



(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 I471567 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：100118352

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 25 日

(51)Int. Cl. : G01P15/08 (2006.01) G01P21/00 (2006.01)

(30)優先權：2010/05/28 日本 2010-122959

(71)申請人：精工愛普生股份有限公司 (日本) SEIKO EPSON CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：金本啟 KANEMOTO, KEI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201011296A EP 1947053A2
US 2007/0220973A1

審查人員：林秀峰

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：17 共 80 頁

(54)名稱

慣性感測器及電子機器

(57)摘要

本發明係抑制因檢測軸以外之方向上所產生之加速度而使物理量感測器之檢測感度下降。物理量感測器包含第 1 擺動體 300a 及第 2 擺動體 300b，各擺動體 300a、300b 係藉由第 1 支持部 40a 與第 2 支持部 40b 而支持於基板，且第 1 擺動體 300a 於俯視時藉由第 1 軸(支持軸)Q1 劃分為第 1 區域 PT1 與第 2 區域 PT2，第 2 擺動體 300b 於俯視時藉由第 2 軸(支持軸)Q2 劃分為第 3 區域 PT1 與第 4 區域 PT2，第 2 區域 PT2 之質量較第 1 區域之質量重，第 4 區域之質量較第 3 區域之質量輕，第 1 區域及第 2 區域之排列方向與第 3 區域及第 4 區域之排列方向彼此相同，且於承受重力之狀態下，第 1 擺動體 300a 與第 2 擺動體 300b 朝彼此相反方向傾斜。

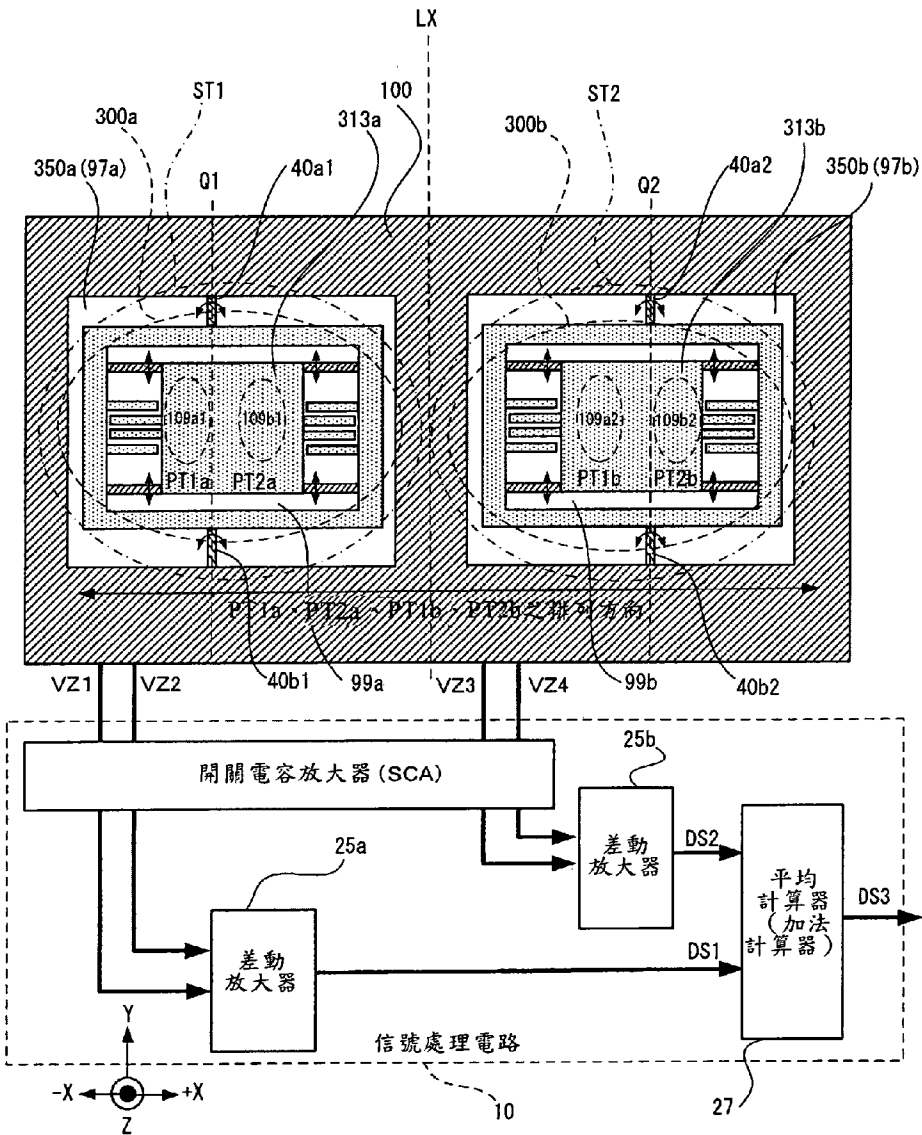


圖12

- 10 . . . 信號處理電路
- 25a、25b . . . 差動放大器
- 27 . . . 平均計算器 (或加法計算器)
- 40a1、40a2 . . . 第1支持部(第1扭力彈簧)
- 40b1、40b2 . . . 第2支持部(第2扭力彈簧)
- 100 . . . 支持體(例如 SOI 基板)
- 109a1、109b1 . . . 第1可動電極
- 300a、300b . . . 擺動體
- DS1 . . . 第1差動信號
- DS2 . . . 第2差動信號
- DS3 . . . 檢測信號
- PT1a . . . 第1翹板片(第1區域)
- PT2a . . . 第2翹板片(第2區域)
- PT1b . . . 第3翹板片(第3區域)
- PT2b . . . 第4翹板片(第4區域)
- Q1、Q2 . . . 支持軸 (第1軸、第2軸)
- ST1 . . . 第1翹板構造體
- ST2 . . . 第2翹板構造體
- VZ1 . . . 第1檢測輸出

VZ2 . . . 第 2 檢測
輸出
VZ3 . . . 第 3 檢測
信號
VZ4 . . . 第 4 檢測
信號

發明專利說明書

103 4. 20
中文說明書替換頁(103年4月)

(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：100118352

※ 申請日：100.05.25

※IPC 分類：G01P 15/08(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

G01P 15/08(2006.01)

慣性感測器及電子機器

二、中文發明摘要：

本發明係抑制因檢測軸以外之方向上所產生之加速度而使物理量感測器之檢測感度下降。物理量感測器包含第1擺動體300a及第2擺動體300b，各擺動體300a、300b係藉由第1支持部40a與第2支持部40b而支持於基板，且第1擺動體300a於俯視時藉由第1軸(支持軸)Q1劃分為第1區域PT1與第2區域PT2，第2擺動體300b於俯視時藉由第2軸(支持軸)Q2劃分為第3區域PT1與第4區域PT2，第2區域PT2之質量較第1區域之質量重，第4區域之質量較第3區域之質量輕，第1區域及第2區域之排列方向與第3區域及第4區域之排列方向彼此相同，且於承受重力之狀態下，第1擺動體300a與第2擺動體300b朝彼此相反方向傾斜。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(12)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	信號處理電路
25a、25b	差動放大器
27	平均計算器(或加法計算器)
40a1、40a2	第1支持部(第1扭力彈簧)
40b1、40b2	第2支持部(第2扭力彈簧)
100	支持體(例如SOI基板)
109a1、109b1	第1可動電極
300a、300b	擺動體
DS1	第1差動信號
DS2	第2差動信號
DS3	檢測信號
PT1a	第1翹板片(第1區域)
PT2a	第2翹板片(第2區域)
PT1b	第3翹板片(第3區域)
PT2b	第4翹板片(第4區域)
Q1、Q2	支持軸(第1軸、第2軸)
ST1	第1翹板構造體
ST2	第2翹板構造體
VZ1	第1檢測輸出
VZ2	第2檢測輸出
VZ3	第3檢測信號
VZ4	第4檢測信號

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)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種例如 MEMS 感測器 (Micro Electro Mechanical System Sensor, 微機電系統感測器) 等物理量感測器及電子機器等。

【先前技術】

近年來，使用 MEMS (Micro Electro Mechanical System, 微機電系統) 技術實現小型且高感度之物理量感測器之技術正受到關注。

例如，於專利文獻 1 中揭示有擺式電容性加速度計。專利文獻 1 之擺式電容性加速度計包含基板、檢測板、於基板上支持檢測板之中心固定部、設置於檢測板上之電極、及設置於基板上之電極。檢測板包含相對於中心固定部設置於左側之不具有中空部之檢驗質量 (proof mass) (慣性質量)、及具有中空部之檢驗質量。若藉由加速度對各檢驗質量施加轉矩，則檢測板以中心固定部 (鉸鏈軸) 為中心進行翹板動作。電容之電容值對應於檢測板之翹板動作發生變化，差動電容性輸出信號自擺式電容性加速度計輸出。

又，於專利文獻 2 中揭示有如下之加速度感測器，其係於矽基板上，形成藉由非對稱配置之旋轉軸線而支持之擺動體，利用當收到 Z 方向之加速度時擺動體之傾斜偏向一邊 (翹板擺動) 來差動檢測電容，從而檢測出 Z 軸方向之加速度。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開2009-109494號公報

[專利文獻2]日本專利特開平9-189716號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

於專利文獻1中所揭示之擺式電容性加速度計中，未考慮任何有關保護加速度計之封裝體之形成。

又，於專利文獻2之加速度感測器中，於Z方向以外之X方向及Y方向上產生加速度之情形時，擺動體亦產生擺動，表觀上，Z方向之加速度發生變化。如此之於與檢測方向不同之方向上具有檢測感度之情形成為物理量感測器之檢測精度下降之原因，故而成為問題。

根據本發明之至少一態樣，例如可提高包含封裝體之物理量感測器之組裝性。又，根據本發明之至少一態樣，例如可抑制因檢測軸以外之方向上所產生之加速度而使物理量感測器之檢測感度下降之情形。

[解決問題之技術手段]

(1) 本發明之物理量感測器之一態樣包含：基底；及第1擺動體及第2擺動體，其係於上述基底上隔著空隙而配置；上述第1擺動體係包含第1支持部、第2支持部及第1可動電極，且藉由配置於第1軸上之上述第1支持部與上述第2支持部而支持於上述基底之上方，且於俯視時藉由上述第1軸劃分為第1區域與第2區域，於各區域形成有上述第1可動電極；上述第2擺動體係包含第3支持部、第4支持部

及第2可動電極，藉由配置於第2軸上之上述第3支持部與上述第4支持部而支持於上述基底之上方，且於俯視時藉由上述第2軸劃分為第3區域與第4區域，於各區域形成有上述第2可動電極；於上述基底上，與上述第1可動電極及上述第2可動電極對向而形成有固定電極；上述第2區域之質量較上述第1區域之質量重，上述第4區域之質量較上述第3區域之質量輕；上述第1擺動體之自上述第1區域向上述第2區域之排列方向與上述第2擺動體之自上述第3區域向上述第4區域之排列方向彼此相同。

(2) 本發明之物理量感測器之其他態樣係於承受重力之狀態下，上述第1擺動體與上述第2擺動體朝彼此相反方向傾斜。

本態樣係關於用以進一步提高利用翹板構造之物理量感測器之檢測精度之構成。例如於重力加速度發揮作用之狀態下，擺動體因質量之不均衡而轉矩不均衡，從而成為傾斜之狀態(其原因在於：即便施加重力加速度，擺動體亦保持水平狀態，而無法檢測重力加速度)。於此狀態下，假定擺動體中擺動體之延伸方向(擺動體為水平狀態時之延伸方向)即第1方向之加速度發揮作用。若對於傾斜之擺動體第1方向之加速度發揮作用，則擺動體中，於與第1方向之加速度之方向相反之方向上慣性力發揮作用(慣性力之大小與第1方向之加速度成比例)。該慣性力具有使傾斜之擺動體旋轉之力(即，與傾斜之擺動體垂直地作用之力)之成分，因此擺動體之傾斜發生變化。即，即便第3方向

(重力方向)之加速度實際未發生變化，藉由第1方向之加速度(與檢測方向不同之方向之加速度)，表觀上第3方向(重力方向)之加速度亦發生變化。如此之於與檢測方向不同之方向上具有檢測感度之情形成為物理量感測器之檢測精度下降之原因。

第1擺動體與第2擺動體均沿第1方向延伸，但第1擺動體之傾斜方向與第2擺動體之傾斜方向為彼此相反方向，且以水平面為基準之旋轉角之絕對值相同。例如，第1擺動體沿順時針方向以水平面為基準僅傾斜 $+\theta$ ，另一方面，第2擺動體沿逆時針方向以水平面為基準僅傾斜 $-\theta$ 。於此狀態下，若施加第1方向之加速度，於其相反方向上慣性力發揮作用，則於第1擺動體之第1區域及第2區域、第2擺動體之第3區域及第4區域之各者中產生相同大小之表觀上之旋轉力。然而，於第1擺動體中，例如質量較重之第1區域之轉矩佔優勢，另一方面，於第2擺動體中，例如質量較重之第3區域之轉矩佔優勢，因此藉由表觀上之旋轉力而引起之第1擺動體之旋轉方向與第2擺動體之旋轉方向成為相反方向(其中一者為擺動體之傾斜程度變得更深之方向，另一者為擺動體之傾斜程度變淺之方向)。

因此，以本態樣之方式，可藉由信號處理消除因於檢測方向以外之方向上具有檢測感度而產生之誤差。由此，可進一步提高利用翹板構造之物理量感測器之檢測精度。

再者，作為基底，可使用SOI(Silicon on Insulator，絕緣層上覆矽)基板，或亦可使用藉由半導體製造技術而製

造之具有多層配線構造之半導體基板。又，作為蓋體，可使用玻璃基板或矽基板(單層)(只要於矽基板之表面形成絕緣膜，則亦可於矽基板上形成電極)。又，第1擺動體或第2擺動體例如藉由使支持軸偏離中心，或者使擺動體之一側之質量重於另一側之質量而可進行翹板擺動。

(3) 於本發明之物理量感測器之其他態樣中，上述第1軸與上述第2軸之至少一者係與通過上述第1擺動體或上述第2擺動體之中心之線平行。

根據本態樣，藉由使第1擺動體與第2擺動體之剖面形狀之厚度相同，而具有第1擺動體及第2擺動體之製造步驟簡化之優點。再者，第1翹板片與第2翹板片之俯視時之形狀之尺寸(縱尺寸、橫尺寸等)例如可藉由變更光微影用之光罩形狀而自由設定。

(4) 於本發明之物理量感測器之其他態樣中，於上述第1區域與上述第2區域之至少一者或上述第3區域與上述第4區域之至少一者中形成有質量部。

根據本態樣，藉由使擺動體之一側之質量重於另一側之質量而可使翹板擺動。又，由金屬膜或絕緣膜等形成質量部，藉此可使用雷射、蝕刻等削減質量部，或者藉由使用濺鍍、蒸鍍等進行成膜而可簡單地增減質量，因此可簡便進行翹板擺動之微調整。

(5) 於本發明之物理量感測器之其他態樣中，上述第2擺動體於俯視時為相對於與上述第1區域及上述第2區域之排列方向正交之軸使上述第1擺動體反轉之形狀。

於本態樣中，第2擺動體為使第1擺動體反轉之構造，因此可使用相同之光罩圖案形成第1擺動體及第2擺動體，從而可簡化製造步驟。又，於特定方向上收到加速度時之第1擺動體與第2擺動體之擺動程度為兩者相等，因此檢測感度進一步提高。

(6) 於本發明之物理量感測器之其他態樣中，上述基底於俯視時包含與上述第1區域對向之第5區域、與上述第2區域對向之第6區域、與上述第3區域對向之第7區域、及與上述第4區域對向之第8區域；且上述固定電極係形成於上述第5~第8區域之各者內。

於本態樣中，藉由以與第1可動電極及第2可動電極對向之方式各別設置固定電極，而可高精度檢測差動電容之值。

(7) 於本發明之物理量感測器之其他態樣中，上述第1可動電極係跨及上述第1區域與上述第2區域而共用地形成。

(8) 於本發明之物理量感測器之其他態樣中，上述第2可動電極係跨及上述第3區域與上述第4區域而共用地形成。

於本態樣中，第1可動電極或第2可動電極係由相同電位

之共用電極而構成。藉由電極之共用化而可減少與電極連接之配線之根數，並且可簡化配線圖案。例如，可使用具有導電性之擺動體自身作為接地電位之共用電極。於該例中，由於擺動體兼作電極，因此不必另外形成電極，從而使製造步驟簡化。又，亦可藉由具有多層配線構造之半導體基板(可將該等統稱為多層構造體)構成擺動體，例如於最上層之層間絕緣層上形成成為接地電極之金屬膜。於該例中，可藉由半導體製造技術(多層配線基板技術)合理地形成可動電極。

(9) 於本發明之物理量感測器之其他態樣中，上述第1~第4支持部係使用扭力彈簧而形成。

於本態樣中，藉由於第1~第4支持部使用扭力彈簧，而具有對於擺動體翹板擺動時所產生之扭轉變形較強之恢復力，因此可防止支持部破損。又，由於藉由扭力彈簧而可增大翹板擺動之動作，因此可提高檢測感度。

(10) 於本發明之物理量感測器之其他態樣中，上述第1擺動體與上述第2擺動體之至少一者包含開口部，且該物理量感測器包含：可動砝碼部，其係配置於上述開口部；連結部，其係將上述可動砝碼部與上述第1擺動體或上述第2擺動體連結；第1臂狀電極部，其係自上述第1擺動體或上述第2擺動體向上述可動砝碼部突出形成；及第2臂狀電極部，其係自上述可動砝碼部向上述第1擺動體或上述第2擺動體突出形成，並且與上述第1臂狀電極部對向。

於本態樣中，擺動體除了發揮作為用以檢測重力方向之

移位之檢測板之作用以外，亦發揮作為用以檢測重力方向以外之方向之移位之檢測板之作用。藉此，使用一個擺動體便可檢測與兩個不同方向之移位之各者相對應之電容之變化。

(11) 本發明之物理量感測器之其他態樣為一種包含基於檢測信號執行信號處理之信號處理電路，上述檢測信號包含：基於上述第1區域之上述第1可動電極與上述固定電極之間的移位而變動之第1檢測信號，基於上述第2區域之上述第1可動電極與上述固定電極之間的移位而變動之第2檢測信號，基於上述第3區域之上述第2可動電極與上述固定電極之間的移位而變動之第3檢測信號，及基於上述第4區域之上述第2可動電極與上述固定電極之間的移位而變動之第4檢測信號；上述信號處理電路係生成表示上述第1檢測信號與上述第2檢測信號之差之第1差動信號，生成表示上述第3檢測信號與上述第4檢測信號之差之第2差動信號，且基於將上述第1差動信號與上述第2差動信號相加所得之信號而生成加速度檢測信號。

於本態樣中，設置信號處理電路，基於自各擺動體所得之信號，執行用以補償檢測誤差之信號處理而抑制檢測誤差。

第1擺動體之傾斜方向與第2擺動體之傾斜方向為彼此相反方向，且以水平面為基準之旋轉角之絕對值相同。例如，第1擺動體沿順時針方向以水平面為基準僅傾斜 $+\theta$ ，另一方面，第2擺動體沿逆時針方向以水平面為基準僅傾

斜 $-\theta$ 。於此狀態下，若施加重力方向以外之方向之加速度，於其相反方向上慣性力發揮作用，則第1擺動體之第1區域及第2區域、第2擺動體之第3區域及第4區域之各者內產生相同大小之表觀上之旋轉力。然而，於第1擺動體中，例如質量較重之第1區域之轉矩佔優勢，另一方面，於第2擺動體中，例如質量較重之第3區域之轉矩佔優勢，因此藉由表觀上之旋轉力而引起之第1擺動體之旋轉方向與第2擺動體之旋轉方向成為相反方向。

此處，作為檢測信號，輸出基於第1擺動體之第1區域之移位而變動之第1檢測信號、基於第1擺動體之第2區域之移位而變動之第2檢測信號、基於第2擺動體之第3區域之移位而變動之第3檢測信號、及基於第2擺動體之第4區域之移位而變動之第4檢測信號。

此時，將重疊於第1檢測信號之因由表觀上之旋轉力所致之誤差移位而產生之可變電容(電容)之電容值之變動量設為例如「 $+\delta C$ 」時，關於第2檢測信號之電容值之變動量成為「 $-\delta C$ 」，同樣重疊於第3檢測信號之因由表觀上之旋轉力所致之誤差移位而產生之可變電容(電容)之電容值之變動量為「 $+\delta C$ 」，關於第4檢測信號之電容值之變動量成為「 $-\delta C$ 」。

於信號處理電路中，當生成表示第1檢測信號與第2檢測信號之差之第1差動信號時，重疊於第1差動信號之因由表觀上之旋轉力所致之誤差移位而產生之可變電容(電容)之電容值之變動量成為「 $2\delta C(=+\delta C-(-\delta C))$ 」。又，當生成表

示第4檢測信號與第3檢測信號之差之第2差動信號時，重疊於第2差動信號之因由表觀上之旋轉力所致之誤差移位而產生之可變電容(電容)之電容值之變動量成為「 $-2\delta c(=-\delta C-(+\delta C))$ 」。並且，若信號處理電路將第1差動信號與第2差動信號相加，則重疊於第1差動信號之誤差成分「 $+2\delta C$ 」與重疊於第2差動信號之誤差成分「 $-2\delta C$ 」相互抵消，從而消除誤差。再者，若將第1差動信號與第2差動信號相加，則信號振幅變成2倍。當此種情形成為問題時，亦可對將第1差動信號與第2差動信號相加所得之信號之振幅適當進行例如使其成為一半之信號處理等。

即，信號處理電路生成表示第1檢測信號與第2檢測信號之差之第1差動信號，且生成表示第3檢測信號與第4檢測信號之差之第2差動信號，並且基於將第1差動信號與第2差動信號相加所得之信號而可生成抑制基於第1方向之加速度之誤差之第3方向之加速度檢測信號。

如此，根據本態樣，可藉由信號處理而消除因於檢測方向以外之方向上具有檢測感度而產生之誤差。由此，可進一步提高利用翹板構造之物理量感測器之檢測精度。

(12) 本發明之物理量感測器之其他態樣包含：基底；及擺動體，其係於上述基底上隔著空隙而配置；且上述擺動體係包含第1支持部及第2支持部，藉由配置於第1軸上之上述第1支持部與上述第2支持部而支持於上述基底之上，且於俯視時藉由上述第1軸劃分為第1區域與第2區域，於各區域形成有可動電極；於上述基底上，與上述可

動電極對向而形成有固定電極；上述第1區域與上述第2區域之至少一者中形成有質量部。

根據本態樣，藉由使擺動體之一側之質量重於另一側之質量而可使翹板擺動。又，由金屬膜或絕緣膜等形成質量部，藉此可使用雷射、蝕刻等削減質量部，或者藉由使用濺鍍、蒸鍍等進行成膜而可簡單地增減質量，因此可簡便地進行翹板擺動之微調整。

(13) 本發明之物理量感測器之其他態樣為上述第1軸係與通過上述擺動體之中心之線平行。

根據本態樣，例如於移動擺動體之支持軸而使第1區域較第2區域更廣之情形時，只要於第1區域形成質量部，則翹板擺動變得更加顯著，隨之可提高電容之檢測感度。另一方面，只要於第2區域形成質量部，則可抑制翹板擺動，隨之可抑制支持擺動體之支持部產生過剩之扭曲，可防止支持部破損。

(14) 本發明之電子機器之一態樣係包含上述任一項之物理量感測器。

只要使用上述態樣之物理量感測器，則可實現小型且高性能之電子機器(包含複數個感測器之感測器單元、及搭載該感測器單元之更上位之電子機器(例如FA(Factory Automation，工廠自動化)機器等))。

如此，根據本發明之至少一態樣，例如可提高包含封裝體之物理量感測器之組裝性。

【實施方式】

以下，對本發明之較佳實施形態進行詳細說明。再者，以下說明之本實施形態並非不正當地限定請求項中記載之本發明之內容，且本實施形態中說明之全部構成並非本發明之解決方法之必要條件。

(第1實施形態)

圖1(A)~圖1(F)係表示物理量感測器之構造及動作之一例之圖。物理量感測器可作為慣性感測器使用，具體而言，例如可作為用以測定垂直方向(與水平面垂直之方向)之加速度(例如重力加速度)之加速度感測器(電容型加速度感測器、電容型MEMS加速度感測器)利用。

圖1(A)表示物理量感測器(含封裝體)之剖面構造，圖1(B)係表示用以檢測加速度等物理量之可變電容(電容、檢測電容、電容元件)之俯視時之構造之一例(使用構成擺動體之翹板自身作為可動電極之例)的俯視圖，圖1(B)與圖1(A)相對應。圖1(C)係表示可變電容之俯視時之構造之其他例(使用形成於多層構造體上之導體層作為可動電極之例)的俯視圖。圖1(D)~圖1(F)係表示伴隨擺動體之翹板動作之可變電容之電容值之變化的圖。

圖1(C)之例為變形例，故首先對圖1(A)及圖1(B)中所示之基本例進行說明。

(關於圖1(A)、圖1(B)所示之例之構造)

如圖1(A)所示，物理量感測器(此處為電容型加速度感測器)包含：密封體250，其係由支持體100及蓋體200而構成；擺動體300，其設置於密封體250之內部之空間內；第

1支持部40a(圖1(A)中未圖示，參照圖1(B)、圖1(C))及第2支持部40b，其係以支持軸Q1為支點可翹板擺動地雙臂支持擺動體300；及可變電容(第1可變電容c1、第2可變電容c2)，其包含位置根據擺動體300之翹板擺動而變化之可動電極(第1可動電極109a、第2可動電極109b)、及設置於基底102上之與可動電極對向之位置之固定電極(第1固定電極208a、第2固定電極208b)。

再者，有時亦可未設置蓋體200，而例如將擺動體300於暴露於空氣之狀態下使用。於必需氣密密封封裝體之情形時，設置有蓋體200。

又，第1支持部40a作為第1扭力彈簧(扭轉彈簧)發揮功能，第2支持部40b作為第2扭力彈簧(扭轉彈簧)發揮功能。

藉由使第1支持部40a及第2支持部40b成為扭力彈簧，而具有對於擺動體300翹板擺動所產生之扭轉變形之較強之恢復力，從而可防止支持部破損。

第1支持部(第1扭力彈簧)40a及第2支持部(第2扭力彈簧)40b為決定成為擺動體300之旋轉中心之支持軸Q1之位置的構件。擺動體300例如可經由第1支持部(第1扭力彈簧)40a及第2支持部(第2扭力彈簧)40b之各者而固定於支持體100(例如構成支持體100之基板106之框狀部分)或蓋體200。

如圖1(A)所示，於本實施例中，在將擺動體300之重心線GL與重心線GL平行位移僅特定距離d1所得之線段SL上設置支持軸Q1。再者，重心線GL為通過擺動體300之重心

G1之垂直線，於圖1(A)中，由粗一點劃線表示。線段SL由粗虛線表示。如圖1(B)所示，第1支持部(第1扭力彈簧)40a及第2支持部(第2扭力彈簧)40b與支持軸Q1重合。第1支持部(第1扭力彈簧)40a及第2支持部(第2扭力彈簧)40b之延伸方向與支持軸Q1之延伸方向一致。

作為支持體100，例如可使用SOI(Silicon on Insulator)基板(圖1(A)及圖1(B)之例)。又，作為蓋體200，可利用矽、玻璃等基板。再者，於圖1(C)所示之變形例中，作為支持體100(及蓋體200)，使用藉由CMOSIC(Complementary metal-oxide-semiconductor Integrated Circuit，互補型金屬-氧化物-半導體積體電路)等半導體製造技術而製造之多層構造體。

於圖1(A)、圖1(B)所示之例中，支持體100包含基底102(為SOI基板之基底基板，例如包含Si)、基底102上之絕緣層104(有時無需該絕緣層)、及形成於絕緣層104上之基板106。具體而言，該基板106可作為賦予導電性之活性層。於以下之說明中，有時將該基板106記為活性層106。

於基底102與基板106之間設置有空隙95。又，去除基板106之一部分而設置開口部97，於該開口部97配置有擺動體300。由於在擺動體300之周圍存在開口部97(以及空隙95)，而可使擺動體300翹板擺動。

擺動體300以及雙臂支持擺動體300之第1支持部40a及第2支持部40b(扭力彈簧)係藉由如下方式形成：藉由幹式蝕刻等對活性層106(基板106)進行蝕刻直至露出絕緣層104為

止，繼而藉由HF(Hydrogen fluoride，氟化氫)蒸氣等選擇性地對絕緣層104進行等向性蝕刻。

第1支持部40a及第2支持部40b例如與活性層106(基板106)之周圍之框狀部分(圖1中未圖示，例如參照圖6)連結。因此，擺動體300係藉由配置於支持軸Q1之第1支持部40a及第2支持部40b而支持於基板(活性層)106(例如周圍之框狀部分)上。

擺動體300作為可動電極109a、109b發揮功能。可由導電性材料(摻雜有雜質之矽等)構成擺動體300，藉此形成可動電極(109a、109b)，或亦可於擺動體300上形成包含金屬等導體層之可動電極(109a、109b)。於圖1之例中，係由導電性材料(摻雜有雜質之矽)構成擺動體300，藉此形成可動電極109a、109b。

又，於基底102之與可動電極109a對向之位置設置固定電極208a，又，於與可動電極109b對向之位置設置固定電極208b。再者，於設置蓋體200之情形時，亦可在蓋體200之與可動電極109a對向之位置設置固定電極208a，在與可動電極109b對向之位置設置固定電極208b。

又，擺動體300包含：第1翹板片(第1區域)PT1、及第2翹板片(第2區域)PT2。第1翹板片(第1區域)PT1與俯視時藉由支持軸Q1所劃分之2個部分中之一者(圖1(B)中位於左側之部分)相對應。第2翹板片(第2區域)PT2與俯視時藉由支持軸Q1所劃分之2個部分中之另一者(圖1(B)中位於右側之部分)相對應。

再者，所謂第1區域、第2區域之術語主要係在擺動體300之俯視時之形狀(與由支持軸Q1分成2部分之翹板片PT1、PT2之各者相對應之區域)之意義上使用。於以下之說明中，有時記為第1翹板片(第1區域)PT1、第2翹板片(第2區域)PT2。

於圖1(B)之例中，第1翹板片(第1區域)PT1之厚度以及第2翹板片(第2區域)PT2之厚度均為DT(但並不限定於此，為調整轉矩，亦可使各翹板片之厚度不同)。又，第1翹板片(第1區域)與第2翹板片(第2區域)之排列方向成為與擺動體之長邊方向水平(平行)之方向。

例如，當對擺動體300施加垂直方向之加速度(例如重力加速度)時，第1翹板片(第1區域)PT1與第2翹板片(第2區域)PT2之各者產生轉矩(力之力矩)。因此，於第1翹板片(第1區域)PT1之轉矩(例如逆時針方向之轉矩)與第2翹板片(第2區域)PT2之轉矩(例如順時針方向之轉矩)均衡之情形時，擺動體300之傾斜不發生變化，從而無法檢測加速度之變化。因此，以例如使施加垂直方向之加速度時之第1翹板片(第1區域)PT1之轉矩與第2翹板片(第2區域)PT2之轉矩不均衡，擺動體300產生特定之傾斜(容許範圍內之傾斜)之方式設計擺動體300。例如，可採用將支持軸Q1配置於偏離擺動體300之中心之位置之方法(使自支持軸Q1直至各翹板片PT1、PT2之前端為止的距離不同之方法)，或亦可採用藉由將支持軸Q1配置於擺動體300之中心，且使各翹板片PT1、PT2之厚度不同等方法而對各翹板片PT1、PT2

之質量設置差之方法，但於本實施形態中，採用前者之方法(藉由將支持軸Q1配置於偏離擺動體300之中心之位置，而使自支持軸Q1直至各翹板片PT1、PT2之前端為止的距離不同之方法)。

藉由將第1翹板片(第1區域)PT1及第2翹板片(第2區域)PT2之剖面形狀之厚度設為相同(即，均設定為厚度DT)，而能夠於同一製造步驟製造第1翹板片PT1及第2翹板片PT2。即，無需用以對各翹板片之厚度設置差之步驟(蝕刻工序等)，從而有使製造步驟簡化之優點。

第1翹板片PT1及第2翹板片PT2之俯視時之形狀之尺寸(縱尺寸、橫尺寸等)例如可藉由變更光微影用之光罩形狀而自由設定。於圖1(B)之例中，擺動體300係以俯視時成為長方形之方式進行加工。於以下之說明中，將擺動體300之長度方向設為第1方向(X軸方向)，將水平面內與第1方向正交之方向(亦可稱為支持軸Q1之方向)設為第2方向(Y軸方向)，將與第1方向及第2方向正交之方向(與水平面正交之方向)設為第3方向(Z軸方向)。

又，設置於擺動體300中之可動電極109(第1可動電極109a、第2可動電極109b)之位置根據擺動體300之翹板擺動而變化。例如，可將具有導電性之擺動體300自身作為可動電極，或亦可於擺動體300上或擺動體中選擇性地形成包含導電材料(金屬等)之電極，將該電極作為可動電極(第1可動電極109a、第2可動電極109b)。

於圖1(B)之例中，作為可變電容c1、c2之構成要素之可

動電極109(第1可動電極109a及第2可動電極109b)係由具有導電性之擺動體300自身而構成。具體而言，藉由將導電性之活性層圖案化所形成之翹板(導入有雜質之矽板)311而構成(形成)可動電極109(第1可動電極109a、第2可動電極109b)。即，於圖1(B)之例中，可動電極109(第1可動電極109a、第2可動電極109b)係由共用電極而構成，該共用電極與共用電位(基準電位VCOM(例如GND(Ground，接地)))相連接。藉由電極之共用化，而可減少與電極連接之配線之數量，從而可簡化配線圖案。又，由於擺動體300兼具電極，因此無需另外形成電極，使製造步驟簡化。

再者，蓋體200亦可與支持體100同樣地由SOI基板構成。

如上所述，藉由基底(成為封裝體之基礎之基板或基體等)100及蓋體200構成密封體。藉由支持體100及蓋體200構成氣密密封封裝體，因此於支持體100與蓋體200之邊界附近可使用墊材構件(例如間隔件)90。

又，於基底102上之表面設置有作為可變電容(電容元件)c1、c2之構成要素之固定電極208(第1固定電極208a、第2固定電極208b)。較佳為於基底102之表面設置絕緣膜(省略圖示)，於該絕緣膜上設置第1固定電極208a、第2固定電極208b。該第1固定電極208a、第2固定電極208b係設置於與設置於擺動體300中之可動電極109(第1可動電極109a及第2可動電極109b)相對應之位置(相對向之位置)。

再者，第1固定電極208a、第2固定電極208b亦可設置於蓋

體200之內表面之與第1可動電極109a及第2可動電極109b相對應之位置(相對向之位置)上。

又，藉由使可動電極109共用化(即，跨及第1區域PT1與第2區域PT2而設置)，而可減少與電極連接之配線之數量，從而可簡化配線圖案。

於圖1(A)、圖1(B)之例中，已使第1可動電極109a與第2可動電極109b共用化，亦可使固定電極208(第1固定電極208a及2固定電極208b)成為相同電位之共用電極(於此情形時，第1可動電極109a與第2可動電極109b係以彼此電性獨立之電極之形式形成)。如上所述，藉由電極之共用化，而可減少與電極連接之配線之數量，從而可簡化配線圖案。

又，藉由以與第1可動電極109a及第2可動電極109b對向之方式各別設置固定電極，而可高精度檢測差動電容之值。

繼而，對圖1(C)所示之變形例進行說明。於圖1(C)之例中，藉由具有多層配線構造之半導體基板(可將該等統稱為多層構造體)而構成擺動體300。即，於半導體基板(相當於圖1(A)之參照符號102)上，藉由CMOSIC工序形成由複數層絕緣層(包含層間絕緣層)積層形成之多層構造體。於圖1(C)之例中，於最上層之絕緣層107上形成有成為共用電位(VCOM，此處為GND)用之電極之金屬層111。於圖1(C)之例中，藉由半導體製造技術(多層配線基板技術等)可合理地形成可動電極109(第1可動電極109a、第2可動電

極 109b)。

除以上之例以外，亦考慮有多種變形例。將變形例之一例示於圖 14 中。圖 14 係表示物理量感測器之構造之其他例之圖。

於圖 14 所示之例中，第 1 支持部 40a 之位置與第 2 支持部 40b 之位置不同(於擺動體之長度方向上偏離特定距離)。於此情形時，連結第 1 支持部 40a 與第 2 支持部 40b 之支持軸 Q1(圖中，以雙點劃線表示)傾斜，擺動體 300 於俯視時藉由支持軸 Q1 劃分為第 1 區域(第 1 翹板片)PT1 及第 2 區域(第 2 翹板片)PT2。再者，於此情形時，第 1 區域 PT1 與第 2 區域 PT2 之排列方向成為與擺動體之長邊方向水平(平行)之方向。

此處，返回至圖 1 繼續說明。繼而，對擺動體 300 之擺動動作、及伴隨該擺動動作之可變電容之電容值之變化進行說明。以下，參照圖 1(D)~圖 1(F)。再者，於圖 1(D)~圖 1(F)中，為方便說明，將第 1 固定電極 208a、第 2 固定電極 208b 記載於擺動體 300 之上側。

於圖 1(D)中，擺動體 300 維持水平狀態(該狀態與無重力加速度之狀態(無重力狀態)相對應)。如圖 1(D)所示，設置有第 1 可變電容 c1 及第 2 可變電容 c2 作為可變電容。第 1 可變電容 c1 包含：第 1 可動電極 109a，其位置根據第 1 翹板片 PT1 之翹板擺動而變化；及第 1 固定電極 208a，其設置於蓋體 200 之與第 1 可動電極 109a 對向之位置。又，第 2 可變電容 c2 包含：第 2 可動電極 109b，其位置根據第 2 翹板片 PT2

之翹板擺動而變化；及第2固定電極208b，其設置於蓋體200之與第2可動電極109b對向之位置。

作為可變電容(檢測電容)，若使用第1可變電容c1及第2可變電容c2，則有不僅可檢測加速度之大小，亦可檢測加速度之方向之優點(但並不限定於此)。

於圖1(D)中，自支持軸Q1直至第1翹板片PT1之前端為止的距離為T10，自支持軸Q1直至第2翹板片PT2之前端為止的距離為T20($>T10$)。由此，於圖1(D)之例中，例如當垂直向下產生加速度時，第2翹板片PT2所產生之轉矩大於第1翹板片PT1所產生之轉矩，擺動體300向順時針方向旋轉。以下，參照圖1(E)及圖1(F)具體說明。

於圖1(E)之狀態下，對擺動體300施加例如重力加速度 $G1(=1\text{ G})$ 。隨之擺動體300(第1翹板片PT1及第2翹板片PT2)向順時針方向旋轉，擺動體300產生傾斜。藉由擺動體300之翹板擺動，第1可變電容c1之電極間距離縮小，其結果第1可變電容c1之電容值(C1)增大。另一方面，第2可變電容c2之電容值(C2)藉由電極間距離之擴大而減少。如此，於圖1(E)之例中，可獲得差動檢測輸出。藉由2個輸出信號之各者之變化程度而可檢測重力加速度 $G1$ 之值($=1\text{ G}$)。進而，藉由2個輸出信號之各者之變化方向而可特別規定加速度之方向(垂直向下)。

於圖1(F)之狀態下，在對擺動體300施加重力加速度($=1\text{ G}$)之狀態下，對擺動體300進而施加垂直向上之加速度 $G2$ 。於此情形時，擺動體300(第1翹板片PT1及第2翹板片

PT2)向半順時針方向旋轉，擺動體300產生與圖1(E)之情形相反之傾斜。藉由擺動體300之翹板擺動，第1可變電容 c_1 之電極間距離擴大，其結果第1可變電容 c_1 之電容值(C_1)減少。另一方面，第2可變電容 c_2 之電容值(C_2)藉由電極間距離之縮小而增大。

以由圖1(E)之狀態所得之檢測信號(即，重力加速度之大小及方向)為基準，判定圖1(F)之狀態下之檢測信號，藉此可於圖1(F)之狀態下，檢測於哪一方向哪種程度之加速度發揮作用。即，基於圖1(F)之狀態下所得之2個輸出信號(差動信號)，根據2個輸出信號之各者之變化程度，而可檢測所施加之加速度 G_2 之值。進而藉由檢測2個輸出信號之各者之變化方向，而可特別規定加速度 G_2 之方向(垂直向上)。

例如，於測定垂直方向之加速度之情形時，構成物理量感測器之密封體(封裝體)之支持體100之主表面(底面)係例如固定於安裝有封裝體之電子零件等所具有之水平面上。例如，若施加重力加速度，則藉由轉矩擺動體300之傾斜發生變化，隨之可變電容(c_1 、 c_2)之電容值發生變化。由此，例如可檢測重力加速度作為表示可變電容(電容元件)之電容值之變化之電氣信號。

如上所述，物理量感測器可作為加速度感測器或陀螺感測器等慣性感測器而使用，具體而言，例如可作為用以測定垂直方向(與水平面垂直之方向)之加速度(例如重力加速度)之電容型加速度感測器而使用。於測定垂直方向之加

速度之情形時，構成物理量感測器之密封體(封裝體)之基底之主表面(底面)係例如固定於安裝有封裝體之電子零件等所具有之水平面上。例如，若施加重力加速度，則藉由轉矩擺動體300之傾斜發生變化，隨之可變電容 $c1$ 、 $c2$ 之電容發生變化。由此，例如可藉由表示可變電容 $c1$ 、 $c2$ 之電容值之變化的電氣信號檢測重力加速度之大小及方向。

根據圖1(A)~圖1(F)所示之例，例如於支持體100上設置藉由第1支持部(第1扭力彈簧)40a及第2支持部(第2扭力彈簧)40b翹板擺動自如地支持之擺動體300，於特定位置載置蓋體200，由例如密封材(接著材等)密封支持體100與蓋體200，藉此可有效形成密封體(例如氣密密封封裝體)。此時，藉由將蓋體200固定於支持體100上，作為可變電容 $c1$ 、 $c2$ 之構成要素之固定電極208a、208b之位置亦自動定位，翹板式之物理量感測器自動形成。

又，藉由以蓋體200之主表面成為水平之方式固定，亦確保支持體100之表面與蓋體200之主表面(包含內表面)之平行性，因此亦可高精度決定平行平板電容器(可變電容) $c1$ 、 $c2$ 之電極間之距離(擺動體300為水平狀態時之距離)。由此，可提高包含密封體(封裝體)之物理量感測器之組裝性。

(密封體之密封構造之例)

圖2(A)、圖2(B)係表示密封體之構造之一例之圖。圖2(A)係表示密封體之整體構成之立體圖，圖2(B)係表示基底與蓋體之連接部之剖面構造之一例的圖。

如圖 2(A)所示，於支持體 100 上固定蓋體 200，形成密封體(此處為氣密密封封裝體)250。於基底 BS1 之表面設置有焊墊(外部連接端子)PA、檢測電路 13、配線 EL 以及配線 IL。設置於密封體內部之可變電容(c1、c2 等)與檢測電路 13 經由配線 IL 連接。又，檢測電路 13 與焊墊 PA 藉由配線 EL 連接。又，於在密封體內部搭載複數個感測器之情形時，各感測器之輸出信號經由配線 IL 導出至檢測電路 13。又，於圖 2(A)之例中，於第 1 基板 BS1 上搭載有檢測電路(包含信號處理電路)13(但該情形為一例，並不限定於該例)。藉由於基底 BS1 上搭載檢測電路 13，例如可實現具備信號處理功能之高性能之慣性感測器(MEMS 慣性感測器)。

繼而，參照圖 2(B)，對基底與蓋體之連接部之剖面構造例進行說明。如先前所說明般，支持體 100 包含矽基板(基底基板)102、絕緣層 104、及活性層 106。活性層 106 例如包含摻雜有雜質之矽層 121 及 2 層絕緣層 123、125。

另一方面，蓋體 200 例如可由玻璃基板(單層)而構成，或例如亦可由表面形成有絕緣膜之矽基板(單層)而形成。又，當於蓋體側亦構成其他感測器元件，或者形成其他電路時，為構成蓋體 200，亦可使用具有與支持體 100 相同之構成之 SOI 基板。

自設置於密封體內部之可變電容引出之配線 ME1(第 1 層配線)係經由接觸插塞 ME2、第 2 層配線 ME3、接觸插塞 ME4、第 3 層配線 ME5、具有呈山狀隆起之形狀之配線 ME6

而與設置於支持體100上之配線ME7連接。又，於圖2(B)中，參照符號191為間隔件構件(例如，樹脂材料)。藉由設置間隔件構件191，而可更高精度地保持支持體100與安裝於支持體100上之蓋體200之平行度。又，參照符號193為接著膜。間隔件191及接著膜193發揮作為密封材90之作用。

(密封體之製造方法之一例)

圖3(A)~圖3(D)係表示密封體之製造方法之一例之圖。於該例中，貼合2個SOI基板而製造密封體。

如圖3(A)所示，準備成為支持體100之SOI基板。再者，於基底102上形成有作為固定電極208a、208b之金屬層(參照圖3(D)，圖3(A)~圖3(C)中省略圖示)。

如於圖3(A)之下側由一點劃線包圍所示，活性層(基板)106包含矽單晶121、及形成於矽單晶121上之多層構造(亦存在具有複數層絕緣層123、125，進而具有導體層Me1~Me6等之情形)。於矽單晶121中以高濃度摻雜有雜質(例如N型雜質之As等)。由此，可使用矽單晶121(第1翹板片PT1、第2翹板片PT2)自身作為可動電極(圖1所示之參照符號109a、109b)。

繼而，如圖3(B)所示，藉由光微影使活性層(基板)106圖案化，形成擺動體300(第1翹板片PT1及第2翹板片PT2)以及第1支持部40a、第2支持部40b。

繼而，如圖3(C)所示，藉由HF蒸氣或濕式蝕刻去除犧牲層之絕緣層104b。藉此，於擺動體300之周圍形成空腔部

350(包含圖1所示之空隙95以及開口部97)。擺動體300於空腔部350上，藉由第1支持部40a(第1扭力彈簧)及第2支持部40b(第2扭力彈簧)可翹板擺動地支持。

繼而，如圖3(D)所示，於作為支持體100之SOI基板上隔著密封材90安裝蓋體200。再者，於基底102上形成有第1固定電極208a及第2固定電極208b(均包含Al等之金屬層)。第1固定電極208a及第2固定電極208b設置於活性層206上(最上層之絕緣層上)之與作為可動電極之第1翹板片PT1及第2翹板片PT2之各者對向之位置。

再者，如圖3(D)所示，作為可動電極之第1翹板片PT1及第2翹板片PT2，例如，如圖3(D)之下模所示，包含作為電極材料之Si單晶121及形成於Si單晶上之2層絕緣層(例如CVD(Chemical Vapor Deposition，化學氣相沈積)SiO₂層)123、125。絕緣層123、125作為電容器之介電質膜發揮功能，且亦作為可動電極之保護膜(萬一可動電極與固定電極接觸時，發揮防止各電極之破損等作用)發揮功能。

(第2實施形態)

於本實施形態中，對檢測電路之構成例進行說明。圖4(A)~圖4(C)係表示檢測電路之構成例之圖。如先前使用圖2(A)進行說明般，檢測電路13例如係設置於支持體100上之空白空間，且內置信號處理電路10。於圖4(A)之例中，物理量感測器(此處為電容型加速度感測器)中所含之第1可變電容c1、第2可變電容c2包含作為共用之接地電極

之固定電極208、第1可動電極109a及第2可動電極109b。

檢測電路13包含信號處理電路10、CPU(Central Processing Unit，中央處理器)28、及介面電路30。信號處理電路10包含C/V轉換電路(電容值/電壓轉換電路)24、及類比較正& A/D(交流/直流)轉換電路26。但該例為一例，信號處理電路10亦可更包含CPU 28或介面電路(I/F)30。

於圖4(B)之例中，第1可變電容c1、第2可變電容c2包含第1固定電極208a及第2固定電極208b、以及作為共用之接地電極之可動電極109。檢測電路13之構成與圖4(A)之例相同。又，於圖4(C)之例中，第1可變電容c1及第2可變電容c2包含作為接地電位之第1固定電極208a及第2固定電極208b、以及第1可動電極109a及第2可動電極109b。檢測電路13之構成與圖4(A)之例相同。

(C/V轉換電路之構成例)

此處，使用圖5(A)~圖5(C)，對C/V轉換電路(C/V轉換放大器)之構成及動作之一例進行說明。圖5(A)~圖5(C)係用以對C/V轉換電路之構成及動作進行說明之圖。

圖5(A)係表示使用開關電容之C/V轉換放大器(電荷放大器)之基本構成之圖，圖5(B)係表示圖5(A)所示之C/V轉換放大器之各部分之電壓波形的圖。

如圖5(A)所示，基本之C/V轉換電路24包含第1開關SW1及第2開關SW2(與可變電容c1(或c2)一併構成輸入部之開關電容)、運算放大器(Operational Amplifier，OPA)1、反饋電容(積分電容)Cc、用以重置反饋電容Cc之第3開關

SW3、用以對運算放大器(OPA)1之輸出電壓 V_c 進行取樣之第4開關SW4、及保持電容 C_h 。

又，如圖5(B)所示，第1開關SW1及第3開關SW3係由同相之第1時脈控制接通/斷開，第2開關SW2係由與第1時脈反相之第2時脈控制接通/斷開。第4開關SW4係於第2開關SW2接通期間之最後階段變短而接通。若第1開關SW1接通，則於可變電容 $c_1(c_2)$ 之兩端施加特定之電壓 V_d ，可變電容 $c_1(c_2)$ 中蓄積電荷。此時，反饋電容 C_c 因第3開關為接通狀態而為重置狀態(兩端短路之狀態)。繼而，若第1開關SW1及第3開關SW3接通，第2開關SW2接通，則可變電容 $c_1(c_2)$ 之兩端均成為接地電位，因此蓄積於可變電容 $c_1(c_2)$ 之電荷向運算放大器(OPA)1移動。此時，為保存電荷量， $V_d \cdot C_1(C_2) = V_c \cdot C_c$ 成立，由此，運算放大器(OPA)1之輸出電壓 V_c 成為 $(C_1/C_c) \cdot V_d$ 。即，電荷放大器之增益係由可變電容 c_1 (或 c_2)之電容值(C_1 或 C_2)與反饋電容 C_c 之電容值之比而決定。繼而，若第4開關(取樣開關)SW4接通，則運算放大器(OPA)1之輸出電壓 V_c 藉由保持電容 C_h 保持。所保持之電壓為 V_o ，該 V_o 成為電荷放大器之輸出電壓。

如先前所說明般，C/V轉換電路24實際上接收來自2個可變電容(第1可變電容 c_1 、第2可變電容 c_2)之各者之差動信號。於此情形時，作為C/V轉換電路24，例如可使用如圖5(C)所示之差動構成之電荷放大器。於圖5(C)所示之電荷放大器中，在輸入段設置用以放大來自第1可變電容 c_1 之

信號之第1開關電容放大器(SW1a、SW2a、OPA1a、Cca、SW3a)、及用以放大來自第2可變電容c2之信號之第2開關電容放大器(SW1b、SW2b、OPA1b、Ccb、SW3b)。並且，運算放大器(OPA)1a及1b之各輸出信號(差動信號)輸入至設置於輸出段之差動放大器(OPA2、電阻R1~R4)。

其結果，經放大之輸出信號Vo自運算放大器(OPA)2輸出。藉由使用差動放大器而可獲得能夠消除基底雜訊(同相雜訊)之效果。再者，以上所說明之C/V轉換電路24之構成例為一例，並不限定於該構成。

(第3實施形態)

於本實施形態中，對可檢測2個不同方向之加速度之電容型感測器之一例進行說明。於以下之說明中，對電容型加速度感測器進行說明。

於本實施形態中，係基於藉由擺動體之翹板擺動之Z軸方向之加速度檢測用之可變電容的電容值變化對Z軸方向之加速度進行檢測。又，對擺動體進而附加X軸方向或Y軸方向之加速度檢測用之可變電容，基於該X軸方向或Y軸方向之加速度檢測用之可變電容的電容值變化而可檢測X軸方向或Y軸方向之加速度。

圖6係表示可檢測2個不同方向之加速度之加速度感測器之構成之一例的圖。於圖6中，表示藉由支持體100及蓋體200而構成之密封體之俯視圖，及長度方向(橫方向)之剖面圖、與長度方向正交之方向(縱方向)之剖面圖。長度方向(橫方向)之剖面圖係沿俯視圖之A-A線之剖面圖。與長度

方向正交之方向(縱方向)之剖面圖係沿俯視圖之B-B線之剖面圖。

於圖6之俯視圖中，蓋體200係由粗實線之一點劃線表示。又，於圖6之俯視圖中，亦記載有電極、配線及焊墊(外部連接端子)之配置例。

首先，定義三維空間中之方向，使加速度感測器中之各部分之延伸方向、及構成可變電容之可動電極之移位之方向明確。即，將擺動體300為水平狀態時之水平面(亦可稱為包含擺動體300之主表面之面)內之擺動體之長度方向設為第1方向(X軸方向)。將水平面內之與第1方向(X軸方向)正交之方向(即，與上述水平面正交之方向)設為第2方向(Y軸方向)，將與第1方向(X軸方向)及第2方向(Y軸方向)之各者正交之方向設為第3方向(Z軸方向)。再者，於X軸方向上，包含正X軸方向(+X)及負X軸方向(-X)。關於該方面，Y軸方向與Z軸方向亦相同。

於圖6之例中，與圖1之例相同，擺動體300係藉由第1支持部40a及第2支持部40b翹板擺動自如地雙臂支持。第1支持部40a係由沿第2方向(Y軸方向)延伸之第1扭力彈簧而構成，第2支持部40b係由沿第2方向(Y軸方向)延伸之第2扭力彈簧而構成。第1扭力彈簧(第1支持部)40a之一端與擺動體300連結(固定)，且第1扭力彈簧40a之另一端與支持體100及蓋體200連結(固定)。第2扭力彈簧(第2支持部)40b亦相同，其一端與擺動體300連結(固定)，且第2扭力彈簧40b之另一端與支持體100及蓋體200連結(固定)。又，第1扭力

彈簧40a及第2扭力彈簧40b之各者沿第2方向(Y軸方向)延伸。例如，第1扭力彈簧40a及第2扭力彈簧40b之各者於俯視時係以重合於擺動體300之支持軸Q1之方式沿第2方向(Y軸方向)延伸設置。

藉由擺動體300之翹板擺動，構成可變電容c1、c2之第1可動電極109a及第2可動電極109b(於圖6之例中，擺動體自身作為共用電位之可動電極發揮功能)與第1固定電極208a及第2固定電極208b之間的第3方向(Z軸方向)之距離(電極間距離)發生變化。即，利用擺動體300之翹板擺動而可檢測Z軸方向(垂直方向)之加速度(重力加速度)。

於圖6之例中，擺動體300中進而設置有用以檢測第2方向(Y軸方向)之加速度之電容(第3電容c3及第4電容c4)。第3電容c3及第4電容c4係由梳齒電極而構成。以下進行具體說明。

如圖6所示，擺動體300更包含：框體310，其與作為第1支持部之第1扭力彈簧40a及作為第2支持部之第2扭力彈簧40b之各者相連結；可動砝碼部313，其經由在第2方向(Y軸方向)上可移位之第2方向移位用彈簧(有時亦稱為連結部)1a、1b、1c、1d而與框體310相連結，並且在周圍形成有空腔部350；固定電極部(有時稱為第1臂狀電極部)2a、2b、2c、2d，其自框體310向空腔部350(或可動砝碼部313)突出形成；及可動電極部(有時稱為第2臂狀電極部)3a、3b、3c、3d，其自可動砝碼部313向擺動體300(之框體310)突出形成，與可動砝碼部313一體地移位，並且與固定電

極部(第1臂狀電極部)2a、2b、2c、2d對向。固定電極部2a、2b、2c、2d及可動電極部3a、3b、3c、3d分別構成梳齒電極，各電極沿第1方向(X軸方向)延伸。

即，擺動體300包含開口部99(例如，藉由蝕刻去除作為基板之活性層106而形成)，於該開口部99配置有可動砒碼部313。又，設置有連結可動砒碼部313與擺動體300之連結部(第2方向移位用之彈簧部或彈性變形部)1a、1b、1c、1d。且包含：第1臂狀電極部(固定電極部)2a、2b、2c、2d，其係自擺動體300(之框體310)向可動砒碼部313突出而形成；及第2臂狀電極部(可動電極部)3a、3b、3c、3d，其係自可動砒碼部313向擺動體300突出而形成，並且與第1臂狀電極部(固定電極部)2a、2b、2c、2d對向。

又，第2方向移位用彈簧1a、1b、1c、1d之各者藉由絕緣區域ISO1、ISO4、ISO5、ISO8之各者與框體310電性分離。同樣，固定電極部2a、2b、2c、2d之各者藉由絕緣區域ISO2、ISO3、ISO6、ISO7之各者與框體310電性分離。絕緣區域ISO1~ISO8之各者例如係藉由在矽單晶中局部設置之凹部埋入SiO₂等絕緣膜而形成。

若藉由第2方向(X軸方向)之加速度，第2方向移位用彈簧1a、1b、1c、1d沿第2方向(Y軸方向)移位，則固定電極部2a、2b、2c、2d以及可動電極部3a、3b、3c、3d之間的距離(電極間距離)發生變化，第3電容c3及第4電容c4之電容值發生變化。藉由檢測該電容值之變化作為微小之電氣信號(電流信號)之變化，而可檢測第2方向(Y軸方向)之加

速度。

又，第2方向移位用彈簧1a、1b、1c、1d例如為於第1方向(X軸方向)上呈直線狀延伸之棒狀之彈簧。第2方向移位用彈簧1a、1b、1c、1d例如可將構成SOI基板之活性層之矽單晶(以及包含層間絕緣膜或金屬膜等之多層構造體)圖案化而形成。矽單晶或多層構造體由於具有一定程度之彈性(以及一定程度之剛性)，因此藉由將其圖案化成棒狀而可作為彈性變形構件(彈性彈簧)使用。作為擺動體300之製造方法，可採用圖3(A)、圖3(B)所示之方法。

由於具有此種構造，擺動體300除了發揮作為用以檢測第3方向(Z軸方向)之移位之第3方向檢測板之作用以外，亦發揮作為用以檢測第2方向(Y軸方向)之移位之第2方向之檢測板之作用。藉此，使用一個擺動體300便可檢測與2個不同方向之移位之各者相對應的電容之變化。藉此，例如實現可檢測2個不同方向(第3方向及第2方向)之加速度之小型且高功能之加速度感測器。

繼而，對焊墊及配線之配置進行說明。於支持體100之周邊設置有第1焊墊PA1~第5焊墊PA5。第1焊墊PA1為用以供給共用電位VCOM(GND)之焊墊。第2焊墊PA2為用以將可自第1可變電容c1獲得之Z軸方向之第1檢測輸出VZ1導出至外部之焊墊。亦可設為如下構成：設置檢測電路13(參照圖2(A))代替第2焊墊PA2，將可自可變電容c1獲得之Z軸方向之第1檢測輸出VZ1輸入至檢測電路13。關於該方面，其他檢測信號亦相同。

第3焊墊PA3為用以將Y軸方向之第1檢測輸出VY1導出至外部之焊墊，該第1檢測輸出VY1係根據用以檢測第2方向(Y軸方向)之加速度之第3電容c3而獲得。第4焊墊PA4為用以將Y軸方向之第2檢測輸出VY2導出至外部之焊墊，該第2檢測輸出VY2係根據用以檢測第2方向(Y軸方向)之加速度之第4電容c4而獲得。第5焊墊PA5為用以將Z軸方向之第2檢測輸出VZ2導出至外部之焊墊，該第2檢測輸出VZ2係根據第2可變電容c2而獲得。

又，於作為擺動體300之一部分之框體310中設置有3根配線L1(粗實線之細虛線)、L2(粗實線之粗虛線)、L3(粗實線之一點劃線)。配線L1為用以對擺動體300供給共用電位VCOM(GND)之配線。又，配線L2為用以將可自第4電容c4獲得之Y軸方向之第2檢測輸出VY2導出至外部之配線。配線L3為用以將可自第3電容c3獲得之Y軸方向之第1檢測輸出VY1導出至外部之配線。又，設置有用以構成電子電路所需之其他配線L4~L10。

圖7(A)、圖7(B)係將圖6所示之俯視圖及長度方向(橫方向)之剖面圖簡化表示之圖。圖7(A)係加速度感測器之俯視圖(省略蓋體)，圖7(B)係沿圖7(A)之A-A線之剖面圖。

如先前所說明般，擺動體300包含第1翹板片PT1及第2翹板片PT2。第1支持部(第1扭力彈簧)40a之一端及第2支持部(第2扭力彈簧)40b之一端與作為擺動體300之一部分之框體310連結(固定)。又，第1支持部(第1扭力彈簧)40a之另一端及第2支持部(第2扭力彈簧)40b之另一端與支持體100

相連接。

擺動體300包含框體310、可動砝碼部313、第2方向移位彈簧(彈性變形部)1a~1d、固定電極部2a~2d、及可動電極3a~3d。第3電容c3係由固定電極部2a與可動電極部3a、以及固定電極部2c與可動電極部3c而構成。同樣，第4電容c4係由固定電極部2b與可動電極部3b、以及固定電極部2d與可動電極部3d而構成。

於本實施形態中，具有剛性之框體310與第1扭力彈簧40a及第2扭力彈簧40b連接。由此，抑制藉由第1扭力彈簧40a及第2扭力彈簧40b之第3方向(Z軸方向)之移位與藉由第2方向移位彈簧1a~1d之第2方向(Y軸方向)之移位彼此干涉(可視為各彈簧之移位相互獨立)。因此，充分降低對檢測精度之不良影響。藉此，例如實現可檢測2個不同方向(Y軸方向及Z軸方向)之加速度之小型且高功能之加速度感測器。

(第4實施形態)

於本實施形態中，對可檢測第1方向(X軸方向)、第2方向(Y軸方向)及第3方向(Z軸方向)之各者之電容值之變化之具有3軸感度之物理量感測器進行說明。圖8係表示可檢測第1方向(X軸方向)、第2方向(Y軸方向)及第3方向(Z軸方向)之各者之電容值之變化之具有3軸感度之物理量感測器之構成例的俯視圖。於圖8中，對與上述實施形態共同之要素附加相同之參照符號。於以下之說明中，舉出加速度感測器為例進行說明。

於圖8所示之加速度感測器中，擺動體300包含：框體310，其與作為第1支持部之第1扭力彈簧40a及作為第2支持部之第2扭力彈簧40b之各者連結；第1方向及第2方向移位用彈簧11a~11d，其於第1方向(X軸方向)及第2方向(Y軸方向)之各方向上可移位；可動砝碼部313，其經由第1方向及第2方向移位用彈簧11a~11d之各者而與框體310連結，並且在周圍形成有空腔部350；固定電極部2a、2b、2c、2d、2a'、2b'、2c'、2d'，其係自框體310向空腔部350突出形成；及可動電極部3a、3b、3c、3d、3a'、3b'、3c'、3d'，其與可動砝碼部313一體地移位，並且與固定電極部2a、2b、2c、2d、2a'、2b'、2c'、2d'之各者對向。

主要構成與圖6及圖7所示之實施形態中之物理量感測器之構成相同。但是，相對於在圖6及圖7之例中使用第2方向移位彈簧，於本實施形態中，使用於第1方向(X軸方向)及第2方向(Y軸方向)之各方向上可移位之第1方向及第2方向移位用彈簧11a~11d。第1方向及第2方向移位用彈簧11a~11d之各者於俯視時自四角形之框體310之四角向與框體310成大約45度之角度之方向延伸。

於本實施形態中包含第3方向(Z軸方向)加速度之檢測用之第1可變電容c1、第2可變電容c2、及第2方向(Y軸方向)加速度之檢測用之第3電容c3、第4電容c4、以及第1方向(X軸方向)加速度之檢測用之第5電容c3'、第6電容c4'。

於本實施形態中，第1扭力彈簧40a及第2扭力彈簧40b與具有剛性之框體310連接。由此，抑制藉由第1扭力彈簧

40a及第2扭力彈簧40b之第3方向(Z軸方向)之移位與藉由第1方向及第2方向移位彈簧11a~11d之第1方向(X軸方向)及第2方向(Y軸方向)之移位彼此干涉(可視為各移位相互獨立)。由此，充分降低對檢測精度之不良影響。藉此，例如實現可檢測3個不同方向(第1方向~第3方向之各者)之加速度之小型且高功能之加速度感測器。

(第5實施形態)

於本實施形態中，對可檢測2個不同方向之加速度之電容型加速度感測器之其他例進行說明。於以下之說明中，對電容型加速度感測器進行說明。

圖9係表示可檢測2個不同方向之加速度之加速度感測器之構成之其他例的圖。於圖9中，對與上述實施形態之例共同之部分附加相同之參照符號。

於先前說明之圖6及圖7之例中，將第1扭力彈簧40a及第2扭力彈簧40b連結於框體310，但於本實施形態中，不使用框體，於在第2方向(Y軸方向)上可移位之第2方向移位用彈簧1e、1f上直接連結第1扭力彈簧40a及第2扭力彈簧40b之各者。設置第3電容c3及第4電容c4之情形與圖6及圖7之例相同。

根據本實施形態，例如實現可檢測2個不同方向(第3方向及第2方向)之加速度之高功能之加速度感測器。進而，由於可省略框體，因此可實現進一步之小型化(佔有面積之削減)。

(第6實施形態)

圖 10 係表示使用 2 個圖 6 及圖 7 所示之構造之擺動體，可檢測 3 個不同方向之加速度之物理量加速度感測器之構成的俯視圖。於圖 10 之例中，於共同之支持體 100 中設置擺動體 300 及擺動體 300'。擺動體 300 及擺動體 300' 之構成與圖 6 及圖 7 所示之擺動體 300 之構成相同。再者，對擺動體 300' 之構成要素之參照符號附加垂點記號。

擺動體 300 之支持軸 Q1 沿第 2 方向 (Y 軸方向) 延伸。擺動體 300' 之支持軸 Q1' 沿第 1 方向 (X 軸方向) 延伸。擺動體 300 如先前所說明般，兼具作為用以檢測第 3 方向 (Z 方向) 之加速度之檢測板之功能、及作為用以檢測第 2 方向 (Y 方向) 之加速度之檢測板之功能。另一方面，擺動體 300' 兼具作為用以檢測第 3 方向 (Z 方向) 之加速度之檢測板之功能、及作為用以檢測第 1 方向 (X 方向) 之加速度之檢測板之功能。

根據本實施形態，可實現能夠檢測第 1 方向 (X 軸方向) 之加速度、第 2 方向 (Y 軸方向) 之加速度以及第 3 方向 (Z 軸方向) 之加速度之高性能之物理量感測器 (加速度感測器)。

(第 7 實施形態)

於本實施形態中，對為進一步提高利用翹板構造之物理量感測器之檢測精度之信號處理方法、及利用該信號處理方法之物理量感測器之構成進行說明。

圖 11(A)~圖 11(H) 係說明用以進一步提高利用翹板構造之物理量感測器之檢測精度之信號處理方法進行說明之圖。圖 11(A) 係表示擺動體 300 維持水平狀態之狀態 (Z 軸方向加速度為 0 G 之狀態)。圖 11(B) 表示 Z 軸方向加速度為 1

G時之擺動體300之狀態。圖11(B)中之擺動體300因第1翹板片PT1之轉矩與第2翹板片PT2之轉矩之不均衡而成為傾斜之狀態(其原因在於：即便施加重力加速度，擺動體300亦保持水平狀態，而無法檢測重力加速度)。

於此狀態下，假定擺動體300中擺動體300之延伸方向即第1方向(X軸方向)之加速度發揮作用(參照圖11(C)，Z軸方向加速度為1G之狀態)。如圖11(C)所示，若對於傾斜之擺動體300第1方向(X軸方向，水平時之擺動體之延伸方向)之加速度G發揮作用，則擺動體300中，於與第1方向(X軸方向)之加速度G之方向相反方向上慣性力 F' 發揮作用(慣性力之大小與第1方向之加速度G成比例)。由於該慣性力 F' 具有使傾斜之擺動體300旋轉之力(即，與傾斜之擺動體300垂直地作用之力)之成分，因此擺動體300之傾斜發生變化(參照圖11(D))。即，即便第3方向之加速度實際未發生變化，藉由第1方向之加速度(與檢測方向(第3方向)不同之方向之加速度)G，表觀上第3方向之加速度亦發生變化。如此之於與檢測方向不同之方向上具有檢測感度之情形成為物理量感測器之檢測精度下降之原因。

對該問題進行具體說明。如圖11(D)所示，相同大小之慣性力 F' 對擺動體300之第1翹板片(第1區域)PT1及第2翹板片(第2區域)PT2之各者發揮作用。對第1翹板片PT1施加之慣性力 F' 可分成擺動體300之延長線方向之力成分 F_{a1} 、及垂直於擺動體300之方向之力成分 F_{b1} 。同樣，作用於第2翹板片PT2之慣性力 F' 可分成擺動體300之延長線方向之力

成分 F_{a2} 、及垂直於擺動體 300 之方向之力成分 F_{b2} 。作用於第 1 翹板片 PT1 之垂直於擺動體 300 之方向之力成分 F_{b1} 對擺動體 300 之第 1 翹板片 PT1 產生逆時針方向之力矩。另一方面，作用於第 2 翹板片 PT2 之垂直於擺動體 300 之方向之力成分 F_{b2} 對擺動體 300 之第 2 翹板片 PT2 產生順時針方向之力矩。力成分 F_{b1} 與力成分 F_{b2} 之大小相同。

然而，於圖 11(D) 之例中，由於第 2 翹板片 PT2 之臂之長度與第 1 翹板片 PT1 之臂之長度相比較長（即，第 2 翹板片 PT2 之質量較重），因此轉矩產生差。即，作用於臂較長之第 2 翹板片 PT2 之順時針方向之轉矩成為優勢，其結果，擺動體 300 整體向順時針方向旋轉。其順時針方向之轉矩可稱為因對於傾斜之擺動體 300 第 1 方向（X 軸方向，水平時之擺動體之延伸方向）之加速度 G 發揮作用而產生之表觀上之轉矩。

又，於如圖 11(E) 所示之擺動體 300（傾斜方向成為與圖 11(D) 之例相反方向）中，慣性力 F' 發揮作用時，亦因相同原因而產生表觀上之轉矩，擺動體 300 之傾斜發生變化。於圖 11(B) 中，作用於第 1 翹板片 PT1 之垂直於擺動體 300 之方向之力成分 F_{b1} 對擺動體 300 之第 1 翹板片 PT1 產生順時針方向之力矩。另一方面，作用於第 2 翹板片 PT2 之垂直於擺動體 300 之方向之力成分 F_{b2} 對擺動體 300 之第 2 翹板片 PT2 產生逆時針方向之力矩。力成分 F_{b1} 與力成分 F_{b2} 之大小相同。

然而，於圖 11(E) 之例中，由於第 1 翹板片 PT1 之臂之長

度較第2翹板片PT2之臂之長度長(即，第1翹板片PT1之質量較重)，因此轉矩產生差。即，作用於臂較長之第1翹板片PT1之順時針方向之轉矩成為優勢，其結果，擺動體300整體向順時針方向旋轉。即，與圖11(D)之例相同，藉由表觀上之順時針方向之轉矩，擺動體300之傾斜發生變化。

此處，比較圖11(D)之例與圖11(E)之例。於圖11(D)之例中，藉由表觀上之轉矩，擺動體300以其傾斜程度變得更深之方式旋轉。例如，將產生表觀上之轉矩前之傾斜角(水平線與擺動體形成之角度)設為 θ 時，藉由表觀上之轉矩傾斜發生變化後之傾斜角成為 $\theta + \delta\theta$ 。另一方面，於圖11(D)之例中，藉由表觀上之轉矩，擺動體300以傾斜之擺動體返回，其傾斜角變淺之方式旋轉。例如，將產生表觀上之轉矩前之傾斜角(水平線與擺動體形成之角度)設為 θ 時，藉由表觀上之轉矩傾斜發生變化後之傾斜角成為 $\theta - \delta\theta$ 。

即，若以擺動體300傾斜之方向為基準考慮，則圖11(D)之例中之表觀上之轉矩之方向與圖11(E)之例中之表觀上之轉矩之方向為彼此相反方向。例如，將擺動體300傾斜之方向設為正方向時，圖11(D)之例中之表觀上之轉矩之方向為正方向，圖11(E)之例中之表觀上之轉矩之方向成為負方向。即，於圖11(D)及圖11(E)中，藉由表觀上之轉矩，擺動體300僅旋轉相同之角度，但其方向相反。於本實施形態中，著眼於該方面，併用具有圖11(D)之構造之

擺動體300a與具有圖11(E)之構造之擺動體300b，以自各擺動體所得之信號為基礎執行特定之運算，藉此抑制由表觀上之轉矩所產生之誤差。

即，於本實施形態中，如圖11(F)所示，設置2個擺動體(即第1擺動體300a及第2擺動體300b)。並且，先前說明之信號處理電路(圖3之參照符號10)基於自各擺動體300a、300b所得之信號，執行用以補償檢測誤差之信號處理而抑制檢測誤差。

此處，第1擺動體300a與圖11(D)所示之擺動體相對應。第2擺動體300b與圖11(E)所示之擺動體相對應。第1擺動體300a包含第1翹板片(第1區域)PT1a及第2翹板片(第2區域)PT2a。第2擺動體300b包含第3翹板片(第3區域)PT1b及第4翹板片PT2b(第4區域)。

即，第1擺動體300a於俯視時藉由支持軸Q1(第1軸)劃分為第1區域(第1翹板片)PT1a及第2區域(第2翹板片)PT2。又，第2擺動體300b於俯視時藉由支持軸Q2(第2軸)劃分為第3區域(第3翹板片PT1b)及第4區域(第4翹板片PT2b)。

於本實施例中，第1擺動體300a與第2擺動體300b彼此配置為鏡像。所謂「配置為鏡像」係指如例如圖12之俯視圖所示之配置。此處，參照圖12。於圖12中，第2擺動體300b於俯視時為相對於與第1區域(第1翹板片)PT1a及第2區域(第2翹板片)PT2a之排列方向正交之軸LX，使第1擺動體300a反轉(折返)之形狀。

返回至圖11(F)~圖11(H)繼續說明。於圖11(F)(Z軸方向

加速度為0 G之狀態)及圖 11(G)(Z軸方向加速度為1 G之狀態)中，第2區域(第2翹板片)PT2a之質量較第1區域(第1翹板片)PT1a之質量重(由於臂之長度較長)，且第4區域(第4翹板片PT2b)之質量較第3區域(第3翹板片PT1b)之質量輕(由於臂之長度較短)。

又，第1區域(第1翹板片)PT1a及第2區域(第2翹板片)PT2a之排列方向與第3區域(第3翹板片PT1b)及第4區域(第4翹板片PT2b)之排列方向彼此相同。又，於承受重力之狀態下，首先如圖 11(D)、圖 11(E)之例中所說明般，第1擺動體300a與第2擺動體300b朝彼此相反方向傾斜(參照圖 11(G))。

藉由第1擺動體300a、第2擺動體300b之各者形成2個可變電容，因此設置合計4個可變電容。於圖 11(F)之狀態下，第1擺動體300a及第2擺動體300b為水平狀態，4個可變電容之各自之電容值為C0。

此處，作為檢測信號，輸出基於第1擺動體300a之第1翹板片(第1區域)PT1a之移位而變動之第1檢測信號、基於第1擺動體300a之第2翹板片(第2區域)PT2a之移位而變動之第2檢測信號、基於第2擺動體300b之第3翹板片(第3區域)PT1b之移位而變動之第3檢測信號、及基於第2擺動體300b之第4翹板片(第4區域)PT2b之移位而變動之第4檢測信號。

於以下之說明中，將第1檢測信號及第2檢測信號表現為差動輸出1，且將第3出信號及第4出信號表現為差動輸出2。於圖 11(F)之狀態下，差動輸出1成為(C0、C0)，差動

輸出2亦成為(C_0 、 C_0)。

於存在重力加速度(1 G)之狀態下，如圖11(G)所示，第1擺動體300a及第2擺動體300b之各者接收轉矩而傾斜。

此處，第1擺動體300a與第2擺動體300b均向第1方向(X軸方向)延伸，但第1擺動體300a之傾斜方向與第2擺動體300b之傾斜方向為彼此相反方向，且以水平面為基準之旋轉角之絕對值相同。例如，第1擺動體300a沿順時針方向以水平面為基準僅傾斜 $+\theta$ ，另一方面，第2擺動體300b沿逆時針方向以水平面為基準僅傾斜 $-\theta$ 。

於圖11(G)之狀態下，差動輸出1成為($C_0+\Delta C$ 、 $C_0-\Delta C$)。差動輸出2成為($C_0-\Delta C$ 、 $C_0+\Delta C$)。 ΔC 表示由擺動體300a、300b傾斜所產生之各電容之電容值之變化分。

於此狀態下，與圖11(C)之情形相同，假定施加第1方向(X軸方向)之加速度G，於其相反方向上慣性力F'發揮作用。於此情形時，第1擺動體300a及第2擺動體300b之各者中產生如圖11(H)(Z軸方向加速度為1 G之狀態)所示之傾斜。即，於第1擺動體300a中，如圖11(D)所示，產生順時針方向之表觀上之轉矩。另一方面，第2擺動體300b中亦同樣地如圖11(E)所示，產生表觀上之順時針方向之轉矩。然而，若以擺動體300a、300b之各者傾斜之方向為基準考慮，則第1擺動體300a所產生之表觀上之轉矩之方向與第2擺動體300b所產生之表觀上之轉矩之方向為彼此相反方向(前者為第1擺動體300a之傾斜增大之方向，後者為第2擺動體300b之傾斜減少之方向)。第1擺動體300a所產生之表觀上之轉矩與第2擺動體300b所產生之表觀上之轉

矩為相同之大小且方向相反。

因此，於第1擺動體300a及第2擺動體300b之各者中產生如圖11(H)所示之傾斜。此處，將重疊於第1檢測信號之因由表觀上之旋轉力所致之誤差移位而產生之可變電容(電容)之電容值之變動量設為例如「 $+\delta C$ 」時，關於第2檢測信號之電容值之變動量成為「 $-\delta C$ 」，同樣重疊於第3檢測信號之因由表觀上之旋轉力所致之誤差移位而產生之可變電容(電容)之電容值之變動量為「 $+\delta C$ 」，關於第4檢測信號之電容值之變動量成為「 $-\delta C$ 」。

即，於圖11(H)之狀態下，差動輸出1成為 $(C_0 + \Delta C + \delta C, C_0 - \Delta C - \delta C)$ 。又，差動輸出2成為 $(C_0 - \Delta C + \delta C, C_0 + \Delta C - \delta C)$ 。

於信號處理電路中，若基於第1差動輸出1生成表示第1檢測信號與第2檢測信號之差之第1差動信號，則第1差動信號成為 $2(\Delta C + \delta C)$ 。即，重疊於第1差動信號之因由表觀上之旋轉力所致之誤差移位而產生之可變電容(電容)之電容值之變動量成為「 $2\delta C(=+\delta C - (-\delta C))$ 」。

又，若生成表示第4檢測信號與第3檢測信號之差之第2差動信號，則第2差動信號成為 $2(\Delta C - \delta C)$ 。即，重疊於第2差動信號之因由表觀上之旋轉力所致之誤差移位而產生之可變電容(電容)之電容值之變動量成為「 $-2\delta C(=-\delta C - (+\delta C))$ 」。

並且，若信號處理電路將第1差動信號與第2差動信號相加，則重疊於第1差動信號之誤差成分「 $+2\delta C$ 」與重疊於

第2差動信號之誤差成分「 $-2\delta C$ 」相互抵消，誤差消除。

再者，若將第1差動信號與第2差動信號相加，則存在信號振幅不必要增大之情形。當該情形成為問題時，亦可對將第1差動信號與第2差動信號相加所得之信號之振幅適當進行例如進行使其成為一半之信號處理(即， $(\text{第1差動信號} + \text{第2差動信號})/2$)等。

即，信號處理電路生成表示第1檢測信號與第2檢測信號之差之第1差動信號，且生成表示第3檢測信號與第4檢測信號之差之第2差動信號，並且基於將第1差動信號與第2差動信號相加所得之信號，可生成抑制基於第1方向之加速度之誤差之第3方向之加速度檢測信號。

如此，根據本實施形態之信號處理方法，可藉由信號處理消除因於檢測方向以外之方向具有之檢測感度而產生之誤差。由此，可進一步提高利用翹板構造之物理量感測器之第3方向之加速度等之檢測精度。

圖12係表示採用圖11所示之信號處理方法之物理量感測器之構成之一例的圖。圖12之物理量感測器包含：第1翹板構造體ST1；第2翹板構造體ST2；及信號處理電路10，其基於自第1翹板構造體ST1及第2翹板構造體ST2之各者輸出之檢測信號，執行特定之信號處理。

信號處理電路10包含：開關電容放大器(SCA，參照圖5)、差動放大器25a、25b、及平均計算器(或加法計算器)27。開關電容放大器SCA及差動放大器25a、25b與圖4所示之C/V轉換電路24相對應。又，平均計算器(或加法計

算器)27例如包含於圖4所示之類比校正 & A/D轉換電路26中。

又，第1翹板構造體ST1包含：第1擺動體300a；第1擺動體用之第1支持部40a1及第1擺動體用之第2支持部40b1，其係以第1支持軸Q1(第1軸)為支點可翹板擺動地雙臂支持第1擺動體300a；及第1可變電容部(未圖示)，其包含：位置根據第1擺動體300a之翹板擺動而變化之第1擺動體用之第1可動電極109a1、109b1，及設置於與第1擺動體用之可動電極109a1、109b1對向之位置之第1擺動體用之固定電極(未圖示)。

並且，第1擺動體300a包含：與俯視時藉由第1支持軸Q1所劃分之2個部分中之一者相對應之第1擺動體之第1翹板片(第1區域)PT1a、及與2個部分中之另一者相對應之第1擺動體300a之第2翹板片(第2區域)PT2a。

又，第2翹板構造體ST2包含：第2擺動體300b；第2擺動體用之第1支持部40a2及第2擺動體用之第2支持部40b2，其係以第2支持軸Q2(第2軸)為支點可翹板擺動地雙臂支持第2擺動體300b；及第2可變電容部(未圖示)，其包含：位置根據第2擺動體300b之翹板擺動而變化之第2擺動體用之可動電極(未圖示)、及設置於與第2擺動體用之可動電極對向之位置之第2擺動體用之固定電極(未圖示)。

第2擺動體300b包含與俯視時藉由第2支持軸Q2(第2軸)所劃分之2個部分中之一者相對應之第3翹板片(第3區域)PT1b、及與2個部分中之另一者相對應之第2翹板片(第

4區域)PT2b，當將俯視時之第1擺動體300a之長度方向及第2擺動體300b之長度方向設為第1方向(例如X軸方向)，將俯視時之與第1方向正交之方向設為第2方向(例如Y軸方向)，將與第1方向及第2方向之各者正交之方向設為第3方向(例如Z軸方向)時，第3方向之相同大小之加速度作用於第1擺動體300a及第2擺動體300b之各者之狀態下的、第1擺動體300a之傾斜方向與第2擺動體300b之傾斜方向為彼此相反方向，又，第1擺動體300a及第2擺動體300b之各者以水平面為基準之旋轉角之絕對值相同。

並且，就第1翹板構造體ST1而言，作為檢測信號，輸出基於第1擺動體300a之第1翹板片PT1a之移位而變動之第1檢測信號VZ1、及基於第1擺動體300a之第2翹板片PT2a之移位而變動之第2檢測信號VZ2。又，就第2翹板構造體ST2而言，作為檢測信號，輸出基於第2擺動體300b之第3翹板片(第3區域)PT1b之移位而變動之第3檢測信號VZ3、及基於第2擺動體300b之第4翹板片(第4區域)PT2b之移位而變動之第4檢測信號VZ4。

信號處理電路10中所含之差動放大器25a生成表示第1檢測信號VZ1與第2檢測信號VZ2之差之第1差動信號DS1。又，差動放大器25b生成表示第4檢測信號VZ4與第3檢測信號VZ3之差之第2差動信號DS2。將第1差動信號DS1及第2差動信號DS2輸入至平均計算器(或加法計算器)27。平均計算器(或加法計算器)27執行將第1差動信號DS1與第2差動信號DS2相加之處理。例如，執行如 $(DS1+DS2)$ 、或

$((DS1+DS2)/2)$ 之信號處理，基於作為其結果所得之信號，生成抑制基於第1方向(X軸方向)之加速度之誤差之第3方向(Z軸方向)之加速度等之檢測信號DS3。檢測信號DS3可為表示如 $(DS1+DS2)$ 、或 $((DS1+DS2)/2)$ 之信號處理之結果之信號自身，亦可為進而實施類比較正處理後之信號。

(第8實施形態)

圖13係表示物理量加速度感測器之其他例(於圖12之構成中進而追加用以檢測第1方向(X軸方向)之加速度之構成之例)之俯視圖。於圖13之例中，除圖12之構成以外，亦追加有用以檢測第1方向(X軸方向)之加速度之電容型物理量感測器370。該物理量加速度感測器370僅具有用以檢測第1方向(X軸方向)之加速度之功能，不具有檢測因翹板擺動而產生之第3方向(Z軸方向)之加速度之功能(其原因在於：由於使用一對擺動體300a、300b便可高精度地檢測第3方向之加速度，因此無需另外設置擺動體)。

用以檢測第1方向(X軸方向)之加速度之加速度感測器370包含：可動砝碼部313，於第1方向上可變形之彈簧1a、1b、1c、1d，固定電極2a、2b、2a'、2b'，及可動電極3a、3b、3a'、3b'。若可動砝碼部313沿X軸方向移位，則可動電極3a、3b、3a'、3b'亦同樣移位，由固定電極2a、2b、2a'、2b'及可動電極3a、3b、3a'、3b'之各者而構成之可變電容之電容值發生變化，與此對應電荷移動，而生成微小之電氣信號(電流信號)。因此，基於該電氣信號

而可檢測第1方向(X軸方向)之加速度。

圖13之物理量感測器可檢測第1方向(X軸方向)之加速度及第3方向(Z軸方向)之加速度，並且第3方向(Z軸方向)之加速度可藉由誤差補償處理抑制伴隨他軸感度之誤差，因此可檢測更高精度之第3方向(Z軸方向)之加速度。

(第9實施形態)

於以上之實施形態中，藉由將擺動體之支持部移動至與通過擺動體之中心之線平行之位置而可使擺動體翹板擺動，但並不限定於此，可有多種變形或應用。

圖15(A)~圖15(D)係表示物理量感測器之構造之其他例之圖。於圖15中，對與上述圖式共同之部分附加相同之參照符號。於圖15(A)、圖15(B)之例中，於擺動體300之一端設置有質量部900。圖15(A)係物理量感測器(感測器元件構造體)之剖面圖，圖15(B)表示與圖15(A)相對應之擺動體300於俯視時之構造。藉由設置質量部900，例如即便於第1翹板片PT1與第2翹板片PT2於長度方向上之長度相同之情形時，亦可使擺動體300翹板擺動。

即，於圖15(A)、圖15(B)之例中，支持軸Q1與通過動體300之中心之線(中心線)KL一致。即，第1支持部40a及第2支持部40b設置於通過擺動體300之中心之線(中心線)KL上。即便為此種構成，亦可藉由質量部900而產生轉矩，由此可使擺動體300翹板擺動。

質量部900例如可由金屬膜或絕緣膜等膜而形成，或可對擺動體300進行蝕刻加工使其厚膜化等而形成。對質量

部900藉由雷射進行修整，或者藉由蝕刻等切削，或者藉由濺鍍或蒸鍍等成膜，藉此可簡單地增減質量。由此可簡便進行翹板擺動之微調整。

又，於圖15(C)、圖15(D)所示之例中，支持軸Q1與中心線KL不一致。即，使第1支持部40a及第2支持部40b之各者相對於通過擺動體300之中心之線(中心線)KL平行位移。並且，於擺動體300之一端設置有質量部900。

例如，於藉由移動擺動體300之支持軸Q1，擺動體300之第1翹板片PT1(第1區域)之俯視時之面積較第2翹板片(第2區域)之俯視時之面積更狹窄之情形時，如圖15(C)所示，只要於第2翹板片(第2區域)PT2形成質量部900，則擺動體300之翹板擺動變得更加顯著，可提高電容之檢測感度。

又，如圖15(D)所示，只要於第2翹板片(第1區域)PT2形成質量部900，則可抑制擺動體300之翹板擺動。隨之，可抑制對支持擺動體300之支持部(第1支持部40a、第2支持部40b)產生過剩之扭曲。由此，可防止支持部(第1支持部40a、第2支持部40b)破損。

除上述以外，亦可於擺動體之整面形成質量部，使質量部之質量增減而使擺動體之第1區域與第2區域之質量平衡發生變化，從而可實現翹板擺動。

(第10實施形態)

圖16係表示電子機器之構成之一例之圖。圖16之電子機器中包含上述任意實施形態中之物理量感測器(例如電容型物理量加速度感測器等)。電子機器例如為遊戲控制器

或運動感測器等。

如圖 16 所示，電子機器包含：感測器裝置(電容型加速度感測器等)410、圖像處理部 420、處理部 430、記憶部 440、操作部 450、及顯示部 460。再者，電子機器之構成並不限定於圖 16 之構成，可為省略其構成要素之一部分(例如操作部、顯示部等)、或者追加其他構成要素等各種變形實施。

圖 17 係表示電子機器之構成之其他例之圖。圖 17 所示之電子機器 510 包含：感測器單元 490，其包含作為上述任意實施形態中之加速度感測器之物理量感測器 470、及檢測與加速度不同之物理量之檢測元件(此處為檢測角速度之陀螺感測器)480；及 CPU 500，其對自感測器單元 490 輸出之檢測信號實施特定之信號處理。感測器單元 490 自身亦可視為一個電子機器。

即，藉由併用組裝性優異且小型且高性能之電容型物理量加速度感測器 470 與檢測不同種類之物理量之其他感測器(例如，利用物理量構造之振動型陀螺感測器)480，可實現小型且高性能之電子機器。即，可實現包含複數個感測器之作為電子機器之感測器單元 490、及搭載該感測器單元 490 之更上位之電子機器(例如 FA 機器等)510。

如此，根據本發明之至少一實施形態，例如即便於檢測軸以外之方向上產生加速度，亦可提高檢測感度良好之物理量感測器之檢測精度。又，例如可提高包含密封體(封裝體)之物理量感測器之組裝性。又，可實現小型且高性

能之電子機器。

以上，對一些實施形態進行了說明，但業者能夠容易地理解可進行實質上不脫離本發明之新穎事項及效果之多種變形。因此，如此之變形例係均為本發明之範圍中所包含者。例如，於說明書或圖式中，至少一次與更廣義或同義地不同之術語共同記載之術語可於說明書或圖式之任一處中，替換為該不同之術語。本發明可適用於慣性感測器。例如，可作為電容型加速度感測器、電容型陀螺感測器而使用。

【圖式簡單說明】

圖1(A)~圖1(F)係表示物理量感測器之構造及動作之一例之圖。

圖2(A)、圖2(B)係表示密封體之構造之一例之圖。

圖3(A)~圖3(D)係表示密封體之製造方法之一例之圖。

圖4(A)~圖4(C)係表示檢測電路之構成例之圖。

圖5(A)~圖5(C)係用以對C/V轉換電路之構成及動作進行說明之圖。

圖6係表示可檢測2個不同方向之加速度之物理量感測器(加速度感測器)之構成之一例的圖。

圖7(A)、圖7(B)係將圖6所示之俯視圖及長度方向(橫方向)之剖面圖簡化表示之圖。

圖8係表示可檢測第1方向(X軸方向)、第2方向(Y軸方向)及第3方向(Z軸方向)之各者之電容值之變化的具有3軸感度之物理量感測器之構成例的俯視圖。

圖9係表示可檢測2個不同方向之加速度之物理量感測器(加速度感測器)之構成之其他例的圖。

圖10係表示使用2個圖6及圖7所示之構造之擺動體，而可檢測3個不同方向之加速度之加速度感測器之構成的俯視圖。

圖11(A)~圖11(H)係說明用以進一步提高利用翹板構造之物理量感測器之檢測精度之信號處理方法的圖。

圖12係表示採用圖11所示之信號處理方法之物理量感測器之構成之一例的圖。

圖13係表示物理量感測器(加速度感測器)之其他例(於圖12之構成中進而追加用以檢測第1方向(X軸方向)之加速度之構成之例)之俯視圖。

圖14係表示物理量感測器之構造之其他例之圖。

圖15(A)~圖15(D)係表示物理量感測器之構造之其他例之圖。

圖16係表示電子機器之構成之一例之圖。

圖17係表示電子機器之構成之其他例之圖。

【主要元件符號說明】

1(1a~1f、1a'~1d')	第2方向移位彈簧
2(2a~2d、2a'~2d')	固定電極部
3a~3d、3a'~3d'	可動電極部
10	信號處理電路
11a~11d	第1方向及第2方向移位彈簧
13	檢測電路

24	C/V轉換電路
25a、25b	差動放大器
26	類比校正 & A/D轉換電路
27	平均計算器(或加法計算器)
28、500	CPU
30	介面電路
40a、40a'、40a1、40a2	第1支持部(第1扭力彈簧)
40b、40b'、40b1、40b2	第2支持部(第2扭力彈簧)
90	密封材
95	空隙
97、97'、99、99'	開口部
100	支持體(例如SOI基板)
102	基底(矽板等)
104、104a、104b、107、	絕緣層
123、125	
106	基板(例如SOI基板之活性層)
109	可動電極
109a、109a1、109b1	第1可動電極
109b	第2可動電極
111	金屬層
121	矽層
191	間隔件構件
200	蓋體
208a	第1固定電極

208b	第2固定電極
250	密封體(氣密密封體)
300(300a、300b)、300'	擺動體
310、310'	框體
311	將矽圖案化形成之翹板
313	可動砒碼部
350、350'	空腔部
370、470	加速度感測器
410	感測器裝置
420	圖像處理部
430	處理部
440	記憶部
450	操作部
460	顯示部
480	陀螺感測器
490	感測器單元
510	電子機器
900	質量部(局部之砒碼)
BS1	第1基板
c1	第1可變電容
c2	第2可變電容
c3	第3電容
c3'	第5電容
c4	第4電容

c4'	第6電容
C1	第1可變電容之電容值
C2	第2可變電容之電容值
Ch	保持電容
DT	厚度
DS1	第1差動信號
DS2	第2差動信號
DS3	檢測信號
F'	慣性力
Fa1、Fb1、Fa2、Fb2	力成分
GL	重力線
GND	共用電位
G1	擺動體之重心
G2	加速度
ISO1~ISO8	絕緣區域
KL	擺動體之中心線
L1~L10、EL、IL	配線
Me1~Me6	導體層
OPA	運算放大器
PA1~PA5	焊墊
PT1、PT1'、PT1a	第1翹板片(第1區域)
PT2、PT2'、PT2a	第2翹板片(第2區域)
PT1b	第3翹板片(第3區域)
PT2b	第4翹板片(第4區域)

Q1、Q2	支持軸(第1軸、第2軸)
R1~R4	電阻
SL	使重力線僅平行位移d1所得 之線段
ST1	第1翹板構造體
ST2	第2翹板構造體
SW1~SW4	開關
SW1a、SW2a、SW3a	第1開關電容放大器
SW1b、SW2b、SW3b	第2開關電容放大器
T10、T20	距離
VCOM	共用電位
VZ1、VY1	第1檢測輸出
VZ2、VY2	第2檢測輸出
VZ3	第3檢測信號
VZ4	第4檢測信號

七、申請專利範圍：

1. 一種慣性感測器，其特徵在於包含：

第1擺動體及第2擺動體；其中

上述第1擺動體係藉由配置於第1軸之第1支持部及第2支持部而支持，且於俯視時藉由上述第1軸劃分為第1區域及第2區域之情形時，於各區域設置第1可動電極；

上述第2擺動體係藉由配置於與上述第1軸平行的第2軸之第3支持部及第4支持部而支持，且於俯視時藉由上述第2軸劃分為第3區域與第4區域之情況下，於各區域設置第2可動電極；

與上述第1可動電極及上述第2可動電極之各者對向而設置有固定電極；

上述第2區域之質量較上述第1區域之質量重，上述第3區域之質量較上述第4區域之質量重；

上述第1擺動體之自上述第1區域向上述第2區域之排列方向與上述第2擺動體之自上述第3區域向上述第4區域之排列方向係相同；

該慣性感測器係包含基於檢測信號而執行信號處理之信號處理電路；其中

上述檢測信號係包含：於上述第1區域之上上述第1可動電極與上述固定電極之間所產生之第1檢測信號、於上述第2區域之上上述第1可動電極與上述固定電極之間所產生之第2檢測信號、於上述第3區域之上上述第2可動電極與上述固定電極之間所產生之第3檢測信號、及於上述

第4區域之上述第2可動電極與上述固定電極之間所產生之第4檢測信號；

上述信號處理電路係：

產生表示上述第1檢測信號與上述第2檢測信號之差的第1差動信號，

產生表示上述第3檢測信號與上述第4檢測信號之差的第2差動信號，且

根據將上述第1差動信號與上述第2差動信號相加而得之信號來產生加速度檢測信號。

2. 如請求項1之慣性感測器，其中上述加速度檢測信號係使於與上述第1軸交差之方向發生之加速度成分及於與上述第2軸交差之方向發生之加速度成分相互抵銷。
3. 如請求項1或2之慣性感測器，其中上述第1軸及上述第2軸之至少一者係與上述第1擺動體或上述第2擺動體之中心線平行。
4. 如請求項1或2之慣性感測器，其中於上述第1區域與上述第2區域之至少一者或上述第3區域與上述第4區域之至少一者中設置有質量部。
5. 如請求項1或2之慣性感測器，其中

包含上述第1擺動體及上述第2擺動體之基底於俯視時包含與上述第1區域對向之第5區域、與上述第2區域對向之第6區域、與上述第3區域對向之第7區域、及與上述第4區域對向之第8區域；且

上述固定電極係設置於上述第5~第8區域之各者。

6. 如請求項5之慣性感測器，其中上述第1可動電極係跨及上述第1區域與上述第2區域而共用地設置。
7. 如請求項5之慣性感測器，其中上述第2可動電極係跨及上述第3區域與上述第4區域而共用地設置。
8. 如請求項1或2之慣性感測器，其中
於上述第1擺動體設置有開口部；
且包含：
可動砒碼部，其係配置於上述開口部；
連結部，其係將上述可動砒碼部及上述第1擺動體連結；
第1臂狀電極部，其係自上述第1擺動體向著上述可動砒碼部地設置；及
第2臂狀電極部，其係自上述可動砒碼部向著上述第1擺動體而與上述第1臂狀電極部對向地設置。
9. 一種慣性感測器，其包含擺動體；其中
上述擺動體係由配置於第1軸上之第1支持部及第2支持部所支持，且於俯視時藉由上述第1軸劃分為第1區域及第2區域；
上述擺動體係包含：
開口部；
配置於上述開口部之可動砒碼部；及
將上述可動砒碼部與上述擺動體加以連結之連結部；
且
於上述第1區域及上述第2區域之各者設置有第1臂狀

電極部，該第1臂狀電極部係自上述擺動體向著上述可動砧碼部地設置；

於上述第1區域及上述第2區域之各者設置有第2臂狀電極部，該第2臂狀電極部係自上述可動砧碼部向著上述擺動體而與上述第1臂狀電極部對向地設置；且

於上述第1區域及上述第2區域之至少一者設置有質量部。

10. 如請求項9之慣性感測器，其中上述第1軸係與上述擺動體之中心線平行。
11. 一種電子機器，其特徵在於包含如請求項1至10之任一項之慣性感測器。

八、圖式：

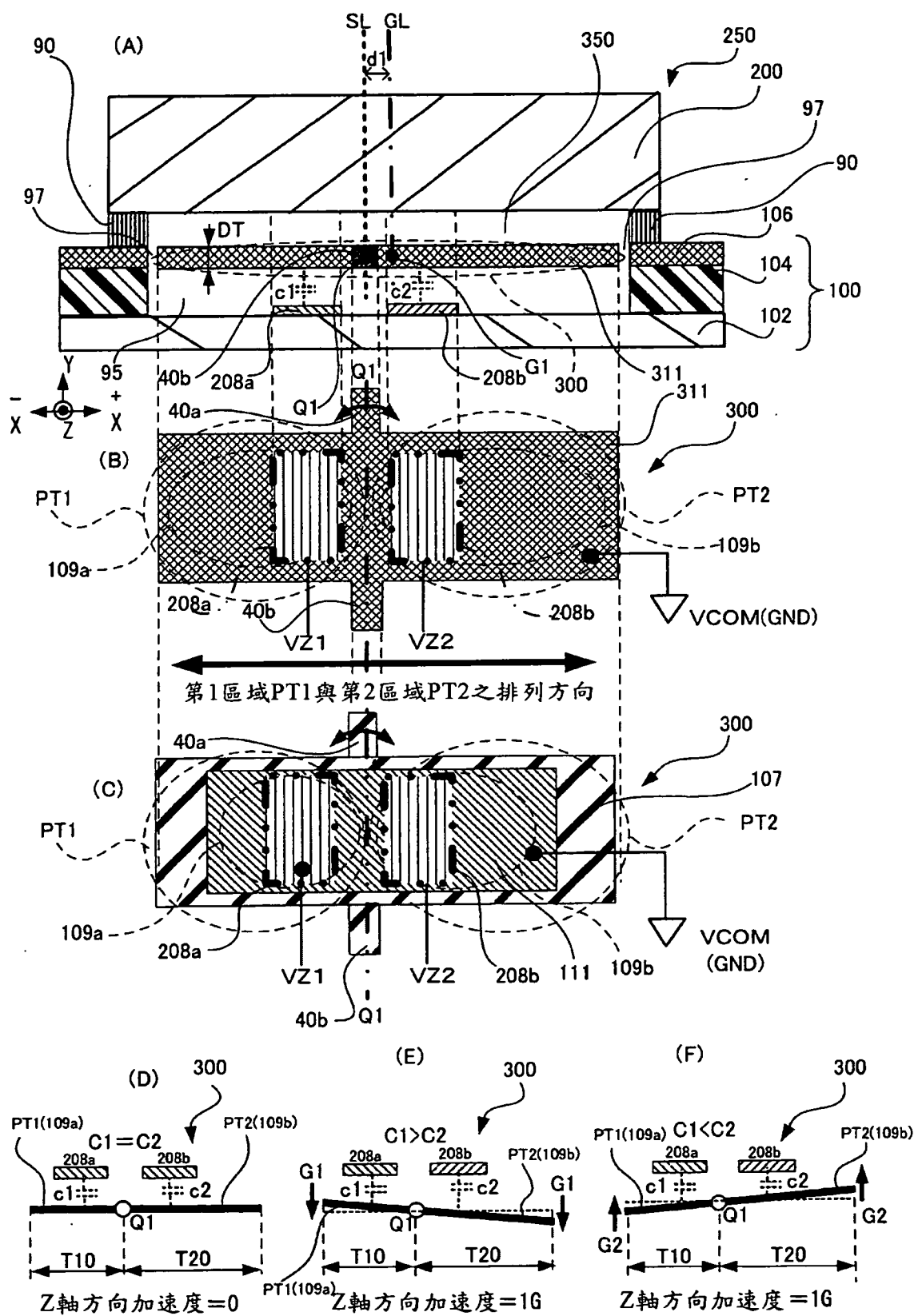


圖1

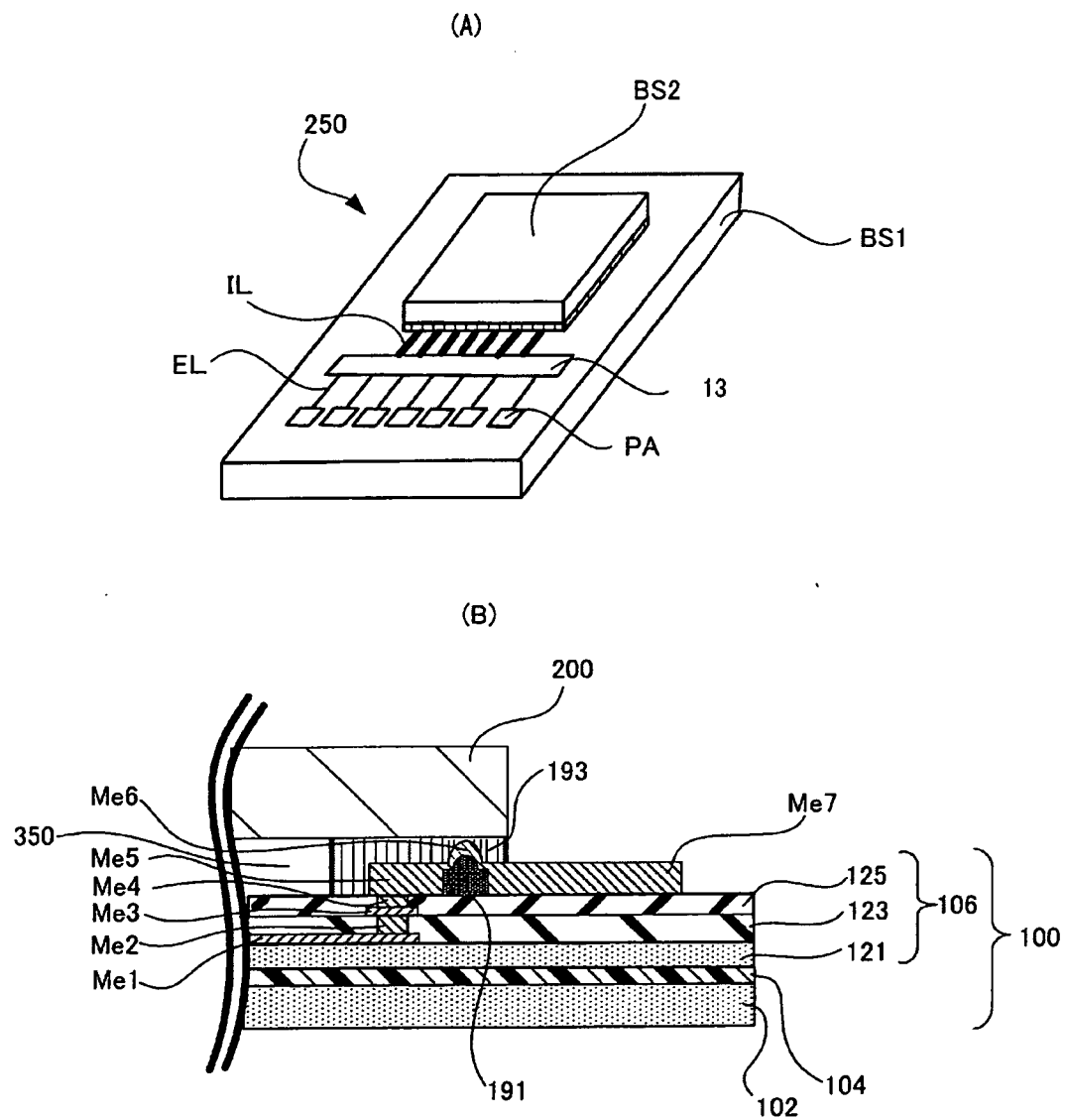


圖2

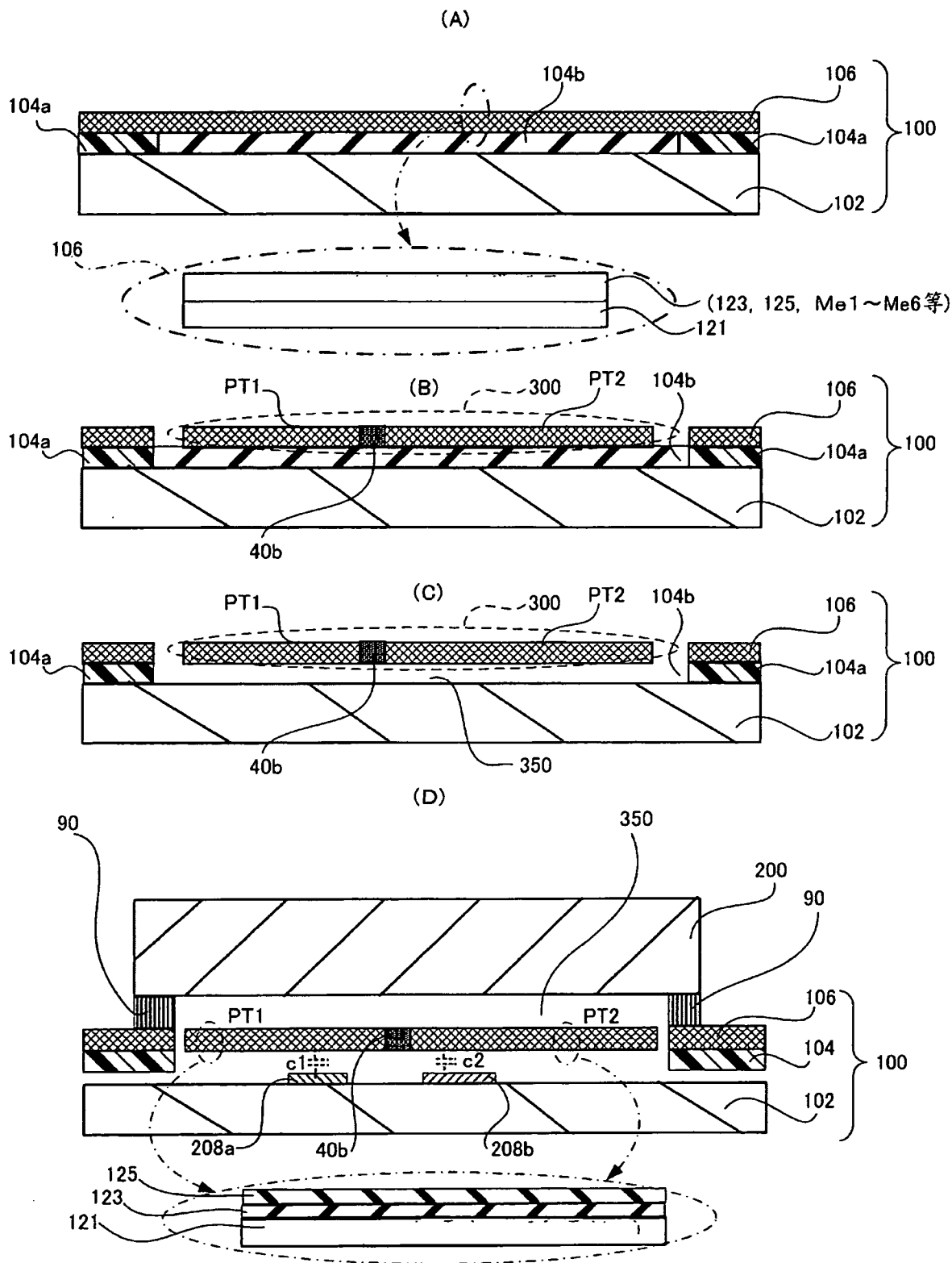


圖 3

103. 4. 20
年 月 日修(更)正替換頁

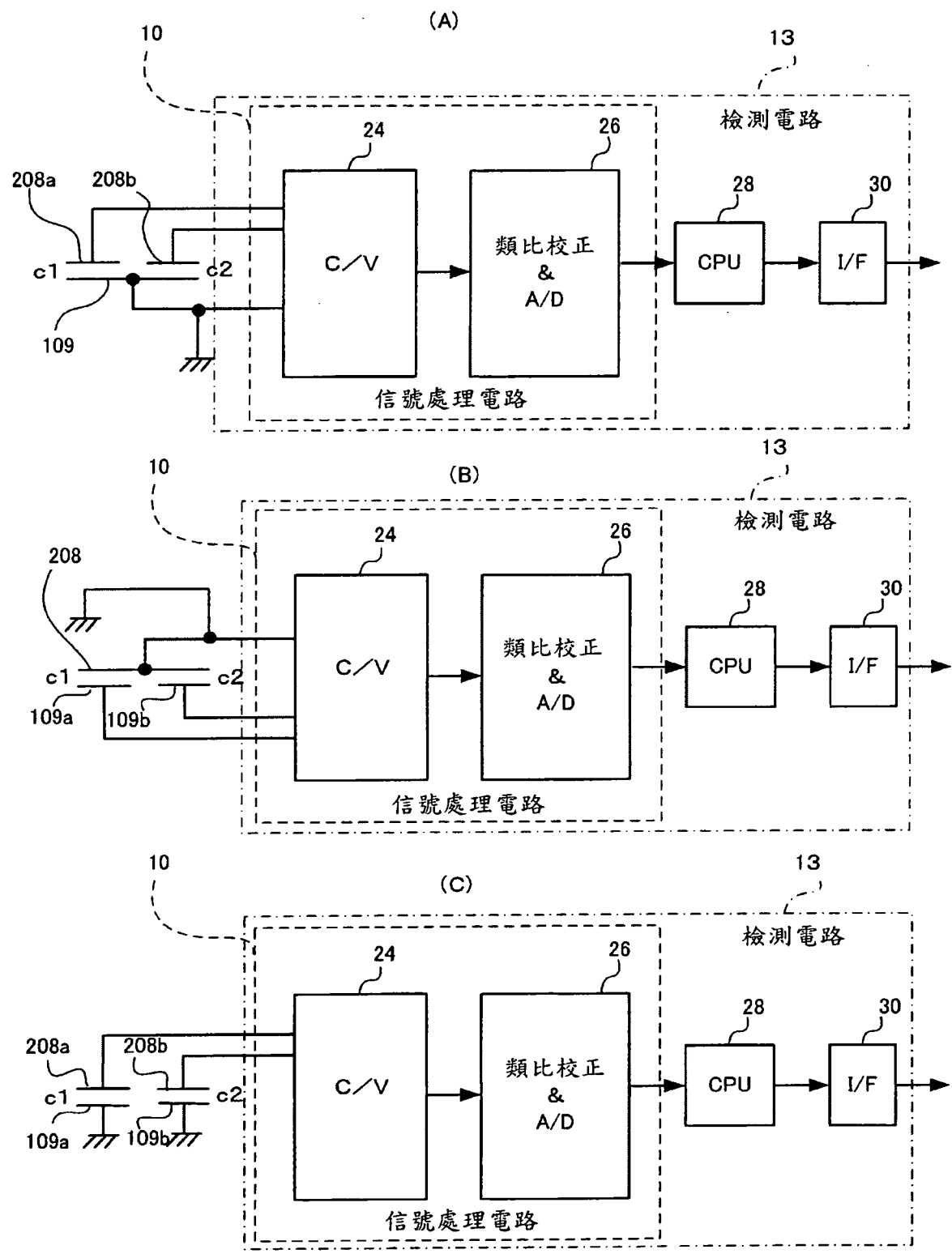


圖 4

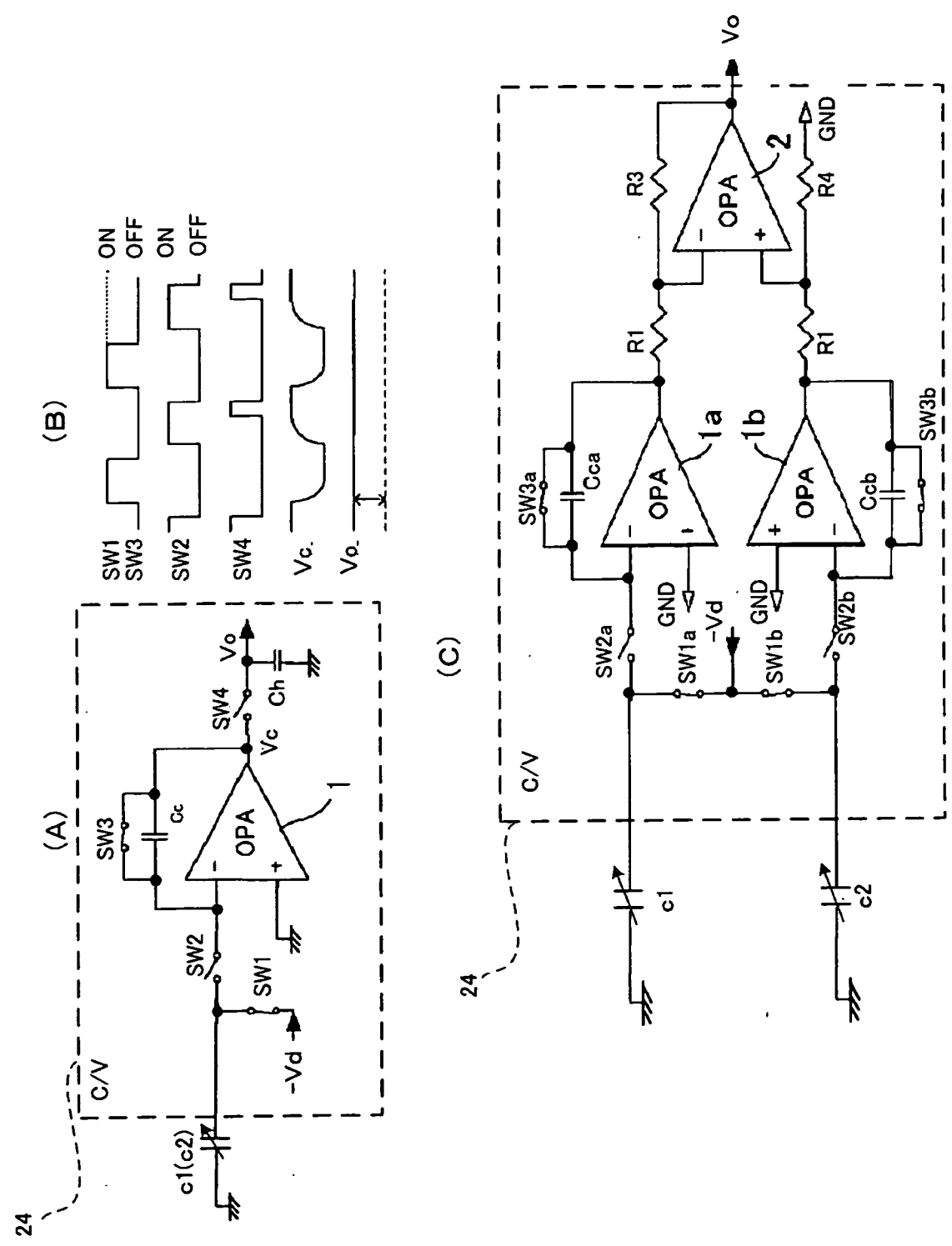


圖5



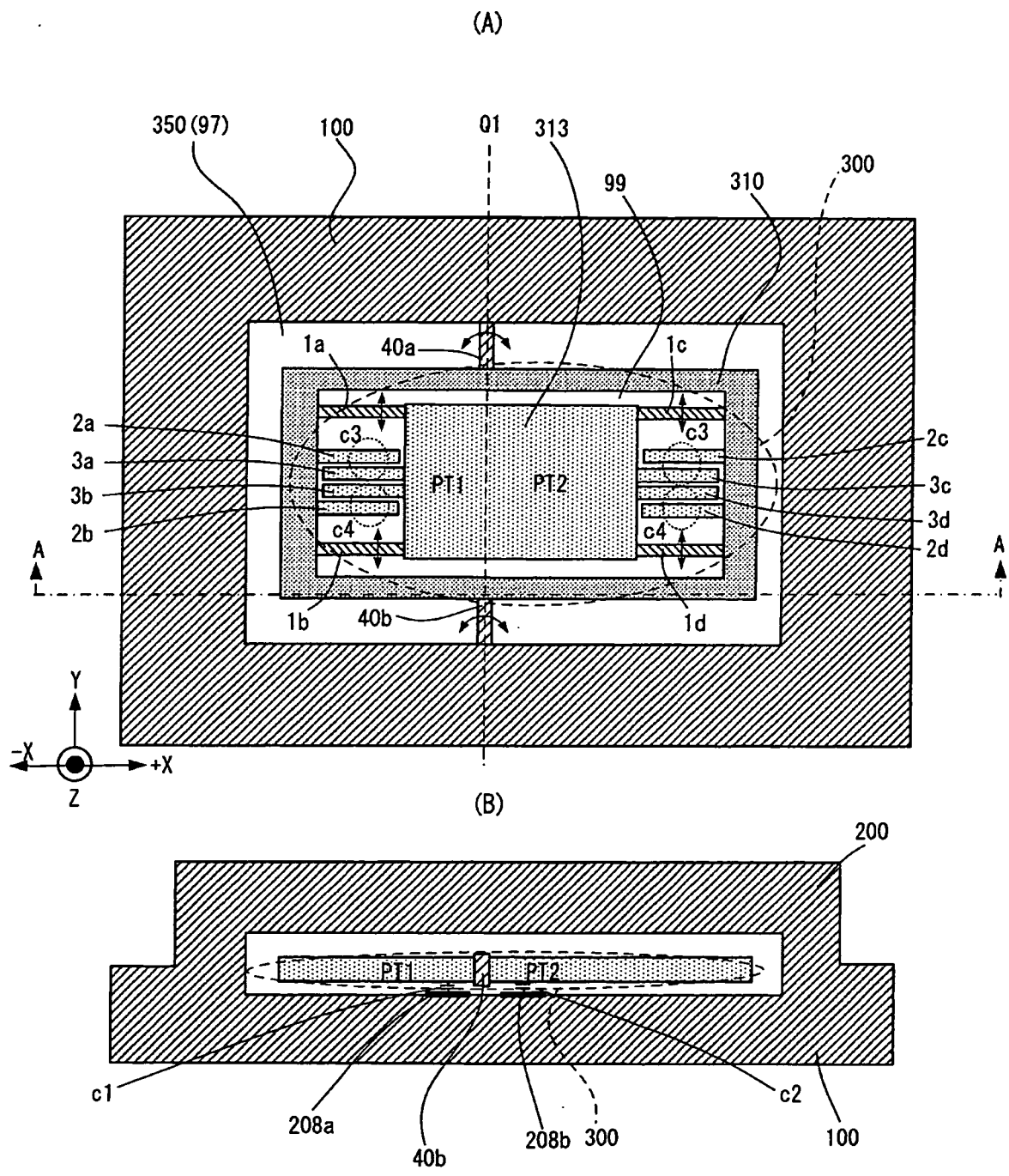


圖 7

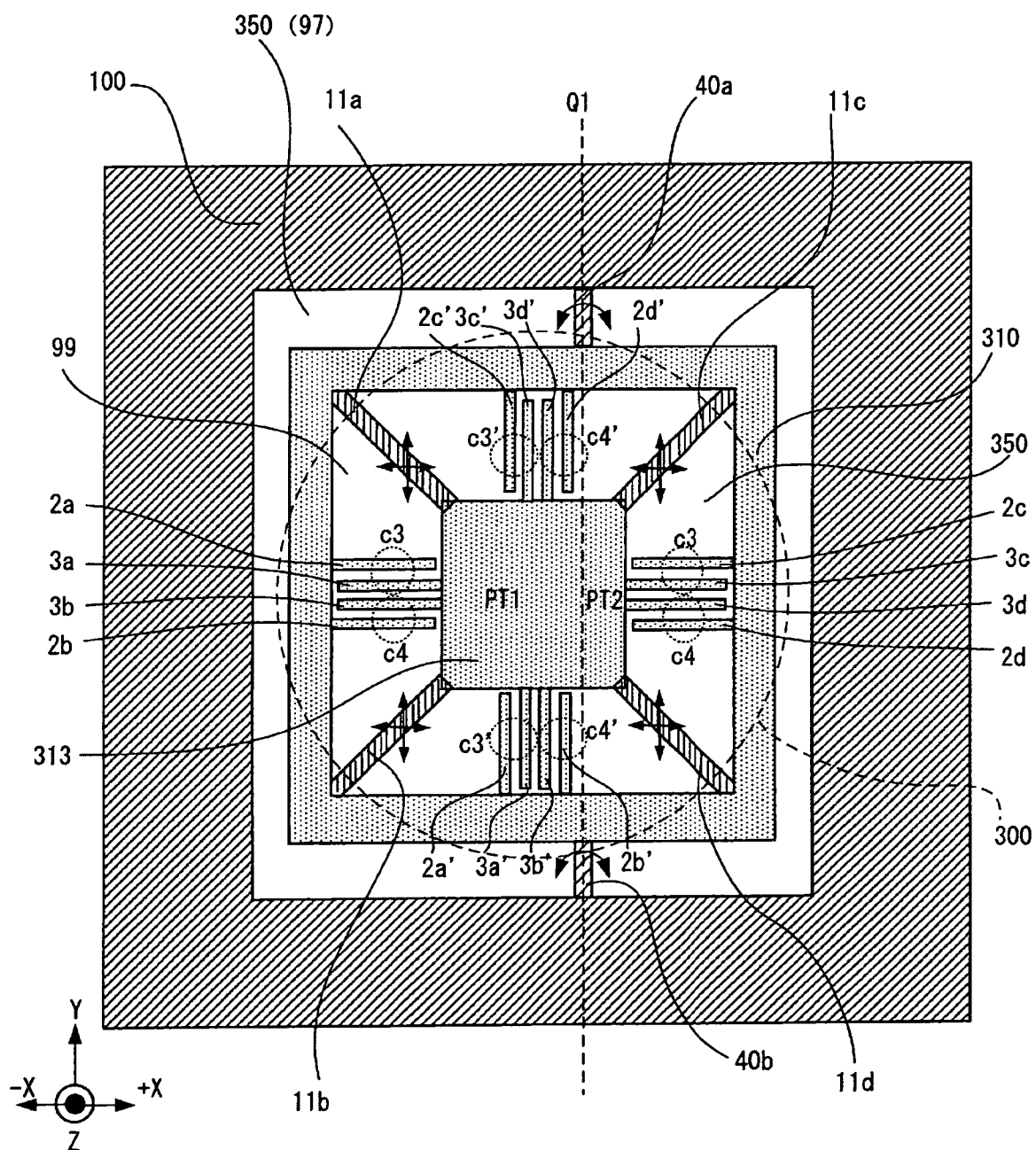


圖8

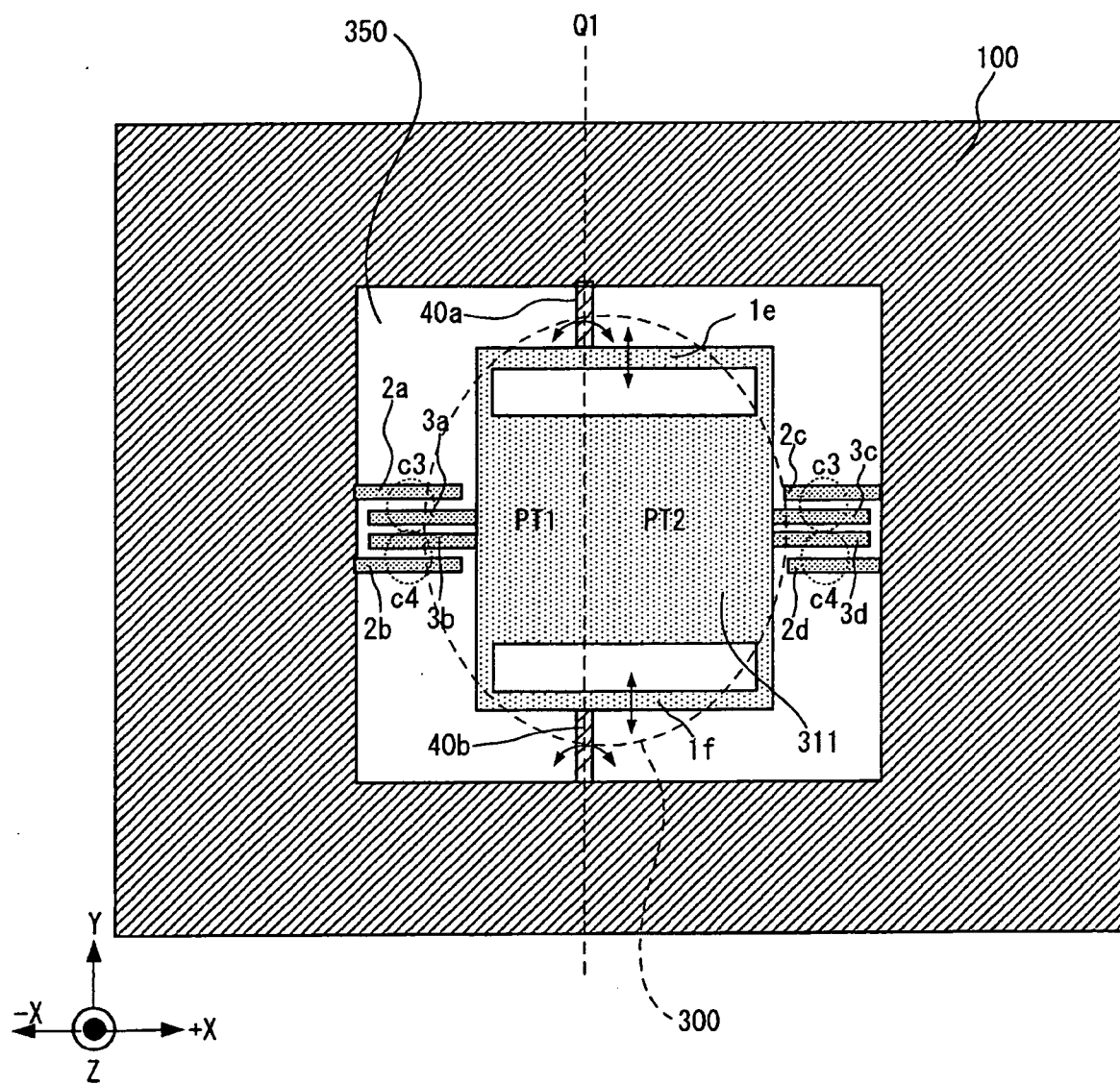


圖 9



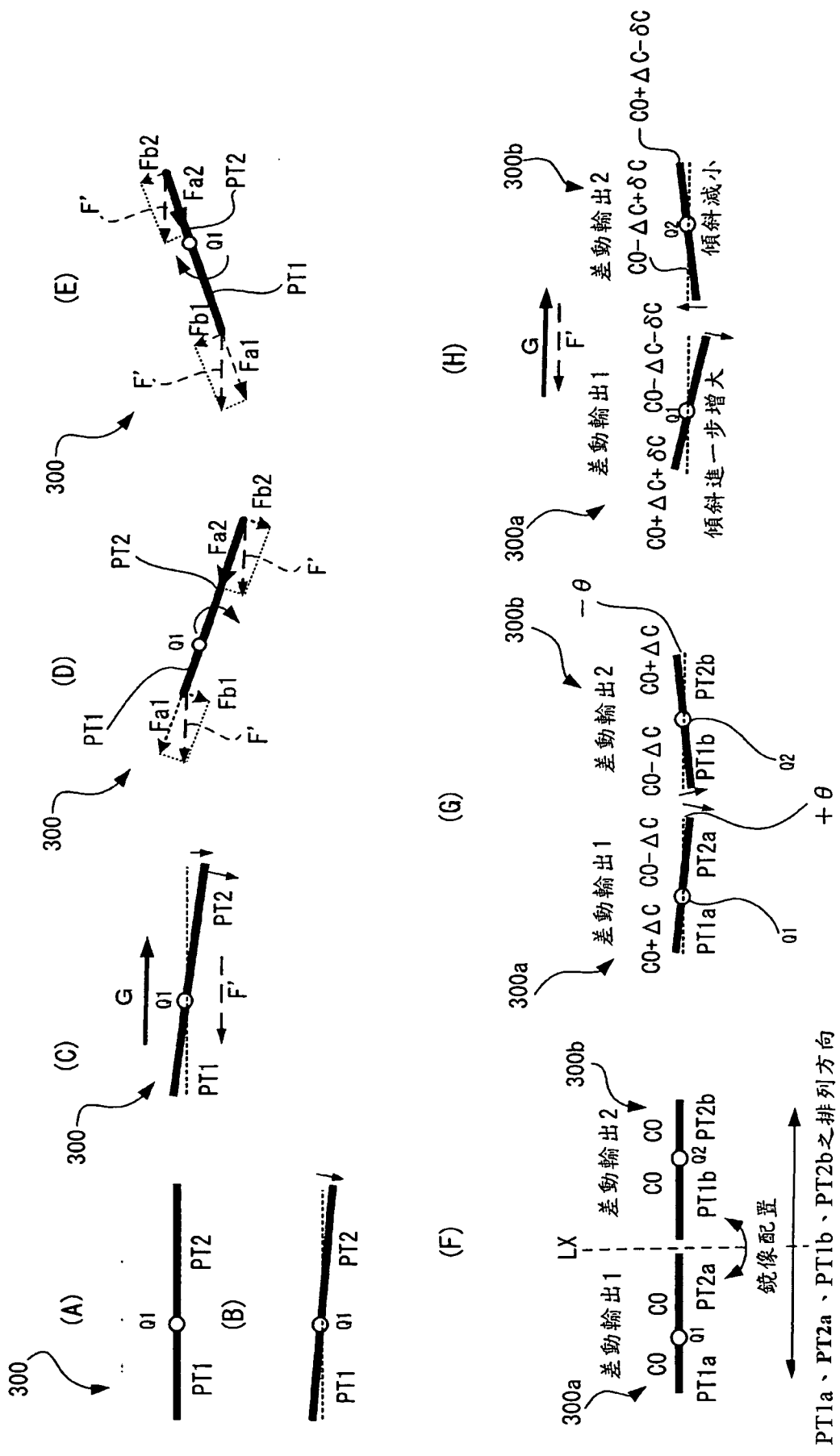


圖 11

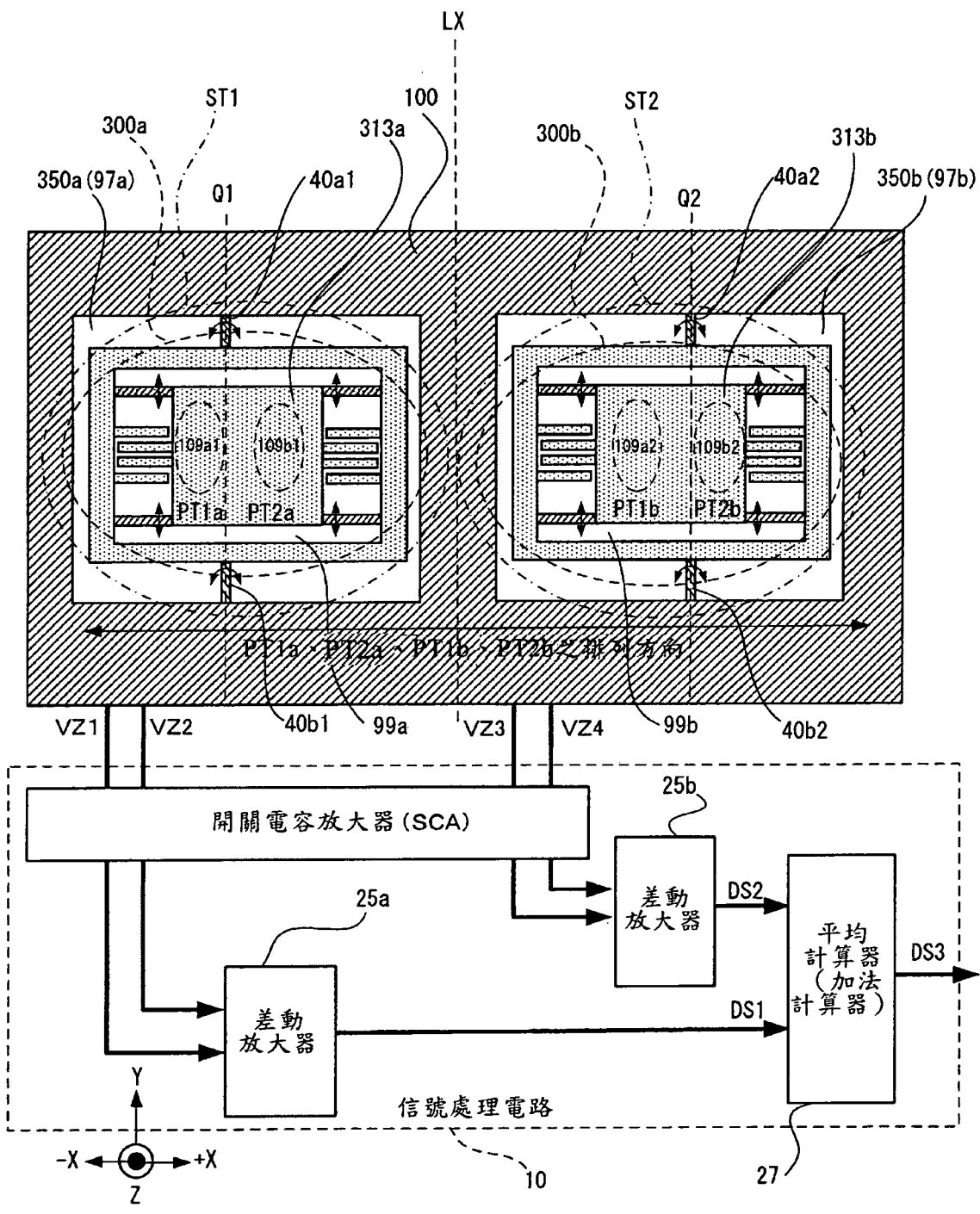


圖12

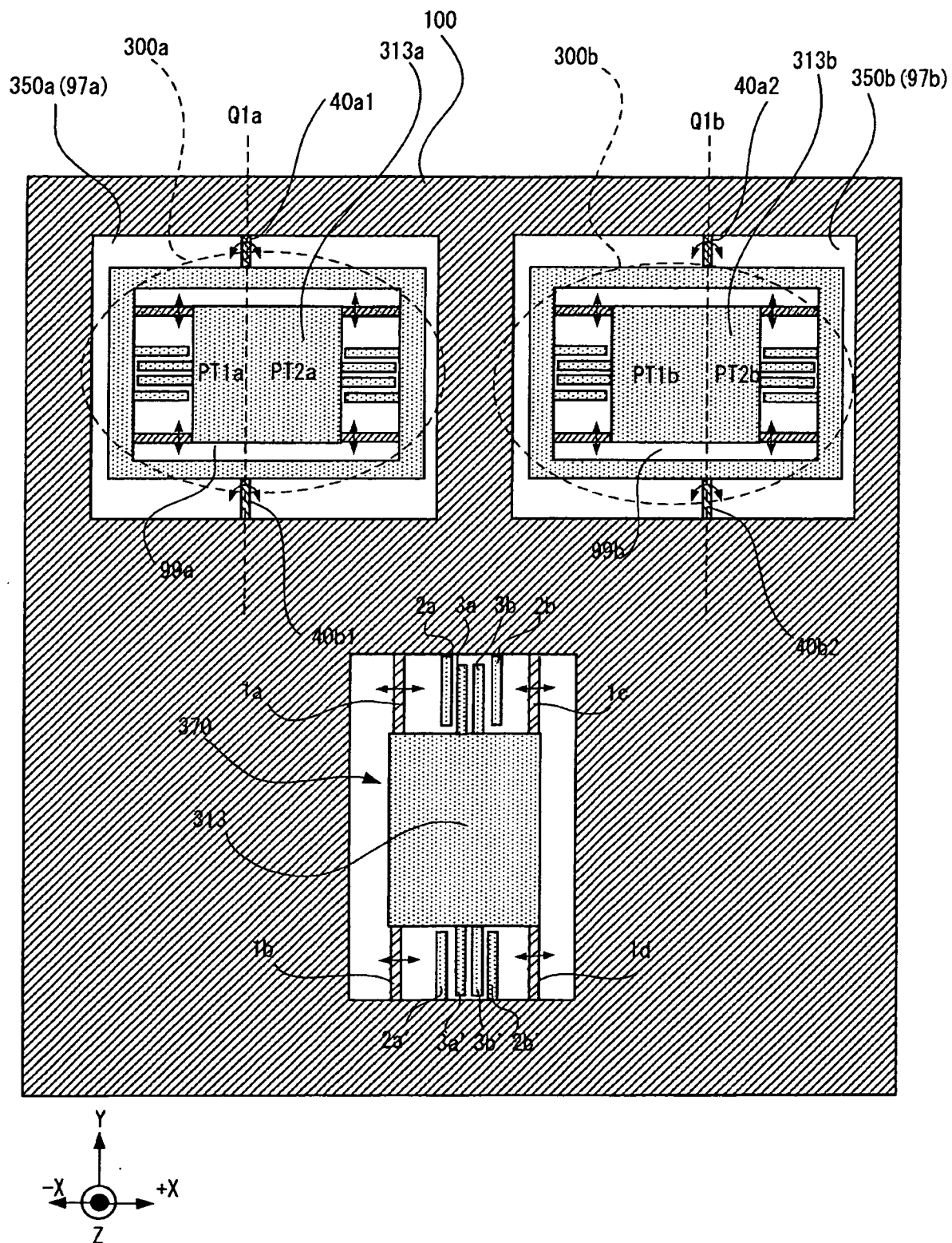
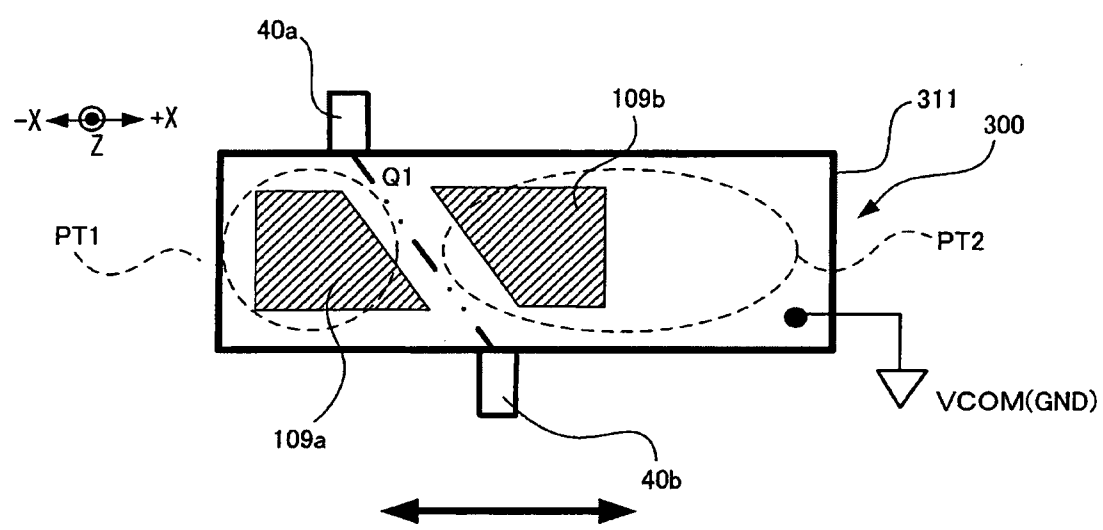
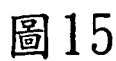


圖13



第1區域PT1與第2區域PT2之排列方向

圖 14



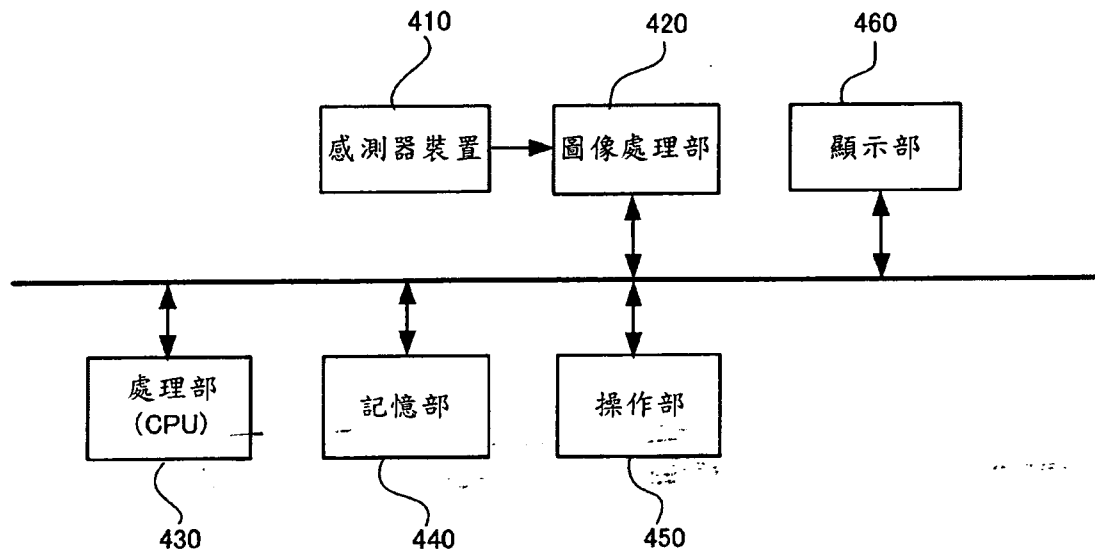


圖16

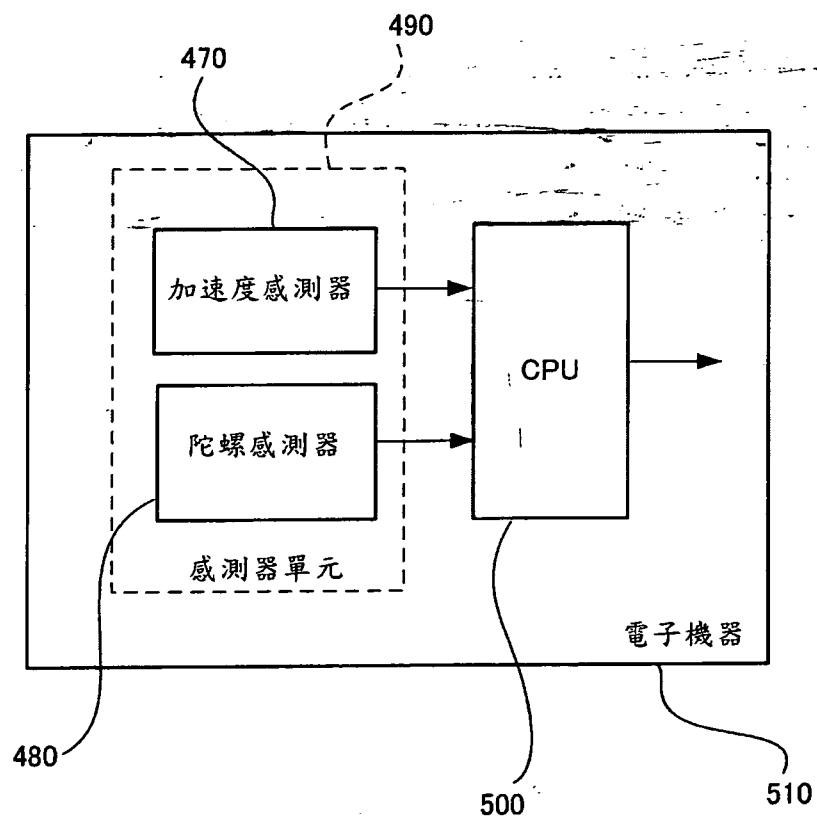


圖17