

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/268 (2006.01)

H01L 21/20 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03809603. X

[45] 授权公告日 2007 年 11 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 100352005C

[22] 申请日 2003.3.19 [21] 申请号 03809603. X

[30] 优先权

[32] 2002. 7. 11 [33] JP [31] 202009/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/003367 2003. 3. 19

[87] 国际公布 WO2004/008511 日 2004. 1. 22

[85] 进入国家阶段日期 2004. 10. 28

[73] 专利权人 株式会社液晶先端技术开发中心
地址 日本神奈川县

[72] 发明人 谷口幸夫 松村正清 山口弘高
西谷干彦 辻川晋 木村嘉伸
十文字正之

[56] 参考文献

EP1047119A2 2000. 10. 25

JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS. Chang. Ho OH, 492. 495, A Novel Phase. Modulated Excimer. Laser Crystallization Method of Silicon Thin Films. 1998

审查员 闫立刚

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王 英

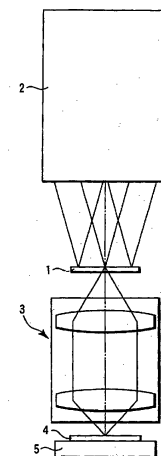
权利要求书 4 页 说明书 18 页 附图 8 页

[54] 发明名称

结晶装置和结晶方法

[57] 摘要

一种结晶装置包括照射一块移相掩模版(1)的照明系统(2)和布置在所述移相掩模版和一层半导体膜(4)之间的图像形成光学系统(3)。用具有反向峰值图形部分的光强分布的光束照射所述半导体膜,所述光强分布的光强在对应于移相区的部分中最低以形成结晶半导体膜。该照明系统具有提供给定波长范围的光束的一个光源。所述图像形成光学系统设置成使所述移相掩模版和所述半导体膜光学地共轭,并具有对应于所述给定波长范围的像差,以形成在所述中间部分没有强度隆起的反向峰值图形部分的光强分布。



1、一种结晶装置，包括：

具有至少两个移相区的一块移相掩模版；

发射给定波长范围的光束以照射所述移相掩模版的一个照明系统；以及

布置在所述移相掩模版和一个待处理对象之间的光学路径中的一个图像形成光学系统，所述移相掩模版转换从所述照明系统发射的光束的强度图形，使其具有带有反向峰值图形部分的光强分布，所述反向峰值图形部分在对应于所述移相区的部分具有光强的最小峰值，并且所述移相掩模版向所述对象施加所述光束以使衬底结晶，

其中所述移相掩模版和所述对象布置在所述图像形成光学系统的共轭位置上，以及

所述图像形成光学系统具有对应于给定波长范围的像差，以便在所述对象上形成在所述反向峰值图形部分之间的中间部分没有强度隆起的波形图的光强分布。

2、根据权利要求 1 所述的结晶装置，其中对应于给定波长范围的所述像差是色差，所述色差表示不同波长的光学分量的图像形成位置在几乎是沿光轴的方向上发生变化。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的结晶装置，其中所述照明系统具有一个光源，所述光源提供具有整体上为高斯波长强度分布的光束。

4、根据权利要求 1 所述的结晶装置，其中所述照明系统具有一个光源，所述光源提供在彼此不同的多个给定波长上具有最大强度的光束。

5、根据权利要求 4 所述的结晶装置，其中所述给定波长以几乎规则的间隔设置在所述给定波长范围内。

6、根据权利要求 4 或 5 所述的结晶装置，其中所述光源包括一个校准器，所述校准器具有对应于所述给定波长之间的间隔的在反射面之间的间隔。

7、根据权利要求 4 或 5 所述的结晶装置，其中所述光源具有多个光源部件和一个合成部件，所述多个光源部件提供中心波长彼此不同的与所述给定波长一致的多个光束，所述合成部件合成从所述光源部件提供的多个光束。

8、根据权利要求 2 所述的结晶装置，其中当由基于所述光源提供的光束的像差产生的纵向像差的最大值为 D ，从所述光源提供的光束的中心波长为 λ ，并且形成在所述对象上的反向峰值图形部分之间的间距为 X 的时候，则以下表达式成立：

$$0.87 \leq D \cdot \lambda / X^2 \leq 1.389。$$

9、根据权利要求 2 所述的结晶装置，其中当从所述光源提供的光束的中心波长为 λ ，从所述光源提供的光束的强度分布的最大值的一半处的半宽为 $\Delta \lambda$ ，表示散焦量与相对于所述中心波长 λ 的波长偏移量之比的系数为 k ，以及形成在所述对象上的反向峰值图形部分之间的间距为 X 时，则以下表达式成立：

$$0.087 \leq k \cdot \Delta \lambda \cdot \lambda / X^2 \leq 1.389。$$

10、根据权利要求 9 所述的结晶装置，其中所述装置包括设置在

所述移相掩模版和所述对象之间的光学装置，以便改变从所述移相掩模版发射的具有反向峰值图形部分的光束，从而得到波长不同的多个光学分量，并将该光束施加到所述对象。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其中所述中间部分具有光强朝着中间部分的中心单调增加的形状的强度分布。

12、一种结晶装置，包括：

发射给定波长范围的光束的一个光源；

具有至少两个移相区的一块移相掩模版，并且所述移相掩模版转换从所述光源发射的光束的强度图形，使其具有带有反向峰值图形部分的光强分布，所述光强分布的光强在对应于移相区的点上最低，并且所述移相掩模版向待处理对象施加所述光束以使衬底结晶；以及

用于改变给定波长范围的所述光束的装置，使得施加到所述对象的光束具有波长不同的多种光学成分，并且在所述对象上形成在所述反向峰值图形部分之间的中间部分没有强度隆起的波形图的光强分布。

13、根据权利要求 12 所述的结晶装置，其中所述用于改变给定波长范围的所述光束的装置与所述移相掩模版共同来设置所述光强分布，使得在所述对象上在所述波形图之间的中间部分具有光强朝着中间部分的中心单调增加的形状。

14、根据权利要求 12 或 13 所述的结晶装置，其中所述用于改变给定波长范围的所述光束的装置包括设置在所述光源和所述移相掩模版之间的光学装置，以改变从所述光源发射的给定波长范围的光束，从而得到具有波长不同的多个光学分量，并将该光束施加到所述

移相掩模版。

15、一种通过用具有反向峰值图形部分的光强分布的光束照射一块移相掩模版和照射衬底而使待处理对象进行结晶的方法，所述光强分布的光强在对应于所述移相掩模版的至少两个移相区的部分中光强最低，该方法包括：

用给定波长范围的光束照射所述移相掩模版；以及

通过一个图像形成光学系统在所述对象上形成一个光强分布，其在反向峰值图形部分之间的中间部分上没有强度隆起，所述图像形成光学系统设置成使所述移相掩模版和所述对象光学地共轭，并具有对应于给定波长范围的像差。

结晶装置和结晶方法

技术领域

本发明涉及一种结晶装置和结晶方法。具体地，本发明涉及一种通过用激光束照射多晶半导体膜或非晶半导体膜来形成结晶半导体膜的装置和方法，其中使用一块移相掩模版来调整该激光束的相位。

背景技术

通常情况下，用于例如控制施加到液晶显示器（LCD）的像素上的电压的开关元件的薄膜晶体管（TFT）的材料大致分为非晶硅和多晶硅。多晶硅的电子迁移率高于非晶硅的电子迁移率。因此，如果晶体管由多晶硅形成，则它的开关速度高于由非晶硅形成的晶体管的开关速度，这带来的优点是显示器的响应速度可以提高并且可以减少其它部件的设计余量。而且，如果诸如驱动器电路和 DAC 的外围电路以及显示器主单元并入到显示器中，则它们可以以更高的速度工作。

尽管多晶硅由一组晶粒形成，但是其电子迁移率低于图像晶体硅（image crystal silicon）的电子迁移率。由多晶硅形成的小尺寸晶体管具有沟道区中的晶粒间界数量变化的问题。近来已经有人提出一种用于产生大直径图像晶体硅的结晶方法，以便提高电子迁移率和减少沟道部分中晶粒间界数量的变化。

作为这种类型的结晶方法，通常已经公知通过向移相掩模版施加准分子激光束而形成结晶半导体膜的相位控制准分子激光退火（ELA），其中所述移相掩模版平行并靠近一层多晶半导体膜或非晶半导体膜。所述相位控制 ELA 的细节在例如 2000 年的 Surface Science、第 21 卷、No. 5、第 278—287 页中公开了。相同的技术还在 Jpn. Pat. Appln. KOKAI 公报 No. 2000-306859（KOKAI 日期：11 月 2 日）

中公开了。

所述相位控制 ELA 产生反向峰值图形的光强分布，其中对应于所述移相掩模版的移相区的部分的光强接近于零（在所述移相掩模版中心接近于零并且朝向其周边急剧增加的光强图形）。用具有反向峰值图形的光强分布的光照射多晶半导体膜或非晶半导体膜。结果，根据所述光强分布产生一个熔化区，并且首先根据光强接近于零的部分而在未熔化或固化的部分中形成晶核。晶体从该晶核开始朝向其周边横向生长，从而产生大直径单晶体。

如上所述，已知通过向平行并靠近半导体膜的移相掩模版施加准分子激光束而形成结晶半导体膜的现有技术（代替方法（proxy method））。然而，该代替方法存在以下缺陷：由于所述半导体膜的磨损而污染了所述移相掩模版，由此妨碍了良好的结晶。

因此本申请的申请人提出了一种关于一个图像形成光学系统使半导体膜散焦而形成结晶半导体膜的技术（图像散焦法），其中所述图像形成光学系统置于一块移相掩模版和待处理衬底（半导体膜）之间。本申请人还提出了一种如下技术（图像 NA 法）：布置图像形成光学系统以使移相掩模版和半导体膜光学共轭，并且通过限定所述图像形成光学系统数值孔径在其激光束发射侧形成结晶半导体膜。

根据上述图像散焦法和图像 NA 法，通常，采用输出高输出 KrF 准分子激光束的 KrF 准分子激光光源，并且由单一类型光学材料（例如，硅石玻璃）制成的图像形成光学系统也是如此。在这种情况下，该 KrF 准分子激光束的振荡波长带相对较宽（在最大值的一半处的整个宽度为大约 0.3nm：见图 5），并且所述图像形成光学系统产生相对大的色差。因而，所述 KrF 准分子激光束的宽带波长和图像形成光学系统的色差的影响可能妨碍在诸如半导体膜的待处理衬底上产生所需光强分布。为了在半导体膜上产生所需光强分布，可以想到使用棱镜、衍射光栅等使激光束的频带变窄。但是，如果激光束的频带变窄，

则激光器单元的尺寸将增加和变得复杂，并且其输出也将降低。

通常，使用频带窄的激光束，在两个相邻反向峰值图形部分 R 之间的中间部分 M 中的光强分布伴随着产生不规则隆起（见图 4）。在结晶工艺中，晶核有时形成在光强低的中间部分 M 的隆起的位置上（或不希望的位置上）。即使晶核形成在所希望的位置上，从该晶核开始并朝向其周边进行的横向生长停止在光强降低的所述中间部分 M 的一个位置上。因此可能妨碍大晶体的生长。

本发明的一个目的是提供一种结晶装置和结晶方法，该结晶装置和结晶方法能够在所希望的位置上形成晶核并且允许晶体从该晶核开始进行充分地横向生长，由此产生大直径的晶粒。

发明内容

为了解决这个问题，根据本发明的第一方案，提供一种结晶装置包括：

具有至少两个移相区的一块移相掩模版；

发射给定波长范围的光束以照射该移相掩模版的照明系统；以及布置在该移相掩模版和待处理对象之间的光学路径中的图像形成光学系统，所述移相掩模版转换发射自该照明系统的光束的强度图形，使其具有带有反向峰值图形部分的光强分布，所述反向峰值图形部分在对应于该移相区的部分中具有光强的最小峰值，并且向所述对象施加光束以使该衬底结晶，

其中所述移相掩模版和所述对象布置在所述图像形成光学系统的共轭位置上，以及

所述图像形成光学系统具有对应于给定波长范围的像差，以便在所述对象上在反向峰值图形部分之间的中间部分形成没有强度隆起的波形图的光强分布。

根据本发明的第二方案，提供一种结晶装置，包括：

发射给定波长范围的光束的一个光源；

具有至少两个移相区的移相掩模版，并且所述移相掩模版转换发射自该光源的光束的强度图形，使其具有带有反向峰值图形部分的光强分布，所述光强分布的光强在对应于该移相区的点上最低，并且向待处理对象施加光束以使该衬底结晶；以及

用于改变给定波长范围的光束的装置，使得施加到所述对象的光束具有波长不同的多种光学成分，并且在所述对象上形成在反向峰值图形部分之间的中间部分没有强度隆起的波形图的光强分布。

根据本发明的第三方案，提供一种通过用具有反向峰值图形部分的光强分布的光束照射一块移相掩模版和照射所述衬底而对待处理对象进行结晶的方法，所述光强分布的光强在对应于该移相掩模版的至少两个移相区的部分中最低，该方法包括：

用给定波长范围的光束照射该移相掩模版；以及

通过一个图像形成光学系统在所述对象上形成一个光强分布，所述光强分布在反向峰值图形部分之间的中间部分上没有强度隆起，布置所述图像形成光学系统以使该移相掩模版和所述对象光学地共轭并且具有对应于给定波长范围的像差。

附图简述

图 1 是示出根据本发明一个实施例的结晶装置的结构示意图；

图 2 是图 1 中所示的照明系统的内部结构的示意图；

图 3A 和 3B 分别是表示在所述结晶装置中使用的移相掩模版的平面图和侧视图；

图 4 是示出通过图像散焦法和图像 NA 法形成的反向峰值图形部分的光强分布的曲线；

图 5 是示出根据本发明的实施例在一个数值例子中的 KrF 准分子激光光源的振荡波长分布的曲线；

图 6A 和 6B 图示了在本发明实施例中的图像形成光学系统的色差的影响；

图 7 是示出根据本发明的实施例在所述数值例子中通过各个波长的光学成分在待处理衬底上形成的光强图形的曲线；

图 8 是示出根据本发明的实施例在所述数值例子中最终形成在待处理衬底上的光强分布的曲线；

图 9A 和 9B 图解了在本发明实施例的不同变型中将宽带激光束转换成不同波长的光学成分的校准器的结构和功能；

图 10A 和 10B 是光源的振荡波长分布和由多个波长光束形成的点像的图；

图 11 是示出在本发明实施例的改型中通过不同波长的光学成分在待处理衬底上形成的光强图形的曲线；

图 12 是示出在本发明实施例的改型中最终形成在待处理衬底上的光强分布的曲线；

图 13A 到 13E 是使用根据本发明实施例的结晶装置制造电子器件的步骤的剖面图。

本发明的最佳实施方式

下面参照附图介绍本发明的一个实施例。

图 1 是示出根据本发明实施例的结晶装置的结构示意图，并且图 2 是图 1 中所示的照明系统的内部结构的示意图。参见图 1 和 2，本实施例的结晶装置包括照射移相掩模版 1 的照明系统 2。所述照明系统 2 具有提供波长为 248nm 的激光束的 KrF 准分子激光光源 2a、布置在该光源的激光束发射侧上的光束扩展器 2b、第一蝇眼透镜 2c、第一聚焦光学系统 2d、第二蝇眼透镜 2e 和第二聚焦光学系统 2f。

该光源 2a 提供的激光束经该光束扩展器 2b 扩展成具有给定直径的激光束，然后进入该第一蝇眼透镜 2c。因此，在第一蝇眼透镜 2c

的后焦面上形成多个小光源，并且来自所述小光源的光束的光通量以叠加方式经所述第一聚焦光学系统 2d 照射所述第二蝇眼透镜 2e 的入射面。结果，在所述第二蝇眼透镜 2e 的后焦面上形成数量比所述第一蝇眼透镜 2c 的后焦面上的小光源数量更多的多个小光源。来自所述小光源的光束通量以叠加方式经所述第二聚焦光学系统 2f 照射该移相掩模版 1。

所述第一蝇眼透镜 2c 和第一聚焦光学系统 2d 构成第一均化器，并且该第一均化器关于该移相掩模版 1 上的入射角而使强度均匀。所述第二蝇眼透镜 2e 和第二聚焦光学系统 2f 构成第二均化器，并且该第二均化器关于该移相掩模版上的一个面内位置而使强度均匀。因此，该照明系统向该移相掩模版 1 施加具有大致均匀光强分布的激光束。

通过所述移相掩模版 1 调整其相位的激光束通过一个图像形成光学系统 3 施加到待处理衬底 4。所述移相掩模版 1 和衬底 4 位于所述图像形成光学系统 3 的光学共轭位置上。通过化学汽相沉积法在用于液晶显示器的平板玻璃上依次形成一层底层膜和一层非晶硅膜而获得该衬底 4。通过真空吸盘、静电吸盘等将该衬底 4 固定在衬底平台 5 的给定位置上。通过未示出的驱动机构可以使所述衬底平台在 X、Y 和 Z 方向移动。

图 3A 和 3B 是示出一块移相掩模版的结构的示意图。一般来说，如前面现有技术所述的，该移相掩模版由透明介质制成，例如，具有厚度变化的相邻区域的石英衬底。在相邻区域之间一个台阶（移相区）的边缘，该移相掩模版使入射激光束通量衍射并使它们彼此干涉，并且提供具有周期性的空间分布的入射激光束的强度。

更具体地说，参见图 3A，该移相掩模版 1 具有两种类型的槽形相位区 1a 和 1b，它们在一个方向（图 3A 中的水平方向）上交替布置。形成该第一相位区 1a 和第二相位区 1b 使得在它们传输的激光束通量

之间形成 180° 的相位差。如果该移相掩模版 1 由硅石玻璃形成，该硅石玻璃相对于波长为 248nm 的激光束具有 1.5 的折射率，则在该第一相位区 1a 和第二相位区 1b 之间形成一个 248nm 的台阶，如从图 3B 可以理解的。换言之，在两个区域 1a 和 1b 之间存在 248nm 的厚度差。该第一相位区 1a 和第二相位区 1b 之间的边界对应于移相区 1c。

如果将图像散焦法（或图像 NA 法）应用到一个光学系统，该光学系统的光源提供单波长或窄带激光束并且其图像形成光学系统几乎没有像差，则该衬底 4 位于一个图像形成光学区的散焦位置上（或限定在其激光束发射侧上的图像形成光学系统的数值孔径），结果是具有对应于该移相掩模版 1 的相位的反向峰值图形的光强分布的激光束施加到该衬底 4 上，如图 4 所示。该光强分布具有以下特性。该光强在对应于该移相掩模版 1 的每个移相区 1c 的位置上是接近为零的最小反向峰值，并且从该反向峰值朝向周边或者朝向所述第一相位区 1a 和第二相位区一维地和连续地增加。

参见图 4，根据相邻两个移相区 1c 形成的相邻两个反向峰值图形部分 R 之间的中间部分 M 中的光强分布出现了不规则隆起（光强重复地增加和减小的波浪形分布）。在这种情况下，希望在该光强分布的反向峰值图形的倾斜很大的位置（所述光强不高于一个固定值的由参考编号 11 表示的位置）产生晶核。然而，如果在上述中间部分 M 存在隆起（重复突起和凹陷），可能在光强低的隆起位置（由参考编号 12 表示的不希望的位置）上产生晶核。

即使晶核产生在所希望的位置上，从该晶核开始并向其周边进行的横向生长将在所述每个反向峰值图形部分 R 和所述中间部分 M 之间的边界的一部分 L 上停止，在那里光强下降。换言之，从该晶核开始进行的横向生长将被限制在每个反向峰值图形部分的宽度 W 的范围（反向峰值图形部分的近端（proximal ends）之间的距离，或增加

的光强首次开始降低的点或它们附近之间的距离)。因此妨碍了相当大的晶体生长。顺便提及,在所述图像散焦法中,如果该图像形成光学系统 3 具有适当的分辨率,则每个反向峰值图形部分的宽度 W 几乎与该图像形成光学系统 3 的图像表面和该衬底 4 之间的距离的 $1/2$ 次幂(即,散焦量)成比例地改变。另一方面,在所述图像 NA 法中,每个反向峰值图形部分的宽度 W 基本上等于该图像形成光学系统的分辨率。

如上所述,该 KrF 准分子激光光源 2a 提供激光束,该激光束的振荡波长带相对较宽,除非该波长带被特意变窄。如果该图像形成光学系统 3 由单一类型的光学材料(例如,硅石玻璃)构成,则将发生相对大的色差。在本实施例中,该图像形成光学系统 3 的色差发生量(一般为波像差的发生量)根据从该 KrF 准分子激光光源 2a 提供的激光束的振荡波长带来确定。因此,在中间部分中不会出现光强的隆起,并且可以用光强分布具有反向峰值图形部分的激光束照射该衬底(半导体膜) 4。

下面将参照一个特定的数值例子来介绍本发明的原理。

图 5 是示出在根据本实施例的所述数值例子中该 KrF 准分子激光光源的振荡波长分布的曲线。在这个曲线中,水平轴表示对应通过从所述波长(单位: nm)减去 248nm 获得的长度的位置,垂直轴表示振荡强度(相对值)。如图 5 所示,从该 KrF 准分子激光光源 2a 发射的激光束具有整体上的高斯强度分布。更具体地说,所述激光束的中心波长 λ 是 248.55nm,并且所述振荡波长分布的最大值的一半处的整个宽度为约 0.3nm(在最大值一半处的整个宽度 $\Delta \lambda \approx 0.15\text{nm}$)。

在根据本实施例的所述数值例子中,所述图像形成光学系统 3 只由硅石玻璃构成,并在相等放大率上对于物体和图像侧来说都是远心的。更具体地说,所述图像形成光学系统 3 的整个长度(所述物体表面和图像表面之间的距离)为 1000mm(4f 光学系统: $f=250\text{mm}$),并

且所述图像形成光学系统在其激光束发射侧上的数值孔径为 0.1。所述照明系统 2 的照明 NA 为 0.05。该移相掩模版 1 中的移相区 1c 之间的间距 P 或每个相位区 1a 和 1b 的宽度为 $10\ \mu\text{m}$ (见图 3)。

下面将参照图 6A 和 6B 介绍由于所述图像形成光学系统 3 的色差而引起的图像形成位置的偏移。

当在所述图像形成光学系统 3 中没有发生色差时,从该移相掩模版 1 的光轴 0 上的一点发射的光束经图像形成光学系统 3 聚焦在该衬底 4 的表面 4a 的光轴 0 上的一个点上,由此形成一个点像,所述光束不依赖于它们的波长。然而,在本实施例中,在所述图像形成光学系统 3 中将发生色差。因此,如图 6A 所示,在从该移相掩模版 1 的光轴 0 上的一个点发射的光束当中,中心波长的光束 13 聚焦在该衬底 4 的表面 4a 上的光轴 0 上,波长比所述中心波长短的光束 14 聚焦在该衬底 4 的表面 4a 上方的光轴 0 上(在所述图像形成光学系统的一侧),并且波长比所述中心波长长的光束 15 聚焦在该衬底 4 的表面 4a 下面的光轴上(在所述图像形成光学系统的相对侧)。因而,在本实施例中,从该移相掩模版 1 的光轴上的一点发射的光束形成一个图像,该图像被散焦,以便沿着光轴 0 在该衬底 4 的表面 4a 上伸长,如图 6B 中的椭圆形阴影部分所示。而且,由于所述图像形成光学系统 3 对于两侧来说都是远心的,因此该衬底 4 的平坦表面 4a 上的所有点的散焦量几乎彼此相等,并且该图像在平行于所述光轴的方向被散焦。注意到对应于在所述光轴方向伸长的图像的各自波长的点,或者从该衬底 4 的表面 4a 散焦的点,最终形成在该衬底 4 的表面 4a 上的所述光强分布是通过叠加(合成)由各自波长的光通量形成的光强图形而获得的。

下表 1 示出了在根据本发明的所述数值例子中通过从每个光束的波长减去所述中心波长 λ 而获得的波长偏移量 (nm) 和由于所述图像光学系统 3 的色差而在每个光束中产生的纵向像差的量(散焦量:

μm) 之间的关系。从表 1 看出, 所述波长偏移量和纵向像差量几乎彼此成比例。表 1 中所示的关系是在假设所述图像形成光学系统 3 是薄透镜的基础上进行计算的结果。这种关系甚至在通过组合多个透镜形成的实际图像形成光学系统 3 中也是通常成立的。

表 1

波长偏移量	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
纵向像差量	0	19	39	58	77	97
波长偏移量	-0.05	-0.10	-0.15	-0.20	-0.25	
纵向像差量	-19	-39	-58	-77	-97	

图 7 是示出了根据本实施例在所述数值例子中由各自波长的光束在所述衬底上形成的光强图形的曲线。图 8 是示出根据本实施例在所述数值例子中最终形成在与该移相掩模版相关的所述衬底 4 上的光强的曲线。在图 7 中, 参考编号 21 表示其波长与所述中心波长 λ 一致的光束 (实线), 参考编号 22 表示其波长相对于所述中心波长 λ 偏移 $\pm 0.05\text{nm}$ 的光束 (单点划线), 参考编号 23 表示其波长相对于所述中心波长 λ 偏移 $\pm 0.1\text{nm}$ 的光束 (虚线), 参考编号 24 表示其波长相对于所述中心波长 λ 偏移 $\pm 0.15\text{nm}$ 的光束 (双点划线), 参考编号 25 表示其波长相对于所述中心波长 λ 偏移 $\pm 0.2\text{nm}$ 的光束 (链线), 以及参考编号 26 表示其波长相对于所述中心波长 λ 偏移 $\pm 0.25\text{nm}$ 的光束 (三点划线)。

参见图 7, 由其波长与所述中心波长 λ 一致的光束 21 形成的光强图形对应于图 4 中所示的具有反向峰值图形部分和一个中间部分的所述光强分布。然而, 当所述波长相对于所述中心波长 λ 偏移时, 每个反向峰值图形部分的最小值一定程度地增加, 但是所述光强从每个反向峰值图形部分朝向所述中间部分急剧减小的程度被降低了 (位于

每个反向峰值图形部分两侧的正常峰值图形的高度被降低了)。在其波长偏移得比一个固定距离大的光束中,即,其波长分别相对于所述中心波长 λ 的偏移量大于 $\pm 0.15\text{nm}$ 的光束 24 至 26,所述光强不会从每个反向峰值图形部分向所述中间部分减小(不出现正常峰值图形),并且在所述中间部分几乎不发生光强的隆起。

如上所述,由各个波长的光束形成的所述光强图形(即,图 7 中所示的光强图形)被叠加以获得最终形成在该衬底 4 的表面 4a 上的光强分布。在根据本实施例的所述数值例子中,如图 8 所示,用具有正常峰值图形(山状图形)的光强图形分布的光束照射该衬底 4 的表面 4a,其中所述光强在所述反向峰值图形部分 R 之间的中间部分 M 中没有隆起,而是朝向所述中间部分的中心稍微地且基本上单调地增加。

因而,任何晶核都不会在所述中间部分 M 生长而是在所述光强分布的反向峰值图形部分的倾斜最大的位置(或所述强度不高于一个固定值的位置)生长。此外,所述光强在每个反向峰值图形部分和所述中间部分 M 之间的边界上不会下降(不形成正常峰值图形),而是朝向所述中间部分 M 稍微且单调地增加;因此,从该晶核开始并朝向其周边进行的横向生长不限于每个反向峰值图形部分的宽度的范围。因此,在本实施例中,可以在所希望的位置生长晶核,并且可以实现从该晶核开始的显著的横向生长,从而形成大直径结晶半导体膜。

接下来说明获得所述光强朝向所述中间部分 M 稍微地且单调地增加的图形的光强分布的条件表达式。基于通常理解的作为确定 Becke 线衍射图形的一种方法的原理,在由于所述图像形成光学系统 3 的色差而产生的纵向像差具有最大值 D 时形成的反向峰值图形部分的宽度 W 由下列表达式 (1) 给出。

$$W=2 \times 1.2 (\lambda \cdot D/2)^{1/2} \quad \dots (1)$$

其中 λ 是从所述光源 2a 提供的激光束的中心波长。

考虑上述数值例子中的计算过程，希望每个反向峰值图形部分的宽度 W 基本上与所述反向峰值图形部分之间的间距 X 相等（见图8），以便获得所述光强朝向所述中间部分 M 的中心稍微地且单调地增加的图形的光强分布。更具体地说，图7中对应于该光束24的所述光强图形接近这个条件。考虑如果每个反向峰值图形部分的宽度 W 一定程度地接近所述反向峰值图形部分之间的间距 X 而获得充分的有利条件，则希望在所述宽度 W 和所述间距 X 之间建立起下列表达式(2)：

$$0.5 \times X \leq 2 \times X \quad \dots (2)$$

所述反向峰值图形部分之间的间距 X 和所述移相掩模版1的移相区之间的间距 P 之间的关系取决于所述图像形成光学系统3的图像形成放大率。在根据本发明的所述数值例子中，所述图像形成光学系统3的图像形成放大率是相等的放大率，因此所述反向峰值图形部分之间的间距 X 与所述移相区之间的间距 P 一致。将关系式(1)代入关系式(2)，得出下列表达式(3)的条件，如下列表达式(4)的条件那样。

$$0.25X^2 / (2 \times 1.44 \lambda) \leq D \leq 4X^2 / (2 \times 1.44 \lambda) \quad \dots (3)$$

$$0.87 \leq D \cdot \lambda / X^2 \leq 1.389 \quad \dots (4)$$

将 $X=10 \mu\text{m}$ 和 $\lambda=0.24855 \mu\text{m}$ 作为所述数值例子的具体值代入表达式(4)中，关于由于所述图像形成光学系统3的色差产生的纵向像差的最大值 D 而获得下列条件表达式(5)。

$$35 \mu\text{m} \leq D \leq 560 \mu\text{m} \quad \dots (5)$$

再次参见表1，应该理解，即使对应最大波长或最小波长的纵向像差量 $97 \mu\text{m}$ 用作所述纵向像差的最大值 D 或使用对应半宽的纵向像差量 $58 \mu\text{m}$ ，也能满足条件式(5)。如前面参照表1所述的，具有色差的所述图像形成光学系统3在相对于所述中心波长的波长偏移量和散焦量（纵向像差量）之间具有线性关系。换言之，对应所述半宽的纵向像差的最大值 D 可以由下列等式(6)来表示。

$$D=k \times \Delta \lambda \quad \dots (6)$$

其中 $\Delta \lambda$ 是在从所述光源 2a 提供的激光束的所述强度分布中在最大值的一半处的半宽，并且 k 是表示所述散焦量与相对于所述中心波长 λ 的波长偏移量之比的系数。因此可以参照等式 (6) 的关系修改该条件表达式 (4) 而得出下列条件表达式 (7)。

$$0.087 \leq k \cdot \Delta \lambda \cdot \lambda / X^2 \leq 1.389 \quad \dots (7)$$

在本实施例中，希望满足该条件表达式 (4) 或 (7) 以获得所述光强朝向所述中间部分的中心稍微地和单调地增加的图形的光强分布。在前述实施例中，所述 KrF 准分子激光光源 2a 提供具有整体为高斯强度分布的激光束。但是，作为对此的修改，所述 KrF 准分子激光光源 2a 可以提供在彼此不同的多个给定波长处具有最大强度的激光束。

图 9A 和 9B 图解了不同的校准器的结构和功能，所述每一个不同的校准器将一个宽带波长光束转换成多个不同波长的光束来作为对本实施例的改型。图 9A 所示的校准器是气隙型校准器，并且图 9B 所示的是实体型校准器。图 10A 和 10B 是示出在本实施例的改型中光源振荡波长分布和通过多个波长的光束形成的点像的图。图 9A 中所示的校准器 28 由一对平行平板 28a 和 28b 构成，在它们之间设有给定间隙 t 。这些平行平板 28a 和 28b 各由透明玻璃形成。在如此形成的校准器 28 中，已经经过第一平板 28a 的光束，例如激光束被施加到第二平板 28b 的入射表面和 / 或被其反射，并且最终作为具有波长彼此不同的多种光学成分的光从所述第二平板 28b 发射。在这种情况下，基于一个宽带波长入射激光束由该校准器 28 形成的多个（本实施例中为 4 个）离散波长光束之间的峰值间隔 $\delta \lambda$ 由下列等式 (8) 表示。

$$\delta \lambda = \lambda^2 / (2t \cos \theta) \quad \dots (8)$$

其中 λ 是从所述光源 2a 固有地提供的宽带波长光束的中心波长，

并且在本改型中其值为 248.5nm，而 θ 是激光束入射到该校准器上的入射角，其值为 0 度。为了获得例如 0.133nm 的峰值间隔 $\delta \lambda$ ，给定间隙 t 必须设置为 231 μm 。换言之，通过具有 231 μm 间隙 t 的该校准器 28 的作用，基于从所述光源 2a 提供的宽带波长光束可以获得具有四个峰值波长的光束，这四个峰值波长的峰值形状在如图 10A 所示的强度分布中是相同的。

具有四个峰值波长的所述光束包括：其中心波长为 248.3nm 的第一波长光学分量 A1、其中心波长为 248.433nm 的第二波长光学分量 B1、其中心波长为 248.566nm 的第三波长光学分量 B2 以及其中心波长为 248.7nm 的第四波长光学分量 A2。在这种情况下，如图 10B 所示，所述第一波长光学分量 A1 在该衬底 4 的表面 4a 上（朝向所述图像形成光学系统 3）形成一个点像 C1，该点像由于所述图像形成光学系统 3 的色差而被散焦。所述第二波长光学分量 B1 在该衬底 4 的表面 4a 和所述点像 C1 之间形成一个散焦的点像 D1。同样地，所述第三波长光学分量 B2 在关于待处理衬底的表面 4a 与所述点像 D1 直径相对的位置上形成一个散焦的点像 D2。所述第四波长光学分量 A2 在关于该衬底 4 的表面 4a 与所述点像 C1 直径相对的位置上形成一个散焦的点像 C2。这些点像（C1、D1、D2、C2）的间隔是相同的。这些点像被包含于对应一个椭圆形阴影部分的椭圆形区域（由阴影表示的）内，该椭圆形阴影部分表示在图 6 的光轴方向伸长的一个散焦图像。

在本改型中，最终形成在该衬底 4 的表面 4a 上的所述光强分布也是通过叠加（合成）由所述波长光学分量（A1、B1、B2、A2）形成的光强图形而获得的。

应该理解的是，从另一种类型的校准器仍然可以获得与上述气隙型校准器相同的优点，例如，图 9B 中所示的在具有厚度 t 的透明平板衬底 29 的一侧上设有一层反射膜 29a 的固体型校准器。

图 11 是示出通过上述四个波长光学分量 (A1、B1、B2、A2) 的每一个在该衬底上形成的光强图形的曲线。

参见图 11, 在由其波长分别相对接近于所述中心波长 λ 的第二和第三波长光学分量 B1 和 B2 形成的光强图形中, 所述光强趋于从每个反向峰值图形部分朝向这些反向峰值图形部分之间的中间部分降低一定的程度。相反, 在由其波长分别远离所述中心波长 λ 的第一和第四波长光学分量 A1 和 A2 形成的光强图形中, 每个反向峰值图形部分的最小值增加, 而所述光强不会从每个反向峰值图形部分朝向这些反向峰值图形部分之间的中间部分减小或者在所述中间部分不会出现光强的隆起。

图 12 是示出通过合成图 11 所示光学分量而获得的并最终形成在该衬底 4 上的光强分布的曲线。

如图 12 所示, 在该衬底 4 的表面 4a 上最终形成一个光强分布, 在该光强分布中在所述反向峰值图形部分 R 之间的所述中间部分 M 中不会出现光强隆起而是所述光强朝向所述中间部分 M 的中心单调地增加。因此, 在所述中间部分 M 不会产生任何晶核, 而是可以在所述光强分布中的反向峰值图形部分 R 的倾斜最大的位置产生晶核。由于该光强比上述实施例更明显地朝向所述中间部分 M 的中心单调地增加, 因此从晶核开始并向其周边进行的横向晶体生长很容易到达近乎所述中间部分的中部, 而限于所述每个反向峰值图形部分的宽度的范围。

在本改型中, 晶核也可以在所希望的位置产生, 并且可以实现从该晶核开始进行的充分的横向晶体生长, 以便形成大直径结晶半导体膜, 如上述实施例那样。在本改型中, 每个波长光束峰值的形状和数量的设计自由度高于上述实施例。因此比上述实施例更容易实现所述光强朝向所述中间部分的中心正向地且单调地增加的光强分布。

在上述改型中, 使用校准器将宽带波长光束转换成多个波长光

束。然而，本发明不限于此。如果合成振荡波长轻微变化的多个激光束，则可使用多个光源部件和一个合成部件而获得多个所希望的波长光束，所述多个光源部件用于提供其中心波长通常彼此不同的光束，所述合成部件用于合成从所述光源部件提供的多个激光束。代替地，通过向宽带波长光束的照明光学路径中插入一个多膜反射镜可以获得多个所希望的波长光束，所述多膜反射镜只反射特定波长的光束。在这种情况下，从图 7 看出，通过仅仅只消除对所述强度分布的隆起贡献最大的所述中心波长，可以提供很大的改进。

上述实施例采用通过一维地布置对应于相位 0 和 π 的两种类型的槽形相位区形成的所述移相掩模版 1。然而，本发明不限于此，还可以采用通过二维地布置对应于相位 0、 $\pi/2$ 、 π 和 $3\pi/2$ 的四个矩形区而形成的移相掩模版。此外，一般情况下，可以采用具有三条或更多条移相线的一个交叉点（移相区）的移相掩模版，该移相掩模版成为综合复透射的圆形区域的中心位于所述交叉点上。而且，可以采用具有对应于移相区的圆形台阶的移相掩模版，并且该移相掩模版被设置成所述圆形阶梯的透射光束与其周围透射的光束之间的相位差变为 π 。甚至在设计阶段也可以计算所述光强分布，但是希望观察和确定待处理的实际表面（要被露出的衬底）上的光强分布。为此，必须只有通过一个光学系统来扩展所述待处理表面以便通过诸如 CCD 的一个图像拾取器件来接收光束。当使用的光束是紫外线时，所述光学系统受到限制，因此可通过在所述待处理表面上提供一块荧光板而将所述光束转换成可见光。

下面将参照图 13A 至 13E 介绍通过本发明的制造装置和方法制造电子器件的方法。

如图 13A 所示，通过化学汽相淀积、溅射等方法在整个一块矩形绝缘衬底 30（例如，碱性玻璃、硅石玻璃、塑料和聚酰亚胺）上形成一层底层膜 31（例如，厚度为 50nm 的 SiN 膜和厚度为 100nm 的 SiO₂

膜的叠层膜)和一层非晶半导体膜 32(例如,各具有大约 50nm 至 200nm 厚度的 Si、Ge 和 SiGe)。然后,将准分子激光束 33(例如, KrF 和 XeCl)施加到所述非晶半导体膜 32 的部分表面或全部表面上。为了施加所述准分子激光束,使用了上述实施例的装置和方法。因而,如图 13B 所示,所述非晶半导体膜 32 结晶成一层多晶半导体膜 34。如此形成的所述多晶半导体膜 34 被转换成多晶化或单晶化的半导体膜,所述多晶化或单晶化的半导体膜的晶粒位置受控以及其晶粒直径大于通过常规制造装置形成的多晶半导体膜的晶粒直径。

通过光刻技术处理所述多晶半导体膜 34 以形成岛状半导体膜 35。如图 13C 所示,通过化学汽相淀积、溅射等技术在所述底层膜 31 和半导体膜 35 上形成作为栅极绝缘膜 36 的厚度为 20nm 至 100nm 的一层 SiO₂ 膜。

然后,在所述栅极膜 36 上对应所述半导体膜 35 的位置上形成一个栅电极 37(例如,硅化物和 MoW)。使用所述栅电极 37 作为掩模版,向所述半导体膜 35 中注入杂质离子 38(当该器件是 N 沟道晶体管时使用磷,当该器件是 P 沟道晶体管时采用硼),从而使该膜成为 N 型或 P 型。之后,在氮气气氛下对整个器件进行退火(例如,在 450°C 下退火一小时),以激活所述半导体膜 35 中的杂质。结果,所述半导体膜 35 用作都具有高杂质浓度的源极 41 和漏极 42,并且位于其间的沟道区 40 对应于所述栅电极 37 并具有低杂质浓度。

在所述栅极膜 36 上形成一层层间绝缘膜 39。然后,在对应于所述源极 41 和漏极 42 的层间绝缘膜 39 和栅极膜 36 的那些部分中形成接触孔。随后,如图 13E 所示,通过淀积和制作布线图案在所述层间绝缘膜 39 上形成经所述接触孔电连接到所述源极 41 和漏极 42 的一个源电极 43 和一个漏电极 44。参照图 13A 和 13B 所述可以理解,因为通过激光束照射处理了形成所述沟道 40 的半导体,所以如此形成的薄膜晶体管是大直径多晶或单晶。这种晶体管的开关速度高于使用

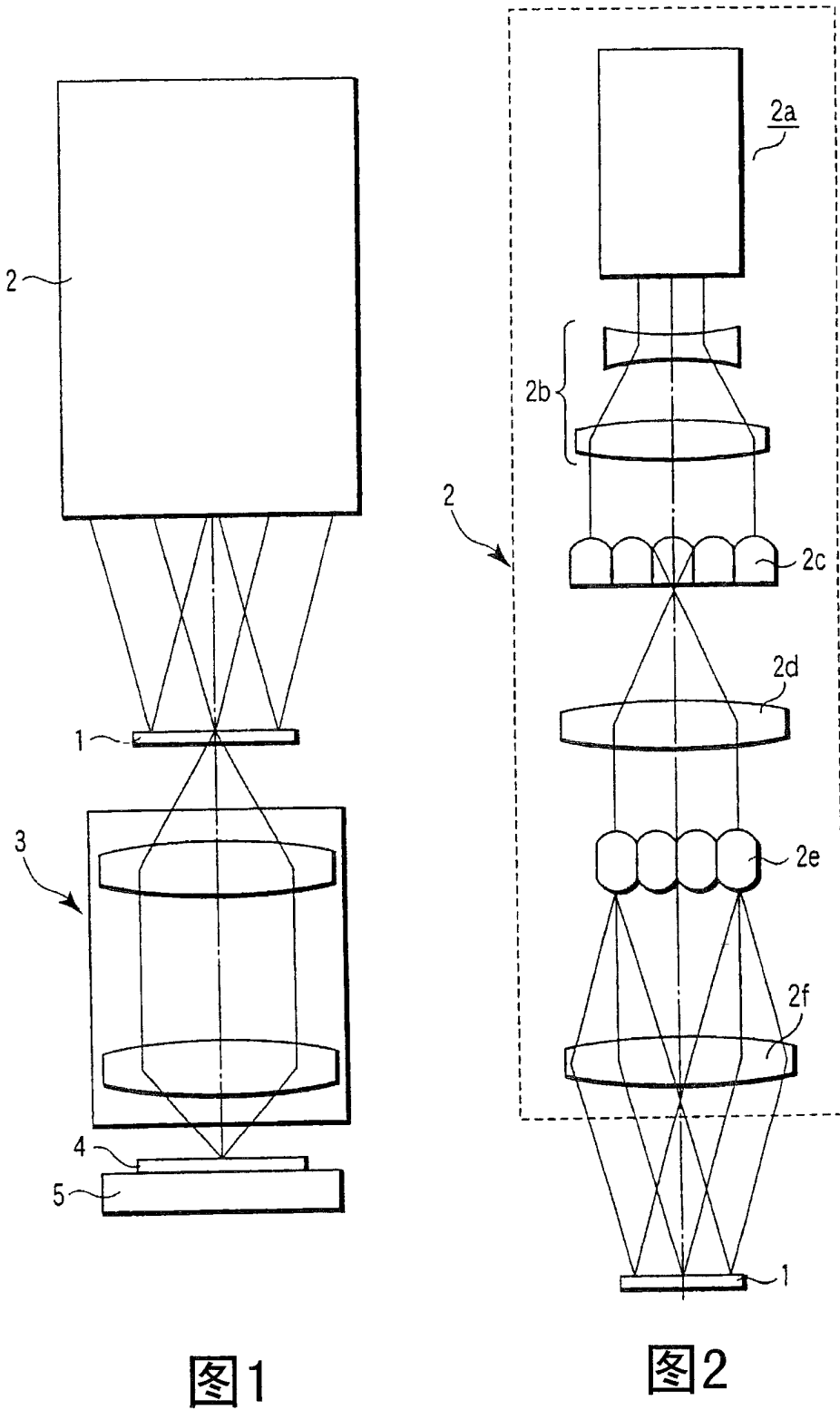
未施加激光束的非晶半导体的晶体管的开关速度。多晶化或单晶化晶体管可以设计成具有液晶驱动功能和诸如存储器（SRAM，DRAM）和CPU的集成电路的功能。在非晶半导体膜中形成需要耐压的电路，同时对需要高速迁移率的驱动器电路的晶体管进行多晶化或单晶化。

工业实用性

如上所述，根据本发明，在所述待处理衬底上形成反向峰值图形的光强分布，其中所述光强在每个反向峰值图形部分和其间的所述中间部分之间的边界处不降低，而是通过用于提供在给定波长范围内的光束的一个光源和具有对应于所述波长范围的像差的一个图像形成光学系统之间的合作，朝向所述中间部分的中心单调地增加。因而，可以在所希望的位置产生晶核，并且可以实现从该晶核开始进行的充分的横向生长，从而形成大直径结晶半导体膜。

在上面的说明中，要被结晶的物体被认为是待处理的衬底。应该理解待处理的物体是形成在所述衬底上的非晶和多晶层或膜，如上述实施例中所述的。为了结晶，在本发明中也包括一块衬底本身，在这种情况下，所述衬底用作待处理的对象。结晶的材料不限于硅。例如，可以采用其它半导体，如Ge和SiGe。所述材料不限于半导体，如果它具有结晶性，则只须是金属。在本发明中，结晶意味着提高结晶度。例如，非晶物质的结晶意味着它被转换成多晶或图像晶体物质，并且多晶物质的结晶意味着它被转换成图像晶体物质。

在本发明中，所述移相掩模版的移相区不限于不同相位区之间的一条边界或一个点，而是可以包括所述边界和点的附近部分。例如，当在相邻相位区的其中一个当中提供沿着所述移相掩模版的边界延伸的一个光屏蔽区时，该光屏蔽区是移相区。换言之，形成了对应于所述光屏蔽区的具有最小强度峰值的一个反向峰值图形部分。



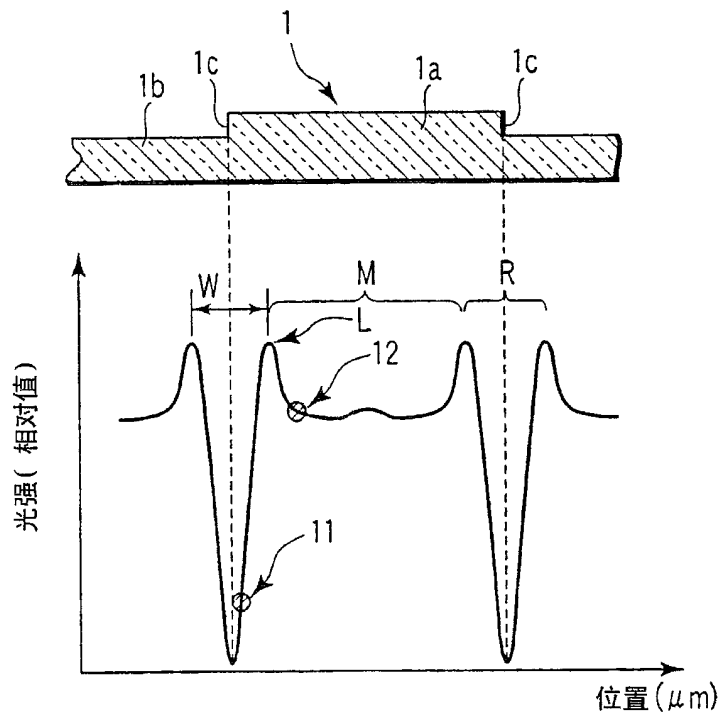
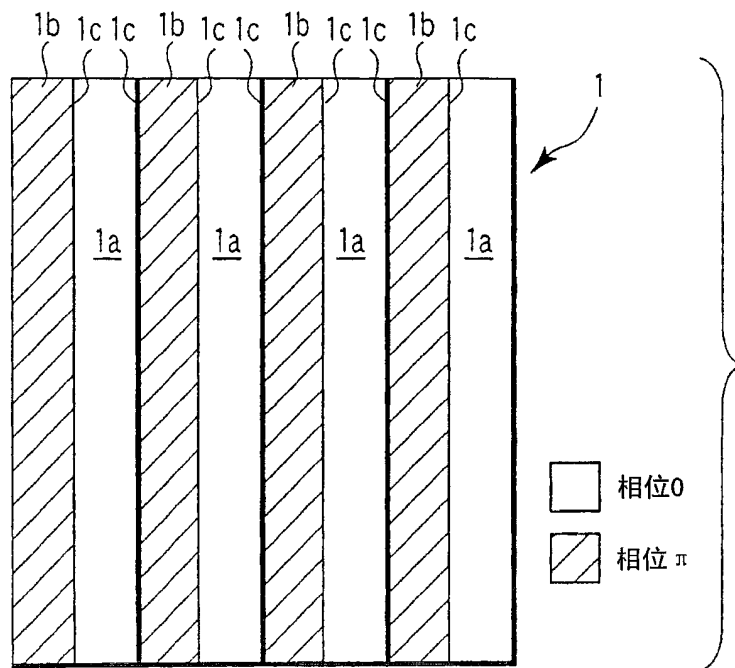


图4

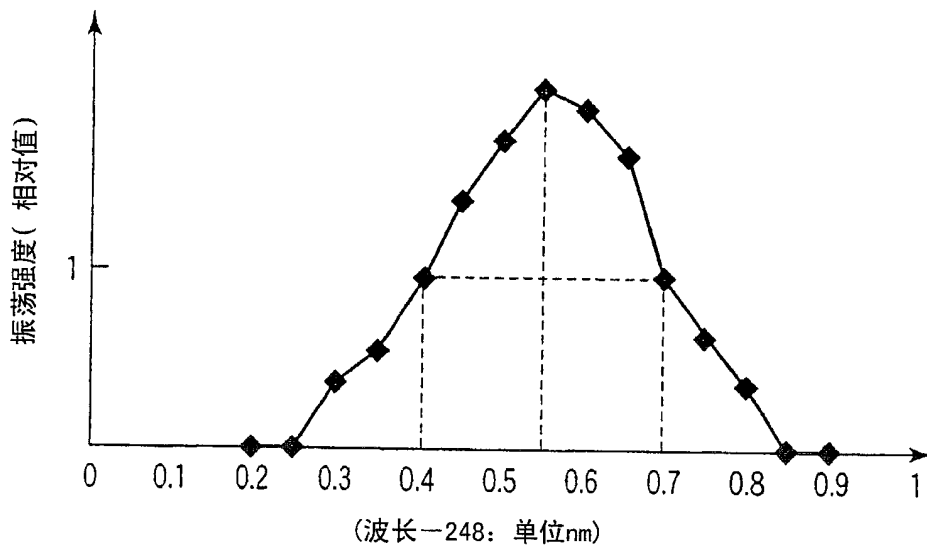


图5

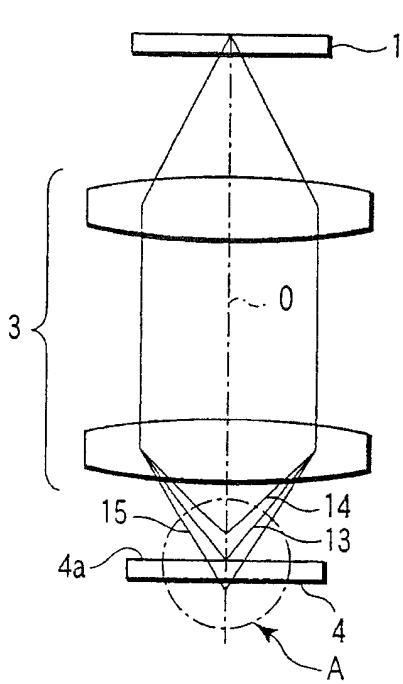


图6A

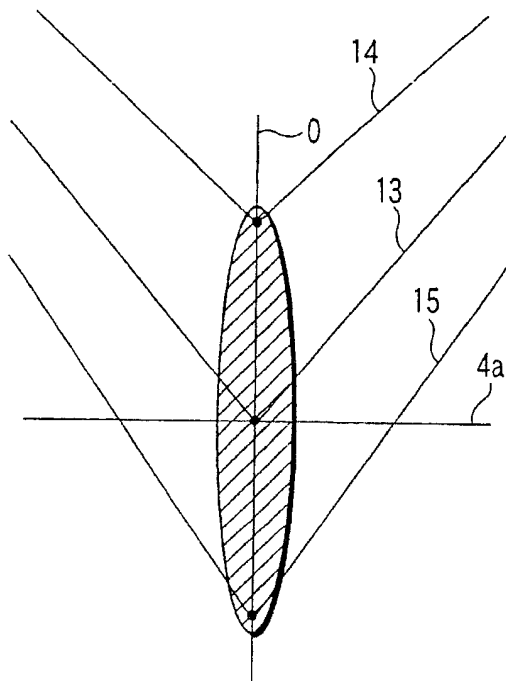


图6B

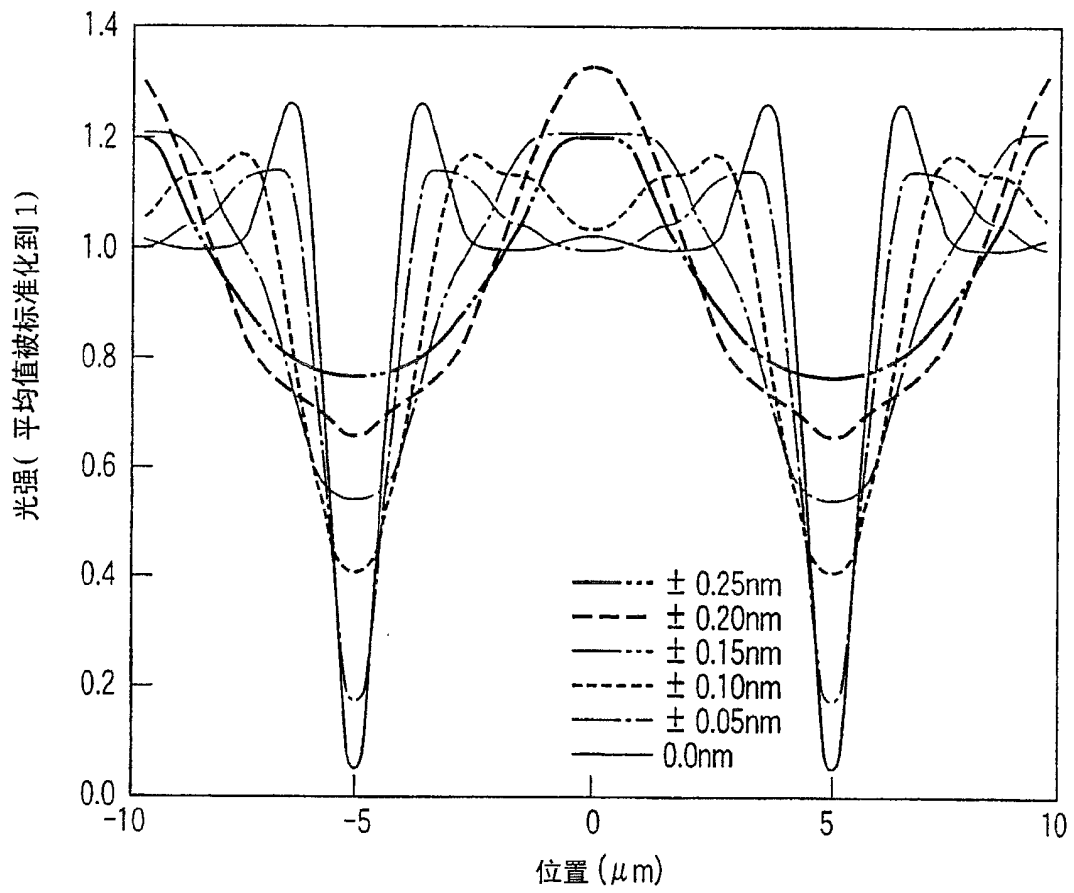


图7

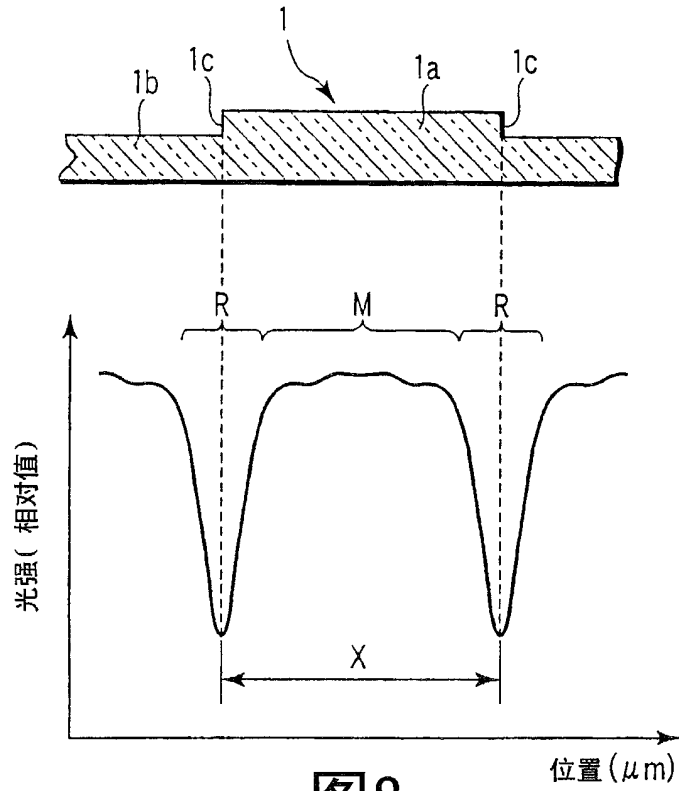


图8

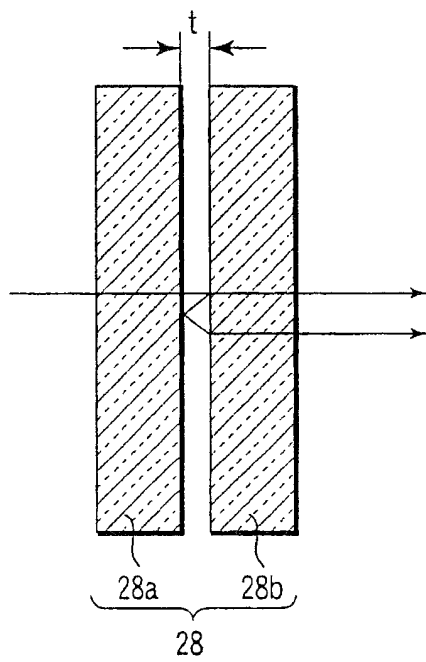


图9A

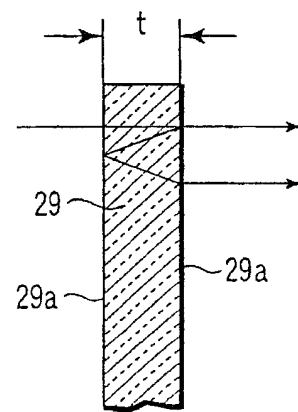


图9B

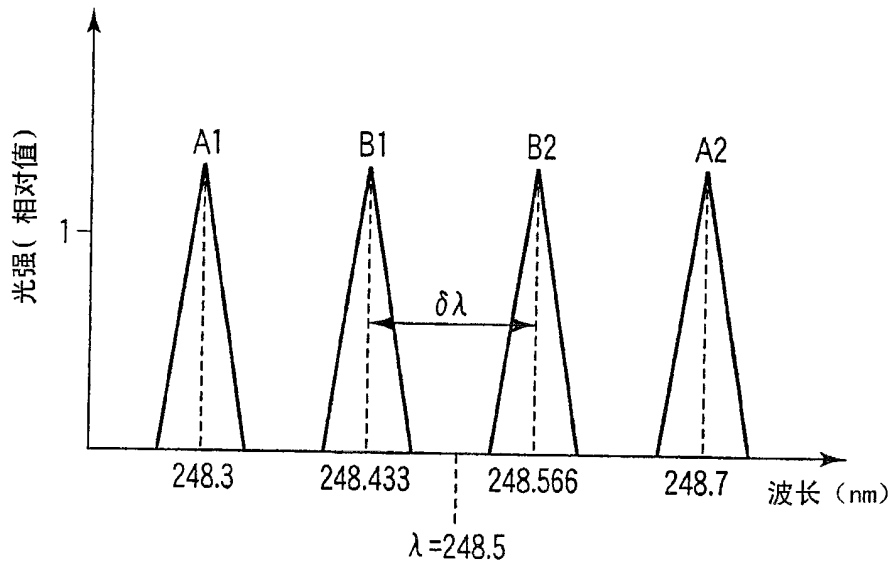


图10A

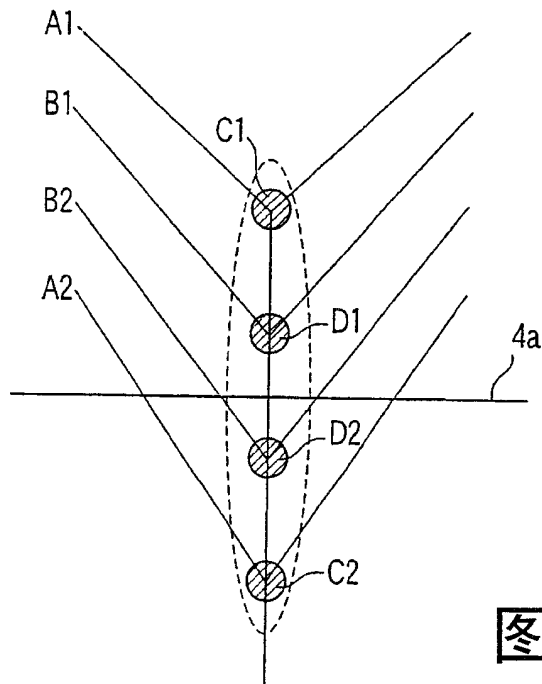


图10B

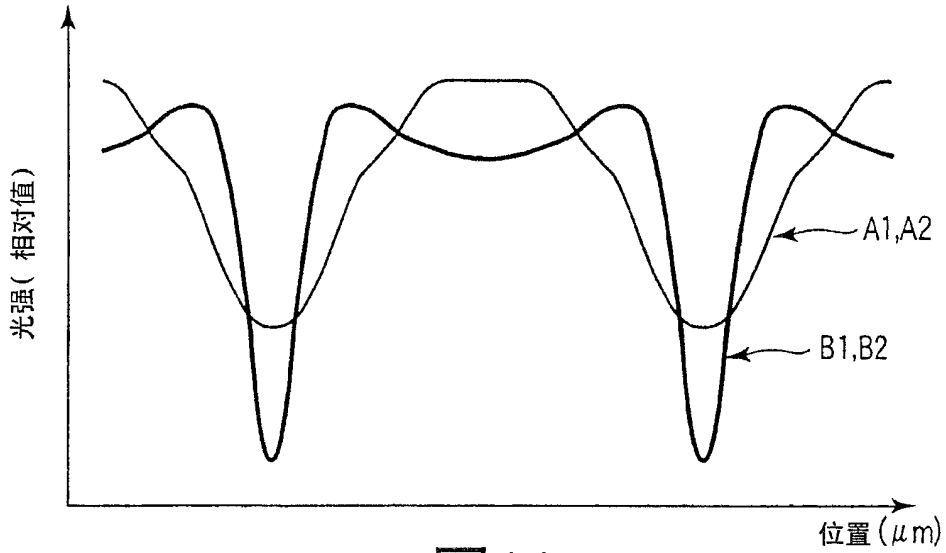


图11

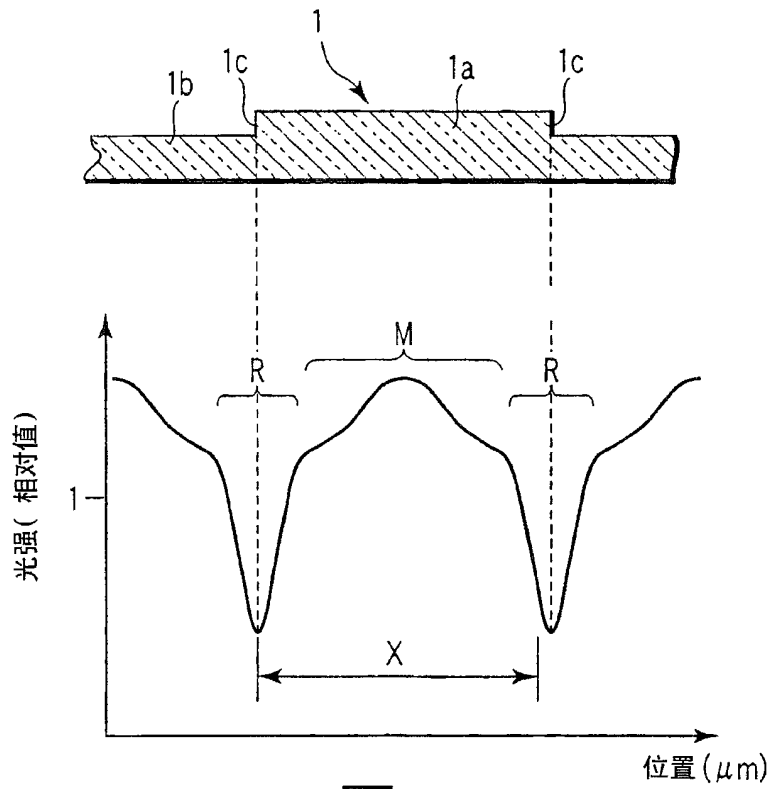


图12

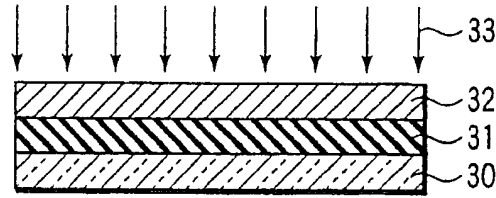


图13A

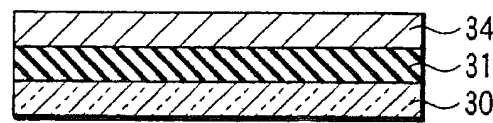


图13B

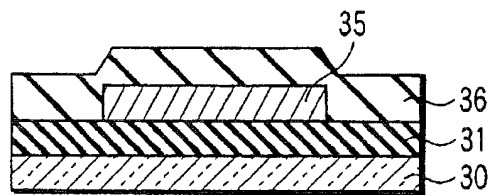


图13C

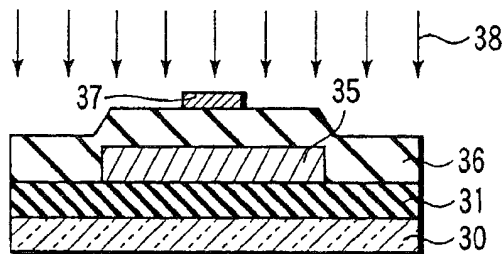


图13D

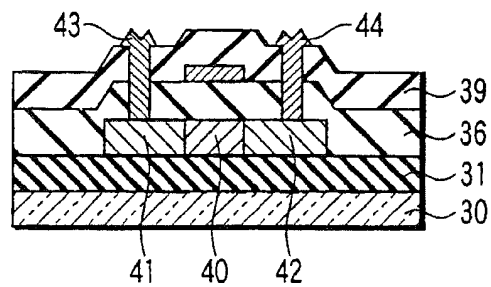


图13E