



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116171121 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 26

(21) 申请号 202180058170.3

(22) 申请日 2021.08.04

(30) 优先权数据

2020-134743 2020.08.07 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.02.01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/029016 2021.08.04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/030562 JA 2022.02.10

(71) 申请人 爱恩株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 大久保绘里 真野稔正

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 朴勇

(51) Int.Cl.

A47L 13/16 (2006.01)

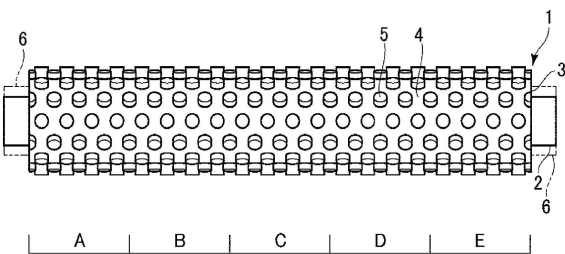
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

清洗用海绵辊

(57) 摘要

清洗用海绵辊 (1) 具备圆筒状的海绵体 (3) 和轴体状的芯 (2)。海绵体 (3) 由具有连续气孔且在湿润状态下具有弹性的多孔质材料构成。芯 (2) 插通海绵体 (3) 的内径部, 固定地支承海绵体 (3) 的内周面。芯 (2) 由具有连续气孔的多孔质的烧结体构成。



1. 一种清洗用海绵辊的芯,其特征在于,具备:  
圆筒状的海绵体,由具有连续气孔且在湿润状态下具有弹性的多孔质材料构成;以及  
轴体状的芯,插通所述海绵体的内径部,固定地支承所述海绵体的内周面;  
所述芯由具有连续气孔的多孔质的烧结体构成。
2. 根据权利要求1所述的清洗用海绵辊,其特征在于,  
所述芯由有机烧结体构成。
3. 根据权利要求1或2所述的清洗用海绵辊,其特征在于,  
所述烧结体为筒形状。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的清洗用海绵辊,其特征在于,  
所述烧结体的平均气孔径为 $5\mu\text{m}\sim 800\mu\text{m}$ ,气孔率为 $30\%\sim 50\%$ 。
5. 根据权利要求1至3中任一项所述的清洗用海绵辊,其特征在于,  
所述海绵体通过进入所述烧结体的连续气孔而与所述烧结体一体化来固定于所述芯。

## 清洗用海绵辊

### 技术领域

[0001] 本发明涉及清洗用海绵辊。

### 背景技术

[0002] 在铝硬盘、玻璃盘、晶圆、光掩模或者液晶玻璃基板等的制造工序中,为了将其表面精加工成精度极高的面,进行使用氧化硅、氧化铝、二氧化铈等各种磨粒的高精度研磨、所谓的抛光加工。在抛光加工后的被研磨物的表面附着有磨粒、研磨屑,为了去除它们,需要在抛光加工后实施充分的清洗。

[0003] 作为抛光加工后的清洗方法,有使用超声波清洗、喷射水流的方法,但为了获得较高的清洗效果,而且为了降低对基板的损伤,广泛使用了利用由弹性多孔质体(例如聚乙烯醇缩醛系多孔质体)构成的海绵体进行的擦刷清洗。另外,作为清洗液,通常不仅使用DI水,还使用酸、碱、溶剂这些适于各基板的各种药剂。例如,作为硅晶圆的清洗液,已知有氨水与双氧水的混合液、稀氢氟酸、盐酸与双氧水的混合液等。

[0004] 弹性多孔质体的海绵体的形状多种多样,其中,在圆筒的外周面具有多个突起的刷辊形状的海绵体适合用于擦刷清洗(清洗工序),通过一边使海绵体旋转,一边使该突起的头顶部连续地接触被清洗体的清洗面,可获得良好的清洗效果。由于被清洗体仅与海绵体的突起接触,因此与没有突起的平坦的海绵体相比,具有摩擦小而对被清洗体的损伤较少、或者夹杂物容易与清洗液一起在突起之间通过而从被清洗体去除这些优点。

[0005] 在清洗工序中,通常使用与各个基板对应的专用的清洗装置,利用海绵体和芯构成清洗用海绵辊。芯插通海绵体的内径部,固定地支承海绵体的内周面。将芯的两端部连接于清洗装置的旋转驱动部而将清洗用海绵辊安装于清洗装置,在使海绵体与被清洗体(在具有突起的海绵体的情况下是突起和被清洗体)接触的状态下使海绵体与芯一起旋转。

[0006] 也有通过喷嘴等从被清洗体或者海绵体的上部、侧面向被清洗体或者海绵体供给清洗液的装置,而为了进一步提高清洗能力,还实施从芯内部向海绵体的内侧供给清洗液。

[0007] 作为从芯内部向海绵体的内侧(内周面)供给清洗液的技术,公知有在具有沿轴向延伸的内孔的中空圆筒状的硬质的芯上设置从内孔贯通到芯外周面的多个小孔的技术。芯的一端部以不能相对旋转的方式支承于清洗装置的驱动旋转侧的轴支承部,另一端部以不能相对旋转的方式支承于清洗装置的从动旋转侧的轴支承部。内孔的一端封闭,另一端开放。在支承于从动旋转侧的轴支承部的芯的另一端部,内孔与清洗装置的清洗液供给路连通。清洗液从清洗液供给路向芯的内孔导入,从内孔经由多个小孔向海绵体的内周面供给,通过海绵体的连续气孔流出到海绵体的外表面。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:国际公开第2009/147747号

[0011] 专利文献2:日本专利第4965253号公报

[0012] 专利文献3:日本专利第5032497号公报

[0013] 专利文献4:日本专利第6027101号公报

## 发明内容

[0014] 发明所要解决的课题

[0015] 在将清洗用海绵辊安装于清洗装置而最初使用时,为了提高海绵体自身的清洁度,作为进行实际的擦刷清洗之前的准备工序,进行启动清洗。具体而言,将海绵体安装于清洗装置之后,使用假片进行擦刷清洗。在启动清洗中,例如,在中途使用控片,对晶圆上的实际的缺陷数进行计数,在确认到缺陷数为一定个数以下的情况下,完成启动。或者,预先确认晶圆上的缺陷数充分减少为止所需的晶圆的处理片数(规定片数),在完成规定片数的晶圆的清洗的时刻完成启动。

[0016] 但是,在设有从内孔贯通到芯外周面的多个小孔的以往的芯的情况下,由于从芯向海绵体通水的排出口(小孔)的部位和个数是固定的,因此即使启动清洗完成,在海绵体上也存在水实际未通过的区域,由于之后的使用会使水在未通过的区域通过,因此有可能成为晶圆污染的原因。即,由于从芯排出水的部位被限定在特定的位置(小孔的位置),因此海绵体内的状态有可能产生偏差。

[0017] 另外,在向海绵体通水的排出口(小孔)的部位和个数固定的上述以往的芯中,即使在启动完成后的擦刷清洗时,也有可能因部位而产生海绵体的通水量的偏差(通水量变得不均匀)。若通水量不均匀,则从海绵体直接供给到晶圆上的药液的浓度变得不均匀,有可能无法均匀地清洗晶圆的整个区域。

[0018] 因此,本发明的目的在于提供一种能够抑制通水量的偏差的清洗用海绵辊。

[0019] 用于解决课题的手段

[0020] 为了实现上述目的,本发明的清洗用海绵辊具备圆筒状的海绵体和轴体状的芯。海绵体由具有连续气孔且在湿润状态下具有弹性的多孔质材料构成。芯插通海绵体的内径部,固定地支承海绵体的内周面。芯由具有连续气孔的多孔质的烧结体构成。

[0021] 在上述结构中,由具有连续气孔的多孔质的烧结体构成了芯,因此烧结体的连续气孔成为从芯(烧结体)的内侧朝向外周面的水(例如清洗水)的通路(通水路)。因此,与在不具有连续气孔的芯上形成通水用的孔(通水孔)的情况相比,能够无不均地、均匀且细密地配设通水路,能够抑制海绵体内的通水量的偏差。

[0022] 上述芯优选由有机烧结体(树脂烧结体、烧结体塑料)构成。这是因为,在有机烧结体的情况下,不会如金属烧结体(烧结金属)那样担心金属的熔析对清洗的影响,另外,加工性以及刚性比无机烧结体(陶瓷)优异。

[0023] 烧结体的形状可以是柱形状以及筒形状中的任一种,但为了减少通水时的压损,优选为筒形状。另外,在柱形状以及筒形状的任一种中,其剖面形状也并限于圆形,也可以是其他形状(例如多边形等)。

[0024] 烧结体的平均气孔径优选为 $5\mu\text{m}\sim 800\mu\text{m}$ ,气孔率优选为 $30\%\sim 50\%$ 。这是因为,若平均气孔径小且气孔率低,则通水时的压损增大,若平均气孔径大且气孔率高,则有可能不能确保足够的强度。

[0025] 海绵体也可以通过进入烧结体的连续气孔而与烧结体一体化来固定于芯。海绵体的内径侧进入烧结体的微细的连续气孔,在致密地进入的状态下连续地与芯一体化,因此

与在不具有连续气孔的芯上形成通水孔、海绵体进入通水孔的情况相比,能够将海绵体稳固地固定于芯。

[0026] 另外,为了在使用筒状的芯的情况下抑制通水时的压损的增大,优选的是不在芯的内径部的整个区域填充海绵体,而是确保沿轴向连通的空间(通水空间)。

[0027] 发明效果

[0028] 根据本发明,能够抑制通水量的偏差。

## 附图说明

[0029] 图1是本发明的一实施方式的清洗用海绵辊的侧视图。

[0030] 图2是芯的立体图。

[0031] 图3是对芯的端部的外周面进行拍摄的照片。

[0032] 图4是表示用于对清洗用海绵辊进行成形的模具的一个例子的立体图。

[0033] 图5是表示清洗用海绵辊的制造方法的一个例子的剖面图。

[0034] 图6是对清洗用海绵辊的端面进行拍摄的照片。

[0035] 图7是表示比较例的芯的图,(a)是侧视图,(b)是(a)的VIIb-VIIb剖面图。

[0036] 图8是表示通水性试验的结果的表。

[0037] 图9是对实施例的通水状态进行拍摄的照片。

[0038] 图10是对比较例的通水状态进行拍摄的照片。

[0039] 图11是用于说明耐久试验(1)的图。

[0040] 图12是表示耐久试验(1)的结果的表。

[0041] 图13是用于说明耐久试验(2)的图。

[0042] 图14是表示耐久试验(2)的结果的表。

## 具体实施方式

[0043] 参照图1~图5对本发明的一实施方式的清洗用海绵辊(以下称作海绵辊)1进行说明。

[0044] 如图1所示,海绵辊1具备圆筒形状的海绵体3和轴体状的芯(旋转轴)2。

[0045] 海绵体3具有从外周面4以大致均匀的密度突出的多个突起5。各突起5为圆柱形状,从海绵体3的外周面4上的基端部朝向顶部(前端部)一体地突出。突起5的形状并不限定于圆柱形状,也可以是其他形状。另外,也可以不在海绵体3的外周面4设置突起5,而是形成平坦的弯曲面。

[0046] 海绵体3由具有微细的连续气孔、例如在含水状态下具有弹性的聚乙烯醇缩醛系多孔质原材料(PVA<sub>t</sub>系多孔质原材料)构成。PVA<sub>t</sub>系多孔质原材料在干燥状态下硬化,在湿润状态下软化。另外,PVA<sub>t</sub>系多孔质原材料的吸水性以及保水性优异,在湿润时显示出良好的柔软性和适度的回弹性,耐磨耗性也优异。

[0047] 芯2插通海绵体3的内径部,固定地支承海绵体3的内周面。本实施方式的芯2如图2所示为圆筒形状,但芯2的形状并不限定于圆筒形状,也可以是其他形状(例如剖面为多边形的筒形状、圆柱形状、剖面为多边形的柱形状等)。

[0048] 芯2由具有连续气孔的多孔质的烧结体构成。图3是芯2的端部的外周面的照片,可

知由于微细的气孔,芯2的外周面细微地凹凸。本实施方式的芯2由有机烧结体构成。有机烧结体的原材料(原料)不被特别限定,例如能够使用聚丙烯、超高密度聚乙烯、高密度聚乙烯、低密度聚乙烯、聚甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯、乙烯乙酸乙烯酯、氟树脂、聚氯乙烯、PEEK(聚醚醚酮树脂)等。

[0049] 本实施方式的海绵体3通过进入烧结体的连续气孔而与烧结体一体化来固定于芯2。在由PVAt系多孔质原材料构成的海绵体3的情况下,例如通过如下方法而得:将平均聚合度为500~3000且皂化度为80%以上的聚乙烯醇(原料)混合一种或更多而形成水溶液,在该水溶液中加入作为交联剂的醛类、作为催化剂的无机酸类以及作为气孔形成剂的淀粉等,将它们的混合液注入图4以及图5所示那样的规定的模具11内并在40~80℃下反应,在从模具11取出之后利用水洗将气孔形成剂等去除。

[0050] 模具11具有外模具12、内模具13、底板14和盖15。外模具12以及内模具13都形成圆筒状。内模具13具有与外模具12的内径相同或者比其稍小的外径,插入于外模具12内。芯2插入于内模具13的大致中心。底板14封堵外模具12以及内模具13的下端,并且支承芯2的下端。盖15嵌合于外模具12的上端的内周面。芯2由底板14和盖15定位。

[0051] 在内模具13的内周面与芯2的外周面之间,划分出用于形成海绵体3的大致圆筒状的空间16。在内模具13上形成有多个用于形成突起5的贯通孔17,各贯通孔17与空间16连通。混合液从插入于外模具12与盖15之间的灌注喷嘴18向空间16注入,从空间16向各贯通孔17流入。同时,贯通孔17内的空气向空间16移动,从空间16的上端向大气中释放出去。由此,混合液可靠地填充到贯通孔17的末端。

[0052] 海绵体3与芯2一起被从模具11取出并水洗。由于芯2由具有连续气孔的烧结体构成,因此从灌注喷嘴18注入的混合液在芯2的连续气孔中流通而填充至芯2的内径部,海绵体3从芯2的外周面向内径部连续地形成。

[0053] 如此,海绵体3的内径侧进入烧结体的微细的连续气孔,在致密地进入的状态下连续地与芯2一体化,因此与在不具有连续气孔的芯上形成通水孔、海绵体进入通水孔的情况相比,能够将海绵体3稳固地固定于芯2。

[0054] 海绵辊1能够适当地使用于擦刷清洗。所谓擦刷清洗,是指在使用聚氨酯衬垫等和浆料状的研磨剂对被清洗面进行化学机械研磨(CMP:Chemical Mechanical Polishing)之后,为了从被清洗面去除以浆料状的研磨剂为中心的颗粒而进行的处理。作为清洗液,使用蒸馏水、碱性溶液(例如氨水)、酸性溶液(例如稀氢氟酸)。

[0055] 在利用图1所示的海绵辊1进行擦刷清洗的情况下,例如将芯2的一端部和另一部分别以不能相对旋转的方式支承于清洗装置(省略图示)的驱动旋转侧的轴支承部和从动旋转侧的轴支承部。在支承于从动旋转侧的轴支承部的芯2的另一端部,芯2的内径部与清洗装置的清洗液供给路连通。清洗液从清洗液供给路被导入到芯2的内径部,从内径部经由烧结体的连续气孔供给到海绵体3的内周面,通过海绵体3的连续气孔而流出到海绵体3的外表面。

[0056] 在芯2上存在不与海绵体3重叠的海绵非支承区域(图1的例子中是两端部)的情况下,为了防止从海绵非支承区域的外周面漏水(清洗液的流出),也可以由密封部件6覆盖海绵非支承区域的外周面。密封部件6除了卷绕于烧结体的外周面的片材、涂敷于烧结体的外周面的覆盖层之外,也可以是安装于烧结体的外周的环状部件(包含限制海绵体3的轴向

(长度方向)的移动、位移的凸缘等)。

[0057] 烧结体的平均气孔径优选为 $5\mu\text{m}\sim 800\mu\text{m}$ ,气孔率优选为 $30\%\sim 50\%$ 。这是因为,若平均气孔径小且气孔率低,则通水时的压损增大,若平均气孔径大且气孔率高,则有可能不能确保足够的强度。

[0058] 上述气孔率是指,用干式自动密度计对利用干燥机充分地干燥了的干燥状态的长方体的烧结体进行测定,根据长方体的表观体积和绝对体积通过下式(1)计算的值。

[0059] 气孔率(%) = (表观体积 - 绝对体积) / 表观体积  $\times 100 \cdots (1)$

[0060] 上述平均气孔径是存在于烧结体的内部组织中的多个气孔的直径的平均值。本实施方式中规定的平均气孔径的值是使用压汞仪测定的值。

[0061] 为了在从清洗装置向芯2的内径部供给清洗水(清洗液)的通水时抑制压损的增大,优选的是不在芯2的内径部填充海绵体3,而是确保沿轴向连通的空间(通水空间)。因此,在本实施方式中,在生成海绵体3之后切除在生成海绵体3时侵入到芯2的内径部的多余的海绵体。另外,为了不在芯2的内径部生成多余的海绵体,也可以在将阻止混合液从芯2的内周面向内径部的流入的圆柱状或者圆筒状的遮挡轴19(参照图5)插入芯2的内径部的状态下进行混合液的灌注。

[0062] 实施例

[0063] 接下来,将本发明的实施例与比较例对比来进行说明。

[0064] <实施例>

[0065] 将聚乙烯醇制成水溶液,在该水溶液中加入作为交联剂的醛类、作为催化剂的酸以及作为气孔径形成材料的淀粉等而制成混合液,如图4以及图5所示,将混合液注入到附加有芯2的模具11中,在 $40\sim 80^{\circ}\text{C}$ 下使其反应而生成海绵体3,将海绵体3以及芯2从模具中取出之后,通过水洗将气孔形成材料等去除,并切除芯2的内径部的多余的海绵体,制作出了海绵辊1。

[0066] 芯2使用了圆筒形状(外径30mm,内径18mm,长度300mm)的聚丙烯树脂烧结体(气孔径(空穴径) $60\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ ,气孔率(空穴率) $30\%\sim 35\%$ )。

[0067] 图6是从芯2的内径部切除多余的海绵体之后的海绵辊1的端面的照片。如图6所示,确认到海绵体进入了烧结体的内部,海绵体与芯成为一体而形成了海绵辊。

[0068] <比较例>

[0069] 如图7所示,使用在氯乙烯制的管(外径32mm,内径26mm,长度300mm)的外周面形成有与内径部连通的孔形状的80个排出口23(孔径2.6mm)的芯22,通过与实施例相同的方法制作出了海绵辊21。80个排出口23在圆周方向上各间隔 $90^{\circ}$ 地配置在4个部位(4个方向),在长度方向(轴向)上等间隔地配置在20个部位。

[0070] <通水性试验>

[0071] 关于实施例的海绵辊1以及比较例的海绵辊21,分别观察从芯2、22的一端面向芯2、22的内径部供给水、所供给的水从芯2、22的内径部向海绵体3通水而从海绵体3的外周面流出的情形,并进行了评价。

[0072] 为了评价通水性,将接收从海绵体3的外周面流出而下落的水的容器设置于海绵体3的下方。将容器的内部沿长度方向等间隔地划分为5个部位(图1所示的A~E的区域)。在各区域A~E中,测定1分钟内流下并积存的水量,将5个部位的区域A~E的各水量中的最大

值(最大量)与最小值(最小量)之差(水量差)作为轴向的位置不同所引起的通水量的偏差的指标来计算,评价了实施例以及比较例的通水性。

[0073] 在试验中,对于向芯2、22供给的水量(设定水量)为250mL/min、500mL/min、1000mL/min、1500mL/min以及2000mL/min的各情况求出水量差,在水量差为50mL以下的情况下判定为良好(○),在超过50mL且为100mL以下的情况下判定为合格(△),在超过了100mL的情况下判定为不合格(×)。将试验的结果表示在图8中。

[0074] 如图8所示,在比较例中,在每1分钟的设定水量为1000mL以及1500mL的情况下,最大量与最小量之差(水量差)为100mL以下,但在除此以外的水量时超过了100mL,判定结果为不合格。特别是,可知:在较少的水量(250mL/min以及500mL/min)时,轴向的位置不同所引起的通水量的偏差较大。

[0075] 与此相对,在实施例,可知:无论哪种水量,水量差都为50mL以下,轴向的位置不同所引起的通水量的偏差较小,在轴向(长度方向)上均匀地从海绵体3的外周面流出水。

[0076] 另外,在通水的初期阶段,通过供给荧光性的液体(混有荧光涂料的水)而观察从海绵体3的外周面流出水的情形,比较了实施例与比较例。将拍摄到实施例的情形的照片表示在图9中,将拍摄到比较例的情形的照片表示在图10中。在图9以及图10中,颜色越深的区域,通水量越少,随着颜色变浅,通水量变多。因而,深浅之差越小,通水量的偏差越小。

[0077] 在比较例中,如图10所示,可知:从海绵体的轴向的中央附近流出较多的水。与此相对,在实施例,如图9所示,可知:从海绵体的轴向的整个区域均匀地流出水。

[0078] <耐久试验(1)>

[0079] 对海绵体3附加外力,对于实施例以及比较例确认了有无产生扭转(海绵体3相对于芯2、22的旋转方向的移动)。

[0080] 将海绵辊1、21(芯2、22)安装于擦刷清洗的模拟装置(省略图示),以800rpm使其旋转。为了容易确认有无产生扭转,如图11所示,将基板(玻璃板)30相对于海绵辊1、21倾斜地配置(将从芯2、22的一端的轴心到海绵体3的外周面的距离L1设定为比从芯2、22的另一端的轴心到海绵体3的外周面的距离L2短2mm),以便在旋转开始时对海绵体3与芯2、22之间施加更大的力,将转速达到800rpm为止的时间设定为马达的下限值0.2秒,一边变更压入量一边确认了有无产生扭转。压入量从0mm(大致无负载地接触)到4.5mm为止每次增加0.5mm。将试验的结果表示在图12中。

[0081] 在图12中,○表示未产生扭转,×表示产生了扭转。在与通常使用时相比过度施加了力的条件下,在比较例中,在压入量2.5mm以后产生了扭转。另一方面,在实施例,在任何压入量下都没有产生扭转。

[0082] <耐久试验(2)>

[0083] 对海绵体3附加外力,对于实施例以及比较例确认了有无产生海绵体3相对于芯2、22的轴向的移动。

[0084] 如图13所示,使海绵辊1、21以芯2、22的轴心沿铅垂方向直立的姿态从规定的高度H下落到地板面,确认在海绵体3与芯2、22之间是否产生了从初始状态的偏移(轴向的相对移动)。下落高度H设定为0.25m和0.5m。将试验的结果表示在图14中。

[0085] 在图14中,○表示未产生偏移,×表示产生了偏移。在比较例中,在从0.25m以及0.5m的高度下落的情况下,双方都产生了偏移,相对于此,在实施例中都没有产生偏移。



[0086] 根据以上的试验的结果,确认了实施例的海绵辊1相比于比较例的海绵辊21,通水性以及耐久性优异。

[0087] 另外,本发明并不限于作为一例而说明的上述实施方式、实施例及其变形例,即使是上述实施方式等以外的方式,只要是在不脱离本发明的技术思想的范围内,就可以根据设计等进行各种变更。

[0088] 例如,海绵体3的原材料并不限于PVAt系多孔质原材料,只要是具有连续气孔、在湿润状态下具有弹性的多孔质原材料即可。

[0089] 工业实用性

[0090] 本发明可以广泛地用作清洗用海绵辊。

[0091] 附图标记说明

[0092] 1、21:清洗用海绵辊

[0093] 2、22:芯

[0094] 3:海绵体

[0095] 4:海绵体的外周面

[0096] 5:海绵体的突起

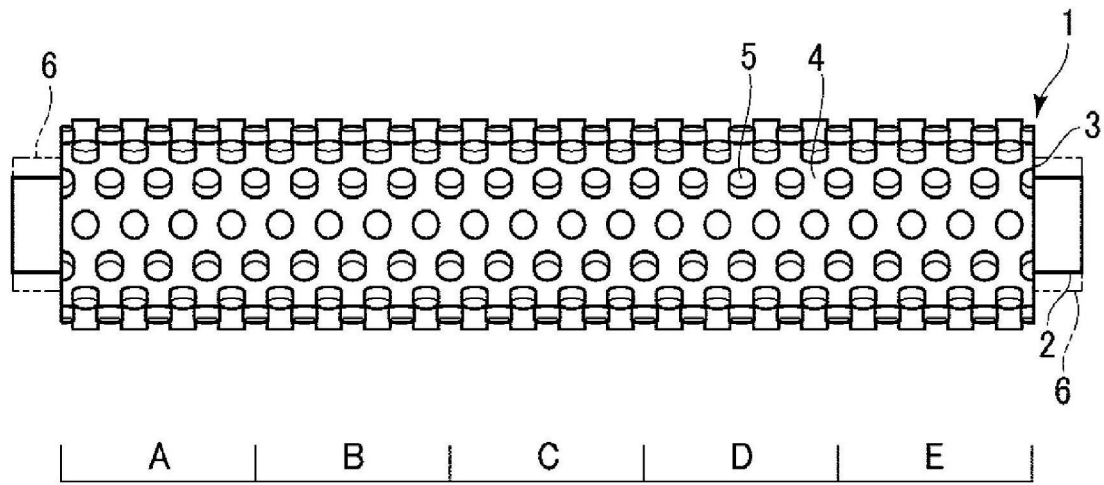


图1

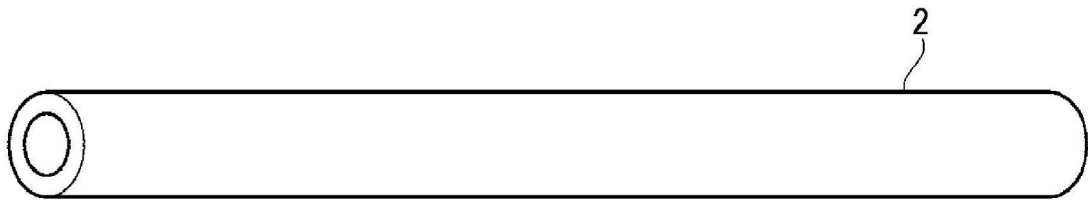


图2

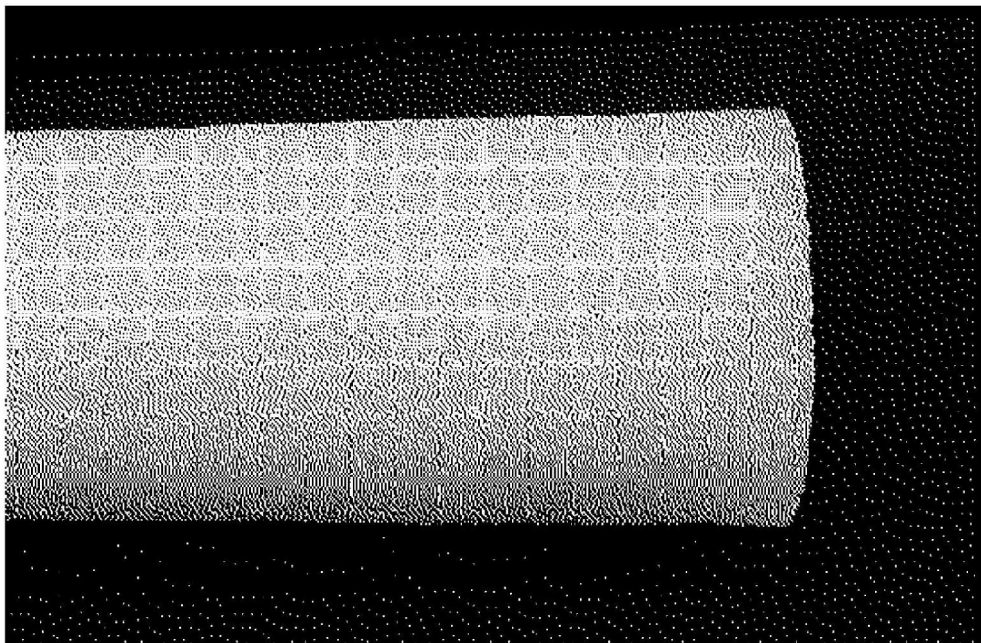


图3

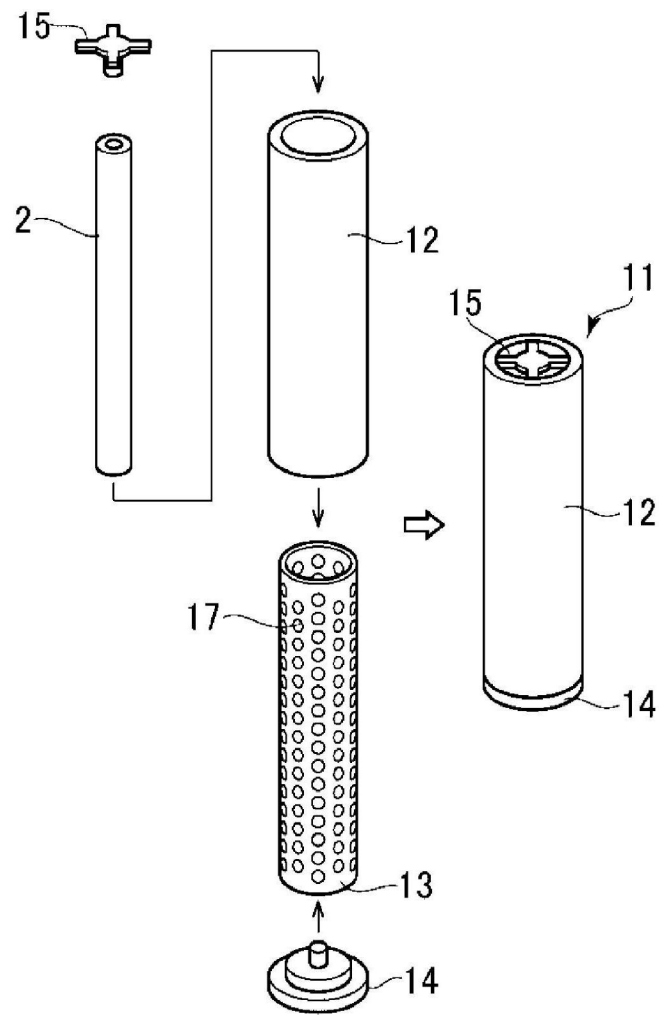


图4

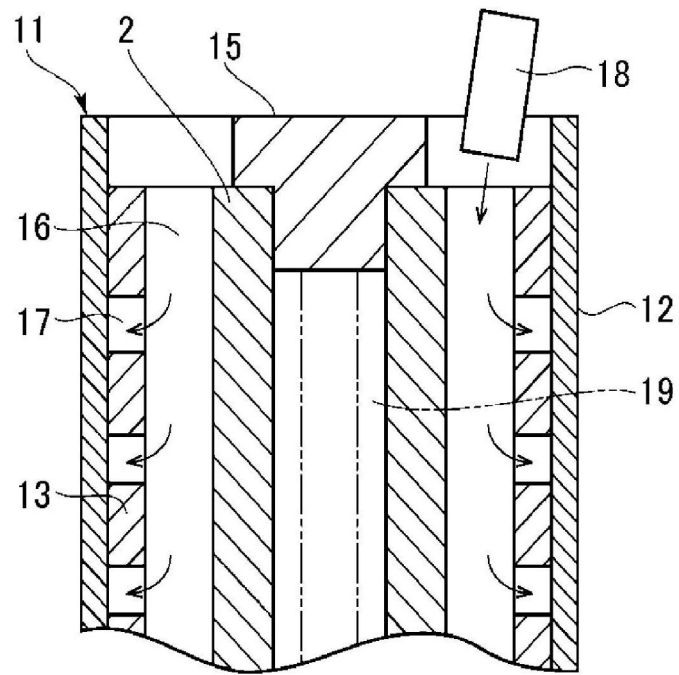


图5

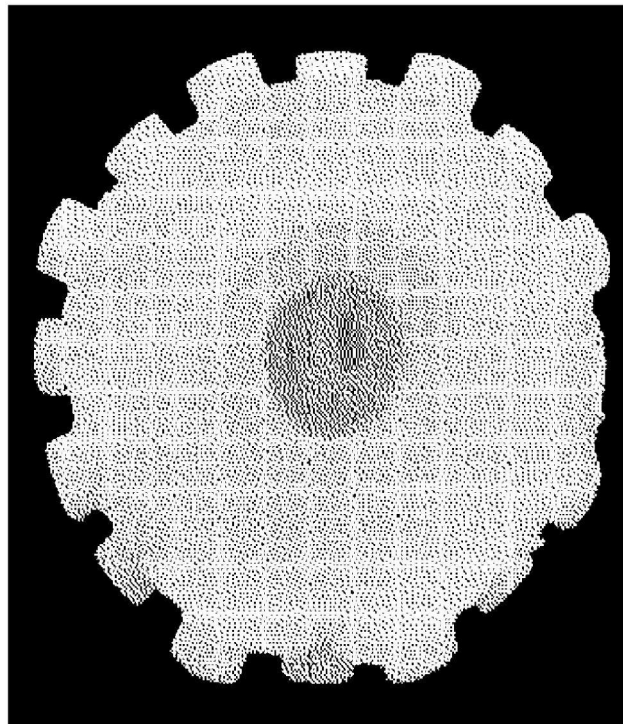


图6

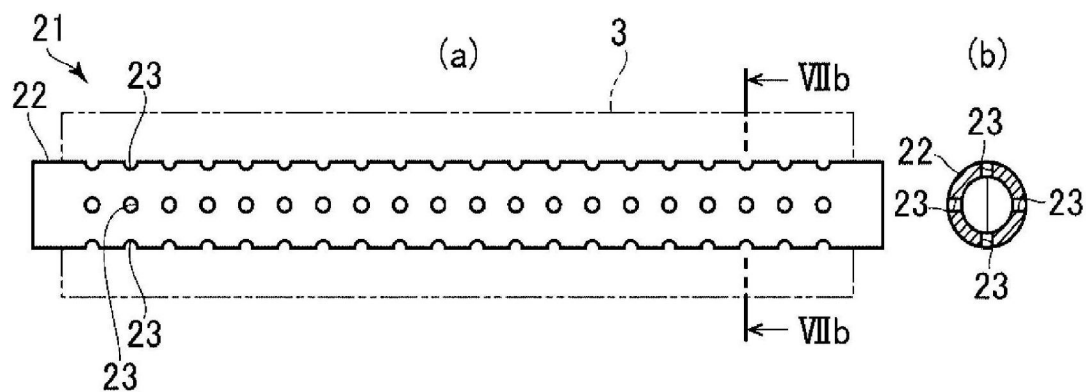


图7

比较例	设定水量	A	B	C	D	E	最大量—最小量	判定
	250mL/min	0mL	0mL	5mL	160mL	85mL	160mL	×
	500mL/min	0mL	20mL	100mL	210mL	170mL	210mL	×
	1,000mL/min	200mL	205mL	225mL	215mL	155mL	70mL	△
	1,500mL/min	340mL	290mL	290mL	320mL	260mL	80mL	△
	2,000mL/min	540mL	400mL	365mL	395mL	300mL	240mL	×
实施例	设定水量	A	B	C	D	E	最大量—最小量	判定
	250mL/min	50mL	60mL	50mL	40mL	50mL	20mL	○
	500mL/min	110mL	115mL	90mL	95mL	90mL	25mL	○
	1,000mL/min	205mL	210mL	200mL	195mL	190mL	20mL	○
	1,500mL/min	320mL	285mL	315mL	295mL	285mL	35mL	○
	2,000mL/min	415mL	405mL	410mL	395mL	375mL	40mL	○

图8

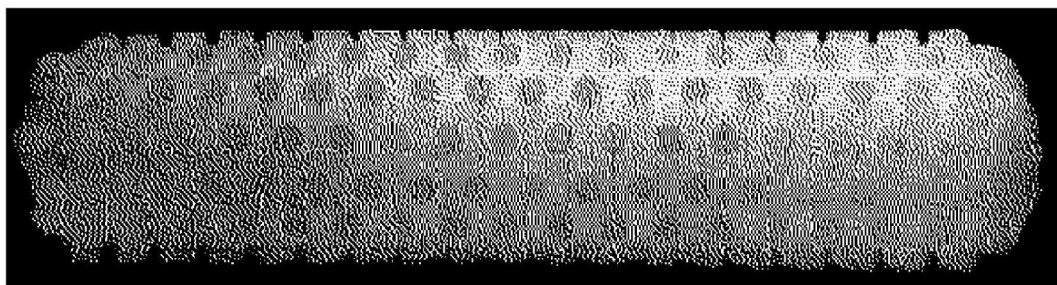


图9

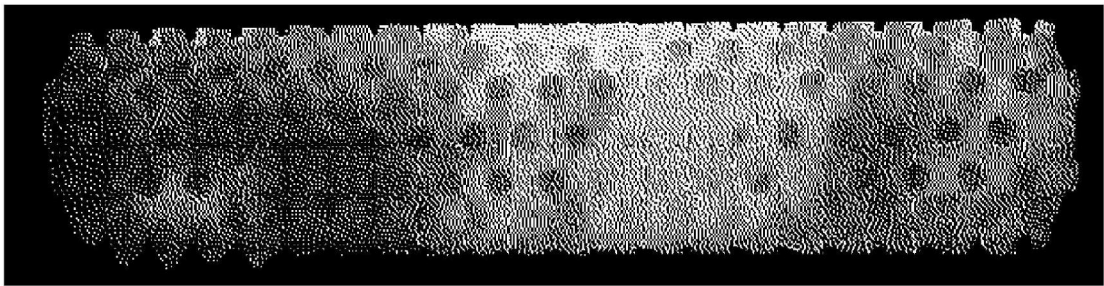


图10

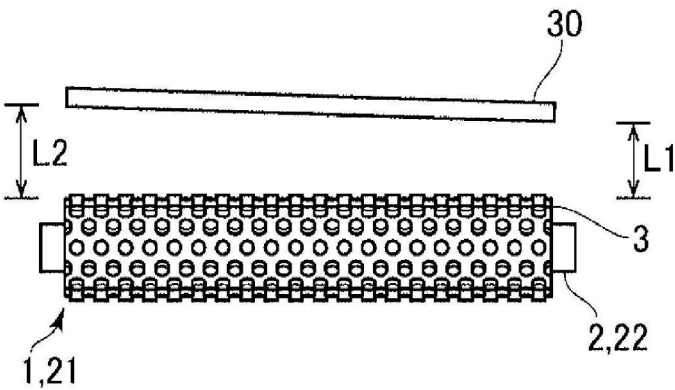


图11

	转速	加速时间	玻璃板的倾斜	压入量 (mm)									
				0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
比较例	800rpm	0.2sec	2mm	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×
实施例		0.2sec	2mm	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

图12

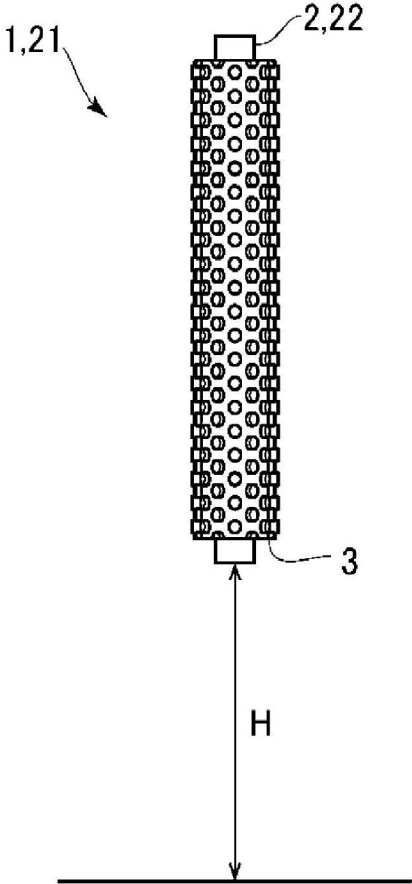


图13

	下落高度	
	0.25m	0.5m
比较例	×	×
实施例	○	○

图14