



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1920096 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 31

(21) 申请号 200610125621. 8

4 行至第 8 栏第 9 行, 附图 6-9.

(22) 申请日 2006. 08. 24

WO 98/09731 A1, 1998. 03. 12, 说明书第 12 页第 6-32 行、附图 8.

(30) 优先权数据

2005-243033 2005. 08. 24 JP

US 5221345 A, 1993. 06. 22, 说明书第 6 栏第 4 行至第 8 栏第 9 行, 附图 6-9.

(73) 专利权人 兄弟工业株式会社

地址 日本爱知县名古屋

专利权人 独立行政法人产业技术综合研究所

审查员 李亚坤

(72) 发明人 安井基博 明渡纯

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 樊卫民 郭国清

(51) Int. Cl.

G23C 24/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2001-348658 A, 2001. 12. 18, 图 1, 说明书 0015-0016 段.

US 5221345 A, 1993. 06. 22, 说明书第 6 栏第

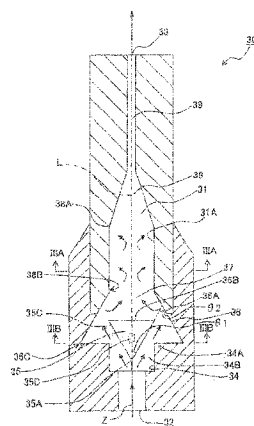
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 9 页

(54) 发明名称

成膜装置及喷嘴

(57) 摘要

本发明的成膜装置包括:气溶胶产生部,将材料颗粒分散在载气中以产生气溶胶;喷嘴,内部设有供所述气溶胶流过的内部通路,该内部通路的一端构成用于接受所述气溶胶从所述气溶胶产生部的供给的供给口,另一端构成用于向被处理材料喷出所述气溶胶的喷出口;窄路,设在所述内部通路中且流路面积比其上游侧的流路面积窄;和冲撞部,设在所述窄路的下游侧且受到通过所述窄路的所述气溶胶流的冲撞,因此,凝集颗粒被粉碎,以微粒化的状态从喷嘴供给,可在被处理材料上形成薄的均匀的膜。



1. 一种成膜装置,包括:气溶胶产生部,将材料颗粒分散在载气中以产生气溶胶;喷嘴,内部设有供所述气溶胶流过的内部通路,该内部通路的一端构成用于接受所述气溶胶从所述气溶胶产生部的供给的供给口,另一端构成用于向被处理材料喷出所述气溶胶的喷出口;

窄路,设在所述内部通路中且流路面积比窄路的上游侧的流路面积窄;

冲撞部,设在所述窄路的下游侧且受到通过所述窄路的所述气溶胶流的冲撞;和

障碍部件,设置在所述内部通路内以妨碍所述气溶胶流动,

所述冲撞部包围所述障碍部件的一部分,

通过在所述内部通路中设置所述障碍部件来形成所述窄路。

2. 如权利要求 1 所述的成膜装置,其特征在于,所述冲撞部中的与所述气溶胶流相对的冲撞面是相对于所述气溶胶的流动方向倾斜的倾斜面。

3. 如权利要求 2 所述的成膜装置,其特征在于,所述冲撞面的倾角相对于所述气溶胶的流动方向为  $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

4. 如权利要求 1 所述的成膜装置,其特征在于,在所述内部通路中,所述窄路的流路面积为该窄路上游位置处的流路面积的 50% 以下。

5. 如权利要求 1 所述的成膜装置,其特征在于,在所述内部通路中,在所述冲撞部的下游侧设置流路朝向所述喷出口缩小的收缩部,并且,所述喷出口的开口面积为所述收缩部的入口处的流路面积的  $1/3$  以下。

6. 如权利要求 5 所述的成膜装置,其特征在于,所述障碍部件中与所述气溶胶流相对的相对面是相对于所述气溶胶的流动方向倾斜的倾斜面。

7. 如权利要求 6 所述的成膜装置,其特征在于,所述相对面的倾角相对于所述气溶胶的流动方向为  $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

8. 如权利要求 5 所述的成膜装置,其特征在于,所述障碍部件中与所述气溶胶流相对的相对面是向上游侧伸出的弧状面。

9. 如权利要求 5 所述的成膜装置,其特征在于,所述障碍部件设在所述内部通路的中心轴线上。

10. 如权利要求 5 所述的成膜装置,其特征在于,所述障碍部件为柱状形状。

11. 如权利要求 5 所述的成膜装置,其特征在于,所述喷出口形成为狭缝状,所述障碍部件沿所述喷出口的长度方向形成。

12. 如权利要求 5 所述的成膜装置,其特征在于,所述喷出口形成狭缝状,支撑所述障碍部件的支撑部件沿所述喷出口的长度方向延伸。

13. 如权利要求 2 所述的成膜装置,其特征在于,在所述内部通路中,在所述冲撞部的下游侧设置流路朝向所述喷出口缩小的收缩部,并且,所述喷出口的开口面积为所述收缩部的入口处的流路面积的  $1/3$  以下,通过将所述障碍部件设在所述收缩部的入口处使所述收缩部的内壁面构成所述冲撞面。

14. 如权利要求 1 所述的成膜装置,其特征在于,在所述内部通路中,在所述窄路的下游侧设置流路面积比所述窄路的流路面积扩大的扩张部。

15. 如权利要求 5 所述的成膜装置,其特征在于,所述内部通路的包围着所述障碍部件的内壁面朝向下游侧形成锥状。

16. 如权利要求 1 所述的成膜装置,其特征在于,所述内部通路的内壁面的表面粗糙度在 RZ 0.3  $\mu\text{m}$  以下。

17. 一种喷嘴,用于成膜装置,该成膜装置具有将材料颗粒分散在载气中以产生气溶胶的气溶胶产生部,

该喷嘴的内部设有供所述气溶胶流过的内部通路,该内部通路的一端构成用于接受所述气溶胶从所述气溶胶产生部的供给的供给口,另一端构成向被处理材料喷射所述气溶胶的喷出口,

该喷嘴包括:

窄路,设在所述内部通路中且流路面积比窄路的上游侧的流路面积窄;

冲撞部,设在所述窄路的下游侧且受到通过所述窄路的所述气溶胶流的冲撞;和

障碍部件,设置在所述内部通路内以妨碍所述气溶胶流动,

所述冲撞部包围所述障碍部件的一部分,通过在所述内部通路中设置妨碍所述气溶胶流动的障碍部件来形成所述窄路。

18. 如权利要求 17 所述的喷嘴,其特征在于,所述喷出口形成为狭缝状,所述障碍部件沿所述喷出口的长度方向形成。

## 成膜装置及喷嘴

[0001] 本申请基于在 2005 年 8 月 24 日申请的日本专利申请 2005-243033 主张优先权，参照其公开的全部内容在此作为援引。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及采用 AD 法对陶瓷和金属材料进行成膜的成膜装置及成膜装置中使用的喷嘴。

### 背景技术

[0003] 气胶成长法 (aerosol deposition method, AD 法) 可作为喷墨打印机的喷墨头等中使用的压电致动器的压电膜的制造方法。该方法是向基板表面喷射气溶胶 (aerosol)，所述气溶胶是使锆钛酸铅 (PZT) 等压电材料的微粒分散在气体中形成的，使微粒冲撞、堆积在基板上，以形成压电膜。该方法不仅限于压电材料的成膜，也可用于陶瓷材料和金属材料的成膜。

[0004] 例如特开 2003-293159 号公报中公开了用于按照上述 AD 法进行成膜的装置。该装置具有产生气溶胶的气溶胶形成室、向基板喷涂所产生的气溶胶的成膜室、设在成膜室内部的喷嘴，在气溶胶形成室内产生的气溶胶通过输送管导入喷嘴，并从该喷嘴向基板喷射。

[0005] 图 9 示出了成膜装置采用的现有的一般喷嘴 70 的侧剖视图。喷嘴 70 整体为上下贯通的圆筒状，其内部形成有供气溶胶流过的内部通路 71。该内部通路 71 的下端侧开口与气溶胶的输送管连接，构成用于接受气溶胶的供给口 72，上端侧开口构成用于喷出气溶胶的喷出口 73。气溶胶从供给口 72 进入喷嘴 70 内，在内部通路 71 中向上流动，通过喷出口 73 向基板喷射。

[0006] 导入上述喷嘴之前，在气溶胶产生阶段，颗粒没有充分微粒化，或已经微粒化的颗粒在从气溶胶形成室至喷嘴之间再次凝集，可能以大凝集颗粒的状态喷涂在基板上。上述凝集颗粒由于质量大，冲撞基板时的冲撞能量增大，导致对膜造成损害等，难以形成薄的均匀的膜。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种采用 AD 法进行成膜的成膜装置，该装置可形成薄的均匀的膜。

[0008] 本发明的第一方式提供了一种成膜装置，包括：气溶胶产生部，将材料颗粒分散在载气中以产生气溶胶；喷嘴，内部设有供所述气溶胶流过的内部通路，该内部通路的一端构成用于接受所述气溶胶从所述气溶胶产生部的供给的供给口，另一端构成用于向被处理材料喷出所述气溶胶的喷出口；窄路，设在所述内部通路中且流路面积比窄路的上游侧的流路面积窄；冲撞部，设在所述窄路的下游侧且受到通过所述窄路的所述气溶胶流的冲撞；和障碍部件，设置在所述内部通路内以妨碍所述气溶胶流动，所述冲撞部包围所述障碍部件的一部分，通过在所述内部通路中设置所述障碍部件来形成所述窄路。

[0009] 本发明的第二方式提供一种喷嘴,用于成膜装置,该成膜装置具有将材料颗粒分散在载气中以产生气溶胶的气溶胶产生部,该喷嘴的内部设有供所述气溶胶流过的内部通路,该内部通路的一端构成用于接受所述气溶胶从所述气溶胶产生部的供给的供给口,另一端构成向被处理材料喷射所述气溶胶的喷出口,该喷嘴包括:窄路,设在所述内部通路中且流路面积比窄路的上游侧的流路面积窄;冲撞部,设在所述窄路的下游侧且受到通过所述窄路的所述气溶胶流的冲撞;和障碍部件,设置在所述内部通路内以妨碍所述气溶胶流动,所述冲撞部包围所述障碍部件的一部分,通过在所述内部通路中设置妨碍所述气溶胶流动的障碍部件来形成所述窄路。

[0010] 在本发明的成膜装置及喷嘴中,可以通过在上述内部通路中设置妨碍上述气溶胶流动的障碍部件来形成上述窄路。

[0011] 在本发明的成膜装置及喷嘴中,进入喷嘴的内部通路的气溶胶通过窄路时,流速增加,撞到设在其下游侧的冲撞部上。此时,气溶胶内包含的材料颗粒中,质量小的颗粒绕过冲撞部的壁面,流向下游侧,而质量较大的凝集颗粒由于惯性力较大,无法绕过冲撞部而冲撞于该冲撞部,并被粉碎。这样,凝集颗粒被粉碎,以微粒化的状态从喷嘴供给,因此可在被处理材料上形成薄的均匀的膜。

[0012] 本发明的成膜装置中,上述冲撞部中的与上述气溶胶流相对的冲撞面可以是相对于上述气溶胶的流动方向倾斜的倾斜面。此时,可减少颗粒的冲撞能量过大而导致颗粒粘固在冲撞面上,或产生气溶胶滞留,或颗粒被吹到一起而堆积等问题。

[0013] 本发明的成膜装置中,上述冲撞面的倾角相对于上述气溶胶的流动方向可以为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。优选冲撞面的角度小至可以抑制上述问题的程度,但如果太小,则凝集颗粒对冲撞面的冲撞能量减小,恐怕不能充分粉碎颗粒。因此,冲撞面的倾角优选为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

[0014] 本发明的成膜装置中,在上述内部通路中,上述窄路的流路面积可以为该窄路上游位置处的流路面积的50%以下。如果这样限制流路面积,通过窄路的气溶胶可充分加速,以足以粉碎凝集颗粒的冲撞能量冲撞在冲撞部上。

[0015] 本发明的成膜装置中,在上述内部通路中,在上述冲撞部的下游侧可以设置流路朝向上述喷出口缩小的收缩部,并且上述喷出口的开口面积为上述收缩部的入口处的流路面积的 $1/3$ 以下。通过上述收缩部使流路收缩,即使对冲撞部的冲撞使气溶胶的流动扰乱而减速,仍然可进行充分加速,使材料颗粒获得足以粘固在被处理材料上的冲撞能量。

[0016] 本发明的成膜装置中,上述障碍部件中与上述气溶胶流相对的相对面可以是相对于上述气溶胶的流动方向倾斜的倾斜面,也可以是向上游侧伸出的弧状面。上述障碍部件还可以是柱状形状。通过上述形状可减少颗粒的冲撞能量过大而导致颗粒粘固在相对面上,或产生气溶胶滞留,或颗粒被吹到一起而堆积等问题。

[0017] 本发明的成膜装置中,上述相对面的倾角相对于上述气溶胶的流动方向可以为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。此处,相对面的角度优选小至可以防止上述问题的程度,但如果太小,为了获得必要的流路收缩量、即相对面中与气溶胶的流动方向交叉的方向上的长度,必须要增大沿流动方向的方向上的长度,由此障碍部件必须要大型化。因此优选使相对面的角度为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

[0018] 本发明的成膜装置中,上述障碍部件可以设在上述内部通路的中心轴线上。此时,气溶胶绕过处于中心轴线上的障碍部件,稍稍向外周方向变向地前进,在其下游侧冲撞于

内部通路的内壁面。采用上述结构,可将内部通路的内壁面用作冲撞部,避免了喷嘴结构的复杂化。

[0019] 本发明的成膜装置和喷嘴中,上述喷出口可以形成狭缝状,上述障碍部件可以沿上述喷出口的长度方向形成。本发明的成膜装置中,上述喷出口也可以形成狭缝状,支撑上述障碍部件的支撑部件可以沿上述喷出口的长度方向延伸。采用上述构成,在狭缝长度方向的全长上气溶胶的流动难以发生偏斜,可形成均匀的膜。

[0020] 本发明的成膜装置中,可以通过将上述障碍部件设在上述收缩部的入口处使上述收缩部的内壁面构成上述冲撞面。此时可以不另外设置冲撞部,由此可避免喷嘴结构的复杂化,可粉碎凝集颗粒,形成均匀的膜。

[0021] 本发明的成膜装置中,在上述内部通路中,在上述窄路的下游侧可以设置流路面积比上述窄路的流路面积扩大的扩张部。采用该结构,在扩张部上流路急剧扩张而产生乱流,将由冲撞部粉碎后的颗粒的碎片混合。由此可使气溶胶的浓度均匀,形成均匀的膜。

[0022] 本发明的成膜装置中,上述内部通路的包围着上述障碍部件的内壁面可以朝向下游侧形成锥状。此时,形成锥状的内壁面构成冲撞部,上游侧的区域构成扩张部。这样可以用所谓“锥状的内壁面”的一个构造来形成冲撞部和扩张部。因此,可避免喷嘴结构的复杂化,可粉碎凝集颗粒,形成均匀的膜。

[0023] 本发明的成膜装置中,上述内部通路的内壁面的表面粗糙度可以在  $RZ\ 0.3\ \mu\text{m}$  以下。通过如上所述使内壁面具有一定程度以上的粗糙度,可抑制材料颗粒附着在该内壁面上。

## 附图说明

[0024] 图 1 是第一实施方式的成膜装置的概略图。

[0025] 图 2 是第一实施方式的喷嘴的侧剖视图。

[0026] 图 3A 是图 2 的 IIIA-III A 线剖视图,图 3B 是图 2 的 IIIB-IIIB 线剖视图。

[0027] 图 4 是第二实施方式的喷嘴的侧剖视图。

[0028] 图 5A 是图 4 的 VA-VA 线剖视图,图 5B 是图 4 的 VB-VB 线剖视图。

[0029] 图 6 是第三实施方式的喷嘴的侧剖视图。

[0030] 图 7 是图 6 的 VII-VII 线剖视图。

[0031] 图 8 是其它实施方式的喷嘴的侧剖视图。

[0032] 图 9 是现有喷嘴的侧剖视图。

## 具体实施方式

[0033] (第一实施方式)

[0034] 下面参照图 1 ~ 图 3 详细说明将本发明具体化的第一实施方式。

[0035] 图 1 示出了将本发明具体化的成膜装置 1 的概略图。该成膜装置 1 具有:将材料颗粒 M 分散在载气中以形成气溶胶 Z 的气溶胶产生器 10、及从喷嘴 30 喷出气溶胶 Z 并使其附着在基板 B(被处理材料)上的成膜腔 20。

[0036] 气溶胶产生器 10 中具有内部可容纳材料颗粒 M 的气溶胶室 11、安装在该气溶胶室 11 上并振动气溶胶室 11 的加振装置 12。用于导入载气的储气瓶 G 通过导入管 13 与气溶

胶室 11 连接。导入管 13 的前端在气溶胶室 11 内部位于底面附近,埋在材料颗粒 M 中。载气可采用例如氦气、氩气、氮气等不活泼气体及空气、氧气等。

[0037] 成膜腔 20 中具有用于安装基板 B 的平台 21、和设在该平台 21 下方的喷嘴 30。真空泵 P 通过粉末回收装置 22 与该成膜腔 20 连接,其可以使成膜腔 20 内部减压。

[0038] 如图 2 所示,喷嘴 30 整体上形成沿上下方向贯通的圆筒状,其内部形成有供气溶胶 Z 流过的内部通路 31。该内部通路 31 的下端侧开口与气溶胶供给管 14 连接,构成用于接受气溶胶 Z 的供给口 32,另一方面,上端侧开口形成狭缝状,构成用于喷出气溶胶 Z 的喷出口 33。从供给口 32 至喷出口 33 的长度为 70 ~ 100mm。上述狭缝状的喷出口 33 在长度方向上为 10 ~ 15mm,宽度方向为 0.2 ~ 0.5mm。从气溶胶室 11 通过气溶胶供给管 14 供给的气溶胶 Z 从供给口 32 进入喷嘴 30 内,在内部通路 31 中向上流动,通过喷出口 33 向基板 B 喷射。

[0039] 该内部通路 31 中,在供给口 32 的稍稍上方位置设有阻挡部 35(障碍部件)。阻挡部 35 由镍合金或不锈钢形成圆锥状,考虑到耐冲撞性,其表面可以经仿钻结晶碳(diamond-like carbon,DLC)涂敷。圆锥的顶点 35A 朝向下侧(上游侧),并且连结圆锥顶点 35A 和底面 35B 的中心点的轴与内部通路 31 的中心轴线 L 一致。由此,阻挡部 35 中与气溶胶 Z 的气流相对的面,即圆锥面 35C(相对面)相对于气溶胶 Z 的流动方向(喷嘴 30 的延伸方向)倾斜。构成该圆锥面 35C 的母线的倾角  $\theta 1$  相对气溶胶 Z 的流动方向(内部通路 31 的中心轴线 L 的延伸方向)设定在  $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$  的范围。

[0040] 另一方面,内部通路 31 的内壁 31A 中包围上述障碍部件的部分中设有朝向下游侧形成锥状的锥部 36。该锥部 36 由镍合金或不锈钢形成,考虑到耐冲撞性,其表面优选经过 DLC 涂敷。锥部的起始端,即小径侧的端部 36B 位于与阻挡部 35 的下游侧端部(圆锥底面 35B)相对应的位置的稍稍下游位置,锥部的终端,即大径侧的端部 36C 位于阻挡部 35 的上游侧端部(圆锥的顶点 35A)的下游、且位于下游侧端部(圆锥底面 35B)上游的位置。

[0041] 内部通路 31 中锥部 36 的上游侧构成与锥部 36 的小径侧的端部 36B 直径大致相同的直管部 34,直管部 34 下游侧的端部 34A 的位置与锥部 36 下游侧的端部 36C 的位置一致。阻挡部 35 的顶点 35A 位于该直管部 34 内。

[0042] 如图 3 所示,从阻挡部 35 的圆锥面 35C 向狭缝状的喷出口 33 的长度方向,分别形成圆柱形的 2 个连结轴 35D 彼此向相反的方向突出,上述连结轴 35D 的前端在内部通路 31 中固定在直管部 34 的下游侧端部 34A。

[0043] 通过上述阻挡部 35 和锥部 36 在内部通路 31 中形成了窄路 34B 和扩张部 37,且锥部 36 构成通过窄路 34B 而来的气溶胶 Z 所冲撞的冲撞部。即,在直管部 34 中,从与阻挡部 35 的顶点 35A 对应的位置直到下游侧端部 34A 为止的区域构成流路面积比其上游侧变窄的窄路 34B,在与锥部 36 对应的区域中,阻挡部 35 的底面 35B 下游侧的区域构成流路比窄路 34B 扩大的扩张部 37。锥部 36 的锥面 36A 构成通过窄路 34B 而来的气溶胶 Z 所冲撞的冲撞面。

[0044] 内部通路 31 的流路面积(截面面积)在窄路 34B 中,从与阻挡部 35 的顶点 35A 对应的位置开始逐渐变窄,在直管部 34 与锥部 36 之间的边界位置(与直管部 34 的端部 34A 和锥部 36 的大径侧的端部 36C 所对应的位置。相当于图 2 的线 IIIA-III A 的位置)收缩最大。超过该边界位置,则流路面积暂时扩大,但随着朝向下游由于锥面 36A 和圆锥面 35C

又逐渐变窄。此后,超过阻挡部 35 的端部(圆锥底面 35B)进入扩张部 37 时,流路面积一下子扩大。另外,窄路 34B 中流路最窄的位置处的流路面积为其上游的流路面积的 50% 以下。

[0045] 而且,上述锥面 36A 的倾角  $\theta_2$  相对于沿着通过锥部 36 之前(上游侧)的窄路 34B 的气溶胶的流动方向、也就是沿着构成阻挡部 35 的圆锥面 35C 的母线的方向,设定为  $45^\circ \sim 60^\circ$  的范围。

[0046] 在内部通路 31 中的该扩张部 37 的稍稍下游位置设有使流路向下游侧平滑地收缩的收缩部 38。该收缩部 38 最终收缩成与喷出口 33 相同形状的狭缝状,从其终端部(上端部)至喷出口 33 为止的通路构成截面形状与喷出口 33 的形状相同的细的前端通路 39。前端通路 39 的长度为  $20 \sim 30\text{mm}$ 。设定收缩部 38 中流路的收缩量,使得终端位置处的截面面积(等于喷出口 33 的开口面积)为内部通路 31 中收缩部 38 的入口 38A、即收缩开始位置处的截面面积的  $1/3$  以下,由此可对气溶胶 Z 进行充分加速,并从喷出口 33 喷出。

[0047] 另外,内部通路 31 的内壁面 31A 形成表面粗糙度 RZ 在  $0.3 \mu\text{m}$  以下的平滑表面,由此材料颗粒 M 不会附着在内壁面 31A 上。

[0048] 下面说明上述构成的本实施方式的成膜装置和喷嘴的动作及原理。

[0049] 用成膜装置 1 形成材料颗粒 M 的膜时,首先将基板 B 置于平台 21 上。接着向气溶胶室 11 内加入材料颗粒 M。材料颗粒 M 可采用例如压电材料锆钛酸铅(PZT)。

[0050] 此后,从储气瓶 G 导入载气,其气压使材料颗粒 M 飞起。与此同时,通过加振装置 12 振动气溶胶室 11,使材料颗粒 M 与载气混合,产生气溶胶 Z。接着,用真空泵 P 对成膜腔 20 内减压。这样,利用气溶胶室 11 与成膜腔 20 之间的压差将气溶胶室 11 内的气溶胶 Z 加速至高速,并使其通过气溶胶供给管 14 进入喷嘴 30 的内部通路 31。图 2 中用箭头示出了气溶胶 Z 的流动。

[0051] 进入喷嘴 30 的内部通路 31 的气溶胶 Z 通过设置阻挡部 35 而形成的窄路 34B 时,流速增加,同时变成沿圆锥面 35C 的方向的流动,撞到设在其下游侧的锥部 36 的锥面 36A 上。此时,气溶胶 Z 内包含的材料颗粒 M 中,质量小的微粒沿锥部 36 的锥面 36A 变向,流向下游侧,而质量较大的凝集颗粒由于惯性力较大,无法容易地改变方向而冲撞于该锥部 36,并被粉碎。这样,凝集颗粒被粉碎,以微粒化的状态供给,因此可在基板 B 上形成薄的均匀的膜。此时,为了粉碎凝集颗粒而利用相对气溶胶 Z 的流动方向倾斜的锥面 36A,可防止冲撞能量过大而导致材料颗粒 M 粘固在锥部 36 上,或产生气溶胶 Z 滞留,或材料颗粒 M 被吹到一起而堆积在锥面 36A 上等问题。

[0052] 另外,窄路 34B 中最窄部分的流路面积为该窄路 34B 上游位置处的流路面积的 50% 以下。由此,通过窄路 34B 的气溶胶 Z 可充分加速,以足以粉碎凝集颗粒的冲撞能量冲撞在锥面 36A 上。而且,优选锥面 36A 的角度小至可以抑制上述问题的程度,但如果太小,则凝集颗粒对锥面 36A 的冲撞能量减小,恐怕不能充分粉碎凝集颗粒。因此,倾角  $\theta_2$  相对于气溶胶 Z 的流动方向(沿着构成阻挡部 35 的圆锥面 C 的母线的方向)设定为  $45^\circ \sim 60^\circ$ 。

[0053] 以圆锥的顶点 35A 朝向下侧(上游侧)的姿态设置阻挡部 35,从而与气溶胶 Z 的气流相对的表面、即圆锥面 35C 相对于气溶胶 Z 的流动方向倾斜。由此可防止冲撞能量过大而引起材料颗粒 M 粘固在阻挡部 35 上,或产生气溶胶 Z 滞留,或材料颗粒 M 被吹到一起

而堆积在阻挡部 35 的表面上等问题。另外,优选倾角  $\theta 1$  小至可以防止上述问题的程度,但如果太小,为了获得必要的流路收缩量,即圆锥面 35C 中与气溶胶 Z 的流动方向交叉的方向上的延伸长度,阻挡部 35 整体必须要大型化。因此倾角  $\theta 1$  相对于气溶胶 Z 的流动方向(内部通路 31 的中心轴线 L 的延伸方向)设定为  $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

[0054] 通过窄路 34B 的气溶胶 Z 到达设在其下游侧的扩张部 37。该扩张部 37 中,因气溶胶 Z 的流路急剧扩张而产生乱流,对冲撞锥部 36 所产生的凝集颗粒的碎片加以混合。由此可使气溶胶 Z 的浓度均匀。

[0055] 另外,本实施方式中,用锥部 36 和阻挡部 35 构成的简单结构形成了用于粉碎材料颗粒 M 的冲撞部和用于混合的扩张部 37。即,该锥部 36 的锥面 36A 构成用于粉碎凝集颗粒的冲撞面,并且由锥部 36 扩张的区域中,不存在阻挡部 35 的区域(阻挡部 35 的底面 35B 下游侧的区域)构成扩张部 37。由此,可避免喷嘴 30 的结构复杂化,并可以粉碎凝集颗粒,形成均匀的膜。

[0056] 通过扩张部 37 的气溶胶 Z 进而进入下游侧的收缩部 38。在收缩部 38 中,通过使流路收缩直到流路面积为入口 38A 处流路面积的  $1/3$  以下,在扩张部 37 中暂时减速的气溶胶 Z 得以充分加速,可以使材料颗粒 M 获得足以粘固在基板 B 上的冲撞能量。

[0057] 通过收缩部 38 和前端通路 39 的气溶胶 Z 从喷出口 33 中喷出。喷出的气溶胶 Z 中包含的材料颗粒 M 冲撞并堆积在基板 B 上,形成膜。

[0058] 如上所述,根据本实施方式,在从气溶胶室 11 至喷嘴 30 之间再凝集而产生的较大的凝集颗粒在喷嘴 30 内再次被粉碎,从而可形成薄的均匀的膜。

[0059] (第二实施方式)

[0060] 下面参照图 4 和图 5 说明本发明的第二实施方式。本实施方式与第一实施方式主要的不同点在于阻挡部 45 中与气溶胶 Z 的气流相对的表面是圆弧状面,以及冲撞部 46 向内部通路 41 伸出。另外,与第一实施方式相同的结构用同一标号表示,且不再赘述。

[0061] 本实施方式的喷嘴 40 用于与第一实施方式相同的成膜装置 1 中。喷嘴 40 与第一实施方式同样地形成具有内部通路 41 的圆筒状,该内部通路 41 的下端侧开口构成供给口 42,上端侧开口构成狭缝状的喷出口 43。

[0062] 在该喷嘴 40 的内部通路 41 中的供给口 42 的稍稍上方(下游位置),通过设置阻挡部 45(障碍部件)而形成窄路 44。阻挡部 45 形成圆柱形,其轴向沿着喷出口 43 的狭缝长度方向,且其径向的中心位置位于内部通路 41 的中心轴线 L 上。即,阻挡部 45 的中心轴与内部通路 41 的中心轴正交。

[0063] 阻挡部 45 中与气溶胶 Z 的气流相对的表面是圆柱形的外周面 45A,即向上游侧伸出的圆弧状面。另外,基于与第一实施方式相同的理由,窄路 44 中流路最窄的位置(相当于图 4 的线 VB-VB 的位置)处的流路面积优选为该窄路 44 上游位置处的流路面积的  $50\%$  以下。

[0064] 该阻挡部 45 轴向的两端部分别固定在内部通路 41 的内壁面 41A 上。

[0065] 在内部通路 41 中的该阻挡部 45 的稍稍上方设有冲撞部 46。该冲撞部 46 在内部通路 41 的整个圆周上形成为向中心轴线 L 侧伸出的圆环状。该冲撞部 46 的下侧面 46A 构成朝向中心轴线 L 侧上升的上倾斜面,上侧面 46B 构成朝向内侧下降的倾斜面。另外,基于与第一实施方式相同的理由,优选气溶胶 Z 所冲撞的冲撞面、即下侧面 46A 的倾角  $\theta 3$  相对

于气溶胶 Z 的流动方向（中心轴线 L 的延伸方向）设定为  $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

[0066] 在内部通路 41 中的该冲撞部 46 的下游位置，与第一实施方式相同地设有收缩部 48 和前端通路 49。

[0067] 采用具有上述喷嘴 40 的成膜装置 1 形成材料颗粒 M 的膜时，与第一实施方式同样地将基板 B 置于平台 21 上。此后，在气溶胶室 11 中产生气溶胶 Z，并导入喷嘴 40。图 4 中用箭头示出了气溶胶 Z 的流动。

[0068] 进入喷嘴 40 的内部通路 41 的气溶胶 Z 通过设置阻挡部 45 而形成的窄路 44 时，流速增加，撞到设在其下游侧的冲撞部 46 的下侧面 46A 上。由此与第一实施方式同样地，可以使凝集颗粒粉碎，形成微粒。此时，阻挡部 45 的轴向沿着喷出口 43 的狭缝长度方向，并且其径向的中心位置位于内部通路 41 的中心轴线 L 上。由此，气溶胶 Z 在阻挡部 45 长度方向（与喷出口 43 的长度方向一致）的全长上几乎均等地分开，同时通过窄路 44，因此喷出口 43 长度方向上的气溶胶 Z 的流动难以发生偏斜，可形成均匀的膜。而且，阻挡部 45 中与气溶胶 Z 的气流相对的相对面是圆柱形的外周面 45A，即向上游侧伸出的圆弧状面。由此，与相对面为倾斜面（圆锥面 35C）的第一实施方式相同，可防止因冲撞能量过大而导致材料颗粒 M 粘固在阻挡部 45 上，或产生气溶胶 Z 滞留，材料颗粒 M 被吹到一起而堆积等问题。

[0069] 在冲撞部 46 的下游且在收缩部 48 的上游的区域中，在内部通路 41 中没有特别设置构成气溶胶 Z 流动障碍的部件，由此，该区域与窄路 44 相比，起到流路面积相对扩大的扩张部 47 的作用。该扩张部 47 中，与第一实施方式相同，流路急剧扩大而产生乱流，将与冲撞部 46 冲撞而被粉碎的材料颗粒 M 的碎片混合起来。由此，可使气溶胶 Z 的浓度均匀。

[0070] 通过扩张部 47 的气溶胶 Z 与第一实施方式同样地经过收缩部 48、前端通路 49 从喷出口 43 喷出。喷出的气溶胶 Z 中包含的材料颗粒 M 冲撞并堆积在基板 B 上，形成膜。

[0071] 采用上述本实施方式，与第一实施方式同样，在从气溶胶室 11 至喷嘴 40 之间再凝集而产生的较大的凝集颗粒在喷嘴 40 内再次被粉碎，从而可形成薄的均匀的膜。此外，沿着喷出口 43 的狭缝的长度方向形成阻挡部 45。由此，在狭缝长度方向的全长上，气溶胶 Z 的流动难以发生偏斜，可形成更均匀的膜。

[0072] （第三实施方式）

[0073] 下面参照图 6 和图 7 说明本发明的第三实施方式。本实施方式与第一实施方式主要的不同点在于，通过将阻挡部 55 设在收缩部 58 的入口处，使收缩部 58 的内壁面 58B 构成冲撞面。另外，与第一实施方式相同的结构用同一标号表示，且不再赘述。

[0074] 本实施方式的喷嘴 50 可用于与第一实施方式相同的成膜装置 1。喷嘴 50 与第一实施方式同样地是具有内部通路 51 的圆筒状，该内部通路 51 的下端侧开口构成供给口 52，上端侧开口构成狭缝状的喷出口 53。在该喷嘴 50 的内部通路 51 中的下游侧与第一实施方式相同地设有收缩部 58 和前端通路 59。

[0075] 在该收缩部 58 的入口 58A 处，通过设置阻挡部 55 来设置窄路 54。该阻挡部 55 形成与第二实施方式同样的圆柱形，圆柱的轴向沿着喷出口 53 的狭缝长度方向，并且其径向的中心位置与内部通路 51 的中心轴线 L 正交，阻挡部 55 中的与气溶胶 Z 的气流相对的相对面为圆柱形的外周面 55A，即向上游侧伸出的圆弧状面。阻挡部 55 的轴向两端部分别固定在内部通路 51 的内壁面 51A 上。另外，基于与第一实施方式相同的理由，优选窄路 54 中

流路最窄的位置处的流路面积为该窄路 54 上游位置处的流路面积的 50% 以下。

[0076] 采用具有上述喷嘴 50 的成膜装置 1 形成材料颗粒 M 的膜时,与第一实施方式同样地将基板 B 置于平台 21 上。此后,在气溶胶室 11 中产生气溶胶 Z,并导入喷嘴 50。图 6 中用箭头示出了气溶胶 Z 的流动。

[0077] 进入喷嘴 50 的内部通路 51 的气溶胶 Z 通过设置阻挡部 55 而形成的窄路 54 时,流速增加,进入设在其下游侧的收缩部 58 中。此后,朝向下游侧冲撞在形成锥状的收缩部 58 的内壁面 58B 上。由此与第一实施方式同样地,凝集颗粒被粉碎而形成微粒。如上所述,本实施方式中,通过将阻挡部 55 设在收缩部 58 的入口 58A 处而将收缩部 58 的内壁面 58B 用作冲撞面。

[0078] 另外,与第二实施方式同样,阻挡部 55 的轴向沿着喷出口 53 的狭缝长度方向,并且其径向的中心位置位于内部通路 51 的中心轴线 L 上,因此,在喷出口 53 长度方向的全长上,气溶胶 Z 的流动难以发生偏斜,可形成均匀的膜。而且,阻挡部 55 中的与气溶胶 Z 的气流相对的相对面是圆柱形的外周面 55A,即向上游侧伸出的圆弧状面,因此,与第二实施方式相同,可防止因材料颗粒 M 的冲撞能量过大而导致颗粒粘固在阻挡部 55 上,或产生气溶胶 Z 滞留,或材料颗粒 M 被吹到一起而堆积等问题。

[0079] 通过收缩部 58、前端通路 59 的气溶胶 Z 从喷出口 53 喷出。喷出的气溶胶 Z 中包含的材料颗粒 M 冲撞并堆积在基板 B 上,形成膜。

[0080] 如上所述,根据本实施方式,与上述实施方式同样,在从气溶胶室 11 至喷嘴 50 之间再凝集而产生的较大的凝集颗粒在喷嘴 50 内再次被粉碎,从而可形成薄的均匀的膜。此外,将阻挡部 55 设在收缩部 58 的入口 58A 处,从而将收缩部 58 的内壁面 58B 用作冲撞面,因此可以不另外设置冲撞部。由此,可避免将喷嘴 50 结构复杂化,可粉碎凝集颗粒,形成均匀的膜。

[0081] (其它实施方式)

[0082] 本发明的技术范围不由上述实施方式限定,例如下述内容也包含在本发明的技术范围内。此外,本发明的技术范围也覆盖等同方案的范围。

[0083] 例如图 8 所示的喷嘴 60,从内部通路 61 的设有阻挡部 63 的位置起的上游侧部分构成流路截面的直径较小的小径部 61B,通过使该小径部 61B 的内径(流路截面的直径)与阻挡部 63 的截面圆直径基本相同或小一些,可将内部通路 61 的内壁面 61A 用作冲撞部。即,通过使从设置阻挡部 63 的位置起的上游侧部分构成小径部 61B,流过该小径部 61B 的所有气溶胶 Z 绕过阻挡部 63,变成向内部通路 61 的外周侧稍稍倾斜的气流,冲撞于内部通路 61 的内壁面 61A。采用上述结构,避免了喷嘴 60 结构的复杂化,可使在内部通路 61 中流动的几乎全部气溶胶 Z 确实地冲撞于内壁面 61A,可提高对凝集颗粒的粉碎作用。

[0084] 障碍部件的形状不一定仅限于上述实施方式所述的圆锥形或圆柱形,也可以是例如四棱锥、三棱锥等锥体,也可以是半球状或四棱柱、三棱柱等柱状。

[0085] 上述实施方式中使用压电材料 PZT 作为材料颗粒,但只要是通过气胶生长法形成膜时可以使用的材料,材料颗粒的种类没有特别限制,例如也可以使用绝缘材料氧化铝。

[0086] 第一实施方式中,设有 2 个连结轴 35D,但也可以设置 3 个或 3 个以上连结轴,此时可沿阻挡部的外周方向等间隔地突出。

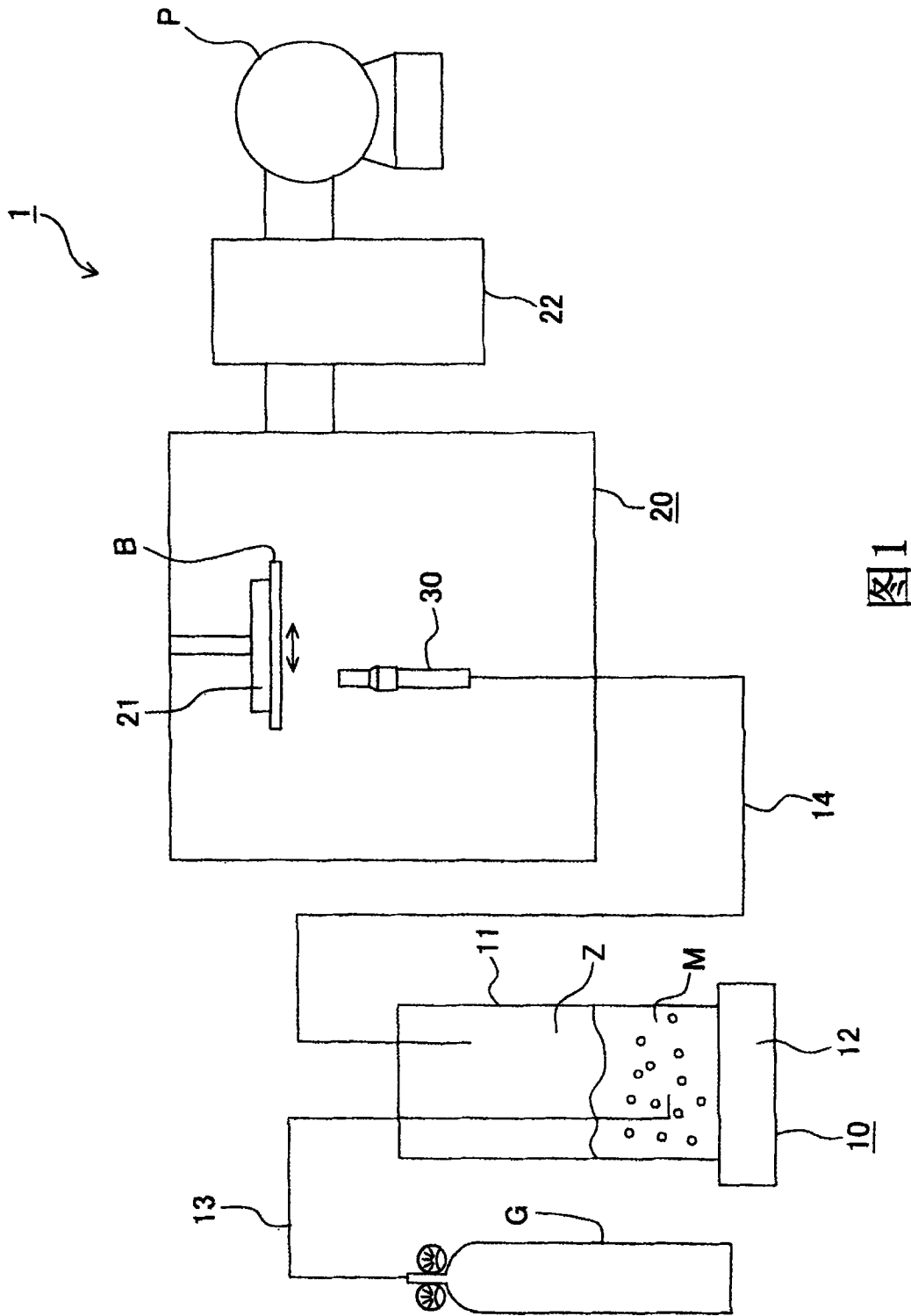


图1

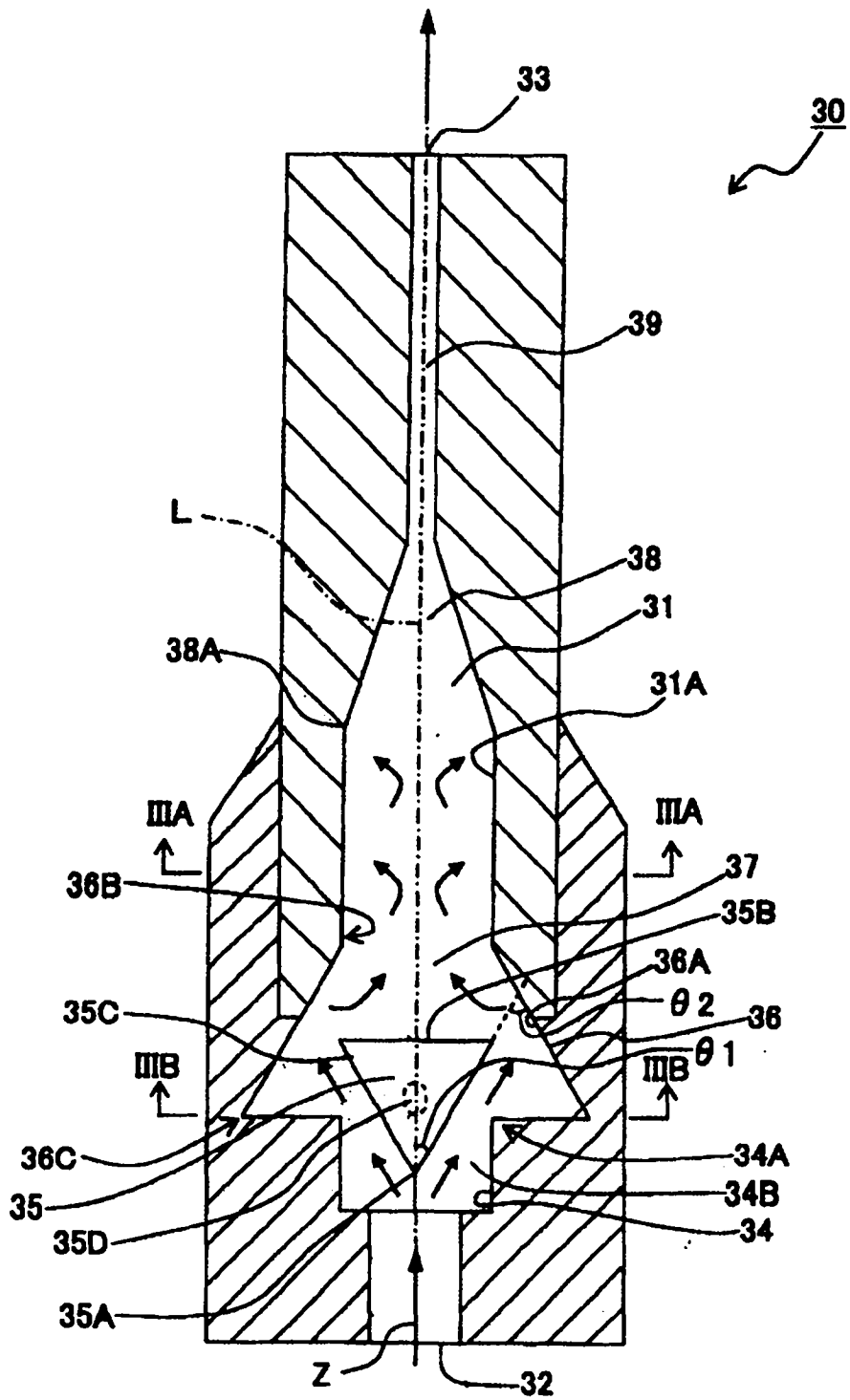


图 2

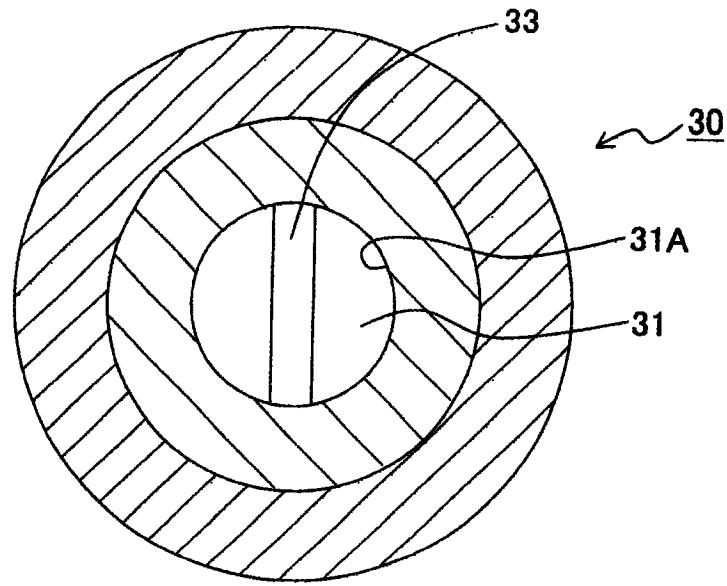


图 3A

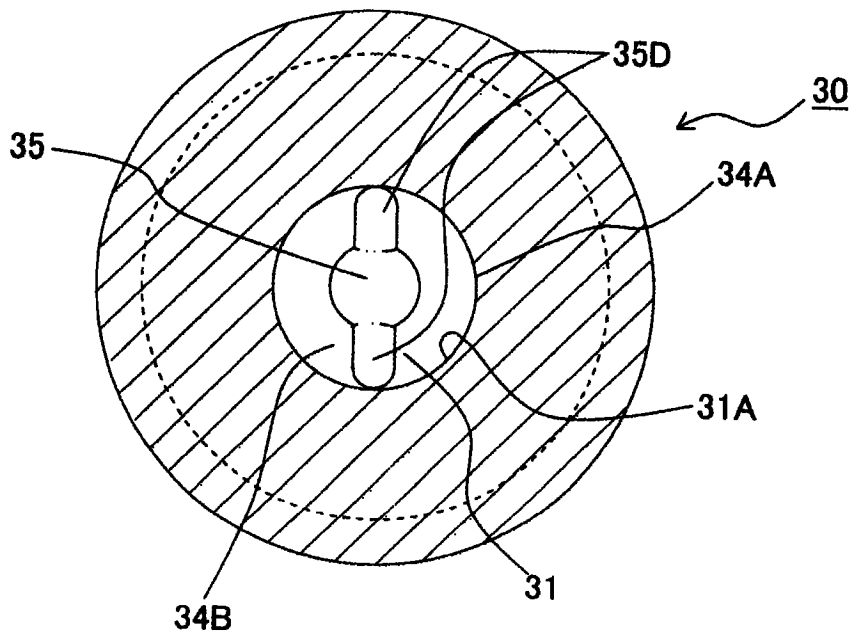


图 3B



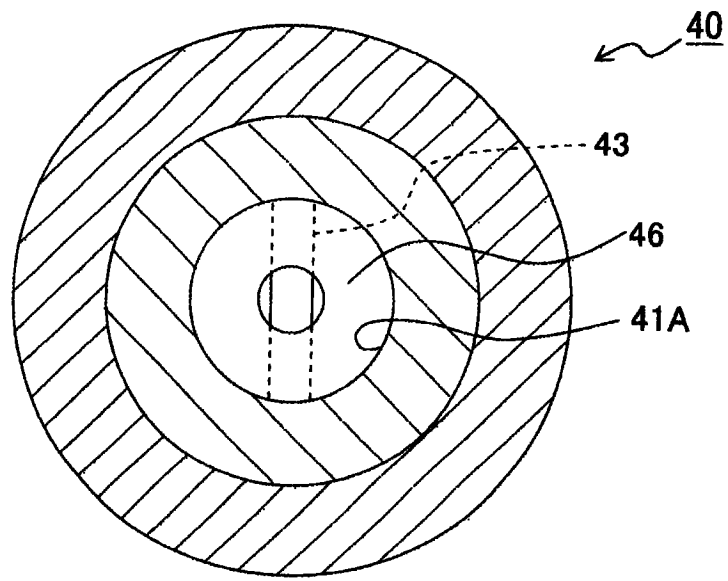


图 5A

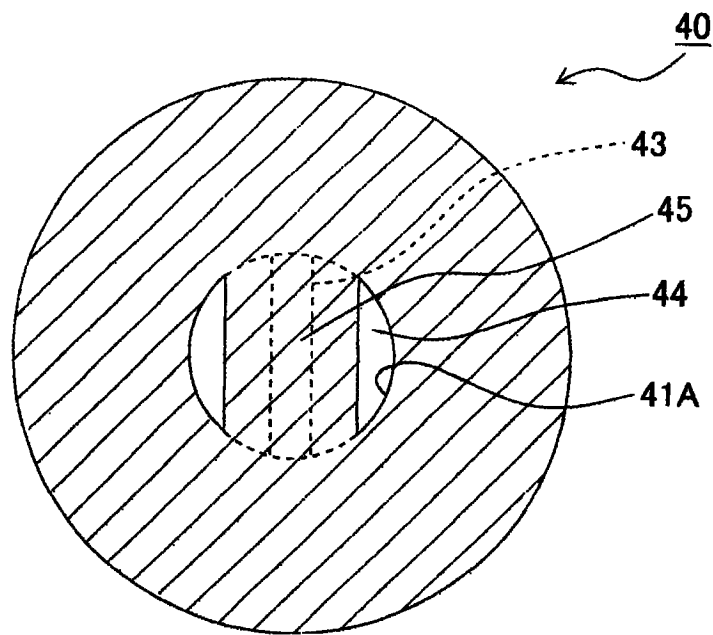


图 5B

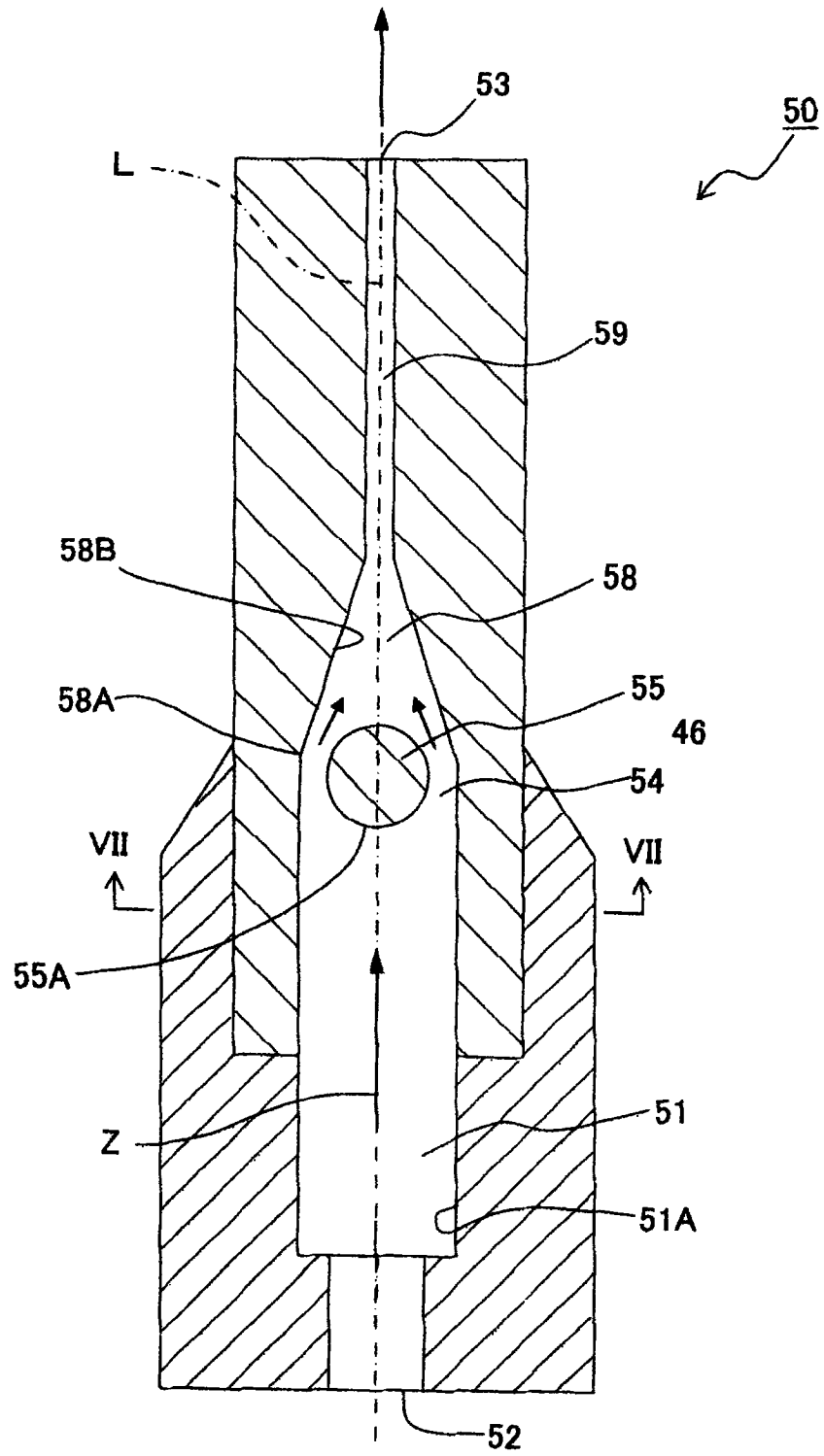


图 6

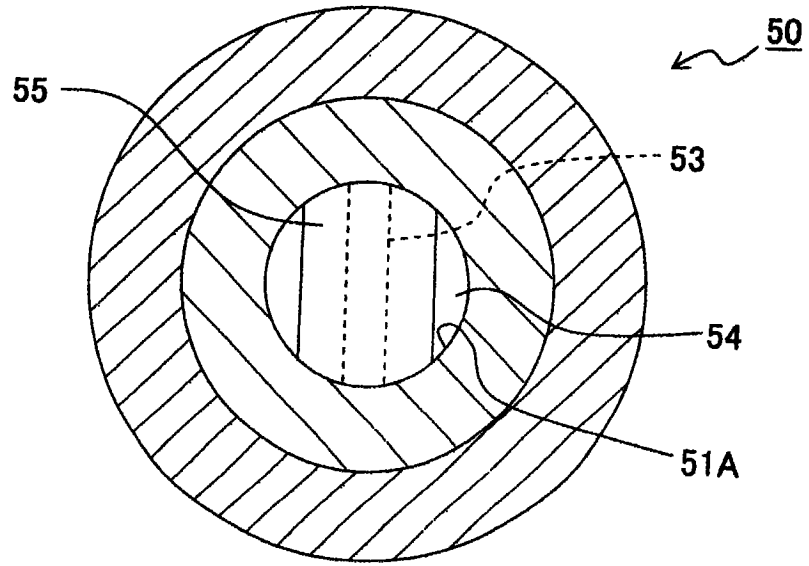


图 7

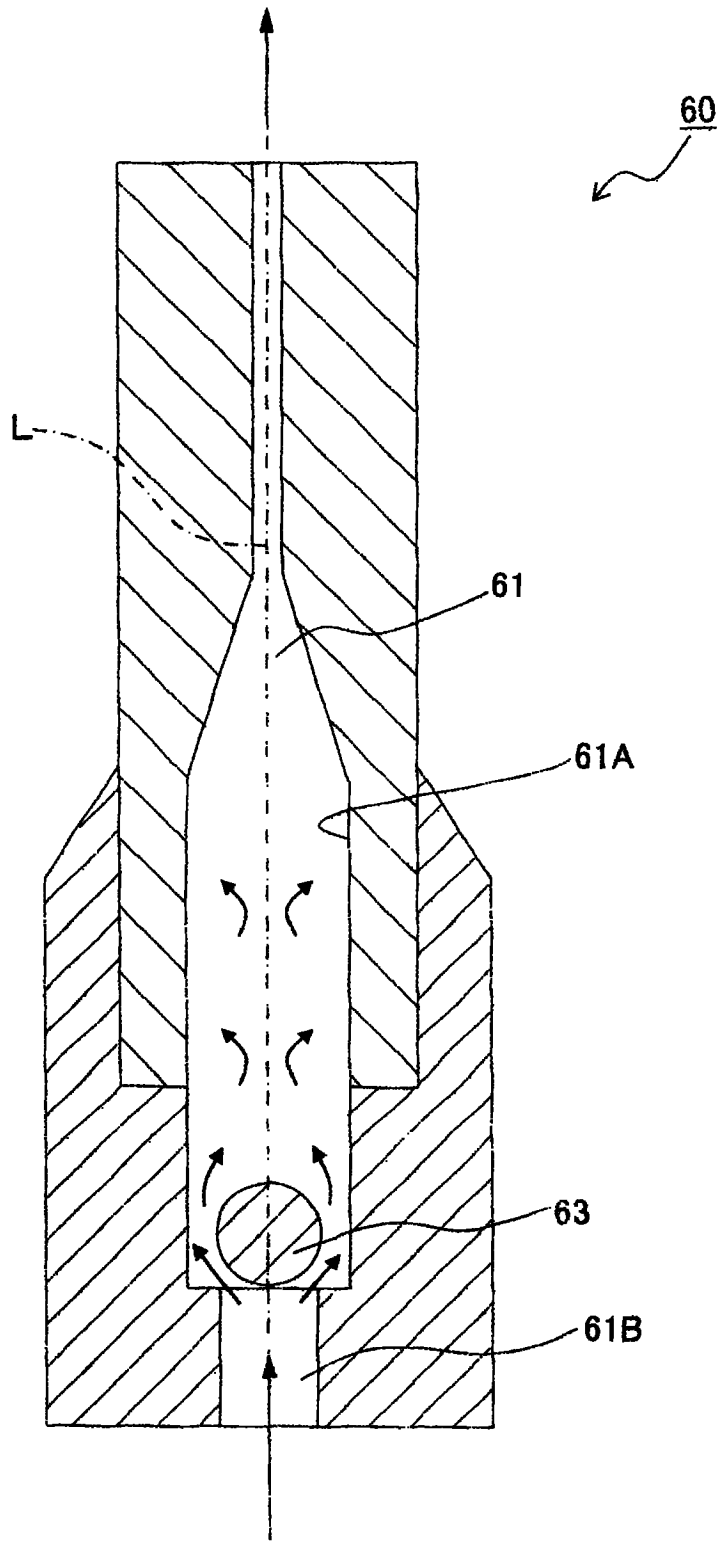


图 8

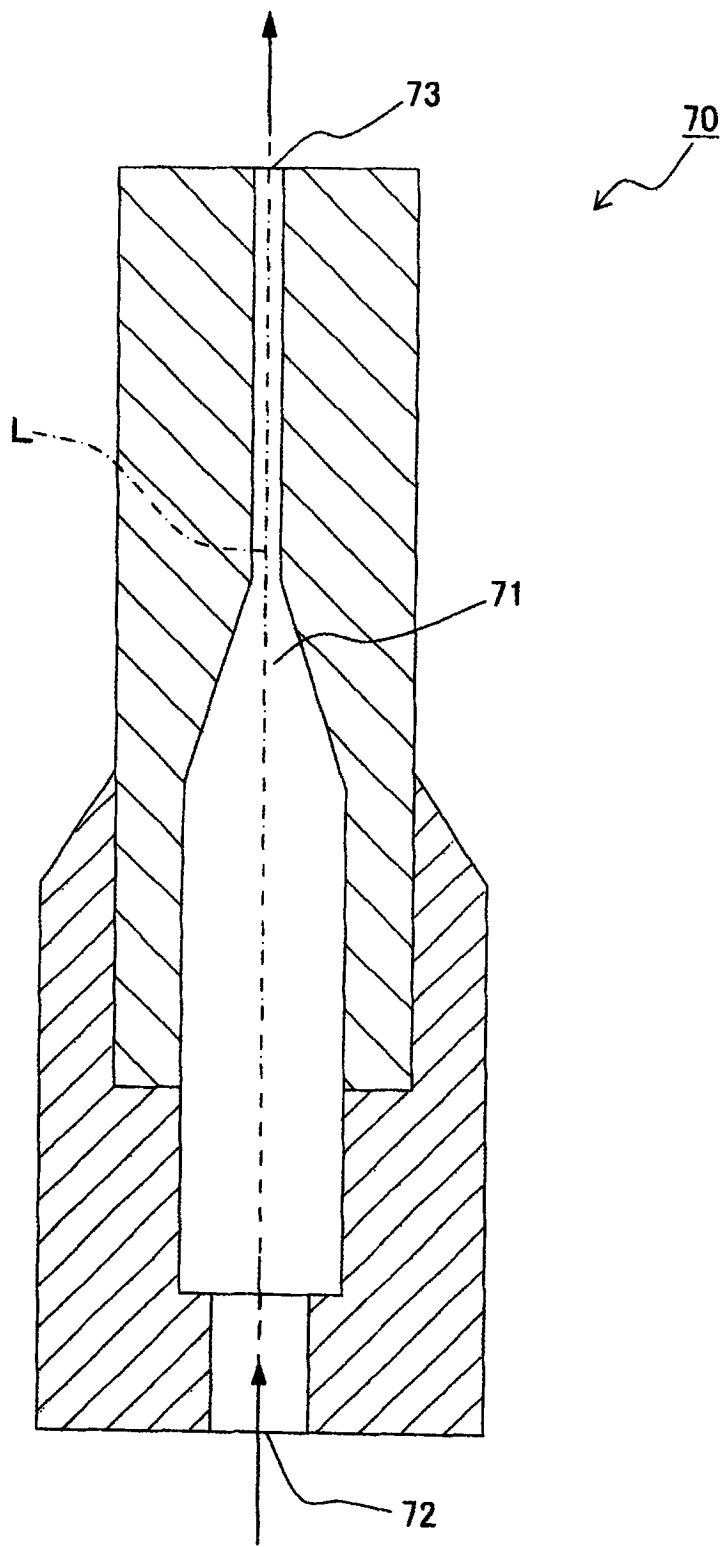


图 9