



(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 I511184 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：100149169

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 28 日

(51)Int. Cl. : H01L21/205 (2006.01)

G01N21/61 (2006.01)

C23C16/448 (2006.01)

C23C16/52 (2006.01)

(30)優先權：2010/12/28 日本

JP 2010-292537

(71)申請人：堀場 S T E C 股份有限公司 (日本) HORIBA STEC, CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：林大介 HAYASHI, DAISUKE (JP)

(74)代理人：莊志強

(56)參考文獻：

TW 200815703A

CN 101724828A

JP 2007-535617A

US 2010/0178423A1

US 2010/0285206A1

審查人員：吳尚樺

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：9 共 40 頁

(54)名稱

材料氣體控制裝置、控制方法、控制程式及控制系統

CONTROL DEVICE FOR MATERIAL GAS, CONTROL METHOD, CONTROL PROGRAM AND
CONTROL SYSTEM THEREOF

(57)摘要

本發明提供一種材料氣體控制裝置、控制方法、控制程式及控制系統，可以防止即使材料大量剩餘，閥也過早地成為完全打開等而成為不能控制的狀態。所述材料氣體控制裝置包括：第一閥，設置在導出管上；濃度測量機構，測量混合氣體中的材料氣體的濃度；第一閥控制部，控制第一閥的開度，使得由濃度測量機構測量出的材料氣體的測量濃度成為預先設定的設定濃度；第二閥，設置在導入管上；以及第二閥控制部，對第二閥的開度進行控制，使得當第一閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使第二閥的開度成為變更後開度。

The instant disclosure provides a control device for material gas, a control method, a control program, and a control system thereof. In cases where a large amount of materials is remained, the instant disclosure is capable of preventing the valve from fully open in advance which may further result in an uncontrollable condition. The control device for material gas includes: a first valve arranged on the out-guiding pipe; the concentration measuring device measures the concentration of the material gas within the gaseous mixture; the control member for the first valve controls the opening of the first valve, thereby the concentration of the material gas within the gaseous mixture measured by the concentration measuring device will be equivalent to the pre-configured concentration. The second valve is arranged on the in-guiding pipe; the control member for the second valve enables the opening of the second valve to be equivalent to the changed opening when the opening of the first valve exceeds the threshold value of the opening.

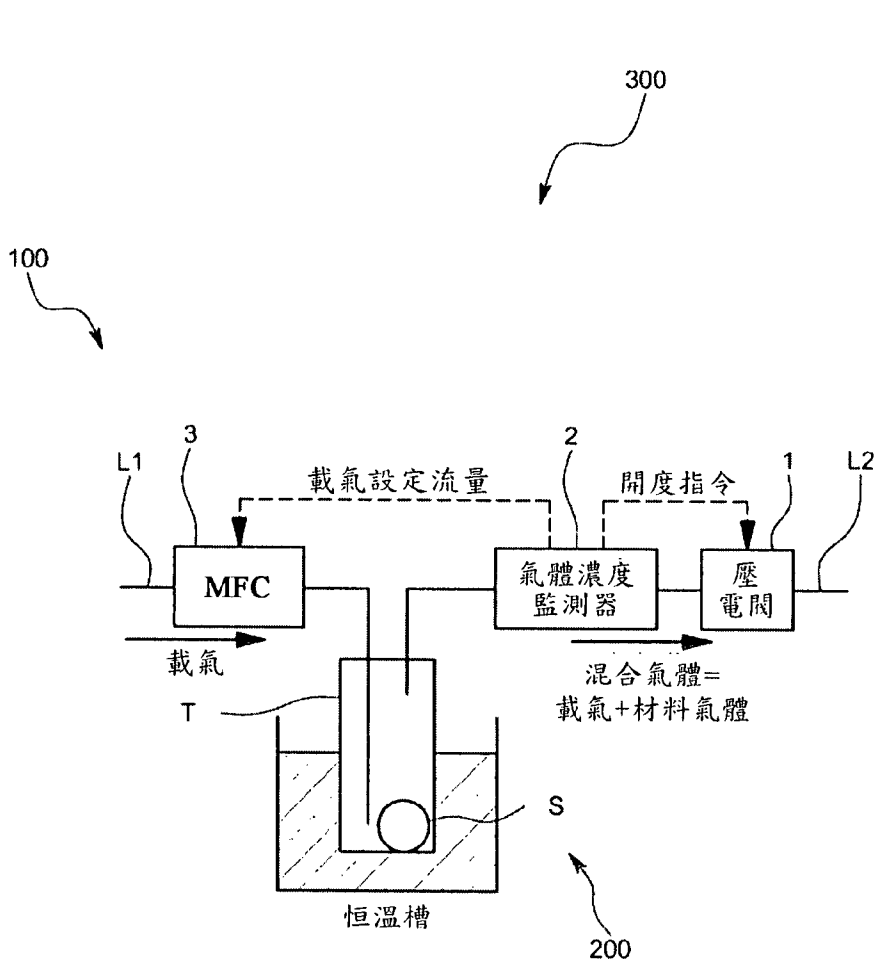


圖 1

- 1 . . . 壓電閥
- 100 . . . 材料氣體控制裝置
- 2 . . . 氣體濃度監測器
- 200 . . . 材料氣化裝置
- 3 . . . 品質流量控制器
- 300 . . . 材料氣體控制系統
- L1 . . . 導入管
- L2 . . . 導出管
- S . . . 材料
- T . . . 瓶

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：100149169 H01L 21/05 (2006.01)
 ※ 申請日：100.12.28 ※IPC 分類：G01N 21/61 (2006.01)
 一、發明名稱：(中文/英文) C23C 16/448 (2006.01)
 16/52 (2006.01)

材料氣體控制裝置、控制方法、控制程式及控制系統

CONTROL DEVICE FOR MATERIAL GAS, CONTROL
 METHOD, CONTROL PROGRAM AND CONTROL
 SYSTEM THEREOF

二、中文發明摘要：

本發明提供一種材料氣體控制裝置、控制方法、控制程式及控制系統，可以防止即使材料大量剩餘，閥也過早地成為完全打開等而成為不能控制的狀態。所述材料氣體控制裝置包括：第一閥，設置在導出管上；濃度測量機構，測量混合氣體中的材料氣體的濃度；第一閥控制部，控制第一閥的開度，使得由濃度測量機構測量出的材料氣體的測量濃度成為預先設定的設定濃度；第二閥，設置在導入管上；以及第二閥控制部，對第二閥的開度進行控制，使得當第一閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使第二閥的開度成為變更後開度。

三、英文發明摘要：

The instant disclosure provides a control device for material gas, a control method, a control program, and a control system thereof. In cases where a large amount of materials is remained, the instant disclosure is capable of preventing the valve from

fully open in advance which may further result in an uncontrollable condition. The control device for material gas includes: a first valve arranged on the out-guiding pipe; the concentration measuring device measures the concentration of the material gas within the gaseous mixture; the control member for the first valve controls the opening of the first valve, thereby the concentration of the material gas within the gaseous mixture measured by the concentration measuring device will be equivalent to the pre-configured concentration. The second valve is arranged on the in-guiding pipe; the control member for the second valve enables the opening of the second valve to be equivalent to the changed opening when the opening of the first valve exceeds the threshold value of the opening.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1 壓電閥

100 材料氣體控制裝置

2 氣體濃度監測器

200 材料氣化裝置

3 品質流量控制器

300 材料氣體控制系統

L1 導入管

L2 導出管

S 材料

T 瓶

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及一種材料氣體控制裝置，在向收容在收容體內的材料導入載氣並使材料氣化的材料氣化裝置中，所述材料氣體控制裝置控制所述材料氣化後的材料氣體。

【先前技術】

例如，在半導體的成膜過程中，要求以規定的濃度或流量向進行成膜的室（chamber）內，輸送通過材料氣化裝置氣化後的材料氣體。

例如，作為用於將材料氣體的流量控制為一定的材料氣體控制裝置，如專利文獻 1（日本專利公開公報 特開平 08—153685 號）和圖 9 所示，公開有一種材料氣體控制裝置，該材料氣體控制裝置包括：品質流量控制器（以下也記載為 MFC），設置在導入管上，該導入管用於將載氣導入收容有材料的收容體內；以及氣體濃度監測器，設置在導出管上，該導出管用於從所述收容體導出氣化後的材料氣體和載氣的混合氣體，該材料氣體控制裝置基於由所述氣體濃度監測器測量出的測量濃度，來控制所述載氣的流量。

更具體地說，如果設混合氣體中的材料氣體的濃度為 C 、材料氣體的流量為 Q_v 、載氣的流量為 Q_c ，則根據材料氣體的濃度 $C = Q_v / (Q_v + Q_c)$ 這種關係，材料氣體的流量可以表示為 $Q_v = C \times Q_c / (1 - C)$ ，從而可以根據測量濃度計算材料氣體的實際流量。利用這種關係，所述材料氣體控制裝置監測氣化後的材料氣體的濃度，將根據該測量濃

度計算出的材料氣體的實際流量回饋給所述 MFC，並且通過 MFC 進行載氣的流量控制，以使材料氣體的流量 Q_v 大體固定為預先設定的設定流量。

在此，所述材料氣體的流量 Q_v 取決於材料氣化的量，並且材料氣化的量基於載氣的流量 Q_c 而變化。通常，為了使材料氣體的流量 Q_v 增加，可以通過使所述載氣的流量 Q_c 增加，從而在材料為液體時使鼓泡量增加、在材料為固體時使與材料表面接觸的載氣量增加，來使材料氣化的量增加。因此，當材料氣體的流量減少時，MFC 進行將更多的載氣導入到收容體內的動作，從而可以始終保持一定的材料氣體的流量 Q_v 。

然而，在以上述方式通超載氣的流量 Q_c 來控制材料氣體的流量 Q_v 的材料氣體控制裝置中，如下所述，存在當材料減少時材料氣體的氣化效率降低的問題。

具體地說，由於如果液體材料變少，則收容體內的液位變低，在鼓泡過程中載氣與材料液接觸的時間變短，所以每單位流量的載氣使材料氣化的量變少。即，如果材料減少，則材料的氣化效率降低。即使是固體材料，由於如果材料被氣化而變少，則與載氣接觸的面積變小，所以也會導致氣化效率降低。

如果即使在這種氣化效率降低的狀態下，還想要將材料氣體的流量 Q_v 保持為設定流量，則需要向收容體內導入更多的載氣。這樣，材料與載氣的接觸時間越來越短，氣化效率進一步降低。其結果，如果在材料減少的狀態下想要保持材料氣體的流量 Q_v ，則導致載氣的流量 Q_c 加速增加，最終 MFC 內的閥完全打開，從而不能在此基礎上再

增載入氣的流量 Q_c 。當 MFC 內的閥完全打開時，由於即使材料殘留在收容體內，也不能在此基礎上再增加材料氣化的量，所以不能將材料氣體的流量 Q_v 保持為設定流量，導致成為不能控制材料氣體流量的狀態。換句話說，即使按照設定流量在收容體內剩餘有很多材料，也不能以規定的流量向室內等中輸送材料氣體，為了防止發生這種狀況，必須頻繁地追加材料。

此外，當成為不能控制的狀態時，雖然可以考慮降低材料氣體的流量 Q_v 的設定值來再次進行濃度控制，但是在這種情況下，由於需要進行將半導體的成膜工序中的處理時間設定得較長等大幅度的處理方法變更，所以造成使用困難。此外，即使改變了設定值，也會產生與上述相同的現象，很快就導致不能將材料氣體的流量保持為一定。

此外，不僅在將材料氣體的流量保持為一定的情況下產生如上所述的問題，在如專利文獻 2 (日本專利公開公報特開 2010-109304 號) 所述的材料氣體濃度控制裝置中，在進行控制以將材料氣體的在混合氣體中的濃度或流量保持為一定的情況下，也會產生如上所述的問題。

【發明內容】

鑒於所述問題，本發明的目的是提供一種材料氣體控制裝置，該材料氣體控制裝置可以防止成為不能控制的狀態，當材料減少時，隨氣化效率的降低而使載氣的流量加速增加，造成即使剩餘大量材料，閥也會過早地成為完全打開的狀態，從而導致成為所述的不能控制的狀態。

即，本發明提供一種材料氣體控制裝置，該材料氣體

控制裝置用於材料氣化裝置，所述材料氣化裝置至少包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氣化的載氣導入所述收容體內；以及導出管，用於將所述載氣和所述材料氣化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出，其中，所述材料氣體控制裝置包括：濃度測量機構，測量所述混合氣體中的所述材料氣體的濃度；第一閥控制部，控制設置在所述導出管上的第一閥的開度，並且對所述第一閥的開度進行控制，使得由所述濃度測量機構測量出的材料氣體的測量濃度成為設定濃度；以及第二閥控制部，控制設置在所述導入管上的第二閥的開度，並且對所述第二閥的開度進行控制，使得當所述第一閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第二閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。

此外，本發明還提供一種材料氣體控制系統，其包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氣化的載氣導入所述收容體內；導出管，用於將所述載氣和所述材料氣化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出；第一閥，設置在所述導出管上；濃度測量機構，測量所述混合氣體中的所述材料氣體的濃度；第一閥控制部，控制所述第一閥的開度，使得由所述濃度測量機構測量出的所述材料氣體的測量濃度成為預先設定的設定濃度；第二閥，設置在所述導入管上；以及第二閥控制部，對所述第二閥的開度進行控制，使得當所述第一閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第二閥的開度成為變更後開度

，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。

此外，本發明還提供一種材料氣體控制方法，該材料氣體控制方法使用材料氣體控制裝置，所述材料氣體控制裝置用於材料氣化裝置，所述材料氣化裝置至少包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氣化的載氣導入所述收容體內；以及導出管，用於將所述載氣和所述材料氣化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出，其中，所述材料氣體控制裝置至少包括濃度測量機構，所述濃度測量機構測量所述混合氣體中的所述材料氣體的濃度，所述材料氣體控制方法包括：第一閥控制步驟，控制設置在所述導出管上的第一閥的開度，並且對所述第一閥的開度進行控制，使得由所述濃度測量機構測量出的所述材料氣體的測量濃度成為設定濃度；以及第二閥控制步驟，控制設置在所述導入管上的第二閥的開度，並且對所述第二閥的開度進行控制，使得當所述第一閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第二閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。

此外，本發明還提供一種材料氣體控制程式，用於控制材料氣體控制裝置，所述材料氣體控制裝置用於材料氣化裝置，所述材料氣化裝置至少包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氣化的載氣導入所述收容體內；以及導出管，用於將所述載氣和所述材料氣化後的材

料氣體的混合氣體從所述收容體導出，其中，所述材料氣體控制裝置至少包括濃度測量機構，所述濃度測量機構測量所述混合氣體中的所述材料氣體的濃度，所述材料氣體控制程式作為控制部起作用，所述控制部包括：第一閥控制部，控制設置在所述導出管上的第一閥的開度，並且對所述第一閥的開度進行控制，使得由所述濃度測量機構測量出的所述材料氣體的測量濃度成為設定濃度；以及第二閥控制部，控制設置在所述導入管上的第二閥的開度，並且對所述第二閥的開度進行控制，使得當所述第一閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第二閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。

按照所述的控制裝置、控制系統、控制方法及控制程式，通過設置在所述導出管上的第一閥來持續控制混合氣體中的材料氣體的濃度，並且進行控制，使得當由於所述收容體內的材料減少、材料的氣化效率下降而使所述第一閥成為完全打開或接近完全打開時，使設置在所述導入管上的第二閥的開度變大。因此，當第一閥接近控制極限時，由於載氣的流量增加，材料氣化的量也增加，所以第一閥的開度從完全打開或接近完全打開返回到可動範圍的中間側。這樣，由於每當所述第一閥成為作為完全打開或接近完全打開的開度的臨界值開度時，都使載氣的流量階段性地增加，所以可以防止伴隨材料的氣化效率下降，載氣的流量加速增加，即使材料大量剩餘，也成為不能控制的狀態。即，直到收容體內的材料被充分使用為止，能夠將

測量濃度固定保持為設定濃度。

為了利用現有的材料氣化裝置的設備，例如把預先設置在所述導入管上的閥作為第二閥，並且僅追加最低限度的新結構就可以實現所述效果，本發明還提供一種材料氣體控制裝置，用於材料氣化裝置，所述材料氣化裝置至少包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氣化的載氣導入所述收容體內；以及導出管，用於將所述載氣和所述材料氣化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出，其中，所述材料氣體控制裝置包括：濃度測量機構，測量所述混合氣體中的所述材料氣體的濃度；第一閥，設置在所述導出管上；第一閥控制部，控制所述第一閥的開度，使得由所述濃度測量機構測量出的所述材料氣體的測量濃度成為設定濃度；以及第二閥控制部，控制設置在所述導入管上的第二閥的開度，並且對所述第二閥的開度進行控制，使得當所述第一閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第二閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。

為了即使改變所述第二閥的開度，也不會使載氣的流量急劇變化，並且在變化期間內也將測量濃度固定為設定濃度，優選的是，所述第二閥控制部控制所述第二閥，使得從所述變更前開度到成為所述變更後開度為止，使所述第二閥的開度與時間基本成比例地變大。

為了與伴隨材料的減少而產生的氣化效率的下降量相配合，通過增加導入收容體內的載氣的量，使所述第一閥

從臨界值開度返回到能夠充分可動的開度，並且在較長期間內不追加材料就可以將濃度保持為一定，優選的是，所述第二規定值根據所述第一閥成為所述臨界值開度的次數而改變。

作為用於根據載氣的流量來設定所述第二閥的開度，更嚴密地進行與氣化效率下降相配合的濃度控制的具體結構，可以舉出的是：還包括流量測量感測器，該流量測量感測器用於測量在所述導入管中流動的載氣的流量，所述第二閥控制部包括：開度控制部，控制所述第二閥的開度，使得基於所述流量測量感測器測量出的所述載氣的測量流量成為設定流量；以及流量設定部，將所述設定流量設定在所述開度控制部中，當所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時，所述流量設定部將變更後設定流量作為所述設定流量設定在所述開度控制部中，所述變更後設定流量是所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前設定流量的 α 倍，其中， $\alpha > 1$ 。

當通過逐步控制載氣的流量來控制混合氣體中的材料氣體的濃度時，為了即使收容體內的材料減少、氣化效率下降，也可以防止載氣的流量加速變大而導致在短期間內就變成不能控制，本發明還提供一種材料氣體控制裝置，該材料氣體控制裝置用於材料氣化裝置，所述材料氣化裝置至少包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氣化的載氣導入所述收容體內；以及導出管，用於將所述載氣和所述材料氣化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出，其中，所述材料氣體控制裝置包括：流量測量機構，測量所述混合氣體中的所述材料氣體的流量；第

二閥控制部，控制設置在所述導入管上的第二閥的開度，並且對所述第二閥的開度進行控制，使得由所述流量測量機構測量出的所述材料氣體的測量流量成為預先設定的設定流量；以及第一閥控制部，控制設置在所述導出管上的第一閥的開度，並且對所述第一閥的開度進行控制，使得當所述第二閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第一閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第二閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。按照所述的材料氣體控制裝置，由於即使收容體內的材料減少、氣化效率下降，也可以與之配合，通過第二閥將收容體內的全壓設定為較低，從而再次使第一閥返回到可動範圍內，所以可以防止即使材料大量剩餘也不能進行濃度控制的狀態。

此外，作為所述材料氣體控制裝置的其他方式，本發明還提供一種材料氣體控制裝置，該材料氣體控制裝置用於材料氣化裝置，所述材料氣化裝置至少包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氣化的載氣導入所述收容體內；以及導出管，用於將所述載氣和所述材料氣化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出；流量測量機構，測量所述混合氣體中的所述材料氣體的流量；以及第二閥控制部，控制設置在所述導入管上的第二閥的開度，並且對所述第二閥的開度進行控制，使得由所述流量測量機構測量出的所述材料氣體的測量流量成為預先設定的設定流量，其中，所述材料氣體控制裝置包括第一閥控制部，所述第一閥控制部控制設置在所述導出管上的第一閥

的開度，並且對所述第一閥的開度進行控制，使得當所述第二閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第一閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第二閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。

按照本發明的材料氣體控制裝置，即使由於收容體內的材料減少而導致氣化效率下降，也可以通過使第二閥的開度階段性地變大，從而使進行濃度控制的第一閥的開度在較長期間內保持在可動範圍內。因此，可以防止氣化效率加速下降、即使材料大量剩餘也變成不能進行濃度控制的狀態。

【實施方式】

下面參照附圖，對本發明的第一實施方式進行說明。

本實施方式的材料氣體控制裝置 100 例如用於以一定的濃度和流量向作為半導體製造裝置一種的 MOCVD（金屬有機化合物化學氣相沉積）成膜裝置提供 TMIn （三甲基銦）。更具體地說，材料氣體控制裝置 100 用於材料氣化裝置 200，該材料氣化裝置 200 使 TMIn 的固體材料氣化並提供到作為成膜室的室內。另外， TMIn 與材料對應。此外，通過組合所述材料氣體控制裝置 100 和所述材料氣化裝置 200，來形成材料氣體控制系統 300。

如圖 1 的簡要圖所示，所述材料氣化裝置 200 包括：瓶 T，在其內部收容用於氣化的材料，並且其周圍被恆溫槽包圍；導入管 L1，用於向所述瓶 T 內導入載氣；以及導出管 L2，用於將氣化後的材料氣體和載氣的混合氣體從所述瓶 T

導出。通過對該材料氣化裝置 200 設置各種結構部件和控制機構，來構成所述材料氣體控制裝置 100。

更具體地說，如圖 1 所示，所述材料氣體控制裝置 100 包括：品質流量控制器 3，設置在所述導入管 L1 上；壓電閥 1，設置在所述導出管 L2 上；以及氣體濃度監測器 2，通過測量從所述瓶 T 導出的混合氣體中的材料氣體的濃度，並且以將材料氣體的濃度保持為一定的方式控制所述品質流量控制器 3 和所述壓電閥 1，從而作為結果將所述材料氣體的流量保持為一定。

對各部分進行說明，如圖 2 的詳細圖所示，所述品質流量控制器 3 例如在塊狀的基礎件中形成有作為所述導入管 L1 的一部分的內部流道，在該內部流道上設置有：流量測量感測器 31，用於測量在所述導入管 L1 中流動的載氣的流量；以及流量控制閥 32（相當於第二閥），用於控制通過內部流道的流體的流量，並且所述品質流量控制器 3 還包括流量控制閥開度控制部 33，該流量控制閥開度控制部 33 控制所述流量控制閥 32 的開度，以使由所述流量測量感測器 31 測量出的載氣的測量流量成為設定流量。另外，所述流量控制閥開度控制部 33 的功能是通過設置在品質流量控制器 3 內的微型電腦等來實現的。

所述壓電閥 1 通過壓電元件能夠進行微小的開度調整，並且其開度通過後述的壓電閥控制部 24 來控制。

所述氣體濃度監測器 2 包括：濃度測量機構 CS，用於測量所述導出管 L2 中的混合氣體中的材料氣體的濃度；以及流量控制部 CC，通過控制所述品質流量控制器 3 和所述壓電閥 1，來控制所述材料氣體的流量。

所述濃度測量機構 CS 包括：分壓感測器 21，設置在所述導出管 L2 上，測量混合氣體中的材料氣體的分壓；壓力計 22，測量作為所述瓶 T 內的混合氣體壓力的全壓；以及濃度計算部 23，基於材料氣體的分壓 P_v 和混合氣體的全壓 P_t 計算材料氣體的濃度。作為所述分壓感測器 21 可以採用 NDIR（非分散型紅外分析方式）、FTIR（傅立葉變換紅外光譜方式）或鐳射吸收光譜方式等。此外，所述濃度計算部 23 基於濃度 C 為 $C = P_v / P_t$ 的算式，來計算材料氣體的測量濃度。另外，所述濃度測量機構 CS 也可以通過超聲波式氣體濃度感測器等，單獨測量材料氣體的濃度。

所述流量控制部 CC 包括：壓電閥控制部 24（相當於第一閥控制部），控制所述壓電閥 1 的開度，以使由所述濃度測量機構 CS 測量出的材料氣體的測量濃度成為設定濃度；以及載氣流量設定部 25，將載氣設定流量設定在所述品質流量控制器 3 內的流量控制閥開度控制部 33 中。另外，所述流量控制部 CC 的功能也是通過例如氣體濃度監測器 2 內的微型電腦等來實現的。此外，所述品質流量控制器 3 內的流量控制閥開度控制部 33 和流量控制部 CC 內的所述載氣流量設定部 25 相當於第二閥控制部。

所述壓電閥控制部 24 控制所述壓電閥 1 的開度，以使材料氣體的測量濃度和設定濃度之間的偏差趨於變小。更具體地說，從 $C = P_v / P_t$ 的算式可以明確：如果將設定濃度設定為一定，則當材料氣體的產生量下降、分壓 P_v 的值變小時，需要與之配合使全壓 P_t 的值也變小。即，當測量濃度低於設定濃度（分壓 P_v 低）時，所述壓電閥控制部 24 進行使壓電閥 1 的開度變大的控制，以使瓶 T 內的全壓 P_t

下降，反之，當測量濃度高於設定濃度時，所述壓電閥控制部 24 使壓電閥 1 的開度變小。此外，雖然可以通過直接進行濃度設定來設定所述設定濃度，但是在本實施方式中採用下述方式，即：如果使用者輸入想要在導出管 L2 內流動的材料氣體的流量，則根據該材料氣體設定流量來換算出設定濃度。具體地說，當使設定濃度為 C_0 、材料氣體設定流量為 Q_{v0} 、載氣設定流量為 Q_{c0} 時，根據 $C_0 = Q_{v0} / (Q_{c0} + Q_{v0})$ 來進行換算。另外，在後述的載氣流量設定部 25 中，每次改變載氣設定流量時，也與之配合對設定在所述壓電閥控制部 24 中的設定濃度 C_0 進行重新設定。

當所述壓電閥 1 的開度成為臨界值開度時，所述載氣流量設定部 25 將所述流量控制閥開度控制部 33 的設定流量設定為變更後設定流量，該變更後設定流量是所述壓電閥 1 的開度成為臨界值開度時的變更前設定流量的 α 倍 ($\alpha > 1$)，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度。另外，第一規定值包含零，在第一實施方式中，所述臨界值開度是完全打開的開度。此外，所述載氣流量設定部 25 可以通過檢測開度本身來檢測所述壓電閥 1 開度，也可以基於輸入到壓電閥 1 的指令值或電流值等來檢測所述壓電閥 1 的開度。

參照圖 3 的流程圖，對所述結構的材料氣體控制裝置 100 的材料氣體的流量控制動作進行說明。

首先，在將規定的載氣設定流量 Q_{c0} 設定在所述品質流量控制器 3 中之後，開始載氣的流量控制，來使載氣的測量流量固定為設定流量。而且，通過所述氣體濃度監測器 2 控制所述壓電閥 1 的開度，以使測量濃度成為所述一定值

的設定濃度 C_0 (步驟 S1)。由於載氣的流量一定，並且控制所述壓電閥 1 以使混合氣體中的材料氣體的濃度一定，所以其結果，根據濃度的關係式 $Q_v = C \times Q_c / (1 - C)$ 可以確定，材料氣體流量 Q_v 被控制為一定。在此，以使所述流量控制閥 32 的開度成為與所述流量控制閥 32 完全打開的開度相距很大的較小開度的方式來設定初始設定時的載氣設定流量 Q_{c0} 。

接著，伴隨瓶 T 內的材料的減少，並隨著氣化效率下降，所述壓電閥 1 的開度逐漸變大 (步驟 S2)。當所述壓電閥 1 的開度成為作為臨界值開度的完全打開的開度時 (步驟 S3)，所述載氣流量設定部 25 在所述流量控制閥開度控制部 33 中將載氣設定流量重新設定為當前值的 α 倍 (步驟 S4)。在此，如果將載氣設定流量重新設定為當前值的 α 倍，則同時也更新設定在所述壓電閥控制部 24 中的設定濃度 C_0 。具體地說，由於使材料氣體設定流量 Q_{v0} 保持為一定，所以如果設新的設定濃度為 C_0' ，則 $C_0' = Q_{v0} / (Q_{v0} + \alpha Q_{c0})$ 成為在重新設定載氣設定流量 Q_{c0} 之後在所述壓電閥控制部 24 中使用的設定濃度。

此外，所述載氣流量設定部，當在規定時間內測量流量與變更後的設定流量一致了的情況下 (步驟 S5)，所述流量控制閥 32 的開度作為結果成為比變更前開度大第二規定值的變更後開度並保持該狀態，返回到步驟 S2。當即使經過了規定時間，測量流量也沒有與變更後的設定流量一致的情況下 (步驟 S5)，判斷所述流量控制閥 32 完全打開且為控制極限，因此結束由所述氣體濃度監測器 2 進行的濃度控制 (步驟 S6)。

因此，如果關注一個迴圈的濃度控制，則如圖 4 表示流量控制閥 32 和壓電閥 1 的開度的圖所示，控制混合氣體中材料氣體的濃度的壓電閥 1 的開度從最初的完全打開狀態變成大體完全關閉，使所述瓶 T 內的全壓上升，此後，由於與氣化效率下降相配合，使全壓下降，所以壓電閥 1 的開度逐漸變大並成為完全打開。另一方面，由於載氣的流量被保持為一定，所以所述流量控制閥 32 的開度也保持為大體一定的開度。而且，當所述壓電閥 1 的開度成為完全打開時，所述流量控制閥 32 的開度成為變大第二規定值的開度。

把上述動作作為一個週期來重複多次，因此如圖 4 所示，所述壓電閥 1 的開度以大體正弦波形變化，所述流量控制閥 32 的開度呈臺階函數形地進行變化。另外，由於材料的殘留量越少材料的氣化效率的下降量越大，所以越後續的週期越短。

這樣，由於每當所述壓電閥 1 完全打開時，都對流量控制閥 32 進行控制，以使流入到所述瓶 T 內的載氣的流量階段性地變大，所以即使材料減少、氣化效率下降，也可以防止載氣的流量加速地增加。因此，可以防止很快地陷入不能控制的狀態，從而能夠長期向後續工序提供設定濃度的材料氣體，所述不能控制的狀態為即使材料大量剩餘，也不能使材料氣體的濃度或流量成為所希望的濃度或流量。

接著，對第二實施方式的材料氣體控制裝置 100 進行說明。另外，與第一實施方式的材料氣體控制裝置 100 對應的部件採用相同的附圖標記。

如圖 5 的簡要圖所示，第二實施方式的材料氣體控制裝置 100 與所述第一實施方式的不同點是：所述品質流量控制器 3 和壓電閥 1 的動作不是由氣體濃度監測器 2 控制，而是通過另外的控制機構統一進行控制。即，雖然所述第一實施方式的氣體濃度監測器 2 至少具有濃度測量機構 CS 和流量控制部 CC 兩個結構要素，但是氣體濃度監測器 2 在第二實施方式中僅具有濃度測量機構 CS 的功能，在控制裝置 4 內實現所述流量控制部 CC 的功能。

所述控制裝置 4 是所謂的電腦，該電腦例如由 I/O 設備、CPU、記憶體和輸入介面等構成，並且所述控制裝置 4 至少作為流量控制部 CC 發揮功能。

對各部分的協作更具體地進行說明，如圖 6 的詳細圖所示，所述控制裝置 4 對所述品質流量控制器 3 發出指令，以使載氣以一定的流量流動，並且所述控制裝置 4 從所述氣體濃度監測器 2 取得作為混合氣體中的材料氣體濃度的測量濃度，並控制所述壓電閥 1 的開度，以使所述測量濃度成為設定濃度。然後，當所述壓電閥 1 的開度成為完全打開時，所述控制裝置 4 對所述品質流量控制器 3 發出指令，以使載氣的流量僅增加規定量。於是，由於材料氣化的量增加，所以可以使所述壓電閥 1 的開度返回到可動範圍內，再次成為能夠進行濃度控制的狀態。直到所述品質流量控制器 3 內的流量控制閥 32 的開度成為完全打開、且不能使測量濃度與設定濃度一致為止，重複進行所述動作。

這樣，可以像所述第一實施方式那樣，在各部分上設置控制部。也可以像第二實施方式那樣，通過電腦等統一

進行濃度和流量控制。

接著，對第三實施方式的材料氣體控制裝置 100 進行說明。在第三實施方式中，與第一實施方式的材料氣體控制裝置 100 對應的部件採用相同的附圖標記。

第三實施方式與所述第一實施方式和所述第二實施方式的不同點是：在第三實施方式中，為了保持材料氣體濃度而使其開度逐漸變化的閥及在到一個閥成為臨界值開度為止的期間其開度為大體固定的閥，與所述第一實施方式和所述第二實施方式的材料氣體控制裝置 100 中的相反。除了上述不同點以外，品質流量控制器 3、氣體濃度監測器 2 和壓電閥 1 的配置相同。

對各部分進行說明，如圖 7 的詳細圖所示，所述品質流量控制器 3 從設置在所述導出管 L2 上的氣體濃度監測器 2 取得材料氣體濃度的測量濃度，並且根據當前流動的載氣的流量和測量濃度，計算材料氣體的流量，來控制載氣的流量，以使材料氣體的測量流量成為預先設定的設定流量。更具體地說，如果材料氣體的測量流量下降，則品質流量控制器 3 使其內部的流量控制閥 32（相當於第二閥）的開度變大，以便增載入氣的流量用於使更多的材料氣化。所述氣體濃度監測器 2 取得與所述流量控制閥 32 的開度相關的資訊，並且當該流量控制閥 32 成為完全打開時，使所述壓電閥 1（相當於第一閥）的開度改變為變大第二規定量。即，每當所述流量控制閥 32 的開度成為完全打開時，所述壓電閥 1 都以使所述瓶 T 內的全壓下降的方式動作。由於如果使混合氣體的全壓下降，則即使材料氣體的產生量變少、材料氣體的分壓下降，也可以將材料氣體的濃度保

持為設定濃度，所以所述流量控制閥 32 的開度從完全打開返回到可動範圍內。因此，可以一邊再次將材料氣體的濃度保持為設定濃度，一邊繼續進行濃度控制，從而可以防止過早地發生即使剩餘有材料也成為不能控制的狀態。此外，本實施方式可以利用設置在現有的材料氣化裝置上的閥及氣體濃度監測器等來實施。具體地說，當在材料氣化裝置的導入管上設置有第二閥、且已經具有測量材料氣體流量的流量測量機構和基於測量出的流量來控制所述第二閥的第二閥控制部時，只要在導出管上新設置第一閥並新設置第一閥控制部即可，所述第一閥控制部取得所述第二閥的開度資訊，並且當所述第二閥的開度成為臨界值開度時，每次以規定量逐步改變所述第一閥的開度。

對其他實施方式進行說明。在除了將所述品質流量控制器內的流量控制閥的開度控制成以完全的臺階函數形的方式進行變化以外，也可以將所述品質流量控制器內的流量控制閥的開度控制成：在規定時間內使變更前開度和變更後開度之間僅產生第二規定值的差。即，也可以在變更前開度和變更後開度之間進行適當的完善（補完）。例如，如圖 8 的（a）所示，所述第二閥控制部可以對第二閥進行控制：使得從所述變更前開度到成為所述變更後開度為止，使所述第二閥的開度與時間基本成比例地變大。此外，為了使開度的變化率平緩，並且迅速地使所希望的設定濃度穩定，也可以如圖 8 的（b）所示，在各開度之間進行 S 形完善（S 字補完）。

此外，在所述實施方式中，對於設置在導出管上的壓電閥的開度，把壓電閥的臨界值開度設定為完全打開的開

度，並且把壓電閥成為完全打開作為觸發，來階段性地改變流量控制閥的開度，但是臨界值開度並不限定于完全打開的開度。例如，也可以把比完全打開的開度小第一規定值的開度作為臨界值開度，從而保持裕度。例如只要以如下方式確定第一規定值即可，即：使臨界值開度是從壓電閥的可動範圍的中間開度到完全打開的開度之間的某一開度。按照這種方式，由於可以在足夠長的時間內一邊使材料氣體保持某個氣化效率的狀態，一邊進行濃度控制，所以可以防止氣化效率的加速惡化。

此外，在所述實施方式中，設定成使流量控制閥的開度每次僅以大體相同的量階段性地變大，但是例如也可以使作為變更前開度和變更後開度的差的所述第二規定值根據所述第一閥成為臨界值開度的次數而改變。更具體地說，也可以如圖 8 的 (c) 所示，第一閥成為臨界值開度的次數越多使第二規定值越大，從而與氣化效率下降相配合，得到足夠的量的材料氣體。

此外，作為所述第一閥的具體的實施方式，並不僅限定於壓電閥。例如也可以採用電磁閥等其他閥。

對於各實施方式的材料氣體控制裝置，在所述導入管上沒有設置所述品質流量控制器而僅設置有流量控制閥（第二閥），只要將第二閥控制部設置在所述氣體濃度監測器或控制裝置內即可，所述第二閥控制部進行如下控制，即：當設置在導出管上的第一閥的開度成為作為比完全打開的開度小第一規定值的開度的臨界值開度時，在規定時間內使所述第二閥的開度成為變更後開度，該變更後開度比所述第一閥的開度成為臨界值開度時的變更前開度大第二

規定值。

即使材料為液體材料，各實施方式的材料氣體控制裝置也可以得到同樣的效果。此外，本發明的材料氣體控制裝置並不限定於 TMI_n 的固體氣化後的材料氣體的濃度控制。例如，也可以用於 CVD（化學氣相沉積）成膜裝置等、或用於向在半導體製造過程中使用的晶片清洗裝置的乾燥處理槽內以穩定的濃度提供 IPA（異丙醇）。此外，本發明的材料氣體控制裝置並不限定於用在半導體、FPD（平板顯示器）、光學裝置、MEMS（微機電系統）等的製造過程中，也可以用於使用了材料氣化裝置的氣體供給裝置。

此外，也可以利用現有的材料氣化裝置及在該材料氣化裝置中使用的閥等來實施本發明。例如，當在材料氣化裝置中預先設置有第二閥時，可以在所述材料氣化裝置上追加材料氣體控制裝置來構成材料氣體控制系統，所述材料氣體控制裝置包括所述第一閥、所述濃度測量機構、所述第一閥控制部和所述第二閥控制部。此外，也可以在氣體濃度監測器或控制裝置中安裝材料氣體控制程式，來進行如上所述的濃度或流量控制，所述材料氣體控制程式發揮作為所述第一閥控制部和所述第二閥控制部的功能。此外，這種程式既可以通過網路來安裝，也可以通過例如存儲有材料氣體控制程式的 CD 等記錄介質來安裝。

在所述各實施方式中，基於濃度進行材料氣體的流量控制，但是也可以不採用測量混合氣體中的材料氣體濃度的濃度測量機構，而採用直接測量材料氣體流量的流量測量機構來構成材料氣體控制裝置和材料氣體控制系統。例如，也可以測量所述導入管中的載氣流量和所述導出管中

的混合氣體流量，根據它們之間的差來測量材料氣體流量。

另外，只要不違反本發明的宗旨，可以進行各種變形及對實施方式進行組合。

【圖式簡單說明】

圖 1 是簡要表示本發明第一實施方式的材料氣體控制系統的示意圖。

圖 2 是示意性表示第一實施方式的材料氣體控制系統的流體回路圖和功能框圖。

圖 3 是表示第一實施方式的材料氣體控制系統的動作的流程圖。

圖 4 是表示第一實施方式的材料氣體控制系統的各閥的開度變化的圖。

圖 5 是簡要表示本發明第二實施方式的材料氣體控制系統的示意圖。

圖 6 是示意性表示第二實施方式的材料氣體控制系統的流體回路圖和功能框圖。

圖 7 是示意性表示第三實施方式的材料氣體控制系統的流體回路圖和功能框圖。

圖 8 是表示本發明其他實施方式的第二閥的動作的圖。

圖 9 是簡要表示以往的材料氣體控制系統的示意圖。

【主要元件符號說明】

1 壓電閥

100 材料氣體控制裝置

2 氣體濃度監測器

21 分壓感測器

22 壓力計

23 濃度計算部

24 壓電閥控制部

25 載氣流量設定部

200 材料氣化裝置

3 品質流量控制器

31 流量測量感測器

32 流量控制閥

33 流量控制閥開度控制部

300 材料氣體控制系統

C 濃度

CC 流量控制部

CS 濃度測量機構

L1 導入管

L2 導出管

S 材料

T 瓶

S1～S6 流程圖步驟說明

七、申請專利範圍：

1. 一種材料氣體控制裝置，用於材料氣化裝置，所述材料氣化裝置至少包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氣化的載氣導入所述收容體內；以及導出管，用於將所述載氣和所述材料氣化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出，其中，所述材料氣體控制裝置包括：
 - 濃度測量機構，測量所述混合氣體中的所述材料氣體的濃度；
 - 第一閥控制部，控制設置在所述導出管上的第一閥的開度，並且對所述第一閥的開度進行控制，使得由所述濃度測量機構測量出的材料氣體的測量濃度成為設定濃度；以及
 - 第二閥控制部，控制設置在所述導入管上的第二閥的開度，並且對所述第二閥的開度進行控制，使得當所述第一閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第二閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之材料氣體控制裝置，其中，所述第二閥控制部控制所述第二閥，使得從所述變更前開度到成為所述變更後開度為止，使所述第二閥的開度與時間基本成比例地變大。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之材料氣體控制裝置，其中，所述第二規定值根據所述第一閥成為所述臨界值開度

的次數而改變。

4. 如申請專利範圍第 1、2 或 3 項所述之材料氣體控制裝置，其中，所述第二閥控制部包括：

開度控制部，控制所述第二閥的開度，使得由流量測量感測器測量出的所述載氣的測量流量成為設定流量，所述流量測量感測器用於測量在所述導入管中流動的所述載氣的流量；以及

流量設定部，將所述設定流量設定在所述開度控制部中，當所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時，所述流量設定部將變更後設定流量作為所述設定流量設定在所述開度控制部中，所述變更後設定流量是所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前設定流量的 α 倍，其中， $\alpha > 1$ 。

5. 一種材料氣體控制裝置，用於材料氣化裝置，所述材料氣化裝置至少包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氣化的載氣導入所述收容體內；以及導出管，用於將所述載氣和所述材料氣化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出，其中，所述材料氣體控制裝置包括：

濃度測量機構，測量所述混合氣體中的所述材料氣體的濃度；

第一閥，設置在所述導出管上；

第一閥控制部，控制所述第一閥的開度，使得由所述濃度測量機構測量出的所述材料氣體的測量濃度成為設定濃度；以及

第二閥控制部，控制設置在所述導入管上的第二閥的

開度，並且對所述第二閥的開度進行控制，使得當所述第一閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第二閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。

6. 一種材料氣體控制方法，該材料氣體控制方法使用材料氣體控制裝置，所述材料氣體控制裝置用於材料氣化裝置，所述材料氣化裝置至少包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氣化的載氣導入所述收容體內；以及導出管，用於將所述載氣和所述材料氣化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出，其中，所述材料氣體控制裝置至少包括濃度測量機構，所述濃度測量機構測量所述混合氣體中的所述材料氣體的濃度，所述材料氣體控制方法包括：

第一閥控制步驟，控制設置在所述導出管上的第一閥的開度，並且對所述第一閥的開度進行控制，使得由所述濃度測量機構測量出的所述材料氣體的測量濃度成為設定濃度；以及

第二閥控制步驟，控制設置在所述導入管上的第二閥的開度，並且對所述第二閥的開度進行控制，使得當所述第一閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第二閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。

7. 一種材料氣體控制程式，用於控制材料氣體控制裝置，所述材料氣體控制裝置用於材料氯化裝置，所述材料氯化裝置至少包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氯化的載氣導入所述收容體內；以及導出管，用於將所述載氣和所述材料氯化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出，其中，所述材料氣體控制裝置至少包括濃度測量機構，所述濃度測量機構測量所述混合氣體中的所述材料氣體的濃度，所述材料氣體控制程式作為控制部起作用，

其中，所述控制部包括：第一閥控制部，控制設置在所述導出管上的第一閥的開度，並且對所述第一閥的開度進行控制，使得由所述濃度測量機構測量出的所述材料氣體的測量濃度成為設定濃度；以及第二閥控制部，控制設置在所述導入管上的第二閥的開度，並且對所述第二閥的開度進行控制，使得當所述第一閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第二閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。

8. 一種材料氣體控制系統，其包括：

收容體，收容材料；

導入管，將用於使所述材料氯化的載氣導入所述收容體內；

導出管，用於將所述載氣和所述材料氯化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出；

第一閥，設置在所述導出管上；

濃度測量機構，測量所述混合氣體中的所述材料氣體的濃度；

第一閥控制部，控制所述第一閥的開度，使得由所述濃度測量機構測量出的所述材料氣體的測量濃度成為預先設定的設定濃度；

第二閥，設置在所述導入管上；以及

第二閥控制部，對所述第二閥的開度進行控制，使得當所述第一閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第二閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第一閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。

9. 一種材料氣體控制裝置，用於材料氣化裝置，所述材料氣化裝置至少包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氣化的載氣導入所述收容體內；以及導出管，用於將所述載氣和所述材料氣化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出，其中，所述材料氣體控制裝置包括：

流量測量機構，測量所述混合氣體中的所述材料氣體的流量；

第二閥控制部，控制設置在所述導入管上的第二閥的開度，並且對所述第二閥的開度進行控制，使得由所述流量測量機構測量出的所述材料氣體的測量流量成為預先設定的設定流量；以及

第一閥控制部，控制設置在所述導出管上的第一閥的開度，並且對所述第一閥的開度進行控制，使得當

所述第二閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第一閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第二閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。

10. 一種材料氣體控制裝置，用於材料氣化裝置，所述材料氣化裝置至少包括：收容體，收容材料；導入管，將用於使所述材料氣化的載氣導入所述收容體內；導出管，用於將所述載氣和所述材料氣化後的材料氣體的混合氣體從所述收容體導出；流量測量機構，測量所述混合氣體中的所述材料氣體的流量；以及第二閥控制部，控制設置在所述導入管上的第二閥的開度，並且對所述第二閥的開度進行控制，使得由所述流量測量機構測量出的所述材料氣體的測量流量成為預先設定的設定流量，其中，所述材料氣體控制裝置包括第一閥控制部，所述第一閥控制部控制設置在所述導出管上的第一閥的開度，並且對所述第一閥的開度進行控制，使得當所述第二閥的開度成為臨界值開度時，在規定時間內使所述第一閥的開度成為變更後開度，所述臨界值開度是比完全打開的開度小第一規定值的開度，所述變更後開度比所述第二閥的開度成為所述臨界值開度時的變更前開度大第二規定值。

八、圖式：

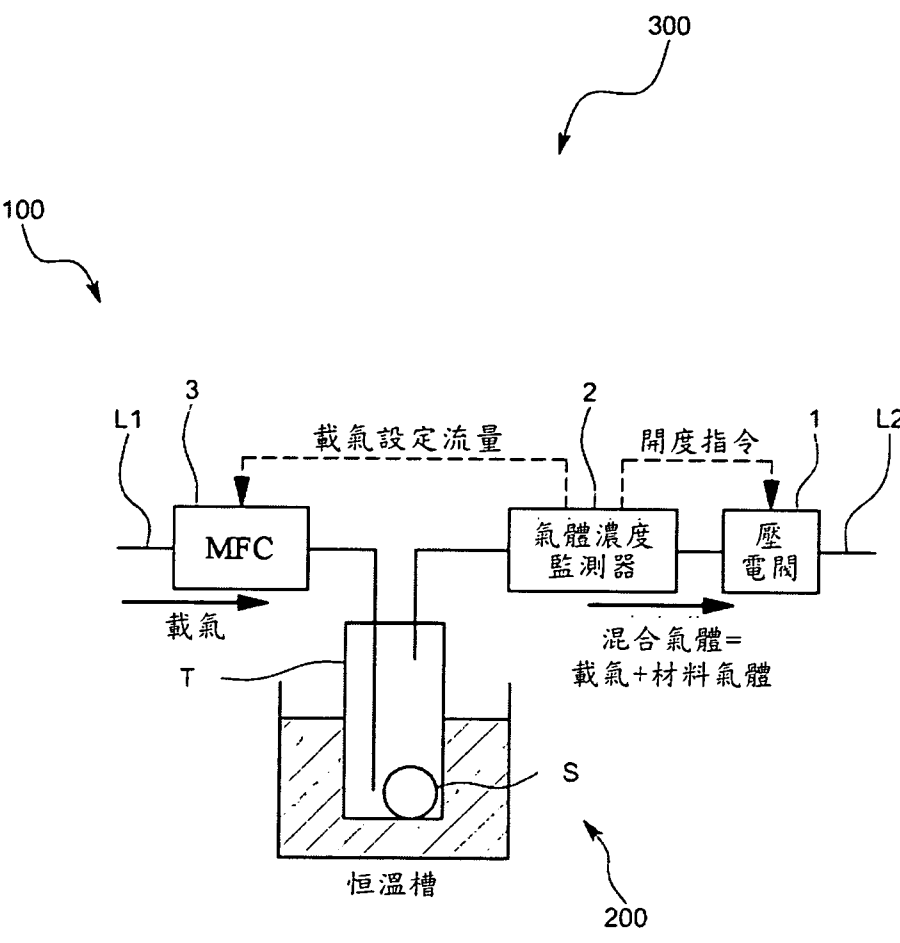


圖 1

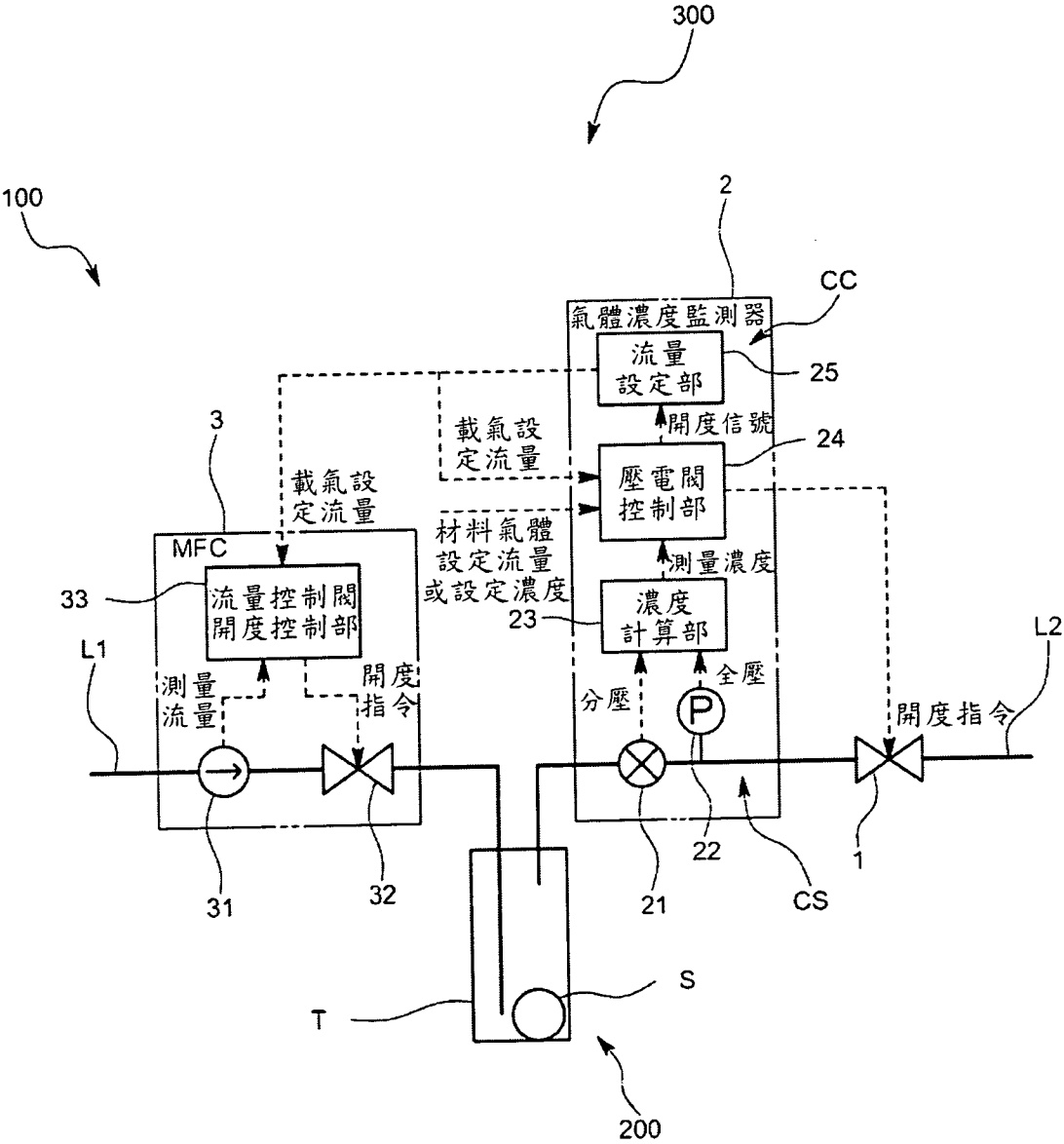


圖2

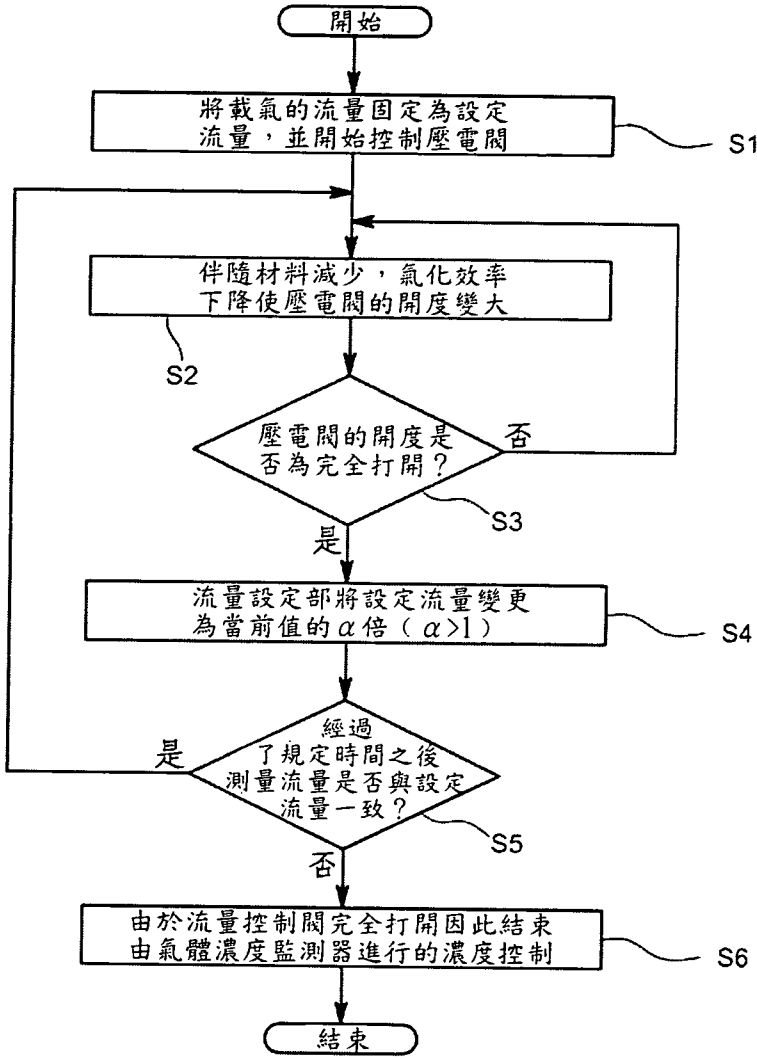


圖3

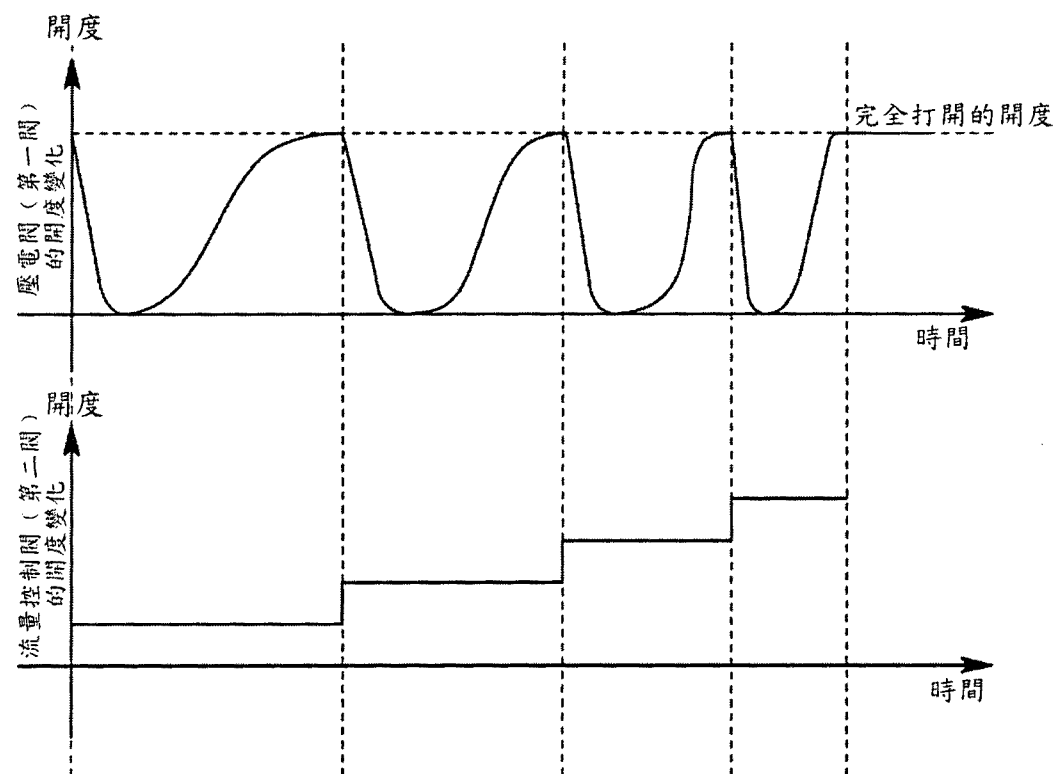


圖4

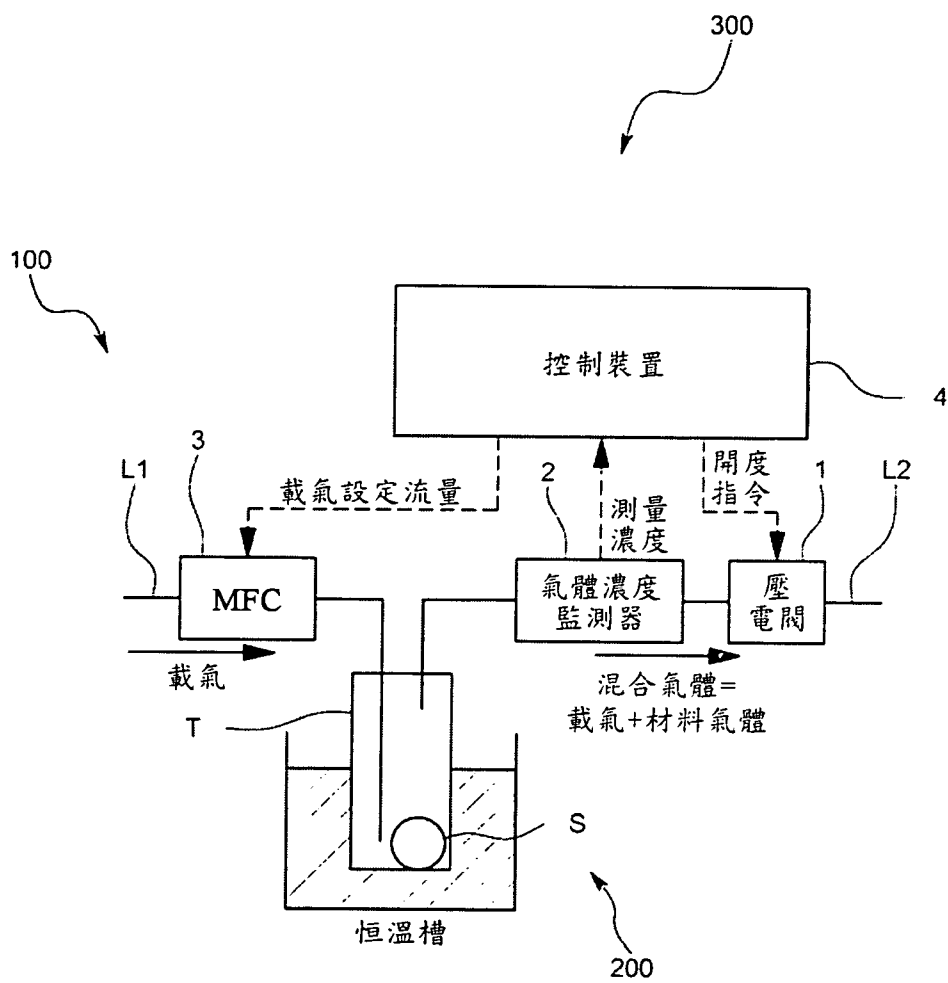


圖5

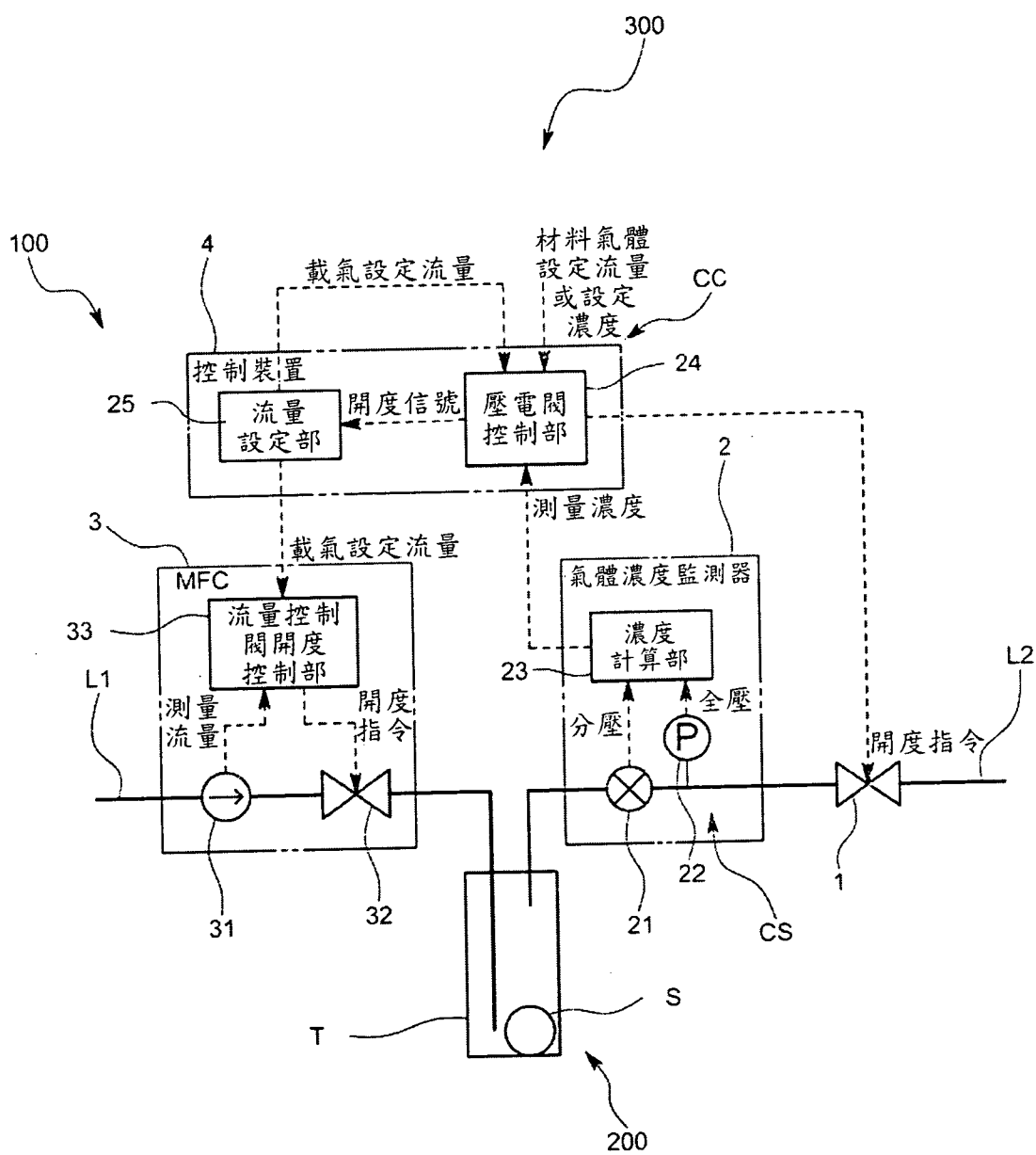


圖6

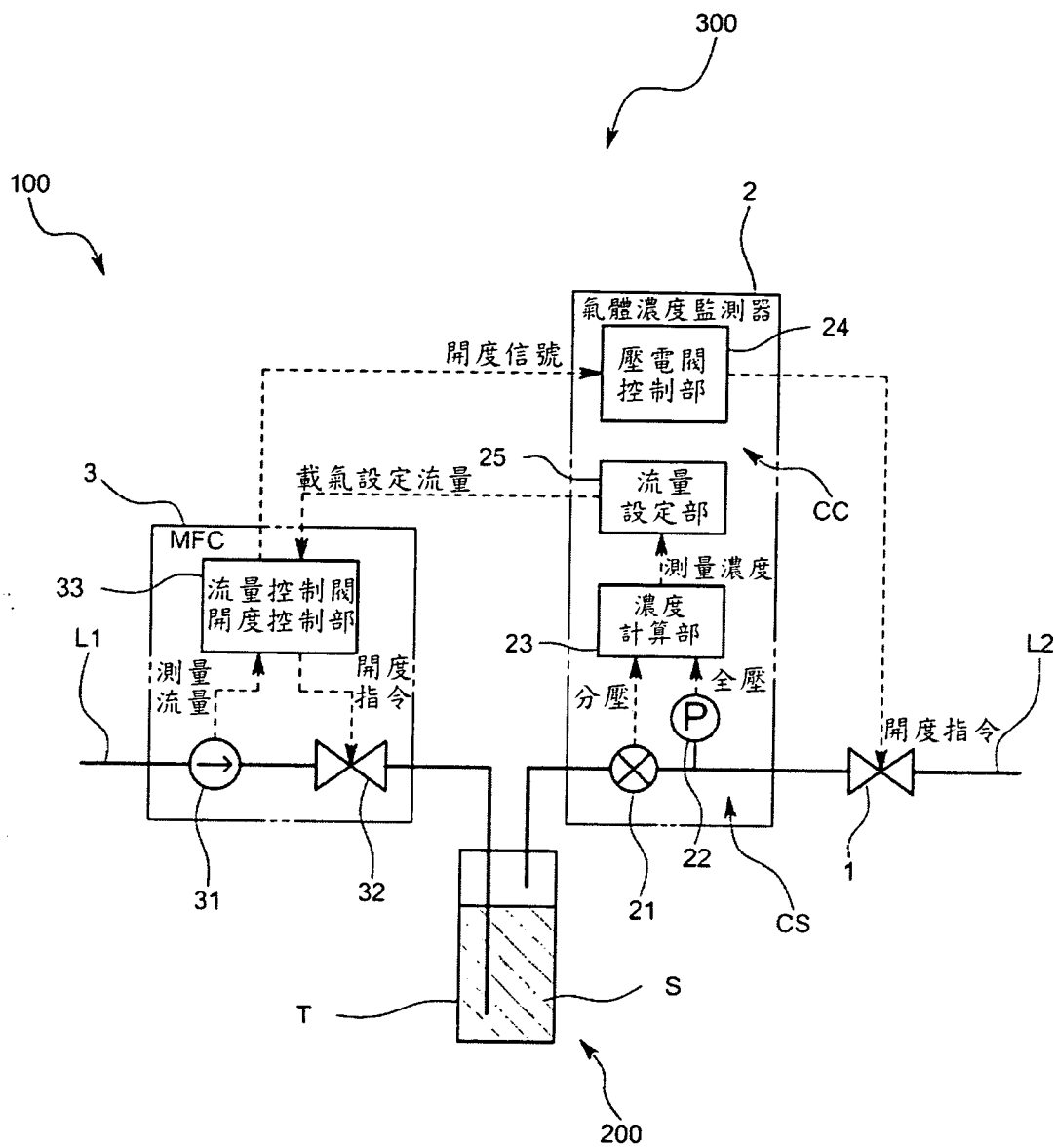


圖7

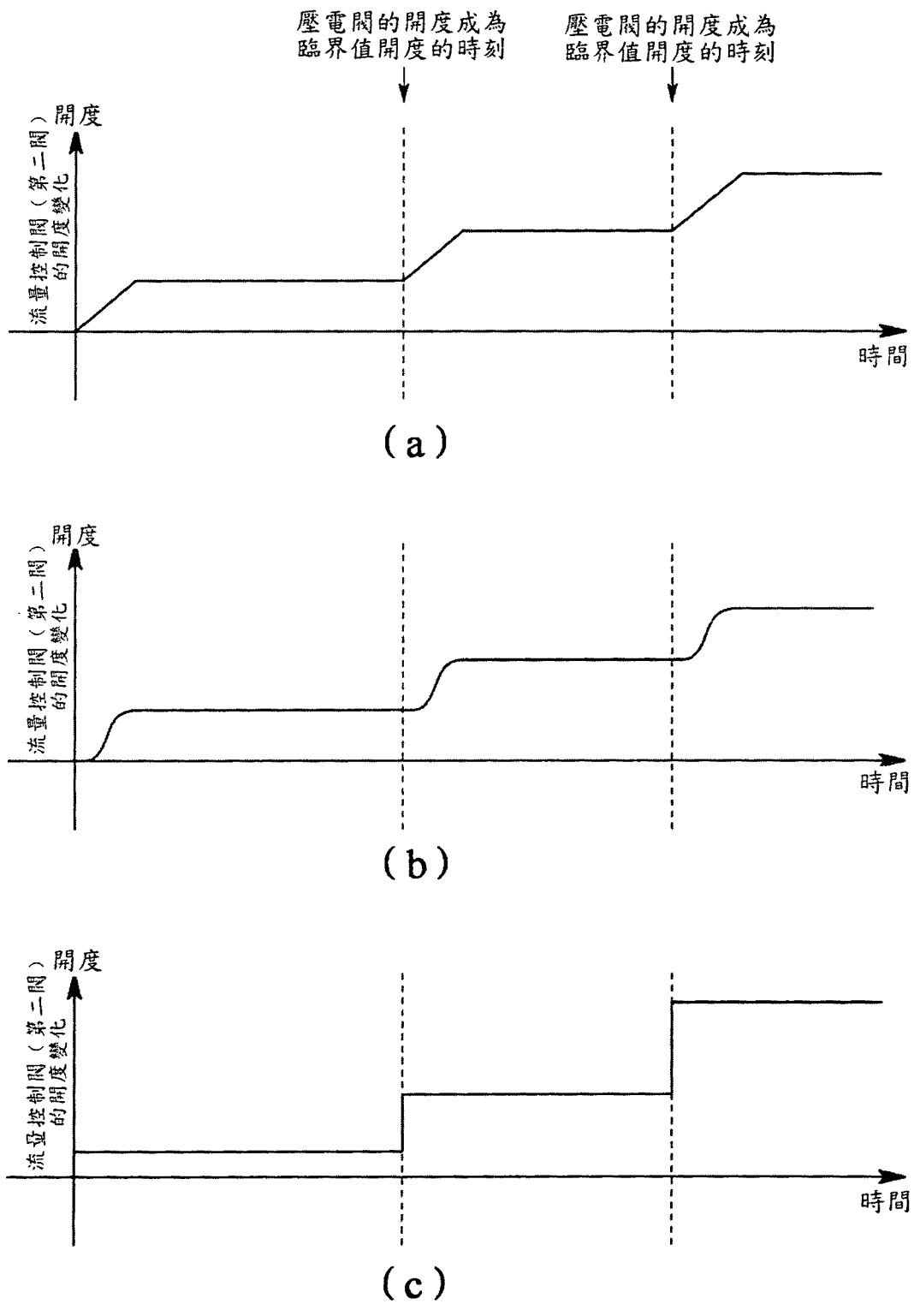


圖8

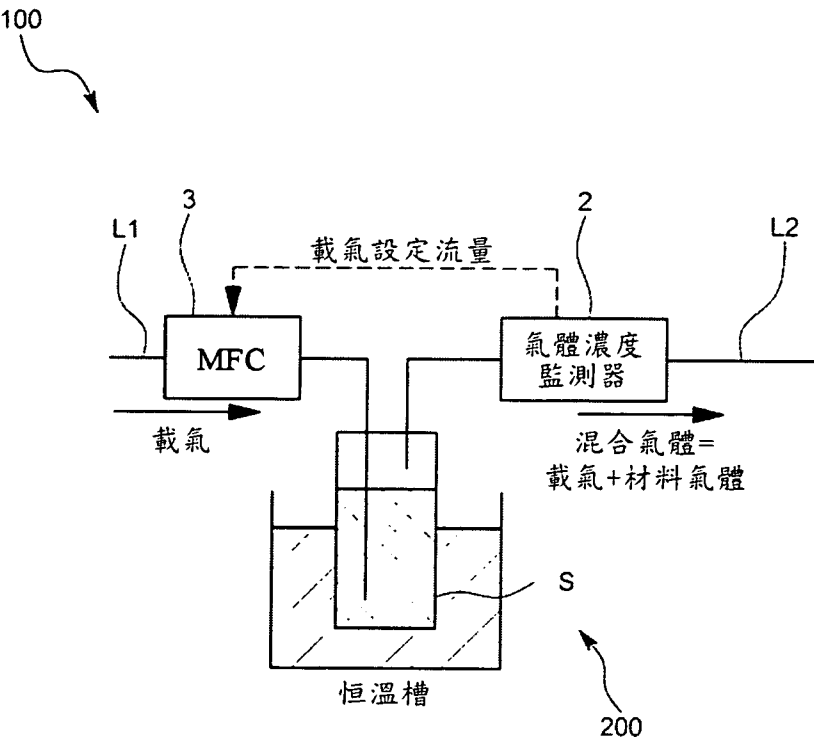


圖9