

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H01L 21/324

H01L 21/477



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95119630.8

[45] 授权公告日 2004 年 3 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1143369C

[22] 申请日 1995. 11. 17 [21] 申请号 95119630.8

[30] 优先权

[32] 1994. 11. 18 [33] JP [31] 309826/1994

[71] 专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

共同专利权人 夏普公司

[72] 发明人 香西孝真 张宏勇 宫永昭治

审查员 沈 丽

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

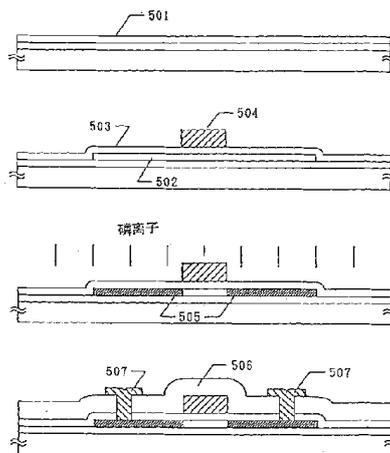
代理人 吴增勇 张志醒

权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 5 页

[54] 发明名称 用激光处理半导体器件的方法

[57] 摘要

用激光处理半导体器件的方法。进行两步独立的激光结晶步骤。先在真空中用稍弱激光进行激光辐照，然后在真空中，在大气或氧气气氛下用较强激光进行另一激光辐照步骤，在真空中所进行的第一步激光辐照不能导致至满意的结晶。然而，该辐照能抑制皱脊的产生。在真空，大气或氧气环境中的第二步激光辐照获得满意的结晶，而且不产生皱脊。



ISSN 1008-4274

1.一种用激光处理半导体器件的方法，包括：

第一步，在等于或低于 100Pa 的压力下用激光辐照所述器件；和

第二步，在第一步之后再激光辐照所述器件，

其中，在第一步中辐照激光的扫描方向垂直于在第二步中辐照激光的扫描方向；和

在第二步中用的激光辐射的能量密度高于第一步中用的激光辐照的能量密度。

2. 一种用激光处理半导体器件的方法，包括：

第一步，在等于或低于 100Pa 的压力下用激光辐照所述器件；和

第二步，在第一步之后，在氧气环境下或在空气中，再用激光辐照所述器件，

其中，用于第二步中的激光能量密度高于用于第一步中的激光能量密度。

3. 如权利要求 2 所述的用激光处理半导体器件的方法，其特征在于，在第一步中辐照激光的方向垂直于在第二步中辐照激光的方向。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的用激光处理半导体器件的方法，其特征在于，用于第一步的腔室不同于用于第二步的腔室。

5. 如权利要求 1 所述的用激光处理半导体器件的方法，其特征在于，所述在第二步中用激光辐照所述器件是在氧气环境下或在空气中进行的。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述第一步中辐照的激光和所述第二步中辐照的激光都是线性激光。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，用于第二步中的激

光能量密度高于用于第一步中的激光能量密度。

8. 如权利要求 1、2 或 5 所述的方法，其特征在于，所述第一步是在降低了压力的条件下进行的。

9. 如权利要求 1、2 或 5 所述的方法，其特征在于，所述第一步和第二步都是在室温至 550℃ 温度下进行的。

10. 如权利要求 1、2 或 5 所述的方法，其特征在于，所述第二步是在氧气环境下并在降低了压力的条件下进行的。

11. 一种制造半导体器件的方法，包括以下步骤：

从一个激光振荡器发射激光；

将所述激光分成两束激光；

使两束激光中的一束穿过第一光学系统；

使两束激光中的另一束穿过第二光学系统；

在两束激光中的所述一束穿过第一光学系统之后，使其在等于或低于 100Pa 的压力下辐照半导体膜；和

在两束激光中的所述另一束穿过第二光学系统之后，使其辐照所述半导体膜，

其中用两束激光中的所述一束的辐照改善所述半导体膜的结晶性；

其中用两束激光中的所述另一束的辐照改善所述半导体膜的结晶性；和

其中两束激光中的所述另一束的能量密度高于两束激光中的所述一束的能量密度。

12. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，在第一腔室中，使两束激光中的所述一束激光辐照所述半导体膜；和在第二腔室中，使两束激光中的所述另一束激光辐照所述半导体膜。

13. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，在真空的第一腔

室中，使两束激光中的所述一束激光辐照所述半导体膜；和在有空气的第二腔室中，使两束激光中的所述另一束激光辐照所述半导体膜。

14. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，还包括在辐照两束激光中的所述一束和另一束之间，使所述半导体膜作直角旋转。

15. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述辐照两束激光中的所述一束和所述另一束是在建造成为一个单元的激光系统中进行的。

16. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述辐照两束激光中的所述一束和所述另一束是在与等离子体辅助化学蒸镀机、离子植入机、热处理机至少之一相组合以构成一个多-室系统的激光系统中进行的。

17. 如权利要求 12 或 13 所述的方法，其特征在于，所述第一腔室和所述第二腔室建造成为一个单元。

18. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述第一腔室和所述第二腔室与等离子体辅助化学蒸镀机、离子植入机、热处理机至少之一相组合以构成一个多-室系统。

19. 如权利要求 11、12 或 13 所述的方法，其特征在于，所述两束激光成线性激光辐照所述半导体膜。

20. 如权利要求 11、12 或 13 所述的方法，其特征在于，所述从激光振荡器发射的激光是 KrF 准分子激光。

21. 如权利要求 11、12 或 13 所述的方法，其特征在于，所述从激光振荡器发射的激光是 XeCl 准分子激光。

22. 如权利要求 11、12 或 13 所述的方法，其特征在于，所述半导体膜含有硅。

## 用激光处理半导体器件的方法

### 技术领域

本发明涉及在制造半导体器件中的激光器的光辐照工序(所谓激光退火),更具体地说,本发明涉及通过激光辐照改进半导体材料结晶性(crystallinity)的方法,该材料总体或部分地由非晶组分或一种基本为本征多晶半导体材料组成。

### 背景技术

最近几年,人们已对较低温半导体器件工艺进行了认真研究,这主要因为有必要在象玻璃制成的绝缘衬底上形成半导体器件。此外,有对器件小型化的需求。还有围绕多电平(multilevel)器件的需求。

在半导体工艺中,可能或是必须将包含在半导体材料中的非晶半导体材料晶体化。而且,可能必需恢复由离子轰击所破坏的半导体材料的结晶性。此外,还可能必需增强晶体材料的结晶性。为这些目的,人们已提出激光辐照技术(也称为激光退火)。就激光辐照方面,人们已提出两种主要方法。

第一种方法采用氩离子激光器之类的 CW 激光器。该方法由用点状的光束辐照半导体材料组成。尤其利用束内能量分布变化和束的移动。将半导体材料熔化,然后使其慢慢固化。这样使半导体材料结晶。

该方法有一问题是生产率低,因为以斑点形状的激光是以适于晶体生长的速度扫描的。

第二种方法是用诸如准分子激光器之类的脉冲激光。在这种方法中,半导体材料受到大面积高能量脉冲激光器辐射能的辐照以瞬间熔融该材料。然后,该材料被固化。照这样该半导体材料被结晶。该方

法有极好的生产率，该激光束点大。本方法所采用的准分子激光器包括产生 248nm 波长的 KrF 准分子激光器，产生 308nm 波长的 XeCl 准分子激光器，产生 353nm 波长的 XeF 准分子激光器。和产生 193nm 波长的 ArF 准分子激光器。这些激光器产生高能量脉冲。此外，将供应的电功率转换成激光的效率很高。

然而，由脉冲激光引起的融熔和固化过程发生在激光束点范围内的每一处。因此，晶体生长没有方向性从而随机地产生晶粒边界。晶体间的应变导致薄膜的不规则的突起-这些也称之为脊(ridges)。不平度达到膜厚的 0.5 至 2 倍。在使用脉冲激光器的激光辐照期间，这种现象是不可避免的。另一方面，用 CW 激光器时在融熔和固化过程期间，应变松弛(relaxation)发生故要付出足够的空间和时间，结果观察不到诸如脊之类的随机的薄膜突起。

脊突程度多半取决于半导体膜的结晶状态。特别是，经固-相外延结晶的半导体层受激光辐照往往产生比非晶态材料受激光辐照情况下产生的脊要大。这与脊的高度(不平程度)取决于晶体大小这样一个事实有关。也就是说，若结晶膜通过固-相外延达到某种程度的大小再受激光辐照时，则产生较大的晶体。

另一方面，用激光辐照非晶态膜得到的晶体在尺寸上较小，因而脊变得较平坦。若通过添加一种用于促进非晶硅结晶的，例如镍之类的元素而结晶成的多晶硅膜而受激光辐照时，则获得较大的晶体。因此，产生较大的皱脊。

特别当这类脊产生在位于 TFT 之类绝缘栅器件的栅极下面的半导体膜的表面上时。则电场便集中在这些脊的突起部分内。而且使皱脊部分的绝缘栅薄膜变薄。因此产生漏电流。再者，可能发生电介质击穿。结果，使该类薄膜晶体管的性能和可靠性下降。

发明内容

本发明即为解决上述这些问题而问世。在本发明中实施两个独立的激光结晶步骤，第一激光辐照步骤的能量密度被设定在低于第二激光辐照步骤的能量密度。第一激光辐照步骤在低于 100pa，最好低于 1pa 的真空度下进行。因此脊的产生受到抑制。第二激光辐照步骤或可在真空中或可在空气下进行。

本发明的特点在于激光辐照是在真空中完成的。人们知道通过设置这一制造步骤能抑制皱脊。但并不知晓其机理。第一和第二激光辐照的能量密度视乎要结晶的半导体材料和所用的激光辐照度而不同。最好，第二激光辐照的能量密度是第一激光辐照能量密度的 1.3 倍以上。更可取：前者的能量密度是后者的能量密度的 1.5 倍以上。

例如，将波长为 248nm 的 KrF 准分子激光器的光用于非晶硅膜时，第一激光辐照的能量密度最好为 150 至 250  $\text{mJ}/\text{cm}^2$ 。而第二激光辐照的能量密度可取 250 至 400  $\text{mJ}/\text{cm}^2$ 。采用除 KrF 准分子激光器以外的激光器时可获得同样结果。例如，在用产生 308 nm 波长的 XeCl 准分子激光器发射基本相同范围的能量密度时，获得类似结果。在执行第一和第二激光辐照步骤期间，基片温度可取室温至 550 $^{\circ}\text{C}$ ，更可取 150 $^{\circ}\text{C}$  至 550 $^{\circ}\text{C}$ 。特别当提升基片温度时，往往会减轻晶体缺陷。

第二激光辐照可在真空中或氧气气氛中进行。在考虑生产率的情况下，该两步激光辐照最好均在同一室内真空下进行。特别是，在该真空室内，可易于加热基片。当在某种压力的环境中加热基片时，必须考虑气体的对流影响。在大于 100pa 环境条件下将基片加热至 350 $^{\circ}\text{C}$  时，该情况等同于整个真空室内被加热。因此该系统是庞大的。

另一方面，在空气或氧气环境条件下实施加热可获得种种优点。这样，存在于晶粒边界上的许多悬空键被终止。结果，获得了一种即使在大电场下也呈现改善的特性而且特性不易恶化的半导体材料。若将这种半导体材料用于薄膜晶体管之类的绝缘栅器件时，该材料有助

于诸特性和可靠性的改善。

在空气或氧气环境下实施第二激光辐照步骤情况下，若使用同一室，则在第一激光辐照步骤之后由于引入气体而改变了基片温度。该系统必须等待直到基片温度回到预定值。则有必要在这方面改善生产率。这点可利用配置图 4(A)所示的多-室系统的激光热处理系统加以解决。

图 4(A)所示多-室系统具有一个仅用于真空的室和一个仅用于 O<sub>2</sub> 的 O<sub>2</sub> 室。将基片置于应有位置的放入/取出腔室是通过该多-室系统中的一个自动传输系统移动的。首先，将基片移入预置腔室，然后将其抽真空。再将基片移入腔室 1。在腔室 1 内进行第一激光辐照。再将该基片传送到装有适当压力的氧气的预置腔室。然后将基片移入作为氧气环境被保持的腔室 2。在腔室 2 中，实施第二激光辐照。此后，将基片经由预置腔室返回至收入(take in)/取出腔室。于是完成了一系列激光辐照步骤。至此所作说明涉及对单片基片的移动。若将基片总是放置于预置腔室内和腔室 1 和 2 中，则可节省等待时间。也能提高生产率。

由于该操作系列是按这样在腔室内实现的，故抽真空工作主要仅在预置腔室内进行。在该法中通过使用两个腔室便能分别单独设置第一和第二激光辐照步骤中所用基片温度。例如，第一激光辐照可在 550℃ 基片温度下进行，而第二激光辐照可在 200℃ 基片温度下进行。由于第一激光辐照是在真空条件下进行，故易于将基片温度提升至 350℃ 或更高。若企图如上述在同一腔内设定第一和第二步骤所用温度，则要到基片温度稳定需要相当多时间。因此，生产率降低了。

关于激光光源，可用两个独立的激光器和镜片(用于将高斯分布的激光转换成矩形或其他必要条件的分布的仪器)。然而，如图 4 所示，由一个激光器发出的激光束可通过束分离器被分成两束。这两束

光可通过其各自镜片被引入到腔室。这样可将激光器安装投资减半。由于第一激光辐照能量小于第二激光辐照能量，故在分离光束时考虑到这一事实。也就是说，使引入镜片 1 的激光能量小于引入镜片 2 的激光能量。

在本发明中，激光束的形状可为方形。然而若寻求较高生产率，可使该光成形为长过基片一侧的线性束。特别在方形束情况下，当扫描基片时，必须在垂直和水平两维空间移动基片。因此使得用于这种移动的机械装置复杂化。而且作这类移动化费很长时间。一般来说，移动激光源是困难的，故通常的做法是移动基片。在运用方形束时，若如图 4(B)中所示，用激光辐照基片的整个表面时，需要大约是基片面积 4 倍那样大的一个区。因此，增大了腔室的容积。

但是，若使用细长的线性束，则仅需在一维空间内移动基片。用于此目的的机械装置也简单。如图 4(C)中所示，为辐照基片的整个表面。大约为基片面积的两倍那么大的一个区就足够了。特别是，该腔室的体积可为图 4(B)所示体积的一半。

在用线性光束情况下，若从第一方向发射第一和第二激光束，则往往会在一个方向上发生岛样非均匀性。通过使基片作基本成直角的旋转，即，第一激光基本垂直于第二激光获得较少薄膜质量不均匀性的优良质量的半导体材料。

根据本发明获得的结晶半导体材料在薄膜表面上几乎没有脊。这对薄膜晶体管(TFT)的有源层是有用的，因在薄膜晶体管中同绝缘栅膜的界面状态是至关重要的。就具有薄至大约 300 至 1200 Å 的绝缘栅膜的 TFT 而言，脊是可同绝缘栅膜相比拟的。栅极漏泄会导至生产量显著下降和性能恶化。本发明使抑制脊凸成为可能。从而能基本解决这些问题。

附图说明

- 图 1 是激光处理方法的几个实例图(例 1 和 2);  
图 2 是表示激光处理的实例(例 3 和 4)的示意图;  
图 3 是用于这些实例的激光热处理系统的一个概念性示意图;  
图 4 是具有多-腔室系统的一个激光热处理系统的概念性示意图;  
图 5 是表示用于制造实例 3 中的 TFT 的步骤示意图。

#### 具体实施方式

##### [实例 1]

图 3 示出用于本例中的一个激光热处理系统的概念性示意图。激光是由振荡器 32 产生的。使激光通过全(totally)反射镜 35 和 36 并经由放大器 33 放大。然后光通过全反射镜 37 和 38 并被导入到镜片 34。直至这点,该激光束均为测值约  $30 \times 90\text{mm}^2$  的矩形。这是通过镜片 34 成形为具有长 100 至 300mm 和宽为 1 至 3mm 的长光束。通过镜片的激光的最大能量是 3 J/shot。为使激光辐照能在真空或诸如氧之类的气体环境下进行,在腔室 42 内安装了样品台(stage)和驱动器 40。为使激光能从外侧进入腔室 42,整个腔室由石英制成以防吸收激光。另一可选方案是:引入激光的那部分腔室是由石英制成。真空系统和氧气引入系统(均未示出)被连接。

利用成形成这种细长状的光束已显著改善了激光处理的生产率。也就是说,条形激光束从镜片 34 出来之后经由全反射镜 39 撞击样品 41。由于光束的宽度基本上与样品宽度为相同数量级或比后者宽度要长,故最终要求样品在一个方向上移动。因此,样品台和驱动器 40 的结构简单并能容易地使用。此外,当将样品置于应有位置时,能容易地进行对准操作。要注意的是:这些装置需要在诸如防振座之类的稳定的底座 31 上。

上述激光系统可构成一个部件,也可同诸如等离子体辅助 CVD 薄膜淀积机,离子植入机(或离子渗杂机),热处理机之类的其他机器,

和其他半导体制造机组合构成一多腔室系统。

在本实例中,描述了将薄膜晶体管形成在由玻璃制成的绝缘基片上的情况。一般来说,用于制造薄膜晶体管的低温处理大致如下:

(1) 在一玻璃基片上形成充当缓冲薄膜的硅氧化膜和形成非晶硅膜,和/或将诸如乙酸镍之类的促进结晶剂涂敷到该非晶硅膜上。

(2) 非晶硅膜通过固-相外延的结晶。

(3) 对结晶硅膜的激光处理以改善结晶性。

(4) 将硅膜蚀刻成硅岛区。

(5) 形成绝缘栅膜(硅氧化物)。

(6) 形成栅极。

(7) 植入诸如磷和硼之类的掺杂元素,以形成源/漏区。

(8) 该植入的杂质经由激光辐照激活。

(9) 形成层间绝缘物。

(10)在源/漏区上形成电极。

本实例和以下实例 2,3 和 4 均涉及(3)所进行的激光辐照,以进一步增强在上述制造步骤中的多晶硅膜的结晶性。

图 1 示出本实例的激光处理步骤。在本例中,使非晶硅膜能在 600°C 环境中维持 24 小时,以使多晶硅膜结晶。

如图 1(A)所示,激光束 11 之大足以照射基片 12 (150mm × 200mm)的一侧。例如,该束为宽 1mm 和长 300mm 的线性状。采用产生波长为 248 mm 的 KrF 准分子激光器作为激光器。该激光器的重复频率为 100Hz。该激光器的光能量密度为 200mJ/cm<sup>2</sup>(图 1(A))。

首先将基片放在腔室 42 内的驱动器 40 上。将腔室 42 抽真空至 1pa。将基片加热至 450°C。在此情况下,进行第一激光辐照步骤。如图 1(B)所示,以使激光击中基片的方式移动基片。

在移动基片的同时用激光辐照基片。此时,激光的扫描速度被设

定为 10mm/s。激光束每秒被移动 10mm。在此时间间隔内, 激光器产生了 100shot 的脉冲。接着激光每 shot 移动 0.1mm。由于激光束宽 1mm, 每个位置大约发射 10shot 的激光。这样, 激光下行扫描到基片的较下端。整个基片被激光照射(图 1(C))。

接着, 实现第二激光辐照步骤。在此步骤, 将基片温度设定至 200°C 然后将大气引入腔室 42。该步骤在大气范围内执行。这些步骤的顺序与图 1(A)-(C) 所示第一过程各步骤的顺序相同。

如图 1(B)所示, 以使激光照射在基片上这种方式移动基片。此时, 将基片温度调定到 300°C。以与第一过程相同方式, 用 KrF 准分子激光器。除了能量密度为 300 mJ/cm<sup>2</sup> 之外, 这些条件类似于第一过程的情况。

然后, 用激光辐照的同时移动基片。此时, 将激光器的扫描速度设定到 10mm/s。这样, 将激光往下扫描至基片较下端。使整个基片受激光辐照。

正如在先有技术中那样在一片仅在大气中受激光辐照而结晶的硅膜上观测到大约  $5 \times 10^6$  脊/mm<sup>2</sup>。在本例中, 作为上述制造步骤的结果, 几乎无脊凸可测出。作为在大气中进行的第二激光辐照的一个结果, 硅膜范围内的悬空键被氧气所隐匿。用这种硅膜制造的半导体器件表现了良好的性能。获得高度可靠的器件。

#### [实例 2]

不象实例 1, 本实例涉及对在步骤(2)中经受了激光低温, 短时间, 固-相外延的结晶硅膜进行辐照。为此目的, 在制造薄膜晶体管过程的步骤(1) 中将镍引入以促进非晶硅膜的结晶。

图 1 示出本实例的激光处理步骤。在本例中, 如图 1(A), 激光束 11 足够大, 足以照射基片 12(150mm\*200mm)的一侧。例如, 光束是线性

形式具有2mm宽,180mm长。作为激光器,使用产生波长为308nm的XeCl准分子激光器。激光器的重复频率是100Hz。激光的能量密度为200 mJ/cm<sup>2</sup>(图1(A))。

首先,在真空中进行第一激光辐照。以如实例1的相同方式,将基片安装在图3所示的腔室42内的驱动器40上。腔室42被抽空至0.1pa。基片被加热至200℃。如图1(B)所示,以如此方式移动基片致使激光击中基片(图1(B))。

在移动基片的同时用激光照射基片。此时,激光扫描速度设定至10mm/s。结果,将激光束每投射一次(shot)移动0.1mm。由于光束宽为2mm,故每一位置发射大约20shots的激光。这样激光被往下扫描至基片较下端。整个基片被激光照射(图1(C))。

此后,在同一腔室内进行第二激光辐照。该基片温度被维持在200℃同时将1 atm氧气引入腔室42。

以同第一过程相同方式,使用XeCl准分子激光器。除了能量密度为300mJ/cm<sup>2</sup>以外,这些条件类似于第一过程的条件。以使激光能照射到基片的方式移动基片(图1(B))。

在移动基片的同时用激光照射基片。此时,激光扫描速度设定至10mm/s。结果,每一位置发射大约20shots的激光。这样激光被往下扫描至基片较下端。整个基片被激光照射(图1(C))。

通过至此所述的两步骤获得了结晶硅膜。用先有技术经受引入镍的固-相外延的结晶硅膜经由激光结晶时,产生大量的脊凸。每mm<sup>2</sup>约产生1至5×10<sup>8</sup>个脊。然而在本例中,几乎未观测到脊。在大气气氛下进行激光辐照期间,该硅膜内的悬空键被氧气包埋从而用该硅膜制成的半导体器件表现良好的性能。

### [实例3]

图 2 示出本实例的激光处理步骤。在本例中,在第一和第二激光辐照步骤期间作直角旋转以进一步改善在以实例 2 相同方式接着加镍固-相外延的激光结晶期间的薄膜一致性质量。使第一光束基本垂直第二光束。利用以这种方式用激光辐照的结晶硅膜,制造 N 沟道 TFT。在本例中,激光束 21 足够大,足以辐照基片 22(100mm × 200mm)的一侧。例如,该光束是 1mm 宽和 250mm 长的线状。作为激光器,采用产生 353nm 波长的 XeF 准分子激光器。激光器的重复频率是 100Hz。激光的能量密度设定为 150mJ/cm<sup>2</sup>(图 2(A))。

首先,在真空室内放置基片。将该室抽空至 1pa。将基片加热至 550℃。在此条件下,执行第一激光辐照步骤。如图 2(B)所示,以使激光射到基片的方式移动基片(图 2(B))。

移动基片的同时用激光照射基片。此时,激光的扫描速度设定至 10mm/s。照这样将激光从上往下扫描至该基片的下端。整个基片被激光照射(图 2(C))。

然后将 0.1 atm 氧导入真空腔室。将基片温度降至 200℃。使基片作直角旋转。移动基片以使激光能射到基片上(图 2(D))。

如第一过程相同方式,使用 XeF 准分子激光器,除了能量密度为 300mJ/cm<sup>2</sup> 以外的条件均类似于第一过程的条件。

在移动基片的同时用激光照射基片。此时,将激光的扫描速度设定至 10mm/s。以这种方式使激光扫描至基片的下端。整个基片被激光照射(图 2(E))。

通过上述两步骤获得结晶硅膜。第一激光辐照步骤是在较高的 550℃ 下实现的。使基片作如此直角旋转,以致使第一激光辐照束基本垂直于第二激光辐照束。特别是,可比实例 2 更好地抑制脊的产生。可获得几乎没有薄膜质量非均匀性的优质结晶硅膜。

此后参照图 5 描述用结晶硅膜制造 TFT 的步骤。图 5(A)表示在玻

璃基片上, 经受上述激光处理步骤形成结晶硅膜 501 和缓冲硅氧化膜的方式(图 5(A))。

然后, 将照这样结晶的硅膜 501 融刻成硅膜岛 502。该岛状硅膜 502 将形成以后 TFT 的有源层, 在该硅膜上形成绝缘栅膜 503。在本例中, 有 500 至 1200 Å 例如 1000 Å 厚的硅氧化膜借助等离子体辅助 CVD 形成。过去, 当按这样使绝缘栅膜 503 变薄, 由于脊的影响产生变薄的膜部分或不平部分。产生电场的集中。这引起隧道电流或介质击穿。由于使用本发明减少了脊, 因此, 几乎不会发生这种损害。有源层和绝缘栅膜之间的界面状态影响 TFT 的特性。然而, 几乎不存在脊因而获得极佳的 TFT 特性。

然后, 用溅射法形成厚度为 3000Å 至 3μm, 例如为 6000Å 的铝膜(含 1% Si 的重量或 0.1 至 0.3% 的 Sc 的重量)。接着, 对该铝膜融刻以形成栅极 504(图 5(B))。

用栅极作掩模时, 借助自--对准离子掺杂技术将磷作为杂质植入岛状硅膜。这样, 形成 N 型掺杂区 504。掺杂剂量为  $1 \times 10^{14}$  至  $8 \times 10^{15}$  原子/cm<sup>2</sup>。加速电压是 60 至 90KV。例如, 剂量是  $1 \times 10^{15}$  原子/cm<sup>2</sup>。加速电压是 80KV(图 5(C))。

然后, 用有 248nm 波长和 20ns 脉冲宽度的 KrF 准分子激光器激光的射线辐照掺杂区, 以激活这些掺杂区。此时, 适当的能量密度是 250 至 300mJ/cm<sup>2</sup>。

借助等离子体辅助 CVD 在整个表面上形成厚度为 5000Å 的硅氧化膜, 作为层间绝缘膜 506。蚀刻层间绝缘膜 506 和绝缘栅膜 503, 以在源/漏区中形成接触孔。

然后, 用溅射法形成 3000Å 至 2μm, 例如 5000Å 的铝膜。该铝膜被蚀刻以形成源/漏极 507。照这样, 制成 N 沟道 TFT(图 5(D))。

#### [实例 4]

图 2 示出本实例的激光处理步骤。在本实例中,在第一和第二激光辐照步骤期间使基片作直角旋转,以进一步改善在以实例 3 相同方式接着加镍固-相外延的激光结晶期间的膜的不均匀性质量。第一和第二激光辐照步骤均在真空中实现。在本实例中,激光束 21 是足够大的,足以辐照基片 22(100mm\*200mm)的一侧。例如,该光束是具有 1mm 宽和 250mm 长的线状。作为激光器,采用产生 248nm 波长的 KrF 准分子激光器。激光器的重复频率是 10Hz。激光的能量密度设定为 150mJ/cm<sup>2</sup>(图 2(A))。

首先,将基片置于真空腔室内。将基片加热至 550℃。如图 2(B)所示,以激光照射基片的方式移动基片(图 2(B))。

在移动基片的同时用激光照射基片。此时,激光的扫描速度设为 10mm/s。将激光从上往下地扫描至基片的下端。用激光照射整个基片(图 2(C))。

此后,使基片作直角旋转。基片被如此移动以使激光击中基片。此时,基片温度是 550℃(图 2(D))。

以如第一过程相同方式,采用 KrF 准分子激光器。除了能量密度为 280 mJ/cm<sup>2</sup> 以外的条件均类似于第一过程的条件。整个基片受到激光辐照(图 2(E))。

通过至此所述的两个制造步骤获得结晶硅膜。该两个激光辐照步骤是在相对高的 550℃ 温度下实现的。因此,促进了晶粒边界的减退。最大限度地减小了脊。此外,通过上述温度下的上述激光辐照可大大减小晶粒边界的晶体缺陷。这些效果是可同实例 3 氧气环境下进行的激光辐照所获得效果相比。在实例 3 中,腔室内被保持为氧气环境。因此,基片温度不能提升至 350℃ 以上。在本例中,由于腔室内是真空的,故可将基片温度提升至 550℃。

在激光结晶步骤期间,可借助按本发明的激光辐照技术来抑制在半导体薄膜表面上产生的脊。此外,利用该半导体材料制造的半导体器件性能可得到改进。此外,可避免这些性能的恶化。

在非晶材料经固-相外延结晶之后经按本发明的激光辐照而结晶的薄膜,可大大减小脊凸。这样,本发明具有工业优势。

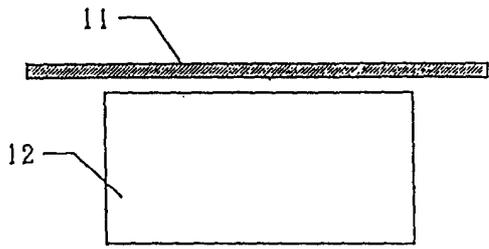


图1(A)



图1(B)

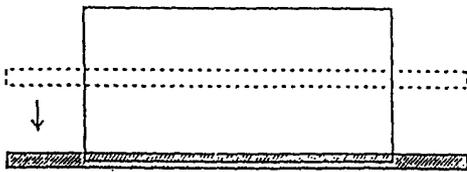


图1(C)

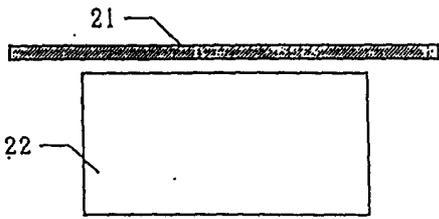


图2(A)

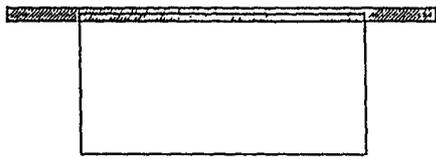


图2(B)

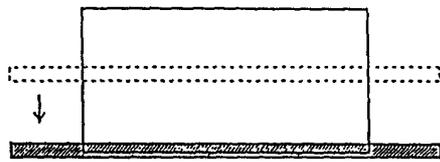


图2(C)

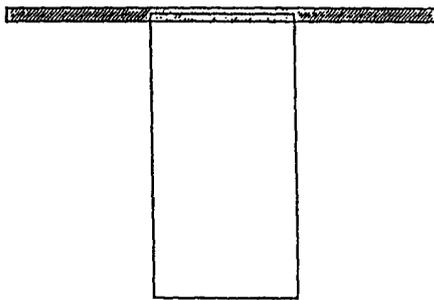


图2(D)

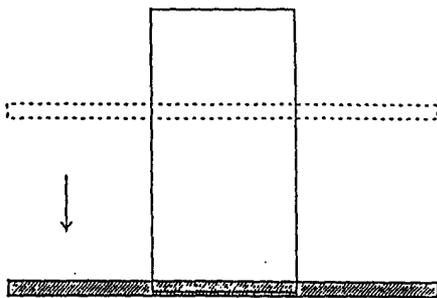
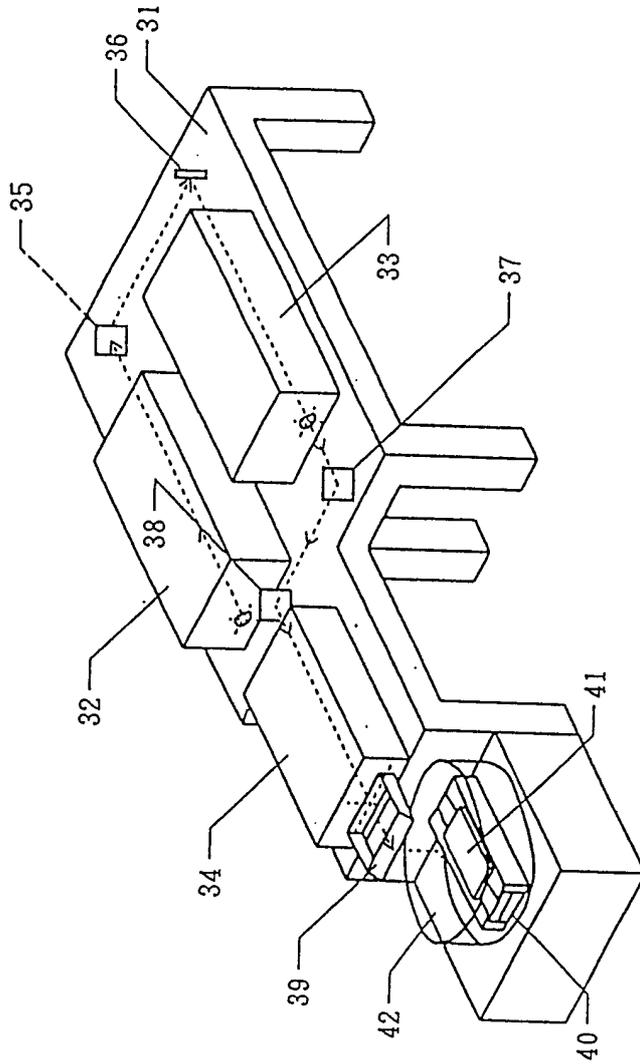
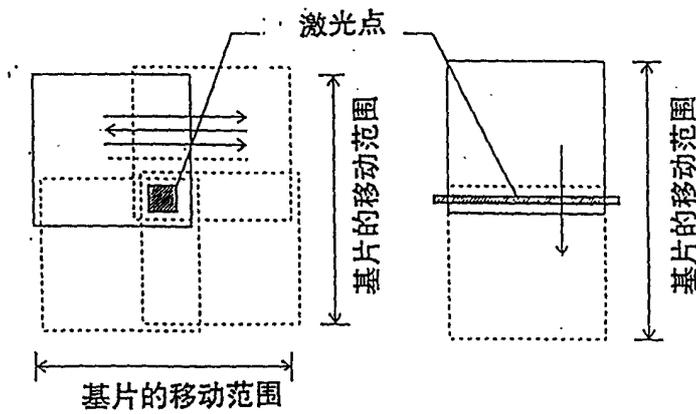
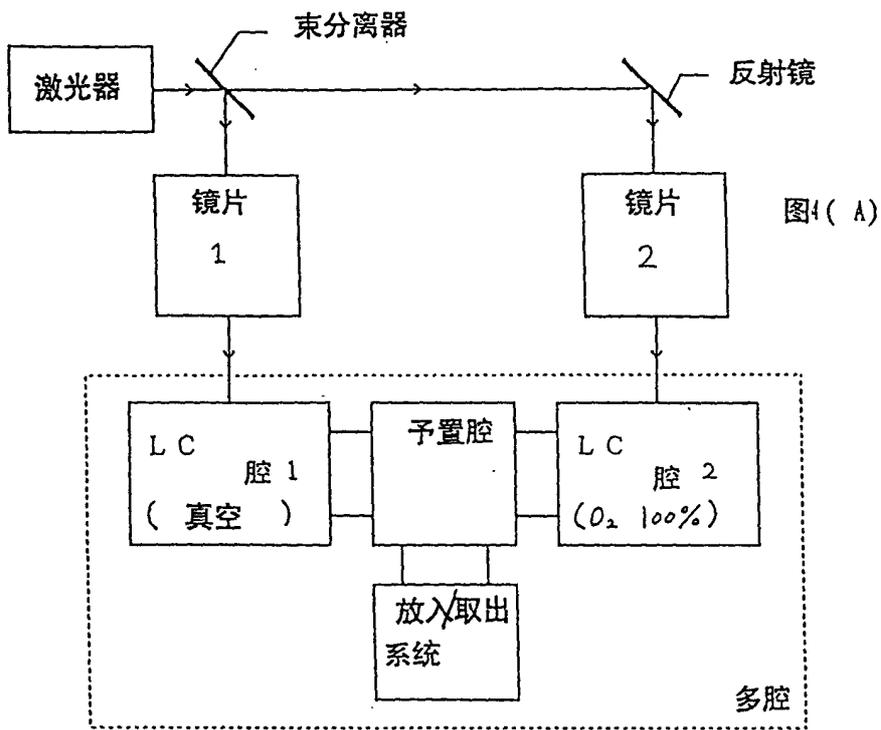


图2(E)

图3





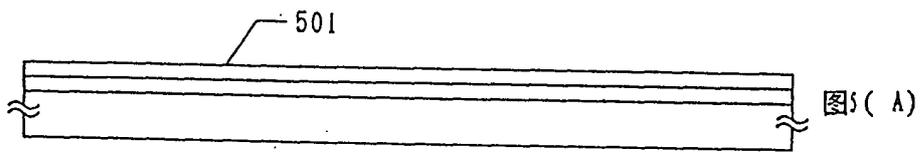


图5(A)

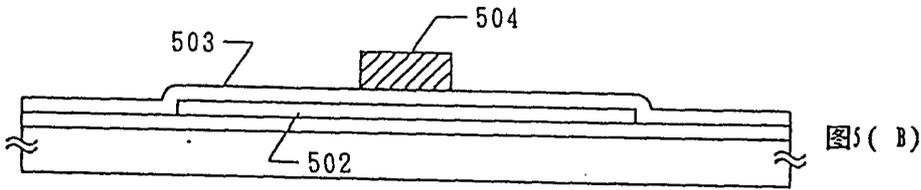


图5(B)

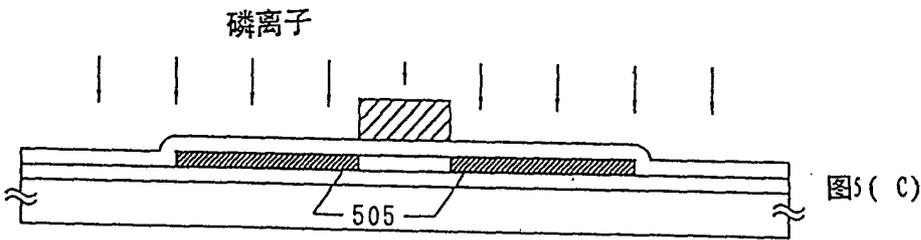


图5(C)

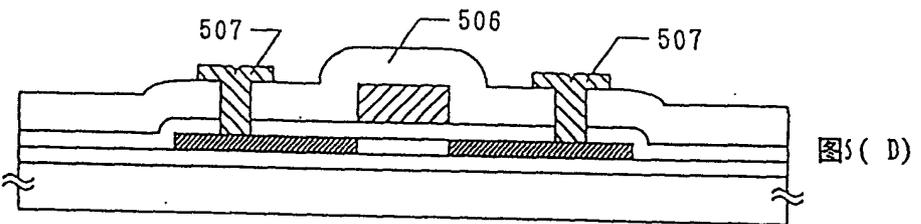


图5(D)