

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： 93104445

※申請日期： 93.2.23,

※IPC 分類：

H01F 21/04
B81B 7/02

壹、發明名稱：(中文/英文)

微機電電感開關

MICRO-ELECTROMECHANICAL INDUCTIVE SWITCH

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商萬國商業機器公司

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

代表人：(中文/英文)

傑拉德 羅森賽

ROSENTHAL, GERALD

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國紐約州阿蒙市新果園路

NEW ORCHARD ROAD, ARMONK, NY 10504 U. S. A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

參、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

- 1.理查 P 沃蘭特
VOLANT, RICHARD P.
- 2.約翰 E 弗洛奇
FLORKEY, JOHN E.
- 3.羅伯特 A 葛洛維斯
GROVES, ROBERT A.

住居所地址：(中文/英文)

- 1.美國康乃狄克州新菲爾德市弗勒頓大道16號
16 FULTON DRIVE, NEW FAIRFIELD, CONNECTICUT 06812,
U.S.A.
- 2.美國紐約州歡愉村市44路1997號
1997 ROUTE 44, PLEASANT VALLEY, NEW YORK 12569, U.S.A.
- 3.美國紐約州高地市歐克克里斯特大道27號
27 OAK CREST DRIVE, HIGHLAND, NEW YORK 12528, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

- 1.-3.均美國 U.S.A.

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1.美國；2003年02月26日；10/248,876

2.

3.

4.

5.

主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1.美國；2003年02月26日；10/248,876

2.

3.

4.

5.

主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般係關於一種微機電系統(micro-electromechanical systems；MEMS)，尤其係微機電系統開關，更明確地說，係關於一種利用電感耦合及解耦合的電感微機電系統開關，而且該開關可與標準CMOS製造材料及程序相容。

【先前技術】

切換操作為許多電氣、機械及機電應用的一基本部分。近年來微機電系統開關已引起相當大的興趣。採用微機電系統開關技術的產品係廣泛應用於生物醫學、航空太空及通信系統。

微機電系統開關已採用各種組態加以製造，該等組態為靜電控制樑，其形成金屬對金屬接點或使用一介電終止層來形成一電容開關的一類似結構。表現裝置之特徵的一共同特點為，裝置具有至少一移動元件，其與另一元件接觸以接通電路。

為了更好地瞭解本發明，現在參考圖1說明一傳統微機電系統開關，該圖顯示一微機電系統開關之一斷面圖，其中一可變形樑5之兩端係錨定在介電質2上。最低層係由一介電材料1組成，該材料係由導電元件3及4組成，該等元件係用以連接或形成裝置的各種電氣組件。藉由數字3及6參考的導體係用以提供引起該樑彎曲(或變形)的一操作電壓電位。當微機電系統開關係處於操作時，傳導一電氣信號的導體4接觸可變形樑。圖2顯示相同傳統開關的一俯視圖。

在一傳統微機電開關之一典型實施方案中，接觸樑係藉由沈積多晶矽於由(例如)SiO₂製成的一介電質上而形成。將周圍材料蝕刻掉，從而留下附著於矽樑5上的一凸起結構。錨定在矽樑5之一端上的接觸元件6係在矽樑的另一端懸掛於導體3及4上方，並最好係由多晶矽製成。隨後，通常採用金對裝置進行無電鍍，該金黏附於多晶矽上以完成導電元件3、4及6的製造。

藉由在接觸樑6與電極3之間提供一電位差來操作開關。此電壓產生一靜電引力，其使接觸樑6與電極4接觸，從而閉合開關。一旦控制電壓電位降落，則使用給予錨定樑5的扭轉來將接觸樑6恢復至其斷開位置。

一般而言，所有傳統微機電系統開關均依賴於實體接觸，尤其係依賴金屬對金屬接觸來實行切換操作。此導致許多與電弧、材料傳遞、微焊接、粘及類似物有關的可靠性問題在此項技術中眾所皆知，大多數該等開關在較高頻率下變得較不可靠。普遍用於嘗試減輕該等問題的某些所用的冶金(例如金)，與標準CMOS製造不相容。此後將說明的本發明之電感微機電系統開關，有助於由任一數量的熟知微機電系統致動器操作。

微機電系統致動器之範例可以從以下來源發現：Sandia國家實驗室網站(www.sandia.gov)；或數項與致動器有關的微機電系統專利，例如美國專利第6,328,903號，George E. Vernon, Sr.，「微機械結構中用之表面微加工鏈」，發佈日期為2001年12月11日。將發現與此後說明的梳狀驅動系統明

確相關的其他專利，例如美國專利第5,998,906號，Jerman等人，「靜電微致動器及其使用方法」，發佈日期為1999年12月7日。

如以上所說明，在傳統微機電系統開關中，例如美國專利第6,074,890號，Yao等人，「製造懸掛式單晶矽微機電系統裝置之方法」，發佈日期為2000年6月13日；以及在2001年12月發佈的IEEE微波中所進一步說明，通常在切換電路中至少一電極具有一施加的直流電位作為靜電致動的一部分。因此，明顯需要將驅動系統與切換電路分離，以便沒有直流控制電壓係施加於至少一接點，從而實行靜電致動。

【發明內容】

因此，本發明之一目的係提供一種基於電氣信號之電感耦合及解耦合的電感微機電系統開關。

另一目的係提供一種電感微機電系統開關，其藉由將切換信號之路徑與用以操作裝置的控制電路分離，來將控制信號與切換信號隔離。

另一目的係提供一種電感微機電系統開關，其具有超過斷開狀態中的傳統開關之一斷開狀態隔離，並且在6 GHz頻率下通常限於提供約50 dB的隔離。

一進一步的目的係提供一種電感微機電系統開關，其可以採用各種多極、多擲配置加以配置，並且由任一數量的微機電系統線性或旋轉驅動系統加以控制。

另一目的係提供一種電感微機電系統開關，其可以可靠地實行「熱切換」，亦即在切換的同時，於標稱功率位準條

件下操作。可以採用1瓦特、5瓦特至電路的剩餘部分所能提供的任一數值來達到切換，因為切換為非接觸式，因此不存在接點的電弧或焊接。

另一目的係提供一種電感微機電系統開關，其可靠地操作，而在信號路徑中沒有可潛在地導致電弧、焊接或材料傳遞及降解的直流電位或實體接點。

一進一步的目的係提供一種電感微機電系統開關，其在較高頻率下會增加開關的效率，從而當信號頻率增加時允許線圈尺寸減小，藉由在開關組件之間的磁場耦合可以達到頻率增加，從而在較高頻率下可提供較佳的插入損耗特徵，而沒有對應的隔離性能之減小。

本發明之另一目的係提供一種開關/變壓器組合以達到阻抗匹配。藉由適當地選擇電感開關之各部分的電感，可以獨立地調整開關的輸入及輸出阻抗。此調整慮及阻抗匹配及同時切換。變壓器之一特殊組態可用以建立一單端至雙端轉換器或平衡不平衡變壓器(BALANCED-UNBALANCED)，從而提供一單一裝置中的切換及信號轉換。

一進一步的目的係提供一種電感微機電系統開關，其可以採用CMOS相容處理及材料加以製造。

在本發明之一方面，信號的切換係藉由固定線圈與可移動線圈之間的電感耦合及解耦合來實現。當可移動線圈係與固定線圈對準或並未與之對準時，會發生切換。

配置作為一開關元件的、具有金屬厚度4 μm 、匝寬度10 μm 及外徑150 μm 的一四匝螺旋電感器，係直接與在其之

上或之下的另一類似螺旋磁性耦合，從而產生一耦合係數約0.85。當如以上所說明而配置該等螺旋時，在13 Ghz頻率下達到閉合開關插入損耗6.6 dB及斷開開關隔離65 dB。此產生一極佳的閉合及斷開開關比率，藉由在開關之二埠之間添加一外部調諧電容器，來將該比率調諧為13 Ghz以下的頻率。同樣，配置作為一開關元件的、具有金屬厚度4 μm 、匝寬度10 μm 及外徑150 μm 的一個一匝半螺旋電感器，係直接與在其之上或之下的另一類似螺旋磁性耦合，從而產生一耦合係數約0.85。當如此配置螺旋時，在25 Ghz頻率下達到閉合開關插入損耗10 dB及斷開開關隔離60 dB。此產生一極佳的閉合及斷開開關比率，藉由在開關之二埠之間添加一外部調諧電容器，來將該比率調諧為25Ghz以下的頻率。

在本發明之另一方面，本微機電系統開關解決熟知為開關接點的黏貼、電弧及焊接之問題，因為在切換元件之間缺乏實體接點，所以所有問題均得以消除。線圈係簡單地靠近對準，以便電感耦合可以在一線圈與另一線圈之間傳送信號。考慮至此特徵，微機電系統開關可以採用全功率輕易地處理切換(熱切換)，顯然比一傳統微機電系統開關處理較大的功率。

藉由改變固定或可移動線圈的數量，及/或藉由改變線圈的線圈幾何組態及對應的可移動元件之位移，來實現多個開關組態。此外，控制信號可與切換信號路徑完全隔離，因為驅動電路與切換電路完全無關。

【實施方式】

現在參考圖式更全面地說明本發明，該等圖式顯示較佳具體實施例。

圖3為以最簡單形式解說本發明之一第一具體實施例的一示意圖。由圍繞樞軸梢70旋轉的可移動電感器20及30之一基板、平台或模組15組成的一可移動線圈裝配件10，將可移動線圈20及30與固定線圈40及50相互電感耦合及解耦合，該等固定線圈係固定在平台15之上或之下的一第二基板上。梳狀驅動器8及9提供驅動能力給裝配件以解說一操作模式，雖然可同樣有效地使用其他驅動系統。隨後的圖式將顯示固定在兩位置處的裝置，以便較佳地解說可移動線圈相對於固定線圈的位置。

二電感器20及30係連接以經由導體25及35來閉合電路，以便一線圈中的任一電感電流可流經另一線圈。樞軸梢70穿過孔75(圖6中有更詳細的解說)。電感器40及50係固定在一底層基板7上(如圖6所示)並連接至另一電路，該電路需要一切換機構，例如一功率放大器、一接收器及一天線。

藉由其達到旋轉的機構並非本具體實施例之一元件。該技術之從業者將輕易地認識到，具有許多微機電系統開關可加以調和來提供所需要的移動給裝置。可以發現此類裝置之一範例，例如從美國專利第6,074,890號，「製造懸掛式單晶矽微機電系統裝置之方法」，頒予Yao等人，該專利案說明製造一簡單梳狀驅動器之方法；或美國專利第6,465,929號，「延伸線性運動用之微機電系統致動器」，頒

予 Levitan 等人，該等兩專利案均係以引用的方式併入本文中。

圖4解說圖3之微機電系統開關，其係旋轉至線圈得以電感耦合的一位置，即可移動電感器20係與固定電感器40耦合，而可移動線圈30係與固定線圈50耦合。採用此方式，注入線圈40的一信號可以電感傳送至線圈20。一電氣信號係傳送至線圈30，線圈30進而將該信號向下與線圈50電感耦合。因此，會將來自(例如)一發射器功率放大器的一電氣信號施加至線圈40，並且信號流經裝置至線圈50，其可進而與(例如)一天線連接。應注意額外線圈可以為裝配件的一部分，用以達到額外功能性。此後將參考圖9至10、13以及18至20來解說此點。

圖5為裝配件10之一俯視圖，其分別解說線圈20及30及其內部與外部線圈連接35與25。該圖亦顯示一分隔符A-A，此後將參考圖6使用該分隔符。

圖6為沿線A-A所取的圖5之一斷面圖。此處所解說的為下部基板7，其包含固定線圈及可能的其他有關電路(基於清楚考量，此處未顯示)。在基板7上構造圍繞樞軸梢70的一側翼80。此側翼提供必要的間隙以允許裝置10移動。側翼的高度決定此間隙，並且在某程度上決定耦合線圈的效率之位準。側翼厚度約為1000Å至2 μm以上，取決於特定應用。樞軸梢70係包含在側翼之區域以內，並且梢的尺寸係由裝置10自由移動的能力所決定，因此沒有黏著或重大搖晃。樞軸的直徑應足以提供必要的機械可靠性，因此該樞

軸可加以縮放。樞軸直徑亦受到材料選擇及處理能力的影響。同樣，裝置10中的孔75係設計以調和樞軸梢，以便發生所需運動範圍而沒有黏著。樞軸的高度係縮放以符合裝置10的厚度。藉由範例，若裝置10為3 μm 厚，則樞軸將佔該厚度之一實質部分以便可靠地保持裝置。樞軸最好係製成稍高於裝置10的厚度，以便頂部側翼85(參見圖14)係由樞軸接觸來封閉並保持裝置。

圖7為裝置10之可移動部分之一俯視圖，其係從由進一步用於圖8的分隔符B-B定義的一不同位置所看見。

圖8為從分隔符B-B所看見的圖7之一斷面圖。該圖明確解說線圈與螺栓60之間的上部連接35，該等螺栓係用以製造形成真實螺旋電感器所需的多層構造。採用此方式，線圈20及30的內端可加以互連。外部連接器25係建立在相同層上作為線圈，因此並不需要螺栓。應注意此配置並非可用的唯一配置。此後說明的圖16及17將解說採用僅一層佈線所構造的線圈。

圖9解說本發明之一第二具體實施例，其中樞軸70係朝裝置10的移動部分之一端移動，並且橫靠線圈40及50併入額外固定線圈42及45。此解說達到一多擲配置的一方法。在所示的配置中，輸出線圈30可與固定線圈42、45及50之任一者耦合。藉由將固定線圈40與線圈20耦合，提供至可移動線圈的輸入。因為樞軸梢70位於線圈20的中心，所以隨著裝置10旋轉，該梢保持與線圈40電感耦合，如圖9A所示，其中梳狀驅動器13得以啮合並且裝置按反時針方向旋轉，

同時線圈42及30重疊並變為電感耦合。

圖10顯示本發明之另一具體實施例，其中可移動線圈20及30係構造在支承11的一端。當移動該等線圈時，其成對地耦合及解耦合固定線圈40、42及50。圖10顯示裝置10係在適當位置以與固定線圈42及40耦合。圖10A解說裝置10係由梳狀驅動器13按順時針方向旋轉之後以便解耦合線圈42，因此允許線圈40及50分別與線圈20及30耦合。

圖11解說本發明之另一實施方案，其中圖10的具體實施例係延伸為，包括複數個用以形成一多極、多擲開關的可移動線圈組。圖10所示的裝置之一對稱組態係用以複製圖10的線圈配置，其中固定線圈42A、40A及50A係個別地與移動線圈20A及30A耦合，該等移動線圈係附著於支承11並圍繞樞軸梢70旋轉。圖11解說該裝置以便線圈20及30係分別與線圈42及40電感耦合。同時，線圈20A及30A係分別與線圈42A及40A耦合。在圖11A中，在由驅動器13按順時針方向旋轉後，相同裝置係顯示在其互補位置上。在此位置上，線圈20及30係顯示為分別與線圈40及50耦合，而線圈20A及30A係分別與線圈40A及50A耦合。

圖12顯示本發明之另一具體實施例，其中可移動線圈裝置10係由一旋轉式驅動器(圖中未顯示)致動，以提供多模式切換。此應用尤為有利，例如用以對行動電話進行頻帶切換。驅動器在該技術中已為吾人所熟知，並且已完全說明，例如在美國專利第6,404,599號頒予Vegan的「高性能積體微致動器」中。圖12解說裝置10，其具有分別與固定線圈42

及42A耦合的線圈20及30。圖12A顯示裝置10，其按順時針方向旋轉以便線圈20及30現在係分別與線圈40及40A耦合。此順時針旋轉進一步移動裝置，以便線圈20及30係分別與線圈50及50A耦合。旋轉在一順時針方向進一步延伸以獲得其他組合，或此時旋轉可以倒轉以重複所述的將移動線圈20及30與個別的固定線圈耦合及解耦合。藉由目前該技術中熟知的任一數量構件，可以將旋轉運動給予裝置10。

圖13解說本發明之另一具體實施例，其中裝置10係由橫桿16或溝渠導桿約束，並經由一線性驅動器或如圖所解說採用齒條17及小齒輪18加以橫向移動。如圖所示的裝置包括一固定線圈42及二可移動線圈。在裝置10之下(或之上)鄰近固定線圈42處亦可併入其他線圈(類似於圖15的線圈40A及50A)，所有該等其他線圈基於清楚考量而未在此處加以顯示。當裝置10來回地移動時，其與固定在裝置之下(或之上)的各固定線圈相互耦合及解耦合。一齒條及小齒輪微機電系統裝置的一範例，係說明在美國專利第6,305,779號頒予Capurso等人的「微機電系統噴墨嘴清理及閉合機構」中，其係以引用的方式併入本文中。

圖14為基於可靠性目的而完全封裝的完整裝置之一斷面圖。在底部的介電層7構造下部固定線圈40及50。此外，下部側翼80亦係建立在相同層7中，並且係採用與共面介電層90相同的材料製造。凹穴12係形成在介電層90內，並提供移動裝置10所必需的空間。上部介電層100包住裝置10，並提供添加的機械支援給結構，如藉由接觸樞軸梢70的頂部

側翼 85 所示。

圖 15 類似於圖 14，以下情況除外：前者解說如何藉由將額外線圈 40A 及 50A 併入頂部介電層 100 來獲得額外功能性。

圖 16 為採用一較簡單的單層佈線方案的裝置 10 之一俯視圖，該方案消除對螺栓（例如圖 8 中的螺栓 60）的需要。此具體實施例簡化裝置 10 的構造，但是並未慮及螺旋電感器，因此可能會限制某些應用的使用。分隔符 C-C 為圖 17 所示的斷面圖提供一參考。

圖 17 為一圖式，其表示由圖 16 的分隔符 C-C 所顯示的結構之一斷面圖。此圖式可與解說螺旋電感器所需要的多層佈線之上文說明的圖 8 相比擬。

圖 18 為本發明之另一具體實施例，其利用多個相對於固定線圈 30 的移動裝置 10 及 10A。該等裝置可以形成在結構的不同層上，以便該等裝置可如圖 19 所示垂直移動，從而同時與二個以上的電感器耦合。圖 18 顯示在解耦合狀態中的可移動線圈 10 及 10A，而圖 19 解說在耦合狀態中的圖 18 之裝置。

圖 20 解說包含二個以上的線圈之一電感開關的構造，即圍繞樞軸梢 70 旋轉的三角形基板。在本配置中，線圈 20、21 及 30 係顯示為分別與線圈 56、41 及 51 耦合。所示的未對準係希望僅用於解說之目的。若裝置係按順時針方向旋轉，則線圈 20、21 及 30 最終係分別與線圈 40、50 及 55 對準。

圖 21 解說在解耦合狀態中的電感微機電系統開關，其中

一單一可移動線圈係用以提供一開關/平衡不平衡變壓器組合。如上所述，藉由在電感開關內的適當位置處提供不同電感數值，可以致動阻抗匹配及平衡不平衡變壓器功能以及切換。

圖22解說在耦合狀態中的圖21之相同裝置。可移動線圈/平衡不平衡變壓器20A同時與電感器40及50耦合。

圖23為一線性配置之一俯視圖，其中固定線圈及可移動線圈係垂直構造，或垂直於基板10的平面。

圖24顯示圖23之可移動線圈配置10之一斷面圖，其解說可移動線圈係如何構造在可移動元件10內。圖24A更詳細地顯示一垂直線圈的構造。該結構係採用多層製造，其中層A形成電感器迴路之底部部分。此處理係類似於一標準鑲嵌線路層。層B包含迴路中的外部及內部垂直導體以及內部水平導體之部分，類似於提供通道及互連線路的雙鑲嵌結構。層C包含垂直迴路之上部部分以及上部水平導體，該導體完成線圈，再次正如一雙鑲嵌構造。層D僅為一頂部絕緣層，其亦具有封裝並保護金屬的作用。

圖25為類似於圖23所解說的一配置之一更複雜可移動線圈配置的另一俯視圖；而圖26為圖25所示結構之一斷面表示，該結構具有一垂直三維結構的線圈20及30而非上文所說明的水平二維線圈。圖26A顯示圖25及26所解說的三維線圈配置之一透視圖。此配置係採用類似於圖24所說明的方式而構造，其中線圈之各區段係構造在適當層中，該構造通常係採用鑲嵌或雙鑲嵌處理而進行。

本發明之發明性電感微機電系統開關在較高頻率下顯示出增加的效率，以允許隨著信號頻率的增加而減小線圈的尺寸。藉由在切換組件之間的磁場耦合，可以達到效率的增加。此磁場耦合在較高頻率下可提供較佳插入損耗特徵，而沒有對應的隔離性能之減小。在較高頻率下此有效率的動作，係與在較高頻率下典型金屬對金屬以及電容開關因其開關斷開狀態中減小的隔離性能而引起性能不斷變差的情況形成對比。典型金屬對金屬開關僅可以可靠地處理2至3 GHz的頻率，然而本發明可以輕易處理達25 GHz的頻率。(在較高頻率下此有效率的動作，係與在較高頻率下典型金屬對金屬以及電容開關因開關斷開狀態中減小的隔離性能而引起性能不斷變差的情況形成對比。)

本發明之另一優點在於能構造一開關/變壓器組合以獲得內建阻抗匹配的能力。藉由適當地選擇電感開關之各部分的電感，可以獨立地調整開關的輸入及輸出阻抗。此調整慮及阻抗匹配及同時切換。變壓器之一特殊組態可用以建立一單端至雙端轉換器或平衡不平衡變壓器，從而提供一單一裝置中的切換及信號轉換。

雖然已結合一較佳具體實施例說明本發明，但是應瞭解熟習此項技術者將依照上述說明而明白許多替代具體實施例、修改及變更。因此，希望本發明包括在所附申請專利範圍之精神及範疇內的所有替代具體實施例、修改及變更。此處所提出或附圖所示的所有事項將解釋為具有解說及非限制意義。

【圖式簡單說明】

結合附圖，從以上本發明之較佳具體實施例的詳細說明，將明白本發明之該等及其他目的、方面及優點。

圖1及2為示意圖，其分別顯示一先前技術微機電系統開關的一斷面圖及一俯視圖。

圖3顯示本發明之一第一具體實施例，其中可移動電感器之一模組圍繞一樞軸梢旋轉，以將一組線圈與另一組線圈電感耦合及解耦合。該圖亦顯示解說一可能的操作模式之梳狀驅動器。圖3解說採用解耦合模式固定的開關，以較佳地觀察固定線圈。

圖4為圖3所顯示的相同裝置，但是該裝置係實質上旋轉，以解說依據本發明將可移動電感器與固定電感器耦合的模式。

圖5為可移動線圈配置之一俯視圖。分隔符A-A顯示將用於圖6的斷面圖。

圖6為經由分隔符A-A的圖5之一斷面圖。該圖亦顯示包含固定線圈40及50、樞軸孔以及裝置圍繞其旋轉的樞軸梢之底層基板的相關部分。

圖7為在將用於圖8所示的斷面圖之一不同分隔符B-B處所取的相同裝置之另一俯視圖。

圖8顯示經由分隔符B-B的圖7之裝置的一斷面圖，該分隔符顯示用以連接可移動線圈的元件之一較佳透視圖。

圖9解說一配置，其中樞軸係移動至可移動線圈之一者的內部。該圖亦顯示該線圈係與固定線圈40耦合以提供一多

伍、中文發明摘要：

本發明揭示一種能電感耦合及解耦合電氣信號的微機電 (micro-electromechanical ; MEM) 開關。該電感微機電開關係由一可移動平台上的第一複數個線圈，以及一固定平台或基板上的第二複數個線圈組成，該可移動平台上的該等線圈係在該固定基板上的該等線圈之上或之下。藉由旋轉或針對該固定基板上的該等線圈而橫向位移該可移動平台之該等線圈，會發生耦合及解耦合。分別在該等可移動及固定基板上的不同線圈配置，慮及一多極及多位置切換組態。所說明的微機電開關消除開關接點的黏貼、電弧及焊接問題。本發明之該等微機電系統開關可以採用標準互補性金屬氧化物半導體 (CMOS) 技術加以製造。

陸、英文發明摘要：

A micro-electromechanical (MEM) switch capable of inductively coupling and decoupling electrical signals is described. The inductive MEM switch consists of a first plurality of coils on a moveable platform and a second plurality of coils on a stationary platform or substrate, the coils on the moveable platform being above or below those in the stationary substrate. Coupling and decoupling occurs by rotating or by laterally displacing the coils of the moveable platform with respect to the coils on the stationary substrate. Diverse arrangements of coils respectively on the moveable and stationary substrates allow for a multi-pole and multi-position switching configurations. The MEM switches described eliminate problems of stiction, arcing and welding of the switch contacts. The MEMS switches of the invention can be fabricated using standard CMOS techniques.

拾、申請專利範圍：

1. 一種半導體微機電(MEM)開關，其包括：
 至少一可移動電感器；以及
 至少一電感器，其係在一固定基板上，其中該至少一可移動電感器與該至少一固定電感器的相對移動，將該至少一可移動電感器與該至少一固定電感器相互電耦合及解耦合。
2. 如申請專利範圍第 1 項之微機電開關，其進一步包括與該至少一可移動電感器耦合的驅動構件。
3. 如申請專利範圍第 1 項之微機電開關，其中該至少一可移動電感器及該至少一固定電感器係分別放置在一第一及第二平面或基板上。
4. 如申請專利範圍第 3 項之微機電開關，其中該第一平面為在該第二平面之上或之下的一可移動平台。
5. 如申請專利範圍第 4 項之微機電開關，其中該驅動構件係在該可移動平台的外部，驅動構件提供一旋轉移動。
6. 如申請專利範圍第 4 項之微機電開關，其進一步包括該可移動平台上的一第二電感器及第三電感器，該等電感器係在其個別端相互互連。
7. 一種在一固定基板上的微機電開關，其包括：
 一電感器配置，其係相互靠近而集中，及與該電感器配置分離的至少一電感器；以及
 在一旋轉平台上相互互連的二電感器，其中在該旋轉平台上的該等電感器之一，藉由旋轉平台之該旋轉來交

替地耦合及解耦合該電感器配置中的該等電感器之一，而在該旋轉平台上的該第二電感器與該固定基板上的該電感器配置分離的該至少一電感器耦合及解耦合。

8. 如申請專利範圍第 7 項之微機電開關，其中該旋轉平台係附著於其一端的一樞軸梢上。

9. 如申請專利範圍第 7 項之微機電開關，其中該旋轉平台係附著於一支承，該支承係圍繞在其一端的該樞軸梢旋轉。

10. 一種微機電開關，其包括：

一第一及第二電感器配置，其係在一固定基板上；以及

二對電感器，該等二對電感器係分別放置在二可移動平台上，該等可移動平台係在一支承的個別端相互耦合，該支承係附著於一樞軸梢，從而允許該等可移動平台之一旋轉移動，其中該旋轉移動將該等可移動平台上的該等電感器之個別對，與該固定基板上的該等第一及第二電感器配置之個別對相互耦合及解耦合。

11. 一種微機電開關，其包括：

一電感器配置，其係在一固定基板上；以及

一可移動平台，其係圍繞一樞軸梢旋轉，該可移動平台上具有二電感器，該可移動平台允許其上的該等電感器之各個交替地耦合及解耦合該固定基板上的該配置之電感器。

12. 一種半導體多極電感微機電開關，其包括：

複數個電感器，其係在一固定基板上；

至少一電感器，其係在一可移動平台上，該移動平台係與驅動構件耦合，從而提供該可移動平台與該固定基板的一橫向位移，該可移動平台將該至少一電感器，與該固定基板上的該等複數個電感器耦合及解耦合。

13. 如申請專利範圍第 12 項之半導體多極電感微機電開關，其中該等電感器形成一單一閉合迴路或由多個迴路組成的一螺旋。

14. 一種半導體電感微機電開關，其包括：

至少一電感器，其係在一固定平台上；

二對電感器，該等二對電感器之各對係分別放置在一旋轉平台上，該等旋轉平台之各個使其一端附著於一樞軸梢，其中該等二平台之該旋轉移動將該等電感器對，與一固定平台上的該至少一電感器相互交替地耦合及解耦合。

15. 一種半導體電感微機電開關，其包括：

一電感器配置，其係在一固定基板上；

複數個互連電感器，其係在一旋轉平台上，其中該旋轉平台將該等複數個互連電感器，與該固定基板上的該電感器配置相互耦合及解耦合。

16. 如申請專利範圍第 15 項之半導體電感微機電開關，其中該旋轉平台係附著於在該旋轉平台之重心上或附近的一樞軸梢，該樞軸梢係錨定在該固定基板上。

17. 一種半導體微機電開關與開關組合，其包括：

複數個電感器，其係在一固定基板上；

一旋轉平台，其上具有至少一電感器，該旋轉平台係圍繞附著在其一端的一樞軸梢旋轉，該樞軸梢係錨定在該固定基板上，該旋轉平台將該等複數個電感器，與該固定基板上的該電感器相互替交地耦合及解耦合。

拾壹、圖式：

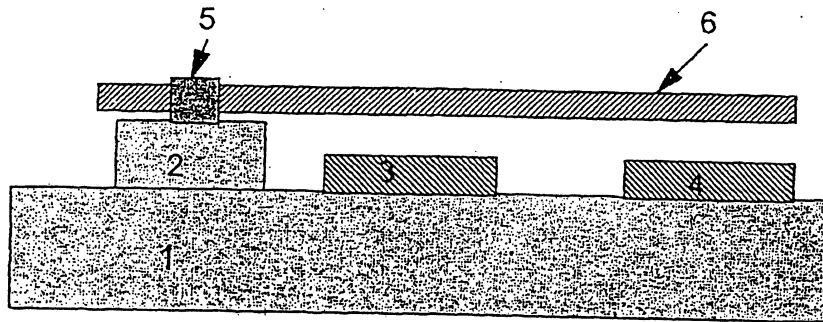


圖1(先前技術)

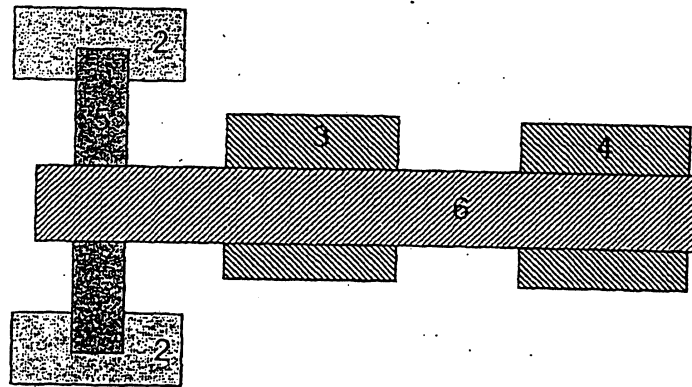


圖2(先前技術)

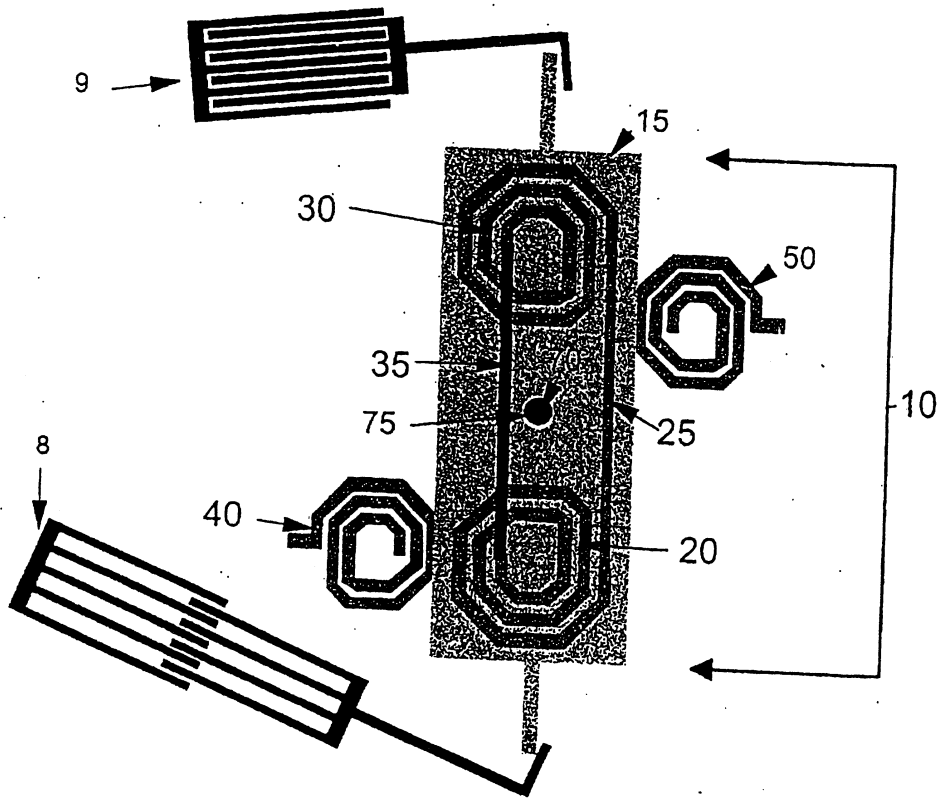


圖3

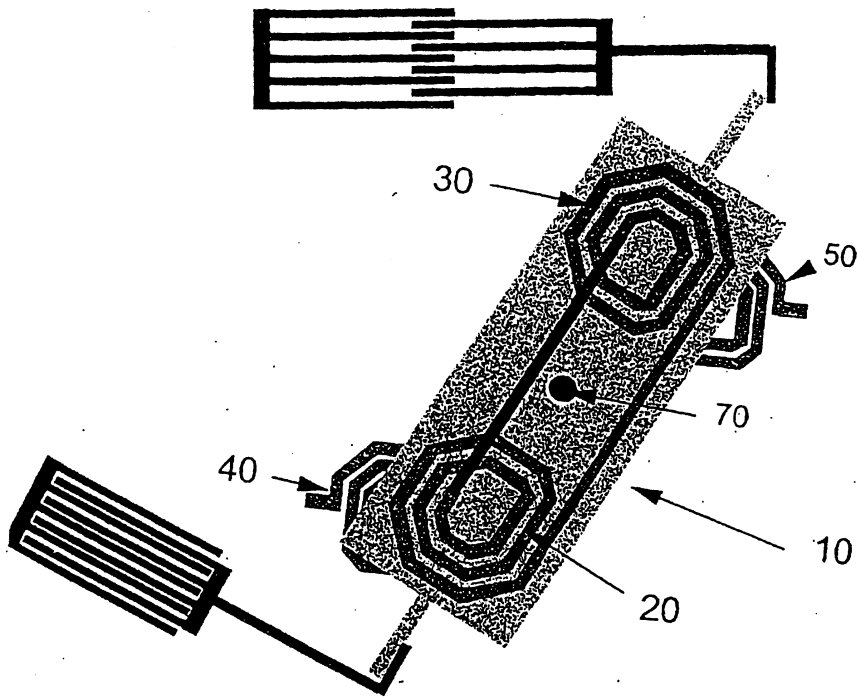


圖4

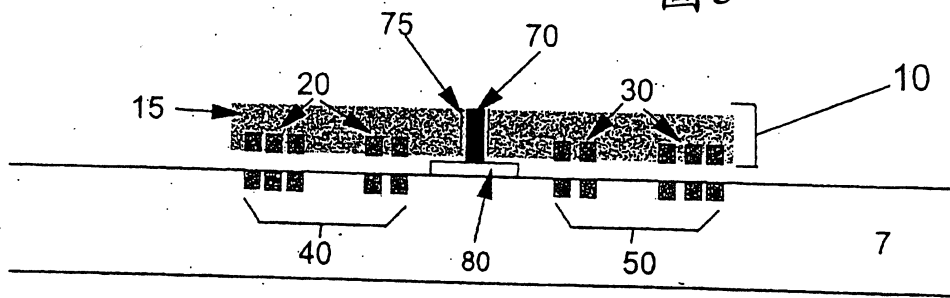
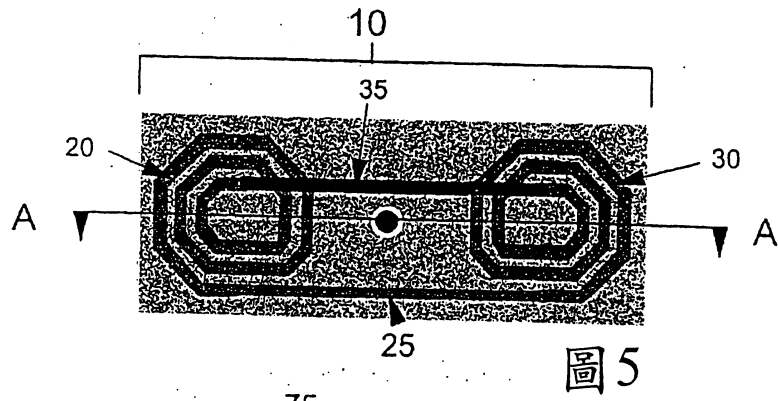


圖6

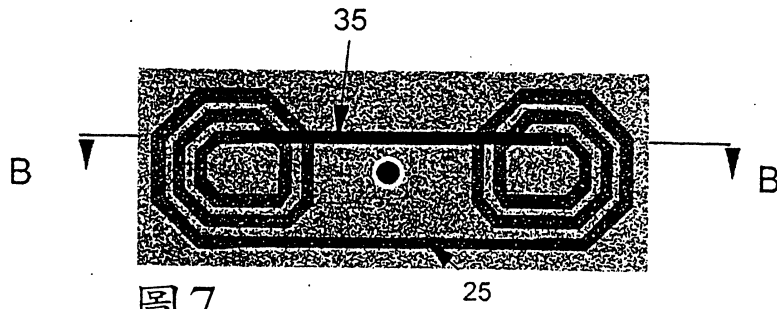


圖 7

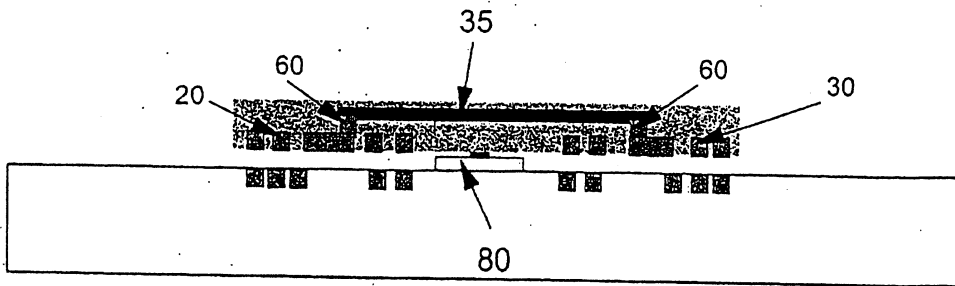


圖 8

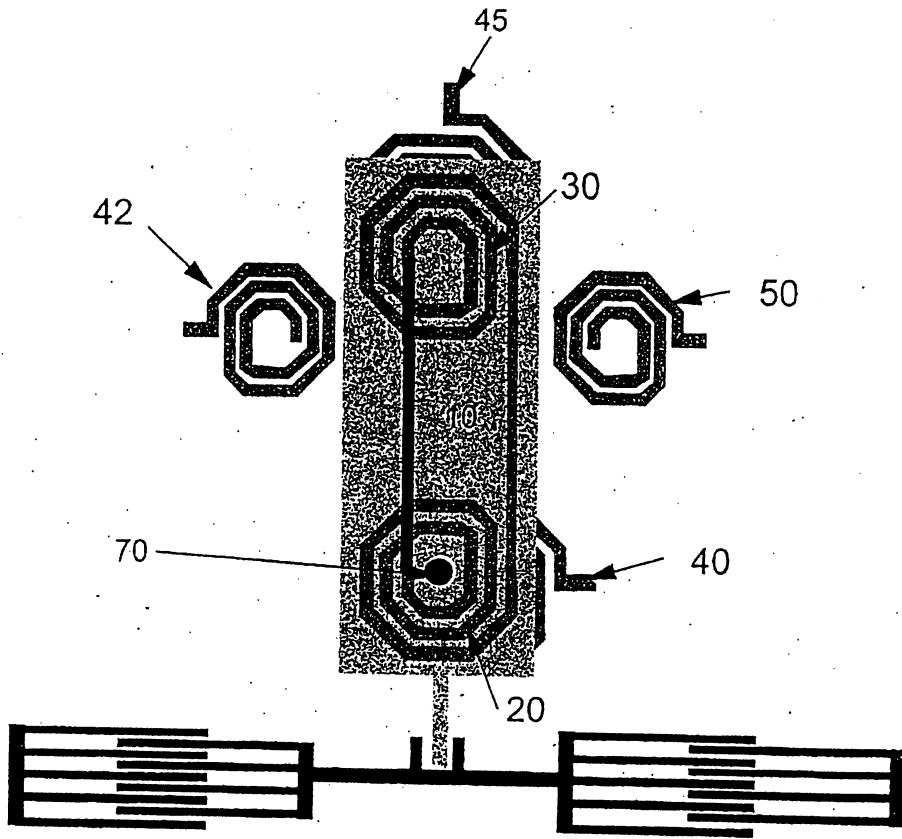


圖9

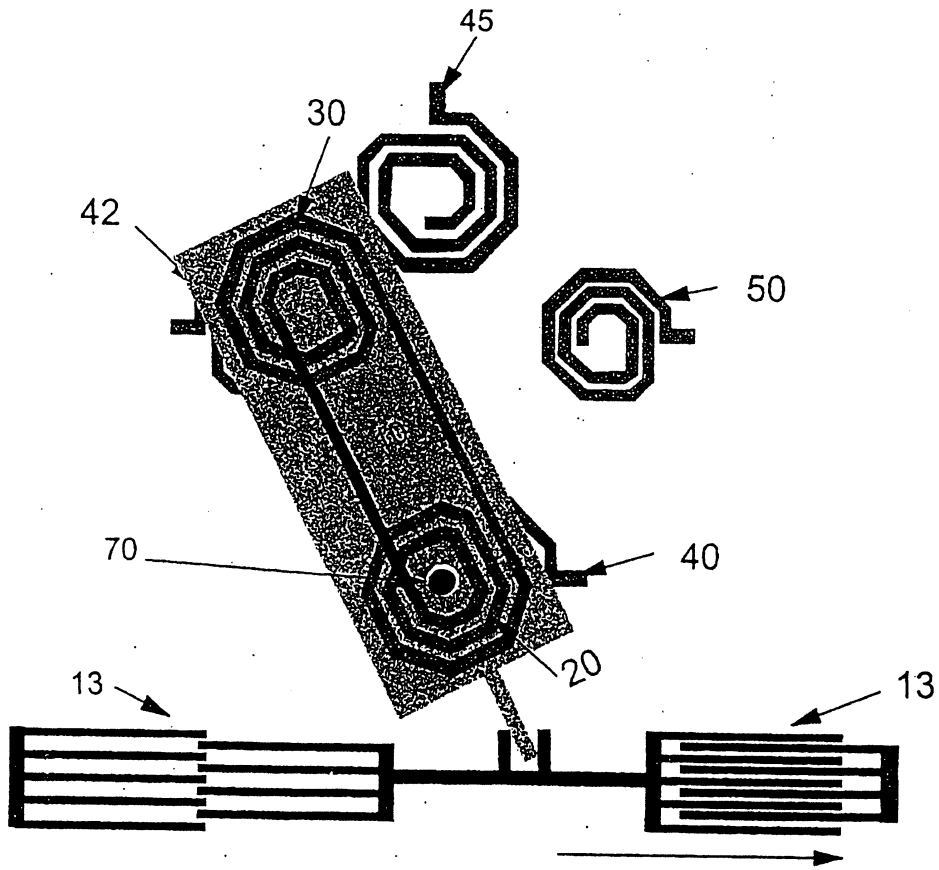


圖9A

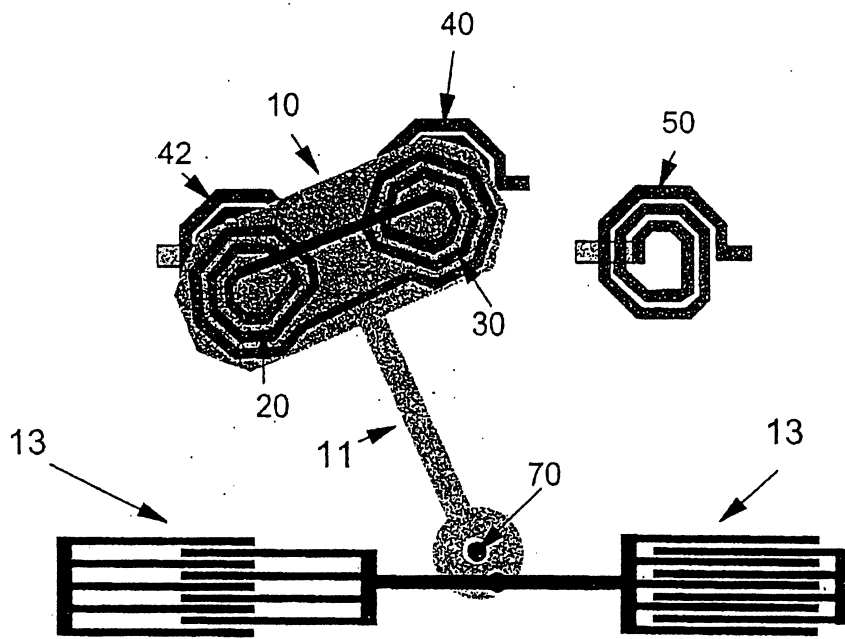


圖 10

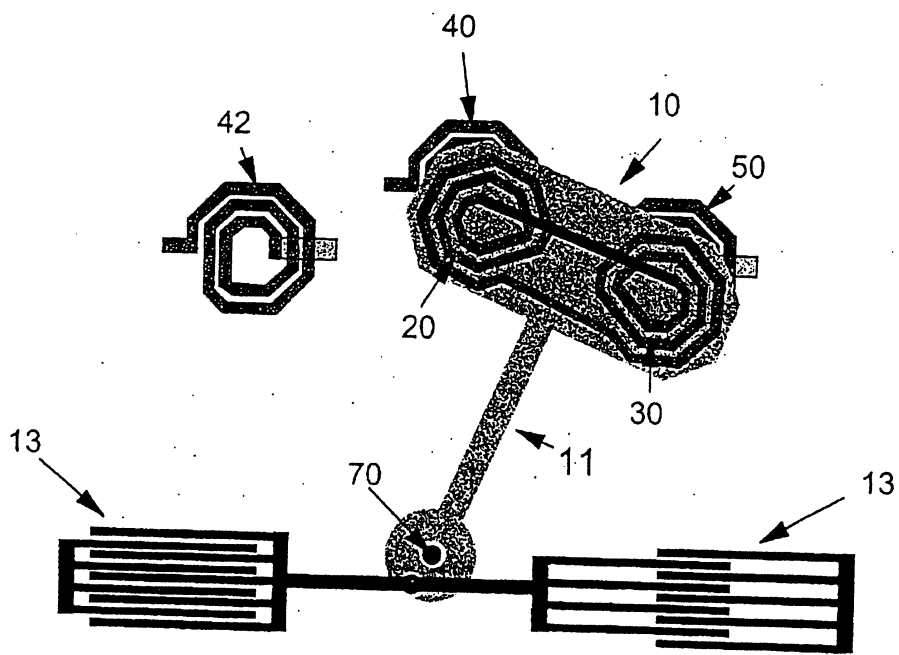


圖 10A

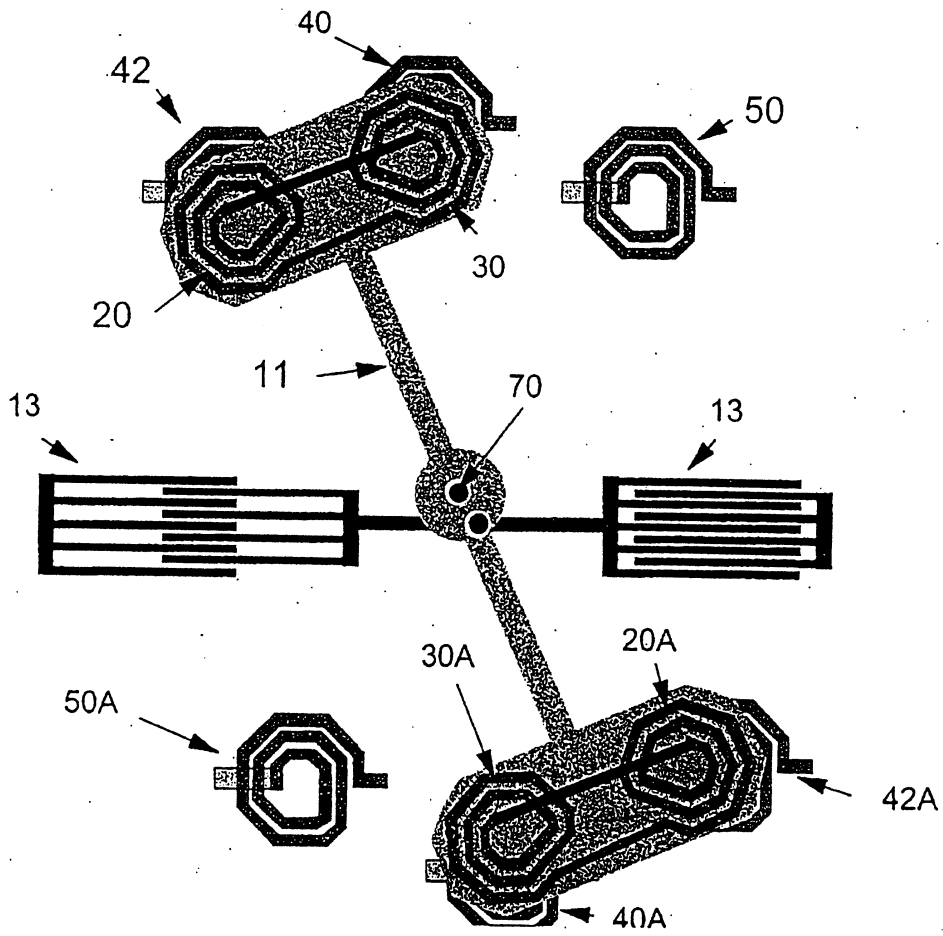


圖 11

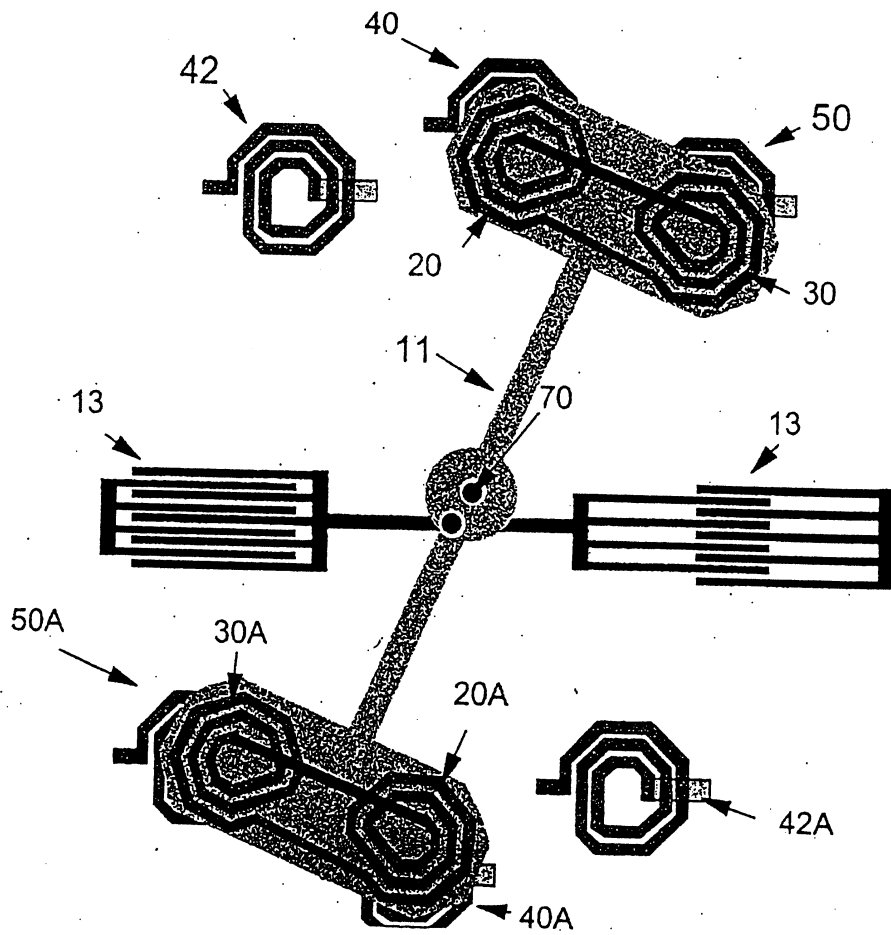


圖 11A

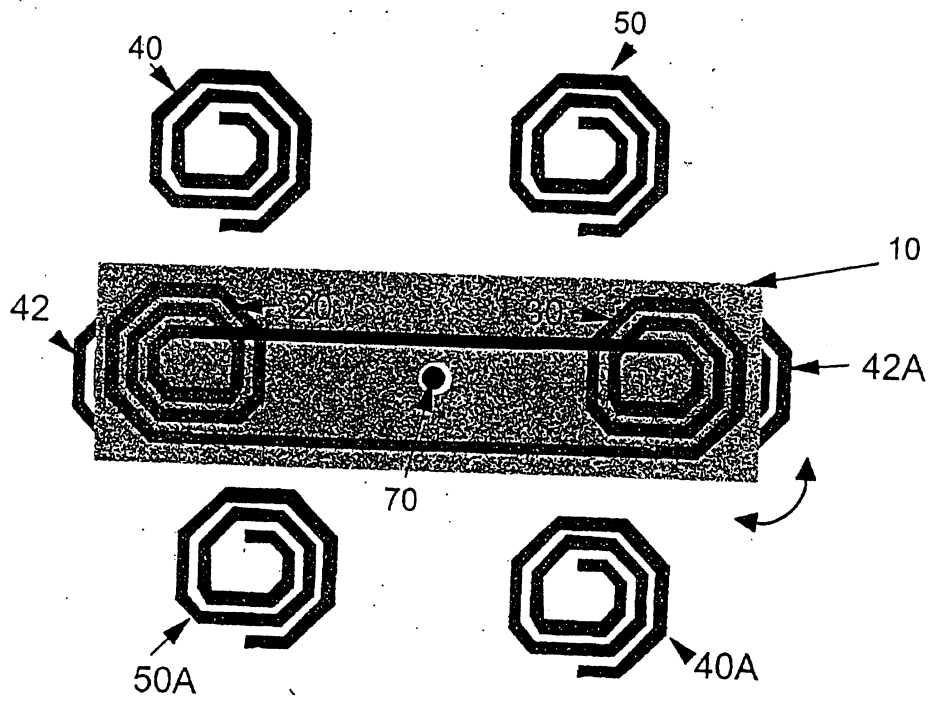


圖 12

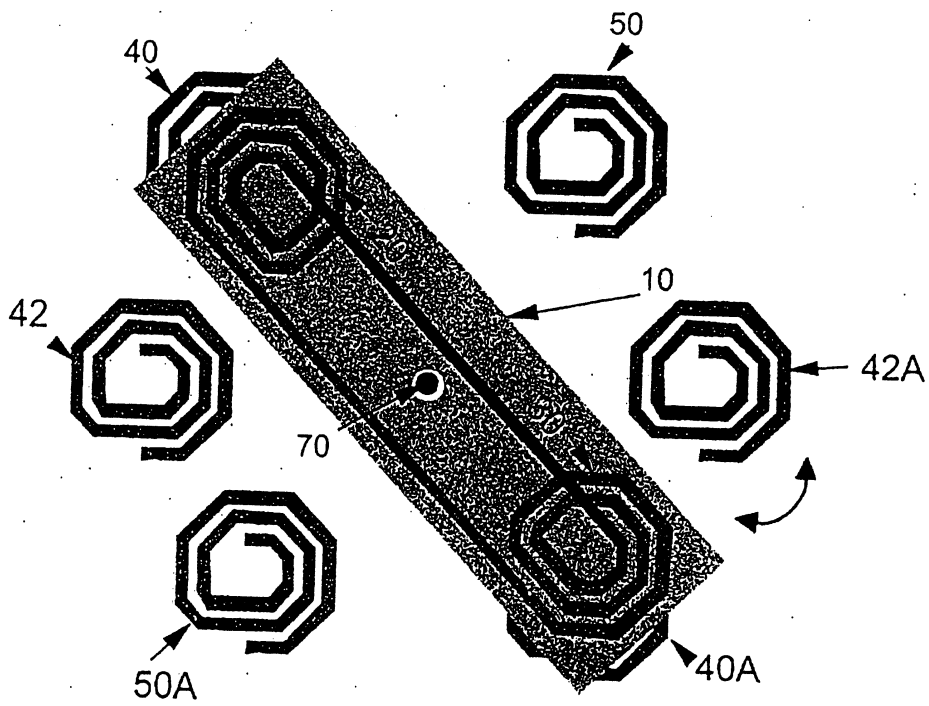


圖 12A

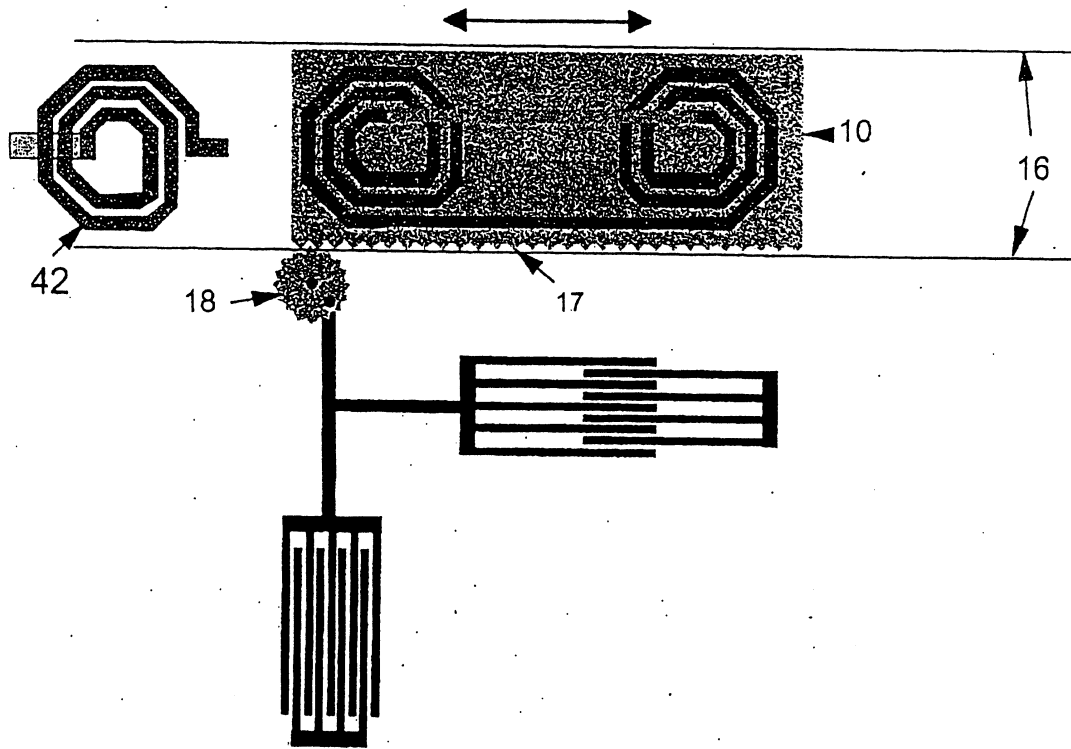


圖 13

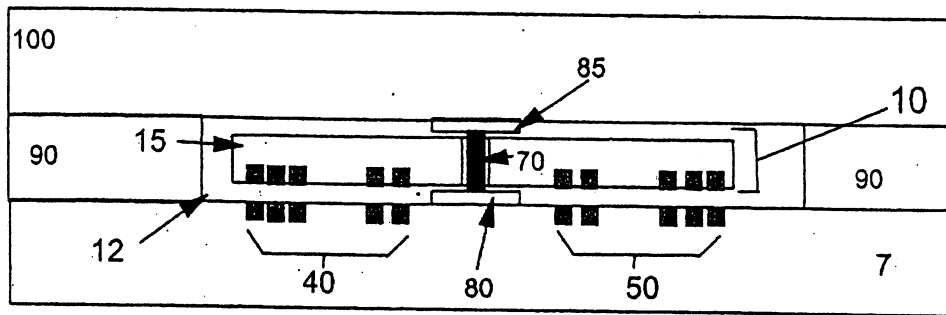


圖 14

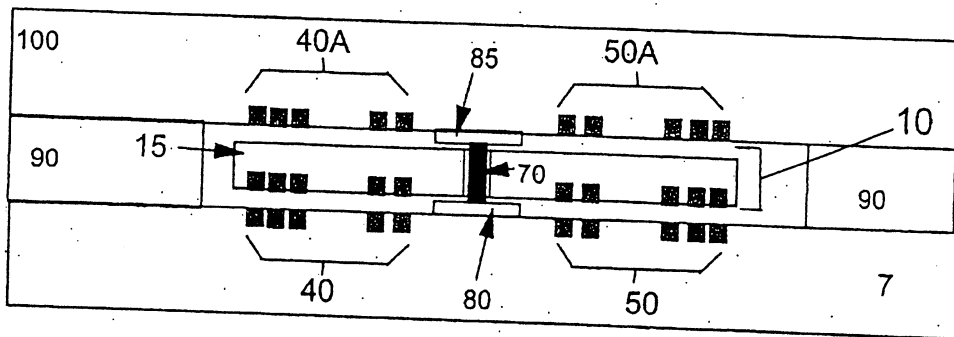


圖 15

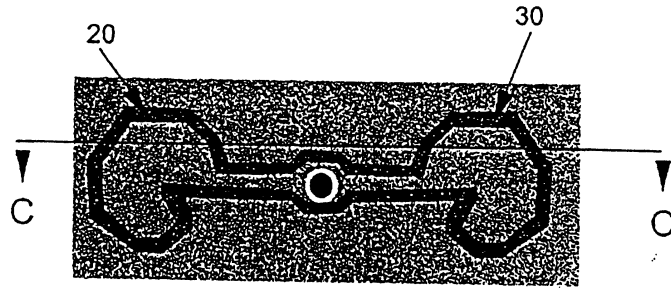


圖 16

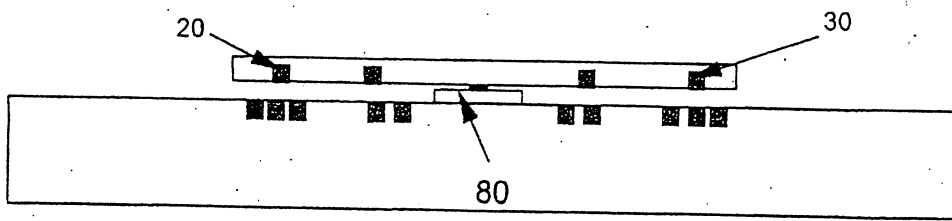


圖 17

圖 18

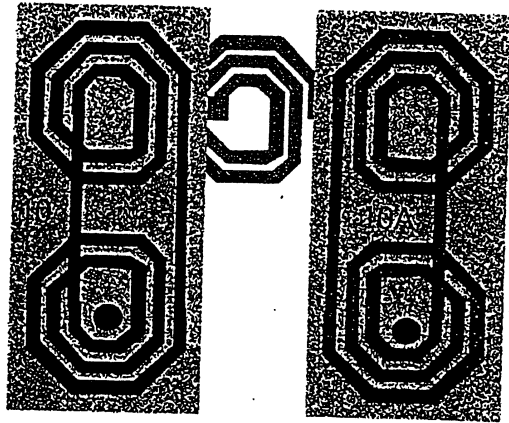
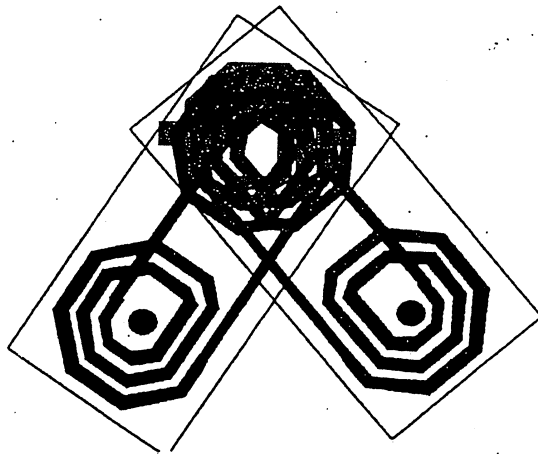


圖 19



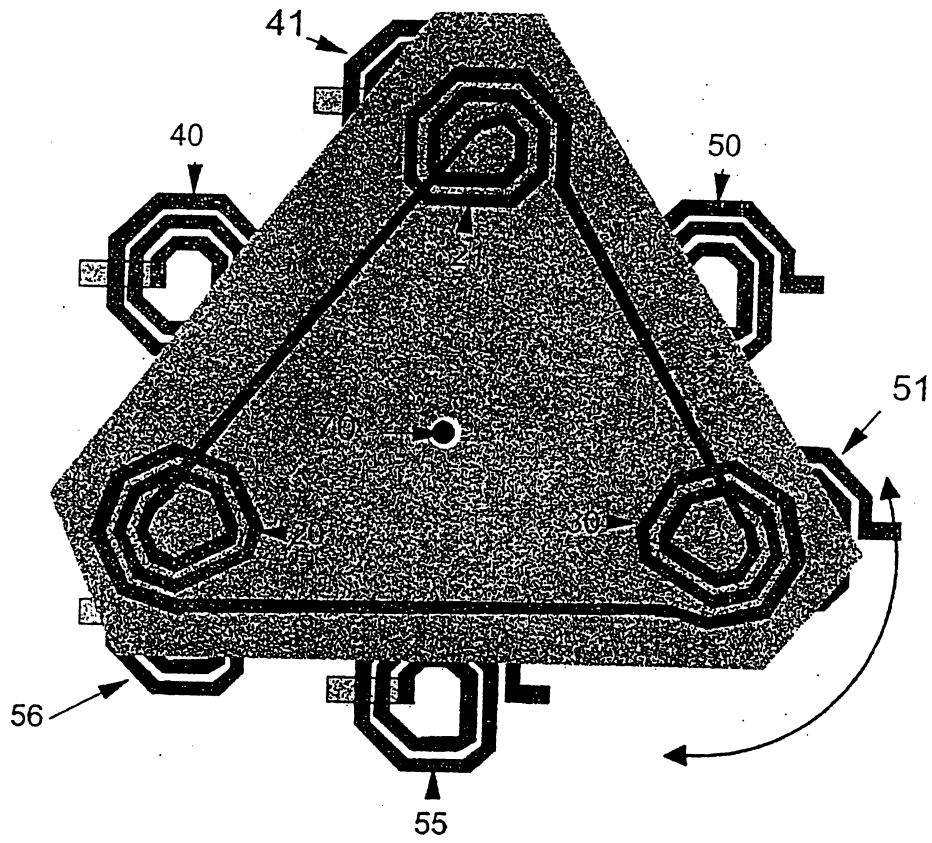


圖 20

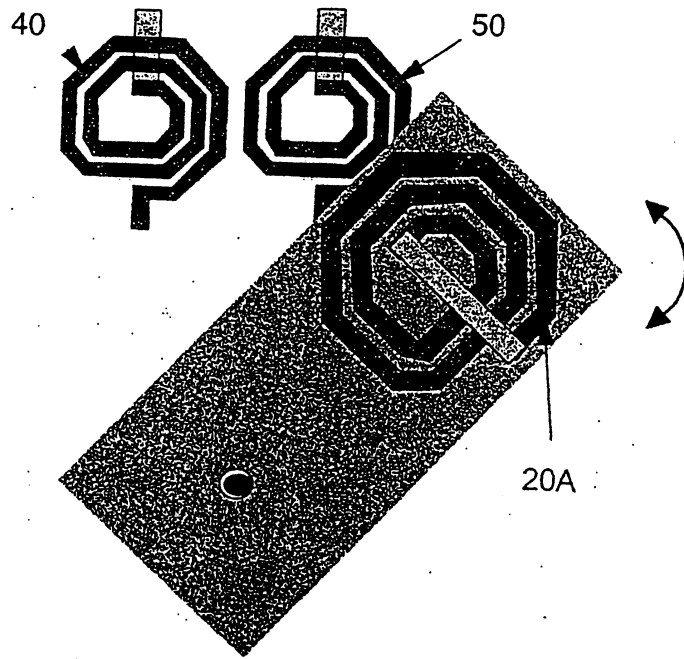


圖21

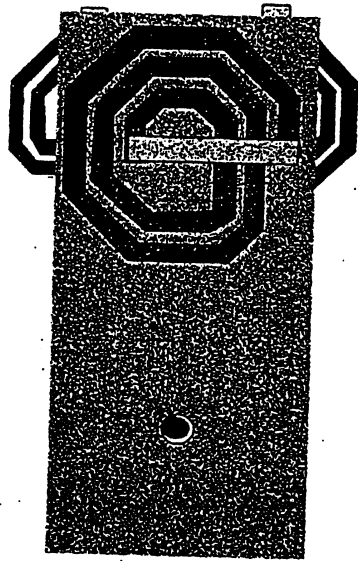


圖 22

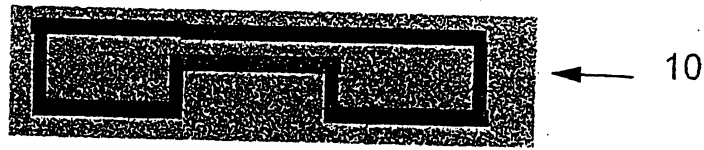
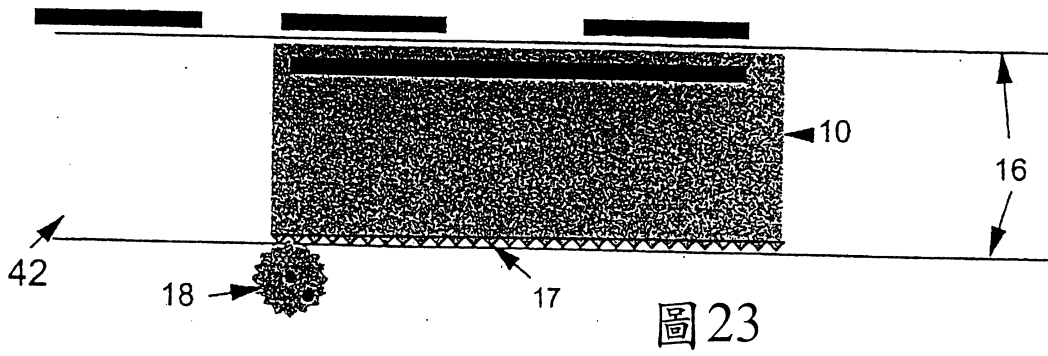


圖 24

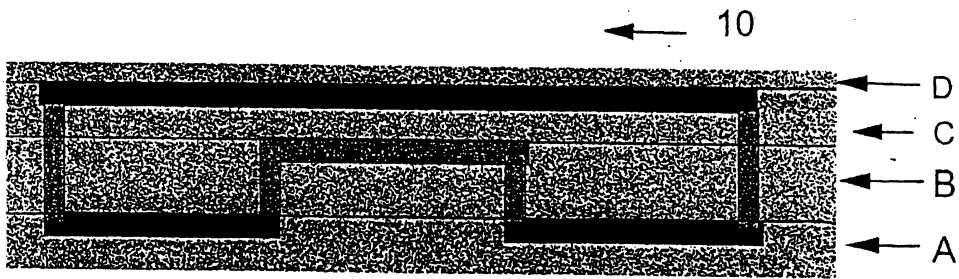


圖24A

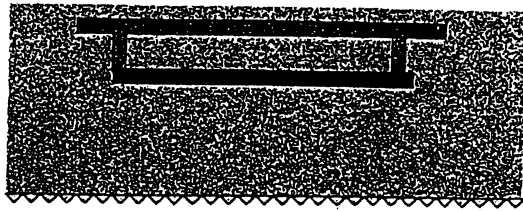


圖 25

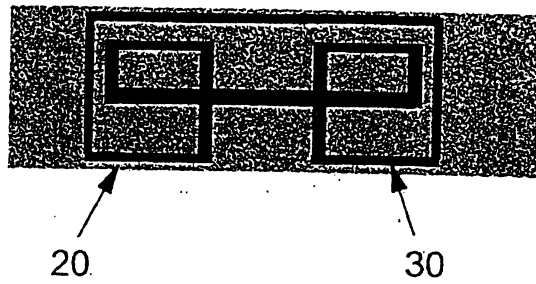


圖 26

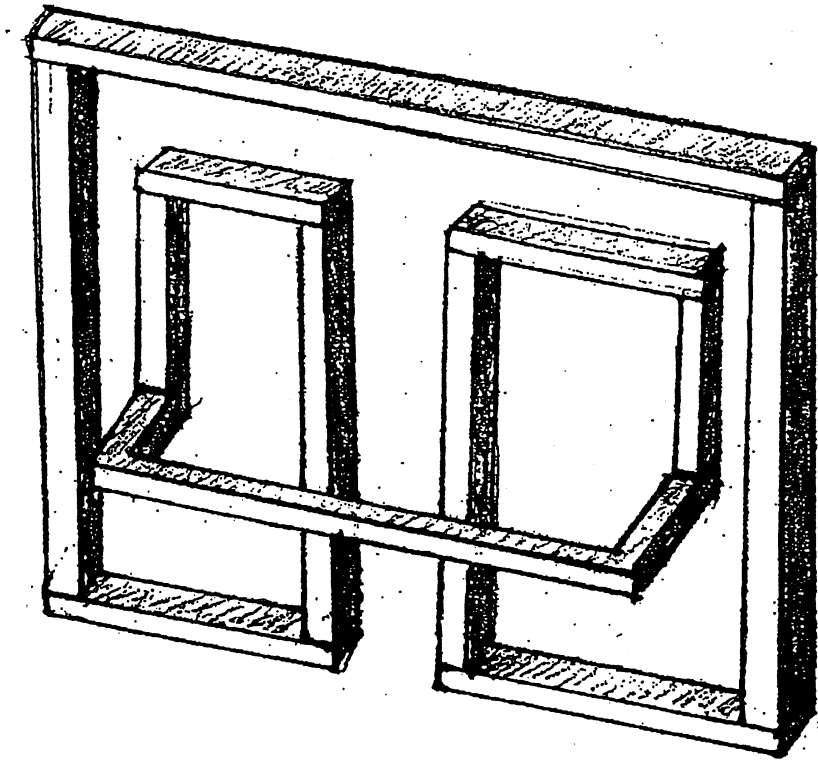


圖 26A

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 3 ）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

8	梳狀驅動器
9	梳狀驅動器
10	可移動線圈裝配件
15	模組
20	可移動線圈/電感器
25	導體/外部線圈連接
30	可移動線圈/電感器
35	導體/內部線圈連接
40	固定線圈/電感器
50	固定線圈/電感器
70	樞軸銷
75	孔

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

擲開關。

圖 9A 顯示在圖 9 中之裝置順時鐘方向旋轉。

圖 10 顯示在一移動支承之一端配置有線圈的微機電系統開關。

圖 10A 顯示在圖 10 中之裝置順時鐘方向旋轉。

圖 11 為圖 10 之一延伸，其提供作為一多極開關的添加功能性。

圖 11A 顯示在圖 11 中之裝置順時鐘方向旋轉。

圖 12 顯示一配置，其將一旋轉式驅動器用於一多位置微機電系統開關。

圖 12A 顯示在圖 12 中之裝置順時鐘方向旋轉。

圖 13 解說一配置，其顯示一線性(或齒條)及小齒輪驅動器，用以提供橫向運動給本發明之微機電系統開關。

圖 14 為圖 3 至 5 所描述之微機電系統開關之一斷面圖，且有一完全封閉的凹穴用來封裝該開關。

圖 15 顯示圖 14 之微機電系統開關，其顯示用以增強功能性之一組添加的上部線圈。

圖 16 為微機電系統開關之另一具體實施例的一俯視圖，該具體實施例顯示一單匝線圈並且在裝置之可移動部分中僅需要一層佈線。

圖 17 顯示從分隔符 C-C 所看見的、圖 16 所示的裝置之一斷面圖。

圖 18 及 19 描述製造用於要求更高之應用的移動線圈之多個配置的能力。

圖 20 顯示能一次耦合二對以上線圈的一配置。

圖 21 解說如何使用一單一可移動線圈來獲得一開關/平衡不平衡變壓器 (BALANCED- UNBALANCED) 組合。

圖 22 顯示在耦合狀態中的、圖 21 所描述之相同開關/平衡不平衡變壓器。

圖 23 解說一線性配置之一俯視圖，其中線圈係垂直構造於(垂直於)基板平面上。

圖 24 顯示圖 23 所示之裝置之一斷面圖，其解說可移動線圈係如何構造在微機電處理系統開關之可移動元件內。

圖 25 為類似於圖 23 所示之配置之一更複雜可移動線圈配置之另一俯視圖。

圖 26 為圖 25 所示之微機電系統開關之一斷面表示。

圖 26A 顯示圖 25 及 26 所解說之三維線圈配置之一透視圖。

【圖式代表符號說明】

- 1 介電材料
- 2 介電質
- 3 導電元件/電極
- 4 導電元件/電極
- 5 可變形樑
- 6 導體/接觸元件/接觸樑
- 7 底層基板
- 8 梳狀驅動器
- 9 梳狀驅動器
- 10 可移動線圈裝配件

- 11 支承
- 12 凹穴
- 13 梳狀驅動器
- 15 模組
- 16 橫桿
- 17 齒條
- 18 小齒輪
- 20 可移動線圈/電感器
- 20A 移動線圈
- 25 導體/外部線圈連接
- 30 可移動線圈/電感器
- 30A 移動線圈
- 35 導體/內部線圈連接
- 40 固定線圈/電感器
- 40A 固定線圈
- 41 線圈
- 42 固定線圈
- 42A 固定線圈
- 45 固定線圈
- 50 固定線圈/電感器
- 50A 固定線圈
- 51 線圈
- 56 線圈
- 60 螺栓

I283418

第 093104445 號專利申請案

中文說明書替換頁(95年12月)

70 樞軸銷

75 孔

80 側翼

85 頂部側翼

90 介質層

100 介電層

A-A 分隔符

B-B 分隔符

C-C 分隔符