



(10) 授权公告号 CN 110651225 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 03

(21) 申请号 201880031374.6

(22) 申请日 2018.05.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110651225 A

(43) 申请公布日 2020.01.03

(30) 优先权数据
2017-107767 2017.05.31 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.11.12

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2018/018707 2018.05.15

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/221201 JA 2018.12.06

(73) 专利权人 HOYA株式会社
地址 日本东京都
专利权人 HOYA电子新加坡股份有限公司

(72) 发明人 桥本雅广 内田真理子

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105
专利代理师 韩锋

(51) Int.Cl.
G03F 1/54 (2006.01)
G03F 1/50 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

(56) 对比文件
US 5939225 A, 1999.08.17
JP 2006156578 A, 2006.06.15
TW 201527896 A, 2015.07.16
CN 105301890 A, 2016.02.03
CN 106200256 A, 2016.12.07
审查员 刘东晓

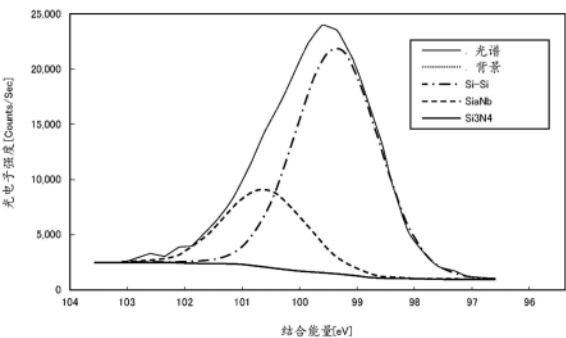
权利要求书1页 说明书21页 附图6页

(54) 发明名称

光罩基底、转印用光罩的制造方法以及半导体设备的制造方法

(57) 摘要

提供一种光罩基底、转印用光罩的制造方法以及半导体设备的制造方法,在进行EB缺陷修正的情况下能够抑制透光性基板的表面粗糙的发生并且能够抑制在遮光膜的图案中发生自发性蚀刻。在透光性基板上具备用于形成转印图案的遮光膜,遮光膜通过由硅元素和氮元素组成的材料形成或者通过进一步包含从准金属元素和非金属元素中选择的一种以上的元素的材料形成,将除了遮光膜的与透光性基板的界面的附近区域和遮光膜的与透光性基板位于相反侧的表层区域之外的内部区域中的 Si_3N_4 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合(其中, $b/[a+b]<4/7$)以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.04以下,将遮光膜的内部区域中的 Si_aN_b 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上。



1. 一种光罩基底, 在透光性基板上具备用于形成转印图案的遮光膜, 该光罩基底的特征在于,

所述遮光膜通过由硅元素和氮元素组成的材料、或者由从准金属元素和非金属元素中选择的除了硅元素和氮元素之外的一种以上的元素与硅元素和氮元素组成的材料形成,

将除了所述遮光膜的与所述透光性基板的界面的附近区域和所述遮光膜的与所述透光性基板位于相反侧的表层区域之外的内部区域中的 Si_3N_4 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.04以下, 其中, $b/[a+b] < 4/7$,

将所述遮光膜的所述内部区域中的 Si_aN_b 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上,

所述表层区域是从所述遮光膜中的与所述透光性基板位于相反侧的表面朝向所述透光性基板侧直到5nm的深度的范围的区域,

所述附近区域是从与所述透光性基板的界面朝向所述表层区域侧直到5nm的深度的范围的区域。

2. 根据权利要求1所述的光罩基底, 其特征在于,

所述遮光膜的除了所述表层区域之外的区域的氧元素含量为10原子%以下。

3. 根据权利要求1所述的光罩基底, 其特征在于,

所述表层区域的氧元素含量比所述遮光膜的除了表层区域之外的区域多。

4. 根据权利要求1所述的光罩基底, 其特征在于,

所述遮光膜相对于ArF准分子激光的曝光光的光学浓度为2.5以上。

5. 根据权利要求1所述的光罩基底, 其特征在于,

在所述遮光膜的所述内部区域中, 硅元素和氮元素的总含量为98原子%以上。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的光罩基底, 其特征在于,

所述遮光膜与所述透光性基板的主表面接触地设置。

7. 一种转印用光罩的制造方法, 是使用权利要求1至6中任一项所述的光罩基底的转印用光罩的制造方法, 其特征在于, 具备通过干式蚀刻在所述遮光膜上形成转印图案的工序。

8. 一种半导体设备的制造方法, 其特征在于, 具备使用通过权利要求7所述的转印用光罩的制造方法制造的转印用光罩, 在半导体基板上的光刻胶膜上对转印图案进行曝光转印的工序。

光罩基底、转印用光罩的制造方法以及半导体设备的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光罩基底和使用该光罩基底制造的转印用光罩的制造方法。并且,本发明涉及使用了上述转印用光罩的半导体设备的制造方法。

背景技术

[0002] 在半导体设备的制造工序中,使用光刻法进行微细图案的形成。并且,在该微细图案的形成中通常使用多片转印用光罩。在使半导体设备的图案微细化时,除了在转印用光罩上形成的光罩图案的微细化之外,还需要使在光刻中使用的曝光光源的波长短波长化。近年来,在制造半导体装置时的曝光光源中应用ArF准分子激光(波长193nm)的情况逐渐增加。

[0003] 转印用光罩包含各种种类,其中广泛使用二元光罩和半色调型相移光罩。一般来说,现有的二元光罩在透光性基板上具备由铬系材料组成的遮光膜图案,但近年来,开始使用通过过渡金属硅化物系材料形成遮光膜的二元光罩。但是,如同专利文献1所公开的那样,近年来发现过渡金属硅化物系材料的遮光膜相对于ArF准分子激光的曝光光(ArF曝光光)的耐性(所谓的ArF耐光性)差。在专利文献1中,通过将在过渡金属硅化物中含有碳元素或氢元素的材料应用于遮光膜来提高ArF耐光性。

[0004] 另一方面,在专利文献2中,公开了具备SiN_x的相移膜的相移光罩。在专利文献3中,明确记载了SiN_x的相移膜具有高的ArF耐光性。另一方面,在专利文献4中公开了相对于遮光膜的黑缺陷部分供给二氟化氙(XeF₂)气体,通过向该部分照射电子束对黑缺陷部分进行蚀刻而将其除去的缺陷修正技术(以下,将照射这样的电子束等电荷粒子而进行的缺陷修正简称为EB缺陷修正)。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:国际公开2010/092899公报

[0008] 专利文献2:(日本)特开平8-220731号公报

[0009] 专利文献3:(日本)特开2014-137388号公报

[0010] 专利文献4:(日本)特表2004-537758号公报

发明内容

[0011] 发明所要解决的技术问题

[0012] 专利文献2和专利文献3所公开的由不含有过渡金属而含有硅元素和氮元素的材料(以下称之为SiN系材料)组成的相移膜的ArF耐光性高是已知的。本发明的发明人尝试将该SiN系材料用于二元光罩的遮光膜,结果发现能够提高遮光膜的ArF耐光性。但是,对SiN系材料的遮光膜的图案中出现的黑缺陷部分进行EB缺陷修正,结果发现产生两大问题。

[0013] 一个问题在于,在进行EB缺陷修正而将遮光膜的黑缺陷部分除去时,存在黑缺陷

的区域的透光性基板的表面变得极为粗糙(表面粗糙度大幅恶化)。EB缺陷修正后的二元光罩中的表面粗糙的区域是成为使ArF曝光光透射的透光部的区域。如果透光部的基板的表面粗糙度大幅恶化,则容易产生ArF曝光光的透射率的降低和乱反射等,在这样的二元光罩设置于曝光装置的光罩台而用于曝光转印时导致转印精度的大幅降低。

[0014] 另一问题在于,在进行EB缺陷修正而除去遮光膜的黑缺陷部分时,存在于黑缺陷部分周围的遮光膜图案从侧壁被蚀刻(将该现象称为自发性蚀刻)。在发生自发性蚀刻的情况下,遮光膜图案比EB缺陷修正前的宽度大幅变细。在EB缺陷修正前的阶段宽度细的遮光膜图案的情况下,存在发生图案脱落或消失的隐患。在具备这样的容易发生自发性蚀刻的遮光膜图案的二元光罩设置于曝光装置的光罩台而用于曝光转印时,转印精度大幅降低。

[0015] 于是,本发明为了解决上述现有的技术问题而做出,其目的在于提供一种在对由SiN系材料形成的遮光膜的黑缺陷部分进行EB缺陷修正的情况下,能够抑制透光性基板的表面粗糙的发生,并且能够抑制在遮光膜的图案中发生自发性蚀刻的光罩基底。并且,本发明的目的在于提供一种使用了该光罩基底的转印用光罩的制造方法。另外,本发明的目的在于提供一种使用了该转印用光罩的半导体设备的制造方法。

[0016] 用于解决技术问题的技术方案

[0017] 为了解决上述技术问题,本发明具有以下构成。

[0018] (构成1)

[0019] 一种光罩基底,在透光性基板上具备用于形成转印图案的遮光膜,该光罩基底的特征在于,

[0020] 所述遮光膜通过由硅元素和氮元素组成的材料、或者由从准金属元素和非金属元素中选择的一种以上的元素与硅元素和氮元素组成的材料形成,

[0021] 将除了所述遮光膜的与所述透光性基板的界面的附近区域和所述遮光膜的与所述透光性基板位于相反侧的表层区域之外的内部区域中的 Si_3N_4 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合(其中, $b/[a+b] < 4/7$)以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.04以下,

[0022] 将所述遮光膜的所述内部区域中的 Si_aN_b 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上。

[0023] (构成2)

[0024] 根据构成1所记载的光罩基底,其特征在于,所述遮光膜的除了所述表层区域之外的区域的氧元素含量为10原子%以下。

[0025] (构成3)

[0026] 根据构成1或2所述的光罩基底,其特征在于,所述表层区域是从所述遮光膜中的与所述透光性基板位于相反侧的表面朝向所述透光性基板侧直到5nm的深度的范围的区域。

[0027] (构成4)

[0028] 根据构成1至3中任一项所述的光罩基底,其特征在于,所述附近区域是从与所述透光性基板的界面朝向所述表层区域侧直到5nm的深度的范围的区域。

[0029] (构成5)

[0030] 根据构成1至4中任一项所述的光罩基底,其特征在于,所述遮光膜通过由硅元素、氮元素和非金属元素构成的材料形成。

[0031] (构成6)

[0032] 根据构成1至5中任一项所述的光罩基底,其特征在于,所述表层区域的氧元素含量比所述遮光膜的除了表层区域之外的区域多。

[0033] (构成7)

[0034] 根据构成1至6中任一项所述的光罩基底,其特征在于,所述遮光膜相对于ArF准分子激光的曝光光的光学浓度为2.5以上。

[0035] (构成8)

[0036] 根据构成1至7中任一项所述的光罩基底,其特征在于,所述遮光膜与所述透光性基板的主表面接触地设置。

[0037] (构成9)

[0038] 一种转印用光罩的制造方法,是使用构成1至8中任一项所述的光罩基底的转印用光罩的制造方法,其特征在于,具备通过干式蚀刻在所述遮光膜上形成转印图案的工序。

[0039] (构成10)

[0040] 一种半导体设备的制造方法,其特征在于,具备使用通过构成9所述的转印用光罩的制造方法制造的转印用光罩,在半导体基板上的光刻胶膜上对转印图案进行曝光转印的工序。

[0041] 发明的效果

[0042] 本发明的光罩基底在相对于由SiN系材料形成的遮光膜图案的黑缺陷部分进行EB缺陷修正的情况下,能够抑制透光性基板的表面粗糙的发生并且能够抑制在遮光膜图案中发生自发性蚀刻。

[0043] 本发明的转印用光罩的制造方法即使在该转印用光罩的制造中途相对于遮光膜图案的黑缺陷部分进行EB缺陷修正的情况下,也能够抑制透光性基板的表面粗糙的发生并且能够抑制在黑缺陷部分的附近的遮光膜图案中发生自发性蚀刻。

[0044] 因此,通过本发明的转印用光罩的制造方法制造的转印用光罩成为转印精度高的转印用光罩。

附图说明

[0045] 图1是表示相对于本发明的实施例1的光罩基底的遮光膜的内部区域进行X光电子分光分析的结果的图。

[0046] 图2是表示相对于本发明的实施例3的光罩基底的遮光膜的内部区域进行X光电子分光分析的结果的图。

[0047] 图3是表示相对于本发明的实施例5的光罩基底的遮光膜的内部区域进行X光电子分光分析的结果的图。

[0048] 图4是表示相对于本发明的比较例1的光罩基底的遮光膜的内部区域进行X光电子分光分析的结果的图。

[0049] 图5是表示本发明实施方式中的光罩基底的构成的剖面图。

[0050] 图6是表示本发明实施方式中的转印用光罩的制造工序的剖面图。

具体实施方式

[0051] 首先,对完成本发明的过程进行说明。

[0052] 本发明的发明人对在相对于由SiN系材料形成的遮光膜的黑缺陷部分进行EB缺陷修正的情况下,能够抑制透光性基板的表面粗糙的发生,并且能够抑制在遮光膜的图案中发生自发性蚀刻的遮光膜的构成进行了锐意研究。首先,相对于由SiN系材料形成的相移膜的图案进行EB缺陷修正,结果发现存在修正率大幅延迟的问题,但没有产生由自发性蚀刻造成的实质性问题。

[0053] 在EB缺陷修正中使用的XeF₂气体作为相对于硅系材料进行各向同性蚀刻时非激发状态的蚀刻气体是已知的。该蚀刻通过非激发状态的XeF₂气体向硅系材料的表面吸附、分离为Xe和F、硅的高次氟化物的生成、挥发这样的过程进行。在相对于硅系材料的薄膜图案的EB缺陷修正中,相对于薄膜图案的黑缺陷部分供给XeF₂气体等非激发状态的含氟气体,使该含氟气体吸附在黑缺陷部分的表面,相对于黑缺陷部分照射电子束。由此,黑缺陷部分的硅激发而促进与氟元素的结合,与不照射电子束的情况相比大幅能够迅速地成为硅的高次氟化物而挥发。由于不使含氟气体吸附于黑缺陷部分周围的薄膜图案是困难的,因此在EB缺陷修正时也对黑缺陷部分周围的薄膜图案进行蚀刻。在对与氮元素结合的硅进行蚀刻的情况下,为使XeF₂气体的氟元素与硅元素结合而生成硅的高次氟化物,需要切断硅元素与氮元素的结合。由于照射有电子束的黑缺陷部分的硅元素被激发,切断与氮元素的结合而与氟元素结合会变得容易挥发。另一方面,未与其他元素结合的硅元素可以说是处于容易与氟元素结合的状态。因此,未与其他元素结合的硅元素不受电子束的照射而未激发的状态和属于黑缺陷部分周边的遮光膜图案且轻微受到电子束的照射的影响的程度的硅元素存在容易与氟元素结合而挥发的倾向。推测这是自发性蚀刻的发生机理。

[0054] 由于硅膜相对于ArF曝光光的折射率n极小,衰减系数k大,因此不适合作为相移膜的材料。SiN系材料中大量含有氮元素而使折射率n增大、使衰减系数k减小的SiN系材料适合作为相移膜的材料。可以说这样的由SiN系材料形成的相移膜的膜中的硅元素与氮元素结合的比例高、未与其他元素结合的硅的比例极低。因此,这样的由SiN系材料形成的相移膜在EB缺陷修正时实质上不会发生自发性蚀刻的问题。另一方面,要求二元光罩的遮光膜具有相对于ArF曝光光的高的遮光性能、即规定以上的光学浓度(OD:OpticalDensity),并且厚度薄。因此,遮光膜的材料要求使用衰减系数k大的材料。由此,与在相移膜中使用的SiN系材料相比,在遮光膜中使用的SiN系材料的氮元素含量大幅减小。而且,可以是SiN系材料的遮光膜的膜中的硅元素与氮元素结合的比例低,未与其他元素结合的硅元素的比例高。因此,认为SiN系材料的遮光膜在EB缺陷修正时容易产生自发性蚀刻的问题。

[0055] 接着,本发明的发明人对使形成遮光膜的SiN系材料的氮元素含量增加进行了研究。如果如相移膜的SiN系材料那样使氮元素含量大幅增加,则衰减系数k大幅减小,需要使遮光膜的厚度大幅变厚,EB缺陷修正时的修正率降低。考虑到这些因素,在透光性基板上形成使氮元素含量以某种程度增加的SiN系材料的遮光膜,尝试进行EB缺陷修正。其结果是,该遮光膜的黑缺陷部分的修正率变得足够大并且能够抑制自发性蚀刻的发生,但在修正后的透光性基板的表面发生明显的粗糙。遮光膜的黑缺陷部分的修正率足够大是由于在透光性基板之间的蚀刻选择性足够高,不应该产生使透光性基板的表面明显变得粗糙的情况。

[0056] 本发明的发明人进一步进行锐意研究,结果发现,如果在形成遮光膜的SiN系材料

中的 Si_3N_4 结合的存在比值变大时,EB缺陷修正时的透光性基板的表面的粗糙变得显著。认为在SiN系材料的内部主要存在未与硅元素之外的元素结合的状态的Si-Si结合、化学配比上稳定的结合状态的 Si_3N_4 结合、较为不稳定的结合状态的 Si_aN_b 结合(其中, $b/[a+b]<4/7$,以下相同)。在 Si_3N_4 结合中硅元素与氮元素的结合能量特别地高,与Si-Si结合和 Si_aN_b 结合相比,在照射电子束而使硅元素激发时,切断硅元素与氮元素的结合而难以生成与氟元素结合的高次的氟化物。并且,与形成相移膜的SiN系材料相比,形成遮光膜的SiN系材料的氮元素含有量少,因此处于材料中的 Si_3N_4 结合的存在比值低的倾向。

[0057] 由此,本发明的发明人建立了以下假设。即,认为在遮光膜这样的膜中的 Si_3N_4 结合的存在比值低的情况下,在以平面观察遮光膜(黑缺陷部分)时的 Si_3N_4 结合的分布是稀疏(不均一)的。如果相对于这样的遮光膜的黑缺陷部分从上方照射电子束而进行EB缺陷修正,则Si-Si结合和 Si_aN_b 结合的硅元素提前与氟元素结合而逐渐挥发,与此相对,将 Si_3N_4 结合的硅元素与氮元素的结合切断需要大量的能量,因此与氟元素结合而挥发需要时间。由此,在平面图中观察时在黑缺陷部分的膜厚方向的除去量上存在较大差异。如果在膜厚方向的各个部位产生在这样的平面图中的除去量的差的状态继续进行EB缺陷修正,则在照射有电子束的黑缺陷部分,存在EB缺陷修正提前到达透光性基板而使透光性基板的表面露出的区域和EB缺陷修正未到达透光性基板而黑缺陷部分仍然残留在透光性基板的表面上的区域。而且,仅向该黑缺陷部分残留的区域照射电子束在技术上是困难的,因此在继续进行除去黑缺陷部分残留的区域的EB缺陷修正期间,透光性基板的表面露出的区域也继续受到电子束的照射。由于透光性基板并非相对于EB缺陷修正完全不被蚀刻,因此在EB缺陷修正结束之前,透光性基板的表面变得粗糙。

[0058] 另一方面,SiN系材料的相移膜的氮元素含量多,因此膜中的 Si_3N_4 结合的存在比值较高。因此,EB缺陷修正时的修正率大幅变慢,但在以平面观察相移膜(黑缺陷部分)时, Si_3N_4 结合的分布较为均一而难以变得稀疏,因此难以产生透光性基板的表面粗糙的问题。

[0059] 基于该假设进行了锐意研究,结果发现如果将形成遮光膜的SiN系材料中的 Si_3N_4 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值在一定值以下,则在相对于该遮光膜的黑缺陷部分进行EB缺陷修正时,能够将存在黑缺陷部分的区域的透光性基板的表面粗糙降低到不对作为转印用光罩使用时的曝光转印时实质上造成影响的程度。SiN系材料的遮光膜的在大气中露出一侧的表层区域(与透光性基板位于相反侧的表层区域)的氧化不可避免。但是,该表层的氧化在平面图中看大致均等地进行,同与氮元素结合的硅元素相比,与氧元素结合的硅元素切断结合而与氟元素结合需要大量能量。由此,以平面观察该氧化的表层区域时的 Si_3N_4 结合的不均一性对以平面观察EB缺陷修正时的除去量的不均一造成的影响小。另外,对于与透光性基板的界面的附近区域,推定能够与除了该附近区域和表层区域之外的内部区域同样地构成,但进行卢瑟福背散射分析(RBS:Rutherford Back-Scattering Spectrometry)和X光电子分光分析(XPS:X-ray Photoelectron Spectroscopy)这样的组成分析,也不可避免地受到透光性基板的组成的影响,针对组成和结合的存在数量的数值确定是困难的。并且,即使在该附近区域 Si_3N_4 结合的分布不均一,相对于遮光膜的整体膜厚的比值小,因此其影响小。因此,如果将除了遮光膜的与透光性基板的界面的附近区域和与透光性基板位于相反侧的表层区域之外的内部区域中的 Si_3N_4 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合(其中, $b/[a+b]<4/7$)以及Si-Si

结合的总存在数量的比值为0.04以下,则能够大幅地抑制由EB缺陷修正造成的透光性基板的表面粗糙。

[0060] 另外,如果将遮光膜的内部区域中的 Si_aN_b 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上,则在遮光膜的内部区域中与氮元素结合的硅元素以一定比值以上存在,在相对于该遮光膜的黑缺陷部分进行EB缺陷修正时,能够大幅抑制在黑缺陷部分周围的遮光膜图案侧壁上产生自发性蚀刻。

[0061] 本发明是经过以上锐意研究而完成的。

[0062] 接着,对本发明的实施方式进行说明。

[0063] 图5是表示本发明实施方式的光罩基底100的构成的剖面图。

[0064] 图5所示的光罩基底100具有在透光性基板1上依次层叠遮光膜2和硬光罩膜3的构造。

[0065] [[透光性基板]]

[0066] 透光性基板1由含有硅元素和氧元素的材料组成,能够通过合成石英玻璃、石英玻璃、铝硅酸盐玻璃、碱石灰玻璃、低热膨胀玻璃(SiO_2 - TiO_2 玻璃等)等玻璃材料形成。其中,合成石英玻璃相对于ArF曝光光的透射率高,作为形成光罩基底的透光性基板材料尤为优选。

[0067] [[遮光膜]]

[0068] 遮光膜2是通过氮化硅系材料形成的单层膜。本发明中的氮化硅系材料是由硅元素和氮元素组成的材料或者由从准金属元素和非金属元素中选择的一种以上的元素与硅元素和氮元素组成的材料。并且,通过成为单层膜,制造工序数量变少而生产效率变高,并且包含缺陷的制造时的品质管理变得容易。并且,由于遮光膜2通过氮化硅系材料形成,因此ArF耐光性高。

[0069] 遮光膜2除了硅元素之外,还可以含有任意的准金属元素。在该准金属元素中,如果含有从硼、锆、铈和铈中选择的一种以上的元素,则能够期待作为溅镀靶材使用的硅的导电性的提高因而优选。

[0070] 并且,遮光膜2除了氮元素之外,还可以含有任意的非金属元素。本发明中的非金属元素包含狭义的非金属元素(氮、碳、氧、磷、硫、硒、氢)、卤素(氟、氯、溴、碘等)以及稀有气体。在该非金属元素中,优选含有从碳、氟和氢中选择的一种以上的元素。优选遮光膜2的除了后述的表层区域23之外的氧元素含量抑制为10原子%以下,更优选的都是5原子%以下,进一步优选为不积极地含有氧元素(通过X光电子分光分析等进行组成分析时检测下限值以下)。遮光膜2的氧元素含量越多,则进行EB缺陷修正时的修正率变得越慢。

[0071] 稀有气体在通过反应性溅镀对遮光膜2进行成膜时存在于成膜室内而使成膜速度增大,是能够使生产率提高的元素。该稀有气体等离子化,通过与靶材碰撞而使靶材构成元素从靶材飞出,在其中途被反应性气体吸收而在透光性基板1上形成遮光膜2。该靶材构成元素在从靶材飞出而附着到透光性基板1期间仅被成膜室中的稀有气体吸收。作为该反应性溅镀所需的稀有气体优选的是氩气、氦气、氙气。并且,为了缓和遮光膜2的应力,也可以使原子量小的氦、氖积极地被遮光膜2吸收。

[0072] 优选遮光膜2通过由硅元素和氮元素组成的材料形成。如上所述,稀有气体在反应性溅镀中对遮光膜2进行成膜时被吸收。然而,稀有气体是即使相对于遮光膜2进行卢瑟福

背散射分析(RBS:Rutherford Back-Scattering Spectrometry)和X光电子分光分析(XPS:X-ray Photoelectron Spectroscopy)这样的组成分析也不能容易地检测到的元素的。因此,能够认为在上述由硅元素和氮元素组成的材料中包含含有稀有气体的材料。

[0073] 遮光膜2的内部从透光性基板1侧依次被分为基板附近区域(附近区域)21、内部区域22以及表层区域23这三个区域。基板附近区域21是从遮光膜2与透光性基板1的界面朝向与透光性基板1相反侧的表面侧(即,表层区域23侧)5nm的深度(更优选的是4nm的深度,进一步优选为3nm的深度)的范围的区域。在相对于该基板附近区域21进行X光电子分光分析的情况下,容易受到位于其下方的透光性基板1的影响,所获得的基板附近区域21的Si2p窄谱中的光电子强度的最大峰值的精度低。

[0074] 表层区域23是从与透光性基板1相反侧的表面朝向透光性基板1侧5nm的深度(更优选的是4nm的深度,进一步优选为3nm的深度)的范围的区域。表层区域23是包含从遮光膜2的表面吸收的氧元素的区域,因此具有氧元素含量在膜的厚度方向上组成倾斜的构造(具有随着从透光性基板1离开膜中的氧元素含量逐渐增加的组成倾斜的构造)。即,表层区域23比内部区域22氧元素含量多。因此,在以平面观察该氧化的表层区域23的EB缺陷修正时,不容易发生除去量的不均一。

[0075] 内部区域22是遮光膜2的除了基板附近区域21和表层区域23之外的区域。在该内部区域22,将 Si_3N_4 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合(其中, $b/[a+b] < 4/7$)以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.04以下,将 Si_aN_b 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上。后文将使用图1~图3对其进行说明。在这里,在内部区域22,优选硅元素和氮元素的总含有量为97原子%以上,更优选的是通过98原子%以上的材料形成。另一方面,优选在内部区域22中,构成其内部区域22的各元素的含有量的膜厚方向上的差均低于10%。这是由于能够减小在内部区域22通过EB缺陷修正进行除去时的修正率的偏差。

[0076] 在与透光性基板的界面的基板附近区域21,即使进行卢瑟福背散射分析(RBS:Rutherford Back-Scattering Spectrometry)和X光电子分光分析(XPS:X-ray Photoelectron Spectroscopy)这样的组成分析,也不可避免地受到透光性基板的组成的影响,因此难以针对组成和结合的存在数量确定数值。然而,推定其与上述内部区域22同样地构成。

[0077] 出于在通过蚀刻形成图案时图案边缘粗糙度良好等理由,最优选的是遮光膜2为非晶态构造。在难以使遮光膜2成为非晶态构造的组成的情况下,优选为非晶态构造与微结晶构造相混合的状态。

[0078] 遮光膜2的厚度优选为80nm以下且70nm以下,更优选的是60nm以下。如果厚度为80nm以下则容易形成微细的遮光膜的图案,并且,从具有该遮光膜的光罩基底制造转印用光罩时的负荷也得以减轻。并且,遮光膜2的厚度优选为40nm以上,更优选的是45nm以上。如果厚度低于40nm,则难以得到相对于ArF曝光光的充分的遮光性能。另一方面,内部区域22的厚度相对于遮光膜2整体的厚度的比值优选为0.7以上,更优选的是0.75以上。

[0079] 相对于ArF曝光光的遮光膜2的光学浓度优选为2.5以上,更优选的是3.0以上。如果光学浓度为2.5以上则能够得到充足的遮光性能。因此,在使用通过该光罩基底制造的转印用光罩进行曝光时,容易得到该投影光学像(转印像)的充足的对比度。并且,相对于ArF

曝光光的遮光膜2的光学浓度优选为4.0以下,更优选的是3.5以下。如果光学浓度超过4.0,则遮光膜2的膜厚变厚,难以形成微细的遮光膜的图案。

[0080] 需要说明的是,遮光膜2的与透光性基板1位于相反侧的表层发生氧化。因此,该遮光膜2的表层与除此之外的遮光膜2的区域组成不同,光学特性也不相同。

[0081] 并且,可以在遮光膜2的上部层叠防反射膜。防反射膜包含从表面吸收的氧元素,由于比遮光膜2含有更多的氧元素,因此难以发生在以平面观察EB缺陷修正时的除去量的不均一。

[0082] 在上述X光电子分光分析中,作为相对于遮光膜2照射的X光,能够使用AlK α 线和MgK α 线中的任一种,但优选使用AlK α 线。需要说明的是,在本说明书对使用AlK α 线的X光进行X光电子分光分析的情况进行说明。

[0083] 相对于遮光膜2进行X光电子分光分析而获得Si2p窄谱的方法一般来说按照以下的顺序进行。即,最初,以大的结合能量的带宽进行获取光电子强度(从照射了X光的测定对象物的每单位时间的光电子的放出数量)的宽频扫描而得到宽谱,确定来自于该遮光膜2的构成元素的峰值。之后,以比宽频扫描高的分解能,着眼于能够获取的结合能量的带宽窄的窄频扫描的峰值(该情况为Si2p)的周围的带宽进行扫描而获得窄谱。另一方面,在本发明中X光电子分光分析的测定对象物即遮光膜2的构成元素是已知的。并且,在本发明中所需的窄谱限于Si2p窄谱和N1s窄谱。因此,在本发明的情况下,可以省略获取宽谱的工序而获取Si2p窄谱。

[0084] 优选相对于遮光膜2进行X光电子分光分析而获取的Si2p窄谱中的光电子强度的最大峰值是在结合能量为97[eV]以上且103[eV]以下的范围中的最大峰值。这是由于,该结合能量的范围外的峰值可能不是从Si-N结合放出的光电子。

[0085] 遮光膜2通过溅镀形成,能够使用DC溅镀、RF溅镀和离子束溅镀等任意的溅镀。在使用导电性低的靶材(硅靶材、不含有准金属元素或含有量少的硅化合物靶材等)的情况下,优选使用RF溅镀和离子束溅镀,但考虑到成膜率,更优选的是使用RF溅镀。制造光罩基底100的方法优选为至少具有以下工序:使用硅靶材或者由在硅中含有从准金属元素和非金属元素中选择的一种以上的元素的材料组成的靶材,通过包含含氮气体和稀有气体在内的溅镀气体中的反应性溅镀,在透光性基板1上形成遮光膜2。

[0086] 遮光膜2的光学浓度并不是仅通过该遮光膜2的组成来决定的。该遮光膜2的膜密度和结晶状态等也是决定光学浓度的要素。因此,在通过反应性溅镀对遮光膜2进行成膜时的各条件进行调整,以相对于ArF曝光光的光学浓度收敛于规定的值的方式进行成膜。为使遮光膜2的光学浓度处于规定的范围,在通过反应性溅镀进行成膜时,不仅限于对稀有气体与反应性气体的混合气体的比值进行调节。也包含通过反应性溅镀进行成膜时的成膜室内的压力、作用于靶材的功率、靶材与透光性基板之间的距离等位置关系等。并且,这些成膜条件是成膜装置固有的,适当地进行调整以使得所形成的遮光膜2成为所期望的光学浓度。

[0087] 在形成遮光膜2时作为溅镀气体使用的含氮气体只要是含有氮元素的气体则可以使用任意的氣體。如上所述,优选遮光膜2除了其表层之外较低地抑制氧元素含量,因此优选使用不含氧元素的含氮气体,更优选的是使用氮气(N₂气体)。并且,在形成遮光膜2时作为溅镀气体使用的稀有气体的种类没有限制,但优选使用氩气、氦气、氙气。并且,为了缓和遮光膜2的应力,能够使遮光膜2积极地吸收原子量小的氦气、氖气。

[0088] [[硬光罩膜]]

[0089] 在具备遮光膜2的光罩基底100中,可以是在遮光膜2上进一步层叠硬光罩膜3的结构,该硬光罩膜3通过相对于在对遮光膜2进行蚀刻时使用的蚀刻气体具有蚀刻选择性的材料形成。遮光膜2需要确保规定的光学浓度,因此使其厚度减小存在限制。硬光罩膜3只要具有在其正下方的遮光膜2上形成图案的干式蚀刻结束之前的期间能够作为蚀刻光罩发挥作用的膜的厚度即可,基本上不受光学特性的限制。因此,与遮光膜2的厚度相比,能够使硬光罩膜3的厚度大幅度地变薄。而且,有机类材料的光刻胶膜只要具有在该硬光罩膜3上形成图案的干式蚀刻结束之前的期间能够作为蚀刻光罩发挥作用的膜的厚度即可,因此与以往相比能够大幅度地使光刻胶膜的厚度变薄。因此,能够抑制光刻胶图案倾倒等问题。

[0090] 优选硬光罩膜3由含有铬(Cr)的材料形成。含有铬的材料尤其是相对于使用了 SF_6 等含氟气体的干式蚀刻具有高的干式蚀刻耐性。由含有铬的材料组成的薄膜一般来说通过由含氯气体与氧气的混合气体进行的干式蚀刻而进行图案形成。但是,该干式蚀刻的各向异性不高,在对由含有铬的材料组成的薄膜进行图案形成的干式蚀刻时,容易进行向图案的侧壁方向的蚀刻(侧向蚀刻)。

[0091] 在遮光膜中使用了含有铬的材料的情况下,遮光膜2的膜厚相对较厚,因此在遮光膜2的干式蚀刻时产生侧向蚀刻的问题,但在使用含有铬的材料作为硬光罩膜3的情况下,硬光罩膜3的膜厚相对变薄,因此难以产生由侧向蚀刻引起的问题。

[0092] 作为含有铬的材料,除了铬金属之外,能够举出在铬中含有从氧、氮、碳、硼和氟中选择的一种以上的元素的材料,例如CrN、CrC、CrON、CrCO、CrCON等。如果在铬金属中添加这些元素则该膜容易成为非晶态构造的膜,能够抑制该膜的表面粗糙度和对遮光膜2进行干式蚀刻时的线边缘粗糙度因而优选。

[0093] 并且,从硬光罩膜3的干式蚀刻的观点出发,作为形成硬光罩膜3的材料,优选使用在铬中含有从氧、氮、碳、硼和氟中选择的一种以上的元素的材料。

[0094] 铬系材料通过含氯气体与氧气的混合气体被蚀刻,但铬金属相对于该蚀刻气体的蚀刻率并不高。通过在铬中含有从氧、氮、碳、硼和氟中选择的一种以上的元素,能够提高相对于含氯气体与氧气的混合气体的蚀刻气体的蚀刻率。

[0095] 需要说明的是,相对于由含氯气体与氧气的混合气体进行的干式蚀刻,由CrCO组成的硬光罩膜3不含有使侧向蚀刻变得容易的氮元素,含有抑制侧向蚀刻的碳元素,进一步含有使蚀刻率提高的氧元素,因此尤为优选。并且,在形成硬光罩膜3的含有铬的材料中可以含有铟、钼和锡中的一种以上的元素。通过含有铟、钼和锡中的一种以上的元素,能够使相对于含氯气体与氧气的混合气体的蚀刻率更高。

[0096] 在光罩基底100上,相对于硬光罩膜3的表面,优选有机类材料的光刻胶膜以100nm以下的膜厚形成。与DRAMhp32nm这一代对应的微细图案的情况下,在应当形成在硬光罩膜3上的转印图案中设有线宽度为40nm的SRAF(Sub-Resolution Assist Feature)。然而,在该情况下,能够使光刻胶图案的剖面扁平比低至1:2.5,因此在光刻胶膜的显影时,能够抑制光刻胶图案在清洗时等倾倒或脱离。需要说明的是,更优选的是光刻胶膜的膜厚为80nm以下。

[0097] 也能够光罩基底100中不设置硬光罩膜3而与遮光膜2抵触地直接形成光刻胶膜。在该情况下,构造简单,并且在制造转印用光罩时不需要硬光罩膜3的干式蚀刻,因此能

够削减制造工序的数量。需要说明的是,在这种情况下,优选在相对于遮光膜2进行HMDS(hexa methyldisilazane)等表面处理后再形成光刻胶膜。

[0098] 并且,本发明的光罩基底是如下所述地适用于二元光罩用途的光罩基底,但不限于用于二元光罩,也能够作为交替式相移光罩用的光罩基底或者CPL(Chromeless Phase Lithography)光罩用的光罩基底使用。

[0099] [转印用光罩]

[0100] 在图6中表示的是从本发明实施方式的光罩基底100制造转印用光罩(二元光罩)200的工序的剖面示意图。

[0101] 图6所示的转印用光罩200的制造方法使用上述光罩基底100,其特征在于,具备:通过干式蚀刻在硬光罩膜3上形成转印图案的工序;通过以具有转印图案的硬光罩膜3(硬光罩图案3a)为光罩的干式蚀刻在遮光膜2上形成转印图案的工序;除去硬光罩图案3a的工序。

[0102] 以下,按照图6所示的制造工序,对转印用光罩200的制造方法的一个例子进行说明。需要说明的是,在该例子中,在遮光膜2中使用含有硅元素和氮元素的材料,在硬光罩膜3中使用含有铬的材料。

[0103] 首先,准备光罩基底100(参照图6(a)),与硬光罩膜3接触地通过旋转涂布法形成光刻胶膜。接着,相对于光刻胶膜,对应在遮光膜2上形成的转印图案进行曝光绘制,进一步进行显影处理等规定的处理,形成光刻胶图案4a(参照图6(b))。需要说明的是,此时,在通过电子束绘制的光刻胶图案4a中,除了原本应形成的遮光膜图案之外以在遮光膜2上形成黑缺陷的方式加入程序缺陷。

[0104] 接着,以光刻胶图案4a为光罩,进行使用了氯气和氧气的混合气体等含氯气体的干式蚀刻,在硬光罩膜3上形成图案(硬光罩图案3a)(参照图6(c))。作为含氯气体,只要含有Cl即可没有特别的限制,例如,能够举出 Cl_2 、 SiCl_2 、 CHCl_3 、 CH_2Cl_2 、 BCl_3 等。在使用氯气和氧气的混合气体的情况下,例如,使该气体流量比为 $\text{Cl}_2:\text{O}_2=4:1$ 即可。

[0105] 接着,使用灰化和光刻胶剥离液将光刻胶图案4a除去(参照图6(d))。

[0106] 接着,以硬光罩图案3a为光罩,进行使用含氟气体的干式蚀刻,在遮光膜2上形成图案(遮光膜图案2a)(参照图6(e))。作为含氟气体,只要含有F就能够使用,但 SF_6 是最佳的。除了 SF_6 之外,例如,能够举出 CHF_3 、 CF_4 、 C_2F_6 、 C_4F_8 等,但含C的含氟气体相对于玻璃材料的透光性基板1的蚀刻率较高。 SF_6 对透光性基板1的损害小因而优选。需要说明的是,更优选你的是在 SF_6 中加入He等。

[0107] 之后,使用铬蚀刻液将硬光罩图案3a除去,经过洗净等规定的处理而得到转印用光罩200(参照图6(f))。需要说明的是,该硬光罩图案3a的除去工序可以通过使用氯气和氧气的混合气体的干式蚀刻进行。在这里,作为铬蚀刻液,能够举出包含硝酸铵铈和高氯酸的混合物。

[0108] 通过图6所示的制造方法制造的转印用光罩200是在透光性基板1上具备具有转印图案的遮光膜2(遮光膜图案2a)的二元光罩。通过光罩检查装置对所制造的实施例1的转印用光罩200进行光罩图案的检查,能够确认在配置了程序缺陷的部位的遮光膜图案2a上存在黑缺陷。因此,通过EB缺陷修正将该黑缺陷部分除去。

[0109] 通过以这种方式制造转印用光罩200,即使在该转印用光罩200的制造中途相对于

遮光膜图案2a的黑缺陷部分进行EB缺陷修正的情况下,也能够抑制黑缺陷部分的附近的透光性基板1的表面粗糙的发生并且能够抑制在遮光膜图案2a上发生自发性蚀刻。

[0110] 需要说明的是,在这里对转印用光罩200为二元光罩的情况进行了说明,但本发明的转印用光罩不限于二元光罩,也能够适用于交替式相移光罩和CPL光罩。即,在交替式相移光罩的情况下,能够在该遮光膜中使用本发明的遮光膜。并且,在CPL光罩的情况下,主要在包含外周的遮光带的区域使用本发明的遮光膜。

[0111] 另外,本发明的半导体设备的制造方法的特征在于,使用通过所述转印用光罩200或所述的光罩基底100制造的转印用光罩200,在半导体基板上的光刻胶膜上对转印图案进行曝光转印。

[0112] 本发明的转印用光罩200和光罩基底100具有如上所述的效果,因此在将转印用光罩200设置于以ArF准分子激光为曝光光的曝光装置的光罩台、在半导体设备上的光刻胶膜上对转印图案进行曝光转印时,能够在半导体设备上的光刻胶膜上以高的CD精度对转印图案进行转印。因此,在以光刻胶膜的图案为光罩,对其下层膜进行干式蚀刻而形成电路图案的情况下,能够形成不存在由精度不足引起的配线短路和断线的高精度的电路图案。

[0113] 实施例

[0114] 以下,通过实施例对本发明的实施方式更具体地进行说明。

[0115] (实施例1)

[0116] [光罩基底的制造]

[0117] 准备主表面的尺寸为约152mm×约152mm、厚度为约6.25mm的由合成石英玻璃组成的透光性基板1。该透光性基板1的端面和主表面被研磨为规定的表面粗糙度,之后,实施规定的洗净处理和干燥处理。

[0118] 接着,在单片式RF溅镀装置内设置透光性基板1,使用硅(Si)靶材,以氩气(Ar)、氮气(N₂)和氦气(He)的混合气体(流量比Ar:N₂:He=30:3:100)为溅镀气体,通过RF电源进行反应性溅镀(RF溅镀),在透光性基板1上以50.0nm的厚度形成由硅元素和氮元素组成的遮光膜2。并且,溅镀时的RF电源的功率为1500W。

[0119] 接着,以调节膜的应力为目的,相对于形成有该遮光膜2的透光性基板1,在大气中以500℃的加热温度、1小时的处理时间为条件进行加热处理。

[0120] 使用分光光度计(安捷伦公司制造的Cary4000)对波长193nm的加热处理后的遮光膜2的光学浓度(OD)进行测定,其值为3.02。由该结果可知,实施例1的光罩基底具有所需的高的遮光性能。

[0121] 在另一透光性基板的主表面上,以与上述实施例1的遮光膜2相同的成膜条件形成另一遮光膜,进一步以相同条件进行加热处理。接着,相对于该加热处理后的另一透光性基板的遮光膜,进行X光电子分光分析。在该X光电子分光分析中,相对于遮光膜的表面照射X光(AlK α 线:1486eV)而对从该遮光膜放出的光电子的强度进行测定,通过Ar气体溅镀在遮光膜的表面挖入约0.65nm的深度,相对于所挖入的区域的遮光膜照射X光而对从该区域放出的光电子的强度进行测定,重复该步骤,分别得到遮光膜的各深度下的Si2p窄谱。在这里,由于透光性基板1为绝缘体,因此所得到的Si2p窄谱相对于在导电体上进行分析的情况下的光谱向能量低的一侧移动。为了对该位移进行修正,根据导电体即碳的峰值进行修正(在之后的实施例2~5、比较例1~2也同样地进行)。

[0122] 在该得到的Si2p窄谱中分别包含Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的峰值。而且,将Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合各自的峰值位置和半峰值全宽FWHM(full width at half maximum)固定而进行峰值分离。具体地说,以Si-Si结合的峰值位置为99.35eV、以 Si_aN_b 结合的峰值位置为100.6eV、以 Si_3N_4 结合的峰值位置为101.81eV、以各个半峰值全宽FWHM为1.71而进行峰值分离(在之后的实施例2~5、比较例1~2中也同样地进行)。然后,针对进行了峰值分离的Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的各个光谱,通过具备分析装置的公知的手法的互除法计算出将所计算出的背景减去的面积,基于计算出的各个面积,计算出Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值。

[0123] 图1是表示相对于实施例1的光罩基底的遮光膜进行X光电子分光分析的结果中,处于内部区域的范围内的规定深度处的Si2p窄谱的图。如该图所示,相对于Si2p窄谱分别对Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合进行峰值分离,分别计算出减去背景的面积,计算出Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值。其结果是,Si-Si结合的存在数量的比值为0.746, Si_aN_b 结合的存在数量的比值为0.254, Si_3N_4 结合的存在数量的比值为0.000。即,同时满足将 Si_3N_4 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.04以下这一条件和将 Si_aN_b 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上这一条件(前者的条件以0.000满足,后者的条件以0.254满足)。

[0124] 并且,相对于所得到的遮光膜的各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的图1所图示的之外的深度的各Si2p窄谱,以同样的步骤计算出Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值。其结果是,在任一内部区域的深度的Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值中,与图1所图示的深度的Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值具有同样的倾向。并且,均满足上述与存在数量的比值相关的两个条件。

[0125] 并且,由该X光电子分光分析的结果可知,该遮光膜的内部区域的平均的组成为 $\text{Si}:\text{N}:\text{O}=75.5:23.2:1.3$ (原子%比)。需要说明的是,在该X光电子分光分析中,在X光中使用AlK α 线(1486.6eV),以光电子检测区域为 $200\mu\text{m}\Phi$ 、取出角度为45deg的条件进行(在之后的实施例2~5、比较例1~2中也同样地进行)。

[0126] 接着,在单片式DC溅镀装置内设置形成有加热处理后的遮光膜2的透光性基板1,使用铬(Cr)靶材,在氩气(Ar)和氮气(N_2)的混合气体氛围中进行反应性溅镀(DC溅镀),形成由膜厚5nm的CrN膜组成的硬光罩膜3。在通过XPS测定的该膜的膜组成比中,Cr为75原子%,N为25原子%。然后,以比在遮光膜2上进行的加热处理低的温度(280℃)进行热处理,进行硬光罩膜3的应力调节。

[0127] 通过以上步骤来制造具备在透光性基板1上层叠了遮光膜2和硬光罩膜3的构造的光罩基底100。

[0128] [转印用光罩的制造]

[0129] 接着,使用该实施例1的光罩基底100,通过以下步骤来制造实施例1的转印用光罩(二元光罩)200。

[0130] 首先,准备实施例1的光罩基底100(参照图6(a)),与硬光罩膜3的表面接触地以膜厚80nm形成由电子束绘制用化学放大式光刻胶组成的光刻胶膜。接着,相对于该光刻胶膜,

对应形成于遮光膜2的转印图案进行电子束绘制,进行规定的显影处理和洗净处理,形成光刻胶图案4a(参照图6(b))。需要说明的是,此时,在通过电子束绘制的光刻胶图案4a中,除了原本应形成的遮光膜图案之外以在遮光膜2上形成黑缺陷的方式加入程序缺陷。

[0131] 接着,以光刻胶图案4a为光罩,进行使用氯气和氧气的混合气体(气体流量比 $\text{Cl}_2:\text{O}_2=4:1$)的干式蚀刻,在硬光罩膜3上形成图案(硬光罩图案3a)(参照图6(c))。

[0132] 接着,将光刻胶图案4a除去(参照图6(d))。然后,以硬光罩图案3a为光罩,进行使用含氟气体(SF_6 与He的混合气体)的干式蚀刻,在遮光膜2上形成图案(遮光膜图案2a)(参照图6(e))。

[0133] 之后,使用包含硝酸铵铈和高氯酸在内的铬蚀刻液将硬光罩图案3a除去,经过洗净等规定的处理而得到转印用光罩200(参照图6(f))。

[0134] 通过光罩检查装置对所制造的实施例1的转印用光罩200进行光罩图案的检查,确认在配置了程序缺陷的部位的遮光膜图案2a存在黑缺陷。对该黑缺陷部分进行EB缺陷修正,相对于透光性基板1的遮光膜图案2a的修正率比(相对于透光性基板1的修正率的、遮光膜图案2a的修正率)足够高,能够将向透光性基板1的表面的蚀刻抑制在最小限度。

[0135] 接着,使用AIMS193(CarlZeiss公司制造)对该EB缺陷修正后的实施例1的转印用光罩200进行以波长193nm的曝光光在半导体设备上的光刻胶膜上进行曝光转印时的转印像的模拟。对该模拟的曝光转印像进行验证,结果发现充分满足设计规格。并且,进行了EB缺陷修正的部分的转印像与除此之外的区域的转印像相比并不逊色。由该结果可知,在相对于实施例1的转印用光罩200对遮光膜图案2a的黑缺陷部分进行EB缺陷修正的情况下,能够抑制透光性基板1的表面粗糙的发生,并且能够抑制在遮光膜图案2a中发生自发性蚀刻。并且,在将进行了EB缺陷修正的后的实施例1的转印用光罩200设置于曝光装置的光罩台而在半导体设备上的光刻胶膜上进行曝光转印的情况下,最终也能够以高精度形成在半导体设备上形成的电路图案。因此,可以说通过实施例1的转印用光罩的制造方法制造的转印用光罩200成为转印精度高的转印用光罩。

[0136] (实施例2)

[0137] [光罩基底的制造]

[0138] 实施例2的光罩基底除了使遮光膜如下所述地构成之外,以与实施例1的光罩基底100同样的步骤制造。

[0139] 实施例2的遮光膜的形成方法如下所述。

[0140] 在单片式RF溅镀装置内设置透光性基板1,使用硅(Si)靶材,以氩气(Ar)、氮气(N_2)以及氦气(He)的混合气体(流量比 $\text{Ar}:\text{N}_2:\text{He}=30:2.3:100$)为溅镀气体,通过RF电源进行反应性溅镀(RF溅镀),在透光性基板1上以41.5nm的厚度形成由硅元素和氮元素组成的遮光膜2。并且,溅镀时的RF电源的功率为1500W。

[0141] 与实施例1同样地,对形成有该遮光膜2的透光性基板1进行加热处理,对加热处理后的遮光膜2的光学浓度(OD)进行测定,其值为2.58。由该结果可知,实施例2的光罩基底具有所需的遮光性能。

[0142] 与实施例1同样地,在另一透光性基板的主表面上,以与上述实施例2的遮光膜2相同的成膜条件形成另一遮光膜,进一步以相同条件进行加热处理。接着,以与实施例1同样的步骤,相对于实施例2的加热处理后的另一透光性基板的遮光膜进行X光电子分光分析。

另外,基于所得到的遮光膜的各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的规定深度处的Si2p窄谱,通过以实施例1同样的步骤计算出Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值。其结果是,Si-Si结合的存在数量的比值为0.898, Si_aN_b 结合的存在数量的比值为0.102, Si_3N_4 结合的存在数量的比值为0.000。即,同时满足将 Si_3N_4 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.04以下这一条件和将 Si_aN_b 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上这一条件(前者的条件以0.000满足,后者的条件以0.102满足)。

[0143] 并且,与实施例1同样地,相对于在实施例2中得到的遮光膜的各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的上述规定深度之外的深度的各Si2p窄谱,以同样的步骤计算出Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值。在任一内部区域的深度的Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值中,具有与上述规定深度的Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值同样的倾向。并且,均满足上述与存在数量的比值相关的两个条件。

[0144] 然后,以与实施例1同样的步骤,制造具备在透光性基板1上层叠了遮光膜2和硬光罩膜3的构造的光罩基底100。

[0145] [转印用光罩的制造]

[0146] 接着,使用该实施例2的光罩基底,以与实施例1同样的步骤制造实施例2的转印用光罩(二元光罩)。

[0147] 通过光罩检查装置对所制造的实施例1的转印用光罩200进行光罩图案的检查,确认在配置了程序缺陷的部位的遮光膜图案2a中存在黑缺陷。对该黑缺陷部分进行EB缺陷修正,相对于透光性基板1的遮光膜图案2a的修正率比足够高,能够将向透光性基板1的表面的蚀刻抑制在最小限度。

[0148] 使用AIMS193(CarlZeiss公司制造)对该EB缺陷修正后的实施例2的转印用光罩200进行以波长193nm的曝光光在半导体设备上的光刻胶膜上进行曝光转印时的转印像的模拟。对该模拟的曝光转印像进行验证,结果发现充分满足设计规格。并且,进行EB缺陷修正的部分的转印像与除此之外的区域的转印像相比并不逊色。由该结果可知,在相对于实施例2的转印用光罩200对遮光膜图案2a的黑缺陷部分进行EB缺陷修正的情况下,能够抑制透光性基板1的表面粗糙的发生,并且能够抑制在遮光膜图案2a中发生自发性蚀刻。并且,在将进行了EB缺陷修正的后的实施例2的转印用光罩200设置于曝光装置的光罩台而在半导体设备上的光刻胶膜上进行曝光转印的情况下,最终也能够以高精度形成在半导体设备上形成的电路图案。因此,可以说通过实施例2的转印用光罩的制造方法制造的转印用光罩200成为转印精度高的转印用光罩。

[0149] (实施例3)

[0150] [光罩基底的制造]

[0151] 实施例3的光罩基底除了使遮光膜如下所述地构成之外,以与实施例1的光罩基底100同样的步骤制造。

[0152] 实施例3的遮光膜的形成方法如下所述。

[0153] 在单片式RF溅镀装置内设置透光性基板1,使用硅(Si)靶材,以氩气(Ar)、氮气(N₂)以及氦气(He)的混合气体(流量比Ar:N₂:He=30:5.8:100)为溅镀气体,通过RF电源进

行反应性溅镀(RF溅镀),在透光性基板1上以52.4nm的厚度形成由硅元素和氮元素组成的遮光膜2。并且,溅镀时的RF电源的功率为1500W。

[0154] 与实施例1同样地,对形成有该遮光膜2的透光性基板1进行加热处理,对加热处理后的遮光膜2的光学浓度(OD)进行测定,其值为3.05。由该结果可知,实施例3的光罩基底具有所需的高的遮光性能。

[0155] 与实施例1同样地,在另一透光性基板的主表面上,以与上述实施例3的遮光膜2相同的成膜条件形成另一遮光膜,进一步以相同条件进行加热处理。接着,以与实施例1同样的步骤对实施例3的加热处理后的另一透光性基板的遮光膜进行X光电子分光分析。另外,基于所得到的遮光膜的各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的规定深度的Si2p窄谱(参照图2),通过以实施例1同样的步骤计算出Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值。其结果是, Si-Si结合的存在数量的比值为0.605, Si_aN_b 结合的存在数量的比值为0.373, Si_3N_4 结合的存在数量的比值为0.022。即,同时满足将 Si_3N_4 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.04以下这一条件和将 Si_aN_b 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上这一条件(前者的条件以0.022满足,后者的条件以0.373满足)。

[0156] 并且,与实施例1同样地相对于在实施例3中得到的遮光膜的各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的上述规定深度之外的深度的各Si2p窄谱,以同样的步骤计算出Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值。在任一内部区域的深度的Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值中,具有与上述规定深度的Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值同样的倾向。并且,均满足上述与存在数量的比值相关的两个条件。

[0157] 然后,以与实施例1同样的步骤,制造具备在透光性基板1上层叠了遮光膜2和硬光罩膜3的构造的光罩基底100。

[0158] [转印用光罩的制造]

[0159] 接着,使用该实施例3的光罩基底,以与实施例1同样的步骤制造实施例3的转印用光罩(二元光罩)。

[0160] 通过光罩检查装置对所制造的实施例3的转印用光罩200进行光罩图案的检查,确认在配置了程序缺陷的部位的遮光膜图案2a中存在黑缺陷。对该黑缺陷部分进行EB缺陷修正,相对于透光性基板1的遮光膜图案2a的修正率比足够高,能够将向透光性基板1的表面的蚀刻抑制在最小限度。

[0161] 使用AIMS193(CarlZeiss公司制造)对该EB缺陷修正后的实施例3的转印用光罩200,进行以波长193nm的曝光光在半导体设备上的光刻胶膜上进行曝光转印时的转印像的模拟。对该模拟的曝光转印像进行验证,结果发现充分地满足设计规格。并且,进行EB缺陷修正的部分的转印像与除此之外的区域的转印像相比并不逊色。由该结果可知,在相对于实施例3的转印用光罩200对遮光膜图案2a的黑缺陷部分进行EB缺陷修正的情况下,能够抑制透光性基板1的表面粗糙的发生,并且能够抑制在遮光膜图案2a中发生自发性蚀刻。并且,在将进行了EB缺陷修正的后的实施例3的转印用光罩200设置于曝光装置的光罩台而在半导体设备上的光刻胶膜上进行曝光转印的情况下,最终也能够以高精度形成在半导体设备上形成的电路图案。因此,可以说通过实施例3的转印用光罩的制造方法制造的转印用光

罩200成为转印精度高的转印用光罩。

[0162] (实施例4)

[0163] [光罩基底的制造]

[0164] 实施例4的光罩基底除了使遮光膜如下所述地构成之外,以与实施例1的光罩基底100同样的步骤制造。

[0165] 实施例4的遮光膜的形成方法如下所述。

[0166] 在单片式RF溅镀装置内设置透光性基板1,使用硅(Si)靶材,以氩气(Ar)、氮气(N₂)以及氦气(He)的混合气体(流量比Ar:N₂:He=30:6.6:100)为溅镀气体,通过RF电源进行反应性溅镀(RF溅镀),在透光性基板1上以45.1nm的厚度形成由硅元素和氮元素组成的遮光膜2。并且,溅镀时的RF电源的功率为1500W。

[0167] 与实施例1同样地,对形成有该遮光膜2的透光性基板1进行加热处理,对加热处理后的遮光膜2的光学浓度(OD)进行测定,其值为2.54。由该结果可知,实施例4的光罩基底具有所需的遮光性能。

[0168] 与实施例1同样地,在另一透光性基板的主表面上,以与上述实施例4的遮光膜2相同的成膜条件形成另一遮光膜,进一步以相同条件进行加热处理。接着,以与实施例1同样的步骤,相对于实施例4的加热处理后的另一透光性基板的遮光膜进行X光电子分光分析。另外,基于所得到的遮光膜各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的规定深度处的Si2p窄谱,通过以实施例1同样的步骤计算出Si-Si结合、Si_aN_b结合以及Si₃N₄结合的存在数量的比值。其结果是,Si-Si结合的存在数量的比值为0.584, Si_aN_b结合的存在数量的比值为0.376, Si₃N₄结合的存在数量的比值为0.040。即,同时满足将Si₃N₄结合的存在数量除以Si₃N₄结合、Si_aN_b结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.04以下这一条件和将Si_aN_b结合的存在数量除以Si₃N₄结合、Si_aN_b结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上这一条件(前者的条件以0.040满足,后者的条件以0.376满足)。

[0169] 并且,与实施例1同样地,相对于在实施例4中得到的遮光膜各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的上述规定深度之外的深度的各Si2p窄谱,以同样的步骤计算出Si-Si结合、Si_aN_b结合以及Si₃N₄结合的存在数量的比值。在任一内部区域的深度的Si-Si结合、Si_aN_b结合以及Si₃N₄结合的存在数量的比值中,具有与上述规定深度的Si-Si结合、Si_aN_b结合以及Si₃N₄结合的存在数量的比值同样的倾向。并且,均满足上述与存在数量的比值相关的两个条件。

[0170] 之后,以与实施例1同样的步骤,制造具备在透光性基板1上层叠了遮光膜2和硬光罩膜3的构造的光罩基底100。

[0171] [转印用光罩的制造]

[0172] 接着,使用该实施例4的光罩基底,以与实施例1同样的步骤制造实施例4的转印用光罩(二元光罩)。

[0173] 通过光罩检查装置对所制造的实施例1的转印用光罩200进行光罩图案的检查,确认在配置了程序缺陷的部位的遮光膜图案2a中存在黑缺陷。对该黑缺陷部分进行EB缺陷修正,相对于透光性基板1的遮光膜图案2a的修正率比足够高,能够将向透光性基板1的表面的蚀刻抑制在最小限度。

[0174] 使用AIMS193(CarlZeiss公司制造)对该EB缺陷修正后的实施例4的转印用光罩

200进行以波长193nm的曝光光在半导体设备上的光刻胶膜上进行曝光转印时的转印像的模拟。对该模拟的曝光转印像进行验证,结果发现充分满足设计规格。并且,进行了EB缺陷修正的部分的转印像与除此之外的区域的转印像相比并不逊色。由该结果可知,在相对于实施例4的转印用光罩200对遮光膜图案2a的黑缺陷部分进行EB缺陷修正的情况下,能够抑制透光性基板1的表面粗糙的发生,并且能够抑制在遮光膜图案2a中发生自发性蚀刻。并且,在将进行了EB缺陷修正的后的实施例4的转印用光罩200设置于曝光装置的光罩台而在半导体设备上的光刻胶膜上进行曝光转印的情况下,最终也能够以高精度形成在半导体设备上形成的电路图案。因此,可以说通过实施例4的转印用光罩的制造方法制造的转印用光罩200成为转印精度高的转印用光罩。

[0175] (实施例5)

[0176] [光罩基底的制造]

[0177] 实施例5的光罩基底除了使遮光膜如下所述地构成之外,以与实施例1的光罩基底100同样的步骤制造。

[0178] 实施例5的遮光膜的形成方法如下所述。

[0179] 在单片式RF溅镀装置内设置透光性基板1,使用硅(Si)靶材,以氩气(Ar)、氮气(N₂)以及氦气(He)的混合气体(流量比Ar:N₂:He=30:7.0:100)为溅镀气体,通过RF电源进行反应性溅镀(RF溅镀),在透光性基板1上,以52.1nm的厚度形成由硅元素和氮元素组成的遮光膜2。并且,溅镀时的RF电源的功率为1500W。在这里,实施例5中的单片式RF溅镀装置与在实施例1~4中使用的为相同规格,但是是有别于实施例1~4的单片式RF溅镀装置。

[0180] 与实施例1同样地,对形成有该遮光膜2的透光性基板1进行加热处理,对加热处理后的遮光膜2的光学浓度(OD)进行测定,其值为3.04。由该结果可知,实施例5的光罩基底具有所需的高的遮光性能。

[0181] 与实施例1同样地,在另一透光性基板的主表面上,以与上述实施例5的遮光膜2相同的成膜条件形成另一遮光膜,进一步以相同条件进行加热处理。接着,以与实施例1同样的步骤对实施例5的加热处理后的另一透光性基板的遮光膜进行X光电子分光分析。另外,基于所得到的遮光膜各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的规定深度的Si2p窄谱(参照图3),通过以实施例1同样的步骤计算出Si-Si结合、Si_aN_b结合以及Si₃N₄结合的存在数量的比值。其结果是,Si-Si结合的存在数量的比值为0.700, Si_aN_b结合的存在数量的比值为0.284, Si₃N₄结合的存在数量的比值为0.016。即,同时满足将Si₃N₄结合的存在数量除以Si₃N₄结合、Si_aN_b结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.04以下这一条件和将Si_aN_b结合的存在数量除以Si₃N₄结合、Si_aN_b结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上这一条件(前者的条件以0.016满足,后者的条件以0.284满足)。

[0182] 并且,与实施例1同样地相对于在实施例5中得到的遮光膜各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的上述规定深度之外的深度的各Si2p窄谱,以同样的步骤计算出Si-Si结合、Si_aN_b结合以及Si₃N₄结合的存在数量的比值。在任一内部区域的深度的Si-Si结合、Si_aN_b结合以及Si₃N₄结合的存在数量的比值中,具有与上述规定深度的Si-Si结合、Si_aN_b结合以及Si₃N₄结合的存在数量的比值同样的倾向。并且,均满足上述与存在数量的比值相关的两个条件。

[0183] 然后,以与实施例1同样的步骤,制造具备在透光性基板1上层叠了遮光膜2和硬光

罩膜3的构造的光罩基底100。

[0184] [转印用光罩的制造]

[0185] 接着,使用该实施例5的光罩基底,以与实施例1同样的步骤制造实施例5的转印用光罩(二元光罩)。

[0186] 通过光罩检查装置对所制造的实施例5的转印用光罩200进行光罩图案的检查,确认在配置了程序缺陷的部位的遮光膜图案2a中存在黑缺陷。对该黑缺陷部分进行EB缺陷修正,相对于透光性基板1的遮光膜图案2a的修正率比足够高,能够将对透光性基板1的表面的蚀刻限制在最小限度。

[0187] 使用AIMS193 (CarlZeiss公司制造) 对该EB缺陷修正后的实施例5的转印用光罩200,进行以波长193nm的曝光光在半导体设备上的光刻胶膜上进行曝光转印时的转印像的模拟。对该模拟的曝光转印像进行验证,结果发现充分满足设计规格。并且,进行了EB缺陷修正的部分的转印像与除此之外的区域的转印像相比并不逊色。由该结果可知,在相对于实施例5的转印用光罩200,对遮光膜图案2a的黑缺陷部分进行EB缺陷修正的情况下,能够抑制透光性基板1的表面粗糙的发生,并且能够抑制在遮光膜图案2a中发生自发性蚀刻。并且,将进行了EB缺陷修正的后的实施例5的转印用光罩200设置于曝光装置的光罩台而在半导体设备上的光刻胶膜上进行曝光转印的情况下,最终也能够以高精度形成在半导体设备上形成的电路图案。因此,可以说通过实施例5的转印用光罩的制造方法制造的转印用光罩200成为转印精度高的转印用光罩。

[0188] (比较例1)

[0189] [光罩基底的制造]

[0190] 比较例1的光罩基底除了使遮光膜如下所述地构成之外,以与实施例1的光罩基底100同样的步骤制造。

[0191] 比较例1的遮光膜的形成方法如下所述。

[0192] 在单片式RF溅镀装置内设置透光性基板,使用硅(Si)靶材,以氩气(Ar)、氮气(N₂)以及氦气(He)的混合气体(流量比Ar:N₂:He=30:7.0:100)为溅镀气体,通过RF电源进行反应性溅镀(RF溅镀),在透光性基板上以52.8nm的厚度形成由硅元素和氮元素组成的遮光膜。并且,溅镀时的RF电源的功率为1500W。这样,以与实施例5相同的气体流量、溅镀的输出形成比较例1的遮光膜。比较例1中的单片式RF溅镀装置与在实施例1~4中使用的是相同的单片式RF溅镀装置。

[0193] 与实施例1同样地对形成有该遮光膜的透光性基板进行加热处理,对加热处理后的遮光膜的光学浓度(OD)进行测定,其值为2.98。由该结果可知,比较例1的光罩基底具有所需的遮光性能。

[0194] 与实施例1同样地,在另一透光性基板的主表面上,以与上述比较例1的遮光膜相同的成膜条件形成另一遮光膜,进一步以相同条件进行加热处理。接着,以与实施例1同样的步骤,相对于比较例1的加热处理后的另一透光性基板的遮光膜进行X光电子分光分析。另外,基于所得到的遮光膜的各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的规定深度处的Si2p窄谱(参照图4),通过以实施例1同样的步骤计算出Si-Si结合、Si_aN_b结合以及Si₃N₄结合的存在数量的比值。其结果是,Si-Si结合的存在数量的比值为0.574,Si_aN_b结合的存在数量的比值为0.382,Si₃N₄结合的存在数量的比值为0.044。即,虽然满足将Si_aN_b结合的存

在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上这一条件,但并不满足将 Si_3N_4 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.04以下这一条件(前者的条件以0.382满足而后者的条件以0.044不满足)。

[0195] 并且,与实施例1同样地相对于在该比较例1中得到的遮光膜的各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的上述规定深度之外的深度的各Si2p窄谱,以同样的步骤计算出Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值。在任一内部区域的深度的Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值中,都具有与上述规定深度的Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值同样的倾向。并且,并不是都满足将 Si_3N_4 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.04以下这一条件。

[0196] 由该X光电子分光分析的结果可知,该遮光膜的内部区域的平均的组成为Si:N:O=68.2:28.8:3.0(原子%比)。

[0197] 然后,以与实施例1同样的步骤制造具备遮光膜和硬光罩膜层叠在透光性基板上的构造的光罩基底。

[0198] [转印用光罩的制造]

[0199] 接着,使用该比较例1的光罩基底,以与实施例1同样的步骤,制造比较例1的转印用光罩(二元光罩)。

[0200] 通过光罩检查装置对所制造的比较例1的转印用光罩进行光罩图案的检查,确认在配置了程序缺陷的部位的遮光膜图案中存在黑缺陷。对该黑缺陷部分进行EB缺陷修正,相对于透光性基板的遮光膜图案的修正率比低,发生向透光性基板的表面的蚀刻(表面粗糙)。

[0201] 使用AIMS193(CarlZeiss公司制造)相对于该EB缺陷修正后的比较例1的转印用光罩,进行以波长193nm的曝光光在半导体设备上的光刻胶膜上进行曝光转印时的转印像的模拟。对该模拟的曝光转印像进行验证,结果发现在进行了EB缺陷修正的部分之外的部分,也发生了由于在遮光膜上形成图案时的干式蚀刻中的蚀刻率的延迟而引发的遮光膜图案的CD的降低。另外,进行了EB缺陷修正的部分的转印像为由于透光性基板的表面粗糙的影响等而引发转印不良的水平。由该结果可知,在将进行了EB缺陷修正的后的比较例1的转印用光罩设置于曝光装置的光罩台而在半导体设备上的光刻胶膜上进行曝光转印的情况下,在最终形成在半导体设备上的电路图案中发生电路图案的断线或短路。

[0202] (比较例2)

[0203] [光罩基底的制造]

[0204] 比较例2的光罩基底除了使遮光膜如下所述地构成之外,以与实施例1的光罩基底100同样的步骤制造。

[0205] 比较例2的遮光膜的形成方法如下所述。

[0206] 在单片式RF溅镀装置内设置透光性基板,使用硅(Si)靶材,以氩气(Ar)、氮气(N_2)以及氦气(He)的混合气体(流量比 $\text{Ar}:\text{N}_2:\text{He}=30:2.0:100$)为溅镀气体,通过RF电源进行反应性溅镀(RF溅镀),在透光性基板上以48.0nm的厚度形成由硅元素和氮元素组成的遮光膜。并且,溅镀时的RF电源的功率为1500W。这样,比较例2中的单片式RF溅镀装置是与在实施例1~4、比较例1中使用的溅镀装置相同的单片式RF溅镀装置。

[0207] 与实施例1同样地对形成有该遮光膜的透光性基板进行加热处理,对加热处理后的遮光膜的光学浓度(OD)进行测定,其值为3.04。由该结果可知,比较例2的光罩基底具有所需的高的遮光性能。

[0208] 与实施例1同样地在另一透光性基板的主表面上,以与上述比较例2的遮光膜相同的成膜条件形成另一遮光膜,进一步以相同条件进行加热处理。接着,以与实施例1同样的步骤,相对于比较例2的加热处理后的另一透光性基板的遮光膜进行X光电子分光分析。另外,基于所得到的遮光膜的各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的规定深度处的Si2p窄谱,通过以实施例1同样的步骤计算出Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值。其结果是,Si-Si结合的存在数量的比值为0.978, Si_aN_b 结合的存在数量的比值为0.022, Si_3N_4 结合的存在数量的比值为0.000。即,虽然满足将 Si_3N_4 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值在0.04以下这一条件,但不满足将 Si_aN_b 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上这一条件(前者的条件以0.000满足而后者的条件以0.022不满足)。

[0209] 并且,与实施例1同样地相对于在该比较例2中得到的遮光膜的各深度的Si2p窄谱中与遮光膜的内部区域对应的上述规定深度之外的深度的各Si2p窄谱,以同样的步骤计算出Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值。在任一内部区域的深度的Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值中,具有与上述规定深度的Si-Si结合、 Si_aN_b 结合以及 Si_3N_4 结合的存在数量的比值同样的倾向。并且,并不是在任一部位都满足将 Si_aN_b 结合的存在数量除以 Si_3N_4 结合、 Si_aN_b 结合以及Si-Si结合的总存在数量的比值为0.1以上这一条件。

[0210] 然后,以与实施例1同样的步骤来制造具备在透光性基板上层叠了遮光膜和硬光罩膜的构造的光罩基底。

[0211] [转印用光罩的制造]

[0212] 接着,使用该比较例2的光罩基底,以与实施例1同样的顺序制造比较例2的转印用光罩(二元光罩)。

[0213] 通过光罩检查装置对所制造的比较例2的转印用光罩进行光罩图案的检查,结果确认到在配置了程序缺陷的部位遮光膜图案中存在黑缺陷。对该黑缺陷部分进行EB缺陷修正,发现修正率变得过快而发生钻蚀。另外,出现黑缺陷部分周围的遮光膜图案的侧壁与EB缺陷修正时供给的非激发状态的 XeF_2 气体接触而被蚀刻的现象、即发生自发性蚀刻。

[0214] 相对于该EB缺陷修正后的比较例2的转印用光罩,使用AIMS193(CarlZeiss公司制造),进行以波长193nm的曝光光对半导体设备上的光刻胶膜进行曝光转印时的转印像的模拟。对该模拟的曝光转印像进行验证,结果发现进行了EB缺陷修正的部分的透光性基板1没有发生表面粗糙。但是,进行了EB缺陷修正的部分周围的转印像由于自发性蚀刻的影响等而发生了转印不良。根据该结果可知,在将进行了EB缺陷修正后的比较例2的相移光罩设置于曝光装置的光罩台而对半导体设备上的光刻胶膜进行曝光转印的情况下,最终在半导体设备上形成的电路图案中,会发生电路图案的断线和短路。

[0215] 附图标记说明

[0216] 1 透光性基板;

[0217] 2 遮光膜;

- [0218] 2a 遮光膜图案；
- [0219] 21 基板附近区域；
- [0220] 22 内部区域；
- [0221] 23 表层区域；
- [0222] 3 硬光罩膜；
- [0223] 3a 硬光罩图案；
- [0224] 4a 光刻胶图案；
- [0225] 100 光罩基底；
- [0226] 200 转印用光罩(二元光罩)。

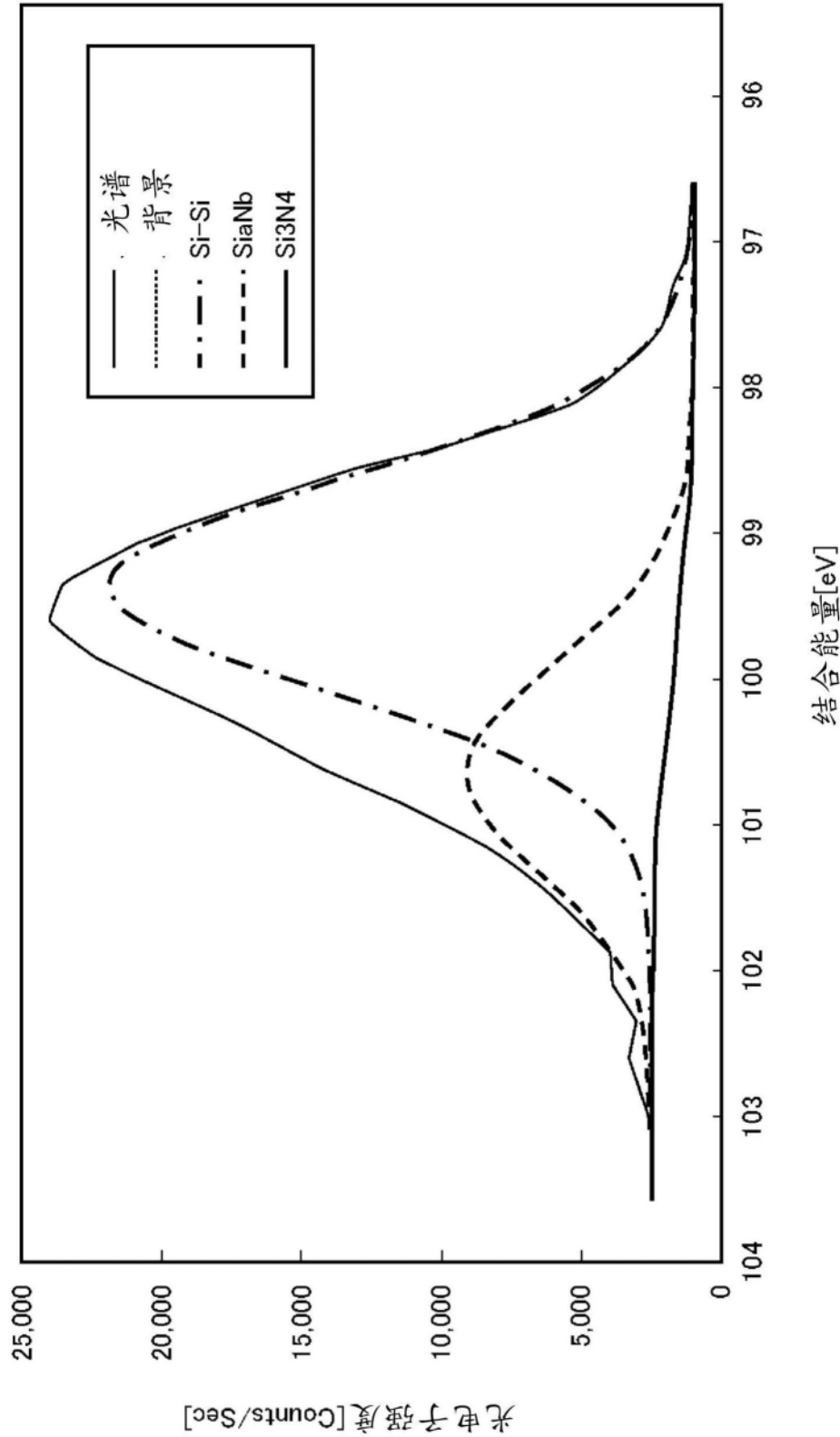


图1

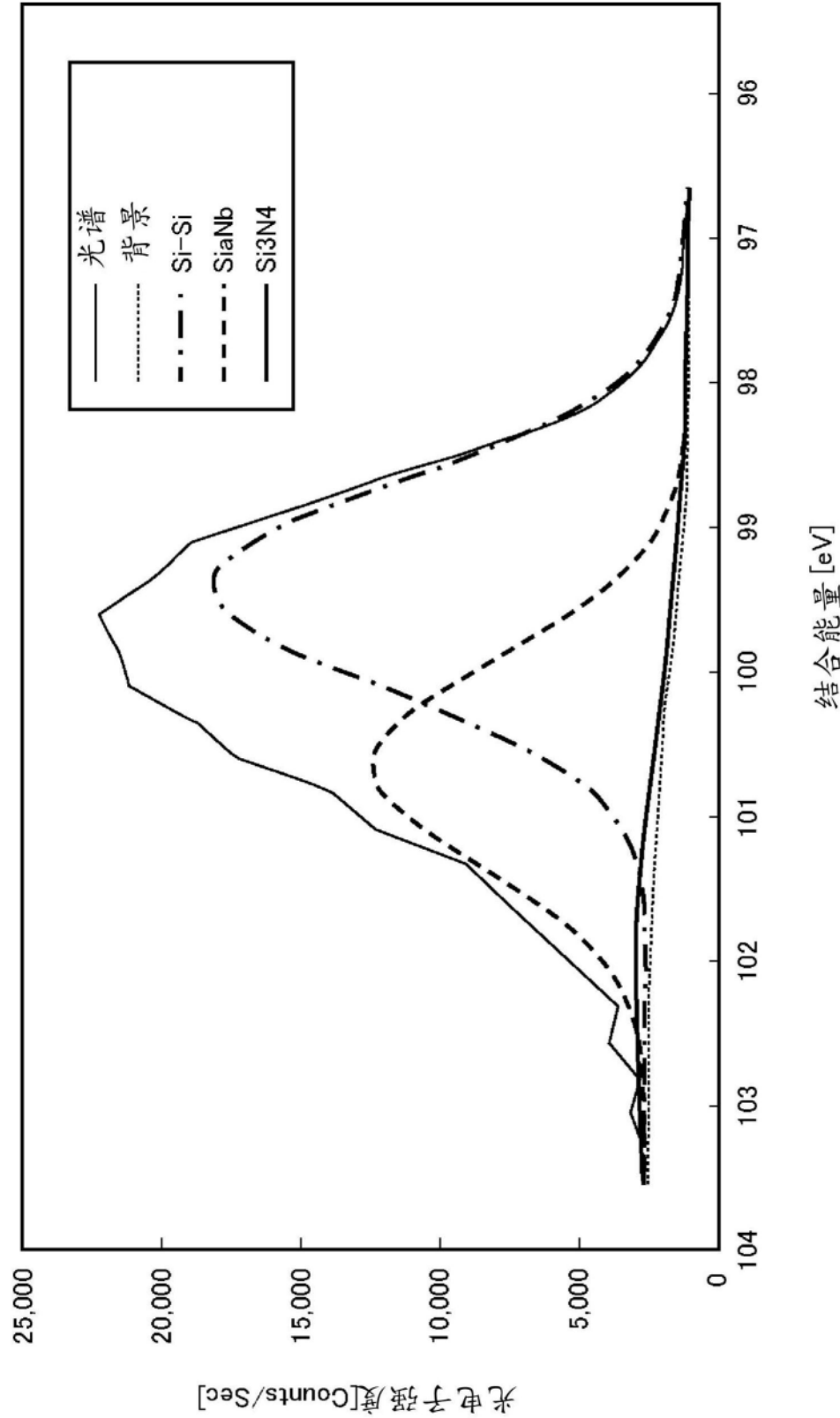


图2

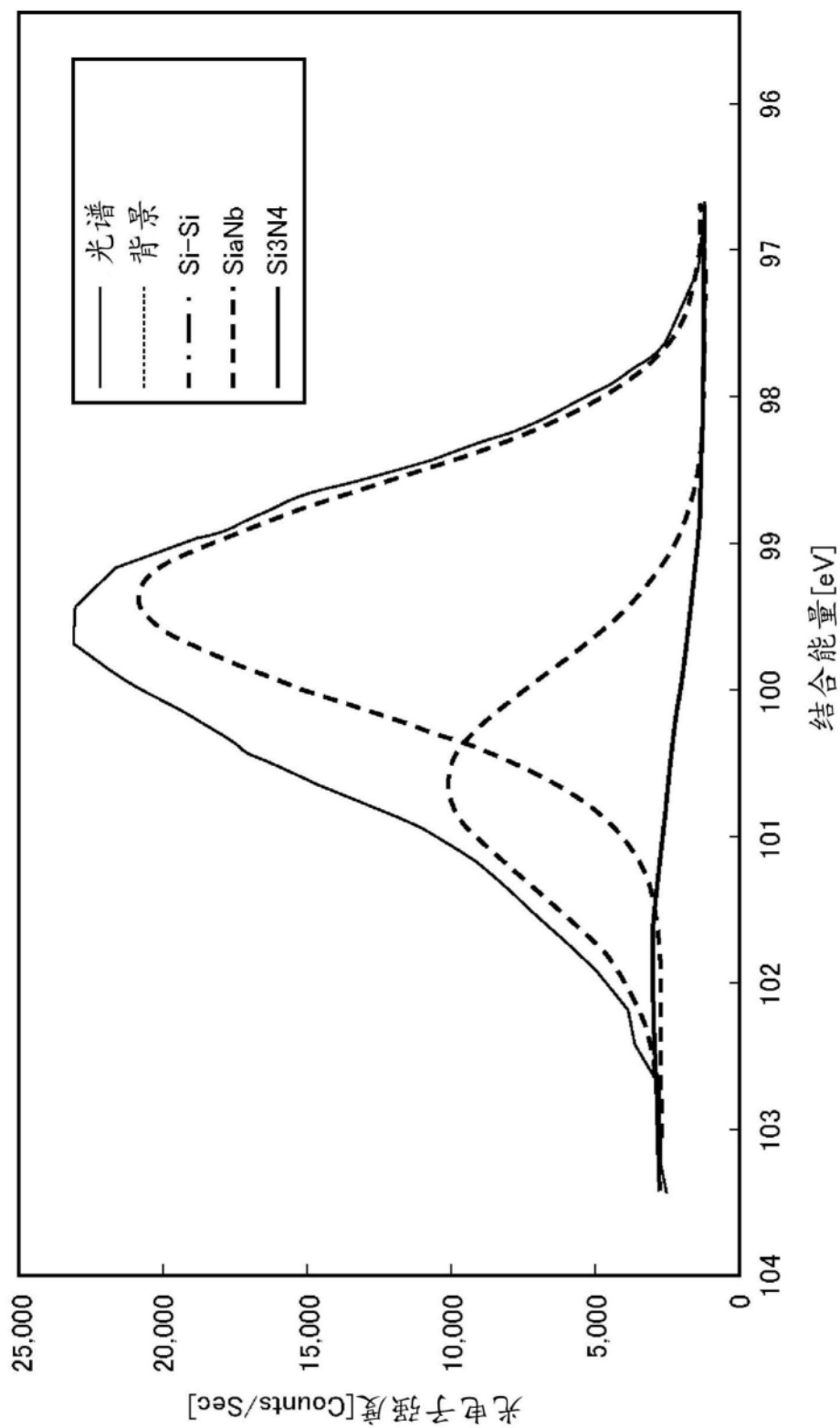


图3

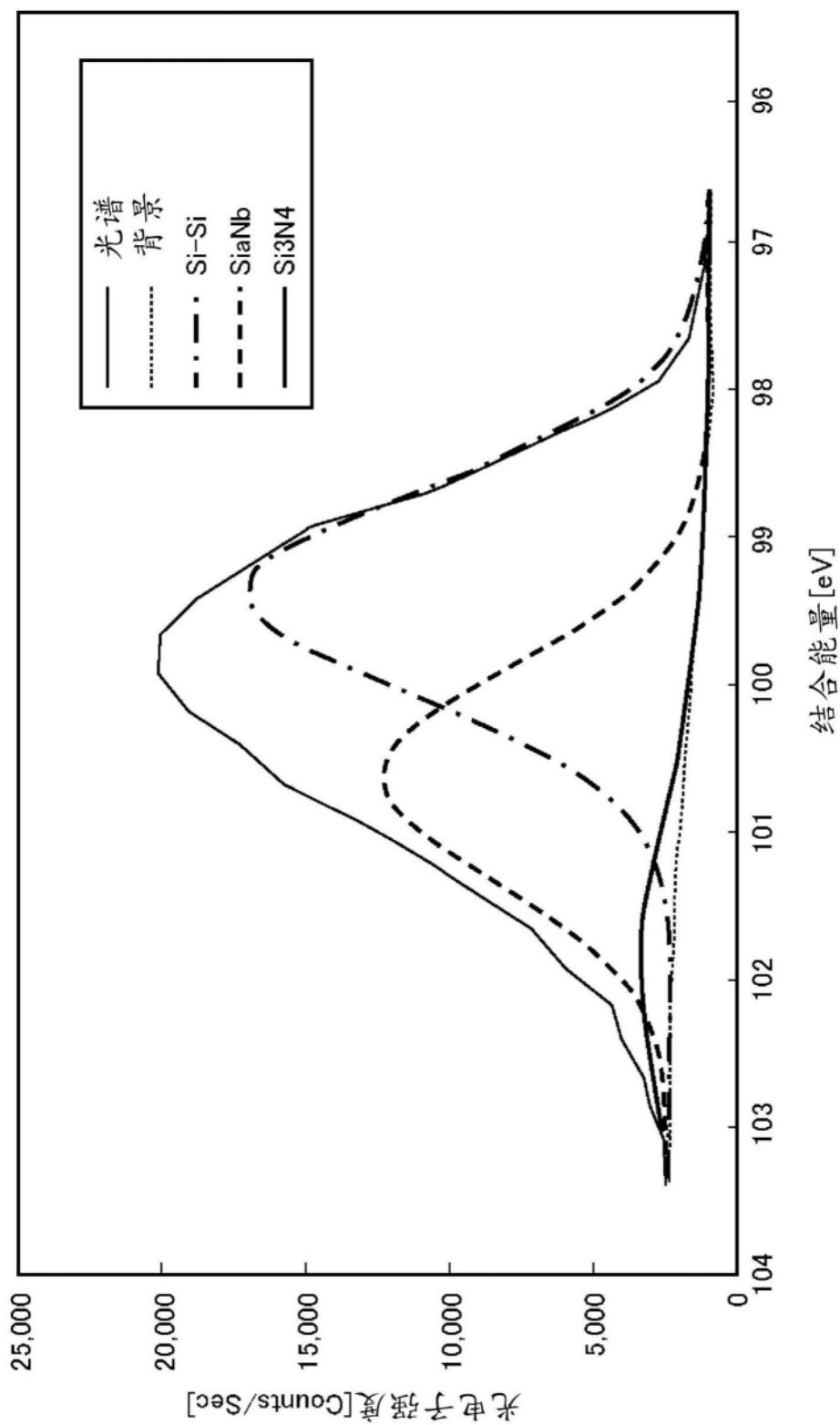


图4

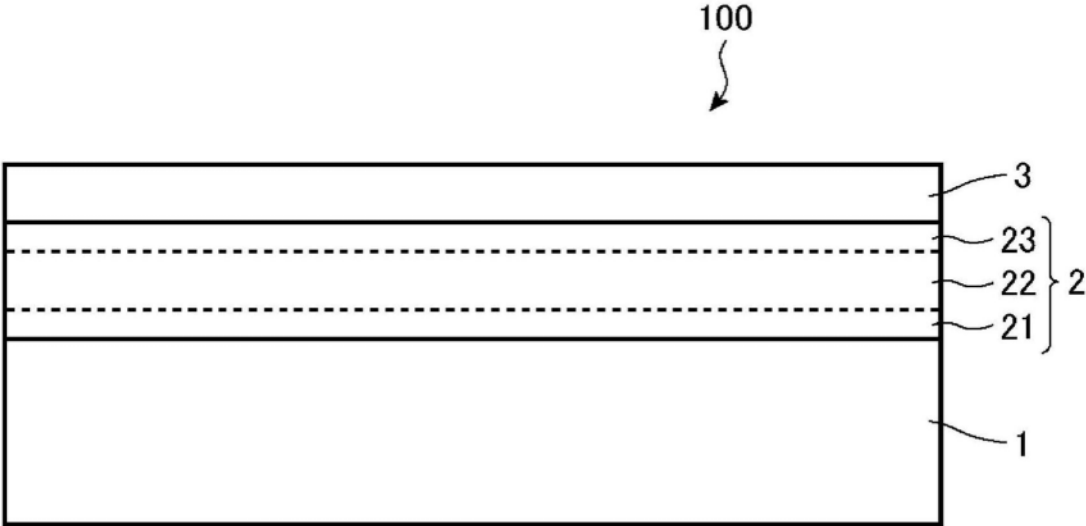


图5

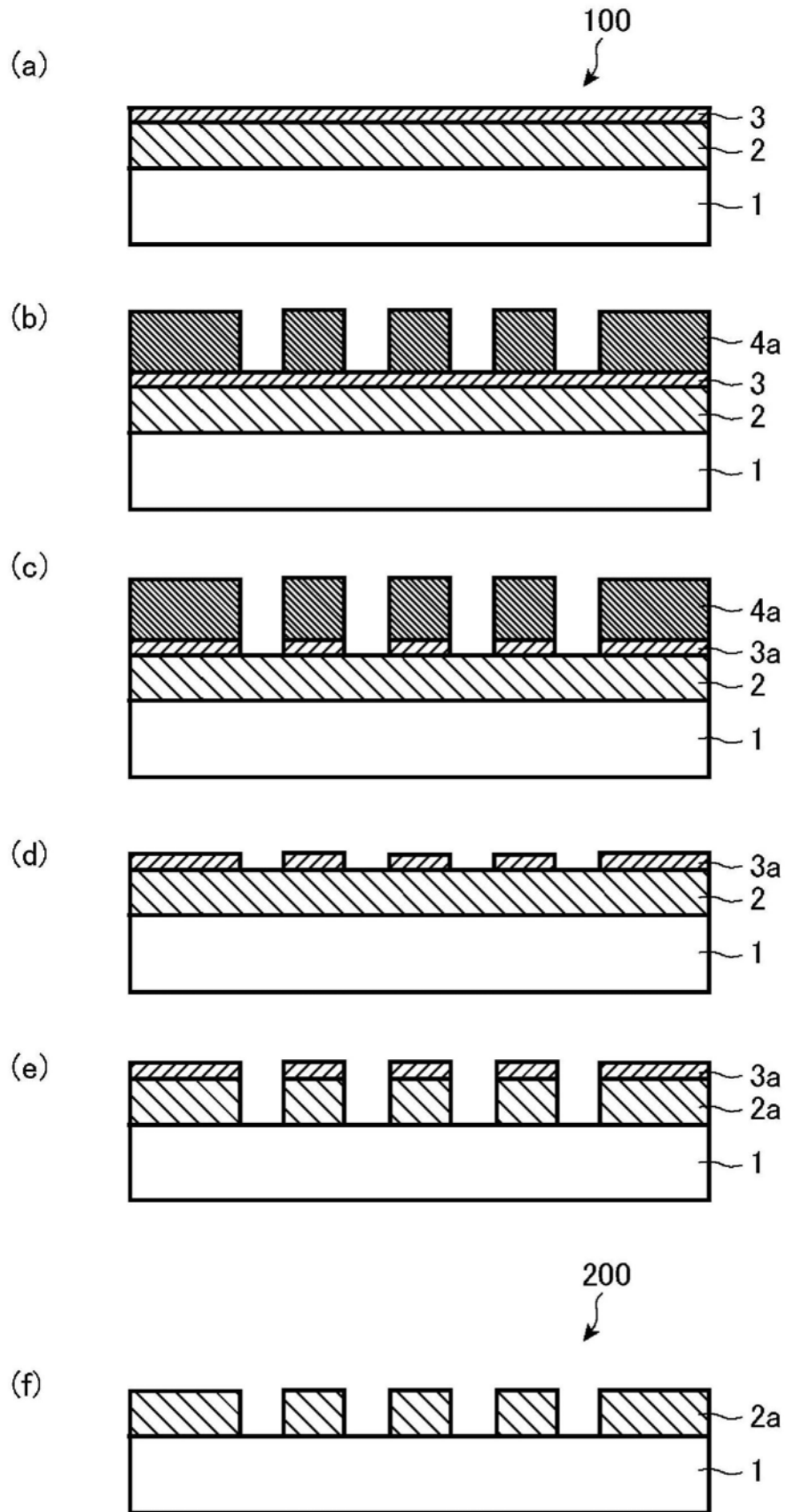


图6