



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111624849 A  
(43)申请公布日 2020.09.04

(21)申请号 202010114945.1

(22)申请日 2020.02.25

(30)优先权数据

2019-033681 2019.02.27 JP

(71)申请人 HOYA株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 李锡薰 柳敏相 薛宰勋

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 孟伟青 褚瑶杨

(51)Int.Cl.

G03F 1/54(2012.01)

G03F 1/80(2012.01)

G03F 1/26(2012.01)

权利要求书1页 说明书10页 附图6页

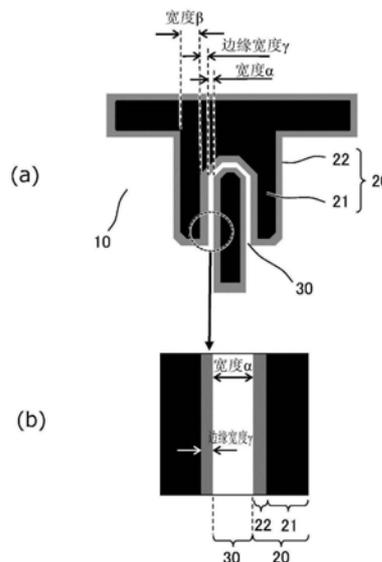
(54)发明名称

光掩模、光掩模的制造方法和显示装置的制造方法

(57)摘要

本发明提供光掩模、光掩模的制造方法和显示装置的制造方法,提供一种能够将微细的图案可靠稳定地转印到被转印体上的光掩模。显示装置制造用的光掩模具有包含透光部(10)、遮光部(20)和半透光部(30)的转印用图案。透光部(10)通过使透明基板露出而成。遮光部(20)具有:在透明基板上至少形成有遮光膜的完全遮光部(21);和与完全遮光部(21)的外缘接触形成、在透明基板上形成半透光性的边缘形成膜而成的宽度 $\gamma$ 的边缘部(22)。半透光部(30)被遮光部(20)夹在中间,使透明基板以规定宽度 $\alpha$ 露出而成。宽度 $\alpha$ 设定成半透光部(30)的曝光光透过率小于透光部(10)的曝光光透过率。对边缘形成膜而言,对于曝光光的代表波长的光的透过率 $Tr$ 为5~60%,并且对于代表波长的光的相移量为90度以下。

CN 111624849 A



1. 一种光掩模,其为显示装置制造用的光掩模,为了通过曝光而在被转印体上形成具有2个以上的不同残膜值的抗蚀剂图案,该光掩模具有包含透光部、遮光部和半透光部的转印用图案,

所述透光部通过使透明基板露出而成,

所述遮光部具有:

在所述透明基板上至少形成有遮光膜的完全遮光部,和

宽度 $\gamma$ 的边缘部,该边缘部与所述完全遮光部的外缘接触而形成,并且是在所述透明基板上形成半透光性的边缘形成膜而成的;

所述半透光部被所述遮光部夹在中间,使所述透明基板以规定宽度 $\alpha$ 露出而成,

所述宽度 $\alpha$ 被设定成所述半透光部的曝光光透过率小于所述透光部的曝光光透过率,

对所述边缘形成膜而言,对于曝光光的代表波长的光的透过率 $T_r$ 为5%~60%,并且对于所述代表波长的光的相移量为90度以下。

2. 如权利要求1所述的光掩模,其中,所述边缘部的宽度 $\gamma$ 满足 $0.1\mu\text{m} \leq \gamma < 1.0\mu\text{m}$ 。

3. 如权利要求1或2所述的光掩模,其中,所述转印用图案利用显示装置制造用的曝光装置与所述半透光部对应地在被转印体上形成图案宽度为 $1\mu\text{m} \sim 4\mu\text{m}$ 的空白图案。

4. 如权利要求1或2所述的光掩模,其中,所述转印用图案用于通过显示装置制造用的曝光装置利用300nm~500nm的范围内的宽波长光源进行曝光。

5. 如权利要求1或2所述的光掩模,其中,所述转印用图案为薄膜晶体管制造用图案,所述半透光部与薄膜晶体管的沟道部对应。

6. 一种制造权利要求1或2所述的光掩模的光掩模的制造方法,该制造方法是为了通过曝光而在被转印体上形成具有2个以上的不同残膜值的抗蚀剂图案,具有包含透光部、遮光部和半透光部的转印用图案的光掩模的制造方法,

该光掩模的制造方法具有下述工序:

准备在透明基板上依次层积边缘形成膜和遮光膜的光掩模坯的工序;

第1图案化工序,使用形成于所述遮光膜上的抗蚀剂图案作为蚀刻掩模,使用遮光膜用的蚀刻剂将所述遮光膜图案化;

第2图案化工序,使用所述边缘形成膜用的蚀刻剂,将所述边缘形成膜图案化;

第3图案化工序,使用所述抗蚀剂图案作为蚀刻掩模,使用遮光膜用的蚀刻剂,对所述遮光膜进行侧面蚀刻;和

剥离工序,将所述抗蚀剂图案剥离。

7. 一种显示装置的制造方法,该显示装置的制造方法具有下述工序:

准备权利要求1或2所述的光掩模的工序;和

使用显示装置制造用的曝光装置将所述光掩模曝光,由此将所述转印用图案转印到被转印体上的工序。

8. 如权利要求7所述的显示装置的制造方法,其中,所述显示装置包含薄膜晶体管。

## 光掩模、光掩模的制造方法和显示装置的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于制造电子器件的光掩模,特别是适合于显示装置制造用的光掩模及其制造方法。另外,本发明涉及使用了上述光掩模的显示装置的制造方法。此处,显示装置包括用于构成最终的显示装置产品的器件。

### 背景技术

[0002] 例如,专利文献1中记载了一种多灰度光掩模,其具有对曝光光进行遮光的遮光区域、使曝光光透过的透光区域、和使曝光光的一部分透过的半透光区域。使用这种多灰度光掩模在被转印体上的抗蚀剂膜(正型光致抗蚀剂)上转印所期望的图案时,隔着半透光区域照射的曝光光的光量少于隔着透光区域照射的曝光光的光量。因此,若对抗蚀剂膜进行显影,则根据所照射的光量形成抗蚀剂膜的残膜值(残膜的厚度)不同的抗蚀剂图案。即,隔着多灰度光掩模的半透光区域照射有曝光光的区域的抗蚀剂残膜值小于隔着遮光区域照射有曝光光的区域的抗蚀剂残膜值。

[0003] 这样,若使用能够形成抗蚀剂残膜值根据区域而不同的抗蚀剂图案的多灰度光掩模,则在显示装置的制造中能够减少所使用的光掩模的片数,能够提高生产效率,降低成本。

[0004] 上述多灰度光掩模被用于适用于液晶显示装置或有机EL(电致发光)显示装置等显示装置的薄膜晶体管(TFT)的制造中。这种情况下,能够利用一个光掩模,通过一次光刻工序形成TFT的源极·漏极(S/D)和位于其间的沟道区。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2010-197800号公报

### 发明内容

[0008] 发明所要解决的课题

[0009] 目前,在显示装置中,随着像素密度的增加,高清晰度的趋势显著。另外,在便携终端中,特别要求亮度、省电的性能。并且,为了实现这些性能,对制造工序中使用的光掩模的图案也强烈要求微细化。

[0010] 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)制造用光掩模领域中,为了获得高分辨率,将高数值孔径NA(例如超过0.2的NA)的光学系统应用于曝光装置中,曝光光的短波长化逐步推进。其结果,在该领域中,大多使用KrF、ArF的准分子激光器(分别为248nm、193nm的单一波长)。

[0011] 另一方面,在显示装置制造用的平版印刷领域中,为了提高分辨率,不存在应用上述方法的趋势。例如该领域中使用的曝光装置所具有的光学系统的NA(数值孔径)为0.08~0.15左右。另外,曝光光源也主要使用i射线、h射线、或者g射线,通过使用具有主要包含这些射线的波长区域的光源,获得用于照射大面积(例如主表面的一边为300~2000mm的四边

形)的光量,重视生产效率、成本的倾向强。

[0012] 作为提高生产效率的有效手段,专利文献1中记载的多灰度光掩模非常有用。例如,控制显示装置的驱动的TFT、即形成S/D(源极·漏极)和沟道的工序在显示装置的生产工序中是重要的部分,能够使用多灰度光掩模。另一方面,伴随着对便携终端的画质、操作速度、省电等的强烈需求,图案微细化的需求显著。例如,上述TFT中的沟道宽度(channel length)的设计尺寸具有日益微细化的倾向。

[0013] 因此,强烈需要能够可靠且有效地转印这种难度高的图案的光掩模。

[0014] 因此,本发明人对下述手段进行研究,由此完成了本发明,该手段利用作为显示装置制造用所用的曝光装置的性能,并对光掩模搭载新的功能,由此能够将比以往更微细的图案可靠稳定地转印到被转印体上,能够形成具有良好廓线的抗蚀剂图案。

[0015] 用于解决课题的手段

[0016] (第1方式)

[0017] 本发明的第1方式为一种光掩模,其为显示装置制造用的光掩模,为了通过曝光而在被转印体上形成具有2个以上的不同残膜值的抗蚀剂图案,该光掩模具有包含透光部、遮光部和半透光部的转印用图案,

[0018] 上述透光部通过使透明基板露出而成,

[0019] 上述遮光部具有:

[0020] 在上述透明基板上至少形成有遮光膜的完全遮光部;和

[0021] 宽度 $\gamma$ 的边缘部,该边缘部与上述完全遮光部的外缘接触而形成,并且使是在上述透明基板上形成半透光性的边缘形成膜而成的,

[0022] 上述半透光部被上述遮光部夹在中间,使上述透明基板以规定宽度 $\alpha$ 露出而成,

[0023] 上述宽度 $\alpha$ 被设定成上述半透光部的曝光光透过率小于上述透光部的曝光光透过率,

[0024] 对上述边缘形成膜而言,对于曝光光的代表波长的光的透过率 $Tr$ 为5~60%,并且对于上述代表波长的光的相移量为90度以下。

[0025] (第2方式)

[0026] 本发明的第2方式为上述第1方式所述的光掩模,其中,上述边缘部的宽度 $\gamma$ 满足 $0.1\mu\text{m} \leq \gamma < 1.0\mu\text{m}$ 。

[0027] (第3方式)

[0028] 本发明的第3方式为上述第1或第2方式所述的光掩模,其中,上述转印用图案利用显示装置制造用的曝光装置与上述半透光部对应地在被转印体上形成图案宽度为1~4 $\mu\text{m}$ 的空白图案。

[0029] (第4方式)

[0030] 本发明的第4方式为上述第1~第3方式中任一方式所述的光掩模,其中,上述转印用图案用于通过显示装置制造用的曝光装置利用300~500nm的范围内的宽波长光源进行曝光。

[0031] (第5方式)

[0032] 本发明的第5方式为上述第1~第4方式中任一方式所述的光掩模,其中,上述转印用图案为薄膜晶体管制造用图案,上述半透光部与薄膜晶体管的沟道部对应。

[0033] (第6方式)

[0034] 本发明的第6方式为一种制造上述第1~第5方式中任一方式所述的光掩模的光掩模的制造方法,该制造方法是为了通过曝光而在被转印体上形成具有2个以上的不同残膜值的抗蚀剂图案,具有包含透光部、遮光部和半透光部的转印用图案的光掩模的制造方法,

[0035] 该光掩模的制造方法具有下述工序:

[0036] 准备在透明基板上依次层积边缘形成膜和遮光膜的光掩模坯的工序;

[0037] 第1图案化工序,使用形成于上述遮光膜上的抗蚀剂图案作为蚀刻掩模,使用遮光膜用的蚀刻剂将上述遮光膜图案化;

[0038] 第2图案化工序,使用上述边缘形成膜用的蚀刻剂,将上述边缘形成膜图案化;

[0039] 第3图案化工序,使用上述抗蚀剂图案作为蚀刻掩模,使用遮光膜用的蚀刻剂,对上述遮光膜进行侧面蚀刻;和

[0040] 剥离工序,将上述抗蚀剂图案剥离。

[0041] (第7方式)

[0042] 本发明的第7方式为一种显示装置的制造方法,该显示装置的制造方法具有下述工序:

[0043] 准备上述第1~第5方式中任一方式所述的光掩模的工序;和

[0044] 使用显示装置制造用的曝光装置将上述光掩模曝光,由此将上述转印用图案转印到被转印体上的工序。

[0045] (第8方式)

[0046] 本发明的第8方式为上述第7方式所述的显示装置的制造方法,其中,上述显示装置包含薄膜晶体管。

[0047] 发明的效果

[0048] 根据本发明,在将光掩模所具有的转印用图案转印到被转印体上时,能够稳定地形成具有优异廓线的光学图像,有助于显示装置的性能提高及成品率提高。

## 附图说明

[0049] 图1是示例出本发明的一个实施方式的光掩模的主要部分的说明图,(a)是示出转印用图案的示例的图,(b)是该转印用图案的部分放大图。

[0050] 图2是示出转印用图案的示例的说明图,(a)是示出比较例1的光掩模的图案例的图,(b)是示出参考例1的光掩模的图案例的图,(c)是示出本发明的实施例1的光掩模的图案例的图。

[0051] 图3是示出用于评价本发明的实施例1的光掩模的转印性能的模拟结果的说明图,(d-1)和(d-2)是示出关于比较例1的模拟结果的图,(d-3)和(d-4)是示出关于参考例1和实施例1的模拟结果的图。

[0052] 图4是示例出形成于被转印体上的抗蚀剂图案的侧截面图。

[0053] 图5是示出本发明的一个实施方式的光掩模的制造方法的步骤的说明图,(a)是示出光掩模坯的示例的图,(b)是示出图案描绘的示例的图,(c)是示出第1和第2蚀刻的示例的图,(d)是示出第3蚀刻的示例的图,(e)是示出抗蚀剂图案剥离的示例的图。

[0054] 图6是示例出形成于现有的光掩模的转印用图案(沟道宽度 $5.0\mu\text{m}$ ,半透光膜透过

率 $Tr:40\%$ )的说明图,(a)是示出转印用图案的示例的图,(b)是示出通过该转印用图案形成于被转印体上的光学图像(转印图像)的示例的图。

### 具体实施方式

[0055] 以下,对本发明的光掩模及其制造方法的实施方式进行说明。

[0056] 图6的(a)示例出上述专利文献1中记载的、用于制造TFT的沟道·S/D层(以下也简称为“S/D层”)的光掩模中形成的转印用图案(沟道宽度 $5.0\mu\text{m}$ )。该光掩模是具备遮光部120、半透光部130以及透光部110的多灰度光掩模。半透光部130使用了透过率 $Tr$ 为 $40\%$ 的半透光膜。另外,利用曝光装置( $NA=0.08$ 、相干因子 $\sigma=0.8$ 、i射线:h射线:g射线=1:1:1)对其进行曝光时,形成于被转印体上的光学图像(转印图像)为图6的(b)。在图6(b)中,到达的光量多的部分用亮色(白色~灰色)表示,到达的光量少的部分用暗色(黑色)表示。

[0057] 但是,根据本发明人的研究,这样仅对在沟道区的透明基板形成有半透光膜的多灰度光掩模进行曝光,将其转印用图案转印到被转印体上时,形成于该被转印体上的抗蚀剂图案的形状会产生问题。即,在该光掩模中,具有与沟道区的宽度相等的宽度的半透光膜被遮光部120夹在中间而形成,因此,在抗蚀剂图案的与沟道区对应的部分的端部(边缘部),在抗蚀剂图案的侧面产生显著的倾斜(slope)。并且,将这样的抗蚀剂图案作为蚀刻掩模,对形成于显示面板基板等的表面的膜(加工对象的薄膜)进行加工时,不容易在该膜形成微细且精致的CD(临界尺寸:图案宽度)。因此,可知难以稳定地形成微细尺寸的沟道部。

[0058] 因此,本发明人研究了根据形成沟道部的光掩模所具有的转印用图案的形状,在被转印体上形成何种光学图像(光强度分布)。例如,若可得到能形成侧面形状更接近垂直(后述的倾斜角 $\theta$ 大,接近 $90^\circ$ )的抗蚀剂图案的光掩模,则能够更稳定可靠地形成具有微细宽度的图案(例如宽度更小的沟道部)。此外,若能够将抗蚀剂图案的侧面的倾斜角 $\theta$ 微调至 $90^\circ$ 以下的所期望的值,则能够以良好的精度形成微细的图案,并且能够形成可微调CD的抗蚀剂图案。

[0059] 图1中示例出本发明的一个实施方式的光掩模的主要部分。

[0060] 该光掩模是所谓的多灰度光掩模(也称为灰度光掩模、灰阶掩模等),其通过使用曝光装置进行曝光,在被转印体上形成具有2个以上的不同残膜值的抗蚀剂图案。

[0061] 另外,此处,作为示例,例如示出用于通过一次光刻工序形成在显示装置(液晶显示装置或有机EL显示装置等)中所利用的TFT的S/D层的图案设计。

[0062] 该光掩模所具有的转印用图案形成于透明基板上,具有透光部10、遮光部20和半透光部30。即,为具有3灰度以上的灰度的光掩模。

[0063] 本发明的光掩模能够与该半透光部30对应地、在被转印体(显示面板基板等)上的上述转印用图案的位置形成图案宽度为 $1\sim 4\mu\text{m}$ 左右的空白图案。例如,能够用作形成该尺寸的沟道宽度( $C_p(\mu\text{m})$ )的光掩模。本实施方式中,假定形成低于 $3\mu\text{m}$ 的微细沟道宽度来进行说明。例如,能够用于满足 $1\leq C_p<3(\mu\text{m})$ 、更具体而言 $1.5\leq C_p<3(\mu\text{m})$ 的TFT的制造。

[0064] 透光部10通过使透明基板表面露出而形成。该部分是针对曝光装置的分辨性能具有足够大的尺寸的部分。例如,具有超过 $5\mu\text{m}$ 的尺寸,更具体而言,具有超过 $10\mu\text{m}$ 的尺寸。

[0065] 遮光部20具有规定宽度 $\beta(\mu\text{m})$ 的完全遮光部21和规定宽度 $\gamma(\mu\text{m})$ 的边缘部22。完全遮光部21通过在透明基板上形成遮光膜而成。边缘部22按照与完全遮光部21的外缘接触

的方式在上述透明基板上形成边缘形成膜而成。

[0066] 其中,完全遮光部21通过在透明基板上至少形成遮光膜而成。遮光膜的光学密度OD(Optical Density)为2以上、更优选为3以上。完全遮光部21可以层积有遮光膜和其他膜。例如,在遮光膜的下层侧或上层侧可以层积有边缘形成膜(后述)。优选依次层积有边缘形成膜和遮光膜。

[0067] 完全遮光部21的宽度 $\beta$ 优选为 $1.5\mu\text{m}$ 以上。若宽度 $\beta$ 过窄,难以作为完全遮光部21发挥功能。完全遮光部21的宽度 $\beta$ 更优选为 $2\mu\text{m}$ 以上,例如为 $1.5\sim 4\mu\text{m}$ 、更具体而言为 $2.0\sim 3.5\mu\text{m}$ 。

[0068] 遮光部20中的边缘部22通过在透明基板上形成部分透过曝光光的半透光性的边缘形成膜而成。边缘部22沿着完全遮光部21的外缘以规定宽度(以下为边缘宽度) $\gamma$ 形成。

[0069] 边缘宽度 $\gamma$ 能够设为 $0.1\leq\gamma<1.0(\mu\text{m})$ 。边缘宽度 $\gamma$ 更优选能够设为 $0.1\leq\gamma<0.5(\mu\text{m})$ 。

[0070] 若边缘宽度 $\gamma$ 过宽,具有下述倾向:后述的倾斜角 $\theta$ 的改善效果减小,难以形成更微细的沟道,或者容易导致形成于被转印体上的抗蚀剂图案的膜厚的损失。若边缘宽度 $\gamma$ 过小,在转印时,后述的DOF(焦点深度)的提高效果不充分。

[0071] 边缘宽度 $\gamma$ 进一步优选能够设为 $0.2\leq\gamma<0.4(\mu\text{m})$ 。

[0072] 图1中,与完全遮光部21的全部外缘接触地形成有边缘部22。其中,若至少在遮光部20的与半透光部30相邻的区域形成有边缘部22,则在除此以外的区域的外缘可以不必形成边缘部22。即,优选在完全遮光部21的外缘中的与TFT的沟道部对应的区域形成有边缘部22。更优选边缘部22具有上述的宽度,与光掩模面内的完全遮光部21的全部外缘接触地以均匀的宽度形成。

[0073] 作为用于形成边缘部22的边缘形成膜的曝光光透过率 $\text{Tr}(\%)$ ,能够适用 $5\leq\text{Tr}\leq 60(\%)$ 。这是以透明基板为基准(100%)的透过率,是对于曝光光中包含的光的代表波长的透过率。

[0074] 曝光光透过率 $\text{Tr}$ 优选满足 $5\leq\text{Tr}<40(\%)$ 、更优选满足 $5\leq\text{Tr}<30(\%)$ 。

[0075] 若透过率 $\text{Tr}$ 的值过小,会产生用于获得所期望的沟道宽度的 $E_{\text{op}}$ (必要曝光量)变大的不良情况。另外,若透过率 $\text{Tr}$ 的值过大,则难以在被转印体上形成微细的沟道宽度。

[0076] 但是,透过率 $\text{Tr}$ 在上述范围内大至一定程度时(例如, $20\leq\text{Tr}\leq 40(\%)$ ),形成于被转印体上的抗蚀剂图案的截面倾斜变小,在希望微调后述倾斜角 $\theta$ 的情况下具有优点。

[0077] 此处,作为曝光光,应用具有 $300\sim 500\text{nm}$ 的范围内的波长的光,具体而言,优选包含i射线、h射线、g射线中的任一者。更具体而言,能够使用包含多个波长的光源(也称为宽波长光源),例如,有时使用包含i射线、h射线和g射线中的2波长或全部3波长的波长区域的光源。这从显示装置的生产效率的方面出发是优选的。其中,代表波长能够为曝光光中包含的波长区域的任一波长,例如能够为i射线。

[0078] 另外,用于形成边缘部22的边缘形成膜对于曝光光的相移量为 $90$ 度以下,更优选为 $3\sim 60$ 度。本发明的光掩模可抑制透光部10与边缘部22的透过光由于相互的干涉而相抵的现象,不会产生使曝光所需的辐射量(剂量)增加的不良情况。

[0079] 半透光部30使透明基板以规定宽度露出而成。如图1所示,半透光部30被遮光部20夹在中间,更具体而言,被遮光部20所具有的边缘部22从相向的2个方向夹在中间而形成。

[0080] 半透光部30的宽度 $\alpha$  ( $\mu\text{m}$ ) 被设定成,在利用显示装置制造用的曝光装置将光掩模曝光时,半透光部30的曝光光透过率小于上述透光部10。即,半透光部30在构成上与透光部10同样地使透明基板表面露出而成,但其透过光在被转印体上形成的光强度分布的峰低于透光部10的透过光产生的光强度,因此作为半透光部30发挥功能。因此,将具有充分宽度的透光部10的透过率设为100%,将与半透光部30对应的区域的被转印体上形成的透过率分布的峰设为 $T_a$  (%)时, $T_a$ 能够为30~70%,更优选为40~60%。

[0081] 半透光部30的宽度 $\alpha$ 例如能够满足 $0.8 \leq \alpha < 3.0$  ( $\mu\text{m}$ ),更具体而言,能够满足 $1.0 \leq \alpha < 2.0$  ( $\mu\text{m}$ )。

[0082] 这种宽度对于在曝光时作为半透光部30发挥功能有效。并且,利用这种半透光部30,能够稳定地形成窄宽度的图案(此处,形成于被转印体上的沟道部的宽度)。

[0083] 另外,根据需要,通过对边缘宽度 $\gamma$ 和边缘形成膜的透过率 $T_r$ 进行微调,能够将形成于被转印体上的抗蚀剂图案的截面倾斜角度(后述的倾斜角 $\theta$ )调整为所期望的值,能够容易地得到所要得到的微细的CD。

[0084] 通过具有这种半透光部30的本发明的光掩模,能够在被转印体上形成具有上述沟道宽度 $C_p$ 的TFT。

[0085] 需要说明的是,本说明书所附的附图是为了易于理解的示意图,图案的尺寸等与实际比例未必一致。

[0086] 本发明的光掩模的用途没有特别限制。例如为LCD(液晶显示器)或有机EL显示器用的薄膜晶体管(TFT)制造用,特别能够有利地用于通过1次光刻工序对S/D层和半导体层进行加工时使用的多灰度光掩模。

[0087] 以下,在实施例1中示出具有上述边缘部22的光掩模具有何种转印性能。需要说明的是,为了比较,还一并示出了比较例和参考例。

[0088] (实施例)

[0089] 为了确认本发明的光掩模的作用效果,对图2所述的光掩模进行了以下的光学模拟。图2的(a)~(c)所示的3个光掩模分别具有遮光部、透光部、半透光部,具有用于形成TFT用的S/D·沟道部的设计。遮光部的光学密度OD(Optical Density)为3以上,透光部通过使透明基板露出而成,其尺寸相对于曝光机的分辨极限足够大。半透光部的构成分别如下构成。

[0090] 图2的(a)示出比较例1的光掩模。该光掩模具有与专利文献1同样的构成,即具有在透明基板上形成有遮光膜的遮光部120、透明基板露出的透光部110、以及在透明基板上形成半透光膜而成的半透光部130。该光掩模中使用的半透光膜的曝光光透过率 $T_r$ 为55%,半透光部130的宽度 $d_1$ 为 $4.5\mu\text{m}$ 。另外,半透光膜的相移量为0度。

[0091] 图2的(b)示出参考例1的光掩模。该光掩模具有与比较例1同样的遮光部220、透光部210,另一方面具有透明基板露出的半透光部230。半透光部230的宽度 $d_2$ 设定为 $2.15\mu\text{m}$ ,以使半透光部230的曝光光透过率低于透光部210的透过率。

[0092] 图2的(c)示出本发明的实施例1的光掩模。如上所述,该光掩模在透明基板上具有遮光部20、透光部10和半透光部30,遮光部20具有完全遮光部21和边缘部22而构成。

[0093] 此处,半透光部30的宽度 $\alpha$ 为 $2.00\mu\text{m}$ ,使透明基板露出而形成。另外,关于遮光部20的边缘部22,边缘宽度 $\gamma$ 为 $0.2\mu\text{m}$ ,边缘形成使用了透过率 $T_r$ 为10%的半透光膜(即边缘形

成膜)。边缘形成膜的相移量设为零。

[0094] 模拟的条件以及评价项目如下所述(参照图3)。

[0095] (模拟条件)

[0096] • 曝光光学系统:  $NA=0.085$ 、 $\sigma=0.9$  (假定显示装置制造用的等倍投影曝光装置)

[0097] • 曝光波长的强度: i射线:h射线:g射线=1:0.8:0.95

[0098] (评价项目)

[0099] (1) 面板CD ( $\mu\text{m}$ )

[0100] 形成于被转印体上的抗蚀剂图案(参照图4)具有与沟道部对应的“谷”的截面形状。此处,将未曝光部的初始设定抗蚀剂厚度设为 $24000\text{\AA}$ ,将半透光部的中央(相当于与沟道部对应的区域的宽度的中心,在图4中表示为M)位置的目标抗蚀剂残膜值(图4的Z)设为 $6800\text{\AA}$ 。

[0101] 另外,在谷的两侧存在2处该抗蚀剂图案的厚度为 $12000\text{\AA}$ (即,相对于未曝光部的厚度为1/2)的部分,将它们连接而成的直线的长度作为与在被转印体上得到的沟道宽度 $C_p$ 对应的长度,求出其尺寸,作为面板CD ( $\mu\text{m}$ )。

[0102] 即,光掩模使用者在使用本实施方式的光掩模形成沟道部时,假定将被转印体上形成的抗蚀剂图案减小至1/2的厚度。

[0103] (2) 求出上述抗蚀剂图案的残膜值为 $12000\text{\AA}$ (相对于未曝光部的厚度为1/2)的部分的抗蚀剂图案截面的倾斜角 $\theta$ 。

[0104] (3) DOF (焦点深度、 $\mu\text{m}$ )

[0105] 求出用于在被转印体上相对于目标尺寸在 $\pm 10\%$ 的范围进行转印的散焦范围。

[0106] (4) EL (Exposure Latitude: 曝光宽容度)

[0107] 求出用于在被转印体上相对于目标尺寸在 $\pm 10\%$ 的范围进行转印的曝光能量的变化量。

[0108] (评价结果)

[0109] 将模拟的结果示于图3的(d-1)~(d-4)中。

[0110] 首先,在转印图2的(a)所示的比较例1的光掩模时,形成于被转印体上的图案的面板CD超过 $3.39\mu\text{m}$ ,可知难以形成更微细的CD部分(例如TFT沟道)。另外,认为形成于被转印体上的抗蚀剂图案的倾斜角 $\theta$ 小,截面的倾斜显著是有关系的(参照图3的(d-1)、(d-2))。

[0111] 图2(b)中示出了参考例1,其中,代替比较例1中在半透光部130的整个区域形成的半透光膜,使透明基板以微细的规定宽度露出而形成了半透光部230。在转印参考例1的光掩模时,可知能够与比较例1相比大幅减小面板CD的数值,实现微细的CD。另外,可知还能抑制抗蚀剂图案的截面倾斜(参照图3的(d-3)、(d-4))。

[0112] 但是,可知,参考例1中,DOF的值低,曝光装置对于散焦的裕度窄(参照图3的(d-4))。

[0113] DOF是满足CD的允许范围的散焦的允许范围,与光掩模、被转印体基板的平坦度有关。特别是,在显示装置制造中,光掩模的尺寸大(例如主表面的一边为 $300\sim 2000\text{mm}$ 的四边形),而且成为被转印体的面板基板等也更大(例如主表面的一边为 $1000\sim 3400\text{mm}$ 的四边形),因此难以将其加工成理想的平面,平坦度容易产生偏差。换言之,为了获得平坦度优异的基板,要耗费大量的工时和成本。因此,确保对于散焦的裕度极其重要。

[0114] 接着,使用图2的(c)所示的本发明的实施例1的光掩模,与参考例1同样地,对获得约 $2.4\mu\text{m}$ 左右的面板CD的情况进行模拟。该光掩模中,与具有OD3以上的光学密度的完全遮光部21的外缘接触地形成有半透光性的边缘部22(参照图3的(d-3))。

[0115] 在利用实施例1的光掩模的转印图像中,与参考例1同样地能够形成约 $2.4\mu\text{m}$ 左右的极微细的TFT沟道,同时抗蚀剂图案截面的角度 $\theta$ 与比较例1相比足够大(接近垂直),因此CD的偏差小,能够减小面内的CD分布(参照图3的(d-4))。

[0116] 另外,实施例1的光掩模的DOF的值超过 $48\mu\text{m}$ ,对于曝光时的散焦具有足够的裕度(参照图3的(d-4))。

[0117] 另外,与比较例1、参考例1相比,曝光宽容度EL的数值显著提高(参照图3的(d-4))。

[0118] EL是对于曝光光引起的能量偏差的裕度,可知,通过使该数值大,能够得到CD精度更高的转印性能,能够较高地维持成品率。特别是,在显示装置制造用的曝光装置中,不容易以均匀的光量照射大面积,因此EL大的光掩模的意义很大。

[0119] 即,可知,若使用本发明的光掩模,能够将具有面板CD低于 $2.5\mu\text{m}$ 的微细CD的图案形成于被转印体上,并且此时的曝光光量、焦点的裕度大,有助于生产稳定性及成品率。这意味着,将本发明的光掩模所具有的转印用图案转印到被转印体上时,能够稳定地形成具有优异廓线的光学图像,有助于显示装置的性能提高及成品率提高。换言之,根据本发明的光掩模,利用作为显示装置制造用所用的曝光装置的性能,并对光掩模搭载新的功能,由此能够将比以往更微细的图案可靠稳定地转印到被转印体上,能够形成具有良好廓线的抗蚀剂图案。

[0120] 本发明的光掩模可以通过下述制法进行制造。参照图5对该制造方法的步骤进行说明。

[0121] 1.准备光掩模坯。

[0122] 具体而言,在光掩模的制造时,首先准备图5的(a)所示的光掩模坯50。上述光掩模坯50在由玻璃等构成的透明基板51上依次形成有边缘形成膜52和遮光膜53,进而能够涂布有第1光致抗蚀剂膜(此处为正型)54。

[0123] 边缘形成膜52对于曝光光的代表波长的光具有对上述透过率 $Tr$ 所述的透过率。边缘形成膜52的相移量为90度以下、更优选为3~60度。

[0124] 边缘形成膜52优选由能够进行湿蚀刻的材料构成,另外,优选在与遮光膜材料之间具有蚀刻选择性。

[0125] 边缘形成膜52例如可以为Cr化合物(氧化物、氮化物、碳化物、氮氧化物、或者碳氮氧化物),或者也可以为Si的上述化合物。边缘形成膜52可以为Mo、W、Ta、Ti、Zr中的任一种金属的硅化物、或者该硅化物的上述化合物。作为边缘形成膜52的成膜方法,能够应用溅射法等公知的方法。

[0126] 在光掩模坯50的边缘形成膜52上形成遮光膜53。作为遮光膜53的成膜方法,同样能够应用溅射法等公知的手段。

[0127] 遮光膜53的材料可以为Cr或其化合物(氧化物、氮化物、碳化物、氮氧化物、或者碳氮氧化物),或者可以为包含Mo、W、Ta、Ti的金属的硅化物、或者该硅化物的上述化合物。

[0128] 但是,遮光膜53的材料优选与边缘形成膜52同样地能够进行湿蚀刻、并且对于边

缘形成膜52的材料具有蚀刻选择性的材料。即,优选的是,遮光膜53对于边缘形成膜52的蚀刻剂具有耐性,另外,边缘形成膜52对于遮光膜53的蚀刻剂具有耐性。

[0129] 2.通过描绘装置,基于规定的图案数据进行描绘。

[0130] 具体而言,如图5的(b)所示,对于光掩模坯50的第1光致抗蚀剂膜54进行图案描绘。图案描绘能够应用激光描绘。

[0131] 3.进行第1光致抗蚀剂膜54的显影、以及遮光膜53和边缘形成膜52的蚀刻。

[0132] 具体而言,如图5的(c)所示,将第1光致抗蚀剂膜54显影,形成在与透光部10(图1)和半透光部30(图1)对应的位置具有开口的抗蚀剂图案55。然后,将抗蚀剂图案55作为蚀刻掩模,使用遮光膜用蚀刻剂对遮光膜53进行蚀刻(第1蚀刻),形成遮光膜图案(第1图案化工序)。进而,将图案化的上述遮光膜图案作为蚀刻掩模,使用边缘形成膜用蚀刻剂对边缘形成膜52进行蚀刻(第2蚀刻),形成边缘形成膜图案(第2图案化工序)。在遮光膜53和边缘形成膜52各自的蚀刻中,根据材料使用公知的蚀刻剂。此时,优选应用湿蚀刻。由此,在与透光部10和半透光部30对应的部分使透明基板51露出。

[0133] 4.进行遮光膜53(遮光膜图案)的侧面蚀刻。

[0134] 具体而言,如图5的(d)所示,再次应用遮光膜材料用的蚀刻剂,使用上述抗蚀剂图案55作为蚀刻掩模,进行遮光膜53(遮光膜图案)的侧面蚀刻(第3蚀刻)(第3图案化工序)。由此形成边缘部22。

[0135] 5.将抗蚀剂图案55剥离。

[0136] 具体而言,如图5的(e)所示,将抗蚀剂图案55剥离除去。由此,完成在透明基板51上具有透光部10(图1)、遮光部20和半透光部30、其中遮光部20具有完全遮光部21和边缘部22而构成的光掩模。更详细而言,完成如下构成的光掩模:遮光部20具有至少形成有遮光膜53的完全遮光部21和由边缘形成膜52形成的边缘部22而构成,并且半透光部30被遮光部20夹在中间、使透明基板51露出而成、被设定成曝光光透过率小于透光部10的透过率。

[0137] 如上所述,本发明的光掩模优选将描绘工序仅设为1次来进行制造。另外,根据该制法,尽管需要对遮光膜53和边缘形成膜52这两个膜分别进行图案化,但不会发生多次描绘所引起的对准偏移,因此微细宽度的边缘部22能够在光掩模面内均匀地形成。

[0138] 本发明包括一种显示装置的制造方法,其包括:使用上述光掩模通过曝光装置进行曝光,将转印用图案转印到被转印体上。需要说明的是,此处所说的显示装置包括构成显示装置的一部分的模块或部件。

[0139] 利用曝光装置将本发明的光掩模曝光并进行显影,由此在被转印体上形成具有残膜值不同的部分的立体形状的抗蚀剂图案。例如,若使用正型抗蚀剂,在与透光部对应的位置未形成抗蚀剂残膜,在与遮光部对应的位置形成具有规定厚度H1的抗蚀剂残膜,在与半透光部对应的位置形成具有小于H1的厚度H2的抗蚀剂残膜。

[0140] 作为本制造方法中使用的曝光装置,能够利用NA为0.08~0.2、 $\sigma$ (相干因子)为0.5~0.9的等倍投影曝光方式的曝光装置。光源使用包含i射线、h射线、g射线中的任一者的光源,或者将它们中的多种进行合用,进而可以使用包含全部i射线、h射线、g射线的宽波长光源。

[0141] 另外,所使用的曝光装置的光源可以使用变形照明(此处,为遮蔽相对于光掩模垂直入射的光成分的光源,包括环形照明等倾斜入射光源),也可以通过非变形照明(不遮蔽

垂直入射的成分的通常照明) 获得发明的优异效果。

[0142] 应用本发明的光掩模的用途没有特别限制。本发明的光掩模能够为透过型的光掩模,其能够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。另外,作为通过一次光刻工序对TFT的S/D层与沟道进行加工的工序中使用的多灰度光掩模有用。

[0143] 根据本发明的光掩模,在以移动便携终端为代表的高清显示装置(所谓的平板显示器)的生产时,能够在实现图案微细化的同时,兼顾工序中的裕度确保这种极其重要的因素。

[0144] 以上对本发明的实施方式进行了具体说明,但本发明的技术范围不限于上述实施方式,可以在不脱离其主旨的范围内进行各种变更。

[0145] 即,关于本发明的光掩模的用途、构成及制法,只要无损本发明的作用效果,就不限于上述示例的情况。

[0146] 在无损本发明效果的范围内,应用本发明的光掩模可以使用附加的光学膜、功能膜。例如,为了防止遮光膜所具有的透光率对检查、光掩模的位置检测带来影响的不良情况,也可以为在转印用图案以外的区域形成遮光膜的构成。另外,也可以在半透光膜(边缘形成膜)、遮光膜的表面设置用于降低描绘光或曝光光的反射的抗反射层。也可以在半透光膜(边缘形成膜)的背面设置抗反射层。

[0147] 另外,例如,上述说明中,边缘形成膜和遮光膜使用了相互具有蚀刻选择性的材料。但是,两者均可以使用被同一蚀刻剂所蚀刻的材料。该情况下,两膜间能够存在对上述两膜的材料具有蚀刻选择性的物质作为蚀刻阻挡膜。例如,能够使遮光膜和边缘形成膜均为Cr系(在所含有的金属中,Cr具有最大的含量)膜,使蚀刻阻挡膜为Si系(包含Si化合物或金属硅化物化合物)膜。

[0148] 符号说明

[0149] 10…透光部、20…遮光部、21…完全遮光部、22…边缘部、30…半透光部、50…光掩模坯、51…透明基板、52…边缘形成膜、53…遮光膜、54…第1光致抗蚀剂膜、55…抗蚀剂图案

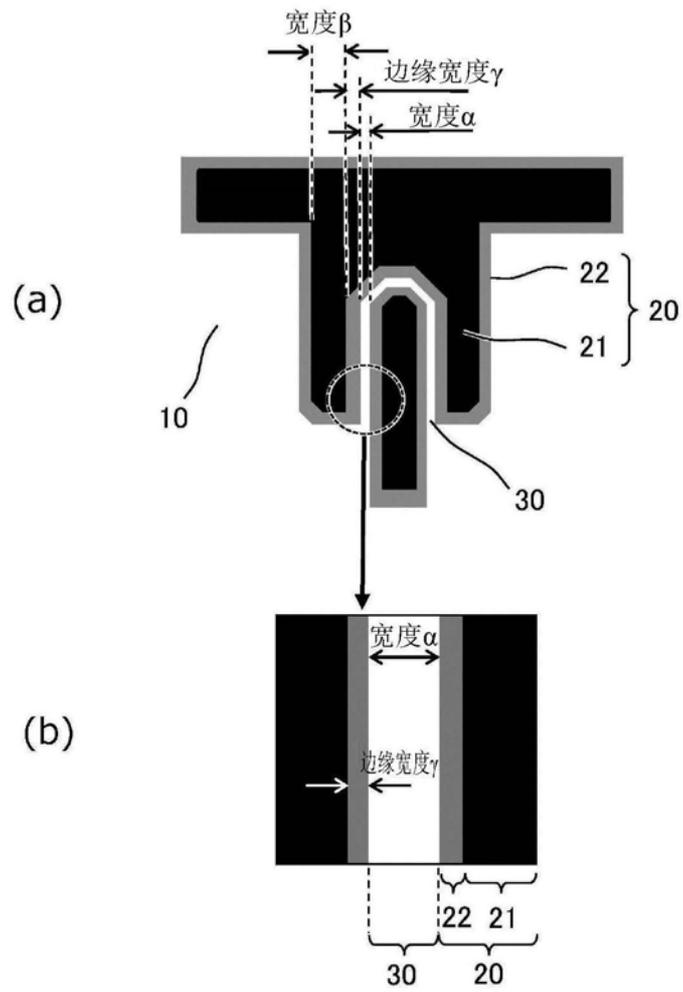


图1

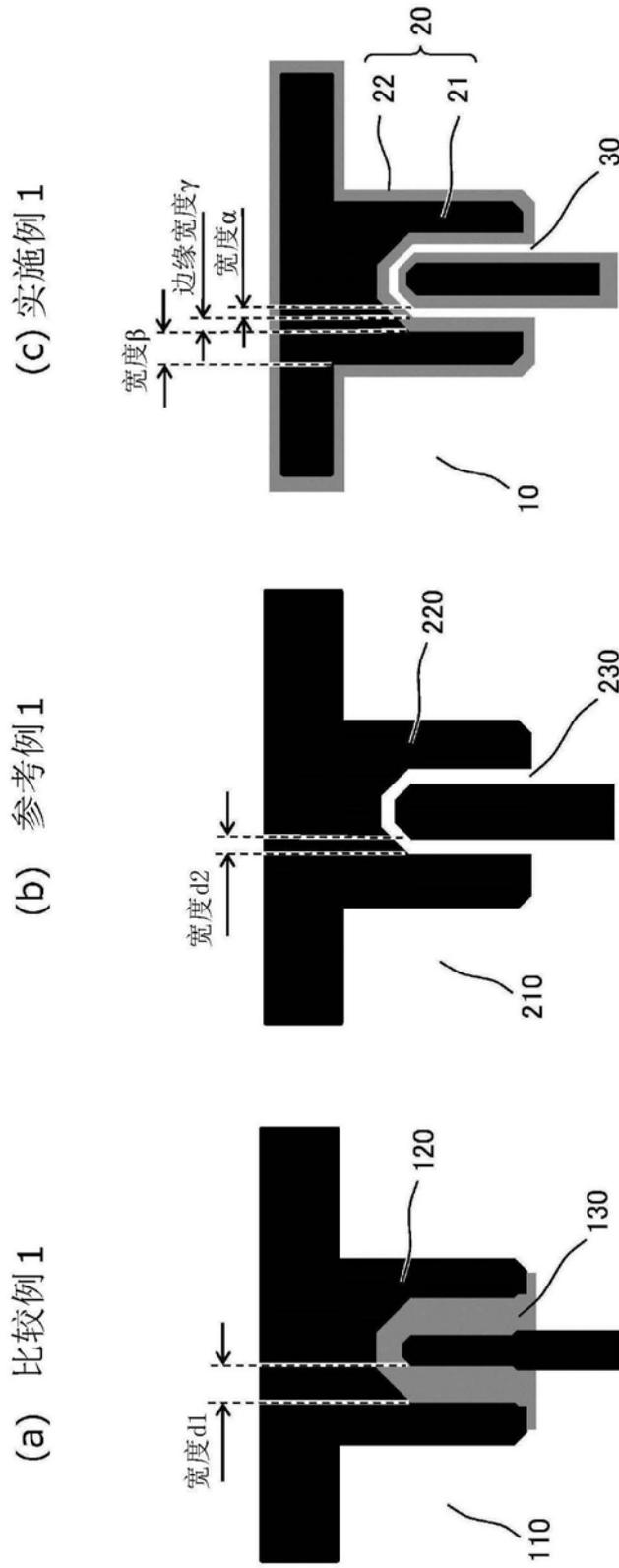


图2

## (d-1) 评价

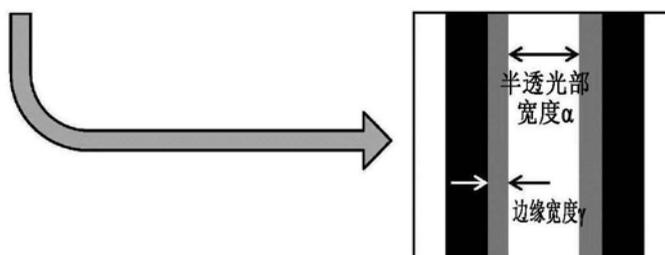
图案设计	半透光部宽度 ( $\mu\text{m}$ )	边缘宽度 $\gamma$ ( $\mu\text{m}$ )	半透光膜透过率 $\text{Tr}(\%)$
比较例1	宽度 d1 $4.50\ \mu\text{m}$	-	55%

## (d-2)

结果	面板CD [ $\mu\text{m}$ ]	角度 $\theta$ [ $^\circ$ ]	DOF [ $\mu\text{m}$ ]	EL [mJ]
比较例1	3.398	36.7	54.103	5.988

## (d-3) 评价

图案设计	半透光部宽度 ( $\mu\text{m}$ )	边缘宽度 $\gamma$ ( $\mu\text{m}$ )	半透光膜透过率 $\text{Tr}(\%)$
参考例1	d2 $2.15\ \mu\text{m}$	-	-
实施例1	$\alpha$ $2.00\ \mu\text{m}$	$0.2\ \mu\text{m}$	10%



## (d-4)

结果	面板CD [ $\mu\text{m}$ ]	角度 $\theta$ [ $^\circ$ ]	DOF [ $\mu\text{m}$ ]	EL [mJ]
参考例1	2.443	47.6	40.449	5.784
实施例1	<b>2.443</b>	<b>46.6</b>	<b>48.178</b>	<b>7.755</b>

图3

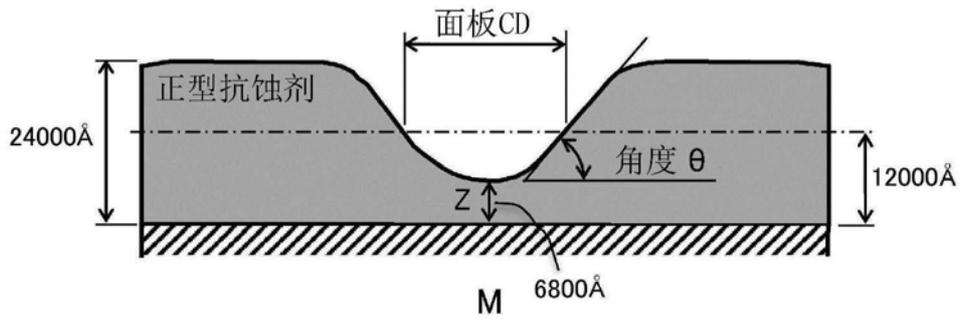


图4

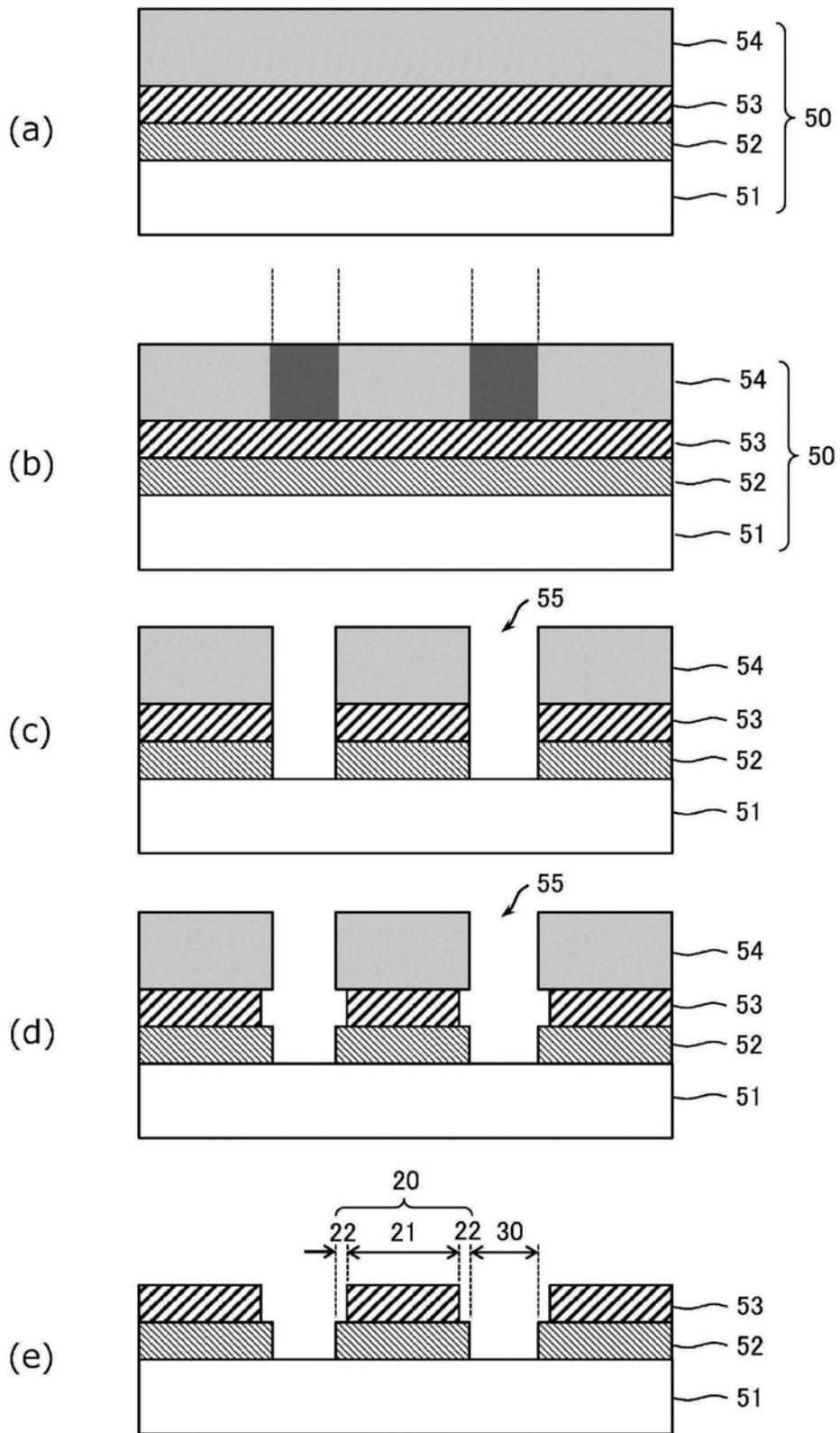


图5

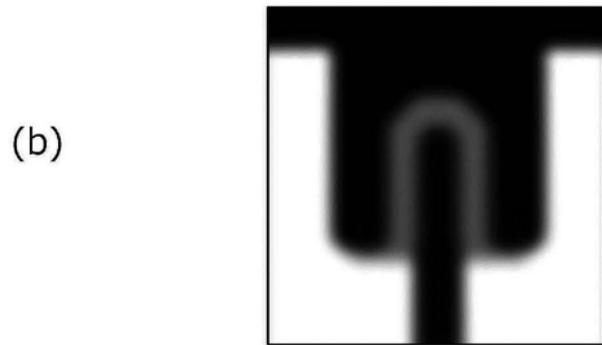
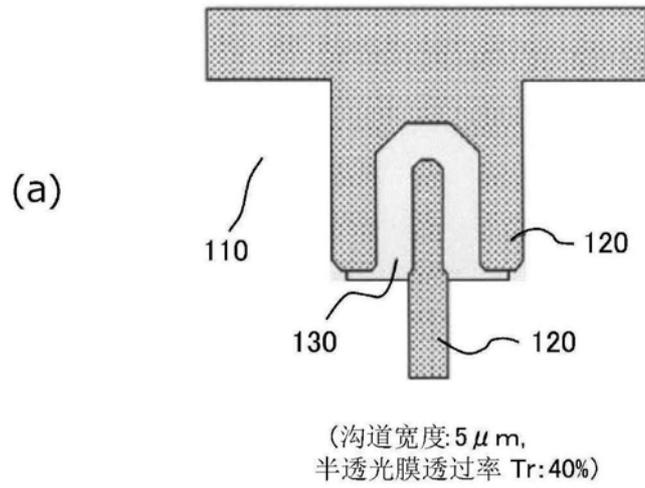


图6