



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103513505 B

(45)授权公告日 2017.05.17

(21)申请号 201310238262.7

(22)申请日 2013.06.17

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103513505 A

(43)申请公布日 2014.01.15

(30)优先权数据

2012-137171 2012.06.18 JP

(73)专利权人 HOYA株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 山口昇

(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 李辉 黄纶伟

(51)Int.Cl.

G03F 1/34(2012.01)

G03F 1/56(2012.01)

G03F 1/42(2012.01)

G03F 7/00(2006.01)

G03F 9/00(2006.01)

G02F 1/1333(2006.01)

(56)对比文件

CN 101359168 A, 2009.02.04, 说明书第1页倒数第18行-第2页第10行, 第12页第16-22行, 第16页第13行-第19页第20行, 附图8、10.

CN 101937170 A, 2011.01.05, 全文.

US 2011/0151383 A1, 2011.06.23, 全文.

CN 102262354 A, 2011.11.30, 全文.

审查员 王妍

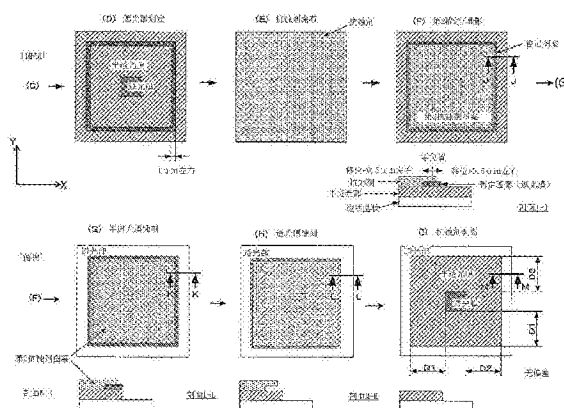
权利要求书1页 说明书13页 附图8页

(54)发明名称

光掩模及其制造方法、转印方法及平板显示器的制造方法

(57)摘要

本发明提供光掩模及其制造方法、转印方法及平板显示器的制造方法,在需要多次描绘的光掩模中准确地进行各区域的对准,能够抑制光刻工序的实施次数。所述制造方法具有以下工序:准备光掩模坯体,该光掩模坯体是在透明基板上层叠曝光光透过率彼此不同且由彼此具有蚀刻选择性的材料构成的下层膜与上层膜,进而形成第1抗蚀剂膜而得到的;对第1抗蚀剂膜进行第1描绘,形成用于形成上层膜图案和划定下层膜图案的区域的暂定图案的第1抗蚀剂图案;对上层膜进行蚀刻的第1蚀刻工序;在整面上形成第2抗蚀剂膜;对第2抗蚀剂膜进行第2描绘,形成用于形成下层膜图案的第2抗蚀剂图案;对下层膜进行蚀刻的第2蚀刻工序;蚀刻去除暂定图案的第3蚀刻工序。



1. 一种光掩模的制造方法, 该光掩模具备包括遮光部、半透光部以及透光部的转印用图案, 所述光掩模的制造方法的特征在于, 具有以下工序:

准备光掩模坯体的工序, 该光掩模坯体是在透明基板上层叠由彼此具有蚀刻选择性的材料构成的半透光膜和遮光膜, 进而形成了第1抗蚀剂膜而得到的;

通过对所述第1抗蚀剂膜进行第1描绘而形成第1抗蚀剂图案的工序, 该第1抗蚀剂图案用于形成所述遮光部和划定所述半透光部的暂定图案;

将所述第1抗蚀剂图案作为掩模, 对所述遮光膜进行蚀刻的第1蚀刻工序;

在包括所形成的所述遮光部和所述暂定图案的整个面上形成第2抗蚀剂膜的工序;

通过对所述第2抗蚀剂膜进行第2描绘而形成第2抗蚀剂图案的工序, 该第2抗蚀剂图案用于形成所述半透光部;

将所述暂定图案和所述第2抗蚀剂图案作为掩模, 对所述半透光膜进行蚀刻的第2蚀刻工序; 以及

将所述第2抗蚀剂图案作为掩模, 蚀刻去除所述暂定图案的第3蚀刻工序,

在形成所述第2抗蚀剂图案的工序中, 以使所述暂定图案的一部分从所述第2抗蚀剂图案的边缘露出的方式, 进行所述第2描绘,

在蚀刻去除所述暂定图案的工序中, 针对从所述第2抗蚀剂图案的边缘露出了一部分的状态的所述暂定图案, 实施湿蚀刻。

2. 根据权利要求1所述的光掩模的制造方法, 其特征在于,
所述暂定图案的宽度是 $2\mu\text{m}$ 以下。

3. 根据权利要求1或者2所述的光掩模的制造方法, 其特征在于,
所述转印用图案是孔图案或者点图案。

4. 根据权利要求1或者2所述的光掩模的制造方法, 其特征在于,
所述转印用图案是线与间隙图案。

5. 根据权利要求1或者2所述的光掩模的制造方法, 其特征在于,
在形成所述第2抗蚀剂图案的工序中, 以使所述暂定图案的、所述透光部侧的边缘以 $0.1\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ 的宽度露出的方式, 进行所述第2描绘。

光掩模及其制造方法、转印方法及平板显示器的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及具备转印用图案的光掩模的制造方法、通过该制造方法制造的光掩模、使用了该光掩模的图案转印方法以及使用了该图案转印方法的平板显示器的制造方法。

背景技术

[0002] 在液晶显示装置或大规模集成电路等中使用的光掩模中,在形成微细图案时,存在需要尽量排除由制造工艺引起的对准变动而准确地进行制造的课题。

[0003] 在下述的专利文献1中,记载有如下的相移掩模,该相移掩模是对遮光膜进行构图,并以覆盖遮光膜的方式形成了相对于i线具有 180° 的相位差的膜厚的相移层而得到的,由此能够形成微细并且高精度的图案。另外,在下述的专利文献2中,记载了准确地划定遮光部、透光部以及相移部的各区域的光学元件的制造方法。

[0004] 专利文献1:日本特开2011-13283

[0005] 专利文献2:日本特开2011-128504

[0006] 专利文献1中记载的相移掩模的制造方法是对透明基板上的遮光层进行构图,以覆盖该遮光层的方式,在透明基板上形成相移层,对该相移层进行构图。此处,图1示出了基于专利文献1的方法的制造工序。

[0007] 在图1中,首先,在透明基板10上形成遮光层11(参照图1(a)的(A)),接着,在遮光层11上形成光致抗蚀剂层12(参照图1(a)的(B))。接着,通过对光致抗蚀剂层12进行曝光和显影,在遮光层11之上形成抗蚀剂图案12P1(参照图1(a)的(C))。将该抗蚀剂图案12P1作为遮光层11的蚀刻掩模,将遮光层11蚀刻为规定的图案形状。由此,在透明基板10上形成构图为规定形状的遮光层11P1(参照图1(a)的(D))。在去除了抗蚀剂图案后(参照图1(a)的(E)),形成相移层13。相移层13以覆盖遮光层11P1的方式形成在透明基板10上(参照图1(a)的(F))。

[0008] 接着,在相移层13上形成光致抗蚀剂层14(参照图1(a)的(G))。接着,通过对光致抗蚀剂层14进行曝光和显影,从而在相移层13之上形成抗蚀剂图案14P1(参照图1(a)的(H))。抗蚀剂图案14P1作为相移层13的蚀刻掩模发挥功能。然后,将相移层13蚀刻为规定的图案形状。由此,在透明基板10上形成构图为规定形状的相移层13P1(参照图1(a)的(I))。

[0009] 在相移层13P1的构图后,去除抗蚀剂图案14P1(参照图1(a)的(J))。由此,在遮光层图案11P1的周围形成相移层13P1,制造出相移掩模1。

[0010] 然而,根据本发明人的研究发现,在利用该方法制造高精度的光掩模时存在问题。即,在光致抗蚀剂层12的曝光(即第1描绘工序)和光致抗蚀剂层14的曝光(即第2描绘工序)中,几乎不可能使彼此之间的对准偏差成为零。因此,无法防止制造出在遮光层图案与相移层图案之间彼此产生了对准偏差的光掩模。

[0011] 在产生了上述对准偏差的情况下,如图1(b)所示,由箭头所示的A和B的尺寸不同。即,在线宽方向上,相移层的功能不对称。根据情况的不同,会在该图案中产生在线宽方向

的一侧较强地显现相移效果,在另一侧未显现相移效果的转印像(透过光掩模的光的光强度分布)。其结果,如果使用具有这种转印用图案的光掩模来制造平板显示器,会失去线宽的控制,无法得到精度高的电路图案。即使是相移掩模以外的光掩模,也同样会失去线宽的控制,无法得到期望的转印用图案。

[0012] 在经过多次的光刻工序而制造的光掩模中,关于多次构图的对准,通过参照对准标记等来进行对准,能够尽量地努力排除偏差。但是,需要执行进行多次构图所需的多次描绘,而使各次描绘的对准偏差成为零是非常困难的。因此,无法完全阻止发生 $-0.5\mu\text{m}\sim+0.5\mu\text{m}$ 这种程度的对准偏差。在转印用图案的某个部分中具有线宽小的图案(例如 $8\mu\text{m}$ 以下)的部分的情况下,这种对准偏差所引起的线宽偏差尤其成为问题,在线宽为 $5\mu\text{m}$ 以下的微细线宽的情况下更加严重。另外,在专利文献1的方法中,在两次的光刻工序(抗蚀剂涂布、显影、蚀刻)之间存在成膜工序,因此还会产生不得不在生产设备之间移动平板显示器用的大型掩模这样的问题。

[0013] 另一方面,根据专利文献2中记载的方法,能够准确地控制相移器部与遮光部的相对位置而形成图案。但是,根据该方法,为了去除为了划定相移器部的形成预定区域而形成的划定图案,需要进行第三次光刻工序。因此,在专利文献2的方法中需要三次描绘。一般而言,描绘工序的增加会对生产效率带来很大的影响,因而对于用于制造如平板显示器那样大面积的设备的光掩模而言,附加一次描绘工序所致的生产性的下降是无法忽视的。

[0014] 关于具有用于制造更先进的设备的转印用图案的光掩模,与相移器的导入、多色调化等功能的复杂化相应地,其结构也不得不复杂化。对于这种复杂结构的光掩模而言,强烈地希望出现即使应用多次光刻工序也不会产生由于彼此的对准偏差而使最终的转印用图案的精度劣化的问题的优异的制造方法。

发明内容

[0015] 鉴于以上的情况,本发明的目的在于解决上述问题而提供一种具备转印用图案的光掩模的制造方法,其在需要多次描绘的光掩模中,能够准确地进行转印用图案所具备的各区域的对准,而且能够抑制光刻工序的实施次数。而且,本发明的另一目的在于,提供通过该制造方法制造的光掩模、使用了该光掩模的图案转印方法以及使用了该图案转印方法的平板显示器的制造方法。

[0016] 用于解决上述问题的本发明的光掩模的制造方法的一个实施方式是如下的光掩模的制造方法,该光掩模具备将下层膜图案与上层膜图案层叠地设置在透明基板上而得到的转印用图案,所述下层膜图案与上层膜图案是分别对曝光光透过率彼此不同的下层膜和上层膜进行构图而成的,所述光掩模的制造方法的特征在于,具备以下工序:准备光掩模坯体的工序,该光掩模坯体是在所述透明基板上层叠由彼此具有蚀刻选择性的材料构成的所述下层膜和所述上层膜,进而形成了第1抗蚀剂膜而得到的;通过对所述第1抗蚀剂膜进行第1描绘而形成第1抗蚀剂图案的工序,该第1抗蚀剂图案用于形成所述上层膜图案和划定所述下层膜图案的区域的暂定图案;将所述第1抗蚀剂图案作为掩模,对所述上层膜进行蚀刻的第1蚀刻工序;在包括所形成的所述上层膜图案和所述暂定图案的整个面上形成第2抗蚀剂膜的工序;通过对所述第2抗蚀剂膜进行第2描绘而形成第2抗蚀剂图案的工序,该第2抗蚀剂图案用于形成所述下层膜图案;将所述暂定图案和所述第2抗蚀剂图案作为掩模,对

所述下层膜进行蚀刻的第2蚀刻工序;以及将所述第2抗蚀剂图案作为掩模,蚀刻去除所述暂定图案的第3蚀刻工序。

[0017] 此处,上层膜和下层膜的曝光光透过率可以取任意的值,其中也包括曝光光透过率实质上为0%的遮光层。在两个膜为半透光性的情况下,上层膜和下层膜当中的哪个膜的曝光光透过率更高均可。所谓彼此具有蚀刻选择性的材料是指如下情况:例如在材料A和B中,材料B对于蚀刻材料A的蚀刻剂具有耐性,相反地,材料A对于蚀刻材料B的蚀刻剂具有耐性。本发明中使用的蚀刻剂既包括干蚀刻中的蚀刻气,也包括湿蚀刻中的蚀刻液。

[0018] 另外,在本实施方式中,除了上层膜和下层膜以外,在不影响本发明的作用效果的范围内,还包括进一步形成有其他膜的情况。

[0019] 在本实施方式中,将与上层膜图案一起形成的暂定图案作为掩模而形成下层膜图案,因此能够利用该暂定图案来划定下层膜图案的周缘。因此,在通过不同的光刻工序形成的上层膜图案与下层膜图案之间,不会因对准偏差而产生精度的劣化。而且,由于暂定图案与下层膜图案具有蚀刻选择性,因此能够将第2抗蚀剂图案作为掩模,保护所形成的上层膜图案,同时蚀刻去除暂定图案,不需要用于去除暂定图案的进一步的光刻工序。

[0020] 因此,能够提供如下的具备转印用图案的光掩模的制造方法:在需要多次描绘的光掩模中,能够准确地进行转印用图案所具备的各区域的对准,抑制光刻工序的实施次数。

[0021] 本发明的光掩模的制造方法的其他实施方式是如下的光掩模的制造方法,该光掩模具备包括遮光部、半透光部以及透光部的转印用图案,所述光掩模的制造方法的特征在于,具有以下工序:准备光掩模坯体的工序,该光掩模坯体是在透明基板上层叠由彼此具有蚀刻选择性的材料构成的半透光膜和遮光膜,进而形成了第1抗蚀剂膜而得到的;通过对所述第1抗蚀剂膜进行第1描绘而形成第1抗蚀剂图案的工序,该第1抗蚀剂图案用于形成所述遮光部和划定所述半透光部的暂定图案;将所述第1抗蚀剂图案作为掩模,对所述遮光膜进行蚀刻的第1蚀刻工序;在包括所形成的所述遮光部和所述暂定图案的整个面上形成第2抗蚀剂膜的工序;通过对所述第2抗蚀剂膜进行第2描绘而形成第2抗蚀剂图案的工序,该第2抗蚀剂图案用于形成所述半透光部;将所述暂定图案和所述第2抗蚀剂图案作为掩模,对所述半透光膜进行蚀刻的第2蚀刻工序;以及将所述第2抗蚀剂图案作为掩模,蚀刻去除所述暂定图案的第3蚀刻工序。

[0022] 在本实施方式中,在具备包含遮光部、半透光部以及透光部的转印用图案的光掩模的制造方法中,也与上述实施方式同样地,能够提供如下的具备转印用图案的光掩模的制造方法:在需要多次描绘的光掩模中,能够准确地进行转印用图案所具备的各区域的对准,抑制光刻工序的实施次数。

[0023] 另外,在本实施方式中,也与上述同样,除了遮光膜和半透光膜以外,还包含进一步形成有其他膜的情况。

[0024] 作为本发明的光掩模的制造方法的其他实施方式,其特征还在于,在形成所述第2抗蚀剂图案的工序中,以使所述暂定图案的一部分从所述第2抗蚀剂图案的边缘露出的方式,进行所述第2描绘,在蚀刻去除所述暂定图案的工序中,针对从所述第2抗蚀剂图案的边缘露出了一部分的状态的所述暂定图案,实施湿蚀刻。

[0025] 在本实施方式中,以使暂定图案的一部分从第2抗蚀剂图案的边缘露出的方式形成,由此,即使第2描绘的对准相对于第1描绘位置产生了偏差,也不会让该偏差对半透光部

的形成带来影响,同时能够容易地去除暂定图案。

[0026] 作为本发明的光掩模的制造方法的其他实施方式,其特征还在于,所述暂定图案的宽度是 $2\mu\text{m}$ 以下。

[0027] 由于暂定图案的宽度为 $2\mu\text{m}$ 以下,因此能够吸收不同的光刻工序之间的对准偏差,并且在第3蚀刻工序中,能够容易地去除暂定图案,因此能够实现高效的光掩模制造。

[0028] 作为本发明的光掩模的制造方法的其他实施方式,其特征还在于,所述转印用图案是孔图案或者点图案。此处,孔图案是指如图2(B)那样遮光部包围透光部的图案,点图案是指如图2(A)那样透光部包围遮光部的图案。另外,在遮光部包围透光部的情况下,包括直接包围的情况和如图2(B)那样间接地包围的情况。

[0029] 在像本实施方式这样,转印用图案是孔图案、点图案的情况下,可以在以平板显示器(FPD:flat panel display)的接触孔形成、滤色器(CF)的间隔物的制造等为代表的各种制造领域中灵活地进行应用。

[0030] 作为本发明的光掩模的制造方法的其他实施方式,其特征还在于,所述转印用图案是线与间隙图案。

[0031] 在像本实施方式这样,转印用图案是线与间隙图案的情况下,可以在以平板显示器(FPD:Flat Panel Display)的薄膜晶体管(TFT:Thin Film Transistor)的制造为代表的各种制造领域中灵活地进行应用。

[0032] 作为本发明的光掩模的制造方法的其他实施方式,其特征还在于,在所述第2抗蚀剂图案形成工序中,以使所述暂定图案的、所述透光部侧的边缘以 $0.1\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ 的宽度露出的方式,进行所述第2描绘。

[0033] 在本实施方式中,暂定图案的透光部侧的边缘以 $0.1\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ 的宽度露出,因此能够充分吸收不同的光刻工序之间的对准偏差,并且在第3蚀刻工序中,能够容易地去除暂定图案。

[0034] 本发明的光掩模的一个实施方式是如下的光掩模,其具备包括遮光部、半透光部以及透光部的转印用图案,该光掩模的特征在于,所述转印用图案具有按照透光部、半透光部、遮光部、半透光部、透光部的顺序沿着一个方向排列的部分,当设在所述排列方向上所述透光部和所述半透光部之间的边界与所述半透光部和所述遮光部之间的边界的距离为 $D1$,在所述排列方向上所述遮光部和所述半透光部之间的边界与所述半透光部和所述透光部之间的边界的距离为 $D2$ 时, $D1$ 与 $D2$ 之差是 $0.1\mu\text{m}$ 以下。

[0035] 在本实施方式中,由于能够获得对称性优异的转印用图案,因此通过使用该光掩模,能够形成精度高的图案。

[0036] 本发明的光掩模的其他实施方式是如下的光掩模,其具备包括遮光部、半透光部以及透光部的转印用图案,该光掩模的特征在于,所述转印用图案具有按照遮光部、半透光部、透光部、半透光部、遮光部的顺序沿着一个方向排列的部分,当设在所述排列方向上所述遮光部和所述半透光部之间的边界与所述半透光部和所述透光部之间的边界的距离为 $D3$,在所述排列方向上所述透光部和所述半透光部之间的边界与所述半透光部和所述遮光部之间的边界的距离为 $D4$ 时, $D3$ 与 $D4$ 之差是 $0.1\mu\text{m}$ 以下。

[0037] 在本实施方式中,也与上述实施方式同样,由于能够获得对称性优异的转印用图案,因此通过使用该光掩模,能够形成精度高的图案。

[0038] 本发明的图案转印方法的一个实施方式的特征在于,具有以下工序:使用由上述任意一种制造方法制造的光掩模或者上述任意一种光掩模,将所述转印用图案转印到被转印体上。

[0039] 在本实施方式中,通过使用上述光掩模,也能够实现可形成精度高的图案的图案转印方法。

[0040] 本发明的平板显示器的制造方法的一个实施方式的特征在于,使用了上述的图案转印方法。

[0041] 在本实施方式中,通过应用上述图案转印方法,也能够制造具有精度高的图案的平板显示器。

[0042] 根据本发明,在需要多次描绘的光掩模中,能够准确地形成转印用图案所具备的各区域的对准,能够抑制光刻工序的实施次数。

附图说明

[0043] 图1的(a)的(A)~(J)是示出以往的光掩模的制造方法的示意图,(b)是放大了(a)中的(J)的一部分的图。

[0044] 图2是示出在需要多次(两次以上)的描绘工序的光掩模的制造过程中,在第1次和第2次的描绘工序中产生对准偏差的形态的示意图,(A)~(D)是设计图案,(a)~(d)是实际形成的图案。

[0045] 图3的(A)~(D)是示出为了判定转印用图案中的对准偏差而使用的距离D1和D2以及D3和D4的示意图。

[0046] 图4的(a)~(c)是说明在以往的需要多次描绘工序的光掩模的制造过程中产生对准偏差的原因的示意图。

[0047] 图5的(d)至(h)是接着图4而说明在以往的需要多次描绘工序的光掩模的制造过程中产生对准偏差的原因的示意图。

[0048] 图6的(A)~(C)是示出本发明的光掩模的制造方法的一个实施方式的示意图。

[0049] 图7的(D)~(I)是接着图6而示出本发明的光掩模的制造方法的一个实施方式的示意图。

[0050] 图8的(a)和(b)是示出本发明的光掩模被有利地应用的用途的例子的示意图。

具体实施方式

[0051] 如上所述,在制造过程中需要多次(两次以上)描绘工序的光掩模中,其彼此对准的一致性成为很大的问题。在各个描绘工序之间需要实施其他的工序(显影,蚀刻等),在这些工序之后再次设置于描绘装置时,参照对准标记等进行定位。在该情况下,可以说几乎不可能与初次描绘时完全一致。另外,有时各个描绘工序中的坐标位置也不完全一致。

[0052] 因此,参照图2来说明例如分别对形成在透明基板上的半透光膜和遮光膜进行构图而形成转印用图案的情况。在图2中,上侧的(A)~(D)是想要得到的设计图案,此时,现实中可能产生下侧的(a)~(d)所示的对准偏差。

[0053] 此处,图2的(A)、(a)和图2的(B)、(b)是有点图案、孔图案的转印用图案,在图2的(A)、(a)中,在纵横方向上分别具有按照透光部、半透光部、遮光部、半透光部、透光部的

顺序沿着一个方向排列的部分,在图2的(B)、(b)中,在纵横方向上分别具有按照遮光部、半透光部、透光部、半透光部、遮光部的顺序沿着一个方向排列的部分。另外,图2的(C)、(c)和图2的(D)、(d)是具有线与间隙(line and space)图案的转印用图案,在图2的(C)、(c)中,在横向上,具有按照遮光部、半透光部、透光部、半透光部、遮光部的顺序沿着一个方向排列的部分,在图2的(D)、(d)中,在横向上,具有按照透光部、半透光部、遮光部、半透光部、透光部的顺序沿着一个方向排列的部分。下侧的(a)~(d)表示实际形成的转印用图案偏离于虚线所示的设计上的形成位置而形成的情况。

[0054] 另外,作为具有这种转印用图案的光掩模,可举出所谓的多色调光掩模、相移掩模等。

[0055] 多色调光掩模一般具备包括曝光光的透过率不同的透光部、半透光部、遮光部的转印用图案。由此在被转印体上形成阶梯状或者倾斜状等的、具有立体结构的抗蚀剂图案。即,利用了光掩模所具有的、曝光光的透过率因转印用图案上的位置而不同这一性质,并且利用了被转印体上的抗蚀剂膜具备因位置而不同的残膜值这一性质。此处,还可以设为具备透过率彼此不同的多个半透光部的多色调光掩模(4色调以上的多色调光掩模)。作为用途,有在平板显示器(FPD)中使用的薄膜晶体管(TFT)的制造用光掩模、或者滤色器(CF)制造用光掩模等。在用于制造TFT的用途中,应用于如下的有利的工艺中:能够利用包含多色调光掩模在内的4种或者3种光掩模来制造以往用5种光掩模制造的产品。而且,在FPD的矩阵配线中,还可以有效地用于层间绝缘膜的开孔形成用的光掩模等。当然,也可以在相移掩模中应用本发明。

[0056] 例如,近年来,在使用了液晶、有机EL(电致发光)元件等的平板显示器的制造中,要求形成更微细的图案来实现画质的提高和节能。在很多情况下,这样的用途的先进的电子设备产品所要求的图案宽度在 $8\mu\text{m}$ 以下。进一步,也会使用具有 $5\mu\text{m}$ 以下线宽的图案。另外,使用在遮光部和透光部之间存在具有这样小的线宽的半透光部的转印用图案,在被转印体上形成具有锥状侧面的结构物的需求也很大。并且,在这种精密设备的制造中要求的光掩模的标准也越来越严格。

[0057] 在图3中示出了为了判断图2所示的转印用图案中的对准偏差而使用的距离D1和D2。具体地讲,在与图2(A)对应的图3(A)的转印用图案中,在纵横方向(在图3中由Y、X所示的方向)各自的排列方向上,由D1表示透光部和半透光部之间的边界与半透光部和遮光部之间的边界的距离,由D2表示遮光部和半透光部之间的边界与半透光部和透光部之间的边界的距离。在与图2(B)对应的图3(B)的转印用图案中,在纵横方向各自的排列方向上,由D3表示遮光部和半透光部之间的边界与半透光部和透光部之间的边界的距离,由D4表示透光部和半透光部之间的边界与半透光部和遮光部之间的边界的距离。

[0058] 在与图2(C)对应的图3(C)的转印用图案中,在横向的排列方向上,由D3表示遮光部和半透光部之间的边界与半透光部和透光部之间的边界的距离,由D4表示透光部和半透光部之间的边界与半透光部和遮光部之间的边界的距离。在与图2(D)对应的图3(D)的转印用图案中,在横向的排列方向上,由D1表示透光部和半透光部之间的边界与半透光部和遮光部之间的边界的距离,由D2表示遮光部和半透光部之间的边界与半透光部和透光部之间的边界的距离。

[0059] 此时,在D1与D2或者D3与D4之差超过了规定值的情况下,在转印用图案的对称性

上产生问题,因此在用作多色调光掩模、相移掩模的情况下,很难形成精度高的电路图案。因此,将D1与D2或者D3与D4之差抑制在规定值以内是非常重要的。

[0060] <以往的光掩模的制造方法的说明>

[0061] 下面,图4和图5是说明在以往的光掩模的制造方法中,产生对准偏差的原因的图。此处示出了欲形成如下这样的转印用图案的情况:在下层膜图案上层叠上层膜图案,并且下层膜图案的露出部分包围上层膜图案而形成,而且透光部(透明基板露出的部分)将其包围而配置。特别要说明的是,在以下说明中,以上层膜为遮光膜,下层膜为半透光膜的情况为例进行说明。

[0062] 另外,在图4和5中,在上侧示出了俯视图,在下侧示出了其剖面图。另外,在抗蚀剂膜位于最上层的情况下,示意地描绘成可以透视到隐藏在下层侧的遮光膜。

[0063] 首先,如图4(a)~(c)和图5(d)所示,实施对遮光膜进行构图的第1光刻工序。

[0064] 首先,准备光掩模坯体,该光掩模坯体是在透明基板上依次层叠半透光膜与遮光膜,并且在其之上形成了第1抗蚀剂膜(此处由正型抗蚀剂构成)而得到的(参照图4(a))。另外,此处使用的半透光膜与遮光膜是彼此具有蚀刻选择性的材料。即,半透光膜对于蚀刻遮光膜的蚀刻剂具有耐性。

[0065] 接着,对第1抗蚀剂膜进行第1描绘,并进行显影,由此形成第1抗蚀剂图案(参照图4(b))。将该第1抗蚀剂图案作为蚀刻掩模,使用遮光膜用蚀刻剂,对遮光膜进行蚀刻(参照图4(c))。之后,进入图5,去除抗蚀剂图案(参照图5(d))。在该阶段,完成第1光刻工序,划定了遮光部的区域。

[0066] 接着,如图5(e)~(h)所示,实施对半透光膜进行构图的第2光刻工序。

[0067] 首先,在形成有遮光膜图案的基板上的整个面上再次涂布抗蚀剂(第2抗蚀剂膜)(参照图5(e))。此处也使用正型抗蚀剂。然后,实施第2描绘、显影,形成第2抗蚀剂图案(参照图5(f))。该抗蚀剂图案是基于以上述已经形成的遮光部为中央,按照规定的面积将其覆盖的设计数据而确定的。然而,由于不能完全阻止与第1抗蚀剂图案的对准之间产生对准偏差,因此相对于第2抗蚀剂图案,应位于中央的遮光部未配置在中央。图中示出了在左侧(X方向)产生了 $0.5\mu\text{m}$ 的对准偏差,在上侧(Y方向)产生了 $0.5\mu\text{m}$ 的对准偏差的情况。

[0068] 接着,将该第2抗蚀剂图案作为蚀刻掩模,使用半透光膜用蚀刻剂,对半透光膜进行蚀刻(参照图5(g))。最后,去除第2抗蚀剂图案(参照图5(h))。

[0069] 在这样获得的转印用图案中,应将遮光部配置于其中心的半透光部被配置在向左上方向偏移的位置。这是因为,如上所述,第1抗蚀剂图案和第2抗蚀剂图案是分别通过不同的描绘工序而形成的,彼此的位置偏差不能完全成为零。因此,本应具备对称性的转印用图案变得不对称。

[0070] <本发明的光掩模的制造方法的实施方式的说明>

[0071] 接着,利用图6和图7,对本发明的光掩模的制造方法的一个实施方式进行说明。此处,图6(A)~(C)的各个工序分别与图4(a)~(c)的各个工序对应,图7(D)~(G)的各个工序分别与图5(d)~(g)的各个工序对应,图7(H)的工序与图5(h)的工序对应。另外,图7(H)的遮光膜蚀刻工序(暂定图案去除工序)是本发明特有的工序,在图7(G)的半透光膜蚀刻工序中,使用暂定图案,来划定半透光部的外缘。

[0072] 在图6和图7中,也是以形成遮光部作为上层膜图案,形成半透光部作为下层膜图

案的情况为例进行说明。另外,在图6、图7中,也是在上侧示出了俯视图,在下侧示出了其剖面图。而且,在抗蚀剂膜位于最上层的情况下,示意地描绘成可透视到隐藏在下面的遮光膜。

[0073] 首先,如图6(A)~(C)以及图7(D)所示,实施对遮光膜进行构图的第1光刻工序。

[0074] 在图6中,首先,准备与图4(a)同样的光掩模坯体(参照图6(A))。此处,半透光膜与遮光膜彼此具有蚀刻选择性。即,遮光膜对于半透光膜的蚀刻剂具有耐性,半透光膜对于遮光膜的蚀刻剂具有耐性。另外,关于具体的材料将后述。

[0075] 接着,进行第1描绘,并进行显影,由此形成第1抗蚀剂图案。该第1抗蚀剂图案在划定遮光部的区域这一点上与上述图4相同。但是,在本发明中,在成为半透光部的区域内,用于形成由遮光膜构成的暂定图案的部分也包含在第1抗蚀剂图案中,所述暂定图案用于划定半透光部的外缘(参照图6(B))。

[0076] 该暂定图案是在后面的工序中被蚀刻去除的部分。优选为,通过各向同性蚀刻的作用优异的湿蚀刻来去除该暂定图案。因此,暂定图案的宽度优选为在该去除工序中不需要过多的时间,且能够可靠地去除的程度的宽度。具体地,优选为 $2\mu\text{m}$ 以下的宽度。

[0077] 而且,该暂定图案能够吸收由两次描绘工序引起的对准偏差量。因此,优选基于可能产生的对准偏差的大小来决定该暂定图案。因此,如果对准偏差的最大值(由描绘机的功能决定)是 $\pm 0.5\mu\text{m}$,则暂定图案的宽度优选为 $0.5\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$,更优选为 $0.5\mu\text{m}\sim 1.5\mu\text{m}$ 的宽度,进一步优选为 $0.5\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ 。

[0078] 并且,第1抗蚀剂图案包含如上所述形成遮光部的部分和形成暂定图案的部分,因此,基于此来决定第1描绘时的描绘数据。

[0079] 如上所述,通过根据对准偏差的最大值恰当地决定暂定图案的宽度(例如, $2\mu\text{m}$ 以下),由此在去除暂定图案的蚀刻工序(第3蚀刻工序)中,不需要过多的时间、工夫,因此能够实现高效的光掩模制造。

[0080] 接着,以第1抗蚀剂图案为蚀刻掩模,对遮光膜进行蚀刻(第1蚀刻工序)。此处,划定遮光部的区域,而且,通过暂定图案来划定此后构图的半透光部的外缘(参照图6(C))。

[0081] 接着,进入图7,剥离第1抗蚀剂图案(参照图7(D))。由此,结束对遮光膜构图的第1光刻工序。

[0082] 接着,在基板上的整个面上再次涂布抗蚀剂膜(参照图7(E))。然后,进行第2描绘和显影,形成第2抗蚀剂图案(参照图7(F))。该第2抗蚀剂图案是使得作为透光部的部分露出的图案。

[0083] 如上所述,该第2抗蚀剂图案实际上不可能形成为相对于上述第1抗蚀剂图案的位置的位置偏差为零。不过,根据本发明,即使产生了该对准变动,在所形成的最终的转印用图案中,也能够使得与设计值的偏差为零。

[0084] 即,第2抗蚀剂图案使得作为透光部的区域露出,并且覆盖作为半透光部的区域,因而在作为半透光部与透光部的边界的部分中,在半透光部侧,设为如下尺寸的抗蚀剂图案:该尺寸减小了与暂定图案的宽度对应的规定的容限尺寸(例如, $0.1\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$,更优选为 $0.2\mu\text{m}\sim 0.8\mu\text{m}$)。即,使抗蚀剂图案的边缘向半透光部侧(在图7(F)的剖面J-J中为左侧)后退。因此,上述暂定图案的、透光部侧的边缘(或者,至少透光部侧的侧面)从第2抗蚀剂图案的边缘稍微露出(参照图7(F))。因此,在进行第2描绘时,使用考虑了这一点的描绘数据。

例如,通过使抗蚀剂图案的边缘位于暂定图案的宽度中央的设计来形成第2抗蚀剂图案。

[0085] 这样,暂定图案的透光部侧的边缘以规定的宽度(例如, $0.1\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ 的宽度)露出,从而能够可靠地吸收不同的光刻工序之间的对准偏差,并且在去除暂定图案的蚀刻工序(第3蚀刻工序)中,无需过多的时间、工夫。

[0086] 由于该暂定图案的透光部侧的边缘是在第1蚀刻工序中划定的作为半透光部的正确的外缘的部分,因此将该部分作为蚀刻掩模,与第2抗蚀剂图案一同使用,并使用半透光膜的蚀刻剂来进行半透光膜的蚀刻(第2蚀刻)(参照图7(G))。

[0087] 此处,暂定图案由遮光膜形成,因此即使与半透光膜的蚀刻剂接触,也不会消失。

[0088] 接着,在残留有第2抗蚀剂图案的状态下,使用遮光膜的蚀刻剂去除暂定图案(第3蚀刻工序)。另外,由于已形成的遮光部被第2抗蚀剂图案保护起来,因此在去除暂定图案时不会发生损伤。此处,从暂定图案的侧面进行侧蚀会更加有效,因此优选进行各向同性蚀刻的作用优异的湿蚀刻,而不是进行干蚀刻。然后,使暂定图案消失。此时,由于半透光膜对于遮光膜的蚀刻剂具有耐性,因此不会消失(参照图7(H))。然后,最后剥离第2抗蚀剂图案(参照图7(I))。

[0089] 如上所述,通过图6和图7所示的工序获得的光掩模按照设计那样,将遮光部配置在半透光部的中心。即,不会产生如图5(h)中看到的那样的、遮光部与半透光部的相互位置在X方向、Y方向上发生移位的问题,而是成为与设计相符的位置。

[0090] 在进行第2描绘时,即使产生了与第1描绘之间的相对的位置偏差,也会成为暂定图案的一部分从第2抗蚀剂图案的边缘至少露出一部分的状态。换言之,将暂定图案的尺寸选择为,即使在产生了上述相对的位置偏差的情况下,也会成为暂定图案的侧面从第2抗蚀剂图案的边缘露出的状态。因此,能够利用暂定图案可靠地划定半透光部的外缘,因此能够实现由第1抗蚀剂图案形成的与设计相符的配置。另外,用第2抗蚀剂图案来保护遮光部,能够利用蚀刻选择性,在不影响半透光部的情况下,蚀刻去除暂定图案(第3蚀刻工序),因此不需要用于去除暂定图案的进一步的光刻工序。

[0091] 如上所述,本发明能够提供如下这样的具备转印用图案的光掩模的制造方法:在需要多次描绘的光掩模中,能够准确地进行转印用图案所具备的各区域的对准、而且能够抑制光刻工序的实施次数。

[0092] 另外,暂定图案的一部分以从第2抗蚀剂图案的边缘露出的方式形成,针对一部分露出的暂定图案,通过湿蚀刻所具有的各向同性蚀刻的作用,能够去除全部暂定图案。因此,能够可靠地抑制光刻工序的实施次数。

[0093] 在上述的图4~图5以及图6~图7的各工序中,虽然使用了曝光的部分被去除的正型抗蚀剂,但不限于此,也可以使用曝光的部分被保留的负型抗蚀剂。

[0094] 另外,在图6和图7中,虽然示出了如图3(A)所示的从外侧起形成有透光部、半透光部、遮光部的点图案的形成工序,但不限于此,例如,也可以同样地形成如图3(B)所示的从外侧起形成有遮光部、半透光部、透光部的孔图案。在该情况下,可以在外侧形成遮光部,在其内侧,以包围中央的透光部的方式形成暂定图案来实现。

[0095] 而且,关于图3(C)、(D)所示的线与间隙的孔图案,也可以通过相同的制造方法来形成。

[0096] <有利地应用本发明的掩模的说明>

[0097] 可应用本发明的制造方法的光掩模的用途和图案形状没有特别的限制。作为转印用图案,对于具有对称性的设计,本发明的效果显著。例如,存在如下情况:针对规定的图案,在其两端、周缘配置相移器等功能性图案。所谓对称性,包括旋转对称、点对称、或者镜像对称。

[0098] 另外,在包含微细宽度的图案中,对准精度成为大问题,因此对于具有宽度 $8\mu\text{m}$ 以下、尤其是 $5\mu\text{m}$ 以下的部分的转印用图案是有利的。

[0099] 在用途中,例如,在重叠多个层而制造的电子设备中,有助于提高彼此的重合精度。例如,对于平板显示器(FPD)用的TFT(薄膜晶体管)制造用途、滤色器(CF)制造用途等是有利的。

[0100] 另外,在想要获得残膜值根据位置而不同的、具有立体形状的抗蚀剂图案的情况下,在该立体形状中形成倾斜时,能够将倾斜角(锥角)控制成期望值,因此本发明是有利的。例如,可利用于带倾斜角(锥形)的接触孔图案、滤色器(CF)的间隔物等。

[0101] 图8(a)示意地示出使用应用了本发明的制造方法的光掩模,在感光性树脂上形成具有倾斜的侧面的结构物的情况。例如,可利用于液晶显示装置的滤色器(CF)中使用的间隔物的形成等。此处,可以应用如下侧的图所示的掩模图案,并使用负型抗蚀剂,来形成如上侧的图所示的间隔物。此处,与掩模图案的透光部和遮光部之间的半透光部对应地,根据曝光机的分辨率而形成锥形形状。由此,能够形成在仅由遮光部和透光部构成的二元掩模中无法实现的、具有期望的倾斜角的锥形形状。

[0102] 而且,本发明还可有利地应用于线与间隙图案。但是,本发明不限于具有对称性的图案。例如,也可以有利地用于TFT制造用的图案。例如,在将本发明应用于希望用4个光掩模来制造TFT时使用的、多色调光掩模(具有遮光部、半透光部、透光部的3色调光掩模)的情况下,能够使得遮光部(对应于源极、漏极)与半透光部(对应于沟道)的对准偏差实质上成为零,因此极其有利。即,通过使用由本发明的制造方法制造的光掩模,能够高精度地形成TFT中尤其重要的沟道部分。

[0103] 而且,通过使用由本发明的制造方法获得的光掩模,能够形成在仅由遮光部和透光部构成的二元掩模中无法实现的、具有期望倾斜角的锥形内壁的孔。在图8(b)中,通过应用下侧的图所示的掩模图案,并使用正型抗蚀剂,能够形成上侧的图所示的孔。即,图示的孔具备底部、倾斜成锥状的侧壁部、与倾斜部相连的上表面部,这些底部、侧壁部以及上表面部分别形成在与掩模图案的透光部、半透光膜以及遮光膜对应的位置。在图示的例子中,在孔的底部的下部设有配线图案。另外,孔的侧壁部和上表面被绝缘膜覆盖,并且该绝缘膜的表面被由导体形成的电极覆盖。这种孔可通过层叠半透光膜和遮光膜,并且使用在遮光膜上形成划定遮光部并且划定半透光部的暂定图案的第1抗蚀剂图案来形成。

[0104] 在转印用图案中,可有利地应用于具有半透光部与透光部相邻的部分的图案中。另外,也可以有利地应用于不具有遮光部与透光部相邻的部分的、图3那样的图案中。

[0105] 在将本发明应用于多色调光掩模的情况下,在转印用图案中包含遮光部、半透光部、透光部,能够对透明基板上的遮光膜、半透光膜分别进行构图而形成转印用图案。另外,在本发明中遮光膜并不是必须具备完全的遮光性。优选为,通过与透光膜的层叠,成为光学浓度OD3以上。更优选为,仅通过遮光膜,使得光学浓度OD成为3以上(例如在将曝光波长的代表波长设为 g 线时,OD可以是针对该代表波长的值)。

[0106] 另外,作为在多色调光掩模中使用的半透光膜,优选使用曝光光透过率为20~80%、更优选为30~60%,并且相移作用为 90° 以下、更优选为 60° 以下的半透光膜。在将曝光光的代表波长设为g线时,透过率、相移量均可以是针对该代表波长的值。

[0107] 作为在转印中使用的曝光光波长,优选使用包含i线、h线、g线的宽波段。

[0108] 在将本发明应用于相移掩模的情况下,可以将半透光膜作为相移膜。这种掩模可以是在曝光时使用单一波长的掩模。另外,该相移膜可以使曝光波长(或者其代表波长)相移 180° (即, $(2n+1)\pi$ (n为整数))。关于该半透光膜,例如曝光光透过率可以是30%以下。另外,作为曝光光,在使用单一波长的情况下,优选将该单一波长作为代表波长来决定透过率和相移量。

[0109] 本发明还可以用于其他用途的光掩模中。例如,本发明也可以应用于在遮光部与透光部之间设置有用于调整透过光的光强度分布的半透光部时的光掩模。或者,可以应用于为了降低曝光照射量、缩短扫描曝光的时间而在遮光部的一部分中具备半透光性时的光掩模中。在该情况下,可以使用曝光光透过率为2~50%、相移作用为 90° 以下的半透光膜。

[0110] 当然,即使是其他膜,针对需要两次以上的描绘的光掩模,也能够获得优异的作用效果。另外,即使膜的种类为其他种类也能够应用,只要是层叠第1膜、第2膜,且由彼此具有蚀刻选择性的材料构成即可。

[0111] <本发明的进一步的作用效果的说明>

[0112] 在本发明中,通过多个构图工序形成的图案的重合精度高,因此能够提高还使用了其他光掩模来形成多个层的电子设备的制造工序中的成品率。另外,本发明在未增加描绘工序这一点上,生产性高。

[0113] <光掩模材料的说明>

[0114] 此处,作为构成光掩模的透明基板,使用对表面进行了研磨的石英玻璃基板等。大小没有特别的限制,可以根据使用该掩模而曝光的基板(例如平板显示器用基板等)适当地进行选择。例如可以使用单边300mm以上的矩形基板。

[0115] 在本发明中,准备了在该透明基板上形成有半透光膜、遮光膜等的光掩模坯体。遮光膜与半透光膜的材料对于彼此的蚀刻剂(蚀刻液、或者蚀刻气)具有耐性。另外,如后所述,遮光膜要在遮光膜构图工序中进行侧蚀,因此优选的是适合于进行各向同性蚀刻的趋势显著的湿蚀刻的材料。

[0116] 另外,半透光膜优选的是使得将本发明的光掩模搭载于曝光机进行曝光时的曝光光的一部分透过的半透光膜。

[0117] 具体的半透光膜的材料例示如下:除了Cr化合物(Cr的氧化物、氮化物、碳化物、氧氮化物、碳氧氮化物等)、Si化合物(SiO_2 、SOG)、金属硅化物(TaSi、MoSi、WSi或者它们的氮化物、氧氮化物等)之外,还可以使用TiON等Ti化合物。

[0118] 遮光膜材料除了Cr或者Cr化合物(Cr的氧化物、氮化物、碳化物、氧氮化物、碳氧氮化物等)之外,还可以使用Ta、Mo、W或者它们的化合物(包含上述金属硅化物)等。

[0119] 因此,当考虑各自的蚀刻选择性时,例如在半透光膜中使用了Si化合物、金属硅化物或者Ti化合物的情况下,遮光膜材料优选为Cr或者Cr化合物的组合。

[0120] 关于遮光膜和半透光膜,优选在层叠状态下实质上不透过曝光光(光学浓度OD为3以上),但是根据光掩模的用途,也可以透过曝光光的一部分(例如透过率 $\leq 20\%$)。优选为,

遮光膜是单独实现3以上的光学浓度的遮光膜。

[0121] 另外,只要是能够应用本发明的制造方法的层结构,就不排除在上述遮光膜、半透光膜的基础上,还形成其他膜的情况。

[0122] 形成有半透光膜、遮光膜的光掩模坯体是进一步涂布抗蚀剂膜而成为带抗蚀剂的光掩模坯体。抗蚀剂膜既可以是正型、也可以是负型(在上述实施方式中,以正型进行了说明)。

[0123] 针对各个膜材料使用的蚀刻剂(蚀刻液、或者蚀刻气)可以使用公知的蚀刻剂。对于含有Cr、Cr化合物的膜(例如作为Cr遮光膜的、在表面具有由Cr化合物形成的反射防止层的膜),可以使用作为铬用蚀刻剂而公知的、包含硝酸铈铵的蚀刻液。另外,也可以应用使用了氯系气体的干蚀刻。

[0124] 而且,对于MoSi或者其化合物的膜,可使用在氢氟酸、氟硅酸、氟化氢铵等氟化物中添加有过氧化氢、硝酸、硫酸等氧化剂的蚀刻液。或者,也可以使用氟系的蚀刻气。

[0125] 另外,在使用这些膜材料形成了暂定图案的情况下,在将暂定图案蚀刻去除的工序中,优选使用湿蚀刻。而且,更优选在所有的蚀刻工序中都使用湿蚀刻。

[0126] <本发明的光掩模的说明>

[0127] 本发明包括通过图6和图7所示的制造方法制造的光掩模。该光掩模尤其是在具备有对称性的图案的情况下能够有利地制造。例如,可以举出具备图3的(A)~(D)例示的图案排列的光掩模。在该情况下,能够防止通过第1描绘和第2描绘分别形成的图案彼此之间产生偏差而失去对称性的弊端。

[0128] 例如,如图3的(A)或(D)所示,在转印用图案具备按照透光部、半透光部、遮光部、半透光部、透光部的顺序沿着一个方向排列的部分的情况下,当设在该排列方向上透光部和半透光部之间的边界与半透光部和遮光部之间的边界的距离为D1,在该排列方向上遮光部和半透光部之间的边界与半透光部和透光部之间的边界的距离为D2时,利用上述的暂定图案,能够实现与设计相符的配置,因此能够使得D1与D2之差为0.1 μ m以下。

[0129] 同样地,如图3的(B)或(C)所示,在转印用图案具备按照遮光部、半透光部、透光部、半透光部、遮光部的顺序沿着一个方向排列的部分的情况下,当设在该排列方向上遮光部和半透光部之间的边界与半透光部和透光部之间的边界之间的距离为D3,在该排列方向上透光部和半透光部之间的边界与半透光部和遮光部之间的边界的距离为D4时,利用上述的暂定图案,能够实现与设计相符的配置,因此能够使得D3与D4之差为0.1 μ m以下。

[0130] 如上所述,在本发明的光掩模中,能够获得对称性优异的转印用图案,因此通过使用该光掩模,能够形成精度高的电路图案。

[0131] <使用了本发明的光掩模的图案转印方法的说明>

[0132] 本发明还包括使用了由上述制造方法获得的光掩模的图案转印方法。而且,还包括使用该图案转印方法的平板显示器(FPD)制造方法。在该情况下,图案转印中使用的曝光装置可以使用公知的装置。对于使用本发明的光掩模在被转印体上进行图案转印时所使用的曝光装置,没有特别的限制。不过,适合应用于具备包含i线、h线、g线的光源的、所谓的液晶显示器(LCD)用曝光装置。例如,在使用了相移膜图案的本发明的光掩模中,可以仅使用上述波长当中的单一波长(例如i线)来进行曝光。

[0133] 另外,在被转印体上使用的抗蚀剂既可以是正型,也可以是负型,可根据用途进行

选择。

[0134] 如上所述,通过使用本发明的光掩模,能够实现可形成精度高的电路图案的图案转印方法,通过应用该图案转印方法,能够制造具备精度高的电路图案的平板显示器。

[0135] <本发明的其他实施方式的说明>

[0136] 在上述实施方式的说明中,虽然示出了形成半透光膜、遮光膜的情况,但即使是其他的膜,也能够获得相同的作用效果。因此,如上所述,可以将上述的半透光膜、遮光膜改称为下层膜、上层膜,该下层膜、上层膜可以取任意的曝光光透过率。

[0137] 而且,本发明不限于上述实施方式,还包括各种实施方式。

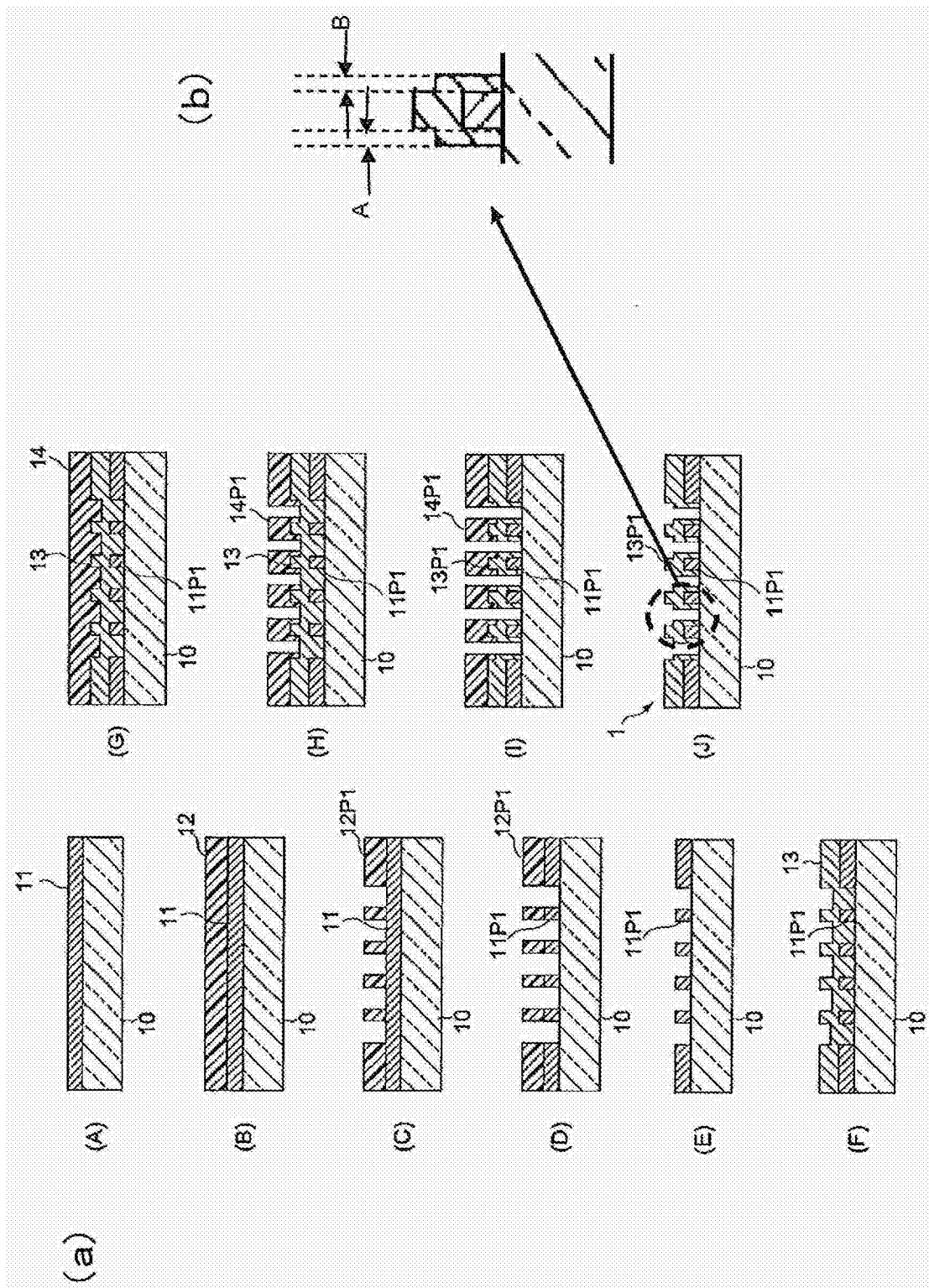


图1

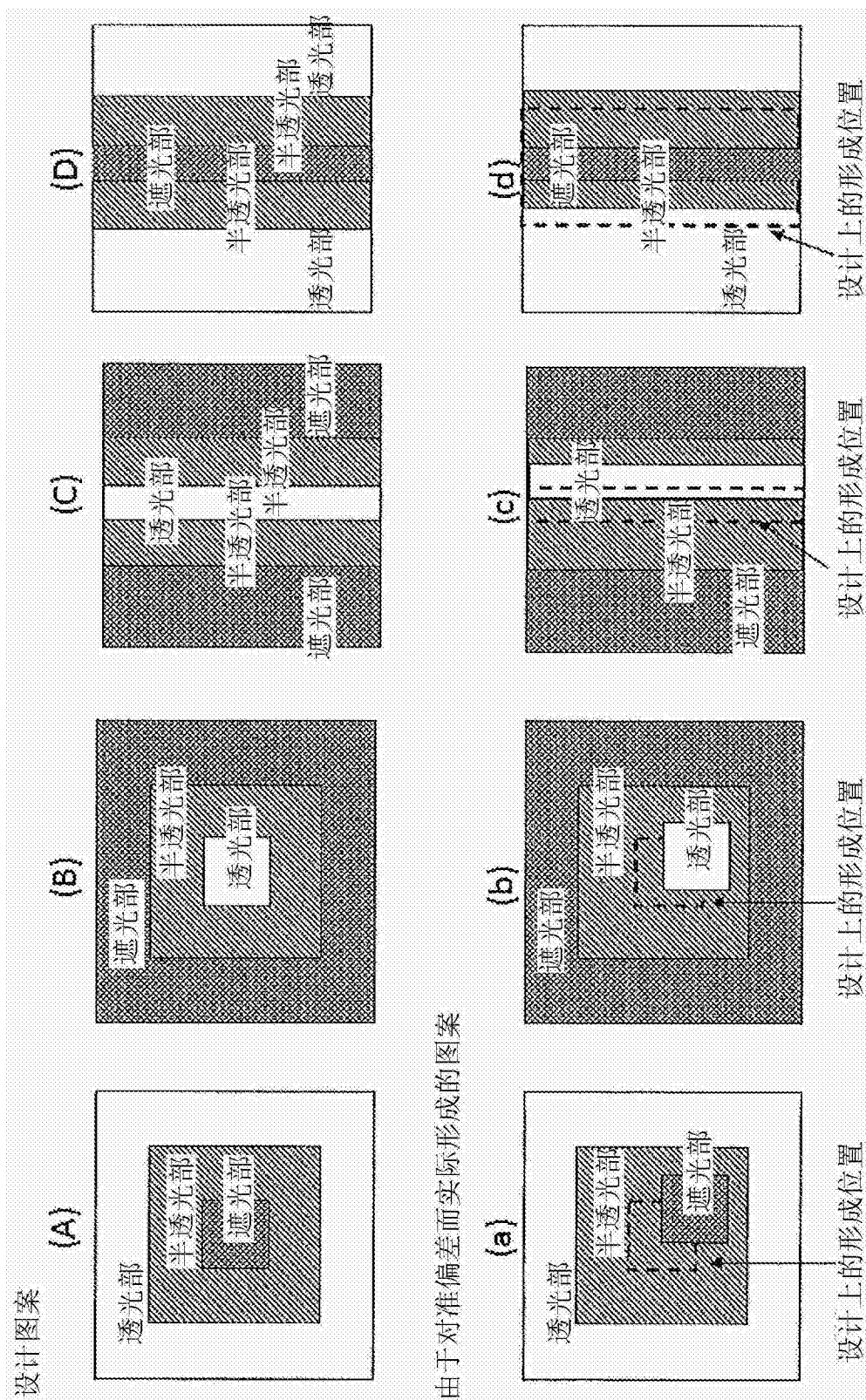


图2

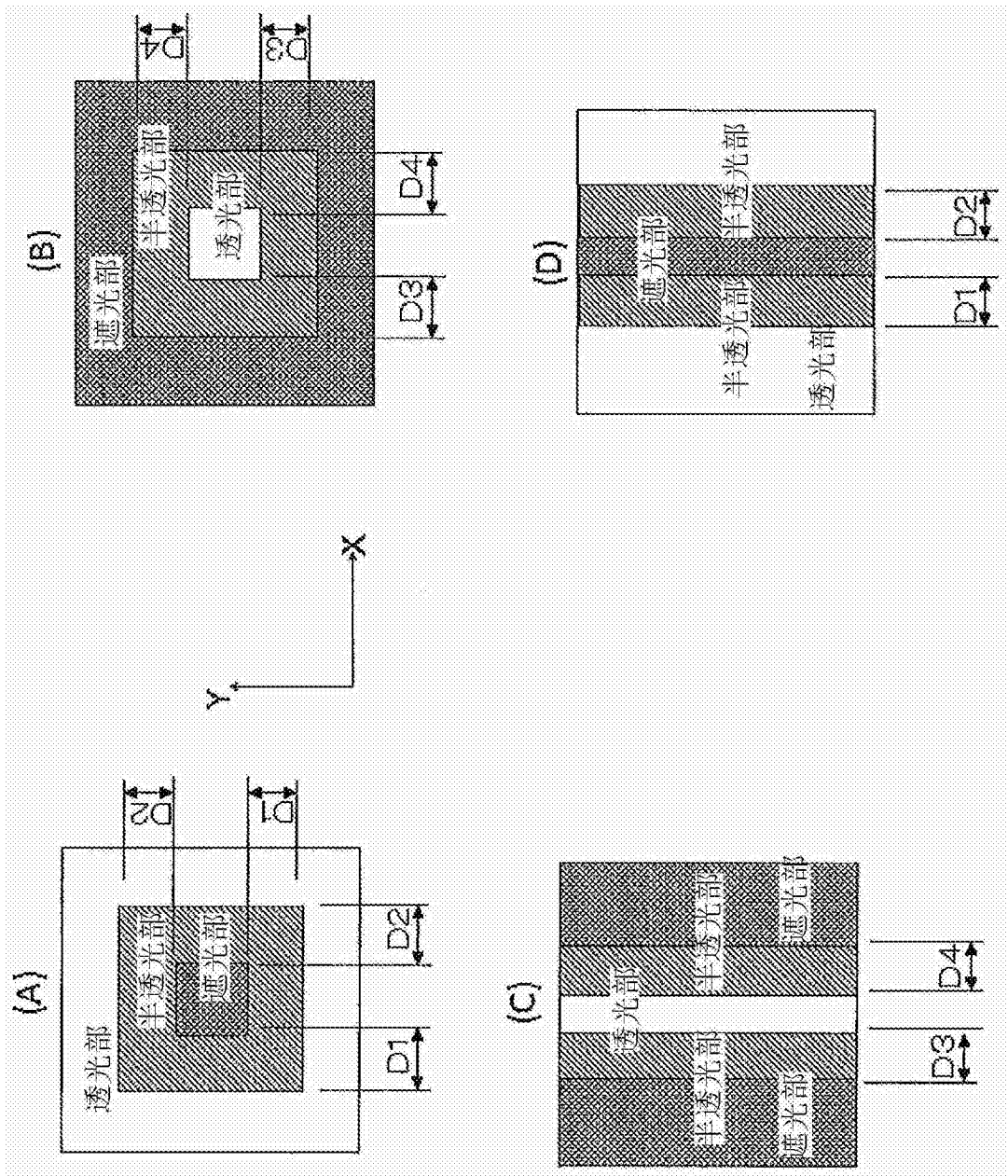


图3

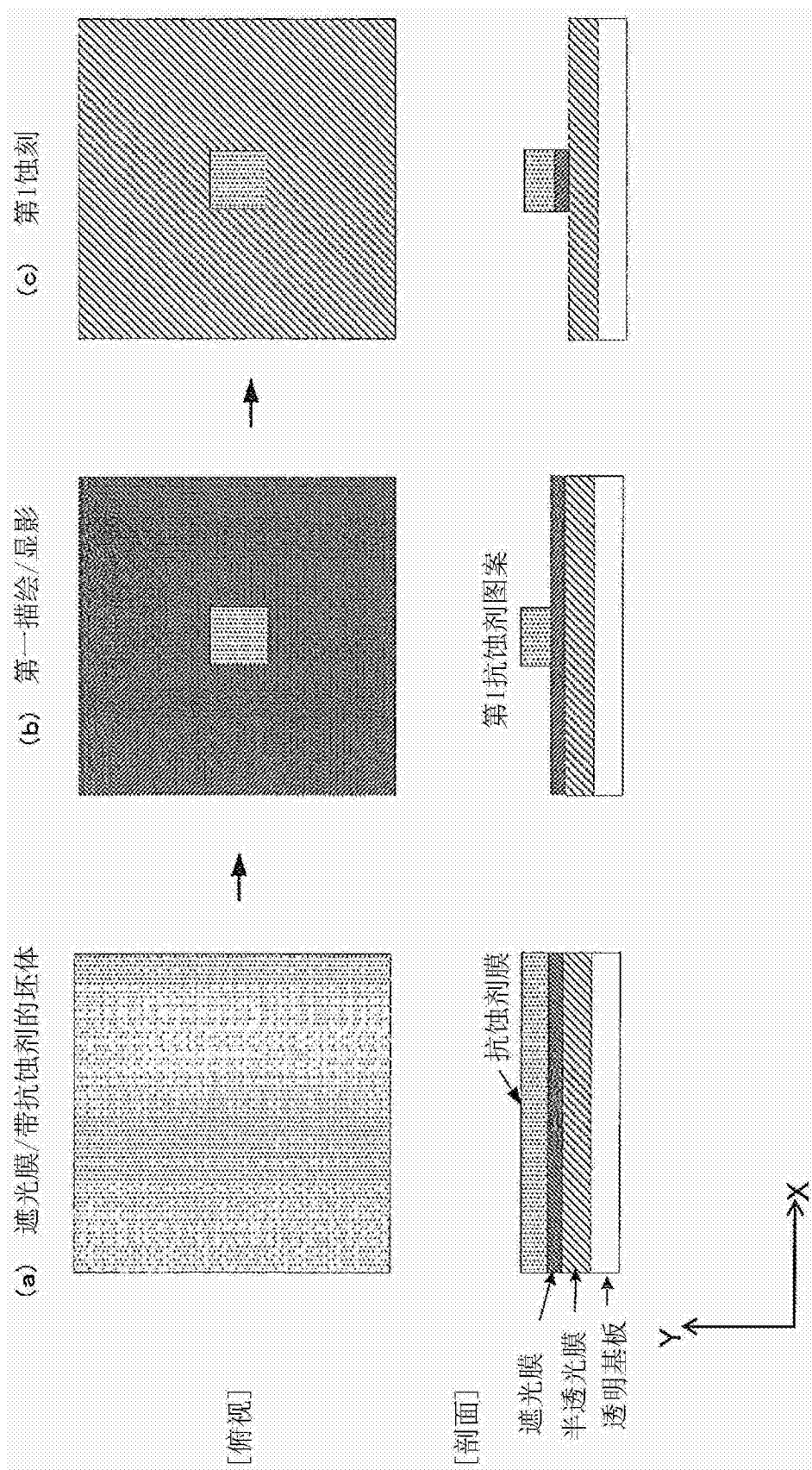


图4

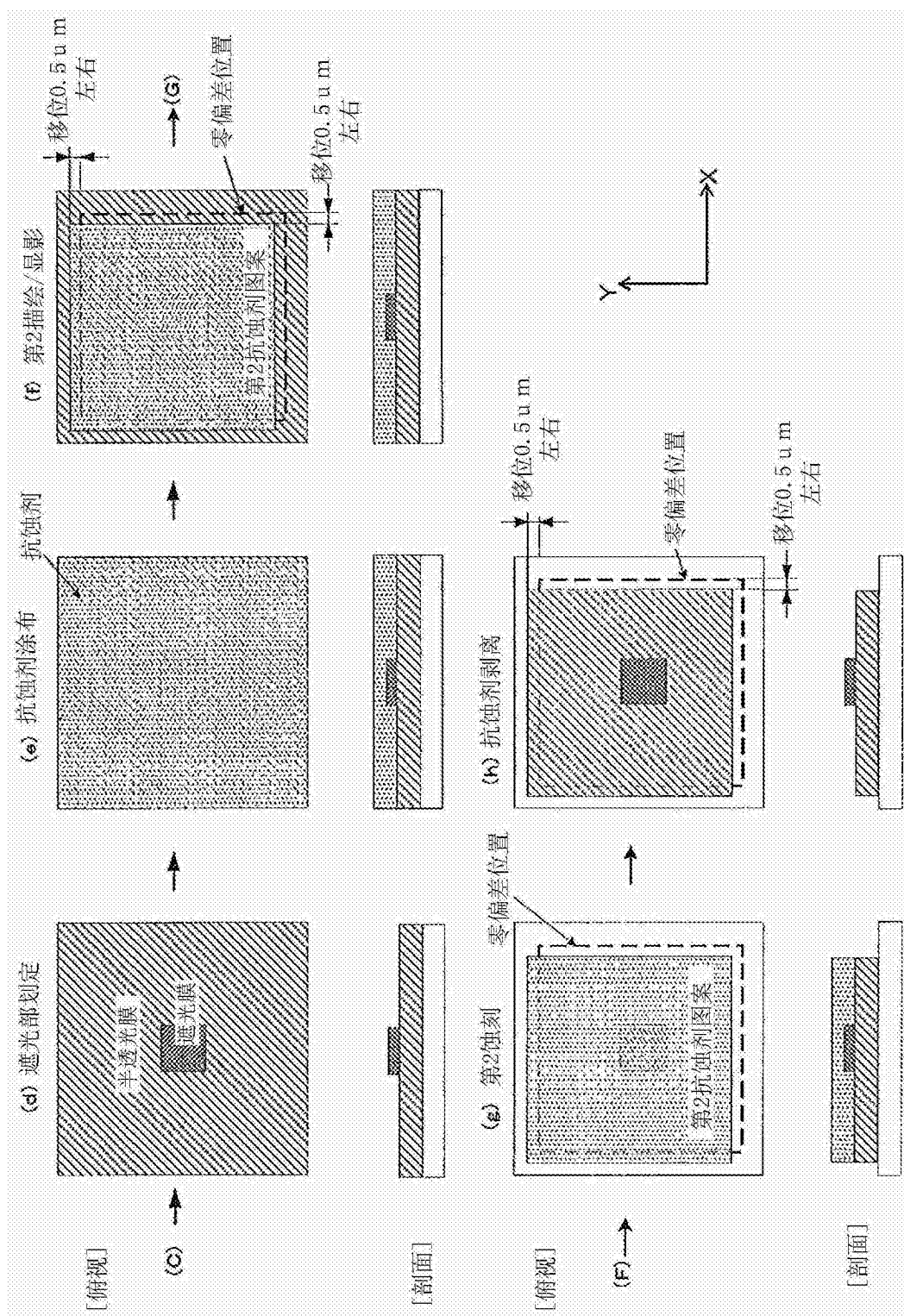


图5

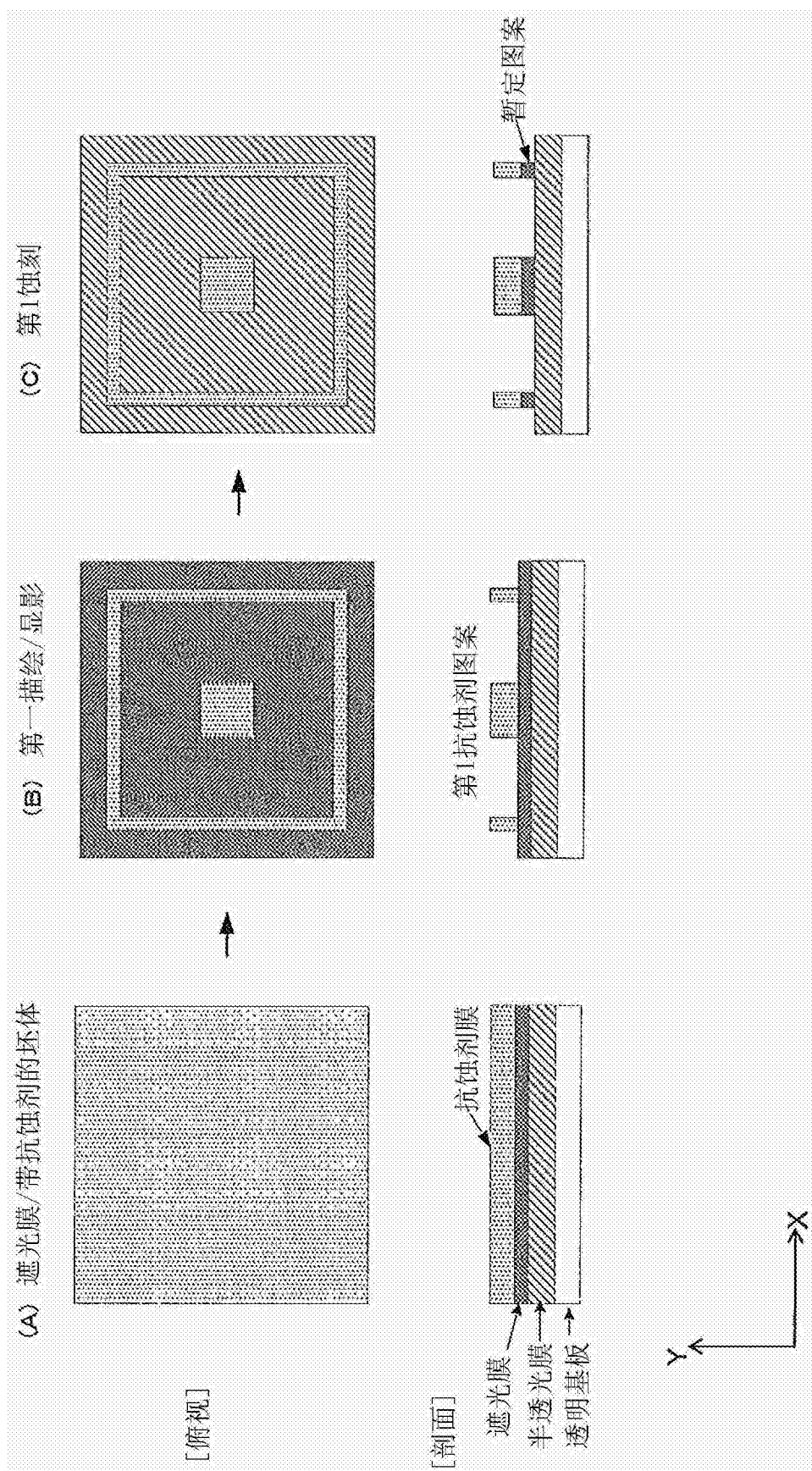


图6

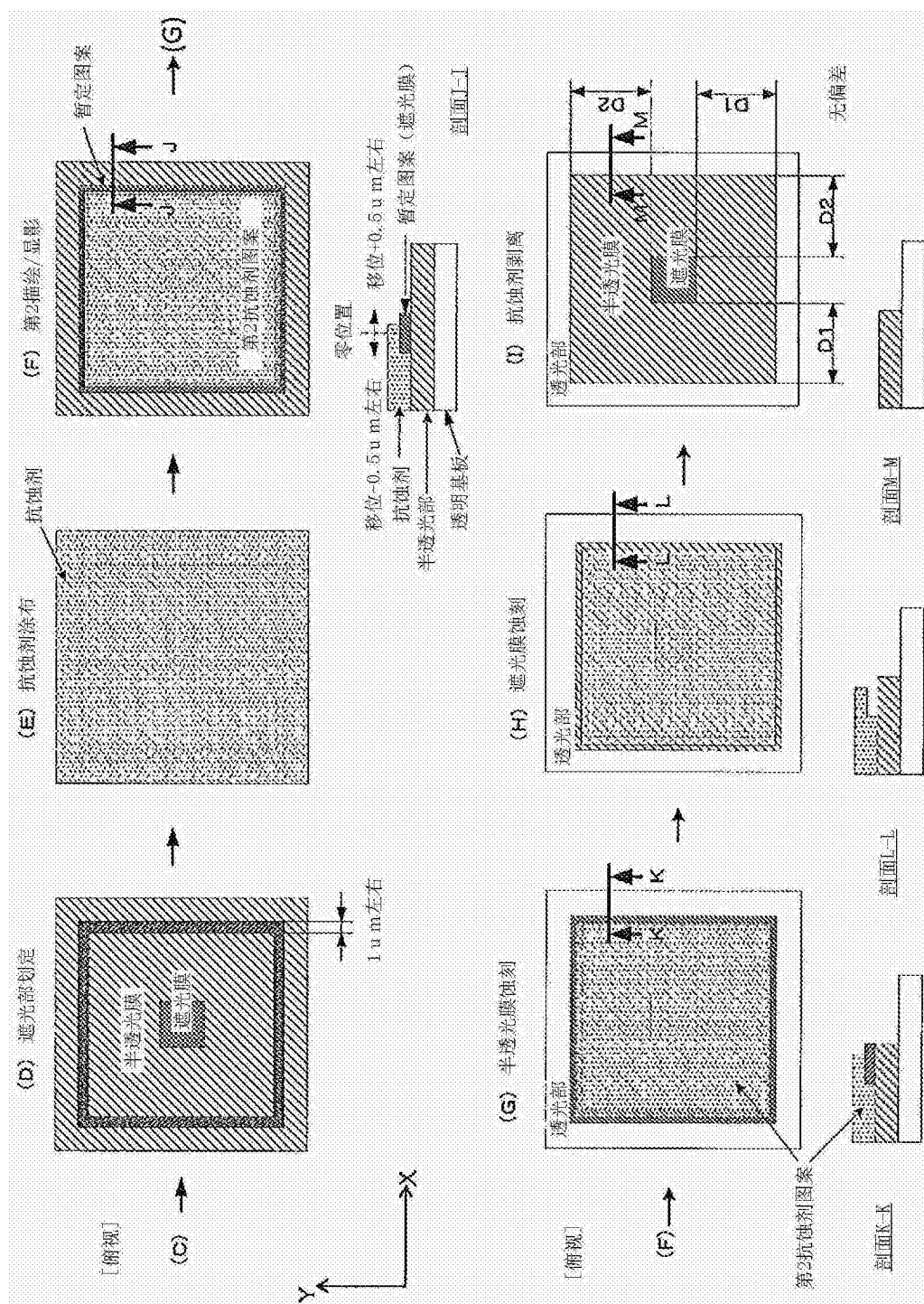


图7

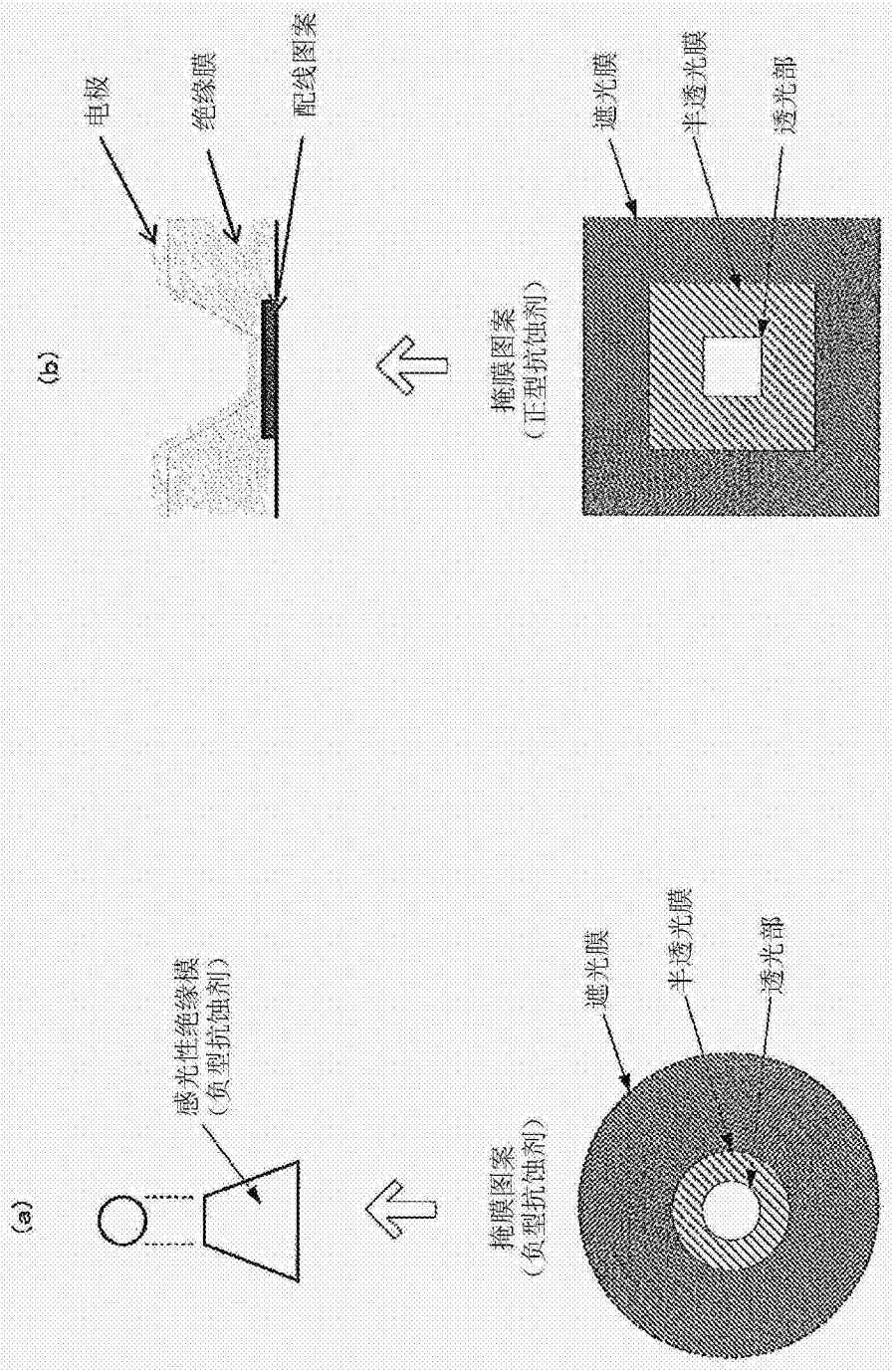


图8