



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103874547 B

(45)授权公告日 2016.11.02

(21)申请号 201280041068.3

(22)申请日 2012.07.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103874547 A

(43)申请公布日 2014.06.18

(30)优先权数据
61/507,864 2011.07.14 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.02.24

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2012/046657 2012.07.13

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/010075 EN 2013.01.17

(73)专利权人 狄德公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 克劳德·巴泽圭

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限
责任公司 11287

代理人 曹晓斐

(51)Int.Cl.
B05B 3/10(2006.01)

审查员 程丽华

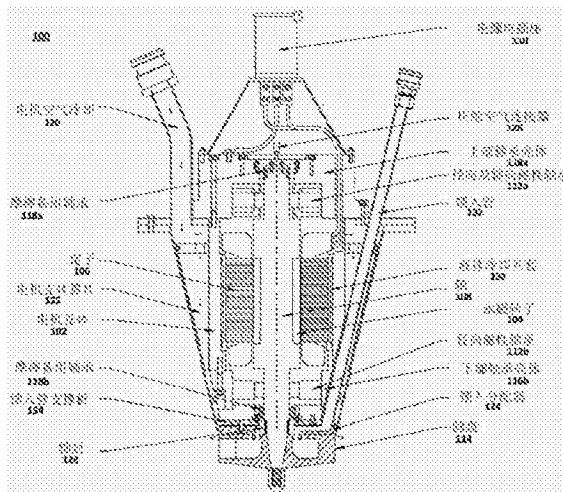
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

具有电磁轴承及永磁转子的旋转雾化器和
雾化液体的方法

(57)摘要

本发明揭示一种供在例如喷雾干燥器或冷藏器中使用的经改进旋转圆盘雾化器。所述旋转圆盘可直接安装到高速电动机的轴。所述高速电动机包括永磁转子及电磁轴承。所述电磁轴承可由一个或一个以上上部/下部轴承壳体支撑且用以实现对所述轴/转子及旋转圆盘的无摩擦支撑。所述雾化器系统可进一步包括经启用以动态地调整气体离开径向叶片且遇到经雾化液滴的速率的气体分配器。



1. 一种旋转雾化器,其包括:
电动机,其具有定子及永磁转子,其中所述永磁转子经配置以输出旋转力;
轴,其垂直安装,所述轴经配置以通过所述旋转力而旋转;
一个或多个磁性轴承,其经配置以向所述轴提供无摩擦径向及轴向支撑;
旋转圆盘,其安装于所述轴的下部端处,所述旋转圆盘经配置以将液体喷雾成精细颗粒的形成;及
空气连接器,其接收待转向到所述轴与所述一个或多个磁性轴承之间的间隙中的空气。
2. 根据权利要求1所述的旋转雾化器,其进一步包括冷却翼片,其中所述冷却翼片跨越所述定子引导来自鼓风机的冷却空气。
3. 根据权利要求2所述的旋转雾化器,其中所述冷却空气通过所述旋转圆盘与馈入分配器之间的环形间隙排出到所述旋转雾化器外部。
4. 根据权利要求1所述的旋转雾化器,其中所述电动机经配置以使所述轴旋转以产生介于800英尺/秒与1125英尺/秒之间的圆盘外围尖端速度。
5. 根据权利要求1所述的旋转雾化器,其中所述空气连接器接收压缩空气。
6. 根据权利要求1所述的旋转雾化器,其进一步包括与所述定子处于热连通的液体冷却夹套。
7. 根据权利要求1所述的旋转雾化器,其进一步包括摩擦备用轴承。
8. 根据权利要求1所述的旋转雾化器,其中所述一个或多个磁性轴承的至少一者是电磁轴承。
9. 根据权利要求5所述的旋转雾化器,其中所述压缩空气是冷却的压缩空气。
10. 根据权利要求7所述的旋转雾化器,其中所述摩擦备用轴承经配置以在所述一个或多个磁性轴承的至少一者失效时阻碍所述轴的旋转。
11. 一种雾化器系统,其包括:
可调整外锥体;
固定内锥体,其经配置以接纳雾化器;
室;及
一个或多个可调整垂直部件,所述一个或多个可调整垂直部件的每一者耦合到一个或多个高度致动器,所述一个或多个高度致动器经配置以动态地调整所述可调整外锥体,
其中所述可调整外锥体被动态地调整时,其产生具有第一速率的第一气体流及具有第二速率的第二气体流,所述第二速率不同于所述第一速率。
12. 根据权利要求11所述的雾化器系统,其中所述一个或多个高度致动器的至少一者是选自以下各项组成的群组的致动器:(i)电致动器;(ii)液压致动器;(iii)气动致动器;及(iv)手动致动器。
13. 根据权利要求11所述的雾化器系统,其中所述雾化器为包括永磁转子的旋转雾化器。
14. 根据权利要求11所述的雾化器系统,其中所述雾化器为包括轴及经配置以向所述轴提供无摩擦径向及轴向支撑的一个或多个电磁轴承的旋转雾化器。
15. 根据权利要求11所述的雾化器系统,其进一步包括一个或多个径向旋流叶片。

16. 一种用于雾化液体材料的方法,其包括:
将液体材料馈入到旋转雾化器,其中所述旋转雾化器包括经配置以使轴旋转的电动机;
使用所述旋转雾化器输出呈经雾化液滴的形式的所述液体材料;
使所述经雾化液滴与工艺气体流一起循环以产生实质上干燥颗粒;及
使用操作地耦合致动器的可调整外锥体动态地调整所述工艺气体流的速率。
17. 根据权利要求16所述的方法,其中所述旋转雾化器包括经配置以使轴旋转以产生介于800英尺/秒与1125英尺/秒之间的圆盘外围尖端速度的电动机。
18. 根据权利要求16所述的方法,其中所述旋转雾化器包括一个或多个磁性轴承。
19. 根据权利要求16所述的方法,其中所述旋转雾化器包括永磁转子。
20. 根据权利要求18所述的方法,其中所述一个或多个磁性轴承的至少一者为电磁轴承。
21. 根据权利要求20所述的方法,其中所述电磁轴承向所述轴提供无摩擦径向及轴向支撑。

具有电磁轴承及永磁转子的旋转雾化器和雾化液体的方法

技术领域

[0001] 本发明大体来说涉及供在喷雾干燥器或冷藏器中使用的旋转圆盘雾化器,且更具体来说涉及具有电磁轴承及/或永磁转子的旋转雾化器。本发明还涉及用于在雾化器使用期间调整气体流速率的系统、方法及设备,更具体来说涉及用于动态地调整气体流速率的系统、方法及设备。

背景技术

[0002] 喷雾干燥是通过用热气体流迅速干燥液体而从泥浆或溶液液体产生干燥粉末/颗粒的方法。喷雾干燥是干燥许多热敏材料(例如食物及药物)的优选方法。一致颗粒大小分布是喷雾干燥一些工业产品(例如晶体及其它化学品)的原因。通常,空气为经加热干燥介质;然而,如果被雾化的液体为可燃溶剂(例如,乙醇)或如果产品为氧敏感的,那么可使用氮气。

[0003] 大体来说,喷雾干燥器使用雾化器或喷雾喷嘴来将液体分散成经控制水滴大小喷雾。在喷雾干燥时使用的常见类型的喷嘴包含旋转圆盘及单流体压力旋流喷嘴。或者,对于一些应用,可使用双流体或超声波喷嘴。取决于工艺及/或产品需要,可借助适当选择实现从10微米到500微米的水滴大小。然而,常见应用通常在100微米到200微米直径范围内。

[0004] 热干燥气体流(例如,空气、氮气等)可作为同向流或逆向流流动通过到雾化器方向。同向流流动方法使得颗粒能够在系统内具有较低停留时间,且颗粒分离器(通常为旋风装置)更高效地操作。逆向流流动方法使得颗粒能够在室中具有较大停留时间且通常与流体化床系统挂钩。

[0005] 纳米喷雾干燥器提供喷雾干燥领域中的新的可能性。其允许产生具有窄大小分布的在300nm到5 μ m的范围内的颗粒。产生高合格率(高达90%)且最小样本量为1ml。在过去,喷雾干燥的限制为颗粒大小(最小2微米)、合格率(最大约70%)及样本体积(对于实验室级的装置最小50ml)。最近,最小颗粒大小已减小到300nm,合格率达90%为可能的,且样本量可小到1ml。这些扩展的限制由于对喷雾头、加热系统及静电颗粒收集器的新技术开发而为可能的。为强调借助此新技术可能的小的颗粒大小,已将其描述为“纳米”喷雾干燥。然而,所产生的最小颗粒通常在精细颗粒常见的亚微米范围而非超精细颗粒的纳米级内。对于关于纳米喷雾干燥的其它信息,举例来说,参见可在 http://www.labmate-online.com/news/laboratory-products/3/buchi_labortechik_ag/nano_spraydryer-experience_submicron_spray_drying/14005/下获得的标题为“纳米喷雾干燥器-体验亚微米喷雾干燥(Nano Spray Dryer-Experience Submicron Spray Drying)”的2011年3月31日论文。

[0006] 多年来已做出众多尝试来改进旋转雾化器性能。举例来说,标题为“具有经改进型式控制的旋转雾化器的设备及方法(Apparatus and Method for a Rotary Atomizer with Improved Pattern Control)”的克利福德(Clifford)等人的第7,611,069号美国专利揭示一种用于使用旋转雾化器喷雾头形成及控制具有流体的喷雾表面的型式的设备及方法,所述旋转雾化器喷雾头具有空气成形环,所述空气成形环具有在钟形杯的旋转方向

上倾斜以将空气引导到杯边缘附近的杯表面上的成形空气喷嘴。标题为“旋转雾化器及旋转雾化器的空气轴承保护系统(Rotary Atomizer, And Air Bearing Protection System For Rotary Atomizer)”的金姆(Kim)的第7,344,092号美国专利揭示一种用以减小制造成本的旋转雾化器及旋转雾化器的空气轴承保护系统。金姆认识到,高速旋转在连续操作期间在雾化器上产生大量热量及负载。为了移除此热量,通常使用润滑设备,此导致系统结构复杂性且因此导致维护的困难及制造成本的增加。

[0007] 标题为“旋转雾化器(Rotary Atomizer)”的瑞恩(Renyer)等人的第6,551,402号美国专利揭示一种利用旋转雾化器来将基于液体的物质施涂到颗粒的系统。瑞恩认识到,旋转雾化器通常在移动的颗粒附近需要高速旋转力(如同连续流工艺)且利用旋转雾化器的机械可在某种程度上为复杂的,其需要可经受频繁分解的数个移动零件。

[0008] 尽管存在现有雾化器及雾化系统阵列的各种进步,但当前技术仍需要定期维护及修复,此导致不必要的修复成本及停工时间。因此,需要改进旋转雾化器与雾化系统,所述改进旋转雾化器与雾化系统需要最小维护同时产生增加的每分钟转数(“RPM”)且提供引导并调整气体流速率的能力。

发明内容

[0009] 本申请案揭示一种用于改进旋转雾化器可靠性同时产生增加的RPM以产生增加的圆盘速度的系统及方法。本申请案还揭示一种用于提供动态地引导并调整气体流速率的能力的系统及方法。

[0010] 根据本发明的第一方面,一种旋转雾化器包括:电动机,其具有定子及经启用以输出旋转力的永磁转子;轴,其垂直安装且具有所要长度,所述轴能够通过所述旋转力而旋转;一个或一个以上磁性轴承,其用于实现对所述轴的无摩擦径向及轴向支撑;及旋转圆盘,其安装于所述轴的下部端处以用于将液体喷雾成精细颗粒的形式。

[0011] 在本发明的一些方面中,所述旋转雾化器可进一步包括用于跨越所述定子引导来自鼓风机的冷却空气以拾取由所述定子耗散的热量的冷却翼片。所述冷却空气可通过所述旋转圆盘与馈入分配器之间的环形间隙从所述旋转雾化器排出。此外,所述旋转雾化器的电动机可经启用以使所述轴以允许圆盘外围尖端速度超过900英尺/秒(“ft/s”)的速度旋转。举例来说,12英寸直径圆盘可以约18,000RPM旋转以产生约940ft/s的速度。所述旋转雾化器可进一步包括用于接收待转向到所述轴与所述一个或一个以上磁性轴承之间的间隙中的压缩空气的压缩空气连接器及/或用于从所述定子移除过多电热量的液体冷却夹套。旋转雾化器可进一步包括经启用以在磁悬浮损耗的情况下阻碍所述轴的旋转的摩擦备用轴承。

[0012] 根据本发明的第二方面,一种雾化器系统包括:可调整外锥体;固定内锥体,其经配置以接纳雾化器;室;及一个或一个以上可调整垂直部件,其耦合到一个或一个以上高度致动器以用于动态地调整所述可调整外锥体。在一些方面中,所述雾化器系统可进一步包括一个或一个以上径向旋流叶片。

[0013] 根据本发明的第三方面,一种用于雾化泥浆材料的方法包括:将泥浆材料馈入到旋转雾化器,其中所述旋转雾化器包括经启用以使轴以特定速度(此取决于圆盘的大小;小的8英寸直径圆盘将需要以26,000RPM旋转)旋转的电动机;使用所述旋转雾化器来输出呈

经雾化液滴的形式所述液体材料；及使所述经雾化液滴与工艺气体一起循环以产生实质上干燥颗粒。在一些方面中，所述方法可进一步包括使用耦合到致动器的至少一个垂直部件动态地调整气体流速率的步骤。

[0014] 在本发明的特定方面中，所述可调整外锥体可经动态地调整以产生具有第一速率的第一气体流及具有大于所述第一速率的第二速率的第二气体流。所述一个或一个以上高度致动器可包括选自由以下各项组成的群组的致动器：(i)电致动器；(ii)液压致动器；(iii)气动致动器；(iv)手动致动器；及(v)其组合。所述雾化器可为包括永磁转子及/或经启用以提供对所述轴的无摩擦径向及轴向支撑的一个或一个以上电磁轴承的旋转雾化器。

附图说明

[0015] 参考以下说明书及所附图式将容易地理解本发明的这些及其它优点，在图式中：

[0016] 图1是根据本发明的旋转雾化器的剖开的侧视图；及

[0017] 图2是利用根据本发明的旋转雾化器的示范性设备的剖开的侧视图。

具体实施方式

[0018] 下文中将参考所附图式描述本发明的优选实施例。在以下说明中，不详细描述众所周知的功能或构造，这是因为其可能在不必要的细节上模糊本发明。本申请案揭示用于改进旋转雾化器可靠性同时产生较高RPM以产生增加的圆盘速度的系统、方法及设备。本申请案还揭示一种用于提供动态地引导并调整气体流速率的能力的系统及方法。

[0019] 图1图解说明具有经改进可靠性且经启用以产生增加的RPM及圆盘速度的示范性旋转雾化器系统100。替代采用感应转子(例如现有旋转雾化器系统中所使用的感应转子)，旋转雾化器系统100使用具有永磁转子104的电动机，从而产生对于给定功率输出需要较少物理空间的更高效电机。经由电源电插座110接收电力的电动机通常包括电机壳体102、永磁转子104、定子106及轴108。较小电机大小通常允许圆盘与下部电机轴承的较密切接近。举例来说，本发明的电机优选地介于约10英寸×10英寸到约72英寸×72英寸之间。更优选地，电机可为大致25英寸×25英寸到约45英寸×45英寸。最优选地，电机可为约30英寸×36英寸。在优选实施例中，电机为约30英寸×36英寸，具有大致330马力的功率，且具有能够以约16,000RPM自旋的内部圆盘。电机优选地以既抗腐蚀又为良好散热体的铝构造。可构想其它材料，例如不锈钢或其它金属或者塑料。由于具有较密切接近的能力，电机可在其整个速度范围操作同时保持低于轴的第一临界速度。即使不存在外部负载，旋转轴仍可在旋转期间偏转。轴与圆盘的组合重量可致使通常形成高于特定速度(已知为临界速度)的共振振动的偏转。因此，为了恰当地起作用，电机应以小于临界速度的速度操作。此外，此电机配置准许使用通常成本较小且较容易操纵的较小圆盘直径，从而围绕电机留出充足空间来放置液体馈入管。

[0020] 永磁转子提供胜过其AC等效物(例如，感应或异步电机)的众多优点。例如，永磁转子通常产生较高速度及较高扭矩输出，同时通过消除对原本将流动穿过传统感应电机的转子绕组的不必要电流的需要而增加功率效率。归因于永磁转子的使用的另一益处为增加的功率密度(即，可从给定空间提取的功率)。大体来说，永磁电机通常比常规且类似大小的AC异步电机产生多出达30%到40%的功率密度。功率密度的增加提供在不需要用于较大电机

的额外空间的情况下增加性能或者减小电机大小及重量同时维持原始性能的机会。降低电机功率大小及消耗可导致较低操作温度,因此减小冷却电机及/或电机系统所需的努力。

[0021] 电动机系统可进一步采用一个或一个以上电磁轴承112a、112b,所述电磁轴承可由一个或一个以上上部/下部轴承壳体116a、116b支撑以实现对轴108、转子104及圆盘114的无摩擦支撑。然而,在特定实施例中,轴承壳体可为不必要的。举例来说,单个壳体可包围轴承及定子两者。磁性轴承112a、112b的益处为其为无接触的,且因此不需要润滑或对电动机的速度约束。磁性轴承112a、112b还可提供对轴108、转子104及圆盘114的主要径向及轴向支撑两者。因此,本发明的雾化器系统能够以较高RPM安全地操作以产生增加的圆盘速度。

[0022] 雾化器100可进一步包括一组摩擦备用轴承118a、118b,其中在正常操作期间在轴承118a、118b的内表面与轴108之间具有间隙。在磁性轴承112a、112b操作损耗的情况下,轴108将接触内轴承118a、118b表面以将转子104带入安全停止点。

[0023] 连同无摩擦磁性轴承112a、112b一起使用永磁转子104准许雾化器达到较大且较有利的操作RPM速度,借此增加喷雾干燥效率同时还减少维护。良好操作速度(RPM)将取决于圆盘的大小而变化。因此,圆盘可具有多个大小;然而,较小圆盘大小可为优选的,这是因为其通常较不昂贵且较容易操纵。因此,本文中所揭示的雾化器将被描述为具有大致12.75英寸的圆盘直径。然而,所属领域的技术人员对安装具有不同直径的圆盘将显而易见。举例来说,较小功率雾化器可具有8英寸直径圆盘,且较大单元可具有16英寸直径或较大圆盘。

[0024] 如所提及,达到目标外围圆盘尖端速度必要的RPM将取决于使用的圆盘的大小而变化。举例来说,为了维持900ft/s的外围圆盘尖端速度,将需要使较小8英寸直径圆盘以26,000RPM旋转同时将需要使较大12英寸直径圆盘以18,000RPM旋转。由于对电机及摩擦损耗的限制,因此当前雾化器通常产生仅高达800ft/s的圆盘外围尖端速度;然而,本发明的雾化器为有利的,在于其能够在不需要采用较大圆盘大小的情况下产生较优选速度(例如,大于800ft/s;更优选地,大于900ft/s;甚至更优选地,900ft/s到1,125ft/s的速度)。例如,可通过使12.75英寸圆盘以约18,000RPM的速度旋转而使用本发明的系统容易地确保1,000ft/s的外围圆盘尖端速度。类似地,可通过使12.75英寸圆盘以约19,800RPM的速度旋转或者通过使16英寸直径圆盘以约15,750RPM旋转而达到1,100ft/s的外围圆盘尖端速度。这些较高旋转速度准许给定直径圆盘的较高吞吐量且实现不碰撞及/或变得沉积于室壁上的较小颗粒大小。通过调整圆盘大小及RPM,设计者可使用以下方程式实现事实上任何所要外围圆盘尖端速度,其中TipSpeed为以ft/s为单位的外围圆盘尖端速度,D为以英寸为单位的圆盘直径,且s为圆盘的RPM。

$$[0025] \quad \text{TipSpeed} = D(\pi)(s) \frac{1}{12} \cdot \frac{1}{60} \quad \text{方程式 1}$$

[0026] 可使用冷却空气120移除及/或调节来自电机定子106的电热量损耗。为促进温度调节,定子壳体102可具有沿着其外围均匀分布的冷却翼片122。尽管翼片122优选地均匀分布,但其可经调整以在一个区域需要额外冷却的情况下使空气向特定区域或远离特定区域转向。具有与每一翼片腔对齐的孔的分配器在翼片122上方。来自鼓风机的冷却空气进入分配器并通过孔退出,且接着前进以拾取耗散到定子壳体翼片122中的热量。现在已加热的相同冷却空气102可被引导并通过馈入分配器124与旋转圆盘114之间的环形间隙排出到雾化

器锥形壳体外部。可为泥浆(例如,颗粒及流体)的馈入可通过馈入管132馈入到圆盘114。馈入管132可由馈入管支撑板134支撑。

[0027] 旋转圆盘114可用作泵推动器,因此在其中心环形开口处形成吸入压力。此现象具有携带工艺气体以及来自周围的部分干燥的经雾化馈入液滴的趋势。此消极效应致使馈入产品在圆盘顶部表面上沉积并积累,从而导致圆盘不平衡及圆盘顶部表面与馈入分配器底部表面之间的可能堵塞,且防止圆盘恰当地旋转。

[0028] 因此,冷却空气120可充当用作圆盘114的吸入压力与经雾化液滴之间的清洁气体阻挡层的第二功能,因此防止颗粒的侵入同时给旋转圆盘114供应清洁空气。

[0029] 替代或补充电机冷却方法可为具有环绕定子106的冷却剂通道夹套130,借此可作为直通或作为与换热器的再循环回路供应冷却剂以从定子移除过多电热量。

[0030] 可通过向轴108与磁性轴承112a、112b及转子104与定子106之间的间隙中供应经冷却压缩空气(或来自高压鼓风机的空气)而实现电机的进一步冷却。此空气可经由空气连接器126在电机组合件的顶部处引入且可通过迷宫式轴封128在底部处排出并排出到圆盘114中。现在加压的此无触点轴封128防止来自圆盘114的液体馈入侵入到电机腔中。

[0031] 现在参考图2的系统200,图1的雾化器100可定位于固定内锥体212中在气体分配器202的中心处以均匀分配由旋转圆盘产生的经雾化液滴204周围的经加热或冷却工艺气体。由于图1的雾化器100可构造为与较多传统雾化器相同的大小及尺寸,因此雾化器100可耦合到现有气体分配器202,借此使得用户能够在不需要做出修改的情况下将现有雾化器系统容易地升级。可对工艺气体流208a、208b赋予旋流型式的一系列径向叶片206包含为图2的此分配器202的一部分。旋流型式可用以保证气体及液滴的恰当流动型式穿过喷雾室。图2的空气分配器系统中的显著设计参数为动态地调整气体流离开径向叶片206且遇到经雾化液滴204的速率的能力。举例来说,较低速率气体流208a可允许较大液滴在较水平轨道中进行且碰撞壁,而较高速率气体流208b可具有迫使气体以及液滴在向下轨道中的相反效应,从而保持壁清洁,但相当减小在室210中的停留时间(即,颗粒在空气中传播的时间量)。

[0032] 确定适当气体速率取决于馈入的本质及所需液滴的大小。在现有系统中,改变气体速率需要气体分配器中的组件的物理移除及替换。然而,如本文中所揭示,可在喷雾干燥器/冷藏器正操作时动态地调整工艺气体速率,从而允许不具有设备停工时间的立即反馈。例如,对于所要颗粒大小,理想气体速率将通常为所需的最小速率以将颗粒在不碰撞壁的情况下分散到室中。动态调整可由用户(例如,监视系统的用户)手动地触发或由测量一个或一个以上系统参数并通过依据计算机算法调整气体速率而做出响应的计算机系统控制。

[0033] 径向叶片206可从其正常圆锥形排放节段重新定位到上方的圆柱形节段,因此允许工艺气体通过两个同心锥体退出。内锥体212为固定的且可用以支撑雾化器100并且通常为绝缘的以防止气体的通常高温影响雾化器外壳。外锥体214用以容纳工艺气体且通过两个锥体之间的截面面积定义其速率。此外锥体可由可在高度(即,纵长)上变化的一系列垂直部件216支撑,借此改变外锥体214相对于固定内锥体212的垂直位置。此继而将使两个锥体之间的截面面积变化且最终使工艺气体的速率变化。较小截面面积将通常产生较高速率气体流208b,而较大面积将产生较低速率气体流208a。

[0034] 可使用一个或一个以上高度致动器218调整垂直部件216。举例来说,可使用电流、

液压流体压力、或气动压力操作或者可手动地操作致动器218。在其中调整精确度为必要的应用中,对于特定产品,位置反馈元件可用以将垂直部件216致动到预定所要位置。

[0035] 虽然已参考零件、特征及类似物的特定布置描述了各种实施例,但这些不打算穷尽所有可能布置或特征,且实际上所属领域的技术人员将可确保许多其它实施例、修改及变化。因此,应理解,除了如上文所具体描述之外,还可在其它方面实践本发明。上文所引用的专利及专利申请案借此以全文引用的方式并入本文中,这是因为其提供可视为与本申请案相关的额外背景信息。

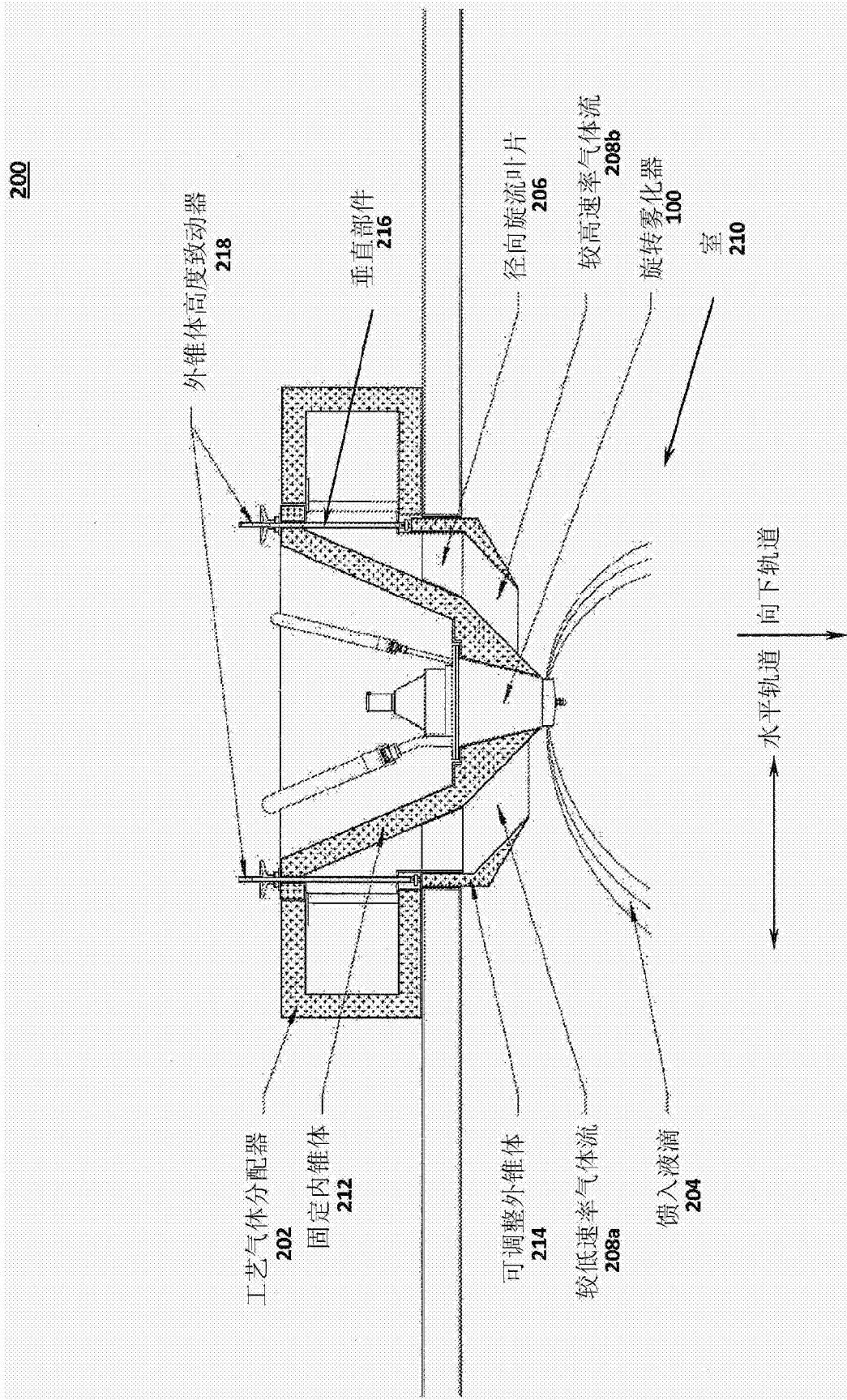


图2