



(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 201621276 A

(43) 公開日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 16 日

(21) 申請案號：103142405

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 05 日

(51) Int. Cl. : G01D5/20 (2006.01)

(71) 申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72) 發明人：邱一 CHIU, YI (TW)

(74) 代理人：林坤成；林瑞祥

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：9 共 19 頁

(54) 名稱

微感測器

MICRO SENSOR

(57) 摘要

本發明係揭露一種微感測器，其包含至少一固定結構、一質量塊及至少一可變電感。質量塊設置於該些固定結構之間。質量塊分別透過可變電感與該些固定結構連結。其中，當微感測器感測到待測物理量時，質量塊會因此產生位移，進而導致可變電感形變而造成可變電感之電感值產生變化，並透過測量電路根據該些可變電感之電感值變化計算待測物理量。

The present invention discloses a micro sensor and the accelerometer having the same. The micro sensor comprises at least one fixation structure, a proof mass and at least one variable inductor. The proof mass is disposed between the fixation structures. The proof mass is connected to the fixation structures via the variable inductors. When the micro sensor detects an applied physical quantity, the physical quantity will result in the displacement of the proof mass. The displacement of the proof mass will deform the variable inductors to cause the inductance variance of the variable inductors. A measurement circuit can compute the external physical quantity according to the inductance variance of the variable inductors.

指定代表圖：

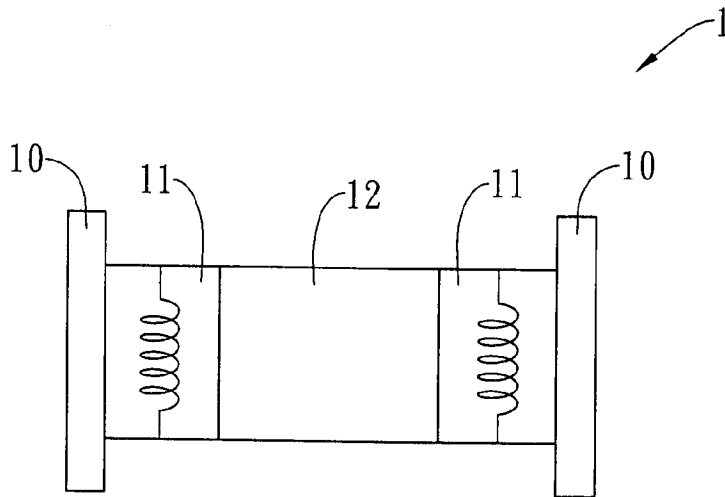
符號簡單說明：

1 . . . 微感測器

10 . . . 固定結構

11 . . . 可變電感

12 . . . 質量塊



第 1 圖

發明摘要

※ 申請案號：107142405

※ 申請日：103.12.05.

※IPC 分類：G01D 5/20 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

微感測器/MICRO SENSOR

【中文】

本發明係揭露一種微感測器，其包含至少一固定結構、一質量塊及至少一可變電感。質量塊設置於該些固定結構之間。質量塊分別透過可變電感與該些固定結構連結。其中，當微感測器感測到待測物理量時，質量塊會因此產生位移，進而導致可變電感形變而造成可變電感之電感值產生變化，並透過測量電路根據該些可變電感之電感值變化計算待測物理量。

【英文】

The present invention discloses a micro sensor and the accelerometer having the same. The micro sensor comprises at least one fixation structure, a proof mass and at least one variable inductor. The proof mass is disposed between the fixation structures. The proof mass is connected to the fixation structures via the variable inductors. When the micro sensor detects an applied physical quantity, the physical quantity will result in the displacement of the proof mass. The displacement of the proof mass will deform the variable inductors to cause the inductance variance of the variable inductors. A measurement circuit can compute the external physical quantity according to the inductance variance of the variable inductors.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第 1 圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1 微感測器
- 10 固定結構
- 11 可變電感
- 12 質量塊

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

微感測器/MICRO SENSOR

【技術領域】

本發明係有關於一種微感測器，特別是一種結構簡單，易於大量生產，並可以利用可變電感之形變產生的電感值變化來計算待測物理量的微感測器。

【先前技術】

微機電感測器常利用梳指狀電容(comb finger capacitor)來執行位移偵測。例如在加速計中，梳指狀電極可以隨著質量塊移動，造成與固定的梳指狀電極間的距離以及電容值改變。因此，使用者可以偵測電容值來得到電容值的變化來判斷質量塊位移的大小及其所受到的加速度。然而，微機電梳指狀結構經常會因組成材料及結構之內應力而產生翹曲，如此會造成梳指狀電極間的重疊面積減少而導致其電容值降低，故感測器的性能也會受到很大的影響。習知技藝通常是利用下列數種方式來解決上述問題。

習知技藝之其中一種方式是利用翹曲補償外框(curl frame)，即將原來附著於基板的固定電極改成附著於一個懸浮的外框，此外框受同樣的材料及結構應力影響而翹曲，造成可動電極和固定電極具有相同的翹曲，藉以維持其電容值。然而，這種方式雖然可以減少因結構翹曲所造成的電容值降低現象，但由於薄膜內應力成因及分佈相當複雜，因此仍然無法完全避免此現象，此外，這種方式需要額外的晶片面積，因此造成其成本較高，且生產良率較低。

習知技藝之另中一種方式是利用對稱之堆疊結構。當懸浮結構由多層

薄膜堆疊而成，可以利用具有對稱性的堆疊結構，以抵消不同薄膜間的應力差異，或僅以單一材料堆疊而成，藉以減少翹曲程度。然而，這種方式雖然可以減少因結構翹曲所造成的電容值降低現象，但由於薄膜內應力成因及分佈相當複雜，因此仍然無法完全避免此現象。

習知技藝之再一種方式是以基板作為梳指狀電容的一部分。由於梳指狀結構翹曲多因沉積薄膜中的殘餘應力所造成，因此可以利用沒有應力的單晶矽基板作為梳狀電極的一部分，並利用其較薄膜堆疊結構厚的特點，以降低整體結構的翹曲程度。然而，這種方式需要利用深蝕刻或雙面蝕刻方式來製作，製程過於複雜且其成本較高。

習知技藝之又一種方式是利用電路補償。即於感測器的讀出電路中加上適當的補償電容，以減少電路輸入端的電容差異及其所造成的電路運作問題。然而，這種方式並非針對電容的機械平整度提出改善方案，雖然可能減少電路因電容差異過大而造成無法工作的問題，但是無法改善其靈敏度降低的現象。

除此之外，習知技藝也提出利用可變電感與磁性物體之組合來作為感測元件，其原理係為利用感應線圈與磁性物體或另一線圈的相對距離變化而造成電感值變化。然而，這種方式的結構極為複雜，而且磁性物質與一般半導體製程不相容，因此製造成本也很高。

因此，如何提出一種微感測器，能夠有效改善習知技藝之微感測器效能低落、成本過高、材料不相容於一般半導體製程且生產良率過低的情況已成為一個刻不容緩的問題。

【發明內容】

有鑑於上述習知技藝之問題，本發明之其中一目的就是在提供一種微感測器，以解決習知技藝之微感測器效能低落、成本過高且生產良率過低

的問題。

根據本發明之其中一目的，再提出一種微感測器。此微感測器可包含一第一固定結構及一第一可變電感。第一可變電感之一側與第一固定結構連結。其中，當微感測器感測到待測物理量時，此待測物理量會導致可變電感形變而造成可變電感之電感值產生變化，並透過測量電路根據可變電感之電感值變化計算待測物理量。

在一較佳的實施例中，微感測器更可包含質量塊，質量塊可連結於第一可變電感之另一側。

在一較佳的實施例中，微感測器更可包含第二固定結構，質量塊可設置於第一固定結構與第二固定結構之間。

在一較佳的實施例中，各個該第一可變電感可包含彈性結構及電感線圈。

在一較佳的實施例中，微感測器更可包含一彈性結構，質量塊可透過彈性結構與第二固定結構連結。

在一較佳的實施例中，電感線圈可繞設於彈性結構上。

在一較佳的實施例中，待測物理量可包含加速度、轉動角速度、壓力、扭力、離心力、熱能、溫度等等。

在一較佳的實施例中，微感測器可應用於加速計、陀螺儀、觸覺感測器、力感測器、壓力感測器、溫度感測器、熱感測器、化學感測器及磁力感測器。

在一較佳的實施例中，彈性結構可為彈簧。

在一較佳的實施例中，微感測器更可包含彈性結構，彈性結構可設置於質量塊之另一側，質量塊可透過彈性結構與第二固定結構連結。

在一較佳的實施例中，微感測器更可包含第二可變電感，第二可變電

感可設置於質量塊之另一側，質量塊可透過第二可變電感與第二固定結構連結。

在一較佳的實施例中，彈性結構可為彈簧。

根據本發明之其中一目的，再提出一種微感測器。此微感測器可包含複數個固定結構、一質量塊及複數個可變電感。質量塊可設置於該些固定結構之間。質量塊可分別透過該些可變電感與該些固定結構連結。其中，當微感測器感測到待測物理量時，質量塊可因此產生位移，進而導致該些可變電感形變而造成該些可變電感之電感值產生變化，並可透過測量電路根據該些可變電感之電感值變化計算待測物理量。

在一較佳的實施例中，各個可變電感可包含彈性結構及電感線圈，其中電感線圈可繞設於彈性結構上。

在一較佳的實施例中，待測物理量可包含加速度、轉動角速度、壓力、扭力、離心力、熱能及溫度。

在一較佳的實施例中，微感測器可應用於加速計、陀螺儀、觸覺感測器、力感測器、壓力感測器、溫度感測器、熱感測器、化學感測器及磁力感測器。

在一較佳的實施例中，彈性結構可為一彈簧。

承上所述，依本發明之微感測器，其可具有一或多個下述優點：

(1)習知技藝之梳指狀電容為兩組不同的電極互相交叉，利用交叉處重疊的部分形成電容。若製程誤差或殘餘應力造成兩組電極彼此間有不同的翹曲，如此上述交叉處重疊部分面積會大幅縮減，因而造成感測電容大幅下降而影響靈敏度。相反的，本發明利用可變電感做為感測機構，可變電感以單一線圈構成，其電感值與此線圈面積相關。因此，即使電感因殘餘應力而變形，其面積受變形的影響相對不明顯，因此電感值受線圈翹曲的

影響亦不明顯，因此能提供相對穩定的感測靈敏度。故本發明之微感測器對製程變異所產生的誤差較不敏感，且生產良率較高。

(2)本發明之一實施例之微感測器結構主要係包含質量塊與可變電感，因此構造極為簡單且材料與一般半導體製程均相容，製造成本較低。

【圖式簡單說明】

- 第 1 圖 係為本發明之微感測器之第一實施例之示意圖。
- 第 2 圖 係為本發明之微感測器之第二實施例之第一示意圖。
- 第 3 圖 係為本發明之微感測器之第二實施例之第二示意圖。
- 第 4 圖 係為本發明之微感測器之第二實施例之第三示意圖。
- 第 5 圖 係為本發明之微感測器之第二實施例之電感形變示意圖。
- 第 6 圖 係為本發明之微感測器之第二實施例之模擬結果圖。
- 第 7 圖 係為本發明之微感測器之第三實施例之示意圖。
- 第 8 圖 係為本發明之微感測器之第四實施例之示意圖。
- 第 9 圖 係為本發明之微感測器之第五實施例之示意圖。

【實施方式】

以下將參照相關圖式，說明依本發明之微感測器之實施例，為使便於理解，下述實施例中之相同元件係以相同之符號標示來說明。

請參閱第 1 圖，其係為本發明之微感測器之第一實施例之示意圖。如圖所示，微感測器 1 可包含二固定結構 10、一質量塊 12 及二可變電感 11。

二固定結構 10 可相對設置。質量塊 12 則可設置於二固定結構 10 之間，而質量塊 12 的左右二側分別透過一個可變電感 11 與設置於質量塊 12 二側之固定結構 10 連結。微感測器 1 感測到待測物理量時，質量塊 12 會因為受到外力的影響而移動，而質量塊 12 的位移會造成質量塊 12 左右二側的可變電感 11 產生形變，導致可變電感 11 的有效面積改變，如此可變電感

11 之電感值會發生變化。此待測物理量可為熱能、溫度、加速度、轉動角速度、壓力、扭力、離心力等等。

由於可變電感 11 之電感值之變化與待測物理量係具有線性關係，故可透過測量電路(未繪於圖中)偵測該些可變電感 11 之電感值變化來計算待測物理量的值。雖然在本發明之微感測器之固定結構 10、質量塊 12 及可變電感 11 之數量及位置可根據不同的應用需求改變，在其它實施例中，一個或複數個的可變電感 11 也可設置於質量塊 12 的四周任意處，本發明並不以此為限。

值得一提的是，習知技藝之微感測器係使用梳指狀電容配合質量塊的結構來進行待測物理量的偵測，然而，梳指狀電容的感測結構容易因組成材料及結構之內應力而產生翹曲，如此會造成梳指狀電極間的重疊面積減少而導致其電容值降低，造成感測器的靈敏度下降。

而本實施例中直接利用可變電感及特殊設計的感測結構來取代習知技藝之梳指狀電容，因此本實施例之微感測器並不會因此結構翹曲而導致感測器的靈敏度降低，故能提供相對穩定的靈敏度，很適合應用於加速計、陀螺儀、觸覺感測器、力感測器、壓力感測器、溫度感測器、熱感測器、化學感測器及磁力感測器等等不同的應用。

請參閱第 2 圖，其係為本發明之微感測器之第二實施例之第一示意圖。如第 2 圖所示，微感測器 2 可包含二固定結構 20、一質量塊 22 及二可變電感 21。

二固定結構 20 可相對設置。質量塊 22 則可設置於二固定結構 20 之間，而質量塊 22 的左右二側分別透過一個可變電感 21 與設置於質量塊 22 二側之固定結構 20 連結。微感測器 2 感測到加速度、轉動角速度、壓力、扭力、離心力、熱能及溫度時，質量塊 22 會因為受到外力的影響而產生位移，而

質量塊 22 的位移會造成質量塊 22 左右二側的可變電感 21 產生形變，導致可變電感 21 的有效面積改變，如此可變電感 21 之電感值會發生變化。

在本實施例中，可變電感 21 可包含彈性結構 211 及電感線圈 212，而可變電感 21 可由將電感線圈 212 可繞設於彈性結構 211 而形成，而彈性結構 211 之材質則可以與質量塊 22 相同。此彈性結構 211 可為一彈簧。

請參閱第 3 圖及第 4 圖，其係為本發明之微感測器之第二實施例之第二及第三示意圖。

如第 3 圖所示，當待測物理量造成質量塊 22 向右移動時，位於右側的可變電感 21 之彈性結構 211 受到擠壓而使右側電感線圈 212 的有效面積減少，造成其電感值下降，即 $L_2=L_0-\Delta L$ ；其中， L_0 為右側可變電感未產生形變時之電感值， ΔL 為右側可變電感產生形變後所增加或減少的電感值， L_2 為右側可變電感產生形變後之電感值；

左側可變電感 21 之彈性結構 211 則被拉長而使左側電感線圈 212 的有效面積增加，造成其電感值上升，即 $L_1=L_0+\Delta L$ ；其中， L_0 為左側可變電感未產生形變時之電感值， ΔL 為左側可變電感產生形變後所增加或減少的電感值， L_1 為左側可變電感產生形變後之電感值。在小位移的情況下電感的變化 ΔL 會與質量塊 22 的位移及待測物理量成正比。

如第 4 圖所示，同樣的，當待測物理量造成質量塊 22 向左移動時，右側可變電感 21 之彈性結構 211 受到拉長而使右側電感線圈 212 的有效面積增加，造成其電感值上升，即 $L_2=L_0+\Delta L$ ；而左側可變電感 21 之彈性結構 211 則被壓縮而使左側電感線圈 212 的有效面積減少，造成其電感值下降，即 $L_1=L_0-\Delta L$ 。

雖然在本實施例之微感測器 2 僅包含二固定結構 20、一質量塊 22 及二可變電感 21，而該些可變電感 21 係設置於質量塊 22 的兩側，然而，上述

僅為舉例，在其它較佳的實施例中，上述各元件的數量也可依需求改變，二個或二個以上的可變電感 21 也可設置於質量塊 22 的四周任意處，本發明並不以此為限。

請參閱第 5 圖及第 6 圖，其係為本發明之微感測器之第二實施例之電感形變示意圖及模擬結果圖。

第 5 圖所示的部份為第 3 圖左側受到拉力而產生形變之可變電感 21 的一部份。其中，電感變形而產生的位移以 Δy 表示。

利用 Comsol 軟體針對第 5 圖所示的部份進行電感值模擬，結果如第 6 圖所示，在電感變形 $\Delta y = \pm 0.1 \mu\text{m}$ 時，電感值變化與形變之間具有線性關係，其靈敏度為 $(\Delta L/L)/\Delta y = 3.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}^{-1}$ 。

請參閱第 7 圖，其係為本發明之微感測器之第三實施例之示意圖。如圖所示，微感測器 3 可包含二固定結構 30、一質量塊 32、一可變電感 31 及一彈性結構 311。

二固定結構 30 可相對設置。質量塊 32 則可設置於二固定結構 30 之間，與前述實施例不同的是，質量塊 32 的左右二側分別透過可變電感 31 及彈性結構 311 與設置於質量塊 32 二側之固定結構 30 連結。同樣的，微感測器 3 感測到待測物理量時，質量塊 32 會因為受到外力的影響而產生位移，而質量塊 32 的位移會造成質量塊 32 一側的可變電感 31 產生形變，導致可變電感 31 的有效面積改變，如此可變電感 31 之電感值會發生變化，藉由量測此電感值變化則可以計算待測物理量的大小。值得一提的是，習知技藝之微感測器係利用梳指狀電極隨著質量塊移動，造成與固定的梳指狀電極間的距離以及電容值改變，再藉由偵測電容值來計算待測物理量，然而，由於梳指狀電容對製程變異產生之翹曲所造成的誤差較為敏感，因此生產之感測器特性差異大，生產良率低，更由於其整體面積較大，故成本也較

高。

相反的，本發明利用可變電感做為感測機構，因此，對製程變異所產生的誤差較不敏感，且生產良率較高由於電容的影響，對感測器生產時造成的誤差不敏感，且生產良率高，整積面積需求也較小，有效地降低了成本。

在另一方面，習知技藝利用使用可變電感與磁性物體之組合來作為感測元件，然而，這種方式的結構極為複雜，且磁性物質不相容於許多半導體製程，這也提高了微感測器的製造成本。相反的，本發明實施例之微感測器的設計極為簡單，且並未使用磁性物質，材料可相容於一般的半導體製程，因此製造成本可以大幅地降低。

請參閱第 8 圖，其係為本發明之微感測器之第四實施例之示意圖。如圖所示，微感測器 4 可包含一固定結構 40、一質量塊 42、一可變電感 41。

質量塊 42 透過可變電感 41 與固定結構 40 連結，可變電感 41 可包含彈性結構 411 及電感線圈 412，而可變電感 41 可由將電感線圈 412 繞設於彈性結構 411 而形成，與前述實施例不同的是，質量塊 42 僅有一側透過可變電感 41 與固定結構 20 連結。同樣的，微感測器 4 感測到待測物理量時，質量塊 42 會因為受到外力的影響而產生位移，而質量塊 42 的位移會造成質量塊 42 一側的可變電感 41 產生形變，導致可變電感 41 的有效面積改變，如此可變電感 41 之電感值會發生變化，藉由量測此電感值變化則可以計算待測物理量的大小。

請參閱第 9 圖，其係為本發明之微感測器之第五實施例之示意圖。如圖所示，微感測器 5 可包含一固定結構 50 及一可變電感 51。

可變電感 51 與固定結構 50 連結，可變電感 51 可包含彈性結構 511 及電感線圈 512，而可變電感 51 可由將電感線圈 512 繞設於彈性結構 511 而

形成，與前述實施例不同的是，本實施例之微感測器 5 不具備質量塊，當微感測器 5 感測到待測物理量時，會導致可變電感 51 產生形變，導致可變電感 51 的有效面積改變，如此可變電感 51 之電感值會發生變化，藉由量測此電感值變化則可以計算待測物理量的大小。

而本實施例中之微感測器 5 可有效感測加速度、轉動角速度、壓力、扭力、離心力、熱能、溫度等等待測物理量，故可應用於加速計、陀螺儀、觸覺感測器、力感測器、壓力感測器、溫度感測器、熱感測器、化學感測器及磁力感測器等等不同的應用。

綜上所述，本發明利用可變電感做為感測機構，因此，即使電感因殘餘應力而變形，其面積受變形的影響相對不明顯，故電感值受線圈翹曲的影響亦不明顯。因此，本發明之微感測器對製程變異所產生的誤差不敏感，且具有較高的生產良率，且能提供相對穩定的感測靈敏度。

再者，本發明之實施例之微感測器結構極為簡單，且材料與一般半導體製程均相容，因此可以大幅地降底製造成本。

可見本發明在突破先前之技術下，確實已達到所欲增進之功效，且也非熟悉該項技藝者所易於思及，其所具之進步性、實用性，顯已符合專利之申請要件，爰依法提出專利申請，懇請 貴局核准本件發明專利申請案，以勵創作，至感德便。

以上所述僅為舉例性，而非為限制性者。其它任何未脫離本發明之精神與範疇，而對其進行之等效修改或變更，均應該包含於後附之申請專利範圍中。

【符號說明】

1、2、3、4、5 微感測器

10、20、30、40 固定結構

11、21、31、41、51 可變電感

211、311、411、511 彈性結構

212、321、412、512 電感線圈

12、22、32、42 質量塊

L1、L2、L0、 ΔL 電感值

Δy 位移

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

【序列表】

申請專利範圍

1. 一種微感測器，係包含：
 - 第一固定結構；以及
 - 第一可變電感，該第一可變電感之一側係與該第一固定結構連結；其中，當該微感測器感測到一待測物理量時，該待測物理量導致該可變電感形變而造成該可變電感之電感值產生變化，並透過一測量電路根據該可變電感之電感值變化計算該待測物理量。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之微感測器，更包含一質量塊，該質量塊係連結於該第一可變電感之另一側。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之微感測器，更包含一第二固定結構，該質量塊係設置於該第一固定結構與該第二固定結構之間。
4. 如申請專利範圍第 2 項所述之微感測器，其中該第一可變電感包含一彈性結構及一電感線圈。
5. 如申請專利範圍第 3 項所述之微感測器，更包含一彈性結構，該質量塊係透過該彈性結構與該第二固定結構連結。
6. 如申請專利範圍第 4 項所述之微感測器，其中該電感線圈係繞設於該彈性結構上。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之微感測器，其中該待測物理量係包含加速度、轉動角速度、壓力、扭力、離心力、熱能及溫度。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之微感測器，其中該微感測器係應用於加速計、陀螺儀、觸覺感測器、力感測器、壓力感測器、溫度感測器、熱感測器、化學感測器及磁力感測器。
9. 如申請專利範圍第 4 項或第 5 項所述之微感測器，其中該彈性結構係為一彈簧。

10. 一種微感測器，係包含：

複數個固定結構；

一質量塊，係設置於該些固定結構之間；及

複數個可變電感，該質量塊分別透過該些可變電感與該些固定結構連結；

其中，當該微感測器感測到一待測物理量時，該質量塊會因此產生位移，進而導致該些可變電感形變而造成該些可變電感之電感值產生變化，並透過一測量電路根據該些可變電感之電感值變化計算該待測物理量。

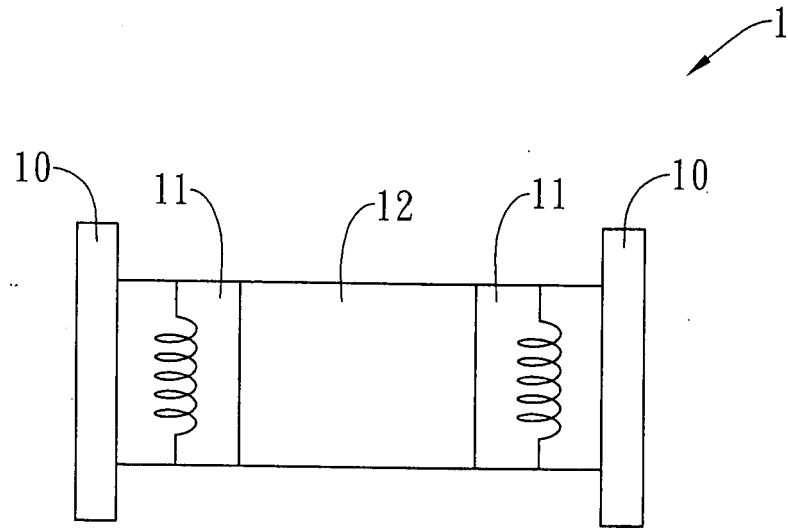
11. 如申請專利範圍第 10 項所述之微感測器，其中各個該可變電感包含一彈性結構及一電感線圈，其中該電感線圈係繞設於該彈性結構上。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述之微感測器，其中該待測物理量係包含加速度、轉動角速度、壓力、扭力、離心力、熱能及溫度。

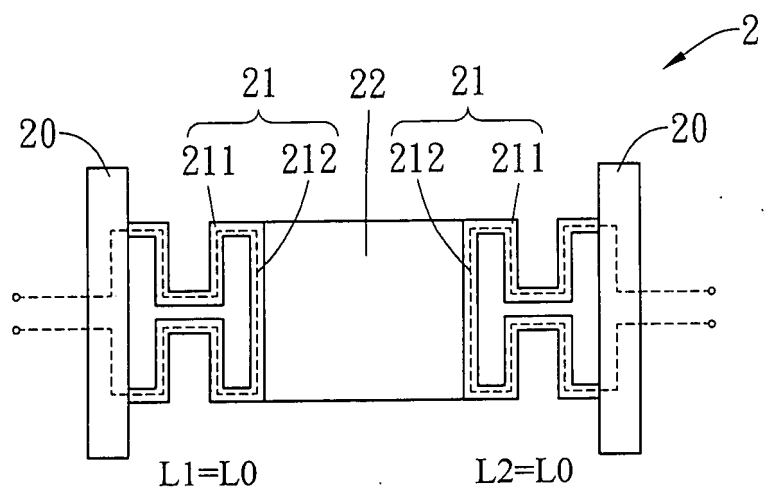
13. 如申請專利範圍第 10 項所述之微感測器，其中該微感測器係應用於加速計、陀螺儀、觸覺感測器、力感測器、壓力感測器、溫度感測器、熱感測器、化學感測器及磁力感測器。

14. 如申請專利範圍第 11 項所述之微感測器，其中該彈性結構係為一彈簧。

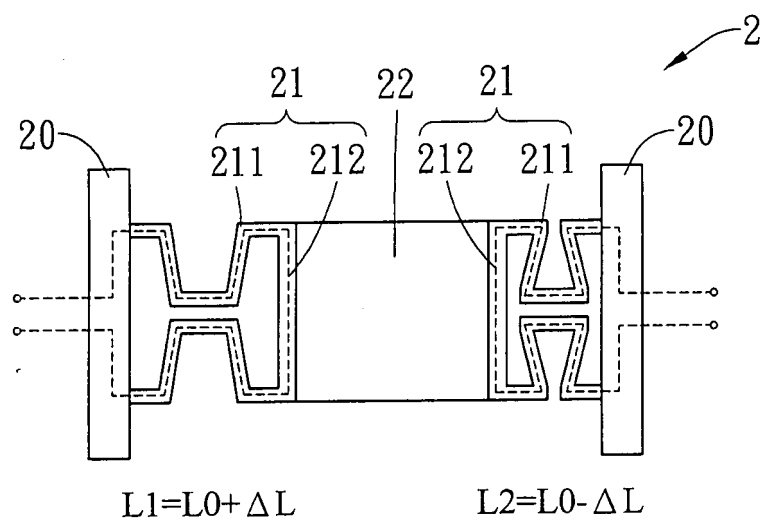
圖式



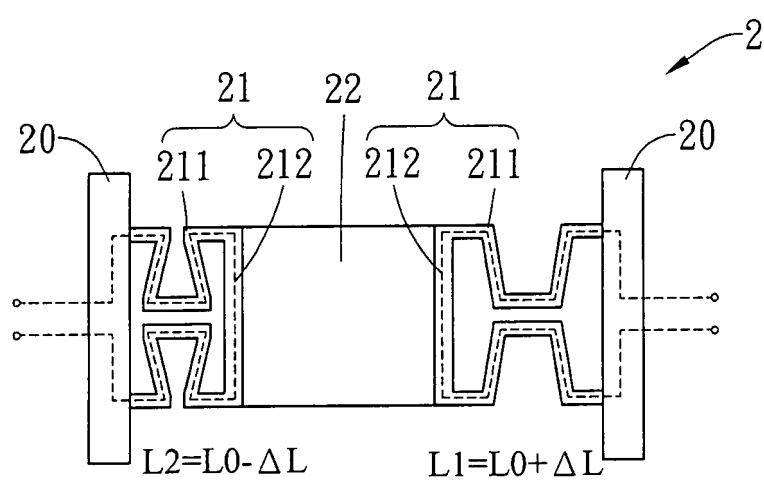
第 1 圖



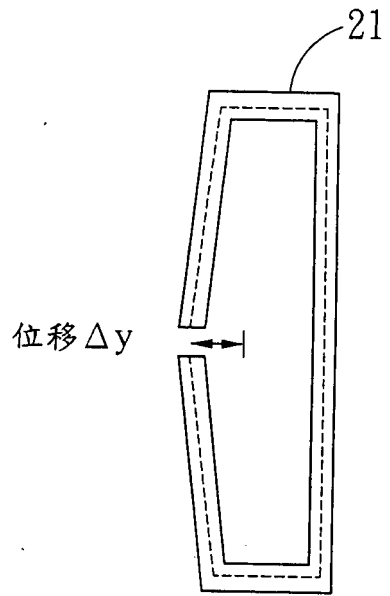
第 2 圖



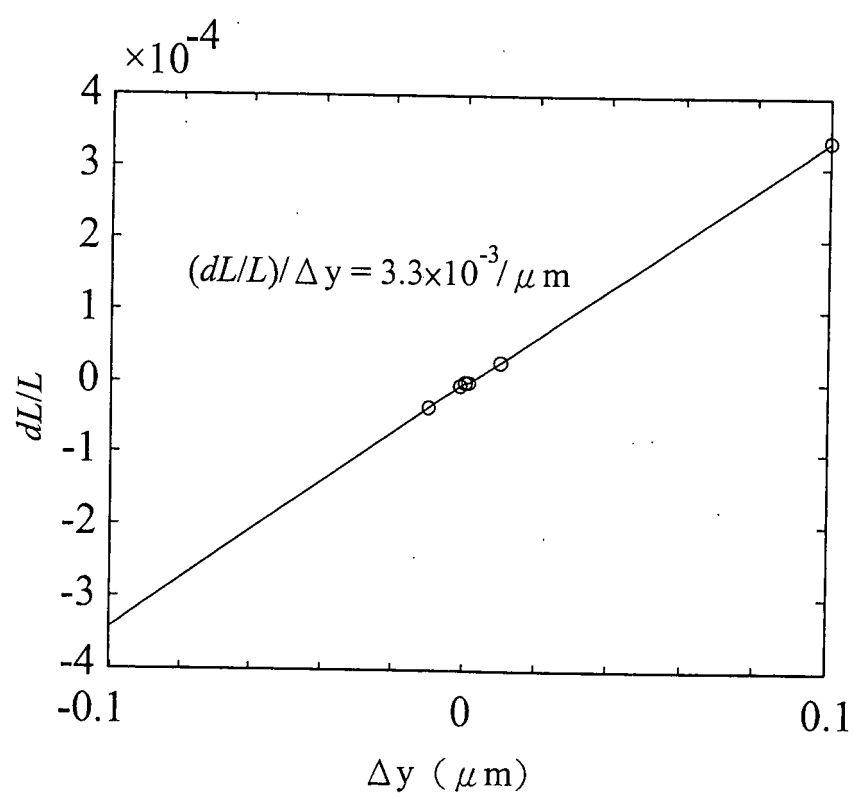
第 3 圖



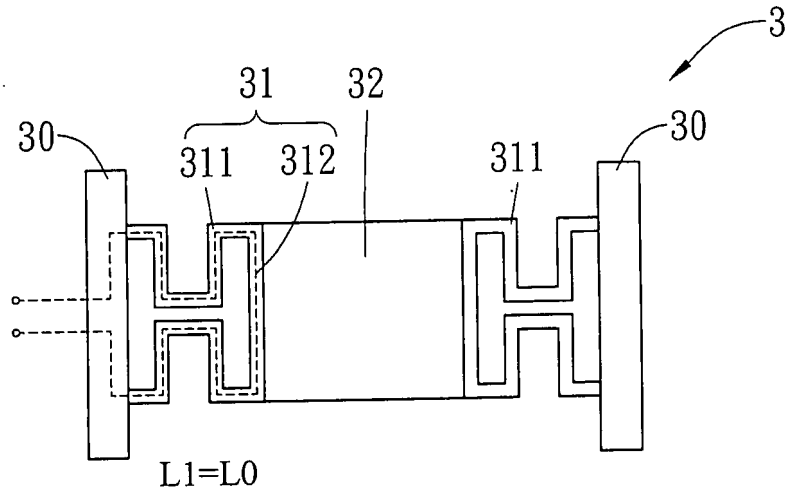
第 4 圖



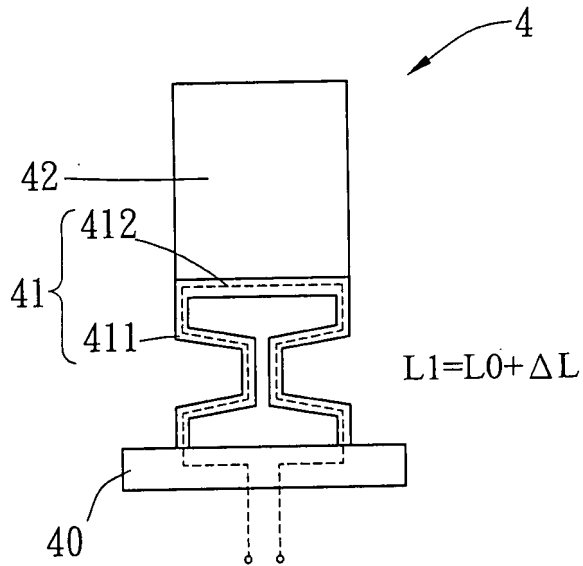
第 5 圖



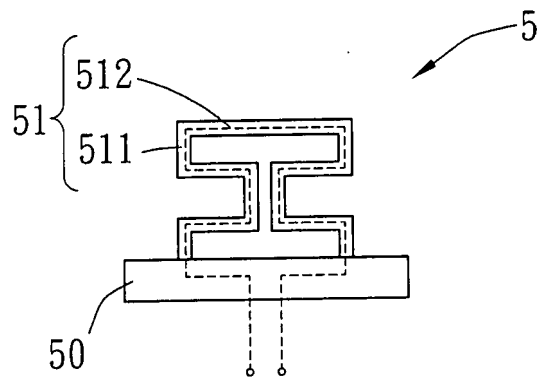
第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖