



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107078018 B

(45)授权公告日 2020.06.02

(21)申请号 201580056101.3

(22)申请日 2015.10.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107078018 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(30)优先权数据
1418199.4 2014.10.14 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.04.14

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2015/053032 2015.10.14

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/059406 EN 2016.04.21

(73)专利权人 史密斯探测—沃特福特有限公司
地址 英国赫特福德郡

(72)发明人 A·克拉克 J·阿特金森

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283

代理人 金旭鹏 肖冰滨

(51)Int.Cl.
H01J 49/00(2006.01)
G01N 27/62(2006.01)

(56)对比文件
WO 2013121287 A1,2013.08.22,
WO 2013121287 A1,2013.08.22,
CN 103460330 A,2013.12.18,
CN 104126115 A,2014.10.29,
CN 101647086 A,2010.02.10,
CA 2413287 A1,2002.01.24,
WO 2006061593 A3,2007.06.14,
CN 102768936 A,2012.11.07,
CN 102449727 A,2012.05.09,

审查员 崔文凯

权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

方法和装置

(57)摘要

一种用于质谱仪的离子过滤器,该装置包括离子改性器;离子选择器,被配置成基于气体中离子的迁移率来选择离子样本的子集;以及控制器,被配置成按照第一模式操作所述离子改性器以对所述离子选择器所选择的离子进行改性来提供子离子,并被配置成按照第二模式操作所述离子改性器以输出所述离子选择器所选择的离子,其中所述离子过滤器适用于将输出离子从所述离子改性器提供给质谱仪的入口。



1. 一种用于质谱仪的离子过滤器,包括:

离子改性器,包括两个电极,每个电极包括跨越离子行进的方向布置的导体;

离子选择器,包括第一离子门和第二离子门,被配置成基于气体中离子的迁移率来选择离子样本的子集;以及

控制器,被配置成按照第一模式操作所述离子改性器来对由所述离子选择器所选择的离子进行改性以提供子离子,并且被配置成按照第二模式操作所述离子改性器来输出由所述离子选择器所选择的离子;

其中所述离子过滤器适用于将输出离子从所述离子改性器提供给质谱仪的引入口。

2. 一种用于质谱仪的离子过滤器,包括:

离子选择器,包括第一离子门和第二离子门;

离子改性器,包括两个电极,每个电极包括跨越离子行进的方向布置的导体,所述离子改性器被布置成接收离子样本;以及

控制器,被配置成按照第一模式操作所述离子改性器来对所述离子样本进行改性以提供子离子,并且被配置成按照第二模式操作所述离子改性器来输出所述离子样本;

其中所述离子选择器被配置成基于气体中离子的迁移率来从所述离子改性器选择离子的子集,以及所述离子过滤器适用于向质谱仪的引入口提供所选择的离子的子集。

3. 根据权利要求1或2的离子过滤器,其中所述离子选择器包括所述离子改性器。

4. 一种用于质谱仪的离子过滤器,包括:

离子改性器,包括两个电极,每个电极包括跨越离子行进的方向布置的导体;

离子选择器,包括第一离子门和第二离子门,所述第二离子门通过漂移室和所述离子改性器与所述第一离子门分离,所述离子选择器被配置成基于气体中离子的迁移率来选择离子;以及

控制器,被配置成操作所述离子改性器来对母离子进行改性以提供来自所述母离子的在所述气体中具有不同迁移率的子离子,

其中所述离子选择器被配置成基于在所述气体中离子的迁移率来选择从所述离子改性器获得的离子的子集,并且被配置成向所述质谱仪提供所选择的离子的子集。

5. 根据权利要求4所述的离子过滤器,其中所述控制器被配置成选择以:

(a) 按照第一模式操作所述离子改性器来对离子进行改性以输出子离子;或者

(b) 按照第二模式操作所述离子改性器来输出未经改性的母离子。

6. 根据权利要求1或3的任一者所述的离子过滤器,其中所述控制器被配置成:

操作所述离子选择器以选择来自样本的离子的第一子集,

按照所述第二模式操作所述离子改性器以输出所述离子的第一子集;

操作所述离子选择器以选择来自所述样本的离子的第二子集,以及

按照所述第一模式操作所述离子改性器以输出子离子。

7. 根据权利要求6所述的离子过滤器,其中所述离子选择器被配置成选择所述离子的第一子集和所述离子的第二子集,如此使得在操作所述离子改性器之前,所述离子的第一子集和所述离子的第二子集具有相同的迁移率。

8. 根据权利要求1、2或4中的任一者所述的离子过滤器,其中基于气体中的迁移率选择离子包括基于微分离离子迁移率和离子迁移率中的一者来选择离子。

9. 根据权利要求1、2或4中的任一者所述的离子过滤器,其中所述离子改性器被布置成在一区域中对离子进行改性,所述区域具有至少为500毫巴的气压。

10. 根据权利要求1、2或4中的任一者所述的离子过滤器,其中所述离子选择器被布置成基于具有一气压的气体中离子的迁移率来选择离子,所述气压为至少500毫巴。

11. 根据权利要求1、2或4中的任一者所述的离子过滤器,其中所述离子选择器包括第一电场施加器,其被配置成将离子通过漂移气体向所述第二离子门移动。

12. 根据权利要求11所述的离子过滤器,其中所述控制器被配置成通过控制操作所述第二离子门的定时来选择所述离子的子集。

13. 根据权利要求11所述的离子过滤器,其中所述离子改性器包括第二电场施加器,其被配置成使离子经受与所述离子通过所述离子改性器的行进方向对齐的交变电场。

14. 根据权利要求1、2或4中任一者所述的离子过滤器,其中所述离子选择器被布置成施加偏转电场以使在气流中运载的离子偏转,以及所述控制器被配置成控制偏转场以选择所述离子的子集。

15. 根据权利要求14所述的离子过滤器,其中所述离子选择器包括可扫描的离子过滤器、微分离离子迁移谱仪以及场不对称离子迁移谱仪中的一者。

16. 根据权利要求1、2或4中的任一者所述的离子过滤器,其中所述离子改性器适用于施加具有至少2.5MHz的频率的交变电场以分裂离子。

17. 一种使用前述权利要求中任一者所述的离子过滤器识别感兴趣的物质的方法,该方法包括:

使所述物质的样本离子化以提供样本离子;

基于所述样本离子的迁移率特性选择样本离子的第一子集;

向质谱仪提供样本离子的所述第一子集以获得第一质谱数据;

基于所述样本离子的迁移率特性来选择所述样本离子的第二子集;

对样本离子的所述第二子集进行改性以提供子离子;

向所述质谱仪提供所述子离子以获得第二质谱数据;

使用所述第一质谱数据和所述第二质谱数据来识别感兴趣的所述物质。

18. 根据权利要求17所述的方法,其中对离子进行改性包括使所述离子经受交变电场以分裂所述离子。

19. 根据权利要求17或18所述的方法,该方法进一步包括使用离子的所述第一子集和离子的所述第二子集中的至少一者的所述迁移率特性来识别感兴趣的所述物质。

20. 根据权利要求17至18中任一者所述的方法,其中所述第一子集和所述第二子集从相同的样本获得。

21. 根据权利要求17至18中任一者所述的方法,其中离子的所述第一子集和离子的所述第二子集被选择以具有相同的迁移率特性。

22. 根据权利要求17至18中任一者所述的方法,其中所述迁移率特性包括离子迁移率。

方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于识别感兴趣的物质的方法和装置,并且尤其涉及用于选择离子和/或对离子进行改性以帮助识别样本中感兴趣的物质的方法和装置。这些方法和装置在质谱分析中可以是有用的并且可以采用离子迁移技术。

背景技术

[0002] 需要检测感兴趣的物质的踪迹,其中物质诸如爆炸物、麻醉品和化学战剂。可靠且准确的识别是很关键的。可以使用谱仪(spectrometer)来执行分析,诸如离子迁移谱仪和/或质谱仪。

[0003] 质谱分析通过使化学化合物离子化以生成带电分子或分子片段并测量它们的质荷比来实现。在典型质谱分析过程中,离子根据它们的质荷比而被分离,通常是通过加速离子并测量它们通过施加电场或磁场而被偏转的程度。一些质谱仪使用离子阱来操作。质谱反映作为其质荷比的函数的所检测的离子的相对丰度。离子可以通过将已知质量与所识别的质量相比较或通过将获得谱(spectra)与已知谱进行比较而被识别。相同质荷比的离子将经历相同量的偏转,但是单一质荷比可以与多个不同种类的离子相关联。

[0004] 离子迁移谱仪(IMS)可以通过使材料(例如,分子、原子)离子化并测量所得到的离子在已知电场下行进已知距离所花费的时间来从感兴趣的样本中识别材料。这被称为飞行时间离子迁移谱分析-TOFIMS。每个离子的飞行时间可以通过检测器来测量,并且飞行时间与离子的迁移率相关联。离子的迁移率与其质量和几何结构有关。因此,通过测量检测器中离子的飞行时间,推断离子的身份是可行的。这些飞行时间可以图形地或数字地被显示为等离子图。还存在其它类型的离子迁移谱分析。例如,在微分(differential)离子迁移谱分析中,基于离子迁移率对电场强度的依赖性来选择离子。为此,离子可能经受选择的变化的电场强度,如此使得仅仅具有选择的微分迁移率的离子能够通过谱仪。例如,在场不对称离子迁移谱分析中,离子通过在与DC电压结合的射频(RF)下施加高电压不对称波形而被分离。随着电场变化,根据离子的高场和低场迁移率的比,离子将向一个或另一个电极迁移。仅仅具有特定微分迁移率的离子将通过设备。

[0005] 其它离子迁移技术使用载气流,该载气流在电极之间运载离子。离子通过在电极之间施加的跨越(横向于)载气流的方向的电场,可以从它们在气流中的路径偏转。通过扫描所施加的场强,具有不同迁移率的离子可以被选择。

发明内容

[0006] 本发明的方面和示例在随附权利要求中陈述。

附图说明

[0007] 现在将仅通过参考附图的示例的方式来描述本公开的实施方式,其中:

[0008] 图1示出本公开三种可能实现方式的非常示意图;

- [0009] 图2示出离子过滤器的示意性部分剖视图；
- [0010] 图3示出另一离子过滤器的示意性部分剖视图；
- [0011] 图4示出另一离子过滤器的示意性部分剖视图；
- [0012] 图5示出另一离子过滤器的示意性部分剖视图。
- [0013] 在附图中，相同的附图标记被用于指示相同的元件。

具体实施方式

[0014] 本公开的实施方式提供用于质谱仪的离子过滤器。如附图所示，以及在以下更详细的解释中，离子过滤器可以包括离子选择器和离子改性器(modifier)。离子选择器基于气体中离子的迁移率来选择离子样本的子集。离子改性器可以被控制以对离子进行改性来提供子离子，该子离子转而被提供给质谱仪以用于分析，或者离子改性器可以被控制以允许离子的子集未经改性地通过质谱仪。

[0015] 离子改性器可以被布置成仅对离子选择器所选择的离子的子集进行改性，或者可以被布置成在离子选择器选择子离子的子集之前对离子样本进行改性，例如离子改性器可以被集成在离子选择器中或布置在离子样本源和离子选择器之间。

[0016] 基于离子迁移率的选择可以包括基于微分离离子迁移率和/或基于飞行时间离子迁移率来选择，例如基于在所选择的电场下的离子迁移率，例如基于“低场”离子迁移率，在该“低场”离子迁移率中离子迁移率不依赖于场强(例如，高达大约为 500Vcm^{-1} 的场)和/或基于任何其它迁移率特性。

[0017] 本公开的实施方式能够使得样本被分析以通过以下来识别感兴趣的物质：操作离子选择器来从样本中选择离子的第一子集并允许离子的第一子集未经改性地通过以用于质谱仪中的分析，并且然后操作离子选择器来从相同的样本中选择离子的第二子集，以及然后操作离子改性器来对离子的第二子集进行改性以输出子离子用于质谱仪中的分析。离子的第一子集和离子的第二子集可以从相同样本(例如，从单个蒸汽样本)中获得。然而，在一些实施方式中，它们还可以从分离的样本中获得，该分离的样本是从相同的感兴趣的物质(例如，从挥发感兴趣的物质的单一拭子(swab))中获得的。

[0018] 图1示出用于质谱仪的离子过滤器的三种可能配置。在第一示图中，图1-A示出离子选择器4被布置成用于从离子源2获得离子，以及用于基于气体中离子的迁移率来选择这些离子的子集。离子选择器4然后可以将该离子的子集提供至离子改性器6，该离子改性器可以被选择性地操作，以(a)在离子被质谱仪分析之前对离子的子集进行改性，或者(b)允许离子未经改性地通过。在第二示图中，图1-B示出离子改性器6被布置成从离子源2获得离子，并且离子改性器6可以被操作以在将离子提供给离子选择器4之前来对离子进行改性，该离子选择器4可以在离子被提供给质谱仪分析之前来选择这些离子的子集。在第三示图中，离子选择器包括集成的离子改性器6，在该配置中，离子选择装置本身包括离子改性器6。该离子改性器6可以被操作以对离子选择器4中的至少一些离子进行改性，并且离子选择器4可以被操作以提供来自离子源2的离子的子集(或许其中一些已经被改性)以用于质谱仪中的分析。

[0019] 图2示出用于质谱仪的离子过滤器，图2所示的装置是图1-A所示配置的一个示例。图2所示装置包括离子源2，其被布置成向离子过滤器提供离子。该离子过滤器包括离子选

择器4和离子改性器6,被布置成向质谱仪提供选择的和/或改性的离子以用于分析。

[0020] 离子源2可以包括入口20,诸如针孔入口或膜入口,用于获得气态流体的样本,诸如蒸汽或气体,以及可以包括离子发生器18,用于使样本离子化。离子发生器18可以包括离子化辐射源,诸如电晕放电元件或放射源。在一些实施方式中,样本可以使用离子化的反应气体而被离子化。

[0021] 图2所示的离子选择器4包括漂移室,该漂移室通过第一离子门14与离子源2分离。离子选择器4可以包括第二离子门16,其通过漂移室与第一离子门14分离。第一离子门14和第二离子门16的每一者可包括两个电极,每一个电极可以包括多个延长导体。每个离子门的电极可以相互交叉或者,在另一配置中,交错以及至少部分地非共面的(例如,在离子行进方向中间隔开),例如用于提供离子快门,诸如布拉德伯里-尼尔森(Bradbury-Nielsen)门,或者廷德尔-鲍威尔(Tyndall-Powell)门。

[0022] 漂移室可以包括一系列漂移电极26、28,其用于沿着漂移室施加电压分布以便使离子从第一离子门14沿着漂移室向第二离子门16移动。离子改性器6可以被布置成使离子在被传送到质谱仪(图2未示出)之前从漂移室通过第二离子门16进入离子改性器6。

[0023] 离子改性器6可以包括两个电极,该两个电极与第二离子门16间隔开。离子改性器电极中的每一者可以包括导体阵列,诸如网格(grid)(例如丝网(mesh)),被布置成跨越离子从第二离子门16向出口行进的方向,该出口可以被耦合用于将离子提供给质谱仪。如所示,每个离子改性器电极的导体可以在它们之间具有间隙,如此使得离子可以行进穿过间隙而通过每个电极。在一种示例中,离子通过电极的导体之间的间隙进入电极之间的区域并且随后穿过离子改性器6的导体之间的间隙而离开该区域。在离子处于电极之间的区域的同时,它们可以经受射频(RF)电场以分裂它们。例如离子改性器可以被配置成使离子经受对称的交变电场(例如,具有小的或为零的DC分量)。在一些实施方式中,除了上述两个电极或作为上述两个电极的替代,离子改性器6可以包括加热器。在一些实施方式中,离子改性器6可以包括多于两个的电极。在本公开的一些示例中,多于一个的离子改性器可以被使用。

[0024] 在图2所示的装置中,离子选择器包括离子改性器6,在该示例中,其被布置在第一离子门14和第二离子门16之间。在离子选择器包括离子改性器6的其它示例中,离子选择器的一个或多个离子门(诸如图2所示的第一离子门14和第二离子门16)可以通过离子改性器6来提供,例如通过如以下描述的结合的离子门和离子改性器。结合的离子门和离子改性器的示例在申请人待审的公开为EP2666183的欧洲专利申请中被提供,其整体通过引用被合并于此。

[0025] 电压供应器22可以被耦合至离子发生器18、第一离子门14、第二离子门16、漂移室26、28以及离子改性器6。控制器24可以被耦合以控制电压供应器22的操作。

[0026] 漂移气体循环系统8可以被耦合至离子选择器4的漂移气体出口10,并被耦合至离子改性器6的漂移气体入口12。离子改性器6可以被布置以使得离子改性器6中引入的漂移气体流动通过第二离子门16向着第一离子门14进入漂移室。漂移气体循环系统8可以被配置成在通常与离子从第一离子门14至第二离子门16的行进路径相反的方向中提供漂移气体流。示例漂移气体包括但不限于,氮气、氦气、空气、再循环的空气(例如,被净化和/或被干燥的空气)。根据本公开的上下文将理解的是,图2所示的示例中,电场通过电压供应器

(例如,使用漂移电极以及还可能使用其它电极)被施加以使离子逆向于漂移气体流沿着漂移室向第二离子门16移动。

[0027] 第一离子门14可以是可操作地被打开以允许离子从离子源2通过而进入漂移室,并且可操作地被关闭以禁止离子的通过。同样地,第二离子门16可以是可操作地被打开以允许离子从漂移室通过而到达离子改性器,或者被关闭以禁止离子的通过。这提供从样本选择离子的子集的一种方式。选择离子的子集(例如,小于来自样本的所有离子)可以包括允许来自样本的一些离子通过第一离子门14,以及然后禁止这些离子中的一些通过第二离子门16,例如通过关闭第二离子门16。因此,控制器24可以通过控制打开第一离子门14和第二离子门16的相对定时来基于漂移气体中离子的迁移率选择离子样本的子集。例如,打开第二离子门16的定时可以基于打开第一离子门14的定时来选择以仅允许具有选择的飞行时间的那些离子沿着漂移室(和/或选择的飞行时间的一个或多个范围)通过离子选择器4而到达离子改性器。

[0028] 离子改性器6可以以第一模式操作以将能量施加至离子来对其进行改性,例如,通过升高它们的有效温度,例如通过使离子经受RF电场。按照第一模式操作所施加至离子的能量可以基于分裂选择的离子所需的能量的量来选择,该选择的离子例如目标物质的离子,以及该目标物质和存在于离子源2或离子选择器4中的已知反应物之间形成的加合(adduct)离子。目标物质包括麻醉品、爆炸物、化学战剂及其它违禁品。所施加的能量可以通过控制离子改性器施加的电场的幅度和/或频率而被选择。在一些实施方式中,能量可以是热能并且施加的能量的量可以通过控制温度而被控制,例如使用加热器。离子改性器还可以以第二模式操作以允许离子从离子选择器4通过而到达质谱仪,而无需使离子经受能量来对其进行改性。例如,在第二模式中,离子改性器可以被操作以对离子施加小于第一模式中所施加的能量,例如其可以被关闭。

[0029] 在操作中,离子发生器18被操作以提供来自感兴趣物质的离子样本。控制器24然后可以打开第一离子门14以允许来自样本的一些离子沿着漂移室逆向于漂移气体流行进。离子达到第二离子门16处的时间可以通过它们穿过气体的迁移率和沿着漂移室由漂移电极26、28施加的电场而被确定。然后控制器24控制第二离子门16来禁止一些离子的通过并允许其它离子通过。例如,在打开第一离子门14之后在选择的时间窗(或一系列时间窗)内到达第二离子门16的离子可以被允许通过第二离子门16,而在这个窗(一个或多个)之外到达的离子可以例如通过被离子门停止或偏转而被禁止通过。因此,仅仅从离子源2选择的离子的子集可以通过离子选择器4而到达离子改性器。

[0030] 控制器24然后可以:(a)按照第一模式来操作离子改性器6以对该选择的离子的子集进行改性并向质谱仪提供通过该改性过程获得的子离子,或者(b)按照第二模式来操作以允许所选择的离子的子集通过质谱仪,而无需对它们进行改性。例如,控制器24可以首先从样本选择离子的子集以使其通过而到达质谱仪,以及按照第二模式操作离子改性器以将(未改性的)离子的子集提供该质谱仪。控制器24然后可以随后向离子改性器提供离子的第二子集,并且按照第一模式操作离子改性器以使得子离子可以被提供给质谱仪。无需改性而提供的离子的子集和通过改性离子的子集而获得的子离子可以是相当的子集(例如,来自相同样本的子集和/或具有相同的(一个或多个)迁移率的子集)。两个子集然后可以在质谱仪中被分析以识别感兴趣的物质。

[0031] 上述操作顺序还可以被颠倒,以使得子离子首先被提供给质谱仪,并且母离子可以随后被提供。离子的第一子集和第二子集可以来自相同的样本,并且可以被选择以具有相同的(一个或多个)迁移率,例如,通过使用相同的时间窗(一个或多个)来打开和关闭离子门。

[0032] 在一些实施方式中,控制器24可以控制按照第一模式操作的离子改性器6的定时,以使得仅所选择的离子的子集中的一些离子(例如,小于所有离子)被改性。例如,在所选择的离子的子集在特殊时间窗(或多个窗)期间通过离子改性器的情况下(例如,如根据迁移率所确定的),控制器24可以在该时间窗期间操作离子改性器来在所选的间隔期间对离子进行改性。

[0033] 如上文简述,在一些实施方式中,第一离子门14或第二离子门16可以通过离子改性器6的一个或多个电极来提供。例如,控制器24可以被配置成将电压施加至离子改性器6以禁止离子通过离子改性器和/或偏转离子沿着漂移室的行进,如此使得离子改性器执行第二离子门的功能。例如,控制器可以被配置成操作离子改性器6的第一电极作为离子门。例如,离子改性器6的一个电极可以包括被布置成作为离子门来操作的多个导体,例如诸如布拉德伯里-尼尔森(Bradbury-Nielsen)门或者廷德尔-鲍威尔(Tyndall-Powell)门的离子快门。于此描述的任何实施方式中的离子门的任何一者可以通过按照此方式布置的离子改性器来提供。结合的离子门和离子改性器的示例在申请人待审的公开为EP2666183的欧洲专利申请中被提供,其整体通过引用被合并于此。在一些实施方式中,装置包括不止一个的离子改性器6。

[0034] 在一些示例中,图2的装置仅包括单个离子门,并且该离子门可以通过结合的离子门和离子改性器而被提供,例如通过离子改性器6的一个或多个电极来提供。

[0035] 在图2所示的示例中,漂移气体循环系统8被布置成提供穿过离子选择器4和离子改性器6两者的漂移气体流,例如在图2所示的配置中,离子选择器4和离子改性器6可以处于相同的气压下。然而,在一些实施方式中,离子可以从离子选择器4(例如从第二离子门16)穿过狭窄通道而到达离子改性器,该狭窄通道被布置成许可保持在二者之间的气体压差。

[0036] 图3示出类似于图2所示的配置,但是在图3所示的示例中,离子改性器和离子选择器可以被布置在分离的腔室内。通过对两个腔室中的一者或二者进行抽吸,每个腔室内的压力可以被分别控制,例如,可以维持它们之间的压差。如所示,在这些实施方式中,狭窄通道(诸如毛细管30)的使用允许离子在离子选择器和离子改性器6之间行进。诸如离子导向器的离子聚焦装置可以被布置成沿着该狭窄通道来引导离子。在该配置中,离子选择器和/或离子改性器6中的压力可以至少是500毫巴(mb),例如至少是800毫巴,例如大约是大气压力。离子改性器6中的气压可以不同于离子选择器中的压力,例如低于离子选择器中的压力。

[0037] 将理解的是,图3所示配置可以被颠倒,如此使得离子改性器6被布置在离子源2和离子选择器之间,例如离子源2可以被布置成向离子改性器6提供离子,并且控制器24可以在离子通过离子选择器之前选择操作离子改性器6来对这些离子进行改性或者选择不操作离子改性器6。在该配置中,离子改性器6和离子源2可以被布置在分离的腔室中(该分离的腔室可以处于不同压力下),并且参考如图3所述,离子可以沿着狭窄通道(诸如毛细管30)

从离子改性器6通过而到达离子选择器。在该配置中,离子选择器可以被操作以选择由离子改性器6产生的子离子的子集,并且离子改性器6可以按照第一模式操作而对离子进行改性或按照第二模式操作以允许未经改性的离子通过离子选择器。

[0038] 图4示出类似于图2所示的另一示例。在图4中,如图2和3中所示的,离子选择器是基于飞行时间离子迁移质谱分析方法的,例如其中控制器24被配置成通过控制操作第二离子门16的定时来选择离子的子集。在图4所示的装置中,第二离子门16被布置在离子改性器6和到质谱仪的输出之间,例如,离子改性器6可以被布置在离子选择器的第一离子门14和第二离子门16之间的漂移室中。如图4所示,离子改性器6可以被布置成对离子选择器的漂移室中的区域中的离子进行改性,例如离子改性器6可以包括上述参考图2所述的两个电极,并且电极可以被布置成使该区域中的离子经受电场(例如,RF电场),该电场强于用于沿着漂移室移动离子的电场。离子改性器6电极可以被布置成使离子经受与离子沿着漂移室行进的方向对齐的电场。离子改性器6的电场与离子行进方向的对齐不可能是完美的或一致的。例如,电场的方向将依赖于组成离子改性器电极的导体的几何结构和相关布置。

[0039] 图5示出用于质谱仪的离子过滤器,其中离子选择器被配置成基于微分迁移率技术(诸如微分迁移率分析)来选择离子的子集。

[0040] 图5的装置可以包括离子源2,该离子源具有以上参考图2描述的离子源2的特征。

[0041] 图5所示的离子选择器包括通过第一离子门14与离子源2分离的气流室。该气流室可以被布置成允许离子由从离子源2向着气流室的出口的气体流来运载。载气流系统可以被布置成提供沿着气流室从离子门14至出口的载气流。两个偏转电极被布置成跨越(例如横向于)气体流的方向在气流室中施加电场。

[0042] 电压供应器22可以被耦合至如以上参考图2所述的离子发生器18、离子门14和离子改性器电极。电压供应器22还可以被耦合至偏转电极以用于施加垂直于气体流的方向的选择的电场。

[0043] 控制器24被耦合以控制电压供应器22来操作离子发生器18、离子门14、偏转电极和离子改性器6中的至少一者。控制器24可以被配置成控制由偏转电极施加的电场,如此使得仅仅具有所选择的迁移率特性(例如选择的微分迁移率)的离子能够从离子选择器通过以被提供给质谱仪来用于分析。

[0044] 如图5所示,离子选择器的出口被布置使得离开离子选择器的离子可以通过离子改性器6。离子改性器6可以包括两个电极并且具有以上参考图2所示的离子改性器6所描述的特征,该实施方式的离子改性器6还可以被布置在如以上参考图3所描述的分离的腔室中,或被布置成如以上参考图4所描述的在由离子选择器将离子分离之前对它们进行改性。在操作中,离子从离子源2被提供至载气流中。气体运载离子流向离子选择器的出口。电压供应器22在偏转电极上施加电压,以提供横向于(例如垂直于)气体流的方向的电场。控制器24选择所施加的电压以控制该电场,并且这转而选择能够通过离子选择器的出口的离子的迁移率。控制器24然后可以按照上述第一模式和第二模式中的一者来操作离子改性器6以对所选择的离子的子集进行改性,或者以允许它们未经改性地通过质谱仪。在图5的实施方式中,离子门14是可选择的。

[0045] 以上参考图1至4描述的操作的方法还可以被应用至参考图5所描述的装置。

[0046] 将理解的是,所描述的实施方式将被理解为说明性的示例。可以设想其它实施方

式。例如,场不对称离子迁移谱技术可以被用于提供离子选择器。这些实施方式可以反映图5所示的配置并且电压供应器22可以被配置成施加不对称的交变电压,例如RF电压,如本领域技术人员根据本公开的上下文将理解的,这可以使得离子的子集能够基于它们的迁移率的电场依赖性而被选择,例如基于它们的微分迁移率。在图5所示的装置的一些实施方式中,除了载气的使用或作为载气的使用的代替,电压可以被用于向出口移动离子,例如,类似于图2所示的漂移电极26、28的电极可以被使用。

[0047] 还将理解的是,于此描述的任何装置实施方式可以用于识别感兴趣的物质的方法中。例如,它们可以被耦合至质谱仪以使得与经改性的离子和未经改性的离子两者相关联的质谱数据(以及或许还有迁移率数据)能够用于识别感兴趣的物质,例如为物质分配一个或多个候选身份。这种方法的一个示例包括使物质的样本离子化。

[0048] 这些离子的子集然后可以被选择,例如使用于此描述的离子选择器中任何一者。样本离子的第一子集可以被选择以具有特殊的迁移率特性,诸如特殊的离子迁移率,例如特殊的微分迁移率。该样本离子的第一子集然后可以被提供给质谱仪以获得第一质谱数据,例如描述离子的该子集的质荷比。

[0049] 来自样本的离子的第二子集然后可以从样本离子被获得(例如通过基于相同的迁移率特性来选择它们,例如以具有与离子的第一子集相同的迁移率特性(一个或多个))。

[0050] 离子的第二子集然后可以被改性,例如通过分裂离子,分裂离子例如通过使它们经受交变电场。通过改性过程产生的子离子然后还可以被提供给质谱仪以获得第二质谱数据。

[0051] 第一质谱数据和第二质谱数据然后可以被用于识别感兴趣的物质。当然将理解的是,执行这些步骤的顺序可以被颠倒。此外,离子的第一子集和离子的第二子集中的至少一者的迁移率特性还可以被用于识别感兴趣的物质。识别感兴趣的物质可以包括为物质分配一个或多个候选身份。

[0052] 将理解的是,关于任何一种实施方式描述的特征可以被单独使用,或者结合所描述的其它特征来使用,并且还可以结合任何其它实施方式中的一个或多个特征被使用,或者利用与任何其它实施方式的任何结合而被使用。此外,在不背离本发明的范围(该范围在随附权利要求中限定)的情况下,以上未描述的等效方案和改进也可以被采用。

[0053] 例如,本公开的以下方法还可以与于此描述的任何其它方法相结合,和/或使用于此描述的任何装置来实施。第一个这种示例包括将蒸汽的样本引入至质谱装置的低压区域,使样本离子化,对通过使样本离子化而获得的离子进行改性,以及向检测器提供改性的离子以用于分析。低压区域中的气压可以比环境压力低至少200mb,例如,比环境压力低至少300mb。这种方法可以包括将离子从离子化区域向检测器移动并使离子经受具有与离子向着检测器移动的方向对齐的分量(例如显性分量)的射频(RF)电场。RF电场可以通过在离子向着检测器移动的方向中间隔开的两个电极而被施加至离子。

[0054] 本公开的一些示例可以被用于提供用于谱仪(诸如质谱仪)的样本引入阶段(intake stage)装置。这些引入阶段可以包括具有比小于环境压力200mb更小的压力的低压区域,该低压区域可以包括用于获得气态流体的样本的入口20,用于从样本获得母离子的离子发生器18,以及被配置成在低压区域对母离子进行改性以提供子离子的离子改性器6,及被布置成用于向谱仪提供子离子以用于分析的出口。离子改性器6可以被布置成使离

子经受交变射频 (RF) 电场, 该电场与离子向着出口移动的方向对齐 (例如主要地对齐)。

[0055] 总之, 参考附图, 将理解的是示意性功能块图示被用于指示于此描述的系统和装置的功能。然而, 将理解的是, 所述功能不必按照该方式来区分, 并且不应该被认为在所描述的和以下所要求权利的以外暗示硬件的任何特定结构。附图所示的一个或多个元件的功能可以被进一步细分, 和/或分布在本公开的整个装置。在一些实施方式中, 附图所示的一个或多个元件的功能可以被集成在单个功能单元中。离子迁移质谱分析的一些类型已经被描述用于提供于此描述的装置的离子选择器功能, 但是将理解的, 任何基于离子迁移率的技术可以被使用, 例如诸如行进波 IMS 技术的其它离子迁移技术。其它示例和变形对于访问本公开的上下文的技术人员来说是显而易见的。

[0056] 例如, 漂移气体不必被使用, 本公开的一些示例可以被用于系统中, 在该系统中, 离子的平均自由路径相当于漂移室的长度, 例如大于或等于漂移室的长度。除了迁移率, 本公开的这些示例可以测量离子的质荷比, 例如基于飞行时间测量或基于使离子经受磁场以使它们的行进方向偏转来测量。

[0057] 在一些示例中, 一个或多个存储器元件可以存储数据和/或程序指令, 以用于实施与此描述的操作。本公开的实施方式提供包括程序指令的有形的、永久性存储媒介, 所述程序指令可操作以对处理器进行编程来执行于此描述的和/或于此要求权利的方法中的任何一者或多者和/或提供如于此描述的和/或于此要求权利的数据处理装置。

[0058] 于此描述的装置的使用和操作也旨在作为所述方法的公开, 以及装置的特殊结构可能不相关, 因此装置实施方式的特征可以与于此描述的和要求权利的方法实施方式相结合。同样地, 于此描述的方法可以通过于此公开的装置的合适配置而被实施。在适当情况下, 于此概述的行为和装置可以使用可以通过固定逻辑提供的控制器和/或处理器来实施, 诸如逻辑门或可编程逻辑的程序集, 例如软件和/或由处理器执行的计算机程序指令。其它类型的可编程逻辑包括可编程处理器、可编程数字逻辑 (例如, 现场可编程门阵列 (FPGA))、可擦除可编程序只读存储器 (EPROM)、电可擦除可编程序只读存储器 (EEPROM)、专用集成电路、ASIC、或任何其它类型的数字逻辑、软件、代码、电子指令、闪存、光盘、CD-ROM、DVD ROM、磁卡或光卡、适用于存储电子指令的其它类型的机器可读媒介、或它们的任何组合。

[0059] 在参考电极的情况下, 应当理解, 可以使用导体的任何布置, 例如电极可以包括金属或其它导体, 并且可以至少部分地暴露和/或部分绝缘。于此描述的电压供应器可以包括 AC 电源, 其可以包括一个或多个升压或降压变压器, 电压供应器还可以包括诸如电池或燃料电池或电容性功率存储器的 DC 电源。可以使用 AC 和 DC 电力的组合, 并且电压供应器可以包括用于基于 DC 电源提供 AC 电压的逆变器。在一些实施方式中, 电压供应器可以包括用于基于 AC 电源提供 DC 电压的整流器。可以使用 AC 和 DC 电源和电压提供组件的任何组合。在一些实施方式中, 电压供应器也可以作为电流源来操作。

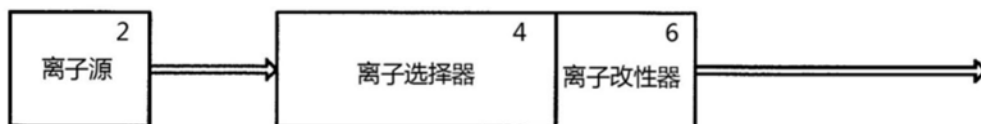


图1-A

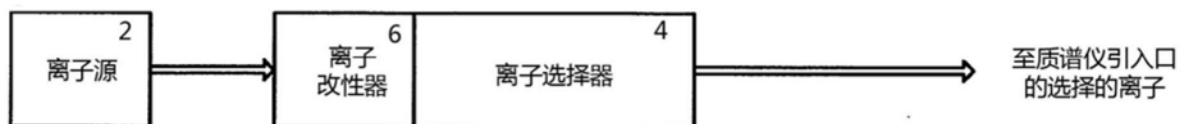


图1-B

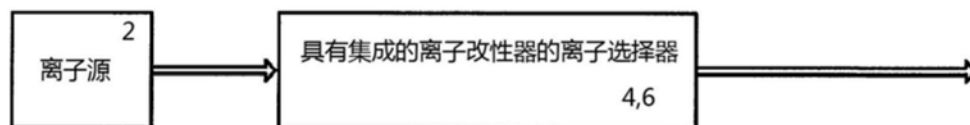


图1-C

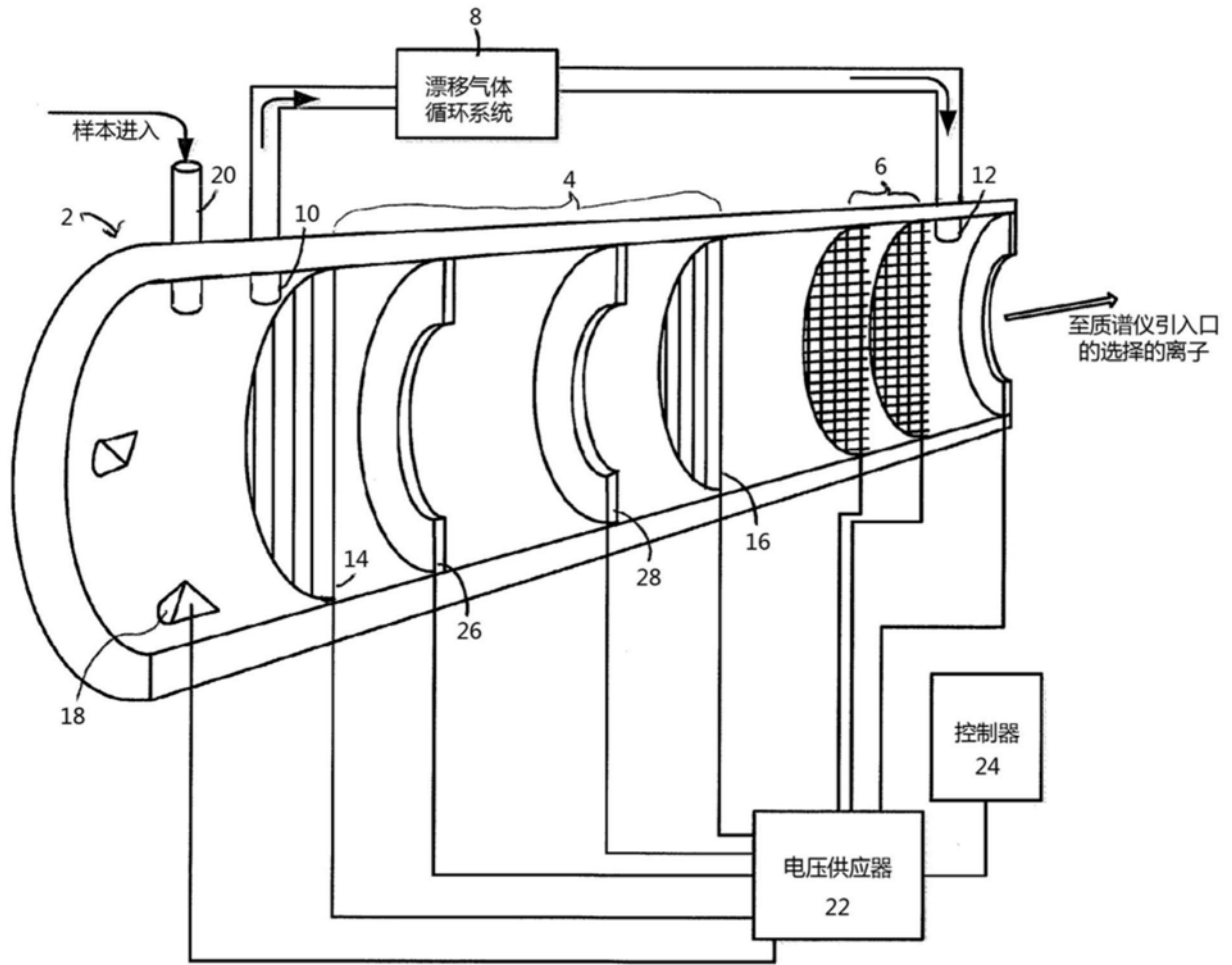


图2

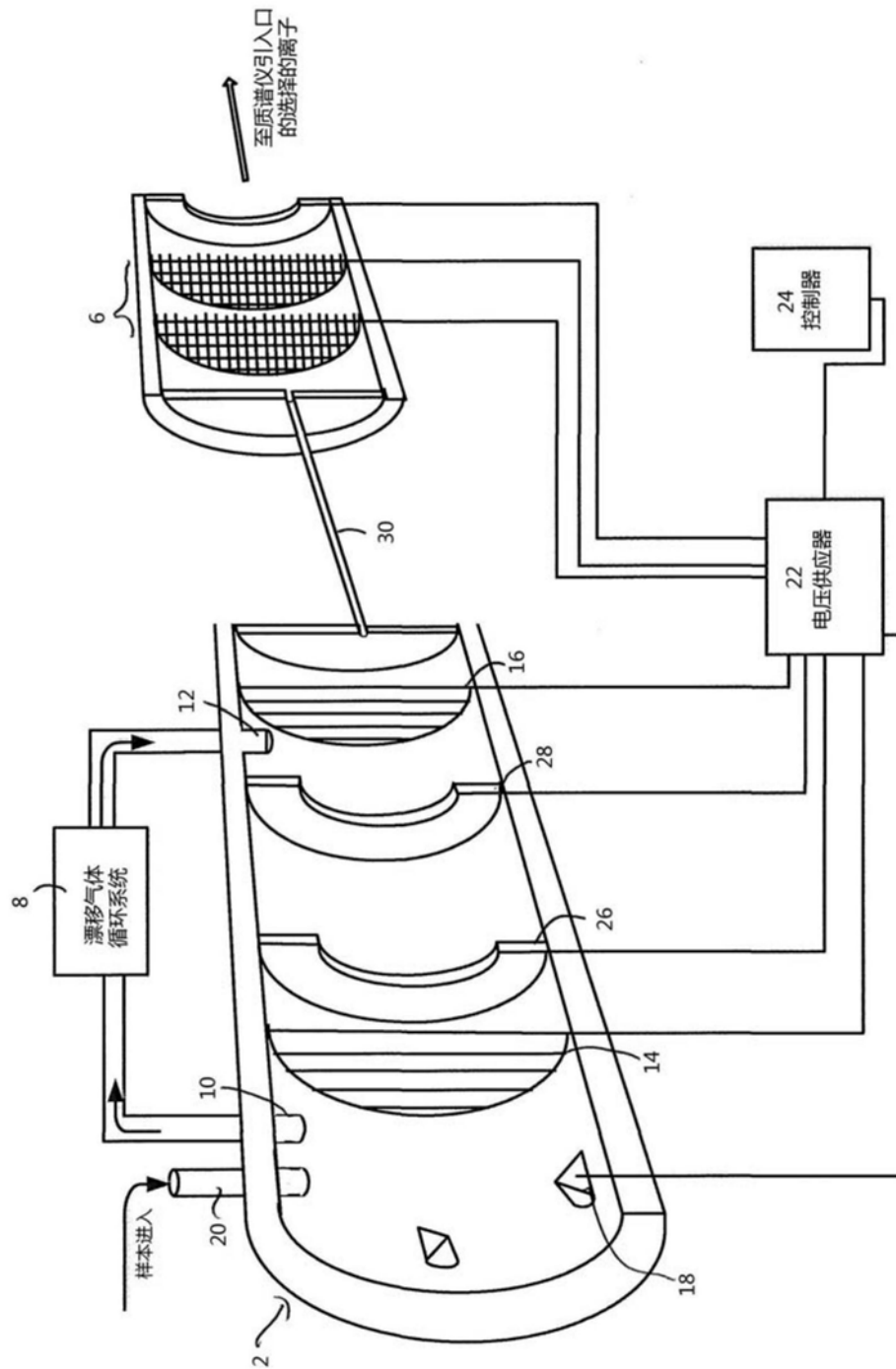


图3

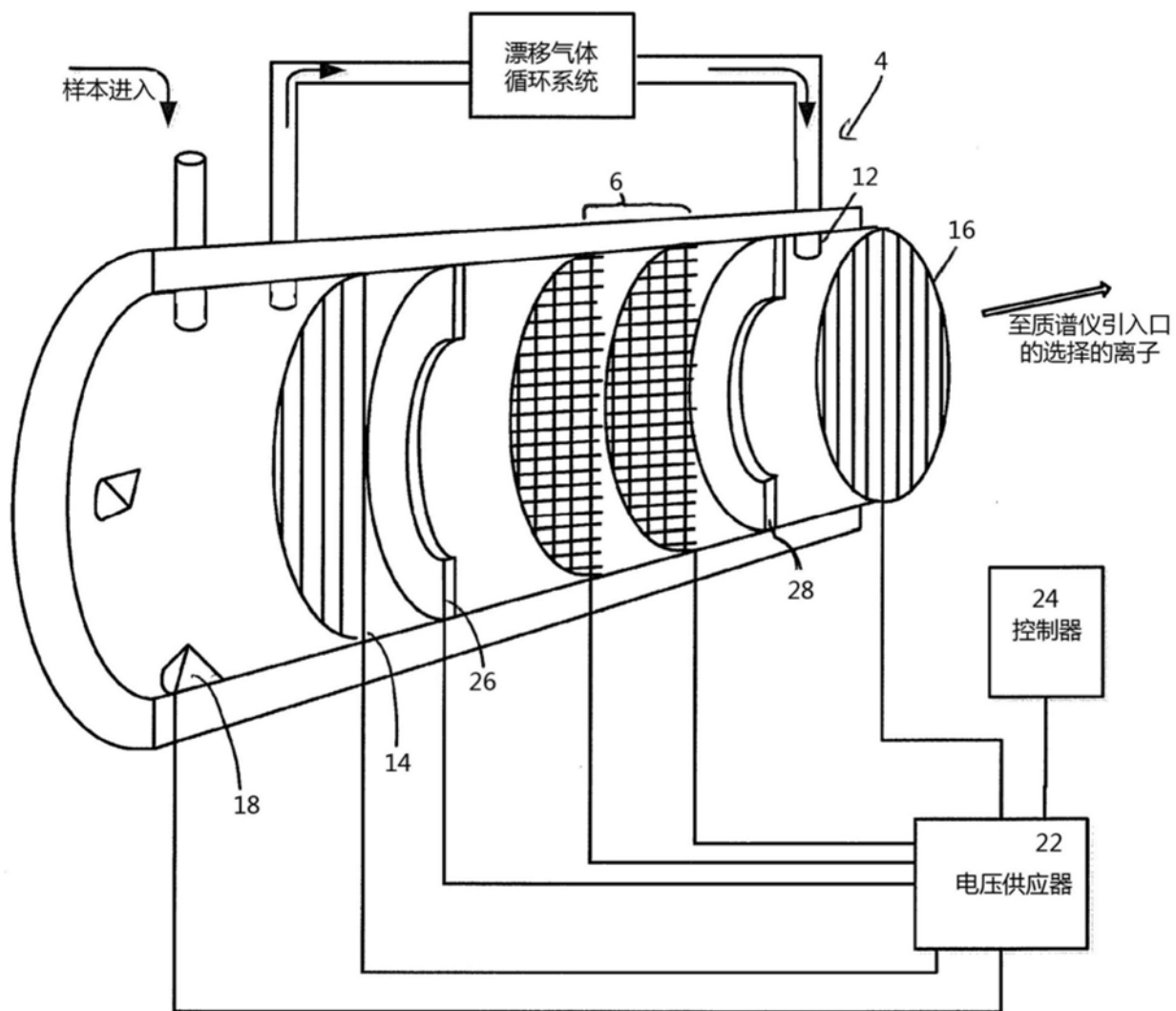


图4

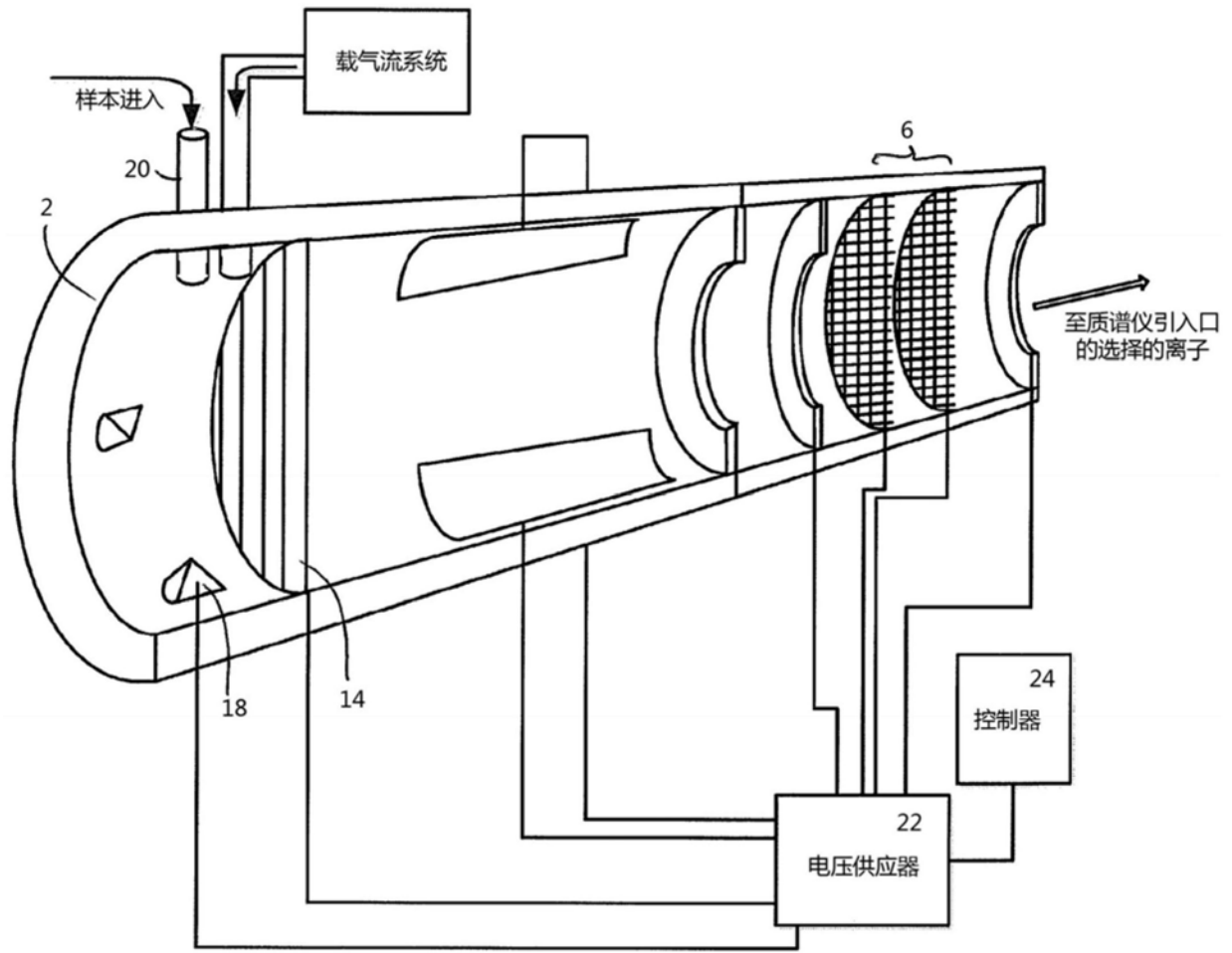


图5