



(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 I761403 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：106143542

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 12 月 12 日

(51)Int. Cl. : **G01L21/34 (2006.01)**

(30)優先權：2016/12/13 美國

62/433,320

(71)申請人：美商MK S 儀器股份有限公司 (美國) MKS INSTRUMENTS, INC. (US)
美國(72)發明人：布魯克 傑爾多 BRUCKER, GERARDO A. (US) ; 史維尼 提姆西 SWINNEY,
TIMOTHY C. (US)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201520526A

US 6474171B1

US 2010/0259273A1

審查人員：陳勇志

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：25 共 64 頁

(54)名稱

用於反磁控管冷陰極電離計量器的陽極電極屏蔽

(57)摘要

一種冷陰極電離計量器(CCIG)，包含延伸陽極、沿著該陽極的長度圍繞該陽極的陰極，以及支撐該陽極的饋通絕緣體。該陰極形成在該陽極周圍的放電空間，以致使在該陽極和該陰極之間的電漿的形成以及流進該陰極的所得離子電流。該 CCIG 進一步包含磁體，其透過該放電空間來施加磁場以將自由電子路徑延長以維持該電漿。屏蔽部係與該絕緣體電隔離以及將該絕緣體與該電漿的電子屏蔽。該屏蔽部可以被安裝在該陰極以及圍繞並與該陽極間隔。電控制器在該陽極和該陰極之間施加電壓，以建立在該陽極和該陰極之間具有電漿放電的電離，該電控制器基於流至該陰極的量測離子電流來確定壓力。

A cold cathode ionization gauge (CCIG) includes an extended anode, a cathode surrounding the anode along a length of the anode, and a feedthrough insulator supporting the anode. The cathode forms a discharge space around the anode to enable formation of a plasma between the anode and the cathode and a resultant ion current flow into the cathode. The CCIG further includes a magnet applying a magnetic field through the discharge space to lengthen free electron paths to sustain the plasma. A shield is electrically isolated from the insulator and shields the insulator from electrons of the plasma. The shield may be mounted to the cathode and surrounds and is spaced from the anode. An electric controller applies voltage between the anode and the cathode to create ionization with plasma discharge between the anode and the cathode, the controller determining pressure based on measured ion current flow to the cathode.

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 100 . . . 冷陰極電離計量器(CCIG)
 - 110 . . . 陽極
 - 115 . . . 磁體
 - 120 . . . 陰極
 - 125 . . . 饋通部
 - 130 . . . 放電空間
 - 132 . . . 電場
 - 134 . . . 磁場
 - 135 . . . 電子鞘
 - 140 . . . 高電壓(HV)
 - 145 . . . 電流感測器
 - 150 . . . 電控制器

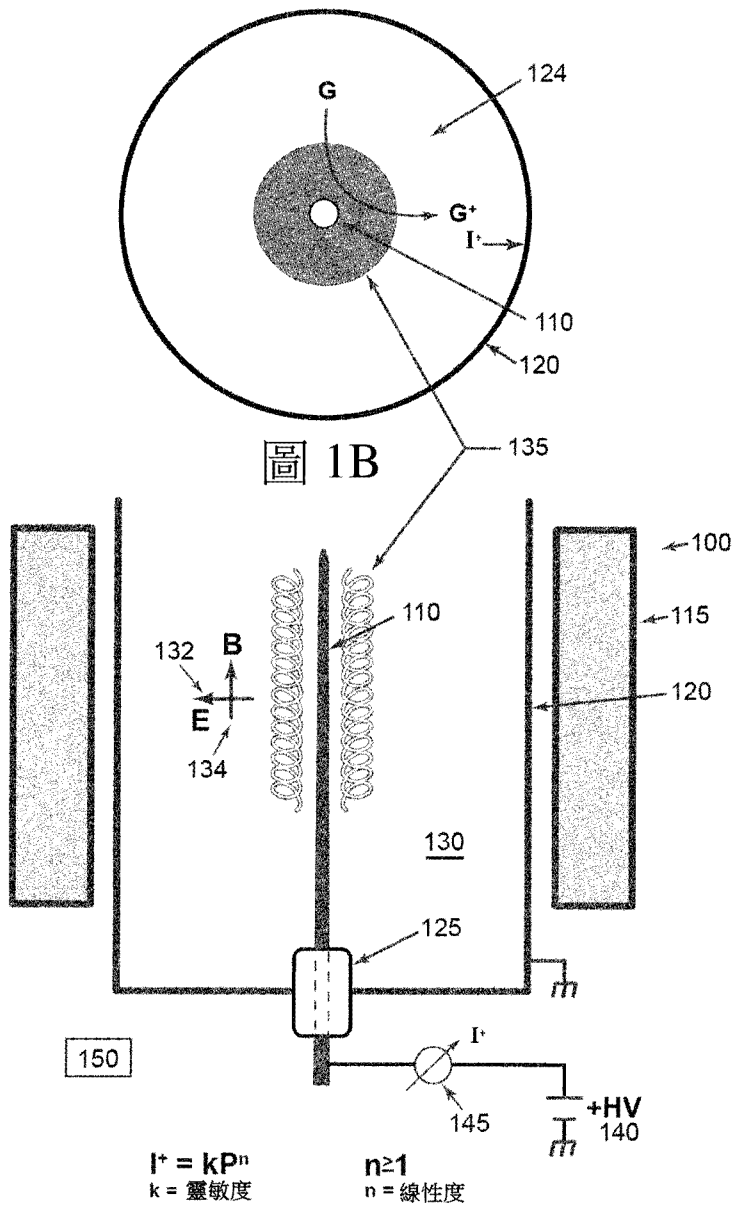


圖 1B

圖 1A



I761403

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於反磁控管冷陰極電離計量器的陽極電極屏蔽

【英文發明名稱】

Anode electrode shield for inverted magnetron cold cathode ionization gauge

【中文】

一種冷陰極電離計量器(CCIG)，包含延伸陽極、沿著該陽極的長度圍繞該陽極的陰極，以及支撐該陽極的饋通絕緣體。該陰極形成在該陽極周圍的放電空間，以致使在該陽極和該陰極之間的電漿的形成以及流進該陰極的所得離子電流。該CCIG進一步包含磁體，其透過該放電空間來施加磁場以將自由電子路徑延長以維持該電漿。屏蔽部係與該絕緣體電隔離以及將該絕緣體與該電漿的電子屏蔽。該屏蔽部可以被安裝在該陰極以及圍繞並與該陽極間隔。電控制器在該陽極和該陰極之間施加電壓，以建立在該陽極和該陰極之間具有電漿放電的電離，該電控制器基於流至該陰極的量測離子電流來確定壓力。

【 英文 】

A cold cathode ionization gauge (CCIG) includes an extended anode, a cathode surrounding the anode along a length of the anode, and a feedthrough insulator supporting the anode. The cathode forms a discharge space around the anode to enable formation of a plasma between the anode and the cathode and a resultant ion current flow into the cathode. The CCIG further includes a magnet applying a magnetic field through the discharge space to lengthen free electron paths to sustain the plasma. A shield is electrically isolated from the insulator and shields the insulator from electrons of the plasma. The shield may be mounted to the cathode and surrounds and is spaced from the anode. An electric controller applies voltage between the anode and the cathode to create ionization with plasma discharge between the anode and the cathode, the controller determining pressure based on measured ion current flow to the cathode.

【指定代表圖】第(1A)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

100：冷陰極電離計量器(CCIG)

110：陽極

115：磁體

120：陰極

125：饋通部

130：放電空間

132：電場

134：磁場

135：電子鞘

140：高電壓(HV)

145：電流感測器

150：電控制器

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於反磁控管冷陰極電離計量器的陽極電極屏蔽

【英文發明名稱】

Anode electrode shield for inverted magnetron cold cathode ionization gauge

相關申請案

[0001] 本申請案要求於2016年12月13日申請的美國臨時申請號62/433,320的優先權。上述申請案的全部教示藉由參照的方式併入本文中。

【技術領域】

[0002] 本發明關於用於反磁控管冷陰極電離計量器的陽極電極屏蔽。

【先前技術】

[0003] 冷陰極電離真空計量器是眾所周知的。三種眾所皆知的冷陰極電離真空計量器包含普通(非反向)磁控管式計量器、反向磁控式計量器，以及Philips(或Penning)計量器。所有這些類型的計量器都在抽真空的非磁性外殼中具有一對電極(即陽極和陰極)，該外殼連接到待測量的真空。在陽極電極和陰極電極之間施加高壓DC電位差，

以在電極之間產生電場。沿著垂直於電場的電極的軸施加磁場，以便增加自由電子路徑長度以維持自由電子電漿，其中電子與中性分子和原子碰撞以產生離子。正離子移動到陰極，以將放電電流維持在作為壓力的函數的平衡值。

[0004] 冷陰極電離計量器(CCIG)藉由首先將氣體分子與在其真空計量器殼體內的原子電離化，接著測量所得的離子電流來提供真空系統總壓力的間接測量。所測得的離子電流係與計量器殼體內的氣體密度和氣體總壓力直接相關，即當真空系統內的壓力降低，則所測得的離子電流減少。氣體特定校準曲線提供了基於離子電流測量來計算總壓力的能力。

[0005] 本文所述的CCIG取決於反磁控原理。計量器是圓柱形對稱的。陽極引腳(位於軸處)和陰極圓柱形殼體之間的大的電壓差(即，徑向電場)向電子提供能量以發生電離事件。交叉的軸向磁場提供了維持在殼體內放電所需的電子軌跡路徑長度。放電電流是與系統中的壓力成正比的測量數量。

[0006] 放電是透過通常開始於正被釋放到計量器的電離體積中的單一電子之崩潰電離程序來建立。所述負責釋放電子的程序可以包含場發射事件或宇宙射線電離程序。崩潰程序取決於導致每個電子的許多電離程序的電子軌跡的長路徑長度。每個電離程序釋放了正離子以及添加到放電中的額外電子。當離子與陰極內壁碰撞時，額外的電子也被噴射到放電中，從而對總電荷有所貢獻。由自由

電子電漿組成的電子放電以及正離子產生了離子電流，該離子電流隨著系統中壓力的增加而單調地增加，並且同樣地用於降低變量。

概要

[0007] 根據本發明，包含陽極和陰極的CCIG在陰極處設置有屏蔽部，以將支撐陽極的饋通絕緣體與放電電漿的電子屏蔽。在範例實施例中，屏蔽部可以被結合到陰極中，或者可以是安裝在陰極的分離元件。

[0008] CCIG包含延伸的陽極、沿著陽極的長度圍繞陽極的陰極，以及支撐陽極的饋通絕緣體。陰極在陽極周圍形成放電空間，以在陽極和陰極之間形成純電子電漿，並且所得離子電流流入陰極。所述計量器還包含透過放電空間來施加磁場以延伸自由電子路徑以維持電漿的磁體。屏蔽部係安裝在陰極上，並且環繞且與陽極隔開。屏蔽部與絕緣體電絕緣並且將絕緣體與電漿的電子屏蔽。電控制器在陽極和陰極之間施加電壓以在陽極和陰極之間利用電漿放電來產生電離，控制器基於測量到的流向陰極的離子電流來確定壓力。

[0009] 在CCIG的實施例中，屏蔽部可以與陽極隔開第一間距並且與絕緣體隔開比第一間距大的第二間距，所述第一和第二間距能夠使絕緣體與電漿的電子屏蔽。

[0010] 屏蔽部可以包含具有陽極延伸穿過之孔的板。板中的孔可以是圓形的，在這種情況下，第一間距可

以由孔的半徑來確定。屏蔽部還可以包含適於在板和絕緣體之間提供第二間距的間隔部。間隔部可以包含將屏蔽部連接到陰極的腿部，並且可以包含將屏蔽部連接到陰極的多個腿部。

[0011] 屏蔽部可以包含圍繞絕緣體的杯部，其中具有孔的板是所述杯部的基部。所述杯部的基部中的孔可以是圓形的，並且第一間距可以由圓孔的半徑來確定。

[0012] 在CCIG的實施例中，屏蔽部與陽極之間的第一間距可以在0.9至2.7毫米(大約0.035至0.105英寸)的範圍內。屏蔽部和絕緣體之間的第二間距可以在0.9至2.7毫米(大約0.035至0.105英寸)的範圍內。

[0013] 饋通絕緣體的頂部可以被金屬覆蓋。例如，由於計量器的內部濺射，金屬可以是塗覆在絕緣體上的金屬。金屬可以是安裝在絕緣體的頂部的金屬墊圈。

[0014] 在CCIG的實施例中，陰極電極可以包含基板和從基板延伸的圓柱形側壁。基板可以圍繞並耦接到饋通絕緣體。

[0015] 一種測量壓力的方法，包含對陽極和陰極之間的放電空間施加磁場；將電子釋放到該放電空間中，以在該放電空間中建立電漿放電和流至該陰極的離子電流；利用安裝在該陰極的屏蔽部，將支撐該陽極的饋通絕緣體與電漿放電的電子屏蔽；以及基於所測量的流至該陰極的離子電流來確定壓力。

[0016] 更一般地，CCIG包含延伸陽極和沿著陽極的

長度圍繞陽極的陰極電極。此陰極(例如，陰極籠)在陽極周圍形成放電空間，致使在陽極和陰極之間形成純電子電漿，以及流入陰極之所得離子電流。提供了一種磁體，其配置以施加垂直於徑向電場的軸向磁場穿過放電空間以將自由電子路徑延長而維持電漿。該計量器還包含支撐該陽極的饋通絕緣體。陰極包含在絕緣體上方限定屏蔽孔之陽極屏蔽部。陽極延伸穿過屏蔽孔，該孔的尺寸被設計為使得存在有從在絕緣體上的金屬處的陽極電位直接到處於陰極電位的陰極的電場，其中該電場的軸向分量不在金屬和屏蔽孔之上，以從電漿中將電子吸入金屬中。此外，提供了一種電控制器，其在陽極和陰極之間施加電壓以利用在陽極和陰極之間的電漿放電來產生電離，該控制器基於所測量到的流向陰極的離子電流來確定壓力。

[0017] 陰極可以與陽極間隔在屏蔽孔處提供的第一間距，陰極與屏蔽孔處的絕緣體間隔大於該第一間距的第二間距。

[0018] 陰極可以包含側壁，並且還可以包含底板，在這種情況下，側壁可以從底板延伸。通常，側壁是圓柱形的並且圍繞陽極，其可以是圓柱形的柱。屏蔽孔可以形成或設置在陰極的基板中。

[0019] 陰極可以包含基板和安裝在基板孔上方的基板的屏蔽板，在這種情況下，屏蔽孔可以在屏蔽板中。或者，屏蔽孔可以形成或設置在橫跨陰極底部的開口懸吊的屏蔽板上。例如，如果陰極包含底板，則屏蔽板可以橫跨

底板中的底板孔懸吊。

[0020] 在包含限定屏蔽孔的陰極電極的實施例中，屏蔽孔可以是圓形的，並且陰極和陽極之間的第一間距可以由屏蔽孔的半徑來確定。第一間距可以在0.9至2.7毫米(約0.035至0.105英寸)的範圍內。陰極和絕緣體之間的第二間距可以在0.9至2.7毫米(大約0.035至0.105英寸)的範圍內。

[0021] 一種測量壓力的方法，包含對陽極和陰極之間的放電空間施加徑向磁場；將電子釋放到該放電空間中，以在該放電空間中建立電漿放電和流至該陰極的離子電流；利用該陰極，建立從在支撐陽極的饋通絕緣體上的金屬處的陽極電位直接到處於陰極電位的陰極的電場，其中該電場的軸向分量不在金屬和陰極之上，以從電漿放電中將電子吸入金屬中；以及基於所測量的流至該陰極的離子電流來確定壓力。

【圖式簡單說明】

[0022] 從以下對範例實施例的更具體描述中，前述內容將顯而易見，如附圖中所示，其中在不同的視圖中，相同的參考標記是指相同的部分。附圖不一定按比例繪製，而是將重點放在說明實施例上。

[0023] 圖1A是顯示反磁控管冷陰極電離計量器(CCIG)的圖。

[0024] 圖1B是顯示圖1A的計量器的陰極和陽極的俯

視圖。

[0025] 圖2顯示在饋通絕緣體處具有金屬板或金屬塗層的CCIG中的電子丟失。

[0026] 圖3A顯示範例陽極和陶瓷饋通絕緣體配置。

[0027] 圖3B顯示包含金屬碟的範例陽極和饋通絕緣體。

[0028] 圖4A顯示在計量器運行期間在陽極處支撐計量器的陽極和電子鞘的範例性陶瓷饋通絕緣體。

[0029] 圖4B顯示由於計量器內的內部濺射造成的圖4A的饋通絕緣體和陽極上的金屬的積聚。

[0030] 圖4C是圖4B的饋通絕緣體的細節圖。

[0031] 圖5A是根據本發明的實施例的包含陽極電極屏蔽部的CCIG的示意圖。

[0032] 圖5B顯示修改為包含作為起動器裝置的場發射器圖5A的計量器。

[0033] 圖6A-6D顯示可以在本發明的實施例中採用的範例屏蔽配置。

[0034] 圖7A是現有的CCIG裝置的示意圖。

[0035] 圖7B顯示根據本發明的實施例的利用屏蔽部改裝圖7A的CCIG裝置。

[0036] 圖8A是另一種現有的CCIG裝置的示意圖。

[0037] 圖8B顯示根據本發明的實施例的利用屏蔽部改裝圖8A的CCIG裝置。

[0038] 圖9顯示根據本發明的實施例的用來屏蔽饋通

絕緣體的替代方法。

[0039] 圖 10A 顯示現有的陰極電極設計。

[0040] 圖 10B 顯示根據本發明的範例實施例的在底板中包含孔的陰極。

[0041] 圖 11 顯示根據本發明的另一範例實施例的具有側壁和位於底板中的中心孔的陰極。

[0042] 圖 12A 顯示根據另一範例實施例的包含浮接碟屏蔽部的陰極。

[0043] 圖 12B 顯示圖 12A 的陰極的浮接碟。

[0044] 圖 13 是顯示對於包含陽極電極屏蔽部的三個原型計量器的作為壓力的函數的離子電流的範例測量結果的圖表。

[0045] 圖 14 是顯示內部水排氣對內部壓力讀數的貢獻的圖表。

[0046] 圖 15 是顯示來自配備有屏蔽部的三個計量器的範例資料和透過資料的線性擬合的圖表。

[0047] 圖 16 是顯示來自配備有陽極電極屏蔽部的五個計量器的範例資料的圖表。

[0048] 圖 17 是顯示 CCIG 的操作的示意圖。

[0049] 圖 18 顯示根據用於圖 17 的計量器中的純電子電漿的理想模型的等電位線。

[0050] 圖 19 顯示圖 18 的計量器中的等電位線，其中導電碟已被添加在陽極。

[0051] 圖 20 顯示可用於改善圖 19 的計量器的效能的

範例性屏蔽部。

[0052] 圖 21 顯示由於圖 20 的屏蔽部而致使的電子移動的進一步細節。

[0053] 圖 22 和圖 23 是顯示包含等電位及其對電子移動的影響的範例性模擬結果的圖。圖 22 顯示在沒有屏蔽部的計量器中的範例結果。圖 23 顯示由於屏蔽部的存在而收縮的等電位線。

[0054] 圖 24A 和圖 24B 分別是根據本發明的範例實施例的包含屏蔽部的 CCIG 的俯視圖和截面圖。

[0055] 圖 25A 和圖 25B 分別是圖 24A-24B 的計量器的饋通部和屏蔽部的俯視圖和截面圖。

【發明內容】及【實施方式】

[0056] 以下描述了本發明的範例實施例。

[0057] 描述了用於保持自由電子電漿密度對壓力的關係的反磁控管冷陰極電離計量器(CCIG)的陽極電極屏蔽部，當其與標準電子饋通設計結合使用時，提高了響應於氣體的計量器的靈敏度、響應於氣體的計量器的線性度，並提供了放電維持問題的免疫力。陽極電極屏蔽部也提高了計量器使用壽命、減少靈敏度漂移，並且還穩定地提供更可重複的單元對單元計量器響應。利用配置新的屏蔽部，我們預期任何反磁控管 CCIG 將表現出增強的靈敏度和更長的使用壽命。根據本發明的實施例的電極屏蔽部可以與現有的 CCIG 產品一起使用(例如，改裝成)。

[0058] 有利地，如本文所述的實施例可以具有以下有用的特徵：

- a) 提供與壓力無關的純電子電漿密度。
- b) 提高反磁控管CCIG對氣體壓力的靈敏度。
- c) 改善計量器對壓力響應的線性度，即確保線性係數盡可能接近1。
- d) 降低計量器在低壓下經歷放電維持問題的可能性，有效地將磁控管拐點移動至較低的壓力。
- e) 隨著時間的推移並且作為壓力劑量的函數，藉由將計量器的漂移量最小化來增加計量器的使用壽命。
- f) 提供改進的單元對單元重現性，從而能夠為配備有新屏蔽設計的產品開發標稱校準曲線。

[0059] 傳統的反磁控管CCIG取決於許多不同的陽極饋通設計。然而，通常很少關注從陽極柱到貫通絕緣體的過渡。申請人已經發現，除非利用本發明中描述的特徵在過渡區域周圍安裝屏蔽部，否則在計量器中會出現精度和靈敏度的丟失，並且在低於1E-7 Torr的低壓下可能發生放電維持問題。

[0060] 圖1A和1B顯示反磁控管設計的CCIG的操作原理。CCIG 100包含延伸的陽極110，沿著陽極的長度圍繞陽極的陰極120，以及支撐陽極的饋通絕緣體125。陰極在陽極周圍形成放電空間130，以在陽極和陰極之間形成純電子電漿，以及流入陰極的所得離子電流。計量器100還

包含磁體 115，其透過放電空間 130 施加磁場以將自由電子路徑延長以維持電漿。電控制器 150 在陽極 110 和陰極 120 之間施加電壓以在陽極和陰極之間利用電漿放電來產生電離，控制器基於測量的放電電流（例如流向陰極的離子電流）來確定壓力。在所示的範例中，離子電流係在陽極處利用電流感測器 145 來測量；然而，離子電流也可以在陰極處測量。在陰極處測量離子電流的範例電路配置係在 Brucker 等人的美國專利申請案 14/500,820（美國公開號 2015/0091579，現為美國專利號 9,671,302）中描述，其全部內容藉由參照結合於本文中。

[0061] 當高電壓 (HV) 140 導通時，純電子電漿被建立並且電子鞘 135 在陽極 110 附近形成。在受到交叉的磁場 134 和電場 132 (ExB 場) 的影響的情況下，如圖 1A 中示意性地顯示，鞘中的電子在螺旋運動中上下移動陽極柱 110。在交叉磁場和電場的影響的情況下，電子雲建立了固定且與壓力無關的電子密度。如果仔細選擇和控制條件，電子密度與壓力無關，並且產生的離子電流訊號 (I^+) 與氣壓 (P) 成正比 ($n=1$)。離子電流訊號 (或放電電流) 可以表示為： $I^+=kP^n$ ，其中 k 是靈敏度，而 n 是計量器的線性度。但在大多數情況下，電子密度對壓力有一定的依賴關係，所以在大多數情況下 $n>1$ 。市場上大多數計量器的 n 的工業標準值為可報告 1E-8 托壓力讀數之 1 至 1.2。

[0062] 在交叉場 (132, 134) 下面，積聚在陽極 110 周圍的電子緩慢地朝向陽極漂移，因為電場的吸引力被磁場致

使的進動抵消。如在圖 1B 中的 124 所示，透過由於與氣體分子(G)碰撞而需要能量丟失之遷移程序，陽極緩慢地失去電子。與在鞘 135 中形成的離子(G^+)向陰極的快速移動(僅受電場影響且太重而不受磁性影響)相比，電子向陽極的緩慢遷移是致使電漿在陽極周圍累積負電荷，並根據需要產生氣體分子的離子化之因素。在圖 1A 和 1B 所示的理想條件下，由於與中性粒子非彈性碰撞，電子僅從鞘 135 丟失，其中的一些導致了電離。

[0063] 圖 1A 中所示的設計的一個問題在於，除非注意避免在饋通部 125 處的陽極柱底部的電子丟失，否則電子鞘 135 可受到如圖 2 所示與接下來描述的損耗機制影響。

[0064] 圖 2 是顯示可發生電子丟失的 CCIG 200 的圖。計量器 200 類似於圖 1A 的計量器 100，其中它包含陽極 110、陰極 120 和磁體 115。橫跨計量器 200 的底部為陽極 110 提供電連接的饋通部 125 具有在從陽極柱 110 到陶瓷絕緣體(真空側)225 的過渡區 210 上的金屬塗層或金屬元件(墊圈或杯部)205，其暴露於電子放電部 135。在這種情況下，正好在過渡區域處，電場不再垂直於磁場 134，並且電子可能在對於陽極板或塗層 205 的端部處丟失。電子丟失的原因是因為在過渡區域 210，電場 E 和磁場 B 不再如電子保持在進動軌跡中並遠離陽極表面所需的垂直。電場因此能夠在陽極電位下將電子從電子鞘 135 汲取到金屬 205 中。

[0065] 如上所述，正確設計的 CCIG(具有垂直磁場和

電場)包含純電子電漿放電，即位於陽極柱周圍的壓力無關的圓柱形電子鞘。由中性氣體分子的電子電離產生的離子電流與壓力線性相關，其線性係數： $n \sim 1.1$ 。壓力無關的電子鞘是(1)電子形成速率(在陰極處的二次電子發射和在鞘處的電子電離)和(2)在陽極處的電子丟失速率(遷移到陽極柱和離子-電子重組)之間的動態平衡的結果。如果對陽極的電子丟失速率增加，則可能經歷一種稱為放電維持失敗的現象，藉由該現象電子密度隨著壓力下降而下降。如果電子放電密度隨著壓力下降，則線性係數 n 增加(即， $n > 1.2$)，致使所謂的非線性響應和磁控管拐點的出現，即離子電流對壓力曲線中的拐點。在磁控管拐點下的壓力處運行的計量器隨壓力迅速地丟失離子電流，且最終在低於其最小可報告壓力(MRP)規範之上的壓力無法維持放電。設計CCIG來顯示磁控管拐點和/或放電維持閾值遠低於其MRP是至關重要的。

[0066] 請注意，在圖2中，提供基本上平行於磁場134的電場分量232的金屬部件205可以是位於陽極饋通部125的陶瓷絕緣體225的端部處的金屬環或杯部。絕緣體225可以具有沿著計量器200的半徑延伸的平坦頂部。絕緣體225也可以是純粹的陶瓷饋通絕緣體，其被計量器內部的內部濺射金屬材料覆蓋。不管金屬的來源為何，如果電連接到陽極的導電表面垂直於軸向陽極110發展，則該表面將充當電子的損耗表面，並且將降低離子電流對壓力的靈敏度。

[0067] 由饋通部的過渡區域上的金屬表面致使的電子丟失降低了陽極周圍的電子密度並減少了計量器對壓力的靈敏度。換句話說，當陶瓷被金屬塗覆時，具有未塗覆陶瓷頂部的全新計量器將失去電子密度。這是一種已經在具有環氧樹脂粘合的饋通的計量器中觀察到的現象，其從純粹的介電質過渡區開始，逐漸變成導電的，因為內部濺射利用金屬層來塗覆絕緣體的表面。

[0068] 如果純粹的陶瓷過渡裝有金屬部件，則計量器的靈敏度下降，並且裝置的線性下降(在最低壓力下 n 超過1.2)。

[0069] 圖3A和3B顯示具有陶瓷絕緣體325的饋通配置與具有鈎焊到陶瓷絕緣體325的金屬碟305的饋通配置之間的差異。在圖3A中，陶瓷饋通絕緣體325係使用環氧樹脂330被安裝在陽極柱110，以支撐陽極110並提供密封。在這種配置中，假設陶瓷絕緣體325在計量器的操作期間免於被內部濺射的金屬覆蓋，則不會發生來自電漿鞘135的電子丟失，或者可忽略不計。在圖3B所示的配置中，電子從電子鞘135丟失到處於陽極電位的金屬碟305。這些配置之間的電子丟失的差異致使了計量器靈敏度的差異，圖3A中的計量器靈敏度比圖3B的計量器靈敏度高。例如，在圖3A中，計量器線性(n)可約為1.1，而在圖3B中，約為1.3。

[0070] 圖4A和圖4B顯示當純粹的陶瓷絕緣體被內部濺射的金屬塗覆致使鞘中的電子密度丟失時可能發生的情況。圖4A顯示在計量器的初始操作期間在陽極110處支撐

計量器的陽極 110 和電子鞘 135 的範例性陶瓷饋通絕緣體 425。如上面參考圖 1A 所述，電子以螺旋圖案在陽極 110 上下移動，藉由磁場保持位置。如圖 4B 所示，隨著時間的推移，饋通絕緣體 425 以及陽極 110 變得部分地或完全地被內部濺射的金屬 405 塗覆。如圖 4C 的細節圖所示，饋通絕緣體 425 的一部分可以不具有任何塗層。在陽極電位下的塗層致使在與磁場平行的塗層附近的電場。鞘 135 中的電子密度隨著塗層 405 的發展而丟失。這就是為什麼最初能夠以非常低的壓力操作的計量器在壓力範圍的低端突然開始失去靈敏度的原因。

[0071] 申請人已經意識到，無論是鈎焊還是環氧化的陶瓷饋通組件都被用在計量器中，需要防止電子密度由於金屬設計或之後金屬材料的累積而丟失到過渡區域。本發明提供了一種簡單卻非常有效的方式來基於在過渡區域添加屏蔽部，而由於在過渡時期的丟失來提供對於電子丟失的免疫性。

[0072] 以下部分描述了用來減少甚至防止在從陽極到饋通絕緣體的過渡區域處的電子丟失的陽極屏蔽部的設計原理。

[0073] 圖 5A 是根據本發明的實施例顯示具有陽極電極屏蔽部 555 的計量器 500 的範例的圖。所述計量器類似於圖 1A 的計量器 100，其中包含由饋通部 125 支撐並且被陰極 120 圍繞的中心陽極柱 110。陽極 110 係經由感測器 145 連接到高電壓電位 140，後兩者係由控制器 150 來控制。為了簡

單起見，磁體 115(圖 1A)已經在圖 5A中省略。計量器 500與圖 1A的計量器不同之處在於計量器包含位於饋通部 125的陶瓷絕緣體 225上方的屏蔽部 555。屏蔽部包含陽極 110延伸穿過的孔 502。

[0074] 利用陽極屏蔽部 555並且透過陰極 120與地電連接，電子鞘 135與在饋通絕緣體 225處的過渡區域保持距遠離，因為偏置電位相對於圍繞陽極 110的鞘 135的電位呈現了負極。當電子到達該區域時，這建立了將電子推離過渡區的排斥電位。在該區域內沒有電子丟失的情況下，電子鞘 135積聚，並且計量器的靈敏度甚至超過具有純陶瓷饋通部的計量器的靈敏度而增加。

[0075] 屏蔽部可以有不同的配置和設計選項，包含杯部設計和由片金屬製成的更多開放設計。範例性的屏蔽配置在圖 6A-6D中顯示。

[0076] 圖 6A顯示在安裝點(在圖中由「**」表示)安裝在陰極 120並且與陽極 110隔開的屏蔽部 655A。介於陽極和陰極之間的饋通絕緣體 125支撐陽極 110。屏蔽部 655A包含具有側壁 606和其中形成有孔 602之板 608的杯部。陽極 110延伸穿過孔 602。

[0077] 在圖 6B-6D所示的可選實施例中，屏蔽部 655C包含一個腿部 606a、屏蔽部 655B包含兩個腿部 606a和 606b，以及屏蔽部 655D包含四個腿部 606a、606b、606c和 606d。這些腿部用作在饋通絕緣體 125(圖 6A)上方的板 608中提供孔 602的適當間隔的間隔部。如圖所示，孔 602可以

是圓形的。孔602的半徑可以確定屏蔽部與陽極的間隔。

[0078] 本發明專注於能夠防止電子丟失到過渡區的屏蔽部的概念，例如在計量器的真空側上從陽極到饋通絕緣體的過渡區(例如，參見如圖2所示的過渡區)。確切的設計可以根據產品實現而變化，但是只要在電子在饋通部的過渡區域中丟失之前，使用屏蔽部將電子的軌跡有意地折回到陽極區域中，就保持了計量器的靈敏度。

[0079] 回到圖5A，該圖顯示屏蔽部555操作的方式，在被屏蔽部反射後，將電子重新引導回陽極中心區域。鞘135中的電子自由地上下移動，但是在兩端藉由頂部的擋板與在底部的屏蔽部555沿軸向反射回來(圖5A中未顯示，但參見例如圖9中的擋板924)。屏蔽部555與絕緣體225上的任何金屬之間的空間必須足夠大，並且屏蔽部555與孔502處的陽極110之間的空間必須足夠小，以確保電子鞘135的區域中的場線將電子排斥回鞘中，而不是將它們吸引到絕緣體上的金屬中。

[0080] 作為屏蔽部的其它優點，其還可以保護陽極饋通和其絕緣體免受可以用導電層覆蓋絕緣體的內部濺射材料。換句話說，屏蔽部不僅提供了避免在過渡區域丟失電子的方式，而且防止了絕緣體上視距導電塗層的堆積。

[0081] 所揭露對於CCIG的改善的一種重要態樣是，所述改善(例如，屏蔽部)可被改造成許多不同的可商購的產品，以提供相同的優點：改善的靈敏度和線性度與更長的壽命。

[0082] 利用屏蔽部，也能夠將起動器功能添加到該組件。例如，可以在屏蔽部的頂部孔上設計星形圖案，其可以輔助以場發射能力開始。

[0083] 圖5B顯示具有起動器裝置被添加的電極屏蔽部555的計量器500'的範例實施例。如圖中所示，場發射器504係作為起動器裝置設置在電極屏蔽部555。例如，在之前申請的Brucker等人的美國專利申請案14/500,820(美國公開號2015/0091579，現為美國專利號9,671,302)中描述了合適的場發射器配置，其藉由參照結合於本文中。在先前申請案中描述的計量器中，起動器被加入到用來分離來自真實離子電流的漏電流與場發射電流的保護環電極。

[0084] 存在幾種已知的計量器，其包含圍繞過渡區域的圓柱形鞘；然而，留下在過渡區域暴露的金屬墊圈或杯部，導致電子的丟失。在此揭露的屏蔽方法可以用來改造這些早期的計量器，以提供更好的效能。

[0085] 圖7A是先前CCIG裝置的示意圖。計量器700包含陽極110和環繞陽極的陰極120。陶瓷饋通部725支撐陽極，並且包含金屬杯部或碟部705。

[0086] 圖7B顯示根據本發明的實施例的利用屏蔽部改裝圖7A的CCIG裝置。計量器700'包含位在饋通部725的金屬碟部705上的屏蔽部755。計量器700'的陽極110延伸穿過在屏蔽部755中的孔702。所述屏蔽部被連接到陰極120。

[0087] 圖8A是另一種先前CCIG裝置的示意圖。計量

器 800 包含圍繞陽極 110 的陰極 120。絕緣環 825 被定位在陽極和陰極之間。

[0088] 圖 8B 顯示根據本發明的實施例的利用屏蔽部 855 改裝圖 8A 的 CCIG 裝置。在計量器 800' 中，屏蔽部 855 係安裝在絕緣體 825 上的陰極 120。陽極 110 延伸穿過屏蔽部中的孔 802。

[0089] 屏蔽部的另一種設計是將它合併到陰極(例如，如圖 9 所示的陰極電極 920)的底板孔 902。包含底板 908 和從底板延伸的側壁 922 之陰極 920 形成了陽極 110 周圍的放電空間 930。陽極 110 係由包含陽極延伸穿過的陶瓷絕緣體 925 之饋通部 125 支撐。陰極電極殼體 921 圍繞陰極 920。在這種情況下，電子鞘(未顯示)係由在陰極 920 的底部的接地平面轉向。底板 908 和絕緣體上的任何金屬 905 之間的空間必須足夠大，並且底部 908 和陽極 110 之間的空間必須足夠小，以保證電子鞘的區域中的場線將電子排斥回到鞘而不是將它們吸引到絕緣體上的金屬中。如圖所示，唇部 906 可以設置在底板 908 以助於合適的間隔。選擇性地，陰極電極的底板 908 被穿孔以允許通風。擋板 924 係設置在陰極 920 的頂部。

[0090] 圖 10A 顯示先前的陰極設計。陰極 1020 包含在底部的開口和擋板 1024。

[0091] 圖 10B 顯示根據本發明的範例實施例的包含底板 1008 中的孔(例如，小開口)1002 的陰極 1020'。

[0092] 圖 11 顯示根據本發明的另一範例實施例的具

有側壁 1122和在底板 1108中位於中心的孔徑 1102的陰極 1120。

[0093] 使屏蔽部成為陰極的部分也是每當陰極被取代確保屏蔽也被取代的好辦法。在陰極的底部添加板對於保護整個饋通組件免受污染是有用的。這也能有效地添加阻礙的其它類型的感測器，諸如 Pirani和 PRD(壓阻隔膜)感測器，其包含在某些計量器的殼體中。

[0094] 在可替換的實現中，小的開口也可以由在陰極的底部的徑向定位臂來支撐，有效地在饋通銷上方具有小的開口之浮接板(例如，碟)。如果出氣電導是一個問題，則這將對計量器的底部提供更高的氣體傳導。

[0095] 圖 12A顯示根據另一範例實施例的具有側壁 1222且包含浮接碟屏蔽部 1208的陰極 1220。

[0096] 圖 12B顯示圖 12A的陰極的浮接碟 1208和臂部。包含孔 1202的碟 1208是由臂部 1209a、1209b、1209c橫跨在陰極 1220的底部處的開口懸吊。

[0097] 現有計量器使用具有與雙反磁控配置結合的底板的陰極，但是陰極的主要目的是提供與自濺射材料的屏蔽。在該計量器中的高磁場強度使得它不需要將饋通絕緣體的頂部屏蔽。耦接到保護環的饋通絕緣體上的蓋部提供了用於快速 UHV(超高真空)壓力啟動的啟動器。

[0098] 本發明的實施例對於具有低磁場的低成本系統特別有用。屏蔽部以成本非常低的經濟影響消除了由具有低磁場產生的電子丟失的問題。

[0099] 本發明的實施例可以被使用(例如，安裝、改裝)在現有的產品中，以提供以下優點和益處中的一或多者：

- a) 在相同的封裝內增加靈敏度；
- b) 最小的成本增加；
- c) 壽命更長；
- d) 在最低的壓力減少排放維持問題的發病率；
- e) 改善的線性度；
- f) 更容易和更快的校準；
- g) 標稱校準曲線的發展，從而只需要驗證；
- h) 對於計量器的設計不需要額外的變化；藉由添加來簡單改造屏蔽部；

[0100] 在包含安裝在饋通部的安裝板的頂部上的第二板的某些計量器的情況下，根據本發明的實施例的屏蔽部可以被添加到該第二板並且安裝在該饋通部的安裝板的頂部上。第二板經常是鈦板，但可以用也能一樣好運作的研磨處理的不銹鋼板來代替。

[0101] 本文中所描述的屏蔽部可以是由電研磨的不銹鋼形成的，例如不銹鋼304或316材料。其它合適的材料包含鋁和鈦。

[0102] 設計改進的操作上的優點已經在實驗室中被證實，三個計量器單元顯示非常一致的效能。圖13是校正後的數位計數、表示離子電流、作為三個計量器(標記為「210」、「212」和「213」)的壓力(托)的函數的圖。該

圖顯示在三個取樣中非常一致的效能並進入低 $1\text{E}-8$ 托範圍內的線性響應。計量器也非常快地脫氣(主要是水)，並且，例如，如果選擇了全金屬和陶瓷饋通部，則在一小時內。

[0103] 可以在圖 13 中觀察到，在低壓 ($<1\text{E}-8$ 托) 處，線性度的輕微向上偏差是由於內部水脫氣，這表明計量器正在內部地脫氣大約 $6.5\text{E}-9$ 托的水(曲線擬合)。

[0104] 圖 14 是顯示從內部水脫氣(OG)到內部壓力讀數的貢獻的圖。在單元中的兩個(標記為「213」和「有 OG 的卡路里計數」)，脫氣被觀察。向上的偏差在測試壓力的範圍沒有在第三單元(標記為「沒有 OG 的卡路里計數」)進行觀察。擬合顯示乾燥一小時後，水脫氣是大致為 $6.5\text{E}-9$ 托。

[0105] 從此設計獲得的一個明顯優點是，計量器不僅更加地線性(具有屏蔽部時 $n=1.14$ ，而無屏蔽部時 $n>1.3$)，而且更多的可重複單元對單元。圖 15 中的圖顯示計數為繪製在對數-對數標度的壓力的函數，並且對於 $1\text{E}-7$ 和 $1\text{E}-6$ 托之間的三個單元的資料(標記為「對數 212」、「對數 210」和「對數 213」)線性擬合的曲線。擬合線的斜率為： 1.154 、 1.147 和 1.141 。

[0106] 上述結果指出，顯然地簡單的修改不僅可以增加計數的數目而且還提供更一致的計量器對計量器響應。

[0107] 圖 16 是顯示裝配有陽極電極屏蔽部的五個獨

立計量器的資料的圖。該資料顯示五個計量器(標記為「210」至「214」)具有靈敏度曲線的緊密分佈，其提供了開發所有計量器共同的標稱校準曲線的可能性。該圖顯示被乾燥而足以顯示 $5\text{E}-9$ 托左右的水位之五個計量器單位的校正後的計數(正比於離子電流)與壓力(托)的關係。這些曲線都非常相似，顯然地，標稱校準曲線可以用這種新的設計，無需特定的校準(即，只驗證)或只有簡單的一或兩個點校準足以調整校準程序的對數空間中的截距。對於某些計量器產品，這可以在生產週期中提供顯著的改善。五個單元的斜率(n 值)都彼此非常接近，即：

[0108] 1.16 1.12 1.17 1.15 1.11

[0109] 這些資料也還意味著具有低 n 值的非常緊密的單元對單元可重複性，其可以提供更穩健的計量器產品。

[0110] 也清楚由於訊號的線性度進入 $1\text{E}-8$ 托的範圍，配備有屏蔽部的計量器不再表現出低於 $1\text{E}-6$ 托的磁控管拐點。這允許 $1\text{E}-6$ 和 $1\text{E}-7$ 托之間的資料外插到 $1\text{E}-8$ 托的範圍，而不再需要在 $1\text{E}-8$ 托範圍中進行校準。在某些應用中，有可能甚至不需要執行計量器在 $1\text{E}-7$ 托以下表現良好提供的精度驗證。接著，其可以節省校準時間，並且提高生產週期時間(所有這些都可以致使成本降低)。

[0111] 實施例對於在 $1\text{E}-8$ 托的CCIG產品中增加離子電流是有用的，因此產品不會經歷放電維持的問題，從而致使在 $1\text{E}-8$ 托範圍的一致和準確的效能。這是在壓力範圍的低端使用計量器時的特別優點。

[0112] 所述屏蔽部可以在標準計量器設計中來實現，並且可以被用來改善標準計量器產品的良率。使用此處所揭露的屏蔽方法中，有可能在 $1\text{E}-8$ 托範圍來製造提供高訊號(如計數測量的離子電流)的計量器，而且一旦他們離開製造工廠或者一旦製造完成不會遇到放電維持問題。而某些傳統產品在 $1\text{E}-8$ 托的現有計數大致為 1000 計數，預期的，對於包含如本文所揭露的屏蔽部的改型設計，這個數上升到 8000 計數(標稱)。此外，靈敏度預計在整個壓力範圍內增加約 4X，並且線性度預計從標稱 1.3 增加至 1.1 線性係數(n)。

[0113] 圖 17 顯示 CCIG 的操作。計量器 1700 包含由處於接地電位的陰極 120 圍繞的處於高電壓電位的陽極 110。純電子電漿鞘 135 係顯示在陽極 110 附近。磁體 115 提供了足夠強度的磁場 134，例如 500 至 1200 高斯。純的電子電漿需要嚴格地垂直的磁場 134 和電場 132。在所示的範例中，電場 132 被徑向地定向，並且磁場 134 被軸向地定向。正如所預期的，電子鞘僅在合適的磁場和電場強度和定向兩者都存在的區域呈現。

[0114] 圖 18 是用於圖 17 的計量器 1700 的純電子電漿的理想模型的示意圖。軸向磁場 134 係由磁體 115 提供來支撐圍繞陽極 110 的純電子鞘 135。如圖所示，純電子電漿鞘 135 被限制在磁體的體積。等電位線 1860 係平行於電場 132 的陽極軸 1810。電場 132(E) 是垂直於等電位線。如接下來描述的，經歷電場的軸向分量(即，具有徑向等電位線的

區域)的電子從電漿放電丟失。

[0115] 圖 19顯示具有電連接到陽極的額外導電板(例如，碟 1905) (陽極偏壓導電碟) 的圖 17的計量器 1700的計量器 1700'。如在範例中所示，導電碟 1905產生了致使具有如在 1962所示的軸向分量的的場線 E 的等電位線 1960。當不再有來自交叉磁場和電場的約束，電子在具有軸向分量的場線的區域中從電子鞘 135被丟失(1964)。

[0116] 圖 20和 21顯示可以被採用來提高圖 19的計量器的效能的範例放電控制屏蔽部 2055。如圖所示，放電控制屏蔽部 2055被耦接到陰極 120，並且定位在係為陽極偏壓導電碟的碟 1905之上。陽極 110延伸穿過在屏蔽部 2055中的孔 2002。該屏蔽部有效地將碟 1905從排出鞘(鞘電子)135隱藏。在屏蔽部的區域中，等電位線 2060被擠壓。在擠壓區域中的屏蔽部之上的電場線具有向下指向的分量，從而向上推動電子。如圖 21所示，接近放電控制屏蔽部 2055的電子 2170被向上折回並仍然保持由垂直的電場和磁場限制($E \times B$)。放電控制屏蔽部的頂部基本上是電子的折返點。在屏蔽部的孔 2002夾住等電位線，從而有效地反轉電場的軸向分量。到達放電控制屏蔽部的電子被拒絕，並且被推回到放電區域 135。

[0117] 圖 22和 23是顯示表示等電位線 2260、2360和普通電子 2270、2370上的其效果的模擬結果(使用 SIMION 模型)的圖。在圖 22和 23中，可以是碟的陽極板 2205表示諸如本文其它地方描述的金屬塗層的陶瓷饋通部或饋通部

上的頂部墊圈或杯部。處於接地電位的陰極120圍繞處於高電壓電位的延伸陽極110。

[0118] 圖22顯示在沒有屏蔽部的狀況下的情形。在這種情況下，電子2270被指向板2205，並且不能藉由該磁場來停止。

[0119] 如圖23所示，利用在適當位置的屏蔽部2355，電子2370被折回向上並且在計量器的底部(圖的左側)不能看到陽極偏置板2205。該圖清楚地顯示屏蔽部2355已對等電位線2360的擠壓效應。這裡的概念是，屏蔽部夾緊該束等電位線，其將場從如圖22中所示的指向右(遠離板2205)(將電子驅動到該板)反轉到如圖23中所示的指向左朝向陰極屏蔽部2355(將電子驅動返回到電子鞘)。

[0120] 採用屏蔽部2455的CCIG 2400的實施例係顯示於圖24A和24B中。CCIG 2400包含藉由饋通組件2475的饋通絕緣體2425支撐的陽極2410。陽極2410的長度係由陰極2420圍繞。包含具有孔2402的中心杯部2403之屏蔽部2455被定位在絕緣體2425上方。

[0121] 圖25A和25B顯示圖24A-B的饋通組件2475的詳細視圖。屏蔽部2455包含杯部2403中的中心孔2402和通孔(例如，孔2404、2406)以供安裝和排氣。通孔圍繞中心孔2402隔開。陽極2410延伸穿過孔2402，並從屏蔽部2455隔開。

[0122] 本發明的實施例可以在具有由聚合物材料形成的殼體，諸如在Kelly等人的美國專利申請案

14/994,969(於2016年7月21日公開為US 2016/0209288 A1)所描述的殼體來實現，並且藉由參照將其全部併入本文中。

[0123] CCIG通常限於操作在低於 10^{-2} 托的非常低壓力範圍內。為了在延伸高達大氣壓力(760托)的範圍下來測量壓力，它們可以與更高壓力的計量器(如電阻或振膜計量器)進行組合。

[0124] 本文中引用的所有專利、公開的申請案和參考文獻的教示藉由參照其整體併入本文中。

[0125] 儘管本發明已經具體顯示並且參照其範例實施例來描述，但是本領域的技術人員可以理解，在形式和細節上的各種改變可以在不脫離所附申請專利範圍所涵蓋的發明範圍的情況下在其中完成。

【符號說明】

[0126]

100：冷陰極電離計量器(CCIG)

110：陽極

115：磁體

120：陰極

125：饋通部

130：放電空間

132：電場

134：磁場

- 135：電子鞘
- 140：高電壓(HV)
- 145：電流感測器
- 150：電控制器
- 200：計量器
- 205：金屬塗層或金屬元件
- 210：過渡區域
- 225：陶瓷絕緣體
- 232：電場分量
- 305：金屬碟
- 325：陶瓷絕緣體
- 330：環氧樹脂
- 405：塗層
- 425：饋通絕緣體
- 500：計量器
- 500'：計量器
- 502：孔
- 504：場發射器
- 555：陽極電極屏蔽部
- 602：孔
- 606：側壁
- 606a：腿部
- 606b：腿部
- 606c：腿部

606d：腿 部

608：板

655A：屏 蔽 部

655B：屏 蔽 部

655C：屏 蔽 部

655D：屏 蔽 部

700：計 量 器

702：孔

705：金 屬 杯 部 或 碟 部

725：陶 瓷 饋 通 部

755：屏 蔽 部

800：計 量 器

800'：計 量 器

802：孔

825：絕 緣 體

855：屏 蔽 部

902：底 板 孔

905：金 屬

906：唇 部

908：底 板

920：陰 極

921：殼 體

922：側 壁

924：擋 板

925：陶瓷絕緣體
930：放電空間
1002：孔
1008：底板
1020：陰極
1020'：陰極
1024：擋板
1102：位於中心的孔徑
1108：底板
1120：陰極
1122：側壁
1202：孔
1208：浮接碟
1209a：臂部
1209b：臂部
1209c：臂部
1220：陰極
1222：側壁
1700：計量器
1700'：計量器
1810：陽極軸
1860：等電位線
1905：導電碟
1960：等電位線

2002：孔

2055：屏蔽部

2060：等電位線

2170：電子

2205：陽極板

2260：等電位線

2270：電子

2355：屏蔽部

2360：等電位線

2370：電子

2400：CCIG

2402：中心孔

2403：中心杯部

2404：孔

2406：孔

2410：陽極

2420：陰極

2425：饋通絕緣體

2455：屏蔽部

2475：饋通組件

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種冷陰極電離計量器(CCIG)，包含：

延伸陽極；

沿著該陽極的長度圍繞該陽極的陰極，該陰極形成在該陽極周圍的放電空間，以致使在該陽極和該陰極之間的電漿的形成以及流進該陰極的所得離子電流，該陰極包含具有形成該放電空間的表面的底部表面的底板；

磁體，其透過該放電空間來施加磁場以將自由電子路徑延長以維持該電漿；

支撐該陽極的饋通絕緣體，該絕緣體延伸穿過該底部表面；

安裝在該陰極的該底部表面以及圍繞並與該陽極間隔的屏蔽部，該屏蔽部與該絕緣體電隔離以及將該絕緣體與該電漿的電子屏蔽，其中該屏蔽部係與該陽極間隔第一間距，該屏蔽部係與該絕緣體間隔比該第一間距大的第二間距，該第一和第二間距使該絕緣體與該電漿的電子屏蔽；以及

電控制器，其在該陽極和該陰極之間施加電壓，以建立在該陽極和該陰極之間具有電漿放電的電離，該電控制器基於流至該陰極的量測離子電流來確定壓力。

【第2項】

如申請專利範圍第1項的CCIG，其中該屏蔽部和該陽極之間的該第一間距係在0.9至2.7毫米的範圍內。

【第3項】

如申請專利範圍第1項的CCIG，其中該屏蔽部和該絕緣體之間的該第二間距係在0.9至2.7毫米的範圍內。

【第4項】

如申請專利範圍第1項的CCIG，其中該屏蔽部包含具有該陽極延伸穿過的孔的板。

【第5項】

如申請專利範圍第4項的CCIG，其中在該板中的該孔是圓形的，並且該第一間距係由該孔的半徑來確定。

【第6項】

如申請專利範圍第4項的CCIG，其中該屏蔽部還包含適配以提供該板和該絕緣體之間的該第二間距的間隔部。

【第7項】

如申請專利範圍第6項的CCIG，其中該間隔部包含將該屏蔽部連接到該陰極的腿部。

【第8項】

如申請專利範圍第7項的CCIG，其中該間隔部包含將該屏蔽部連接到該陰極的多個腿部。

【第9項】

如申請專利範圍第4項的CCIG，其中該屏蔽部包含圍繞該絕緣體的杯部，以及其中具有該孔的該板係在該杯部的底部。

【第10項】

如申請專利範圍第9項的CCIG，其中該孔是圓形的，

並且該第一間距係由該孔的半徑來確定。

【第11項】

如申請專利範圍第1項的CCIG，其中該絕緣體的頂部覆蓋有在陽極電位的金屬。

【第12項】

如申請專利範圍第1項的CCIG，其中該陰極包含從該底板延伸的圓柱形側壁，該底板圍繞並耦接至該絕緣體。

【第13項】

一種測量壓力的方法，包含：

將磁場施加到陽極和陰極之間的放電空間；

將電子釋放到該放電空間中，以在該放電空間中建立電漿放電和流至該陰極的離子電流，該陰極包含具有形成該放電空間的表面的底部表面的底板；

利用安裝在該陰極的該底部表面的屏蔽部來屏蔽支撐該陽極的饋通絕緣體與該電漿放電的電子，該絕緣體延伸穿過該底部表面，其中該屏蔽部係與該陽極間隔第一間距，該屏蔽部係與該絕緣體間隔比該第一間距大的第二間距，該第一和第二間距使該絕緣體與該電漿的電子屏蔽；以及

基於所測量的流至該陰極的離子電流來確定壓力。

【第14項】

如申請專利範圍第13項的方法，其中該屏蔽部和該陽極之間的該第一間距係在0.9至2.7毫米的範圍內。

【第15項】

如申請專利範圍第13項的方法，其中該絕緣體的頂部覆蓋有在陽極電位的金屬。

【第16項】

一種冷陰極電離計量器(CCIG)，包含：

延伸陽極；

沿著該陽極的長度圍繞該陽極的陰極，該陰極形成在該陽極周圍的放電空間，以致使在該陽極和該陰極之間的電漿的形成以及流進該陰極的所得離子電流，其中該陰極包含底板和從該底板延伸的側壁，該底板形成該放電空間的表面；

磁體，其透過該放電空間來施加磁場以將自由電子路徑延長以維持該電漿；

支撐該陽極的饋通絕緣體；

金屬，其在圍繞該陽極的該絕緣體上並且處於陽極電位並且面向該放電空間；

屏蔽板，其跨該底板中的底板孔懸吊，該屏蔽板限定該絕緣體之上且該陽極延伸穿過的屏蔽孔，該孔的尺寸經設計使得存在有從在該絕緣體上的該金屬處的該陽極電位直接到處於陰極電位的該陰極的電場，其中該電場不在該金屬和該屏蔽孔之上，以從該電漿中將電子吸入該金屬中；以及

電控制器，其在該陽極和該陰極之間施加電壓，以建立在該陽極和該陰極之間具有電漿放電的電離，該電控制器基於流至該陰極的量測離子電流來確定壓力。

【第17項】

如申請專利範圍第16項的CCIG，其中該屏蔽板係與該陽極間隔在該屏蔽孔設置的第一間距，該屏蔽板係與在該屏蔽孔的該絕緣體間隔比該第一間距大的第二間距。

【第18項】

如申請專利範圍第17項的CCIG，其中該屏蔽孔是圓形的，並且該第一間距係由該屏蔽孔的半徑來確定。

【第19項】

如申請專利範圍第17項的CCIG，其中該屏蔽板和該陽極之間的該第一間距係在0.9至2.7毫米的範圍內。

【第20項】

如申請專利範圍第17項的CCIG，其中該屏蔽板和該絕緣體之間的該第二間距係在0.9至2.7毫米的範圍內。

【第21項】

如申請專利範圍第16項的CCIG，其中該側壁是圓柱形的。

【第22項】

如申請專利範圍第16項的CCIG，其中該屏蔽板安裝在該底板上。

【第23項】

一種測量壓力的方法，包含：

對陽極和陰極之間的放電空間施加磁場，該陰極包含底板和從該底板延伸的側壁，該底板形成該放電空間的表面，該陰極還包含跨該底板中的底板孔懸吊的屏蔽板，該

屏蔽板限定支撐該陽極的饋通絕緣體之上的屏蔽孔，該陽極延伸穿過該屏蔽孔；

將電子釋放到該放電空間中，以在該放電空間中建立電漿放電和流至該陰極的離子電流；

利用該陰極，建立從在支撐該陽極的該饋通絕緣體上的金屬處的陽極電位直接到處於陰極電位的該陰極的電場，其中該電場不在該金屬和該陰極之上，以從該電漿放電中將電子吸入該金屬中；以及

基於所測量的流至該陰極的離子電流來確定壓力。

【發明圖式】

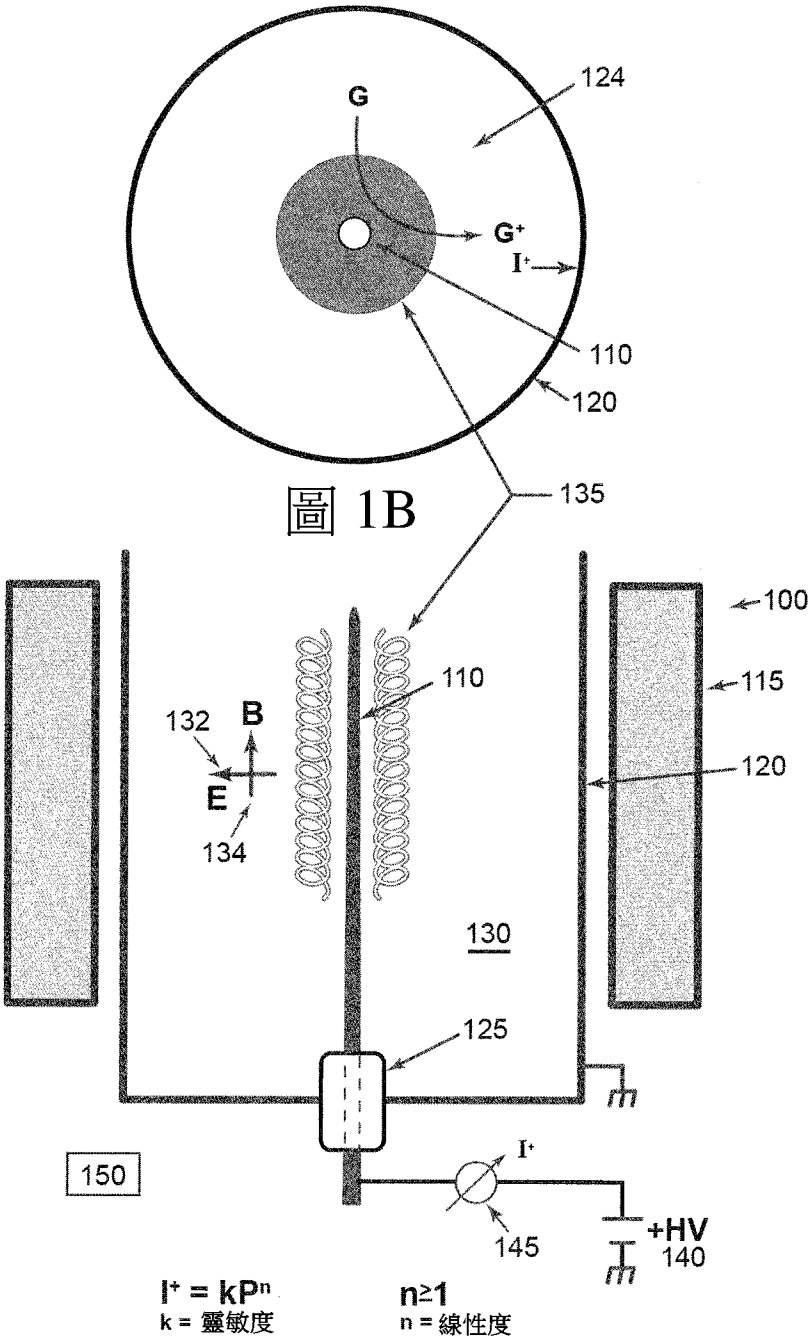


圖 1B

圖 1A

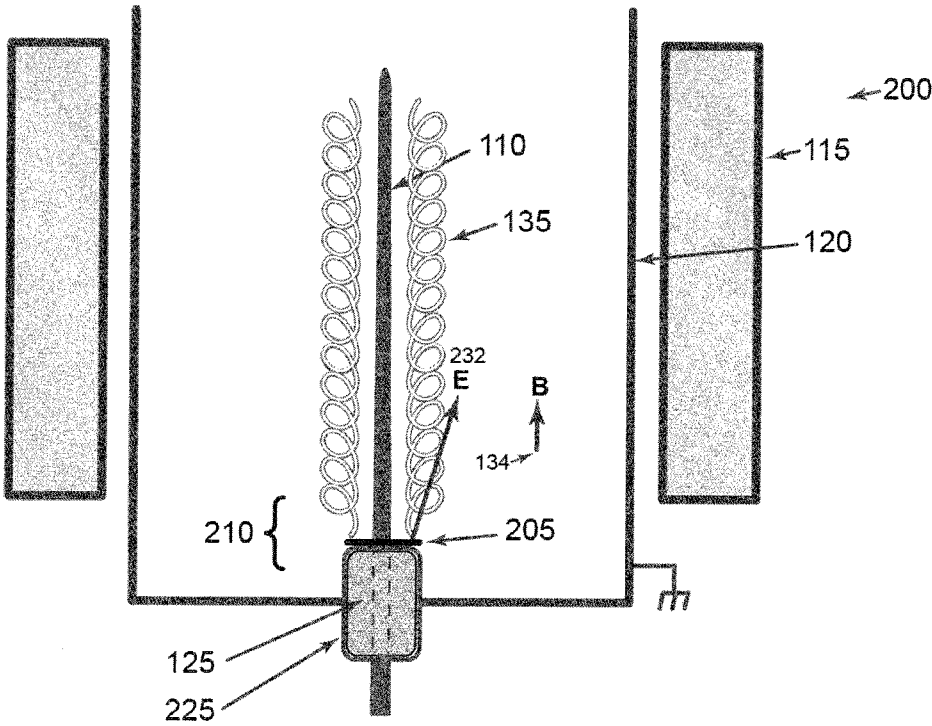
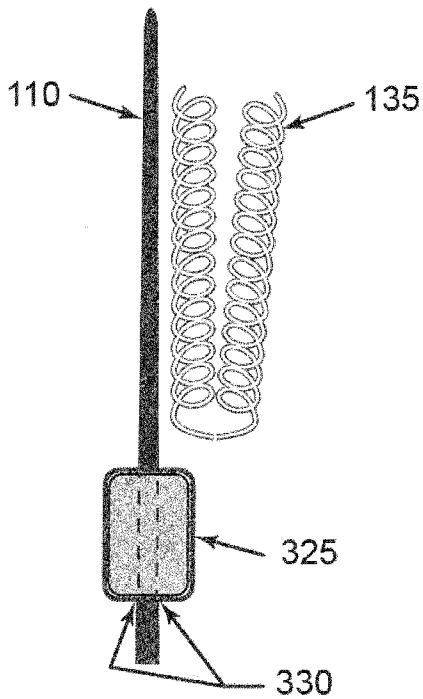
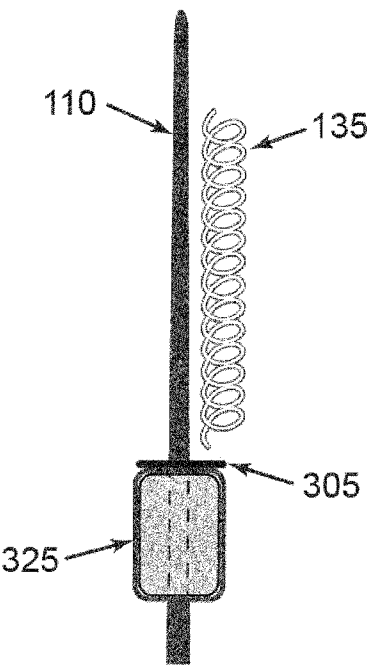


圖 2



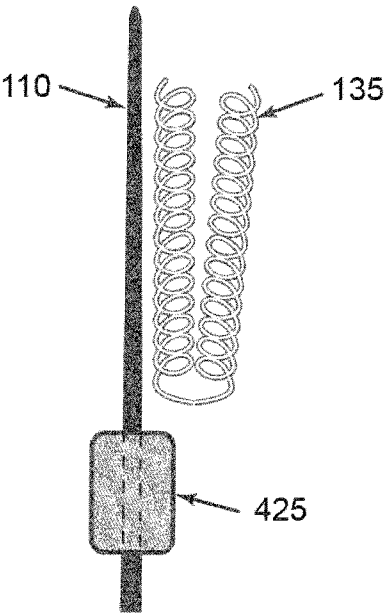
較高靈敏度

圖 3A



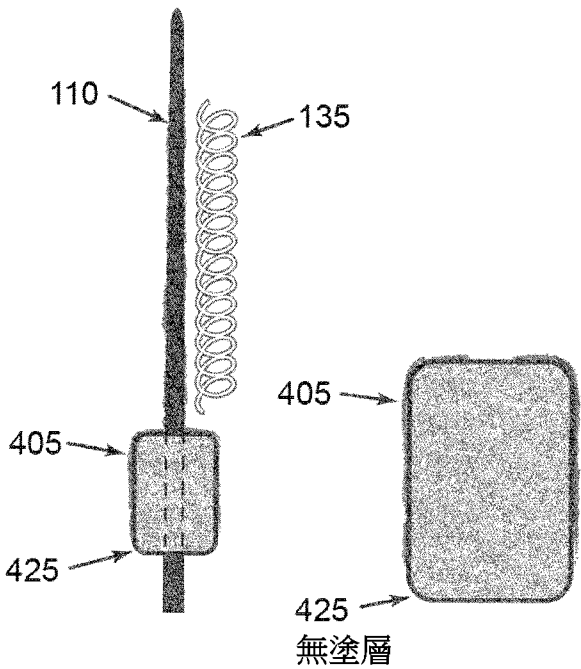
較低靈敏度

圖 3B



開始
純陶瓷

圖 4A



結束
以金屬塗覆

圖 4B

圖 4C

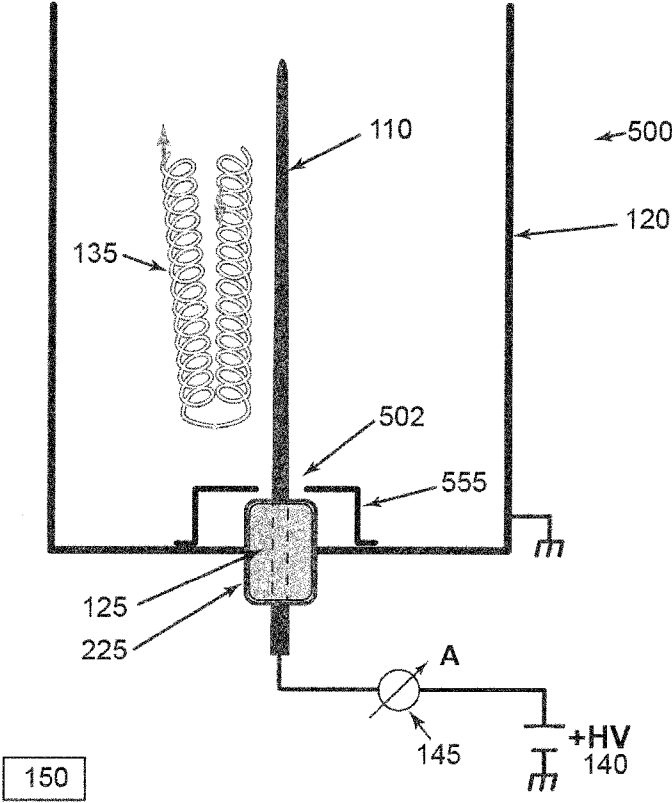


圖 5A

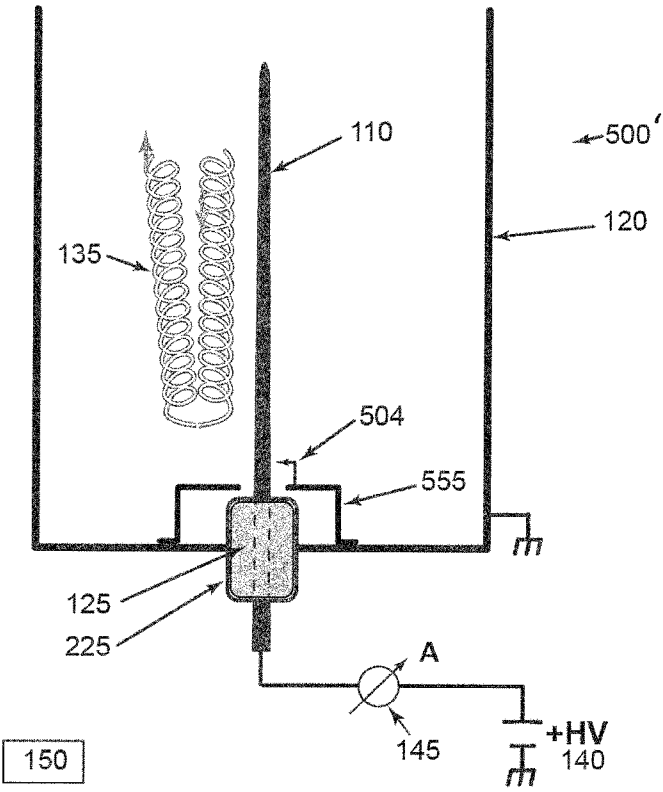


圖 5B

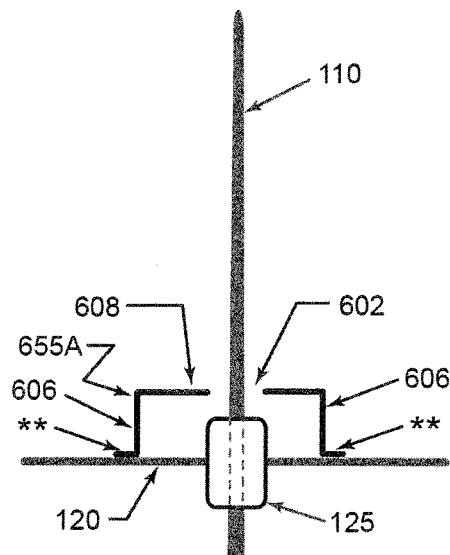
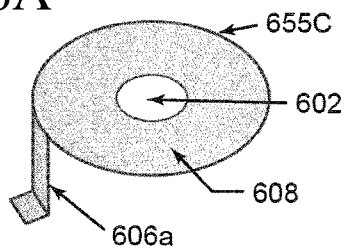
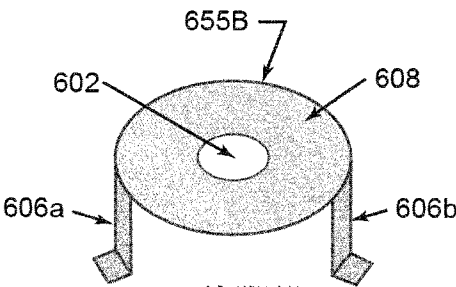


圖 6A



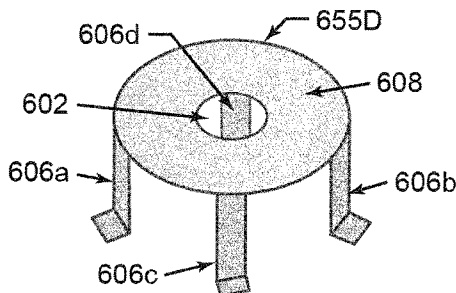
一個腿部

圖 6C



兩個腿部

圖 6B



四個腿部

圖 6D

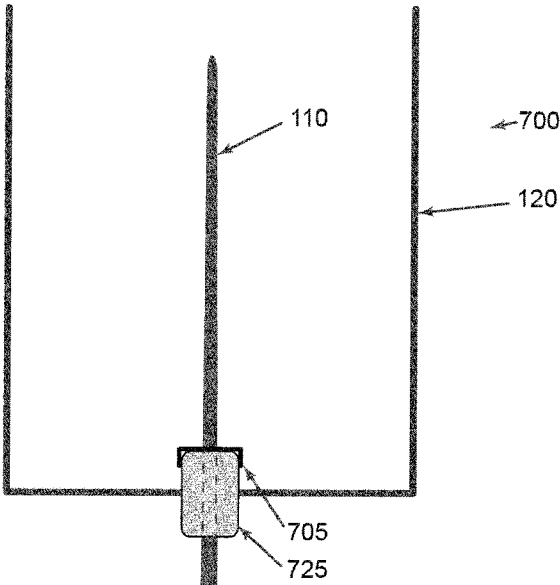


圖 7A
先前技術

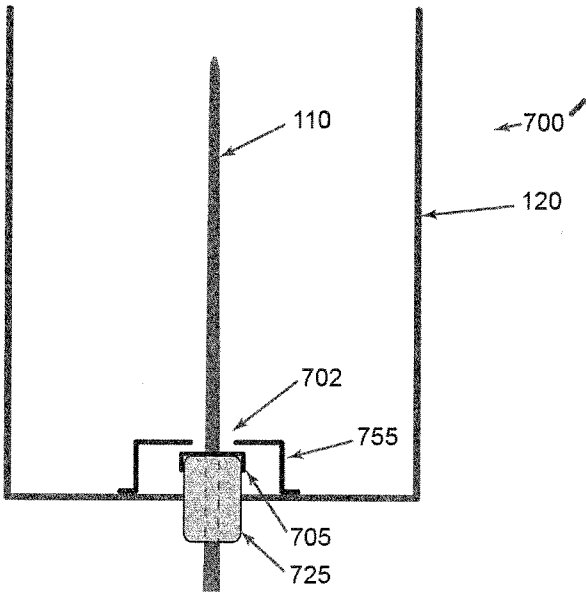


圖 7B

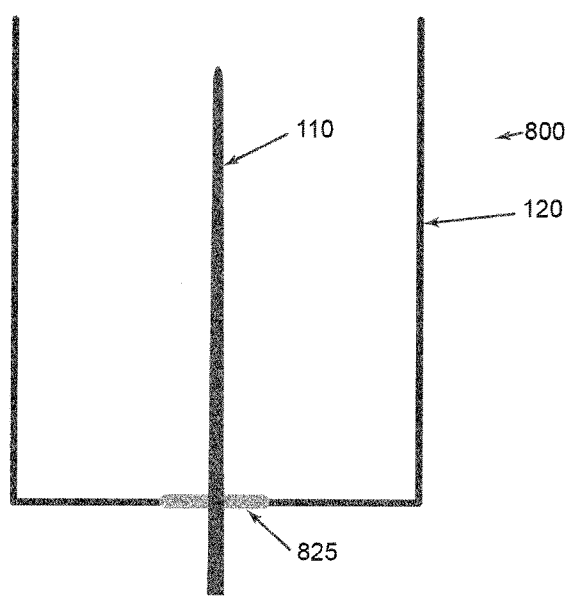


圖 8A
先前技術

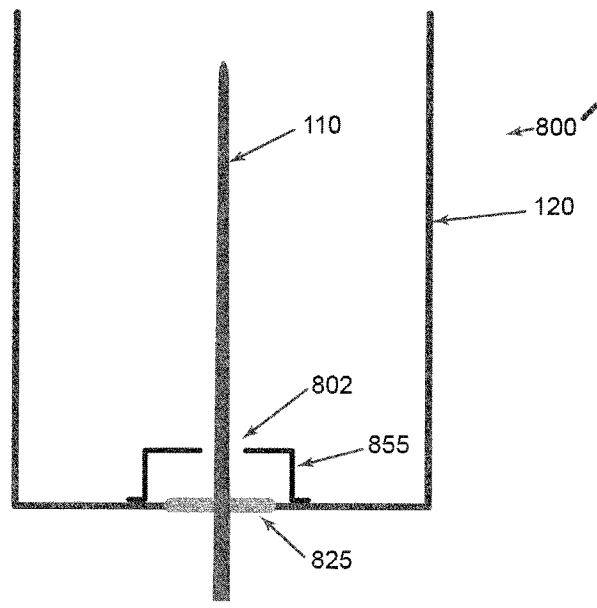


圖 8B

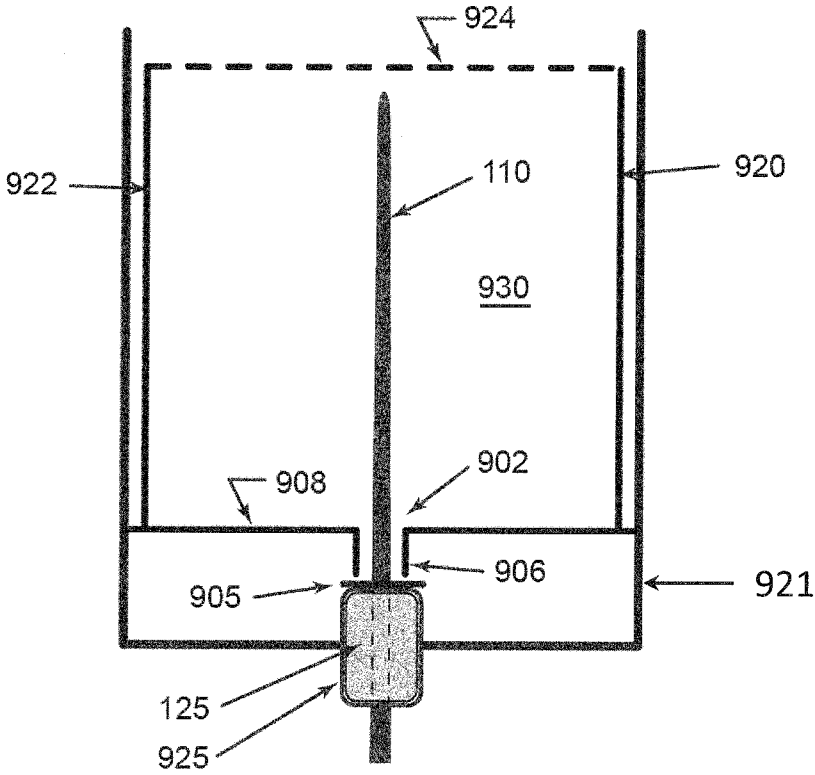


圖 9

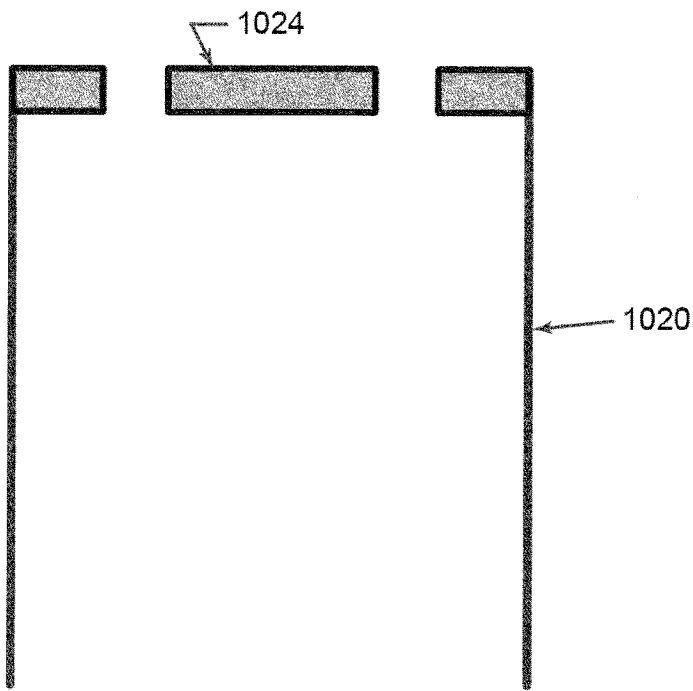


圖 10A
先前技術

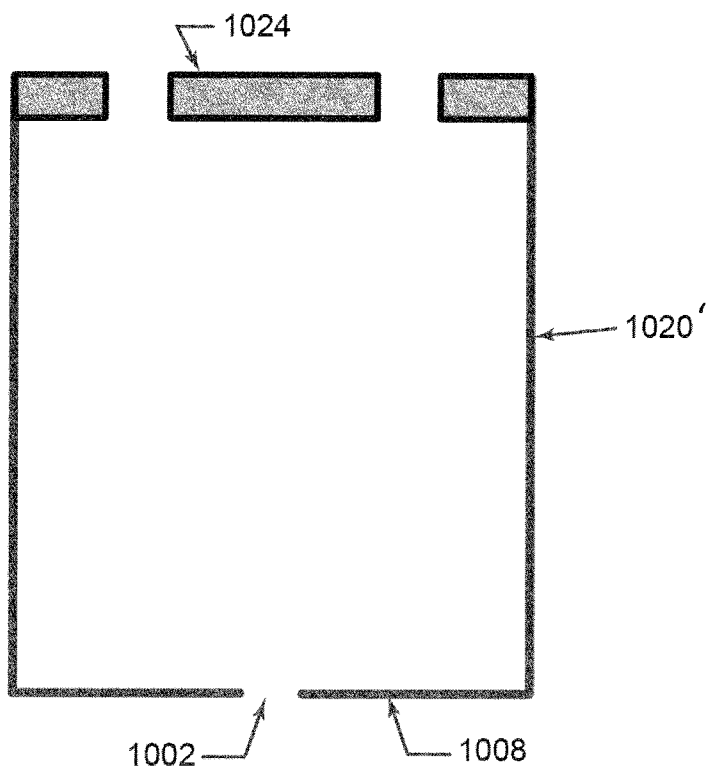


圖 10B

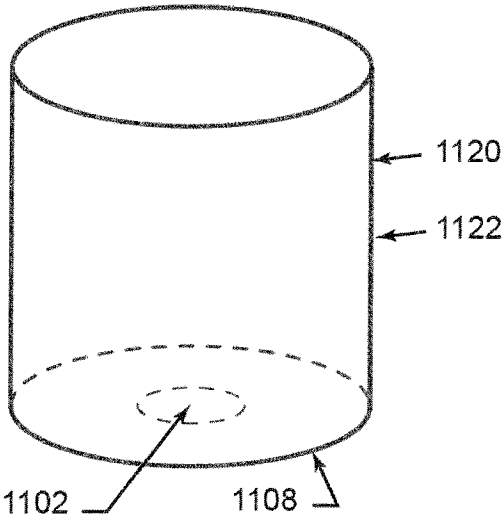


圖 11

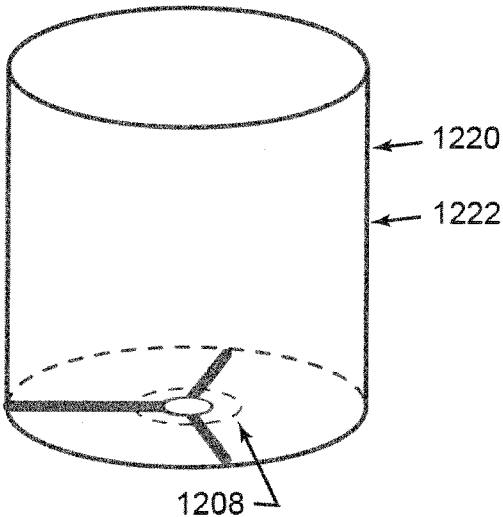


圖 12A

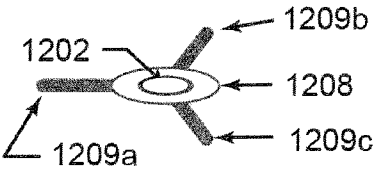


圖 12B

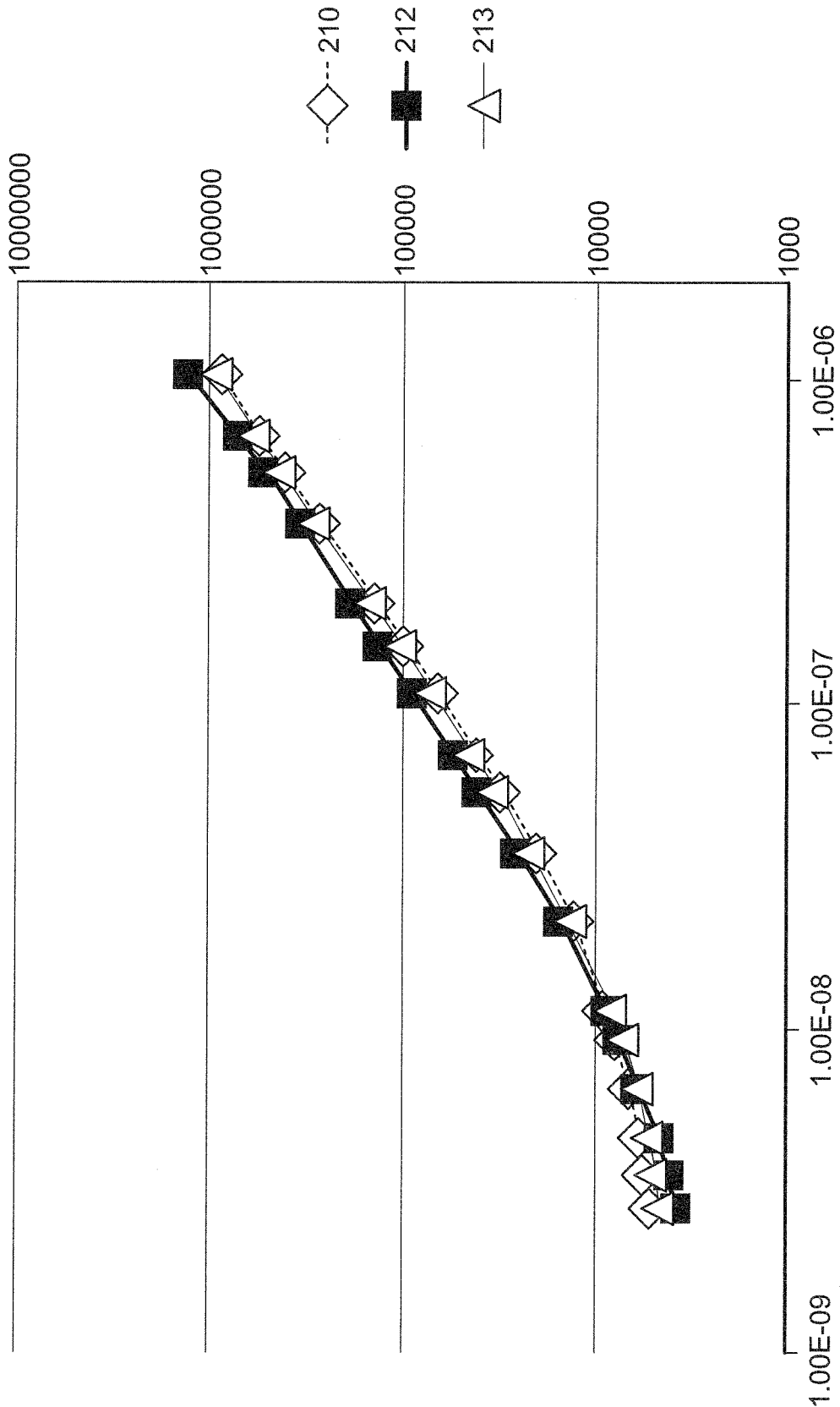


圖 13

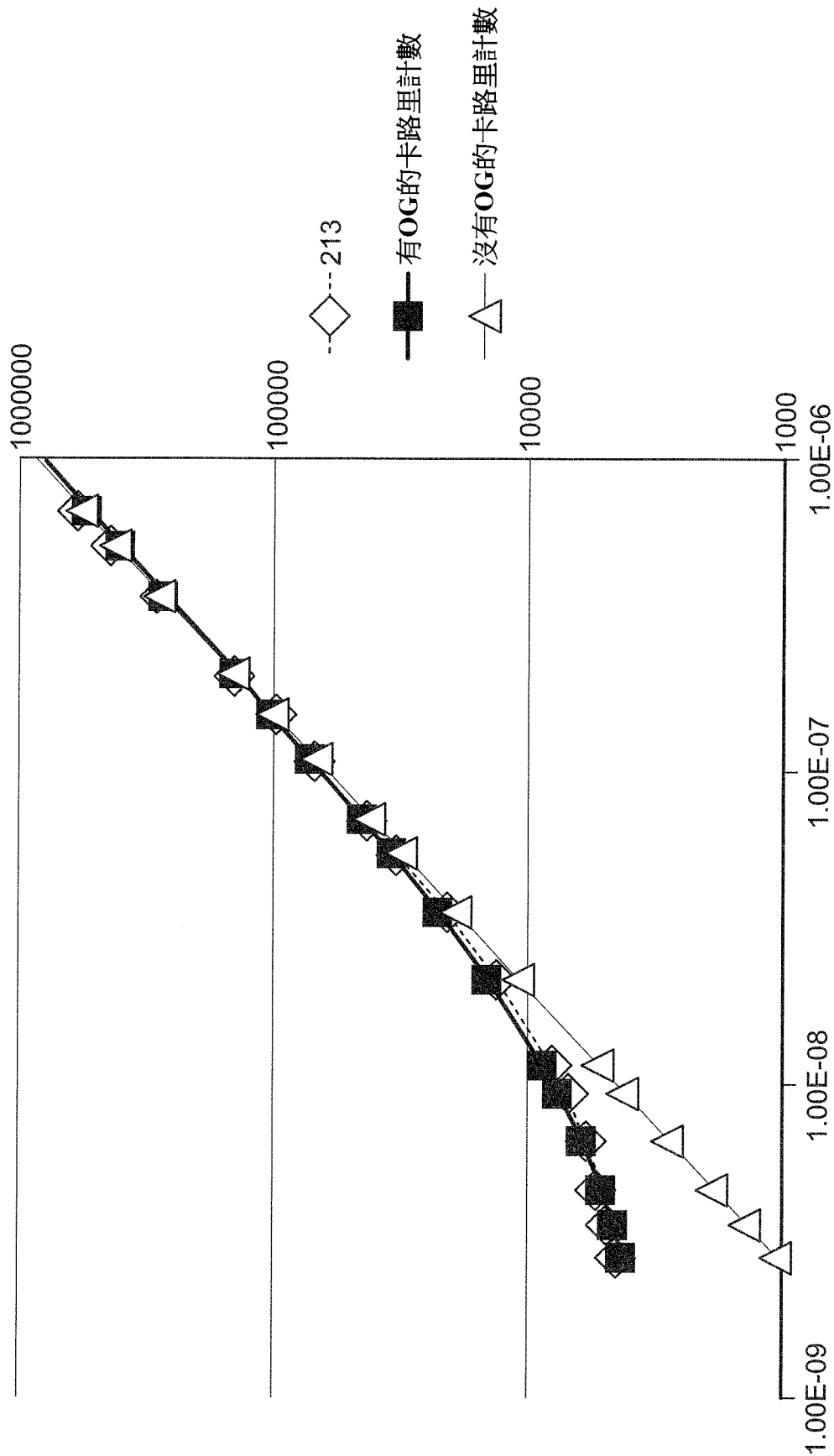


圖 14

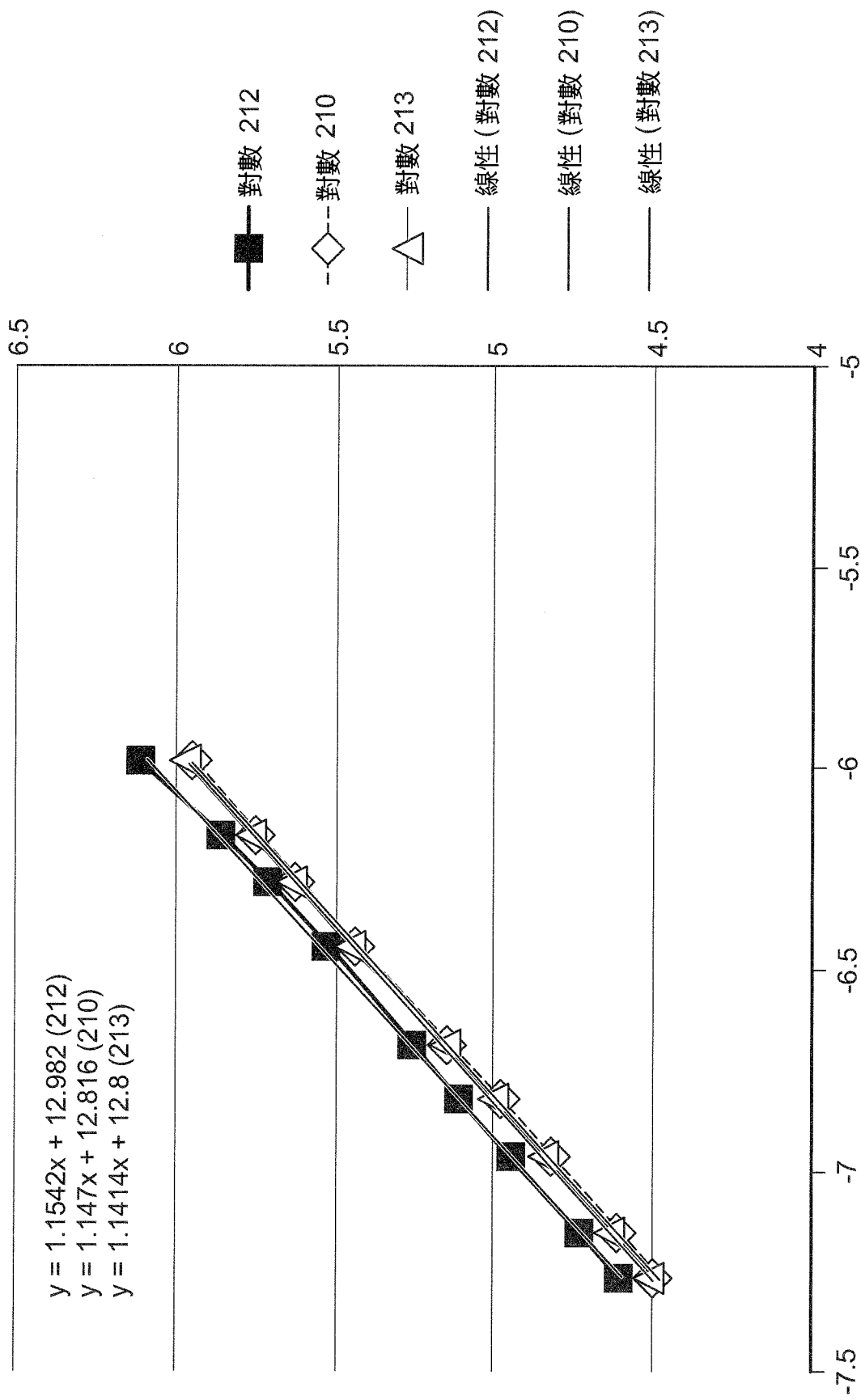


圖 15

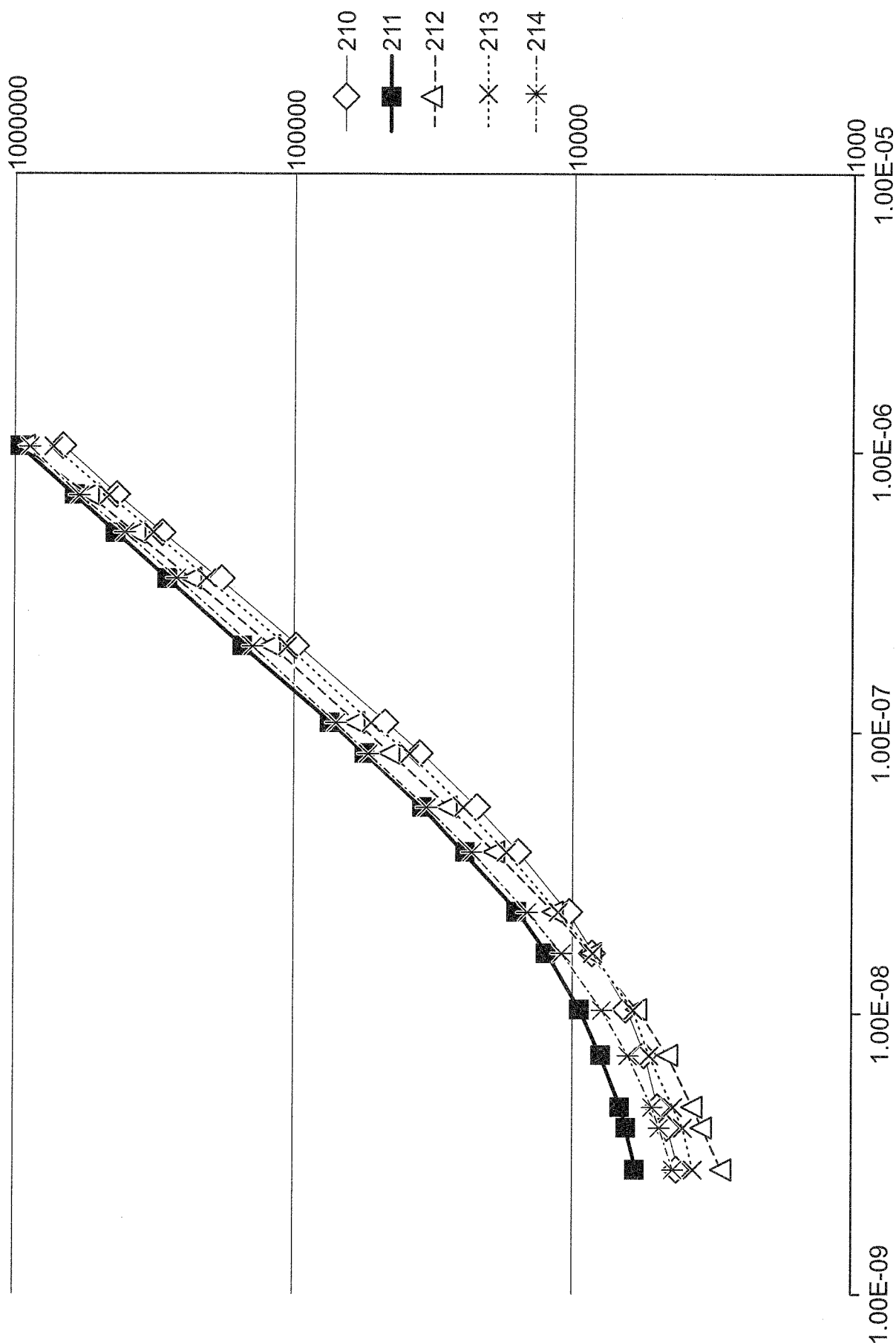


圖 16

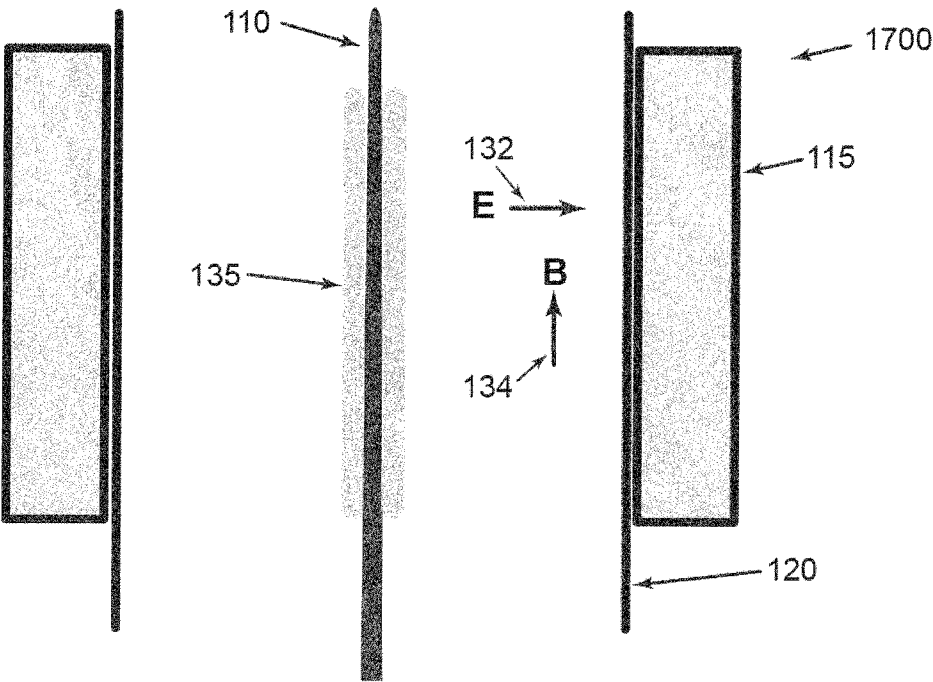


圖 17

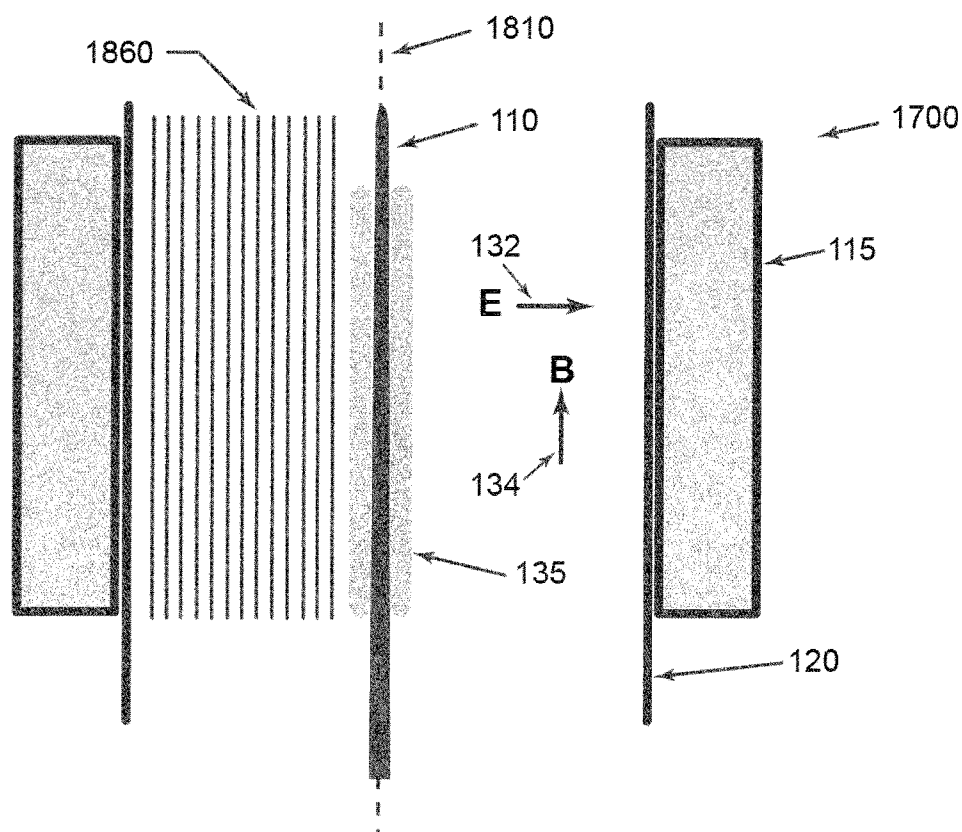


圖 18

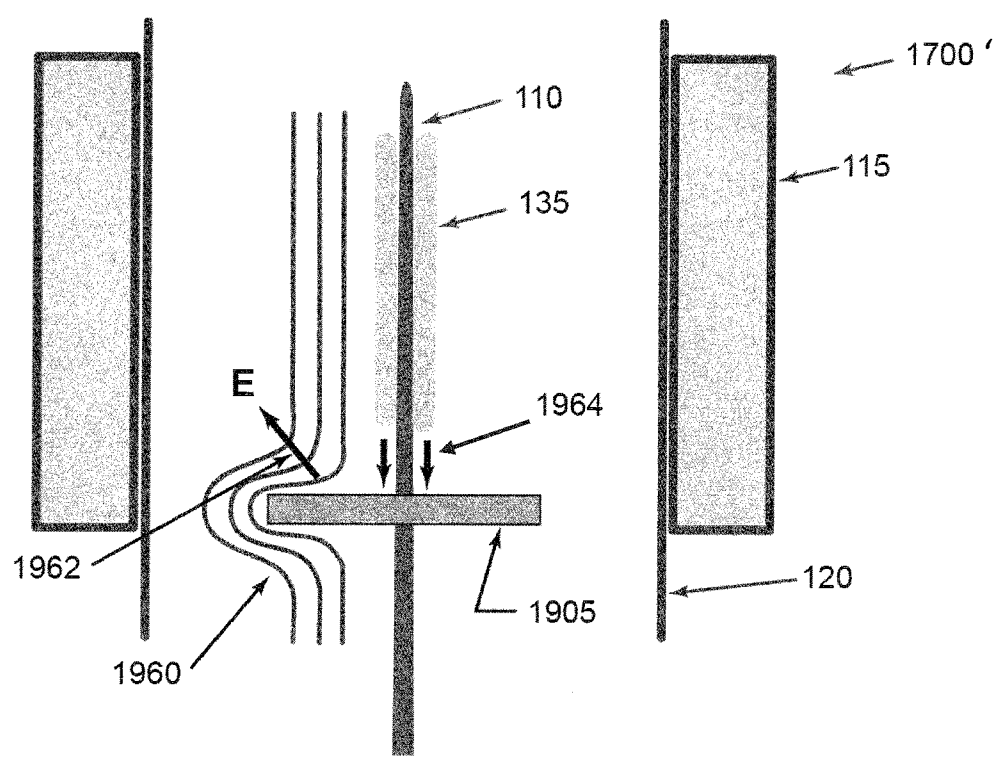


圖 19

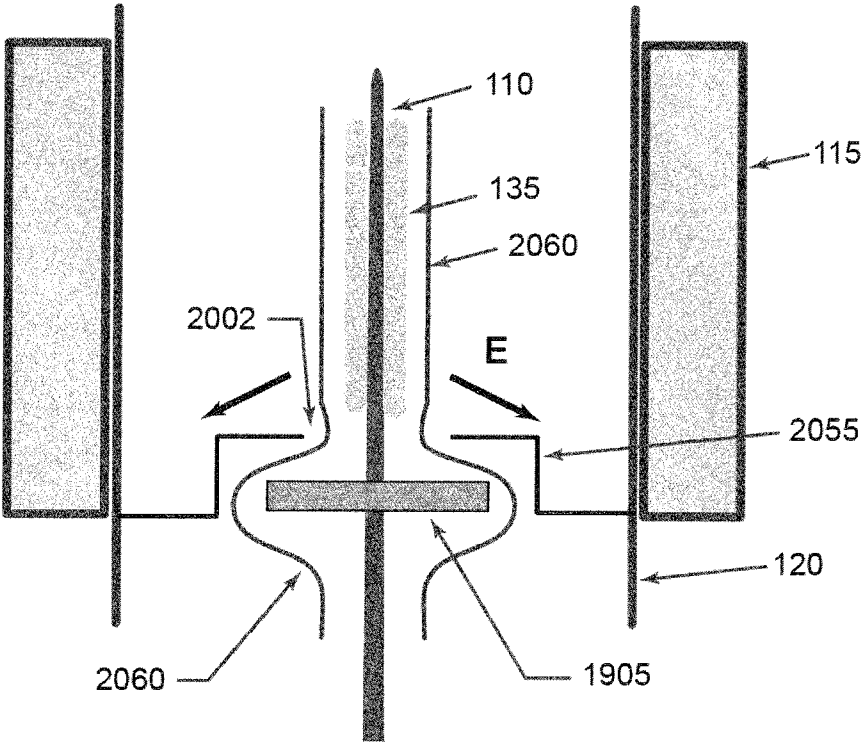


圖 20

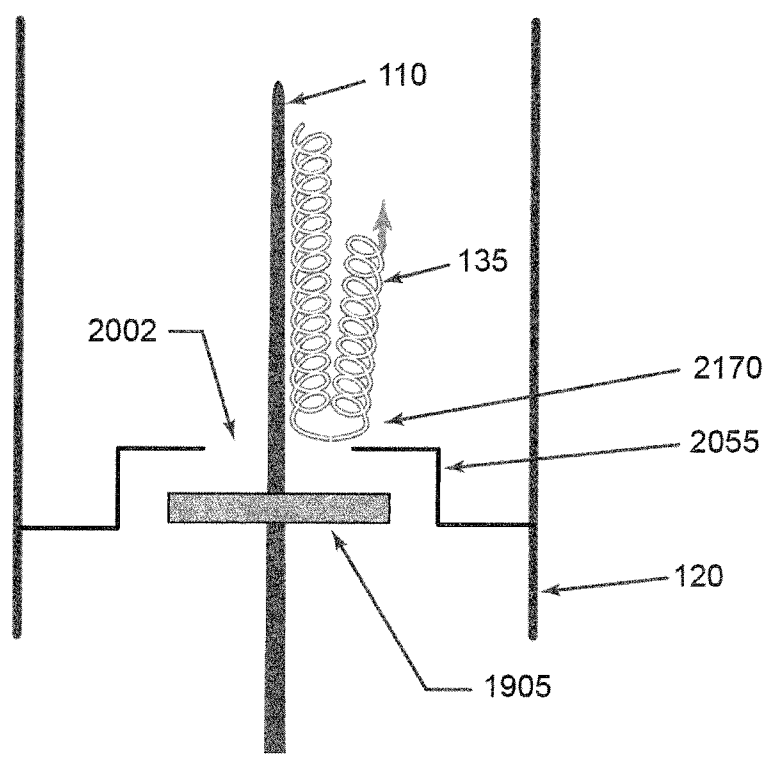


圖 21

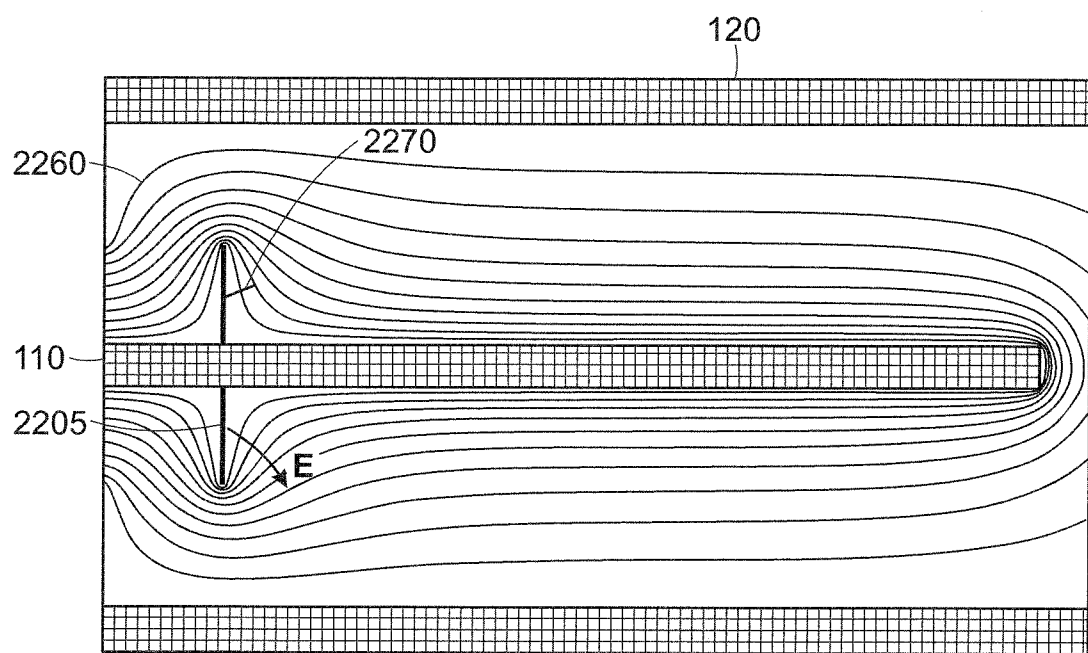


圖 22

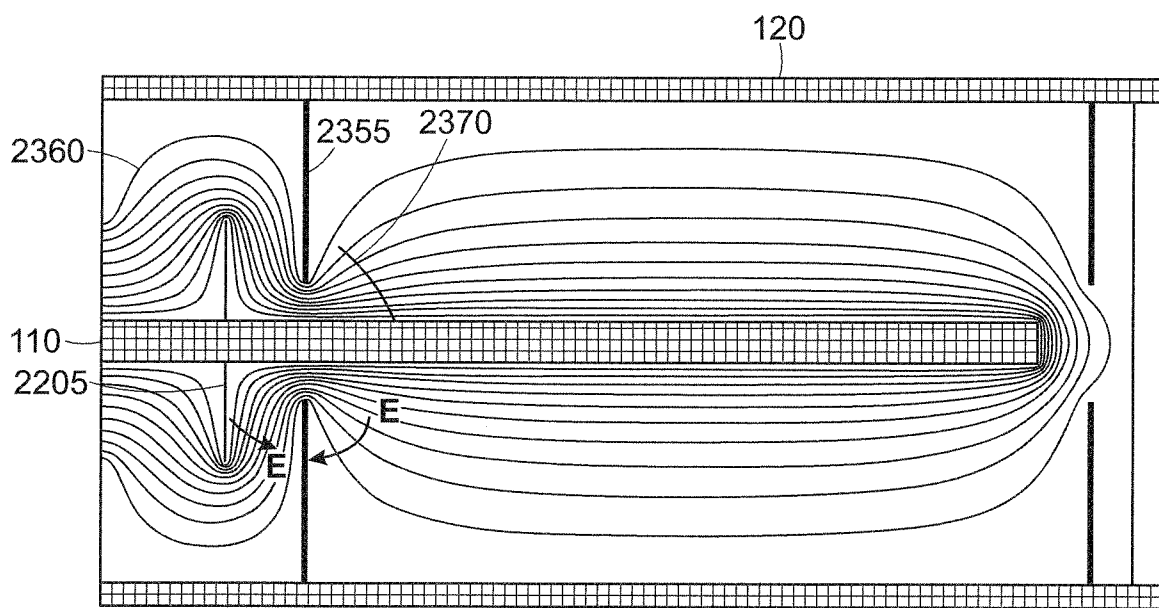


圖 23

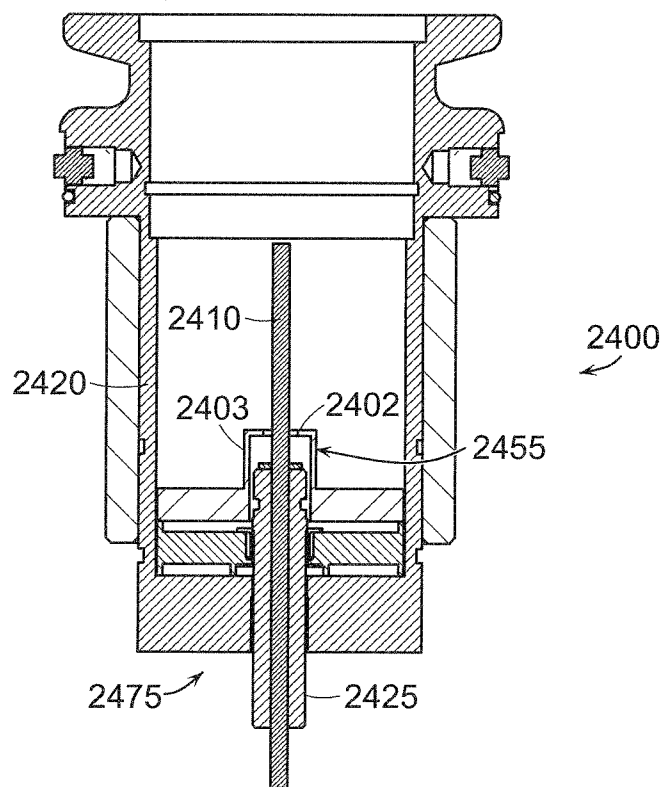


圖 24B

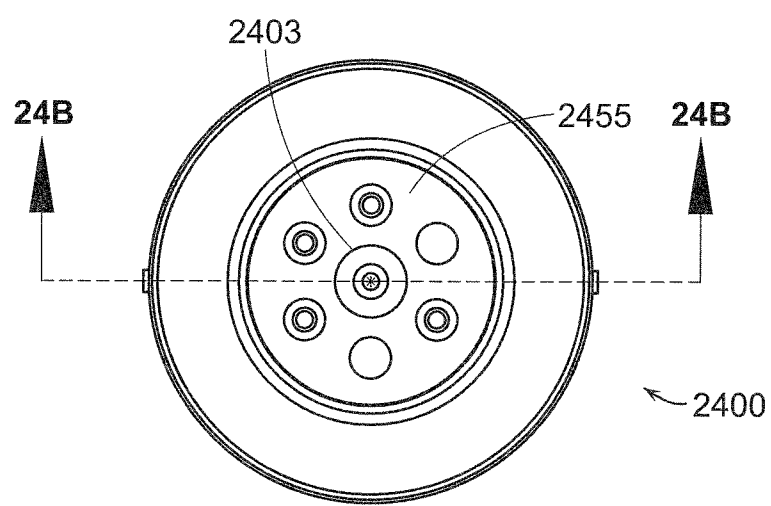


圖 24A

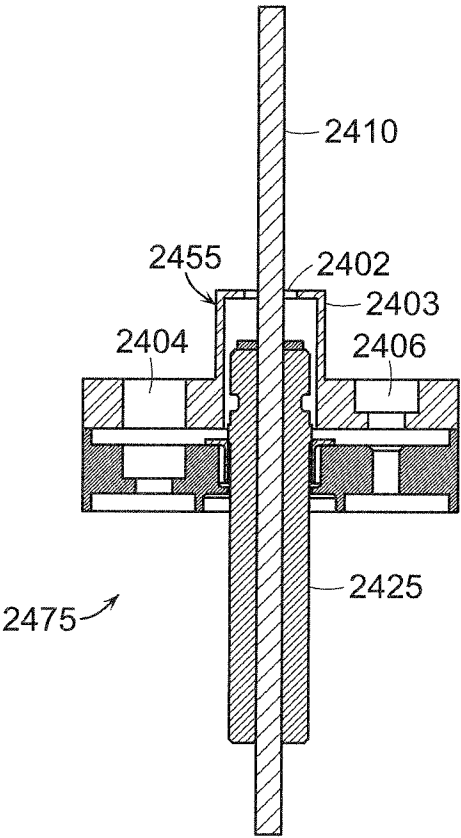


圖 25B

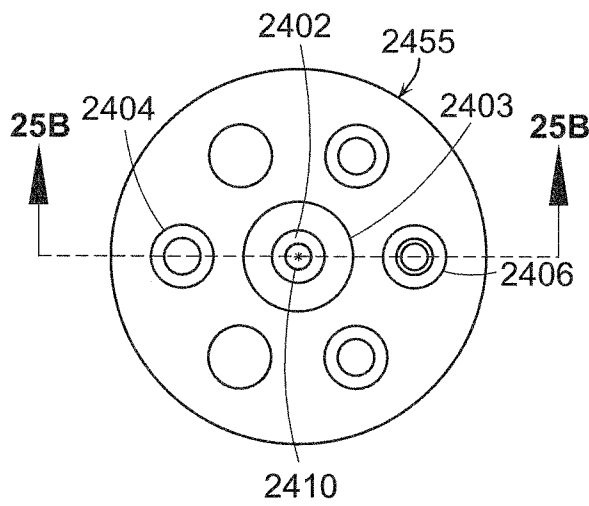


圖 25A