



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106856217 A

(43)申请公布日 2017.06.16

(21)申请号 201611229758.8

(22)申请日 2016.12.27

(71)申请人 圆融光电科技股份有限公司  
地址 243000 安徽省马鞍山市经济技术开发区宝庆路399号1栋

(72)发明人 焦建军 黄小辉 周德保 康建梁旭东

(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205  
代理人 刘丹 黄健

(51)Int.Cl.  
H01L 33/40(2010.01)  
H01L 33/00(2010.01)

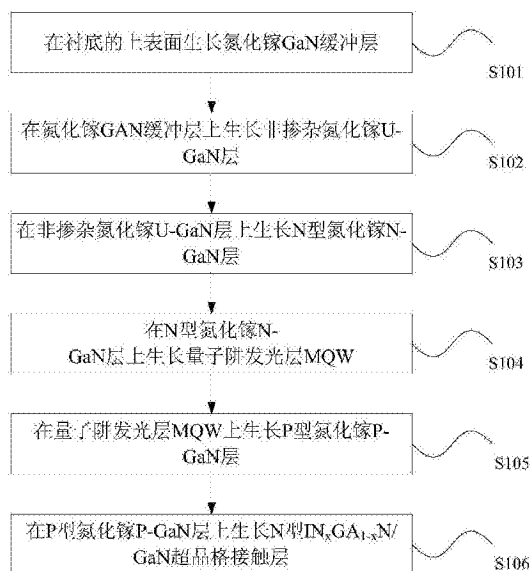
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

N型超晶格接触层的生长方法

(57)摘要

本发明实施例提供一种N型超晶格接触层的生长方法,包括:在衬底的上表面生长氮化镓GaN缓冲层;在所述氮化镓GaN缓冲层上生长非掺杂氮化镓U-GaN层;在所述非掺杂氮化镓U-GaN层上生长N型氮化镓N-GaN层;在所述N型氮化镓N-GaN层上生长量子阱发光层MQW;在所述量子阱发光层MQW上生长P型氮化镓P-GaN层;在所述P型氮化镓P-GaN层上生长N型 $IN_xGA_{1-x}N/GaN$ 超晶格接触层,其中x大于等于0且小于1。利用其独特的电性能降低金属电极与外延片之间的肖特基势垒。提升了电流注入的均匀性、提升了亮度、降低了电极线与金属电极表面之间的结温,并且降低了大电流击穿芯粒的几率。



1. 一种N型超晶格接触层的生长方法,其特征在于,包括:  
在衬底的上表面生长氮化镓GaN缓冲层;  
在所述氮化镓GaN缓冲层上生长非掺杂氮化镓U-GaN层;  
在所述非掺杂氮化镓U-GaN层上生长N型氮化镓N-GaN层;  
在所述N型氮化镓N-GaN层上生长量子阱发光层MQW;  
在所述量子阱发光层MQW上生长P型氮化镓P-GaN层;  
在所述P型氮化镓P-GaN层上生长N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层,其中x大于等于0且小于1。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层的厚度为3-25纳米。
3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层包括:甲硅烷 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂,所述 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂的掺杂浓度控制在 $1 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ - $1.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 之间。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层为N型 $(\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}/\text{GaN})_3$ 超晶格接触层,N型 $(\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}/\text{GaN})_3$ 超晶格接触层的厚度为15纳米,其中 $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ 超的厚度为2纳米,GaN的厚度为3纳米,所述 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂的掺杂浓度在 $1.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 。
5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层为N型 $(\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}/\text{GaN})_4$ 超晶格接触层,N型 $(\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}/\text{GaN})_4$ 超晶格接触层的厚度为16纳米,其中N型 $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 的厚度为2纳米,GaN的厚度为2纳米,所述 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂的掺杂浓度在 $1.9 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ - $1.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 之间。
6. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层中In的掺杂浓度为0%-15%。
7. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述衬底的材质为蓝宝石、硅、碳化硅、玻璃、铜、镍、铬中的任一种。

## N型超晶格接触层的生长方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体照明技术领域,尤其涉及N型超晶格接触层的生长方法。

### 背景技术

[0002] 发光二极管的电极制作过程中,为了降低外延层表面与金属之间的接触电压,一般会利用特殊的材料以及工艺来生长接触层,确保金属与非金属接触由于势垒产生的电压。传统的制造工艺是在P型层的基础上生长一层P型氮化镓P-InGaN,来降低接触势垒形成的肖特基电压。但是,在利用P-InGaN进行降低接触电压的同时,若InGaN中镓IN的成分过高则会对量子阱发光层发出的光有一定的吸收作用,若InGaN中镓IN的成分过低,则不利于降低接触层之间形成的肖特基电压,且P-InGaN对电流的扩散作用较差,不利于整个芯片发光效率的提升。

### 发明内容

[0003] 本发明实施例提供一种N型超晶格接触层的生长方法,利用其独特的电特性能降低金属电极与外延片之间的肖特基势垒。提升了电流注入的均匀性、提升了亮度、降低了电极线与金属电极表面之间的结温,并且降低了大电流击穿芯粒的几率。

[0004] 本发明实施例提供一种N型超晶格接触层的生长方法,包括:

[0005] 在衬底的上表面生长氮化镓GaN缓冲层;

[0006] 在所述氮化镓GaN缓冲层上生长非掺杂氮化镓U-GaN层;

[0007] 在所述非掺杂氮化镓U-GaN层上生长N型氮化镓N-GaN层;

[0008] 在所述N型氮化镓N-GaN层上生长量子阱发光层MQW;

[0009] 在所述量子阱发光层MQW上生长P型氮化镓P-GaN层;

[0010] 在所述P型氮化镓P-GaN层上生长N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层,其中x大于等于0且小于1。

[0011] 可选地,所述N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层的厚度为3-25纳米。

[0012] 可选地,所述N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层包括:甲硅烷 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂,所述 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂的掺杂浓度控制在 $1 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ - $1.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 之间。

[0013] 可选地,所述N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层为N型 $(\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}/\text{GaN})_3$ 超晶格接触层,N型 $(\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}/\text{GaN})_3$ 超晶格接触层的厚度为15纳米,其中 $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ 超的厚度为2纳米,GaN的厚度为3纳米,所述 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂的擦在浓度为 $1.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 。

[0014] 可选地,所述N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层为N型 $(\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}/\text{GaN})_4$ 超晶格接触层,N型 $(\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}/\text{GaN})_4$ 超晶格接触层的厚度为16纳米,其中N型 $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 的厚度为2纳米,GaN的厚度为2纳米,所述 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂的擦在浓度为 $1.9 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ - $1.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 之间。

[0015] 可选地,所述N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层中镓IN的掺杂浓度为0%-15%。

[0016] 可选地,所述衬底的材质为蓝宝石、硅、碳化硅、玻璃、铜、镍、铬中的任一种。

[0017] 本发明实施例提供一种N型超晶格接触层的生长方法,包括:在衬底的上表面生长

氮化镓GaN缓冲层；在所述氮化镓GaN缓冲层上生长非掺杂氮化镓U-GaN层；在所述非掺杂氮化镓U-GaN层上生长N型氮化镓N-GaN层；在所述N型氮化镓N-GaN层上生长量子阱发光层MQW；在所述量子阱发光层MQW上生长P型氮化镓P-GaN层；在所述P型氮化镓P-GaN层上生长N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层，其中x大于等于0且小于1。利用其独特的电特性降低金属电极与外延片之间的肖特基势垒。提升了电流注入的均匀性、提升了亮度、降低了电极线与金属电极表面之间的结温，并且降低了大电流击穿芯粒的几率。

## 附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0019] 图1为本发明一实施例提供的N型超晶格接触层的生长方法的流程示意图；

[0020] 图2为本发明一实施例提供的发光二极管外延结构的示意图。

## 具体实施方式

[0021] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0022] 在生产发光二极管(Light Emitting Diode,简称LED)芯片时需要在外延片表面蒸镀一层金薄膜，目的是为了将电极线上的电流更均匀的注入到发光区，但是金属与非金属接触的表面会因为肖特基势垒的存在造成驱动电压过高的现象，为了减小势垒的影响，需要在半导体与金属之间的接触面上生长一层特殊的薄膜来降低肖特基势垒的影响。

[0023] 本发明实施例提供一种N型超晶格接触层的生长方法。具体地，图1为本发明一实施例提供的N型超晶格接触层的生长方法的流程示意图，如图1所示，该N型超晶格接触层的生长方法包括如下流程：

[0024] 步骤S101：在衬底的上表面生长氮化镓GaN缓冲层；

[0025] 其中，所述衬底的材质为蓝宝石、硅、碳化硅、玻璃、铜、镍、铬中的任一种。

[0026] 步骤S102：在氮化镓GaN缓冲层上生长非掺杂氮化镓U-GaN层；

[0027] 步骤S103：在非掺杂氮化镓U-GaN层上生长N型氮化镓N-GaN层；

[0028] 步骤S104：在N型氮化镓N-GaN层上生长量子阱发光层MQW；

[0029] 步骤S105：在量子阱发光层MQW上生长P型氮化镓P-GaN层；

[0030] 步骤S106：在P型氮化镓P-GaN层上生长N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层，其中x大于等于0且小于1。

[0031] 具体地，图2为本发明一实施例提供的发光二极管外延结构的示意图，如图2所示，按照从下至上的顺序，该外延结构依次包括衬底21、氮化镓GaN缓冲层22、非掺杂氮化镓U-GaN层23、N型氮化镓N-GaN层24、量子阱发光层MQW25、P型氮化镓P-GaN层26和N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层27。

[0032] 可选地,N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层的厚度为3-25纳米。

[0033] 可选地,N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层包括:甲硅烷 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂,所述 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂的掺杂浓度控制在 $1 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ - $1.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 之间。

[0034] 可选地,N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层中铟In的掺杂浓度为0%-15%。

[0035] 本发明实施例分别以N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层为N型( $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}/\text{GaN}$ )<sub>3</sub>超晶格接触层和N型( $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}/\text{GaN}$ )<sub>4</sub>超晶格接触层为例进行详细说明:

[0036] 实施例一

[0037] 所述N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层为N型( $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}/\text{GaN}$ )<sub>3</sub>超晶格接触层,N型( $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}/\text{GaN}$ )<sub>3</sub>超晶格接触层的厚度为15纳米,其中 $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ 超的厚度为2纳米,GaN的厚度为3纳米,所述 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂的掺杂浓度在浓度为 $1.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 。

[0038] 以及N型 $\text{InGaN}/\text{GaN}$ 超晶格接触层的生长方法进行详细说明,该方法包括:

[0039] 1、将蓝宝石(Patterned Sapphire Substrate,简称PSS)衬底21放入反应室中, $\text{N}_2:\text{H}_2:\text{NH}_3$ 的流量比例为(0:120:0)升/分钟(Standard Liter per Minute,简称SLM),反应室压力为500托Torr,将温度升高到1070℃,稳定300秒,对衬底21进行高温净化。

[0040] 2、降低温度至550℃, $\text{N}_2:\text{H}_2:\text{NH}_3$ 的流量比例为(75:150:56) SLM,反应室压力控制在500Torr,生长20nm厚度的低温GaN缓冲层22。

[0041] 3、将温度升高到1080℃, $\text{N}_2:\text{H}_2:\text{NH}_3$ 的流量比例为(75:150:56) SLM,反应室压力控制在200Torr,生长300nm厚度的高温非掺杂氮化镓U-GaN层23。

[0042] 4、将温度保持在1050℃, $\text{N}_2:\text{H}_2:\text{NH}_3$ 的流量比例为(64:120:50) SLM,反应室压力控制在200Torr,生长600nm厚度的N型氮化镓N-GaN层24。

[0043] 5、将温度控制在750-880℃, $\text{N}_2:\text{H}_2:\text{NH}_3$ 的流量比例为(72:0:40) SLM,反应室压力控制在200Torr,750℃时生长量子阱,880℃时生长量子垒,共12对量子阱发光层MQW25。

[0044] 6、将温度升高到950℃, $\text{N}_2:\text{H}_2:\text{NH}_3$ 的流量比例为(64:120:50) SLM,反应室压力控制在200Torr,生长厚度为500nm P型氮化镓P-GaN层26。

[0045] 7、将温度升高到740℃, $\text{N}_2:\text{H}_2:\text{NH}_3$ 的流量比例为(64:120:50) SLM,反应室压力控制在200Torr,N型( $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}/\text{GaN}$ )<sub>3</sub>超晶格接触层的厚度为15纳米,其中 $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ 超的厚度为2纳米,GaN的厚度为3纳米,所述 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂的掺杂浓度在浓度为 $1.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 。

[0046] 实施例二

[0047] 所述N型 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ 超晶格接触层为N型( $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}/\text{GaN}$ )<sub>4</sub>超晶格接触层,N型( $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}/\text{GaN}$ )<sub>4</sub>超晶格接触层的厚度为16纳米,其中N型 $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 的厚度为2纳米,GaN的厚度为2纳米,所述 $\text{SiH}_4$ 掺杂剂的掺杂浓度在浓度为 $1.9 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ - $1.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 之间。

[0048] 1、将蓝宝石(Patterned Sapphire Substrate,简称PSS)衬底21放入反应室中, $\text{N}_2:\text{H}_2:\text{NH}_3$ 的流量比例为(0:120:0)升/分钟(Standard Liter per Minute,简称SLM),反应室压力为500托Torr,将温度升高到1080℃,稳定300秒,对衬底进行高温净化。

[0049] 2、降低温度至550℃, $\text{N}_2:\text{H}_2:\text{NH}_3$ 的流量比例为(75:150:56) SLM,反应室压力控制在500Torr,生长35nm厚度的低温GaN缓冲层22。

[0050] 3、将温度升高到1080℃, $\text{N}_2:\text{H}_2:\text{NH}_3$ 的流量比例为(75:150:56) SLM,反应室压力控制在200Torr,生长200nm厚度的高温非掺杂氮化镓U-GaN层23。

[0051] 4、将温度保持在1050℃, $\text{N}_2:\text{H}_2:\text{NH}_3$ 的流量比例为(64:120:50) SLM,反应室压力控

制在200Torr,生长400nm厚度的N型氮化镓N-GaN层24。

[0052] 5、将温度控制在750-880℃,N<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>:NH<sub>3</sub>的流量比例为(72:0:40) SLM,反应室压力控制在200Torr,750℃时生长量子阱,880℃时生长量子垒,共12对量子阱发光层MQW25。

[0053] 6、将温度升高到950℃,N<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>:NH<sub>3</sub>的流量比例为(64:120:50) SLM,反应室压力控制在200Torr,生长厚度为500nm P型氮化镓P-GaN层26。

[0054] 7、将温度升高到740℃,N<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>:NH<sub>3</sub>的流量比例为(64:120:50) SLM,反应室压力控制在200Torr,生长厚度为16nmN型(In<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>N/GaN)<sub>4</sub>超晶格接触层27,其中N型In<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>N的厚度为2纳米,GaN的厚度为2纳米,所述SiH<sub>4</sub>掺杂剂的浓度在浓度为 $1.9 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ - $1.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 之间,GaN中SiH<sub>4</sub>的掺杂浓度为 $1.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 。

[0055] 本发明实施例在进行外延结构生长时,在P型氮化镓P-GaN层上生长一层N型In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N/GaN超晶格接触层,利用其独特的电性能降低金属电极与外延片之间的肖特基势垒。提升了电流注入的均匀性、提升了亮度、降低了电极线与金属电极表面之间的结温,并且降低了大电流击穿芯粒的几率。

[0056] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

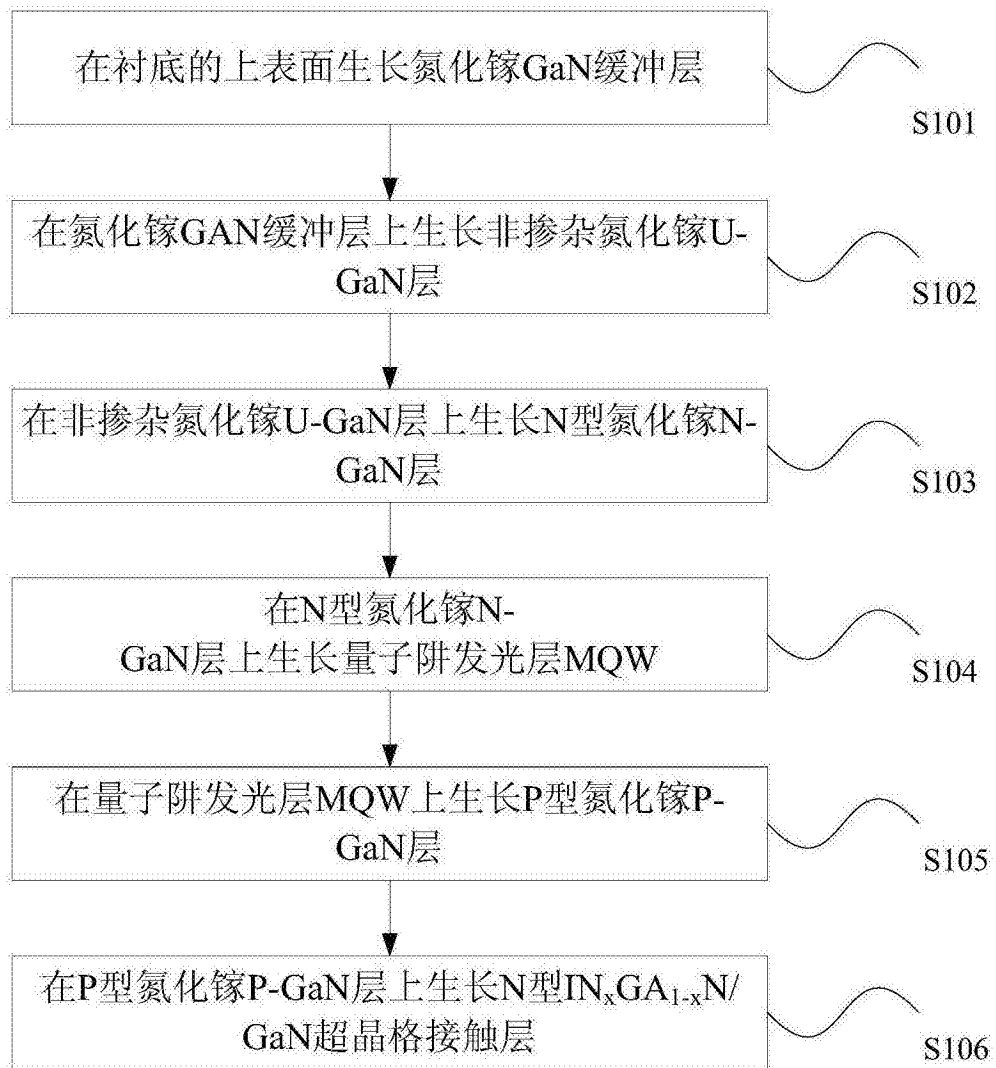


图1

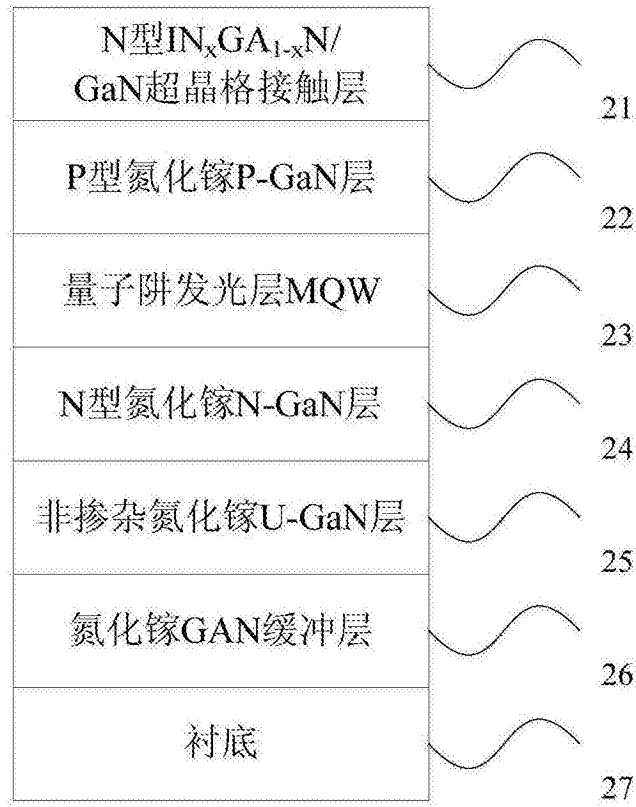


图2