



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107155368 B

(45)授权公告日 2020.08.04

(21)申请号 201580046707.9

(72)发明人 小佐佐和明 杉森胜久 小渊俊也

(22)申请日 2015.05.13

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

(65)同一申请的已公布的文献号

司 72001

申请公布号 CN 107155368 A

代理人 童春媛 李炳爱

(43)申请公布日 2017.09.12

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

H01L 21/304(2006.01)

2014-175330 2014.08.29 JP

B24B 37/00(2012.01)

B24B 37/10(2012.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.02.28

(56)对比文件

CN 1714432 A, 2005.12.28

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/063824 2015.05.13

US 2007029285 A1, 2007.02.08

US 2013095660 A1, 2013.04.18

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/031310 JA 2016.03.03

审查员 于鹏飞

(73)专利权人 胜高股份有限公司

地址 日本东京都

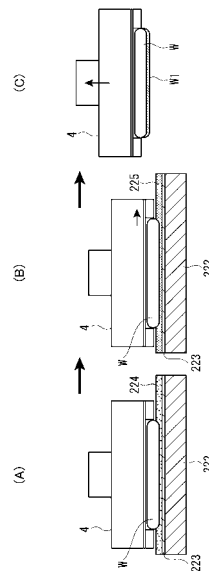
权利要求书1页 说明书12页 附图11页

(54)发明名称

硅晶圆的研磨方法

(57)摘要

本发明提供一种硅晶圆的研磨方法,其具备:第一研磨工序,一边将粗研磨用研磨液(224)供给至粗研磨用研磨布(223)的研磨面,一边对晶圆(W)的表面进行研磨;保护膜形成工序,紧接着所述第一研磨工序,对所述第一研磨工序结束后的所述粗研磨用研磨布(223)供给含有水溶性高分子的保护膜形成溶液(225),使所述晶圆(W)的被研磨面接触所述保护膜形成溶液(225),而在所述被研磨面形成保护膜(W1);以及第二研磨工序,一边将精研磨用研磨液供给至不同于所述粗研磨用研磨布(223)的精研磨用研磨布的研磨面,一边对所述晶圆(W)的保护膜的形成面进行研磨。



1. 一种硅晶圆的研磨方法,其特征在于,具备:

第一研磨工序,一边对研磨布供给不含水溶性高分子且含有磨粒的碱性水溶液作为主剂的研磨液,一边对硅晶圆的单侧表面进行研磨;

保护膜形成工序,紧接着所述第一研磨工序,对所述第一研磨工序结束后的研磨布供给含有水溶性高分子的保护膜形成溶液,使所述硅晶圆的经所述第一研磨工序研磨的被研磨面接触所述保护膜形成溶液,而在所述被研磨面形成保护膜;以及

第二研磨工序,一边将含有水溶性高分子且含有磨粒的碱性水溶液作为主剂的研磨液供给至不同于所述第一研磨工序中所使用的研磨布的研磨布,一边对所述硅晶圆的在所述保护膜形成工序中形成的保护膜的的形成面进行研磨。

2. 根据权利要求1所述的硅晶圆的研磨方法,其特征在于,

所述保护膜形成溶液的水溶性高分子浓度为10ppm以上且30ppm以下。

3. 根据权利要求1或2所述的硅晶圆的研磨方法,其特征在于,

所述保护膜形成溶液所使用的水溶性高分子为具有纤维素结构的高分子化合物或非离子性高分子化合物。

硅晶圆的研磨方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种硅晶圆的研磨方法。

背景技术

[0002] 近年来,作为研磨硅晶圆的表面的方法,通常为一边供给在碱性水溶液中含有二氧化硅粒子等磨粒的研磨液,一边使硅晶圆与研磨布相对的旋转而进行的CMP(化学机械研磨)。CMP是结合基于磨粒的机械性研磨作用与基于碱性水溶液的化学性研磨作用的技术。已知通过使上述2个研磨作用结合,能够对硅晶圆的表面获得较高的平坦度。该硅晶圆的CMP处理,通常从双面研磨工序至单面研磨工序,经多个阶段进行研磨。

[0003] 双面研磨工序以将硅晶圆研磨至所期望的厚度为目的而进行。具体而言,使用聚氨酯等硬质的研磨用研磨布并以研磨速度较快的条件,同时研磨硅晶圆的表面和背面。通过该双面研磨,将其平坦化以使研磨后的硅晶圆厚度的偏差变小,并去除纳米形貌(nanotopography)等波纹成分。

[0004] 单面研磨工序以改善经双面研磨的硅晶圆的单侧表面的粗糙度为目的而进行。具体而言,使用仿麂皮等软质的研磨布以及微小尺寸的磨粒,进行单面研磨以降低纳米形貌或雾度等硅晶圆表面上的微小的面粗糙度(微粗糙度)。该单面研磨工序中,一边改变研磨布的种类、研磨液中的磨粒尺寸或碱浓度,一边分多个阶段来进行研磨处理。

[0005] 作为关于该单面研磨工序的技术,以改善硅晶圆表面的雾度为目的,公开有一种包含碱性二氧化硅、水溶性高分子及环状有机化合物且使用于硅晶圆的镜面研磨的研磨剂,以及使用其的硅晶圆的研磨方法(参照专利文献1)。

[0006] 以往技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本专利第5321430号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的技术课题

[0010] 如上述专利文献1中也有记载,在单面研磨工序中,以降低硅晶圆表面的雾度等级为目的,通常在研磨液中添加水溶性高分子。

[0011] 然而,在经双面研磨工序的硅晶圆的表层部,残存有因双面研磨加工时的机械作用导入的加工损伤(变形)。因此,在下一个单面研磨工序中,有必要进行研磨以去除该加工损伤。但是,若在研磨液中添加有水溶性高分子,则研磨速度(研磨速率)大幅降低,因此存在为了去除加工损伤而耗费大量的时间与工作量的问题。

[0012] 关于上述问题,对经双面研磨工序的硅晶圆进行第1次的单面研磨处理(以下也称为粗研磨)中,通过在研磨液中不添加水溶性高分子进行研磨,能够不使研磨速度降低而去除加工损伤。并且,在接下来的第2次以后的单面研磨处理(以下也称为精研磨)中,通过在研磨液中添加水溶性高分子进行研磨,而能够研磨至所期望的表面粗糙度。

[0013] 然而,根据本发明人的实验,通过上述的粗研磨以及精研磨制作的硅晶圆,在对该晶圆表面施以外延生长处理的情况下,确认到存在在所制作的外延硅晶圆的表面频繁产生45nm尺寸以下的微小LPD(Light Point Defect)的问题。并且,本发明人发现如后述,粗研磨之后在硅晶圆表面产生水印缺陷,而该水印缺陷为外延硅晶圆的微小LPD的产生原因。

[0014] 本发明的目的在于提供一种硅晶圆的研磨方法,其在单面研磨工序中,可降低硅晶圆表面的水印缺陷的产生。

[0015] 用于解决技术课题的手段

[0016] 本发明人对于外延硅晶圆的表面的微小LPD的产生原因进行了深入检讨。

[0017] 作为该原因调查,对于表面具有微小LPD的外延硅晶圆,进行了LPD的分布图观察,并以原子力显微镜(Atomic Force Microscope;AFM)实施了LPD的实体观察。并且,使用晶圆缺陷检查装置(Lasertec制;Magics)以及AFM进行了实体观察,而进行了LPD的缺陷分类。

[0018] 图1为在外延硅晶圆表面所观察到的LPD分布图,可知在外延硅晶圆的表面存在有多个点的微小LPD。

[0019] 图2为表示在外延硅晶圆表面所观察到的LPD的缺陷分类结果的图表,可知与SF(层叠缺陷)缺陷或凸起等通常的外延缺陷相比,微小的凹缺陷的数量较多。

[0020] 图3为表示在外延硅晶圆表面所观察到的微小凹缺陷的AFM图像的图,图4为表示图3的A-B之间的最表面的高低差的图。如由图3以及图4可知,在外延硅晶圆表面所观察到的微小凹缺陷的实体为,外缘部呈环状而凸起且直径约26 μm 、高度约15nm左右的火山口状的微小凹陷。

[0021] 从这些结果,可推测该微小凹缺陷决定了微小LPD的数量等级。

[0022] 其次,调查了在外延硅晶圆表面所观察到的微小凹缺陷的产生原因。具体而言,将对进行外延生长处理之前的硅晶圆表面,使用表面缺陷检查装置(KL A-Tencor公司制:Surfscan SP-2),以DIC模式观察到的阶梯差3nm以上的缺陷的座标位置,与在外延硅晶圆表面所观察到的微小凹缺陷的座标位置进行比较,确认到两者的缺陷产生位置近乎一致。

[0023] 因此,对硅晶圆表面所观察到的缺陷部位使用AFM进行了实体观察。将其结果示于图5。图6为表示图5的C-D之间的最表面的高低差的图。如由图5以及图6可知,与外延硅晶圆表面所观察到的微小凹缺陷同样地,在硅晶圆的表面所观察到的微小凹缺陷的实体被确认为,在外缘部呈环状而凸起且直径约20 μm 、高度约22nm左右的火山口状的缺陷(以下称为水印缺陷)。

[0024] 在该硅晶圆表面所观察到的水印缺陷,其环形状的中心部比外周部薄,由此可推测形成水印缺陷时的反应伴随着蚀刻。即,可推测在硅晶圆表面产生的水印缺陷通过下述现象而产生:在硅晶圆的表面上存在水滴形式的碱等水溶液,一边通过该碱成分蚀刻晶圆的表面,一边使空气中的氧气进入水滴,通过与该氧气的反应生成反应盐。

[0025] 作为可产生该现象的工序,在单面研磨工序中,确认到在将硅晶圆从粗研磨移送至精研磨的空气中输送时,产生了水印缺陷。

[0026] 认为可能是在单面研磨的粗研磨工序结束后的硅晶圆的表面残存有包含研磨浆料成分的水滴,由此形成了水印缺陷。

[0027] 在图7示出水印缺陷的推测产生机理。另外,图7的下部与上部对应,为硅晶圆的表层部分的部分放大图。

[0028] 单面研磨工序的粗研磨结束后,在硅晶圆的被研磨面作为残渣存在有粗研磨中所使用的研磨浆料。并且,该被研磨面为疏水性。因此,如图7(A)的上部所示,在被研磨面形成有包含研磨浆料的水滴。如图7(A)的下部所示,该水滴中存在有源于研磨浆料的碱成分(图中标记为 K^+ 、 OH^-)。并且,在硅晶圆的表层中,在与水滴接触的部分,表层部分的硅(图中标记为Si)溶出并被吸入至水滴中。而且,在粗研磨结束并移至下一个工序的精研磨的期间,在研磨头处于被提升的状态下,空气中存在的氧气(图中标记为 O_2)被吸入至水滴中。

[0029] 其次,粗研磨结束后的硅晶圆,在贴附于研磨头的状态下以干燥状态在空气中输送,而移送至下一个工序的精研磨(图7(B)的上部)。

[0030] 在该空气中输送中,通过水滴中的KOH,附着有水滴的部分的被研磨面的Si被蚀刻,通过该蚀刻反应生成 K_2SiO_3 或 H_2SiO_3 。并且,水滴在空气中输送中蒸发。因此,生成的 K_2SiO_3 或 H_2SiO_3 以在水滴存在过的外周部堆积的方式而残留(图7(B)的下部)。

[0031] 而且,在精研磨中,对硅晶圆的被研磨面进行精研磨(图7(C)的上部)。在该精研磨中,由于为较少的研磨量的研磨,无法去除空气中输送中所形成的水印,而在精研磨结束后的硅晶圆表面,残存火山口状的水印缺陷(图7(C)的下部)。

[0032] 另外,在本发明中,水印缺陷的定义为:在使用表面缺陷检查装置(KLA-Tencor公司制:Surfscan SP-2),对于以DIC模式在硅晶圆的表面所观察到的阶梯差3nm以上的缺陷通过AFM进行实体观察的情况下,至少具有高度约10nm、直径约10 μ m的大小的环状的缺陷。

[0033] 如上所述,发现了外延硅晶圆的表面产生微小LPD的原因,源于在单面研磨工序的粗研磨至精研磨的硅晶圆的空气中输送中所形成的水印缺陷。

[0034] 本发明基于上述见解而完成。

[0035] 即,本发明的硅晶圆的研磨方法,其特征在于,具备:第一研磨工序,一边对研磨布供给不含水溶性高分子且含有磨粒的碱性水溶液作为主剂的研磨液,一边对硅晶圆的单侧表面进行研磨;保护膜形成工序,紧接着所述第一研磨工序,对所述第一研磨工序结束后的研磨布供给含有水溶性高分子的保护膜形成溶液,使所述硅晶圆的经所述第一研磨工序研磨的被研磨面接触所述保护膜形成溶液,而在所述被研磨面形成保护膜;以及第二研磨工序,一边将含有水溶性高分子且含有磨粒的碱性水溶液作为主剂的研磨液供给至不同于所述第一研磨工序中所使用的研磨布的研磨布,一边对所述硅晶圆的在所述保护膜形成工序中形成的保护膜的的形成面进行研磨。

[0036] 根据本发明,在紧接着第一研磨工序实施的保护膜形成工序中,使硅晶圆的被研磨面与含有水溶性高分子的保护膜形成溶液接触。由此,在第一研磨工序后的硅晶圆的被研磨面形成保护膜。

[0037] 在从作为粗研磨的第一研磨工序至作为精研磨的第二研磨工序的硅晶圆的空气中输送中,该保护膜从空气中的氧气中保护被研磨面。并且,粗研磨后,所使用的研磨液残留于被研磨面,但保护膜作为抑制基于该研磨液所含的碱成分的蚀刻的蚀刻阻挡膜而发挥功能。

[0038] 如此,防止被研磨面暴露于空气中,由此抑制被研磨面与空气中的氧气的反应。并且,不会因残留于研磨液中的碱成分使被研磨面蚀刻。因此,在单面研磨工序中,能够降低将硅晶圆从粗研磨移送至精研磨的空气中输送时的水印缺陷的产生。作为其结果,能够降低在外延硅晶圆制造后的水印缺陷所引起的微小凹缺陷。

[0039] 通常,在单面研磨工序使用比双面研磨工序中所使用的研磨布更软质的研磨布。因此,由于硅晶圆是在沉入研磨布内的状态进行研磨,在晶圆外周部使研磨布复原的反作用力的作用变大,存在产生被称为边缘塌边(edge roll off)的晶圆的外周塌边的问题。

[0040] 在粗研磨的初期,由于研磨导致的发热在晶圆中心部较高且在外周部较低,进行粗研磨之前存在于晶圆表面的自然氧化膜,有先从存在于发热性较高的晶圆的中心部的自然氧化膜开始去除,晶圆的外周部的自然氧化膜较晚去除的倾向。

[0041] 由于在保护膜形成工序中对粗研磨用研磨布的研磨面供给含有水溶性高分子的保护膜形成溶液以在被研磨面形成保护膜,而在粗研磨用研磨布残留有水溶性高分子。因此,在下一循环的第一研磨工序中,以在粗研磨用研磨布中残留有水溶性高分子的状态进行研磨。这种情况下,因水溶性高分子而使硅晶圆表面的自然氧化膜的去除能力降低。

[0042] 因此,残留水溶性高分子的粗研磨用研磨布所进行的粗研磨,会降低自然氧化膜的去除能力,因此晶圆表面的自然氧化膜的去除越晚,晶圆的外周部的研磨量越被抑制。即,通过应用本发明的研磨方法,在下一循环之后的粗研磨中,能够降低硅晶圆的边缘塌边量。

[0043] 在本发明,所述保护膜形成溶液的水溶性高分子浓度优选为10ppm以上且30ppm以下。

[0044] 根据本发明,若使保护膜形成工序中的保护膜形成溶液的水溶性高分子浓度为上述范围内,则能够在硅晶圆的被研磨面以可以抑制水印缺陷的产生的程度的膜厚形成保护膜。并且,若为上述浓度范围,则在粗研磨用研磨布的水溶性高分子的残留也较少,且为不会对粗研磨赋予影响的程度,因此在下一循环的粗研磨中也不会极端降低研磨速率。而且,若为上述浓度范围,则在保护膜形成工序中在硅晶圆的被研磨面所形成的保护膜的厚度为数百 Å (数十nm) 左右,因此能够在接下来的精研磨中以短时间去除晶圆表面的保护膜。

[0045] 并且,在本发明中,所述保护膜形成溶液所使用的水溶性高分子,优选为具有纤维素结构的高分子化合物或非离子性高分子化合物。具体而言,作为具有纤维素结构的高分子化合物,例如可举出羟基乙基纤维素。并且,作为非离子性高分子化合物,例如可举出聚乙烯醇、聚丙烯酰胺、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚丙二醇、聚氧化乙烯等,也可以含有这些高分子化合物中的1种或多种。通过使用这种水溶性高分子,能够在硅晶圆的被研磨面简单地形成保护膜。

附图说明

[0046] 图1为表示外延硅晶圆的表面的LPD分布图的图。

[0047] 图2为表示存在于外延硅晶圆的表面的微小LPD的缺陷分类结果的图。

[0048] 图3为表示存在于外延硅晶圆的表面的,直径26 μm 、高度15nm的微小凹缺陷的AFM图像的图。

[0049] 图4为表示图3的A-B之间的最表面的高低差的图。

[0050] 图5为表示存在于硅晶圆的表面的,直径20 μm 、高度22nm的水印缺陷的AFM图像的图。

[0051] 图6为表示图5的C-D之间的最表面的高低差的图。

- [0052] 图7为表示水印缺陷的推测产生机理的图。
- [0053] 图8为表示本发明的一实施方式所涉及的研磨装置的整体俯视图。
- [0054] 图9为将所述一实施方式的研磨装置的一部分切除的侧视图。
- [0055] 图10为表示本实施方式的保护膜形成工艺的图。
- [0056] 图11为表示实施例1、2以及比较例1的外延硅晶圆的表面的微小LPD数的图。
- [0057] 图12为表示实施例1、2以及比较例1的硅晶圆的表面粗糙度Ra的图。
- [0058] 图13为表示实施例1的外延硅晶圆的表面的LPD分布图的图。
- [0059] 图14为表示实施例2的外延硅晶圆的表面的LPD分布图的图。
- [0060] 图15为表示比较例1的外延硅晶圆的表面的LPD分布图的图。
- [0061] 图16为表示实施例3的水溶性高分子浓度与水印缺陷的数量的关系的图。

具体实施方式

[0062] 以下,基于附图说明本发明的一实施方式。

[0063] [晶圆研磨装置的结构]

[0064] 图8为表示本发明的一实施方式所涉及的研磨装置的整体俯视图。图9为将该一实施方式的研磨装置的一部分切除的侧视图。

[0065] 如图8所示,研磨装置1为使用研磨浆料对晶圆W的表面进行多个阶段研磨的装置。具体而言,研磨装置1为实施晶圆W的粗研磨处理、以比该粗研磨处理更细的粗糙度研磨的第1精研磨处理、以比该第1精研磨处理更细的粗糙度研磨的第2精研磨处理的装置。并且,在本实施方式中,将精研磨处理设为第1精研磨处理以及第2精研磨处理的2个阶段,但是精研磨处理也可以构成为以1个阶段来进行。

[0066] 如图8所示,该研磨装置1具备:设置于箱状框体20中的研磨处理部2,设置于该研磨处理部2上方的晶圆保持旋转部3,以及设置于该晶圆保持旋转部3的研磨头4。

[0067] 研磨处理部2适当地进行研磨头4的清洗或晶圆W的研磨或冲洗等。该研磨处理部2具备沿着框体20的上表面的外缘方向配置的清洗部21、粗研磨部22、第一精研磨部23以及第二精研磨部24。另外,粗研磨部22、第一精研磨部23以及第二精研磨部24具有相同的结构,因此关于粗研磨部22进行详细的说明,关于第一精研磨部23以及第二精研磨部24的说明则进行简化。

[0068] <清洗部21>

[0069] 在清洗部21适当地载置晶圆W。该晶圆W保持于研磨头4而通过粗研磨部22等进行研磨。并且,在清洗部21,通过研磨头4载置经研磨的晶圆W。该晶圆W适当地输送至外部。而且,清洗部21适当地进行位于该清洗部21的上方的研磨头4的清洗。

[0070] <粗研磨部22>

[0071] 如图8以及图9所示,粗研磨部22具备设置于框体20内的平台旋转驱动机构221、设置于该平台旋转驱动机构221的旋转轴的圆板状的粗研磨用平台222、未图示的粗研磨用研磨液供给部以及保护膜形成溶液供给部。

[0072] 在粗研磨用平台222的上表面,设置有粗研磨用研磨布223。粗研磨用研磨液供给部将粗研磨用研磨液适当供给至粗研磨用研磨布223的研磨面。保护膜形成溶液供给部将保护膜形成溶液适当供给至粗研磨用研磨布223的研磨面。

[0073] <第一精研磨部23>

[0074] 第一精研磨部23具备平台旋转驱动机构231、第一精研磨平台232、将第一精研磨用研磨液供给至第一精研磨用研磨布233的研磨面的第一精研磨用研磨液供给部、以及冲洗液供给部。

[0075] <第二精研磨部24>

[0076] 第二精研磨部24具备平台旋转驱动机构241、第二精研磨平台242、将第二精研磨用研磨液供给至第二精研磨用研磨布243的研磨面的第二精研磨用研磨液供给部、以及冲洗液供给部。

[0077] 晶圆保持旋转部3构成为可保持晶圆W旋转,并将晶圆W依次空气中输送至清洗部21、粗研磨部22、第一精研磨部23、第二精研磨部24。而且,晶圆保持旋转部3具备配置在框体20内的支承体转轴31、设置于该支承体转轴31的旋转轴且在俯视观察下大致十字型的箱状的支承体32。支承体32的十字状的各前端,各自设置有2个研磨头4。并且,在支承体32的内部,设置有使研磨头4各自旋转的头旋转驱动机构33。

[0078] 另外,粗研磨部22中,通过平台旋转驱动机构221与头旋转驱动机构33构成有旋转驱动机构。并且,第一精研磨部23中通过平台旋转驱动机构231与头旋转驱动机构33的组合构成有旋转驱动机构,且第二精研磨部24中通过平台旋转驱动机构241与头旋转驱动机构33的组合构成有旋转驱动机构。

[0079] [晶圆的研磨装置的作用]

[0080] 其次,作为上述的研磨装置1的作用,对晶圆W的研磨方法进行说明。

[0081] 首先,使支承体32降低,以研磨头4的晶圆卡盘(省略图示)吸引保持清洗部21上的晶圆W。其次,使支承体32上升后,将支承体32旋转90°,以使保持有晶圆W的研磨头4位于粗研磨部22的上方。

[0082] <第一研磨工序>

[0083] 以头旋转驱动机构33旋转研磨头4并使支承体32降低。而且,将粗研磨用研磨液224供给至粗研磨用研磨布223,并且,使研磨头4所保持的晶圆W接触于旋转中的粗研磨用研磨布223的研磨面。由此,如图10(A)所示,在粗研磨用研磨液224的存在下,以粗研磨用研磨布223按压晶圆W的状态进行粗研磨。

[0084] 粗研磨用研磨布223能够采用丝绒型或仿麂皮型,由提高研磨速率的观点,优选硬度相对较高的研磨布。

[0085] 第一研磨工序相当于单面研磨工序的粗研磨工序,以去除形成于晶圆W表面的自然氧化膜,且去除晶圆W的表面部的加工损伤为目的而实施。为了提高研磨速率,第一研磨工序中所使用的粗研磨用研磨液224中含有磨粒。作为磨粒,可举出胶态二氧化硅、二氧化铈、钻石、氧化铝等。

[0086] 并且,粗研磨用研磨液224不含水溶性高分子。水溶性高分子具有大幅降低研磨速率的作用,因此在要求高研磨速率的粗研磨用研磨液224中不适合含有水溶性高分子。但是,只要不在粗研磨后的晶圆W的被研磨面形成保护膜W1,且为不妨碍研磨速率的浓度范围内,则为了抑制磨粒的凝集,也可以含有若干的水溶性高分子。

[0087] 粗研磨用研磨液224优选使用以碱液作为主剂、且调整至pH8~pH13的碱性水溶液。作为碱剂,典型的为氢氧化钾、氢氧化钠、氢氧化锂、氢氧化四甲基铵、哌嗪,但是也能够

例示其他的碳酸铵水溶液、添加有其他特定胺的碱性水溶液等。

[0088] 作为第一研磨工序中的其他的研磨条件,可举出研磨时间、研磨头4的转速、晶圆W的接触压等,但是可按照所期望的研磨量适当设定。

[0089] 第一研磨工序结束后,停止粗研磨用研磨液224的供给。

[0090] <保护膜形成工序>

[0091] 其次,紧接着上述第一研磨工序,实施保护膜形成工序。该保护膜形成工序,为了抑制以往从粗研磨至精研磨时,产生在晶圆W的被研磨面的水印缺陷而实施。

[0092] 返回图8,保护膜形成工序在第一研磨工序结束后,在使粗研磨用研磨布223的研磨面与晶圆W的被研磨面接触的状态下,对粗研磨用研磨布223的研磨面供给含有水溶性高分子的保护膜形成溶液。由此,如图10(B)所示,使晶圆W的被研磨面与保护膜形成溶液225接触。通过该接触,在晶圆W的被研磨面形成保护膜W1。

[0093] 在实施保护膜形成工序的期间,在第一研磨工序结束后,使支承体32上升,而将晶圆W的被研磨面从粗研磨用研磨布223拉开的情况下,晶圆W的被研磨面会暴露于空气中。在该被研磨面存在不饱和键,因此在空气中输送至与粗研磨部22不同的第一精研磨部23等研磨台时,通过来自空气中的浮游粒子的污染或与氧气的反应,在晶圆W的表面形成水印缺陷。在此形成的水印缺陷存在下述问题,即,若使其外延生长则成为微小凹缺陷,最终作为微小LPD而被检测出。

[0094] 因此,为了极力避免晶圆W的被研磨面暴露于空气中,保护膜形成工序优选在成为与实施了第一研磨工序的研磨台为相同研磨台的粗研磨用研磨布223上进行。

[0095] 并且,使保护膜形成溶液与晶圆W的被研磨面接触时,可以使晶圆W与研磨台旋转并接触,也可以在已停止的状态下接触。由使保护膜形成溶液可靠地到达晶圆W的中心部所对应的位置以形成保护膜W1的观点,优选使晶圆W与研磨台(粗研磨用研磨布223)彼此逆方向旋转,并使保护膜形成溶液与晶圆W的被研磨面接触。并且,在一边将晶圆W按压于粗研磨用研磨布223的方式加压,一边使晶圆W与研磨台的两者旋转的情况下,通过基于保护膜形成溶液中的碱成分的蚀刻作用与基于粗研磨用研磨布223的蚀刻残渣物的去除作用,而对粗研磨后的晶圆W的被研磨面进行研磨。即,在保护膜形成工序中,在未含磨粒的状态下进行晶圆W的被研磨面的研磨,因此能够去除第一研磨工序(粗研磨)中因磨粒产生的晶圆W的被研磨面的加工损伤,并且在研磨后的晶圆W的被研磨面形成特定的保护膜W1。

[0096] <保护膜形成溶液225>

[0097] 保护膜形成溶液225所含的水溶性高分子,优选使用具有纤维素结构的高分子化合物或非离子性高分子化合物。作为具有纤维素结构的高分子化合物,可举出羟基乙基纤维素。作为非离子性高分子化合物,可举出聚乙烯醇、聚丙烯酰胺、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚丙二醇、聚氧化乙烯等。并且,水溶性高分子优选形成为直链状,且一端为疏水基、另一端为亲水基的胶束状。

[0098] 水溶性高分子的浓度优选为10ppm以上、30ppm以下的范围内。低于10ppm时,即使晶圆W的被研磨面与保护膜形成溶液225接触,也有在晶圆W的被研磨面无法形成可得到所期望效果的保护膜W1的可能性。这种情况下,有在晶圆W的被研磨面形成水印缺陷的可能性。

[0099] 另一方面,若超过30ppm,则形成于晶圆W的被研磨面的保护膜W1的厚度变得过厚,

在其后进行的第二研磨工序中,有为了去除保护膜W1而增加研磨时间的可能性。

[0100] 保护膜形成溶液225优选以碱液作为主剂。

[0101] 在刚进行粗研磨之后,在粗研磨用研磨布223与晶圆W的被研磨面之间存在有粗研磨用研磨液224。因此,在残存有粗研磨用研磨液224的状态下供给保护膜形成溶液225,但是保护膜形成溶液225中未使用碱成分的情况下,粗研磨用研磨液224与保护膜形成溶液225会产生较大的pH差值。若有这种较大的pH差值,则粗研磨用研磨布223与晶圆W的被研磨面之间存在的成分凝集,且有因该凝集成分导致晶圆W的被研磨面产生损伤的可能性。因此,保护膜形成溶液225优选微量添加例如胺等碱成分来调整pH值。这种情况下,若保护膜形成溶液225的pH能调整至10~11的范围内,则碱成分的种类并无特别的限制。

[0102] 另外,如上所述,在保护膜形成工序中,通过以不含磨粒的状态进行晶圆W被研磨面的研磨,能够去除第一研磨工序中的磨粒引起的加工损伤,因此保护膜形成溶液225优选不含磨粒。

[0103] <保护膜W1>

[0104] 保护膜W1为通过将水溶性高分子以疏水基的部分附着于晶圆W的被研磨面而形成的有机膜。

[0105] 保护膜W1的膜厚优选为10nm以上且100nm以下的范围内。膜厚若在上述范围内,则即使将晶圆W从粗研磨部22空气中输送至第一精研磨部23,也能够防止源于粗研磨用研磨液224的碱成分或空气中的氧气与被研磨面接触,因此不会使晶圆W的被研磨面因这些成分而被蚀刻。

[0106] 如上所述,通过实施保护膜形成工序,晶圆W的被研磨面形成保护膜W1。如图10(C)所示,通过在晶圆W的被研磨面存在有保护膜W1,能够降低以往粗研磨至精研磨的空气中输送中的水印缺陷的产生。

[0107] 保护膜形成工序结束后,停止保护膜形成溶液225的供给,并且停止研磨头4的旋转,并在保持晶圆W的情况下使研磨头4上升。而且,使支承体32上升后,将支承体32旋转90°,以使保持有晶圆W的研磨头4位于第一精研磨部23的上方。

[0108] <第二研磨工序>

[0109] 第二研磨工序相当于单面研磨工序的精研磨工序,为了抑制表面粗糙度而实施。

[0110] 本实施方式中的第二研磨工序,以基于第一精研磨部23的第1精研磨以及基于第二精研磨部24的第2精研磨的2个阶段而实施。

[0111] 返回图8,以头旋转驱动机构33旋转研磨头4并使支承体32降低。而且,在第一精研磨用研磨布233供给精研磨用的精研磨用研磨液,并且使旋转的第一精研磨用研磨布233的研磨面与研磨头4所保持的晶圆W接触。由此,以第一精研磨用研磨布233按压晶圆W的状态进行精研磨。第一精研磨用研磨布233能够采用丝绒型或仿麂皮型研磨布。

[0112] 在精研磨用研磨液中含有磨粒。具体而言,可采用混入有胶态二氧化硅、钻石、氧化铝等磨粒的研磨液。磨粒的平均粒径只要以不产生微刮伤等加工引起的缺陷的方式,在不使磨粒凝集的粒径范围选定即可,优选使用平均粒径为10~50nm的磨粒。

[0113] 并且,精研磨用研磨液优选使用以碱为主剂且调整为pH8~pH13的碱性水溶液。作为碱剂,可例示添加有碱性铵盐、碱性钾盐、碱性钠盐中的任一种等碱性水溶液,或碳酸碱水溶液,或者添加有胺的碱性水溶液等。而且,精研磨用研磨液添加有水溶性高分子。作为

精研磨用研磨液所使用的水溶性高分子,优选具有纤维素结构的高分子化合物或非离子性高分子化合物。具体而言,作为具有纤维素结构的高分子化合物,例如可举出羟基乙基纤维素。并且,作为非离子性高分子化合物,例如可举出聚乙烯醇、聚丙烯酰胺、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚丙二醇、聚氧化乙烯等。

[0114] 另外,所述保护膜形成工序中所使用的保护膜形成溶液的水溶性高分子浓度,优选比第二研磨工序中所使用的精研磨用研磨液的水溶性高分子浓度低。若保护膜形成溶液的水溶性高分子浓度比精研磨用研磨液的水溶性高分子浓度高,则由保护膜形成溶液带入至第二研磨工序的水溶性高分子量变大,第二研磨工序的研磨速率会比规定值低,因此有在雾面的制作上产生障碍的可能性。

[0115] 基于第一精研磨部23的第1精研磨结束后,使研磨头4的旋转停止,并在保持晶圆W的情况下使研磨头4上升。而且,支承体32上升后,将支承体32旋转90°,以使保持有晶圆W的研磨头4位于第二精研磨部24的上方。

[0116] 基于第二精研磨部24的第2精研磨,以比上述第1精研磨细的粗糙度进行研磨。除此之外与上述第1精研磨相同,因此省略其说明。

[0117] 如上所述,通过实施第二研磨工序,形成雾度等级的微粗糙度(micro roughness)。

[0118] 最后,在基于第二精研磨部24的第2精研磨结束后,使支承体32上升后,将支承体32旋转90°,以使保持有晶圆W的研磨头4位于清洗部21的上方。而且,使支承体32降低,解除由研磨头4的晶圆卡盘的吸引保持,使晶圆W返回至清洗部21上。

[0119] [实施方式的作用效果]

[0120] 如上所述,上述实施方式中能够发挥以下的作用效果。

[0121] (1) 在紧接着第一研磨工序实施的保护膜形成工序中,使含有水溶性高分子的保护膜形成溶液225接触晶圆W的被研磨面,以在被研磨面形成保护膜W1。

[0122] 因此,保护膜W1防止了被研磨面暴露于空气中,因此抑制了被研磨面与空气中的氧气的反应。并且,残留在研磨液中的碱成分不会引起被研磨面的蚀刻。因此,在单面研磨工序中,降低了将晶圆W从粗研磨移送至精研磨的空气中输送时的水印缺陷的产生。作为结果,降低制造外延硅晶圆后水印缺陷所引起的微小凹缺陷。

[0123] (2) 上一个循环所使用的粗研磨用研磨布223中残留有保护膜形成工序中所供给的保护膜形成溶液225的水溶性高分子。因此,下一次循环的第一研磨工序中,以在粗研磨用研磨布223中残留有水溶性高分子的状态进行粗研磨。该情况下,因水溶性高分子,自然氧化膜的去除能力降低,且与晶圆中心部相比外周部的自然氧化膜的去除较晚,因此作为其结果,能够降低下一次循环之后的晶圆W的边缘塌边量。

[0124] (3) 保护膜形成溶液225的水溶性高分子浓度为10ppm以上且30ppm以下。因此,在晶圆W的被研磨面,以可抑制水印缺陷产生的程度的膜厚形成保护膜W1。并且,若在上述浓度范围,则在粗研磨用研磨布223的水溶性高分子的残留也较少,且为不会对粗研磨造成影响的程度,因此,在下次循环的粗研磨中也不会极端降低研磨速率。

[0125] [其他的实施方式]

[0126] 另外,本发明并不限于上述实施方式,在不脱离本发明的宗旨的范围内,可以进行各种改良以及设计的变更。

[0127] 即,在本实施方式中,在保护膜形成工序中,通过使保护膜形成溶液225与晶圆W的被研磨面接触,形成保护膜W1,但是也可以一边从保护膜形成溶液供给部供给保护膜形成溶液225,一边进行晶圆W的研磨。

[0128] 并且,在第一研磨工序与保护膜形成工序之间,或者在保护膜形成工序与第二研磨工序之间,也可以施以纯水冲洗。该纯水冲洗,在研磨装置1的粗研磨部22设置纯水冲洗液供给部,由纯水冲洗液供给部对粗研磨用研磨布223的研磨面适当供给用于冲洗晶圆W的被研磨面的冲洗液而实施。

[0129] 而且,对于第二研磨工序,以基于第一精研磨部23的第1精研磨以及基于第二精研磨部24的第2精研磨的2个阶段的实施来进行了说明,但是第二研磨工序也能够以1个阶段来实施。

[0130] 实施例

[0131] 其次,通过实施例更详细地说明本发明,但本发明并不因这些例子而受到任何的限制。

[0132] <实施例1>

[0133] 首先,准备了依次进行切片、倒角、抛光、蚀刻、双面研磨以及清洗的各处理而得的直径300mm的硅晶圆。其次,使用图8所示的研磨装置1,对清洗后的硅晶圆,进行了以下的单面研磨工序。

[0134] 实施例1的单面研磨工序中,依次进行了作为粗研磨的第一研磨工序、保护膜形成工序、作为精研磨的第二研磨工序。所使用的粗研磨用研磨液以及保护膜形成溶液示于下述表1。

[0135] <实施例2>

[0136] 如下述表1所示,除了将实施例1的保护膜形成工序中所使用的保护膜形成溶液的碱种类改为胺,添加的水溶性高分子聚合物在HEC(羟基乙基纤维素)中添加了PEG(聚乙烯醇)以外,以与实施例1相同的条件进行了各工序的处理。

[0137] <比较例1>

[0138] 除了未进行实施例1所实施的保护膜形成工序,且在第一研磨工序后实施了冲洗以外,以与实施例1相同的条件进行了各工序的处理。

[0139] [表1]

| | 粗研磨用研磨液 | 保护膜形成溶液 | | |
|-----------------|---------|---------|-------|-------|
| | | 实施例 1 | 实施例 2 | 比较例 1 |
| [0140] 碱种类 | KOH | 氨 | 胺 | - |
| 聚合物 (HEC) [ppm] | 0 | 10 | 10 | - |
| 聚合物 (PEG) [ppm] | 0 | 0 | 20 | - |

[0141] 而且,对以上述条件实施了单面研磨工序的各晶圆,通过以CVD法在其表面形成厚度4 μ m的硅外延膜,制造了外延硅晶圆。

[0142] 晶圆评价项目设为外延硅晶圆的LPD数、LPD的分布图观察、外延生长前的硅晶圆的表面粗糙度。

[0143] 外延硅晶圆的LPD数以及LPD的分布图观察,通过使用表面缺陷检查装置 (KLA-

Tencor公司制:Surfscan SP-2),以DIC模式观察晶圆的表面而求出。

[0144] 并且,硅晶圆表面的粗糙度Ra,通过表面粗糙度计(Chapman公司制)而测定。

[0145] 在图11示出实施例1、2以及比较例1的外延硅晶圆的表面的微小LPD数。在图12示出实施例1、2以及比较例1的硅晶圆的表面粗糙度Ra。在图13~图15示出实施例1、2以及比较例1的外延硅晶圆的表面的LPD分布图。

[0146] 由图11、图12可知,相对于第一研磨工序后不形成保护膜的比较例1,形成有保护膜的实施例1、2中,微小LPD数、表面粗糙度Ra均观察到降低的倾向。

[0147] 并且,若将实施例1、2进行比较,则实施例2的微小LPD数、表面粗糙度Ra均降低,可推测通过使用聚合物浓度较高的保护膜形成溶液,形成了保护能力较高的保护膜。

[0148] 根据图13~图15的外延硅晶圆表面的LPD实体观察结果,与比较例1相比,实施例1、2中确认到微小LPD数降低。可推测这是由于源于水印缺陷的微小凹缺陷的减少。

[0149] 并且,若比较实施例1、2,则实施例2的微小LPD数较少,可推测能够充分抑制水印缺陷。

[0150] 根据这些结果,实施例2中所使用的保护膜形成溶液,含有作为水溶性高分子聚合物的PEG,可推测通过该聚合物所形成的保护膜的钝化效果、蚀刻阻挡效果较高。

[0151] <实施例3>

[0152] 不进行外延生长处理,在保护膜形成工序中,使用仅含有作为水溶性高分子聚合物的PEG的保护膜形成溶液,除了调整了保护膜形成溶液中的PEG浓度以外,与实施例2同样地制造了硅晶圆。调整的聚合物浓度设为0ppm、5ppm、10ppm、20ppm、30ppm、50ppm以及100ppm。

[0153] 对于所获得的硅晶圆,测量了水印的产生数、研磨速率、边缘形状以及边缘附近的晶圆表面形状(边缘塌边;ERO)。

[0154] 在图16示出其结果。另外,图16的纵轴所示的指标值为,对于使用PEG浓度为0ppm,即未含有PEG的溶液时的结果的相对值。

[0155] 根据图16,保护膜形成溶液的聚合物浓度越高,水印的产生数越降低,聚合物浓度较高的一方保护膜所起的保护效果则越高,可确认能够防止水印的产生。

[0156] 另一方面,保护膜形成溶液的聚合物浓度越高其结果研磨速率越降低。可推测这是因为若聚合物浓度较高则聚合物残留于研磨布,在下次循环的粗研磨中的研磨速率降低。

[0157] 根据这些结果,判断保护膜形成溶液的聚合物浓度在水印的产生数较低、且研磨速率较高,10ppm以上且30ppm以下的范围为最佳。

[0158] 另外,得到保护膜形成溶液的聚合物浓度越高,边缘塌边越降低的结果。可推测这是因为残留于研磨布的聚合物在下次循环的粗研磨中作用于硅晶圆,通过延迟自然氧化膜的去除,抑制了边缘塌边。在作为上述最佳的聚合物浓度范围中,也可以抑制边缘塌边,紧接着第一研磨工序实施保护膜形成工序,通过在被研磨面形成保护膜而抑制边缘塌边,确认得到更佳的效果。

[0159] 符号说明

[0160] 1-研磨装置,2-研磨处理部,3-晶圆保持旋转部,4-研磨头,20-框体,21-清洗部,22-粗研磨部,23-第一精研磨部,24-第二精研磨部,31-支承体转轴,32-支承体,33-头旋转

驱动机构,221-平台旋转驱动机构,222-粗研磨用平台,223-粗研磨用研磨布,224-粗研磨用研磨液,225-保护膜形成溶液,231-平台旋转驱动机构,232-第一精研磨平台,233-第一精研磨用研磨布,241-平台旋转驱动机构,242-第二精研磨平台,243-第二精研磨用研磨布,W-晶圆,W1-保护膜。

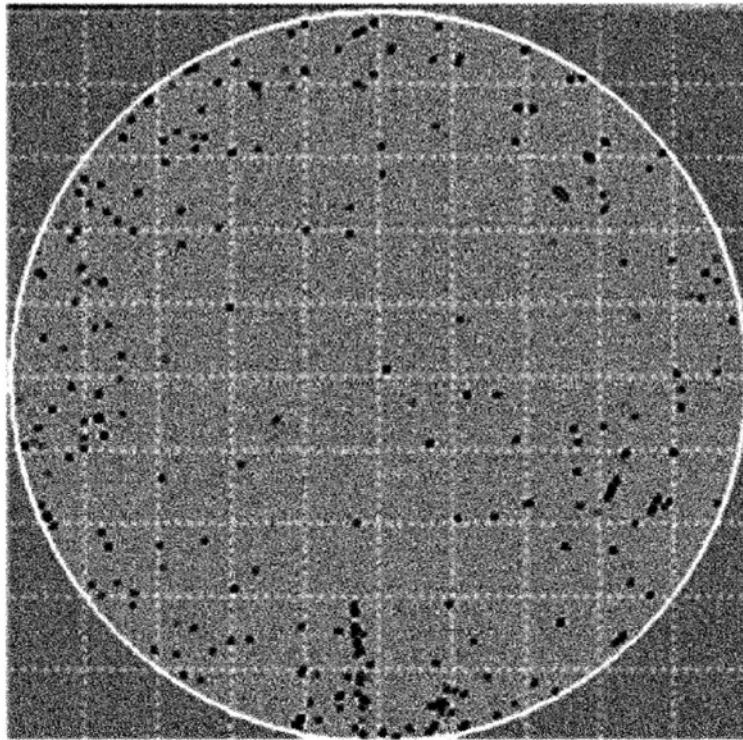


图1

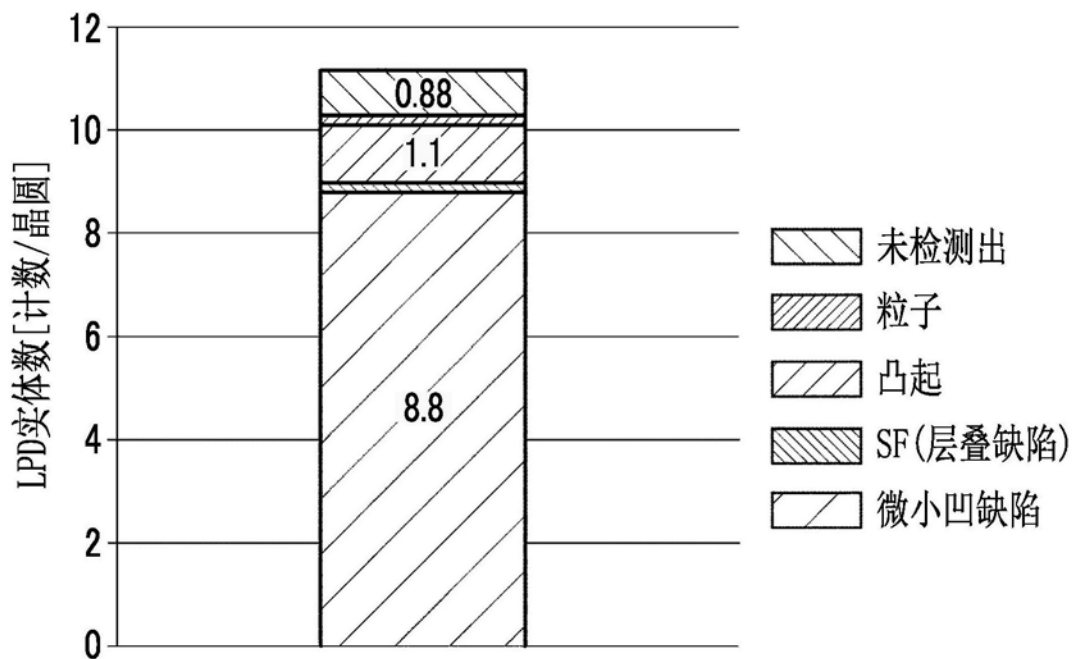


图2

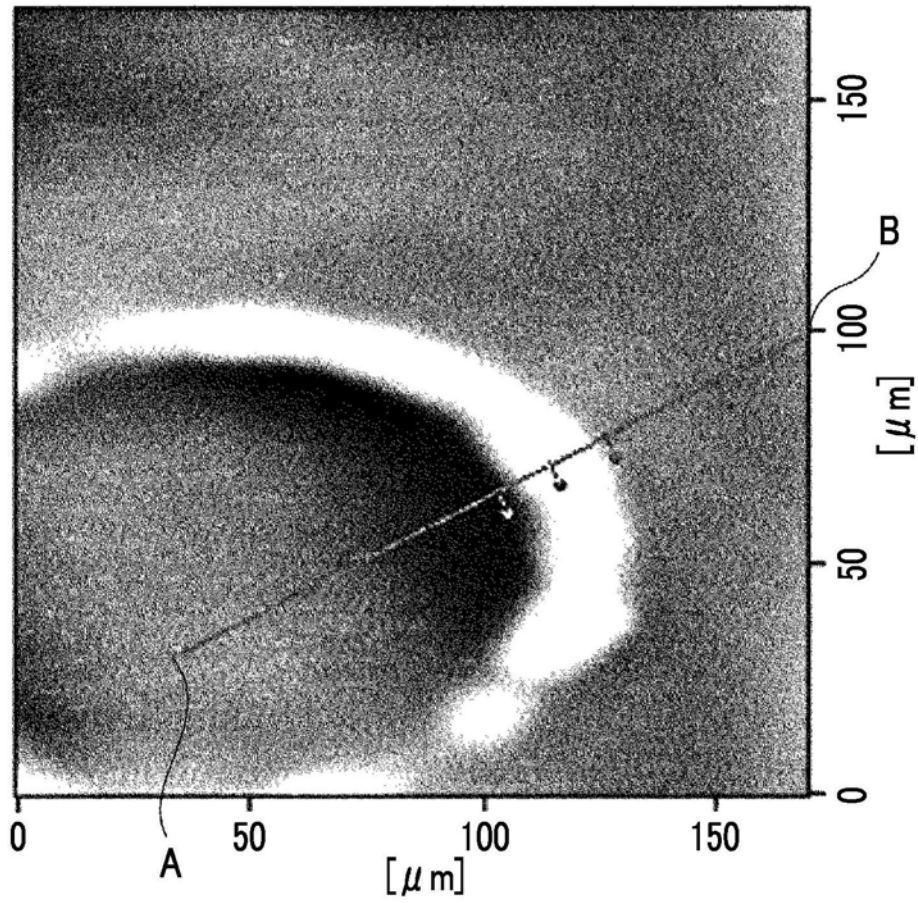


图3

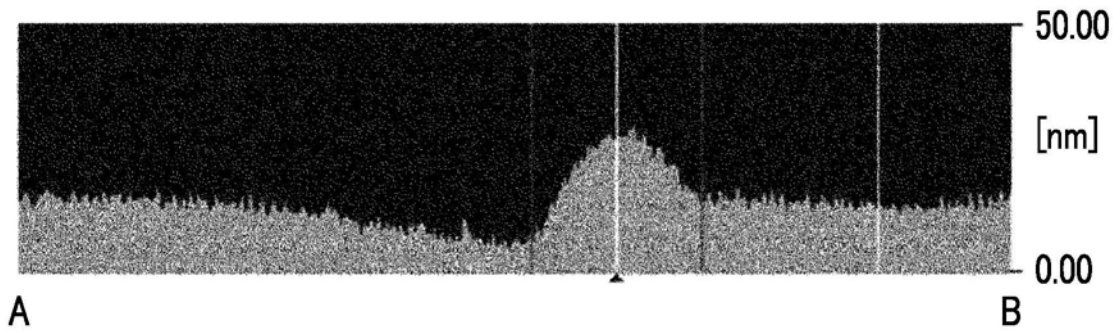


图4

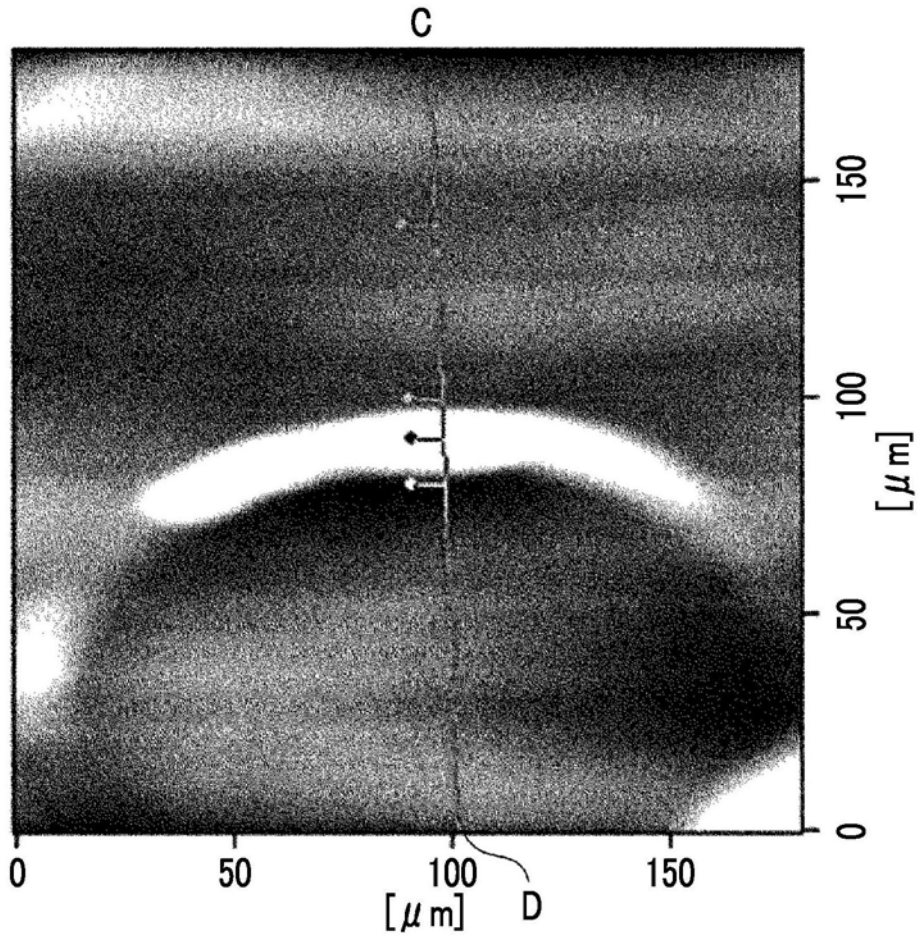


图5

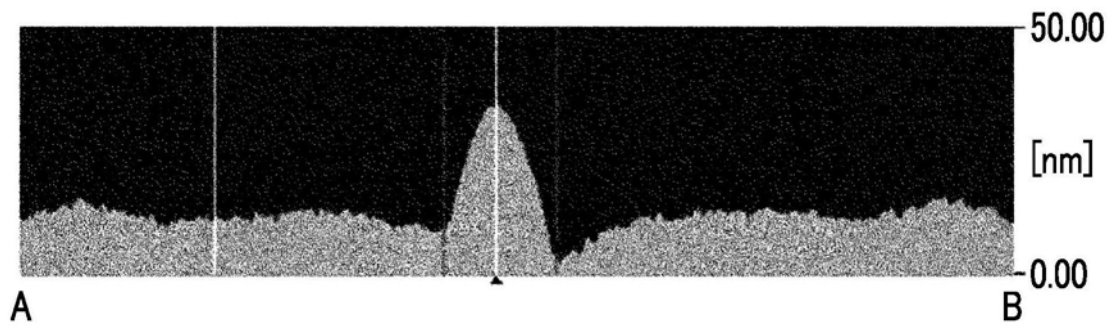
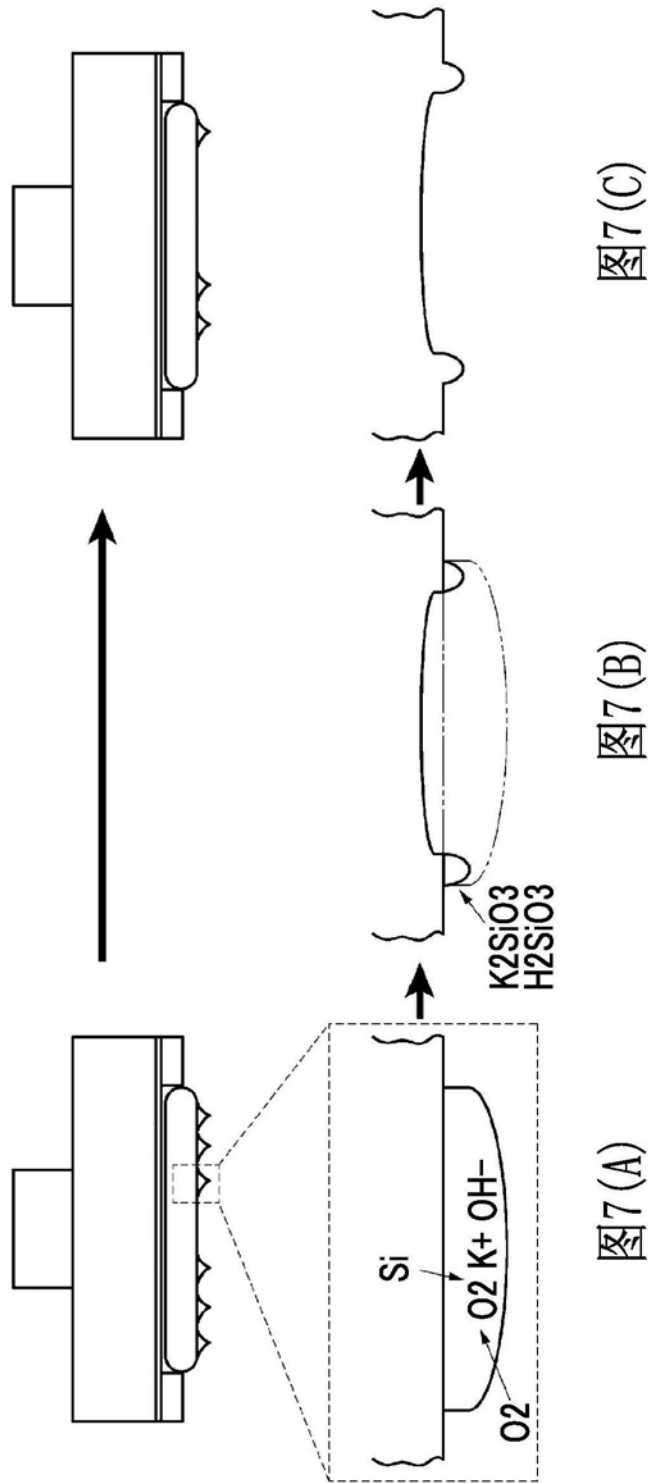


图6



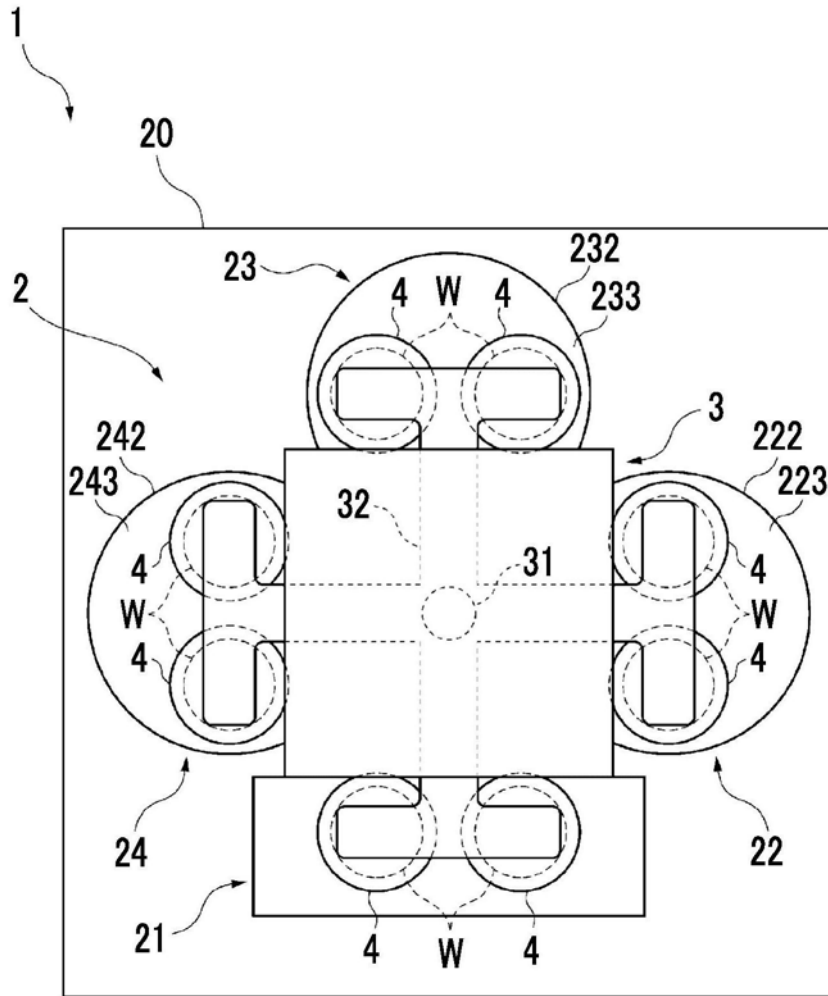


图8

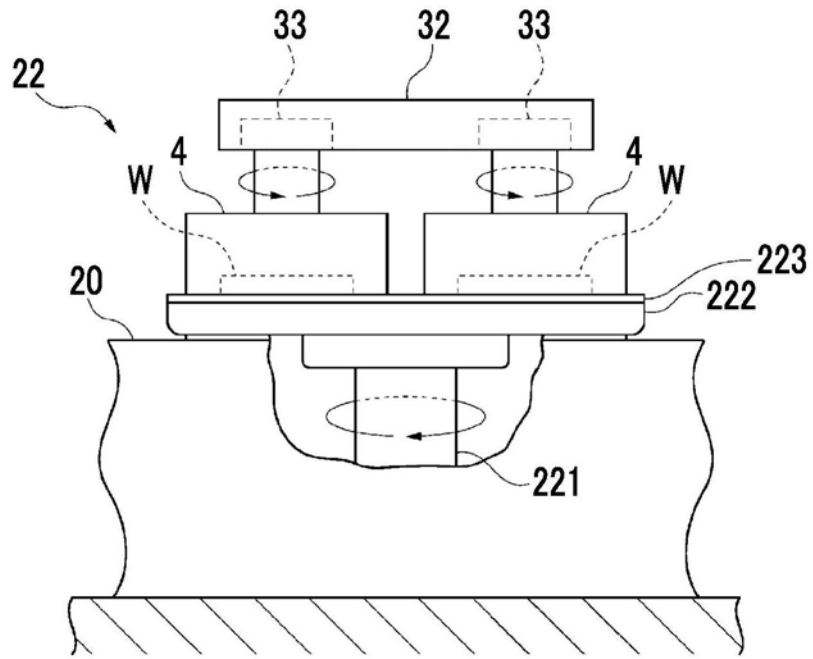


图9

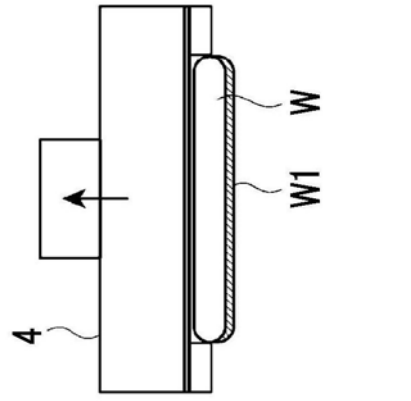


图10(C)

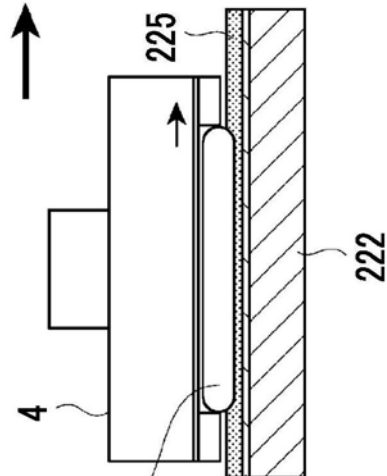


图10(B)

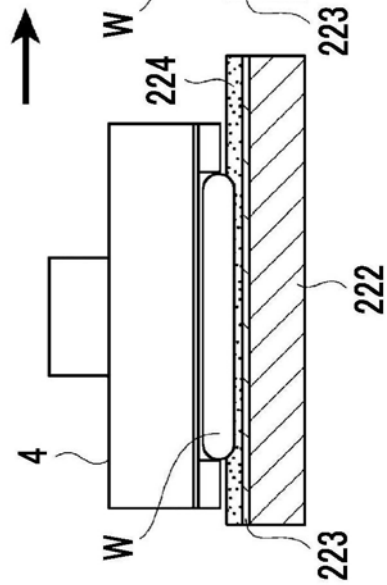


图10(A)

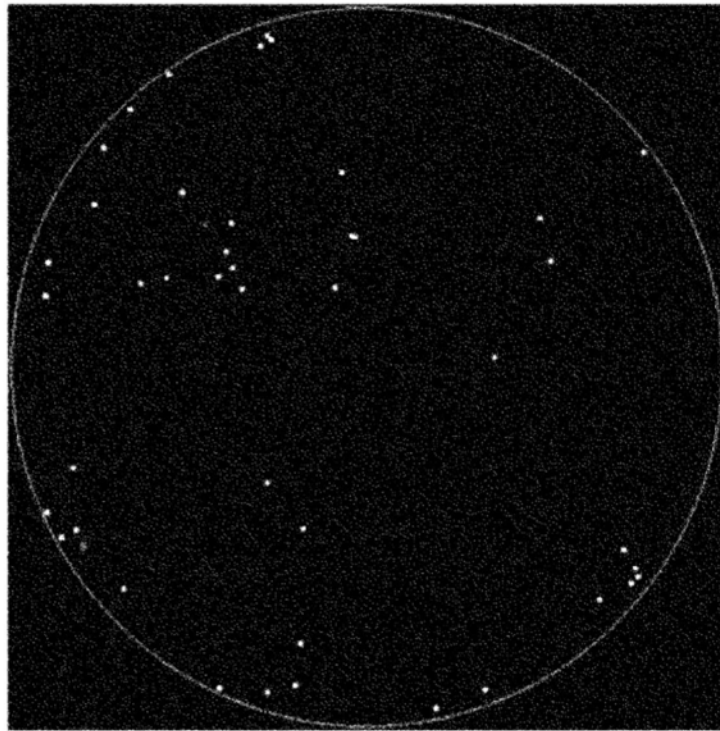


图13

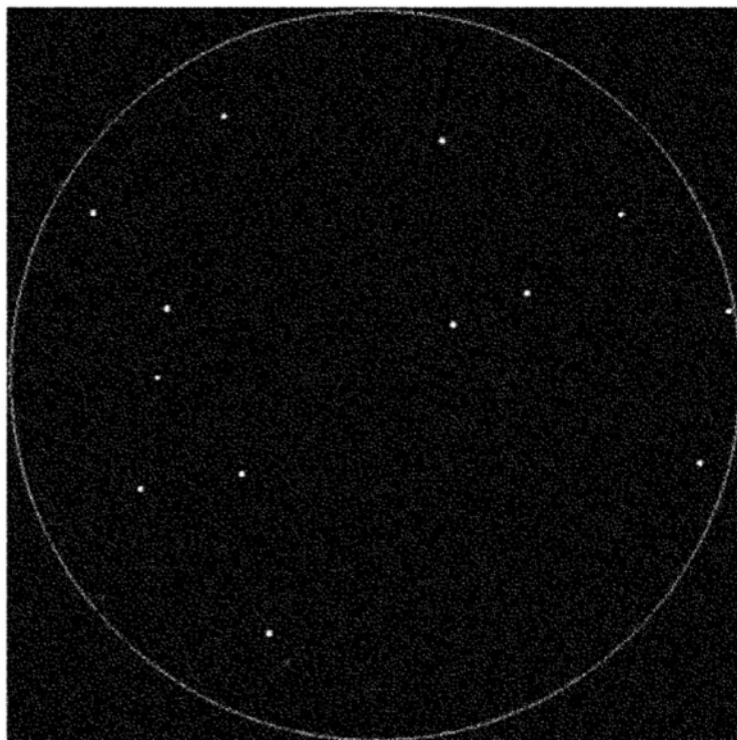


图14

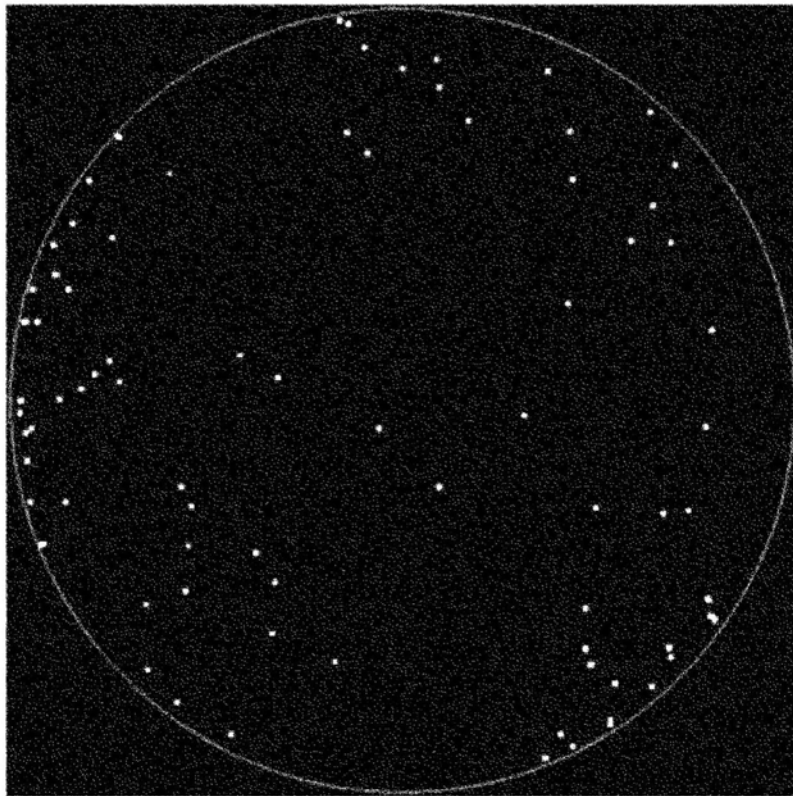


图15

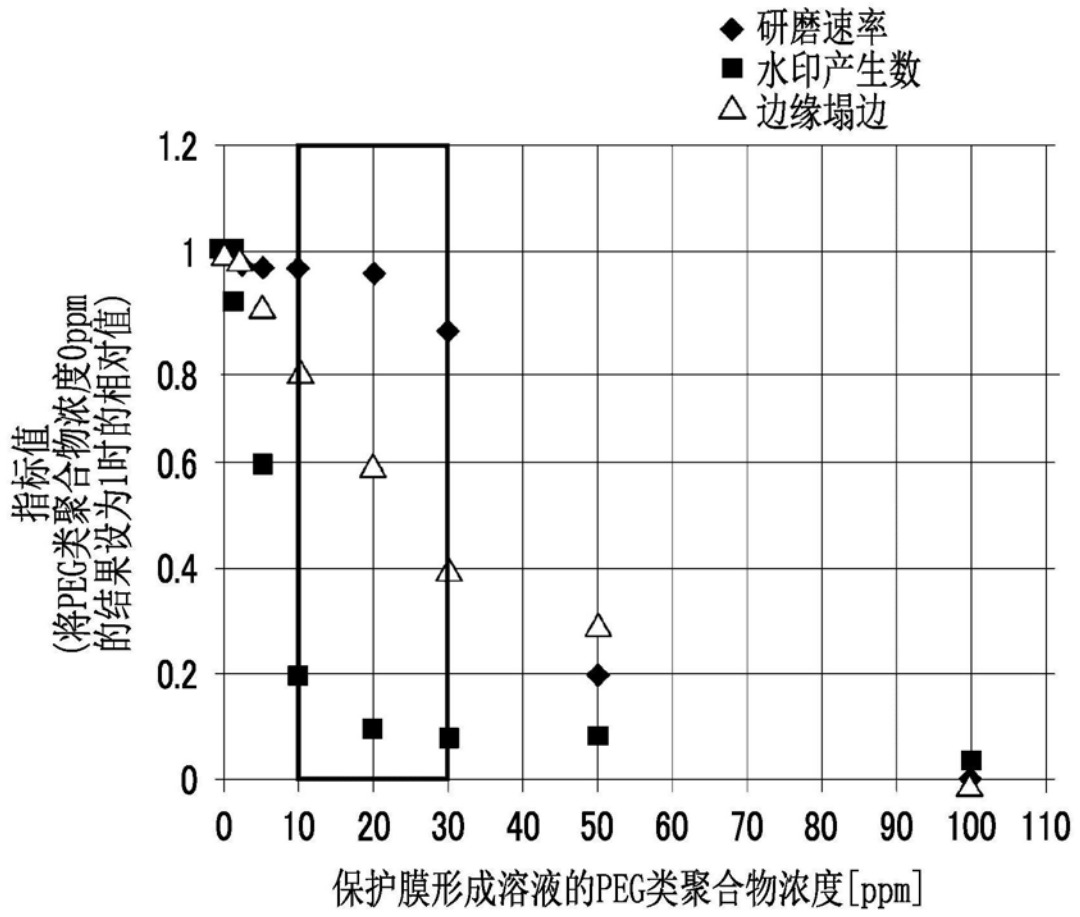


图16