

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 33/00 (2006.01)

H01L 21/20 (2006.01)

H01S 5/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510030319.X

[45] 授权公告日 2007年9月19日

[11] 授权公告号 CN 100338790C

[22] 申请日 2005.9.30

[21] 申请号 200510030319.X

[73] 专利权人 晶能光电(江西)有限公司

地址 330047 江西省南昌市南京东路235号

[72] 发明人 江风益 王立 方文卿

[56] 参考文献

JP 11-35396 A 1999.2.9

CN 1162919 C 2004.8.18

JP 11-35397 A 1999.2.9

审查员 吴晓达

[74] 专利代理机构 江西省专利事务所

代理人 张文

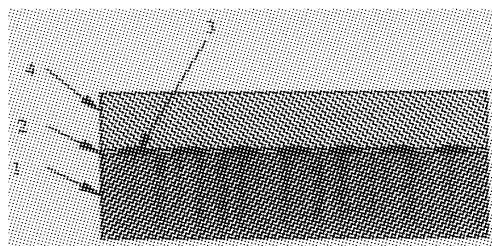
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

[54] 发明名称

在硅衬底上制备铟镓铝氮薄膜的方法

[57] 摘要

本发明公开了一种在硅衬底上制备铟镓铝氮薄膜的方法,它通过引入金属镁进行在线区域掩膜,即先在硅衬底上形成一层镁掩模层或金属过渡层,然后再形成一层金属过渡层或镁掩模层,最后形成一层铟镓铝氮半导体层;先在硅衬底上形成一层金属过渡层,然后再分别依次向上形成一层第一铟镓铝氮半导体层、镁掩模层和第二铟镓铝氮半导体层。本发明可以减少硅衬底上生长的铟镓铝氮材料的位错密度,提高晶体质量。



1、一种在硅衬底上制备铟镓铝氮薄膜的方法，其特征在于：

(1)、在硅衬底上形成一层镁掩模层；

(2)、在所述的镁掩模层上形成一层金属过渡层，该金属过渡层由铝层、钛层或铝钛合金层形成；

(3)、在所述金属过渡层上形成铟镓铝氮半导体层；

其中所述的镁掩模层只覆盖部分硅衬底表面，被覆盖部分的面积占衬底总面积的 10%-90%。

2、在硅衬底上制备铟镓铝氮薄膜的方法，其特征在于：

(1)、在硅衬底上形成一层金属过渡层，该金属过渡层由铝层、钛层或铝钛合金层形成；

(2)、在所述的金属过渡层上形成一层镁掩模层；

(3)、在所述的镁掩模层上形成铟镓铝氮半导体层；

其中所述的镁掩模层只覆盖部分金属过渡层表面，被覆盖部分的面积占衬底总面积的 10%-90%。

3、在硅衬底上制备铟镓铝氮薄膜的方法，其特征在于：

(1)、在硅衬底上形成一层金属过渡层，该金属过渡层由铝层、钛层或铝钛合金层形成；

(2)、在所述的金属过渡层上形成第一铟镓铝氮半导体层；

(3)、在所述的铟镓铝氮半导体层上形成一层镁掩模层；

(4)、在所述的镁掩模层上形成第二铟镓铝氮半导体层；

其中所述的镁掩模层只覆盖部分第一铟镓铝氮半导体层表面，被覆盖部分的面积占衬底总面积的 10%-90%。

4、如权利要求 3 所述的在硅衬底上制备铟镓铝氮薄膜的方法，其特征在于：所述的第一铟镓铝氮半导体层厚度介于 1 个单元子层到 3 微米之间。

在硅衬底上制备铟镓铝氮薄膜的方法

技术领域

本发明涉及半导体材料，尤其是涉及一种在硅衬底上制备铟镓铝氮薄膜的方法。

背景技术：

铟镓铝氮 ($\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) 是制备短波长发光器件的优选材料体系。近年来已经用铟镓铝氮材料制造出许多新颖的发光器件，如蓝色、绿色、白色发光二极管，紫色半导体激光器等等。同时铟镓铝氮材料也是制备许多高性能电子器件的良好材料。现有技术中，在蓝宝石衬底和碳化硅衬底上制备铟镓铝氮材料的方法已经较为成熟。根据这些公开的技术，已经可以制备出高质量的铟镓铝氮材料。但是，碳化硅衬底非常昂贵，用于生长铟镓铝氮材料将使成本很高。而蓝宝石衬底也比较贵，而且它是绝缘体且加工困难，不能制成具有上下电极的芯片结构，这样就导致器件制造工艺复杂，成本增加。硅是一种最成熟的半导体材料，它不仅价格便宜，而且容易控制其导电类型和电阻率，其加工工艺也很成熟，如果用于生长铟镓铝氮将可以大大节约成本。然而由于硅衬底与铟镓铝氮材料之间的晶格失配和热膨胀系数失配很大，在硅衬底上生长的铟镓铝氮材料一般含有很高的位错密度。铟镓铝氮材料中的位错可以起到非辐射复合中心的作用，因此使用高位错密度的铟镓铝氮材料制造的器件发光效率不高。

发明内容：

本发明的目的在于提供一种在硅衬底上制备铟镓铝氮薄膜的方法，该方法可以有效降低硅衬底上生长的铟镓铝氮材料的位错密度，提高晶体质量。

本发明的目的是这样实现的：

在硅衬底上制备铟镓铝氮薄膜 ($\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) 的方法之一，包含以下步骤：

(1)、在硅衬底上形成一层镁掩模层；

(2)、在所述的镁掩模层上形成一层金属过渡层，该金属过渡层由铝层、钛层或铝钛合金层形成；

(3)、在所述金属过渡层上形成铟镓铝氮半导体层；

其中所述的镁掩模层只覆盖部分硅衬底表面，被覆盖部分的面积占衬底总面积的10%-90%。

在硅衬底上制备铟镓铝氮薄膜 ($\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) 的方法之二，包含以下步骤：

(1)、在硅衬底上形成一层金属过渡层，该金属过渡层由铝层、钛层或铝钛合金层形成；

(2)、在所述的金属过渡层上形成一层镁掩模层；

(3)、在所述的镁掩模层上形成铟镓铝氮半导体层；

其中所述的镁掩模层只覆盖部分金属过渡层表面，被覆盖部分的面积占衬底总面积的10%-90%。

在硅衬底上制备铟镓铝氮薄膜 ($\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) 的方法之三，包含以下步骤：

(1)、在硅衬底上形成一层金属过渡层，该金属过渡层由铝层、钛层或铝钛合金层形成；

(2)、在所述的金属过渡层上形成第一铟镓铝氮半导体层；

(3)、在所述的铟镓铝氮半导体层上形成一层镁掩模层；

(4)、在所述的镁掩模层上形成第二铟镓铝氮半导体层；

其中所述的镁掩模层只覆盖部分第一铟镓铝氮半导体层表面，被覆盖部分的面积占衬底总面积的10%-90%。

所述的第一铟镓铝氮半导体层厚度介于1个单元子层到3微米之间。

本发明的目的是通过使用金属镁进行在线掩膜来实现的。由于在镁掩模层上难以进行铟镓铝氮材料生长，因此它可以用作铟镓铝氮生长的掩膜。在本发明的第一种方案中，在硅衬底上沉积一层镁掩膜层，该掩膜层只覆盖部分衬底表面，为了避免暴露的区域被氮化形成氮化硅，沉积镁层之后再暴露的衬底表面上沉积一层金属铝，这样衬底表面部分被镁覆盖，其余部分则被铝覆盖。然后进行铟镓铝氮材料生长，此时在铝层上铟镓铝氮开始生长，而镁层上则难以生长。但铟镓铝氮材料生长到一定厚度，并超过掩膜层后，便开始进行横向生长。由于横向生长的铟镓铝氮材料位错密度很低，这样长成的薄膜的总位错密度就被降低。在本发明的第二种方案中，首先在硅衬底上覆盖一层铝过渡层，然后在铝层上用镁进行区域掩膜。这样在暴露的铝层上开始铟镓铝氮材料生长，到一定厚度并超过掩膜层后，开始进行横向生长，最终横向连接形成完整的薄膜向上生长。同样由于横向生长的铟镓铝氮材料位错密度很低，薄膜的总位错密度被降低。在本发明的第三种方案中，首先在硅衬底上覆盖一层铝过渡层，然后生长一层第一铟镓铝氮层，该层中含有大量位错。然后用镁进行在线区域掩膜。掩膜后进行第二铟镓铝氮层生长，这样镁掩膜的区域位错被阻挡而难以向上延伸。暴露的区域可以继续生长铟镓铝氮，到一定厚度并超过掩膜层后，开始进行横向生长，最终重新连接形成完整的薄膜后向上生长。同样，由于横向生长的铟镓铝氮材料位错密度很低，第二铟镓铝氮层的总位错密度被降低。在以上的方案中铝层还可以换成钛层或铝钛合金层。

因此本发明具有可以有效降低硅衬底上生长的铟镓铝氮材料的位错密度、

提高晶体质量的优点。

附图说明:

图 1 是本发明实施例 1 在硅衬底上生长铟镓铝氮材料的叠层结构剖面示意图。

图 2 是本发明实施例 2 在硅衬底上生长铟镓铝氮材料的叠层结构剖面示意图。

图 3 是本发明实施例 3 在硅衬底上生长铟镓铝氮材料的叠层结构剖面示意图。

图中 1 为硅衬底, 2 为金属过渡层, 3 为镁掩膜层, 4 为铟镓铝氮半导体层, 5 为第一铟镓铝氮半导体层, 6 为第二铟镓铝氮半导体层。

具体实施方式:

下面用 3 个实施例对本发明的方法进行进一步的说明。

实施例 1:

把一个硅(111)衬底 1 清洗干净, 放入一金属有机化学气相沉积设备的反应室, 首先在高温下用氢气对衬底 1 表面进行 5 分钟热处理, 然后降低温度到 720°C 下, 通入二茂镁沉积 0.5 个单原子层的金属镁掩膜层 3。接着同样在 720°C 下依次沉积一金属铝薄层和一氯化铝缓冲层即金属过渡层 2, 最后升高温度到 1050°C 沉积 3 微米氮化镓层即铟镓铝氮半导体层 4。

实施例 2:

把一个硅(111)衬底 1 清洗干净, 放入一金属有机化学气相沉积设备的反应室, 首先在高温下用氢气对衬底 1 表面进行 5 分钟热处理, 然后降低温度到 900°C 下沉积一金属钛薄层即金属过渡层 2。接着在 880°C 下在钛层上沉积 1 个单原子层的金属镁掩膜层 3。仍保持在 880°C, 沉积一氯化铝缓冲层, 最后升高温度到 1030°C 沉积 3 微米氮化镓层即铟镓铝氮半导体层 4。

实施例 3:

把一个硅(111)衬底 1 清洗干净, 放入一金属有机化学气相沉积设备的反应室, 首先在高温下用氢气对衬底 1 表面进行 5 分钟热处理, 然后降低温度到 800°C 下沉积一铝钛合金薄层即金属过渡层 2。保持 800°C 在铝层上沉积一氯化铝缓冲层, 然后升高温度到 1030°C 在氯化铝层上沉积 0.5 微米的第一氮化镓层即第一铟镓铝氮半导体层 5。接着在同样温度下在第一氮化镓层上沉积 2 个单原子层的镁掩膜层 3。然后依次再沉积 2 微米厚的掺硅氮化镓层、5 个周期铟镓氮/氮化镓多量子阱和 0.1 微米厚的掺镁氮化镓层即第二铟镓铝氮半导体层 4。

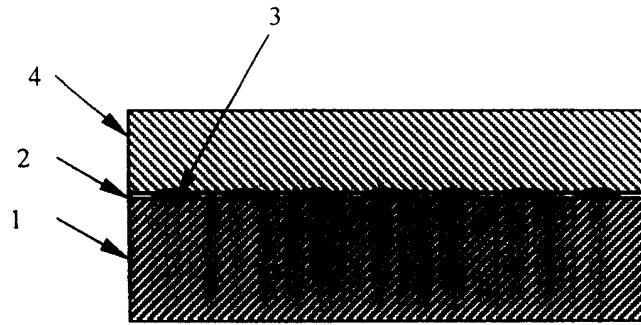


图 1

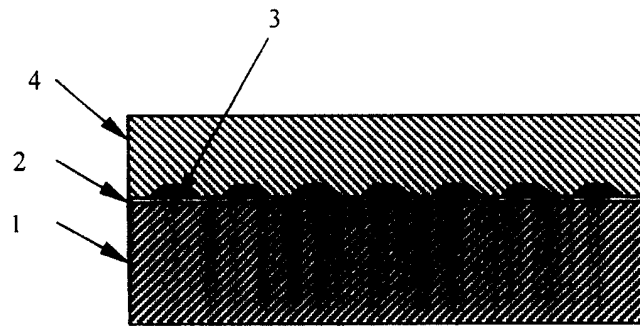


图 2

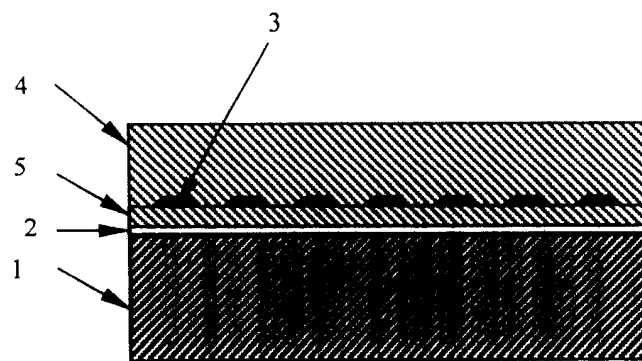


图 3