



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109768125 A  
(43)申请公布日 2019.05.17

(21)申请号 201811638891.8

(22)申请日 2018.12.29

(71)申请人 晶能光电(江西)有限公司  
地址 330096 江西省南昌市高新开发区艾溪湖北路699号

(72)发明人 涂逵

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

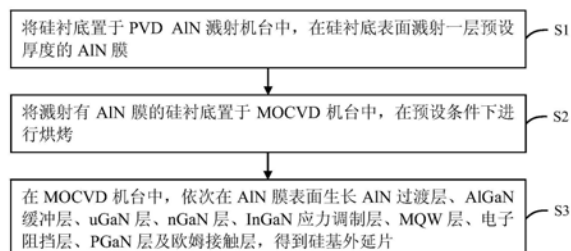
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

## (54)发明名称

硅基外延片生长方法

## (57)摘要

本发明提供了一种硅基外延片生长方法,包括:将硅衬底置于PVD A1N溅射机台中,在硅衬底表面溅射一层预设厚度的A1N膜;将溅射有A1N膜的硅衬底置于MOCVD机台中,在预设条件下进行烘烤;在MOCVD机台中,依次在A1N膜表面生长A1N过渡层、AlGa<sub>N</sub>缓冲层、uGa<sub>N</sub>层、nGa<sub>N</sub>层、InGa<sub>N</sub>应力调制层、MQW层、电子阻挡层、PGa<sub>N</sub>层及欧姆接触层,得到硅基外延片,其有效改善了MOCVD机台生长硅基外延片的工艺稳定性,得到正常的外延片的同时避免因为不同MOCVD机台间的偏差出现的工艺差异,减少调试工作,增加生产稳定性,便于生产管理。



1. 一种硅基外延片生长方法,其特征在于,包括:  
将硅衬底置于PVD AlN溅射机台中,在所述硅衬底表面溅射一层预设厚度的AlN膜;  
将溅射有AlN膜的硅衬底置于MOCVD机台中,在预设条件下进行烘烤;  
在所述MOCVD机台中,依次在所述AlN膜表面生长AlN过渡层、AlGaIn缓冲层、uGaIn层、nGaIn层、InGaIn应力调制层、MQW层、电子阻挡层、PGaIn层及欧姆接触层,得到硅基外延片。
2. 如权利要求1所述的硅基外延片生长方法,其特征在于,在所述PVD AlN溅射机台中,溅射的AlN膜的厚度范围为10~100nm。
3. 如权利要求1所述的硅基外延片生长方法,其特征在于,在所述MOCVD机台中,溅射有AlN膜的硅衬底的烘烤条件为:温度范围1100~1180℃,时间范围1~15min。
4. 如权利要求1-3任意一项所述的硅基外延片生长方法,其特征在于,所述AlN过渡层的厚度范围为50~500nm。
5. 如权利要求1-3任意一项所述的硅基外延片生长方法,其特征在于,所述AlGaIn缓冲层的厚度范围为500~1500nm,Al组分范围为0.05~0.25。

## 硅基外延片生长方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体技术领域,尤其是一种硅基外延片生长方法。

### 背景技术

[0002] 在MOCVD设备中生长硅基外延片时,常规的外延结构如图1所示,先在硅衬底表面生长AlN/AlGa<sub>N</sub>过渡层(包括图示中的AlN缓冲层、AlN应力层及AlGa<sub>N</sub>缓冲层),再生长uGa<sub>N</sub>层和nGa<sub>N</sub>层,AlN缓冲层和AlN应力层的生长方式很大程度上决定了表面裂纹和Ga<sub>N</sub>/AlN的晶体质量水平,同时会影响光致发光的结果和器件性能。

[0003] 在批量生产中,不仅要求能长出高质量的硅基外延片,同时要保证其重复性和稳定性。在使用MOCVD生长AlN缓冲层和AlN应力层的过程中,在处理硅衬底和AlN预生长时,对工艺控制要求极为苛刻,MOCVD设备反应腔中微小的变动引起的气流、温度的变化都会导致外延片出现问题,如出现裂纹、Ga<sub>N</sub>/AlN的晶体质量变化、波长均匀性变化。在以往的生产中,出现类似的问题需要根据经验调整工艺,不同的MOCVD设备调整方式和幅度存在差异,导致生产管理难度增加,产品稳定性变差,迫切需要扩大硅外延的工艺窗口。

### 发明内容

[0004] 为了克服以上不足,本发明提供了一种硅基外延片生长方法,有效解决现有技术中MOCVD机台中生长硅基外延片引起的产品稳定性较差的技术问题。

[0005] 本发明提供的技术方案包括:

[0006] 一种硅基外延片生长方法,包括:

[0007] 将硅衬底置于PVD AlN溅射机台中,在所述硅衬底表面溅射一层预设厚度的AlN膜;

[0008] 将溅射有AlN膜的硅衬底置于MOCVD机台中,在预设条件下进行烘烤;

[0009] 在所述MOCVD机台中,依次在所述AlN膜表面生长AlN过渡层、AlGa<sub>N</sub>缓冲层、uGa<sub>N</sub>层、nGa<sub>N</sub>层、InGa<sub>N</sub>应力调制层、MQW层、电子阻挡层、PGa<sub>N</sub>层及欧姆接触层,得到硅基外延片。

[0010] 进一步优选地,在所述PVD AlN溅射机台中,溅射的AlN膜的厚度范围为10~100nm(纳米)。

[0011] 进一步优选地,在所述MOCVD机台中,溅射有AlN膜的硅衬底的烘烤条件为:温度范围1100~1180℃,时间范围1~15min(分钟)。

[0012] 进一步优选地,所述AlN过渡层的厚度范围为50~500nm。

[0013] 进一步优选地,所述AlGa<sub>N</sub>缓冲层的厚度范围为500~1500nm,Al组分范围为0.05~0.25。

[0014] 本发明提供的硅基外延片生长方法,在PVD AlN溅射机台中对硅衬底进行预处理操作,溅射得到AlN膜,再放入MOCVD机台中生长外延片,有效改善了MOCVD机台生长硅基外延片的工艺稳定性,得到正常的外延片的同时避免因为不同MOCVD机台间的偏差出现的工艺差异,减少调试工作,增加生产稳定性,便于生产管理。

## 附图说明

[0015] 图1为硅基外延片结构示意图；

[0016] 图2为本发明中硅基外延片生长方法流程示意图。

## 具体实施方式

[0017] 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，下面将对照附图说明本发明的具体实施方式。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的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图，并获得其他的实施方式。

[0018] 基于现有技术中，MOCVD设备中处理硅衬底和AlN预生长时，反应腔中微小的变动引起的气流、温度的变化都会导致外延片出现问题，如出现裂纹、XRD变化、波长STD变化，进而导致生产管理难度增加、产品稳定性变差的技术问题。本发明中提出了一种硅基外延片生长方法，如图2所示，该硅基外延片生长方法中包括：

[0019] S1将硅衬底置于PVD AlN溅射机台中，在硅衬底表面溅射一层预设厚度的AlN膜；

[0020] S2将溅射有AlN膜的硅衬底置于MOCVD机台中，在预设条件下进行烘烤；

[0021] S3在MOCVD机台中，依次在AlN膜表面生长AlN过渡层、AlGa<sub>N</sub>缓冲层、uGa<sub>N</sub>层、nGa<sub>N</sub>层、InGa<sub>N</sub>应力调制层、MQW层、电子阻挡层、pGa<sub>N</sub>层及欧姆接触层，得到硅基外延片。

[0022] 具体，在PVD AlN溅射机台中，溅射的AlN膜的厚度范围为10~100nm。将溅射了AlN膜的硅衬底放入MOCVD机台后，对其进行烘烤的条件为：温度范围1100~1180℃，时间范围1~15min。烘烤了之后，按照正常MOCVD机台中生长外延片的流程，依次在AlN膜表面生长AlN过渡层、AlGa<sub>N</sub>缓冲层、uGa<sub>N</sub>层、nGa<sub>N</sub>层、InGa<sub>N</sub>应力调制层、MQW层、电子阻挡层、pGa<sub>N</sub>层及欧姆接触层，得到硅基外延片，其中，AlN过渡层（包括AlN缓冲层和AlN应力层）的厚度范围为50~500nm，AlGa<sub>N</sub>缓冲层的厚度范围为500~1500nm，Al组分范围为0.05~0.25。

[0023] MOCVD机台中生长外延片的过程中，采用高纯N<sub>2</sub>或高纯H<sub>2</sub>或高纯H<sub>2</sub>/高纯N<sub>2</sub>的混合气体作为载气，高纯NH<sub>3</sub>作为N源，金属有机源三甲基镓（TMGa）、三乙基镓（TEGa）作为镓源，三甲基铟（TMI<sub>n</sub>）作为铟源，n型掺杂剂为硅烷（SiH<sub>4</sub>），p型掺杂剂为二茂镁（Cp<sub>2</sub>Mg）。

[0024] 实施例1

[0025] 1. 将（111）晶向的硅衬底放入PVD AlN溅射机台中，在600℃温度下溅射40nm厚的AlN膜层；

[0026] 2. 将溅射好AlN膜的硅衬底放入MOCVD机台的反应腔中，升温到1150℃对其烘烤10min；

[0027] 3. 在MOCVD机台中，降温至1100℃，生长厚度为500nm的AlN过渡层，TMA1流量350ml/min；

[0028] 4. 在同样的温度下，生长1000nm厚的AlGa<sub>N</sub>过渡层，Al组分为15%；TMA1流量240ml/min，TMGa流量180ml/min；

[0029] 5. 温度降至1020℃，生长厚度为1μm的uGa<sub>N</sub>层，TMGa流量为300ml/min；

[0030] 6. 温度升高至1090℃，生长厚度为2μm的nGa<sub>N</sub>层，其中，TMGa流量为440ml/min，SiH<sub>4</sub>流量为80ml/min；

[0031] 7. 温度降至800~900℃，生长InGa<sub>N</sub>过渡层和6个InGa<sub>N</sub>发光层，总厚度为0.25μm，其

中,TEGa流量为400ml/min,TMIn流量为350ml/min;

[0032] 8.温度升高至950°C,生长0.15 $\mu$ m厚的P型GaN层,TMGa流量为60ml/min;

[0033] 9将外延片在500~700°C的氮气氛围下退火20min。

[0034] 经测得,制备得到的外延片PL参数和外观参数均正常。

[0035] 实施例2

[0036] 1.将(111)晶向的硅衬底放入PVD AlN溅射机台中,在600°C温度下溅射60nm厚的AlN膜层;

[0037] 2.将溅射好AlN膜的硅衬底放入MOCVD机台的反应腔中,升温到1150°C对其烘烤15min;

[0038] 3.在MOCVD机台中,降温至1100°C,生长厚度为450nm的AlN过渡层;TMA1流量350ml/min;

[0039] 4.在同样的温度下,生长1000nm厚的AlGaIn过渡层,Al组分为15%;TMA1流量240ml/min,TMGa流量180ml/min。

[0040] 5.温度降至1020°C,生长厚度为1 $\mu$ m的uGaIn层,TMGa流量为300ml/min;

[0041] 6.温度升高至1090°C,生长厚度为2 $\mu$ m的nGaIn层,其中,TMGa流量为440ml/min,SIH<sub>4</sub>流量为80ml/min。 $\mu$ m

[0042] 7.温度降至800~900°C,生长InGaIn过渡层和6个InGaIn发光层,总厚度0.25 $\mu$ m,其中,TEGa流量为400ml/min,TMIn流量为350ml/min。

[0043] 8.温度升高至950°C,生长0.15 $\mu$ m厚的P型GaIn层,TMGa流量为60ml/min。

[0044] 9最后将外延片在500~700°C的氮气氛围下退火20min。

[0045] 经测得,制备得到的外延片PL参数和外观参数均正常。

[0046] 应当说明的是,上述实施例均可根据需要自由组合。以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。



图1

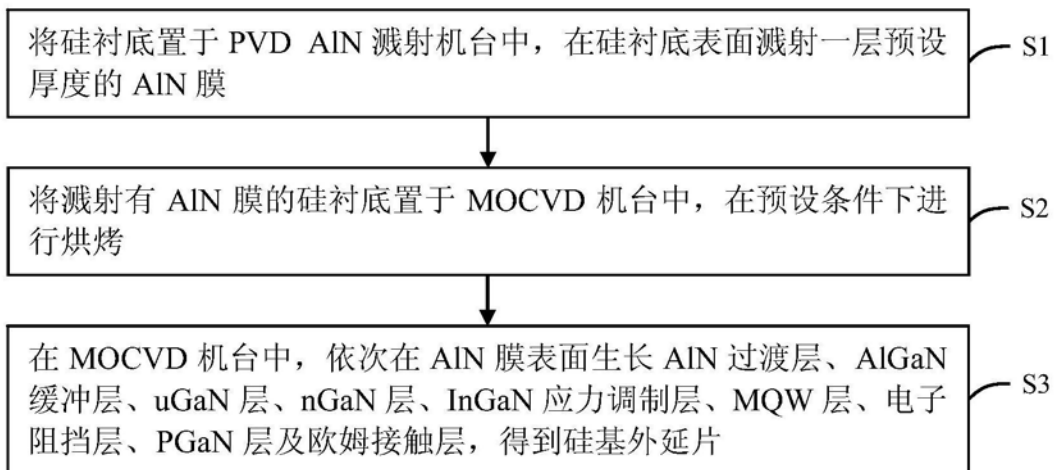


图2