



(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 I614488 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：103104712

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 12 日

(51)Int. Cl. : G01N1/44 (2006.01)

G01N27/62 (2006.01)

G01N21/73 (2006.01)

(30)優先權：2013/02/14 美國

61/764,976

(71)申請人：伊雷克托科學工業股份有限公司 (美國) ELECTRO SCIENTIFIC INDUSTRIES, INC.
(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：

US 5504327

US 7572999B2

審查人員：劉守禮

申請專利範圍項數：24 項 圖式數：10 共 51 頁

(54)名稱

注入器、注入器裝置、樣本準備裝置以及將氣溶膠樣本注入電漿火炬的方法

INJECTOR, INJECTOR APPARATUS, SAMPLE PREPARATION APPARATUS AND METHOD FOR
INJECTING AN AEROSOL SAMPLE INTO A PLASMA TORCH

(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：

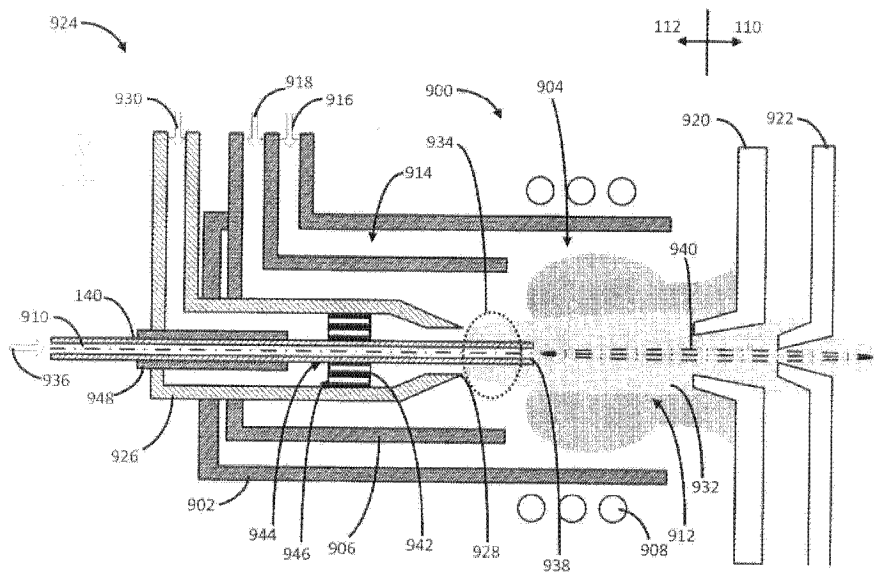


圖9

符號簡單說明：

- 110 . . . 分析系統
- 112 . . . 樣本準備系統
- 140 . . . 傳輸導管
- 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

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

注入器、注入器裝置、樣本準備裝置以及將氣溶膠樣本注入電漿火炬的方法

INJECTOR, INJECTOR APPARATUS, SAMPLE PREPARATION APPARATUS AND METHOD FOR INJECTING AN AEROSOL SAMPLE INTO A PLASMA TORCH

【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】 一種裝置，其係包括：一被配置以安排成可運作地接近一電漿火炬的注入器，該電漿火炬係被配置以在其之一限制管內產生一電漿，該注入器係包含：一具有一流體注入端的外部導管，其中該外部導管係被

配置以傳輸一流體之一外部的注入器流動至該流體注入端，使得該流體係可從該流體注入端注入到該限制管中；以及一在該流體注入端被設置在該外部導管內並且具有一樣本注入端的傳輸導管，其中該傳輸導管係被配置成使得一包含材料的載體流動是可透過該樣本注入端注入的。

【圖式簡單說明】

【0006】

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】

【0007】 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。

【0008】 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。

【0009】 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。

【0010】 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。

【0011】 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，氦、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)。

【0012】 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。

【0013】 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、或是其中之一組合)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。

【0014】 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。

【0015】 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 $0.4\mu\text{m}$ 到約 $0.8\mu\text{m}$ 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。

【0016】 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。

【0017】 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 $11\mu\text{m}$ 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 $1\mu\text{m}$ 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。

【0018】 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。

【0019】 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。

【0020】 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。

【0021】 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。

【0022】 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。

【0023】 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 。

【0024】 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)。

【0025】 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 進入該捕捉凹處 206 的一第一區域 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。

【0026】 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 的一第二區域 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。

【0027】 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小。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。

【0028】 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。

【0029】 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 h_3 (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。

【0030】 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。

【0031】 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。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。

【0032】 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。

【0033】 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。

【0034】 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)。

【0035】 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。

【0036】 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。

【0037】 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。

【0038】 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。

【0039】 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。

【0040】 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。

【0041】 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，包含一例如是氮氣、氬氣、氦氣、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 可以傳送例如是氬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。

【0042】 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。

【0043】 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 同軸的内部管 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。

【0044】 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。

【0045】 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。

【0046】 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。

【0047】 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。

【0048】 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，氬氣)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。

【0049】 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。

【0050】 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。

【0051】 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。

【0052】 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。

【0053】 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)。

【0054】 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 μ 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前的蒸發(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。

【0055】 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。

【0056】 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。

【0057】 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。

【0058】 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。

【0059】 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】

【0060】

- 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

發明摘要

※ 申請案號：103104712

※ 申請日：103.2.12

※IPC 分類：G01N 1/44 (2006.01)
G01N 27/62 (2006.01)
G01N 21/73 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

注入器、注入器裝置、樣本準備裝置以及將氣溶膠樣本注入電漿火炬的方法

INJECTOR, INJECTOR APPARATUS, SAMPLE PREPARATION APPARATUS AND METHOD FOR INJECTING AN AEROSOL SAMPLE INTO A PLASMA TORCH

【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.

申請專利範圍

1.一種用以將氣溶膠(aerosol)樣本注入感應耦合電漿(ICP)火炬的注入器，該 ICP 火炬具有限制管，該注入器包括：

外部導管，其具有流體輸入埠以及與該流體輸入埠流體連通的流體注入端，其中，該流體輸入埠被配置以接收含有流體的第一材料流動，並且該外部導管被配置以將該第一材料流動從該流體輸入埠傳輸至該流體注入端，使得該流體可從該流體注入端注入到該限制管中；以及

傳輸導管，其被設置在該外部導管內並且具有樣本接收端和樣本注入端，其中，該樣本接收端被配置以接收含有氣溶膠的第二材料流動，並且，該傳輸導管係被配置以將來自該樣本接收端的該第二材料流動傳輸至該樣本注入端，使得該氣溶膠可從該樣本注入端注入到該限制管中，

其中，該傳輸導管與該外部導管同軸，並且該注入器僅包括被配置以傳輸材料流動的兩個同軸導管。

2.如申請專利範圍第 1 項之注入器，其中該樣本注入端位在該外部導管內。

3.如申請專利範圍第 1 項之注入器，其中該樣本注入端位在該外部導管之外。

4.如申請專利範圍第 1 項之注入器，其中流體注入端的內直徑是在從 1.5mm 到 3mm 的範圍中。

5.如申請專利範圍第 1 項之注入器，其中該樣本接收端的內直徑等於該樣本注入端的內直徑。

6.如申請專利範圍第 1 項之注入器，其中：

該外部導管從該流體注入端沿著注入軸延伸，

該傳輸導管從該樣本注入端沿著該注入軸延伸，以及

該樣本注入端與該流體注入端間隔開一段範圍從 0mm 到 20mm 的距離。

7.如申請專利範圍第 6 項之注入器，其中該樣本注入端與該流體注入端間隔開一段範圍從 0mm 到 15mm 的距離。

8.一種注入器裝置，該注入器裝置包括：

注入器，其被配置以可運作地接近電漿火炬，該電漿火炬被配置以在其限制管內產生電漿，該注入器包括：

外部導管，其具有流體注入端，其中該外部導管被配置以將含有流體的外部注入器流動傳輸至該流體注入端，使得該流體可從該流體注入端注入到該限制管中；以及

傳輸導管，其在該流體注入端被設置在該外部導管內並且具有樣本注入端，其中，該傳輸導管被配置成使得包含材料的載體流動可透過該樣本注入端注入，

其中，該外部導管被配置以在該限制管內產生包含具有相對高度亂流之流體流動的第一區域以及包含具有相對低度亂流之流體流動的第二區域，其中該第一區域是比該第二區域較靠近到該流體注入端；以及

該傳輸導管具有位在該第二區域內之該樣本注入端，其中該傳輸導管被配置成使得包含材料的該載體流動可從該樣本注入端注入到該第二區域中。

9.如申請專利範圍第 8 項之注入器裝置，其中該外部導管從該流體注入端沿著注入軸延伸，並且該傳輸導管從該樣本注入端沿著該注入軸延伸。

10.如申請專利範圍第 8 項之注入器裝置，其中該外部導管以及該傳輸導管是同軸的。

11.如申請專利範圍第 8 項之注入器裝置，其中樣本注入端延伸超出該流體注入端一段在大於 1mm 的範圍中之距離。

12.如申請專利範圍第 8 項之注入器裝置，其中該電漿火炬包括感應耦合電漿(ICP)火炬。

13. 一種樣本準備裝置，該樣本準備裝置包括：

電漿火炬，該電漿火炬界定電漿可被產生的空間，以及

注入器，該注入器包括：

外部導管，其具有流體輸入埠以及與該流體輸入埠流體連通的流體注入端，其中，該流體輸入埠被配置以接收含有流體的第一材料流動，並且該外部導管被配置以將來自該流體輸入埠的該第一材料流動傳輸至該流體注入端，使得該流體可從該流體注入端注入到該空間中；以及

傳輸導管，其被設置在該外部導管內並且具有樣本接收端和樣本注入端，其中，該樣本接收端被配置以接收含有氣溶膠的第二材料流動，並且該傳輸導管被配置以將來自該樣本接收端的該第二材料流動傳輸至該樣本注入端，使得該氣溶膠可從該樣本注入端注入到該空間中，

其中，該傳輸導管與該外部導管同軸，並且該注入器僅包括被配置以傳輸材料流動的兩個同軸導管。

14.如申請專利範圍第 13 項之樣本準備裝置，其進一步包括具有內部的樣本室，該內部係被配置以容納靶材，該氣溶膠是從該靶材移除的。

15.如申請專利範圍第 14 項之樣本準備裝置，其中該傳輸導管的該樣本

接收端被設置在該樣本室內。

16.如申請專利範圍第 15 項之樣本準備裝置，其進一步包括樣本捕捉單元，該樣本捕捉單元耦接至該傳輸導管的該樣本接收端並且被配置以捕捉該氣溶膠並且傳輸被捕捉的該氣溶膠至該傳輸導管。

17.如申請專利範圍第 13 項之樣本準備裝置，其進一步包括和該傳輸導管的內部流體連通之液滴產生器，該液滴產生器被配置以傳遞微粒到該傳輸導管的該內部中。

18.如申請專利範圍第 17 項之樣本準備裝置，其進一步包括耦接在該液滴產生器以及該傳輸導管之間的去溶劑化單元。

19. 一種將氣溶膠樣本注入電漿火炬的方法，該方法包括：

將注入器配置以可運作地接近電漿火炬，該注入器具有第一導管和被設置在該第一導管內的第二導管；

從該第一導管的注入端將第一材料流動注入到由該電漿火炬界定而電漿可被產生的空間中；以及

從該第二導管的注入端將第二材料流動注入到該空間中，其中該第二材料流動含有氣溶膠。

20.如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該第二導管與該第一導管同軸。

21.如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該第一材料流動包括氣體。

22.如申請專利範圍第 20 項之方法，其中該氣體包括氬(Ar)。

23.如申請專利範圍第 20 項之方法，進一步包括藉由靶材材料的雷射剝蝕產生該氣溶膠。

24.如申請專利範圍第 23 項之方法，進一步包括：

捕捉在該第二導管之外的被產生的該氣溶膠；以及
將被產生的該氣溶膠輸送到該第二導管中。

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 9 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

110 分析系統

112 樣本準備系統

140 傳輸導管

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

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無