



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105720154 B

(45)授权公告日 2018.11.02

(21)申请号 201410738294.8

H01L 33/00(2010.01)

(22)申请日 2014.12.05

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105720154 A

CN 103515495 A, 2014.01.15,
US 2004/0101986 A1, 2004.05.27,
CN 102185064 A, 2011.09.14,

(43)申请公布日 2016.06.29

审查员 潘好帅

(73)专利权人 广东量晶光电科技有限公司

地址 528251 广东省佛山市南海区平洲永安北路1号

(72)发明人 刘治 袁述

(74)专利代理机构 北京慕达星云知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
11465

代理人 陈芳

(51)Int.Cl.

H01L 33/14(2010.01)

权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种LED外延片及其制造方法

(57)摘要

本发明公开了一种LED外延片及其制造方法,该方法包括以下步骤:在纯氮气或第一混合气氛下生长第一电子溢出阻挡层,在纯氢气或第二混合气氛下生长第二电子溢出阻挡层,所述第一混合气氛和第二混合气氛均包含氮气和氢气,所述第一混合气氛中的氮气的比例高于氢气的比例,所述第二混合气氛中的氢气的比例高于氮气的比例。本发明中的LED外延片包括两个在不同气氛下生长得到的电子溢出阻挡层,能够在保证Mg掺杂浓度的基础上,有效地提高电子溢出阻挡层的空穴浓度,填补V型缺陷,避免电子溢流,并降低了Mg掺杂的GaN层的厚度,从而大幅提升了LED外延片的发光效率。

电极接触层
第四GaN层
第三GaN层
第二电子溢出阻挡层
第一电子溢出阻挡层
发光层
应力释放层
第二GaN层
第一GaN层
低温GaN成核层
衬底

1. 一种LED外延片,其特征在于,包括:第一电子溢出阻挡层和第二电子溢出阻挡层,所述第一电子溢出阻挡层是在第一混合气氛下生长得到的,所述第二电子溢出阻挡层是在第二混合气氛下生长得到的,所述第一混合气氛和第二混合气氛均包含氮气和氢气,所述第一混合气氛中的氮气的比例高于氢气的比例,所述第二混合气氛中的氢气的比例高于氮气的比例,所述第一电子溢出阻挡层和所述第二电子溢出阻挡层为掺杂Mg的单层 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{GaN}$ 结构,或者,超晶格 $\text{In}_x\text{GaN}/\text{In}_x\text{Al}_y\text{GaN}$ 结构;

还包括:衬底、低温GaN成核层、第一GaN层、第二GaN层、应力释放层、发光层、第三GaN层、第四GaN层和电极接触层;

其中,所述低温GaN成核层位于衬底之上,所述第一GaN层位于所述低温GaN成核层之上,所述第二GaN层位于所述第一GaN层之上,所述应力释放层位于所述第二GaN层之上,所述发光层位于所述应力释放层之上,所述第一电子溢出阻挡层位于所述发光层之上,所述第二电子溢出阻挡层位于所述第一电子溢出阻挡层之上,所述第三GaN层位于所述第二电子溢出阻挡层之上,所述第四Ga层位于所述第三GaN层之上,所述电极接触层位于所述第四GaN层之上。

2. 如权利要求1所述的LED外延片,其特征在于,所述第一电子溢出阻挡层和所述第二电子溢出阻挡层的厚度为10-2000Å, In的含量为0%-20%, Al的含量为1%-20%, Mg的浓度为 $1\text{E}19\text{-}5\text{E}20$ 。

3. 如权利要求2所述的LED外延片,其特征在于,所述衬底为蓝宝石衬底,所述第一GaN层为不掺杂的GaN层,所述第二GaN层为掺杂Si的GaN层,所述应力释放层为 InGaN/GaN 结构,所述第三GaN层为Mg掺杂的GaN层,所述第四GaN层为Mg重掺杂的GaN层,所述电极接触层为Mg掺杂的 InGaN 电极接触层。

4. 一种LED外延片的制造方法,其特征在于,包括以下步骤:

在第一混合气氛下生长第一电子溢出阻挡层,在第二混合气氛下生长第二电子溢出阻挡层,所述第一混合气氛和第二混合气氛均包含氮气和氢气,所述第一混合气氛中的氮气的比例高于氢气的比例,所述第二混合气氛中的氢气的比例高于氮气的比例,所述第一电子溢出阻挡层和所述第二电子溢出阻挡层为掺杂Mg的单层 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{GaN}$ 结构,或者,超晶格 $\text{In}_x\text{GaN}/\text{In}_x\text{Al}_y\text{GaN}$ 结构;

第一混合气氛下生长所述第一电子溢出阻挡层之前,还包括:

在生长设备上装载衬底;

在所述衬底上生长低温GaN成核层;

在所述低温GaN成核层上生长第一GaN层;

在所述第一GaN层上生长第二GaN层;

在所述第二GaN层上生长应力释放层;

在所述应力释放层上生长发光层;

在第一混合气氛下生长所述第一电子溢出阻挡层,具体为:

在第一混合气氛下,在所述发光层上生长所述第一电子溢出阻挡层;

在第二混合气氛下生长所述第二电子溢出阻挡层,具体为:

在第二混合气氛下,在所述第一电子溢出阻挡层上生长所述第二电子溢出阻挡层;

在第二混合气氛下生长所述第二电子溢出阻挡层之后,还包括:

在所述第二电子溢出阻挡层上生长第三GaN层；

在所述第三GaN层上生长第四GaN层；

在所述第四GaN层上生长电极接触层。

5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,所述第一电子溢出阻挡层和所述第二电子溢出阻挡层的厚度为10-2000Å,In的含量为0%-20%,Al的含量为1%-20%,Mg的浓度为 $1E19-5E20$ 。

6. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,所述衬底为蓝宝石衬底,所述第一GaN层为不掺杂的GaN层,所述第二GaN层为掺杂Si的GaN层,所述应力释放层为InGaN/GaN结构,所述第三GaN层为Mg掺杂的GaN层,所述第四GaN层为Mg重掺杂的GaN层,所述电极接触层为Mg掺杂的InGaN电极接触层。

一种LED外延片及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光电技术领域,特别涉及一种LED外延片及其制造方法。

背景技术

[0002] 随着LED(Light Emitting Diode,发光二极管)技术的不断发展,LED凭借其节能环保、寿命长、光效高、体积小和反应速度快等特点,已广泛应用于背光源、户外大型显示屏、照明、汽车、电脑和通讯电子等领域。

[0003] LED外延片通常包括不掺杂的Ga_{0.9}N_{0.1}层、掺杂Si的Ga_{0.9}N_{0.1}层、应力释放层、发光层、掺杂Mg的低温Ga_{0.9}N_{0.1}层、电子溢出阻挡层和掺杂Mg的高温Ga_{0.9}N_{0.1}层。具有上述结构的LED外延片的生长时间长,且该LED外延片中的电子溢出阻挡层是在纯氮气或纯氢气的气氛,采用一步生长的方式生成的。如果在纯氮气的气氛生长电子溢出阻挡层,能够保证电子浓度,但会影响结晶质量以及对V型缺陷的阻断作用;如果在纯氢气的气氛下生长电子溢出阻挡层,能够保证结晶质量,但会影响Mg的掺杂浓度,进而影响LED外延片的发光效率。

[0004] 申请公布号为CN102569571A的中国专利申请公开了一种半导体发光二极管及其制造方法,属于光电子技术领域。所述半导体发光二极管包括:依次层叠在衬底上的N型氮化镓层、量子阱结构层、电子阻挡层和P型氮化镓层,所述电子阻挡层包括至少一个第一铝镓氮层和至少一个第二铝镓氮层,所述第一铝镓氮层和第二铝镓氮层交替层叠布置,相邻的第一铝镓氮层和第二铝镓氮层的铝组分不同。所述方法包括:在衬底上依次生长N型氮化镓层、量子阱结构层、电子阻挡层和P型氮化镓层。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种LED外延片及其制造方法,以解决现有技术中LED外延片的发光效率差的缺陷。

[0006] 本发明提供了一种LED外延片,包括:第一电子溢出阻挡层和第二电子溢出阻挡层,所述第一电子溢出阻挡层是在纯氮气或第一混合气氛下生长得到的,所述第二电子溢出阻挡层是在纯氢气或第二混合气氛下生长得到的,所述第一混合气氛和第二混合气氛均包含氮气和氢气,所述第一混合气氛中的氮气的比例高于氢气的比例,所述第二混合气氛中的氢气的比例高于氮气的比例。

[0007] 可选地,所述第一电子溢出阻挡层和所述第二电子溢出阻挡层为掺杂Mg的单层In_xAl_yGaN结构,或者,超晶格In_xGaN/In_xAl_yGaN结构。

[0008] 可选地,所述第一电子溢出阻挡层和所述第二电子溢出阻挡层的厚度为10-2000Å,In的含量为0%-20%,Al的含量为1%-20%,Mg的浓度为1E19-5E20。

[0009] 可选地,所述的LED外延片,还包括:衬底、低温Ga_{0.9}N_{0.1}成核层、第一Ga_{0.9}N_{0.1}层、第二Ga_{0.9}N_{0.1}层、应力释放层、发光层、第三Ga_{0.9}N_{0.1}层、第四Ga_{0.9}N_{0.1}层和电极接触层;

[0010] 其中,所述低温Ga_{0.9}N_{0.1}成核层位于衬底之上,所述第一Ga_{0.9}N_{0.1}层位于所述低温Ga_{0.9}N_{0.1}成核层之上,所述第二Ga_{0.9}N_{0.1}层位于所述第一Ga_{0.9}N_{0.1}层之上,所述应力释放层位于所述第二Ga_{0.9}N_{0.1}层之上,

所述发光层位于所述应力释放层之上,所述第一电子溢出阻挡层位于所述发光层之上,所述第二电子溢出阻挡层位于所述第一电子溢出阻挡层之上,所述第三GaN层位于所述第二电子溢出阻挡层之上,所述第四GaN层位于所述第三GaN层之上,所述电极接触层位于所述第四GaN层之上。

[0011] 可选地,所述衬底为蓝宝石衬底,所述第一GaN层为不掺杂的GaN层,所述第二GaN层为掺杂Si的GaN层,所述应力释放层为InGaN/GaN结构,所述第三GaN层为Mg掺杂的GaN层,所述第四GaN层为Mg重掺杂的GaN层,所述电极接触层为Mg掺杂的InGaN电极接触层。

[0012] 本发明还提供了一种LED外延片的制造方法,包括以下步骤:

[0013] 在纯氮气或第一混合气氛下生长第一电子溢出阻挡层,在纯氢气或第二混合气氛下生长第二电子溢出阻挡层,所述第一混合气氛和第二混合气氛均包含氮气和氢气,所述第一混合气氛中的氮气的比例高于氢气的比例,所述第二混合气氛中的氢气的比例高于氮气的比例。

[0014] 可选地,所述第一电子溢出阻挡层和所述第二电子溢出阻挡层为掺杂Mg的单层 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{GaN}$ 结构,或者,超晶格 $\text{In}_x\text{GaN}/\text{In}_x\text{Al}_y\text{GaN}$ 结构。

[0015] 可选地,所述第一电子溢出阻挡层和所述第二电子溢出阻挡层的厚度为10-2000Å,In的含量为0%-20%,Al的含量为1%-20%,Mg的浓度为 $1\text{E}19\text{-}5\text{E}20$ 。

[0016] 可选地,所述在纯氮气或第一混合气氛下生长第一电子溢出阻挡层之前,还包括:

[0017] 在生长设备上装载衬底;

[0018] 在所述衬底上生长低温GaN成核层;

[0019] 在所述低温GaN成核层上生长第一GaN层;

[0020] 在所述第一GaN层上生长第二GaN层;

[0021] 在所述第二GaN层上生长应力释放层;

[0022] 在所述应力释放层上生长发光层;

[0023] 所述在纯氮气或第一混合气氛下生长第一电子溢出阻挡层,具体为:

[0024] 在纯氮气或第一混合气氛下,在所述发光层上生长第一电子溢出阻挡层;

[0025] 所述在纯氢气或第二混合气氛下生长第二电子溢出阻挡层,具体为:

[0026] 在纯氢气或第二混合气氛下,在所述第一电子溢出阻挡层上生长第二电子溢出阻挡层;

[0027] 所述在纯氢气或第二混合气氛下生长第二电子溢出阻挡层之后,还包括:

[0028] 在所述第二电子溢出阻挡层上生长第三GaN层;

[0029] 在所述第三GaN层上生长第四GaN层;

[0030] 在所述第四GaN层上生长电极接触层。

[0031] 可选地,所述衬底为蓝宝石衬底,所述第一GaN层为不掺杂的GaN层,所述第二GaN层为掺杂Si的GaN层,所述应力释放层为InGaN/GaN结构,所述第三GaN层为Mg掺杂的GaN层,所述第四GaN层为Mg重掺杂的GaN层,所述电极接触层为Mg掺杂的InGaN电极接触层。

[0032] 本发明中的LED外延片包括两个在不同气氛下生长得到的电子溢出阻挡层,能够在保证Mg掺杂浓度的基础上,有效地提高电子溢出阻挡层的空穴浓度,填补V型缺陷,避免电子溢流,并降低了Mg掺杂的GaN层的厚度,从而大幅提升了LED外延片的发光效率。

附图说明

[0033] 图1为现有技术中的一种LED外延片的结构示意图；

[0034] 图2为本发明实施例中的一种LED外延片的制造方法流程图。

具体实施方式

[0035] 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。

[0036] 本发明实施例提供了一种LED外延片,如图1所示,包括衬底、低温Ga_N成核层、第一Ga_N层、第二Ga_N层、应力释放层、发光层、第一电子溢出阻挡层、第二电子溢出阻挡层、第三Ga_N层、第四Ga_N层和电极接触层。

[0037] 其中,衬底可以包含Al₂O₃、Ga_N、SiC、ZnO、Si、GaP、InP、Ga₂O₃、导电衬底和GaAs中的任一种,优选地,该衬底为蓝宝石衬底;低温Ga_N成核层位于衬底之上,是在500-550℃的环境下生长得到的;第一Ga_N层为不掺杂的Ga_N层,位于低温Ga_N成核层之上;第二Ga_N层为掺杂Si的Ga_N层,位于第一Ga_N层之上;应力释放层为InGa_N/Ga_N结构,位于第二Ga_N层之上;发光层位于应力释放层之上;第一电子溢出阻挡层位于发光层之上,为掺杂Mg的单层In_xAl_yGa_N结构,或者,超晶格In_xGa_N/In_xAl_yGa_N结构,厚度为10-2000Å,In的含量为0%-20%,Al的含量为1%-20%,Mg的浓度为1E19-5E20;第二电子溢出阻挡层位于第一电子溢出阻挡层之上,为掺杂Mg的单层In_xAl_yGa_N结构,或者,超晶格In_xGa_N/In_xAl_yGa_N结构,厚度为10-2000Å,In的含量为0%-20%,Al的含量为1%-20%,Mg的浓度为1E19-5E20;第三Ga_N层位于第二电子溢出阻挡层之上,为Mg掺杂的Ga_N层;第四Ga_N层位于第三Ga_N层之上,为Mg重掺杂的Ga_N层;电极接触层位于第四Ga_N层之上,为Mg掺杂的InGa_N电极接触层。

[0038] 具体地,第一电子溢出阻挡层是在纯氮气或第一混合气氛下生长得到的,第二电子溢出阻挡层是在纯氢气或第二混合气氛下生长得到的,第一混合气氛和第二混合气氛均包含氮气和氢气,且第一混合气氛中的氮气的比例高于氢气的比例,第二混合气氛中的氢气的比例高于氮气的比例。

[0039] 本发明实施例中的LED外延片包括两个在不同气氛下生长得到的电子溢出阻挡层,能够在保证Mg掺杂浓度的基础上,有效地提高电子溢出阻挡层的空穴浓度,填补V型缺陷,避免电子溢流,并降低了Mg掺杂的Ga_N层的厚度,从而大幅提升了LED外延片的发光效率。

[0040] 基于上述LED外延片,本发明实施例还提供了一种LED外延片的制造方法,如图2所示,包括以下步骤:

[0041] 步骤201,在生长设备上装载衬底。

[0042] 其中,生长设备可以是PVD(Physical Vapor Deposition,物理气相沉积)设备、电子束蒸发器、CVD(Chemical Vapor Deposition,化学气相沉积)设备、PLD(Pulsed Laser Deposition,等离子体激光沉积)设备、MOCVD(Metal-Organic Chemical Vapor Deposition,金属有机化学气相沉积)设备、双型热蒸发器和溅射设备中的任一种,也可以

是其他设备。衬底可以包含Al₂O₃、GaN、SiC、ZnO、Si、GaP、InP、Ga₂O₃、导电衬底和GaAs中的任一种。

[0043] 优选地,在生长设备上装载的衬底为蓝宝石衬底。

[0044] 步骤202,在衬底上生长低温GaN成核层。

[0045] 具体地,在500-550℃的环境下,在衬底上生长低温GaN成核层。

[0046] 步骤203,在低温GaN成核层上生长第一GaN层。

[0047] 其中,在低温GaN成核层上生长的第一GaN层为不掺杂的GaN层。

[0048] 步骤204,在第一GaN层上生长第二GaN层。

[0049] 其中,在第一GaN层上生长的第二GaN层为掺杂Si的GaN层。

[0050] 步骤205,在第二GaN层上生长应力释放层。

[0051] 其中,在第二GaN层上生长的应力释放层为InGaN/GaN结构。

[0052] 步骤206,在应力释放层上生长发光层。

[0053] 步骤207,在发光层上生长第一电子溢出阻挡层。

[0054] 具体地,可以在纯氮气的气氛下,在发光层上生长第一电子溢出阻挡层;也可以在第一混合气氛下,在发光层上生长第一电子溢出阻挡层。

[0055] 其中,第一混合气氛包含氮气和氢气,且第一混合气氛中的氮气的比例高于氢气的比例,第一电子溢出阻挡层为掺杂Mg的单层In_xAl_yGaN结构,或者,超晶格In_xGaN/In_xAl_yGaN结构,厚度为10-2000Å,In的含量为0%-20%,Al的含量为1%-20%,Mg的浓度为1E19-5E20。

[0056] 步骤208,在第一电子溢出阻挡层上生长第二电子溢出阻挡层。

[0057] 具体地,可以在纯氢气的气氛下,在第一电子溢出阻挡层上生长第二电子溢出阻挡层;也可以在第二混合气氛下,在第一电子溢出阻挡层上生长第二电子溢出阻挡层。

[0058] 其中,第二混合气氛包含氮气和氢气,且第二混合气氛中的氢气的比例高于氮气的比例,第二电子溢出阻挡层为掺杂Mg的单层In_xAl_yGaN结构,或者,超晶格In_xGaN/In_xAl_yGaN结构,厚度为10-2000Å,In的含量为0%-20%,Al的含量为1%-20%,Mg的浓度为1E19-5E20。

[0059] 步骤209,在第二电子溢出阻挡层上生长第三GaN层。

[0060] 其中,在第二电子溢出阻挡层上生长的第三GaN层为Mg掺杂的GaN层。

[0061] 步骤210,在第三GaN层上生长第四GaN层。

[0062] 其中,在第三GaN层上生长的第四GaN层为Mg重掺杂的GaN层。

[0063] 步骤211,在第四GaN层上生长电极接触层。

[0064] 其中,在第四GaN层上生长的电极接触层为Mg掺杂的InGaN电极接触层。

[0065] 本发明实施例在不同气氛下生长两个电子溢出阻挡层,能够在保证Mg掺杂浓度的基础上,有效地提高电子溢出阻挡层的空穴浓度,填补V型缺陷,避免电子溢流,并降低了Mg掺杂的GaN层的厚度,从而大幅提升了LED外延片的发光效率。此外,上述制造方法还能够缩短LED外延片的生长时间,降低生长LED外延片的成本。

[0066] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。



图1

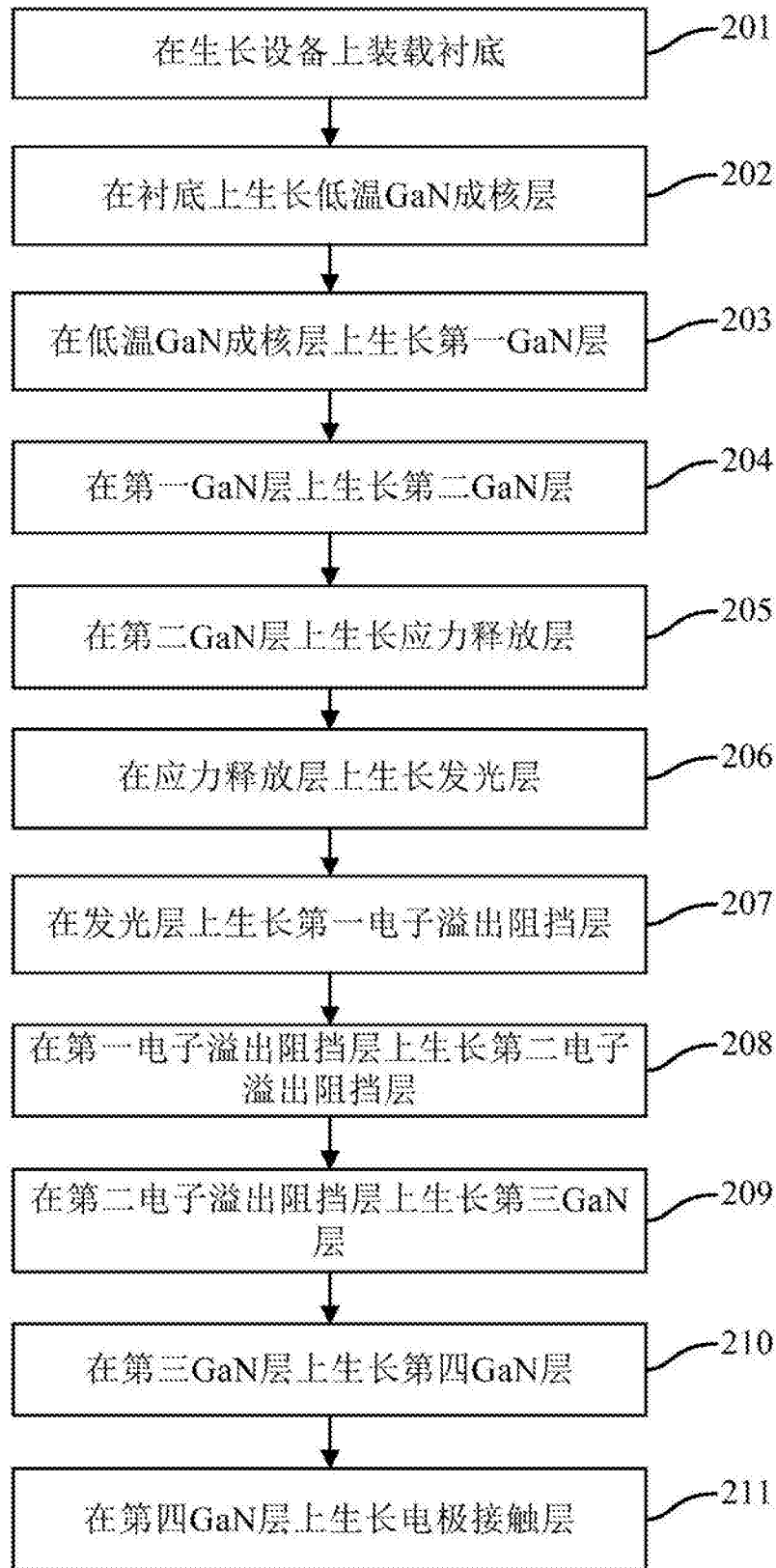


图2