



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105467745 B

(45)授权公告日 2019.12.20

(21)申请号 201510624801.X

(22)申请日 2015.09.25

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105467745 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(30)优先权数据

2014-199013 2014.09.29 JP

(73)专利权人 HOYA株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 今敷修久 吉川裕 菅原浩幸

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 丁香兰 庞东成

(51)Int.Cl.

G03F 1/32(2012.01)

G03F 7/20(2006.01)

(56)对比文件

CN 103998985 A, 2014.08.20,

CN 103777462 A, 2014.05.07,

CN 103454851 A, 2013.12.18,

审查员 李凤娇

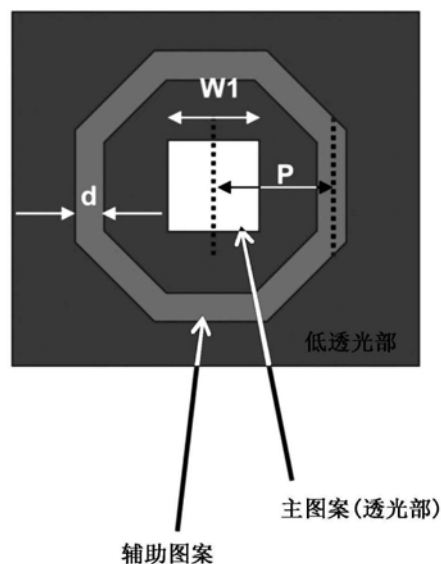
权利要求书2页 说明书16页 附图8页

### (54)发明名称

光掩模和显示装置的制造方法

### (57)摘要

本发明提供光掩模和显示装置的制造方法。本发明得到有利地适合于显示装置制造用掩模的曝光环境、能够稳定地转印微细图案的优异的光掩模及其制造方法。一种光掩模,其具备形成在透明基板上的转印用图案,其中,所述转印用图案具有径为 $W1(\mu m)$ 的主图案、配置在所述主图案的附近且宽度为 $d(\mu m)$ 的辅助图案、以及配置在形成有所述主图案和所述辅助图案的区域以外的低透光部,透射所述主图案与所述辅助图案的代表波长的相位差大致为180度,径 $W1$ 、宽度 $d$ 、所述辅助图案的透射率 $T1(\%)$ 、所述低透光部的透射率 $T3(\%)$ 以及所述主图案的中心与所述辅助图案的宽度方向的中心的距离 $P(\mu m)$ 具有规定的关系。



1. 一种光掩模,其具备形成在透明基板上的转印用图案,其特征在于,其是用于在被转印体上形成孤立孔图案的显示装置制造用的光掩模,所述转印用图案具有:

由透光部构成的、径为 $W1\mu\text{m}$ 的主图案、

配置在所述主图案的附近且宽度为 $d\mu\text{m}$ 的辅助图案、以及

配置在形成有所述主图案和所述辅助图案的区域以外的低透光部,

透射所述主图案、且处于i线~g线的波长范围的代表波长与透射所述辅助图案的所述代表波长的相位差为150度~210度,

所述辅助图案具有正多边形带或圆形带的形状,将所述主图案的周围包围,

所述低透光部的光学浓度OD形成成为2以上,

将透射所述辅助图案的所述代表波长的光的透射率设为 $T1\%$ 、将透射所述低透光部的所述代表波长的光的透射率设为 $T3\%$ 、将所述主图案的中心与所述辅助图案的宽度方向的中心的距离设为 $P\mu\text{m}$ 时,满足下述式(1)~(4),

$$0.8 \leq W1 \leq 4.0 \cdots (1)$$

$$0.5 \leq \sqrt{T1/100} \times d \leq 1.5 \cdots (2)$$

$$1.0 < P \leq 5.0 \cdots (3)$$

$$T3 < T1 \cdots (4)。$$

2. 如权利要求1所述的光掩模,其特征在于,所述辅助图案是在所述透明基板上形成半透光膜而得到的,该半透光膜的对于所述代表波长的光的透射率为 $T1\%$ 。

3. 如权利要求2所述的光掩模,其特征在于,所述半透光膜的所述透射率 $T1\%$ 满足下述式(5),

$$30 \leq T1 \leq 80 \cdots (5)。$$

4. 如权利要求1~3中任一项所述的光掩模,其特征在于,所述辅助图案的宽度 $d$ 为 $1\mu\text{m}$ 以上。

5. 如权利要求2或3所述的光掩模,其特征在于,

所述主图案是所述透明基板的主表面的一部分露出而形成的,

所述辅助图案是在所述透明基板上形成所述半透光膜而形成的,

所述低透光部是在所述透明基板上依次或以相反的顺序层叠所述半透光膜、和相对于所述代表波长的光为 $OD \geq 2$ 的低透光膜而形成的。

6. 如权利要求2或3所述的光掩模,其特征在于,

所述主图案是在所述透明基板的主表面上形成挖除部而形成的,

所述辅助图案是在所述透明基板上形成所述半透光膜而形成的,

所述低透光部是在所述透明基板上依次或以相反的顺序层叠所述半透光膜、和相对于所述代表波长的光为 $OD \geq 2$ 的低透光膜而形成的。

7. 如权利要求2或3所述的光掩模,其特征在于,所述半透光膜由含有Zr、Nb、Hf、Ta、Mo和Ti中的至少一种以及Si的材料、或者含有这些材料的氧化物、氮化物、氧氮化物、碳化物或氧氮碳化物的材料构成。

8. 如权利要求1所述的光掩模,其特征在于,所述辅助图案是所述透明基板露出而形成

的。

9. 如权利要求8所述的光掩模,其特征在于,

所述主图案是在所述透明基板的主表面上形成挖除部而形成的,所述辅助图案是所述透明基板的主表面的一部分露出而形成的,

所述低透光部是在所述透明基板上形成相对于所述代表波长的光为 $OD \geq 2$ 的低透光膜而形成的。

10. 如权利要求8所述的光掩模,其特征在于,

所述主图案是所述透明基板的主表面的一部分露出而形成的,

所述辅助图案是在所述透明基板的主表面上形成挖除部而形成的,

所述低透光部是在所述透明基板上形成相对于所述代表波长的光为 $OD \geq 2$ 的低透光膜而形成的。

11. 如权利要求1~3、8~9中任一项所述的光掩模,其特征在于,其为用于与所述主图案对应地在被转印体上形成转印径 $W_2$ 为 $3.0\mu\text{m}$ 以下的孔图案的光掩模,其中 $W_1 > W_2$ 。

12. 如权利要求11所述的光掩模,其特征在于,将所述主图案的所述径 $W_1$ 与所述被转印体上的所述转印径 $W_2$ 之差 $W_1 - W_2$ 设为偏差 $\beta\mu\text{m}$ 时,满足下述式,

$$0.2 \leq \beta \leq 1.0 \cdots (6)。$$

13. 一种显示装置的制造方法,其包括如下步骤:

准备权利要求1~12中任一项所述的光掩模的步骤;以及

使用具有数值孔径 $NA$ 为 $0.08 \sim 0.20$ 且包含 $i$ 线、 $h$ 线和 $g$ 线中的至少一种的曝光光源的曝光装置对所述转印用图案进行曝光,在被转印体上形成径 $W_2$ 为 $0.6\mu\text{m} \sim 3.0\mu\text{m}$ 的孔图案的步骤。

## 光掩模和显示装置的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及有利地用于制造以液晶、有机EL为代表的显示装置的光掩模及使用该光掩模的显示装置的制造方法。

### 背景技术

[0002] 专利文献1中,作为用于制造半导体装置的光掩模,记载了与主透光部(孔图案)的各边平行地配置4个辅助透光部、并使得主透光部与辅助透光部的光的相位翻转的相移掩模。

[0003] 专利文献2中,记载了具有透明基板和形成在上述透明基板上的半透明的相移膜的大型相移掩模。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开平3-15845号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2013-148892号公报

### 发明内容

[0008] 发明所要解决的课题

[0009] 目前,对于包括液晶显示装置、EL显示装置等在内的显示装置,期望在更为明亮且省电的同时实现高精度、高速显示、广视角这样的显示性能的提高。

[0010] 例如,就上述显示装置中使用的薄膜晶体管(Thin Film Transistor,“TFT”)而言,构成TFT的多个图案之中的形成于层间绝缘膜的接触孔若不具有可靠地连接上层和下层的图案的作用,则无法保证准确的动作。另一方面,为了尽量增大显示装置的开口率、制成明亮且省电的显示装置,要求接触孔的孔径足够小。与之相应地,用于形成这样的接触孔的光掩模所具备的孔图案的孔径也期望微细化(例如小于 $3\mu\text{m}$ )。例如,需要孔径为 $2.5\mu\text{m}$ 以下、进而孔径为 $2.0\mu\text{m}$ 以下的孔图案,在不远的将来,认为还期望形成具有比此更小的 $1.5\mu\text{m}$ 以下的孔径的图案。基于这样的背景,需要能够可靠地转印微小接触孔的显示装置的制造技术。

[0011] 另外,在与显示装置相比集成度高、图案的微细化显著发展的半导体装置(LSI)制造用光掩模的领域,为了获得高分辨率,经过了应用高NA(Numerical Aperture,数值孔径)(例如0.2以上)的光学系统作为曝光装置且推进了曝光光的短波长化的过程,多使用KrF、ArF的准分子激光(分别为 $248\text{nm}$ 、 $193\text{nm}$ 的单一波长)。

[0012] 另一方面,在显示装置制造用的光刻领域,通常不会为了提高分辨率而应用如上所述的方法。作为LCD(liquid crystal display,液晶显示装置)用等已知的曝光装置的NA为 $0.08\sim 0.10$ 左右,曝光光源也使用包含i线、h线、g线的宽波长范围,由此,与分辨率、焦深相比,倾向于更重视生产效率、成本。

[0013] 但是,在如上所述的显示装置制造中,图案的微细化要求也变得前所未有的高。在

此,在将半导体装置制造用的技术直接应用于显示装置制造时,存在若干问题。例如,为了转换为具有高NA(数值孔径)的高分辨率曝光装置,需要大的投资,无法得到与显示装置价格的匹配性。或者,对于曝光波长的变更(将ArF准分子激光这样的短波长以单一波长使用)而言,本身就难以应用于具有较大面积的显示装置,而且,即使可以应用,也存在除了生产效率降低之外、仍然需要相当大的投资这样的不利之处。

[0014] 此外,对于显示装置用的光掩模而言,如后所述,存在与半导体装置制造用的光掩模不同的制造上的限制和特有的各种问题。

[0015] 基于上述情况,将专利文献1的光掩模直接转用于显示装置制造在现实上是有困难的。另外,专利文献2记载的半色调型相移掩模有光强度分布比二元掩模提高的记载,但其性能还有进一步提高的余地。

[0016] 因此,在使用显示装置制造用掩模的显示装置的制造方法中,期望克服上述问题而稳定地进行微细图案向被转印体上的转印。于是,本发明的目的在于得到有利地适合于显示装置制造用掩模的曝光环境、能够稳定地转印微细图案的优异的光掩模及其制造方法。

[0017] 用于解决课题的手段

[0018] 为了解决上述课题,本发明具有下述构成。本发明为以下述构成1~14为特征的光掩模、以下述构成15为特征的显示装置的制造方法。

[0019] (构成1)

[0020] 本发明的构成1为一种光掩模,其具备形成在透明基板上的转印用图案,其特征在于,上述转印用图案具有径为 $W1(\mu m)$ 的主图案、配置在上述主图案的附近且宽度为 $d(\mu m)$ 的辅助图案、以及配置在形成有上述主图案和上述辅助图案的区域以外的低透光部;透射上述主图案、且处于 $i$ 线~ $g$ 线的波长范围的代表波长与透射上述辅助图案的上述代表波长的相位差大致为180度;将透射上述辅助图案的上述代表波长的光的透射率设为 $T1(\%)$ 、将透射上述低透光部的上述代表波长的光的透射率设为 $T3(\%)$ 、将上述主图案的中心与上述辅助图案的宽度方向的中心的距离设为 $P(\mu m)$ 时,满足下述式(1)~(4)。

[0021]  $0.8 \leq W1 \leq 4.0 \cdots (1)$

[0022]  $0.5 \leq \sqrt{T1/100} \times d \leq 1.5 \cdots (2)$

[0023]  $1.0 < P \leq 5.0 \cdots (3)$

[0024]  $T3 < T1 \cdots (4)$

[0025] (构成2)

[0026] 本发明的构成2为如构成1所述的光掩模,其特征在于,上述辅助图案是在上述透明基板上形成半透光膜而得到的,该半透光膜的对于上述代表波长的光的透射率为 $T1(\%)$ 。

[0027] (构成3)

[0028] 本发明的构成3为如构成2所述的光掩模,其特征在于,上述半透光膜的上述透射率 $T1(\%)$ 满足下述式(5)。

[0029]  $30 \leq T1 \leq 80 \cdots (5)$

[0030] (构成4)

[0031] 本发明的构成4为如构成2或3所述的光掩模,其特征在于,上述辅助图案的宽度d为1(μm)以上。

[0032] (构成5)

[0033] 本发明的构成5为如构成2~4中任一项所述的光掩模,其特征在于,上述主图案是上述透明基板的主表面的一部分露出而形成的,上述辅助图案是在上述透明基板上形成上述半透光膜而形成的,上述低透光部是在上述透明基板上将上述半透光膜和上述代表波长的光的透射率为T2(%)的低透光膜按照上述顺序或相反的顺序层叠而形成的。

[0034] (构成6)

[0035] 本发明的构成6如构成2~4中任一项所述的光掩模,其特征在于,上述主图案是在上述透明基板的主表面上形成挖除部而形成,上述辅助图案是在上述透明基板上形成上述半透光膜而形成的,上述低透光部是在上述透明基板上将上述半透光膜和上述代表波长的光的透射率为T2(%)的低透光膜按照上述顺序或相反的顺序层叠而形成的。

[0036] (构成7)

[0037] 本发明的构成7为如构成2~6中任一项所述的光掩模,其特征在于,上述半透光膜由含有Zr、Nb、Hf、Ta、Mo和Ti中的至少一种以及Si的材料、或者含有这些材料的氧化物、氮化物、氧氮化物、碳化物或氧氮碳化物的材料构成。

[0038] (构成8)

[0039] 本发明的构成8为如构成1所述的光掩模,其特征在于,上述辅助图案是上述透明基板露出而形成的。

[0040] (构成9)

[0041] 本发明的构成9为如构成8所述的光掩模,其特征在于,上述主图案是在上述透明基板的主表面上形成挖除部而形成的,上述辅助图案是上述透明基板的主表面的一部分露出而形成的,上述低透光部是在上述透明基板上形成上述代表波长的光的透射率为T3(%)的低透光膜而形成的。

[0042] (构成10)

[0043] 本发明的构成10为如构成8所述的光掩模,其特征在于,上述主图案是上述透明基板的主表面的一部分露出而形成的,上述辅助图案是在上述透明基板的主表面上形成挖除部而形成的,上述低透光部是在上述透明基板上形成上述代表波长的光的透射率为T3(%)的低透光膜而形成的。

[0044] (构成11)

[0045] 本发明的构成11为如构成1~10中任一项所述的光掩模,其特征在于,其为用于与上述主图案对应地在被转印体上形成转印径W2为3.0(μm)以下(其中W1>W2)的孔图案的光掩模。

[0046] (构成12)

[0047] 本发明的构成12为如构成11所述的光掩模,其特征在于,将上述主图案的上述径W1与上述被转印体上的上述转印径W2之差W1-W2设为偏差β(μm)时,满足下述式

[0048]  $0.2 \leq \beta \leq 1.0 \cdots (6)$ 。

[0049] (构成13)

[0050] 本发明的构成13为如构成1~12中任一项所述的光掩模,其特征在于,上述低透光

部的对于上述代表波长的光的上述透射率 $T_3$  (%)满足下述式

[0051]  $T_3 < 30 \cdots (7)$ 。

[0052] (构成14)

[0053] 本发明的构成14为如构成1~12中任一项所述的光掩模,其特征在于,上述低透光部实质上不透射上述代表波长的光。

[0054] (构成15)

[0055] 本发明的构成15为一种显示装置的制造方法,其包括如下步骤:准备构成1~14中任一项所述的光掩模的步骤;以及使用具有数值孔径(NA)为0.08~0.20且包含i线、h线和g线中的至少一种的曝光光源的曝光装置对上述转印用图案进行曝光,在被转印体上形成径 $W_2$ 为0.6~3.0( $\mu\text{m}$ )的孔图案的步骤。

[0056] 发明的效果

[0057] 根据本发明,能够提供有利地适合于显示装置制造用掩模的曝光环境、能够稳定地转印微细图案的优异的光掩模及其制造方法。

## 附图说明

[0058] 图1是本发明的光掩模的一例的平面示意图。

[0059] 图2是本发明的光掩模的另一例的平面示意图(a)~(f)。

[0060] 图3是本发明的光掩模的层构成的例(a)~(f)。

[0061] 图4是示出本发明的光掩模的制造步骤的一例的截面示意图和平面示意图。

[0062] 图5是示出比较例1-1和1-2以及实施例1的光掩模的平面示意图、尺寸和由光学模拟得到的转印性能的图。

[0063] 图6是示出使用比较例1-1和1-2以及实施例1的光掩模时(a)形成在被转印体上的光强度的空间像以及(b)由此形成的抗蚀剂图案的截面形状的图。

[0064] 图7是示出比较例2-1和2-2以及实施例2的光掩模的平面示意图、尺寸和由光学模拟得到的转印性能的图。

[0065] 图8是示出使用比较例2-1和2-2以及实施例2的光掩模时(a)形成在被转印体上的光强度的空间像以及(b)由此形成的抗蚀剂图案的截面形状的图。

## 具体实施方式

[0066] 光掩模所具有的转印用图案的CD(Critical Dimension,临界尺寸,以下以图案线宽的含义使用)微细化时,将其精确地转印到被转印体(待进行蚀刻加工的薄膜等,也称为被加工体)上的步骤变得更加难以实施。显示装置用的曝光装置上作为标准所显示的分辨极限多数情况下为2~3 $\mu\text{m}$ 左右。与此相对,在所要形成的转印用图案中,已经出现了尺寸与其接近或者比其更小的图案。此外,与半导体装置制造用掩模相比,显示装置制造用掩模的面积大,因此,在实际生产中,对具有小于3 $\mu\text{m}$ 的CD的转印用图案进行面内均匀转印有很大的困难。

[0067] 因此,需要通过对单纯的分辨率(取决于曝光波长、曝光光学系统的数值孔径)以外的要素进行设计来取得有效的转印性能。

[0068] 此外,由于被转印体(平板显示基板)的面积大,因此在通过曝光进行图案转印的

步骤中,可以说处于容易产生因被转印体的表面平坦度所致的散焦的环境下。在该环境下,充分确保曝光时焦点的自由度(DOF)是极有意义的。

[0069] 需要说明的是,众所周知,显示装置制造用的光掩模的尺寸大,在光掩模制造步骤中的湿式处理(显影、湿式蚀刻)中,并不容易在面内的所有位置确保CD(线宽)的均匀性。为了将最终的CD精度纳入规定的容许范围内,关键是要确保曝光步骤中的足够的焦深(DOF),并且相应地期望其他性能不会劣化。

[0070] 本发明为一种光掩模,其具备通过对成膜在透明基板上的半透光膜和低透光膜分别进行图案化而形成的转印用图案。本发明的光掩模所具有的转印用图案的平面示意图例示于图1。

[0071] 如图1所示,形成在透明基板上的转印用图案包括径为 $W1(\mu\text{m})$ 的主图案、以及配置在主图案的附近且宽度为 $d(\mu\text{m})$ 的辅助图案。另外,在形成有上述主图案和上述辅助图案以外的区域,形成有低透光部。

[0072] 在此,将透射辅助图案的i线~g线的波长范围内的代表波长的光的透射率设为 $T1$ ,将透射低透光部的该代表波长的光的透射率设为 $T3$ 。另外,将主图案的中心与上述辅助图案的宽度方向的中心的距离设为 $P(\mu\text{m})$ 。此时,本发明的光掩模满足下述关系。

[0073]  $0.8 \leq W1 \leq 4.0 \cdots (1)$

[0074]  $0.5 \leq \sqrt{T1/100} \times d \leq 1.5 \cdots (2)$

[0075]  $1.0 < P \leq 5.0 \cdots (3)$

[0076]  $T3 < T1 \cdots (4)$

[0077] 上述式中, $T1$ 优选满足 $T1 \geq 30$ 。

[0078] 需要说明的是,在此所说的光透射率 $T1$ 和 $T3$ 是以透明基板的透射率为基准时的光透射率,其由相应部分的层构成决定。

[0079] 这样的转印用图案的截面示意图例如可以如图3(a)所示。将其作为本发明的光掩模的第1方式,参照图3(a)进行说明。

[0080] 本方式中,主图案由透明基板所露出的透光部构成。需要说明的是,也可以在主图案上形成透射率高的膜。但是,从得到最大透射率的方面出发,优选为不在主图案上形成透射率高的膜而使透明基板露出的构成。

[0081] 另外,本方式的辅助图案由在透明基板上形成有半透光膜的半透光部构成。该半透光膜具有使处于i线~g线的波长范围的代表波长的光大致偏移180度的相移量,对代表波长具有 $T1(\%)$ 的透射率。另外,包围主图案和辅助图案的部分成为在透明基板上至少形成有低透光膜的低透光部。即,在图1所示的转印用图案中,形成有主图案和辅助图案的区域以外的区域成为低透光部。如图3(a)所示,本方式中,低透光部是在透明基板上层叠有半透光膜和低透光膜。需要说明的是,低透光部中,可以在透明基板上将半透光膜和代表波长的光的透射率为 $T2(\%)$ 的低透光膜按照上述顺序或相反的顺序进行层叠。

[0082] 本发明的光掩模的低透光部对曝光光的代表波长具有规定的低透射率。即,对于处于i线~g线的波长范围的代表波长的光,低透光部具有比由半透光部构成的辅助图案的透射率 $T1(\%)$ 低的透射率 $T3(\%)$ 。因此,在通过半透光部与低透光部的层叠而形成了低透光部的本方式(图3(a))中,通过对低透光膜的透射率 $T2(\%)$ 进行选择来调节低透光部的透射率 $T3(\%)$ ,使得通过该层叠达到 $T3 < T1$ 即可。



[0083] 在此,在使主图案的径(W1)为 $4\mu\text{m}$ 以下时,能够与该主图案对应地在被转印体上形成径为W2( $\mu\text{m}$ ) (其中 $W1>W2$ )的微细的主图案(孔图案)。

[0084] 具体而言,优选使W1( $\mu\text{m}$ )满足下式(1)的关系:

[0085]  $0.8 \leq W1 \leq 4.0 \cdots (1)$ 。

[0086] 此时,形成在被转印体上的主图案(孔图案)的径W2( $\mu\text{m}$ )为 $3.0(\mu\text{m})$ 以下,具体而言,可以为 $0.6 \leq W2 \leq 3.0$ 。

[0087] 另外,本发明的光掩模可以出于形成对显示装置制造有用的微细尺寸的图案的目的而使用。例如,在主图案的径W1为 $3.0(\mu\text{m})$ 以下时,能够更显著地得到本发明的效果。可以优选使主图案的径W1( $\mu\text{m}$ )为

[0088]  $1.0 \leq W1 \leq 3.0$ 。

[0089] 需要说明的是,也可以使径W1与径W2的关系为 $W1=W2$ ,但优选为 $W1>W2$ 。即,在将 $\beta$ ( $\mu\text{m}$ )作为偏差值时,在 $\beta=W1-W2>0(\mu\text{m})$ 时,可以使 $0.2 \leq \beta \leq 1.0$ 、更优选使 $0.2 \leq \beta \leq 0.8$ 。这样设定时,如后所述,能够得到减小被转印体上的抗蚀剂图案的损失等有利效果。

[0090] 上述中,主图案的径W1表示圆的直径或与此近似的数值。例如,在主图案的形状为正多边形时,主图案的径W1为内接圆的直径。如果主图案的形状如图1所示为正方形,则主图案的径W1为一边的长度。对于转印得到的主图案的径W2,也同样为圆的直径或与此近似的数值。

[0091] 当然,在想要形成更微细化的图案时,也可以使W1为 $2.5(\mu\text{m})$ 以下或 $2.0(\mu\text{m})$ 以下,也可以进一步使W1为 $1.5(\mu\text{m})$ 以下来应用本发明。

[0092] 需要说明的是,与本发明的光掩模中的主图案的径W1、被转印体上的主图案的径W2以及偏差的设定相关的上述优选范围也可以同样应用于下述第2方式至第6方式所涉及的本发明的光掩模。

[0093] 对于具有这样的转印用图案的本发明的光掩模的曝光所使用的曝光光的代表波长,主图案与辅助图案的相位差 $\Phi$ 大致为 $180^\circ$ 。即,透射主图案的上述代表波长的光与透射辅助图案的上述代表波长的相位差 $\phi 1$ 大致为 $180^\circ$ 。大致为 $180^\circ$ 是指 $120^\circ \sim 240^\circ$ 。优选相位差 $\phi 1$ 为 $150^\circ \sim 210^\circ$ 、进一步优选为 $170^\circ \sim 190^\circ$ 。

[0094] 需要说明的是,本发明的光掩模在使用包含i线、h线或g线的曝光光时效果显著,因此,可以使用包含i线、h线和g线中的至少一种的曝光光。特别优选应用包含i线、h线和g线的宽波长光作为曝光光。这种情况下,作为代表波长,可以为i线、h线、g线中的任意一种。例如,可以以h线作为代表波长来构成本发明的光掩模。

[0095] 为了形成这样的相位差,使主图案为透明基板主表面露出而形成的透光部、使辅助图案为在透明基板上形成半透光膜而形成的半透光部、使该半透光膜对上述代表波长的相移量大致为 $180^\circ$ 即可。

[0096] 需要说明的是,主图案与辅助图案的相位差的优选范围以及应用于本发明的光掩模的曝光光的波长对于下述第2方式至第6方式所涉及的本发明的光掩模也同样。

[0097] 在第1方式的光掩模、即图3(a)所示的光掩模中,半透光部所具有的光透射率T1可以如下设定。即,在形成于半透光部的半透光膜对上述代表波长的透射率为T1(%)时,使 $30 \leq T1 \leq 80$ 。更优选 $40 \leq T1 \leq 75$ 。需要说明的是,透射率T1(%)是以透明基板的透射率为基准时的上述代表波长的透射率。

[0098] 本发明的光掩模中,配置在形成有主图案和辅助图案以外的区域且形成在主图案和辅助图案的周围的低透光部可以设定为如下构成。

[0099] 低透光部可以实质上不透射曝光光(处于i线~g线的波长范围的代表波长的光)。这种情况下,在为单一低透光膜时,可以应用实质上不透射上述代表波长的低透光膜(即遮光膜),该低透光膜为 $T_2 \leq 0.01$ 即光学浓度 $OD \geq 2$ 的低透光膜;或者,也可以使用作为低透光膜与半透光膜的层叠膜的实质性的遮光膜(光学浓度 $OD \geq 2$ )。

[0100] 或者,低透光部也可以在规定范围内透射曝光光。但是,在规定范围内透射曝光光的情况下,低透光部的透射率 $T_3$ (%) (在此,在半透光膜与低透光膜层叠的情况下,为该层叠膜的透射率)满足 $T_3 < T_1$ 。优选满足 $0.01 < T_3 < 30$ 、更优选满足 $0.01 < T_3 \leq 20$ 。透射率 $T_3$ (%)也是以透明基板的透射率为基准时的上述代表波长的透射率。

[0101] 另外,在像这样低透光部以规定的透射率透射曝光光的情况下,低透光部的透射光与透光部的透射光的相位差 $\phi_3$ 优选为90度以下、更优选为60度以下。若以弧度来表示,“90度以下”是指上述相位差为“ $(2n-1/2)\pi \sim (2n+1/2)\pi$  (在此n为整数)”。与上述同样,以对于曝光光所含有的代表波长的相位差的形式来计算。

[0102] 因此,这种情况下,作为本方式的光掩模中使用的单一的低透光膜的性质,优选具有小于30(%)的透射率( $T_2$ (%)) (即, $0 < T_2 < 30$ )且相移量( $\phi_2$ )大致为180度。大致180度是指120度~240度。优选相位差 $\phi_1$ 为150度~210度、更优选为170度~190度。由此,关于通过层叠得到的低透光部的相移特性,能够使 $\phi_3$ 为上述的范围。

[0103] 在此的透射率也与上述同样地为以透明基板的透射率为基准时的上述代表波长的透射率。

[0104] 上述转印用图案中,在将辅助图案的宽度设为 $d$ ( $\mu\text{m}$ )时,在 $0.5 \leq \sqrt{T_1/100} \times d \leq 1.5 \dots (2)$ 成立时,能够得到本发明的优异效果。即, $\sqrt{T_1/100} \times d$ 在上述范围内时,透射辅助图案的光量与透射主图案的光量以良好的平衡相互作用,从而提高主图案的转印性。

[0105] 此时,将主图案的中心与辅助图案的宽度方向的中心的距离设为间距 $P$ ( $\mu\text{m}$ ),间距 $P$ 优选使 $1.0 < P \leq 5.0$ 的关系成立。

[0106] 更优选可以使间距 $P$ 为 $1.5 < P \leq 4.5$ 。

[0107] 本发明中,辅助图案对于在设计上孤立的主图案具有产生类似于密集图案(DensePattern)那样的光学作用的效果,在满足上述关系式时,透射主图案和辅助图案的曝光光彼此发挥良好的相互作用,能够显示出如后述实施例所示的优异的转印性。

[0108] 在本发明的光掩模所应用的曝光条件(所使用的曝光装置)下,辅助图案的宽度 $d$ ( $\mu\text{m}$ )为分辨极限以下的尺寸,作为具体例, $d \geq 0.7$ ,更优选 $d \geq 0.8$ ,进一步优选辅助图案的宽度 $d$ ( $\mu\text{m}$ )为1( $\mu\text{m}$ )以上。

[0109] 另外,优选 $d \leq W_1$ 、更优选 $d < W_1$ 。

[0110] 另外,更优选上述(2)的关系式为下述式(2)-1、进一步优选为下述式(2)-2。

$$[0111] \quad \begin{aligned} &0.7 \leq \sqrt{T_1/100} \times d \leq 1.2 \dots (2)-1 \\ &0.75 \leq \sqrt{T_1/100} \times d \leq 1.0 \dots (2)-2 \end{aligned}$$

[0112] 如上所述,图1所示的光掩模的主图案为正方形,但本发明不限于此。例如,如图2所例示,光掩模的主图案可以为包括八边形、圆在内的旋转对称的形状。并且,可以使旋转对称的中心成为上述P的基准的中心。

[0113] 另外,图1所示的光掩模的辅助图案的形状为八边形带,但本发明不限于此。辅助图案的形状优选为使相对于孔图案的中心成3次以上对称的旋转对象的形状具有一定的宽度而得到的形状。优选的主图案和辅助图案的形状为图2(a)~(f)中例示的形状,主图案的设计与辅助图案的设计可以将图2(a)~(f)的不同形状进行相互组合。

[0114] 例如,可以例示辅助图案的外周为正方形、正六边形、正八边形、正十边形等正多边形(优选为正 $2n$ 边形,在此 $n$ 为2以上的整数)或圆形的情况。并且,作为辅助图案的形状,优选为辅助图案的外周与内周大致平行的形状,即,优选为大致具有一定宽度的正多边形或圆形的带之类的形状。将该带状的形状称为多边形带或圆形带。作为辅助图案的形状,优选为这样的正多边形带或圆形带包围主图案的周围的形状。此时,能够使主图案的透射光与辅助图案的透射光的光量的平衡为大致同等的程度,因此容易得到用于获得本发明的作用效果的光的相互作用。

[0115] 特别是在将本发明的光掩模作为显示装置制造用的光掩模来使用的情况下,即,在将本发明的光掩模与显示装置制造用的光致抗蚀剂组合使用的情况下,能够降低被转印体上与辅助图案对应的部分的抗蚀剂损失。

[0116] 或者,辅助图案的形状也可以为上述多边形带或圆形带的一部分缺失而未完全包围主图案周围的形状。例如,如图2(f)所示,辅助图案的形状可以为四边形带的角部缺失的形状。

[0117] 需要说明的是,只要不妨碍本发明的效果,也可以在本发明的主图案、辅助图案的基础上附加地使用其他图案。

[0118] 以下,参照图4对于本方式的光掩模的制造方法的一例进行说明。

[0119] 如图4(a)所示,准备光掩模坯。

[0120] 该光掩模坯中,在由玻璃等构成的透明基板上依次形成有半透光膜和低透光膜,进而涂布有第1光致抗蚀剂膜。

[0121] 半透光膜为如下的膜:位于透明基板的主表面上,在以 $i$ 线、 $h$ 线、 $g$ 线中的任意一种作为代表波长时,其透射率为 $30\sim 80(\%)$ (将 $T1(\%)$ 作为透射率时, $30\leq T1\leq 80$ )、更优选为 $40\sim 75(\%)$ ,且对于该代表波长的相移量大致为 $180$ 度。利用这样的半透光膜,能够使由透光部构成的主图案与由半透光部构成的辅助图案之间的透射光相位差大致为 $180$ 度。这样的半透光膜使处于 $i$ 线~ $g$ 线的波长范围内的代表波长的光的相位偏移大致 $180$ 度。作为半透光膜的成膜方法,可以应用溅射法等公知的方法。

[0122] 半透光膜满足上述的透射率和相位差,并且,如下所述,优选由能够进行湿式蚀刻的材料构成。但是,湿式蚀刻时产生的侧面蚀刻的量过大时,会发生CD精度劣化、由底切导致上层膜破坏等不良情况,因此,膜厚的范围优选为 $2000\text{\AA}$ 以下。例如为 $300\sim 2000\text{\AA}$ 的范围,更优选为 $300\sim 1800\text{\AA}$ 。在此,CD为Critical Dimension(临界尺寸),在本说明书中以图案线宽的含义使用。

[0123] 另外,为了满足这些条件,优选半透光膜材料对曝光光中含有的代表波长(例如 $h$ 线)的折射率为 $1.5\sim 2.9$ 。更优选为 $1.8\sim 2.4$ 。

[0124] 此外,为了充分发挥相移效果,优选湿式蚀刻所产生的图案截面(被蚀刻面)相对于透明基板主表面接近于垂直。

[0125] 考虑上述性质时,作为半透光膜的膜材料,可以由含有Zr、Nb、Hf、Ta、Mo、Ti中的至少一种和Si的材料、或者含有这些材料的氧化物、氮化物、氧氮化物、碳化物或氧氮碳化物的材料构成。

[0126] 在光掩模坯的半透光膜上,形成低透光膜。作为成膜方法,可以与半透光膜的情况同样地应用溅射法等公知的方法。

[0127] 光掩模坯的低透光膜可以为实质上不透射曝光光的遮光膜。或者,可以为对于曝光光的代表波长具有规定的低透射率的低透光膜。本发明的光掩模的制造中使用的低透光膜对于处于i线~g线的波长范围的代表波长的光具有比半透光膜的透射率T1(%)低的透射率T2(%)。T2可以实质上为零(0.01以下)。

[0128] 另一方面,在低透光膜能够透射曝光光的情况下,要求低透光膜对于曝光光的透射率和相移量能够达到本发明的光掩模的低透光部的透射率和相移量。优选在低透光膜与上述半透光膜的层叠状态下对曝光光代表波长的光的透射率T3(%)为 $0.01 < T3 < 30$ 、优选 $0.01 < T3 \leq 20$ ,此外,相移量 $\phi_3$ 为90(度)以下、更优选为60(度)以下。

[0129] 作为单一的低透光膜的性质,优选实质上不透射上述代表波长的光或者具有小于30(%)的透射率(T2(%))(即, $0 < T2 < 30$ )、且相移量( $\phi_2$ )大致为180度。大致为180度是指120度~240度。优选相位差 $\phi_1$ 为150~210(度)、更优选为170~190(度)。

[0130] 光掩模坯的低透光膜的材料可以为Cr或其化合物(氧化物、氮化物、碳化物、氧氮化物或氧氮碳化物),或者也可以为含有Mo、W、Ta、Ti的的金属的硅化物或该硅化物的上述化合物。但是,光掩模坯的低透光膜的材料优选为能够与半透光膜同样地进行湿式蚀刻、且对于半透光膜的材料具有蚀刻选择性的材料。即,优选低透光膜对半透光膜的蚀刻剂具有耐性、并且半透光膜对低透光膜的蚀刻剂具有耐性。

[0131] 在光掩模坯的低透光膜上进一步涂布第1光致抗蚀剂膜。本发明的光掩模优选利用激光描绘装置进行描绘,因此,使用适合与此的光致抗蚀剂。第1光致抗蚀剂膜可以为正型也可以为负型,以下,以正型来进行说明。

[0132] 接着,如图4(b)所示,对于第1光致抗蚀剂膜,使用描绘装置根据基于转印用图案的描绘数据进行描绘(第1描绘)。然后,以通过显影得到的第1抗蚀剂图案作为掩模,对低透光膜进行湿式蚀刻。由此,划定作为低透光部的区域,并且划定由低透光部包围的辅助图案(低透光膜图案)的区域。用于进行湿式蚀刻的蚀刻液(湿式蚀刻剂)可以使用适合于所使用的低透光膜的组成的公知的蚀刻液。例如,若为含有Cr的膜,则可以使用硝酸铈铵等作为湿式蚀刻剂。

[0133] 接着,如图4(c)所示,将第1抗蚀剂图案剥离。

[0134] 接着,如图4(d)所示,在包括所形成的低透光膜图案在内的整个面上涂布第2光致抗蚀剂膜。

[0135] 接着,如图4(e)所示,对第2光致抗蚀剂膜进行第2描绘,形成通过显影而形成的第2抗蚀剂图案。以该第2抗蚀剂图案和上述低透光膜图案作为掩模,进行半透光膜的湿式蚀刻。通过该蚀刻(显影),形成由透明基板所露出的透光部构成的主图案的区域。需要说明的是,关于第2抗蚀剂图案,优选以如下方式对第2描绘的描绘数据进行尺寸控制:第2抗蚀剂

图案覆盖作为辅助图案的区域且在由透光部构成的形成主图案的区域具有开口,并且,使低透光膜的边缘从该开口处露出。由此,可吸收在第1描绘与第2描绘之间相互产生的对位偏移,能够防止转印用图案的CD精度的劣化。这是利用低透光膜和半透光膜的材料所具有的对彼此的膜的蚀刻选择性而得到的效果。

[0136] 需要说明的是,本方式的光掩模中,也可以利用不具有蚀刻选择性而具有共同的蚀刻特性的材料构成半透光膜和低透光膜、并在两膜之间设置蚀刻阻止膜。

[0137] 即,通过以这样的方式进行第2描绘时的第2抗蚀剂图案的尺寸控制,想要在转印体上形成孤立孔图案时,遮光膜与半透光膜的图案化不会产生错位,因此,在图1所例示的转印用图案中,能够精致地使主图案和辅助图案的重心一致。

[0138] 半透光膜用的湿式蚀刻剂根据半透光膜的组成来适当选择。

[0139] 接着,如图4(f)所示,将第2抗蚀剂图案剥离,完成图1所示的本发明的光掩模。

[0140] 在显示装置用光掩模的制造中,作为对形成在透明基板上的遮光膜等光学膜进行图案化时所应用的蚀刻,有干式蚀刻和湿式蚀刻。可以采用任意一种蚀刻,但在本发明中,湿式蚀刻特别有利。这是因为,显示装置用的光掩模的尺寸比较大,存在更多种类的尺寸。在这样的光掩模的制造时,如果应用使用真空腔室的干式蚀刻,对干式蚀刻装置的尺寸、制造步骤会产生效率不良的情况。

[0141] 但是,也存在在这样的光掩模的制造时应用湿式蚀刻所带来的问题。湿式蚀刻具有各向同性蚀刻的性质,因此,在想要沿深度方向对规定的膜进行蚀刻而使其溶出时,在垂直于深度方向的方向也会进行蚀刻。例如,在对膜厚为 $F$  (nm)的半透光膜进行蚀刻而形成狭缝时,作为蚀刻掩模的抗蚀剂图案的开口仅比所期望的狭缝宽度小 $2F$  (nm) (即,单侧为 $F$  (nm)),但越是微细宽度的狭缝,越难以维持抗蚀剂图案开口的尺寸精度。因此,使辅助图案的宽度 $d$ 为 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上、优选为 $1.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上是有用的。

[0142] 另外,在上述膜厚 $F$  (nm)大的情况下,侧面蚀刻量也增大,因此,使用即使膜厚小也具有大致为 $180^\circ$ 的相移量的膜材料是有利的,其结果,可以期望半透光膜对该波长的折射率高。因此,优选使用对上述代表波长的折射率为 $1.5\sim 2.9$ 、优选为 $1.8\sim 2.4$ 的材料来制成半透光膜。

[0143] 另外,作为图1所示的本发明的光掩模,除了上述方式以外,还有利用不同的层构成发挥同样的光学作用效果的光掩模。

[0144] 本发明的第2方式具有截面示于图3(b)的层构成。该光掩模的平面示意图与上述第1方式同样地如图1所示,但以截面来看时的层叠结构不同。即,在图3(b)所示的低透光部,低透光膜与半透光膜的层叠顺序上下相反,低透光膜配置在基板侧。

[0145] 这种情况下,作为本发明的光掩模的图案的设计及其各参数、以及由它们带来的光学作用效果与第1方式的光掩模同样,可应用图2所示的变形例作为设计这一点也相同。另外,所使用的膜材料的物性也可以相同。

[0146] 但是,第2方式的光掩模中,在制造方法上在以下方面与第1方式存在若干差异,为此,所使用的膜材料也不一定需要与第1方式相同。

[0147] 例如,在第1方式中,如图4(a)所示,准备半透光膜与低透光膜层叠而成的光掩模坯,对其应用2次光刻步骤,制造成光掩模,而在第2方式中,需要准备在透明基板上仅形成有低透光膜的光掩模坯。

[0148] 然后,首先对该低透光膜进行蚀刻,形成低透光膜图案。接着,在形成有该低透光膜图案的基板的整个面上形成半透光膜,对其进行图案化。这种情况下,优选选择与第1方式同样地能够利用湿式蚀刻进行图案化的材料。但是,本方式中,低透光膜和半透光膜不是必须对彼此的蚀刻剂具有耐性。即,即使两膜相互不具有蚀刻选择性,也可以进行蚀刻。因此,关于材料的选择,比第1方式的自由度高。

[0149] 接着,参照图3(c)对本发明的光掩模的第3方式进行说明。该方式中,平面示意图也与图1同样,另外,除了如下方面以外,图案的设计及其各参数、以及由它们带来的光学作用效果与第1方式的光掩模同样,可应用图2所示的变形例作为设计这一点也同样。

[0150] 图3(c)所示的第3方式的光掩模与第1方式和第2方式的光掩模的不同点在于,半透光膜所具有的对于上述代表波长的光的相移量不限于大致为180度,与此相关联,在主图案部分,透明基板以规定量被挖除。即,该方式的主图案中,不是露出作为材料的透明基板的主表面的一部分,而是露出通过蚀刻在该主表面上形成规定量的挖除部而得到的挖除面。并且,在形成有上述半透光膜的辅助图案与形成有挖除部的主图案之间,将透射彼此的处于i线~g线的波长范围的代表波长的相位差调节至大致为180度。与第1方式和第2方式的光掩模同样,低透光部可以为在透明基板上将半透光膜和代表波长的光的透射率为T2(%)的低透光膜按照上述顺序或相反的顺序进行层叠的结构。

[0151] 在第1方式或第2方式中,需要利用半透光膜的材料和膜厚来同时满足透射率T1的条件、以及透射主图案和辅助图案的代表波长的相位差大致为180度的条件,但在第3方式的光掩模中,具有如下优点:优选满足透射率T1的条件来确定半透光膜的组成、膜厚,相位差的调节可以通过主图案的挖除量来进行。

[0152] 从该方面考虑,本方式的光掩模中,半透光膜所具有的对上述代表波长的光的相移量可以为90度以下或60度以下。通过主图案的挖除量与半透光膜所具有的相移量之和,将透射主图案和辅助图案的代表波长的相位差调节至大致为180度即可。

[0153] 另外,在第3方式的光掩模中,为了形成透明基板的挖除部,使用湿式或干式蚀刻,但更优选应用干式蚀刻。另外,本方式的光掩模中,也可以在半透光膜与低透光膜之间设置蚀刻阻止膜。

[0154] 例如,准备在透明基板上层叠有半透光膜和低透光膜的光掩模坯,首先,将主图案部分的两膜蚀刻除去,接着,可以应用对透明基板进行挖除蚀刻的步骤。接着,通过第2光刻步骤将辅助图案部分的低透光膜蚀刻除去,由此能够制造第3方式的光掩模。这种情况下,作为膜材料,可以与第1方式同样。

[0155] 需要说明的是,与上述第1方式和第2方式的关系同样,在第3方式的光掩模中,也可以使半透光膜和低透光膜的层叠顺序上下相反。

[0156] 接着,参照图3(d)对本发明的光掩模的第4方式进行说明。该方式的平面示意图也如图1所示。第4方式中,与第3方式同样地,在主图案部分的透明基板形成挖除部,但与第3方式不同的是,不使用半透光膜而使辅助图案部分的透明基板(主表面的一部分)露出。并且,通过选择主图案部分的挖除深度,与第1~第3方式同样地使得分别透射主图案和辅助图案的代表波长的光的相位差大致为180度。

[0157] 该第4方式中,在辅助图案部分不存在半透光膜,因此,透射率(T1)为100(%)。这种情况下,能够减少成膜次数,由此,根据第3方式,能够得到提高生产效率以及降低缺陷产

生概率这样的优点。

[0158] 这种情况下,将 $T1=100(\%)$ 应用于式(2),

$$[0159] \quad 0.5 \leq \sqrt{T1/100} \times d \leq 1.5 \cdots (2)$$

[0160] 即, $0.5 \leq d \leq 1.5 \cdots (2)$ 。优选 $d < W1$ 。

[0161] 另外,第4方式的光掩模中使用的低透光膜所具有的对上述代表波长的光的相移量不需要大致为180度,优选为90度以下。更优选为60度以下。

[0162] 第4方式的光掩模中,图1所示的图案的设计、除特别说明以外的各参数、以及由它们带来的光学作用效果也与第1方式的光掩模同样,可应用图2所示的变形例作为设计这一点也相同。另外,低透光膜所用的膜材料及其物性也可以与第1方式相同。即,低透光部对上述代表波长的透射率为 $T3(\%)$ ,该低透光部可以为在透明基板上形成上述代表波长的光的透射率为 $T2(\%)$ 的低透光膜的结构。即为 $T2=T3$ 的情况。

[0163] 另外,使第4方式中的主图案与辅助图案的截面结构相反的方式为第5方式(图3(e))。第5方式的主图案是使透明基板的主表面的一部分露出,辅助图案是在透明基板的主表面上形成有挖除部。即,代替主图案部分的透明基板挖除部的形成,对辅助图案部分的透明基板进行挖除,由此使得透射主图案和辅助图案的上述代表波长的光的相位差大致为180度。这种情况下,平面图的设计及其光学作用效果也与第4方式相同是不言而喻的。另外,关于其制造方法、所应用的膜材料等,也没有特别的差异。因此,第5方式的低透光部是在透明基板上形成有代表波长的光的透射率为 $T2(\%)$ 的低透光膜。

[0164] 图3(f)所示的本发明的第6方式显示出在第1~第5方式中采用的构成(图3(f)中代表性地使用第1方式的光掩模截面示意图)中附加遮光膜图案的可能性。该方式在低透光膜具有实质性透射率的情况值得考虑。

[0165] 即,在主图案和辅助图案的附近,利用反相位的光的干涉作用,但在离开上述区域的低透光部的区域,不需要存在透射低透光膜的光,或者反而存在带来使形成在被转印体上的抗蚀剂图案的残膜量减少的缺点的风险。在希望排除该风险的情况下,在离开主图案和辅助图案的低透光部的区域附加遮光膜图案而完全进行遮光也是有用的。

[0166] 因此,本发明中,只要不损害其作用效果,使用这样的遮光膜图案也无妨。需要说明的是,遮光膜是指实质上不透射曝光光(上述i线~g线范围的代表波长的光)、OD(光学浓度)为2以上的膜。其材料可以举出以铬(Cr)作为主要成分的材料。

[0167] 本发明包括一种显示装置的制造方法,其包括如下步骤:利用曝光装置对上述本发明的光掩模进行曝光,将上述转印用图案转印到被转印体上,形成孔图案。

[0168] 本发明的显示装置的制造方法中,首先,准备上述的本发明的光掩模。接着,使用具有数值孔径(NA)为0.08~0.20且包含i线、h线和g线中的至少种的曝光光源的曝光装置对上述转印用图案进行曝光,在被转印体上形成径 $W2$ 为 $3.0\mu\text{m}$ 以下、优选为 $0.6\sim 3.0\mu\text{m}$ 的孔图案。需要说明的是,曝光装置的曝光光源优选包含i线、h线和g线。曝光通常应用等倍曝光,是有利的。

[0169] 作为使用本发明的光掩模对转印用图案进行转印时使用的曝光机,可以举出进行等倍的投影曝光的方式的下述曝光机。即,该曝光机为作为LCD(液晶显示装置)用(或FPD用、液晶用)使用的曝光机,作为其构成,具有光学系统的数值孔径(NA)为0.08~0.15(相干

系数( $\sigma$ )为0.4~0.9)、曝光光包含i线、h线和g线中的至少一种的光源(也称为宽波长光源)。但是,在数值孔径NA为0.10~0.20的曝光装置中,当然也可以应用本发明并得到发明的效果。

[0170] 另外,关于所使用的曝光装置的光源,可以使用变形照明(环形照明等),但使用非变形照明也能够得到发明的优异效果。

[0171] 本发明中,作为第1~第3方式(及应用其的第6方式)的光掩模的原料,使用在透明基板上层叠半透光膜和低透光膜(以及根据需要进一步使用的遮光膜)而成的光掩模坯。然后,进一步在表面上涂布形成抗蚀剂膜,进行光掩模的制造。

[0172] 关于半透光膜和低透光膜的物理性质、膜质以及组成,如上述记载中所述。

[0173] 即,上述光掩模坯的半透光膜对处于i线~g线的波长范围的代表波长的透射率T1优选为30~80(%)。另外,上述半透光膜设定为如下膜厚:对上述代表波长的折射率为1.5~2.9,且具有大致为180度的相移量。具有这样的折射率的半透光膜的膜厚即使足够薄也具有所期望的相移量,因此,能够缩短半透光膜的湿式蚀刻时间。结果,能够抑制半透光膜的侧面蚀刻。

[0174] 另外,在本发明的光掩模的所有方式中,均可以使用形成有低透光膜的光掩模坯来制造。

[0175] 该低透光膜可以使用实质上不透射上述代表波长的光、或者具有小于30%的透射率的低透光膜。另外,低透光膜所具有的对i线~g线范围内的代表波长的相移量在第1和第2方式的光掩模中为大致180度即可,在第3、第4和第5方式的光掩模中为90度以下、更优选为60度以下即可。

[0176] 实施例

[0177] 对于图5所示的3种(比较例1-1和1-2以及实施例1)光掩模,通过光学模拟比较其转印性能,并进行评价。即,对于具有用于在被转印体上形成径为2.0 $\mu\text{m}$ 的孔图案的转印用图案的3个光掩模,在设定共同的曝光条件时显示出何种转印性能,进行了光学模拟。

[0178] (比较例1-1)

[0179] 如图5所示,比较例1-1的光掩模具有由形成在透明基板上的遮光膜图案构成的所谓二元掩模的图案。比较例1-1的光掩模中,由透明基板所露出的透光部构成的主图案被遮光部包围。主图案的径W1(正方形的边长)为2.0( $\mu\text{m}$ )。

[0180] (比较例1-2)

[0181] 如图5所示,比较例1-2的光掩模为半色调型相移掩模,其通过对曝光光透射率(对于h线)为5%且相移量为180度的半透光膜进行图案化而形成,其具有由边长(径)(即W1)为2.0( $\mu\text{m}$ )的四边形的透光部构成的主图案。

[0182] (实施例1)

[0183] 如图5所示,实施例1的光掩模具有本发明的转印用图案。在此,主图案是边长(径)(即W1)为2.0( $\mu\text{m}$ )的正方形,辅助图案是宽度d为1.3( $\mu\text{m}$ )的八边形带,主图案中心与辅助图案的宽度中心的距离即间距P为4( $\mu\text{m}$ )。

[0184] 假设上述第1方式的光掩模的辅助图案是在透明基板上形成半透光膜而形成的。该半透光膜对曝光光(对于h线)透射率T1为70(%) ,相移量为180度。另外,包围主图案和辅助图案的低透光部由实质上不透射曝光光的遮光膜( $OD>2$ )构成。



[0185] 使比较例1-1和1-2以及实施例1的光掩模均为在被转印体上形成径W2为 $2.0\mu\text{m}$  ( $W1=W2$ ;即,形成在被转印体上的径W2与光掩模的转印用图案所具有的主图案的径W1相同)的孔图案的光掩模。模拟中应用的曝光条件如下所述。即,曝光光为包含i线、h线、g线的宽波长,强度比为g线:h线:i线=1:0.8:1。

[0186] 曝光装置的光学系统的NA为0.1,相干系数 $\sigma$ 为0.5。形成在被转印体上的、用于得到抗蚀剂图案的截面形状的正型光致抗蚀剂的膜厚为 $1.5\mu\text{m}$ 。

[0187] 上述条件下的各转印用图案的性能评价示于图5。另外,形成在被转印体上的光强度的空间像和由此形成的抗蚀剂图案的截面形状示于图6。

[0188] (光掩模的光学的评价)

[0189] 例如,为了转印小径的微细的透光图案,光掩模透射后的曝光光在被转印体上形成的空间像、即透射光强度曲线的轮廓线必须良好。具体而言,关键的是形成透射光强度的峰的斜率要陡峭而形成接近于垂直的上升方式、以及峰的光强度的绝对值要高(在周围形成次峰的情况下,其强度相对地足够高)等。

[0190] 在进一步定量地从光学性能方面对光掩模进行评价时,可以使用下述指标。

[0191] (1) 焦深(DOF)

[0192] 用于相对于目标CD达到 $\pm 10\%$ 以内的范围内的焦深的尺寸。DOF的数值越高,越不易受到被转印体(例如显示装置用的面板基板)的平坦度的影响,能够可靠地形成微细的图案,能够抑制其CD(线宽)的偏差。

[0193] (2) MEEF(Mask Error Enhancement Factor,掩模误差增强因子)

[0194] MEEF是表示掩模CD误差与形成在被转印体上的图案的CD误差的比例的数值,MEEF越低,越能够降低形成在被转印体上的图案的CD误差。

[0195] (3) Eop

[0196] 对于显示装置制造用的光掩模而言,特别重要的评价项目有Eop。其为用于在被转印体上形成想要得到的图案尺寸所需要的曝光光量。在显示装置制造中,光掩模的尺寸大(例如,主表面的边长为 $300\sim 1400\text{mm}$ 左右的正方形或长方形),因此,使用Eop数值低的光掩模时,能够提高扫描曝光的速度,从而提高生产效率。

[0197] 基于以上对模拟对象的各样品的性能进行评价时,如图5所示,实施例1的光掩模的焦深(DOF)扩大至 $55\mu\text{m}$ 以上,与比较例相比非常优异,在该方面显示出图案的稳定转印性。这也意味着MEEF的值小,并且微细图案的CD精度高。

[0198] 此外,实施例1的光掩模的Eop的值非常小。这显示出如下优点:在实施例1的光掩模的情况下,即使在制造大面积的显示装置时,也不会增加曝光时间或者能够短缩曝光时间。

[0199] 另外,参照图6所示的透射光强度的空间像可知,在实施例1的光掩模的情况下,相对于作为抗蚀剂的感光阈值的水平( $E_{th}$ ),能够升高主图案部的峰,还能够使该峰的斜率充分直立(相对于被转印体的表面接近于垂直)。这一点与比较例1-1和1-2相比有优势。在此,通过将透射辅助图案的光用于主图案位置的光强度增强,实现了Eop的增加和MEEF的降低。需要说明的是,实施例1的光掩模中,在主图案的转印图像位置的两侧产生了侧峰,但由于该侧峰为 $E_{th}$ 以下,因此对主图案的转印没有影响。

[0200] 需要说明的是,以下对降低由该侧峰引起的抗蚀剂残膜的损失的方法进行说明。

[0201] 变更光掩模上形成的转印用图案的设计,使用图7所示的比较例2-1、比较例2-2和实施例2的样品,进行模拟。在此,各样品的主图案的径W1均设定为 $2.5(\mu\text{m})$ ,在这一点上与上述样品(比较例1-1、比较例1-2和实施例1)不同。

[0202] (比较例2-1)

[0203] 如图7所示,比较例2-1的光掩模是由形成在透明基板上的遮光膜图案构成的所谓二元掩模的图案。比较例2-1的光掩模中,由透明基板所露出的透光部构成的主图案被遮光部包围。该主图案的径W1(正方形的边长)为 $2.5(\mu\text{m})$ 。

[0204] (比较例2-2)

[0205] 如图7所示,比较例2-1的光掩模为半色调型相移掩模,其通过对曝光光透射率(对于h线)为5%且相移量为180度的半透光膜进行图案化而形成,其具有由主图案的径W1(正方形的边长)为 $2.5(\mu\text{m})$ 的四边形的透光部构成的主图案。

[0206] (实施例2)

[0207] 如图7所示,实施例2的光掩模为本发明的转印用图案。实施例2的光掩模的主图案是主图案的径W1(正方形的边长)为 $2.5(\mu\text{m})$ 的正方形,辅助图案是宽度d为 $1.3(\mu\text{m})$ 的八边形带,主图案中心与辅助图案的宽度中心的距离即间距P为 $4(\mu\text{m})$ 。在此,实施例2的光掩模也假设为第1方式的光掩模。

[0208] 使用比较例2-1、比较例2-2和实施例2的光掩模,在被转印体上形成径为 $2.0\mu\text{m}$ 的孔图案。即,使这些光掩模的掩模偏差( $\beta=W1-W2$ )为 $0.5(\mu\text{m})$ 。模拟中应用的曝光条件与上述比较例1-1和1-2以及实施例1的光掩模的情况相同。

[0209] 由图7所示的数据可知,在使用实施例2的光掩模的情况下,连同优异的DOF、MEEF,相对于比较例2-1和2-2显示出有利的性能。实施例2的光掩模中,特别是DOF达到了超过 $35\mu\text{m}$ 的数值。

[0210] 另外,参照图8所示的透射光强度的空间像和被转印体上的抗蚀剂图案截面形状,可进一步明确实施例2的样品所具有的优异特性。如图8所示,在使用实施例2的光掩模的情况下,主图案所对应的峰与形成在两侧的侧峰相比格外高,几乎未产生抗蚀剂损伤。

[0211] 由以上的结果可知,在使用本发明的光掩模的图案转印的情况下,对于掩模偏差 $\beta$ 为 $0.5(\mu\text{m})$ 左右、具体而言为 $0.2\sim 1.0(\mu\text{m})$ 的范围的转印用图案,能够得到更容易供于实用的优异的转印图像。

[0212] 由上确认了本发明的光掩模的优异性能。特别是如果使用本发明的光掩模,对于 $2\mu\text{m}$ 以下的微细图案,MEEF能够得到2.5以下的数值,这在将来的显示装置制造中的意义重大。

[0213] 本发明的光掩模的用途没有特别限制。本发明的光掩模可以在包括液晶显示装置、EL显示装置等的显示装置的制造时优选使用。

[0214] 根据本发明的光掩模,能够控制透射主图案和辅助图案这两者的曝光光的相互干涉,能够在曝光时减少零级光,能够使 $\pm 1$ 级光的比例相对增大。因此,能够大幅改善透射光的空间像。

[0215] 作为有利地得到这种作用效果的用途,为了形成多用于液晶、EL装置的接触孔等孤立的孔图案而使用本发明的光掩模时有利的。作为图案的种类,大多将图案区分地称为通过以具有一定规则性的方式排列多个图案而使它们相互产生光学影响的密集(Dense)图

案、以及周围不存在这种规则排列的图案的孤立图案。本发明的光掩模适合在希望在被转印体上形成孤立图案时应用。

[0216] 在不损害本发明的效果的范围内,可以在本发明的光掩模中使用附加的光学膜、功能膜。例如,为了防止低透光膜所具有的光透射率给检查、光掩模的位置检测带来障碍的不利情况,可以设定为在转印用图案以外的区域形成遮光膜的构成。另外,对于半透光膜,可以在表面设置用于降低描绘光、曝光光的反射的抗反射层。

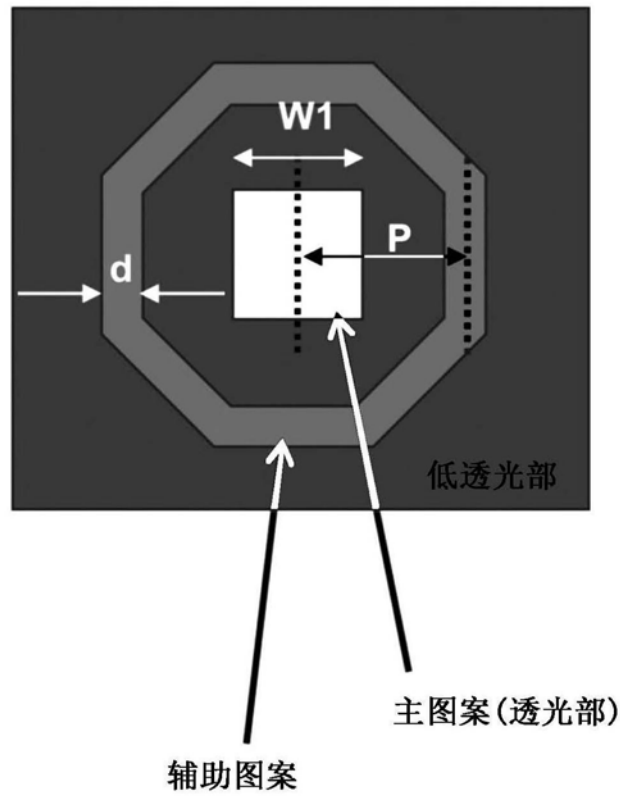


图1

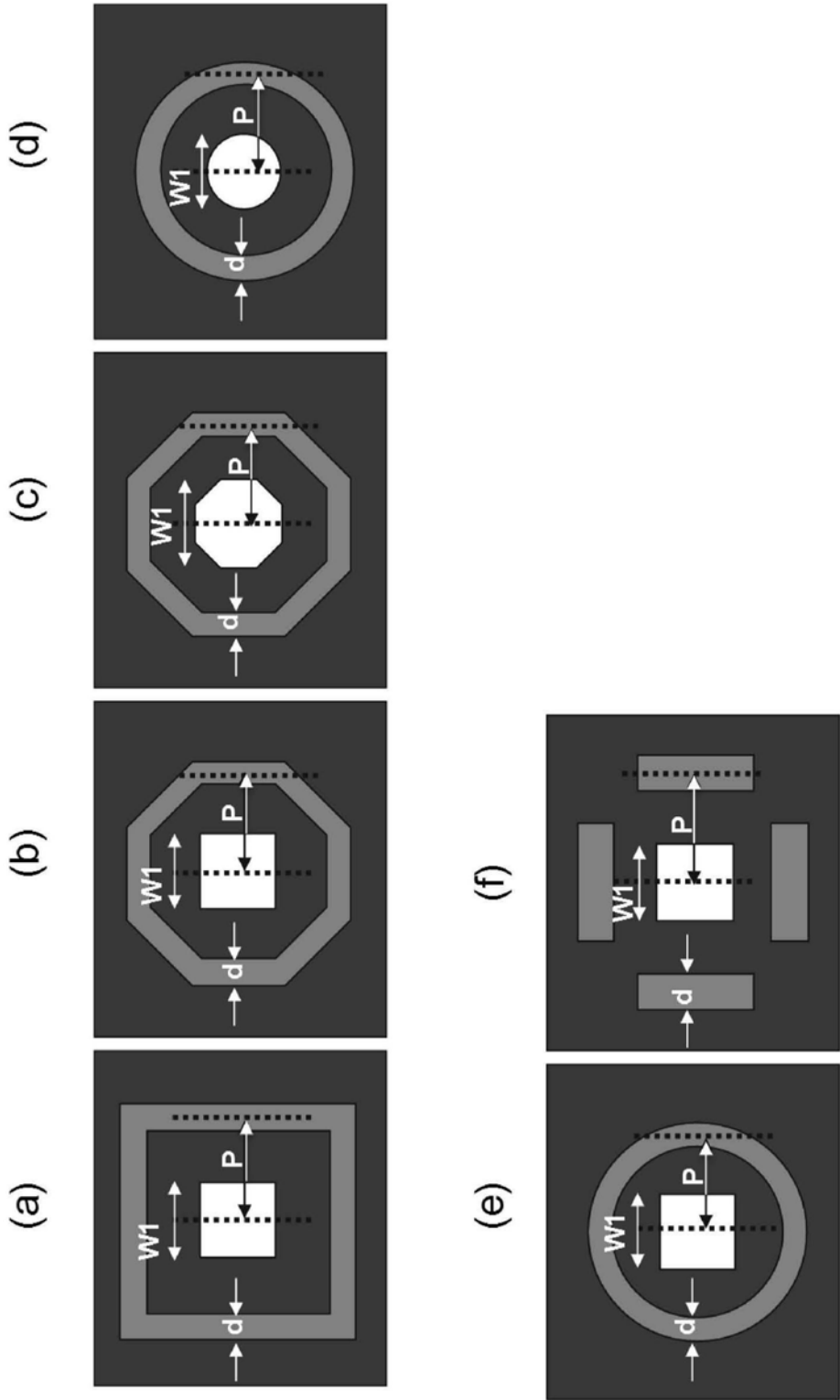


图2

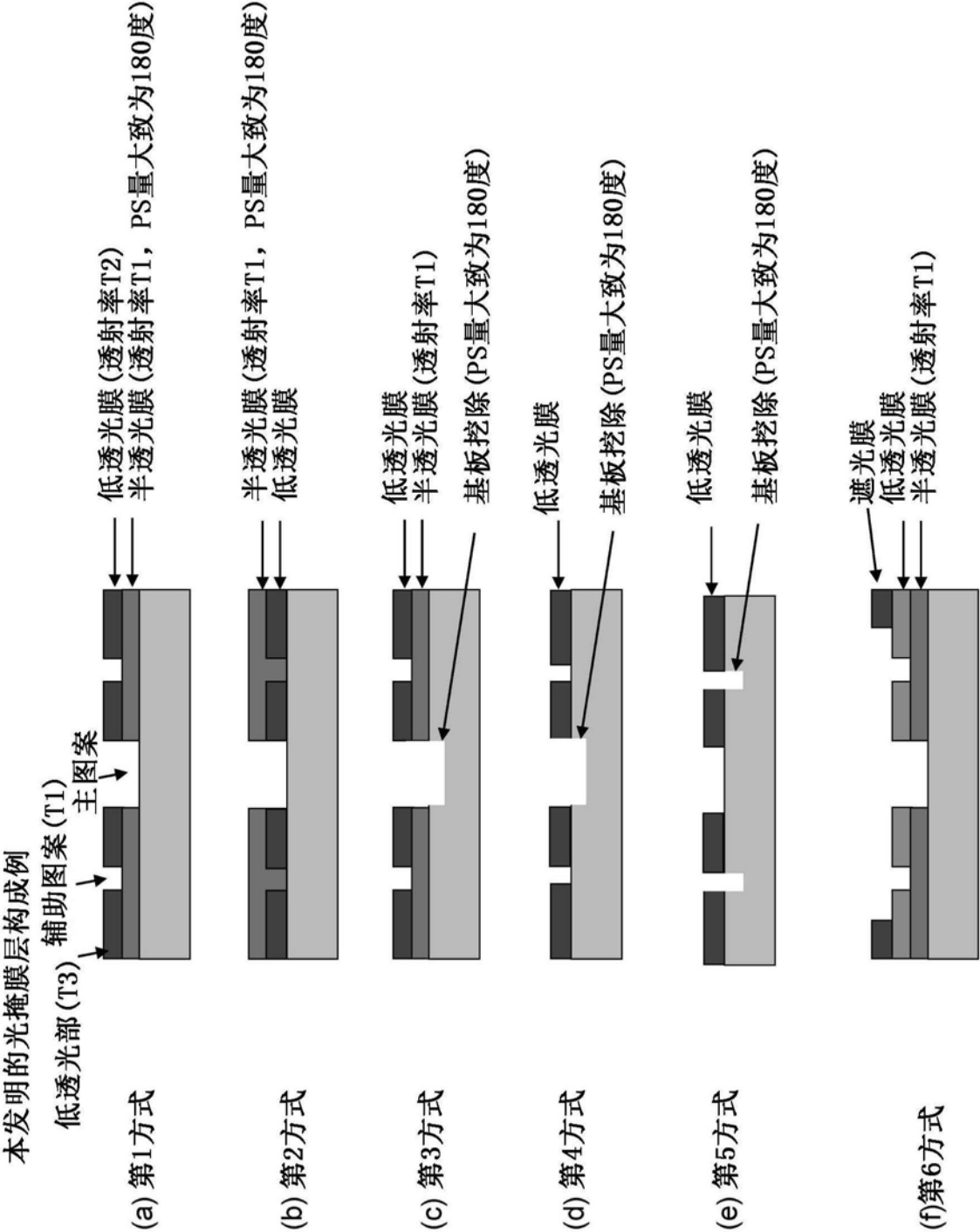


图3

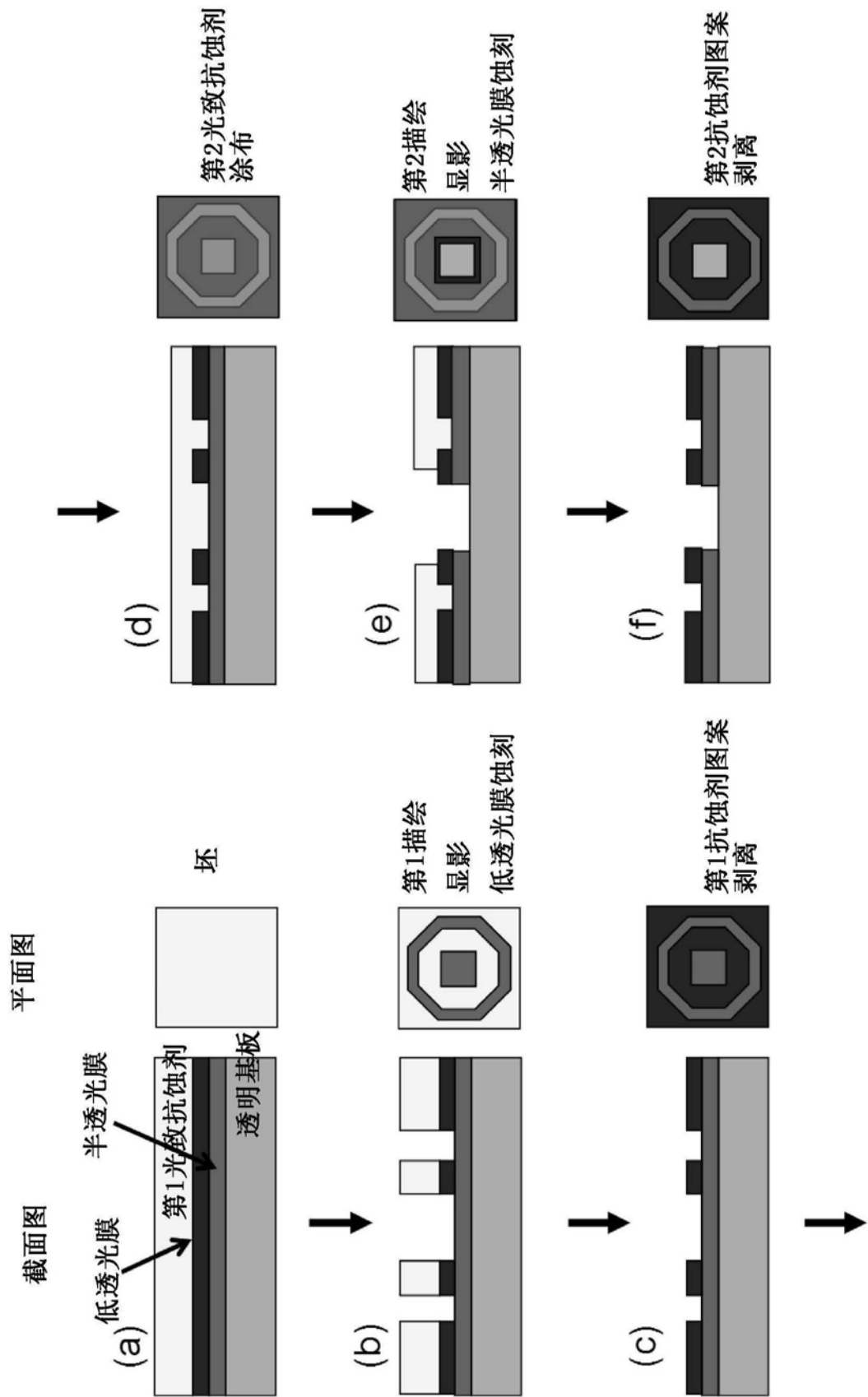


图4

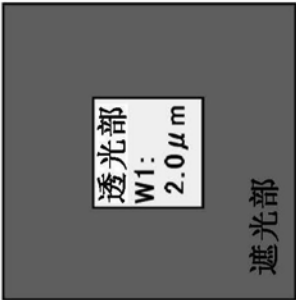

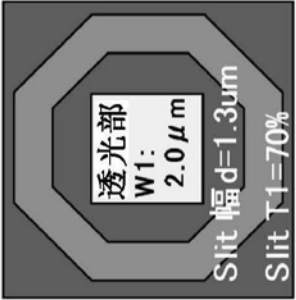
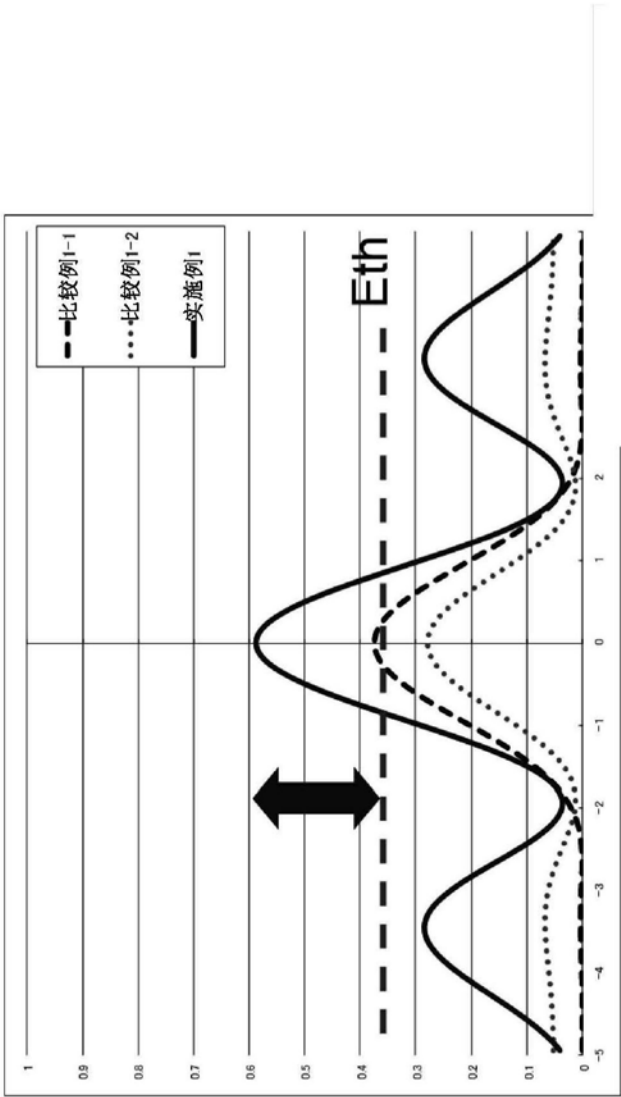
	比较例 1-1	比较例 1-2	实施例 1
Sim共同条件 g:h:=1:0.8:1 P/R:1.5um			
径W1 (μm)	2.0		
径W2 (μm)	2.0		
NA	0.1		
σ	0.5		
Eop(mJ)	77	118	52
DOF(μm)	23.5	40.8	55.3
MEEF	4.0	3.9	2.5

图5



(a)  
空间像



(b)  
抗蚀剂截面

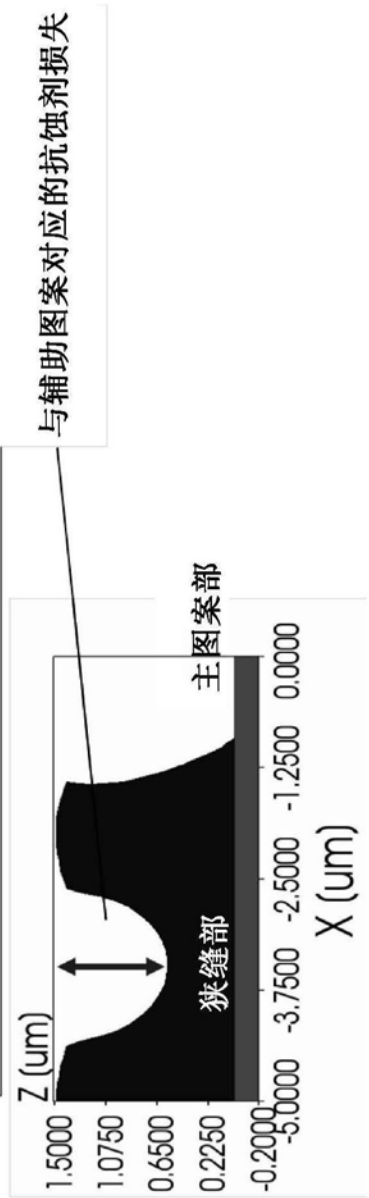


图6

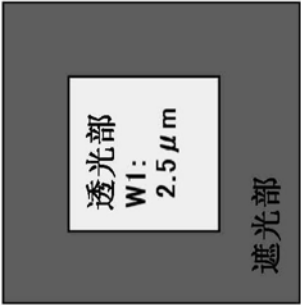
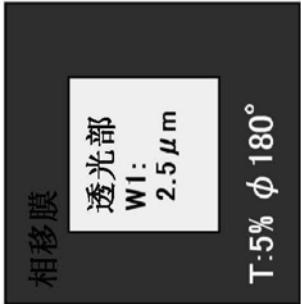
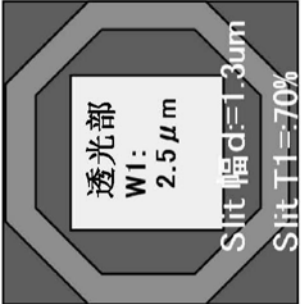
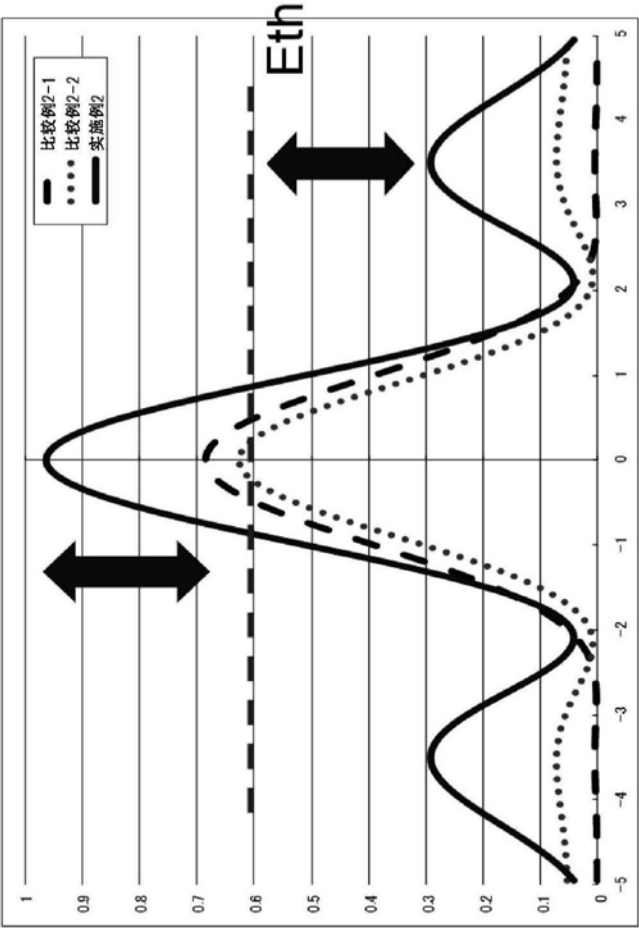
	比较例 2-1	比较例 2-2	实施例 2
Sim共同条件 g:h:i=1:0.8:1 P/R:1.5um			
径W1 (μm)	2.5		
径W2 (μm)	2.0		
NA	0.1		
σ	0.5		
Eop(mJ)	51	49	31
DOF(um)	21.8	30.5	37.3
MEEF	3.5	2.7	2.0

图7

(a)  
空间像



(b)  
抗蚀剂截面

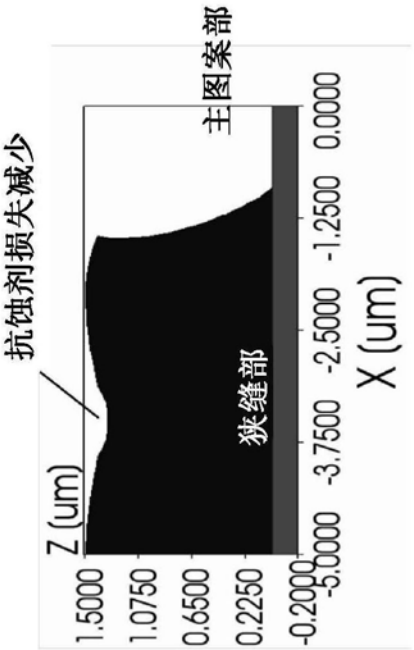


图8