



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104284998 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201280073150. 4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 05. 14

C23C 16/455 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 11. 13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FI2012/050462 2012. 05. 14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/171360 EN 2013. 11. 21

(71) 申请人 皮考逊公司

地址 芬兰埃斯波

(72) 发明人 S·林德弗斯 P·J·索伊尼南

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 陈文平

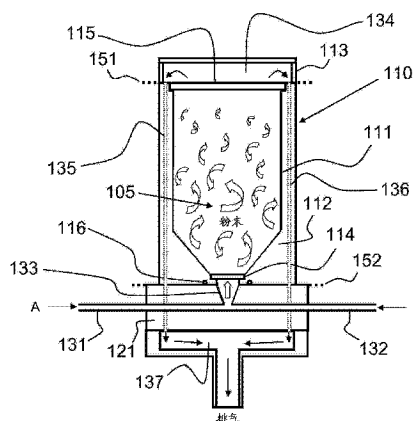
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

使用原子层沉积盒的粉末颗粒涂布

(57) 摘要

期望用薄涂层涂布小颗粒以改变这些颗粒的表面性质而同时保持它们的堆积性质。ALD 技术为用于此目的的一种有价值的应用。本发明提供了一种方法,所述方法包括通过快速耦联法将原子层沉积 (ALD) 盒 (110) 接收到 ALD 反应器 (121) 的接收器中。由于此特征,可实现反应器内和盒内的导管彼此对齐。所述 ALD 盒构造为充当 ALD 反应室,并且所述方法包括通过顺序的自饱和表面反应在所述 ALD 盒内处理微粒材料的表面。本发明还涉及 ALD 反应器、ALD 盒以及涉及含有所述反应器和所述盒的装置。



1. 一种方法,所述方法包括:

通过快速耦联法将原子层沉积(ALD)盒接收到ALD反应器的接收器中,所述ALD盒构造为充当ALD反应室;和

通过顺序的自饱和表面反应在所述ALD盒内处理微粒材料的表面。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述快速耦联法选自:其中扭转所述ALD盒直至锁定构件锁定所述ALD盒到其正确位置中的扭转法和锁定所述ALD盒到其正确位置中的形状锁定法。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,所述方法包括:

向所述ALD盒中进给振动气体,以阻止所述微粒材料内团聚体的形成。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,所述方法包括:

使用与前体进给管线分开的流动通道,以在ALD处理过程中向所述ALD盒中进给振动的不活泼气体。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,所述方法包括:

经由至少一个出口导管向排气中引导反应残余物,所述至少一个出口导管布置在所述ALD盒体内。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,所述方法包括:

经由布置在所述ALD盒体内的装载通道装载所述微粒材料。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,所述方法包括:

在布置于彼此之上的多个隔室中处理微粒材料,每个隔室已经通过滤板与邻近的隔室分开。

8. 一种原子层沉积(ALD)反应器,所述ALD反应器包括:

构造为通过快速耦联法将ALD盒接收到所述ALD反应器中的接收器,所述ALD盒构造为充当ALD反应室;和

一个或多个进给管线,所述进给管线构造为向所述ALD盒中进给前体蒸气,以通过顺序的自饱和表面反应在所述ALD盒内处理微粒材料的表面。

9. 根据权利要求8所述的ALD反应器,其中所述接收器构造为通过其中扭转所述ALD盒直至锁定构件锁定所述ALD盒到其正确位置中的扭转法来接收所述ALD盒。

10. 根据权利要求8所述的ALD反应器,其中所述接收器构造为通过锁定所述ALD盒到其正确位置中的形状锁定法来接收所述ALD盒。

11. 根据前述权利要求8-10中任一项所述的ALD反应器,其中所述ALD包括流动通道中的振动源,所述振动源被构造为向所述ALD盒中进给振动气体,以阻止所述微粒材料内团聚体的形成。

12. 根据前述权利要求8-11中任一项所述的ALD反应器,所述ALD反应器包括:

所述ALD反应器主体内的出口导管,其被构造为从布置在所述ALD盒体内的出口导管接收反应残余物。

13. 根据前述权利要求8-12中任一项所述的ALD反应器,所述ALD反应器包括:

所述ALD反应器主体内的装载通道,其被构造为向布置向所述ALD盒体内的装载通道中引导微粒材料。

14. 根据前述权利要求8-13中任一项所述的ALD反应器,其中所述ALD反应器被构造

为在所述 ALD 盒的入口过滤器之前形成气体铺展空间。

15. 一种可移除的原子层沉积 (ALD) 盒, 所述可移除的 ALD 盒构造为充当 ALD 反应室并包括快速耦联机构, 所述快速耦联机构被构造为通过快速耦联法附接到 ALD 反应器的 ALD 反应器主体, 所述 ALD 盒构造为一旦通过所述快速耦联法附接到所述 ALD 反应器主体即通过顺序的自饱和表面反应在所述 ALD 盒内处理微粒材料的表面。

16. 根据权利要求 15 所述的可移除的 ALD 盒, 所述可移除的 ALD 盒包括:

所述 ALD 盒体内的出口导管, 其被构造为经由所述 ALD 反应器主体向排气中引导反应残余物。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的可移除的 ALD 盒, 所述可移除的 ALD 盒包括:

在彼此之上的多个滤板, 以在其间形成多个微粒材料涂布隔室。

18. 根据前述权利要求 15-17 中任一项所述的可移除的 ALD 盒, 所述可移除的 ALD 盒包括:

在入口过滤器下面的气体铺展空间。

19. 一种装置, 所述装置包括根据前述权利要求 8-14 中任一项所述的 ALD 反应器和根据前述权利要求 15-17 中任一项所述的 ALD 盒。

使用原子层沉积盒的粉末颗粒涂布

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及沉积反应器。更特别地,但非排他地,本发明涉及其中通过顺序的自饱和和表面反应在表面上沉积材料的这类沉积反应器。

背景技术

[0002] 原子层外延 (ALE) 方法是 Tuomo Suntola 博士于 20 世纪 70 年代早期发明的。该方法的另一个通用名称为原子层沉积 (ALD) 并且目前已用于代替 ALE。ALD 是一种特殊的化学沉积方法,其基于将至少两种反应性前体物质引向至少一个衬底。

[0003] 通过 ALD 生长的薄膜致密、无针孔并且具有均匀的厚度。例如,在一个实验中,从三甲基铝 ($(\text{CH}_3)_3\text{Al}$ (也称 TMA) 和水在 250–300 °C 下通过热 ALD 在衬底晶片上生长氧化铝,其仅产生约 1% 的不均匀性。

[0004] ALD 技术的一个有趣的应用是小颗粒的涂布。可能期望例如在颗粒上沉积薄涂层以改变这些颗粒的表面性质而同时保持它们的堆积性质。

发明内容

[0005] 根据本发明的第一个实例方面,提供了一种方法,所述方法包括:

[0006] 通过快速耦联法将原子层沉积 (ALD) 盒接收在 ALD 反应器的接收器中,所述 ALD 盒构造为充当 ALD 反应室;和

[0007] 通过顺序的自饱和和表面反应在所述 ALD 盒内处理微粒材料的表面。

[0008] 在某些实例实施方式中,自下而上的流动使得微粒材料颗粒旋转而在 ALD 盒内形成流化床。在某些其它实施方式中,取决于某些因素如颗粒的流率和重量,将不形成流化床。所述微粒材料可为粉末或更粗的材料,例如金刚石或类似物。

[0009] 接收器可布置在 ALD 反应器主体中,以便 ALD 盒被接收到 ALD 反应器主体中。ALD 主体可形成接收器。接收器可形成 ALD 反应器主体的一部分(其可为所述 ALD 反应器主体的主要部分)或者其可为一体化到 ALD 反应器主体或一体化到 ALD 反应器或处理室结构的固定接收器。在一体化的接收器的情况下,接收器可被一体化到 ALD 处理室盖中。

[0010] 在某些实例实施方式中,快速耦联法包括扭转 ALD 盒直至锁定构件锁定 ALD 盒到其正确位置。在某些实例实施方式中,快速耦联法包括使用将 ALD 盒锁定到其正确位置中的形状锁定(form locking)。在某些实例实施方式中,快速耦联法为这些方法的组合。

[0011] 在某些实例实施方式中,所述方法包括:

[0012] 向 ALD 盒中进给振动气体以阻碍所述微粒材料内团聚体的形成。

[0013] 振动气体可在 ALD 处理过程中进给。振动气体可在前体暴露期和吹扫期二者期间进给。

[0014] 在某些实例实施方式中,所述方法包括:

[0015] 使用与前体进给管线分开的流动通道在 ALD 处理过程中向 ALD 盒中进给振动的不活泼气体。

- [0016] 在许多实例实施方式中,除振动气体外或代替振动气体可使用敲击。
- [0017] 在某些实例实施方式中,所述方法包括:
- [0018] 经由至少一个出口导管向排气中引导反应残余物,所述至少一个出口导管布置在 ALD 盒体内。
- [0019] 可以有两个或更多个出口导管,而不是一个出口导管。
- [0020] 在某些实例实施方式中,所述方法包括:
- [0021] 经由布置在 ALD 盒体内的装载通道装载所述微粒材料。
- [0022] 可经由装载通道向 ALD 盒中装载待涂布的微粒材料,而不是用预先填充的 ALD 盒。装载通道可布置在 ALD 盒的底部处。或者,可经由布置在 ALD 盒的顶部处的装载通道从顶部装载 ALD 盒。或者,在某些实例实施方式中,通过移除在那些实施方式中形成 ALD 盒的顶部部分的可移除的盖或覆盖物来装载 ALD 盒。
- [0023] 在某些实例实施方式中,所述方法包括:
- [0024] 在布置于彼此之上的多个隔室中处理微粒材料,每个隔室通过滤板与邻近的隔室分开。所述一个或多个滤板可为一个或多个烧结过滤器。
- [0025] 在某些实例实施方式中,气体由 ALD 盒的底部进给到 ALD 盒中。
- [0026] 根据本发明的第二个实例方面,提供了一种原子层沉积 (ALD) 反应器,所述反应器包括:
- [0027] 构造为通过快速耦联法将 ALD 盒接收到 ALD 反应器中的接收器,所述 ALD 盒构造为充当 ALD 反应室;和
- [0028] 一个或多个进给管线,其构造为向所述 ALD 盒中进给前体蒸气,以通过顺序的自饱和表面反应在所述 ALD 盒内处理微粒材料的表面。
- [0029] 在某些实例实施方式中,所述接收器为 ALD 反应器主体本身,其尺寸和形状被设计以通过快速耦联接收 ALD 盒。在其它实施方式中,接收器以布置在 ALD 反应器主体中构造为接收 ALD 盒的某个造型或某个部分实施。
- [0030] 快速耦联法使得 ALD 反应器和盒体内的(流动)导管彼此对齐。例如,ALD 反应器主体中的所述造型或部分的尺寸和形状可以设计,使得布置在 ALD 盒和 ALD 反应器主体中的相应导管被设置为彼此对齐。
- [0031] 在某些实例实施方式中,所述接收器构造为通过扭转法接收所述 ALD 盒,其中 ALD 盒被扭转直至锁定构件锁定 ALD 盒到其正确位置。
- [0032] 在某些实例实施方式中,所述接收器构造为通过锁定 ALD 盒到其正确位置中的形状锁定法来接收所述 ALD 盒。
- [0033] 在某些实例实施方式中,所述 ALD 包括流动通道中的振动源,其被构造为向 ALD 盒中进给振动气体以阻碍所述微粒材料内团聚体的形成。振动气体可为不活泼气体。
- [0034] 在某些实例实施方式中,ALD 反应器包括:
- [0035] ALD 反应器主体内的出口导管,其被构造为从布置在 ALD 盒体内的出口导管接收反应残余物。
- [0036] 在某些实例实施方式中,ALD 反应器包括:
- [0037] ALD 反应器主体内的装载通道,其被构造为向布置在 ALD 盒体内的装载通道中引导微粒材料。

[0038] 在某些实例实施方式中，ALD 反应器包括在 ALD 盒的入口过滤器之前（即，上游）的气体铺展空间（或体积）或所述 ALD 反应器被构造为在 ALD 盒的入口过滤器之前（即，上游）形成气体铺展空间（或体积）。气体铺展空间可在入口过滤器下面。气体铺展空间可紧接入口过滤器。

[0039] 在某些实例实施方式中，ALD 反应器包括在前体蒸气进给管线的末端的微过滤器管。在某些实例实施方式中，气体铺展空间布置在微过滤器管周围。

[0040] 根据本发明的第三个实例方面，提供了一种可移除的原子层沉积（ALD）盒，其构造为充当 ALD 反应室并包括快速耦联机构，所述快速耦联机构被构造为通过快速耦联法附接到 ALD 反应器的 ALD 反应器主体，所述 ALD 盒被构造为一旦通过快速耦联法附接到 ALD 反应器主体，就通过顺序的自饱和表面反应在所述 ALD 盒内处理微粒材料的表面。

[0041] 在某些实例实施方式中，可移除的 ALD 盒包括：ALD 盒体内的出口导管，其被构造为经由 ALD 反应器主体向排气中引导反应残余物。

[0042] 在某些实例实施方式中，可移除的 ALD 盒为圆筒盒。相应地，在某些实例实施方式中，可移除的 ALD 盒的基本形状为圆筒形式。在某些实例实施方式中，可移除的 ALD 盒为圆锥盒。相应地，在某些实例实施方式中，可移除的 ALD 盒的基本形状为圆锥形式。在某些实例实施方式中，可移除的 ALD 盒既具有圆筒部分又具有圆锥部分。圆锥部分可在底部处。

[0043] ALD 盒可向下逐渐变细。或者，ALD 盒可具有均匀的宽度。

[0044] 在某些实例实施方式中，可移除的 ALD 盒包括在彼此之上的多个滤板或构造为在彼此之上接收多个滤板，以在其间形成多个微粒材料涂布隔室。在某些实例实施方式中，每个隔室具有容纳一定量的待涂布的微粒材料的空间。

[0045] 根据本发明的第四个实例方面，提供了一种装置，所述装置包括第二个实例方面的 ALD 反应器和第三个方面的 ALD 盒。所述装置由此形成系统。所述系统包括具有可移除的 ALD 反应室盒的 ALD 反应器。

[0046] 前面示意了本发明的不同非约束性实例方面和实施方式。上面的实施方式仅用来说明选定的方面或本发明的实施中可采用的步骤。一些实施方式可能仅结合本发明的某些实例方面而提出。应理解，相应的实施方式也可适用于其它实例方面。可形成实施方式的任何适宜组合。

附图说明

[0047] 下面仅以举例的方式结合附图描述本发明，在附图中：

[0048] 图 1 示出了根据实例实施方式的沉积反应器和用于涂布颗粒的方法；

[0049] 图 2 示出了根据实例实施方式的流动振动；

[0050] 图 3 示出了根据实例实施方式的用于引起流动振动的方法；

[0051] 图 4 示出了根据替代实施方式的沉积反应器和用于涂布颗粒的方法；

[0052] 图 5A-5D 示出了向盒反应室中进给气体和颗粒的不同实例实施方式；

[0053] 图 6 示出了根据实例实施方式的用于涂布颗粒的生产线；

[0054] 图 7 示出了根据又一个实例实施方式的沉积反应器和用于涂布颗粒的方法；

[0055] 图 8 示出了根据实例实施方式的快速耦联法的粗略实例；

[0056] 图 9 示出了根据实例实施方式的另一快速耦联法的粗略实例；

- [0057] 图 10 示出了根据再一个实例实施方式的沉积反应器和用于涂布颗粒的方法；
[0058] 图 11 示出了根据再一个实例实施方式的沉积反应器和用于涂布颗粒的方法；和
[0059] 图 12 示出了根据再一个实例实施方式的沉积反应器和用于涂布颗粒的方法。

具体实施方式

[0060] 在下面的描述中,采用原子层沉积 (ALD) 技术作为实例。ALD 生长机制的基础是熟练技术人员已知的。如在本专利申请的引言部分中所提到,ALD 是一种特殊的化学沉积方法,其基于将至少两种反应性前体物质顺序引入至少一个衬底。该衬底位于反应空间内。反应空间通常被加热。ALD 的基本生长机制取决于化学吸附和物理吸附之间的键合强度差异。在沉积工艺过程中,ALD 采用化学吸附并消除物理吸附。在化学吸附过程中,在固相表面的一个或多个原子与来自气相的分子之间形成强的化学键。通过物理吸附的键合要弱得多,因为仅涉及范德华力。当局部温度高于分子的冷凝温度时,物理吸附键易于在热能作用下断裂。

[0061] ALD 反应器的反应空间包含所有通常经加热的表面,可使所述表面交替地和顺序地暴露于用来沉积薄膜或涂层的 ALD 前体中的每一个。基本的 ALD 沉积周期包括四个相继的步骤:脉冲 A、吹扫 A、脉冲 B 和吹扫 B。脉冲 A 通常由金属前体蒸气组成,而脉冲 B 通常由非金属前体蒸气组成,尤其是氮或氧前体蒸气。在吹扫 A 和吹扫 B 的过程中,使用不活泼气体(如氮或氩)和真空泵来从反应空间吹扫气态反应副产物和残余的反应物分子。沉积序列包括至少一个沉积周期。重复沉积周期直至沉积序列已产生期望厚度的薄膜或涂层。

[0062] 在典型的 ALD 工艺中,前体物质通过化学吸附与经加热表面的反应性位点形成化学键。条件通常布置为使得在一个前体脉冲过程中在表面上形成不超过一个分子单层的固体材料。生长过程因此是自终止或自饱和的。例如,第一前体可包含配体,所述配体保持附接到被吸附物质并使表面饱和,这阻止进一步的化学吸附。反应空间温度保持在高于所采用前体的冷凝温度而低于所采用前体的热分解温度下,使得前体分子物质基本上完好地化学吸附在一个或多个衬底上。基本上完好指当前体分子物质化学吸附在表面上时挥发性配体可能离开前体分子。表面变为基本上被第一类型的反应性位点即吸附的第一前体分子物质所饱和。此化学吸附步骤后通常跟着第一吹扫步骤(吹扫 A),其中从反应空间移除过量的第一前体和可能的反应副产物。然后向反应空间中引入第二前体蒸气。第二前体分子通常与吸附的第一前体分子物质反应,从而形成所期望的薄膜材料或涂层。一旦所有量的被吸附的第一前体已被消耗并且表面已基本上被第二类型的反应性位点所饱和,此生长即终止。然后通过第二吹扫步骤(吹扫 B)移除过量的第二前体蒸气和可能的反应副产物蒸气。然后重复此周期直至膜或涂层已生长至所期望的厚度。沉积周期也可以更复杂。例如,周期可包括三个或更多个由吹扫步骤间隔开的反应物蒸气脉冲。所有这些沉积周期形成由逻辑单元或微处理器控制的定时沉积序列。

[0063] 在如下所述某些实例实施方式中,向各种微粒材料的表面上提供薄的保形涂层。颗粒的尺寸取决于特定的材料和特定的应用。合适的颗粒尺寸通常为纳米范围到微米范围。可使用种类广泛的微粒材料。基础颗粒和涂层的组成通常一起选择使得颗粒的表面特性以特定应用所期望的方式改变。基础颗粒优选在表面上具有一些参与产生涂层的 ALD 反应序列的官能团。

[0064] 图 1 示出了根据实例实施方式的沉积反应器和用于涂布颗粒的方法。该沉积反应器包括可移除的盒 110。盒 110 附接到反应器主体 121。在实施方式中,盒 110 通过快速耦联(例如,通过将其扭转至锁定位置中)附接到反应器主体 121。盒 110 与反应器主体 121 之间形成的界面通过盒密封 116 密封。然而,在其它实施方式中,密封 116 可略去。

[0065] 图 8 和 9 大致示出了可用于将盒(这里指:810、910)附接到反应器主体(这里指:821、921)中的快速耦联法的某些原理。

[0066] 图 8 中示出的实例实施方式示出了形状锁定法。反应器主体 821 包括接收器 822,其构造为接收盒 810 的附接件 823。接收器 822 形成和成型为使得其中布置的凹陷 847b 和 848b 与布置在附接件 823 中的相应突起 847a 和 848a 相匹配(反之亦然),从而将盒 810 锁定到其正确位置中。在其正确位置,ALD 处理中使用的相应流动导管(此实施方式中的 835a 和 835b 以及 836a 和 836b) 设置为彼此对齐。接收器 822 可用在自底部经由附接件 823 向盒中进给气体。

[0067] 图 9 中示出的实例实施方式示出了用于向反应器主体 921 中附接盒 910 的扭转法。反应器主体 921 包括构造为接收盒 910 的接收器 922。接收器 922 是圆形的并包括可使盒 910 扭转至其上的螺纹 924。接收器 922 还包括停止件 958b,其使盒 910 的扭转运动停止于某一点,在该点处,停止件 958b 触碰到布置在盒 910 中(例如,盒 910 的圆形流动通道 926 中)的相应停止件 958a。在此位置,机械加工于反应器和盒体部件中的相应流动导管 940a 和 940b 设置为彼此对齐。在本文中,导管可为气体流动导管或是用于向盒中进给微粒材料的导管(如下面的描述中结合图 6 所示)。

[0068] 在某些实例实施方式中,可使用其它快速耦联法,例如,既包括形状锁定又包括扭转的方法。在前述及其它的实施方式中,可另外或替代地使用采用附接到反应器主体或盒的杠杆或弹簧加载杠杆(未示出)的推-锁方法。

[0069] 回到图 1,盒 110 与反应器主体 121 之间的界面由点线 152 指示。这也是 ALD 处理后盒 110 可与反应器主体 121 分开的线。

[0070] 盒 110 包括盒体 112,盒体 112 在盒 110 内形成中空空间,即反应室 111。反应室 111 包含待涂布的颗粒,所述颗粒在本文中称为粉末或粉末颗粒。盒 110 还包括顶部 113,出于粉末装载和卸载目的,顶部 113 可在线 151 处与盒体 112 分开。相应地,在一个实例实施方式中,盒 110 在别处装载粉末(预先填充的盒),然后附接到反应器主体 121 中以涂布粉末颗粒,然后与反应器主体 121 分开,并然后在需要时用于别处或在别处卸载。

[0071] 盒 110 在盒 110 的入口侧上包括第一颗粒过滤器 114(入口过滤器 114)并在盒 110 的出口侧上包括第二颗粒过滤器 115(出口过滤器 115)。入口过滤器 114 可比出口过滤器 115 更粗滤(出口过滤器 115 比入口过滤器 114 更细滤)。

[0072] 根据 ALD 技术,经由进给管线 131 的前体 A 和经由进给管线 132 的前体 B 被控制为交替地流入反应室 111 中。前体 A 和 B 暴露期由吹扫步骤间隔开。气体通过过道 133 和入口过滤器 114 流入反应室 111 中。该流动使得粉末颗粒旋转而在反应室 111 中形成流化床 105,从而允许在粉末颗粒上生长所期望的涂层。通过重复所需的 ALD 周期数来获得所期望厚度的涂层。残余反应物分子和反应副产物(如果有的话)及载气/吹扫气体被控制为通过出口过滤器 115,经由盒顶部分 113 内的通道 134 流入出口导管 135 和 136 中。出口导管 135 和 136 已通过例如通过合适的方法机械加工而布置到盒体 112 中。出口导管 135 和

136 在反应器主体件 121 中继续,在其中,气体经由通道 137 流入排气管线中。

[0073] 在运行过程中,图 1 中示出的立式反应室 111 的底部和中间部分可认为形成其中发生涂布反应的流化区。反应室 111 的靠近出口过滤器 115 的上部分可认为形成其中粉末颗粒与气体分离并落回到流化区的分离区。

[0074] 已观察到流化床中的粉末颗粒往往相互粘着,从而形成较大的颗粒块、团聚体。为阻止团聚体的形成,某些实例实施方式中使用振动气流。在这些实施方式中,振动的气流被进给到反应室中。选择何种气流来振动取决于实施。后面的描述中将结合图 5A-5D 讨论某些替代方案。

[0075] 图 2 示出了根据实例实施方式的流动振动。随时间改变流动压力以引起流动振动。图 3 示出了根据实例实施方式的用于引起流动振动的方法。在此方法中,进气流 301 被迫进入空腔 302 中,从而在出气流 303 中引起振动。该现象基于亥姆霍兹 (Helmholtz) 共振。振动的出气流 303 被引导入反应室中以阻止团聚体的形成。

[0076] 图 4 示出了根据替代实施方式的沉积反应器和用于涂布颗粒的方法。图 4 中示出的沉积反应器与图 1 中示出的沉积反应器基本上对应。然而,存在一些差异,这将在下文清楚地说明。该沉积反应器包括可移除的盒 410。盒 410 附接到反应器主体 421。在一个实施方式中,盒 410 通过快速耦联、例如通过将其扭转 to 锁定位置中从而附接到反应器主体 421。与图 1 中示出的实例实施方式不同,在图 4 中示出的实施方式中,盒 410 与反应器主体 421 之间的盒密封 116 可略去,尤其是如果盒 410 与反应器主体 421 之间的界面 152 为金属-金属或陶瓷-陶瓷界面或类似物的话。这样存在很紧密的接触表面,从而避免使用单独的密封的需要。另外,当 ALD 处理在低压下运行时,使用单独的密封的需要也减少。

[0077] 盒 410 包括盒体 112,盒体 112 在盒 410 内形成中空空间,即反应室 111。反应室 111 包含待涂布的粉末颗粒。在实例实施方式中,粉末颗粒经由单独的装载通道 441 装载到反应室 111 中。粉末可由不活泼气体吹送通过装载通道 441 进入反应室 111 中。在图 4 示出的实施方式中,装载通道 441 已布置到盒体 112 中使得其另一端与反应室 111 的底部部分流体连通(或通向反应室 111 的底部部分)。装载通道 441 已通过例如通过合适的方法机械加工而布置到盒体 112 中。在图 4 示出的实施方式中,装载通道 441 在反应器主体件 421 中继续,并且装载过程中粉末流动的方向为从反应器主体件 421 经由盒体 112 进入反应室 111 中。装载通道的另一端可连接到粉末源或装载盒或类似物。可使用例如氮作为所述不活泼气体。

[0078] ALD 处理后,经由卸载通道 442 将经涂布的粉末颗粒卸载出反应室 111。粉末可由不活泼气体吹送通过卸载通道 442 进入远处的盒或容器中。在图 4 示出的实施方式中,卸载通道 442 已布置到盒体 112 中使得其另一端与反应室 111 的底部部分流体连通。卸载通道 442 在反应器主体件 421 中继续,并且卸载过程中粉末流动的方向为从反应室 111 经由盒体 112 进入反应器主体件 421 中。卸载通道的另一端可连接到远处的盒或容器。吹送经涂布的粉末颗粒的不活泼气体可经由装载通道 441 引导入反应室 111 中使得其经由卸载通道 442 离开反应室,从而用其引出经涂布的粉末颗粒。

[0079] 用于图 4 的实施方式的目的的盒 410 可为单件式盒或两件式盒。虽然对于装载和卸载来说不需要可移除的盒顶部 113,但部件 113 可用于盒清洁目的。在单件式盒实施方式中,顶部 113 和盒 410 的其余部分形成单个不可分开的件。

[0080] 图4中所示实施方式的运行特征和结构特征的其余部分与图1中所示实施方式的那些相对应。

[0081] 图5示出了向盒反应室111中进给气体和粉末颗粒的不同实例实施方式。图5A中示出的实例实施方式示出了与图1中所示类似的实施方式。相应地,通常由载气携带的前体从底部通过过道133和入口过滤器114进给到反应室111中。粉末颗粒预先自别处从顶部进给。在其中使用振动气流的实施方式中,在ALD处理过程中引起振动的气流可为沿任一进给管线131或132(图1)或二者行进的气流。或者可另外或替代地使用单独的通道来振动不活泼气流(如下面图5B和5D中所示)。

[0082] 图5C中示出的实例实施方式示出了与图4中所示类似的实施方式。相应地,通常由载气携带的前体从底部通过过道133和入口过滤器114进给到反应室111中。粉末颗粒沿装载通道441自底部进给并沿卸载通道442卸载。在其中使用振动气流的实施方式中,在ALD处理过程中引起振动的气流可为沿任一进给管线131或132(图1)或二者行进的气流。或者或此外,控制振动的不活泼气流使之在ALD处理过程中沿装载通道441流入反应室111中。在ALD处理过程中,当所讨论的通道未被用于振动气体供给时,在通道441和/或442中可存在通向反应室111的小的不活泼气流。

[0083] 在图5B中示出的实例实施方式中,有单独的入口575用于来自底部的振动的不活泼气体,而通常由载气携带的前体A和B分别经由入口531和532进给到盒反应室111中。

[0084] 在图5D中示出的实例实施方式中,有单独的入口575用于来自底部的振动的不活泼气体,但该实施方式还包括装载和卸载通道441和442以装载和卸载粉末颗粒。或者,或除振动气体经由入口575流动外,可控制振动的不活泼气流使之在ALD处理过程中沿装载通道441和/或卸载通道442流入反应室111中。在ALD处理过程中,当所讨论的通道未被用于振动气体供给时,在通道441和/或442中可存在朝向反应室111的小的不活泼气流。

[0085] 图6示出了粉末涂布生产线的实例布局。该生产线包括三盒系统。第一个盒110a为可分开地附接到第一主体621a的装载盒。待涂布的粉末颗粒由不活泼气体经由装载通道640a吹送到可分开地附接到ALD反应器主体621b的ALD处理盒110b中。经涂布的粉末颗粒由不活泼气体经由卸载通道640b吹送到可分开地附接到第三主体621c中的第三个盒110c中。第三个盒110c因此为用于最终产品的盒。一旦与主体621c分开,第三个盒110c即可以被运输到使用地。

[0086] 图7示出了根据又一个实例实施方式的沉积反应器和用于涂布颗粒的方法。该沉积反应器包括处理室760和盖770,盖770可压在处理室顶部法兰771上。处理室760在其反应空间765中容纳填充了待涂布的粉末颗粒的盒反应室710。

[0087] 盒反应室710耦联到处理室盖770。在图7中示出的实施方式中,盒反应室710通过进给管线781和782耦联到处理室盖770。盒反应室710因此可通过下降携带有盒反应室710的处理室盖770来装载到反应室760中。盖770包括提升机构775,在其帮助下,盖770可被提升和下降。当盖770被提升时,其在线750处提升使得耦联到其的盒反应室710及管线781和782同时提升。

[0088] 盒反应室710通过在匹配件791处快速耦联附接到处理室结构。在实例实施方式中,可扭转盒反应室710以锁定到匹配件791中或可扭转以打开。

[0089] 与前述实施方式中类似,盒反应室 710 在其底侧上包括入口过滤器 714 并在其顶侧上包括出口过滤器 715。在 ALD 处理过程中,经由进给管线 131 的前体 A 和经由进给管线 132 的前体 B 被控制为交替地流入盒反应室 710 中。在图 7 中示出的实施方式中,进给管线 131 和 132 经由处理室盖 770 行进并在处理室 760 内由参考数字 781 和 781 标示。

[0090] 前体 A 和 B 暴露期由吹扫步骤间隔开。气体交替地自进给管线 781 和 782 通过过道 133 和入口过滤器 714 从底部流入盒反应室 710 中。该流动使得粉末颗粒旋转而在盒反应室 710 中形成流化床 705,从而允许在粉末颗粒上生长所期望的涂层。通过重复所需的 ALD 周期数获得所期望厚度的涂层。从盒反应室 710,气体从顶部通过出口过滤器 715 流入周围处理室 760 的反应空间 765 中并自其流入排气管线 737 中。

[0091] 盒反应室 710 连接到地 780 以防止由于粉末颗粒的运动和碰撞所生成的静电过度地积聚到盒反应室 710 中。接地也适用于前述实施方式。

[0092] 如果实施,向盒反应室 710 中的振动气体供给可经由现有管线 / 进给管线实施。

[0093] 图 10 示出了根据又一个实例实施方式的沉积反应器和用于涂布颗粒的方法。该沉积反应器在处理室 1003 内包括接收器 1011。接收器 1011 构造为通过快速耦联法如形状锁定法或类似方法向处理室 1003 中接收可移除的盒 1020。

[0094] 该沉积反应器包括处理室盖 1001,在运行过程中,处理室盖 1001 靠在处理室顶部法兰 1002 上。当处理室盖 1001 被提升到旁边时,盒 1020 可从处理室 1003 顶部装载到处理室 1003 中。

[0095] 本实施方式中示出的盒 1020 为圆筒形反应室,其中包括多个设置于彼此之上的滤板 1030 以在其间形成多个隔室,每个隔室具有容纳一定量的待涂布微粒材料的空间。在图 10 中示出的实施方式中,有三个滤板并在其间有两个隔室(但在其它实施方式中可能有较少的隔室,即,仅单个隔室,或有更多的隔室,即三个或更多个隔室)。滤板 1030 靠在布置到盒 1020 的侧壁中的过滤器支承物 1032 上。滤板 1030 允许前体蒸气和不活泼气体流过,但不允许微粒材料经过。在实践中,滤板 1030 中的一个或多个可为烧结过滤器。

[0096] 最下面的滤板 1030 起到入口过滤器的作用。最上面的滤板 1030 起到出口过滤器的作用。在图 10 中示出的实施方式中,在最下面的滤板与下一个(即,第二个)滤板之间形成第一隔室。在该(即,第二个)滤板与最上面(即,第三个)滤板之间形成第二隔室。第一隔室容纳第一量的待涂布微粒材料 1041。第二隔室容纳第二量的待涂布微粒材料 1042。第一隔室中的微粒材料可为与第二隔室中的微粒材料相比相同或不同的微粒材料。

[0097] 盒 1020 包括盖 1021,盖 1021 在顶部关闭盒。当盖 1021 被移开时,一个或多个滤板 1030 和微粒材料可从盒 1020 的顶部装载。

[0098] 在图 10 中示出的实施方式中,盒 1020 还在其顶部部分中在盒侧壁中包括通向排气通道 1008 的孔口 1007。排气通道 1008 在盒 1020 外行进并通向沉积反应器的排气导管 1009。在排气导管 1009 的延续中,沉积反应器包括排气阀 1010,气体通过其被泵送到真空泵(未示出)。

[0099] 该沉积反应器还包括根据 ALD 过程所需向处理室中进给前体蒸气和 / 或不活泼气体的进给管线。在图 10 中,构造为进给第一前体的前体蒸气和 / 或不活泼气体的第一进给管线由参考数字 1005 指示,构造为进给第二前体的前体蒸气和 / 或不活泼气体的第二进给管线由参考数字 1015 指示。前体蒸气和 / 或不活泼气体的进给由第一进给管线 1005 中的第一

进给阀 1004 和由第二进给管线 1015 中的第二进给阀 1014 控制。

[0100] 在入口过滤器下面,盒 1020 包括气体铺展空间 1006。在某些实施方式中,气体铺展空间 1006 有助于在盒 1020 内引起均匀的自下而上的前体蒸气流动。在一个替代的实施方式中,气体铺展空间 1006 由沉积反应器的合适结构形成。在这样的实施方式中,入口过滤器可形成盒 1020 的底部。

[0101] 图 10 的上图示出了运行于第二前体暴露期过程中的沉积反应器。第二前体的前体蒸气与不活泼气体(这里: N_2) 的混合物经由第二进给管线 1015 流入气体铺展空间 1006 中,而仅不活泼气体经由第一进给管线 1005 流入气体铺展空间 1006 中。流动从气体铺展空间 1006 继续到隔室中使得微粒材料颗粒旋转而在隔室内形成流化床(取决于某些因素,如颗粒的流率和重量)。气流经由孔口 1007 离开盒 1020 进入排气通道 1008 中。可与前文中所示类似地使用振动气流。

[0102] 图 10 的下图与图 10 的上图一起表明,盒 1020 外的排气通道 1008 的路径可使得排气通道 1008 首先沿盒 1020 的侧面、然后在盒 1020 下面沿(圆筒形)盒 1020 的中心轴行进以获得流动对称。

[0103] 图 10 的下图还示出了处理室 1003 内围绕盒 1020 的处理室加热器 1051 和热反射器 1053。此外,图 10 的下图示出了行进通过处理室馈入装置 1052 的进给管线 1005 和 1015 以及加热器 1051。在沿垂直方向通过馈入装置 1052 后,进给管线 1005 和 1015 拐弯并沿水平方向继续进入气体铺展空间 1006 中。

[0104] 图 11 示出了根据又一个实例实施方式的沉积反应器和用于涂布颗粒的方法。该实施方式与图 7 和图 10 中示出的实施方式具有一定的相似性,关于这些相似之处,参考图 7 和图 10 的描述。

[0105] 图 11 的左图为组件图。右图示出了运行于第二前体暴露期过程中的沉积反应器。该沉积反应器包括处理室 1110。处理室 1110 由处理室盖 1101 从顶部关闭。在运行过程中,处理室盖 1101 靠在处理室顶部法兰 1102 上。

[0106] 该沉积反应器包括第一前体源和第二前体源。该沉积反应器还包括根据 ALD 过程所需向处理室中进给前体蒸气和/或不活泼气体的进给管线。在图 11 中,构造为进给第一前体的前体蒸气和/或不活泼气体的第一进给管线由参考数字 1105 指示,构造为进给第二前体的前体蒸气和/或不活泼气体的第二进给管线由参考数字 1115 指示。前体蒸气和/或不活泼气体的进给由第一进给管线 1105 中的第一进给阀 1104 和由第二进给管线 1115 中的第二进给阀 1114 控制。

[0107] 接收器 1131 构造为通过快速耦联法如形状锁定法或类似方法向处理室 1110 中接收可移除的盒 1120。

[0108] 接收器 1131 一体化到处理室盖 1101。第一进给管线 1105 经过处理室顶部法兰 1102,在处理室盖 1101 中拐弯并在处理室盖 1101 内行进(但在一些其它实施方式中,第一进给管线仅在处理室盖内行进)。类似地,第二进给管线 1115 在相反侧上经过处理室顶部法兰 1102,在处理室盖 1101 中拐弯并在处理室盖 1101 内行进(但在一些其它实施方式中,第二进给管线仅在处理室盖内行进)。第一和第二进给管线 1105 和 1115 向下拐弯并行进到接收器 1131 中,由此附接接收器 1131 到处理室盖 1101 中。换句话说,进给管线 1105 和 1115 携带接收器 1131。

[0109] 接收器 1131 包括布置到接收器 1131 的一个或多个侧壁中的支承物 1132。当在接收器 1131 中装载就位时,盒 1120 由支承物 1132 支承。

[0110] 本实施方式中示出的盒 1120 为圆筒形反应室,其包括圆筒形主体(或圆筒形壁)、底部处的入口过滤器 1121 和顶部处的出口过滤器 1121。入口过滤器 1121 和/或出口过滤器 1122 可为烧结过滤器。或者,盒 1120 可如图 10 的实施方式中那样在中间包括一个或多个滤板以在盒 1120 内形成隔室。至少出口过滤器 1122 可以是可移除的以允许向盒 1120 中装载待涂布的微粒材料 1140。

[0111] 该沉积反应器包括排气导管 1107。在排气导管 1107 的延续中,沉积反应器包括排气阀 1108,气体通过其被泵送到真空泵 1109。

[0112] 第一进给管线 1105 结束于布置在接收器 1131 中或与接收器 1131 相连的微过滤器管 1161 处。类似地,第二进给管线 1115 结束于微过滤器管处,该微过滤器管可为相同的微过滤器管 1161 或另一微过滤器管,例如与微过滤器管 1161 平行的微过滤器管。在将盒 1120 于接收器 1131 中装载就位后,在微过滤器管 1161 周围形成受限的体积 1151。此受限的体积位于盒 1120 右下方(或位于其入口过滤器 1121 下方)并且其在运行过程中起到气体铺展空间 1151 的作用。在某些实施方式中,气体铺展空间 1151 有助于在盒 1120 内引起均匀的自下而上的前体蒸气流动。

[0113] 如所提到,图 11 的右图示出了运行于第二前体暴露期过程中的沉积反应器。第二前体的前体蒸气与不活泼气体(这里: N_2)的混合物沿第二进给管线 1115 经由微过滤器管 1161 流入气体铺展空间 1151 中,而仅不活泼气体经由第一进给管线 1105 流入气体铺展空间 1151 中。流动从气体铺展空间 1151 继续到盒反应室中使得微粒材料颗粒旋转而在盒内形成流化床(取决于某些因素,如颗粒的流率和重量)。气流经由出口过滤器 1122 通过盒 1120 的顶部离开盒 1120 进入处理室体积 1110 中。从处理室 1110,气体流入底部处的排气导管 1107 并通过排气阀 1108 流入真空泵 1109 中。

[0114] 可与前文中所示类似地使用振动气流以阻碍微粒材料 1140 内团聚体的形成。

[0115] 图 12 示出了根据又一个实例实施方式的沉积反应器和用于涂布颗粒的方法。除第一和第二进给管线 1205 和 1215 不在处理室盖 1201 内行进而是仅在处理室顶部法兰 1102 内行进并且接收器 1231 不一体化到处理室盖 1101 而是一体化到处理室顶部法兰 1202 外,图 12 的实施方式在其它方面与图 11 中示出的实施方式基本上对应。

[0116] 第一进给管线 1205 穿入处理室顶部法兰 1202 中,拐弯并在处理室顶部法兰 1202 内行进。类似地,第二进给管线 1215 穿入处理室顶部法兰 1202 中,拐弯并在处理室顶部法兰 1202 内行进。第一和第二进给管线 1205 和 1215 向下拐弯并行进到接收器 1231 中,由此附接接收器 1231 到处理室顶部法兰 1202 中。换句话说,进给管线 1205 和 1215 携带接收器 1231。

[0117] 与图 11 的实施方式中的气体铺展空间 1151 类似地形成气体铺展空间 1251。可与前文中所示类似地使用振动气流以阻碍微粒材料 1140 内团聚体的形成。

[0118] 在此实施方式中以及在某些其它实施方式中,接收器 1231 为一体化到处理室结构的固定接收器,而在图 11 的实施方式中,接收器 1131 虽然也为固定接收器并一体化到处理室结构,但其为可与处理室盖 1101 一起移动的可移动接收器。

[0119] 通过本发明的特定实施和实施方式的非限制性实例,前面的描述提供了本发明人

目前构想的实施本发明的最佳方式的全面和翔实的描述。然而,对于本领域技术人员来说,很明显本发明不限于上面示出的实施方式的细节,而是可使用等价的措施在其它实施方式中实施而不偏离本发明的特点。

[0120] 此外,上面公开的本发明实施方式的一些特征可有利地在不相应地使用其它特征的情况下使用。因此,前面的描述应视为仅是对本发明的原理的示意,而非对其的限制。因此,本发明的范围仅受附随的专利权利要求的限制。

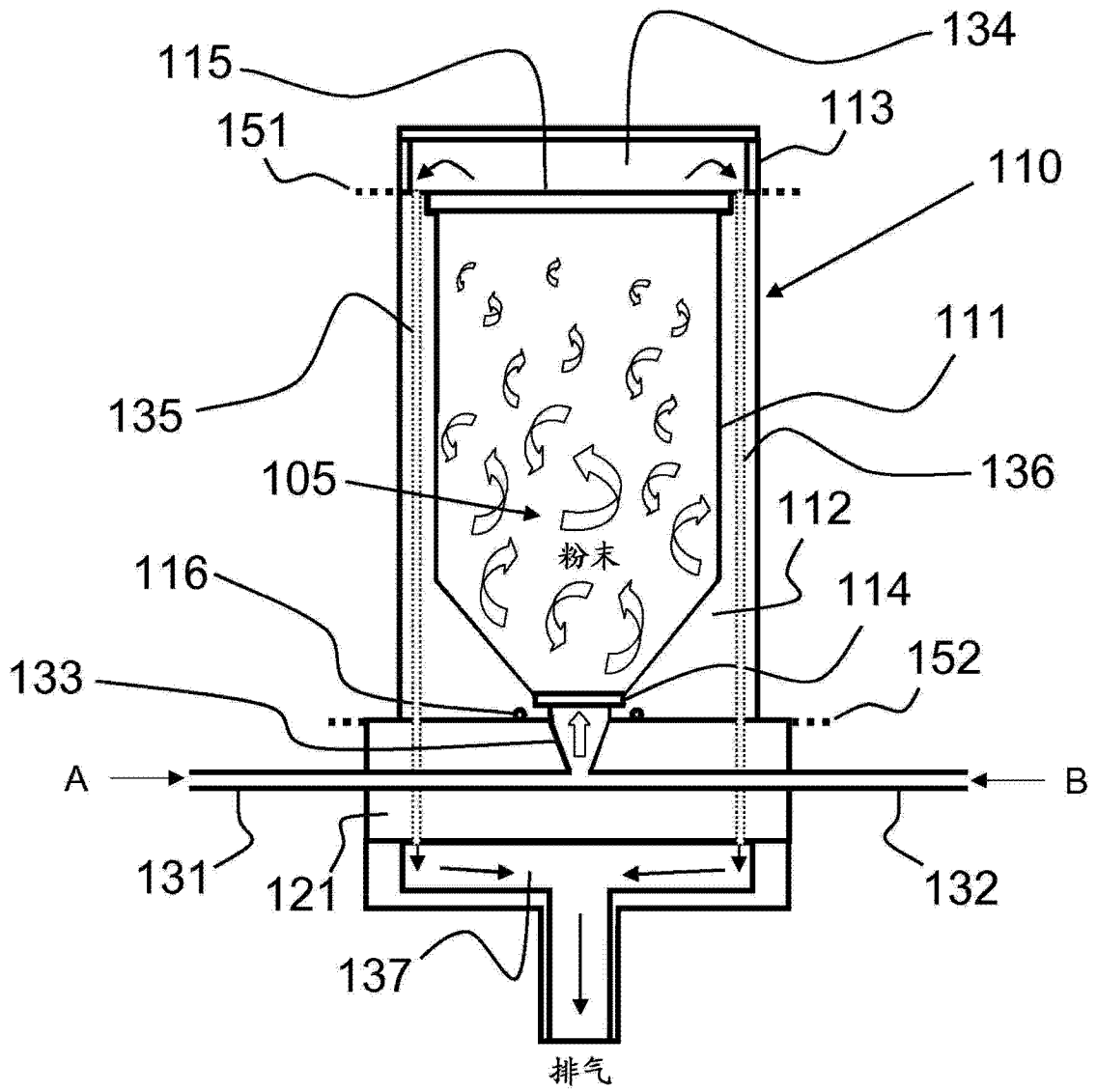


图 1

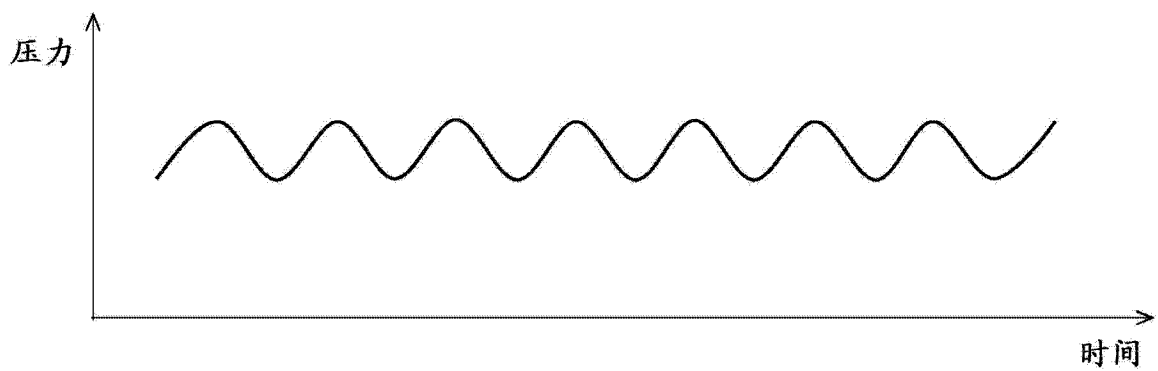


图 2

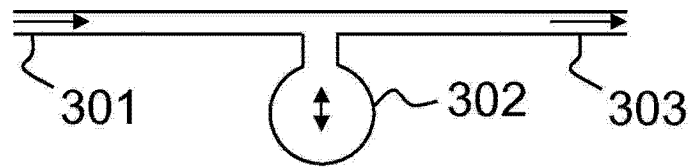


图 3

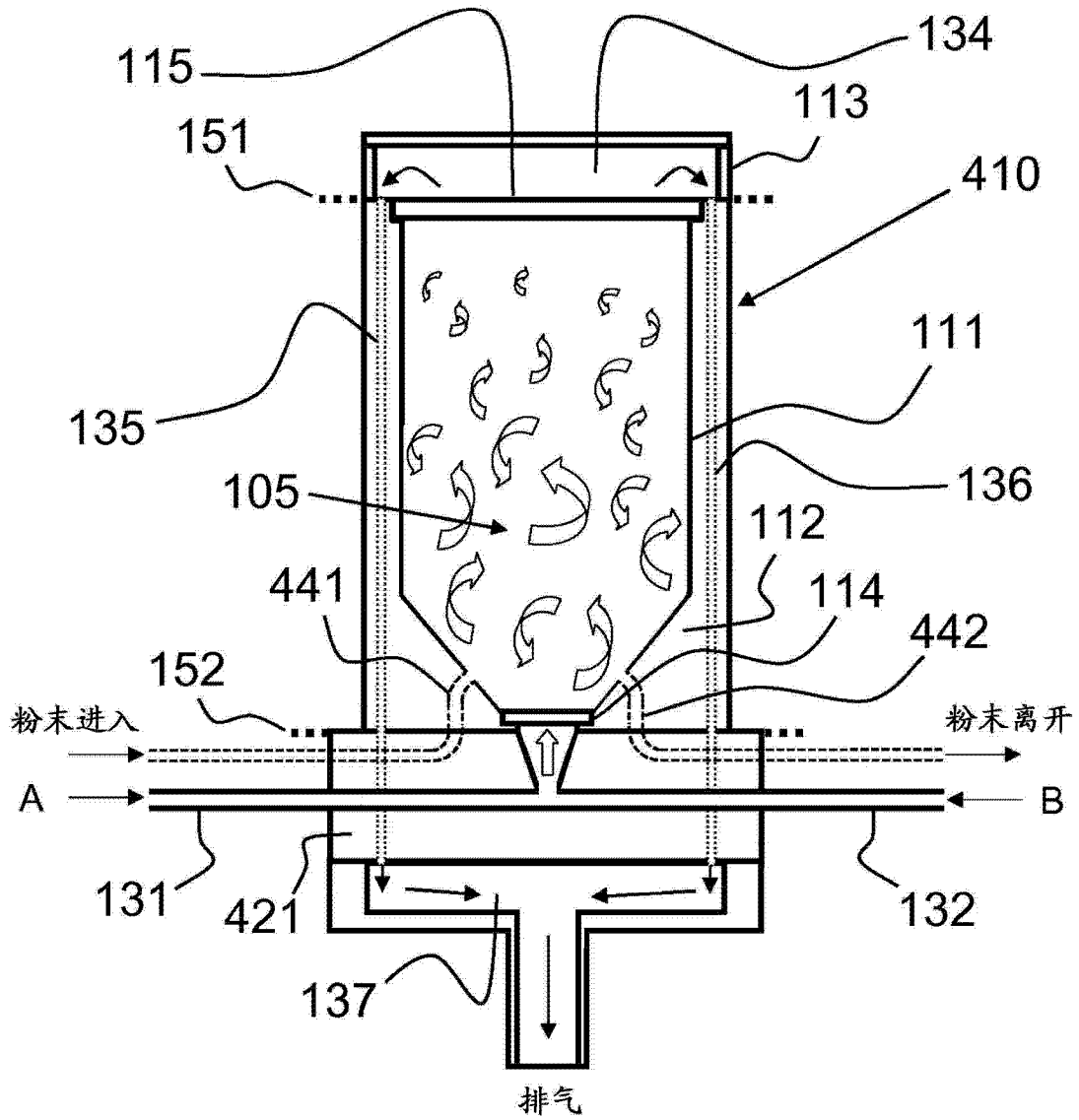


图 4

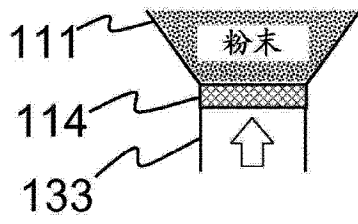


图 5A

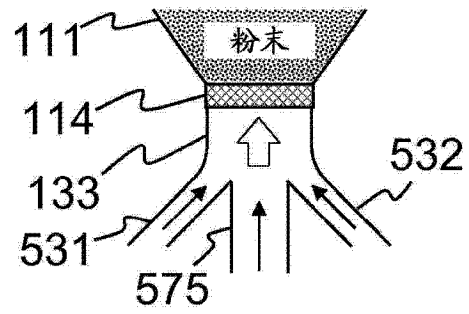


图 5B

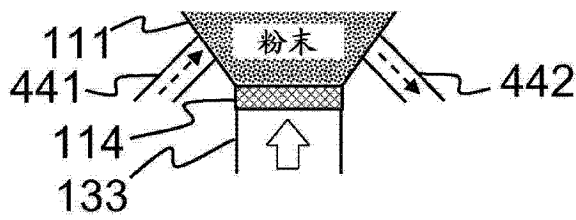


图 5C

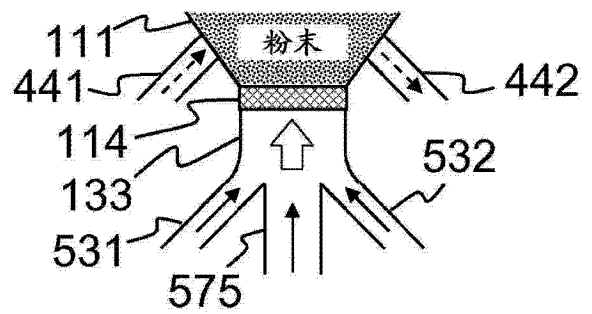


图 5D

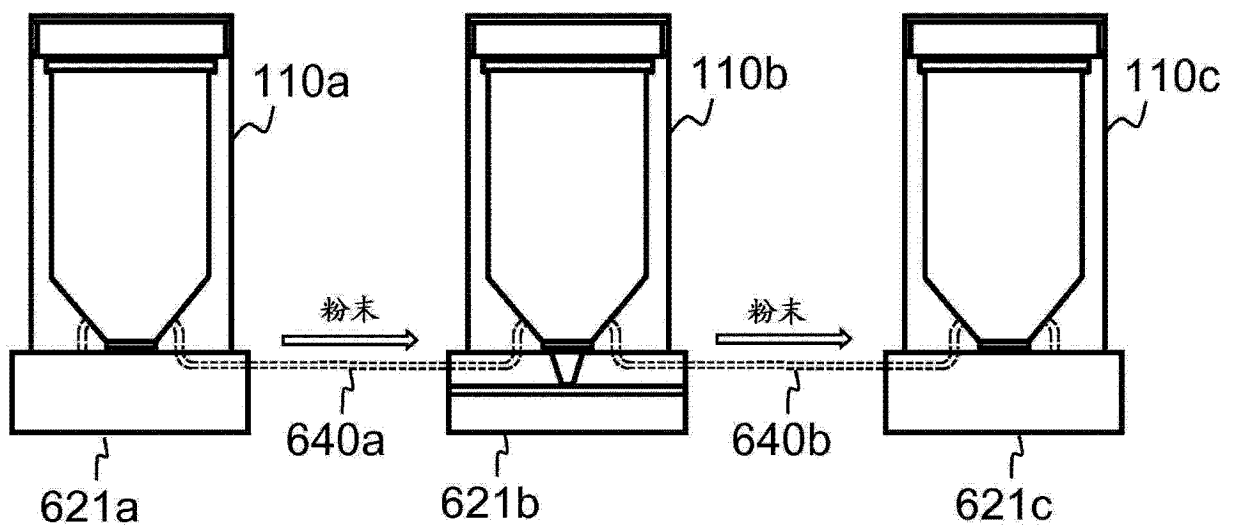


图 6

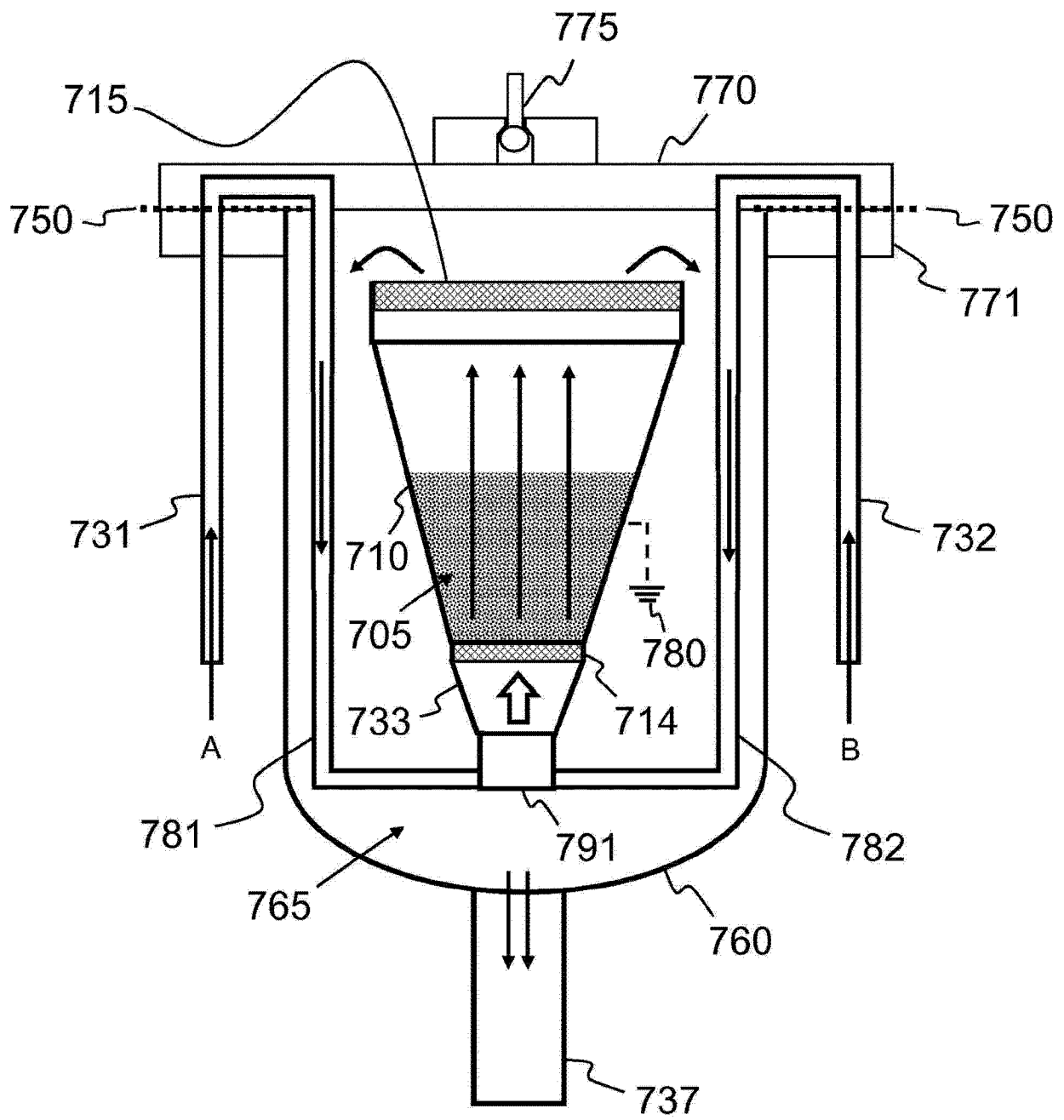


图 7

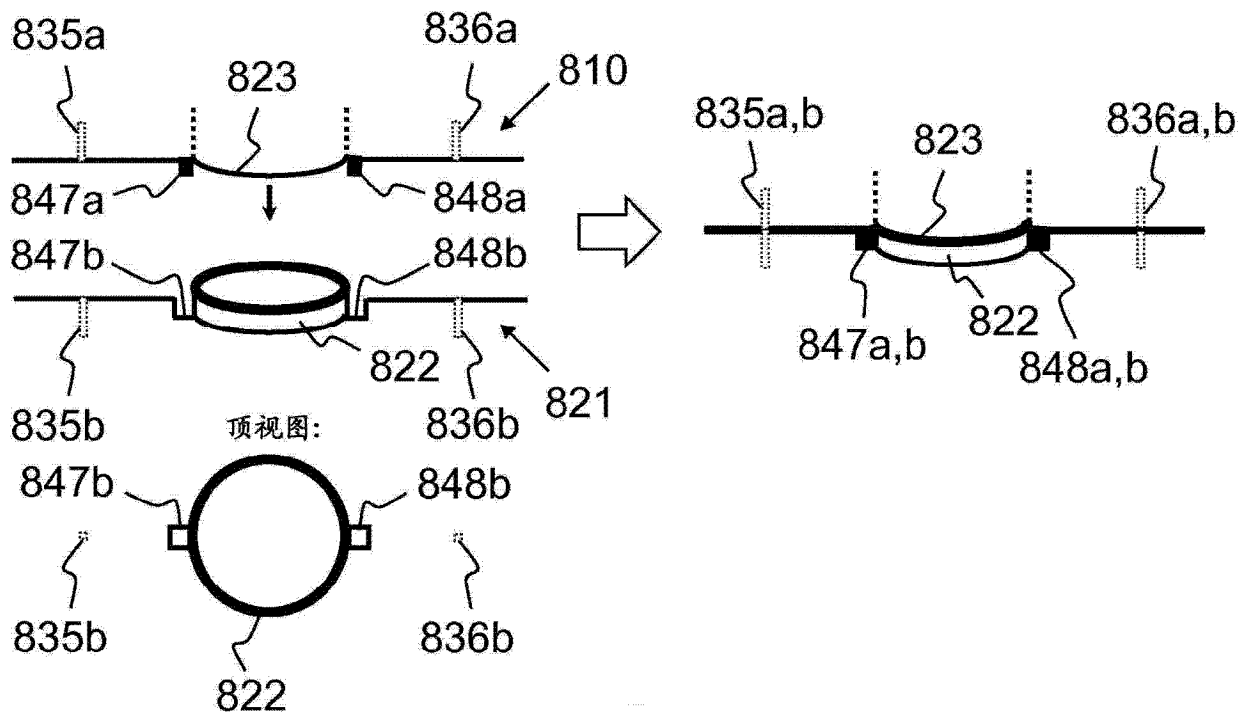


图 8

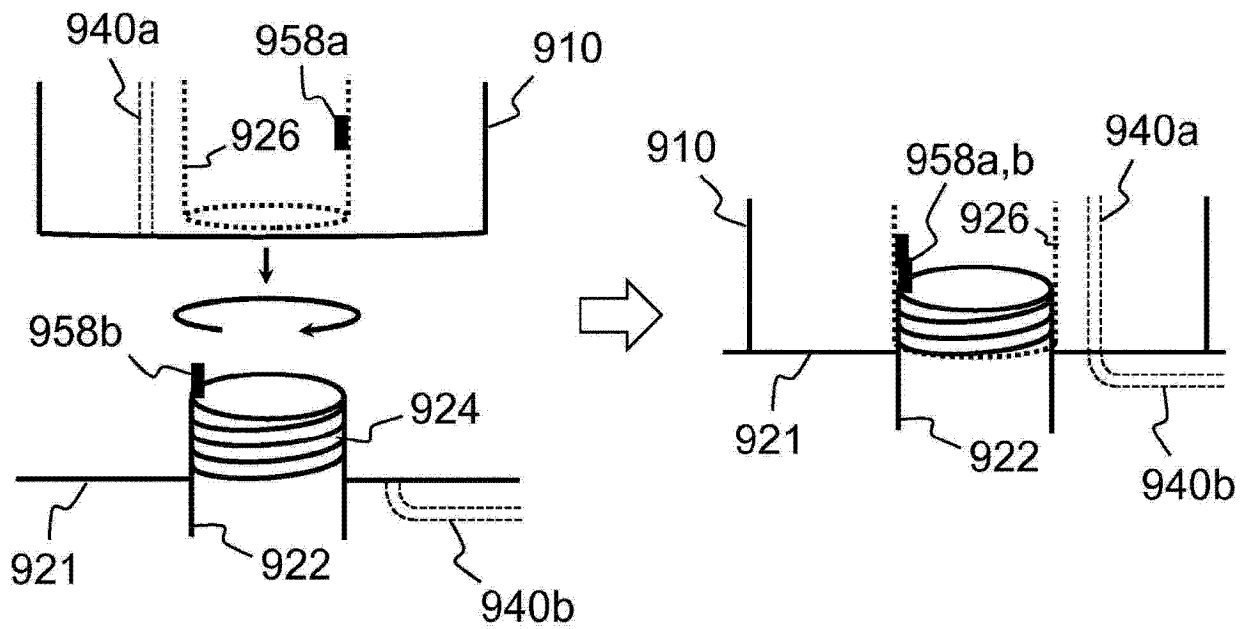


图 9

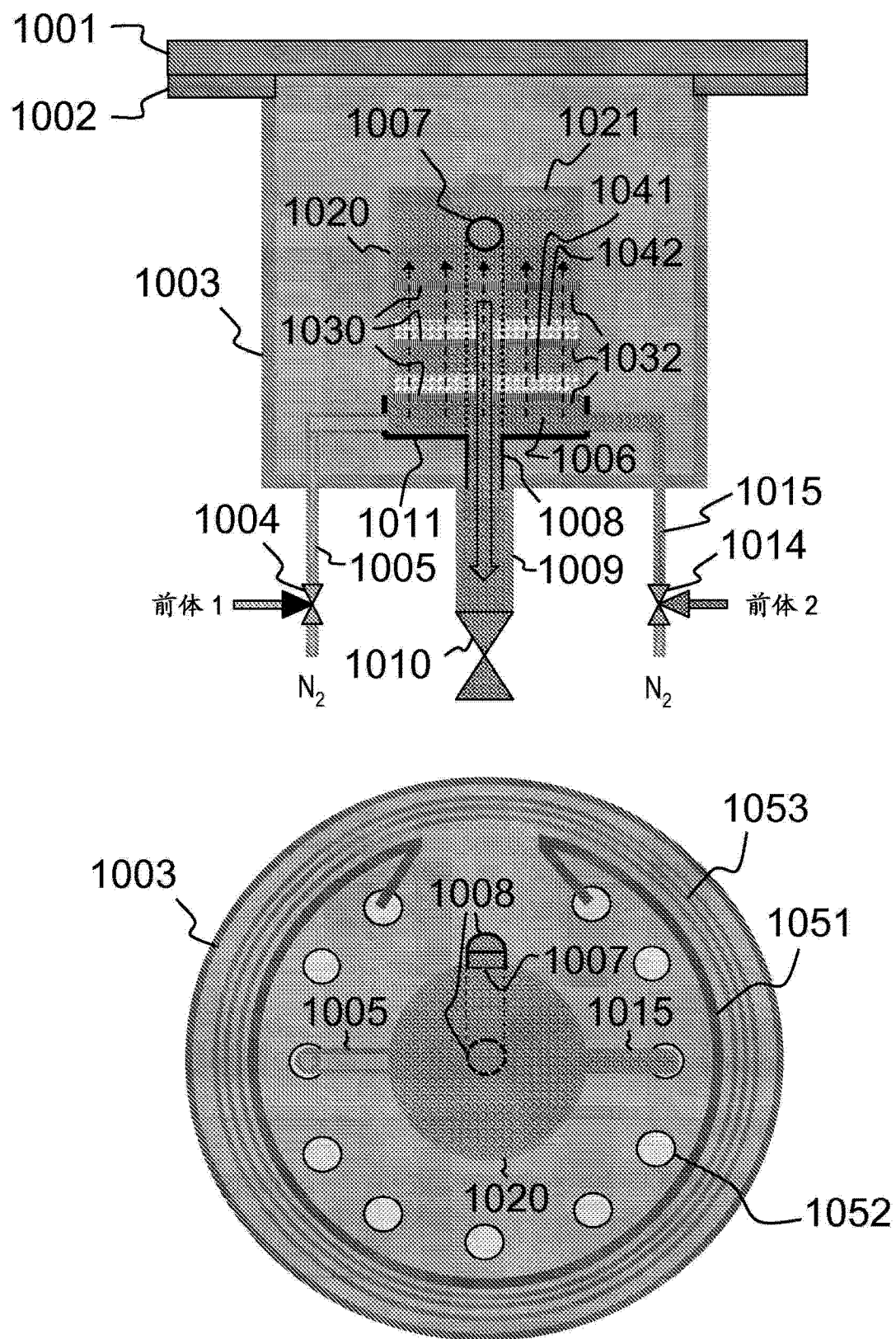


图 10

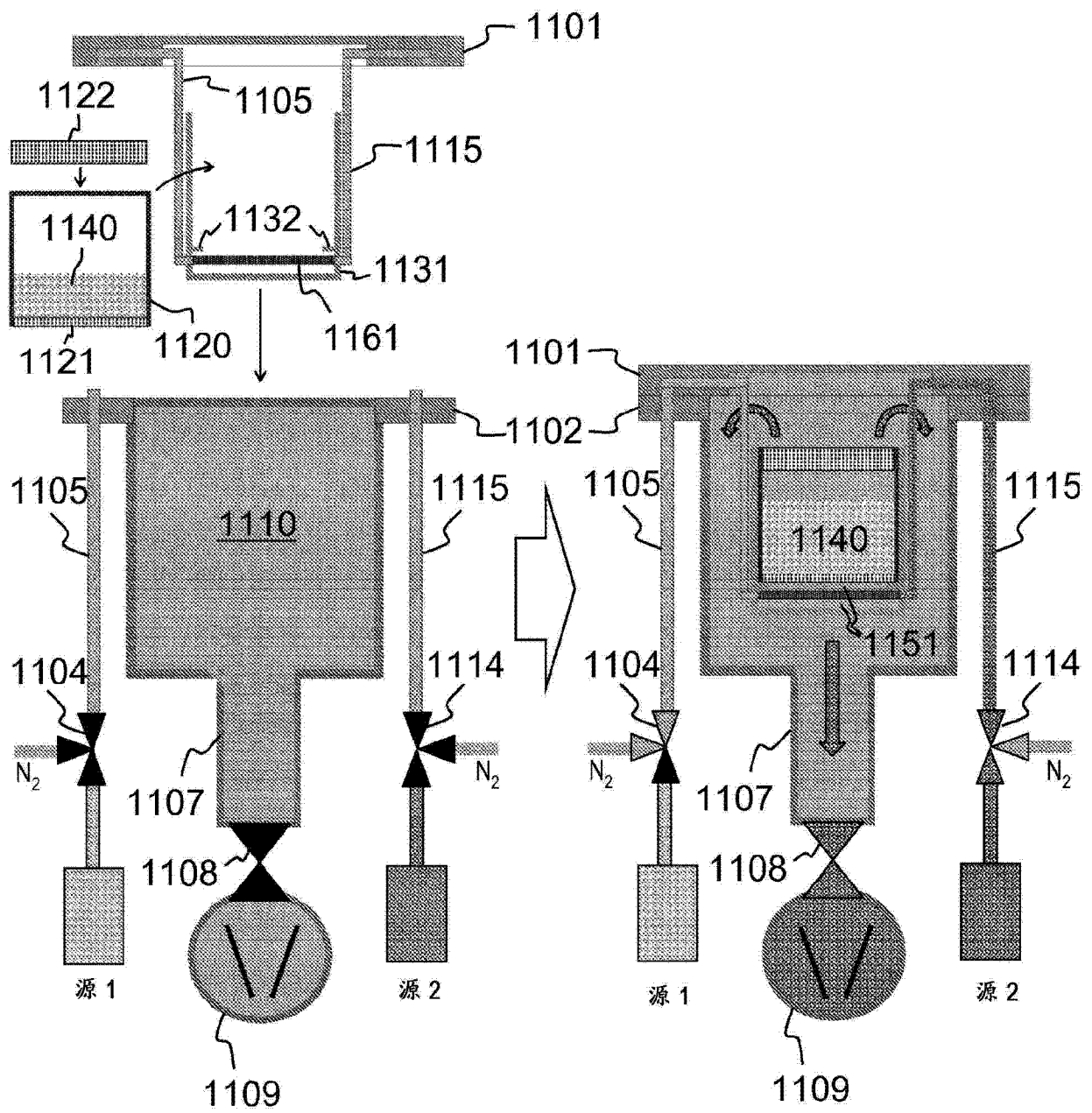


图 11

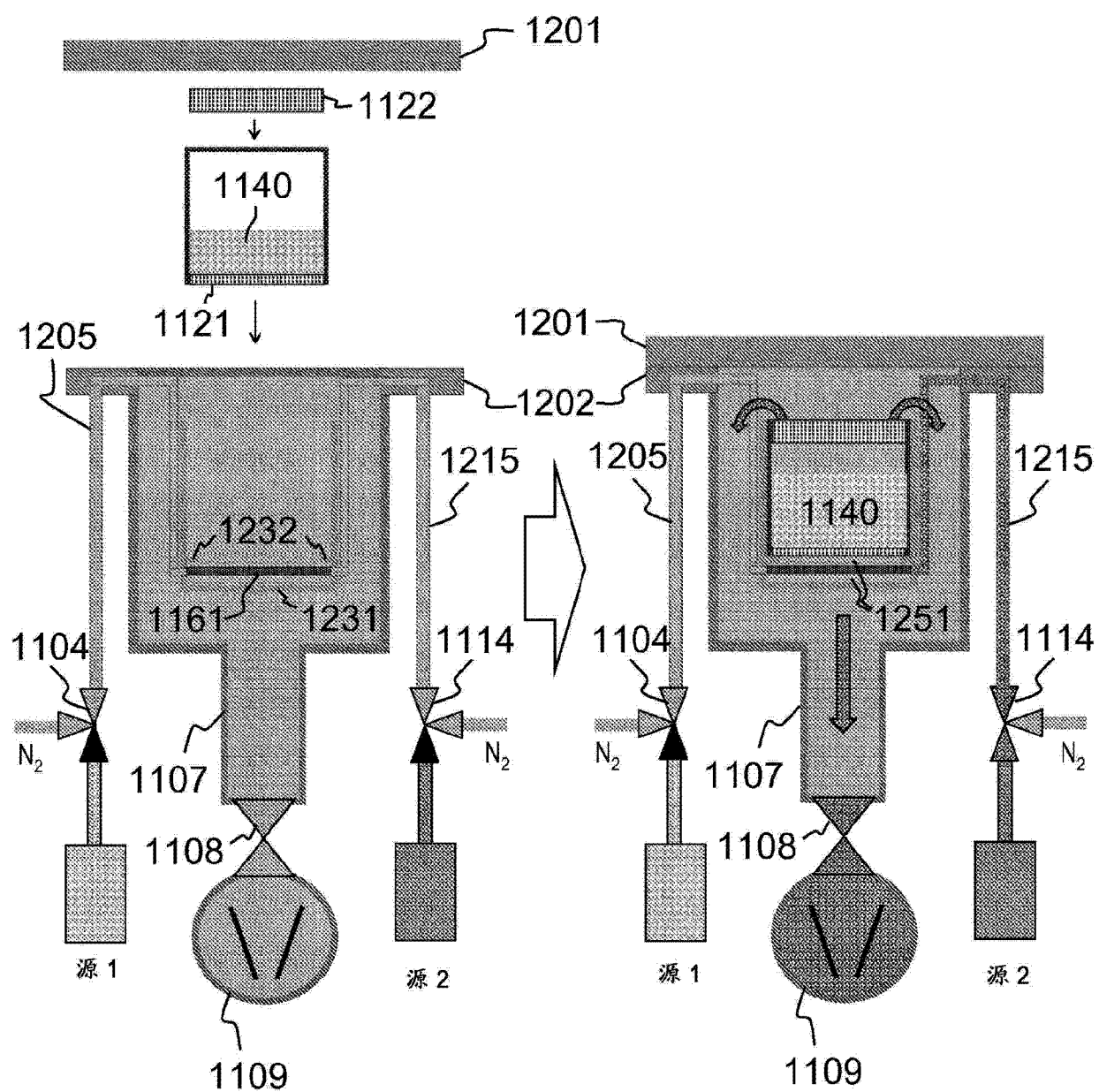


图 12