



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108628089 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 12

(21) 申请号 201810208726.2
(22) 申请日 2018.03.14
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 108628089 A
(43) 申请公布日 2018.10.09
(30) 优先权数据
 2017-059685 2017.03.24 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
(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
 专利代理师 李洋 青炜

(51) Int.Cl.
 G03F 1/54 (2012.01)
 G03F 1/76 (2012.01)
 G03F 7/20 (2006.01)
(56) 对比文件
 CN 103454851 A, 2013.12.18
 CN 105319831 A, 2016.02.10
 CN 103383523 A, 2013.11.06
 审查员 武晓卫

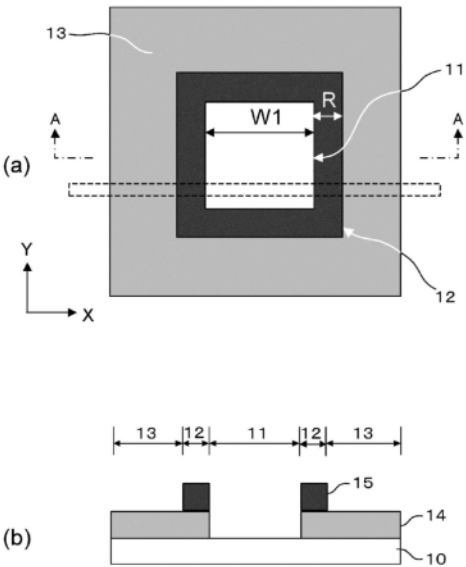
权利要求书3页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

显示装置制造用光掩模以及显示装置的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种在显示装置的制造所应用的曝光条件下,能够兼顾优异的分辨性与生产效率的光掩模。光掩模所具备的转印用图案是用于在被转印体上形成孔的孔图案,其具有露出透明基板的直径W1的透光部;包围透光部的宽度R的遮光缘部;以及包围遮光缘部的相移部。相移部与透光部的相对于曝光用光的代表波长的光的相位差为大致180度。在透射位于透光部的一侧的相移部的曝光用光形成于被转印体上的光强度分布中,从相移部与遮光缘部的边界位置朝向遮光缘部侧,将直至第一波谷的最小值点B1的距离设为d1,将直至第二波谷的最小值点B2的距离设为d2,此时,满足 $(d1 - 0.5 \times W1) \leq R \leq (d2 - 0.5 \times W1)$ 的条件。



1. 一种光掩模,其是在透明基板上具备转印用图案的、显示装置制造用的光掩模,其特征在于,

所述转印用图案是用于在被转印体上形成孔的孔图案,

所述转印用图案包括:

露出所述透明基板的、口径W1的透光部;

包围所述透光部的、宽度R的遮光缘部;以及

包围所述遮光缘部的相移部,

所述相移部与所述透光部的、相对于曝光用光的代表波长的光的相位差为120-240度,

在透射位于所述透光部的一侧的所述相移部的曝光用光形成于被转印体上的光强度分布中,从所述相移部与所述遮光缘部的边界位置起朝向所述遮光缘部侧,将直至第一波谷的最小值点B1的距离设为d1,将直至第二波谷的最小值点B2的距离设为d2,此时,

$$(d1 - 0.5 \times W1) \leq R \leq (d2 - 0.5 \times W1),$$

其中,W1、R、d1、d2的单位为 μm 。

2. 一种光掩模,其是在透明基板上具备转印用图案的、显示装置制造用的光掩模,其特征在于,

所述转印用图案是用于在被转印体上形成孔的孔图案,

所述转印用图案包括:

露出所述透明基板的、口径W1的透光部;

包围所述透光部的、宽度R的遮光缘部;以及

包围所述遮光缘部的相移部,

所述相移部与所述透光部的、相对于曝光用光的代表波长的光的相位差为120-240度,

在透射位于所述透光部的一侧的所述相移部的曝光用光形成于被转印体上的光强度分布中,从所述相移部与所述遮光缘部的边界位置起朝向所述遮光缘部侧,在表示第一波峰的最大值点P的光强度的1/2的两个点之中,将处于所述第一波峰的靠近所述遮光缘部一侧的倾斜部的点设为Q1,将处于所述第一波峰的远离所述遮光缘部一侧的倾斜部的点设为Q2,将从所述边界位置直至Q1的距离设为d3,将从所述边界位置直至Q2的距离设为d4,此时,

$$(d3 - 0.5 \times W1) \leq R \leq (d4 - 0.5 \times W1),$$

其中,W1、R的单位为 μm 。

3. 根据权利要求1或2所述的光掩模,其特征在于,

所述转印用图案是用于在所述被转印体上形成口径W2的孔的孔图案,其中, $W2 \leq W1$ 。

4. 根据权利要求1或2所述的光掩模,其特征在于,

所述相移部相对于所述代表波长的光,具备2%~10%的透射率。

5. 根据权利要求1或2所述的光掩模,其特征在于,

所述光掩模用于使用数值孔径(NA)为0.08~0.20、具有包括i线、h线或者g线的曝光光源的等倍的投影曝光装置,对所述转印用图案进行曝光,在被转印体上形成口径W2为0.8 μm ~3.0 μm 的孔。

6. 一种显示装置的制造方法,其特征在于,包括:

准备权利要求1~5中任一项所述的光掩模的工序;和

使用数值孔径(NA)为0.08~0.20、具有包括i线、h线或者g线的曝光光源的等倍的投影曝光装置,对所述转印用图案进行曝光,在被转印体上形成口径W2为0.8 μ m~3.0 μ m的孔的工序。

7.一种光掩模的制造方法,其是在透明基板上具备转印用图案的、显示装置制造用的光掩模的制造方法,其特征在于,

该制造方法是在准备了在所述透明基板上按顺序层叠有相移膜和遮光膜的结构的光掩模坯料之后,分别对所述相移膜和所述遮光膜进行图案刻印来制造如下光掩模的光掩模制造方法,

该光掩模中,

所述转印用图案是用于在被转印体上形成孔的孔图案,

所述转印用图案具有:

露出所述透明基板的、口径W1的透光部;

包围所述透光部的、宽度R的遮光缘部;以及

包围所述遮光缘部的相移部,

所述相移部与所述透光部的、相对于曝光用光的代表波长的光的相位差为120-240度,

在透射位于所述透光部的一侧的所述相移部的曝光用光形成于被转印体上的光强度分布中,从所述相移部与所述遮光缘部的边界位置起朝向所述遮光缘部侧,将直至第一波谷的最小值点B1的距离设为d1,将直至第二波谷的最小值点B2的距离设为d2,此时,

以满足 $(d1 - 0.5 \times W1) \leq R \leq (d2 - 0.5 \times W1)$ 的方式,设定所述遮光缘部的宽度R,

其中,W1、R、d1、d2的单位为 μ m。

8.一种光掩模的制造方法,其是在透明基板上具备转印用图案的、显示装置制造用的光掩模的制造方法,其特征在于,

该制造方法是在准备了在所述透明基板上按顺序层叠有相移膜和遮光膜的结构的光掩模坯料之后,分别对所述相移膜和所述遮光膜进行图案刻印来制造如下光掩模的光掩模制造方法,

该光掩模中,

所述转印用图案是用于在被转印体上形成孔的孔图案,

所述转印用图案具有:

露出所述透明基板的、口径W1的透光部;

包围所述透光部的、宽度R的遮光缘部;以及

包围所述遮光缘部的相移部,

所述相移部与所述透光部的、相对于曝光用光的代表波长的光的相位差为120-240度,

在透射位于所述透光部的一侧的所述相移部的曝光用光形成于被转印体上的光强度分布中,从所述相移部与所述遮光缘部的边界位置起朝向所述遮光缘部侧,在表示第一波峰的最大值点P的光强度的1/2的两个点之中,将处于所述第一波峰的靠近所述遮光缘部一侧的倾斜部的点设为Q1,将处于所述第一波峰的远离所述遮光缘部一侧的倾斜部的点设为Q2,将从所述边界位置直至Q1的距离设为d3,将从所述边界位置直至Q2的距离设为d4,此时,

以满足 $(d3 - 0.5 \times W1) \leq R \leq (d4 - 0.5 \times W1)$ 的方式,设定所述遮光缘部的宽度R,

其中, $W1$ 、 R 的单位为 μm 。

9. 根据权利要求7或8所述的光掩模的制造方法, 其特征在于,
相对于不具有所述遮光缘部的转印用图案, 降低用于在所述被转印体上得到目标尺寸的图案的所需曝光量 E_{op} 。

10. 根据权利要求7或8所述的光掩模的制造方法, 其特征在于,

所述透光部的口径 $W1$ 为 $0.8 \leq W1 \leq 4.0$,

其中, $W1$ 的单位为 μm 。

11. 根据权利要求7或8所述的光掩模的制造方法, 其特征在于,

包括:

准备在所述透明基板上层叠有相移膜与遮光膜的光掩模坯料, 在对形成有抗蚀剂膜的所述光掩模坯料进行描绘时, 首先蚀刻所述遮光膜, 形成所述遮光缘部, 接下来, 再次形成抗蚀剂膜, 并且进行描绘而蚀刻所述相移膜, 形成透光部。

12. 根据权利要求11所述的光掩模的制造方法, 其特征在于,

所述相移膜所具备的、相移量的波长依赖性相对于i线、h线、以及g线, 变动幅度为40度以内。

13. 根据权利要求7或8所述的光掩模的制造方法, 其特征在于,

所述转印用图案是用于在所述被转印体上形成口径 $W2$ 的孔的孔图案, 其中, $W2 \leq W1$ 。

14. 根据权利要求7或8所述的光掩模的制造方法, 其特征在于,

所述相移部相对于所述代表波长的光, 具备2%~10%的透射率。

15. 根据权利要求7或8所述的光掩模的制造方法, 其特征在于,

所述光掩模用于使用数值孔径(NA)为 $0.08 \sim 0.20$ 、具有包括i线、h线或者g线的曝光光源的等倍的投影曝光装置, 对所述转印用图案进行曝光, 在被转印体上形成口径 $W2$ 为 $0.8\mu\text{m} \sim 3.0\mu\text{m}$ 的孔。

16. 一种显示装置的制造方法, 其特征在于, 包括:

准备根据权利要求7或8所述的光掩模的制造方法得到的光掩模的工序; 和

使用数值孔径(NA)为 $0.08 \sim 0.20$ 、具有包括i线、h线或者g线的曝光光源的等倍的投影曝光装置, 对所述转印用图案进行曝光, 在被转印体上形成口径 $W2$ 为 $0.8\mu\text{m} \sim 3.0\mu\text{m}$ 的孔的工序。

显示装置制造用光掩模以及显示装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于制造电子设备的光掩模,尤其涉及平板显示器(FPD)制造用所适用的光掩模与使用了该光掩模的显示装置的制造方法。

背景技术

[0002] 作为用于制造半导体装置的光掩模,公知一种半色调型相移掩模。图11表示现有类型的半色调型相移掩模的构成例,图11的(a)是示意俯视图,图11的(b)是图11的(a)的B-B位置的示意剖视图。

[0003] 在图示的半色调型相移掩模中,在透明基板100上形成有相移膜101,并且对该相移膜101进行图案刻印而形成有孔图案。孔图案由露出透明基板100的透光部103构成。孔图案的周围包围有相移部104。相移部104由形成于透明基板100上的相移膜101构成。

[0004] 相移部104的曝光用光的透射率例如形成为6%左右,相移量形成为180度左右。此时,透射了透光部103的光与透射了相移部104的光相互成为逆相位。这些逆相位的光在透光部103与相移部104的边界附近干涉,起到使分辨性能提高的效果。公知这样的半色调型相移掩模与所谓的二元掩模相比较,不仅是分辨性能还是焦深(DOF)都能起到改善效果。

[0005] 非专利文献1:田边功、法元盛久、竹花洋一、《入门光掩模技术》、株式会社工业调查会、2006年12月15日、p.245

[0006] 在包括液晶显示装置(liquid crystal display)、有机EL(Organic Electro Luminescence:有机电致发光)显示装置等的显示装置中,期待更加明亮且节能,并且高清、高速显示、广视角等的显示性能的提高。

[0007] 例如,以上述显示装置所使用的薄膜晶体管(Thin Film Transistor,“TFT”)来说,构成TFT的多个图案之中,形成于层间绝缘膜的接触孔如果不具备使上层的图案与下层的图案可靠地连接的作用,则无法保证准确的动作。另一方面,例如伴随着为了尽量增大液晶显示装置的孔径比,形成为明亮、节能的显示装置,而要求接触孔的口径足够小等,显示装置的高密度化的要求,也期望孔图案的口径微细化(例如不足 $3\mu\text{m}$)。例如,需要口径为 $0.8\mu\text{m}$ 以上且 $2.5\mu\text{m}$ 以下,进一步需要口径为 $2.0\mu\text{m}$ 以下的孔图案,具体而言,可以想到期望具有 $0.8\sim 1.8\mu\text{m}$ 的口径的图案的形成。

[0008] 然而,与显示装置相比,在集成度较高、图案的微细化显著进展了的半导体装置(LSI:Large-scale integrated大规模集成)制造用的光掩模的领域中,为了获得较高的分辨性,而存在针对曝光装置应用较高数值孔径NA(例如超过0.2)的光学系统,推进了曝光用光的短波长化的经过。其结果,在该领域中,经常使用KrF、ArF的准分子激光(分别为248nm、193nm的单一波长)。

[0009] 另一方面,在显示装置制造用的光刻领域中,为了提高分辨性,而应用上述的手法是并不常见的。例如该领域使用的曝光装置所具有的光学系统的NA(数值孔径)为 $0.08\sim 0.12$ 左右,即使展望未来,也是处于应用 $0.08\sim 0.20$ 左右的环境。另外,作为曝光光源,经常使用i线、h线或者g线,通过主要使用包含i线、h线或者g线的宽波长光源,从而得到用于大

面积照射的光量,重视生产效率、成本的趋势较强。

[0010] 另外,在显示装置的制造中,也如上述那样,图案的微细化要求提高。这里,将半导体装置制造用的技术保持原样地应用于显示装置的制造存在若干问题。例如,向具有高NA(数值孔径)的高分辨率的曝光装置的转换需要较大投资,无法取得与显示装置的价格的相容性。另外,关于曝光波长的变更(使用如ArF准分子激光那样的短波长)依然在需要较多投资这一点上并不合适。换句话说,在追求目前没有的图案的微细化的同时,不能失去作为现有优点的成本、效率这一点成为了显示装置制造用的光掩模的问题点。

[0011] 根据本发明人的研究,可知将上述图11所示的半色调型相移掩模作为显示装置制造用的光掩模使用时,存在后述的课题,具有进一步改善的余地。

[0012] 对于光掩模所期望的性能存在以下的(1)~(3)的要素。

[0013] (1)焦深(DOF:Depth of Focus)

[0014] 在曝光时产生了散焦的情况下,对于目标CD,优选用于使CD的变动成为规定范围内(例如,±10%以内)的焦深(DOF)的数值较高。若DOF的数值较高,则不易受到被转印体的平整度的影响,可稳定地进行图案转印。这里,所谓的CD,是Critical Dimension的缩略表示,用于图案宽度的意思。显示装置制造用的光掩模与半导体装置制造用的光掩模相比较,尺寸较大,另外,由于被转印体(显示器面板基板等)也为大尺寸,皆难以完整保持平坦性,因此提高DOF的数值的光掩模的意义重大。

[0015] (2)掩模误差增大系数(MEEF:Mask Error Enhancement Factor)

[0016] 这是表示光掩模上的CD误差与形成于被转印体上的图案的CD误差的比率的数值。通常情况下,图案越是微细化,光掩模上的CD误差越容易在被转印体上被扩大,然而通过尽量抑制这一点,降低MEEF,从而能够提高形成于被转印体上的图案的CD精度。由于伴随着显示装置的规格进步,要求图案的微细化,并且需要具备接近曝光装置的分辨极限的尺寸的图案的光掩模,因此在显示装置制造用的光掩模中,未来重视MEEF的可能性也较高。

[0017] (3)Eop

[0018] 其是为了将目标尺寸的图案形成于被转印体上所需的曝光量。在显示装置的制造中,光掩模基板的尺寸较大(例如,主表面是一边为300~2000mm的四边形)。因此,若使用Eop的数值较高的光掩模,则会产生降低扫描曝光的速度的需要,会阻碍生产效率。因此,在制造显示装置时,期望使用能够减小Eop的数值的光掩模。

[0019] 根据本发明人的研究,可知在上述图11所示的半色调型相移掩模中,能够得到DOF的改善效果,但在Eop、MEEF方面,期望进一步进行改善。具体而言,可知若使用上述半色调型相移掩模,则由于光强度的损失,而所需光量(Dose)增加,因此Eop会大幅度地增加,伴随于此,存在MEEF也变大的趋势,作为显示装置制造用的光掩模而留有课题。

发明内容

[0020] 为此,本发明的目的在于提供一种在显示装置的制造所应用的曝光条件下,可兼顾优异的分辨性与生产效率的光掩模。

[0021] (第1实施方式)

[0022] 本发明的第1实施方式为一种光掩模,其是在透明基板上具备转印用图案的、显示装置制造用的光掩模,其特征在于,

- [0023] 上述转印用图案是用于在被转印体上形成孔的孔图案，
- [0024] 上述转印用图案包括：
- [0025] 露出上述透明基板的、口径W1的透光部；
- [0026] 包围上述透光部的、宽度R的遮光缘部；以及
- [0027] 包围上述遮光缘部的相移部，
- [0028] 上述相移部与上述透光部的、相对于曝光用光的代表波长的光的相位差为120-240度，
- [0029] 在透射位于上述透光部的一侧的上述相移部的曝光用光形成于被转印体上的光强度分布中，从上述相移部与上述遮光缘部的边界位置起朝向上述遮光缘部侧，将直至第一波谷的最小值点B1的距离设为d1，将直至第二波谷的最小值点B2的距离设为d2，此时，
- [0030] $(d1 - 0.5 \times W1) \leq R \leq (d2 - 0.5 \times W1)$ ，
- [0031] 其中，W1、R、d1、d2的单位为 μm 。
- [0032] (第2实施方式)
- [0033] 本发明的第2实施方式为一种光掩模，其是在透明基板上具备转印用图案的、显示装置制造用的光掩模，其特征在于，
- [0034] 上述转印用图案是用于在被转印体上形成孔的孔图案，
- [0035] 上述转印用图案包括：
- [0036] 露出上述透明基板的、口径W1的透光部；
- [0037] 包围上述透光部的、宽度R的遮光缘部；以及
- [0038] 包围上述遮光缘部的相移部，
- [0039] 上述相移部与上述透光部的、相对于曝光用光的代表波长的光的相位差为120-240度，
- [0040] 在透射位于上述透光部的一侧的上述相移部的曝光用光形成于被转印体上的光强度分布中，从上述相移部与上述遮光缘部的边界位置起朝向上述遮光缘部侧，在表示第一波峰的最大值点P的光强度的1/2的两个点之中，将处于上述第一波峰的靠近上述遮光缘部一侧的倾斜部的点设为Q1，将处于上述第一波峰的远离上述遮光缘部一侧的倾斜部的点设为Q2，将从上述边界位置直至Q1的距离设为d3，将从上述边界位置直至Q2的距离设为d4，此时，
- [0041] $(d3 - 0.5 \times W1) \leq R \leq (d4 - 0.5 \times W1)$ ，
- [0042] 其中，W1、R的单位为 μm 。
- [0043] (第3实施方式)
- [0044] 本发明的第3实施方式为根据上述第1实施方式或第2实施方式所记载的光掩模的，其特征在于，
- [0045] 上述转印用图案是用于在上述被转印体上形成口径W2的孔的孔图案，其中， $W2 \leq W1$ 。
- [0046] (第4实施方式)
- [0047] 本发明的第4实施方式为根据上述第1～第3实施方式中任一项所记载的光掩模，其特征在于，
- [0048] 上述相移部相对于上述代表波长的光，具备2%～10%的透射率。

[0049] (第5实施方式)

[0050] 本发明的第5实施方式为根据上述第1~第4实施方式中任一项所记载的光掩模,其特征在于,

[0051] 上述光掩模用于使用数值孔径(NA)为0.08以上且不足0.20、具有包括i线、h线或者g线的曝光光源的等倍的投影曝光装置,对上述转印用图案进行曝光,在被转印体上形成口径W2为 $0.8\mu\text{m}$ ~ $3.0\mu\text{m}$ 的孔。

[0052] (第6实施方式)

[0053] 一种显示装置的制造方法,其特征在于,包括:

[0054] 准备上述第1~第4实施方式中任一项所记载的光掩模的工序;和

[0055] 使用数值孔径(NA)为0.08~0.20、具有包括i线、h线或者g线的曝光光源的等倍的投影曝光装置,对上述转印用图案进行曝光,在被转印体上形成口径W2为 $0.8\mu\text{m}$ ~ $3.0\mu\text{m}$ 的孔的工序。

[0056] 根据本发明,能够提供一种在显示装置的制造所应用的曝光条件下,可兼顾优异的分辨性与生产效率的光掩模。

附图说明

[0057] 图1的(a)是表示现有类型的半色调型相移掩模的截面的图,图1的(b)是表示透射了图1的(a)中透光部的左侧的相移部的光的振幅的图。

[0058] 图2是对针对用于在图1的(b)中使光的相位转为(+)侧的波峰的部分位于被转印体上的与透光部相对应的位置的方法所实施的考察进行说明的图。

[0059] 图3表示本发明的实施方式所涉及的光掩模的构成例的图,图3的(a)是示意俯视图,图3的(b)是图3的(a)的A-A位置的示意剖视图。

[0060] 图4的(a)是表示在本发明的实施方式所涉及的光掩模中,将遮光缘部的宽度设定为较窄情况下的转印用图案的一部分的俯视图,图4的(b)是表示在该情况下,透射光掩模的左侧的相移部的透射光形成于被转印体上的光强度分布的图(其1)。

[0061] 图5的(a)是表示在本发明的实施方式所涉及的光掩模中,将遮光缘部的宽度设定为较宽情况下的转印用图案的一部分的俯视图,图5的(b)是表示在该情况下,透射光掩模的左侧的相移部的透射光形成于被转印体上的光强度分布的图(其1)。

[0062] 图6的(a)是表示在本发明的实施方式所涉及的光掩模中,将遮光缘部的宽度设定为较窄情况下的转印用图案的一部分的俯视图,图6的(b)是表示在该情况下,透射光掩模的左侧的相移部的透射光形成于被转印体上的光强度分布的图(其2)。

[0063] 图7的(a)是表示在本发明的实施方式所涉及的光掩模中,将遮光缘部的宽度设定为较宽情况下的转印用图案的一部分的俯视图,图7的(b)是表示在该情况下,透射光掩模的左侧的相移部的透射光形成于被转印体上的光强度分布的图(其2)。

[0064] 图8是表示MEEF相关的模拟结果的图。

[0065] 图9是表示Eop相关的模拟结果的图。

[0066] 图10是将在利用曝光装置对本实施方式的光掩模(缘宽 $R=1.0\mu\text{m}$)进行了曝光时形成于被转印体上的光学图像(即,透射光的光强度分布),与基于具有相同口径的孔图案的二元掩模(Binary)的光学图像、以及基于现有类型的半色调型相移掩模(Att.PSM)的光

学图像进行了比较的图。

[0067] 图11表示现有类型的半色调型相移掩模的构成例,图11的(a)是示意俯视图,图11的(b)是图11的(a)的B-B位置的示意剖视图。

[0068] 附图标记说明:

[0069] 10…透明基板;11…透光部;12…遮光缘部;13…相移部;14…相移膜;15…遮光膜。

具体实施方式

[0070] 图1的(a)是表示现有类型的半色调型相移掩模的截面的图,图1的(b)是表示透射了图1的(a)中透光部的一侧的相移部的光的振幅的图。此外,图1的(b)表示透射了位于透光部103的左侧的相移部104的光的振幅。透射了位于透光部103的右侧的相移部104的光示出相对于透光部103的中心而与图1的(b)的透射光振幅左右对称的透射光振幅,但是这里省略图示。

[0071] 这里,在将透射透光部103的光(未图示)的相位设置为(+)相位时,透射相移部104、且到达被转印体上的、与从透光部103的左侧边界起至中心附近相对应的区域的光成为(-)相位。而且,该光与透射透光部103的(+)相位的光发生干涉。因此,透射透光部103的光的强度相对地减弱。换句话说,通过(+)相位的光与(-)相位的光的干涉,透射透光部103且到达被转印体上的光的强度减小。若透光部103的尺寸微细化,则该现象会变得显著。

[0072] 但是,透射相移部104的光的振幅曲线在从上述边界位置进一步靠近透光部103侧(图中为右侧),其相位转为(+)侧,形成具有光振幅的最大值点的波峰。因此,本发明人对通过利用形成该波峰的部分的(+)相位的透射光,抑制上述的光强度减小的作用,甚至可以说是使光强度增大,得到Eop、MEEF的改善效果的可能性进行了研究。

[0073] 图2是对针对用于在上述图1的(b)中使光的相位转为(+)侧的波峰的部分位于被转印体上的与透光部相对应的位置的方法所实施的考察进行说明的图。这里,在相移部104的靠透光部103侧的边缘附近,利用遮光膜106形成遮光缘部105。若如这样形成遮光缘部105,则被遮光膜106所覆盖的相移膜101的部分不会作为相移部104发挥作用。因此,相移部104的靠透光部103侧的边缘与未形成遮光缘部105的情况相比,进一步向左侧偏移。这表示使基于相移部104的光的振幅曲线向左侧偏移。

[0074] 由此,在透射相移部104的光的振幅曲线之中,其相位转为(+)侧的波峰的部分向左侧偏移。因此,能够使形成该波峰的振幅曲线的最大值点附近位于透光部103的宽度尺寸内(优选为透光部103的中心位置或者其附近)。若如这样设置,则能够更加高效地利用曝光用光。本发明是基于本发明人的这种见解而完成的。

[0075] <实施方式的光掩模的结构>

[0076] 图3是表示本发明的实施方式所涉及的光掩模的构成例的图,图3的(a)是示意俯视图,图3的(b)是图3的(a)的A-A位置的示意剖视图。

[0077] 图示的光掩模是在透明基板10上具备转印用图案的、显示装置制造用的光掩模。该转印用图案为用于在被转印体上形成孔的孔图案,具有:露出透明基板10的、口径W1(μm)的透光部11;包围透光部11的、宽度R(μm)的遮光缘部12、以及包围遮光缘部12的相移部13。透明基板10由透明的玻璃等构成。

[0078] 在遮光缘部12,在透明基板10(在图3中为相移膜14)上形成有遮光膜15。遮光膜15的光密度(OD:optical density)优选为 $OD \geq 2$,更加优选为 $OD \geq 3$ 。遮光缘部12可以为遮光膜15的单层,也可以为相移膜14与遮光膜15的层压膜。相移膜14与遮光膜15的层叠顺序(透明基板10的厚度方向的位置关系)并没有特别限制。遮光膜15的材料可以是Cr(铬)或者其化合物(氧化物、氮化物、碳化物、氧氮化物、或者氧化氮化碳化物)、或者也可以是含有Mo(钼)、W(钨)、Ta(钽)、Ti(钛)的金属化合物。作为金属化合物,也可以是金属的硅化物、或者是该硅化物的上述化合物。另外,遮光膜15的材料优选为能够湿式蚀刻,并且相对于相移膜14的材料(后述)具备蚀刻选择性的材料。另外,遮光膜15、相移膜14也可以在其表面侧、以及/或者背面侧设置对光的反射进行控制的反射控制层。

[0079] 相移部13是在透明基板10上形成相移膜14而成的。相移膜14可以为Cr(铬)或者其化合物(氧化物、氮化物、碳化物、氧氮化物、或者氧化氮化碳化物)、或者也可以为含有Mo(钼)、W(钨)、Ta(钽)、Ti(钛)的金属化合物。作为金属化合物,也可以为金属的硅化物、或者该硅化物的上述化合物。作为相移膜14的材料,能够由含有Zr(锆)、Nb(铌)、Hf(铪)、Ta(钽)、Mo(钼)、Ti(钛)的任一种与Si(硅)的材料、或者由含有这些材料的氧化物、氮化物、氧氮化物、碳化物、或者氧化氮化碳化物的材料构成,并且也可以为Si(硅)的上述化合物。另外,相移膜14的材料优选为能够湿式蚀刻的材料。另外,在图3的光掩模中,为了进行湿式蚀刻,优选相移膜14的靠透光部侧的截面在与遮光膜15的界面附近不会产生较深的侧面蚀刻(Side-side etching)。具体而言,优选以即使产生侧面蚀刻,其宽度也不会超过相移膜14的膜厚的方式,选择相移膜14的材料、膜质。

[0080] 这里,相移部13与透光部11的、相对于曝光用光的代表波长的光的相位差 $\phi 1$ 为大致180度。所谓大致180度表示120~240度。上述相位差 $\phi 1$ 优选为150~210度。另外,相移膜14所具备的、相移量的波长依赖性相对于i线、h线、以及g线,优选变动幅度为40度以内。

[0081] 遮光缘部12是将实际上不透射曝光用光的代表波长的光的遮光膜15、亦即光密度 $OD \geq 2$ (优选为 $OD \geq 3$)的膜形成于透明基板10(在图3中,为相移膜14)上而成的。另外,优选相移部13相对于曝光用光的代表波长的光,具备2~10%的透射率T1(%)。上述透射率T1更加优选为3~8%,进一步优选为 $3 < T1 < 6$ 。在上述透射率T1过高的情况下,在形成于被转印体上的抗蚀剂图案中,容易产生残膜厚度被损坏的不良情况,另外,若上述透射率T1过低,则难以有助于得到以下进行说明的反转相位的透射光强度曲线。此外,这里的透射率T1是在将透明基板10的透射率设为基准(100%)时的、上述代表波长的光的透射率。另外,曝光用光能够使用包括i线、h线、g线的任一种的光、或者能够使用包括i线、h线、g线全部的宽波长光。所谓的代表波长,是指曝光所使用的光所包括的波长之中的任一波长(例如,i线)。

[0082] 在本实施方式的光掩模中,透光部11的口径W1(μm)优选为 $0.8 \leq W1 \leq 4.0$ 。在图3所例示的转印用图案中,透光部11的俯视形状为正方形,该情况下的口径W1是正方形的一边的尺寸。在透光部11的俯视形状为长方形的情况下,将长边的尺寸设为口径W1。透光部11的形状优选为四边形,特别优选为正方形。

[0083] 若口径W1过大,则由于充分地超过显示装置用曝光装置的分辨极限尺寸,而无法利用现有的光掩模得到足够的分辨性,不会显著产生基于本发明的效果提高。另一方面,若口径W1过小,则在光掩模制造时不易稳定地得到准确的CD。更加优选为 $0.8 \leq W1 \leq 3.5$ 。另外,在期望进一步微细化的情况下,也可以形成为 $1.0 < W1 < 3.0$,进一步地,还可以形成为

$1.2 < W1 < 2.5$ 。

[0084] 利用本实施方式的光掩模所具备的转印用图案,在被转印体上形成口径 $W2(\mu\text{m})$ 的孔的情况下,优选为 $0.8 \leq W2 \leq 3.0$ 。形成于被转印体上的孔的口径 $W2$ 可以说是对置的两条边之间的距离的、最大部分的长度。

[0085] 即,光掩模的透光部11的口径 $W1$ 与被转印体的孔的口径 $W2$ 的关系优选为 $W1 \geq W2$,更加优选为 $W1 > W2$ 。另外,若将 $\beta(\mu\text{m})$ 设为掩模偏置值($W1 - W2$),且 $\beta > 0(\mu\text{m})$,则掩模偏置值 $\beta(\mu\text{m})$ 优选为 $0.2 \leq \beta \leq 1.0$,更加优选为 $0.2 \leq \beta \leq 0.8$ 。

[0086] 图4的(a)是表示在本发明的实施方式所涉及的光掩模中,将遮光缘部的宽度设定为相对较窄情况下的转印用图案的一部分(被图3的虚线围起的部分)的俯视图,图4的(b)是表示在该情况下,透射光掩模的左侧的相移部的透射光形成于被转印体上的光强度分布的图。另外,图5的(a)是表示在本发明的实施方式所涉及的光掩模中,将遮光缘部的宽度设定为相对较宽情况下的转印用图案的一部分(被图3的虚线围起的部分)的俯视图,图5的(b)是表示在该情况下,透射光掩模的左侧的相移部的透射光形成于被转印体上的光强度分布的图。

[0087] 如图4的(b)以及图5的(b)所示,如果用曲线对透射位于透光部11的一侧(在图中为左侧)的相移部13的曝光用光形成于被转印体上的光强度分布进行描绘,则从相移部13与遮光缘部12的边界位置朝向遮光缘部12侧(在图中为右侧),出现第一波谷、第一波峰、第二波谷。第一波峰在上述图1所示的光的振幅曲线中,与其相位转为(+)侧的部分的波峰相对应。

[0088] 这里,将从上述边界位置直至第一波谷的最小值点B1(图4)的距离设为 $d1(\mu\text{m})$,将直至第二波谷的最小值点B2(图5)的距离设为 $d2(\mu\text{m})$ 时,优选遮光缘部12的宽度 $R(\mu\text{m})$ 以满足下述的公式(1)的方式设定。

[0089] $(d1 - 0.5 \times W1) \leq R \leq (d2 - 0.5 \times W1) \cdots (1)$

[0090] 此外,图4关于上述公式(1)中的遮光缘部12的宽度 R 的下限进行表示,图5关于宽度 R 的上限进行表示。

[0091] 若以满足上述公式(1)的方式设定遮光缘部12的宽度 R ,则在相移部13的透射光之中,能够使(+)相位的透射光位于透光部11的中央。即,在透射相移部13的透射光之中,利用(+)相位的部分的至少一部分,使之与透射透光部11的(+)相位的透射光一起到达至被转印体上,能够得到提高其光强度的峰值的作用。

[0092] 接下来,使用图6以及图7对用于使透射相移部13的透射光之中的、(+)相位的更多部分到达被转印体上的图案结构进行考察。

[0093] 图6的(a)是表示在本发明的实施方式所涉及的光掩模中,将遮光缘部的宽度设定为相对较窄情况下的转印用图案的一部分(被图3的虚线围起的部分)的俯视图,图6的(b)是表示在该情况下透射光掩模的左侧的相移部的透射光形成于被转印体上的光强度分布的图。另外,图7的(a)是表示在本发明的实施方式所涉及的光掩模中,将遮光缘部的宽度设定为相对较宽情况下的转印用图案的一部分(被图3的虚线围起的部分)的俯视图,图7的(b)是表示在该情况下,透射光掩模的左侧的相移部的透射光形成于被转印体上的光强度分布的图。

[0094] 如图6的(b)以及图7的(b)所示,若用曲线对透射位于透光部11的一侧(在图中为

左侧)的相移部13的曝光用光形成于被转印体上的光强度分布进行描绘,则与上述相同,从相移部13与遮光缘部12的边界位置朝向遮光缘部12侧(在图中为右侧),出现第一波谷、第一波峰、第二波谷。

[0095] 这种情况下,在表示第一波峰的最大值点P的光强度的1/2的两个点之中,将处于第一波峰的靠近遮光缘部12一侧(在图中为左侧)的倾斜部的点设为Q1,将处于第一波峰的远离遮光缘部12一侧(在图中为右侧)的倾斜部的点设为Q2,将从上述边界位置直至Q1的距离设为d3(图6),将从上述边界位置直至Q2的距离设为d4(图7),此时,优选遮光缘部12的宽度R(μm)以满足下述的公式(2)的方式设定。

[0096] $(d3 - 0.5 \times W1) \leq R \leq (d4 - 0.5 \times W1) \cdots (2)$

[0097] 此外,图6对上述公式(2)中的遮光缘部12的宽度R的下限进行表示,图7对上限进行表示。

[0098] 若以满足上述公式(2)的方式设定遮光缘部12的宽度R,则在相移部13的透射光之中,能够使(+)相位、亦即其光强度较大的部分(上方的大约一半)位于透光部11的中央。即,在透射相移部13的透射光之中,能够可靠地使接近(+)相位的波峰的峰值(最大值点P)的部分位于透光部11的尺寸内中央附近,并使之到达被转印体上,能够得到更加高效地提高其光强度的峰值的作用。

[0099] 根据本实施方式的光掩模,在透射相移部13的光的振幅曲线之中,能够使转为(+)相位的波峰的部分的位置偏移,使(+)相位的波峰的更多部分位于透光部11的尺寸内。由此,能够更加高效地利用曝光用光。其结果,在显示装置的制造所应用的曝光条件下,能够兼顾优异的分辨性与生产效率。具体而言,例如,能够实现一种在数值孔径(NA)为 $0.08 \leq \text{NA} \leq 0.20$,相干因子(σ)为 $0.4 \leq \sigma \leq 0.9$ 的曝光条件下,MEEF以及Eop优异的光掩模。

[0100] 数值孔径(NA)更加优选为 $0.08 < \text{NA} < 0.20$,进而期望为 $0.10 < \text{NA} < 0.15$ 。另一方面,相干因子(σ)更加优选为 $0.4 < \sigma < 0.7$,进一步优选为 $0.4 < \sigma < 0.6$ 。

[0101] 本实施方式的光掩模所具有的转印用图案用于在被转印体上形成孔,其由露出透明基板的、口径W1(μm)的透光部;包围透光部的、宽度R(μm)的遮光缘部;以及包围遮光缘部的相移部构成。换言之,无需包括用于形成该孔的其他构成(用于辅助转印性的辅助图案等),便可得到MEEF、Eop的改善效果。

[0102] 本实施方式的光掩模可作为用于在被转印体上形成孤立孔的光掩模而适当地使用,或者也能够作为用于在被转印体上形成密集孔的光掩模。所谓密集孔是指多个孔图案规则地排列,相互影响光学作用的孔。

[0103] 本发明包括一种显示装置的制造方法,该显示装置使用本实施方式的光掩模,通过曝光装置进行曝光,在被转印体上转印上述转印用图案。

[0104] 在本发明的显示装置的制造方法中,首先准备本实施方式的光掩模。接下来,使用曝光装置对上述转印用图案进行曝光,在被转印体上形成口径W2为 $0.8 \sim 3.0 (\mu\text{m})$ 的孔。曝光使用数值孔径(NA)为 $0.08 \sim 0.20$ 、且具备包括i线、h线或g线的曝光光源的曝光装置。另外,曝光优选使用进行等倍的投影曝光的曝光装置,亦即光学系统的数值孔径(NA)为 $0.08 \sim 0.20$ (相干因子(σ)为 $0.4 \sim 0.9$)、且具备曝光用光包括i线、h线以及g线的至少一种的曝光光源的曝光装置。作为曝光用光,在应用单一波长的情况下,优选使用i线。另外,曝光用光也可以使用包括i线、h线、g线全部的宽波长光。所使用的曝光装置的光源也可以使用去

除了垂直入射成分的斜光照明(环带照明等),但是不应用斜光照明,而使用包括垂直入射成分的普通照明也能充分得到本发明的优异效果。

[0105] 对于本发明的实施方式所涉及的光掩模而言,例如,能够在准备了在透明基板10上按顺序层叠有相移膜14与遮光膜15的结构的光掩模坯料后,分别对两膜进行图案刻印来进行制造。对于相移膜14以及遮光膜15的成膜,应用溅射法等公知的成膜法即可。另外,在制造光掩模时,在光刻工序中,能够使用公知的光致抗蚀剂,并使用激光描绘装置等。

[0106] 在制造图3的光掩模时,期望精密控制遮光缘部12的宽度R。因为由此会影响曝光时形成于被转印体上的空间图像的轮廓。

[0107] 优选在制造图3的光掩模时,对形成有抗蚀剂膜的上述光掩模坯料进行描绘,首先蚀刻遮光膜15而形成遮光缘部12(划分遮光缘部),接下来,再次形成抗蚀剂膜,并且进行描绘而蚀刻相移膜14,形成透光部11。

[0108] 接下来,对使用本发明的实施方式所涉及的光掩模而实施的光学模拟进行说明。

[0109] 在光学模拟中,使用了具有与上述图3所示的转印用图案相同的转印用图案(孔图案)的光掩模。该情况下,在将透光部11的口径W1设为 $2\mu\text{m}$,在被转印体上转印口径W2为 $1.5\mu\text{m}$ 的孔(掩模偏置值 $\beta=0.5\mu\text{m}$)时,根据遮光缘部12的宽度R的尺寸,对MEEF以及Eop的光学性能是如何变化的进行了验证。此外,相移部13的曝光用光的透射率形成为,对i线为5.2%。

[0110] 模拟所使用的光学条件如下。

[0111] 曝光装置的光学系统的数值孔径NA为0.1,相干因子 σ 为0.5。另外,曝光光源使用包括i线、h线、g线全部的光源(宽波长光源),强度比形成为 $g:h:i=1:1:1$ 。

[0112] 图8是表示基于遮光缘部的宽度变化的MEEF的值相关的模拟结果的图,图9是表示基于遮光缘部的宽度变化的Eop的值相关的模拟结果的图。在图8以及图9中,横轴的Rim Size (μm)表示遮光缘部12的宽度R。而且,在遮光缘部12的宽度R为0的情况下,相当于使用与上述图11相同的现有类型的半色调型相移掩模的情况。

[0113] 根据图8可知,通过遮光缘部12的宽度R的变化,MEEF的值发生变动,特别是在宽度R为 $0.5\sim 1.5\mu\text{m}$ 时,MEEF的值不足6,另外,在宽度R为 $0.5\sim 1.0\mu\text{m}$ 时,可将MEEF的值抑制得更低。此时的MEEF的值小于5.25,与具有相同口径W1的透光部(孔图案)的现有类型的半色调相移掩模相比较,成为一半以下的低值。

[0114] 另外,根据图9可知,本实施方式的光掩模与现有类型的半色调型相移掩模相比,Eop大幅度地减小,特别是遮光缘部12的宽度R遍及 $0.5\sim 2.0\mu\text{m}$ 的范围,曝光所需的Dose量减小25%以上。特别是在遮光缘部12的宽度为 $0.75\sim 1.5\mu\text{m}$ 时,曝光所需的Dose量减小35%以上。

[0115] 图10是将在利用曝光装置对上述模拟所使用的本实施方式的光掩模(缘宽 $R=1.0\mu\text{m}$)进行了曝光时形成于被转印体上的空间图像(即,透射光的光强度分布),与基于具有相同口径的孔图案的二元掩模(Binary)的空间图像、以及基于现有类型的半色调型相移掩模(Att.PSM)的空间图像进行了比较的图。

[0116] 根据上述图10可知,本实施方式的光掩模所形成的空间图像与其他的光掩模所形成的空间图像相比,峰值更高、并且倾斜更陡峭(接近垂直),是对用于形成微小的孔较为有利、优异的轮廓。

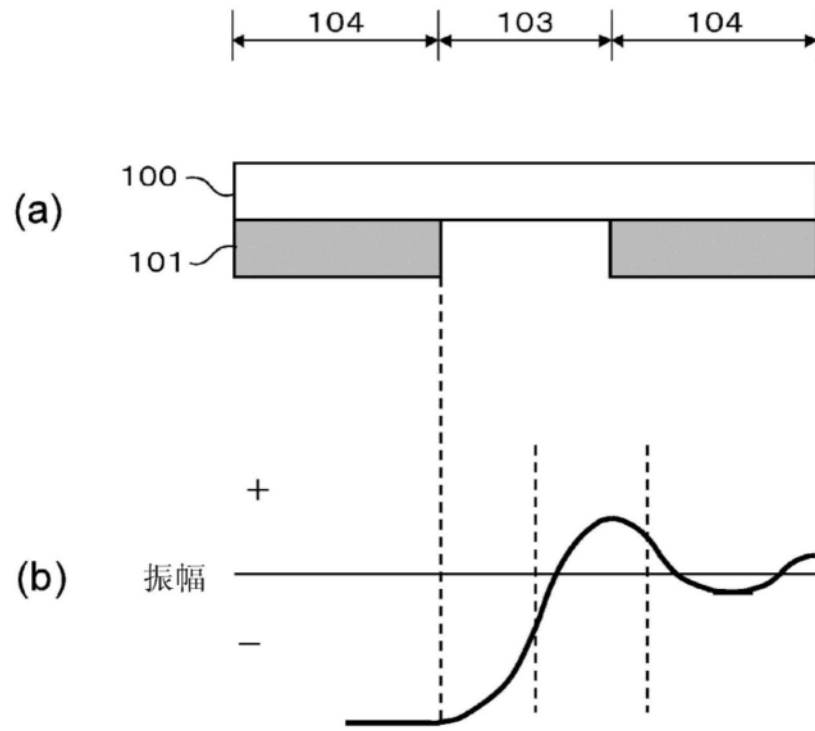


图1

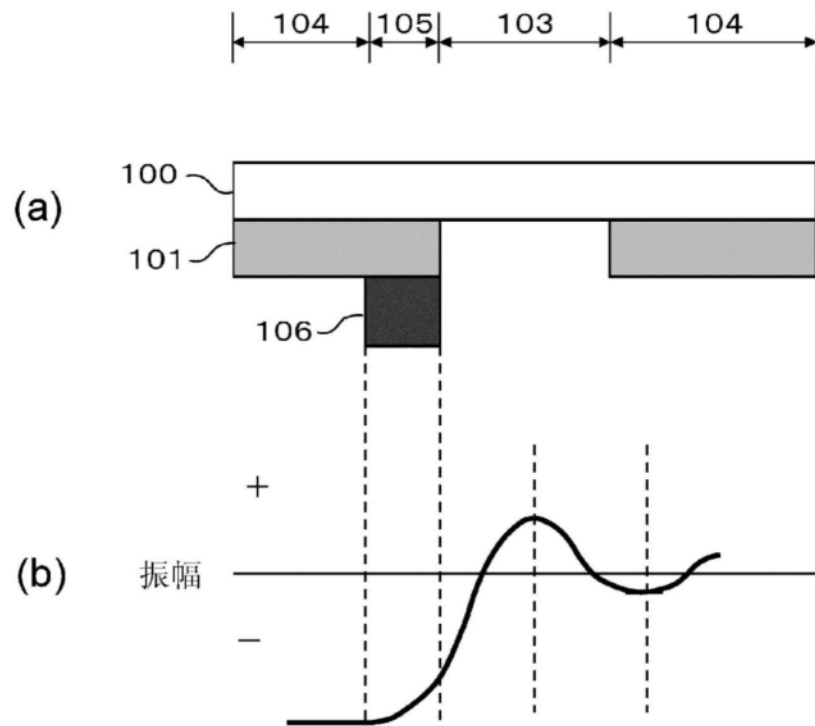


图2

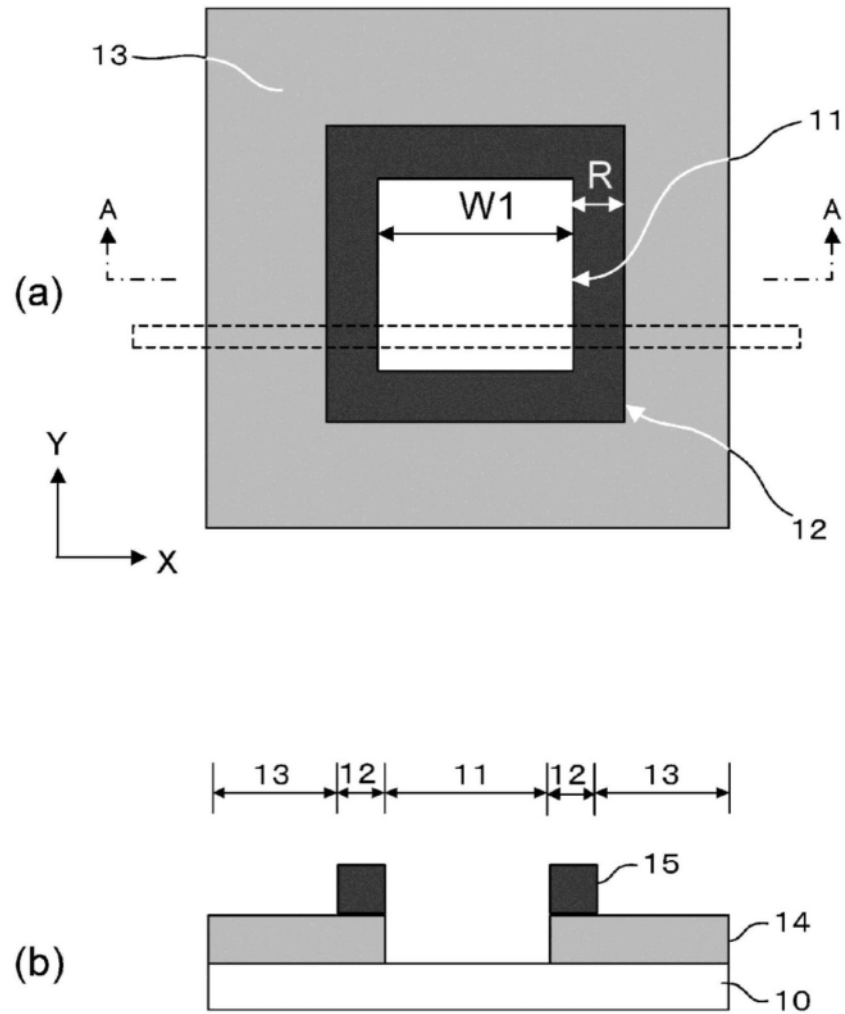


图3

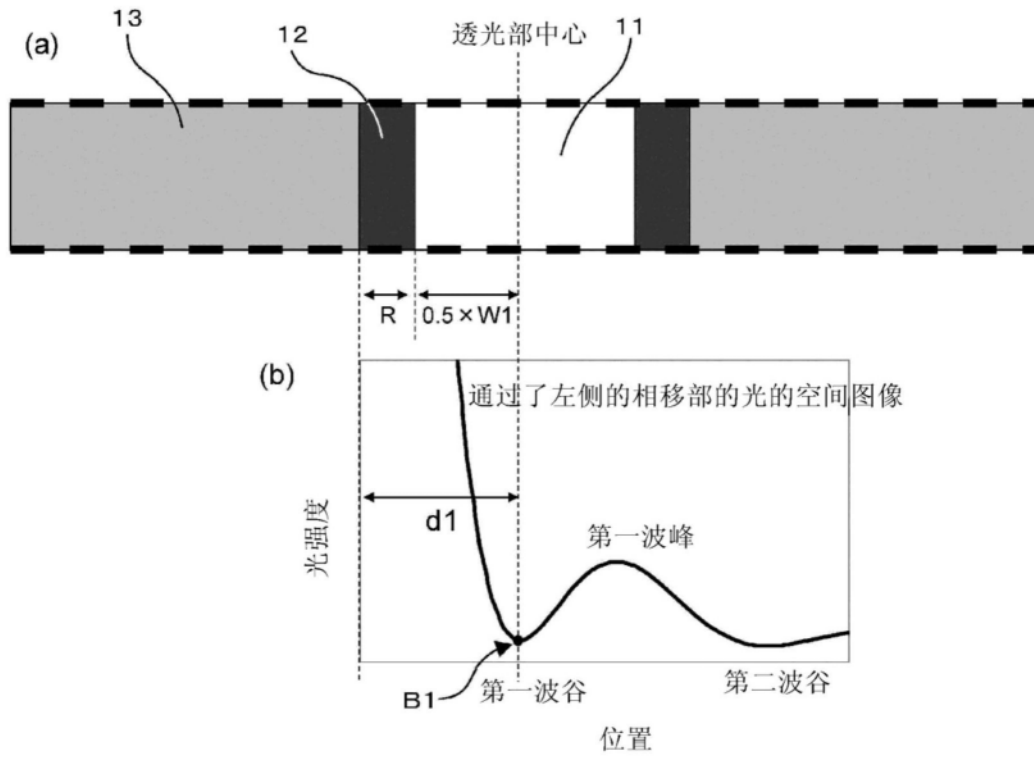


图4

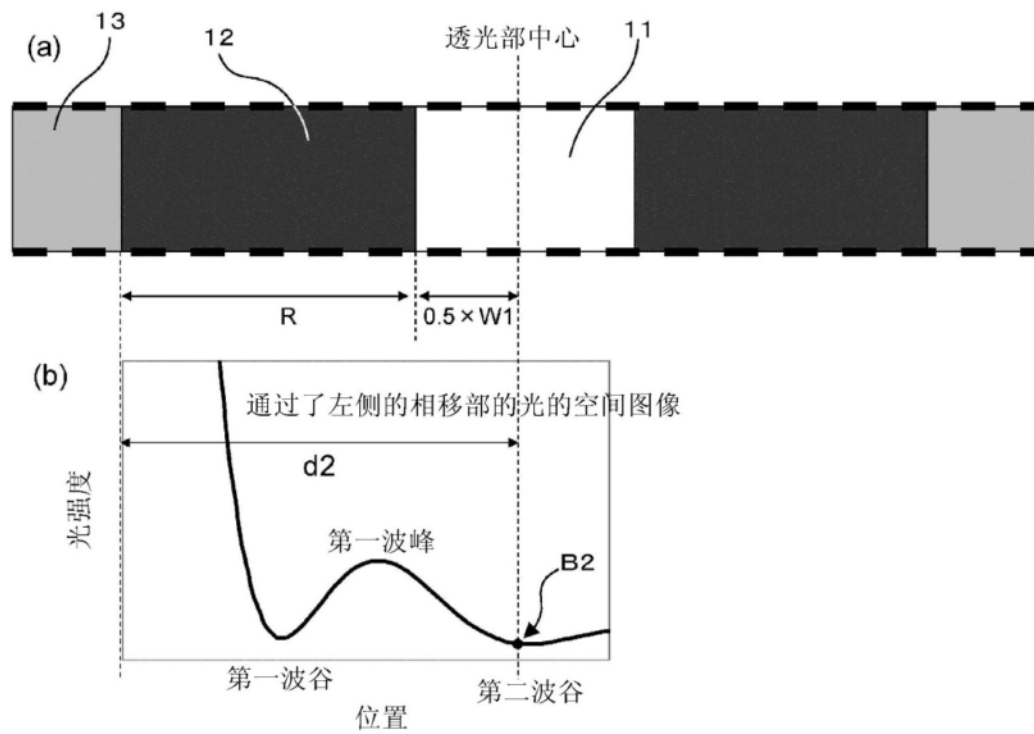


图5

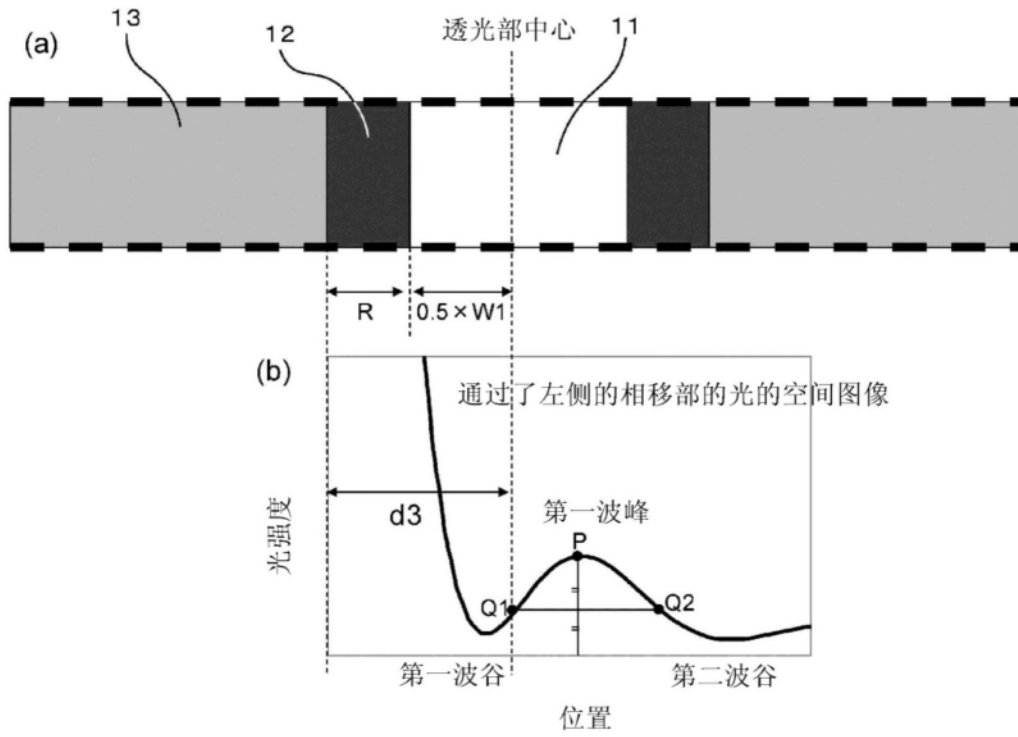


图6

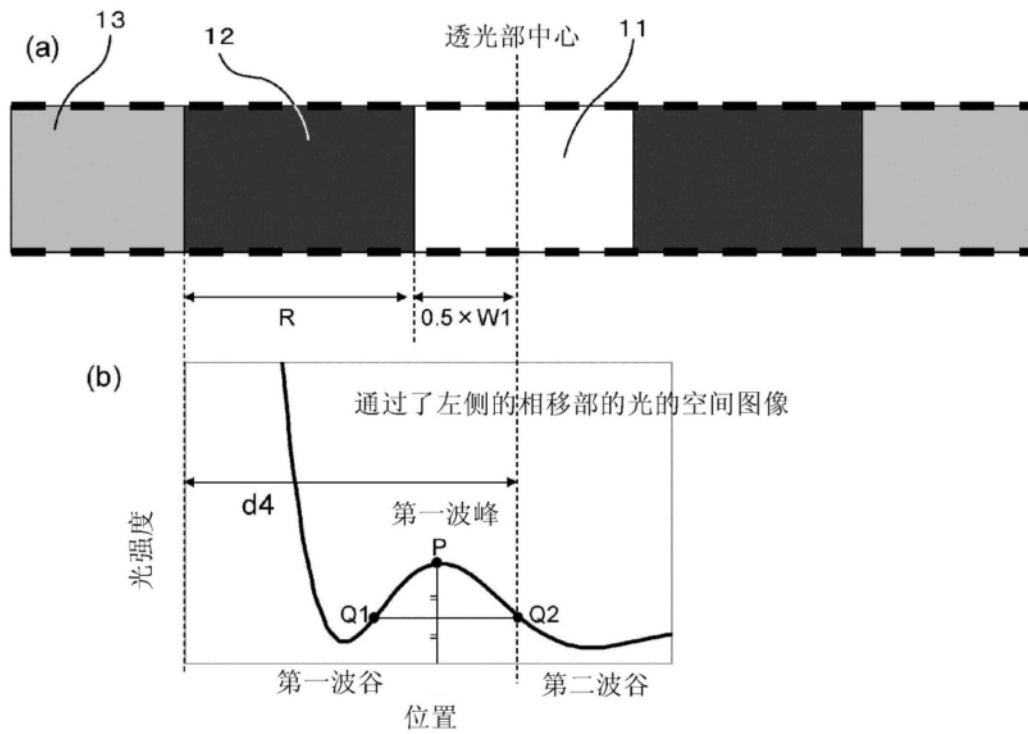


图7

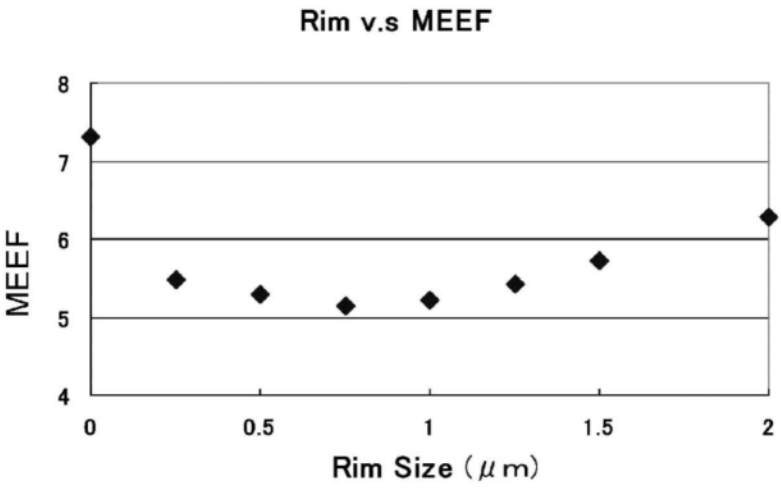


图8

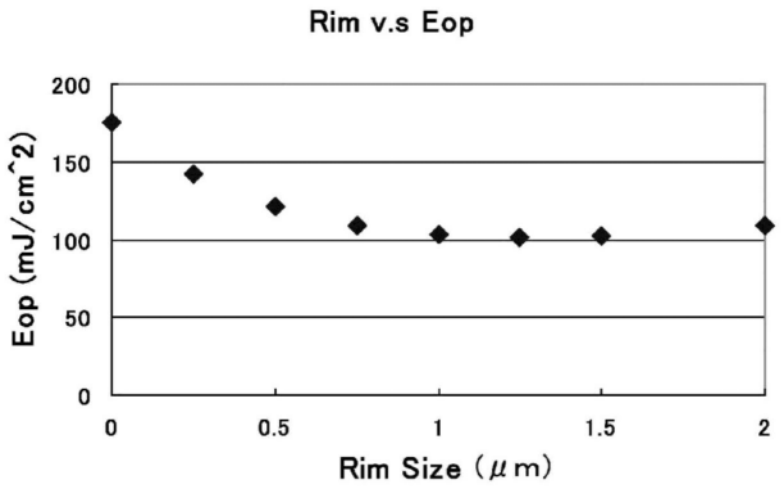


图9

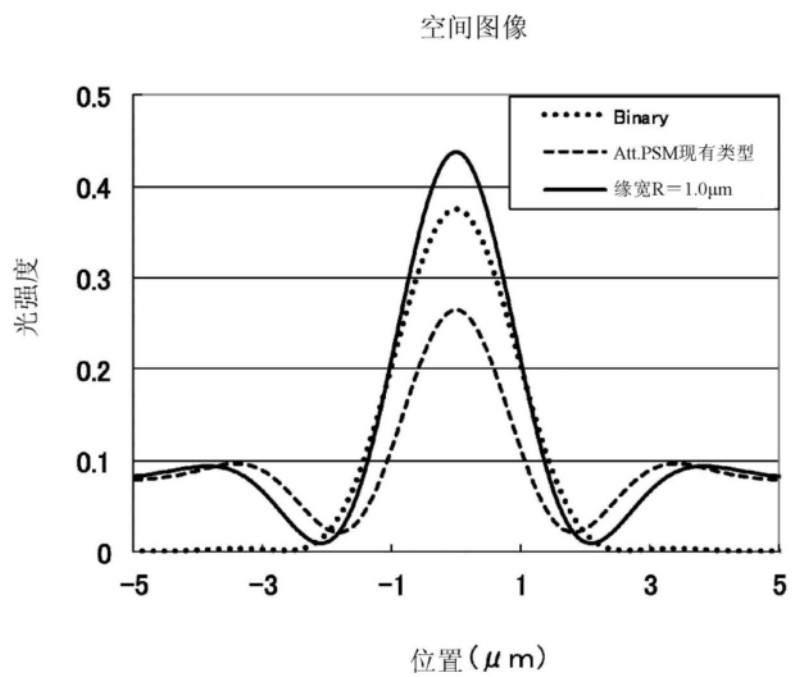


图10

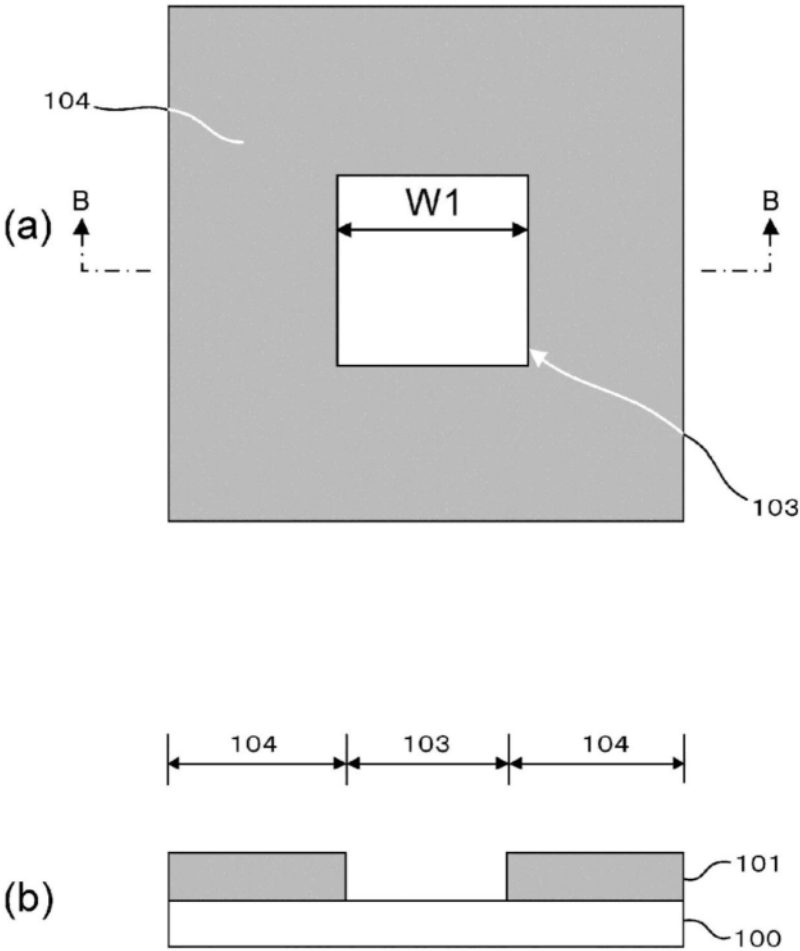


图11