



(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 I529403 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：100104206

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 02 月 09 日

(51)Int. Cl. : G01R33/028 (2006.01)

(30)優先權：2010/02/10 美國

12/703,516

(71)申請人：羅伯特博斯奇股份有限公司(德國) ROBERT BOSCH GMBH (DE)
德國(72)發明人：陳柏瑞 CHEN, PO JUI (TW)；艾可 馬丁 ECKARDT, MARTIN (DE)；法蘭克
阿克瑟 FRANKE, AXEL (DE)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 20030819A

US 2007/0181963A1

審查人員：李泉河

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：16 共 43 頁

(54)名稱

利用修改之慣性元件之微機電磁場感應器

MICRO ELECTRICAL MECHANICAL MAGNETIC FIELD SENSOR UTILIZING MODIFIED
INERTIAL ELEMENTS

(57)摘要

一種微機電系統(MEMS)被揭示。該微機電系統包含一基板、自該基板向上延伸之第一轉軸、延伸於該基板上方可旋轉地安裝至該第一轉軸以關於一第一樞軸旋轉之具有第一水平軸之第一槓桿臂、形成於該基板上之第一槓桿臂之第一電容器部分之下方位位置處之第一電容器層、形成於該基板上之第一槓桿臂之第二電容器部分之下方位位置處之第二電容器層以及延伸跨越該第一水平軸並與該第一樞軸隔開之第一導體件，其中，該第一轉軸將該第一槓桿臂支撐於沿著該第一水平軸之第一電容器部分及第二電容器部分之間之位置處。

A micro electrical-mechanical system (MEMS) is disclosed. The MEMS includes a substrate, a first pivot extending upwardly from the substrate, a first level arm with a first longitudinal axis extending above the substrate and pivotable mounted to the first pivot for pivoting about a first pivot axis, a first capacitor layer formed on the substrate at a location beneath a first capacitor portion of the first level arm, a second capacitor layer formed on the substrate at a location beneath a second capacitor portion of the first lever arm, wherein the first pivot supports the first lever arm at a location between the first capacitor portion and the second capacitor portion along the first longitudinal axis, and a first conductor member extending across the first longitudinal axis and spaced apart from the first pivot axis.

指定代表圖：



圖 2

ϵ . . . 介電常數

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100/104206

※申請日：100.2.9 ※IPC 分類：G01R 33/028 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

利用修改之慣性元件之微機電磁場感應器

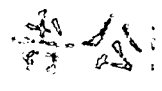
MICRO ELECTRICAL MECHANICAL MAGNETIC FIELD
SENSOR UTILIZING MODIFIED INERTIAL ELEMENTS

二、中文發明摘要：

一種微機電系統(MEMS)被揭示。該微機電系統包含一基板、自該基板向上延伸之第一轉軸、延伸於該基板上方可旋轉地安裝至該第一轉軸以關於一第一樞軸旋轉之具有第一水平軸之第一槓桿臂、形成於該基板上之第一槓桿臂之第一電容器部分之下方位置處之第一電容器層、形成於該基板上之第一槓桿臂之第二電容器部分之下方位置處之第二電容器層以及延伸跨越該第一水平軸並與該第一樞軸隔開之第一導體件，其中，該第一轉軸將該第一槓桿臂支撐於沿著該第一水平軸之第一電容器部分及第二電容器部分之間之位置處。

三、英文發明摘要：

A micro electrical-mechanical system (MEMS) is disclosed. The MEMS includes a substrate, a first pivot extending upwardly from the substrate, a first level arm with



a first longitudinal axis extending above the substrate and pivotable mounted to the first pivot for pivoting about a first pivot axis, a first capacitor layer formed on the substrate at a location beneath a first capacitor portion of the first level arm, a second capacitor layer formed on the substrate at a location beneath a second capacitor portion of the first lever arm, wherein the first pivot supports the first lever arm at a location between the first capacitor portion and the second capacitor portion along the first longitudinal axis, and a first conductor member extending across the first longitudinal axis and spaced apart from the first pivot axis.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 2。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	微機電系統感應器
102	基板
104	隔離層
106	半導體層
108	轉軸件
110	槓桿臂
111	彈簧臂
112	槓桿臂
113	彈簧臂
114	視窗
116	視窗
118	垂直支撐區段
122	感應電極
124	偏壓電極
126	偏壓電極
128	感應電極
130	導體件
132	末端
134	末端
136	距離
138	電容器

140	電 容 器
142	橫 向 部 分
144	軸 向 部 分
202	電 容 器 部 分
204	電 容 器 部 分
A	有 效 面 積
d	距 離
ϵ	介 電 常 數

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】

本發明大體上關於使用於測量磁場強度及方向之裝置，且更特別地，關於用以感應同平面磁場所修改之慣性感應元件。

【先前技術】

慣性感應及磁場感應係可用於各種不同應用中。更進一步，包含使用微機電系統(MEMS)之慣性感應元件正不斷地發現新的應用，例如，用於電玩及導航系統以決定附加裝置之方向變化之附加裝置。微機電系統提供不貴的解決方案給一小型封裝內之這些應用。因此，許多以微機電系統為主之慣性感應元件可被使用以增加用於決定一移動物體之指向性加速度靈敏度。

在該習知技術中，已顯示使用包含安排於一固定電極對立側之可移動電極之內部感振質量可構成一電容器。因為一加速度向量所產生之慣性力所引起該可移動電極之移動可引起該電容變化。該電容變化可被測量並關聯至該加速度。

類似地，各種感應器係已知以將一垂直磁場關聯至可被測量以決定該磁場強度之電性特性曲線變化。然而，習知技術所提供之解決方案不是缺乏有效測量平行於一感應器表面之磁場所需之靈敏度就是缺乏測量垂直於該感應器表面之加速度向量所需之靈敏度。

現存在著提供一以微機電系統為基礎之感應器以有效地感應正切於該感應器之磁場及感應垂直於該感應器之加速度向量之需求。

【發明內容】

根據一實施例，一種微機電系統(MEMS)被揭示。該微機電系統包含一基板、自該基板向上延伸之第一轉軸、延伸於該基板上方並可旋轉地安裝至該第一轉軸以關於一第一樞軸旋轉之具有第一水平軸之第一槓桿臂、形成於該基板上之第一槓桿臂之第一電容器部分下方位置處之第一電容器層、形成於該基板上之第一槓桿臂之第二電容器部分下方位置處之第二電容器層，其中，該第一轉軸將該第一槓桿臂支撐於沿著該第一水平軸之第一電容器部分及之第二電容器部分之間之位置處，且一第一導體件延伸跨越該第一水平軸並與該第一樞軸隔開。

根據另一實施例，一種形成微機電系統(MEMS)之方法被揭示。該方法包含提供一基板、形成自該基板向上延伸之第一轉軸、形成延伸於該基板上方且可旋轉地安裝至該第一轉軸以關於一第一樞軸旋轉之具有第一水平軸之第一槓桿臂、於該基板上之第一槓桿臂之第一電容器部分之下方所選位置處形成一第一電容器層、於該基板上之第一槓桿臂之第二電容器部分之下方並讓該第一轉軸將該第一槓桿臂支撐於沿著該第一水平軸之第一電容器部分及第二電容器部分之間之所選位置處形成一第二電容器層、及形成

延伸跨越該第一水平軸並與該第一樞軸隔開之第一導體件。

【實施方式】

基於促進對本發明原理了解之目的，現在將對該些圖示所示及下面所寫說明書所述之實施例進行參考。要了解並不要藉此對本發明範圍進行限制。要進一步了解到本發明包含所示實施例之任何變化例及修改例並包含一般會出現於一熟知此項技術之人士對與本發明有關之本發明原理之進一步應用。

參考至第 1 圖，其說明大體上標示為 10 之一同平面磁場及/或垂直面加速度感應器(微機電系統感應器)之電路代表圖。該電路 10 包含一輸出入裝置 12、一處理電路 14 及一記憶體 16。該輸出入裝置 12 可包含一使用者介面、圖形使用者介面、鍵盤、指示裝置、遠端及/或本地通訊連結、顯示器及允許提供外部產生資訊至該電路 10 並允許該電路 10 之內部資訊連通外部之其它裝置。

該處理電路 14 合適地可為一通用型電腦處理電路，例如一微處理器及它的相關電路。可操作該處理電路 14 以執行在此屬於它之操作。

在一記憶體 16 內係各種程式指令 18。該些程式指令 18 係可由該處理電路 14 及/或適當之任何其它元件來執行之。

該電路 10 進一步包含連接至該處理電路 14 之感應器

刺激/響應電路 20。該感測器刺激/響應電路 20 提供一微機電系統感應器 100 之刺激並測量該刺激效果。該刺激可受該處理電路 14 所控制，且該測量值係連通至該處理電路 14。

參考至第 2 圖，該微機電系統感應器 100 之透視圖被描述。一基板 102 被提供。用於該基板 102 之合適基板材料範例係矽、玻璃、碳、鍺、碳化矽及矽鍺合金。該基板 102 係由一隔離層 104 所電性隔離。用於該隔離層 104 之合適隔離材料範例係二氧化矽及搭配一矽基板來使用之氮化矽。一半導體層 106 係利用一轉軸件 108 以懸掛方式來提供於該隔離層 104 上方。該半導體層 106 之材料範例係未摻雜之多晶矽。該轉軸件 108 提供該基板/隔離層 102/104 及該半導體層 106 間之軸轉功能以使該半導體層 106 可旋轉接近該轉軸件 108。該轉軸件 108 係位在 AA 所示之虛線下，將該半導體層 106 分割成二槓桿臂 110 及 112。每一個槓桿臂 110 及 112 之長度沿著一水平軸，也就是該 X 軸運轉。在一實施例中，該二槓桿臂 110 及 112 中之每一個具有相同長度。然而，在第 2 圖所示實施例中，該槓桿臂 110 所具有之長度較槓桿臂 112 短。二結構性視窗 114 及 116 係分別提供於每一個槓桿臂 110 及 112 中，以進一步協助該些槓桿臂 110 及 112 之扭轉彎曲。介於該視窗 114 及該半導體層 106 之邊緣間之部分定義一彈簧臂 111。類似地，介於該視窗 116 及該半導體層 106 之邊緣間之部分定義一彈簧臂 113。結合該些彈簧臂 111 及 113 與下述槓桿臂 110 及 112 之軸轉動作於該些槓桿臂 110 及 112 受力時提供該

些槓桿臂之扭轉彎曲。該些彈簧臂 111 及 113 之尺寸(長度、寬度及厚度)係決定一給予力量可產生之槓桿臂 110 及 112 之扭轉彎曲量之一因素。尤其，對於相同施力而言，較長/較薄彈簧臂 111 及 113 彎曲更多，而較短/較厚彈簧臂 111 及 113 彎曲較少。因此，經由該些彈簧臂 111/113 所提供之彈性可被使用以得到想要之靈敏度。另一因素為該些槓桿臂 110/112 之長度。該些槓桿臂 110/112 越長，則在該槓桿臂邊緣承受一給予力量時之扭轉彎曲更多。

該轉軸件 108 具有一垂直支撐區段 118。該轉軸件 108 與該半導體層 106 之底部係一體成型並提供結合該些彈簧臂 111 及 113 來提供該軸轉功能。該轉軸件 108 也包含一未顯示之頂部水平支撐區段，位於該半導體層 106 下方以形成一“T”形轉軸件。該頂部水平支撐區段之長度範圍可從涵蓋該半導體層 106 底部之一小部分至幾乎該半導體層 106 之整個寬度。不論是該半導體層 106 可被扭轉接近該轉軸件 108 或只是旋轉接近該轉軸件 108，皆受該頂部水平支撐區段之長度所影響。在一實施例中，額外材料也可被整合提供以形成一未顯示之底部水平支撐區段，搭配該基板/隔離層 102/104 來形成一“I”形轉軸件。該垂直支撐區段 118 之高度決定一電容器對之電容。該轉軸件 108 之材料範例係未摻雜多晶矽。

二感應電極 122 及 128 係提供於該隔離層 104 上方及該半導體層 106 下方。該些感應電極 122 及 128 實際上延伸於“Y”方向之半導體層 106 之整個寬度。該些感應電極 122

及 128 藉由例如接合墊片及接線以習知方式來提供未顯示之電性連接至該刺激/響應電路 20。二偏壓電極 124 及 126 提供電性連接至一導體件 130。在第 2 圖所示實施例中，該些偏壓電極 124 及 126 係放置於該隔離層 104 對立側上。然而，在另一實施例中，兩偏壓電極 124 及 126 可被放置於同側上。在第 2 圖所示實施例中，該導體件 130 係提供於該半導體層 106 之頂部表面上。在其它實施例中，該導體件 130 可具體實施於該半導體層 106 中或提供於該半導體層 106 之底部表面。在這些實施例之任一者中，該導體件 130 之末端 132 及 134 係分別電性耦接至該些偏壓電極 124 及 126。

該導體件 130 包含一橫向部分 142 及軸向部分 144。該導體件 130 之橫向部分 142 於離該轉軸件 108 一距離 136 遠處跨越該水平軸，也就是該“X”軸，該水平軸只與該二彈簧臂 111 及 113(如第 2 圖所示之彈簧臂 113)中之一者有關。該距離 136 決定由於具有平行於該“Z”軸之向量而產生之勞倫茲力所導致該彈簧臂承受之轉軸量，稍後詳述於下。

該些感應電極 122 及 128 分別提供位於該些槓桿臂 112 及 110 之電容器部分 204 及 202(示於第 3 圖)之下之電容器層。該感應電極 122 及該些電容器部分 204 之結合形成想像中所示之電容器 140。類似地，該感應電極 128 及該些電容器部分 202 之結合形成一電容器 138。每一個電容器之電容係定義為：

$$C = \epsilon \frac{A}{d} \quad (1)$$

其中， ϵ 係一介電常數，

A 係由該些感應電極 122/128 與該些電容器部分 204 及 202 之面積所定義之有效面積，也就是，電荷集中所在地，

且 d 係該些感應電極 122/128 及該些電容器部分 204/202 間之距離。在一實施例中，該介電質係空氣。既然該電容係反比於該些感應電極 122/128 及該些電容器部分 204/202 間之距離，一電容器部分彎向該些感應電極 122/128 增加該電容。反之，一電容器部分彎離該些感應電極 122/128 降低該電容。

該半導體層 106 接近該轉軸件 108 之軸轉動作係使得若有一力量正作用於該些槓桿臂 110/112 中之一者而引起那個槓桿臂向下偏轉朝向相對應感應電極，則另一槓桿臂以相反方向移動，也就是，離開它的相對應感應電極。該些槓桿臂 110/112 偏轉之這類關係係類似於蹺蹺板機制。例如，若有一向下力量正作用於該槓桿臂 112 而引起該槓桿臂 112 向下偏轉朝向該感應電極 122，則該槓桿臂 110 向上偏轉離開該感應電極 128，或反之亦然。一不平衡力係需要的，例如，施加該些槓桿臂中之一者上以引起該蹺蹺板機制之施力總和。因此，對於槓桿臂兩者遇到相同力密度所在處之慣性/加速度感應而言，例如槓桿臂 110/112 之長度之幾何設計參數可被使用以產生引起該蹺蹺板機制所需之不平衡力。例如，例如 112 之一槓桿臂係較例如 110 之另一槓桿臂長。藉由配置不同長度給該二槓桿臂 110/112，不同移動可被產生。

在該二槓桿臂 110/112 間之偏轉變化可被轉換成該些電容器 138 及 140 之電容變化。這些變化接著可如下所更加詳述地使用電路來感應之。

參考至第 3 圖，該微機電系統感應器 100 之側視圖被提供。該些電容器部分 202 及 204 係描述成槓桿臂 110 及 112 之一部分。如上所述地，該些感應電極 122 及 128 分別提供位在該些槓桿臂 110 及 112 之電容器部分 202 及 204 之下之電容器層 208 及 206。電容器層 206 及電容器部分 202 之結合形成該電容器 138。類似地，該電容器層 208 及該電容器部分 204 形成該電容器 140。

如第 3 圖所述，該導體件 130 之末端 132 及 134 係利用通孔 210 及 212 來電性連接至該些偏壓電極 124 及 126。該些偏壓電極 124 及 126 包含水平區段及垂直區段。該些垂直區段係連接至該些通孔 210 及 212。在該導體件 130 係位在該半導體層 106 底部上之實施例中，可免除該些通孔 210 及 212。

操作時，利用該些偏壓電極 124 及 126 透過該些通孔 210 及 212 來施加電流至該導體件 130。當該微機電系統感應器 100 係放置於具有正切於該半導體層 106 之表面之磁場向量之磁場中時，因為該勞倫茲力定律所產生之垂直力被產生。該勞倫茲力定律陳述著當一帶電粒子係存在於一磁場中時，施加至該粒子之勞倫茲力係表示為

$$F = q[E + (\nu \times B)] \quad (2)$$

其中，F 係以牛頓為單位之勞倫茲力，

q 係以庫侖為單位之帶電粒子之電荷，

v 係以公尺/秒為單位之瞬間速度，

E 係以伏特/公尺為單位之電場，且

B 係以特士拉為單位之磁場。該“ $\times$ ”係瞬間速度和磁場間之向量外積。在一帶電導線中，該施加勞倫茲力係表示為：

$$F = L(i \times B) \quad (2a)$$

其中， F 係以牛頓為單位之勞倫茲力，

L 係以公尺為單位之遇到該磁場之帶電導線長度，

i 係以安培為單位之流過遇到該磁場之導線之電流，

B 係以特士拉為單位之磁場。若流過一遇到磁場之導體之電流具有接近包含槓桿臂 110 及 112 之獨立結構之共振頻率之頻率，則施加至那個結構之力量會被增強。反之，離開該共振頻率之頻率會產生最小的力。因此，為了利用該勞倫茲力定律並選擇性地測試影響一導體之磁場，具有接近該結構之共振頻率之頻率之交流訊號被使用。

該勞倫茲力之方向係依據習知技術所知之右手法則。依據該磁場方向，該勞倫茲力可施加至該導體件 130 之不同部分。例如，若該磁場係平行於該 X 軸，則該勞倫茲力只施加至該導體件中平行於該 Y 軸之部分，例如，該導體件 130 之橫向部分 142。然而，若該磁場以一不同角度打擊該半導體層 106，該勞倫茲力可施加至該導體件 130 之不同部分。將該勞倫茲力施用至該導體件之橫向部分 142 引起該槓桿臂 112 向下偏轉朝向該感應電極 122。該彈簧臂 113

之向下偏轉同時引起該槓桿臂 110 向上偏轉離開該感應電極 128。

將電流施加至該導體件允許自由電荷集中至該半導體層 106 之兩末端。自由電荷集中至兩末端係因為該半導體層 106 之半導體天性之故。這些電荷導致該些電容器部分 202 及 204 之形成。該些電容器部分 202 及 204 與電容器層 206 及 208 共同合作形成電容器 138 及 140。該槓桿臂 112 偏轉朝向該電容器層 208，也就是，感應電極 122，增加該電容器 140 之電容。該槓桿臂 110 偏轉離開該電容器層 206，也就是，感應電極 128，降低該電容器 138 之電容。於下更加詳述之偵測電路可被使用以偵測該些電容變化。

儘管勞倫茲力可引起該些槓桿臂 110 及 112 以相反方向偏轉，但垂直加速度向量，也就是該“Z”方向之加速度向量，可產生引起兩槓桿臂 110 及 112 以相同方向偏轉之力。所產生之慣性力係由牛頓第二運動定律所主宰，也就是

$$F = Ma$$

其中，M 係該些槓桿臂之內部感振質量；

a 係該加速度向量；及

F 係作用於該些槓桿臂之力向量。該力之方向係與該加速度向量相同。因此，利用現有之蹺蹺板動作，當該微機電系統感應器 100 承受向下之垂直加速度向量時，該槓桿臂 112 向下偏轉，且該槓桿臂 110 向上偏轉。反之，當該微機電系統感應器 100 承受向上之垂直加速度向量時，該槓桿臂 112 向上偏轉，且該槓桿臂 110 向下偏轉。在槓桿

臂 110 及 112 與彈簧臂 111 及 113 係以相同方式建構時，剛剛所述之槓桿臂 110/112 之蹺蹺板動作實際上並不存在。例如，若該些槓桿臂 110 及 112 具有相同長度且該些彈簧臂 111 及 113 具有相同厚度，則兩槓桿臂依據該加速度向量之方向而向下或向上偏轉。上述之建構變數差異可產生上述之蹺蹺板動作。

施加一電流至該導體件 130 有助於對該些槓桿臂 110 及 112 上形成電容器 138 及 140 之電容器部分 202 及 204 所產生之電容進行測量。該些電容器部分 202 及 204 偏轉朝向該些電容器層 206 及 208 增加該些電容器 138 及 140 之電容。在例如該槓桿臂 112 之槓桿臂係較長之實施例中，例如該電容器 140 之相對應電容器之電容增加，而例如該電容器 138 之另一電容器之電容降低。電容變化差異可被使用以決定該加速度大小。

一交流(AC)型訊號通過該導體件 130 引起該交流訊號電容耦合至該電容器 138 及 140。根據該勞倫茲力定律，該交流訊號與平行於該半導體層 106，尤指第 2 圖所述之 X 軸之一磁場之交互作用可引起該槓桿臂 112 之偏轉。若該交流訊號之頻率係接近該微機電系統感應器 100 之獨立結構之共振頻率，則該些槓桿臂 110 及 112 之偏轉可被極大化。藉由測量感應電極 128 及 122 之電壓並將這些電壓通過一差動放大器，一 ΔV 數量可被產生，其與作用於該導體件 130 之磁場 ΔB 和作用於兩槓桿臂 110 及 112 之加速度向量 Δa 有關。該 ΔV 數量係表示為：

$$\Delta V = S_A \Delta a + S_M \Delta B \quad (4)$$

其中， ΔV 係以伏特(V)進行測量之輸出電壓變化；

Δa 係以公尺/秒平方進行測量之加速度變化；

ΔB 係作用於該導體件 130 上之磁場變化並以特士拉(T)進行測量；

S_A 係以伏特/(公尺/秒平方)進行測量之加速度靈敏度；

S_M 係以(伏特/特士拉)進行測量之磁場靈敏度。

根據一實施例，一對一模一樣的微機電系統感應器 100₁ 及 100₂ 可被放置於相同慣性/磁性環境中以同時測量該二感應器而具有 ΔV_1 及 ΔV_2 。具有接近該些微機電系統感應器 100₁ 及 100₂ 之獨立結構之共振頻率之頻率之第一交流訊號被施加至該第一微機電系統感應器 100₁ 之偏壓電極 124 及 126，且一第二電流被施加至該第二機電系統感應器 100₂ 之偏壓電極 124 及 126。該第一及第二電流之方向係相反，也就是 180 度相位移訊號。對每一個微機電系統感應器 100₁ 及 100₂ 之 ΔV 值進行測量。該 ΔV 值之測量代表該些感應電極 128 及 122 相對於該交流地面之電壓差讀出值。因此， ΔV_1 係該第一微機電系統感應器 100₁ 之 ΔV 值，而 ΔV_2 係該第二機電系統感應器 100₂ 之 ΔV 值。在本實施例中， ΔB 及 Δa 係由下列比例式所提供：

$$\Delta B \propto (\Delta V_1 - \Delta V_2)/2 \quad (5a)$$

$$\Delta a \propto (\Delta V_1 + \Delta V_2)/2 \quad (5b)$$

當微機電系統感應器 100₁ 及 100₂ 之電流方向係相反時，由該磁場($S_M \Delta B$)所貢獻之輸出電壓訊號具有相反符

號。另一方面，由該加速度向量 ($S_A \Delta a$) 所貢獻之輸出電壓訊號係一模一樣，沒有改變。因此， ΔB 可藉由選自該些測量訊號之差項而以該比例式 5a 算出。反之， Δa 可由選自該些測量訊號之共同項之比例式 5b 算出。藉由使用本測量方案，施加至該微機電系統感應器對之磁場及加速度向量可被去耦合並同時取出。

在另一實施例中，一模一樣之二微機電系統感應器 100₁ 及 100₂ 可被放置於相同慣性/磁性環境中以同時測量該二感應器而具有 ΔV_1 及 ΔV_2 。具有離開槓桿臂 110 及 112 之共振頻率之頻率之第一交流訊號被施加至該第一微機電系統感應器 100₁ 及具有接近或相等於該第二微機電系統感應器 100₂ 之獨立結構之共振頻率之頻率之第二電流訊號。該第一交流訊號之頻率不會經由該勞倫茲力來使該些槓桿臂 110 及 112 產生任何可察覺偏轉。對微機電系統感應器 100₁ 及 100₂ 兩者之 ΔV_1 及 ΔV_2 進行測量。 ΔV_1 係該第一微機電系統感應器 100₁ 之 ΔV 值，而 ΔV_2 係該第二微機電系統感應器 100₂ 之 ΔV 值。在本實施例中， ΔB 及 Δa 係由下列比例式所提供：

$$\Delta B \propto (\Delta V_2 - \Delta V_1) \quad (6a)$$

$$\Delta a \propto \Delta V_1 \quad (6b)$$

當該微機電系統感應器對 100₁ 及 100₂ 被曝露於一磁場時，該微機電系統感應器對 100₁ 及 100₂ 之槓桿臂 110 及 112 動作不同。在施加至該第一微機電系統感應器 100₁ 之第一交流訊號未引起曝露於一磁場之獨立結構偏轉時，曝露於

一垂直加速度向量引起該獨立結構偏轉。因此，對一加速度向量 Δa 之曝露可由該比例式 6b 計算之。反之，該第二微機電系統感應器 100₂ 之輸出電壓訊號係因為該輸入交流電之頻率選擇而承受磁場及加速度向量兩者。因此，使用來自該微機電系統感應器 100₁ 之輸出電壓訊號做為參考， ΔB 可由該比例式 6a 計算之。

根據另一實施例，一微機電系統感應器 100 可被放置於一慣性/磁性環境中以於不同例子下，也就是 $t=t_1$ 及 $t=t_2$ 時測量該感測器而具有 ΔV_1 及 ΔV_2 。在該第一例子，具有離開該些槓桿臂 110 及 112 之共振頻率之頻率之第一交流訊號被施加至該微機電系統感應器 100。在該第二例子，具有接近或等於該微機電系統感應器 100 之獨立結構之共振頻率之頻率之第二交流訊號被施加至該微機電系統感應器 100。該第一交流訊號之頻率不會經由該勞倫茲力來使該些槓桿臂產生任何可察覺偏轉。對微機電系統感應器 100₁ 及 100₂ 兩者之 ΔV_1 及 ΔV_2 進行測量。兩例子之 ΔV_1 及 ΔV_2 被測量。因此， ΔV_1 係該第一例子之微機電系統感應器 100 之 ΔV 值， ΔV_2 係該第二例子之機電系統感應器 100 之 ΔV 值。在本實施例中， ΔB 及 Δa 係由下列比例式所提供：

$$\Delta B \propto (\Delta V_2 - \Delta V_1) \quad (7a)$$

$$\Delta a \propto \Delta V_1 \quad (7b)$$

當該微機電系統感應器 100 被曝露於一磁場時，該微機電系統感應器 100 之槓桿臂 110 及 112 在上述二例子之動作有所不同。在施加至該第一例子之第一交流訊號未引

起曝露於一磁場之獨立結構偏轉時，將該些槓桿臂 110 及 112 曝露於一垂直加速度向量引起該獨立結構例如向下之偏轉。因此， Δa 可由該比例式 7b 計算之。反之，該微機電系統感應器之輸出電壓訊號係因為該輸入交流電之頻率選擇而承受磁場及加速度向量兩者。依據該微機電系統感應器 100 是否曝露於一加速度向量，來決定該槓桿臂 110 會不會向上偏轉。因此，使用來自該微機電系統感應器 100 之輸出電壓訊號做為參考， ΔB 可由該比例式 7a 計算之。

根據另一實施例，一微機電系統感應器 100 可被放置於一慣性/磁性環境中以於不同例子下，也就是 $t=t_1$ 及 $t=t_2$ 時測量該感測器而具有 ΔV_1 及 ΔV_2 。在該第一例子，具有接近或等於該微機電系統感應器 100 之獨立結構之共振頻率之頻率之第一交流訊號被施加至該微機電系統感應器 100。在該第二例子，具有接近或等於該微機電系統感應器 100 之獨立結構之共振頻率之頻率之第二交流訊號被施加至該微機電系統感應器 100。該第一及第二電流之方向係相反，也就是 180 度相位移訊號。對每一個微機電系統感應器 100_1 及 100_2 之 ΔV 值進行測量。對每一個例子之微機電系統感應器 100 之 ΔV 進行測量。 ΔV_1 係該第一例子之微機電系統感應器 100 之 ΔV 值， ΔV_2 係該第二例子之微機電系統感應器 100 之 ΔV 值。在本實施例中， ΔB 及 Δa 係由下列比例式所提供：

$$\Delta B \propto (\Delta V_2 - \Delta V_1)/2 \quad (8a)$$

$$\Delta a \propto (\Delta V_2 + \Delta V_1)/2 \quad (8b)$$

當在微機電系統感應器 100 中之電流於不同例子 t_1 及 t_2 係為反向時，該磁場 ($S_M \Delta B$) 所貢獻之輸出電壓訊號具有相反符號。另一方面，由該加速度向量 ($S_A \Delta a$) 所貢獻之輸出電壓訊號係一模一樣，沒有改變。因此， ΔB 可藉由選自該些測量訊號之差項以該比例式 8a 算出。反之， Δa 可由選自該些測量訊號之共同項之比例式 8b 算出。藉由使用本測量方案，施加至該微機電系統感應器對之磁場及加速度向量可被去耦合並同時取出。

參考至第 4 圖，一微機電系統感應器 250 之實施例透視圖被描述。在本實施例中，該導體件 130 具有向外延伸於凸出部 262 及 264 上之末端 132 及 134。該些接合墊片 256 及 258 利用接線 252 及 254 提供該刺激/響應電路 20 及該導體件 130 間之電性連接給位於末端 132 及 134 上之墊片 (未顯示)。在本實施例中，該些偏壓電極 124 及 126 與通孔 210 及 212 可被除去。

參考至第 5-14 圖，涉及一微機電系統感應器 100 之製造步驟之實施例被描述。述於這些圖形中之步驟可由習知技術中之積體電路製程來執行。第 5 圖描述該基板 102 及該隔離層 104。該基板 102 可為將包含許多微機電系統感應器 100 之晶圓之起始點。個別機電系統感應器 100 稍後可由該晶圓中切割成裸晶並進行單粒化。如上所述，用於該基板 102 之合適基板材料範例係矽、玻璃、碳、鍺、碳化矽及矽鍺合金。

該隔離層 104 被沉積於該基板 102 上，用以電性隔離

該基板 102 與其它結構。用於該隔離層 104 之合適隔離材料範例係二氧化矽及用於該矽基板之氮化矽。沉積方法範例係熱成長法(用於氧化矽)、化學氣相沉積法及物理氣相沉積法。該隔離層 104 係形成覆蓋於該基板 102 之全長上且在該形成製程期間也可形成於背部上。

參考至第 6 圖，用以形成感應電極 122 及 128 之沉積製程被描述。用以形成該些感應電極 122 及 128 之材料層被沉積在該隔離層 104 之頂上。沉積方法範例係化學氣相沉積法及物理氣相沉積法。本層可替代性地藉由一磊晶成長製程來長成。該層 302 之材料範例係未摻雜多晶矽、金、銀、銅、鈦、鉑、鎢、鋁、銱、鈮及氮化鈦。該層 302 係形成覆蓋於該隔離層 104 之全長上。二條帶之遮罩層 304 被放置覆蓋於該層 302 上以形成該些感應電極 122 及 128。這些層可以習知技術所知之微影成像製程來製造之。一旦該遮罩層 304 被形成，蝕刻該層 302 以留下具有該遮罩層 304 之層 302 之條帶在頂上。該遮罩層 304 阻止蝕刻劑蝕掉該遮罩層 304 下方之條帶。該遮罩層 304 接著以一平坦化製程或一化學移除製程來移除以留下該層 302 之二條帶以構成感應電極 122 及 128。

參考至第 7 圖，一犧牲層 306 係沉積/生長並圖案化於該些感應電極 122/128 上以做為形成該微機電系統感應器 100 之剩餘部分之地基。該犧牲層 306 中對應至該轉軸件 108 之位置之體積 307 係以一遮罩及化學移除製程來移除之。參考至第 8 圖，該隔離層 104、該些感應電極 122/128

及該體積 307 之俯視圖被提供。同時述於第 8 圖者係該犧牲層 306。參考至第 9 圖，該轉軸件 108 及該半導體層 106 之形成被描述。一層 310 係沉積/成長覆蓋於該層 306 上並直至該體積 307。該層 310 之材料範例係多晶矽。會理解到在下列製程後，該層 310 構成該半導體層 106。此外，現在該轉軸件 108 係與該隔離層 104 一體成型。該犧牲層 306 可夠厚以(1)感應足以用於機電能轉換之大訊號、(2)在該犧牲層 306 上方提供相當合適之步階覆蓋範圍及(3)在剝除該犧牲層 306 後提供簡易釋放裝置以避免例如習知技術中所知之沾黏在地上之議題。

參考至第 10 圖，一導體層 312 係沉積並圖案化於該半導體層 106 以形成如第 2 圖和第 4 圖所述之想要外形之導體件 130。沉積方法範例係化學氣相沉積法及物理氣相沉積法。該層 312 之材料範例係金、銀、銅、鈦、鉑、鎢、鋁、銱、鈳及氮化鈦，及諸如此類。用於圖案化轉移，習知技術中所知之微影成像製程被使用以實現一蝕刻遮罩來協助標準濕式蝕刻或剝離製程建構該導體層 312。

參考至第 11 圖，該半導體層 106 被建構以形成該些槓桿臂 110/112 及該些彈簧臂 111/113。該半導體層 106 之建構整合標準濕式或乾式蝕刻製程搭配使用習知技術所知之微影成像製程所產生之蝕刻遮罩。在濕式或乾式蝕刻期間，該蝕刻遮罩未涵蓋之層 310 部分被蝕去。該蝕刻遮罩也涵蓋放置於槓桿/彈簧臂 111/113 頂上之導體件 130，因此透過該半導體層 310 之蝕刻製程來保護該導體件 130。參考

至第 12 圖和第 13 圖，具有根據第 2 圖和第 4 圖之圖案之半導體層 106、轉軸件 108、該些感應電極 122/128 及該導體件 130 之俯視圖被描述。對應至第 4 圖之第 13 圖中所述之替代性設計可藉由轉移建構該半導體層 310 所使用之不同蝕刻遮罩圖案來實現。參考至第 13 圖，見於第 4 圖所述實施例之凸出部 262 及 264 可於使用標準濕式或乾式蝕刻製程來建構該半導體層 310 時，與該些槓桿臂 110/112 及該些彈簧臂 111/113 同時形成。

參考至第 14 圖，在以一平坦化製程或一化學移除製程將所有蝕刻遮罩移除後所完成之微機電系統感應器 100 被描述。更進一步，以一化學蝕刻製程移除該犧牲層 306。為了有效地移除該犧牲層 306，該層 310 可被穿孔以允許該些移除化學藥品以垂直方向到達該層 306。同時，該開放邊側進一步有助於該些移除化學藥品到達該犧牲層 306 以有效移除本層。在該犧牲層 306 之最終或開始移除製程中有可能在例如該些感應電極 122/128 下面發生側蝕。然而，提供正確之寬度及厚度比，該些側蝕不會發生該微機電系統感應器 100 之不良執行效率議題。

參考至第 15 圖，可使用於測量 ΔV 及因而產生與承受一電訊號之微機電系統感應器 100 有關之電容變化之簡單電路圖 400 之範例被提供。一來源 402 中為載波一部分之交流成分係分別透過負載 408 及 410 來耦接至該些電容器 404 及 406。每一個電容器係耦接至該交流地面。每一個電容器 404 之高側係連接至交流放大器 412 及 414。每一個交

流放大器之輸出係耦接至一差動放大器 416。該來源 402 係通過一高通濾波器 418 以移除它的直流成分。剩餘的交流成分被饋入一載波偵測電路 420 以建構該來源 402 之交流成分之載波訊號。該載波訊號被使用以由該解調變方塊 422 對該差動放大器 416 之輸出進行解調變。該解調變方塊 422 之輸出接著被饋入一低通濾波器 424 以產生該輸出 ΔV 。

參考至第 16 圖和第 17 圖，各種微機電系統感應器之矩陣 500 及 550 之俯視圖被描述。該矩陣 500 包含用於測量正切於一第一水平軸(X 軸)之磁場成分之一對微機電系統感應器 502 及 504、用於測量正切於一第二水平軸(Y 軸)之磁場成分之一對微機電系統感應器 506 及 508、和習知技術所知之用於測量正切於該 Z 軸(跑出頁外)之磁場成分之感應器 510。該第一及該第二水平軸彼此間係互相垂直。第 16 圖所述建構係適合上述涉及二微機電系統感應器同時測量 ΔV 之測量方案。該感應器 510 之額外範例係霍爾感應器、磁性電阻感應器及習知技術所知之其它感應器。

該矩陣 550 包含用於測量正切於該第一水平軸(X 軸)之磁場成分之一微機電系統感應器 552、用於測量正切於該第二水平軸(Y 軸)之磁場成分之一微機電系統感應器 554、和習知技術所知之用於測量正切於該 Z 軸(跑出頁外)之磁場成分之感應器 556。該感應器 510 之額外範例係霍爾感應器、磁性電阻感應器及習知技術所知之其它感應器。第 17 圖所述建構係適合上述涉及一微機電系統感應器測量二範例下之 ΔV 之測量方案。第 16 圖和第 17 圖中所述之微機電

系統感應器也可測量與該 Z 軸(跑出頁外)正切之加速度向量成分。雖未示於第 16 圖和第 17 圖，用於測量與 X 軸和 Y 軸正切之加速度成分之已知加速度計感應器也可納入至該些矩陣 500 及 550 上以測量各自之加速度成分。

操作時，一磁場未必正確地與該 X 軸或該 Y 軸對齊。然而，正切於這些軸之磁場成分係由各自之微機電系統感應器進行感應。藉由測量該磁場及該加速度向量之 X 軸、Y 軸及 Z 軸成分，該磁場及該加速度向量之正確方向與大小可依據已知向量分析來計算。

儘管本發明已詳示並詳述於該些圖式及前述說明中，然同樣應視為示範而不是文字限制。要了解只有該些較佳實施例被呈現，也要了解落在本發明精神內之所有變化、修改及進一步應用係想要受到保護。

【圖式簡單說明】

上述特性及優勢與其它對那些熟知此項技術之人士會經由參考上面詳細說明和下列圖式而變得顯而易見。

第 1 圖說明包含一微機電感應器之微機電系統(MEMS)之方塊圖。

第 2 圖根據一實施例說明一微機電系統感應器之透視圖。

第 3 圖說明第 2 圖所述之微機電系統感應器之側視圖。

第 4 圖根據一實施例說明一微機電系統感應器之透視圖。

第 5-14 圖根據一實施例說明用於製造一微機電系統感應器之製造步驟。

第 15 圖說明用於測量與微機電系統感應器相關之 ΔV 之示意圖。

第 16 圖及第 17 圖說明放置於一共用基板上以測量各方向之磁場及加速度向量之微機電系統感應器陣列。

【主要元件符號說明】

10	電路
12	輸出入裝置
14	處理電路
16	記憶體
18	程式指令
20	感測器刺激/響應電路
100	微機電系統感應器
102	基板
104	隔離層
106	半導體層
108	轉軸件
110	槓桿臂
111	彈簧臂
112	槓桿臂
113	彈簧臂
114	視窗

116	視窗
118	垂直支撐區段
122	感應電極
124	偏壓電極
126	偏壓電極
128	感應電極
130	導體件
132	末端
134	末端
136	距離
138	電容器
140	電容器
142	橫向部分
144	軸向部分
202, 204	電容器部分
206, 208	電容器層
210, 212	通孔
252, 254	接線
256, 258	接合墊片
262, 264	凸出部
302	材料層
304	遮罩層
306	犧牲層
307	體積

310	半 導 體 層
312	導 體 層
402	來 源
404	電 容 器
406	電 容 器
408	負 載
410	負 載
412	交 流 式 放 大 器
414	交 流 式 放 大 器
416	差 動 放 大 器
418	高 通 濾 波 器
420	載 波 偵 測 電 路
422	解 調 變 方 塊
424	低 通 濾 波 器
500	矩 陣
502	微 機 電 系 統 感 應 器
504	微 機 電 系 統 感 應 器
506	微 機 電 系 統 感 應 器
508	微 機 電 系 統 感 應 器
510	感 應 器
550	矩 陣
552	微 機 電 系 統 感 應 器
554	微 機 電 系 統 感 應 器
556	感 應 器

100_1	微機電系統感應器
100_2	微機電系統感應器
Δa	加速度變化
ΔB	磁場變化
ΔV 、 ΔV_1 、 ΔV_2	輸出電壓變化
ε	介電常數
$\times$	向量外積
A	有效面積
B	磁場
E	電場
F	勞倫茲力
L	長度
M	內部感振質量
a	加速度向量
d	距離
i	電流
q	電荷
SA	加速度靈敏度
SM	磁場靈敏度

七、申請專利範圍：

1.一種微機電系統(MEMS)，包括：

一基板；

一第一轉軸，自該基板向上延伸；

一具有第一水平軸之第一槓桿臂，延伸於該基板上方可旋轉地安裝至該第一轉軸以關於一第一樞軸旋轉；

一第一電容器層，形成於該基板上之第一槓桿臂之第一電容器部分之下方位位置處；

一第二電容器層，形成於該基板上之第一槓桿臂之第二電容器部分之下方位位置處，其中，該第一轉軸將該第一槓桿臂支撐於沿著該第一水平軸之第一電容器部分及第二電容器部分之間之位置處；及

一第一導體件，延伸跨越該第一水平軸並與該第一樞軸隔開，其中：

該第一電容器部分係與該第一樞軸隔開一第一距離；

該第二電容器部分係與該第一樞軸隔開一第二距離；

且

該第一距離係大於該第二距離。

2.如申請專利範圍第1項之微機電系統，其中，該第一導體件係位在該第一槓桿臂之上表面上。

3.如申請專利範圍第2項之微機電系統，進一步包括：

一第一電性偏壓連接；

一第二電性偏壓連接；

一第一通孔，延伸於該第一電性偏壓連接及該第一導

體件之第一末端部分之間，用以電性耦接該第一電性偏壓連接及該第一導體件；及

一第二通孔，延伸於該第二電性偏壓連接及該第一導體件之第二末端部分之間，用以電性耦接該第二電性偏壓連接及該第一導體件。

4.如申請專利範圍第 1 項之微機電系統，進一步包括：

一記憶體，其中儲存有命令指令；及

一處理器，被建構來執行該些命令指令以

得到該第一電容器層及該第一電容器部分之間之第一電壓差，

得到該第二電容器層及該第二電容器部分之間之第二電壓差，並

依據該第一電壓差及該第二電壓差間之差值來提供與沿著該第一水平軸延伸之第一磁場強度有關之輸出。

5.如申請專利範圍第 4 項之微機電系統，其中，該處理器被進一步建構以執行該些命令指令以：

依據該第一電壓差及該第二電壓差之總和來提供與朝向該基板之第一槓桿臂加速度有關之輸出。

6.如申請專利範圍第 1 項之微機電系統，其中，該第一槓桿臂進一步包括：

一基底部分，可旋轉地安裝至該第一轉軸；

一第一彈簧臂部分，延伸於該基底部分及該第一電容器部分之間；及

一第二彈簧臂部分，延伸於該基底部分及該第二電容

器部分之間。

7.如申請專利範圍第 1 項之微機電系統，進一步包括：

一第二轉軸，自該基板上向上延伸；

一具有第二水平軸之第二槓桿臂，延伸於該基板上方可旋轉地安裝至該第二轉軸以關於一第二樞軸旋轉；

一第三電容器層，形成於該基板上之第二槓桿臂之第三電容器部分之下方位位置處；

一第四電容器層，形成於該基板上之第二槓桿臂之第四電容器部分之下方位位置處，其中，該第二轉軸將該第二槓桿臂支撐於沿著該第二水平軸之第三電容器部分及第四電容器部分之間之位置處；及

一第二導體件，延伸跨越該第二水平軸並與該第二樞軸隔開。

8.如申請專利範圍第 7 項之微機電系統，其中，該第二水平軸係垂直於該第一水平軸。

9.如申請專利範圍第 7 項之微機電系統，其中，該第二水平軸係平行於該第一水平軸。

10.一種形成微機電系統(MEMS)之方法，包括：

提供一基板；

形成自該基板向上延伸之一第一轉軸；

形成延伸於該基板上方可旋轉地安裝至該第一轉軸以關於一第一樞軸旋轉之具有第一水平軸之一第一槓桿臂；

形成於該基板上之第一槓桿臂之第一電容器部分之下

方所選位置處之一第一電容器層；

形成於該基板上之第一槓桿臂之第二電容器部分之下方所選位置處並讓該第一轉軸將該第一槓桿臂支撐於沿著該第一水平軸之第一電容器部分及第二電容器部分之間之所選位置處之一第二電容器層；及

形成延伸跨越該第一水平軸並與該第一樞軸隔開之一第一導體件，其中：

所形成之該第一電容器部分與該第一樞軸隔開一第一距離；

所形成之該第二電容器部分與該第一樞軸隔開一第二距離；及

該第一距離係大於該第二距離。

11.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中，該第一導體件係形成於該第一槓桿臂之上表面上。

12.如申請專利範圍第 11 項之方法，進一步包括：

形成一第一電性偏壓連接；

形成一第二電性偏壓連接；

形成一第一通孔以延伸於該第一電性偏壓連接及該第一導體件之第一末端部分之間，用以電性耦接該第一電性偏壓連接及該第一導體件；及

形成一第二通孔以延伸於該第二電性偏壓連接及該第一導體件之第二末端部分之間，用以電性耦接該第二電性偏壓連接及該第一導體件。

13.如申請專利範圍第 10 項之方法，進一步包括：

儲存命令指令於一記憶體中；及
建構一處理器以執行該些命令指令以
得到該第一電容器層及該第一電容器部分之間之第一
電壓差，

得到該第二電容器層及該第二電容器部分之間之第二
電壓差，並

依據該第一電壓差及該第二電壓差間之差值提供與沿
著該第一水平軸延伸之第一磁場強度有關之輸出。

14.如申請專利範圍第 13 項之方法，其中，建構該處理
器進一步包括建構該處理器以執行該些命令指令以：

依據該第一電壓差及該第二電壓差之總和提供與朝向
該基板之第一槓桿臂加速度有關之輸出。

15.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中，形成該第一
槓桿臂進一步包括：

形成可旋轉地安裝至該第一轉軸之一基底部分；

形成延伸於該基底部分及該第一電容器部分之間之一
第一彈簧臂部分；及

形成延伸於該基底部分及該第二電容器部分之間之一
第二彈簧臂部分。

16.如申請專利範圍第 10 項之方法，進一步包括：

形成自該基板上向上延伸之一第二轉軸；

形成延伸於該基板上方可旋轉地安裝至該第二轉軸
以關於一第二樞軸旋轉之具有第二水平軸之第二槓桿臂；

於該基板上之第二槓桿臂之第三電容器部分之下方位

置處形成一第三電容器層；

於該基板上之第二槓桿臂之第四電容器部分之下方並讓該第一轉軸將該第一槓桿臂支撐於沿著該第一水平軸之第一電容器部分及第二電容器部分之間之所選位置處形成一第四電容器層；及

形成延伸跨越該第二水平軸並與該第二樞軸隔開之一第二導體件。

17.如申請專利範圍第 16 項之方法，其中，該第二水平軸係垂直於該第一水平軸。

18.如申請專利範圍第 16 項之方法，其中，該第二水平軸係平行於該第一水平軸。

八、圖式：

(如次頁)

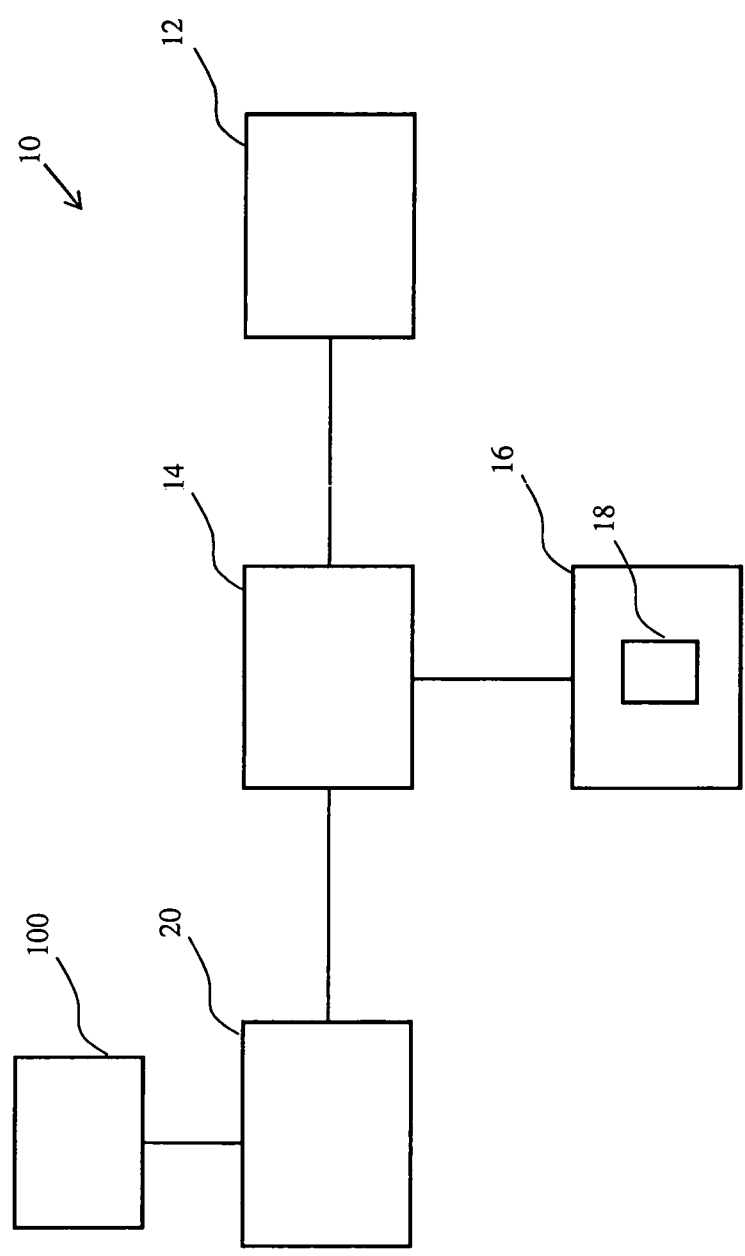


圖1

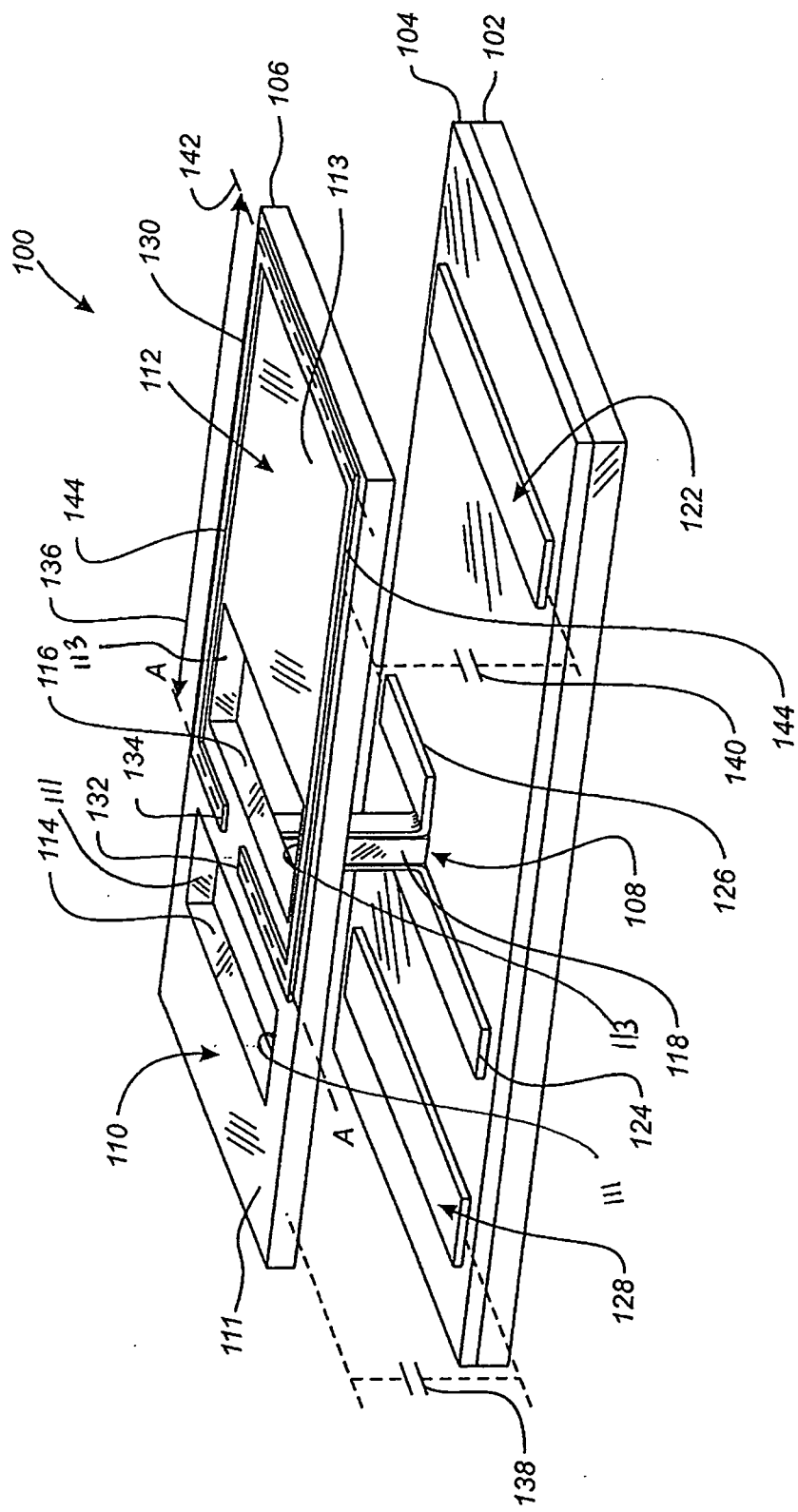


圖2

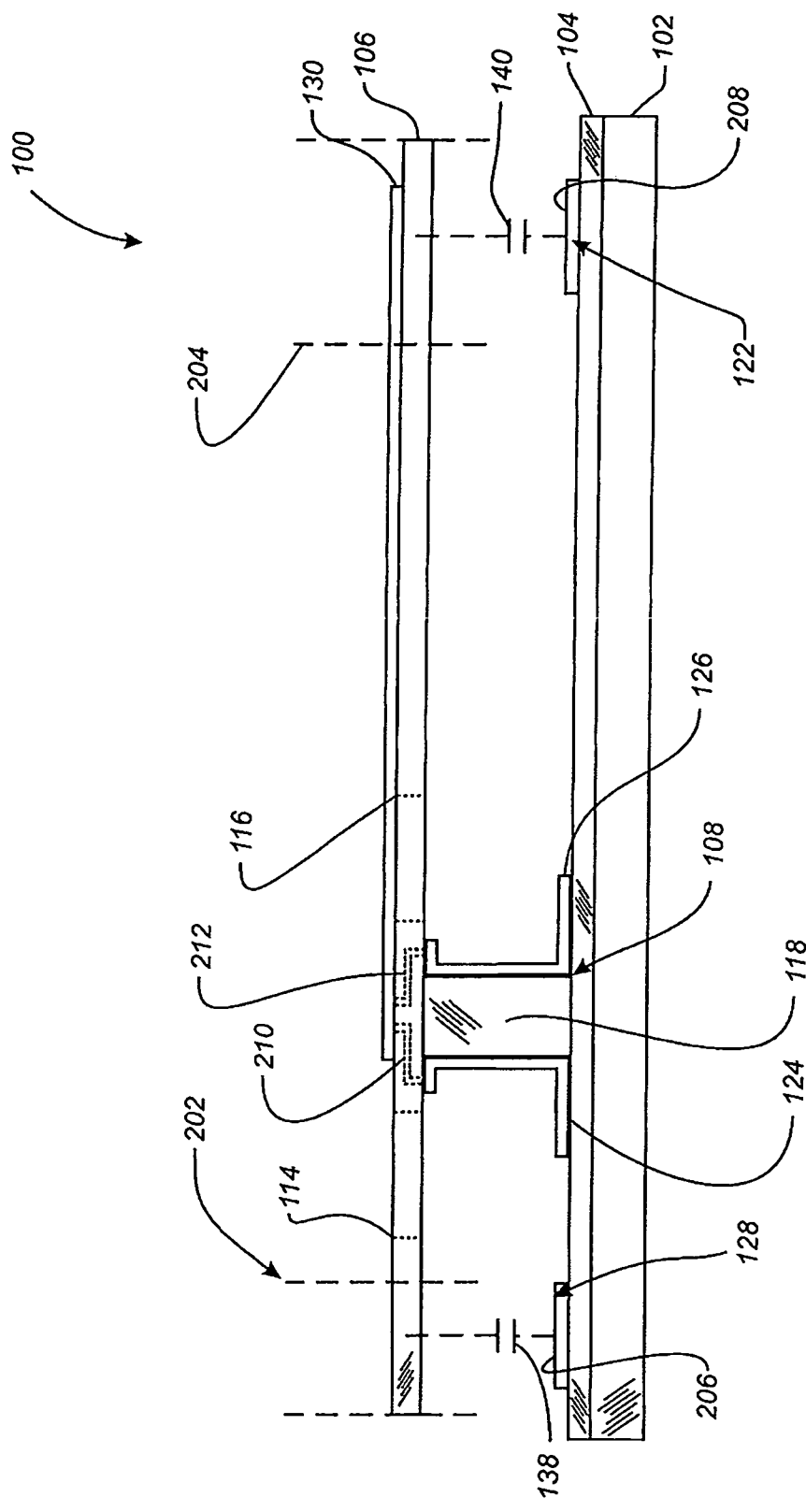


圖3

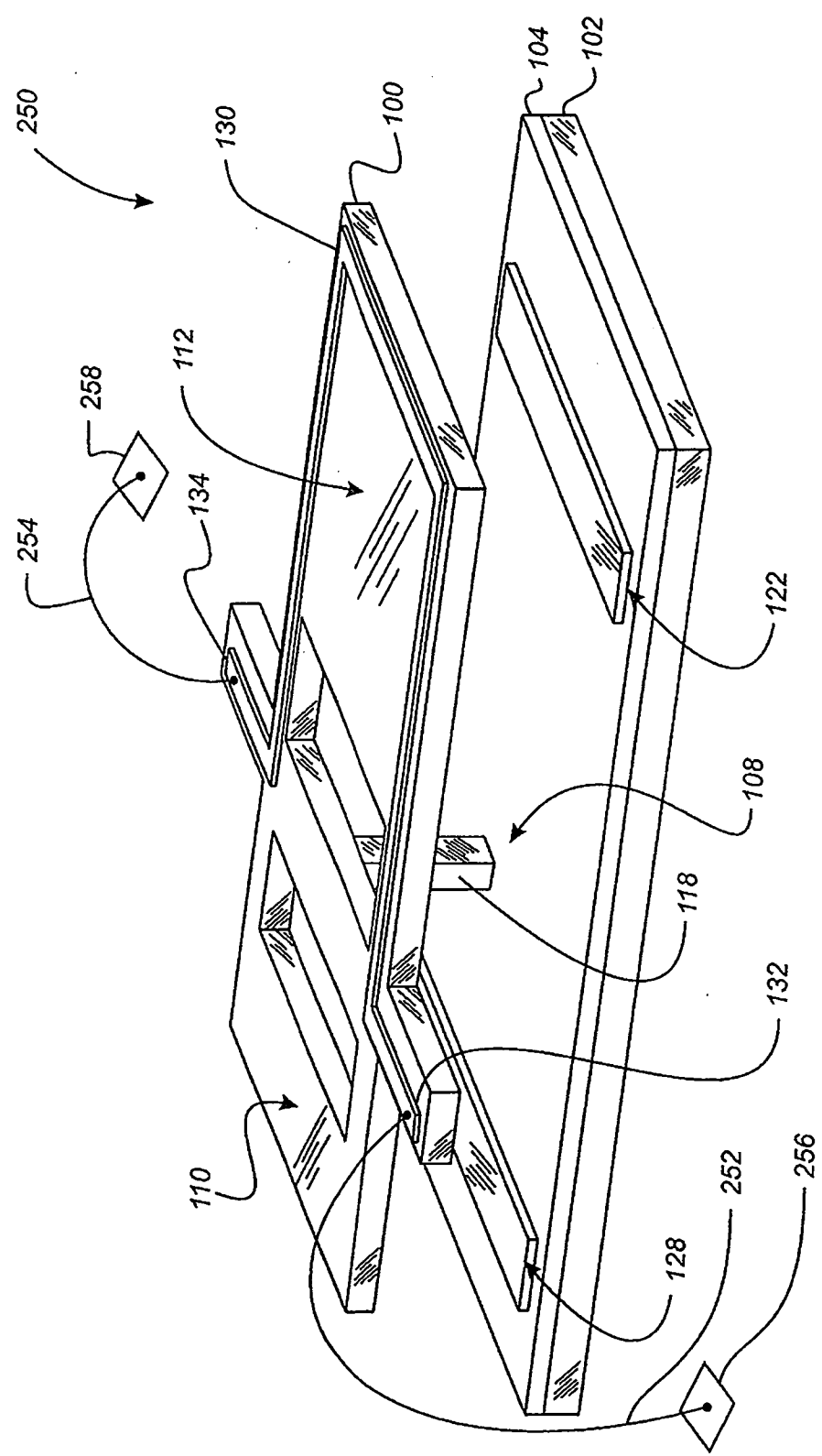


圖 4

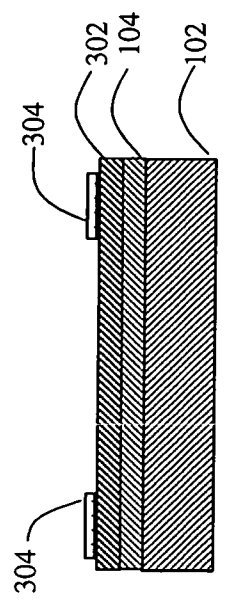


圖5

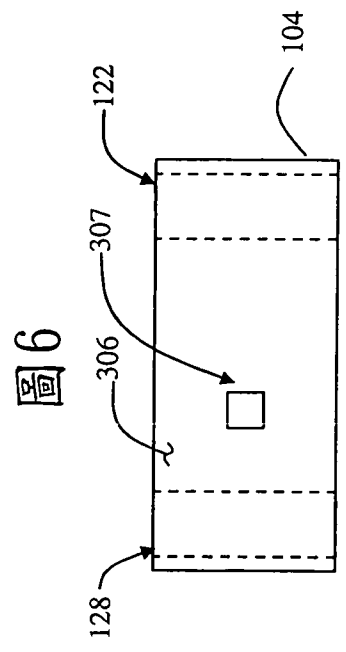


圖6

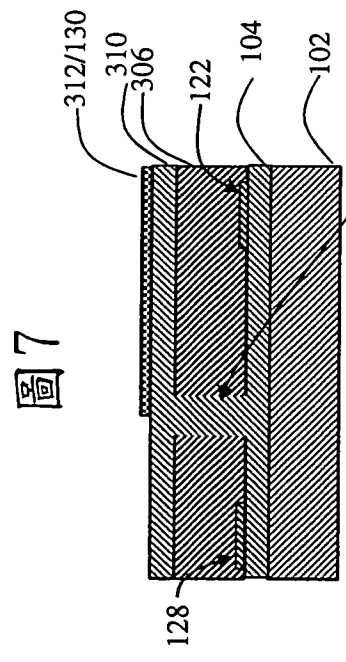


圖7

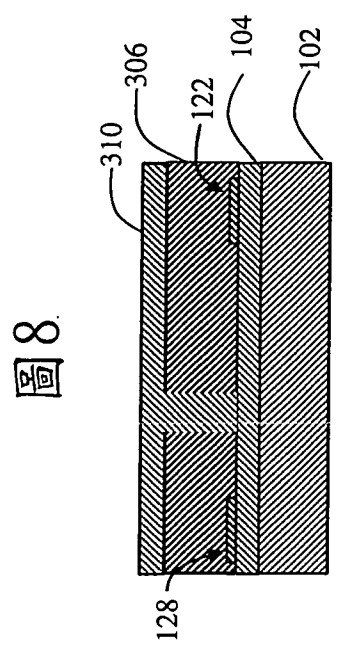


圖8

圖10

圖9

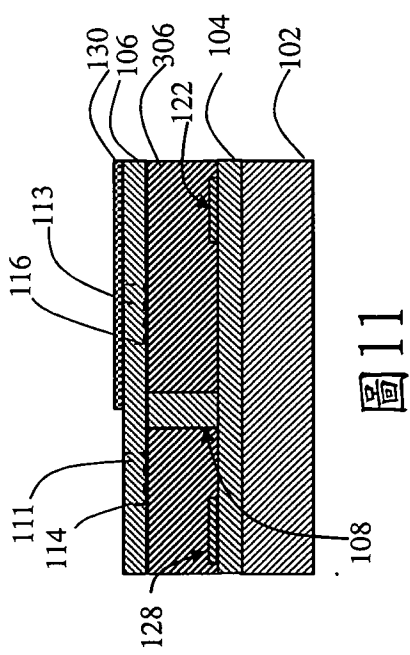


圖11

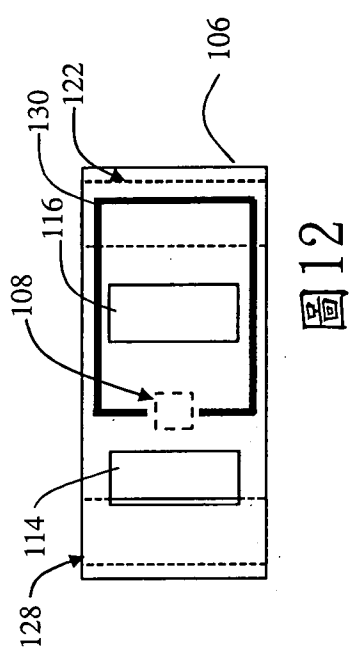


圖12

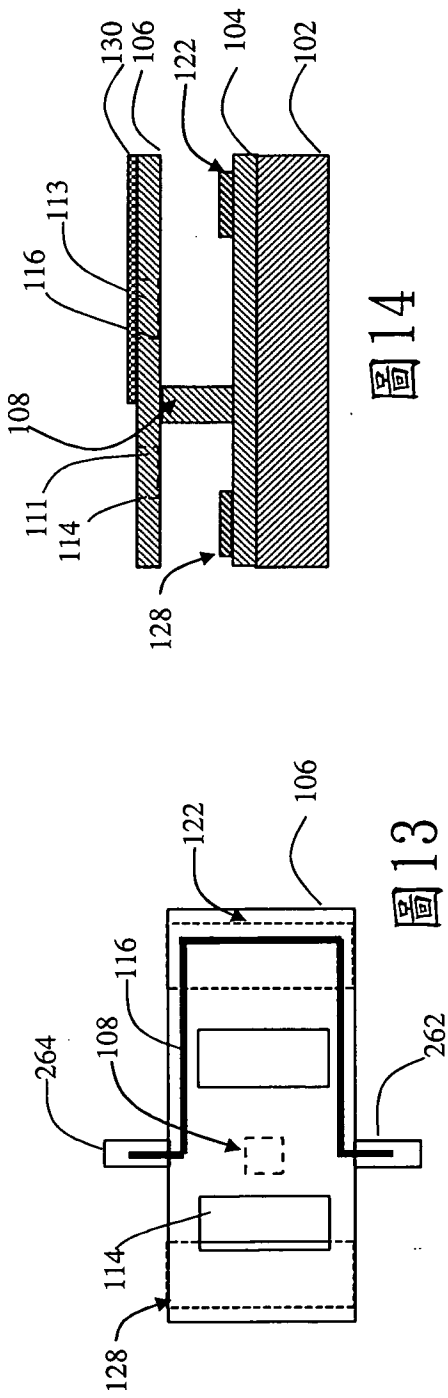


圖13

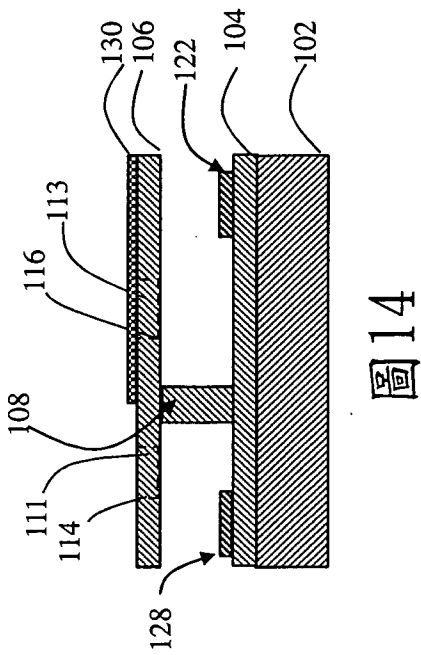


圖14

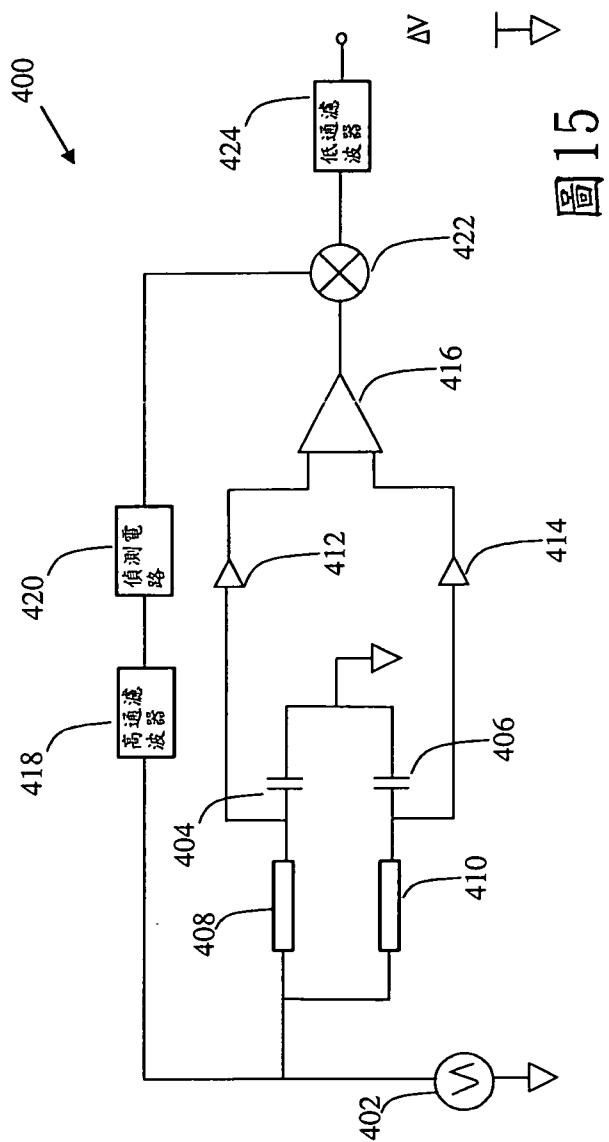


圖15

