



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103443898 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 11

(21) 申请号 201280003101. 3

代理人 戚秋鹏

(22) 申请日 2012. 02. 06

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H01J 49/04 (2006. 01)

61/439, 866 2011. 02. 05 US

61/582, 204 2011. 12. 30 US

13/364, 322 2012. 01. 02 US

61/587, 218 2012. 01. 17 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 03. 27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2012/000061 2012. 02. 06

(87) PCT申请的公布数据

W02012/106054 EN 2012. 08. 09

(71) 申请人 埃昂森斯股份有限公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 J·克雷奇曼 B·D·马斯莱曼

(74) 专利代理机构 余姚德盛专利代理事务所

(普通合伙) 33239

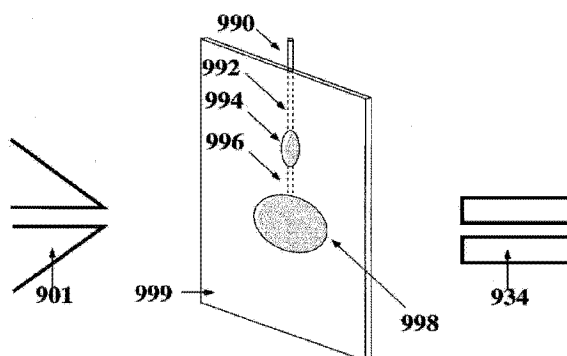
权利要求书3页 说明书21页 附图24页

(54) 发明名称

用于热辅助解吸电离系统的装置和方法

(57) 摘要

本发明涉及使用热来解吸分析物以允许分析物分子的解吸的方法和设备,其中经解吸的分析物分子由环境温度的电离物种进行电离。在本发明的各个实施方案中,电流通过其上存在分析物分子的网状件。电流加热网状件并且引起分析物分子的解吸,分析物分子随后与气相的亚稳定中性分子或原子相互作用以形成分析物分子的分析物离子特性。



1. 一种用于分析分析物的设备,包括:

光谱仪,其具有用于接受分析物离子的进口以及用于检测经分析的分析物离子的检测器;

大气压源;

产生热和传递热中的一项或两项的供给器;以及

一个或多个网状件,其位于所述大气压源和所述光谱仪之间,其中分析物被导入到所述一个或多个网状件上或附近,其中所述供给器将热传递到所述分析物,其中分析物分子于由所述大气压源生成的电离物种相互作用以形成进入所述光谱仪并且被分析的多个分析物离子。

2. 如权利要求1所述的设备,进一步包括位于所述一个或多个网状件和所述光谱仪进口之间的气体离子分离器。

3. 如权利要求1所述的设备,其中,所述大气压源选自如下部分构成的源组:实时直接分析(DART)、等离子体辅助解吸/电离(PADI)、介电势垒放电电离源(DBDI或DCBI)、解吸大气压化学电离(DAPCI)、解吸声波喷洒电离(DeSSI)、解吸大气压光电离(DAPPI)、和流动大气压余辉(FAPA)和解吸电喷洒电离(DESI)、大气压激光解吸电离、电晕放电、电感耦合等离子体(ICP)和辉光放电源。

4. 如权利要求1所述的设备,其中,所述供给器适于将如下之间的电力输送到所述一个或多个网状件中的一个:

近似 10^{-2} 瓦特的下限;以及

近似 10^3 瓦特的上限。

5. 如权利要求1所述的设备,其中,所述光谱仪的进口和所述检测器之间的区域处于近似大气压下。

6. 如权利要求1所述的设备,其中,所述供给器能够被配置为将第一电位施加到包含所述分析物的第一网状件。

7. 如权利要求6所述的设备,其中,所述第一电位为与施加到所述光谱仪的所述进口的电位近似相同的电位。

8. 如权利要求6所述的设备,其中,所述供给器能够被配置为将第二电位施加到第二网状件,其中所述第二电位不同于所述第一电位。

9. 如权利要求8所述的设备,其中,能够通过调节所述第二电位来调节从第一网状件解吸的所述分析物离子的动能。

10. 如权利要求1所述的设备,其中,所述供给被配置为对所述一个或多个网状件中的至少一个上的第一和第二位置进行独立地加热,其中所述第一位置不同于所述第二位置。

11. 如权利要求1所述的设备,其中,第一网状件相对于第二网状件定向,其中在所述电离物种接触所述第二网状件之前所述电离物种接触所述第一网状件。

12. 如权利要求1所述的设备,其中,管用于将含有所述分析物的溶液输送到所述第一丝网上或附近。

13. 一种用于衍生和电离分析物的设备,包括:

用于产生电离物种的源;以及

一个或多个网状件,其位于大气压区域中,其中所述分析物施加到第一网状件上,其中

衍生试剂施加到第二网状件上,其中由所述源产生的所述电离物种与所述分析物和所述衍生试剂中的一者或两者相互作用以形成多个分析物离子和多个衍生分析物离子中的一者或两者。

14. 如权利要求 13 所述的设备,其中,能够对所述一个或多个网状件进行加热。

15. 如权利要求 13 所述的设备,其中,所述网状件包括两个或更多个连接的细丝,其中所述细丝中的一根或多根选自自由如下构成的组:金属、动物丝线、纸张、有孔的纸张、纤维、布料、硅石、塑料、塑料泡沫、聚合物、特氟龙、浸渍聚合物的特氟龙、纤维素、涂有疏水支撑材料的细丝以及浸渍有疏水支撑材料的细丝。

16. 一种用于分析分析物的设备,包括:

包括进出口和检测器的离子迁移率光谱仪;

用于产生电离物种的源;

产生热、传递热、导热、辐射热和施加电位中的一项或多项的供给器;以及

两个或更多个网状件,其位于所述源和所述离子迁移率光谱仪之间,其中所述分析物施加到第一网状件上或附近,其中所述供给器能够实现向所述第一网状件产生热、传递热、导热和辐射热中的一项或多项,其中从所述第一网状夹解吸的分析物分子与所述电离物种相互作用以形成分析物离子。

17. 如权利要求 16 所述的设备,其中,所述离子迁移率光谱仪在近似大气压下工作。

18. 如权利要求 16 所述的设备,其中,所述两个或更多个网状件中的至少一个具有与施加到所述离子迁移率光谱仪的电位相等的电位。

19. 如权利要求 16 所述的设备,其中,电位施加到第二网状件,其中通过施加到所述第二网状件的所述电位来改变所述分析物离子的动能。

20. 一种分析样本的方法,包括以下步骤:

(a) 将所述样本施加到网状件上;

(b) 将所述网状件定位在电离源和光谱仪的入口之间;

(c) 将供给器与所述网状件连接,其中所述供给器能够对所述样本进行加热;

(d) 对所述样本进行加热以从所述网状件解吸中性样本分子;

(e) 在所述网状件处引导由所述电离源形成的电离物种,其中所述电离物种与所述中性样本分子相互作用以形成进入所述光谱仪的样本离子;以及

(f) 分析所述样本离子。

21. 一种用于产生多个分析物离子的源,包括:

大气压源;

产生热和传递热中的一项或多项的供给器;以及

一个或多个网状件,其中所述分析器被引导到所述一个或多个网状件上或附近,其中所述供给器能够将热传递到所述分析物,其中分析物分子与由所述大气压源产生的电离物种相互作用以形成多个分析物离子。

22. 一种用于分析样本的装置,包括:

光谱仪;以及

根据权利要求 21 所述的源,其中所述一个或多个网状件位于所述大气压源和所述光谱仪之间,其中所述多个分析物离子中的一个或多个被引导到所述光谱仪中并且被分析。

23. 一种用于执行产生多个分析物离子的套件,所述套件包括:
- (a) 网状件;
 - (b) 将分析物施加到所述网状件的器件;
 - (c) 用于定位所述网状件的保持器;
 - (d) 用于对施加到所述网状件的所述分析物进行加热的源;以及
 - (e) 用于产生电离物种的大气压电离源,其中所述电离物种与分析物分子相互作用以形成分析物离子。
24. 一种用于通过质谱仪对样本进行大气压分析的套件,所述套件包括:
- (a) 网状件;
 - (b) 将所述样本物施加到所述网状件的器件;
 - (c) 用于将所述网状件定位在所述质谱仪的进入口孔隙前方的保持器;
 - (d) 用于对施加到所述网状件的样本分子进行加热的源;以及
 - (e) 用于产生电离物种的大气压电离源,其中所述电离物种与样本分析相互作用以形成样本离子,其中所述样本离子进入所述质谱仪的所述进入口孔隙以便进行分析。

用于热辅助解吸电离系统的装置和方法

[0001] 优先权要求

[0002] 本申请要求以下美国申请的优先权：

[0003] (1) 于 2011 年 2 月 5 日递交的发明人为 Jordan Krechmer 和 Brian D. Musselman 的发明名称为“APPARATUS FOR THERMAL ASSISTED DESORPTION IONIZATION”的第 61/439,866 号美国临时专利申请；

[0004] (2) 于 2011 年 12 月 30 日递交的发明人为 Jordan Krechmer 和 Brian D. Musselman 的发明名称为“APPARATUS AND METHOD FOR THERMAL ASSISTED DESORPTION IONIZATION SYSTEMS”的第 61/582,204 号美国临时专利申请，各申请的全部内容通过引用合并于本文中；

[0005] (3) 于 2012 年 1 月 17 日递交的发明人为 Jordan Krechmer 和 Brian D. Musselman 的发明名称为“APPARATUS AND METHOD FOR THERMAL ASSISTED DESORPTION IONIZATION SYSTEMS”的第 61/587,218 号美国临时专利申请；以及

[0006] (4) 于 2012 年 2 月 2 日递交的发明人为 Jordan Krechmer 和 Brian D. Musselman 的发明名称为“APPARATUS AND METHOD FOR THERMAL ASSISTED DESORPTION IONIZATION SYSTEMS”的序号为 13/364,322 号美国实用专利申请。

[0007] 这些申请 ((1)-(4)) 的全部内容通过引用明确地合并于本文中。

技术领域

[0008] 本发明涉及用于控制从表面解吸中性分子的效率以及所形成的离子的动能的方法和设备。

背景技术

[0009] 先前已经在其全部内容通过引用明确地合并于本文的美国专利号 6,949,741 “Atmospheric Pressure Ionization Source”中描述了使用实时直接分析 (DART) 源在开放空气中对直接来自固体和液体的分子进行解吸电离的设备的开发。DART 使用加热的载气来使样本解吸成发生了气相电离的相同的载气。不幸的而是，载气加热到充分的温度以使能一些分析物解吸需要很长的时间。此外，通过该气体将热传递到样本效率不高。在其全部内容通过引用明确地合并于本文的美国专利号 7,700,913 “Sampling system for use with surface ionization spectroscopy”中描述的气体离子分离器能够用于提高采样的效率。

[0010] 发明概述

[0011] 在本发明的各个实施方案中，网状件可置于可为大气压的电离气体源和光谱仪的入口之间。该网状件可由导电材料制成并且能够承载电流。在本发明的实施方案中，样本能够直接沉积到网状件上。电流能够施加到网状件上从而加热线缆。能够从网状件或者与网状件紧靠近解吸样本相关的分子。解吸的分子能够与网状件和光谱仪的大气压电离 (API) 入口之间的区域中的电离气体相互作用。由该相互作用形成的离子能够进入光谱仪以便进

行分析。在本发明的实施方案中,解吸的分子能够通过电场的作用(如离子迁移率光谱仪(IMS)的情况)而进入光谱仪的高压区域。与丝网紧相邻的区域中形成的离子(在该情况下具有与IMS的端部相等的电位)进入IMS光谱仪以便进行分析。

[0012] 在本发明的各个实施方案中,网状件可置于可为大气压的电离气体源和光谱仪的入口之间。网状件能够由导电材料制成并且能够承载电流。在本发明的各个实施方案中,样本能够直接沉积到网状件上。电流能够施加到网状件上,从而加热线缆,将样本的离子和中性粒子解吸到大气压区域中。

[0013] 能够从网状件或与网状件紧靠近来解吸样本相关的分子。解吸的分子能够与网状件和光谱仪的大气压电离(API)入口之间的区域中的电离气体相互作用。通过该相互作用形成在丝网附近的离子能够进入光谱仪以便当电位能够将那些离子吸引或推动到光谱仪的容积中时在大气压下或者在比大气压高的压力下进行分析。

[0014] 在本发明的各个实施方案中,两个或更多个网状件能够置于可为大气压的电离气体源和光谱仪的入口之间。两个或更多个网状件能够由导电材料制成并且能够承载电流。在本发明的各个实施方案中,两个或更多个样本能够直接沉积到两个或更多个网状件上。电流能够施加到两个或更多个包含样本的网状件上,从而加热丝网,将离子和中性离子解吸到大气压区域中。能够通过调制施加到相邻的网状件或系列网状件的电位来控制从丝网或与丝网紧靠近而解吸的离子的动能。在满载样本的丝网和光谱仪的大气压电离(API)入口之间的区域中的离子动能的控制能够用于改善两个或更多个样本的分析。期望在满载样本的丝网和光谱仪的大气压电离(API)入口之间的区域中的离子动能的控制能够改善光谱仪的分辨率。由于该相互作用而形成的离子能够进入光谱仪中以便进行分析。

[0015] 能够通过调制施加到相邻网状件或系列网状件的电位来控制从丝网或者与丝网紧靠近而被解吸的离子的动能。在满载样本的丝网和光谱仪的大气压电离(API)入口之间的区域中离子动能的控制能够用于改善离子向光谱仪的传递,以便对一个或多个样本进行分析。向丝网施加电位使能实现对满载样本的丝网和光谱仪的气压电离(API)入口(其可具有施加到其表面的不同的电位或者在与该丝网相同的电位下工作)之间的区域中的离子动能的受限控制。根据光谱仪入口的配置,电位的施加能够用于提高光谱仪的分辨率。在丝网附近形成的离子能够进入光谱仪以便在电位能够将那些离子吸引或推动到光谱仪的容积中时在大气压下或者在比大气压高的压力下进行分析。

[0016] 在本发明的各个实施方案中,为了控制进入离子迁移率光谱仪的离子的离子能量,支撑电离的丝网能够放置在正在施加电位的丝网的正前方,从而控制离子动能。在离子迁移率光谱仪的情况下,需要在IMS进入口处的电位或极接近IMS进入口处的电位引入离子,从而使离子进入光谱仪并由光谱仪保持。

[0017] 在传统的IMS设备中,在光谱仪的容积中发生中性分子的电离。利用从诸如 ^3H (氚)、 ^{63}Ni 或其它放射性材料的元素的放射性粒子发射来产生离子。基于等离子体的电离使用采样区域的容积中的放电也是可行的,从而生成离子,离子随后与中性分子相互作用以将这些离子在该容积中进行电离。IMS的容积内部的离子的生成减少了经电离粒子的离子动能的范围,因为在该电离区域中电场是均匀的。

[0018] 电离源相对于IMS的位置确定了离子轨道在进入IMS之前必须要遵循的距离。IMS电离区域位于距分光镜检查系统的进入口甚至极短距离使得分光镜检查系统的可达到的

分辨率的下降。在来自加热的丝网的环境压力电离的情况下,样本从满载样本的丝网快速蒸发成载气能够在发生在紧靠近载气源和 IMS 分光镜检查系统的入口之间的 IMS 的进出口处发生。这样,满载样本的丝网相对于 IMS 光谱仪的进出口的位置影响了由那些解吸的分子形成的离子的动能。能够对紧在与 IMS 紧靠近的丝网附近形成的离子的动能分布进行校正。由于在实验中生成的大部分离子是在与丝网紧靠近的情况下在大气压或接近大气压下生成的,那些离子可以形成在离子迁移率光谱仪 (IMS) 的容积的内部。离子的动能与在其中形成离子的电场相关。在 IMS 系统的情况下,当所有的离子形成在管内部时,动能被视为是均匀的,然而,为了实现离子的采样以进行分光镜检查分析,电位施加到形成距电离区域较短距离的 Bradbury-Nielson 栅的线缆。BN 栅和形成有离子的位置之间的距离实现了它们的动能。改变在极靠近 IMS 进出口处形成的离子的能量的能力改善了由 IMS 的离子聚焦所提供的那些离子的控制。因此,将电位施加到与电离区域紧靠近的丝网将改变与更远离丝网形成的那些离子相比在更大的程度上更靠近丝网的那些离子的离子动能。将施加到丝网的电位的施加于用于打开和关闭 BN 栅额电位相关联使得更远离栅的那些离子与更靠近的离子聚集,从而随着离子从电离区域传递到光谱仪的离子分离区域而产生具有更均匀的动能的离子集合。

[0019] 在本发明的实施方案中,电位施加到位于从其解吸样本分子的丝网和施加有不同电位的光谱仪的入口之间的丝网用于改变形成在该丝网紧邻处的离子的动能。

[0020] 在本发明的可选的实施方案中,较小的电位施加到动能控制网状件将导致光谱仪拒斥离子。拒斥了其动能不同于形成在光谱仪的大气压区域内的那些离子的离子的作用能够用于进一步改善光谱仪的分辨率,因为其减少了正在被采样的离子的动能。在本发明的各个实施例中,为了完成样本快速蒸发到载气中,满载样本的网状件能够定位在载气源、气体离子分离器和分光镜检查系统的大气压入口之间。在本发明的可选的实施方案中,样本能够沉积到可与电离载气能够流过其中的网状件紧邻布置的第二表面上。由于施加到网状件的电流,能够从该第二表面解吸样本相关的分子能够。由于通过增加流过网状件的电流来加热网状件,能够从第二表面解吸样本相关的分子。在本发明的各个实施方案中,通过增加穿过线缆的电流,能够产生增强的辐射加热。在本发明的各个实施方案中,增加的辐射热能够实现样本中较不易挥发成分的解吸。

[0021] 在本发明的可选的实施方案中,化学物质能够沉积到可与电离载气能够流过其中的网状件紧邻布置的第二表面上。由于施加到网状件的电流,能够从第二表面解吸该化学物质的分子。在本发明的各个实施方案中,通过增加穿过线缆的电流,能够产生增强的辐射加热,使得化学物质蒸发到电离区域中,在电离区域中化学物质可能被电离而生成可能使其其它分子电离的离子。在本发明的各个实施方案中,从第二表面解吸的化学物质用作使样本相关的分子电离的掺杂剂。

附图说明

[0022] 针对本发明的具体的实施方案描述了本发明。通过附图能够理解到另外的方案,在附图中:

[0023] 图 1 为包括用于样本解吸的加热细丝的采样探针的示意图,该采样探针位于用于电离气体的源和光谱仪的大气压入口之间;

[0024] 图 2 为根据本发明的实施方案的采样系统的示意图,该采样系统并入了作为用于解吸电离的样本支撑的网状件,该网状件位于用于电离气体的源和气体离子分离器之间,气体离子分离器位于光谱仪的大气压入口之前;

[0025] 图 3 为采样系统的示意图,该采样系统并入了用于对网状件进行加热的电源,该网状件位于电离气体源和气体离子分离器之间,其中分析物已被置于网状件上;

[0026] 图 4 示出了 (A) 在分析期间生成的 325 个道尔顿 (Dalton) 离子的部分质谱图,以及 (B) 包含在使穿过支撑样本的网状件的电流在时间 = 0 时从 0 安培迅速增加到时间 = 30 秒时的 6 安培的同时使用 50 摄氏度的 DART 载气温度获得的 325 道尔顿奎宁的分子离子的质谱;

[0027] 图 5A 为根据本发明的实施方案的在载气温度为 50 摄氏度且施加到网状件的电流近似为 4.5 安培的情况下使用热辅助 DART 源获取的特初级橄榄油的样本的质谱;

[0028] 图 5B 为根据本发明的实施方案的在载气温度为 50 摄氏度且施加到网状件的电流近似为 6.5 安培的情况下使用热辅助 DART 源获取的特初级橄榄油的样本的质谱;

[0029] 图 6 为根据本发明的实施方案的采样系统的示意图,该采样系统并入了电离气体源、网状件 (多孔材料应用于该网状件)、加热网状件的电源;

[0030] 图 7 为根据本发明的实施方案的采样系统的示意图,该采样系统并入了电离气体源,该电离气体源具有带有两个独立电源的两个网状件,其中网状件位于电离气体源和待分析样本之间,其中样本被定位成紧邻气体离子分离器,该气体离子分歧容许离子传递到质谱仪的 API 入口区域;

[0031] 图 8 为根据本发明的实施方案的采样系统的示意图,该采样系统并入了电离气体源,该电离气体源具有由单个电源加热的两个网状件,其中网状件位于电离气体源和待分析样本之间,其中样本被定位成于气体离子分离器紧邻,气体离子分离器容许离子传递到质谱仪的 API 入口区域;

[0032] 图 9 为根据本发明的实施方案的采样系统的示意图,该采样系统并入电离气体源,电离气体源具有于卡和储器相关联的网状件,其中网状件位于电离气体源和气体离子分离器之间,该气体离子分离器容许离子传递到质谱仪的 API 入口区域;

[0033] 图 10 示出了根据本发明的实施方案的与网状件附接的泡沫海绵塑料制品的图;

[0034] 图 11 示出了根据本发明的实施方案的施加到于网状件附接的泡沫海绵塑料制品的液体样本的图,该网状件于卡相关联;

[0035] 图 12 示出了根据本发明的实施方案的封闭在与卡相关联的网状件凹槽中的乌龙茶叶的图;

[0036] 图 13 示出了根据本发明的实施方案的与网状件附接的泡沫海绵塑料制品的图,网状件与能够由电源加热的卡相关联,其中泡沫海绵塑料制品和网状件位于电离气体源和气体离子分离器之间;

[0037] 图 14 示出了:(A) 在使得施加到泡沫海绵塑料制品的穿过支撑样本的网状件的电流在时间 = 0 时的 0 安培迅速增加到时间 = 30 秒时的 6 安培的同时使用 50 摄氏度的 DART 载气温度获得的零至两分钟的时间间隔内的总离子色谱 (TIC);(B) 在图 14(A) 中所示的两分钟分析期间生成的 195 道尔顿离子的部分质谱;以及 (C) 通过对在图 14A 所示的 TIC 的 0.68-1.08 分钟期间获得的谱求和所得到的质谱;

[0038] 图 15 示出了根据本发明的实施方案的与卡相关联的两个网状件的图：

[0039] 图 16 示出了根据本发明的实施方案的由封闭在与由电源加热的卡相关联的网状件凹槽中的乌龙茶叶的样本获得的质谱；

[0040] 图 17 示出了由乌龙茶叶的样本获得的常规的 DART 质谱；

[0041] 图 18 示出了根据本发明的实施方案的与紧靠近质谱仪的 API 入口区域定位的卡相关联的两个网状件的图：

[0042] 图 19 示出了根据本发明的实施方案的由施加到网状件的甲苯和施加到第二网状件的氨中的橄榄油的样本获得的质谱,其中两个网状件均与由单个电源(未示出)加热的卡相关联;

[0043] 图 20 示出了由施加到与由电源加热的卡相关联的网状件的甲苯中的橄榄油的样本获得的质谱 ; 以及

[0044] 图 21 示出了根据本发明的实施方案的与卡相关联的网状件凹槽的图。

[0045] 发明详述

[0046] 过渡性术语“包括”于“包含”、“包含有”或“其特征在于”同义,是包含性的或开端的,并且不排除另外的未论述的元素或方法步骤。

[0047] 过渡性术语“由... 构成”排除了在权利要求中未表明的任何元件、步骤或成分，但是未排除于本发明无关的另外的构件或步骤，诸如通常与组合物相关联的杂质。

[0048] 过渡性术语“主要由... 构成”将权利要求的范围局限于表明的材料或步骤以及实质上不影响所要求权利的本发明的基本和新颖的特征的那些材料或步骤。

[0049] 大气压真空为 1 个大气压 = 760 托。通常,“近似”在该压力范围涵盖了从 10^1 个大气压 = 7.6×10^3 托以下到 10^{-1} 个大气压 7.6×10^1 托的压力范围。 10^{-3} 托以下的真空将构成高真空。通常,“近似”在该压力范围涵盖了从 5×10^{-3} 托以下到 5×10^{-6} 托的压力范围。 10^{-6} 托以下的真空将构成极高真空。通常,“近似”在该压力范围涵盖了从 5×10^{-6} 托以下到 5×10^{-9} 托的压力范围。在下文中,用语“高真空”涵盖了高真空和极高真空。气体离子分离器的主要功能是在提高包括分析物分子的中性分子传递到质谱仪的效率的同时去除载气。当由非导电材料构成时,气体离子分离器还能够用于使施加到质谱仪的入口的高压绝缘或屏蔽。

[0050] 细丝是指线圈、线段、金属丝带、金属线或非绝缘线、动物细丝、纸张、有孔的纸张、纤维、布料、硅石、塑料、塑料泡沫、聚合物、特氟龙、浸渍聚合物的特氟龙、纤维素和涂有和浸渍有疏水支撑材料的细丝中的一项或多项。

[0051] 金属包括由如下元素构成的一种或多种元素：锂、铍、硼、碳、氮、氧、钠、镁、铝、硅、磷、硫、钾、钙、钪、钛、钒、铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌、镓、锗、砷、硒、铈、镱、铋、钨、铼、钽、锡、锑、碲、碘、铊、铅、铟、汞、铀、钚、镅、镆、镎、钤、钶、钷、钹、钺、铯、钡、镧、铈、铉、铊、铋、铌、钽、钷、铷、铯、钫、钐、铥、镱、镱、镳、镴、镵、镾、长、铻、铼、钮、金、银、铂、钯、汞、铊、铅、铋、钋、釷和鐳。

[0052] 塑料包括如下中的一种或多种：聚苯乙烯、高密度聚苯乙烯、聚丙烯、聚碳酸酯、低密度聚乙烯、高密度聚乙烯、聚丙烯、丙烯腈丁二烯苯乙烯、与高密度聚苯乙烯熔合的聚苯醚、多孔聚苯乙烯、聚乙基醚和浸渍有戊烷的聚苯乙烯、聚乙基醚和浸渍有戊烷的聚苯乙烯或聚乙烯和聚丙烯的混合物。

[0053] 聚合物包括由选自由如下试剂构成的组的一种或多种试剂合成的材料：苯乙烯、

丙烯、碳酸盐、乙烯、丙烯腈、丁二烯、氯乙烯、氟乙烯、乙烯对苯二酸盐、对苯二酸盐、二甲基对苯二酸盐、二甘对苯二酸盐、萘二羧酸、4-羟基苯甲酸、6-羟基萘-2-羧酸、单乙二醇(1,2-乙二醇)、环己烷-二甲醇、1,4-丁二醇、1,3-二甲醇、聚酯、环己烷二甲醇、对苯二甲酸、间苯二甲酸、甲胺、乙胺、乙醇胺、二甲胺、己甲胺二胺(己烷-1,6-二胺)、戊二胺、甲基乙醇胺、三甲胺、环乙亚胺、哌啶、N-哌可啉、无水甲醛、苯酚、双酚 A、环己酮、三氧杂环己烷、二氧戊环、环氧乙烷、己二酰二氯、脂肪、脂肪酸(己二酸)、癸二酸、乙醇酸、交酯、己内酯、氨基己酸、和/或由这些试剂的聚合合成的两种或更多种材料的混合物。

[0054] 塑料泡沫是指气泡被捕集的聚合物或塑料制品,包括聚氨酯、多孔聚苯乙烯、酚醛泡沫体、XPS 泡沫体和量子泡沫体。

[0055] 网状件是指两根或更多根连接的细丝、两根或更多根连接的丝线、泡沫、格栅、有孔的纸张、丝网、纸质丝网、塑料丝网、纤维丝网、布料丝网、聚合物丝网、硅石丝网、特氟龙丝网、浸渍有聚合物的特氟龙丝网、纤维素丝网和涂有或浸渍有疏水支撑材料的丝网中的一种或多种。在本发明的各个实施方案中,丝网包括三根或更多根连接的细丝、三根或更多根连接的丝线、网、泡沫、格栅、有孔纸张、丝网、塑料丝网、纤维丝网布料丝网和聚合物丝网中的一种或多种。

[0056] 能够由通过电阻产生热的电流或者经由来自散热器的热传导来加热由导电材料制成的网状件(导电网状件)以对分析物进行解吸。能够通过对分析物加热而不是对网状件直接加热(例如,通过微波或 RF 发生器来加热分析物,或者用激光、微波激射器或其它频率的光源来辐照分析物)来解吸施加到非导电网状件(即,由非导电材料制成的网状件)的分析物。

[0057] 配置是指附接、黏固、粘附、插入、定位或以其它方式相关联。因此,纸质丝网能够配置在卡上,其中用于丝网的纸张和用于卡的纸张具有整体式构造。卡是指样本保持器。卡能够由纸张、硬纸板、绝缘材料、导电材料、塑料、聚合物、矿物和金属中的一种或多种制成。储器是用于收容液态、气态或固态样本中的一种或多种的容器。

[0058] 在下文的说明中,将对本发明的各个方案进行说明。然而,本领域技术人员显而易见的是,本发明可根据本发明的仅一些方案或全部方案来实施。为了说明的目的,阐述了具体的数字、材料和构造以便提供对本发明的全面理解。然而,本领域技术人员将显而易见的是,本发明可在不具有具体细节的情况下实施。在其它实例中,为了不使本发明模糊,省略或简化了公知的特征。

[0059] 说明书的部分将以与本领域技术人员向本领域其它技术人员传达其工作实质所惯常采用的方式一致的数据处理术语来呈现,诸如数据、选择、取回、生成等。如本领域技术人员所熟知的,这些量(数据、选择、取回、生成)呈现为能够借助处理器及其子系统的电气的、光学的、和/或生物构件来存储、传递、组合以及其它方式操作的电气的、磁的、或光学的信号的形式。

[0060] 以最有助于理解本发明的方式将各个操作描述为依次的多个离散的步骤;然而,说明的次序不应被解释为暗指这些操作必然地是次序相关的。

[0061] 将根据面向对象编程的范式根据示例性的类和/或对象来阐述各个实施方案。本领域技术人员将显而易见的是,本发明能够利用任何数量的不同的类/对象来实施,而不仅仅是因示例性的目的而包括在此的那些类/对象。

[0062] 本发明是通过实施例的方式而不是通过限制的方式在附图的图中图示出的,其中相似的附图标记指示相似的元件。应当注意,在该公开中对“一”或“一个”实施方案的指代不一定是相同的实施方案,并且这些指代是指至少一个。

[0063] 对于各种样本以及各种实验条件仍存在 DART 技术的采用的妨碍。先前,为了便于对样本进行更加综合的分析, DART 解吸电离方法利用了对包含亚稳定物种的载气的加热。随着载气温度升高,分子被蒸发,其中与亚稳定物种的相互作用使得产生分子的电离。该使用加热气体的能量传递限制了分析处理的效率。这使得消耗了大量的气体并且更加明显地增加了分析所需花费时间的显著延迟。使载气温度升高三百度所需的时间可为几分钟。相反,在最优温度下收集质谱所需的时间可以短达一秒。使用金属衬底的实现更高效的加热通常使得所关注材料的热分解的增加。同样,采用载气的更高效的加热难以在不会消极地影响载气中所存在的亚稳定物种的情况下实现。

[0064] 在将样本放置到直接在载气路径中的多孔表面上以使气体流过其中的本发明的各个实施方案中,所谓的“传输 DART”构造得到了不需要电离气体的加热的方法。在本发明的各个实施方案中,传输 DART 配置使得在气相电离之前分析物的较少的热降解。在本发明的各个实施方案中,传输 DART 配置使得产生了由样本的热分解获得的与常规的开放空气电离实验中所观察到的相比较少的离子的质谱。在本发明的各个实施方案中,传输 DART 配置在实验期间使得了极少量的载气。在本发明的各个实施方案中,传输 DART 配置减弱了载气为电离提供亚稳定物种的功能。在本发明的各个实施方案中,传输 DART 配置通过引导电流通过与将热传递到样本的多孔表面紧邻的网状件来加热多孔表面。在本发明的各个实施方案中,传输 DART 配置降低了载气温度,使能增加分析的空间分辨率,因为仅有来自加热区域的分子蒸发。在本发明的各个实施方案中,传输 DART 配置允许对网状件的特定区域进行直接加热以有利于更高的吞吐量分析,因为样本能够放置为彼此更加紧邻。在本发明的各个实施方案中,传输 DART 配置应用于加热多孔表面使得比常规 DART 实验更快速的进行解吸。

[0065] 在本发明的各个实施方案中,样本沉积在与网状件紧邻的第二表面上,从而使由于电流施加到网状件而产生的热致使将来自该样本的分子解吸成气相,在气相中发生电离。

[0066] 在本发明的可选的实施方案中,样本的单独的等分试样被放置在单独的网状件上并且在存在相同电离气体的情况下被放置为彼此紧邻,从而使得气体的温度和未加热的网状件的温度同时升高以实现分析解吸成气相以便对样本进行分析。在本发明的各个实施方案中,网状件由多孔材料围绕,样本已经施加到多孔材料上以便进行分析。在将样本定位在电离气体源和光谱仪的入口之间的区域中之后,电流施加到网状件以完成周围材料的加热以及将分子解吸成用于电离的气相。

[0067] 实时直接电离 (DART) (Cody, R. B., Laramée, J. A., Durst, H. D. “Versatile New Ion Source for the Analysis of Materials in Open Air under Ambient Conditions” Anal. Chem., 2005, 77, 2297-2302) 以及解吸电喷洒表面电离 (DESI) (Cooks, R. G., Ouyang, Z., Takats, Z., Wiseman, J. M. “Ambient Mass Spectrometry”, Science, 2006, 311, 1566-1570); 两篇文章的全部内容通过引用明确地合并于本文中,这两种技术是通过在开放空气中生成离子以借助质谱仪系统进行检测来实现表面解吸电离的近期发展。

因为 DART 的发明,已经展示出各种基于气体的开放空气式电离系统,包括但不限于:等离子体辅助解吸/电离,也称为介电势垒放电电离(PADI, DBDI 或 DCBI)、解吸大气压化学电离(DAPCI)、解吸声波喷洒电离(DeSSI)、解吸大气压光电离(DAPPI),和流动大气压余辉(FAPA)。在开放空气中解吸并电离完整分子的能力提供了用于快速实时地分析分析物样本的很多优点。在为 DART 电离源的情况下,改变载气温度的能力已用于容许进行样本的热剖面分析。该热的施加已经容许对样本的各成分进行更加全面的检测。当样本的成分具有不同的蒸汽压力时,尤其如此。不幸的是,由于加热器的电阻性特点以及这些方法用于将热传递到样本的大量气体,在高温下操作涉及到大量的限制。例如,等待离开源的气体的温度升高至期望温度会花费几分钟的时间,使得样本分析大幅减慢。

[0068] 固态物体或存在于那些物体的表面上的材料的化学组成的确定是通过将那些材料转移到化学分析器中来实现的。用于从表面移除化学物质的方法包括:加热气体的使用,能够向表面辐射热的热源,施加诸如水或溶剂的液体来使存在于表面上或者包括表面的化学物质分解。在本发明的各个实施方案中,期望的是通过使用喷射流供给蒸汽或加热的水来从表面解吸中性分子。在本发明的各个实施方案中,期望的是在表面的附近施加真空以去除从表面释放的经解吸的中性分子。该组合组合了从表面解吸材料的加热的水蒸气的作用,同时还应用抽吸以从表面区域快速地去掉蒸汽,从而避免回到表面的液体的凝结。

[0069] 化学分析的问题在于水的使用能够破坏许多化学传感剂,因此一般而言,水蒸气凝结并以液态形式使用。由于与提高分析吞吐量以及可能存在于多孔的表面(诸如行李、衣物、硬纸板以及可能为了防止内部化学物质被分析的目的而密封的包装的内部)上的化学物质的确定相关的原因,加热的水蒸气或蒸汽的直接喷射用于从表面或表面的紧邻处去除分子从而实现完结的化学分析。

[0070] 在许多情况下,装载有诸如毒品或食物的违禁材料的容器进行塑料包装以防止液体或其它化学物质的暴露。塑料包装被认为是不可渗透的,然而由于保持材料柔性的需要,被定义为塑化剂的小分子是该包装材料的组成的一体的部分。塑化剂的使用有效地意味着存在可以自由地从容器内部的一处移动到容器外部的塑料液态成分。分子从一个表面到另一表面且再次返回的运动能够通过交替的热处理和冷处理来驱动的以增强分子的运动。尽管塑化剂通常被视为惰性分子,它们含有能够键合并释放与它们形成接触的化学物质(即使当接触时间段为较短的时间段)的功能性的化学亚单位。在本发明的各个实施方案中,加热的水蒸气的脉冲喷射流能够被引导到塑料包装物的外部表面处以对塑料包装物的内容物的组成进行检查。

[0071] 在惯常查验的情况下,一些化学物质被视为是过于危险而不能打开的。简单的经济占优以及通常高价值的化学物质在进口时错贴标签以节省关税。通过友善采样协议主要提取极微量样本的能力能够辅助这些查验员。在本发明的各个实施方案中,加热水蒸气的喷射流能够被引导到塑料包装物的外部表面处以对塑料包装物的内容物的组成进行检查。

[0072] 三酰甘油酯的脂肪酸含量的确定

[0073] 气体层析仪器的加热喷射器中的甲酯的直接形成的方法演示了绕过耗时的皂化步骤的可能。实验包含将化学试剂氢氧化四甲基铵与在喷射后进入 GC 喷射器的加热容积中的分析物混合,使得发生酸及其甲基化物的同时水解、酯交换。在本发明的实施方案中,反应物能够用于甲酯的直接形成,包括但不限于甲醇中的三氟化硼、氯化四甲基铵和通常

用于脂肪酸的酯交换的类似试剂。

[0074] 在本发明的实施方案中,在开放空气中含有样本的三酰甘油酯在导电的丝网上与甲醇化试剂组合,通过向丝网施加电流,能够快速地将丝网加热。随着含有亚稳定氮原子的惰性载气流经丝网,丝网的快速加热使得反应产品解吸成气相,在气相中发生电离。惰性气体的使用使得产生了脂肪酸甲酯的质子化分子。使用质谱仪能够在几秒内对反应产品进行检测。

[0075] 在本发明的实施方案中,原始样本中存在的脂肪酸的类型和百分比的确定能够通过测量每份脂肪酸价值的相对比率来实现。通常,这可通过将贴有同位素标签的脂肪酸在加热和解吸电离之前导入原始反应混合物来实施。尽管各份脂肪酸价值的相对电离电位可能变化,这些标准的使用将起到提供用于指定混合物中存在的脂肪酸的相对比率的校正系数的作用。

[0076] DART 载气流中的样本的热解吸能够使用加热的细丝来实施。该技术能够生成样本中存在的分析物分子的离子特性。如图 1 所示,样本分析能够通过借助于细丝在其远端 (128) 处将少量的样本施加到探针 (102) 上并且将细丝插入 DART 源 (101) 和质谱仪 (152) 的 API 入口之间的间隙中来完成。电流可变的电源 (160) 能够用于加热线缆并且对分析物分子进行解吸。所得到的质谱含有 DART 实验通常所观察到的离子,但是,将细丝放置为与大气压入口紧邻得到了与显著下降以及因此不稳定的离子产量一致的弱信号。由于不稳定的离子电流会对可再现性以及灵敏度具有不利的影响,该方法不足以用于要求稳定本底以便进行信号处理的痕量污染物的量化分析和检测。

[0077] 为了解决由于解吸电离区域中的电场引起的不稳定性的问题,插入到网状件保持器 (290) 中的较大式样的网状件 (216) 能够置于 DART 源 (201) 和质谱仪 (252) 的 API 入口以及用作绝缘器 / 隔离器 (234) 的气体离子分离器之间的区域中。气体离子分离器是能够改善 DART 电离的信噪比的设备。气体离子分离器能够由放置在位于 DART 源的远端处的解吸电离区域和光谱仪的 API 入口之间的较短长度的管道构成。气体离子分离器能够用于将离子传送到 API 入口。然而,气体离子分离器在该实验中还能够用作电绝缘器或隔离器。在图 2 所示的本发明的各个实施方案中,气体离子分离器 (234) 能够定位在网状件 (216) 和质谱仪 (252) 的 API 入口之间,使得离子产量增加,而不限限制导入光谱仪的载气的量。该实验配置的实现通过增加施加了样本的线缆的金属和通常承载高电位的大气压入口 (252) 的金属表面之间的距离减小了不稳定性。因此,能够使用气体离子分离器 (234) 来稳定使用插入到 DART 源和质谱仪的 API 入口之间的间隙中的直接探针所获取的质谱。

[0078] 网状件载有样本并且被放置到 DART 源和质谱仪检测器的 API 入口之间的实验配置被称为“传输 DART”模式。在本发明的各个实施方案中,经加热的电离载气流过且横过网状件表面而不是围绕网状件表面。在本发明的各个实施方案中,传输 DART 促进了以良好的灵敏度对分子的解吸电离和检测。与如常规 DART 中那样从非导电表面直接解吸(即,从玻璃毛细管的解吸)相比,当使用网状件时在较低载气温度下可进行电离的观察得到了快速加热系统的设计。

[0079] 在本发明的各个实施方案中,在图 3 中示意性示出,经加热的载气离开 DART 源 (301) 并且与涂覆到网状件 (316) 上的样本接触。网状件 (316) 能够位于源 (301) 和气体离子分离器 (334) 的近端之间,气体离子分离器能够将由该样本生成的离子传送到质谱仪的

大气压入口的采样区域。单独的电引线从可变电流的正端子和负端子引出,低压电源(360)能够与线缆格栅的相对侧连接,从而通过网状件来供给电流。

[0080] 在本发明的各个实施方案中,定位样本阶段,包括将网状件直列地放置到 DART 源的出口和光谱仪的 API 入口之间,使能够实现利用 DART 对分析物进行热辅助电离(TA-DART)。在本发明的各个实施方案中,使用带有室温载气的 DART 源并且通过网状件经过近似 1-7 安培的电流,使得在几秒内对分子进行解吸电离。所测量到的质谱与通过将载气升高至高温(300 摄氏度以上)所获得的质谱相当。在能够进行测量之前,通过加热的载气测量到的质谱需要几分钟。在本发明的各个实施方案中,通过将经过网状件的电流从最初的近似 0 安培迅速升高至近似 6 安培,在不到 25 秒内完成了使用室温载气的 DART 源对沉积到网状件上的等分试样的奎宁的分析。所得到的质谱图(图 4(A))示出了快速解吸的图。图 4(B)示出了具有极少或没有裂解或氧化的 $[M+H]^+$ 离子区域的质谱。在常规的 DART 分析条件下,奎宁的解吸需要近似 300 摄氏度的气体温度。通过 TA-DART 实施的实验所得到的谱显现出与常规 DART 实验相似的灵敏度以及被检测为完整的质子化分子的所关注分子的信号强度。

[0081] 橄榄油主要含有甘油三酯,其质量近似为 900 道尔顿。与常规 DART 相比,橄榄油的 TA-DART 谱显现出不可预期的结果。图 5A 所示的谱(m/z 371.0, 577.8, 603.6, 876.4, 902.4 和 903.4 的离子)与这种类型的油的常规 DART 分析相似,例如参见 Vaclavik, L., Cajka, T., Hrbek, V., Hajslova, J., Ambient mass spectrometry employing direct analysis in real time (DART) ion source for olive oil quality and authenticity assessment, Analytica Chimica Acta 645 (2009) 56-63, 该文章的全部内容通过引用明确地合并于本文中。图 5A 是在施加到网状件的电流处于近似 4.5 安培的中间值的情况下获取的。在 250-600 道尔顿的质量范围内的多个离子的存在是由于完整甘油三酯的热降解产物引起的。然而,如图 5B 所示(具有 m/z 为 603.8, 604.8, 876.4, 902.5, 903.6 和 904.5 的离子),当甚至更高的近似 6.5 安培的电流施加到网状件时,在 TA-DART 谱中观察到了低质量离子的显著减少。例如,存在在 500-610 道尔顿质量范围内甘油二酯相关离子的相对丰度的减少以及在 250-400 道尔顿质量范围内甘油一酸酯相关离子的缺少。利用较高电流的 TA-DART 生成的更清晰的质谱能够更容易解释,因为谱是由主要的完整离子支配的。即使当极高的电流用于在线缆表面上产生显著高于通常在使用加热的载气的常规 DART 中实现的温度时,一致地观察到该结果。

[0082] 在本发明的各个实施方案中,TA-DART 产生了质子化的完整分子,质子化的完整分子通常要求超过近似 400 摄氏度的 DART 载气温度。在本发明的各个实施方案中,TA-DART 能够用于在使用加热到近似 400 摄氏度的温度的载气的常规 DART 测量样本的谱所需时间的近似 1/20 的时间内测量样本的谱。在本发明的各个实施方案中,TA-DART 使得由热降解得到的离子的产量显著减小。在本发明的各个实施方案中,TA-DART 能够使 DART 的使用领域更宽。

[0083] 减少甘油三酯的热分解在针对所关注的化学物质对血液的直接分析方面具有实际的应用。用于药理研究的血液等离子体和整体出血斑的 DART 分析已经生成了大量的低质量离子,这限制了方法的实用性,参见例如:Zhao Y., L. M., Wu D., Mak R., Quantification of small molecules in plasma with direct analysis in real time tandem mass spectrometry, without sample preparation and liquid chromatographic

separation, Rapid Communications in Mass Spectrometry, 2008, 22(20) :p. 3217-3224, 以及 Yu, S., 等人, Bioanalysis without Sample Cleanup or Chromatography : The Evaluation and Initial Implementation of Direct Analysis in Real Time Ionization Mass Spectrometry for the Quantification of Drugs in Biological Matrixes, Analytical Chemistry, 2008. Anal. Chem. 2009, 81, 193-202, 这两篇文章的全部内容明确地通过引用合并于本文中。

[0084] 由于许多药物候选的质量在与液体分解的产物相同的质量区域中, 所以尤其期望那些产物的生成的减小。TA-DART 可能由含有具有较大的脂肪酸差异以及大浓度的磷脂酰乙醇胺、磷脂酰胆碱、磷脂酰丝氨酸和磷脂酰肌醇的甘油三酯的人和动物血液较简单的质谱的可能性能使得对药物成分的检测限制降低。

[0085] 通过常规的 DART 和 TA-DART 对整体血液的质谱的比较确认了 TA-DART 方法对血液中药检测的实用性。通过 TA-DART 在低质量范围内主要离子的缺少表明, 在该质量范围内的许多药物能够借助较大的信噪比而容易地检测到。

[0086] 另一类热敏感分子包括杀虫剂。通过在聚乙烯泡沫材料件上摩擦水果来对水果进行采样。在样本收集之后, 泡沫件位于常规的 DART 源和与 API-MS 附接的气体离子分离器的进入管之间。将 DART 载气从近似 150°C 加热到近似 400°C 需要 2 分钟, 在次期间, 收集到泡沫上的杀虫剂被电离并且转移到质谱仪以进行检测。在极长的时间段内对杀虫剂进行解吸, 使得定量困难。泡沫的热特性与网状件不同, 增加了达到最大温度所需的时间。将网状件放置为与泡沫紧邻能够允许对泡沫更快速的加热, 从而有利于更快速分析。图 6 示出了根据本发明的各个实施方案的采样系统的示意图, 该采样系统并入了网状件 (616), 网状件插入到位于电离气体源 (601) 和施加了待分析样本的多孔材料 (678) 之间的保持器 (690) 中, 其中多孔材料 (678) 被定位为与气体离子分离器 (634) 紧邻, 这容许将离子转移到质谱仪的 API 入口。电源 (660) 用于加热网状件。

[0087] 在本发明的各个实施方案中, 在图 10 中显示为与施加到卡保持器上的丝网 1020 附接的泡沫海绵塑料制品能够用于收容固态、液态或气态 / 液态的样本。如图 11 所示, 液态样本能够从移液管 1140 沉积到显示为附接至与卡保持器 1130 相关联的丝网 1020 的泡沫海绵塑料制品 1010 上。图 13 示出了附接至与卡 1130 相关联的网状件 1020 的泡沫海绵塑料制品 1010, 卡 1130 安装到质谱仪 1370 的进入口上, 质谱仪位于电离气体源 1360 和气体离子分离器 (未示出) 之间, 这容许将离子转移到质谱仪 (未示出) 的 API 入口区域。图 14 示出了 : (A) 在使得施加到泡沫海绵塑料制品的穿过支撑样本的网状件的电流在时间 = 0 时的 0 安培迅速增加到时间 = 30 秒时的 6 安培的同时使用 50 摄氏度的 DART 载气温度获得的零至两分钟的时间间隔内的总离子色谱 (TIC) ; (B) 在图 14(A) 中所示的两分钟分析期间生成的 195 道尔顿离子的部分质谱 ; 以及 (C) 通过对在图 14A 所示的 TIC 的 0.68-1.08 分钟期间获得的谱求和所得到的质谱 (包括 m/z 为 217.0 和 233.9 的离子)。

[0088] 在本发明的各个实施方案中, 非导电多孔材料被放置在一对网带之间以将非导电材料保持定位在 DART 源和 API 入口之间。流到网状件的电流能够逐渐地增加, 从而既能实现非导电材料 (泡沫) 附近的辐射热源又能使得在气体通过网状件时气体温度升高。

[0089] 图 7 示出了根据本发明的各个实施方案的采样系统的示意图, 该采样系统并入了具有两个电源 (760, 762, 仅显示了 760 电路的部分) 的两个网状件 (716, 718), 其中网状件

(716,718) 位于电离气体源 (701) 和待分析样本之间,其中样本与气体离子分离器 (734) 紧邻定位,这容许将离子转移到质谱仪的 API 入口区域。

[0090] 图 8 示出了根据本发明的各个实施方案的采样系统的示意图,该采样系统并入了具有单个电源 (860) 的两个网状件 (816),其中网状件 (816) 位于电离气体源 (801) 和待分析样本之间,其中样本与气体离子分离器 (834) 紧邻定位,这容许将离子转移到质谱仪的 API 入口区域。可变电阻器 (872) 用于将不同的电流施加到两个不同的网状件,图 8 所示的设备使得不同的电流能够通过两个或更多个不同的网状件,从而有区别地从两个或更多个不同的网状件 (816) 解吸样本。在本发明的各个实施方案中,图 8 所示的设备能够用于产生掺杂剂气体以促进样本分子的电离。在本发明的各个实施方案中,图 8 所示的设备能够用于使参考分子独立于样本分子而蒸发,从而有利于精确的质量测量。在本发明的各个实施方案中,图 8 所示的设备能够用于使参考分子独立于样本分子而蒸发,从而对样本分子进行量化。可变电阻器 872 能够用于调节电流,从而容许更精确地调节施加到第二网状件的温度。在本发明的各个实施方案中,图 8 所示的设备能够用于使参考分子独立于样本分子而蒸发从而确定所施加的电流和网状件上的温度之间的相关性,以使得能够将施加到第二网状件的电流调节至特定温度。

[0091] 在本发明的各个实施方案中,如图 15 所示的与卡 1530 相关联的两个丝网 1520 和 1522 能够由单个电源(未示出)进行加热并且用于分析样本。图 18 示出了在电离源 1360 的远端和 API 入口区域 1750 之间的与安装到质谱仪 1370 的进入口上的图 15 的卡 1530 相关联的两个网状件 1520 和 1522(的侧视立体图)。图 19 示出了由含有在甲苯中溶解的 1% 的橄榄油的溶液的样本获得的质谱(具有 m/z 为 603.4、902.4 和 918.1 的离子),其等分试样施加到被置于电离源的远端和第二网状件之间的第一网状件,氨的溶液施加到第二网状件,其中两个网状件均与被配置为容许通过单个电源加热的卡相关联。为了比较,图 20 示出了由在甲苯中溶解的等分试样的橄榄油的分析获得的质谱(具有 m/z 为 339.6、603.8、876.7 和 902.4 的离子),甲苯施加到与由电源加热的卡相关联的单个网状件上。氨用作掺杂剂(见图 19)增加了甘油三酯的氨加合物的形成,同时减小了质子化分子的丰度(不强烈)(见图 20)。

[0092] 图 9A 示出了根据本发明的各个实施方案的采样系统的示意图,该采样系统并入了具有切除区域 (998) 和储器 (994) 的卡 (999),其中一个或多个管 (990、992 和 996) 与储器 (994) 相关联并且卡 (999) 位于电离气体源 (901) 和气体离子分离器 (934) 之间,这容许将离子转移到质谱仪的 API 入口区域。在本发明的各个实施方案中,样本能够通过一个或多个管 (990,992) 被导入储器 (994),以允许液体分析传输模式 DART。在本发明的各个实施方案中,细丝或网状件(未示出)能够在切除区域 (998) 处与卡 (999) 相关联地定位。在本发明的可选的实施方案中,没有细丝或网状件与切除区域 (998) 相关联,并且气态样本与切除区域 (998) 中的电离物种相互作用。储器 (994) 中的样本能够通过管 (996) 被导入切除区域 (998)。在本发明的各个实施方案中,图 9A 所示的设备能够用于从储器 (994) 导入固态、液态或气态的样本以进行解吸和电离。在本发明的各个实施方案中,图 9A 所示的设备能够用于连续地导入液态样本以进行解吸和电离。在本发明的实施方案中,位于切除区域 (998) 中的细丝能够用于生成导电管 (996) 之间的电位差以将样本电喷洒到切除区域 (998) 中。在本发明的各个实施方案中,图 9A 所示的设备能够用于以规格的间隔将电流

施加到与切除区域 (998) 相关联的电流,以使能对所导入的液态或气态的样本进行周期性的解吸。在本发明的各个实施方案中,在图 9A 所示的设备中,管 (990) 能够与液体色谱分析系统耦合以对从色谱分析材料 (994) 洗脱的分析物进行解吸和电离。本发明的各个实施方案中,能够在流导入卡上并且储器的容积最小化到管道 (990,992、996) 的容积之前来实现色谱分析。

[0093] 在本发明的各个实施方案中,通过将触发器 (991) 施加到图 9B-9D 所示的储器 (994),能够下压图 9A 所示的储器。在本发明的各个实施方案中,通过密封或者使用单向阀来阻止通过引导管 (见图 9A 的 990,992) 的流,触发器 (991) 将压力施加到柔性储器,柔性储器通过管 (996) 将溶液或蒸汽配送到卡 (999) 的切除区域 (998) 中 (见图 9B-9D)。柔性储器能够由橡胶或具有足够弹性的各种塑料制成,以允许通过微扰来输送溶液或蒸汽。在本发明的各个实施方案中,柔性储器能够允许在溶液或蒸汽已经输送之后再次装载样本。在本发明的另一实施方案中,储器是静止的并且有赖于电场或电流体动力压力的施加来通过管 (996) 输送溶液。

[0094] 在本发明的各个实施方案中,能够通过其引导不同电流的多个不同的网带容许在不同温度下从相同的样本收集多个质谱。为了避免过于快速地加热样本而导致低质量或更易挥发的分子的快速解吸,该配置是期望的。

[0095] 在本发明的各个实施方案中,提高位于源和气体离子分离器的近端之间的网状件的浓度使得与被检测的样本周围的大气相关的离子数量减少。通过位于源和 API 入口之间的网状件来分析样本还减小了来自环境空气的离子的丰度,环境空气通常对于质谱贡献大量本底。当使用网状件作用样本收容设备时,本底相对于样本相关的离子产量的减少提高了信噪比,使得 DART 技术的灵敏度提高。

[0096] 在本发明的各个实施方案中,网状件包括物理接触的两个或更多个构件,其选自由如下构成的组:两根或更多根连接的线缆或者两根或更多根连接的丝线、泡沫、聚合物、硅石、纤维素和疏水支撑材料。在本发明的各个实施方案中,网状件包括物理结合到一起的两个或更多个构件,其选自由如下构成的组:两根或更多根连接的线缆或者两根或更多根连接的丝线、泡沫、聚合物、硅石、纤维素和疏水支撑材料。

[0097] 在本发明的各个实施方案中,网状件能够与分析物接触并且随后能够进行分析。在本发明的各个实施方案中,网状件能够在空间上位于分析物附近,网状件能够被加热并且分析物被分析。

[0098] 在本发明的各个实施方案中,网状件的加热能够通过使用红外 (IR) 激光器来实现。在本发明的各个实施方案中,网状件的加热能够通过将 IR 激光器引导到网状件上的特定部位来实现。IR 激光器频率能够由水分子和转换成热的能量来吸收以实现分析物的解吸。

[0099] 在本发明的各个实施方案中,网状件的加热或冷却能够通过来自散热器的热传导来实现。能够通过将电流传递到散热器来调节散热器的温度。位于施加到网状件的分析物附近的散热器的温度随后能够用于调节分析物的温度。

[0100] 在本发明的各个实施方案中,网状件的加热能够在电流通过细丝的情况下当位于诸如细丝的热辐射源近处来实现。

[0101] 在本发明的各个实施方案中,加热网状件可用于有利于一种或多种分析物的反

应,其反应的产物能够被分析并且能够用于推导一种或多种分析物的实际身份或量。在本发明的各个实施方案中,网状件能够安装到卡上,卡能够用于将分析物与污染物隔离,有利于样本的处理。在本发明的各个实施方案中,卡的材料能够吸收或以其它方式保持并释放待用作掺杂剂的化学物质,有辅助在室温下的电离或者在施加热之后蒸发分析物或产物。在本发明的各个实施方案中,网状件呈现为可变直径和尺寸的筒状体或管的形状,其中液态或固态的样本通过开口被置于筒状体或管中。在本发明的各个实施方案中,网状件的形状类似于“蝴蝶结”,在中间有较薄的部位,两端的宽度随着它们向外延伸远离中心而增加。在本发明的各个实施方案中,网状件呈现为“凹槽”的形状,网状件具有底部和两个侧部以及位于顶部的开口,通过顶部的开口来保持松散的化学物质、叶子、粉碎的材料、土壤、细胞或固态的颗粒以便进行分析。大量的样本通常难以通过 DART 进行分析。图 17 示出了由乌龙茶叶的样本获得的常规的 DART 质谱(具有 m/z 为 195.2、216.9 和 390.9)的离子)。在非预期性的结果中,大量的样本可保持在网状件凹槽中并且被分析。在本发明的各个实施方案中,与卡 2130 相关联的网状件凹槽 2124 能够通过单个电源(未示出)进行加热并且用于分析样本(见图 21)。图 12 示出了根据本发明的实施方案的保持在与卡 2130 相关联的网状件凹槽 2124 中的乌龙茶叶 2280,卡 2130 能够由电源(未示出)加热。图 16 示出了根据本发明的实施方案的由封闭在与由电源加热的卡相关联的网状件凹槽中的乌龙茶叶的样本获得的质谱(具有 m/z 为 195.2、200.3、369.3、391.0 和 419.0 的离子)。通过使用网状件凹槽 2124 并且直接加热样本,整体上极大地有利于分析(其中在分析开始之前,必须首先加热用于 DART 的中性载气),如图 16 所示。所生成的结果的比较不可预期地表明,网状件凹槽 2124 使得表示已经生成的样本的离子的数量和丰度增加。由于网状件凹槽的较大的采样容量,网状件凹槽技术产生了优良的效果。

[0102] 在本发明的各个实施方案中,细丝可配置有卡。在本发明的各个实施方案中,网状件能够配置有卡。通过为网状件配置有卡,卡能够由用户保持,同时样本能够施加到网状件,而不会使样本或网状件被用户污染。

[0103] 在本发明的各个实施方案中,能够保持气体或液体的储器能够配置有卡。在本发明的各个实施方案中,能够保持气体或液体的储器能够配置在带有卡的网状件的附近。一个或多个管能够与储器相关联。一个或多个管中的一个能够用于为储器填充液态或气态的样本。一个或多个管能够朝向网状件取向。在将卡插入到仪器中进行分析之前,储器能够填充有或部分地填充有气体或溶剂。通过一个或多个管作用于储器上的力,能够部分地或完全地排出储器中的液体或气体。能够排出液体或气体的一个或多个管可以包括一个管,电位能够施加到该一个管上。将电位施加到该管上能够致使液体或气体从储器排出。离开储器的管能够朝向网状件或细丝取向。

[0104] 用于分析分析物的设备包括光谱仪,光谱仪包括用于分析分析物的进出口和源,所述源包括近端和远端,所述远端被配置为产生电离物种,其中所述远端与光谱仪进出口邻近,其中大气压区域位于源的远端和光谱仪进出口之间。该设备进一步包括适于实现产生、传递、传导和辐射热中的一项或多项的供给器,以及位于大气压区域中的一个或多个网状件,其中分析物施加到一个或多个网状件上或附近,其中供给器能够实现产生、传递、传导和辐射热到分析物中的一项或多项,其中从一个或多个网状件解吸的分析物分子与由源生成的电离物种相互作用,以形成进入光谱仪的多个分析物离子。

[0105] 用于分析分析物的设备包括光谱仪,所述光谱仪包括近端和远端,所述远端被配置为用于分析分析物,其中用于分析物的进入口位于近端处并且检测器位于远端处,其中大气压区域保持为在近端和远端之间通过光谱仪的长度。该设备进一步包括源,该源包括近端和远端,所述远端被配置为用于产生电离物种,其中源的远端与光谱仪入口紧邻,其中大气压区域位于源的近端和源的远端之间并且延伸到光谱仪的近端。该设备进一步包括适于实现产生、传递、传导和辐射热中的一项或多项的供给器,以及位于大气压区域中的一个或多个网状件,其中分析物在源的近端处施加到一个或多个网状件上或附近,其中供给器能够实现产生、传递、传导和辐射热到分析物中的一项或多项,其中从一个或多个网状件解吸的分析物分子与由源生成的电离物种相互作用以形成进入光谱仪的多个分析物离子。

[0106] 在本发明的各个实施方案中,源根据选自如下构成的组的技术工作:电喷洒电离、纳米电喷洒电离、大气压基体辅助激光解吸电离、大气压化学电离、解吸电喷洒电离、大气压介电势垒放电电离、大气压低温等离子体解吸电离、和电喷洒辅助激光解吸电离、实时直接分析、等离子体辅助解吸/电离、介电势垒放电电离源、解吸大气压化学电离、解吸声波喷射电离、解吸大气压光电离、和流动大气压余辉、大气压激光解吸电离、电晕放电、电感耦合等离子体和辉光放电源。

[0107] 在本发明的各个实施方案中,光谱仪选自如下构成的组:质谱仪、手持式质谱仪、离子迁移率光谱仪(IMS)和手持式IMS。在本发明的各个实施方案中,光谱仪选自如下构成的组:四极离子捕集器、直线形离子捕集器、筒状离子捕集器、离子回旋加速器谐振捕集器、轨道捕集器、扇区、和飞行时间质谱仪。

[0108] 用于分析分析物的设备包括:光谱仪,该光谱仪包括近端和远端,该远端被配置为用于分析分析物,其中分析物的进入口位于近端处并且检测器位于远端处,其中大气压区域保持为贯通光谱仪在近端和远端之间的长度;被配置为用于产生电离物种的源,其包括与光谱仪入口邻近的远端,其中大气压区域位于源的近端和源的远端之间并且延伸到光谱仪的近端;供给器,其适于实现产生、传递、传导和辐射热中的一项或多项;以及一个或多个网状件,其位于源和光谱仪之间,其中分析物施加到一个或多个网状件上或附近,其中供给器能够实现产生、传递、传导和辐射热到分析物中的一项或多项,其中从一个或多个网状件解吸的分析物分子与由源生成的电离物种相互作用以形成多个分析物离子,多个分析物离子进入光谱仪。该设备进一步包括一个或多个气体离子分离器,其中一个或多个气体离子分离器位于一个或多个网状件和光谱仪入口之间。在该设备中,其中源选自如下源构成的源组:实时直接分析(DART)、等离子体辅助解吸/电离(PADI)、介电势垒放电电离源(DBDI或DCBI)、解吸大气压化学电离(DAPCI)、解吸声波喷洒电离(DeSSI)、解吸大气压光电离(DAPPI)、和流动大气压余辉(FAPA)和解吸电喷洒电离(DESI)、大气压激光解吸电离、电晕放电、电感耦合等离子体(ICP)和辉光放电源。在该设备中,其中供给器适于在近似0.1安培的下限和近似10安培的上限之间进行输送。在该设备中,其中供给器适于将在近似0.1伏特的下限和近似100伏特的上限之间的电位输送到一个或多个网状件中的一个。在该设备中,其中供给器适于将在近似0.1伏特的下限和近似1000伏特的上限之间的电力输送到一个或多个网状件中的一个。在该设备中,其中施加到收容有分析物的网状件的电位与施加到光谱仪的入口的电位近似相同。在该设备中,其中供给器能够用于将电位施加到非分析物承载的网状件。在该设备中,其中能够通过施加到非分析物承载的网状

件的电位来控制所形成的分析物离子的动能。在该设备中,其中施加到收容有分析物的网状件的电位比施加到光谱仪入口的电位低近似百分之九十。在该设备中,其中供给器选自自由如下构成的组中的一个或多个:直流电源、交流电源、辐射热源、光源、激光器、火焰和散热器。在该设备中,其中供给器适于独立地加热在一个或多个网状件中的至少一个上的两个或更多个不同的位置。在该设备中,其中供给器适于在两个或更多个位置处独立地加热至少一个网状件,其中第一位置被加热至第一温度并且第二位置被加热至第二温度,其中第一温度不同于第二温度。在该设备中,其中供给器为电源,其中供给器适于独立地通过第一电路加热在第一位置处的网状件并且通过第二电路加热在第二位置处的网状件,其中在第一位置处的网状件和第一电路中的一者或两者与在第二位置处的网状件和第二电路绝缘。在该设备中,其中供给器为电源,其中供给器适于独立地通过第一电路加热在第一位置处的网状件并且通过第二电路加热在第二位置处的网状件,其中第一电路与第二电路绝缘。在该设备中,其中供给器适于独立地通过第一构件加热在第一位置处的网状件并且通过第二构件加热在第二位置处的网状件,其中在第一位置处的网状件和第一构件中的一者或两者与在第二位置处的网状件和第二构件绝缘。在该设备中,其中供给器适于独立地通过第一构件加热在第一位置处的网状件并且通过第二构件加热在第二位置处的网状件,其中第一构件与第二构件绝缘。在该设备中,其中供给器适于独立地通过第一辐射源加热在第一位置处的网状件并且通过第二辐射源加热在第二位置处的网状件,其中在第一位置处的网状件和第一辐射源中的一者或两者与在第二位置处的网状件和第二辐射源绝缘。在该设备中,其中供给器适于独立地通过第一辐射源加热在第一位置处的网状件并且通过第二辐射源加热在第二位置处的网状件,其中第一辐射源与第二辐射源绝缘和隔离中的一项或两项。在该设备中,其中第一网状件相对于第二网状件取向,其中在电离物种接触第二网状件之前,电离物种与第一网状件接触。在该设备中,其中第一网状件相对于第二网状件取向,其中第一网状件位于光谱仪入口的远侧,其中第二网状件位于光谱仪入口的近侧。在该设备中,其中非导电管用于以允许恒定补充样本以便进行连续分析的速率将含有样本的溶液输送到丝网的表面。在该设备中,其中两个或更多个管被定位为将含有两种或更多种样本的两种或更多种溶液输送到两个或更多个丝网的表面。该设备进一步包括一种或多种长度的管道,每个管道具有近端和远端,其中在一个或多个网状件处引导的电离物种穿过一个或多个网状件并且进入至少一种长度的管道的近端;其中至少一种长度的管道的远端被定位为将一种或多种分析物离子传递到光谱仪的入口,其中一种或多种长度的管道中的至少一种是由选自自由如下构成的组的一种或多种材料制成的:金属、玻璃、塑料、导电涂层的塑料、导电涂层的熔融硅石、非导电涂层的塑料、非导电涂层的熔融硅石、玻璃内衬的金属管和电阻涂层的玻璃,其中第一管被定位为最靠近第一网状件,其中第一管的主旋转轴线与管的长度重合。

[0109] 用于分析分析物的设备包括:光谱仪,其包括近端和远端,所述远端被配置为用于分析分析物,其中用于分析物的入口位于近端处并且检测器位于远端处,其中大气压区域保持贯通光谱仪在近端和远端之间的长度;以及源,其被配置为用于产生电离物种,所述源包括与光谱仪入口邻近的远端,其中大气压区域位于源的近端和源的远端之间并且延伸到光谱仪的近端。该设备进一步包括供给器,所述供给器适于实现产生、传递、传导和辐射热中的一项或多项;以及一个或多个网状件,其位于源和光谱仪之间,其中分析物施加

到一个或多个网状件上或附近,其中供给器能够实现产生、传递、传导和辐射热到分析物中的一项或多项,其中从一个或多个网状件解吸的分析物分子与由源生成的电离物种相互作用,以形成多个分析物离子,多个分析物离子进入光谱仪,其中两个或更多个管被定位为将含有两种或更多种样本的两种或更多种溶液输送到两个或更多个丝网的表面,其中两个或更多个管中的第一管收容有能够与从两个或更多个管中的第二管洗脱的样本反应的试剂,其中试剂与样本反应,其中第一管相对于第一网状件定位为相距近似 0.1mm 的下限和近似 10mm 的上限之间的距离,其中第一管的直径在近似 1mm 的下限和近似 10mm 的上限之间,其中第一管的主旋转轴线相对于第一网状件的平面定位为成近似 10 度的下限和近似 90 度的上限之间的角度,其中第一网状件基于一个或多个参考位置相对于第一管定位。该设备进一步包括用于将第一网状件和第一管相对于一个或多个参考位置定位的装置。该设备进一步包括一个或多个光源以及一个或多个光检测器,其中一个或多个光源以及一个或多个光检测器适于将第一网状件和第一管相对于一个或多个参考位置进行定位。在该设备中,其中第一管包括两个或更多个管段;其中构成第一管的近端的管段为近侧管段,并且构成第一管的远端的管段为远侧管段。在该设备中,其中两种或更多种长度的管道被连接;其中连接的两种或更多种长度的管道的近端与共同的远端连接,其中两种或更多种长度的管道将离子从两个或更多个管的近端传递到两个或更多个管的共同的远端,其中离子从两个或更多个管的远端离开以进行分析。在该设备中,其中两个或更多个管能够协调地移动;其中两种或更多种长度的管道的近端被取向为使得一个或多个管中的第一管被定位为最靠近第一网状件。在该设备中,其中两个或更多个管能够协调地旋转。在该设备中,其中两个或更多个管能够随着第一网状件的旋转而协调地旋转。

[0110] 用于在大气压区域中分析分析物的设备包括:质谱仪,其包括用于分析分析物的进出口;DART 源,其包括近端和远端,所述远端被配置为用于产生电离物种,其中所述远端最靠近质谱仪并且具有进入大气压区域的进出口,其中大气压区域位于 DART 源的远端和质谱仪的进出口之间;电源;以及网状件,其位于大气压区域中,其中分析物施加到网状件上,其中电源适于使电流通过网状件以产生热来加热分析物,其中从网状件解吸的分析物分子与电离物种相互作用,形成多个分析物离子,多个分析物离子进入质谱仪。在该设备中,其中网状件的加热可用于辅助形成一种或多种产物的一种或多种反应,其中从网状件解吸一种或多种产物。在该设备中,其中网状件安装到卡上,其中卡将样本与污染物隔离。在该设备中,其中卡由能够保持和释放化学物质的材料制成,其中化学物质充当辅助电离的掺杂剂。在该设备中,其中至少一个网状件呈现为可变直径和尺寸的筒状体的形状,其中液态或固态的样本通过开口被放置到筒状体中。在该设备中,其中至少一个网状件的形状类似于蝴蝶结,在中央处具有较薄的部位,并且两端的宽度随着它们向外延伸远离中央而增加。在该设备中,其中网状件呈现为凹槽的形状,其中网状件形成底部和一个或多个侧部的一个或多个,其中网状件具有顶部的开口,借助于顶部的开口来实现沉积和保持松散的化学物质或小的固态颗粒中的一者或两者。在该设备中,其中网状件处于近似大气压下。在该设备中,其中供给器为电源。

[0111] 分析多个分析物的方法包括如下步骤:将多个分析物放置到网状件上,其中多个分析物中的一个或多个第一分析物被定位成由第一加热供给器进行加热,其中多个分析物中的一个或多个第二分析物被定位成由第二加热供给器进行加热;通过第一加热供给器来

加热网状件,其中从网状件解吸一个或多个第一分析物分子;通过第二加热供给器来加热网状件,其中从网状件解吸一个或多个第二分析物分析;将电离颗粒引导到网状件,其中电离颗粒与一个或多个第一分析物和一个或多个第二分析物中的经解吸的一者或两者相互作用以形成一个或多个第一分析物离子和一个或多个第二分析物离子;以及将第二分析物离子引导到分析器。

[0112] 分析一个或多个分析物的方法包括如下步骤:将样本丝网定位在电离区域中,其中电离区域位于电离源和光谱仪的入口之间,通过冷却单元的作用来冷却样本丝网以实现将一个或多个分析物收集到样本丝网上;加热样本丝网,其中加热将一个或多个分析物分子从样本丝网解吸;以及将电离物种从电离源引导到电离区域,其中一个或多个经解吸的分析物分子形成一个或多个分析物离子,其中一个或多个分析物离子被引导到光谱仪的入口。在该方法中,其中样本丝网附接至电路,电路容许在短时间段内进行加热,其中一个或多个分析物的解吸是在相对于离开电离源的电离物种而言不连续的时间帧内实施的。在该方法中,其中采样丝网的细长段通过机械方式定位,使得采样丝网的区域处于电离区域中,其中采样丝网在电离区域中的区域随时间变化,其中沉积到样本丝网上的处于远离电离区域位置的样本进入电离区域。在该方法中,其中采样丝网的组成物选自如下构成的组:浸渍有非导电材料的金属、浸渍有纳米材料的金属(其中纳米材料是能够将所关注的分子隔离的吸收剂)、碳、浸渍有非导电材料的碳、碳纤维、浸渍有纳米材料的碳(其中纳米材料是能够将所关注的分子隔离的吸收剂)、浸渍有纳米材料的细丝(其中纳米材料是能够将所关注的分子隔离的吸收剂)以及任何导电材料。

[0113] 用于分析分析物的设备包括:光谱仪,其用于分析分析物,其中光谱仪具有入口;源,其被配置为用于产生电离物种,其中所述源具有近端和远端,其中远端与光谱仪入口紧邻,其中大气压区域位于源的远端和光谱仪的入口之间;供给器,其适于实现产生、传递、传导和辐射热中的一项或多项;网状件,其位于大气压区域中,其中供给器能够实现产生、传递、传导和辐射热中的一项或多项;以及用于分析物收集的涂有吸着剂的纤维,其中涂有吸着剂的纤维与网状件紧靠近,其中网状件的加热使能加热纤维;其中纤维的加热使分析物分子蒸发,分析物分子能够与由源产生的电离物种相互作用以形成分析物离子,所述分析物离子进入光谱仪。

[0114] 用于分析存在于表面上的分析物的设备包括:喷射器,其能够朝向表面引导加热的水蒸气的流以从表面解吸分析物分子,其中所述表面位于大气压区域中;光谱仪,其具有用于分析分析物分子的入口;以及源,其被配置为用于将电离物种引导到表面处或附近中的一者或两者,其中电离物种对解吸的分析物分子进行电离,其中经电离的分析物离子进入光谱仪的入口。在该设备中,其中水蒸气的多个喷射流被朝向表面引导。该设备进一步包括一个或多个真空泵,每个真空泵具有真空泵入口,其中一个或多个真空泵入口在表面的附近产生真空,其中真空用于将解吸的中性分子引导到便于与电离物种相互作用的位置处。在该设备中,其中水蒸气的多个喷射流与一个或多个真空泵入口相邻以便能对表面的较大区域进行采样。

[0115] 用于衍生和分析分析物的设备包括:光谱仪,其用于分析分析物,其中光谱仪具有入口;源,其被配置为产生电离物种,其中所述源具有近端和远端,其中远端与光谱仪入口邻近,其中大气压区域位于源的远端和光谱仪的入口之间;以及一个或多个网状件,

其位于大气压区域中,其中分析物和衍生试剂施加到网状件上,由所述源产生的所述电离物种被引导到网状件,其中从网状件解吸分析物分子并且形成多个分析物离子,多个分析物离子进入光谱仪。在该设备中,其中电离气体可以为经加热的气体。在该设备中,其中网状件包括两根或更多根连接的细丝,其中一根或多根细丝选自如下组的组:金属、动物丝线、纸张、有孔的纸张、纤维、布料、硅石、塑料、塑料泡沫、聚合物、特氟龙、浸渍有聚合物的特氟龙、纤维素、涂有疏水支撑材料的细丝,以及浸渍有疏水支撑材料的细丝。在该设备中,其中衍生试剂选自如下构成的组:甲醇中的三氟化硼、氯化四甲基铵。在该设备中,其中分析物为液体或溶液。在该设备中,其中分析物为混合物,其中存在于分析物中的一个或多个分子选自如下构成的组:单酰甘油分子、二酰甘油分子和三酰甘油分子。在该设备中,其中分析物是悬浮在粘性液体中的固体以在实验期间保持固体与网状件的接触。在该设备中,其中分析物是嵌入到丝网中的固体。在该设备中,其中分析物是含有一种或多个磷酸酯的混合物。

[0116] 用于衍生和分析分析物的设备包括:光谱仪,其用于分析分析物,其中光谱仪具有进出口;源,其被配置为用于产生电离物种,其中所述源具有近端和远端,其中所述远端与光谱仪的进出口邻近,其中大气压区域位于所述源的远端和光谱仪的进出口之间;供给器,其适于实现产生、传递、传导和辐射热中的一项或多项;以及一个或多个网状件,其位于大气压区域中,其中分析物和衍生试剂施加到网状件上,其中供给器能够实现产生、传递、传导和辐射热到网状件上组合的分析物和试剂中的一项或多项,其中由于热和由源产生的电离物种中的一者或两者而从网状件解吸的分析物分子形成多个分析物离子,多个分析物离子进入光谱仪。该设备进一步包括一个或多个气体离子分离器,其中一个或多个气体离子分离器位于一个或多个网状件和光谱仪的进出口之间。在该设备中,其中源选自如下构成的源的组:实时直接分析(DART)、等离子体辅助解吸/电离(PADI)、介电势垒放电电离源(DBDI或DCBI)、解吸大气压化学电离(DAPCI)、解吸声波喷洒电离(DeSSI)、解吸大气压光电离(DAPPI)、和流动大气压余辉(FAPA)和解吸电喷洒电离(DESI)、大气压激光解吸电离、电晕放电、电感耦合等离子体(ICP)和辉光放电源。在该设备中,其中供给器适于在近似0.1安培的下限和近似10安培的上限之间供给。在该设备中,其中,非导电管用于以容许恒定地补充待解吸样本以允许对样本连续分析的速率将含有样本的溶剂输送到丝网的表面。在该设备中,其中两个或更多个管被定位成以容许恒定补充以便对样本进行连续分析的速率将含有不同样本的多条溶剂流和两种或更多种样本的两个或更多个组合中的一者或两者输送到丝网的表面。在该设备中,其中能够与从第二管洗脱的样本反应的试剂形成用于温习的稳定的化学实体。在该设备中,其中能够通过加热或冷却来调节网状件的温度以使用于试剂和样本反应的反应条件最优。在该设备中,其中供给器选自如下构成的组中的一个或多个:直流电源、交流电源、辐射热源、光源、激光器、火焰和散热器。在该设备中,其中在第二位置处的网状件的密度比在第一位置处的网状件的密度高。在该设备中,其中第二网状件用于抑制将颗粒、固体、晶体或其它非电离材料中的一种或多种传递到光谱仪。在该设备中,其中第二网状件物理地阻挡颗粒、固体、晶体或其它非电离材料中的一种或多种通过进入光谱仪或光谱仪的API入口。

[0117] 用于分析分析物的设备包括:光谱仪,其包括近端和远端,所述远端被配置为用于分析所述分析物,其中用于分析物的进出口位于近端处并且检测器位于远端处,其中大气

压区域保持贯通光谱仪在近端和远端之间的长度；源，其被配置为用于产生电离物种，所述源包括与光谱仪入口邻近的远端，其中大气压区域位于源的近端和源的远端之间并且延伸到光谱仪的近端；供给器，其适于实现产生、传递、传导、辐射热中的一项或多项以及施加电位中的一者或两者；以及两个或更多个网状件，其位于源和光谱仪之间，其中分析物施加到第一网状件上或附近，其中供给器能够实现产生、传递、传导和辐射热到分析物中的一项或多项，其中从第一网状件解吸的分子与由源产生的电离物种相互作用以形成分析物离子，其中通过施加到第二网状件的电位来改变分析物离子的动能。在该设备中，其中源根据选自如下构成的组的技术工作：电喷洒电离、纳米电喷洒电离、大气压基体辅助激光解吸电离、大气压化学电离、解吸电喷洒电离、大气压介电势垒放电电离、大气压低温等离子体解吸电离、和电喷洒辅助激光解吸电离、实时直接分析、等离子体辅助解吸 / 电离、介电势垒放电电离源、解吸大气压化学电离、解吸声波喷洒电离、解吸大气压光电离、和流动大气压余辉、大气压激光解吸电离、电晕放电、电感耦合等离子体和辉光放电源。在该设备中，其中光谱仪选自如下构成的组：质谱仪、手持式质谱仪、离子迁移率光谱仪 (IMS) 和手持式 IMS。在该设备中，其中光谱仪选自如下构成的组：四极离子捕集器、直线离子捕集器、筒状离子捕集器、离子回转加速器谐振捕集器、轨道捕集器、扇区和飞行时间质谱仪。在该设备中，其中分析物处于选自自由固相、液相和气相构成的组的至少一种状态。在该设备中，其中分析物为生物起源的。在该设备中，其中分析物为非生物起源的。在该设备中，其中分析物选自如下构成的组：工业工件、药物产品、药物成分、食物、食物成分、毒素、药物、爆炸品、细菌和生物组织。

[0118] 在本发明的实施方案中，用于分析分析物的设备包括：光谱仪，其被配置为用于分析分析物，具有用于接受分析物离子的入口；检测器，其用于检测经分析的分析物离子；以及大气压源，其被配置为用于产生电离物种。该设备进一步包括：来自溶液的分析物分子或分析物和溶剂分子的聚簇的流，在溶液中分析物分子或分析物和溶剂分子的聚簇与由源产生的电离物种相互作用以形成多个分析物离子，多个分析物离子进入光谱仪并且被分析。分析物分子或分析物和溶剂分子的聚簇的流能够由包括如下一种或多种技术生成：基体辅助激光解吸、辅助离子碰撞技术、电喷洒、热喷洒和电流体动力解吸。在形成分析物分子或分析物和溶剂分子的聚簇的流之前，分析物能够通过与其与固体支撑件相互作用而在色谱上被分离。

[0119] 用于分析分析物的设备包括：离子迁移率光谱仪，其包括入口和检测器，第一电位施加到离子迁移率光谱仪的入口；源，其被配置为用于产生电离物种；供给器，其适于实现产生热、传递热、传导热、辐射热和施加电位中的一项或多项；以及两个或更多个网状件，其位于源和光谱仪之间。分析物施加到第一网状件上或附近，其中供给器能够实现产生热、传递热、传导热和辐射热到分析物中的一项或多项以解吸分析物的分子，其中从第一网状件解吸的分子与由源产生的电离物种相互作用以形成分析物离子。在该设备中，其中施加有分析物的网状件接地。在该设备中，其中施加有分析物的网状件不具有第一电位。在该设备中，其中施加有分析物的网状件具有不同于第一电位的近似为 100 伏特的电位。在该设备中，其中施加有分析物的网状件具有不同于第一电位的近似为 1000 伏特的电位。两个或更多个网状件具有两个或更多个电位，其中两个或更多个电位为不同于第一电位的近似 100 伏特。两个或更多个网状件具有两个或更多个电位，其中两个或更多个电位为不同

于第一电位的近似 1000 伏特。

[0120] 在本发明的各个实施方案中,分析物处于选自自由固相、液相和气相构成的组的至少一种状态。在本发明的各个实施方案中,分析物为生物起源的。在本发明的各个实施方案中,分析物为非生物起源的。在本发明的各个实施方案中,分析物选自自由如下构成的组:工业工件、药物产品、药物成分、食物、食物成分、毒素、药物、爆炸品、细菌和生物组织。

[0121] 尽管已通过描述实施例阐述了系统、方法和设备,以及尽管已相当详细地描述了实施例,申请人不意在将随附权利要求书的范围限制或以任何方式局限为这些细节。当然,为了描述本文提供的系统、方法和设备的目的而描述构件或方法的每个可构思组合是不可能的。另外的优势和修改对于本领域技术人员而言将是显而易见的。因此,本发明在其较宽的方面不局限于所图示和所描述的具体的细节、代表性的系统、方法和设备以及示例性的实施例。因此,与这些细节的偏差不偏离申请人的总体创造性构思的主旨或范围。因此,本申请旨在涵盖落在随附的权利要求的范围内的改动、修改和变型例。此外,前面给出的描述不意在限制本发明的范围。相反,本发明的范围由随附的权利要求书及其等同内容来确定。

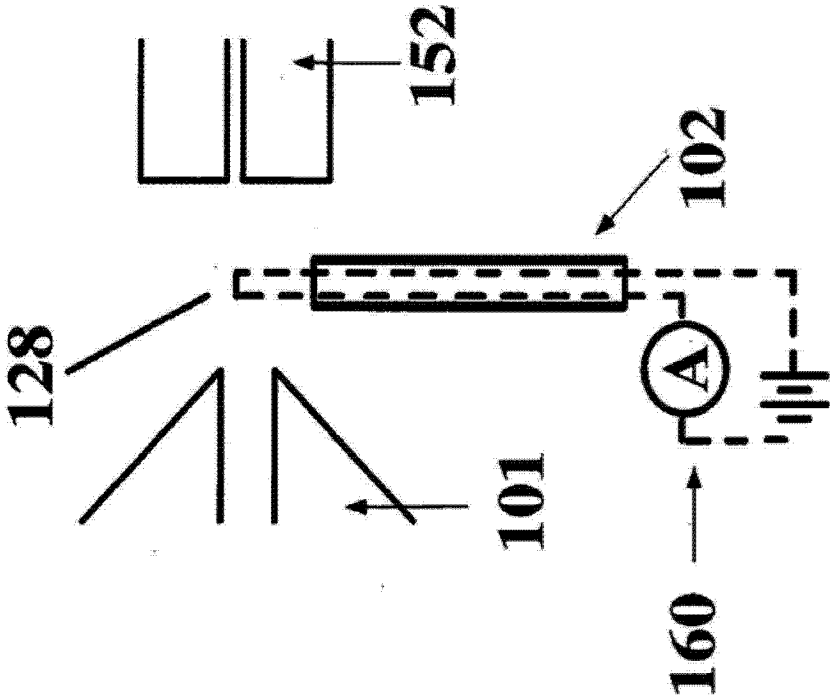


图 1

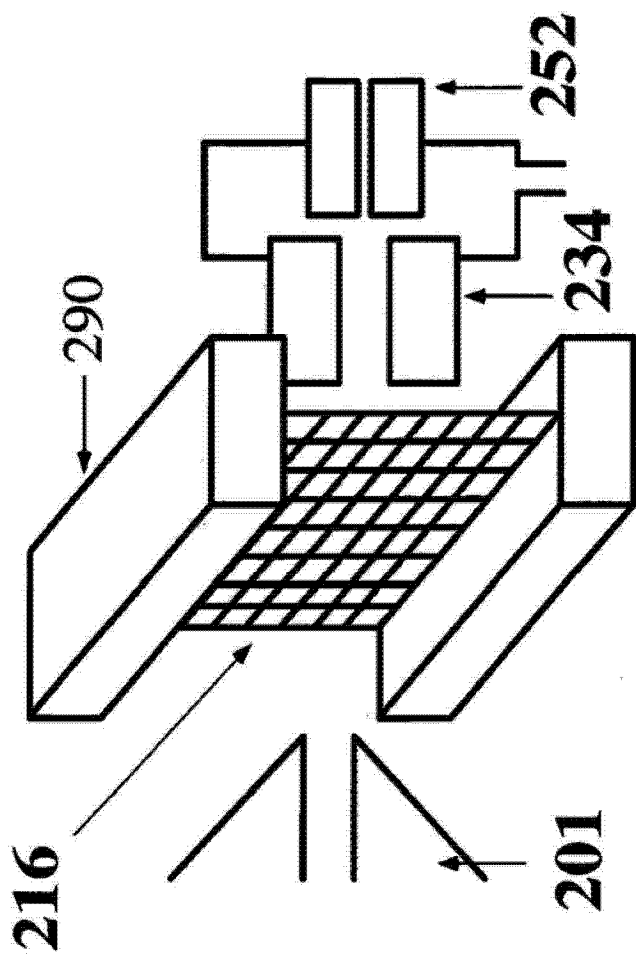


图 2

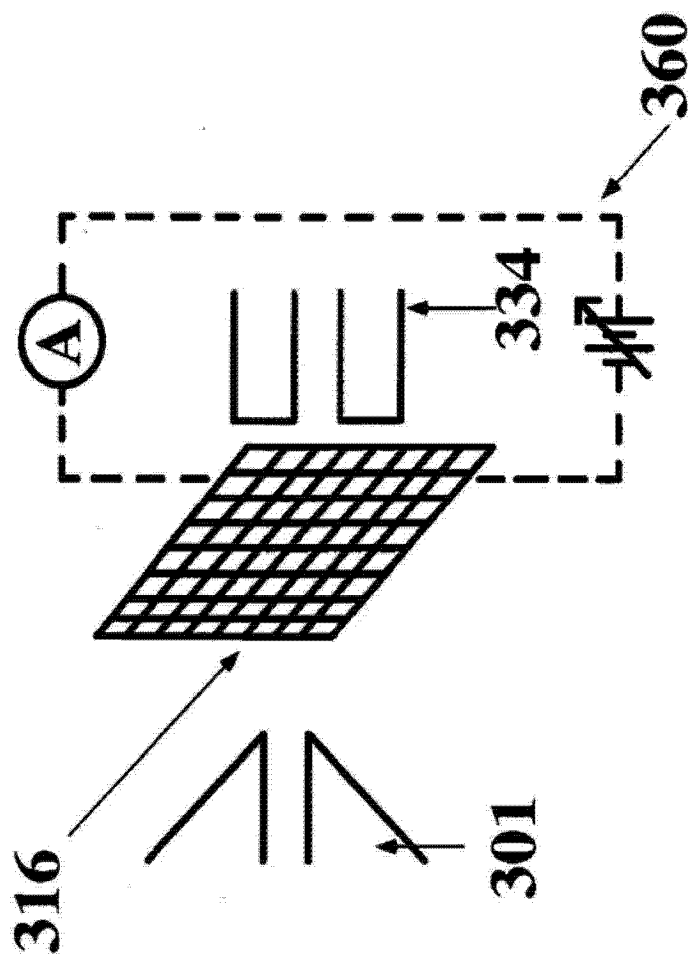


图 3

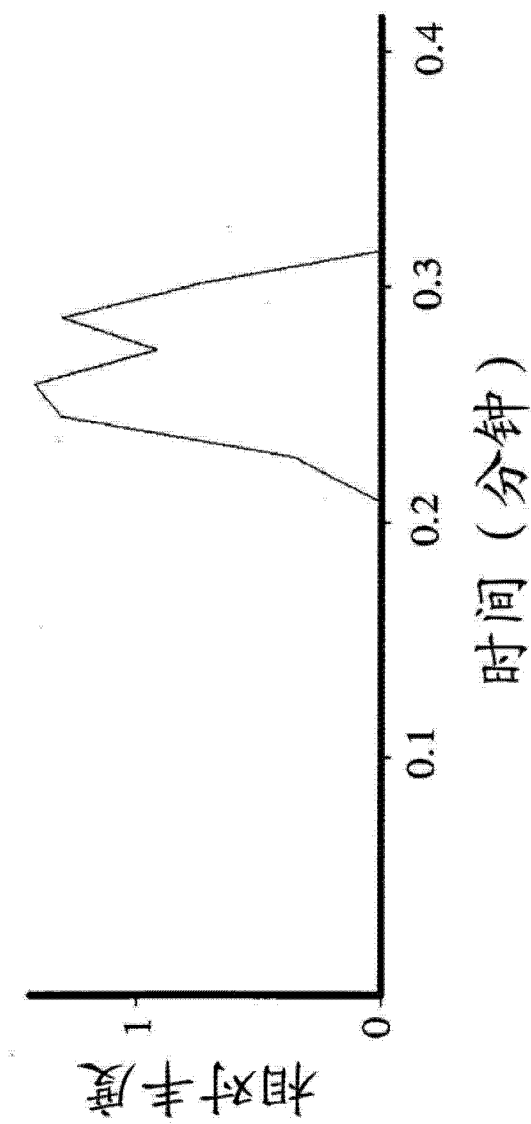


图 4A

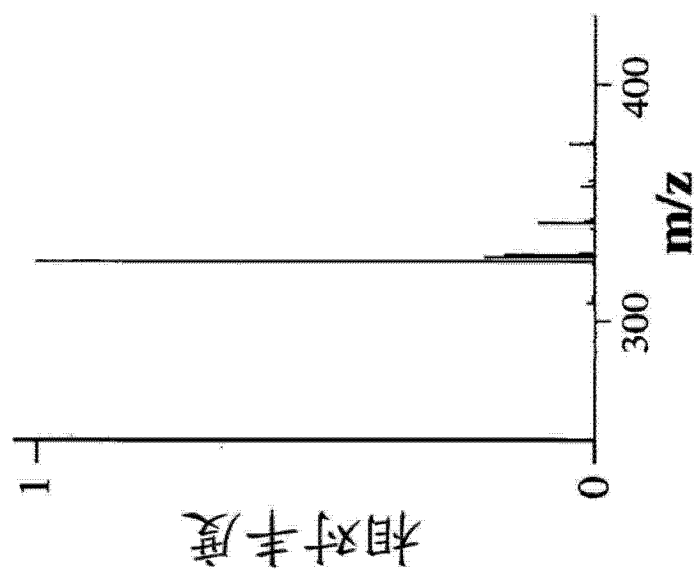


图 4B

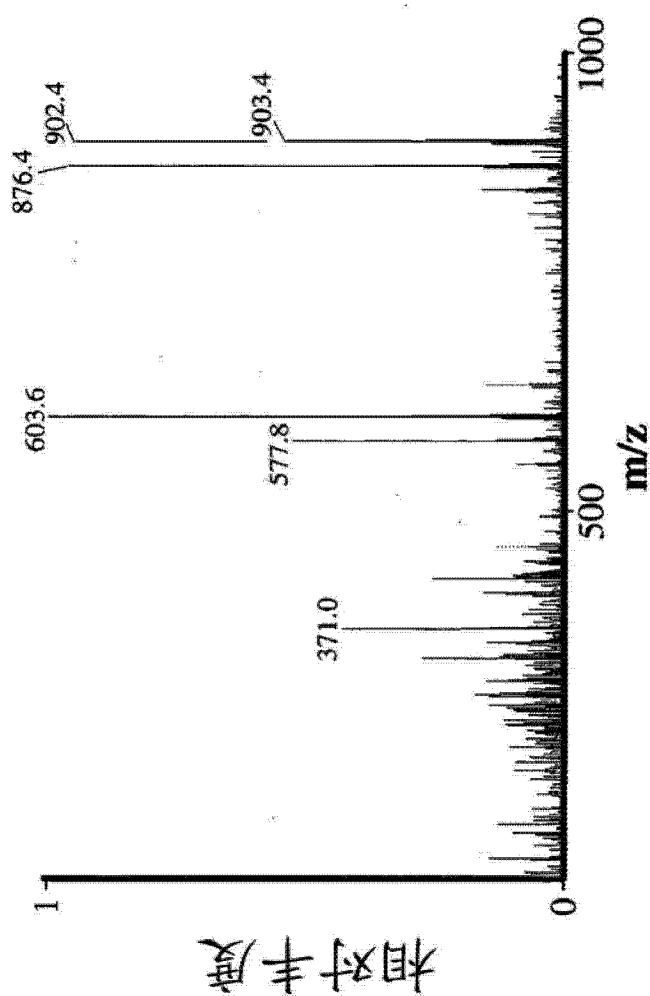


图 5A

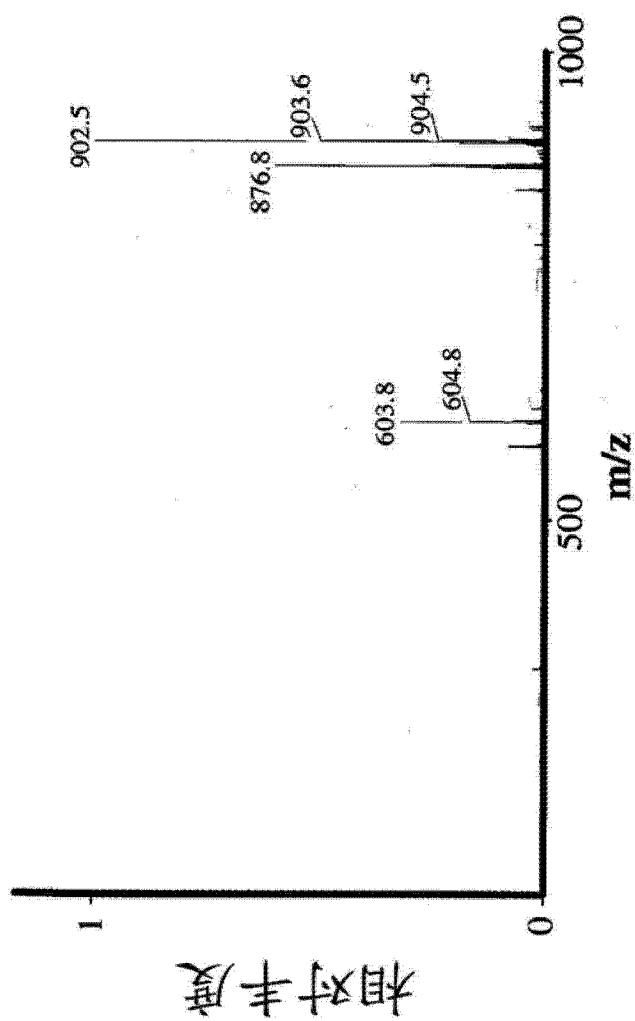


图 5B

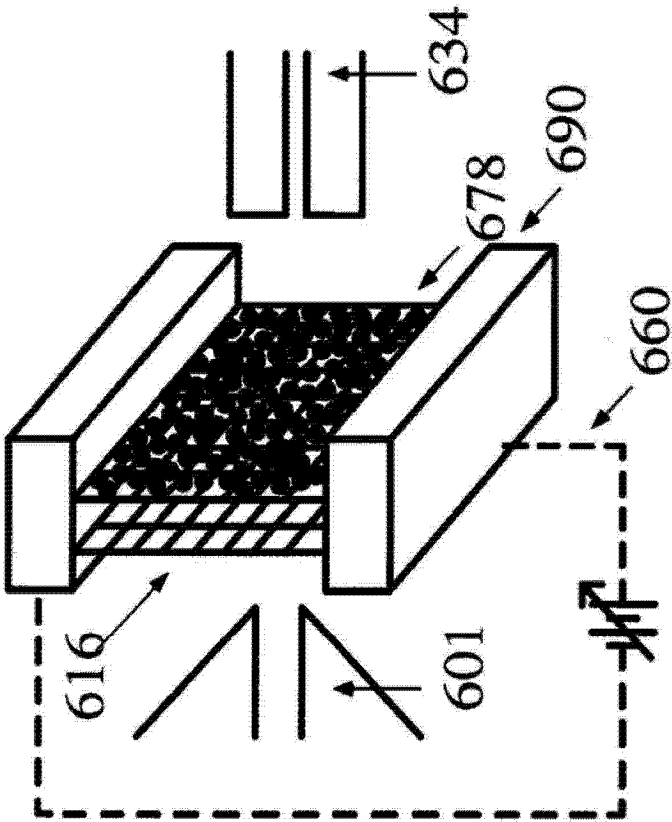


图 6

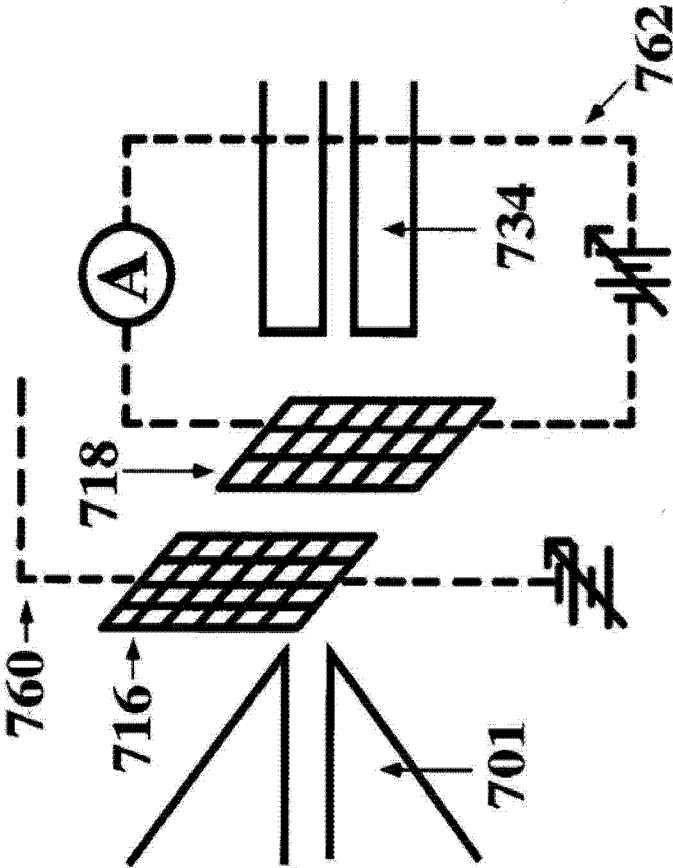


图 7

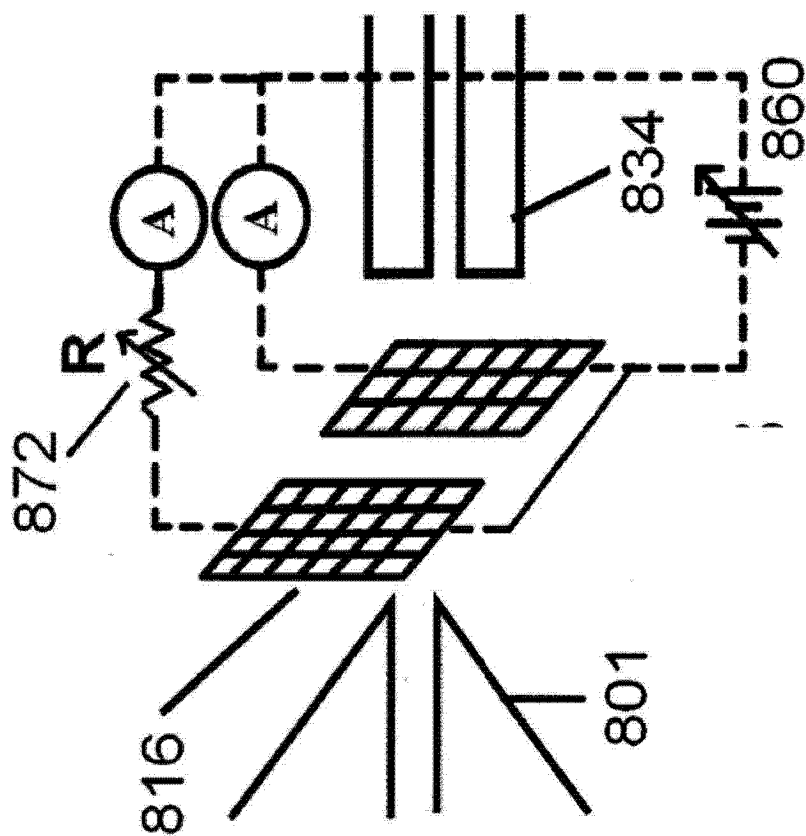


图 8

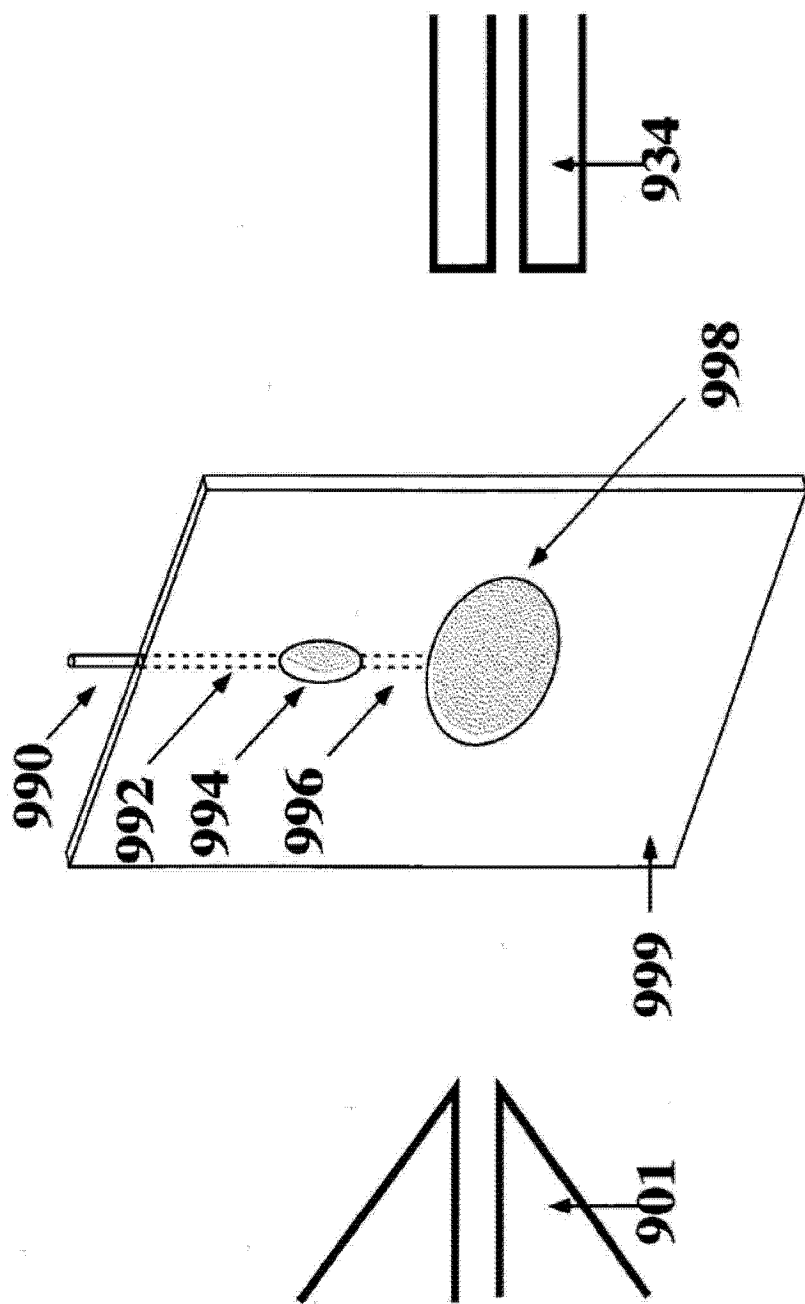


图 9A

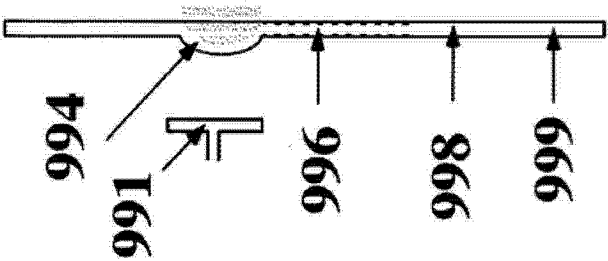


图 9B

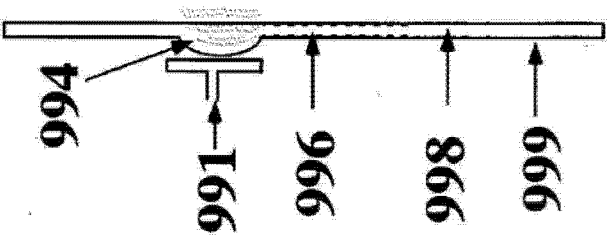


图 9C

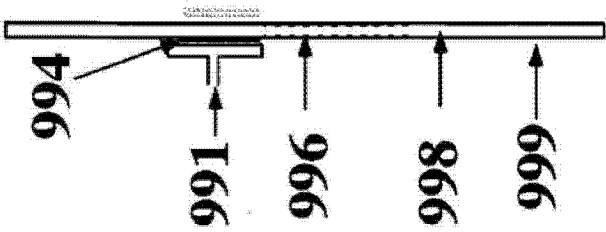


图 9D

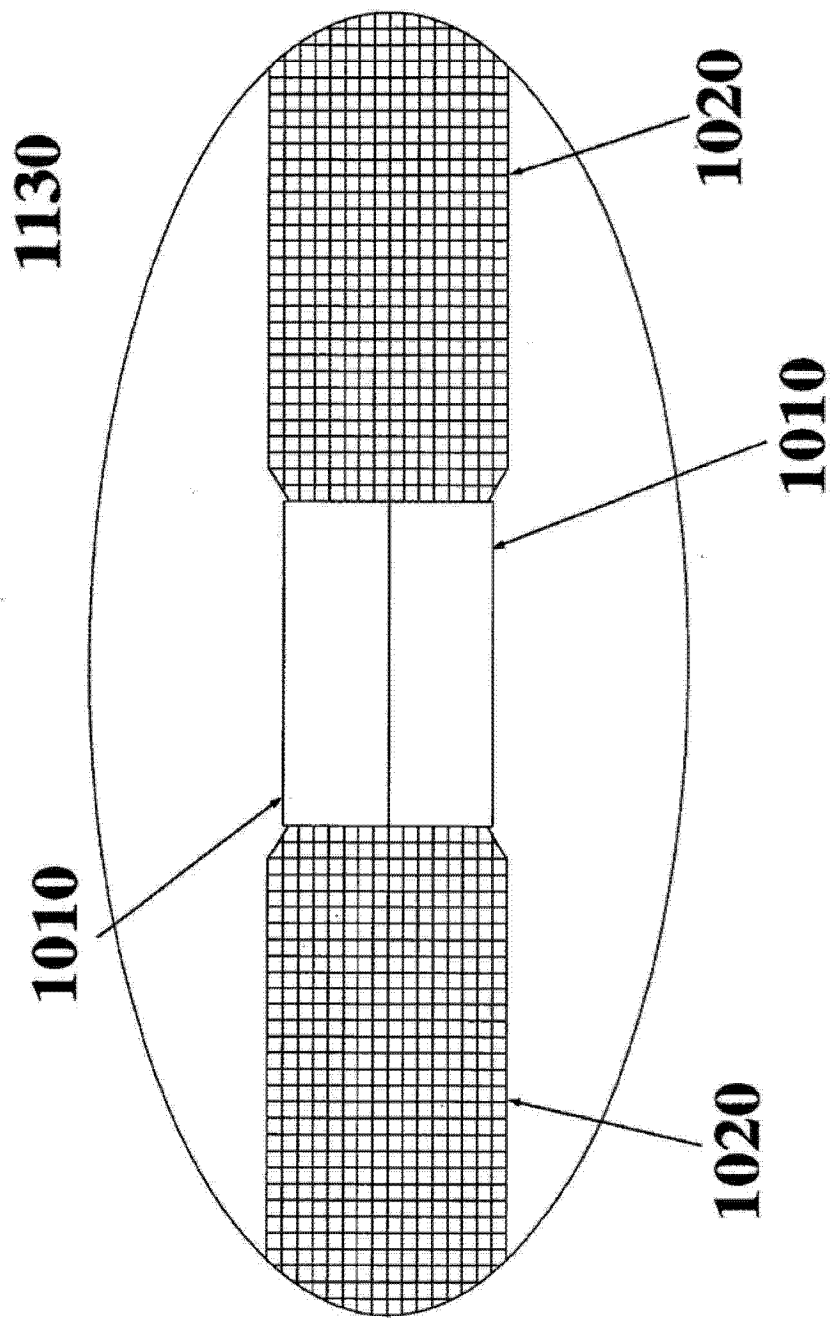


图 10

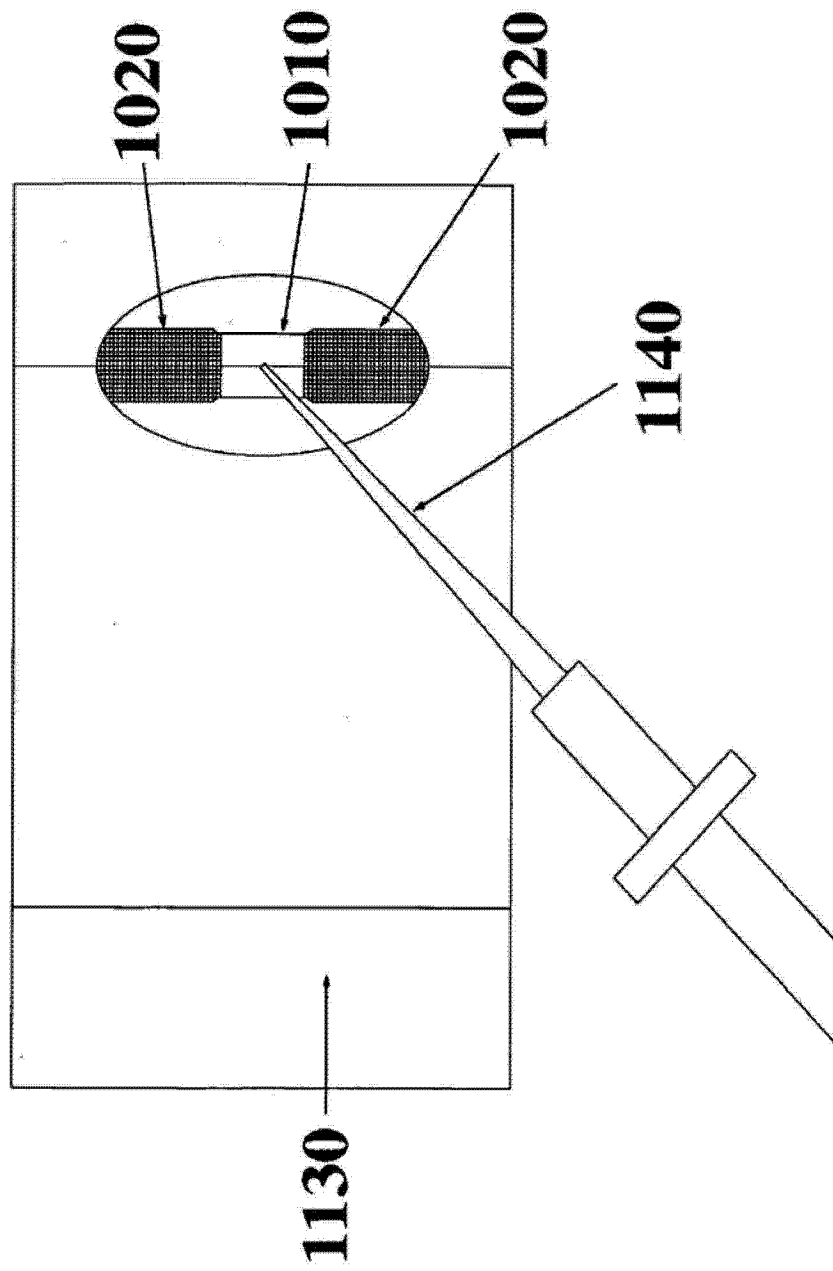


图 11

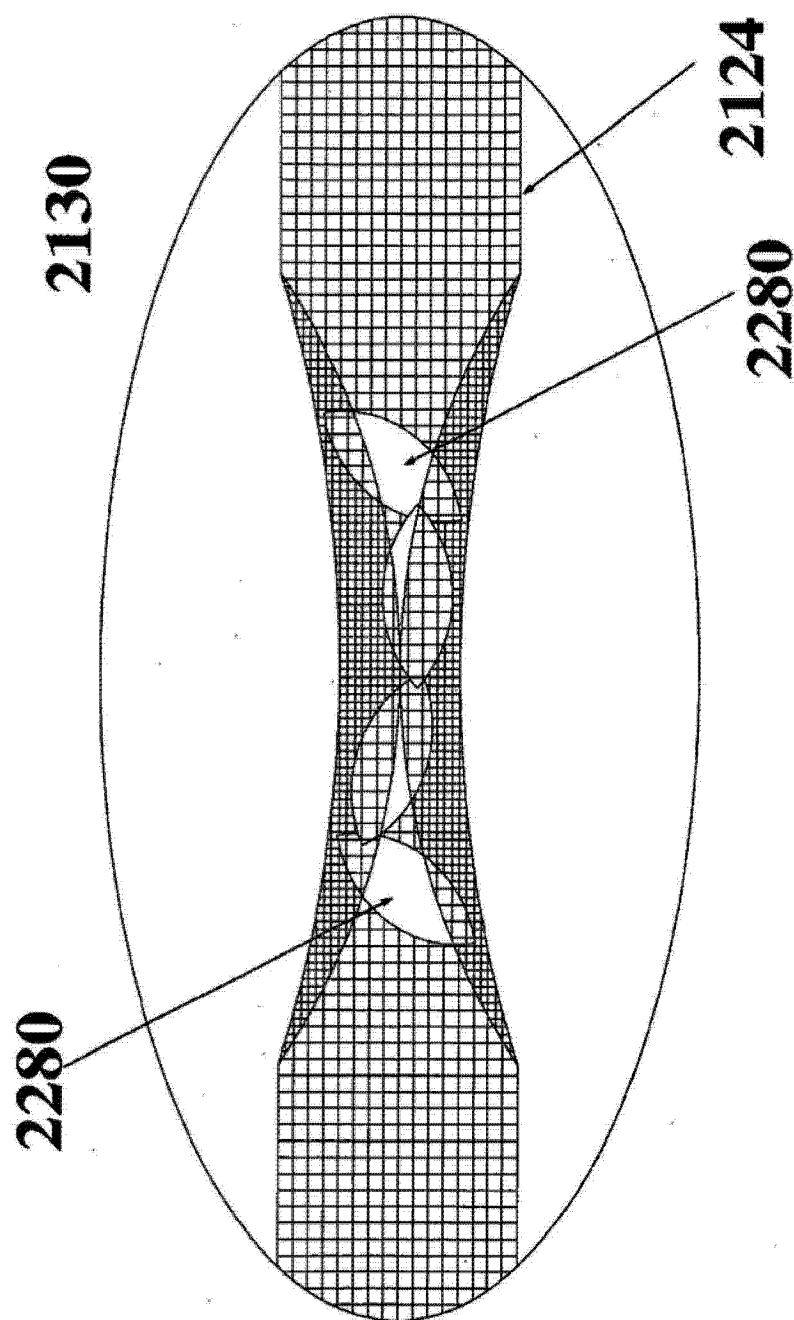


图 12

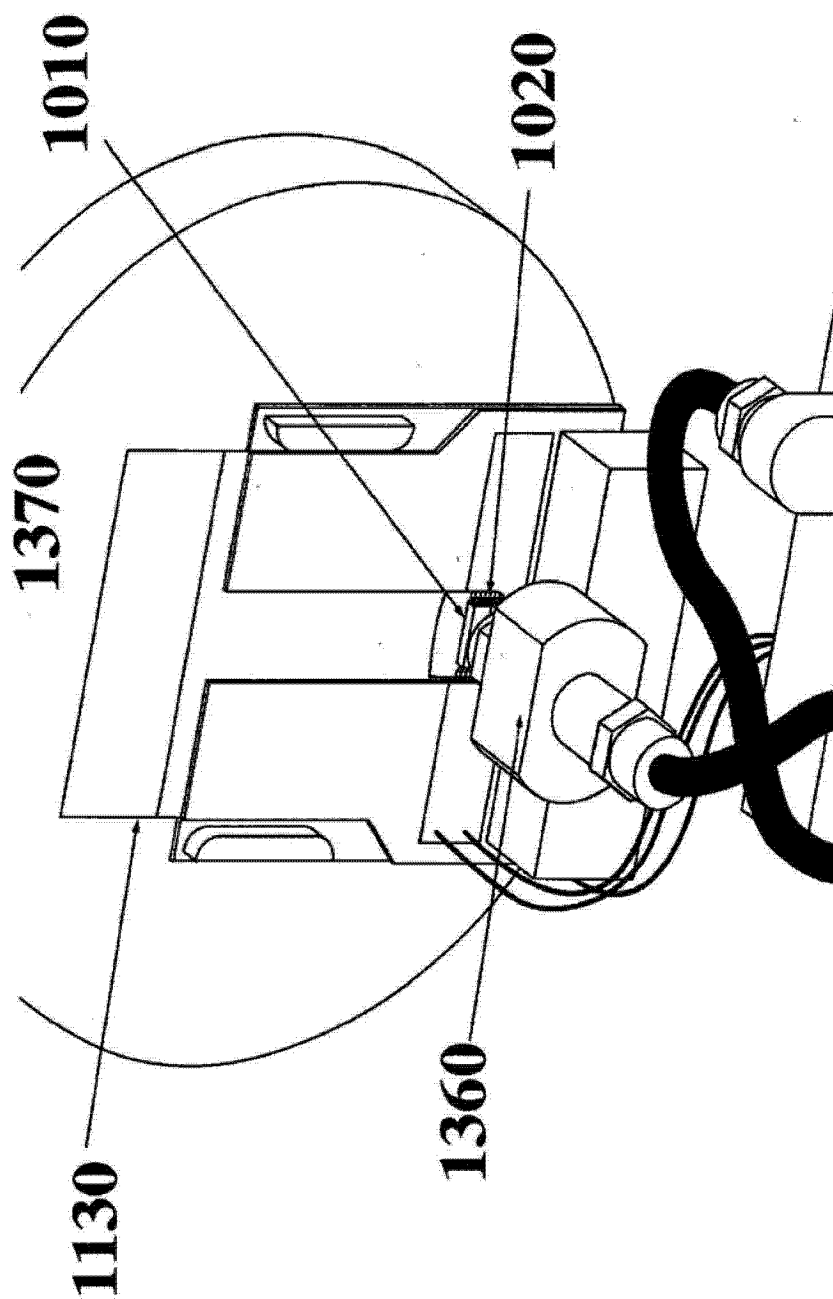


图 13

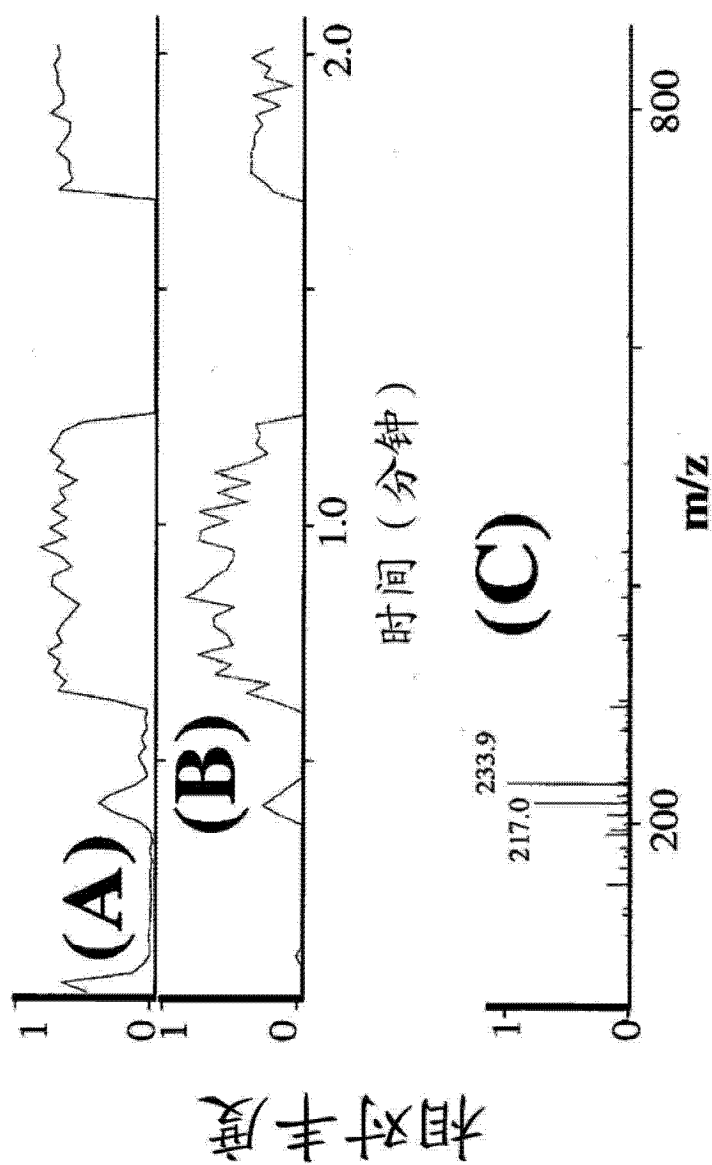


图 14

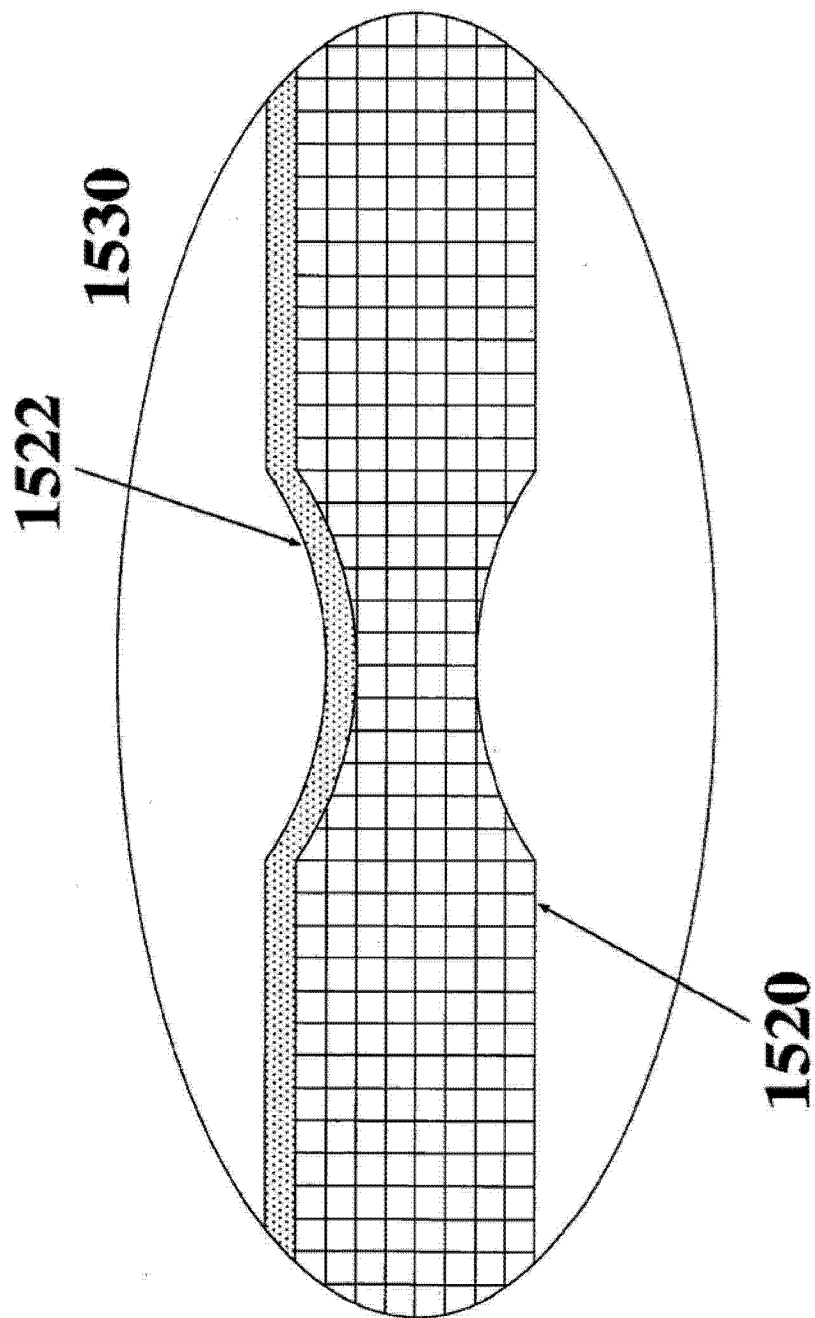


图 15

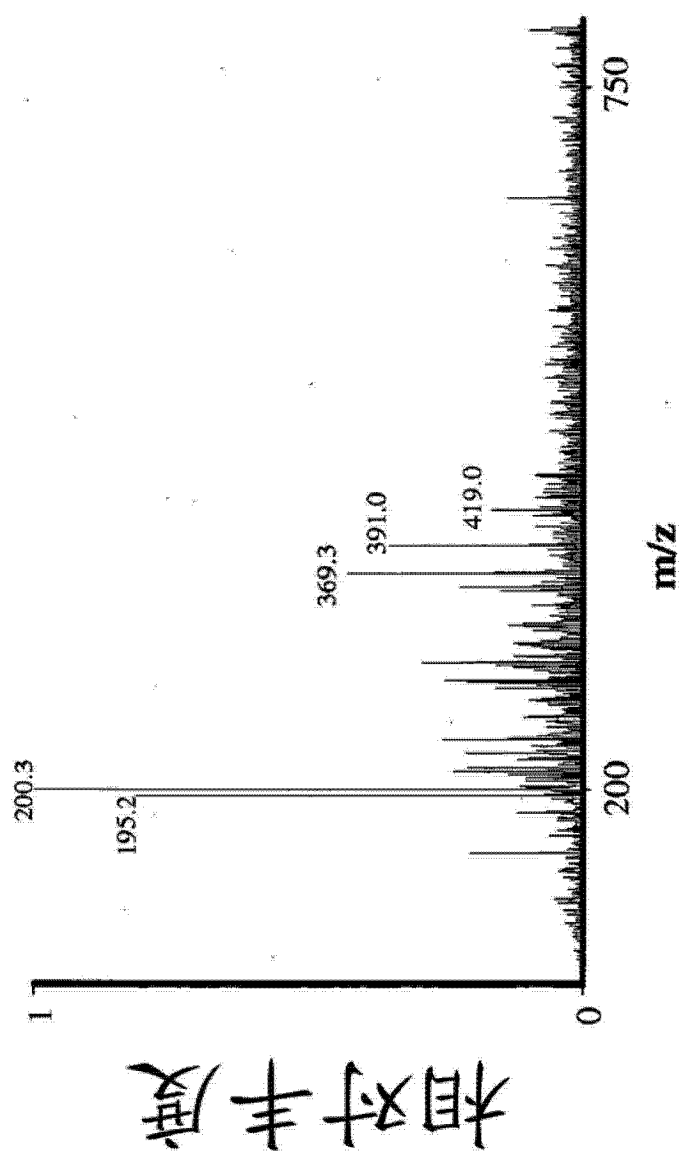


图 16

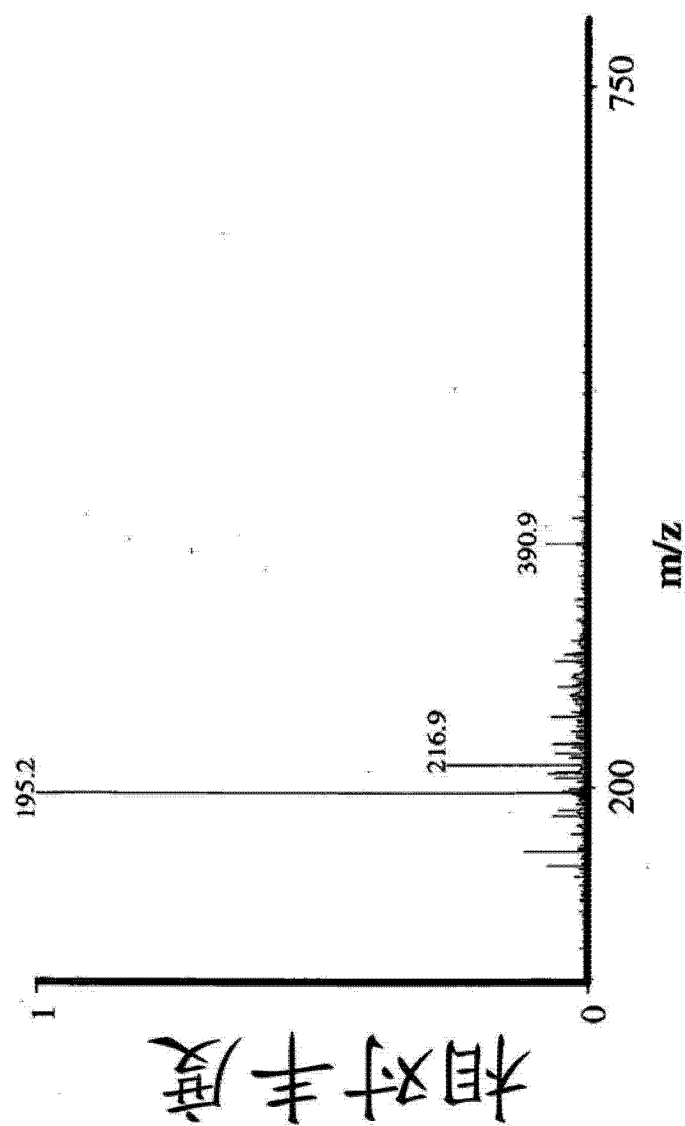


图 17

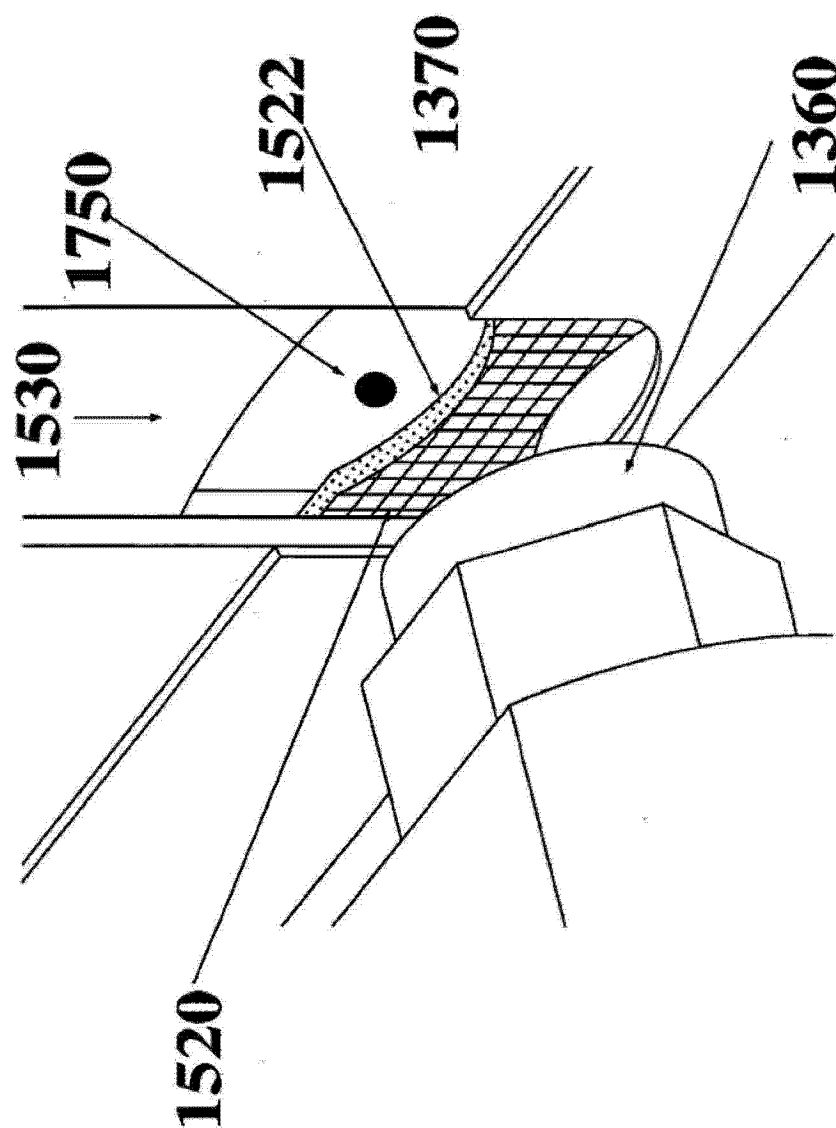


图 18

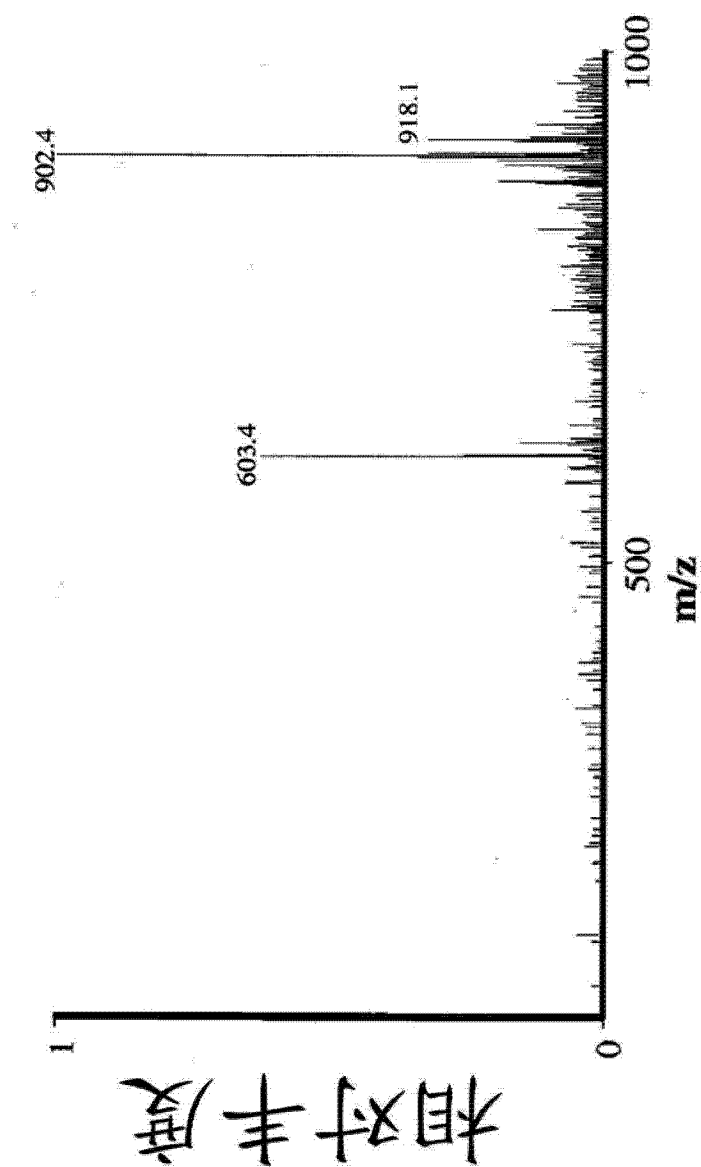


图 19

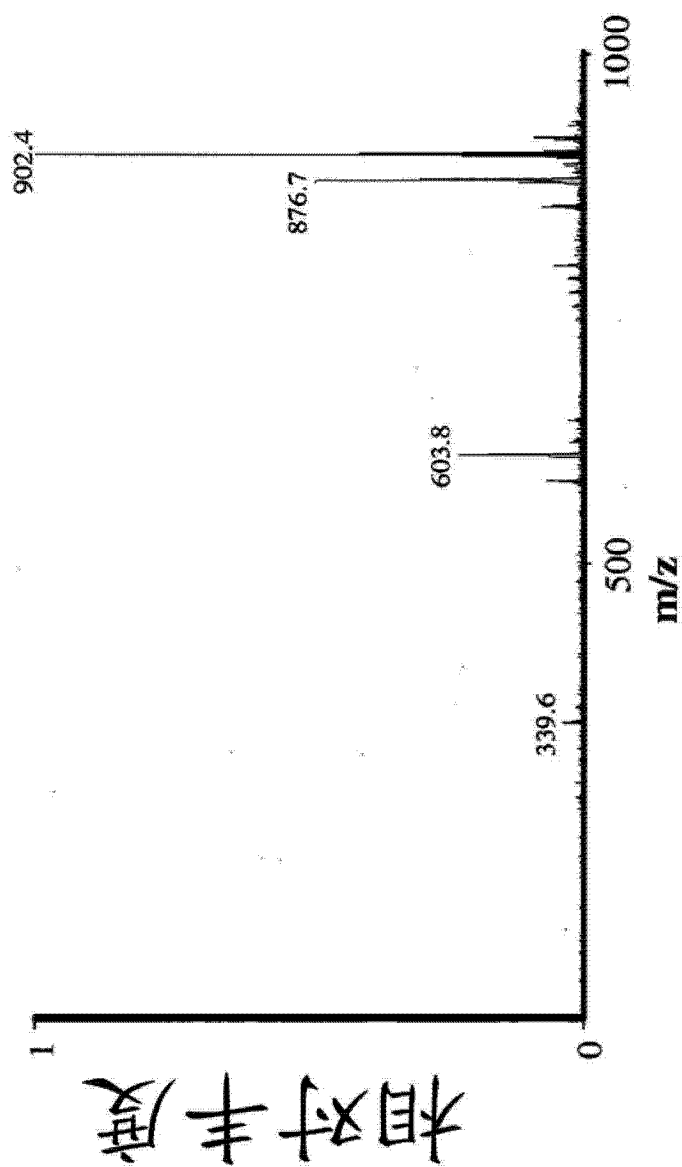


图 20

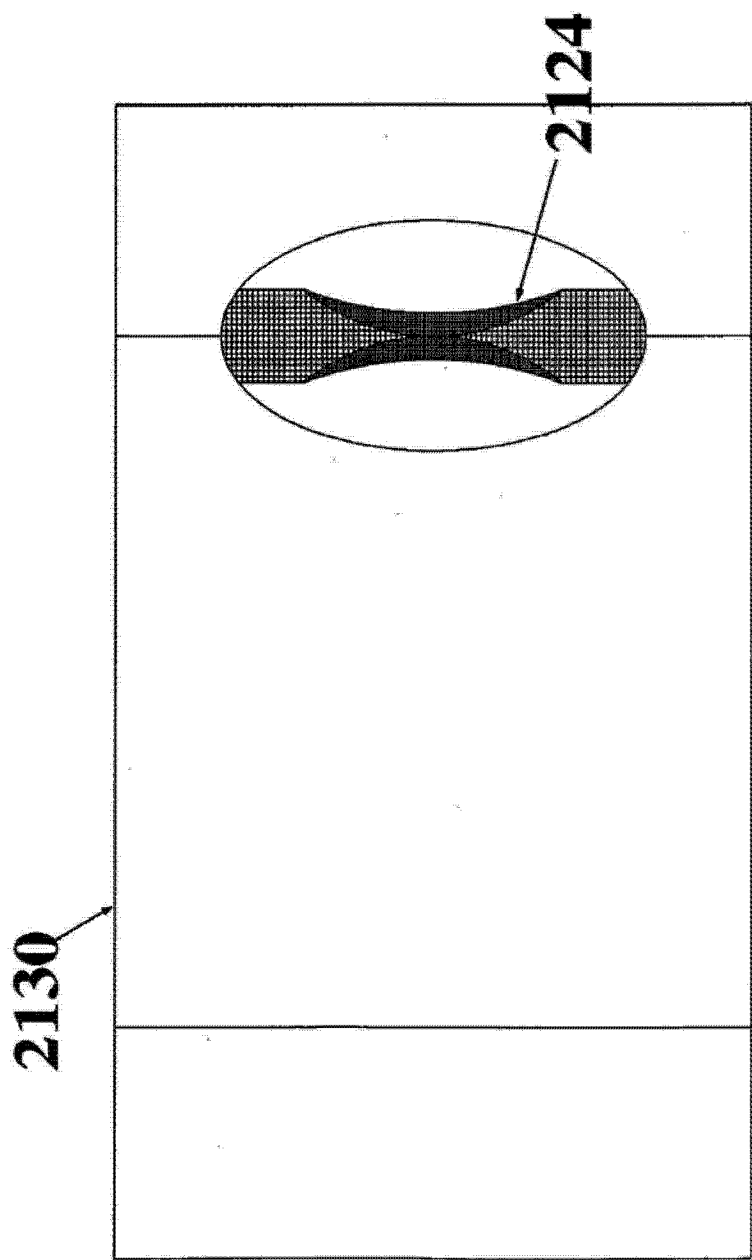


图 21