



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108155084 B

(45)授权公告日 2020.05.15

(21)申请号 201711159400.7

(22)申请日 2017.11.20

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108155084 A

(43)申请公布日 2018.06.12

(73)专利权人 上海裕达实业有限公司
地址 201100 上海市闵行区华宁路251号

(72)发明人 丁正知 姚如娇 姜林 朱勇勇
何洋 郭锡岩

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 庄文莉

(51)Int.Cl.
H01J 49/16(2006.01)

(56)对比文件

CN 102832098 A,2012.12.19,
CN 102832098 A,2012.12.19,
JP 2005183280 A,2005.07.07,
CN 100517554 C,2009.07.22,
US 2006192100 A1,2006.08.31,
Jannes B.et al..Sympathetic Cooling
of Mixed Species Two-Ion Crystals for
Precision Spectroscopy.《phys.Rev.A》.2012,
第85卷(第4期),

审查员 邓辉

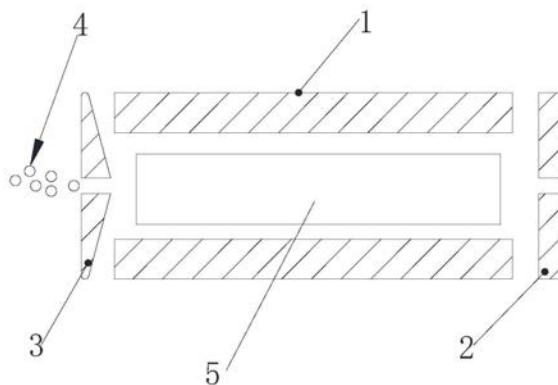
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种线性离子阱组件

(57)摘要

本发明提供了一种线性离子阱组件,其包括线性离子阱本体和一个或多个端盖电极,所述线性离子阱本体包括质量分析器。与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:1、本发明中采用的端盖电极结构简单,加工成本低,安装方便灵活,易于实现和应用;2、本发明中的端盖电极结构可以在一定程度上弥补由离子引出槽造成的内部电场畸变,优化阱内电场分布比例,提升线性离子阱质量分析器的性能;3、本发明中的端盖电极结构可以减弱线性离子阱电极末端的边缘场效应,提高离子进样效率。



1. 一种线性离子阱组件,其特征在于,包括线性离子阱本体和一个或多个端盖电极,所述线性离子阱本体包括质量分析器和柱状电极,柱状电极设置在质量分析器的周围,所述端盖电极的一侧为平面,另一侧为非平面,所述非平面包括圆锥面、圆弧面或双曲面,所述端盖电极安装时,所述非平面顶部伸入离子阱内部。

2. 如权利要求1所述的线性离子阱组件,其特征在于,所述端盖电极的数量为一个时,端盖电极设置于质量分析器的前端。

3. 如权利要求1所述的线性离子阱组件,其特征在于,所述端盖电极的数量为两个时,两个所述端盖电极分别设置于质量分析器的两端。

4. 如权利要求1所述的线性离子阱组件,其特征在于,所述端盖电极的数量为三个或三个以上时,其中一个端盖电极设置于质量分析器的前端,其余端盖电极依次排列设置于线性离子阱本体的后端。

一种线性离子阱组件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种线性离子阱组件,属于质量分析器技术领域。

背景技术

[0002] 质谱仪是一种化学分析仪器,具有定性能力强、定量准确性高、灵敏度高和检测限低等优点,被广泛应用于食品安全、生命科学、医学制药和刑侦科学等领域。

[0003] 质谱仪主要由质量分析器、离子源、离子检测器、真空腔、真空泵和电路系统等组成。其中质量分析器是质谱仪系统的核心部件,也是决定质谱仪分析性能的关键因素。常用的质量分析器有扇形磁质量分析器(magnetic sector)、飞行时间质量分析器(TOF)、四极杆质量分析器(QMF)、离子阱质量分析器(Ion Trap)等,其中离子阱质量分析器结构简单、体积小、成本低廉、对真空度要求低,可以进行多级串联质谱分析。离子阱质量分析器相较于其他类型的质量分析器具有独特的优势和广阔的应用发展前景。

[0004] 最早出现的三维离子阱(Paul Trap)由一个环电极和两个曲面端盖电极组成,具有较高的质量分辨率,最多可进行12级质谱分析。然而,其结构限制了自身的离子进样效率与离子存储容量,导致分析效率较低。因此,Schwartz等发明了线性离子阱(Linear ion trap),如图1所示,由四个柱状电极和两个平面端盖电极组成,其中端盖电极一般位于柱状电极的两端,该结构对外部离子源产生的离子捕获和存储效率几乎可达到100%,提高了质量分析器的离子存储能力。在扫描速率较低的情况下,质量分辨率可与三维离子阱媲美。质量分析过程中,在4个柱状电极上施加射频RF交流信号,形成径向四极场;在端盖电极上施加直流信号DC,形成轴向直流束缚场,离子阱中的离子在电场的作用下,沿着轴向呈长条状分布,稳定运动。当离子受到激发时,振幅加大,从柱状电极上的狭缝出射,从而被检测。

[0005] 离子阱的端盖电极对离子阱的进样效率起着较为关键的作用,直接控制离子进样通道的开通与关断。离子阱进行质量分析的过程分为离子引入、离子冷却、质量分析和离子清空等几个阶段:在离子阱引入阶段,需要拉低前端盖的电压,使得由离子源产生的离子可从离子阱外部进入离子阱并被离子阱束缚;在其他阶段,离子阱的前端盖电压保持拉高状态,防止离子逸出。传统的线性离子阱的端盖电极为平面结构,如图2和图3所示,可为圆形、方形或者其他形状,中间设小圆孔供离子阱通过,其上施加的直流电压的大小可以控制离子进样的量。

[0006] 理想情况下,离子进样时在轴向只受到轴向直流场的作用,不会受到射频场的干扰,进样效率较高。但是实际情况下,由于在电极上施加RF信号,电极末端会存在一定比例的RF信号,与端盖电极上的DC信号发生耦合,形成边缘场效应。离子进样时由轴向方向进入离子阱,在其前进方向会受到边缘场效应的影响,阻碍离子进入离子阱中,这将会影响离子的进样效率。同时,离子出射槽的存在,会在四极场中引入高阶电场成分,导致离子阱内部电场畸变,从而影响离子阱的分析性能。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种线性离子阱组件,以提高离子在引入过程中的进样效率,同时能够适当弥补离子出射槽的存所导致的四极场畸变,最终提升线性离子阱的性能。

[0008] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0009] 本发明提供了一种线性离子阱组件,其包括线性离子阱本体和一个或多个端盖电极,所述线性离子阱本体包括质量分析器。

[0010] 所述端盖电极的数量为一个时,端盖电极设置于质量分析器的前端。

[0011] 所述端盖电极的数量为两个时,两个所述端盖电极分别设置于质量分析器的两端。

[0012] 所述端盖电极的数量为三个或三个以上时,其中一个端盖电极设置于线性离子阱本体的前端,其余端盖电极依次排列设置于线性离子阱本体的后端。

[0013] 所述端盖电极的一侧为平面,另一侧为非平面。

[0014] 所述非平面包括圆锥面、圆弧面或双曲面。

[0015] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0016] 1、本发明中采用的端盖电极结构简单,加工成本低,安装方便灵活,易于实现和应用;

[0017] 2、本发明中的端盖电极结构可以在一定程度上弥补由离子引出槽造成的内部电场畸变,优化阱内电场分布比例,提升线性离子阱质量分析器的性能;

[0018] 3、本发明中的端盖电极结构可以减弱线性离子阱电极末端的边缘场效应,提高离子进样效率。

附图说明

[0019] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更加明显:

[0020] 图1为传统线性离子阱质量分析器结构侧视图;

[0021] 图2为某种传统端盖电极的结构示意图;

[0022] 图3为某种传统端盖电极的结构示意图

[0023] 图4为本发明中实施例1提供的线性离子阱组件的侧视图;

[0024] 图5为本发明中实施例2提供的线性离子阱组件的侧视图;

[0025] 图6为本发明中实施例3提供的线性离子阱组件的侧视图;

[0026] 图中:1、柱状电极;2、传统端盖电极;3、新端盖电极;4、离子;5、质量分析器。

具体实施方式

[0027] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0028] 实施例1

[0029] 如图4所示,本实施例涉及一种线性离子阱组件,包括线形离子阱本体、一个传统

端盖电极2和一个新端盖电极3,线形离子阱本体包括质量分析器5和柱状电极1,柱状电极1设置在质量分析器5的周围,新端盖电极3设置于质量分析器的前端,传统端盖电极2设置于质量分析器的后端。

[0030] 所述端盖电极结构的一侧为圆锥面,侧视呈三角形,中心有圆形通孔供离子传输,三角形顶端伸入线性离子阱内部,其作用是使得离子在进样过程中,更容易地到达离子阱内部区域。在进样时,将所述端盖电极上施加的直流电压DC拉低,使离子从中间的小圆孔中进入。

[0031] 传统端盖电极与线性离子阱之间存在一定的距离,离子在这段距离容易受到边缘场效应的影响而降低进样效率。本实施例所述的端盖电极,其圆锥顶部伸入离子阱内部,离子在通过小孔的过程中只受到端盖电极上施加的直流电压的作用力,避免了受到边缘场效应的影响,且经过小孔之后立刻就能到达接近离子阱中心的区域。

[0032] 因此,本实施例中的端盖电极结构能有效地提高离子进样效率,从而提高线性离子阱的分析性能。

[0033] 实施例2

[0034] 如图5所示,本实施例涉及一种线性离子阱组件,包括线形离子阱本体、两个新端盖电极3,线形离子阱本体包括质量分析器5和柱状电极1,柱状电极1设置在质量分析器5的周围,两个新端盖电极3分被设置于质量分析器的前端和后端。

[0035] 同样地,所述端盖电极与线性离子阱通过绝缘材料连接,其圆弧顶部进入离子阱内部。

[0036] 进样过程与实施例1基本相同,由导引传输离子至质量分析器所在真空腔,前端盖电极电压拉低,对离子的阻碍作用减小,离子进入端盖电极的小孔中,运动至线性离子阱内部被分析。

[0037] 本实施例的优点在于:能够有效提高离子进样效率并提升线性离子阱分析性能。所述圆弧面端盖电极对称位于线性离子阱的两端,其上施加的直流电压与阱内的射频电压会发生耦合,当耦合生成的电场为适当比例时,会弥补由电极上离子出射槽造成的电场畸变,优化内部电场的结构比例,从而提升离子阱的分析性能。

[0038] 本实施例在有效提高离子进样效率的同时优化线性离子阱内的电场结构,从而提升线性离子阱的分析性能。

[0039] 实施例3

[0040] 如图6所示,本实施例涉及一种线性离子阱组件,包括线形离子阱本体、两个新端盖电极3,线形离子阱本体包括质量分析器5和柱状电极1,柱状电极1设置在质量分析器5的周围,两个新端盖电极3分被设置于质量分析器的前端和后端。

[0041] 所述端盖电极为双曲面结构,曲率不限,可根据实际情况调整。

[0042] 进样过程与上述实施例相同,由导引传输离子至质量分析器所在真空腔,前端盖电极电压拉低,对离子的阻碍作用减小,离子进入端盖电极的小孔中,运动至线性离子阱内部被分析。

[0043] 本实施例的优势在于所述端盖电极结构双曲面的曲率可任意调整,在线性离子阱场半径不变的情况下,通过调整双曲面的曲率,间接控制端盖伸入线性离子阱内的长度,改变直流电场与射频电场的耦合程度,从而影响线性离子阱内部电场的分布比例。

[0044] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0045] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

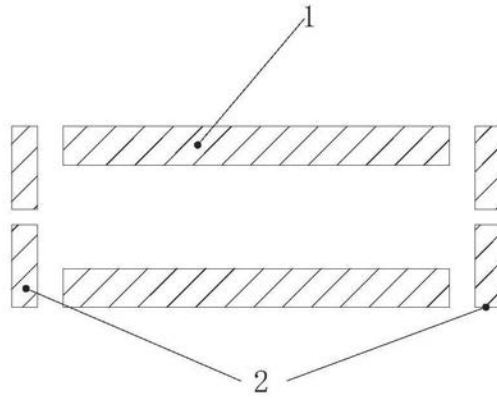


图1

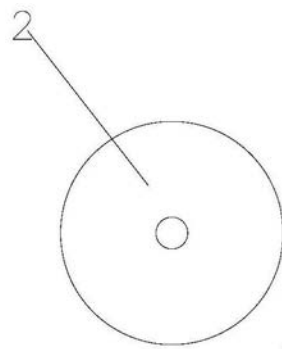


图2

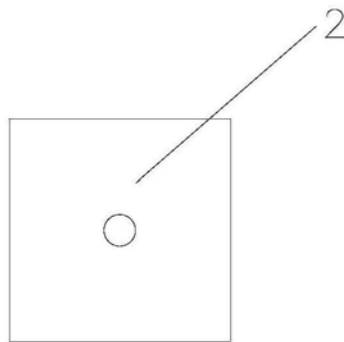


图3

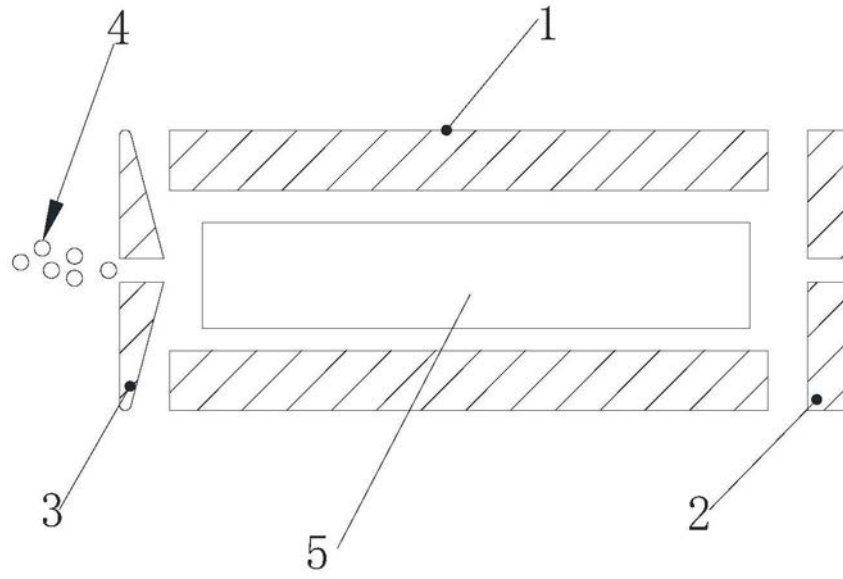


图4

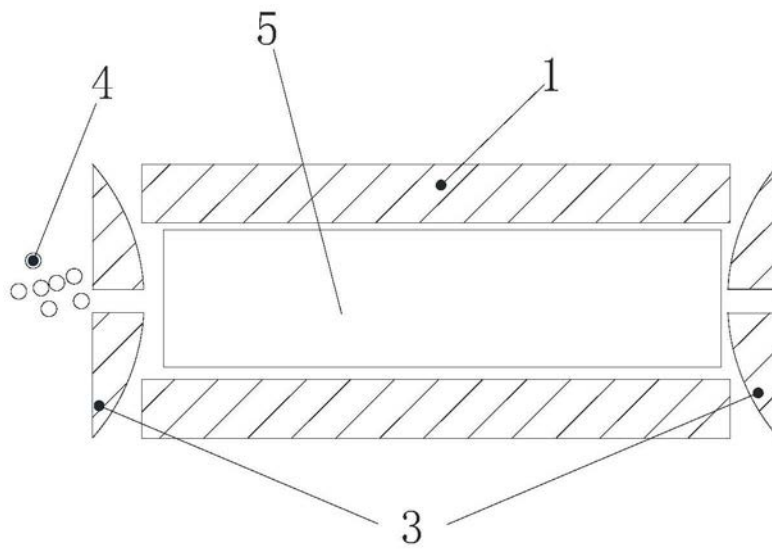


图5

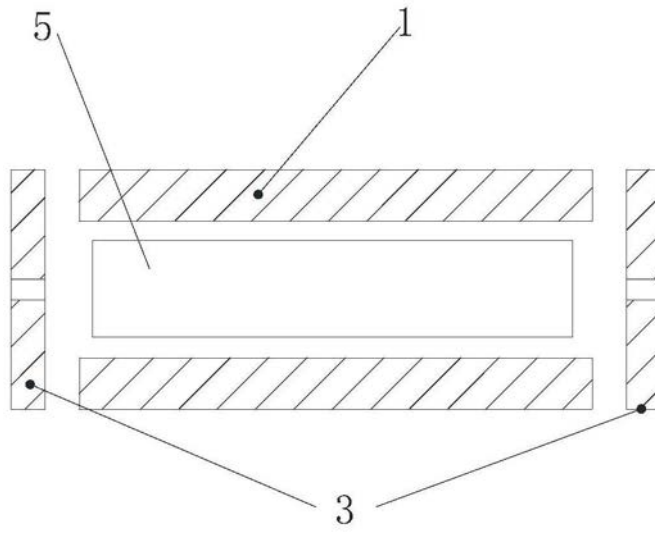


图6