

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310119925. X

H01L 21/00 (2006.01)

H01L 21/20 (2006.01)

H01L 21/84 (2006.01)

H01L 33/00 (2006.01)

H01S 5/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100401460C

[22] 申请日 2003. 11. 25

[21] 申请号 200310119925. X

[30] 优先权

[32] 2002. 11. 25 [33] JP [31] 2002 - 341046

[73] 专利权人 大阪府

地址 日本大阪府

共同专利权人 星电器制造株式会社

[72] 发明人 泉胜俊 中尾基 大林义昭 峯启治

平井诚作 条边文彦 田中智之

[56] 参考文献

US5928421 A 1999. 7. 27

JP8 - 56015A 1996. 2. 27

JP2001 - 044124 A 2001. 2. 16

US2002/031851 A1 2002. 3. 14

审查员 吴 云

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 周承泽

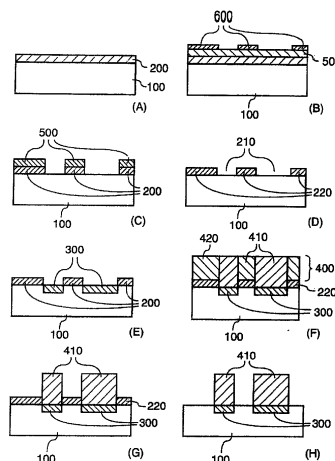
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

局部存在有单晶氮化镓的基底及其制备方法

[57] 摘要

本发明提供适用于制造电子 - 光学联合器件的单晶氮化镓局域化基底, 所述联合器件中电子器件和光学器件混合装在同一硅基底上。在硅基底 100 上局部存在有单晶氮化镓 410 生长的区域, 其形成是在硅基底 100 上形成碳化硅 200, 再在此碳化硅 200 上局部生成单晶氮化镓 410。在生成所述单晶氮化镓 410 过程中氮化硅 220 用作掩模。



1. 一种制备局部存在有单晶氮化镓的基底的方法，包括如下步骤：  
在单晶硅基底的表面上生长氮化硅，所述单晶硅具有取向晶面（111）；  
将光刻胶施加在所述氮化硅上；  
将光掩模叠在所述光刻胶上并使光刻胶显影；  
使用光刻胶作为掩模腐蚀除去所述氮化硅；  
剥离所述显影的光刻胶；  
将所述单晶硅基底的表面的区域碳化为单晶碳化硅，所述区域不含氮化硅；  
在所述氮化硅和单晶碳化硅上生长氮化镓；以及  
湿浸所述氮化镓，以在所述单晶碳化硅的表面上留下具有取向晶面（0001）的氮化镓，除去所述氮化硅的表面的多晶氮化镓，并腐蚀除去所述单晶硅基底的表面上的剩余的氮化硅。

2. 一种制备局部存在有单晶氮化镓的基底的方法，包括如下步骤：  
在单晶硅基底的表面上生长氧化硅，所述单晶硅具有取向晶面（111）；  
将光刻胶施加在所述氧化硅上；  
将光掩模叠在所述光刻胶上并使光刻胶显影；  
使用光刻胶作为掩模腐蚀除去所述氧化硅；  
剥离所述显影的光刻胶；  
将所述单晶硅基底的表面的区域碳化为单晶碳化硅，所述区域不含氧化硅；  
在所述氧化硅和单晶碳化硅上生长氮化镓；以及  
湿浸所述氮化镓，以在所述单晶碳化硅的表面上留下具有取向晶面（0001）的氮化镓，除去所述氧化硅的表面的多晶氮化镓，并腐蚀除去所述单晶硅基底的表面上的剩余的氧化硅。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的制备局部存在有单晶氮化镓的基底的方法，其特征在于，所述单晶硅基底包括 SOI 基底。

4. 一种局部存在有单晶氮化镓的基底，它是用权利要求 1 或 2 的方法制备的，其中，所述单晶硅基底是 SOI 基底，所述 SOI 基底包括：

一个用电子器件形成的区域；以及

另一个局部存在的、用光学器件形成的区域，该区域包括：

一层单晶碳化硅层，它是通过碳化所述 SOI 基底表面的相应区域而局部

改变的；以及

一层生长在所述单晶碳化硅层上的单晶氮化镓。

## 局部存在有单晶氮化镓的基底及其制备方法

### 技术领域

本发明涉及局部存在有单晶氮化镓的基底，在其单晶硅基底上包括局部生长有单晶氮化镓的区域，以及所述基底的制造方法。

### 技术背景

氮化镓(GaN)已经一般用作蓝光发光元件如LED(发光二极管)和激光二极管的材料。通常，蓝宝石主要用作基底，而氮化镓通过MOCVD方法生长在其上面。

通常，电子器件如LSI形成在硅基底上。信号的输入/输出由一些电极进行，这些电极位于管壳的周面上或以阵列形式位于管壳的背面上。

### 发明内容

当前，由电子器件处理的数据量和因此需要的处理能力一直在增加，对更宽的带宽和电子器件上的信号传输更快速度的需求也一直在增加。但是，问题是由于金属导线及传输线之间的寄生电容引起电子器件之间的信号延迟。因此，在目前情况下，性能提高的限制开始出现。

对于上述的问题的解决，提出了下列方法：把电子器件和光学器件一起粘结在同一基底上来联合这两种器件的方法；用光学器件连接许多电子器件的方法，以及类似方法。但是，前一个方法具有下述问题，由于所粘结的电子器件和光学器件之间的电连接不可避免地会出现信号延迟，而后一方法的问题是难以减小光学器件的尺寸等。

本发明就是鉴于上述情况下产生的，旨在提供局部存在有单晶氮化镓的基底和其制造方法，所述方法适合制造电子光学联合器件，所述器件中电子器件和光学器件混合装在同一硅基底上。

本发明的局部存在有单晶氮化镓的基底在单晶硅基底上具有生长了单晶氮化镓的局部区域。

另外，本发明的局部存在有单晶氮化镓的基底的制造方法，包括在单晶硅

基底上形成碳化硅的步骤和在上述碳化硅上局部形成单晶的氮化镓的步骤，并且使用氮化硅或氧化硅作为形成上述单晶氮化镓的掩模。

#### 附图说明

图 1 是显示制备本发明的实施例 1 的单晶氮化镓局域化基底的方法的步骤简图。

图 2 是显示制备本发明的实施例 2 的单晶氮化镓局域化基底的方法的步骤简图。

图中数字表示的部分：

- 100 硅基底
- 200 氮化硅
- 300 碳化硅
- 400 氮化镓
- 500 光刻胶
- 600 光掩胶
- 700 氧化硅

#### 具体实施方式

图 1 是制备本发明的实施例 1 的单晶氮化镓局域化基底的方法的步骤简图，图 2 是制备本发明的实施例 2 的单晶氮化镓局域化基底的方法的步骤简图。

第一，本发明实施例 1 的单晶氮化镓局域化基底按如下方法制备。

首先，作为薄膜的氮化硅( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )200 通过 CVD 方法在整个具有取向晶面(111)的硅基底 100 上生长薄膜(参见图 1(A))。这个氮化硅 200 作为生长氮化镓 400 的掩模。即是说，氮化镓 400 在所形成的氮化硅 200 表面的一部分上是不生长(因而不会有)的。

接下来，将光刻胶 500 施加上去，其上面叠有光掩膜 600，对应于氮化硅 200 上不希望生成氮化镓 400 的地方，掩模图案通过石印平版印刷技术转移之(参见图 1(B))。

没有光刻胶 500 部分的氮化硅 200 使用经显影的光刻胶 500 作为掩模通过腐蚀除去(参见图 1(C))。将显影过的光刻胶 500 剥离下来，露出没有氮化硅 200 的部分 210 和岛形的氮化硅岛 220(参见图 1(D))。需要指出的是，作为初

始材料的硅基底 100 的表面露出在没有氮化硅 200 的部分 210。

随后，将没有氮化硅 200 的部分 210 的基底硅改变为立方单晶碳化硅 300(参见图 1(E))。此改变成的单晶碳化硅 300 的取向晶面为(111)，和作为初始材料的硅基底 100 相同。

改变硅成为单晶型碳化硅 300，是将硅基底 100 放置到成膜室中，加热成膜室中气氛的温度至 1200℃到 1405℃，同时流动通入氢气和烃基气体，所述烃基气体占以氢气作为载气的体积百分数为 1—5%。同时，成膜室内部设置在大气压力下。需要指出，烃基气体可包括丙烷、甲烷、乙烯、丁烷等气体，丙烷气体和甲烷和乙烯气体相比，在碳含量高上最佳，而目前成本也最低。

随后，通过 MOCVD 方法在硅基底 100 的整个表面上外延生长氮化镓 400(参见图 1(F))。此生长着的氮化镓 400 的取向晶面为(0001)。在上述的单晶碳化硅 300 表面上生长的氮化镓 410 和在氮化硅岛 220 表面上生长的氮化镓 420 之间有结晶性上的差异。在单晶碳化硅 300 表面上生成的氮化镓 410 比其他情况具有更为配合的结晶性。这是由于单晶碳化硅 300 的(111)面和氮化镓 410 的(0001)面的晶格常数很接近。而在氮化硅岛 220 表面上生长的氮化镓 420 却是多晶的，因此就包含了大量的晶体缺陷并具有化学不稳定的结构。

上述的氮化硅岛 220 是提供在不要生长氮化镓 400 的地方。这样就必须去除这些氮化硅岛 220 上的氮化镓 420。

氮化镓 420 的去除用下述方法实现。例如，氢氧化钾被用作腐蚀液，将整个样品浸在其中。此腐蚀液也能够溶解在单晶型碳化硅上生长的氮化镓 410；但是在氮化硅岛 220 上生长的氮化镓 420 是化学不稳定的，所以其腐蚀速度高于氮化镓 410，因此在氮化硅岛 220 上生长的氮化镓 420 受到选择性的腐蚀。这样，不需要的氮化镓 420 可以按希望地选择性去除掉(参见图 1(G))。

接下来，去除了不需要的氮化镓 420 后保留在表面上的氮化硅岛 220，用加热的磷酸也腐蚀掉，得到局部存在有单晶氮化镓的基底，在其上面单晶氮化镓 410 是局部存在的(参见图 1(H))。

第二，根据本发明的实施例 2 的单晶氮化镓局域化基底的制备方法将结合图 2 进行叙述。

此制造方法如下。为薄膜生成，具有取向晶面(111)的硅基底 100 表面，先进行热氧化形成氧化硅( $\text{SiO}_2$ )薄膜 700(参见图 2(A))。此氧化硅薄膜 700 在生成氮化镓 400 过程中作为掩模。即是说，氮化镓 400 在所生成的氧化硅 700

表面的一部分上不生成(因而不会有)。

接着,将光刻胶 500 用于施加上去,其上面叠有光掩模 600,对应于氧化硅 700 上不希望生成氮化镓 400 的部分,掩模图案通过石印平版印刷技术转移之(参见图 2(B))。

没有光刻胶 500 部分的氧化硅 700 使用经显影的光刻胶 500 作为掩模通过腐蚀除去(参见图 2(C))。将显影过的光刻胶 500 剥离下来,露出没有氧化硅 700 的部分 710 和岛形的氧化硅岛 720(参见图 2(D))。需要指出,作为初始材料的硅基底 100 的表面露出在没有氧化硅 700 的部分 710。

随后,将在没有氧化硅 700 的部分的露出的硅基底 100 的硅按上述实施例 1 中使用的相同方法,改变为立方单晶碳化硅 300(参见图 2(E))。即将硅基底 100 放置到成膜室中,加热成膜室内的气体温度至 1200°C 到 1405°C,同时流入氢气和烃基气体如丙烷、甲烷、乙烯、丁烷气体,所述烃基气体占以氢气为载气的体积百分数为 1—5%。此时,成膜室的内部设置在大气压力下。

此改变成的单晶碳化硅 300 的取向晶面也是(111),和初始的硅基底 100 相同。

随后,通过 MOCVD 方法在硅基底 100 的整个表面上外延生长氮化镓 400(参见图 2(F))。此生长着的氮化镓 400 的取向晶面为(0001)。在上述的单晶碳化硅 300 表面上生长的氮化镓 410 和在氧化硅岛 720 表面上生长的氮化镓 420 之间有结晶性上的差异。在单晶碳化硅 300 表面上生长的氮化镓 410 比其他情况具有更为适合的结晶性。这是由于单晶碳化硅 300 的(111)面和氮化镓 410 的(0001)面的晶格常数很接近。而在氧化硅岛 720 表面上生长的氮化镓 420 却是多晶的,因此就包含了大量的晶体缺陷并具有化学不稳定的结构。

上述的氧化硅岛 720 是提供在不要生长氮化镓 400 的地方。这样就必须去除这些氧化硅岛 720 上的氮化镓 420。

氮化镓 420 的去除用下述方法实现。例如,氢氧化钾被用作腐蚀液,将整个样品浸在其中。此腐蚀液也能够溶解在单晶型碳化硅 300 上生长的氮化镓 410;但是在氧化硅岛 720 上生长的氮化镓 420 是化学不稳定的,所以其腐蚀速度高于氮化镓 410,因此在氧化硅岛 720 上生长的氮化镓 420 受到选择性的腐蚀。这样,不需要的氮化镓 420 可以按希望地选择性去除掉。

接下来,保留在表面上的氧化硅岛 720,用加热的氢氟酸基腐蚀液(参看图 2(G))也腐蚀掉,得到局部存在有单晶氮化镓局部存在的基底,在其上面单晶氮

化镓 410 是局部存在的(参见图 2(H))。

需要指出;在上述实施例 1 和 2 中,硅基底 100 被用作初始材料,局部存在有单晶氮化镓的基底也可以使用相同方法使用 SOI 基底代替硅基底来制得。

本发明的单晶氮化镓局域化基底,在单晶硅的基底上具有在其上面生长了单晶氮化镓的部分。

这样的单晶氮化镓局域化基底,与由传统的将电子器件和光学器件粘结在一起的方法制得的相比,可以不引起信号的延迟,因为是在该基底上形成光学器件如 LED 和激光二极管以及电子器件,而该基底上面分别有形成单晶氮化镓的部分,有未形成单晶氮化镓的部分。同时,此局部存在有单晶氮化镓的基底可以解决在用光学器件连接电子器件的方法中引起的减小光学器件尺寸的问题。

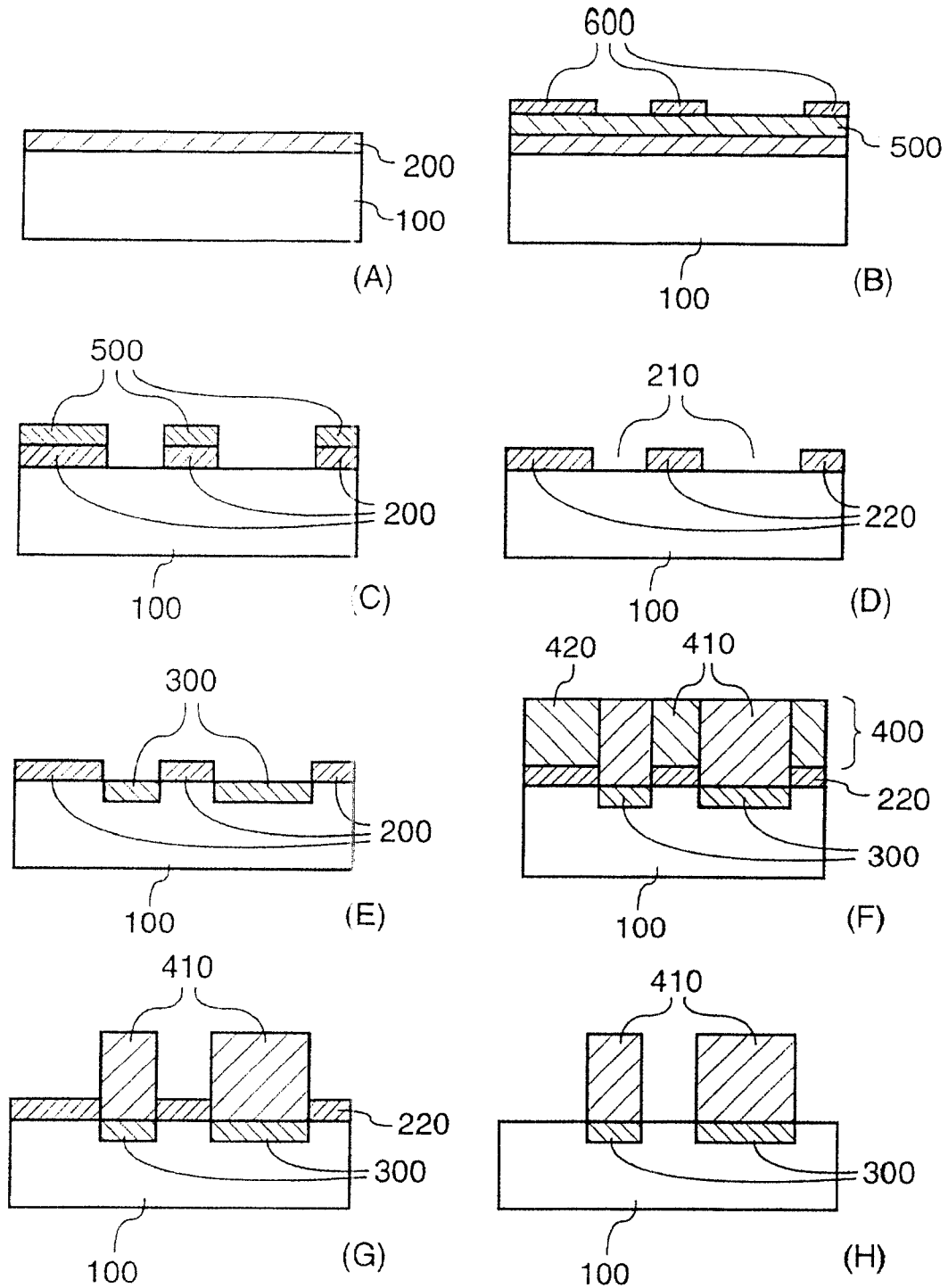


图 1

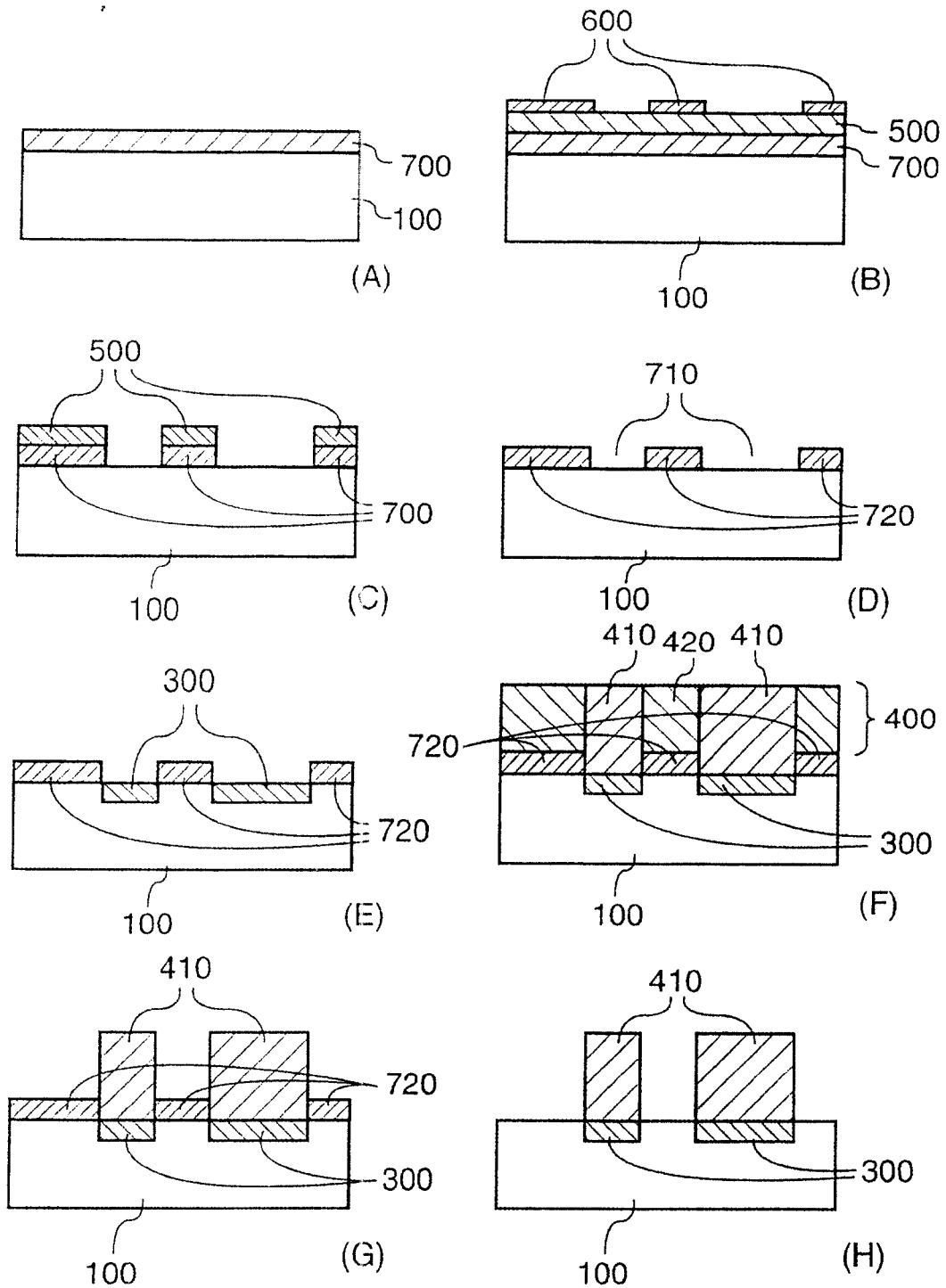


图 2