



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201250253 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：101120213

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 06 日

(51)Int. Cl. : **G01P15/125 (2006.01)**

(30)優先權：2011/06/07 日本

2011-127644

(71)申請人：日本電波工業股份有限公司 (日本) NIHON DEMPA KOGYO CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：小山光明 KOYAMA, MITSUAKI (JP)；武藤猛 MUTOH, TAKERU (JP)；岩井宏
樹 IWAI, HIROKI (JP)；市川了一 ICHIKAWA, RYOICHI (JP)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：4 項 圖式數：8 共 33 頁

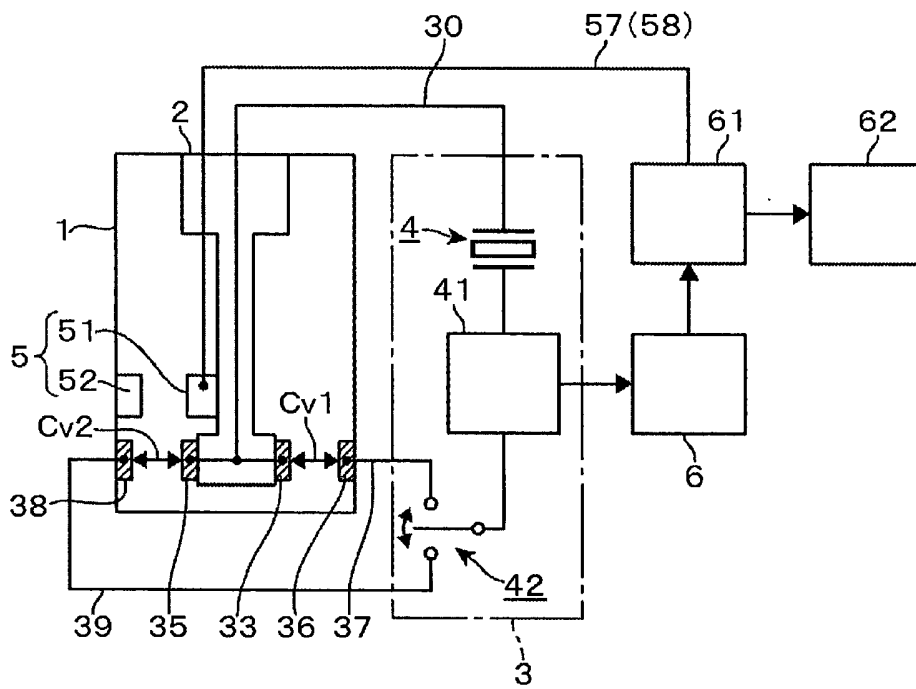
(54)名稱

加速度測量裝置

APPARATUS FOR MEASURING ACCELERATION

(57)摘要

本發明提供一種加速度測量裝置，可高精度且容易地對加速度進行檢測。加速度測量裝置是對以能夠搖動的方式而設置的擺構件 2 的位移進行檢測，使用致動器 5，以保持擺構件 2 的靜止狀態的方式來進行反饋控制，對此時的致動器 5 的輸出進行測量，藉此來對加速度進行測定，於上述加速度測量裝置中，於擺構件 2 處設置可動電極 33(35)，將以與該可動電極 33(35)相對向的方式而設置的固定電極 36(38)、振盪電路 41、石英振盪器 4 及可動電極 33(35)予以電性串聯連接，從而形成迴路。此時，藉由對振盪電路 41 的振盪頻率進行測量，對可動電極 33(35)與固定電極 36(38)之間所形成的可變電容 $Cv1(Cv2)$ 的大小的變化進行檢測，藉此，對擺構件 2 的位移進行檢測。



Cv1 第1可變電容
 Cv2 第2可變電容
 1 容器
 2 擺構件
 4 晶體振盪器
 41 振盪電路
 42 切換部
 5 致動器
 6 擺位置檢測部
 61 調整部
 62 資料處理部

1：容器
 2：擺構件
 3：容器
 4：石英振盪器
 5：致動器
 6：擺位置檢測部
 30：導電路徑
 33：可動電極
 35：可動電極
 36：固定電極
 37：導電路徑
 38：固定電極
 39：導電路徑
 41：振盪電路
 42：切換部
 51：線圈部
 52：磁電路
 61：調整部
 62：資料處理部
 Cv1：第1可變電容
 Cv2：第2可變電容



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201250253 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：101120213

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 06 日

(51)Int. Cl. : **G01P15/125 (2006.01)**

(30)優先權：2011/06/07 日本

2011-127644

(71)申請人：日本電波工業股份有限公司 (日本) NIHON DEMPA KOGYO CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：小山光明 KOYAMA, MITSUAKI (JP)；武藤猛 MUTOH, TAKERU (JP)；岩井宏
樹 IWAI, HIROKI (JP)；市川了一 ICHIKAWA, RYOICHI (JP)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：4 項 圖式數：8 共 33 頁

(54)名稱

加速度測量裝置

APPARATUS FOR MEASURING ACCELERATION

(57)摘要

本發明提供一種加速度測量裝置，可高精度且容易地對加速度進行檢測。加速度測量裝置是對以能夠搖動的方式而設置的擺構件 2 的位移進行檢測，使用致動器 5，以保持擺構件 2 的靜止狀態的方式來進行反饋控制，對此時的致動器 5 的輸出進行測量，藉此來對加速度進行測定，於上述加速度測量裝置中，於擺構件 2 處設置可動電極 33(35)，將以與該可動電極 33(35)相對向的方式而設置的固定電極 36(38)、振盪電路 41、石英振盪器 4 及可動電極 33(35)予以電性串聯連接，從而形成迴路。此時，藉由對振盪電路 41 的振盪頻率進行測量，對可動電極 33(35)與固定電極 36(38)之間所形成的可變電容 $Cv1(Cv2)$ 的大小的變化進行檢測，藉此，對擺構件 2 的位移進行檢測。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於如下的技術，該技術使用壓電板例如石英板，基於振盪頻率來對加速度進行檢測。

【先前技術】

為了對地震等進行測量，微弱且低頻的加速度的檢測成為重要的課題，要求每當進行此種測定時，構造儘可能簡單，且高精度地進行測定。作為對上述微弱且低頻的加速度進行檢測的感測器（sensor），伺服（servo）式的加速度測量裝置經常被使用。

一般而言，伺服式加速度測量裝置包含：擺（pendulum）、擺位置檢測器、使力作用於擺的致動器（actuator）、以及調整部，該調整部基於擺位置檢測器的檢測結果來對致動器進行控制。擺包含錘與彈簧，彈簧的一端固定於加速度測量裝置的容器，若加速度施加至加速度測量裝置，則由於慣性力的作用，錘的位置會相對於容器而發生移動。擺的共振頻率被設定得非常低，即便加速度極小，擺亦會大幅度地移動。擺相對於容器的位移與如下的加速度成比例，該加速度是在比擺的共振頻率更低的頻率範圍中所施加的加速度。擺位置檢測器是對擺相對於容器的位移進行檢測的感測器。致動器包含設置於擺的線圈（coil）與設置於容器的磁電路，且可藉由如下的電磁力來使擺的產生位移，上述電磁力是使電流流入至線圈而產生的電磁力。調整部用以基於擺位置檢測器所獲得的擺

的位移資料 (data)，使電流流入至致動器的線圈。

若外力所產生的加速度施加至上述加速度測量裝置，則擺的位置會因慣性力而發生移動。此時，可使電流自調整部流入至致動器，使大小與慣性力相同且方向與慣性力相反的電磁力作用於擺，藉此，將擺保持於靜止狀態。因此，藉由擺位置檢測器來對擺的位移進行檢測，且以使該位移為零 (zero) 的方式來使致動器進行動作，藉此，對擺的位移進行反饋 (feedback) 控制，對此時的致動器的輸出進行測量，例如對流入至線圈的電流值進行測量，藉此，可對外力的加速度進行測定。上述伺服式加速度測量裝置具有如下的特徵，即，精度高，解析度高，且可測定的頻率為 0~400 Hz 左右。

作為伺服式加速度測量裝置的伺服機構中的擺的位置檢測方法，主要使用光學式與電容器 (condenser) 方式。其中，光學式擺位置檢測器使用雷射二極體 (laser diode)、雙元件的分割型光電二極體 (photodiode)、以及透鏡 (lens)，該光學式擺位置檢測器的檢測方法是採用一種差動法。然而，上述光學式擺位置檢測器存在如下的問題，即，構造複雜，且光電二極體的壽命短。電容器方式的擺位置檢測器為如下的構造，即，以根據擺的位移而發生變化的方式來形成靜電容量，該電容器方式的擺位置檢測器對上述靜電容量的變化進行檢測，藉此來對擺位置進行檢測，但無法排除雜訊 (noise) 的影響。因此，難以高精度地對加速度進行檢測。

於專利文獻 1 中揭示有如下的加速度感測器，該加速度感測器是將恆定電流通入至可動電極，對與該可動電極相對向的固定電極中所產生的感應電流的脈衝數進行偵測，從而對加速度進行檢測，但上述加速度感測器與本發明不同。於專利文獻 2 中，揭示有靜電容量變化檢測型的加速度感測器，於可動式的中心板（center plate）與設置於該中心板兩側的固定板之間形成 2 個可變電容，將逆相的脈衝的電壓分別施加至上述 2 個固定板。產生加速度，中心板的位置發生移動，藉此，兩個可變電容發生變化，對此時自兩個固定板施加至中心板的電壓的脈衝的相位偏移進行檢測，從而對加速度進行檢測。然而，上述靜電容量變化檢測型的加速度感測器與本發明不同。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1]日本專利特開平 7-167885 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開 2004-198310 號公報

【發明內容】

本發明是於如上所述的背景下形成的發明，本發明的目的在於提供如下的加速度測量裝置，該加速度測量裝置可高精度且容易地檢測出加速度。

本發明的加速度測量裝置對因慣性力而搖動的擺構件的自基準位置算起的位移量進行檢測，基於該檢測結果，以使上述擺構件靜止於基準位置的方式，藉由操作部來將外力施加至上述擺構件，基於此時的上列外力的大小，對

作用於上述擺構件的加速度進行評價，上述加速度測量裝置的特徵在於包括：

壓電板；

一激振電極及另一激振電極，為了使上述壓電板振動而分別設置於上述壓電板的一面側及另一面側；

振盪電路，電性連接於上述一激振電極；

可變電容形成用的可動電極，設置於上述擺構件，且電性連接於上述另一激振電極；

固定電極，與上述擺構件相隔，且設置為與上述可動電極相對向，並且連接於上述振盪電路，由於上述擺構件的搖動，與上述可動電極之間的電容發生變化，藉此來形成可變電容；以及

頻率資訊檢測部，用以對與上述振盪電路的振盪頻率相對應的頻率資訊即信號進行檢測，且

形成有振盪迴路（loop），該振盪迴路自上述振盪電路經由上述一激振電極、上述另一激振電極、上述可動電極及上述固定電極而返回至上述振盪電路，

上述頻率資訊檢測部所檢測出的頻率資訊用以對上述擺構件的位置的位移量進行評價。

又，本發明的加速度測量裝置中：

以隔著上述擺構件而與上述慣性力的作用方向相對向的方式，設置有第 1 可動電極及第 2 可動電極作為上述可動電極，

以分別與第 1 可動電極及第 2 可動電極相對向的方

式，與上述擺構件相隔地設置有第 1 固定電極及第 2 固定電極作為上述固定電極，

以能夠於上述第 1 可動電極及第 1 固定電極之間的第 1 可變電容、與上述第 2 可動電極及第 2 固定電極之間的第 2 可變電容之間，對上述振盪電路的電性連接端進行切換的方式，設置有切換部，

上述頻率資訊檢測部用以求出與如下的差分相對應的資訊，上述差分是利用上述切換部時間分割而成的與上述第 1 可變電容相對應的振盪頻率及與上述第 2 可變電容相對應的振盪頻率的差分。

上述擺構件的一端側亦可利用支持部而受到懸臂支持。又，上述擺構件亦可為上述壓電板，或於一部分包含上述壓電板。

[發明的效果]

本發明是當擺構件因加速度而搖動且自基準位置起移動時，經由擺構件側的可動電極及與該可動電極相對向的固定電極之間的電容變化，將上述擺構件的位移量作為壓電板的振盪頻率的變化而予以捕獲。因此，可高精度且容易地對加速度進行檢測。而且，將可變電容形成於擺的擺動方向的兩側，藉此，當對振盪頻率的變化進行測量時，可應用差動法，因此，可抑制雜訊或溫度特性的影響，從而可更高精度地對加速度進行檢測。

【實施方式】

對本發明的實施形態的伺服式加速度測量裝置進行說

明。本實施形態的伺服式加速度測量裝置主要包含：作為位置控制的對象的擺構件、擺位置檢測部、調整部、使力作用於擺的致動器、以及資料處理部等，上述擺位置檢測部基於振盪頻率的變化來對擺的位移進行檢測，且將該位移資料的電氣信號予以輸出，上述調整部基於自擺位置檢測部接收的位移資料，以使擺保持靜止狀態的方式而對致動器的輸出進行控制，上述資料處理部例如根據致動器的驅動電力量來對慣性力的加速度進行計算。圖 1 是表示本實施形態的伺服式加速度測量裝置的圖，圖 1 中，1 是長方體形狀的密閉型的例如包含石英的容器，於該容器的內部封入有惰性氣體例如氮氣。再者，容器 1 不一定限定於密閉型的容器。上述容器 1 固定於絕緣基板 13。

於容器 1 內，板狀的擺構件 2 的一端側的一面側及另一面側藉由導電性黏接劑 10、11、12，固定於相當於支持部的容器 1 的內側壁的上方部位。亦即，擺構件 2 是以使支持部位處於上方且豎立於鉛垂方向的狀態，懸臂支持於容器 1 內的上部。擺構件 2 可沿著其長度方向(鉛垂方向)，自上方的部分起劃分為被支持部 21、撓曲部 22、以及錘部 23 該 3 個部分，首先，上述被支持部 21 藉由導電性黏接劑 10、11、12 而固定於容器 1，上述撓曲部 22 的厚度形成得比上述被支持部 21 的厚度更薄，當慣性力作用於擺構件 2 時，上述撓曲部 22 會撓曲，而且，上述錘部 23 使厚度比撓曲部 22 的厚度更厚而確保質量，使起作用的慣性力更大，從而用以容易地對擺構件 2 的位移進行檢測。擺構

件 2 是以被支持部 21 為支點而在圖 1 中的左右方向(X 方向)上擺動。對於錘部 23 而言，使後述的第 1 可動電極 33 及第 2 可動電極 35 的厚度增大，藉此，亦可兼作為錘。

如圖 2(a) 所示，於擺構件 2 的一面側的被支持部 21 的表面形成有引出電極 31。該引出電極 31 經由一面側的表面上所形成的導電路徑 32，與第 1 可動電極 33 電性連接，該第 1 可動電極 33 設置於擺構件 2 的錘部 23 的一面側的表面。而且，上述第 1 可動電極 33 經由導電路徑 34 而與第 2 可動電極 35 電性連接，上述導電路徑 34 是以自錘部 23 的一面側朝另一面側，通過擺構件 2 的另一端而折返的方式所形成，上述第 2 可動電極 35 設置於錘部 23 的另一面側的表面。本實施形態中的導電路徑及各種電極例如包含濺鍍形成的金屬薄膜。

如圖 2(b) 所示，於擺構件 2 的另一面側的被支持部 21，在左右方向(Y 方向)的兩端部分別形成有例如包含金屬薄膜的引出電極 54、56。該引出電極 54、56 分別經由導電路徑 53、55，分別電性連接於擺構件 2 的另一面側的撓曲部 22 的表面所設置的線圈部 51 內的線圈的兩端。

於容器 1 的內壁，以與第 1 可動電極 33 及第 2 可動電極 35 分別相對向的方式，形成有第 1 固定電極 36 及第 2 固定電極 38。第 1 可動電極 33 與第 1 固定電極 36 之間的時間隙形成第 1 可變電容 $Cv1$ ，第 2 可動電極 35 與第 2 固定電極 38 之間的時間隙形成第 2 可變電容 $Cv2$ 。

於容器 1 的內壁，以與線圈部 51 相對向的方式，設置

有例如包括永久磁鐵(permanent magnet)等的磁電路 52。以如下的方式來對線圈部 51 的線圈進行設定，即，使對線圈通電時所產生的磁通量的方向朝向上述磁電路 52，可藉由對通電的電流的方向或大小進行調整來對擺構件 2 的位置(擺動位置)進行調整。利用線圈部 51 與磁電路 52 來構成致動器 5。

圖 3 表示加速度感測器的配線的連接狀態，圖 4 表示等效電路。圖 4 中，L1 是與石英振盪器(quartz crystal oscillator)的質量相對應的串聯電感(inductance)，C1 是串聯電容，R1 是串聯電阻，C0 是包含電極之間的電容的有效並聯電容，Cosc 是振盪電路 14 的負載電容。如圖 1 及圖 3 所示，與可動電極 33、35 連接的引出電極 31 是經由導電路徑 30 而電性連接於石英振盪器 4，上述導電路徑 30 通過導電性黏接劑 10、容器 1 及絕緣基板 13。而且，上述石英振盪器 4 電性連接於振盪電路 41 的一端。另一方面，固定電極 36、38 分別經由導電路徑 37、39 而連接於切換部 42 的切換接點側。該切換部 42 的固定接點側電性連接於振盪電路 41 的另一端，可於固定電極 37、39 之間，交替地切換連接振盪電路 41。石英振盪器 4、振盪電路 41 及切換部 42 收納在固定於絕緣基板 13 的容器 3 內。例如以 10 Hz 的週期(連接時間為 100 ms)自動地進行上述切換部 42 的切換，藉此，經由第 1 可變電容 Cv1 的迴路所獲得的振盪頻率 FLx1 與經由第 2 可變電容 Cv2 的迴路所獲得的振盪頻率 FLx2，會時間分割地被擺位置檢測部 6

獲取。

此處，根據 JIS C 6701「石英振盪器通則」，以如下的
(1) 式的方式來表示石英振盪電路的通式。

$$FL = Fr \times (1 + x)$$

$$x = (C1/2) \times 1 / (C0 + CL) \dots\dots (1)$$

FL 是負載施加至石英振盪器時的振盪頻率，Fr 是石英振盪器本身的共振頻率。

於本實施形態中，如圖 3 及圖 4 所示，負載電容 CL 是將 Cosc 與可變電容 Cv 予以串聯連接所得的合成電容。因此，將 (2) 式所表示的 y 代入，以代替 (1) 式中的 CL。

$$y = 1 / (1/Cv + 1/Cosc) \dots\dots (2)$$

因此，若可變電容 Cv 因擺構件 2 的位置發生變化而自 Cv0 變為 Cvx，則頻率的變化 dFL 由 (3) 式來表示。

$$dFL = FL0 - FLx = A \times Cosc^2 \times (Cvx - Cv0) / (B \times C) \dots (3)$$

此處，

$$A = C1 \times Fr / 2$$

$$B=C_0 \times C_{osc} + (C_0 + C_{osc}) \times C_{v0}$$

$$C=C_0 \times C_{osc} + (C_0 + C_{osc}) \times C_{vx}。$$

又，若將加速度未施加至擺構件 2 時的處於所謂的基準狀態（靜止狀態）時的可動電極及固定電極之間的相隔距離設為 d_0 ，將加速度施加至擺構件 2 時的上述相隔距離設為 dx ，則（4）式成立。

$$C_{v0}=S \times \epsilon / d_0$$

$$C_{vx}=S \times \epsilon / dx \dots\dots (4)$$

其中， S 是可動電極及固定電極的相對向的區域的面積， ϵ 是相對電容率（relative permittivity）。

由於 d_0 已知，因此，可知 d_{FL} 與 dx （亦即，擺構件 2 的位移 $\Delta d = d_0 - dx$ ）為對應關係。

於擺位置檢測部 6 中，針對與第 1 可變電容及第 2 可變電容夫分別對應的振盪頻率 FL_{x1} 、 FL_{x2} ，分別對與擺構件 2 處於靜止位置時的振盪頻率（以下，稱為基準頻率） FL_{01} 、 FL_{02} 之間的差分 ΔF_1 （ $=FL_{01} - FL_{x1}$ ）、 ΔF_2 （ $=FL_{02} - FL_{x2}$ ）進行計算，進而對頻率變化率 $\Delta F_1 / FL_{01}$ 、 $\Delta F_2 / FL_{02}$ 進行計算，上述頻率變化率 $\Delta F_1 / FL_{01}$ 、 $\Delta F_2 / FL_{02}$

是分別將上述差分 $\Delta F1$ 、 $\Delta F2$ 除以與上述差分 $\Delta F1$ 、 $\Delta F2$ 相對應的基準頻率所得的值。接著，對上述頻率變化率 $\Delta F1/FL01$ 、 $\Delta F2/FL02$ 的差分 ΔF 進行計算。可根據上述變化率差分 ΔF 來計算出擺構件 2 的位移 Δd 。此處所謂的位移 Δd ，是指當將擺構件 2 處於靜止位置的第 1 可動電極與第 1 固定電極的相隔間隔（第 1 相隔間隔 $dx1$ ）設為 $d01$ ，且將第 2 可動電極與第 2 固定電極的相隔間隔（第 2 相隔間隔 $dx2$ ）設為 $d02$ 時的 $\Delta d=d01-dx1=dx2-d02$ 。

圖 5 是表示擺構件 2 的位移 Δd 與振盪頻率的差分 $\Delta F1$ （ $\Delta F2$ ）的關係的實驗資料。如此，由於位移 Δd 與振盪頻率的差分 $\Delta F1$ （ $\Delta F2$ ）為一對一的對應關係，因此，可藉由對振盪頻率差分 $\Delta F1$ （ $\Delta F2$ ）進行測定來計算出位移 Δd 。又，求出振盪頻率差分 $\Delta F1$ 、 $\Delta F2$ 的變化率差分 ΔF ，根據該變化率差分 ΔF 來對位移 Δd 進行計算，藉此，可抑制由雜訊或溫度特性所產生的不良影響。如此，與擺位置檢測部 6 所計算出的位移 Δd 相當的信號被發送至調整部 61。

調整部 61 基於接收的位移 Δd 的大小，例如藉由閘流體（thyristor）相位控制來對流入至致動器 5 的線圈部 51 的線圈的電流的大小與方向進行調整，藉此，以使位移 Δd 為零的方式來使致動器 5 進行動作，從而以使擺構件 2 在基準位置維持靜止狀態的方式來進行控制。又，調整部 61 將與電磁力的大小相當的信號發送至資料處理部 62，例如將線圈部 51 的線圈的電流值等發送至資料處理部 62，上述電磁力是因致動器 5 而作用於擺構件 2 的電磁力。

上述資料處理部 62 例如包含個人電腦 (personal computer)，且具有如下的功能，即，基於與調整部 61 所獲得的致動器 5 的電磁力的大小相關的資訊，例如基於流入至線圈部 51 的線圈的電流值，且參照事先已記憶於記憶體 (memory) 的資料表 (data table) 來求出慣性力的加速度，上述資料表是使線圈部 51 的線圈的電流值與作用於擺構件 2 的加速度相對應的資料表。只要可維持擺構件 2 的靜止狀態，則作為檢測對象的慣性力、與因致動器 5 而作用於擺構件 2 的電磁力的大小保持平衡，因此，可根據線圈部 51 的線圈的電流值來計算出慣性力的加速度。

接著，對本實施形態的作用進行說明。首先，以使容器 1 達到預定的姿勢的方式，將上述加速度測量裝置固定於振動檢測對象物。若該振動檢測對象物發生振動，且產生上述加速度測量裝置的振動測量方向的振動成分，則慣性力會作用於擺構件 2 的錘部 23。接著，根據該慣性力的大小，擺構件 2 的撓曲部 22 撓曲，因此，一方的相隔間隔例如第 1 相隔間隔會稍微變窄，相反地，另一方的相隔間隔例如第 2 相隔間隔會稍微擴大。因此，第 1 可變電容變大，第 2 可變電容變小。藉此，與第 1 可變電容及第 2 可變電容分別對應的振盪頻率發生變化。利用擺位置檢測部 6 來對此時的振盪頻率與基準頻率的差分 $\Delta F1$ 、 $\Delta F2$ 進行檢測，根據上述差分 $\Delta F1$ 、 $\Delta F2$ 來對擺構件 2 的位移進行計算。該計算出的位移的資料隨時被發送至調整部 61，調整部 61 基於上述位移資料，例如藉由閘流體相位控制來對流

入至致動器 5 的線圈部 51 的線圈的電流的大小與方向進行調整，藉此，以使位移為零的方式來進行控制。藉此，實際上可視為擺構件 2 在基準位置維持靜止狀態，於該例子中，可視為擺構件 2 以垂直姿勢維持靜止狀態。而且，例如藉由常時對線圈部 51 的線圈的電流值進行監視，而可測量出檢測對象的振動的加速度。準備 3 台上述加速度感測器，以使各個加速度感測器的擺的振動方向完全不同，且使 3 台加速度感測器的擺的振動方向不在同一平面上的方式，對 3 台上述加速度感測器進行設置，藉此，可對三維振動進行測定。

根據上述實施形態，由於加速度測量裝置發生振動，由該振動所產生的慣性力會作用於懸臂支持在上述容器 1 的內部的擺構件 2，因此，擺構件 2 撓曲。結果，擺構件 2 自基準位置起移動，擺構件 2 的前端側所形成的可動電極 33 (35) 及與該可動電極 33 (35) 相對向的固定電極 36、38 的相隔距離改變，因此，可變電容 $Cv1$ ($Cv2$) 的電容發生變化。因此，該電容變化作為振盪頻率的變化 $\Delta F1$ ($\Delta F2$) 而表現出。因此，擺構件 2 的極小的位移 Δd 亦可作為振盪頻率的變化 $\Delta F1$ ($\Delta F2$) 而檢視出，故而可高精度地對擺構件 2 的位移 Δd 進行測定，而且裝置構成簡單。

又，相對於一個擺構件 2 而形成有 2 個可變電容 $Cv1$ 、 $Cv2$ ，且配置於相同的溫度環境中，因此，即便與可變電容 $Cv1$ 、 $Cv2$ 相對應的各個頻率因溫度而發生變化，該變化量亦會抵銷，結果，可僅檢測出基於擺構件 2 的位移 Δd

的頻率變化率的變化量，因此，具有檢測精度高的效果。

接著，使用圖 6、圖 7 (a)、及圖 7 (b) 來對本發明的其他實施形態進行說明。該實施形態與上述實施形態的不同點在於：上述實施形態中的擺構件 2 的被支持部 21 兼作為石英振盪器 4。首先，對本實施形態的加速度測量裝置的構造進行說明。當構造與上述實施形態相同時，附上與上述實施形態相同的符號，且將說明予以省略。本實施形態的擺構件 2a 包含石英。於上述被支持部 21a 的一面側及另一面側分別形成有激振電極 24a、25a。一面側的激振電極 24a 經由導電路徑 32 而電性連接於可動電極 33。另一面側的激振電極 25a 經由導電路徑 26a、用以將擺構件 2a 固定於容器 1 的導電性黏接劑 10a 及未圖示的導電路徑，連接於振盪電路 41 的一端。

根據該實施形態，除了上述實施形態的效果之外，由於無需在與擺構件 2 不同的位置設置石英振盪器 4 的設置空間，因此，有助於加速度測量裝置的小型化。

於本實施形態中，整個擺構件 2 包含石英，但被支持部 21a 中的被激振電極 24a、25a 包夾的部分為石英即可。

圖 8 中表示與其他實施形態相關的擺構件 2b。於該實施形態中，擺構件 2 的形狀並非如上述實施形態般為板狀，而是為棒狀的擺構件 2，該棒狀的擺構件 2 的水平面的剖面為正方形，撓曲部 22 能夠在水平方向的任何方向上撓曲。而且，於錘部 23 的 4 個側面分別形成有可動電極 33b、35b、70b、71b。隔著錘部 23 而相對向的 2 組可動電

極（33b 與 35b 的組及 70b 與 71b 的組）分別是與未圖示的固定電極相對向地形成於擺構件 2b 的錘部 23b 的表面。亦即，第 1 可變電容 Cv1 及第 2 可變電容 Cv2 的組是與 2 組水平方向正交地設置。藉由設為此種構成，可對水平方向上的所有方向的振動的加速度進行檢測。於圖 8 中，為了使圖易於觀察，將導電路徑及端子予以省略。於該實施形態中，第 1 可變電容 Cv1 及第 2 可變電容 Cv2 的組是與 2 組水平方向正交地設置，但即便不正交，2 組只要不平行地設置即可。

於上述實施形態中，藉由電磁力來維持擺構件 2 的靜止狀態，但例如亦可使靜電力等其他力起作用，從而維持靜止狀態。又，於上述實施形態中，擺構件 2 為懸臂支持的板狀構件或棒狀構件，但本發明不限於此，例如亦可利用彈性構件，以能夠搖動的方式來對擺構件的兩側進行支持。

【圖式簡單說明】

圖 1 是模式性地表示本發明的實施形態的加速度測量裝置的要部的縱斷側面圖。

圖 2 (a)、圖 2 (b) 是表示上述加速度測量裝置中所使用的擺構件的一面及另一面的平面圖。

圖 3 是表示上述加速度測量裝置的電路構成的區塊圖。

圖 4 是表示上述加速度測量裝置中的擺位置檢測器的等效電路的電路圖。

圖 5 是表示使用上述加速度測量裝置而取得的擺構件的位移與振盪頻率的差分的關係的特性圖。

圖 6 是表示本發明的其他實施形態的縱斷側面圖。

圖 7 (a)、圖 7 (b) 是表示圖 6 所示的加速度測量裝置中所使用的擺構件的一面及另一面的平面圖。

圖 8 是表示本發明的其他實施形態的擺構件的立體圖。

【主要元件符號說明】

1、3：容器

2、2b：擺構件

4：石英振盪器

5：致動器

6：擺位置檢測部

10、10a、11、12：導電性黏接劑

13：絕緣基板

21、21a：被支持部

22：撓曲部

23、23b：錘部

24a、25a：激振電極

26a、30、32、34、37、39、53、55：導電路徑

31、54、56：引出電極

33、33b、35、35b、70b、71b：可動電極

36、38：固定電極

41：振盪電路

42：切換部

51：線圈部

52：磁電路

61：調整部

62：資料處理部

C0：有效並聯電容

C1：串聯電容

Cosc：負載電容

Cv1：第 1 可變電容

Cv2：第 2 可變電容

L1：串聯電感

R1：串聯電阻

X、Y：方向

Δd ：位移

$\Delta F1$ 、 $\Delta F2$ ：差分

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：(01120213)

※ 申請日期：101.6.6. ※IPC 分類：G01P 15/125 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

加速度測量裝置

APPARATUS FOR MEASURING ACCELERATION

二、中文發明摘要：

本發明提供一種加速度測量裝置，可高精度且容易地對加速度進行檢測。加速度測量裝置是對以能夠搖動的方式而設置的擺構件 2 的位移進行檢測，使用致動器 5，以保持擺構件 2 的靜止狀態的方式來進行反饋控制，對此時致動器 5 的輸出進行測量，藉此來對加速度進行測定，於上述加速度測量裝置中，於擺構件 2 處設置可動電極 33 (35)，將以與該可動電極 33 (35) 相對向的方式而設置的固定電極 36 (38)、振盪電路 41、石英振盪器 4 及可動電極 33 (35) 予以電性串聯連接，從而形成迴路。此時，藉由對振盪電路 41 的振盪頻率進行測量，對可動電極 33 (35) 與固定電極 36 (38) 之間所形成的可變電容 $Cv1$ ($Cv2$) 的大小的變化進行檢測，藉此，對擺構件 2 的位移進行檢測。

三、英文發明摘要：

An apparatus for measuring acceleration is provided, which can easily measure acceleration with high precision. The apparatus for measuring acceleration measures displacements of a pendulum element 2 disposed by oscillation. An actuator 5 is used for feedback control by keeping a stationary state of the pendulum element 2, and then acceleration is measured by counting outputs of the actuator 5. In the apparatus for measuring acceleration, movable electrodes 33 (35) are disposed on the pendulum element 2 to electrically series-connect fixed electrodes 36 (38) disposed opposite to the movable electrodes 33 (35), an oscillating circuit 41, a quartz crystal oscillator 4 and the movable electrodes 33 (35) so as to form a loop. By now, displacements of the pendulum element 2 is measured by measuring an oscillation frequency of the oscillating circuit 41 and changes in a magnitude of variable capacitors Cv1 (Cv2) formed between the movable electrodes 33 (35) and the fixed electrodes 36 (38).

七、申請專利範圍：

1. 一種加速度測量裝置，對因慣性力而搖動的擺構件的自基準位置算起的位移量進行檢測，基於該檢測結果，以使上述擺構件靜止於基準位置的方式，藉由操作部來將外力施加至上述擺構件，基於此時的上述外力的大小，對作用於上述擺構件的加速度進行評價，上述加速度測量裝置的特徵在於包括：

壓電板；

一激振電極及另一激振電極，為了使上述壓電板振動而分別設置於上述壓電板的一面側及另一面側；

振盪電路，電性連接於上述一激振電極；

可變電容形成用的可動電極，設置於上述擺構件，且電性連接於上述另一激振電極；

固定電極，與上述擺構件相隔，且設置成與上述可動電極相對向，並且連接於上述振盪電路，由於上述擺構件的搖動，與上述可動電極之間的電容發生變化，藉此來形成可變電容；以及

頻率資訊檢測部，用以對與上述振盪電路的振盪頻率相對應的頻率資訊即信號進行檢測，且

形成有振盪迴路，該振盪迴路自上述振盪電路經由上述一激振電極、上述另一激振電極、上述可動電極及上述固定電極而返回至上述振盪電路，

上述頻率資訊檢測部所檢測出的頻率資訊用以對上述擺構件的位置的位移量進行評價。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之加速度測量裝置，其中

以隔著上述擺構件而與上述慣性力的作用方向相對向的方式，設置有第 1 可動電極及第 2 可動電極作為上述可動電極，

以分別與第 1 可動電極及第 2 可動電極相對向的方式，與上述擺構件相隔地設置有第 1 固定電極及第 2 固定電極作為上述固定電極，

以能夠於上述第 1 可動電極及第 1 固定電極之間的第 1 可變電容、與上述第 2 可動電極及第 2 固定電極之間的第 2 可變電容之間，對上述振盪電路的電性連接端進行切換的方式，設置有切換部，

上述頻率資訊檢測部用以求出與如下的差分相對應的資訊，上述差分是利用上述切換部時間分割而成的與上述第 1 可變電容相對應的振盪頻率及與上述第 2 可變電容相對應的振盪頻率的差分。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之加速度測量裝置，其中

上述擺構件的一端側利用支持部而受到懸臂支持。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之加速度測量裝置，其中

上述擺構件為上述壓電板，或於其一部分包含上述壓電板。

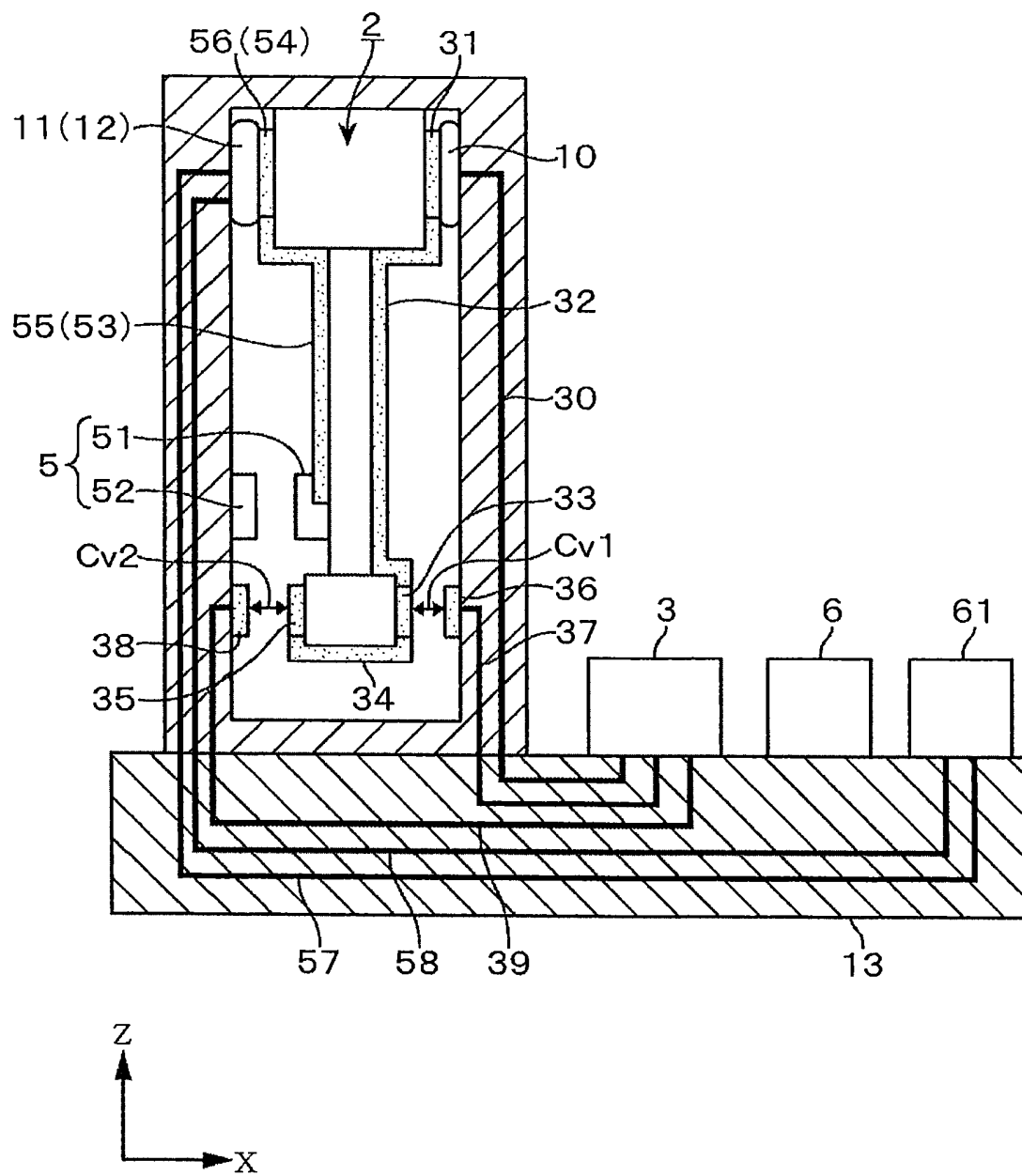


圖 1

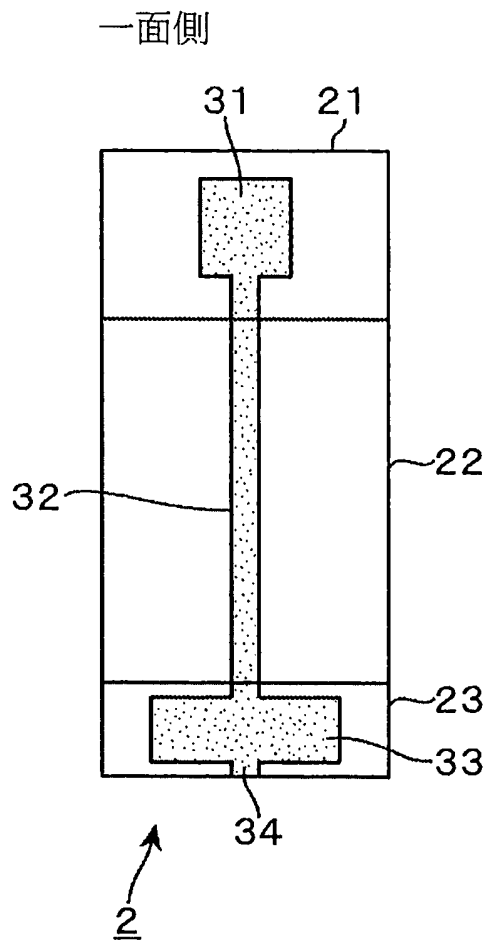


圖 2(a)

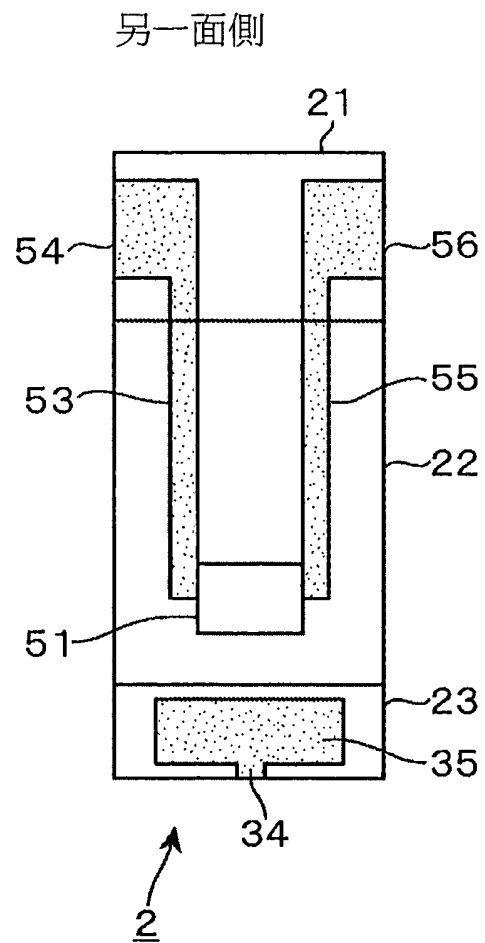
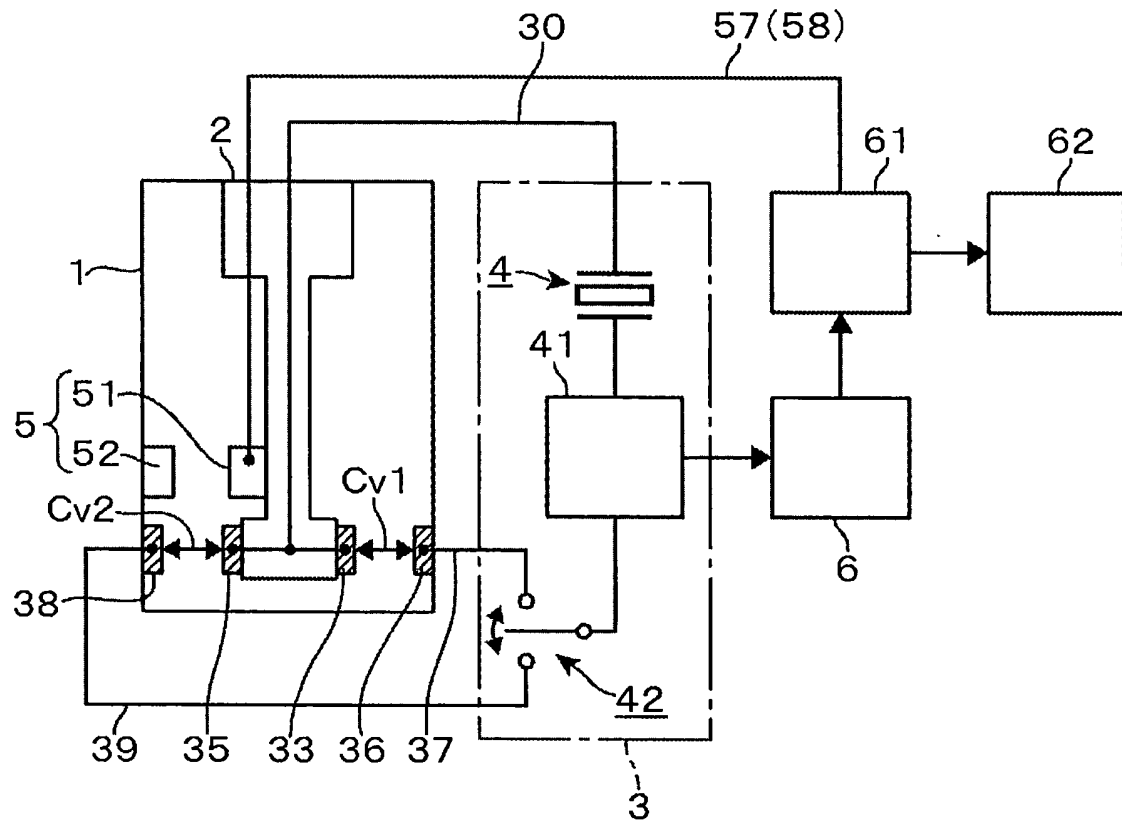


圖 2(b)



- | | | | |
|-----|--------|----|--------|
| Cv1 | 第1可變電容 | 5 | 致動器 |
| Cv2 | 第2可變電容 | 6 | 擺位置檢測部 |
| 1 | 容器 | 61 | 調整部 |
| 2 | 擺構件 | 62 | 資料處理部 |
| 4 | 晶體振盪器 | | |
| 41 | 振盪電路 | | |
| 42 | 切換部 | | |

圖3

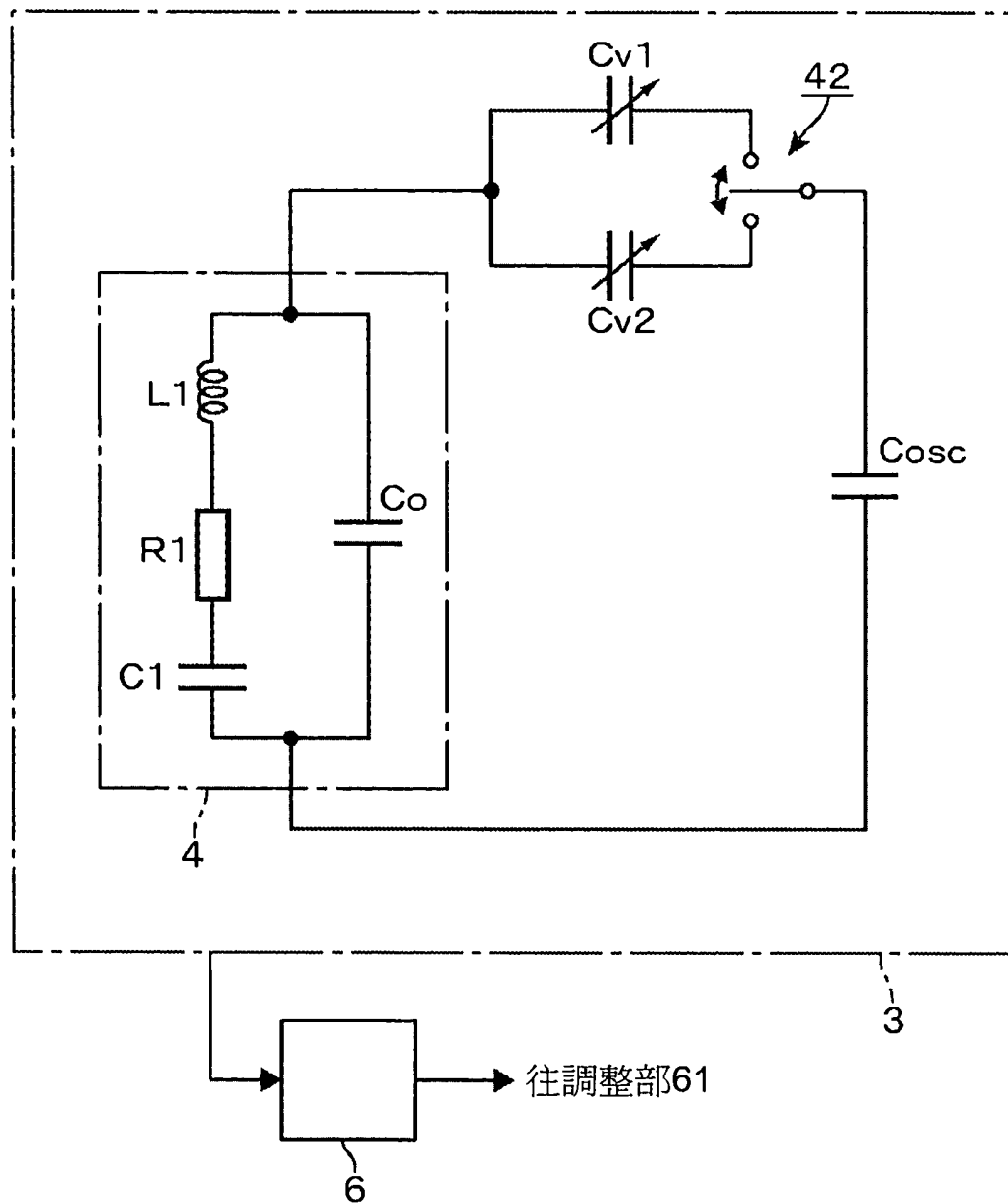


圖 4

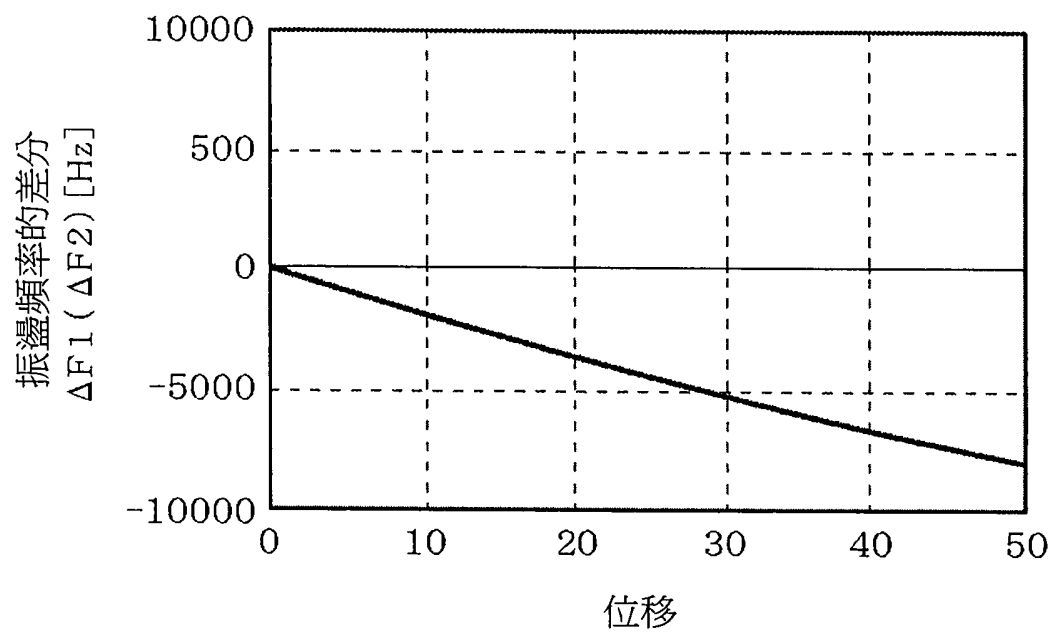


圖5

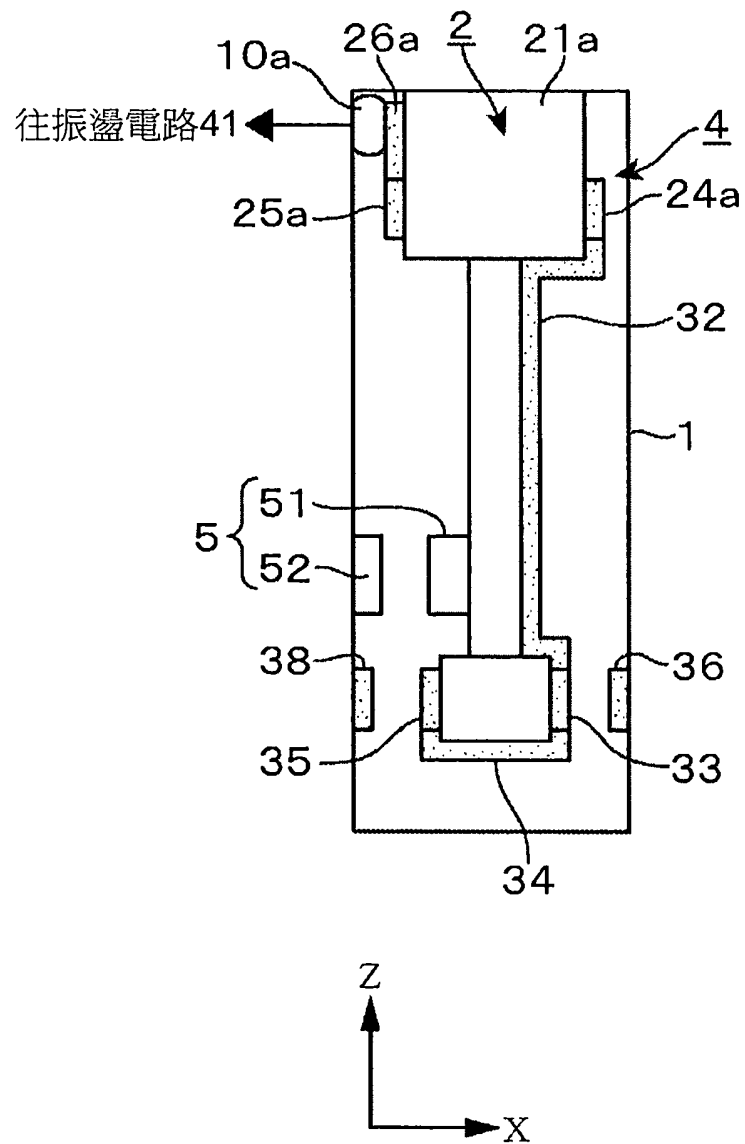


圖 6

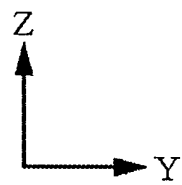
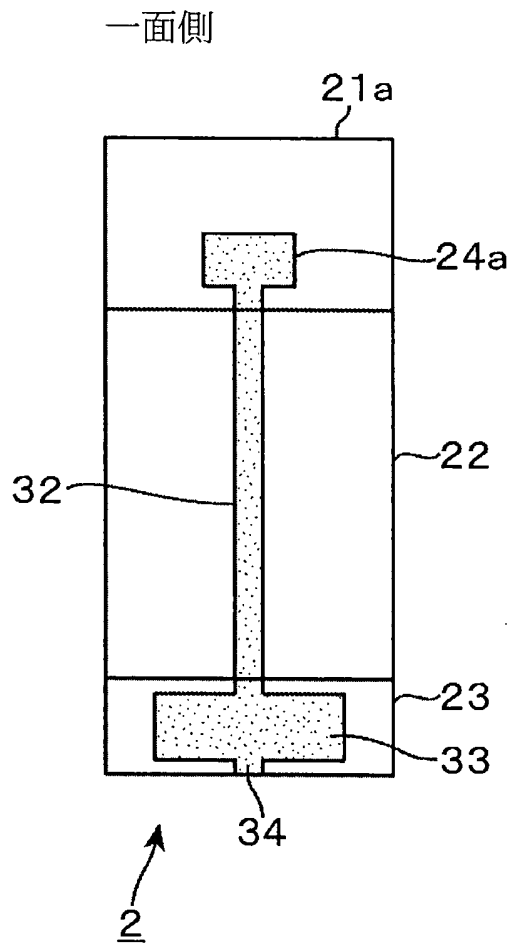


圖7(a)

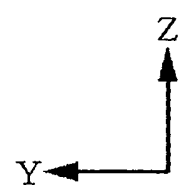
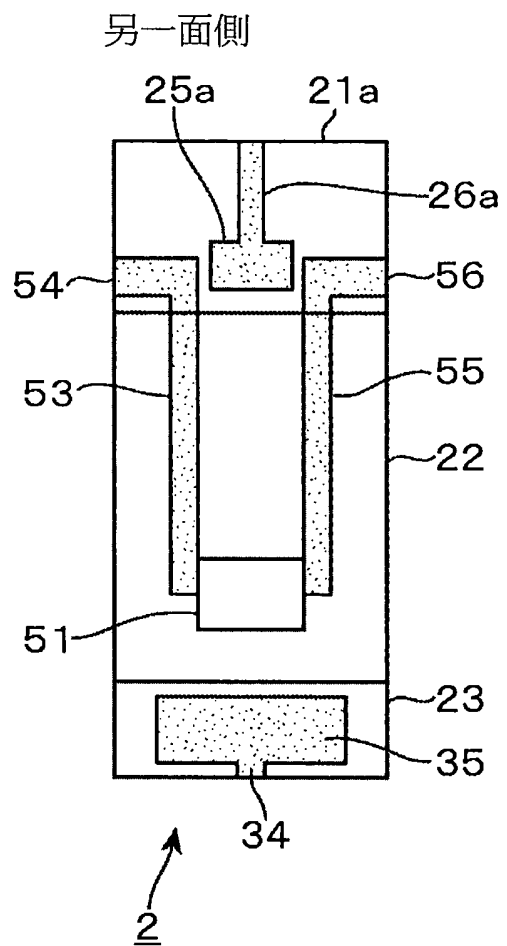


圖7(b)

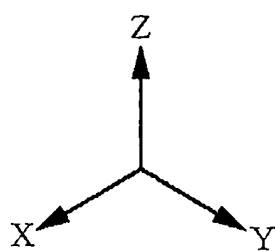
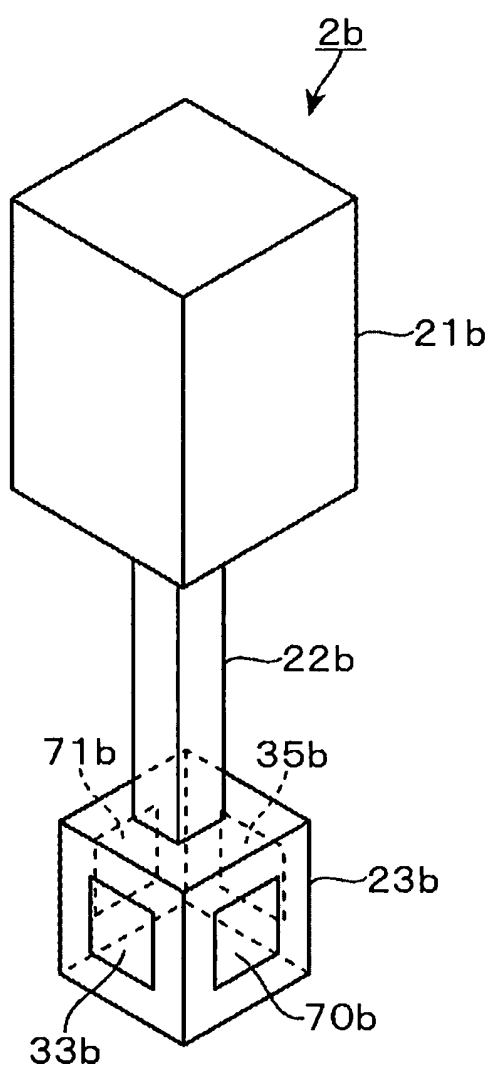


圖 8

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 3。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1、3：容器

2：擺構件

4：石英振盪器

5：致動器

6：擺位置檢測部

30、37、39：導電路徑

33、35：可動電極

36、38：固定電極

41：振盪電路

42：切換部

51：線圈部

52：磁電路

61：調整部

62：資料處理部

Cv1：第 1 可變電容

Cv2：第 2 可變電容

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

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：

※ 申請日期：

※IPC 分類：G01P 15/125 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

加速度測量裝置

APPARATUS FOR MEASURING ACCELERATION

二、中文發明摘要：

本發明提供一種加速度測量裝置，可高精度且容易地檢測加速度。加速度測量裝置是對以能夠搖動的方式而設置的擺構件的位移進行檢測，使用致動器，以保持擺構件的靜止狀態的方式來進行反饋控制，對此時的致動器的輸出進行測量，藉此測定加速度，於加速度測量裝置中，於擺構件處設置可動電極，將以與可動電極相對向的方式而設置的固定電極、振盪電路、石英振盪器及可動電極予以電性串聯連接，從而形成迴路。此時，藉由對振盪電路的振盪頻率進行測量，對可動電極與固定電極之間所形成的可變電容的大小的變化進行檢測，藉此檢測擺構件的位移。

三、英文發明摘要：

An apparatus for measuring acceleration is provided, which can easily measure acceleration with high precision.

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於如下的技術，該技術使用壓電板例如石英板，基於振盪頻率來對加速度進行檢測。

【先前技術】

為了對地震等進行測量，微弱且低頻的加速度的檢測成為重要的課題，要求每當進行此種測定時，構造儘可能簡單，且高精度地進行測定。作為對上述微弱且低頻的加速度進行檢測的感測器（sensor），伺服（servo）式的加速度測量裝置經常被使用。

一般而言，伺服式加速度測量裝置包含：擺（pendulum）、擺位置檢測器、使力作用於擺的致動器（actuator）、以及調整部，該調整部基於擺位置檢測器的檢測結果來對致動器進行控制。擺包含錘與彈簧，彈簧的一端固定於加速度測量裝置的容器，若加速度施加至加速度測量裝置，則由於慣性力的作用，錘的位置會相對於容器而發生移動。擺的共振頻率被設定得非常低，即便加速度極小，擺亦會大幅度地移動。擺相對於容器的位移與如下的加速度成比例，該加速度是在比擺的共振頻率更低的頻率範圍中所施加的加速度。擺位置檢測器是對擺相對於容器的位移進行檢測的感測器。致動器包含設置於擺的線圈（coil）與設置於容器的磁電路，且可藉由如下的電磁力來使擺的產生位移，上述電磁力是使電流流入至線圈而產生的電磁力。調整部用以基於擺位置檢測器所獲得的擺

的位移資料 (data)，使電流流入至致動器的線圈。

若外力所產生的加速度施加至上述加速度測量裝置，則擺的位置會因慣性力而發生移動。此時，可使電流自調整部流入至致動器，使大小與慣性力相同且方向與慣性力相反的電磁力作用於擺，藉此，將擺保持於靜止狀態。因此，藉由擺位置檢測器來對擺的位移進行檢測，且以使該位移為零 (zero) 的方式來使致動器進行動作，藉此，對擺的位移進行反饋 (feedback) 控制，對此時的致動器的輸出進行測量，例如對流入至線圈的電流值進行測量，藉此，可對外力的加速度進行測定。上述伺服式加速度測量裝置具有如下的特徵，即，精度高，解析度高，且可測定的頻率為 0~400 Hz 左右。

作為伺服式加速度測量裝置的伺服機構中的擺的位置檢測方法，主要使用光學式與電容器 (condenser) 方式。其中，光學式擺位置檢測器使用雷射二極體 (laser diode)、雙元件的分割型光電二極體 (photodiode)、以及透鏡 (lens)，該光學式擺位置檢測器的檢測方法是採用一種差動法。然而，上述光學式擺位置檢測器存在如下的問題，即，構造複雜，且光電二極體的壽命短。電容器方式的擺位置檢測器為如下的構造，即，以根據擺的位移而發生變化的方式來形成靜電容量，該電容器方式的擺位置檢測器對上述靜電容量的變化進行檢測，藉此來對擺位置進行檢測，但無法排除雜訊 (noise) 的影響。因此，難以高精度地對加速度進行檢測。

於專利文獻 1 中揭示有如下的加速度感測器，該加速度感測器是將恆定電流通入至可動電極，對與該可動電極相對向的固定電極中所產生的感應電流的脈衝數進行偵測，從而對加速度進行檢測，但上述加速度感測器與本發明不同。於專利文獻 2 中，揭示有靜電容量變化檢測型的加速度感測器，於可動式的中心板（center plate）與設置於該中心板兩側的固定板之間形成 2 個可變電容，將逆相的脈衝的電壓分別施加至上述 2 個固定板。產生加速度，中心板的位置發生移動，藉此，兩個可變電容發生變化，對此時自兩個固定板施加至中心板的電壓的脈衝的相位偏移進行檢測，從而對加速度進行檢測。然而，上述靜電容量變化檢測型的加速度感測器與本發明不同。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1]日本專利特開平 7-167885 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開 2004-198310 號公報

【發明內容】

本發明是於如上所述的背景下形成的發明，本發明的目的在於提供如下的加速度測量裝置，該加速度測量裝置可高精度且容易地檢測出加速度。

本發明的加速度測量裝置對因慣性力而搖動的擺構件的自基準位置算起的位移量進行檢測，基於該檢測結果，以使上述擺構件靜止於基準位置的方式，藉由操作部來將外力施加至上述擺構件，基於此時的上述外力的大小，對

作用於上述擺構件的加速度進行評價，上述加速度測量裝置的特徵在於包括：

壓電板；

一激振電極及另一激振電極，為了使上述壓電板振動而分別設置於上述壓電板的一面側及另一面側；

振盪電路，電性連接於上述一激振電極；

可變電容形成用的可動電極，設置於上述擺構件，且電性連接於上述另一激振電極；

固定電極，與上述擺構件相隔，且設置為與上述可動電極相對向，並且連接於上述振盪電路，由於上述擺構件的搖動，與上述可動電極之間的電容發生變化，藉此來形成可變電容；以及

頻率資訊檢測部，用以對與上述振盪電路的振盪頻率相對應的頻率資訊即信號進行檢測，且

形成有振盪迴路（loop），該振盪迴路自上述振盪電路經由上述一激振電極、上述另一激振電極、上述可動電極及上述固定電極而返回至上述振盪電路，

上述頻率資訊檢測部所檢測出的頻率資訊用以對上述擺構件的位置的位移量進行評價。

又，本發明的加速度測量裝置中：

以隔著上述擺構件而與上述慣性力的作用方向相對向的方式，設置有第 1 可動電極及第 2 可動電極作為上述可動電極，

以分別與第 1 可動電極及第 2 可動電極相對向的方

式，與上述擺構件相隔地設置有第 1 固定電極及第 2 固定電極作為上述固定電極，

以能夠於上述第 1 可動電極及第 1 固定電極之間的第 1 可變電容、與上述第 2 可動電極及第 2 固定電極之間的第 2 可變電容之間，對上述振盪電路的電性連接端進行切換的方式，設置有切換部，

上述頻率資訊檢測部用以求出與如下的差分相對應的資訊，上述差分是利用上述切換部時間分割而成的與上述第 1 可變電容相對應的振盪頻率及與上述第 2 可變電容相對應的振盪頻率的差分。

上述擺構件的一端側亦可利用支持部而受到懸臂支持。又，上述擺構件亦可為上述壓電板，或於一部分包含上述壓電板。

[發明的效果]

本發明是當擺構件因加速度而搖動且自基準位置起移動時，經由擺構件側的可動電極及與該可動電極相對向的固定電極之間的電容變化，將上述擺構件的位移量作為壓電板的振盪頻率的變化而予以捕獲。因此，可高精度且容易地對加速度進行檢測。而且，將可變電容形成於擺的擺動方向的兩側，藉此，當對振盪頻率的變化進行測量時，可應用差動法，因此，可抑制雜訊或溫度特性的影響，從而可更高精度地對加速度進行檢測。

【實施方式】

對本發明的實施形態的伺服式加速度測量裝置進行說

明。本實施形態的伺服式加速度測量裝置主要包含：作為位置控制的對象的擺構件、擺位置檢測部、調整部、使力作用於擺的致動器、以及資料處理部等，上述擺位置檢測部基於振盪頻率的變化來對擺的位移進行檢測，且將該位移資料的電氣信號予以輸出，上述調整部基於自擺位置檢測部接收的位移資料，以使擺保持靜止狀態的方式而對致動器的輸出進行控制，上述資料處理部例如根據致動器的驅動電力量來對慣性力的加速度進行計算。圖 1 是表示本實施形態的伺服式加速度測量裝置的圖，圖 1 中，1 是長方體形狀的密閉型的例如包含石英的容器，於該容器的內部封入有惰性氣體例如氮氣。再者，容器 1 不一定限定於密閉型的容器。上述容器 1 固定於絕緣基板 13。

於容器 1 內，板狀的擺構件 2 的一端側的一面側及另一面側藉由導電性黏接劑 10、11、12，固定於相當於支持部的容器 1 的內側壁的上方部位。亦即，擺構件 2 是以使支持部位處於上方且豎立於鉛垂方向的狀態，懸臂支持於容器 1 內的上部。擺構件 2 可沿著其長度方向(鉛垂方向)，自上方的部分起劃分為被支持部 21、撓曲部 22、以及錘部 23 該 3 個部分，首先，上述被支持部 21 藉由導電性黏接劑 10、11、12 而固定於容器 1，上述撓曲部 22 的厚度形成得比上述被支持部 21 的厚度更薄，當慣性力作用於擺構件 2 時，上述撓曲部 22 會撓曲，而且，上述錘部 23 使厚度比撓曲部 22 的厚度更厚而確保質量，使起作用的慣性力更大，從而用以容易地對擺構件 2 的位移進行檢測。擺構

件 2 是以被支持部 21 為支點而在圖 1 中的左右方向(X 方向)上擺動。對於錘部 23 而言，使後述的第 1 可動電極 33 及第 2 可動電極 35 的厚度增大，藉此，亦可兼作為錘。

如圖 2(a) 所示，於擺構件 2 的一面側的被支持部 21 的表面形成有引出電極 31。該引出電極 31 經由一面側的表面上所形成的導電路徑 32，與第 1 可動電極 33 電性連接，該第 1 可動電極 33 設置於擺構件 2 的錘部 23 的一面側的表面。而且，上述第 1 可動電極 33 經由導電路徑 34 而與第 2 可動電極 35 電性連接，上述導電路徑 34 是以自錘部 23 的一面側朝另一面側，通過擺構件 2 的另一端而折返的方式所形成，上述第 2 可動電極 35 設置於錘部 23 的另一面側的表面。本實施形態中的導電路徑及各種電極例如包含濺鍍形成的金屬薄膜。

如圖 2(b) 所示，於擺構件 2 的另一面側的被支持部 21，在左右方向(Y 方向)的兩端部分別形成有例如包含金屬薄膜的引出電極 54、56。該引出電極 54、56 分別經由導電路徑 53、55，分別電性連接於擺構件 2 的另一面側的撓曲部 22 的表面所設置的線圈部 51 內的線圈的兩端。

於容器 1 的內壁，以與第 1 可動電極 33 及第 2 可動電極 35 分別相對向的方式，形成有第 1 固定電極 36 及第 2 固定電極 38。第 1 可動電極 33 與第 1 固定電極 36 之間間隙形成第 1 可變電容 $Cv1$ ，第 2 可動電極 35 與第 2 固定電極 38 之間間隙形成第 2 可變電容 $Cv2$ 。

於容器 1 的內壁，以與線圈部 51 相對向的方式，設置

有例如包括永久磁鐵(permanent magnet)等的磁電路 52。以如下的方式來對線圈部 51 的線圈進行設定，即，使對線圈通電時所產生的磁通量的方向朝向上述磁電路 52，可藉由對通電的電流的方向或大小進行調整來對擺構件 2 的位置(擺動位置)進行調整。利用線圈部 51 與磁電路 52 來構成致動器 5。

圖 3 表示加速度感測器的配線的連接狀態，圖 4 表示等效電路。圖 4 中，L1 是與石英振盪器(quartz crystal oscillator)的質量相對應的串聯電感(inductance)，C1 是串聯電容，R1 是串聯電阻，C0 是包含電極之間的電容的有效並聯電容，Cosc 是振盪電路 14 的負載電容。如圖 1 及圖 3 所示，與可動電極 33、35 連接的引出電極 31 是經由導電路徑 30 而電性連接於石英振盪器 4，上述導電路徑 30 通過導電性黏接劑 10、容器 1 及絕緣基板 13。而且，上述石英振盪器 4 電性連接於振盪電路 41 的一端。另一方面，固定電極 36、38 分別經由導電路徑 37、39 而連接於切換部 42 的切換接點側。該切換部 42 的固定接點側電性連接於振盪電路 41 的另一端，可於固定電極 36、38 之間，交替地切換連接振盪電路 41。石英振盪器 4、振盪電路 41 及切換部 42 收納在固定於絕緣基板 13 的容器 3 內。例如以 10 Hz 的週期(連接時間為 100 ms)自動地進行上述切換部 42 的切換，藉此，經由第 1 可變電容 Cv1 的迴路所獲得的振盪頻率 FLx1 與經由第 2 可變電容 Cv2 的迴路所獲得的振盪頻率 FLx2，會時間分割地被擺位置檢測部 6

獲取。

此處，根據 JIS C 6701「石英振盪器通則」，以如下的
(1) 式的方式來表示石英振盪電路的通式。

$$FL = Fr \times (1 + x)$$

$$x = (C1/2) \times 1 / (C0 + CL) \dots\dots (1)$$

FL 是負載施加至石英振盪器時的振盪頻率，Fr 是石英振盪器本身的共振頻率。

於本實施形態中，如圖 3 及圖 4 所示，負載電容 CL 是將 Cosc 與可變電容 Cv 予以串聯連接所得的合成電容。因此，將 (2) 式所表示的 y 代入，以代替 (1) 式中的 CL。

$$y = 1 / (1/Cv + 1/Cosc) \dots\dots (2)$$

因此，若可變電容 Cv 因擺構件 2 的位置發生變化而自 Cv0 變為 Cvx，則頻率的變化 dFL 由 (3) 式來表示。

$$dFL = FL0 - FLx = A \times Cosc^2 \times (Cvx - Cv0) / (B \times C) \dots (3)$$

此處，

$$A = C1 \times Fr / 2$$

$$B=C_0 \times C_{osc} + (C_0 + C_{osc}) \times C_{v0}$$

$$C=C_0 \times C_{osc} + (C_0 + C_{osc}) \times C_{vx}。$$

又，若將加速度未施加至擺構件 2 時的處於所謂的基準狀態（靜止狀態）時的可動電極及固定電極之間的相隔距離設為 d_0 ，將加速度施加至擺構件 2 時的上述相隔距離設為 dx ，則（4）式成立。

$$C_{v0}=S \times \epsilon / d_0$$

$$C_{vx}=S \times \epsilon / dx \dots\dots (4)$$

其中， S 是可動電極及固定電極的相對向的區域的面積， ϵ 是相對電容率（relative permittivity）。

由於 d_0 已知，因此，可知 d_{FL} 與 dx （亦即，擺構件 2 的位移 $\Delta d = d_0 - dx$ ）為對應關係。

於擺位置檢測部 6 中，針對與第 1 可變電容及第 2 可變電容夫分別對應的振盪頻率 FL_{x1} 、 FL_{x2} ，分別對與擺構件 2 處於靜止位置時的振盪頻率（以下，稱為基準頻率） FL_{01} 、 FL_{02} 之間的差分 ΔF_1 （ $=FL_{01} - FL_{x1}$ ）、 ΔF_2 （ $=FL_{02} - FL_{x2}$ ）進行計算，進而對頻率變化率 $\Delta F_1 / FL_{01}$ 、 $\Delta F_2 / FL_{02}$ 進行計算，上述頻率變化率 $\Delta F_1 / FL_{01}$ 、 $\Delta F_2 / FL_{02}$

是分別將上述差分 $\Delta F1$ 、 $\Delta F2$ 除以與上述差分 $\Delta F1$ 、 $\Delta F2$ 相對應的基準頻率所得的值。接著，對上述頻率變化率 $\Delta F1/FL01$ 、 $\Delta F2/FL02$ 的差分 ΔF 進行計算。可根據上述變化率差分 ΔF 來計算出擺構件 2 的位移 Δd 。此處所謂的位移 Δd ，是指當將擺構件 2 處於靜止位置的第 1 可動電極與第 1 固定電極的相隔間隔（第 1 相隔間隔 $dx1$ ）設為 $d01$ ，且將第 2 可動電極與第 2 固定電極的相隔間隔（第 2 相隔間隔 $dx2$ ）設為 $d02$ 時的 $\Delta d=d01-dx1=dx2-d02$ 。

圖 5 是表示擺構件 2 的位移 Δd 與振盪頻率的差分 $\Delta F1$ （ $\Delta F2$ ）的關係的實驗資料。如此，由於位移 Δd 與振盪頻率的差分 $\Delta F1$ （ $\Delta F2$ ）為一對一的對應關係，因此，可藉由對振盪頻率差分 $\Delta F1$ （ $\Delta F2$ ）進行測定來計算出位移 Δd 。又，求出振盪頻率差分 $\Delta F1$ 、 $\Delta F2$ 的變化率差分 ΔF ，根據該變化率差分 ΔF 來對位移 Δd 進行計算，藉此，可抑制由雜訊或溫度特性所產生的不良影響。如此，與擺位置檢測部 6 所計算出的位移 Δd 相當的信號被發送至調整部 61。

調整部 61 基於接收的位移 Δd 的大小，例如藉由閘流體（thyristor）相位控制來對流入至致動器 5 的線圈部 51 的線圈的電流的大小與方向進行調整，藉此，以使位移 Δd 為零的方式來使致動器 5 進行動作，從而以使擺構件 2 在基準位置維持靜止狀態的方式來進行控制。又，調整部 61 將與電磁力的大小相當的信號發送至資料處理部 62，例如將線圈部 51 的線圈的電流值等發送至資料處理部 62，上述電磁力是因致動器 5 而作用於擺構件 2 的電磁力。

上述資料處理部 62 例如包含個人電腦 (personal computer)，且具有如下的功能，即，基於與調整部 61 所獲得的致動器 5 的電磁力的大小相關的資訊，例如基於流入至線圈部 51 的線圈的電流值，且參照事先已記憶於記憶體 (memory) 的資料表 (data table) 來求出慣性力的加速度，上述資料表是使線圈部 51 的線圈的電流值與作用於擺構件 2 的加速度相對應的資料表。只要可維持擺構件 2 的靜止狀態，則作為檢測對象的慣性力、與因致動器 5 而作用於擺構件 2 的電磁力的大小保持平衡，因此，可根據線圈部 51 的線圈的電流值來計算出慣性力的加速度。

接著，對本實施形態的作用進行說明。首先，以使容器 1 達到預定的姿勢的方式，將上述加速度測量裝置固定於振動檢測對象物。若該振動檢測對象物發生振動，且產生上述加速度測量裝置的振動測量方向的振動成分，則慣性力會作用於擺構件 2 的錘部 23。接著，根據該慣性力的大小，擺構件 2 的撓曲部 22 撓曲，因此，一方的相隔間隔例如第 1 相隔間隔會稍微變窄，相反地，另一方的相隔間隔例如第 2 相隔間隔會稍微擴大。因此，第 1 可變電容變大，第 2 可變電容變小。藉此，與第 1 可變電容及第 2 可變電容分別對應的振盪頻率發生變化。利用擺位置檢測部 6 來對此時的振盪頻率與基準頻率的差分 $\Delta F1$ 、 $\Delta F2$ 進行檢測，根據上述差分 $\Delta F1$ 、 $\Delta F2$ 來對擺構件 2 的位移進行計算。該計算出的位移的資料隨時被發送至調整部 61，調整部 61 基於上述位移資料，例如藉由閘流體相位控制來對流

入至致動器 5 的線圈部 51 的線圈的電流的大小與方向進行調整，藉此，以使位移為零的方式來進行控制。藉此，實際上可視為擺構件 2 在基準位置維持靜止狀態，於該例子中，可視為擺構件 2 以垂直姿勢維持靜止狀態。而且，例如藉由常時對線圈部 51 的線圈的電流值進行監視，而可測量出檢測對象的振動的加速度。準備 3 台上述加速度感測器，以使各個加速度感測器的擺的振動方向完全不同，且使 3 台加速度感測器的擺的振動方向不在同一平面上的方式，對 3 台上述加速度感測器進行設置，藉此，可對三維振動進行測定。

根據上述實施形態，由於加速度測量裝置發生振動，由該振動所產生的慣性力會作用於懸臂支持在上述容器 1 的內部的擺構件 2，因此，擺構件 2 撓曲。結果，擺構件 2 自基準位置起移動，擺構件 2 的前端側所形成的可動電極 33 (35) 及與該可動電極 33 (35) 相對向的固定電極 36、38 的相隔距離改變，因此，可變電容 $Cv1$ ($Cv2$) 的電容發生變化。因此，該電容變化作為振盪頻率的變化 $\Delta F1$ ($\Delta F2$) 而表現出。因此，擺構件 2 的極小的位移 Δd 亦可作為振盪頻率的變化 $\Delta F1$ ($\Delta F2$) 而檢視出，故而可高精度地對擺構件 2 的位移 Δd 進行測定，而且裝置構成簡單。

又，相對於一個擺構件 2 而形成有 2 個可變電容 $Cv1$ 、 $Cv2$ ，且配置於相同的溫度環境中，因此，即便與可變電容 $Cv1$ 、 $Cv2$ 相對應的各個頻率因溫度而發生變化，該變化量亦會抵銷，結果，可僅檢測出基於擺構件 2 的位移 Δd

的頻率變化率的變化量，因此，具有檢測精度高的效果。

接著，使用圖 6、圖 7 (a)、及圖 7 (b) 來對本發明的其他實施形態進行說明。該實施形態與上述實施形態的不同點在於：上述實施形態中的擺構件 2 的被支持部 21 兼作為石英振盪器 4。首先，對本實施形態的加速度測量裝置的構造進行說明。當構造與上述實施形態相同時，附上與上述實施形態相同的符號，且將說明予以省略。本實施形態的擺構件 2a 包含石英。於上述被支持部 21a 的一面側及另一面側分別形成有激振電極 24a、25a。一面側的激振電極 24a 經由導電路徑 32 而電性連接於可動電極 33。另一面側的激振電極 25a 經由導電路徑 26a、用以將擺構件 2a 固定於容器 1 的導電性黏接劑 10a 及未圖示的導電路徑，連接於振盪電路 41 的一端。

根據該實施形態，除了上述實施形態的效果之外，由於無需與擺構件 2 不同的位置設置石英振盪器 4 的設置空間，因此，有助於加速度測量裝置的小型化。

於本實施形態中，整個擺構件 2 包含石英，但被支持部 21a 中的被激振電極 24a、25a 包夾的部分為石英即可。

圖 8 中表示與其他實施形態相關的擺構件 2b。於該實施形態中，擺構件 2b 的形狀並非如上述實施形態般為板狀，而是為棒狀的擺構件 2b，該棒狀的擺構件 2b 的水平面的剖面為正方形，撓曲部 22b 能夠在水平方向的任何方向上撓曲。而且，於錘部 23b 的 4 個側面分別形成有可動電極 33b、35b、70b、71b。隔著錘部 23b 而相對向的 2 組

可動電極（33b 與 35b 的組及 70b 與 71b 的組）分別是與未圖示的固定電極相對向地形成於擺構件 2b 的錘部 23b 的表面。亦即，第 1 可變電容 $Cv1$ 及第 2 可變電容 $Cv2$ 的組是與 2 組水平方向正交地設置。藉由設為此種構成，可對水平方向上的所有方向的振動的加速度進行檢測。於圖 8 中，為了使圖易於觀察，將導電路徑及端子予以省略。於該實施形態中，第 1 可變電容 $Cv1$ 及第 2 可變電容 $Cv2$ 的組是與 2 組水平方向正交地設置，但即便不正交，2 組只要不平行地設置即可。

於上述實施形態中，藉由電磁力來維持擺構件 2 的靜止狀態，但例如亦可使靜電力等其他力起作用，從而維持靜止狀態。又，於上述實施形態中，擺構件 2 為懸臂支持的板狀構件或棒狀構件，但本發明不限於此，例如亦可利用彈性構件，以能夠搖動的方式來對擺構件的兩側進行支持。

【圖式簡單說明】

圖 1 是模式性地表示本發明的實施形態的加速度測量裝置的要部的縱斷側面圖。

圖 2 (a)、圖 2 (b) 是表示上述加速度測量裝置中所使用的擺構件的一面及另一面的平面圖。

圖 3 是表示上述加速度測量裝置的電路構成的區塊圖。

圖 4 是表示上述加速度測量裝置中的擺位置檢測器的等效電路的電路圖。

圖 5 是表示使用上述加速度測量裝置而取得的擺構件的位移與振盪頻率的差分的關係的特性圖。

圖 6 是表示本發明的其他實施形態的縱斷側面圖。

圖 7 (a)、圖 7 (b) 是表示圖 6 所示的加速度測量裝置中所使用的擺構件的一面及另一面的平面圖。

圖 8 是表示本發明的其他實施形態的擺構件的立體圖。

【主要元件符號說明】

1、3：容器

2、2b：擺構件

4：石英振盪器

5：致動器

6：擺位置檢測部

10、10a、11、12：導電性黏接劑

13：絕緣基板

21、21a：被支持部

22：撓曲部

23、23b：錘部

24a、25a：激振電極

26a、30、32、34、37、39、53、55：導電路徑

31、54、56：引出電極

33、33b、35、35b、70b、71b：可動電極

36、38：固定電極

41：振盪電路

42：切換部

51：線圈部

52：磁電路

61：調整部

62：資料處理部

C0：有效並聯電容

C1：串聯電容

Cosc：負載電容

Cv1：第 1 可變電容

Cv2：第 2 可變電容

L1：串聯電感

R1：串聯電阻

X、Y：方向

Δd ：位移

$\Delta F1$ 、 $\Delta F2$ ：差分

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：

※ 申請日期：

※IPC 分類：G01P 15/125 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

加速度測量裝置

APPARATUS FOR MEASURING ACCELERATION

二、中文發明摘要：

本發明提供一種加速度測量裝置，可高精度且容易地檢測加速度。加速度測量裝置是對以能夠搖動的方式而設置的擺構件的位移進行檢測，使用致動器，以保持擺構件的靜止狀態的方式來進行反饋控制，對此時的致動器的輸出進行測量，藉此測定加速度，於加速度測量裝置中，於擺構件處設置可動電極，將以與可動電極相對向的方式而設置的固定電極、振盪電路、石英振盪器及可動電極予以電性串聯連接，從而形成迴路。此時，藉由對振盪電路的振盪頻率進行測量，對可動電極與固定電極之間所形成的可變電容的大小的變化進行檢測，藉此檢測擺構件的位移。

三、英文發明摘要：

An apparatus for measuring acceleration is provided, which can easily measure acceleration with high precision.

The apparatus for measuring acceleration measures displacements of a pendulum element disposed by oscillation. An actuator is used for feedback control by keeping a stationary state of the pendulum element, and then acceleration is measured by counting outputs of the actuator. In the apparatus for measuring acceleration, movable electrodes are disposed on the pendulum element to electrically series-connect fixed electrodes disposed opposite to the movable electrodes, an oscillating circuit, a quartz crystal oscillator and the movable electrodes so as to form a loop. By now, displacements of the pendulum element is measured by measuring an oscillation frequency of the oscillating circuit and changes in a magnitude of variable capacitors formed between the movable electrodes and the fixed electrodes.

七、申請專利範圍：

1. 一種加速度測量裝置，對因慣性力而搖動的擺構件的自基準位置算起的位移量進行檢測，基於該檢測結果，以使上述擺構件靜止於基準位置的方式，藉由操作部來將外力施加至上述擺構件，基於此時的上述外力的大小，對作用於上述擺構件的加速度進行評價，上述加速度測量裝置的特徵在於包括：

壓電板；

一激振電極及另一激振電極，為了使上述壓電板振動而分別設置於上述壓電板的一面側及另一面側；

振盪電路，電性連接於上述一激振電極；

可變電容形成用的可動電極，設置於上述擺構件，且電性連接於上述另一激振電極；

固定電極，與上述擺構件相隔，且設置成與上述可動電極相對向，並且連接於上述振盪電路，由於上述擺構件的搖動，與上述可動電極之間的電容發生變化，藉此來形成可變電容；以及

頻率資訊檢測部，用以對與上述振盪電路的振盪頻率相對應的頻率資訊即信號進行檢測，且

形成有振盪迴路，該振盪迴路自上述振盪電路經由上述一激振電極、上述另一激振電極、上述可動電極及上述固定電極而返回至上述振盪電路，

上述頻率資訊檢測部所檢測出的頻率資訊用以對上述擺構件的位置的位移量進行評價。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之加速度測量裝置，其中

以隔著上述擺構件而與上述慣性力的作用方向相對向的方式，設置有第 1 可動電極及第 2 可動電極作為上述可動電極，

以分別與第 1 可動電極及第 2 可動電極相對向的方式，與上述擺構件相隔地設置有第 1 固定電極及第 2 固定電極作為上述固定電極，

以能夠於上述第 1 可動電極及第 1 固定電極之間的第 1 可變電容、與上述第 2 可動電極及第 2 固定電極之間的第 2 可變電容之間，對上述振盪電路的電性連接端進行切換的方式，設置有切換部，

上述頻率資訊檢測部用以求出與如下的差分相對應的資訊，上述差分是利用上述切換部時間分割而成的與上述第 1 可變電容相對應的振盪頻率及與上述第 2 可變電容相對應的振盪頻率的差分。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之加速度測量裝置，其中

上述擺構件的一端側利用支持部而受到懸臂支持。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之加速度測量裝置，其中

上述擺構件為上述壓電板，或於其一部分包含上述壓電板。

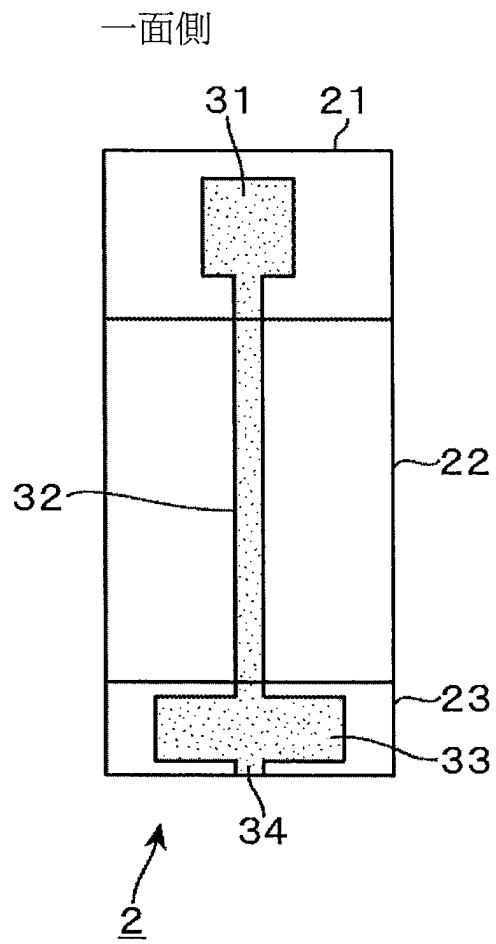


圖2(a)

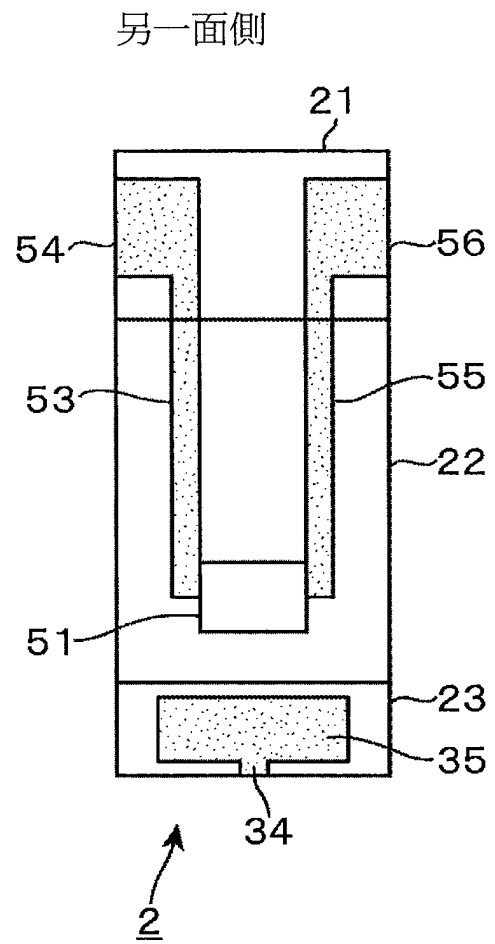


圖2(b)

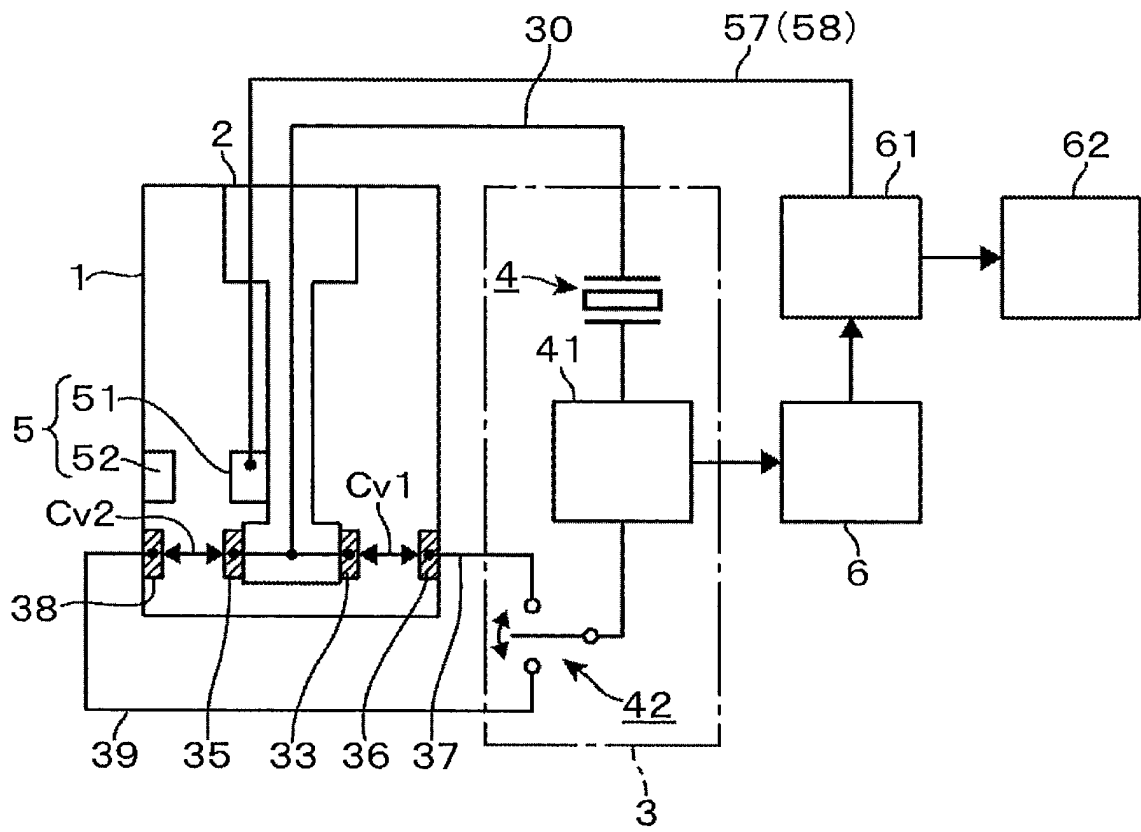


圖3

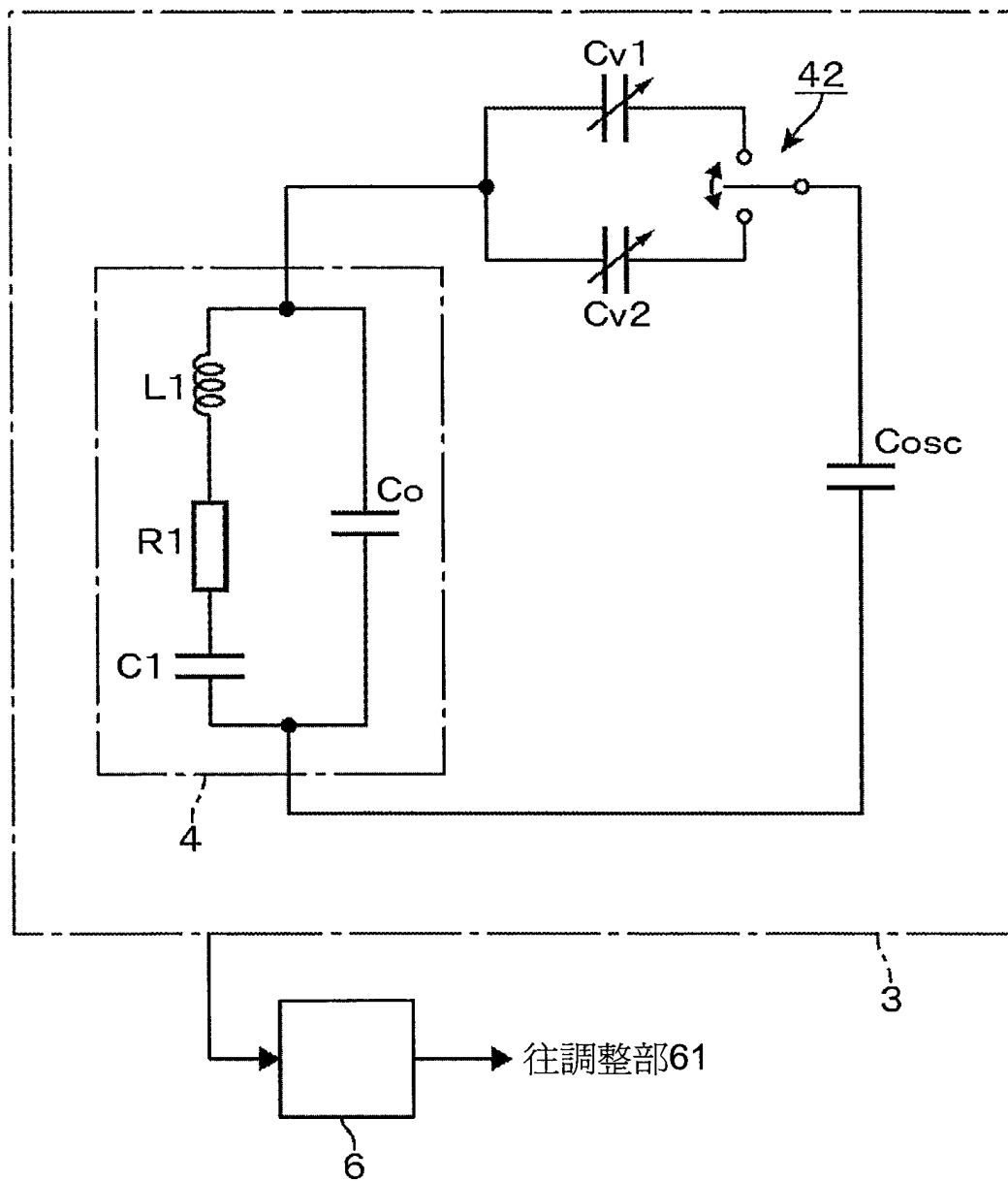


圖 4

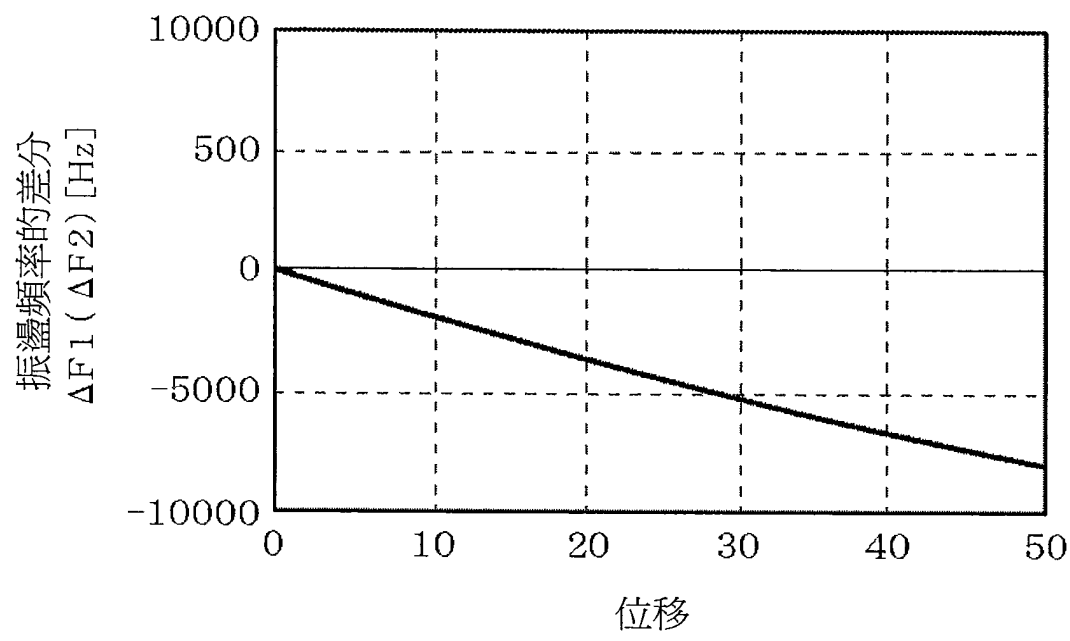


圖5

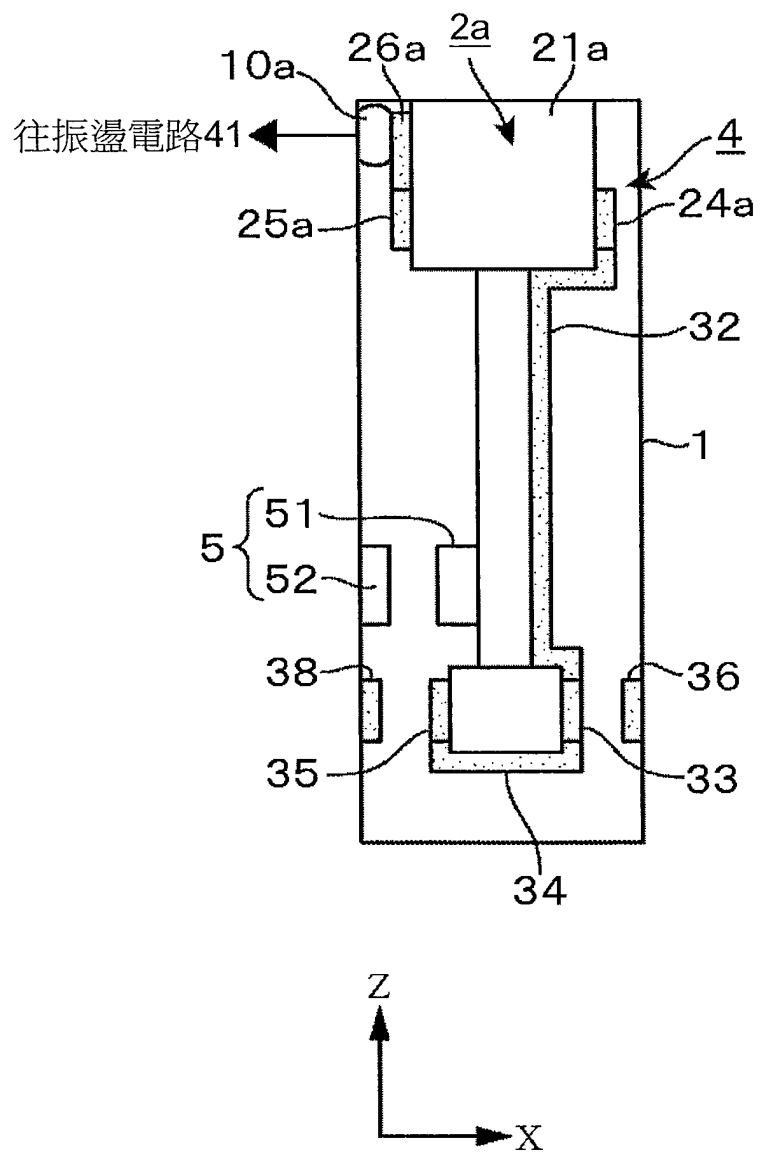


圖6

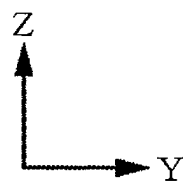
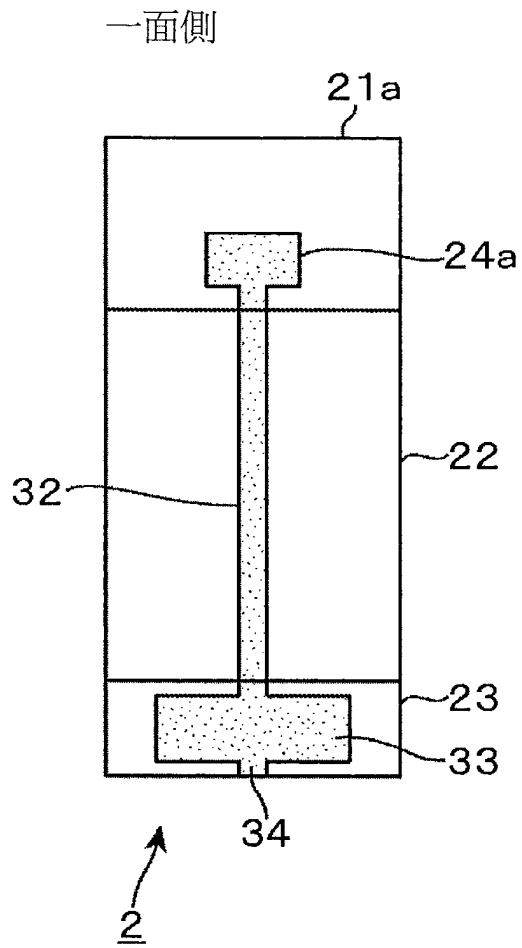


圖 7(a)

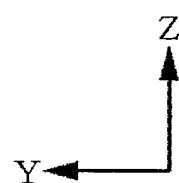
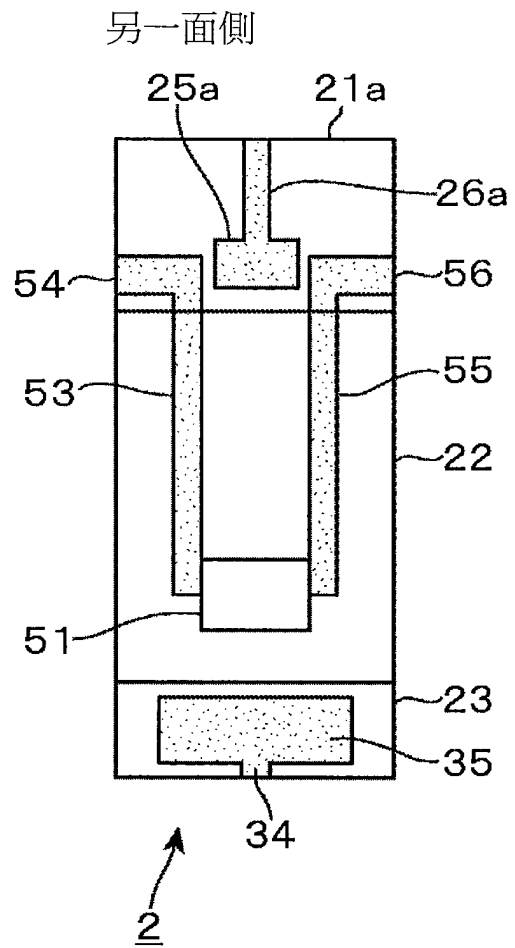


圖 7(b)

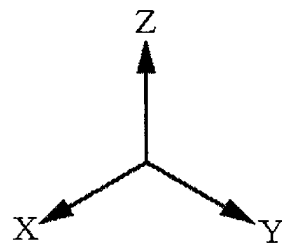
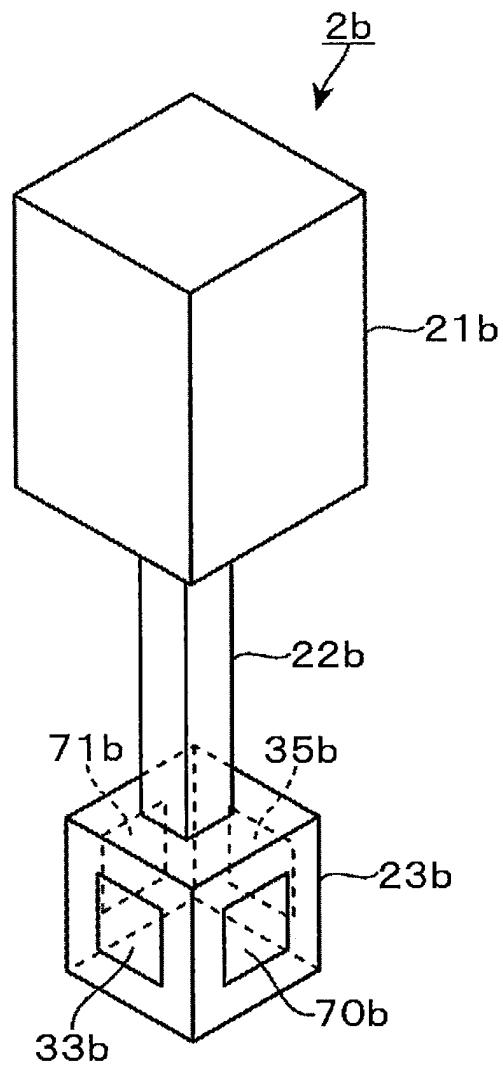


圖 8

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 3。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1、3：容器

2：擺構件

4：石英振盪器

5：致動器

6：擺位置檢測部

30、37、39：導電路徑

33、35：可動電極

36、38：固定電極

41：振盪電路

42：切換部

51：線圈部

52：磁電路

61：調整部

62：資料處理部

Cv1：第 1 可變電容

Cv2：第 2 可變電容

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。