

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H01L 21/00 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03124916.7

[45] 授权公告日 2007年8月22日

[11] 授权公告号 CN 1333430C

[22] 申请日 2003.9.19 [21] 申请号 03124916.7

[30] 优先权

[32] 2002.9.20 [33] JP [31] 274968/2002

[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

[56] 参考文献

CN1224233A 1999.7.28

US2002/0036763A1 2002.3.28

US5372836A 1994.12.13

EP1047119A2 2000.10.25

审查员 朱永全

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王琼

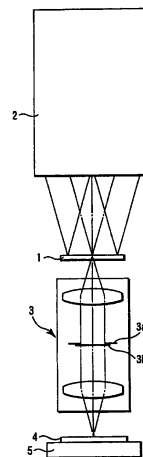
权利要求书 4 页 说明书 26 页 附图 9 页

[54] 发明名称

结晶装置、结晶方法及所使用的相移掩模和滤波器

[57] 摘要

一种结晶装置，包括一个图象形成光学系统(3)，该系统具有一个图像侧数值孔径，该孔径被设定为一个生成一个具有一反峰值图形的光强分布所需的值，并将一个非晶形半导体薄膜与一个相移掩模设置成一种光学上的共轭关系。相移掩模具有一个沿第一方向延伸的边界区域(11)以及一个第一区域(12)和一个第二区域(13)，第一和第二区域被沿一根与第一方向相交的第二方向设置在边界区域的两侧并且两者之间具有一个预定的相差。边界区域的相位分布是从第一区域的一个相位变化到第二区域的一个相位。



1. 一种结晶装置, 包括: 一个相移掩模(1, 6); 和一个照度系统(2), 该照度系统照射所述相移掩模, 该结晶装置用一种光线照射一个多晶体半导体薄膜或者一个非晶形半导体薄膜, 该光线的光强分布具有一个反峰值图形, 该反峰值图形在一个与所述相移掩模的一个相移部分对应的区域内光强度最小, 因而生成一种结晶半导体薄膜, 其特征在于, 还包括一个图象形成光学系统(3), 该系统具有一个图像侧数值孔径, 该孔径被设定为一个生成具有所述反峰值图形的所述光强分布所需要的值, 并将所述多晶体半导体薄膜或非晶形半导体薄膜与所述相移掩模设定为一光学上的共轭关系,

所述相移掩模具有沿着一第一方向延伸的边界区域(11), 以及第一区域(12)和第二区域(13), 所述第一区域(12)和第二区域(13)被沿着一与所述第一方向相交的第二方向设置在所述边界区域的两侧并且两者之间具有一个预定的相差, 而且

所述边界区域的相位分布是, 沿着所述第二方向从所述第一区域的一个相位变化到所述第二区域的一个相位。

2. 按照权利要求 1 所述的结晶装置, 其特征在于, 所述边界区域(11)具有一个沿着所述第二方向连续变化的相位分布。

3. 按照权利要求 1 所述的结晶装置, 其特征在于, 所述边界区域(11)具有一个沿着所述第二方向以一种梯级形式变化的相位分布。

4. 按照权利要求 1 至 3 任一项所述的结晶装置, 其特征在于: 所述相移掩模具有多个相移基本图形(10; 16), 每一个相移基本图形均由所述第一区域(12)、边界区域(11)和第二区域(13)组成, 所述相移基本图形被沿着所述第二方向反复地形成。

5. 按照权利要求 4 所述的结晶装置, 其特征在于, 所述边界区域(11)内形成一个具有一预定形状的小区域(14), 在该小区域与该小区域的一个周围区域之间给出一个第二相差。

6. 按照权利要求 5 所述的结晶装置, 其特征在于, 所述小区域(14)被形成在与所述边界区域(11)内光强度为最小值的一个区域相对应的一个位置上。

7. 按照权利要求 5 所述的结晶装置, 其特征在于, 所述第二相差为约 180 度。

8. 按照权利要求 1 所述的结晶装置, 其特征在于, 所述图像形成光学系统(3)具有一个瞳孔函数, 其在圆周的透射率分布低于在中心的透射率分布。

9. 按照权利要求 8 所述的结晶装置, 其特征在于, 所述图像形成光学系统(3)具有一个瞳孔函数, 其透射率分布为高斯型。

10. 按照权利要求 8 所述的结晶装置, 其特征在于, 在所述图像形成光学系统(3)的一个瞳孔平面上或者在其附近设置一个滤波器(3b), 该滤波器具有一个与所述瞳孔函数一致的数值孔径。

11. 按照权利要求 5 至 10 任一项所述的结晶装置, 其特征在于, 设 NA 是所述图像形成光学系统(3)的一个图像侧数值孔径,  $\lambda$  是光的波长,  $r$  是用于限定所述小区域的圆的半径, 则满足下面的条件:  $0.05\lambda/NA \leq r \leq \lambda/NA$ 。

12. 一种结晶方法, 其中, 照射一个相移掩模(1; 6), 并用一种光线照射一个多晶体半导体薄膜或者一个非晶形半导体薄膜, 该光线的光强分布具有一个反峰值图形, 该图形在与所述相移掩模的一个相移部分对应的一个区域内光强度最小, 因而生成一种结晶半导体薄膜, 其特征在于, 包括:

在一个位于所述多晶体半导体薄膜或者非晶形半导体薄膜与所述相移掩模(1; 6)之间的光路上设置一个图像形成光学系统(3);

将所述图像形成光学系统的一个图像侧数值孔径设定为生成具有所述反峰值图形的所述光强分布所需的一个数值;

将所述多晶体半导体薄膜或者非晶形半导体薄膜设置在一个位置上, 该位置经由所述图像形成光学系统与所述相移掩模在光学上共轭;  
以及

采用下面所述的相移掩模作为相移掩模, 即所述相移掩模具有沿着一第一方向延伸的边界区域(11), 以及第一区域(12)和第二区域(13), 所述第一和第二区域被沿着一与第一方向正交的第二方向设置在所述边界区域的两侧并且两者之间具有一个预定的相差, 所述边界区域具有一个沿所述第二方向从第一区域的一个相位变化到第二区域的一个相位相位分布。

13. 一种相移掩模, 其具有沿着一第一方向延伸的边界区域、以及第一区域和第二区域, 所述第一和第二区域被沿着一与第一方向正交的第二方向设置在所述边界区域的两侧并且两者之间具有一个预定的相差, 所述边界区域具有一个沿着所述第二方向从第一区域的一个相位变化到第二区域的一个相位的相位分布。

14. 按照权利要求 13 所述的相移掩模, 其特征在于, 设置一个透明衬底, 所述边界区域(11)以及第一和第二区域(12, 13)被形成在该衬底的一个表面上, 所述边界区域被形成为多个梯级, 使得从第一区域向第二区域变深。

15. 按照权利要求 13 或 14 所述的相移掩模, 其特征在于, 一个具有一预定形状的小区域(14)被形成为所述边界区域的一部分, 而且在该小区域与该小区域的一个周围区域之间给出一个第二相差。

16. 按照权利要求 15 所述的相移掩模，其特征在于，所述小区域被形成为一个凸起或者一个凹陷。

17. 按照权利要求 13 或 14 所述的相移掩模，其特征在于，所述第一方向与所述第二方向正交。

18. 一种滤波器，它被设置在一个根据权利要求 1 的结晶装置的图象形成光学系统的一个瞳孔平面上或者在其附近，并且确定一个瞳孔函数，其特征在于，该滤波器形成有多个开口部以对应于所述瞳孔函数。

## 结晶装置、结晶方法及所使用的相移掩模和滤波器

### 技术领域

本发明涉及一种结晶装置，一种结晶方法，以及用于所述装置和方法的一种相移掩模和一种滤波器。特别是，本发明涉及一种装置和一种方法，它们利用一种被一个相移掩模调相的激光束来照射一个多晶体半导体薄膜或半导体层，或者一个非晶体半导体薄膜或半导体层，从而生成一种结晶半导体薄膜。

### 背景技术

用于开关元件或类似元件的薄膜晶体管（TFT）的材料按照惯例概略地分为非晶硅和多晶硅，这些元件控制被施加到比如液晶显示器（LCD）上的像素上的电压。

多晶硅的电子迁移率高于非晶硅的电子迁移率。因而，当一个晶体管是由多晶硅制成时，其开关速度要高于用非晶硅制成的晶体管的开关速度，并且，采用这种晶体管的显示器的响应速度也更高。此外，也可以用这样一种薄膜晶体管来制造外围的LSI（大规模集成电路）。而且还有一个优点是，能够减少任何其它部件的设计余量。另外，当外围电路比如激励电路或者数模转换器以及显示器主体被组装在一台显示器中时，这些外围电路能够以较高的速度运行。

多晶硅由一组晶粒组成，其电子迁移率比单晶硅的低。在一个由多晶硅形成的小晶体管中，在信道部分的晶粒界面数量的不规则性就成为一个问题。因此，最近几年，为了增大电子迁移率并减小信道部分的晶粒界面数量的不规则性，人们已经提出了一种结晶方法，它能够生成具

有大的粒度的单晶硅。

作为这类结晶方法，已经被公知的有“相位控制 ELA（受激准分子激光退火）”（“phase control ELA（Excimer Laser Annealing）”），其采用一种受激准分子激光束照射一个相移掩模，该掩模平行地接近于一个多晶体半导体薄膜或者一个非晶形半导体薄膜，从而生成一个结晶半导体薄膜。所述相位控制 ELA 的细节被公开于比如“表面科学，2000 年第 21 卷第 5 期第 278—287 页”（surface science）。

在相位控制 ELA 中，形成一种具有一个反峰值图形(inverse peak pattern)的光强分布，图形中，在与一个相移掩模的一个相移部分对应的点上，光强度最小或者基本上为零（图形中在中央光强度基本上为零而且光强度突然向周围增大）。多晶体半导体薄膜或者非晶形半导体薄膜被具有反峰值图形的这种光强分布的光进行照射，从而被局部地熔化。结果，在熔化区域或者具有上述光强分布的薄膜区域就形成一个温度梯度，在首先在光强度基本为零的点上结晶的部件上形成晶核，而且晶体从该晶核开始在横向上向周围生长（横向生长），因而生成具有大的粒度的单晶晶粒。

现有技术中通常所用的相移掩模就是一种所谓的线性相移掩模，它由多对矩形区域构成，它们沿着一个方向交替地重复，在相邻的两个区域之间的相差为 $\pi$ （180 度）。在此情形下，由于相邻两个区域之间的边界构成了一个相移部分，通过该掩模的光具有这样的光强分布，其具有一个反峰值图形，比如，在与该相移部分对应的一条线上的位置，光强度最小或者基本上为零，并且光强度一维地向周围增大。因而，多晶体半导体薄膜或者非晶形半导体薄膜就被这样一种光照射。

如上所述，在现有技术中采用线性相移掩模，沿着与相移部分对应的直线上温度变成最低，沿着一个与该对应于相移部分的直线正交的方向上形成一个温度梯度。即，在对应于该相移部分的该直线上生成晶核，

并从每一晶核开始沿着一个与对应于该相移部分的直线正交的方向继续进行结晶。在现有技术中采用这样一种相移掩模，通常是，在位于两个相邻的反峰值图形部分之间的中间部分光强分布具有不规则的波动（下面将参照图 5 进行详细描述）。在此情况下，晶核有可能在一个位置生成，在一个结晶过程中在该中间部分的波动中该位置的光强度很低（即在一个不希望的位置生成）。而且，从晶核开始向周围的横向生长可能会停止在光强度减小的该中间部分的一个部位上，这会阻碍大晶体的生长。

## 发明内容

本发明的一个目的是提供一种结晶装置和一种结晶方法，可以实现从晶核开始的充分的横向生长并生成具有大的粒度的结晶半导体薄膜。

本发明的第二目的是提供一种结晶装置和一种结晶方法，通过控制晶核的位置可以基本上二维地控制晶体生成区，并可以实现从晶核开始的充分的横向生长，从而生成具有大的粒度的结晶半导体薄膜。

为了实现上述第一目的，根据本发明的第一方面，提供一种结晶装置，它包括一个照度系统，该系统照射一个相移掩模，并用一种光照射一个多晶体半导体薄膜或者一个非晶形半导体薄膜，该光的光强分布具有一个反峰值图形，其在一个对应于该相移掩模的一个相移部分的区域内光强度最小，因而生成一种结晶半导体薄膜，包括：

一个图像形成光学系统，其具有一个图像侧数值孔径，该孔径被设定为要生成具有所述反峰值图形的所述光强分布所需的一个值，并将所述多晶体半导体薄膜或非晶形半导体薄膜和所述相移掩模设定为一个光学上的共轭关系。相移掩模具有一个沿着一根第一方向延伸的边界区域，以及一个第一区域和一个第二区域，它们沿着一根与所述第一方向



相交（最好是正交）的第二方向设置在所述边界区域的两侧，并具有一个预定的相差。该边界区域的相位分布是，沿着第二方向从第一区域的相位变化到第二区域的相位。

这里，尽管通常是“相移掩模”具有这样一种结构，即相位不连续地变化，但是，一种其相位连续变化的结构也被包括在本发明中。另外，“相移”的含义也遵从于此。

根据本发明的第一方面，所述边界区域具有一种相位分布，其沿着第二方向连续变化。作为选择，更希望是，所述边界区域具有一种相位分布，其沿着第二方向以一种梯级的形式变化。而且，最好是，每一个均由所述第一区域、边界区域和第二区域组成的多个相移基本图形被沿着第二方向反复地形成。

此外，根据第一方面的一个优选方式，一个具有一预定形状的小区域被在该边界区域形成，在该小区域与该小区域的一个周围区域之间给出一个第二相差。在此情形下，最好是该小区域被形成在与一个在边界区域光强度为最小的区域相对应的一个位置上。而且，最好是，该第二相差为约 180 度。

另外，根据第一实施例的一个优选方式，所述图像形成光学系统具有一个低瞳孔函数，其透射率分布在圆周处要低于在中心。此时，最好是图像形成光学系统具有一个瞳孔函数，其具有一个高斯型的透射率分布。而且，最好是，在该图像形成光学系统的一个瞳孔平面上或者其附近处设置一个具有一个对应于该瞳孔函数的数值孔径的滤波器。

而且，根据第一方面的一个优选方式，假设 NA 是该图像形成光学系统的一个图像侧数值孔径， $\lambda$  是光的波长， $r$  是确定该小区域界限的圆的半径，则就满足条件  $0.05\lambda/NA \leq r \leq \lambda/NA$ 。

在本发明的第二方面，提供一种结晶方法，它照射一个相移掩模，并用一种光照射一个多晶体半导体薄膜或者一个非晶形半导体薄膜，该

光的光强分布具有一个反峰值图形，其在一个对应于该相移掩模的一个相移部分的区域内光强度最小，因而生成一种结晶半导体薄膜，包括：

在一个位于所述多晶体半导体薄膜或者非晶形半导体薄膜与相移掩模之间的光路上设置一个图像形成光学系统；

将所述图像形成光学系统的一个图像侧数值孔径设定为生成具有该反峰值图形的光强分布所需的一个数值；

将所述多晶体半导体薄膜或者非晶形半导体薄膜设置在一个经由该图像形成光学系统与该相移掩模在光学上共轭的位置；以及

采用一个相移掩模，该掩模具有一个沿着一第一方向的边界区域以及一第一区域和一第二区域延伸，所述第一和第二区域被沿着一根与第一方向正交的第二方向设置在该边界区域的两侧并且具有一个预定的相差，该边界区域具有一个相位分布，其沿着第二方向从第一区域的相位变化到第二区域的相位。

在本发明的第三方面，提供一种相移掩模，其特征在于，该相移掩模具有一个沿着一第一方向延伸的边界区域以及一第一区域和一第二区域，所述第一和第二区域被沿着一根与第一方向正交的第二方向设置在该边界区域的两侧并且具有一个预定的相差，该边界区域具有一个相位分布，其沿着第二方向从第一区域的相位变化到第二区域的相位。在此情形下，最好是，一个具有一预定形状的小区域被形成在该边界区域，而且，在该小区域与该小区域的一个周围区域之间给出一个第二相差。

在本发明的第四方面，提供一种滤波器，它被设置在一个图像形成光学系统的一个瞳孔平面上或者在其附近并且确定了一个瞳孔函数，包括形成的多个小孔部分，以便与瞳孔函数结合起作用。

如上所述，在本发明中，由于相移掩模具有一个边界区域以及第一和第二区域，其中第一和第二区域被设置在该边界区域的两侧并且具有一个预定的相差，而且该边界区域具有这样一个相位分布，即其从第一

区域的相位变化到第二区域的相位，所以，可以对具有在一个已处理衬底上得到的反峰值图形的光强分布的组成进行整体控制，并可以使得一个中间部分的光强分布消除不规则的波动。结果，在本发明中，能够在希望的部位生成一个晶核，能够实现从晶核开始的充分的横向生长，因而生成一个具有大的粒度的结晶半导体薄膜。

而且，在本发明中，一个具有一预定形状的小区域被形成在该相移掩模的边界区域，并在该小区域与该小区域的一个周围区域之间给出一个预定的相差。结果，晶核的生长位置被限定在一个与该小区域对应的区域内，其中该小区域作为相移掩模的相移部分，而且，从晶核开始的晶体生长方向被一维地限定到一个相变的方向上，因而基本上控制了晶粒边界形成位置。换言之，在本发明中，晶体生成区域能够通过控制晶核的位置而被基本上二维地控制，能够实现从晶核开始的充分的横向生长，因而生成一个具有大的粒度的结晶半导体薄膜。

## 附图说明

下面将对本发明目的和优点进行阐述，根据下面的描述将在某种程度上理解本发明，或者理解本发明的实例。借助于在下文中被部分地指出的技术手段和其结合，本发明的目的和优点将得到实现。

附图构成说明书的一部分，其示出了本发明的实施例，上文给出的总体说明与下文给出的实施例的详细描述一起，用来解释本发明的主要原理。

图 1 是示出根据本发明第一实施例的一种结晶装置的结构示意图；

图 2 是示出图 1 所示的一个照度系统的内部结构的示意图；

图 3A—3C 是示出根据第一实施例的一种相移掩模的一个基本单元部分的结构和效果的示意图，其中，图 3A 和 3B 分别是一平面图和一

侧视图，示意性地示出该相移掩模的所述基本单元部分，图 3C 是示出从该相移掩模发出的光的光强分布图；

图 4A 和 4B 是典型地示出一个图象形成光学系统的瞳孔函数与一个点扩散函数之间的关系的关系的视图；

图 5 是一视图，示出一种传统的线性相移掩模以及当该掩模被用作第一实施例的一个比较例时在一个已处理的衬底或者薄膜上所获得的光强分布；

图 6 是示出根据本发明第二实施例的一种结晶装置的结构示意图；

图 7A—7D 是示出根据第二实施例的一种相移掩模的一个基本单元部分的结构和效果的示意图，其中，图 7A 和 7B 分别是一平面图和一侧视图，示意性地示出该相移掩模的所述基本单元部分，图 7C 和 7D 分别以强度的形式示出从该相移掩模发出的光的光强分布图，它们分别是沿图 7A 的截面线 7C—7C 和截面线 7D—7D 截取的；

图 8A—8D 是示出一种线性相移掩模的效果的视图；

图 9A—9D 是示出一种圆形相移掩模的效果的视图；

图 10A 和 10B 是示出根据第二实施例的相移掩模的效果和优点的视图；

图 11A 和 11B 是对应于图 7C 和 7D 的一个数值实例，分别示出沿图 7A 的截面线 7C—7C 和截面线 7D—7D 截取的光强分布；

图 12A 和 12B 是示出相移掩模的一种变型的平面图和侧视图；

图 13A—13C 是示出具有不同孔径的滤波器的结构实例的视图，每一滤波器具有的数值孔径对应于一个所需的瞳孔函数；

图 14A—14E 是示出通过采用根据本发明的结晶装置制造一种电子器件的步骤的视图。

## 具体实施方式

下面将结合附图对根据本发明的实施例进行详细描述。

图1是示意性地示出根据本发明第一实施例的一种结晶装置的结构视图，图2是示出图1的一个照度系统的内部结构的示意图。参见图1和2，根据第一实施例的结晶装置包括一个照度系统2，该照度系统2照射到一个相移掩模1。如图2所示，该照度系统2具有一个光源（最好是一个激光光源，比如，一个KrF受激准分子激光光源）2a，该光源发出波形为248nm的光，一个输出光束扩展器2b，以及第一和第二均化器，它们被顺序地设置在光源的激光束输出发散侧。

在该照度系统2中，一束从光源2a发射的激光束通过光束扩展器2b被扩展，然后进入一个第一飞孔透镜(fly-eye lens)2c。以此方式，在该第一飞孔透镜2c的一个后侧焦平面上形成多个光源，来自这多个光源的光通量以一种叠加的方式通过一个第一聚光镜光学系统2d而照射到一个第二飞孔透镜2e的入射面上。结果，在所述第二飞孔透镜2e的一个后侧焦平面上形成比在所述第一飞孔透镜2c的后侧焦平面上的光源更多的光源。来自形成于所述第二飞孔透镜2e的后侧焦平面上的多个光源的光通量以叠加的方式通过一个第二聚光镜光学系统2f而照射一个相移掩模1。

所述第一飞孔透镜2c和第一聚光镜光学系统2d构成所述第一均化器。该第一均化器对所述相移掩模1上的入射角执行均化。所述第二飞孔透镜2e和第二聚光镜光学系统2f构成所述第二均化器。该第二均化器对所述相移掩模1上的内平面(in-plane)位置执行均化。这样，该照度系统2照射该相移掩模1，以致该相移掩模被设置成与一根光轴正交，而且在该照度系统2的一个激光束输出发散侧上，光具有一个基本上均匀的光强分布。

如图1所示，一个已处理的衬底4被用该激光束照射，该激光束已经通过后面将要描述的相移掩模1被调相，并通过一个图象形成光学系

统 3。这里，该图象形成光学系统 3 将相移掩模 1 和该已处理衬底的一个处理平面 4 布置成在光学上共轭。换言之，该已处理衬底 4 被放置到一个与该相移掩模 1 在光学上共轭的平面上（图象形成光学系统 3 的象平面）。该图象形成光学系统 3 包括一个设置在它的瞳孔平面上的孔径光阑 3a。当其孔部（光传输部分）具有不同大小的多个孔径光阑被预先准备时，该孔径光阑 3a 被设置成可以相对于一个光路被适当地更换。这种更换可以被人工或者自动地执行。

作为选择，该孔径光阑 3a 可以具有一个虹彩光圈，它能够通过人工或者自动操作连续地或者间断地改变孔部的大小。无论如何，该孔径光阑 3a 的孔部的大小（即，图象形成光学系统 3 的一个图象侧数值孔径 NA）被设定，以便在已处理的衬底 4 的一个半导体薄膜（一个要被结晶的薄膜或者层）上生成具有一个所需反峰值图形的光强分布。标记 3b 表出一个下文将要描述的滤波器。该图象形成光学系统 3 可以是一个反射型光学系统，或者是一个折射和反射型光学系统。

所述已处理过的衬底 4 是利用一种化学蒸汽沉积法通过在一个形成于比如一个液晶显示器平板玻璃上的基层薄膜上成形而得到的（在该基层薄膜上的一种单晶硅薄膜或者一种多晶硅薄膜）。利用一种真空吸盘或者一种静电吸盘，将其上安装有衬底 4 的该玻璃板保持在一个衬底台 5 的一个预定位置上。采用一种公知的技术，该衬底台 5 可以和该被处理的衬底 4 一起在 XYZ 方向上移动。

图 3A—3C 是示出根据第一实施例的一种相移掩模的一个基本单元部分的结构和效果的示意图。参见图 3A 和 3B，构成该相移掩模 1 的多个基本单元部分（相移基本图形）10 的每一部分是由一个沿图 3A 的垂直方向延伸的边界区域 11 以及一个第一区域 12 和一个第二区域 13 构成的，第一和第二区域被设置在该边界区域 11 的水平方向上的两侧并平行于边界区域 11 延伸。这里，将第一区域 12 的传输光线确定为一

个参考，则赋给第二区域 13 的传输光线 360 度的相差。

该边界区域 11 具有一个相位分布，其沿着图中的水平方向以一步的形式从第一区域 12 的一个相位（0 度）变化到第二区域 13 的一个相位（360 度）。而且，详细地说，如图 3B 所示，边界区域 11 是由一个第一边界区域分段 11a、一个第二边界区域分段 11b、一个第三边界区域分段 11c、一个第四边界区域分段 11d、一个第五边界区域分段 11e、一个第六边界区域分段 11f、一个第七边界区域分段 11g、一个第八边界区域分段 11h、一个第九边界区域分段 11i 以一种下降梯级的方式从第一区域 12 的一侧按照上述次序构成的。尽管不一定需要这样，但是每一边界区域分段被形成为具有相同的宽度和长度。

这里，将第一区域 12 的传输光线确定为一个参考，30 度、60 度、90 度、135 度、180 度、225 度、270 度、300 度和 330 度的相差被分配给第一边界区域分段 11a 至第九边界区域分段 11i 的传输光线。在上述描述中，关于相差，将相位增加的方向确定为正方向。特别是，当相移掩模 1 是由比如一种石英玻璃形成时，该石英玻璃对一种波长为 248nm 的光线的折射率为 1.5，在第一区域 12 与第二区域 13 之间给出一个高度差为 496nm 的梯级。

另外，在第一区域 12 与第一边界区域分段 11a 之间给出一个梯级约为 41.3nm；在第一边界区域分段 11a 与第二边界区域分段 11b 之间给出一个梯级约为 41.3nm；在第二边界区域分段 11b 与第三边界区域分段 11c 之间给出一个梯级约为 41.3nm；在第三边界区域分段 11c 与第四边界区域分段 11d 之间给出一个梯级约为 62nm；在第四边界区域分段 11d 与第五边界区域分段 11e 之间给出一个梯级约为 62nm；在第五边界区域分段 11e 与第六边界区域分段 11f 之间给出一个梯级约为 62nm；在第六边界区域分段 11f 与第七边界区域分段 11g 之间给出一个梯级约为 62nm；在第七边界区域分段 11g 与第八边界区域分段 11h 之间给出一个

梯级约为 41.3nm；在第八边界区域分段 11h 与第九边界区域分段 11i 之间给出一个梯级约为 41.3nm；在第九边界区域分段 11i 与第二区域 13 之间给出一个梯级约为 41.3nm。

在此情形下，如下文将要描述的，具有一个 180 度相差的第五边界区域分段 11e 构成了一个线性延伸的相移部分。而且，通过一维地排列所述基本单元部分 10 而构成该相移掩模 1。就是说，在该相移掩模 1 中，由第一区域 12、边界区域 11 和第二区域 13 组成的一个相移基本图形被沿着图中的水平方向反复地形成。然而，在所示的图形中，相位的倾角的正和负被交替地重复。相位倾角是正的部分和相位倾角是负的部分两部分都给出相同的光强分布。而且，在相移掩模 1 中，它的相移图形（梯级）是被形成在一个与已被处理衬底 4 相对的平面上。

在第一实施例中，当该相移掩模 1 被使用、并且图象形成光学系统 3 的孔径光阑 3a 的孔径（即，图象侧数值孔径 NA）被设定为一个预定值时，就在已处理的衬底 4 上形成了一种光强分布，其具有一个反峰值图形，即，在与作为相移部分的第五边界区域分段 11e 对应的一个线性区域其光强度最小（ $I_1$ ），而且，光强度是被一维地基本上单调地在—个方向（图中的水平方向）上向第一和第二区域 12、13 增加，其中该方向与所述线性区域延伸的方向正交，如图 3C 所示。下面，将对根据第一实施例的相移掩模 1 的效果、特别是边界区域 11 的效果进行简要的描述。

通常，在通过图象形成光学系统由经过相移掩模 1 的—区域的光通量在被处理的衬底上所形成的光强分布方面，其中相移掩模 1 具有连续地或者间断地变化的相位分布，光强度基本上与相变的梯度相对应。就是说，在与—个其相变梯度的绝对值小的掩模区域相对应的—个衬底区域上的光强度就变大，在与—个其相变梯度的绝对值大的掩模区域相对应的—个衬底区域上的光强度就变小。



如下面的表达式 (1) 所示, 通过下面的事实就能够理解: 通过对一个对象的一个复振幅分布  $O(u,v)$  和一个点像的一个复振幅分布 (点扩散函数)  $ASF(u,v)$  进行卷积积分, 给出一个图象的一个复振幅分布  $I(u,v)$ 。在表达式 (1) 中, “ $\int$ ” 是一个积分符号。

$$I(u,v) = \iint\{O(u',v')ASF(u-u',v-v')\}du'dv' \quad (1)$$

然而, 当采用具有一个规则的瞳孔函数的图象形成光学系统时, 其中该函数的透射率分布是均匀的, 如图 4A 所示, 由于在圆周处的点扩散函数变为负值 (点扩散函数是瞳孔函数的一个傅立叶(Fourier)变换), 相变与光强度之间的关系是不完全的, 小的波 (波动)  $4W$  保留在该光强分布中。与此相反, 当采用具有这样一个瞳孔函数的图象形成光学系统时, 其中该函数的透射率分布是在圆周处的低于在中心的, 即该函数是一个其透射率分布是高斯(Gauss)型的瞳孔函数, 如图 4B 所示, 点扩散函数的负值部分被消除。这就能够容易地理解有关的一个事实, 高斯分布的傅立叶变换是高斯分布。结果, 相变与光强度之间的关系就变得更完整, 而且图 4A 所示的小波动能被从光强分布中消除。

在上述描述中, 存在这样一种假设情况, 即相移掩模具有一个连续变化的相位分布。然而, 即使在象第一实施例那样在递增梯级的相位分布方面发生近似变化的情况下, 假如边界区域 11 的每一梯级的宽度  $D$  (参见图 3B) 小于图象形成光学系统的分辨率  $R (\cong \lambda/NA)$ , 也就是, 假如满足下面的条件表达式 (2), 就可能获得十分平滑地变化的光强分布。

$$D < \lambda/NA \quad (2)$$

图 5 是一视图, 示出当一种传统的线性相移掩模被用作第一实施例的一个比较例时, 在一个已处理的衬底上所获得的光强分布。在根据第一实施例的装置中, 如图 5 所示, 通过使用该传统的线性相移掩模所获得的一种具有一反峰值图形的光强分布, 其特征是, 在与该相移掩模的

一个相移部分（两个区域之间的边界线，对其给出了一个比如 180 度的相差）20 对应的一个位置上，光强度基本上为 0（最小值），并且光强度被一维地向横向方向上增强。

参见图 5，在两个相邻的反峰值图形部分 RS 之间的一个中间部分 MS 处的光强分布包括一个不规则的波动（波形分布，其光强度反复地增加和降低），其中的反峰值图形部分 RS 是依据两个彼此相邻的相移部分 20 而形成的。在此情形下，尽管希望是，在该反峰值图形部分 RS 的光强分布具有一个大的倾角的位置，或者在一个具有一预定光强度的位置（通常是，一个其光强度稍高于一最小光强度的位置），生成一个晶核 21，但是有时候，在该中间部分（即，一个不希望的位置）的波动处其光强度低，可以在该位置生成一个晶核 22。

即使该晶核生成在一个希望的位置，已经从该晶核开始向圆周的横向生长停止在一个部位，在该部位光强度在反峰值图形部分与中间部分之间的边界上降低。换言之，由于从晶核开始的横向生长被限制在反峰值图形的横向尺寸 W 的范围内，就阻碍了足够大晶粒的生长。需要注意的是，反峰值图形的横向尺寸 W 基本上等于第一实施例中的图象形成光学系统的分辨率 R，即，一种投影 NA 法。

假设 $\lambda$ 是所用光线或者激光束的波长，NA 是图象形成光学系统 3 的图象侧数值孔径，则图象形成光学系统 3 的分辨率 R 就被确定为  $R = k\lambda/NA$ 。这里，尽管常量 k 会依据照射该相移掩模 1 的照度系统 2 的规格、来自光源 1 的光通量的相干性程度以及分辨率的清晰度而发生变化，但是它是一个基本上接近于 1 的值。如上所述，在投影 NA 法中，当图象形成光学系统 3 的图象侧数值孔径 NA 被减小而图象形成光学系统 3 的分辨率被降低时，则反峰值图形的横向尺寸被增加。

如上所述，在采用所述线性相移掩模的现有技术中，由于在被给出 180 度相差的两个区域之间发生干涉，在一个与所述相移部分 20 对应的

位置光强度变成最小（几乎为 0），而且，反峰值图形的横向尺寸  $W$  被图象形成光学系统 3 的分辨率  $R$  确定，但是，在中间部分的光强分布就产生一个不规则的波动。

另一方面，在根据第一实施例的相移掩模 1 中，所述边界区域 11 具有一个从第一区域 12 的一个相位（0 度）以梯级的形式变化到第二区域 13 的一个相位（360 度）的相位分布，该边界区域 11 被形成在两个区域 12、13 之间，该两个区域的相差为 360 度，即，第一区域 12 和第二区域 13。因而，在已处理的衬底 4 上，如图 3C 所示，就形成这样一个具有一个反峰值图形的光强度图形，其在一个与作为相移部分的第五边界区域分段 11e 对应的线性区域内，光强度最小（ $I_1$ ），并且光强度基本上是在一个与该线性区域正交的方向上向圆周单调地增强。

这里，根据该相移部分所获得的该最小光强度  $I_1$  的大小会依据相变的梯度以及图象形成光学系统 3 的图象侧数值孔径  $NA$  而变化。此外，该反峰值图形的横向尺寸  $W$  会依据边界区域 11 的横向尺寸  $W'$  而变化。而且，在中间部分的光强度  $I_2$  会依据来自所述照度系统 2 的照射光的光强度而变化。更确切地说，在第一实施例中，光强分布与在已处理的衬底 4 上获得的反峰值图形的一致性能被作为一个整体来控制，不规则波动能被从中间部分（MS）的光强分布中消除。

结果，在第一实施例中，晶核可以在这样一个位置生成，即，反峰值图形部分（RS）的光强分布的倾角大（即，一个希望的位置），或者在中间部分（MS）没有生成晶核的最小光强度的一个位置的附近。而且，由于在接近于反峰值图形部分与中间部分之间的边界，不存在光强度降低的部分，而且，光强度向中间部分的中心略微单调地增强，已经从晶核开始向圆周的横向生长不被限制到该反峰值图形的横向尺寸的范围。如上所述，在第一实施例中，晶核能被生成在一个所希望的位置，而且能够实现从晶核开始的充分的横向生长，因而生成一个具有大

的粒度的结晶半导体薄膜。

在第一实施例中，如上所述，为了获得十分平滑地变化的光强分布，希望是，所述边界区域 11 被以这样一种方式形成，即每一梯级的宽度  $D$  满足表达式 (2)。在第一实施例中，如上所述，希望采用具有瞳孔函数的图象形成光学系统，其透射率分布在圆周处低于在中心处，比如，一个瞳孔函数，其透射率分布是高斯型的，以便在光强分布上基本上不留下小波动（波动）。特别是，如图 1 所示，希望的是，在所述图象形成光学系统 3 的一个瞳孔平面上或者在其附近设置一个传输滤波器 3b，该滤波器 3b 具有一个与所希望的瞳孔函数一致的透射率分布。

在第一实施例中，第一区域 12 和第二区域 13 被形成为平面，而边界区域 11 具有一个以梯级形式变化的相位分布。然而，本发明不局限于此，总体上是希望提供一种这样的相位分布，即从第一区域 12 的一个相位连续地或者不连续地变化到第二区域 13 的一个相位。具体地说，它可以采用一种变型，即边界区域 11 具有一个线性地或者曲线地变化的相位分布。此外，也可以采用一种变型，即根据需要，第一区域 12 和第二区域 13 被形成为稍微的曲面。

在第一实施例中，在第一区域 12 和第二区域 13 之间被给出 360 度的相差。然而，本发明不局限于此，可以根据一种所需的光强分布形态，在第一区域 12 和第二区域 13 之间给出一个合适的相差，比如 180 度的相差。

图 6 是示出根据本发明第二实施例的一种结晶装置的结构示意图。此外，图 7A-7C 是示出根据第二实施例的一种相移掩模的一个基本单元部分的结构和效果的示意图。该第二实施例具有类似于第一实施例的结构。然而，仅仅是第二实施例的相移掩模在结构上稍微不同于第一实施例的相移掩模 1。请注意与第一实施例的区别，下面将对第二实施例进行描述。

参见图 7A, 该相移掩模 6 的一个基本单元部分 16 (相移基本图形) 是由一个边界区域 11、一个第一区域 12 和一个第二区域 13 构成的, 类似于根据第一实施例的所述相移掩模 1 的基本单元部分 10。然而, 与第一实施例的不同在于, 第二实施例在边界区域 11 的第五边界区域分段 11e 的中心形成有一个圆形的小区域 14。这里, 在该凸出的小区域 14 的传输光与第五边界区域分段 11e 的传输光之间给出一个 180 度的相差, 作为一个第二相差。

特别是, 当相移掩模 6 是由比如一种石英玻璃形成时, 该石英玻璃对一种波长为 248nm 的光线的折射率为 1.5, 在该小区域 14 与第五边界区域分段 11e 之间给出一个 248nm 的梯级。因而, 假如该小区域 14 是通过一个凸起而形成的, 则该小区域 14 具有与第一区域 12 相同的高度位置, 或者假如该小区域 14 是通过一个凹槽而形成的, 则该小区域 14 具有与第二区域 13 相同的高度位置。在此实例中, 如图 7B 所示, 该小区域 14 是通过一个凸起形成的, 它具有与第一区域 12 相同的高度。在此情形下, 正如下面将要描述的那样, 该小区域 14 构成了所述相移掩模 6 上的一个相移部分。关于该小区域 14 构成该相移部分, 相对于每一相移图形 16, 能够根据需要多个小区域二维地布置在最好是在相同的边界区域分段内。

如上所述, 在根据第二实施例的相移掩模 6 中, 在与已处理的衬底 4 相对的一个平面上形成一个相移图形, 该图形是根据第一实施例的所述被修改的线性相移图形与一个所谓的圆形相移图形的组合。在解释根据第二实施例的相移掩模 6 的效果之前, 下面先描述所述线性相移掩模的效果和所述圆形相移掩模的效果。

图 8A—8D 是示出一种线性相移掩模的效果的视图。当在第二实施例中采用该线性相移掩模时, 如图 8A 所示, 一个相移部分是由位于两个区域 31a 与 31b 之间的一根线性边界线 31c 组成的, 所述区域具有比

如 180 度的相差（为了实现与区域 31a 的区别，给出了阴影线，尽管它不是一个横截面）。因而，在已处理的衬底 4 上，如图 8B 所示，这里形成了一个具有一反峰值图形的光强分布，其在一根与相移部分（分界线）对应的线 32 上的光强度为最小（几乎为 0），而且，该光强度在一个与所述线 32 正交的方向（图中的横向方向）上被一维地横向增强。

在此情形下，如图 8C 所示，沿着与该相移部分对应的所述线 32，温度分布变成最小值，而且，沿着一个与对应于该相移部分的所述线 32 正交的方向上，产生了一个温度梯度（图中用一个箭头表示）。就是说，如图 8D 所示，在对应于该相移部分的所述线 32 上生成了一个或多个晶核 33，而且，从晶核 33 开始沿着一个与对应于该相移部分的所述线 32 正交的方向上继续进行结晶。

在图 8D 中，每一曲线 34 表示一个晶界，在由相邻的曲线 34 确定的一个区域内形成一个晶粒。结果，晶核 33 就生成在与相移部分对应的所述线 32 上，但是，在线 32 上晶核 33 被生成的位置是不确定的。换言之，假如该线性相移掩模被用在第二实施例中，则对晶核 33 的生成位置的控制是不可能的，而且晶粒被形成的区域不能被二维地控制。具体地说，不可能以这样一种方式控制，即一个晶体形成区域包括一个将在其中形成一个 TFT（薄膜晶体管）的信道的区域 35。

图 9A—9D 是示出一种圆形相移掩模的效果的视图。当该圆形相移掩模被用在第二实施例中时，一个圆形小区域 41b 构成相移部分，该小区域 41b 在比如一个方向上具有一个比如 180 度的相差，相位沿着该方向相对于一个矩形区域 41a 增长。因而，在已处理的衬底 4 上，如图 9B 所示，这里形成了一个具有一反峰值图形的光强分布，其在一个与该相移部分对应的小区域 42 内的光强度接近于 0（最小峰值），而且，该光强度在一个从该小区域 42 向圆周的放射状图形内增强。

在此情形下，如图 9C 所示，在与该相移部分对应的所述小区域 42

内，温度变成最小值，而且，在一个从与相移部分对应的该小区域 42 向圆周的放射状图形内，产生了一个温度梯度（图中用一个箭头表示）。就是说，如图 9D 所示，在与相移部分对应的所述小区域 42 内或者在其附近，生成了多个晶核 43（图 9D 中仅仅示出一个晶核，以便图面清晰），而且，在一个从晶核 43 向圆周的放射状图形内继续进行结晶。

当该圆形相移掩模被以此方式用在第二实施例中时，由于在该与相移部分对应的小区域 42 内或者在其附近生成了多个晶核 43，晶核 43 生成的位置能被控制。然而，由于晶体是从多个晶核 43 按照一个放射状图形同时前进而增长的，则晶粒界面 44 被形成的位置是不确定的，而且晶体被形成的区域不能被二维地控制。特别是，不可能以这样一种方式控制，即所述晶体形成区域包括将在其中形成一个 TFT（薄膜晶体管）的一个信道的区域 45。

为了了解线性相移掩模和圆形相移掩模的更详细结构，可以参考“Optimization of phase-modulated excimer-laser annealing method for growing highly-packed large-grains in Si thin-films, Applied Surface Science 154—155 (2000) 105—111”（用于在硅薄膜中生成高度填充的大晶粒，被调相的受激准分子激光退火方法的最优化，表面科学）。

如上所述，根据第二实施例的相移掩模 6 具有所述相移图形，该图形是第一实施例中的所述被调制的线性相移图形与上述圆形相移图形的组合。因而，在已处理的衬底 4 上沿截面线 7C—7C 在相移掩模 6 的一个横截面上，它不切断所述圆形小区域 14，可以获得与在第一实施例中的光强分布相同的光强分布，如图 7C 所示。换言之，图 7C 中所示的光强分布与第一实施例中图 3C 所示的光强分布一致。

另一方面，在沿截面线 7D—7D 的一个横截面上，它切断了圆形小区域 14，如图 7D 所示，这里形成了一个具有一个二阶段的反峰值图形的光强分布，该反峰值图形被如图 7C 所示的这样一种光强分布以及如

图 9B 所示的这样一种光强分布确定，其中图 7C 所示的光强分布是由边界区域 11 的效果形成的。就是说，在已处理的衬底 4 上沿截面线 7D—7D 的横截面上，可以获得这样一种光强分布，即在一个对应于圆形小区域 14 的区域内光强度是最小的或者接近于 0，其中该小区域 14 构成相移掩模 6 的相移部分，而且，光强度在一个相变方向（图中的水平方向）上突然向圆周增强，然后逐渐地和单调地增强直至达到一个固定值。

图 10A 和 10B 是示出根据第二实施例的相移掩模的效果和优点的视图。顺便提及，在图 10A 中，一个圆形区域 51 表示与上述圆形小区域 14 对应的在已处理的衬底 4 上的一个区域，而一根虚线 52 表示与上述第五边界区域分段 11e 对应的在已处理的衬底 4 上的一个线性区域。在第二实施例中，在与上述圆形小区域 14 对应的该圆形区域 51 内温度变成最小值，而且，沿着一个与该线性区域 52 正交的方向（相变的方向：图中的水平方向）上产生了一个温度梯度，如图 10A 所示。结果，如图 10B 所示，在对应于该相移部分的所述圆形区域 51 内或者在其附近生成了一个晶核 53，而且，从该晶核 53 开始沿着一个相变的方向上继续进行结晶。

如此，晶核 53 生成的位置就被限制在该圆形区域 51 或者其附近，从该晶核 53 开始的晶体的生长方向就被一维地限制在一个相变的方向上，因而基本上控制了晶粒界面 54 的形成位置。换言之，在第二实施例中，晶核 53 的位置能被控制，而且，对晶粒界面 54 形成位置的控制能够基本上二维地控制由该晶粒界面 54 所确定的一个晶体 55 的形成区域。特别是，有可能以这样一种方式控制，即晶体 55 的形成区域包括一个将在其中形成一个 TFT 的一个信道的区域 56。

在第二实施例中，沿图 7C 所示横截面的光强分布和沿图 7D 所示横截面的光强分布实际上是根据一个特定的数值实例通过仿真而获得



的。在该数值实例中，假设光的波长 $\lambda$ 为 248nm，而图象形成光学系统 3 的图象侧数值孔径 NA 为 0.13。而且，假设边界区域 11 的每一梯级的横向尺寸 D 为 0.5 $\mu\text{m}$ （即，边界区域 11 的横向尺寸 W' 为 4.5 $\mu\text{m}$ ），且第一区域 12 和第二区域 13 的横向尺寸为 3 $\mu\text{m}$ 。

而且，假设所述小区域 14 为正方形，其一个侧边为 1 $\mu\text{m}$ （在该实施例中，尽管为了方便的缘故而希望小区域 14 具有圆形形状，但是它不一定是圆形形状，矩形形状用于制造是最佳的）。假设图象形成光学系统 3 具有一种高斯型瞳孔函数，其伽马的透射率分布为 2.0。图 11A 和 11B 是分别示出沿截面线 7C-7C 的一种光强分布和沿截面线 7D-7D 的一种光强分布，它们是在上述数值实例中获得的。参见图 11A 和 11B，能够证实可以获得光强分布，其基本上与沿截面线 7C-7C 的光强分布和沿截面线 7D-7D 的光强分布一致，它们被通过一种仿真方法典型地示于图 7C 和 7D。

如上所述，在第二实施例中，能够通过控制晶核的位置来基本上二维地控制一个晶体形成区域，而且，能够实现从晶核开始的充分的横向生长，因而生成一个具有大的粒度的结晶半导体薄膜。特别地，由于所生成的大粒度的晶体在横向生长的方向上具有一个高的电子迁移率，在该横向生长的方向上设置晶体管的一个源极和一个漏极，能够制造出一种具有极好特性的晶体管。

在第二实施例中，希望满足下面的条件表达式 (3)：

$$r \leq \lambda/\text{NA} \quad (3)$$

其中，NA 是所述图象形成光学系统 3 的一个图象侧数值孔径， $\lambda$  是光的波长，而 r 是所述圆形小区域 14 的半径（通常是，所述小区域 14 的外接圆的半径）。

条件表达式 (3) 的右侧代表图象形成光学系统 3 的分辨率，如上所述。因此，当满足条件表达式 (3) 时，小区域 14 的尺寸变得不大于

该分辨率，其中的光强度基本上为 0 的该区域的形状变成一个实心的圆形而不是一个中空的环形（环形），该圆形位于所述已处理的衬底 4 上的与作为相移部分的圆形小区域 14 相对应的区域 51 内。换言之，当不满足条件表达式（3）时，其中的光强度基本上为零的该区域的形状就变成一个环形，该环形位于所述已处理的衬底 4 上的所述区域 51 内，而且，不能够获得具有一个反峰值图形的所需光强分布。

特别是，当图象形成光学系统 3 的图象侧数值孔径 NA 太大时，可以平行地形成两个反峰值图形，因而不能获得具有该反峰值图形的所需的光强分布。另一方面，当图象形成光学系统 3 的图象侧数值孔径 NA 太小时，在具有该反峰值图形的所述光强分布中，光强度的一个最小值就充分地变得大于（更大于）0，而且，不能获得具有反峰值图形的所需的光强分布。

因此，另外，因为下面的原因需要满足  $0.05\lambda/NA \leq r \leq \lambda/NA$ 。

由于当 r 较小时，一个“滴” (drop) 变得很小，根据该条件选择最佳的 r 是能够满足的。然而，将考虑一个值，采用该值不能取得所述滴的效果。假设当该滴的比率不大于 1% 时该滴不能有效地工作。

假设相位为 180 度，所述小区域的面积比为  $\alpha$ ，

$$\text{光强度} = \{(1-\alpha) - \alpha\}^2$$

当此值不小于 99% 时，该滴是有效的。

$$0.99 < \{(1-\alpha) - \alpha\}^2$$

$$\therefore \alpha > 0.0025$$

转换成一个尺寸比，

$$\sqrt{\alpha} > 0.05$$

因此，能够得到上述表达式。

另外，在第二实施例中，为了获得与已处理的衬底 4 上的线性区域 52 对称的光强分布，其中该区域 52 对应于作为所述相移部分的所述圆

形小区域 14，希望是，该小区域 14 被形成在一个与在边界区域 11 内光强度为最小的一个区域对应的位置上（第五边界区域 11e 的位置）。需要注意的是，在第二实施例中，该小区域 14 被形成为一个圆形形状，但是该小区域的形状是任意的。比如，在仿真方面可以采用一个正方形小区域。

在第二实施例中，尽管将 180 度的相差作为一个第二相差给出在相移掩模 6 的小区域 14 的传输光与第五边界区域 11e 的传输光之间，但是，本发明并不局限于此，可以将任何其它合适的相差设定为第二相差。然而，将第二相差设定为 180 度能够将衬底 4 上的区域 51 内的光强度抑制到接近于 0（大于阈值），其中该区域 51 对应于作为相移部分的所述小区域 14。

通过各种不同的技术，可以根据需要制造包括具有多个梯级的所述边界区域或者具有所述小区域的相移掩模，下面将描述它的实例。

准备一个透明的石英衬底，其折射率为 1.5，相对的表面是平的。通过选择性的蚀刻，衬底的一个表面被部分地蚀刻到 496nm 的深度，以便形成一个第二区域 13。此时，该表面上未被蚀刻的部分是第一区域 12，一个位于第一和第二区域 12、13 之间的已被处理区域以后成为边界区域 11。随后，在该石英衬底的整个上述这个表面上施加一层抗蚀剂。然后，通过执行电子束平版印刷术和显影，该抗蚀剂被形成图形，因而形成一种抗蚀剂图形，其具有一个形成在该石英衬底的一预定位置的开口，即一个与第九边界区域分段 11i 对应的位置。随后，将该抗蚀剂图形用作一个掩模，实施干蚀刻，与第九边界区域分段 11i 对应的石英衬底的一个暴露区域被削去到一预定的深度（41.3nm）。其后，将抗蚀剂从石英衬底上移除。此后，在一个前表面上形成一个抗蚀剂图形，该图形具有所述与第九边界区域分段 11i 对应的部分和一个与相邻的第八边界区域分段 11h 对应的开口部分，而且仅仅是该部分被选择性地蚀刻到

一预定深度。随后，以这样一种方式，变换和重复从抗蚀剂的施加到抗蚀剂的去除这些步骤，即，石英衬底的蚀刻位置和深度能够与每一边界区域分段相结合（当象本实施例一样设有九个边界区域 11a—11i 时，结合九次），一个具有一种梯级形边界区域的相移掩模被形成在该石英衬底的该表面上。当形成所述小区域时，可以通过粘贴或者刮削来形成该部分，但是，最好是在形成边界区域分段时同时形成该小区域。为了实现之，最好是当形成比如中间的边界区域分段 11e 时使抗蚀剂形成图形，从而形成一个凸出部或者一个凹陷部以作为该小区域。

作为另一种方法，在石英衬底的与该边界区域对应的部分上形成一种抗蚀剂，该抗蚀剂的每一厚度与每一边界区域分段相对应。在此情形下，抗蚀剂的厚度被以这样一种方式设定，即，对应于第一边界区域分段 11a 的抗蚀剂最厚，并以一种成梯级的方式向第九边界区域分段 11i 逐渐变薄。可以采用例如上述电子束平版印刷术，通过根据每一边界区域分段而变化电子束的能量，能够形成这样一种其厚度逐渐变化的抗蚀剂。之后，通过蚀刻该石英衬底的一个表面而形成具有不同深度的边界区域分段。就是说，与第九边界区域分段 11i 对应的具有最薄抗蚀剂的部分被蚀刻到最大深度，与第一边界区域分段 11a 对应的具有最厚抗蚀剂的部分被蚀刻到最小深度，而与在这些区域之间的第二至第八边界区域分段对应的那些部分被蚀刻到与各自的抗蚀剂厚度对应的深度。

以此方式，就制造出所述具有梯级状边界区域的相移掩模。在这样一种方法中，在该小区域是一个凸起的情况下，可以将这一部分留出以便不被蚀刻而形成该小区域，而在该小区域是一个凹陷的情况下，可以通过进行蚀刻以得到与该第二区域的深度相同的深度，从而形成该小区域。

在相移掩模中，它的边界区域是以这样一种方式构成的，在前述实施例中，通过在相邻的边界区域分段之间设置一个梯级，使得相差逐渐

地改变，但是，本发明并不局限于此。例如，如图 12A 和 12B 所示，边界区域 61 可以以这样一种方式具有一个平坦的斜面，即在第一区域 12 与第二区域 13 之间相差连续地变化。该斜面不一定是平坦的，比如，它也可以是一个向上或向下凸出的曲面。在此变型中，尽管该小区域 61a 被设置在沿边界区域 61 的水平方向的中间部位（与第一区域 12 和第二区域 13 相距相同距离的位置），但是，它不一定被设置在精确的中间位置。该小区域的形状不局限于矩形形状，它可以是任意的形状。此小区域被形成一个凸出部以便具有与第一区域 12 相同的高度（相同的相位），但是它也可以是一个凹陷以便具有与第二区域 13 相同的高度（相同的相位）。在一个边界区域 61 内设置有多个小区域 61a，在本实例中为 3 个，但是其数量不局限于此。比如，一个小区域就足够。

在上述每一实施例中，为了实现一个低的瞳孔函数，其透射率分布在圆周处透射率低于在中心的透射率，比如一个其透射率分布是高斯型的瞳孔函数，在图象形成光学系统 3 的一个瞳孔平面上或者在其附近设置有一个传输滤波器 3b，该滤波器具有一个与一所需瞳孔函数一致的透射率分布。然而，本发明并不局限于此，也可以设置一个孔径滤波器，该滤波器具有一个与一所需瞳孔函数一致的数值孔径，以取代上述传输滤波器 3b。

图 13A—13C 是示出具有与所需瞳孔函数一致的数值孔径的一个孔径滤波器的结构实例的视图。参见图 13A，在孔径滤波器 3d 中，一个最大的圆的第一开口部 91a 被形成在一个非半透明衬底 90 的中心，六个中等大小的圆的第二开口部 91b 被形成在该第一开口部的周围，19 个最小的圆的第三开口部 91c 被形成在这些第二开口部的周围。在图 13B 所示的一个实例中，其开口部具有矩形形状，而不是圆形，在衬底 90 上形成具有不同面积的三种类型的方形开口部 92a、92b 和 92c，在此实例中，比如，该衬底具有与圆形开口部相同的分布。在图 13c 所示

的一个实例中，具有相同面积和相同形状的开口部 93（在此实例中为圆形）被向衬底 90 的圆周的远侧粗略地分布。

通过采用这样的形状，就可能实现该孔径滤波器，该孔径滤波器具有一个瞳孔函数，该瞳孔函数的透射率分布在圆周处低于在中心的，比如是一个其透射率分布是高斯型的瞳孔函数。在所述传输滤波器 3b 中，由于光是通过一个光学元件传输的，就易于发生像差。然而，在所述孔径滤波器 3d 中，由于光通过但没有被该光学元件传输，则不发生像差，就可以避免图象形成光学系统 3 的光学性能劣化。

在前述每一实施例中，尽管光强分布可以在一个设计阶段被计算出，但是理想的是观测并确认在该被处理平面（被暴露平面）上的实际的光强分布。为了实现之，最好的是通过该光学系统将该已被处理的平面放大并通过一个图象拾取元件比如 CCD 输入一个结果。假如要用的光线是一种紫外线，由于该光学系统是受到限制的，为了将该光线转换成一种可见光线，可以给该被处理的平面提供一荧光屏。

图 14A—14E 是方法的横截面视图，示出通过采用根据本实施例的结晶装置制造一种电子器件的步骤。如图 14A 所示，通过用一种化学蒸汽沉积法或者一种溅射法，在一个透明的绝缘衬底 80（比如，碱性玻璃，石英玻璃，塑料，聚酰亚胺或类似物）上顺序地形成一层基层薄膜 81（比如，一层由 50nm 厚的 SiN 膜和 100nm 厚的 SiO<sub>2</sub> 膜形成的迭层薄膜），和一层非晶形或多晶体半导体薄膜 82（比如，一层由 Si, Ge, SiGe 或类似物制成的薄膜，其膜厚度约 50nm 至 200nm），从而形成一个已处理的衬底 4。随后，通过采用根据本实施例的结晶装置和方法，用一种激光束 83（比如，KrF 受激准分子激光束或者 XeCl 受激准分子激光束）照射半导体薄膜 82 的一个表面的部分或者一个整个表面。

结果，由于上述原因，如图 14B 所示，所述非晶形或多晶体半导体薄膜 82 就变成一种多晶体半导体薄膜或者一种单晶体半导体薄膜 84，

其具有大的粒度。然后，如图 14C 所示，通过采用一种光刻法技术（照相平版印刷术），该多晶体半导体薄膜或单晶体半导体薄膜 84 被处理成一个岛屿形的半导体薄膜 85，一层厚度为 20nm 至 100nm 的 SiO<sub>2</sub> 膜作为一层门绝缘膜 86 被形成在所述基层薄膜 81 上，该基层薄膜 81 包括用化学蒸汽沉积法或溅射法在其上形成的薄膜。而且，如图 14D 所示，用一种公知的薄膜形成技术和一种图形形成技术，在该门绝缘膜 86 的与半导体薄膜 84 中心对应的位置上形成一个门电极 87（比如，一种硅化物或 MoW）。然后，用该门电极 87 作为一个掩模，杂质离子 88（当是 N 信道晶体管时为磷，当是 P 信道晶体管时为硼）被注入该半导体薄膜 85。之后，在一种氮保护气氛中执行退火处理（比如，在 450℃ 下进行一小时），这样，杂质就被激活了。

然后，如图 14E 所示，一个间层绝缘膜 89 被形成在包含所述门电极 87 的所述门绝缘膜 86 上。接触孔被形成在所述间层绝缘膜 89 和门绝缘膜 86 中，在接触孔中形成有被连接到一源极 91 和一漏极 92 上的一个源电极 93 和一个漏电极 94，其中所述源极 91 和漏极 92 通过一个信道 90 被连接。此时，该信道 90 依据一个晶体的位置而形成，该晶体具有在如图 14A 和 14B 所示步骤中生成的所述多晶体半导体薄膜或者单晶体半导体薄膜 84 的大粒度。经过上述步骤，就形成了一个多晶体晶体管或者一个单晶体半导体晶体管。这样制造的多晶体晶体管或者单晶体晶体管能够被应用到一种激励电路上，比如液晶显示器或 EL（电致发光）显示器，或者一种集成电路上，比如存储器（SDRAM 或 DRAM）或 CPU。

对于本领域的技术人员来说，显然可以具有其它优点和进行修改。因此，本发明在其较宽的范围方面并不局限于上面所示和所述的特别细节和代表性的实施例。因此，可以进行多种变型，而不脱离本发明的精神或范围，本发明的保护范围由其权利要求书和它们的等同物限定。

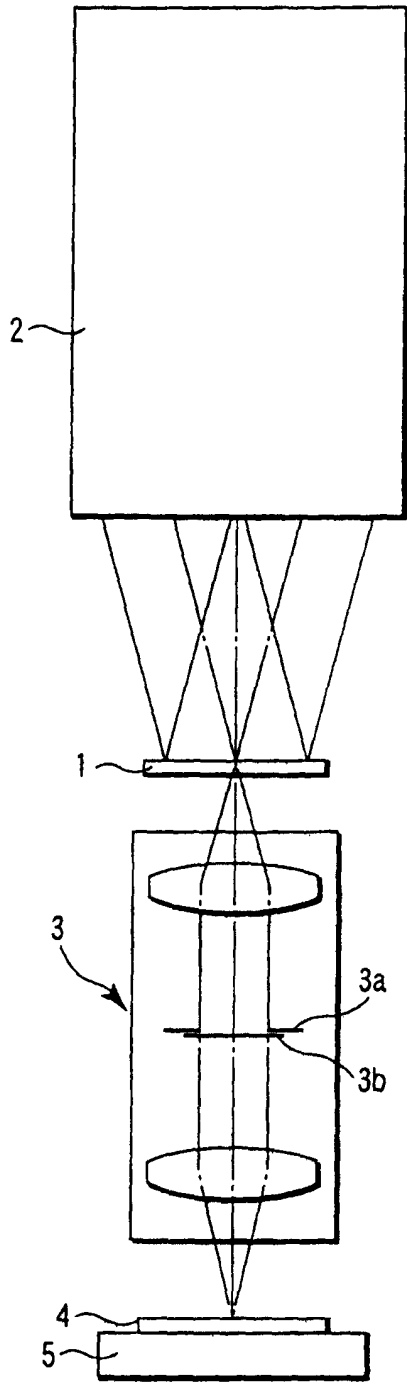


图1

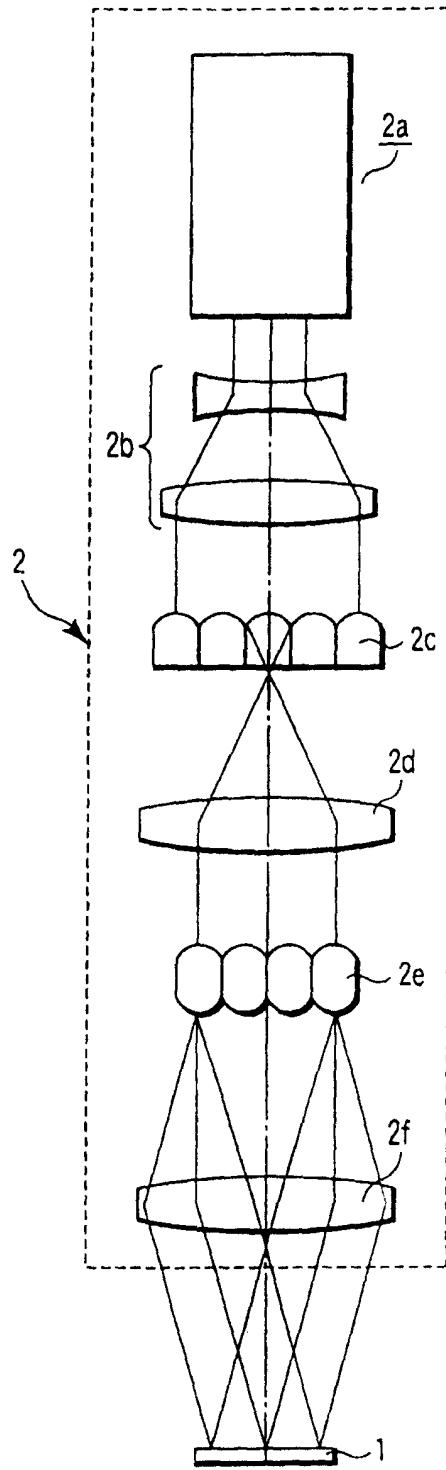


图2



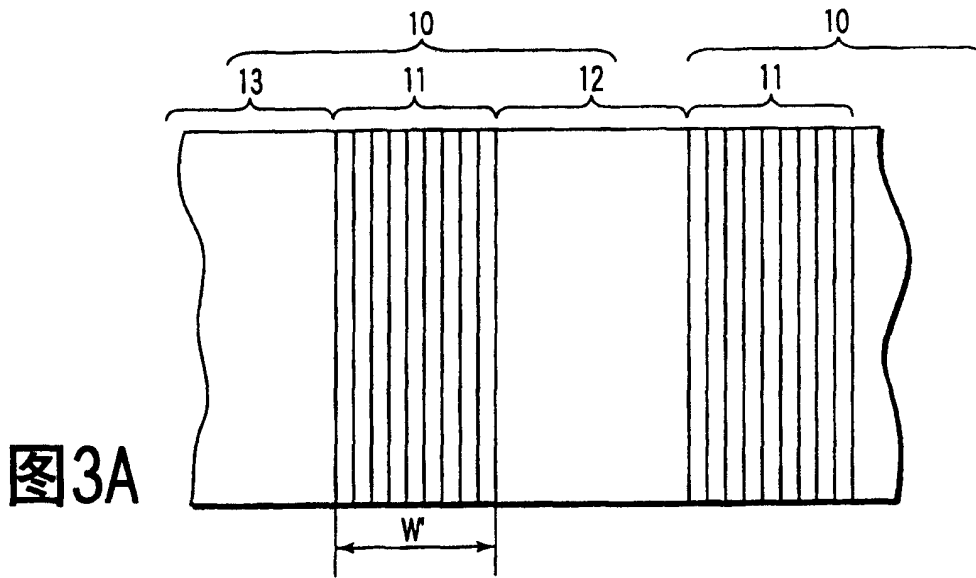


图3A

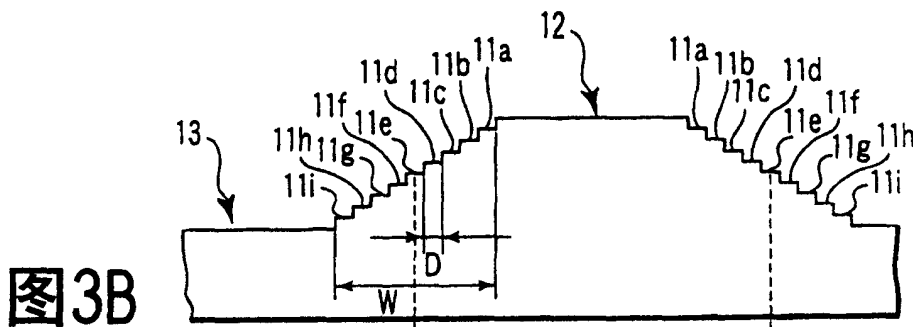


图3B

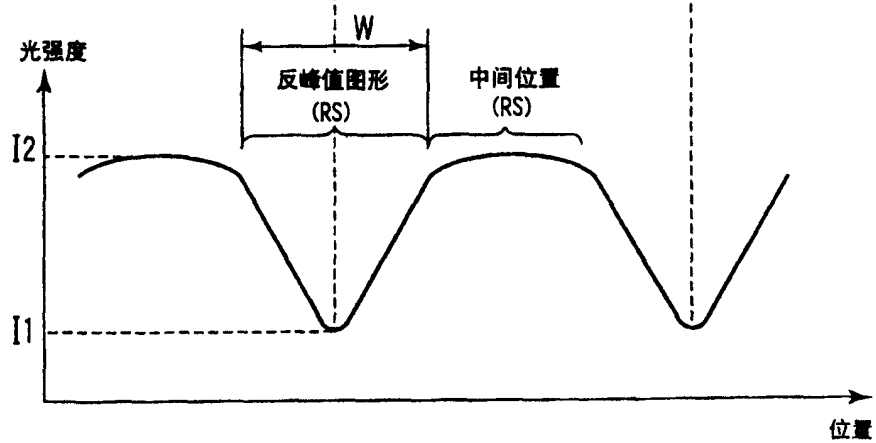


图3C

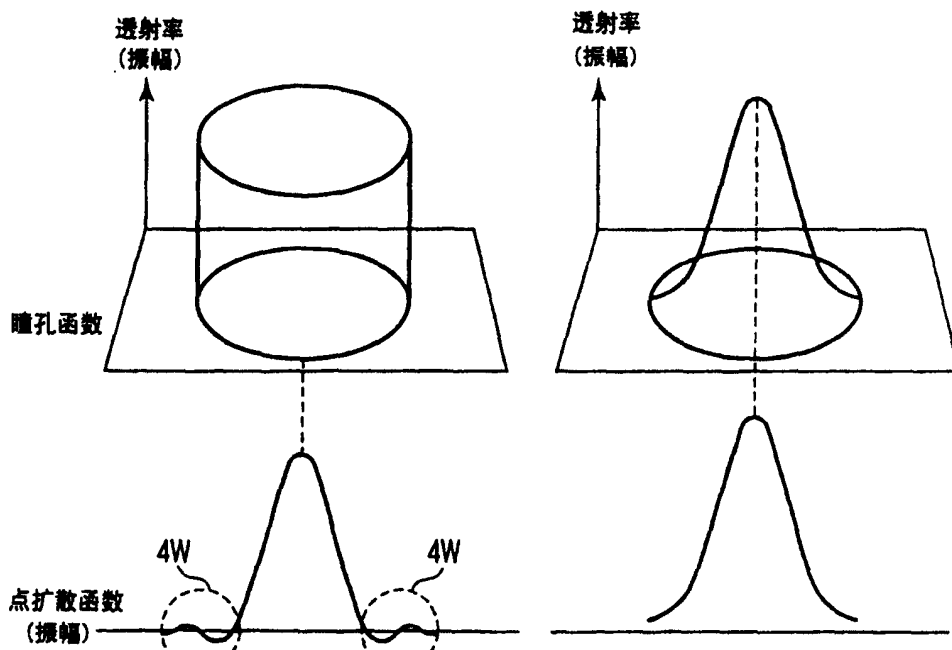


图4A

图4B

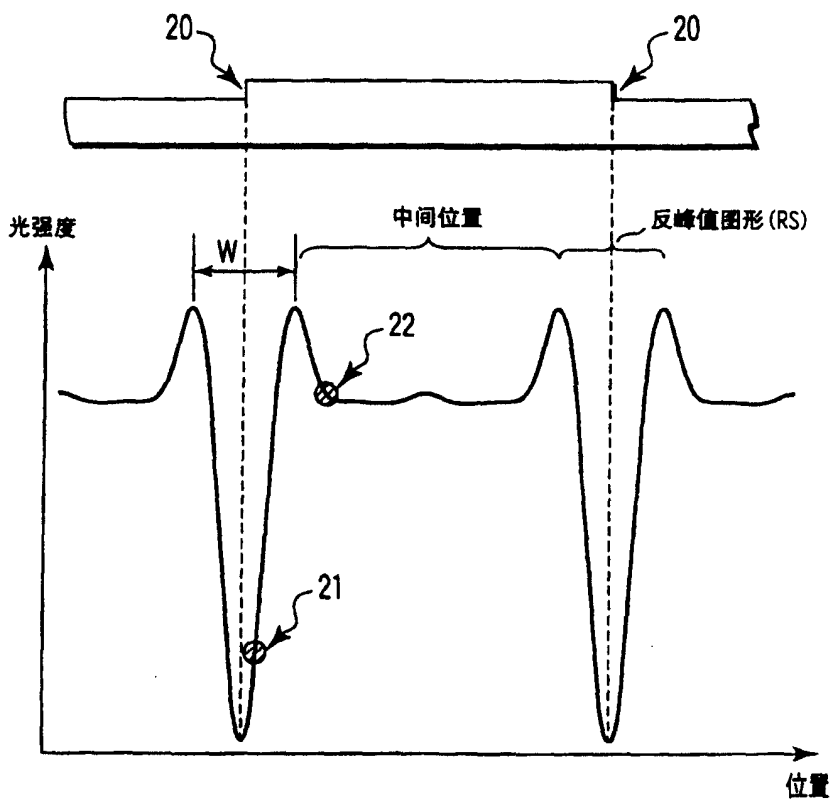


图5  
现有技术

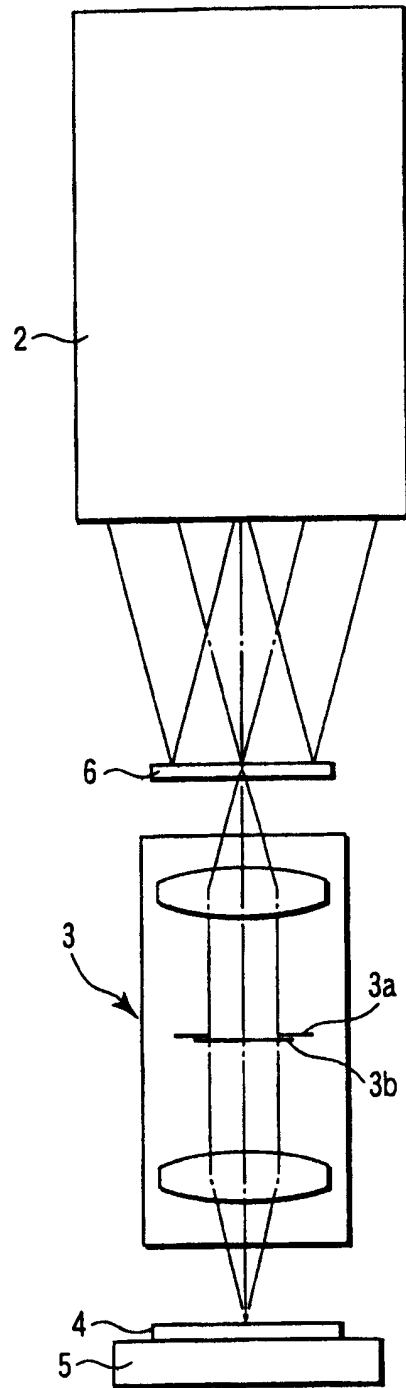


图6

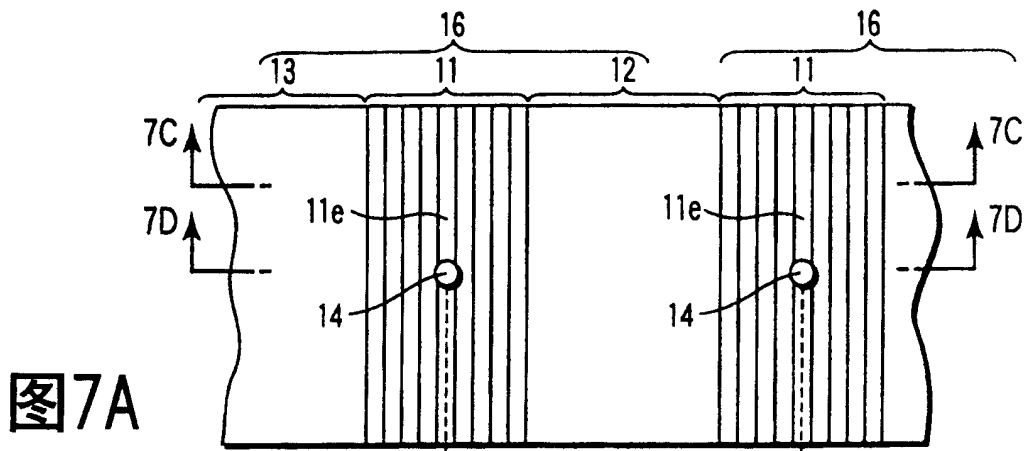


图7A

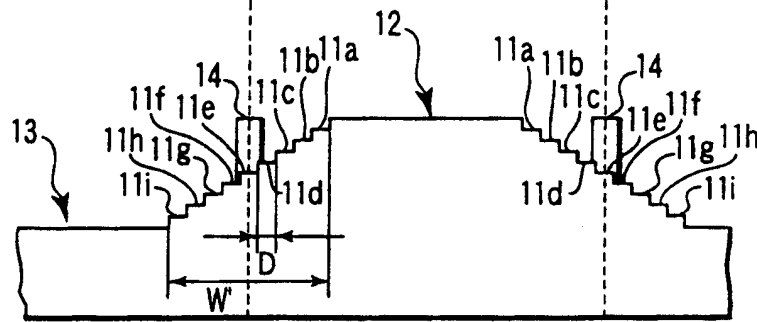


图7B

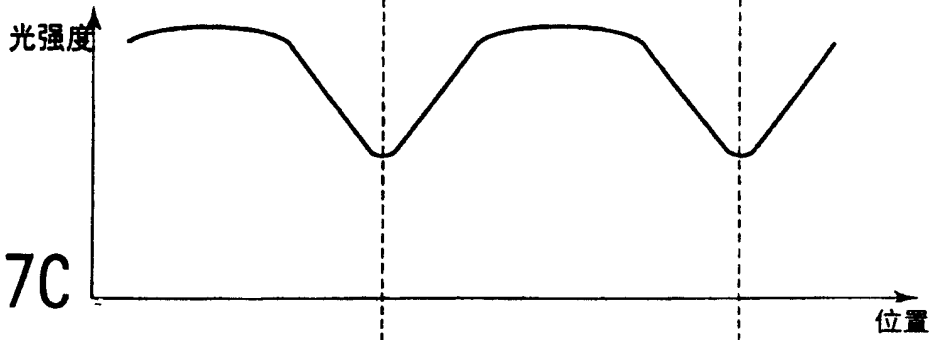


图7C

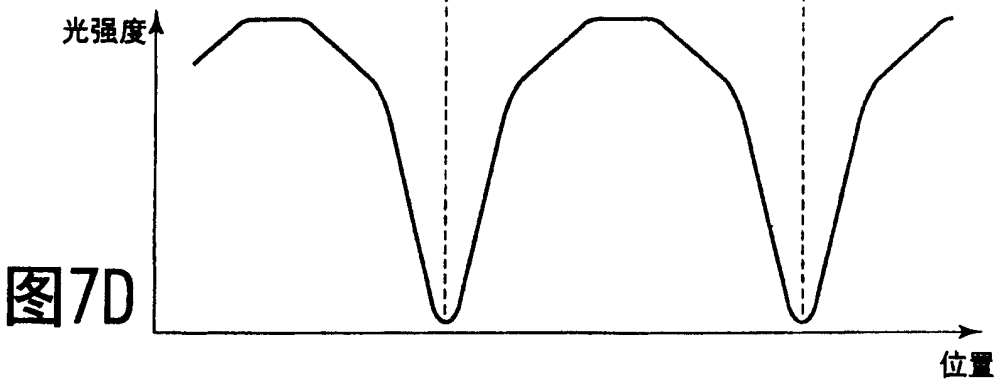
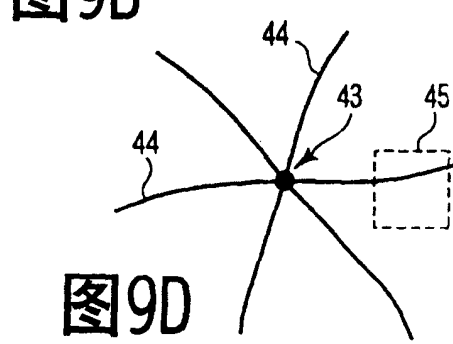
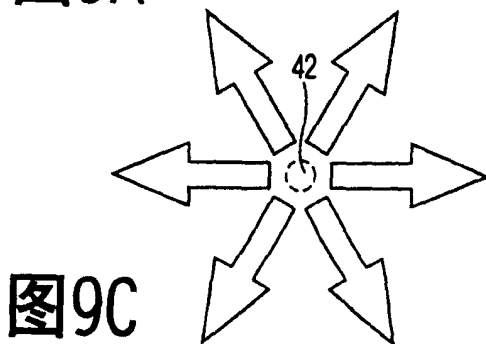
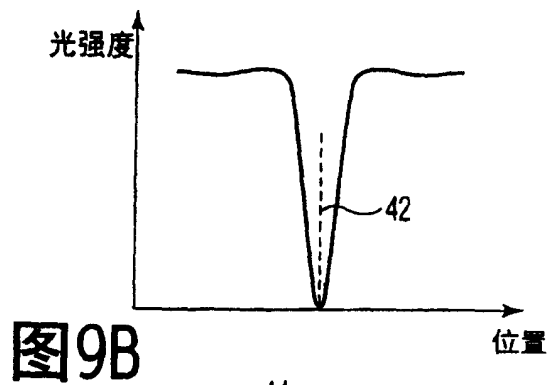
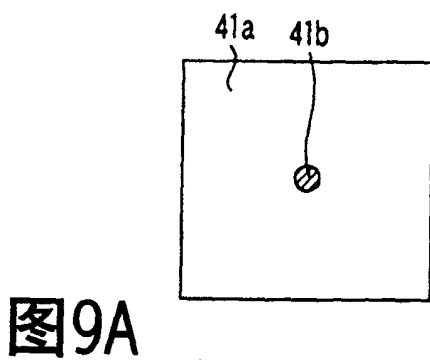
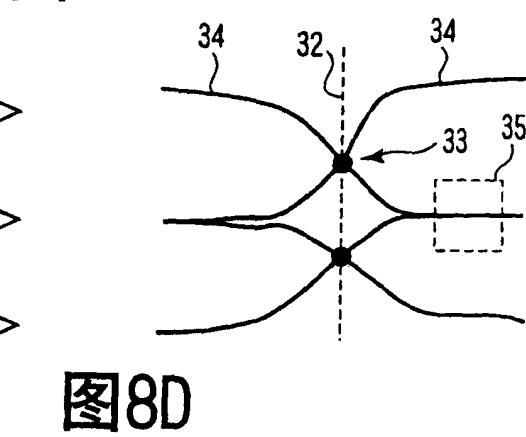
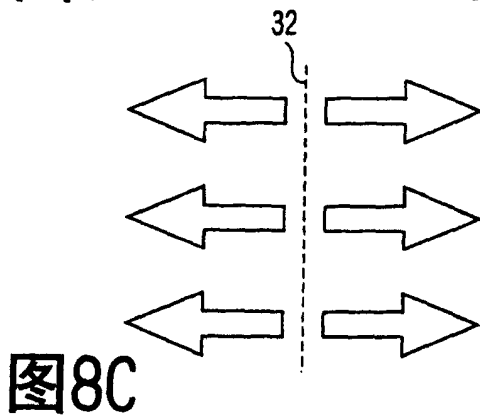
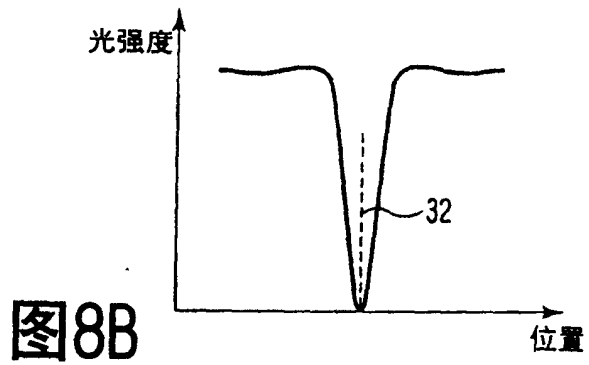
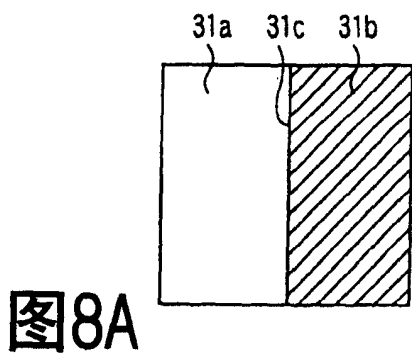


图7D



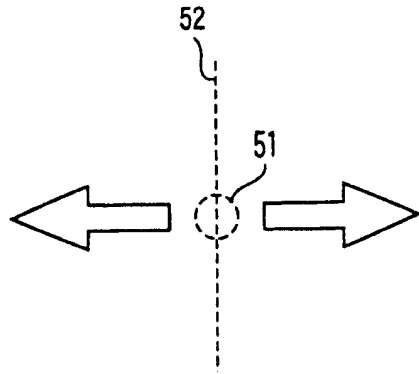


图10A

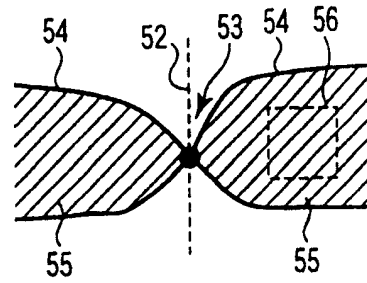


图10B

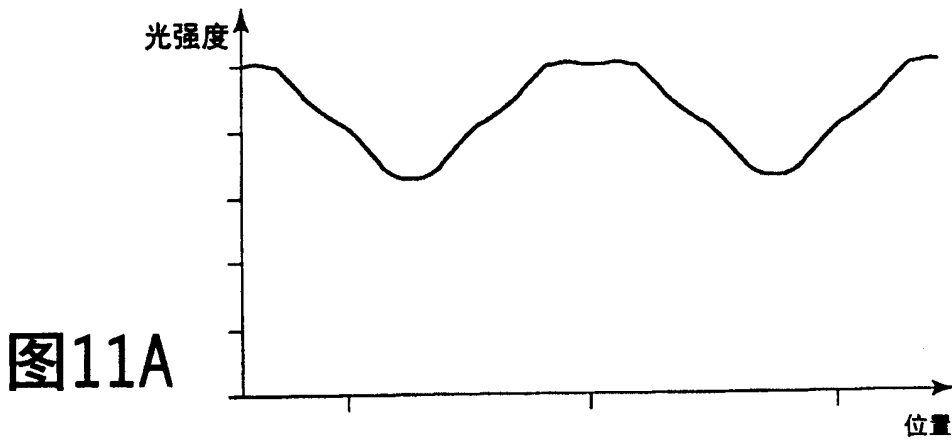


图11A

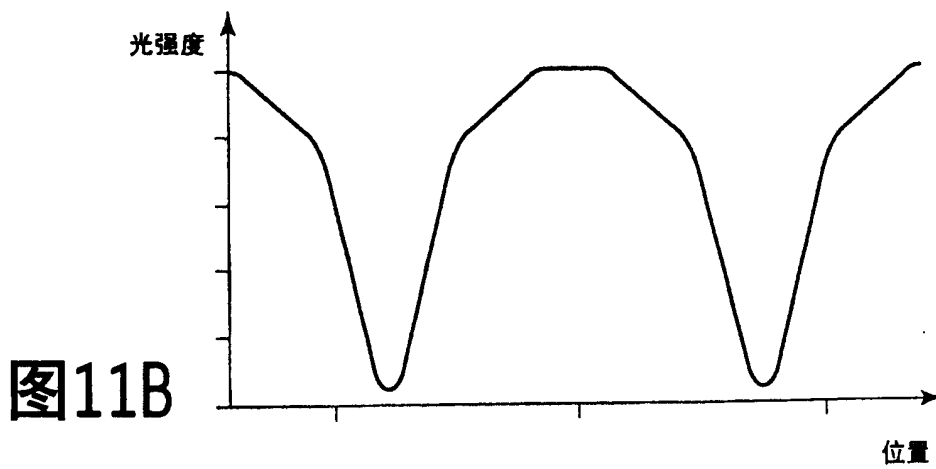


图11B

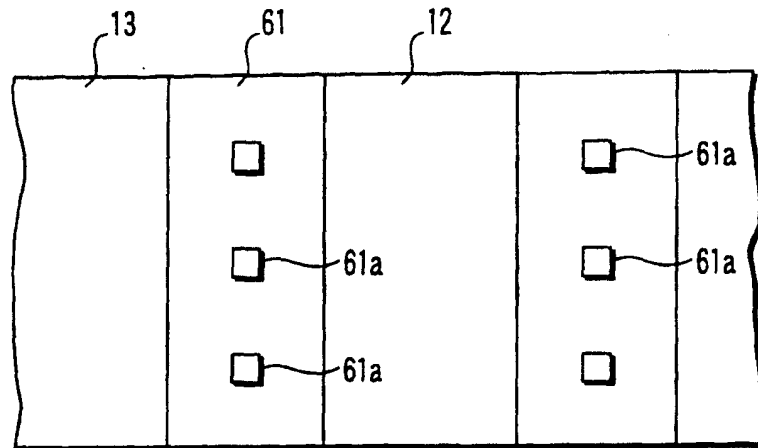


图12A

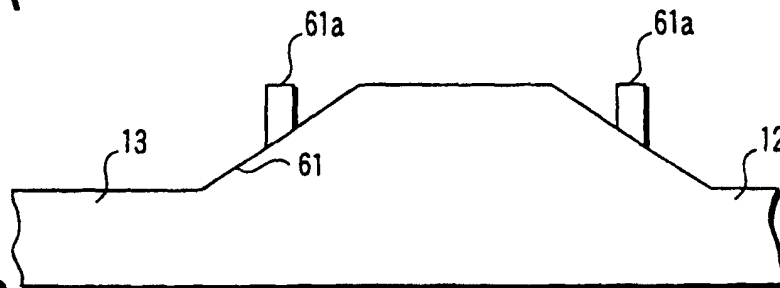


图12B

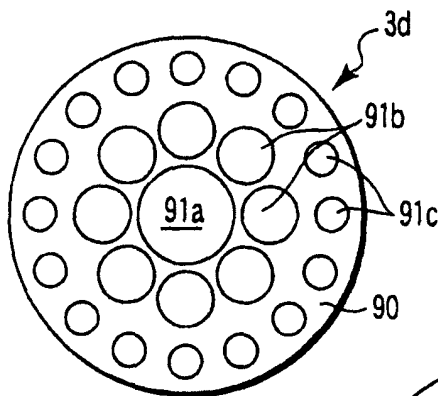


图13A

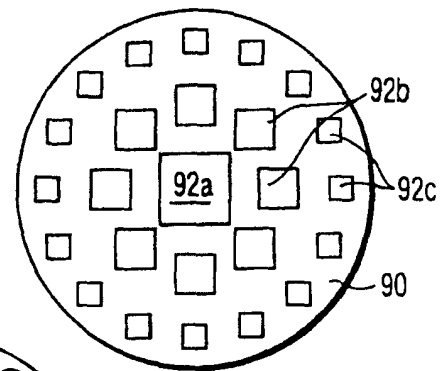


图13B

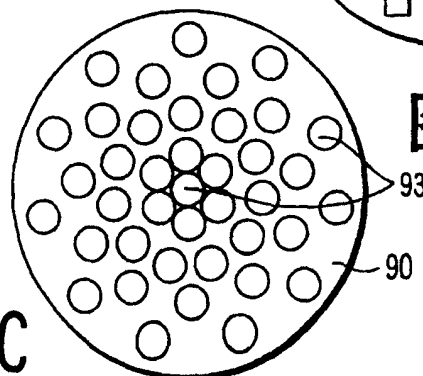


图13C

