



(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 I856204 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：109138436

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 11 月 04 日

(51)Int. Cl. : F16K31/02 (2006.01)

H10N30/00 (2023.01)

(30)優先權：2019/11/05 日本

2019-200831

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

(72)發明人：蘭斯德爾 杰弗里 RANSDELL, JEFFREY (US)

(74)代理人：許世正

(56)參考文獻：

DE 102012005994A1

JP 2018-117461A

US 2018/0356845A1

審查人員：林宏彥

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：6 共 29 頁

(54)名稱

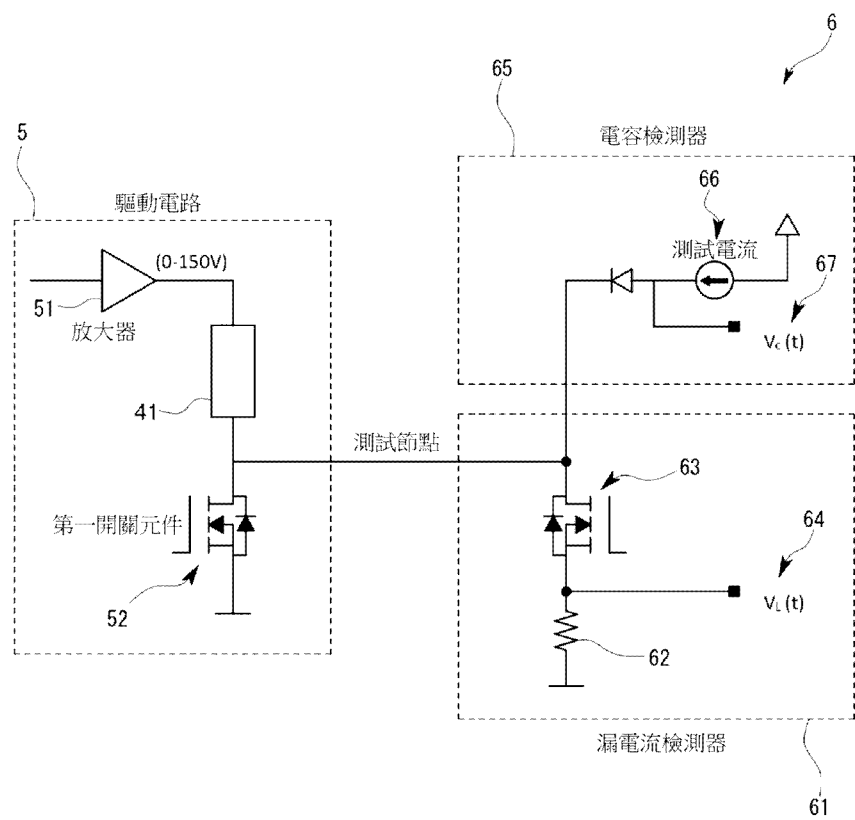
壓電閥、流體控制裝置以及壓電閥的診斷方法

(57)摘要

本發明提供能準確預測壓電致動器的壽命的壓電閥、流體控制裝置以及壓電閥的診斷方法，壓電閥包括：閥座、閥體，設置成能在與閥座接觸的完全關閉位置和完全打開位置之間移動、驅動閥體的壓電致動器、驅動電路，輸入壓電控制訊號，向壓電致動器輸出與壓電控制訊號對應的驅動電壓，以及漏電流檢測器，在驅動電路將使閥體向完全關閉位置或完全打開位置驅動的額定最大電壓以上作為驅動電壓向壓電致動器輸出的狀態中，檢測壓電致動器的漏電流，在漏電流檢測器檢測壓電致動器的漏電流的狀態或剛好在此之前的狀態下，流體向閥座與閥體之間流動。

In order to provide a piezo valve in which it is possible to accurately predict the remaining lifespan of a piezo actuator, there are provided a valve seat 42, a valve body 43 that is provided so as to be able to move between a fully closed position at which the valve body 43 is in contact with the valve seat 42, and a fully open position, a piezo actuator 41 that drives the valve body 43, a drive circuit 5 that receives an input piezo control signal, and outputs to the piezo actuator 41 a drive voltage that corresponds to the input piezo control signal, and a leakage current detector 61 that, in a state in which the drive circuit 5 is outputting as the drive voltage to the piezo actuator 41 a voltage that is equal to or greater than a maximum rated voltage that drives the valve body 43 to the fully closed position or the fully open position, detects leakage current from the piezo actuator 41, wherein, in a state in which the leakage current detector 61 is detecting leakage current from the piezo actuator 41 or in a state immediately prior to the leakage current detector 61 detecting leakage current from the piezo actuator 41, a fluid is flowing between the valve seat 42 and the valve body 43.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 41:壓電致動器
- 5:驅動電路
- 51:放大器
- 52:第一開關元件
- 6:診斷機構
- 61:漏電流檢測器
- 62:檢測電阻
- 63:第二開關元件
- 64:第一電壓檢測部
- 65:電容檢測器
- 66:電流供給部
- 67:第二電壓檢測部

【圖4】



I856204

【發明摘要】

【中文發明名稱】 壓電閥、流體控制裝置以及壓電閥的診斷方法

【英文發明名稱】 PIEZO VALVE, FLUID CONTROL DEVICE AND PIEZO VALVE DIAGNOSIS METHOD

【中文】

本發明提供能準確預測壓電致動器的壽命的壓電閥、流體控制裝置以及壓電閥的診斷方法，壓電閥包括：閥座、閥體，設置成能在與閥座接觸的完全關閉位置和完全打開位置之間移動、驅動閥體的壓電致動器、驅動電路，輸入壓電控制訊號，向壓電致動器輸出與壓電控制訊號對應的驅動電壓，以及漏電流檢測器，在驅動電路將使閥體向完全關閉位置或完全打開位置驅動的額定最大電壓以上作為驅動電壓向壓電致動器輸出的狀態中，檢測壓電致動器的漏電流，在漏電流檢測器檢測壓電致動器的漏電流的狀態或剛好在此之前的狀態下，流體向閥座與閥體之間流動。

【英文】

In order to provide a piezo valve in which it is possible to accurately predict the remaining lifespan of a piezo actuator, there are provided a valve seat 42, a valve body 43 that is provided so as to be able to move between a fully closed position at which the valve body 43 is in contact with the valve seat 42, and a fully open position, a piezo actuator 41 that drives the valve body 43, a drive

circuit 5 that receives an input piezo control signal, and outputs to the piezo actuator 41 a drive voltage that corresponds to the input piezo control signal, and a leakage current detector 61 that, in a state in which the drive circuit 5 is outputting as the drive voltage to the piezo actuator 41 a voltage that is equal to or greater than a maximum rated voltage that drives the valve body 43 to the fully closed position or the fully open position, detects leakage current from the piezo actuator 41, wherein, in a state in which the leakage current detector 61 is detecting leakage current from the piezo actuator 41 or in a state immediately prior to the leakage current detector 61 detecting leakage current from the piezo actuator 41, a fluid is flowing between the valve seat 42 and the valve body 43.

【指定代表圖】 圖 4。

【代表圖之符號簡單說明】

41...壓電致動器

5...驅動電路

51...放大器

52...第一開關元件

6...診斷機構

61...漏電流檢測器

62...檢測電阻

63...第二開關元件

64...第一電壓檢測部

65...電容檢測器

66... 電流供給部

67... 第二電壓檢測部

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 壓電閥、流體控制裝置以及壓電閥的診斷方法

【英文發明名稱】 PIEZO VALVE, FLUID CONTROL
DEVICE AND PIEZO VALVE DIAGNOSIS
METHOD

【技術領域】

【0001】 本發明涉及例如在半導體製造流程中使用的壓電閥。

【先前技術】

【0002】 在半導體製造流程中，為了高速控制流程氣體的流量和壓力，採用具備良好響應性的壓電致動器的壓電閥。例如在原子層沉積（Atomic Layer Deposition，ALD）流程中，為形成一個原子的層而重複進行壓電閥高速開關（參照專利文獻 1）。

【0003】 若持續使用壓電閥，則例如壓電致動器因上述的動作逐漸產生成為故障的原因的損傷和劣化。因此，為保證準確的流量和壓力的控制，希望能夠準確預測產生完全故障的時期。

【0004】 可是，當前難以準確預測壓電閥的壽命，即使在預想剩有足夠壽命的期間內，也會儘早進行壓電閥更換。

【0005】 現有技術文獻

【0006】 專利文獻 1：日本專利公開公報特開 2009-016799 號

【發明內容】

【0007】 鑒於上述問題，本發明的目的是提供能準確預測壓電致動器的壽命的壓電閥。

【0008】 即，本發明提供一種壓電閥，其特徵在於包括：閥座；閥體，設置成能在與所述閥座接觸的完全關閉位置和完全打開位置之間移動；驅動閥體的壓電致動器；驅動電路，輸入壓電控制訊號，向所述壓電致動器輸出與該壓電控制訊號對應的驅動電壓；以及漏電流檢測器，在所述驅動電路將使所述閥體向所述完全關閉位置或所述完全打開位置驅動的額定最大電壓以上作為驅動電壓向所述壓電致動器輸出的狀態中，檢測所述壓電致動器的漏電流，在所述漏電流檢測器檢測所述壓電致動器的漏電流的狀態或剛好在此之前的狀態下，流體向所述閥座與所述閥體之間流動。

【0009】 此外，本發明還提供一種壓電閥的診斷方法，所述壓電閥包括：閥座；閥體，設置成能在與所述閥座接觸的完全關閉位置和完全打開位置之間移動；驅動閥體的壓電致動器；以及驅動電路，輸入壓電控制訊號，向所述壓電致動器輸出與該壓電控制訊號對應的驅動電壓，所述壓電閥的診斷方法的特徵在於，在所述驅動電路將使所述閥體向所述完全關閉位置或所述完全打開位置驅動的額定最大電壓以上作為驅動電壓向所述壓電致動器輸出的狀態中，檢測所述壓電致動器的漏電流，在檢測所述壓電致動器的漏電流的狀態或剛好在此之前的狀態下，流體向所述閥座與所述閥體之間流動。

【0010】 按照這種構成，即使在所述壓電閥工作而實際控制

壓力和流量的流程期間中也可以監測所述壓電致動器的漏電流。因此，不僅是在例如流程停止期間，而是幾乎時常能夠診斷所述壓電致動器的狀態，從而相比以往可以提高壽命的預測精度。

【0011】 此外，由於在流程中當壓電閥完全關閉或完全打開、從所述驅動電路輸出額定最大電壓以上的驅動電壓時，所述漏電流檢測器進行漏電流的檢測，所以漏電流的檢測對壓力和流量的控制不產生影響。

【0012】 為了在所述壓電閥完全關閉或完全打開狀態中，能夠更準確檢測所述壓電致動器的漏電流，優選所述漏電流檢測器在所述驅動電路將大於額定最大電壓的驅動電壓輸出規定時間的狀態下檢測漏電流。即，由於對壓電閥施加的驅動電壓被控制在比容許電壓小規定值的額定最大電壓而具有餘量，所以即使在完全關閉或完全打開時產生漏電流，也存在由於其值較小而不易被檢測出的可能性。因此，例如透過在完全關閉或完全打開時將在額定最大電壓與容許電壓之間比通常大的電壓向所述壓電致動器施加規定時間，可以在不降低壓力和流量的控制性能的情況下提高漏電流的檢測精度。

【0013】 為了僅在檢測出漏電流的時機，對所述壓電致動器作用用於檢測漏電流的檢測電阻，而在通常工作時使所述檢測電阻不對控制造成惡劣影響，優選所述驅動電路具備：將輸入的所述壓電控制訊號放大而作為所述驅動電壓向所述壓電致動器輸出的放大器；以及設置在所述壓電致動器和接地之間的第一開關元

件，所述漏電流檢測器具備：和所述第一開關元件並列設置的第二開關元件；檢測電阻，和所述第二開關元件串聯設置，在所述第一開關元件斷開且所述第二開關元件接通的狀態下所述漏電流流入所述檢測電阻；以及檢測在所述檢測電阻上產生的電壓的第一電壓檢測部。

【0014】 為了能夠僅在例如由用戶設定的設定壓力和設定流量中對所述壓電致動器施加額定最大電壓的時機，使所述漏電流檢測器工作而監測漏電流，優選還具備第一診斷時機控制部，在所述驅動電路輸出所述額定最大電壓以上的驅動電壓的情況下，所述第一診斷時機控制部使所述第一開關元件斷開、使所述第二開關元件接通。

【0015】 為了能夠從所述壓電致動器的電容的變化檢測損傷和劣化，能夠更進一步高精度預測壽命，優選還具備電容檢測器，在所述驅動電路不向所述壓電致動器輸出驅動電壓的狀態中，所述電容檢測器檢測所述壓電致動器的電容。

【0016】 作為根據所述壓電致動器上施加的電壓的變化檢測所述壓電致動器的電容的具體方式，列舉向所述壓電致動器供給測試電流規定時間，並根據此時的電壓變化檢測該壓電致動器的電容。

【0017】 作為用於測定所述壓電致動器的電容的具體方式，列舉所述電容檢測器具備：向所述壓電致動器供給測試電流的電流供給部；以及用於檢測對所述壓電致動器施加的電壓的變化的

第二電壓檢測部。

【0018】 為了在從所述驅動電路輸出驅動電壓、進行壓力和流量的控制期間不施加測試電流，並且容易捕捉測試電流引起的所述壓電致動器上產生的電壓的變化，優選還具備第二診斷時機控制部，在所述驅動電路不輸出驅動電壓的情況下，使所述電流供給部輸出測試電流。

【0019】 只要是具備本發明的壓電閥以及用於控制所述壓電閥的開度的閥控制部的流體控制裝置，在用所述壓電閥控制流體的流量和壓力的狀態下，能夠幾乎時常監測該壓電閥的狀態。因此，透過準確預測所述壓電閥的壽命，相比以往能降低更換頻率或縮短維修所需的時間。

【0020】 按照這種構成，在所述閥座與所述閥體之間有流體流動並透過從所述驅動電路輸出的驅動電壓進行流體的控制期間也能夠由所述漏電流檢測器監測所述壓電致動器的漏電流。因此，不論壓電閥是否處於運轉中，幾乎時常能夠監測所述壓電致動器的狀態，因此相比以往可以提高壽命預測精度。

【圖式簡單說明】

【0021】

圖 1 是表示具備本發明一個實施方式中的壓電閥的流體控制裝置的使用例的示意圖。

圖 2 是表示同實施方式中的壓電閥和流體控制裝置的示意圖。

圖 3 是表示同實施方式中的壓電閥的結構的示意性斷面圖。

圖 4 是表示同實施方式中的診斷機構的結構的功能框圖。

圖 5 是表示構成同實施方式中的診斷機構的回路的示意性回路圖。

圖 6 是表示監測同實施方式中的漏電流和電容的時機的示意圖。

【實施方式】

【0022】 參照各附圖對本發明的一個實施方式中的壓電閥 4 和流體控制裝置 100 進行說明。

【0023】 圖 1 所示的本實施方式的流體控制裝置 100 是所謂質量流量控制器，用於控制例如向腔室供給的氣體的流量。另外，流體控制裝置 100 是控制流體的，不僅可以像本實施方式這樣控制氣體，還可以控制液體。

【0024】 首先，簡要說明流體控制裝置 100，隨後具體說明壓電閥 4。

【0025】 如圖 1 所示，流體控制裝置 100 設置在與腔室 CN 連接的流道上，控制向腔室 CN 供給的氣體的流量。此外，在本實施方式中，流體控制裝置 100 的上游側和下游側分別設有開關閥 V。對腔室 CN 連續或斷續供給流量得到控制的氣體，在實施各種流程的流程期間中上述的開關閥 V 敞開。另一方面，在針對腔室 CN 的氣體供給停止規定期間以上的斷開期間中，各開關閥 V 關閉。

【0026】 在本實施方式中，為了掌握流體控制裝置 100 中採

用的圖 2 和圖 3 所示的壓電閥 4 的損傷和劣化的程度或者預測壓電閥 4 的壽命，對壓電閥 4 上採用的壓電致動器 41 的漏電流和電容進行監測。不僅在不向腔室 CN 供給氣體的斷開期間進行該監測，在向腔室 CN 供給氣體的流程期間也進行該監測。換句話說，流體控制裝置 100 進行流體控制，並且能夠幾乎時常掌握壓電閥 4 自身的狀態。

【0027】 如圖 2 所示流體控制裝置 100 具備：內部形成有流道 C 的主體 1、壓電閥 4、流量感測器 2 和負責控制等的控制板 B。壓電閥 4 和流量感測器 2 安裝在主體 1 的上表面，控制板 B 等收容在覆蓋主體 1 的上表面的罩內。這樣流體控制裝置 100 實現了流量控制所必要的感測器、控制器、致動器的組件化。

【0028】 流量感測器 2 是壓力式的流量感測器，包括：設置在流道 C 的層流元件 23；以可測定層流元件 23 的上游側的壓力的方式設置的第一壓力感測器 21；以可測定層流元件 23 的下游側的壓力的方式設置的第二壓力感測器 22；以及流量計算部 24，根據由第一壓力感測器 21 和第二壓力感測器 22 測定的第一壓力、第二壓力計算在流道中流動的流體的流量。另外，第一實施方式中使用了壓力式的流量感測器，但是也可以採用例如熱式的流量感測器。

【0029】 控制板 B 是具備 CPU、儲存器、A/D 轉換器、D/A 轉換器和各種輸入輸出手段的電腦，執行儲存器中儲存的程序，透過和各種設備合作而實現各種功能。即，控制板 B 至少發揮作

為前述的流量計算部 24 和閥控制部 3 的功能。此外，構成壓電閥 4 的一部分的診斷機構 6 的邏輯計算也用控制板 B 的計算資源實現。

【0030】 閥控制部 3 根據從外部輸入的設定流量以及由流量感測器 2 測定的測定流量來控制壓電閥 4 的開度。更具體地，閥控制部 3 以使設定流量與測定流量的偏差變小的方式控制壓電閥 4 的開度。即，根據設定流量與測定流量的偏差以及設定的控制係數即 PID 係數進行 PID 計算，將與其結果對應的壓電控制訊號輸出至驅動電路 5。另外，在本實施方式中，在將壓電閥 4 設為完全打開狀態的情況下，根據狀況輸出 2 種壓電控制訊號之一。具體例如維持設定流量中最大流量的時間在規定時間以內的情況下，閥控制部 3 從後述驅動電路 5 輸出與額定最大電壓即 100% 的驅動電壓對應的壓電控制訊號。此外，維持設定流量中最大流量的時間大於規定時間的情況下，閥控制部 3 從驅動電路 5 輸出與比額定最大電壓大的電壓的漏電流檢測用電壓對應的壓電控制訊號。這裡，例如相對於額定最大電壓為 100%，漏電流檢測用電壓設定為 120%。另外，壓電致動器 41 能夠不發生故障而工作的容許電壓例如是 140%。

【0031】 壓電閥 4 如圖 3 所示具備：形成在內部流道 C 在主體 1 的上表面開口部分的周圍的閥座 42；能和該閥座 42 接觸分開的閥體 43；發出用於改變閥體 43 相對於閥座 42 的位置的驅動力的壓電致動器 41；以及連接閥體 43 與壓電致動器 41 之間的柱

塞 44 和位移反轉機構 45。即，壓電閥 4 為常閉型的閥，構成為若透過位移反轉機構 45 的作用使壓電致動器 41 伸長，則閥體 43 相對於閥座 42 被提起。

【0032】 具體而言，相對於形成在內部流道 C 的開口周圍的閥座 42，閥體 43 設置成能在和閥座 42 接觸的完全關閉位置以及和閥座 42 分開規定距離的完全打開位置之間移動。閥體 43 配置在完全關閉位置和完全打開位置之間的任意的位置。而且，透過改變在閥座 42 與閥體 43 之間形成的節流孔的大小，來實現對應的流量。

【0033】 在本實施方式中，壓電閥 4 具備用於診斷壓電致動器 41 的狀態的功能。具體壓電閥 4 如圖 2 所示，還具備：驅動電路 5，向壓電致動器 41 輸出驅動電壓；以及診斷機構 6，檢測壓電致動器 41 的漏電流和電容、診斷該壓電致動器 41 的狀態。另外，在本實施方式中，驅動電路 5 和診斷機構 6 由獨立的電路構成，但是也可以利用流體控制裝置 100 的控制板 B 的功能來構成。

【0034】 驅動電路 5 如圖 2 所示，從閥控制部 3 輸入壓電控制訊號，向壓電致動器 41 輸出與該壓電控制訊號對應的驅動電壓。如圖 4 所示，驅動電路 5 具備將輸入的壓電控制訊號放大而生成驅動電壓的放大器 51，放大器 51 的輸出端子連接於壓電致動器 41。此外，驅動電路 5 在壓電致動器 41 與接地之間還具備第一開關元件 52，從壓電致動器 41 和第一開關元件 52 之間分路出連接於診斷機構 6 的測試節點。

【0035】 診斷機構 6 並非僅把各開關閥 V 關閉、流體控制裝置 100 不進行對腔室 CN 的氣體供給的斷開期間作為診斷期間，還把流體控制裝置 100 控制氣體的流量、進行對腔室 CN 的氣體供給的流程期間作為診斷期間。具體診斷機構 6 如圖 4、圖 5 所示，具備：檢測壓電致動器 41 的漏電流的漏電流檢測器 61；以及檢測壓電致動器的電容的電容檢測器 65。而且在本實施方式中診斷機構 6 具備：用於控制漏電流檢測器 61 檢測漏電流的時機的第一診斷時機控制部 68；用於控制電容檢測器 65 檢測電容的時機的第二診斷時機控制部 69；以及根據漏電流檢測器 61 和電容檢測器 65 的檢測結果預測壓電致動器 41 的壽命的壽命預測部 6A。

【0036】 漏電流檢測器 61 如圖 4 所示具備：第二開關元件 63，借助測試節點相對於壓電致動器 41 和第一開關元件 52 並列設置；檢測電阻 62，與第二開關元件 63 串聯設置，在第一開關元件 52 斷開且所述第二開關元件 63 接通的狀態下，壓電致動器 41 的漏電流流入所述檢測電阻 62；第一電壓檢測部 64，用於檢測檢測電阻 62 上產生的電壓；以及漏電流計算部（未圖示），根據第一電壓檢測部 64 檢測出的電壓計算漏電流。另外，因漏電流而在檢測電阻 62 上產生的電壓相對於漏電流大致上成比例，因此例如可以透過將檢測出的電壓除以檢測電阻 62 的電阻值來計算漏電流。

【0037】 這裡，漏電流檢測器 61 檢測漏電流的時機，透過第

一診斷時機控制部 68 切換第一開關元件 52 和第二開關元件 63 的接通斷開來控制。

【0038】 具體圖 5 所述的第一診斷時機控制部 68，根據從閥控制部 3 輸出的壓電控制訊號或由用戶輸入的時機指令，控制檢測漏電流的時機。例如圖 6 所示在流程期間中，當從驅動電路 5 規定時間以上持續輸出額定最大電壓以上的電壓、壓電閥 4 維持規定時間完全打開狀態的情況下，進行漏電流的檢測。另外，規定時間為例如 1～2 秒左右期間維持完全打開狀態的時間。

【0039】 這裡，通常的流量控制時第一開關元件 52 接通、第二開關元件 63 斷開，檢測電阻 62 脫離回路。另一方面，如上所述在流程期間中從驅動電路 5 輸出適合檢測漏電流的額定最大電壓以上的電壓時，第一診斷時機控制部 68 將第一開關元件 52 斷開、第二開關元件 63 接通。其結果，切換為電流從壓電致動器 41 借助檢測電阻 62 流向接地。

【0040】 按照本實施方式，在壓電閥 4 的開度完全打開，即使在此基礎上再加大電壓、也不產生開度變化的時機，施加比相當於完全打開的額定最大電壓大的電壓進行漏電流的檢測，也不會發生流量變化。另外，在流程期間中，若壓電閥 4 的完全關閉狀態解除，則第一診斷時機控制部 68 使第一開關元件 52 返回接通的狀態、使第二開關元件 63 返回斷開的狀態。

【0041】 另一方面，在各開關閥 V 完全關閉的斷開期間中，例如根據用戶為實施壓電閥 4 的診斷而設定的規定的時機指令，

驅動電路 5 如圖 6 所示輸出比額定最大電壓大的電壓，並且第一診斷時機控制部 68 使第一開關元件 52 成為斷開的狀態、使第二開關元件 63 成為接通的狀態。

【0042】 這樣，漏電流檢測器 61 分別在流程期間中、斷開期間中檢測壓電致動器 41 的漏電流。即漏電流檢測器 61 可以在流程繼續的狀態下大致上即時監測壓電閥 4 的漏電流的狀態。

【0043】 接著對電容檢測器 65 進行說明。電容檢測器 65 在為了使壓電閥 4 成為完全關閉狀態而不從驅動電路 5 輸出驅動電壓的狀態下，檢測壓電致動器 41 的電容。具體電容檢測器 65 在未對壓電致動器 41 施加驅動電壓的狀態中向壓電致動器 41 供給測試電流規定時間，並根據此時的電壓變化來檢測壓電致動器 41 的電容。

【0044】 如圖 4 所示電容檢測器 65 包括：借助測試節點向壓電致動器 41 供給測試電流的電流供給部 66；檢測對壓電致動器 41 施加的電壓的變化的第二電壓檢測部 67；以及根據由第二電壓檢測部 67 檢測出的電壓來計算壓電致動器的電容的電容計算部（未圖示）。電流供給部 66 使一定電流值的測試電流流向壓電致動器 41 例如 1 秒鐘左右。假設壓電致動器 41 的電容為 C 、測試電流的電流值為 i 、電流流動的時間為 t 、第二電壓檢測部 67 檢測出的電壓為 V 時，電容計算部根據 $C = it/V$ 計算電容。

【0045】 這裡，電流供給部 66 對壓電致動器 41 供給測試電流的時機，由第二診斷時機控制部 69 控制。具體第二診斷時機控

制部 69 在驅動電路 5 不輸出驅動電壓時，使電流供給部 66 輸出測試電流。即，第二診斷時機控制部 69 如圖 6 所示，在流程期間中從驅動電路 5 不輸出驅動電壓、規定時間保持完全關閉狀態時，使電流供給部 66 供給測試電流。例如在完全關閉狀態維持 1~2 秒鐘時，第二診斷時機控制部 69 使測試電流供給。另外，測試電流的電流值是足夠小的值，壓電致動器 41 上產生的電壓不會使閥體 43 離開閥座 42 而解除完全關閉狀態。

【0046】 此外，在斷開期間，根據用戶設定的時機指令，第二診斷時機控制部 69 在壓電閥 4 完全關閉的狀態下使電流供給部 66 在任意的時機供給測試電流。

【0047】 這樣電容檢測器 65 分別在流程期間中、斷開期間中檢測壓電致動器 41 的電容。

【0048】 壽命預測部 6A 根據漏電流檢測器 61 檢測出的漏電流的變化或電容檢測器 65 檢測出的電容的變化，預測壓電閥 4 的壽命。例如當由於壓電閥 4 的劣化等使漏電流增大而超過預定的閾值時，壽命預測部 6A 判斷壓電閥 4 壽命將至。或者，當壓電致動器 41 的電容降低而低於預定的閾值時，壽命預測部 6A 判斷壓電閥 4 壽命將至。

【0049】 這樣按照本實施方式的流體控制裝置 100 和壓電閥 4，由於也在流程期間中在施加額定最大電壓以上的電壓的時機進行漏電流的檢測，因此幾乎可以時常監測壓電致動器 41 的漏電流的變化。同樣，由於也在流程期間中檢測壓電致動器 41 的電

容，因此幾乎可以時常監測其變化。

【0050】 因此，由於幾乎時常能夠監測受到壓電閥 4 的劣化等的影響的參數即漏電流和電容，所以能夠即時預測壓電閥 4 的壽命並比以往提高其預測精度。

【0051】 此外，在壓電閥 4 完全打開時，透過對壓電致動器 41 施加比相當於完全打開的額定最大電壓更高的電壓，進行流程期間中的漏電流的檢測。因此，不會因檢測漏電流的動作而改變壓電閥 4 的開度，從而不會影響流量控制。

【0052】 以下對其他實施方式進行說明。

【0053】 流體控制裝置還可以具備通知部，在壽命預測部判斷為漏電流或電容超過或低於閾值時，所述通知部將其內容通知操作者和主機終端。

【0054】 診斷機構可以僅檢測壓電致動器的漏電流。即，只要在流程期間中對壓電致動器施加額定最大電壓以上的電壓時漏電流檢測器工作並檢測漏電流即可。此外，在上述實施方式中，在常閉型的壓電閥中檢測壓電致動器的漏電流，但是本發明也可以應用於常開型的壓電閥。即，只要是在施加額定最大電壓時成為完全關閉狀態的壓電閥中，漏電流檢測器在完全關閉時檢測漏電流即可。在這種情況下，漏電流檢測器利用在流程期間中剛剛之前在閥座和閥體之間還有流體流動、而完全關閉後的規定期間進行漏電流的檢測。

【0055】 流體控制裝置不限於對流量進行控制，也可以對壓

力進行控制。漏電流檢測器或電容檢測器分別檢測漏電流和電容的時機也不限於上述實施方式中所述的。此外，各參數的檢測時機，可以由診斷機構在判斷為滿足了預先設定的條件時自動設定，也可以由用戶手動設定。

【0056】 此外，在不脫離本發明的發明思想的範圍內，可以變更實施方式的一部分或將各種實施方式的一部分彼此組合實施。

【符號說明】

【0057】

1...主體

2...流量感測器

100...流體控制裝置

21...第一壓力感測器

22...第二壓力感測器

23...層流元件

24...流量計算部

3...閥控制部

4...壓電閥

41...壓電致動器

42...閥座

43...閥體

44...柱塞

45...位移反轉機構

5...驅動電路

51...放大器

52...第一開關元件

6...診斷機構

61...漏電流檢測器

62...檢測電阻

63...第二開關元件

64...第一電壓檢測部

65...電容檢測器

66...電流供給部

67...第二電壓檢測部

68...第一診斷時機控制部

69...第二診斷時機控制部

CN...腔室

V...開關閥

C...流道

B...控制板

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種壓電閥，包括：

閥座；

閥體，設置成能在與所述閥座接觸的完全關閉位置和完全打開位置之間移動；

驅動閥體的壓電致動器；

驅動電路，輸入壓電控制訊號，向所述壓電致動器輸出與所述壓電控制訊號對應的驅動電壓；以及

漏電流檢測器，在所述驅動電路將使所述閥體向所述完全關閉位置或所述完全打開位置驅動的額定最大電壓以上作為所述驅動電壓向所述壓電致動器輸出的狀態中，檢測所述壓電致動器的漏電流，

在所述漏電流檢測器檢測所述壓電致動器的所述漏電流的狀態或剛好在此之前的狀態下，流體向所述閥座與所述閥體之間流動，

所述驅動電路包含：

將輸入的所述壓電控制訊號放大而作為所述驅動電壓向所述壓電致動器輸出的放大器；以及

設置在所述壓電致動器和接地之間的第一開關元件，

所述漏電流檢測器包含：

和所述第一開關元件並列設置的第二開關元件；

檢測電阻，和所述第二開關元件串聯設置，在所述第一開關元件斷開且所述第二開關元件接通的狀態下所述漏電流流入所述檢測電阻；以及

檢測在所述檢測電阻上產生的電壓的第一電壓檢測部。

【請求項2】 如請求項 1 所述的壓電閥，其中所述漏電流檢測器在所述驅動電路將大於所述額定最大電壓的所述驅動電壓輸出規定時間的狀態下檢測所述漏電流。

【請求項3】 如請求項 1 所述的壓電閥，更包含第一診斷時機控制部，在所述驅動電路輸出所述額定最大電壓以上的所述驅動電壓的情況下，所述第一診斷時機控制部使所述第一開關元件斷開、使所述第二開關元件接通。

【請求項4】 如請求項 1 所述的壓電閥，更包含電容檢測器，在所述驅動電路不向所述壓電致動器輸出所述驅動電壓的狀態中，所述電容檢測器檢測所述壓電致動器的電容。

【請求項5】 如請求項 4 所述的壓電閥，其中所述電容檢測器向所述壓電致動器供給測試電流規定時間，並根據此時的電壓變化檢測所述壓電致動器的電容。

【請求項6】 如請求項 4 所述的壓電閥，其中，

所述電容檢測器包含：

向所述壓電致動器供給測試電流的電流供給部；以及

用於檢測對所述壓電致動器施加的電壓的變化的第二電壓檢測部。

【請求項7】 如請求項 6 所述的壓電閥，更包含第二診斷時機控制部，在所述驅動電路不輸出所述驅動電壓的情況下，使所述電流供給部輸出所述測試電流。

【請求項8】 一種流體控制裝置，包括：

如請求項 1 所述的壓電閥；以及

控制所述壓電閥的開度的閥控制部。

【請求項9】 一種壓電閥的診斷方法，所述壓電閥包括：閥座；閥體，設置成能在與所述閥座接觸的完全關閉位置和完全打開位置之間移動；驅動閥體的壓電致動器；以及驅動電路，輸入壓電控制訊號，向所述壓電致動器輸出與所述壓電控制訊號對應的驅動電壓，所述壓電閥的診斷方法包含：

在所述驅動電路將使所述閥體向所述完全關閉位置或所述完全打開位置驅動的額定最大電壓以上作為所述驅動電壓向所述壓電致動器輸出的狀態中，檢測所述壓電致動器的漏電流，

在檢測所述壓電致動器的所述漏電流的狀態或剛好在此之前的狀態下，流體向所述閥座與所述閥體之間流動，

所述驅動電路包含：

將輸入的所述壓電控制訊號放大而作為所述驅動電壓向所述壓電致動器輸出的放大器；以及

設置在所述壓電致動器和接地之間的第一開關元件，

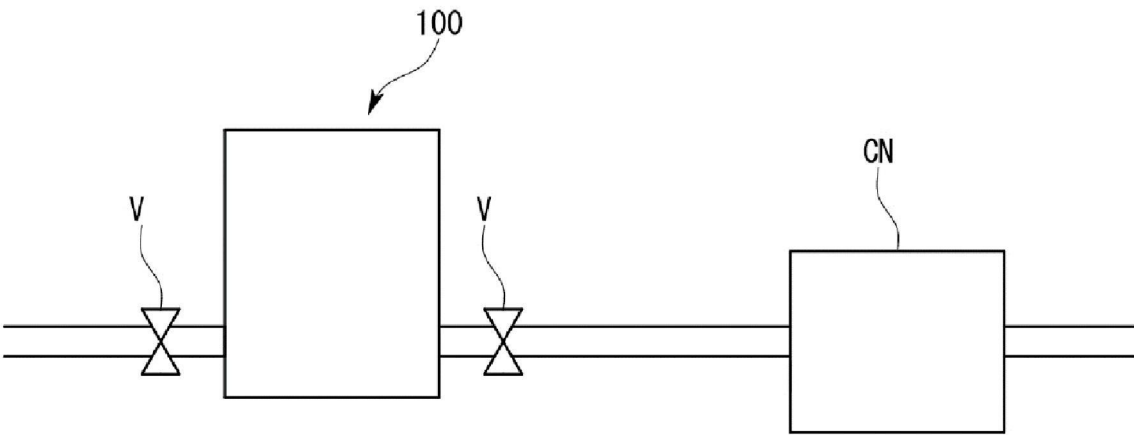
所述漏電流檢測器包含：

和所述第一開關元件並列設置的第二開關元件；

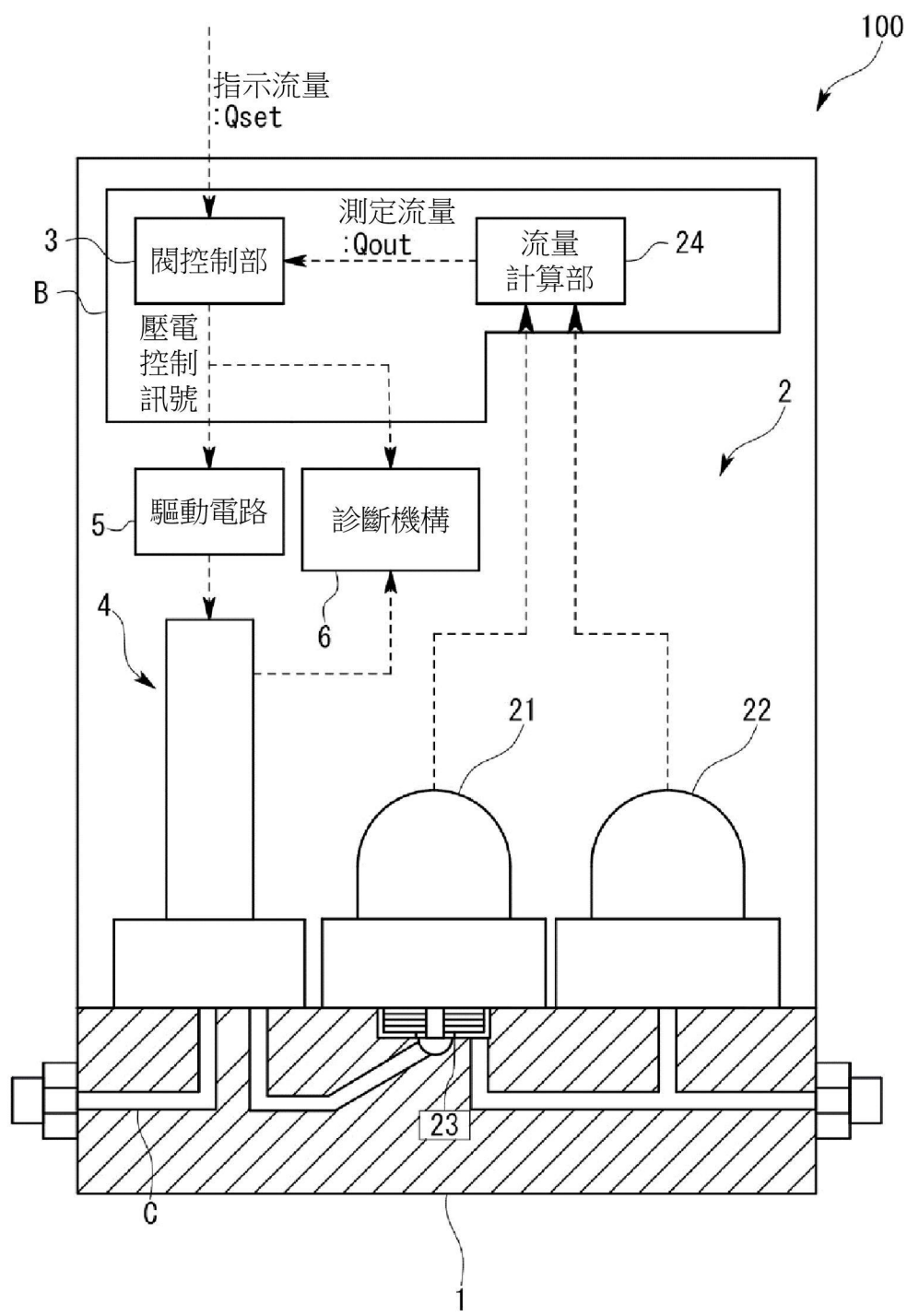
檢測電阻，和所述第二開關元件串聯設置，在所述第一開關元件斷開且所述第二開關元件接通的狀態下所述漏電流流入所述檢測電阻；以及

檢測在所述檢測電阻上產生的電壓的第一電壓檢測部。

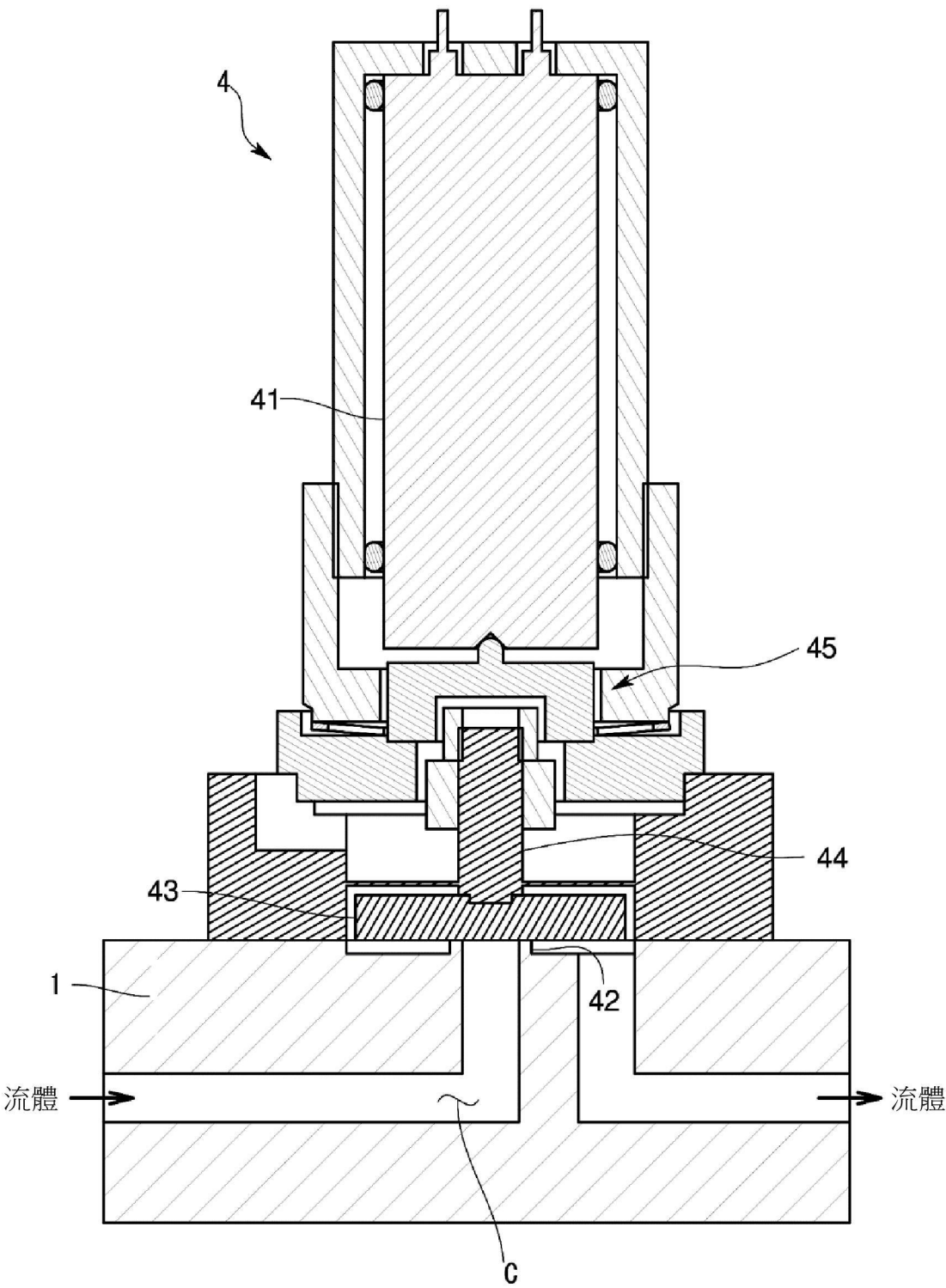
【發明圖式】



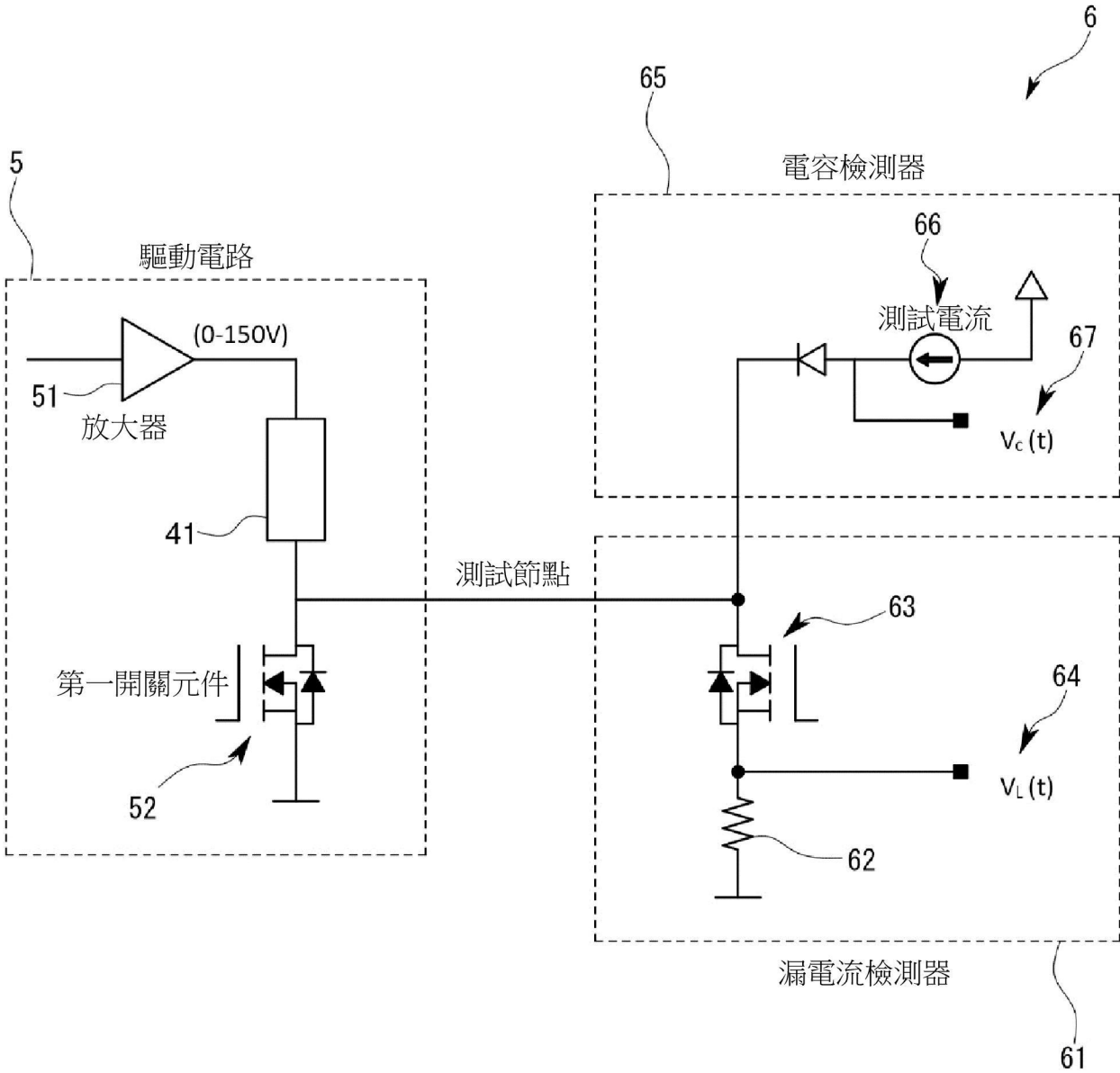
【圖1】



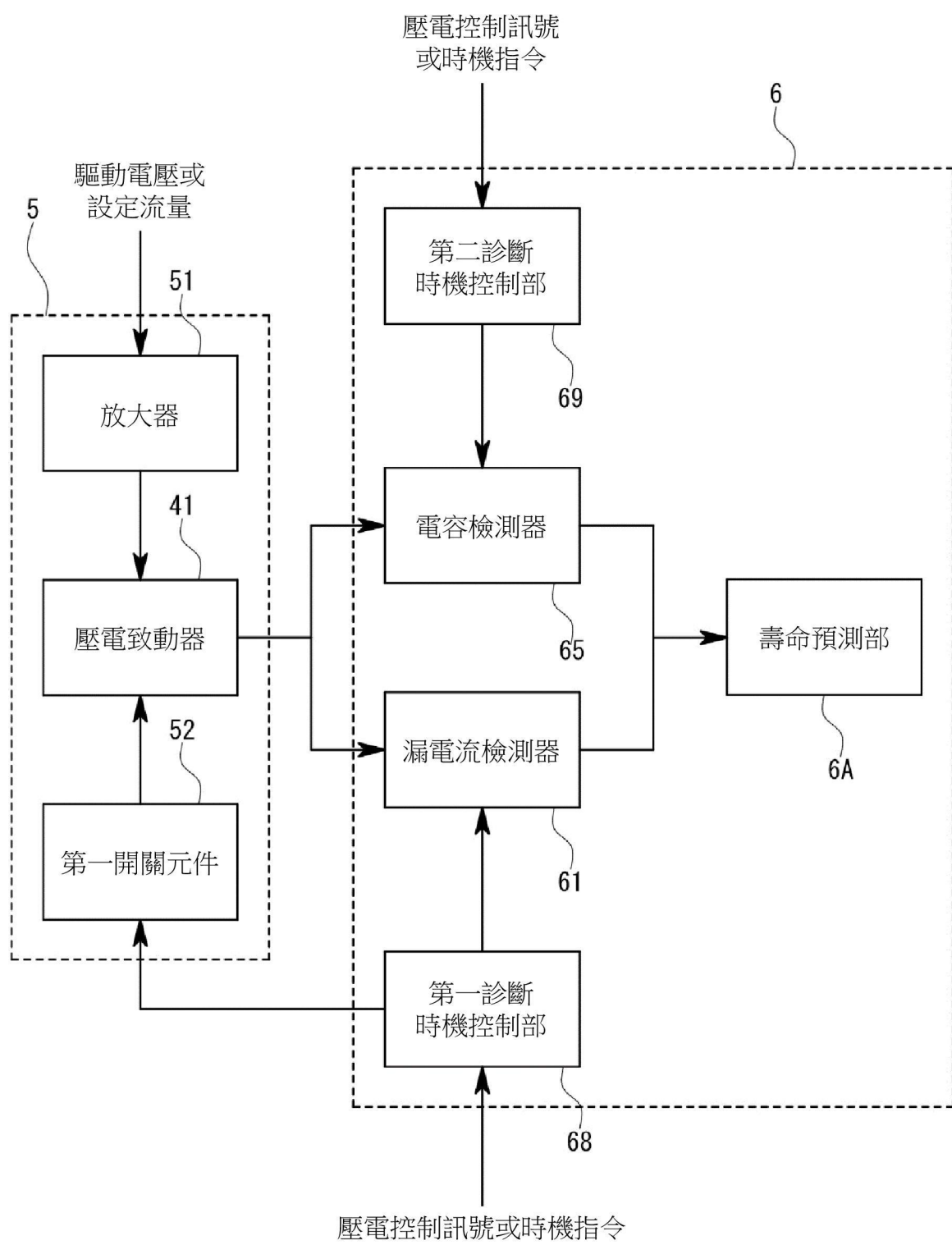
【圖2】



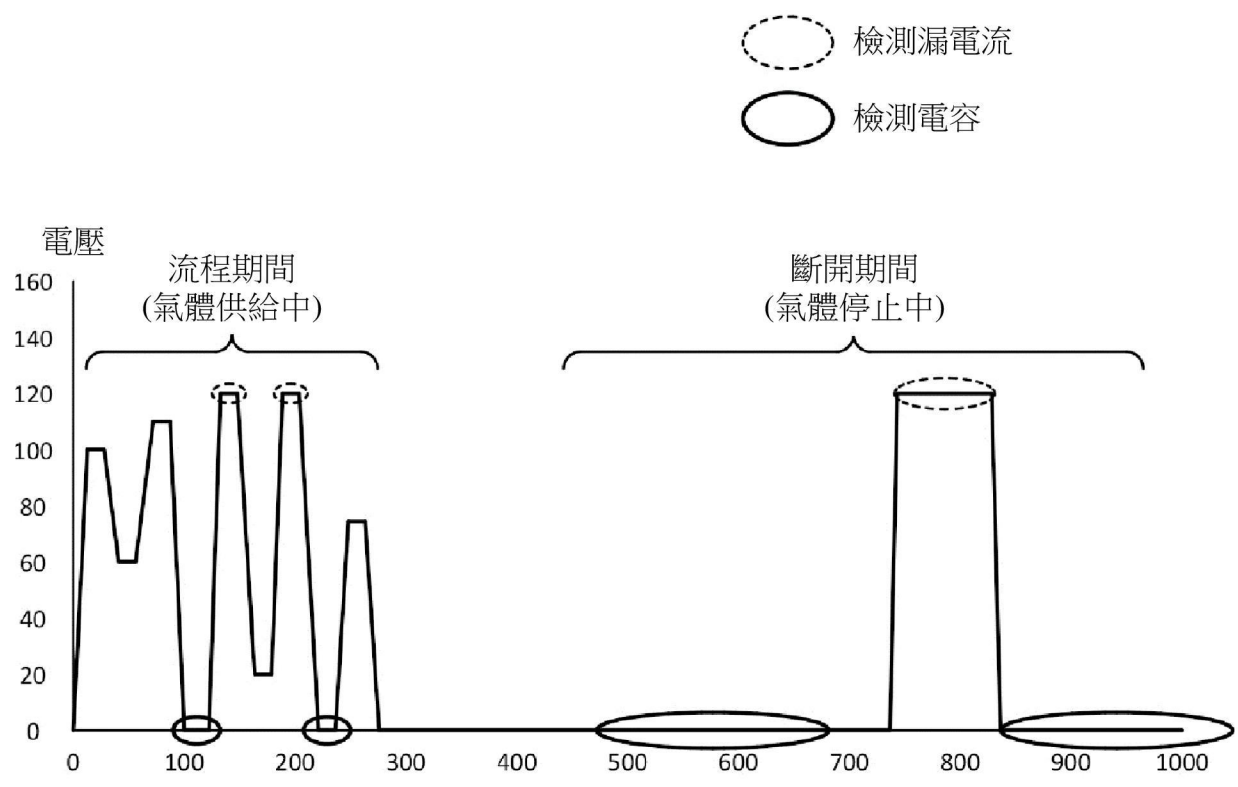
【圖3】



【圖4】



【圖5】



【圖6】