



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1983510 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200610063946.8

G03F 7/00 (2006.01)

(22) 申请日 2006.09.29

G03F 7/20 (2006.01)

(30) 优先权数据

2005-285012 2005.09.29 JP

2006-247496 2006.09.13 JP

(56) 对比文件

CN 1412620 A, 2003.04.23, 全文.

JP 特开 2005-85918 A, 2005.03.31, 全文.

US 2002/0093656 A1, 2002.07.18, 说明书第
0137 - 0156 段、图 1.

(73) 专利权人 株式会社瑞萨科技
地址 日本东京都

审查员 任芸芸

(72) 发明人 石桥健夫

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公
司 72001

代理人 浦柏明 刘宗杰

(51) Int. Cl.

H01L 21/00 (2006.01)

H01L 21/02 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

H01L 21/3213 (2006.01)

H01L 21/311 (2006.01)

H01L 21/66 (2006.01)

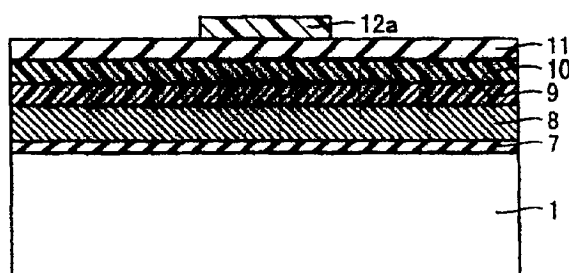
权利要求书 1 页 说明书 15 页 附图 16 页

(54) 发明名称

半导体装置的制造方法

(57) 摘要

在衬底(1)的主表面上形成绝缘膜(7)。在绝缘膜(7)上形成导电膜(8),在该导电膜(8)上形成下层抗蚀剂膜(9)、中间层(10)、防反射膜(11)和上层抗蚀剂膜。通过检测该上层抗蚀剂膜的高度来检测曝光时的焦点位置。在检测曝光时的焦点位置之际,使焦点检测光照射到上层抗蚀剂膜。在检测了焦点位置以后,使上层抗蚀剂膜曝光、显影,形成抗蚀剂图形(12a)。以抗蚀剂图形(12a)为掩模,将中间层(10)和防反射膜(11)制成图形,使下层抗蚀剂膜(9)显影。以这些图形为掩模对导电膜(8)进行蚀刻,形成栅电极。



1. 一种半导体装置的制造方法,其具备:
在衬底主表面上形成包括被加工膜的第一膜的工序;
在上述第一膜上形成包括感光性材料的第二膜的工序;
对上述第二膜照射焦点检测光,利用从上述焦点检测光中取出的特定偏振光来检测曝光时的焦点位置的工序;
使上述第二膜曝光的工序;
将上述第二膜制成图形的工序;以及
将已制成图形的上述第二膜作为掩模,将上述第一膜制成图形的工序,
上述第二膜的形成工序包括:
在上述第一膜上形成防反射膜的工序,该防反射膜对上述焦点检测光的波长区域具有吸收性;以及
在上述防反射膜上形成上述第二膜的工序。
2. 按照权利要求1所述的半导体装置的制造方法,其中,上述偏振光是p偏振光、s偏振光、以及含有s偏振光和p偏振光的45度直线偏振光的任一种。
3. 按照权利要求1所述的半导体装置的制造方法,其中,
上述偏振光是含有s偏振光和p偏振光的45度直线偏振光,
利用上述s偏振光和上述p偏振光的振幅和相位差、以及上述第一膜和上述第二膜的光学常数,计算出上述曝光时的焦点位置。
4. 按照权利要求1所述的半导体装置的制造方法,其中,上述防反射膜是包括有机材料和无机材料的至少一方的膜。
5. 按照权利要求4所述的半导体装置的制造方法,其中,上述防反射膜是有机材料的膜,并含有对上述焦点检测光的波长区域具有吸收性的化合物。
6. 按照权利要求1所述的半导体装置的制造方法,其中,上述曝光工序是浸液曝光工序。
7. 一种半导体装置的制造方法,其具备:
在衬底主表面上形成包括被加工膜的第一膜的工序;
在上述第一膜上形成包括感光性材料的第二膜的工序;
在上述第二膜上形成折射率高于该第二膜的第三膜的工序;
对上述第三膜照射焦点检测光,利用从上述焦点检测光中取出的特定偏振光来检测曝光时的焦点位置的工序;
使上述第二膜曝光的工序;
去除上述第三膜并且将上述第二膜制成图形的工序;以及
将已制成图形的上述第二膜作为掩模,将上述第一膜制成图形的工序。
8. 按照权利要求7所述的半导体装置的制造方法,其中,上述第三膜含有对上述焦点检测光的波长区域具有吸收性的化合物。
9. 按照权利要求7所述的半导体装置的制造方法,其中,上述曝光工序是浸液曝光工序。

半导体装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体装置的制造方法,更具体地说,涉及一种通过高精度检测曝光时的焦点位置从而能够进行高精度的图形形成的半导体装置的制造方法。

背景技术

[0002] 在现有的曝光装置里进行曝光时的焦点位置检测之际,将检测光广角地导向作为被测定对象的衬底表面,提高了衬底顶面的反射率。而且,用光检测器检测来自衬底的反射光,通过测定该反射光的位置来进行曝光时的焦点位置检测。

[0003] 近年来,被称为浸液曝光(Liquid Immersion Lithography)的新式曝光技术一直受到重视,但该浸液曝光是一种在步进曝光装置的投影透镜与晶片之间充满了液体的状态下进行曝光的技术。

[0004] 浸液曝光的情况下,由于在抗蚀剂上存在着液体,所以用与上述情况同样的办法,就难以实时进行曝光时的焦点位置检测。因此,有人提出,用另外的晶片台,在空气中检测检测光的焦点位置,并使用其数据的方法。

[0005] 另外,关于使用了现有曝光装置的曝光方法,在特开平 09-036017 号公报、W000/58761 号公报、特开 2004-207709 号公报、和特开 2005-099648 号公报等上都有所记载。

[0006] 在曝光时检测焦点位置之际,作为照射于衬底表面的检测光,大多采用无偏振的光。如上述那样,为了提高检测光在衬底顶面的反射率,该检测光被广角地照射于衬底表面,但该检测光的一部分入射到在衬底上形成的膜中,在各薄膜内发生多次反射并干涉。其结果,上述检测光成为也包括来自于衬底顶面下的反射的、具有范围广阔的高度(检测位置)和宽度的反射光。因此,有时也对低于衬底顶面的位置进行检测,并且因在基底的薄膜内的多次反射的影响而使检测光周期性变动,所以也会发生检测误差。这些问题在浸液曝光中都有明显化的倾向,然而即使在通常空气中的曝光,也存在同样的问题。

[0007] 如上所述,一般认为,曝光时焦点位置的检测误差问题在浸液曝光中明显化,下面对相关问题在浸液曝光中明显化的理由加以说明。

[0008] 在浸液曝光的情况下,因为曝光时在抗蚀剂上存在着液体,所以检测焦点位置用的检测光就在液体中通过。可是,光入射到液体时的折射率大于光入射到空气中时的折射率,所以,浸液曝光时的抗蚀剂表面上的检测光反射率就低于通常曝光情况的反射率。

[0009] 在这里,就多个介质间的折射率之差与介质间界面上的反射率的关系进行说明。

[0010] 以角度 θ 从第一介质向第二介质入射的光的单一界面的振幅反射率,按照菲涅尔公式,例如对于 s 偏振光、p 偏振光,分别给出下列的数学表达式(1)、(2)。在下列的数学表达式(1)、(2)中, n_1 、 n_2 分别为第一和第二介质的折射率。光强度反射率以该振幅反射率的二次方来表示。

[0011] [数学表达式 1]

[0012] S 偏振光 $r_s = (n_1 \cos \theta_1 - n_2 \cos \theta_2) / (n_1 \cos \theta_1 + n_2 \cos \theta_2) \cdots (1)$

[0013] P 偏振光 $r_s = (n_1/\cos \theta_1 - n_2/\cos \theta_2) / (n_1/\cos \theta_1 + n_2/\cos \theta_2)$

[0014] $= (n_1 \cos \theta_2 - n_2 \cos \theta_1) / (n_1 \cos \theta_2 + n_2 \cos \theta_1) \cdots (2)$

[0015] 由上述数学表达式 (1)、(2) 可知, 第一介质的折射率 (n_1) 与第二介质的折射率 (n_2) 之差越大, 单一界面的反射率越高。所以, 正如浸液曝光那样, 相对于液体的曝光介质的折射率与相对于抗蚀剂的折射率之差减小时, 就难以增大衬底顶面 (例如曝光介质和抗蚀剂的界面) 的反射率。其结果, 检测焦点位置时浸入到抗蚀剂内部的检测光增多, 该检测光在内部的反射面进行多次反射并干涉, 使焦点位置的检测精度比通常曝光情况下更容易恶化。

[0016] 如上所述, 由于曝光时的焦点位置检测精度降低, 曝光精度也降低, 就产生给高精度图形的形成带来障碍的问题。

发明内容

[0017] 本发明就是为解决这种问题而创造的, 其目的在于提供一种能够进行高精度图形形成的半导体装置的制造方法。

[0018] 基于本发明的半导体装置的制造方法具备以下各个工序。在衬底主表面上形成包括绝缘膜、导电膜等被加工膜的第一膜。在该第一膜上形成包括感光性材料的第二膜。向该第二膜照射焦点检测光, 使用从该焦点检测光中取出的特定偏振光来检测曝光时的焦点位置。使第二膜曝光。将第二膜制成图形 (patterning)。以制成了图形的第二膜为掩模将第一膜制成图形。另外, 上述第一膜能够由单层或多层膜构成, 可以直接形成在衬底上, 但也可以中间介有任何膜来形成。上述第二膜也可以由单层或多层膜构成。该第二膜也可以是包括单层或多层的感光材料的膜。并且, 在上述第二膜上也可以形成折射率高于该第二膜的第三膜。这时, 只要向第三膜照射焦点检测光来检测曝光时的焦点位置即可。

[0019] 按照本发明, 由于向含有感光材料的第二膜照射焦点检测光, 并使用从该焦点检测光中取出的特定偏振光, 所以能够降低第二膜的上部界面和下部界面这样的特定界面以外的界面上的反射率, 同时又能确保特定界面上的反射率。因此, 能够抑制来自特定界面以外的界面的反射光的影响, 可以提高曝光时检测焦点位置的精度。其结果, 可以提高曝光精度, 使进行高精度的图形形成成为可能。

[0020] 本发明的上述和其他的目的、特征、方面和优点, 将从下面关于结合附图加以理解的本发明的详细说明中得以明确。

附图说明

[0021] 图 1A 是表示本发明的实施方式 1 的曝光装置概略结构的图, 图 1B 是表示图 1A 的变形例的图。

[0022] 图 2 是表示偏振镜的一例的图。

[0023] 图 3 是表示焦点检测装置的另一例的图。

[0024] 图 4 是表示本发明的实施方式 5 的曝光装置概略结构的图。

[0025] 图 5 是表示衬底上的膜结构的一例的图。

[0026] 图 6 是表示浸液曝光时的各偏振光在水 / 抗蚀剂界面的反射率与入射角的依赖关系的图。

[0027] 图 7 是表示浸液曝光时的各偏振光在抗蚀剂 / 防反射膜界面的反射率与入射角的依赖关系的图。

[0028] 图 8 是表示浸液曝光时的各偏振光在防反射膜 / 氧化膜界面的反射率与入射角的依赖关系的图。

[0029] 图 9 是表示浸液曝光时的各偏振光在氧化膜 / 衬底界面的反射率与入射角的依赖关系的图。

[0030] 图 10 是表示考虑了浸液曝光时的下层干涉的 s 偏振光在抗蚀剂表面的反射率的图。

[0031] 图 11 是表示考虑了浸液曝光时的下层干涉的 p 偏振光在抗蚀剂表面的反射率的图。

[0032] 图 12 是表示考虑了浸液曝光时的下层干涉的无偏振光在抗蚀剂表面的反射率的图。

[0033] 图 13 是表示衬底上的膜结构的另一例的图。

[0034] 图 14 是表示浸液曝光时的各偏振光在防反射膜 / 多晶硅膜界面的反射率与入射角的依赖关系的图。

[0035] 图 15 是表示浸液曝光时的各偏振光在多晶硅膜 / 氧化膜界面的反射率与入射角的依赖关系的图。

[0036] 图 16 是表示考虑了在形成多晶硅膜后的情况下的浸液曝光时的下层干涉的 s 偏振光在抗蚀剂表面的反射率的图。

[0037] 图 17 是表示考虑了在形成多晶硅膜后的情况下的浸液曝光时的下层干涉的 p 偏振光在抗蚀剂表面的反射率的图。

[0038] 图 18 是表示考虑了在形成多晶硅膜后的情况下的浸液曝光时的下层干涉的无偏振光在抗蚀剂表面的反射率的图。

[0039] 图 19 是表示衬底上的膜结构的又一例的图。

[0040] 图 20 是表示浸液曝光时的各偏振光在水 / 上层膜界面的反射率与入射角的依赖关系的图。

[0041] 图 21 是表示浸液曝光时的各偏振光在上层膜 / 抗蚀剂膜界面的反射率与入射角的依赖关系的图。

[0042] 图 22 是表示考虑了在形成上层膜后的情况下的通过水进行浸液曝光时的下层干涉的 s 偏振光在上层膜表面的反射率的图。

[0043] 图 23 是表示考虑了在形成上层膜后的情况下的通过水进行浸液曝光时的下层干涉的 p 偏振光在上层膜表面的反射率的图。

[0044] 图 24 是表示考虑了在形成上层膜后的情况下的通过水进行浸液曝光时的下层干涉的无偏振光在上层膜表面的反射率的图。

[0045] 图 25 是考虑了浸液曝光时的下层干涉的各偏振光在抗蚀剂表面的反射率, 是形成了防反射膜的情况与没有形成防反射膜的情况的比较图。

[0046] 图 26 是表示在使氧化膜上形成的防反射膜的膜厚变化时的反射率变化的图。

[0047] 图 27 是表示在由无机材料和有机材料的叠层构造组成的防反射膜中使有机材料的膜厚度变化时的反射率变化的图。

[0048] 图 28 ～图 35 是表示半导体装置的制造工序的第一～第八工序的剖面图。

具体实施方式

[0049] 下面,使用图 1A ～图 35 对本发明的实施方式进行说明。

[0050] (实施方式 1)

[0051] 图 1A 是表示本发明实施方式 1 的浸液曝光装置 20 概略结构的图。本实施方式 1 的浸液曝光装置 20 可以是步进扫描方式的曝光装置,也可以是采用步进重复方式以外的曝光方式的曝光装置。

[0052] 如本实施方式 1 所示,通过采用浸液曝光装置 20,能够对应于制造例如 45nm 以下设计规则的半导体装置,能够形成例如约 130nm 以下水平的抗蚀剂图形。在本实施方式 1 中,虽然就在浸液曝光装置中适用本发明的情况进行说明,但是本发明也能适用于浸液曝光装置以外的曝光装置。

[0053] 如图 1A 所示,本实施方式 1 的浸液曝光装置 20 具有:包括射出曝光光束的曝光用光源(第一光源)23 的照明光学系统 22、光掩模 37、把曝光光束导向衬底(硅衬底等的半导体衬底较为典型)1 的投影光学系统 24、供给浸液的浸液供给部、放置衬底 1 的台 21、射出检测焦点位置用的检测光的检测光光源(第二光源)29、可将从该检测光光源 29 射出的检测光作成特定偏振光的偏振镜 30、以及对将通过该偏振镜 30 成为特定偏振光的检测光照射到衬底 1 时的反射光进行检测的光检测器 32。

[0054] 图 1B 表示由检测光光源 29 射出的检测光从衬底 1 反射以后,为了只检测出反射光中的特定偏振光而在光检测器 32 的前面配备偏振镜 30 的结构。

[0055] 如图 1A 所示,可以在检测光光源 29 与衬底 1 之间设置偏振镜 30,在照射衬底之前从检测光中取出特定的偏振光来照射衬底,而如图 1B 所示,也可以在衬底 1 与光检测器 32 之间设置偏振镜 30,在照射衬底之前的阶段使检测光为无偏振光(自然光),在检测光被衬底反射后,从其反射光中只取出特定的偏振光。两种方法都可以使高度(检测位置)和宽度进一步减小。

[0056] 在下面的说明中,详细叙述了图 1A 的结构,即详细叙述了来自检测光光源(第二光源)29 的检测光射出后,在检测光被衬底反射前取出特定的偏振光,将该偏振光照射到衬底 1 的情况,但是可以说,除了偏振镜 30 的耐光性、受光面积这样的细节以外,在物理的原理方面,图 1B 的结构与图 1A 的结构是相同。

[0057] 偏振镜 30 设置于衬底照射光的光程中,在衬底 1 上照射特定的偏振光时(图 1A 的例子),由于偏振镜 30 要接收检测光的初始照度,因此要求其具有耐光性,但因照射光束直径本身与设计值相同,所以受光面积狭窄。与此相对,在使衬底照射光为无偏振光(自然光),只取出该衬底照射光的反射光中的特定偏振光的情况下(图 1B 的例子),偏振镜 30 接收的光是从衬底 1 反射的光,照度便降低了。因此,对于耐光性来说是有利的,然而因为反射光的光束宽度扩大,所以需要采用较大的受光面积。

[0058] 这里说的所谓耐光性,就是对于由于光能和热能在偏振镜内部产生缺陷,又由于空气中的硫酸铵($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)等的污染物附着在偏振镜上而使偏振镜的透射率降低等的偏振镜特性恶化的耐性。

[0059] 作为曝光用光源 23,可以使用例如,波长约 193nm 的 ArF 受激准分子激光器、波长

约 248nm 的 KrF 受激准分子激光器、波长约 157nm 的 F2 受激准分子激光器等脉冲激光器。

[0060] 照明光学系统 22 是把曝光用光源 23 发出的光导向光掩模 37 的光学系统。在本实施方式中,本照明光学系统 22 包括:具有多个柱面透镜的光束扩展器等的光束成形系统、包括变焦透镜系统的聚光光学系统、包括偏振元件的偏振光控制装置、包括弯曲反射镜等的各种反射镜、复眼微透镜等的光学积分仪、规定光掩模 37 上的照明区域的孔径光阑、聚光透镜、成像透镜等各种光学部件。

[0061] 在光掩模 37 上形成作为在衬底 1 上涂敷的感光性材料膜的抗蚀剂膜 2 上所要转印的图形。该光掩模 37 通过掩模支架(未图示),以保持掩模台(未图示)上的状态进行驱动。由光掩模 37 发出的光,通过投影光学系统 24,投影到衬底 1 上的抗蚀剂膜 2 上。

[0062] 投影光学系统 24 有使透过光掩模 37 后的衍射光在抗蚀剂膜 2 上成像的功能。作为该投影光学系统 24,例如可以使用包括含有透镜 24a 的多个透镜元件、凹面镜、衍射光学元件等的光学系统。

[0063] 浸液供给部具有:供给水等的浸液 27 的浸液供给源(未图示)、从浸液 27 里除去气体的脱气装置 25、以到达投影光学系统 24 下面的方式设置并向抗蚀剂膜 2 上面提供浸液 27 的供给嘴 26、以及从投影光学系统 24 下面向外部延伸并排出浸液 27 的排出管 28。

[0064] 在保持衬底 1 的状态下,借助于未图示的驱动机构驱动台 21,把衬底 1 移动到要求的位置。作为检测光光源 29,可以采用能射出无偏振光的光的光源。例如,可以使用发光二极管等的固体光源。并且,也可以使用多个发光二极管等来射出两种以上波长的检测光。

[0065] 作为从检测光光源 29 射出的检测光,最好采用不使抗蚀剂感光的范围内的曝光波长的光。为了在抗蚀剂的表面选择性地反射,最好尽可能广角(例如 80 度~88 度)地照射检测光。上述检测光也可以是单一波长的光,但是为了降低干涉性,也可以考虑,使用至少不使抗蚀剂感光的范围内的两种波长以上的光作为检测光。作为检测光光源 29,除上述发光二极管外,还可以使用灯、半导体激光器等。

[0066] 从检测光光源 29 射出的检测光,通过偏振镜 30 变为所希望的偏振光。具体地说,借助于偏振镜 30,可使上述检测光的偏振光成分成为 s 偏振光、p 偏振光、或包括 s 偏振光和 p 偏振光的 45 度直线偏振光。

[0067] 这里,对偏振光形成方法进行说明。偏振光形成方法中有利用光学各向异性晶体的双折射的方法、利用由倾斜入射光的偏振光方向依赖性产生的布儒斯特角的方法等,但作为简便形成偏振光的方法,有使用偏振镜的方法。

[0068] 作为偏振镜,例如可以使用图 2 所示构造的偏振镜 30。如图 2 所示,偏振镜 30 具有用定向性的碘、染料等染色后的偏振元件 300 和作为从两侧支撑该元件的支撑体的保护层 301。在图 2 的例子中,偏振镜 30 由三层构造的薄膜构成,但也认为可以采用二层以下或四层以上构造的构件。定向性的碘、染料具有光学各向异性,所以与碘、染料的排列方向垂直的入射光以外的光都被偏振元件 300 吸收、反射,不能透过偏振元件 300。因此,通过适当设定偏振元件 300 中的碘、染料的排列方向,就能够使非偏振光照射到偏振镜 30 时的透射光成为 s 偏振光、p 偏振光、或包括 s 偏振光和 p 偏振光的 45 度直线偏振光。

[0069] 如图 1A 所示,本实施方式的曝光装置 20 具备可以旋转驱动偏振镜 30 的驱动装置 31。作为该驱动装置 31,可使用具有能保持偏振镜 30 的保持机构、旋转驱动该保持机构的旋转机构和作为动力源的电动机的装置。作为上述保持机构、旋转机构和电动机,可以采用

公知的。还有,上述驱动装置 31,最好是能够围绕从检测光光源 29 射出的检测光的光轴旋转驱动偏振镜 30 的装置。

[0070] 透过偏振镜 30 的光的偏振状态依赖于偏振镜 30 的方向,所以通过使用上述那样的驱动装置 31 来旋转偏振镜 30,就能够自如地获得 s 偏振光、p 偏振光、和 45 度直线偏振光。从衬底反射后的检测光中取出偏振光时,在光检测器 32 的前面设置偏振镜 30,仅将特定的偏振光成分导入到光检测器 32 中。如图 1B 所示,s 偏振光和 p 偏振光反射位置偏离,但用偏振镜 30 只能检测需要的偏振光,检测最靠近抗蚀剂膜表面的位置。在图 1B 的例子中,只选择 s 偏振光。作为检测光,也可以使用自然光或 45 度直线偏振光,然而为了不使光强度降低,最好使用非偏振光的自然光。

[0071] 光检测器 32 是接收照射到衬底 1 后反射的检测光的反射光的部件,其包括 CCD(Charge-Coupled Device:电荷耦合器件)等受光器件、各种透镜等光学元件。还有,也可以设置驱动光检测器 32 并与台 21 连动移动的驱动装置(未图示)。

[0072] 曝光装置 20 具备与上述光检测器 32 连接并用检测光的反射光振幅和相位差以及衬底 1 上所形成的膜的光学常数来计算出焦点位置的运算处理部 33。典型地说,该运算处理部 33 具有存储衬底 1 上所形成的膜的光学常数等各种信息的存储装置(未图示)。

[0073] 还有,在图 1A、1B 中虽然没有示出,然而也可以在检测光光源 29 与偏振镜 30 之间、偏振镜 30 与衬底 1 之间、衬底 1 与光检测器 32 之间的至少一处,设置将检测光或其反射光引导到所希望的方向的各种光学系统。更详细地说,可以在检测光光源 29 与偏振镜 30 之间和偏振镜 30 与衬底 1 之间的至少一方设置投光光学系统,在衬底 1 与光检测器 32 之间设置受光光学系统。

[0074] 接着,利用图 28~图 35,对半导体装置的制造方法加以说明,该方法包括使用具有上述结构的曝光装置 20 的曝光工序。在下面的说明中,说明有关半导体装置中包含的 n 沟道 MOS(Metal Oxide Semiconductor:金属氧化物半导体)晶体管部分的制造方法。

[0075] 在衬底(例如 p 型硅衬底)1 的主表面上,导入规定的杂质并形成阱,形成元件隔离构造以规定元件形成区域。在采用 STI(Shallow Trench Isolation:浅槽隔离)作为元件隔离构造的情况下,对衬底主表面进行蚀刻并形成槽,在该槽内埋入氧化硅膜等的绝缘膜。而且,为了调整 MOS 晶体管的阈值电压,例如以 30~60keV 的注入能量、 $2 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ 以下的剂量,向 MOS 晶体管的形成区域内离子注入硼。

[0076] 接着,如图 28 所示,在衬底 1 的主表面上,用热氧化法、CVD(Chemical Vapor Deposition:化学气相淀积)法等形成绝缘膜 7。作为该绝缘膜,可以举出:例如高电介质薄膜的氧化硅膜、 HfO_2 类的绝缘膜(氧化铪)、 HfN 类的绝缘膜(氮化铪)、 HfON 类的绝缘膜、二氧化锆类的绝缘膜等。然后,用溅射法、CVD 法等,在绝缘膜 7 上形成由掺杂多晶硅、钨、镍、镍硅化物、氮化钛、钽硅氮化物等低电阻导电材料构成的导电膜 8。

[0077] 其次,如图 29 所示,在导电膜 8 上,形成了三层抗蚀剂法的下层抗蚀剂膜 9、氧化硅膜类的中间层 10 以后,涂敷对焦点检测光(450nm~850nm)具有光吸收性的 BARC(Bottom Anti-Reflection Coating:底部抗反射涂层)等的防反射膜 11,在其上再涂敷上层抗蚀剂膜 12。这时,就作为中间层 10 的氧化硅膜类材料来说,可以采用以倍半硅氧烷为主结构,侧链具有吸收体和交联部位的材料。而且,也可以使中间层 10 本身对焦点检测光具有吸收性,并用作防反射膜。

[0078] 其次,通过检测上层抗蚀剂膜 12 的高度来测定焦点位置。在检测焦点位置时,在图 1A、1B 所示的台 21 上配置涂敷了上述各抗蚀剂膜的衬底 1,另一方面在曝光装置 20 的掩模支架上设置已形成需要转印的规定图形的光掩模 37。在该状态下,从检测光光源 29 射出并通过偏振镜 30 的检测光照射到上层抗蚀剂膜 12 上,由上层抗蚀剂膜 12 表面反射,用光检测器 32 检测该检测光的反射光。由此,能够检测上层抗蚀剂膜 12 的表面高度。从该上层抗蚀剂膜 12 的表面高度的检测结果,就能够实时获得曝光时的焦点位置。

[0079] 在这里,详细说明有关曝光时焦点位置的检测方法。如上所述,通过了偏振镜 30 的检测光照射到上层抗蚀剂膜 12 上,然而该检测光实质上只由偏振光成分构成。更具体点说,对上层抗蚀剂膜 12 照射 s 偏振光、p 偏振光、或包括 1 : 1 的 s 偏振光和 p 偏振光的 45 度直线偏振光中的任一种。这样一来,通过对上层抗蚀剂膜 12 照射偏振光成分,能够有选择地捕捉到上层抗蚀剂膜 12 的上部界面和下部界面,即使在上层抗蚀剂膜 12 的厚度、上层抗蚀剂膜 12 的基底构造的构成改变的情况下,也能有效地抑制焦点测定位置的变动。

[0080] 下面,用图 5 ~ 图 18 说明其理由。图 5 是表示本申请发明人确定上述效果时选定的膜构造例的剖面图。

[0081] 如图 5 所示,上述膜构造具有衬底 1 主表面上所形成的 200nm 的氧化硅膜 3、在该氧化硅膜 3 上形成的 78nm 的防反射膜 4 和在该防反射膜 4 上形成的 180nm 的抗蚀剂膜 2。

[0082] 图 6 表示通过水进行浸液曝光时的各偏振光在水 / 抗蚀剂界面的反射率对入射角的依赖关系。如图 6 所示,对全部的入射角而言,s 偏振光的反射率高于无偏振光和 p 偏振光的反射率。所以,使用无偏振的光的情况下,由于其 p 偏振光成分会侵入到抗蚀剂膜内部,在内部反射面反射,因此估计会降低焦点检测精度。与此相对,通过只使用 s 偏振光,能够减低侵入到抗蚀剂内部的光,估计焦点检测精度降低的程度有减少的倾向。然而,也可以说是,在实际上作为检测光的入射角而选择的角度(85 度 ~ 87 度)范围内,用 s 偏振光、无偏振光、p 偏振光在反射率方面都没有出现很大的差别。

[0083] 于是,也研究了侵入到抗蚀剂膜 2 下层的光在各界面上的反射率,下面说明其结果。

[0084] 在图 7 ~ 图 9 中,表示通过水进行浸液曝光时的各偏振光在抗蚀剂 / 防反射膜界面内的反射率对入射角的依赖关系、在防反射膜 / 氧化硅膜界面内的反射率对入射角的依赖关系、在氧化硅膜 / 衬底界面内的反射率对入射角的依赖关系。

[0085] 如图 7 ~ 图 9 所示,可见无论在哪种界面,s 偏振光的反射率都是最高的。即,可以知道,通过使用 s 偏振光,来自上层的透过光在各界面上的反射率也提高了。并且,还知道,在无偏振光的情况下,和 p 偏振光比较,来自上层的透过光在各界面上的反射率提高了。

[0086] 与此相对,在 p 偏振光的情况,无论在哪种界面内,其反射率都是最低的,特别是观察衬底 1 和氧化硅膜 3 的界面上的 p 偏振光反射率可知,如图 9 所示,p 偏振光的反射率极低,接近于无反射的状态。

[0087] 如上所述,抗蚀剂表面内的反射率的值本身,虽然在 s 偏振光的情况下是最高的,但是 s 偏振光情况下在下层界面的反射率也提高了,与此相对,在 p 偏振光情况下,抗蚀剂表面内的反射率的值本身比 s 偏振光的情况下低,但在下层界面的反射率也降到最低,鉴于此情况,可以断定:通过使用 p 偏振光作为检测光,能够以最高精度捕捉到抗蚀剂膜表面。

[0088] 因而,本申请发明人为了确定上述内容而进行了如下的计算,下面对其结果进行说明。具体地说,在图 5 所示的膜构造中,改变抗蚀剂膜 2 的厚度和氧化硅膜 3 的厚度,同时也考虑到由下层薄膜引起的光干涉,并且以 86 度的入射角计算抗蚀剂膜 2 表面的反射率。该计算结果表示在图 10 ~ 图 12 中。此外,本申请说明书中,在薄膜内的多次反射时的反射率,作为通过将膜的各界面上的反射、透射的级数展开至无限大时的级数的收敛值得到的结果而进行计算。

[0089] 图 10 表示在考虑了下层干涉的情况下的浸液曝光时的 s 偏振光在抗蚀剂表面的反射率,图 11 表示在考虑了下层干涉的情况下的浸液曝光时的 p 偏振光在抗蚀剂表面的反射率,图 12 表示在考虑了下层干涉的情况下的浸液曝光时的无偏振光在抗蚀剂表面的反射率。

[0090] 如图 10 ~ 图 12 所示,可见在 s 偏振光的情况下,对应于抗蚀剂膜 2 和下层氧化硅膜 3 的厚度变化,抗蚀剂表面上的反射率偏差变为最大。由此,在 s 偏振光的情况,可以说最容易受到来自下层界面的反射光的影响。

[0091] 与此相对,如图 11 所示,可见在 p 偏振光的情况下,抗蚀剂膜 2 和下层氧化硅膜 3 的厚度变化时,抗蚀剂表面上的反射率偏差变为最小。即,在 p 偏振光的情况,可以说最难受到来自下层界面的反射光的影响。

[0092] 下列的表 1 表示上述的计算结果。

[0093] 【表 1】

[0094]

入射光	水 / 抗蚀剂 界面反射 率 (Ideal)	界面反射 率的最大 值 (Max)	界面反射 率的最小 值 (Min)	最大值 (Max) 与反射率 (Ideal) 之差	最小值 (Min) 与 反射率 (Ideal) 之差	最大值 (Max) 与最小值 (Min) 之 差
S 偏振光	0.536	0.935	0.095	0.399	-0.441	0.840
P 偏振光	0.441	0.636	0.384	0.196	-0.056	0.250
无偏振光	0.448	0.745	0.362	0.257	-0.127	0.384

[0095] 由上列表 1 的结果可以知道,采用图 5 所示的膜结构,在通过水进行浸液曝光时以 86 度的入射角使检测光入射到抗蚀剂膜 2 的表面的情况下,考虑到来自下层界面的反射光的影响时,反射率的最大值与最小值之差,以 p 偏振光最小。即,为了高精度地捕捉到抗蚀剂膜 2 的表面,使用 p 偏振光是最有效的。

[0096] 其次,本申请发明人也研究了在抗蚀剂膜 2 的下层形成了包括多晶硅膜的膜构造的情况,下面用图 13 ~ 图 18 说明其结果。

[0097] 如图 13 所示,上述膜构造具有:在衬底 1 的主表面上形成的 200nm 的氧化硅膜 3、在该氧化硅膜 3 上形成的 150nm 的多晶硅膜 5、在该多晶硅膜 5 上形成的 78nm 的防反射膜 4、以及在该防反射膜 4 上形成的 180nm 的抗蚀剂膜 2。

[0098] 图 14 表示通过水进行浸液曝光时各偏振光在防反射膜 / 多晶硅膜界面的反射率对入射角的依赖关系,图 15 表示通过水进行浸液曝光时各偏振光在多晶硅膜 / 氧化硅膜界

面的反射率对入射角的依赖关系。

[0099] 如图 14 和图 15 所示,可见无论在哪种界面,s 偏振光的反射率都高于 p 偏振光的反射率。所以,可以说,在抗蚀剂膜 2 的下层形成了多晶硅膜 5 的情况下,使用 s 偏振光作为检测光的话,与 p 偏振光比较,就变得容易受到来自下层界面的反射光的影响。

[0100] 在图 13 所示的膜构造的情况下,也以 86 度的入射角计算出考虑了由基底薄膜的存在而引起的光干涉的抗蚀剂膜 2 表面的反射率,并将其结果表示在图 16 ~图 18 中。

[0101] 如图 16 ~图 18 所示,可知在抗蚀剂膜 2 的下层形成了多晶硅膜 5 的情况下,对于 s 偏振光的情况,随着抗蚀剂膜 2 和下层氧化硅膜 3 的厚度变化,抗蚀剂表面上的反射率偏差变成最大。因此,可以说在 s 偏振光的情况下,最容易受到来自下层界面的反射光的影响。

[0102] 与此相对,如图 17 所示,可见在 p 偏振光的情况下,抗蚀剂膜 2 和下层氧化硅膜 3 的厚度变化时的抗蚀剂表面上的反射率偏差变成最小。即,在抗蚀剂膜 2 的下层形成了多晶硅膜 5 的情况下,通过使用 p 偏振光,能够使反射率最难受到来自下层界面的反射光的影响。

[0103] 在下列的表 2 中,表示上述的计算结果。

[0104] 【表 2】

[0105]

入射光	水 / 抗蚀剂 界面反射 率 (Ideal)	界面反射 率最大值 (Max)	界面反射 率最小值 (Min)	最大值 (Max) 与反射率 (Ideal) 之差	最小值 (Min) 与 反射率 (Ideal) 之差	最大值 (Max) 与最小值 (Min) 之 差
S 偏振光	0.536	0.970	0.002	0.434	-0.534	0.968
P 偏振光	0.441	0.680	0.313	0.239	-0.128	0.367
无偏振光	0.488	0.744	0.325	0.256	-0.163	0.419

[0106] 由上述表 2 的结果知道,采用图 13 示出的膜结构,在通过水进行浸液曝光时,以 86 度的入射角使检测光入射到抗蚀剂膜 2 表面的情况下,在考虑到来自下层界面的反射光的影响时,反射率的最大值与最小值之差,以 p 偏振光最小。即,可以知道,为了高精度地捕捉抗蚀剂膜 2 的表面,使用 p 偏振光是最有效的。

[0107] 另外,按照在衬底上形成的膜结构,也可以使用 s 偏振光和按 1 : 1 包括 s 偏振光和 p 偏振光的 45 度直线偏振光。即,在本发明中,对应于抗蚀剂膜的基底膜结构,选择适当的偏振光即可。通过这样选择适当的偏振光,在检测光的入射角相同的情况下,与使用无偏振光的光作为检测光的情况比较,能够稳定地高精度捕捉抗蚀剂膜的上部界面和下部界面。由此,能够降低检测光的入射角本身,也能提高设计曝光装置的自由度。

[0108] 并且,可以认为是,在光检测器一侧只按照光强度检测检测光的情况下,按 1 : 1 包括 s 偏振光和 p 偏振光的 45 度倾斜的直线偏振光和无偏振光能提供同等结果。进而,只要是能抑制来自下层的反射的构造,有时使用 s 偏振光或无偏振光也有效。鉴于此,为了能够选用无偏振光,对于图 1A 中示出的曝光装置 20 的驱动装置 31,也可以考虑给予其不但绕

检测光的光轴旋转驱动偏振镜 30,而且离开检测光的光程仍能转动偏振镜 30,或离开检测光的光程也能移动偏振镜 30 的功能。

[0109] 使用上述那样的检测光检测焦点位置以后,从曝光用光源 23 沿着光轴 34 的方向射出曝光的光,通过照明光学系统 22 照射到光掩模 37 上。透过了光掩模 37 的光,通过投影光学系统和浸液 27 照射到上层抗蚀剂膜 12。因此,可使上层抗蚀剂膜 12 感光,就能够把光掩模 37 上所形成的图形转印在上层抗蚀剂膜 12 上。而后,施加热处理并用碱性显影液(四甲基氢氧化铵 2.38wt%)实施显影处理。其结果,能以准确控制焦点的状态进行曝光,如图 30 所示,能够高精度地形成所希望的形状的抗蚀剂图形 12a。

[0110] 如图 31 所示,以该抗蚀剂图形 12a 为掩模,用 CF_4 、 C_2F_8 、 CHF_3 等的氟化烷基类气体对防反射膜 11 和中间层 10 进行干式蚀刻。于是,形成防反射膜图形 11a 和中间层图形 10a。另外,在形成有防反射作用的中间层 10 而省略防反射膜 11 的情况下,只要用同样的气体对中间层 10 进行干式蚀刻即可。然后,在同一蚀刻室内把气体切换成 H_2/N_2 类或 O_2/N_2 类等对三层抗蚀剂的下层抗蚀剂膜 9 进行干式显影,形成下层抗蚀剂膜图形 9a。

[0111] 将如上述那样获得的各种图形作为蚀刻掩模,对导电膜 8 进行干式蚀刻,如图 32 所示,形成栅电极 8a。然后,剥离剩余的下层抗蚀剂膜图形 9a 等。

[0112] 接着,如图 33 所示,以栅电极 8a 为掩模,相对于栅电极 8a 自动调准地向衬底 1 注入规定的 n 型杂质。例如,用 20 ~ 50keV 的注入能量、 $1 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$ 以上且 $5 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$ 以下的掺杂量,离子注入砷 (As)。由此,能够形成 n 型低浓度杂质区域 13a。

[0113] 然后,用 CVD 法等形成氧化硅膜等的绝缘膜以覆盖栅电极 8a,并对该绝缘膜施加各向异性蚀刻处理。于是,在栅电极 8a 的侧壁上形成侧壁绝缘膜 14。这时,绝缘膜 7 也被蚀刻,而且形成栅绝缘膜 7a。

[0114] 以上述的侧壁绝缘膜 14 和栅电极 8a 为掩模,相对于侧壁绝缘膜 14 和栅电极 8a 自动调准地向衬底 1 注入规定的 n 型杂质。例如,用 30 ~ 50keV 的注入能量、 $1 \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$ 以上且 $5 \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$ 以下的掺杂量,离子注入砷 (As)。由此,能够形成 n 型高浓度杂质区域 13b。

[0115] 接着,如图 34 所示,用 CVD 法等形成氧化硅膜类的层间绝缘膜 15 以覆盖侧壁绝缘膜 14 和栅电极 8a。在该层间绝缘膜 15 上涂敷防反射膜 16。就该防反射膜 16 来说,也可以使用与上述防反射膜 11 同样的材质。在该防反射膜 16 上涂敷抗蚀剂膜 17。

[0116] 关于抗蚀剂膜 17,也采用和上层抗蚀剂膜 12 情况同样的办法,检测抗蚀剂膜 17 的表面高度,得到曝光时的焦点位置。而后,让曝光的光照射到抗蚀剂膜 17 并使抗蚀剂膜 17 感光,施加热处理并用碱性显影液(四甲基氢氧化铵 2.38wt%)实施显影处理。以由此所得的抗蚀剂图形作为掩模,用 CF_4 、 C_2F_8 、 CHF_3 等氟化烷基类气体对层间绝缘膜 15 进行干式蚀刻,并且剥离抗蚀剂膜 17。由此能够形成接触孔 18。

[0117] 用 CVD 法、溅射法等,在上述接触孔 18 内形成导电膜 19。作为导电膜 19,可以举出,例如掺了杂质的多晶硅膜、钨 (W) 膜等高熔点金属膜、氮化钛 (TiN) 膜、铜 (Cu) 膜等等。如图 35 所示,通过把该导电膜 19 制成图形,就可以形成电极。在该图形制作的时候,也可使用上述曝光方法。

[0118] 此外,在制作多层布线构造的器件的情况下,要形成层间绝缘膜使其覆盖图 35 所示状态的导电膜 19,在该层间绝缘膜中形成通孔,而且把铜 (Cu) 膜等的导电膜埋入到该通孔内即可。由此,能够制造具有多层布线构造的 CMOS (Complementary Metal-Oxide

Semiconductor;互补型金属氧化物半导体)器件等的半导体器件。

[0119] 另外,在上述的实施方式中,揭示了使用三层抗蚀剂法来形成栅电极 8a,使用单层抗蚀剂法来形成接触孔 18 的例子,但是这只是一个例子,也可以分别从单层抗蚀剂法、多层抗蚀剂法、硬质掩模法、使用含硅感光性抗蚀剂的两层抗蚀剂法中选择。

[0120] (实施方式 2)

[0121] 下面,用图 19~图 24 说明本发明的实施方式 2。

[0122] 上述的实施方式 1 中,记载了在抗蚀剂膜下层使用对焦点检测光(450nm~850nm)具有吸收性的 BARC 等防反射膜的例子,而在本实施方式 2 中,在抗蚀剂膜上形成折射率高于该抗蚀剂膜的上层膜(顶部涂覆材料)。作为该上层膜,例如,可以使用具有碱性可溶性、对焦点检测光(450nm~850nm)具有吸收性、折射率高的膜。除此以外的结构,基本上都与实施方式 1 的情况相同。

[0123] 图 19 表示本实施方式 2 的衬底 1 上的膜构造例。如图 19 所示,本实施方式 2 的膜构造具有在该衬底 1 主表面上形成的 200nm 的氧化硅膜 3、在该氧化硅膜 3 上形成的 78nm 的防反射膜 4、在该防反射膜 4 上形成的 180nm 的抗蚀剂膜 2 和在该抗蚀剂膜 2 上形成的 30nm 的上层膜 6。

[0124] 这里,就上层膜 6 的材质的例子进行说明。作为上层膜 6,可以举出以下的膜,即,例如将通过以相对于和非极性聚合性单体的总和的 4 成~10 成(没有非极性聚合性单体)的比例对含有酸性基的聚合性单体进行共聚而使之具有碱性溶解性的聚合物作为主要成分,在该聚合物中通过酯键、醚键、酰胺键使对 450nm~850nm 的长波长区域具有吸收作用的色素修饰聚合物主链的材质的膜。更详细点说,作为上层膜 6 的材质,可以使用以下材质,即,将通过以相对于和非极性聚合性单体的总和的 4 成~10 成(没有非极性聚合性单体)的比例对含有羧基或酚基或氟化醇基、磺酸基或无水马来酸基的聚合性单体进行共聚而使之具有碱性溶解性的聚合物作为主要成分,在该聚合物中通过酯键、醚键、酰胺键使具有对 450nm~850nm 的长波长区域有吸收作用的偶氮类、醌类、花青类、酞花青类、靛青类母核的色素修饰聚合物主链的材质。具体点说,作为上层膜 6,可以使用以下膜,即,通过使含有氟化醇基的聚合性单体聚合而使之具有碱性溶解性的聚合物作为主要成分,在该聚合物中通过酯键使具有对 450nm~850nm 的长波长区域有吸收作用的靛青类母核的色素修饰聚合物主链的膜。

[0125] 如上所述,通过在抗蚀剂膜 2 上形成上层膜 6,能够提高上层膜 6 表面的反射率,就能高精度地捕捉到上层膜 6 与浸液 27 的界面。由此,和实施方式 1 的情况同样,能够实时进行曝光时的焦点检测。

[0126] 本申请发明人研究了通过水进行浸液曝光时各偏振光在上层膜 6 的上下界面的反射率对入射角的依赖关系,下面说明其研究结果。

[0127] 图 20 表示通过水进行浸液曝光时各偏振光在水/上层膜界面上的反射率对入射角的依赖关系。

[0128] 如图 20 所示,在所有入射角中,s 偏振光的反射率高于无偏振光和 p 偏振光的反射率。因此,使用了无偏振光的光时,和实施方式 1 同样,其 p 偏振光成分侵入到抗蚀剂内部并在内部反射面进行反射,由此可知焦点检测精度会下降。与此相对,通过只使用 s 偏振光就能够减少侵入到抗蚀剂内部的光,从而推测出焦点检测精度下降的程度有减少的倾向。

[0129] 图 21 表示通过水进行浸液曝光时各偏振光在上层膜 / 抗蚀剂界面上的反射率对入射角的依赖关系。

[0130] 如图 21 所示,在所有入射角中,s 偏振光的反射率都高于无偏振光和 p 偏振光的反射率,获得和图 7 ~ 图 9 同样的结果。即,可知,通过使用 s 偏振光,来自上层的透过光在上层膜 / 抗蚀剂界面上的反射率也提高了。与此相对,观察上层膜 / 抗蚀剂界面上的 p 偏振光反射率时,如图 21 所示,可知 p 偏振光的反射率极低,是接近无反射的状态。

[0131] 从以上可以推测,在本实施方式 2 的情况下,上层膜表面反射率的值本身在 s 偏振光的情况下为最高,但是 s 偏振光情况下下层界面的反射率也将提高,鉴于此,通过使用 p 偏振光作为检测光,能够最高精度地捕捉特定界面(上层膜和水的界面)。

[0132] 因此,本申请发明人为了确定上述内容,进行了如下的计算,下面说明其结果。

[0133] 具体点说,在图 19 所示的膜构造中,在改变抗蚀剂膜 2 的厚度以及氧化硅膜 3 的厚度的同时,考虑到由下层薄膜而引起的光的干涉,和实施方式 1 的情况同样,以 86 度的入射角计算上层膜 6 表面上的反射率。图 22 ~ 图 24 表示该计算结果。

[0134] 图 22 表示考虑到下层干涉情况下的浸液曝光时的 s 偏振光在上层膜表面的反射率,图 23 表示考虑到下层干涉情况下的浸液曝光时的 p 偏振光在上层膜表面的反射率,图 24 表示考虑到下层干涉情况下的浸液曝光时的无偏振光在上层膜表面的反射率。

[0135] 如图 22 所示,可知在 s 偏振光的情况下,随着抗蚀剂膜 2 和下层氧化硅膜 3 的厚度变化,上层膜表面的反射率偏差也变成了最大。由此,可以说在 s 偏振光的情况下,最容易受到来自下层界面的反射光的影响。

[0136] 与此相对,如图 23 所示,可知在 p 偏振光的情况下,抗蚀剂膜 2 和下层氧化硅膜 3 的厚度变化时的上层膜表面的反射率偏差也变成了最小。即,可以说在 p 偏振光的情况下,最难受到来自下层界面的反射光的影响。

[0137] 下列的表 3 表示上述的计算结果。

[0138] 【表 3】

[0139]

入射光	水 / 上层膜 界面反射 率 (Ideal)	界面反射 率最大值 (Max)	界面反射 率最小值 (Min)	最大值 (Max) 与反射率 (Ideal) 之差	最小值 (Min) 与 反射率 (Ideal) 之差	最大值 (Max) 与最小值 (Min) 之 差
S 偏振光	0.729	0.942	0.019	0.214	-0.710	0.924
P 偏振光	0.559	0.622	0.399	0.064	-0.159	0.223
无偏振光	0.644	0.741	0.271	0.098	-0.372	0.470

[0140] 由上述表 3 的结果可知,采用图 19 示出的膜结构,在通过水进行浸液曝光时以 86 度的入射角使检测光入射到上层膜 6 表面的情况下,考虑来自下层界面的反射光的影响时,反射率的最大值和最小值之差,以 p 偏振光最小。即,可以知道,为了高精度地捕捉到上层膜 6 的表面,使用 p 偏振光是最有效的。

[0141] 本实施方式 2 的情况下,也可以采用和上述实施方式 1 的情况同样的办法来检测

曝光时的焦点位置。并且,本实施方式 2 的上层膜 6 由于能溶解于碱性溶液,所以能够在抗蚀剂膜 2 显影时除去上层膜 6。因而,采用本实施方式 2 的曝光装置 20 来制造半导体装置的时候,也可以经过和实施方式 1 的情况同样的工序来制造 CMOS 器件等所希望的半导体装置。

[0142] (实施方式 3)

[0143] 下面,用图 3 说明本发明的实施方式 3。在本实施方式 3 中,在曝光时对焦点位置进行检测的焦点位置检测装置的结构和实施方式 1 中的曝光装置 20 的情况不同。除此以外的结构,基本上和实施方式 1 的情况同样。

[0144] 如图 3 所示,在本实施方式 3 中,在偏振镜 30 与衬底 1 之间设置光弹性调制器 35,在衬底 1 与光检测器 32(参照图 1A、1B)之间设置检光器 36。并且,在本实施方式 3 中,作为检测光,使用入射角度和波长为变量的 45 度倾斜的直线偏振光。作为偏振镜 30,可以使用和实施方式 1 同样的偏振镜。检光器 36 具有将上述入射角度和波长作为变量进行处理的偏振板、透镜、棱镜、多路 CCD 等的光学元件,并检测各变量下的 s 偏振光、p 偏振光的光强度,用 $\rho = R_p/R_s = \tan(\psi)e(i\Delta)$ 对检测光的偏振状态进行椭圆偏振分析。另外, $\tan(\psi)$ 等于 p 偏振光和 s 偏振光的复反射系数之比的振幅, Δ 是指 p 偏振光和 s 偏振光的反射系数之间的相位差。

[0145] 本实施方式 3 中,在图 1A 示出的曝光装置 20 上设置存储衬底 1 上的膜结构的光学常数的存储装置(未图示),用运算处理部 33 通过模型处理求出各膜的膜厚并倒过来推算抗蚀剂膜表面的高度。并且,为了提高数据取得速度,设有光弹性调制器 35。通过适当地控制这个光弹性调制器 35,就能够以高精度进行高速的波长扫描测定。

[0146] 在本实施方式 3 的情况下,进行上述那样的运算,也能够用和上述实施方式 1 的情况基本同样的办法,检测曝光时的焦点位置。并且,在采用本实施方式 3 的曝光装置 20 来制造半导体装置的时候,也可以经过和实施方式 1 的情况同样的工序来制造 CMOS 器件等所希望的半导体装置。

[0147] (实施方式 4)

[0148] 下面,用图 25 说明本发明的实施方式 4。在本实施方式 4 中,在抗蚀剂下面形成对检测光的波长区域具有高吸收性能的防反射膜。除此以外的结构,基本上和实施方式 1 的情况同样。

[0149] 如上所述通过形成对检测光的波长区域具有高吸收性能的防反射膜,能够抑制检测光向防反射膜的下层的膜的侵入,能够减少由防反射膜的下层的膜厚和材质等各种条件的变动而引起的焦点检测误差。

[0150] 上述检测光的波长通常约为 450nm ~ 850nm,在本实施方式 4 中,选择能吸收 450nm 以上波长的光的材料作为防反射膜 4(参照图 5)的材料。例如,可以选择包括 Al、Cu、Ti、W 的无机材料作为防反射膜 4 的材料。如图 5 所示,防反射膜 4 可以由单层膜构成,也可以由 2 层以上的膜构成。例如,可以层叠上述那样的无机材料膜而形成防反射膜 4,或层叠无机材料膜和有机材料膜而形成防反射膜 4。在层叠无机材料膜和有机材料膜的情况下,最好在无机材料膜上形成有机材料膜。这时,也可使用透明的膜作为有机材料膜。

[0151] 如上所述,在使用无机材料的防反射膜 4 的情况下,鉴于防反射膜 4 的电性质,一般认为在图形形成后往往需要除去防反射膜 4。因而可以仅由有机材料构成防反射膜 4。例

如,可以由含有对上述检测光的波长区域具有吸收性能的色素等介质的聚合物等构成防反射膜 4。

[0152] 在这里,就本实施方式 4 的防反射膜 4 的材质例进行具体说明。该防反射膜 4 可由在酸催化剂交联性聚合物中通过酯键、醚键、酰胺键使对 450nm ~ 850nm 的长波长区域具有吸收性的色素和对曝光波长具有吸收性的色素修饰聚合物主链的材料,和含有供给酸的成分的材料构成。更详细地说,作为可用于防反射膜 4 的材质,可以举出以下材质,即,在含有酸催化剂交联性交联剂和交联反应点的聚合物的混合物或聚合物中含有环氧等的交联性侧链的材料中,用酯键、醚键、酰胺键使对 450nm ~ 850nm 的长波长区域具有吸收性的色素和对曝光波长(例如 193nm)具有吸收性的色素修饰聚合物主链的材料,和含有酸或热酸发生剂的材料。更具体点说,作为防反射膜 4,可以列举出以下材料,即,在具有甲氧基甲氨基的交联剂和具有羟基的聚合物的混合物中,用酯键、醚键、酰胺键使含有对 450nm ~ 850nm 的长波长区域具有吸收性的靛青类母核的色素和含有对上述曝光波长具有吸收性的苯环的化合物修饰聚合物主链的材料,和含有热酸发生剂的材料。

[0153] 作为上述色素,可以使用具有偶氮类、醌类、花青类、酞花青类、靛青类母核的色素。

[0154] 在图 25 中,示出在抗蚀剂膜下形成了含有上述色素的防反射膜的情况(实线)下和未形成的情况(虚线)下,通过水进行浸液曝光时各偏振光在抗蚀剂表面的反射率。

[0155] 如图 25 所示,可知通过形成对检测光的波长区域具有高吸收性能的防反射膜,即使在防反射膜以下的层的氧化硅膜的膜厚变动的情况下,也能抑制反射率的偏差。这是因为通过形成对检测光的波长区域具有高吸收性能的防反射膜,能够抑制检测光侵入到防反射膜以下的层,所以能够抑制因位于防反射膜以下的层的膜厚的变动而引起的焦点检测位置的变动。从图 25 的结果可以推测,p 偏振光在抗蚀剂最表面的反射率的偏差减小,通过使用 p 偏振光,能够以最高精度检测焦点位置。

[0156] 并且,本申请发明人也研究了防反射膜的涂敷膜厚,因而用图 26 和图 27 说明其研究结果。

[0157] 在改变形成于具有下述膜构造的各个衬底上的防反射膜的厚度,并以 86 度的入射角向该防反射膜上的抗蚀剂膜入射波长 633nm 的光的情况下,对抗蚀剂膜和防反射膜的界面上的光反射率与防反射膜厚度之间的关系进行了研究。此外,数值孔径(NA)约为 1.327,并选择 s 偏振光、p 偏振光、45 度直线偏振的光作为照射光。

[0158] 图 26 表示在衬底上介以厚度 200nm 的氧化膜而形成防反射膜,在该防反射膜上形成厚度 180nm 的抗蚀剂膜,又在该抗蚀剂膜上存在作为浸液的水的情况下的抗蚀剂膜和防反射膜之间界面的反射率与防反射膜厚度的关系;图 27 表示在衬底上介以厚度 100nm 的钨(W)膜而形成防反射膜,在该防反射膜上形成厚度 180nm 的抗蚀剂膜,又在该抗蚀剂膜上存在作为浸液的水的情况下的抗蚀剂膜和防反射膜之间界面的反射率与防反射膜厚度的关系。

[0159] 如图 26 和图 27 所示,可知随着防反射膜厚度的变化,反射率也在变化。因此,通过适当选择防反射膜的厚度,即使在基底薄膜的材质不同的情况下,也能降低反射率。

[0160] 本实施方式 4 的情况也可以用和上述实施方式 1 同样的方法检测曝光时的焦点位置。此外,在使用本实施方式 4 的曝光装置 20 来制造半导体装置的时候,也可以经过和实

施方式 1 的情况同样的工序来制造 CMOS 器件等所希望的半导体装置。

[0161] (实施方式 5)

[0162] 接着,用图 4 说明本发明的实施方式 5。在本实施方式 5 中,将气体(例如空气)而不是液体作为曝光介质。

[0163] 如图 4 所示,本实施方式 5 的曝光装置 20 具备:包含射出曝光光束的曝光用光源 23 的照明光学系统 22、光掩模 37、把曝光光束导向衬底 1 的投影光学系统 24、放置衬底 1 的台 21、射出焦点位置检测用检测光的检测光光源 29、可将从该检测光光源 29 射出的检测光设成特定偏振光的偏振镜 30、可旋转驱动该偏振镜 30 的驱动装置 31、对通过偏振镜 30 变成特定偏振光的检测光照射到衬底 1 上时的反射光进行检测的光检测器 32、以及与光检测器 32 连接并利用检测光的反射光振幅和相位差以及在衬底 1 上形成的膜的光学常数来计算出焦点位置的运算处理部 33。作为这些各部件,可以使用和实施方式 1 情况同样的部件。

[0164] 如上所述,在使用气体作为曝光介质的曝光装置 20 的情况下,也可以使用和上述各实施方式的情况同样的检测光来检测焦点位置。此外,在使用本实施方式 5 的曝光装置 20 来制造半导体装置的时候,也可以经过和实施方式 1 的情况同样的工序来制成 CMOS 器件等所希望的半导体装置。

[0165] 虽然以上对本发明的实施方式进行了说明,但最初就有对各实施方式的结构进行适当组合的设想。

[0166] 虽然对本发明进行了详细的说明和表示,但这些只是为了举例,并非对其加以限定,显而易见发明的构思和范围仅由一同附上的权利要求书来限定。

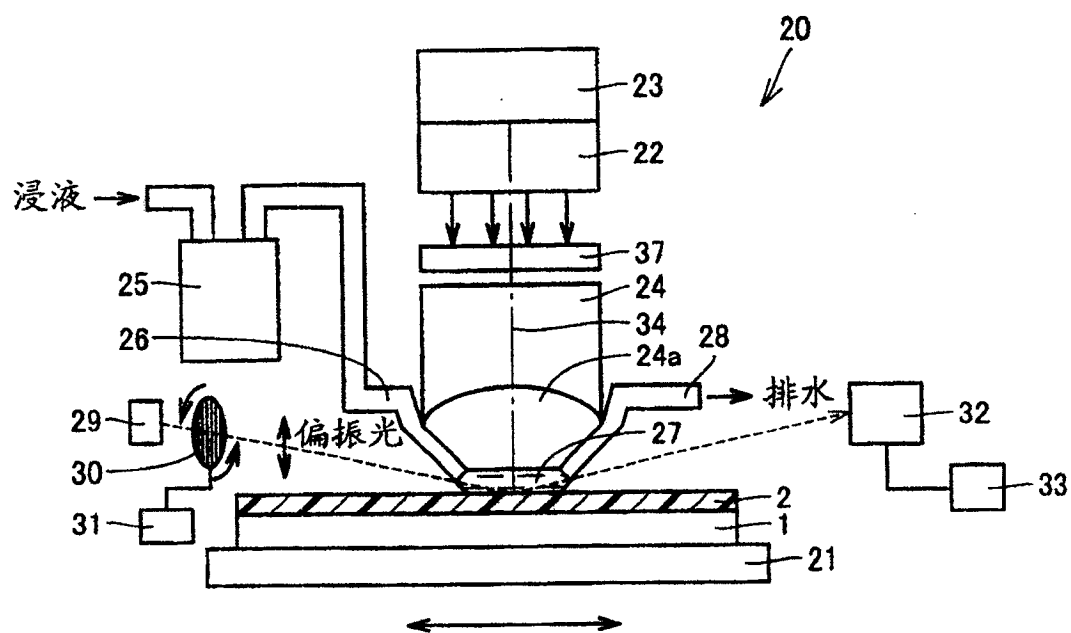


图 1A

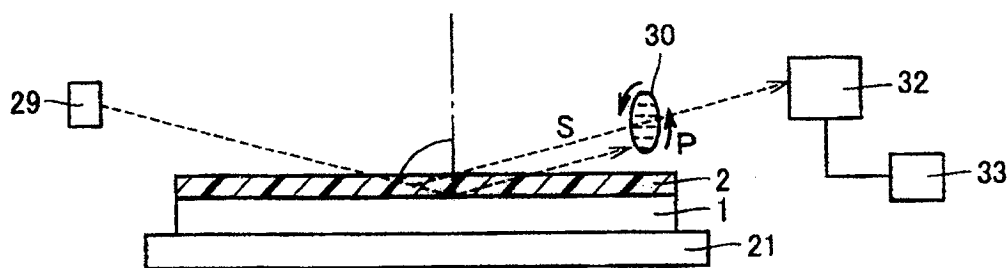


图 1B

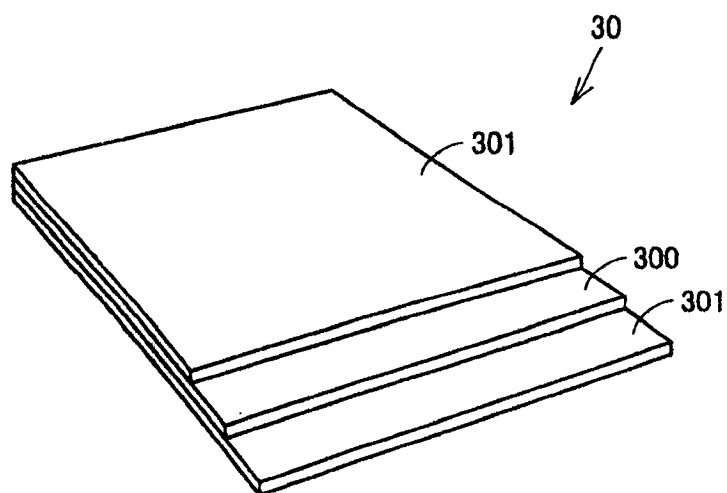


图 2

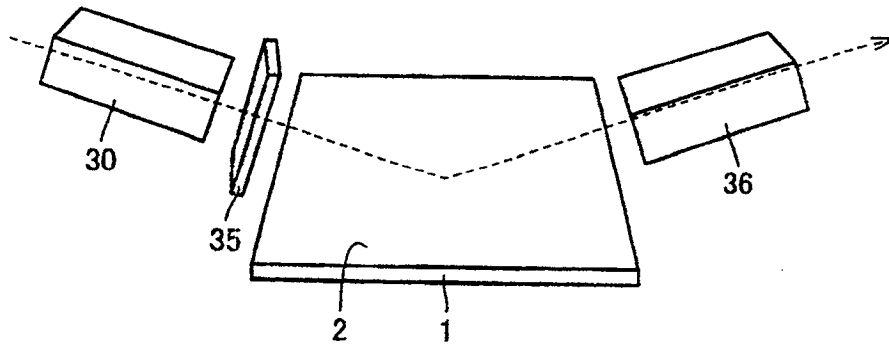


图 3

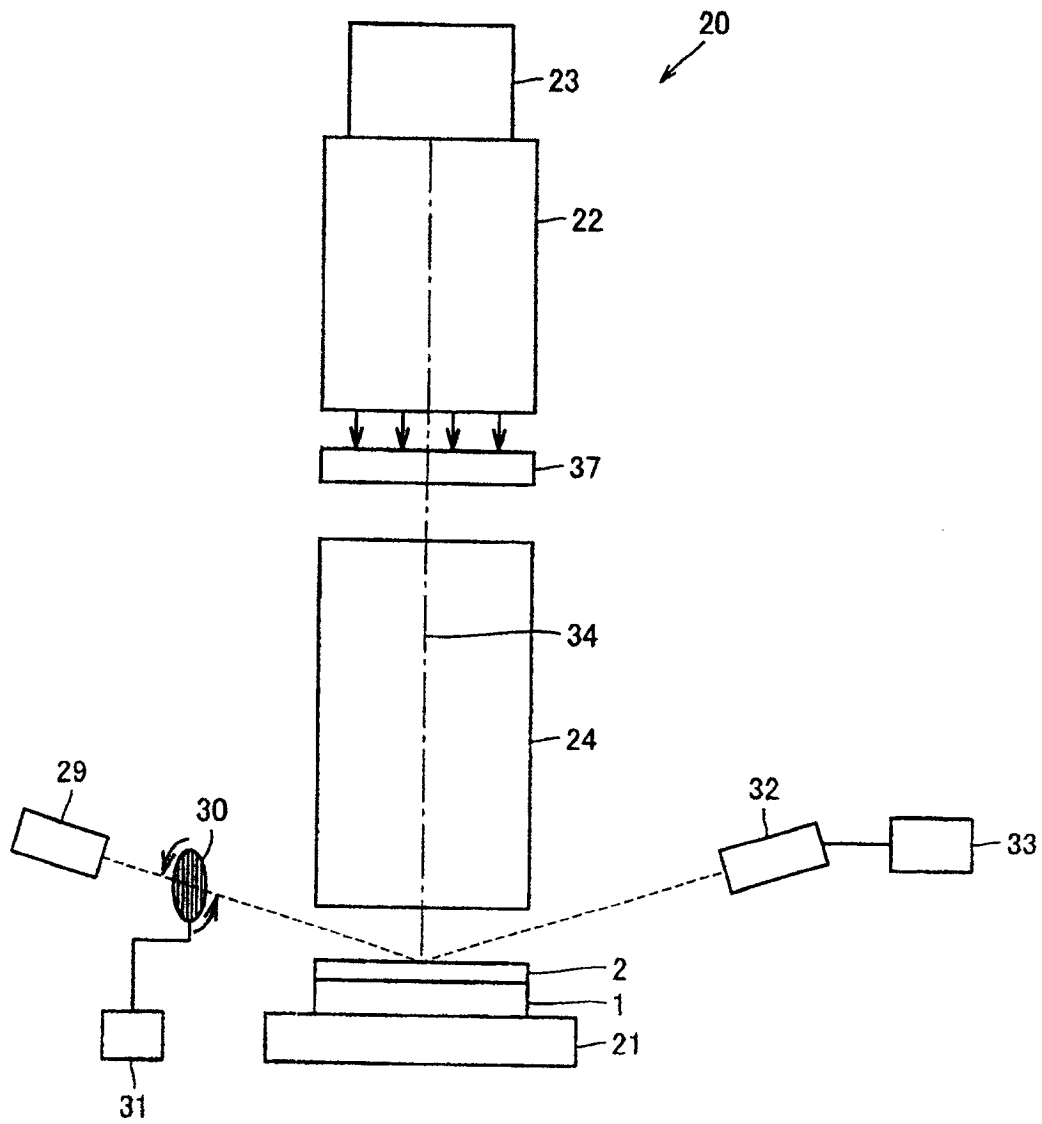


图 4

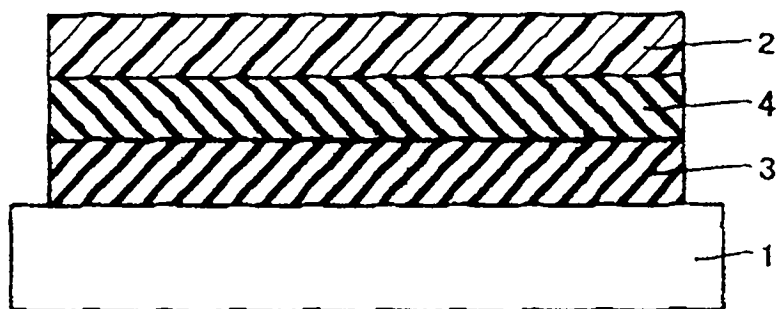


图 5

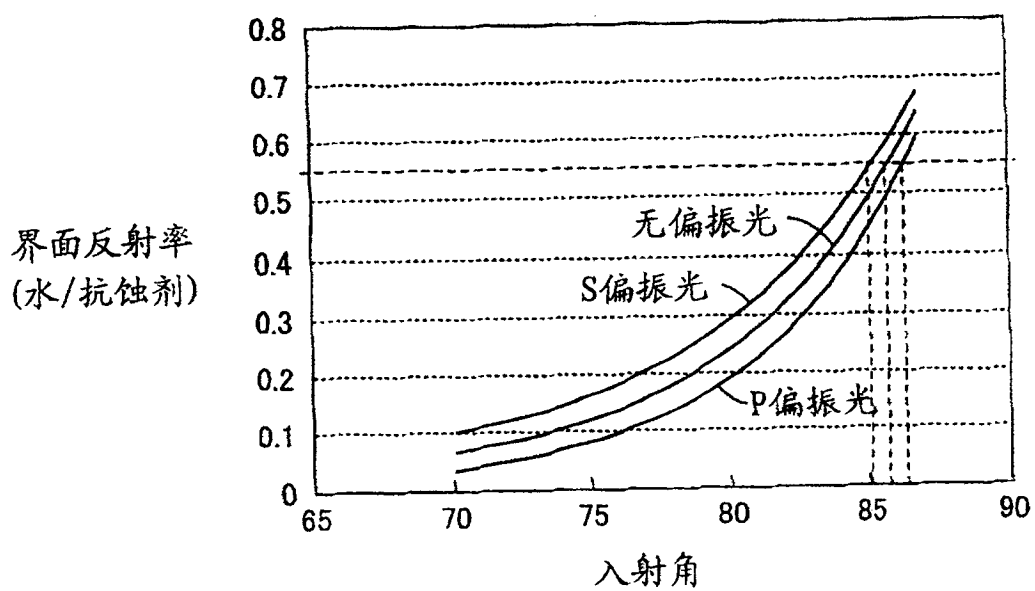


图 6

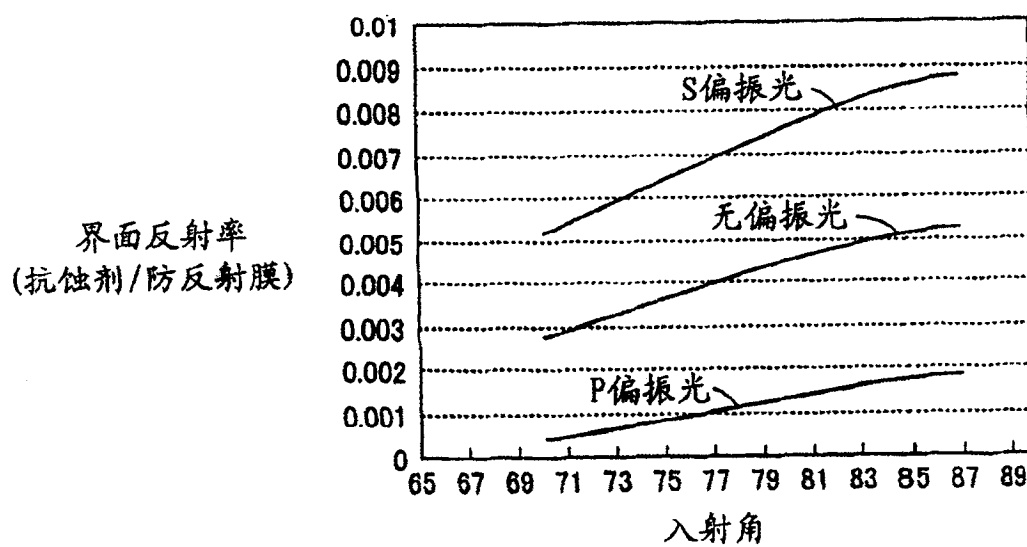


图 7

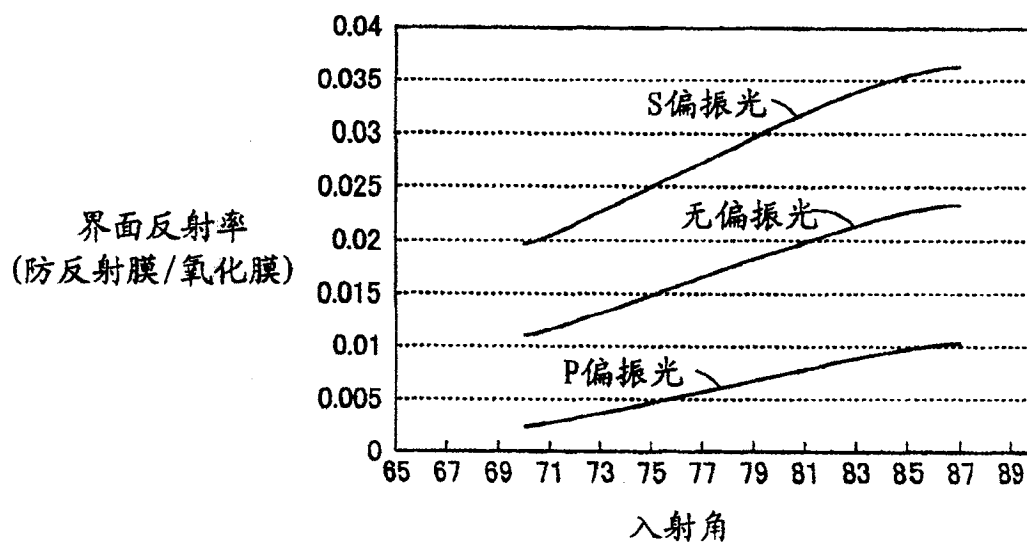


图 8

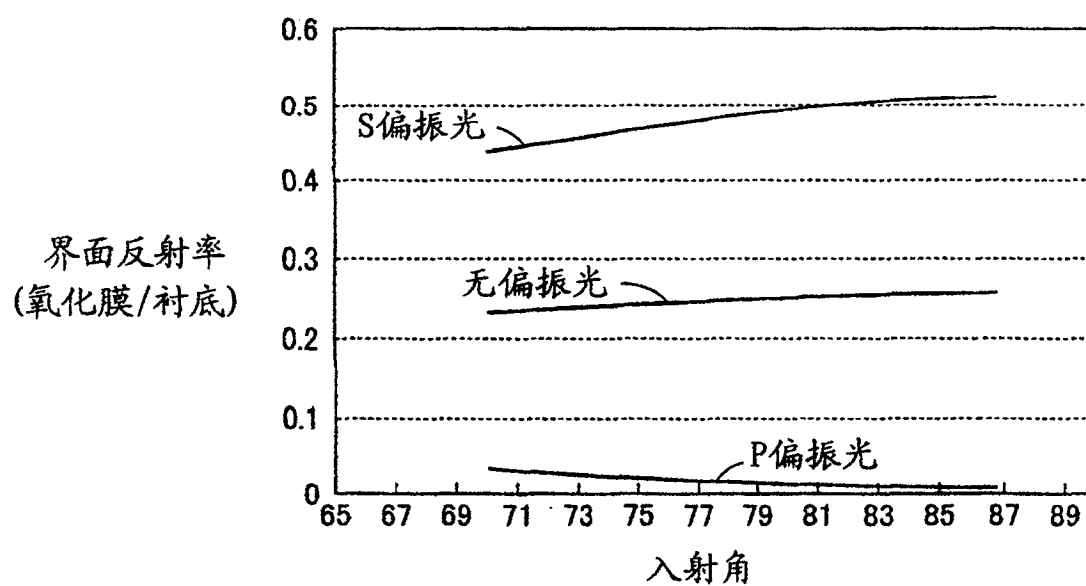


图 9

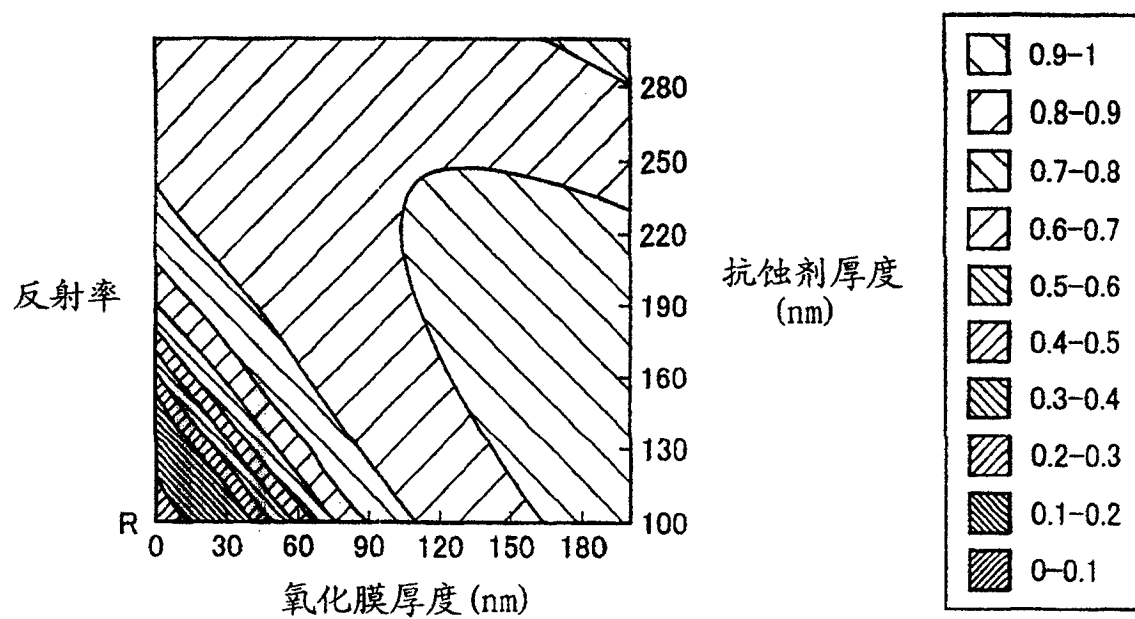


图 10

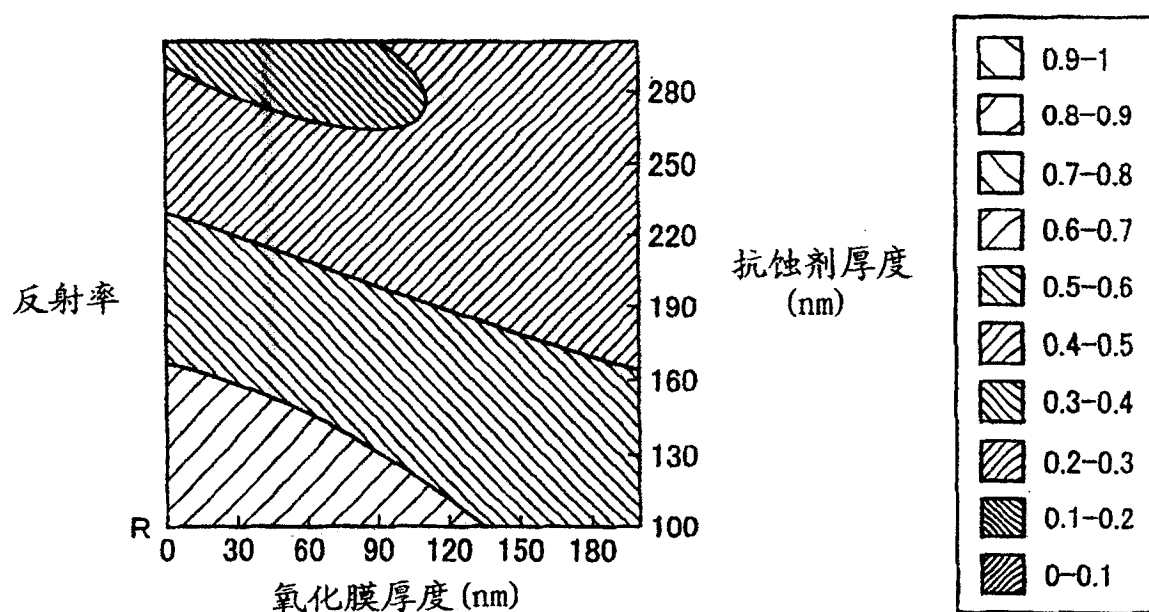


图 11

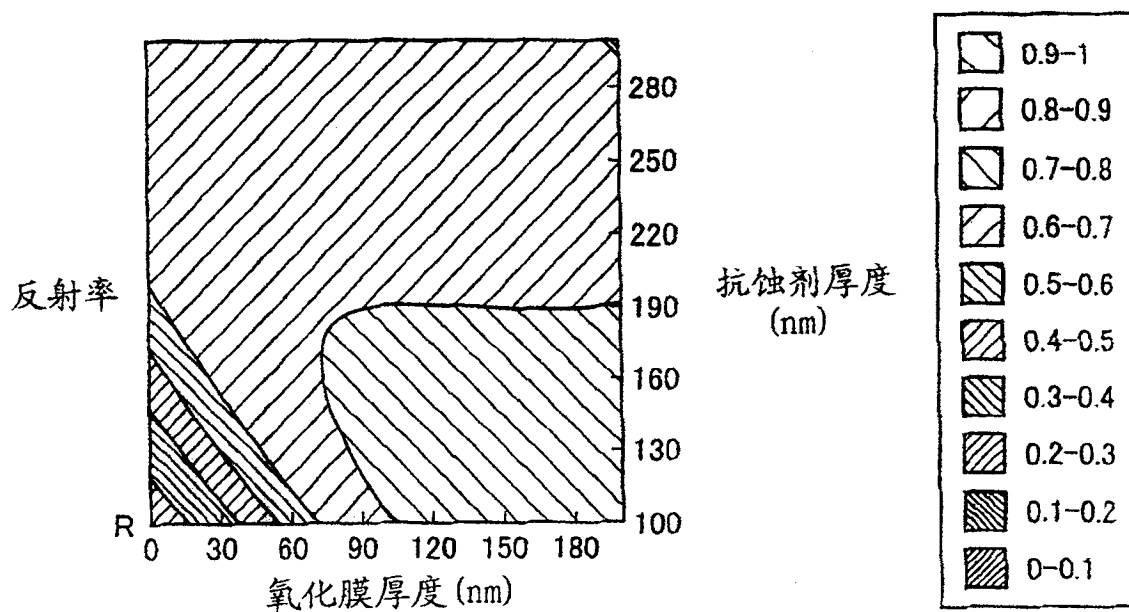


图 12

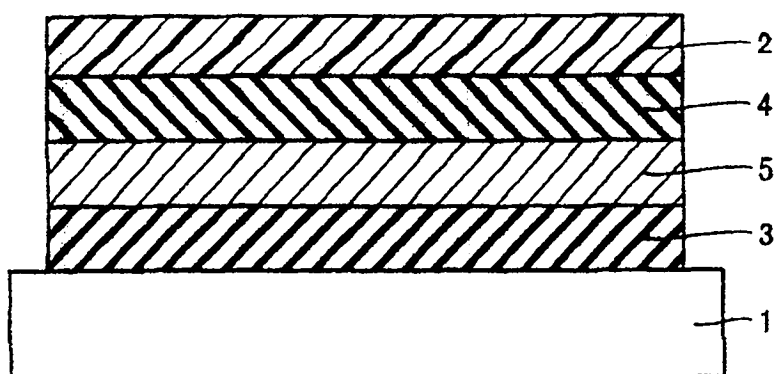


图 13

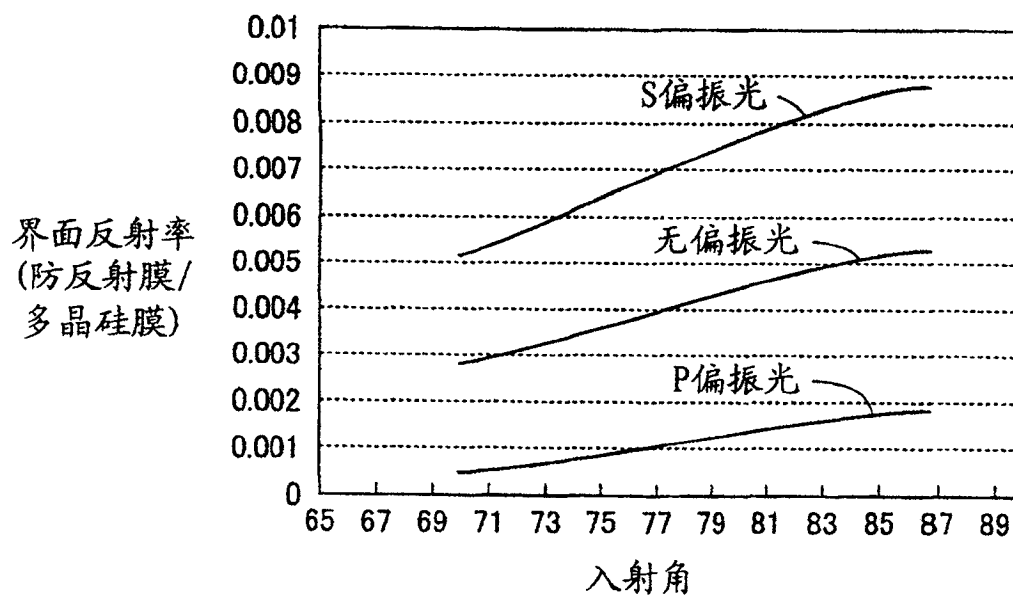


图 14

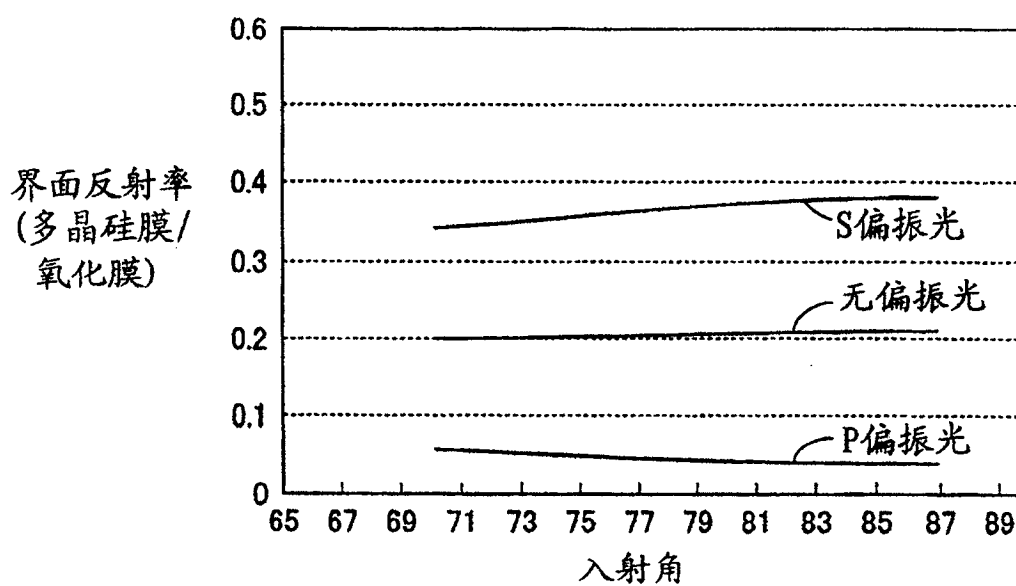


图 15

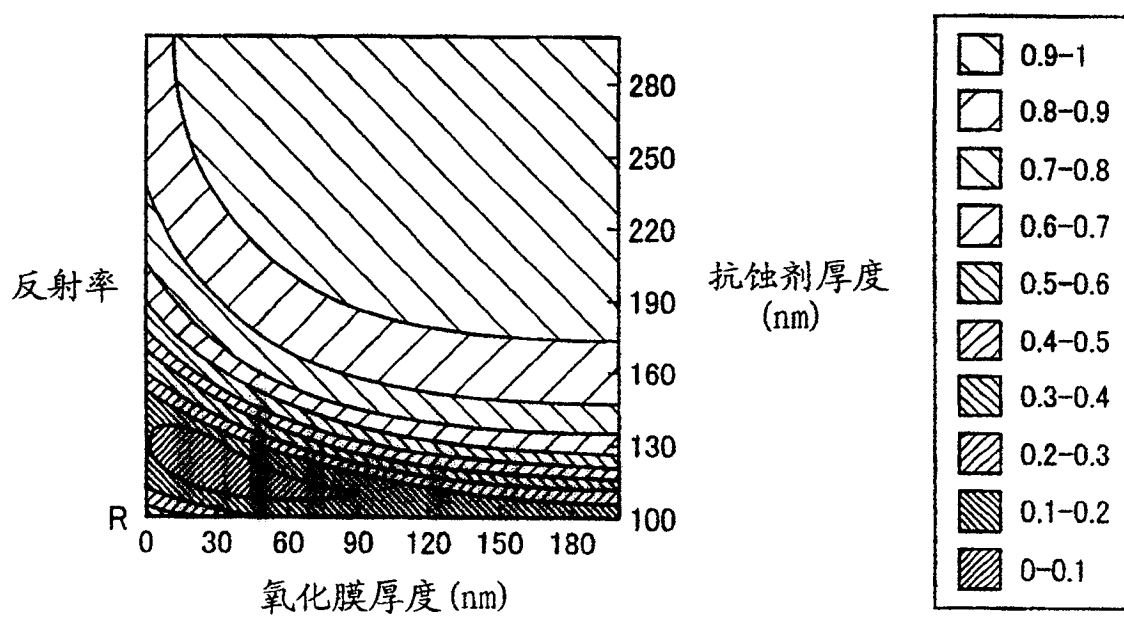


图 16

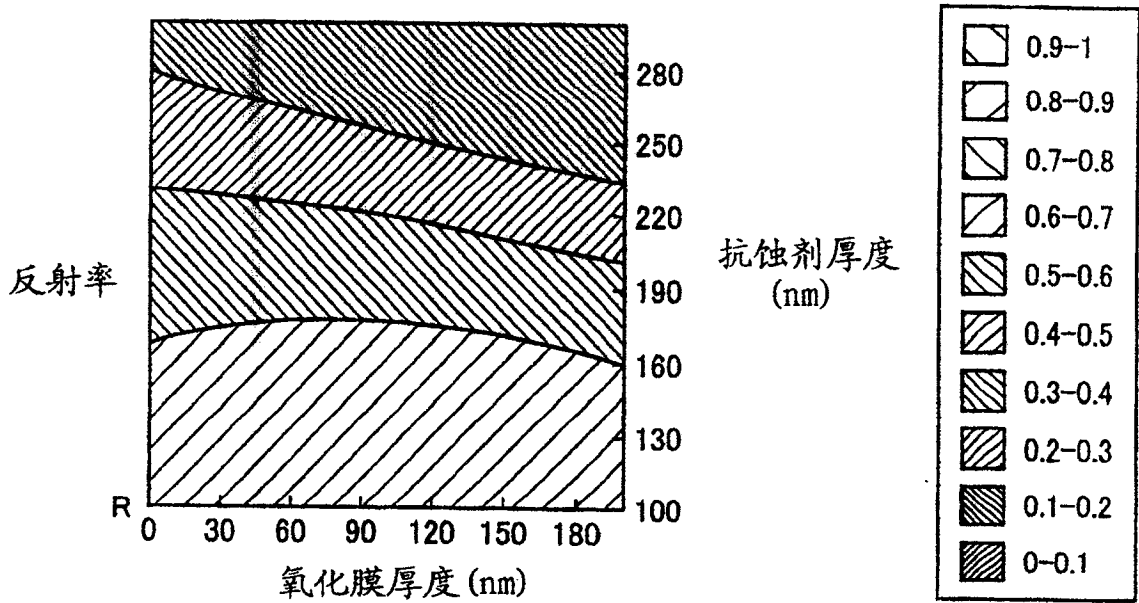


图 17

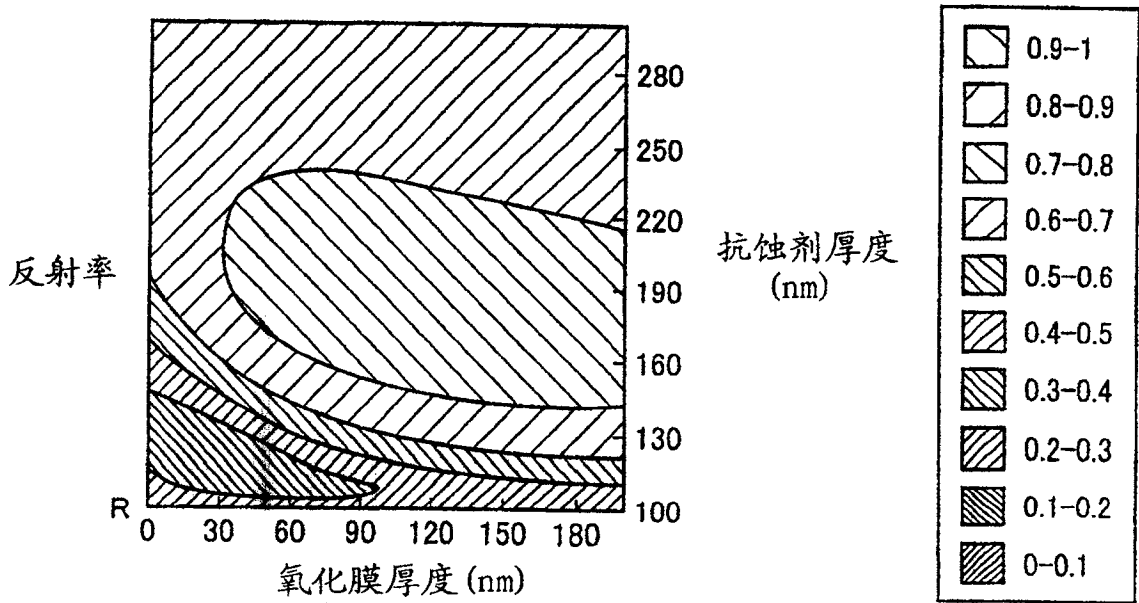


图 18

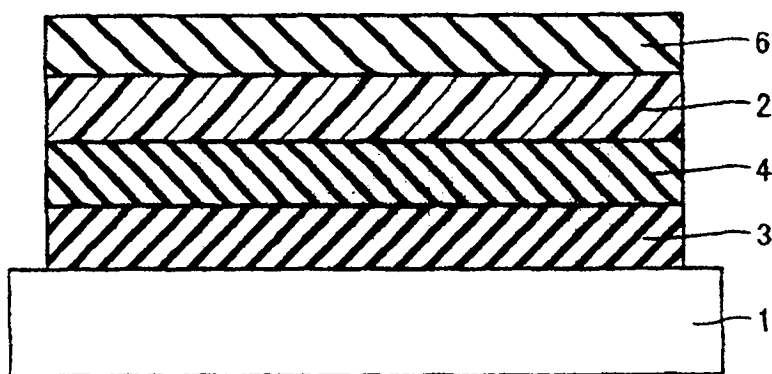


图 19

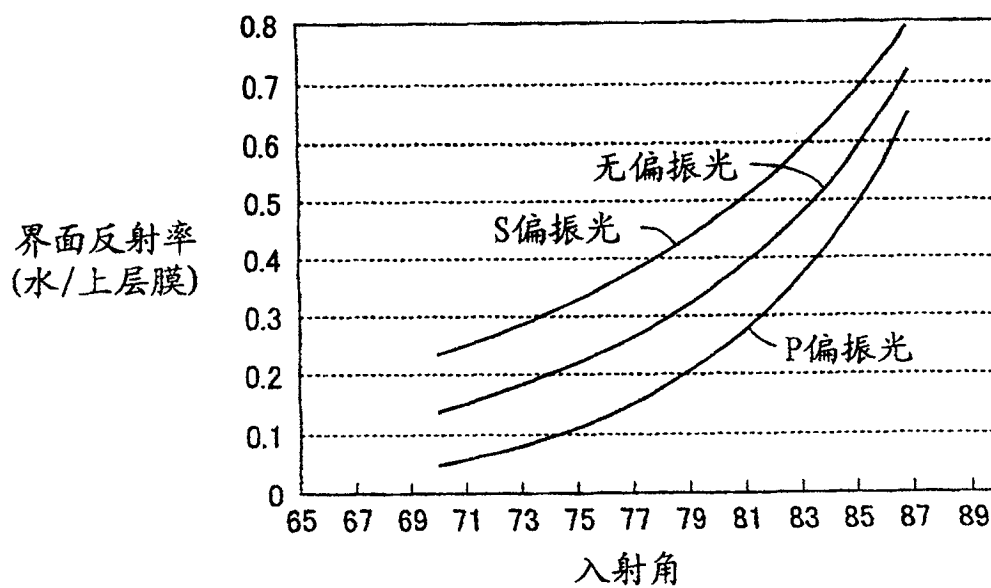


图 20

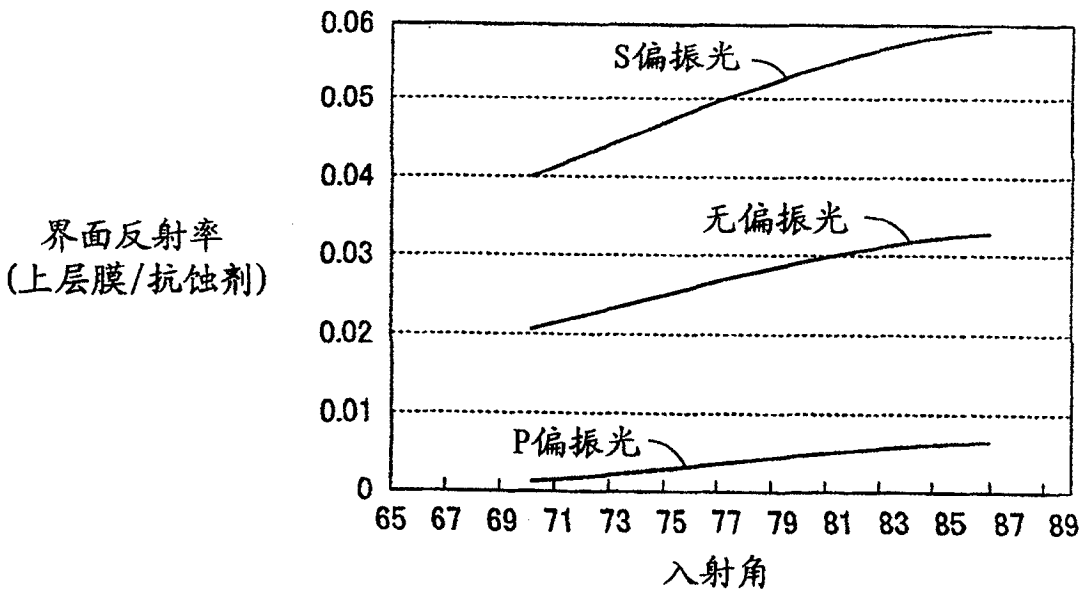


图 21

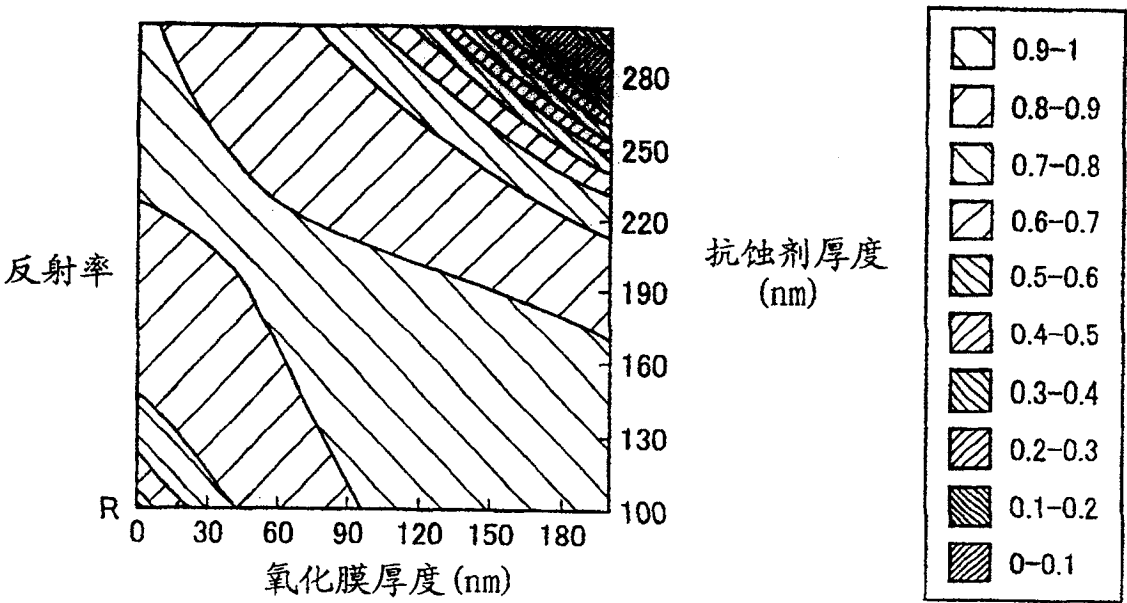


图 22

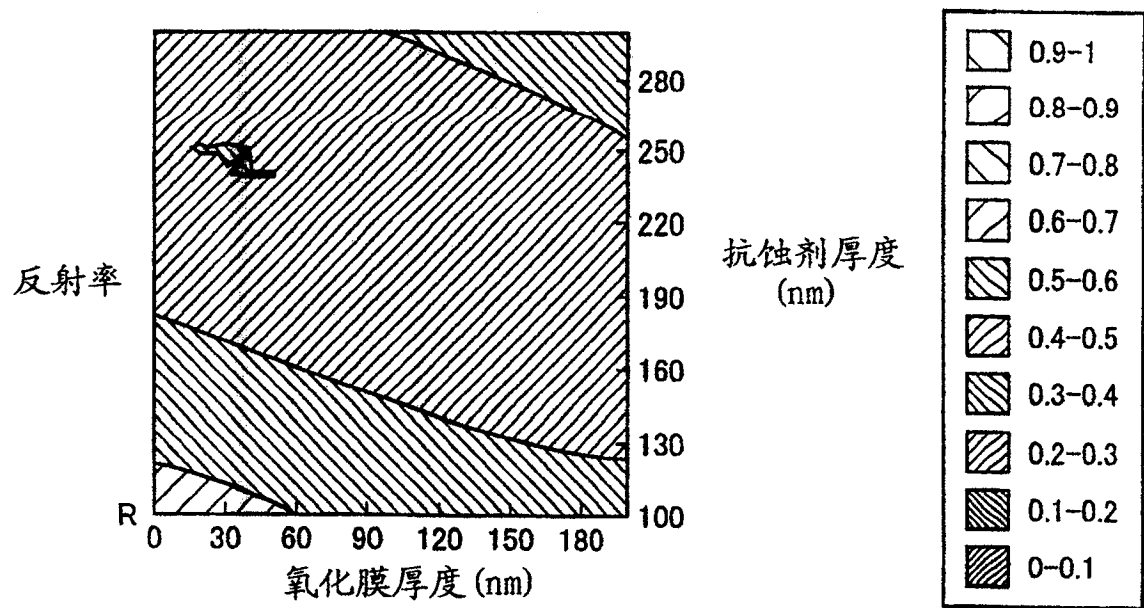


图 23

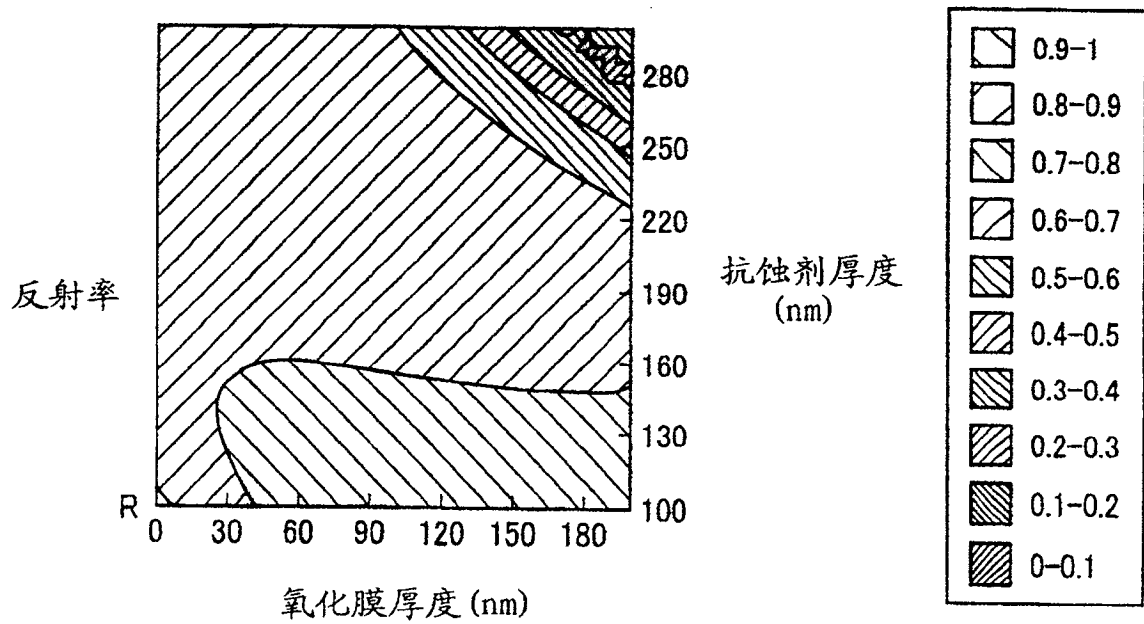


图 24

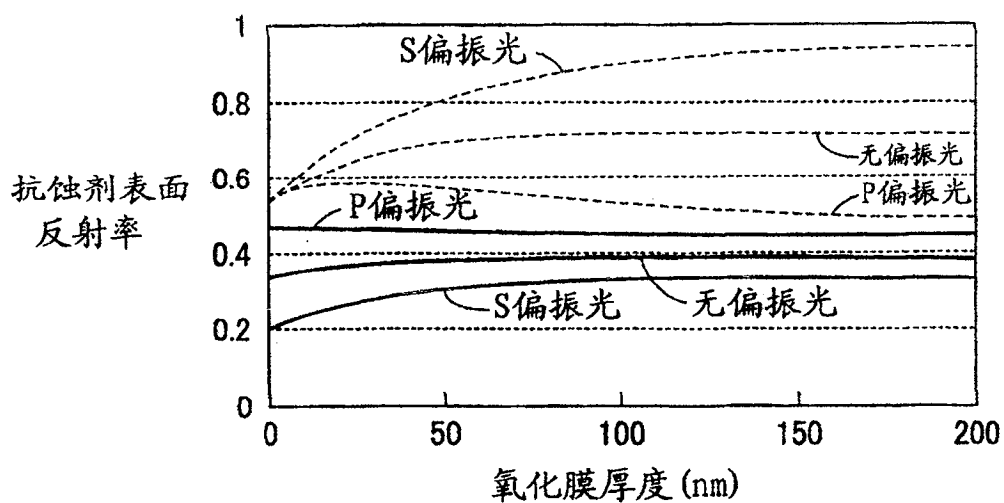


图 25

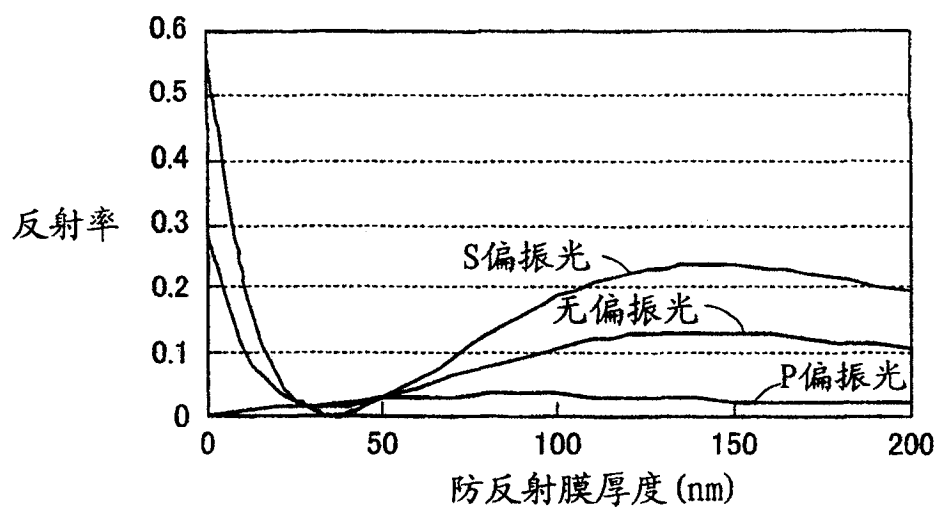


图 26

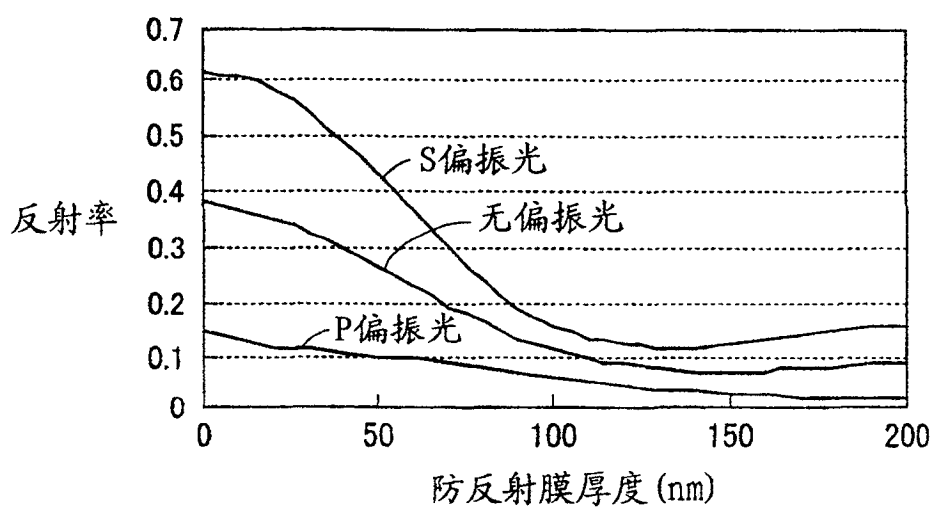


图 27

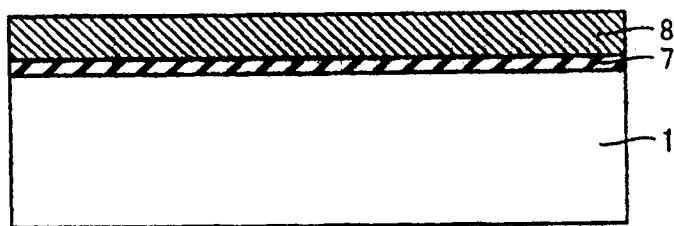


图 28

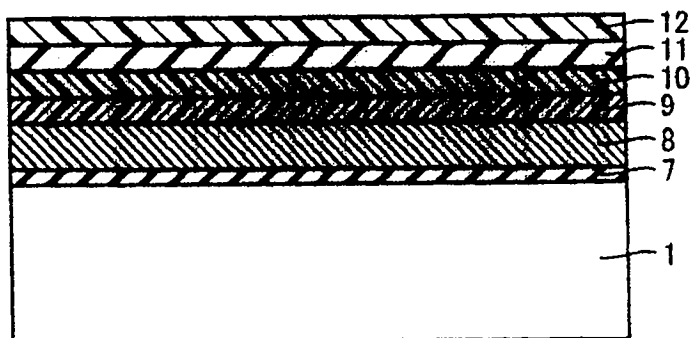


图 29

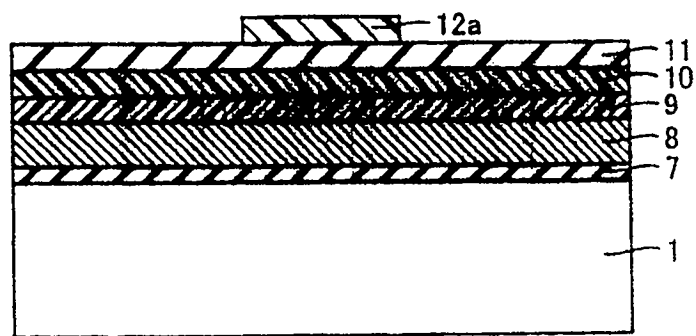


图 30

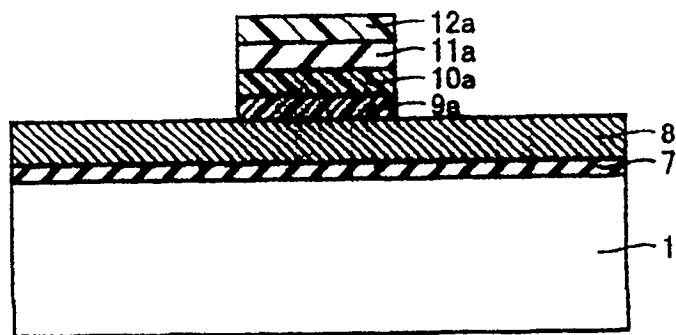


图 31

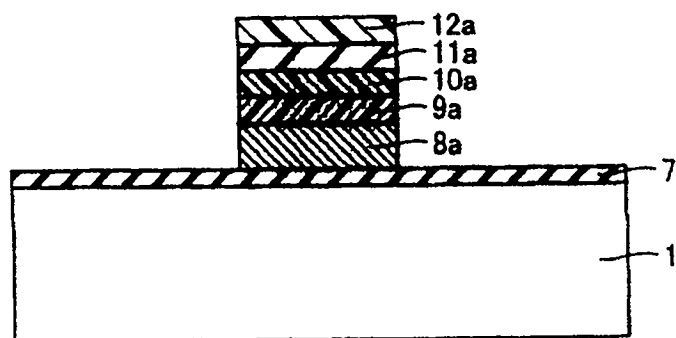


图 32

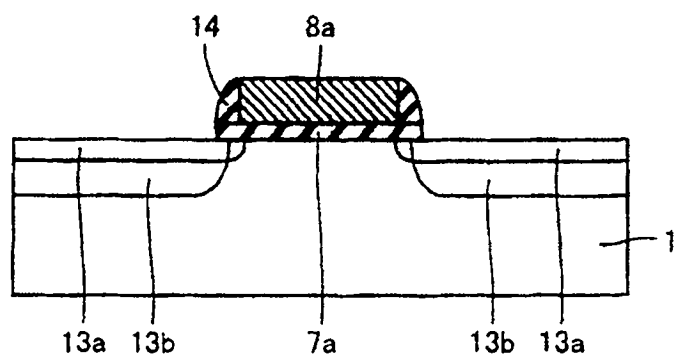


图 33

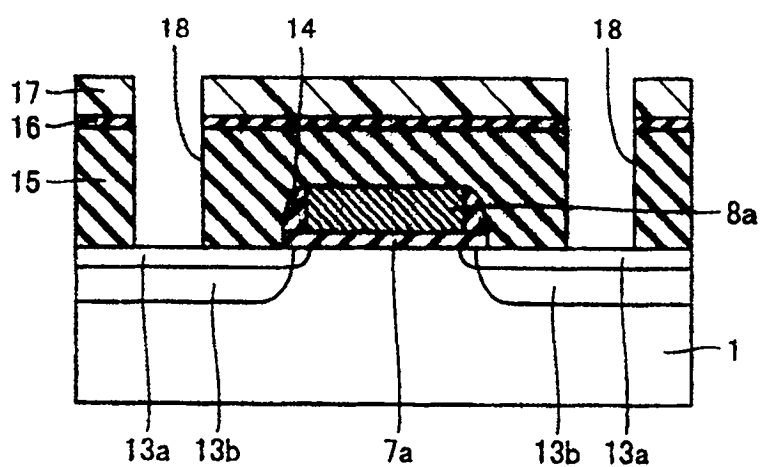


图 34

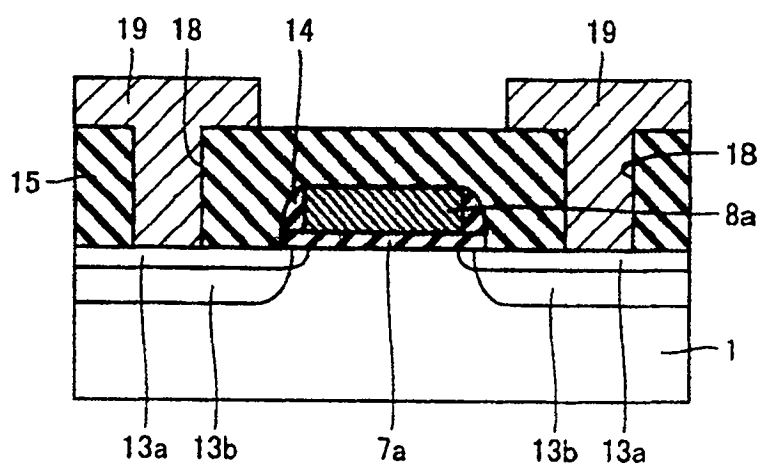


图 35