

申請日期	90.5.17.
案 號	90111803
類 別	H01L21/027 H01F41/04

A4  
C4

(以上各欄由本局填註)

561519

發 明 專 利 說 明 書  
新 型

一、發明 名稱	中 文	光刻-圖案化之平面離出的線圈結構及其製造方法
	英 文	PHOTOLITHOGRAPHICALLY-PATTERNED OUT-OF-PLANE COIL STRUCTURES AND METHOD OF MAKING
二、發明 創作人	姓 名	(1)大衛 K.貝格森 (2)克里斯多夫 L.卓 (3)大衛 K.福克
	國 籍 住、居所	(1)美 國 (2)菲律賓 (3)美 國  (1)美國加州 94028 波托拉谷米莫沙路 200 號 (2)美國加州 95123 聖何西古里路 636 號 (3)美國加州 94024 阿托斯方登大道 1993 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	全錄複印公司
	國 籍	美 國
	住、居所 (事務所)	美國康州 06904 史坦佛長山路 800 號
	代 表 人 姓 名	尤金 O.普拉柔

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6

B6

本案已向：

美國(地區) 申請專利，申請日期：2000.6.9. 案號：09/591,262，有 無主張優先權

有關微生物已寄存於：，寄存日期：，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 五、發明說明 ( | )

發明之背景

發明之領域

本發明係有關於一種用於形成使用在半導體裝置中之薄膜的方法，並且更特別地是有關於一種用於形成具有低介電常數之半導體裝置導線結構用的 SiOC 薄膜之方法。

習知技藝之說明

不可否認地，近來資訊與通訊的顯著發展（仍在快速的進展與擴張）諸多歸功於半導體積體裝置(semiconductor integrated device)的進步。

對於整體產業有諸多貢獻的半導體裝置被更高度地整合(integrated)，以便改良其容量與產額。

裝置的整合度(integration)主要藉由縮短電晶體的閘門長度而達成。因此，當裝置被更高度整合時，整合度將成為縮短電晶體之切換時間的一個因子。

然而，在整合度小於次微米的裝置中，基於窄線寬所造成之導線電阻率的增加以及基於電容量所造成之 RC 訊號遲滯將減弱該閘門長度縮短所帶來的增益效應。此外，將產生串音(cross talk)與電源消耗增加的問題。

特別地是，就現有的鋁/氧化矽膜（二氧化矽膜）導線結構而言，亦即在使用鋁作為導線材料且使用氧化矽膜作為導線間之絕緣材料之結構的狀況中，設計法則低於 0.2 微米的半導體裝置，亦即諸如根據 0.18 微米設計法則所製造的 1G 或更高版本的動態隨機存取記憶體（DRAM），將因上述問題而呈現裝置特性的劣化。特別地是，在使用超

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( > )

過七層金屬導線層之邏輯電路裝置的狀況中，該狀況更為嚴重。

鑑於動態隨機存取記憶體裝置以及超高整合之邏輯裝置的設計法則進展至低於 0.1 微米，對於導線問題的解決方法將成為開啓新的半導體紀元時最為急迫的事項。

為解決有關導線所造成之裝置容量劣化，許多研究人員正對於低介電常數的絕緣材料與低電阻率的導線金屬進行研究。

已有諸多嘗試係使用銅作為導線金屬，銅具有較已慣用的鋁為低的電阻率，且具有較少的電遷移問題。

以及，作為絕緣膜的新材料，且具有比慣用的二氧化矽為低之介電常數的各種有機物質與無機物質現正在研究中。

在這方面，Sematech 公司的 Ken Monning 在 1994 年發表一份令人極感興趣的統計數字。根據其統計，當目前所使用的鋁合金/二氧化矽金屬導線結構改變為銅/阻障金屬/二氧化矽結構時，約 50% 的裝置特性預期被改良；而在該二氧化矽為低介電常數材料所取代的狀況中，則預期改良約 400%。

在快速轉換成銅/低介電材料結構並不容易的現階段，大多數的研究人員將優先研究鋁合金/低介電常數材料結構的金屬導線。以及，其係高度地預期有關開發新的低介電常數薄膜與完成其製程將對每個半導體裝置有深遠的影響。

## 五、發明說明 ( 3 )

簡略地說，就材料而言，研究人員對於低介電常數薄膜有二個研究方向：其一為諸如聚合物之有機材料，相較於現有的二氧化矽膜，其具有約 50% 的低介電常數，但基於較差的熱穩定性、抗氧氣電漿性與機械強度等問題，其對於後續製程的相容性較差；另一個為無機物質的低介電常數薄膜，其具備現有二氧化矽膜被部分變形的形式，其可在未大幅地改變現有設備與製程的情況下被使用，並對後續製程具有極佳的相容性，但所具有的問題為其介電常數相較於二氧化矽膜並未大幅地降低，且對於大氣中之水氣的抵抗性弱。

迄今，對於低介電常數材料的研究一直單獨集中在有機物質或單獨集中在無機物質。然而，近來的研究則轉向將該有機與無機物質的優點與缺點互補。

亦即，將大量的碳置入現有的二氧化矽膜中所獲得之 SiOC，為混合型的材料，其在作為下一代低介電常數絕緣膜用之材料上吸引諸多目光。已知 SiOC 具有低介電常數的原因在於矽-碳鍵結的低極化率以及形成於薄膜中的孔洞。

該 SiOC 薄膜可藉由化學氣相沈積 (CVD) 而形成。在該狀況下，甲基矽烷、二甲基矽烷、三甲基矽烷或四甲基矽烷等皆可被使用為材料來源。

該 SiOC 薄膜具有低介電常數的原因可簡述如下。

亦即，首先，包含於  $\text{CH}_n$  中的碳使得具有網眼結構的部分二氧化矽懸空所形成的奈米尺寸的孔洞將造成該低介

## 五、發明說明 (Ψ)

便對整個裝置 10 進行通訊、測試或詢查。

也可用該探針卡 7 來測試晶片 2，而同時該晶片 2 仍屬某單晶矽晶圓之一部份。這種探針卡 7 之一款係由光刻圖案鍍層製程所構成，即如 Corwith 在其 1995 年 2 月 Advanced Packaging 之「晶粒層級的探測」乙文中第 26 - 28 頁所揭示者。光刻圖案鍍層製程可產生具有與標準探針卡 7 大致相同之設計的探針卡 7。然而，這種新款的處理似可將生產探針 8 的方法自動化，而得避免按手工方式構築該些探針 8。並且，該文中揭示一探針卡 7，於靠近該些探針 8 的頂端彎曲，即如圖 5 所示。探針卡 7 的彎曲設計可使得該些探針 8 按某角度而接觸到該接點焊墊 3。當該探針卡 7 將該些探針 8 推入該接點焊墊 3 時，即出現一機械式抓取動作，讓該些探針 8 穿透構成於該接點焊墊 3 上層表面上的氧化物。

不過，所有的標準探針卡 7 會受限於測試按線性陣列方式所排置的接點焊墊 3。同時，該些探針卡 7 對於基板 1 上接點焊墊 3 高度的變化、基板 1 的不規則性或彎曲，以及溫度變異性極為敏感。

矽質基板上的小電感器的整合，在過去的 15 年間一直是全世界研究的重要主題。這項努力係為整合矽上線圈與砷化鎘積體電路(IC)之期望所驅動。然而，到目前所提出的結構一直屬於裝置變化，唯因技術限制之故，線圈繞線幾乎總是按平行於底層基板而以螺旋方式所實作。

這些平面內含的架構具有兩項主要缺陷。當製作於像

## 五、發明說明（ $\zeta$ ）

是矽質而屬略導性之基板上時，線圈磁場會於底層基板內感應出渦旋電流。這些電流造成會導致線圈耗損的電阻消散。而當線圈按高頻而運作時，就會出現第二個問題，其中集膚與鄰近效應會迫使線圈電流沿著導體的外表而流動。對於一般導體且按所欲頻率為如 900 MHz、1.9 GHz 和 2.4 GHz 無線通訊的情況來說，其「集膚深度」約為 2 到 3  $\mu\text{m}$ 。線圈導體的 AC 電阻會顯著地高於其 DC 電阻，因為並無全然運用該導體的剖面之故。

圖 31 說明在運作在高頻時，平面內含式線圈的電流分布狀況。線圈裡較暗陰影區域表示較高的電流密度。而如圖 31a 的碟形線圈具有集中在繞線外部邊緣處的電流分布情況。因此，加寬導體僅僅是徒增導體的未用部分，而並不能降低 AC 電阻。這個情況可相比於典型的離散元件、平面離出線圈，即如圖 31b 所示，其中可僅僅藉由加寬導體寬度來減少該 AC 的電阻。

以往確已針對這些相關於平面內含式感應器線圈之缺陷提出並加嚐試許多解決方法。例如可藉由蝕刻去除該線圈底下的基板來減少渦旋電流。但是，這種方式並不實際，因為這會犧牲結構整體性，並破壞矽質基板上的既有電子電路。為降低如圖 31a 內之裝置的 AC 電阻，可利用諸如 LIGA 的微型機械加工技術而將導體做得極厚（參見 A. Rogner 等人所著「LIGA 技術 - 其係為新的機會」，出版於 1992 年 J. Micromech. Microeng.，第 2 冊，第 133 - 140 頁）。但是，處理高縱橫比之結構極為困難且成本昂貴。

## 五、發明說明 (6)

現已提出各種平面離出式技術。例如，Chukwunenye Stanley Nnebe 在「機械突出的微型機械加工可變電感器線圈」(www.ee.cornell.edu/MENG/Abstracts/tien.html)中即說明一種平面離出式可變電感器結構。該結構首先是基板的表面上多晶矽之金質材質化條帶，接著是透過絞鏈系統將該者予以提高與緊束，俾於該接觸處構成一個三角形幾何物。在設妥該線圈後，可接著透過某項由四個梳形驅動共振器(各運動方向上具有兩個梳形驅動共振器)所控制之撞擊系統，來啟動表示該磁場核心的滑動器。經由線圈而插置磁性核心會影響到發展於線圈周圍的磁場線束，並因而會按此改變該電感。該電感器的諧調範圍是由這項效應所設定，同時，可藉由細密控制彼等四個共振器而獲得可靠資料，這四個共振器可啟動該滑動器並穿過線圈令其移動某段有限距離。

Robert Marcus 等人在國際 PCT 申請案號 WO 99/18445，申請於 1998 年 10 月 2 日，標題為「微型機械加工元件與其製造方法」乙案中即揭示一種藉沉積兩個在某犧牲層上具有不同熱性膨脹係數之材質層、移除該犧牲層，然後再加熱該懸桁結構直到部分地自內彎曲而其本身之方式所構成的線圈結構。線圈的終止係藉由圖案化一個繫線端至該懸桁結構的尖端而達成。當該犧牲層被移除並且該懸桁被加熱之後，該懸桁本身係捲曲，使得該繫線端扭曲。不過，對於製作矽質基板上諸密集緊緻、既加整合之完電感器陣列和其他結構而言，這種方法與結構卻不夠實際。

## 五、發明說明 ( )

像是行動電話、呼叫器、GPS 接收器、資料倉儲管理 RF 識別標記、無線電腦 LAN、個人數位助理以及衛星通信等等的無線通訊裝置亟需可被整合於晶片上的低耗損電感器。尤其是，小型可攜式裝置會要求最小可能功率消耗以延長電池壽命，以及最大電路整合俾降低裝置尺寸與 PC 板複雜性。低耗損電感器的要求是由一方面電力消耗情況與另一方面低耗損電路被動元件(如電感與電容)之需求兩者間的基本取捨結果所驅動。降低無線電電路內的電晶體偏壓會減少功率消散，不過也會顯著地劣化放大器增益、震盪器穩定性和濾波器選擇性。利用低耗損被動元件是為克服這個問題的唯一可用技術。在 0.1 - 100pF 範圍的低耗損電容可正常地整合於現今的晶片內。然而，即便是最新進的整合式線圈架構，用於整合式 RF 設計裡仍屬過於耗損。因此，現存所有的 RF 晶片組皆仍受限於利用離散的電感器，構成目前與日聚增之小型化應用項目的面積瓶頸之處。

現代的無線設計通常是執行於較低的 GHz 頻帶內。行動電話的標準頻率為 900MHz、1.8MHz、1.9MHz 和 2.4MHz，而 900MHz 為數位無話線電話的選定頻率。410 - 430MHz、870MHz 以及 900 - 930MHz 頻帶則使用於無線 RS - 232、電腦 LAN 和 RF 識別作業。在這些 100MHz 到 GHz 頻率裡，被動元件的選擇通常會是，對電感而言為 1 到 30nH，而對電容來說則為 1 到 30pF。而超外差式接收器的中頻為 40 到 350MHz，該者對應為被動元件的 100 到 1000nH 和 10 到

## 五、發明說明 ( 8 )

100pF 之數階。雖然 0.1pF 到 100pF 範圍的高品質晶片上電容係屬常見，但是能夠符合低耗損要求的整合電感與整合可變電容目前仍非屬可用。

得被整合於晶片上的可變電容(varicap)也是需求迫切。當代無線收發器的標竿架構仍屬超外差架構，該者係利用電感與可變電容兩者。可變電容為應用在諸多無線裝置之超外差架構電路的關鍵元件。含有電感與電容兩者的超外差架構電路目前仍無法被整合入商業裝置的單一晶片內，並因而呈現出一個裝置小型化瓶頸。為於單一晶片上實作出全超外差無線架構所缺少的鏈結處，即屬具有品質因數至少 30 到 50 的電感、具有諧調範圍 10%和品質因數 30 到 50 的可變電容，以及具有品質因數 10,000 或更多的震盪器。而製作電容的製程技術應可相容於製作電感的製程。

目前的無線裝置利用分散式離晶(off-chip)元件以實作超外差電路。超高 Q 值震盪器通常為石英震盪器。同時也有許多個「電壓控制震盪器(VCO)」，分別會利用到至少一個分離的電感與一個分離的可變電容。由於這些分離元件，因此 VCO 會佔據掉許多 RF 電路區域內的絕大部分。能夠整合整個 VCO 於晶片上會要求新款的可變電容與電感器。

故存在一種對於微型機械加工線圈結構的需要，該者應可簡易製作，並不需要廣大的晶片面積。亦需要一種可加整合於諸如矽質之導電基板上的低耗損線圈結構與可變

## 五、發明說明(9)

電容。在此亦需要一種整合線圈結構，其中繞線部分具有較低的電阻性。也需要一種製造線圈結構之方法，其中得按電氣方式閉合該線圈的繞轉處，產生一種可用的電氣結構。亦需要一種能夠產生適於高 Q 值整合被動的電感器元件之封閉式線圈結構的可製作技術。也需要一可供整合電感器與可變電容於晶片上的製作技術。

### [本發明之概要]

按此，本發明提供一種彈簧接點，該者可展現出焊錫突塊覆晶接合方式的速度和簡易性，消除產生均勻焊錫突塊或均勻接觸壓力的需要。本發明可進一步提供一種彈簧接點，該者具有彈性性質，可供彈簧接點以維持與一接點焊墊的實體接觸，即使是因接點焊墊高度、接觸壓力或熱性變化等諸多變異性亦然。本發明也提供一種具有構成於彈簧接點處之應力梯度的彈性彈簧接點，而這會使得彈簧接點彎曲朝離於該基板，並因而提供與該接點焊墊相符的接觸性。本發明可進一步提供一種探針卡，以及製作該款具有彈簧接點以取代標準式探針之探針卡的方法。

本項發明之諸彈簧接點係由薄金屬條帶所製成上，該者係部份地固定於某基板上，並電氣連接於該基板之某接點焊墊處。該金屬條帶上未被固定於該基板之活動部分會彎曲向上、朝離於該基板。當該裝置上的接點焊墊被帶到壓置而接觸於該金屬條帶的活動部分時，該活動部分會變形並提供與該接點焊墊相符之接觸。由於該金屬條帶係屬電氣導通性、或經鍍以一導電材質，因此基板上的接點焊

## 五、發明說明 (10)

墊會透過彈簧接點而電氣連接於該裝置上的接點焊墊。

本發明另一個具體實施例可克服平面式線圈結構的缺點，這是在於本發明線圈結構將線圈軸相對於該基板平面係按平行方式放置，而非垂直放置。根據本發明，線圈結構包括一基板與一具有內含應力縱面的彈性構件。該彈性構件包括一固定於該基板上的第一錨部、一迴圈繞線與一連接於該基板的第二錨部。該第二錨部與該迴圈繞線首先是固定於該基板上，不過會被從基板上釋放以分離於該基板。該彈性構件的內含應力縱面會偏移該第二錨部而朝離於該基板，構成迴圈繞線並使得該第二錨部接觸到該基板。結果線圈結構即為離出該基板平面。該迴圈繞線亦可含有諸多轉折處。

可採用各種技術來定位該第二錨部朝離於該彈性構件的起點，就切線方式或沿軸方式皆可。如果該第二錨點係切線置於該起點，則迴圈繞線通常是按圓形外型，即該第二錨部會在與該第一錨部相同的垂直平面內接觸到該基板。可採取各種技術來定位該第二錨部切線朝離於該起點。例如，可將某機械性停止器可以被定置於該基板上的所欲位置處。或另者，亦可像是藉由增附一均勻地跨置於該彈性構件某局部橫寬處之負載層，或是圖案化某一或諸多均勻佈於該彈性構件某局部橫寬處的開口或孔洞，藉此方式來改變該彈性構件的曲率半徑。

如果該第二錨部係按沿軸朝離於該起點或第一錨部的方式所置放，則該迴圈繞線一般會是螺旋外型。現有許多

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 11 )

技術可用以構成螺旋外型的迴圈繞線。例如，可將均勻應力非等方性引入於該彈性構件內，這會在既以釋放之層處產生螺旋形變結果。或另者，可改變該彈性構件的曲率半徑以引入螺旋形變。這可藉由按位置的函數來改變該彈性構件之內含應力縱面而達成。也可另由讓該最終迴圈繞線具有兩個(或更多)不同曲率半徑，藉此來構成螺旋形繞線。這可藉由例如在釋放之前先於彈性構件裡按非對稱方式構成一個或多個開口，或是於該彈性構件局部上按某一角度構成一負載層而達到(當釋放時，該負載層的重量會造成該迴圈繞線產生軸向位移結果)。

可採用各種技術來將該第二錨部連接到該基板處。例如，該第二錨部可加焊接或經電鍍於該基板上。各個錨部可被接附於一金屬接點焊墊，供以電氣連接到該電路中其他的元件。最好該彈性構件係以導體材質所構成。或另者，可將一層像是金質或銀質之導體材質電鍍於其內部表面、外部表面或雙面處。

本新穎結構首次可供將次毫米尺寸高 Q 值電感器整合於絕緣和導體基板上。當製作於像是矽質的導體基板上時，比起現有的平面內含式微型線圈來說，該線圈結構會產生少得許多會截切於基板的磁性束線，而這個會使得感應於基板內的渦旋電流較少，以及較低的線圈耗損。此外，本線圈結構可用於電感器，該者可與極適於限制磁場的環狀架構相容。這項性質可讓多重微型線圈得以緊緻地裝封而無須彼此互為耦接。在以高頻運作時，集膚與鄰近效應

## 五、發明說明 (12)

會增加線圈電阻。而與平面內含式微型線圈不同之處，就在於平面離出式線圈結構可簡易地被設計為低電阻運作，而不必複雜的高縱橫比處理。這種平面離出式線圈結構也會與像是廣泛應用之中心分接式電感器與變壓器等諸多微型線圈具體實施例相容。

根據本發明，一種用以構成線圈結構的方法，包括於基板上沉積一層彈性材質，該彈性材質具有內含應力縱面。該彈性材質層接著會被光刻圖案化處理而為一彈性構件。在該圖案化結構下方的基板局部會被深入蝕刻以從基板處釋放出該彈性構件的某活動部分，該彈性構件的某錨部則會維持固定於該基板上。該彈性構件內的內含應力縱面會將該彈性構件的活動局部偏移離於該基板，構成一迴圈繞線並使得該活動端接觸到該基板上某點。接著，可藉由例如焊接或電鍍而將該活動端連接到該基板上。

另一種用於構成平面離出的線圈之方法是根據閉合半線圈對。在釋放之際，該等半線圈對僅需要被粗略地彼此對準，並且藉由無電極電鍍或是焊接而連接在一起。該等線圈對不需要具有相同長度。一側可以比另一側長以助於重疊。一種不同的釋放材質可以被使用在每一半線圈之下，以供後續釋放該等半線圈。

在從基板移除掉諸犧牲層的過程中，該內含應力會將含有金屬的條帶彎曲移入某電感線圈的轉折處。製造微型線圈結構會要求對線圈的幾何性加以控制，特別是線圈半徑，以及如有出現應力非等方性，則亦包含線圈諸元的螺

## 五、發明說明(13)

旋節距。假使例如該迴圈具有固定的曲率半徑  $r$ ，並且釋離局部的長度為  $2or$ ，則活動端會自然地回返到該迴圈的起點處。藉由在離於該起點某位置處置放一機械性停止器，即得置放與錨定該活動端。藉由將基板上的諸多迴圈連接於接點焊墊，而該者係自某迴圈的起點延伸到鄰近迴圈的接點而產生一螺旋體，即可利用這種迴圈來產生磁性結構。在另外的具體實施例裡，彈簧的活動端係相對於該起點沿軸及/或橫向地而位移，藉以提供對鄰近諸迴圈襯墊的接觸。可藉由例如像是焊接、導體黏著、熱壓接合或電鍍方式來產生永久的機械性和電氣性接觸。

本發明之一特點在於可知藉由經加工置入該沉積金屬之應力非等方性的方式，來產生受控直徑與節距之螺旋線圈式結構。螺旋扭曲性可提供有用的特性，即彈簧的活動端會被從起點縱向(或是沿軸方向)位移。基本上，這可供構成一含有多重轉折而無須中斷彈簧金屬的連續性電感器。這也可將超過一個以上待加以連結的轉折分段藉以產生一電感器。這些結構可減少線圈封閉互連的數目，並因而得以將互連對於電感器品質因數的影響最小化。

本發明另一特點為關於產生被賦有非固定半徑性質之線圈轉折。這可讓彈性構件的活動端能夠接觸到某個異於該迴圈起點的點處，該點係與該起點相切、或是與該起點沿軸位移之處。一旦離該起點的點處係為電氣連接，則未升起之金屬部分可被用來作為朝往該電子電路上任何其他點處的流跡路徑，包括朝向另一電感器迴圈。現已提出諸

## 五、發明說明 (18)

2	晶片
3	接點焊墊
4	接線
5	彈性基板
6	焊錫突塊
7	探針卡
8	探針
9	線路
10	裝置
11	活動部
12	錨部
13	釋放層
14	基板
15	彈簧接點
16	金屬層
17	光敏材質
18	虛線
19	金質層
20	彈簧接點之陣列
21	底部基板
22	鏈結接點焊墊陣列
23	頂部基板
24	黏著
25	防塵蓋或是封罐

## 五、發明說明 (19)

26	晶圓
27	探針卡
30	頂處
40	顯示圖案產生器
41	測試信號分析器
42	驅動晶片
43	定址線路
44	顯示模板
45	感測器模板
46	掃描晶片
61a-65a	彈性構件
61	結構
61c - 64c	彈性構件
62c - 65c	接點焊墊
66	釋放窗框
66	釋放窗框
68	線圈軸
71	機械式阻障器或停止器
81a - 85a	彈性構件
81b	U形部分
81c	頂端部分
81d	頂端部分
81e	對稱性元件
82c-86c	襯墊部分

## 五、發明說明( )

91	線圈軸
92	線圈轉折
93	分接點
94	分接點
95	分接點
100	接合結構
102	金質層
104	應力梯度式薄膜
106	金質層
108	釋放層
100	接合結構
120	輸入/輸出
122	輸入/輸出
124.	主繞線
126	次繞線
127	多重出方箭頭
130	左方彈簧
132	右方彈簧
140	多重轉折線圈
142	迴圈
143	襯墊
144	接點焊墊
150	多重轉折線圈
151	金屬層

## 五、發明說明(ㄨ)

152	釋放層
153	金屬層
156	介電材質層
160	彈性構件
162	開口
170	彈性構件
172	開口
200	基板
202	SiN <sub>x</sub>
204	彈性構件
206	厚型薄膜
208	NiFe 核心
210	絕緣介電層
220	彈性構件
224	迴圈
261	微型彈簧
263	匯流排連接器
264	彈簧接點
266	底部電極接點
267	介電層
268	大型底部導體層
269	導體
270	釋放層
280	電容器頂端模板

## 五、發明說明 (72)

282	底部模板
284	電容器頂端模板
286	底部導體層
290	點處
300	基板
301	釋放層
302	外部線圈導體層
303	彈性構件材質
304	負載層
310-322	彈性構件
318a	活動部分
318c	第二錨部
318c-318d	第二彈性構件
318e	焊錫
320a-320b	第一彈性構件
320b-320c	接點部分(橋接)
320c-320d	第二彈性構件
320e	焊錫層
330	釋放材質層

[較佳具體實施例詳細說明]

圖 6 說明一具有諸多彈簧接點 15 的接合結構 100 之側視圖。各個彈簧接點 15 均包含一活動部 11 以及一固著於底層或釋放層 13 的錨部 12，並且電氣連通於某接點焊墊 3。各個彈簧接點 15 是由非常有彈性的材質所構成，像是鉻

## 五、發明說明 (✓)

- 鋁合金或是鎳 - 鈳合金。最好，該等彈簧接點 15 係由彈性導體材質所構成，然假使確已層覆或電鍍一導體材質，則彼等仍可依非導體或是半導體材質所製成。更佳者為，該等彈簧接點 15 係由具有 1% 含量之鈳的鎳 - 鈳合金所構成。鈳質被摻入該合金以改善合金的彈性性質，而不致大幅影響到合金的導電性。當該彈性材質非屬導體時，該者至少某側會被層覆以一導體材質，像是金屬或金屬合金者。

該接點焊墊 3 為通訊線路的端子末端，該者電氣傳通於構成在基板 14 上的某電子裝置，像是電晶體、顯示電極或其他電子裝置。該接點焊墊 3 通常是由鋁質所製成，不過亦可由任何導體材質所構成。釋放層 13 是由氮化矽、矽、鈦或其他可蝕刻材質所構成。然而，該釋放層 13 並非必要，且可予以免除。該釋放層 13 與該接點焊墊 3 構築在基板 14 上或高於此，而該者則是由一種像是氧化矽或玻璃或某印刷電路板或陶瓷或矽質或砷化銻等材質所構成。

即如圖 7，一條並不於金屬中內含有應力梯度的金屬條帶平坦橫臥。然而，即如圖 8 所示，當某均勻應力梯度被引入該金屬條帶時，該條帶會彎捲成弧形。

接著構成各個彈簧接點 15，使得如圖 8 所示的應力梯度會被引入於該彈簧接點 15。當構成出該彈簧接點 15 後，含有該彈簧接點 15 的金屬層會被沉積，使得壓迫性應力出現於該金屬層的低部，而張應力出現於該金屬層的高部。圖 8 顯示出現於該彈簧接點 15 內的應力差值為  $\Delta \sigma$  (即

### 五、發明說明 (24)

由頂部到底部間的應力差值)。該金屬層低部的壓迫性應力是由朝指向左端的箭頭所描述。而該金屬層高部的張應力則是由朝指向右端的箭頭所描述。該應力梯度(應力差值除以厚度)會造成該彈簧接點 15 彎曲成爲一個具有半徑爲  $r$  的弧形。等式 1 即給定該彈簧接點 15 曲率半徑  $r$  值：

$$r = \left[ \frac{y}{1-\nu} \right] \frac{h}{\Delta\sigma}$$

(1)

其中  $y$  爲該金屬的楊式模數， $h$  爲構成該彈簧接點 15 之金屬層的厚度， $\Delta\sigma$  爲應力差，而  $\nu$  爲該金屬的剪力模數。

現再度參考圖 6， $r$  爲該彈簧接點 15 活動部 11 的曲率半徑，即如圖 1 所預示者，而  $\eta$  爲將朝向該活動部 11 連接處之半徑線分離於該錨定處 12 和朝向該活動部 11 頂處 30 之半徑線間的角度。等式 2 即爲按  $\eta < 50^\circ$ ，給定從基板 14 到該彈簧接點頂處 30 之近似高度  $b$ ：

$$b \approx \frac{L^2}{2r}$$

(2)

其中  $L$  爲該活動部 11 的長度，而  $r$  爲該活動部 11 的曲率半徑。

由於該彈簧接點 15 最好是由高度彈性材質所製成，各個彈簧接點 15 可被推下到該頂處 30 並且變形，即如圖 6 所示，但是不致出現塑形形變。一般，該裝置 101 的接點焊墊 3 會向下施加力度於該頂處 30，並且通導接觸於該頂

## 五、發明說明 (7/8)

處 30。該彈簧接點 15 會阻抗這個施加於該頂處 30 的向下力度，並維持通導接觸於該接點焊墊 3。

當該頂處 30 的力度被釋放掉後，該彈簧接點會回返到其未形變狀態。如此，該彈簧接點 15 的彈性可讓該彈簧接點 15 進行無數次與不同接點焊墊 3 間的電氣連接，而仍可維持該彈簧接點頂處 30 和接點焊墊 3 間之電氣連接的整合性。

此外，該彈簧接點 15 最好是以抗潛變材質所構成。所以當該彈簧接點 15 因被某接點焊墊 3 向下壓迫於該彈簧接點頂處 30，而在一個延長時段上變形時，該彈簧接點 15 會阻抗該向下力度，並且將該彈簧接點頂處 30 推向朝於該接點焊墊 3 而維持電氣連通。

圖 9 顯示一種用以決定該彈簧接點頂處 30 回應於該接點焊墊 3 向下壓迫該彈簧接點頂處 30，而會對該接點焊墊 3 所施加之力度  $F_{tip}$  量值之模型。等式 3 即給定該彈簧接點頂處 30 的反應力  $F_{tip}$ ：

$$F_{tip} = \frac{wh^2\Delta\sigma}{12x}$$

(3)

其中  $w$  為該彈簧接點 15 的寬度， $h$  為該彈簧接點 15 的厚度， $\Delta\sigma$  為應力梯度，而  $x$  為從該彈簧接點頂處 30 到該彈簧接點 15 首先碰觸到基板 14 的點處之水平距離。

對於某給定寬度  $w$ 、厚度  $h$  以及應力梯度  $\Delta\sigma$ ，頂處 30 的反應力  $F_{tip}$  為與距離  $x$  成反比。因此，該反應力  $F_{tip}$  會隨著該彈簧接點頂處 30 愈來愈靠近基板 14 而增加，因為

## 五、發明說明 (7/6)

距離  $x$  會隨著該彈簧接點 15 摺疊且壓迫於該基板 14 而遞減，即如圖 6 所示。該接點焊墊 3 壓迫該彈簧接點頂處 30 而逐漸靠近於該基板 14 會使得該反應力  $F_{tip}$  增加，如此可改善該彈簧接點頂處 30 與該接點焊墊 3 之間的電氣連接結果。遞增的反應力  $F_{tip}$  可讓該彈簧接點頂處 30 於該接點焊墊 3 處局部地變形，擴大該接點焊墊 3 與該彈簧接點頂處 30 之間的接觸區域。

圖 10 至 13 顯示在一種用來構成某彈簧接點 15 之方法中的數項基本步驟。在圖 10 中，一接點焊墊 3 構成於該基板 14 之上或高於此。並且，一釋放層 13 係構成於該基板 14 之上或高於此。然而，即如前述，該釋放層 13 非屬必要且可予以略除。

在圖 11 裡，一金屬層 16 係沉積於該基板 14 之上或高於此。在本發明較佳具體實施例中，該金屬可為如前述之鎳 - 鋅合金。該金屬層 16 的某部分係電氣連接於或直接地接觸於該接點焊墊 3，而該金屬層 16 的另一部分則係沉積於該釋放層 13 之上或高於此。現有諸多方法可供將該金屬層 16 沉積於該基板 14 之上或高於此，包括電子束沉積、分子束磊晶、化學氣相沉積與濺鍍沉積。最好該金屬層 16 以按濺鍍沉積為佳。

當濺鍍沉積某種金屬時，該待加沉積之金屬會被放置在一目標處，並被設定為負的高電壓。電漿氣體流束，通常是氬氣，會被導向該目標處。電漿氣體與目標金屬之間的高電壓電位會產生離子，而加速朝向並轟擊於該金屬目

## 五、發明說明 (27)

標處。這項轟著結果會敲擊出細微的金屬目標粒子而游離，而被釋放出的粒子則會被導向到其表面處並沉積於此。

該金屬層 16 係按諸多子層 16-1 到 16-n 的方式而沉積到約為  $1\mu\text{m}$  的最終厚度  $h$ 。藉由替換內含於該金屬層 16 各個子層 16-1 到 16-n 裡的應力，即可將應力差值  $\Delta\sigma$  引入於該金屬層 16 內，即如圖 11 所示，而各個子層 16-x 具有不同的內含應力水準。

可按照各種方式而於濺鍍過程中將不同的應力水準引入所沉積之金屬層 16 各個子層 16-x 內，這些方法包括將一反應氣體增加加入該電漿氣體內、以某角度來沉積該金屬或是改變沉積角度，並且改變電漿氣體壓力。最好是藉由改變電漿氣體壓力來將不同水準的應力引入於該金屬層 16 內為佳，而該者又以氫氣為適。

圖 14 表示濺鍍所沉積之鎳 - 鋅合金內的薄膜應力，與沉積作業所用之電漿氣體壓力兩者間的關係圖。對於約  $1\text{mTorr}$  的低電漿氣體壓力而言，該沉積金屬內的薄膜應力係屬壓迫性。而隨著電漿氣體壓力增加，該沉積子層內的薄膜應力會改變為張應力，並且隨著電漿氣體壓力增加而升高。

最好，該金屬層 16 係按五個子層 16-1 到 16-5 所沉積。第一子層 16-1 係按  $1\text{mTorr}$  的電漿氣體壓力所沉積，即如圖 14 內的編號 1 所表示。該第一子層 16-1 為該金屬層 16 的最底層，並具有內含壓迫應力。該第二子層 16-2 為係按約  $6\text{mTorr}$  的電漿氣體壓力而沉積於該第一子層 16-1 之

## 五、發明說明 (28)

上。該第二子層 16-2 略具有內含張應力，即如圖 14 內的編號 2 所表示。接著，諸個子層 16-3、16-4 和 16-5 依序按約如圖 14 之編號 3、4 與 5 所表示的電漿氣體壓力而沉積於逐個之上。

按五個個別子層 16-1 到 16-5 的金屬層 16 沉積方法會產生具有應力差值  $\Delta \sigma$  的金屬層 16，而該項於金屬層 16 底部為壓迫性，並會朝向該金屬層 16 的頂端而逐漸增加張力。雖然應力梯度會驅使該金屬層 16 彎曲成為弧狀，該金屬層 16 仍會附著於釋放層 13、基板 14 以及接點焊墊 3 並因此為平臥狀態。

在該金屬層 16 既已沉積後，該金屬層 16 會被光刻圖案化成為彈簧接點 15。光刻圖案化作業係屬眾知之技術，並常被應用於半導體晶片業界。一般可概如圖 11 - 13 而來完成該金屬層 16 的光刻圖案化作業。一光敏材質 17 均勻地沉積於該金屬層 16 表面上。接著，將該光敏材質 17 按約 120°F 的溫度來軟性烘烤。然後再利用適當遮罩將該光敏材質 17 曝照於光線下，通常是紫外線光譜者。該遮罩可確保該光敏材質 17 的各個區域可適當地受曝於光線，而該者可描釋出該彈簧接點 15 的二維視圖。

一旦該光敏材質 17 既已受曝於適當的光線圖案後，即按約 200°F 的適當溫度來顯影與硬性烘烤該光敏材質 17。然後蝕刻該彈性材質 16 以構成彈簧接點 15。可採用不同的蝕刻方法，包括離子磨除、反應離子蝕刻、電漿蝕刻以及濕性化學蝕刻。最好是按濕性化學蝕刻為佳。

## 五、發明說明 ( 9 )

例如，對該彈性材質 16 施加一濕性化學蝕刻劑，即一種硝酸溶液。該蝕刻劑可蝕除掉該光敏材質 17 上的適當區域，而這是由該光敏材質 17 諸區域究為受曝或是未受曝於該光線，以及所採用之光敏材質 17 的型態來決定。當該光敏材質 17 的適當區域既已移除後，蝕刻劑會蝕除該彈性材質 16 臥置於該光敏材質 17 移除區域底下的區域處。該彈性材質 16 的剩餘區域可構成彈簧接點 15。該彈簧接點 15 的上視圖即如圖 15 所示。該彈性材質 16 上被蝕刻劑所移除掉的區域即如虛線 18 所描繪。

接下來，即如圖 12 所示，會透過一種過度蝕刻作業將該彈簧接點 15 的活動部 11 從該釋放層 13 處所釋放。直到該活動部 11 確已釋離於該釋放層 13 處之前，該活動部 11 皆附著於該釋放層 13 處，並且該彈簧接點 15 橫臥於基板 14 上。第二層光敏材質 17 會被沉積於該彈簧接點 15 以及環繞於該彈簧接點 15 的區域之上。然後再利用適當的遮罩，將該第二層光敏材質 17 曝照於光線，並予以顯影與硬式烘烤。接著，對該第二層光敏材質 17 施加一種選擇性的蝕刻劑，並移除該第二層光敏材質 17 環繞該彈簧接點 15 的區域。這種蝕刻劑被稱為選擇性蝕刻劑，是因為在該第二層光敏材質 17 環繞該彈簧接點 15 的區域被移除後，該蝕刻劑會繼續移除該彈簧接點 15 底下的釋放層 13。位於該彈簧接點 15 上的第二層光敏材質 17 會阻抗該選擇性蝕刻劑，並保護該彈簧接點 15。該選擇性蝕刻劑蝕除掉釋放層 13 的速度比該選擇性蝕刻劑蝕除該彈簧接點 15 的金屬為

## 五、發明說明 (30)

快。這意味著該彈簧接點 15 會被從釋放層 13 所釋離，並因該彈簧接點 15 內的應力梯度而得以彎曲朝離該釋放層 13。

僅有該釋放層 13 在該彈簧接點 15 之活動部 11 底下的各區域會被予以過蝕刻。該釋放層 13 上按各個彈簧接點 15 而過蝕刻的區域可如圖 17 的陰影區域所表示。這意味著該彈簧接點 15 的錨部 12 可相對於該釋放層 13 保持固定，而不會拉離於該釋放層 13。然應知悉用來將該彈性材質 16 圖案化至該彈簧接點 15 之上的方法，並不會對該彈性材質 16 產生任何退火作用。

一旦該活動部 11 既已釋離於該釋放層 13 後，應力梯度會使得該活動部 11 彎曲並朝離於該基板 14。該應力梯度仍會內含於該錨部 12，並迫使該錨部 12 拉離於該基板 14。

為減少該錨部 12 拉離於該基板 14 的機會，可對該彈簧接點 15 予以退火處理俾釋除該錨部 12 所含之應力。該項退火處理並不會影響到該活動部 11，這是因為一旦該活動部 11 既已釋離並且容許彎曲向上後，於該活動部 11 上即無待由退火處理予以釋除之應力留存。因此，應力梯度會留存於該活動部 11 裡，並且在退火處理後該活動部 11 會保持彎曲向上而朝離於該基板 14。

最後，圖 13 顯示一鍍覆於各個彈簧接點 15 外部表面上的金質層 19。最好是利用該金質層 19 以降低該彈簧接點 15 內的電阻為佳，但是可用任何其他導體材質予以替換

## 五、發明說明 (31)

。最好，利用電鍍製程來將該金質層 19 鍍於該彈簧接點 15 之上為宜。

如有必要，可對該項過蝕刻方法另行增附額外的步驟以加改善。例如，可將蝕刻劑通道或細微框窗蝕刻嵌入該彈簧接點 15 的活動部 11 裡。該些蝕刻劑通道可運作以按較快接達方式提供該選擇性蝕刻劑予該釋放層 13，藉以加速釋放活動部 11 離於該釋放層 13 的處理方法。同時，可將一硬式遮罩施加於該彈簧接點 15 的頂端表面，來確保萬一保護該彈簧接點 15 頂端表面的第二層光敏材質 17 失效的話，該選擇性蝕刻劑仍不會從該彈簧接點 15 的頂端表面將材質移除掉。

既然構成該彈簧接點 15 的製程僅受限於光刻圖案化的設計規則，故可構成出數百個甚或數千個緊密併合於該基板 14 上的相當小的區域內的彈簧接點 15。彈簧接點 15 的典型寬度  $w$  為  $40 - 60 \lambda m$ 。所以可按緊密併合方式構成該彈簧接點 15，其間距離  $10 - 20 \lambda m$ 。這可得出相鄰彈簧接點 15 的中心對中心之距離約為  $50 - 80 \lambda m$ ，而這是妥善位於一標準半導體晶片 2 上相鄰諸接點焊墊 3 間的通常中心對中心之距離內。

為測試該彈簧接點 15 在類似於那些焊錫突塊接合內所用之應用上的有效性，現已發展一種按以中心對中心間距  $80 \mu m$  之彈簧接點 15 的測試陣列，即如圖 16 所示。四組彈簧接點 15 陣列 20 構成在底部基板 21 之上。四個對應之鏈結接點焊墊 22 陣列則構成於一頂部基板 23 處。該頂部

## 五、發明說明 (32)

基板 23 以及底部基板 21 會被併合，藉以讓該彈簧接點 15 接觸到其對應之接點焊墊 3。接著會測量跨於各組彈簧接點 15 電子導程間的電阻值  $R$ 。

圖 17 以圖形方式說明在測試裝置裡對於各彈簧接點組對所測得的電阻值  $R$ 。在各個陣列內所測得的電阻值  $R$  通常會由左至右傾斜向上，這是因為相較於在各個陣列內置放在左端的彈簧接點 15，置放在右端的彈簧接點 15 所增加導體長度之故。而各彈簧接點 15 組對所測出的約近 25 - 30 歐姆電阻值，多數是因為延展於該彈簧接點 15 和該接點焊墊 3 間之導體的長度與幾何性所產生。

圖 18 顯示該彈簧接點 15 與其對應之接點焊墊 3 間之連接的總電阻值。即如圖 18 所示，約 1.5 歐姆的電阻是因電接至該接點焊墊 3 和該彈簧接點 15 的導體所產生。約 0.2 歐姆的電阻是因該彈簧接點頂處 30 的外型所產生。至於剩下的電阻，約 0.5 - 0.8 歐姆，則是因為位於該接點焊墊 3 和該彈簧接點頂處 30 間之介面的電阻。

一般說來，該接點焊墊 3 和該彈簧接點頂處 30 之間介面上的電阻會隨著高度  $b$  減少而降低。即如前述，該彈簧接點頂處 30 施展於該接點焊墊 3 上的反應力度  $F_{tip}$ ，會隨著該接點焊墊 3 將該彈簧接點頂處 30 推近於基板 14 而增加。所增加的反應力度  $F_{tip}$  會造成該彈簧接點頂處 30 在該接點焊墊 3 處局部地形變，藉此而增加接觸區域並減少該介面處的電阻。

該彈簧接點頂處 30 的外型可根據應用項目而採取不同

## 五、發明說明 (33)

形狀。圖 19 至 24 顯示一系列六種所測試的不同頂處 30 外型。雖然僅測試其中四款彈簧接點頂處 30 各項，然這些彈簧接點頂處 30 外型無一顯示出顯著地高於任何他款彈簧接點頂處 30 的優越性。

即如前述，由於該彈簧接點 15 的生產僅受限於光刻圖案化設計規則，該彈簧接點 15 可被用來互連於無數種不同型態的裝置。例如，圖 25 - 26 顯示具有諸多構成於基板 14 頂部表面上之彈簧接點 15 的基板 14。構成於晶片 2 底部表面上的諸接點焊墊 3 係電氣連接於該基板 14 上對應的彈簧接點 15。一黏著 24 握住該晶片 2 以相對於該基板 14 保持固定。一防塵蓋或是封罐 25 會蓋住該晶片 2 並且氣密封隔於該基板 14。該防塵蓋 25 可確保濕氣與其他外界物質不會侵入該彈簧接點 15 或接點焊墊 3，或者是與各個彈簧接點 15 和所對應接點焊墊 3 間電氣連接間之介面。

圖 28 顯示另一款用以電氣連接兩者裝置之連接裝置具體實施例。圖中顯示一晶圓 26，具有諸多構成在該晶圓相反側上的彈簧接點 15。在該晶圓 26 相反側上的彈簧接點 15 組對可連通於另者，並且能夠電氣連接位於晶片 2 和基板 14 兩者之上的接點焊墊 3。這項本發明具體實施例可提供能夠處理晶片 2 和基板 14 而又無須冒著損害該彈簧接點 15 的風險。只有在完成晶片 2 和基板 14 上所有的製程之後，該晶圓 26 才被用來互連晶片 2 和基板 14。

圖 27 顯示本發明另一種具體實施例。該彈簧接點 15 係構成於晶片 2 的底部表面上。該彈簧接點 15 會接觸到

## 五、發明說明 (34)

於基板 14 上的對應接點焊墊 3。黏著 24 係握住該晶片 2 以相對於該基板 14 保持固定。

該彈簧接點 15 並不被限制為互連晶片 2 到該基板 14 或是電路板。該彈簧接點 15 可等同適用於互連兩個晶片 2、兩個電路板或是其他電子裝置兩者間。一種該彈簧接點 15 的替代用途即為用於探針卡之內。即如前述，探針卡 7 會被用來暫時性地連接兩項裝置，而這通常是當其一裝置係屬受測時。這種測試作業係常見於半導體產業，其中該探針卡 7 可被用來測試半導體晶片，而同時該晶片仍為某單晶矽晶圓之一部份。

圖 29 顯示一種本發明具體實施例，其中該探針卡 27 具有一個用來替代標準式探針 8 的彈簧接點 15 陣列。該探針卡 27 按與標準式探針卡 7 相同方式運作，除了具有彈簧接點 15 以外。該探針卡 27 係經校準於裝置 10，使得該彈簧接點 15 可相符地接觸到該裝置 10 所對應之接點焊墊 3。接著再由某個電氣連接於該探針卡 27 之測試裝置來測試或通連到該裝置 10。

一種範例性測試裝置可如圖 30 所示。一顯示圖案產生器 40 可與跨置於兩個全寬度探針卡 27 上的驅動晶片 42 相連通。該些探針卡 27 具有彈簧接點 15，而這會接觸到相關而構成於該顯示模板 44 之上的定址線路 43。該些定址線路 43 可與顯示電極(未以圖示)相傳通。因此該顯示圖案產生器 40 可驅動該等顯示電極以產生對應於某測試影像的電位矩陣。感測器模板 45 上的感測器(未以圖示)可對顯示

## 五、發明說明 (35)

電極上的電位矩陣進行偵測，並產生各個對應於該電位的信號。這些信號會被安裝於該感測器模板 45 上的掃描晶片 46 所讀出。測試信號分析器 41 收到來自於掃描晶片 46 的信號，並且形成對應於該等信號之感測出的影像。該測試信號分析器 41 接著比較感測出的影像與藉由該顯示圖案產生器 40 輸出之測試影像，以決定該顯示模板 44 與諸顯示電極運作上是否正常。

由於製作一具有探針 8 的標準式探針卡 7 係屬勞力密集且極為耗時，因此標準式探針卡 7 一般是不會作為接觸該顯示模板 44 上所有的定址線路 43。所以，測試顯示模板 44 必須要逐段進行，因為該等探針卡 7 無法容納定址線路 43 的全部寬度。相對地，以彈簧接點 15 製成的探針卡 27 可簡易製作且價格較廉。同時，具有彈簧接點 15 的探針卡 27 可製作為任何寬度，並因此可同一次地測試某個像是如圖 26 所示之裝置所有的資料或位址線路。

前述用以製作適於探針卡與其他應用之彈簧的技術可加延伸至線圈結構製作。藉由引入某個經設計以產生所欲彈簧高度與曲率之數量的內含應力縱面，即可按此製作出彈簧。同樣地，可藉由在沉積過程中適當地改變成長條件，而將可重製的內建式應力梯度或內含應力縱面設計入某薄膜內，俾以生產線圈結構，即一種彎回於其本身，並產生一環繞且接觸於該基板之迴圈的彈簧。藉由加增某一或諸多導體層，即可製得一適用作為電感器的線圈結構。

許多濺鍍薄膜的內含應力會根據沉積該材質時其週遭

## 五、發明說明 (36)

的壓力而定。藉由改變濺鍍作業過程的壓力，即可讓薄膜在近於該基板 - 薄膜之介面處受到壓迫應力，並於薄膜表面承受到張應力。圖 32 顯示這種夾置於兩個金質層 102、106 之間的應力梯度式薄膜 104。該應力梯度式薄膜可為 NiZr、Mo/Cr、焊錫 - 可潤式 Ni 或其他適當材質。當釋放後該底部金質層 106 可構成線圈的外部表層，並提供作為高頻時電子的高導電路徑。上部的金質層可覆蓋於該表面。金屬堆疊則是沉積於適當的像是 Ti、Si 或 SiN 之釋放層 108 之上。該釋放層應為一種可藉由選擇的乾性或濕性過蝕刻方式而予以快速移除的材質。對於 Si 釋放層來說，可能採用的蝕刻劑包括像是 KOH (濕性製程) 以及 Xe<sub>2</sub>F<sub>2</sub> (乾性製程)。

在圖 33 裡，說明一種具連續諸層 106 和 104 之釋放結構。在相同基板上將迴圈的活動端連接到接點焊墊的挑戰殊為困難，原因在於該迴圈通常具有一個固定的曲率半徑，並因此該活動端會自然而然地回返到起點。在此，可如後文所詳述採取許多技術來解決這個問題。

圖 34 中的掃描電子微型圖顯示出一序列根據本發明所產製之平面離出微型電感繞線。在此，線圈繞線係利用經應力加工而按濺鍍方式予以沉積之薄膜所製作。該薄膜係經光刻圖案化為待於稍後從其底層基板上所釋放之微型彈簧或是彈性構件條帶。當釋放時，該內建應力梯度會使得彈性構件彎曲並構成三維性平面離出迴圈而得形成一電感線圈。即如圖 34 所示之線圈，各個迴圈具有對各個活動端

## 五、發明說明 (37)

適為足夠之螺旋節距以接觸到該陣列的鄰近襯墊。螺旋扭曲方式可提供有用的特性，即該彈性構件的活動端會被從起點水平經度方向(沿軸方向)位移。這可供以構成一含有多重轉折而無須中斷之彈簧金屬的連續性電感器。為當實際應用於某晶片或電路板上時得以保護電感器，這些迴圈可加封閉於模製組合之內。

如圖 34 的特定範例裡，具應力梯度之金屬為  $0.3 \lambda m$  厚度，85 Mo/15 Cr 合金，並按五種依序遞增之壓力所沉積。該薄膜先經圖案化成為  $4 \lambda m$  寬的彈性構件，接著再利用 10:1 緩衝 HF 以移除底層的 PECVD SiN 層而將之釋放。經釋放之彈性構件會構成一直徑  $70 \lambda M$  的圓形迴圈。在用去離子水加以清洗後，將所釋放的彈性構件壓向於平坦表面，而後將基板加熱至  $85^{\circ}C$ 。該壓迫作業可緊握該些彈簧，而同時讓水分逐漸蒸發。這項技術可防止當水分蒸發時液體表面張力將相鄰的彈性構件拉進而糾纏混亂。對於許多種應用來說，構成較大迴圈之較寬及較厚的彈性構件會較符合需要。比起如圖 34 所示者，這些較大線圈會較易於製作，因為僅要求較少的應力梯度。此外，較寬的彈簧會較堅硬，而通常在彈簧釋放的過程中亦比較不易與鄰近組件發生糾纏。

圖 35 說明用於從一系列個別圓形線圈結構來構建出一個多重轉折線圈結構的各項處理步驟。首先，於一釋放框窗上將諸彈性構件 61a - 65a 予以圖案化。各個彈性構件 61a - 65a 係屬較大樣式化結構 61 - 65 的一部分。例如，結

## 五、發明說明 (38)

構 61 包括彈性構件 61a、連接著襯墊 61b 和接點焊墊 61c。為構成一連續性結構，各個迴圈必須按彈性方式連接至下一個鄰接迴圈。在移除掉釋放窗框 66 之後，各個彈性構件 61a - 65a 會回繞於本身。經釋放後，諸彈性構件 61a - 65a 會構成具有如等式(1)所給定之半徑的圓形迴圈。而各個 61a - 65a 的長度係經設計，俾以讓該些彈性構件在經釋放後不致擴展整個迴圈。這些頂端(活動端)係因缺少另側之接觸，即鄰接迴圈的接點焊墊 62c - 65c，而被留置成懸掛狀態。接著這些迴圈會受壓向下朝於該接點並經焊接或電鍍在一起。而其結果之多重轉折線圈結構，其線圈軸 68 會開始於 61a - 61b，然後是連接於接點焊墊 62a 的第一迴圈繞線 61c 等等。

圖 36 與 37 顯示一種用以構成線圈連接的替代方式。在該方式中，一機械式阻障器或停止器 71 會在接點焊墊 62c 的末端被固接於該基板上，俾以接收彈性構件 61c 的頂端。這種方式係利用近乎全長度彈性構件，並輔以機械式阻障器 71。很重要的是，適當地設計該機械式停止器的尺寸並正確地置放該停止器，使得該結構可完全落處於頂端的軌跡內，即如圖 37 所示。否則，在釋放過程中，這些彈性構件或將被纏捕於該停止器的近緣。在圖 37 裡，虛線表示該頂端的軌跡。

圖 38 顯示一直徑  $200 \lambda m$  而具有不同彈性構件長度之線圈的頂端軌跡圖式。該圖中的參數， $i$ ，對應於按  $or/4$  倍數之彈性構件長度，其中該  $r$  為線圈半徑。該圖裡  $x=0$  點

## 五、發明說明 (39)

係釋放窗框的邊緣。有趣的是，可注意到全長度彈簧的頂端，即  $i=8$ ，會於其整個軌跡中停留在釋放邊緣的右側。由於機械性阻障器必須被置於  $x < 0$  處，因此必須要將該彈性構件的長度製作為短於全周長。可能軌跡的範圍也會對機械性阻障器的大小置以限制條件。

除了機械性阻障器以外，另一種用以按切線離於該起點的方式來放置該活動端的方法，包括了改變彈性構件的曲率半徑。如果曲率半徑係沿著該彈性構件的長度而改變，則可構成一概略為圓形的線圈。非均等的曲率半徑可使得該活動端停止在某個離於該起點的點處上。如果曲率半徑係按彈性構件的長度與寬度之函數而變，則可構成出一螺旋線圈。可藉由例如像是均勻橫越於該彈性構件某一或諸多局部的寬度上增加一負載層，來改變該彈性構件的曲率半徑。也可以藉由均勻橫越於該彈性構件某局部的寬度上圖案化出某一或諸多開口或孔洞來改變該曲率半徑。而亦可採用負載層與孔洞(或開口)的某種組合。孔洞與負載層也可如下文所述般適用於產生螺旋繞線。

圖 39 顯示另一種用以按個別環圈繞線來構成多重轉折線圈的方法。在該具體實施例裡，釋放窗框 66 係被定義成具有一相對於各個彈性構件 61c - 64c 之行程長度為傾斜的角度。當該彈性構件被釋放後，諸線圈迴圈側躺接觸於鄰近的接點焊墊。如此迴圈繞線 61c 會接觸到襯墊 62a。也可藉由在諸彈簧中設計一種內建的應力非等方性來引入這種單邊彎曲方式(即如後述)。當彈簧被壓下後，他們的頂端

## 五、發明說明 (40)

會滑移至鄰近的接點焊墊，並構成一連續性線圈。

為充分發揮可用導體路徑的優點，線圈厚度  $h$  應為至少如下式之集膚深度的厚度：

$$h \geq \delta = \sqrt{\frac{\rho}{\pi \mu f}} \quad (4)$$

其中  $\theta$  為線圈導體的阻抗， $\lambda$  為導磁係數，而  $f$  為作業頻率。讓該薄膜厚於集膚深度並不會改善薄膜導電性，因為大多數的電流係受限於該導體表面的集膚深度內。對於所欲之頻率(約為 1 GHz)，理想的薄膜厚度為  $1 \lambda m$  到  $3 \lambda m$  之間，此厚度範圍可相容於目前現有的沉積與圖案處理製程。

如果線圈材質是由一種具有應力梯度之彈性材質所組成，且其厚度為既已預定者，則可利用等式 1 來計算該線圈迴圈半徑。如果另有額外他層，則應力縱面非為線性梯度性，因而需要修改等式 1。對於該彈性構件，彈簧長度  $l$  應被設計約為

$$l = 2 \pi r \quad (5)$$

俾以當釋放後可構成完整的圓形迴圈。接著根據所欲電感值來決定線圈轉折數  $N$ ，該者約為：

$$L = \mu_0 \frac{N \pi r^2}{x} \quad (6)$$

## 五、發明說明 (41)

其中  $x$  為線圈繞線的節距，而  $\lambda_0$  為空氣導磁係數（對於空氣核心式線圈）。等式 6 雖優適於環狀與長型電磁圈 ( $N \cdot x \gg r$ )，不過仍可由教科書中取得對於短型電磁圈更為複雜的表示式。彈簧寬度  $w$  可令以依需要而盡量地寬，以藉由下式來相容可接受的電阻  $R$  值：

$$w = \frac{2\pi r \rho N}{\delta R} \quad (7)$$

等式 6 和 7 指出電感與電阻之間確有取捨關係。寬的彈性構件、少的迴圈數以及短的半徑可產生低電阻，但是也會導致低電感。線圈阻抗和電阻的比例，又稱為線圈品質因數  $Q$ ，是一個用來評鑑耗損如何地影響線圈效能的良好參數：

$$Q = \frac{2\pi f L}{R} \quad (8)$$

這個無維度之參數可決定 LC 共振器之共振峰值的尖銳度、LC 濾波器選擇度、震盪器閃動量以及共振放大器的增益。現在看到等式 6 與 7，可觀察到品質因數會隨著線圈直徑，以及導體寬度對繞線節距之比例值而增加：

$$Q \approx \frac{\pi f \mu_0 w r}{\rho / \delta x} \quad (9)$$

同時，等式 9 內明顯地表示出低 AC 薄片電阻， $\theta / \delta$  的重要性。

表 1 列出數項根據本發明所製成之平面離出式線圈的

## 五、發明說明 (42)

代表性電感值與 Q 因數。在此些估計值中係假定導體電阻係數為  $2.5\mu\Omega - \text{cm}$ 。該等品質因數係按假設電流為均勻薄片，且其薄層厚度等於集膚深度而所概略逼近者。而由於未被納入本計算作業內的鄰近效應之故，真實品質因數或可達低於 2 之因數。在此所列出的 Q 值應和目前利用高縱橫比繞線方式與移除基板之最先進平面內含線圈所得到的 10 到 20 最佳值相以比較，

表 1：典型空氣核心平面離出電感線圈的數值矩陣

線寬[ $\mu\text{m}$ ]	線角[ $\mu\text{m}$ ]	線圈直徑[ $\mu\text{m}$ ]	線圈長度[ $\mu\text{m}$ ]	#轉折	L[nH]	Q@1GHz
4	8	70	76	10	6.4	7.3
4	8	70	796	100	61	7.0
24	30	200	294	10	13	32
24	30	200	2994	100	132	32
54	60	500	594	10	41	90
54	60	500	5994	100	412	90
90	100	1000	990	10	100	180
90	100	1000	9990	100	988	180

除了如圖 35 所示彼此連接個別迴圈繞線的「對角性」釋放窗框以外，許多其他種類的連接也是可行的。一種替代性的具體實施例可如圖 40 所示，其利用到對稱楔性起點。在圖 40 裡，彈性構件 81a - 85a 係經沉積與圖案化於一基板上。各個彈性構件，例如 81a，含有一圖案化接點焊墊排置方式。這種接點焊墊排置方式包括一 U 形部分 81b，而該者包含兩個頂端部分 81c 和 81d。同時也包含支撐用的對稱性元件 81e。該等對稱性支架可平衡在釋放薄膜 81a 內相對之雙軸應力，俾以減少線圈繞線的單邊彎曲情況。將釋放點放得比起所配合之接點焊墊為較低，這也可將該

## 五、發明說明 (43)

彈性構件頂端帶到接點，而不需機械性停止器。這項設計替代方案可提供更佳的接觸效果，代價是略長的繞線節距。當彈性構件 81a - 85a 被釋放時，這些會蜷曲並接觸到襯墊部分 82c - 86c (未以圖示)。

另一種用以構成平面離出的線圈結構之方法係顯示於圖 61 與 61A 之中，其中兩個半線圈係被閉合在半空中。一釋放材質層 330 係被沉積在基板 300 之上(爲了後續的釋放，由不同的釋放材質所構成之兩個不同的釋放層可以被沉積)。接著，一彈性材質層係被沉積在該釋放層 330 的頂端之上。該彈性層係被光刻圖案化成爲一連串的個別彈性構件 310-322。每個個別彈性構件係包含一第一彈性構件(例如，320a-320b)、一用以連接在相鄰的迴圈繞線之接點部分或是橋接(例如，320b-320c)以及一第二彈性構件(例如，320c-320d)。一焊錫層(例如，320e)係選擇性地形成在該第二彈性構件的頂端。

該迴圈繞線是藉由移除在每個第一彈性構件以及每個第二彈性構件之下的釋放窗框而構成的。此可以同時或是依序地完成，藉由使用一種不同於在所有第二彈性構件之下的釋放材質於所有第一彈性構件之下的釋放材質。參考圖 61A，在第一彈性構件 320a-320b 之下的釋放層之釋放係使得該第一彈性構件的一第一活動部分 320a 從該基板 300 被釋放。該第一彈性構件的一第一錨部 320b 係保持固定於該基板。在該第一彈性構件中之內含應力縱面係將該活動部分 320a 推離該基板 300。類似地，在第二彈性構件 318c-

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

## 五、發明說明 (44)

318d 之下的釋放層之釋放係使得一活動部分 318a 從該基板 300 被釋放。在第二彈性構件中之內含應力縱面係將該活動部分 318a 推離該基板 300。一第二錨部 318c 係保持固定於該基板 300。衝壓並且加熱係使得焊錫 318e 再熱流並且連結活動端 320a 至活動端 318a。

或者是，同時也較佳的是，該等活動部分(不含焊錫)可以藉由無電極電鍍連接在一起。浸入電鍍槽以及在可接達的金屬表面上沉積金屬兩者均加厚所有的金屬線並且產生橋接在鄰近的表面之間(例如接點部分 320b-320c)。

個別的半環圈係顯示於圖 61 中為具有大致相同的長度。然而，該等長度可以被改變以助於線圈構成的製程。例如，該等第一彈性構件可以被作成比第二彈性構件短，以確保第二彈性構件重疊到第一彈性構件。

如圖 35、36、39 和 40 的多重轉折線圈設計可提供線性的線圈排置方式，即其線圈軸係屬直線。這些設計各個也可按圓形擺置所佈設以構成一微型環狀，即線圈軸為圓形者。一微型彈簧環可如圖 41 所示，其中略示出該線圈軸 91 與各個線圈轉折 92。環狀物極具吸引力，這是因為彼等可緊密地將磁場限制於繞線之內，按此而得讓多重線圈緊緻包封而無須相互耦接。而少了雜散磁場則更可減少耗損性基板渦旋電流。

不同於平面內含線圈的是，可沿著電感器的任意位置處簡易地接取到平面離出式線圈的個別繞線。因此，確有可能藉由在適當位置處分接該等繞線，而從某單一線圈獲

## 五、發明說明 (65)

得到不同的電感值。當併合以電晶體開關時，這些分接點就可被用來製作適合於可諧調式濾波器及共振器的可變式電感器。圖 42 顯示出可如何地藉由在接點焊墊 61a 處增附分接點 93、在接點焊墊 62a 處增附分接點 94 以及在接點焊墊 65a 處增附分接點 95，而來修改圖 41 內的線圈。注意到分接點是根據  $N$ ，即接點之間的繞線數而定。在分接點 93 與 94 之間， $N=1$ ，而在分接點 94 與 95 之間， $N=4$ 。

除了作為电感器的應用以外，平面離出式線圈可被用來作為變壓器。微型變壓器在像是混合器、雙諧調濾波器與 RF 信號變壓器等電子元件係屬關鍵。平面離出式線圈與各種微型變壓器架構相容。圖 43 即說明一種具空氣核心而按環型變壓器之形式的具體實施例，該者包括具輸入/輸出 122 之主繞線 124，和具輸入/輸出 120 之次繞線 126。兩個耦接線圈之間的電壓關係，是由主次繞線之間的轉折數比例所決定。箭頭對 120 與 122 表示進入和離出這兩個繞線 124 與 126 的電流路徑。

圖 44 顯示一種空氣核心變壓器的替代性設計，其上具有間繞之主級 124 和次級 126 繞線。該次繞線 126 內的多重指出的箭頭 127 指出線圈分接的可能性來獲得可變式變壓器比例。該插設方式顯示了用以實作出變壓器架構所必要的微型彈簧擺置。很自然地，線圈分接點也會相容於如圖 43 的裝置。

鐵磁核心對於許多線圈應用項目也是極具吸引力，這是因為可增加電感並且能夠將磁場導向與限制於良好定義

## 五、發明說明 (46)

之範圍內的能力。不過，對於高頻 GHz 應用來說，任何所用的鐵磁核心材質必須要為電氣絕緣。否則會造成導致低 Q 值的過度耗損。

微型線圈在被從基板釋放之後可被嵌入於含有鐵氧體粒子的環氧基樹脂矩陣內。這會在微型線圈內及周圍產生一鐵氧體核心，可增加核心電感。而將電磁圈磁場予以限制也是一種選擇方法。電磁圈外部的場線則不會再行散離，因為線圈周圍的鐵氧體會包封住磁場的路徑。

諸線圈間係按各個線圈利用鐵磁材質島而彼此磁性隔離。因而會將線圈繞線深置在由將旋鍍式 BCB 或是另一厚薄膜予以圖案化後所製得的凹室之內。在釋放彈性構件之後，該凹室內會被適當大小且充斥於絕緣樹脂矩陣之內的鐵磁粒子所填滿。

另外一種方法是，利用可依照相容於微型製程之方式所經沉積且圖案化的鐵磁金屬核心。不過，由於這些核心係屬導體性，彼等應用係受限於較低頻率者。圖 52 為這種採用電鍍式透磁合金 (NiFe) 核心之裝置。在該具體實施例裡，一  $\text{SiN}_x$  202 係經沉積於基板 200 上，隨後為彈性構件 204。一層厚薄膜 206，如 SU-8 光阻層，會首先被圖案化以定義出一用以電鍍該核心材質之窗框。該 NiFe 核心 208 會被電鍍於某個薄型而真空沉積之種源層上，該者又係臥置於一絕緣介電層 210 上。然後將 SU-8 層 206 移除，再釋放彈性構件 204 以構成圍繞於該核心的諸多迴圈。可如圖 52 所示，藉由疊層該核心 208 的方式而將線圈損耗降低至

## 五、發明說明 (47)

某一程度。

圖 45 與 46 並非按照真實的比例與縱橫比所繪示。特別是，必須要將該核心 208 設計為該者確可符合於圖 38 中所論述之諸多限制條件。相較於可用的線圈剖面區域，該限制條件會讓核心佔據得比較少。不過，對於典型約為 1000 的核心相對導磁係數，即使是 10% 的填充因數也會使得空氣核心裝置的電感增加約 100 倍。

亦可在釋放彈性構件 220 之前，藉由實體地接附一預鑄核心 206，而於基板 200 上構成出一金屬或陶瓷性鐵磁核心，即如圖 47 所示。可利用晶片業界所常用的自動挑取和安裝設備來擺置。該預鑄核心的大小自然地亦需相符於如圖 38 所討論的相同限制條件。

圖 47 說明如何利用前述諸法來製作鐵磁核心微型變壓器。圖 47a 顯示該彈性構件 220 於釋放前的排置方式。在 BCB 凹室裡放有兩組彼此相朝而屬主級與次級繞線的金屬線路。於釋放該彈性構件 220 之後，該凹室會被填滿鐵磁性樹脂。如圖 47b 即說明經釋放之彈性構件。圖 47b 內的迴圈 224 可表耦接於該等主級與次級線圈的磁性路徑之軌跡。該凹室係經設計具有於各線圈中處之下延展朝向線圈軸的特性。這些特性意味著可阻隔雜散磁場，並得改進所欲之主級與次級繞線間的耦接效果。雖然如圖 47 內之變壓器的估計耦接方式僅為 66%，不過假使是採用了光性可定義之填充材質，則確可獲得顯著的改善結果。

可根據如圖 45 和 46 所述方法來製作另一種鐵磁核心

## 五、發明說明 (48)

微型變壓器。在該具體實施例裡，圖 51 和 52 的核心是按照可磁性耦接一組兩個或更多線圈繞線之迴圈的方式而製作。為降低核心飽和的可能性，可置以小型的空氣間隔以打斷該核心迴圈。

前述之線圈結構具有圓形迴圈繞線。亦可利用具有螺旋扭曲的線圈來製作這種線圈結構。

既已觀察到在某些釋放結構內可發展出螺旋扭曲性。該扭曲性係源自於應力非等方性。尤其是，在平面式的沉積系統裡，薄膜中的應力放射狀與切線性成分會以不同速率而改變，產生不同程度的應力結果。該應力非等方性會引起放射 - 切線剪力。在濺鍍系統裡的壓力會於沉積的過程中變化而產生應力梯度，然而由於該應力為非等方性，故也會發展出剪力梯度。這點會對彈簧施加一個力矩，給定出一有限的螺旋節距。該螺旋節距會使得既經釋放之彈簧的頂端移離於其彈簧軸。

現亦已觀察到較寬的指狀結構會比起同厚度的窄型指狀結構易於提昇較多。彈簧一次僅朝一個方向扭曲，並因而無法按某一方向完全釋放應力。由於平面扭緊狀況存在於較寬彈簧靠近水平經度中心線處，因此內含水平經度應力會完全放鬆，而同時橫向應力卻只能在靠近邊緣處放鬆。

圖 48 說明如何因變動彈簧指向而造成不同的螺旋節距。這些彈簧係由平面濺鍍系統內所沉積的金屬所製成。真空系統內的晶圓平面運動會造成按該晶圓之放射及切線方

## 五、發明說明 (49)

向而抵達的線束其幾何性的差異。這會使得該晶圓放射及切線方向上的應力變為不相等。圖中繪列兩個迴圈，左方者 130 係朝指於沿該主應力方向，並因此該螺旋彎曲實為零值。在圖 48 中的右方彈簧 132 係相對於該主軸方向朝指 45 度，並因而具有極大的螺旋節距，約為迴圈直徑之數階。因此，取具有已知之應力非等方性的金屬薄膜，即本例中約 8.6%，並按相對於該主軸方向之所欲角度將該彈簧指向，即可完全控制該節距。

發明者 David Fork 的共同申請中之申請案 D/A0505 (IP/A00002)，該案係於與本申請案同日申請，並被引用而併入本案以為參考，即揭示諸款用以濺鍍具受控應力非等方性之薄膜的製作方法。底下將討論其他用以於迴圈繞線內產生螺旋扭曲的方法。

圖 49 說明如何於一基板上組態設定出利用單一螺旋轉折 142 的多重轉折線圈 140。該線圈的各個轉折會具有足夠的螺旋節距，俾以讓迴圈的活動端行躍至一鄰接於該迴圈 142 的接點焊墊 144。會產生與該墊之機械性接觸的活動端亦可作出電器接觸。而可藉由例如像是將該迴圈的活動端焊接於該墊 143 的方式，來改善強固的電子與機械接觸。如圖 49 內的說明顯示出該迴圈的活動端與鄰接迴圈基處之間的行躍方式。此項僅屬簡示，且對於真實裝置非屬必要者。對於具有較密繞線之線圈其效能較佳，因此盡可能地緊密堆集線圈將會較為有利。

圖 50 顯示一種多重轉折線圈 150。對於這種線圈，該

## 五、發明說明 (50)

彈簧金屬係經圖案化而成爲一個夠長以擴展整個線圈的條帶。該圖示說明 4 個轉折。主要說來，轉折數係受限於基板長度，因爲彈簧長度是按轉折數與環圈周長的乘積所給定。如果從單一個多重轉折線圈來製作出某單一電感器非屬實用者，則可利用如圖 34 所示之焊墊接點來接連諸多重轉折區段，以製得一完整裝置。

一種如圖 50 之多重轉折迴圈區段的可能性，是用以產生更爲密集纏繞之線圈。對於由單一轉折迴圈所製得之線圈，關於擺置的考量會對隔置以爲至少略大於該迴圈裡彈簧金屬寬度的迴圈予以限制。然多重轉折迴圈並不會具有這項限制，因爲彈簧在橫向線圈方向上具有較長長度，以容納該些多重轉折。長型的金屬條帶可按較其寬度爲小的螺旋節距而捲曲，並且活動端可透過螺旋節距累積性移位、或藉由一從彈簧活動端延展到該襯墊之分接點而重疊於一接點焊墊。爲避免該多重轉折迴圈之重疊性轉折的短路情況，某一表面，最好是該彈簧金屬的頂層表面，會被一絕緣間隔層所覆蓋或爲部分地覆蓋。這項技術或將對於半徑與節距方面要求較爲緊密之控制，因爲活動端配置上的誤差會按逐轉折而所累積。

可採取其他方法來相對於該起點將該彈性構件的活動端予以移代。改變線圈的曲率半徑會在橫向方向上移位該活動端。該曲率半徑係根據該彈性構件的內含應力縱面量值以及該彈性構件的機械性質而定。爲獲取所欲之扭曲，可在某第一部分按一內含應力縱面值，而在其剩餘部分

## 五、發明說明 (51)

按另第二內含應力縱面值來構成某彈性構件。另一種方法則是藉由例如像是於該彈性構件某側上沉積一負載層來放入非等方性性質。當釋放該彈性構件之後，結果線圈會擁有兩個節段，各個具有不同的曲率半徑。兩種不同曲率半徑的效應是這會迫使該彈性構件出現扭曲。

雖可採用具有兩種不同曲率半徑的線圈節段來將該頂端的著陸點從該彈性構件起點移位，然較適之組態仍屬具有三個具有不同曲率半徑的節段之線圈。圖 51 顯示一概略為 0.5 mm 直徑迴圈之圖示，其中該彈性構件係經設計以切接於某個約位於該彈性構件起點後 150 微米位置之點處。該線圈的上半部是由一比起下半部為大的半徑所組成。這會具有將該活動端相對於該起點而向後移位的效應。其次，藉由讓該彈簧的底部(第一和第四)各部分(第一和第三區段)具有比起上部區段而言為較小的半徑，該彈簧的活動端可切線地接觸到基板。切接方式或得較為有利，因可增加接觸區域，而藉以減少接觸電阻。切接方式也可降低置放錯誤的敏感度。注意第一和第三區段的半徑係屬等同，因無須產生超過兩個的不同半徑；如此可簡化製程。

另一種改變曲率半徑的方法是藉由併合一負載層於該彈性構件的內部表面或者是於外部表面(或兩者)。該負載層為一經圖案化於該彈性構件上之額外薄層，俾以施加應力來增加或減少彎曲半徑。對於某負載束之彎曲半徑  $R$  可表示為如下：

$$R = \frac{Y_0^2 h^4 + 2Y_0 Y_1 h t (2h^2 + 3ht + 2t^2) + Y_1^2 t^4}{\Delta \sigma h^2 (h Y_0 + t Y_1) + 6(\sigma_1 Y_0 - \sigma_0 Y_1) h t (t + h)} \quad (10)$$

## 五、發明說明 (52)

其中  $Y_0$  為該彈簧模數， $Y_1$  為負載層模數， $h$  為彈簧厚度， $t$  為負載層厚度， $\Delta \rho$  為彈簧內含應力變異數， $\rho_0$  為該彈性構件之淨內含應力，而  $\rho_1$  則為負載層內含應力。

在如圖 51 的範例中，這第一和第二區段的兩個半徑會被按如下參數所產生：

彈性構件	鎳合金
構件應力梯度	1 GPa
構件淨應力	0 GPa
構件厚度	970 nm
負載金屬	金質
負載應力	0 GPa
負載厚度	180 nm

該負載層係經圖案化以藏駐於僅該彈性構件之中間區段內。注意該等式 10 假設純粹是彈性行為，並且可為近似者。金質可藉彈性流動而舒緩其部分的應力。這可稍微修改所要求的厚度。亦可按其他具有較高屈服點的材質來替代金質而作為該負載材質。

圖 52 顯示一藉由併合一負載層而為切線移位所產製之線圈。該圖 52 的結構可根據下述製程而製作。首先，一個 100 nm 厚的鈦釋放層 301 被沉積於某基板上(未以圖示)。接著，沉積一外部線圈導體層 302 (本項最好是金質，不過也可為任何其他適當導體)。然後，將彈性構件材質 303，該者可為 NiZr，沉積於該導體層 302 上。一負載層 304，該者最好為一金質的金屬層，再接著沉積在該彈性構件上

## 五、發明說明 ( 53 )

。接下來，再以光阻遮蔽該些焊接墊的位置，之後將焊錫電鍍到焊接墊區域上。然後，將該焊接墊遮罩剝除，並且以光阻遮蔽該負載層。這可提供負載層的定位。接下來以碘化鉀來蝕刻該負載層，再將該負載層遮罩剝除。下一步是以光阻來遮蔽該彈性構件。然後以硝酸來蝕刻該彈性構件 303 俾構成出未經釋放之線圈。接著以碘化鉀來蝕刻該線圈導體層 302。為清除諸彈性構件，該釋放層 301 最好是以氟質電漿進行乾式蝕刻方式為宜。然後剝除彈性構件遮罩，並以光阻來遮蔽該釋放窗框。可利用氫氟酸透過該釋放窗框來移除該釋放層。如有需要，可剝除該釋放窗框遮罩。當該釋放層被移除之後，該線圈導體層 302 的內含應力縱面會使得彈性構件蜷曲於其本身。該負載層 304 會引生切線移位，而這會使得接觸於該接點焊墊。將助熔劑施加於該等焊錫接點處，該焊錫會再熱流。最好將某樹脂施加於結果線圈上並為圈曲為佳。最後另予切割該晶圓。

如圖 52 內的結果線圈結構說明了確有可能僅以兩個區段來產生一種有用的線圈封閉結構。圖 53 列示出一款完整橫向連結之單一轉折迴圈的上視圖。

可藉由在該彈性構件某區段上按非對稱方式放置一負載層，或是在釋放前按非對稱方式將某一或更多開口引入於該彈性構件內來改變該線圈區段的曲率半徑。現既已觀察到該彈簧彎曲的一種尺寸效應，而會出現該效應的原因是彈簧邊緣能夠舒緩掉某部分的內含應力。相比於寬型彈簧，較窄的彈簧可在邊緣處放鬆較多的整體應力。現已對

## 五、發明說明 (54)

於變動寬度或是槽型的彈簧提出一項理論。基本上，有效的彈簧雙軸模數可變動於  $Y/(1-\mu)$  與  $Y/(1-\mu^2)$  所定義的限制之間，其中  $Y$  和  $\mu$  分別表示楊氏模數和帕松(Poisson)比值。對於典型  $\mu$  值，可藉由槽接彈簧，或改變其寬度，的方式來改變該半徑約 30%。可藉由放置諸孔洞(如圖 54a 內所示之彈性構件 160 的開口 162)，而不是槽溝(如圖 54b 內所示之彈性構件 170 的開口 172)，於該彈性構件內來產生一種類似的效應；這會產生二維性的應力舒緩結果。可經由穿透該彈性構件的上部區段來利用這種效應，藉以使其彎曲為較大的半徑。就以實用性而言，最好是將該彈性構件槽置於上部區段裡依需要盡可能少的條帶內，以便將電導性最大化。

穿孔的優點在於這可無須再對某一額外的薄層，如負載層，另予個別地沉積、遮蔽與圖案化處理。因而製程成本可較為低廉。其進一步優點則是這可減輕對於控制負載層材質性質的需要，從而簡化製程並提高產出。可藉由以一厚度為 1.75 微米並具 2.8GPa 內含應力縱面之 MoCr 彈簧來槽接該中間區段的方式，產生如圖 51 所示之範例彈簧。

穿孔作業的進一步應用係為產生一受控螺旋節距，但非如前述般發展於內含應力非等方性裡，而是藉槽接該彈性構件以產生一淨力矩的方式。按該彈性構件區段長度所延伸並移位到某側之接槽 172，會造成該區段兩側彎曲為不同的半徑。這會將該區段拉捲為一螺旋型。其他的非對稱性組態亦得具有應用品項，像是對角接槽或諸負載層、

## 五、發明說明 (55)

或離心孔洞或諸負載層。該可變式半徑線圈也得藉由放鬆如圖 38 的限制條件而對 NiFe 核心提供較高的填充因數。

製作有用線圈的重要挑戰是要讓該線圈的電阻為低值(高 Q 因數)。如前所述的微型線圈之一特點在於，可藉由調整彈簧寬度、外部導體電阻係數和外部導體厚度來產生高 Q 電感器。由於集膚效應會將電流限制於該線圈的外部表面上，因此這些因數會主導該電感迴圈的高頻電阻。

也可藉由將該迴圈的活動端連接回返到基板上具低電阻性的某接點焊墊來限制該迴圈閉封電阻。要在接點焊墊處獲取低電阻會需要含有高導電性材質的良好金屬介面。後文中將說明一種可達成具有低接觸電阻的金屬介面之結構與製造具體實施例。前文裡既已說明一種併合有再熱流以封閉該迴圈之焊錫墊的線圈結構，同時亦可作出具有低接觸電阻的良好金屬介面。另者，該活動端可藉由電鍍，無電極或是電鍍者，而被連接到該接點焊墊。在該法中，可藉由釋放彈性構件來構成迴圈。該活動端會變為機械性接觸、或是鄰近於該電感基板上的某接點焊墊。接著，電鍍係施加導電材料在活動端與接點焊墊之周圍，從而構成彼等之間的連續性連接。在本具體實施例中，材質的施加並不需要被限制為僅該活動端和墊區域。該些電鍍材質最好是具有高導電性並被電鍍於整個迴圈上，藉此降低線圈的電阻，從而有利地提高品質因數。

本發明方法可提供製程的延擴性。這些處理流程僅係示範性，而他種變化亦為可行。例如，前文中按圖 52 所描

## 五、發明說明 (56)

述之某些方法步驟可加以合併或予以刪除。用以封閉該迴圈的焊錫諸層也可作為該彈簧釋放步驟中的釋放窗框。

前述技術亦適用於製作新款的高 Q 值可變電容。這些可變電容利用如前述的相同微型彈簧技術、具有必要之電容值，並且可被整合於晶片上。一種根據微型彈簧的可變電容結構，可供得以利用相同的製程技術來製作缺少晶片上 RF 的被動元件，即電感器和可變電容這兩者。這些微型彈簧可變電容具有額外的益處，即要求相比於平行模板 MEMS 電容而為較低的偏壓。利用彈簧來作為某光刻圖案化電容器的第二電極，並且改變固定模板與該彈簧之間的電壓，即可改變該結構之電容。

圖 55 為採用微型彈簧技術的可變電容之剖視圖。一金屬層 153(金屬 0)係首先沉積於基板(未以圖示)上並經圖案化為所欲之形狀。接著，一介電材質層 156 沉積於該金屬層 153 上並予以圖案化。在該介電材質層 156 上，沉積一釋放層 152。然後將金屬層 151 (金屬 1)沉積於該釋放層 152 上。該金屬層 151 為一具有內建之內含應力縱面的彈性材質。該内含應力縱面係按如前文中對於微型彈簧所述之相同方式而建構於該層內。該金屬層 151 係經圖案化為所欲彈簧形狀。當該釋放層 152 既已圖案化並為部分移除後，該金屬層 151 內的内含應力縱面會將該金屬層 151 的活動端偏移離於覆蓋著該金屬層的介電層 156。如果對該釋放層 152 採用了某絕緣材質，則該介電層 156 即為非屬必要。

## 五、發明說明 (57)

可藉由一長度為  $L_1$  的懸浮切除下部的節段來定義電容值，該者平行於某固定部分且長度為  $L_0$  者。如果施加一 DC 偏壓於薄層 153 與薄層 151 之間，則靜電力會使得該懸浮部分彎曲向下並增加 AC 電容。

圖 56 以彈簧升起  $d$  的函數，並按某特定範例  $L_0=25 \mu\text{m}$ 、 $L_1=100 \mu\text{m}$ 、 $d_0=0.5 \mu\text{m}$ ，電容寬度  $=500 \mu\text{m}$  以及  $r=500 \mu\text{m}$  而繪出該電容值。在一 VCO 電路裡，該彈簧曲率半徑  $r$  可經設計使其等同於相隨電感器的迴圈半徑。這樣，即可按相同步驟來製作電感器與可變電容兩者。

圖 56 說明當頂端偵測被偏離從  $10 \mu\text{m}$  到  $7 \mu\text{m}$  時，該可變電容電容值從  $2\text{pF}$  變為  $2.2\text{pF}$ 。這個 10% 的諧調範圍對應於一項遠低於  $2/3$  初始昇起的偏斜，因此不會有雙穩態作業，即彈簧會突然向下驟降的危險。所需要用以讓該懸桁偏斜  $3 \lambda M$  的估計電壓僅約為  $10\text{V}$ 。這個低電壓是因為彎曲的電極縱面之故，該者通常比起傳統式的啟動器要求較低的驅動電壓。而對於較大的偏斜者，可考慮將該彈簧頂端尖細化藉以減緩出現雙穩態行為。或另者，可於傳統彈簧下製作尖化之電極(如圖 55 內的薄層 151)。

根據上述方法所製作之可變電容可對震動方面展現出極佳的免疫能力。彎化的電極縱面可讓懸桁作得比起在平行模板裝置裡更為堅硬，而產生對於慣性力具有低敏感度的裝置。在加速情況下，慣力對靜電力的比僅為  $10^5$  數量級。

一可變電容陣列可被排置成單一裝置以產生較大的電

## 五、發明說明 (58)

容。圖 57 說明一種較大型的可變電容範例。現參考圖 57，與圖 58 細部圖，於一基板 269 上沉積有一大型底部導體層 268。接點 266 可提供該底部電極的接點，而該者可為併合電氣連接的多重電極或是某單一底部導電層。一介電層 267 係經沈積於該導體 269 之上，隨後為一釋放層 270。在該釋放層 270 上係沈積有第二導體層 261，該者經圖案化為諸多平行「彈簧」橫列 261 組態，各者藉由一匯流排連接器 263 所電氣連接。該些微型彈簧 261 的高度能夠決定電容值，並可於彈簧接點 264 與底部電極接點 266 之間施用一電壓而予以控制。在某些具體實施例裡，如果該釋放層 270 是由電氣絕緣材質所構成，則該釋放層的保持低於該第一導體層 261 的部分可作為一介電層。這可消除另加沉積個別介電層的需要。不過在多數的應用裡，最好還是讓該介電層 267 完全延伸於該第一和第二導體層之間以防止短路。

本發明方法可簡易地適用於要求一 LC 電路或是可諧調式 LC 電路的晶片上電路應用。現參考圖 59 與 60，此為一種可諧調式 LC 電路。該微型線圈 270 連接著一個可諧調式電容 272，而這是由模板 284 (A) 以及 282 (B)，並具共用介電層 286 (D) 所構成的。於該模板 284 (A) 與 282 (B) 間施加一 DC 偏壓可控制電容值。一個由模板 280 (C) 以及 282 (B) 所構成的 DC 阻斷電容器可防止微型線圈不致短路偏壓源。注意該微型線圈 270 是如何地於點處 290 接附到該 DC 阻斷電容器。最好是利用與用於該微型線圈 270 相同的

## 五、發明說明 (59)

金屬，來實作該電容器頂端模板 284 (A)與 280 (C)。底部模板 282(B) 是由額外的金屬層所製作。

可按經濟實惠方式完成處理製程。首先該底部導體層 286 (D)係沉積於該基板上並予以蝕刻。接著沉積該介電層 286，之後為一單一釋放層(未以圖示)，這會覆蓋電容器 BC 和微型線圈 270 兩者的區域。再予以沉積一金屬層 C。之後再將由彈性材質為電容層 A 和微型線圈 270 所構成的金屬層加以沉積和塑型。當該釋放層既已切除下部後，即可構成該微型線圈與可變模板 A。微型線圈的活動端係經利用前述諸法中某者而接附。

範例：具有諧調範圍  $500 \mu\text{m}$  乘  $550 \mu\text{m}$  的可變電容器 AB， $500 \text{ nm}$   $\text{Si}_3\text{N}_4$  介電物質 ( $\epsilon_r=8$ ) = 3.5 到 22.7 pF，具有最小覆蓋 =  $500 \mu\text{m}$  乘  $50 \mu\text{m}$ ，驟降限制之最大覆蓋 =  $500 \mu\text{m}$  乘  $320 \mu\text{m}$ 。在此點，該模板 A 的頂端落下 66%。阻斷電容器 DC 為  $400 \mu\text{m}$  乘  $1.6\text{mm}$ ， $500 \text{ nm}$   $\text{Si}_3\text{N}_4$  介電層 ( $\epsilon_r=8$ ) = 91 pF。兩者電容器串接時的諧調範圍 = 3.37 到 18.2 pF。該微型電磁圈 270 具有一  $1\text{mm}$  直徑，5 個繞線， $500 \mu\text{m}$  長 = 26 nH。因此該 LC 共振頻率的諧調範圍 = 538 到 232 MHz。

本發明可提供一種新式高 Q 值而可被整合於矽質 IC 內的微型電感器。不同於多數的前述微型線圈，這些微型線圈可提供平面離出架構的功能，其中線圈軸係平行於該晶圓表面所置放。該平面離出線圈係針對有關平面內含電感器之電感基板渦旋電流的問題。本發明也提供一種簡易的方法來克服因集膚效應所增加的電阻而無須訴諸於高縱

## 五、發明說明(60)

橫比處理方法。本項設計亦相容於多種相關具體實施例，像是線圈分接和變壓器。本發明可提供一種在整合式 RF 電路設計裡主要缺少的元件。

現已說明一種新款而可被整合於矽質 IC 內的高 Q 值微型彈簧可變電容器與平面離出電感器。當併同諸電感時，這些可變電容可被實作為超外差式電路內整個 VCO 的晶片上整合。本發明雖係按該些特定具體實施例所描述，然這些特定具體實施例僅為示範性，而不應被詮釋為限制本發明範圍。對於熟諳本項技藝之人士而言確可得為各種其他修飾與變化方式，而仍無虞悖離本發明精神或範圍。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱： )

光刻-圖案化之平面離出的線圈結構及其製造方法

一種可用於高 Q 值電感器與變壓器之晶片上整合的平面離出微型結構，可按平行於基板平面的方向來置放磁場，而無須高縱橫比例處理方法。該光刻圖案化結構裡包括具有內含應力縱面的彈性材質。該內含應力縱面會將該活動部分偏移離於該基板，構成一迴圈繞線。一錨部仍固定於該基板處。該活動部分會成爲一第二錨部，該者可經由焊燒或電鍍而連接至該基板。可透過個別的錨部而接連一序列的個別線圈結構，俾以構成電感器與變壓器。

英文發明摘要 (發明之名稱：PHOTOLITHOGRAPHICALLY-PATTERNED OUT-OF-PLANE COIL STRUCTURES AND METHOD OF MAKING )

An out-of-plane micro-structure which can be used for on-chip integration of high-Q inductors and transformers places the magnetic field direction parallel to the substrate plane without requiring high aspect ratio processing. The photolithographically patterned coil structure includes an elastic member having an intrinsic stress profile. The intrinsic stress profile biases a free portion away from the substrate forming a loop winding. An anchor portion remains fixed to the substrate. The free portion end becomes a second anchor portion which may be connected to the substrate via soldering or plating. Alternately, the loop winding can be formed of two elastic members in which the free ends are joined in mid-air. A series of individual coil structures can be joined via their anchor portions to form inductors and transformers.

## 六、申請專利範圍

1.一種用以構成平面離出線圈結構的方法，其係包括：

於一基板上沉積一層彈性材質，該彈性材質具有內含應力縱面；

光刻圖案化該彈性材質層而為一第一彈性構件以及一第二彈性構件；

蝕刻在每個該第一彈性構件以及第二彈性構件下方的基板部分，以從該基板處釋放出該第一彈性構件的第一活動部分，該第一彈性構件的第一錨部係維持固定於該基板，並且從該基板處釋放出該第二彈性構件的第二活動部分，該第二彈性構件的第二錨部係維持固定於該基板；

其中在該第一彈性構件內的內含應力縱面係將該第一活動部分偏移離於該基板，並且其中在該第二彈性構件內的內含應力縱面係將該第二活動部分偏移離於該基板；並且

連接該第一活動部分以及該第二活動部分來構成一迴圈繞線。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其更包括該彈性構件係由導電材質所製成。

3.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該沉積一彈性層的步驟中更包括沉積出至少一個導電材質層，並且沉積一個具有內含應力縱面的彈性材質層。

4.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第一彈性構件具有一個短於該第二彈性構件的長度。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 六、申請專利範圍

5.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中光刻圖案化的步驟係包括光刻圖案化該彈性材質層成爲複數對第一彈性構件以及第二彈性構件，並且更包括對於每一對第一彈性構件以及第二彈性構件執行後續的步驟；並且

電氣連接一對的第一錨部至一相鄰對的第二錨部。

6.一種平面離出線圈結構，其係包含：

一基板；

一彈性構件，其係包括一第一錨部、一迴圈繞線與一第二錨部，該第一錨部以及第二錨部係固定於該基板；

其中該彈性構件更包括一個包含一第一錨部與一第一活動部分的第一彈性構件以及一個包含一第二錨部與一第二活動部分的第二彈性構件；

其中該第一活動部分以及第二活動部分係最初固定於該基板，不過會被從基板上釋放以成爲分離於該基板，並且其中該第一彈性構件的內含應力縱面係偏移該第一活動部分而朝離於該基板，並且其中該第二彈性構件的內含應力縱面係偏移該第二活動部分而朝離於該基板；並且

其中該第一活動部分以及第二活動部分係被連接在一起，以構成該迴圈繞線。

7.如申請專利範圍第 6 項之線圈結構，其中該彈性構件係由一種導電材質所構成。

8.如申請專利範圍第 6 項之線圈結構，其更包括一構成於該迴圈繞線內部表面與外部表面至少其中一者的一部分之上的導電層。

## 六、申請專利範圍

9.如申請專利範圍第 6 項之線圈結構，其中該第二錨部係切線偏離於該第一錨部。

10.如申請專利範圍第 6 項之線圈結構，其更包括一同軸置放於該迴圈繞線內之鐵磁核心。

11.如申請專利範圍第 6 項之線圈結構，其中該彈性構件係包括複數個彈性構件，各個彈性構件係包含一第一錨部、一迴圈繞線與一第二錨部，該第一錨部以及該第二錨部係固定於該基板；其中該彈性構件更包括一個包含一第一錨部與一第一活動部分的第一彈性構件以及一個包含一第二錨部與一第二活動部分的第二彈性構件；其中該第一活動部分以及第二活動部分係最初固定於該基板，不過會被從基板上釋放以成為分離於該基板，並且其中該第一彈性構件的內含應力縱面係偏移該第一活動部分而朝離於該基板，並且其中該第二彈性構件的內含應力縱面係偏移該第二活動部分而朝離於該基板；並且其中該第一活動部分以及第二活動部分係被連接在一起，以構成該迴圈繞線；

其中該等彈性構件的迴圈繞線係彼此相鄰地軸向置放，並且該複數個彈性構件中之第一錨部係連接至該複數個彈性構件中之相鄰的一個彈性構件之第二錨部。

12.如申請專利範圍第 11 項之線圈結構，其更包括一同軸置放於該迴圈繞線內之鐵磁核心。

13.如申請專利範圍第 11 項之線圈結構，其中該複數個彈性構件係對齊於一條實質平行於基板的軸。

14.如申請專利範圍第 13 項之線圈結構，其中該軸係

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 六、申請專利範圍

為一條直線。

15.如申請專利範圍第 13 項之線圈結構，其中該軸係為環狀，其係構成一種環形的線圈結構。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

90111803

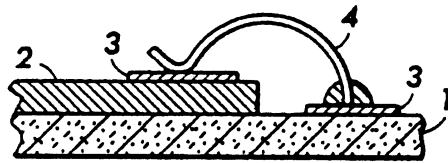


圖 1

先前技藝

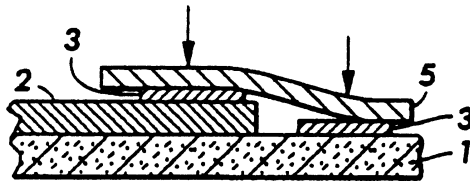


圖 2

先前技藝

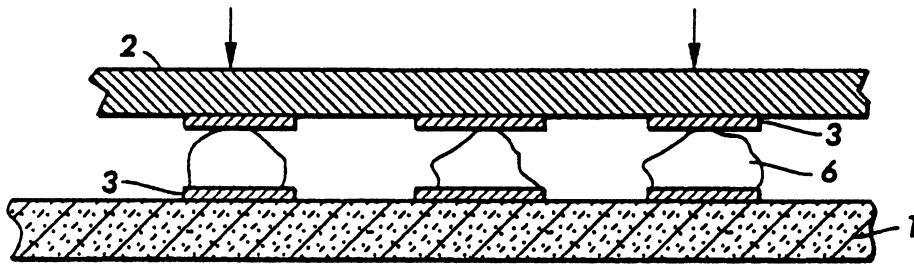


圖 3

先前技藝

L

圖 4A

先前技藝

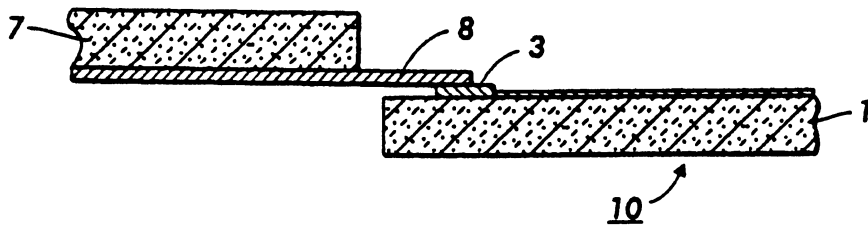
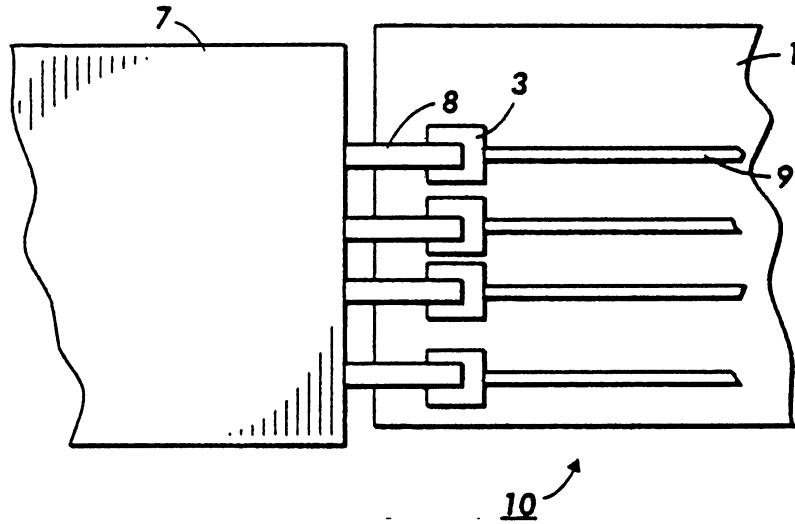


圖 4B

先前技藝

圖 5  
先前技藝

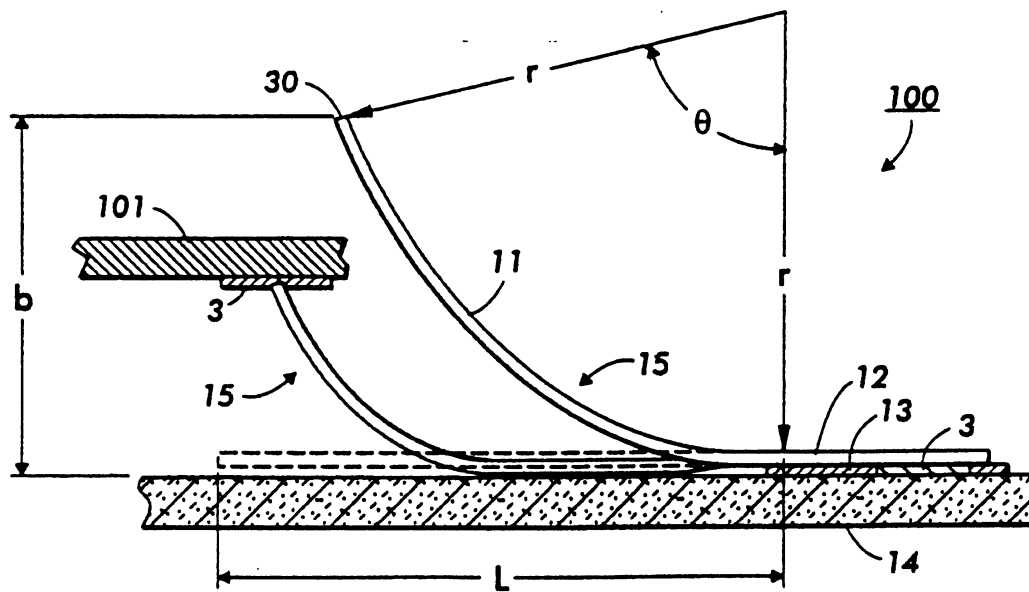
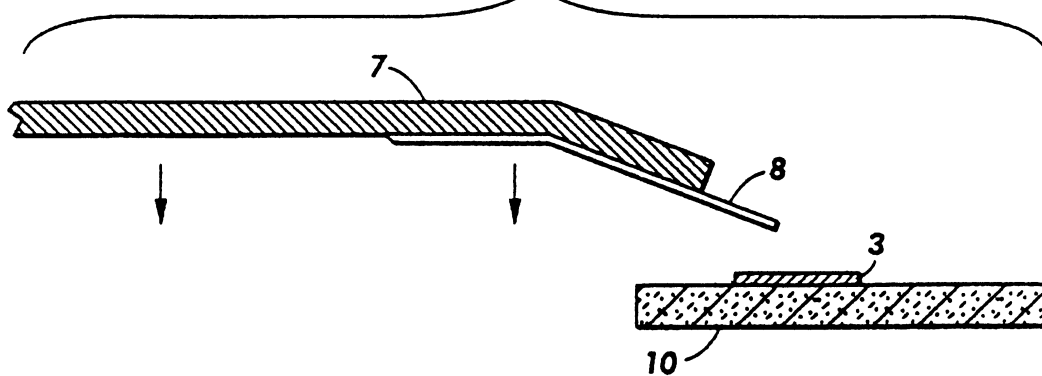


圖 6

發明者  
5/5/2  
(1%)

圖 7

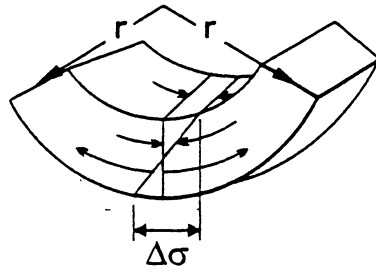
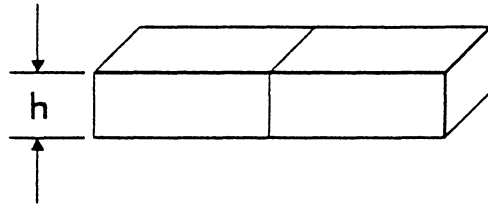


圖 8

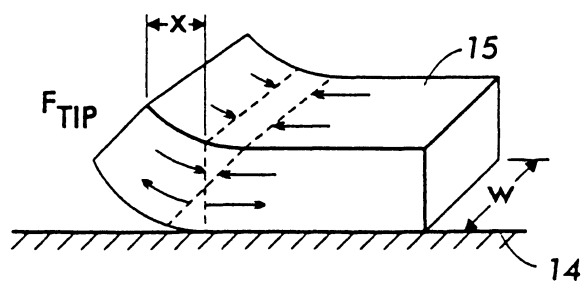


圖 9

圖 10

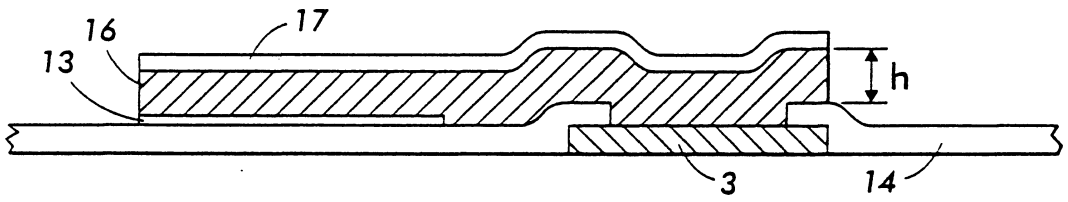
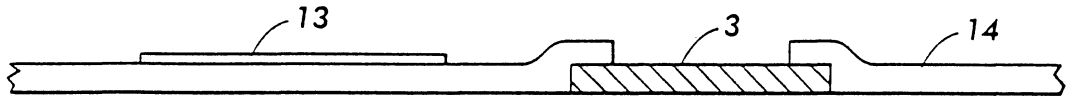


圖 11

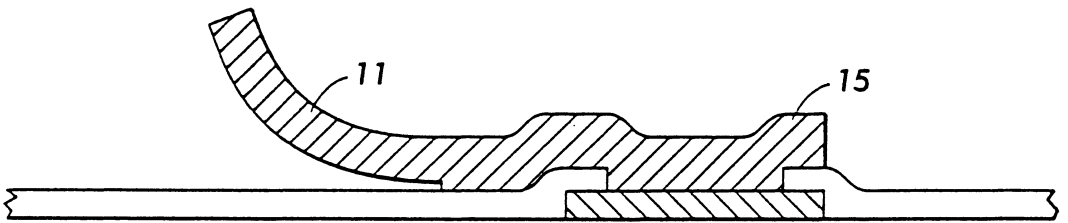


圖 12

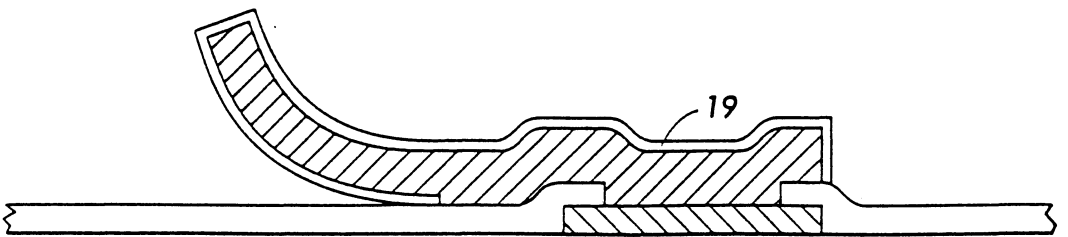


圖 13

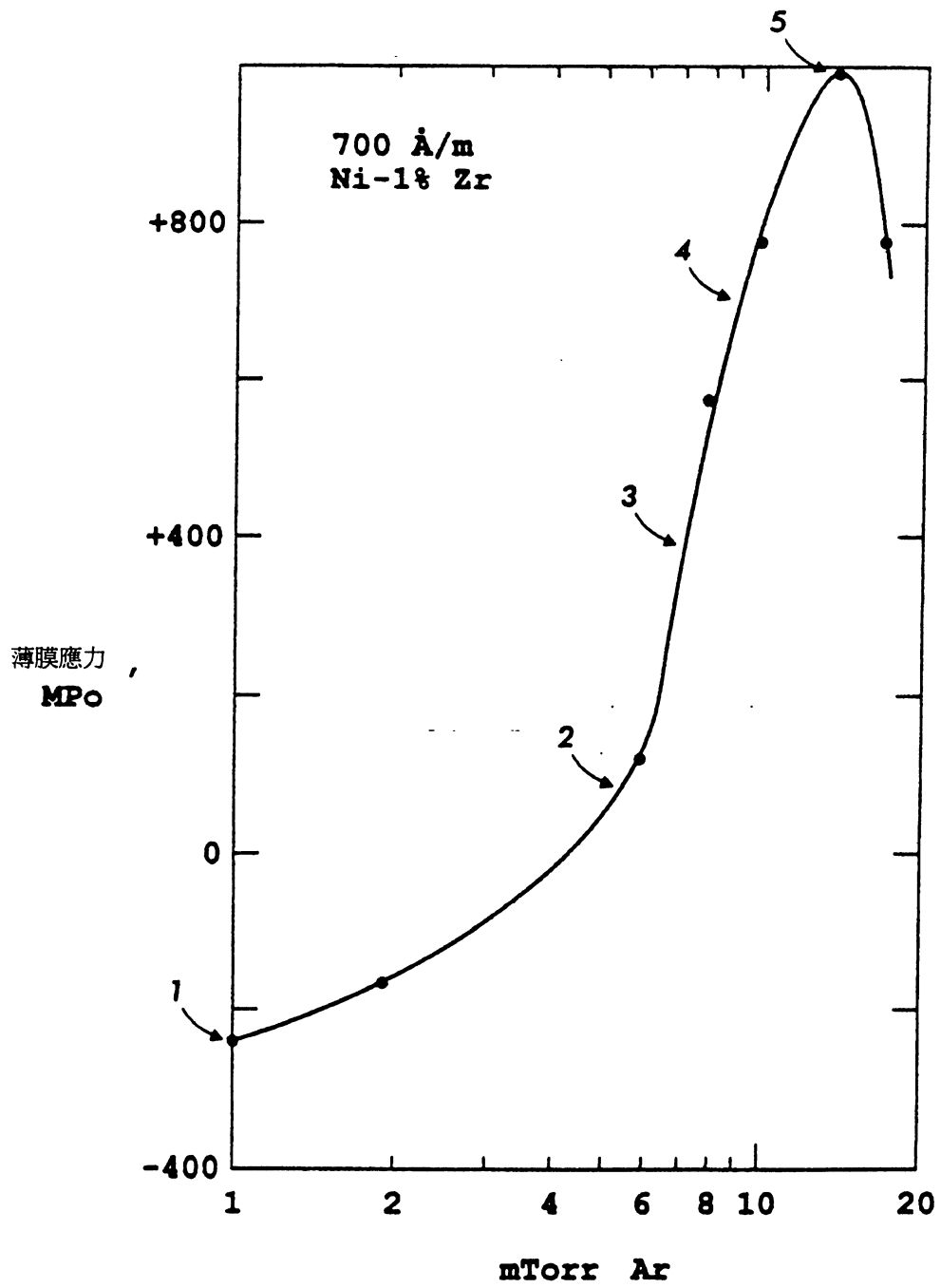


圖 14

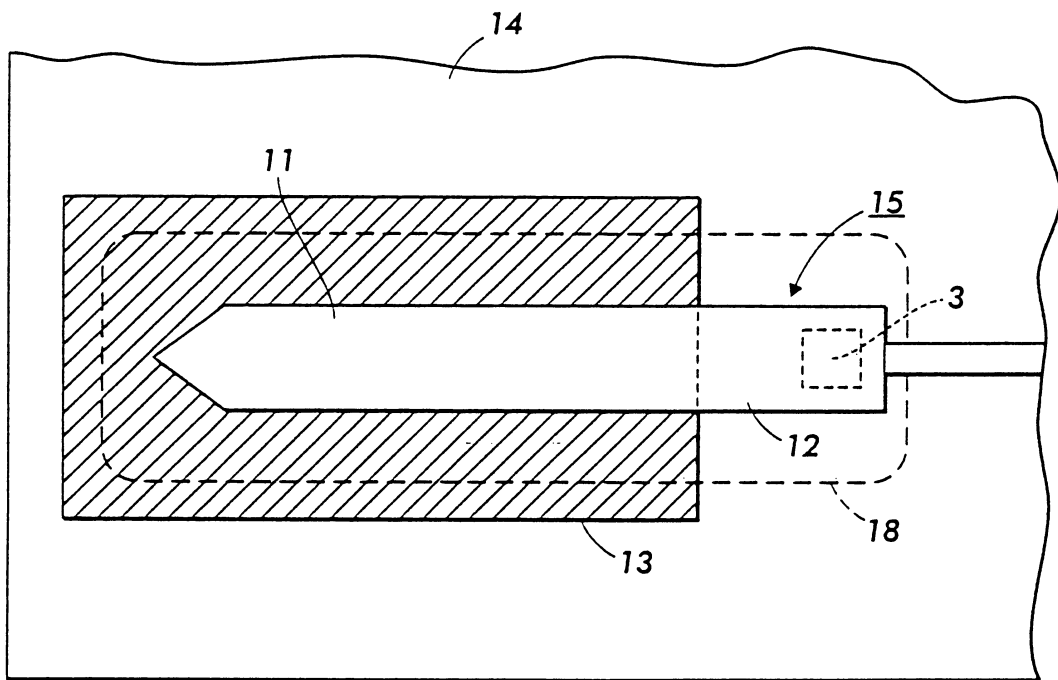


圖 15

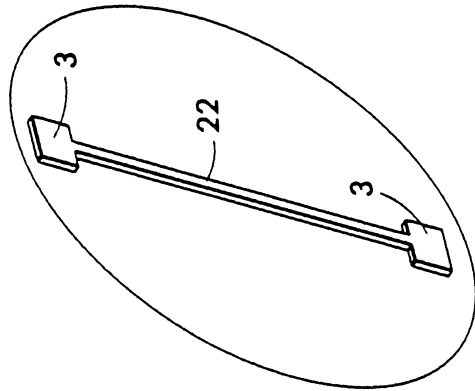


圖 16A

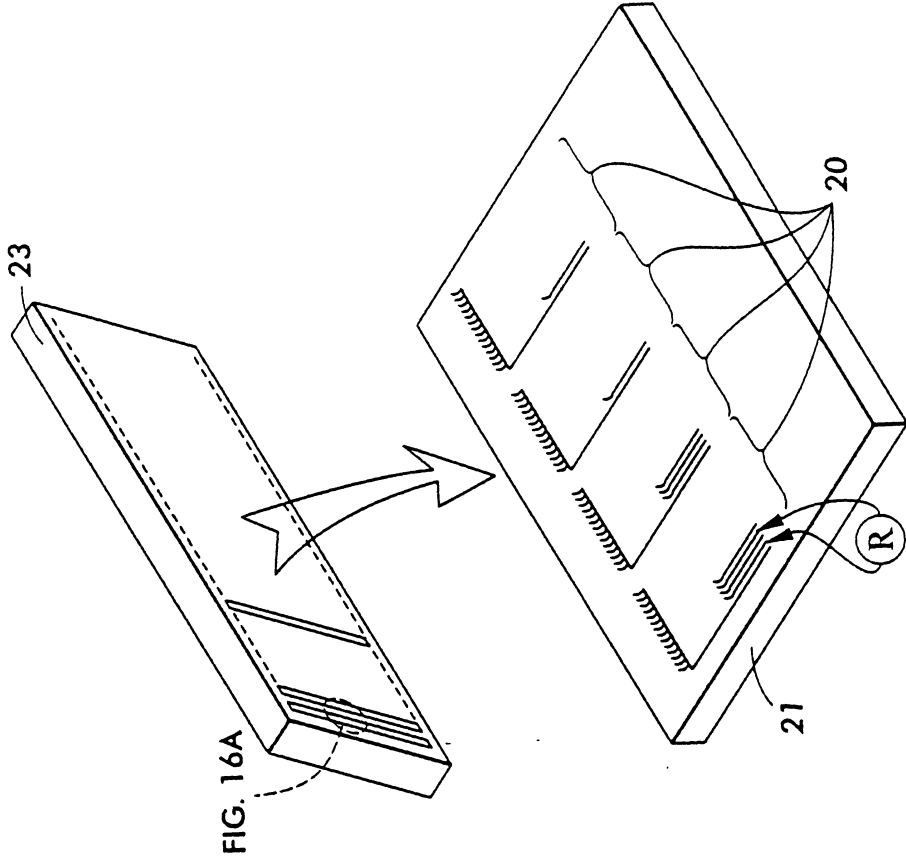
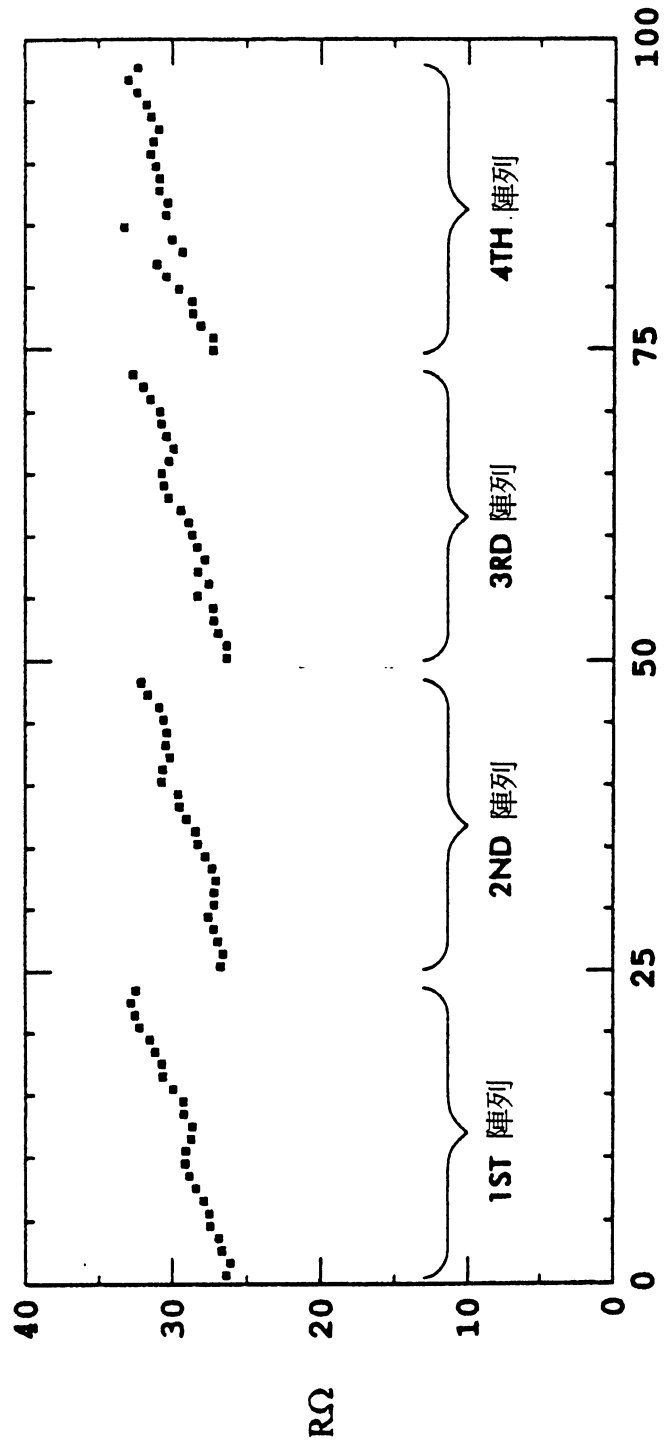


圖 16B



接點對數

圖 17



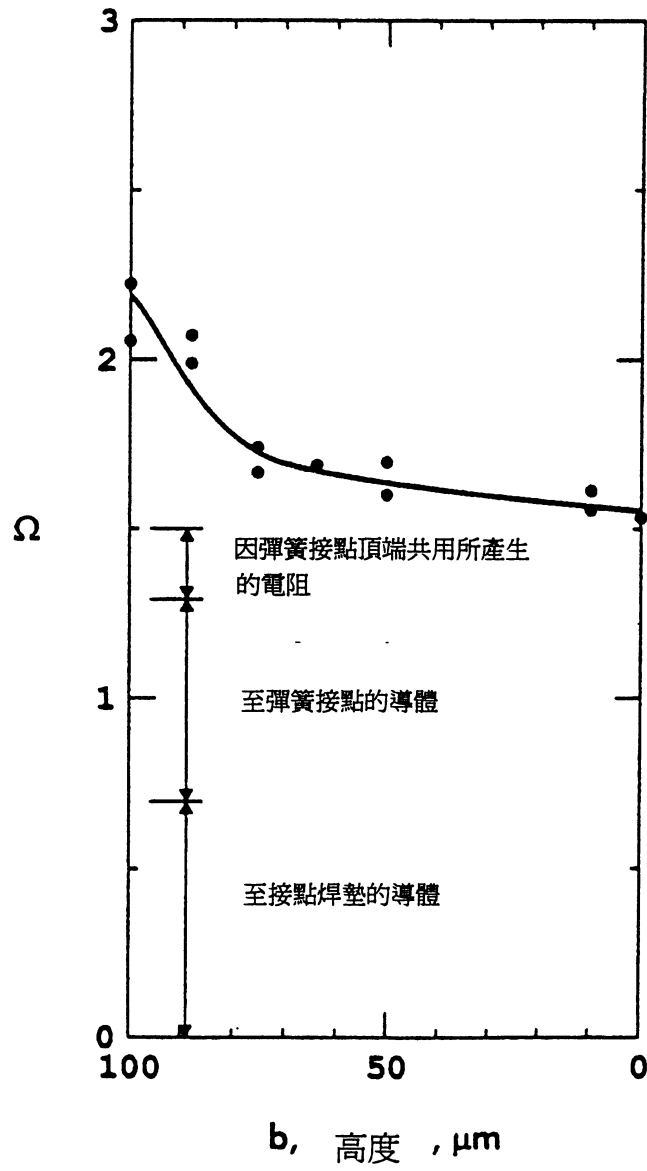


圖 18

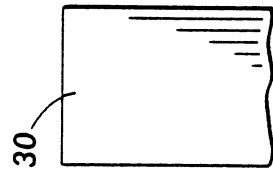


圖 19

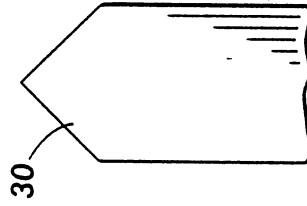


圖 20

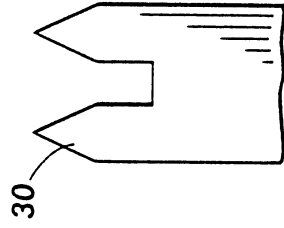
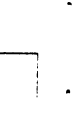


圖 21



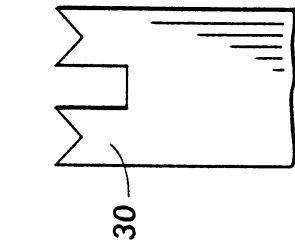


圖 22

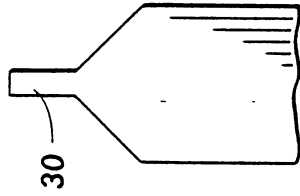


圖 23

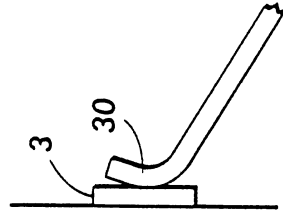


圖 24



圖 25

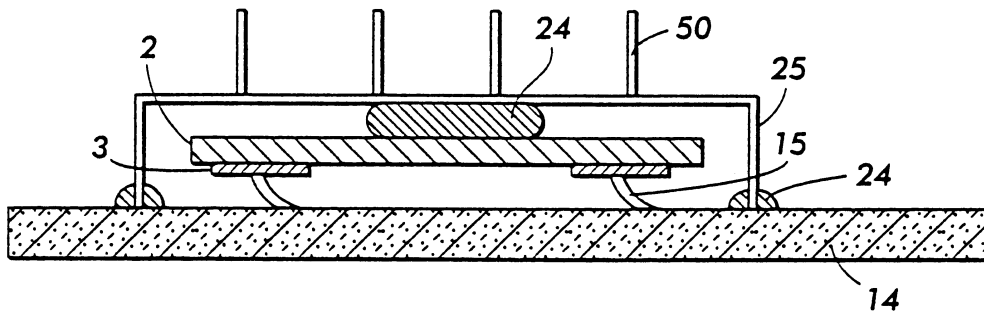
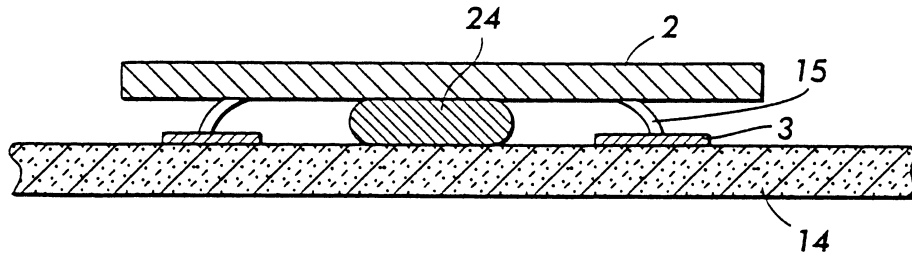


圖 26

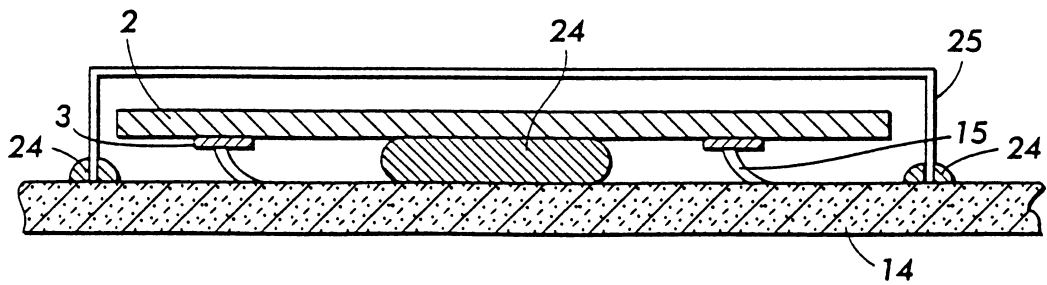


圖 27

圖 28

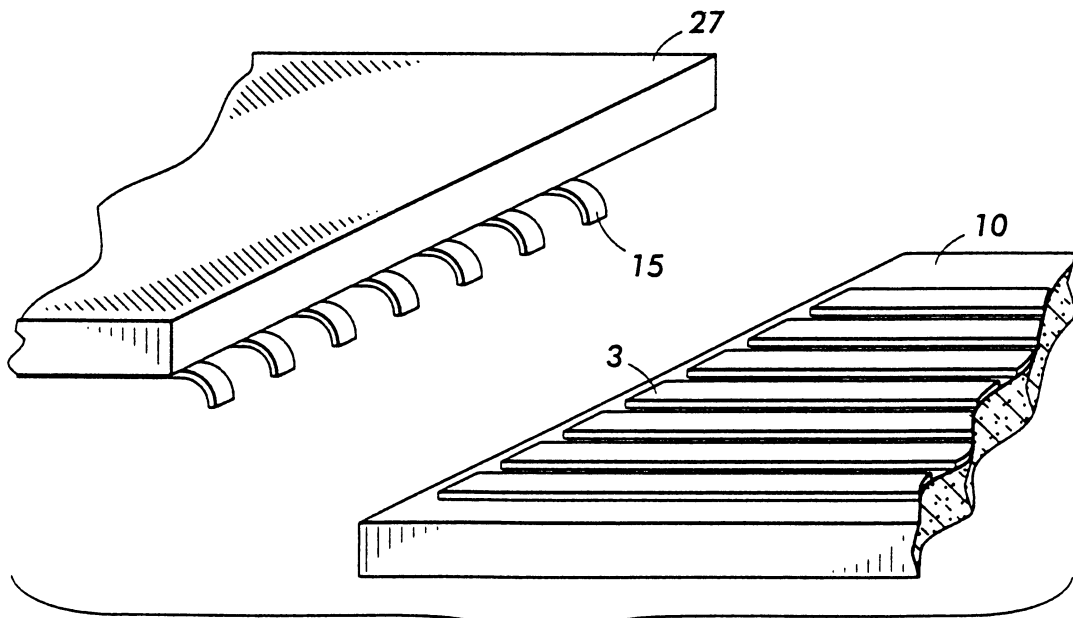
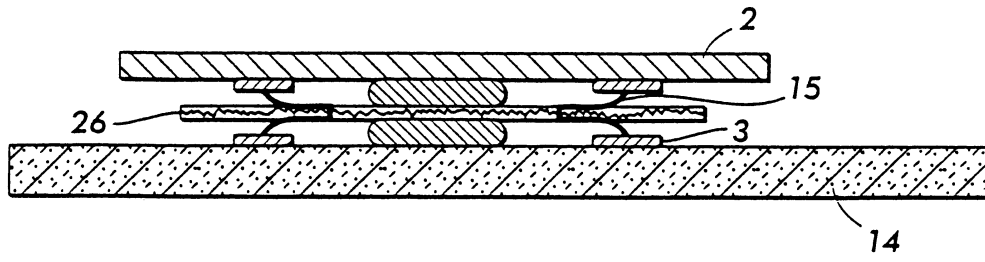


圖 29

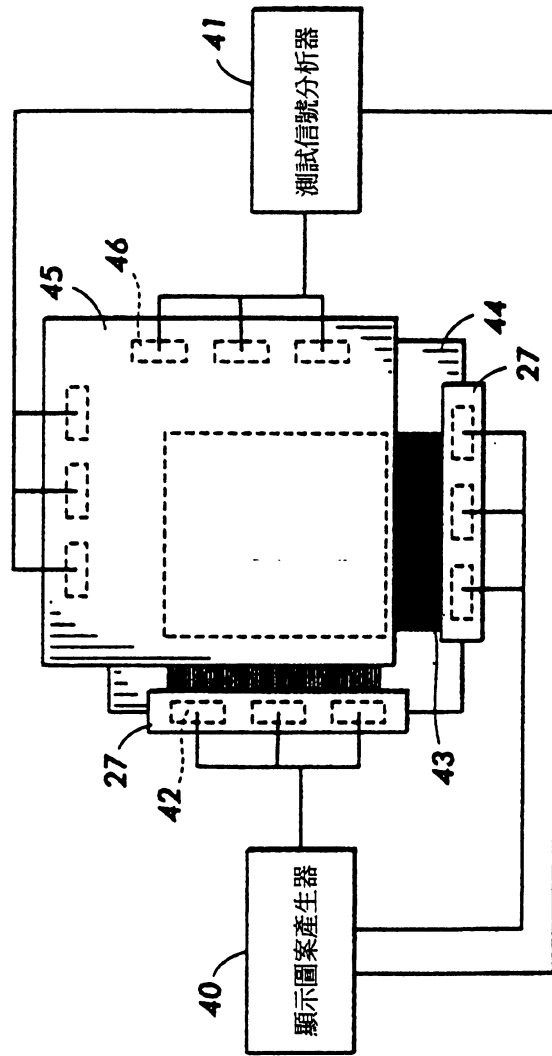


圖 30

圖 31A

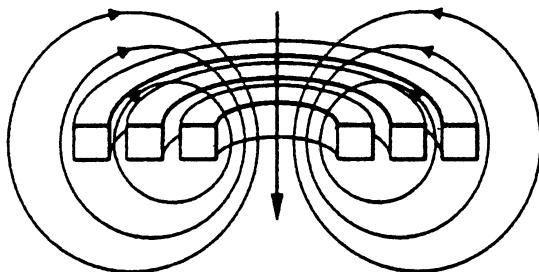


圖 31B

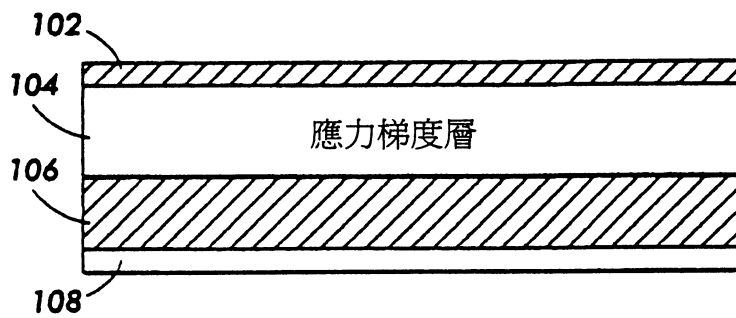
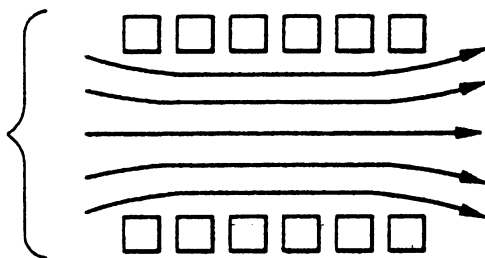


圖 32

圖 33

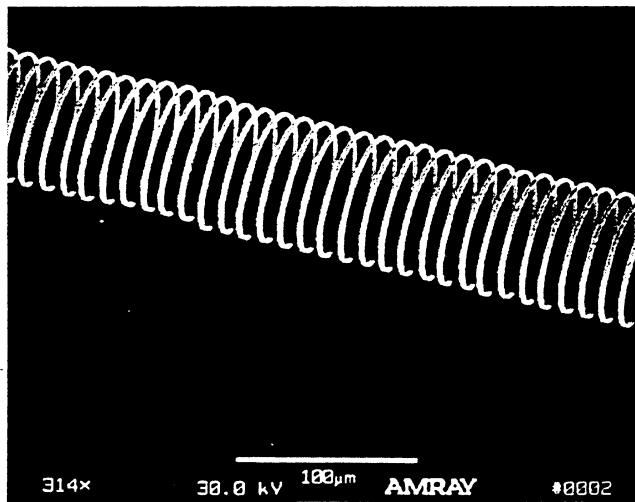
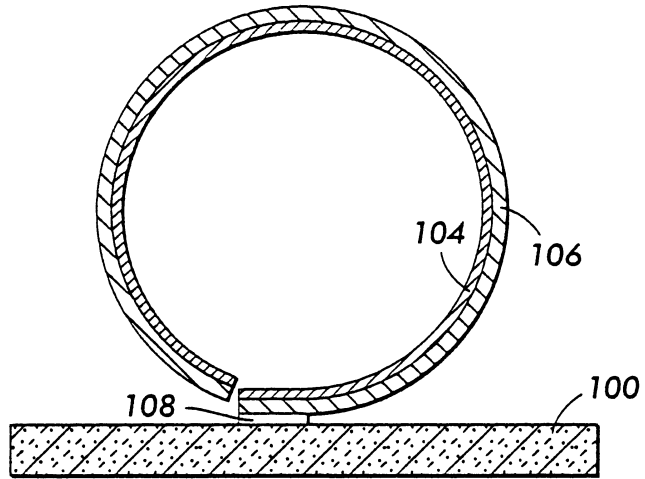


圖 34

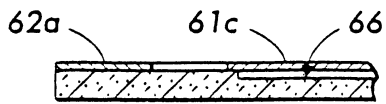


圖 35A

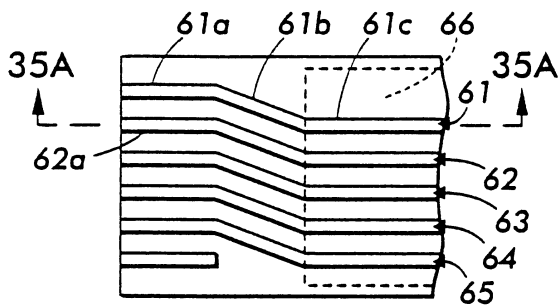


圖 35B

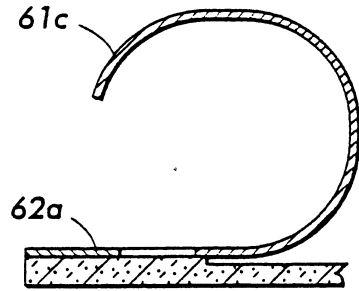


圖 35C

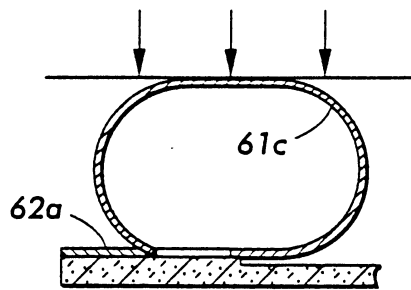


圖 35D

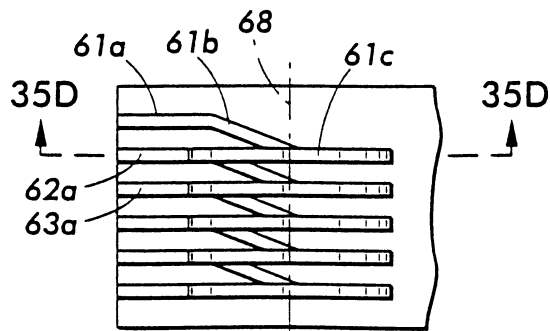


圖 35E

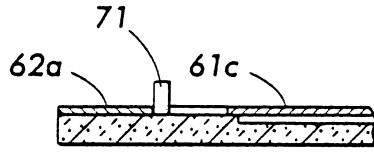


圖 36A

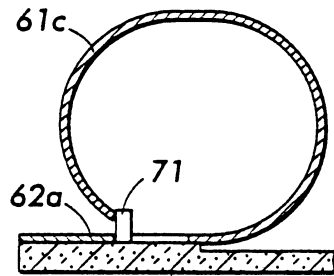


圖 36B

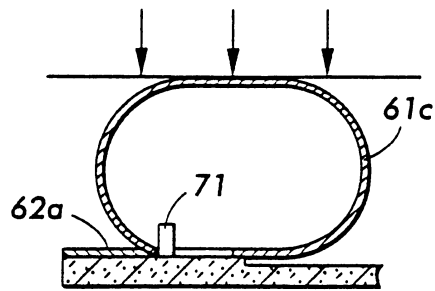


圖 36C

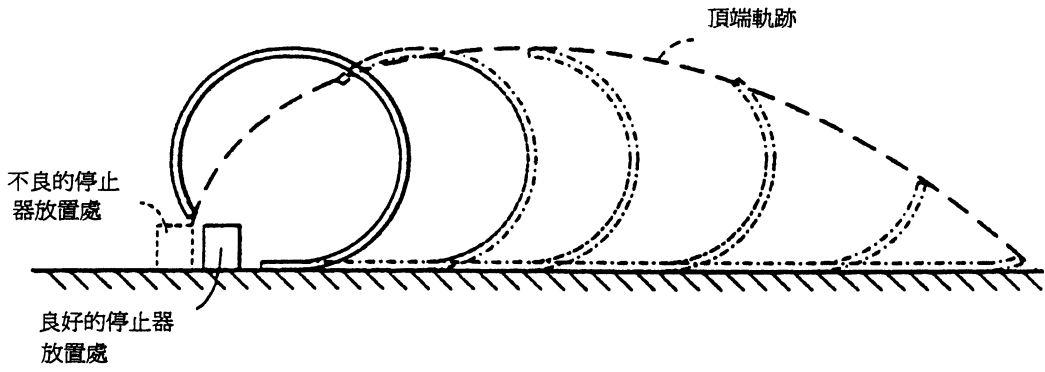


圖 37

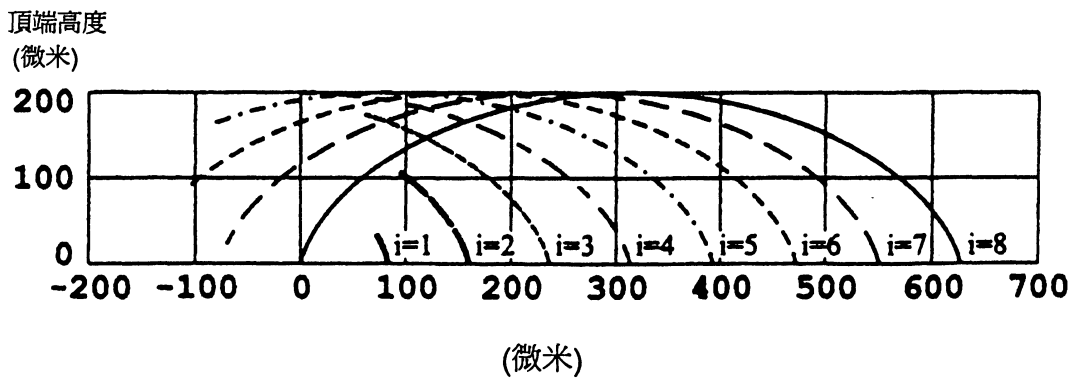


圖 38

圖 39A

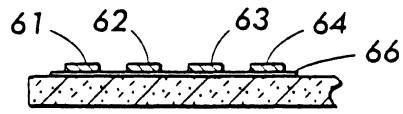


圖 39B

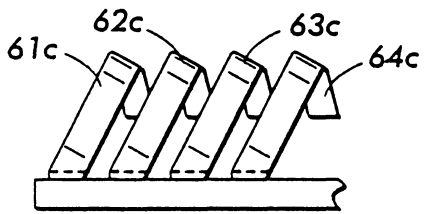
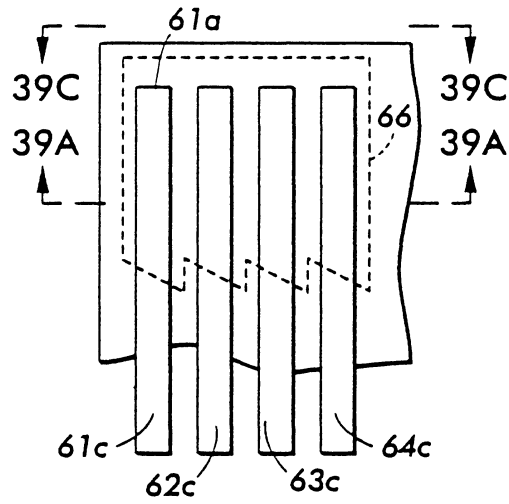


圖 39C

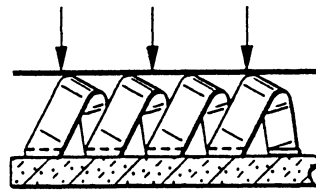


圖 39D

圖 39E

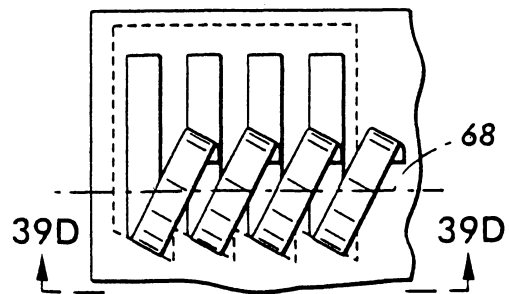


圖 40A

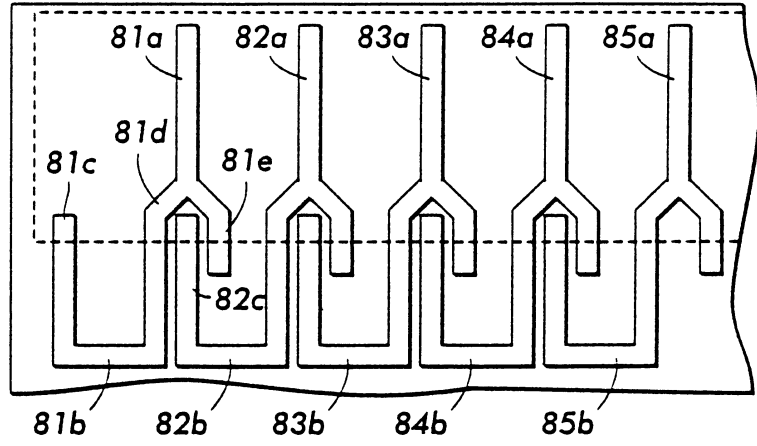


圖 40B

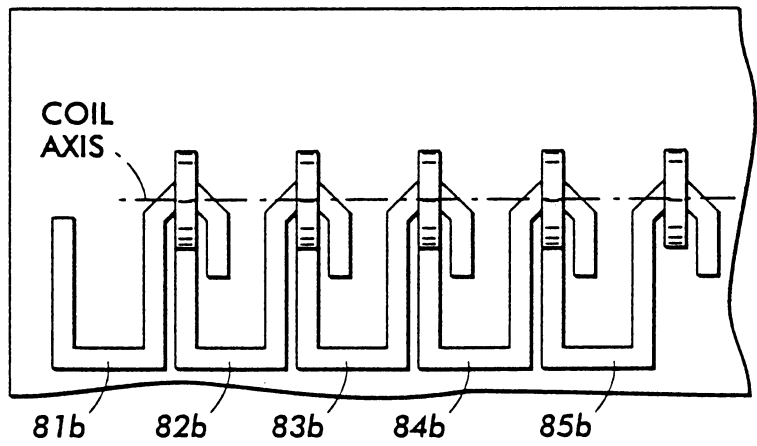


圖 41

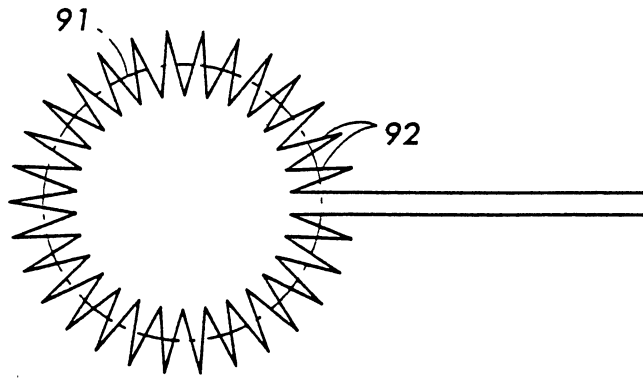


圖 42

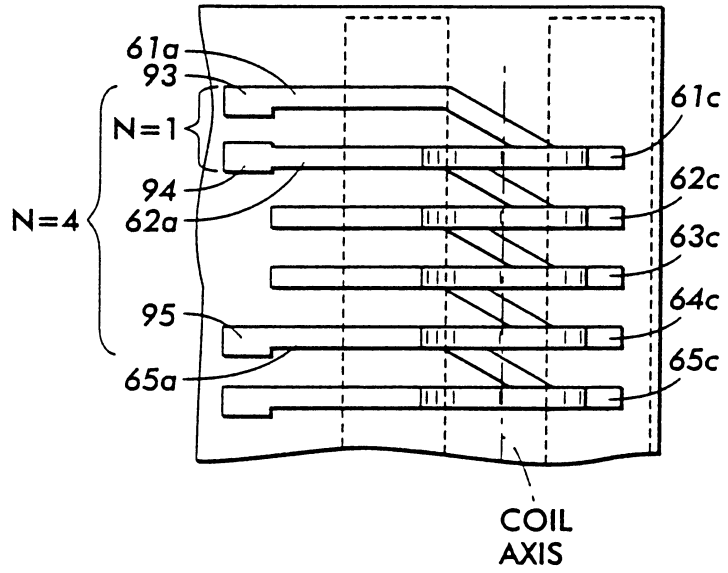


圖 43

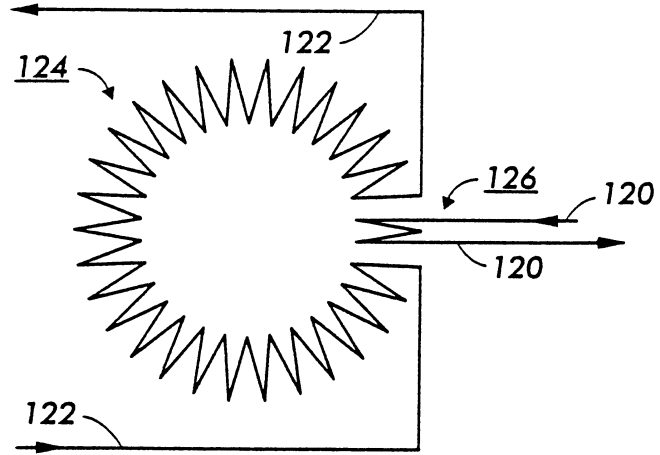


圖 44A

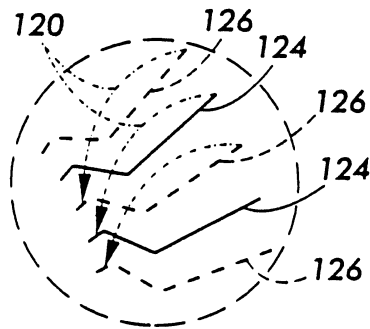
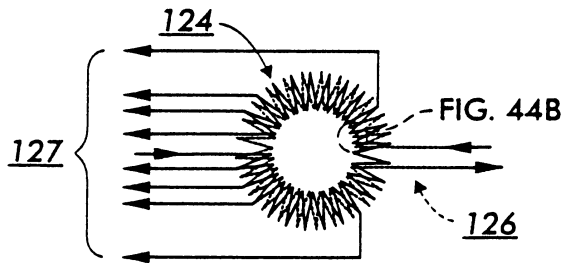


圖 44B

圖 45A

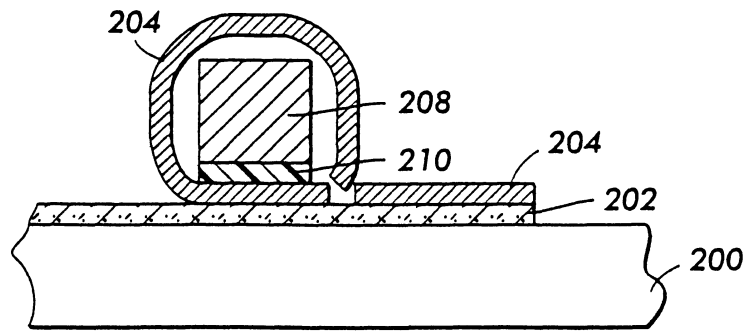
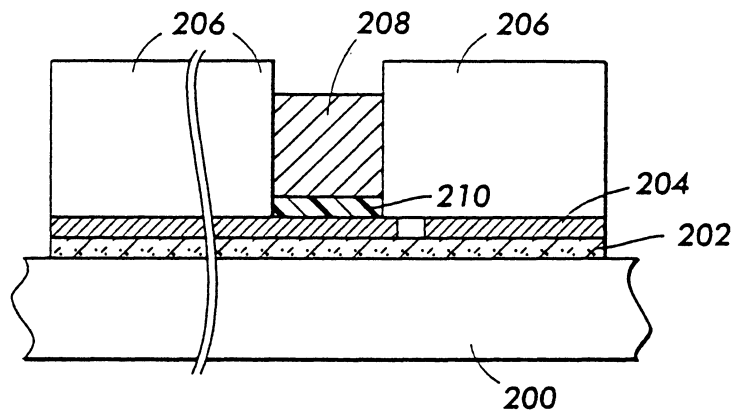


圖 45B

圖 46A

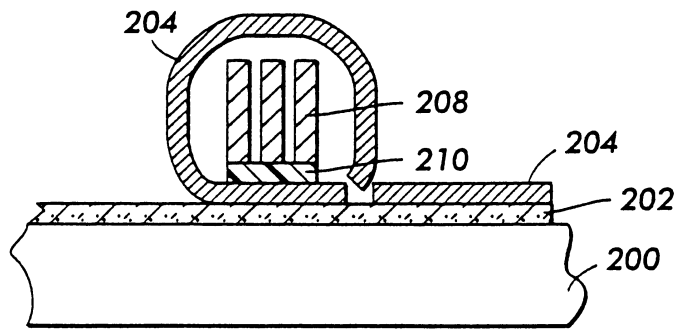
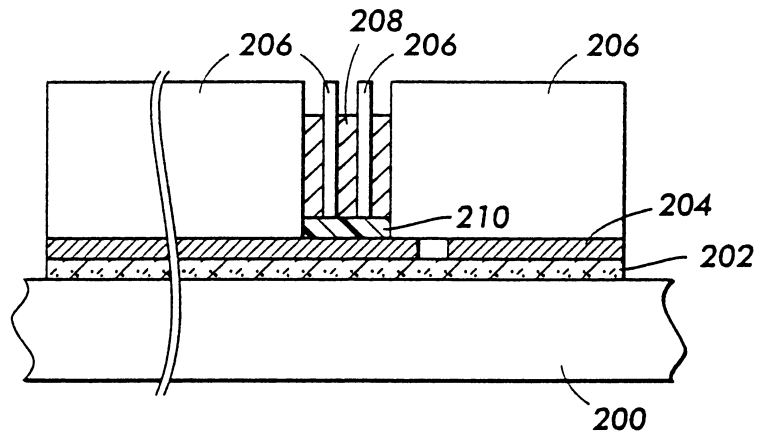


圖 46B

圖 47A

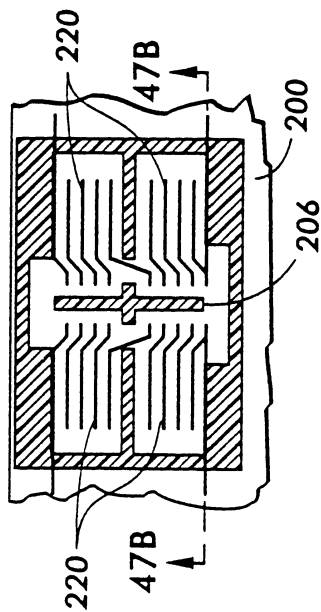


圖 47C

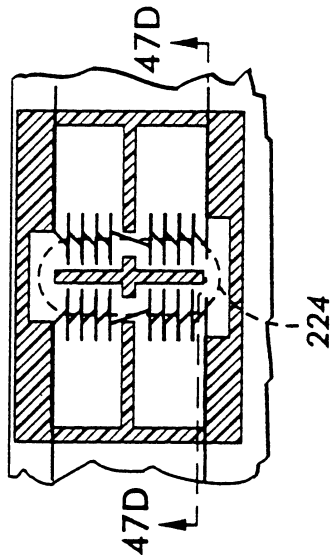


圖 47B

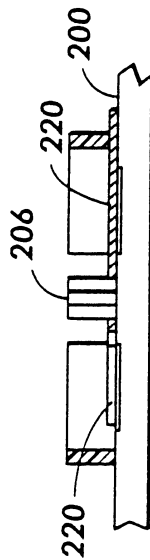


圖 47D



圖 48

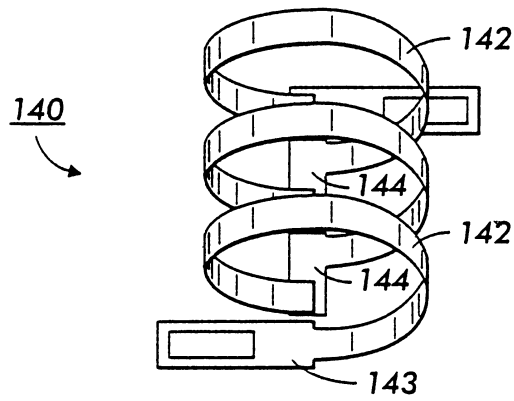
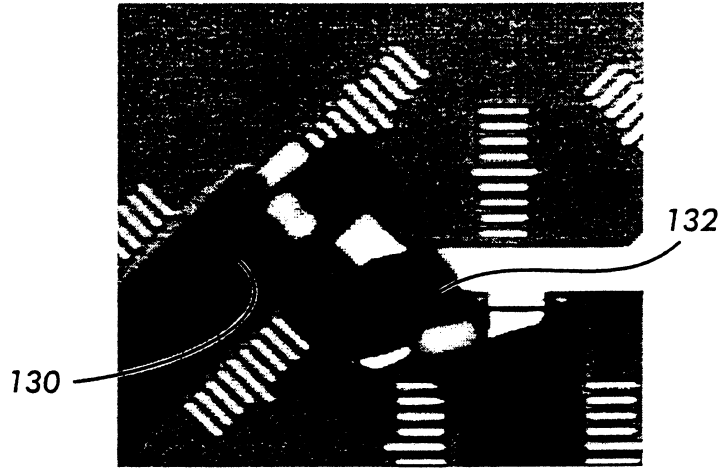


圖 49

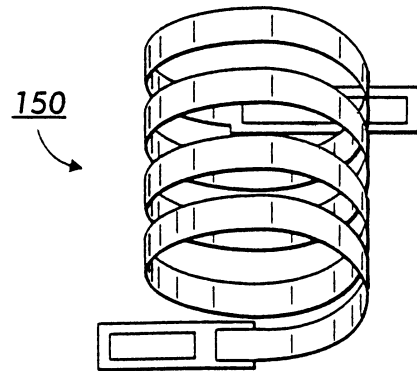


圖 50

圖 51

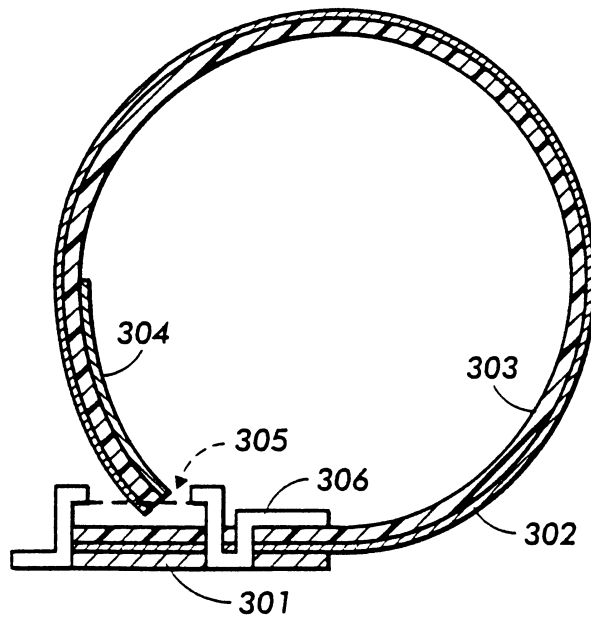
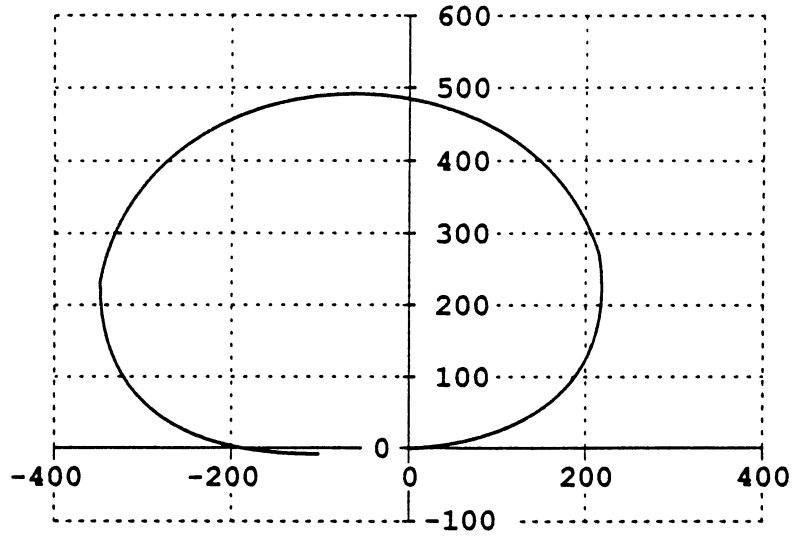


圖 52

圖 53

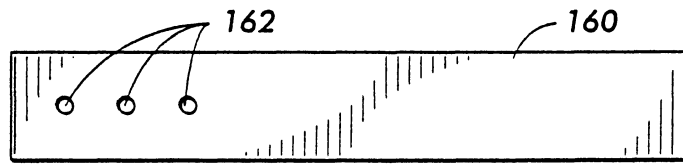
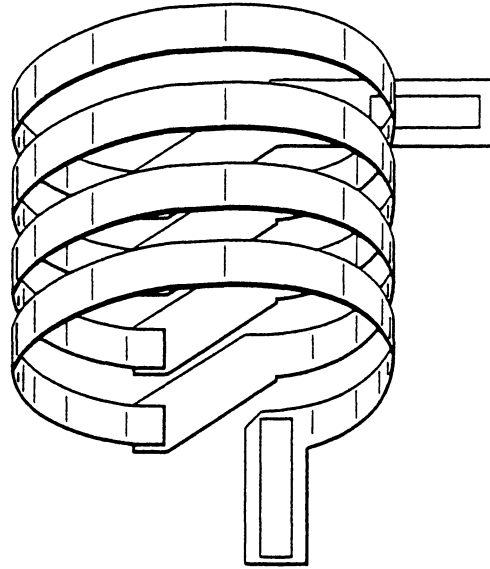


圖 54A

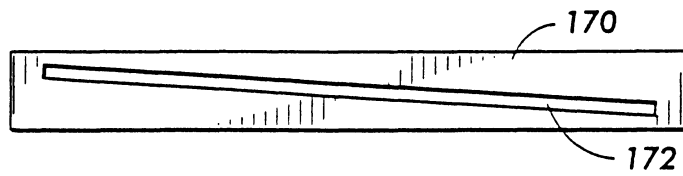


圖 54B

圖 55

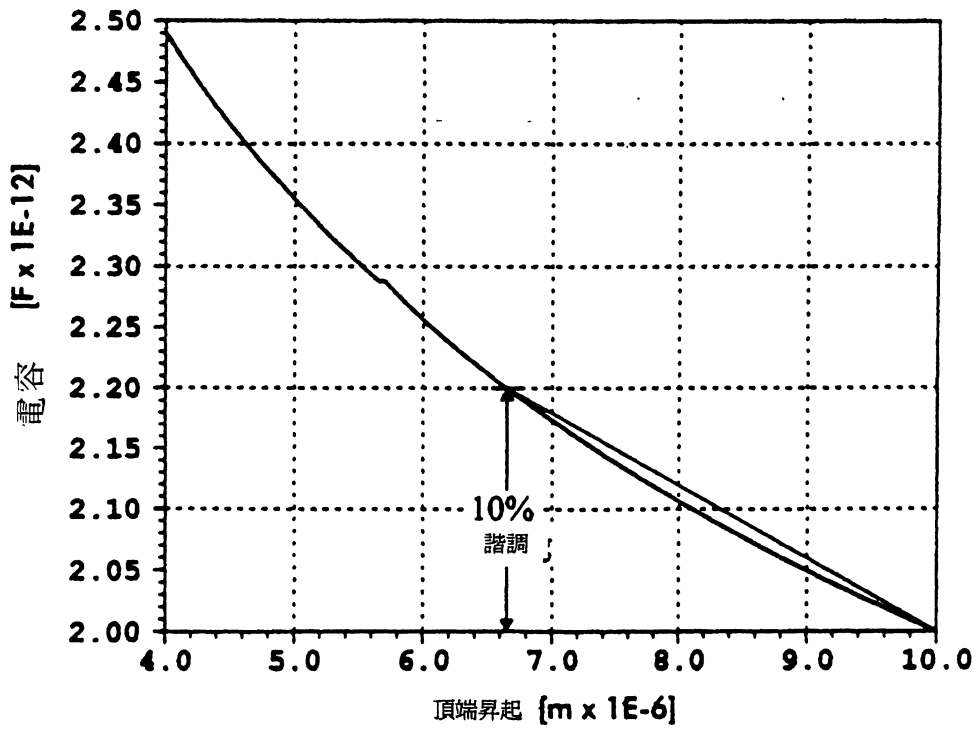
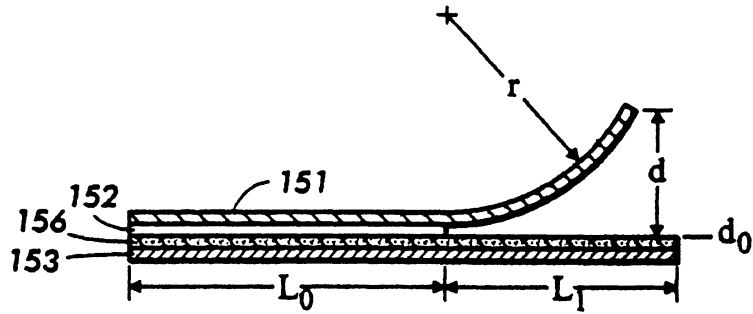


圖 56

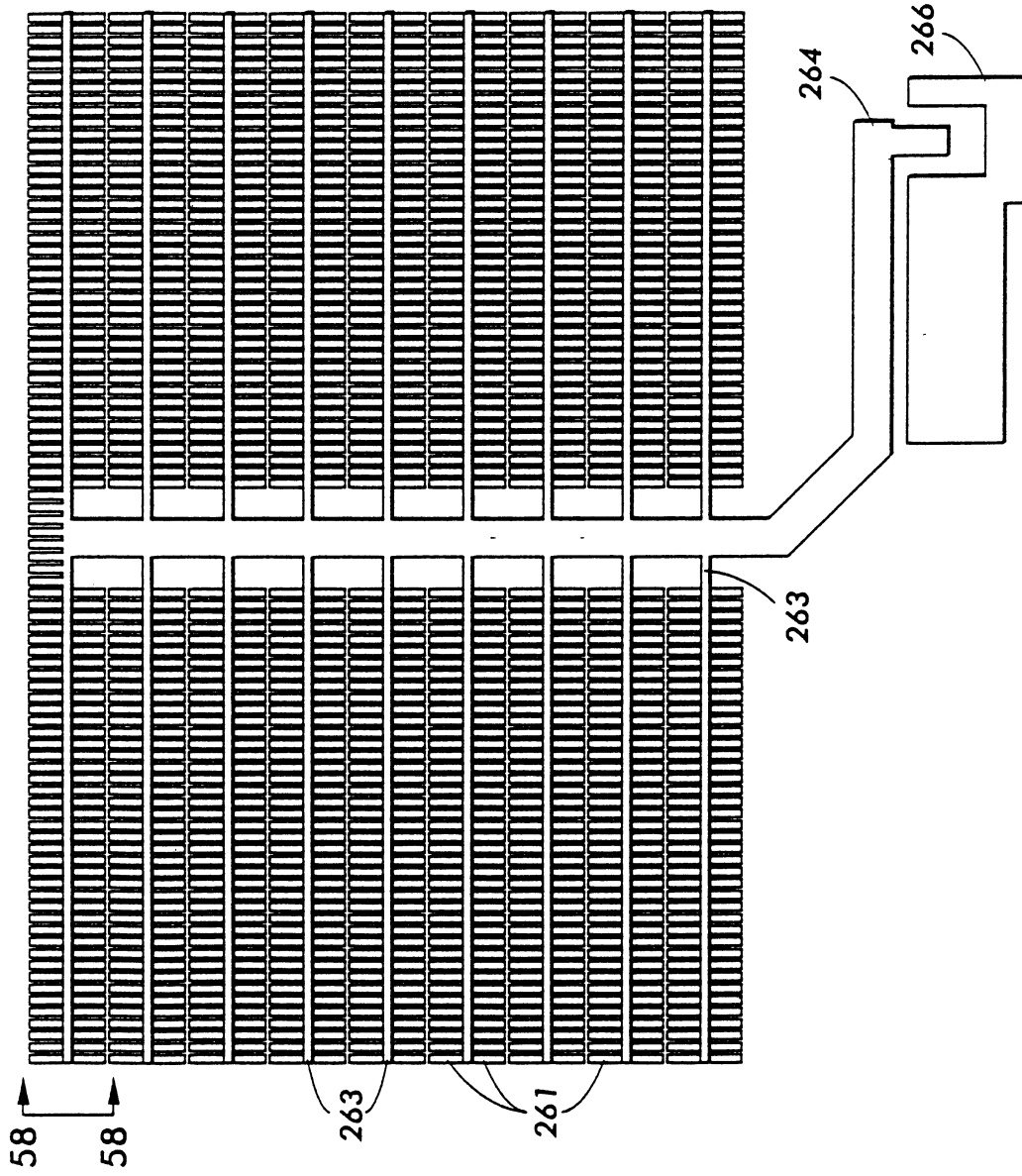


圖 57

圖 58

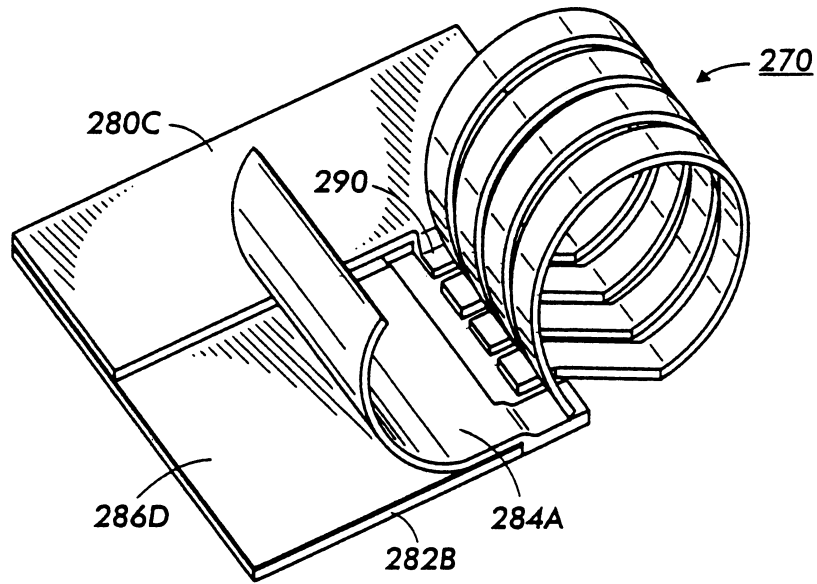
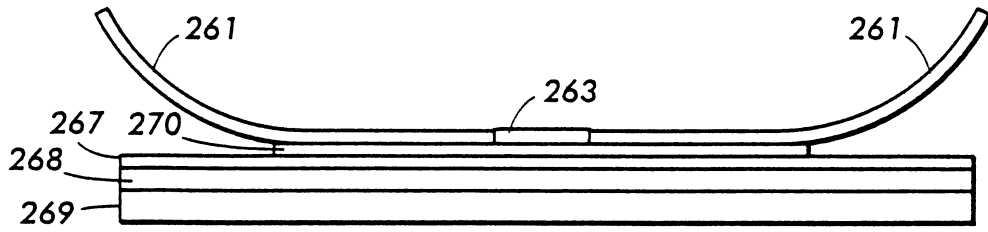


圖 59

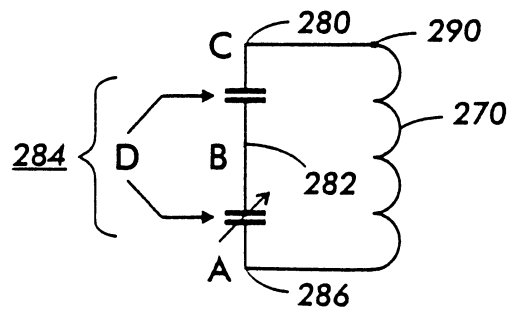
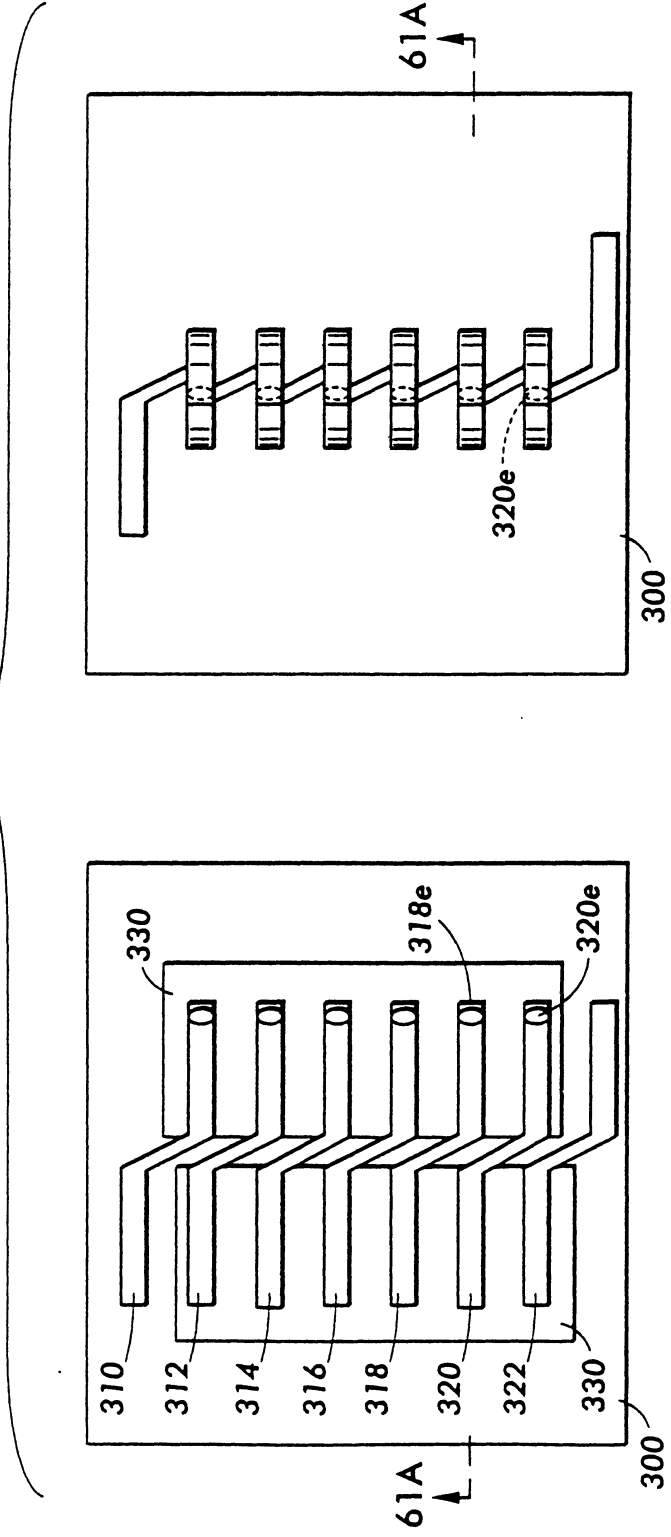


圖 60

圖 61



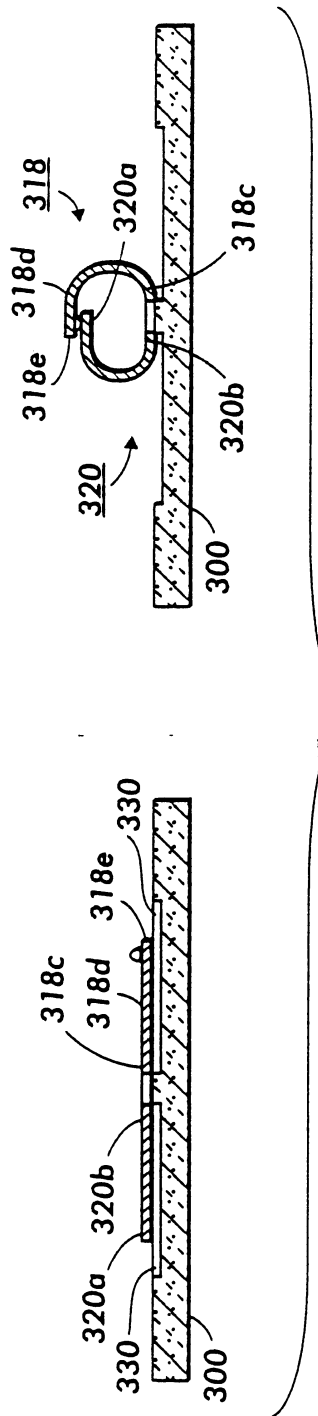


圖 61A

12年10月2日 修正  
補充

## 五、發明說明(14)

多改變曲率半徑的方式，包括改變沿該彈性構件的內含應力縱面、沿該彈性構件局部而沉積一負載層以及在該彈性構件內光刻圖案化諸多孔洞。

一種新穎的高 Q 值可變電容係包括一基板、一固定於該基板的第一導電層、一固定於該導電層局部的介電層、以及一具有錨部與活動部的第二導電層。該錨部係固定於該介電層，而該活動部起先是固定於該介電層，但之後會自該介電層釋放而成爲隔離於該介電層。在該第二導電層內的內含應力縱面會偏移該活動部而朝離於該介電層。當一偏壓被施加於該第一導電層與該第二導電層之間時，該活動部內的靜電力會將該活動部彎曲朝向該第一導電層，藉以增加電容器的電容。

製造本發明的技術可用以產生一採用線圈結構和可變電容的可諧調式 LC 組合，以提供矽晶片上完整的超外差式無線架構。

## [圖示簡單說明]

本發明將按後列附圖詳細說明，在此參考編號係指近似元件，且其中：

圖 1 顯示打線接合於基板上的晶片；

圖 2 顯示垂片接合於基板上的晶片；

圖 3 顯示焊錫突塊接合於該基板上的晶片；

圖 4A 與 4B 顯示接觸於某電子裝置的探針卡；

圖 5 顯示具有一斜角探針之的探針卡；

圖 6 爲在某一未形變之自由狀態下的彈簧接點，以及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

2012年10月2日修正  
補充

## 五、發明說明(15)

在當接觸於某接點焊墊時既已形變的彈簧接點；

圖 7 為不具應力梯度的金屬條帶；

圖 8 為用以決定因應力梯度而生之彈簧接點曲率的模型；

圖 9 顯示用以決定施於該彈簧接點尖端處上之反應力度的模型；

圖 10 - 13 顯示某一構成彈簧接點之方法的諸多步驟；

圖 14 為在一濺鍍沉積鎳 - 鋅合金中的薄膜應力按電漿氣體壓力函數之圖形表示；

圖 15 為該彈簧接點之上視圖；

圖 16A 與 16B 為用以測試諸彈簧接點對之接觸電阻的裝置；

圖 17 為諸彈簧接點對所偵得之電阻的圖形表示；

圖 18 為彈簧接點之接觸電阻按該接點焊墊與該基板間距離為函數的圖形表示；

圖 19 為具有平坦端之彈簧接點；

圖 20 為具有點尖端之彈簧接點；

圖 21 為具有兩個點  $t$  在尖端之彈簧接點；

圖 22 為在尖端具有諸多點處之彈簧接點；

圖 23 為於尖端具有可變形垂片之彈簧接點；

圖 24 為當受壓於接點焊墊而具有既已變形垂片之彈簧接點；

圖 25 為具有諸多電氣接合於某基板之彈簧接點的晶片；

圖 26 為接合於一防塵蓋，並具有諸多電氣接觸於某基

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

8  
10年2月2日修正  
補充

## 五、發明說明(16)

板之彈簧接點的晶片；

圖 27 為接合於某基板，並透過具有防塵蓋之晶片上諸多彈簧接點，而得電性接觸於某基板之晶片；

圖 28 為藉由具有諸多彈簧接點之中介性晶圓而電氣接合於某基板的晶片；

圖 29 為具有諸多用以測試某電子裝置之彈簧接點的探針卡；

圖 30 為液晶顯示器與一用以測試該顯示器運作的裝置；

圖 31A 和 31B 為分別按碟狀與電磁圈，說明於高頻時其電流分布狀況之剖視圖；

圖 32 為沉積於某釋放層上之應力梯度薄膜的堆疊剖視圖；

圖 33 為固定半徑線圈結構；

圖 34 為一序列固定半徑迴圈之 SEM 顯微圖；

圖 35A - 35E 為由一序列連通迴圈所構成之多重轉折線圈；

圖 36A - 36C 為以一機械性停止器設置於該第二錨部；

圖 37 為如圖 36 之機械性停止器設置方式；

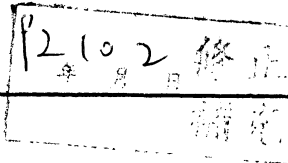
圖 38 為對於  $100\ \mu\text{m}$  線圈半徑之不同彈性構件長度的上視投影圖；

圖 39A - 39E 為從各個斜角線圈而構成一多重轉折線圈；

圖 40A 與 40B 為提供線圈間連接之方法；

圖 41 為環狀之電磁圈；

圖 42 為線圈分接圖；



## 五、發明說明(17)

圖 43 為簡式空氣核心變壓器；

圖 44A 與 44B 為具備間繞有主要及次要繞線之空氣核心變壓器；

圖 45A 與 45B 為具電鍍的透磁合金核心之電感器；

圖 46A 與 46B 為疊層金屬核心；

圖 47 A - 47D 為微型變壓器的兩個階段；

圖 48 為按變動之彈簧指向而生的不同螺旋節距；

圖 49 為由單一螺旋轉折線圈所構成之多重轉折線圈；

圖 50 為螺旋方式接連的多重轉折迴圈；

圖 51 為具有三個不同半徑之三段式彈簧圖式；

圖 52 為利用一負載構件所封閉之線圈；

圖 53 橫向地接連之單轉折迴圈；

圖 54A 和 54B 說明兩種具有變動性曲率半徑的結構；

圖 55 為根據本發明之可變電容的剖視圖；

圖 56 為可變電容相對於彈簧彈昇之圖式；

圖 57 為具有諸個別電容元件的大型可變電容陣列之上視圖；

圖 58 沿圖 57 裡線段 A - A 之剖視圖；

圖 59 係一種可調諧的 LC 電路之立體圖；

圖 60 係圖 59 之可調諧的 LC 電路之電路圖；以及

圖 61 與 61A 係描繪另一種用以藉由閉合半線圈對來構成一個多轉折線圈之方法。

[元件符號說明]

1

基板