



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105442039 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201511023763. 9

(22) 申请日 2015. 12. 30

(71) 申请人 晶能光电(常州)有限公司

地址 213164 江苏省常州市武进高新技术产  
业开发区凤翔路7号

(72) 发明人 刘小平 孙钱 孔列江 孙秀建  
鲁德 李增成

(51) Int. Cl.

C30B 25/12(2006. 01)

G23C 16/458(2006. 01)

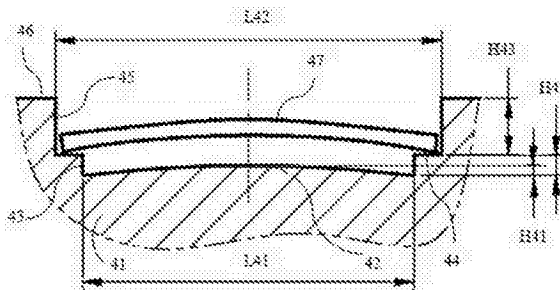
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种 MOCVD 中用于放置硅衬底的石墨盘

(57) 摘要

本发明公开了一种 MOCVD 中用于放置硅衬底的石墨盘,涉及 MOCVD 用石墨盘的技术领域。该石墨盘包括石墨盘盘体,在石墨盘盘体上设有多个用于放置硅衬底的圆形凹槽;每个凹槽中包括:槽体、底面、第一侧壁、圆台以及第二侧壁,其中,底面为位于槽体底部,且底面为环形、向上拱形凸起;第一侧壁自底面边缘背离石墨盘盘体弯折延伸而成;圆台自第一侧壁的顶端向外弯折延伸而成;第二侧壁自圆台边缘背离石墨盘盘体弯折延伸而成,第二侧壁的顶端与槽体表面内边缘相接。本发明有效解决了硅衬底 III-V 族氮化物外延生长过程中由于外延片翘曲带来的温场不均匀分布,改善硅衬底 III-V 族氮化物外延生长的品质与外观及片内波长均匀性。



1. 一种MOCVD中用于放置硅衬底的石墨盘,其特征在于,所述石墨盘包括一石墨盘盘体,在所述石墨盘盘体上设有多个用于放置硅衬底的圆形凹槽;其中,

每个所述凹槽中包括:槽体、底面、第一侧壁、用于放置所述硅衬底的圆台以及第二侧壁,其中,所述底面为位于所述槽体底部,且所述底面为环形、向上拱形凸起;所述第一侧壁于所述槽体内部自所述底面边缘背离所述石墨盘盘体弯折延伸而成;所述圆台于所述槽体内部自所述第一侧壁的顶端向外弯折延伸而成;所述第二侧壁于所述槽体内部自所述圆台边缘背离所述石墨盘盘体弯折延伸而成,所述第二侧壁的顶端与所述槽体表面内边缘相接。

2. 根据权利要求1所述的石墨盘,其特征在于,

所述第一侧壁自所述底面边缘背离所述石墨盘盘体沿垂直方向弯折延伸而成;

所述圆台自所述第一侧壁的顶端沿水平方向向外弯折延伸而成;

所述第二侧壁自所述圆台边缘背离所述石墨盘盘体沿垂直方向弯折延伸而成。

3. 根据权利要求1或2所述的石墨盘,其特征在于,所述凹槽的直径与2英寸或4英寸或6英寸或8英寸的硅衬底匹配。

4. 根据权利要求3所述的石墨盘,其特征在于,

当所述凹槽中放置2英寸的硅衬底时,所述底面的直径范围为42-49mm;或,

当所述凹槽中放置4英寸的硅衬底时,所述底面的直径范围为92-99mm;或,

当所述凹槽中放置6英寸的硅衬底时,所述底面的直径范围为138-148mm;或,

当所述凹槽中放置8英寸的硅衬底时,所述底面的直径范围为188-198mm。

5. 根据权利要求4所述的石墨盘,其特征在于,所述底面向上拱形凸起的高度H41范围为1-250um。

6. 根据权利要求5所述的石墨盘,其特征在于,所述第一侧壁沿垂直方向上的高度H42范围分别为5-300um。

7. 根据权利要求6所述的石墨盘,其特征在于:所述第二侧壁沿垂直方向上的高度H43范围为0.4-3mm。

8. 根据权利要求1-2、4-7任意一项所述的石墨盘,其特征在于:所述石墨盘表面镀有碳化硅涂层。

## 一种MOCVD中用于放置硅衬底的石墨盘

### 【技术领域】

【0001】 本发明涉及化学气相沉积(Chemical Vapor Deposition,CVD)技术领域,特别涉及一种用于金属有机化学气相沉积(Metal-organic Chemical Vapor Deposition,以下简称MOCVD)用的石墨盘。

### 【背景技术】

【0002】 金属有机化学气相沉积是一种利用有机金属热分解反应进行气相外延生长薄膜的化学气相沉积技术,它采用III族、II族元素的有机化合物和V族、VI族元素的氢化物等作为晶体生长源材料,以热分解反应方式在衬底上进行气相外延,生长III-V族、II-VI族化合物半导体材料以及它们的多元固溶体的薄层单晶材料,这些半导体薄膜主要应用在光电器件及微电子器件等领域。

【0003】 MOCVD生长薄膜时主要将载流气体通过有机金属反应源的容器将反应源的饱和蒸汽带至反应腔中与其他反应气体混合,然后在被加热的衬底上面发生化学反应促成薄膜的外延生长。载流气体通常是 $H_2$ ,特殊情况采用 $N_2$ 。常用的衬底为GaAs、GaP、InP、Si、SiC、蓝宝石( $Al_2O_3$ )、 $LiAlO_2$ 等。对于氮化物发光器件常用的衬底为蓝宝石( $Al_2O_3$ )、SiC及Si。近十年来LED行业的快速发展,MOCVD作为目前唯一一种产业化生长LED的设备也在向着高度自动化与高度集成化的产业化模式发展。除去LED行业,MOCVD在微电子领域、电力器件、太阳能电池、超导器件等各领域的应用也越来越广泛。由于MOCVD具有众多的优势和广阔的使用范围,MOCVD已经成为工业界主要的镀膜技术。

【0004】 石墨盘是MOCVD设备中非常重要的配件,目前常用的石墨盘都是圆形,在石墨盘上分布有一些圆形的凹槽,这些凹槽即用于放置衬底。石墨盘是由高纯石墨制成,并在表面镀有SiC涂层。外延生长过程,在MOCVD的反应腔中,通过加热灯丝对盛放有衬底的石墨盘进行辐射加热,由热电偶与温度控制器控制温度,这样温度控制精度一般可达 $0.2^{\circ}C$ 或更低。

【0005】 目前大部分公司在生长III-V族氮化物发光器件时,使用的衬底材质绝大多数为蓝宝石( $Al_2O_3$ )衬底、少数公司使用SiC衬底和Si衬底。由于Si衬底和蓝宝石( $Al_2O_3$ )衬底与III-V族氮化物外延层的晶格失配与热膨胀系数的差异,在外延生长过程中外延片都会发生翘曲,但两者翘曲现象会有差别。外延片产生翘曲造成片子受热不均匀,对外延层质量有影响,并且III-V族氮化物发光外延片的波长对温度较为敏感,容易造成外延片内波长差异较大,会对后续的芯片制程以及分选工作造成时间和成本的大幅增加及良率的降低。目前外延生长使用的衬底直径尺寸蓝宝石( $Al_2O_3$ )衬底主要为2、4英寸,而Si衬底的尺寸可以由2、4英寸向更大尺寸发展,如6、8英寸甚至12英寸。参考图1描述的为较早时期在蓝宝石衬底上生长III-V族氮化物半导体材料所使用的Flat石墨盘凹槽结构及外延片翘曲现象,外延片的翘曲导致片子与凹槽底面距离的差异,造成受热不均匀现象非常明显。参考图2描述了目前较为常用的在蓝宝石呈上生长III-V族氮化物半导体材料所使用的Ring石墨盘凹槽结构及外延片翘曲现象,此凹槽结构能较好的与外延片翘曲相匹配,使片子受热更均匀。而参考图3描述的是较早时期在硅衬底上生长III-V族氮化物半导体材料所使用的Flat石墨盘

凹槽结构及外延片翘曲现象,外延片的翘曲方向与蓝宝石衬底上的外延片不同,但同样存在片子与凹槽底面距离的差异,导致片子受热不均。由于大尺寸外延片面积较大,翘曲的差异也更大,将会加剧外延片质量与片内波长的差异,影响外延生长、器件制作及良率、成本等。

[0006] 蓝宝石( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )衬底上生长III-V族氮化物外延片目前已经较为成熟,对应的MOCVD中使用的石墨盘设计也较为完善,如专利授权号为CN 202543389U提出了MOCVD中4寸外延片波长均匀性的石墨盘,此石墨盘主要适用于蓝宝石( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )衬底上生长的外延片;而Si衬底上生长III-V族氮化物外延片技术还在发展中,MOCVD中使用的石墨盘的与蓝宝石( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )衬底使用的石墨盘情况不一致。

### 【发明内容】

[0007] 由于现有硅衬底上外延III-V族氮化物半导体材料技术还在发展中以及现有MOCVD中生长III-V族氮化物半导体材料使用的石墨盘主要针对的是蓝宝石衬底,本发明的目的在于提供MOCVD中在硅衬底生长III-V族氮化物半导体材料使用的石墨盘,主要用于提高和改善硅衬底上外延III-V族氮化物半导体材料的晶体质量和外延片的波长均匀性。

[0008] 本发明解决技术问题所提供的方案是:

[0009] 一种MOCVD中用于放置硅衬底的石墨盘,所述石墨盘包括一石墨盘盘体,在所述石墨盘盘体上设有多个用于放置硅衬底的圆形凹槽;其中,

[0010] 每个所述凹槽中包括:槽体、底面、第一侧壁、用于放置所述硅衬底的圆台以及第二侧壁,其中,所述底面为位于所述槽体底部,且所述底面为环形、向上拱形凸起;所述第一侧壁于所述槽体内部自所述底面边缘背离所述石墨盘盘体弯折延伸而成;所述圆台于所述槽体内部自所述第一侧壁的顶端向外弯折延伸而成;所述第二侧壁于所述槽体内部自所述圆台边缘背离所述石墨盘盘体弯折延伸而成,所述第二侧壁的顶端与所述槽体表面内边缘相接。

[0011] 进一步优选地,所述第一侧壁自所述底面边缘背离所述石墨盘盘体沿垂直方向弯折延伸而成;

[0012] 所述圆台自所述第一侧壁的顶端沿水平方向向外弯折延伸而成;

[0013] 所述第二侧壁自所述圆台边缘背离所述石墨盘盘体沿垂直方向弯折延伸而成。

[0014] 进一步优选地,所述凹槽的直径与2英寸或4英寸或6英寸或8英寸的硅衬底匹配。

[0015] 进一步优选地,当所述凹槽中放置2英寸的硅衬底时,所述底面的直径范围为42-49mm;或,

[0016] 当所述凹槽中放置4英寸的硅衬底时,所述底面的直径范围为92-99mm(毫米);或,

[0017] 当所述凹槽中放置6英寸的硅衬底时,所述底面的直径范围为138-148mm;或,

[0018] 当所述凹槽中放置8英寸的硅衬底时,所述底面的直径范围为188-198mm。

[0019] 进一步优选地,所述底面向上拱形凸起的高度 $H_1$ 范围为1-250 $\mu\text{m}$ (微米)。

[0020] 进一步优选地,所述第一侧壁沿垂直方向上的高度 $H_2$ 范围分别为5-300 $\mu\text{m}$ 。

[0021] 进一步优选地,所述第二侧壁沿垂直方向上的高度 $H_3$ 范围为0.4-3mm。

[0022] 进一步优选地,所述石墨盘表面镀有SiC(碳化硅)涂层。

[0023] 与现有技术相比,本发明具有以下技术效果:

[0024] 1. 本发明应用于MOCVD中硅衬底上生长III-V族氮化物半导体材料, 石墨盘内凹槽的设计结构能较好匹配硅衬底上III-V族氮化物外延层的翘曲, 使温场分布更均匀, 从而提升外延层晶体质量, 提高发光外延片的波长均匀性。

[0025] 2. 本发明在外延生长过程中提高外延产出的质量与良率, 对于后续芯片制程中的工艺与分选流程的时间和成本都能有效的改善与减少, 最终提高产品性能与良率。

### 【附图说明】

[0026] 图1是MOCVD机台中在蓝宝石衬底上生长III-V族氮化物半导体材料较早时期使用的Flat石墨盘凹槽截面图及外延片翘曲现象状态示意图。

[0027] 图2是MOCVD机台中在蓝宝石衬底上生长III-V族氮化物半导体材料目前较常使用的Ring石墨盘凹槽截面图及外延片翘曲现象状态示意图。

[0028] 图3是MOCVD机台中在硅衬底上生长III-V族氮化物半导体材料目前使用的Flat石墨盘凹槽截面图及外延片翘曲现象状态示意图。

[0029] 图4是本发明在硅衬底上生长III-V族氮化物半导体材料设计使用的Ring石墨盘凹槽截面图及外延片翘曲现象状态示意图。

[0030] 附图标记说明:

[0031]	槽体	11、21、31、41	圆台	24、44
[0032]	凹槽平整底面	12、32	第二侧壁	13、25、33、45
[0033]	凹槽环形下凹底面	22	槽体表面	14、26、34、46
[0034]	凹槽环形上凸底面	42	蓝宝石衬底	15、27
[0035]	第一侧壁	23、43	硅衬底	35、47
[0036]	长度	L11、L21、L22、L31、L41、L42		
[0037]	高度	H11、H21、H22、H23、H31、H41、H42、H43		

### 【具体实施方式】

[0038] 下面将结合附图对本发明作进一步详述。

[0039] 本发明提供了一种MOCVD中在硅衬底上生长III-V族氮化物半导体材料所使用的石墨盘, 在该石墨盘结构中包括石墨盘盘体及分布于盘体上表面用于安放硅衬底的若干个凹槽, 如图4所示。

[0040] 本实施例中所述凹槽的特征包括: 槽体41、底部为环形、向上拱形凸起的底面42、自所述底面边缘背离所述石墨盘盘体沿垂直方向弯折延伸而成的第一侧壁43以及用于安放硅衬底的圆台44以及凹槽的第二侧壁45。

[0041] 本实施例中所述圆台自第一侧壁的顶端向外弯折延伸而成, 与凹槽的第二侧壁相交, 主要用于支撑硅衬底。

[0042] 在一个具体实施例中, 上述凹槽的大小适合于放置4英寸硅衬底, 凹槽的直径L42为可卡持4英寸硅衬底的尺寸范围。当然, 在其他实施例中, 该凹槽的尺寸根据要放置的硅衬底的尺寸大小进行相应的调整, 如, 还可以为可卡持2英寸、6英寸、8英寸甚至更大尺寸的硅衬底的尺寸范围。

[0043] 另外, 在本实施例中, 由凹槽用于放置4英寸硅衬底, 故可以将向上拱形凸起的底

面42的直径L41设定在92-99mm。且该底面42向上凸起的弧度与硅衬底47翘曲的弧度接近一致。同样的,在其他实施例中,当所述凹槽41中放置2英寸的硅衬底47时,则底面42的直径L41可以相应地设定为42-49mm;当所述凹槽41中放置6英寸的硅衬底47时,则底面的直径L41可以相应地设定为138-148mm;当所述凹槽41中放置8英寸的硅衬底47时,则底面的直径L41可以相应地设定为188-198mm。

[0044] 本实施例中所述向上拱形凸起的底面42的高度H41范围为20-100um,用于外延生长过程中外延片中心区域和边缘区域与石墨盘凹槽的向上拱形凸起的底面能创造出基本相同的距离间隙。

[0045] 本实施例中所述自该向上拱形凸起底面边缘弯折延伸的第一侧壁43高度H42的范围为25-150um,用于避免外延生长前阶段衬底中心部位与石墨盘凹槽的向上拱形凸起的底面直接接触造成放片不稳定现象。

[0046] 本实施例中所述凹槽第二侧壁45于槽体41内部自圆台44边缘背离石墨盘盘体弯折延伸而成,第二侧壁45的顶端与槽体表面46内边缘相接。且该第二侧壁45的高度H43根据衬底厚度不同而不同,第二侧壁高度H43范围为0.4-3mm,用于卡持外延片,避免石墨盘旋转过程中造成外延片飞片。

[0047] 本实施例中所述石墨盘表面均镀有SiC涂层。

[0048] 使用本发明可以有效的改善MOCVD中硅衬底III-V族氮化物外延生长过程中石墨盘凹槽内的温场分布,从而改善外延材料的晶体质量,改善外延片表面外观,并且对于氮化物发光外延片的波长均匀性有明显的提高,对于后续芯片制程中的工艺与分选流程的时间和成本都能有效的改善与减少,最终提高产品性能与良率。

[0049] 以上实施例和说明书中所述仅为本发明的原理和最佳实施例,并不用以限制本发明,在不脱离本发明的精神和范围内,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都应落入本发明要求保护的范围内。

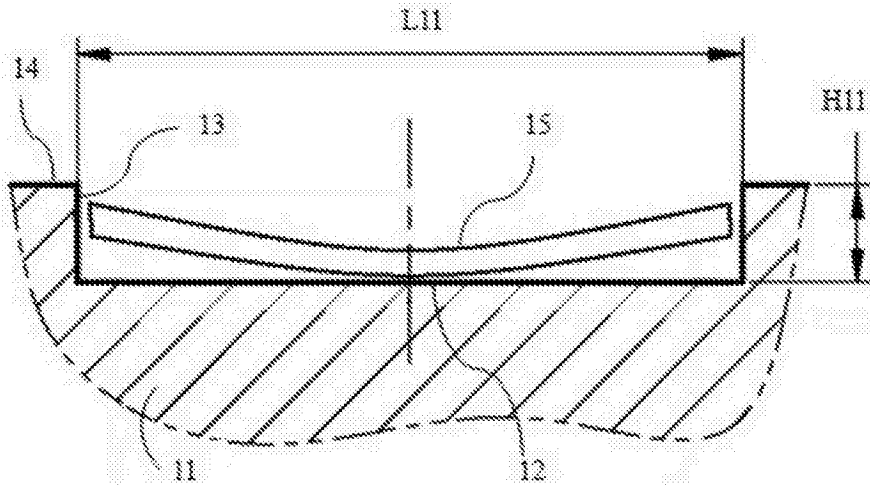


图1

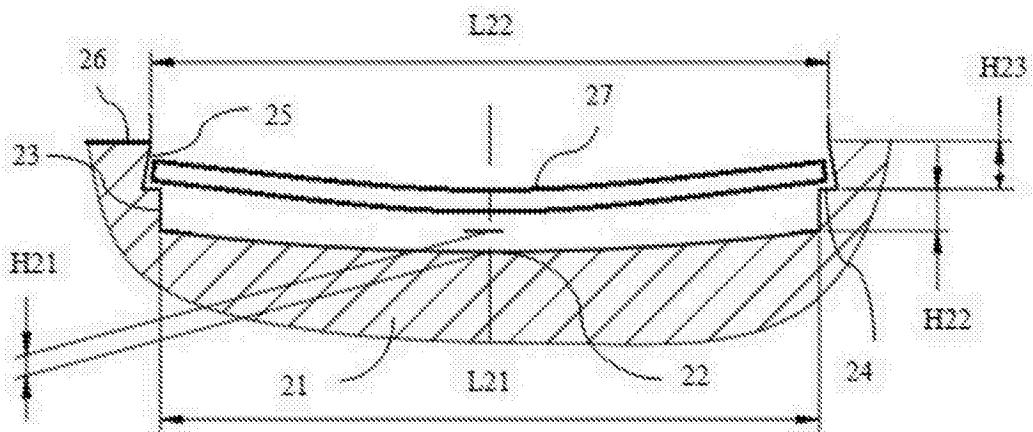


图2

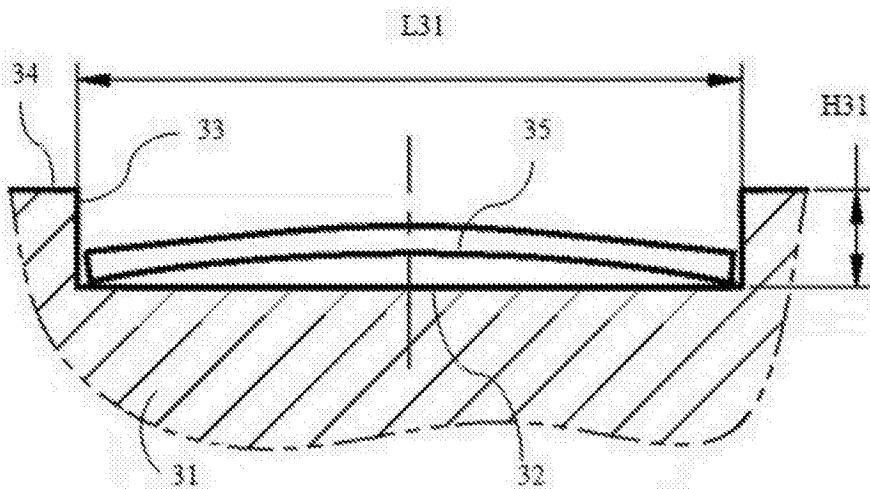


图3

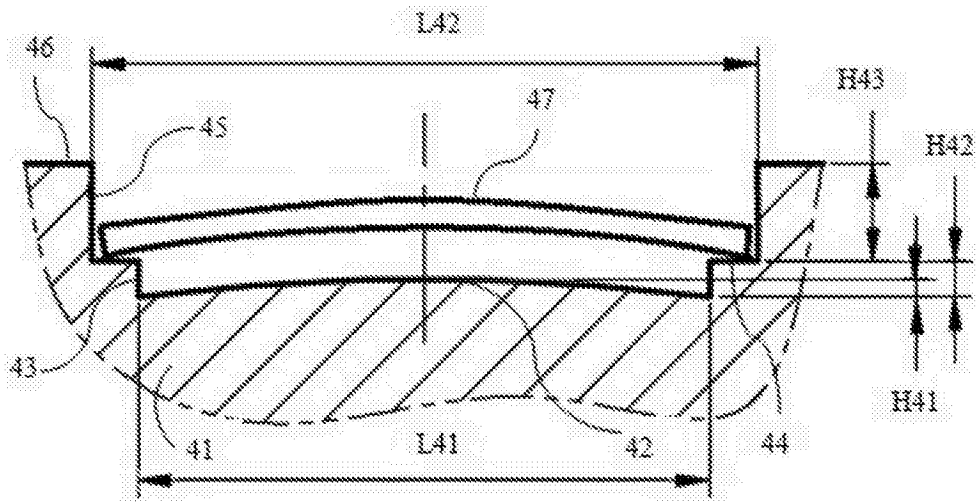


图4