



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103781715 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201280042531. 6

H01M 4/1395(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 01. 18

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

2011-187316 2011. 08. 30 JP

CN 201864192 U, 2011. 06. 15,

CN 2068955 U, 1991. 01. 09,

CN 1235648 A, 1999. 11. 17,

CN 102088090 A, 2011. 06. 08,

JP 特开 2006-337035 A, 2006. 12. 14,

KR 10-2009-0113167 A, 2009. 10. 29,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 02. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/000255 2012. 01. 18

审查员 何雨馨

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/031042 JA 2013. 03. 07

(73) 专利权人 株式会社尼康

地址 日本东京

(72) 发明人 大沼透 关本达也 饭坂顺一

(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 黄刚 车文

(51) Int. Cl.

B65G 65/48(2006. 01)

B65G 53/16(2006. 01)

C23C 24/04(2006. 01)

H01M 4/04(2006. 01)

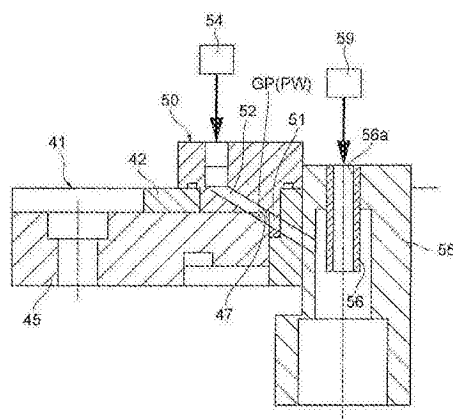
权利要求书2页 说明书14页 附图12页

(54) 发明名称

粉末供给装置、喷射加工系统和制造电极材料的方法

(57) 摘要

形成在覆盖粉末供给圆盘(45)的一部分的盖构件(50)中的粉末排出通道(51)和第一气体供给通道(52)形成为隔着盖构件(50)和粉末供给圆盘(45)之间的间隙(GP)彼此面对,以沿着位于间隙(GP)中的接收部(47)的底表面延伸。



1. 一种粉末供给装置,包括:

圆盘形粉末供给圆盘,所述圆盘形粉末供给圆盘在所述圆盘形粉末供给圆盘的周边的上表面侧上具有接收部,所述接收部接收粉末;

盖构件,所述盖构件覆盖所述粉末供给圆盘的一部分,并在所述盖构件和所述粉末供给圆盘之间形成间隙,使得被所述接收部接收的粉末能够随着所述粉末供给圆盘的旋转而通过所述间隙;

第一气体供给通道,所述第一气体供给通道用于将第一气体供给到所述间隙;和

粉末排出通道,所述粉末排出通道与所述间隙连接,并使用所述第一气体将从所述接收部分离的粉末排出,

所述粉末排出通道和所述第一气体供给通道被形成为隔着所述间隙彼此面对,并沿着位于所述间隙中的所述接收部的底表面延伸。

2. 根据权利要求 1 所述的粉末供给装置,进一步包括:

粉末供给口,所述粉末排出通道的出口端通向所述粉末供给口中;和

第二气体供给通道,所述第二气体供给通道用于将第二气体供给到所述粉末供给口中。

3. 根据权利要求 2 所述的粉末供给装置,其中

所述粉末供给口具有大致圆形的横截面,并且

所述第二气体供给通道使用与所述大致圆形的横截面同轴的气体供给喷嘴通向所述粉末供给口中。

4. 根据权利要求 1 所述的粉末供给装置,其中

所述接收部被形成为在所述粉末供给圆盘的周边的上表面侧上的锥形,并且

所述粉末排出通道被形成为从所述间隙倾斜向下延伸的直线形状,并且所述第一气体供给通道被形成为从所述间隙倾斜向上延伸的直线形状。

5. 根据权利要求 1 所述的粉末供给装置,其中

所述粉末供给装置包括粉末保持槽,粉末被存储在所述粉末保持槽中,

在所述粉末保持槽的底部中在所述接收部的上方的位置中形成孔,并且

被存储在所述粉末保持槽中的粉末通过所述孔掉落并被所述接收部接收。

6. 根据权利要求 5 所述的粉末供给装置,其中

叶片构件被以可旋转方式安装在所述粉末保持槽的内部,以移动被存储在所述粉末保持槽中的粉末,

通过所述叶片构件的旋转,被存储在所述粉末保持槽中的粉末通过所述孔掉落并被所述接收部接收。

7. 一种喷射加工系统,包括:

粉末供给装置,所述粉末供给装置供给粉末;和

喷射加工装置,通过将从所述粉末供给装置供给的粉末与气体喷流混合,并通过喷射所述喷流且导致粉末与基底碰撞,所述喷射加工装置在所述基底的表面上形成膜,并且

所述粉末供给装置是根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的粉末供给装置。

8. 根据权利要求 7 所述的喷射加工系统,其中

所述喷射加工装置与所述粉末供给装置直接连接。

9. 一种制造用于二次电池的电极材料的方法，  
所述方法包括：  
使用粉末供给装置供给包含活性材料的粉末；和  
通过将从所述粉末供给装置供给的粉末与气体喷流混合，并通过喷射所述喷流且导致粉末与电极基底碰撞，从而在电极基底的表面上形成膜，  
所述粉末供给装置是根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的粉末供给装置。
10. 根据权利要求 9 所述的制造用于二次电池的电极材料的方法，其中  
所述活性材料是硅 (Si)。

## 粉末供给装置、喷射加工系统和制造电极材料的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及粉末供给装置和喷射加工系统,且更具体地涉及用于使用所述装置和系统制造电极材料的方法。

### 背景技术

[0002] 多种类型的粉末供给装置已经被商业化,用于在干态环境中以恒定速度供给微米级的粉末。例如,已知了螺旋弹簧型、鼓型和压力供给/抽吸型的粉末供给装置(例如,见专利文件1)。

[0003] 现有技术列表

[0004] 专利文件

[0005] 专利文件1:日本专利公布特开2010-65246。

### 发明内容

[0006] 本发明待解决的问题

[0007] 然而,在常规的粉末供给装置的情况中,因为粉末内聚的特征,难以稳定地将微米级的粉末一次地以极小的预定的量供给。

[0008] 考虑到以上的方面,本发明的任务是提供其中粉末的供给量被稳定的粉末供给装置、喷射加工系统和用于制造阳极和阴极的方法。

[0009] 解决问题的手段

[0010] 为实现此任务,根据本发明的方面的粉末供给装置包括:存储槽,所述存储槽存储粉末;圆盘形粉末供给圆盘,所述圆盘形粉末供给圆盘在所述圆盘形粉末供给圆盘的周边的上表面侧上具有接收部,所述接收部接收被存储在所述存储槽中的粉末;旋转驱动单元,所述旋转驱动单元绕所述粉末供给圆盘的旋转对称轴线旋转驱动所述粉末供给圆盘;盖构件,所述盖构件覆盖所述粉末供给圆盘的一部分,并在所述盖构件和所述粉末供给圆盘之间形成间隙,使得被所述接收部接收的粉末能够随着所述粉末供给圆盘的旋转而通过所述间隙;第一气体供给通道,所述第一气体供给通道用于将第一气体供给到所述间隙;和粉末排出通道,所述粉末排出通道与所述间隙连接,并使用所述第一气体将从所述接收部截断(分离)的粉末排出,所述粉末排出通道和所述第一气体供给通道被形成成为隔着所述间隙彼此面对,并沿着位于所述间隙中的所述接收部的底表面延伸。

[0011] 优选的是,所述粉末供给装置进一步包括:粉末供给口,所述粉末排出通道的出口端通向所述粉末供给口中;和第二气体供给通道,所述第二气体供给通道用于将第二气体供给到所述粉末供给口中。

[0012] 在所述粉末供给装置中,优选的是:所述粉末供给口具有大致圆形的横截面,并且所述第二气体供给通道使用与所述大致圆形的横截面同轴的气体供给喷嘴通向所述粉末供给口中。

[0013] 在所述粉末供给装置中,优选的是:所述接收部被形成成为在所述粉末供给圆盘的

周边的上表面侧上的锥形,并且所述粉末排出通道被形成为从所述间隙倾斜向下延伸的直线形状,并且所述第一气体供给通道被形成为从所述间隙倾斜向上延伸的直线形状。

[0014] 在所述粉末供给装置中,优选的是:所述存储槽具有圆盘保持槽和粉末保持槽,所述圆盘保持槽以可旋转方式保持所述粉末供给圆盘,并且所述盖构件被设置在所述圆盘保持槽上,所述粉末保持槽被设置在所述圆盘保持槽的上方,并且粉末被存储在所述粉末保持槽中,叶片构件被以可旋转方式安装在所述粉末保持槽的内部,以移动被存储在所述粉末保持槽中的粉末,在所述粉末保持槽的底部中在所述接收部的上方的位置中形成孔,并且通过所述叶片构件的旋转,被存储在所述粉末保持槽中的粉末通过所述孔掉落并被所述接收部接收。

[0015] 根据本发明的方面的喷射加工系统包括:粉末供给装置,所述粉末供给装置供给粉末;和喷射加工装置,通过将所述粉末供给装置供给的粉末与气体喷流混合,并通过喷射所述喷流且导致粉末与基底碰撞,所述喷射加工装置在所述基底的表面上形成膜,且对于所述粉末供给装置而言使用根据本发明的粉末供给装置。

[0016] 在所述喷射加工系统中,优选的是所述喷射加工装置与所述粉末供给装置直接连接。

[0017] 根据本发明的方面的制造电极材料的方法是制造用于二次电池的电极材料的方法,该方法包括:使用粉末供给装置供给包含活性材料的粉末;和通过将从所述粉末供给装置供给的粉末与气体喷流混合,并通过喷射所述喷流且导致粉末与电极基底碰撞,从而在电极基底的表面上形成膜,且对于所述粉末供给装置而言使用根据本发明的粉末供给装置。

[0018] 在制造电极材料的方法中,优选的是:所述活性材料是硅(Si)。

[0019] 本发明的有利效果

[0020] 根据本发明,即使粉末的供给量极小,也能够稳定地供给粉末。

## 附图说明

[0021] 图1是描绘了供给管和第三槽的横截面视图;

[0022] 图2是描绘了根据实施例1的喷射加工系统的总体构造的视图;

[0023] 图3是描绘了根据实施例1的粉末供给装置的平面视图;

[0024] 图4是描绘了供给管和第三槽的透视图;

[0025] 图5A是描绘了利用实施例1的粉末供给装置的粉末喷射量的随时间改变的曲线图,并且图5B是描绘了利用常规的粉末供给装置的粉末喷射量的随时间改变的曲线图;

[0026] 图6A是描绘了利用实施例1的粉末供给装置的平均粉末喷射量的随时间改变的曲线图,并且图6B是描绘了利用常规的粉末供给装置的平均粉末喷射量的随时间改变的曲线图;

[0027] 图7A是描绘了锂离子二次电池的总体构造的视图,并且图7B是描绘了用于锂离子二次电池的阳极的总体构造的视图(横截面视图);

[0028] 图8是描绘了制造用于锂离子二次电池的阳极(或阴极)的方法的流程图;

[0029] 图9A是描绘了根据实施例2的喷射加工系统的总体构造的视图,并且图9B是沿着图9A中的箭头IX至IX的横截面视图;

- [0030] 图 10 是描绘了根据实施例 2 的喷射加工装置周围的区域的放大横截面视图；
- [0031] 图 11 是描绘了根据实施例 2 的粉末供给圆盘的透视图；
- [0032] 图 12 是描绘了根据实施例 2 的喷嘴单元的透视图；和
- [0033] 图 13 是沿着图 12 中的箭头 XIII 至 XIII 的横截面视图。

### 具体实施方式

[0034] 现在将描述本发明的优选实施例。图 2 示出了根据实施例 1 的喷射加工系统 1，且该喷射加工系统 1 由供给粉末（固体微粒）PW 的粉末供给装置 10 和喷射加工装置 60 构成，所述喷射加工装置 60 通过将粉末供给装置 10 供给的粉末 PW 与气体喷流混合，喷射气体喷流，并导致粉末与基底（例如下文中将提及的电极基底 131）碰撞而在基底的表面上形成膜。粉末供给装置 10 包括箱形壳体 11、存储槽 20 和粉末供给口 55，所述存储槽 20 被支撑在壳体 11 上方并存储粉末 PW，所述粉末供给口 55 将存储在存储槽 20 中的粉末 PW 供给到外部的喷射加工装置 60。

[0035] 在图 2 中的壳体 11 的内部右侧上，第一步进马达 12 被设置为旋转驱动安装在存储槽 20 中的第一叶轮 22。第一步进马达 12 的旋转轴 12a 竖直向上延伸，且该旋转轴 12a 的末端与第一马达联接器 15 连接。在图 2 中的壳体 11 的内部中央处，第二步进马达 13 被设置为旋转驱动安装在存储槽 20 中的第二叶轮 32。第二步进马达 13 的旋转轴 13a 竖直向上延伸，且该旋转轴 13a 的末端与第二马达联接器 16 连接。在图 2 中的壳体 11 的内部左侧上，第三步进马达 14 被设置为旋转驱动安装在存储槽 20 中的粉末供给圆盘 45。第三步进马达 14 的旋转轴 14a 竖直向上延伸，且该旋转轴 14a 的末端与第三马达联接器 17 连接。

[0036] 如在图 2 和图 3 中所图示，存储槽 20 由位于顶部水平上的第一槽 21、位于第一槽 21 下方的第二槽 31（图 2 中左下侧）和位于第二槽 31 下方的第三槽 41（图 2 中左下侧）构成。第一槽 21 被形成成为带有底表面的圆筒形形状，使得粉末 PW 能够被存储，且所述第一槽 21 将第一叶轮 22 以旋转方式保持在其内，以搅拌粉末 PW。第一叶轮 22 具有多个叶片构件，且可通过使叶片构件绕第一叶轮 22 的旋转对称轴线旋转而搅拌并移动存储在所述第一槽 21 中的粉末 PW。竖直延伸穿过第一槽 21 的底部的第一驱动轴 23 的上端与第一叶轮 22 的下中央部连接。第一驱动轴 23 的下端与第一马达联接器 15 连接，由此第一步进马达 12 的旋转驱动力经由第一马达联接器 15 和第一驱动轴 23 被传递到第一叶轮 22。孔 25 在第二槽 31 上方的位置中形成在第一槽 21 的底部的周边侧上，从而存储在所述第一槽 21 中的粉末 PW 通过叶轮 22（叶片构件）的旋转而通过该孔 25 掉落并存储在第二槽 31 中。

[0037] 第二槽 31 形成成为带有底表面的圆筒形形状，使得粉末 PW 能够被存储，且所述第二槽 31 以旋转方式将第二叶轮 32 保持在其内，以搅拌粉末 PW。第二叶轮 32 具有多个叶片构件，且能够通过使叶片构件绕所述第二叶轮 32 的旋转对称轴线旋转而搅拌并移动存储在第二槽 31 中的粉末 PW。竖直延伸穿过第二槽 31 的底部的第二驱动轴 33 的上端与第二叶轮 32 的下中央部连接。第二驱动轴 33 的下端与第二马达联接器 16 连接，由此第二步进马达 13 的旋转驱动力经由第二马达联接器 16 和第二驱动轴 33 被传递到第二叶轮 32。弧形孔 35 在形成在第三槽 41 的粉末供给圆盘 45 上的接收部 47 上方的位置中形成在第二槽 31 的底部的周边侧上，使得存储在第二槽 31 中的粉末 PW 通过第二叶轮 32（叶片构件）的旋转而通过所述孔 35 掉落并被粉末供给圆盘 45 的接收部 47 接收。

[0038] 用以检测存储在第二槽 31 中的粉末 PW 的高度的检测器（未图示）被设置在第二槽 31 的内部。该高度检测器的高度检测信号被输出到控制器（未图示），且如果由高度检测器检测的第二槽 31 内部的粉末 PW 的高度比预定的高度小，则控制器控制第一步进马达 12 的运行，使得第一叶轮 22 旋转并且粉末 PW 从第一槽 21 掉落到第二槽 31 中。由此第二槽 31 内的粉末的高度能够被维持在预定的范围内，并且第二槽 31 内的粉末 PW 的密度（自重）大致上恒定，且因此由接收部 47 接收到的粉末的量（体积和密度）能够总是被维持为恒定。该控制器（未图示）还控制第二步进马达 13 和第三步进马达 14 的运行。

[0039] 第三槽 41 被形成为容器形状，以容纳粉末供给圆盘 45，并且第三槽 41 将粉末供给圆盘 45 保持在其内，以便能够绕旋转对称轴线旋转。粉末供给圆盘 45 被形成为在第三槽 41 的内部面向上的圆盘形。竖直延伸穿过第三槽 41 的底部的第三驱动轴 46 的上端与粉末供给圆盘 45 的下中央部连接。第三驱动轴 46 的下端与第三马达联接器 17 连接，由此第三步进马达 14 的旋转驱动力经由第三马达联接器 17 和第三驱动轴 46 被传递到粉末供给圆盘 45。锥形接收部 47 形成在粉末供给圆盘 45 的周边的上表面侧上，使得通过孔 35 从第二槽 31 掉落到第三槽 41 中的粉末 PW 被接收。多个分隔件 48 被形成在粉末供给圆盘 45 的周边的上表面侧上，且这些分隔件 48 将接收部 47 划分成多个凹口。

[0040] 在第三槽 41 上，顶部 42 被形成为覆盖第三槽 41 的一部分，且覆盖靠近粉末供给圆盘 45 的周边的区域的盖构件 50 被安装在该顶部 42 上。如在图 1 和图 4 中所图示，盖构件 50 被形成为在第三槽 41 的周边和顶部 42 上延伸的块形，且用于随着粉末供给圆盘 45 的旋转而使被接收部 47 接收的粉末 PW 通过的间隙 GP 形成在盖构件 50 和粉末供给圆盘 45 之间。该间隙 GP 的横截面形状是与粉末供给圆盘 45 的分隔件 48 的形状匹配的直角三角形。将通过间隙 GP 的粉末 PW 引导到粉末供给口 55 中的粉末排出通道 51 形成在盖构件 50 下方。该粉末排出通道 51 被形成为从间隙 GP 倾斜向下延伸的直线形状，使得间隙 GP 和粉末供给口 55 被连接。换言之，粉末排出通道 51 被形成为在盖构件 50 的下部、第三槽 41 的侧部和粉末供给口 55 的侧部上延伸，并且粉末排出通道 51 的入口端通向间隙 GP，且粉末排出通道 51 的出口端通向粉末供给口 55 中。

[0041] 另一方面，将气体供给到间隙 GP 的第一气体供给通道 52 形成在盖构件 50 的上部中。第一气体供给通道 52 的上游侧被形成为竖直延伸的直线形状，且将气体供给到第一气体供给通道 52 中的第一气体供给装置 54 与第一气体供给通道 52 的上端连接。第一气体供给通道 52 的下游侧被形成为从间隙 GP 倾斜向上延伸的直线形状，即，第一气体供给通道 52 的在中间是弯折的。因此，第一气体供给通道 52 的下游侧和粉末排出通道 51 被形成为隔着间隙 GP 彼此面对，且沿位于间隙 GP 内的接收部 47 的底表面延伸。

[0042] 由此，由第一气体供给装置 54 供给的气体通过第一气体供给通道 52 到达间隙 GP，并与位于第一气体供给通道 52 的开口中的粉末 PW 碰撞。结果，位于第一气体供给通道 52 的开口处的粉末 PW 被从接收部 47 截断（分离），并与第一气体一起被从粉末排出通道 51 引导到粉末供给口 55。因为第一气体供给通道 52 和粉末排出通道 51 被形成为分别沿接收部 47 的底表面延伸，所以在接收部 47 中的粉末 PW 从第一气体接收的力被沿着接收部 47 的底表面导向粉末排出通道 51，并且所有的粉末 PW 被排出到粉末排出通道 51，而不具有大的问题。粉末供给圆盘 45 以预定的角速度从第二槽 31 的孔 35 恒定地旋转到气体供给通道 52，因此粉末 PW 被以预定的速度恒定地供给到第一气体供给通道 52 的开口。因此，位于

粉末供给圆盘 45 的在旋转方向上的前端中的粉末 PW 被连续地截断（分离），并且被以预定的排出速度（每单位时间排出量，在下文中相同）排出到粉末排出通道 51，从而供给固定量的粉末。第一气体供给通道 52 的下游侧的横截面和粉末排出通道 51 的在延伸方向上的横截面都竖直延伸的窄的矩形，因此所存储的粉末 PW 的前端总是被维持为平的，即能够防止粉末 PW 在接收部 47 中的意外崩塌，并且粉末能够被稳定地供给。由第一气体供给装置 54 供给的第一气体例如是空气或氮气、氩气、氦气或氖气，并且能够根据粉末 PW 的类型等来选择。

[0043] 如在图 1 中所图示，粉末供给口 55 被形成为内部空间的横截面是大致圆形且竖直延伸的管形状，并且粉末供给口 55 的上端与第二气体供给装置 59 连接，所述第二气体供给装置 59 经由气体供给喷嘴 56 将气体供给到粉末供给口 55 中，并且所述粉末供给口 55 的下端与连接管 57 连接（见图 2），所述连接管 57 与外侧连接。气体供给喷嘴 56 被形成为在气体供给口 55 的内部竖直延伸的短管形状，并且该气体供给喷嘴 56 的上部与气体供给口 55 的上部相互配合，从而与气体供给口 55 同轴地设置。气体供给喷嘴 56 的上端与第二气体供给装置 59 连接，并且允许从第二气体供给装置 59 供给的气体通过的所述第二气体供给通道 56a 形成在气体供给喷嘴 56 的内部。气体供给喷嘴 56 的外径比粉末供给口 55 的中部（和下部）的内径小，使得气体供给喷嘴 56 的下部被定位成靠近粉末排出通道 51 在粉末供给口 55 的内部（中间部分）上的开口。

[0044] 因此，从第二气体供给装置 59 供给的第二气体经过气体供给喷嘴 56 中的第二气体供给通道 56a 并到达粉末供给口 55，并与被上述第一气体从粉末排出通道 51 引导到粉末供给口 55 中的粉末 PW 一起经由粉末供给口 55 和连接管 57 被引导到外侧（喷射加工装置 60）。此时，粉末排出通道 51 内部的粉末 PW 通过从气体供给喷嘴 56 喷射到粉末供给口 55 中的气体的喷吸作用抽吸到粉末供给口 55 侧。由第二气体供给装置 59 供给的第二气体例如是空气、氮气、氩气、氦气或氖气，并且根据粉末 PW 的类型等来选择。

[0045] 如在图 2 中所图示，连接管 57 的基底端与粉末供给口 55 连接，并且连接管 57 的末端与喷射加工装置 60（外部装置）连接，以将从粉末供给口 55 供给的粉末 PW 引导到喷射加工装置 60。喷射加工装置 60 是通过粉末喷流沉积方法来沉积膜的喷射加工装置，并且如在图 2 中所图示，该喷射加工装置 60 包括：喷嘴单元 61；加速气体供给单元 65，该加速气体供给单元 65 供给气体，以向喷嘴单元 61 加速；移动单元（未图示），该移动单元相对于喷嘴单元 61 移动基底；和控制单元（未图示），所述控制单元控制通过加速气体供给单元 65 进行的气体供给和通过移动单元进行的基底的相对移动，并且所述喷射加工装置 60 被构造成使得被供给到喷嘴单元 61 的粉末（固体微粒）PW 被扩散并被在喷嘴内部流动的气体流加速，并从喷嘴的末端喷射到基底（例如下文提及的电极基底 131）中。

[0046] 喷嘴单元 61 由喷嘴块 62、喷射喷嘴 63 和粉末供给喷嘴（未图示）构成，所述喷嘴块 62 是基底、所述喷射喷嘴 63 是其末端在从喷嘴块 62 突出的状态下被固定的矩形中空管，所述粉末供给喷嘴是其末端从基底端侧同轴地插入到喷射喷嘴 63 中的矩形中空管（其竖直开口尺寸比喷射喷嘴 63 小）。换言之，喷射喷嘴 63 的基底端和粉末喷射喷嘴的末端部分重叠，并且在该重叠部中形成有缝隙型加速气体喷射通道（未图示），该加速气体喷射通道在竖直方向上的通道宽度大约为 0.05mm 至 0.3mm。喷射喷嘴 63 和粉末供给喷嘴（未图示）由耐腐蚀材料例如陶瓷形成。

[0047] 在喷嘴块 62 中形成由加速气体引入通道（未图示），该加速气体引入通道在喷射喷嘴 63 的基底端处与上述竖直加速气体喷射通道连接，并且加速气体供给单元 65 与加速气体引入通道连接。由加速气体供给单元 65 供给的气体例如是空气、氮气、氩气、氦气或氖气，并且根据粉末（固体微粒）PW 的类型等来选择。在喷嘴块 62 中还形成有与粉末供给喷嘴的基底端连接的粉末供给通道（未图示），并且连接管 57 粉末供给通道连接。

[0048] 根据如上所述地构造的喷射加工系统 1，如果粉末供给装置 10 的第一叶轮 22（叶片构件）在图 3 中通过第一步进马达 12 的旋转驱动而顺时针（或逆时针）旋转，则存储在第一槽 21 中的粉末（固体微粒）PW 被移动且同时被搅拌，然后通过第一槽 21 的孔 25 掉落并被存储在第二槽 31 中。然后，如果第二叶轮 32（叶片构件）在图 3 中通过第二步进马达 13 的旋转驱动而顺时针（或逆时针）旋转，则存储在第二槽 31 中的粉末 PW 被移动且同时被搅拌，然后通过第二槽 31 的孔 35 掉落并被粉末供给圆盘 45 的接收部 47 接收。

[0049] 然后，如果粉末供给圆盘 45 在图 3 中通过第三步进马达 14 的旋转驱动而顺时针（或逆时针）旋转，则被粉末供给圆盘 45 的接收部 47 接收的粉末 PW 随粉末供给圆盘 45 一起旋转，并到达在盖构件 50 和粉末供给圆盘 45 之间的间隙 GP。在此如在图 1 中所图示，从第一气体供给装置 54 供给到盖构件 50 的第一气体供给通道 52 的第一气体通过第一气体供给通道 52 并到达间隙 GP，并将通过间隙 GP 的粉末 PW 逐出（推出）到粉末排出通道 51 侧，并与被逐出的粉末 PW 一起被从粉末排出通道 51 引导到粉末供给口 55。此外，从第二气体供给装置 59 供给到气体供给喷嘴 56 的第二气体通过气体供给喷嘴 56 中的第二气体供给通道 56a，并到达粉末供给口 55 内部，并与通过上述第一气体从粉末排出通道 51 引导到粉末供给口 55 中的粉末 PW 一起通过粉末供给口 55 和连接管 57 被引导到喷射加工装置 60。此时，在粉末排出通道 51 内部的粉末 PW 还通过从气体供给喷嘴 56 喷射到粉末供给口 55 中的气体的喷吸作用被抽吸到粉末供给口 55 侧中，并且在与来自气体供给喷嘴 56 的气体混合的状态下被供给到喷射加工装置 60。

[0050] 图 5 和图 6 示出了对比实施例 1 的粉末供给装置 10 的性能和常规的粉末供给装置的性能的结果。图 5A 是描绘了通过实施例 1 的粉末供给装置 10 的粉末喷射量（总供给量）的随时间改变的曲线图，并且图 5B 是描绘了通过常规的粉末供给装置的粉末喷射量（总供给量）的随时间改变的曲线图。用于试验的粉末 PW 是氧化铝粉末。如在图 5 中所示，与常规的粉末供给装置相比，即使粉末 PW 的供给量极小，实施例 1 的粉末供给装置 10 也能够以恒定的供给量供给粉末 PW，如与时间相关的粉末喷射量（总供给量）的线性所指示（参见附图，在供给量为 0.05g/sec 至 0.3g/sec 时，线性特别高）。在其中测量在相同的条件下执行 N=4 次的常规的粉末供给装置的情况中，测量结果变化非常大，并且实施例 1 的粉末供给装置 10 的粉末喷射量（总供给量）的可重复性比常规的粉末供给装置的粉末喷射量（总供给量）的可重复性高。

[0051] 图 6A 是描绘了通过实施例 1 的粉末供给装置的平均粉末喷射量（供给量）的随时间改变的曲线图，并且图 6B 是描绘了通过常规的粉末供给装置的平均粉末喷射量（供给量）的随时间改变的曲线图。平均喷射量（供给量）是 30 秒的平均值。如在图 6 中所示，与常规的粉末供给装置相比，当供给量在 0.05g/sec 至 0.3g/sec 的范围中时，实施例 1 的粉末供给装置 10 具有非常低的平均喷射量（供给量）的变化，其中在喷射量（供给）为 0.1g/sec 时，平均喷射量（供给量）特别稳定。

[0052] 因此,根据实施例 1 的粉末供给装置 10,形成在覆盖粉末供给圆盘 45 的一部分的盖构件 50 上的粉末排出通道 51 和第一气体供给通道 52 隔着在盖构件 50 和粉末供给圆盘 45 之间的间隙 GP 彼此面对,并分别沿着位于该间隙 GP 中的接收部 47 的底表面延伸,因此,被位于间隙 GP 中的接收部 47 接收的粉末 PW 能够在与从第一气体供给通道 52 供给的气体的流动方向相同的方向上被逐出(推出),并被从粉末排出通道 51 引导到粉末供给口 55,由此,即使粉末 PW 的供给量极小,粉末 PW 也能够被稳定地供给。

[0053] 此外,位于粉末供给圆盘 45 在旋转方向上的前端中的粉末 PW 被连续地截断(分离),并被以恒定的排出速度排出到粉末排出通道 51,因此,能够最小化湿度和聚合性的影响,并且即使粉末具有高聚合性且粉末的供给量极小,粉末 PW 也能够被稳定地供给。能够通过改变粉末供给圆盘 45 的旋转频率、接收部 47 的形状以及粉末排出通道 51 和第一气体供给通道 52 的截面尺寸而容易地改变粉末 PW 的供给量。

[0054] 此外,第二气体供给通道 56a 通过与粉末供给口 55 的大致圆形的横截面同轴的气体供给喷嘴 56 通向粉末供给口 55 中,因此,粉末 PW 能够有效地被从粉末排出通道 51 引导到粉末供给口 55,而不会在中途导致阻滞、粘附和沉积,这是因为通过从第一气体供给通道 52 供给的气体将粉末 PW 从粉末排出通道 51 喷射到粉末供给口 55 的作用和被从气体供给喷嘴 56 喷射到粉末供给口 55 的气体的喷吸作用(抽吸效益)的协同。被从粉末排出通道 51 引导到粉末供给口 55 的粉末 PW 与从气体供给喷嘴 56 喷射的气体由于上述喷射作用和喷吸作用(抽吸效应)以及由从粉末排出通道 51 到粉末供给口 55 的突然管扩展所生成的湍流而通过与壁表面碰撞而混合,因此能够改进粉末 PW 的可分散性。此外,从气体供给喷嘴 56 喷射的气体的压力能够容易地改变,并且该压力的可允许范围能够是宽的,由此,气体压力能够被灵活地调节,而不会从下游侧受到粉末供给口 55 的影响(例如在连接管 57 和外部装置处的压力损失)。

[0055] 接收部 47 被形成为在粉末供给圆盘 45 的周边的上表面侧的锥形,并且粉末排出通道 51 被形成为从间隙 GP 倾斜向下延伸的直线形状,并且第一气体供给通道 52 被形成为从间隙 GP 倾斜向上延伸的直线形状,因此被位于间隙 GP 中的接收部 47 接收的粉末 PW 能够在与从第一气体供给通道 52 供给的气体的流动方向相同的方向上被有效地被逐出(推出),并被从粉末排出通道 51 引导到粉末供给口 55。

[0056] 通过第二叶轮 32 的旋转,存储在第二槽 31 中的粉末 PW 通过孔 35 掉落并被接收部 47 接收,因此通过调节第二叶轮 32 的旋转频率等,粉末 PW 能够将接收部 47 填充到最满。

[0057] 如果粉末(固体微粒)PW 被如上所述地从粉末供给装置 10 供给到喷射加工装置 60,则与粉末供给装置 10 中的空气混合的粉末 PW 通过喷嘴块 62 的粉末供给通道(未图示)和粉末供给喷嘴(未图示)到达喷射加工装置 60 中的喷射喷嘴 63 内部。此时,控制单元(未图示)控制加速气体供给单元 65 的运行,以控制从加速气体供给单元 65 供给到喷嘴单元 61 的加速气体的压力和流量,由此从粉末供给装置 10 供给并到达喷射喷嘴 63 内部的粉末 PW 被该加速气体加速,并从喷射喷嘴 63 的末端朝向基底(例如,下文中提及的电极基底 131)被喷射。

[0058] 具体而言,如果以预定的压力( $\sim 2\text{Mpa}$ )将加速气体从加速气体供给单元 65 供给到喷嘴块 62 的加速气体引入通道(未图示),则加速气体通过加速气体喷射通道(未图示)被喷射到喷射喷嘴 63 中,且然后被从喷射喷嘴 63 的末端喷出。此时,在喷射喷嘴 63 的加

速气体喷射通道的出口区域中,由于在喷射喷嘴 63 和粉末供给喷嘴之间的横截面差异所导致的喷吸作用而在粉末供给喷嘴(未图示)的出口前方产生主湍流,通过粉末供给喷嘴的粉末 PW 被扫入到从加速气体喷射通道喷出的加速气体的湍流中,并在粉末供给喷嘴的出口的前方被分散,并且还该气流加速并被从喷射喷嘴 63 的末端朝向基底(例如,下文提及的电极基底 131)喷射。

[0059] 根据实施例 1 的喷射加工系统 1,其包括即使粉末(固体微粒)PW 的供给量极小也能够稳定地供给粉末 PW 的粉末供给装置 10,粉末 PW 的喷射量能够被维持恒定,并且即使粉末 PW 的喷射量极小,也能够执行有效且稳定的处理。

[0060] 上文中描述了通过粉末喷射沉积方法来沉积膜的喷射加工系统 1,但喷射单元 61 的横截面形状不限于矩形,而是可以具有其它合适的形状,例如圆形(正圆形或椭圆形)、多边形、或圆形(矩形)喷嘴的交错阵列。从第一气体供给装置 54 和第二气体供给装置 59 供给的气体或从加速气体供给单元 65 供给到喷嘴单元 61 的加速气体能够如上所述地取决于处理目标,包括基底和粉末 PW 而合适地选择。这些气体能够是相同的或不同的气体,并且气体的类型和混合比可随膜沉积处理的进行而改变。如果被使用的气体是第 18 族元素气体或惰性气体,例如氮气,则能够抑制粉末 PW 在粘着过程中的氧化。如果所使用的气体的质量是小的,例如氦气,则粉末 PW 的碰撞速度能够增加,并且如果使用空气,则膜沉积成本能够降低。

[0061] 现在将描述锂离子二次电池的阳极的制造方法,所述方法中通过使用具有上述构造的喷射加工系统 1 将包含活性材料的膜沉积到电极基底的表面上来制造锂离子二次电池的阳极。首先,将参考图 7 描述锂离子二次电池的示例。如在图 7A 中所图示,锂离子二次电池 101 由阴极 102、阳极 103、设置在阴极 102 和阳极 103 之间的隔离件 104 和封装这些组成元件的层压膜 105 构成。阴极 102、隔离件 104 和阳极 103 分别被形成成为薄膜形状,并以此次序层压,并与电解质溶液(未图示)一起封装在层压膜 105 内。在该情形中,阴极 102 经由阴极终端引线 106 与暴露在层叠膜 105 外侧的阴极片 107 电连接,且阳极 103 经由阳极终端引线 108 与暴露在层叠膜 105 外侧的阳极片 109 电连接。

[0062] 对于阴极 102,使用通过将阴极活性材料即例如锂钴氧化物的锂过渡金属氧化物附着到铝箔(集电器)而形成的已知阴极。阴极 102 隔着隔离件 104 面对阳极 103,且经由电解质溶液(未图示)与阳极 103 连接。对于电解质溶液(未图示),使用通过将例如  $\text{LiClO}_4$  和  $\text{LiPF}_6$  的已知电解质(非水性电解质)溶解在例如碳酸丙烯酯或碳酸乙烯酯的已知溶剂中制备的溶液。

[0063] 如在图 7B 中所图示,阳极 103 由电极基底 131(集电器)和膜 132 构成,所述膜 132 包括活性材料并被设置在电极基底 131 的面对阴极 102 的一个或两个表面上。使用例如具有高导电性的铜箔将电极基底 131 形成成为薄板。包括活性材料的膜 132 由硅(Si)、 $\text{Cu}_3\text{Si}$  和铜(Cu)构成,且在表面上形成隆起,硅(Si)成为阳极活性材料, $\text{Cu}_3\text{Si}$  是铜和硅的合金,铜(Cu)成为粘合材料。

[0064] 为了制造如上所述地构造的锂离子二次电池 101 的阳极 103,首先使用上述粉末供给装置 10 将包含硅和铜的粉末(固体微粒)PW 供给到喷射加工装置 60,如在图 8 中的流程图所示(步骤 S101)。然后使用喷射加工装置 60 在常温和常压环境中以处于或低于声速的喷射速度喷射粉末 PW,由此在电极基底 131 上形成阳极材料的膜 132(步骤 S102),所

述电极基底 131 是集电器。换言之,执行使用粉末喷射沉积方法的膜沉积。由此能够在不使用加热装置、超声喷嘴、压力降低装置等的情况下形成具有简单且灵活构造的稳定固体材料膜。

[0065] 用于沉积阳极材料的膜的粉末(固体微粒)PW 由硅(Si)和铜(Cu)通过机械合金法形成,硅(Si)是具有形成锂化合物的高的能力的活性材料,铜(Cu)具有导电性。在此,“具有形成锂化合物的高的能力的材料”指的是能够容易地与锂形成合金或金属互化物的材料。机械合金法用于制造粉末的方法,所述粉末在机械过程中形成合金,在所述机械过程中,机械能通过高能球磨机等施加到材料粉末的混合物,并且材料粉末在固态下通过重复地破碎和冷压而被形成合金。在该实施例中,通过球磨机等讲机械能施加到硅和铜的粉末混合物,且该粉末混合物通过重复地破碎和冷压而被形成合金,由此产生了包括硅、铜和  $\text{Cu}_3\text{Si}$  的三相的粉末(固体微粒)PW,  $\text{Cu}_3\text{Si}$  是硅与铜的合金。

[0066] 此时,粉末 PW 的喷射速度主要通过控制供给到喷嘴单元 61 的加速气体的类型和压力来设定,并且如果加速气体例如是空气,则粉末以处于或低于声速的速度喷射,即,以大约 50m/sec 至 300m/sec 的速度喷射。与加速气体一起喷射的粉末 PW 碰撞并附着到电极基底 131 的附着表面(粉末 PW 碰撞并附着到其上的表面,即,在膜沉积之前的电极基底(集电器)131 的表面,或在膜沉积期间的电极材料的膜表面),所述附着表面设置成距离喷嘴末端大致 0.5mm 至 2mm。此时,通过在喷射粉末 PW 的同时相对地移动喷嘴单元 61 和电极基底 131 而在常温和常压环境下在电极基底 131 上形成阳极材料的膜 132。

[0067] 根据该实施例的制造用于锂离子二次电池 101 的阳极 103 的方法,使用了即使粉末(固体微粒)PW 的供给量非常小也能够稳定地供给粉末 PW 的粉末供给装置 10,因此,即使粉末 PW 的喷射量极小,粉末 PW 的喷射量也能够被维持为恒定,并且能够利用小喷射量的粉末 PW 在电极基底 131 上有效地且稳定地形成阳极材料的膜 132。

[0068] 在该实施例中,形成在锂离子二次电池 101 的阳极 103 上的膜 132 由硅、铜和硅与铜的合金构成,但是膜 132 不限于此,并且例如能够由硅、镍(Ni)和硅与镍的合金构成。利用该构造,同样能够实现类似于以上实施例的效果。优选的是,硅与镍的合金由  $\text{NiSi}$ 、 $\text{NiSi}_2$  和  $\text{NiSi}$  与  $\text{NiSi}_2$  的混合物中的至少一种构成。

[0069] 在该实施例中,描述了通过使用喷射加工系统 1 在电极基底的表面上沉积包括活性材料的膜来制造锂离子二次电池 101 的阳极 103 的方法,但本发明不限于此,并且也能够制造锂离子二次电池 101 的阴极 102。例如,类似于阳极 103 的情形,使用粉末供给装置 10 讲包含锂合金材料的粉末(固体微粒)PW 供给到喷射加工装置 60(步骤 S101),然后使用喷射加工装置 60 在常温和常压环境中以处于或低于声速的喷射速度喷射粉末 PW,由此在电极基底上形成阴极材料的膜(步骤 S102)。根据用于制造阴极 102 的方法,能够实现类似于制造阳极 103 的效果。

[0070] 使用具有高导电性的铝箔将用于阴极(未图示)的电极基底形成为薄板形状。对于阴极材料(膜的材料),例如能够使用作为阴极活性材料的锂钴氧化物( $\text{LiCoO}_2$ )。阴极材料不限于锂钴氧化物,而是能够使用  $\text{LiNiO}_2$ 、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{LiMnO}_2$ 、 $\text{Li}_x\text{TiS}_2$ 、 $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{V}_2\text{MoO}_8$ 、 $\text{MoS}_2$ 、 $\text{LiFePO}_4$  等。

[0071] 在该实施例中,锂离子二次电池 101 被形成为层压形状,但是锂离子二次电池 101 不限于此,而是能够具有柱形、方形或笼形状。

[0072] 在该实施例中,作为示例描述了制造用于锂离子二次电池 101 的阴极材料和阳极材料的方法,但本发明的喷射加工系统能够用于制造具有其它构造的二次电池的电极材料、原电池的电极材料和燃料电池的电极材料,只要改材料能够通过粉末喷射沉积方法被沉积成膜即可。

[0073] 在该实施例中,存储槽 20 由第一槽 21、第二槽 31 和第三槽 41 构成,但存储槽不限制于此,并且第一槽 21 不需要取决于粉末 PW 的类型来安装。此外,粉末 PW 能够被存储在第三槽 41 中,而不安装第一槽 21 和第二槽 31。第三槽 41 不限于包括顶部 42、盖构件 50 等的上述构造,而是能够是任意构造,只要预定量的粉末 PW 能够填充到粉末供给圆盘 45 的周边区域中即可。

[0074] 在该实施例中,气体供给喷嘴 56 被安装在粉末供给口 55 的内部,但本发明不限于此,并且气体供给喷嘴 56 和第二气体供给装置 59 不需要取决于粉末 PW 的类型来安装。

[0075] 现在将描述喷射加工系统的实施例 2。如在图 9 中所图示,根据实施例 2 的喷射加工系统 201 由粉末供给装置 210 和喷射加工装置 260 构成,所述粉末供给装置 210 供给粉末(固体微粒)PW,所述喷射加工装置 260 通过将粉末供给装置 210 供给的粉末 PW 与气体喷流混合,喷射该气体喷流,并导致粉末与基底碰撞而在基底的表面(例如上述电极基底 131)上形成膜。在图 9 和图 10 中,省略了粉末 PW。实施例 2 的粉末供给装置 210 包括箱形壳体 211、支撑在壳体 211 上方且存储粉末 PW 的存储槽 220 和将存储在存储槽 220 中的粉末 PW 供给到外部喷射加工装置 260 的粉末供给口 255。

[0076] 在壳体 211 的后上侧上(图 9 中的壳体 211 的右上侧),电动马达 212 被设置成旋转驱动安装在存储槽 220 中的叶轮 222 和粉末供给圆盘 245。电动马达 212 的旋转轴 212a 竖直向下延伸,并且所述旋转轴 212a 的末端与齿轮机构 213 连接。齿轮机构 213 由第一齿轮 214、第二齿轮 215、第三齿轮 216 和第四齿轮 217 构成。

[0077] 第一齿轮 214 与电动马达 212 的旋转轴 212a 的下端连接,并与第二齿轮 215 接合。第二齿轮 215 可旋转地安装在设置在壳体 211 的内部的中间轴 218 上,并与第一齿轮 214 和第三齿轮 216 接合。第三齿轮 216 与叶轮驱动轴 223 的下端连接,所述叶轮驱动轴 223 与叶轮 222 连接,并且该第三齿轮 216 与第二齿轮 215 和第四齿轮 217 接合。第四齿轮 217 与圆盘驱动轴 246 的下端连接,所述圆盘驱动轴 246 与粉末供给圆盘 245 连接,并且所述第四齿轮 217 与第三齿轮 216 接合。由此,电动马达 212 的旋转驱动力经由齿轮机构 213 被传递到叶轮 222 和粉末供给圆盘 245。

[0078] 存储槽 220 由位于上侧上的上槽 221 和位于上槽 221 下方(在图 9 中的左下侧)的下槽 231 构成。上槽 221 被形成为带有底表面的圆筒形形状,使得能够存储粉末 PW,并且上槽 221 将叶轮 222 可旋转地保持在其中,以搅拌粉末 PW。叶轮 222 具有多个叶片构件,并且能够通过使叶片构件绕叶轮 222 的旋转对称轴线旋转而搅拌并移动存储在上槽 221 中的粉末 PW。竖直延伸穿过上槽 221 的底部的叶轮驱动轴 223 的上端与叶轮 222 的下中央部连接。第三齿轮 216 与叶轮驱动轴 223 的下端连接,由此将电动马达 212 的旋转驱动力经由第一齿轮 214 至第三齿轮 216 和叶轮驱动轴 223 传递到叶轮 222。如在图 10 中所图示,在形成在下槽 231 的粉末供给圆盘 245 上的接收部 247 上方的位置处,弧形孔 225 被形成在上槽 221 的底部的周边侧上,使得存储在上槽 221 中的粉末通过叶轮(叶片构件)222 的旋转而通过该孔 225 掉落,并被粉末供给圆盘 245 的接收部 247 接收。

[0079] 下槽 231 被形成为容器形状,使得能够容纳粉末供给圆盘 245,并将粉末供给圆盘 245 保持在其中,以使该粉末供给圆盘 245 能够绕旋转对称轴线旋转。粉末供给圆盘 245 被形成为在下槽 231 的内部的面朝上的圆盘形。竖直延伸穿过下槽 231 的底部的圆盘驱动轴 246 的上端与粉末供给圆盘 245 的下中央部连接。第四齿轮 217 连接到圆盘驱动轴 246 的下端,由此将电动马达 212 的旋转驱动力经由第一齿轮 214 至第四齿轮 217 和圆盘驱动轴 246 传递到粉末供给圆盘 245。锥形接收部 247 形成在粉末供给圆盘 245 的周边的上表面侧上,使得通过孔 225 从上槽 221 掉落到下槽 231 中的粉末 PW 被接收。多个分隔件 248 被形成在粉末供给圆盘 245 的周边的上表面侧上,如在图 11 中图示,并且这些分隔件 248 将接收部 247 划分为多个凹口。

[0080] 在下槽 231 上安装有盖构件 250,用以覆盖粉末供给圆盘 245 的上部和周边。如在图 10 中图示,盖构件 250 形成为块形状,所述块形状包括下槽 231 的顶部和周边的一部分,并且在盖构件 250 和粉末供给圆盘 245 之间形成有间隙 GP',该间隙 GP' 用于随着粉末供给圆盘 245 的旋转而使被接收部 247 接收的粉末 PW 通过。间隙 GP' 的横截面形状是与粉末供给圆盘 245 的分隔件 248 的形状匹配的直角三角形。讲经过间隙 GP' 的粉末 PW 引导到粉末供给口 255 中的粉末排出通道 251 形成在盖构件 250 下方。粉末排出通道 251 被形成为从所述间隙 GP' 倾斜向下延伸的直线形状,使得间隙 GP' 和粉末供给口 255 被连接。换言之,粉末排出通道 251 的入口端通向间隙 GP',且粉末排出通道 251 的出口端通向粉末供给口 255 的内部(在下文中提及的粉末供给通道 256)。

[0081] 另一方面,将气体供给到间隙 GP' 的第一气体供给通道 252 形成在盖构件 250 的上部中。该第一气体供给通道 252 的上游侧形成为竖直延伸的形状,并且该第一气体供给通道 252 的上游侧与第一气体供给装置 254 连接,所述第一气体供给装置 254 经由设置在上游侧的边缘中的气体供给口 253 将气体供给到第一气体供给通道 252 中。第一气体供给通道 252 的上游侧被形成为从间隙 GP' 倾斜向上延伸的直线形状,即,第一气体供给通道 252 在中间弯折。因此,第一气体供给通道 252 的下游侧和粉末排出通道 251 被形成为隔着间隙 GP' 彼此面对,并沿着位于间隙 GP' 中的接收部 247 的底表面延伸。

[0082] 由此,由第一气体供给装置 254 供给的第一气体通过第一气体供给通道 252 到达间隙 GP',并与位于第一气体供给通道 252 的开口中的粉末 PW 撞击。因此,位于第一气体供给通道 252 的开口中的粉末 PW 从接收部 247 被截断(分离),并与第一气体一起被从粉末排出通道 251 引导到粉末供给口 255 中。因为第一气体供给通道 252 和粉末排出通道 251 被形成为分别沿着接收部 247 的底表面延伸,所以在接收部 247 中的粉末 PW 从第一气体接收的力被沿着接收部 247 的底表面引导到粉末排出通道 251,并且所有粉末 PW 被排出到粉末排出通道 251,而没有大的问题。粉末供给圆盘 245 以预定的角速度从上槽 221 的孔 225 恒定地旋转第一气体供给通道 252,因此粉末 PW 被以预定的速度恒定地供给到第一气体供给通道 252 的开口。因此,位于粉末供给圆盘 245 在旋转方向上的前端的粉末 PW 被连续地截断(分离),并被以预定的排出速度排出到粉末排出通道 251,以供给固定量的粉末。第一气体供给通道 252 的下游侧的横截面和粉末排出通道 251 的横截面在延伸方向上都是数值延伸的窄的矩形,因此粉末 PW 的前端总是被维持为平的,即,能够防止在接收部 247 中的粉末 PW 的不期望的崩塌,并且能够稳定地供给粉末。由第一气体供给装置 254 供给的第一气体与实施例 1 的情形相同,并且根据粉末 PW 的类型等来选择。

[0083] 粉末供给口 255 被形成为在大致水平的方向上延伸的管形状,并被安装在下槽 231 的侧部上。喷射加工装置 260 的喷嘴单元 261 与粉末供给口 255 的末端直接连接。在大致水平的方向(粉末供给口 255 的纵向方向)上延伸的粉末供给通道 256 被形成在粉末供给口 255 的内部中央处,以连接喷嘴单元 261 的粉末供给喷嘴 264 的内部和粉末排出通道 251。围绕粉末供给通道 256 的表面被形成为锥形表面,使得粉末排出通道 251 的出口端和粉末供给喷嘴 264 的入口端能够平滑地连接。从粉末供给通道 256 的基底端竖直延伸的第二气体供给通道 257 在基底端侧上形成在粉末供给口 255 中,并与将气体供给到第二气体供给通道 257 中的第二气体供给装置 259 连接。在图 10 中,设置有两个第二气体供给装置 259,但两个第二气体供给通道 257 能够与一个第二气体供给装置 259 分别连接。

[0084] 由此,从第二气体供给装置 259 供给的第二气体通过粉末供给口 255 的第二气体供给通道 257,并到达粉末供给通道 256,并与被上述第一气体从粉末排出通道 251 引导到粉末供给通道 256 中的粉末 PW 一起经由粉末供给通道 256 被引导到外侧(喷射加工装置 260 的喷嘴单元 261)。由第二气体供给装置 259 供给的第二气体与在实施例 1 的情形相同,并且根据粉末 PW 等的类型来选择。

[0085] 根据实施例 2 的喷射加工装置 260 具有与实施例 1 的喷射加工装置 60 相同的构造,且如在图 10 中所图示,包括喷嘴单元 261 和加速气体供给单元 265。如在图 12 和图 13 中所图示,喷嘴单元 261 由喷嘴块 262、喷射喷嘴 263 和粉末供给喷嘴 264 构成,所述喷嘴块 262 是基底,所述喷射喷嘴 263 是其末端被固定在从喷嘴块 262 突出的状态的矩形中空管,所述粉末供给喷嘴 264 是矩形中空管并被同轴地设置在喷射喷嘴 263 的基底端侧上。粉末供给喷嘴 264 的外尺寸比喷射喷嘴 263 的开口尺寸小,并且如在图 13 中所图示,粉末供给喷嘴 264 的末端稍微地插入到喷射喷嘴 263 的基底端侧中。被供给到喷射喷嘴 263 中的加速气体的喷射口形成在喷射喷嘴 263 和粉末供给喷嘴 264 之间的间隙中。

[0086] 在喷嘴块 262 内,形成有四个加速气体引入通道 262a,所述加速气体引入通道 262a 与上述加速气体喷射口连接并垂直地且水平延伸,如在图 13 中所图示。所述四个加速气体引入通道 262a 中的每个加速气体引入通道均经由设置在每个加速气体引入通道 262a 的上游端中的加速气体供给口 266 与加速气体供给单元 265 连接。由加速气体供给单元 265 供给的气体与实施例 1 中的情形相同,并且根据粉末(固体微粒)PW 等的类型来选择。在图 10 和图 13 中,安装有多个加速气体供给单元 265,但是该四个加速气体引入通道 262a 能够分别与一个加速气体供给单元 265 连接。喷射喷嘴 263 和粉末供给喷嘴 264 由抗腐蚀材料例如陶瓷形成。粉末供给喷嘴 264 与喷射喷嘴 263 的基底端部连接,并且粉末供给装置 210 的粉末供给口 255 与粉末供给喷嘴 264 的基底端连接。

[0087] 根据如上所述地构造的喷射加工系统 201,如果叶轮 222(叶片构件)通过电动马达 212 的旋转驱动而在粉末供给装置 210 中旋转,则存储在上槽 221 中的粉末(固体微粒)PW 被移动同事被搅拌,然后通过上槽 221 的孔 225 掉落并被粉末供给圆盘 245 的接收部 247 接收。

[0088] 此时,粉末供给圆盘 245 通过电动马达 212 的旋转驱动而在与叶轮 222 的相反的方向上旋转,并且被粉末供给圆盘 245 的接收部 247 接收的粉末 PW 与粉末供给圆盘 245 一起旋转,并到达盖构件 250 和粉末供给圆盘 245 之间的间隙 GP'。在此,如在图 10 中所图示,从第一气体供给装置 254 供给到盖构件 250 的第一气体供给通道 252 的第一气体通过

第一气体供给通道 252 并到达间隙 GP', 并朝向粉末排出通道 251 将通过间隙 GP' 的粉末 PW 逐出 (推出), 并与所逐出的粉末 PW 一起被从粉末排出通道 251 引导到粉末供给口 255 中的粉末供给通道 256。此外, 从第二气体供给装置 259 供给到粉末供给口 255 中的第二气体供给通道 257 的第二气体通过第二气体供给通道 257, 并到达粉末供给通道 256, 并与由上述第一气体从粉末排出通道 251 引导到粉末供给通道 256 的粉末 PW 一起通过粉末供给通道 256 被引导到喷射加工装置 260。

[0089] 如果粉末 (固体微粒) 如上所述地被从粉末供给装置 210 供给到喷射加工装置 260, 则与粉末供给装置 210 中的气体混合的粉末 PW 通过喷嘴单元 261 的粉末供给喷嘴 264 到达喷射加工装置 260 中的喷射喷嘴 263。此时, 控制单元 (未图示) 控制加速气体供给单元 265 的运行, 以控制从加速气体供给单元 265 供给到喷嘴单元 261 的喷射喷嘴 263 的加速气体的压力和流量, 由此从粉末供给装置 210 供给的并到达喷射喷嘴 263 内部的粉末 PW 被该加速气体加速, 并从喷射喷嘴 263 的末端朝向基底 (例如, 上述电极基底 131) 喷射。

[0090] 根据实施例 2 的喷射加工系统 201 和粉末供给装置 210, 可实现类似于实施例 1 的效果。此外, 喷射加工装置 260 的喷嘴单元 261 与粉末供给装置 210 的粉末供给口 255 直接连接, 因此能够最小化从粉末供给装置 210 到喷射加工装置 260 的管线的长度, 并且能够改进当粉末 PW 的喷射量改变时的响应性和稳定性。喷嘴单元 261 还可以与粉末供给装置 210 的粉末排出通道 251 直接连接而不经粉末供给口 255。

[0091] 根据实施例 2 的喷射加工装置 201, 能够以与实施例 1 中相同的方式制造锂离子二次电池的阳极 (或阴极), 并且能够实现类似于实施例 1 的效果。

[0092] 在上述实施例 2 中, 喷嘴单元 261 的横截面形状不限于矩形, 而是可以是另一个合适形状, 例如圆形 (正圆形的或椭圆形)、多边形或圆形 (矩形) 喷嘴的交错阵列。正如在实施例 1 的情形, 由第一气体供给装置 254 和第二气体供给装置 259 供给的气体或从加速气体供给单元 265 供给到喷嘴单元 261 的加速气体能够取决于包括基底和粉末 PW 的处理目标合适地选择。

[0093] 在以上的实施例中, 分隔件 48(248) 被设置在接收部 47(247) 中, 但本发明不限于此, 并且分隔件 48(248) 不需要取决于粉末 PW 的类型等来设置。

[0094] 在以上的实施例中, 接收部 47(247) 被形成为粉末供给圆盘 45(245) 的周边的上表面侧上的锥形, 但不限于此, 并且可形成为略微凹入弯曲的表面。在该情形中, 粉末排出通道和气体供给通道可形成为沿着接收部的底表面以弯曲线延伸。

[0095] 在以上实施例中, 粉末供给装置 10(210) 将粉末 PW 供给到喷射加工装置 60(260), 所述喷射加工装置利用粉末喷射沉积方法沉积膜, 但不限于此, 并且可使用载体气体将极小量的粉末供给到例如热喷涂装置, 所述热喷涂装置将陶瓷粉末等与载体气体一起供给到等离子体中, 并将被等离子体汽化的粉末喷涂到设置在容器中的样本上, 以沉积汽化的粉末。

[0096] 附图标号列表

[0097] 1 喷射加工系统 (实施例 1)

[0098] 10 粉末供给装置

[0099] 20 存储槽

[0100] 21 第一槽 (粉末保持槽)

- [0101] 31 第二槽（粉末保持槽）
- [0102] 32 第二叶轮（叶片构件）
- [0103] 35 孔
- [0104] 41 第三槽（圆盘保持槽）
- [0105] 45 粉末供给圆盘
- [0106] 47 接收部
- [0107] 50 盖构件
- [0108] 51 粉末排出通道
- [0109] 52 第一气体供给通道
- [0110] 55 粉末供给口
- [0111] 56 气体供给喷嘴（56a 第二气体供给通道）
- [0112] 60 喷射加工装置
- [0113] 101 锂离子二次电池
- [0114] 102 阴极
- [0115] 103 阳极
- [0116] 131 电极基底材料
- [0117] 132 膜
- [0118] GP 间隙
- [0119] PW 粉末
- [0120] 201 喷射加工系统（实施例 2）
- [0121] 210 粉末供给装置
- [0122] 220 存储槽
- [0123] 221 上槽（粉末保持槽）
- [0124] 222 叶轮
- [0125] 225 孔
- [0126] 231 下槽（圆盘保持槽）
- [0127] 245 粉末供给圆盘
- [0128] 247 接收部
- [0129] 250 盖构件
- [0130] 251 粉末排出通道
- [0131] 252 第一气体供给通道
- [0132] 255 粉末供给口
- [0133] 257 第二气体供给通道
- [0134] 260 喷射加工装置
- [0135] GP' 间隙

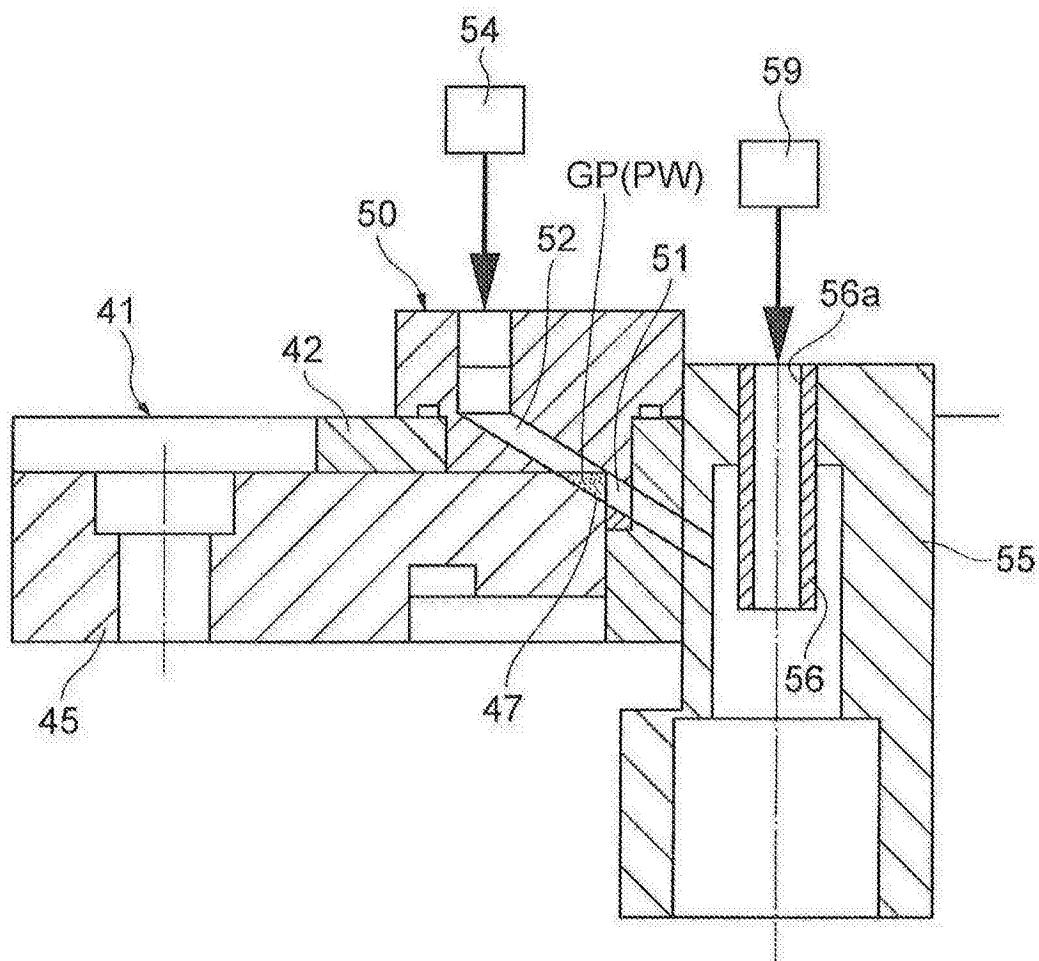


图 1

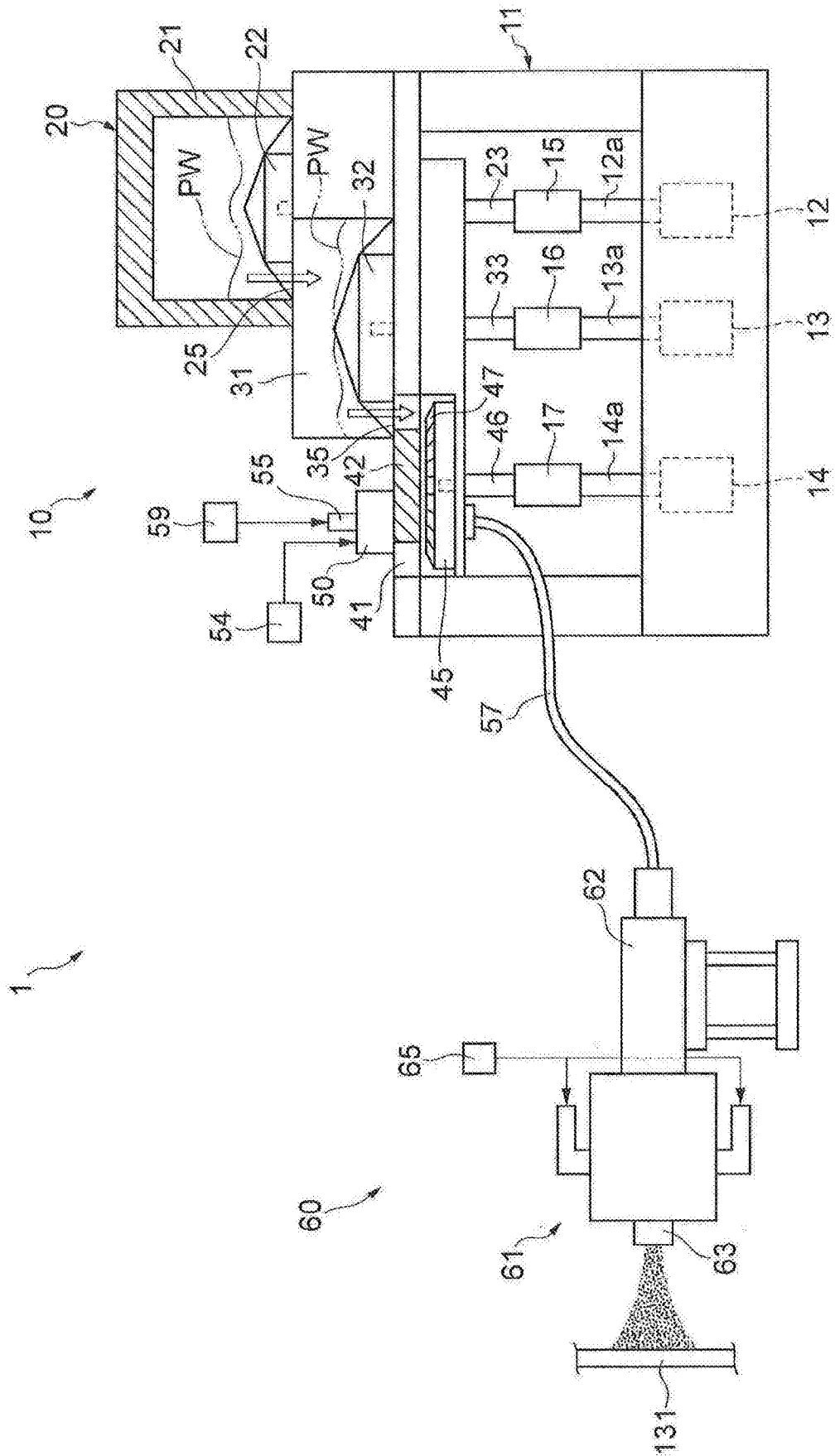


图 2

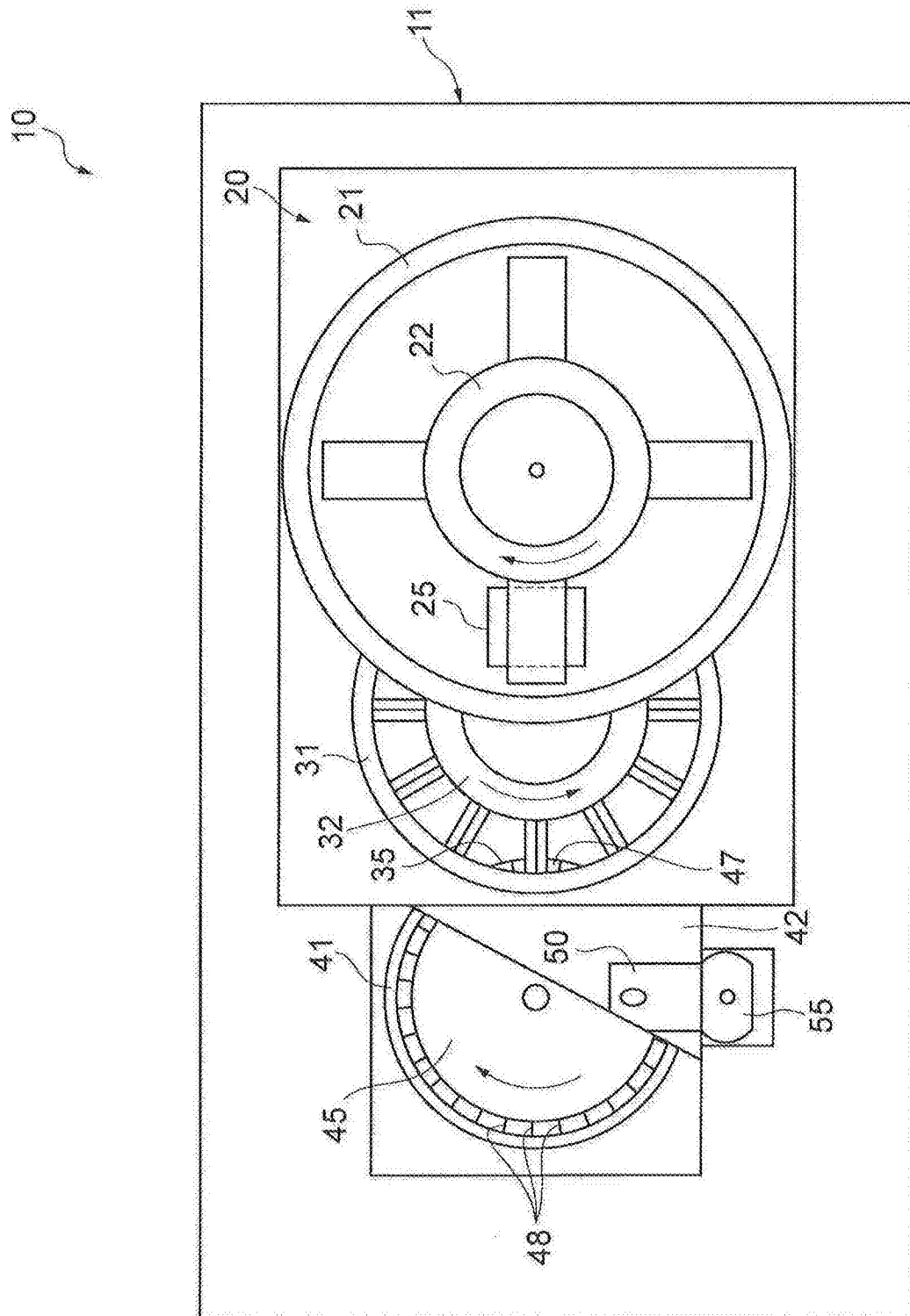


图 3

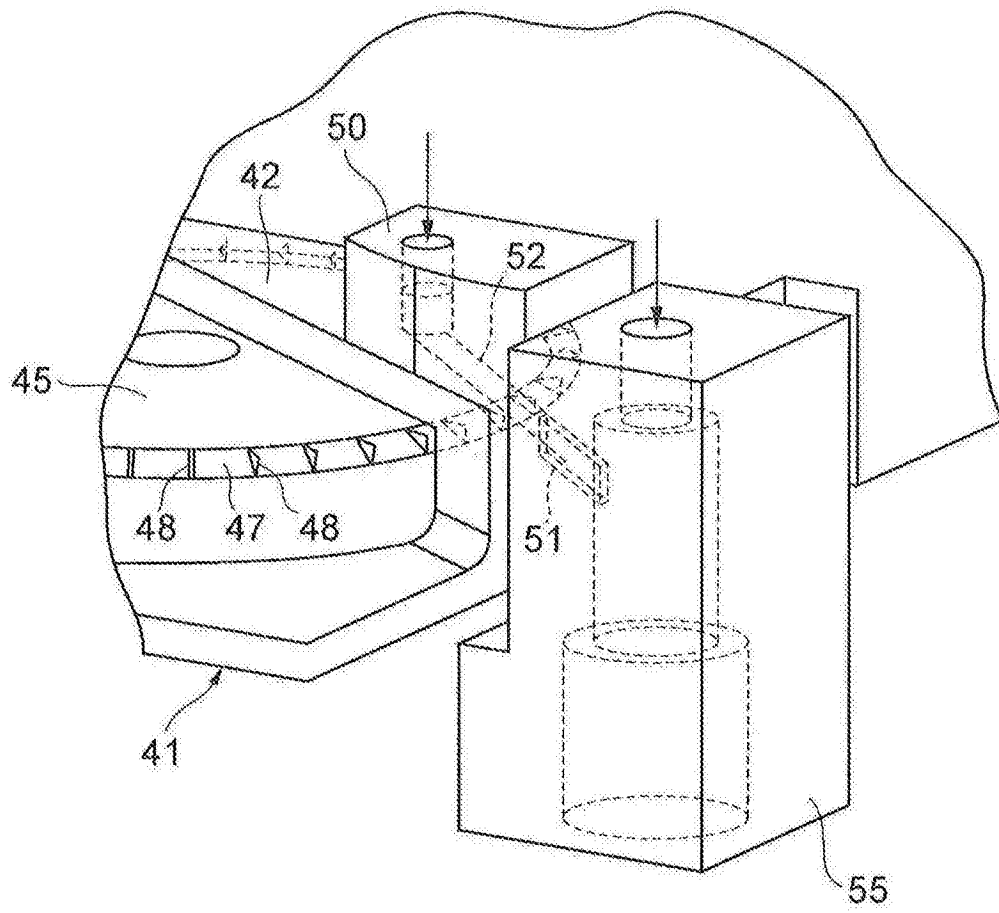


图 4

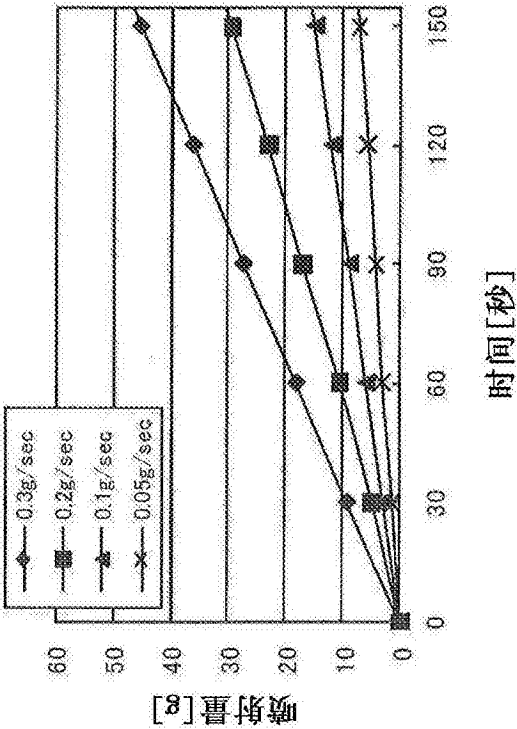


图 5A

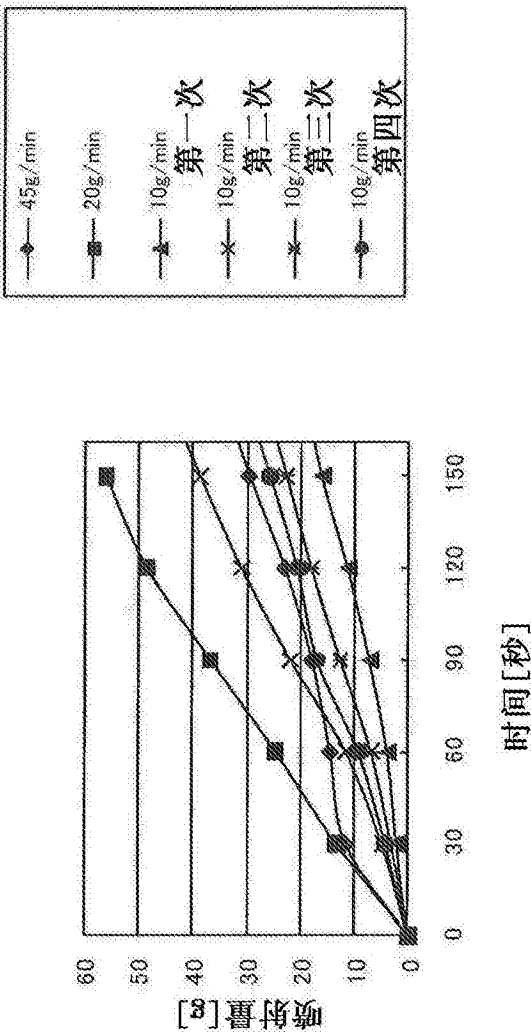


图 5B

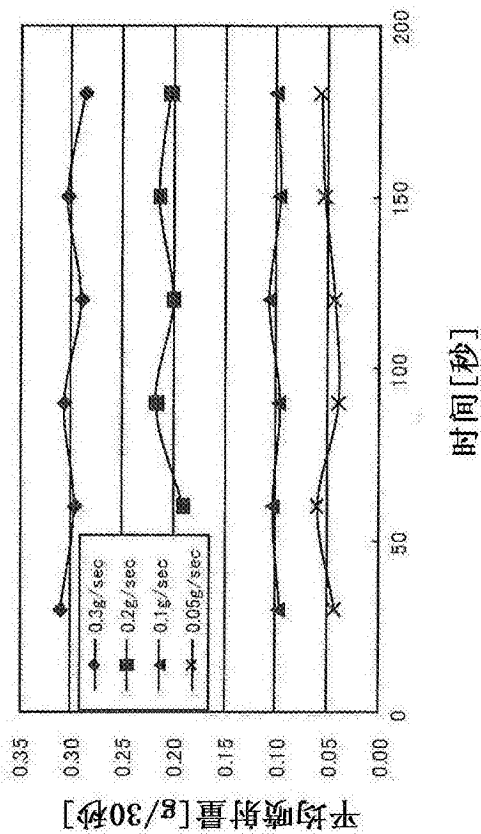


图 6A

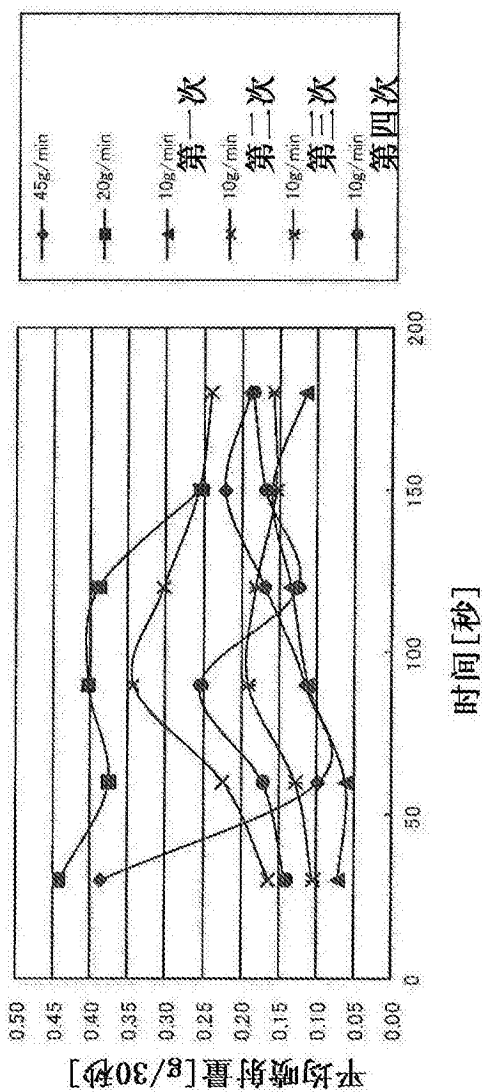


图 6B

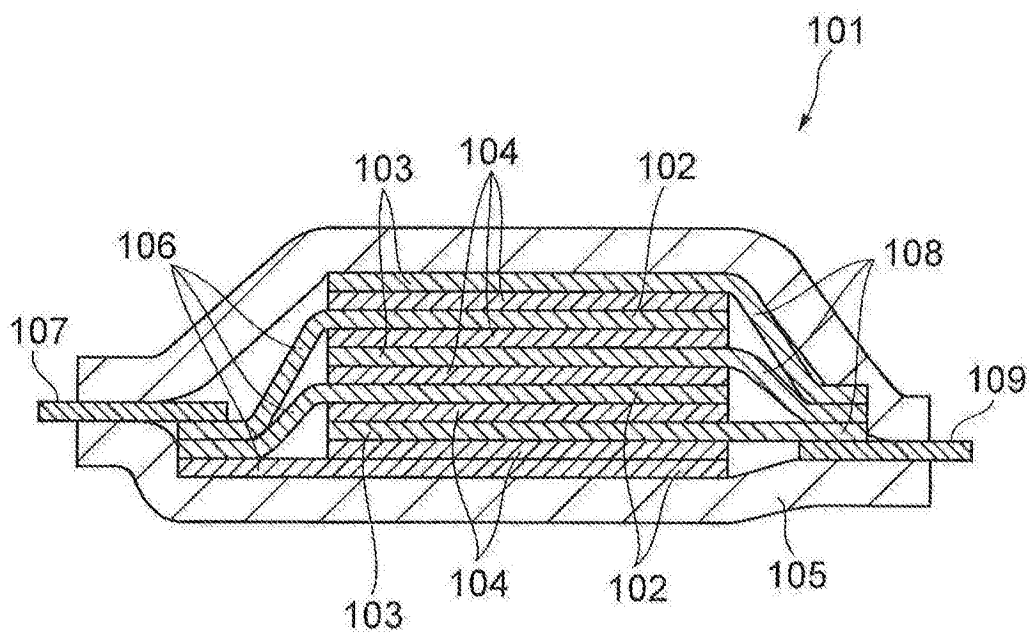


图 7A

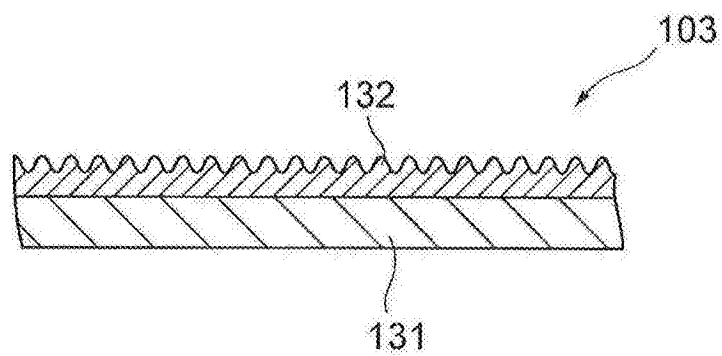


图 7B

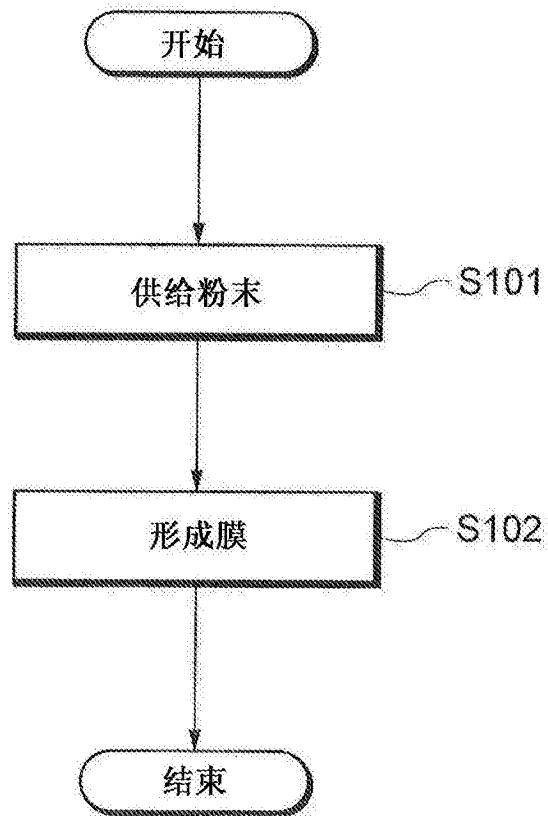


图 8

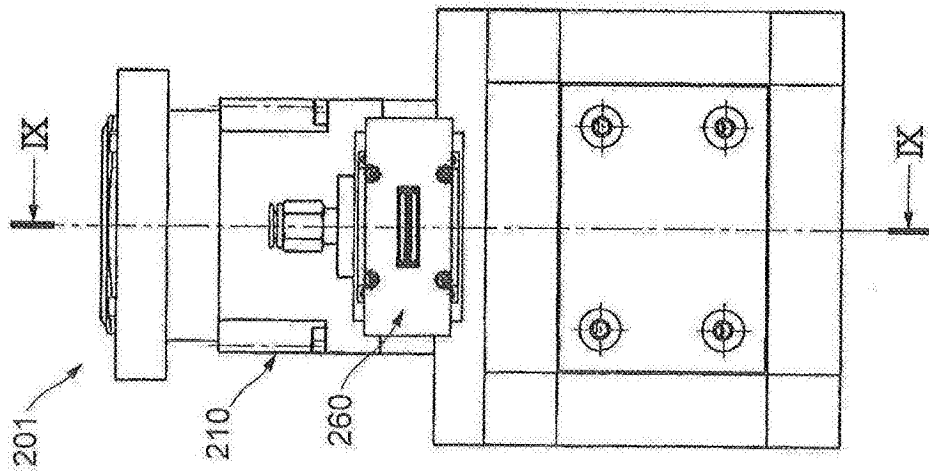


图 9A

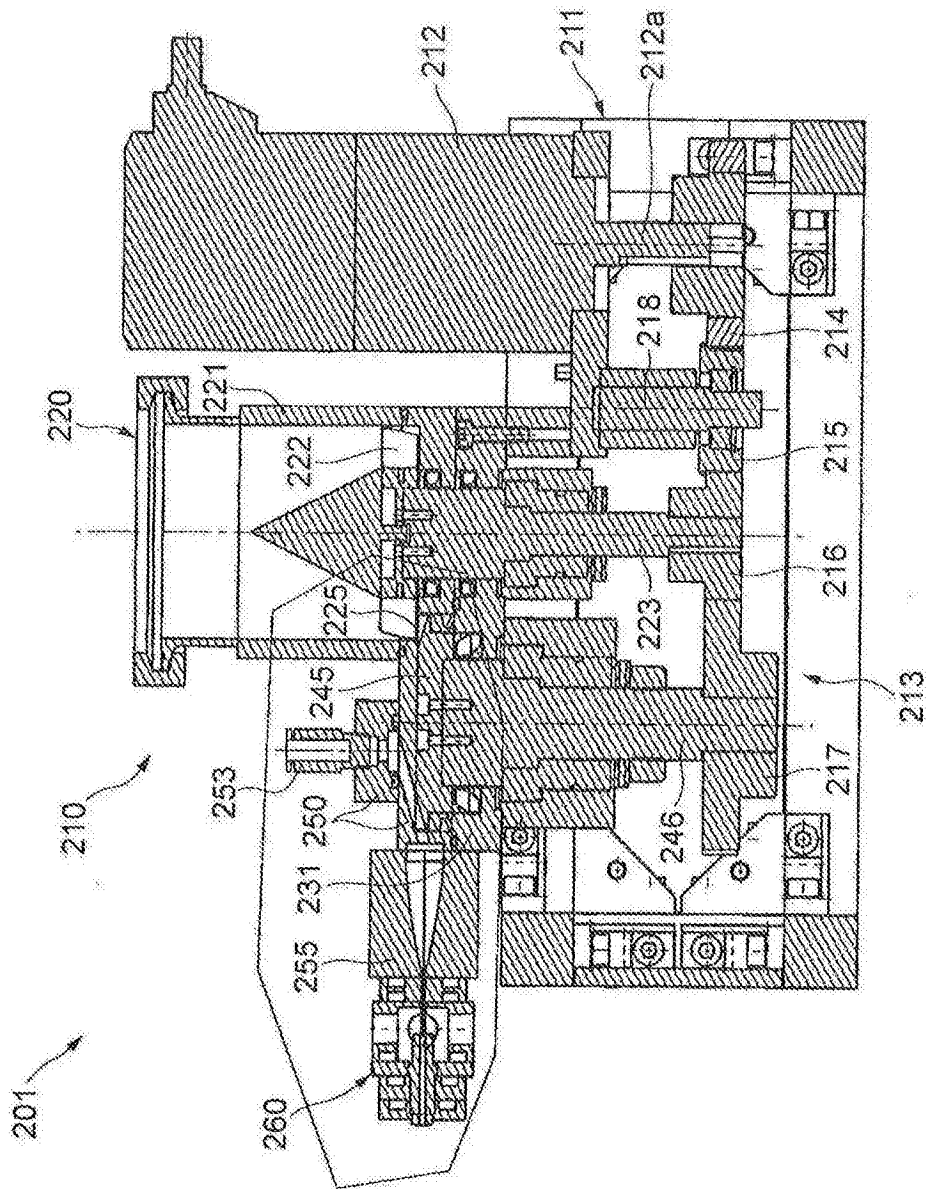


图 9B

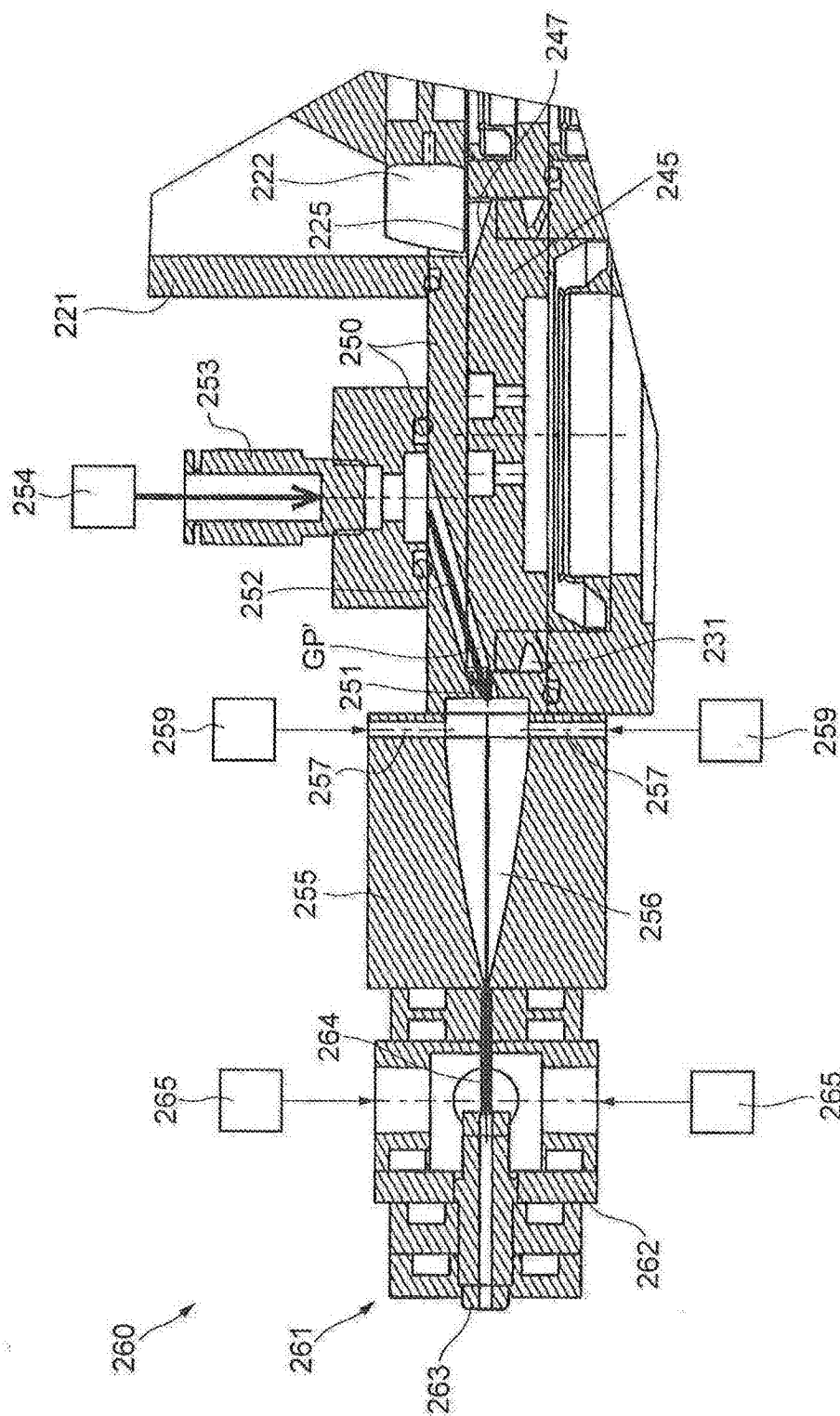


图 10

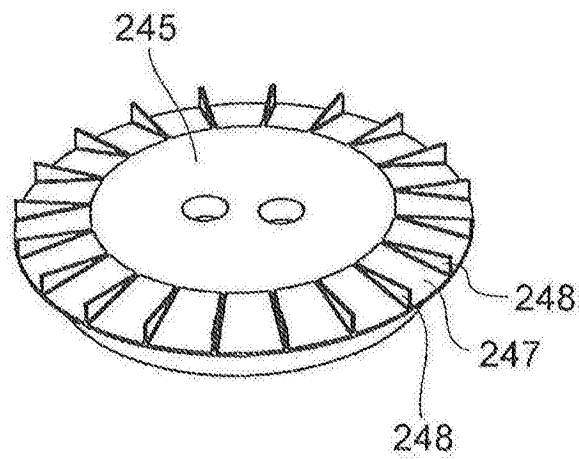


图 11

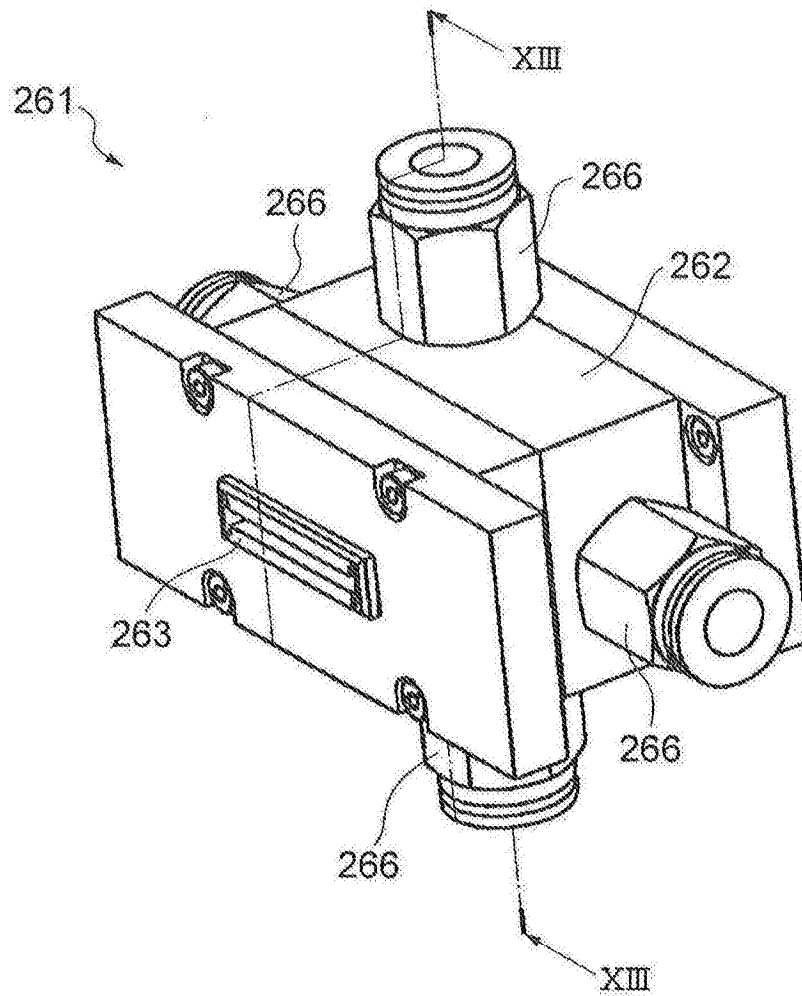


图 12

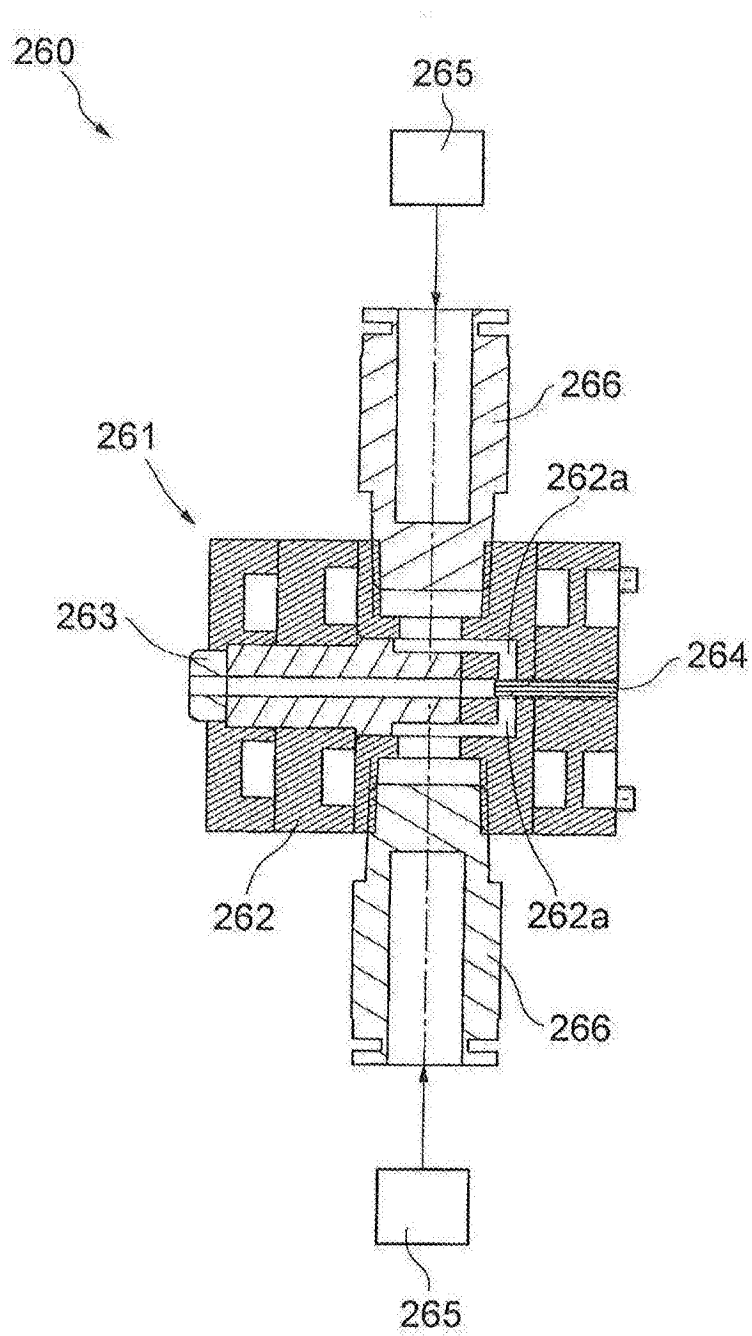


图 13