



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102013389 A

(43) 申请公布日 2011.04.13

(21) 申请号 201010272100.1

(22) 申请日 2010.09.02

(30) 优先权数据

2009-203402 2009. 09. 03 JP

(71) 申请人 芝浦机械电子装置股份有限公司

地址 日本神奈川県

(72)发明人 菊池勉

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 张敬强

(51) Int. Cl.

H01L 21/00 (2006.01)

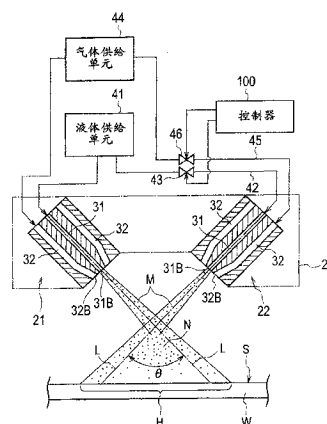
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 9 页

(54) 发明名称

基板处理设备和基板处理方法

(57) 摘要

一种基板处理设备,包括至少一个液滴供给喷嘴,其构造用于喷射液滴;和液滴雾化器,其构造用于将从所述喷嘴喷射的液滴雾化,以将所述雾化的液滴提供到基板。



1. 一种构造用于通过将液滴提供到基板，从而在基板上进行清洗处理的基板处理设备，所述基板处理设备包括：

至少一个液滴供给喷嘴，其构造用于喷射液滴；和

液滴雾化器，其构造用于将从所述液滴供给喷嘴喷射的液滴雾化，以将雾化后的所述液滴提供到所述基板。

2. 根据权利要求1所述的基板处理设备，其中

所述至少一个液滴供给喷嘴包括多个喷嘴，并且

所述液滴雾化器以使分别从所述多个喷嘴喷射的液滴流彼此相交的方式布置所述多个喷嘴，并且，所述液滴雾化器因而形成液滴相交区域，在所述液滴相交区域中，从所述多个喷嘴喷射的所述液滴相互碰撞。

3. 根据权利要求1所述的基板处理设备，其中，所述液滴雾化器包括至少一个气体供给喷嘴，其构造用于将气体提供给从所述液滴供给喷嘴喷射的所述液滴。

4. 根据权利要求3所述的基板处理设备，其中，所述气体供给喷嘴的喷嘴轴与所述液滴供给喷嘴的喷嘴轴相交，以在所述液滴供给喷嘴的喷射端口和所述基板之间的区域中产生所述液滴的湍流。

5. 根据权利要求2所述的基板处理设备，所述液滴雾化器为保持构件，其构造用于将所述多个喷嘴一体保持。

6. 根据权利要求3所述的基板处理设备，所述液滴雾化器包括保持构件，其构造用于将所述液滴供给喷嘴和所述气体供给喷嘴一体保持。

7. 根据权利要求4所述的基板处理设备，所述液滴雾化器包括保持构件，其构造用于将所述液滴供给喷嘴和所述气体供给喷嘴一体保持。

8. 一种通过将液滴提供到基板从而在基板上进行清洗处理的基板处理方法，所述方法包括以下步骤：

喷射液滴；

将所述液滴更微细地雾化；和

将所述雾化的液滴提供到所述基板。

基板处理设备和基板处理方法

[0001] 交叉引用

[0002] 本申请基于并且要求 2009 年 9 月 3 日递交的日本专利申请 No.2009-203402 的优先权权益，其全部内容以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及基板处理设备和基板处理方法，更具体地，涉及用于清洗作为处理对象的基板，例如半导体晶片等的基板处理设备，并且涉及为此的基板处理方法。

背景技术

[0004] 在例如半导体晶片等基板的制造工序中，基板处理设备通过将液体（例如化学溶液等）提供到基板来处理基板。关于这点，日本专利申请公开 No.2007-103825 公开了一种结构，其中：将基板保持在转盘上；将处理喷嘴附接到臂；处理液体通过将所述处理喷嘴与所述臂一起移动来提供到基板。

[0005] 如上面所描述的传统基板处理设备使用喷射清洗技术来清洗掉基板上的污染物。在喷射清洗技术中，提供到基板的液滴与基板碰撞，并且产生压力和液体流，由此所述液滴将基板上的污染物清洗掉。

发明内容

[0006] 近年来，半导体基板具有形成其上的微细图案。当污染物附着到该基板的图案时，将通过向其提供液滴来去除污染物。但是，所提供的液滴可能由于其压力等损坏该图案。

[0007] 因此，控制将要提供到基板的液滴的能量来避免图案损坏，例如图案塌陷是很重要的。更具体地，通过调整喷嘴等的形状控制液滴粒径、飞行速度等能够抑制损坏。在一些情况下，双流体喷嘴可用作传统的喷雾嘴。为了产生微细的液滴，该双流体喷嘴需要：将液体和气体提供到喷嘴；并将液体和气体在喷嘴内部混合。

[0008] 但是，由于基板上的图案变得更加微细，因此即使传统的双流体喷嘴控制提供到基板的液滴的能量，这样微细的图案仍可能损坏，例如图案塌陷。具体地，当基板使用传统的双流体喷嘴通过液滴与基板的碰撞进行清洗时，很难同时实现高效去除污染物和减少图案的损坏。

[0009] 本发明的目的是提供一种基板处理设备和一种基板处理方法，其能够去除附着到基板的污染物，同时防止基板上较微细的图案损坏，例如图案塌陷。

[0010] 本发明的第一方面是构造用于通过将液滴提供到基板，从而在基板上进行清洗处理的基板处理设备。所述基板处理设备包括：至少一个液滴供给喷嘴，其构造用于喷射液滴；和液滴雾化器，其构造用于将从所述液滴供给喷嘴喷射的液滴雾化，以将所述雾化的液滴提供到所述基板。

[0011] 所述至少一个液滴供给喷嘴可包括多个喷嘴。期望液滴雾化器以使分别从多个

喷嘴喷射的液滴流彼此相交的方式布置所述多个喷嘴，因而液滴雾化器能够形成液滴相交区域，在该液滴相交区域中，从所述多个喷嘴喷射的液滴相互碰撞。

[0012] 期望液滴雾化器包括至少一个气体供给喷嘴，其构造用于将气体提供到从所述液滴供给喷嘴喷射的所述液滴。

[0013] 期望所述气体供给喷嘴的喷嘴轴与所述液滴供给喷嘴的喷嘴轴相交，以在所述液滴供给喷嘴的喷射端口和所述基板之间的区域中产生所述液滴的湍流。

[0014] 所述至少一个液滴供给喷嘴可包括多个喷嘴。在该情况下，液滴雾化器可以是保持构件，其构造用于将所述多个喷嘴一体保持。

[0015] 所述液滴雾化器可包括保持构件，其构造用于将所述液滴供给喷嘴和所述气体供给喷嘴一体保持。

[0016] 本发明的第二方面是一种通过将液滴提供到基板，从而在基板上进行清洗处理的基板处理方法，所述方法包括以下步骤：喷射液滴；和将所述液滴更微细地雾化，以及将所述雾化的液滴提供到所述基板。

[0017] 本发明可提供基板处理设备和基板处理方法，其允许去除附着到基板的污染物，同时防止较微细的图案损坏，例如图案塌陷。

附图说明

[0018] 图 1 是显示出根据本发明第一实施例的基板处理设备的示意图。

[0019] 图 2 是显示出图 1 中所示的基板处理设备中处理单元结构的示例的示意图。

[0020] 图 3 是显示出喷雾嘴内部结构示例的详细示意图。

[0021] 图 4 是显示出根据本发明第二实施例的基板处理设备中处理单元的示意图。

[0022] 图 5 是图 4 中所示的处理单元中喷雾嘴结构的示意图。

[0023] 图 6 是显示出由根据本发明每一个实施例的基板处理设备产生并且然后提供到基板的液滴的粒径分布和由传统的双流体喷嘴产生并且然后提供到基板的液滴粒径分布之间的对比的示意图。

[0024] 图 7 是显示出通过使用由根据本发明每一个实施例的处理设备提供到基板的液滴获得的从基板顶部去除微粒的速率与通过使用由传统的双流体喷嘴提供到基板的液滴获得的从基板顶部表面去除微粒的速率之间的对比的示意图。

[0025] 图 8 是显示出关于能量的液滴出现率的示意图。

[0026] 图 9A 和 9B 是显示出从根据本发明各实施例的每一个基板处理设备中的喷嘴喷射的液滴间碰撞的示例和分裂的示例的示意图。图 9C 是显示出液滴间碰撞的比较例的示意图。

具体实施方式

[0027] 将参照附图对本发明的实施例进行描述。

[0028] （第一实施例）

[0029] 图 1 显示了根据本发明第一实施例的基板处理设备。

[0030] 图 1 中所示的基板处理设备 1 包括卡盒装卸台 2、机械手 3 和多个处理单元 4，4。

[0031] 基板处理设备 1 是对每一片基板单独进行处理的设备，并且该设备有时被称为单片基板（晶片）处理设备。卡盒装卸台 2 包括多个盒 5，5。每一个盒 5 容纳多片基板 W。所述基板例如为半导体晶片基板。

[0032] 机器人 3 设置在卡盒装卸台 2 和多个处理单元 4，4 之间。机器人 3 将容纳在每一个盒 5 中的基板 W 传送到相应的处理单元 4。机器人 3 在由处理单元 4 处理后将基板 W 返回到其他盒 5。每一个处理单元 4 例如通过将液滴提供到顶部表面来清洗基板的顶部表面，同时保持和旋转基板 W。

[0033] 图 2 显示了图 1 中所示的基板处理设备 1 中处理单元 4 的结构示例。

[0034] 图 2 中所示的处理单元 4 是构造用于单独清洗基板 W 的旋洗涤剂，所述基板为处理对象。处理单元 4 包括喷雾嘴 10（液滴供给喷嘴）、基板支架 11、喷嘴操作单元 12、用于下行流的过滤风机 13、杯 14、处理室 15 和控制器 100。

[0035] 图 2 中所示的基板支架 11 包括圆盘状的底座构件 17、旋转轴 18 和马达 19。底座构件 17 是转盘。基板 W 可拆卸地固定（通过卡盘固定）到底座构件 17 的顶部，以通过使用多个卡盘销 16 升高到底座构件 17 上方。多个卡盘销 16 沿底座构件 17 的圆周方向设置。例如，三个销以 120 度的间距设置。

[0036] 喷雾嘴 10、杯 14、底座构件 17 和马达 19 的旋转轴 18 容纳在图 2 中所示的处理室 15 内。底座构件 17 固定到旋转轴 18 的顶端部分。当底座马达 19 响应于来自控制器 100 的命令运转时，底座构件 17 能够连续地沿由附图标记 R 标示的方向旋转。

[0037] 图 2 中所示的杯 14 围绕基板支架 11 安装。通过由排出单元 15H 将液滴和气体排出到处理单元 14 外部，杯 14 能够回收被提供到基板 W 表面的液滴和气体。排出泵（未示出）连接到排出装置 15H 的顶端。处理单元 4 包括闸门 15s，基板通过其放到处理单元 4 中并且从处理单元 4 取出。

[0038] 将参照图 2 和图 3 描述喷雾嘴 10 的结构。图 3 是详细显示出喷雾嘴 10 内部结构的示例的示意图。

[0039] 如图 2 中所示，喷雾嘴 10 是例如双流体喷嘴。喷雾嘴 10 设置在基板 W 上方。当该喷嘴操作装置 12 响应于来自控制器 100 的命令操作时，喷雾嘴 10 能够沿 Z 方向（沿垂直方向）和沿 X 方向（沿基板 W 的径向）移动，并且能够将微细的液滴喷射到基板 W 的表面 S，该微细的液滴粒径均匀。

[0040] 如图 2 和 3 中所示，喷雾嘴 10 包括第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22。第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22 中的每一个均是双流体喷嘴。期望第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22 由保持构件 23 一体保持。当第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22 一体保持时，第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22 在移动过程中彼此不移动，并且因此能够一体移动。这使得喷雾嘴 10 的结构简化成为可能。

[0041] 如图 3 中所示，第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22 中的每一个均具有双流体喷嘴结构，并且均包括第一通道 31 和第二通道 32。当晶片上的布线图案变得更为精细时，附着到该图案的微粒（污染物）直径变得越来越小。考虑到这点，具有高清洗功率的双流体喷嘴用于有效地清洗掉微粒。

[0042] 如图 3 中所示，第一喷嘴 21 的第一通道 31 和第二通道 32 关于第一喷嘴 21 的喷嘴轴 L 同轴形成。类似地，第二喷嘴 22 的第一通道 31 和第二通道 32 关于第二喷嘴 22 的喷嘴轴 L 同轴形成。每一个第一通道 31 具有圆形横截面。每一个第二通道 32 围绕相

应的第一通道 31 形成。

[0043] 图 3 中, 当液体经过相应的第一通道 31 从每一个喷射端口 31B 喷射时, 气体经过相应的第二通道 32 从每一个喷射端口 32B 喷出。由此, 液体雾化为薄雾, 并且因而可产生具有微细粒径的液滴。

[0044] 如图 3 中所示, 第一喷嘴 21 的第一通道 31 和第二喷嘴 22 的第一通道 31 通过管 42 和阀 43 连接到液体供给装置 41。类似地, 第一喷嘴 21 的第二通道 32 和第二喷嘴 22 的第二通道 32 通过管 45 和阀 46 连接到气体供给装置 44。因此, 当阀 43 响应于来自控制器 100 的命令打开时, 液体从液体供给装置 41 提供到第一喷嘴 21 的第一通道 31 和第二喷嘴 22 的第一通道 31。另外, 当阀 46 响应于来自控制器 100 的命令打开时, 气体从气体供给装置 44 提供到第一喷嘴 21 的第二通道 32 和第二喷嘴 22 的第二通道 32。从而同时通过第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22 产生微细雾化的液滴 M。同时, 在图 3 中省略了提供给所述第一喷嘴 21 的阀 43 和 46。

[0045] 图 9A 示意性显示了从根据本发明各实施例的基板处理设备中的每一个中的喷嘴 21 喷射的和从喷嘴 22 喷射的液滴之间碰撞的示例。图 9B 示意性显示了从喷嘴 21, 22 喷射的液滴分裂的示例。图 9C 示意性显示出液滴简单碰撞的比较例。

[0046] 如图 9A 中所示, 当由虚线标示的气流 200 沿相反方向流动时, 由于这些气流 200 而出现湍流, 并且液滴 M 的方向因此受到扰动。该方向不一致使得液滴 M 彼此碰撞。因此可产生粒径比液滴 M 更小的液滴 N。另外, 如图 9B 中所示, 当由于气流 200 出现湍流时, 液滴 M 由于受到沿与液滴 M 的原始方向相反方向的力而分裂。因而, 可产生粒径比液滴 M 更小的液滴 N。

[0047] 作为对比, 在图 9C 中所示的比较例中, 液滴 301 很难相互碰撞, 并且由于气流 300 仅沿由附图标记 V 标示的方向相对于液滴 301 流动, 因此液滴 301 很难分裂为更小的碎片。

[0048] 液体供给装置 41 提供纯净水作为液体的实例。气体供给装置提供氮气作为气体的实例。

[0049] 如图 2 和 3 中所示, 第一喷嘴 21 的喷嘴轴 L 和第二喷嘴 22 的喷嘴轴 L 相交成交角 θ 。换句话说, 如图 3 中所示, 第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22 由保持构件 23 以第一喷嘴 21 的喷射端口 31B 和第二喷嘴 22 的喷射端口 31B 彼此靠近的方式一体地并且倾斜地保持。

[0050] 如上所述, 第一喷嘴 21 的喷嘴轴 L 和第二喷嘴 22 的喷嘴轴 L 相交成交角 θ 。由于该原因, 由于第一喷嘴 21 的喷射而被微细雾化的液滴 M 和由于第二喷嘴 22 的喷射而被微细雾化的液滴 M, 通过其相互碰撞和分裂来更微细地雾化。由此可产生更微细雾化的液滴 N。通过以这种方式更微细雾化产生的液滴 N 控制成具有更微细的粒径。另外, 液滴 N 到达基板 W。

[0051] 液滴雾化器为保持构件 23。该保持构件 23 将第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22 以从第一喷嘴 21 喷射的液滴 M 流和从第二喷嘴 22 喷射的液滴 M 流相交的方式保持。采取该措施来更微细地雾化从喷雾嘴 10 中的第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22 喷射的液滴 M, 以获得液滴 N, 并且因而将液滴 N 提供到基板 W。该保持构件 23 形成液滴相交区域 H, 在该液滴相交区域 H 中, 从第一喷嘴 21 喷射的和从第二喷嘴 22 喷射的液滴 M 相交。在液滴相

交区域 H 中, 通过液滴 M 的碰撞和分裂可产生粒径比液滴 M 更小的液滴 N。

[0052] 期望该交角 θ 为 90 度或更大, 并且小于 180 度。但是即使在交角 θ 小于 90 度的情况下, 仍可能充分防止损坏基板 W 上的微细图案, 防止例如图案的塌陷。更优选交角 θ 设置在 120 度到 160 度的范围内。该设置允许产生更微细雾化的液滴 N, 该液滴 N 能够从基板 W 去除污染物而不损坏基板 W 上的微细图案, 例如不造成图案塌陷。

[0053] 接下来将参照图 2 和 3 描述通过使用包括在前述基板处理设备 1 中的处理单元 4 来清洗例如基板 W 的表面 S 的清洗工艺。

[0054] 图 2 中所示的基板 W, 其为处理对象, 可拆卸地固定到底座构件 17 的顶部, 以通过使用多个卡盘销 16 升高到底座构件 17 上方。当马达 19 响应于来自控制器 100 的命令运转时, 基板 W 与底座构件 17 一起沿由附图标记 R 标示的方向旋转。

[0055] 如图 2 中所示, 当阀 43 响应于来自控制器 100 的命令打开时, 液体从液体供给装置 41 提供到第一喷嘴 21 的第一通道 31 和第二喷嘴 22 的第一通道 31。另外, 当阀 46 响应于来自控制器 100 的命令打开时, 气体从气体供给装置 44 提供到第一喷嘴 21 的第二通道 32 和第二喷嘴 22 的第二通道 32。

[0056] 如图 3 中所示, 当液体经过相应的第一通道 31 从喷射端口 31B 喷射时, 气体经过相应的第二通道 32 从喷射端口 32B 喷射。由此, 液体雾化为薄雾, 并且因而可产生微细粒径的液滴 M。换句话说, 由于气体, 液体雾化为薄雾。因此, 由第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22 同时产生微细雾化的液滴 M (其雾化为薄雾)。

[0057] 另外, 液滴相交区域 H 通过使由从第一喷嘴 21 喷射来微细雾化的液滴 M 和由从第二喷嘴 22 喷射来微细雾化的液滴 M 碰撞和分裂而形成。在液滴相交区域 H 中, 液滴 M 可通过液滴 M 的碰撞和分裂更微细地雾化。将通过以该方式更微细的雾化形成的液滴 N 控制成具有更微细的粒径。另外, 这样的液滴 N 到达基板 W。

[0058] 如上文所述, 在第一雾化步骤中, 微细雾化的液滴 M 通过从第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22 喷射例如纯净水等液体形成。然后在第二雾化步骤中, 通过液滴 M 在液滴相交区域 H 中的碰撞和分裂, 由微细雾化的液滴 M 形成更微细雾化的液滴 N。这些液滴 N 之后被提供到基板 W 的表面。由于该原因, 控制成具有微细粒径的液滴 N 可从基板 W 去除污染物而不损坏基板 W 上的微细图案, 例如不使该图案塌陷。

[0059] (第二实施例)

[0060] 接下来将参照附图 4 和 5 描述根据本发明第二实施例的基板处理设备。

[0061] 图 4 显示出包括在根据本发明第二实施例的基板处理设备中的处理单元 4A。图 5 显示出包括在图 4 中所示的处理单元 4A 中的喷雾嘴 10A (液滴供给喷嘴) 的结构。

[0062] 对于图 4 中所示的处理单元 4A, 基本上与图 2 中所示的处理单元 4 的部件相似的部件由相同的附图标记标示。在第一实施例中对这些部件进行的描述以引用的方式并入下文中。图 4 中所示的处理单元 4A 的部件和图 2 中所示的处理单元 4 的部件之间的唯一区别是喷雾嘴 10A 的结构。

[0063] 图 4 和 5 中所示的喷雾嘴 10A 包括一个双流体喷嘴 70 和两个气体供给喷嘴 73。这些喷嘴由保持构件 23A 一体保持, 并且因此能够一体移动。这使得简化喷雾嘴 10A 的结构成为可能。

[0064] 如图 5 中所示, 双流体喷嘴 70 具有两种流体喷嘴结构, 其中设置第一通道 71 和

第二通道 72。第一通道 71 和第二通道 72 关于喷嘴轴 T 同轴形成。第一通道 71 具有圆形横截面，第二通道 72 围绕第一通道 71 形成。

[0065] 如图 5 中所示，双流体喷嘴 70 的第一通道 71 通过管 42 和阀 43 连接到液体供给装置 41。类似地，双流体喷嘴 70 的第二通道 72 通过管 45 和阀 46 连接到气体供给装置 44。因此，当阀 43 响应于来自控制器 100 的命令打开时，液体从液体供给装置 41 提供到双流体喷嘴 70 的第一通道 71。另外，当阀 46 响应于来自控制器 100 的命令打开时，气体从气体供给装置 44 提供到双流体喷嘴 70 的第二通道 72。

[0066] 当液体经过第一通道 71 从喷射端口 71B 喷射时，气体经过第二通道 72 从喷射端口 72B 喷射。由此，液体雾化成薄雾，并且因而可产生微细粒径的液滴 M。液体供给装置 41 提供纯净水作为液体的实例。气体供给装置 44 提供氮气作为气体的实例。

[0067] 同时，如图 5 中所示，两种气体供给喷嘴 73 通过阀 61 和管 62 连接到气体供给装置 60。保持构件 23A 倾斜地保持两种气体供给喷嘴 73，从而使其喷射端口彼此靠近的方式。两个气体供给喷嘴 73 的各喷嘴轴 P 相交成交角 G，并且，在位于双流体喷嘴 70 的喷射端口和基板 W 之间的区域，各喷嘴轴 P 与双流体喷嘴 70 的喷嘴轴 T 相交。两个气体供给喷嘴 73 中每一个的喷嘴轴 P 关于喷嘴 70 的喷嘴轴 T 的角度由 $G/2$ 表示。当两个气体供给喷嘴 73 朝向液滴 M 喷射气体时，例如氮气，则产生湍流区域。液滴 M 在湍流区域中彼此碰撞或分裂，并且更微细地雾化来形成下文将描述的液滴 N。液滴 N 到达基板 W。两个气体供给喷嘴 73 和构造用于保持这两个气体供给喷嘴 73 的保持构件 23A 构成液滴雾化器 150。

[0068] 接下来将参照图 4 和 5 描述通过使用包括在基板处理设备中的处理单元 4A 来清洗例如基板 W 的表面 S 的清洗工艺。

[0069] 图 4 中所示的基板 W，其为处理对象，可拆卸地固定到底座构件 17 的顶部，以通过使用多个卡盘销 16 升高到底座构件 17 上方。当马达 19 响应于来自控制器 100 的命令运转时，基板 W 与底座构件 17 一起沿由附图标记 R 标示的方向旋转。

[0070] 如图 4 中所示，当阀 43 响应于来自控制器 100 的命令打开时，液体从液体供给装置 41 提供到第一喷嘴 70 的第一通道 71。另外，当阀 46 响应于来自控制器 100 的命令打开时，气体从气体供给装置 44 提供到喷嘴 70 的第二通道 72。由此，由喷嘴 70 产生微细雾化的液滴 M。如图 5 中所示，当液体经过相应的第一通道 71 从喷射端口 71B 喷射时，气体经过第二通道 72 从喷射端口 72B 喷射。因此，液体雾化为薄雾，并且因而可产生微细粒径的液滴 M。

[0071] 如图 9A 中所示，当由虚线标示的气流 200 沿相反方向流动时，由于这些气流 200 而出现湍流，并且液滴 M 的方向因此受到扰动。该方向不一致使得液滴 M 彼此碰撞。因此，可产生粒径比液滴 M 更小的液滴 N。另外，如图 9B 中所示，当由于气流 200 出现湍流时，液滴 M 由于受到沿与液滴 M 的原始方向相反方向的力而分裂。因而，可产生粒径比液滴 M 更小的液滴 N。

[0072] 作为对比，在图 9C 中所示的比较例中，由于气流 300 仅沿由附图标记 V 标示的方向相对于液滴 301 流动，因此液滴 301 很难相互碰撞，并且很难分裂为更小的碎片。

[0073] 如上文所述，气体从两个气体供给喷嘴 73 中每一个的喷射端口喷射到从喷嘴 70 喷射的液滴 M。由此，液滴 M 通过由喷出的气体造成的湍流更微细地雾化。湍流使液

滴 M 相互碰撞，并且分裂为更小的碎片，以使液滴 M 更微细地雾化。因此可能产生更微细雾化的液滴 N。通过更微细的雾化而产生的液滴 N 可被控制以使液滴 N 的粒径变得更微细。另外，这样的液滴 N 设计成能够到达基板 W。

[0074] 在第一雾化步骤中，微细雾化的液滴 M 通过从喷嘴 70 喷射例如纯净水等液体形成。然后在第二雾化步骤中，通过液滴 M 在液滴相交区域中的碰撞和分裂，由微细雾化的液滴 M 形成更微细雾化的液滴 N。这些液滴 N 之后提供到基板 W 的表面 S。由于该原因，被控制以具有微细粒径的液滴 N 可从基板 W 去除污染物而不会损坏基板 W 上的微细图案，例如不使该图案塌陷。

[0075] 图 6 显示了由根据本发明每一个实施例的基板处理设备产生后提供给基板的液滴的粒径分布 80 和由传统的双流体喷嘴产生之后提供给基板的液滴的粒径分布 81 之间的对比。

[0076] 如图 6 中所示的分布 80 所表明的，液滴粒径的分布宽度 C1 比根据传统示例的分布 81 的液滴粒径分布宽度 C2 更窄。换句话说，由于分布 80 的分布宽度 C1 集中在比根据传统示例的分布 81 的分布宽度 C2 更窄的液滴粒径宽度中，因此显而易见的是，本发明使液滴的粒径更微细。

[0077] 图 7 显示了通过使用根据本发明每一个实施例的基板处理设备提供到基板的液滴获得的从基板去除微粒（污染物）的速率 90 和通过使用由传统的双流体喷嘴提供到基板的液滴获得的从基板去除微粒（污染物）的速率 91 之间的对比。图 7 中，水平轴表示去除微粒的速率，而垂直轴表示出现在基板图案上的损坏的数量。与本发明相关的去除微粒的速率 90 由方块绘制，与传统示例相关的去除微粒的速率 91 由圆圈绘制。

[0078] 如图 7 中所示，无论去除微粒的速率是多少，本发明的实施例都可将基板图案的损坏发生率降低到零。作为对比，在使用传统的双流体喷嘴的情况下，显而易见的是，基板图案上的损坏发生率随着去除微粒速率的提高显著提高。更具体地，本发明的实施例即使将微粒从基板去除，也不会造成基板图案的损坏，并且因此，可在保持高水平的去除微粒的速率同时使得图案损坏的可能性极低。作为对比，在传统示例的情况下，从基板去除微粒越多，越可能损坏基板的图案。

[0079] 图 8 显示了关于能量的液滴出现率。图 8 显示了微粒附着到基板时的能级 E1，和基板上的图案损坏时，例如图案塌陷时的能级 E2。

[0080] 表示由根据本发明实施例的基板处理设备产生的液滴能量的曲线 D1 和表示根据传统示例的液滴能量的曲线 D2 存在于图 8 中所示的能级 E1，E2 之间。表示液滴能量的曲线 D1 完全落在能级 E1，E2 之间的范围内。另一方面，表示根据现有示例的液滴能量的曲线 D2 包括与能级 E2 重叠的一部分 K。重叠部分 K 的存在意味着基板上的图案在将根据现有示例的液滴提供到图案时会被损坏。从图 8 还显而易见的是，即使将微粒从基板去除，本发明的实施例也不会造成基板的图案损坏，并且因此，在保持高水平的微粒去除速率的同时，图案被损坏的可能性极低。

[0081] 本发明的实施例可产生粒径均匀的液滴，并且因而可将这些液滴提供到基板。由于该原因，其实例可提高对施加到基板的液滴压力和液滴流速分布的控制能力。另外，其实例可从基板去除污染物，同时防止基板上的图案损坏，例如图案塌陷。而且，其实例可控制施加到基板的液滴的能量，以使能量可较小。而且，其实例可微

小地（微细地）控制施加到基板的能量，并且因此可去除保留在基板上的污染物而不损坏基板上的图案。另外，其实施例可容易地控制液滴的粒径，并且因此可适当地控制清洗条件。而且，其实施例可通过液滴的粒径和液滴的流速各自的控制因数来独立地控制液滴的粒径和液滴的流速，并且因此可控制将要提供到基板的液滴的状态。

[0082] 本发明不限于上述实施例。例如，图 3 中所示的第一喷嘴 21 和第二喷嘴 22 由保持构件 23 一体保持。这允许简化需要设置的基板上方的部件，例如喷嘴和管在基板处理设备内部的布置。但是，本发明不限于此。第一喷嘴和第二喷嘴可以独立形成，而无需使用保持构件。喷嘴不限于双流体喷嘴。喷嘴可以是不同的类型的喷嘴，例如为从其喷射液滴的喷雾式喷嘴。

[0083] 另外，图 5 中所示的喷嘴 70 和气体供给喷嘴 73 由保持构件 23A 一体保持。这允许简化需要设置在基板上方的部件，例如喷嘴和管在基板处理设备内部的布置。

[0084] 由保持构件固定的喷嘴的数量不限于两个，并且可以是三个或多个。增加喷嘴的数量使得可能形成更为大量的微细雾化的液滴 N，并且因此将大量的微细雾化的液滴 N 提供到基板 W。

[0085] 所用的气体不限于氮气，并且可以是压缩空气、氩气、二氧化碳气体等。一个或多个喷嘴的材料可以是树脂，例如特氟龙（注册商标），来代替金属。

[0086] 而且，通过适当组合本发明实施例中公开的多个部件中的一些，可获得多个发明。例如，一些部件可以不包括在本发明实施例中所示的所有部件中。而且，一个实施例中的部件和其他实施例中的部件可根据需要组合在一起。

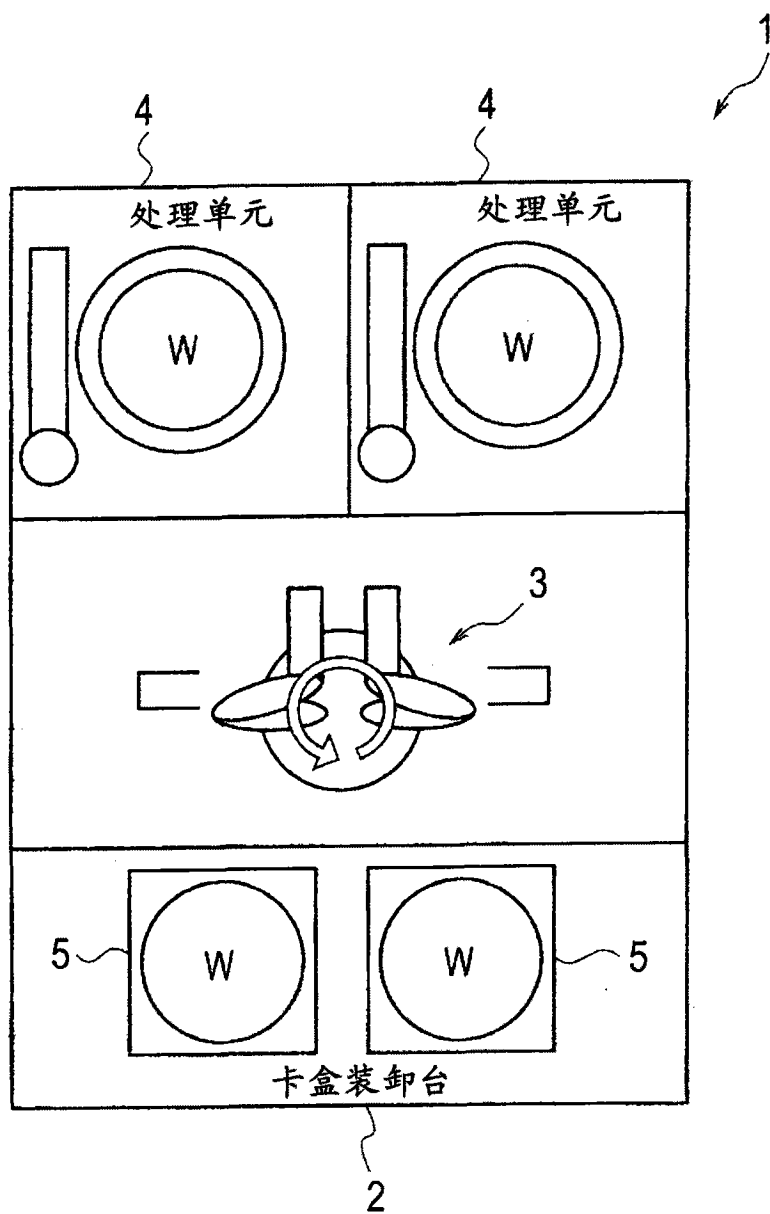


图 1

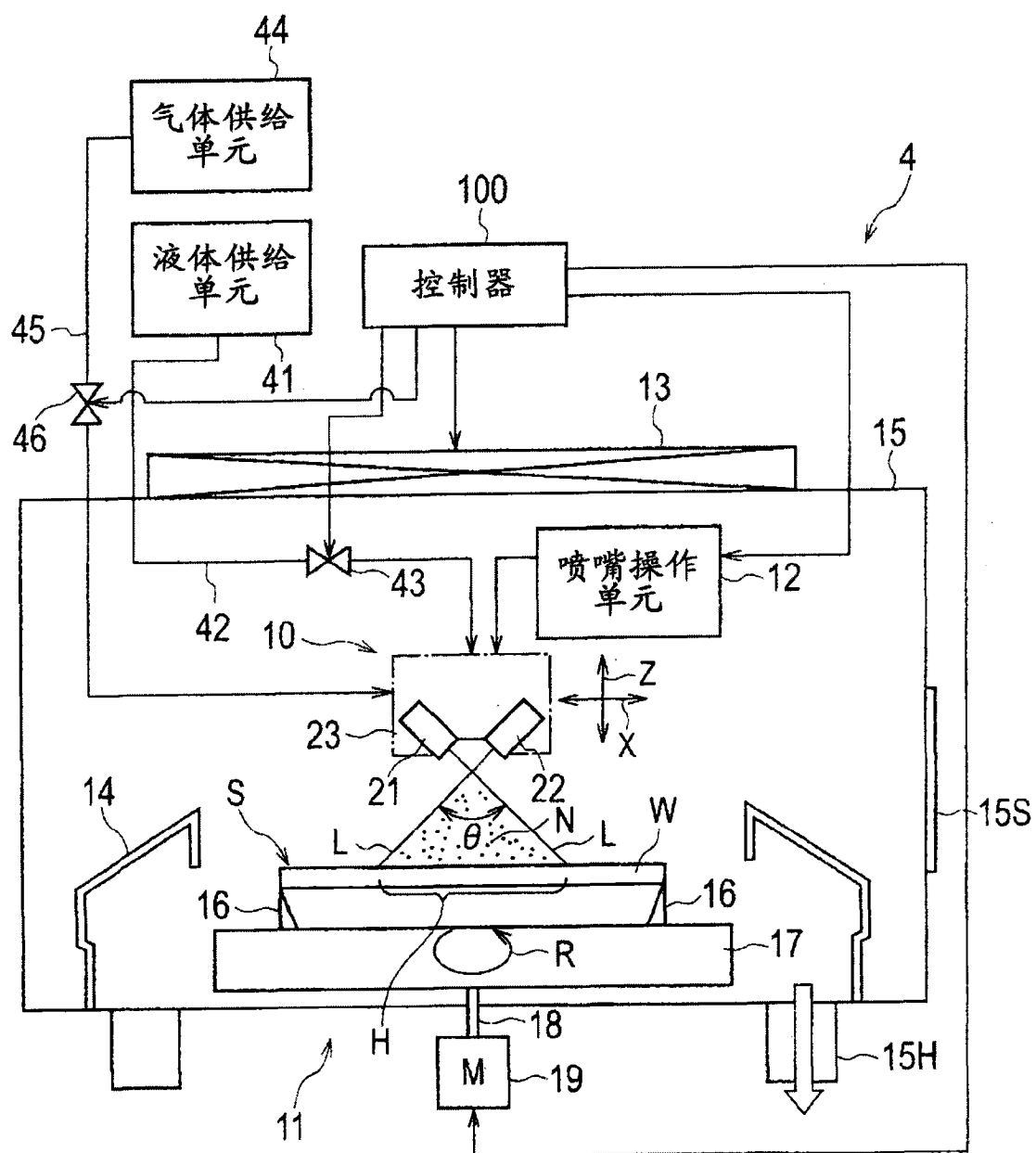


图 2

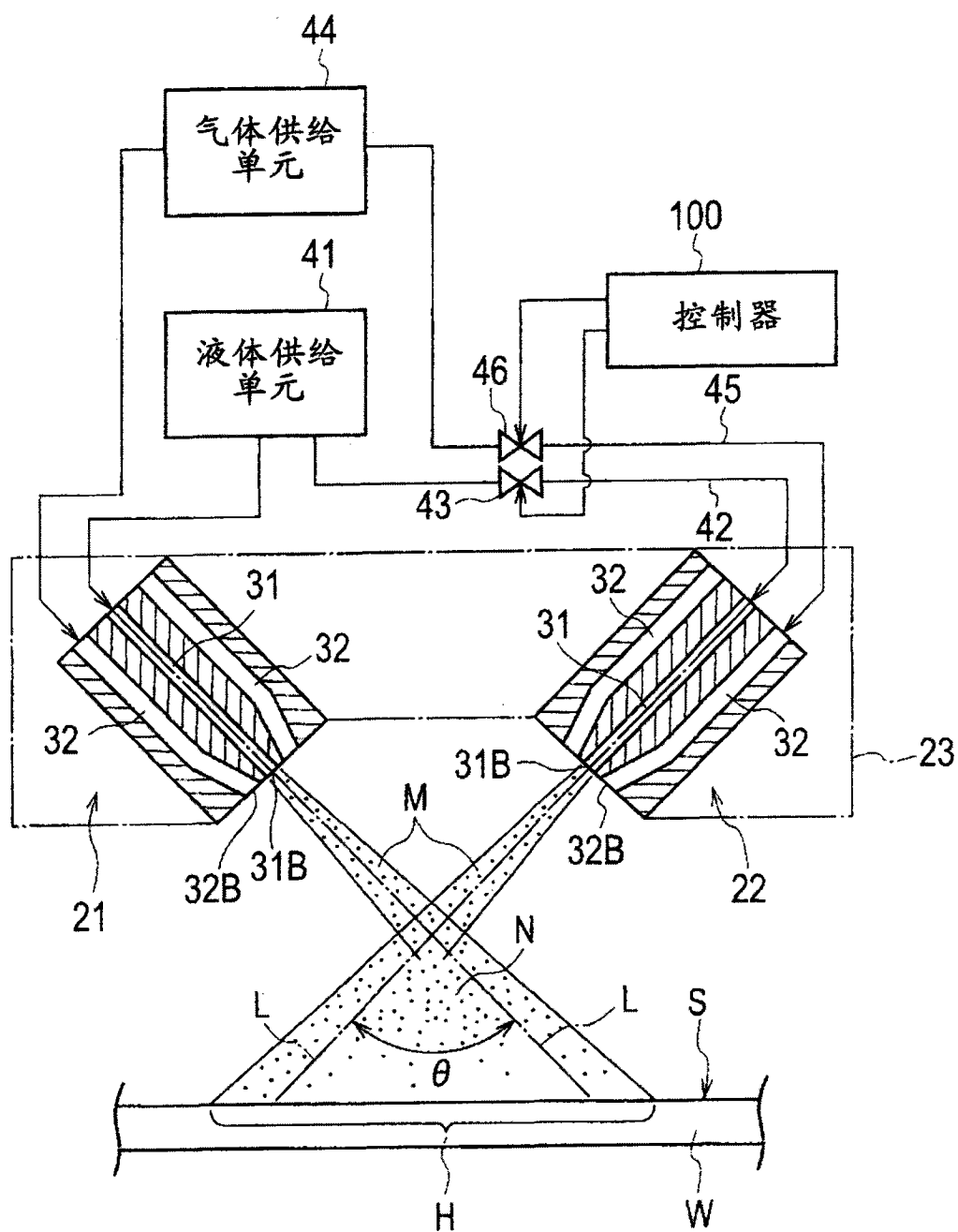


图 3

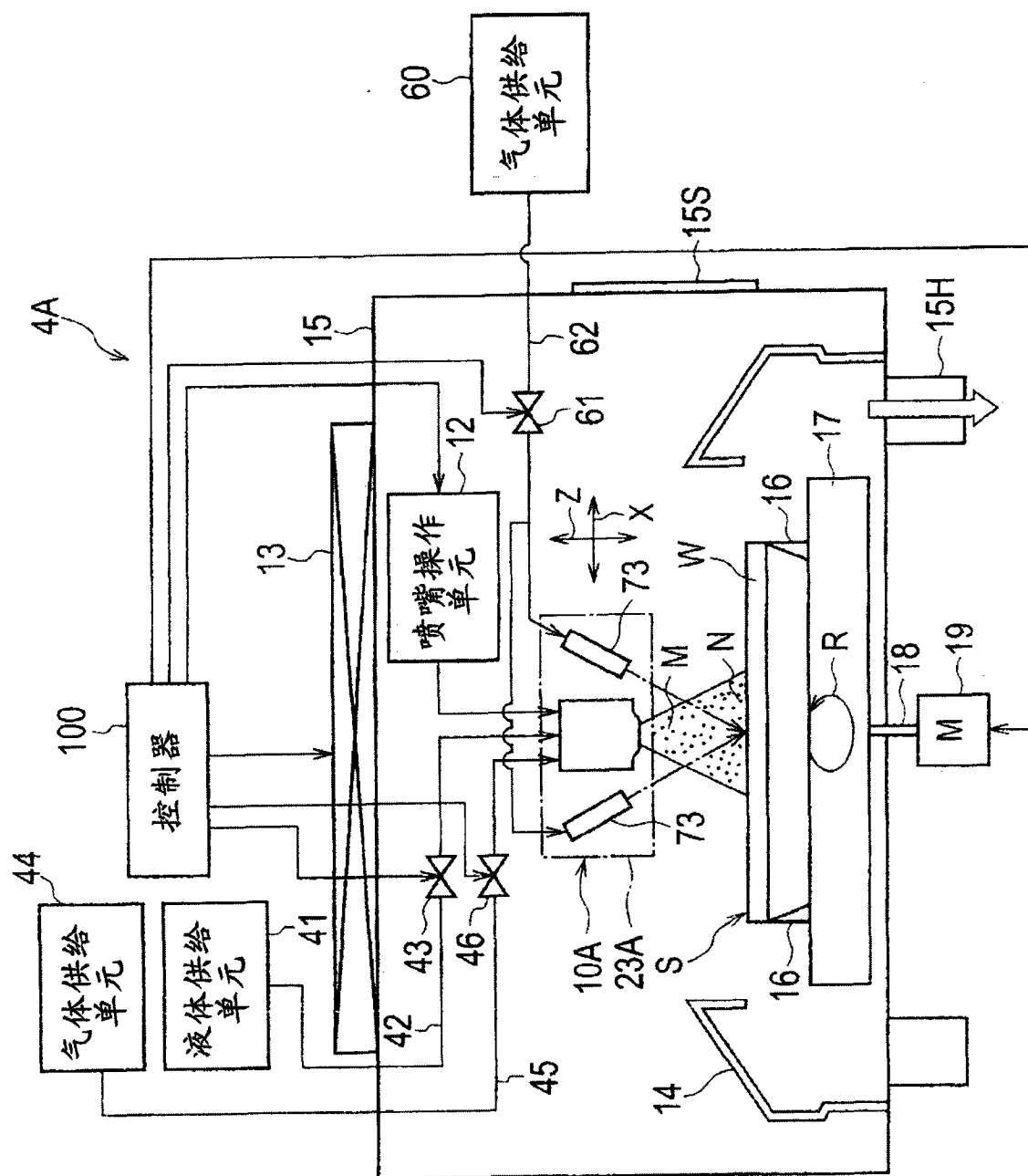


图 4

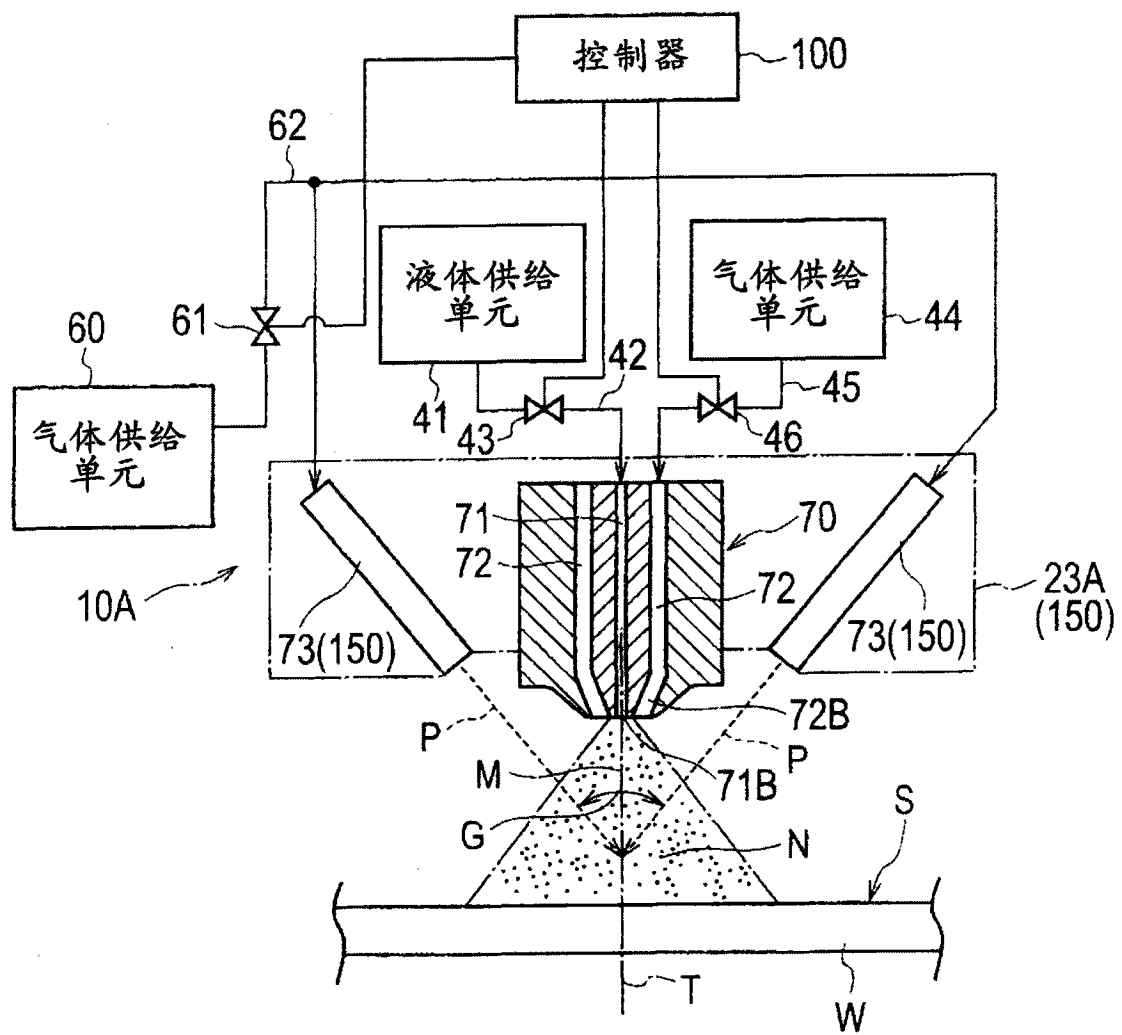


图 5

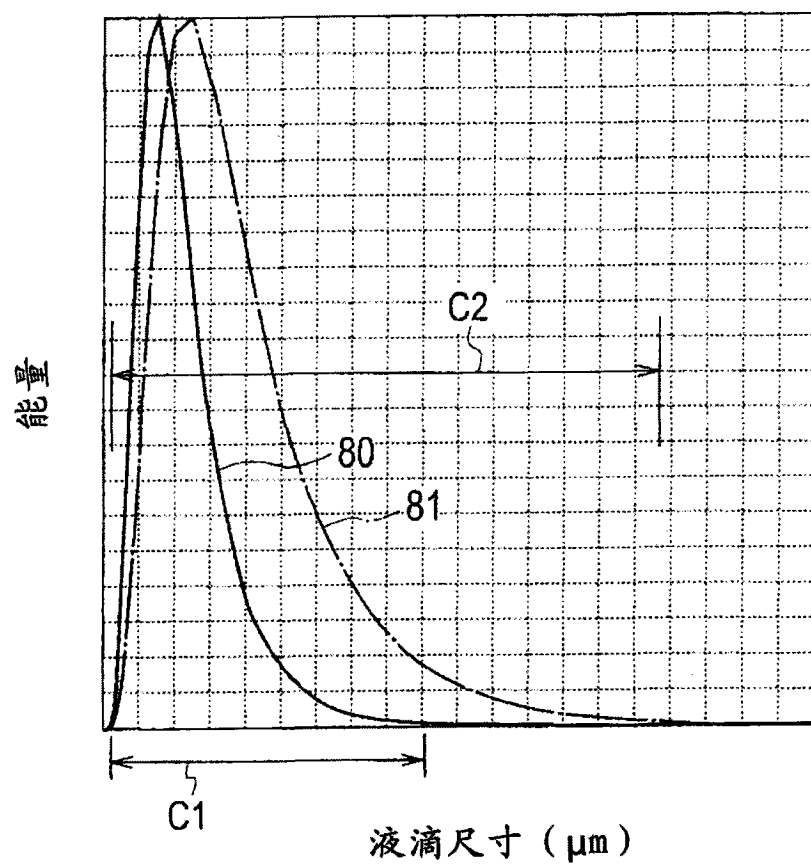


图 6

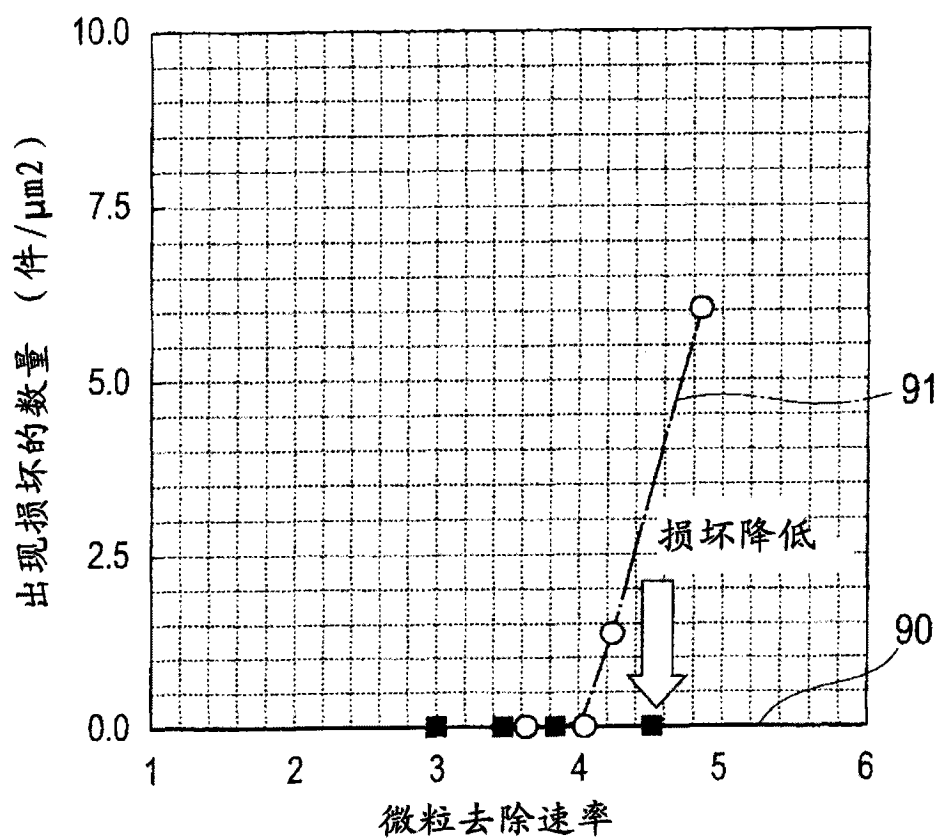


图 7

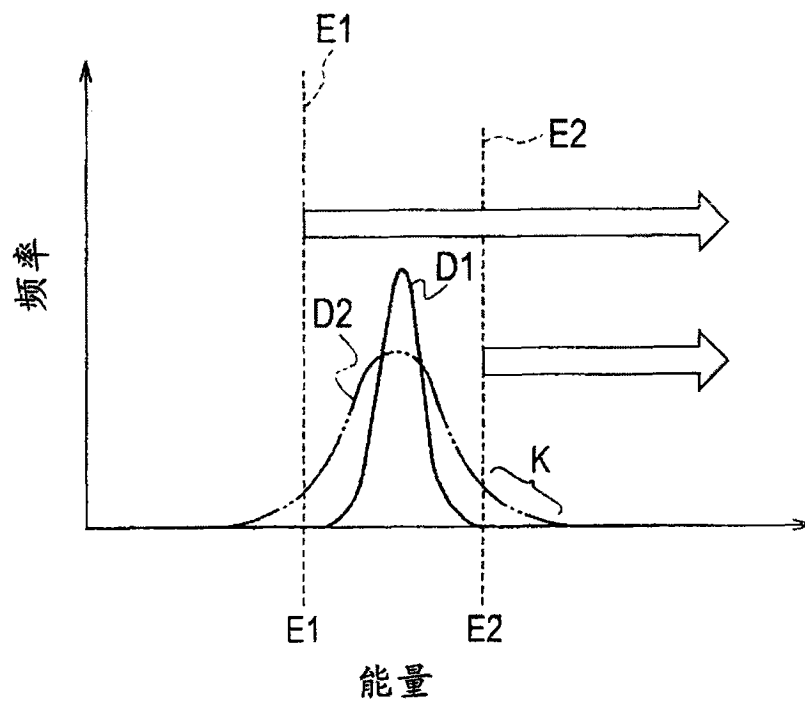


图 8

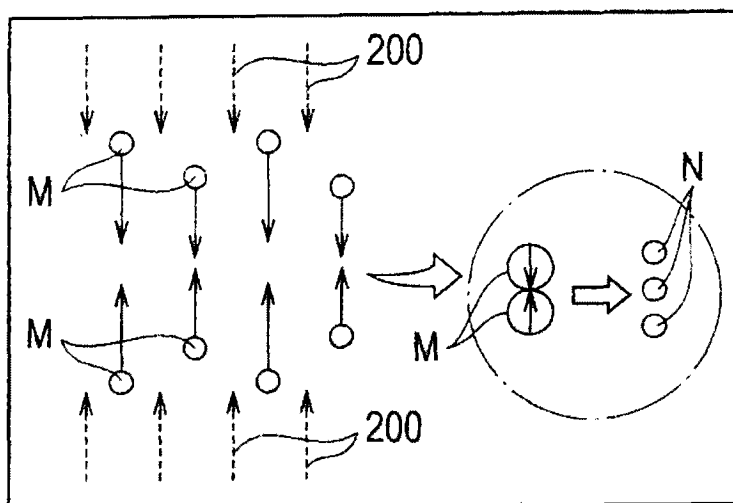


图 9A

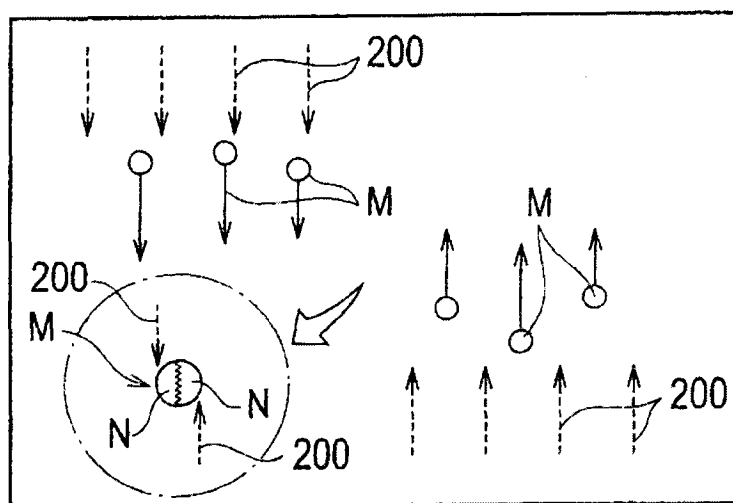


图 9B

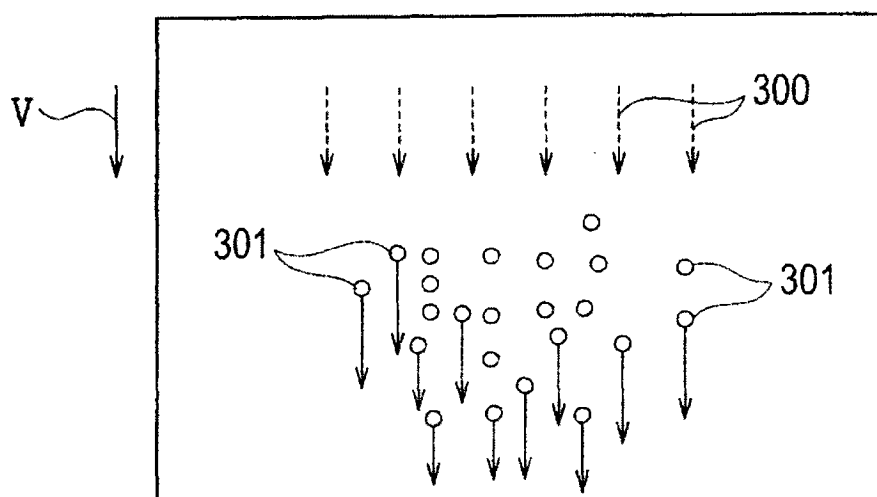


图 9C