



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106414800 B

(45)授权公告日 2020.06.26

(21)申请号 201580026860.5

(72)发明人 曾继兵 布赖恩·T·韦斯特

(22)申请日 2015.05.04

王荣平 诺吉·A·贾金德拉

(65)同一申请的已公布的文献号

(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

申请公布号 CN 106414800 A

代理人 徐金国 赵静

(43)申请公布日 2017.02.15

(51)Int.Cl.

C23C 16/505(2006.01)

(30)优先权数据

H01L 21/00(2006.01)

62/004,857 2014.05.29 US

14/445,965 2014.07.29 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(56)对比文件

2016.11.23

CN 101057319 A, 2007.10.17,

(86)PCT国际申请的申请数据

CN 1516676 A, 2004.07.28,

PCT/US2015/029068 2015.05.04

CN 101393839 A, 2009.03.25,

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 1121640 A, 1996.05.01,

W02015/183479 EN 2015.12.03

US 4278450 A, 1981.07.14,

(73)专利权人 应用材料公司

CN 101326863 A, 2008.12.17,

地址 美国加利福尼亚州

CN 101156505 A, 2008.04.02,

审查员 张杰

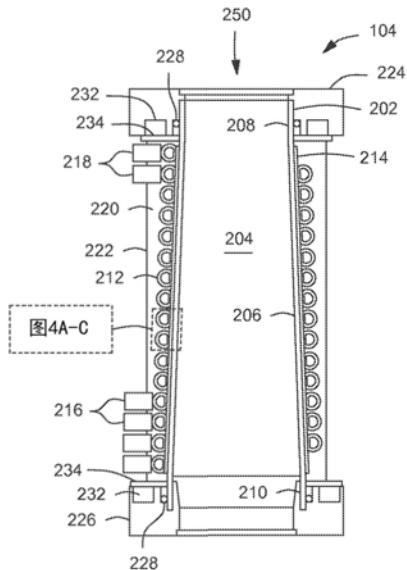
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

用于处理管道中的气体的设备

(57)摘要

本申请提供一种用于处理在基板处理系统的管道中的气体的设备。在一些实施方式中，一种用于处理在基板处理系统的管道中的气体的设备包含：介电管，所述介电管被耦接至基板处理系统的管道以允许气体流动经过介电管，其中介电管具有圆锥形的侧壁；以及RF线圈，所述RF线圈被缠绕在介电管的圆锥形的侧壁的外表面的周围，RF线圈具有用以提供RF输入至RF线圈的第一端部，RF线圈的第一端部被设置在介电管的第一端部的附近，以及具有被设置在介电管的第二端部附近的第二端部。在一些实施方式中，RF线圈为中空的并包含冷却剂配件以将中空的RF线圈耦接至冷却剂供应器。



1. 一种用于处理基板处理系统的管道中的气体的设备,其中所述管道连接至所述基板处理系统的排气口,所述设备包含:

介电管,所述介电管经配置被耦接至基板处理系统的管道以允许排放气体流动经过所述介电管,其中所述介电管具有圆锥形的侧壁;以及

射频(RF)线圈,所述射频(RF)线圈被缠绕在所述介电管的所述圆锥形的侧壁的外表面的周围,其中所述RF线圈经构造以将RF能量耦合至存在于所述介电管中的气体。

2. 如权利要求1所述的设备,其中所述RF线圈为中空的并包含被耦接至所述RF线圈的第一端部的第一冷却剂配件和被耦接至所述RF线圈的第二端部的第二冷却剂配件。

3. 如权利要求1所述的设备,进一步包含:

RF电源,所述RF电源被耦接至所述RF线圈的第一端部以提供RF功率至所述RF线圈。

4. 如权利要求1所述的设备,其中所述介电管是由氧化铝、蓝宝石或石英制造的。

5. 如权利要求1-4中的任一项所述的设备,进一步包含:

第一端部凸缘,所述第一端部凸缘被耦接至所述介电管的第一端部;以及

第二端部凸缘,所述第二端部凸缘被耦接至所述介电管的第二端部,其中所述第一端部凸缘和所述第二端部凸缘的每一个经配置以利用同轴的方式将所述介电管耦接在管道中。

6. 如权利要求5所述的设备,其中所述介电管的所述圆锥形的侧壁以直的端部部分终止于所述介电管的所述第一端部处和以直的端部部分终止于所述介电管的所述第二端部处,且其中所述第一端部凸缘和所述第二端部凸缘被耦接至所述介电管于所述直的端部部分。

7. 如权利要求5所述的设备,其中所述第一端部凸缘和所述第二端部凸缘中的至少一个进一步包含冷却剂通道以促进循环冷却剂通过所述第一端部凸缘和所述第二端部凸缘的至少一个。

8. 如权利要求1-4中的任一项所述的设备,进一步包含:

可变形的层,所述可变形的层被设置在所述RF线圈与所述介电管之间以增进所述RF线圈与所述介电管之间的接触。

9. 如权利要求8所述的设备,其中所述可变形的层包含硅橡胶或导热油脂。

10. 如权利要求1-4中的任一项所述的设备,其中所述RF线圈具有扁平的圆形的截面,且其中所述RF线圈的扁平的部分被设置为面向所述介电管。

11. 如权利要求1-4中的任一项所述的设备,进一步包含:

被设置在所述RF线圈的第一端部处的一个或多个第一端点和被设置在所述RF线圈的第二端部处的一个或多个第二端点以促进将RF功率耦合至所述RF线圈。

12. 如权利要求11所述的设备,其中所述一个或多个第一端点包含多个第一端点,其中所述一个或多个第二端点包含多个第二端点,且其中所述多个第一端点和所述多个第二端点中的一些第一端点和第二端点位于沿着所述RF线圈的不同的位置处促进将RF能量耦合通过具有不同数目的线匝的所述RF线圈。

13. 一种基板处理系统,所述系统包含:

处理腔室;

排气管道,所述排气管道被耦接至所述处理腔室以允许排放气体从所述处理腔室流

动；

真空泵，所述真空泵被耦接至所述排气管道以将排放气体从所述处理腔室经由所述排气管道排出；以及

如在权利要求1-4任一项中描述的用于处理在基板处理系统的管道中的气体的设备，其中所述介电管被耦接至所述排气管道以允许所述排放气体流动经过所述介电管。

14. 如权利要求13所述的基板处理系统，其中所述排气管道为前级管道。
15. 如权利要求13所述的基板处理系统，其中所述介电管被设置在所述处理腔室与所述真空泵之间。

用于处理管道中的气体的设备

技术领域

[0001] 本公开内容的实施方式一般地涉及基板处理设备。

背景技术

[0002] 一些气体处理系统利用射频(RF)能量以将在管道内的等离子体点燃而至少部分地破坏或分解(break down)流动经过管道的气体。例如,RF能量可被提供至被设置在介电管的周围的导电线圈以促进将流动经过介电管的气体点燃以形成等离子体而用以处理气体。然而,介电管的内壁不合需要地随着时间而变为受到侵蚀的,并需要被替换。发明人已经观察到:替换介电管通常需要替换被耦接至介电管的昂贵的部件。

[0003] 因而,发明人已经提供一种用于处理在管道中的气体的改善的气体处理系统,所述改善的气体处理系统使所述系统的数个部分能够被有利地重复使用而非被丢弃。

发明内容

[0004] 本发明提供用于处理在基板处理系统的管道中的气体的设备。在一些实施方式中,一种用于处理在基板处理系统的管道中的气体的设备包含:介电管,所述介电管被耦接至基板处理系统的管道以允许气体流动经过介电管,其中介电管具有圆锥形的侧壁;以及RF线圈,所述RF线圈被缠绕在介电管的圆锥形的侧壁的外表面的周围,RF线圈具有用以提供RF输入至RF线圈的第一端部,RF线圈的第一端部被设置在介电管的第一端部附近,以及具有被设置在介电管的第二端部附近的第二端部。在一些实施方式中,RF线圈为中空的并包含:被耦接至RF线圈的第一端部的第一冷却剂配件和被耦接至RF线圈的第二端部的第二冷却剂配件。

[0005] 在一些实施方式中,一种用于处理在基板处理系统的管道中的气体的设备包含:介电管,所述介电管被耦接至基板处理系统的管道以允许气体流动经过介电管,其中介电管具有圆锥形的侧壁;RF线圈,所述RF线圈被缠绕在介电管的圆锥形的侧壁的外表面的周围,RF线圈具有用以提供RF输入至RF线圈的第一端部,RF线圈的第一端部被设置在介电管的第一端部附近,以及具有被设置在介电管的第二端部附近的第二端部,其中RF线圈为中空的并包含:被耦接至RF线圈的第一端部的第一冷却剂配件和被耦接至RF线圈的第二端部的第二冷却剂配件;第一端部凸缘,所述第一端部凸缘被耦接至介电管的第一端部;以及第二端部凸缘,所述第二端部凸缘被耦接至介电管的第二端部,其中第一端部凸缘和第二端部凸缘中的每一个经配置以利用同轴的方式将介电管耦接在管道中。

[0006] 在一些实施方式中,一种基板处理系统包含:处理腔室;排气管道,所述排气管道被耦接至处理腔室以允许排放气体从处理腔室流动;真空泵,所述真空泵被耦接至排气管道以将排放气体从处理腔室经由排气管道排出;介电管,所述介电管被耦接至排气管道以允许排放气体经由介电管流动,其中介电管具有圆锥形的侧壁;以及RF线圈,所述RF线圈被缠绕在介电管的圆锥形的侧壁的外表面的周围,RF线圈具有用以提供RF输入至RF线圈的第一端部,RF线圈的第一端部被设置在介电管的第一端部附近,以及具有被设置在介电管的

第二端部附近的第二端部。在一些实施方式中，排气管道为前级管道 (foreline)。在一些实施方式中，介电管被设置在处理腔室与真空泵之间。

[0007] 本公开内容的其它的和进一步的实施方式在下文中描述。

附图说明

[0008] 可通过参照在附图中所描绘的本公开内容的示例性的实施方式来理解本公开内容的实施方式、以上所简要总结的内容和以下所极其详细讨论的内容。然而，值得注意的是附图仅示例本公开内容的典型的实施方式，并因而不被认为是对本公开内容的范围的限制，因为本公开内容可容许其它的等效的实施方式。

[0009] 图1描绘了根据本公开内容的一些实施方式的一种适合用于与用以处理在管道中的气体的设备共同地使用的处理系统。

[0010] 图2描绘了根据本公开内容的一些实施方式的用于处理气体的设备的示意性的截面侧视图。

[0011] 图3描绘了根据本公开内容的一些实施方式的用于处理气体的设备的部分的透视图。

[0012] 图4A至图4C分别描绘了根据本公开内容的一些实施方式的用于处理气体的设备的RF线圈的各种截面。

[0013] 图5描绘了根据本公开内容的一些实施方式的用于处理气体的设备的分解图。

[0014] 为了促进理解，已在尽可能的情况下使用相同的参考数字以指定这些附图中共通的相同的元件。附图并未按照尺寸来绘示并且为了达到清楚的目的而可被简化。可以考虑到的是，一个实施方式的元件和特征可被有利地整合于其它的实施方式中，而无需进一步的详述。

具体实施方式

[0015] 本发明提供用于处理在管道中的气体的设备。创造性的设备的实施方式相较于传统利用等离子体驱动气体的处理系统可有利地以降低成本提供改善的部件 (例如介电管或陶瓷管) 维护和替换。并非限制本公开内容的范围，本公开内容的实施方式可应用于数个同轴的消除 (in-line abatement) 或应用于离子化腔室应用中的任意一个，例如，如以下针对图1所描述的。

[0016] 图1为根据本公开内容的一些实施方式的处理系统100的示意图，所述处理系统适合用于与用以处理在管道中的气体的设备共同使用。处理系统100一般包含：处理腔室102、被耦接至处理腔室102以接收来自处理腔室102的排放气体的排气管道 (例如前级管道108) 以及被耦接至前级管道108的用于处理气体的设备104。

[0017] 处理腔室102可为适合用以在基板上进行处理的任何的处理腔室。在一些实施方式中，处理腔室102可为处理工具 (例如群集工具、同轴的处理工具或类似工具) 的部分。这些工具的非限制性的示例包括诸如那些被用于半导体、显示器、太阳能，或发光二极管 (LED) 制造工艺的基板处理系统。

[0018] 前级管道108被耦接至处理腔室102的排气口112并促进将排放气体从处理腔室102移除。排放气体可为任何气体 (例如，诸如需要从处理腔室102被移除的处理气体或副产

物气体)。前级管道108可被耦接至真空泵106或其它适当的抽排设备以将排放气体从处理腔室102抽排至适当的下游的排气处理设备(诸如消除设备或类似设备)。在一些实施方式中,真空泵106可为粗抽泵(roughing pump)或前级泵(backing pump),诸如干式机械泵,或类似泵。在一些实施方式中,真空泵106可具有可变的抽排容量(所述抽排容量可被设定为处于所期望的层级),以例如控制在前级管道108中的压力或提供在前级管道108中的压力的额外的控制。

[0019] 用于处理气体的设备104经配置以用以处理在管道中的气体和被设置以与前级管道108共同地为同轴的(in line)以促进来自处理腔室102的排放气体的处理或消除。电源110(诸如射频(RF)电源)被耦接至用于处理气体的设备104以提供功率至用于处理气体的设备104,而促进排放气体的等离子体处理。电源110以所期望的频率和足够的功率提供RF能量以在用于处理气体的设备104内形成等离子体,以使得流动经过用于处理气体的设备104的排放气体可利用等离子体来处理(例如至少部分地被分解为离子、自由基、元素、较小的分子,或类似物中的一种或多种)。

[0020] 在一些示例性的实施方式中,电源110可为具有可变频率的电源,所述具有可变频率的电源能够提供具有一定范围的频率的RF能量。本公开内容的实施方式可使用具有低频带(LF band)或中频带(MF Band)的功率供应以驱动用于气体消除的感应耦合等离子体(ICP)放电。低频至中频双极性和RF电源(LF to MF bipolar and RF power)可被用于驱动,相较于较高的频带(诸如高频(HF)、特高频(VHF)等等),这将有利地具有小得多的线圈电位。较小的线圈电位减少了电容性的等离子体耦合并增加了在用于处理气体的设备104中的ICP功率的效率。此外,在RF线圈上的较低的电位可有助于减少用于处理气体的设备104的内表面的溅射,从而增加用于处理气体的设备104的寿命。在一些示例性的实施方式中,电源110可以大约1.9MHz至大约3.2MHz的频率提供大约2kW至大约3kW的RF能量。

[0021] 图2描绘了根据本公开内容的一些实施方式的用于处理气体的设备104的示意性的截面侧视图。用于处理气体的设备104一般包含:介电管202,所述介电管具有内部体积204,以及RF线圈212,所述RF线圈被设置在介电管202的周围以利用感应的方式将RF能量耦合至在使用期间存在于内部体积204中的气体。

[0022] 介电管202具有圆锥形的侧壁206,所述侧壁以直的端部部分208终止于介电管202的第一端部处并以直的端部部分210终止于介电管202的第二端部处。圆锥形的侧壁206可被设置为具有相对于介电管202的中央轴大约1度至大约5度(诸如大约2度)的角度。直的端部部分208、210促进与介电管202的其中一侧上的管道相耦接,以促进气体流动经过用于处理气体的设备104。

[0023] 介电管202可由适合用以允许传输RF功率至介电管202的内部体积234以促进等离子体的点燃的任何的介电材料制造,并且介电管202可经受住数个处理条件(例如,温度、等离子体、化学作用等等)。例如,非限制性的适当的材料包含:陶瓷(例如氧化铝(Al₂O₃)、蓝宝石(sapphire)、石英,或类似物)。

[0024] 介电管202可具有适合用以允许排放气体从前级管道流动并流经介电管202以用于处理的任何的尺寸。例如,在一些实施方式中,介电管202可具有大约6英寸至大约15英寸的长度。在一些实施方式中,介电管202可具有大约1.5英寸至大约4英寸的直径。介电管可具有适合用以提供机械强度和所期望的RF耦合效率的变化的壁厚度。较厚的侧壁将提供延

长的寿命但具有较低的功率耦合效率。在一些实施方式中,介电管202可具有大约0.125英寸的壁厚度。

[0025] RF线圈212被缠绕在介电管202的圆锥形的侧壁206的外表面的周围。RF线圈212可以任何的次数被缠绕在介电管202的外表面的周围,所述次数足够提供具有所期望的密度的均匀的RF能量至介电管202的内部体积204而促进在介电管202内的排放气体的点燃以形成等离子体。例如,在一些实施方式中,RF线圈可具有大约5个线匝至大约15个线匝。在一些实施方式中,每个线匝可被设置为与相邻的线匝相离大约0.25英寸至大约0.75英寸。间隔物(未示出)可被使用以维持在RF线圈212的线匝之间的均匀的节距。本公开内容的实施方式利用强调等离子体点燃功能的在空间上经过设计的线圈。具体地,本公开内容的实施方式强调RF线圈的线匝相对于线匝(turn-to-turn)的电位降而非线匝相对于接地的电压,这有利地促进了具有较大的直径的情况的反应器的使用。

[0026] 一个或多个第一端点216可被设置在RF线圈212的第一端部处以促进将RF功率耦合至RF线圈212。4个第一端点216被显示在图2中。在提供多个第一端点216的实施方式中,所述端点可在垂直方向上对齐且可被放置在RF线圈212的相邻的或不同的个别的线匝上。一个或多个第二端点218可被设置在RF线圈212的第二端部处以促进将RF功率耦合至RF线圈212。2个第二端点218(例如多个第二端点218)被描绘在图2中。例如,所述一个或多个第一端点216中的一个可被耦接至RF电源(例如被描绘在图1中的电源110)且所述一个或多个第二端点218中的一个可被耦接至接地以促进RF能量流动经过RF线圈212。所述多个第一端点216和所述多个第二端点218中的一些第一端点和第二端点位于不同的位置处以提供弹性以将RF能量耦合通过具有不同数目的线匝的RF线圈212,例如用于具有不同的等离子体需求的不同的应用。

[0027] 本公开内容的实施方式可使用推拉式驱动方法以传递RF功率至感应耦合等离子体(ICP)的辉光放电中。本公开内容的实施方式进一步地具有将横跨于线圈的电位平衡的弹性,并可将峰值电位减低至一半,这有利地保护陶瓷反应器的壁的状况达到较长的处理时间。本公开内容的实施方式相较于具有较高的频率的系统可传递功率至大得多的空间。因此,提供了用于气体消除的大得多的空间。受到消除影响的分子或物种(species)具有长得多的在等离子体内的驻留时间,这增进了消除效率。

[0028] 为了要维持RF线圈212的线匝的间距,灌封材料220可被提供在RF线圈212和一个或多个第一端点216和一个或多个第二端点218的较低的部分的周围。在一些实施方式中,盖222可被设置在灌封材料220的周围。盖222可为当灌封RF线圈212时被用作为外形的薄的塑料材料(诸如聚碳酸酯 polycarbonate)。

[0029] RF线圈212由具有适当的RF导电和导热材料的中空管制造。在一些实施方式中,虽然可使用其它的尺寸,但是RF线圈212是由铜管(诸如#60的管 (#60 tubing))制造的。冷却剂可被提供至中空管以促进在操作期间将热从RF线圈212移除。如在图3中所示,第一冷却剂配件302可被耦接至RF线圈212的第一端部,且第二冷却剂配件304可被耦接至RF线圈212的第二端部以促进耦合至冷却剂源(未示出)。

[0030] 返回至图2,RF线圈212可具有各种截面中的一种。例如,如在图4A中所示,RF线圈212可具有圆形的截面。在一些实施方式中,如在图4B中所示,RF线圈212可具有方形的截面。提供方形的剖面增进了RF线圈212与介电管202的圆锥形的侧壁206之间的表面接触,这

有利地增进了介电管202与RF线圈212之间的热转移。在一些实施方式中,如在图4C中所示,RF线圈212可具有扁平的圆形的截面,其中RF线圈的扁平的部分面向介电管202。提供扁平的圆形的截面有利地提供了RF线圈212与介电管202之间的增进的表面接触,同时利用了更为常用且较为便宜的圆形管而非较为昂贵的方形管。例如,在一些实施方式中,RF线圈可由圆形管制成,其中所述圆形管已经行进通过滚模以将一侧平坦化,以使得当RF线圈被缠绕在具有圆锥形状的介电管202的周围时,在二个部件之间的接触表面被最大化,因此增加线圈/管组件的冷却效率。

[0031] 返回至图2,在一些实施方式中,可变形的层214可被设置在RF线圈212与介电管202之间以确保RF线圈212与介电管202之间的更加稳固的接触。可变形的层214可包含具有高的导热性和RF透明度(RF transparency)的任何适当的材料,诸如硅橡胶或导热油脂。

[0032] 第一端部凸缘224和第二端部凸缘226可被提供在介电管202的相应的端部以促进将用于处理气体的设备104与管道同轴地耦接(例如,诸如在图1中描绘的前级管道108)。密封件228可被提供在相应的第一端部凸缘224与第二端部凸缘226之间和被提供在介电管202的直的端部部分208与直的端部部分210之间。在一些实施方式中,密封件228为0-环。在一些实施方式中,第一端部凸缘224和第二端部凸缘226中的至少一个可被冷却。例如,冷却剂通道232可被提供在第一端部凸缘224和第二端部凸缘226中以促进冷却剂经由冷却剂通道循环。在一些实施方式中,冷却剂通道232可被形成在具有提供以将冷却剂通道232密封的234的端部凸缘的一侧中。在这些实施方式中,热传送流体供应器或再循环器(未示出)可被耦接至冷却剂通道232。

[0033] 图5描绘了根据本公开内容的一些实施方式的用于处理气体的设备104的分解图。在图5中所示,在一些实施方式中,第一端部凸缘224可为具有螺纹的以接收有眼螺栓506而促进用于处理气体的设备104的处理。而且,支撑板502可被提供和例如通过固定器504被耦接至第一端部凸缘224和第二端部凸缘226的每一个。支撑板502对于用以处理气体的设备104提供支撑以降低在用于处理气体的设备104的部件上的物理性压力。

[0034] 在操作中,来自处理腔室102的流出物或排放气体可经由前级管道108被抽排和穿越经过用于处理气体的设备104。RF能量可通过电源110被提供至RF线圈212以在用于处理气体的设备104的内部体积204内形成感应等离子体。用于处理气体的设备104的配置相较于在等离子体处理设备内具有等离子体形成的电容性耦合区域的传统设备可有利地提供较长的使用寿命。

[0035] 因此,本公开内容的实施方式使用圆锥形的电介质反应器管,所述圆锥形的电介质反应器管被置入具有圆锥形状的螺旋的射频(RF)天线/冷却线圈中。RF线圈、端板以及布线全部与具有热传导性、电气绝缘性的化合物(诸如硅氧化合物(silicone compound))共同地被灌封以变成永久的部件。然后,圆锥形的电介质反应器的核心管被置入,且具有0-环密封件的端部凸缘被安装。仅为了达成翻新的目的,陶瓷核心可被容易地移除和被替换,而不对RF线圈组件造成损坏。

[0036] 在利用将圆锥形的管包起来的具有圆锥形的轮廓的线圈的情况下,当通过沿着圆锥形的反应器管的轴按压的方式来替换管时,可能会采用很少的努力就使得管从线圈脱离,因为一旦运动已经开始,圆锥形的表面就将会分离(例如,所有的表面变为非接触的)。仅有耗用的腔室(介电管)需要被替换,而所有的其它的部件可被重复地使用。

[0037] 虽然前文是关于本公开内容的实施方式,但是可在不脱离本公开内容的范围的情况下,设计本公开内容的其它和进一步的实施方式。

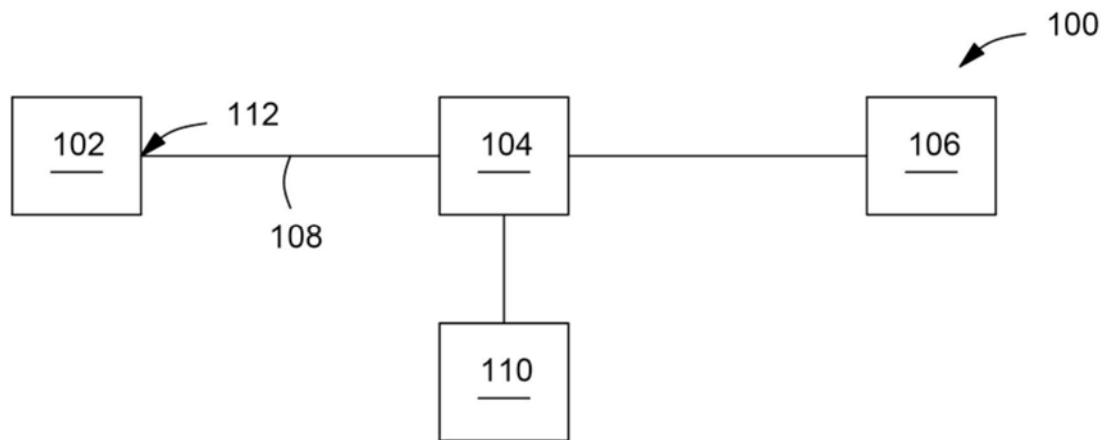


图1

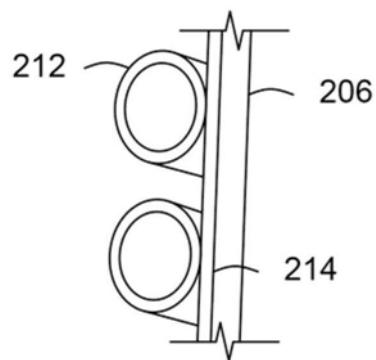


图4A

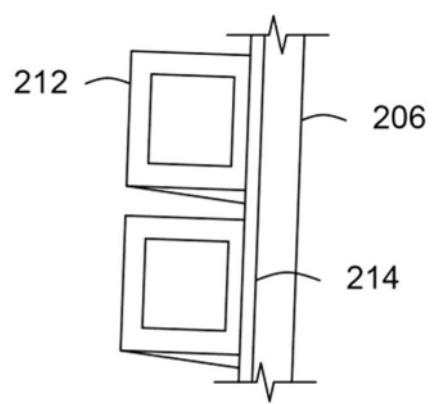


图4B

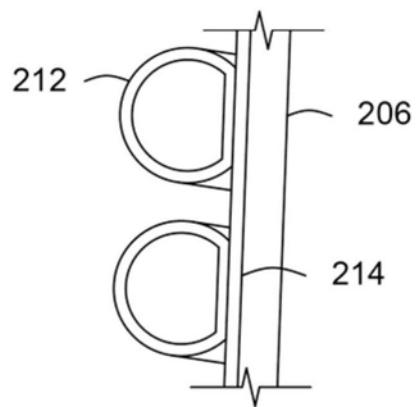


图4C

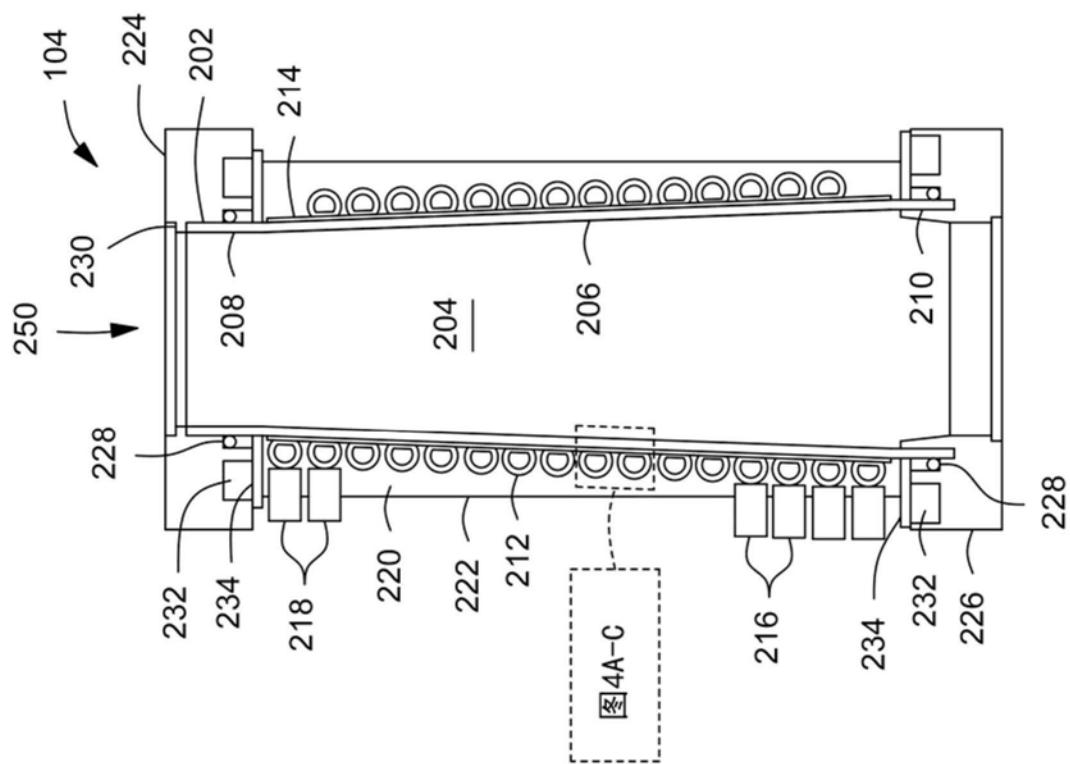


图2

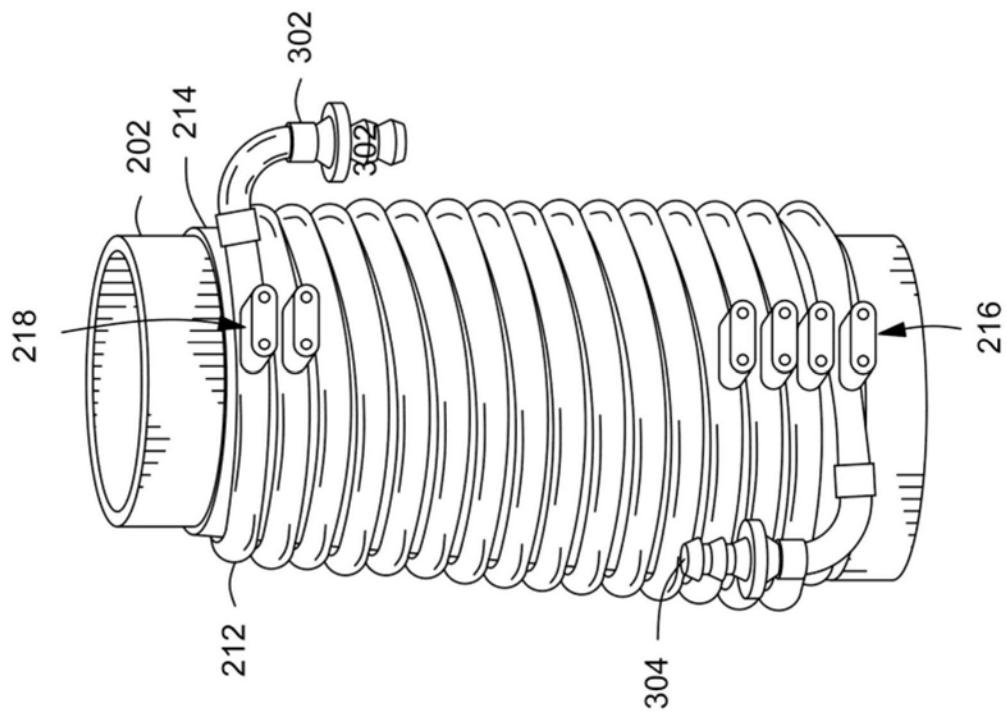


图3

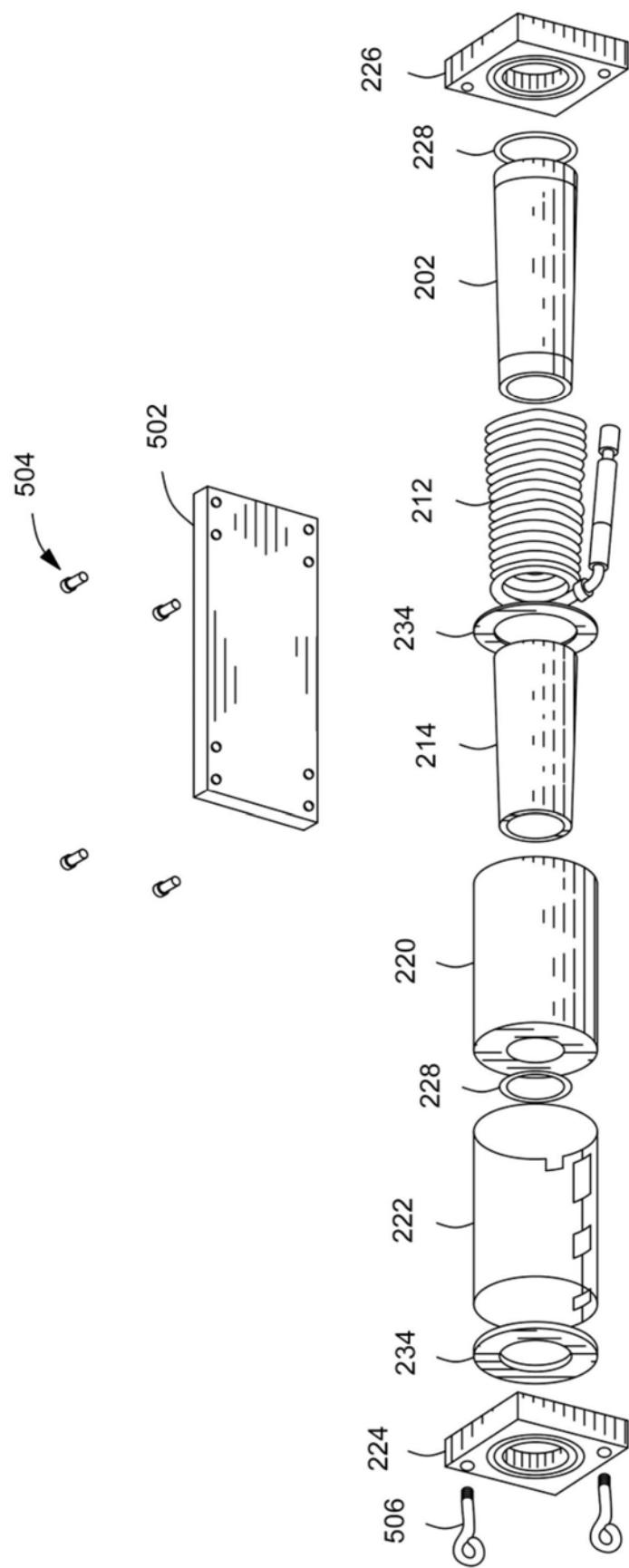


图5