



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107359101 B

(45)授权公告日 2019.07.12

(21)申请号 201710450157.8

(22)申请日 2013.05.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107359101 A

(43)申请公布日 2017.11.17

(30)优先权数据

61/646,839 2012.05.14 US

(62)分案原申请数据

201380036065.5 2013.05.14

(73)专利权人 ASML荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

(72)发明人 A.H.V.范维恩 W.H.厄尔巴努斯

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.

H01J 37/09(2006.01)

H01J 37/30(2006.01)

H01J 37/317(2006.01)

B82Y 10/00(2011.01)

B82Y 40/00(2011.01)

审查员 陈凯妍

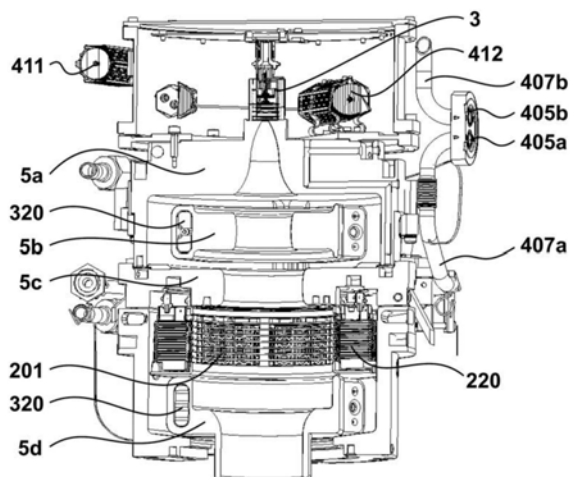
权利要求书4页 说明书12页 附图16页

(54)发明名称

带电粒子射束产生器中的高电压屏蔽和冷却

(57)摘要

本发明涉及一种带电粒子射束产生器。该产生器可以包括：高电压屏蔽配置(201)，用于屏蔽保护该屏蔽配置外面的部件，避免受到该屏蔽配置内的高电压影响；以及真空泵(220)，位于所述屏蔽配置外面用于调节所述屏蔽配置内的空间的压力。该产生器可以包括具有冷却配置(405a/407a-407b/405b)的准直器系统，该冷却配置(405a/407a-407b/405b)包括在该准直器系统的电极内部的冷却通道。



1. 一种带电粒子射束产生器,该带电粒子射束产生器包括:
带电粒子源,用于产生带电粒子射束;
准直器系统,包括用于准直所述带电粒子射束的电极;
高电压屏蔽配置,用于屏蔽保护该高电压屏蔽配置外面的部件,以避免受到该高电压屏蔽配置内的高电压影响;以及
至少一个真空泵,用于调节所述高电压屏蔽配置内的空间的压力,
其中所述至少一个真空泵是所述高电压屏蔽配置外面的部件;
其中所述准直器系统包括用于像差校正和/或用于向反向散射粒子提供斥力的另一电极,其中所述准直器系统包括在所述带电粒子射束的上游方向上介于所述准直器系统的所述另一电极与相邻电极中间的区域,其中所述高电压屏蔽配置位于该区域周围,并且其中所述至少一个真空泵紧挨着该区域并且直接紧挨着所述高电压屏蔽配置。
2. 根据权利要求1所述的产生器,其中所述至少一个真空泵直接紧挨着所述高电压屏蔽配置。
3. 根据权利要求1所述的产生器,其中所述至少一个真空泵是吸气泵或升华泵。
4. 根据权利要求1所述的产生器,其中所述准直器系统的至少一部分位于所述高电压屏蔽配置内。
5. 根据权利要求1所述的产生器,其中所述电极中的至少一个位于所述高电压屏蔽配置内。
6. 根据权利要求1所述的产生器,其中所述准直器系统包括包含三个电极的Einzel透镜。
7. 根据权利要求1所述的产生器,其中所述准直器系统包括在其中有凹腔的主体,并且其中所述射束产生器包括多个真空泵,该多个真空泵在所述带电粒子射束在使用期间所通过的所述凹腔的周边中被布置在所述高电压屏蔽配置的后面。
8. 根据权利要求1所述的产生器,其中所述高电压屏蔽配置包括金属丝网结构。
9. 根据权利要求1所述的产生器,该产生器还包括孔径阵列,用于从所述带电粒子射束形成多个子射束。
10. 一种用于曝光目标的带电粒子光刻系统,所述系统包括:
带电粒子射束产生器,用于产生带电粒子射束;
孔径阵列,用于从所述带电粒子射束形成多个子射束;以及
子射束投射器,用于将所述子射束投射在所述目标的表面上,
其中,所述带电粒子射束产生器包括:
带电粒子源,用于产生所述带电粒子射束;
准直器系统,包括用于准直所述带电粒子射束的电极;
高电压屏蔽配置,用于屏蔽保护所述高电压屏蔽配置外面的部件,避免受到所述高电压屏蔽配置内的高电压影响;以及
至少一个真空泵,用于调节所述高电压屏蔽配置内的空间的压力,
其中所述至少一个真空泵是所述高电压屏蔽配置外面的部件;
其中所述准直器系统包括用于像差校正和/或用于向反向散射粒子提供斥力的另一电极,其中所述准直器系统包括在所述带电粒子射束的上游方向上介于所述准直器系统的所

述另一电极与相邻电极中间的区域,其中所述高电压屏蔽配置位于该区域周围,并且其中所述至少一个真空泵紧挨着该区域并且直接紧挨着所述高电压屏蔽配置。

11.根据权利要求10所述的系统,其中所述至少一个真空泵直接紧挨着所述高电压屏蔽配置。

12.根据权利要求10所述的系统,其中所述至少一个真空泵是吸气泵或升华泵。

13.根据权利要求10所述的系统,其中所述准直器系统的至少一部分位于所述高电压屏蔽配置内。

14.根据权利要求10所述的系统,其中所述电极中的至少一个位于所述高电压屏蔽配置内。

15.根据权利要求10所述的系统,其中所述准直器系统包括包含三个电极的Einzel透镜。

16.根据权利要求10所述的系统,其中所述准直器系统包括在其中有凹腔的主体,并且其中所述射束产生器包括多个真空泵,该多个真空泵在所述带电粒子射束在使用期间所通过的所述凹腔的周边中被布置在所述高电压屏蔽配置的后面。

17.根据权利要求10所述的系统,其中所述高电压屏蔽配置包括金属丝网结构。

18.一种带电粒子射束产生器的准直器系统的冷却配置,其中所述准直器系统包括用于准直由所述带电粒子射束产生器产生的带电粒子射束的电极,该冷却配置包括用于容纳冷却流体流的一个或多个冷却通道,其中所述一个或多个冷却通道被布置在所述准直器系统的多个电极中的至少一个电极内部。

19.根据权利要求18所述的配置,其中所述准直器系统被布置为以高于500eV的高电压操作。

20.根据权利要求18所述的配置,其中所述带电粒子射束产生器包括壳体,其中所述准直器系统被容纳在该壳体内部,并且其中所述冷却配置还包括在该壳体外面上用于供应和移除到所述一个或多个冷却通道的所述冷却流体流的连接。

21.根据权利要求20所述的配置,其中所述连接包括在所述壳体外面上的流体供应导管的入口和流体移除导管的出口,该流体供应导管和该流体移除导管与所述一个或多个冷却通道流连接。

22.根据权利要求20所述的配置,还包括在所述壳体外面上的一个或多个管分流器,用于将冷却流体流分到所述冷却配置的不同部分。

23.根据权利要求22所述的配置,其中所述准直器系统包括相对于所述带电粒子射束的方向包含上电极、中间电极和下电极的Einzel透镜,并且其中所述冷却配置的所述不同部分包括下列中的一个或多个:用于冷却所述上电极的上段或用于冷却所述下电极的中段。

24.根据权利要求18所述的配置,其中所述准直器系统包括用于像差校正和/或用于向反向散射粒子提供斥力的另一电极,该另一电极相对于所述带电粒子射束的方向位于用于准直所述带电粒子射束的所述电极下面,并且其中冷却通道被布置在所述准直器系统的所述另一电极的内部。

25.根据权利要求22所述的配置,其中所述准直器系统包括相对于所述带电粒子射束的方向包含上电极、中间电极和下电极的Einzel透镜,其中所述准直器系统还包括用于像

差校正和/或用于向反向散射粒子提供斥力的另一电极,该另一电极位于所述Einzel透镜的下面,并且其中所述冷却配置的所述不同部分包括下列中的一个或多个:用于冷却所述上电极的上段、用于冷却所述下电极的中段或用于冷却所述另一电极的下段。

26.根据权利要求18所述的配置,其中所述准直器系统包括相对于所述带电粒子射束的方向包含上电极、中间电极和下电极的Einzel透镜,其中冷却通道被布置在所述上电极内部,其中无冷却通道被布置在所述中间电极内部,并且其中无冷却通道被布置在所述下电极的内部。

27.根据权利要求18所述的配置,其中所述准直器系统包括相对于所述带电粒子射束的方向包含上电极、中间电极和下电极的Einzel透镜,其中所述一个或多个冷却通道被布置在所述上电极的内部且在所述下电极的内部,并且其中无冷却通道被布置在所述中间电极的内部。

28.根据权利要求18所述的配置,其中所述一个或多个冷却通道作为凹槽形成在多个电极中的所述至少一个电极的内部。

29.根据权利要求28所述的配置,其中所述凹槽利用激光钻孔和激光焊接或者利用铜焊被制造在多个电极中的所述至少一个电极中。

30.根据权利要求28所述的配置,其中所述凹槽被设置有盖。

31.根据权利要求18所述的配置,其中所述一个或多个冷却通道由管形成。

32.根据权利要求18所述的配置,其中所述一个或多个冷却通道被布置在多个电极中的所述至少一个电极的内部,使得所述冷却流体流在所述至少一个电极的周边中在垂直于所述带电粒子射束的方向的平面中的水平的方向上前进。

33.根据权利要求31所述的配置,其中沿着所述至少一个电极的周边布置供应通道、移除通道和多个侧通道,其中所述冷却配置被布置为经由所述多个侧通道中的每一个从所述供应通道向所述移除通道供应部分所述冷却流体流,其中每个侧通道包括:

第一部分,被布置用于使所述冷却流体流在平行于所述带电粒子射束的方向的第一垂直方向上并且在所述带电粒子射束的方向上前进;后面是

第二部分,被布置用于使所述冷却流体流在垂直于所述第一垂直方向的水平方向上并且在与所述供应通道中的流方向相反的方向上前进;后面是

第三部分,被布置用于使所述冷却流体流在与所述第一垂直方向相反的第二垂直方向上前进;后面是

第四部分,被布置用于使所述冷却流体流在径向地向内且垂直于所述第二垂直方向的方向上前进;后面是

第五部分,被布置用于使所述冷却流体流在所述第二垂直方向上前进;后面是

第六部分,被布置用于使所述冷却流体流在径向地向外且垂直于所述第二垂直方向的方向上前进。

34.一种带电粒子射束产生器,该带电粒子射束产生器包括

带电粒子源,用于产生带电粒子射束;以及

准直器系统,包括用于准直所述带电粒子射束的电极,

其中所述准直器系统包括根据权利要求18所述的冷却配置。

35.一种用于曝光目标的带电粒子光刻系统,所述系统包括:

带电粒子射束产生器,用于产生带电粒子射束;
孔径阵列,用于从所述带电粒子射束形成多个子射束;以及
子射束投射器,用于将所述子射束投射在所述目标的表面上,
其中,所述带电粒子射束产生器包括:
带电粒子源,用于产生所述带电粒子射束;以及
准直器系统,包括用于准直所述带电粒子射束的电极,
其中所述准直器系统包括根据权利要求18所述的冷却配置。

带电粒子射束产生器中的高电压屏蔽和冷却

[0001] 本案是申请号为201380036065.5,申请日为2013-5-14,题目为“带电粒子光刻系统和射束产生器”的申请的分案。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种带电粒子射束产生器中的高电压屏蔽配置和冷却配置。

背景技术

[0003] 在半导体工业中,越来越需要以高精确性与可靠度来制造更小的结构。光刻术是此种制造过程的关键部分。目前,大部分的商用光刻系统使用光射束和掩膜作为再生用于曝光目标的图案数据的构件,例如,其上有光阻涂层的晶圆。在无掩膜的光刻系统中,可能会使用带电粒子射束(charged particle beamlet)将图案转印至此目标上。该子射束可以个别控制,用于取得所希望的图案。

[0004] 然而,为让这样的带电粒子光刻系统具有商业可行性 commercially viable),它们必须应付特定的最小生产量,也就是,每小时所处理的晶圆的数量不应该太低于目前利用光学光刻系统所处理的每小时的晶圆的数量。再者,该带电粒子光刻系统还必须符合低误差容限(low error margin)。相对高的生产量以及符合低误差容限的需求的组合具有挑战性。

[0005] 藉由使用更多的子射束可以获得较高的生产量,且所以,需要更多的电流。然而,操控较大数量的子射束却导致需要更多的控制电路系统。再者,提高电流会导致更多的带电粒子,其与该光刻系统中的器件产生相互作用。该电路系统以及带电粒子撞击器件两者都可能导致该光刻系统里各个器件的加热。该加热可能降低该光刻系统内的图案化处理的精确性。在最糟的情况中,这种加热可能会阻止该光刻系统内的一或多个器件使其无法发挥功能。

[0006] 再者,使用大量的子射束会提高因为该子射束之间的相互作用(举例来说,库仑相互作用(Coulomb interaction))所造成的无法接受的不精确性的风险。这种风险可藉由缩短源和目标之间的路径而降低。藉由沿着该带电粒子路径使用较强的电场可以达到该缩短目的,其可能是施加较高的电压于该带电粒子光刻系统中的特定电极而造成的结果。使用高电压会诱发该光刻系统内的器件意外被充电的风险,其会危及该系统的可靠度。

[0007] 最后,藉由增加该光刻系统中子射束的数量而导致电流增加会增加电子光学柱中对于压力的需求。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种带电粒子射束产生器,其在压力以及高电压管理方面具有改善的效能。为达此目的,本发明提供如本说明书中所述以及随附权利要求中所主张的一种带电粒子射束产生器、一种带电粒子光刻系统以及一种带电粒子射束产生器的准直器系统的冷却配置。

[0009] 显见的是,本发明的原理可以各种方式来实行。

附图说明

[0010] 现在将参考图式中所示的实施例来进一步解释本发明的各项观点,其中:

[0011] 图1所示的是带电粒子多子射束光刻系统的实施例的简化略图;

[0012] 图2a与2b所示的是主真空腔室中的投射柱的特定器件的简化图;

[0013] 图3所示的是具有中间真空腔室的带电粒子光刻系统的另一实施例;

[0014] 图4示意性显示带电粒子射束产生器;

[0015] 图5示意性显示该射束产生器的概要图式;

[0016] 图6所示的是在其中提供磁屏蔽配置的图5的射束产生器;

[0017] 图7所示的是具有真空腔室隔离的图6的射束产生器;

[0018] 图8所示的是具有另一种方式的真空腔室隔离的图6的射束产生器;

[0019] 图9所示的是由源腔室与准直器以及磁屏蔽配置所组成的基本布局;

[0020] 图10所示的是准直器系统的实施例的剖面图;

[0021] 图11所示的是图10的准直器的高空剖面图;

[0022] 图12所示的是在冷却配置内介于多个弹簧组件和凹腔之间的可能的连接的剖面俯视图;

[0023] 图13所示的是根据本发明一实施例的射束产生器的高空侧视图;

[0024] 图14所示的是图13的射束产生器的第一剖面侧视图;

[0025] 图15所示的是图13的射束产生器的第二剖面侧视图;

[0026] 图16所示的是图13的射束产生器的另一高空侧视图;

[0027] 图17所示的是由被用来冷却图13的射束产生器中的准直器系统的一部分的多条通道的配置的高空侧视图;以及

[0028] 图18所示的是图13的射束产生器的又一高空侧视图。

具体实施方式

[0029] 下面是本发明的各种实施例的说明,其仅通过范例并且参考附图给出。

[0030] 图1所示的是带电粒子光刻设备1的实施例的简化示意图。举例来说,这种光刻系统已经在美国专利案第6,897,458号、第6,958,804号、第7,019,908号、第7,084,414号和第7,129,502号;美国专利申请公开案第2007/0064213号;以及共同待审的美国专利申请案序号第61/031,573号、第61/031,594号、第61/045,243号、第61/055,839号、第61/058,596号以及第61/101,682号中进行了描述,这些案件全部已受让给本发明的拥有人,而且本文以引用的方式将它们完整并入。

[0031] 在图1中所示的实施例中,光刻设备1包括子射束产生器2,用于产生多个子射束;子射束调制器8,用于图案化该子射束,以便形成经过调制的子射束;以及子射束投射器,用于将该经过调制的子射束投射在目标13的表面上。该子射束产生器2通常包括源3,用于产生带电粒子射束4。在图1中,该源3会产生实质上均质、扩展的带电粒子射束4。下文中,将参考电子射束光刻系统来讨论本发明的实施例。所以,源3可能是指电子源3;而射束4可能是指电子射束4。必须了解的是,如图1中所示的类似系统可以用于不同类型的辐射,举例来

说,藉由使用离子源来产生离子射束。

[0032] 在图1中所示的实施例中,该子射束产生器2进一步包括准直器透镜5,用于准直由该电子源3所产生的电子射束4;以及孔径阵列6,用于形成多个子射束7。该准直器透镜5可为任何类型的准直光学系统。在准直之前,该电子射束4可先通过双八极柱(double octopole)(图中并未显示)。较佳的是,该孔径阵列6包括具备多个贯穿孔的平板。该孔径阵列6会阻隔该电子射束4的一部分;而该电子射束4的一部分则会经由该孔通过孔径阵列6,以便产生多个电子子射束7。该系统会产生大量的子射束122,较佳的是,约10,000至1,000,000个子射束。

[0033] 图1的实施例中的子射束调制器或调制系统8包括子射束阻断器阵列9以及子射束阻止阵列10。该子射束阻断器阵列9包括多个阻断器,用于偏转电子子射束7中的一个或多个。该经偏转和未偏转的电子子射束7会抵达具有多个孔径的射束阻止阵列10。子射束阻断器阵列9与射束阻止阵列10会一起操作用于阻隔该子射束7或是让该子射束7通过。一般来说,倘若子射束阻断器阵列9偏转子射束7,该子射束7将不会通过射束阻止阵列10中的对应孔径,取而代之的是会被阻隔。然而,倘若子射束阻断器阵列9没有偏转子射束7,那么,该子射束7便会通过射束阻止阵列10中的对应孔径。或者,子射束7可能在被子射束阻断器阵列9中的对应阻断器偏转时通过该子射束阻止阵列10,并且倘若它们没有被偏转则会被该子射束阻止阵列10阻隔。为将该子射束7聚焦在该阻断器阵列9的平面内,该光刻系统1可进一步包括聚光透镜阵列20。

[0034] 子射束调制器8会被设置成基于控制单元60所提供的图案数据输入来提供图案给子射束7。该控制单元60包括数据储存单元61、读出单元62、以及数据转换单元63。该控制单元60的位置可能远离该系统的其余部分,举例来说,位于无尘室外面。该图案数据可以经由光纤64来传输。该光纤64的光传送末端可被组装在一个或多个光纤阵列15中。图案数据携载光射束14接着会被投射在被提供于子射束阻断器阵列9上的对应光接收组件(例如,光二极管)上。这种投射可以直接进行,或者,通过投射系统(在图1中由投射透镜65来示意性表示)来进行。这种投射系统(例如,投射透镜65)中的一个或多个组件可以在控制单元60的控制下经由定位装置17移动,用于将该数据携载光射束14正确对齐及/或聚焦在子射束阻断器阵列9中的对应光敏组件上。

[0035] 该光敏组件会被耦合至一个或多个阻断器,并且被设置成用于将光信号转换成不同类型的信号,举例来说,电信号。图案数据携载光射束14可以携载用于子射束阻断器阵列9内的一或多个阻断器的数据。该图案数据因而会经由该图案数据携载光射束被送往阻断器,以便让阻断器根据图案来调制通过此处的带电粒子子射束7。

[0036] 从子射束调制器8处出来的该已调制子射束会藉由子射束投射器被投射在目标13的目标表面上。该子射束投射器包括子射束偏转器阵列11,用于在该目标表面上方扫描该已调制子射束;以及投射透镜配置12,其包括一个或多个投射透镜阵列,用于将该已调制子射束聚焦在该目标表面上。该目标13通常被定位在可移动的平台24上,其移动可由控制单元(例如,控制单元60)来控制。

[0037] 对光刻应用来说,目标经常包括具备带电粒子敏感层或光阻层的晶圆。该光阻膜的一部分会藉由照射该带电粒子(也就是,电子)子射束而被化学改性。因此,该膜的被照射的部分将或多或少可溶解在显影剂中,从而在晶圆上造成光阻图案。该晶圆上的光阻图案

接着会被转印至下方层,也就是,藉由半导体制造的技术中已知的实施步骤(implementation step)、蚀刻步骤及/或沉积步骤。显而易见的是,倘若该照射不均匀,该光阻可能不会以均匀的方式被显影,从而在该图案中造成错误。所以,高质量投射与获得提供可再生结果的光刻系统有关。

[0038] 偏转器阵列11以及投射透镜配置12可以被整合至单一末端模块之中。该末端模块较佳地被建构成可插入、可置换的单元。该可插入、可置换的单元可能还包含子射束阻止阵列10。

[0039] 偏转器阵列11可采取扫描偏转器阵列的形式,被设置成偏转通过子射束阻止阵列10的每一子射束7。该偏转器阵列11可包括多个静电式偏转器,以便施加相对小的驱动电压。图中的偏转器阵列11虽然描绘在投射透镜配置12的上游处,不过,该偏转器阵列11亦可能被定位在该投射透镜配置12与目标表面13之间。

[0040] 因此,投射透镜配置12可以被设置成在被该偏转器阵列11偏转之前或之后聚焦该子射束7。较佳的是,该聚焦作用会造成直径约10至30纳米的几何光点尺寸。在这样的较佳的实施例中,该投射透镜配置12较佳的是被设置成提供约100至500倍的缩小倍数,最佳的是,倍数越大越好,举例来说,落在300至500倍的范围中。在较佳的实施例中,该投射透镜配置12可有利地被放置在靠近该目标表面13处。

[0041] 该带电粒子光刻设备1操作在真空环境中。真空是希望用于移除可能被该带电粒子射束离子化并且被吸引至该源的粒子,它们可能会解离并且被沉积在机械器件上,并且可能会分散该带电粒子射束。通常需要至少 10^{-6} 巴的真空。较佳的是,该光刻设备1的所有主要组件都被容纳在共同的真空腔室中,其包含包含该带电粒子源3的子射束产生器2、子射束调制器8、子射束投射系统以及可移动的平台24。这些主要组件也被称为电子光学柱(electron-optical column),或简称为柱,并且在图1中以虚线框18来示意性表示。

[0042] 在一实施例中,该带电粒子源环境会被压差式抽真空(differentially pumped)至相当高的真空,高达 10^{-10} 毫巴。在此实施例中,源3可以被放置在不同的腔室中,也就是,源腔室。抽真空降低该源腔室中的压力水平可以下面的方式来实现。首先,该真空腔室与该源腔室会被抽真空降低至该真空腔室的水平。接着,该源腔室会被额外地抽真空至所希望的更低压,较佳的是,以本领域技术人员所知悉的方式藉由化学吸气剂(chemical getter)来进行。藉由使用再生性、化学性、以及所谓的被动性泵(passive pump),例如,吸气剂,该源腔室内的压力水平可以变成比该真空腔室中的压力水平更低的水平,但是并不需要使用真空涡轮泵来达成此目的。使用吸气剂会避免该真空腔室的内部或紧邻的外侧邻近区域受到声音及/或机械性震动影响,其是在使用真空涡轮泵或是类似的装置来达成此目的便会发生的情况。

[0043] 图2a与2b所示的是主真空腔室中的投射柱的特定器件的简化图。图2a表明该系统中较佳的操作真空压力为主腔室约 2×10^{-6} 毫巴、中间腔室约 4×10^{-9} 毫巴、而该源腔室约 10^{-9} 毫巴。图2b则显示该系统中碳氢化合物(hydrocarbon)污染物的典型得到的分压的计算,碳氢化合物分压在主腔室中为约 7×10^{-8} 毫巴、在中间腔室中约 10^{-10} 毫巴、而在该源腔室中则约 10^{-11} 毫巴。

[0044] 在图2a与2b中所示的实施例中,该源3被放置在不同的源腔室102中;并且在此实施例中,准直器72以及从第一孔径阵列组件(AA)至多孔径阵列(MAA)中的孔径阵列组件被

放置在中间腔室103中。一替代实施例还在该中间腔室103中包含子射束阻断器阵列组件,使得该阻断器阵列组件的更小孔径构成该中间腔室与该主腔室之间的开口。在另一实施例中,该第一孔径阵列组件(AA)构成该中间腔室与该主腔室之间的开口,剩余的孔径阵列组件则被放置在主腔室中。

[0045] 图3所示的是具有中间真空腔室的带电粒子光刻系统的另一实施例。该光刻系统被放入在主真空腔室101中。该光刻系统操作在真空环境中。真空是希望用于移除可能被该带电粒子射束离子化并且被吸引至该源的粒子,它们可能会解离并且被沉积在该光刻系统的器件上,并且可能会分散该带电粒子射束。约 2×10^{-6} 毫巴的真空为较佳。为维持该真空环境,该带电粒子光刻系统被放置在主真空腔室101中。请注意,图3为简化图,而且图中没有显示该光刻系统中通常会被放置在该主真空腔室中的许多器件,举例来说,短行程晶圆平台(wafer stage)以及长行程晶圆平台等。

[0046] 该带电粒子源3被放置在源真空腔室102中,而该源真空腔室102接着会被放置在主真空腔室101中。这会让该源腔室102中的环境被压差式抽真空至显著高于该主腔室101的真空,举例来说,高达 10^{-10} 毫巴。图3中虽然仅显示单一源3;不过,该源腔室102可以适应于一个以上的源。源腔室102里面的高真空可以延长源3的寿命,减少该源腔室中的气体干扰该带电粒子射束的效应,而且在某些类型的源中甚至可能需要该高真空发挥它们的功能。该源通常是电子源。可以使用热分配器类型(thermal dispenser type)的源。

[0047] 源腔室中的高真空会导致较少的自由分子在该源腔室内循环。限制该源腔室中的自由分子会限制来自该主腔室的污染物(例如,水蒸汽以及从正在进行曝光的有光阻涂布的晶圆处被除气的碳氢化合物会受到限制),并且减少该源腔室中的器件上的电子射束诱导沉积(Electron Beam Induced Deposition,EBID)。

[0048] 图3的系统还包含中间腔室103,被放置在该主腔室101中。在此实施例中,该中间腔室容纳准直系统5(举例来说,其可能是单一准直器电极或是如图3中所示的一或多个准直器透镜5a、5b、5c)以及第一孔径阵列组件6。额外的孔径阵列组件可以被包含在该中间腔室中,例如,在图2a中所示的实施例中。

[0049] 该源腔室和中间腔室可被建构成单一真空腔室,以壁部将该腔室分割成用于该源的顶端区段以及包括该中间腔室的底部区段。从该源3至该第一孔径阵列6的距离的典型大小约为300mm。

[0050] 该中间腔室103中的环境会被压差式抽真空至中间压力,介于该主腔室的真空水平和该源腔室的真空水平之间。举例来说,该系统可以操作在主腔室位于约 2×10^{-6} 毫巴处、中间腔室位于约 4×10^{-9} 毫巴处、而源腔室位于约 10^{-9} 毫巴处。和该源腔室类似,此高真空会导致较少的自由分子在该中间腔室内循环,从而会限制来自该主腔室的污染物(例如,水蒸汽和被除气的碳氢化合物),并且减少该中间腔室中的器件上的EBID。

[0051] 源腔室102在该源腔室102的壁部中具备开口105,用于允许带电粒子射束4穿透进入中间腔室103与该主腔室101之中。该源腔室可具备阀门106,用于在必要时关闭该开口105,也就是,倘若该源腔室内的压力水平需要保持在远低于真空腔室中的压力水平的压力水平处的话。举例来说,倘若该真空腔室被打开,阀门106可被关闭,举例来说,以便达到维修的目的。在此情况中,在该源腔室内会保持高真空水平,其可以改善该光刻设备的停机时间。不需要等待至该源腔室里的压力水平足够为止,取而代之的是,现在只有该真空腔室需

要被抽真空至所希望的压力水平,该水平高于该源腔室中所需要的水平。阀门106受控于致动单元106a,该致动单元106a可包括压电式致动器,举例来说,Physikinstrumente型号N-214或N-215 NEXLINE®。

[0052] 源腔室102中允许带电粒子射束4穿透的开口105需要相对大,以便射出大射束。此开口的尺寸相当于为26mm x 26mm光刻系统柱所需要的圆形射束的相当大的部分(substantial fraction),而且此大开口太大而无法维持从该主腔室101至该源腔室102的大压降,也就是,从该源腔室中 10^{-9} 毫巴至该主腔室中 2×10^{-6} 毫巴的压力差。中间真空腔室103会产生中间的压力环境,其使得可以维持此大的压力差。

[0053] 该中间腔室具有开口107,对应于该源腔室开口105,用于准许该带电粒子射束进入;以及开口108,介于该中间腔室与该主腔室之间,用于允许该带电粒子射束穿透进入主腔室之中。阀门109可被提供用于在必要时关闭开口108,举例来说,如果该主真空腔室被打开用于达到维修的目的。在该中间腔室(以及源腔室)内会保持高真空水平,其可以藉由缩短抽真空的时间而改善该光刻设备的停机时间,因为只有该主真空腔室需要被抽真空至所希望的压力水平,该水平高于该中间腔室与源腔室中所需要的水平。阀门109受控于致动单元109a,该致动单元109a可包括压电式致动器。

[0054] 中间腔室103可被建构成使得介于该中间腔室与该主腔室之间的开口108是由第一孔径阵列组件所形成。藉由形成该中间腔室的壁部的一部分使其紧密配接该第一孔径阵列组件6能够达成此目的。举例来说,凹部可被形成在该中间腔室壁部中,用于容纳该第一孔径阵列的外缘。依此方式,开口108的尺寸会大幅地减小,该开口的区域包括第一孔径阵列的多个非常小的孔径。开口108的大幅减小的尺寸允许在该中间腔室102与该主腔室101之间保持更大的压差。

[0055] 此光刻系统较佳的是以模块样式来设计,以便允许方便维护。主要子系统较佳的是以独立且可抽取的模块来建构,使得它们能够从该光刻机中移除,而尽可能对其它子系统造成极小的干扰。这特别有利于在真空腔室中装入的光刻机,其中,接近该机器会受到限制。因此,故障的子系统可快速地被移除并且置换,而不必中断连接或干扰其它系统。在图3中所示的实施例中,这些模块化子系统可包含射束切换模块,其包含聚光透镜阵列74、多孔径阵列75、子射束阻断器阵列9;以及投射光学模块,其包含射束阻止阵列10以及投射透镜阵列12。该模块被设计成从对齐框架(alignment frame)处滑入与滑出。每一个模块都需要大量的电信号及/或光学信号以及用于供其操作的电功率。该真空腔室内的模块从通常被放置在该腔室外部的控制系统处接收这些信号。该真空腔室包含多个开口或端口,用于准许携带信号的缆线从控制系统处进入真空壳体,同时保持该缆线附近的真空密封。每一个模块较佳的是让它的电气布线连接、光学布线连接及/或功率布线连接的聚集路由经过专属于该模块的一或多个端口。这可让特定模块的缆线被中断、移除以及置换,而不会干扰任何其它模块的缆线。

[0056] 主真空腔室101设置有出口与真空抽吸系统111。该源腔室102可具备其自己的出口112与泵113,而中间腔室103可同样具备出口114与泵115。图中示意性显示的泵113与115会将该主腔室中的气体排至外部。这可能导致震动馈送至该光刻系统。在假定腔室102与103中的真空水平的前提下,可以使用化学式或吸气剂泵来捕捉这些腔室中的分子,而不必排至该主腔室外面。低温泵(cryogenic pump)也可用于这些腔室,但是,可能因为该腔室的

小尺寸而被排除。

[0057] 在该系统中将压力水平抽真空可以下面的方式来实现。首先,该主腔室101与中间腔室103以及源腔室102被抽真空至该主腔室101的水平。这可能完全或是主要由该主真空腔室101的抽吸系统111来完成。该抽吸系统111可具有用于该主腔室的一或多个专属真空泵,或者,一或多个真空泵可能在用于数个单独光刻系统的数个主真空腔室之间被共享。每一个主腔室可具有小型真空泵,并且共享较大型的真空泵。能够使用一个以上的泵在该主真空腔室中实现真空产生真空泵冗余,其可以改善真空操作的可靠度。倘若一真空泵出现故障,另一真空泵会接替它的功能。

[0058] 该主真空腔室中的真空能够由涡轮真空泵来产生,而且也可以使用低温泵系统(cryopump system)。水蒸汽低温泵(举例来说,具有一个或多个低温泵屏障(cryopump shield) 117的形式)可以包含在该主真空腔室101中,以捕捉该主腔室中的水蒸汽,以便帮助形成该主腔室中的真空。这会减小产生足够真空所需要的真空泵的尺寸并且减少泵抽真空的时间,并且没有使用任何移动部件,因此不会引进其它类型低温(<4K)系统通常会造成的震动。较佳的是,真空泵会先被启动,接着才启动该低温泵系统。在低温泵系统之前启动真空泵系统可以促成更有效的真空抽吸程序,并且进一步提高效率,真空泵可在特定周期(举例来说,为达到特定预定阈值以下的压力值所需要的时间)之后和该主真空腔室隔离。在隔离真空泵之后,该低温泵系统便可以继续操作,用于完成真空的生成。

[0059] 接着,中间腔室与源腔室会额外被抽真空至所希望的较低压力,较佳的是,以本领域技术人员所知悉的方式藉由化学吸气剂来进行。藉由使用再生性、化学性以及所谓的被动性泵,例如,吸气剂,中间腔室与源腔室内的压力水平可以达到比主腔室中的压力水平更低的水平,而并不需要使用真空涡轮泵。使用吸气剂会避免该真空腔室的内部或紧邻的外侧邻近区域受到声音及/或机械性震动的影响,其是在使用真空涡轮泵来达成此目的便会发生的情况。

[0060] 该主腔室初始会藉由抽离该腔室内部的空气而被抽真空。抽真空会藉由使用低温泵屏障或是类似的方法尽可能捕捉残留在腔室中的分子而继续进行。这会导致“捕捉”在该主腔室中循环的分子并且防止这些分子进入中间腔室与源腔室。藉由使用该孔径阵列中一个阵列的孔径来形成主腔室与中间腔室之间的开口,从而减小该开口的尺寸,该主腔室中的(相对更多)分子进入该中间腔室的机会也会降低。依照相同的方式,介于源腔室和中间腔室之间的开口会限制已进一步减少数量的分子进入该源腔室的机会。使用孔径阵列来分开主腔室与中间腔室允许腔室之间有较高的压差,并且减少从主腔室移动至中间腔室以及往前移到源腔室的污染物分子。

[0061] 该主腔室远大于该中间腔室与源腔室,并且含有作为除气的碳氢化合物、水以及其它污染物分子的源的许多器件。碳氢化合物的除气的最密集源是来自被该光刻系统曝光的有光阻涂布的晶圆。这些碳氢化合物会与该带电粒子相互作用,并且形成EBID(电子束束诱导沉积)沉积物。主要的污染生长通常是在孔径上,由EBID处理而生长的污染。该电极上的电流密度会远低于该孔径上。

[0062] 中间腔室藉由限制因污染物和EBID生长所造成的孔径(尤其是孔径的边缘)恶化而提供协助。在射束阻止(其靠近碳氢化合物除气的源)处的污染问题(也就是,该孔径中会造成减小孔径直径的EBID生长)虽然比在孔径阵列处更严重,不过,碳氢化合物分压和EBID

生长的效应在远离晶圆定位的孔径阵列上也是显著的,并且可能需要清洁该孔径。藉由在该中间腔室103与该主腔室101之间由孔径阵列组件之一的孔径形成开口108,可以在源腔室与中间腔室以及主腔室之间保持大的压差。再者,中间腔室中的碳氢化合物分压会非常大幅地降低至非常低的水平,而在源腔室中则会降低至更低的水平,如图2b中所示。此较低的碳氢化合物分压会大幅减少该孔径阵列上以及被放置在这些腔室中的其它器件上的EBID生长。

[0063] 本发明的概念是将两方面组合在一种设计之中,使得该两方面中的每一方面皆符合最小规格,也就是,最大压力。这两方面维持该源腔室与该主腔室之间的所需压差,并且减少该中间腔室与源腔室中污染物的发生,具体藉由降低这些腔室中碳氢化合物分压以及减少EBID增长实现。使用中间腔室,因为污染物(例如,碳氢化合物)对中间腔室与源腔室中的器件造成的污染根据初步计算预期会降低100倍。

[0064] 图4示意性显示带电粒子射束产生器。该射束产生器包括带电粒子源3,用于产生发散的带电粒子射束;准直器系统,用于折射带电粒子射束;以及孔径阵列6。准直器系统包括Einzel透镜(Einzel len),其包括三个透镜5a、5b、5c以及另一个透镜5d。该孔径阵列6被设置成用于从该源3所产生的射束处形成多个带电粒子射束。除此之外,该射束产生器还包括抽吸系统(例如,图3中针对中间腔室103所示的抽吸系统)的一或多个开口。该开口可具有入口的形式,作为用于连接至(真空)泵115的出口(例如,图3中所示的出口114)。该一或多个开口可能形成该抽吸系统的集成部分;或者,该一或多个开口可以是可连接至该抽吸系统内的一或多个泵。在某些实施例中,例如,图4中所示的实施例,该一或多个开口为一或多个泵220的一部分,该射束产生器包含该泵220。该泵可以是吸气剂泵或是升华泵,例如,钛升华泵(titanium sublimation pump)。下文中,将讨论在该射束产生器中包含一或多个泵220的实施例。

[0065] 该准直器系统内的一或多个透镜(通常为透镜5b与5d)操作在高电压处,举例来说,高于500eV的电压。电极5b(也就是,该Einzel透镜配置的中间电极)可以被用来折射该带电粒子射束。用于此透镜的适当电压可为15至25kV,举例来说,约20kV。透镜5a、5c可能保持在0V处。另一个透镜5d可以被用来修正像差,如稍后将进行的讨论。透镜5d可操作在非常低的电压处,举例来说,约1kV。

[0066] 该系统内的非指定器件上出现的高电压为不希望的,举例来说,因为这些电压会产生额外的电场,其会以令人无法接受且经常为无法预期的方式影响该带电粒子射束。所以,透镜5a至5d,且在此实施例还有孔径阵列6,是被放置在高电压屏蔽配置201里,用于屏蔽保护该配置201外面的器件,避免受到出现在该屏蔽配置201里面的高电压影响。再者,在使用期间出现的带电粒子射束也将受到屏蔽保护,不会受到从该高电压屏蔽配置201外面的位置处所发出的电场影响,该电场可能负面影响该射束的均匀性及/或可能引起额外的像差。较佳的是,该屏蔽配置201包括金属丝网(wire mesh)结构。使用金属丝网结构取代其中有数个小开口的封闭式结构会使得该屏蔽配置201里的体积能够更轻易地被抽真空,用于达到合适的真空压力。

[0067] 该一或多个泵220被放置在该屏蔽配置201外,以便防止该一或多个泵被充电。该带电粒子射束会产生热,具体地说,因为孔径平板6的带电粒子反向散射的结果所造成。因此,该一或多个泵220也会被加热,这会影响它们的效率。其它器件的操作可能也会因加热

而受到负面影响。所以,该射束产生器进一步包括用于移除热量(例如,在该准直器系统内所产生的热)的冷却配置203。该冷却配置203包围该高电压屏蔽配置201以及该一或多个泵220。因此,该一或多个泵220会被放置在该高电压屏蔽配置201与该冷却配置203之间。该冷却配置203可包括一或多条冷却通道204,冷却液体(例如,水)可以流过该冷却通道。相较于由导热材料制成的散热片,藉由其中有冷却液体流的冷却通道来使用主动式冷却会增强热传输效果。

[0068] 较佳的是,磁屏蔽配置205包围该冷却配置203。使用磁屏蔽配置205阻挡可能影响该带电粒子射束的外部磁场。较佳的是,该磁屏蔽配置205包括一或多个壁部,该壁部包括磁导率(magnetic permeability)大于约20,000的磁屏蔽材料。较佳的是,该磁屏蔽材料的磁导率大于约300,000。最佳的是,该磁屏蔽材料还具有低剩磁(remanence)。磁屏蔽材料的范例包含,但是并不受限于,镍铁合金(mu-metal)类型和Nanovate™-EM。

[0069] 该磁屏蔽配置205不会阻挡由该配置205内的绕线所产生的磁场以干扰该带电粒子射束。举例来说,此绕线是用于充电电极5b、5d的。基于此理由,该磁屏蔽配置205内的电线(wire)为笔直并且关于该准直器系统的中心在径向方向中取向。再者,该绕线的方式可以使得不同电线的磁场尽可能彼此抵消。在该磁屏蔽配置205外的电线的取向不重要,因为由这些位置处的电线所产生的磁场可以被配置205阻挡。请注意,该磁屏蔽配置205未必需要为一种封闭式结构。具体来说,在底部,该配置205可为开放的,在图4中以虚线表示。

[0070] 包含高电压屏蔽配置201、冷却配置203、以及磁屏蔽配置205在内的所有器件可以被放置在真空腔室101内。使用单独的真空腔室作为光刻设备的一部分可以有助于模块式设计。举例来说,该真空腔室内的所有器件随后可以彼此对齐排列并且在运送至制造环境之前进行测试。

[0071] 图5示意性显示该射束产生器的概要图。较佳的是,该源3被放置在真空高于该准直器所在区域103的区域102中。在图5至8中,该准直器被示意性描绘成具有参考标记300的方块。该准直器由具有足部231的支撑结构230来支撑。较佳的是,该支撑结构230具有所谓A形结构的形式。该支撑结构230可被连接至框架240。为建立真空,该射束产生器包括用于初始抽真空的一或多个端口250、251。附图标记260指一凸缘,其可以被设置成用于连接在冷却流体及/或绕线中。

[0072] 图6所示的是在其中提供磁屏蔽配置205的图5的射束产生器。该磁屏蔽配置205可具有围绕该源3与该准直器300的圆柱形盒体的形式,而且顶端被封闭,底部开口。从图中可见,虽然仅使用屏蔽配置205,不过其会形成不仅只有磁屏蔽的阻挡结构。举例来说,电线以及冷却流体管便可能无法通过。再者,该屏蔽配置205较佳的是被安置成使得器件能够轻易地被置换及/或维修。

[0073] 图7所示的是具有真空腔室隔离的图6的射束产生器。具体地说,平板310,较佳的是,金属平板,会产生第一真空腔室102与第二真空腔室103,其中,该第一真空腔室102较佳的是含有低于该第二真空腔室103的压力。端口250现在可被用来将真空腔室102抽真空;而端口251则可被用来将真空腔室103抽真空。该平板受到环圈325的支撑。

[0074] 图8所示的是具有真空腔室隔离的另一实施例的图6的射束产生器。于此情况中,结构315会被安置围绕该源3,用于产生第一真空腔室102。该结构315可同样会受到环圈325的支撑。

[0075] 在图7与8中所示的射束产生器的实施例中,该磁屏蔽配置205的屏蔽结构会被中断。图9所示的是由源腔室102与准直器300以及该磁屏蔽配置205一起组成的基本布局,它们被设置成使得该第一真空腔室102与该第二真空腔室103之间的真空泄漏(vacuum leak)受到限制,也就是,它的负面影响为可接受。请注意,结构315现在包括介于该第一真空腔室102与该第二真空腔室103之间的另一壁部317。再者,在该屏蔽作用被中断的位置处,该屏蔽平板会被形成使得它们的走向彼此平行一段特定的距离以上。

[0076] 图10所示的是准直器系统的一实施例的剖面图。在图10中所示的实施例中,该准直器系统包括其中具有凹腔的主体,其中,该凹腔的结构会使得该凹腔的表面充当该Einzel透镜的外电极5a、5c。该Einzel透镜的中央电极5b可以藉由多个分隔体,举例来说,藉由将参考图11与12进行讨论的三或多个弹簧组件,保持在该凹腔内的正确位置处。较佳的是,该主体形成冷却配置203。在此情况中,较佳的是,该主体包括一或多条冷却通道(图11中所示),用于容纳冷却流体(举例来说,水)流。

[0077] 在图10中所示的实施例中,上电极5a的形状会进一步被设计成使得被放置在上游处的源3受到有效的屏蔽保护,不会受到该Einzel透镜的中央电极5b所产生的电场影响。该中央电极5b是被用来折射由该源所产生的带电粒子射束。在一些实施例中,在上电极5a中形成的中心孔径由此基本上成圆锥形形成,或者如图10所描述,基本上呈钟形。

[0078] 该剖面图进一步显示该高电压屏蔽201和该一或多个泵220的存在。最后,在图10中所示的实施例中,在该凹腔内的较低位置处还出现另一电极5d。该另一电极5d可以用于进行像差校正。该电极5d在图中所示的形状可以为从该孔径阵列处反向散射的低能量电子进一步提供斥力。结果,更少的电子重新进入该凹腔,其会减少EBID。类似于该Einzel透镜的中央电极5b,该另一电极5d会藉由分隔体,举例来说,藉由将参考图11与12进行讨论的三或多个弹簧组件,被连接至该凹腔。

[0079] 图11所示的是图10的准直器系统的高空剖面图。该冷却配置203包括一或多条冷却通道340,用于容纳冷却液体流。在图11的实施例中,该冷却通道是利用激光钻孔与激光焊接所形成的具有盖板345的沟槽。或者,可以藉由本技术中已知的一或多种其它技术,例如,铜焊(brazing),来制造冷却通道。该冷却通道较佳的是还会在垂直方向,如箭头所示中进行冷却。

[0080] 图11进一步显示,用于支撑该准直器的支撑结构230可具备匹配被放置在预定位置处的球体232的足部231。使用这些球体232会达到让光刻系统中不同模块彼此对齐的目的。

[0081] 再者,图11还显示弹簧组件320,用于连接该Einzel透镜的中央电极5b以及该另一电极5d与该凹腔的表面。显示该弹簧组件320的一种可能取向的这种配置的剖面图示意性描绘在图12中。

[0082] 图13所示的是根据本发明一实施例的射束产生器400的高空侧视图。该射束产生器包括壳体,在此实施例中,其包括藉由凸缘402相互连接的三个部件401a、401b以及401c。壳体部件401a容纳一源3;壳体部件401b容纳Einzel透镜,其具有三个电极5a、5b以及5c;而壳体部件401c则容纳用于进行像差校正的另一电极5d。

[0083] 在该壳体外面有连接可用来供应及移除要被冷却配置使用的冷却流体。适合的冷却流体为水。用于供应冷却流体的供应单元(例如,供应管)可被连接至流体供应导管407a

的入口405a。类似地,用于移除冷却流体的流体移除单元(例如,管(tube))可被连接至流体移除导管407b的出口405b。

[0084] 该壳体进一步容纳高电压供应单元408的支撑体。该高电压供应单元408含有电线409,高电压会经过该电线被施加至该Einzel透镜的中间电极5b。除此之外,高电压亦可被施加至该另一电极5d。此电线会藉由绝缘结构410被适合地绝缘,用于避免放电。

[0085] 该射束产生器400被放置在真空腔室中。该真空腔室中的压力可藉由被连接至该射束产生器400的壳体的泵411而降低。

[0086] 如已参考图11进行的讨论,支撑结构230与足部231可被用来支撑该射束产生器400。

[0087] 图14所示的是图13的射束产生器的第一剖面侧视图。源3被放置在单独的源腔室102中。该源腔室102中的压力可藉由一或多个泵412来调节。该Einzel透镜电极5a、5b以及5c的形状与尺寸类似于显示在图11中并且参考图11所述的电极。该射束产生器包括多个泵220,它们被设置在高电压屏蔽配置201后面的凹腔的周边,射束会在使用期间通过该凹腔。此实施例中的高电压屏蔽配置201包括金属丝网结构。使用金属丝网结构可提供足够的屏蔽保护而不会受到高电压影响;同时允许该泵220充分接近该高电压屏蔽配置201内的空间,以便产生合适的真空压力。

[0088] 该泵220有效地调节被形成在壳体部件401b与401c内的腔室内的压力,该腔室可被作为如参考图2a、2b以及3所讨论的中间腔室。和图3的中间腔室103的差别在于孔径阵列6没有被放置在由壳体部件401b与401c的内部所形成的中间腔室内。

[0089] 图15所示的是图13的射束产生器的第二剖面侧视图。在此剖面图中描绘该射束产生器的冷却配置的部分。具体地说,图15显示入口405a和用于容纳冷却流体供应的流体供应导管407a的一部分以及出口405b和用于在冷却流体已经吸收该射束产生器中的热之后移除冷却流体的流体移除导管407b的一部分。

[0090] 热量不仅因该Einzel透镜内存在高电场而被产生。具体地说,在该孔径阵列6被放置在Einzel透镜的非常邻近位置处的情况中,举例来说,被放置在另一电极5d的正下方或正上方,反向散射的带电粒子便会在该系统内产生热生成。此热生成不仅受限于该Einzel透镜的下电极5c,还可能严重影响该Einzel透镜的上电极5a。用于冷却该射束产生器中的准直器系统的一部分的通道配置的实施例将参考图17来作说明。

[0091] 图16所示的是图13的射束产生器的另一高空侧视图。在该图式中显示管分流器406,它们会将冷却流体流分成该冷却配置的不同部分。在某些实施例中,该冷却配置会被分成三个段。该冷却配置的上段可随后被设置成用于冷却该Einzel透镜的上电极5a。该冷却配置的中段可随后被设置成用于冷却该Einzel透镜的下电极5c。最后,该冷却配置的下段可用于冷却另一电极5d。应该了解的是,在没有另一电极5d的实施例中,可能会使用较少的段。

[0092] 在目前所示的实施例中,该Einzel透镜的中间电极5b不会藉由冷却流体来主动冷却。

[0093] 图17所示的是由被用来冷却图13的射束产生器中的准直器系统的一部分的多条通道所组成的配置的高空侧视图。此通道配置特别适合在如先前讨论的具有三个段的冷却配置中作为上段。虽然图17看似描绘的是管,但是,用于冷却的基础架构较佳的是由被形成

在具有适合导热效果的固体结构内的通道所形成。

[0094] 冷却流体(例如,水)是经由通道417a来供应的。冷却流体会在被形成于准直器透镜的主体内形成的凹腔的周边在实质上水平的方向中前进。沿着该周边,侧通道会依序在实质上垂直的方向中朝下、和通道417a中的流动方向实质上反向的方向中实质上水平、在实质上垂直的方向中朝上、在实质上水平的方向中径向朝内、在实质上垂直的方向中朝上、以及在实质上水平的方向中径向朝外设置成用于传输经由通道417a被供应的冷却流体的一部分。最后,该侧通道终止于通道417b中,该通道417b会沿着被形成于准直器透镜的主体内的凹腔的周边前进并且流出该配置。图中所示的通道配置适合吸收大量的热量。在垂直方向中(具体地说,以该Einzel透镜的上电极5a为基准)的热吸收的程度可主要决定该Einzel透镜的上电极5a的最佳厚度。

[0095] 图18所示的是图13的射束产生器的又一高空侧视图。在此图中显示接线板(patch panel)420,用于设置绕线连接。除此之外,此图式还显示相反重量(contra weight)430。相反重量430可被用来调适该射束产生器的质量中心,使得允许提供具有更高可预测性特征的稳定结构。

[0096] 在某些实施例中,例如,参考图13至18所讨论的实施例,准直器透镜内的凹腔会形成具有主要为封闭性质的腔室,也就是,包围该准直器透镜的壳体会有有限的开口。因此,一或多个泵出口(某些实施例中是泵220的一部分)可以在该凹腔内产生相对低的真空压力,举例来说,大小为 10^{-6} 巴的压力,但是,高达 10^{-10} 巴的更低压力亦可达成。准直器透镜内的低压力会减少残余分子的离子化,残余分子的离子化不仅会负面影响带电粒子射束,还可能导致离子实际撞击源3。此撞击会严重限制源3的寿命并且因而不是所希望的。

[0097] 本文已经参考上面所讨论的特定实施例描述了本发明。应该理解的是,这些实施例可以本领域技术人员所熟知的各种修正与替代形式来实现,其并没有脱离本发明的精神与范畴。据此,本文虽然已经说明过特定实施例;不过,这些特定实施例仅为示例,并没有限制本发明的范围,本发明的范围定义在随附的权利要求中。

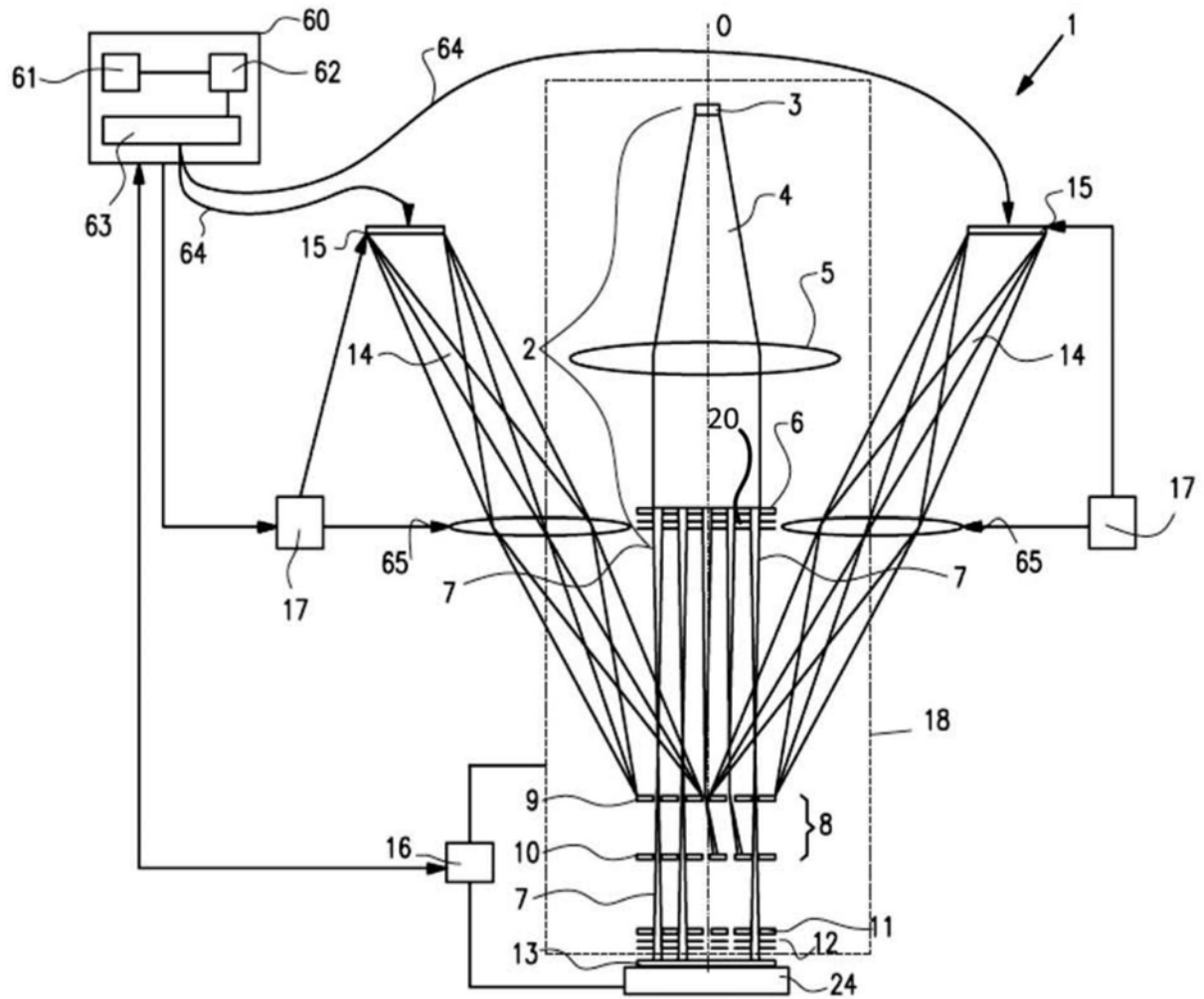


图1

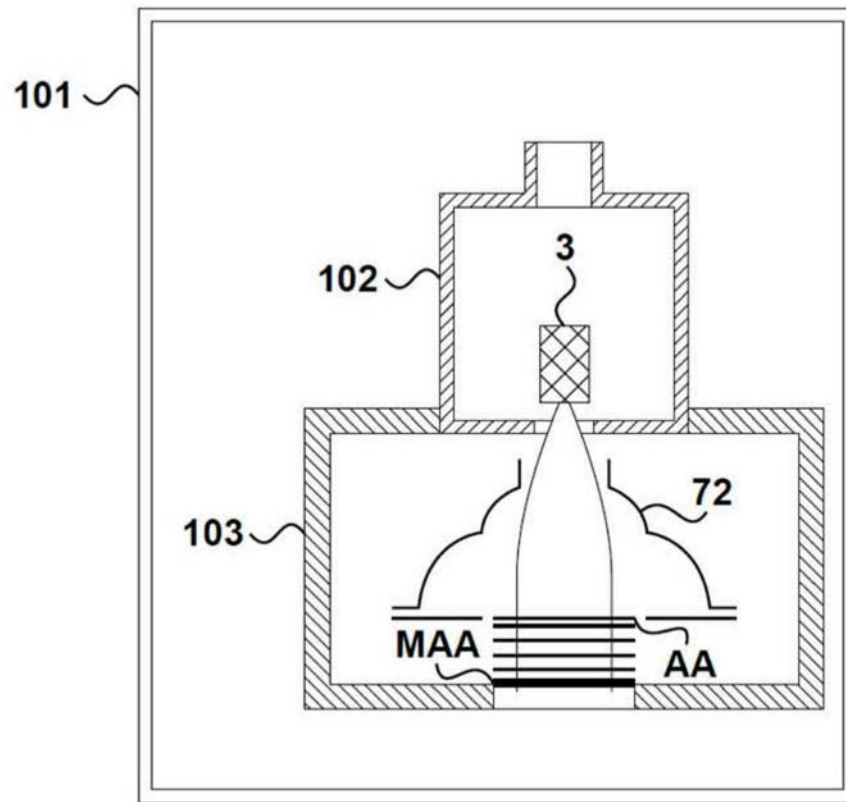


图2a

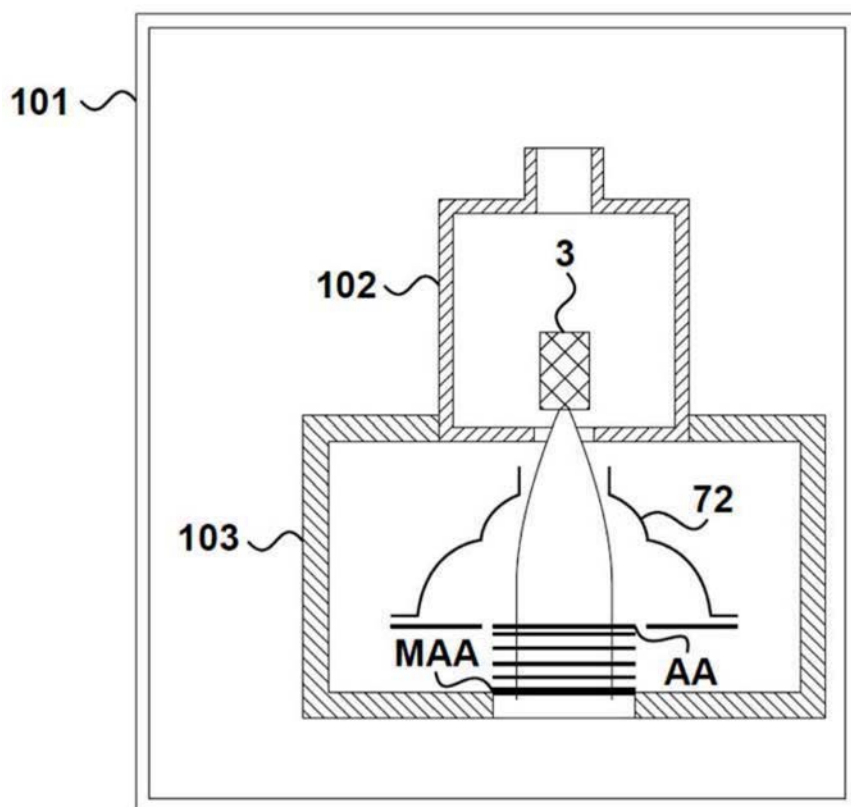


图2b

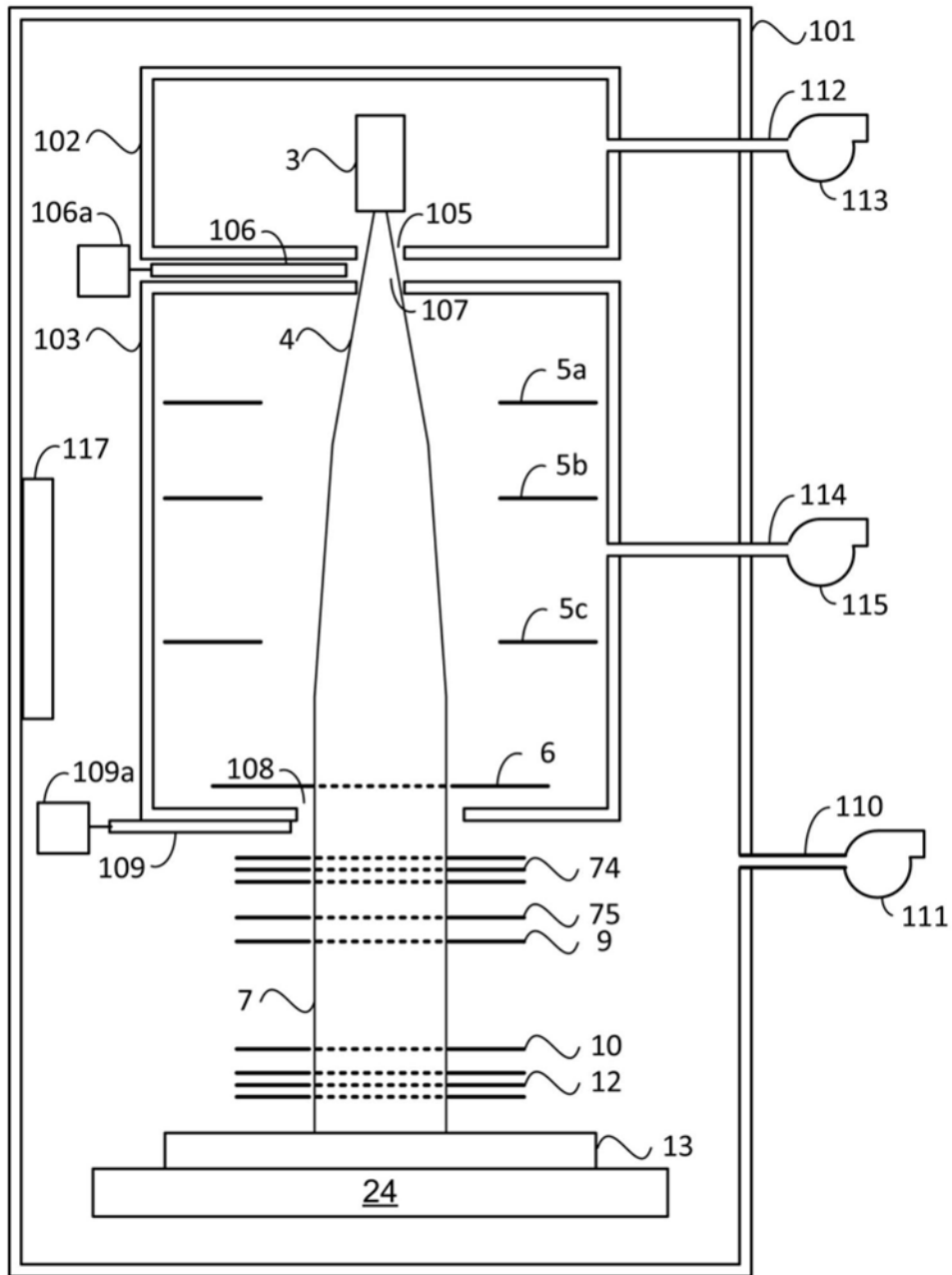


图3

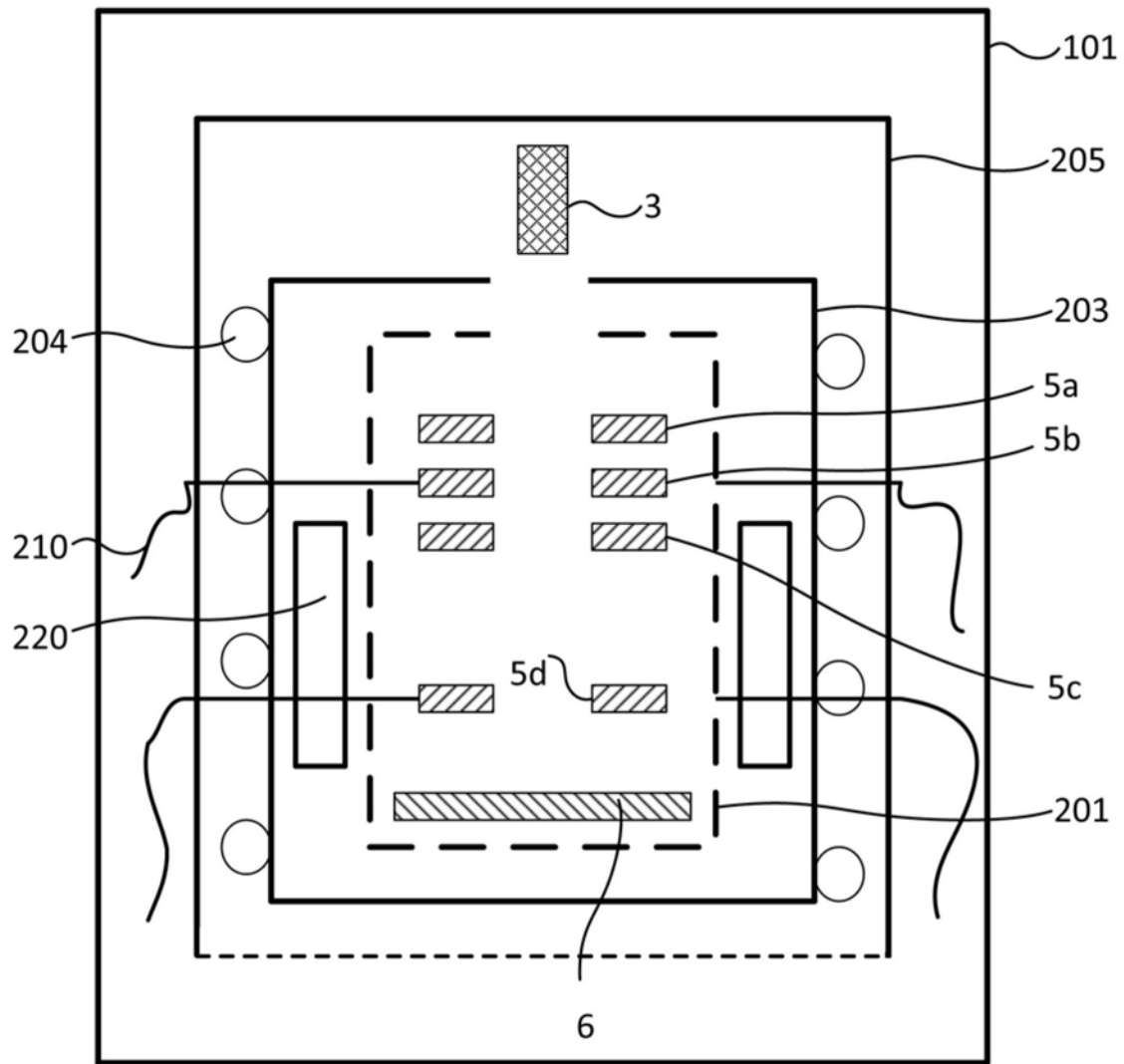


图4

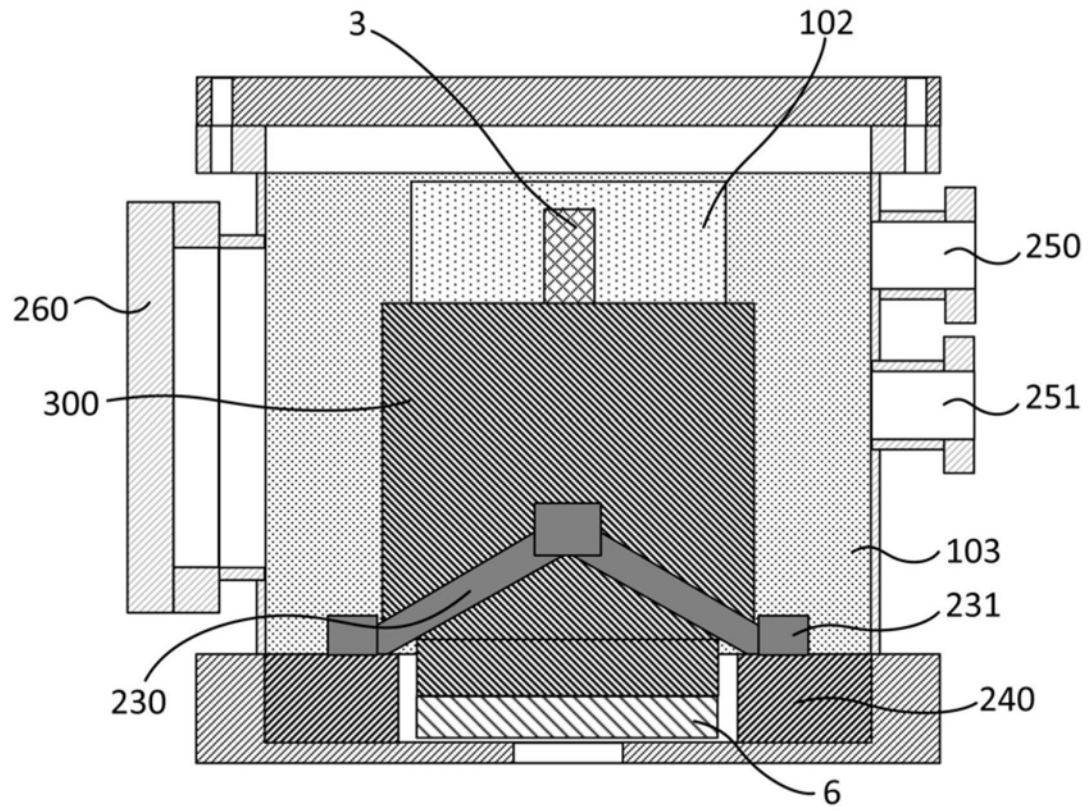


图5

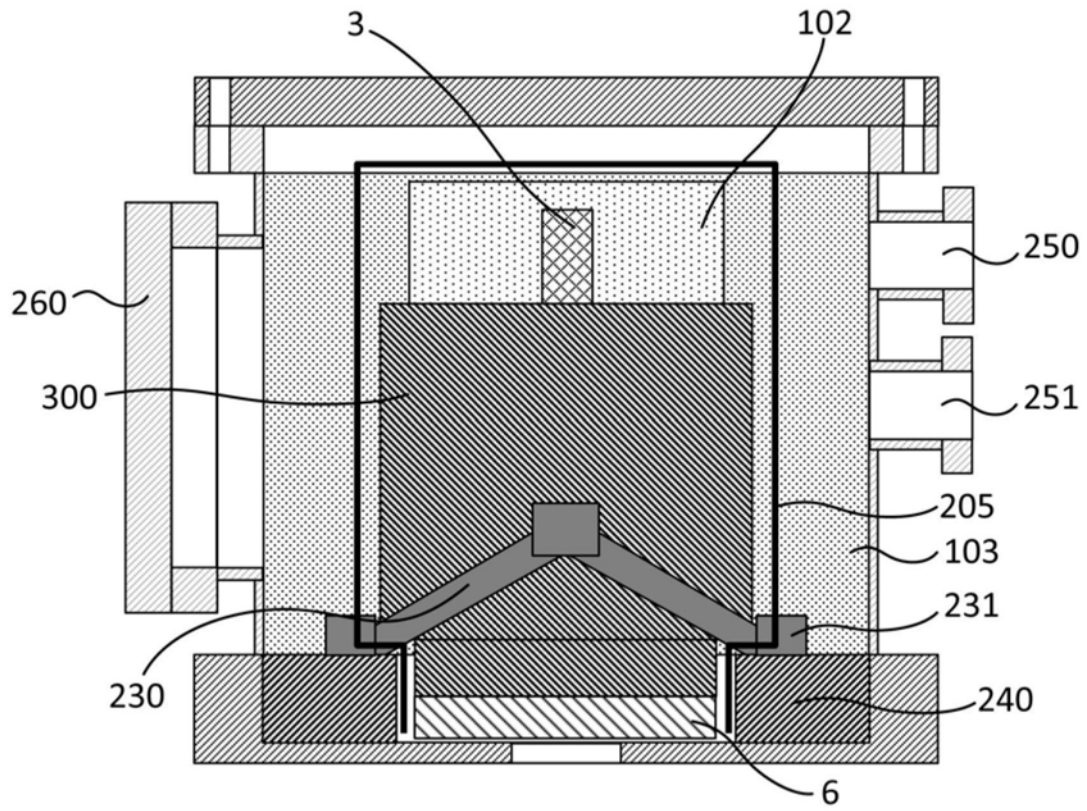


图6

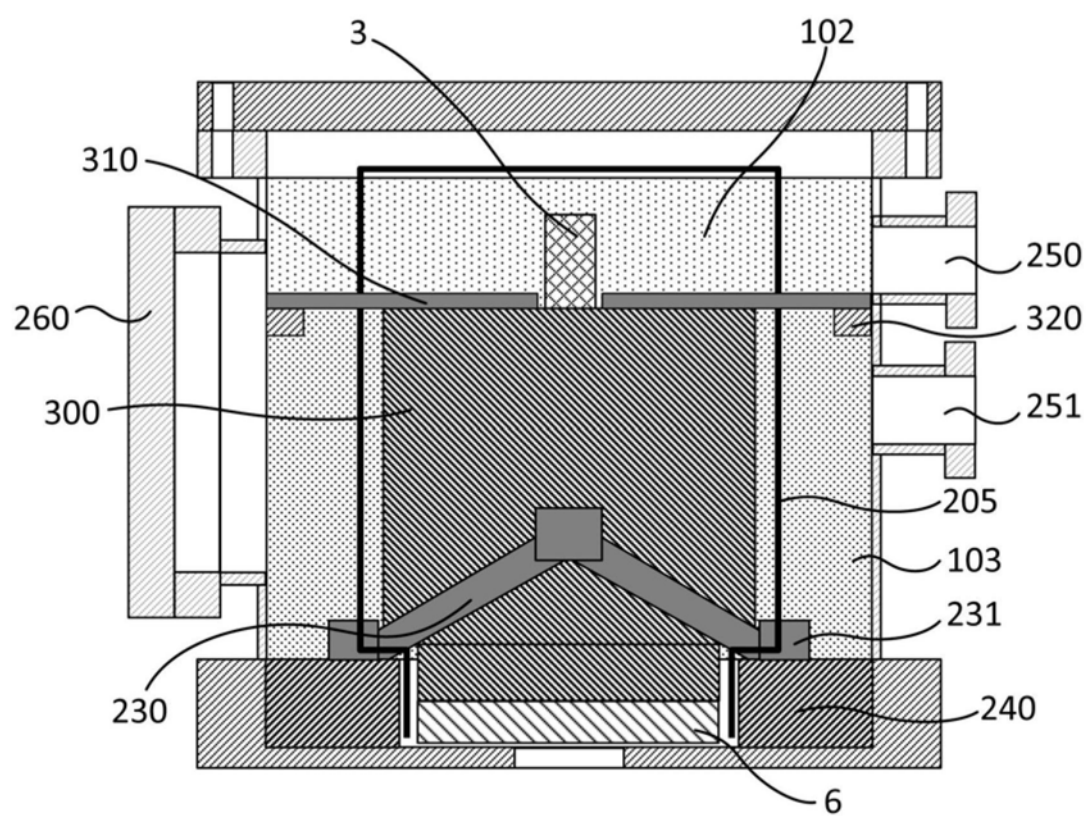


图7

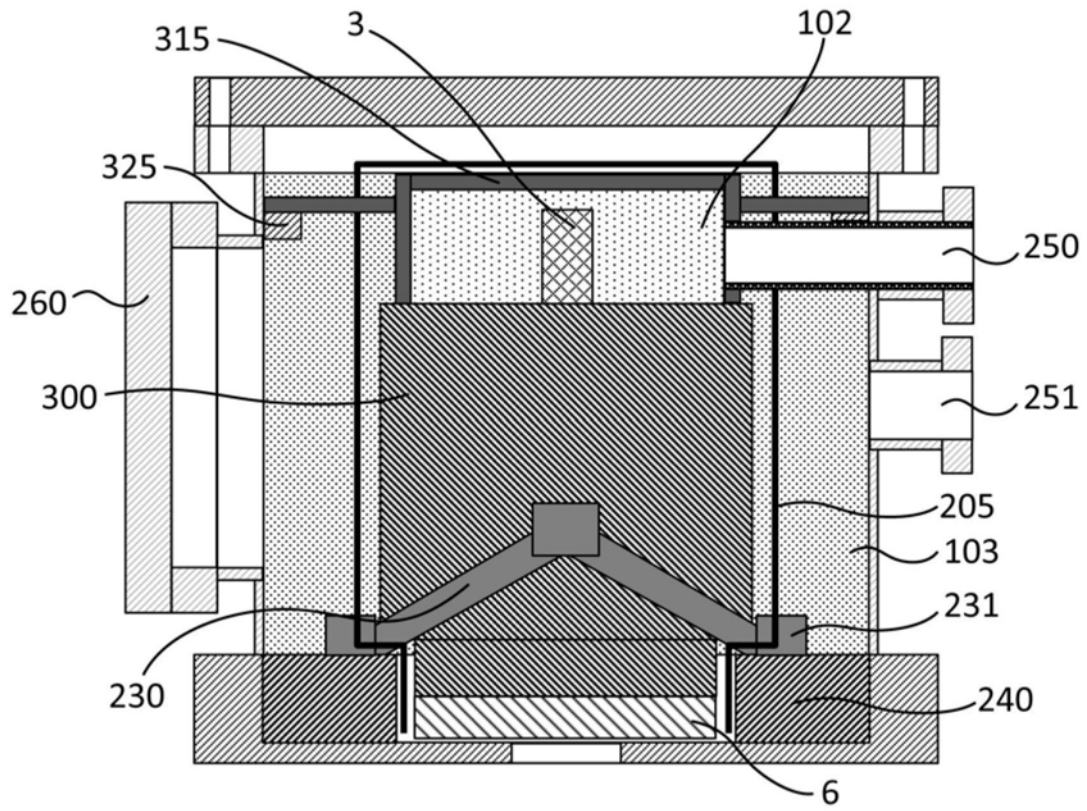


图8

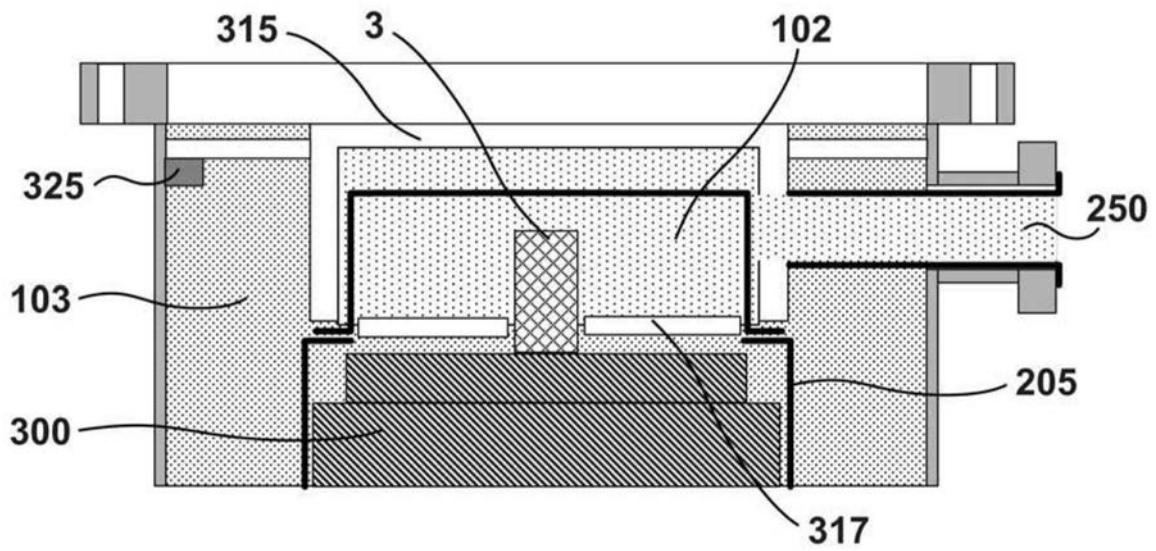


图9

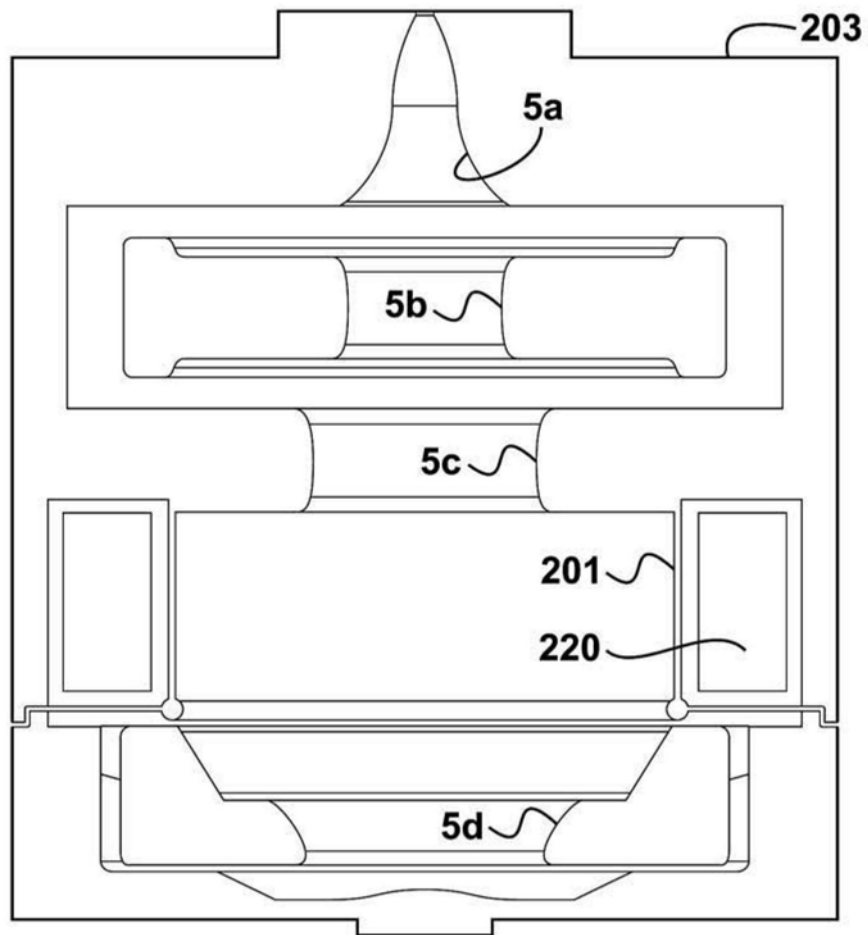


图10

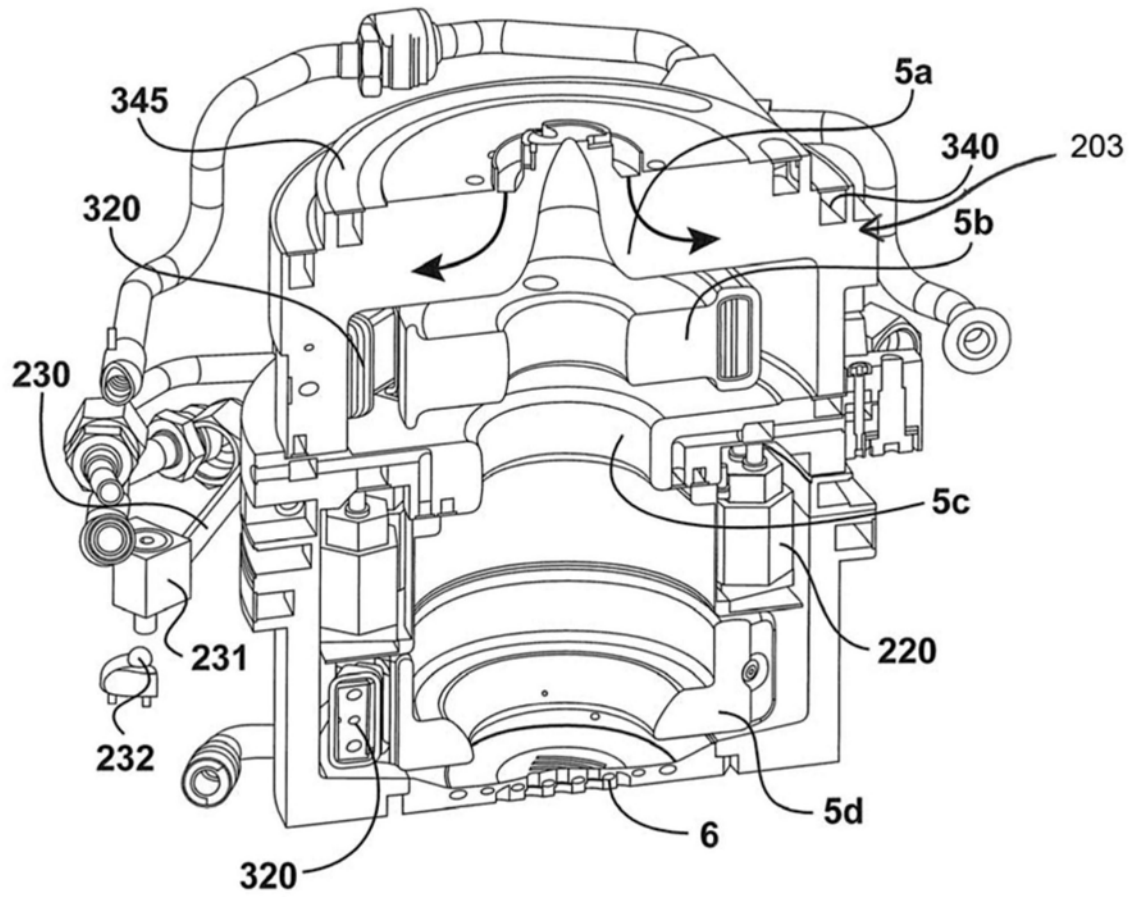


图11

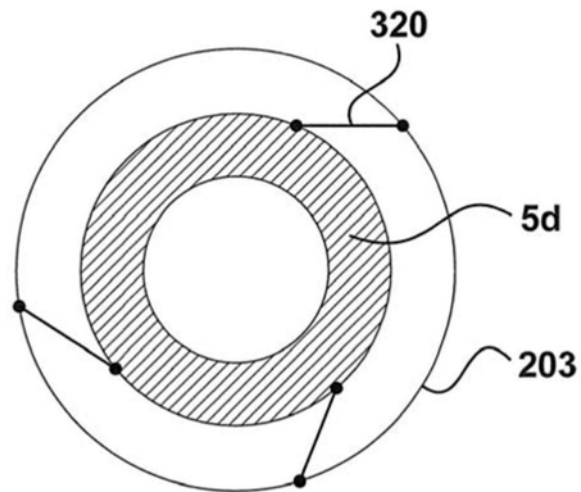


图12

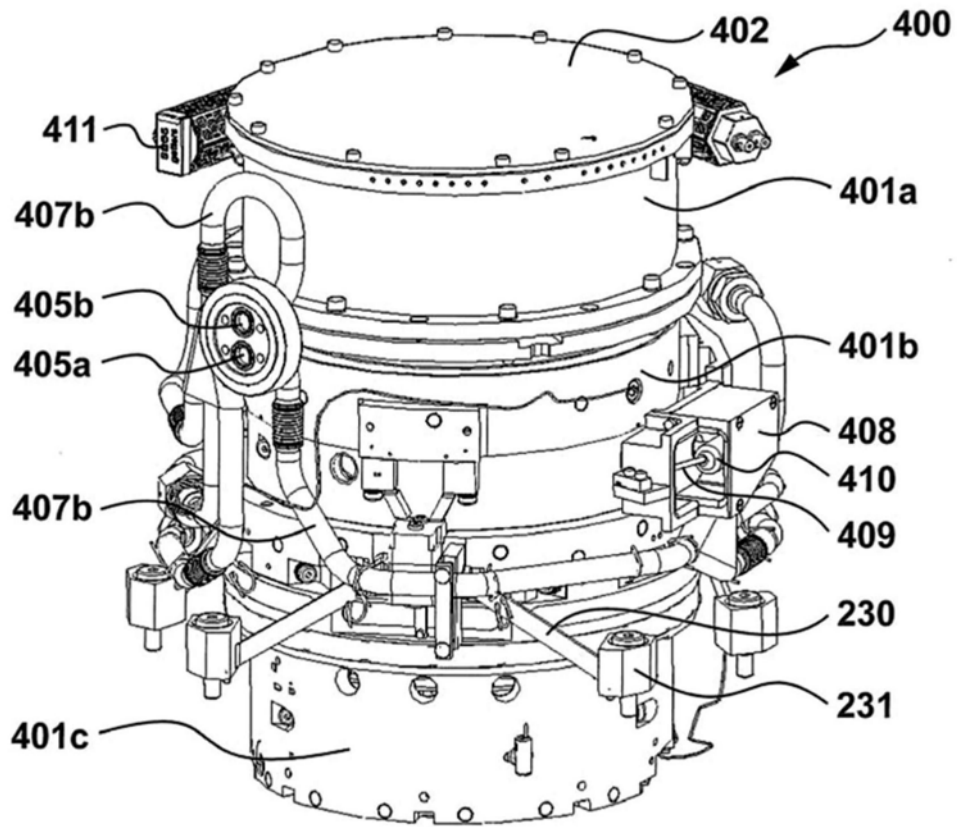


图13

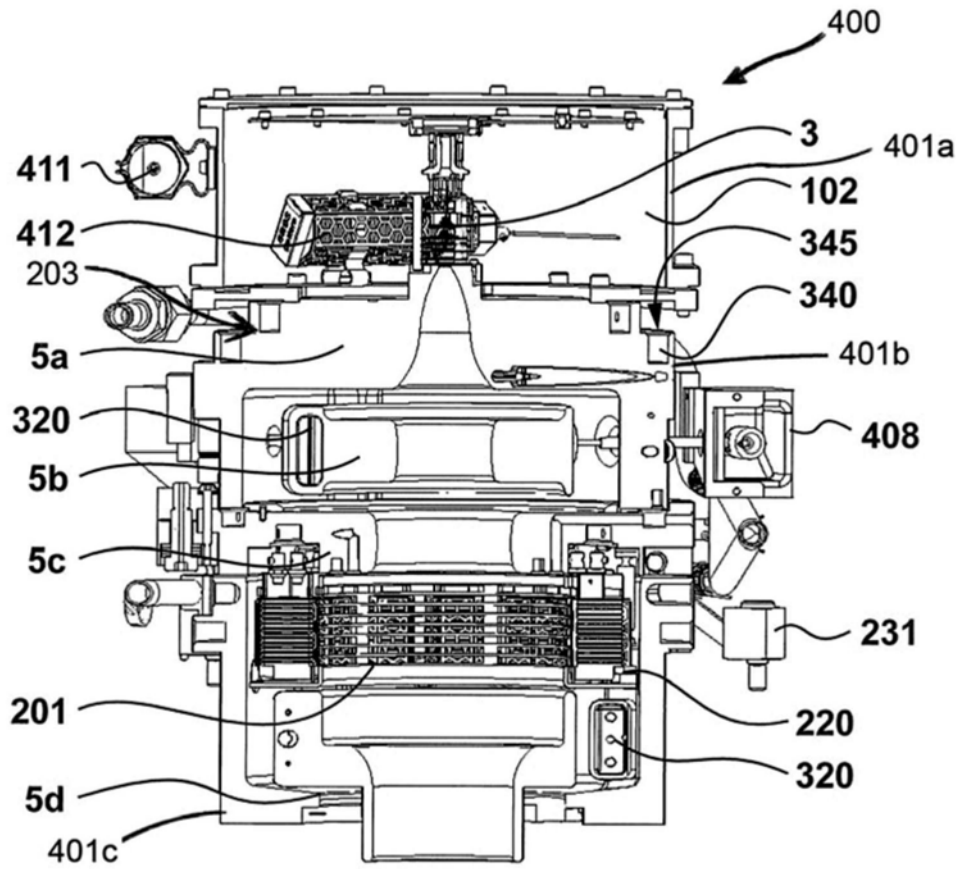


图14

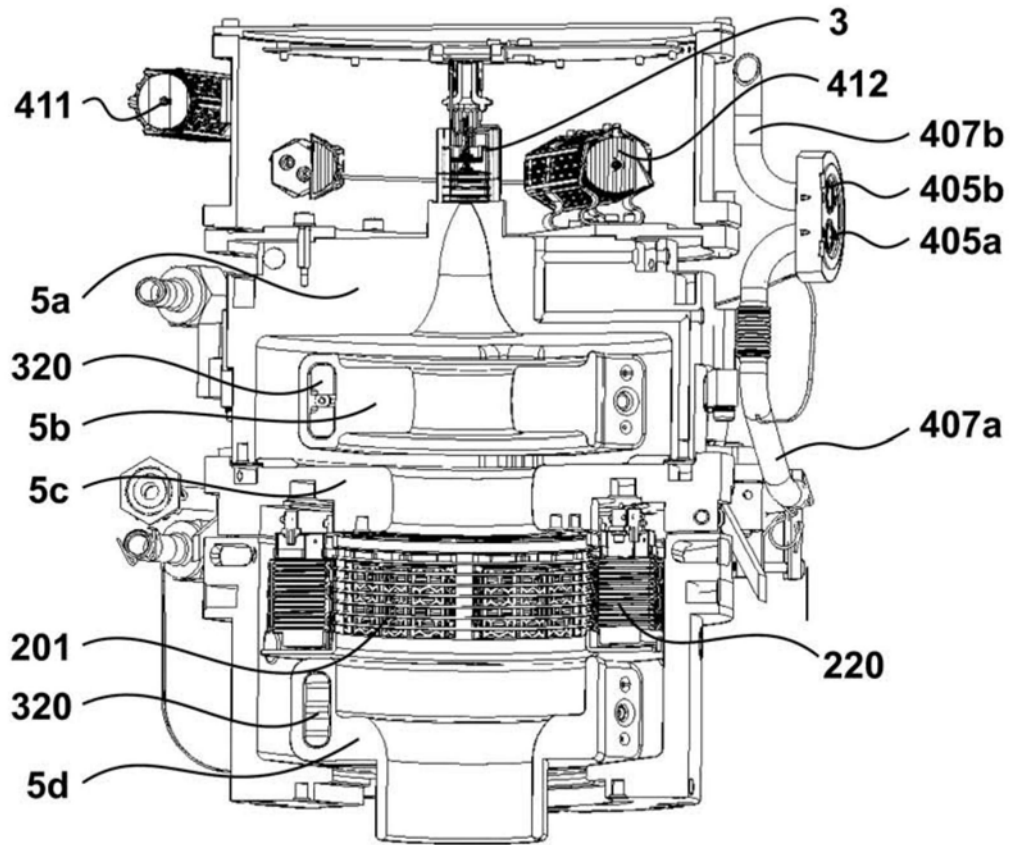


图15

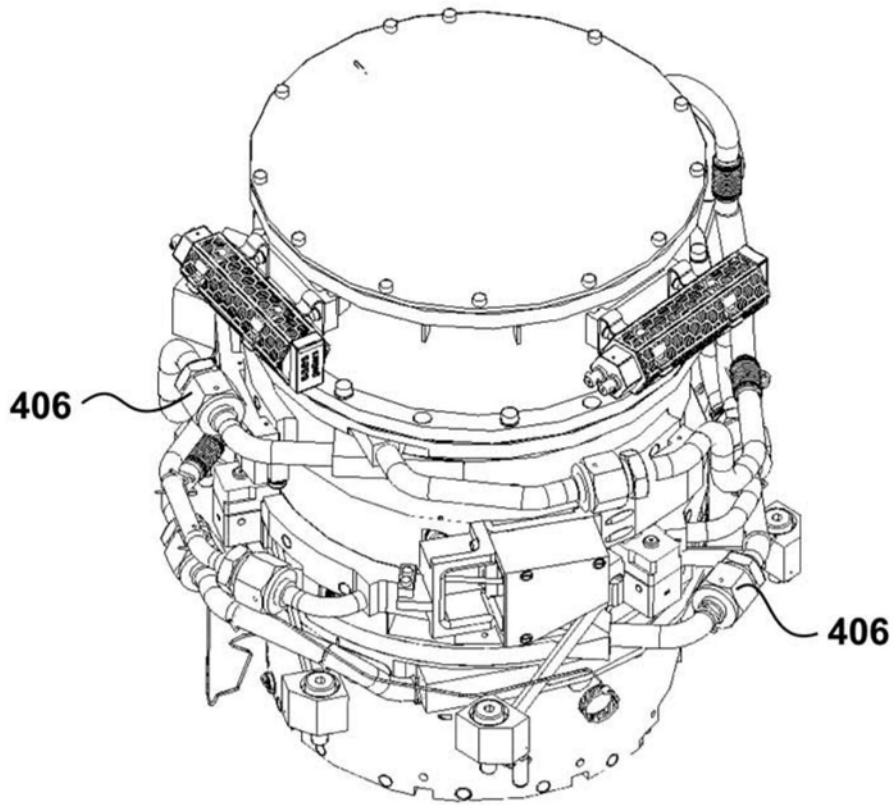


图16

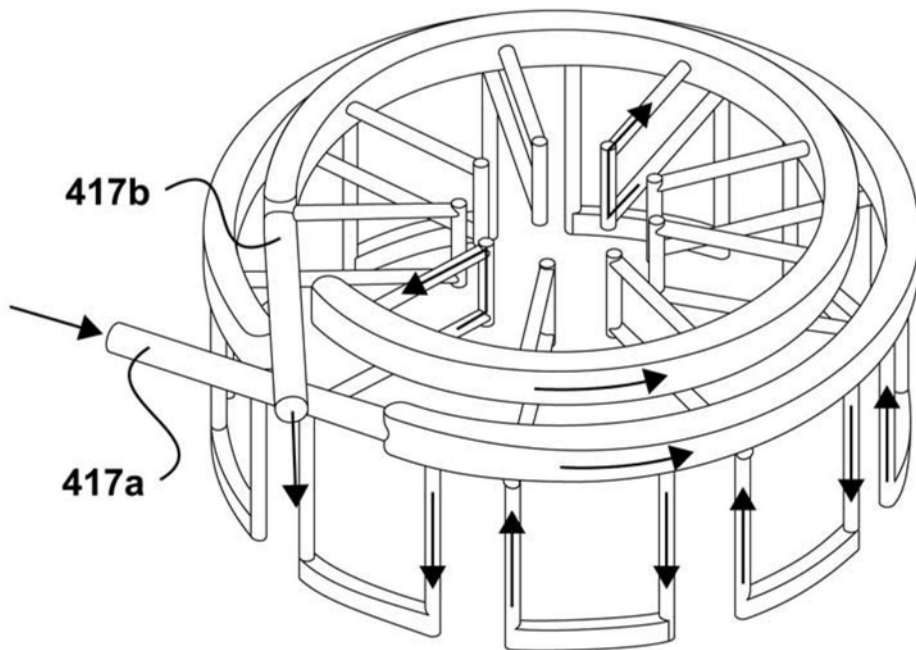


图17

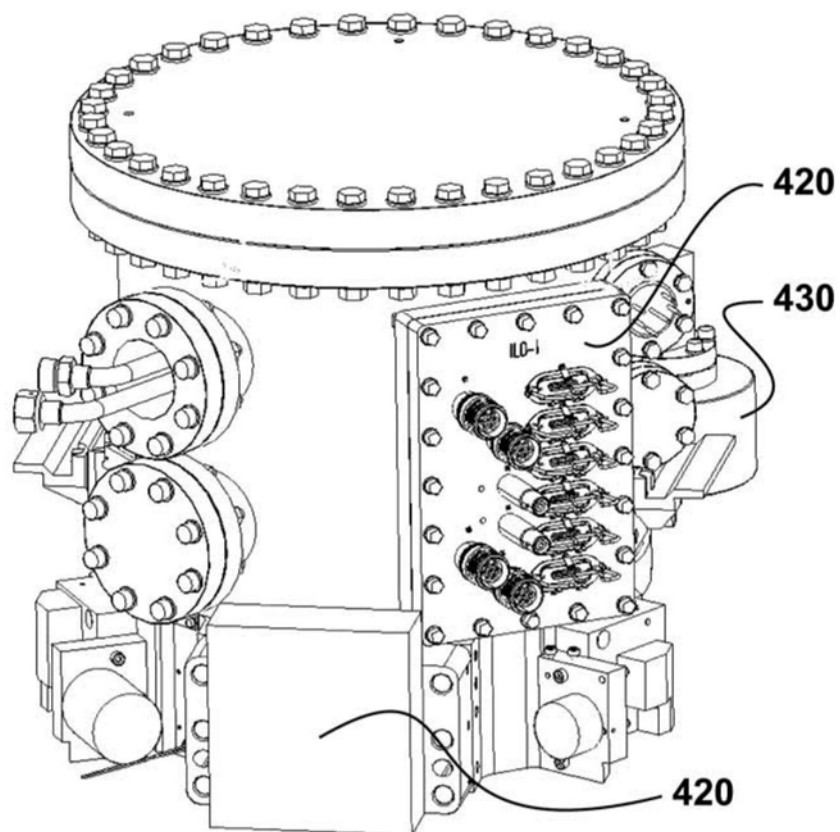


图18