



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I667462 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：107110312

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 12 日

(51)Int. Cl. : G01N1/28 (2006.01)

G01N1/44 (2006.01)

(30)優先權：2013/02/14 美國

61/764,976

(71)申請人：美商元素科學雷射公司(美國) ELEMENTAL SCIENTIFIC LASERS, LLC (US)
美國(72)發明人：沙普 貝利 L SHARP, BARRY L. (GB) ; 道格拉斯 大衛 N DOUGLAS, DAVID
N. (GB) ; 瑪那 艾咪 J MANAGH, AMY J. (GB)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 201211291A

US 5537206

WO 95/17656A1

審查人員：涂公遠

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：10 共 42 頁

(54)名稱

用於處理靶材之裝置

AN APPARATUS FOR HANDLING A TARGET

(57)摘要

一種雷射剝蝕系統，其包含被配置以在其內部 106 中容納一靶材 104 的樣本室 102、一被配置以移除該靶材 104 的一部分(其接著可被捕捉為一樣本)的樣本產生器 108、以及一被配置以分析該樣本的一成分的分析系統 110。一在接近該靶材之該室內的樣本捕捉單元，其具有一被配置以接收靶材材料的捕捉凹處、一被配置以從一相鄰該捕捉單元的外部傳輸一載體氣體之一流動進入該捕捉凹處的一區域的第一入口；以及一配置以從該捕捉凹處的另一區域接收載體氣體的出口。該樣本室 102 包含一注入噴嘴 120，該注入噴嘴被配置以引入一例如是載體氣體的流體進入該內部 106。

A laser ablation system includes a sample chamber 102 configured to accommodate a target 104 within an interior 106 thereof, a sample generator 108 configured to remove a portion of the target 104 (which may be subsequently captured as a sample) and an analysis system 110 configured to analyze a composition of the sample. A sample capture cell in the chamber proximate to the target has a capture cavity configured to receive target material, a first inlet configured to transmit a flow of a carrier gas from a first location adjacent to an exterior of the capture cell into a region of the capture cavity; and an outlet configured to receive carrier gas from another region of the capture cavity. The sample chamber 102 includes an injection nozzle 120 configured to introduce, into the interior 106, a fluid such as a carrier gas.

指定代表圖：

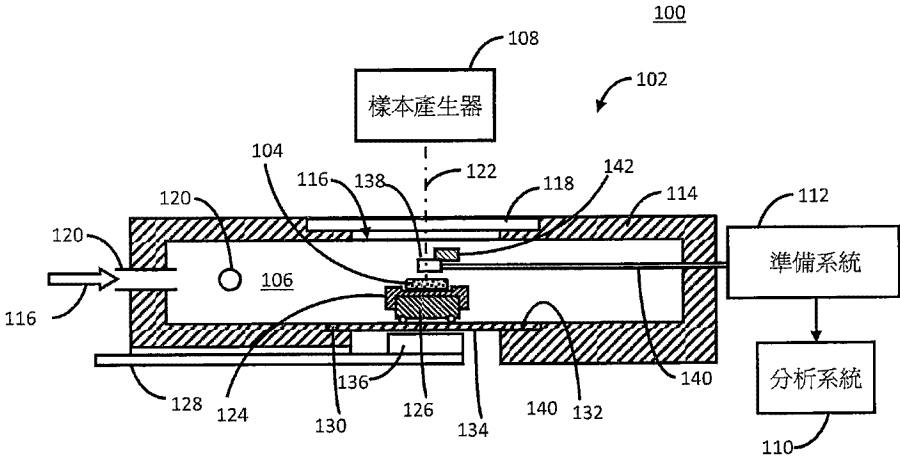


圖1

符號簡單說明：

- 100 . . . 裝置
- 102 . . . 樣本室
- 104 . . . 靶材
- 106 . . . 內部
- 108 . . . 樣本產生器
- 110 . . . 分析系統
- 112 . . . 樣本準備系統
- 114 . . . 框架
- 116 . . . 光學埠
- 118 . . . 透射窗口
- 120 . . . 注入噴嘴
- 122 . . . 光學路徑
- 124 . . . 靶材座
- 126 . . . 托架
- 128 . . . 定位台
- 130 . . . 基底
- 132 . . . 第一側
- 134 . . . 第二側
- 136 . . . 末端受動器
- 138 . . . 樣本捕捉單元
- 140 . . . 傳輸導管
- 142 . . . 單元支撐件

的該第一側之托架，其中該托架係被配置以支承靶材座；以及一可動地設置在該基底的該第二側之定位台，其中該托架以及該定位台係透過該基底彼此磁性地耦合。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖1係概要地描繪一種用於處理一靶材以及用於處理從該靶材射出或產生的靶材材料之裝置的一實施例，並且其包含一樣本室、一樣本捕捉單元以及一靶材座的橫截面圖。

圖2是沿著在圖2A中所示的線II-II所取的橫截面圖，其係概要地描繪根據一實施例在圖1中所示的樣本捕捉單元。

圖2A是概要地描繪當在沿著圖2中的線IIA-IIA指出的方向上觀看時的該樣本捕捉單元之一第一入口、一第二入口、一捕捉凹處以及一出口的平面圖。

圖2B是描繪當在沿著圖2中的線IIB-IIB指出的方向上觀看時的該樣本捕捉單元之該第一入口、第二入口、捕捉凹處以及出口的平面圖。

圖3是概要地描繪雷射光被導引通過該樣本單元的該第二入口及捕捉凹處而到位在一雷射剝蝕位置的一靶材之上，以及一包含從位在該雷射剝蝕位置處之該靶材射出的靶材材料之所產生的羽流進入到該樣本單元的該捕捉凹處中之橫截面圖。

圖4是概要地描繪在該樣本室的內部中之載體氣體進入到圖2中所示的該樣本捕捉單元的該捕捉凹處的流動特徵之立體橫截面圖。

圖5是概要地描繪圖4中所示的載體氣體進入到圖2中所示的該樣本捕捉單元的該捕捉凹處的流動特徵之放大的俯視平面圖。

圖6是圖4中所示的概要圖之放大的立體橫截面圖，其係概要地描繪載體氣體從一介於該樣本捕捉單元以及該靶材之間的區域，通過該捕捉凹處的一開口

並且進入圖2中所示的該樣本捕捉單元的該出口之流動特徵。

圖7是圖4中所示的概要圖之放大的側橫截面圖，其係概要地描繪載體氣體通過該第二入口並且進入圖2中所示的該樣本捕捉單元的該出口之流動特徵。

圖8是概要地描繪根據另一實施例的圖1中所示的該樣本捕捉單元納入一輔助的入口之橫截面圖。

圖9是概要地描繪一耦接至一樣本準備系統的注入器以及一分析系統的一部分的一實施例之橫截面圖。

圖10是概要地描繪一去溶劑化(desolvation)單元耦接在一液滴產生器以及一例如是圖9中所示的該注入器的注入器之間的一實施例之部分橫截面圖。

【實施方式】

【0008】 範例實施例係在以下參考所附的圖式加以描述。許多不同的形式及實施例都是可能的而不偏離本發明的精神及教示，因而該揭露內容不應該被解釋為受限於在此闡述的範例實施例。而是，這些範例實施例係被提供以使得此揭露內容將會是徹底且完整的，並且將會傳達本發明的範疇給熟習此項技術者。在圖式中，構件的該些尺寸以及相對的尺寸可能是為了清楚起見而被誇大。在此所用的術語只是為了描述特定的範例實施例之目的，因而並不欲為限制性的。將瞭解到的是，例如是"前面"以及"背面"及"後面"、"左"及"右"、"頂端"及"底部"、"上方"及"下方"與類似者之各種方位的術語只是為了方便而被使用於此，而不是有意圖要限制所描述者為相對於任何所敘述的結構可被使用在其中的任何環境之任何絕對或固定的方位。如同在此所用的，除非上下文有清楚指出，否則該單數形"一"、"一個"以及"該"也欲包含複數形。將會進一步了解的是，該術語"包括"及/或"包含"當用在此說明書時，其係指明所陳述的特點、整數、步驟、操作、元件及/或構件的存在，但是並不排除一或多個其它特點、整數、步驟、操作、元件、構件及/或其群組之存在或添加。除非另有指明，否則當敘述

一個範圍的值時，其係包含該範圍的上限及下限以及任何介於之間的子範圍。

【0009】 圖1係概要地描繪一種用於處理一靶材以及用於處理從該靶材射出或另外產生的靶材材料之裝置的一實施例，並且其包含一樣本室、一樣本捕捉單元以及一靶材座的橫截面圖。

【0010】 參照圖1，一種用於處理一靶材以及用於處理從該靶材射出或另外產生的靶材材料之裝置(例如，裝置100)可包含一被配置以在其內部106中容納一靶材104的樣本室102、一被配置以移除該靶材104的一部分(其接著可被捕捉為一樣本)的樣本產生器108以及一被配置以分析該樣本的一成分的分析系統110。可被提供作為一靶材104的材料例子例如是包含考古學的材料、生物學的化驗基板及其它生物學的材料、陶瓷、地質材料、藥劑(例如，藥丸)、金屬、聚合物、石化材料、液體、半導體、等等。該裝置100可選配地包含一樣本準備系統112，該樣本準備系統112係被配置以在該樣本藉由該分析系統110分析之前先激勵(例如，離子化、霧化(atomize)、照亮、加熱或類似者、或是其之一組合)該樣本的一或多個成分。如同將會在以下更加詳細描述的，該樣本準備系統112可包含一電漿火炬(例如，一ICP火炬)或類似者。再者，該分析系統110可被設置以作為一MS系統、一OES系統或類似者。

【0011】 該樣本室102可包含一框架114，該框架114係具有一延伸穿過其的光學埠116，以允許在該樣本產生器108以及該樣本室102的內部106之間的光學連通。選配的是，一透射窗口118可耦接至該框架114並且跨越該光學埠116。該透射窗口118通常是由一種材料(例如，石英)所形成的，該材料對於由該樣本產生器108所產生的雷射光是至少實質通透的。該透射窗口118亦可被密封至該框架114，以避免灰塵、碎片或是其它非所要的氣體或其它污染源經由該光學埠116進入到該內部106。在一實施例中，該透射窗口118係被密封至該框架114，以同樣避免從該靶材104射出的微粒、從該靶材104產生的蒸氣、等等(該些微粒、

蒸氣、等等整體在此被稱為"靶材材料"，其係從該靶材104移除的)、存在於該內部106中之載體氣體或其它流體透過該光學埠116而離開該樣本室102。儘管該框架被描繪為單一整體形成的一件，但將會體認到的是如同此項技術中已知的，該框架114可以是由多個耦接在一起的構件所形成的。

【0012】 該樣本室102可進一步包含一或多個注入噴嘴120，每個注入噴嘴120係被配置以將一種例如是一載體氣體(例如，氮、氬、氦或類似者或是其之一組合)的流體，以一範圍從20mL/min到1000mL/min(例如，在一100mL/min到150mL/min的範圍中、或是125mL/min、或是大約該值)的流速引入該內部106中。例如，每個注入噴嘴120可透過一流體埠而被插入在該框架114中，並且包含一被配置以流體地耦接至一位在該樣本室102之外的流體源(例如，一加壓的流體源)之入口以及一露出在該樣本室102的內部106中之出口。密封(未顯示)可被設置在框架與該注入噴嘴120之間，以流體地隔離該樣本室102的內部106與在該樣本室102之外的環境。在引入一載體氣體到該內部106中之際，該載體氣體的一流動(在此亦被稱為一"載體氣體流")係被產生在該內部106之中。將會體認到的是，該載體氣體流在該內部106中的不同位置處之速度及方向可以依據下列而變化：該樣本室102的內部106的形狀及尺寸、該一或多個注入噴嘴120的配置、載體氣體藉由任何特定的注入噴嘴120引入該內部106的流速或類似者、或是它們的組合。在一實施例中，在該內部106中之壓力可藉由控制載體氣體被引入該內部106的流速而被維持(例如，維持在一小於或等於11psi的壓力)。

【0013】 該裝置100可進一步包含一靶材定位系統，該靶材定位系統係被配置以調整該靶材104相對於該光學路徑122的位置。在一實施例中，該定位系統係包含一被配置以支承該靶材104的靶材座124、一被配置以載有該靶材座124的托架(carriage)126、一被配置以支承該托架126在該內部106中之基底130、以及一被配置以移動該托架126的定位台128。儘管該靶材座124以及該托架126被描

繪成個別可分開的構件，但將會體認到的是該靶材座124以及該托架126可以是一體形成的。選配的是，一例如是測微計(micrometer)的調整高度的機構(未顯示)可被設置以調整該靶材座124沿著一垂直的方向(例如，沿著該光學路徑122)的位置，以確保該靶材104係被配置在該內部106中之一適當或有利的位位置。

【0014】 該定位台128可被配置以相對於該光學路徑122沿著至少一方向(例如，一X方向、一與該X方向正交的Y方向或類似者、或是其之一組合)線性地平移該托架126、或是可被配置以相對於該光學路徑122旋轉該托架126或類似者、或是它們的組合。在一實施例中，該定位台128以及該框架114都可以支承在一例如是工作台(未顯示)之共同的支撐表面上。該框架114的一部分可以和該支撐表面間隔開以在其間界定一容納台的空間，並且該定位台128可被設置在該容納台的空間中。

【0015】 該基底130可包含一在該內部106露出的第一側132以及一相對該第一側132的第二側134。該基底130可耦接至該框架114，以便於流體地隔離該樣本室102的內部106與在該樣本室102之外的環境。因此，如同範例所繪的，該托架126以及該定位台128係被設置在該基底130的相反側。為了促進該靶材104在該內部106中的移動以及有利的定位，該托架126係透過該基底130而磁性地耦合至該定位台128。例如，托架126可包含一或多個配置在其中的磁鐵(未顯示)，並且該定位台128可包含一具有一或多個磁鐵附接至其的末端受動器(end effector)136。在該托架126以及該末端受動器136的磁鐵之方位可被選擇成產生一延伸在該末端受動器136以及該托架126之間穿過該基底130之吸引的磁場。將會體認到的是，該基底130可以用任何適當或有利的方方式來加以建構，以在該末端受動器136以及該托架126之間發送一具有足夠強度的磁場。例如，該基底130可以是由一種例如是一金屬、一玻璃、一陶瓷、一玻璃陶瓷、或類似者的材料所形成的。在一實施例中，該基底130可包含一種由在一硼矽玻璃基質(matrix)

中的氟晶雲母(fluorophlogopite mica)所形成的材料。

【0016】 為了促進該托架126橫跨該基底130的第一側132的移動，該第一側132可具有一相當平滑的表面(例如，具有一約0.4 μm 到約0.8 μm 的表面粗糙度Ra)。在一實施例中，該定位系統可進一步包含一或多個耦接至該托架126並且被配置以接觸該基底130的第一側132之軸承。儘管該裝置100被描繪為包含該靶材定位系統，但將會體認到的是，該靶材定位系統可被省略、修改或是取代任何其它用於調整該靶材104相對於該光學路徑122的位置之適當或有利的機構。

【0017】 根據以上作為範例所述的各種實施例建構的，該靶材定位系統係確保該靶材104在該內部106中，以低移動延遲及動態遲滯之可重複的橫向角度及定位。

【0018】 該樣本產生器108係被配置以導引雷射光沿著一光學路徑122、通過該光學埠116並且進入該樣本室102的內部106中以撞擊在該靶材104之上。該雷射光可以被導引成沿著該光學路徑122的由一或多個雷射所產生的一或多個雷射脈波。該些雷射脈波的一或多個特徵可被選擇或者被另外控制以撞擊該靶材104的一區域，以剝蝕該靶材104的一部分。可被選擇或控制的特徵例如可包含波長(例如，在一約157nm到約11 μm 的範圍中，例如是193nm、213nm、266nm或類似者)、脈波持續期間(例如，在一約100飛秒(femtosecond)到約25奈秒的範圍中)、光點尺寸(例如，在一約1 μm 到大約9mm的範圍中或類似者)、脈波能量、平均功率、峰值功率、時間波形變化(temporal profile)、等等。該樣本產生器108亦可包含被配置以修改藉由該些雷射中的一或多個所產生的雷射光之雷射光學(例如，一或多個透鏡、擴束器、準直儀、孔徑、反射鏡、等等)。如同在此所用的，該靶材104被一雷射脈波撞擊的一區域係被稱為一"雷射剝蝕位置"。在被剝蝕之際，靶材材料係從該靶材104位在該雷射剝蝕位置之內或是相鄰該雷射剝蝕位置的一區域被移除，以形成一包含該靶材材料的羽流。

【0019】 為了促進該靶材材料的處理(例如，因而該靶材材料的成分可以在該分析系統110之處被分析)，該裝置100可包含一樣本捕捉單元138，當該樣本捕捉單元138被配置成可運作地接近該靶材104時，其係被配置以捕捉該靶材材料。藉由該樣本捕捉單元138捕捉的靶材材料在此亦被稱為一"樣本"或是一"靶材樣本"。該裝置100可進一步包含一被配置以傳輸該樣本至該樣本準備系統112的傳輸導管140。在該舉例說明的實施例中，該裝置可包含一耦接至該樣本室102(例如，耦接在該框架114)的單元支撐件142，以將該樣本捕捉單元138固定在該內部106中。

【0020】 在一實施例中，前述選配的調整高度的機構可被用來調整該靶材座124(以及因此該靶材104)相對於該樣本捕捉單元138的高度，以確保該樣本捕捉單元138係可運作地接近該靶材104。在另一實施例中，一例如是測微計的高度調整機構可以選配地被設置以調整該樣本捕捉單元138相對於該靶材104(例如，沿著該光學路徑122)的位置，以確保該樣本捕捉單元138係被配置在該內部106中之一適當或有利的位位置處。因此，作為調整該靶材104相對於該樣本捕捉單元138的位置額外(或替代)的是，該樣本捕捉單元138相對於該靶材104的位置可被調整以確保該樣本捕捉單元138是可運作地接近該靶材104。在一實施例中，當該樣本捕捉單元138是和該靶材104間隔開在一從0.01mm到1mm的範圍中(例如，在一從0.05mm到0.2mm的範圍中、或是在一從0.1mm到0.2mm的範圍中)的一間隙距離 d (例如參看圖2)時，該樣本捕捉單元138是可運作地接近該靶材104。然而，將會體認到的是，根據例如是在該內部106的介於該樣本捕捉單元138與該靶材104之間的一區域內之載體氣體流速的因素，該間隙距離可以是小於0.01mm或是大於1mm，並且甚至可以接觸到該靶材104。

【0021】 圖2是沿著在圖2A中所示的線II-II所取的橫截面圖，其係概要地描繪根據一實施例的圖1中所示的樣本捕捉單元。圖2A是概要地描繪當在沿著圖

2中的線IIA-IIA指出的方向上觀看時的該樣本捕捉單元之一第一入口、一第二入口、一捕捉凹處以及一出口的平面圖。圖2B是描繪當在沿著圖2中的線IIB-IIB指出的方向上觀看時的該樣本捕捉單元之該第一入口、第二入口、捕捉凹處以及出口的平面圖。圖3是概要地描繪雷射光被導引通過該樣本單元的該第二入口及捕捉凹處而到位在一雷射剝蝕位置的一靶材之上，以及一包含來自該雷射剝蝕位置處之靶材材料之所產生的羽流進入到該樣本單元的該捕捉凹處中之橫截面圖。圖4是概要地描繪在該樣本室的內部中之載體氣體進入到圖2中所示的該樣本捕捉單元的該捕捉凹處的流動特徵之立體橫截面圖。圖5是概要地描繪圖4中所示的載體氣體進入到圖2中所示的該樣本捕捉單元的該捕捉凹處的流動特徵之放大的俯視平面圖。圖6是圖4中所示的概要圖之放大的立體橫截面圖，其係概要地描繪載體氣體從一介於該樣本捕捉單元以及該靶材之間的區域，通過該捕捉凹處的一開口並且進入圖2中所示的該樣本捕捉單元的該出口之流動特徵。圖7是圖4中所示的概要圖之放大的側橫截面圖，其係概要地描繪載體氣體通過該第二入口並且進入圖2中所示的該樣本捕捉單元的該出口之流動特徵。

【0022】 參照圖2、2A及2B，該樣本捕捉單元138可大致被描述特徵為具有一上表面200(例如，被配置以大致面向該樣本產生器108)以及一下表面202(例如，被配置以大致面向該靶材104)、一前端區域以及一相對該前端區域的後端區域。一般而言，該樣本捕捉單元138係被配置在該內部106中，使得相對於在內部106中的該樣本捕捉單元138被配置所在的位置處之載體氣體流的主要方向上，該前端區域係被設置在該後端區域的上游處。在一實施例中，該樣本捕捉單元138的一界定該前端區域的表面係被配置成為凸面彎曲的。例如，而且如同在圖2B中最佳所示的，該樣本捕捉單元138的界定該前端區域的表面是圓形彎曲的，其中心在一第二入口204(在以下更加詳細描述)的一軸上，具有一在1.2mm到1.5mm的範圍或是大約的範圍中之半徑。然而，將會體認到的是，根據例如是

在內部106中的該樣本捕捉單元138被配置所在的位置處之載體氣體流的主要方向、該第二入口204在該樣本捕捉單元138內的位置、以及該樣本捕捉單元138的其它尺寸之因素，界定該樣本捕捉單元138的前端區域的表面之幾何配置可以用任何可能是適當或有利的方​​式來加以改變。將會進一步體認到的是，該樣本捕捉單元138在該內部106中的位置可以根據例如是該內部106的幾何以及在該內部106中產生該載體氣體流的注入噴嘴120的數目及位置之因素來加以選擇。例如，若該內部106具有一圓柱形的幾何，並且若只有一注入噴嘴120被用來以前述的流速沿著該圓柱形的內部106的直徑引入載體氣體到該內部106中，則該樣本捕捉單元138可被設置在該內部106的中心處或是接近該中心處。

【0023】 根據一實施例，該樣本捕捉單元138可進一步包含一捕捉凹處206、一和該捕捉凹處206流體連通的第一入口208、一和該捕捉凹處206流體連通的出口210、以及一露出在該捕捉凹處206內之導引壁212。在另一實施例中，該樣本捕捉單元可進一步包含和該捕捉凹處206流體連通之前述的第二入口204。在一實施例中，該樣本捕捉單元138可以被設置為一單片主體，其係由例如是一玻璃、一陶瓷、一聚合物、一金屬或類似者、或是它們的組合的任何適當的材料所形成的。再者，該捕捉凹處206、第一入口208、第二入口204、出口210以及導引壁212中的兩個或多個或是全部可以藉由習知技術(例如，藉由切削加工、研磨、切割、鑽孔、3D列印、等等)而一體地形成在該主體內。然而，在另一實施例中，該捕捉凹處206、第一入口208、第二入口204、出口210以及導引壁212中的兩個或多個或是全部可以是由不同的構件個別地加以形成，其接著被耦接一起。

【0024】 該捕捉凹處206係從一形成在該樣本捕捉單元138的下表面202中的開口214延伸，並且被配置以在該樣本捕捉單元138被配置成可運作地接近該靶材104時，透過該開口214接收包含從在該靶材104上的雷射剝蝕位置射出或另

外產生的靶材材料之羽流。在一其中該樣本捕捉單元138是和該靶材104間隔開的實施例中，相鄰該靶材104的載體氣體亦可以透過該開口214而被發送到該捕捉凹處206中。在該舉例說明的實施例中，該導引壁212係界定該捕捉凹處206在該樣本捕捉單元138中的範圍(例如，橫向、垂直、等等)。在一實施例中，該捕捉凹處206的體積可以是在一從 0.001cm^3 到 1cm^3 的範圍中(例如， 0.005cm^3 或是大約該值)。然而，將會體認到的是，根據例如是在該樣本捕捉單元138所位在的內部106的區域內之載體氣體流速、靶材材料的羽流的尺寸、等等之因素，該捕捉凹處206的體積可以是小於 0.001cm^3 或是大於 1cm^3 。

【0025】 如同最佳在圖2及2A中所示的，該導引壁212從該下表面202延伸到該樣本捕捉單元138的內部中的一轉換區域是圓形或斜面的。藉由提供一圓形或斜面的轉換區域，載體氣體從一接近該靶材104的表面之區域透過該開口214而進入該捕捉凹處206中的一表面流動216的亂流可以受到控制而為適當或有利的小。在一實施例中，該轉換區域的圓形或斜面可具有一 0.1mm 或是大約該值的半徑。然而，將會體認到的是，根據例如是在該樣本捕捉單元138以及該靶材104之間的內部106的一區域內之載體氣體流速以及前述的間隙距離之因素，該轉換區域的半徑可以顯著地大於或小於 0.1mm 。載體氣體經由該開口214而進入該捕捉凹處206中的流動之一更詳細的繪圖係作為範例且概要地描繪在圖4及6中。在某些實施例中，該樣本捕捉單元138可被配置成當該樣本捕捉單元138可運作地接近該靶材104時，其係使得該表面流動216是足以從該靶材104的表面將該靶材材料升起而透過該開口214進入到該捕捉凹處206中(在該處之後其可被傳輸到該出口210中)。

【0026】 該第一入口208係從該捕捉凹處206延伸到該樣本捕捉單元138的一界定該前端區域的表面。於是，該第一入口208係被配置以從一相鄰該樣本捕捉單元138的前端區域之第一位置傳輸該載體氣體之一主要的流動218進入該捕

捕捉凹處206的第一區域220，其係相鄰該第一入口208。載體氣體透過該第一入口208而進入到該捕捉凹處206的第一區域220中的流動之一更詳細的繪圖係作為範例且概要地描繪在圖4及5中。在該舉例說明的實施例中，該第一入口208係從該下表面202垂直地朝向該上表面200延伸至一1mm(或是大約該值)的高度 h_1 (參見例如圖2A)，並且在該下表面202以及上表面200之間水平地延伸橫跨一2.2mm(或是大約該值)的寬度 w (參見例如圖2A)。然而，將會體認到的是，根據例如是在該內部106於該第一位置的一區域內的載體氣體流速之因素，該第一入口208的任何部分(例如，從該樣本捕捉單元138的界定該前端區域的表面至該捕捉凹處206)的尺寸及形狀可以用任何適當或有利的方式來加以修改。如同以上作為範例所述加以建構的，該第一入口208係被配置以沿著一大致(或至少是實質)平行於該靶材104的一表面的第一方向傳送該主要的流動218進入該捕捉凹處206的第一區域220中。儘管在該舉例說明的實施例中，該第一入口208是從該下表面202朝向該上表面200延伸，但將會體認到的是，在其它實施例中，該第一入口208可以是和該下表面202間隔開的。儘管在該舉例說明的實施例中，該第一入口208的尺寸(例如，高度及寬度尺寸)被描繪成和在該第一區域220的捕捉凹處206的尺寸相同，但將會體認到的是，在其它實施例中，該第一入口208的尺寸(例如，高度及寬度尺寸)可以是不同於在該第一區域220的捕捉凹處206的尺寸。

【0027】 該第二入口204係從該捕捉凹處206延伸到該樣本捕捉單元138的上表面200。於是，該第二入口204係被配置以從一相鄰該樣本捕捉單元138的上表面200之第二位置傳送該載體氣體之一次要的流動222進入到該捕捉凹處206的第一區域224。載體氣體透過該第二入口204進入到該捕捉凹處206的第二區域224中的流動之一更詳細的繪圖係作為範例且概要地描繪在圖7中。在該舉例說明的實施例中，該第二入口是被配置為一圓管，其係具有在一從0.5mm到

0.85mm的範圍中(或是大約該值)之一直徑，且與該光學路徑122對準並且從該捕捉凹處206沿著該光學路徑122延伸至該上表面200至一2mm(或是大約該值)的高度h2(參見例如圖2A)。然而，將會體認到的是，根據例如是在該內部106中的第二位置處之載體氣體流速的因素，該第二入口204的任何部分(例如，從該樣本捕捉單元的上表面200至該捕捉凹處206)的尺寸及形狀可以用任何適當或有利的方​​式來加以修改。

【0028】 如同最佳在圖2及2A中所示的，從該上表面200延伸到該第二入口204中的壁之一轉換區域是圓形或斜面的。藉由提供一圓形或斜面的轉換區域，載體氣體進入到該第二入口204中的流動的亂流可被控制成適當或有利的。在一實施例中，該轉換區域的圓形或斜面可具有一0.25mm或是大約該值的半徑。因此，該第二入口204在該上表面200可具有一相對大的第一直徑，並且在一位於該轉換區域之下的位置可具有一相對小的第二直徑(例如，0.85mm或是大約該值)。然而，將會體認到的是，根據例如是在該內部106的一區域內的在該樣本捕捉單元138的上表面200之上的載體氣體流速之因素，該轉換區域的半徑可以是顯著地大於或小於0.25mm。

【0029】 如同以上作為範例所述加以建構的，該第二入口204係被配置以沿著一大致(或至少是實質)垂直於該靶材104的一表面之第二方向傳送該載體氣體進入到該捕捉凹處206的第二區域224中的流動。然而，在另一實施例中，該第二入口204可被配置以沿著一實質傾斜於該靶材104的一表面之第二方向傳送該載體氣體進入到該捕捉凹處206的第二區域224中之流動。再者，並且如同最佳在圖3中所示的，該第二入口204係被配置成使得該樣本產生器108是透過該第二入口204以及該捕捉凹處206(例如，沿著該光學路徑122)和該靶材104的一區域光學連通的。於是，雷射光300可以從該樣本產生器108沿著該光學路徑122而被導引通過該第二入口204以及該捕捉凹處206，以撞擊在一雷射剝蝕位置處的靶

材104之上。當該被導引的雷射光300撞擊在該雷射剝蝕位置處之靶材104時，一羽流302係包含從該靶材104射出或另外產生的靶材材料。

【0030】 根據例如是該靶材104的材料、該被導引的雷射光300的特徵、該載體氣體流速、等等之因素，該羽流的垂直擴充可能非常快速地發生。例如，在該被導引的雷射光300撞擊在該雷射剝蝕位置處的靶材104之後，該羽流可以在小於0.5ms(例如，約2ms)內延伸到該靶材104之上一約2mm的高度h3(參見例如圖3)。藉由透過該第二入口沿著該第二方向傳送該載體氣體進入到該第三區域的流動，該羽流的垂直擴充可加以避免、或者是最低限度地被再度夾帶，藉此降低或最小化靶材材料的羽流原本會佔用在該捕捉凹處206內的體積。藉由降低或最小化靶材材料的羽流佔用在該捕捉凹處206內之體積，在其中的靶材材料可以有效率地被捕捉並且轉移到該出口210，即如同將會在以下更加詳細描述者。

【0031】 該出口210係從該樣本捕捉單元138的一界定該後端區域表面延伸到該導引壁212在該捕捉凹處206內露出一區域。於是，該出口210係被配置以從該捕捉凹處206的一第三區域226接收載體氣體，因而該接收到的載體氣體可被傳送到(例如，經由該傳輸導管140)一位在該樣本捕捉單元138外的位置。在該舉例說明的實施例中，該出口210係包含一第一孔228以及一第二孔230，該第一孔228係具有一配置在該捕捉凹處206的第三區域226處之入口，並且該第二孔230係軸向地與該第一孔228對準並且從該第一孔228延伸到該樣本捕捉單元138的界定該後端區域的表面。該第一孔228以及該第二孔230係大致被配置以容納該傳輸導管140的一部分。在該舉例說明的實施例中，該第一孔228係具有一帶有第一直徑之圓形的橫截面，並且該第二孔230係具有一帶有大於該第一直徑的第二直徑之圓形的橫截面，以額外容納一出口導管密封232。該第一直徑可以是等於或稍微大於該傳輸導管140的外直徑(例如，因而該傳輸導管140可被插入該第一孔228中)、或者可以是小於或等於該傳輸導管140的內直徑。在一實施例中，

該第一孔228可具有一在0.5mm(或是大約該值)的範圍中之第一直徑。

【0032】 如同最佳在圖2及2B中所示的，一壁從該導引壁212延伸到該出口210中的一轉換區域是圓形或斜面的。藉由提供一圓形或斜面的轉換區域，載體氣體進入到該出口210中的流動的亂流可被控制為適當或有利的小。在一實施例中，該轉換區域的圓形或斜面可具有一0.1mm的半徑或是大約該值。因此，該出口210在該第一孔228的入口處(亦即，在該導引壁212之處)可具有一相對大的直徑(例如，0.82mm或是大約該值)，並且在該第一孔228的一中間區域內之一位置處可具有一相對小的直徑(例如，對應於該第一孔228的前述第一直徑)。然而，將會體認到的是，根據例如是在該捕捉凹處206的第三區域226內的載體氣體流速之因素，該轉換區域的半徑可以是顯著大於或小於0.1mm。

【0033】 該導引壁212係被配置以偏轉、引導(vector)或者是指引被引入該捕捉凹處206的載體氣體(例如，經由該開口214、該第一入口208以及該第二入口204中的一或多個)的一或多個流動，使得在該捕捉凹處206內透過該開口214所接收到的靶材材料的羽流的至少一部分係被該導引的載體氣體之流動所夾帶，藉此以便於可傳輸到該出口210中(參見例如圖5)。為了在此討論之目的，被傳輸到該出口210中的靶材材料係被該樣本捕捉單元138"捕捉"，並且因此亦可被稱為該靶材104的一"樣本"或是稱為一"靶材樣本"。在一實施例中，該導引壁212係被配置以導引該載體氣體的一或多個流動，使得載體氣體進入到該羽流302或是該出口210中的流動是層流的(laminar)或是準層流的。然而，在另一實施例中，該導引壁212係被配置以導引該載體氣體的一或多個流動，使得載體氣體進入到該羽流302或是該出口210中的流動是亂流的。類似地，該樣本捕捉單元138的前述特點(例如，該下表面202、導引壁212、開口214、第一入口208、第二入口204或類似者)中的一或多個可被配置成使得載體氣體在該靶材104的表面上以及在該捕捉凹處206外的流動是層流的、準層流的、亂流的、或是它們的組合。

【0034】 如同最佳在圖2中所示的，該導引壁212係被配置成使得該第一孔228的入口係相對於一界定該樣本捕捉單元138的前端區域之表面凹陷一2.5mm(或是大約該值)的距離。然而，將會體認到的是，根據例如是在該捕捉凹處206內的載體氣體流速以及該第二入口204在該樣本捕捉單元138內的位置及方位之因素，該第一孔228的入口相對於一界定該樣本捕捉單元138的前端區域之表面凹陷的距離可以是顯著地大於或小於2.5mm。如同最佳在圖2B中所示的，該導引壁212係被配置為在一相鄰該第一孔228的入口之區域中是彎曲的(例如，具有一在從0.9mm到1.1mm的範圍中或是大約該值的半徑之圓形彎曲的，其中心在該第二入口204的一軸上)。然而，將會體認到的是，根據例如是在該捕捉凹處206內的載體氣體流速與方向以及該第二入口204在該樣本捕捉單元138內的位置與方位之因素，該幾何配置可以用任何可能是適當或有利的方式來加以改變。

【0035】 若該樣本捕捉單元138被耦接至該傳輸導管，則被傳輸到該出口210中的樣本可以(例如，經由該傳輸導管140)被輸送到一位在該樣本捕捉單元138之外的位置。為了耦接該傳輸導管140至該樣本捕捉單元138，該傳輸導管140的一端(亦被稱為一"第一端"或是一"樣本接收端")係被插入該第二孔230中並且穿過該出口導管密封232。選配而且依據該第一孔228的直徑而定的是，該傳輸導管140可以進一步被插入該第一孔228中。在一實施例中，該傳輸導管140係被插入該第一孔228中，使得該樣本接收端是凹陷在該第一孔228內。例如，該樣本接收端可被凹陷在該第一孔228內，以和該第一孔228的入口間隔開藉由一範圍從1mm到3mm(或是大約該值)的距離。然而，在其它實施例中，該傳輸導管140係被插入該第一孔228內，使得該樣本接收端係和該第一孔228的入口齊平的、或是延伸超出該第一孔228的入口。在用上述的方式耦接該傳輸導管140至該樣本捕捉單元138之後，在該出口處接收到的載體氣體亦可以在該傳輸導管140內

被接收到，並且被輸送到一位在該樣本室102之外的位置(例如，至該樣本準備系統112)。

【0036】 除了該樣本接收端之外，該傳輸導管140可進一步包含一和該樣本接收端相對的第二端(在此亦被稱為一樣本注入端)。一般而言，該傳輸導管140是至少從該樣本接收端至該樣本注入端為實質直的，其具有一長度(被定義為從該樣本接收端至該樣本注入端)在一從20mm到2m的範圍中(例如，在一從50mm到500mm的範圍中、或是在一從100mm到600mm的範圍中、或是在一從200mm到500mm的範圍中、或是在一從200mm到450mm的範圍中、或是大約該範圍)、以及一內直徑在一從50 μ m到1mm的範圍中(例如，在一從50 μ m到500 μ m的範圍中、或是250 μ m、或是大約該值)。然而，將會體認到的是，根據例如是在該內部106中的壓力、該傳輸導管140的內直徑、該樣本室102以及該樣本準備系統112的配置之因素，該傳輸導管140的長度可以是小於20mm或是大於2m。類似地，根據例如是在該內部106中的壓力以及該傳輸導管140的長度之因素，該傳輸導管140的內直徑可以是小於50 μ m或是大於1mm。該傳輸導管140在該樣本接收端的內直徑可以是和該傳輸導管140在該樣本注入端的內直徑相同或不同的(亦即，較大或是較小的)。再者，該傳輸導管140沿著其長度的內直徑可以是至少實質固定的、或是可以變化的。在一實施例中，該傳輸導管140係被提供作為單一實質剛性管，其在該樣本接收端以及樣本注入端之間沒有閥。可形成該傳輸導管140之範例的材料係包含從由一玻璃、一聚合物、一陶瓷以及一金屬所構成的群組中選出的一或多種材料。然而，在一實施例中，該傳輸導管140是由融合(fused)玻璃所形成的。在另一實施例中，該傳輸導管140是由一種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)或類似者、或是其之一組合)、聚對苯二甲酸乙二酯或類似者、或是它們的組合。在又一實施例中，該傳輸導管140是由一種陶瓷材料所

形成的，例如氧化鋁(alumina)、藍寶石或類似者、或是它們的組合。在又一實施例中，該傳輸導管140是由一種金屬材料所形成的，例如不銹鋼、銅、鉑或類似者、或是它們的組合。

【0037】 如同以上作為範例所述加以建構的，該傳輸導管140可以有效率地從該樣本捕捉單元138傳輸一樣本至該樣本準備系統112。一樣本從一雷射剝蝕位置之有效率的捕捉及傳輸至該傳輸導管140，結合該樣本從該樣本捕捉單元138有效率的傳輸至該樣本準備系統112，此可以使得該分析系統110能夠產生具有相當短的波峰寬度(例如，在一從約10ms到約20ms的範圍中(例如12ms或是大約該值)，此係相對於一其中98%的總信號係在10ms內被觀察到的基線加以量測的)以及相對應地快速的消退(wash-out)時間之信號(例如，對應於靶材樣本的成分)。產生具有此種相當短的波峰寬度以及快速的消退時間之信號，其可以有助於促進該靶材104的高速及高靈敏度的組成分析。類似地，根據例如是在該內部106中的壓力、該傳輸導管140的長度以及該傳輸導管140的內直徑之因素，該波峰寬度可以有利地增大至1s或是大約該值。

【0038】 圖8是概要地描繪根據另一實施例的圖1中所示的該樣本捕捉單元納入一輔助的入口之橫截面圖。

【0039】 參照圖8，前述的樣本捕捉單元可進一步包含一例如是輔助的入口800之輔助的入口，其係從該捕捉凹處206延伸至該樣本捕捉單元138的上表面200。於是，該輔助的入口800係被配置以從一相鄰該樣本捕捉單元138的上表面200之第三位置傳送該載體氣體的一輔助的流動802而進入到該捕捉凹處206的第一第四區域804中。在被引入該第四區域804中之後，該輔助的流動802可以和存在於該捕捉凹處206內之被導引的載體氣體的流動混合，並且之後被傳輸到該出口210。在該舉例說明的實施例中，該第四區域804是比該第三區域226較靠近到該第一區域220。然而，在其它實施例中，該第四區域804可以是比該第一區域

220較靠近到該第三區域226、或者可以是在介於該第一區域220以及該第三區域226之間等距的。

【0040】 在該舉例說明的實施例中，該輔助的入口係被配置為一圓管，其係具有一等於或不同於(例如，大於或小於)該第二入口的直徑之直徑。然而，將會體認到的是，根據例如是在該內部106中的該第二位置處的載體氣體流速之因素，該輔助的入口800的任何部分(例如，從該樣本捕捉單元的上表面200至該捕捉凹處206)的尺寸及形狀可以用任何適當或有利的方​​式來加以修改。儘管未被描繪，該輔助的入口可包含一具有一轉換區域的壁，該轉換區域係從該上表面200延伸到該輔助的入口800並且是用以上相關於該第二入口204所論述的方式加以配置。如同以上作為範例所述加以建構的，該輔助的入口800係被配置以沿著一第三方向傳送該輔助的流動802到該捕捉凹處206的第四區域804，該第三方向例如是不同於前述的第一方向及第二方向。在一實施例中，當該樣本捕捉單元138是可運作地接近該靶材104時，該第三方向可以是實質傾斜、至少實質平行、或是至少實質垂直於該靶材104的表面。

【0041】 儘管該輔助的入口800被描繪為一體地形成在該樣本捕捉單元138的主體內，但將會體認到的是，該輔助的入口800可以由一不同的構件個別地形成，其接著耦接至該樣本捕捉單元138的主體。再者，儘管該輔助的入口800係被描繪成發送載體氣體之輔助的流動802進入到該捕捉凹處206的第四區域804，但是該輔助的入口800可以被設置、定向或另外配置以發送載體氣體之輔助的流動802進入到該第一區域220、第三區域226、或是第二區域224(例如，該輔助的入口800可以延伸至該第二入口204)。在該舉例說明的實施例中，該輔助的入口800係被配置以沿著一朝向該出口210及靶材104延伸的第三方向傳送載體氣體之輔助的流動802進入到該捕捉凹處206。然而，在其它實施例中，該第三方向可以朝向該出口210但遠離該靶材104、朝向該第一入口208及靶材104、

朝向該第一入口208但遠離該靶材104或類似者、或是其之一組合來延伸。

【0042】 儘管該輔助的入口800在以上描述成被配置以從相鄰該樣本捕捉單元138的上表面200之第三位置傳送載體氣體之輔助的流動802到該捕捉凹處206中，但將會體認到的是，該輔助的入口800可被配置以從相鄰該樣本捕捉單元138的任意表面之任意位置傳送該載體氣體的一流動。再者，儘管該輔助的入口800在以上描述成被配置以發送載體氣體進入到該捕捉凹處206的一流動，但將會體認到的是，該樣本捕捉單元138可被配置成使得該輔助的入口800可耦接至一外部的輔助流體源(例如，包含一例如是氦氣、氬氣、氮氣、水蒸氣、霧化或噴霧的流體、霧化或噴霧的溶劑、離散的液滴或類似者、或是其之一組合之流體，其係包含微粒、奈米粒子、或例如是細胞的生物學的樣本)。在此種配置中，該輔助的入口800可以傳送一種不同於該載體氣體的流體進入到該捕捉凹處206中、或是可以傳送該載體氣體之一輔助的流動進入到該捕捉凹處206中，該輔助的流動係具有一不同於藉由該一或多個注入噴嘴120所產生的載體氣體流之特徵(例如，一不同的溫度、一不同的流速、等等)。將會體認到的是，任何藉由該輔助的入口800而被引入該捕捉凹處206的流體可以和存在於該捕捉凹處206內之被導引的載體氣體流動混合，並且之後被傳輸到該出口210。在一實施例中，當耦接至一輔助流體源時，該輔助的入口800可以傳送例如是氮氣或水蒸氣的一或多種流體以促進樣本計數、雷射剝蝕標準化、校準或類似者、或是其之一組合。

【0043】 圖9是概要地描繪一耦接至一樣本準備系統的注入器以及一分析系統的一部分的一實施例之橫截面圖。

【0044】 在圖9中作為範例所描繪的實施例中，該樣本準備系統112可被設置以作為一ICP火炬900，該ICP火炬900係包含一圍繞其中一電漿可被產生的一空間904的外部管902(在此亦被稱為一"限制管902")、一配置在該限制管902之內

且和該限制管902的一注入軸910同軸的內部管906(在此亦被稱為一"電漿氣體管906")、以及一被配置以在藉由一RF電源(未顯示)激勵時離子化在該空間904內之氣體來產生一電漿912(例如，佔有在該空間904內之暗色陰影的區域)的線圈908。儘管該樣本準備系統112係被描繪為包含一線圈908，但將會體認到的是，該樣本準備系統112可以替代或額外地包含其它配置的離子化機構。例如，一組(例如，一對)平板可被設置在該限制管902之外，以離子化在該空間904內之電漿氣體來產生該電漿。

【0045】 在該舉例說明的實施例中，該限制管902以及該電漿氣體管906係和彼此間隔開，以界定一環狀的外部氣體傳送導管914(亦被稱為一"冷卻氣體傳送導管")，該導管914可以耦接至一氣體源(例如，一加壓氣體的貯存器，其未被展示)以接收氣體(例如，氬氣)之一外部的流動916(亦被稱為一"冷卻流")並且傳送該接收到的氣體之外部的流動916進入到該空間904中(例如是以一範圍從10L/min到15L/min或是大約該值的流速傳送)。經由該外部的流動916而被引入該空間904的氣體可被離子化，以形成前述的電漿912。一般而言，所產生的電漿912係具有一約1.5kW或更低的功率。然而，在一實施例中，該產生的電漿912可具有一高於1.5kW的功率(例如，足以熔化該限制管902)。在此種實施例中，經由該外部的流動916而被引入該空間904的氣體亦可被利用來冷卻該限制管902，以避免該限制管902熔化。

【0046】 選配的是，該電漿氣體管906可以耦接至一輔助的氣體源(例如，一加壓氣體的貯存器，其未被展示)以接收氣體(例如，氬氣)之一中間的流動918(亦被稱為一"輔助的流動")並且傳送該接收到的氣體之中間的流動918進入到該空間904中(例如，以一範圍從1L/min到2L/min的流速傳送)。經由該中間的流動918而被引入該空間904的氣體可被利用以調整該電漿912沿著該注入軸910相對於該限制管902的基底位置。

【0047】 產生在該空間904內之電漿912的一部分係接著藉由依序地通過該分析系統110的一介面(例如，一包含一取樣圓錐體920以及一截取圓錐體(skimmer cone)922的介面)而被傳輸到該分析系統110(例如，一MS系統)中。儘管該分析系統110係被描繪為具有一帶有該取樣圓錐體920以及該截取圓錐體922之介面，但將會體認到的是，該介面可以用任何適當或有利的方式而被不同地配置。若前述產生在該樣本室102內的靶材材料被引入到產生在該空間904內之電漿中，則該靶材材料可被傳輸到該分析系統110中以用於組成分析。

【0048】 為了促進該樣本透過該傳輸導管140引入到一例如是樣本準備系統112的樣本準備系統中，該裝置100可包含一例如是注入器924的注入器。該注入器924可以藉由任何適當或有利的機構而為可分離地耦接至、或者是被配置成可運作地接近到該樣本準備系統112。在該舉例說明的實施例中，該注入器924可包含一具有一流體注入端928之外部導管926以及前述的傳輸導管140。

【0049】 一般而言，該外部導管926係被配置在該電漿氣體管906之內，和該注入軸910同軸並且被配置以耦接至一流體源(例如，一或多個加壓氣體的貯存器，其未被展示)以接收一流體(例如，氫氣)之一外部的注入器流動930。在該外部的注入器流動930之內的流體是透過該外部導管926的一流體注入端928而可注入到該空間904中。一般而言，該外部導管926在該流體注入端928處的內直徑是在一從1.5mm到3mm的範圍中(例如，2mm或是大約該值)。在從該流體注入端928注入該流體到該空間904之際，一中央通道932(例如，佔有在該空間904內之淺色陰影的區域)可被形成在其中、或是"穿透"該電漿912。再者，透過該流體注入端928而被注入到該空間904中之流體係趨向產生一相當接近該流體注入端928的第一區域934，其特徵是流體(例如，包含來自該外部的注入器流動930的流體以及可能來自該中間的流動918的氣體)之一相當高度的亂流。亂流係沿著該注入軸910，隨著從該流體注入端928到該電漿912的距離增加而快速地減小。於

是，一沿著該注入軸910相對遠離該流體注入端928並且位在該中央通道932內之第二區域的特徵可以是在於流體(例如，包含來自該外部的注入器流動930的流體以及可能來自該中間的流動918的氣體)之一相當低度的亂流。

【0050】 一般而言，該傳輸導管140係被配置以導引一包含前述的靶材樣本之載體流動936，以及任何其它透過該傳輸導管140載有該樣本的流體(例如，前述的載體氣體、任何藉由該輔助的入口800而被引入該捕捉凹處206的流體或類似者、或是其之一組合)通過前述的樣本注入端(在938處所指出的)。當被導引通過傳輸導管140並且穿過該樣本注入端938時，該載體流動936(以及因此內含在其中的樣本)係可注入到該空間904中(例如，沿著該注入軸910)，其可以在該處被離子化並且接著傳送至該分析系統110。

【0051】 在一實施例中，該傳輸導管140可被配置在該外部導管926內，和該注入軸910同軸，以使得該樣本注入端938是可被設置在該外部導管926之內、可被設置在該外部導管926之外、或是它們的組合。例如，該傳輸導管140可被配置在該外部導管926之內，以使得該樣本注入端938是位在該外部導管926之內，並且與該流體注入端928間隔開一段範圍從0mm到20mm的距離。在另一例子中，傳輸導管140可被配置在該外部導管926之內，以使得該樣本注入端938是位在該外部導管926之外，並且與該流體注入端928間隔開一段範圍從大於0mm到15mm的距離(例如，一段範圍從6mm到12mm的距離、或是一段範圍從8mm到12mm的距離，或是一段範圍從10mm到12mm的距離、或是一段12mm的距離、或是大約該值)。根據例如是該外部導管926的配置、該外部的注入器流動930離開該外部導管926的流速以及該樣本準備系統112的配置之因素，將會體認到的是，該樣本注入端938可以是位在該外部導管926之內並且與該流體注入端928間隔開一段大於20mm的距離(或是可以位在該外部導管926之外並且與該流體注入端928間隔開一段大於15mm的距離)。該傳輸導管140相對於該外部導管926的位

置可以是固定的、或者可以是可調整的。

【0052】 在一實施例中，該樣本注入端938之相對的位置可被選擇或者另外調整，以被設置在一特徵是流體亂流小於和前述的第一區域934相關的流體亂流之位置處(例如，在該空間904內)。例如，該樣本注入端938可被設置成是安排在前述的第二區域之內。當該樣本注入端938位在該第二區域之內，並且當該載體流動936從該樣本注入端938被注入時，在該電漿912的中央通道932內之離子化的靶材樣本的橫向擴散相較於該中央通道932可被顯著地降低(例如，如同藉由該離子化的靶材樣本之相當聚焦的射束940所指出)。因此，該射束940可被保持相對於該分析系統110的介面至少實質在軸上的，以強化該分析系統110可得的取樣效率以及該分析系統110的靈敏度。

【0053】 在一實施例中，該注入器924可包含一被配置以維持該傳輸導管140的徑向位置在該外部導管926之內的中心校正構件(centering member)942。如同作為範例所繪的，該中心校正構件942可被設置在該外部導管926內，並且包含該傳輸導管140可被插入穿過的一中央孔944、以及複數個徑向且繞著該中央孔944圓周地被設置以允許該外部的注入器流動930從前述的流體源傳送至該流體注入端928的週邊孔946。在一實施例中，該注入器924可進一步包含一被配置以幫助導引該傳輸導管140從一位在該注入器924之外的位置插入到該中心校正構件942中的導管導件948。

【0054】 如同以上作為範例所述加以建構的，該注入器924的外部導管926可具有和一習知的ICP火炬注入器相同的主要功能，在於其係提供一流體流動(例如，Ar或是其與氮氣或氬氣的混合物)，此係建立該樣本被引入於其中的電漿912的中央通道。在上述的注入器924中，該傳輸導管140並不需要如上所述地耦接至該樣本捕捉單元138。在其它此種實施例中，該傳輸導管140可以替代或是額外地被用來經由一例如是樣本準備系統112或類似者的樣本準備系統引入一標

準(例如，用以致能儀器參數的最佳化、致能校準、等等)到該分析系統110中。此種標準可以被引入為一氣溶膠或是烘乾的氣溶膠(例如從一噴霧器、或是從一液滴產生器被引入為離散的液滴、或是藉由化學或熱的手段產生而被引入為一氣體或蒸氣、等等)。該標準甚至可以是來自一除了該樣本室102之外的樣本室之一氣溶膠。在其它此種實施例中，該傳輸導管140可以替代或是額外地被用來引入額外的氣體到該樣本準備系統112中(例如，氦氣、氮氣、例如從熱蒸發或是一噴霧器或液滴產生器所衍生出的水蒸氣、等等)。

【0055】 在一實施例中，該樣本室102可被一離散的液滴產生器所取代、或是結合一離散的液滴產生器來加以使用(例如，該液滴產生器係從壓電或熱噴墨技術衍生出，儘管任何能夠傳遞小於 $25\mu\text{m}$ 或大約該值的微粒至該樣本準備系統112之離散的液滴來源都將會是可行的)。在某些應用中，一連續的液滴來源例如是來自一噴霧器或是蒸氣(例如，水蒸氣)的連續的流動。在此種實施例中，該些液滴產生器可以耦接至一去溶劑化臺以實行該些液滴之在先的蒸發(其可以是完全或部分的)。液滴/去溶劑化技術是眾所週知而且廣為公開的。

【0056】 在一實施例中，該液滴產生器以及所附的去溶劑化單元可包含兩種操作模式。在一第一操作模式中，該液滴產生器以及所附的去溶劑化單元可以取代該樣本室102來作為該樣本來源，在此情形中，一樣本可以直接被引入到該注入器924的傳輸導管140中，而為一序列的具有在低或次微米的範圍中的直徑(在去溶劑化之後)之離散的液滴。例如，這些液滴可包含各式各樣的液體樣本，其包含例如是單細胞的生物學樣本或是微米或奈米微粒之液滴。在一第二操作模式中，該液滴產生器以及所附的去溶劑化單元可以同時運行，並且和該樣本產生器108以及樣本室102同步，因而該些液滴可以和包含該靶材材料的氣溶膠同時被引入該傳輸導管、或是依序地在單一或是多個事件中和包含該靶材材料的氣溶膠交替地被引入。此第二操作模式係提供一用於校準(例如，若該些

液滴包含標準時)的機制、一用於電漿狀況的控制(例如，若該些液滴包含一溶劑時)的機制、或是一用於一可被利用於儀器參數的最佳化之準連續的信號輸出的機制。

【0057】 圖10是概要地描繪一去溶劑化單元耦接在一液滴產生器以及一例如是圖9中所示的該注入器的注入器之間的一實施例之部分橫截面圖。

【0058】 參照圖10，該去溶劑化單元可包含一被配置以接收一液滴及/或蒸氣的流動(例如，如同在1之處所指出的)以及一或多個去溶氣體的流動(例如，如同在2之處所指出的)的配接器4，其中該些接收到的液滴、蒸氣以及其它氣體流動可加以混合，並且之後透過一管5(例如，一不銹鋼管)而被傳輸(例如，在重力及/或該去溶氣體的流動之影響下垂直地向下)到一配接器耦合6的一第一入口，該配接器耦合6可進一步包含一被配置以接收一補償(make-up)流體的一流動(例如，如同在3之處所指出的)之第二入口。在該配接器耦合6之內，該些混合的液滴、蒸氣以及其它氣體流動係藉由補償流體的流動所夾帶，透過一漸縮的減徑管(tapered reducer)7而被傳輸且進入該傳輸導管140，並且之後進入到前述的注入器924中。將會體認到的是，由該減徑管7所提供的漸縮(taper)可以被做成充分漸進的，以避免帶來非所要的亂流及粒子損失。

【0059】 如上所述建構的，該舉例說明的液滴產生器以及相關的去溶劑化單元係取代以上論述的樣本室102以及樣本捕捉單元138。然而，在另一實施例中，該舉例說明的液滴產生器以及相關的去溶劑化單元可以和該樣本室102及/或樣本捕捉單元138成一直線地被置放。在此種實施例中，一開口可以形成在該傳輸導管140中的一介於該樣本接收端(其係被設置在該樣本室102內，且耦接至該樣本捕捉單元138)以及該樣本注入端938(其係被設置在該注入器924內)之間的位置處，因而該配接器耦合6可以耦接至該傳輸導管140以將該管5設置成和該傳輸導管140的內部流體連通。

【0060】 先前的內容是說明本發明的範例實施例，並且不是欲被解釋為限制本發明。儘管一些範例實施例已經被敘述，但是熟習此項技術者將會容易地體認到許多修改是可能的，而不實質脫離本發明的新穎教示及優點。於是，所有此種修改都欲被納入在如同以下的申請專利範圍中界定之本發明的範疇內。

【符號說明】

【0061】

- 1：液滴及/或蒸氣的流動
- 2：去溶氣體的流動
- 3：補償流體的流動
- 4：配接器
- 5：管
- 6：配接器耦合7減徑管
- 100：裝置
- 102：樣本室
- 104：靶材
- 106：內部
- 108：樣本產生器
- 110：分析系統
- 112：樣本準備系統
- 114：框架
- 116：光學埠
- 118：透射窗口
- 120：注入噴嘴
- 122：光學路徑

- 124：靶材座
- 126：托架
- 128：定位台
- 130：基底
- 132：第一側
- 134：第二側
- 136：末端受動器
- 138：樣本捕捉單元
- 140：傳輸導管
- 142：單元支撐件
- 200：上表面
- 202：下表面
- 204：第二入口
- 206：捕捉凹處
- 208：第一入口
- 210：出口
- 212：導引壁
- 214：開口
- 216：表面流動
- 218：主要的流動
- 220：第一區域
- 222：次要的流動
- 224：第二區域
- 226：第三區域

228：第一孔
230：第二孔
232：出口導管密封
300：雷射光
302：羽流
800：輔助的入口
802：輔助的流動
804：第四區域
900：ICP火炬
902：外部管(限制管)
904：空間
906：內部管(電漿氣體管)
908：線圈
910：注入軸
912：電漿
914：外部(冷卻)氣體傳送導管
916：外部的流動
918：中間的流動
920：取樣圓錐體
922：截取圓錐體
924：注入器
926：外部導管
928：流體注入端
930：外部的注入器流動

932：中央通道

934：第一區域

936：載體流動

938：樣本注入端

940：射束

942：中心校正構件

944：中央孔

946：週邊孔

948：導管導件

h1：高度

h2：高度

h3：高度

w：寬度

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於處理靶材之裝置

【英文發明名稱】 AN APPARATUS FOR HANDLING A TARGET

相關申請案

【0001】 此申請案係主張2013年2月14日申請的美國臨時專利申請案號61/764,976的權益，該申請案就像是在此完整闡述地被納入作為參考。

【技術領域】

【0002】 本發明在此作為範例所述的實施例係大致有關用於處理從一靶材(target)的一雷射剝蝕(ablation)位置射出或另外產生的靶材材料(例如，微粒及/或蒸氣的形式)之裝置及方法。更具體而言，本發明的實施例有關用於有效率地捕捉靶材材料、用於有效率地輸送一包含該靶材材料的樣本以及用於有效率地注入一包含該靶材材料的樣本到一樣本準備系統中之裝置及方法。本發明在此作為範例所述的實施例亦大致有關一種用於處理在一樣本室內的一靶材之裝置。更具體而言，本發明的實施例係有關用於在降低的延遲及動態遲滯(motion hysteresis)下調整一靶材座(holder)的位置之裝置及方法。

【先前技術】

【0003】 雷射剝蝕感應耦合電漿質譜法(LA-ICP-MS)或是雷射剝蝕感應耦合電漿發射光譜法(LA-ICP-OES)技術可被利用來分析一靶材(例如，一固體或液體的靶材材料)的成分。通常，該靶材的一具有氣溶膠(aerosol，亦即固體以及可能的液體微粒及/或蒸氣懸浮在一種例如是氮氣的載體氣體中)的形式之樣本係被提供至一分析系統。該樣本通常是藉由將該靶材配置在一雷射剝蝕室內、將一載體氣體流引入到該室內、以及利用一或多個雷射脈波來剝蝕該靶材的一

部分以產生一包含從該靶材(在以下被稱為"靶材材料")射出或另外產生且被懸浮在該載體氣體內的微粒及/或蒸氣之羽流(plume)來加以產生的。夾帶在該流動的載體氣體內之靶材材料係經由一輸送導管而被輸送到一分析系統，而到一在其中被離子化的ICP火炬(torch)。一包含該些離子化的微粒及/或蒸氣的電漿係接著藉由一例如是MS或OES系統的分析系統來加以分析。

【0004】 然而，例如是LA-ICP-MS以及LA-ICP-OES的習知技術用以在一合理的時間範圍內實行一靶材之高解析度的組成分析(亦即，"成像")是非所要的緩慢。例如，目前的技術非所要地花費高達約278小時以一 $10\mu\text{m}$ 的像素解析度來成像一 100mm^2 的區域。此外，對於微米尺寸以及次微米端的微粒(例如，奈米粒子)之高解析度的成像或分析而言，目前例如是LA-ICP-MS以及LA-ICP-OES的技術亦不夠靈敏。在此揭露的範例實施例係解決和習知的組成分析技術相關的這些問題及其它問題。

【發明內容】

【0005】 一種用於處理從一靶材的一雷射剝蝕位置被移除的靶材材料之裝置，該裝置係包括：一被配置以安排成可運作地接近該靶材的樣本捕捉單元，該樣本捕捉單元係包含：一具有一形成在該捕捉單元的一表面中的開口之捕捉凹處，其中當該樣本捕捉單元是可運作地接近該靶材時，該捕捉凹處係被配置以透過該開口來接收從該雷射剝蝕位置射出或產生的靶材材料；一和該捕捉凹處流體連通的第一入口，其中該第一入口係被配置以從一相鄰該捕捉單元的一外部之第一位置傳送一載體氣體進入該捕捉凹處的一區域之一流動；以及一和該捕捉凹處流體連通並且被配置以從該捕捉凹處的另一區域接收載體氣體的出口。

【0006】 一種用於處理一靶材之裝置，該裝置係包括：一具有一第一側以及一第二側的基底；一被配置以支承該靶材的靶材座；一可動地設置在該基底

【發明摘要】

【中文發明名稱】 用於處理靶材之裝置

【英文發明名稱】 AN APPARATUS FOR HANDLING A TARGET

【中文】

一種雷射剝蝕系統，其包含被配置以在其內部106中容納一靶材104的樣本室102、一被配置以移除該靶材104的一部分(其接著可被捕捉為一樣本)的樣本產生器108、以及一被配置以分析該樣本的一成分的分析系統110。一在接近該靶材之該室內的樣本捕捉單元，其具有一被配置以接收靶材材料的捕捉凹處、一被配置以從一相鄰該捕捉單元的外部傳輸一載體氣體之一流動進入該捕捉凹處的一區域的第一入口；以及一配置以從該捕捉凹處的另一區域接收載體氣體的出口。該樣本室102包含一注入噴嘴120，該注入噴嘴被配置以引入一例如是載體氣體的流體進入該內部106。

【英文】

A laser ablation system includes a sample chamber 102 configured to accommodate a target 104 within an interior 106 thereof, a sample generator 108 configured to remove a portion of the target 104 (which may be subsequently captured as a sample) and an analysis system 110 configured to analyze a composition of the sample. A sample capture cell in the chamber proximate to the target has a capture cavity configured to receive target material, a first inlet configured to transmit a flow of a carrier gas from a first location adjacent to an exterior of the capture cell into a region of the capture cavity; and an outlet configured to receive carrier gas from another region of the capture cavity. The

sample chamber 102 includes an injection nozzle 120 configured to introduce, into the interior 106, a fluid such as a carrier gas.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 100：裝置
- 102：樣本室
- 104：靶材
- 106：內部
- 108：樣本產生器
- 110：分析系統
- 112：樣本準備系統
- 114：框架
- 116：光學埠
- 118：透射窗口
- 120：注入噴嘴
- 122：光學路徑
- 124：靶材座
- 126：托架
- 128：定位台
- 130：基底
- 132：第一側
- 134：第二側
- 136：末端受動器

138：樣本捕捉單元

140：傳輸導管

142：單元支撐件

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】一種用於處理靶材之裝置，該裝置係包括：

基底，其具有第一側以及第二側；

靶材座，其被配置以支承該靶材；

托架，其可動地設置在該基底的該第一側處，其中該托架被配置以支承靶材座；以及

定位台，其可動地設置在該基底的該第二側處，其中該托架以及該定位台是透過該基底彼此磁性地耦合。

【第 2 項】如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該定位台是可相對於該基底線性地平移。

【第 3 項】如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其中該定位台是可相對於該基底旋轉。

【第 4 項】如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其中該托架包括至少一磁鐵。

【第 5 項】如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其中該托架包括至少一軸承，其被配置以接觸該基底的該第一側。

【第 6 項】如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其進一步包括樣本產生器，其被配置以導引雷射光的射束沿著光學路徑到可藉由該靶材座支承的靶材之上，雷射光的該射束被配置以剝蝕在雷射剝蝕位置處之該靶材的至少一部分。

【第 7 項】如申請專利範圍第 6 項之裝置，其中該托架是可相對於該光學路徑移動。

【第 8 項】如申請專利範圍第 6 項之裝置，其進一步包括樣本捕捉單元，其被配置以捕捉含有從在該雷射剝蝕位置處的該靶材的該至少一部分射出的微粒之氣溶膠的至少一部分。

【第 9 項】如申請專利範圍第 8 項之裝置，其中該托架是可相對於該樣本捕捉單元移動。