



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112987484 A

(43) 申请公布日 2021.06.18

(21) 申请号 202110223505.4

(22) 申请日 2016.06.15

(30) 优先权数据

2015-130976 2015.06.30 JP

(62) 分案原申请数据

201610423251.X 2016.06.15

(71) 申请人 HOYA株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 小林周平

(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 庞东成

(51) Int. Cl.

G03F 1/26 (2012.01)

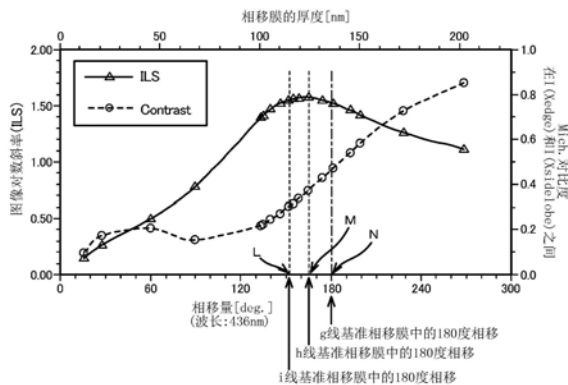
权利要求书1页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

光掩模、光掩模的设计方法、光掩模坯料和显示装置的制造方法

(57) 摘要

本发明提供在图案的转印时能够形成有利形状的抗蚀剂图案且显示出优异的转印性的光掩模、光掩模的制造方法、光掩模的设计方法、光掩模坯料和显示装置的制造方法。光掩模在透明基板上具备包含经图案化的相移膜的转印用图案。上述转印用图案包含在上述透明基板上形成有相移膜的相移部、和上述透明基板露出的透光部。设上述相移膜具有的、对于g线的相移量(度)为φg、对于h线的相移量(度)为φh、对于i线的相移量(度)为φi时,则满足φi>φg,且这些φg、φh、φi中,最接近180度的值为φg。



1. 一种光掩模的设计方法,其为在透明基板上具备包含经图案化的相移膜的转印用图案的光掩模的设计方法,并且是用于在被转印体上形成孔图案的显示装置制造用的光掩模的设计方法,该设计方法的特征在于,

所述光掩模用于利用在两个以上的波长中具有强度峰值的曝光光将所述转印用图案转印至被转印体上,

所述转印用图案包含孔径为 $4\mu\text{m}$ 以下的孤立孔图案,该孤立孔图案由在所述透明基板上形成有相移膜的相移部、和所述透明基板露出的透光部构成,

设所述两个以上的波长中处于最长波长侧的光的波长为 $\alpha$ 、所述两个以上波长中处于比 $\alpha$ 短的波长侧的任意波长为 $\beta$ ,

设该波长 $\alpha$ 中的所述相移膜的相移量为 $\varphi\alpha$ 、所述波长 $\beta$ 中的所述相移膜的相移量为 $\varphi\beta$ 时,则满足 $\varphi\beta > \varphi\alpha$ ,

并且,选择所述相移膜的物性和膜厚,使得所述 $\varphi\alpha$ 与180度的差小于所述任意的 $\beta$ 中的 $\varphi\beta$ 与180度的差。

2. 如权利要求1所述的光掩模的设计方法,其特征在于,设所述相移膜具有的、对于g线的透过率为 $T_g$ (%)时,则 $3 < T_g < 15$ 。

3. 一种光掩模的制造方法,其特征在于,使用了由权利要求1所述的设计方法而得到的设计。

4. 一种显示装置的制造方法,其为包括对于光掩模具有的转印用图案使用曝光装置将孔图案转印至被转印体上的工序的显示装置的制造方法,该显示装置的制造方法的所述转印的工序包含对所述转印用图案照射在两个以上波长中含有强度峰值的曝光光,

其特征在于,

所述光掩模在透明基板上具备使相移膜图案化而成的转印用图案,

所述转印用图案包含孔径为 $4\mu\text{m}$ 以下的孤立孔图案,该孤立孔图案由所述透明基板上形成有相移膜的相移部、和所述透明基板露出的透光部构成,

设所述两个以上的波长中处于最长波长侧的光的波长为 $\alpha$ 、所述两个以上的波长中处于比 $\alpha$ 短的波长侧的任意波长为 $\beta$ ,

设该波长 $\alpha$ 中的所述相移膜的相移量为 $\varphi\alpha$ 、所述波长 $\beta$ 中的所述相移膜的相移量为 $\varphi\beta$ 时,则满足 $\varphi\beta > \varphi\alpha$ ,

并且,使用具有所述 $\varphi\alpha$ 与180度的差小于所述任意的 $\beta$ 中的 $\varphi\beta$ 与180度的差这样的物性和膜厚的相移膜,形成所述转印用图案。

5. 如权利要求4所述的显示装置的制造方法,其特征在于,设所述相移膜具有的、对于g线的透过率为 $T_g$ (%)时,则 $3 < T_g < 15$ 。

6. 如权利要求4或5所述的显示装置的制造方法,其特征在于,设所述相移膜具有的、对于g线的透过率为 $T_g$ (%)、对于i线的透过率为 $T_i$ (%)时,则 $T_i < T_g$ 。

7. 如权利要求4或5所述的显示装置的制造方法,其中,所述光掩模为应用包含i线~g线的波长区域的光作为曝光光的光掩模。

8. 如权利要求4或5所述的显示装置的制造方法,其中,所述透明基板上进一步具备经图案化的遮光膜。

## 光掩模、光掩模的设计方法、光掩模坯料和显示装置的制造方法

[0001] 本申请是分案申请,其原申请的中国国家申请号为201610423251.X,申请日为2016年6月15日,发明名称为“光掩模、光掩模的设计方法、光掩模坯料和显示装置的制造方法”。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及一种在透明基板上具有转印用图案的光掩模。特别是涉及有利于制造显示装置的光掩模、该光掩模的制造方法、该光掩模的设计方法、用于制造该光掩模的光掩模坯料、使用该光掩模制造显示装置的方法。

### 背景技术

[0003] 根据专利文献1,提出了在用于制造FPD(平板显示器)设备时,使用依次蚀刻有相位反转膜和遮光膜图案而成的光掩模。

[0004] 此处,记载了具有相位反转膜的光掩模,该光掩模涉及下述问题:在用于制造FPD设备的光掩模中,为了提高图案的分辨率,若将光源的波长变短而使透镜大型化,则透镜的焦点深度降低,对于得到实用的图案的分辨率而言存在界限。并且,期望相位反转膜对于i线、h线、g线的相位差偏差为 $10^\circ$ 以下。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2012-230379号公报

### 发明内容

[0008] 发明所要解决的课题

[0009] 目前,在包含液晶显示装置、EL显示装置等显示装置中,期望在更明亮且省电的同时实现高精度、高速显示、广视角等显示性能的提高。

[0010] 例如,对于上述显示装置中所用的薄膜晶体管(Thin Film Transistor、“TFT”)而言,构成TFT基板的两个以上的图案中,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,为了尽可能增大显示装置的开口率而制成明亮、省电的显示装置,要求接触孔的孔径足够小。与此相伴,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 $4\mu\text{m}$ )。例如需要孔径为 $2.5\mu\text{m}$ 以下、进一步孔径为 $2.0\mu\text{m}$ 以下的孔图案,据认为在不久的将来,还期望形成具有更小的 $1.5\mu\text{m}$ 以下孔径的图案。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制造技术。

[0011] 在显示装置制造用的光刻领域,作为LCD用(或FPD用)等已知的曝光装置的NA(数值孔径)为 $0.08\sim 0.10$ 左右,曝光光源也大多使用包含i线、h线、g线的宽波长区域,从而实现较高的生产效率、有利的成本。

[0012] 但是,在如上所述的显示装置制造用的光刻领域中,图案的微细化要求也比以往更高。本发明人试图解决下述课题:在不使生产性、成本劣化的情况下稳定地进行更微细的显示装置的制造。

[0013] 在上述专利文献1中利用的是,在光掩模图案中使用相位反转膜时,在相位反转膜的边界通过曝光光的抵消干涉来提高分辨率。期望按照对于i线、h线、g线的相位差接近 $180^\circ$ 的方式形成相位反转膜,但不可避免的是相位差因波长的不同而不同,因此期望尽可能减小对于曝光光的相位差偏差。并且,该情况下,对于任一种波长的曝光光,使相位反转膜的相位差为 $180^\circ$ 为宜。

[0014] 但是,为了尽可能减小相位差偏差,需要开发具有这种物性的膜材料,该材料的探索并不容易。

[0015] 因此,本发明的目的在于得到一种光掩模,其在图案的转印时能够形成有利形状的抗蚀剂图案且显示出优异的转印性,为了实现该目的,本发明人发现一种光掩模,即使使用具有相位差偏差的膜材料也可以进行分辨率优异的转印,以此为课题进行深入研究,从而完成了本发明。

[0016] 用于解决课题的手段

[0017] 本发明的构成1为一种光掩模,其为在透明基板上具备包含经图案化的相移膜的转印用图案的光掩模,其特征在于,

[0018] 上述转印用图案包含在上述透明基板上形成相移膜的相移部、和上述透明基板露出的透光部,

[0019] 设上述相移膜具有的、对于g线的相移量(度)为 $\phi_g$ 、

[0020] 上述相移膜具有的、对于h线的相移量(度)为 $\phi_h$ 、

[0021] 上述相移膜具有的、对于i线的相移量(度)为 $\phi_i$ 时,

[0022] 满足 $\phi_i > \phi_g$ ,

[0023] 并且,这些 $\phi_g$ 、 $\phi_h$ 、 $\phi_i$ 中,最接近 $180^\circ$ 的值为 $\phi_g$ 。

[0024] 本发明的构成2为构成1的光掩模,其特征在于,设上述相移膜具有的、对于g线的透过率为 $T_g$ (%)时,则 $3 < T_g < 15$ 。

[0025] 本发明的构成3为构成1或2的光掩模,其特征在于,设上述相移膜具有的、对于g线的透过率为 $T_g$ (%)、对于i线的透过率为 $T_i$ (%)时,则 $T_i < T_g$ 。

[0026] 本发明的构成4为构成1~3中任一项的光掩模,其特征在于,上述转印用图案包含孔径为 $4\mu\text{m}$ 以下的孤立孔图案。

[0027] 本发明的构成5为构成1~4中任一项的光掩模,其中,上述光掩模为应用包含i线~g线的波长区域的光作为曝光光的光掩模。

[0028] 本发明的构成6为构成1~5中任一项的光掩模,其中,上述透明基板上进一步具备经图案化的遮光膜。

[0029] 本发明的构成7为构成1~6中任一项的光掩模,其中,上述光掩模具备显示装置制造用的转印用图案。

[0030] 本发明的构成8为一种光掩模坯料,其为在透明基板上形成有相移膜的光掩模坯料,该光掩模坯料用于通过将上述相移膜图案化而形成转印用图案从而制成光掩模,其特

征在于，

[0031] 设上述相移膜具有的、对于g线的相移量(度)为 $\varphi_g$ 、

[0032] 上述相移膜具有的、对于h线的相移量(度)为 $\varphi_h$ 、

[0033] 上述相移膜具有的、对于i线的相移量(度)为 $\varphi_i$ 时，

[0034] 则满足 $\varphi_i > \varphi_g$ ，

[0035] 并且，这些 $\varphi_g$ 、 $\varphi_h$ 、 $\varphi_i$ 中，最接近180度的值为 $\varphi_g$ 。

[0036] 本发明的构成9为构成8的光掩模坯料，其中，设上述相移膜具有的、对于g线的透过率为 $T_g$ (%)时，则 $3 < T_g < 15$ 。

[0037] 本发明的构成10为构成8或9的光掩模坯料，其特征在于，设上述相移膜具有的、对于g线的透过率为 $T_g$ (%)、对于i线的透过率为 $T_i$ (%)时，则 $T_i < T_g$ 。

[0038] 本发明的构成11为构成8~10中任一项的光掩模坯料，其特征在于，该光掩模坯料用于制造应用包含i线~g线的波长区域的光作为曝光光的光掩模。

[0039] 本发明的构成12为构成8~11中任一项的光掩模坯料，其中，在上述相移膜上进一步形成有遮光膜。

[0040] 本发明的构成13为一种光掩模的制造方法，其具有：

[0041] 准备构成8~12中任一项所述的光掩模坯料的工序；和

[0042] 通过使上述光掩模坯料具有的上述相移膜图案化而形成转印用图案的工序。

[0043] 本发明的构成14为一种光掩模的设计方法，其为在透明基板上具备包含经图案化的相移膜的转印用图案的光掩模的设计方法，该设计方法的特征在于，

[0044] 上述光掩模用于利用在两个以上的波长中具有强度峰值的曝光光，将上述转印用图案转印至被转印体上，

[0045] 上述转印用图案包含在上述透明基板上形成有相移膜的相移部、和上述透明基板露出的透光部，

[0046] 设上述相移膜具有的、对于g线的透过率为 $T_g$ (%)时，

[0047] 则 $3 < T_g < 15$ ，

[0048] 并且，设上述两个以上的波长中处于最长波长侧的光的波长为 $\alpha$ 、上述两个以上波长中处于比 $\alpha$ 短的波长侧的任意波长为 $\beta$ ，

[0049] 设该波长 $\alpha$ 中的上述相移膜的相移量为 $\varphi_\alpha$ 、上述波长 $\beta$ 中的上述相移膜的相移量为 $\varphi_\beta$ 时，则满足 $\varphi_\beta > \varphi_\alpha$ ，

[0050] 并且，选择上述相移膜的物性和膜厚，使得上述 $\varphi_\alpha$ 与180度的差小于上述 $\varphi_\beta$ 与180度的差。

[0051] 本发明的构成15为一种显示装置的制造方法，其为包括使用曝光装置将光掩模具有的转印用图案转印至被转印体上的工序的显示装置的制造方法，该显示装置的制造方法的上述转印的工序包含对上述转印用图案照射在两个以上波长中含有强度峰值的曝光光，其特征在于，

[0052] 上述光掩模在透明基板上具备使相移膜图案化而成的转印用图案，

[0053] 上述转印用图案包含上述透明基板上形成有相移膜的相移部、和上述透明基板露出的透光部，

- [0054] 设上述相移膜具有的、对于g线的透过率为 $T_g$ (%)时，
- [0055] 则 $3 < T_g < 15$ ，
- [0056] 并且，设上述两个以上波长中处于最长波长侧的光的波长为 $\alpha$ 、上述两个以上波长中处于比 $\alpha$ 短的波长侧的任意波长为 $\beta$ ，
- [0057] 设该波长 $\alpha$ 中的上述相移膜的相移量为 $\varphi_\alpha$ 、上述波长 $\beta$ 中的上述相移膜的相移量为 $\varphi_\beta$ 时，则满足 $\varphi_\beta > \varphi_\alpha$ ，
- [0058] 并且，使用具有上述 $\varphi_\alpha$ 与180度的差小于上述 $\varphi_\beta$ 与180度的差这样的物性和膜厚的相移膜，形成上述转印用图案。
- [0059] 发明效果
- [0060] 根据本发明，能够得到一种光掩模，其在图案的转印时能够形成有利形状的抗蚀剂图案且显示出优异的转印性。

### 附图说明

- [0061] 图1为示出转印有孔图案的抗蚀剂膜的截面和用于该孔图案的转印的光掩模的图。
- [0062] 图2为对图1所示的光掩模的孔图案进行曝光时的光强度曲线。
- [0063] 图3为示出ILS、对比度随着相移膜的厚度及该厚度时的相移量的变化的曲线图。
- [0064] 图4为示出ILS、对比度随着相移膜的厚度及该厚度时的透过率的变化曲线图。

### 具体实施方式

- [0065] 本发明的光掩模为在透明基板上具备包含经图案化的相移膜的转印用图案的光掩模。并且，上述转印用图案包含在上述透明基板上形成有相移膜的相移部、和上述透明基板露出的透光部。
- [0066] 进一步，
- [0067] 设上述相移膜具有的、对于g线的相移量(度)为 $\varphi_g$ 、
- [0068] 上述相移膜具有的、对于h线的相移量(度)为 $\varphi_h$ 、
- [0069] 上述相移膜具有的、对于i线的相移量(度)为 $\varphi_i$ 时，
- [0070] 则满足 $\varphi_i > \varphi_g$ ，
- [0071] 并且，这些 $\varphi_g$ 、 $\varphi_h$ 、 $\varphi_i$ 中，最接近180度的值为 $\varphi_g$ 。需要说明的是，在本申请中，“最接近180度的值”包含等于180度的情况。
- [0072] 作为本发明的光掩模中所用的透明基板，可以使用将玻璃等透明材料平坦、平滑地进行研磨而得到的基板。作为显示装置制造用的光掩模，优选主表面的一边为300mm以上的四边形。
- [0073] 本发明的光掩模所具备的转印用图案具备在透明基板上形成有相移膜的相移部、和透明基板表面露出的透光部。
- [0074] 这样的光掩模(也称为相移掩模)使透过相移部的光的相位反转(180度偏移)，利用成为逆相位的光的干涉作用，降低相移部与透光部的边界附近处的光强度。并且，其想要通过给被转印体受到的光强度分布带来影响而提高分辨率。相移部具有的曝光光的透过率

T(%) 过低时,基于相移部的分辨率的提高效果倾向于降低。此外,相移部具有的曝光光的透过率T(%) 过高时,后述的抗蚀剂厚度的损失倾向于变得显著。考虑到这些方面,优选 $3 < T < 15$ 。例如使用对于g线的透过率为 $T_g$ (%) 的相移膜时,可以设 $3 < T_g < 15$ 。

[0075] 另一方面,在用于显示装置制造用的曝光装置中,使用包含两个以上的波长的曝光光(也称为宽波长光)。例如使用在i线(波长365nm)、h线(波长405nm)、g线(波长436nm)具有峰值的、以超高压汞灯为光源的曝光光,由此能够有效地对面积大的光掩模进行曝光。

[0076] 但是,曝光光中包含两个以上的波长的状况下,针对这些任一波长均使相位正确反转(即,使其180度相移),这对于具有单一相移膜的相移掩模是困难的。因此,有利的是,即使考虑到在相移膜中,相移量因光的波长而发生变化(具体而言,即使如上所述 $\phi_i > \phi_g$ ),也能够得到具有优异转印性的光掩模。

[0077] 需要说明的是,在本发明中,设相移膜具有的、对于g线的透过率为 $T_g$ (%)、对于i线的透过率为 $T_i$ (%) 时,则优选 $T_i < T_g$ 。

[0078] 存在满足这样条件的、优异的相移膜材料。

[0079] 更优选的是,进一步设相移膜具有的、对于h线的透过率为 $T_h$ (%) 时,则 $T_i < T_h < T_g$ 。

[0080] 本发明人使用这样的材料,对用于能够以充分的CD(Cristal Dimension)精度和稳定性转印微细图案的方法进行了研究。

[0081] 在本发明的光掩模中,

[0082] 设上述相移膜具有的、对于g线的相移量(度)为 $\phi_g$ 、

[0083] 上述相移膜具有的、对于h线的相移量(度)为 $\phi_h$ 、

[0084] 上述相移膜具有的、对于i线的相移量(度)为 $\phi_i$ 时,

[0085] 这些 $\phi_g$ 、 $\phi_h$ 、 $\phi_i$ 中,最接近180度的值为 $\phi_g$ 。需要说明的是,如上所述,“最接近180度的值”包含等于180度的情况。

[0086] 即,本发明的光掩模具有下述相移膜:相较于i线、h线,该相移膜对于i线、h线、g线中为最长波长侧的g线更具有180度或接近180度的相移效果。换言之,发现按照如下进行光掩模的设计是有利的:在该光掩模的设计中,对于使用宽波长光用于曝光的光掩模而言,以长波长侧的波长(此处为曝光光具有的峰值中最长波长侧的g线)为基准,使其具有180度、或最接近180度的相移量。

[0087] 以下,作为宽波长光,以使用在i线、h线、g线的波长中具有峰值的曝光光的情况为例进行说明。

[0088] i线为这3个波长中最短的波长。考虑到对于转印用图案具有的微细尺寸部分,只要波长足够短,则能够期待更高的分辨率,从而考虑了以上述3个波长中的i线为基准进行光掩模的膜设计。即为使用对于i线波长(365nm) 示出最接近180度相移的相移膜来制造相移掩模的方法。该情况下,对于距i线最远的g线而言,相移量距180度有很大的偏差(例如为150度~160度),因此预想到对于g线的相移效果降低。为了避免该情况,还考虑到下述设计:在这3个波长中,对于几乎位于中央的h线,使相移量最接近180度。但是,对于包含上述想法的掩模设计实际上给转印性带来怎样的影响,并未进行过研究。

[0089] 在显示装置的制造工序中,在涂布形成于被转印体上(例如显示器基板)的抗蚀剂膜(例如正型的光致抗蚀剂膜)上转印光掩模具有的转印用图案,显影后,得到抗蚀剂图案。

并且,对该被转印体具有的薄膜进行蚀刻加工。此时,可知该抗蚀剂图案的形状的好坏显著影响蚀刻精度。

[0090] 例如,想要在形成于该被转印体上的抗蚀剂膜上转印较小的孔图案时,随着孔径的减小而变得难以分辨。那么,为了使其转印而使用相移掩模时,随着照射光量的增加,在所形成的抗蚀剂图案中,产生孔周围的抗蚀剂膜的厚度损失的抗蚀剂损伤。作为参考例,图1的(a)、(b)中示出表示该状况的模拟结果。此处,图1的(a)示出利用FPD用曝光装置对图1的(c)所示的相移掩模进行曝光时形成于抗蚀剂膜30的抗蚀剂图案截面。图1的(b)示出利用FPD用曝光装置对图1的(d)所示的相移掩模进行曝光时形成于抗蚀剂膜30的抗蚀剂图案截面。

[0091] 此外,图1的(c)、(d)所示的相移掩模中,在对于*i*线的透过率*T<sub>i</sub>*为5%的相移膜10上形成了正方形的孤立孔图案20。图1的(c)所示的光掩模中的孤立孔图案的孔径(此处为孤立孔图案20的一边的长度)为3.0μm,图1的(d)所示的光掩模中的孤立孔图案的孔径为2.5μm。

[0092] 为了作为蚀刻掩模发挥优异的功能,对于抗蚀剂图案的形状而言,边缘的倾斜为直立(图1的(b)所示的角度θ尽量接近垂直)是有利的,此时,能够得到稳定的蚀刻精度,最终能够得到优异的尺寸精度。但是,如图1的(a)和(b)所示,发现图案孔径变小时,则θ变小,抗蚀剂图案端部的倾斜(倾倒)倾向于变得显著。

[0093] 此外,在抗蚀剂残膜部分,残存有足够厚度的抗蚀剂是有利的,与图1的(a)相比,孔径小的图1的(b)的厚度小。相移膜具有规定的透光率,因此在边缘附近由于光的干涉而使光强度降低,但距边缘稍远的位置,产生所谓的旁瓣。最终会产生损害抗蚀剂残膜厚度的缺点。特别是在透过光强度分布中,在产生旁瓣的位置附近,抗蚀剂产生凹部,残膜量为极小值(图1的(b)的B点)。

[0094] 因此,期望抗蚀剂的残膜厚的最小部分、即抗蚀剂图案端部(图1的(b)的A点,以下也称为边缘位置)与上述抗蚀剂凹部位置(图1的(b)的B点,以下也称为旁瓣位置)的高度差(图1的(b)的H)较大。

[0095] 根据以上可知,抗蚀剂图案形状的好坏根据抗蚀剂图案端部的倾斜θ和抗蚀剂残膜最小部分的厚度H进行评价是有意义的。若从透过光掩模的光形成的光学图像的方面考虑,则对其进行评价的指标可以为ILS(Image Log-Slope)和对比度(Michelson Contrast),认为采用能够充分提高这些数值的条件是有利的。这可以参照图2所示的透过光强度曲线,利用以下的参数表现。图2为作为对图1的(c)、(d)那样的图案进行曝光时形成的光学图像的光强度曲线,图中,A'对应边缘位置,B'对应旁瓣位置。

[0096] 【数1】

$$[0097] \quad ILS = \frac{d}{dx} \ln\{I(X_{edge})\} \quad (X_{edge} : \text{边缘位置}) \quad \dots \dots \text{式 1}$$

[0098] 【数2】

$$[0099] \quad \text{Michelson Contrast} = \frac{\{I(X_{edge}) - I(X_{sidelobe})\}}{\{I(X_{edge}) + I(X_{sidelobe})\}} \quad \dots \dots \text{式 2}$$

[0100] 此处,

[0101] *I*(*X<sub>edge</sub>*)为光强度分布中对应图案边缘位置的位置*X<sub>edge</sub>*处的光强度。



[0102] I (Xsidelobe) 为光强度分布中对应旁瓣位置的位置Xsidelobe处的光强度。

[0103] 图3示出了一模拟结果,该模拟中,使用具有孔径3 $\mu$ m的孤立孔图案的相移掩模,利用与图1同样的曝光条件,转印至涂布在被转印体上的正型光致抗蚀剂时,显示出ILS(左侧纵轴)和对比度(右侧纵轴)随着相移膜的厚度变化(上侧横轴)和与其联动的相移量(下侧横轴)而发生怎样的变化。

[0104] 本模拟中应用的条件如下:曝光装置的光学系统的NA(数值孔径)为0.083, $\sigma$ (相干系数)为0.7,相移膜包含MoSi。在曝光光的波长区域内,该相移膜的透过率相对于波长具有正相关。

[0105] 在下侧横轴上,将使用的相移膜对于i线(365nm)、h线(405nm)、g线(436nm)恰好相移180度的膜厚分别标记为L、M、N。即,若以膜厚L的形式使用该相移膜,则为i线基准的相移膜;若以膜厚M的形式进行使用,则为h线基准的相移膜;若以膜厚N的形式进行使用,则为g线基准的相移膜。

[0106] 如根据图3所能够理解的那样,对于ILS,h线基准时示出最大值,在i线、g线基准中缓缓下降。另一方面,对于对比度,在该波长区域中单调增加,因此在最大波长侧示出最高的数值。即波长变短时,急剧下降。

[0107] 若仅考虑ILS、即所形成的抗蚀剂图案的边缘倾斜形状,则认为应用对于h线相移180度的膜(以下称为h线基准相移膜)最好。但是,若同时考虑对比度、即目标图案周围的抗蚀剂损失的影响时,则明显是选择g线相移180度的膜厚(为g线基准相移膜)的情况更有利。这是因为,相对于h线基准的相移膜,g线基准相移膜虽然在ILS方面略差,但在对比度上能够享有优于其的优点。实际上,在使用了图3示例的g线基准相移膜的掩模中,显示出ILS具有1.50以上的值、并且对比度为0.6以上这样优异的转印性。

[0108] 对于相移掩模的透过率进行研究,因此横轴示出相移膜的透过率的图为图4。

[0109] 由此能够理解,对于g线的透过率T<sub>g</sub>在3%~15%的区域中,ILS与对比度的平衡是适宜的。更优选的透过率T<sub>g</sub>为3%~10%。

[0110] 在本发明中,可以应用透过率对于波长具有正相关的相移膜,但也可以为下述情况:在对于g线的透过率T<sub>g</sub>(%)与对于i线的透过率T<sub>i</sub>(%)之间,下式成立。

$$[0111] \quad 3 \leq T_g - T_i \leq 10$$

$$[0112] \quad \text{更优选的是, } 4 \leq T_g - T_i \leq 9.$$

[0113] 其中,即使T<sub>g</sub>-T<sub>i</sub>的数值小于4,也能够得到本发明的效果。

[0114] 此外,作为可以应用于本发明的相移膜的相移特性,适当的示例为下述情况:在对于g线的相移量 $\phi_g(\text{deg})$ 与对于i线的相移量 $\phi_i(\text{deg})$ 之间,下式成立。

$$[0115] \quad 15 \leq \phi_i - \phi_g \leq 40.$$

$$[0116] \quad \text{更具体而言, } 20 \leq \phi_i - \phi_g \leq 35.$$

[0117] 需要说明的是,在本发明中,将相移量以度(deg)进行标记,例如相移量 $\Phi$ 为150度的情况表示使光的相位在正侧或负侧偏移 $[150 + 360 \times (n - 1)]$ 度的情况。此处,n表示自然数。

[0118] 在本发明的相移膜中, $\phi_g$ 比 $\phi_i$ 、 $\phi_h$ 更接近180度。 $\phi_g$ 可以等于180度,不等于180度的情况下,在规定的差值的范围内即可。优选的是, $\phi_g$ 与180度的差为30度以下为宜,更优

选为20度以下,进一步优选为10度以下。

[0119] 作为对于各波长的相移量,优选下述情况:

[0120]  $150 < \phi_g < 210$  且  $180 < \phi_i < 240$

[0121] 此外,示例出下述情况:设对于h线的相移量为 $\phi_h(\text{deg})$ 时,则下式成立。

[0122]  $160 < \phi_h < 220$

[0123] 进一步优选的是,

[0124]  $190 < \phi_i < 230$

[0125]  $175 < \phi_h < 215$

[0126]  $160 < \phi_g < 200$ 。

[0127] 此外,如根据上述所能够理解的那样,本发明的光掩模作为使用包含i线、h线、g线的波长区域作为曝光光的光掩模起到显著效果。

[0128] 本发明的相移膜的材料可以为例如含有Si、Cr、Ta、Zr等的膜,可以从它们的氧化物、氮化物、碳化物等中选择适当的物质。作为含有Si的膜,可以使用Si的化合物(SiON等)、或过渡金属硅化物(MoSi等)或其化合物。作为MoSi的化合物,可以示例MoSi的氧化物、氮化物、氮氧化物、氮氧碳化物等。

[0129] 使相移膜为含有Cr的膜时,可以使用Cr的化合物(氧化物、氮化物、碳化物、氮氧化物、碳氮化物、氮氧碳化物)。

[0130] 当然只要不损害本发明的效果,本发明的光掩模可以具有相移膜以外的膜、膜图案。可以举出例如遮光膜、蚀刻阻挡膜、防反射膜、电荷调整膜等。该情况下,与本发明的相移膜相接的上述膜优选为与相移膜具有相互蚀刻选择性的材料。作为候选材料,可以从对于相移膜列举的材料中进行选择。

[0131] 对于本发明的光掩模的用途没有特别限制。但是,作为转印用图案,在具有微细尺寸的图案中是有利的,特别是在孤立图案中是有利的。

[0132] 可以举出例如转印用图案中包含孔径为 $4\mu\text{m}$ 以下的孤立孔图案的情况。优选小于 $3.5\mu\text{m}$ 、更优选小于 $3\mu\text{m}$ 、进一步优选小于 $2.5\mu\text{m}$ 的孤立孔图案的情况下,发明效果显著。如根据上述图1也能够理解,还存在孔径为 $2\mu\text{m}$ 、或更小的图案用于今后的显示装置的动向,本发明也可以应用于那样的图案。

[0133] 此处,若图案的形状为圆形,则图案的孔径是指直径;若为正方形,则图案的孔径是指一边的长度;若为其他正多边形,则图案的孔径是指外接圆的直径;若为长方形,则图案的孔径是指短边的长度。

[0134] 此处,孤立(iso)图案是指以下的图案。即,两个以上的图案规则排列,并因透过光的干涉相互起到光学作用从而形成转印图像,将该图案作为密集(dense)图案时,则将其以外的图案称为孤立图案。

[0135] 更优选的是,1个孤立图案的孔径为 $D\mu\text{m}$ 时,在距该图案外缘起至少 $2D$ 的距离范围不存在其他图案。可以示例出下述情况:例如 $D\mu\text{m}$ 的透光部为被相移部所包围的形状的孤立图案时,在距该透光部的外缘起至少 $2D$ 的距离范围中仅存在相移部。优选的是,在 $3D$ 的范围内不存在其他图案。

[0136] 需要说明的是,孔图案可以是形成于上述相移膜的“切口”(开口)图案。

[0137] 在想要得到的显示装置中,如上所述的孔图案可以为用于形成接触孔的图案,但不限于该用途。

[0138] 本发明的光掩模所具备的转印用图案被转印至被转印体上的抗蚀剂膜上,可以形成良好形状的抗蚀剂图案,该抗蚀剂膜可以为光致抗蚀剂膜。没有正型、负型的限制,但优选为正型的情况。通常,显示装置制造中所用的光致抗蚀剂适合以高压汞灯为光源的曝光,在i线、h线、g线的波长区域具有敏感度,对于与上述波长区域相比为高波长侧、或低波长侧的光,敏感度降低。

[0139] 在上文中,对于g线基准的相移膜的优越性进行了说明。需要说明的是,对掩模进行设计时,有利的是,对于曝光光中所含的两个以上的波长中的长波长侧的波长的相移量比对于其以外的波长的相移量更接近180度,该情况下能够得到本发明的效果。本发明包含这样的光掩模的设计方法。

[0140] 本发明的光掩模可以进一步具有通过使遮光膜进行图案化而得到的遮光膜图案。该情况下,该遮光膜图案可以为转印用图案的一部分,也可以在转印用图案的区域外。在前者的情况下,作为转印用图案,除了透光部、相移部之外,还可以包含形成相移膜与遮光膜而成的遮光部。在后者的情况下,可以为制品识别用的标记图案、光掩模制造时或使用时所用的校准图案。

[0141] 如上所述,对于本发明的光掩模的用途没有限制,在显示装置(包含作为LCD(Liquid Crystal Display)、OLED(Organic Light-Emitting Diode)已知的显示装置)中,能够得到优异的效果。

[0142] 本发明包含可用于得到上述光掩模的光掩模坯料。该光掩模坯料为在透明基板上形成有相移膜的光掩模坯料,在用于通过使上述相移膜图案化而形成转印用图案从而制成光掩模的光掩模坯料中,

[0143] 设上述相移膜具有的、对于g线的相移量(度)为 $\phi_g$ 、

[0144] 上述相移膜具有的、对于h线的相移量(度)为 $\phi_h$ 、

[0145] 上述相移膜具有的、对于i线的相移量(度)为 $\phi_i$ 时,

[0146] 则满足 $\phi_i > \phi_g$ ,

[0147] 并且,这些 $\phi_g$ 、 $\phi_h$ 、 $\phi_i$ 中,最接近180度的值为 $\phi_g$ 。需要说明的是,“最接近180度的值”包含等于180度的情况。

[0148] 设上述相移膜具有的、对于g线的透过率为 $T_g$ (%)、对于i线的透过率为 $T_i$ (%)时,

[0149] 则优选为 $T_i < T_g$ 。

[0150] 关于相移膜的特点如上所述。

[0151] 并且,本发明包含光掩模的制造方法,该制造方法中,准备上述光掩模坯料,使该光掩模坯料所具备的相移膜进行图案化而形成转印用图案。

[0152] 此外,本发明包含光掩模的设计方法。即,一种光掩模的设计方法,

[0153] 其为在透明基板上具备包含经图案化的相移膜的转印用图案的光掩模的设计方法,该设计方法的特征在于,

[0154] 上述光掩模用于利用在两个以上的波长中具有强度峰值的曝光光,将上述转印用图案转印至被转印体上,

[0155] 上述转印用图案包含在上述透明基板上形成有相移膜的相移部、上述透明基板露出的透光部，

[0156] 设上述相移膜对于g线的透过率为 $T_g$  (%)时，

[0157] 则 $3 < T_g < 15$ ，

[0158] 并且，设上述两个以上的波长中处于最长波长侧的光的波长为 $\alpha$ ，

[0159] 设该波长 $\alpha$ 下的上述相移膜的相移量为 $\varphi\alpha$ 时，

[0160] 确定上述相移膜的物性和膜厚，使得上述 $\varphi\alpha$ 与180度的差小于上述两个以上的波长中的 $\alpha$ 以外的波长中的相移量与180度的差。

[0161] 此处，两个以上的波长包含在光掩模曝光时所用的抗蚀剂具有的敏感度区域中。此外，此处相移膜特点等也与上述相同。

[0162] 例如，对于上述相移膜而言，可以在上述两个以上的波长区域中波长与透光率的值具有正相关。

[0163] 利用本发明的设计方法设计的光掩模可以应用公知的工序来进行制造。即，利用溅射等成膜方法，将相移膜成膜至透明基板上，在表面上形成抗蚀剂膜，由此准备带有抗蚀剂的光掩模坯料。抗蚀剂可以为正或负型的光致抗蚀剂，可以为例如正型。使用描绘装置对该光掩模坯料进行所期望的图案的描绘。作为此处所用的描绘装置，可以使用激光描绘装置等。接着，利用公知的显影剂对抗蚀剂进行显影，以所形成的抗蚀剂图案为掩模，对相移膜进行蚀刻。蚀刻可以为干法蚀刻，也可以为湿法蚀刻，但作为显示装置制造用光掩模，更优选湿法蚀刻。这是因为，以大尺寸、且具有多种尺寸的基板为对象的蚀刻比较容易。蚀刻后，去除抗蚀剂图案，从而完成形成有相移膜的转印用图案的光掩模。可以根据光掩模的用途，利用公知的方法，在上述工序的基础上，附加遮光膜、或其他膜的成膜、描绘、图案化工序，从而形成想要得到的转印用图案。

[0164] 进一步，本发明包含使用上述光掩模的显示装置的制造方法。

[0165] 即，一种显示装置的制造方法，其为包括使用曝光装置将光掩模具有的转印用图案转印至被转印体上的工序的显示装置的制造方法，该显示装置的制造方法的上述转印的工序包含对上述转印用图案照射在两个以上的波长中含有强度峰值的曝光光，

[0166] 其特征在于，

[0167] 上述光掩模在透明基板上具备使相移膜经图案化而成的转印用图案，

[0168] 上述转印用图案包含在上述透明基板上形成有相移膜的相移部、上述透明基板露出的透光部，

[0169] 设上述相移膜具有的、对于g线的透过率为 $T_g$  (%)时，

[0170] 则 $3 < T_g < 15$ ，

[0171] 并且，设上述两个以上的波长中的最长波长侧的光的波长为 $\alpha$ ，

[0172] 设该波长 $\alpha$ 中的上述相移膜的相移量为 $\varphi\alpha$ 时，

[0173] 使用上述 $\varphi\alpha$ 与180度的差小于上述两个以上的波长中的 $\alpha$ 以外的波长中的相移量与180度的差那样的物性和膜厚的相移膜，形成上述转印用图案。

[0174] 此处两个以上的波长也包含在光掩模曝光时所用的抗蚀剂具有的敏感度区域中。此外，作为此处所用的曝光装置，适当使用具备数值孔径(NA)为0.08~0.15、相干系数( $\sigma$ )为0.5~1.0左右的光学系统的等倍曝光装置。

[0175] 对于使用i线~g线那样的宽波长区域的光进行曝光的光掩模的转印性,以最长波长侧的波长为基准,设定180度相移是有利的,这是超出预测的作用效果。

[0176] 需要说明的是,在仅使用i线和h线进行曝光的光掩模中,优选相移量 $\phi_i$ 和 $\phi_h$ 中的 $\phi_h$ 更接近180度。

[0177] 符号说明

[0178] 10 相移膜

[0179] 20 孤立孔图案

[0180] 30 抗蚀剂膜

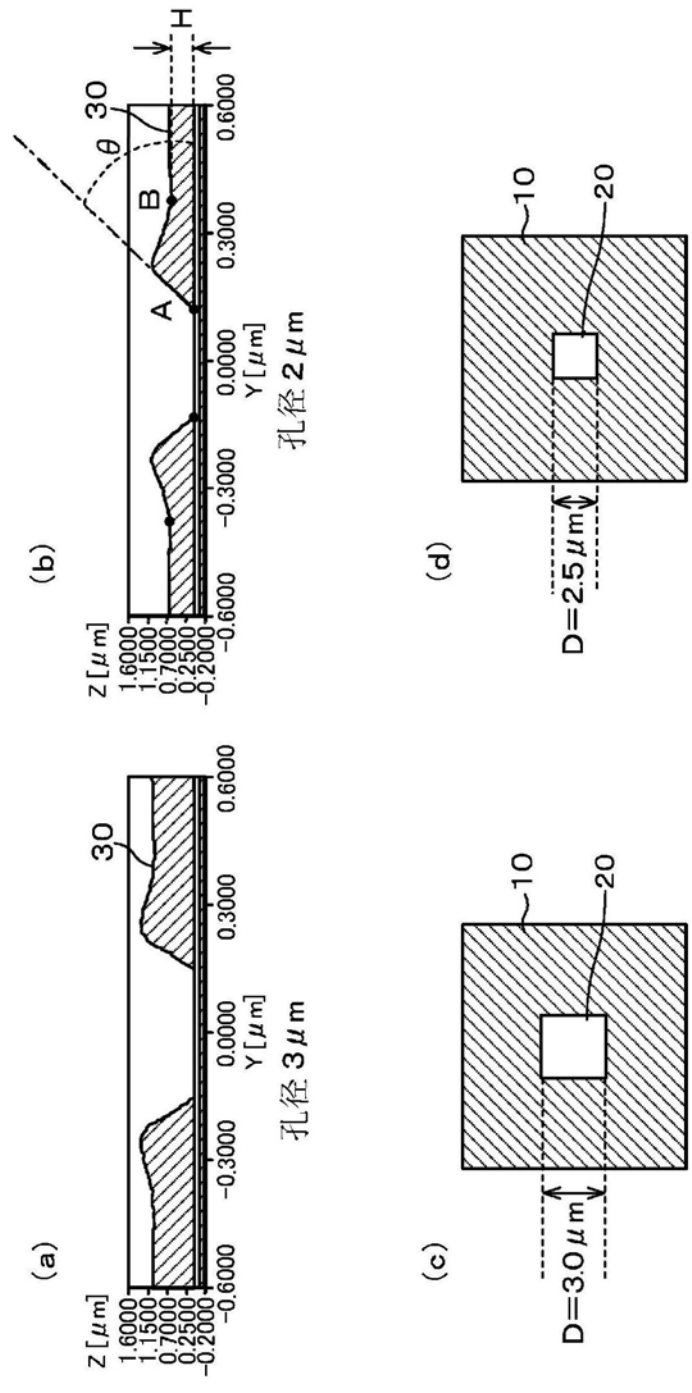


图1

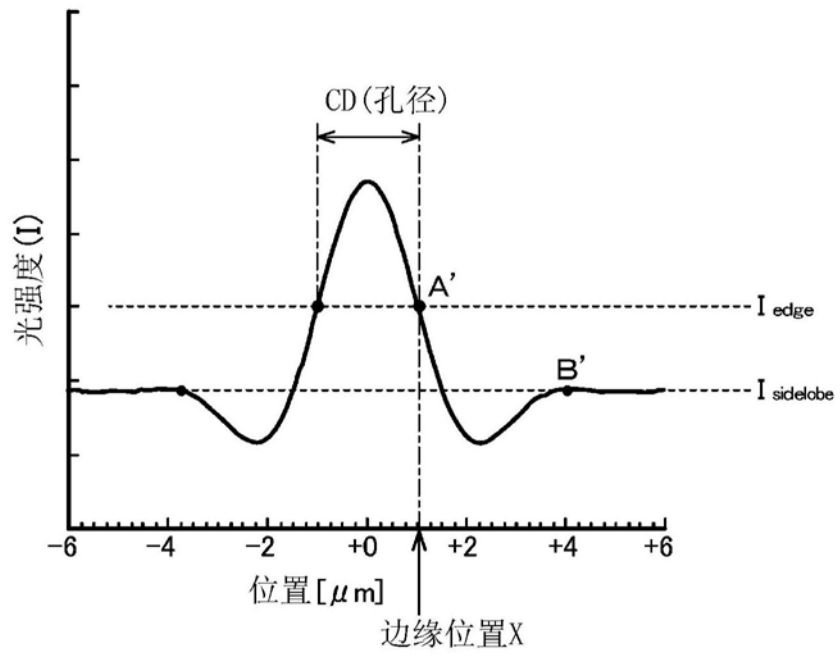


图2

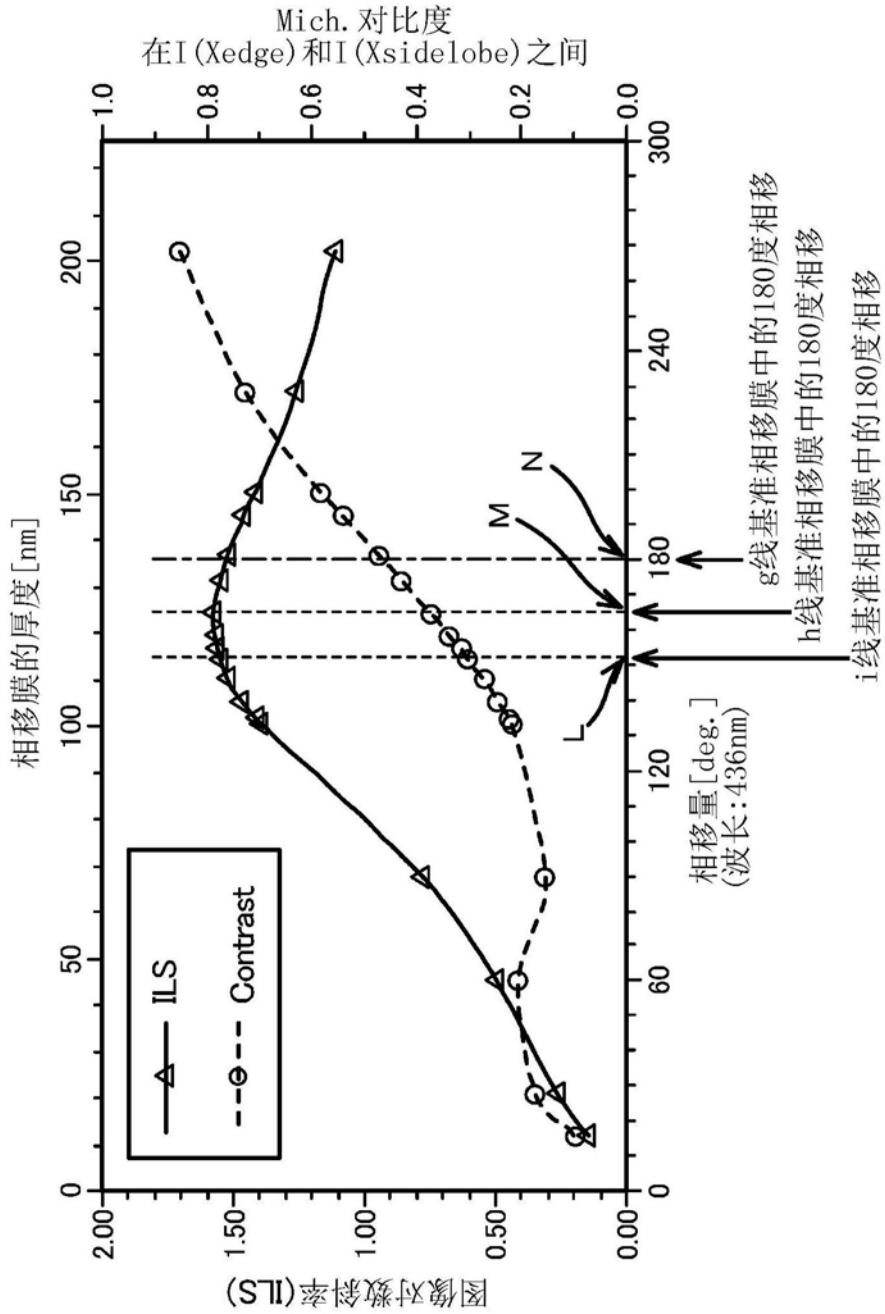


图3



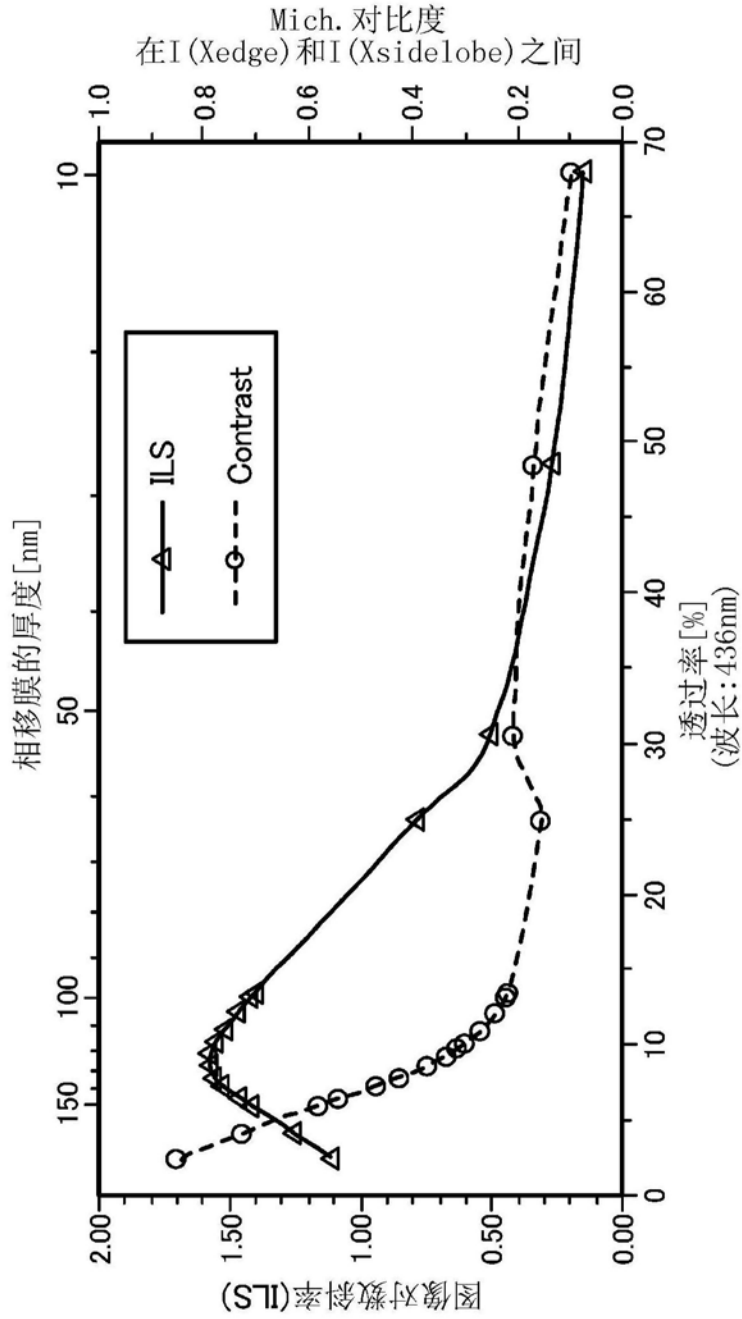


图4