



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108899403 A

(43)申请公布日 2018. 11. 27

(21)申请号 201810801746.0

(22)申请日 2018.07.20

(71)申请人 西安电子科技大学

地址 710071 陕西省西安市雁塔区太白南路2号

(72)发明人 许晟瑞 范晓萌 王学炜 郝跃
张进成 李培成 马晓华 毕臻
周小伟

(74)专利代理机构 陕西电子工业专利中心

61205

代理人 王品华 朱红星

(51)Int. Cl.

H01L 33/04(2010.01)

H01L 33/06(2010.01)

H01L 33/00(2010.01)

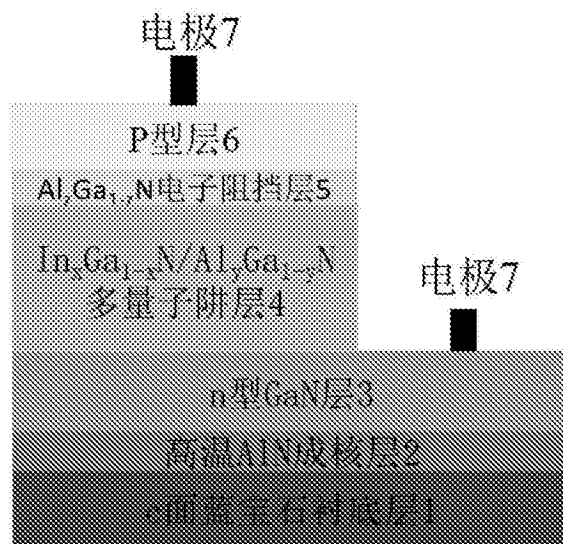
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

基于ScAlN/AlGa_N超晶格p型层的高效发光二极管及制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于ScAlN/AlGa_N超晶格p型层的高效发光二极管及其制备方法,主要解决现有p型层中掺杂的Mg的离化率低,导致二极管发光效率不高的问题。其自下而上包括:c面蓝宝石衬底层、高温AlN成核层、n型Ga_N层、In_xGa_{1-x}N/Al_yGa_{1-y}N多量子阱层、Al_zGa_{1-z}N电子阻挡层、p型层,其特征在于:p型层采用ScAlN/AlGa_N超晶格结构,即ScAlN和AlGa_N交替生长,每个ScAlN层和它上面的AlGa_N层组合为一个周期,共生长10-30个周期。本发明增大了p型层中掺杂的Mg的离化率,提高了发光二极管的发光效率,可用于制做高效率的紫外和深紫外发光设备。



1. 一种基于ScAlN/AlGa_N超晶格p型层的高效发光二极管,自下而上包括:c面蓝宝石衬底层(1)、高温AlN成核层(2)、n型Ga_N层(3)、In_xGa_{1-x}N/Al_yGa_{1-y}N多量子阱层(4)、Al_zGa_{1-z}N电子阻挡层(5)、p型层(6)和电极(7),其特征在于:p型层(6)采用ScAlN/AlGa_N超晶格结构,以增大p型层中掺杂的Mg的离化率,提高发光二极管的发光效率。

2. 根据权利要求1所述的发光二极管,其特征在于:所述的p型层(6)所采用的ScAlN/AlGa_N超晶格结构,其周期数为10-30,即ScAlN层和AlGa_N层交替生长,每个ScAlN层和它上面的AlGa_N层组合起来为一个周期,且每个ScAlN层的厚度为3-8nm,每个AlGa_N层的厚度为1-5nm。

3. 根据权利要求1所述的发光二极管,其特征在于:

所述高温AlN成核层(2)的厚度为20-50nm。

所述n型Ga_N层(3)的厚度为2000-3500nm。

所述Al_zGa_{1-z}N电子阻挡层(5)的厚度为30nm,z的调整范围为0.5-1。

4. 根据权利要求1所述的发光二极管,其特征在于:所述的In_xGa_{1-x}N/Al_yGa_{1-y}N多量子阱层(4),其周期数为5,每个周期的单层Al_xGa_{1-x}N阱层和Al_yGa_{1-y}N垒层的厚度分别为10-30nm和40-60nm,Al含量x和y的调整范围分别为0.02-0.8和0.1-0.95。

5. 基于ScAlN/AlGa_N超晶格p型层的高效发光二极管制备方法,包括如下步骤:

1) 对衬底进行加热和高温氮化的预处理;

2) 在氮化后的衬底上采用MOCVD工艺生长厚度为20-50nm的高温AlN成核层;

3) 在AlN成核层上采用MOCVD工艺生长厚度为2000-3500nm的n型Ga_N层;

4) 在n型Ga_N层上采用MOCVD工艺生长五个周期的Al_xGa_{1-x}N/Al_yGa_{1-y}N量子阱,每个周期的单层Al_xGa_{1-x}N阱层和Al_yGa_{1-y}N垒层的厚度分别为10-30nm和40-60nm,Al含量x和y的调整范围分别为0.02-0.8和0.1-0.95;

5) 在n型Ga_N层上采用MOCVD工艺生长厚度为30nm的Al_zGa_{1-z}N电子阻挡层,z的调整范围为0.5-1;

6) 在Al_zGa_{1-z}N电子阻挡层上采用MOCVD工艺生长Sc_xAl_{1-x}N/Al_yGa_{1-y}N超晶格p型层,其中Sc含量x的调整范围分别为0.1-0.4,y的调整范围为0-1,Sc_xAl_{1-x}N层的厚度为3-8nm,Al_xGa_{1-x}N层的厚度为1-5nm,超晶格的周期数为10-30;

7) 在生长完p型层后进行5-12min退火,再采用溅射金属的方法分别在n型Ga_N层上沉积n型电极,在p型层沉积p型电极,完成对发光二极管的制作。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,步骤2)中采用的MOCVD工艺,是对反应室设置如下条件参数:

反应室温度为950-1300℃,

保持反应室压力为20-400Torr,

向反应室中同时通入流量为3000-4000sccm的氨气和流量为20-40sccm的铝源。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,步骤3)中采用的MOCVD工艺,是对反应室设置如下条件参数:

反应室温度为950-1500℃,

保持反应室压力为20-60Torr,

向反应室同时通入流量为2500-3000sccm的氨气、流量为150-180sccm的镓源和流量为

10-20sccm的硅源这三种气体。

8. 根据权利要求5所述的方法, 其特征在于, 步骤4) 中采用的MOCVD工艺, 是对反应室设置如下条件参数:

反应室温度为950-1100℃,

保持反应室压力为20-60Torr,

向反应室中同时通入流量为1000-3000sccm的氮源、流量为40-180sccm的镓源和流量为120-200sccm的铝源这三种气体。

9. 根据权利要求5所述的方法, 其特征在于, 步骤5) 中采用的MOCVD工艺, 是对反应室设置如下条件参数:

反应室温度为900-1100℃,

保持反应室压力为20-60Torr,

向反应室中同时通入流量为1000-1500sccm的氮源、流量为40-80sccm的镓源和流量为160-220sccm的铝源这三种气体。

10. 根据权利要求5所述的方法, 其特征在于, 步骤6) 采用的MOCVD工艺, 是对反应室设置如下条件参数:

反应室温度为950-1100℃,

保持反应室压力为20-60Torr,

向反应室同时通入流量为2500-3000sccm的氨气、流量为150-180sccm的镓源、流量为50-60sccm的铈源和流量为100-300sccm的镁源这四种气体。

基于ScAlN/AlGa_N超晶格p型层的高效发光二极管及制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于微电子技术领域,特别涉及一种高效发光二极管,可用来制做高效率的紫外和深紫外发光设备。

技术背景

[0002] 由于AlGa_N材料发光波长可短至200nm,故成为制作紫外和深紫外发光二极管的重要材料。可广泛应用于水净化、生物制剂检测、杀菌、医药等方面。

[0003] AlGa_N中电导率大小是影响二极管发光效率的重要因素,而提高电导率的主要方法之一便是提高二极管p型层中Mg的离化率。因此,在AlGa_N中如何提高Mg的离化率已成为在DUV光电器件领域的一个具有挑战性的课题。

[0004] 目前常见的紫外和深紫外发光二极管包含n型Ga_N层、多量子阱层、电子阻挡层和p型层等结构,通过电子和空穴在量子阱中复合来实现发光,其中p型层通常用均匀掺杂Mg的AlGa_N材料制作。但是这种方法由于p型层中Mg的离化率低,导致电导率较低,因而得到的发光二极管发光效率较低。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对传统发光二极管的不足,提出一种基于ScAlN/AlGa_N超晶格p型层的高效发光二极管及制备方法,以提高p型层中掺杂的Mg的离化率,从而提高器件发光效率。

[0006] 为实现上述目的,本发明基于ScAlN/AlGa_N超晶格p型层的高效发光二极管,自下而上包括:c面蓝宝石衬底层(1)、高温AlN成核层(2)、n型Ga_N层(3)、In_xGa_{1-x}N/Al_yGa_{1-y}N多量子阱层(4)、Al_zGa_{1-z}N电子阻挡层(5)、p型层(6)和电极(7),其特征在于:p型层(6)采用ScAlN/AlGa_N超晶格结构,以增大p型层中掺杂的Mg的离化率,提高发光二极管的发光效率。

[0007] 进一步,其特征在于:所述的p型层(6)所采用的ScAlN/AlGa_N超晶格结构,其周期数为10-30,即ScAlN层和AlGa_N层交替生长,每个ScAlN层和它上面的AlGa_N层组合起来为一个周期,且每个ScAlN层的厚度为3-8nm,每个AlGa_N层的厚度为1-5nm。

[0008] 为实现上述目的,本发明制备基于ScAlN/AlGa_N超晶格p型层的高效发光二极管的方法,包括如下步骤:

[0009] 1) 对衬底进行加热和高温氮化的预处理;

[0010] 2) 在氮化后的衬底上采用MOCVD工艺生长厚度为20-50nm的高温AlN成核层;

[0011] 3) 在AlN成核层上采用MOCVD工艺生长厚度为2000-3500nm的n型Ga_N层;

[0012] 4) 在n型Ga_N层上采用MOCVD工艺生长五个周期的Al_xGa_{1-x}N/Al_yGa_{1-y}N量子阱,每个周期的单层Al_xGa_{1-x}N阱层和Al_yGa_{1-y}N垒层的厚度分别为10-30nm和40-60nm,Al含量x和y的调整范围分别为0.02-0.8和0.1-0.95;

[0013] 5) 在n型Ga_N层上采用MOCVD工艺生长厚度为30nm的Al_zGa_{1-z}N电子阻挡层,z的调整范围为0.5-1;

[0014] 6) 在 $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{N}$ 电子阻挡层上采用MOCVD工艺生长 $\text{Sc}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}/\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 超晶格p型层, 其中Sc含量x的调整范围分别为0.1-0.4,y的调整范围为0-1, $\text{Sc}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$ 层的厚度为3-8nm, $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 层的厚度为1-5nm,超晶格的周期数为10-30;

[0015] 7) 在生长完p型层后进行5-12min退火,再采用溅射金属的方法分别在n型GaN层上沉积n型电极,在p型层沉积p型电极,完成对发光二极管的制作。

[0016] 与传统的LED的制备方法相比,本发明具有如下优点:

[0017] 1. 本发明的发光二极管由于P型层采用掺杂Mg的超晶格结构,利用极化效应增加Mg的离化率,提高了电导率,从而提高了器件的发光效率。

[0018] 2. 本发明的发光二极管由于P型层的超晶格结构采用ScAlN/AlGaN材料,使得极化效应更强,进一步提高了器件的发光效率。

附图说明2

[0019] 图1是本发明基于ScAlN/AlGaN超晶格p型层的高效发光二极管结构图;

[0020] 图2是本发明制作图1二极管的流程示意图。

具体实施方式

[0021] 以下结合附图对本发明做进一步说明。

[0022] 参照图1,本发明的器件结构包括:c面蓝宝石衬底层1、高温AlN成核层2、n型GaN层3、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 多量子阱层4、AlGaN电子阻挡层5、p型层6和电极7。其中高温AlN成核层2位于c面蓝宝石衬底层1之上,其厚度为20-50nm;该n型GaN层3位于高温AlN成核层2之上,其厚度为2000-3500nm;该 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 多量子阱结构4位于n型GaN层3之上,共有五个周期,即 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 层和 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 层交替生长,每个 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 层和它上面的 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 层组合起来为一个周期,且每个 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 层的厚度为10-30nm,每个 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 层的厚度为40-60nm;该AlGaN电子阻挡层5位于 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 多量子阱4之上,厚度为30nm;p型层6位于AlGaN电子阻挡层5之上,采用ScAlN/AlGaN超晶格结构,即ScAlN层和AlGaN层交替生长,每个ScAlN层和它上面的AlGaN层组合起来为一个周期,共10-30个周期,其中每个ScAlN层的厚度为3-8nm,每个AlGaN层的厚度为1-5nm;电极7包括n型电极和p型电极,分别位于n型GaN层3和p型层6之上。

[0023] 该 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 多量子阱结构4中的Al含量的参数x和y的调整范围分别为0.02-0.5和0.1-0.95,不同Al含量的量子阱可制备出发光波长不同的LED。

[0024] 参照图2,本发明给出制备基于ScAlN/AlGaN超晶格结构的高效发光二极管的三种实施例。

[0025] 实施例1,制备一种发光波长为270nm的发光二极管

[0026] 步骤一,对衬底基片预处理。

[0027] 1a) 将c面蓝宝石衬底经过清洗之后,置于金属有机化学气相淀积MOCVD反应室中,将反应室的真空度降低至 3×10^{-2} Torr;向反应室通入氢气,在MOCVD反应室压力达到为25Torr条件下,将衬底加热到温度为900℃,并保持10min,完成对衬底基片的热处理;

[0028] 1b) 将热处理后的衬底置于温度为1000℃的反应室,通入流量为3500sccm的氨气,持续3min进行氮化,完成氮化。

[0029] 步骤二,生长高温AlN层,如图2(a)。

[0030] 在氮化后的衬底上采用MOCVD工艺在反应室温度为950℃的条件下,同时通入流量为3000sccm的氨气和流量为40sccm的铝源,生长厚度为20nm的高温AlN成核层。

[0031] 步骤三,生长n型GaN层,如图2(b)。

[0032] 在AlN成核层上采用MOCVD工艺在反应室温度为950℃的条件下,同时通入流量为2500sccm的氨气、流量为150sccm的镓源和流量为30sccm的硅源这三种气体,在保持压力为20Torr的条件下生长厚度为3000nm的n型GaN层。

[0033] 步骤四,生长Al_{0.4}Ga_{0.5}N/Al_{0.6}Ga_{0.3}N多量子阱结构,如图2(c)。

[0034] 在n型GaN层上采用MOCVD工艺在反应室温度为950℃、保持压力为20Torr的条件下生长五个周期的Al_{0.4}Ga_{0.5}N/Al_{0.6}Ga_{0.3}N量子阱,每个周期的单层Al_{0.4}Ga_{0.5}N阱层和Al_{0.6}Ga_{0.3}N垒层的厚度分别为20nm和40nm,其中生长过程中氮源的流量保持在3000sccm,且在生长Al_{0.4}Ga_{0.5}N阱层时保持镓源流量为80sccm,铝源流量为120sccm;在生长Al_{0.6}Ga_{0.3}N垒层时保持镓源流量为47sccm,铝源流量为200sccm。

[0035] 步骤五,生长Al_{0.8}Ga_{0.2}N电子阻挡层,如图2(d)。

[0036] 在多量子阱上采用MOCVD工艺在反应室温度为1080℃的条件下,保持压力为20Torr的条件下生长厚度为30nm的Al_{0.8}Ga_{0.2}N层,生长过程中保持氮源的流量为1500sccm,镓源流量为40sccm,铝源流量为180sccm。

[0037] 步骤六,生长p型层,如图2(e)。

[0038] 在Al_{0.8}Ga_{0.2}N电子阻挡层的上方采用MOCVD工艺在反应室温度为950℃的条件下,同时通入流量为2500sccm的氨气和流量为300sccm的镁源,保持压力为20Torr生长20个周期的Sc_{0.3}Al_{0.7}N/Al_{0.4}Ga_{0.6}N超晶格,每个周期的单层Al_{0.4}Ga_{0.6}N阱层和Sc_{0.3}Al_{0.7}N垒层的厚度分别为2nm和5nm,其中在生长Al_{0.4}Ga_{0.6}N阱层时保持镓源流量为47sccm,铝源流量为200sccm;在生长Sc_{0.3}Al_{0.7}N垒层时保持镓源流量为60sccm,铝源流量为250sccm。

[0039] 步骤七,淀积电极,如图2(f)

[0040] 将反应室温度维持在1000℃,在H₂气氛下,进行退火9min,再采用溅射金属的方法分别在n型GaN层上沉积n型电极,在p型层沉积p型电极,完成对深紫外LED器件的制作。

[0041] 实施例2,制备一种发光波长为324nm的发光二极管。

[0042] 步骤1,对衬底进行热处理。

[0043] 1.1) 将c面蓝宝石衬底经过清洗之后,置于金属有机化学气相淀积MOCVD反应室中,将反应室的真空度降低至 3×10^{-2} Torr;向反应室通入氢气,在MOCVD反应室压力达到为760Torr条件下,将衬底加热到温度为1200℃,并保持4min,完成对衬底基片的热处理;

[0044] 1.2) 将热处理后的衬底置于温度为1300℃的反应室,通入流量为2500sccm的氨气,持续5min进行氮化,完成氮化。

[0045] 步骤2,生长高温AlN层,如图2(a)。

[0046] 在氮化后的衬底上采用MOCVD工艺在反应室温度为1300℃的条件下,同时通入流量为4000sccm的氨气和流量为20sccm的铝源,生长厚度为50nm的高温AlN成核层。

[0047] 步骤3,生长n型GaN层,如图2(b)。

[0048] 在AlN成核层上采用MOCVD工艺在反应室温度为1300℃的条件下,同时通入流量为3000sccm的氨气,流量为180sccm的镓源和流量为20sccm的硅源,在保持压力为60Torr的条

件下生长厚度为2000nm的n型Ga_{0.88}N层。

[0049] 步骤4,在n型Ga_{0.88}N层上,采用MOCVD工艺生长Al_{0.12}Ga_{0.88}N/Al_{0.2}Ga_{0.8}N多量子阱结构,如图2(c)。

[0050] 4.1) 在反应室温度为1300℃、压力为20Torr的条件下,通入流量为1000sccm的氨气;

[0051] 4.2) 保持镓源流量为65sccm,铝源流量为150sccm,生长20nm的Al_{0.12}Ga_{0.88}N阱层,再保持镓源流量为120sccm,铝源流量为150sccm,在Al_{0.12}Ga_{0.88}N阱层上生长50nm的Al_{0.2}Ga_{0.8}N垒层,每个阱层和垒层组成一个周期的Al_{0.12}Ga_{0.88}N/Al_{0.2}Ga_{0.8}N量子阱,以此方法共生长5个周期。

[0052] 步骤5,生长Al_{0.6}Ga_{0.4}N电子阻挡层,如图2(d)。

[0053] 在多量子阱上采用MOCVD工艺在反应室温度为1000℃的条件下,保持压力为40Torr的条件下生长厚度为30nm的Al_{0.6}Ga_{0.4}N层,生长过程中保持氮源的流量为1000sccm,镓源流量为40sccm,铝源流量为160sccm。

[0054] 步骤6,在Al_{0.6}Ga_{0.4}N电子阻挡层的上方采用MOCVD工艺生长p型层,如图2(e)。

[0055] 6.1) 在反应室温度为1000℃、压力为20Torr的条件下,同时通入流量2700sccm的氨气、流量为250sccm的铝源和流量为180sccm的镓源;

[0056] 6.2) 保持镓源流量为190sccm,在Al_{0.6}Ga_{0.4}N电子阻挡层的上方生长3nm的Al_{0.2}Ga_{0.8}N阱层,再保持镓源流量为50sccm,在Al_{0.2}Ga_{0.8}N阱层上方生长6nm的Sc_{0.2}Al_{0.8}N垒层,每个阱层和垒层组成一个周期的Sc_{0.2}Al_{0.8}N/Al_{0.2}Ga_{0.8}N超晶格,以此方法共生长10个周期。

[0057] 步骤7,淀积电极,如图2(f)。

[0058] 将反应室温度维持在1250℃,在H₂气氛下,退火5min,再采用溅射金属的方法分别在n型Ga_{0.88}N层上沉积n型电极,在p型Ga_{0.88}N层沉积p型电极,完成对深紫外LED器件的制作。

[0059] 实施例3,制备一种发光波长为370nm的发光二极管。

[0060] 步骤A,对衬底进行预处理。

[0061] 将c面蓝宝石衬底经过清洗之后,置于金属有机化学气相淀积MOCVD反应室中,将反应室的真空度降低至 2×10^{-2} Torr;向反应室通入氢气,在MOCVD反应室压力达到为400Torr条件下,将衬底加热到温度为1000℃,并保持8min,完成对衬底基片的热处理;再将热处理后的衬底置于温度为1080℃的反应室,通入流量为3500sccm的氨气,持续4min进行氮化,完成氮化。

[0062] 步骤B,生长高温AlN层,如图2(a)。

[0063] 在氮化后的衬底上采用MOCVD工艺在反应室温度为3000℃的条件下,同时通入流量为3500sccm的氨气和流量为30sccm的铝源,生长厚度为30nm的高温AlN成核层。

[0064] 步骤C,生长n型Ga_{0.88}N层,如图2(b)。

[0065] 在AlN成核层上采用MOCVD工艺在反应室温度为1500℃的条件下,同时通入流量为2800sccm的氨气,流量为160sccm的镓源和流量为15sccm的硅源,在保持压力为40Torr的条件下生长厚度为3500nm的n型Ga_{0.88}N层。

[0066] 步骤D,在n型Ga_{0.88}N层上采用MOCVD工艺生长Al_{0.06}Ga_{0.94}N/Al_{0.15}Ga_{0.85}N多量子阱结构,如图2(c)。

[0067] D1) 在反应室温度为1100℃、压力为40Torr的条件下,通入流量为1000sccm的氨气;

[0068] D2) 保持镓源流量为72sccm、铝源流量为160sccm,在n型Ga_{0.94}N_{0.06}层上生长一层厚度为30nm的Al_{0.06}Ga_{0.94}N阱层,再保持镓源流量为60sccm、铝源流量为168sccm,在Al_{0.06}Ga_{0.94}N阱层上生长一层厚度为60nm的Al_{0.15}Ga_{0.85}N垒层,每个阱层和其上面的垒层组成一个周期,共生长五个周期。

[0069] 步骤E,生长Al_{0.5}Ga_{0.5}N电子阻挡层,如图2(d)。

[0070] 采用MOCVD工艺在Al_{0.06}Ga_{0.94}N/Al_{0.15}Ga_{0.85}N多量子阱上生长厚度为30nm的Al_{0.5}Ga_{0.5}N层,其工艺条件如下:

[0071] 反应室温度为900℃,压力为60Torr,氮源流量为1000sccm,镓源流量为40sccm,铝源流量为220sccm。

[0072] 步骤F,在Al_{0.5}Ga_{0.5}N电子阻挡层的上方采用MOCVD工艺生长p型层,如图2(e)。

[0073] F1) 在反应室温度为1100℃、压力为40Torr的条件下,同时通入流量为2800sccm的氨气和流量为250sccm的镓源;

[0074] F2) 保持镓源流量为300sccm,在Al_{0.5}Ga_{0.5}N电子阻挡层的上方生长3nm的Al_{0.2}Ga_{0.8}N阱层,之后保持镓源流量为55sccm,铝源流量为220sccm,在Al_{0.2}Ga_{0.8}N阱层上方生长8nm的Sc_{0.4}Al_{0.6}N垒层,每个阱层和其上面的垒层组成一个周期,共生长30个周期;

[0075] F3) 将反应室温度维持在300℃,在H₂气氛下,退火12min。

[0076] 步骤G,淀积电极,如图2(f)。

[0077] 采用溅射金属的方法分别在n型Ga_{0.94}N_{0.06}层上沉积n型电极,在p型Ga_{0.94}N_{0.06}层沉积p型电极,完成对紫外LED器件的制作。

[0078] 以上描述仅是本发明的三个具体实例,不构成对本发明的任何限制,显然对于本领域的专业人员来说,在了解本发明内容和原理后,都可能在不背离本发明的原理、结构的情况下,进行形式和细节上的各种修正和改变,但是这些基于本发明思想的修正和改变仍在本发明的权利要求保护范围之内。

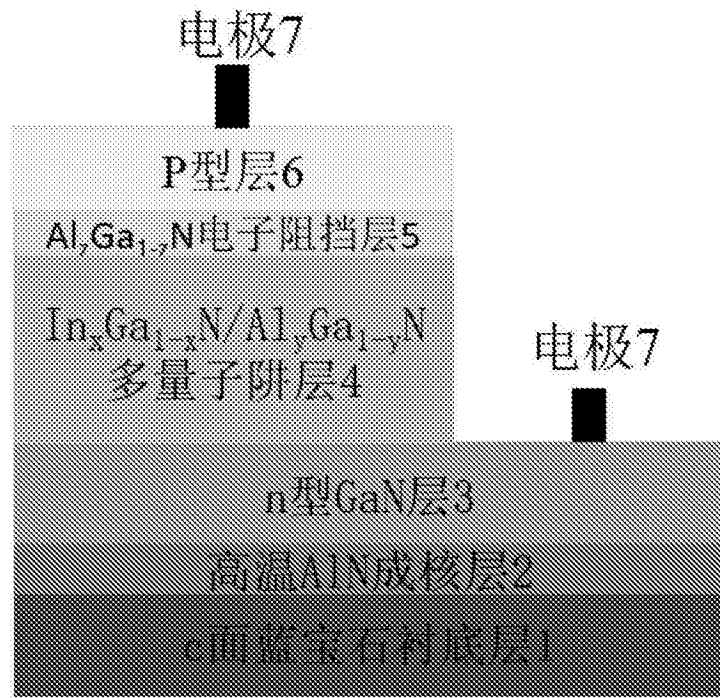


图1

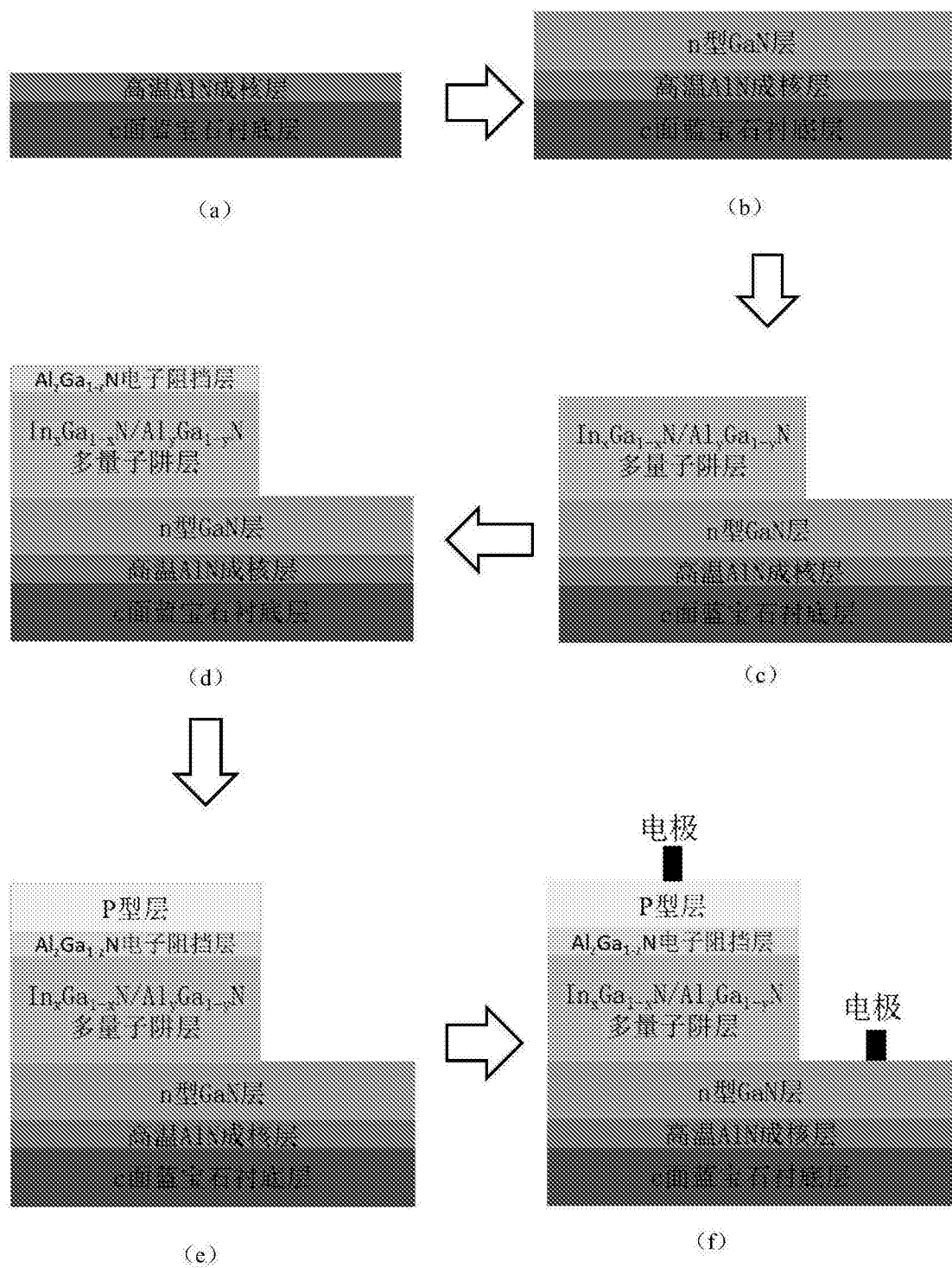


图2