



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105074419 B

(45)授权公告日 2019.02.01

(21)申请号 201480008569.0

(22)申请日 2014.02.12

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105074419 A

(43)申请公布日 2015.11.18

(30)优先权数据
61/764,976 2013.02.14 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.08.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/016085 2014.02.12

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/127034 EN 2014.08.21

(73)专利权人 伊雷克托科学工业股份有限公司
地址 美国奥勒冈州97229波特兰西北科学
园大道13900号

(72)发明人 贝利·L·沙普

大卫·N·道格拉斯

艾咪·J·玛那

(74)专利代理机构 北京寰华知识产权代理有限公司 11408

代理人 林柳岑

(51)Int.Cl.
G01N 1/44(2006.01)
G01N 21/73(2006.01)
G01N 27/62(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开平8-5555 A,1996.01.18,说明书第1-16段,附图1-4.

JP 特开平8-5555 A,1996.01.18,说明书第1-16段,附图1-4.

US 2006/0024199 A1,2006.02.02,说明书第4-57段,附图1-3.

审查员 任华

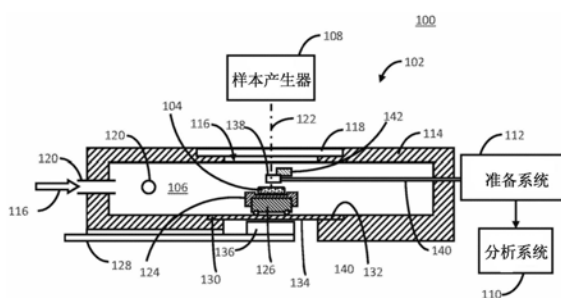
权利要求书3页 说明书15页 附图6页

(54)发明名称

用于组成分析系统的雷射剥蚀单元和火炬系统

(57)摘要

一种雷射剥蚀系统,其包含被配置以在其内部106中容纳一靶材104的样本室102、一被配置以移除该靶材104的一部分(其接着可被捕捉为一样本)的样本产生器108、以及一被配置以分析该样本的一成分的分析系统110。一在接近该靶材的该室内的样本捕捉单元,其具有一被配置以接收靶材材料的捕捉凹处、一被配置以从一相邻该捕捉单元的外部传输一载体气体的一流动进入该捕捉凹处的一区域的第一入口;以及一配置以从该捕捉凹处的另一区域接收载体气体的出口。该样本室102包含一注入喷嘴120,该注入喷嘴被配置以引入一例如是载体气体的流体进入该内部106。



1. 一种用于处理从靶材的雷射剥蚀位置被移除的靶材材料的装置,该装置包括:

被配置以接近该靶材的样本捕捉单元,该样本捕捉单元包含:

具有形成在该样本捕捉单元的一表面中的开口的捕捉凹处,其中当该样本捕捉单元是被配置以接近该靶材时,该捕捉凹处是被配置以透过该开口来接收从该雷射剥蚀位置射出或产生的靶材材料;

和该捕捉凹处流体连通的第一入口,其中该第一入口是被配置以从相邻该样本捕捉单元的外部的第一位置传送载体气体进入该捕捉凹处的一区域的流动;

和该捕捉凹处流体连通的第二入口,其中该第二入口是被配置以从相邻该样本捕捉单元的该外部的第二位置传送载体气体进入该捕捉凹处的外部流动;

和该捕捉凹处流体连通并且被配置以从该捕捉凹处的另一区域接收载体气体的出口;以及

导引壁,其是在该捕捉凹处内露出并且被配置以在该捕捉凹处内导引该载体气体在该第一入口以及该出口之间的流动,使得被接收在该捕捉凹处内的该靶材材料的至少一部分是可传输到该出口以作为样本,

其中该第二入口以及该捕捉凹处是被配置成使得当该样本捕捉单元是被配置以接近该靶材时,光可透射到该靶材的一区域之上。

2. 如权利要求1所述的装置,其中当该表面和该靶材间隔开小于1mm的间隙距离时,该样本捕捉单元是被配置以接近该靶材。

3. 如权利要求1所述的装置,其中该捕捉凹处的体积是小于 1cm^3 。

4. 如权利要求1所述的装置,其中该第一入口是被配置以沿着至少实质平行于该靶材的表面的第一方向传送该载体气体进入到该捕捉凹处的第一区域的该流动。

5. 如权利要求1所述的装置,其中该第二入口是被配置以沿着不同于第一方向的第二方向传送该载体气体进入到该捕捉凹处的流动。

6. 如权利要求1所述的装置,其中该导引壁是被配置以导引该载体气体从该第一入口横跨该靶材的一表面而通过该捕捉凹处并且进入到该出口的该流动。

7. 如权利要求1所述的装置,其中该样本捕捉单元是被配置以在该样本捕捉单元是被配置以接近该靶材时,导引位在该捕捉凹处之外的该载体气体离开该靶材的表面的流动。

8. 如权利要求1所述的装置,其进一步包括样本室,该样本室包含被配置以容纳该靶材的内部。

9. 如权利要求8所述的装置,其进一步包括一单元支撑件,该单元支撑件是耦接至该样本捕捉单元并且被配置以在该样本室的该内部中支承该样本捕捉单元。

10. 如权利要求1所述的装置,其进一步包括被配置以从位于该样本室的内部中的该捕捉凹处之外的位置产生该载体气体的流动的主要的注入喷嘴。

11. 如权利要求1所述的装置,其进一步包括被配置以直接引入辅助的流体到该捕捉凹处中的一或多个辅助的入口,其中辅助的入口是被配置以在比该出口较靠近到该第一入口的位置处引入该辅助的流体到该捕捉凹处中。

12. 如权利要求1所述的装置,其进一步包括被配置以直接引入辅助的流体到该捕捉凹处中的一或多个辅助的入口,其中辅助的入口是被配置以产生该辅助的流体朝向该出口延伸的流动。

13. 如权利要求1所述的装置,其进一步包括被配置以直接引入辅助的流体到该捕捉凹处中的一或多个辅助的入口,其中辅助的入口的出口和该第二入口流体连通。

14. 如权利要求1所述的装置,其进一步包括被配置以直接引入辅助的流体到该捕捉凹处中的一或多个辅助的入口,其中辅助的入口的至少一部分延伸穿过该样本捕捉单元的至少一部分。

15. 如权利要求1所述的装置,其进一步包括传输导管,该传输导管耦接至该出口并且被配置以传输该样本的至少一部分至位于雷射剥蚀室之外的位置。

16. 一种用于将气溶胶样本注入感应耦合电浆火炬的注入器,该感应耦合电浆火炬具有限制管,该注入器包括:

外部导管,其具有流体输入埠以及与该流体输入埠流体连通的流体注入端,其中该流体输入埠是被配置以接收含有流体的第一材料流动,该外部导管是被配置以将该第一材料流动从该流体输入埠传输至该流体注入端,并且该外部导管是被配置以在该限制管内产生包含具有相对高度乱流的流体流动的第一区域以及包含具有相对低度乱流的流体流动的第二区域,并且其中该第一区域是比该第二区域较靠近到该流体注入端;以及

传输导管,其被设置在该外部导管内并且具有样本接收端和位于该第二区域内的样本注入端,其中该样本接收端是被配置以接收含有气溶胶的第二材料流动,并且该传输导管是被配置以将来自该样本接收端的该第二材料流动传输至该样本注入端,使得该气溶胶可从该样本注入端注入到该第二区域中,

其中,该传输导管与该外部导管同轴,并且该注入器仅包括被配置以传输材料流动的两个同轴导管。

17. 一种样本准备系统,包括:

被配置以接近电浆火炬的注入器,该电浆火炬是被配置以在其之限制管内产生电浆,该注入器包含:

具有流体注入端的外部导管,其中该外部导管是被配置以在该限制管内产生包含具有相对高度乱流的流体流动的第一区域以及包含具有相对低度乱流的流体流动的第二区域,其中该第一区域是比该第二区域较靠近到该流体注入端;以及

具有位于该第二区域内的样本注入端的传输导管,其中该传输导管是被配置成使得包含材料的载体流动可从该样本注入端注入到该第二区域中。

18. 如权利要求17所述的样本准备系统,其中该样本注入端是位于该外部导管之外。

19. 如权利要求18所述的样本准备系统,其中该外部导管是从该流体注入端沿着注入轴延伸,并且该传输导管是从该样本注入端沿着该注入轴延伸。

20. 如权利要求17所述的样本准备系统,其进一步包括该电浆火炬。

21. 如权利要求17所述的样本准备系统,其进一步包括和该传输导管的内部流体连通的液滴产生器,该液滴产生器是被配置以传递微粒到该传输导管的该内部中。

22. 如权利要求21所述的样本准备系统,进一步包括耦接在该液滴产生器以及该传输导管之间的去溶剂化单元。

23. 一种用于处理将被组成分析系统分析的靶材的装置,该装置包括:

具有第一侧以及第二侧的基底;

被配置以支承该靶材的靶材座;

可动地设置在该基底的该第一侧的托架,其中该托架是被配置以支承靶材座;以及
可动地设置在该基底的该第二侧的定位台,其中该托架以及该定位台是透过该基底彼此磁性地耦合。

24.如权利要求23所述的装置,其中该托架包含至少一磁铁。

25.如权利要求23所述的装置,该托架包含被配置以接触该基底的该第一侧的至少一轴承。

用于组成分析系统的雷射剥蚀单元和火炬系统

技术领域

[0001] 本发明在此作为范例所述的实施例是大致有关用于处理从一靶材(target)的一雷射剥蚀(ablation)位置射出或另外产生的靶材材料(例如,微粒及/或蒸气的形式)的装置及方法。更具体而言,本发明的实施例有关用于有效率地捕捉靶材材料、用于有效率地输送一包含该靶材材料的样本以及用于有效率地注入一包含该靶材材料的样本到一样本准备系统中的装置及方法。本发明在此作为范例所述的实施例亦大致有关一种用于处理在一样本室内的一靶材的装置。更具体而言,本发明的实施例是有关用于在降低的延迟及动态迟滞(motion hysteresis)下调整一靶材座(holder)的位置的装置及方法。

背景技术

[0002] 雷射剥蚀感应耦合电浆质谱法(LA-ICP-MS)或是雷射剥蚀感应耦合电浆发射光谱法(LA-ICP-OES)技术可被利用来分析一靶材(例如,一固体或液体的靶材材料)的成分。通常,该靶材的一具有气溶胶(aerosol,亦即固体以及可能的液体微粒及/或蒸气悬浮在一种例如是氦气的载体气体中)的形式的样本是被提供至一分析系统。该样本通常是通过将该靶材配置在一雷射剥蚀室内、将一载体气流引入到该室内、以及利用一或多个雷射脉波来剥蚀该靶材的一部分以产生一包含从该靶材(在以下被称为“靶材材料”)射出或另外产生且被悬浮在该载体气体内的微粒及/或蒸气的羽流(plume)来加以产生的。夹带在该流动的载体气体内的靶材材料是经由一输送导管而被输送到一分析系统,而到一在其中被离子化的ICP火炬(torch)。一包含该些离子化的微粒及/或蒸气的电浆接着通过一例例如是MS或OES系统的分析系统来加以分析。

[0003] 然而,例如是LA-ICP-MS以及LA-ICP-OES的习知技术用以在一合理的时间范围内实行一靶材的高分辨率的组成分析(亦即,“成像”)是非所要的缓慢。例如,目前的技术非所要地花费高达约278小时以一 $10\mu\text{m}$ 的像素分辨率来成像一 100mm^2 的区域。此外,对于微米尺寸以及次微米端的微粒(例如,奈米粒子)的高分辨率的成像或分析而言,目前例如是LA-ICP-MS以及LA-ICP-OES的技术也不够灵敏。在此揭露的范例实施例是解决和习知的组成分析技术相关的这些问题及其它问题。

附图说明

[0004] 图1是概要地描绘一种用于处理一靶材以及用于处理从该靶材射出或产生的靶材材料的装置的一实施例,并且其包含一样本室、一样本捕捉单元以及一靶材座的横截面图。

[0005] 图2是沿着在图2A中所示的线II-II所取的横截面图,其概要地描绘根据一实施例在图1中所示的样本捕捉单元。

[0006] 图2A是概要地描绘当在沿着图2中的线IIA-IIA指出的方向上观看时的该样本捕捉单元的一第一入口、一第二入口、一捕捉凹处以及一出口的平面图。

[0007] 图2B是描绘当在沿着图2中的线IIB-IIB指出的方向上观看时的该样本捕捉单元的该第一入口、第二入口、捕捉凹处以及出口的平面图。

[0008] 图3是概要地描绘雷射光被导引通过该样本单元的该第二入口及捕捉凹处而到位于一雷射剥蚀位置的一靶材之上,以及一包含从位于该雷射剥蚀位置处的该靶材射出的靶材材料所产生的羽流进入到该样本单元的该捕捉凹处中的横截面图。

[0009] 图4是概要地描绘在该样本室的内部中的载体气体进入到图2中所示的该样本捕捉单元的该捕捉凹处的流动特征的立体横截面图。

[0010] 图5是概要地描绘图4中所示的载体气体进入到图2中所示的该样本捕捉单元的该捕捉凹处的流动特征的放大的俯视平面图。

[0011] 图6是图4中所示的概要图的放大的立体横截面图,其概要地描绘载体气体从一介于该样本捕捉单元以及该靶材之间的区域,通过该捕捉凹处的一开口并且进入图2中所示的该样本捕捉单元的该出口的流动特征。

[0012] 图7是图4中所示的概要图的放大的侧横截面图,其概要地描绘载体气体通过该第二入口并且进入图2中所示的该样本捕捉单元的该出口的流动特征。

[0013] 图8是概要地描绘根据另一实施例的图1中所示的该样本捕捉单元纳入一辅助的入口的横截面图。

[0014] 图9是概要地描绘一耦接至一样本准备系统的注入器以及一分析系统的一部分的一实施例的横截面图。

[0015] 图10是概要地描绘一去溶剂化(desolvation)单元耦接在一液滴产生器以及一例如是图9中所示的该注入器的注入器之间的一实施例的部分横截面图。

具体实施方式

[0016] 范例实施例是在以下参考所附的图式加以描述。许多不同的形式及实施例都是可能的而不偏离本发明的精神及教导,因而该揭露内容不应该被解释为受限于在此阐述的范例实施例。而是,这些范例实施例是被提供以使得此揭露内容将会是彻底且完整的,并且将会传达本发明的范畴给熟习此项技术者。在图式中,构件的该些尺寸以及相对的尺寸可能是为了清楚起见而被夸大。在此所用的术语只是为了描述特定的范例实施例的目的,因而并不欲为限制性的。将了解到的是,例如是“前面”以及“背面”及“后面”、“左”及“右”、“顶端”及“底部”、“上方”及“下方”与类似者的各种方位的术语只是为了方便而被使用于此,而不是有意图要限制所描述者为相对于任何所叙述的结构可被使用在其中的任何环境的任何绝对或固定的方位。如同在此所用的,除非上下文有清楚指出,否则该单数形“一”、“一个”以及“该”也欲包含复数形。将会进一步了解的是,该术语“包括”及/或“包含”当用在此说明书时,其是指明所陈述的特点、整数、步骤、操作、组件及/或构件的存在,但是并不排除一或多个其它特点、整数、步骤、操作、组件、构件及/或其群组的存在或添加。除非另有指明,否则当叙述一个范围的值时,其包含该范围的上限及下限以及任何介于之间的子范围。

[0017] 图1是概要地描绘一种用于处理一靶材以及用于处理从该靶材射出或另外产生的靶材材料的装置的一实施例,并且其包含一样本室、一样本捕捉单元以及一靶材座的横截面图。

[0018] 参照图1,一种用于处理一靶材以及用于处理从该靶材射出或另外产生的靶材材料的装置(例如,装置100)可包含一被配置以在其内部106中容纳一靶材104的样本室102、一被配置以移除该靶材104的一部分(其接着可被捕捉为一样本)的样本产生器108以及一

被配置以分析该样本的一成分的分析系统110。可被提供作为一靶材104的材料例子例如是包含考古学的材料、生物学的化验基板及其它生物学的材料、陶瓷、地质材料、药剂(例如,药丸)、金属、聚合物、石化材料、液体、半导体、等等。该装置100可选配地包含一样本准备系统112,该样本准备系统112是被配置以在该样本通过该分析系统110分析的前先激励(例如,离子化、雾化(atomize)、照亮、加热或类似者、或是其的一组合)该样本的一或多个成分。如同将会在以下更加详细描述,该样本准备系统112可包含一电浆火炬(例如,一ICP火炬)或类似者。再者,该分析系统110可被设置以作为一MS系统、一OES系统或类似者。

[0019] 该样本室102可包含一框架114,该框架114是具有一延伸穿过其的光学端口116,以允许在该样本产生器108以及该样本室102的内部106之间的光学连通。选配的是,一透射窗口118可耦接至该框架114并且跨越该光学端口116。该透射窗口118通常是由一种材料(例如,石英)所形成的,该材料对于由该样本产生器108所产生的雷射光是至少实质通透的。该透射窗口118亦可被密封至该框架114,以避免灰尘、碎片或是其它非所要的气体或其它污染源经由该光学端口116进入到该内部106。在一实施例中,该透射窗口118是被密封至该框架114,以同样避免从该靶材104射出的微粒、从该靶材104产生的蒸气、等等(这些微粒、蒸气、等等整体在此被称为“靶材材料”,其是从该靶材104移除的)、存在于该内部106中的载体气体或其它流体透过该光学端口116而离开该样本室102。尽管该框架被描绘为单一整体形成的一件,但将会体认到的是如同此项技术中已知的,该框架114可以是由多个耦接在一起的构件所形成的。

[0020] 该样本室102可进一步包含一或多个注入喷嘴120,每个注入喷嘴120是被配置以将一种例如是一载体气体(例如,氢、氩、氮或类似者或是其的一组合)的流体,以一范围从20mL/min到1000mL/min(例如,在一100mL/min到150mL/min的范围中、或是125mL/min、或是大约该值)的流速引入该内部106中。例如,每个注入喷嘴120可透一流体埠而被插入在该框架114中,并且包含一被配置以流体地耦接至一位于该样本室102之外的流体源(例如,一加压的流体源)的入口以及一露出在该样本室102的内部106中的出口。密封(未显示)可被设置在框架与该注入喷嘴120之间,以流体地隔离该样本室102的内部106与在该样本室102之外的环境。在引入一载体气体到该内部106中之际,该载体气体的一流动(在此亦被称为一“载体气体流”)是被产生在该内部106中。将会体认到的是,该载体气体流在该内部106中的不同位置处的速度及方向可以依据下列而变化:该样本室100的内部106的形状及尺寸、该一或多个注入喷嘴120的配置、载体气体通过任何特定的注入喷嘴120引入该内部106的流速或类似者、或是它们的组合。在一实施例中,在该内部106中的压力可通过控制载体气体被引入该内部106的流速而被维持(例如,维持在一小于或等于11psi的压力)。

[0021] 该装置100可进一步包含一靶材定位系统,该靶材定位系统是被配置以调整该靶材104相对于该光学路径122的位置。在一实施例中,该定位系统包含一被配置以支承该靶材104的靶材座124、一被配置以载有该靶材座124的托架(carriage) 126、一被配置以支承该托架126在该内部106中的基底130、以及一被配置以移动该托架126的定位台128。尽管该靶材座124以及该托架126被描绘成个别可分开的构件,但将会体认到的是该靶材座124以及该托架126可以是一体形成的。选配的是,一例例如是测微计(micrometer)的调整高度的机构(未显示)可被设置以调整该靶材座124沿着一垂直的方向(例如,沿着该光学路径122)的位置,以确保该靶材104是被配置在该内部106中的一适当或有利的位

[0022] 该定位台128可被配置以相对于该光学路径122沿着至少一方向(例如,一X方向、一与该X方向正交的Y方向或类似者、或是其的一组合)线性地平移该托架126、或是可被配置以相对于该光学路径122旋转该托架126或类似者、或是它们的组合。在一实施例中,该定位台128以及该框架114都可以支承在一例如是工作台(未显示)的共同的支撑表面上。该框架114的一部分可以和该支撑表面间隔开以在其间界定一容纳台的空间,并且该定位台128可被设置在该容纳台的空间中。

[0023] 该基底130可包含一在该内部106露出的第一侧132以及一相对该第一侧132的第二侧134。该基底130可耦接至该框架114,以便于流体地隔离该样本室102的内部106与在该样本室102之外的环境。因此,如同范例所绘的,该托架126以及该定位台128是被设置在该基底130的相反侧。为了促进该靶材104在该内部106中的移动以及有利的定位,该托架126是透过该基底130而磁性地耦合至该定位台128。例如,托架126可包含一或多个配置在其中的磁铁(未显示),并且该定位台128可包含一具有一或多个磁铁附接至其的末端受动器(end effector) 136。在该托架126以及该末端受动器136的磁铁的方位可被选择成产生一延伸在该末端受动器136以及该托架126之间穿过该基底130的吸引的磁场。将会体认到的是,该基底130可以用任何适当或有利的的方式来加以建构,以在该末端受动器136以及该托架126之间发送一具有足够强度的磁场。例如,该基底130可以是由一种例如是一金属、一玻璃、一陶瓷、一玻璃陶瓷、或类似者的材料所形成的。在一实施例中,该基底130可包含一种由在一硼硅玻璃基质(matrix)中的氟晶云母(fluorophlogopite mica)所形成的材料。

[0024] 为了促进该托架126横跨该基底130的第一侧132的移动,该第一侧132可具有一相当平滑的表面(例如,具有一约0.4 μm 到约0.8 μm 的表面粗糙度Ra)。在一实施例中,该定位系统可进一步包含一或多个耦接至该托架126并且被配置以接触该基底130的第一侧132的轴承。尽管该装置100被描绘为包含该靶材定位系统,但将会体认到的是,该靶材定位系统可被省略、修改或是取代任何其它用于调整该靶材104相对于该光学路径122的位置的适当或有利的机构。

[0025] 根据以上作为范例所述的各种实施例建构的,该靶材定位系统是确保该靶材104在该内部106中,以低移动延迟及动态迟滞的可重复的横向角度及定位。

[0026] 该样本产生器108是被配置以导引雷射光沿着一光学路径122、通过该光学端口116并且进入该样本室102的内部106中以撞击在该靶材104之上。该雷射光可以被导引成沿着该光学路径122的由一或多个雷射所产生的一或多个雷射脉波。这些雷射脉波的一或多个特征可被选择或者被另外控制以撞击该靶材104的一区域,以剥蚀该靶材104的一部分。可被选择或控制的特征例如可包含波长(例如,在一约157nm到约11 μm 的范围中,例如是193nm、213nm、266nm或类似者)、脉波持续期间(例如,在一约100飞秒(femtosecond)到约25奈秒的范围中)、光点尺寸(例如,在一约1 μm 到大约9mm的范围中或类似者)、脉波能量、平均功率、峰值功率、时间波形变化(temporal profile)、等等。该样本产生器108亦可包含被配置以修改通过这些雷射中的一或多个所产生的雷射光的雷射光学(例如,一或多个透镜、扩束器、准直仪、孔径、反射镜、等等)。如同在此所用的,该靶材104被一雷射脉波撞击的一区域是被称为一“雷射剥蚀位置”。在被剥蚀之际,靶材材料是从该靶材104位于该雷射剥蚀位置的内或是相邻该雷射剥蚀位置的一区域被移除,以形成一包含该靶材材料的羽流。

[0027] 为了促进该靶材材料的处理(例如,因而该靶材材料的成分可以在该分析系统110

之处被分析),该装置100可包含一样本捕捉单元138,当该样本捕捉单元138被配置成可运作地接近该靶材104时,其是被配置以捕捉该靶材材料。通过该样本捕捉单元138捕捉的靶材材料在此亦被称为一“样本”或是一“靶材样本”。该装置100可进一步包含一被配置以传输该样本至该样本准备系统112的传输导管140。在该举例说明的实施例中,该装置可包含一耦接至该样本室102(例如,耦接在该框架114)的单元支撑件142,以将该样本捕捉单元138固定在该内部106中。

[0028] 在一实施例中,前述选配的调整高度的机构可被用来调整该靶材座124(以及因此该靶材104)相对于该样本捕捉单元138的高度,以确保该样本捕捉单元138是可运作地接近该靶材104。在另一实施例中,一例如是测微计的高度调整机构可以选配地被设置以调整该样本捕捉单元138相对于该靶材104(例如,沿着该光学路径122)的位置,以确保该样本捕捉单元138是被配置在该内部106中的一适当或有利的位处。因此,作为调整该靶材104相对于该样本捕捉单元138的位置额外(或替代)的是,该样本捕捉单元138相对于该靶材104的位置可被调整以确保该样本捕捉单元138是可运作地接近该靶材104。在一实施例中,当该样本捕捉单元138是和该靶材104间隔开在一从0.01mm到1mm的范围中(例如,在一从0.05mm到0.2mm的范围中、或是在一从0.1mm到0.2mm的范围中)的一间隙距离d(例如参看图2)时,该样本捕捉单元138是可运作地接近该靶材104。然而,将会体认到的是,根据例如是在该内部106的介于该样本捕捉单元138与该靶材104之间的一区域内的载体气体流速的因素,该间隙距离可以是小于0.01mm或是大于1mm,并且甚至可以接触到该靶材104。

[0029] 图2是沿着在图2A中所示的线II-II所取的横截面图,其概要地描绘根据一实施例的图1中所示的样本捕捉单元。图2A是概要地描绘当在沿着图2中的线IIA-IIA指出的方向上观看时的该样本捕捉单元的一第一入口、一第二入口、一捕捉凹处以及一出口的平面图。图2B是描绘当在沿着图2中的线IIB-IIB指出的方向上观看时的该样本捕捉单元的该第一入口、第二入口、捕捉凹处以及出口的平面图。图3是概要地描绘雷射光被导引通过该样本单元的该第二入口及捕捉凹处而到位于一雷射剥蚀位置的一靶材之上,以及一包含来自该雷射剥蚀位置处的靶材材料的所产生的羽流进入到该样本单元的该捕捉凹处中的横截面图。图4是概要地描绘在该样本室的内部中的载体气体进入到图2中所示的该样本捕捉单元的该捕捉凹处的流动特征的立体横截面图。图5是概要地描绘图4中所示的载体气体进入到图2中所示的该样本捕捉单元的该捕捉凹处的流动特征的放大的俯视平面图。图6是图4中所示的概要图的放大的立体横截面图,其概要地描绘载体气体从一介于该样本捕捉单元以及该靶材之间的区域,通过该捕捉凹处的一开口并且进入图2中所示的该样本捕捉单元的该出口的流动特征。图7是图4中所示的概要图的放大的侧横截面图,其概要地描绘载体气体通过该第二入口并且进入图2中所示的该样本捕捉单元的该出口的流动特征。

[0030] 参照图2、2A及2B,该样本捕捉单元138可大致被描述特征为具有一上表面200(例如,被配置以大致面向该样本产生器108)以及一下表面202(例如,被配置以大致面向该靶材104)、一前端区域以及一相对该前端区域的后端区域。一般而言,该样本捕捉单元138是被配置在该内部106中,使得相对于在内部106中的该样本捕捉单元138被配置所在的位置处的载体气体流的主要方向上,该前端区域是被设置在该后端区域的上游处。在一实施例中,该样本捕捉单元138的一界定该前端区域的表面是被配置成为凸面弯曲的。例如,而且如同在图2B中最佳所示的,该样本捕捉单元138的界定该前端区域的表面是圆形弯曲的,其

中心在一第二入口204(在以下更加详细描述)的一轴上,具有一在1.2mm到1.5mm的范围或是大约的范围中的半径。然而,将会体认到的是,根据例如是在内部106中的该样本捕捉单元138被配置所在的位置处的载体气体流的主要方向、该第二入口204在该样本捕捉单元138内的位置、以及该样本捕捉单元138的其它尺寸的因素,界定该样本捕捉单元138的前端区域的表面的几何配置可以用任何可能是适当或有利的的方式来加以改变。将会进一步体认到的是,该样本捕捉单元138在该内部106中的位置可以根据例如是该内部106的几何以及在该内部106中产生该载体气体流的注入喷嘴120的数目及位置的因素来加以选择。例如,若该内部106具有一圆柱形的几何,并且若只有一注入喷嘴120被用来以前述的流速沿着该圆柱形的内部106的直径引入载体气体到该内部106中,则该样本捕捉单元138可被设置在该内部106的中心处或是接近该中心处。

[0031] 根据一实施例,该样本捕捉单元138可进一步包含一捕捉凹处206、一和该捕捉凹处206流体连通的第一入口208、一和该捕捉凹处206流体连通的出口210、以及一露出在该捕捉凹处206内的导引壁212。在另一实施例中,该样本捕捉单元可进一步包含和该捕捉凹处206流体连通的前述的第二入口204。在一实施例中,该样本捕捉单元138可以被设置为一单片主体,其是由例如是一玻璃、一陶瓷、一聚合物、一金属或类似者、或是它们的组合的任何适当的材料所形成的。再者,该捕捉凹处206、第一入口208、第二入口204、出口210以及导引壁212中的两个或多个或是全部可以通过现有技术(例如,通过切削加工、研磨、切割、钻孔、3D打印、等等)而一体地形成在该主体内。然而,在另一实施例中,该捕捉凹处206、第一入口208、第二入口204、出口210以及导引壁212中的两个或多个或是全部可以是由不同的构件个别地加以形成,其接着被耦接一起。

[0032] 该捕捉凹处206是从一形成在该样本捕捉单元138的下表面202中的开口214延伸,并且被配置以在该样本捕捉单元138被配置成可运作地接近该靶材104时,透过该开口214接收包含从在该靶材104上的雷射剥蚀位置射出或另外产生的靶材材料的羽流。在一其中该样本捕捉单元138是和该靶材104间隔开的实施例中,相邻该靶材104的载体气体亦可以透过该开口214而被发送到该捕捉凹处206中。在该举例说明的实施例中,该导引壁212是界定该捕捉凹处206在该样本捕捉单元138中的范围(例如,横向、垂直、等等)。在一实施例中,该捕捉凹处206的体积可以是在一从 0.001cm^3 到 1cm^3 的范围中(例如, 0.005cm^3 或是大约该值)。然而,将会体认到的是,根据例如是在该样本捕捉单元138所位于的内部106的区域内的载体气体流速、靶材材料的羽流的尺寸、等等的因素,该捕捉凹处206的体积可以是小于 0.001cm^3 或是大于 1cm^3 。

[0033] 如同最佳在图2及2A中所示的,该导引壁212从该下表面202延伸到该样本捕捉单元138的内部中的一转换区域是圆形或斜面的。通过提供一圆形或斜面的转换区域,载体气体从一接近该靶材104的表面的区域透过该开口214而进入该捕捉凹处206中的一表面流动216的乱流可以受到控制而为适当或有利的。在一实施例中,该转换区域的圆形或斜面可具有一0.1mm或是大约该值的半径。然而,将会体认到的是,根据例如是在该样本捕捉单元138以及该靶材104之间的内部106的一区域内的载体气体流速以及前述的间隙距离的因素,该转换区域的半径可以显著地大于或小于0.1mm。载体气体经由该开口214而进入该捕捉凹处206中的流动的一更详细的绘图是作为范例且概要地描绘在图4及6中。在某些实施例中,该样本捕捉单元138可被配置成当该样本捕捉单元138可运作地接近该靶材104时,其

使得该表面流动216是足以从该靶材104的表面将该靶材材料升起而透过该开口214进入到该捕捉凹处206中(在该处之后其可被传输到该出口210中)。

[0034] 该第一入口208是从该捕捉凹处206延伸到该样本捕捉单元138的一界定该前端区域的表面。于是,该第一入口208是被配置以从一相邻该样本捕捉单元138的前端区域的第一位置传输该载体气体的一主要的流动218进入该捕捉凹处206的第一区域220,其是相邻该第一入口208。载体气体透过该第一入口208而进入到该捕捉凹处206的第一区域220中的流动的一更详细的绘图是作为范例且概要地描绘在图4及5中。在该举例说明的实施例中,该第一入口208是从该下表面202垂直地朝向该上表面200延伸至一1mm(或是大约该值)的高度 h_1 (参见例如图2A),并且在该下表面202以及上表面200之间水平地延伸横跨一2.2mm(或是大约该值)的宽度 w (参见例如图2A)。然而,将会体认到的是,根据例如是在该内部106于该第一位置的一区域内的载体气体流速的因素,该第一入口208的任何部分(例如,从该样本捕捉单元138的界定该前端区域的表面至该捕捉凹处206)的尺寸及形状可以用任何适当或有利的的方式来加以修改。如同以上作为范例所述加以建构的,该第一入口208是被配置以沿着一大致(或至少是实质)平行于该靶材104的一表面的第一方向传送该主要的流动218进入该捕捉凹处206的第一区域220中。尽管在该举例说明的实施例中,该第一入口208是从该下表面202朝向该上表面200延伸,但将会体认到的是,在其它实施例中,该第一入口208可以是和该下表面202间隔开的。尽管在该举例说明的实施例中,该第一入口208的尺寸(例如,高度及宽度尺寸)被描绘成和在该第一区域220的捕捉凹处206的尺寸相同,但将会体认到的是,在其它实施例中,该第一入口208的尺寸(例如,高度及宽度尺寸)可以是不同于在该第一区域220的捕捉凹处206的尺寸。

[0035] 该第二入口204是从该捕捉凹处206延伸到该样本捕捉单元138的上表面200。于是,该第二入口204是被配置以从一相邻该样本捕捉单元138的上表面200的第二位置传送该载体气体的一次要的流动222进入到该捕捉凹处206的第二区域224。载体气体透过该第二入口204进入到该捕捉凹处206的第二区域224中的流动的一更详细的绘图是作为范例且概要地描绘在图7中。在该举例说明的实施例中,该第二入口是被配置为一圆管,其具有在一从0.5mm到0.85mm的范围中(或是大约该值)的一直径,且与该光学路径122对准并且从该捕捉凹处206沿着该光学路径122延伸至该上表面200至一2mm(或是大约该值)的高度 h_2 (参见例如图2A)。然而,将会体认到的是,根据例如是在该内部106中的第二位置处的载体气体流速的因素,该第二入口204的任何部分(例如,从该样本捕捉单元的上表面200至该捕捉凹处206)的尺寸及形状可以用任何适当或有利的的方式来加以修改。

[0036] 如同最佳在图2及2A中所示的,从该上表面200延伸到该第二入口204中的壁的一转换区域是圆形或斜面的。通过提供一圆形或斜面的转换区域,载体气体进入到该第二入口204中的流动的乱流可被控制成适当或有利的。在一实施例中,该转换区域的圆形或斜面可具有一0.25mm或是大约该值的半径。因此,该第二入口204在该上表面200可具有一相对大的第一直径,并且在一位于该转换区域之下的位置可具有一相对小的第二直径(例如,0.85mm或是大约该值)。然而,将会体认到的是,根据例如是在该内部106的一区域内的在该样本捕捉单元138的上表面200之上的载体气体流速的因素,该转换区域的半径可以是显著地大于或小于0.25mm。

[0037] 如同以上作为范例所述加以建构的,该第二入口204是被配置以沿着一大致(或至

少是实质)垂直于该靶材104的一表面的第二方向传送该载体气体进入到该捕捉凹处206的第二区域224中的流动。然而,在另一实施例中,该第二入口204可被配置以沿着一实质倾斜于该靶材104的一表面的第二方向传送该载体气体进入到该捕捉凹处206的第二区域224中的流动。再者,并且如同最佳在图3中所示的,该第二入口204是被配置成使得该样本产生器108是透过该第二入口204以及该捕捉凹处206(例如,沿着该光学路径122)和该靶材104的一区域光学连通的。于是,雷射光300可以从该样本产生器108沿着该光学路径122而被导引通过该第二入口204以及该捕捉凹处206,以撞击在一雷射剥蚀位置处的靶材104之上。当该被导引的雷射光300撞击在该雷射剥蚀位置处的靶材104时,一羽流302是包含从该靶材104射出或另外产生的靶材材料。

[0038] 根据例如是该靶材104的材料、该被导引的雷射光300的特征、该载体气体流速、等等的因素,该羽流的垂直扩充可能非常快速地发生。例如,在该被导引的雷射光300撞击在该雷射剥蚀位置处的靶材104之后,该羽流可以在小于0.5ms(例如,约2ms)内延伸到该靶材104之上一约2mm的高度 h_3 (参见例如图3)。通过透过该第二入口沿着该第二方向传送该载体气体进入到该第三区域的流动,该羽流的垂直扩充可加以避免、或者是最低限度地被再度夹带,藉此降低或最小化靶材材料的羽流原本会占用在该捕捉凹处206内的体积。通过降低或最小化靶材材料的羽流占用在该捕捉凹处206内的体积,在其中的靶材材料可以有效率地被捕捉并且转移到该出口210,即如同将会在以下更加详细描述者。

[0039] 该出口210是从该样本捕捉单元138的一界定该后端区域表面延伸到该导引壁212在该捕捉凹处206内露出一区域。于是,该出口210是被配置以从该捕捉凹处206的一第三区域226接收载体气体,因而该接收到的载体气体可被传送到(例如,经由该传输导管140)一位于该样本捕捉单元138外的位置。在该举例说明的实施例中,该出口210包含一第一孔228以及一第二孔230,该第一孔228具有一配置在该捕捉凹处206的第三区域226处的入口,并且该第二孔230是轴向地与该第一孔228对准并且从该第一孔228延伸到该样本捕捉单元138的界定该后端区域的表面。该第一孔228以及该第二孔230是大致被配置以容纳该传输导管140的一部分。在该举例说明的实施例中,该第一孔228是具有一带有第一直径的圆形的横截面,并且该第二孔230是具有一带有大于该第一直径的第二直径的圆形的横截面,以额外容纳一出口导管密封232。该第一直径可以是等于或稍微大于该传输导管140的外直径(例如,因而该传输导管140可被插入该第一孔228中)、或者可以是小于或等于该传输导管140的内直径。在一实施例中,该第一孔228可具有一在0.5mm(或是大约该值)的范围中的第一直径。

[0040] 如同最佳在图2及2B中所示的,一壁从该导引壁212延伸到该出口210中的一转换区域是圆形或斜面的。通过提供一圆形或斜面的转换区域,载体气体进入到该出口210中的流动的乱流可被控制为适当或有利的小。在一实施例中,该转换区域的圆形或斜面可具有一0.1mm的半径或是大约该值。因此,该出口210在该第一孔228的入口处(亦即,在该导引壁212之处)可具有一相对大的直径(例如,0.82mm或是大约该值),并且在该第一孔228的一中间区域内的一位置处可具有一相对小的直径(例如,对应于该第一孔228的前述第一直径)。然而,将会体认到的是,根据例如是在该捕捉凹处206的第三区域226内的载体气体流速的因素,该转换区域的半径可以是显著大于或小于0.1mm。

[0041] 该导引壁212是被配置以偏转、引导(vector)或者是指引被引入该捕捉凹处206的

载体气体(例如,经由该开口214、该第一入口208以及该第二入口204中的一或多个)的一或多个流动,使得在该捕捉凹处206内透过该开口214所接收到的靶材材料的羽流的至少一部分是被该导引的载体气体的流动所夹带,藉此以便于可传输到该出口210中(参见例如图5)。为了在此讨论的目的,被传输到该出口210中的靶材材料是被该样本捕捉单元138“捕捉”,并且因此亦可被称为该靶材104的一“样本”或是称为一“靶材样本”。在一实施例中,该导引壁212是被配置以导引该载体气体的一或多个流动,使得载体气体进入到该羽流302或是该出口210中的流动是层流的(laminar)或是准层流的。然而,在另一实施例中,该导引壁212是被配置以导引该载体气体的一或多个流动,使得载体气体进入到该羽流302或是该出口210中的流动是乱流的。类似地,该样本捕捉单元138的前述特点(例如,该下表面202、导引壁212、开口214、第一入口208、第二入口204或类似者)中的一或多个可被配置成使得载体气体在该靶材104的表面上以及在该捕捉凹处206外的流动是层流的、准层流的、乱流的、或是它们的组合。

[0042] 如同最佳在图2中所示的,该导引壁212是被配置成使得该第一孔228的入口是相对于一界定该样本捕捉单元138的前端区域的表面凹陷一2.5mm(或是大约该值)的距离。然而,将会体认到的是,根据例如是在该捕捉凹处206内的载体气体流速以及该第二入口204在该样本捕捉单元138内的位置及方位的因素,该第一孔228的入口相对于一界定该样本捕捉单元138的前端区域的表面凹陷的距离可以是显著地大于或小于2.5mm。如同最佳在图2B中所示的,该导引壁212是被配置为在一相邻该第一孔228的入口的区域中是弯曲的(例如,具有一在从0.9mm到1.1mm的范围中或是大约该值的半径的圆形弯曲的,其中心在该第二入口204的一轴上)。然而,将会体认到的是,根据例如是在该捕捉凹处206内的载体气体流速与方向以及该第二入口204在该样本捕捉单元138内的位置与方位的因素,该几何配置可以用任何可能是适当或有利的的方式来加以改变。

[0043] 若该样本捕捉单元138被耦接至该传输导管,则被传输到该出口210中的样本可以(例如,经由该传输导管140)被输送到一位于该样本捕捉单元138之外的位置。为了耦接该传输导管140至该样本捕捉单元138,该传输导管140的一端(亦被称为一“第一端”或是一“样本接收端”)是被插入该第二孔230中并且穿过该出口导管密封232。选配而且依据该第一孔228的直径而定的是,该传输导管140可以进一步被插入该第一孔228中。在一实施例中,该传输导管140是被插入该第一孔228中,使得该样本接收端是凹陷在该第一孔228内。例如,该样本接收端可被凹陷在该第一孔228内,以和该第一孔228的入口间隔开通过一范围从1mm到3mm(或是大约该值)的距离。然而,在其它实施例中,该传输导管140是被插入该第一孔228内,使得该样本接收端是和该第一孔228的入口齐平的、或是延伸超出该第一孔228的入口。在用上述的方式耦接该传输导管140至该样本捕捉单元138之后,在该出口处接收到的载体气体亦可以在该传输导管140内被接收到,并且被输送到一位于该样本室102之外的位置(例如,至该样本准备系统112)。

[0044] 除了该样本接收端之外,该传输导管140可进一步包含一和该样本接收端相对的第二端(在此亦被称为一样本注入端)。一般而言,该传输导管140是至少从该样本接收端至该样本注入端为实质直的,其具有一长度(被定义为从该样本接收端至该样本注入端)在一从20mm到2m的范围中(例如,在一从50mm到500mm的范围中、或是在一从100mm到600mm的范围中、或是在一从200mm到500mm的范围中、或是在一从200mm到450mm的范围中、或是大约该

范围)、以及一内直径在一从50 μm 到1mm的范围中(例如,在一从50 μm 到500 μm 的范围中、或是250 μm 、或是大约该值)。然而,将会体认到的是,根据例如是在该内部106中的压力、该传输导管140的内直径、该样本室102以及该样本准备系统112的配置的因素,该传输导管140的长度可以是小于20mm或是大于2m。类似地,根据例如是在该内部106中的压力以及该传输导管140的长度的因素,该传输导管140的内直径可以是小于50 μm 或是大于1mm。该传输导管140在该样本接收端的内直径可以是和该传输导管140在该样本注入端的内直径相同或不同的(亦即,较大或是较小的)。再者,该传输导管140沿着其长度的内直径可以是至少实质固定的、或是可以变化的。在一实施例中,该传输导管140是被提供作为单一实质刚性管,其在该样本接收端以及样本注入端之间没有阀。可形成该传输导管140的范例的材料是包含从由一玻璃、一聚合物、一陶瓷以及一金属所构成的群组中选出的一或多种材料。然而,在一实施例中,该传输导管140是由融合(fused)玻璃所形成的。在另一实施例中,该传输导管140是由一种聚合物材料所形成的,例如一含氟聚合物(例如,全氟烷氧基(perfluoroalkoxy)、聚四氟乙烯(polytetrafluoroethylene)或类似者、或是其的一组合)、聚对苯二甲酸乙二酯或类似者、或是它们的组合。在又一实施例中,该传输导管140是由一种陶瓷材料所形成的,例如氧化铝(alumina)、蓝宝石或类似者、或是它们的组合。在又一实施例中,该传输导管140是由一种金属材料所形成的,例如不锈钢、铜、铂或类似者、或是它们的组合。

[0045] 如同以上作为范例所述加以建构的,该传输导管140可以有效率地从该样本捕捉单元138传输一样本至该样本准备系统112。一样本从一雷射剥蚀位置的有效率的捕捉及传输至该传输导管140,结合该样本从该样本捕捉单元138有效率的传输至该样本准备系统112,此可以使得该分析系统110能够产生具有相当短的波峰宽度(例如,在一从约10ms到约20ms的范围中(例如12ms或是大约该值),此是相对于一其中98%的总信号是在10ms内被观察到的基线加以量测的)以及相对应地快速的消退(wash-out)时间的信号(例如,对应于靶材样本的成分)。产生具有此种相当短的波峰宽度以及快速的消退时间的信号,其可以有助于促进该靶材104的高速及高灵敏度的组成分析。类似地,根据例如是在该内部106中的压力、该传输导管140的长度以及该传输导管140的内直径的因素,该波峰宽度可以有利地增大至1s或是大约该值。

[0046] 图8是概要地描绘根据另一实施例的图1中所示的该样本捕捉单元纳入一辅助的入口的横截面图。

[0047] 参照图8,前述的样本捕捉单元可进一步包含一例如是辅助的入口800的辅助的入口,其是从该捕捉凹处206延伸至该样本捕捉单元138的上表面200。于是,该辅助的入口800是被配置以从一相邻该样本捕捉单元138的上表面200的第三位置传送该载体气体的一辅助的流动802而进入到该捕捉凹处206的一第四区域804中。在被引入该第四区域804中的后,该辅助的流动802可以和存在于该捕捉凹处206内的被导引的载体气体的流动混合,并且的后被传输到该出口210。在该举例说明的实施例中,该第四区域804是比该第三区域226较靠近到该第一区域220。然而,在其它实施例中,该第四区域804可以是比该第一区域220较靠近到该第三区域226、或者可以是在介于该第一区域220以及该第三区域226之间等距的。

[0048] 在该举例说明的实施例中,该辅助的入口是被配置为一圆管,其是具有一等于或

不同于(例如,大于或小于)该第二入口的直径的直径。然而,将会体认到的是,根据例如是在该内部106中的该第二位置处的载体气体流速的因素,该辅助的入口800的任何部分(例如,从该样本捕捉单元的上表面200至该捕捉凹处206)的尺寸及形状可以用任何适当或有利的的方式来加以修改。尽管未被描绘,该辅助的入口可包含一具有一转换区域的壁,该转换区域是从该上表面200延伸到该辅助的入口800并且是用以上相关于该第二入口204所论述的方式加以配置。如同以上作为范例所述加以建构的,该辅助的入口800是被配置以沿着一第三方向传送该辅助的流动802到该捕捉凹处206的第四区域804,该第三方向例如是不同于前述的第一方向及第二方向。在一实施例中,当该样本捕捉单元138是可运作地接近该靶材104时,该第三方向可以是实质倾斜、至少实质平行、或是至少实质垂直于该靶材104的表面。

[0049] 尽管该辅助的入口800被描绘为一体地形成在该样本捕捉单元138的主体内,但将会体认到的是,该辅助的入口800可以由一不同的构件个别地形成,其接着耦接至该样本捕捉单元138的主体。再者,尽管该辅助的入口800是被描绘成发送载体气体的辅助的流动802进入到该捕捉凹处206的第四区域804,但是该辅助的入口800可以被设置、定向或另外配置以发送载体气体的辅助的流动802进入到该第一区域220、第三区域226、或是第二区域224(例如,该辅助的入口800可以延伸至该第二入口204)。在该举例说明的实施例中,该辅助的入口800是被配置以沿着一朝向该出口210及靶材104延伸的第三方向传送载体气体的辅助的流动802进入到该捕捉凹处206。然而,在其它实施例中,该第三方向可以朝向该出口210但远离该靶材104、朝向该第一入口208及靶材104、朝向该第一入口208但远离该靶材104或类似者、或是其中之一组合来延伸。

[0050] 尽管该辅助的入口800在以上描述成被配置以从相邻该样本捕捉单元138的上表面200的第三位置传送载体气体的辅助的流动802到该捕捉凹处206中,但将会体认到的是,该辅助的入口800可被配置以从相邻该样本捕捉单元138的任意表面的任意位置传送该载体气体的一流动。再者,尽管该辅助的入口800在以上描述成被配置以发送载体气体进入到该捕捉凹处206的一流动,但将会体认到的是,该样本捕捉单元138可被配置成使得该辅助的入口800可耦接至一外部的辅助流体源(例如,包含一例如是氦气、氩气、氮气、水蒸气、雾化或喷雾的流体、雾化或喷雾的溶剂、离散的液滴或类似者、或是其中之一组合的流体,其包含微粒、奈米粒子、或例如是细胞的生物学的样本)。在此种配置中,该辅助的入口800可以传送一种不同于该载体气体的流体进入到该捕捉凹处206中、或是可以传送该载体气体的一辅助的流动进入到该捕捉凹处206中,该辅助的流动是具有一不同于通过该一或多个注入喷嘴120所产生的载体气体流的特征(例如,一不同的温度、一不同的流速、等等)。将会体认到的是,任何通过该辅助的入口800而被引入该捕捉凹处206的流体可以和存在于该捕捉凹处206内的被导引的载体气体流动混合,并且的后被传输到该出口210。在一实施例中,当耦接至一辅助流体源时,该辅助的入口800可以传送例如是氮气或水蒸气的一或多种流体以促进样本计数、雷射剥蚀标准化、校准或类似者、或是其中之一组合。

[0051] 图9是概要地描绘一耦接至一样本准备系统的注入器以及一分析系统的一部分的一实施例的横截面图。

[0052] 在图9中作为范例所描绘的实施例中,该样本准备系统112可被设置以作为一ICP火炬900,该ICP火炬900是包含一围绕其中一电浆可被产生的一空间904的外部管902(在此

亦被称为一“限制管902”)、一配置在该限制管902之内且和该限制管902的一注入轴910同轴的內部管906(在此亦被称为一“电浆气体管906”)、以及一被配置以在通过一RF电源(未显示)激励时离子化在该空间904内的气体来产生一电浆912(例如,占有在该空间904内的暗色阴影的区域)的线圈908。尽管该样本准备系统112是被描绘为包含一线圈908,但将会体认到的是,该样本准备系统112可以替代或额外地包含其它配置的离子化机构。例如,一组(例如,一对)平板可被设置在该限制管902之外,以离子化在该空间904内的电浆气体来产生该电浆。

[0053] 在该举例说明的实施例中,该限制管902以及该电浆气体管906是和彼此间隔开,以界定一环状的外部气体传送导管914(亦被称为一“冷却气体传送导管”),该导管914可以耦接至一气体源(例如,一加压气体的贮存器,其未被展示)以接收气体(例如,氩气)的一外部的流动916(亦被称为一“冷却流”)并且传送该接收到的气体的外部的流动916进入到该空间904中(例如是以一范围从10L/min到15L/min或是大约该值的流速传送)。经由该外部的流动916而被引入该空间904的气体可被离子化,以形成前述的电浆912。一般而言,所产生的电浆912是具有一约1.5kW或更低的功率。然而,在一实施例中,该产生的电浆912可具有一高于1.5kW的功率(例如,足以熔化该限制管902)。在此种实施例中,经由该外部的流动916而被引入该空间904的气体亦可被利用来冷却该限制管902,以避免该限制管902熔化。

[0054] 选配的是,该电浆气体管906可以耦接至一辅助的气体源(例如,一加压气体的贮存器,其未被展示)以接收气体(例如,氩气)的一中间的流动918(也被称为一“辅助的流动”)并且传送该接收到的气体的中间的流动918进入到该空间904中(例如,以一范围从1L/min到2L/min的流速传送)。经由该中间的流动918而被引入该空间904的气体可被利用以调整该电浆912沿着该注入轴910相对于该限制管902的基底位置。

[0055] 产生在该空间904内的电浆912的一部分是接着通过依序地通过该分析系统110的一接口(例如,一包含一取样圆锥体920以及一截取圆锥体(skimmer cone)922的接口)而被传输到该分析系统110(例如,一MS系统)中。尽管该分析系统110是被描绘为具有一带有该取样圆锥体920以及该截取圆锥体922的接口,但将会体认到的是,该接口可以用任何适当或有利的而方式而被不同地配置。若前述产生在该样本室102内的靶材材料被引入到产生在该空间904内的电浆中,则该靶材材料可被传输到该分析系统110中以用于组成分析。

[0056] 为了促进该样本透过该传输导管140引入到一例如是样本准备系统112的样本准备系统中,该装置100可包含一例如是注入器924的注入器。该注入器924可以通过任何适当或有利的机构而为可分离地耦接至、或者是被配置成可运作地接近到该样本准备系统112。在该举例说明的实施例中,该注入器924可包含一具有一流体注入端928的外部导管926以及前述的传输导管140。

[0057] 一般而言,该外部导管926是被配置在该电浆气体管906之内,和该注入轴910同轴并且被配置以耦接至一流体源(例如,一或多个加压气体的贮存器,其未被展示)以接收一流体(例如,氩气)的一外部的注入器流动930。在该外部的注入器流动930之内的流体是透过该外部导管926的一流体注入端928而可注入到该空间904中。一般而言,该外部导管926在该流体注入端928处的内直径是在一从1.5mm到3mm的范围中(例如,2mm或是大约该值)。在从该流体注入端928注入该流体到该空间904之际,一中央通道932(例如,占有在该空间904内的浅色阴影的区域)可被形成在其中、或是“穿透”该电浆912。再者,透过该流体注入

端928而被注入到该空间904中的流体是趋向产生一相当接近该流体注入端928的第一区域934,其特征是流体(例如,包含来自该外部的注入器流动930的流体以及可能来自该中间的流动918的气体)的一相当高度的乱流。乱流是沿着该注入轴910,随着从该流体注入端928到该电浆912的距离增加而快速地减小。于是,一沿着该注入轴910相对远离该流体注入端928并且位于该中央通道932内的第二区域的特征可以是在于流体(例如,包含来自该外部的注入器流动930的流体以及可能来自该中间的流动918的气体)的一相当低度的乱流。

[0058] 一般而言,该传输导管140是被配置以导引一包含前述的靶材样本的载体流动936、以及任何其它透过该传输导管140载有该样本的流体(例如,前述的载体气体、任何通过该辅助的入口800而被引入该捕捉凹处206的流体或类似者、或是其中之一组合)通过前述的样本注入端(在938处所指出的)。当被导引通过传输导管140并且穿过该样本注入端938时,该载体流动936(以及因此内含在其中的样本)是可注入到该空间904中(例如,沿着该注入轴910),其可以在该处被离子化并且接着传送至该分析系统110。

[0059] 在一实施例中,该传输导管140可被配置在该外部导管926内,和该注入轴910同轴,以使得该样本注入端938是可被设置在该外部导管926之内、可被设置在该外部导管926之外、或是它们的组合。例如,该传输导管140可被配置在该外部导管926之内,以使得该样本注入端938是位于该外部导管926之内,并且与该流体注入端928间隔开一段范围从0mm到20mm的距离。在另一例子中,传输导管140可被配置在该外部导管926之内,以使得该样本注入端938是位于该外部导管926之外,并且与该流体注入端928间隔开一段范围从大于0mm到15mm的距离(例如,一段范围从6mm到12mm的距离、或是一段范围从8mm到12mm的距离、或是一段范围从10mm到12mm的距离、或是一段12mm的距离、或是大约该值)。根据例如是该外部导管926的配置、该外部的注入器流动930离开该外部导管926的流速以及该样本准备系统112的配置的因素,将会体认到的是,该样本注入端938可以是位于该外部导管926之内并且与该流体注入端928间隔开一段大于20mm的距离(或是可以位于该外部导管926之外并且与该流体注入端928间隔开一段大于15mm的距离)。该传输导管140相对于该外部导管926的位置可以是固定的、或者可以是可调整的。

[0060] 在一实施例中,该样本注入端938的相对的位置可被选择或者另外调整,以被设置在一特征是流体乱流小于和前述的第一区域934相关的流体乱流的位置处(例如,在该空间904内)。例如,该样本注入端938可被设置成是安排在前述的第二区域之内。当该样本注入端938位于该第二区域之内,并且当该载体流动936从该样本注入端938被注入时,在该电浆912的中央通道932内的离子化的靶材样本的横向扩散相较于该中央通道932可被显著地降低(例如,如同通过该离子化的靶材样本的相当聚焦的射束940所指出)。因此,该射束940可被保持相对于该分析系统110的接口至少实质在轴上的,以强化该分析系统110可得的取样效率以及该分析系统110的灵敏度。

[0061] 在一实施例中,该注入器924可包含一被配置以维持该传输导管140的径向位置在该外部导管926之内的中心校正构件(centering member)942。如同作为范例所绘的,该中心校正构件942可被设置在该外部导管926内,并且包含该传输导管140可被插入穿过的一中央孔944、以及复数个径向且绕着该中央孔944圆周地被设置以允许该外部的注入器流动930从前述的流体源传送至该流体注入端928的外围孔946。在一实施例中,该注入器924可进一步包含一被配置以帮助导引该传输导管140从一位于该注入器924之外的位置插入到

该中心校正构件942中的导管导件948。

[0062] 如同以上作为范例所述加以建构的,该注入器924的外部导管926可具有和一习知的ICP火炬注入器相同的主要功能,在于其是提供一流体流动(例如,Ar或是其与氦气或氮气混合物),此是建立该样本被引入于其中的电浆912的中央通道。在上述的注入器924中,该传输导管140并不需要如上所述地耦接至该样本捕捉单元138。在其它此种实施例中,该传输导管140可以替代或是额外地被用来经由一例如是样本准备系统112或类似者的样本准备系统引入一标准(例如,用以致能仪器参数的最佳化、致能校准、等等)到该分析系统110中。此种标准可以被引入为一气溶胶或是烘干的气溶胶(例如从一喷雾器、或是从一液滴产生器被引入为离散的液滴、或是通过化学或热的手段产生而被引入为一气体或蒸气、等等)。该标准甚至可以是来自一除了该样本室102之外的样本室的一气溶胶。在其它此种实施例中,该传输导管140可以替代或是额外地被用来引入额外的气体到该样本准备系统112中(例如,氦气、氮气、例如从热蒸发或是一喷雾器或液滴产生器所衍生出的水蒸气、等等)。

[0063] 在一实施例中,该样本室102可被一离散的液滴产生器所取代、或是结合一离散的液滴产生器来加以使用(例如,该液滴产生器是从压电或热喷墨技术衍生出,尽管任何能够传递小于25 μm 或大约该值的微粒至该样本准备系统112的离散的液滴来源都将会是可行的)。在某些应用中,一连续的液滴来源例如是来自一喷雾器或是蒸气(例如,水蒸气)的连续的流动。在此种实施例中,该些液滴产生器可以耦接至一去溶剂化台以实行该些液滴的在先的蒸发(其可以是完全或部分的)。液滴/去溶剂化技术是众所周知而且广为公开的。

[0064] 在一实施例中,该液滴产生器以及所附的去溶剂化单元可包含两种操作模式。在第一操作模式中,该液滴产生器以及所附的去溶剂化单元可以取代该样本室102来作为该样本来源,在此情形中,一样本可以直接被引入到该注入器924的传输导管140中,而为一序列的具有在低或次微米的范围中的直径(在去溶剂化之后)的离散的液滴。例如,这些液滴可包含各式各样的液体样本,其包含例如是单细胞的生物学样本或是微米或奈米微粒的液滴。在一第二操作模式中,该液滴产生器以及所附的去溶剂化单元可以同时运行,并且和该样本产生器108以及样本室102同步,因而该些液滴可以和包含该靶材材料的气溶胶同时被引入该传输导管、或是依序地在单一或是多个事件中和包含该靶材材料的气溶胶交替地被引入。此第二操作模式是提供一用于校准(例如,若该些液滴包含标准时)的机制、一用于电浆状况的控制(例如,若该些液滴包含一溶剂时)的机制、或是一用于一可被利用于仪器参数的最佳化的准连续的信号输出的机制。

[0065] 图10是概要地描绘一去溶剂化单元耦接在一液滴产生器以及一例如是图9中所示的该注入器的注入器之间的一实施例的部分横截面图。

[0066] 参照图10,该去溶剂化单元可包含一被配置以接收一液滴及/或蒸气的流动(例如,如同在1之处所指出的)以及一或多个去溶气体的流动(例如,如同在2之处所指出的)的配接器4,其中该些接收到的液滴、蒸气以及其它气体流动可加以混合,并且的后透过一管5(例如,一不锈钢管)而被传输(例如,在重力及/或该去溶气体的流动的影响下垂直地向下)到一配接器耦合6的一第一入口,该配接器耦合6可进一步包含一被配置以接收一补偿(make-up)流体的一流动(例如,如同在3之处所指出的)的第二入口。在该配接器耦合6之内,该些混合的液滴、蒸气以及其它气体流动是通过补偿流体的流动所夹带,透过一渐缩的

减径管 (tapered reducer) 7 而被传输且进入该传输导管 140, 并且之后进入到前述的注入器 924 中。将会体认到的是, 由该减径管 7 所提供的渐缩 (taper) 可以被做成充分渐进的, 以避免带来非所要的乱流及粒子损失。

[0067] 如上所述建构的, 该举例说明的液滴产生器以及相关的去溶剂化单元是取代以上论述的样本室 102 以及样本捕捉单元 138。然而, 在另一实施例中, 该举例说明的液滴产生器以及相关的去溶剂化单元可以和该样本室 102 及/或样本捕捉单元 138 成一直线地被置放。在此种实施例中, 一开口可以形成在该传输导管 140 中的一介于该样本接收端 (其是被设置在该样本室 102 内, 且耦接至该样本捕捉单元 138) 以及该样本注入端 938 (其是被设置在该注入器 924 内) 之间的位置处, 因而该配接器耦合 6 可以耦接至该传输导管 140 以将该管 5 设置成和该传输导管 140 的内部流体连通。

[0068] 先前的内容是说明本发明的范例实施例, 并且不是欲被解释为限制本发明。尽管一些范例实施例已经被叙述, 但是熟习此项技术者将会容易地体认到许多修改是可能的, 而不实质脱离本发明的新颖教示及优点。于是, 所有此种修改都欲被纳入在如同以下的权利要求书中界定的本发明的范畴内。

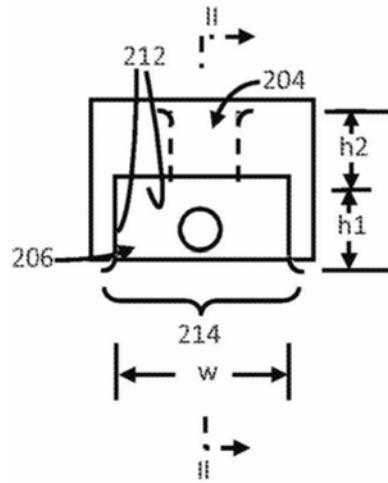


图2A

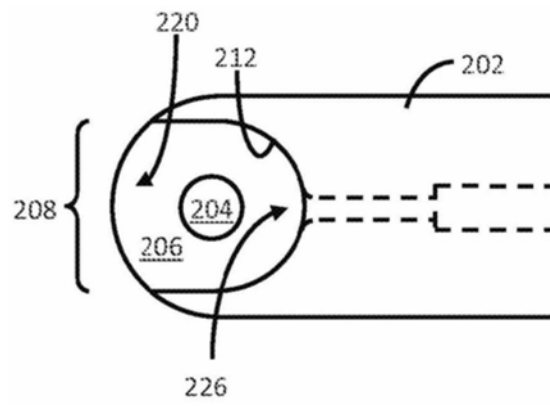


图2B

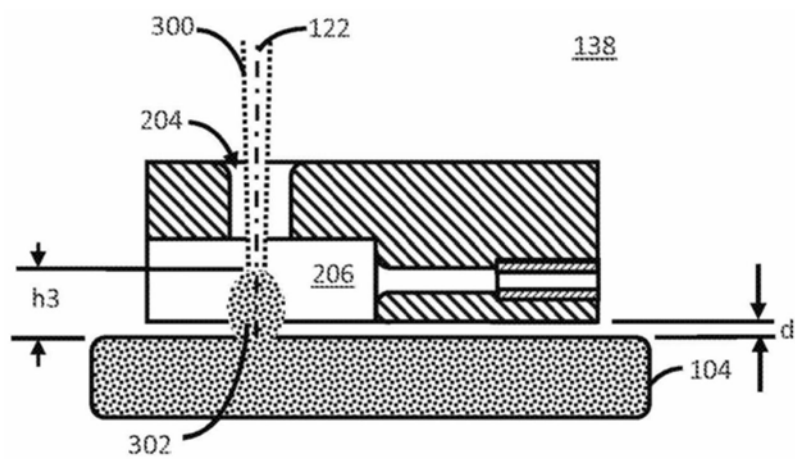


图3

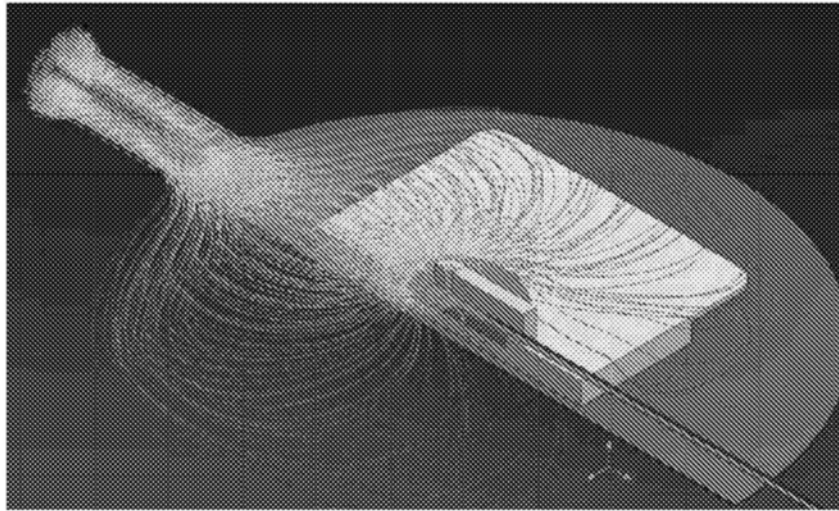


图4

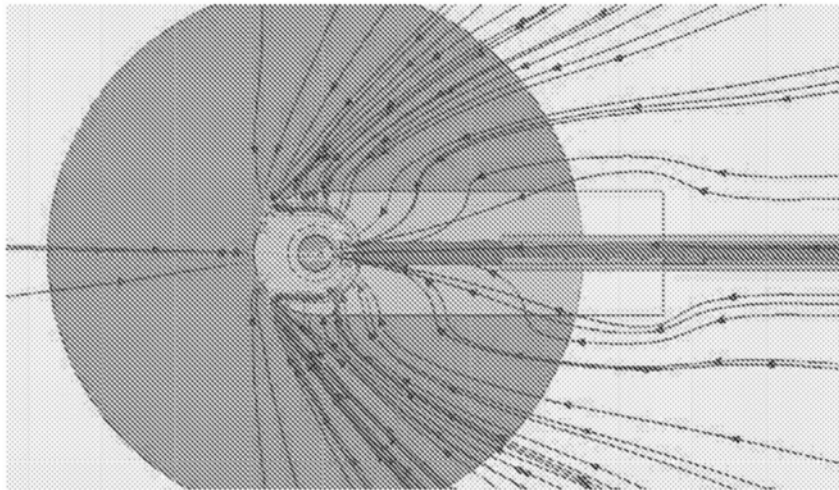


图5

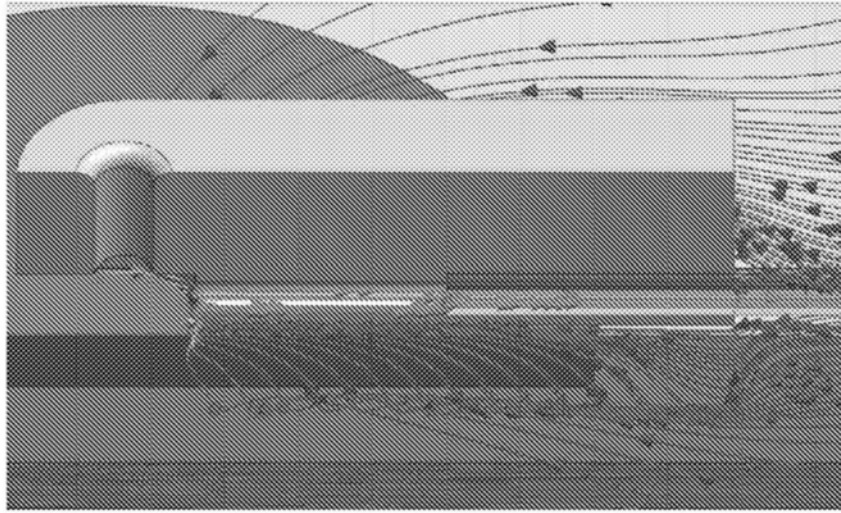


图6

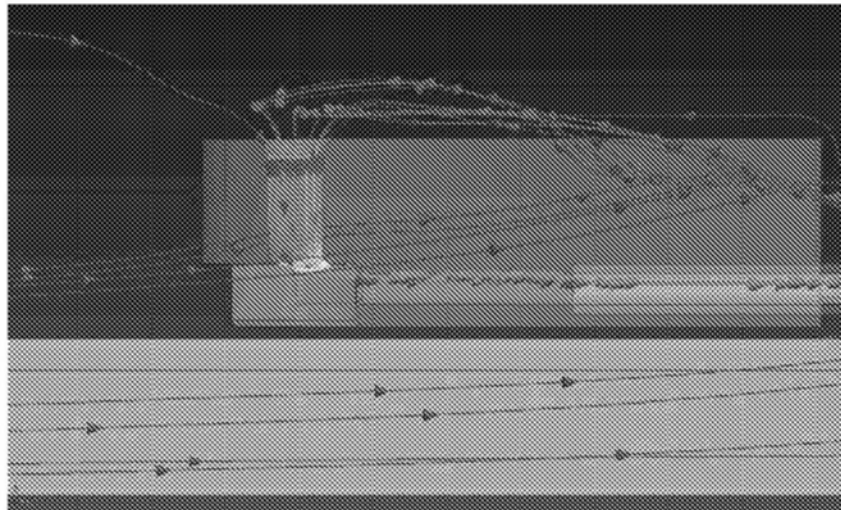


图7

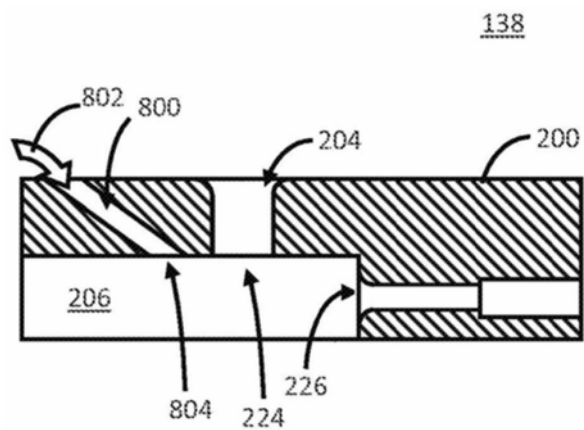


图8

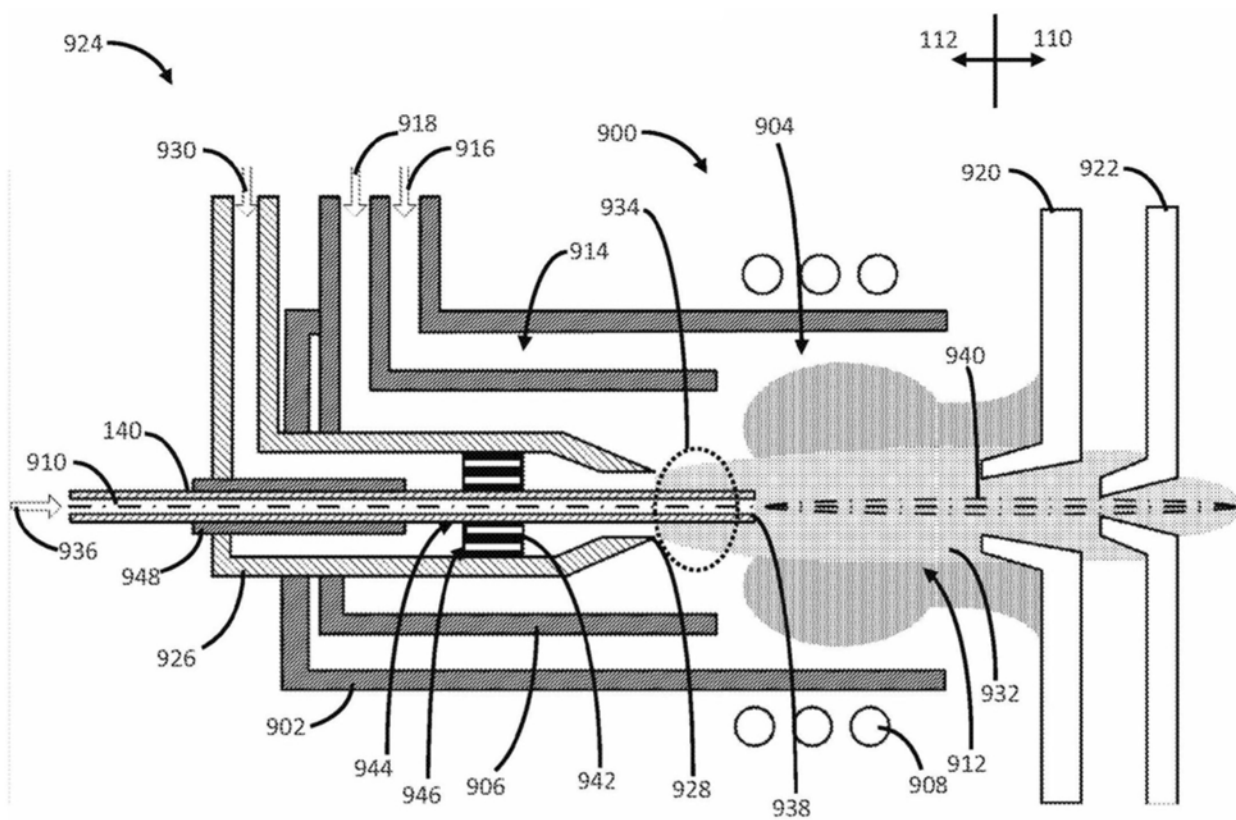


图9

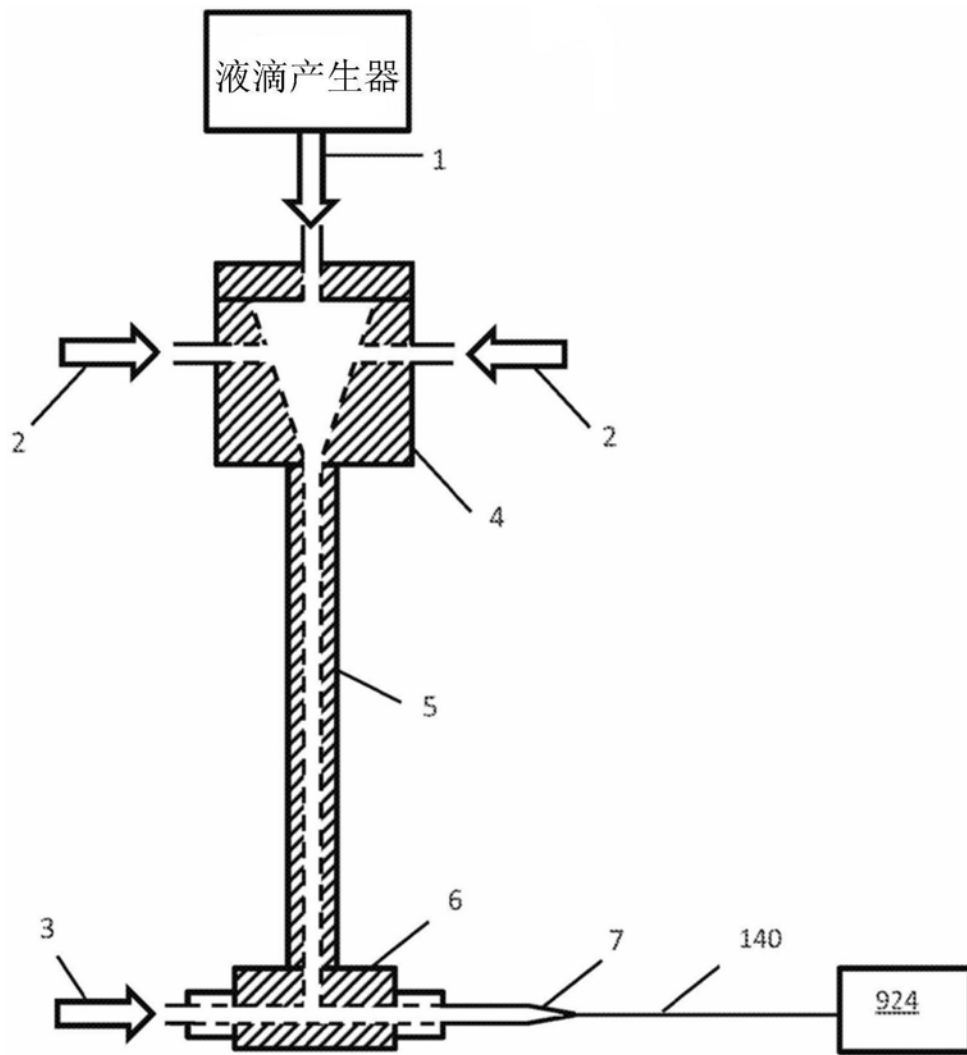


图10