



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103383523 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 06

(21) 申请号 201310153490. 4

(22) 申请日 2013. 04. 27

(30) 优先权数据

2012-105532 2012. 05. 02 JP

(71) 申请人 HOYA 株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 吉川裕 吉田光一郎

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 李洋 王培超

(51) Int. Cl.

G03F 1/32 (2012. 01)

G03F 7/20 (2006. 01)

G02F 1/1333 (2006. 01)

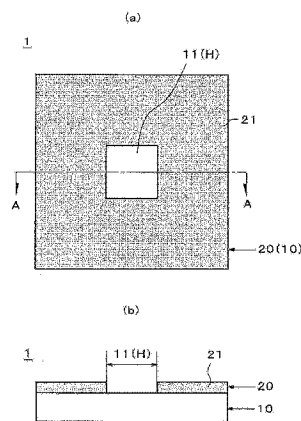
权利要求书1页 说明书13页 附图10页

(54) 发明名称

光掩模、图案转印方法以及平板显示器的制造方法

(57) 摘要

本发明提供光掩模、图案转印方法以及平板显示器的制造方法,能够形成微细且高精度的孔图案。光掩模具有通过对形成在透明基板上的至少半透光膜进行图案化而形成的包含透光部和半透光部的转印用图案,其中,透光部通过透明基板以 $5\mu\text{m}$ 以下的宽度露出而形成,半透光部包围透光部,且由形成在透明基板上的半透光膜形成,半透光膜的相对于曝光光的代表波长的透射率为 $2\% \sim 60\%$ 、且相移量在 90° 以下。



1. 一种光掩模,该光掩模具有通过对形成在透明基板上的至少半透光膜进行图案化而形成的包含透光部和半透光部的转印用图案,

所述光掩模的特征在于,

所述透光部通过透明基板以 $5\mu\text{m}$ 以下的宽度露出而形成,

所述半透光部包围所述透光部,且由形成在所述透明基板上的半透光膜形成,

所述半透光膜的相对于曝光光的代表波长的透射率为 $2\% \sim 60\%$ 、且相移量在 90° 以下。

2. 一种光掩模,该光掩模具有通过对形成在透明基板上的半透光膜和遮光膜进行图案化而形成的包含透光部、半透光部和遮光部的转印用图案,

所述光掩模的特征在于,

所述透光部通过透明基板以 $5\mu\text{m}$ 以下的宽度露出而形成,

所述半透光部包围所述透光部,且由形成在所述透明基板上的半透光膜形成,

所述遮光部包围所述半透光部,且由形成在所述透明基板上的至少遮光膜形成,

所述半透光膜的相对于曝光光的代表波长的透射率为 $2\% \sim 60\%$ 、且相移量在 90° 以下。

3. 根据权利要求 2 所述的光掩模,其特征在于,

所述半透光部包围所述透光部,且沿着所述透光部的边缘以恒定宽度形成,并且,所述宽度在曝光装置的析像极限以下。

4. 根据权利要求 1 所述的光掩模,其特征在于,

所述转印用图案是用于在被转印体上形成具有小于 $3\mu\text{m}$ 的内径的孔的孔图案。

5. 一种图案转印方法,其特征在于,

使用权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的光掩模,利用曝光装置将所述转印用图案转印到被转印体上。

6. 一种图案转印方法,使用权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的光掩模,利用曝光装置将所述转印用图案转印到被转印体上的抗蚀剂膜,

所述图案转印方法的特征在于,

将所述抗蚀剂膜显影后形成的抗蚀剂图案的侧面形状形成为倾斜角在 40° 以上。

7. 一种平板显示器的制造方法,其特征在于,

在所述平板显示器的制造方法中,使用权利要求 5 所述的图案转印方法。

8. 一种平板显示器的制造方法,其特征在于,

在所述平板显示器的制造方法中,使用权利要求 6 所述的图案转印方法。

光掩模、图案转印方法以及平板显示器的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于高精度地转印转印用图案的光掩模、使用了该光掩模的图案转印方法、平板显示器的制造方法。

背景技术

[0002] 在液晶显示装置所代表的平板显示器的制造中,存在通过形成更微细的图案来实现画质的提高的需求。

[0003] 在专利文献 1 中记载了用于在液晶显示装置的制造中所使用的曝光条件下对以往无法析像的微细的图案进行析像而得到更精细的转印像的光掩模。

[0004] 专利文献 1:日本特开 2009-42753 号公报

[0005] 近年来,期望平板显示器的布线图案的微细化。进而,这样的微细化不仅与平板显示器的亮度的提高、反应速度的提高这样的图像画质的提高有关,而且从节能的观点出发也是有利的。伴随于此,在平板显示器的制造中使用的光掩模的微细的线宽精度的要求也提高。但是,通过单纯地使光掩模的转印用图案微细化难以使平板显示器的布线图案微细化。

[0006] 本发明人发现:随着形成于光掩模的转印图案逐渐微细化,会产生以下的问题。例如,如果使具备透光部和遮光部的所谓的二元掩模(binary mask)的图案微细化,并且缩小遮光部、透光部的尺寸(线宽),则经由透光部照射至形成于被转印体上的抗蚀剂膜的透射光的光量降低。在图 1 中示出该状态。

[0007] 此处,以图 1 的(a)所示的由图案化了的遮光膜构成的线条图案(line and space pattern)为例,示出当间距宽度 P 逐渐变小(与此对应,逐渐减小线宽 ML 和空间宽度 MS)时,在形成于被转印体上的抗蚀剂膜上产生的透射光的光强度曲线(图 1 的(b))。根据图 1 的(b)可知,当从间距宽度 P 为 $8\mu\text{m}$ (线宽 $ML=4.8\mu\text{m}$, 空间宽度 $MS=3.2\mu\text{m}$) 逐渐微细化至间距宽度 P 为 $4\mu\text{m}$ (线宽 $ML=2.8\mu\text{m}$, 空间宽度 $MS=1.2\mu\text{m}$) 时,光强度的波形曲线的峰值位置显著降低。另外,此处,将线宽 ML 和空间宽度 MS 分别相对于间距宽度 P 设定为 $P/2+0.8(\mu\text{m})$ 、 $P/2-0.8(\mu\text{m})$ 。

[0008] 图 2 的(a)~(d) 示出此时被转印体上的抗蚀剂膜所形成的抗蚀剂图案的侧面形状。在该情况下,如图 2 的(d)所示,能够理解:在间距 P 达到 $5\mu\text{m}$ (线宽 $ML=3.3\mu\text{m}$, 空间宽度 $MS=1.7\mu\text{m}$) 的时刻,用于在抗蚀剂图案形成线和空间形状的光量不足,无法形成用于作为后续工序中的蚀刻掩膜的抗蚀剂图案。另外,图 1 以及图 2 是使用图 1 所记载的仿真条件而得到的。仿真条件为,数值孔径 NA:0.08、相干因数 σ :0.8、曝光光波长:g/h/i=1/1/1、基板:石英玻璃基板、正性抗蚀剂(P/R)膜厚: $1.5\mu\text{m}$ 、正性抗蚀剂:酚醛类正型抗蚀剂,此处,“g/h/i=1/1/1”表示曝光光所含的 g 线、h 线、i 线的各波长的强度比为 1:1:1。并且,上述的照射光量(E_{op})被标准化为 100mJ。

[0009] 因此,作为提高转印时的析像度而进行更微细的图案化的方法,考虑以往作为用于制造 LSI 的技术开发的扩大曝光装置的数值孔径、使用单一波长且短波长的光进行的曝

光。但是,在应用上述技术的情况下,需要巨大的投资和技术开发,无法获得与市场上提供的液晶显示装置的价格的一致性。

[0010] 然而,如图 1 的(b)所示,针对光强度的波形曲线的峰值位置显著下降的现象,作为用于弥补该光量不足的方法,考虑使曝光装置的照射光量增加。如果增加照射光量,则透射空间部的光量增大,因此,认为能够使抗蚀剂图案的形状良好,即、使抗蚀剂图案的形状分离成线条图案的形状。但是,为此将曝光装置的光源变更为大光量是不现实的,不得不大幅度增加曝光时的扫描曝光时间。实际上,在图 2 的(e)中示出通过使照射光量增加而使抗蚀剂图案良好地分离的情况。此处,需要设定成图 2 的(a)~(d)所使用的照射量的 1.5 倍的照射光量。

[0011] 然而,在上述专利文献 1 中记载了如下的光掩模:该光掩模具有透光部和半透光部,通过对形成在透明基板上的半透光膜实施图案化而形成规定的图案,利用透射了该光掩模的曝光光在被转印体上形成线宽小于 $3\mu\text{m}$ 的转印图案,其中,上述透光部或者上述半透光部中的至少一方具有线宽小于 $3\mu\text{m}$ 的部分,上述光掩模包含由上述透光部和上述半透光部形成的图案。

[0012] 根据上述专利文献 1 的光掩模,能够抑制在图 1 的(b)中显著产生的透光部的峰值位置的降低,从而能够形成线条图案形状的抗蚀剂图案。这意味着形成在透明基板上的半透光膜的图案对包含透光部在内的转印用图案整体的透射光量进行辅助,从而达到能够使抗蚀剂(此处为正性抗蚀剂)图案化的必要光量。

[0013] 这样,根据上述专利文献 1 的光掩模,能够形成在以往的 LCD 用曝光机中无法析像的小于 $3\mu\text{m}$ 的图案,但进而产生针对不同的图案的应用性、以及提高图案化稳定性及精度的要求。

[0014] 例如,在具有用于形成接触孔的孔图案的光掩模中,存在更严格的要求。在平板显示器领域中,例如多存在如下情况:期望可靠地形成在薄膜晶体管(TFT)的钝化层形成的接触孔等、在各种电子器件所需要的孔图案等形成微细的孔。在这样的孔的形成中,为了防止最终产品的动作不良,需要可靠地形成孔。但是,随着内径微细化的趋势,在利用光掩模进行的转印时,会产生到达被转印体上的光量不足的情况,易于产生不完全的孔的形成。

[0015] 然而,在上述用途的孔的形成中,使用光掩模并利用曝光装置将光掩模所具有的转印用图案转印到形成在被转印体上的抗蚀剂膜,将通过对该抗蚀剂膜进行显影而得到的抗蚀剂图案作为掩膜进行蚀刻加工。在该蚀刻中,除了湿法蚀刻之外,根据对图案的微细化和蚀刻精度的要求,多使用干法蚀刻。

[0016] 但是,在应用干法蚀刻时,由于抗蚀剂图案本身也被蚀刻,所以存在欲增大抗蚀剂图案的截面的倾斜角的情况,以使得难以减膜、且线宽精度难以产生偏差(关于倾斜角,参照图 9 的(d))。此外,在孔图案中,线宽的稍微的偏离相对于孔面积成为平方的差异而对孔面积造成影响,因此针对线宽精度的控制的要求高。

[0017] 并且,在形成孔图案时,也存在想要将该孔图案的截面的倾斜角控制成期望值的要求。例如,当假定在层间绝缘膜中形成布线形状的槽并埋入金属时,如果考虑到埋入的容易度,则考虑在槽高精度地形成规定的倾斜角(例如 $20^\circ \sim 60^\circ$)的情况等。在这种情况下,按照上述方式控制用于形成孔的抗蚀剂图案的倾斜角是有用的,并且,也可以将形成为规定的形状的抗蚀剂图案原封不动地作为最终产品的一部分。

发明内容

[0018] 鉴于以上的情况,本发明的目的在于提出一种能够形成微细且高精度的孔图案的光掩模、图案转印方法以及平板显示器的制造方法。

[0019] 根据本发明的方式 1,提供一种光掩模,该光掩模具有通过对形成在透明基板上的至少半透光膜进行图案化而形成的包含透光部和半透光部的转印用图案,

[0020] 上述光掩模的特征在于,

[0021] 上述透光部通过透明基板以 $5\mu\text{m}$ 以下的宽度露出而形成,

[0022] 上述半透光部包围上述透光部,且由形成在上述透明基板上的半透光膜形成,

[0023] 上述半透光膜的相对于曝光光的代表波长的透射率为 $2\% \sim 60\%$ 、且相移量在 90° 以下。

[0024] 根据本发明的方式 2,提供一种光掩模,该光掩模具有通过对形成在透明基板上的半透光膜和遮光膜进行图案化而形成的包含透光部、半透光部和遮光部的转印用图案,

[0025] 上述光掩模的特征在于,

[0026] 上述透光部通过透明基板以 $5\mu\text{m}$ 以下的宽度露出而形成,

[0027] 上述半透光部包围上述透光部,且由形成在上述透明基板上的半透光膜形成,

[0028] 上述遮光部包围上述半透光部,且由形成在上述透明基板上的至少遮光膜形成,

[0029] 上述半透光膜的相对于曝光光的代表波长的透射率为 $2\% \sim 60\%$ 、且相移量在 90° 以下。

[0030] 根据本发明的方式 3,提供一种光掩模,其特征在于,在上述方式 2 所记载的光掩模中,上述半透光部包围上述透光部,且沿着上述透光部的边缘以恒定宽度形成,并且,上述宽度在曝光装置的析像极限以下。

[0031] 根据本发明的方式 4,提供一种光掩模,其特征在于,在上述方式 1~3 中任一方式所记载的光掩模中,上述转印用图案是用于在被转印体上形成具有小于 $3\mu\text{m}$ 的内径的孔的孔图案。

[0032] 根据本发明的方式 5,提供一种图案转印方法,其特征在于,使用权利要求 1~4 中任一项所述的光掩模,利用曝光装置将上述转印用图案转印到被转印体上。

[0033] 根据本发明的方式 6,提供一种图案转印方法,使用权利要求 1~4 中任一项所述的光掩模,利用曝光装置将上述转印用图案转印到被转印体上的抗蚀剂膜,上述图案转印方法的特征在于,将上述抗蚀剂膜显影后形成的抗蚀剂图案的侧面形状形成为倾斜角在 40° 以上。

[0034] 根据本发明的方式 7,提供一种平板显示器的制造方法,其特征在于,在该平板显示器的制造方法中,使用上述方式 5 或 6 所记载的图案转印方法。

[0035] 根据本发明的光掩模、图案转印方法,能够减少曝光所需要的照射光量,而且,作为蚀刻掩膜能够形成优异形状的抗蚀剂图案。

[0036] 并且,根据本发明的平板显示器的制造方法,在薄膜晶体管(TFT)的制造等中,能够可靠地形成微细的孔,并且能够提高成品率及最终产品的精度。

附图说明

[0037] 图 1 的(a)是示出二元掩模的线条图案的示意图,(b)是示出在使(a)的间距 P 从 $8\mu\text{m}$ 逐渐减小至 $4\mu\text{m}$ 的情况下照射至形成在被转印体上的抗蚀剂膜上的透射光的光强度曲线的图表。

[0038] 图 2 的(a)~(d)示出由图 1 的(b)的光强度曲线中的、间距宽度 $P=8\sim 5\mu\text{m}$ 的线条图案的透射光形成的抗蚀剂图案的截面形状。(e)示出与(d)相同间距宽度 $P=5\mu\text{m}$ 且使曝光装置的照射光量增加至 1.5 倍时的抗蚀剂图案的截面形状。

[0039] 图 3 的(a)是本发明的第一实施方式所涉及的孔图案的光掩模的示意图,(b)是沿着(a)的 A-A 线的剖视图。

[0040] 图 4 的(a)是本发明的第二实施方式所涉及的孔图案的光掩模的示意图,(b)、(c)是沿着(a)的 B-B 线的剖视图。

[0041] 图 5 的(a)~(d)是示出图 3 的(b)所示的光掩模的制造工序的流程图。

[0042] 图 6 的(a)~(g)是示出图 4 的(b)所示的光掩模的制造工序的流程图。

[0043] 图 7 的(a)~(g)是示出图 4 的(c)所示的光掩模的制造工序的流程图。

[0044] 图 8 的(a)~(f)是示出图 4 的(b)所示的光掩模的其他的制造工序的流程图。

[0045] 图 9 的(a)~(c)示出孔图案的光掩模的比较例、实施例 1、实施例 2 的掩模图像。(d)是仿真评价项目及其说明图。

[0046] 图 10 是对图 9 的比较例、实施例 1、实施例 2 的仿真结果进行比较的图,(a)是示出照射光量的图表,(b)是示出抗蚀剂倾斜角的图表,(c)是示出抗蚀剂膜减少量的图表。

具体实施方式

[0047] 本发明的光掩模具有通过对形成在透明基板上的至少半透光膜进行图案化而形成的包含透光部和半透光部的转印用图案,

[0048] 上述透光部通过透明基板以 $5\mu\text{m}$ 以下的宽度露出而形成,

[0049] 上述半透光部包围上述透光部,且由形成在上述透明基板上的半透光膜形成,

[0050] 上述半透光膜的相对于曝光光的代表波长的透射率为 $2\%\sim 60\%$ 、且相移量在 90° 以下(第一实施方式)。

[0051] 进而,本发明的其他光掩模具有通过对形成在透明基板上的半透光膜和遮光膜进行图案化而形成的包含透光部、半透光部和遮光部的转印图案,

[0052] 上述透光部通过透明基板以 $5\mu\text{m}$ 以下的宽度露出而形成,

[0053] 上述半透光部包围上述透光部,且由形成在上述透明基板上的半透光膜形成,

[0054] 上述遮光部包围上述半透光部,且由形成在上述透明基板上的至少遮光膜形成,

[0055] 上述半透光膜的相对于曝光光的代表波长的透射率为 $2\%\sim 60\%$ 、且相移量在 90° 以下(第二实施方式)。

[0056] 由上述结构构成的本发明均是用于转印孔图案等被包围(闭合)形状的图案、在被转印体上形成接触孔等的光掩模,在图 3 中例示出第一实施方式所涉及的结构,在图 4 中例示出第二实施方式所涉及的结构。

[0057] 本发明的光掩模的上述转印用图案当作为用于在被转印体上形成具有 $3\mu\text{m}$ 以下的内径的孔的孔图案时特别有用。此处,对于孔的内径,如果是圆形则是指该圆的直径,如果是矩形则是指该矩形的最短的一边的长度。并且,本发明的光掩模的“形成在透明基板

上”意味着直接或者间接形成在透明基板上。

[0058] <关于第一实施方式>

[0059] 在图 3 的(a)、(b)中,作为第一实施方式的光掩模 1 的透明基板 10,使用对表面进行了研磨的石英玻璃基板等。透明基板的大小并没有特别限制,能够根据使用该光掩模 1 进行曝光的基板(例如平板显示器用基板等)而适当选定。例如能够使用边长 300mm 以上的矩形的透明基板。

[0060] 第一实施方式的光掩模具有透光部 11 和半透光部 21。在透射曝光光的透光部 11 中,透明基板 10 露出。半透光部 21 通过在透明基板 10 上形成半透光膜 20 而形成。半透光膜 20 可以是单层,也可以通过层叠多层而形成。半透光膜 20 相对于曝光光所包含的代表波长的光具有 2% ~ 60% 的透射率、且相对于上述代表波长具有 90° 以下的相移作用。

[0061] 对于该 90° 以下的相移作用,优选相对于上述曝光光的代表波长的相移量大于 0° 且在 90° 以下。该情况下的半透光部 21 与其说具有发挥所谓的相移作用而提高对比度的功能,倒不如说具有对透光部 11 的透射光量进行辅助的功能。因而,能够将半透光部 20 看作透射辅助膜,将半透光部 21 看作透射辅助部。

[0062] 另外,本发明人经过研究发现,当半透光膜 20 的相移量接近 180° 时,在透光部 11 和半透光部 21 的边界处,相位反转的衍射光相互干涉,反而阻碍本发明中所说的透射辅助的功能。

[0063] 并且,优选考虑在相移量过小的情况下难以选择构成半透光膜 20 的原材料、且在相移量过大的情况下会产生相反相位的光的干涉而损害透射光量的辅助效果来选择半透光膜 20 的原材料和膜厚。半透光膜 20 的相移量的范围为大于 0° 且在 90° 以下(如果用弧度表示,则为 $(2n - 1/2)\pi \sim (2n+1/2)\pi$ (n 为整数)的范围的意思),优选为 5° ~ 60° ,更优选为 5° ~ 45° 。

[0064] 半透光膜 20 的透射率是指将透明基板 10 的基于上述代表波长的透射率设为 100% 的情况下的半透光膜 20 的透射率。

[0065] 如果半透光膜 20 的透射率过小,则无法充分发挥本发明的透射辅助的功能,如果透射率过大,则半透光膜的膜厚控制等掩模制造的难度变高,因此将半透光膜 20 的透射率设为上述的 2% ~ 60% 的范围。另外,半透光膜 20 的优选透射率范围为 3% ~ 45%,更优选为 3% ~ 30%,进一步优选为 5% ~ 20%。

[0066] 此处,作为代表波长,在曝光光包含多个波长的情况(例如使用包含 i 线、h 线、g 线的光源的情况)下,能够设为上述波长的任一个。例如,能够将 i 线设为代表波长。更优选为针对上述波长的任一个都满足上述数值范围。

[0067] 在本发明中,被转印体是指想要使用本发明的光掩模得到的器件或者其中间体,例如是 TFT 基板或者其中的特定层(层)等。一般情况下,被转印体具有薄膜或者该薄膜的层叠构造,为了通过蚀刻对该被转印体进行加工而涂覆有抗蚀剂膜。

[0068] 利用如上的光掩模在涂覆了抗蚀剂膜的被转印体上进行曝光,结果,在被转印体上形成有图 9 的(d)所示的抗蚀剂图案。

[0069] 此处,基于透光部 11 得到的抗蚀剂的消去图案与基于半透光部 21 得到的抗蚀剂残膜平滑地连结。进而,此处的半透光部 21 的功能起到对基于透光部 11 的光的透射量进行辅助的作用,作为所谓的透射辅助图案发挥功能。

[0070] 能够利用在半透光部 21 所使用的半透光膜 20 的透射率对上述抗蚀剂图案的形状进行控制。例如,抗蚀剂图案的侧面的倾斜角为 $20^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 、更优选为 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$,或者在想要得到倾角更加显著的图案的情况下,能够设为 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。

[0071] <关于第二实施方式>

[0072] 在图 4 的(a)~(c)中,第二实施方式的光掩模 2 的透明基板 1 与第一实施方式的同样。第二实施方式的光掩模 2 除了具有透光部 11 和半透光部 21 之外还具有遮光部 31。在供曝光光透射的透光部 11 中,透明基板 11 露出。半透光部 21 通过在透明基板 10 上形成半透光膜 20 而形成。半透光膜 20 可以是单层,也可以通过层叠多层而形成。半透光膜 20 相对于曝光光所包含的代表波长的光具有 $2\% \sim 60\%$ 的透射率,且相对于上述代表波长具有 90° 以下的相移作用,这点与上述第一实施方式相同。

[0073] 与上述第一实施方式同样,对于该 90° 以下的相移作用,优选相对于上述曝光光的代表波长的相移量大于 0° 且在 90° 以下。此处,能够认为半透光部 21 与其说具有发挥所谓的相移作用而提高对比度的功能,倒不如说是对透光部 11 的透射光量进行辅助的透射辅助部。

[0074] 并且,假设半透光膜 20 的相移量接近 180° ,则与上述第一实施方式同样能够确认:在透光部 11 和半透光部 21 的边界处,相位反转的衍射光相互干涉,反而阻碍本发明中所说的透射辅助的功能。

[0075] 此处,半透光膜 20 的相移量的范围为大于 0° 且在 90° 以下(如果用弧度表示,则为 $(2n - 1/2)\pi \sim (2n+1/2)\pi$ (n 为整数)的范围的意思),优选为 $5^{\circ} \sim 60^{\circ}$,更优选为 $5^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

[0076] 半透光膜 20 的透射率是指将透明基板 10 的基于上述代表波长的透射率设为 100% 的情况下的半透光膜 20 的透射率。

[0077] 第二实施方式的半透光膜 20 的曝光光透射率与上述第一实施方式同样,设为 $2\% \sim 60\%$ 的范围。另外,半透光膜 20 的优选透射率范围为 $10\% \sim 60\%$ 、更优选为 $20\% \sim 60\%$ 、进一步优选为 $30\% \sim 50\%$ 。

[0078] 在第二实施方式中,曝光光的代表波长与上述第一实施方式同样。即,在曝光光包含多个波长的情况(例如使用包含 i 线、h 线、g 线的光源的情况)下,能够设为上述波长中的任一个,例如能够将 i 线设为代表波长。更优选为针对上述波长中的任一个都满足上述数值范围。

[0079] 在第二实施方式中,遮光膜 30 并不是一定要具有针对曝光光的完全的遮光性。在(仅利用遮光膜 30 单层、或利用遮光膜 30 和半透光膜 20 的层叠体)形成遮光部 31 时,只要该部分的曝光光透射率小于半透光部 21 的曝光光透射率即可。对于为层叠体的情况下的遮光部 31 的优选曝光光透射率,在将遮光膜 30 与半透光膜 20 层叠时,优选相对于曝光光的光密度 OD 在 3 以上,更优选仅遮光膜单独的 OD 就在 3 以上。

[0080] 并且,遮光部 31 也可以仅由遮光膜 30 单独形成,但如图 4 的(b)、(c)所示,优选由半透光膜 20 和遮光膜 30 的层叠体构成。在该情况下,层叠顺序没有限制。

[0081] 根据第二实施方式,半透光部 21 包围透光部 11,且沿着透光部 11 的边缘以规定宽度形成。该半透光部 21 的宽度形成为无法由曝光装置析像的宽度。该样子如图 4 的(a)~(c)所示。此处,半透光部 21 与遮光部 31 的边缘邻接,且也与透光部 11 邻接。即,半透光

部 21 位于遮光部 31 与透光部 11 之间。进而,优选形成为恒定宽度。

[0082] 半透光部 21 的宽度无法由曝光装置析像。一般在 LCD 用曝光装置(后述)中析像极限为 $3\mu\text{m}$ 。第二实施方式的半透光部 21 的宽度在该尺寸以下。并且,第二实施方式的半透光部 21 具有在曝光时不会在被转印体上析像的程度的微细的宽度。即,根据曝光条件,在对转印用图案照射曝光光时,在被转印体所接受的透射光的光强度曲线上,在与半透光部 21 相当的部分,无法观测到独立的图案形状,描画在基于透光部 11 的光强度的峰值和基于遮光部 31 的光强度的谷底之间平滑地变化的曲线。

[0083] 结果,被转印体上的抗蚀剂膜形成为图 9 的(d)所示的抗蚀剂图案。

[0084] 此处,在图 9 的(d)所示的抗蚀剂图案的侧面形状上,不会呈现出基于一定宽度的半透光部 21 的独立的转印形状,此处使基于透光部 11 的抗蚀剂的消去图案与基于遮光部 31 的抗蚀剂残膜平滑地连结。此处,在抗蚀剂图案的一个侧面,残膜量单调增加或者单调减少。进而,此处的半透光部 21 的功能起到在透光部 11 的周围对基于透光部 11 的光的透射量进行辅助的作用,作为所谓的透射辅助图案发挥功能。

[0085] 并且,第二实施方式的光掩模 2 的截面能够形成为图 4 的(b)、(c)那样的结构。图 4 的(b)与图 4 的(c)的不同之处在于遮光膜 30 与半透光膜 20 的层叠顺序相反。

[0086] 如果半透光膜 21 的宽度过大,则所形成的抗蚀剂图案的侧面形状的倾角容易变得显著(倾斜角容易变小)。因而,在想要防止侧面形状的倾角的情况下,优选将该半透光膜 21 的宽度设为 $1\mu\text{m}$ 以下。作为优选的范围是 $0.1\mu\text{m} \sim 1\mu\text{m}$ 。在与遮光部 31 的对置的两个边缘邻接地分别形成有第一半透光部 21A、第二半透光部 21B 的情况下,优选第一半透光部 21A 的宽度和第二半透光部 21B 的宽度均在 $1\mu\text{m}$ 以下($0.1\mu\text{m} \sim 1\mu\text{m}$)。

[0087] 此处,所谓半透光部 21 的宽度恒定是指:例如在图 4 的(b)、(c)中,优选包围透光部 11 的半透光部 21 (第一半透光部 21A 和第二半透光部 21B) 的宽度的差异(除去角部以外)在 $0.1\mu\text{m}$ 以内。更优选在 $0.05\mu\text{m}$ 以内。并且,在该光掩模 2 所具备的转印用图案的整体中,优选使半透光部 21 的线宽精度在上述范围内。通过以这种方式构成,赋予透光部 11 的透射光量的辅助作用对称,能够精密地控制形成在被转印体上的图案的线宽精度。

[0088] 通过半透光部 21 所使用的半透光膜 20 的透射率、半透光部 21 的宽度的调整,能够对形成在被转印体上的抗蚀剂图案的形状进行控制。例如,能够将抗蚀剂图案的侧面的倾斜角设为 $20^\circ \sim 60^\circ$,更优选设为 $40^\circ \sim 60^\circ$ 。

[0089] 在第二实施方式中,被转印体与上述第一实施方式中的被转印体同样。

[0090] 在上述第一、第二实施方式的任一实施方式中,光掩模 1、2 具有透光部 11,该透光部 11 具有 $5\mu\text{m}$ 以下的宽度。例如,如果是正方形的图案的话则边长在 $5\mu\text{m}$ 以下,如果是长方形的话则短边在 $5\mu\text{m}$ 以下,如果是圆的话则直径在 $5\mu\text{m}$ 以下。以往,当想要转印这样的微细尺寸的孔图案时,存在透射透光部 11 的光所产生的衍射的影响大到不可忽视的程度,无法达到使被转印体上的抗蚀剂膜感光的光量的情况、所形成的抗蚀剂图案形状产生偏差等的不良情况。

[0091] 但是,根据本发明,能够可靠地转印这样的微细宽度的孔图案,能够容易地进行被转印体的加工,能够形成优异形状的抗蚀剂图案。在透光部 11 的尺寸在 $3\mu\text{m}$ 以下时,本发明的效果显著,在 $2.5\mu\text{m}$ 以下的情况下更显著。

[0092] 进而,当利用具有这样的转印图案的光掩模 1、2 在被转印体上形成直径 $3\mu\text{m}$ 以下

的孔 H 时,本发明是有利的。当孔 H 的尺寸在直径 $2\mu\text{m}$ 以下时,本发明的效果更显著。

[0093] 在上述第一、第二实施方式的任一实施方式中,光掩模 1、2 利用光学仿真得到被转印体所接受的光强度分布以及由此形成的抗蚀剂图案形状。作为仿真条件,考虑转印所使用的曝光装置的光学条件而加以设定。此处,转印所使用的曝光装置能够使用标准的 LCD (LCD:Liquid Crystal Display,液晶显示器)用曝光装置。在该情况下,例如能够将数值孔径 NA 设为 $0.06 \sim 0.10$,将相干因数 σ 设为 $0.5 \sim 1.0$ 的范围。这样的曝光装置一般析像极限为 $3\mu\text{m}$ 左右。

[0094] 当然也可以将本发明应用于更广范围的使用曝光机进行的转印。例如,能够将数值孔径 NA 设为 $0.06 \sim 0.14$ 或者 $0.06 \sim 0.15$ 的范围。数值孔径 NA 超过 0.08 的高析像度的曝光机也有需求,对于这些都能够应用本发明。

[0095] 这样的曝光装置,作为光源包含 i 线、h 线、g 线,能够使用包含 i 线、h 线、g 线的全部的照射光(由于相对于单一光源是宽幅的光源,所以以下也称作宽幅光)。在该情况下,如上所述,能够将曝光光的代表波长设为 i 线、h 线、g 线的任一个。在仿真中,为了简化而将 i 线、h 线、g 线的强度比设为 $1:1:1$,或者也可以设为考虑到实际的曝光装置的强度比的比例。

[0096] 另外,本发明的光掩模能够良好地用于形成在被转印体上的转印像为 2 灰度的用途。即,具有与所谓的想要得到多等级的抗蚀剂残膜值的 3 灰度以上的多灰度光掩模不同的功能。

[0097] 并且,在本发明的光掩模中,对于半透光部,与该半透光部为遮光部的情况(在第二实施方式中,为遮光部的一部分的情况)相比较,具有使透射透光部的光强度曲线的峰值上升的功能。因此,本发明的光掩模当在被转印体上形成小于 $3\mu\text{m}$ 的孔图案时特别有利。

[0098] <光掩模的制造方法的实施方式>

[0099] 其次,参照图 5~图 8 对本发明的光掩模的制造方法的实施方式进行说明。

[0100] [制造方法 1]

[0101] 参照图 5 的(a)~(d)对图 3 的(b)所示的光掩模 1 的制造方法 1 进行说明。

[0102] 首先,准备图 5 的(a)所示的光掩模坯料。对于用于制造图 3 的(b)所示的光掩模 1 的光掩模坯料,在透明基板 10 上形成半透光膜 20,在该半透光膜 20 上形成光致抗蚀剂膜 40。

[0103] 然后,如图 5 的(a)所示,使用未图示的描画机将用于形成图 3 的(b)所示的半透光部 21 的图案描画于光致抗蚀剂膜 40。

[0104] 其次,如图 5 的(b)所示,对经过了上述的描画工序的光致抗蚀剂膜 40 进行显影,形成抗蚀剂图案 41。

[0105] 其次,如图 5 的(c)所示,以经过上述显影工序形成的抗蚀剂图案 41 作为掩膜,利用半透光膜用蚀刻剂对半透光膜 20 进行蚀刻。由此,形成规定宽度的半透光部 21 以及透光部 11。另外,遮光膜的蚀刻可以是干法蚀刻也可以是湿法蚀刻。蚀刻剂能够使用公知的蚀刻剂。

[0106] 然后,通过剥离图 5 的(c)所示的抗蚀剂图案 41,完成图 5 的(d)所示的结构的光掩模 1。

[0107] [制造方法 2]

[0108] 其次,参照图 6 的(a)~(g)对图 4 的(b)所示的光掩模 2 的制造方法 2 进行说明。

[0109] 首先,准备图 6 的(a)所示的光掩模坯料。对于用于制造图 4 的(b)所示的光掩模 2 的光掩模坯料,在透明基板 10 上依次形成半透光膜 20 和遮光膜 30,进而在遮光膜 30 上形成光致抗蚀剂膜 50。

[0110] 然后,如图 6 的(a)所示,使用未图示的描画机将用于形成图 4 的(b)所示的遮光部 31 的图案描画于光致抗蚀剂膜 50。

[0111] 此外,如图 6 的(b)所示,对经过了上述的第一次描画工序的光致抗蚀剂膜 50 进行显影,形成抗蚀剂图案 51。

[0112] 其次,如图 6 的(c)所示,以经过上述第一次显影工序形成的抗蚀剂图案 51 作为掩膜,对遮光膜 30 进行蚀刻。由此,在半透光膜 20 上形成遮光部 31。另外,遮光膜 30 的蚀刻可以是干法蚀刻也可以是湿法蚀刻。蚀刻剂能够使用公知的蚀刻剂。

[0113] 在剥离图 6 的(c)所示的抗蚀剂图案 51 之后,如图 6 的(d)所示,在形成有遮光部 31 的半透光膜 20 的整个面再次形成光致抗蚀剂膜 60。然后,使用未图示的描画机将用于形成图 4 的(b)所示的半透光部 21 的图案描画于光致抗蚀剂膜 60。

[0114] 然后,如图 6 的(e)所示,对经过了上述的第二次描画工序的光致抗蚀剂膜 60 进行显影,形成抗蚀剂图案 61。

[0115] 其次,如图 6 的(f)所示,以经过上述第二次显影工序形成的抗蚀剂图案 61 作为掩膜,对半透光膜 20 进行蚀刻。由此,形成半透光部 21。与上述的遮光膜 30 的蚀刻工序同样,半透光膜 20 的蚀刻可以是干法蚀刻也可以是湿法蚀刻,可以使用公知的蚀刻剂进行。

[0116] 然后,通过剥离图 6 的(f)所示的抗蚀剂图案 61,完成图 6 的(g)所示的结构的光掩模 2。

[0117] 在上述的制造方法 2 中,也可以按照下述 i)~vi)的方式变更图 6 的(a)~(f)的工序。

[0118] i)准备与上述制造方法 2 同样的光掩模坯料。进而,使用描画机将用于形成半透光部 21 的图案描画于光致抗蚀剂膜。

[0119] ii)进而,对上述 i)的光致抗蚀剂膜进行显影,形成抗蚀剂图案。

[0120] iii)以上述 ii)的抗蚀剂图案作为掩膜,对遮光膜进行蚀刻,其次对半透光膜进行蚀刻。

[0121] iv)在剥离经过了上述 iii)的抗蚀剂图案之后,再次在整个面形成光致抗蚀剂膜,将用于形成遮光部 31 的图案描画于光致抗蚀剂膜。

[0122] v)对上述 iv)的光致抗蚀剂膜进行显影,形成抗蚀剂图案。

[0123] vi)以上述 v)的抗蚀剂图案作为掩膜,对遮光膜进行蚀刻。由此,形成规定的宽度的遮光部 31,完成图 6 的(g)所示的结构的光掩模 2。

[0124] 另外,只要不损害本发明的光掩模的功能,也不排除除了形成有半透光膜、遮光膜之外还形成有其他膜的情况。例如,在半透光膜和遮光膜的蚀刻选择性不充分的情况下,即下层膜相对于上层膜的蚀刻剂不具有充分的耐性的情况下,也可以在下层膜和上层膜之间设置蚀刻停止层。优选遮光膜和半透光膜由具有各自的蚀刻选择性的膜材料构成。

[0125] [制造方法 3]

[0126] 其次,参照图 7 的(a)~(g)对图 4 的(c)所示的光掩模 2 的制造方法 3 进行说明。

[0127] 首先,准备图 7 的(a)所示的光掩模坯料。该光掩模坯料通过在透明基板 10 上成膜遮光膜 30,进而在遮光膜 30 上形成光致抗蚀剂膜 50 而形成。

[0128] 其次,如图 7 的(a)所示,使用未图示的描画机将用于形成图 4 (c)所示的遮光部 31 的图案描画于光致抗蚀剂膜 50。

[0129] 然后,如图 7 的(b)所示,对经过了上述的第一次描画工序的光致抗蚀剂膜 50 进行显影,形成抗蚀剂图案 51。

[0130] 其次,如图 7 的(c)所示,以经过上述的第一次显影工序形成的抗蚀剂图案 51 作为掩膜,对遮光膜 30 进行蚀刻。由此,在透明基板 10 上形成遮光部 31。

[0131] 此外,在剥离图 7 的(c)所示的抗蚀剂图案 51 之后,如图 7 的(d)所示,在包含经过上述的遮光膜的蚀刻工序而形成的遮光部 31 在内的透明基板 10 的整个面成膜半透光膜 20。

[0132] 进而,如图 7 的(e)所示,在半透光膜 20 上再次形成光致抗蚀剂图案 60 之后,使用未图示的描画机将用于形成图 4 的(c)所示的半透光部 21 的图案描画于光致抗蚀剂膜 60。

[0133] 其次,如图 7 的(f)所示,对经过了上述第二次描画工序的光致抗蚀剂膜 60 进行显影,形成抗蚀剂图案 61。然后,以该抗蚀剂图案 61 作为掩膜,对半透光膜 20 进行蚀刻。由此,形成半透光部 21 (参照图 7 的(g))。

[0134] 然后,通过剥离图 7 的(f)所示的抗蚀剂图案 61,完成图 7 的(g)所示的结构的光掩模 2。

[0135] 在上述的制造方法 3 的情况下,在半透光膜 20 和遮光膜 30 之间不是特别需要蚀刻选择性,因此,存在材料选择的自由度宽的优点。

[0136] [制造方法 4]

[0137] 其次,参照图 8 的(a)~(f)对图 4 的(b)所示的光掩模 2 的制造方法 4 进行说明。

[0138] 首先,准备图 8 的(a)所示的光掩模坯料。该光掩模坯料通过在透明基板 10 上依次形成半透光膜 20 和遮光膜 30,进而在遮光膜 30 上形成光致抗蚀剂膜 70 而形成。

[0139] 然后,如图 8 的(a)所示,使用未图示的描画机将用于形成图 4 的(b)所示的半透光部 21 的图案描画于光致抗蚀剂膜 70。

[0140] 其次,如图 8 的(b)所示,对经过了上述的描画工序的光致抗蚀剂膜 70 进行显影,形成抗蚀剂图案 71。

[0141] 然后,如图 8 的(c)所示,以经过上述的显影工序形成的抗蚀剂图案 71 作为掩膜,利用遮光膜用蚀刻剂对遮光膜 30 进行蚀刻。

[0142] 此外,如图 8 的(d)所示,其次利用半透光膜用蚀刻剂对半透光膜 20 进行蚀刻。由此,形成规定宽度的半透光部 21 以及透光部 11。

[0143] 其次,如图 8 的(e)所示,以抗蚀剂图案 71 作为掩膜,利用遮光膜用湿法蚀刻剂对遮光膜 30 进行侧向蚀刻。由此,形成规定宽度的遮光部 31。

[0144] 然后,通过剥离图 8 的(e)所示的抗蚀剂图案 71,完成图 8 的(f)所示的结构的光

掩模 2。

[0145] 在上述的制造方法 4 的情况下,半透光膜 20 和遮光膜 30 使用彼此具有蚀刻选择性的材料。并且,在图 8 的(e)所示的第二次遮光膜的蚀刻工序中,利用基于各向同性蚀刻的侧向蚀刻,因此应用湿法蚀刻的做法比较合适。

[0146] 根据该制造方法 4,由于描画工序进行一次即可,所以与需要进行二次描画的制造方法 1 以及 2 相比,能够避免因对准而导致的图案精度的恶化。

[0147] < 使用了光掩模的图案转印方法 >

[0148] 本发明还包含使用了该光掩模的转印方法。使用了本发明的光掩模的图案转印方法具有不增加(或者减少)曝光装置的照射光量就能够进行微细图案的转印的作用效果,在节省能源、或者缩短曝光时间、提高生产效率的方面具有显著的优点。

[0149] 在本发明的光掩模中,作为半透光膜的材料,能够举出 Cr 化合物(Cr 的氧化物、氮化物、碳化物、氮氧化物等)、Si 化合物(SiO_2 、SOG)、金属硅化物(TaSi、MoSi、WSi 或者它们的氮化物、氮氧化物等)等。

[0150] 作为遮光膜的材料,除了 Cr 或 Cr 化合物(Cr 的氧化物、氮化物、碳化物、氮氧化物、碳氮氧化物等)之外,还能够举出 Ta、W 或它们的化合物(包含上述金属硅化物)等。

[0151] 在遮光膜和半透光膜之间需要具有蚀刻选择性的情况下,只要作为遮光膜使用 Cr 或 Cr 化合物,作为半透光膜使用 Si 化合物或金属硅化物即可。或者,也可以相反地,作为半透光膜使用 Cr 化合物,作为遮光膜使用金属硅化物。

[0152] 另外,本发明并不特别受到因图案转印时使用的抗蚀剂的种类而带来的限制,但在本实施方式中,全部使用正型的光致抗蚀剂(P/R)进行说明。

[0153] [实施例]

[0154] 以下,参照图 9 以及图 10 对将转印用图案形成为孔图案的光掩模的比较例、实施例 1、实施例 2 进行说明。

[0155] 针对作为转印用图案具有孔图案的本发明的实施例 1、实施例 2 所涉及的光掩模进行光学仿真,并将该仿真结果与比较例进行比较。

[0156] < 比较例、实施例 1、实施例 2 的各光掩模的结构 >

[0157] 首先,参照图 9 的(a)~(c)对比较例、实施例 1、实施例 2 的各光掩模的结构进行说明。图 9 的(a)~(c)分别示出将转印用图案形成为孔图案的光掩模的比较例(二元掩模 3)、实施例 1(透射辅助掩模 1)、实施例 2(透射辅助掩模 2)的掩模图像。

[0158] 在图 9 的(a)中,比较例的光掩模 3 是二元掩模,在未图示的透明基板上形成由遮光膜(OD 在 3 以上)构成的遮光部 31,在该遮光部 31 的中央形成有作为透光部 11 的正方形的孔 H。

[0159] 在图 9 的(b)中,本发明的实施例 1 所涉及的光掩模 1 是透射辅助掩模 1,形成有与上述比较例相同设计的转印用图案,通过将上述比较例的遮光部 31 置换成由半透光膜构成的半透光部 21 而形成。该透射辅助掩模 1 的半透光膜相对于代表波长 λ 线的曝光光透射率为 7%,相移量为 45° 。

[0160] 在图 9 的(c)中,本发明的实施例 2 所涉及的光掩模 2 在遮光膜图案的中央具有恒定宽度的半透光膜图案,利用该半透光膜图案包围作为透光部 11 的正方形的孔 H。即,该光掩模 2 是在由连续的遮光部 31 包围的区域中,与该遮光部 31 的边缘邻接地形成有恒定宽

度的半透光部 21 的透射辅助掩模。实施例 2 中的半透光部 21 的曝光光透射率如下所述。

[0161] 以上述的比较例、实施例 1、实施例 2 的各光掩模的结构,准备孔 H 的尺寸为边长 $4.0\mu\text{m}$ 、 $2.5\mu\text{m}$ 、 $2.0\mu\text{m}$ 的正方形的三个种类的样品。并且,在本发明的实施例 2 中,将三个种类的样品的半透光部 21 的宽度均设为 $0.5\mu\text{m}$ 。此外,在实施例 2 中,对于孔 H 的尺寸为边长 $4.0\mu\text{m}$ 以及 $2.5\mu\text{m}$ 的样品,将其透光部 21 的相对于代表波长 i 线的曝光光透射率设为 30%,对于孔 H 的尺寸为边长 $2.0\mu\text{m}$ 的样品,将所使用的半透光膜的相对于代表波长 i 线的曝光光透射率设为 35%。在为这样的条件时,如后述的图 10 所示,实施例 1 与实施例 2 的照射光量 E_{op} 大致一致。

[0162] 此处,对于实施例 1、实施例 2 的各光掩模所使用的半透光膜,相对于代表波长 i 线的相移量均为 45° 。

[0163] 另外,在示出本光学仿真结果的图 10 的图表中,在比较例、实施例 1、实施例 2 的各自的评价中示出三个描点曲线,该三个描点曲线分别对应于上述三个种类的样品。

[0164] < 仿真条件、评价项目 >

[0165] 进行利用曝光装置对比较例、实施例 1、实施例 2 的具有孔图案的光掩模分别曝光时的光学仿真。光学仿真条件如下:曝光装置的数值孔径 NA 为 0.085,相干因数 σ 为 0.9,照射光源是包含 i 线、h 线、g 线的宽幅光,强度比为 g 线:h 线:i 线 = 1:0.8:0.95。在本光学仿真中,对图 9 的(d)所示的评价项目 A ~ C 进行了评价。以下,对评价项目 A ~ C 进行说明。

[0166] <<A:照射光量(曝光量(DOSE 量) (E_{op}))>>

[0167] 图 9 的(d)的说明图示出由具有孔图案的光掩模形成的抗蚀剂图案的截面形状。图中的涂黑的部分是成为蚀刻掩膜的抗蚀剂图案,其间的空白部分是对应于孔 H 的抗蚀剂图案上的消去图案。

[0168] 本光学仿真中的照射光量(曝光量(E_{op}))是为了使光掩模的孔 H 的透光部宽度(CD)与由透射了孔 H 的曝光光形成的抗蚀剂图案上的消去图案宽度相等而需要的照射光量。

[0169] 照射光量 E_{op} 的数值越小,则生产效率越高,或者越节省能源。

[0170] <<B:抗蚀剂倾斜角>>

[0171] 本光学仿真的抗蚀剂倾斜角是图 9 的(d)的说明图所示出的涂黑的抗蚀剂图案中的、与空白的部分(消去图案)之间的边界部处的倾斜角。对于该抗蚀剂倾斜角,在水平载置被转印体时,相对于被转印体的面垂直的情况下的倾斜角(90°)表现为最大。如果重视制造工序中的稳定性,则抗蚀剂倾斜角越大越好。这是因为:抗蚀剂倾斜角越大,则能够将该抗蚀剂图案作为蚀刻掩膜使用时的内径、宽度的变动抑制得越小。并且,在想要形成与用途相应的所希望的倾斜角的情况下,期望能够准确地得到目标倾斜角。

[0172] <<C:抗蚀剂膜减少量>>

[0173] 表示相对于抗蚀剂膜的初始膜厚($1.5\mu\text{m}$)的减少量。图 9 的(d)的说明图所示出的涂黑的抗蚀剂图案的抗蚀剂膜减少量越小越好。在抗蚀剂膜减少量大的情况下,在使用该抗蚀剂图案进行干法蚀刻时,变得特别严重。

[0174] < 仿真结果 >

[0175] 在图 10 中,针对比较例、实施例 1、实施例 2 的各光掩模示出上述评价项目 A ~ C

的仿真结果。图 10 是对比较例、实施例 1、实施例 2 的仿真结果进行比较的图，图 10 的(a) 是示出照射光量的图表，图 10 的(b) 是示出抗蚀剂倾斜角的图表，图 10 的(c) 是示出抗蚀剂膜减少量的图表。

[0176] 如图 10 的(a) 所示，与比较例相比，实施例 1 以及实施例 2 能够大幅度减少所需要的照射光量。即，可以看出：能够缩短扫描曝光所需要的时间，有助于提高生成效率。

[0177] 如图 10 的(b) 所示，与比较例相比，在实施例 1 中，抗蚀剂倾斜角变小，但在实施例 2 中，抗蚀剂倾斜角呈现与比较例大致相等的大小。在实施例 1 中呈现 35° 以上的抗蚀剂倾斜角，在实施例 2 中呈现 45° 以上的抗蚀剂倾斜角。并且，如果将透光部的宽度设为 $2.5\mu\text{m}$ 以上，则能够得到 50° 以上的倾斜角。

[0178] 如图 10 的(c) 所示，对于抗蚀剂膜减少量，在实施例 1 中产生，而在实施例 2 中不产生(实施例 2 的值与比较例 1 的值大致重叠而进行描点)。因此可知：由实施例 2 的光掩模形成的抗蚀剂图案非常适于干法蚀刻工艺。

[0179] 对以上的评价项目 A ~ C 进行综合评价，本发明的光掩模能够减少曝光所需要的照射光量，并且作为蚀刻掩模能够形成优异形状的抗蚀剂图案。在以往难以图案化的微细图案中，实现这样的抗蚀剂图案的意义重大。此外，通过上述第一以及第二实施方式的适当选择，具有能够将上述抗蚀剂倾斜角调整为所希望的值的自由度，因此，在能够根据想要得到的电子器件的特性或者其制造上的便利性而自由选择孔图案的锥角这点上具有优越性。

[0180] 以上，参照多个实施方式以及实施例对本发明进行了说明，但本发明并不限于上述实施方式以及实施例。对于本发明的结构以及详细情况，能够在权利要求所记载的本发明的精神及范围内进行本领域技术人员所能够理解的各种变更。

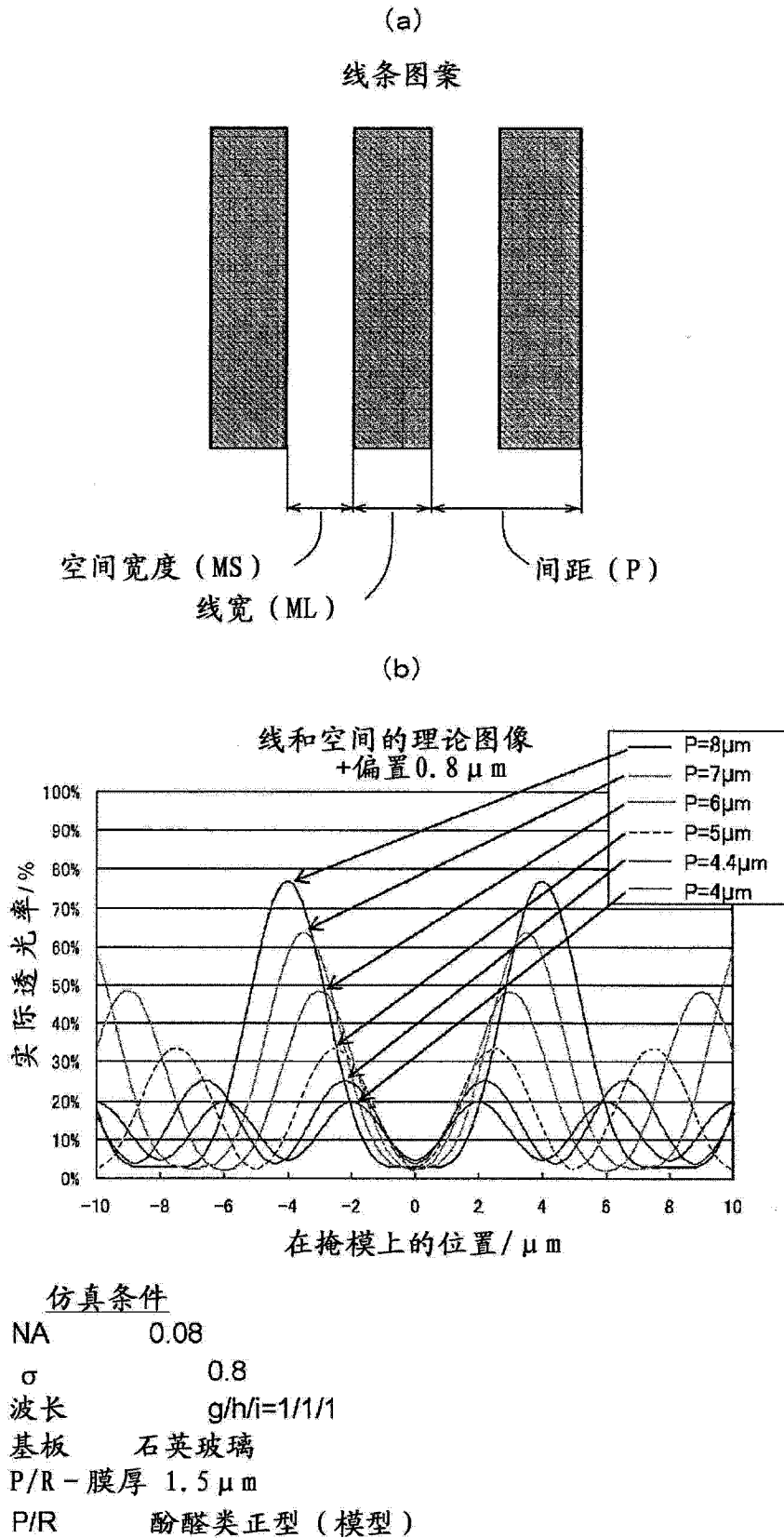


图 1

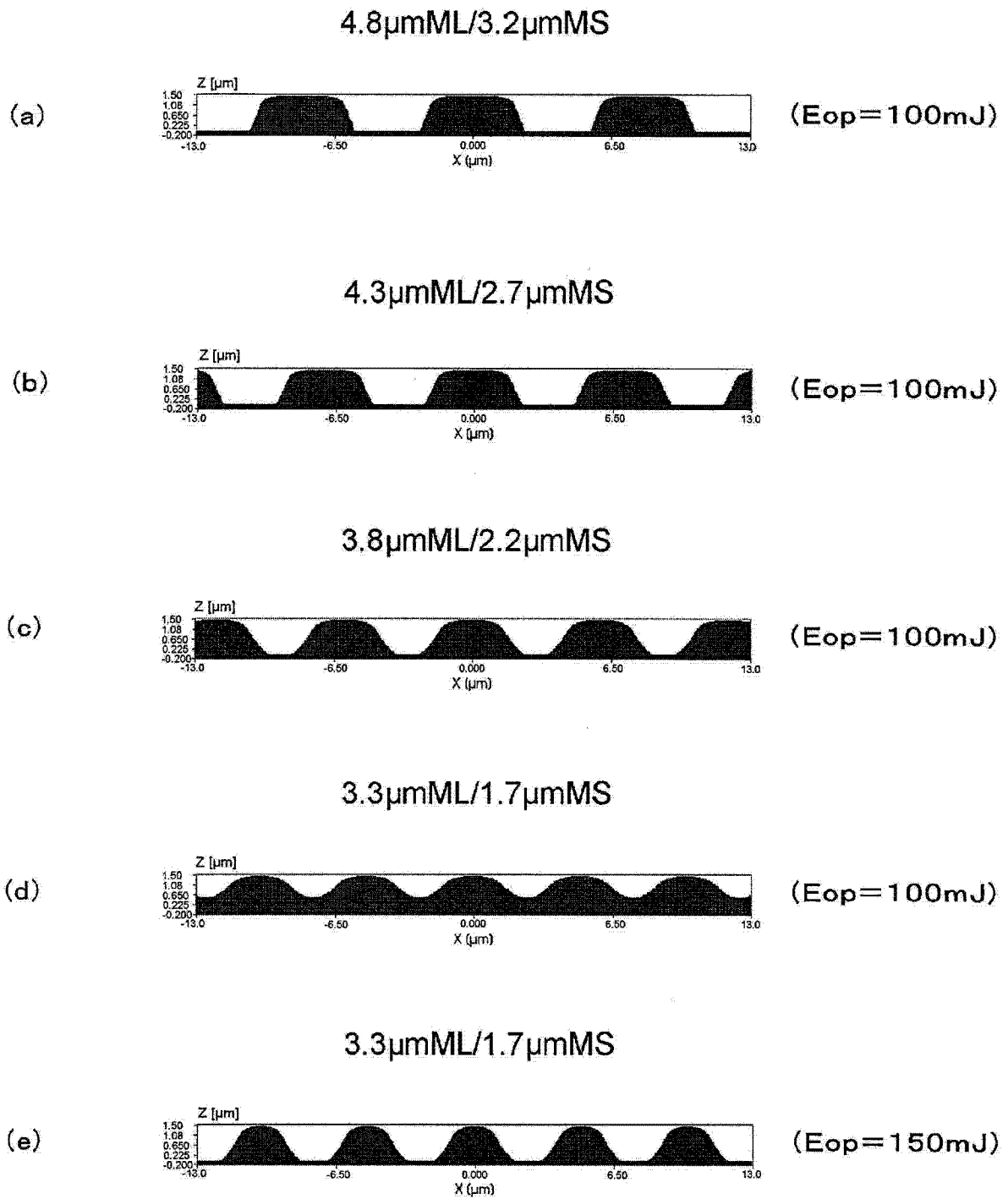


图 2

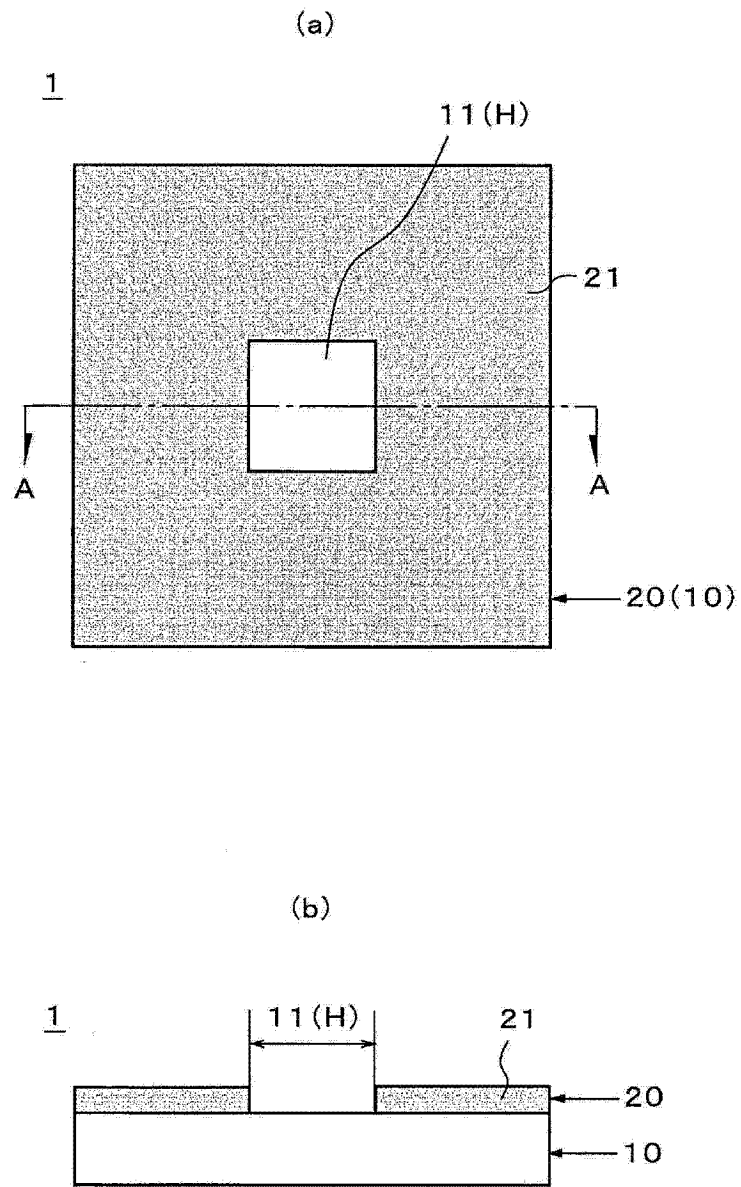


图 3

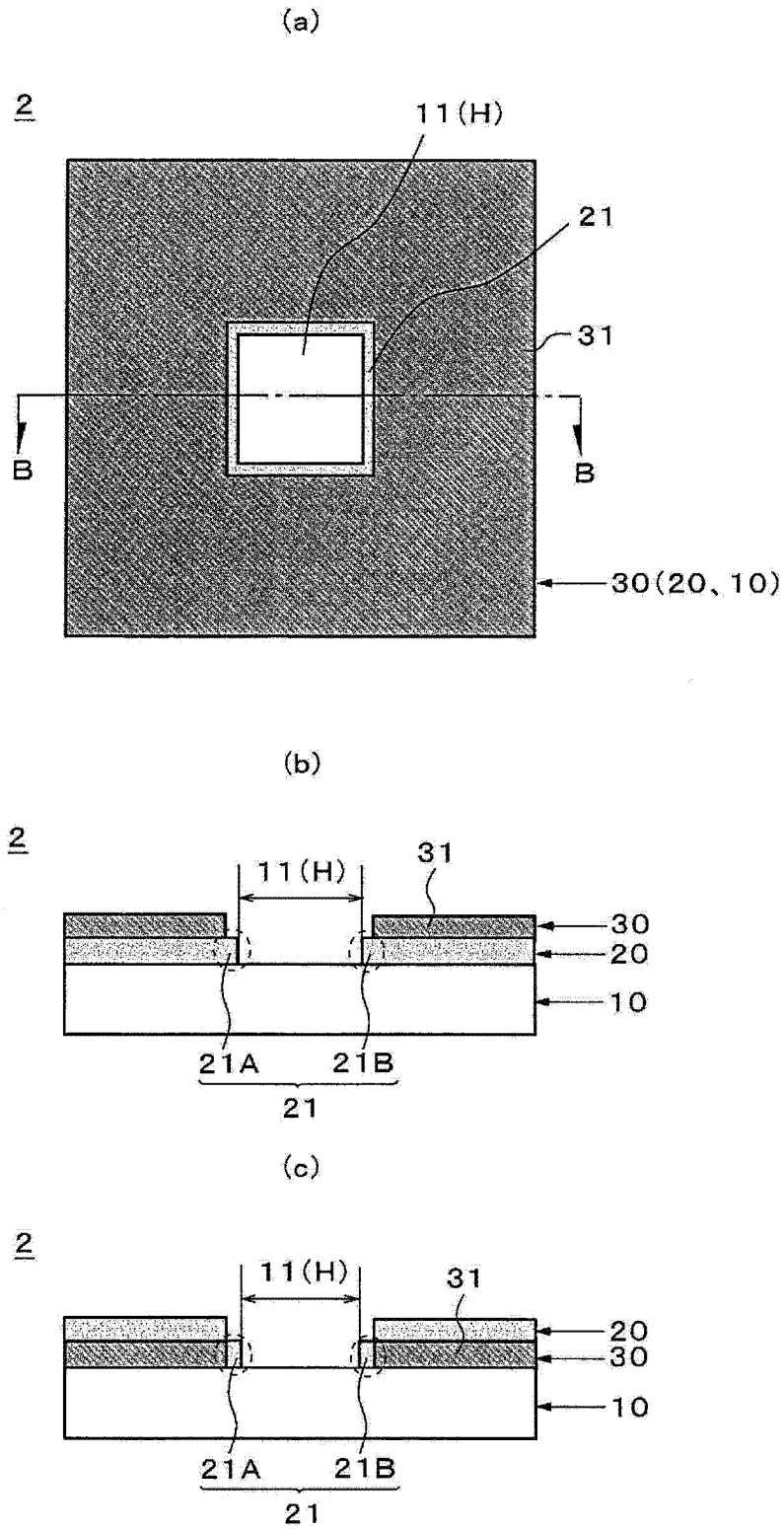


图 4

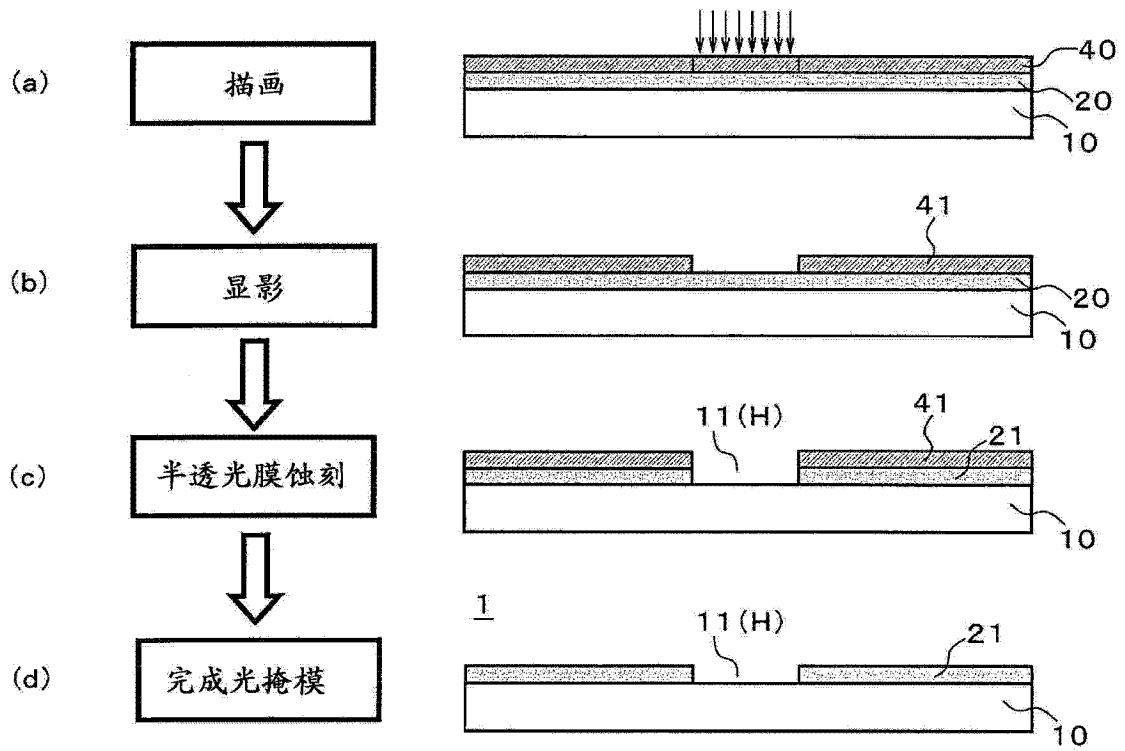


图 5

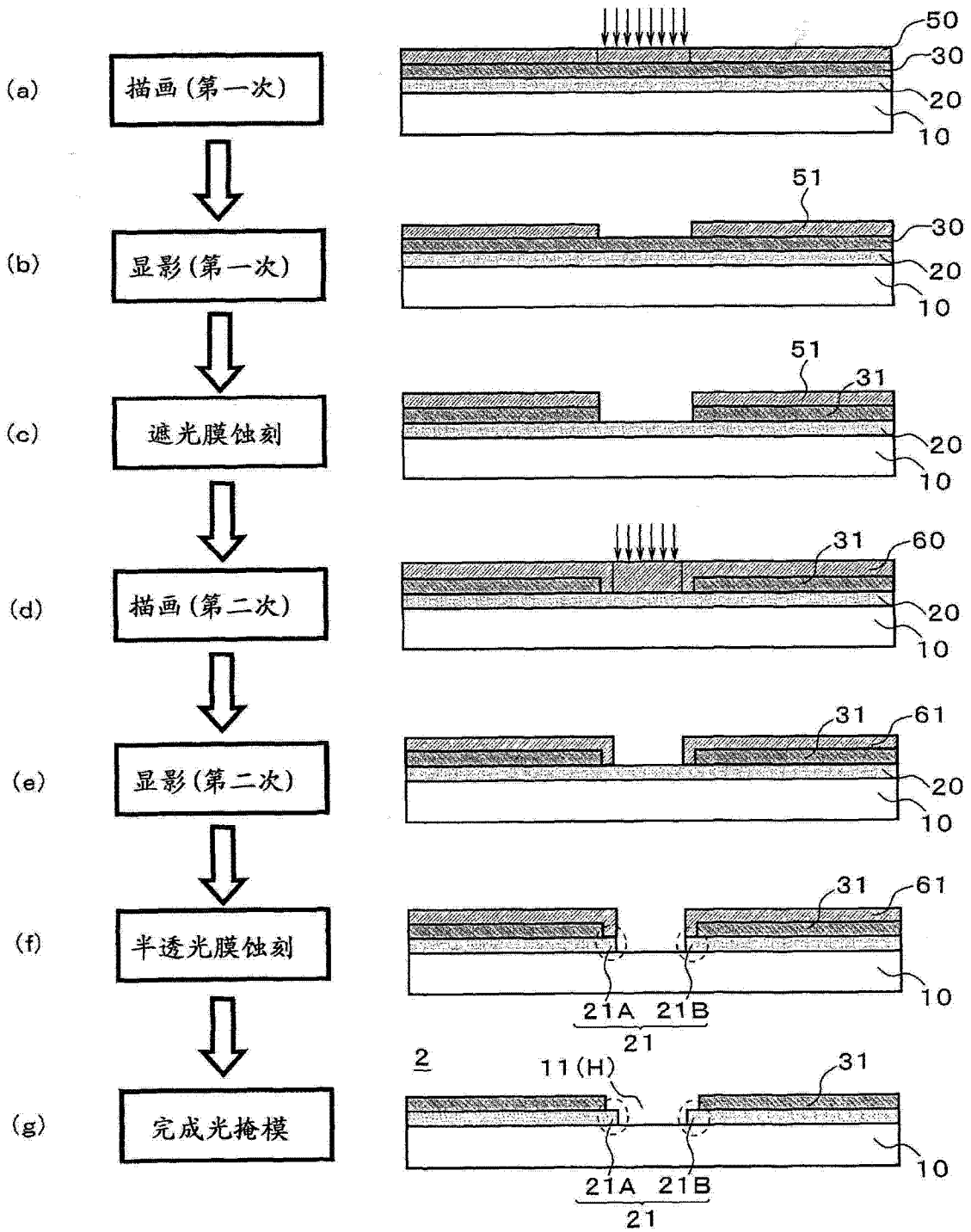


图 6

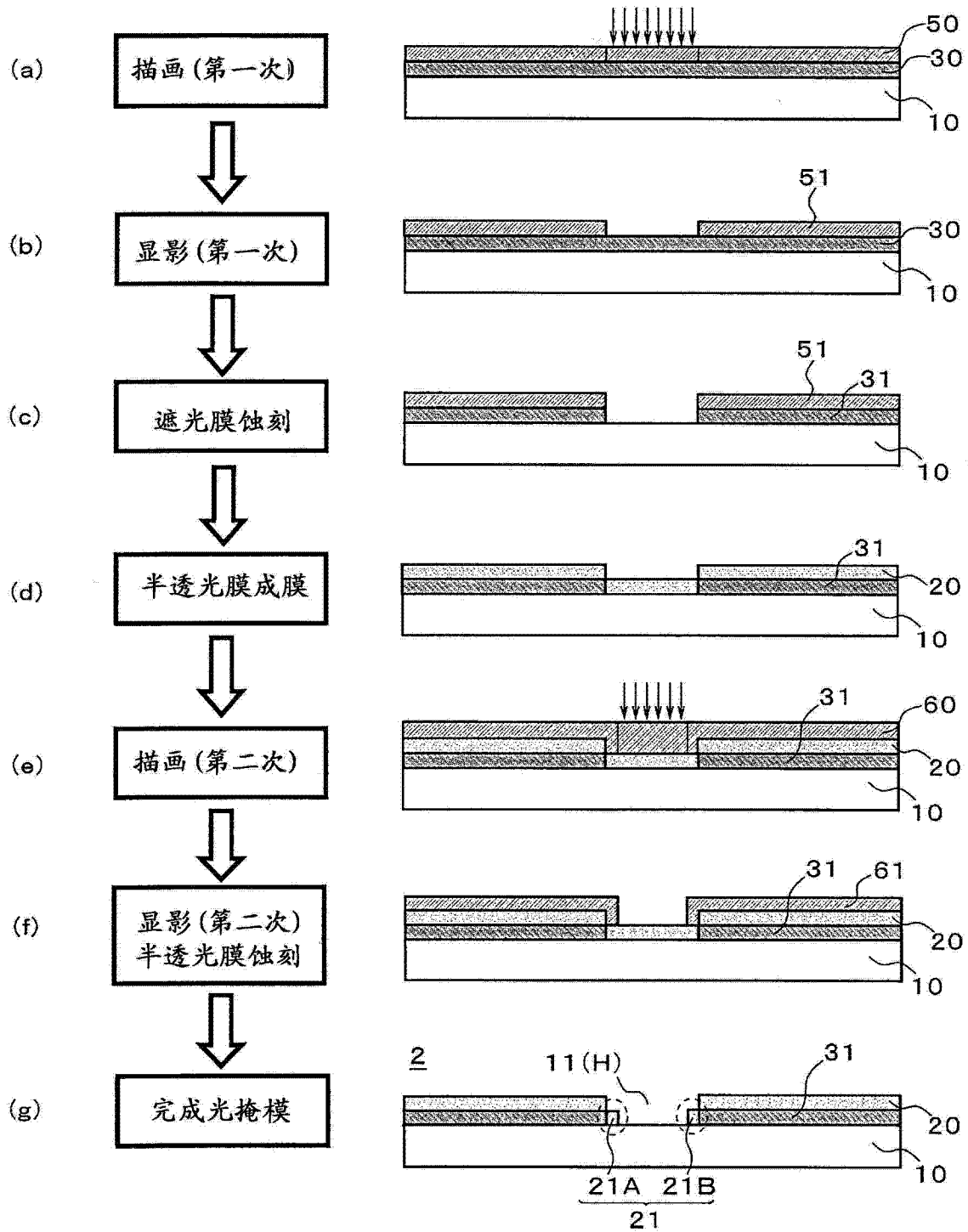


图 7

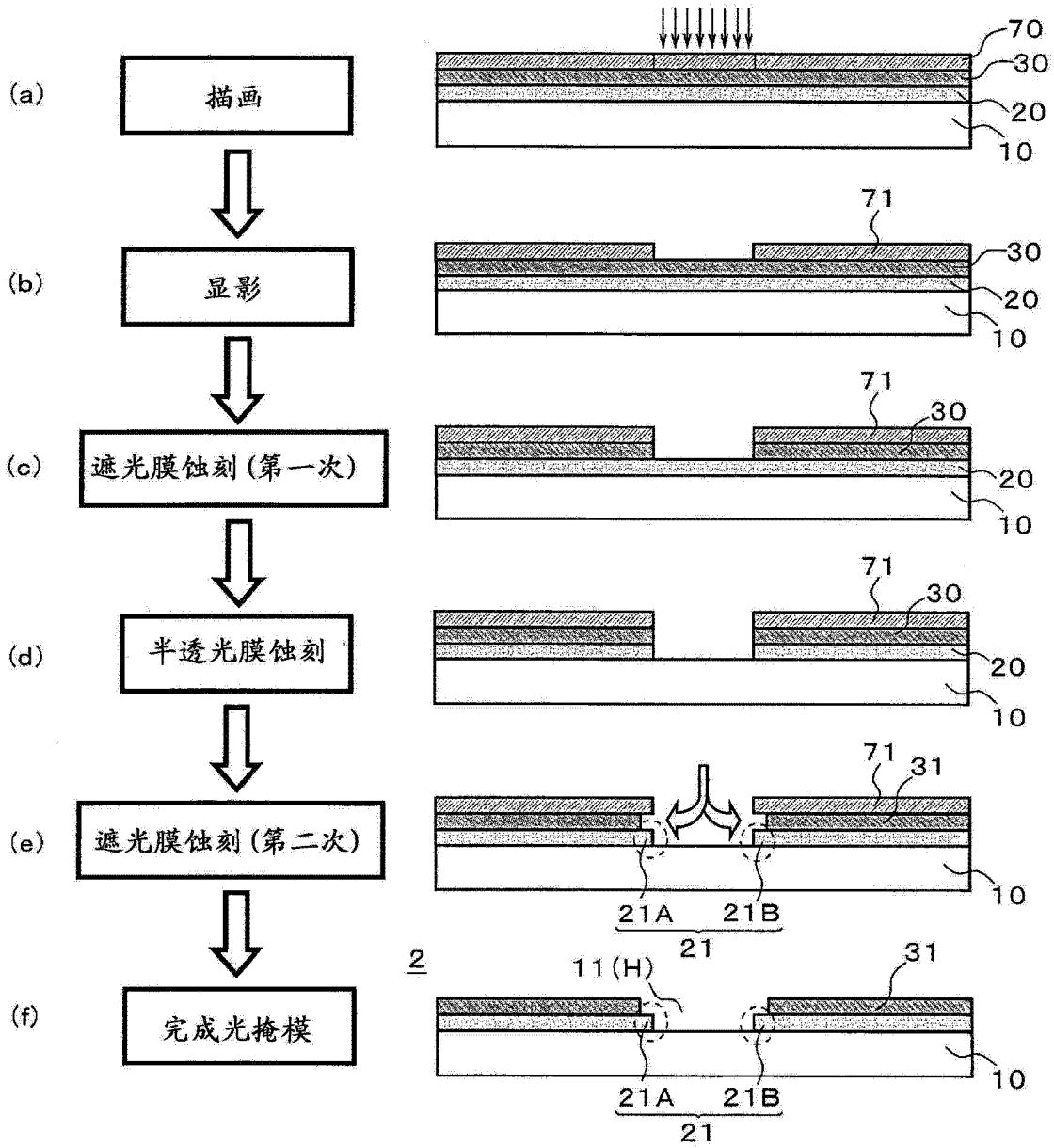


图 8

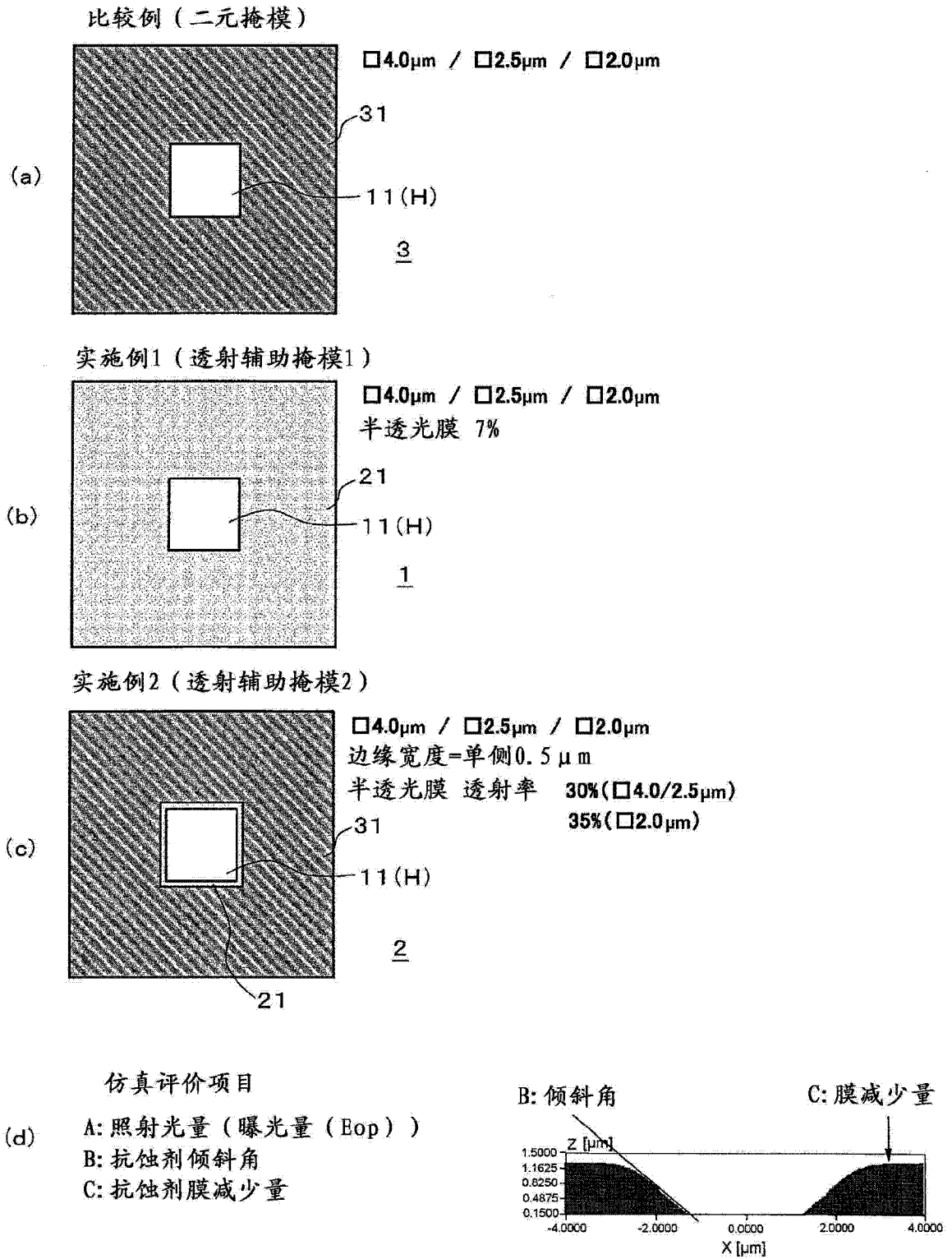
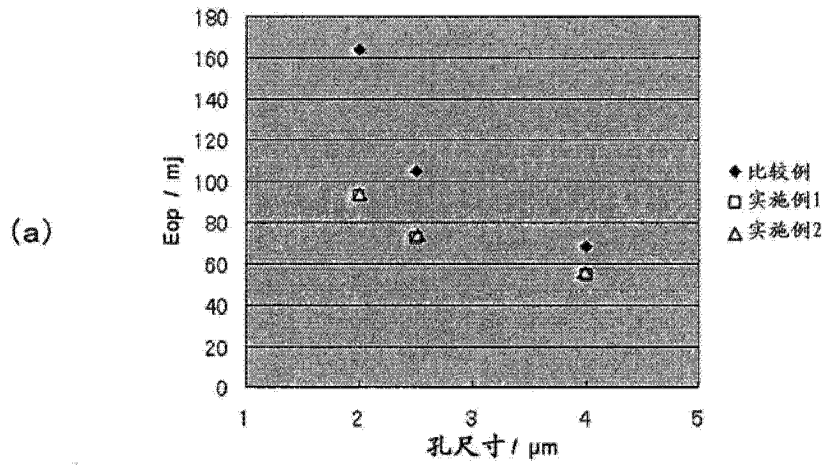
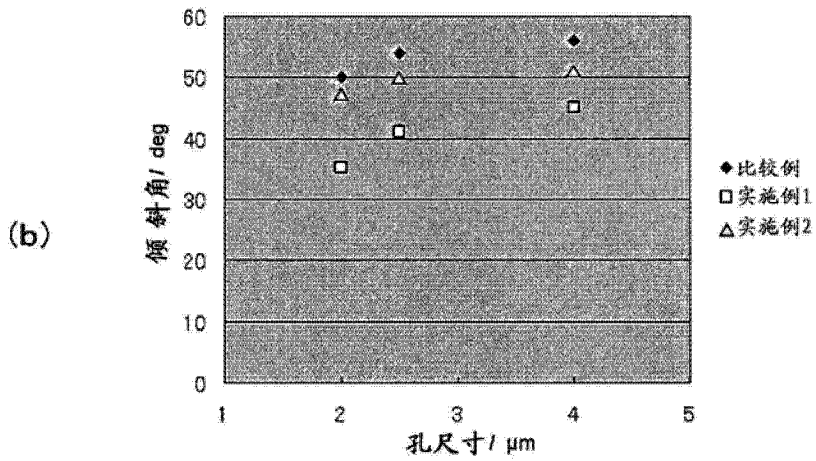


图 9

A: 照射光量 (曝光量 (Eop))



B: 抗蚀剂倾斜角



C: 抗蚀剂膜减少量

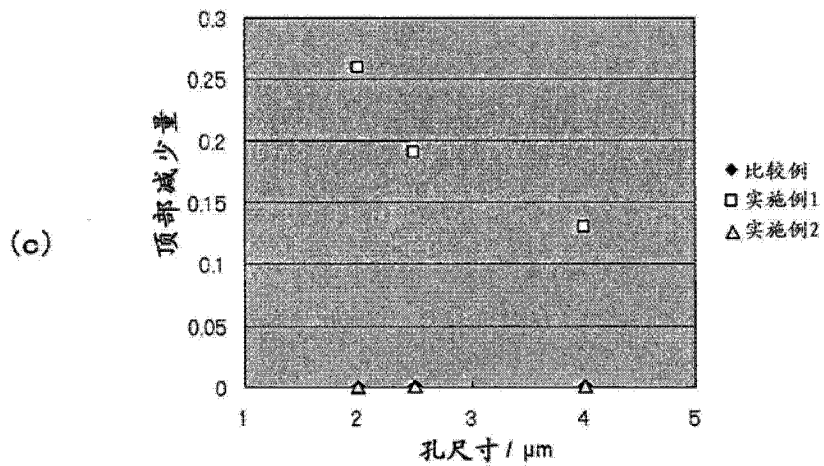


图 10