



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103730549 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 16

(21) 申请号 201410006227. 7

(22) 申请日 2014. 01. 07

(71) 申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市高新园区凌工路
2 号

(72) 发明人 梁红伟 柳阳 杜国同 申人升
夏晓川

(74) 专利代理机构 大连星海专利事务所 21208
代理人 裴毓英

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2010. 01)

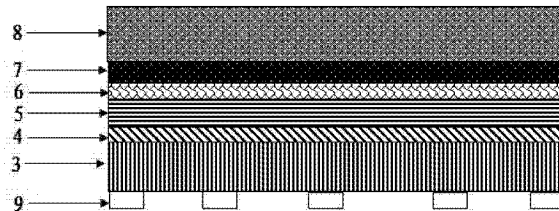
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于SiC衬底的垂直结构GaN基紫外LED
及其制备方法

(57) 摘要

本发明属于半导体发光器件及其制备技术领域,公开了一种基于SiC衬底的垂直结构GaN基紫外LED及其制备方法,首先在SiC衬底上制备GaN基紫外LED结构;然后在p-GaN层上制备欧姆反射层及金属键合层;其次将制备好金属键合层的外延片与导电导热基板进行热压键合;再次,将碳化硅衬底减薄,将SiC衬底去除;最后在n-AlGaN层上光刻图形,蒸镀金属电极并制备成紫外LED。本发明采用SiC作为UVLED的衬底,材料生长质量好;采用的导电导热基板能够作为p-GaN电极并提供支撑,从而使紫外LED电流分布更加均匀;采用的衬底剥离工艺可将对紫外光有很强吸收作用的SiC衬底完全剥离,不仅解决了外延工艺中的技术难点也避免了SiC材料对紫外光吸收的负面影响,还使得器件的外量子效率得到大幅提升。



1. 一种基于 SiC 衬底的垂直结构 GaN 基紫外 LED 的制备方法,具体包括以下步骤:
步骤 1:依次在 SiC 衬底(1)上外延生长缓冲层(2)、n-AlGaIn 层(3)、紫外发光多量子阱层(4)、p-GaN 层(5),得到 GaN 基紫外 LED 结构;
步骤 2:依次在 p-GaN 层(5)上制备欧姆反射层(6)及金属键合层(7);
步骤 3:将制备好金属键合层(7)的外延片与导电导热基板(8)进行热压键合;
步骤 4:将 SiC 衬底减薄至 100 μm 以下,再利用等离子体刻蚀技术将 SiC 衬底去除;
步骤 5:在 n-AlGaIn 层(3)上光刻图形,蒸镀金属电极(9),从而完成垂直结构 GaN 基紫外 LED 的制备。
2. 根据权利要求 1 所述的基于 SiC 衬底的垂直结构 GaN 基紫外 LED 的制备方法,其特征在于:所述步骤 1 中采用 MOCVD 在 SiC 衬底(1)上外延生长缓冲层(2)、n-AlGaIn 层(3)、紫外发光多量子阱层(4)、p-GaN 层(5)。
3. 根据权利要求 1 所述的基于 SiC 衬底的垂直结构 GaN 基紫外 LED 的制备方法,其特征在于:所述紫外发光多量子阱层(4)由能发射出紫外光的含有 Al 组份的 AlGaIn、含有 Al 及 In 组份的 AlInN 和 AlInGaIn 的一种或几种构成,所述各组份发射出的紫外光波长可调。
4. 根据权利要求 1 所述的基于 SiC 衬底的垂直结构 GaN 基紫外 LED 的制备方法,其特征在于:所述欧姆反射层 6 采用银及其化合物,所述金属键合层 7 采用金或金锡合金材料。
5. 根据权利要求 1 所述的基于 SiC 衬底的垂直结构 GaN 基紫外 LED 的制备方法,其特征在于:所述导电导热基板(8)为镍、铜、钨、钛、铝中的一种或几种合金。
6. 根据权利要求 1 所述的基于 SiC 衬底的垂直结构 GaN 基紫外 LED 的制备方法,其特征在于:所述导电导热基板(8)为硅或砷化镓材料。
7. 一种基于 SiC 衬底的垂直结构 GaN 基紫外 LED,其特征在于:采用权利要求 1-6 的任意一项所述的垂直结构 GaN 基紫外 LED 的制备方法制备而成。

一种基于 SiC 衬底的垂直结构 GaN 基紫外 LED 及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于半导体发光器件及其制备技术领域,特别涉及一种基于 SiC 衬底的垂直结构 GaN 基紫外 LED 及其制备方法。

背景技术

[0002] 目前市场上在紫外 LED 方面的产品主要只涉及 UVA 波段(320 ~ 420nm) LED,很难制造效率很高的 UVB (275 ~ 320nm) 和 UVC (200 ~ 275nm) 波段的 LED。原因是制造 UVB 及 UVC 两种波段的 LED 需要高 Al 组分的 AlGaIn 外延层以达到所需要的禁带宽度,而传统的几种外延衬底如蓝宝石、硅等在 UV LED 外延器件的工艺中的表现都不尽如人意,如蓝宝石与 AlN 缓冲层的晶格失配较大,所引起的应力会使外延层产生裂纹;而 SiC 虽然较蓝宝石衬底在晶格失配方面有明显优势,适合高 Al 组份 GaN 材料生长,但由于 SiC 衬底自身对紫外光的吸收特性很大程度上限制了其在相关领域中的应用;也有尝试采用体 AlN 单晶作为衬底可以提高器件功率和效率,但 AlN 衬底价格昂贵限制了 UV LED 的应用。

[0003] 另外,由于 p-AlGaIn 掺杂较难,一般 UV LED 都利用 p-GaN 做为空穴注入层且采用倒装结构,从衬底面出光。常规衬底采用倒装结构时采用同面电极,n-AlGaIn 层电阻较高,电流分散不好。垂直结构是 UV LED 能够解决这一问题,但常规衬底由于各种限制很难实现衬底剥离。

[0004] 因此,亟待一种基于 SiC 衬底的垂直结构 GaN 基紫外 LED 及其制备方法。

发明内容

[0005] 本发明的目的是:为了解决传统工艺难以制备效率很高的 UVB 和 UVC 波段的 LED 的技术问题,提供了一种基于 SiC 衬底的垂直结构 GaN 基紫外 LED 及其制备方法,本发明采用 SiC 作为 UV LED 的衬底,外延出缓冲层、n 型 AlGaIn、多量子阱(MQW)、p 型 GaN 结构的 LED,再利用金属键合及等离子体刻蚀等技术将 SiC 衬底完全剥离,得到具有导电导热能力的垂直结构 GaN 基 UV LED 器件。不仅解决了外延工艺中应力的问题,同时避免了 SiC 材料对紫外光的吸收,更重要的是实现了垂直结构,增强光提取效率及芯片散热能力。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:提供了一种基于 SiC 衬底的垂直结构 GaN 基紫外 LED 的制备方法,具体包括以下步骤:

步骤 1:依次在 SiC 衬底 1 上外延生长缓冲层 2、n-AlGaIn 层 3、紫外发光多量子阱层 4、p-GaN 层 5,得到 GaN 基紫外 LED 结构;

步骤 2:依次在 p-GaN 层 5 上制备欧姆反射层 6 及金属键合层 7;

步骤 3:将制备好金属键合层 7 的外延片与导电导热基板 8 进行热压键合;

步骤 4:将 SiC 衬底减薄至 100 μm 以下,再利用等离子体刻蚀技术将 SiC 衬底去除;

步骤 5:在 n-AlGaIn 层 3 上光刻图形,蒸镀金属电极 9,从而完成垂直结构 GaN 基紫外 LED 的制备。

[0007] 其中:所述步骤1中采用MOCVD在SiC衬底1上外延生长缓冲层2、n-AlGa_N层3、紫外发光多量子阱层4、p-GaN层5。

[0008] 其中:所述紫外发光多量子阱层(4)由能发射出紫外光的含有Al组份的AlGa_N、含有Al及In组份的AlInN和AlInGa_N的一种或几种构成,所述各组份发射出的紫外光波长可调。

[0009] 其中:所述欧姆反射层6采用银及其化合物,所述金属键合层7采用金或金锡合金材料。

[0010] 其中:所述导电导热基板8为镍、铜、钨、钛、铝中的一种或几种合金。

[0011] 其中:所述导电导热基板8为硅或砷化镓材料。

[0012] 本发明还公开了一种基于SiC衬底的垂直结构Ga_N基紫外LED,采用所述的垂直结构Ga_N基紫外LED的制备方法制备而成。

[0013] 本发明的有益效果是:本发明采用SiC作为UV LED的衬底,外延出缓冲层、n型AlGa_N、多量子阱(MQW)、p型Ga_N结构的LED,材料生长质量好;采用的导电导热基板能够作为p-GaN电极并提供支撑,从而使紫外LED电流分布更加均匀,提高出光效率,同时具有良好的散热能力;采用的衬底剥离工艺可以将对紫外光有很强吸收作用的SiC衬底完全剥离,不仅解决了外延工艺中的技术难点也避免了SiC材料对紫外光吸收的负面影响,还使得器件的外量子效率得到大幅提升。

附图说明

[0014] 图1为在SiC衬底上紫外LED外延片结构示意图。

[0015] 图2为在紫外LED外延片上蒸镀欧姆反射镜及金属键合层后结构示意图。

[0016] 图3为紫外LED外延片与导电导热基板键合后结构示意图。

[0017] 图4为去除SiC衬底及缓冲层后的结构示意图。

[0018] 图5为本发明一种基于SiC衬底的垂直结构Ga_N基紫外LED的结构示意图。

[0019] 附图标识:1-SiC衬底,2-缓冲层,3-n-AlGa_N层,4-紫外发光多量子阱层,5-p-GaN层,6-欧姆反射层,7-金属键合层,8-导电导热基板,9-电极。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细说明。

[0021] 本发明一种基于SiC衬底的垂直结构Ga_N基紫外LED的制备方法,具体包括以下步骤:

步骤1:利用金属有机化学气相沉积技术(MOCVD)依次在SiC衬底1上外延生长缓冲层2、n-AlGa_N层3、紫外发光多量子阱层4、p-GaN层5,得到Ga_N基紫外LED结构,见图1。其中紫外发光多量子阱层4由能发射出紫外光的含有Al组份的AlGa_N、含有Al及In组份的AlInN和AlInGa_N的一种或几种构成,所述紫外光的发光波长可调。

[0022] 步骤2:依次在p-GaN层5上制备欧姆反射层6及金属键合层7,见图2;所述欧姆反射层6可以采用银及其化合物,所述金属键合层7可以采用金或金锡合金等材料。

[0023] 步骤3:将制备好金属键合层7的外延片与导电导热基板8进行热压键合,所述导电导热基板采用Ni、Cu、W、Ti、Al及其合金、Si、GaAs等材料,键合后图形见图3;

步骤4:利用减薄技术将碳化硅衬底减薄至100 μm以下,再利用等离子体刻蚀技术将SiC衬底去除;所述等离子体刻蚀技术的刻蚀气体为SF₆、CF₄、Cl₂、O₂、BCl₃中的一种或几种气体,去除SiC衬底后的结构示意图见图4。

[0024] 步骤5:通过光刻技术在n-AlGa_N层3上光刻图形,蒸镀一定形状的金属电极9,从而完成基于SiC衬底的垂直结构Ga_N基紫外LED的制备,结构示意图见图5。所述金属可以采用Cr、Pt、Au、Ni、Ti、Al中的一种或几种材料。

[0025] 实施例1

本发明一种基于SiC衬底的垂直结构Ga_N基紫外LED的制备方法,包括以下步骤:

步骤1:利用金属有机物化学气相沉积技术(MOCVD),在SiC衬底1上以AlN作为缓冲层2,外延出高Al组分的N型AlGa_N薄膜,再依次生长多AlGa_N量子阱与p-Ga_N薄膜形成紫外LED外延结构。

[0026] 步骤2:利用电子束蒸镀设备在p-Ga_N层5上蒸镀一层欧姆反射层6Ag/Ti/Au材料,再蒸镀Au/Sn金属键合层7。

[0027] 步骤3:将器件以镀层为接触面与Cu/W合金基板8通过键合机进行键合。

[0028] 步骤4:利用衬底减薄技术先将SiC衬底1减薄至100微米以下,再使用ICP对器件的SiC衬底1及缓冲层2进行刻蚀,将衬底完全剥离,直至到达n-AlGa_N3。

[0029] 步骤5:在n-AlGa_N3的衬底剥离面引入电极,得到具有金属支撑垂直结构的Ga_N基UVC波段紫外LED器件。

[0030] 实施例2

本发明一种基于SiC衬底的垂直结构Ga_N基紫外LED的制备方法,包括以下步骤:

步骤1:利用金属有机物化学气相沉积技术(MOCVD),在SiC衬底1上以AlN作为缓冲层2外延出高Al组分的N型AlInGa_N薄膜,再依次生长AlInGa_N多量子阱与p型Ga_N薄膜形成LED外延结构。

[0031] 步骤2:在p-Ga_N层5上蒸镀一层欧姆反射层6Ag/Ti/Au材料,再蒸镀Au/Sn金属键合层7。

[0032] 步骤3:将上述外延片键合到Si基板上。

[0033] 步骤4:利用物理磨片与等离子体刻相结合的方法将SiC衬底1及缓冲层2去除。

[0034] 步骤5:最后在n型AlGa_N制备n型电极,实现垂直结构Ga_N基紫外LED。

[0035] 以上内容是结合优选技术方案对本发明所做的进一步详细说明,不能认定发明的具体实施仅限于这些说明。对本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明的构思的前提下,还可以做出简单的推演及替换,都应当视为本发明的保护范围。

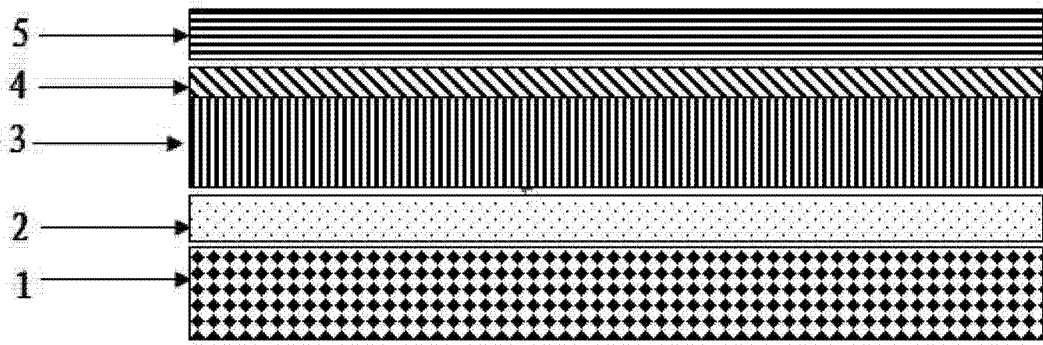


图 1

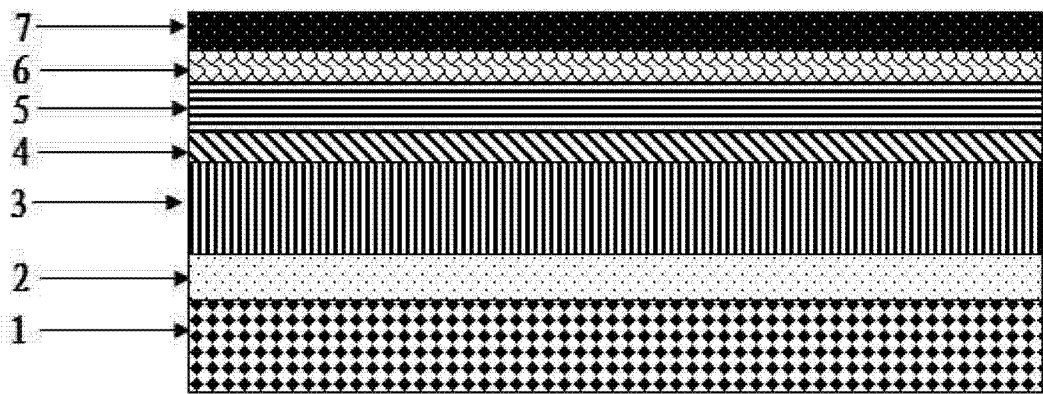


图 2

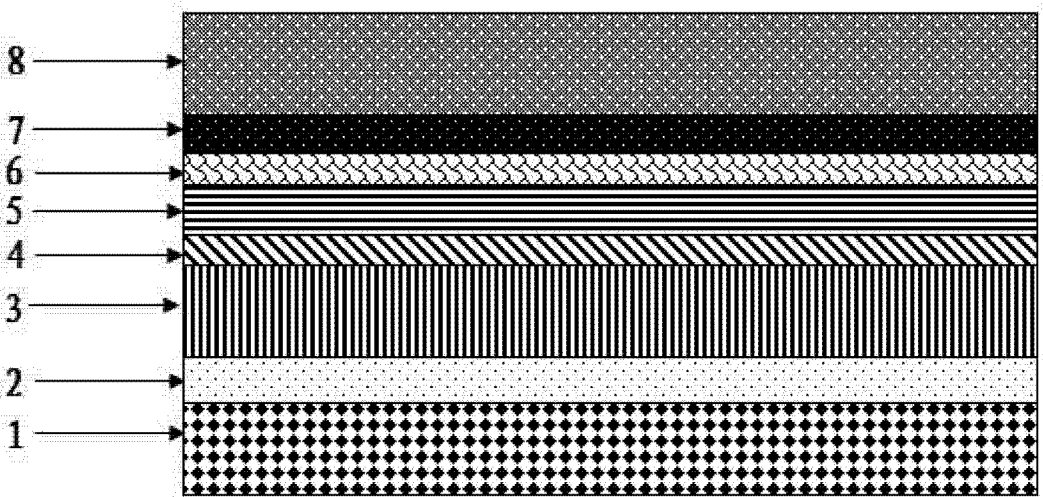


图 3

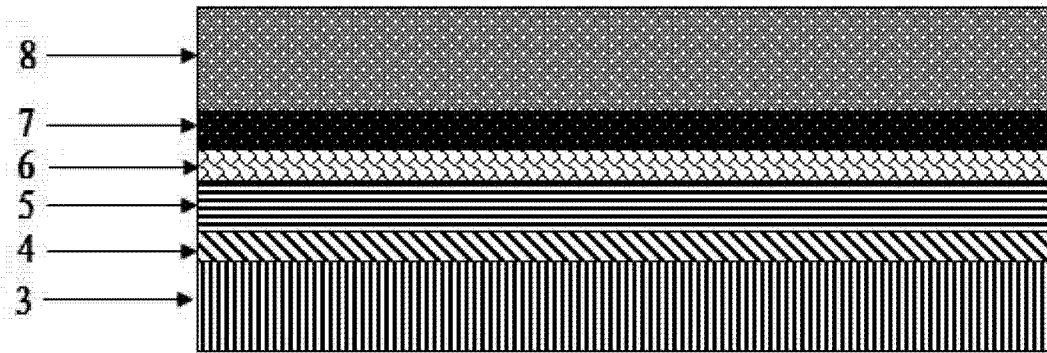


图 4

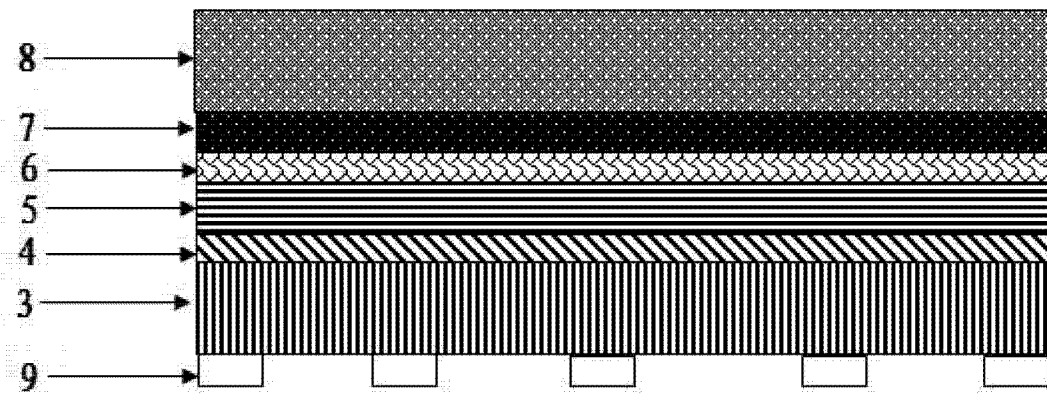


图 5