, 其特征在于, 该限制结构包含该第一层及第二层之一的一部分, 半绝缘材料注入该部分。

13. 如权利要求12所述的LED, 其特征在于, 该第一层及第二层的材料包含GaN, 且该半绝缘材料包含Al及Ga之一。

14. 如权利要求8所述的LED, 其特征在于, 该第一表面至少部分粗糙化。

15. 如权利要求8所述的LED, 还包含与该第一表面相邻的至少部分粗糙化的透明导电材料层。

16. 如权利要求15所述的LED, 其特征在于, 该透明材料包含ZnO、In₂O₃及氧化铟锡(ITO)之一。

17. 如权利要求8所述的LED, 其特征在于, 该第二接触由反射材料形成。

18. 如权利要求8所述的LED, 其特征在于, 该限制结构的面积大体与该第一接触的面积相同。

19. 一种发光二极管(LED), 其包含:

具有相关第一接触及光穿过它而发射的第一表面的第一材料层;

第二材料层;

在该第一层与该第二层之间的有源区;

与该第二材料层相邻且具有相关基板接触的导电基板; 及

在该第一层、该第二层及该基板之一中且通常轴向地与该第一接触对齐的至少一个限制结构, 该至少一个限制结构引导流向该有源区的电流远离与该限制结构的区域相一致的该有源区的区域。

20. 如权利要求19所述的LED, 其特征在于, 该第一材料层包含p型材料, 该第二材料层包含n型材料, 且该至少一个电流限制结构在该p型材料中。

21. 如权利要求19所述的LED, 其特征在于, 该第一材料层包含p型材料,

该第二材料层包含n型材料，且该至少一个电流限制结构在该n型材料中。

22. 如权利要求19所述的LED，其特征在于，该第一材料层包含p型材料，该第二材料层包含n型材料，且该至少一个电流限制结构在该基板中。

23. 如权利要求19所述的LED，其特征在于，该第一材料层包含n型材料，该第二材料层包含p型材料，且该至少一个电流限制结构在该n型材料中。

24. 如权利要求19所述的LED，其特征在于，该第一材料层包含n型材料，该第二材料层包含p型材料，且该至少一个电流限制结构在该p型材料中。

25. 如权利要求19所述的LED，其特征在于，该第一材料层包含n型材料，该第二材料层包含p型材料，且该至少一个电流限制结构在该基板中。

26. 如权利要求19所述的LED，其特征在于，使该第一表面的至少一部分粗糙化。

27. 如权利要求19所述的LED，还包含与该第一表面相邻的至少部分粗糙化的透明导电材料层。

28. 一种发光二极管(LED)，包含：

具有相关第一接触及光穿过它而发射的第一表面的第一材料层；

具有相关第二接触的第二材料层；

在该第一材料层与该第二材料层之间的有源区；及

与该第二接触相关联的限制结构，该限制结构引导流向该有源区的电流远离与该限制结构的区域相一致的该有源区的区域。

29. 如权利要求28所述的LED，其特征在于，该限制结构包含绝缘、非导电材料。

30. 如权利要求29所述的LED，其特征在于，该绝缘、非导电材料包含SiO₂、AlN及SiN之一。

31. 如权利要求28所述的LED，其特征在于，该限制结构通常轴向地与该第一接触对齐。

32. 如权利要求28所述的LED，其特征在于，该第二接触由反射材料形成。

33. 如权利要求28所述的LED，其特征在于，使该第一表面的至少一部分粗糙化。

34. 如权利要求28所述的LED, 还包含与该第一表面相邻的至少部分粗糙化的透明导电材料层。

35. 如权利要求34所述的LED, 其特征在于, 该透明材料包含 ZnO 、 In_2O_3 及氧化铟锡(ITO)之一。

使用电流限制结构和表面粗糙化的发光二极管

技术领域

本发明涉及发光二极管(LED), 尤其涉及用于提高 LED 光提取的新结构。

背景技术

发光二极管(LED)是一类将电能转换成光的重要的固态器件, 其通常包含夹在相对的两个掺杂层之间的半导体材料有源层。当在掺杂层两侧施加偏压时, 空穴及电子被注入有源层并在此复合以产生光。光自有源层向各个方向发射且自LED的所有表面发射。

最近对基于第III族氮化物的材料系统所形成的LED有很多关注, 因为其独特的材料特征的组合, 包括高击穿电场、宽带隙(室温下Ga₂N为3.36 eV)、大传导带偏移及高饱和电子漂移速度。该掺杂层及有源层通常形成于一基板上, 该基板可由诸如硅(Si)、碳化硅(SiC)及蓝宝石(Al₂O₃)等不同材料制成。通常最好用SiC晶片, 因为其具有与第III族氮化物更近的晶格匹配, 从而形成具有较高品质的第III族氮化物膜。SiC亦具有很高的导热率, 因此SiC上的第III族氮化物器件的总输出功率不受该晶片的耐热性所限制(就像在蓝宝石或Si上所形成的一些器件那样)。此外, 半绝缘SiC晶片的可用性提供了器件隔离的能力及减低的寄生电容从而使商业化器件成为可能。SiC基板可自North Carolina的Durham的Cree有限公司获得且其制造方法陈述于科学文献及美国再颁专利Re. 34,861、美国专利第4,946,547号及美国专利第5,200,022号。

自LED的有效光提取是制造高效率LED主要关注的。对于具有单一外向耦合表面的常规LED, 外部量子效率受限于来自LED发射区且穿过基板的光的全内反射(TIR)。TIR可由LED的半导体与周围环境之间巨大的折射率差异引起。由于与周围材料之折射率(如环氧树脂大约为1.5)相比SiC具有高折射率(大约2.7), 所以具有SiC基板的LED具有相对较低的光提取效率。这一差异造成一小逃逸锥, 自有源区的光线可自该逃逸锥从SiC基板透射到环氧树脂中并最终逸出LED封装。

已开发出不同的方法用以减低TIR并改良总的光提取,其中比较受欢迎的一种方法是表面纹理化。表面纹理化藉由提供允许光子有多个机会找到逃逸锥的多变表面增加了光逃逸的机率。没有找到逃逸锥的光继续经历TIR,且以不同角度反射离开纹理化的表面直到其找到逃逸锥。表面纹理化的益处在于若干文章中已有所讨论。[见Windisch等人的“Impact of Texture-Enhanced Transmission on High-Efficiency Surface Textured Light Emitting Diodes”, Appl. Phys. Lett., Vol. 79, No. 15, 2001年10月,第2316-2317页; Schnitzer等人的“30% External Quantum Efficiency From Surface Textured, Thin Film Light Emitting Diodes”, Appl. Phys. Lett., Vol 64, No. 16, 1993年10月,第2174-2176页; Windisch等人的“Light Extraction Mechanisms in High-Efficiency Surface Textured Light Emitting Diodes”, IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics, Vol. 8, No. 2, 2002年3/4月,第248-255页; Streubel等人的“High Brightness AlGaInP Light Emitting Diodes”, IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics, Vol. 8, No. 2002年3/4月]。

颁给Cree有限公司的美国专利第6,410,942号揭示了一种LED结构,其包括形成于第一与第二散布层之间的电互连的微LED之阵列。当在该散布体两侧施加偏压时,这些微LED发光。自每个微LED发射的光在仅行进一小段距离后即到达表面,由此减低了TIR。

亦颁给Cree有限公司的美国专利第6,657,236号揭示了通过使用在一阵列中形成的内部及外部光学元件从而提高LED中光提取的结构。这些光学元件具有多种不同形状,诸如半球及棱锥,且可位于LED各层之表面上或内部。这些元件提供了光折射或散射之表面。

发明内容

简要且概括而言,本发明涉及具有提高的光提取特征的LED。在本发明之一方面中,该LED包括具有相关p-接触的p型材料层、具有相关n-接触的n型材料层以及在该p型层与该n型层之间的有源区。该LED进一步包括在p型材料层及n型材料层之至少一者中形成的限制结构。该限制结构大体上防止光自与限制结构之区域相一致的有源区之区域发射。该LED亦包括与该p型材料层及n型材料层之一相关联的粗糙化表面。

在本发明的另一方面中，该LED包括：第一材料层，其具有相关的第一接触及光穿过其发射的第一表面；第二材料层，其具有相关的第二接触；以及在该第一层与该第二层之间的有源区。该LED进一步包括与该第一层及该第二层之一相整合的限制结构。该限制结构通常轴向地与第一接触对齐且大体上防止光自与限制结构之区域一致的有源区之区域发射。

在本发明的又一方面中，该LED包括：第一材料层，其具有相关的第一接触及光穿过其发射的第一表面；第二材料层；在该第一层与该第二层之间的有源区；以及传导基板，其与该第二材料层相邻且具有相关的基板接触。该LED进一步包括在第一层、第二层及基板之一中的至少一个限制结构。该限制结构通常轴向地与第一接触对齐且引导流向该有源区的电流远离与限制结构之区域相一致的有源区之区域。

在本发明的另一方面中，该LED包括：第一材料层，其具有相关的第一接触及光穿过其发射的第一表面；第二材料层，其具有相关的第二接触；以及在该第一层与该第二层之间的有源区。该LED进一步包括与第二接触相关联的限制结构。该限制结构引导流向该有源区的电流远离与限制结构之区域相一致的有源区之区域。

自下列以实例说明本发明特征的详细描述及附图，本发明的这些及其他方面及优点将显现。

附图说明

图1为LED的一般实施例的横截面，该LED包括在两个导电材料层之间的有源区以及可能位于任一导电材料层中的电流限制结构；

图2为LED的另一个一般实施例的横截面，该LED包括在两个导电材料层之间的有源区、基板、粗糙化顶面以及可能位于任一导电材料层或基板中的电流限制结构；

图3为图1的LED的配置横截面，包括在底部n型材料层中的电流限制结构；

图4为图2的LED的配置横截面，包括在顶部p型材料层中的电流限制结构以及具有粗糙化顶面的透明导电材料层；

图5为图1的LED的配置横截面，包括在底部p型材料层中的电流限制结构以及具有粗糙化顶面的n型材料层；

图6为图1的LED的配置横截面，包括在顶部n型材料层中的电流限制结构以及具有粗糙化顶面的n型材料层；以及

图7为LED的又一个一般实施例的横截面，该LED包括在两个导电材料层之间的有源区、顶侧接触、底侧接触以及位于该底侧接触层中的电流限制结构。

具体实施方式

本发明藉由一形成于底部LED结构的p型材料层及n型材料层之至少一者中的限制结构为发光二极管(LED)提供改良的光提取。该限制结构通常与该LED的顶部及主要发射表面上的接触相对齐，且大体上防止光自与该限制结构之区域及该顶面接触相一致的该有源区之区域发射。因此，可能在该顶面接触下发射且被该顶面接触吸收的光被重定向至该有源层的其他区域及发射侧，该接触的吸收影响在此处大体上减低了。在一较佳实施例中，通过使用离子注入，在该底部LED结构中形成该电流限制结构。亦可通过使用选择性氧化，在LED底部结构中形成该电流限制结构。还可通过使用外延再生长，形成作为LED结构一部分的电流限制结构。

该LED可进一步包括在该吸收接触周围的粗糙化表面。该粗糙化表面可被包括在底部LED结构的一层表面区域的全部或一部分中，或被包括在该底部LED结构上所涂的额外材料层之表面区域的全部或一部分中。举例而言，在具有足够厚的n型材料层的n侧向上的LED结构中，最好使该n型层粗糙化。在具有相对较薄的p型材料层的p侧向上的底部LED结构中，最好向该p型层添加一透明材料层并使该层粗糙化。亦可向n侧向上的LED结构的n型层添加一透明材料层。无论哪种情况，粗糙化表面与将电流导向该粗糙化表面且使电流远离吸收接触的电流限制结构这两者的组合提供了进一步提高的光提取。该粗糙化表面通过提供一多变表面改良光提取，该多变表面允许可能通过全内反射陷在LED中的光逃逸且加入上述光发射。

现参考附图且特别参考图1及图2，在此处展示了根据本发明的LED 10的一个实施例，其包括具有光穿过其发射的第一表面14的第一材料层12、第二材料层16以及夹在该第一层与该第二层之间的有源材料层18。该第一层12、第二层16及有源层18形成置于支撑结构36上的底部LED结构。

该底部LED结构可自诸如基于第III族氮化物的材料系统等不同的半导体材料系统制成。第III族氮化物指的是氮与元素周期表第III族元素(通常为铝(Al)、镓(Ga))

及铟(In))之间形成的那些半导体化合物。该术语亦指的是三重及三元化合物, 诸如AlGaIn及AlInGaIn。在一较佳实施例中, 该有源材料层18与该第一层12及该第二层16相邻接触, 且形成该第一及该第二层之材料是GaIn, 该第一及第二层中任一者为p型材料且另一者为n型材料。在该实施例中, 形成该有源层的材料为InGaIn。在替代实施例中, 第一及第二层材料可为AlGaIn、AlGaAs或AlGaInP。

根据该LED配置, 该支撑结构36可为基板或子支架。在p侧向上的LED配置中, 支撑结构36可为一基板, 合适的基板为碳化硅的4H多型, 尽管亦可使用其他碳化硅多型, 诸如3C, 6H及15R多型。碳化硅比蓝宝石具有与第III族氮化物更近的晶格匹配, 并形成具有较高品质的第III族氮化物膜。碳化硅亦具有非常高的导热率, 因此在碳化硅上的第III族氮化物器件的总输出功率不受基板的热耗散的限制(此情况可能发生在形成于蓝宝石上的一些器件中)。此外, 碳化硅基板之可用性提供了器件隔离的能力及减低的寄生电容, 从而使商业化器件成为可能。SiC基板可自North Carolina之Durham之Cree有限公司获得且其制造方法陈述于科学文献及美国再颁专利Re. 34,861、美国专利第4,946,547号及美国专利第5,200,022号。对于n侧向上的LED配置, 该支撑结构36可为子支架。

第一接触22与该第一层12相关联且第二接触24与该第二层16相关联。这些接触22、24与各自之层12、16的关联可为直接的或间接的。直接关联在图1中展示, 其中该第一接触与该第一层12直接接触且该第二接触24与该第二层16直接接触。此关联可在当基板36由非导电材料形成时向第二接触24提供。间接关联在图2中展示, 且若该LED包括一透明导电材料层25, 则向第一接触22提供该间接关联, 若该支撑结构36为导电材料所形成基板, 则向第二接触24提供该间接关联。为提高直接接触及间接接触中的光提取, 该第二接触可由反射材料形成, 诸如银(Ag)、铝(Al)或铑(Rh)。

电流限制结构20整合于且可形成于LED中不同位置, 诸如在第一层12、第二层16或基板36之至少一者中(如图2所展示)。在一些实施例中, 可使用一个以上的电流限制结构, 且在一个实施例中电流限制结构20可形成于第一层12及第二层16中, 同时有源材料18的一部分处于这两个限制结构20之间。在一些实施例中, 该限制结构20可为晶体结构或分子特性已经由本领域中已知方法(诸如离子植入或氧化)改变的材料层的区域。在其他实施例中, 该限制结构20可以是相对于第一层12或第

二层16的材料相反掺杂的材料所形成的电流阻断层。该电流阻断材料层可藉由已知的外延再生长的方法并入第一及第二层中至少一者。

该电流限制结构20以使第一接触的中心26或轴与该限制结构的中心或轴28大体对齐的方式相对于第一接触22定位。该限制结构20的横截面区域的大小基本上反映第一接触22的横截面区域的大小。该电流限制结构20的厚度可在该层总厚度的0.1%至80%的范围内任意变化。举例而言，在一厚度为1微米的n型材料层中，电流限制结构20的厚度可在0.001至0.8微米之间。

电流限制结构20引导流向有源区18的电流30远离大体上与第一接触22一致并对齐的有源区的一部分32。该电流的改道大体上防止了电流电荷(意即"空穴"与"电子")在与第一接触22对齐的有源区的那部分32中复合，从而基本上致使该区成为非有源的。

光34是自有源材料18发射且穿过LED结构传播。尽管光以各个方向自有源材料18发射，但为说明之简便，图中光仅以朝向LED顶部或主发射面的向上的方向展示。在图1中，该顶面是顶部材料层12的表面14。在图2中，该顶面是一粗糙化材料层25。

参考图3，展示了根据本发明之图1的一般LED的一个实施例，其包含一p侧朝上的LED，该LED包括第一p型材料层40及第二n型材料层42。在一较佳实施例中，该材料为GaN。如下文进一步解释，在LED制造过程中，电流限制结构44被并入n型材料层42中。结构44是通过向n型材料引入杂质而形成的。杂质的引入可通过离子注入完成。例如，对于n型GaN材料，Al或Ga离子可被注入。

在p接触46及n接触48的两侧施加一偏压，随即电流(以p型材料"空穴"运动为形式)穿过p型材料朝向有源区移动并进入有源区。同样地，电流(以n型材料"电子"运动为形式)穿过n型材料42朝向有源区50移动并进入有源区50。由于限制结构44的杂质，穿过n型材料42的电流远离电流限制结构并进入有源区50的区域52，该区域52在大体上与电流限制结构一致并对齐的有源区非有源部分54周围。该有源区的此区域被称为有源区的有源部分52。

穿过p型材料40的电流亦远离该电流限制结构44并进入来自n型材料的电流已进入的有源区的那些区域中。该p型材料电流的运动是n型材料中电流限制结构44之存在与将p型电流"空穴"吸引至在有源区50的有源部分52中存在的n型电流"电子"

"这两者组合的结果。

电流限制结构44可位于沿n型层42深度的若干位置中任何一个。这可通过中断n型层42的生长过程、向未完成的n型层内注入杂质并随后重新开始该生长过程以完成n型层的剩余部分而实现。生长方法可为多种已知方法中任一种,包括金属氧化物化学气相沉积(MOCVD)、混合气相外延法(HVPE)或分子束外延法(MBE)。一例示性限制结构形成过程包括以 10^{13} 、 10^{14} 及 10^{15}cm^{-2} 之剂量向该n型层注入180 keV铝离子。在一较佳实施例中,电流限制结构44位于靠近有源区50以有效地防止n型电流完全在该电流限制结构周围移动且流回非有源区54,并增加该结构对在有源区50另一侧的p型层中的电流的影响。

参考图4,展示根据本发明的图2的一般LED 10的另一实施例,其包含一基本上与参考图3描述的LED相同的p侧向上的LED,不同之处在于电流限制结构44位于p型层40中。此外,基板58是导电的,因此允许在n接触48与n型层42之间的间接关联。一透明导电材料层56被包括在该p型层40上,该导电材料层的一部分夹在p接触46与p型层之间。此材料层可由ZnO、 In_2O_3 及氧化铟锡(ITO)形成。至少部分未被p接触46覆盖的导电材料层56被粗糙化,图4所展示的导电材料层之顶面全部被粗糙化。透明导电材料层56与电流限制结构44提供的远离吸收接触46之区域化光产生的组合,增加了LED的光提取效率。

参考图5,展示图1的一般LED 10之另一实施例,其包含n侧向上、倒装LED,该LED包括第一n型材料层60及第二p型材料层62。作为额外的处理步骤,移除通常与第一n型层60相邻的基板以显露LED的顶部主发射面。

在一较佳实施例中,LED材料为GaN。在LED制造过程中,在将层60、62、64及p接触子结构覆于一子支架78上之前,将电流限制结构64并入p型材料层62中。限制结构64经由在生长中藉由离子注入将杂质引入p型材料中形成。举例而言,对p型GaN材料,Al或Ga离子可被注入。n型层的顶面66被粗糙化以形成粗糙化的光提取表面。该粗糙化表面可由使用本领域中已知的若干方法中任何一种蚀刻(诸如光电化学(PEC)蚀刻)提供。在此配置中,该粗糙化表面直接被添加到n型层而非像由于p层相对较薄而通常在p侧向上的LED中那样经由一单独添加的透明导电材料层。

在n-接触68及p-接触70两侧施加一偏压,随即电流穿过p型材料向有源区72移动并进入有源区72。同样地,电流穿过n型材料60向有源区72移动并进入有源区72。

穿过p型材料62的电流远离电流限制结构64且进入有源区72中非有源部分76周围的有源部分74。穿过n型材料60的电流亦远离电流限制结构64且进入有源区的有源部分74。

如图3之实施例，电流限制结构64可通过中断p型层之生长过程、向未完成之p型层内注入杂质并随后继续该生长过程以完成该层而位于沿p型层62深度的若干位置处。在一较佳实施例中，电流限制结构64位于靠近有源区72之处以有效地防止p型电流完全在电流限制结构周围移动且流回非有源区76，并增加该结构对在有源区72另一侧的n型层中的电流的影响。参考图6，在另一实施例中，图1的一般LED为一基本上与参考图5描述的LED相同的n侧向上的LED，不同之处在于电流限制结构64位于n型层60中。

现参考图7，展示一LED 100，其包括具有大部分光穿过其发射的第一表面104的第一材料层102、第二材料层106以及夹在该第一层与该第二层之间的有源材料层108。在一较佳实施例中，该有源材料层108与第一层102及第二层106相邻接触，且形成第一及第二层的材料为Ga_N，且形成有源层的材料为InGa_N。在替代实施例中，第一及第二层材料可为AlGa_N、AlGaAs或AlGaInP。

第一接触110与第一层102相关联，且第二接触112与第二层106相关联。电流限制结构114被包括在第二接触112的层中，且以使第一接触的中心116或轴与该限制结构的中心或轴118大体对齐的方式相对于第一接触110定位。第二接触112及限制结构114的层藉由沉积一接触材料层、蚀刻掉该接触材料层的一部分及用限制结构的材料代替该部分而形成。限制结构114由绝缘、非导电材料形成，诸如SiO₂、AlN及SiN，且该限制结构具有与第一接触110基本相同的横截面区域大小。

电流限制结构114引导流向有源区108的电流120远离大体上与第一接触110一致并对齐的有源区的部分122。此电流改道大体上防止了电流电荷(意即"空穴"与"电子")在与第一接触110对齐的有源区的部分122中的复合，从而基本上致使该区成为非有源的。

如关于图3至图6所描述之实施例，以第一层102为n型层或p型层且第二层106为与第一层相对之类型的层，可形成图7的一般LED。LED 100亦可以第一层102的粗糙化顶面或具有粗糙化顶面的额外的透明导电材料层的形式包括一粗糙化表面。

本领域的技术人员应了解如在图1至7中描述的本发明之概念可并入其他LED

配置中。举例而言，尽管图1-7的LED具有垂直排列的接触，意即，在LED的相对侧上具有接触，但本发明可应用于具有横向排列的接触的LED，意即，在LED的同一侧具有接触，诸如谐振腔LED。

自前述内容明显可见，尽管本发明之特定形式已被说明及描述，但在不偏离本发明之精神及范畴的情况下可产生多种变更。因此，除了被所附申请专利范围限制外本发明并不意欲被限制。

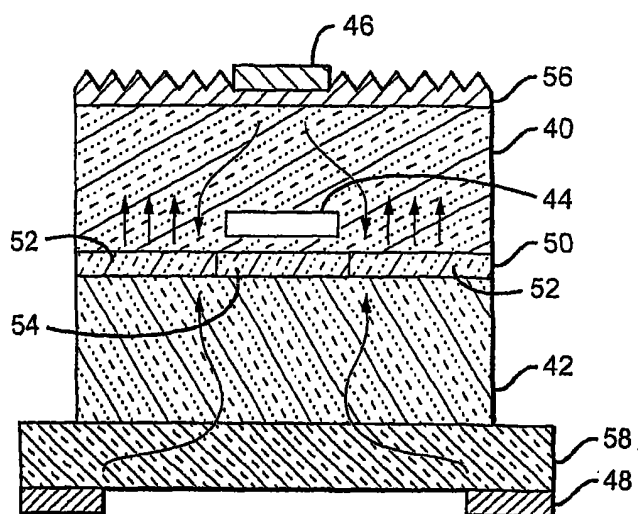


图 4

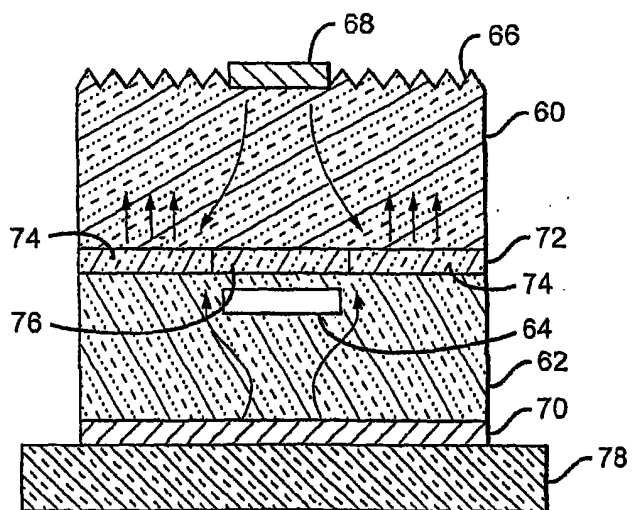


图 5

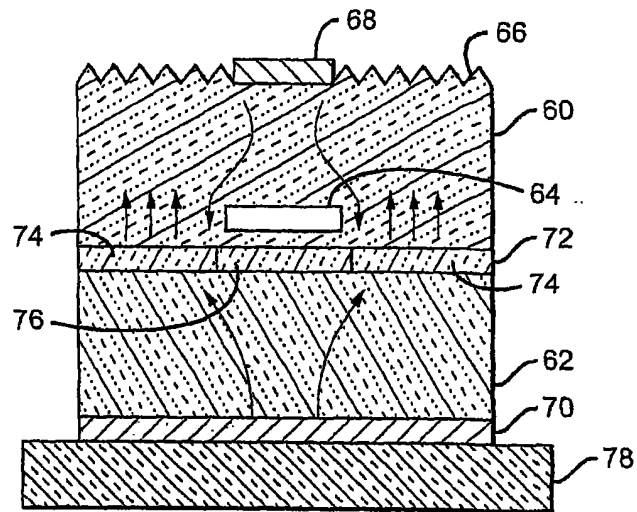


图 6

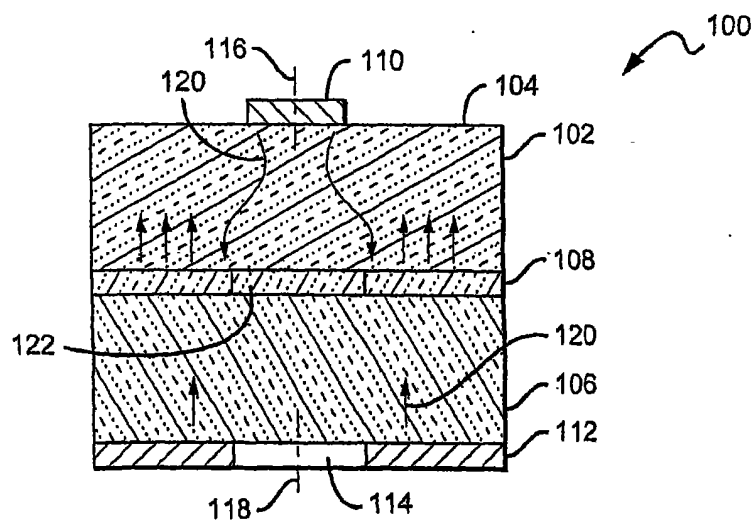


图 7