(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111656626 B
(45)授权公告日 2023.07.14

(21)申请号 201880086650.9
(22)申请日 2018.12.17
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111656626 A
(43)申请公布日 2020.09.11
(30)优先权数据
62/618,168 2018.01.17 US
62/666,310 2018.05.03 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.07.15
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/065959 2018.12.17
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2019/143433 EN 2019.07.25
(73)专利权人 西默有限公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 E·S·罗 R·C·乌亚德沃斯基
徐爽
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
专利代理师 董莘
(51)Int.Cl.
H01S 3/038(2006.01)
H01S 3/0975(2006.01)
H01S 3/032(2006.01)
(56)对比文件
JP S62243379 A,1987.10.23
JP S62243379 A,1987.10.23
JP S62181482 A,1987.08.08
JP S62181482 A,1987.08.08
JP H05167158 A,1993.07.02
JP 2001274493 A,2001.10.05
US 6377595 B1,2002.04.23
CN 107146999 A,2017.09.08
CN 107210574 A,2017.09.26
审查员 林玉华

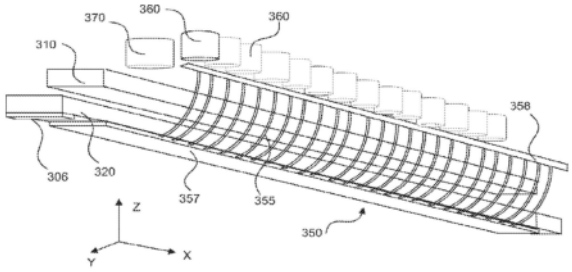
权利要求书4页 说明书12页 附图10页

(54)发明名称

用于在激光器腔室中调谐放电性能的装置

(57)摘要

公开了一种激光器放电腔室,其中通过使用腔室内部几何形状的设计、腔室内的部件(诸如电极、电流回路和电容器)的放置和分布,以及这些部件的一些部分的选择性电隔离中的一项或组合,进行局部电调谐来延长使用寿命。



CN 111656626 B

1.一种用于调谐放电性能的装置,包括:

放电腔室;

第一电极,定位在所述放电腔室中;

第二电极,定位在所述放电腔室中,以在所述第一电极和所述第二电极之间产生电极间隙,所述电极间隙具有在第一方向上在所述第一电极和所述第二电极之间延伸的高度,并且具有在第二方向上延伸的长度,所述第二方向横切于所述第一方向;以及

多个导电元件,电连接到所述第二电极,所述多个导电元件中的每个导电元件基本上在所述电极间隙的侧向在所述第一方向上远离所述电极间隙延伸,所述多个导电元件被布置在行中,所述行在所述第二方向上延伸,所述多个导电元件包括:第一对相邻导电元件,在所述第二方向上以第一间距间隔开;以及第二对相邻导电元件,在所述第二方向上以第二间距间隔开,所述第二间距大于所述第一间距。

2.根据权利要求1所述的装置,其中所述多个导电元件中的所述导电元件关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

3.根据权利要求1所述的装置,其中所述多个导电元件包括第一多个导电元件,并且还包括电连接到所述第二电极的第二多个导电元件,所述第二多个导电元件中的每个导电元件基本上在所述电极间隙的与所述第一多个导电元件相反的一侧上、在所述电极间隙的侧向在所述第一方向上延伸,所述第二多个导电元件被布置在第二行中,所述第二行在所述第二方向上延伸,所述第二多个导电元件包括:第三对相邻导电元件,在所述第二方向上以所述第一间距间隔开;以及第四对相邻导电元件,在所述第二方向上以所述第二间距间隔开。

4.根据权利要求3所述的装置,其中所述第一多个导电元件中的所述导电元件关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位,并且所述第二多个导电元件中的导电元件关于所述电极间隙的所述长度的所述中线基本对称地定位。

5.根据权利要求3所述的装置,其中所述第一对相邻导电元件与所述第三对相邻导电元件跨所述电极间隙定位。

6.根据权利要求2所述的装置,其中第一行的长度和第二行的长度与所述电极间隙的所述长度基本上共同延伸。

7.根据权利要求1所述的装置,其中所述第二电极的侧向端被电隔离。

8.根据权利要求7所述的装置,其中所述放电腔室包括壁,并且所述第二电极的所述侧向端与所述放电腔室的所述壁电隔离。

9.根据权利要求7所述的装置,还包括机械连接件,所述机械连接件机械地联接到所述第二电极并且被布置成移动所述第二电极,其中所述机械连接件包括被布置成将所述第二电极电隔离的绝缘元件。

10.根据权利要求1所述的装置,其中电连接到所述第二电极的所述多个导电元件被布置成支撑所述第二电极。

11.一种用于调谐放电性能的装置,包括:

放电腔室;

第一电极,定位在所述放电腔室中,所述第一电极具有在第一方向上延伸的第一电极长度;

第二电极，定位在所述放电腔室中，所述第二电极具有在所述第一方向上延伸的第二电极长度，所述第二电极相对于所述第一电极以间隔开的关系布置，以在所述第一电极和所述第二电极之间限定电极间隙；

第一多个电容器，电连接到所述第一电极并且被布置在第一行中，所述第一行在所述第一方向上延伸；

第二多个电容器，电连接到所述第一电极并且被布置在第二行中，所述第二行与所述第一行平行地在所述第一方向上延伸；以及

多个导电元件，所述多个导电元件电连接到所述第二电极，所述多个导电元件中的每个导电元件基本上在所述电极间隙的侧向在所述第一方向上远离所述电极间隙延伸。

12.根据权利要求11所述的装置，其中所述第一多个电容器中的所述电容器关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

13.根据权利要求12所述的装置，其中所述第二多个电容器中的所述电容器关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

14.根据权利要求11所述的装置，其中所述第二电极的侧向端与所述放电腔室的壁电隔离。

15.根据权利要求11所述的装置，其中所述多个导电元件被布置成支撑所述第二电极。

16.一种用于调谐放电性能的装置，包括：

放电腔室；

第一电极，定位在所述放电腔室中，所述第一电极具有在第一方向上延伸的第一电极长度；

第二电极，定位在所述放电腔室中，所述第二电极具有在所述第一方向上延伸的第二电极长度，所述第二电极相对于所述第一电极以间隔开的关系布置，以在所述第一电极和所述第二电极之间限定电极间隙；

多个电容性元件，电连接到所述第一电极，并且被布置在第一行中，所述第一行在所述第一方向上延伸；以及

多个导电元件，所述多个导电元件电连接到所述第二电极，所述多个导电元件中的每个导电元件基本上在所述电极间隙的侧向在所述第一方向上远离所述电极间隙延伸。

17.根据权利要求16所述的装置，其中所述电容性元件中的至少一个电容性元件包括并联连接的一对电容器。

18.一种用于调谐放电性能的装置，包括：

放电腔室；

第一电极，定位在所述放电腔室中，所述第一电极具有在第一方向上延伸的第一电极长度；

第二电极，定位在所述放电腔室中，所述第二电极具有在所述第一方向上延伸的第二电极长度，并且相对于所述第一电极以间隔开的关系布置，以在所述第一电极和所述第二电极之间限定电极间隙；以及

第一行第一数目X个电容器，电连接到所述第一电极，并且在与所述第一电极长度基本平行的第一行方向上布置在第一行中；

第二行第二数目Y个电容器，电连接到所述第一电极，并且在与所述第一电极长度基本

平行的第二行方向上布置在第二行中，其中X和Y至少为4，并且X小于Y；以及

多个导电元件，所述多个导电元件电连接到所述第二电极，所述多个导电元件中的每个导电元件基本上在所述电极间隙的侧向在所述第一方向上远离所述电极间隙延伸。

19.一种用于调谐放电性能的装置，包括：

放电腔室；

第一电极，定位在所述放电腔室中；

第二电极，定位在所述放电腔室中，以在所述第一电极和所述第二电极之间产生电极间隙，所述电极间隙具有在第一方向上在所述第一电极和所述第二电极之间延伸的高度，并且具有在第二方向上延伸的长度，所述第二方向横切于所述第一方向；

第一多个导电元件，电连接到所述第二电极，所述多个导电元件中的每个导电元件基本上在所述电极间隙的侧向在所述第一方向上远离所述电极间隙延伸，所述多个导电元件被布置在行中，所述行在所述第二方向上延伸，所述多个导电元件包括：第一对相邻导电元件，在所述第二方向上以第一间距间隔开；以及第二对相邻导电元件，在所述第二方向上以第二间距间隔开，所述第二间距大于所述第一间距，

第二多个导电元件，电连接到所述第二电极，所述第二多个导电元件中的每个导电元件基本上在所述电极间隙的与所述第一多个导电元件相反的一侧上、在所述电极间隙的侧向在所述第一方向上延伸，所述第二多个导电元件被布置在第二行中，该第二行在所述第二方向上延伸，所述第二多个导电元件包括：第三对相邻导电元件，在所述第二方向上以所述第一间距间隔开；以及第四对相邻导电元件，在所述第二方向上以所述第二间距间隔开；

第一多个电容器，电连接到所述第一电极并且被布置在第一行中，所述第一行在所述第一方向上延伸；以及

第二多个电容器，电连接到所述第一电极并且被布置在第二行中，该第二行与所述第一行平行地在所述第一方向上延伸，所述第二多个电容器中的电容器中的至少一个电容器具有与所述第二多个电容器中的至少一个其他电容器不同的电容值。

20.根据权利要求19所述的装置，其中所述第一对相邻导电元件与所述第三对相邻导电元件跨所述电极间隙定位。

21.根据权利要求19所述的装置，其中所述第一行的长度和所述第二行的长度与所述电极间隙的所述长度基本上共同延伸。

22.根据权利要求19所述的装置，其中所述第一多个导电元件中的所述导电元件关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

23.根据权利要求19所述的装置，其中所述第一多个导电元件中的导电元件关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位，并且所述第二多个导电元件中的导电元件关于所述电极间隙的所述长度的所述中线基本对称地定位。

24.根据权利要求23所述的装置，其中所述第一多个电容器中的所述电容器关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

25.根据权利要求23所述的装置，其中所述第二多个电容器中的所述电容器关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

26.根据权利要求23所述的装置，其中所述第一多个电容器中的所述电容器关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

27.根据权利要求19所述的装置,其中所述第二多个电容器中的所述电容器关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

28.根据权利要求19所述的装置,其中所述第二电极的侧向端被电隔离。

29.根据权利要求19所述的装置,其中所述第一多个导电元件和所述第二多个导电元件被布置成支撑所述第二电极。

用于在激光器腔室中调谐放电性能的装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2018年5月3日提交的美国申请62/666,310和2018年1月17日提交的美国申请62/618,168的优先权,上述美国申请均通过引用以其整体并入于此。

技术领域

[0003] 当前公开的主题涉及诸如用于集成电路光刻制造过程的激光生成光源。

背景技术

[0004] 准分子激光器用于生成光谱的深紫外(DUV)部分中的光。例如,DUV准分子激光器腔室在Ar-F2气体混合物中使用脉冲电容性放电来生成193nm激光。电极通常由诸如黄铜的合金制成,这在放电时不可避免地发生氟化和腐蚀,从而减少腔室的使用寿命。延长放电腔室模块的使用寿命的一种措施涉及用不表现出磨损的材料制成阳极。关于适于用作阳极材料的材料的信息可以在例如2007年11月27日发布的美国专利号7,301,980和2004年2月10日发布的美国专利号6,690,706中找到,这两个美国专利被转让给了本申请的受让人,并且两者通过引用以其整体并入于此。尽管材料选择成功地延长了电极的寿命,并且因此延长了腔室的寿命,但仍然需要进一步延长这些寿命。在这方面,参见2013年5月21日发布的美国专利号8,446,928和2016年1月26日发布的美国专利号9246298,这两个美国专利被转让给了本申请的受让人,并且两者通过引用以其整体并入于此。

发明内容

[0005] 以下呈现了一个或多个实施例的简化概述,以便提供对本发明的基本理解。该发明内容不是所有预期实施例的详尽概述,并且不旨在标识所有实施例的关键或重要元件,也不旨在描绘任何或所有实施例的范围。其唯一目的是以简化形式呈现一个或多个实施例的一些构思,作为稍后呈现的更详细描述的序言。

[0006] 根据一个方面,公开了一种装置,该装置包括:放电腔室;第一电极,定位在放电腔室中;第二电极,定位在放电腔室中,以在第一电极和第二电极之间产生电极间隙,电极间隙具有在第一方向上在第一和第二电极之间延伸的高度,并且具有在第二方向上延伸的长度,第二方向横切于第一方向;以及多个导电元件,电连接到第二电极,多个导电元件中的每个导电元件基本上在电极间隙的侧向在第一方向上延伸,多个导电元件被布置在行中,该行在第二方向上延伸,多个导电元件包括:第一对相邻导电元件,在第二方向上以第一间距间隔开;以及第二对相邻导电元件,在第二方向上以第二间距间隔开,第二间距大于第一间距。

[0007] 多个导电元件中的导电元件可以关于电极间隙的长度的中线基本对称地定位。多个导电元件可以包括第一多个导电元件,并且包括电连接到第二电极的第二多个导电元件,第二多个导电元件中的每个导电元件基本上在电极间隙的与第一多个导电元件相反的一侧上、在电极间隙的侧向在第一方向上延伸,第二多个导电元件被布置在第二行中,第二

行在第二方向上延伸，第二多个导电元件包括：第三对相邻导电元件，在第二方向上以第一间距间隔开；以及第四对相邻导电元件，在第二方向上以第二间距间隔开。第一多个导电元件中的导电元件可以关于电极间隙的长度的中线基本对称地定位，并且第二多个导电元件中的导电元件关于电极间隙的长度的中点基本对称地定位。第一对相邻导电元件可以与第一对相邻导电元件跨电极间隙定位。第一行的长度和第二行的长度可以与电极间隙的长度基本上共同延伸。

[0008] 第二电极的侧向端可以被电隔离。例如，第二电极的侧向端可以与放电腔室的壁电隔离，或者可以存在机械连接件，该机械连接件机械地联接到第二电极并且被布置成移动第二电极，并且该机械连接件可以包括被布置成将第二电极电隔离的绝缘元件。

[0009] 根据另一方面，公开了一种装置，该装置包括：放电腔室；第一电极，定位在放电腔室中，第一电极具有在第一方向上延伸的第一电极长度；第二电极，定位在放电腔室中，第二电极具有在第一方向上延伸的第二电极长度，第二电极相对于第一电极以间隔开的关系布置，以在第一电极和第二电极之间限定电极间隙；第一多个电容器，电连接到第一电极并且被布置在第一行中，第一行在第一方向上延伸；以及第二多个电容器，电连接到第一电极并且被布置在第二行中，第二行与第一行平行地在第一方向上延伸，其中第一多个电容器中的电容器的数目与第二多个电容器中的电容器的数目相同。

[0010] 第一多个电容器中的电容器可以关于电极间隙的长度的中线基本对称地定位。第二多个电容器中的电容器也可以关于电极间隙的长度的中线基本对称地定位。

[0011] 根据另一方面，公开了一种装置，该装置包括：放电腔室；第一电极，定位在放电腔室中，第一电极具有在第一方向上延伸的第一电极长度；第二电极，定位在放电腔室中，第二电极具有在第一方向上延伸的第二电极长度，第二电极相对于第一电极以间隔开的关系布置，以在第一电极和第二电极之间限定电极间隙；以及多个电容性元件，电连接到第一电极，并且被布置在第一行中，第一行在第一方向上延伸，多个电容性元件中的至少一个电容性元件具有与多个电容性元件中的至少一个其他电容性元件不同的电容值。电容性元件中的至少一个电容性元件可以包括并联连接的一对电容器。

[0012] 根据另一方面，公开了一种装置，该装置包括：放电腔室；第一电极，定位在放电腔室中，第一电极具有在第一方向上延伸的第一电极长度；第二电极，定位在放电腔室中，第二电极具有在第一方向上延伸的第二电极长度，并且相对于第一电极以间隔开的关系布置，以在第一电极和第二电极之间限定电极间隙；以及第一行第一数目X个电容器，电连接到第一电极，并且在与第一电极长度基本平行的第一行方向上布置在第一行中；第二行第二数目Y个电容器，电连接到第一电极，并且在与第一电极长度基本平行的第二行方向上布置在第二行中；其中X和Y至少为4，并且X小于Y，并且其中第二行中的第一电容器和第二行中的最后电容器的电容值彼此相等，并且小于第二行的其余部分中的电容器的电容值。

[0013] 根据另一方面，公开了一种装置，该装置包括：放电腔室；第一电极，定位在放电腔室中；第二电极，定位在放电腔室中，以在第一电极和第二电极之间产生电极间隙，电极间隙具有在第一方向上在第一和第二电极之间延伸的高度，并且具有在第二方向上延伸的长度，所述第二方向横切于所述第一方向；第一多个导电元件，电连接到第二电极，多个导电元件中的每个导电元件基本上在电极间隙的侧向在第一方向上延伸，多个导电元件被布置在行中，行在第二方向上延伸，多个导电元件包括：第一对相邻导电元件，在第二方向上以

第一间距间隔开;以及第二对相邻导电元件,在第二方向上以第二间距间隔开,第二间距大于第一间距,第二多个导电元件,电连接到第二电极,第二多个导电元件中的每个导电元件基本上在电极间隙的与第一多个导电元件相反的一侧上、在电极间隙的侧向在第一方向上延伸,第二多个导电元件被布置在第二行中,该第二行在第二方向上延伸,第二多个导电元件包括:第三对相邻导电元件,在第二方向上以第一间距间隔开;以及第四对相邻导电元件,在第二方向上以第二间距间隔开;第一多个电容器,电连接到第一电极并且被布置在第一行中,第一行在第一方向上延伸;以及第二多个电容器,电连接到第一电极并且被布置在第二行中,该第二行与第一行平行地在第一方向上延伸,第二多个电容器中的电容器中的至少一个电容器具有与第二多个电容器中的至少一个其他电容器不同的电容值。

[0014] 第一对相邻导电元件可以与第三对相邻导电元件跨电极间隙定位。第一行的长度和第二行的长度可以与电极间隙的长度基本上共同延伸。第一多个导电元件中的导电元件可以关于电极间隙的长度的中线基本对称地定位。第一多个导电元件中的导电元件可以关于电极间隙的长度的中线基本对称地定位,并且第二多个导电元件中的导电元件关于电极间隙的长度的中点基本对称地定位。第一多个电容器中的电容器可以关于电极间隙的长度的中线基本对称地定位。第二多个电容器中的电容器也可以关于电极间隙的长度的中线基本对称地定位。

[0015] 下面参考附图详细描述本发明的其他实施例、特征和优点以及各个实施例的结构和操作。

附图说明

[0016] 被包含在本文中并构成说明书一部分的附图通过示例而非限制的方式图示了本发明的实施例的方法和系统。与具体实施方式一起,附图还用于解释原理,并且使相关领域的技术人员能够制造和使用本文呈现的方法和系统。在附图中,相同的附图标记表示相同或功能相似的元件。

[0017] 图1示出了根据所公开的主题的一个方面的光刻系统的整体广义构思的示意性视图,未按比例绘制。

[0018] 图2示出了根据所公开的主题的一个方面的照射系统的整体广义构思的示意图,未按比例绘制。

[0019] 图3是根据所公开主题的方面的用于准分子激光器的放电腔室的示意性截面图,未按比例绘制。

[0020] 图4A是放电腔室中的电气部件的布置的透视图。

[0021] 图4B是放电腔室中的电容器的布局图案的平面图。

[0022] 图5A是放电腔室中的电气部件的布置的端视图。

[0023] 图5B是放电腔室中的电气部件的布置的侧视图。

[0024] 图6A是用在放电腔室中的电流回路的透视图。

[0025] 图6B是包含本文公开的实施例的方面的电流回路的透视图。

[0026] 图7A、图7B和图7C是包含本文公开的实施例的方面的针对放电腔室中的电容器的布局图案的俯视图。

[0027] 图8A是包含本文公开的实施例的方面的放电腔室中的电气部件的布置的透视图。

[0028] 图8B是包含本文公开的实施例的方面的针对放电腔室中的电容器的布局图案的俯视图。

[0029] 图9是包含本文公开的实施例的方面的电极和电极支撑结构的布置的透视图。

[0030] 图10A、图10B和图10C是包含本文公开的实施例的方面的用于将电极连接到电极支撑件的系统的部分切开的侧视图。

[0031] 图11A和图11B是包含本文公开的实施例的方面的用于定位电极的系统的部分切开的侧视图。

具体实施方式

[0032] 现在参考附图描述各个实施例，其中贯穿全文，相同的附图标记用于指代相同的元件。在下面的描述中，出于解释的目的，阐述了许多具体细节以便促进对一个或多个实施例的透彻理解。然而，在一些或所有情况下，可以明显的是，可以在不采用下面描述的特定设计细节的情况下实践下面描述的任何实施例。在其他实例中，以框图形式示出了公知的结构和装置，以便有助于对一个或多个实施例的描述。下面呈现了一个或多个实施例的简化概述，以便提供对实施例的基本理解。该概述不是所有预期实施例的详尽概述，并且不旨在标识所有实施例的关键或重要元件，也不旨在描绘任何或所有实施例的范围。

[0033] 参考图1，光刻系统100包括照射系统105。如下面更全面描述的，照射系统105包括光源，该光源产生脉冲光束110并且将其定向到光刻曝光装置或扫描器115，光刻曝光装置或扫描器115图案化晶片120上的微电子特征。晶片120被放置在晶片台125上，晶片台125被构造成保持晶片120，并且连接到定位器，定位器被配置成根据某些参数精确地定位晶片120。

[0034] 光刻系统100使用光束110，光束110具有在深紫外(DUV)范围内的波长，例如，具有248纳米(nm)或193nm的波长。可以被图案化在晶片120上的微电子特征的最小尺寸取决于光束110的波长，较低的波长产生较小的最小特征尺寸。当光束110的波长是248nm或193nm时，微电子特征的最小尺寸可以是例如50nm或更小。光束110的带宽可以是其光谱(或发射光谱)的实际瞬时带宽，其包含有关光束110的光学能量在不同波长上如何分布的信息。扫描器115包括具有例如一个或多个聚光透镜、掩模和物镜装置的光学装置。掩模可沿一个或多个方向移动，诸如沿光束110的光轴或在垂直于光轴的平面上移动。物镜装置包括投影透镜，并使得能够发生从掩模到晶片120上的光致抗蚀剂的图像转移。照射系统105调节光束110入射在掩模上的角度的范围。照射系统105还使光束110在掩模上的强度分布均匀化(使其一致)。

[0035] 除其他特征外，扫描器115还可以包括光刻控制器130、空气调节装置以及用于各种电气部件的电源。光刻控制器130控制如何在晶片120上印刷层。光刻控制器130包括存储器，该存储器存储诸如工艺条件手段的信息。工艺程序或条件手段基于例如所使用的掩模以及影响曝光的其他因素来确定晶片120上的曝光的长度。在光刻期间，光束110的多个脉冲可以照射晶片120的相同区域以构成照射剂量。

[0036] 光刻系统100还优选地包括控制系统135。通常，控制系统135包括数字电子电路装置、计算机硬件、固件和软件中的一个或多个。控制系统135还包括可以是只读存储器和/或随机存取存储器的存储器。适于有形地实施计算机程序指令和数据的存储装置包括所有形

式的非易失性存储器，作为示例，包括：半导体存储器装置(诸如EPROM、EEPROM和闪存装置)；磁盘(诸如，内部硬盘和可移动磁盘)；磁光盘；以及CD-ROM磁盘。

[0037] 控制系统135还可以包括一个或多个输入装置(诸如键盘、触摸屏、麦克风、鼠标、手持式输入装置等)和一个或多个输出装置(诸如，扬声器或显示器)。控制系统135还包括一个或多个可编程处理器以及一个或多个计算机程序产品，该一个或多个计算机程序产品被有形地实施在机器可读存储装置中以供一个或多个可编程处理器执行。一个或多个可编程处理器可以均执行指令的程序，以通过对输入数据进行操作并且生成适当的输出来执行期望的功能。通常，处理器从存储器接收指令和数据。任何的前述内容可以由专门设计的ASIC(专用集成电路)补充或包含。控制系统135可以是集中的，或者可以部分或全部分布在整个光刻系统100中。

[0038] 参考图2，示例性照射系统105是脉冲激光源，其产生脉冲激光束作为光束110。图2示意性地并且以框图形式示出了根据所公开主题的某些方面的一个实施例的气体放电激光器系统。气体放电激光器系统可以包括例如固态或气体放电种子激光器系统140、例如功率环放大器(“PRA”)级145的放大级、中继光学元件150和激光器系统输出子系统160。种子系统140可以包括例如主振荡器(“MO”)腔室165。

[0039] 种子激光器系统140还可以包括主振荡器输出耦合器(“MO OC”)175，主振荡器输出耦合器175可以包括部分反射镜，该部分反射镜与线窄化模块(“LNM”)170中的反射光栅形成振荡器腔，其中种子激光器140振荡以形成种子激光器输出脉冲，即，形成主振荡器(“MO”)。该系统还可以包括线中心分析模块(“LAM”)180。LAM 180可以包括用于精细波长测量的标准具光谱仪和较粗分辨率的光栅光谱仪。MO波前工程盒(“WEB”)185可以用于将MO种子激光器系统140的输出朝向放大级145重新定向，并且可以包括例如利用例如多棱镜扩束器(未示出)进行的扩束，以及例如以光延迟路径(未示出)的形式进行的相干消除。

[0040] 放大级145可以包括例如PRA激射腔室200，其也可以是例如由种子束注入和输出耦合光学元件(未示出)形成的振荡器，该种子束注入和输出耦合光学元件可以被合并到PRA WEB 210中，并且可以由光束反向器220重定向返回穿过腔室200中的增益介质。PRA WEB210可以包含部分反射的输入/输出耦合器(未示出)以及用于标称操作波长(例如，对于ArF系统，在约193nm处)的最大反射镜和一个或多个棱镜。

[0041] 在放大级145的输出处的带宽分析模块(“BAM”)230可以接收来自放大级的脉冲的输出激光光束，并且针对量测目的而取出该光束的一部分，例如以测量输出带宽和脉冲能量。脉冲的激光输出光束然后穿过光学脉冲展宽器(“OPuS”)240和输出组合自动快门量测模块(“CASMM”)250，其也可以是脉冲能量计的位置。OPuS 240的一个目的可以是例如将单个输出激光脉冲转换成脉冲序列。由原始的单个输出脉冲产生的次级脉冲可以相对于彼此延迟。通过将原始激光脉冲能量分配到次级脉冲的序列中，激光的有效脉冲长度可以被扩展，并且同时峰值脉冲强度降低。因此，OPuS 240可以经由BAM 230从PRA WEB 210接收激光束，并且将OPuS 240的输出定向到CASMM 250。

[0042] PRA激射腔室200和MO 165被配置成腔室，在该腔室中，电极之间的放电可以使得激射气体中的激射气体放电以产生反转的高能分子(包括例如氩、氪、氙和/或氟)群体，以产生相对宽带的辐射，该辐射可以被线窄化到LNM 170中选择的相对非常窄的带宽和中心波长，如现有技术中已知的。在图3中示出了这种腔室300的配置，图3是放电腔室的高度程

式化的截面图。腔室300包括用作阴极的上电极310和用作阳极的下电极320。下电极320和上电极310中的一个或两个可以被全部包含在由腔室壁305限定的腔室300的压力封包中，或者电极中的一个电极未被如此包含。在这两个电极之间的具有宽度A的间隙中发生激射气体放电。图3中也示出了上绝缘体315和下绝缘体325。下电极320在凸片306处电连接到腔室300的壁305。因此，下电极320电连接到腔室300的上半部。为了安全起见，希望将腔室壁305并且因此下电极320保持在地电位。在图3所示的实施例中，上电极310由电源340以相对于下电极320为负的电压驱动。

[0043] 如图3中所示，当下电极320充当阳极时，下电极320有利地由不表现出磨损，但实际上会生长腐蚀涂层330(也被称为“礁状物(reef)”)的材料制成，该腐蚀涂层将下电极320的表面保持在与当下电极320是新的时基本相同的位置。备选地，电极可以涂覆有抗腐蚀涂层。出于说明的目的，在图3中放大了涂层330的尺寸。备选地，可延伸的阳极320垂直向上移动以补偿来自阳极320的腐蚀损失。当上电极310充当阴极时，涂层330的生长版本未形成在上电极310上，使得当激光发射时，上电极310腐蚀。还应当注意，上电极310提供有小的凸点312。在当前腔室中，这种腐蚀导致放电间隙的尺寸A的增大和放电的变宽，特别是当电极310的垂直腐蚀导致凸点312被完全侵蚀时。

[0044] 如上所述，图3中也示出了电压供给340，其产生脉冲，该脉冲引起阴极310和阳极320之间的放电间隙中的放电。虽然针对电压供给340的输出的极性示出了符号(-)，但是将理解，这是相对极性而不是绝对极性，也就是相对于下电极320的极性，下电极320通常通过电流回路350和凸片306与接地(0)电位电接触。电流回路350可以被封闭在腔室300内，如下所示。上电极(阴极310)被充电到较大的负电压(约20kV)。

[0045] 尽管图3中未示出，但电源340的一个部件是电容器组，该电容器组产生引起放电的脉冲。电容器靠近阴极310放置，阴极310产生引起放电的脉冲。这在图4A中示出，其中一行电容器360被定位在阴极310的纵向一半(lengthwise half)的上方。尽管在图4A中未示出，但在阴极310的纵向另一半的上方定位有另一行电容器360。这在图4B中示出。图4A和图4B中还示出了一行馈通组件370，其将电功率从腔室300的外部传送到其内部。因此，通过不对称布置的两行平行的电容器360来实现峰值电容的总设计值。将注意到，在图4A中将阴极310和阳极320描绘为都具有矩形截面。这仅仅是为了使该图更容易理解。本领域技术人员将理解，一般而言，这些电极可以均具有多种形状中的任何一种。电容器360被固定在插座365中。图4B示出了空的插座365。

[0046] 用于电流回路350的“肋笼”状结构也未在图3中示出。这在图4A和图6A中示出。如图所示的，常规的电流回路350由均匀间隔的、相等尺寸的金属电流回路导线355制成。导线355连接到阳极320下方的板357。导线355也连接到电流总线358。图4A中也示出了将下电极320的端部电连接到腔室300的壁305的凸片306中的一个凸片。

[0047] 虽然图4A中未示出，但存在连接到板357的其他侧的另一排导线，它们又连接到电流总线。一行中的每个导线355与另一行中的对应导线355对称布置，以使导线355配对，其中每一对导线围住阴极310、放电区域和阳极320的一部分。这在作为示意性截面图的图5A示出。高压馈电端375将来自电容器360的电压提供给阴极310。当在阴极310和阳极320之间的放电间隙中发生放电318时，来自放电318的电流流过阳极320、板357、回路导线355和电流总线358到地。每对回路导线355将阴极310、阳极320和放电区域318的区域D包围。凸片

306在图5A中不可见，但是在图5B中可以看到。图6A还示出了板357、回路导线355和电流总线358的物理布置。

[0048] 通常，在常规设计中，电流回路350的纵向范围与实际放电318的长度无关。电流回路350的纵向范围可以比实际放电的长度更长或更短。例如，如图5B中所示，成对的导线355中的一些被定位在放电318的纵向端部之外。在常规设计中，由相对的成对的电流回路导线355包围(在图5中描绘，一个电流回路导线355在一个行中，并且其对应的构件在其他行中)的区域D沿着阳极320的长度相同。同样，在常规设计中，相同行中的相邻电流回路导线355之间的距离(间距)沿着阳极320的长度相同，并且该距离被选择为任意常数而无需调谐或优化。放电约55cm长、约13.5mm高、约3mm宽。

[0049] 简而言之，在常规设计中，腔室的内部几何形状未被电调谐至局部水平。诸如峰值电容器和电流路径的元件的设计方式使积分值使能基本的整体腔室性能，但部件的选择和放置并未被局部优化。此外，现有技术还包括未被电调谐以达到最佳放电性能的峰值电容器(Cpk)的布局。特别地，在腔室的一侧上可能存在空的插座(图4B中的空插座365)。

[0050] 在该新的实施例中，可以利用三种类别的设计变量来调谐电流回路，三种类别的设计变量是纵向范围和平均间距、局部电流回路间距，以及界定区域。

[0051] 依次考虑这些，关于纵向范围和平均间距，可以选择导线355的纵向范围，以使其如图5B和图6B中所示的那样，以便优化放电。相对于放电增加或减小电流回路范围的长度将改变在端部处的局部放电电流。存在用于最佳局部放电的最佳电流回路范围长度。

[0052] 关于局部电流回路间距，可以选择特定电流回路之间的局部间距，以使其余的导线355的间距不完全相同，一些导线355被具有较宽间距B的间隙分离，并且其他导线被具有较窄间距C的间隙分离，其中B不等于C。改变间距的宽度会改变局部放电电流。

[0053] 关于界定区域，在图5A中，区域D由包括导线355、阳极320、放电318、阴极310、高压馈电端375和电容器360的电流路径界定。涵盖电回路路径的区域D可以被局部地调整或“调谐”，以影响局部放电318。例如，如由图5A中所示的虚线355a和355b所示，可以将电流回路导线355移近或远离放电318，从而改变区域D。虽然这结合图5A的右侧被示出，但是将理解，可以对左侧进行类似的重新配置。D的大小会影响局部放电电流。因此，局部电流可以随着D的变化而微调。

[0054] 关于电容器，其物理布置的对称性会促进改善的放电，尤其是在寿命终止操作附近。因此，将电容器布置成允许对称的电容分布是有利的。这可以通过使用具有定制值的电容器以及策略性地放置电容器和空位来对电容进行局部调谐以实现局部优化的放电来实现。

[0055] 与图4B中所示的设计相比，图7A、图7B和图7C示出了其他可能的几何形状。图7A示出了对称布置，其中使用电容器360的第一行380和电容器362的第二行382，每行具有相同数目的电容器(在该图的示例中为14个，但是可以使用其他数目)，其中电容器的值被选择，以使总电容是期望的设计值。电容器360和电容器362可以都具有相同的值，在这种情况下，该布置的电容将相对于放电区域318的纵轴318a和横轴318b对称分布。通过使用具有与电容器362的电容不同的电容的电容器360，可以实现不同的电容分布，从而产生以下布置，其中电容相对于放电区域318的纵轴318a不对称分布，并且跨放电区域318的横轴318b对称分布。

[0056] 该布置关于放电区域318对称。图7B也示出了具有对称布置的布置，其中使用两行电容器，每行具有相同数目的电容器，其中电容器的值被选择以使总电容是期望的设计值。然而，在图7B的布置中，使用了较少的电容器，每个电容器具有较高的值，因此可以实现相同的总电容。同样，图7B的布置在放电区域318之外具有较少的电容器。

[0057] 图7C的布置的特征在于一行电容器360和一行电容器362，其中电容器364在电容器362的行的任一端，具有与该行中的其他电容器362不同的电容。图7C的布置跨放电区域318的纵轴318a不对称，但是沿着纵轴318a对称。图7C的布置展示了通过使用较少的电容器或使用具有第一电容的一些电容器和具有与第一电容不同的第二电容的一些电容器来调谐电容的能力。

[0058] 附加地，当具有相同单个电容的两个电容器串联连接时，将表现出每个单个电容器的电容的一半。因此，图4B的设计的对称性(其中使用总共27个相同值的电容器来实现期望的总电容)可以通过使用两对串联连接的电容器来实现相同值的一个单个常规电容器来进行改进。在图8A和图8B中示出这种布置。这产生与27个电容器的总电容匹配的一组30个电容器(并联的26个电容器360，也与其他26个并联的2对串联电容器400)。然后可以对称地布置30个的组，其中两对串联堆叠的电容器400在放电318的纵向上对称定位。

[0059] 本领域的普通技术人员将理解，例如，通过电容器的位置、堆叠电容器的位置、空位或不同值的电容器而确定的电容分布可以被设计和调谐为最佳放电性能，并且将理解可能的变型不受上面提供的特定示例的限制。

[0060] 此外，如图9中所示，下电极320由凸片306支撑，凸片306例如通过紧固件308固定到腔室300。在这方面，参见2011年8月9日发布的美国专利号7,995,637，其被转让给了本申请的受让人，并且通过引用以其整体并入于此。类似地，图10A示出了下电极320，下电极320具有通过紧固件308(例如，螺纹螺栓)连接到支撑元件316的凸片306。还示出了诸如垫圈309和螺纹螺母314的附加硬件，其对于将凸片306固定到支撑元件316可能是所需的或有用的。支撑元件316又连接到腔室300。通常，凸片306和紧固件308由建立从下电极320的端部到腔室300的导电路径的材料制成。然而，将下电极320的端部与腔室300电隔离可能是有利的。在这方面，参见2007年3月9日公布的美国专利申请公开号2007/0071058，其被转让给了本申请的受让人，并且通过引用以其整体并入于此，其提出消除阳极支撑和腔室壁电流路径来促进成礁(reefing)。作为在空间上调谐腔室内部的措施，也可以消除该电流路径。

[0061] 例如，如图10B中所示，可以通过将凸片306与支撑结构316电绝缘的插入物来补充凸片306和支撑元件316之间的机械连接。图10B示出了由上插入物部分322和下插入物部分324制成的插入物，它们协作以将凸片306与支撑结构316隔离。图10C示出了其中凸片306由诸如塑料或陶瓷材料的绝缘材料制成的布置。塑料材料可以是聚四氟乙烯。此外，紧固件308可以由绝缘材料制成，并且绝缘层可以被放置在凸片306和支撑元件316之间。

[0062] 在一些布置中，电极320的端部连接到用于改变电极320的垂直位置的机械链接系统。在这方面，参见2013年9月3日发布的美国专利号8,526,481和2013年5月21日发布的美国专利号8,446,928，两者都被转让给了本申请的受让人，并且通过引用以其整体并入于此。这种系统在图11A中示出，其中支撑电极320的电极支撑条500通过由致动器520移动的杠杆510来升高和降低。同样，通常，这些部件由提供从电极320的端部到腔室300的壁的导电路径的材料制成。然而，如果期望电极320的端部与腔室320的壁电绝缘，则例如，可以通

过例如在杠杆510和致动器520之间插入绝缘体530来中断该路径。

[0063] 此外，通过在系统中设计其他部件来为电极320提供物理支撑(否则将由电极上的机械紧固的端部凸片来提供)，可以避免对电极320的端部处的任何机械或电连接的需要。例如，再次参考图6A，可以使电流回路350足够物理稳固，以为定位在板357上的电极提供足够的支撑，这可以避免凸片的使用。与其他措施一样，这将消除通过凸片306的短的电流回路路径。

[0064] 因此，本文公开了一种激光器放电腔室，其中通过使用包括腔室内部几何形状的设计、腔室内的部件(诸如电极、电流回路和电容器)的放置和分布，以及这些部件的一些部分的选择性电隔离的措施中的一项或组合，进行局部电调谐来延长使用寿命。

[0065] 上面的描述包括多个实施例的示例。当然，针对描述前述实施例的目的，不可能描述部件或方法的每一个可预期的组合，但是本领域技术人员可以认识到，各个实施例的许多进一步的组合和置换是可能的。因此，所描述的实施例旨在涵盖落入所附权利要求的精神和范围内的所有这种改变、修改和变化。此外，就在具体实施方式或权利要求中使用术语“包括”的范围而言，这种术语旨在以与术语“包含”(如“包含”在权利要求用作过渡词时所解释的那样)相似的方式是包括性的。此外，尽管可能以单数描述或要求保护所描述的方面和/或实施例的要素，但是可以预期复数形式，除非明确说明限于单数。附加地，除非另有说明，否则任何方面和/或实施例的全部或一部分可以与任何其他方面和/或实施例的全部或一部分一起被利用。

[0066] 在以下编号的条款中阐述了本发明的其他方面。

[0067] 1.一种装置，包括：放电腔室；第一电极，定位在所述放电腔室中；第二电极，定位在所述放电腔室中，以在所述第一电极和所述第二电极之间产生电极间隙，所述电极间隙具有在第一方向上在所述第一电极和所述第二电极之间延伸的高度，并且具有在第二方向上延伸的长度，所述第二方向横切于所述第一方向；以及多个导电元件，电连接到所述第二电极，所述多个导电元件中的每个导电元件基本上在所述电极间隙的侧向在所述第一方向上延伸，所述多个导电元件被布置在行中，所述行在所述第二方向上延伸，所述多个导电元件包括：第一对相邻导电元件，在所述第二方向上以第一间距间隔开；以及第二对相邻导电元件，在所述第二方向上以第二间距间隔开，所述第二间距大于所述第一间距。

[0068] 2.根据条款1所述的装置，其中所述多个导电元件中的所述导电元件关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

[0069] 3.根据条款1所述的装置，其中所述多个导电元件包括第一多个导电元件，并且还包括电连接到所述第二电极的第二多个导电元件，所述第二多个导电元件中的每个导电元件基本上在所述电极间隙的与所述第一多个导电元件相反的一侧上、在所述电极间隙的侧向在所述第一方向上延伸，所述第二多个导电元件被布置在第二行中，所述第二行在所述第二方向上延伸，所述第二多个导电元件包括：第三对相邻导电元件，在所述第二方向上以所述第一间距间隔开；以及第四对相邻导电元件，在所述第二方向上以所述第二间距间隔开。

[0070] 4.根据条款3所述的装置，其中所述第一多个导电元件中的所述导电元件关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位，并且所述第二多个导电元件中的导电元件关于所述电极间隙的所述长度的中点基本对称地定位。

[0071] 5.根据条款2所述的装置,其中所述第一对相邻导电元件与所述第一对相邻导电元件跨所述电极间隙定位。

[0072] 6.根据条款2所述的装置,其中第一行的长度和第二行的长度与所述电极间隙的所述长度基本上共同延伸。

[0073] 7.根据条款1所述的装置,其中所述第二电极的侧向端被电隔离。

[0074] 8.根据条款7所述的装置,其中所述放电腔室包括壁,并且所述第二电极的所述侧向端与所述放电腔室的所述壁电隔离。

[0075] 9.根据条款7所述的装置,还包括机械连接件,所述机械连接件机械地联接到所述第二电极并且被布置成移动所述第二电极,其中所述机械连接件包括被布置成将所述第二电极电隔离的绝缘元件。

[0076] 10.根据条款1所述的装置,其中电连接到所述第二电极的所述多个导电元件被布置成支撑所述第二电极。

[0077] 11.一种装置,包括:放电腔室;第一电极,定位在所述放电腔室中,所述第一电极具有在第一方向上延伸的第一电极长度;第二电极,定位在所述放电腔室中,所述第二电极具有在所述第一方向上延伸的第二电极长度,所述第二电极相对于所述第一电极以间隔开的关系布置,以在所述第一电极和所述第二电极之间限定电极间隙;第一多个电容器,电连接到所述第一电极并且被布置在第一行中,所述第一行在所述第一方向上延伸;以及第二多个电容器,电连接到所述第一电极并且被布置在第二行中,所述第二行与所述第一行平行地在所述第一方向上延伸,其中所述第一多个电容器中的电容器的数目与所述第二多个电容器中的电容器的数目相同。

[0078] 12.根据条款11所述的装置,其中所述第一多个电容器中的所述电容器关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

[0079] 13.根据条款12所述的装置,其中所述第二多个电容器中的所述电容器关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

[0080] 14.根据条款11所述的装置,其中所述第二电极的侧向端与所述放电腔室的壁电隔离。

[0081] 15.根据条款11所述的装置,还包括多个导电元件,所述多个导电元件电连接到所述第二电极并且被布置成支撑所述第二电极。

[0082] 16.一种装置,包括:放电腔室;第一电极,定位在所述放电腔室中,所述第一电极具有在第一方向上延伸的第一电极长度;第二电极,定位在所述放电腔室中,所述第二电极具有在所述第一方向上延伸的第二电极长度,所述第二电极相对于所述第一电极以间隔开的关系布置,以在所述第一电极和所述第二电极之间限定电极间隙;以及多个电容性元件,电连接到所述第一电极,并且被布置在第一行中,所述第一行在所述第一方向上延伸,所述多个电容性元件中的至少一个电容性元件具有与所述多个电容性元件中的至少一个其他电容性元件不同的电容值。

[0083] 17.根据条款16所述的装置,其中所述电容性元件中的至少一个电容性元件包括并联连接的一对电容器。

[0084] 18.一种装置,包括:放电腔室;第一电极,定位在所述放电腔室中,所述第一电极具有在第一方向上延伸的第一电极长度;第二电极,定位在所述放电腔室中,所述第二电极

具有在所述第一方向上延伸的第二电极长度，并且相对于所述第一电极以间隔开的关系布置，以在所述第一电极和所述第二电极之间限定电极间隙；以及第一行第一数目X个电容器，电连接到所述第一电极，并且在与所述第一电极长度基本平行的第一行方向上布置在第一行中；第二行第二数目Y个电容器，电连接到所述第一电极，并且在与所述第一电极长度基本平行的第二行方向上布置在第二行中；其中X和Y至少为4，并且X小于Y，并且其中所述第二行中的第一电容器和所述第二行中的最后电容器的电容值彼此相等，并且小于所述第二行的其余部分中的电容器的电容值。

[0085] 19.一种装置，包括：放电腔室；第一电极，定位在所述放电腔室中；第二电极，定位在所述放电腔室中，以在所述第一电极和所述第二电极之间产生电极间隙，所述电极间隙具有在第一方向上在所述第一电极和所述第二电极之间延伸的高度，并且具有在第二方向上延伸的长度，所述第二方向横切于所述第一方向；第一多个导电元件，电连接到所述第二电极，所述多个导电元件中的每个导电元件基本上在所述电极间隙的侧向在所述第一方向上延伸，所述多个导电元件被布置在行中，所述行在所述第二方向上延伸，所述多个导电元件包括：第一对相邻导电元件，在所述第二方向上以第一间距间隔开；以及第二对相邻导电元件，在所述第二方向上以第二间距间隔开，所述第二间距大于所述第一间距，第二多个导电元件，电连接到所述第二电极，所述第二多个导电元件中的每个导电元件基本上在所述电极间隙的与所述第一多个导电元件相反的一侧上、在所述电极间隙的侧向在所述第一方向上延伸，所述第二多个导电元件被布置在第二行中，该第二行在所述第二方向上延伸，所述第二多个导电元件包括：第三对相邻导电元件，在所述第二方向上以所述第一间距间隔开；以及第四对相邻导电元件，在所述第二方向上以所述第二间距间隔开；第一多个电容器，电连接到所述第一电极并且被布置在第一行中，所述第一行在所述第一方向上延伸；以及第二多个电容器，电连接到所述第一电极并且被布置在第二行中，该第二行与所述第一行平行地在所述第一方向上延伸，所述第二多个电容器中的电容器中的至少一个电容器具有与所述第二多个电容器中的至少一个其他电容器不同的电容值。

[0086] 20.根据条款19所述的装置，其中所述第一对相邻导电元件与所述第三对相邻导电元件跨所述电极间隙定位。

[0087] 21.根据条款19所述的装置，其中所述第一行的长度和所述第二行的长度与所述电极间隙的所述长度基本上共同延伸。

[0088] 22.根据条款19所述的装置，其中所述第一多个导电元件中的所述导电元件关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

[0089] 23.根据条款19所述的装置，其中所述第一多个导电元件中的导电元件关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位，并且所述第二多个导电元件中的导电元件关于所述电极间隙的所述长度的中点基本对称地定位。

[0090] 24.根据条款23所述的装置，其中所述第一多个电容器中的所述电容器关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

[0091] 25.根据条款23所述的装置，其中所述第二多个电容器中的所述电容器关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

[0092] 26.根据条款23所述的装置，其中所述第一多个电容器中的所述电容器关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

[0093] 27.根据条款19所述的装置,其中所述第二多个电容器中的所述电容器关于所述电极间隙的所述长度的中线基本对称地定位。

[0094] 28.根据条款19所述的装置,其中所述第二电极的侧向端被电隔离。

[0095] 29.根据条款19所述的装置,其中所述第一多个导电元件和所述第二多个导电元件被布置成支撑所述第二电极。

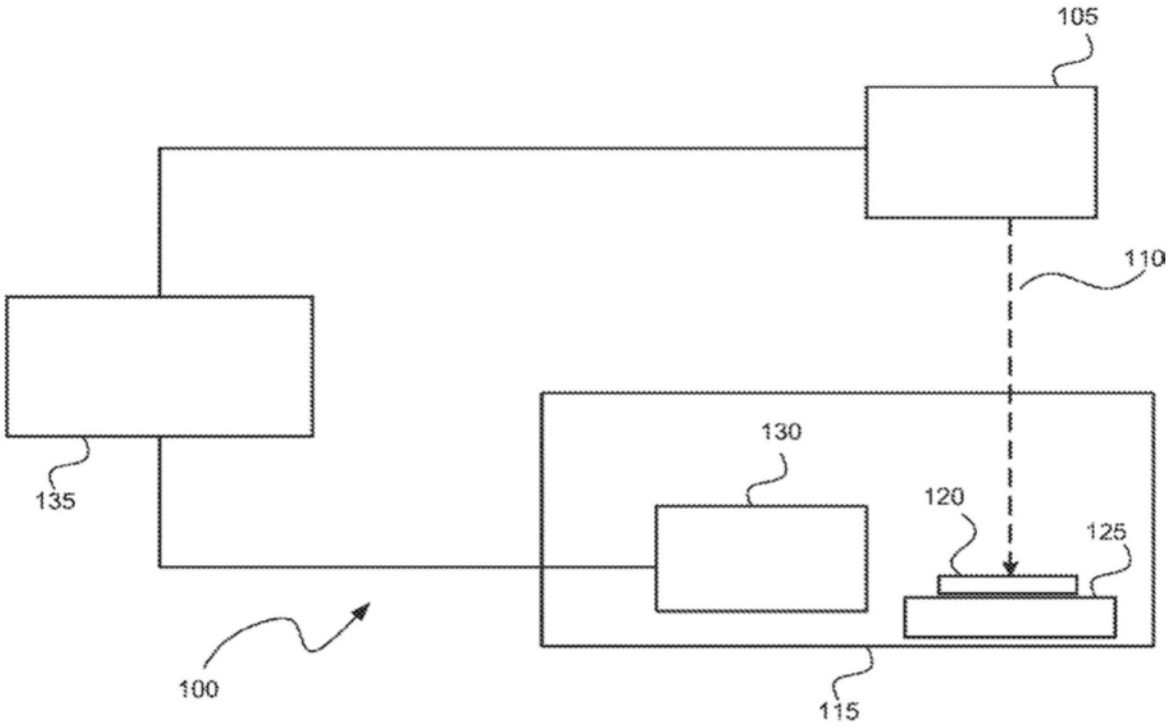


图1

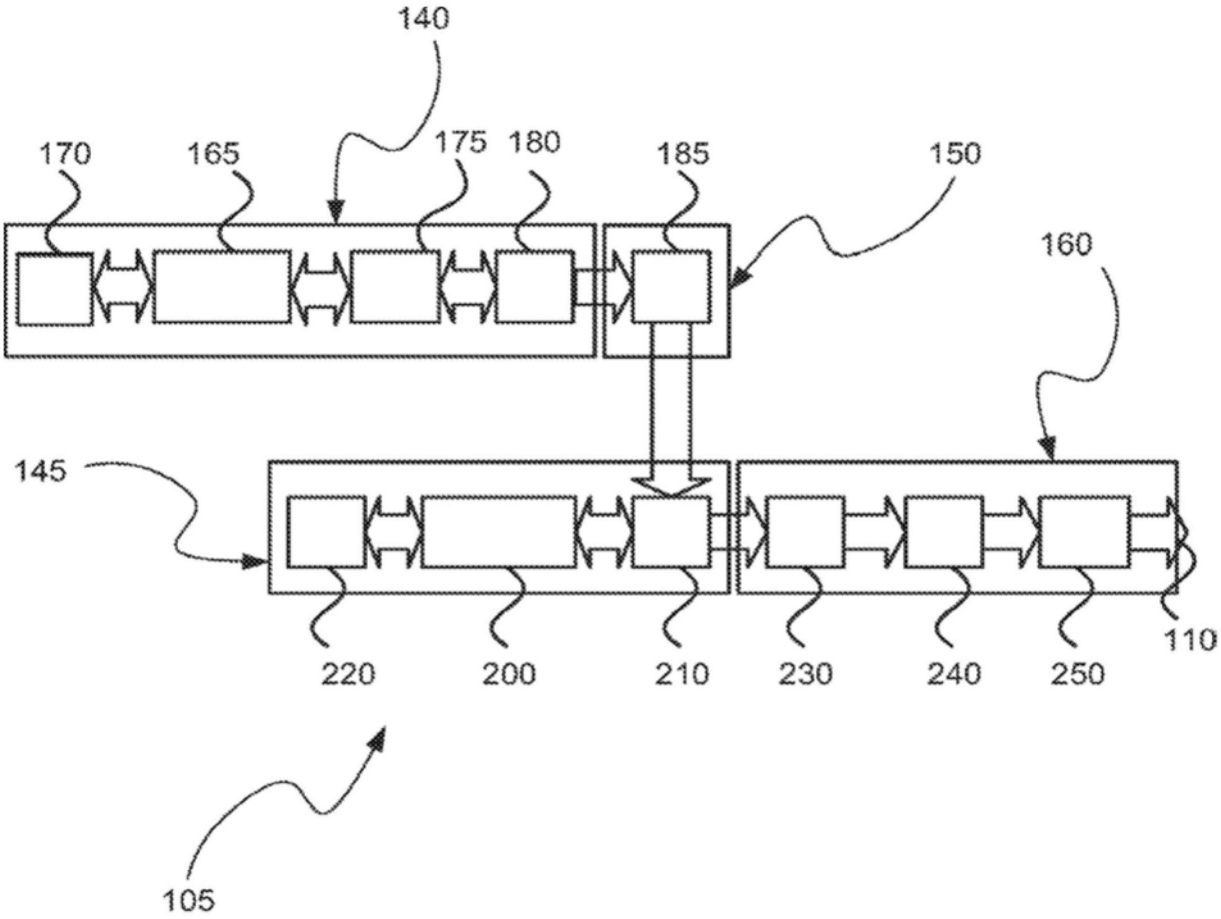

140
170
165
175
180
185
150
160
145
220
200
210
230
240
250
110
105

图2

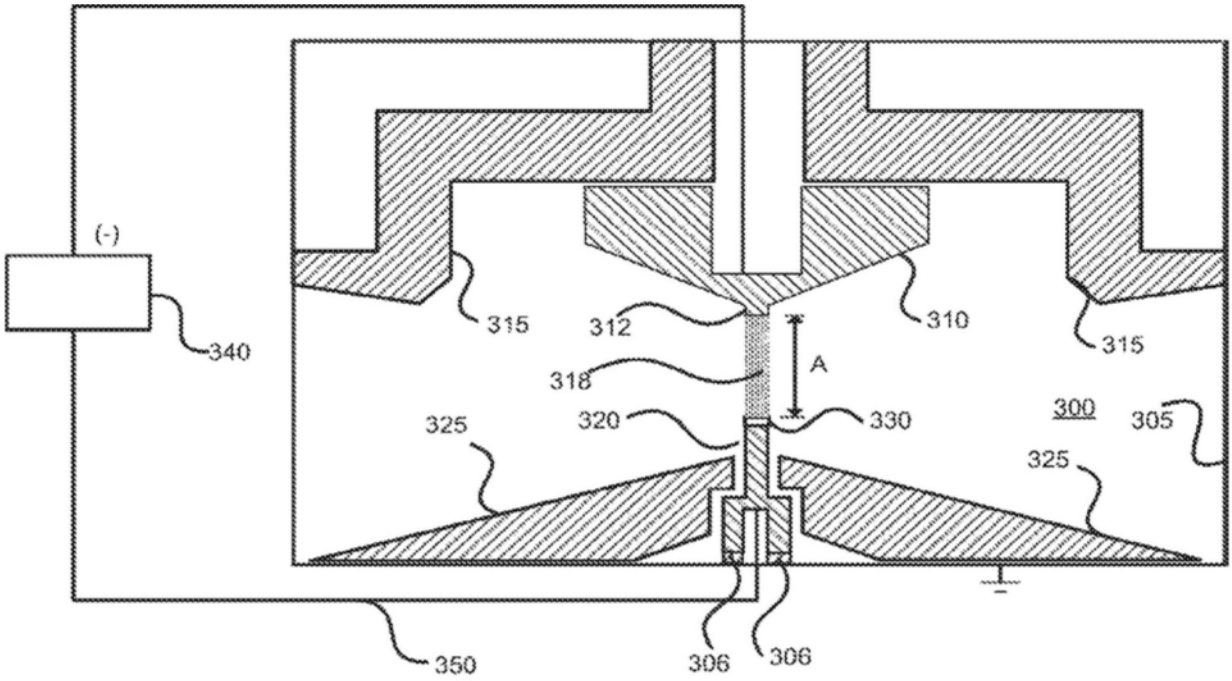

(-)
340
315
312
310
315
318
A
325
320
330
300
305
325
350
306
306

图3

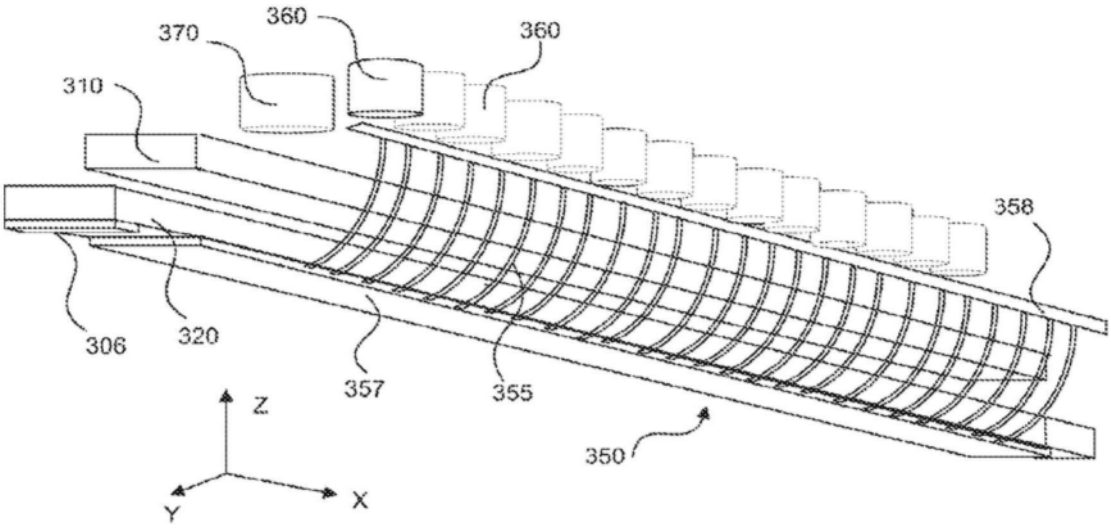

370
360
360
310
358
306
320
357
355
350
Z
Y
X

图4A

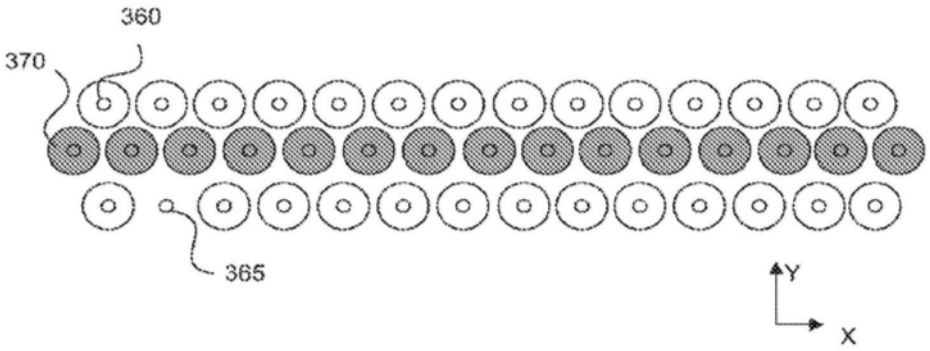

360
370
365
Y
X

图4B

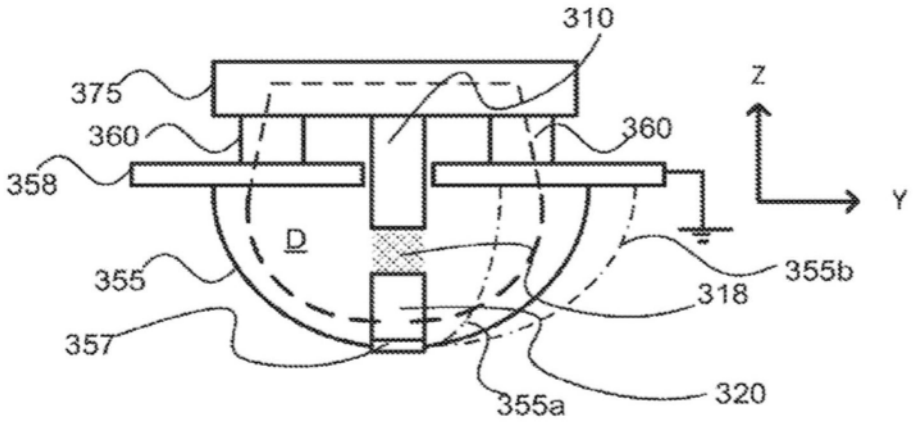

310
375
360
360
358
D
355
355b
318
357
320
355a
Z
Y

图5A

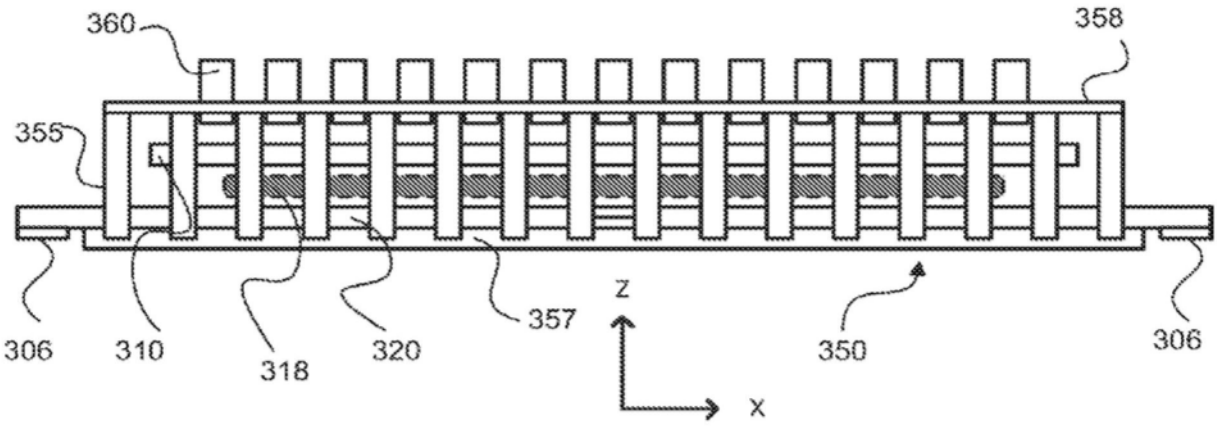

360
358
355
306
310
318
320
357
350
306
Z
X

图5B

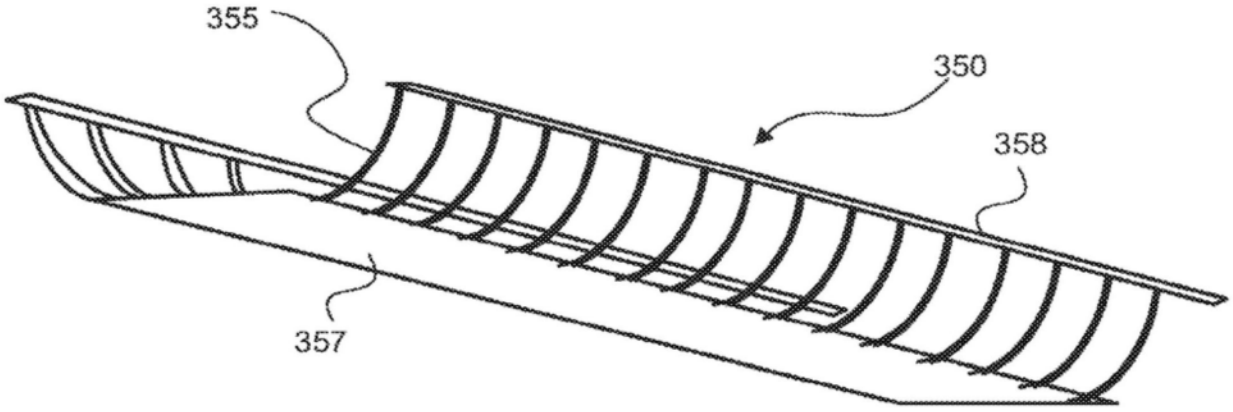

355
350
358
357

图6A

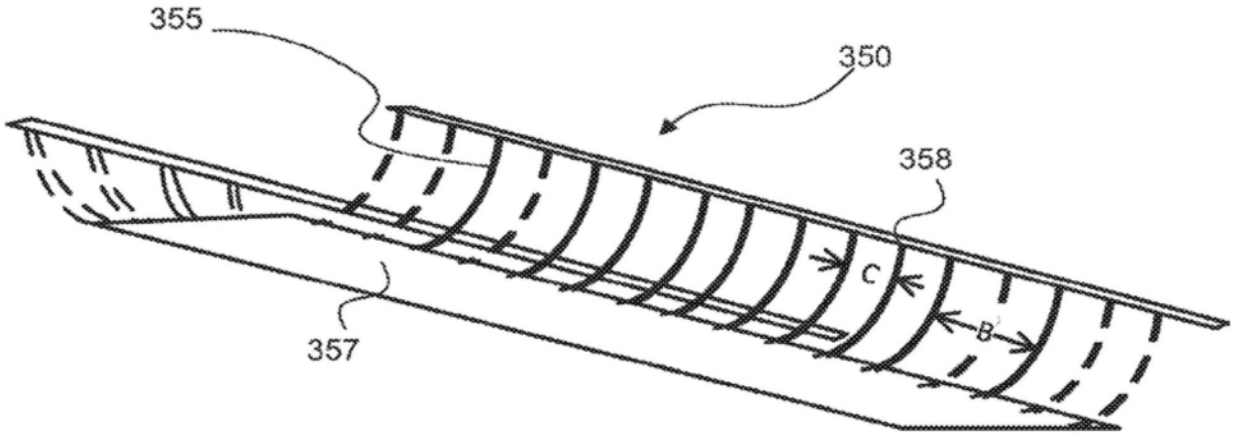

355
350
358
C
B
357

图6B

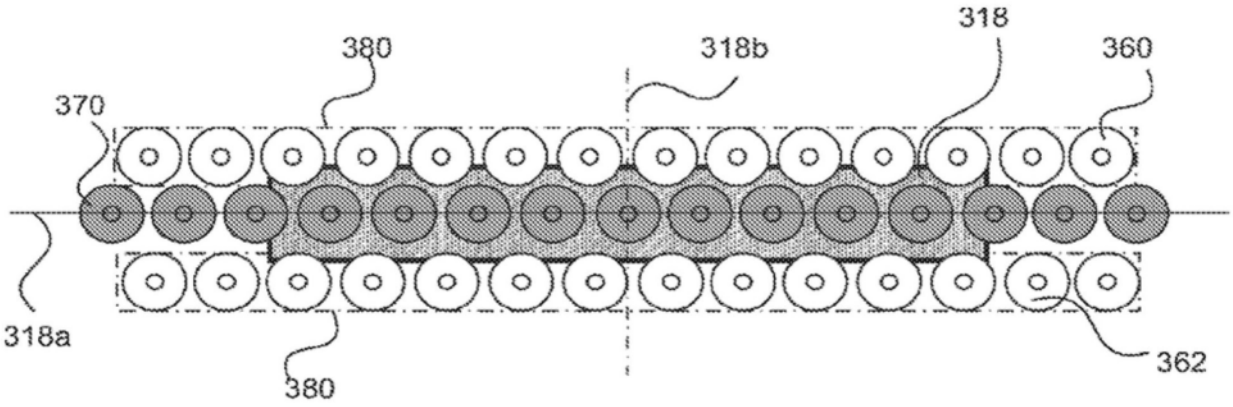

318
380
318b
360
370
318a
380
362

图7A

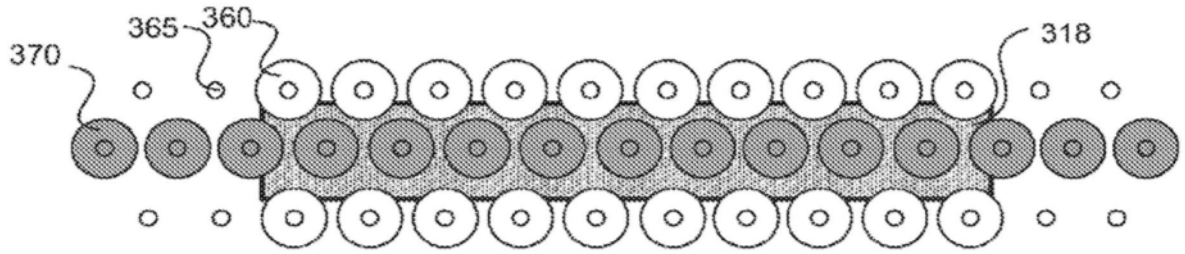

365
360
370
318

图7B

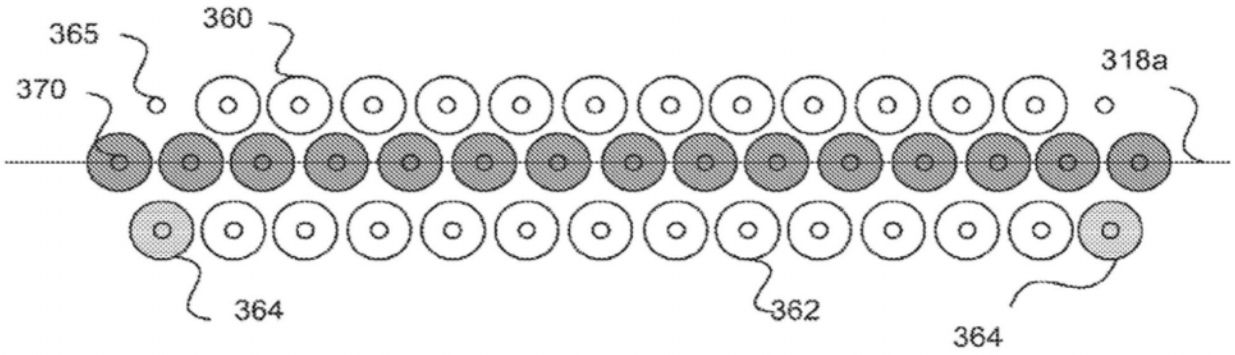

365
360
318a
370
364
362
364

图7C

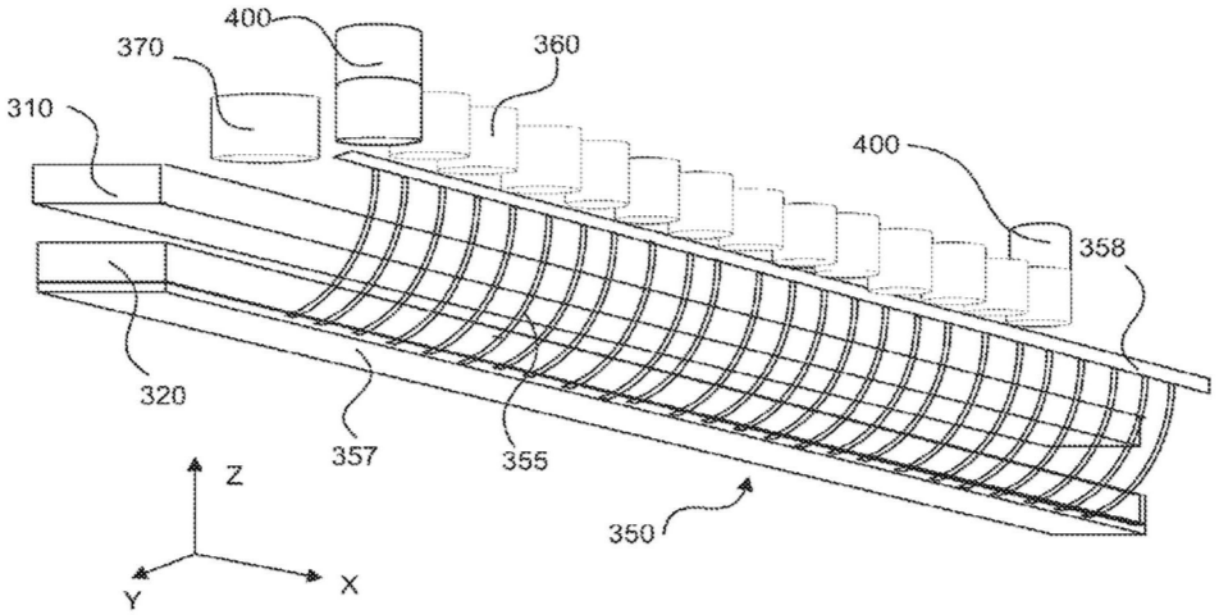

400
370
360
310
400
358
320
357
355
350
Z
Y
X

图8A

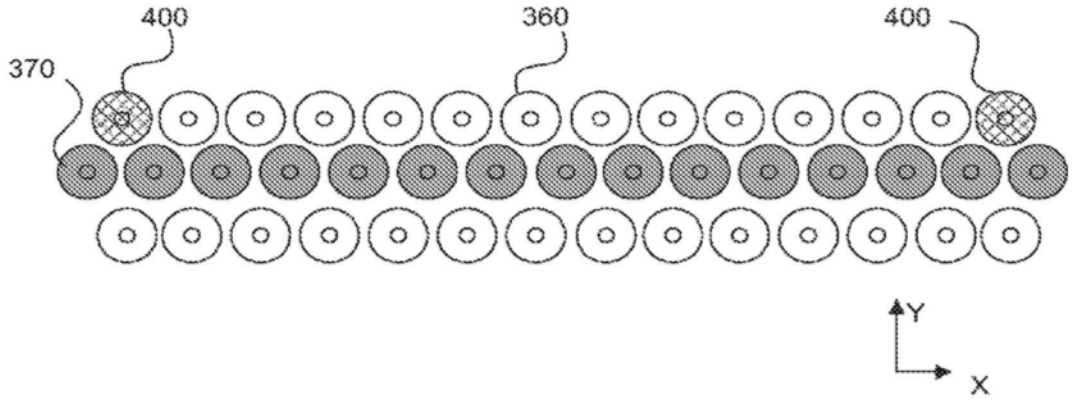


图8B

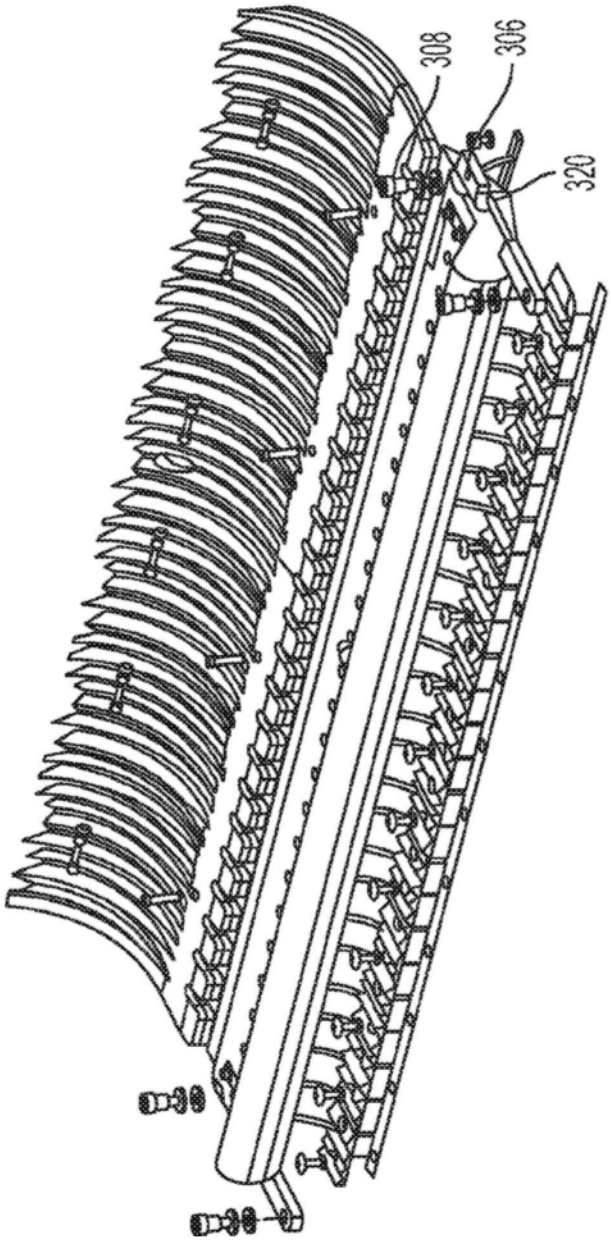


图9

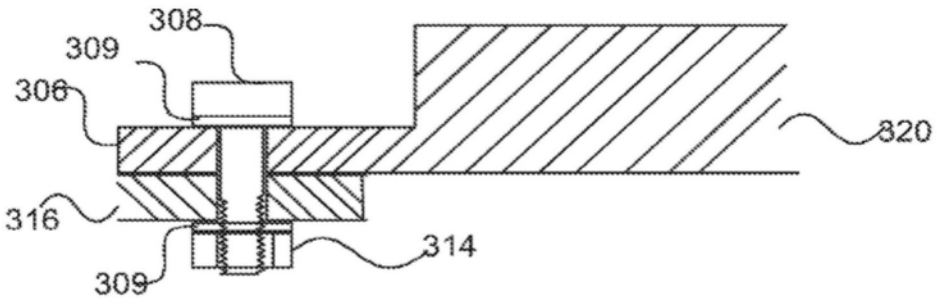


图10A

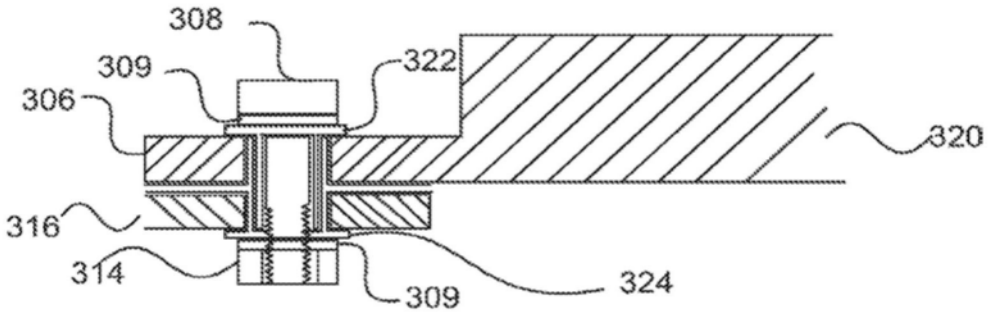


图10B

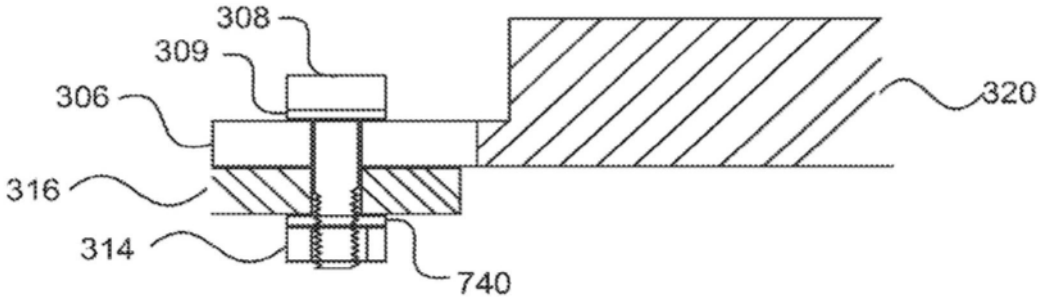


图10C

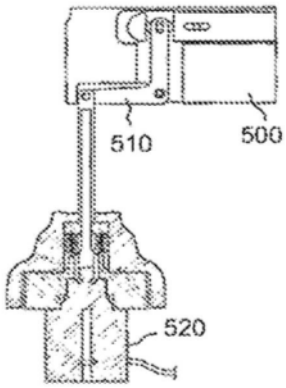


图11A

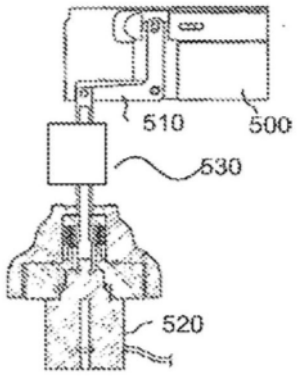


图11B