

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：95142904

※ 申請日期：95.11.21

※IPC 分類：G01F 1/68 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

垂直安裝的質流感測器

VERTICAL MOUNT MASS FLOW SENSOR

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

MKS 公司

MKS INSTRUMENTS, INC.

代表人：(中文/英文)

克拉克/CLARK, W. R.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國麻州威明頓市工業路 90 號

90 INDUSTRIAL WAY, WILMINGTON, MASSACHUSETTS 01887,
U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/U.S.A.

三、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 丁軍華/DING, JUNHUA

2. 巴麥克/L'BASSI, MICHAEL

3. 詹凱文/ZARKAR, KAVEH H.

國籍：(中文/英文)

1. 為中國大陸/CHINA

2.-3. 皆為美國/U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；西元 2005 年 11 月 22 日；11/284,452

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

用於測量一流體之流量的熱質量流量計包含一導管，該導管係架構成可承接該流體及在該導管的入口及出口之間界定一主要流動路徑。該導管係至少局部以一感測器承接表面為邊界。一熱感測器管件具有於一方向中相對該感測器承接表面安裝之熱感測部份，該方向大體上垂直於該主要流動路徑及該感測器承接表面兩者。當該熱質量流量計係安裝在一垂直方向中，以致該導管內之流體沿著該主要流動路徑於該垂直方向中流動時，在該感測器管件內之流體於一水平方向中流動，以便大體上當該感測器管件被加熱時防止熱虹吸作用。

六、英文發明摘要：

A thermal mass flow meter for measuring flow rate of a fluid includes a conduit that is configured to receive the fluid and that defines a primary flow path between an inlet and an outlet of the conduit. The conduit is bound at least in part by a sensor receiving surface. A thermal sensor tube has a thermal sensing portion that is mounted relative to the sensor receiving surface in a direction substantially perpendicular to both the primary flow path and the sensor receiving surface. When the thermal mass flow meter is mounted in a vertical direction so that fluid within the conduit flows in the vertical direction along the primary flow path, fluid within the sensor tube flows in a horizontal direction so as to substantially prevent thermal siphoning when the sensor tube is heated.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

110	質流感測器總成
120	導管
124	主要流動路徑
130	旁通裝置
140	閥門
150	控制器
170	感測器承接表面
200	管件
210	熱感測部份
250	電阻元件
251	電阻元件
300	質流控制器
305	方向
310	支撐元件

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

質流控制器(Mass Flow Controller，下文簡稱MFC)中之熱虹吸作用係指藉由已加熱的熱流感測器及旁通裝置間之自由對流所造成的氣體之一連續循環。熱虹吸作用可導致一用於類似零點漂移的流量之非零輸出信號，甚至當實際輸出流量係零時。於一些MFC設計中，如果質流控制器被垂直地安裝，熱虹吸效應可為更可能發生，並可與流量受控制的流體之分子量及壓力成比例地變化。

【先前技術】

除了造成質流控制器中之零點標定移位以外，熱虹吸作用亦可造成質流控制器的質量流量計之跨距或動態範圍之標定移位。

需要一方法及系統，其當熱質流控制器係垂直地安裝時，可防止或減少熱虹吸效應，並可提供一用於垂直接流動之熱質量流量計的零移位熱質流感測器。

【發明內容】

一用於測量流體之流量的熱質量流量計包含一導管，該導管係架構成可承接該流體及在該導管的入口及出口之間界定一主要流動路徑。該導管係至少局部以一感測器承接表面為邊界。一熱感測器管件之熱感測部份係於一方向中相對該感測器承接表面安裝，該方向大體上垂直於該主要流動路徑及該感測器

承接表面兩者。當該熱質量流量計係安裝在一垂直方向中，以致該導管內之流體沿著該主要流動路徑於該垂直方向中流動時，在該感測器管件內之流體於一水平方向中流動，以便大體上當該感測器管件被加熱時防止熱虹吸作用。

一用於控制流體之流量的熱質流控制器可包含一導管，該導管係架構成可承接該流體及在該導管的入口及出口之間界定一主要流動路徑。該導管可至少藉著一感測器承接表面局部連結。該熱質流控制器可另包含一熱感測器管件，其於一方向中具有一相對該感測器承接表面安裝之熱感測部份，該方向大體上垂直於該主要流動路徑及該感測器承接表面兩者。該熱質流控制器可另包含一溫度測量系統，其架構成當該感測器管件已被加熱及流體在該已加熱之感測器管件內流動時，可沿著該感測器管件之熱感測部份測量至少於二位置間之一溫度差異。該熱質流控制器可另包含一控制閥，其架構成可調節該流體進入該導管之入口及流出該導管之出口的流動，以致該流體在一想要之流量下由該出口流出。

當該熱質量流量計係在一垂直方向中安裝，以致該導管內之流體大體上沿著該主要流動路徑於該垂直方向中流動時，該感測器管件之熱感測部份內的流體可在一水平方向中流動，以便大體上當該感測器管件被加熱時防止熱虹吸作用。

敘述一用於在一控制流體之流量用的質流控制器中防止熱虹吸作用的方法。該質流控制器包含一具有熱感測部份之熱感測器管件，且另包含一架構成可承接該流體之導管。該導管在該導管之入口及出口之間界定一主要流動路徑，及藉著一感測器承接表面至少局部連結。該方法包含於一方向中安裝該感測器管件之熱感測部份，該方向大體上垂直於該主要流動路徑及該感測器承接表面兩者。當該質流控制器係在一垂直方向中安裝，以便造成該導管內之流體沿著該主要流動路徑於該垂直方向中流動時，在該感測器管件的熱感測部份內之流體可沿著一水平方向流動，以便大體上當該感測器管件被加熱時防止熱虹吸作用。

【實施方式】

本發明敘述一系統及方法，其大體上用於當一質流控制器係垂直地安裝時，防止該熱質流控制器中之熱虹吸作用。

圖 1A 及 1B 概要地說明一典型熱 MFC 之操作，其測量及控制流體之質流量（mass flow rate），及亦說明當該 MFC 被垂直地安裝時可發生之熱虹吸作用，如圖 1B 所顯示。圖 1A 說明一水平安裝之熱 MFC，而圖 1B 說明一與圖 1A 所示 MFC 相同之熱 MFC，但其係垂直地安裝。概觀之，當該流體流動經過該感測器管件時，藉著使用流體之熱性質及監視該已加熱感測器管件之溫度變化，熱 MFCs 可測量一流體之質流量。

一熱 MFC 典型可包含一熱質量流量計，其真正地測量該流體之質流速率；及一控制總成（包括一閥門及電子控制電路），其調節流體之流量，以致所測量之流量等於一想要之流量定值。熱 MFCs 典型可測量氣體及蒸氣之質流速率，雖然亦可測量異於氣體及蒸氣之流體的流量。

參考圖 1A，該熱 MFC 100 可包含：一熱質流感測器總成 110；一導管 120 或流動本體，其架構成可在一入口 122 承接該流體，並測量/控制該流量；及一在該導管 120 內之旁通裝置 130。該熱 MFC100 可另包含一閥門 140；及一控制器 150，其以由該導管 120 之出口 123 提供一控制下之流體流動的方式控制該閥門 140 之操作。

該導管 120 或流動本體可界定一主要流動路徑或通道 124，且係至少局部以一感測器承接壁面或感測器承接表面 170 為邊界。於所示具體實施例中，該感測器承接表面 170 係顯示為大體上平行於該主要流動路徑 124。經過該導管 120 的入口 122 導入至該 MFC 之大多數該流體可持續進行經過該主要流動路徑 124。該流體之一相當小數量可藉著該旁通裝置 130 轉向經過該熱質流感測器總成 110，並可在該旁通裝置 130 之下游重新進入該主要流動路徑 124。該旁通裝置 130 可為一壓降旁通裝置，其橫越該主要流動通道 124 提供一壓降，以便經過該熱質流總成驅動該進

來流體之一相當小部份。該感測器管件 200 之入口及出口可與該主要流動通道 124 之入口及出口在同一位置，且因此橫越該旁通裝置 130 之壓降可為與橫越該感測器管件 200 之壓降相同。

- 5 該熱質流感測器總成 110 可附接至形成該導管 120 之邊界的至少一部份之感測器承接表面 170。該熱質流感測器總成 110 可包含：一熱感測器管件 200，其架構成可允許該進來流體之改道部份在該管件 200 的一入口 230 及一出口 240 之間於該管件內流動；一
- 10 感測器管件加熱器，其架構成可加熱該感測器管件；及一溫度測量系統，其架構成可沿著該管件測量二或更多位置間之溫度差異。該感測器管件 200 可為一薄壁圍住、小直徑之毛細管式管件，並可由不銹鋼所製成，雖然不同尺寸、結構、及材料亦可被用於該感測
- 15 器管件 200。該感測器管件 200 可包含一熱感測部份 210，其於圖 1A 中係顯示為水平設置的，平行於該主要流動路徑；及二支腳 212，其在圖 1A 中係顯示為垂直的。一對電阻元件 250 及 251 可設置成與該管件 200 之熱感測部份 210 沿著該熱感測部份 210 在不同位置
- 20 熱接觸，並可操作為該感測器管件加熱器及當作該溫度測量系統之部份。如圖 1A 所示，該等電阻元件 250 及 251 可為沿著該管件之熱感測部份 210 在二位置捲繞著該管件 200 之電阻線圈，即一電阻元件(250)及另一電阻元件(251)。該感測器管件 200 可藉著施加

一電流至該等電阻元件所加熱，該等電阻元件如此可用作一用於該管件之加熱器。

當導入該感測器管件之入口的流體流經該已加熱之感測器管件時，在一恆定之速率下，當與該電阻元件 250 作比較時，更多熱量可傳送至該下游電阻元件 251。該電阻元件 250 可藉由流體流動所冷卻，將其部份熱量傳送至所流經之流體，並可加熱該電阻元件 251，取得部份給予至該流動之流體的熱量。其結果是，如此可在該二元件之間建立一溫度差異 ΔT ，並可提供流經該感測器管件之流體分子數目（亦即該流體之質量）的一測量。可測量每一電阻元件的阻抗中之藉由該溫度差異所造成的變化，以便決定該溫度差異，導致來自該質量流量計的一輸出信號為該流體之質流速率的函數。

當該熱感測器管件係安裝在某些方位，且尤其更多該熱感測部份 210 感測器管件係導向於一異於該水平方向之方向中時，可當加熱該感測器管件時，發生由顯現在該感測器管件內側之熱梯度所造成的熱虹吸作用。如下面所說明，在垂直安裝 MFG 中可發生熱虹吸作用，甚至當該控制閥門係完全地關上時，如圖 1B 所示。

當該熱量係由該已加熱量之感測器管件表面傳送至該氣體時，該已加熱之感測器管件內側的氣體之溫度可增加，且該氣體之密度可減少。該旁通區域中

之冷卻、較密集之氣體可藉著重力被迫降落。這依序可迫使該已加熱感測器管件中之熱、輕的氣體上昇。此現象可被稱為自由對流。如果該旁通區域係足夠冷卻，由該已加熱之感測器管件上昇的熱氣體將冷卻及再次降落。如此，將在該 MFG 內側發生氣體之一連續循環，一般稱為熱虹吸作用，縱使該控制閥係完全關上，以致該輸出流量為零。

熱虹吸作用可造成零移位，亦即移位該零信號輸出至一非零信號。熱虹吸作用亦可造成於該跨距或動態範圍中之移位，亦即藉著該質量流量計的有關測量範圍所覆蓋之流量直至該最大有意之流量。其結果是，該實際流動測量可變成該入口壓力與該流體的本質之一函數。在零及跨距(動態範圍)上之熱虹吸效應可隨著增加之入口壓力及氣體密度而增加。

影響熱虹吸作用之主要因素可包含氣體密度、該感測器管件直徑、及該已加熱之感測器管件的姿態。氣體密度係該氣體之一本質特性，且如此不能操縱以便減少該熱虹吸效應。雖然該 MFC 中之感測器管件的小內徑可大致上減少熱虹吸作用之效應，製造一具有此一小直徑之管件可為困難及不合實際的，並可限制該 MFC 設計之動態範圍。因此，該已加熱之感測器管件的姿態可為一調整標準的良好選項，以便減少該 MFG 內側之熱虹吸作用。

當該 MFC 係水平地安裝時，如圖 1A 所示，熱虹

吸作用可能看不見，因為該自由對流力量可總計為零。該感測器管件 210 之水平區段可產生無對流力量，且由該二垂直支腳 212 所產生之對流力量可抵消，以致該等浮力之總和可總計為零。

5 當該 MFC 係旋轉九十度及垂直地安裝時，如圖 1B 所示，該感測器支腳 212 可不再產生任何對流力量。然而，包含該加熱器線圈之熱感測部份 210 現在可產生對流力量，因為該熱感測至部份 210 現在係垂直地、非水平地導向。既然該旁通裝置係未加熱，在此
10 可為無對流阻力，以致熱虹吸作用可發生。

圖 2 說明設計成當垂直安裝時可大體上消除熱虹吸作用的熱質流控制器 300 之一具體實施例。與圖 1A 及 1B 相同之參考數字被用於該 MFC 300 之所有子零件，其係與圖 1A 及 1B 所示 MFC 100 完全相同，除
15 了相對該主要流動路徑及相對包含該旁通裝置的流動本體安裝或導向該熱感測器管件之方向以外。如在下面進一步說明，於圖 2 中，該熱感測器管件係於一大體上直立或垂直於該主要流動路徑及該感測器承接表面之方向中安裝或導向。

20 於該 MFC 300 之說明具體實施例中，該熱感測器管件係相對該導管（界定該主要流動路徑）於一方向 305 中安裝，以致該熱感測部份 210 大體上係垂直於該主要流動路徑 124 及該感測器承接表面 170 兩者（於所說明之具體實施例中，後者大體上係平行於該

主要流動路徑 124)。如會同下文圖 3 所說明，當該 MFC 係垂直地安裝時，該熱感測器管件之此安裝架構使藉著該已加熱感測器管件內側之流體的自由對流所造成之熱虹吸作用減至最小或大體上消除。

5 在圖 2 所說明之具體實施例中，提供支撐元件 310，其於大體上垂直於該主要流動路徑 124 及該感測器承接表面 170 之方向 305 中支撐該感測器管件。該支撐元件 310 可譬如為一支撐托架，及可被架構成將該感測器管件總成固定至該導管上。該支撐元件
10 310 可具有孔口，以讓該流體在該旁通裝置 130 下游通過該感測器管件及再次進入該主要流動路徑 124。

圖 3 說明一與圖 2 所示相同之熱質流控制器 400，但係垂直地安裝，亦即說明一垂直流動熱 MFC。於所示垂直流動熱 MFC 中，該進來之流體(其流量正
15 被測量)在該流動本體或導管內垂直地流動，並由該導管之一上部流至該導管之一下部。

如在圖 3 中所視，當該熱量 MFC 係在一垂直方向中安裝，以致該導管內之流體於該垂直方向中沿著該主要流動路徑流動，在該感測器管件的熱感測部份
20 210 內之流體流動可保持水平。該感測器管件之熱感測部份 210(亦即具有該等加熱器線圈之區段)現在係水平地導向，且如此不會產生對流力量，而藉著該感測器管件之二支腳所產生的對流力量抵銷。這樣一來，由對流所造成之熱虹吸作用可減至最小或大體上

消除。

與該感測器管件係橫互於該主要流動路徑及平行於該流動本體或導管之感測器承接表面安裝的MFCs作比較，圖3所示熱MFC可具有一較小台面面積
5 (footprint)。為此緣故，圖1A、1B、2及3所示具體實施例之導管120係全部可互換的，並提供一不同之製造優點。於一具體實施例中，該熱MFC可具有一少於或等於大約1.2吋之寬度。

圖3所示熱MFC可用來使大孔流量感測器中之熱
10 虹吸效應減至最小或減少，為提供運送次大氣壓氣體所需之低壓降，這可能是需要的。譬如，在少於大約10托(torr)瓶壓下之氣體運送、及在大於大約1000托之整瓶的相同流量之精確運送，典型可能需要寬廣之孔感測器。雖然寬廣之孔感測器大致上運作良好，
15 由於該熱虹吸效應，它們對安裝的姿態可為靈敏的。於一垂直於該主要流動路徑及該感測器承接表面兩者之方向中，該感測器管件之垂直安裝可使該熱虹吸作用問題減至最小，而當垂直地安裝此等熱MFCs時不需要增加台面面積。

20 總之，已敘述一系統及方法，其當垂直地安裝一熱MFC時顯著地減少該熱虹吸效應，而不需要增加台面面積。

雖然已敘述一在垂直安裝式MFC中實質消除熱虹吸作用的設備及方法之某些具體實施例，應了解這些

具體實施例中所隱含之概念可同樣被用於其他具體實施例。此應用之保護係僅只受限於現在隨後之申請專利範圍。

於這些申請專利範圍中，對單數元件之參考不欲意指“一個且僅只一個”（除非明確地陳述），而是“一或多個”。相對遍及此揭示內容所敘述之各種具體實施例的元件之所有結構上及功能均等物，而為普通熟諳該技藝者所已知或稍後將得知者，係明確地以引用的方式併入本文中，且係意欲藉著該等申請專利範圍所涵蓋。再者，不管此揭示內容是否在該等申請專利範圍中明確地敘述，沒有在此揭示者係意欲奉獻於大眾。沒有申請專利範圍要素將被依 35 U.S.C. § 112、第六節之條款解釋，除非該要素明確地敘述使用該片語“用於...之裝置”，或於一方法申請專利範圍之案例中，該要素係敘述使用該片語“用於...之步驟”。

【圖式簡單說明】

圖 1A 及 1B 概要地說明一熱質流控制器之操作，及熱虹吸作用之現象。

圖 2 說明一熱 MFC，其中該熱感測器管件係在垂直於該主要流動路徑及垂直於該 MFC 中之熱質量流量計的主要流動本體之一感測器承接表面的方向中安裝。

圖 3 說明圖 2 之熱 MFC，其已垂直地安裝，以致

流體在該流動本體內垂直地流動、及水平地經過該感測器管件。

【主要元件符號說明】

	100	質流控制器
5	110	質流感測器總成
	120	導管
	122	入口
	123	出口
	124	主要流動路徑
10	130	旁通裝置
	140	閥門
	150	控制器
	170	感測器承接表面
	200	管件
15	210	熱感測部份
	212	支腳
	230	入口
	240	出口
	250	電阻元件
20	251	電阻元件
	300	質流控制器
	305	方向
	310	支撐元件
	400	質流控制器

十、申請專利範圍：

1. 一種用於測量一流體之流量的熱質量流量計，該熱質量流量計包含：

一導管，其架構成可承接該流體及在該導管的入口及出口之間界定一主要流動路徑，該導管係至少局部以一感測器承接表面為邊界；及

一熱感測器管件，其具有於一方向中相對該感測器承接表面安裝之熱感測部份，該方向大體上垂直於該主要流動路徑及該感測器承接表面兩者；

其中當該熱質量流量計係安裝在一垂直方向中，以致該導管內之流體沿著該主要流動路徑於該垂直方向中流動時，在該感測器管件的熱感測部份內之流體於一水平方向中流動，以便大體上當該感測器管件被加熱時防止熱虹吸作用。

2. 如申請專利範圍第 1 項之熱質量流量計，另包含一在該導管內之旁通裝置，該旁通裝置架構成可限制進入該導管之該入口的流體之流動，以便使該流體之一部份轉向至該感測器管件的一輸入端部上。

3. 如申請專利範圍第 2 項之熱質量流量計，其中該旁通裝置包含一架構成可越過該感測器管件產生一壓差之壓降旁通裝置。

4. 如申請專利範圍第 1 項之熱質量流量計，其中在該導管之入口的壓力係於大約 4 托(torr)至大約 1200 托之間。

5. 如申請專利範圍第 2 項之熱質量流量計，另包含一支撐元件，其架構成可在大體上垂直於該感測器承接表面之方向中支撐該感測器管件，並將該感測器管件固定至該導管上。

5 6. 如申請專利範圍第 5 項之熱質量流量計，

其中該支撐元件包含一或多個孔口，該等孔口架構成可允許該流體通過該感測器管件，及在一相對該旁通裝置位於下游之位置再次進入該主要流動路徑。

10 7. 如申請專利範圍第 1 項之熱質量流量計，另包含一溫度測量系統，其架構成當該感測器管件已被加熱及流體在該已加熱之感測器管件內流動時，可沿著該感測器管件之熱感測部份測量至少在二位置間之一溫度差異。

15 8. 如申請專利範圍第 7 項之熱質量流量計，其中該溫度測量系統包含：

一對熱敏式電阻元件，每一元件具有一作為該元件之溫度的函數而變化之電阻；及

一裝置，其架構成可藉著測量每一元件之電阻決定每一元件的溫度。

20 9. 如申請專利範圍第 1 項之熱質量流量計，另包含一加熱器，其架構成可加熱該感測器管件之至少一部份。

10. 如申請專利範圍第 9 項之熱質量流量計，其中該加熱器包含一對加熱線圈，該等線圈架構成可當

電流供給至其上時電阻式加熱該感測器管件之熱感測部份。

11. 一種用於控制一流體之流量的熱質流控制器，該熱質流控制器包含：

5 一導管，其架構成可承接該流體及在該導管的入口及出口之間界定一主要流動路徑，該導管係至少局部以一感測器承接表面為邊界；及

一熱感測器管件，其具有於一方向中相對該感測器承接表面安裝之熱感測部份，該方向大體上垂直於
10 該主要流動路徑及該感測器承接表面兩者；

一溫度測量系統，其架構成當該感測器管件已被加熱及流體在該已加熱之感測器管件內流動時，可沿著該感測器管件之熱感測部份測量至少於二位置間之一溫度差異；及

15 一控制閥，其架構成可調節該流體進入該導管之入口及流出該導管之出口的流量，以致該流體在一想要之流量下由該出口流出；

其中當該熱質量流量計係在一大體上垂直之方向中安裝，以致該導管內之流體沿著該主要流動路徑
20 於該垂直方向中流動時，該感測器管件之熱感測部份內的流體在一水平方向中流動，以便大體上當該感測器管件被加熱時防止熱虹吸作用。

12. 如申請專利範圍第 11 項之質流控制器，另包含一在該導管內之旁通裝置，該旁通裝置架構成可限

制進入該導管之該入口的流體之流動，以便使該流體之一部份轉向至該感測器管件的一輸入端部上。

13. 如申請專利範圍第 12 項之質流控制器，其中該旁通裝置包含一架構成可越過該感測器管件產生一壓差之壓降旁通裝置。

14. 如申請專利範圍第 13 項之質流控制器，其中在該導管之入口的壓力係於大約 4 托至大約 1200 托之間。

15. 如申請專利範圍第 11 項之質流控制器，其中該質流控制器之寬度係少於大約 1.2 吋。

16. 如申請專利範圍第 12 項之質流控制器，另包含一支撐元件，其架構成可在大體上垂直於該感測器承接表面及垂直於該主要流動路徑之方向中支撐該感測器管件。

17. 如申請專利範圍第 16 項之質流控制器，其中該支撐元件包含一或多個孔口，該等孔口架構成可允許該流體通過該感測器管件，及在一相對該旁通裝置位於下游之位置再次進入該主要流動路徑。

18. 一種用於在控制一流體之流量的質流控制器中防止熱虹吸作用的方法，該質流控制器包含一具有熱感測部份之熱感測器管件，該質流控制器另包含一架構成可承接該流體之導管，該導管在該導管之入口及出口之間界定一主要流動路徑，及藉著一感測器承接表面至少局部連結，該方法包含：

於一方向中相對該感測器承接表面安裝該熱感測器管件之熱感測部份，該方向大體上垂直於該主要流動路徑及該感測器承接表面兩者；

5 其中當該質流控制器係在一垂直方向中安裝，以便造成該導管內之流體沿著該主要流動路徑於該垂直方向中流動時，在該感測器管件的該熱感測部份內之流體沿著一水平方向流動，以便大體上當該感測器管件被加熱時防止熱虹吸作用。

19. 如申請專利範圍第 18 項用於在控制流體之流
10 量的質流控制器中防止熱虹吸作用的方法，另包含在該大體上垂直之方向中以一支撐元件支撐該感測器管件。

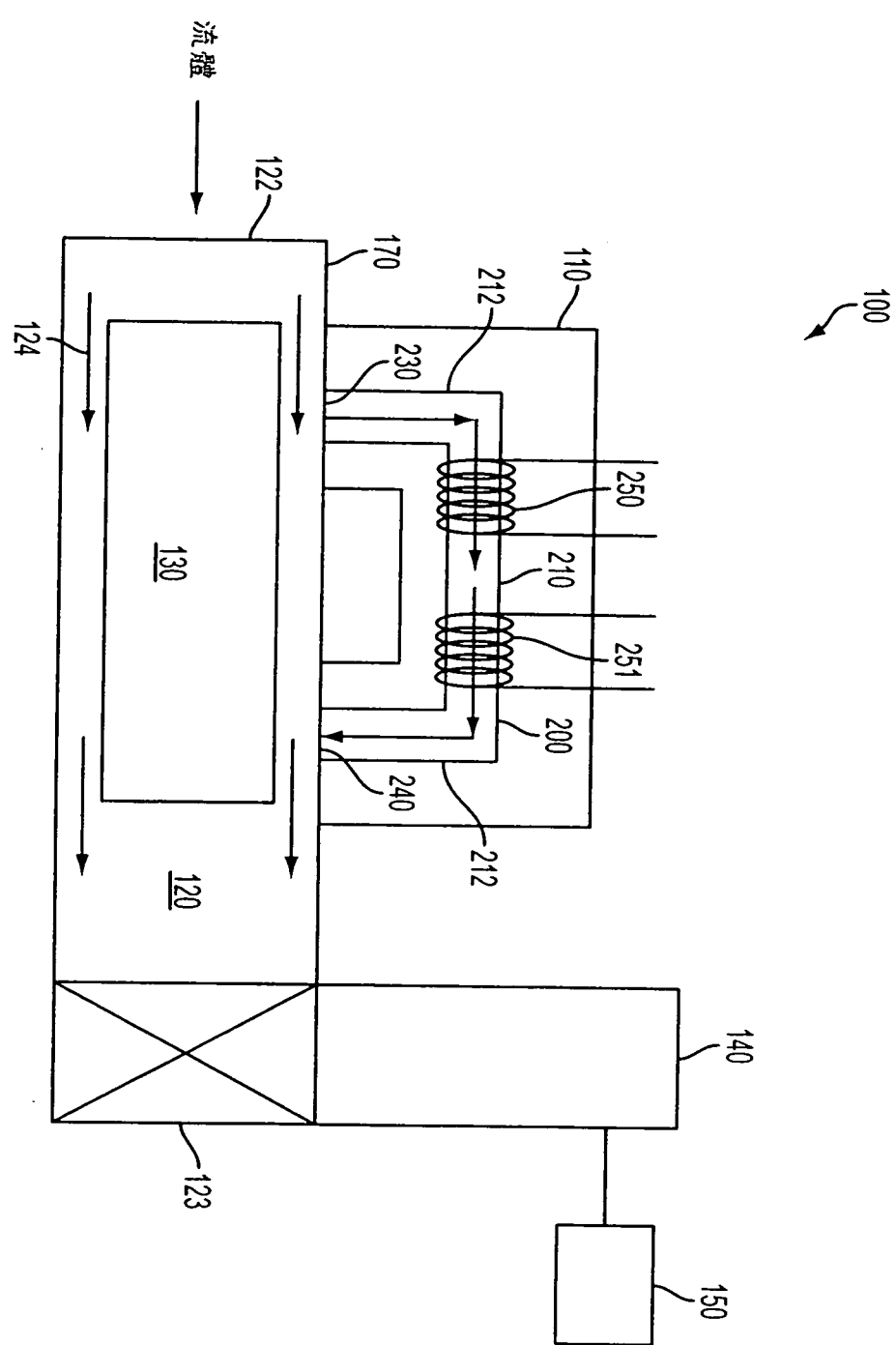


圖 1A

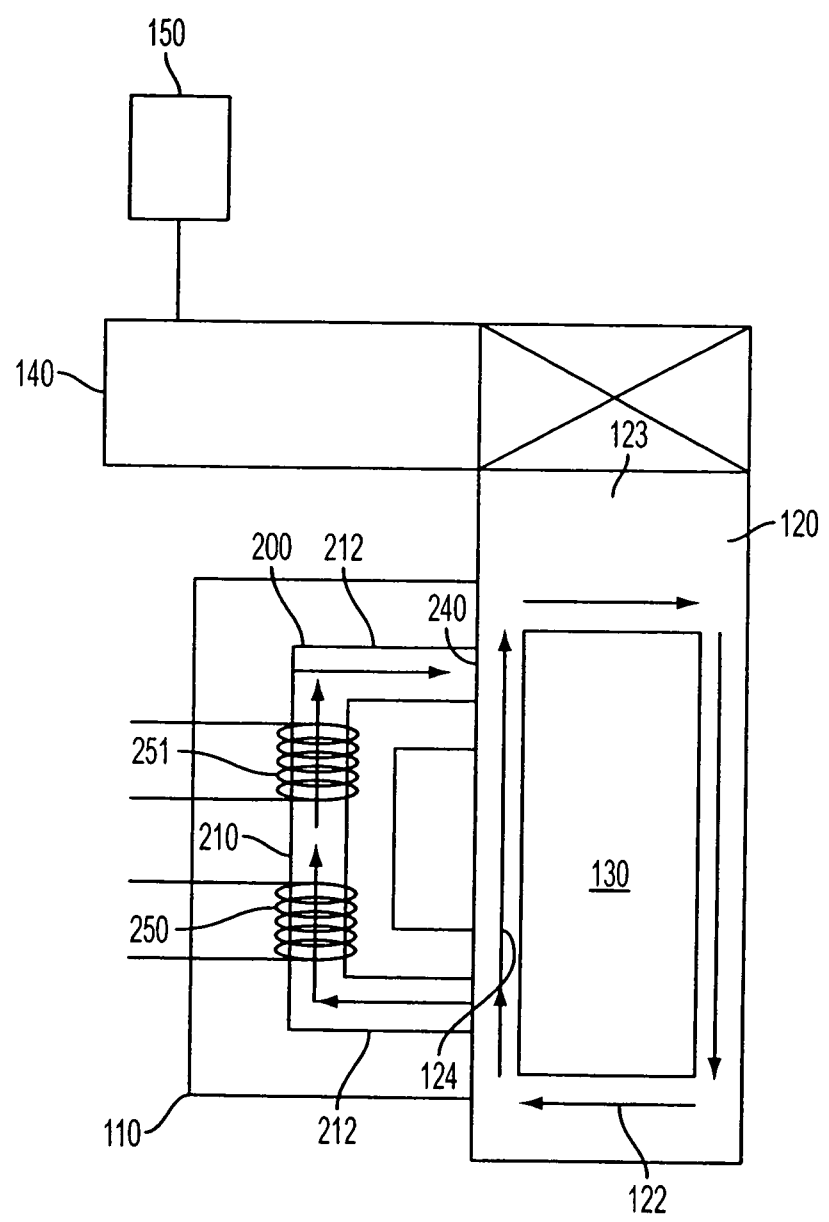


圖 1B

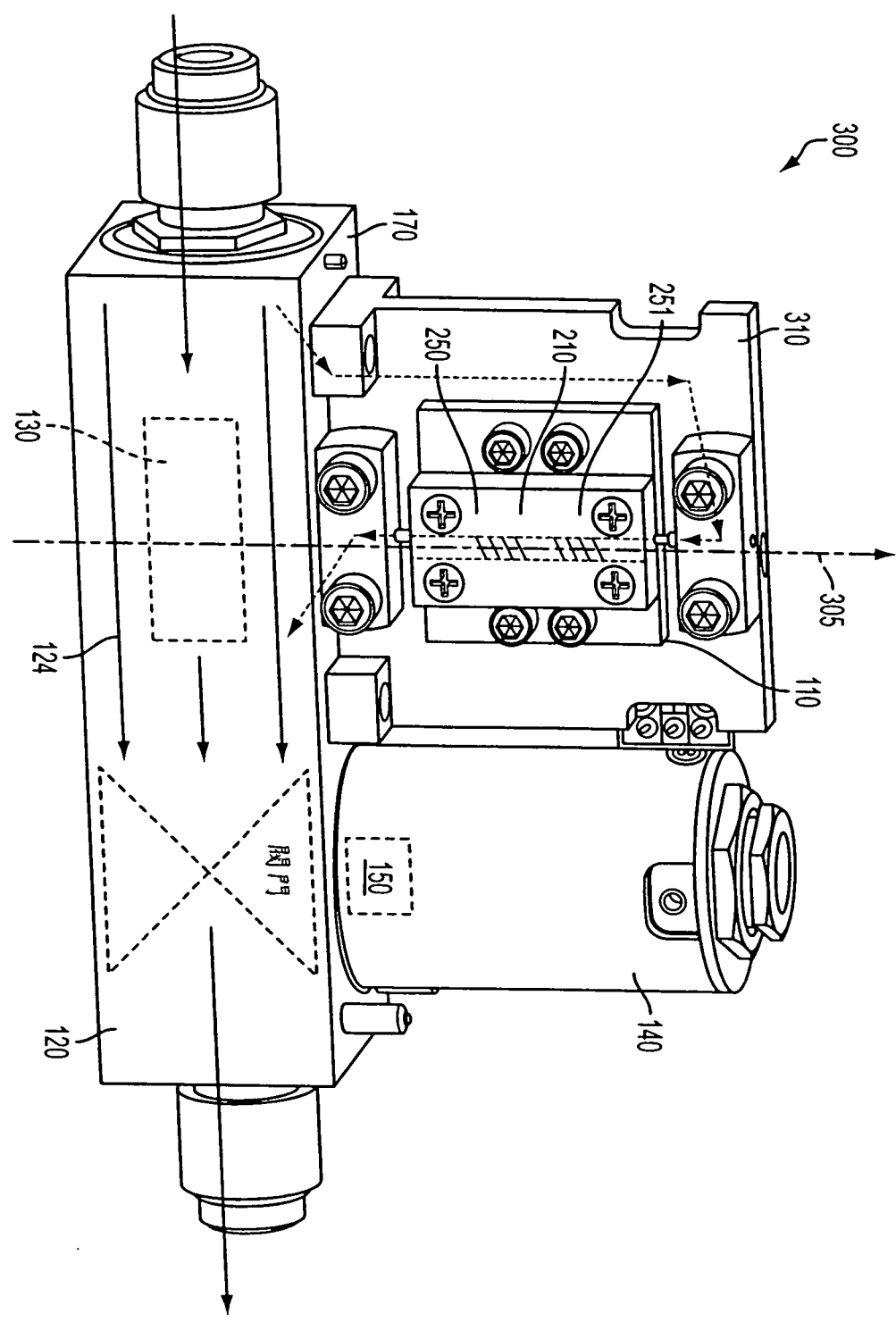


圖 2

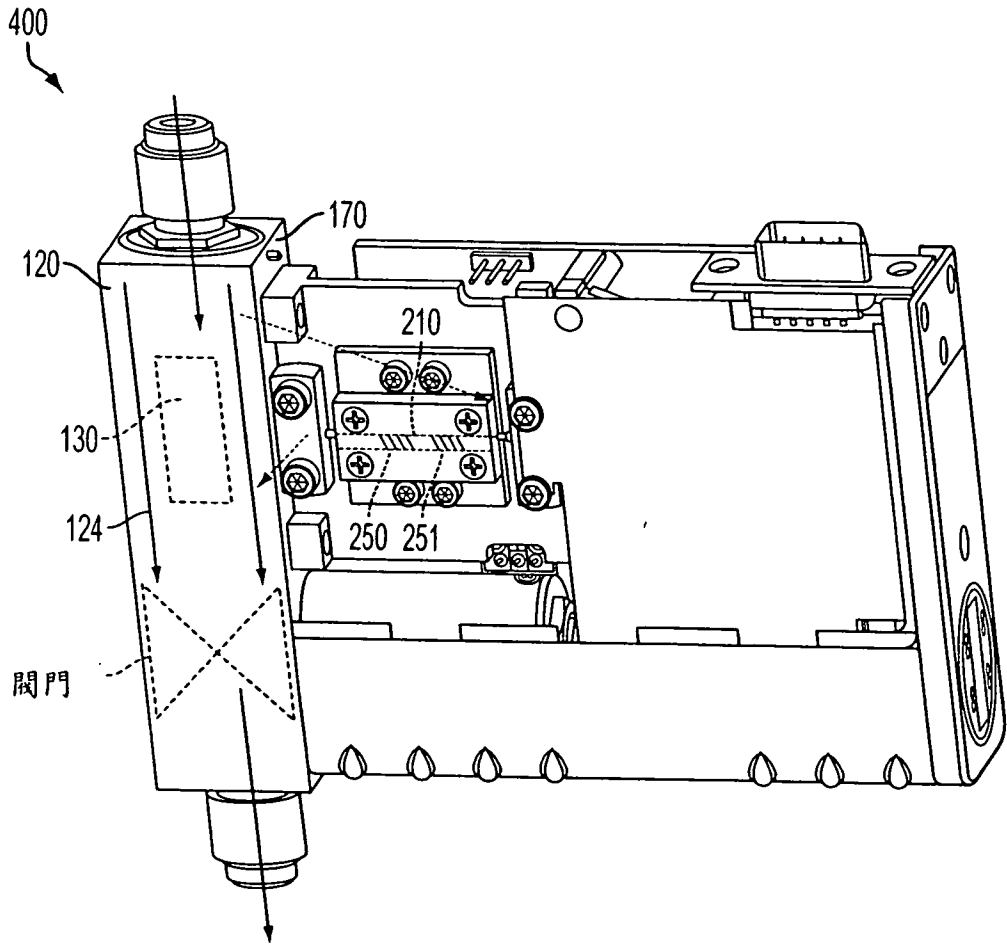


圖 3