



(21)申請案號：108105804

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 02 月 21 日

(51)Int. Cl. : G05D7/06 (2006.01)

(30)優先權：2018/02/26 日本 2018-032604

(71)申請人：日商富士金股份有限公司(日本) FUJIKIN INCORPORATED (JP)
日本

(72)發明人：杉田勝幸 SUGITA, KATSUYUKI (JP)；西野功二 NISHINO, KOUJI (JP)；安本直史 YASUMOTO, NAOFUMI (JP)；平田薰 HIRATA, KAORU (JP)；小川慎也 OGAWA, SHINYA (JP)；井手口圭佑 IDEGUCHI, KEISUKE (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 392810

TW I450063

JP 2002-310773A

US 2016/0334119A1

審查人員：施孝欣

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：12 共 45 頁

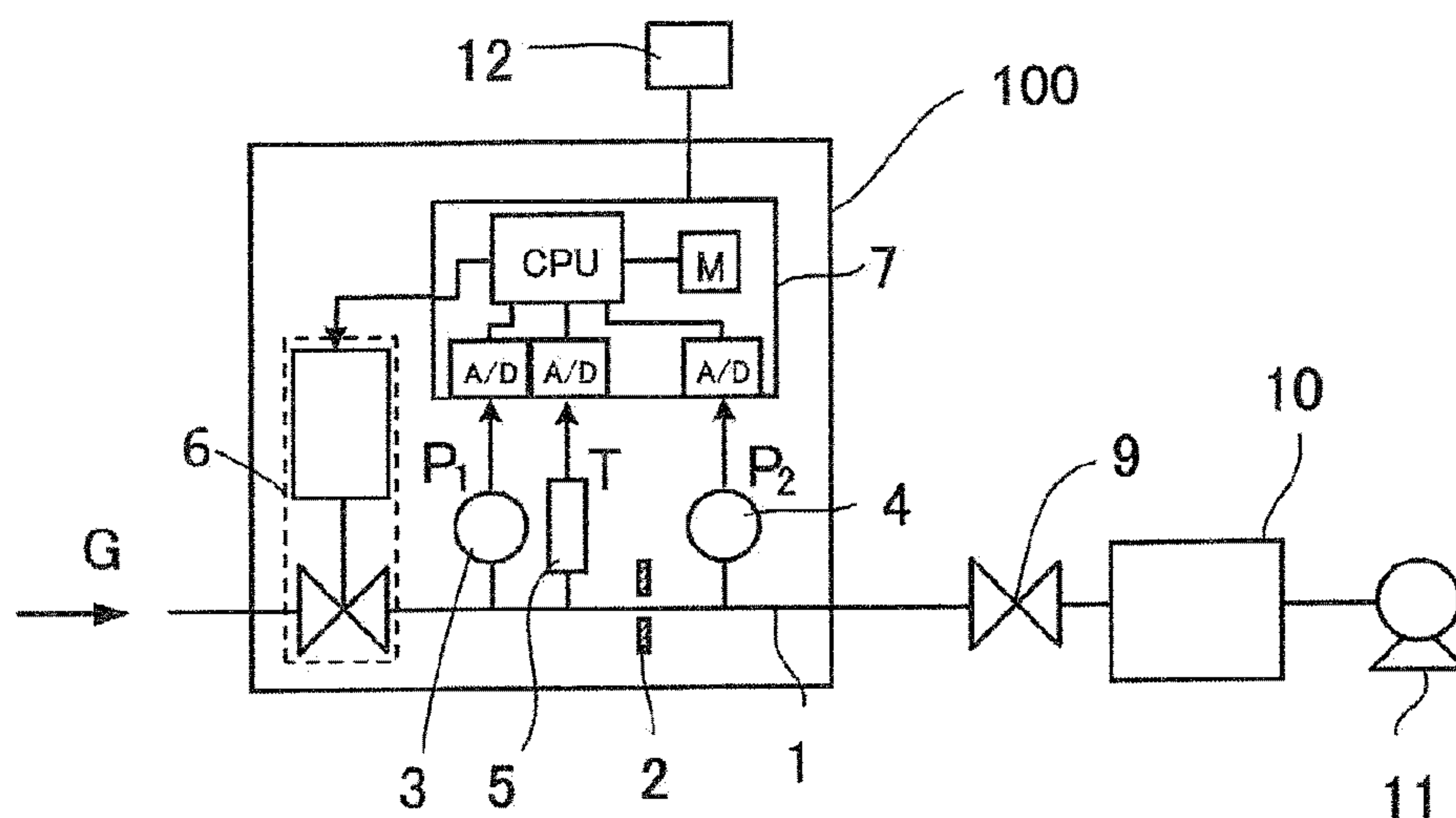
(54)名稱

流量控制裝置及流量控制方法

(57)摘要

流量控制裝置(100)係具備：設置於流路(1)之控制閥(6)、測定藉由控制閥(6)控制後之流體的流量之流量測定部(2、3)、及控制器(7)，控制器(7)構成為，以使根據從流量測定部輸出的訊號之測定積分流量(V_n+V_d)和目標積分流量(V_s)一致的方式控制控制閥(6)的開閉動作。

指定代表圖：



【圖 1】

符號簡單說明：

1 . . . 流路

2 . . . 節流部

3 . . . 上游壓力感測器

4 . . . 下游壓力感測器

5 . . . 溫度感測器

6 . . . 控制閥

7 . . . 控制器

9 . . . 下游閥

10 . . . 處理室

11 . . . 真空泵

- 12 . . . 外部控制裝置
- 100 . . . 流量控制裝置
- G . . . 氣體
- P₁ . . . 上游壓力
- P₂ . . . 下游壓力



I709013

【發明摘要】

【中文發明名稱】

流量控制裝置及流量控制方法

【中文】

流量控制裝置(100)係具備：設置於流路(1)之控制閥(6)、測定藉由控制閥(6)控制後之流體的流量之流量測定部(2、3)、及控制器(7)，控制器(7)構成為，以使根據從流量測定部輸出的訊號之測定積分流量(V_n+V_d)和目標積分流量(V_s)一致的方式控制控制閥(6)的開閉動作。

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1：流路

2：節流部

3：上游壓力感測器

4：下游壓力感測器

5：溫度感測器

6：控制閥

7：控制器

9：下游閥

10：處理室

11：真空泵

12：外部控制裝置

100：流量控制裝置

G：氣體

P_1 ：上游壓力

P_2 ：下游壓力

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

流量控制裝置及流量控制方法

【技術領域】

【0001】本發明是關於流量控制裝置及流量控制方法，特別是關於在半導體製造裝置及化學工廠等中所利用的流量控制裝置及流量控制方法。

【先前技術】

【0002】在半導體製造裝置、化學工廠中，為了控制原料氣體、蝕刻氣體等的流體之流動，是利用各種型式的流量控制裝置。在這樣的流量控制裝置，為了將各種流體的流量高精度地控制，是以消除藉由流量測定部所測定之流量和設定流量之偏差的方式控制控制閥。壓力式流量控制裝置，例如具有：由作為流量測定部之節流部(例如孔口板、臨界流噴嘴)和壓力感測器所組合成的機構，因為可將各種流體的流量高精度地控制而被廣泛地利用。壓力式流量控制裝置是揭示於例如專利文獻1。

【0003】作為壓力式流量控制裝置的控制閥，是使用藉由壓電致動器讓隔膜閥體開閉之壓電元件驅動式閥。壓電元件驅動式閥是揭示於例如專利文獻2。

【0004】近年，壓力式流量控制裝置，要求運用在例如ALD(原子層沉積，Atomic Layer Deposition)製程等，在

這樣的用途，是要求根據高速(周期非常短)脈衝狀的設定流量訊號讓控制閥開閉而進行流量的控制。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【 0005 】

[專利文獻 1] 日本特開 2004-138425 號公報

[專利文獻 2] 日本特開 2007-192269 號公報

【 發明內容 】

[發明所欲解決之問題]

【 0006 】 在進行脈衝流量控制之用途，是要求比以往更高速的閥之開閉動作。然而，本申請之發明人發現，在以往的流量控制裝置，要將閥開閉的響應速度提高受到限制，會有無法適當進行脈衝流量控制的情況。

【 0007 】 特別是，當作為控制閥是使用壓電元件驅動式閥的情況，閥之開閉是藉由對壓電元件之施加電壓的控制來進行，因為在上升期間、下降期間設定流量和實際流量產生差異，僅根據脈衝狀的設定流量訊號來控制對壓電元件的施加電壓，會有無法進行所期望的氣體供給的情況。此外，控制閥的響應性在裝置之間存在差異，在以往的方式，在一些裝置，會有無法穩定地進行脈衝流量控制的疑慮。

【 0008 】 本發明是有鑑於上述問題而開發完成的，其主要目的是為了提供一種流量控制裝置及流量控制方法，

縱使在進行脈衝流量控制的情況等也能適當地進行流量控制。

[解決問題之技術手段]

【0009】本發明的實施形態之流量控制裝置構成爲，係具備：設置於流路之控制閥、測定藉由前述控制閥控制後之流體的流量之流量測定部、及控制器，前述控制器，是以使根據從前述流量測定部輸出的訊號之測定積分流量和目標積分流量一致的方式控制前述控制閥的開閉動作。目標積分流量，例如是根據被輸入的設定流量訊號來決定。

【0010】在一實施形態中，前述控制器係包含：根據從前述流量測定部輸出的訊號來算出前述測定積分流量之算出部、求出在前述算出部所算出之前述測定積分流量和前述目標積分流量的差之比較部、及當在前述比較部所求出的前述差成爲既定範圍內時將前述控制閥的閉動作開始之閥動作控制部。

【0011】在一實施形態中，前述算出部，是將從在每個經過時間根據從前述流量測定部輸出的訊號之流量算出之積分流量合計，藉此算出前述測定積分流量。

【0012】在一實施形態中，前述流量測定部構成爲在每個既定期間輸出流量值，前述控制器係包含：根據從前述流量測定部輸出的流量值來算出與前述既定期間之積分流量的總和對應的運算積分流量之算出部、求出從前述目

標積分流量減去已知積分流量後的值和在前述算出部所算出之前述運算積分流量的差之比較部、及當在前述比較部所求出之前述差成為既定範圍內時將前述控制閥的閉動作開始之閥動作控制部。

【0013】在一實施形態中，前述控制器係包含：算出被輸入之設定流量訊號和從前述流量測定部輸出之訊號的差之總和、即積分流量差的差分算出部、判定前述差分算出部的輸出是否收斂到既定值或既定範圍內之判定部、及當前述判定部判定為前述差分算出部的輸出已收斂時將前述控制閥的閉動作開始之閥動作控制部。

【0014】在一實施形態中，前述測定積分流量係包含：根據從前述流量測定部輸出的訊號求出之運算積分流量、及將前述控制閥閉止後之流量下降期間中的已知積分流量，前述控制器構成為，在前述運算積分流量到達從前述目標積分流量減去前述已知積分流量後的值之時點，將前述控制閥的閉止開始。

【0015】在一實施形態中，前述流量測定部構成為，係具備：設置於前述控制閥的下游側之節流部、及測定前述控制閥和前述節流部之間的壓力之壓力感測器，且根據前述壓力感測器的輸出來測定前述節流部之下游側的流量。

【0016】在一實施形態中，前述控制閥之閉止動作是藉由一階滯後(first-order lag)控制來進行。

【0017】在一實施形態中，前述控制閥是常閉型的壓

電元件驅動式閥。

【0018】在一實施形態中，在前述控制器是輸入作為設定流量訊號之矩形波的連續脈衝訊號。

【0019】在一實施形態中，前述控制器係具有差分算出部，該差分算出部是在流量上升期間中，算出作為根據設定流量訊號之內部指令訊號的斜坡(ramp)控制訊號和從前述流量測定部輸出的訊號之差的總和、即積分流量差，前述控制器是根據前述差分算出部的輸出，讓前述斜坡控制訊號之斜率在途中改變。

【0020】在一實施形態中，是讓前述斜坡控制訊號的斜率，從在500msec到達100%流量的斜率之第1斜率變化為在300msec到達100%流量時的斜率之第2斜率。

【0021】本發明的實施形態之流量控制方法，是使用流量控制裝置來進行的流量控制方法，該流量控制裝置係具備：設置於流路之控制閥、及測定藉由前述控制閥所控制之流體的流量之流量測定部，該流量控制方法包含以下步驟：在根據從前述流量測定部輸出之訊號所求出之運算積分流量到達從目標積分流量減去在將前述控制閥閉止後之流量下降期間中的已知積分流量後的值之時點，將前述控制閥的閉止開始。

[發明之效果]

【0022】依據本發明的實施形態，縱使在進行脈衝流量控制時，仍能適切地進行氣體供給。

【圖式簡單說明】**【0023】**

圖1係顯示本發明的實施形態之壓力式流量控制裝置的構造之示意圖。

圖2係顯示設定流量訊號和控制流量訊號之圖。

圖3(a)係用於說明設定流量訊號和控制流量訊號的偏差之圖，圖3(b)係顯示壓電元件驅動式閥的驅動電壓和壓電致動器的位移(衝程)的關係之圖。

圖4係用於說明本發明的實施形態之脈衝流量控制的動作之圖。

圖5係用於說明圖4所示的訊號之圖，圖5(a)係顯示根據設定流量訊號之目標積分流量，圖5(b)係顯示運算積分流量及已知積分流量。

圖6係顯示進行本發明的實施形態之脈衝流量控制的動作之控制器的例示構造之方塊圖。

圖7係顯示進行本發明的實施形態之脈衝流量控制的動作之例示的控制流程之流程圖。

圖8係顯示進行本發明的實施形態之脈衝流量控制的動作之控制器的例示構造之方塊圖。

圖9係用於說明本發明的其他實施形態之脈衝流量控制的動作之圖。

圖10係用於說明流量下降時之一階滯後控制的圖。

圖11係顯示進行本發明的實施形態之脈衝流量控制的

動作之控制器的例示構造之方塊圖。

圖 12 係用於說明本發明的其他實施形態之流量上升期間中的流量控制之圖。

【實施方式】

【0024】以下，參照圖式來說明本發明的實施形態，但本發明並不限定於以下的實施形態。

【0025】圖 1 係顯示本發明的實施形態之流量控制裝置 100 的構造。流量控制裝置 100 是壓力式流量控制裝置，且具備有：設置在從氣體供給裝置供給之氣體 G 的流路 1 上之節流部 2、設置在節流部 2 的上游側之上游壓力感測器 3 及溫度感測器 5、設置在節流部 2 的下游側之下游壓力感測器 4、以及設置在上游壓力感測器 3 的上游側之控制閥 6。

【0026】上游壓力感測器 3，可測定控制閥 6 和節流部 2 之間的流體壓力、即上游壓力 P_1 ，下游壓力感測器 4，可測定節流部 2 和下游閥 9 之間的流體壓力、即下游壓力 P_2 。

【0027】流量控制裝置 100 還具備控制器 7，控制器 7 是根據上游壓力感測器 3 及下游壓力感測器 4 的輸出等來控制控制閥 6 的開閉動作。控制器 7 構成為，將從外部控制裝置 12 接收的設定流量和根據上游壓力感測器 3 及下游壓力感測器 4 的輸出而藉由運算所求出的運算流量做比較，以使運算流量接近設定流量的方式控制控制閥 6。

【0028】流量控制裝置 100 是不同於圖示的態樣而不具備下游壓力感測器 4 亦可。在此情況，控制器 7 構成為，

根據上游壓力感測器3的輸出來運算流量。此外，控制器7在一態樣中構成為，根據溫度感測器5所偵測出的流體溫度來修正運算流量。

【0029】流量控制裝置100，亦可在控制閥6的上游側具備：用於測定氣體供給壓之流入壓力感測器(未圖示)。流入壓力感測器，可測定從所連接之氣體供給裝置(例如原料氣化器、氣體供給源等)供給的氣體之壓力，而用於控制氣體供給量或氣體供給壓。又從氣體供給裝置供給的氣體，可為材料氣體、蝕刻氣體或載體氣體等的各種氣體。

【0030】作為節流部2，可使用例如孔口板。又「節流部」是其流路的剖面積形成為比前後的流路剖面積更小的部分，例如是使用孔口板、臨界流噴嘴、音速噴嘴等來構成，但也能使用其他構件。孔口或噴嘴的口徑設定為例如 $10\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$ 。

【0031】作為下游閥9可使用：例如藉由電磁閥來控制壓縮空氣的供給之公知的空氣驅動閥(Air Operated Valve)等。此外，在孔口構件的附近配置了開閉閥之孔口內設閥(orifice built-in valve)是已知的，可將孔口內設閥作為將節流部2及下游閥9一體化而成者來組裝於流量控制裝置100。

【0032】在包含流量控制裝置100之流體供給系統中，節流部2的下游側，是透過下游閥9連接到半導體製造裝置的處理室(process chamber)10。處理室10是與真空泵

11連接，通常，在氣體供給時，處理室10的內部是藉由真空泵11進行真空抽吸。

【0033】以上所說明的流量控制裝置100，當滿足臨界膨脹條件 $P_1/P_2 \geq 2$ (在氫氣的情況)時，可利用流量是取決於上游壓力 P_1 的原理來進行流量控制。在滿足臨界膨脹條件時，節流部2之下游側的流量 Q 是由 $Q=K_1 \cdot P_1$ (在此， K_1 是取決於流體種類和流體溫度之常數)得出，流量 Q 是與上游壓力 P_1 成正比。此外，當具備下游壓力感測器4的情況，縱使是上游壓力 P_1 和下游壓力 P_2 的差較小而無法滿足上述的臨界膨脹條件的情況，仍可算出流量，根據藉由上游壓力感測器3及下游壓力感測器4所測定之上游壓力 P_1 及下游壓力 P_2 ，從 $Q=K_2 \cdot P_2^m (P_1 - P_2)^n$ (在此， K_2 是取決於流體種類和流體溫度的常數， m 、 n 是以實際流量為基礎所導出的指數)可求出流量 Q 。

【0034】為了進行流量控制，從外部控制裝置12對控制器7發送設定流量訊號。控制器7。是根據上游壓力感測器3的輸出等，使用臨界膨脹條件或非臨界膨脹條件之流量計算式而依上述 $Q=K_1 \cdot P_1$ 或 $Q=K_2 \cdot P_2^m (P_1 - P_2)^n$ 運算流量，以使通過節流部2之流體的流量接近設定流量的方式(亦即，以使運算流量和設定流量的差接近0的方式)，將控制閥6進行反饋控制。運算流量，是往外部控制裝置12輸出而以流量輸出值的形式顯示。

【0035】控制器7，通常是內設於流量控制裝置100者，但亦可設置在流量控制裝置100的外部。控制器7，通

常是由 CPU、ROM 和 RAM 等的記憶體(記憶裝置)M、A/D 轉換器等所構成，可包含用於執行後述的流量控制動作之電腦程式。控制器 7 是藉由硬體及軟體的結合來實現。控制器 7 係具備用於與電腦等的外部裝置交換資訊之介面，可進行從外部裝置對 ROM 之程式及資料的寫入等。控制器 7 的構成要素當中之 CPU 等之一部分的構成要素亦可配置在裝置外，裝置內和裝置外可利用有線或無線相互連接。

【0036】以下說明，在流量控制裝置 100 所進行之脈衝流量控制的態樣。

【0037】圖 2 顯示進行脈衝流量控制時之設定流量訊號 S_s 和表示測定流量之控制流量訊號 S_r 。設定流量訊號 S_s 是從外部輸入流量控制裝置 100 之控制訊號，控制流量訊號 S_r 表示，根據設定流量訊號 S_s 進行根據上游壓力 P_1 將控制閥 6 反饋控制之以往的動作時所控制的流量。控制流量訊號 S_r ，是對應於根據由作為流量測定部而設置之上游壓力感測器 3 所測定的上游壓力 P_1 藉由運算所求出之運算流量的變遷，例如作為流量輸出訊號而從流量控制裝置 100 的控制器 7 輸出。

【0038】根據圖 2 可知，作為設定流量訊號 S_s 而被輸入矩形波的連續脈衝訊號(例如，脈寬 0.1 秒~60 秒)，相對於此，控制流量訊號 S_r 之上升，是花費某種程度的時間而上升。這是因為，由於進行反饋控制，難以將控制閥 6 瞬間開放至對應於設定流量之開度。此外，若欲將響應性更加提高，存在會發生過衝(overshoot)的問題。因此，實際

上是成為圖2所示般之曲線狀的上升動作。

【0039】此外，在流量下降時也是，不是瞬間使流量降低到0，而是花費某種程度的時間來下降。這是因為，在壓力式流量控制裝置，是透過控制閥6的下游側之節流部2讓氣體流過，縱使將控制閥6關閉後，控制閥6和節流部2之間的殘留氣體仍會流出。

【0040】因為，在壓力式流量控制裝置，縱使被輸入設定流量訊號 S_s ，實際上是進行控制流量訊號 S_r 所示般的流量控制。此外可知，縱使相同的設定流量訊號 S_s 被輸入，根據流量控制裝置的個體差異(具體而言，壓電元件的驅動狀態、閥的響應特性之差異等)，控制流量訊號 S_r 會變得不同。

【0041】再者，特別當作為控制閥6是使用常閉型的壓電元件驅動式閥的情況，在從流量0%上升時，會有在開閥動作產生遲延的問題。

【0042】圖3(a)顯示設定流量訊號 S_s 和控制流量訊號 S_r 的偏差，圖3(b)顯示壓電致動器的驅動電壓和壓電致動器的位移(或稱為衝程)的關係。壓電致動器的位移是對應於閥的開閉度。

【0043】根據圖3(a)可知，在壓電元件驅動式閥中，在設定流量訊號 S_s 的上升時刻 t_0 之後的時刻 t_0' 閥才開放，而產生遲延時間 Δt 。產生這樣的遲延時間 Δt 之原因在於，在常閉型的閥中，因為在閉狀態的電壓無施加時閥體被緊壓於閥座，當施加電壓後無法馬上讓閥體移動，施加某種

程度大小的電壓才會讓其移動。特別是在施加較小的電壓時，因為作用在讓壓電元件伸縮的方向之力較大，會有壓電元件幾乎不伸長的情況。再者，因為壓電致動器和閥體是透過各種的機械機構來連接，也會有起因於機械機構的游隙而使響應性降低的情況。

【0044】此外，如圖3(b)所示般，在常閉型的壓電元件驅動式閥中，在讓施加電壓增加時之昇壓時和在讓施加電壓減少時之降壓時，驅動電壓和壓電致動器的位移之關係是不同的。而且可知，在從電壓無施加時到施加比較小的電壓的期間，壓電致動器的位移小，要馬上將閥開放到所期望的開度之控制並非容易。

【0045】根據以上的說明可知，以與設定流量訊號 S_s 完全一致的方式控制閥的開閉動作是非常困難的。而且，當進行脈衝流量控制的情況，因為在流量上升期間及流量下降期間之設定流量訊號 S_s 和控制流量訊號 S_r 的偏差頻繁地發生，要供給所期望的氣體量、亦即所期望的積分流量是困難的。此外，在ALD等之要求脈衝氣體供給的用途，不僅是流量大小的控制，進行每1脈衝的積分流量之控制也是重要的。又在此所指的積分流量，是在特定流量下於特定的時間供給氣體時所供給之全流量(體積)值。

【0046】於是，在本實施形態的流量控制裝置100，是根據從流量測定部輸出的訊號(在此，是根據從上游壓力感測器3輸出的壓力所算出之流量的訊號)，求出測定積分流量(亦即，實際供給之氣體的體積)。而且，以使測定

積分流量和根據被輸入的設定流量訊號 S_s 之目標積分流量一致的方式，控制控制閥 6 的開閉動作。藉此，使所供給的氣體量(體積)與根據設定流量訊號 S_s 之氣體量(體積)成為同等，而能適切地進行氣體供給。

【0047】亦即，在本申請發明的實施形態，雖由脈衝狀的設定流量訊號 S_s 所決定之上升時刻 t_0 及下降時刻 t_1 和實際供給時的上升時刻 t_0' 及下降時刻 t_1' 有偏差，相較於按照設定時刻將閥開閉，是更重視藉由脈衝供給(脈衝波形)所供給之預定的氣體體積(積分流量)，而以能供給所期望的積分流量的方式進行閥的開閉控制。

【0048】以下是說明本實施形態之具體的脈衝流量控制動作。

【0049】圖 4 及圖 5 顯示被輸入的設定流量訊號 S_s 和本實施形態之控制流量訊號 S_r 。根據圖 4 可知，在本實施形態是控制成，縱使從設定流量訊號 S_s 被輸入後遲延了遲延時間 Δt 才開始讓流量上升時，藉由讓閉閥開始的時點從設定流量訊號 S_s 的下降時刻 t_1 遲延，而使測定積算流量成為根據設定流量訊號 S_s 。

【0050】為了進行這樣的動作，首先是根據設定流量訊號 S_s 求出目標積分流量 V_s 。如圖 5(a) 所示般，目標積分流量 V_s 可由 $V_s = Q_0 \times (t_1 - t_0)$ 求出。在此， Q_0 表示設定流量， t_0 表示設定流量訊號 S_s 之閥開放開始時刻， t_1 表示設定流量訊號 S_s 之閥閉止開始時刻。但目標積分流量 V_s 亦可為事先提供的。

【0051】另一方面，雖是根據流量測定部所輸出的訊號來求出與實際供給的氣體體積對應之測定積分流量，但在本實施形態所說明的情況，閥閉鎖開始後流過之氣體的積分流量，是作為已知積分流量 V_d 而事先知道的。

【0052】又在本說明書中，「測定積分流量」只要是根據從流量測定部輸出的訊號求出的積分流量(例如後述的運算積分流量)者即可，亦可是包含其他的積分流量(例如未進行流量測定而獲得之上述的已知積分流量 V_d)者。「測定積分流量」，只要是對應於實際供給之氣體的體積(實際積分流量)者即可，可為以任意的態樣求出者。

【0053】在此，針對已知積分流量 V_d 做說明。在閥閉鎖開始後流過之氣體的積分流量，藉由將閥閉鎖時之閥控制適切地進行可控制成大致一定。在閥閉鎖時，主要是在控制閥 6 和節流部 2 之間的殘留氣體會流出，在圖 4 所示的態樣，藉由將控制閥 6 實施斜坡控制，可不拘裝置而獲得一定的流量下降特性。這樣的話，能將流量下降期間(亦即，從閥閉鎖動作開始到閥完全閉鎖為止的期間)的積分流量一定化，可作為已知積分流量 V_d 而事先儲存於記憶體。

【0054】因為已知積分流量 V_d 的大小是按照設定流量 Q_0 而有各種差異，可按照每個設定流量 Q_0 儲存於記憶體，也能作為設定流量 Q_0 的函數來定義。不管是哪個情況，通常是使用對應於設定流量 Q_0 之適切已知積分流量 V_d 。又在本說明書中，已知積分流量 V_d 是指：要獲得上述的測定

積分流量時，不須使用流量測定部之流量測定結果即可得知之積分流量，通常是在流量測定之前事先知道。但是，已知積分流量 V_d 亦可為在流量測定中藉由運算、來自記憶裝置之輸入而獲得者。此外，已知積分流量 V_d 亦可為，在獲得上述的測定積分流量之前，使用本實施形態的流量控制裝置所具備之流量測定部事先測定而儲存於記憶裝置者。

【0055】如以上般提供已知積分流量 V_d 的情況，測定積分流量是如圖 5(b) 所示般，可藉由已知積分流量 V_d 和迄閥閉鎖開始為止之運算積分流量 V_n 的合計來規定。

【0056】運算積分流量 V_n ，能以 $V_n = \sum Q_t \times t_x = (Q_{t_0} + Q_{t_0+t_x} + Q_{t_0+2t_x} + \dots + Q_{t_0+nt_x}) \times t_x$ 的方式求出。在此， Q_t 表示時刻 t 之流量， t_x 表示流量運算周期， n 表示自然數。流量運算周期 t_x 設定為例如 0.5 毫秒 ~ 5 毫秒，在每個流量運算周期 t_x 進行流量運算。此外，時刻 t 之流量 Q_t ，例如可從時刻 t 之上游壓力感測器 3 的輸出(上游壓力 P_1) 依上述 $Q = K_1 \cdot P_1$ 而藉由運算來求出。

【0057】如此般，運算積分流量 V_n ，是將既定時間內的積分流量反覆相加後求出積分流量的總和而獲得，該既定時間內的積分流量，是在流量測定部每隔既定時間(流量運算周期)輸出流量值時根據所輸出的流量值求出。運算積分流量 V_n 從時刻 t_0 到閥實際開放為止的期間顯示實質 0 的值，然後隨著時間經過而增加。

【0058】而且，當運算積分流量 V_n 和流量下降期間的

已知積分流量 V_d 之合計到達目標積分流量 V_s 時，亦即，將運算積分流量 V_n 到達從目標積分流量 V_s 減去已知積分流量 V_d 後的值 $(V_s - V_d)$ 時之時刻設定為 t_1' ，在成為時刻 t_1' 的時點，將控制閥 6 的閉止開始。該時刻 t_1' ，通常是在設定流量訊號 S_s 的閥閉止開始時刻(下降時刻) t_1 之後的時刻，但按照已知積分流量 V_d 的大小，也可能是在閥閉止開始時刻 t_1 之前的時刻。

【0059】如以上所說明，只要決定控制閥 6 之閉止開始的時點，就能讓測定積分流量 $(V_n + V_d)$ 和目標積分流量 V_s 一致，縱使是進行脈衝流量控制的情況，仍可進行所期望的氣體量之供給。此外，縱使是流量上升特性按照流量控制裝置而有各種差異的情況，因為是根據從流量測定部(在此是上游壓力感測器)的輸出藉由運算求出的測定積分流量來決定控制閥的閉止時點，可不拘裝置而進行適切的脈衝流量控制。此外，本實施形態，可根據流量測定部的輸出來即時進行流量控制，縱使在發生過衝等的過度供給、非預期之突發的流量變化等時，仍能以讓測定積分流量與目標積分流量一致的方式適切地進行流量控制。

【0060】以下，參照圖 6 及圖 7，說明進行本實施形態的流量控制動作之控制器 70 的構造及控制流程之具體例。又圖 6 所示的控制器 70，可包含在圖 1 所示之設置在流量控制裝置 100 的控制器 7 (構成為根據上游壓力感測器 3 的輸入等將控制閥 6 反饋控制而進行流量控制) 的內部，也能與圖 1 所示的控制器 7 分開設置。當然，控制器 70 的構成要素之

全部或一部分是設置在控制器7或流量控制裝置100的外部亦可。

【0061】圖6顯示控制器70的構造例之方塊圖。如圖6所示般，控制器70係具備算出部72、比較部74及閥動作控制部76。算出部72是根據從流量測定部輸出之流量值，算出對應於積分流量的總和之運算積分流量 V_n ；比較部74是求出：從目標積分流量 V_s 減去已知積分流量 V_d 後的值和算出部72所算出之運算積分流量 V_n 的差；閥動作控制部76，當在比較部74所求出的差 $((V_s - V_d) - V_n)$ 成為既定範圍內時，將閉命令 C_c 往控制閥6輸出，閉命令 C_c 是用於將控制閥6的閉動作開始。

【0062】接著說明更具體的控制流程，在控制器70中，如圖7之步驟S1所示般，目標積分流量 V_s 被輸入控制器70的比較部74。此外，已知積分流量 V_d 也被輸入比較部74。

【0063】接著，如步驟S2所示般，在比較部74中，求出從目標積分流量 V_s 減去已知積分流量 V_d 後之減去後目標積分流量 $V_s' (=V_s - V_d)$ 。又當目標積分流量 V_s 及已知積分流量 V_d 事先知道的情況，減去後目標積分流量 V_s' 可最初就輸入比較部74。此外，在從被輸入的設定流量訊號 S_s 求出目標積分流量 V_s 時，可等待設定流量訊號 S_s 之1脈衝的下降再算出目標積分流量 V_s ，步驟S1及步驟S2，可與以下所說明之在算出部72求出運算積分流量 V_n 的步驟並行地進行。

【0064】另一方面，根據被輸入之設定流量訊號 S_s 而對控制閥 6 送出開命令後，在控制器 70 的算出部 72，如步驟 S3 所示般，根據流量測定部的訊號(控制流量訊號 S_r)算出既定微小期間(在此是流量運算周期 t_x)的積分流量 $Q_t \cdot t_x$ 。

【0065】接著，如步驟 S4 所示般，將在步驟 S3 求出的積分流量加到過去的積分流量之合計值，算出總和的運算積分流量 V_n 。所算出之運算積分流量 V_n ，是從控制器 70 的算出部 72 送往比較部 74。

【0066】接著，如步驟 S5 所示般，在比較部 74 中，算出減去後目標積分流量 V_s' 和運算積分流量 V_n 之差 $V_s' - V_n$ ，如步驟 S6 所示般，判定所算出之差 $V_s' - V_n$ 是否在設定範圍內。在此，設定範圍，是設定在可判定減去後目標積分流量 V_s' 和運算積分流量 V_n 是否實質相同的範圍，通常是以 0 為中心而設定在與流量測定器的輸出誤差範圍相同程度的範圍。

【0067】在步驟 S6 中，當判斷差 $V_s' - V_n$ 不在設定範圍內(No)時，判斷運算積分流量 V_n 尚未到達應到達的積分流量，不將控制閥 6 的閉動作開始而返回步驟 S3。而且，將在步驟 S3 中從控制流量訊號 S_r 求出的積分流量，在步驟 S4 中加到迄上次為止的總和積分流量，算出更新後的運算積分流量 V_n 。此外，在步驟 S5，算出減去後目標積分流量 V_s' 和更新後的運算積分流量 V_n 之差。這一系列的動作，直到在步驟 S6 判斷為差 $V_s' - V_n$ 位於設定範圍內(Yes)為止被反覆，在此期間，透過控制閥 6 使氣體持續流動。

【0068】接著，在步驟S6中判定為減去後目標積分流量 V_s' 和運算積分流量 V_n 的差 $V_s'-V_n$ 位於設定範圍內時，判斷運算積分流量 V_n 成為和減去後目標積分流量 V_s' 實質相同，比較部74以對控制閥6輸出閉命令Cc的方式命令閥動作控制部76。閥動作控制部76接到命令，如步驟S7所示般，將閉命令Cc往控制閥6輸出，而將控制閥6的閉動作開始。

【0069】然後，控制閥6在流量下降期間，將對應於已知積分流量 V_d 的量之氣體流出並完全地閉閥，由於測定積分流量 V_n+V_d 和目標積分流量 V_s 一致，可供給所期望的氣體量。

【0070】以上是說明某一態樣的控制器70，如圖8所示般，其他態樣的控制器80係具備算出部82、比較部84及閥動作控制部86，算出部82是根據從流量測定部輸出的流量值，將對應於積分流量的總和之運算積分流量 V_n 和被輸入的已知積分流量 V_d 相加，而算出測定積分流量 V_n+V_d ；比較部84，是求出目標積分流量 V_s 和在算出部82所算出之測定積分流量 V_n+V_d 的差；閥動作控制部86，當在比較部84求出的差 $(V_s-(V_n+V_d))$ 成為既定範圍內時，將開始控制閥6的閉動作之閉命令Cc輸出。縱使是使用控制器80，也與控制器70同樣的，能以讓測定積分流量 V_n+V_d 和目標積分流量 V_s 一致的方式控制控制閥6的閉動作開始的時點。

【0071】上述控制器70、80當然也可以具備：用於儲存累計的積分流量、從外部獲得的目標積分流量之記憶

部。此外，記憶部亦可設置在控制器 70、80、流量控制裝置 100 之外部。此外，目標積分流量、已知積分流量，可事先作為資料而儲存在記憶部，亦可在輸出閥閉鎖命令之前的任意時點輸入記憶部。

【0072】圖 9 係用於說明其他實施形態之脈衝流量控制的動作。在圖 9 所示的態樣，在將控制閥 6 關閉時，是藉由一階滯後控制進行閉閥動作。

【0073】控制閥 6 的一階滯後控制，可藉由依照既定的指數函數讓流量目標值降低來進行。此外，作為流量目標值所使用之既定的指數函數，是和藉由事先測定所獲得的上游壓力 P_1 的壓力降下特性資料 $Y(t)$ 做比較，而使用比其更平緩(亦即，斜率小)的指數函數。

【0074】更具體的說明，當壓力降下特性資料 $Y(t)$ 是將初期壓力設為 P_0 而由 $Y(t)=P_0 \cdot \exp(-t/\tau)$ 所表示之時間常數 τ 的指數函數提供時，在本實施形態，例如以符合依照 $P(t)=(P_0-P_x) \cdot \exp(-t/\tau')+P_x$ (在此， P_x 是對應於流量目標收斂值之壓力)之目標上游壓力 $P(t)$ 的方式將控制閥 6 反饋控制，並設定成使這時的 $P(t)$ 之時間常數 τ' 比 $Y(t)$ 之時間常數 τ 更大、亦即 $\tau < \tau'$ 。如此，可依照比壓力降下特性資料 $Y(t)$ 更平緩的指數函數、即 $P(t)$ 來讓流量目標值降低。像本實施形態這樣將控制閥 6 完全關閉而使流量成為 0 的情況，上述 P_x 通常成為 0。此外，在本說明書中，平緩函數是指：對於滿足 $P(t_1)=Y(t_2)$ 之 t_1, t_2 ，是滿足 $|dP(t_1)/dt| < |dY(t_2)/dt|$ 。

【0075】上述的壓力降下特性資料 $Y(t)$ ，例如是表示

從氣體流動狀態將控制閥6急速關閉時產生之上游壓力 P_1 的降下特性之資料。壓力降下特性資料 $Y(t)$ ，在將控制閥6關閉後之流量降低的過程，可藉由將上游壓力 P_1 繪製成時間的函數而獲得。獲得壓力降下特性資料 $Y(t)$ 時之初期控制壓力不限於100%，可為任意的壓力。

【0076】壓力降下特性資料 $Y(t)$ ，嚴格來說是每個機器不同的資料。但可知，依相同設計(相同控制閥-節流部間容積、相同孔口徑)所製作之壓力式流量控制裝置，會成為大致相同特性的資料。因此，關於相同設計的壓力式流量控制裝置，也能使用共用的壓力降下特性資料 $Y(t)$ 。

【0077】另一方面，為了確保可吸收每個機器的特性差之餘裕而對壓力降下特性資料 $Y(t)$ 使用十分平緩的指數函數作為目標值，藉此可對複數個相同設計機器運用相同的指數函數控制。

【0078】對於複數個壓力式流量控制裝置使用共同的指數函數控制的情況，可在各壓力式流量控制裝置分別事先取得壓力降下特性資料 $Y(t)$ ，以所取得的壓力降下特性資料 $Y(t)$ 當中最平緩的壓力降下特性資料 $Y(t)$ 為基準來設定共同的目標值 $P(t)$ 。共同的目標值 $P(t)$ ，是設定成比上述最平緩的壓力降下特性資料 $Y(t)$ 更平緩的指數函數，而設定成比複數個壓力式流量控制裝置全體中的壓力降下特性資料 $Y(t)$ 更平緩。因此，在複數個壓力式流量控制裝置全部，共同的目標值 $P(t)$ 成為主導(dominant)，可消除裝置間的響應性之差異，在複數個壓力式流量控制裝置中可進

行同等的流量控制。

【0079】圖10顯示對複數個壓力降下特性資料 $Y1(t)$ 、 $Y2(t)$ 共同地設定之目標值 $P(t)$ 。從圖10可知，藉由設定成比最平緩的壓力降下特性資料 $Y2(t)$ 更平緩的目標值 $P(t)$ ，在複數個壓力式流量控制裝置中可進行同等的流量控制。

【0080】藉由像以上那樣進行一階滯後控制，能使流量下降期間之流量降下特性成為一定，能不取決於機器所產生的差異(例如，孔口的異常發生所造成之流量降下特性的變動等)而進行流量下降動作。藉此，可抑制上述閥閉鎖開始後的積分流量(已知積分流量 Vd)之變動，此外，能消除每個機器間的差異，因此能進行穩定的脈衝流量控制。

【0081】以上是說明本發明的實施形態，但可進行各種的改變。例如，在圖4及圖5所示的態樣，是算出目標積分流量 Vs ，並以使測定積分流量($Vn+Vd$)和目標積分流量 Vs 一致的方式進行閥開閉動作，但並不限定於此。在本發明的其他實施形態，可藉由運算來求出設定流量訊號 Ss 和控制流量訊號 Sr 的差之總和(亦即積分流量差)，並以使積分流量差收斂到0的方式控制控制閥6的閉閥動作。

【0082】更具體的說明，在流量上升期間，因為設定流量訊號 Ss 比控制流量訊號 Sr 更大，會產生對應於圖9所示的面積A1之正的差。另一方面，在下降時，因為設定流量訊號 Ss 先降到0，會產生對應於圖9所示的面積A2之負的

差。此外，已知積分流量 V_d 也成為負的差。於是，只要在正的面積 A_1 、負的面積 $-A_2$ 及已知積分流量 $-V_d$ 相加的值收斂到 0 的時點將控制閥 6 的閉鎖開始，就能使積分流量差成為 0。

【0083】上述動作可使用例如圖 11 所示的控制器 90 來實行。控制器 90 係具備差分算出部 92、判定部 94 及閥動作控制部 96。差分算出部 92 是算出被輸入的設定流量訊號 S_s 和從流量測定部輸出之控制流量訊號 S_r 的差分之總和、即積分流量差；判定部 94 是判定差分算出部 92 的輸出是否收斂到既定範圍內；閥動作控制部 96，當判定積分流量差收斂到既定範圍內時，是將控制閥 6 的閉動作開始。控制器 90，是以使積分流量差成為實質 0 的方式將控制閥 6 的閉動作開始，藉此讓測定積分流量和目標積分流量一致。

【0084】此外，上述雖是說明下降期間的積分流量已知的態樣，但本發明的實施形態並不限定於此。亦可為，測定閥閉鎖開始後的控制流量，並使用包含閥閉鎖開始後的積分流量之全體運算積分流量（亦即，迄流量下降期間為止擴大的運算積分流量）作為不包含上述已知積分流量 V_d 之測定積分流量，以使該測定積分流量與目標積分流量一致的方式控制控制閥 6 的動作。

【0085】為此，例如，只要在目標積分流量和運算積分流量之差到達既定閾值的時點將控制閥的閉止動作開始，並以之後的積分流量符合閾值分量的方式控制控制閥的閉止動作即可。在進行一階滯後控制的情況，藉由將流

量下降期間的閉閥動作之時間常數適宜地設定，可讓測定積分流量符合目標積分流量。一階滯後控制的時間常數，在流量下降期間的途中變更亦可。

【0086】此外，上述雖是說明，讓控制閥6之閉鎖開始的時點遲延而使測定積分流量和目標積分流量一致的例子，但並不限定於此。亦可為，控制閥6的閉鎖開始之時點與設定流量訊號相同，且控制閥6之閉鎖動作的控制以對應於目標積分流量的方式進行。例如，根據流量上升時的積分流量差，將流量下降期間之斜坡函數的係數、一階滯後控制的時間常數適切地設定，藉此可讓測定積分流量與目標積分流量一致。

【0087】此外，上述雖是說明，作為流量測定部是使用壓力式流量控制裝置之上游壓力感測器的例子，但並不限定於此。例如，縱使是設置熱式流量計等之其他態樣的流量測定部時，根據流量測定部的輸出來求出測定積分流量，並以使其與目標積分流量一致的方式控制控制閥的閉閥動作，藉此可進行供給所期望的積分流量之適當的脈衝流量控制。

【0088】再者，上述雖是說明，為了讓測定積分流量與目標積分流量一致，將流量下降期間之控制閥6之閉止動作的時點等進行控制的態樣。但本發明的流量控制裝置並不限定於此，亦可構成為，在流量上升期間、亦即流量從0到達設定流量 Q_0 為止的期間，以對應於目標積分流量之積分流量以氣體流過。以下說明，在流量上升期間補償

積分流量之例示性態樣。

【0089】圖12顯示，在流量上升期間之設定流量訊號(流量輸入訊號) S_s 、和在本實施形態所實現之控制流量訊號 S_r (流量輸出訊號)。如前述般，在本實施形態也是，設定流量訊號 S_s ，是以在時刻 t_0 從流量0增加到設定流量 Q_0 之矩形波訊號的形式送往流量控制裝置100。

【0090】但在本實施形態，是在流量上升期間進行斜坡控制。更具體的說明，流量控制裝置100，若接收到上述的設定流量訊號 S_s ，會生成內部指令訊號(虛線L1)，該內部指令訊號是用於從時刻 t_0 到500msec的時間讓流量線性增加到設定流量 Q_0 (在此，100%流量)，而依照該內部指令訊號進行將控制閥16逐漸開放的動作。這是因為，在本實施形態，進行符合目標積分流量之面積控制(被供給的氣體體積的控制)，縱使在上升時進行斜坡控制，能可控制成讓積分流量符合所期望的積分流量，而能實施適當的氣體供給。

【0091】藉由進行這樣的斜坡控制，可防止上升期間之急劇的氣體供給之增加，而能抑制過衝發生。但在斜率陡峭的斜坡控制，仍可能發生過衝，因此較佳為在事先設定的上限斜率以下進行斜坡控制。在本實施形態，將在300msec上升到100%流量時的斜率(虛線L2的斜率)設定為上限的斜率。但發生過衝的斜率，是按照目標值之設定流量、機器特性而有各式各樣，因為當然不限定於300msec的斜率，而可以是任意的。此外，斜坡控制的斜率也是，

並不限定於上述般在 500msec 上升到 100% 流量時的斜率，當然可以是任意的斜率、設定流量。

【0092】此外，在進行斜坡控制的情況，如圖 12 所示般，理想上是如虛線 L1 所示般從時刻 t_0 進行流量的上升。在此情況，相對於矩形波的設定流量訊號 S_s 所要求之積分流量，會產生三角形面積分量 ($Q_0 \times 500\text{msec}/2$) 的積分流量 (氣體體積) 之不足。但因為該不足分量是事先求出的量，藉由上述般之讓流量下降時刻遲延等的方法可輕易地補償。

【0093】但進行斜坡控制時也是，如圖 12 之控制流量訊號 S_r (流量輸出訊號) 所示般，實際上會產生控制閥 6 的開放遲延，從時刻 t_0 經過某種程度的遲延時間 Δt 後流量才上升。在圖示的例子，是產生約 150msec 的遲延。因此，實際上，是供給比斜坡控制所應供給之所期望的積分流量更少量。不足分量的積分流量相當於圖 12 所示之三角形的面積 A。

【0094】於是，在本實施形態，是在流量上升期間，利用流量測定部之測定來獲得對應於斜坡控制之內部控制訊號 (虛線 L1 所示的訊號) 和控制流量訊號 S_r 之差、即面積 A (積分流量差)，並補償該不足的面積 A 之分量。更具體的說明，是在流量上升之途中讓斜坡控制的係數 (斜率) 從虛線 L1 的斜率 (第 1 斜率) 往虛線 L2 的斜率 (第 2 斜率) 變化，而讓氣體供給量增加圖 12 所示的面積 B 之分量。此外，作為變化後的斜坡控制之斜率，是採用不發生過衝之上限斜

率、即 300msec 的斜率。又關於面積 A，具體的說明，是在圖 11 所示之差分算出部 92 中，取代設定流量訊號 S_s 而將內部控制訊號(斜坡控制訊號)輸入，算出差的總和、即積分流量差，而藉此求出。

【0095】在進行上述動作的情況，只要面積 A 和面積 B 相同即可供給：與依照斜坡控制且控制閥 6 的開閥無遲延地到達目標流量為止進行供給時相同量的氣體。在此，關於面積 A，可藉由使用流量測定部測定出之實際流量的輸出訊號和內部指令訊號之差的累計值(積分流量差)來求出。此外，為了補償該不足分量，，只要以使面積 B 和面積 A 一致的方式改變斜坡控制的斜率即可，當變更前的斜率和變更後的斜率事先決定的情況，例如可如以下般決定變更斜率的時刻 t_c 。

【0096】如圖 12 所示般，將在 500msec 到達時的斜率設定為 θ_1 ，將在 300msec 到達時的斜率設定為 θ_2 ，圖 12 所示的期間 x 和期間 y 滿足 $y=x(\tan\theta_1/\tan\theta_2)$ 的關係。而且，面積 B 可用 $B=(1/2)\times(x-y)\times x\cdot\tan\theta_1$ 表示。

【0097】在此，當滿足 $B=A$ 的情況，使用 $y=x(\tan\theta_1/\tan\theta_2)$ 來導出 $2B=2A=x^2\times(1-\tan\theta_1/\tan\theta_2)\times\tan\theta_1$ 。將其移項而成為 $x=\sqrt{(2A/(1-\tan\theta_1/\tan\theta_2)\tan\theta_1)}$ 。而且，因為 A 以外是常數，用常數 $C=\sqrt{2/((1-\tan\theta_1/\tan\theta_2)\times\tan\theta_1)}$ 代入後，可用 $x=C\times\sqrt{A}$ 表示。因此，滿足 $A=B$ 之切換時刻 t_c ，當將時刻 t_0 設定成 0 時，是由 $t_c=500-C\times\sqrt{A}$ 得出，亦即可根據 A 的測定結果來決定 t_c 。

【0098】在如此般決定出的時刻 t_c ，讓斜坡控制的斜率從500msec的斜率 θ_1 變化成300msec的斜率 θ_2 ，藉此能以所期望的積分流量供給氣體。

【0099】但在其他態樣中，為了補償不足分量的面積A，亦可根據所測定的面積A來決定變化後的斜坡控制之斜率。在此情況，讓斜率變化的時刻 t_c 是固定時，藉由將對應於面積A之斜率適宜地選擇，可使面積A和面積B成為相同。但為了防止過衝的發生，變化後的斜率較佳為設定成上限的斜率(在此是300msec的斜率)以下。

[產業利用性]

【0100】依據本發明的實施形態之流量控制裝置及流量控制方法，可利用於例如半導體製造裝置、化學工廠等，特別是在要求脈衝流量控制之用途中也能適當地利用。

【符號說明】

【0101】

- 1：流路
- 2：節流部
- 3：上游壓力感測器
- 4：下游壓力感測器
- 5：溫度感測器
- 6：控制閥

7：控制器

9：下游閥

10：處理室

11：真空泵

12：外部控制裝置

70：控制器

72：算出部

74：比較部

76：閥動作控制部

100：流量控制裝置

Cc：閉命令

G：氣體

Sr：控制流量訊號

Ss：設定流量訊號

Vd：已知積分流量

Vn：運算積分流量

Vs：目標積分流量

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種流量控制裝置，係具備：設置於流路之控制閥、測定藉由前述控制閥控制後之流體的流量之流量測定部、及控制器，

前述控制器，是以使根據從前述流量測定部輸出的訊號之測定積分流量和目標積分流量一致的方式控制前述控制閥的開閉動作，

前述流量測定部構成在每個既定期間輸出流量值，

前述控制器係包含：

根據從前述流量測定部輸出的流量值來算出與前述既定期間之積分流量的總和對應的運算積分流量之算出部、

求出從前述目標積分流量減去已知積分流量後的值和在前述算出部所算出之前述運算積分流量的差之比較部、及

當在前述比較部所求出之前述差成為既定範圍內時將前述控制閥的閉動作開始之閥動作控制部。

【第2項】

一種流量控制裝置，係具備：設置於流路之控制閥、測定藉由前述控制閥控制後之流體的流量之流量測定部、及控制器，

前述控制器，是以使根據從前述流量測定部輸出的訊號之測定積分流量和目標積分流量一致的方式控制前述控制閥的開閉動作，

前述流量測定部構成為在每個既定期間輸出流量值，
前述控制器係包含算出部、比較部及閥動作控制部，
前述算出部，是根據從前述流量測定部輸出的流量值
來算出與前述既定期間之積分流量的總和對應的運算積分
流量，並將前述運算積分流量加上已知積分流量而算出前
述測定積分流量，

前述比較部，是求出前述目標積分流量和前述測定積
分流量的差，

前述閥動作控制部，是在前述比較部所求出之前述差
成為既定範圍內時將前述控制閥的閉動作開始。

【第3項】

一種流量控制裝置，係具備：設置於流路之控制閥、
測定藉由前述控制閥控制後之流體的流量之流量測定部、
及控制器，

前述控制器，是以使根據從前述流量測定部輸出的訊
號之測定積分流量和目標積分流量一致的方式控制前述控
制閥的開閉動作，

前述控制器係包含：

算出被輸入之設定流量訊號和從前述流量測定部輸出
之訊號的差之總和、即積分流量差的差分算出部、

判定前述差分算出部的輸出是否收斂到既定值或既定
範圍內之判定部、及

當前述判定部判定為前述差分算出部的輸出已收斂時
將前述控制閥的閉動作開始之閥動作控制部。

【第4項】

一種流量控制裝置，係具備：設置於流路之控制閥、測定藉由前述控制閥控制後之流體的流量之流量測定部、及控制器，

前述控制器，是以使根據從前述流量測定部輸出的訊號之測定積分流量和目標積分流量一致的方式控制前述控制閥的開閉動作，

前述測定積分流量係包含：根據從前述流量測定部輸出的訊號求出之運算積分流量、及將前述控制閥閉止後之流量下降期間中的已知積分流量，

前述控制器構成爲，在前述運算積分流量到達從前述目標積分流量減去前述已知積分流量後的值之時點，將前述控制閥的閉止開始。

【第5項】

一種流量控制裝置，係具備：設置於流路之控制閥、測定藉由前述控制閥控制後之流體的流量之流量測定部、及控制器，

前述控制器，是以使根據從前述流量測定部輸出的訊號之測定積分流量和目標積分流量一致的方式控制前述控制閥的開閉動作，

前述控制器係具有差分算出部，該差分算出部是在流量上升期間中，算出作為根據設定流量訊號之內部指令訊號的斜坡控制訊號和從前述流量測定部輸出的訊號之差的總和、即積分流量差，前述控制器是根據前述差分算出部

的輸出，讓前述斜坡控制訊號之斜率在途中改變。

【第6項】

如請求項5所述之流量控制裝置，其中，

讓前述斜坡控制訊號的斜率，從在500msec到達100%流量的斜率之第1斜率變化為在300msec到達100%流量時的斜率之第2斜率。

【第7項】

如請求項1至6中任一項所述之流量控制裝置，其中，

前述流量測定部，係具備設置於前述控制閥的下游側之節流部、及測定前述控制閥和前述節流部之間的壓力之壓力感測器，且根據前述壓力感測器的輸出來測定前述節流部之下游側的流量。

【第8項】

如請求項1至6中任一項所述之流量控制裝置，其中，

前述控制閥的閉止是藉由一階滯後控制來進行。

【第9項】

如請求項1至6中任一項所述之流量控制裝置，其中，

前述控制閥是常閉型的壓電元件驅動式閥。

【第10項】

如請求項1至6中任一項所述之流量控制裝置，其中，

在前述控制器是輸入作為設定流量訊號之矩形波的連續脈衝訊號。

【第11項】

如請求項1至4中任一項所述之流量控制裝置，其中，

前述控制器係具有差分算出部，該差分算出部是在流量上升期間中，算出作為根據設定流量訊號之內部指令訊號的斜坡控制訊號和從前述流量測定部輸出的訊號之差的總和、即積分流量差，前述控制器是根據前述差分算出部的輸出，讓前述斜坡控制訊號之斜率在途中改變。

【第12項】

如請求項11所述之流量控制裝置，其中，

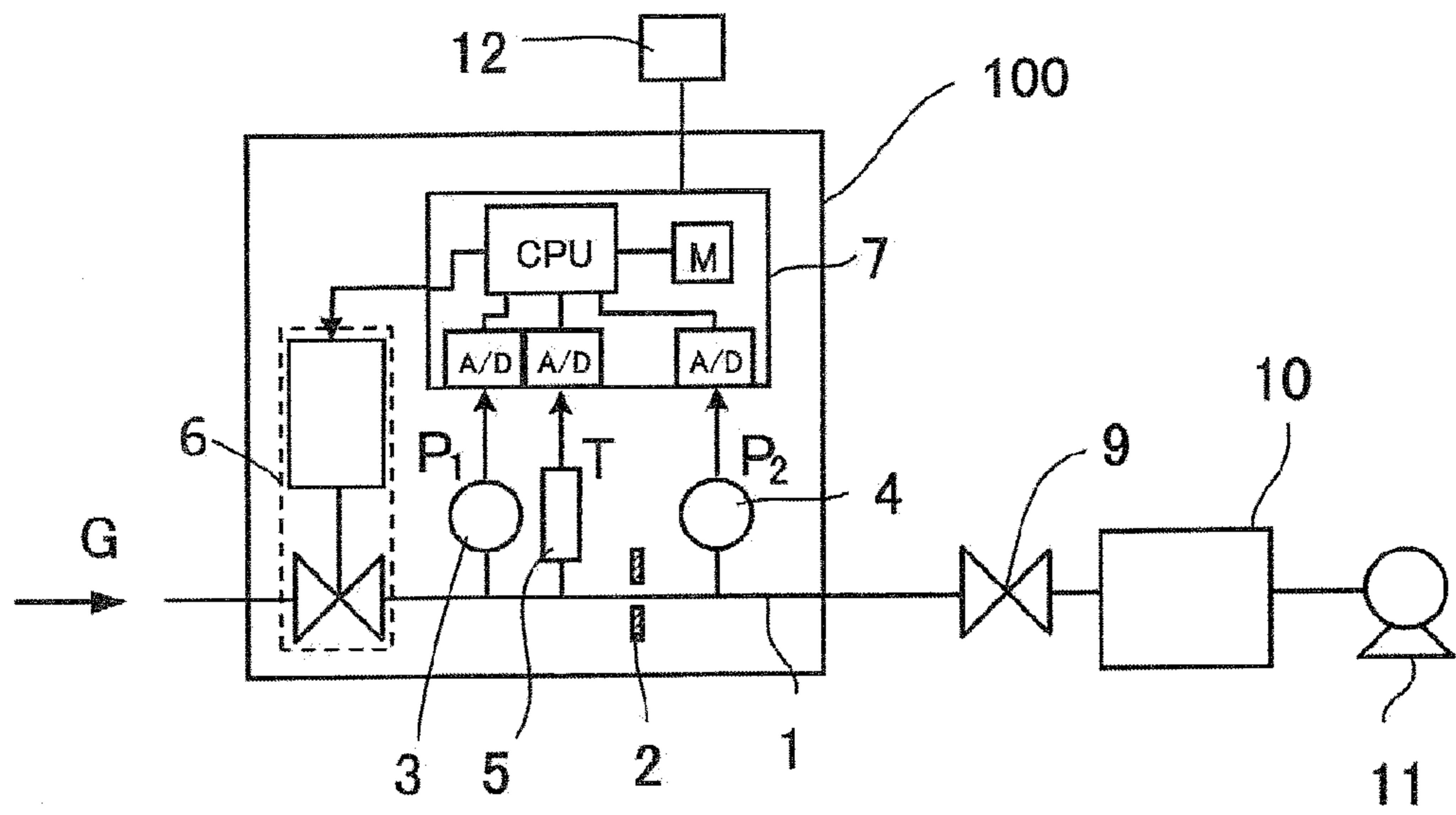
讓前述斜坡控制訊號的斜率，從在500msec到達100%流量的斜率之第1斜率變化為在300msec到達100%流量時的斜率之第2斜率。

【第13項】

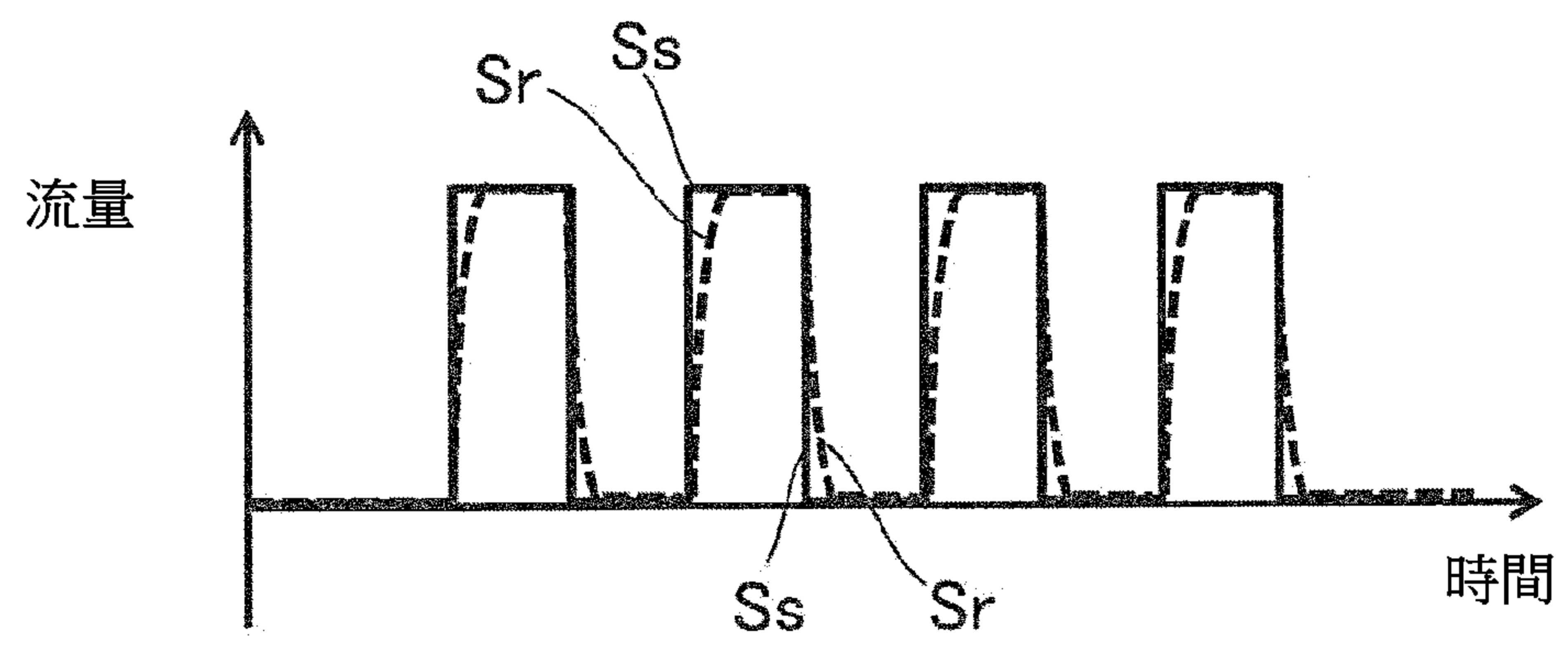
一種流量控制方法，是使用流量控制裝置來進行的流量控制方法，該流量控制裝置係具備：設置於流路之控制閥、及測定藉由前述控制閥所控制之流體的流量之流量測定部，

該流量控制方法包含以下步驟：在根據從前述流量測定部輸出之訊號所求出之運算積分流量到達從目標積分流量減去在將前述控制閥閉止後之流量下降期間中的已知積分流量後的值之時點，將前述控制閥的閉止開始。

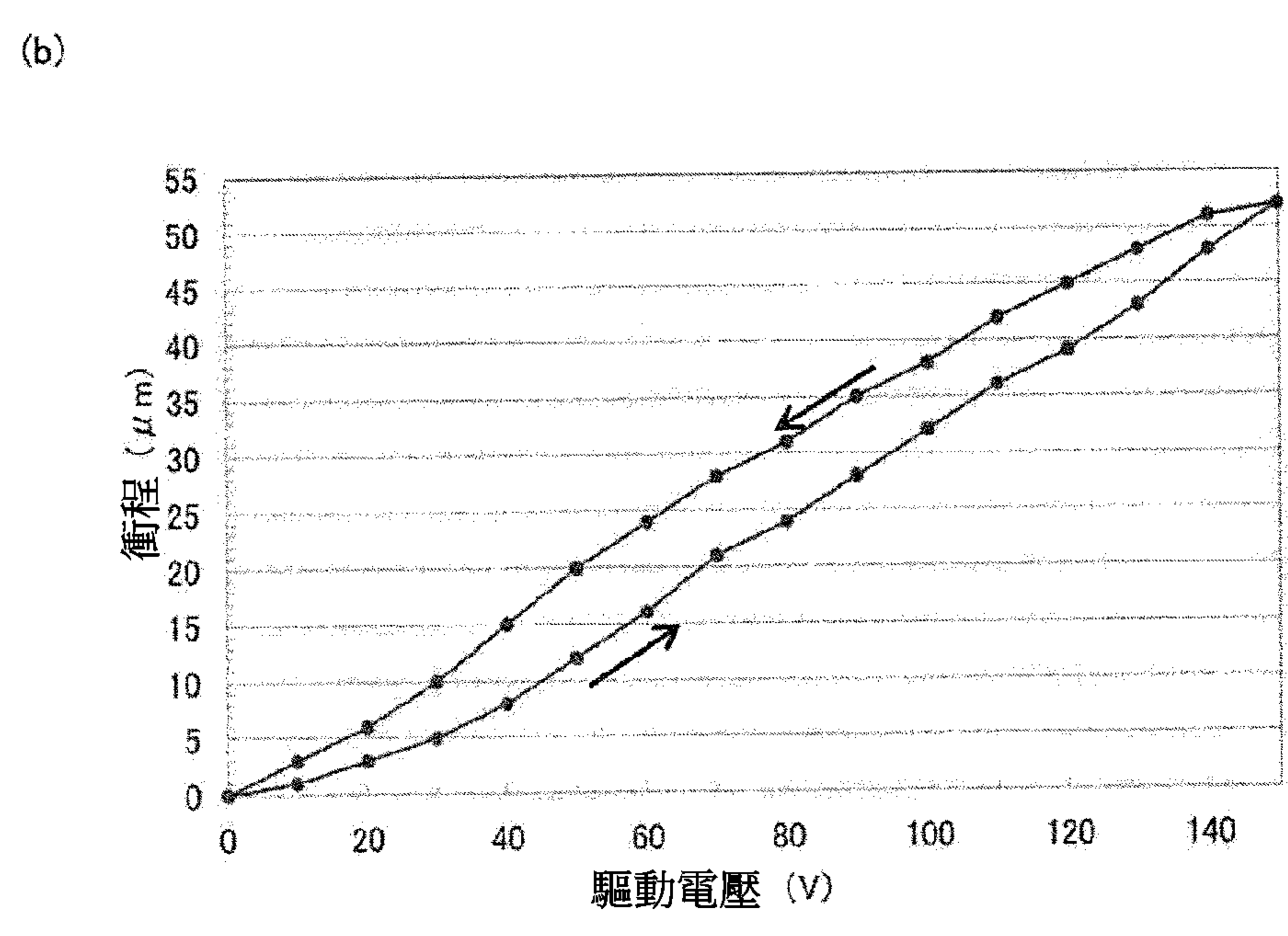
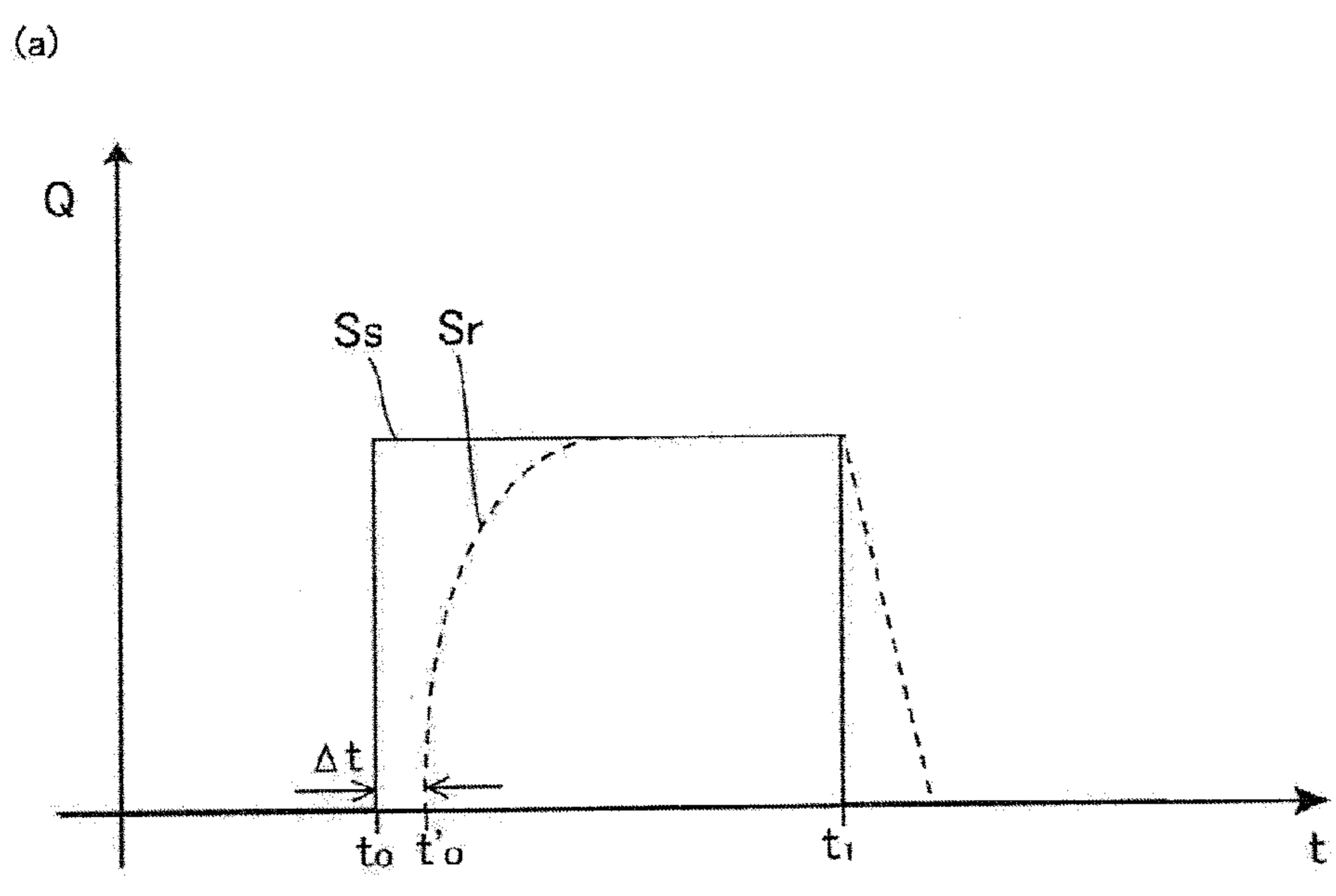
【發明圖式】



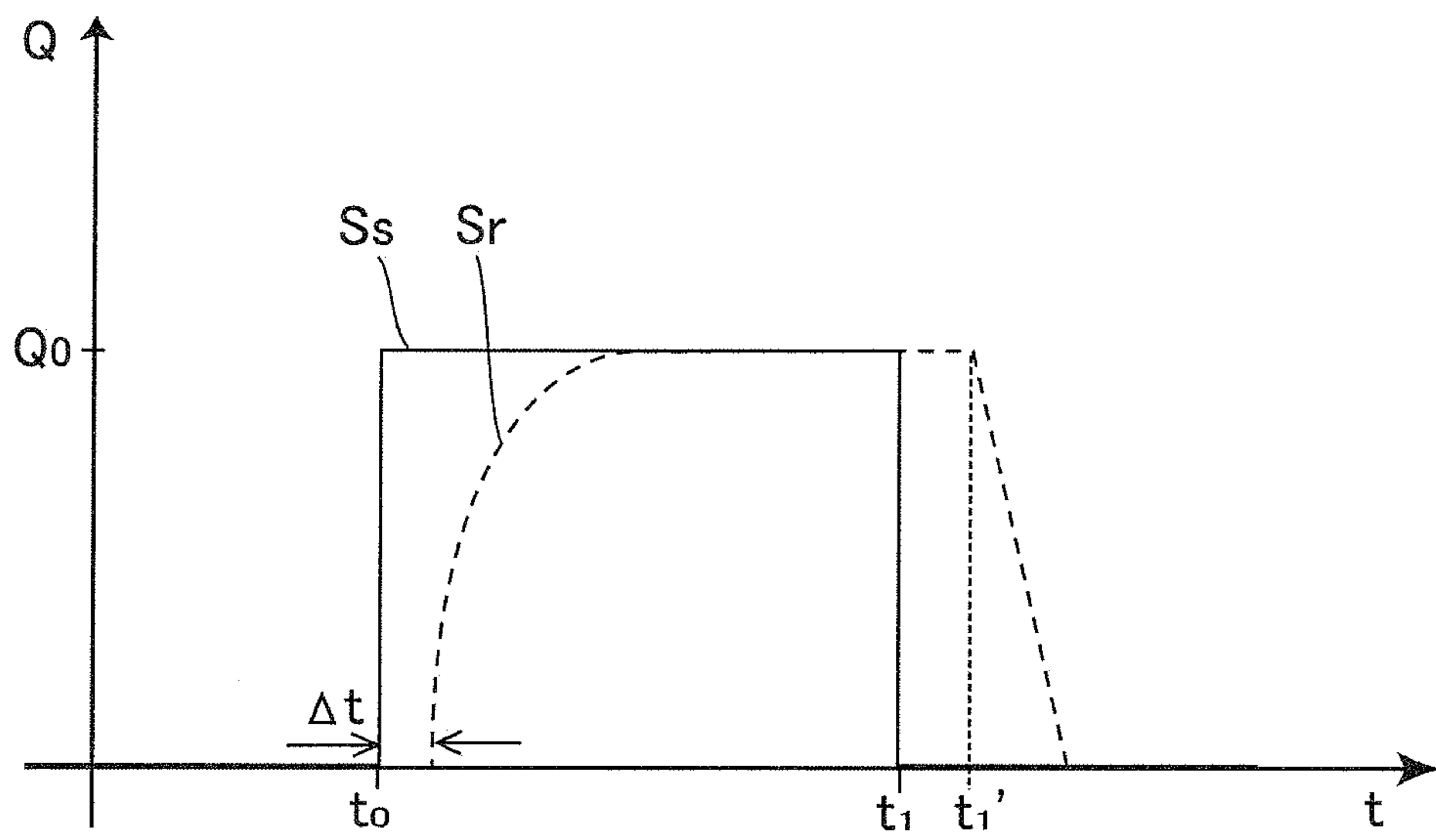
【圖 1】



【圖 2】

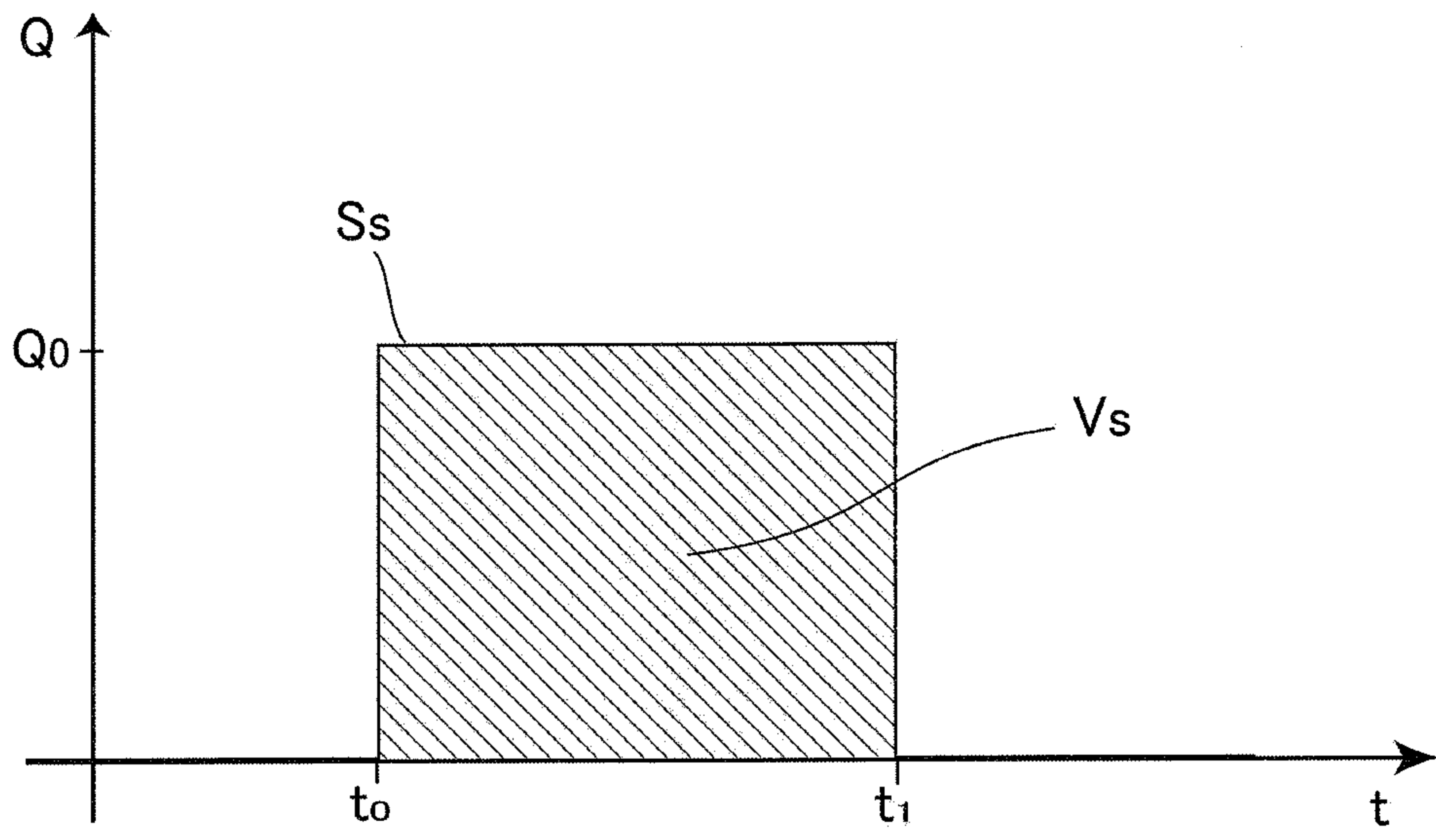


【圖 3】

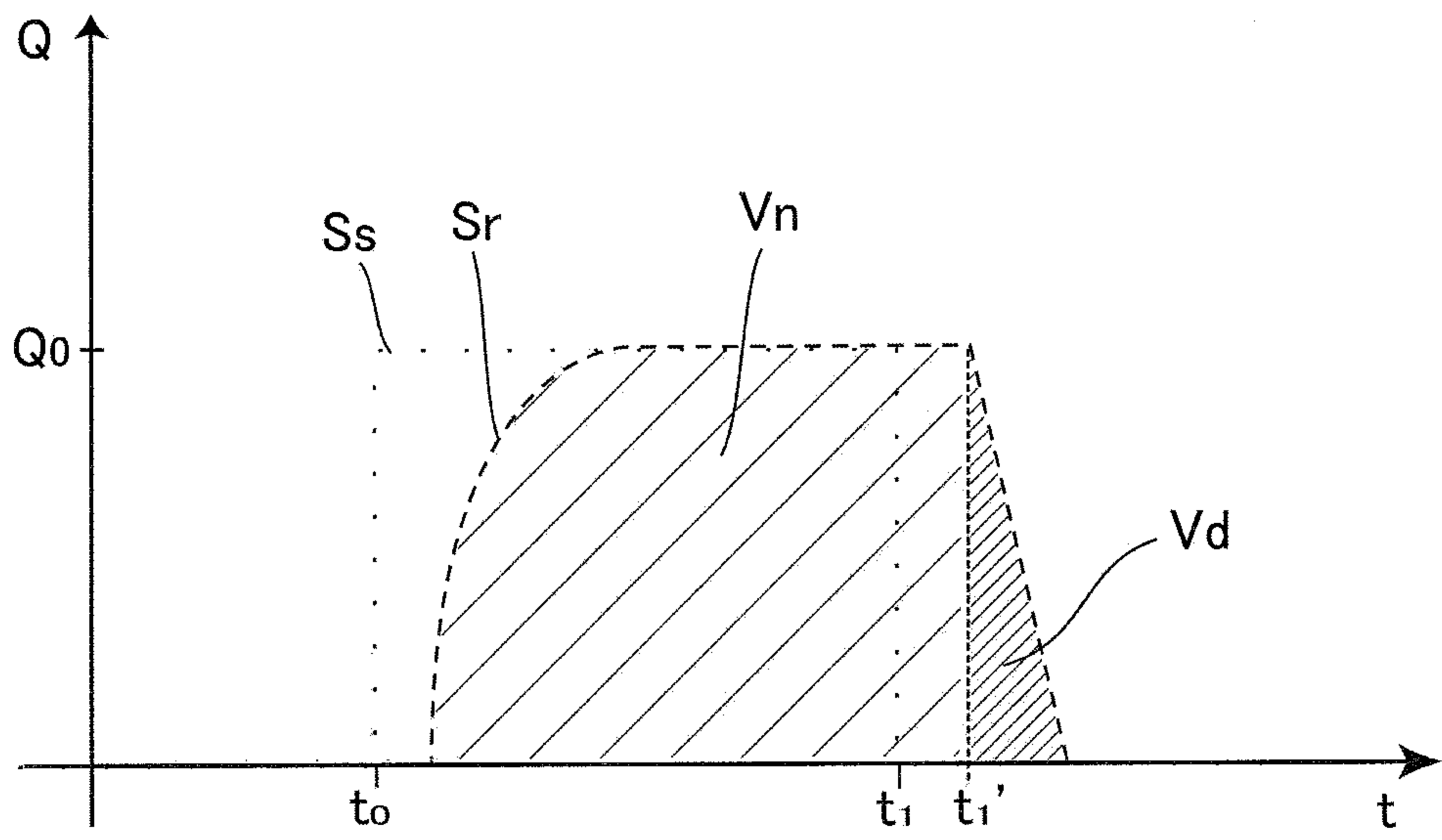


【圖 4】

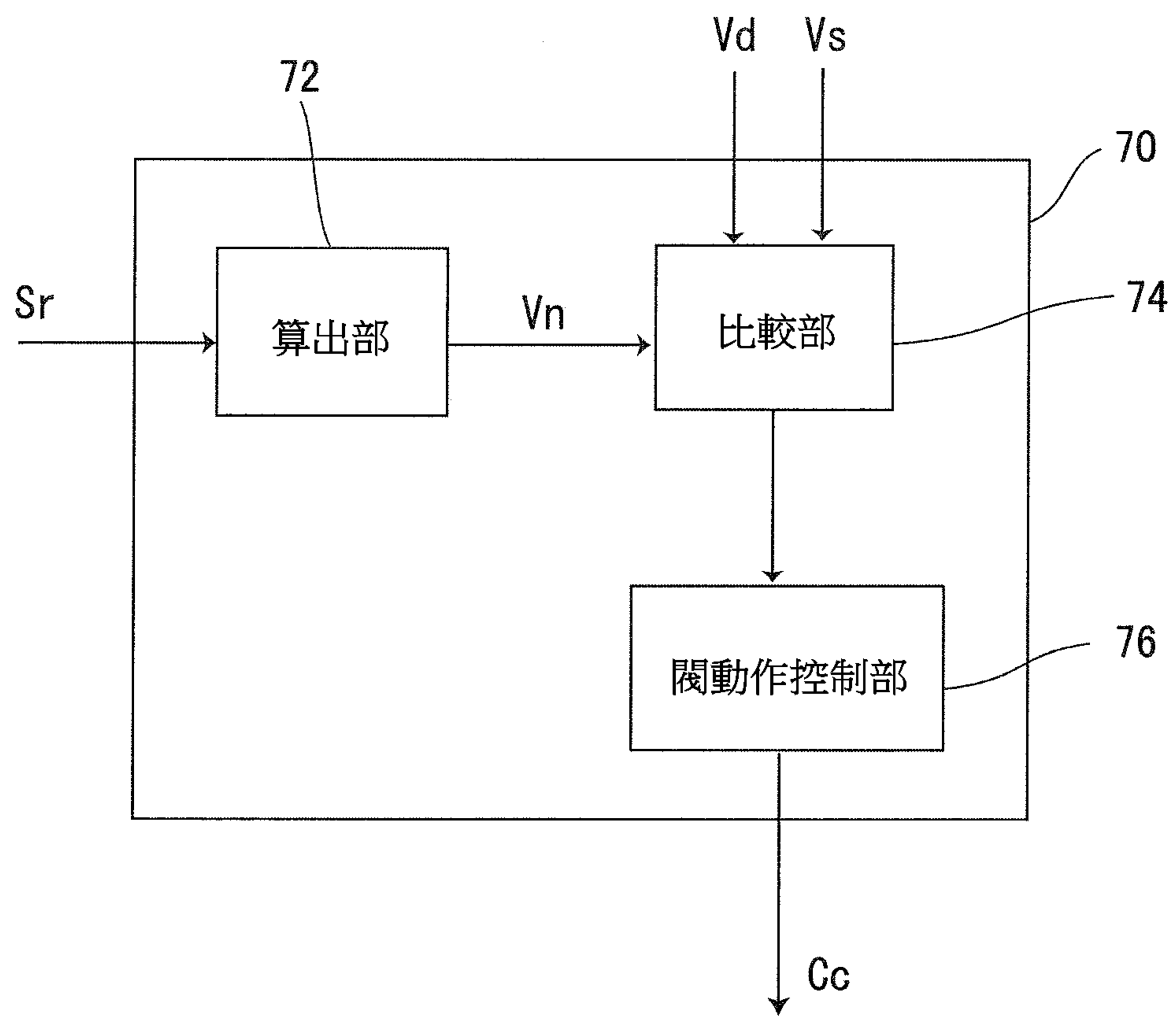
(a)



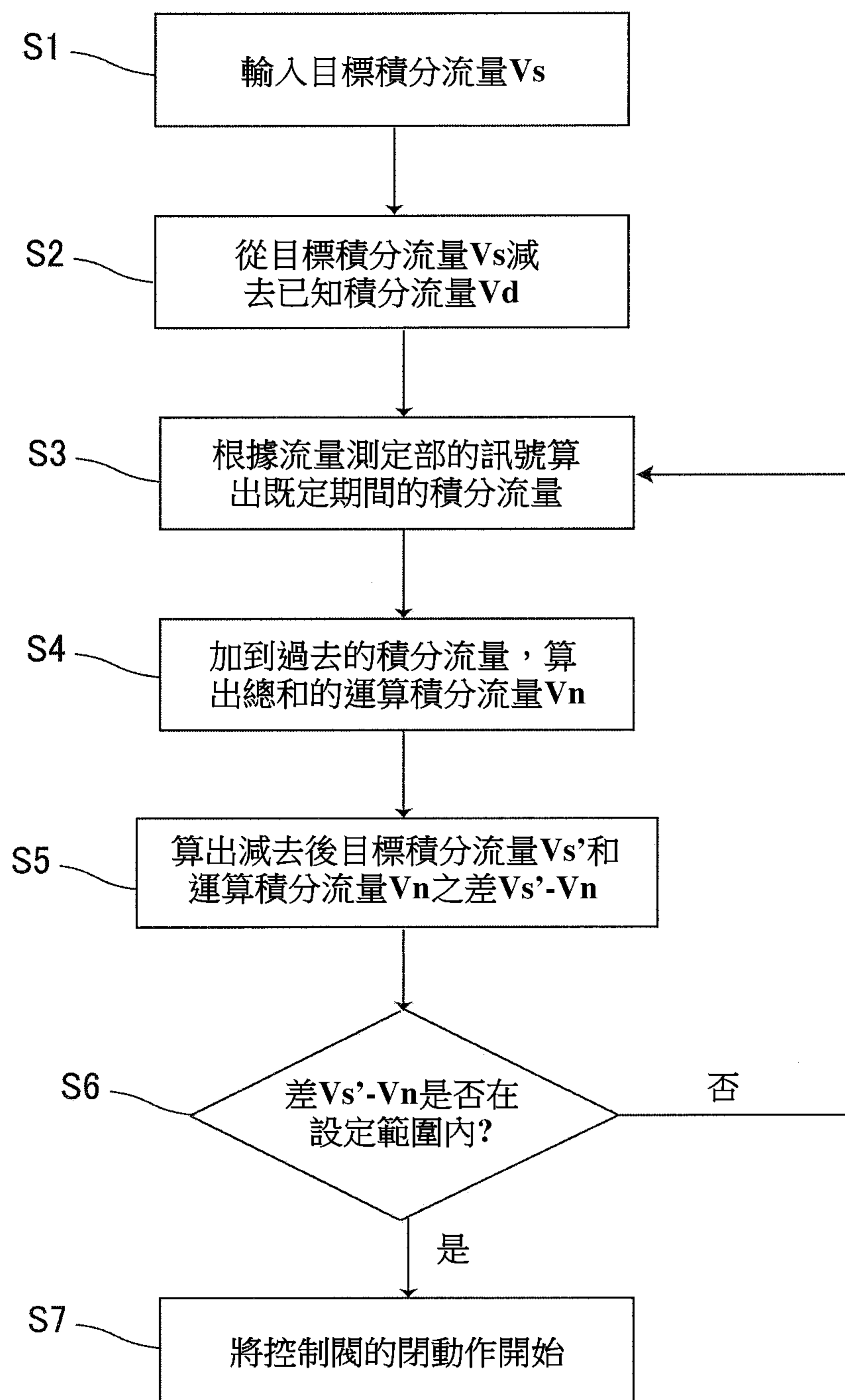
(b)



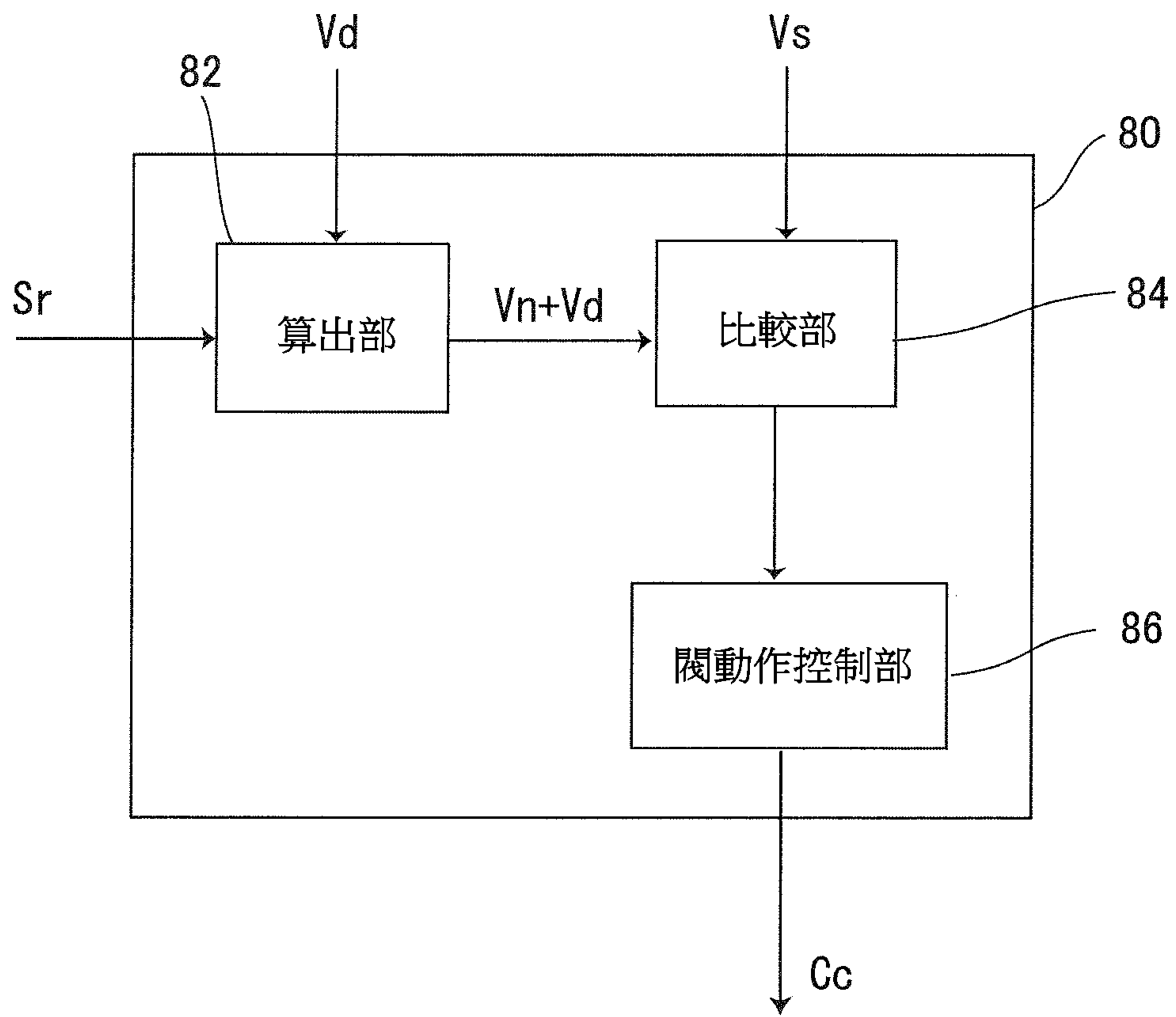
【圖 5】



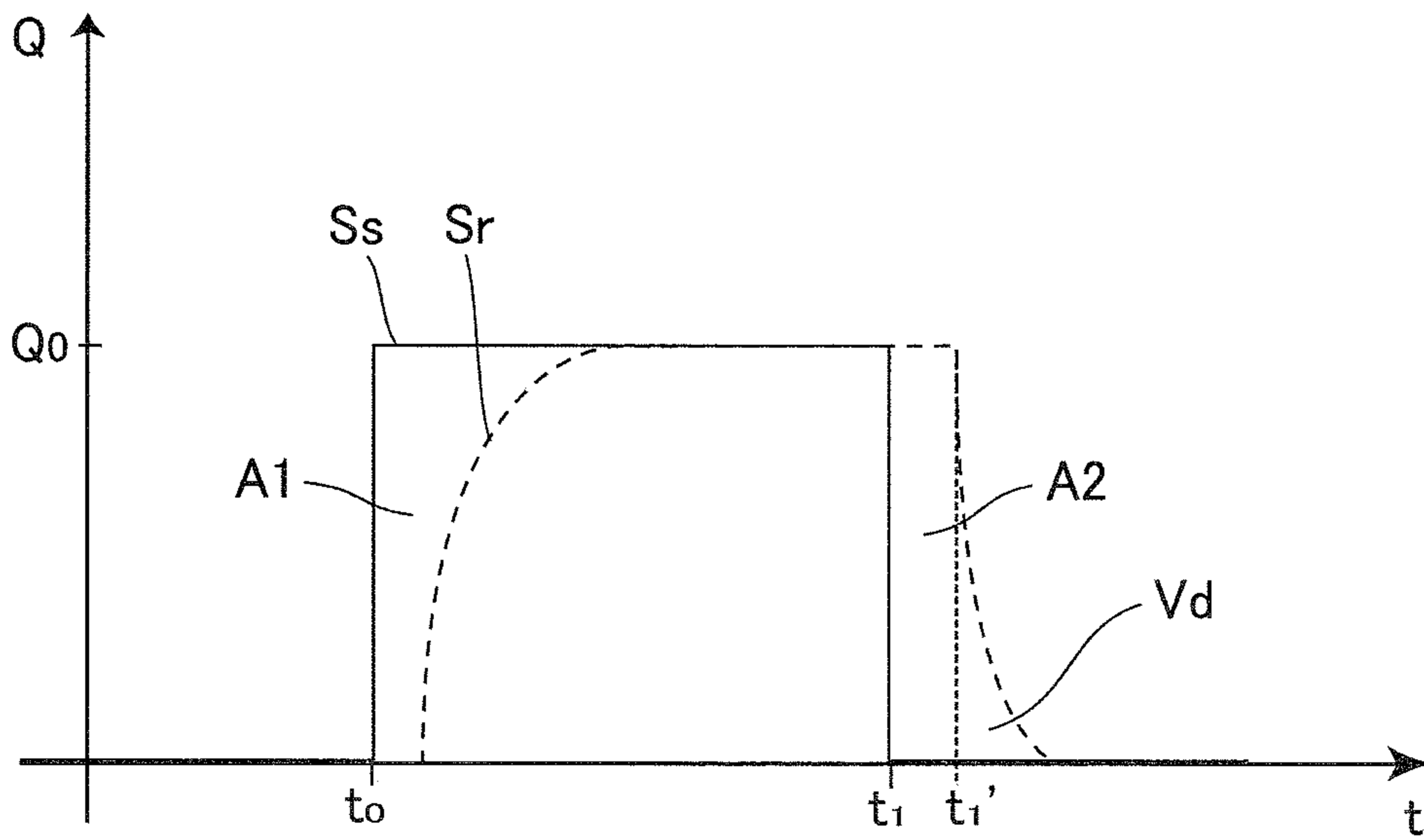
【圖 6】



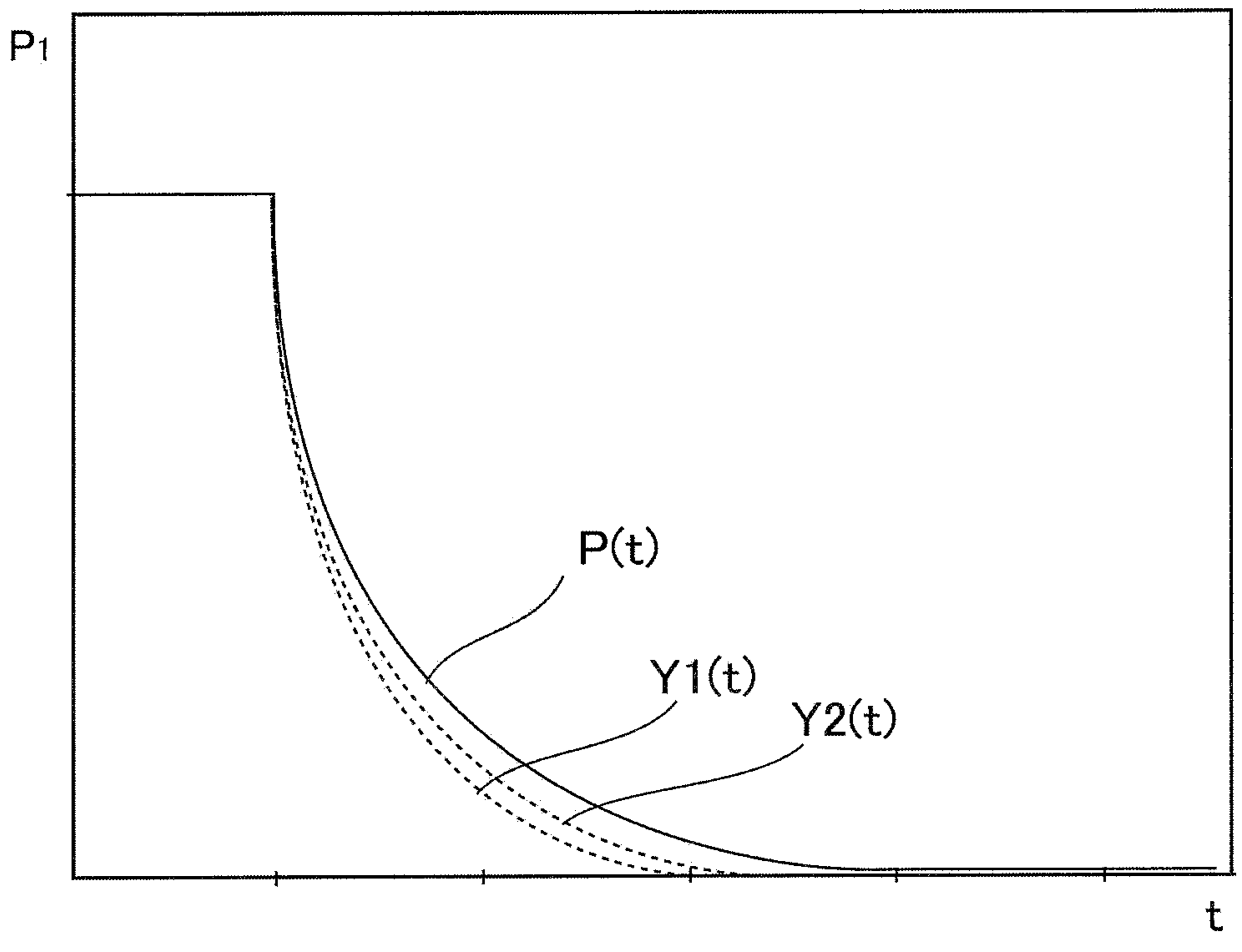
【圖 7】



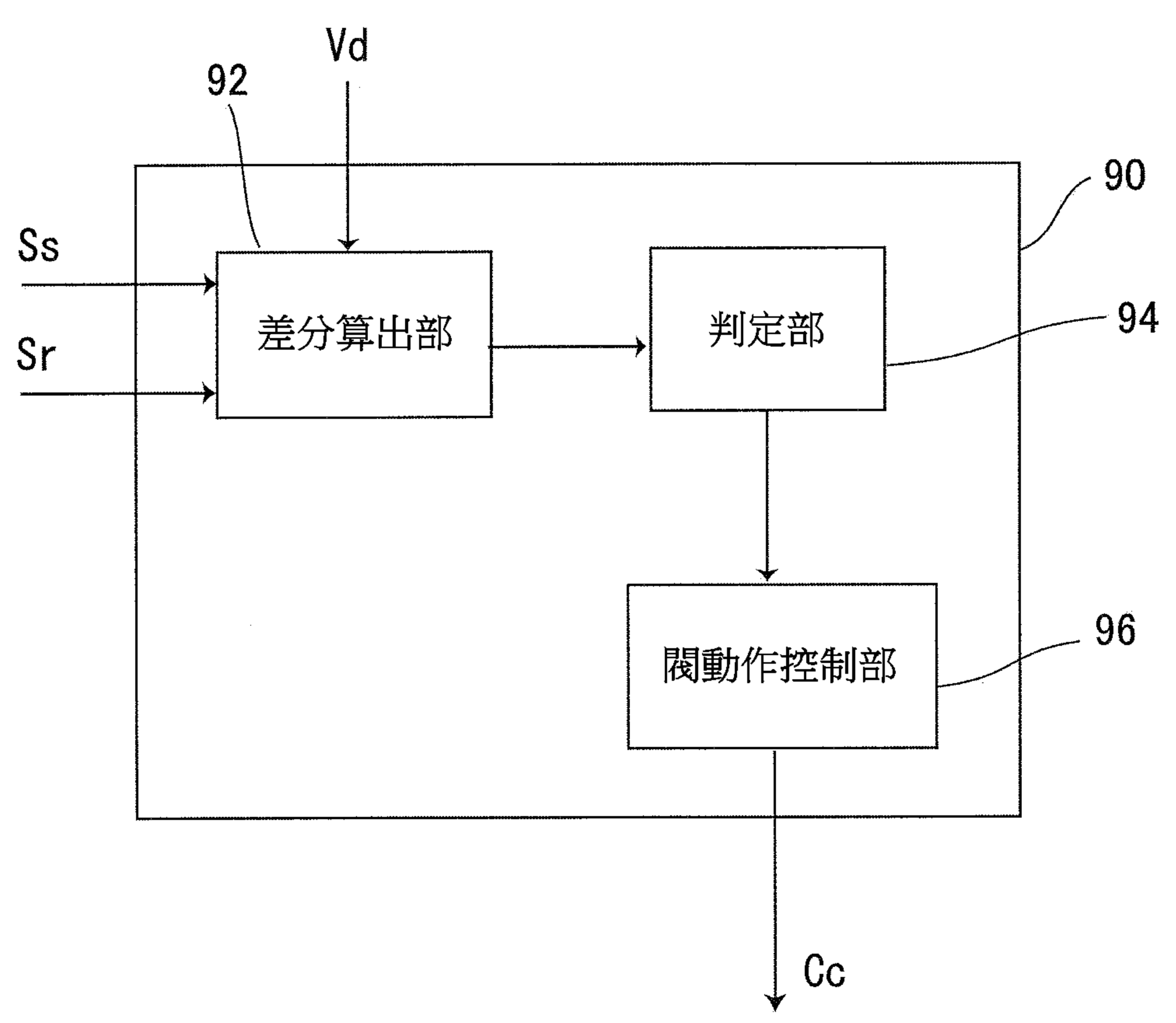
【圖 8】



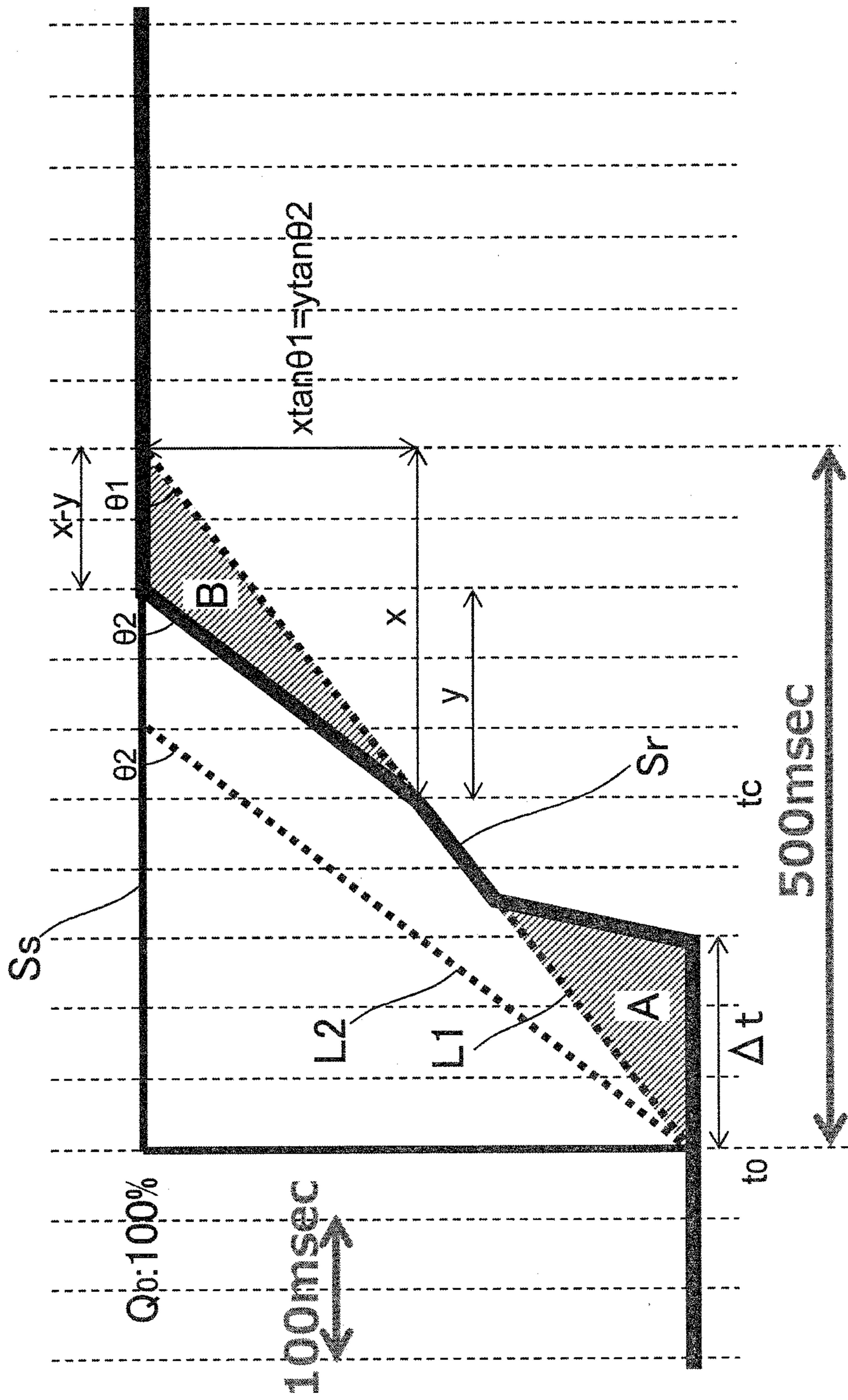
【圖 9】



【圖 10】



【圖 11】



【圖 12】