



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101853771 A

(43) 申请公布日 2010. 10. 06

(21) 申请号 200910048794. 8

(22) 申请日 2009. 04. 03

(71) 申请人 中国科学院上海应用物理研究所
地址 201800 上海市嘉定区嘉罗公路 2019 号

(72) 发明人 魏永波 蒋大真

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
31002

代理人 邓琪

(51) Int. Cl.

H01J 49/40 (2006. 01)

G01N 27/62 (2006. 01)

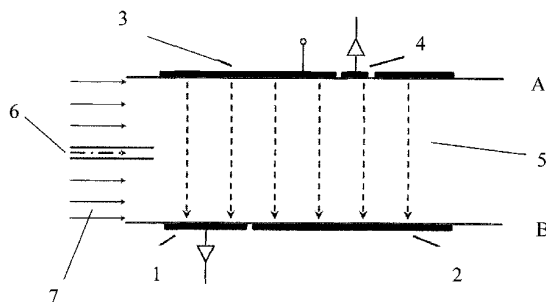
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

吸气冷凝器结构离子迁移谱仪

(57) 摘要

本发明公开了一种吸气冷凝器结构离子迁移谱仪,包括漂移管,所述漂移管包括位于同一平面上的集成探测电极以及辅助电极,与该平面相对设置的记数电极,在偏压作用下漂移管内产生均匀电场,样品离子流和漂移气体在均匀电场之间形成层流,所述漂移管还包括辅助集成探测电极,所述辅助集成探测电极和记数电极在同一个平面上。由于辅助集成探测电极的存在和样品离子流被漂移气体全包围,在偏压的作用下,不同的正、负离子被分开,分别打到集成探测电极和辅助集成探测电极上形成离子电流,使这种离子迁移谱仪能同时测量正、负离子,提高了离子迁移谱仪的检测灵敏度。



1. 一种吸气冷凝器结构离子迁移谱仪,包括漂移管,所述漂移管包括位于同一平面上的集成探测电极以及辅助电极,与该平面相对设置的记数电极;在偏压作用下漂移管内产生均匀电场,样品离子流和漂移气体在均匀电场之间形成层流;其特征在于,所述漂移管还包括辅助集成探测电极,所述辅助集成探测电极和记数电极在同一个平面上。

2. 根据权利要求1所述的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪,其特征在于,所述辅助集成探测电极的位置是在漂移管中靠近离子流流入方向一侧的1/4。

3. 根据权利要求1或2所述的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪,其特征在于,所述样品离子流位于所述均匀电场的中心。

4. 根据权利要求3所述的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪,其特征在于,所述样品离子流的直径约是所述记数电极与所述集成探测电极的间距的1/10。

5. 根据权利要求1所述的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪,其特征在于,所述偏压在其变化范围内,通常为-30V ~ +30V,呈等电压间距均匀跳变。

6. 根据权利要求1所述的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪,其特征在于,所述记述电极在样品离子流动方向的长度是其宽度的2倍。

吸气冷凝器结构离子迁移谱仪

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于痕量物质检测离子迁移谱仪,特别是涉及一种低功耗且能够同时灵敏检测正、负离子的新型的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪。

背景技术

[0002] 离子迁移方法(简称 IMS)是目前国际上主流痕量检测方法之一,可以在线快速检测毒品、爆炸物、毒气和生化气体等,被广泛应用于军事(防化、监测)、民事(反恐、缉毒等)等众多领域。离子迁移谱仪(或者离子迁移谱)是一种依据离子迁移原理检测鉴别物质的仪器,通常由核心部件漂移管和外围控制系统(如电压控制系统、离子门控系统、气流控制系统、温度控制系统、压力监控系统、数据采集系统等)组成。由于离子迁移谱仪的在痕量物质检测上的卓越性能,最近被应用于生命科学中 DNA 等结构研究、空间科学、医学中口腔癌和肺癌等早期监测诊断、农药残留检测、食品添加剂成分监测、环境检测中空气环境监测,土壤污染区域动态监测等。对于便于携带的、低功耗、灵敏的痕量物质检测的离子迁移谱仪,军、民等领域需求更大。

[0003] 现有的离子迁移谱仪因结构等问题,小型化困难,而非对称电场离子迁移谱仪的漂移管可以实现小型化,但是由于使用高频电场,因此这种结构的离子迁移谱仪功耗比较高。现有的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪可以实现小型、低功耗,目前在德国等国家军队中开始测试使用。吸气冷凝器结构离子迁移谱仪由核心部件——漂移管,和外围的控制系统,如电压控制系统、离子门控系统、气流控制系统、温度控制系统、压力监控系统、数据采集系统等组成。其工作原理是:样品分子离子化后在载气携带下进入漂移管,一个存在与离子运动方向相同的漂移气体和与离子运动方向垂直的电场空间中。不同的离子依据迁移率的不同在电场与漂移气体的作用下被分开,离子打到集成探测电极上形成离子电流。在离散扫描偏压(通常是 $-30V \sim 30V$ 变化范围)作用下,得到离子电流-电压关系曲线,将此曲线做离子电流-电压微分与电压关系图,就可以得到不同离子迁移率特征信息,进而将不同物质区分开来。

[0004] 但这种结构的离子迁移谱仪的缺点是:(1)样品离子沿记数电极运动过程中扩散严重,影响离子迁移谱仪的分辨率;(2)在扫描周期内能够测量正、负离子,但是同一时刻只能测量一种电性的离子。对于形成的、具有短寿命的未知电性的待检测离子来说,这种结构有很大缺陷;(3)对于同时能够产生正、负离子的待检测物质离子而言,这种结构能使用的相关离子信息是不足的;(4)分辨率低。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提出一种吸气冷凝器结构离子迁移谱仪,提高了离子迁移谱仪的检测灵敏度,能够同时检测正、负离子,并且具有小型,低功耗的优点。

[0006] 为了达到上述目的,本发明的技术方案如下:

[0007] 一种吸气冷凝器结构离子迁移谱仪,包括漂移管,所述漂移管包括位于同一平面

上的集成探测电极以及辅助电极,与该平面相对设置的记数电极,在偏压作用下漂移管内产生均匀电场,样品离子流和漂移气体在均匀电场之间形成层流,所述漂移管还包括辅助集成探测电极,所述辅助集成探测电极和记数电极在同一个平面上。

[0008] 所述辅助集成探测电极的位置是在漂移管中靠近样品离子流流入方向一侧的 $1/4$ 。

[0009] 所述样品离子流位于所述均匀电场的中心。

[0010] 所述样品离子流的直径约是所述记数电极与所述集成探测电极的间距的 $1/10$ 。

[0011] 所述偏压在其变化范围内,通常为 $-30V \sim +30V$,呈等电压间距均匀跳变。

[0012] 所述记述电极在样品离子流动方向的长度是其宽度的 2 倍。

[0013] 本发明的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪,由于辅助集成探测电极的存在和样品离子流被漂移气体全包围,在偏压的作用下,不同的正、负离子被分开,分别打到集成探测电极和辅助集成探测电极上形成离子电流,使这种离子迁移谱仪能同时测量正、负离子,提高了离子迁移谱仪的检测灵敏度。

附图说明

[0014] 图1是本发明的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪原理图;

[0015] 图2是本发明的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪的漂移管结构图;

[0016] 图3是本发明的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪辅助集成探测电极位置确定原理示意图。

具体实施方式

[0017] 下面根据图1至图3,给出本发明的较佳实施例,并予以详细描述,使能更好地理解本发明的功能、特点。

[0018] 图1所示是本发明的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪原理图,本发明的吸气冷凝器结构的离子迁移谱仪是由漂移管和外围控制系统组成,如电压控制系统、离子门控系统、气流控制系统、温度控制系统、压力监控系统、数据采集系统等。

[0019] 如图2所示,本发明的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪的漂移管包括有集成探测电极1、辅助电极2、记数电极3、辅助集成探测电极4。记数电极3和辅助电极2连接在偏压(离散扫描电源电压)上,集成探测电极1和辅助集成探测电极4彼此独立的连接在两个前置放大电路上,输出相异电荷信号信息。辅助集成探测电极4与记数电极3在同一个平面A上,并且辅助集成探测电极4和记数电极3之间是绝缘的,集成探测电极1与辅助电极2在另一个平面B上,两个平面相对设置在几何结构上形成平行板,该平行板的宽度大致是记数电极长度的 $1/2$,平行板中心区域是离子漂移分离的区域。记数电极3以及辅助集成探测电极4与集成探测电极1以及辅助电极2可在偏压作用下产生均匀电场5。由于有辅助电极的存在,使整个电场空间保持均匀电场。为保持吸气冷凝器结构的漂移管中为均匀电场,应使记数电极3以及辅助集成探测电极4与集成探测电极1以及辅助电极2在其产生的均匀电场垂直方向的长度和电极间的距离有一定的比例关系;通常比例关系为 $2:1$ 。也就是说,所述均匀电场的长度,宽度,高度的比值是 $2:1:1$,这样基本能保证一个均匀的电场空间。

[0020] 样品离子流的进样管 6 位于所述样品离子流位于漂移管内产生的均匀电场 5 的中心,也就是记数电极 3 以及辅助集成探测电极 4 的平面 A 与集成探测电极 1 以及辅助电极 2 的平面 B 所形成的的平行板结构的几何对称中心,即大致位于两平面 A,B 间距的 1/2 处。并且控制调节样品气流和漂移气流流速,使样品离子流和漂移气体 7 气流保持层流;样品离子流是被漂移气体圆周状包围的,样品离子流周围的漂移气体始终保持平衡,样品离子气体周围都是漂移气体,形成“鞘流”,因此对离子流有很好的压缩作用。样品离子气体在“鞘流”的“压缩”作用下,能够更长时间的被压缩在中间区域,减少扩散,因此能提高检测的分辨率。优选的,样品离子流的直径尺寸约为所述记数电极以及辅助集成探测电极和所述集成探测电极以及辅助电极的间距的 1/10 左右;过大的比例,样品离子流初始位置分布范围变大,仪器的分辨率要变坏;而过小的比例,虽然对提高仪器的分辨率有益,但是却造成仪器灵敏度的降低。

[0021] 在偏压的作用下,样品气流不同的正,负离子被分开,分别打到集成探测电极 1 和辅助集成探测电极 4 上形成离子电流。偏压在其变化范围内,通常为 $-30V \sim +30V$,呈等电压间距均匀跳变。若偏压为最通常的 600 步跳变,则每一步电压变化量为 0.1V。要求偏压在每一步长上要保持一定的稳定值。

[0022] 本发明的吸气冷凝器结构离子迁移谱仪具有两个探测电极,集成探测电极 1(主探测电极)位置通常不变,辅助集成探测电极 4 的位置是可变的,可以从漂移管中样品离子流的流入侧的一端移动到流出侧的另一端。优选的,辅助集成探测电极 4 位于靠近离子流流入方向一侧的 1/4 处。对于不同的样品离子流,辅助集成探测电极 4 位置一般是不同的。对于特定的物质,可以根据不同的检测物质种类和特性进行优化调节,需要通过多次实验来确定它的具体位置。辅助集成探测电极 4 位置是依据

[0023] $k(T) = (h * (h - 0.5h_s)) * V / (A * xE * Up)$

[0024] 计算和实验验证来确定。如图 3 所示,假设一种物质电离后能同时产生正、负离子,此时场强方向垂直向下。若辅助集成探测器放置在图中位置 C 时,是不能同时检测到正、负离子信息的,这时检测得到的物质信息与普通的吸气冷凝器结构的离子迁移谱仪基本上是一样的,只有将辅助集成探测器移动到图中位置 D 时,才能有效接收到这种物质的负离子信息。对于电离以后能同时产生正、负离子的物质和未知电离后生成离子电属性(正电性还是负电性)的物质,或者短寿离子来说,本发明都有非常好的检测鉴别性能。所以这种检测装置对特定的物质检测来说有更好的响应特性。

[0025] 采用本发明的技术方案,吸气冷凝器结构离子迁移谱仪对于正、负离子可以同时测量,对于有些能同时产生正、负离子的物质有更好的检测灵敏度和检测准确度;且所需要电源体积小,重量轻,检测仪器整体小型化或者超小型化容易实现。吸气冷凝器结构离子迁移谱仪的漂移管检测腔体内部容易清洗,与现有的离子迁移谱相比,遭污染后可以在很短的时间内重新恢复测量,因此使用和维护极其容易;整体结构简单,易于加工实现。

[0026] 前面提供了较详细的实施例的描述,以使本领域内的任何技术人员理解本发明。对该实施例,本领域内的技术人员在不脱离本发明原理的基础上,可以作出各种修改或者变换。即凡是依据本发明申请的权利要求书及说明书内容所作的简单、等效变化与修饰,皆落入本发明专利的权利要求保护范围。

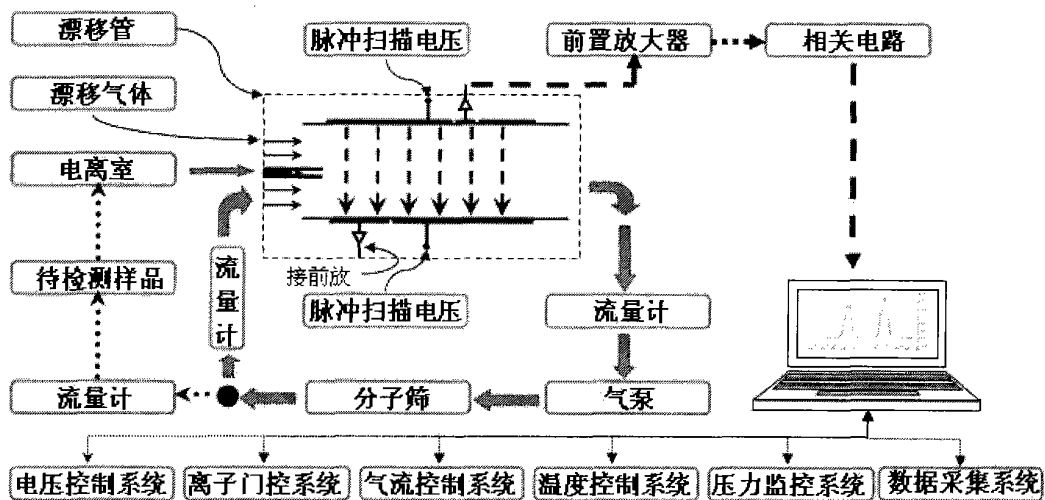


图 1

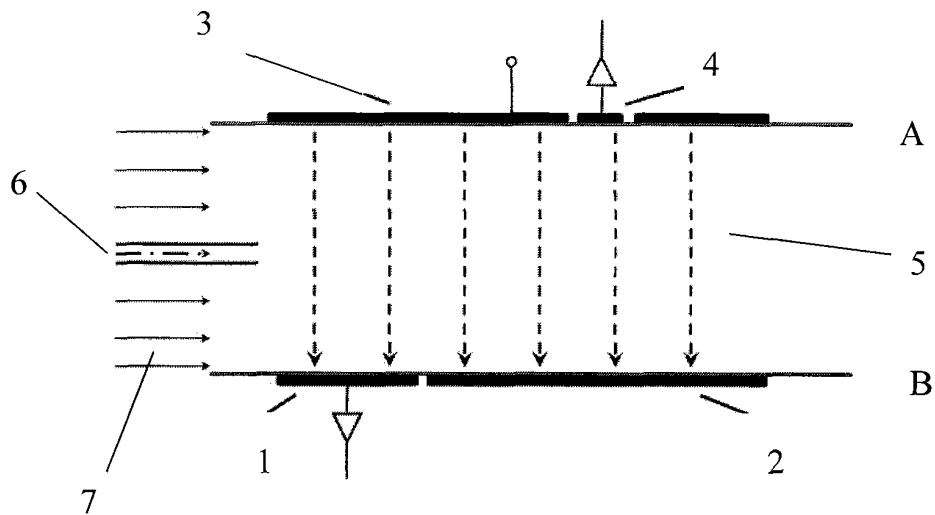


图 2

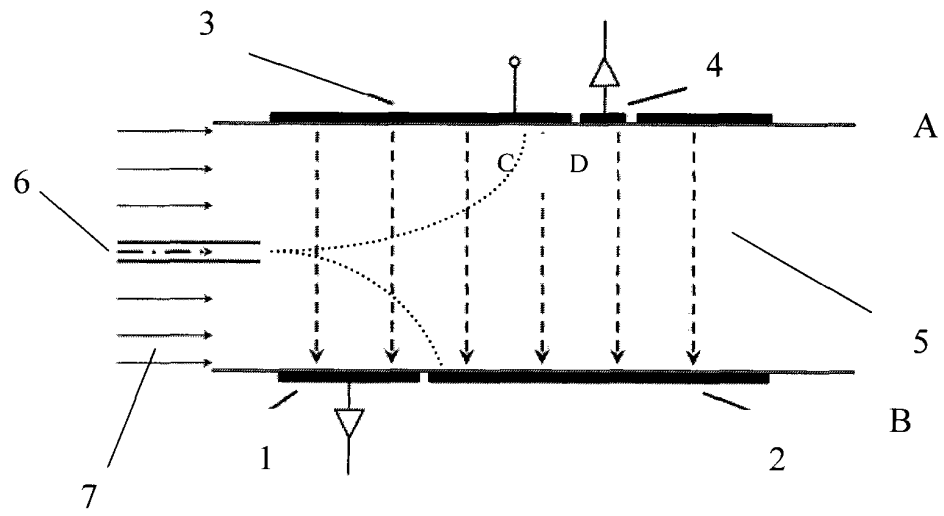


图 3