



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104321701 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201380025372.3

(22)申请日 2013.03.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104321701 A

(43)申请公布日 2015.01.28

(30)优先权数据

61/613,391 2012.03.20 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.11.14

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/055865 2013.03.20

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/139878 EN 2013.09.26

(73)专利权人 迈普尔平版印刷IP有限公司

地址 荷兰代夫特

(72)发明人 P.克鲁伊特 M.斯米茨

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 陈尧剑

(51)Int.Cl.

G03F 7/20(2006.01)

H01J 37/32(2006.01)

H01J 37/317(2006.01)

H01L 21/67(2006.01)

(56)对比文件

CN 101158034 A, 2008.04.09,

CN 1078768 A, 1993.11.24,

US 5554257 A, 1996.09.10,

CN 102265387 A, 2011.11.30,

CN 1708826 A, 2005.12.14,

CN 102098863 A, 2011.06.15,

审查员 王度阳

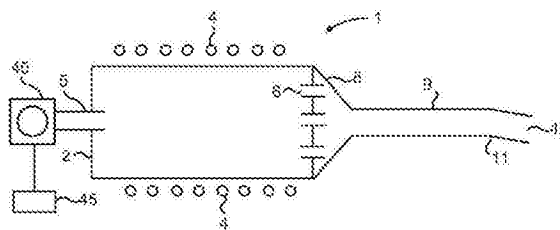
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

用于运输自由基的装置和方法

(57)摘要

本发明涉及用于运输自由基的装置。该装置包括等离子体发生器和导向体。等离子体发生器包括其中可以形成等离子体的室(2)。该室具有用于接收输入气体的进口(5),和用于排除在室中产生的等离子体和自由基中的至少一者的一个或多个出口(6)。该导向体是中空的,且布置成朝向要除去的污染沉积物所在的区域或空间引导在等离子体中形成的自由基。该室进口连接到压力装置(40),该压力装置用于向室中提供脉动的压力,以便在导向体中产生流。



1. 电子射束光刻系统,包括:

子束发生器,用于生成多个电子子束;

多个子束操纵器元件,用于操纵所述电子子束,所述子束操纵器元件中的至少一个包括孔径阵列;

等离子体发生器,包括其中可以形成等离子体的室(2),该室包括用于接收输入气体的进口(5),和用于排除在室中产生的等离子体和自由基中的至少一者的一个或多个出口(6);

中空为导向体(9),用于朝向要除去污染沉积物所在的所述孔径阵列引导在所述等离子体中形成的自由基;以及

压力调节器(8),该压力调节器(8)具有进口和出口,所述进口具有第一横截面面积,所述出口具有第二横截面面积,所述第一横截面面积大于所述第二横截面面积,所述压力调节器的进口连接到所述一个或多个室的出口,所述压力调节器的出口连接到所述中空的导向体。

2. 如权利要求1所述的电子射束光刻系统,其中所述室配备有限流器。

3. 如权利要求2所述的电子射束光刻系统,其中所述限流器是有孔壁。

4. 如权利要求1所述的电子射束光刻系统,其中所述压力调节器采取漏斗的形式。

5. 如权利要求4所述的电子射束光刻系统,其中所述压力调节器的出口配备有所述中空的导向体可拆装地附接到其上的延伸部分。

6. 如权利要求5所述的电子射束光刻系统,其中所述中空的导向体可卡在所述压力调节器的出口的所述延伸部分上。

7. 如权利要求5所述的电子射束光刻系统,其中所述漏斗配备有狭缝形式的两个出口,并且其中管子形式的所述中空的导向体能卡在狭缝的延伸部分上。

8. 如权利要求7所述的电子射束光刻系统,其中所述中空的导向体的第二端部形成出口,所述出口被布置成靠近所述子束操纵器元件的表面,并且其中所述子束操纵器元件是投射光学模块和射束切换模块中的一个。

9. 如权利要求8所述的电子射束光刻系统,其中所述压力调节器包括第一压力调节器的出口和第二压力调节器的出口,其中第一中空的导向体被布置成通过所述第一压力调节器的出口将所述自由基导向至所述投射光学模块,并且其中第二中空的导向体被布置成通过所述第二压力调节器的出口将所述自由基导向至所述射束切换模块。

10. 如权利要求5所述的电子射束光刻系统,进一步包括护罩(400),该护罩(400)用于放置在所述中空的导向体与所述压力调节器的出口的延伸部分之间的连接上。

11. 如权利要求10所述的电子射束光刻系统,其中所述护罩被布置成可滑动地放置在所述连接的位置上。

12. 如权利要求4所述的电子射束光刻系统,其中所述压力调节器配备有用于接收进口气体的另外的进口(35)。

13. 如权利要求1所述的电子射束光刻系统,其中所述中空的导向体采取管子(9)的形式。

14. 如权利要求1所述的电子射束光刻系统,其中所述等离子体发生器进一步包括围绕在所述室外侧的射频线圈(4),用于在所述室内生成等离子体。

15. 如权利要求1所述的电子射束光刻系统,其中所述子束操纵器元件被安装在可拆除的板子上,并且其中所述中空的导向体被安装在可拆卸的模块板上。

16. 如权利要求15所述的电子射束光刻系统,其中所述中空的导向体被布置成穿过所述可拆除的模块板。

17. 如权利要求1所述的电子射束光刻系统,还包括:

对准副框架,其被设置成支撑所述子束操纵器;和

框架,其被设置成通过振动衰减元件来支撑所述对准副框架,

其中所述等离子体发生器的室集成到所述对准副框架中。

18. 如权利要求17所述的电子射束光刻系统,其中所述压力调节器采取漏斗的形式,所述漏斗集成到所述对准副框架中。

19. 用于连接到含有等离子体的室的压力调节器,所述压力调节器具有进口和出口,所述进口用于接收在室中产生的等离子体和自由基中的至少一者,且具有第一横截面面积,所述出口具有第二横截面面积,所述第一横截面面积大于所述第二横截面面积,所述压力调节器的进口连接到等离子体室,所述压力调节器的出口可拆装地附接到中空体。

20. 如权利要求19所述的压力调节器,其中所述压力调节器采取漏斗的形式。

21. 如权利要求20所述的压力调节器,其中所述压力调节器配备有用于接收进口气体的另外的进口(35)。

22. 用于运输自由基的方法,该方法包括:

提供如权利要求1至16中任一项所述的电子射束光刻系统,使所述中空的导向体的端部靠近要除去的污染沉积物所在的区域或空间;

将输入气体引入所述室中;

在所述室中形成等离子体和自由基;以及

朝向所述中空的导向体的端部产生自由基的流,

其中所述光刻系统配备有如权利要求21所述的压力调节器,并且其中所述方法进一步包括通过所述压力调节器的所述另外的进口引入进口气体。

23. 如权利要求22所述的方法,其中所述电子射束光刻系统的等离子体发生器包括围绕所述室的外侧的射频线圈(4),并且其中形成等离子体包括使所述射频线圈通电。

24. 如权利要求22所述的方法,其中所述输入气体是氧气。

用于运输自由基的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于运输自由基(例如,用于除去污染沉积物)的装置和方法。本发明进一步涉及包括这种装置的带电粒子光刻系统。本发明进一步涉及用于连接到等离子室的压力调节器。本发明进一步涉及用于运输自由基的方法。

发明内容

[0002] 带电粒子光刻系统的精确度和可靠性会因为污染受到负面影响。在这种光刻系统中污染的重要原因是由污染物沉积的累积造成的。带电粒子是形成图案的子束的一部分,并且是在系统中与系统中已经存在的碳氢化合物相交而产生的。产生的电子束诱导沉积(EBID)在系统的表面上产生含碳层。这层含碳材料影响射束稳定性。这种含碳层在带电粒子射束和/或子束所通过的孔径中和孔径周围的累积还减小孔径尺寸,且使射束或子束穿过这些孔径的传输减弱。因此,除去EBID,尤其是除去碳氢化合物部分压力相对高和射束流密度相对高的区域中的EBID是非常令人期望的。

[0003] 这种沉积物可通过原子清洁来减少或除去。这可以通过使用等离子体发生器产生与沉积物交互作用的原子流来实现。在那里提供的等离子体和原子,尤其是自由基的运输经常是效率低下的,这可能导致清洁时段相对长,以及清洁质量不够,即,没有彻底地或充分地将特定表面或特定容积上的污染物除去。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供用于以更有效的方式例如朝向其中的污染沉积物要除去的区域运输自由基的装置和方法。为了这个目的,本发明的一些实施例涉及用于运输自由基的装置,该自由基例如用于除去污染沉积物,所述装置包括:等离子体发生器,其包括其中可以形成等离子体的室,该室包括用于接收输入气体的进口,和用于移除在室中产生的等离子体和自由基中的至少一者的一个或多个出口;以及中空的导向体,用于朝向要移除的污染沉积物所在的区域或空间引导在等离子体中形成的自由基;其中所述室的进口连接到压力装置,该压力装置用于向室中提供脉动的压力,以便在导向体中产生流。通过以脉动的方式增大所述室内部的压力,在其中生成的自由基不再以分子流状态(molecular flow regime)的方式移动,而是,它们以所谓的粘滞压力状态(viscous pressure regime)的方式移动。在粘滞压力状态中,等离子体形成流,该流可以称为粘性流,该粘性流运输自由基。在局部增大压力的这些时段中,自由基可被引导向导向体,这可以显著地提高自由基的以及可选地提高的等离子体的转移的效率。结果是,穿过导向体朝向期望的位置(例如,污染的区域)传送的原子自由基的数目增加。此外,通过提供以脉动方式局部增大压力的时段,在导向体中等离子体消失(extinction)的可能的风险降低。

[0005] 优选地,压力装置是阀。阀使得能够快速打开和关闭进口,这使得能够以相对高的频率提供脉动的压力。

[0006] 在一些实施例中,本发明涉及用于运输自由基的装置,该自由基例如用于除去污

染沉积物,该装置包括:等离子体发生器,包括其中可以形成等离子体的室,该室包括用于接收输入气体的进口,和一个或多个出口,该出口用于排除在室中产生的等离子体和自由基中的至少一者;以及中空的导向体,其连接到一个或多个室出口,用于朝向要除去的污染沉积物所在的区域或空间引导在等离子体中形成的自由基;其中室内的压力可以临时增大,以形成具有足够强度的流,以拖引自由基。导向体内部临时增大的压力可导致等离子体消失。此外,这种压力增大可增强由于(例如因为三体交互(自由基+自由基+分子)导致的)重组造成的自由基减少。然而,即使在不太可能发生这些事件中的一者或两者的环境下,因为压力增大而导致自由基从室朝向导向体出口的更加有效的转移会胜过由于临时等离子体消失和/或重组导致的自由基损失。具体而言,增大的压力可导致正被转移的自由基的数目增加。如果压力增大具有脉动的性质,则等离子体消失的机会显著减少,使得自由基运输的效率提高可以与在导向体中等离子体的幸存结合起来。

[0007] 在一些实施例中,本发明涉及用于运输自由基的装置,该自由基例如用于除去污染沉积物,该装置包括:等离子体发生器,其包括其中可以形成等离子体的室,该室包括用于接收输入气体的进口,和一个或多个出口,该出口用于排除在室中产生的等离子体和自由基中的至少一者;中空的导向体,其连接到室的一个或多个出口,用于朝向要除去的污染沉积物所在的区域或空间引导在等离子体中形成的自由基;以及压力调节器,其具有进口和出口,该进口具有第一横截面面积,该出口具有第二横截面面积,第一横截面面积大于第二横截面面积,压力调节器的进口连接到一个或多个室的出口,压力调节器的出口连接到导向体;其中压力调节器配备有用于接收另外的进口气体的另外的进口。在漏斗压力调节器中存在另外的进口使得独立地调整室内部和导向体内部的压力成为可能。导向体的传导性现可以设计成使得导向体内部的压力低于最佳值。该最佳压力可通过经由压力调节器中另外的进口引入附加气体来达到。这样,室中的压力于是可以优化成产生自由基,且导向体内的压力可通过以下方式优化,即对经由另外的进口对适当气体的供应进行控制以将自由基引导向其出口。

[0008] 等离子体发生器的室可包括限流器,诸如有孔壁。该限流器帮助维持等离子体发生器的室与压力调节器的出口所连接的环境(通常为真空环境)之间的压力差。压力调节器的进口处的位置与导向体的出口之间的压力差帮助产生自由基的流,以及可选地还结合有等离子体流。

[0009] 概括而言,上述装置增强了通过导向体的自由基运输的效率。

[0010] 本发明的一些实施例涉及用于连接到含有等离子体的室的压力调节器,该压力调节器具有用于接收在其中产生的等离子体和自由基中的至少一者且具有第一横截面面积的进口和具有第二横截面面积的出口,第一横截面面积大于第二横截面面积,压力调节器的进口连接到等离子体室,压力调节器的出口可拆装地附接到中空体。压力调节器可采取漏斗的形式。压力调节器可配备有用于接收另外的进口气体的另外的进口,例如为了实现之前描述的目的。

[0011] 本发明的一些实施例涉及光刻系统,其包括:子束发生器,用于生成多个子束;多个子束操纵器元件,用于操纵子束;以及如上述实施例中的一个实施例所述的装置,其中该装置用于在其中生成等离子体和自由基,并用于将自由基引导到子束操纵器元件中的一个或多个子束操纵器元件的表面上。子束操纵器元件的示例包括,但不限于投射透镜结构和子

束调制结构。通过可选地与等离子体结合起来地引导自由基到子束操纵器元件中的一个或多个子束操纵元件的表面上,污染沉积物可以有效的被局部去除。

[0012] 该光刻系统可以是带电粒子光刻系统。每个子束操纵器元件于是可以包括子束通过的多个孔径。子束调制结构可以采取消隐器结构的形式,即多个消隐器构成的装置,这些消隐器能够偏转一个或多个带电粒子子束。典型地,该消隐器是配备有第一电极、第二电极和孔径的静电偏转器。该电极然后设置在孔径的相反的两侧上,用于产生跨越孔径的电场。通常,第二电极是接地电极,即,连接到地电位的电极。在带电粒子光刻系统中,投射透镜结构可包括一个或多个静电透镜阵列。

[0013] 在一些实施例中,光刻系统是极远紫外(EUV)光刻系统。在这种系统中,每个子束操纵器元件可采取诸如镜子的反射元件的形式,其朝向可以是可控制的。

[0014] 本发明的一些实施例涉及用于运输自由基的方法,该方法包括:提供根据上述实施例中的一个实施例所述的装置,使中空的导向体的端部靠近表面;将输入气体引入室中;在室中形成等离子体和自由基;以及朝向中空的导向体的端部产生自由基的流。优选地,产生流包括借助于诸如阀或泵的压力装置向室中提供脉动的压力。阀是非常有效的,因为其操作很快,且可以相对高的频率工作。

[0015] 最后,本发明的一些实施例涉及用于运输自由基的方法,该方法包括:提供根据上述实施例中的一个实施例所述的装置,使中空的导向体的端部靠近表面;将输入气体引入室中;在室中形成等离子体和自由基;以及临时增大室内的压力,以形成具有足够力量的流,以拖引自由基。

附图说明

[0016] 现将参考附图描述本发明的实施例,这些实施例仅作为示例,在附图中:

[0017] 图1示意性示出了根据本发明实施例的用于运输自由基的装置;

[0018] 图2示出了根据本发明另一个实施例的用于运输自由基的装置;

[0019] 图3示出了在分子流状态中的一些示例性自由基轨迹;

[0020] 图4示出了在粘性流状态中的一些示例性自由基轨迹;

[0021] 图5a示意性示出了进一步包括压力装置的图1中的装置;

[0022] 图5b示意性示出了进一步包括额外的进口的图5a中的装置;

[0023] 图6a示意性示出其中压力调节器配备有进一步的进口的装置的可替换实施例;

[0024] 图6b示意性示出图6a中使用的压力调节器的更详细的视图;

[0025] 图7示出带电粒子多子束光刻系统的实施例的简化示意图;

[0026] 图8示出模块化光刻系统的简化框图;

[0027] 图9示出用于运输自由基的装置的实施例的立面顶部视图;

[0028] 图10示出了包括图9中所示的装置的模块化光刻系统的剖视图;和

[0029] 图11示出了图9中所示装置的的压力调节器与用于在图8中所示光刻系统中使用的模块之间的连接的实施例的更详细视图。

具体实施方式

[0030] 以下是对本发明不同实施例的描述,这些实施例仅作为示例且通过参考附图给

出。附图并未按比例绘制,且仅仅旨在用于说明性的目的。

[0031] 图1示意性示出了用于运输自由基的装置1,该自由基例如用于除去污染沉积物,尤其是沉积在位于真空环境内的表面上的污染物。因为装置1使用等离子体进行工作,这样的装置也称为等离子源。装置1包括射频(RF)等离子体发生器,其包括室2,该室2的外侧围绕着RF线圈4。室2配备了进口5,该进口5用于允许诸如氧气的输入气体进入室2。输入气体是要在室2中产生的自由基的前体,并且优选地是考虑到这些自由基的预计用途来选择的。室2中的气体可以被给予通过线圈4施加的RF电压,以便产生包括自由基(例如氧原子自由基)的等离子体。等离子体和自由基可经由一个或多个出口6离开室2。

[0032] 装置1进一步包括压力调节器(诸如漏斗8)和导向体(诸如管子9),用于集中和朝向预定目的区域导向在室中产生的等离子体和自由基。导向体可以是直的,或者可以包括一个或多个弯曲(bend),诸如弯曲11(图1中示出)或急弯(elbow)12(图2中示出),以将等离子体引导到期望的方向。优选地,导向体是尽可能直的,以增加被转移通过导向体的自由基的平均寿命。导向体具有出口12,该出口12可以设置在靠近要减少或除去的污染沉积物的位置。典型地,出口12直接接触真空环境。

[0033] 在一些实施例中,室2配备有限流器,诸如产生多个出口6的有孔壁,该多个出口可以采取孔径阵列的形式。该限流器帮助维持等离子体发生器的室2与压力调节器的出口所连接的环境(通常为真空环境)之间的压力差。压力调节器的进口处的位置与导向体的出口之间的压力差帮助产生自由基的流。

[0034] 图2示出了用于运输自由基的装置1'。装置1'类似于图1中的装置1,不同之处在于导向体采取了管子9的形式,该管子9包括转弯或急弯13,来替代图1中的装置中所示的弯曲11。此外,图2示出在使得在室2中产生等离子体20的条件下工作的装置1'。将能理解的是,图1中所示的装置可以以类似的方式工作。

[0035] 详细地,诸如氧气的输入气体被供应到室2,且RF线圈4被加电以通过感应方式加热输入气体,并且在室2中产生等离子体20。等离子体20,具体而言是在其中产生的自由基,可以如虚线箭头21示意性表示的那样离开室2,并流入漏斗8和管子9。

[0036] 在使用氧气的情况下,采用来自等离子体发生器1的氧自由基来除去或减少污染沉积物(尤其是由EBID污染物造成的)。在室2中产生的氧自由基经由漏斗8和导向体被引导朝向待减少或除去的污染沉积物。漏斗8和/或导向体可由惰性材料,诸如石英或聚四氟乙烯(更众所周知的名字是 **Teflon®**) 制成,或者漏斗8和/或导向体的内表面可以涂敷有这种惰性材料,以抑制在它们与这些因素交互时氧原子自由基的消失。

[0037] 此后,将针对氧原子自由基来描述本发明的实施例。然而,将理解的是,本发明的一些实施例可以采用其他自由基。此外,尽管参考了对自由基的运输,但这种参考并不排除与自由基一起运输等离子体。

[0038] 为了从表面,例如在光刻系统中一个或多个子束操纵器元件的表面,除去电子射束引起的沉积物(通常为“碳”),可以使用诸如氧原子自由基的自由基。这种氧原子自由基可以在图1和图2中所示的装置1、1'的室2内部产生。

[0039] 令人遗憾的是,在这些装置1、1'中发现自由基的损耗很大,这是可以理解的,因为在这些装置中的自由基是以所谓的分子流状态的方式运输的。在这种状态中,可以忽略自由基与其他自由基的交互作用,但与壁的交互可能导致重组(recombination)。此外,自

由基以随机的角度通过整个出口离开室2,并进入导向体,即图1、图2中的管子9。

[0040] 图3中用虚线15示出了在分子流状态中自由基的一些示例性轨迹。如图3中可以看到,自由基可能根本没有进入导向体,而是“向回反弹”。

[0041] 发明人认识到自由基运输的效率取决于在整个装置1、1'中使用的压力。室2内部的压力决定了等离子体的效率以及在室中产生的自由基的数目。导向体(和漏斗8)内部的压力决定了通过导向体运输自由基的效率。

[0042] 通过以脉动的方式增大室2内部的压力,在室中生成的自由基不再以分子流状态的方式移动,而是以所谓的粘滞压力状态的方式移动。在粘滞压力状态中,等离子体形成流,该流可以称为粘性流,其例如以图4中通过箭头示意性示出的方式运输自由基。在局部增大压力的时段中,可朝向导向体引导自由基,这可以显著增加通过导向体朝向期望位置(例如,污染区域)传递的原子自由基的数目。

[0043] 在一些实施例中,在导向体内部临时增大的压力导致等离子体消失。还有可能的是,在一些实施例中,由于(例如因为三体交互(自由基+自由基+分子)导致的)重组造成的自由基减少会因为临时增大的压力而增大。然而,由于存在正在形成的流导致从室2朝向管子出口12传送的自由基的数目增多,这种增多会超过由于临时性的等离子体消失和重组导致的自由基损失。

[0044] 图5a示意性示出了图1的装置1,其进一步包括压力装置40,该压力装置40优选地为阀,但可选地为另一种实体,诸如泵,该压力装置40可通过控制单元45来控制。控制单元45可被配置成使室2中的压力临时增加,以形成强度足够大的流,用于将自由基从室2拖引向管子出口12。控制单元45可以直接控制诸如泵的压力装置40。然而,控制单元45还可以控制一个或多个阀以控制这种泵与室2之间的连接。

[0045] 可将压力装置40控制成使得室中的压力经历周期性的压力脉动,即,以周期性的方式临时增大压力。压力增大可导致临时允许更多的输入气体经由进口5进入室2中。可替换地,该压力增大可通过经由一个或多个气体进口引入额外的输入气体来实现。

[0046] 可替换地,或者额外地,临时性压力增大可以通过引入另外的输入气体,例如氮气来实现。该另外的输入气体可经由进口5引入。可替换地,另外的输入气体可以经由室2的附加进口5'引入,如图5b中所示。附加进口5'可以连接到例如阀或泵的压力装置41,并且可以由诸如控制单元45这样的控制单元控制。

[0047] 在图5a、图5b的装置中,室2内部的和导向体(在这些实施例中为管子9)内部的压力不能独立地进行调整。这两个压力均与一个或多个出口6的传导性(conductance)有关,且与管子9自身的传导性有关。此外,如之前提到的,在这种装置中,在管子9内部临时增大的压力可能导致等离子体消失。

[0048] 图6a示出装置的可替换实施例,其中诸如漏斗8的压力调节器配备有另外的进口35,用于供应额外的输入气体,诸如氧气,或者诸如氮气的缓冲气体。此后,经由另外的进口35供应的气体将称为另外的进口气体。图6b中更详细地示出了图6a的漏斗8。在漏斗8中存在另外的进口35使得独立地调整室2内部和管子9内部的压力成为可能。管子9的传导性现可以设计成使得管子9内部的压力低于最佳值。该最佳压力则可通过经由另外的进口35引入附加气体来达到。室2中的压力于是可以优化成产生自由基,且导向体内的压力可通过以下方式优化,即对经由另外的进口35对适当气体的供应进行控制以将自由基引导向其出

口。实现另外的进口35还可以降低等离子体在管子9中消失的风险。另外的进口35可以连接到压力装置,诸如阀或泵。压力装置可以连接到控制单元,诸如控制单元45。

[0049] 图7示出了带电粒子多子束光刻系统51的实施例的简化示意图。这种光刻系统例如在均授予于本申请的申请人的美国专利第6,897,458号、第6,958,804号、第7,084,414号和第7,129,502号中进行了描述,这些专利通过参考全文并入本文中。

[0050] 这种光刻系统51适宜地包括产生多个子束的子束发生器、图案化子束以形成经调制的子束的子束调制器,和将经调制的子束投射到目标表面上的子束投射器。

[0051] 子束发生器典型地包括源和至少一个射束分裂器。图7中的源是电子源53,该电子源53被布置成产生基本上均匀的、扩张的电子射束54。电子射束54的射束能量优选地维持成相当低,在大约1至10keV的范围内。为了实现此目的,加速电压优选地是较低的,并且电子源53可相对于地电位的目标被保持在大约-1至-10kV之间的电压,但还可以使用其他设置。

[0052] 在图7中,来自电子源53的电子射束54经过用于使电子射束54准直的准直仪透镜55。准直仪透镜55可以是任何类型的准直光学系统。在准直之前,电子射束54可通过双八极(double octopole)(未示出)。

[0053] 随后,电子射束54撞击到射束分裂器(在图7的实施例中为孔径阵列56)上。孔径阵列56优选地包括具有通孔的板。孔径阵列56布置成阻挡部分射束54。此外,阵列56允许多个子束57通过,以便产生多个平行的电子子束57。

[0054] 图7的光刻系统51生成大量的子束57,优选地为大约10,000至1,000,000个子束,但是当然也可以生成更多的或更少的子束。要注意的是,也可以使用其他已知方法来生成准直子束。第二孔径阵列可添加到系统中,以便从电子射束54产生分射束,以及从分射束生成电子子束57。这允许在更下游的位置操纵分射束,这证明是对系统操作有利的,尤其是在系统中的子束数目为5,000或更多的时候。

[0055] 子束调制器,图7中示出为调制系统58,典型地包括子束消隐器阵列59以及子束停止阵列70,该子束消隐器阵列59包括多个消隐器的装置。消隐器能够偏转电子子束57中的一个或多个。在本发明的实施例中,消隐器更具体地是配备有第一电极、第二电极和孔径的静电偏转器。电极于是设置在孔径的相反侧,用于生成横跨孔径的电场。通常,第二电极是接地电极,即连接到地电位的电极。

[0056] 为了将电子子束57聚焦在消隐器阵列59的平面内,光刻系统可进一步包括聚光透镜阵列(未示出)。

[0057] 在图7的实施例中,子束停止阵列70包括用于允许子束通过的孔径的阵列。子束停止阵列70的基本形式包括配备有通孔的基板,该通孔典型地为圆形的孔,但也可以使用其他形状。在一些实施例中,子束停止阵列70的基板由具有有规则地间隔开的通孔阵列的硅晶圆形成,并且可以涂敷有金属表面层以防止表面充电。在一些另外的实施例中,该金属可以是不形成原生氧化层的类型,诸如CrMo。

[0058] 子束消隐器阵列59和子束停止阵列70一起工作,以阻挡子束57或允许子束57通过。在一些实施例中,子束停止阵列70的孔径与子束消隐器阵列59中的静电偏转器的孔径对齐。如果子束消隐器阵列59偏转子束,则该子束就不会通过子束停止阵列70中的相应孔径。相反,该子束会被子束阻挡阵列70的基板阻挡。如果子束消隐器阵列59不偏转子束,则

该子束会通过子束停止阵列70中的相应孔径。在一些可替换的实施例中,子束消隐器阵列59与子束停止阵列70之间的配合使得消隐器阵列59中的偏转器对子束的偏转导致子束通过子束停止阵列70中的相应孔径,而不偏转导致子束被子束停止阵列70的基板所阻挡。

[0059] 调制系统58被布置成基于控制单元60提供的输入将图案添加到子束57。控制单元60可包括数据存储单元61、读出单元62和数据转换器63。控制单元60可远离系统剩余部分定位,例如清洁室内部以外。通过使用光纤64,包含图案数据的经调制的光射束74可以发送到投射器65,该投射器65将来自光纤阵列(示意性示出为板75)内的光纤的端部的光投射到光刻系统51的电子光学部分,由虚线框和参考数字78示意性表示。

[0060] 在图7的实施例中,经调制的光射束被投射到子束消隐器阵列59。更具体而言,来自光纤端部的经调制的光射束74被投射到位于子束消隐器阵列59上的相应感光元件上。感光元件可布置成将光信号转换成不同类型的信号,例如,电信号。经调制的光射束74承载图案数据的一部分,该图案数据用于控制连接到相应感光元件的一个或多个消隐器。适宜地,为了将光射束74投射到相应的感光元件上,可使用诸如投射器65这样的光学元件。此外,为了允许以适当的入射角投射光射束74,可包括镜子,该镜子例如适当地放置在投射器65与子束消隐器阵列59之间。

[0061] 可以在控制单元60的控制下通过投射器定位装置77使投射器65与板75适当对齐。结果是,投射器65与子束消隐器阵列59内的感光元件之间的距离也可以改变。

[0062] 在一些实施例中,可以通过光波导将光射束至少部分地从板朝向感光元件传送。光波导可以将光引导到非常接近感光元件的位置,适宜地为距离小于一厘米处,优选地为毫米级距离。光波导与相应感光元件之间的短距离降低了光损失。另一方面,使用位于远离可能被带电粒子束占据的空间的位置处的板75和投射器65带来的好处在于,使子束干扰最小化,并且子束消隐器阵列59的构造较不复杂。

[0063] 子束投射器将离开子束调制器的经调制子束投射到目标84的目标表面73上形成斑点。子束投射器典型地包括用于使经调制的子束扫描过目标表面73的扫描偏转器和用于将经调制的子束聚焦到目标表面73上的投射透镜系统。这些部件可存在于单端模块中。

[0064] 这种端模块(end module)优选地构造成可插入、可替换的单元。该端模块因此可以包括偏转器阵列71和投射透镜装置72。可插入、可替换的单元还可以包括以上针对子束调制器讨论的子束停止阵列70。在离开端模块之后,子束57撞击到定位在目标平面的目标表面73上。对于光刻应用,目标经常包括配备有带电粒子敏感层(sensitive layer)或抗蚀层(resist layer)的晶圆。

[0065] 偏转器阵列71可采取扫描偏转器阵列的形式,该扫描偏转器阵列布置成使通过子束停止阵列70的每个子束57偏转。偏转器阵列71可包括多个静电偏转器,其实现了对相对小的驱动电压的应用。尽管偏转器阵列71被绘制在投射透镜装置72的上游,但偏转器阵列71也可以定位在投射透镜装置72与目标表面73之间。

[0066] 投射透镜装置72布置成在子束57由偏转器阵列71偏转之前或之后聚焦子束57。优选地,该聚焦导致几何斑点的直径大小为约10至30纳米。在这种优选实施例中,投射透镜装置72优选地布置成提供大约100至500倍的缩小,最优选的是该倍数尽可能得大,例如在300至500倍的范围内。在此优选实施例中,投射透镜装置72可以有利地设置在接近目标表面73的位置。

[0067] 在一些实施例中,射束保护器(未示出)可设置在目标表面73与投射透镜装置72之间。该射束保护器可以是配备有多个适当定位的孔径的箔或板。该射束保护器布置成在释放的抗蚀颗粒能够到达光刻系统51中的任意一个敏感元件之前吸收该释放的抗蚀颗粒。

[0068] 投射透镜装置72因此可以确保目标表面73上的单个像素的斑点尺寸是正确的,而偏转器阵列71可以通过适当的扫描操作确保像素在目标表面73上的位置在微尺度级别是正确的。具体而言,偏转器阵列71的操作使得像素适合于最终构成目标表面73上的图案的像素栅格中。将可以理解,在目标表面73上的像素的微尺度定位是通过存在于目标84下方的晶圆定位系统来适当实现的。

[0069] 通常,目标表面73包括在基板顶部上的抗蚀膜。抗蚀膜的多个部分将通过应用带电粒子(即,电子)的子束来以化学方法修改。这样做的结果是,膜被辐射的部分将或多或少地可以溶解在显影剂中,从而在晶圆上产生抗蚀剂图案。晶圆上的抗蚀剂图案可以随后被转印到下面的层,即通过半导体制造领域已知的执行过程(implementation)、蚀刻和/或沉积步骤来实现。显然,如果辐射不均匀,则抗蚀剂不能以均匀的方式显影,从而导致图案的错误。因此高品质的投影与得到提供可再生的结果的光刻系统有关。不应由于偏转步骤产生辐射的差异。

[0070] 尽管具体参考了带电粒子多子束光刻系统,但本发明的一些实施例可以涉及其他类型的光刻系统,诸如使用极远紫外(EUV)辐射来达到曝光目的的光刻系统。在EUV光刻系统中,诸如镜子这样的反射表面用于产生图案化的或经调制的辐射射束,或者用于影响子束的轨迹,使得所选子束到达要曝光的目标,典型的为配备有适宜的抗蚀剂层的晶圆。

[0071] 图8示出了模块化光刻系统的简化框图。光刻系统优选地以模块化方式设计,以允许维护较简便。主要的子系统优选地构造在独立式的且可拆除的模块中,使得它们能够从光刻机器上拆除,而对其他子系统的干扰尽可能得少。这对于装入真空室中的光刻机器而言是尤其有利的,在真空室中对机器的接近受到限制。因此,有缺陷的子系统可以快速拆除和替换,而不必须要断开或干扰其他系统。

[0072] 在图8中所示的实施例中,这些模块化子系统包括照明光学模块201、孔径阵列和聚光透镜模块202、射束切换模块203和投射光学模块204。其中照明光学模块201包括带电粒子射束源101和射束准直系统102,孔径阵列和聚光透镜模块202包括孔径阵列103和聚光透镜阵列104,射束切换模块203包括子束消隐器阵列105,而投射光学模块204包括射束停止阵列108、射束偏转器阵列109和投射透镜阵列110。模块可设计成滑入对准框架中和从对准框架中滑出。在图8中所示的实施例中,对准框架包括对准内副框架205和对准外副框架206。投射光学模块204可借助于一个或多个弯曲部分连接到对准内副框架205和对准外副框架中的至少一个。

[0073] 在照明光学模块201、孔径阵列和聚光透镜模块202、射束切换模块203和投射光学模块204中的上述部件可布置成与关于图7的光刻系统1的类似部件的功能性相应地进行工作。

[0074] 在图8的实施例中,框架208通过振动衰减固定架207支撑对准副框架205和206。在此实施例中,晶圆130置于晶圆台209上,该晶圆台209继而安装在另外的支撑结构210上。晶圆台209和另外的支撑结构210的组合在下文中还可称为卡盘210。卡盘210位于在分级短冲程(stroke)211和长冲程212上。光刻机器装入真空室250中,真空室250优选地包括高导磁

合金(mu metal)屏蔽层215。该机器置于由框架构件221支撑的底板220上。

[0075] 每个模块为了其工作可能需要大量的电信号和/或光信号以及电能。真空室内的模块从一个或多个控制系统224接收这些信号,该控制系统224典型地位于真空室外部。真空室250包括开口,该开口被称为端口,用于允许承载来自控制系统的信号的电缆进入真空外壳中,同时在电缆周围维持真空密封。每个模块优选地具有通过专用于该模块的一个或多个端口布线的电的、光学的和/或电力缆线连接的集合。这使得用于特定模块的电缆能够在不干扰任意其他模块的电缆的情况下被断开、拆除和替换。在一些实施例中,接插板可设置在真空室250内。接插板包括一个或多个连接器,用于可拆装地连接模块的一个或多个连接。一个或多个端口可用于允许可拆除模块的一个或多个连接进入真空室中。

[0076] 图9示出了用于除去污染沉积物的装置300的实施例的立面顶部视图。该装置300包括室302,在室302中可形成等离子体,该室302可以连接到漏斗308形式的压力调节器。漏斗308配备有狭缝307a、307b形式的两个出口。

[0077] 图10示出了模块化光刻系统的截面图,该系统包括图9中所示的用于除去污染沉积物的装置。在所示实施例中,模块化光刻系统是参考图8讨论的系统。室302,在此特定实施例中还有漏斗308,集成到对准框架208中,用于容纳模块中的一个或多个。该装置进一步包括连接到狭缝307a的第一管子309a和连接到狭缝307b的第二管子309b。第二管子309b的出口接近于投射光学模块204的表面。第一管子309a布置成将自由基传送到另一个模块,例如在图8的模块化光刻系统中的射束切换模块203。

[0078] 图11示出了在漏斗308与投射光学模块204之间使用管子309b的连接的实施例的更详细视图。类似的连接可以在漏斗308与其他模块之间形成。在所示的连接中,管子309b可卡在狭缝307b的延伸部分上。压力调节器出口307b因此配备了延伸部分,导向体,即图11中的管子309b可拆装地附接到其上。

[0079] 此外,可提供护罩(cover)400,该护罩400可放在实际连接的位置上以减少诸如原子自由基这样的粒子朝向管子周围的泄露。护罩400可以是可滑动的护罩。

[0080] 管子309b优选地是尽可能地直,以使原子自由基与管子309b的内壁的交互最小化。在此特定实施例中,投射光学模块204被安装到模块板410上,且管子309b穿过板子410。这种构造减少了由板子410和管子309b占据的空间。

[0081] 通过参考以上讨论的某些实施例对本发明进行了描述。将能意识到,这些实施例可以接受本领域技术人员公知的各种修改和可替换形式,而不会脱离本发明的范围,本发明的范围在所附权利要求中定义。

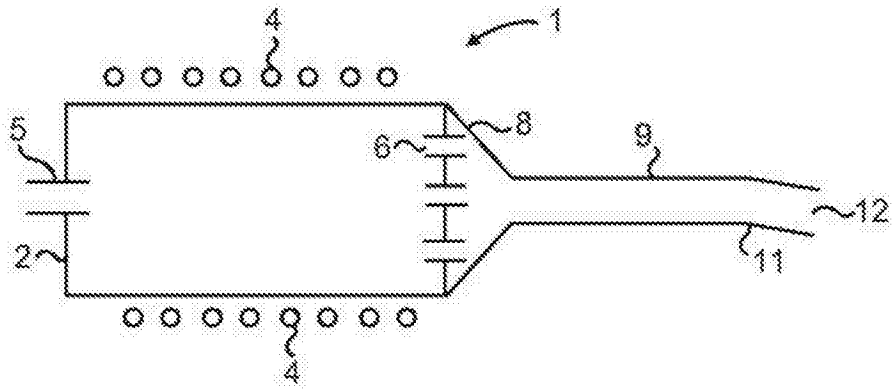


图1

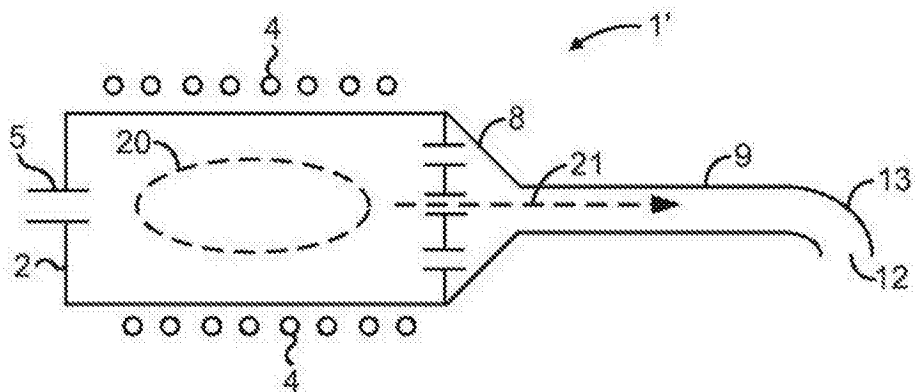


图2

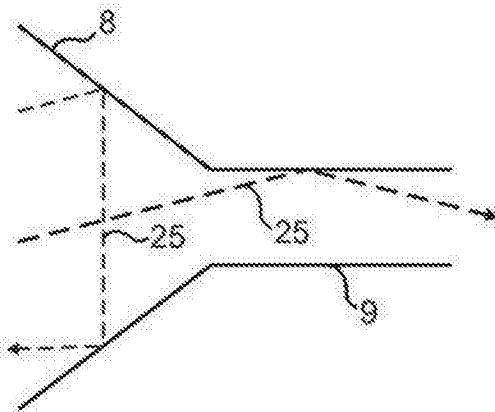


图3

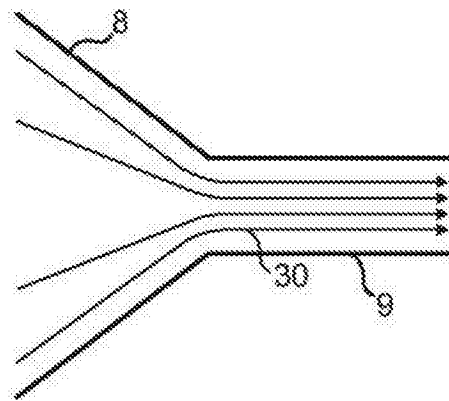


图4

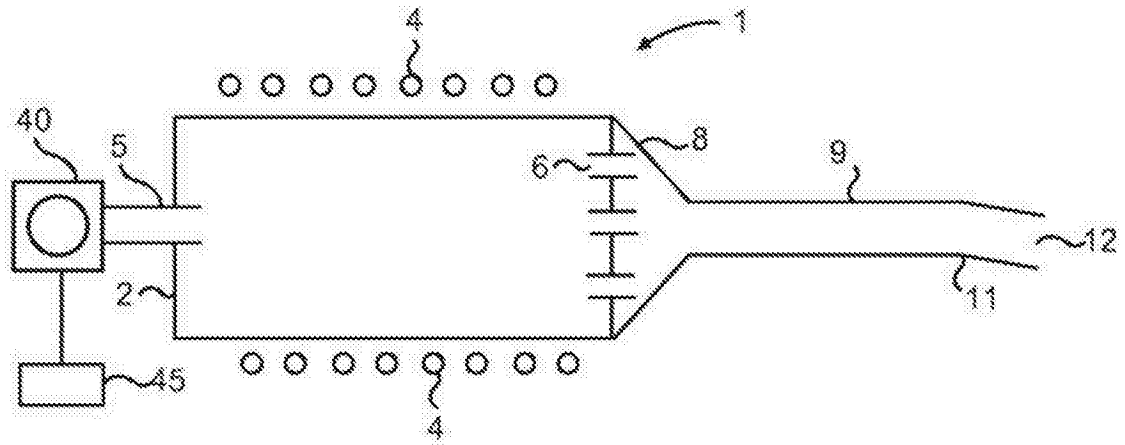


图5a

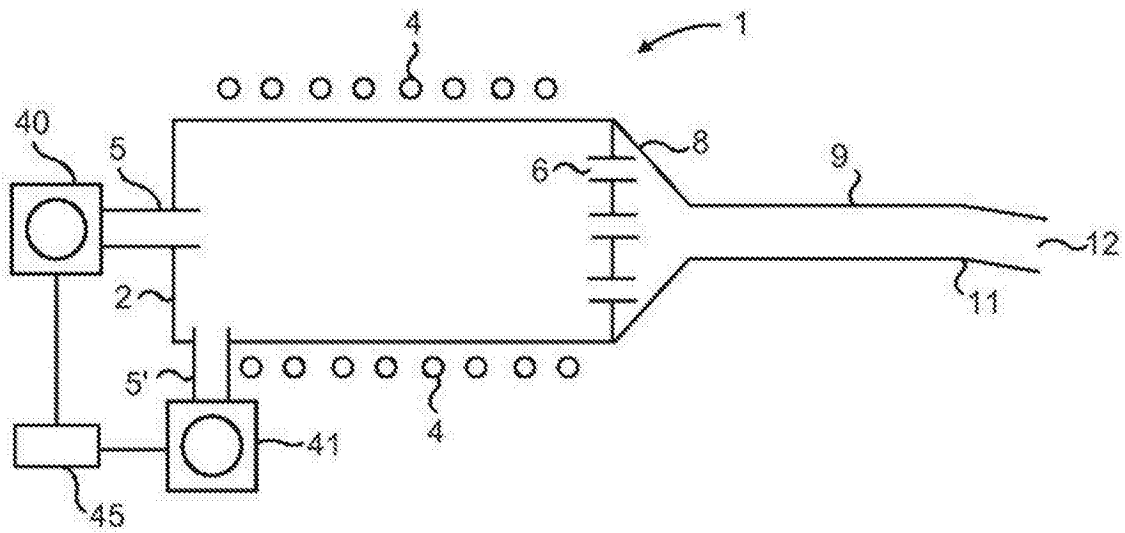


图5b

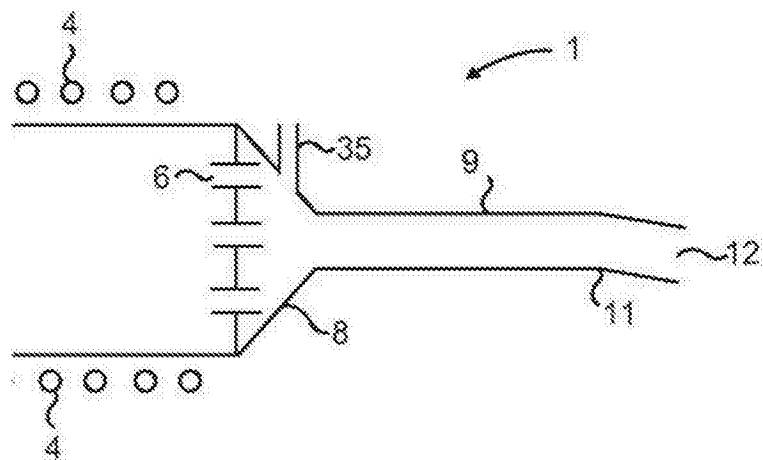


图6a

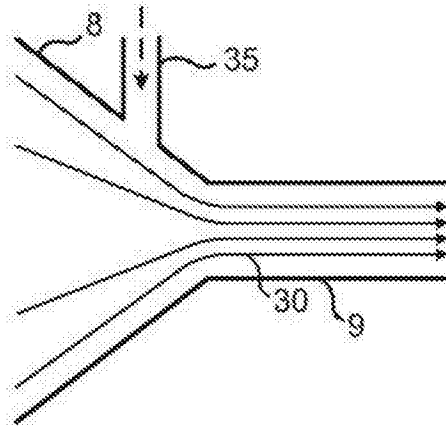


图6b

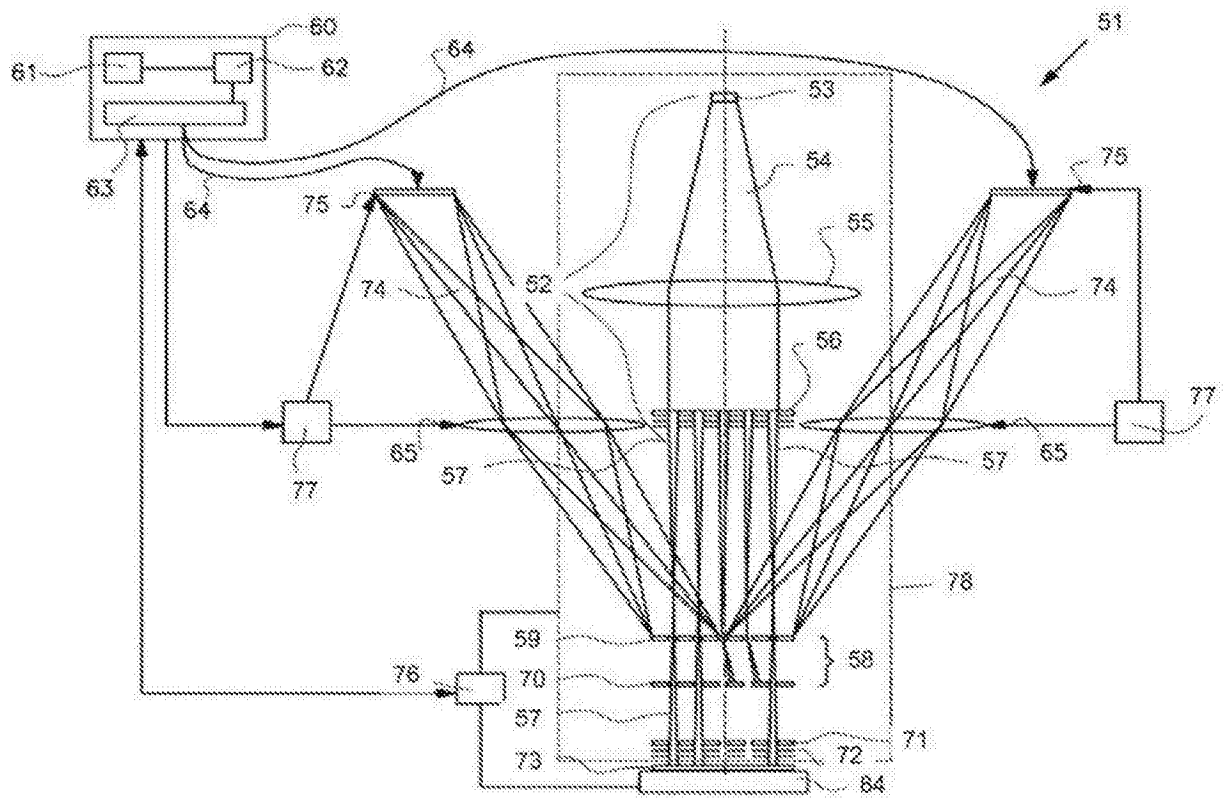


图7

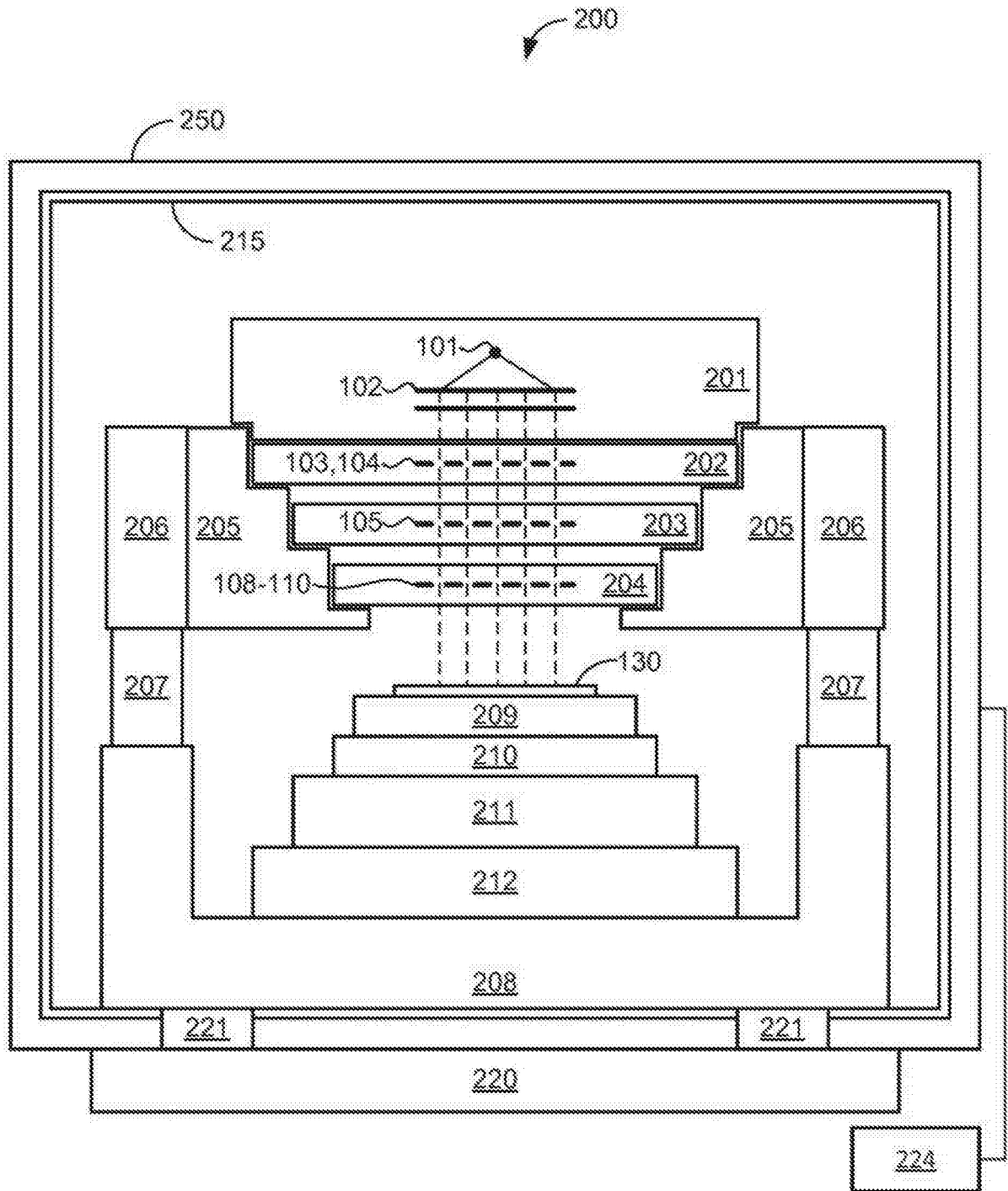


图8

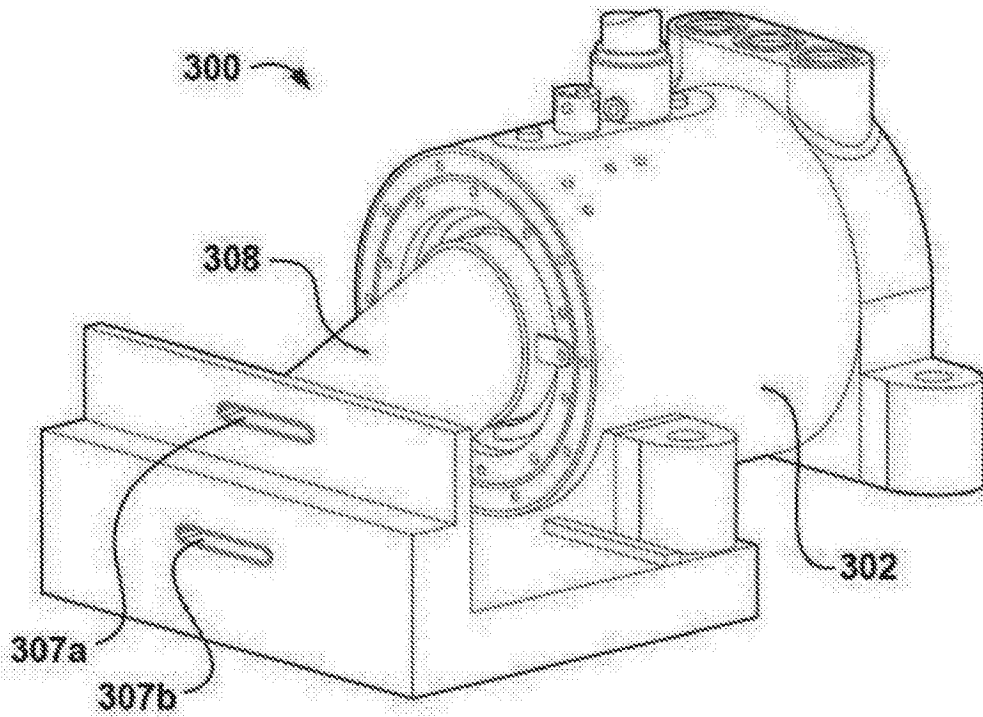


图9

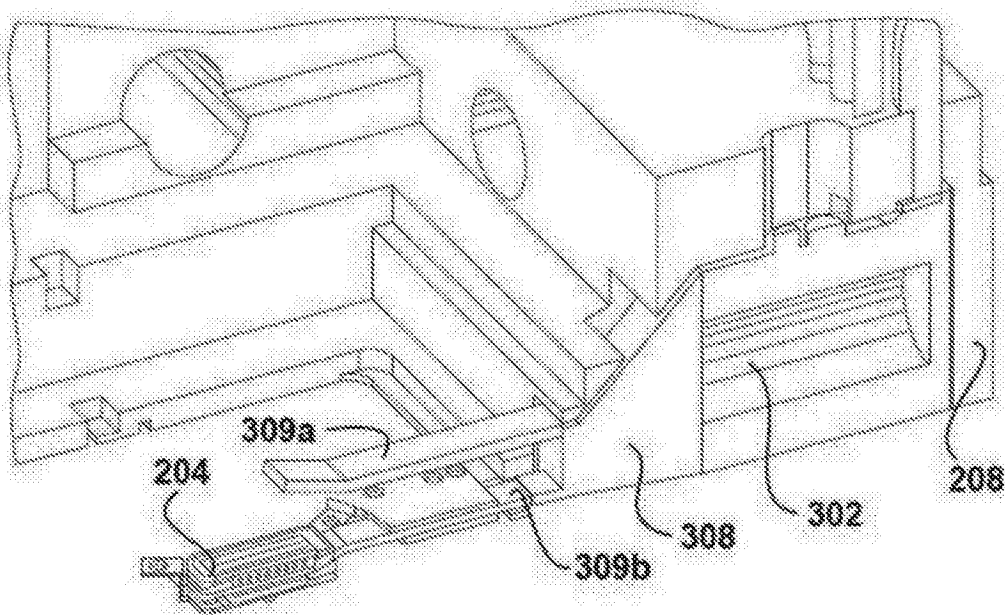


图10

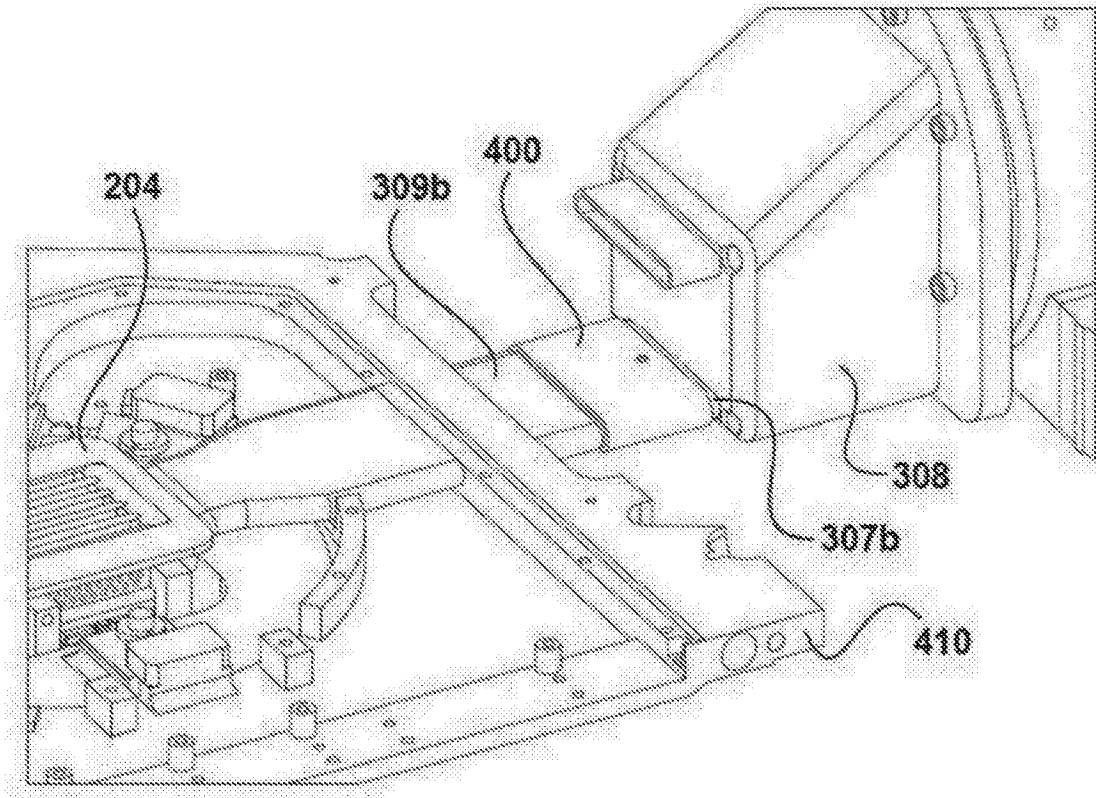


图11