



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105376920 B

(45)授权公告日 2018.06.01

(21)申请号 201510863060.0

(22)申请日 2012.04.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105376920 A

(43)申请公布日 2016.03.02

(30)优先权数据

1106314.6 2011.04.14 GB

1205602.4 2012.03.29 GB

(62)分案原申请数据

201280018400.4 2012.04.12

(73)专利权人 爱德华兹有限公司

地址 英国西萨塞克斯郡

(72)发明人 S.A.沃罗宁 C.J.P.克莱门茨

D.M.麦克格拉思 F.格雷

A.J.西利

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 邓雪萌 傅永霄

(51)Int.Cl.

H05H 1/34(2006.01)

审查员 郁亚红

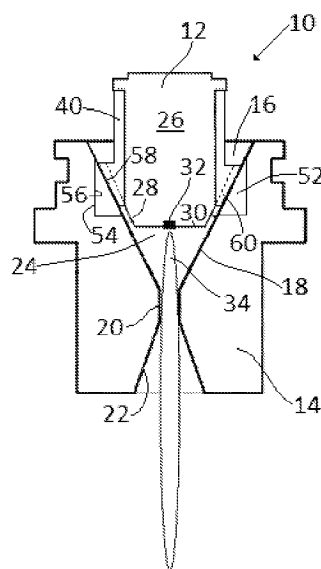
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

等离子体焰炬

(57)摘要

为了延长直流等离子体消减装置的维修周期,一种经修改的直流等离子体矩阵具备:导电阴极和导电阳极,导电阴极和导电阳极彼此间隔开以在它们之间形成间隙;金属涡流衬套,至少部分地位于间隙内并且包括通道,通道适于在使用中允许气体通过间隙流动;以及陶瓷元件,插置于下列中的任一个或多个之间:阴极与涡流衬套;以及阳极与涡流衬套。



1. 一种直流等离子体焰炬(10),包括:导电阴极(12)和导电阳极(14),彼此间隔开以在它们之间形成间隙;其中阴极和阳极中的一个包括大体上圆柱形主体部,并且阴极和阳极中的另一个包括大体上管状部,其中阴极和阳极中的一个至少部分地嵌套于阴极和阳极中的另一个内并与其间隔开,大体上管状部的内部几何形状包括第一向内呈锥形的截头圆锥部(18),其导向至第二基本上平行侧喉部(20);

金属涡流衬套,至少部分地位于所述间隙内并且包括通道,所述通道适于在使用中允许气体通过所述间隙流动;以及离散陶瓷元件,插置于下列中的任一个或多个之间:所述阴极与所述涡流衬套;以及所述阳极与所述涡流衬套;并且其特征在于:

第一向内呈锥形的截头圆锥部包括大体上平行侧凹部(54)用于接收离散陶瓷插件,并且离散陶瓷插件包括环形圈,所述环形圈具有形状和尺寸基本上对应于平行侧凹部的外表面(56)和基本上与所述涡流衬套(40)的外表面对应的锥形内表面(58)。

2. 根据权利要求1所述的直流等离子体焰炬,其中,所述基本上平行侧喉部导向至第三向外呈锥形的截头圆锥部。

3. 根据权利要求2所述的直流等离子体焰炬,其中,所述大体上圆柱形主体部还包括按钮电极。

4. 根据权利要求3所述的直流等离子体焰炬,其中,所述大体上圆柱形主体部由热导率和功函数比所述按钮电极的热导率和功函数更高的金属形成。

5. 根据权利要求3或4所述的直流等离子体焰炬,其中,所述按钮电极由热电子材料形成。

6. 根据权利要求3所述的直流等离子体焰炬,其中,所述大体上圆柱形主体部包括铜并且所述按钮电极包括钨。

7. 根据权利要求1所述的直流等离子体焰炬,其中,所述涡流衬套的至少一个通道适于向通过所述焰炬流动的气体的动量赋予旋转分量。

等离子体焰炬

技术领域

[0001] 本发明涉及等离子体焰炬。本发明特别地用于消减来自例如半导体工业的那些过程的废气。

背景技术

[0002] 防止或限制从工业过程排出的危险气体排放到大气现为科学和工业部门的主要焦点。特别地,半导体工业,其中过程气体的使用固有地低效,将其自己的目标设定为减小从加工厂排出到大气的气体量。希望破坏的化合物的示例为从蚀刻过程得到的那些,例如氟、SF₆、NF₃或全氟化碳(CF₄、C₂F₆等)。

[0003] 破坏或消减来自废气流的不想要的气体的一种方法使用等离子体消减装置。当通常用来通过燃烧进行消减的燃料气体不易得到时,等离子体是特别适用的;例如,如在EP1773474中所描述。

[0004] 用于消减装置的等离子体可以以多种方式形成。微波等离子体消减系统可连接到若干过程腔室的排气口。但是,每个装置需要其自己的微波发生器,微波发生器可能给系统增添了显著的成本。直流等离子体焰炬消减装置优于微波等离子体装置,因为可从单功率直流电源来操作多个焰炬。

[0005] 在图1中以截面图示意性地示出了已知直流等离子体焰炬的示例。焰炬10包括部分地嵌入于大体上管状阳极14的上游开口内的大体上圆柱形的阴极12。环形空间16设置于阴极12与阳极14之间,等离子体源气体例如氩气或氮气(未图示)能流动通过该环形空间16。

[0006] 阴极12和可选地阳极14电连接到电源(未图示),电源可被配置成在阴极12与阳极14之间供应直流电压,或者向阴极12和阳极14中的任一者或二者供应交流电压。所需的电压的量值和频率通常参考其它过程参数来确定和选择,例如废气或等离子体源气体种类和流率、阴极-阳极间距、气体温度等。在任何情况下,适当电压范围为造成气体电离并且由此形成等离子体的电压范围。

[0007] 在图1示出的现有技术示例中,应当指出的是管状阳极14的内部几何形状包括(从上游端(在图中的最上部示出)到下游端(在图中的最下部示出))导向至基本上平行侧喉部20的第一向内呈锥形的截头圆锥部18,基本上平行侧喉部20导向至向外呈锥形的截头圆锥部22。这种几何形状的效果是加速并且压缩进来的气体以在阴极12的紧邻下游的区域中造成相对高速、相对压缩气体的小区域24。

[0008] 阴极12包括导向至倒角自由端部28的大体上圆柱形主体部26,倒角自由端部28的外部几何形状基本上匹配阳极14的向内呈锥形的截头圆锥部18的内部几何形状。阴极12的主体部26由高传导率金属例如铜制成,其通常被水冷。在阴极12的大体上平面下面30的中心处,设有轴向突出的纽扣型阴极32,轴向突出的纽扣型阴极32提供优先放电位点。这通过选择不同于阴极布置的主体28的材料用于纽扣32而实现,即,使得阴极主体28由热导率和功函数高于纽扣阴极32的热离子材料的热导率和功函数的传导金属形成。例如,通常使用

铜阴极主体28和铅纽扣32。阳极14可由类似于阴极12的主体部28的材料(例如,铜)形成。

[0009] 应当指出的是纽扣阴极32定位于相对高速、相对压缩气体24的区域中。这种布置的效果是当处于相对压缩高速状态,即适合于形成等离子体34时形成等离子体源气体的优先放电的区域。因此,等离子体34在阴极12紧邻下方的区域中成核并且作为射流经由喉部20离开并且在阳极14的向外呈锥形的截头圆锥部22中膨胀并且减速。

[0010] 在图1的等离子体焰炬的操作中,等离子体源或进料气体(即,适度惰性的可电离的气体,例如氮气、氧气、空气或氩气)经由入口歧管(未图示)输送到环形空间16。为了起始或开始等离子体焰炬,必须首先在热离子纽扣阴极与阳极之间生成引导电弧。这由高频率、高电压信号实现,高频率、高电压信号可由与焰炬10(未图示)的电源相关联的发生器提供。在阴极布置的铜主体26与铅纽扣32之间的热导率差异表示阴极温度将更高并且电子优先从纽扣32发射。因此,当前述信号提供于电极12与14之间时,在流入到等离子体形成区域24内的等离子体源气体内引起火花放电。火花在阳极14与阴极12之间形成电流路径;然后通过阳极14与阴极12之间受控制的直流来维持等离子体。通过离开喉部20的等离子体源气体产生电离的源气体的高动量等离子体火焰。

[0011] 在大部分情况下,等离子体火焰将不稳定并且造成阳极腐蚀,因此需要通过在电极12、14之间生成进入的等离子体气体的旋流或漩涡来稳定。

[0012] 形成漩涡或气体涡流的一种方法是使用阴极布置,阴极布置包括涡流衬套元件。在图2中示出了这种类型的已知布置的示例。为了简单起见,在图1和图2中出现的相同特征将被给予相同的附图标记并且将不在此处再次展开描述。

[0013] 如图2所示的阴极布置12与图1所示的阴极布置基本上相同,除了其额外地包括环形涡流衬套40。涡流衬套40由插置于阴极12与阳极14之间的大体上管状元件形成。尽管从附图不可辨别,涡流衬套40包括多个非线性(例如,部分螺旋形)凹槽或叶片,它们形成用于气体子流的非轴向流动通道。

[0014] 涡流衬套40的外表面被形成为与阳极布置14的向内呈锥形的截头圆锥表面部分的一部分合作。涡流衬套40的外表面基本上匹配截头圆锥阳极12的合作部分的内壁角并且还其表面中包括有角度的凹槽,有角度的凹槽形成用于引导等离子体源气体流动的管道。有角度的凹槽也可或替代地形成于截头圆锥阳极18的合作部分的表面中。

[0015] 叶片或凹槽的效果是使得气体的离散子流沿着螺旋形运动轨迹流动,从而在相对高速、相对压缩的气体24中形成漩涡,其中个别气体子流会聚。气体动量的旋转分量在其经由焰炬10的喉部20离开时造成等离子体射流34自行稳定。

[0016] 为了使焰炬10起作用,阴极12和阳极14必须彼此电隔离。因此,插置于阴极12与阳极14之间并且与阴极12和阳极14接触的任何元件必须电绝缘。在此情况下,涡流衬套40由例如PEFE的电介质材料制成,其充当在两个电极12、14之间的电绝缘体并且也略微耐受高反应性等离子离子,例如在全氟化碳消减期间产生的原子氟(如果它们通过此区域)的化学侵蚀。

[0017] 需要上文所提到的等离子体消减装置10的部件持续操作数小时。但是,发现由PTFE形成的涡流衬套由等离子体焰炬10内的高温条件快速降解。因此,它们常常必须被替换以确保该装置的可靠性并且防止随后损坏焰炬的其它部件,例如阳极。能通过冷却阴极布置来限制热效果,但这增加了装置的运行成本。

[0018] 由于金属通常耐受在直流等离子体装置中形成的等离子体类型的高温条件,可以认为涡流衬套可由金属制成以延长其工作寿命。但是,由于其也为电导体,金属涡流衬套因此必须与阳极电绝缘以防止在阳极与涡流衬套之间消耗电流。如上文所讨论的那样,由于PTFE在高温较短的操作寿命,不能使用PTFE来隔绝涡流衬套与阳极。

[0019] 空气也为良好的绝缘体并且因此金属涡流衬套可简单地与阳极间隔开。但是,使用空气间隙减小了涡流衬套生成漩涡的能力,因为等离子体源气体的一部分将传递到等离子体形成区域内,而不沿着涡流衬套的管道输送。此外,电弧将可能从金属涡流衬套开始,随着时间破坏它。特别地,金属涡流衬套必须与阳极很准确地并且均匀地间隔开以防止在更靠近阳极(而不是在纽扣阳极)的涡流衬套的部分优先发弧。

发明内容

[0020] 本发明的目的包括:提供替代直流等离子体焰炬;提供改进的直流等离子体焰炬;和/或解决上文所列出的问题中的一个或多个问题。

[0021] 根据本发明的第一方面,提供一种直流等离子体焰炬,包括:导电阴极和导电阳极,彼此间隔开以在它们之间形成间隙;金属涡流衬套,至少部分地位于间隙内并且包括适于在使用中允许气体通过间隙流动的通道;以及,陶瓷元件,插置于下列中的任一个或多个之间:阴极与涡流衬套;以及,阳极与涡流衬套。

[0022] 通过使用金属涡流衬套并且通过使阳极/阴极与金属涡流衬套绝缘,发现与采用PTFE的前述布置相比,部件的操作寿命可大幅延长。

[0023] 在本发明的第一优选实施例中,陶瓷元件包括涡流衬套的陶瓷涂层。陶瓷涂层的主要优点在于可减少零件数量,即,不一定需要单独的绝缘体,并且易于制造,因为陶瓷涂层相对于易于涂覆。

[0024] 最优选地,陶瓷元件由电绝缘(绝缘)氧化物形成,例如,通过氧化金属涡流衬套的表面而形成。

[0025] 陶瓷涂层(若提供)可包括金属的标称表面的向内延伸的向内生长部以改进氧化物到下层金属的粘附。作为补充或替代,陶瓷涂层可包括金属的标称表面的向外延伸的向外生长部。氧化物的向内生长部和向外生长部可具有不同的机械、化学或拓扑性质。

[0026] 陶瓷涂层可经由金属涡流衬套的金属的等离子体电解氧化(PEO)而形成。最优选地,经由Keronite过程形成陶瓷涂层,Keronite过程产生高品质、硬、致密、耐用、几何稳定、耐磨和/或电绝缘的氧化物涂层。

[0027] 在此过程中,由例如铝的金属或合金形成的涡流衬套悬浮于液体电解质浴中并且经受电流,电流使得金属涡流衬套的表面上形成火花。火花氧化形成陶瓷Keronite层的金属的表面。

[0028] 该过程为自调节的,并且形成均匀厚度的Keronite层;甚至沿着复杂的表面构造,例如涡流衬套的凹槽。层的厚度取决于加工时间。多达每分钟4微米可形成于镁物体的表面上。

[0029] 作为补充或作为替代,使用插置在阴极与涡流衬套和/或阳极与涡流衬套之间的离散陶瓷绝缘元件而实现阴极和阳极的电隔离。

[0030] 这些布置允许阴极布置准确地并且一致地位于阳极布置内,因为金属涡流衬套和

陶瓷电中断 (ceramic electrical break) 由相对刚性材料形成。因此,两个合作的阳极和阴极元件可紧密地搁靠在彼此上。这防止移动并且去除了对于准确地(手动地)设置在阳极与阴极布置之间的空气间隙的要求。

[0031] 此外,通过由金属形成涡流衬套,其更耐受在等离子体中形成的热并且因此需要显著更少的冷却(若有的话)来保护它。

[0032] 用于离散陶瓷元件的一种优选的陶瓷材料包括在硼硅酸盐玻璃基质中的氟金云母。

[0033] 阴极优选地包括大体上圆柱形的主体部并且阳极优选地包括大体上管状部(或反之亦然)。通过将阴极至少部分地嵌套于阳极内(或反之亦然),环形间隙可形成于阴极与阳极之间用于接纳涡流衬套。

[0034] 大体上管状部的内部几何形状可包括第一向内呈锥形的截头圆锥部以压缩和/或加速进来的等离子体源气体。第一向内呈锥形的截头圆锥部优选地导向至第二基本上平行侧喉部以在使用中形成在间隙内相对较高气体压力的区域和用于等离子体的离开孔口。

[0035] 在使用离散陶瓷插件的情况下,第一向内呈锥形的截头圆锥部可包括大体上平行侧凹部用于接纳离散的陶瓷插件。在这样的情形下,离散陶瓷插件优选地包括环形圈,环形圈具有在形状和尺寸方面基本上对应于平行侧凹部的外表面和基本上对应于涡流衬套的外表面的锥形内表面。

[0036] 基本上平行侧喉部可导向至第三向外呈锥形的截头圆锥部以在等离子体焰炬下游设置膨胀/减速区。

[0037] 阴极的大体上圆柱形主体部优选地包括由热导率和功函数低于大体上圆柱形主体部的热导率和功函数的材料形成的纽扣型电极。纽扣电极(若提供)可由例如钨的热离子材料形成并且大体上圆柱形主体部可由铜制成。

[0038] 涡流衬套的至少一个通道可适于向通过焰炬流动的等离子体源气体的动量赋予旋转(螺旋)分量。

[0039] 本发明的第二方面提供一种直流等离子体焰炬布置,其包括:阴极主体、纽扣阴极和金属涡流衬套;阳极布置,包括喉部和会聚的内表面;其中涡流衬套与阳极的内会聚表面的一部分合作以在等离子体源气体在阴极与阳极布置之间传递时生成漩涡;并且其中阳极的内表面的合作部分由陶瓷电中断形成。

附图说明

[0040] 在所附权利要求中限定本发明的其它优选和/或可选方面。

[0041] 为了使本发明更好地理解,现将参看附图来描述本发明的实施例,仅以举例说明的方式给出本发明的实施例,在附图中:

[0042] 图1为第一已知的直流等离子体焰炬的示意纵截面图;

[0043] 图2为第二已知的直流等离子体焰炬的示意纵截面图;

[0044] 图3为根据本发明的第二方面的直流等离子体焰炬的示意纵截面图;以及

[0045] 图4为根据本发明的第一方面的直流等离子体焰炬的示意纵截面图。

[0046] 图3和图4类似于先前所描述的图1和图2。因此,相同的特征由相同的附图标记来标识并且每个相同特征的描述将不在下文中重复。

具体实施方式

[0047] 在图3中,直流等离子体焰炬10包括阴极布置12和阳极布置14,如在先前关于图1和图2的已知焰炬所描述。在如图3所示的本发明与图1和图2示出的现有技术焰炬之间的主要差别在于涡流衬套40由金属制成。为了使涡流衬套40与相邻的阴极12和阳极14绝缘,设置环形陶瓷插件(陶瓷电中断)。涡流衬套元件40由导电金属或合金形成,其承受高于200℃的温度,例如铜、不锈钢或钨。涡流衬套可为单独元件,其紧密地接合到阴极12主体26并且与阴极12主体16电接触。替代地,其可与阴极12主体26一体并且由与阴极12主体26相同的材料形成。如果涡流衬套由单独元件(如在此示例中所示)形成,其可改造到现有的直流等离子体消减系统中,诸如图2所示。阳极布置14包括通常由铜形成的管状主体部,其还包括:喉部20;内截头圆锥表面部分18,其朝向喉部20会聚并且止于喉部20;以及,陶瓷电中断元件52。会聚表面的锥度被设计为稳定等离子体源气流并且将等离子体火焰导向至喉部24。

[0048] 陶瓷电中断元件52由市售、廉价并且易于机械加工的陶瓷形成,例如在硼硅酸盐玻璃基质中的氟金云母(也被称作由Corning International制造的MACOR®),其特别耐热并且为电绝缘的。

[0049] 当组装时,阴极布置12位于铜阳极14内并且与铜阳极14同心。阳极14和阴极12彼此间隔开以在它们之间设置管道16。

[0050] 陶瓷为适用材料,但由于其脆性,其难以形成为复杂形状并且为昂贵的材料。虽然其可被认为是用来制造涡流衬套的良好材料,这样做的成本通常过于昂贵。因此,使用陶瓷材料,但陶瓷材料形成为相对简单的形状。在此示例中,陶瓷材料被形成为环形圈,环形圈可易于通过已知的技术形成。阳极14形成有环形凹部54,在此情况下,呈部分轴向盲孔的形式,用于接纳陶瓷电中断元件52。

[0051] 陶瓷电中断元件52具有匹配环形凹部54的轮廓的径向最外部表面轮廓56和为金属阳极14的内锥形表面18的延续并且与金属阳极14的内锥形表面18齐平地放置的径向最内部表面58。电中断元件52被定位成与涡流衬套40合作以形成稳定等离子体源气体漩涡并且如图所示,金属涡流衬套40与陶瓷电中断元件52接触。陶瓷电中断元件52可在涡流衬套的每个轴向侧上延伸,如图3所示,或者至少在其下游轴向侧上以确保在金属涡流衬套40与金属阳极14之间并不发生发弧。

[0052] 如所指示,涡流衬套40由金属制成并且因此可易于制造并且耐高温。但是,本布置允许阴极布置的涡流衬套元件40定位成与阳极布置14的内锥形表面18接触并且在涡流衬套40的外表面中形成的凹槽中形成螺旋管道(未图示)。凹槽60由附图3中的点线示意性地指示。因此,由陶瓷电中断元件52来形成螺旋凹槽。在此上下文中,凹槽60的螺旋配置涵盖可使漩涡形成于等离子体形成区域24中的任何合适表面配置。

[0053] 在图3的等离子体焰炬的操作中,等离子体源气体从气体供应(未图示)通过管道16传递。为了起始或开始等离子体焰炬,引导电弧必须首先在热离子纽扣电极32与阳极14之间生成。这通过高频、高压信号而实现,高频、高压信号可由与用于焰炬的电源(未图示)相关联的发生器提供。在铜主体26与钨纽扣型阴极32之间的热导率和功函数差异意味着热离子电子优先从纽扣型电极32发射。因此,当前述信号设置于电极12、14之间时,在流入到等离子体形成区域24内的等离子体源气体内引起火花放电。火花在阳极12与阴极14之间形

成电流路径,然后通过阳极12与阴极14之间的受控制的直流来维持等离子体。通过焰炬10传递的等离子体源气体产生电离的源气体的高动量等离子体火焰34,其经由喉部20和发散的喷嘴22离开焰炬10。在等离子体形成区域24中形成的漩涡稳定等离子体羽流34并且减轻对阳极14的腐蚀。

[0054] 现参考图4,焰炬10的构造类似于在图2的已知示例中的构造,除了在此情况下,涡流衬套70由金属而非陶瓷材料制成。如从图4的小图(并未按照比例)看出,涡流衬套70包括通过等离子体氧化过程,优选地Keronite过程形成的陶瓷表面涂层72,上覆下面的块体金属74。Keronite过程也良好地作用于例如铝等金属和其合金。对于本领域技术人员显然,经受Keronite过程的原始涡流衬套材料必须适合于经受Keronite过程并且在阴极和涡流衬套一体的设备中,合适材料充当阴极。Keronite过程使得氧化物膜向内以及向外生长,从而形成位于标称金属表面78内部的向内生长层部分76和位于标称金属表面外部的向外生长层部分80。向内生长层76和向外生长层80通常具有不同的机械、化学和电性质,但这些层中的至少一个将为良好的电介质,从而在涡流衬套70与阴极和阳极中任一者或二者之间提供必需的电绝缘。

[0055] 在第三方面,本发明提供一种包括陶瓷层的涡流衬套。

[0056] 本发明并不限于前述实施例的细节,例如,各种元件的形状和配置可改变,构造的材料也可改变。此外,本文所用的术语阴极和阳极在某些情况下可相反,而不偏离本发明。

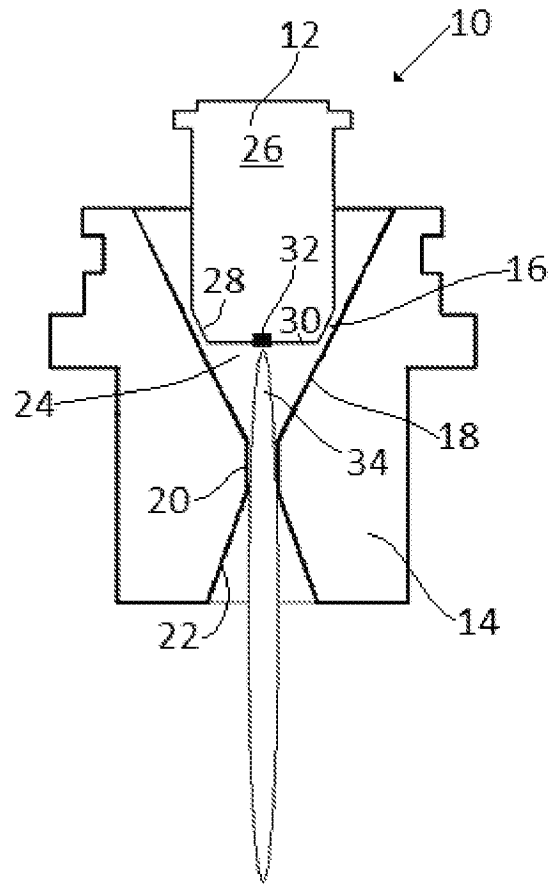


图 1

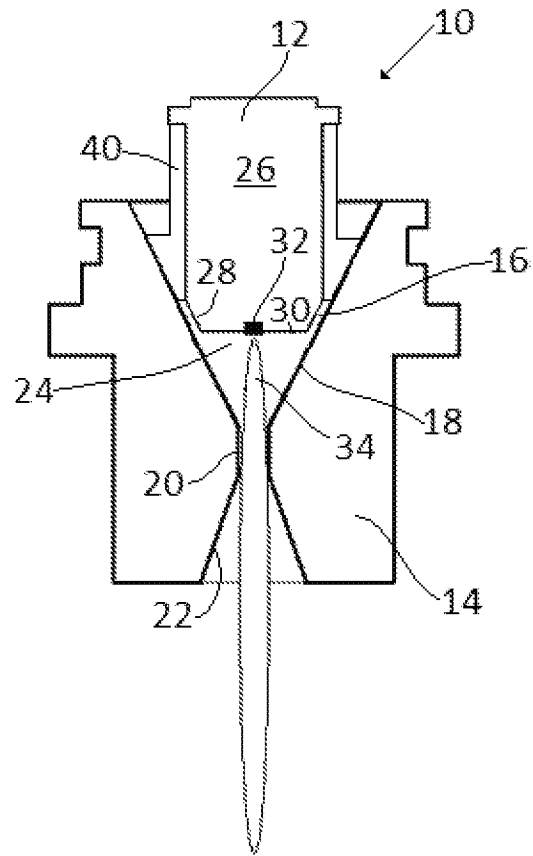


图 2

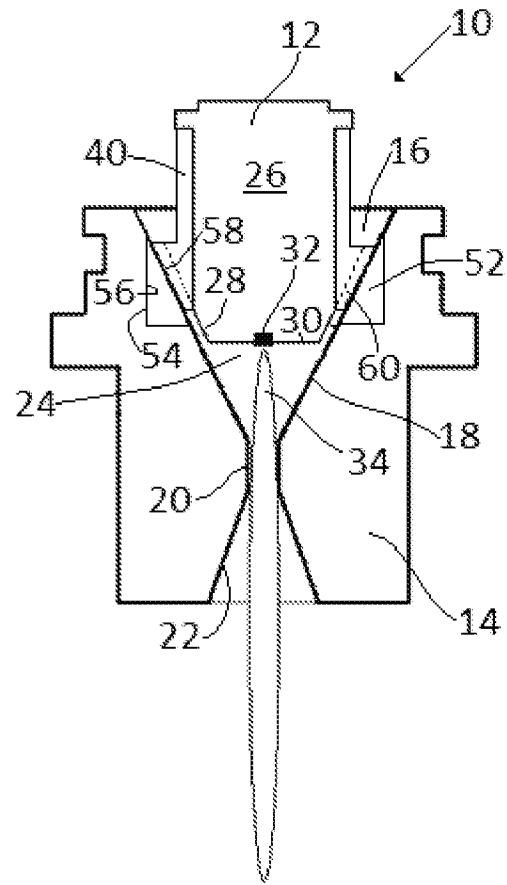


图 3

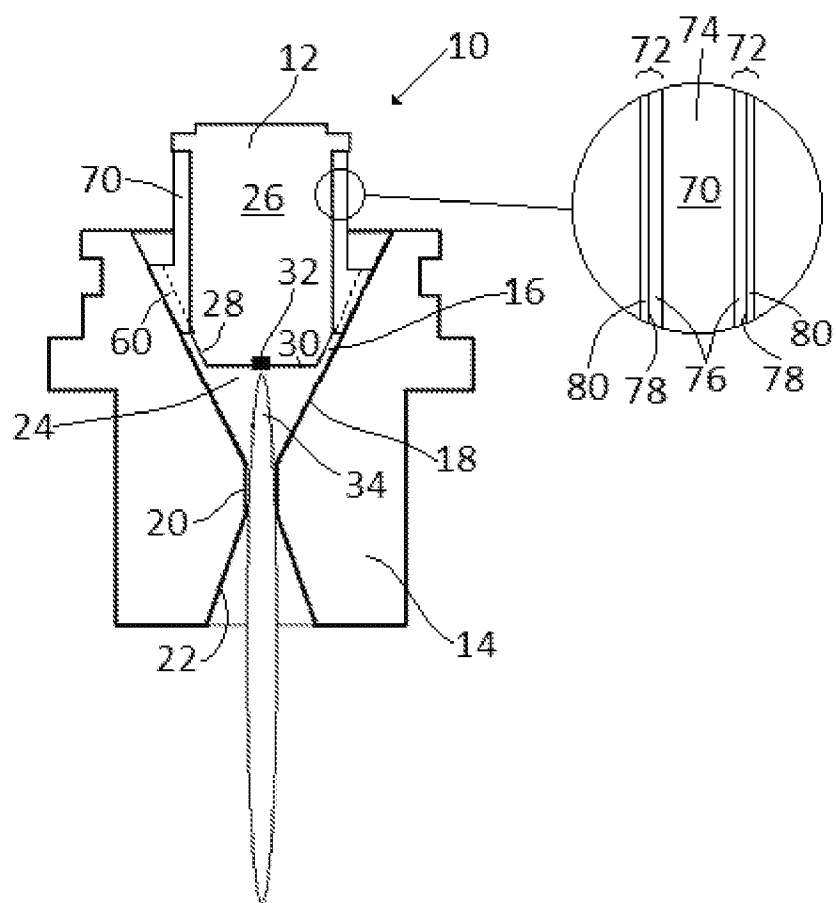


图 4