



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1983024 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 25

(21) 申请号 200610173295. 8

US 2002/0177051 A1, 2002. 11. 28,

(22) 申请日 2006. 12. 15

CN 1688934 A, 2005. 10. 26,

CN 1115044 A, 1996. 01. 17,

(30) 优先权数据

2005-361831 2005. 12. 15 JP

审查员 高慧敏

(73) 专利权人 瑞萨电子株式会社

地址 日本神奈川县川崎市

(72) 发明人 奥野满 茂庭明美

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 浦柏明 刘宗杰

(51) Int. Cl.

G03F 1/00(2012. 01)

H01L 21/027(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2005/103820 A1, 2005. 11. 03,

JP 特开 2005-99655 A, 2005. 04. 14,

US 2005/0260506 A1, 2005. 11. 24,

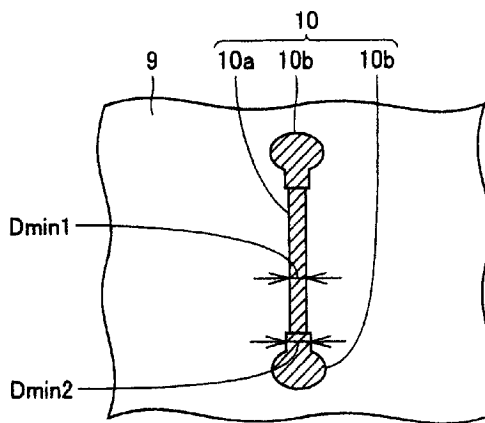
权利要求书 1 页 说明书 16 页 附图 19 页

(54) 发明名称

使用利文森型掩模的图形形成方法及该掩模的制造方法

(57) 摘要

本发明公开了使用利文森型掩模的图形形成方法及该掩模的制造方法。一种图形形成方法,包括具有第一最小尺寸(D_{min1})的第一图形部(10a)和第二最小尺寸(D_{min2})的第二图形部(10b),其中包括使用利文森型掩模进行曝光的第一曝光步骤和使用半色调型掩模进行曝光的第二曝光步骤。第二最小尺寸(D_{min2})为第一最小尺寸(D_{min1})的1.3倍以上时,第二曝光步骤的曝光量设为第一曝光步骤的曝光量以下。



1. 一种利文森型掩模的制造方法，

该利文森型掩模具有透光板和配置在所述透光板的主表面并且具有多个开口部的遮光膜，

所述开口部包含同相位开口部以及反转相位开口部，

在所述反转相位开口部中，在所述主表面上形成凹部，

所述凹部具有以延伸到所述反转相位开口部的端部下的方式形成的凹槽部，

为了在被处理物上形成第一图形，成对设定所述同相位开口部和所述反转相位开口部，其中，

包含在所述第一图形的两侧确定所述同相位开口部以及所述反转相位开口部的开口部设定步骤，

所述开口部设定步骤包含如下步骤，当与其他部分相比，对之间的距离最近时，在所述距离最近的对之间相对置的所述开口部的至少一个上设定所述同相位开口部。

2. 如权利要求 1 记载的利文森型掩模的制造方法，其中

所述开口部设定步骤包含如下步骤，当与其他部分相比，对之间的距离最近时，将所述距离最近的对之间相对置的两个所述开口部均设定为所述同相位开口部。

3. 一种用于制造在元件区域的激活区域形成第一图形、在元件分离区域形成第二图形的半导体装置的利文森型掩模的制造方法，其中

包含在所述第一图形两侧设定同相位开口部以及反转相位开口部作为开口部的开口部设定步骤，

在通过所述开口部曝光的部分相互之间配置所述第二图形，当通过所述开口部曝光的部分与所述第二图形的距离是对所述第二图形的尺寸变动产生影响的距离以内时，所述开口部设定步骤包括如下步骤：

在所述第二图形的两侧设定所述同相位开口部以及反转相位开口部的步骤；以及

以可形成所述第二图形的方式扩大所述同相位开口部以及所述反转相位开口部的扩大步骤。

4. 如权利要求 3 记载的利文森型掩模的制造方法，其中

所述开口部设定步骤包括通过计算机设定所述同相位开口部以及所述反转相位开口部的步骤，

所述扩大步骤包括：在形成所述元件分离区域的所述第二图形的区域上设定假激活区的步骤。

5. 如权利要求 3 或者 4 记载的利文森型掩模的制造方法，其中

使用通过所述开口部曝光的部分和所述第二图形的距离的设计值，作为对所述第二图形的尺寸变动产生影响的所述距离，该设计值为 $0.3 \times \lambda / NA$ ，其中 λ 是光源的波长，NA 是开口数。

使用利文森型掩模的图形形成方法及该掩模的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及图形形成方法以及利文森 (Levenson) 型掩模的制造方法。

背景技术

[0002] 在半导体集成电路等的半导体装置中,存在在形成电极或者布线等中使用光刻技术的情况。在光刻法步骤中,进行曝光步骤,通过光掩模在抗蚀剂上以预定的形状曝光。抗蚀剂例如以感光树脂形成,通过曝光步骤后进行显影,成型为预定的形状。

[0003] 曝光步骤中使用的掩模具有透光部以及遮光部。为了提高分辨率,在光致掩模上具有使透过透光部的光的相位发生变化的相移掩模。相移掩模上包含利文森型掩模或者半色调型掩模。这些光掩模利用光的干涉作用以提高分辨率。

[0004] 对于利文森型掩模来说,例如在正型抗蚀剂中,在将配置于衬底表面的抗蚀剂加工成预定形状时,在一个部分的两侧,在一侧形成使光透过的透光部。在另一侧,形成相对于一个透光部的光的相位使相位反转的透光部。利文森型掩模是如下的光掩模:以一个部分两侧的光的相位相互反转的方式而形成,由此在一个部分可提高分辨率。

[0005] 半色调型掩模是如下的光掩模:在将配置于衬底表面的抗蚀剂加工成预定形状时,相对于在一个部分或者一个部分周围的一者上形成的透光部,在形成于另一者上的遮光部中使一部分光透过,同时使相位反转,由此,在所述一个部分上提高分辨率。

[0006] 在特开 2002-229181 号公报中,公开了如下的利文森型掩模:在透光衬底上形成孤立图形要素形成用的遮光部、和形成周期图形要素用的多个遮光部。该利文森型掩模在形成孤立图形要素用的遮光部的两侧配置相移部和透光部。以遮光部覆盖透光衬底的剩余部。公开了孤立图形要素形成用的相移部的宽度与形成周期图形要素用的相移部的宽度大致相等的技术。

[0007] 在特开 2003-168640 号公报中,公开了如下的半导体装置的制造方法:与通过相移掩模形成的细微线图形在一定范围内相邻的移相图形的相位,彼此分配反转的相位。公开了优选配置为:夹持相位边缘形成的细微线图形,设置至少四个移相图形,相邻的移相图形彼此一定为相反相位。

[0008] 在光刻法中,公知如下方法:为了在衬底表面形成细微部分,而进行多次曝光。

[0009] 例如,在特开平 11-283904 号公报中,公开了如下的曝光方法,其包含:高分辨率曝光,使用相移图形,对光致抗蚀剂层转印线宽度控制性严格的部位的图形;通常曝光,由掩模图形的遮光部对通过高分辨率曝光已经被图形转印后的光致抗蚀剂层部分进行保护,并且,不使用相移图形,即可对光致抗蚀剂层转印线宽控制性不严格的部位的图形。

[0010] 此外,在美国专利第 5858580 号说明书中,公开了使用两个掩模工艺的技术。第一掩模是相移掩模,第二掩模是单一相位结构的掩模。单一相位结构的掩模进行曝光,以消除相移区域。在单一相位结构的掩模中,在通过相移掩模形成的部分以外的区域进行曝光,以不在不希望的部分上形成。

[0011] 并且,在特开平 1-283925 号公报中,公开了一种曝光方法,第一区域进行密集构

图,第二区域以比第一区域粗的方式进行构图,其中,第一区域以具有使曝光的相位反转的相移图形的掩模图形进行曝光,第二区域以由透光区域和非透光区域构成的掩模图形进行曝光。

[0012] 此外,在特开 2004-247606 号公报中公开了如下的半导体装置的制造方法:在形成由栅电极以及栅极布线构成的栅极时,通过使用作为第一掩模的二元(binary mask)掩模或者半色调掩模和作为第二掩模的利文森型掩模的二重曝光处理,只形成栅电极图形之后,通过使用作为第三掩模的二元掩模或者半色调掩模的曝光处理,从而形成栅极布线图形。

[0013] 如上所述,使用相移掩模或者进行多次曝光,由此,形成包含最小尺寸较小的部分的图形。但是,例如在半导体装置中,存在进一步细微化的倾向,现状是希望以较高的尺寸精度更好地形成更细微的图形。

[0014] 在利文森型掩模中,在透光板的表面上配置例如铬膜等遮光膜。在遮光膜上形成使光透过用的开口部。开口部大致分为同相位开口部和反转相位开口部。同相位开口部是无需使光的相位发生变化即可透过的区域,由透光板的主表面构成。在反转相位开口部中,在透光板上形成凹部或者配置移相器。通过反转相位开口部的光发生相位反转。

[0015] 作为反转相位开口部,在透光板上形成有凹部的利文森型掩模上,具有以扩展到遮光膜的端部下侧的方式形成了凹部的凹槽部。在该利文森型掩模中,如果反转相位开口部彼此相邻,则凹槽部彼此相邻。随着半导体装置的细微化,凹槽部彼此的距离变小。结果存在如下问题:配置在透光板表面的遮光膜与透光板的接触面积变小,遮光膜剥落。

发明内容

[0016] 本发明的目的在于提供一种可形成细微图形的图形形成方法。此外,其目的在于提供一种可形成细微图形的利文森型掩模的制造方法。

[0017] 基于本发明的一方面的图形形成方法是包含具有第一最小尺寸的第一图形和具有第二最小尺寸的第二图形的图形形成方法,包括使用利文森型掩模进行曝光的第一曝光步骤和使用半色调型掩模进行曝光的第二曝光步骤。在所述第二最小尺寸为所述第一最小尺寸的 1.3 倍以上时,将所述第二曝光步骤的曝光量设为所述第一曝光步骤的曝光量以下。

[0018] 基于本发明的另一方面的图形形成方法是包含具有第一最小尺寸的第一图形和具有第二最小尺寸的第二图形的图形形成方法,包括使用利文森型掩模进行曝光的第一曝光步骤和使用半色调型掩模进行曝光的第二曝光步骤。在所述第二最小尺寸为所述第一最小尺寸的 1.0 倍以上、1.1 倍以下时,将所述第二曝光步骤的曝光量设定得比所述第一曝光步骤的曝光量大。

[0019] 基于本发明的其他方面的利文森掩模的制造方法中,该利文森型掩模具有透光板和配置在所述透光板的主表面并且具有多个开口部的遮光膜,所述开口部包含同相位开口部以及反转相位开口部,在所述反转相位开口部中,在所述主表面上形成凹部,所述凹部具有以延伸到所述反转相位开口部的端部下侧的方式形成的凹槽部,为了在被处理物上形成第一图形,成对设定了所述同相位开口部和所述反转相位开口部。包含在所述第一图形两侧确定所述同相位开口部以及所述反转相位开口部的开口部设定步骤。所述开口部设定步骤

包含如下步骤,即:按照所述对相互之间的距离接近的顺序,在所述对之间相互对置的所述开口部的至少一个上设定所述同相位开口部。

[0020] 基于本发明的其他方面的利文森型掩模的制造方法,是用于在元件区域形成激活区上形成第一图形、在元件分离区域形成第二图形的半导体装置制造中的利文森型掩模的制造方法。包含在所述第一图形两侧设定同相位开口部以及反转相位开口部作为开口部的开口部设定步骤。所述开口部设定步骤在通过所述开口部曝光的部分相互之间配置所述第二图形,通过开口部曝光的部分与所述第二图形的距离实质上是对所述第二图形的尺寸变动产生影响的距离以下时,包括在所述第二图形的两侧设定所述同相位开口部以及反转相位开口部的步骤。包括以可形成所述第二图形的方式扩大所述同相位开口部以及所述反转相位开口部的扩大步骤。

[0021] 本发明的所述以及其他的目的、特征、情况以及优点可参照附图理解的关于本发明的以下详细说明而得知。

附图说明

[0022] 图 1 是实施方式 1 中形成的抗蚀剂图形的概要平面图。

[0023] 图 2 是实施方式 1 的利文森型掩模的概要平面图。

[0024] 图 3 是实施方式 1 的利文森型掩模的概要剖面图。

[0025] 图 4 是实施方式 1 的半色调型掩模的概要平面图。

[0026] 图 5 是说明实施方式 1 的曝光量的图表。

[0027] 图 6 是说明实施方式 1 的 ILS 值的图表。

[0028] 图 7 是降低实施方式 1 的半色调型掩模的曝光量比例时的概要平面图。

[0029] 图 8 是进行实施方式 1 的抗蚀剂试验时的概要立体图。

[0030] 图 9 是表示实施方式 1 的抗蚀剂试验结果的图表。

[0031] 图 10 是说明实施方式 2 的第一试验结果的曝光量的图表。

[0032] 图 11 是说明实施方式 2 的第一试验结果的 ILS 值的图表。

[0033] 图 12 是说明实施方式 2 的第二试验结果的曝光量的图表。

[0034] 图 13 是说明实施方式 2 的第二试验结果的 ILS 值的图表。

[0035] 图 14 是说明实施方式 2 的第三试验结果的曝光量的图表。

[0036] 图 15 是说明实施方式 2 的第三试验结果的 ILS 值的图表。

[0037] 图 16 是实施方式 3 中形成的抗蚀剂图形的概要平面图。

[0038] 图 17 是实施方式 3 的利文森型掩模的概要平面图。

[0039] 图 18 是实施方式 3 的半色调型掩模的概要平面图。

[0040] 图 19 是说明实施方式 3 的第一试验结果的曝光量的图表。

[0041] 图 20 是说明实施方式 3 的第二试验结果的曝光量的图表。

[0042] 图 21 是实施方式 4 中形成的抗蚀剂图形的概要平面图。

[0043] 图 22 是实施方式 4 的利文森型掩模的概要平面图。

[0044] 图 23 是实施方式 4 的利文森型掩模的概要剖面图。

[0045] 图 24 是实施方式 4 的比较例的利文森型掩模的概要平面图。

[0046] 图 25 是实施方式 4 的比较例的利文森型掩模的概要剖面图。

[0047] 图 26 是对实施方式 4 的利文森型掩模的开口部的区域设定同相位开口部和反转相位开口部的方法的说明图。

[0048] 图 27 是实施方式 5 中形成的抗蚀剂图形的概要平面图。

[0049] 图 28 是实施方式 5 的利文森型掩模的概要平面图。

[0050] 图 29 是实施方式 5 的半色调型掩模的概要平面图。

[0051] 图 30 是在实施方式 5 的利文森型掩模的开口部的区域设定同相位开口部以及反转相位开口部时的第一步骤说明图。

[0052] 图 31 是在实施方式 5 的利文森型掩模的开口部的区域设定同相位开口部以及反转相位开口部时的第二步骤说明图。

具体实施方式

[0053] 实施方式 1

[0054] 参照图 1 到图 9, 对基于本发明实施方式 1 的图形形成方法进行说明。在本实施方式中, 以半导体装置的制造方法为例进行说明。在本实施方式中, 使用相移掩模中利文森型掩模和半色调型掩模, 并进行多次曝光。

[0055] 图 1 是表示配置在本实施方式的被处理物表面的图形的概要平面图。在本实施方式中, 在作为被处理物的衬底 9 的表面上形成了抗蚀剂图形 10。本实施方式的衬底 9 在硅晶片的表面上配置了多晶硅等的导电膜。并且, 在多晶硅膜的表面以膜厚 80nm 形成了有机防反射膜。在本实施方式中, 进行配置在该有机防反射膜上的抗蚀剂的构图。抗蚀剂图形 10 是形成在衬底 9 表面上的光致抗蚀剂。在本实施方式中, 使用正型抗蚀剂。

[0056] 抗蚀剂图形 10 包括第一图形部 10a 和第二图形部 10b。第一图形部 10a 例如是场效应晶体管的栅电极的部分。第二图形部 10b 例如是用于连接栅电极的布线部的部分。第一图形部 10a 是要求细微线或者尺寸精度的部分的图形。第二图形部 10b 是尺寸比第一图形部 10a 大或者尺寸精度要求比第一图形部 10a 宽松的图形。

[0057] 在本发明中, 最小尺寸是作为目的图形的尺寸中最小直径(跨度)的尺寸。第一图形部 10a 具有第一最小尺寸 $D_{\min 1}$ 。本实施方式的第一最小尺寸是在第一图形部 10a 延伸方向垂直的宽度。第二图形部 10b 具有第二最小尺寸 $D_{\min 2}$ 。本实施方式的第二最小尺寸是从第一图形部 10a 延伸的部分的宽度。在本实施方式, 以比第二最小尺寸小的方式形成第一最小尺寸。

[0058] 为了形成具有上述形状的光致抗蚀剂, 进行光刻步骤。在光刻步骤中, 例如, 在作为衬底上的被加工膜的导电膜的表面上均匀地配置感光性树脂的抗蚀剂膜, 曝光后进行显影, 由此, 可在所希望形状的部分残留抗蚀剂。并且, 将残留的抗蚀剂作为掩模, 对被加工膜进行刻蚀, 由此, 可将被加工膜刻蚀成所希望形状。

[0059] 在本实施方式中, 以利文森型掩模进行形成第一图形部 10a 用的曝光。以半色调型掩模进行形成第二图形部 10b 用的曝光。

[0060] 图 2 中示出本实施方式的利文森型掩模的概要平面图。图 3 中示出图 2 的 III-III 线的横剖面视图。

[0061] 利文森型掩模例如具有以石英玻璃等形成的透光板 19。在透光板 19 的表面配置了用于遮光的遮光膜 1。遮光膜 1 例如以 Cr 膜形成。

[0062] 遮光膜 1 具有开口部作为使光通过用的透光区域。在本实施方式中,开口部具有同相位开口部 1a 以及反转相位开口部 1b。同相位开口部 1a 以及反转相位开口部 1b 配置在对应于第一图形部 10a(参照图 1) 的部分的两侧。

[0063] 在同相位开口部 1a 中,以平面状形成透光板 19 的平面。利文森型掩模的透光区域中同相位区域由透光板 19 的主表面构成。在反转相位开口部 1b 中,透光板 19 的平面形成了凹部 24。利文森型掩模的透光区域中反转相位区域由形成在透光板 19 的凹部 24 构成。凹部 24 以通过反转相位开口部 1b 的光的相位反转的方式来形成。例如,凹部 24 以如下方式形成:通过反转相位开口部 1b 的光与通过同相位开口部 1a 的光相比,相位错开 180° 。

[0064] 本实施方式的凹部 24 具有为了提高尺寸精度而形成的凹槽部 24a。凹槽部 24a 以延伸到端部内侧的方式形成在遮光膜 1 的反转相位开口部 1b 的端部。即,遮光膜 1 在反转相位开口部 1b 处具有成为檐的部分。

[0065] 本实施方式的利文森型掩模为了使光的相位反转,在透光板上形成了凹部,但是,并不特别限定,例如,也可以在反转相位开口的透光板的表面上配置使相位反转用的移相等。

[0066] 图 4 示出本实施方式的半色调型掩模的概要平面图。半色调型掩模在透光板 19 的表面上形成了遮光部 5a。遮光部 5a 以完全遮挡光的方式来形成。遮光部 5a 例如由 Cr 膜形成。在利文森型掩模中为了不在曝光后的部分进行曝光而形成了遮光部 5a。遮光部 5a 对应于利文森型掩模的开口部来形成。在遮光板 19 的表面,配置了形成抗蚀剂图形 10 的第二图形部 10b(参照图 1) 用的半色调部 5b。对应于抗蚀剂图形的第二图形部 10b 的形状形成了半色调部 5b。

[0067] 使曝光的一部分光透过地形成了本实施方式的半色调部 5b。以使透过的光的相位反转的方式形成了半色调部 5b。本实施方式的半色调部 5b 包括配置在透光板 19 表面的移相器。作为半色调部,不限于配置移相器,也可以形成为使曝光后的一部分光透过并且相位发生反转。

[0068] 参照图 1,在本实施方式中,以第一图形部 10a 的第一最小尺寸 $D_{\min 1}$ 比第二图形部 10b 的第二最小尺寸 $D_{\min 2}$ 小的方式进行曝光。在本实施方式中,以第二最小尺寸 $D_{\min 2}$ 是第一最小尺寸 $D_{\min 1}$ 的 1.3 倍以上的方式形成抗蚀剂图形 10。形成第一图形部 10a 的第一最小尺寸 $D_{\min 1}$ 为 70nm 的抗蚀剂图形 10。

[0069] 首先,以膜厚 180nm 在有机防反射膜的表面上涂敷作为感光性树脂的丙稀系正型抗蚀剂。对该抗蚀剂膜进行曝光前加热处理。

[0070] 然后,进行形成第一图形部 10a 用的第一曝光步骤。第一曝光步骤使用利文森型掩模进行曝光。在第一曝光步骤中,使用具有同相位开口部 1a 和反相位开口部 1b 的利文森型掩模(参照图 2) 来进行。

[0071] 在本实施方式的第一曝光步骤中,使用 ArF 准分子激光器(193nm) 对抗蚀剂膜进行曝光。本实施方式的利文森型掩模的遮光膜 1 的同相位开口部 1a 的宽度以及反相位开口部 1b 的(参照图 2) 的宽度分别是 140nm。同相位开口部 1a 和反转相位开口部 1b 的距离是 140nm。在 NA(Numerical Aperture:数值孔径) 为 0.82、Conv. ($\sigma = 0.40$) 的条件下以该利文森型掩模进行曝光。此处,NA 为数值孔径。Conv. 是通常照明的圆形开口光圈。 σ 是从衬底(晶片) 一侧观察时的照明光学 NA 和投影镜头系统 NA 之比。

[0072] 然后,进行形成第二图形部 10b 用的第二曝光步骤。第二曝光步骤使用半色调型掩模进行曝光。在第二曝光步骤中,使用具有遮光部 5a 和半色调部 5b 的半色调型掩模(参照图 4)进行。

[0073] 在第二曝光步骤中,遮挡图 4 的遮光部 5a 的部分。即,为了在第一曝光步骤中进行了曝光后的范围内不进行再次曝光,进行第二曝光步骤。在图 4 所示的半色调部 5b 中,一部分光透过,并且光的相位反转。

[0074] 在本实施方式中,使用具有透射率为 6% 的半色调部的掩模。在第二曝光步骤中,在 NA 为 0.80、Conv. ($\sigma = 0.85$) 的条件下进行曝光。将第二曝光步骤中的抗蚀剂的曝光量设定为比第一曝光步骤中的抗蚀剂的曝光量小。即,进行曝光步骤以便使用半色调型掩模对抗蚀剂等的被照射物进行的曝光量在使用利文森型掩模进行的曝光量以下。

[0075] 在第一曝光步骤以及第二步骤之后,进行抗蚀剂膜的显影,形成了图 1 所示的图形。在本实施方式中,在第一曝光步骤之后进行第二曝光步骤,但是,也可以先进行第二曝光步骤。即,可以先进行通过半色调型掩模的曝光。

[0076] 在第一曝光步骤中,通过了同相位开口部 1a 的光相位不改变地进行曝光。通过了反转相位开口部 1b 的光相位发生反转。在第一图形部 10a 的部分产生光的干涉。因此,能够抑制第一图形部 10a 部分的曝光,可提高第一图形部 10a 的尺寸精度。或者,可以形成细微的第一图形部 10a。

[0077] 在本实施方式中,采用了如下的多次曝光法:使用利文森型掩模对抗蚀剂图形 10 中的第一图形部 10a 进行曝光,使用半色调型掩模对第二图形部 10b 进行曝光。在多次曝光法中存在如下情况:首先进行曝光后的部分的潜像往往会受到此后进行曝光时光的灰雾的影响。

[0078] 例如,在本实施方式中,参照图 1,抗蚀剂图形 10 的第一图形部 10a 的潜像在此后使用半色调型掩模进行曝光时受到影响。例如,存在如下情况:使用半色调型掩模进行曝光的第二曝光步骤的曝光量过多时,第一图形部 10a 的尺寸精度恶化。

[0079] 图 5 示出本实施方式的曝光试验结果的图表。图 5 是本实施方式的抗蚀剂图形的第一图形部 10a(参照图 1)的合成光学图像的图表。横轴表示从第一图形部 10a 的宽度方向的中心朝向宽度方向外侧的距离。0 的位置是第一图形部的宽度方向的中心。纵轴表示利文森型掩模以及半色调型掩模的光强度。

[0080] 在曝光试验中,分别改变利文森型掩模以及半色调型掩模的曝光量的比例,进行曝光。此外,对于只使用利文森型掩模进行曝光的情形也进行了试验。

[0081] 参照图 5 可知,利文森型掩模的曝光量的比例越小,合成光学图像的倾斜度越小,潜像恶化。即,利文森型掩模的曝光量的比例越低,越容易受到半色调型掩模的曝光量的影响,尺寸精度恶化。

[0082] 例如,在距离第一图形部中心的距离稍大于 $0.03 \mu\text{m}$ 的范围内(在抗蚀剂图形的第一图形部的线宽度大于 $0.06 \mu\text{m}$ 的范围内),为了得到与使用了利文森型掩模时大致相同的倾斜度的合成光学图像,需要使利文森型掩模的曝光量至少为半色调型掩模的曝光量 0.8 倍以上。并且,通过使利文森型掩模的曝光量为半色调型掩模的曝光量的 1.0 倍以上,由此,能够可靠地得到具有与只使用利文森型掩模时相同程度以上的尺寸精度的潜像。

[0083] 然后,作为确定曝光量比例的基准,采用 ILS(Image Log Slope) 值。ILS 值表示像

强度的对数的梯度,以 ILS 值 = $(I/I_s) \times (\Delta I / \Delta x)$ 来定义。此处, I_s 是切片 (slice) 值, $(\Delta I / \Delta x)$ 是成为光线强度线的切片值的点中光强度的梯度。

[0084] 在本实施方式中,作为计算出切片值的线宽度的代表值,使用 $0.08 \mu\text{m}$ 。在设计规则 (设计基准) 为 65nm 的装置中,电极或者布线等的线宽度大致为 60nm 以上、 70nm 以下。此时的抗蚀剂膜的线宽度大致为 80nm ,由此,决定出计算切片值的线宽度的代表值。即,该线宽度是设计规则为 65nm 的半导体装置通用的线宽度。该线宽度中,采用距离线宽度的中心 $-0.04 \mu\text{m}$ 以上、 $+0.04 \mu\text{m}$ 以下位置的范围作为切片值。

[0085] 图 6 表示说明使利文森型掩模和半色调型掩模的曝光量比例变化时的 ILS 值的图表。横轴表示曝光量比例,纵轴表示 ILS 值。通过增加利文森型掩模的曝光量比例,由此,ILS 值增加。如上所述,根据图 5 的图表,若利文森型掩模和半色调型掩模的曝光量比例是 $1:1$,可得到优良的合成潜像。在图 6 中,曝光量比例是 $1:1$ 的 ILS 值是只使用利文森型掩模的 ILS 值的约 0.8 倍,约为 34 。即,ILS 值若为约 34 以上,可确保合成光学图像的曝光量的充分的倾斜度,可形成尺寸精度优良的第一图形部。或者可形成细微的第一图形部。

[0086] 如上所述,优选利文森型掩模的曝光量为半色调型掩模的曝光量的 1.0 倍以上。但是,若降低半色调型掩模的曝光量,则半色调型掩模的遮光部的尺寸变小。其结果是,存在遮光部成为掩模制造范围以下的大小的情况,不能制造成为掩模制造范围以下的大小的掩模。若考虑掩模的制造,则利文森型掩模的曝光量优选为半色调型掩模的曝光量的 1.0 倍以上、 1.2 倍以下。

[0087] 使利文森型掩模的曝光量为半色调型掩模的曝光量以上,在以半色调型掩模形成的第二图形部的最小尺寸为以利文森型掩模形成的第一图形部的最小尺寸的 1.3 倍以上的情況下是有用的。曝光步骤中,存在曝光装置的聚焦裕度成为问题的情况。即,存在如下情况:产生使曝光装置的调焦变动时的尺寸变动未收纳在允许范围内的问题。该聚焦裕度的问题在第二最小尺寸小于第一最小尺寸的 1.3 倍时变得显著。第二最小尺寸为第一最小尺寸的 1.3 倍以上的情況下,通过使利文森型掩模的曝光量为半色调型掩模的曝光量以上,由此,可形成尺寸精度优良的第一图形部。或者可形成细微的第一图形部。并且,在 65nm 的设计规则的半导体装置的制造方法中,对于使线宽变得细微特别有用。

[0088] 在本实施方式中,以使得利文森型掩模的曝光量成为半色调型掩模的曝光量以上的方式进行曝光,由此,可提高利文森型掩模的部分的潜像的对比度,可提供细微的半导体装置。或者可提供尺寸精度得到提高的半导体装置。

[0089] 为了减小半色调型掩模的曝光量,除了减弱光源的光强度或者缩短曝光时间的方法之外,还有采用光学邻近校正 (OPC:Optical Proximity Correction) 的方法。

[0090] 图 7 示出为了减小曝光量而采用了光学邻近校正的半色调型掩模的概要平面图。在形成于透光板 19 表面的半色调部上,减小半色调部 $5b$,形成半色调部 $5c$ 。这样,设定使半色调部减小的偏移,由此,可减小针对被照射物的曝光量。作为半色调部的掩模偏移量的目标,例如,在半色调部彼此的间隔为 2000nm 以上、最小宽度为 70nm 以上的作为基准图形的孤立图形中,将掩模偏移设定为单侧 5nm 以上、 10nm 以下。

[0091] 曝光步骤中使用的抗蚀剂的种类也影响光学潜像。然后,对所使用的抗蚀剂的种类进行说明。

[0092] 图 8 示出说明抗蚀剂的光学邻近效应 (OPE:Optical Proximity Effect) 的依赖

性的基准图形的概要立体图。在基准图形中,通过半色调型掩模 26 对抗蚀剂 27 进行曝光。半色调型掩模 26 具有半色调部 26a。

[0093] 以直线状形成半色调部 26a。以延伸方向相互平行的方式形成半色调部 26a。抗蚀剂 27 的曝光区域 27a 分别为线状。在这样的基准图形中,将半色调部 26a 彼此的间隔设为间隔尺寸 S。此外,将半色调部 26a 的宽度设为 W。将曝光区域 27a 的宽度设为 CD(Critical Dimension:临界尺寸)值。在本实施方式中,使用扫面仪型的曝光装置,CD 值为半色调部 26a 的宽度 W 的大致 1/4。

[0094] 图 9 示出两种抗蚀剂的 CD 值特性的图表。在本实施方式中使用了丙稀系正型抗蚀剂作为抗蚀剂膜。横轴是间隔尺寸 S,纵轴是 CD 值。在间隔尺寸 S 较小的部分,各个 CD 值急剧上升。

[0095] 抗蚀剂 A 的(CD 值的最大值 -CD 值的最小值)比抗蚀剂 B(CD 值的最大值 -CD 值的最小值)大。即,抗蚀剂 A 光学邻近效应比抗蚀剂 B 大。这样,OPE 特性因抗蚀剂的种类而不同。因此,优选选择 OPE 特性优良的抗蚀剂。例如,(CD 值的最大值 -CD 值的最小值)的值较大的抗蚀剂的情况下,若形成间距较小的图形,则存在从期待值较大偏移的可能性。因此,在进行了光学邻近校正的情况下,在间距较小的图形中,存在变成掩模制造范围以下的尺寸的可能性。在图 9 中,与抗蚀剂 A 相比,优选使用抗蚀剂 B。

[0096] 作为抗蚀剂选择 OPE 特性优良的抗蚀剂,由此,能够使曝光量比例的选择宽度变大,可不变更所制造图形的期待值来变更曝光量比例。

[0097] 实施方式 2

[0098] 参照图 10 到图 15,对基于本发明的实施方式 2 的图形形成方法进行说明。在本实施方式中,与实施方式 1 相同,包含使用利文森型掩模进行曝光的第一曝光步骤和使用半色调型掩模进行曝光的第二曝光步骤。此外,第二图形的第二最小尺寸为第一图形的第一最小尺寸的 1.3 倍以上时,与实施方式 1 相同,将第二曝光步骤的曝光量设为第一曝光步骤的曝光量以下。在本实施方式中,在第二曝光步骤中,通过使用降低半色调部的透射率的半透射型掩模进行曝光。在本实施方式中,通过与实施方式 1 相同的试验方法进行了试验。

[0099] 图 10 是表示说明本实施方式的第一试验结果的第一图表。图 11 表示说明本实施方式的第一试验的结果的第二图表。在第一试验中,以 1 : 1 的比例设定使用利文森型掩模进行的第一曝光步骤的曝光量和使用半色调型掩模进行的第二曝光步骤的曝光量。求出使半色调型掩模的半色调部的透射率从 6%变化到 0%时的各个位置的曝光量。

[0100] 图 10 表示由利文森型掩模形成的抗蚀剂图形的第一图形(参照图 1)的合成光学图像的图表。横轴表示距离由利文森型掩模形成的直线状部分的宽度方向中心部的距离,纵轴表示光强度。通过降低半色调型掩模的透射率,位置为 0 μm 的光强度接近 0。

[0101] 图 11 表示第一试验的 ILS 值的图表。横轴表示半色调型掩模的半色调部的透射率,纵轴表示 ILS 值。半色调型掩模的半色调部的透射率为 0%的掩模成为不具有半色调部的遮光的通常的掩模。

[0102] 如图 11 所示,通过降低半色调部的透射率,由此,有 ILS 值变大的倾向。可知通过降低半色调部的透射率,第一图形部的尺寸精度提高。参照图 11,在利文森型掩模的曝光量和半色调型掩模的曝光量之比为 1 : 1 的情况下,通过使半色调型掩模的透射率为 6%以下,由此,可使 ILS 值为约 34 以上。

[0103] 图 12 表示说明本实施方式的第二试验的结果的第一图表。图 13 表示说明本实施方式的第二试验的结果的第二图表。在第二试验中,与第一试验相比,可相对减少利文森型掩模的曝光量。第二试验中,将利文森型掩模的曝光量和半色调型掩模的曝光量之比设为 0.8 : 1,进行试验。

[0104] 图 12 表示由利文森型掩模形成的抗蚀剂图形的第一图形部分的合成光学图像。图 13 中示出第二试验的 ILS 值的图表。参照图 12,通过降低半色调型掩模的透射率,由此,位置为 $0\ \mu\text{m}$ 的光强度接近 0。参照图 13,将利文森型掩模的曝光量和半色调型掩模的曝光量之比设为 0.8 : 1 的情况下,通过使半色调型掩模的透射率为 4% 以下,可使 ILS 值约为 34 以上。

[0105] 图 14 表示说明本实施方式的第三试验的结果的第一图表。图 15 示出说明本实施方式的第三试验的结果的第二图表。在第三试验中,与第二试验相比,相对地进一步减少利文森型掩模的曝光量。在第三试验中,将利文森型掩模的曝光量和半色调型掩模的曝光量之比设为 0.6 : 1,并进行了试验。

[0106] 图 14 示出由利文森型掩模形成的抗蚀剂图形的第一图形部分的合成图像的图表。图 5 示出第三试验的 ILS 值的图表。参照图 14,通过降低半色调型掩模的半色调部的透射率,由此,位置为 $0\ \mu\text{m}$ 的光强度接近 0。此外,参照图 15,将利文森型掩模的曝光量和半色调型掩模的曝光量之比设为 0.6 : 1 时,使半色调型掩模的透射率为 4% 以下,由此,能够使 ILS 值为 34 以上。

[0107] 这样,即使改变利文森型掩模和半色调型掩模的曝光量比例,对应地调整半色调型掩模的半色调部的透射率,由此,能够提供由利文森型掩模形成的图形的尺寸精度。

[0108] 其他的结构、作用、效果以及方法与实施方式 1 相同,因此,此处不重复说明。

[0109] 实施方式 3

[0110] 参照图 16 到图 20,对基于本发明的实施方式 3 的图形形成方法进行说明。在本实施方式的图形形成方法中,与实施方式 1 相同,包含用利文森型掩模进行曝光的第一曝光步骤和使用半色调型掩模进行曝光的第二曝光步骤。在本实施方式中,在第二图形的第二最小尺寸为第一图形的第一最小尺寸的 1.0 倍以上、1.1 倍以下时,将第二曝光步骤的曝光量设定为比第一曝光步骤的曝光量大。

[0111] 图 16 是本实施方式的抗蚀剂图形的概要平面图。在衬底 9 的表面形成抗蚀剂图形 11 ~ 13。抗蚀剂图形 13 配置在被抗蚀剂图形 11 和抗蚀剂图形 12 夹持的位置。抗蚀剂图形 13 由半色调型掩模形成。

[0112] 抗蚀剂图形 11 包括第一图形部 11a 和第二图形部 11b。抗蚀剂图形 12 包括第一图形部 12a 和第二图形部 12b。第二图形部 11a、12a 是由利文森型掩模形成的部分。第一图形部 11b、12b 是由半色调型掩模形成的部分。

[0113] 第一图形部 11a、12a 例如是成为场效应晶体管的栅电极的部分。激活区 50 例如是在衬底 9 的表面注入杂质、成为场效应晶体管的源极区域或者漏极区域的区域。抗蚀剂图形 13 的部分例如形成布线。

[0114] 在本实施方式中,着眼于由通过利文森型掩模形成的抗蚀剂图形所夹持的抗蚀剂图形 13。由抗蚀剂图形 13 形成的衬底 9 表面的布线图形例如直线状部分的宽度(对应于图 16 的抗蚀剂图形 13 的宽度 L1 的部分的宽度)是 70nm。

[0115] 图 17 示出本实施方式的利文森型掩模的概要平面图。利文森型掩模包括遮光膜 2。遮光膜 2 具有同相位开口部 2a、2c 和反转相位开口部 2b、2d。同相位开口部 2a 和反转相位开口部 2b 成为一对,由此,在同相位开口部 2a 和反转相位开口部 2b 之间形成作为布线图形的抗蚀剂图形 11 的第一图形部 11a。同样,同相位开口部 2c 和反转相位开口部 2d 成为一对,由此,形成抗蚀剂图形 12 的第一图形部 12a(参照图 16)。

[0116] 图 18 示出本实施方式的半色调型掩模的概要平面图。半色调型掩模包括透光板 19。在透光板 19 的表面形成了遮光部 6a、6c。遮光部 6a、6c 以稍稍使光透过的方式形成。在透光板 19 的表面形成了半色调部 6b、6d、6e。遮光部 6a、6c 以对应于利文森型掩模的开口部的方式来形成。半色调部 6b、6d 以分别对应于抗蚀剂图形 11、12 的第二图形部 11b、12b 的方式来形成。半色调部 6e 以对应于抗蚀剂图形 13 的方式来形成(参照图 16)。这样,以利文森型掩模进行曝光的抗蚀剂图形 13 的直线状部分被以利文森型掩模进行曝光的抗蚀剂图形 11、12 的第一图形部 11a、12a 夹持。

[0117] 在使用这些利文森型掩模和半色调型掩模、将曝光量的比例设为 1 : 1 进行曝光的情况下,例如,配置在对应于抗蚀剂图形 13 宽度方向的长度 L1 的利文森型掩模的开口部之间、以半色调型掩模形成的布线图形的遮光部宽度为 90nm(参照图 16)。

[0118] 图 19 表示利文森型掩模和半色调型掩模的曝光量比例为 1 : 1 时合成光图像的图表。横轴是以图 16 的 A-A 线切断时的剖面的位置。纵轴表示合成光学图像的光强度。在图 19 中,A 部分是图 16 的抗蚀剂图形 13 的部分。光强度的最小值 I_{min} 是 0.123。

[0119] 然后,对利文森型掩模和半色调型掩模的曝光量比例为 0.6 : 1 时的曝光情况进行说明。即,相对地降低利文森型掩模的曝光量。此时,配置在对应于抗蚀剂图形 13 宽度方向的长度 L1 的利文森型掩模的曝光量的开口部间、并以半色调型掩模形成的布线图形的遮光部宽度为 110nm(参照图 16)。

[0120] 图 20 表示利文森型掩模和半色调型掩模的曝光量比例为 0.6 : 1 时合成光图像的图表。A 部分是图 16 的抗蚀剂图形 13 的部分。光强度的最小值 I_{min} 是 0.063,可确保较小的值。

[0121] 参照图 19 以及图 20,相对于半色调型掩模的曝光量,提高利文森型掩模的曝光量的比例,产生不能充分降低由半色调型掩模形成的图形的光强度的最小 I_{min} 。使用利文森型掩模进行第一曝光步骤,对应该由半色调型掩模形成的潜像产生影响,应该由半色调型掩模形成的图形的光强度的最小值 I_{min} 变大。

[0122] 其结果是,例如,在由半色调型掩模形成的部分引起断线这样的不良。即,在第一曝光步骤中的曝光处理时,作为最佳条件设定曝光量和焦点,但是,存在由于装置等原因引起的某些影响焦点(调焦)变动的情况,在变动后的状态下进行曝光的情况。此时,由相移掩模形成的潜像影响到由半色调型掩模形成的潜像,导致在由半色调型掩模形成的图形上产生不良的情况发生。

[0123] 包括形成具有第一最小尺寸的第一图形和具有第二最小尺寸的第二图形的步骤,在第二最小尺寸为第一最小尺寸的 1.1 倍以下时产生该不良。此时,半色调型掩模的第二曝光步骤的曝光量设定为比利文森型掩模的第一曝光步骤的曝光量大。通过该方法,能够抑制由半色调型掩模形成的第二图形中的、与由利文森型掩模形成的第一图形相邻的图形的不良。特别地,能够抑制被第一图形夹持的第二图形的不良。

[0124] 例如,在图 16 中,可抑制由抗蚀剂图形 11、12 的第一图形部 11a、12a 夹持的抗蚀剂图形 13 的直线状的部分的断线。

[0125] 在本实施方式中,可提高以半色调型掩模形成的潜像的对比度,并可抑制由半色调型掩模形成的图形的不良。或者,在使用半色调型掩模的第二曝光步骤中,可抑制曝光时的聚焦裕度。

[0126] 然后,对本实施方式记载的图形的形成方法、实施方式 1 以及 2 记载的图形形成方法的使用状态进行说明。

[0127] 形成设置有场效应晶体管的栅极长度中最小的栅极长度为 70nm 的半导体装置 A 以及半导体装置 B。场效应晶体管的栅电极由利文森型掩模形成,布线部以半色调型掩模形成。

[0128] 此处,对于半导体装置 A,以 100nm 设定布线部的最小尺寸。以曝光的潜像形成的工艺裕度较大的方式配置半导体装置 A 的布线部。半导体装置 A 的栅极长所要求的尺寸精度成为严格的条件。另一方面,在半导体装置 B 中,与栅极长的最小尺寸相同的 70nm 来设定布线部的最小尺寸。对于半导体装置 B 的布线部来说,曝光的潜像形成的工艺裕度较小。但是,所述尺寸由于制造工艺的分散,在完成的状态下存在 $\pm 10\%$ 左右的分散。

[0129] 在上述情况下,对于半导体装置 A,如实施方式 1 所示,使半色调型掩模的曝光量为利文森型掩模的曝光量以下,由此,可在布线部的潜像形成的工艺裕度的范围内,形成具有较高尺寸精度的栅电极。

[0130] 对于半导体装置 B,如本实施方式所示,使半色调型掩模的曝光量比利文森型掩模的曝光量大,由此,可确保形成布线部时的潜像形成的工艺裕度。

[0131] 对于其他的结构、作用、效果以及方法,与实施方式 1 以及 2 相同,所以,此处不重复说明。

[0132] 实施方式 4

[0133] 参照图 21 到图 26,对基于本发明实施方式 4 的利文森型掩模的制造方法进行说明。

[0134] 图 21 表示本实施方式中形成的抗蚀剂图形的概要平面图。在本实施方式中,使用利文森型掩模以及半色调型掩模。在衬底 9 的表面通过多晶硅等导电膜(未图示)形成了抗蚀剂图形 11 ~ 13。抗蚀剂图形 11 包括第一图形部 11a 和第二图形部 11b。抗蚀剂图形 12 包括第二图形部 12a 和第二图形部 12b。

[0135] 使用利文森型掩模形成第一图形部 11a、12a。并且,将第一图形部 11a、12a 作为掩模对导电膜进行构图,由此,例如形成为场效应晶体管的栅电极。激活区 50 例如成为场效应晶体管的源极区域或者漏极区域。使用半色调型掩模形成第 2 图形部 11b、12b。使用半色调型掩模形成抗蚀剂图形 13。抗蚀剂图形 13 例如形成为布线。

[0136] 在本实施方式中,对应于第一图形部 11a 和抗蚀剂图形 13 的直线状部分的距离 L2 的距离是 160nm。例如,场效应晶体管的栅电极与布线的距离是 160nm。此外,在本实施方式中,第一图形部 12a 和抗蚀剂图形 13 的直线状部分的距离与第一图形部 11a 和抗蚀剂图形 13 的直线状部分的距离相同。

[0137] 在本实施方式中,对应于第一图形部 11a、12a 的宽度 L3 形成的线的宽度是 60nm。此外,对应于抗蚀剂图形 13 的直线状部分的宽度形成的线的宽度与对应于宽度 L3 的宽度

相同。例如,场效应晶体管的栅电极的宽度是 60nm。

[0138] 图 22 示出本实施方式的利文森型掩模的概要平面图。图 23 示出图 22 中的 XXIII-XXIII 线的横剖面视图。

[0139] 本实施方式的利文森型掩模在透光板 21 表面具有遮光膜 3。形成遮光膜 3 以遮断光。遮光膜 3 具有同相位开口部 3a、3c 和反转相位开口部 3b、3d。在本实施方式中,以同相位开口部 3a、3c 彼此邻接的方式来形成。

[0140] 参照图 23,在遮光板 21 的表面上形成了遮光膜 3。在同相位开口部 3a、3c 上,配置了透光板 21 的主表面。在反转相位开口部 3b、3d 的透光板 21 表面分别形成了凹部 22。形成凹部 22,以使通过反转相位开口部 3b、3d 的光的相位错开半个波长。即,以波长反转的方式来形成。凹部 22 具有凹槽部 22a。在利文森型掩模中,需要在所形成的线图形等图形两侧配置同相位开口部以及反转相位开口部。即,需要夹持由同相位开口部和反转相位开口部形成的图形。

[0141] 利文森型掩模的制造步骤需要对所形成的图形设定开口部。在利文森型掩模的制造方法中,包括设定同相位开口部和反转相位开口部的开口部设定步骤。通过成对设定一个同相位开口部和一个反转相位开口部,从而能够在此后的曝光中形成一个图形。对应于所设定的反转相位开口部的衬底表面上形成凹部。在本实施方式中包括如下步骤:按同相位开口部以及反转相位开口部对中的彼此距离接近的顺序,对之间相对置的开口部的至少一个上设定同相位开口部。

[0142] 参照图 22 在对应于每个抗蚀剂图形 11 以及抗蚀剂图形 12 的部分的两侧形成开口部。此处,在参考对之间相对置的开口部彼此的距离 L4 的情况下,与其他部分相比,对之间的距离最近。此时,在至少一者上设定同相位开口部。在本实施方式中,在对之间相对置的开口部的两者上形成了同相位开口部 3a、3c。

[0143] 本实施方式的半色调型掩模的结构与实施方式 3 的掩模相同。

[0144] 图 24 示出作为本实施方式的比较例的利文森型掩模的概要平面图。图 25 示出图 24 的 XXV-XXV 线的横剖面图。

[0145] 参照图 24,作为比较例的利文森型掩模,在开口部上设定同相位开口部以及反转相位开口部的设定方法不同。同相位开口部 3a 与反转相位开口部 3b 是成对的。此外,同相位开口部 3c 与反转相位开口部 3d 是成对的。在比较例的利文森型掩模中,两个对之间相对置的开口部设定为反转相位开口部 3b、3d。对应于抗蚀剂图形 13 两侧的开口部设定为反转相位开口部 3b、3d。

[0146] 参照图 25,在同相位开口部 3a、3c 上设置透光板 21 的主表面。在反转相位开口部 3b、3d 上,在透光板 21 的主表面上形成了凹部 23。

[0147] 在利文森型掩模的制造步骤中,例如在透光板的表面上形成具有开口部的遮光膜。然后,进行干法刻蚀,由此,在遮光膜的开口部下侧形成凹槽部。

[0148] 例如,在比较例中,从反转相位开口部 3b、3d 的边缘到内侧形成了 100nm 的凹槽部 23a。反转相位开口部 3b 和反转相位开口部 3d 的距离是 400nm。此时,遮光膜 3 和透光板 21 的接触宽度 L5 变为 200nm。这样,接触宽度 L5 与反转相位开口部 3b 以及反转相位开口部 3d 的距离的比例是 1/2 以下时,若凹槽部相互对置,则遮光膜 3 和透光板 21 的接触面积变小,存在遮光膜部分剥离的情况。特别是,线图形等的细微化在发展,开口部彼此的距离

变小,则显著产生遮光部部分剥离的不良情况。

[0149] 在设定开口部的开口部设定步骤中,按照同相位开口部和反转相位开口部的对之间的距离接近的顺序,在对之间相对置的开口部的至少一者上设定同相位开口部,由此可在对之间相对置的部分抑制遮光膜的剥离。在本实施方式中,在对之间相对置的两侧的开口部设定同相位开口部。参照图 23 以及图 24,设定了相互对置的同相位开口部 3a 和同相位开口部 3c。因此,能够使被同相位开口部 3a 和同相位开口部 3c 夹持的遮光膜 3 的部分与遮光板 12 的接触面积变大,可抑制遮光膜 3 的剥离。

[0150] 在对利文森型掩模的开口部区域设定同相位开口部以及反转相位开口部的方法中,例如可采用移相器配置 DA(Design Automation:自动化设计)系统。通过在应用移相器配置 DA 中应用本申请的开口部的设定方法,可设定利文森型掩模的开口部的种类。

[0151] 图 26 示出本实施方式的开口部的设定方法的例子。对预先形成的抗蚀剂图形设定光透过的开口部区域,对于各个开口部的区域设定同相位开口部或者反转相位开口部。

[0152] 首先,将同相位开口部和反转相位开口部作为一对进行观察时,选定对之间的距离最近的部分。在该部分中,在对置的两个对所包含的四个开口部区域中相互对置的两个开口部区域设定同相位开口部。然后,设定对应于所设定的同相位开口部的对的反转相位开口部。

[0153] 然后,判别是否存在所设定的反转相位开口部和其他反转相位开口部的距离较近、产生遮光膜剥离的危险。当存在产生遮光膜剥离的情况下,将所设定的两个同相位开口部中的一者变为反转相位开口部、并将成对的开口部变更为同相位开口部。即,所设定的反转相位开口部和其他的反转开口部的距离非常接近时,使所述变更还原,并进入到下一步骤。

[0154] 然后,对于未设定同相位开口部以及反转相位开口部的区域,重复同样的操作。这样,对于所有的开口部区域设定同相位开口部以及反转相位开口部。

[0155] 在图 26 所示的例子中,按照对之间的距离接近的顺序设定了同相位开口部,但是,并不限于该方式,选择对之间的距离为预定值以下的距离,对于其中对之间存在以半色调型掩模形成的图形的部分,可以优先设定同相位开口部。

[0156] 此外,在反转相位开口部上,在透光板的表面形成凹部以外,在透光板的主表面上配置移相器。因此,在形成凹部或者配置移相器时,存在产生制造误差的情况。即,存在因利文森型掩模的制造误差引起的相位差发生偏移的情况。因此,在形成于反转相位开口部之间所夹持部分的图形上,存在受到相位差偏移的影响、尺寸精度变差的情况。

[0157] 但是,如本实施方式所示,从对之间的距离接近的部分依次使由半色调型掩模形成的图形的至少一者为同相位开口部,由此,可抑制制造这些掩模时的制造误差引起的相位偏移的曝光,可提高尺寸精度。

[0158] 对于其他的结构、作用、效果以及方法,因为与实施方式 1 到 3 相同,故此处不重复说明。

[0159] 实施方式 5

[0160] 参照图 27 到图 31,对基于本发明的实施方式 5 的图形形成方法以及利文森型掩模的制造方法进行说明。

[0161] 图 27 是以本实施方式的利文森型掩模形成的抗蚀剂图形的概要平面图。在衬底

9 的表面上形成了抗蚀剂图形 11 ~ 13。在抗蚀剂图形 11 和抗蚀剂图形 12 之间形成抗蚀剂图形 13。抗蚀剂图形的第一图形部 11a 以及抗蚀剂图形 12 的第一图形部 12a 是由利文森型掩模形成的部分。

[0162] 抗蚀剂图形 13 包括第一图形部 13a 以及第二图形部 13b。在本实施方式中,以利文森型掩模形成第一图形部 13a。以半色调型掩模形成第二图形部 13b。

[0163] 在本实施方式中,使用形成在多晶硅等的导电膜(未图示)上的抗蚀剂图形 11、12 的第一图形部 11a、12a,形成场效应晶体管的栅电极,使用抗蚀剂图形 13 形成布线。第一图形部 11a、12a 的两侧是形成场效应晶体管的源极区域等激活区 50。抗蚀剂图形 11、12 形成在形成有元件的元件区域 51。元件分离区域 52 是未形成场效应晶体管等元件的区域。抗蚀剂图形 13 形成在元件分离区域 52。

[0164] 图 28 示出本实施方式的利文森型掩模的概要平面图。对于本实施方式的利文森型掩模来说,在遮光膜 4 上形成用于形成抗蚀剂图形 11 的第一图形部 11a 的同相位开口部 4a 以及反转相位开口部 4b。此外,形成了用于形成抗蚀剂图形 12 的同相位开口部 4c 和反转相位开口部 4d。

[0165] 在本实施方式中,对于抗蚀剂图形 13 中的直线状的第一图形部 13b 来说,用利文森型掩模来形成。此处,在被抗蚀剂图形 11 和抗蚀剂图形 12 夹持的抗蚀剂图形 13 中,本来是由半色调型掩模形成的部分。在本实施方式中,扩大配置在夹持抗蚀剂图形 13 的位置上的反转相位开口部 4b 和同相位开口部 4c 的大小。由通过反转相位开口部 4b 以及通过同相位开口部 4c 的光,形成抗蚀剂图形 13 的第一图形部 13a(参照图 27)。

[0166] 图 29 示出本实施方式的半色调型掩模的概要平面图。在透光板 19 的表面形成了遮光部 7a。以覆盖抗蚀剂图形 11 的第一图形部 11a、抗蚀剂图形 12 的第一图形部 12a 以及抗蚀剂图形 13 的第一图形部 13a(参照图 27)的方式形成遮光部 7a。遮光部 7a 以对应于利文森型掩模的开口部 4a ~ 4d 的方式来形成(参照图 28)。

[0167] 半色调部 7b、7c 以对应于抗蚀剂图形 11、12 的第二图形部 11b、12b 的方式来形成。半色调部 7d 以对应于抗蚀剂图形 13 的第二图形部 13b 的方式来形成(参照图 27)。

[0168] 参照图 27,当形成在元件分离区域 52 上的抗蚀剂图形 13 和利文森型掩模的曝光区域在预定距离以内时,通过半色调型掩模的曝光形成抗蚀剂图形 13 的全部,通过反转开口部 4b 以及同相位开口部 4c 进行照射的曝光对抗蚀剂 13 的第一图形部 13a 的影响变大。其结果是,存在抗蚀剂图形 13 的第一图形部 13a 的尺寸变动较大的情况。

[0169] 在所述预定的距离内时,对配置在应该由半色调型掩模形成的布线图形外侧的同相位开口部以及反转相位开口部的大小进行扩大,并由利文森型掩模形成布线图形。

[0170] 本实施方式的半导体装置的制造方法包括如下步骤:形成在元件分离区域上的图形中,应该由半色调型掩模形成的第二图形和通过利文森型掩模的开口部进行曝光的区域之间的距离是实质上对第二图形的尺寸变动产生影响的距离时,由利文森型掩模形成第二图形部分。

[0171] 即,在本实施方式中,在要求应该由利文森型掩模形成的细微的图形或者尺寸精度的图形以外的图形中,若与由利文森型掩模形成的图形的距离为预定的范围以内,则以利文森型掩模进行曝光,形成该图形。

[0172] 图 30 以及图 31 示出说明本实施方式中的利文森型掩模的制造方法中设定开口部

的开口部设定步骤的概要平面图。在本实施方式中,由计算机设定对应于所形成的抗蚀剂图形的利文森型掩模的开口部。计算机包括用于设定利文森型掩模的开口部的程序。

[0173] 图 30 是计算机的对应部的说明图。对掩模对应部 31 设定抗蚀剂图形对应部 41 ~ 43。此处,抗蚀剂对应部 41、42 是对应于图 27 的抗蚀剂图形 11、12 的部分。抗蚀剂图形对应部 13 是对应于图 27 的抗蚀剂图形 13 的部分。

[0174] 然后,在抗蚀剂图形对应部 41、42 的周围分别设定激活区对应部 44。激活区对应部 44 是对应于图 27 的激活区 50 的部分。

[0175] 然后,在抗蚀剂图形对应部 41 的两侧,设定同相位开口部 31a 和反转相位开口部 31b。此外,在抗蚀剂图形对应部 42 的两侧,设定同相位开口部 31c 和反转相位开口部 31d。

[0176] 抗蚀剂图形对应部 43 被反转相位开口部 31b 和同相位开口部 31c 夹持。此处,设想抗蚀剂图形对应部 43 和反转相位开口部 31b 的距离 L_6 以及抗蚀剂图形对应部 43 和同相位开口部 31c 的距离 L_7 中的至少一个在预定的距离以内的情形。即,设想通过开口部曝光后的部分与抗蚀剂图形的距离的设计值在预定范围以内的情形。本实施方式的预定距离使用了 $0.3 \times \lambda / NA$ 。 λ 是进行曝光时的光源的波长,NA 是开口数。本实施方式的预定距离是清晰度限度左右的尺寸。

[0177] 当配置在本来应由半色调型掩模形成的抗蚀剂图形两侧所对应的部分的开口部与抗蚀剂图形的距离在所述预定距离以内时,在抗蚀剂图形两侧的开口部同为同相位开口部时,可以将一者变为反转相位开口部。

[0178] 图 31 是在计算机的对应部设定假激活区的步骤的说明图。在本实施方式中,为了对利文森型掩模的开口部设定同相位开口部以及反转相位开口部,采用移相器配置 DA(Design Automation:自动化设计)系统。

[0179] 分别设定对应于抗蚀剂图形对应部 41、42 的激活区对应部 44。抗蚀剂图形对应部 43 包括第一图形对应部 43a、第二图形对应部 43b、43c。

[0180] 所述距离 L_6 以及距离 L_7 中的至少一个在所述预定距离内时,在形成抗蚀剂图形对应部 43 的区域设定假激活区 45。在抗蚀剂图形对应部 43 的第一图形对应部 43a 的正下层以假设形成激活区的方式来设定。例如,设定假激活区 45,以第一图形对应部 43a 是栅电极的方式进行设定。

[0181] 通过设定假激活区 45,第一图形对应部 43a 被判断为例如形成栅电极,并识别为第一图形对应部 43a 是应该由利文森型掩模形成的图形。在利文森型掩模中,判断为应该在第一图形对应部 43a 的两侧设定同相位开口部以及反转相位开口部。通过图 30 所示的反转相位开口部 31b 以及同相位开口部 31c 的曝光形成第一图形 13a,扩大反转相位开口部 31b 以及同相位开口部 31c。基于同相位开口部以及反转相位开口部的数据,制造图 28 所示的利文森型掩模。

[0182] 在本实施方式中,使用了设定利文森型掩模的开口部的种类以及大小的计算机程序。存在形成在元件分离区域的图形中由利文森型掩模形成的图形之间所夹持的部分,在所述预定距离内,设定假激活区,扩大开口部。通过设定假激活区,由此可容易地形成扩大后的同相位开口部或者反转相位开口部。

[0183] 在本实施方式中,通过计算机程序,判断为应该使同相位开口部以及反转相位开口部变大,扩大同相位开口部以及反转相位开口部。作为扩大这些开口部的方法,不限于该

方式,首先,在该第一图形对应部的两侧设定同相位开口部以及反转相位开口部,连接相互接触的开口部之间,由此,也可以扩大同相位开口部以及反转相位开口部。

[0184] 在本实施方式中,形成在元件分离区域的布线图形以利文森型掩模形成,由此,可提高所述布线图形的尺寸精度。此外,可提高聚焦裕度,并能够形成高成品率的电路图形。

[0185] 在所述的各个实施方式的图中,对相同或者相当的部分付以同一符号。

[0186] 按照本发明可提供一种能够形成细微图形的图形形成方法。此外,可提供一种能够形成细微图形的利文森型掩模的制造方法。

[0187] 对本发明进行了详细说明,但是应该理解为,这只是示例,并不是限定,发明的精神和范围仅由技术方案的范围进行限定。

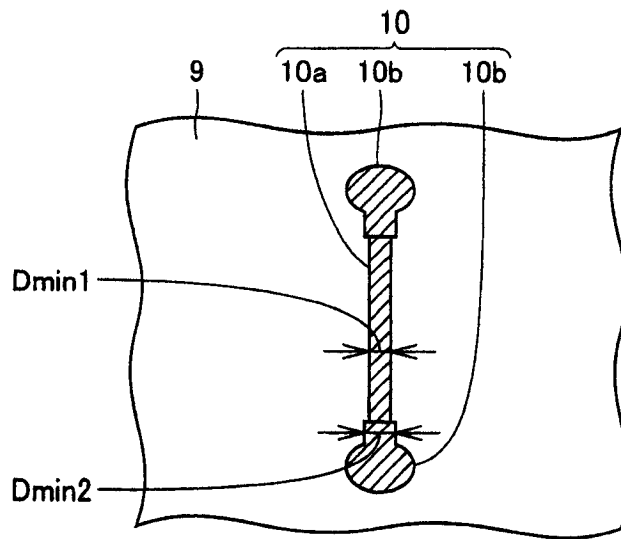


图 1

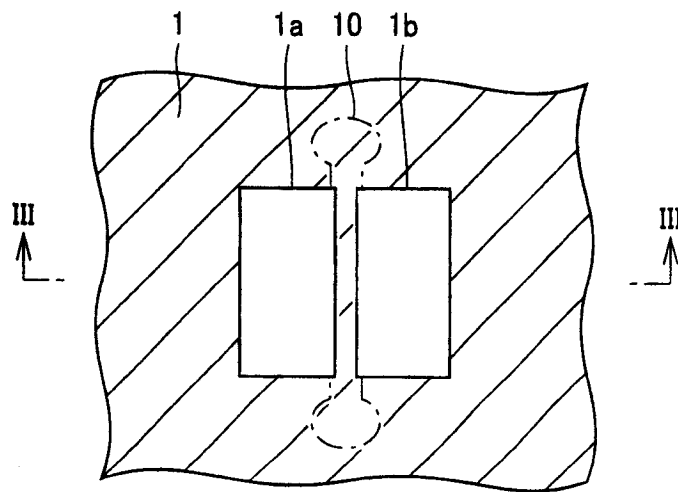


图 2

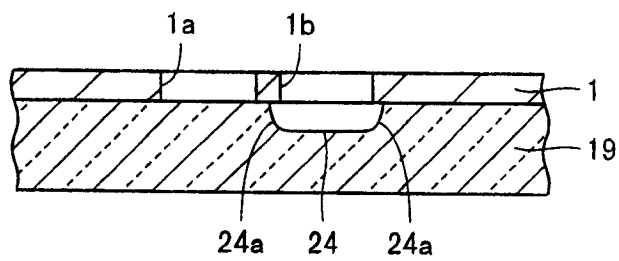


图 3

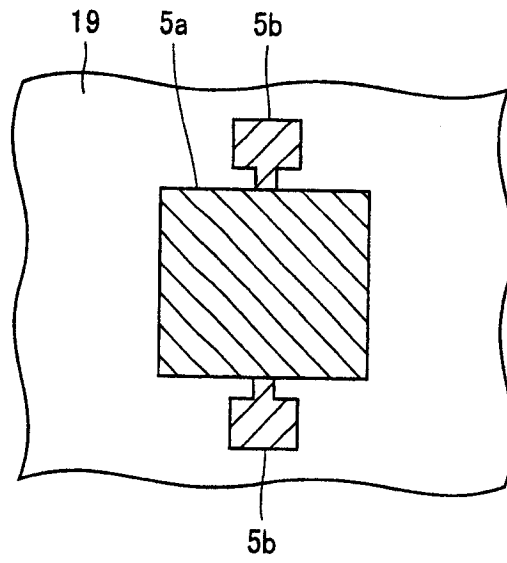


图 4

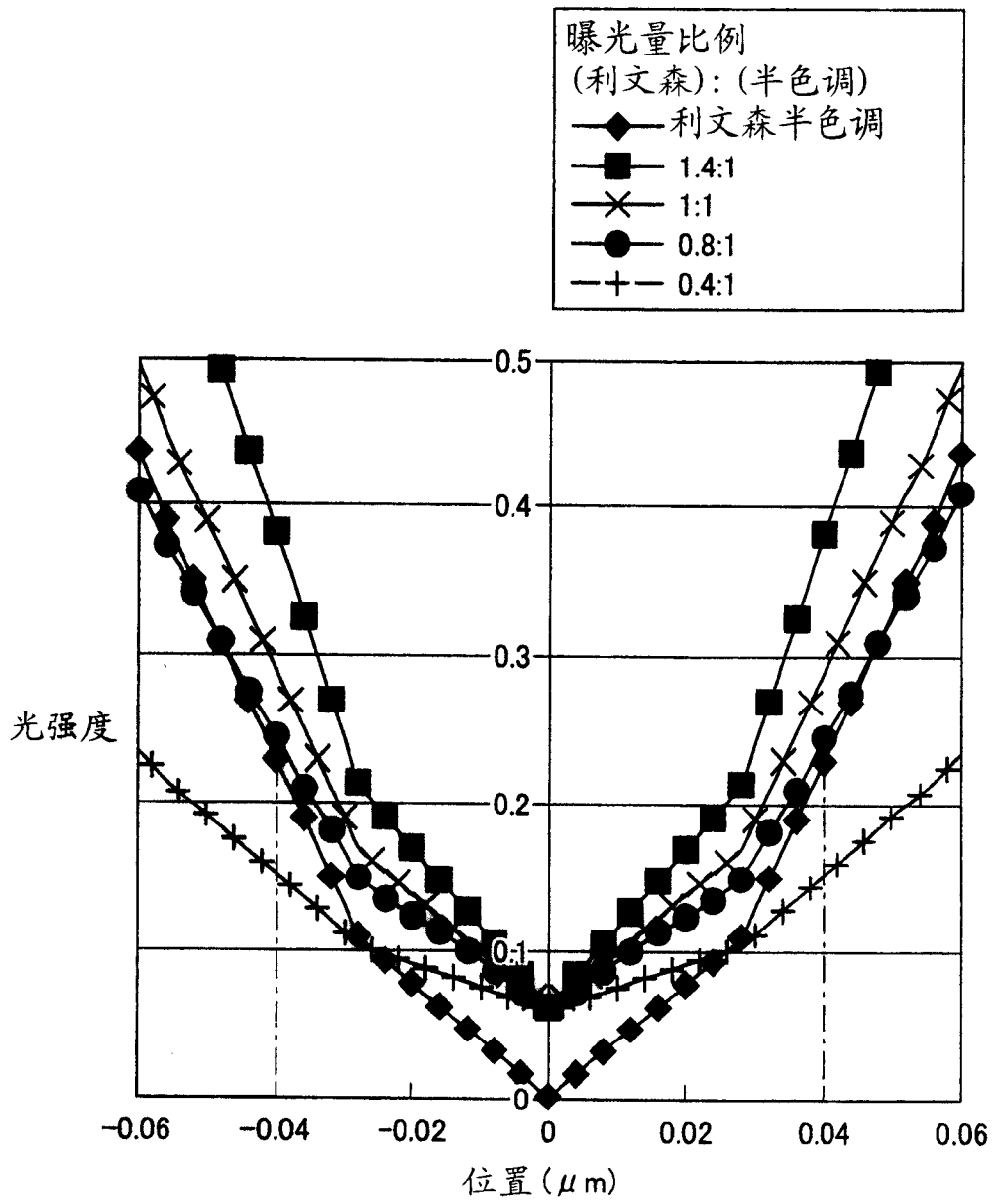


图 5

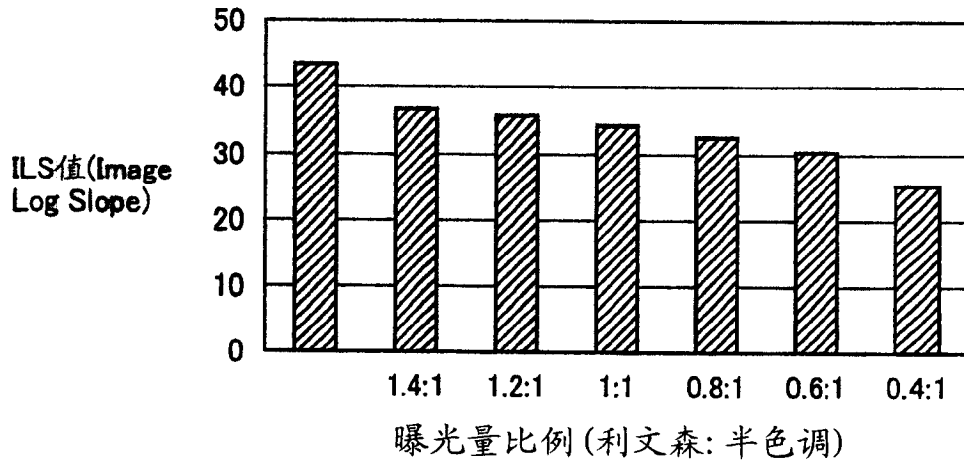


图 6

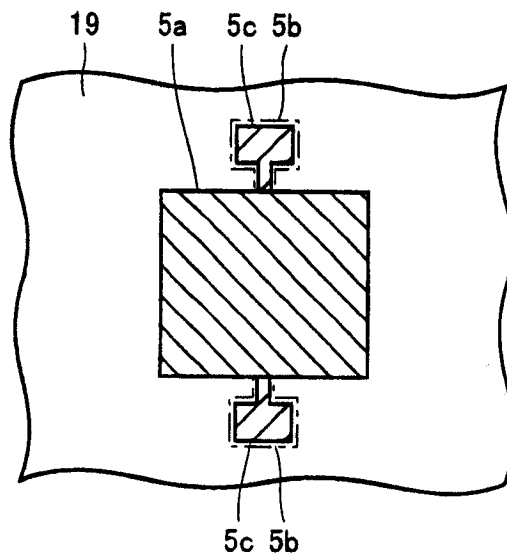


图 7

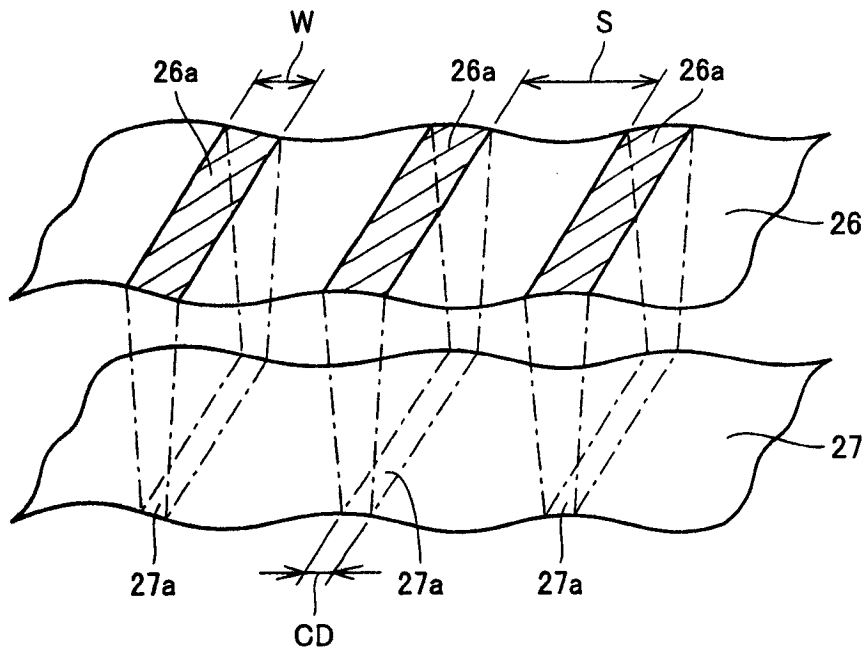


图 8

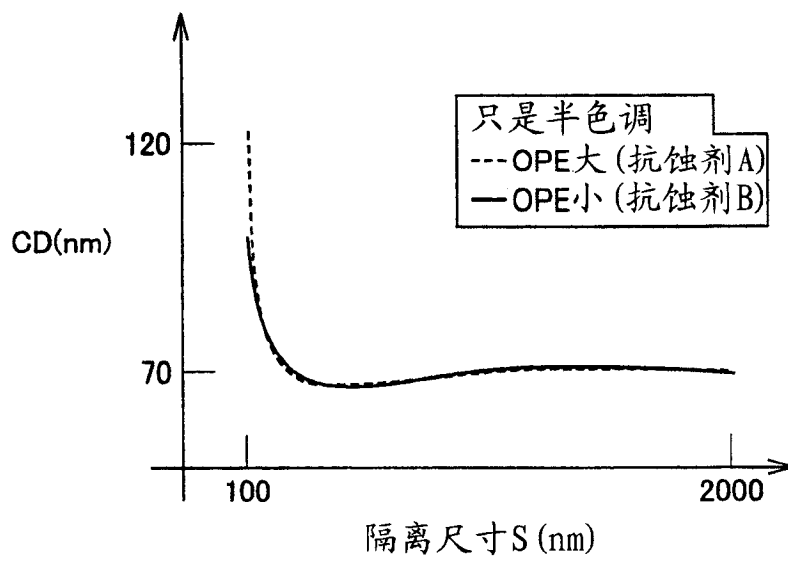


图 9

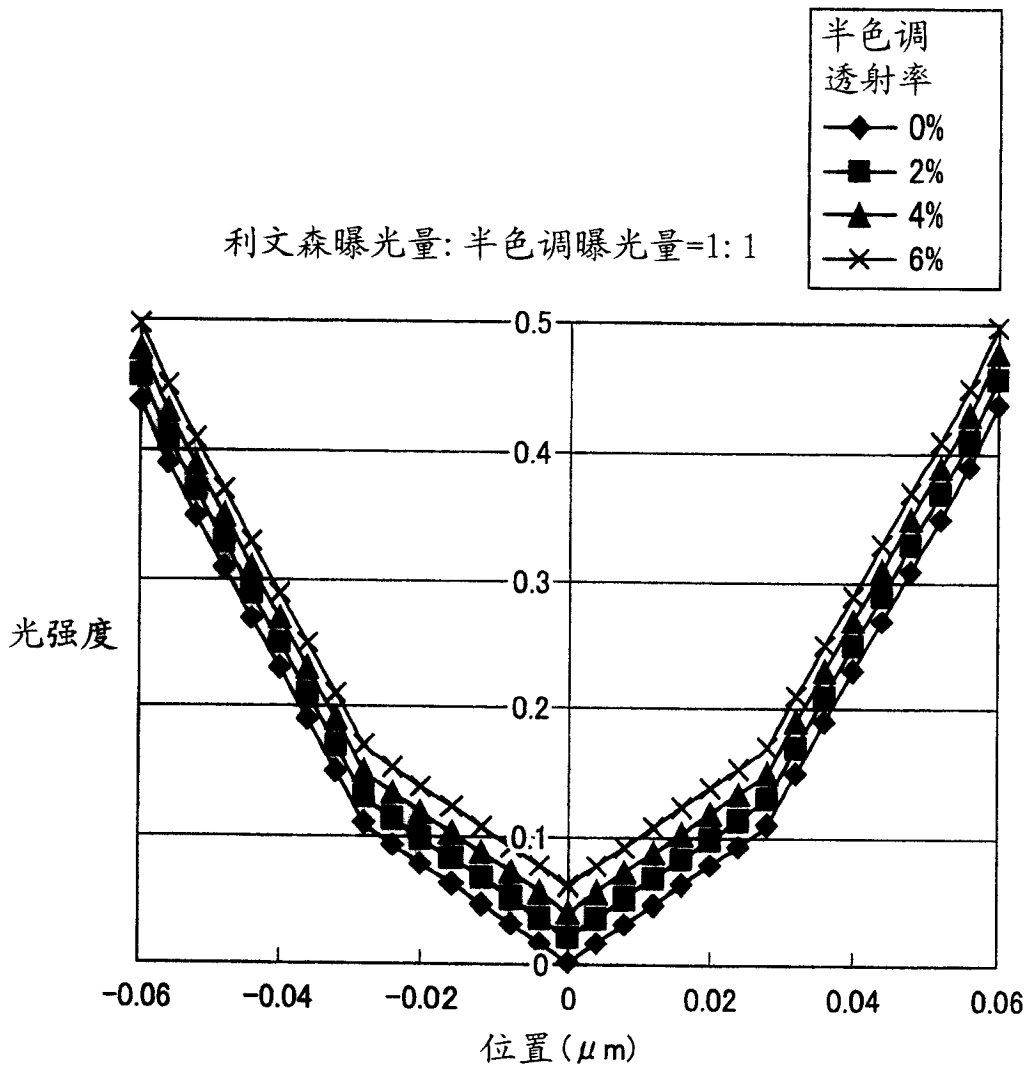


图 10

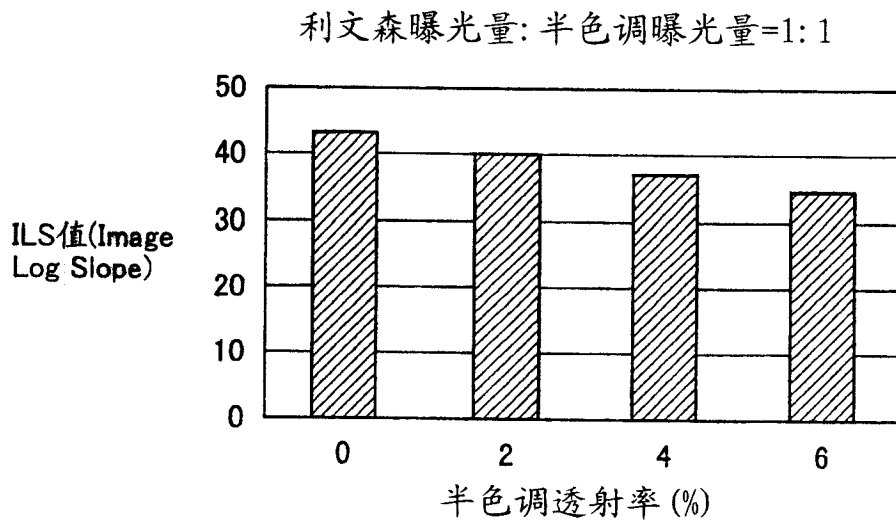


图 11

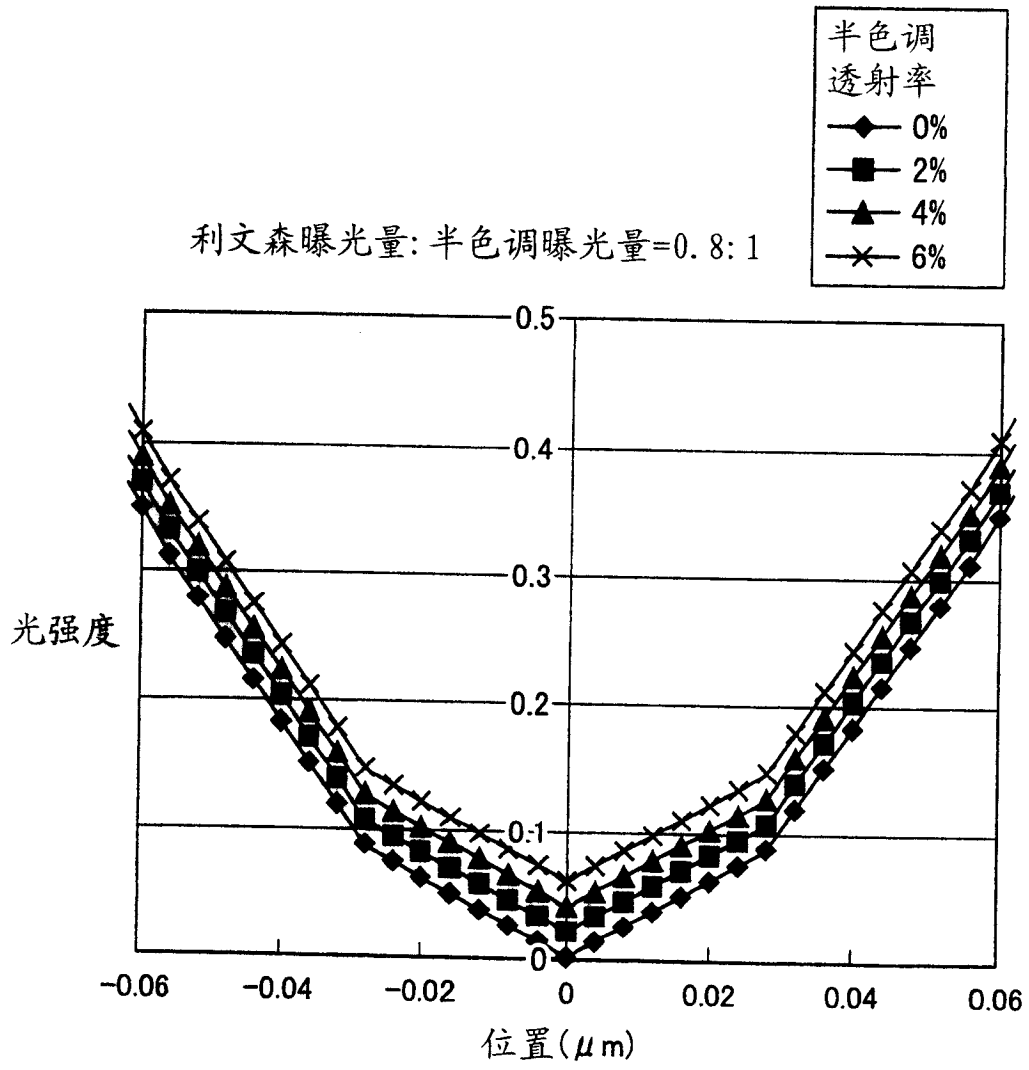


图 12

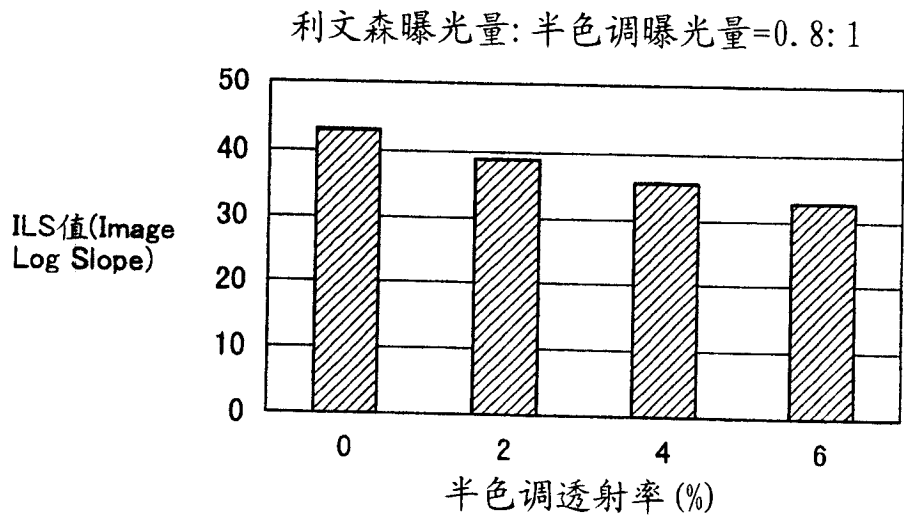


图 13

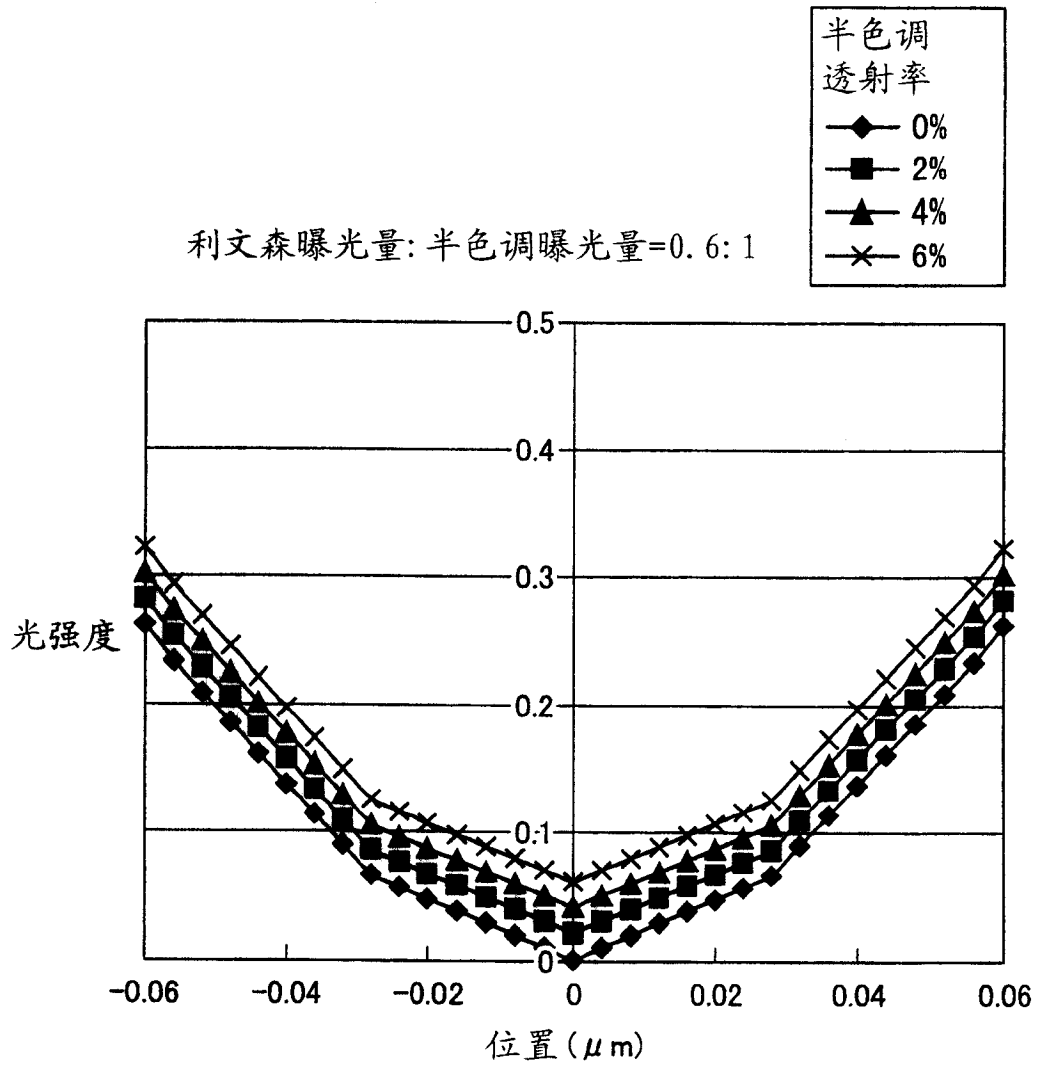


图 14

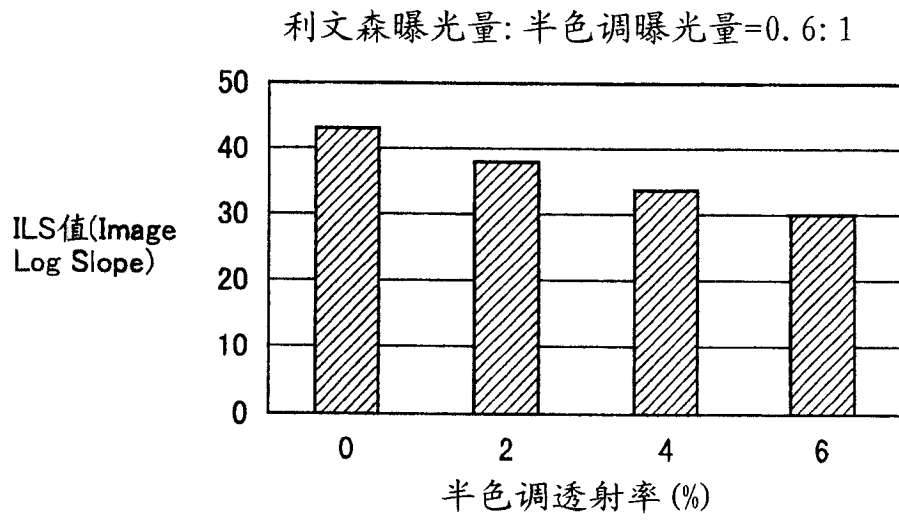


图 15

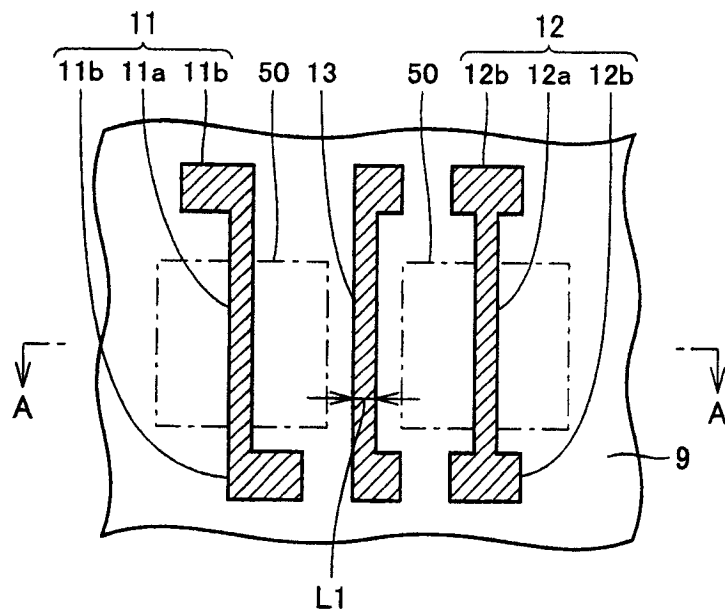


图 16

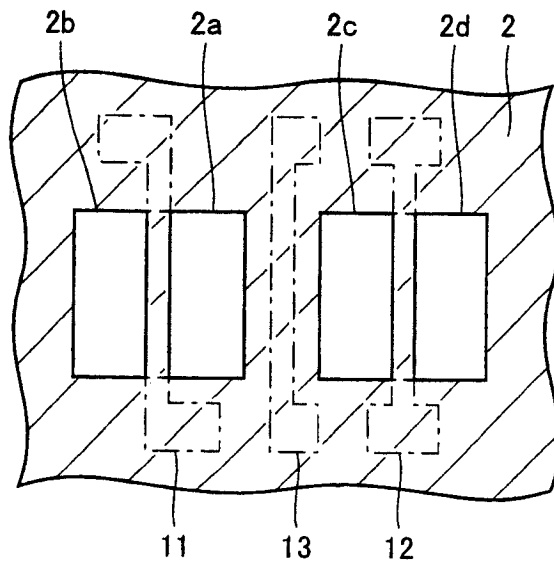


图 17

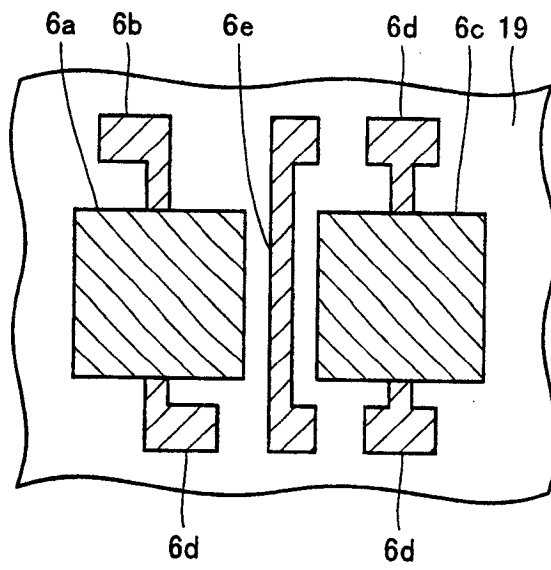


图 18

曝光量比例(利文森:半色调=1:1)情况下的光学图像

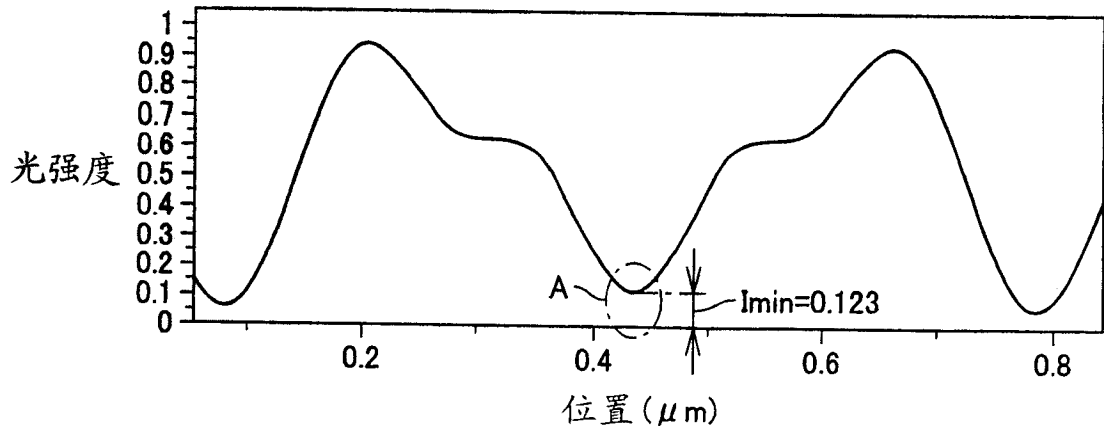


图 19

曝光量比例(利文森:半色调=0.6:1)情况下的光学图像

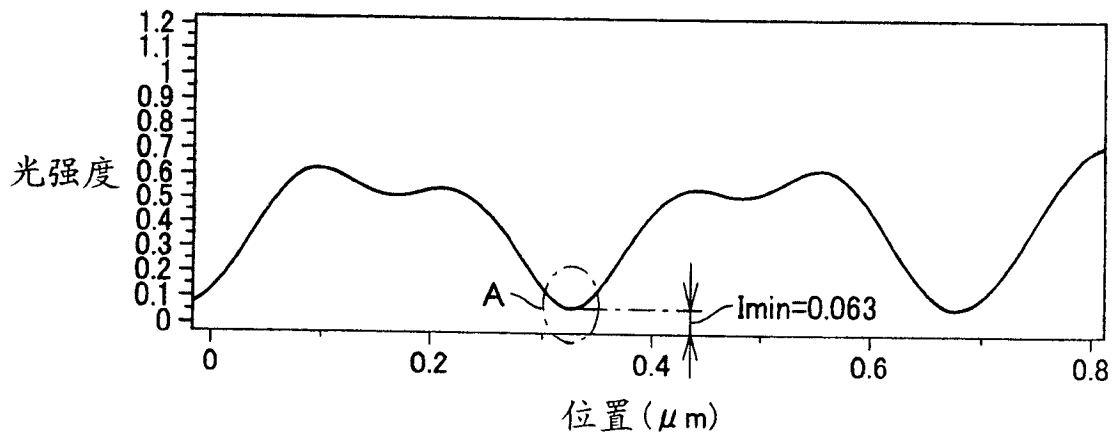


图 20

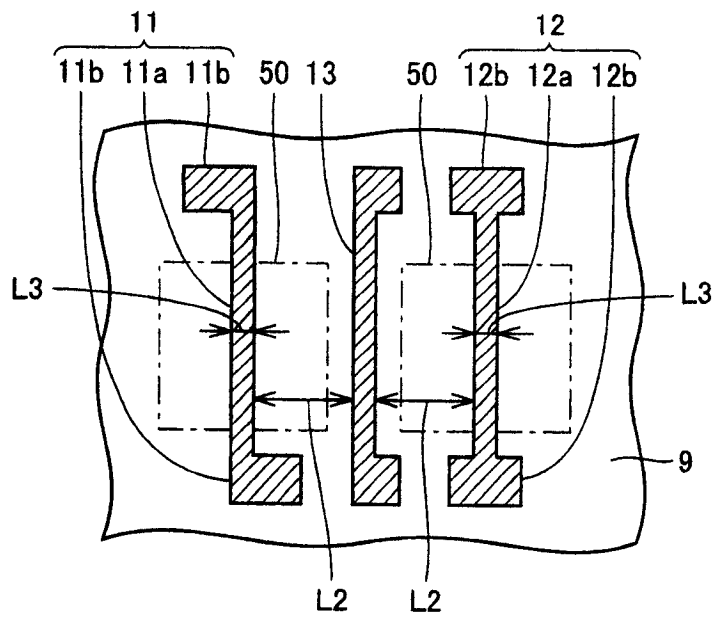


图 21

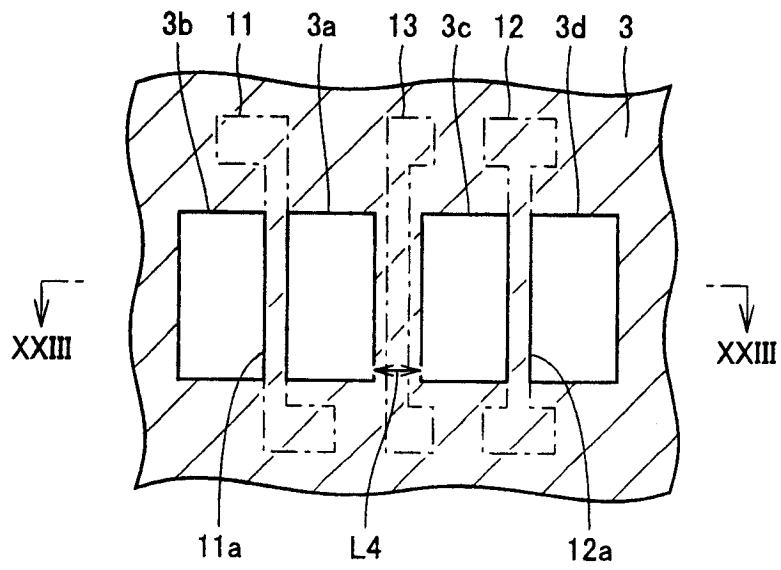


图 22

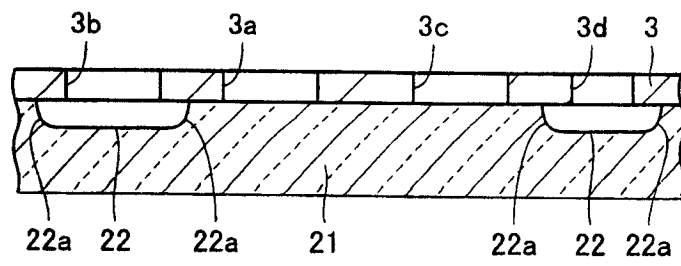


图 23

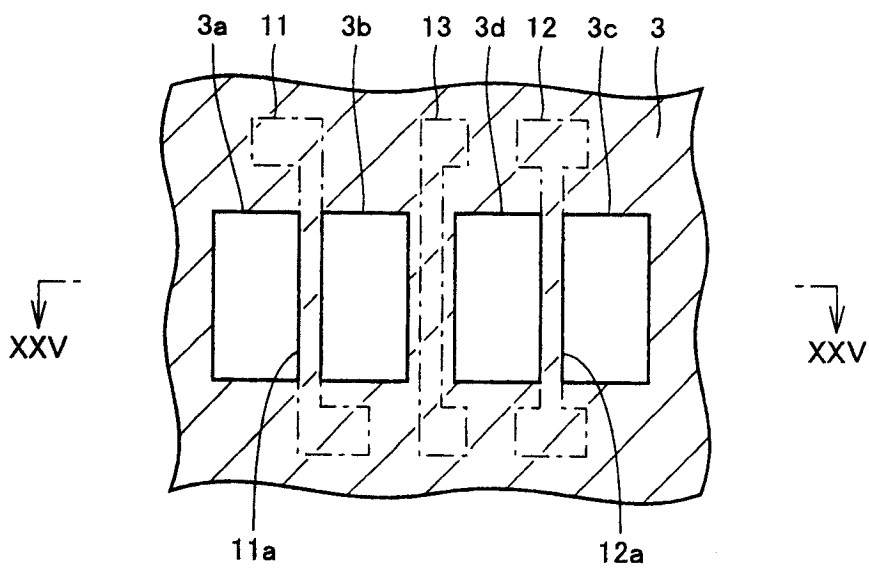


图 24

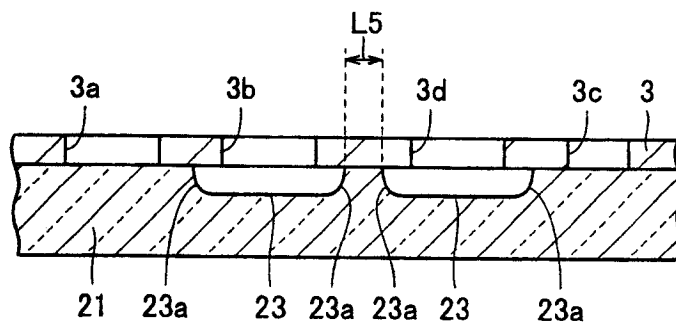
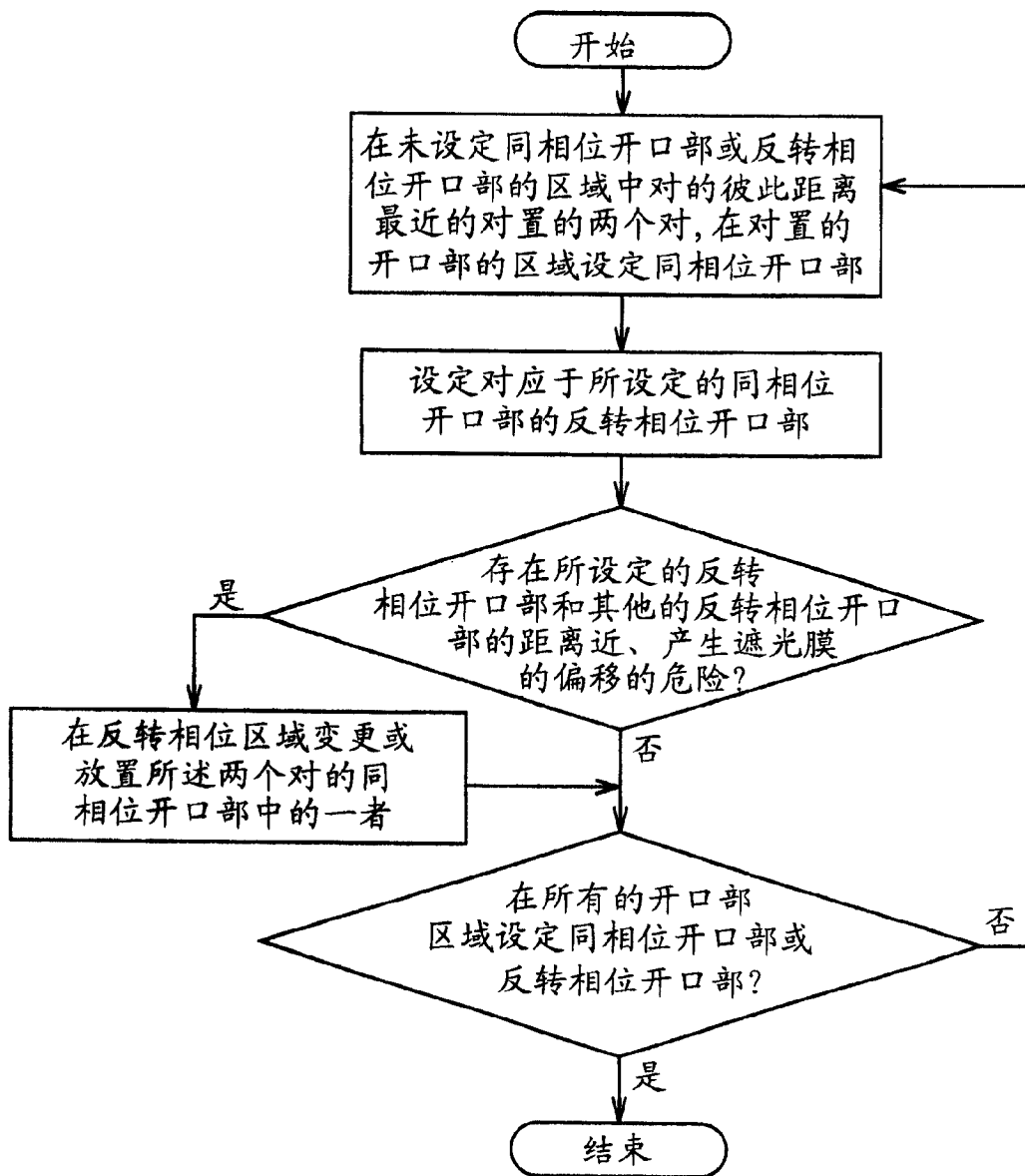


图 25



对: 表示为了形成一个图形、配置在一个图形的两侧的一个同相位开口部和一个反转相位开口部

图 26

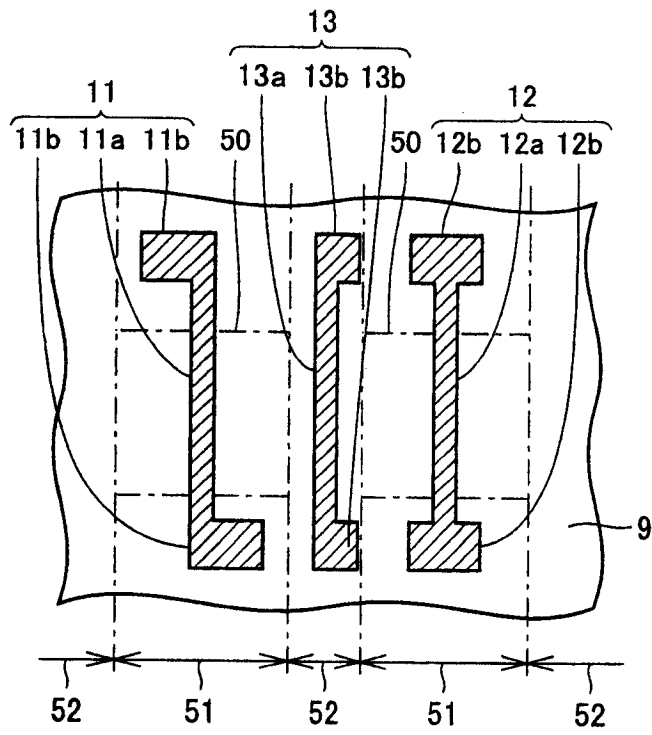


图 27

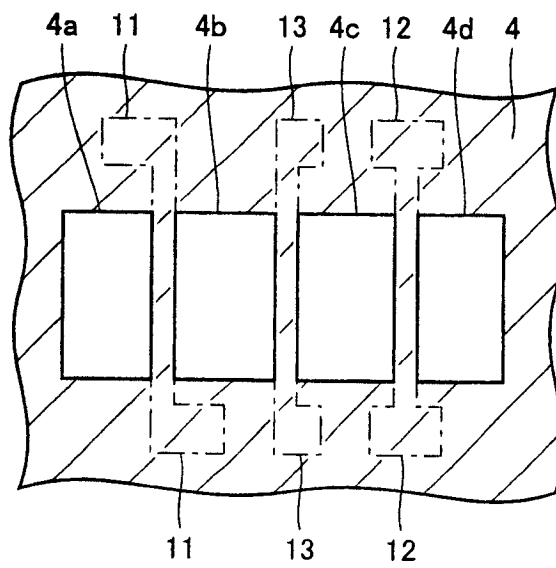


图 28

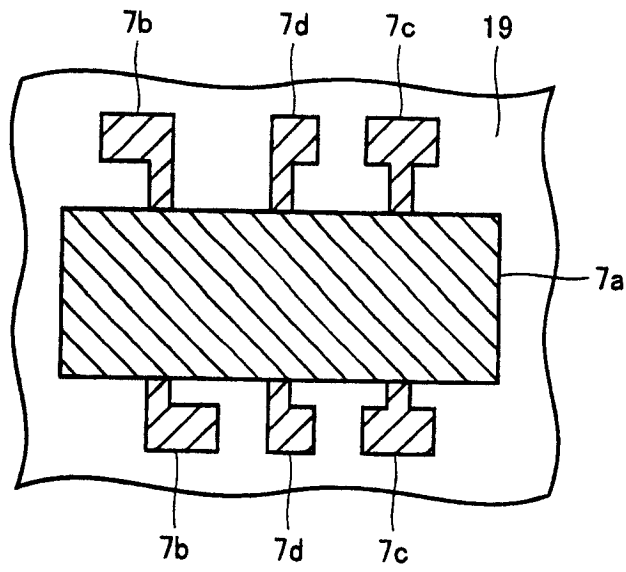


图 29

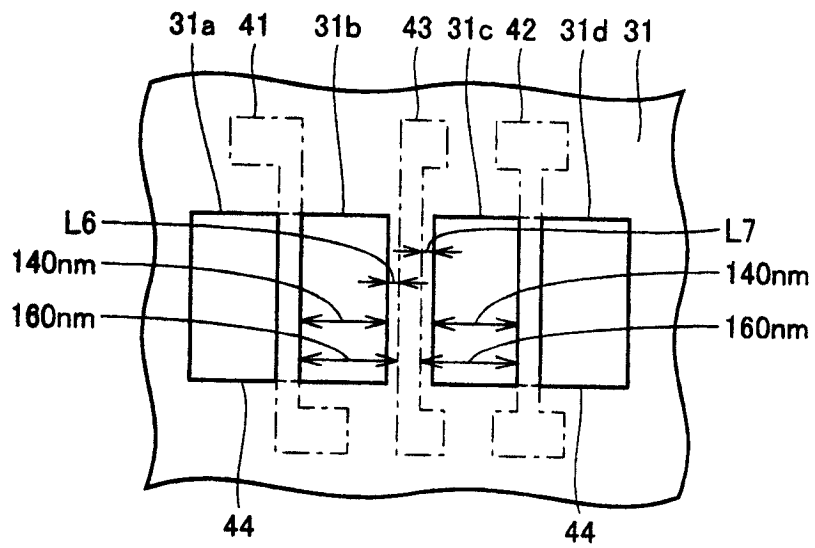


图 30

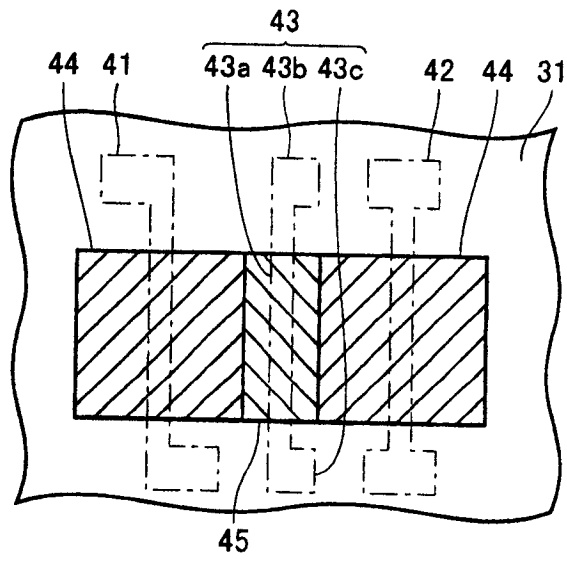


图 31