

公告本

# 發明專利說明書

11年8月20日修正替換頁

(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：97137082

※申請日期：97.9.26

※IPC 分類：H04R 19/02 (2006.01)

B81B 3/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有使用接合引線之增強型衝擊驗證之矽麥克風

SILICON MICROPHONE WITH ENHANCED IMPACT PROOF STRUCTURE  
USING BONDING WIRES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

山東共達電聲股份有限公司

代表人：(中文/英文) 趙篤仁

住居所或營業所地址：(中文/英文)

中國山東省濰坊市坊子區龍泉街 69 號, 郵編 261200

國 籍：(中文/英文) 中國大陸

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

張世忠/ Ser Choong CHONG

王喆/ Zhe WANG

國 籍：(中文/英文)

新加坡/ SG(均同)

**四、聲明事項：**

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國、2007/10/05、11/973,075

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 五、中文發明摘要：

本發明提供一種用以增強衝擊驗證之無背板矽麥克風與一引線防護方法。圓形震動膜是被具有數個狹縫與穿孔之圓形彈簧圍繞著，以助於空氣阻尼的降低，而釋放入平面的應力與增加出平面的彈性。圓形彈簧固定在基板上維持矽麥克風懸掛於基底內之背孔上方，但是允許震動膜垂直於基底震動。一麥克風可變電容是形成於穿孔彈簧與基底間。狹縫的尺寸是微小化，以防止微粒進入下方的空氣間隔。數個鄰近於該圓形彈簧外部邊緣的“n”接合墊是與“n/2”打線連接，以作為一制動裝置，抑制震動膜向上移動。打線可以越過其它者，以進一步降低環路高度，以更有效抵抗衝擊。

## 六、英文發明摘要：

**七、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1 a ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1 無背板矽麥克風	15 背孔
8 基底	16 接合墊
10 薄膜層	17 第一電極
11 震動膜	18 第二電極
12 彈簧	19 穿孔板
12a 外部樑	20 穿孔
12b 內部樑	22 外部狹縫
13 錨狀物	50 平面
14a 狹縫	14b 狹縫

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種矽電容式麥克風的感測器元件及其製造方法，特別是指一種無專用背板的矽麥克風，其使用位於震動膜元件上的交叉打線來以防止震動膜大移動時產生毀壞。

### 【先前技術】

在消費性電子產品市場的快速發展下，產品的競爭不在僅是在功能，也包含著在可靠度的競爭。對便攜式電子設備而言，衝擊驗證的需求是越來越迫切。要求一個便攜式電子裝置，例如手機，承受 5000 克重的衝擊或由 1.5 米高度下落至一鋼板達到重複試驗至 10 次的試驗過程後仍可使用已經是司空見慣的事。

另一種也在相似情況下測試的電子裝置，如無背板式矽麥克風，其係揭露於 Silicon Matrix Pte Ltd patent application SI06-002 內，且特色在於有一可動的震動膜，其邊緣、轉角處或中心處有機械彈簧支撐，而該機械彈簧係以堅固的襯墊固定在傳導基板上。此外，形成於震動膜之穿孔板延長部分上的制動裝置限制了垂直於下方背面孔洞方向的大幅度移動，藉此減少損壞。然而，此制動裝置的元件使組配過程複雜化，並且制動裝置與其所依附之矽膜間存在著相容性的問題。因此，一種改良的矽麥克風設計是必須的，此種改良的矽麥克風之特色在於具有一個可以避免強大衝擊所引起的裝置損傷的結構，且可使用不會增加組配過程複雜性的方法來製作或者使用不會導致數個元件間相容性問題的方法來製作。

### 【發明內容】

本發明之主要目的在提供一種沒有專用背板元件的矽麥克風，其設計特色在於能防止懸吊震動膜產生大的移動，以避免對裝置產生損害。

本發明之另一目的在提供一種依據主要目的的矽麥克風設計，其

不會增加組配過程的複雜度。

這些目的在各種矽麥克風的具體實施例中達成，矽麥克風的具體實施例包含有一懸吊於一背孔上方的震動膜，其中背孔是形成於一傳導基底內。數個穿孔板是貼附於震動膜上，以及一環繞穿孔板與震動膜的彈簧。彈簧是利用數個錨狀物固定於基底上。每一錨狀物包含有一堅固的襯墊與一下方介電層。穿孔板、震動膜、彈簧與堅固的襯墊的形狀皆是利用形成於薄膜層內的數個狹縫所界定出來。

在第一具體實施例中，彈簧與震動膜是圓形的，彈簧包含有一圓形環與數個內部樑，其係依附於震動膜圓形外部邊緣。彈簧也包含有數個外部樑，其係依附於錨狀物的數個堅固襯墊，其中一外部樑是連接至一堅固襯墊。因此，一彈簧是用以釋放入平面壓力並且允許更多出平面的彈性。震動膜的直徑微大於下方背孔的直徑，以避免直接的聲音洩漏。

彈簧的外部樑連接至數個錨狀物，其係固持震動膜、彈簧與穿孔板在一位置上，但允許震動膜、穿孔板與圓形彈簧在垂直基底的方向上移動。每一堅固襯墊是設置於一介電層上，介電層是扮演一個間隔物，以界定出震動膜與基底間的空氣間隔。一個或以上個堅固襯墊具有一疊置第一電極，其係一傳導金屬島且藉由引線連接至外部電路。相同材料組成的第二電極是形成於傳導基底上並且連接至第一電極，以完成一可變電容，其一磁極是位於該穿孔板與彈簧上，而另一磁極是位於該基底上。震動膜、穿孔板、彈簧與堅固襯墊是共平面，並且是利用相同多晶矽薄膜層所製得，介電間隔物是矽氧化層。形成於穿孔板與彈簧內的穿孔是可以各種設計方式排列的孔，以允許下方介電層在組配過程中移動。這些孔也允許空氣流通，因此在移動過程中，減少位於震動膜、彈簧與穿孔板下方之狹窄空氣間隔內的空氣阻尼。

在介電層間隔物內存在著一個介於基底與穿孔板、震動膜與彈簧間的空氣間隔，一背孔是形成於該基底內震動膜下方，因此由基底的

背面那邊發射的聲音訊號具有一自由路徑至震動膜，藉此誘發震動膜的震動。震動膜、穿孔板與穿孔彈簧在陣動過程時，一致地進行上、下移動（垂直基底）。這個移動導致第一與第二電極間的電容改變，其可以轉換為輸出電壓。

界定出數個穿孔板、彈簧與數個堅固襯墊的數個狹縫是打開的，其尺寸是夠小的，以防止可限制矽麥克風移動的微粒通過這些開口與進入下方的空氣間隔。在具體實施例中，有四個穿孔板，其每一個具有一第一側邊鄰接震動膜外部邊緣，而其它三側邊由狹縫界定的彎曲形狀。相對於第一側邊的第二側邊可以是輕微彎曲的並且與該震動膜的彎曲外部邊緣同心。第三與第四側邊是較第二側邊短，每一第三與第四側邊是朝向震動膜中心排列且具有一疊置於該第二側端末端的末端。第三與第四側邊的第二末端是最近於震動膜的外部邊緣。因此，在每一穿孔板內的第三側邊正對一鄰接穿孔板，在每一穿孔板內的第四側邊正對一鄰接穿孔板但並不是與該第三側邊相對的穿孔板相同。鄰接穿孔板是被彈簧的內部樑分隔開。

另一個重要的特色是形成數個接合墊於彈簧外部邊緣的外面，其係使打線能夠越過震動膜上方，以各種圖案由一第一接合位置至一第二接合位置。因此，假如有“n”個接合墊沿著彈簧外部邊緣排列於薄膜層上，越過震動膜的打線數目是“n/2”，這些引線能有效地用來防止震動膜與彈簧震動太大而引起元件損害。

在第二具體實施例中，穿孔彈簧具有三個狹縫型態，其可以歸類為內部狹縫、中間狹縫與外部連續狹縫，穿孔板是省略的。雖然，震動膜、彈簧可以是長方形、正方形或其它多邊形，這具體實施例顯示一被圓形彈簧環繞的圓形震動膜。震動膜可具有肋條，其由中心點向外部邊緣發散，以強化震動膜。圓形彈簧大致上包含有兩個內連接環彈簧與數個穿孔板，其係連接該外部環彈簧至數個錨狀物。內部環彈簧是依附於震動膜邊緣的某個部分。外部環彈簧是經由穿孔樑依附於

數個堅固的襯墊，其係穿過一介電層固定於傳導基底上。內部與外部環彈簧是具有孔洞的穿孔。更者，有數個“n”接合墊位於穿孔彈簧外部邊緣的外面，以允許數個“n/2”打線越過震動膜或者圓形彈簧的上方，藉此限制震動膜與穿孔圓形彈簧在垂直背孔的方向上移動。

第三具體實施例是與第二具體實施例相似，除了震動膜與環繞的彈簧的形狀是方形的。有數個密封肋條鄰近震動膜的每一側並且密封肋條是與最近的震動膜側邊等距離。外部狹縫大致形成方形，除了圍繞襯墊與穿孔板樑的外部狹縫部分。此四個內部狹縫的每一個都是線型的並且與震動膜的一側邊平行，此外與震動膜的最近側邊是第一距離。中間狹縫是“L”形狀，其第一部份是與震動膜的第一側邊平行，第二部份是與震動膜的第二側邊平行。鄰接的中間狹縫末端是利用彈簧的一部份分隔開。

在第四具體實施例中，在第三具體實施例內每一穿孔樑是由方形彈簧的角落移至鄰近方形彈簧一側邊的中間點位置。同樣地，移動每一襯墊並連接與彈簧相對之穿孔樑末端。一個或以上個襯墊是沿著彈簧的每一側邊形成於一鄰接襯墊的薄膜層上。內狹縫的形成，因此每一內狹縫的第一部份是平行於震動膜的第一側邊，第二側邊是平行於震動膜的第二側邊，因此形成一個“L”形狀。第一部份的末端與第二部份的末端離震動膜邊緣的最近側邊為第一距離。每一個中間狹縫是與震動膜的一側邊平行，且與震動膜邊緣為第二距離，其中第二距離是大於第一距離。

第五具體實施例是將第三具體實施例的狹縫的結構修改為包含有四種狹縫型態，以形成三摺疊彈簧結構。在這個實施例中，內狹縫是如同先前所述，中間狹縫是被中間內狹縫所取代。中間內部狹縫與外部狹縫間也形成有數個中間外部狹縫。在這個具體實施例中，有四個中間狹縫與四個中間外部狹縫。每一中間外部狹縫具有一部份是平行於震動膜第一側邊，第二側邊是平行於震動膜的第二側邊。中間外部



狹縫具有兩個末端，其距離震動膜的最近側邊是第三距離。第三距離是大於中間內狹縫的第二距離。因此，彈簧的第一部份是位於內部狹縫與中間內部狹縫間，第二部份是形成於中間內部狹縫與中間外部狹縫間，第三部分是形成於中間外部狹縫與連續外部狹縫間。

底下藉由具體實施例詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

### 【實施方式】

本發明揭示一種無背板之矽麥克風結構，其利用摺疊 (folded)、有穿孔的彈簧與交錯的打線來提高對強大衝擊損傷的抵抗。圖示中並無以比例繪製且在結構中數個元件的相對尺寸可能與實際不相同。本發明也包含有依據此處具體實施例的描述來形成一矽麥克風的方法。”表面微結構”的用語可與”矽麥克風”替換使用。

請參閱第 1a 圖，其係具有改良衝擊抵抗之無背板矽麥克風 1 第一種實施例的俯視圖。矽麥克風 1 是由一位於基底 8 上的薄膜層 10 開始組成，其是具有低電阻值的矽。基底 8 可以是表面具有傳導層之玻璃。矽麥克風 1 是以薄膜層 10 為基礎，薄膜層 10 是架構為一懸浮於空氣間隔上且被數個穿孔板 19 與彈簧 12 環繞的震動膜。彈簧 12 是利用數個錨狀物 (anchor) 13 固定於基底。每一穿孔板 19 具有 4 個邊緣，其中一邊緣是依附於震動膜的外部邊緣 11a，剩餘三邊緣是由狹縫 14a、14 所構成。在這具體實施例中，震動膜 11 大致上是一個圓形平面，外部邊緣 11a 朝下方的背孔 15 延伸。此外，彈簧 12 是圓形的。然而，熟知該項技術者當知震動膜 11、彈簧 12 與穿孔板 19 可以採多邊形設計。當可瞭解的是圍繞於震動膜 11 周圍之彈簧 12 的形狀也可與震動膜 11 不相同。

震動膜 11 係利用摻雜矽、摻雜多晶矽、金、鎳、銅或其它半導體材料或者金屬所製得，並且藉由依附於圓形彈簧 12 的一部份與穿孔板 19 的一部份上的外部邊緣 11a 支撐著，其中圓形彈簧 12 與穿孔板 19

是由與震動膜 11 相同的材料組成且厚度也相同。圓形彈簧 12 的周緣在數個位置是中斷，以形成數個“m”外部樑 (outer beam) 12a，以作為連接點來連接數個位於圓形彈簧周緣的“m”襯墊 (pads) 13，其中“m”是大於 3。襯墊 13 也是由相同的薄膜層 10 製作，如同震動膜 11、穿孔板 19 與圓形彈簧 12。不同於圓形彈簧 12、穿孔板 19 與震動膜 11 具有在垂直下方背孔 15 的方向震動的彈性，襯墊 13 藉由依附於形成於基底 8 上之下方介電層 (圖中未示) 牢牢固定於位置上。每一襯墊 13 與下方介電層的部份形成一個堅固的結構，其稱為錨狀物 (anchor)。外部樑 12a 在襯墊 13 提供扭轉應力緩衝，襯墊 13 的一具體實施例是與震動膜中心 11c 等距離。有一個連續性的外部狹縫 22，其將隔襯墊 13、圓形彈簧 12 包含外部樑 12a 與薄膜層 10 分離。

一個重要的特色在於圓形彈簧 12 包含有數個狹縫 14a、14b、22，其每一各代表一個寬度大約 3~10 微米的狹長間隔。因此，圓形彈簧 12 可以釋放入平面應力 (in-plane stress) 且具有更多出平面的彈力 (out-plane flexibility)。圓形彈簧也包含有數個內部樑 12b，其連接至震動膜 11 之外部邊緣 11a 並且位於鄰接狹縫 14a 間。狹縫 14a、14b 的尺寸可以藉由製程限制而達到微小化，以防止微粒通過狹縫進入下面的空氣間隔 (圖中未示) 並且藉此限制震動膜 11 與彈簧 12 在垂直於背孔 (backside hole) 15 的方向上移動。在這具體實施例中，有四個弧形穿孔板 19 圍繞設置於震動膜 11 的外部邊緣 11a。穿孔板 19 的形狀是利用狹縫 14b 所界定，狹縫 14b 係與緊鄰外部邊緣 11a 以及兩個連接至狹縫 14b 之狹縫 14a 的穿孔板 19 邊緣相對。

在這具體實施例中，狹縫 14b 本質上與外部邊緣 11a 的最接近部分同中心並且具有兩個末端，其中一末端疊置於狹縫 14a 的一末端而第二末端疊置於第二狹縫 14a 的一端。狹縫 14a 是朝向震動膜中心 11c 排列並且較佳情況是長度小於狹縫 14b。在穿孔板 19 上之狹縫 14a 正對一鄰接穿孔板 19 上之狹縫 14a，並且此兩正對的狹縫 14a 是利用

圓形彈簧 12 的內部樑 12a 分隔開。

較佳的情況是所有狹縫 14b 是設置於離震動膜中心 11c 等距離的位置。反之，也可使用數個狹縫的其它設計。然而，每一穿孔板 19 應該利用至少一排列在一方向之狹縫來界定，其本質上是與外部邊緣 11a 的最近部分同中心。在每一穿孔板 19 內有數個以各種圖案排列的穿孔 20 或孔洞，以允許空氣流通，並且減少在震動時穿孔板 19 與基底 8 之間的狹窄空氣間隔（於圖中未示）內的空氣阻尼。

圓形彈簧 12 也包含有數個穿孔 20，數個穿孔 20 可在介於狹縫 14b 與狹縫 22 間的內部樑 12b 內形成數種圖案，也可在外部樑 12a 內形成。穿孔 20 可以減少震動時介於圓形彈簧 12 與基底 8 之間的狹窄空氣間隔（於圖中未示）內的空氣阻尼。在圓形彈簧 12 與穿孔板 19 內的穿孔 20 也用於在組配過程時使下面介電層（於圖中未示）的部份易於移動，以藉此有助於在震動膜 11、穿孔板 19 與彈簧 12 下方形成狹窄空氣間隔。襯墊 13 可以是圓形並且設置於每一外部樑 12a 的末端。有數個“n”由鋁、銅、金或其它合金材料所形成的接合墊 16 形成於狹縫 22 外部的薄膜層 10 上。如同第 3 圖所示，數個“n”接合墊 16 可以利用數個“n/2”打線連接，其中“n”是一個大於或等於 2 的偶數，更者大於或等於 4。

參閱第 1a 圖，一或以上個襯墊 13 上可形成有一第一電極 17。第一電極 17 係由例如鉻/銅金屬層所組成，以作為與外部引線（wiring）的連接點。此外，具有一個或者以上的第二電極 18，其係與第一電極 17 具有相同的組成。第二電極 18 是形成於基底 8 上。第一電極 17 與第二電極 18 可以是圓形並且藉由引線（圖中未示）連接，以形成一可變電容，其一磁極（pole）在穿孔板 19 與彈簧 12 上，而另一磁極在基底 8 上。由頂視圖，考慮到組配時一些疊置誤差與底切（undercut）釋放的關係，因此第一電極 17 之直徑小於襯墊 13。第一與第二電極 17、18 可以是單層或者是由鋁、鈦、鈹、鎳、銅或其它金屬組合之複

合層。

參閱第 1b 圖，其係沿著平面 50-50（第 1a 圖）的截面剖視圖。介電層 9 可以是氧化物，例如氧化矽，並且形成於基底 8 上。空氣間隔 7 是如圖所示，且是形成於一釋放步驟中，而這步驟將在後續進行說明。背孔 15 具有直立側壁 15s。包含有氧化層 3 與氮化層 4 的硬質單幕層在形成背孔 15 後分離。在震動膜 11 的底面面對背孔 15 處形成有數個狹窄肋條條 (rib) 11r，以減少波漏損量 (acoustical leakage) 並且防止震動膜 11 黏貼於基底 8 上。

參閱第 2a 圖，其係第一具體實施例之無背板矽麥克風的另一視圖，其具有一平面 51-51 將元件分為二並且橫斷兩鐳墊 16。在這個實施例中，鐳墊 16 係與震動膜中心 11c 等距離。在這個實施例中，鄰接襯墊 13 間的鐳墊 16 數量（兩個或者三個）並不相同。然而，本發明也包含有連接襯墊 13 間鐳墊的數量是相同的實施例。

參閱第 2b 圖，其係由平面 51-51（第 2a 圖）之剖面圖，其描繪出形成於薄膜層 10 上狹縫 22 外部的鐳墊 16。

參閱第 3 圖，第一具體實施例也包含有一打線防護方法，其中鐳墊 16 更進一步分類為鐳墊 16a、16b 並且以供作為數個穿越過震動膜 11 與圓形彈簧 12 上方之打線的端點，藉此作為制動裝置 (stopper)，以防止大震動或者強大衝擊對裝置的傷害。第一鐳墊 16a 不同於第二鐳墊 16b 僅在於一般在第一鐳墊使用第一球形接合 (ball bond) 導通至高於第二鐳墊上之第二鍵結 (bond) 的較高環路 (loop)。換句話說，震動膜 11 平面上的打線最大高度是較接近第一鐳墊 16a，勝過第二鐳墊 16b。沿著穿過震動膜中心的平面，一第二鐳墊 16b 相對於一第一鐳墊 16a。鄰接襯墊 13 間至少具有一鐳墊 16a 或 16b。利用打線連接的第一鐳墊 16a 與第二鐳墊 16b 是被視為一對鐳墊。鐳墊 16a、16b 是由相同的材料組成，如同第一電極 17 與第二電極 18，並且形成在薄膜層 10 與狹縫 22 外部位置上。在一具體實施例中，鐳墊 16a、16b

是與狹縫 22 最近並且距離震動膜中心 11c 約等距離。

在這具體實施例中，具有連接第一對鐸墊 16a、16b 之第一打線 21a。此外，具有連接第二對鐸墊 16a、16b 之第二打線 21b，連接第三對鐸墊 16a、16b 之第三打線 21c，以及連接第四對鐸墊 16a、16b 之第四打線 21d。在這個範例中，所有四個打線 21a-21d 越過震動膜中心 11c 上方。打線 21a-21d 可以是鋁或金所組成，並且可利用熟悉該項技術者所知的傳統楔形接合 (wedge bonding) 或者 thermalsonic 球狀接合步驟來形成。每一打線 21a-21d 具有一第一末端與第二末端，其中第一末端是貼附於第一鐸墊 16a，第二末端是貼附於第二鐸墊 16b。

參閱第 4 圖，其係包含有打線 21a 之平面 44-44 (第 3 圖) 之接合組構剖視圖。圓形彈簧 12 與具有外部邊緣 11a 之震動膜 11 是懸吊於背孔 15 上方。第一對打線 16a、16b 是描繪為以打線 21a 連接。如圖所示，第二打線 21b 是垂直於紙面。第二打線 21b 可實際上接觸第一打線 21a 並且施給第一打線 21a 朝向基底的力，藉此提供一較低環路 (loop) 高度  $h$ ，簡化矽麥克風組配過程。實際上，在接近第二鐸墊 (圖中未示) 之打線 21b 部分上的此較低環路高度是下壓在第一打線 21a 上，藉此減少環路高度  $h$ 。同樣地，打線 21c、21d (圖中未示) 可越過第一打線 21a 與第二打線 21b 上方。

同時，四個打線 21a-21d 形成一個制動裝置，以限制震動膜 11、穿孔板 19 與彈簧 12 在  $z$  軸方向的移動，藉此防止裝置損壞。眾所當知打線 21b 越過打線 21a 上方的結構並不是必須的。這打線組合的必要觀點是打線 21a-21d 越過震動膜 11 上方，以限制環路高度  $h$  在至少一個與更佳情況下在數個打線內，並且提供一相較於習知技術採邊緣抑制的改良式震動膜抑制。

參閱第 5 圖，其係描繪第一具體實施例之無背板矽麥克風第二打線的結構。在這個實施例中，第一打線 21a 與第二打線 21b 與第一具

體實施例（第 3 圖）所呈現的位置一樣。然而，打線 21c 連接不是位於震動膜中心兩側沿著共同平面的第三對鐳墊 16a、16b。同樣地，打線 21d 實質上平行於打線 21c 並且連接第四對鐳墊 16a、16b，第四對鐳墊 16a、16b 並沒有形成在穿過震動膜中心 11c 的平面上。再者，當大的衝擊或者不尋常的強大聲音訊號引起大震動時，打線 21a-21d 位於震動膜 11 與圓形彈簧 12 上方的交叉點將限制先前所提及之可移動元件的向上移動。打線 21a-21b 也可越過一個或更多個穿孔板 19。眾所皆知的是矽麥克風 1 在一般操作時並不會受到打線 21a-21d 影響，因為一般操作的代表性震動並不會達到環路高度  $h$ （第 4 圖）或者到達衝擊打線的高度。

參閱第 6 圖，其係依據第一具體實施例並且沿著平面 45-45（第 2 圖）之矽麥克風的剖視圖，其中打線已被移除。襯墊 13 是穿過一介電層 9 牢牢地固定在基板 8 上，介面層 9 可以是由熱氧化物、低溫氧化物、四乙氧矽（TEOS）層或者磷矽玻璃（PSG）層所組成。介電層 9 是作為一內部具有開口或者空氣間隔 7 的間隔物（spacer），以允許震動膜 11 以虛線描繪的邊緣 11a、穿孔板 19 與圓形彈簧 12 可以懸吊在一聲音訊號可以穿過之背孔 15 上方，以引起震動膜 11 的震動。在具體實施例中，背孔 15 具有直立側壁 15s，其係相對於基底 8 的底側 8a 與正對震動膜 11 之基底的前側 8b（頂表面）。背孔 15 上鄰近基底 8 之底側 8a 的部份是大於背孔 15 上鄰近基底前側 8b 的部分。氮化矽層 3 與氧化矽層 4 在組構背孔時是作為硬質罩幕層並且隨後可被移除。

在絕緣層上矽（SOI）應用上，介電層 9 可包含有氧化矽，基底 8 是矽材所形成。介電層 9 也可以包含有其它習知技術常用的介電材料，或者也可以包含有數個層狀結構。

如同先前所述，第一電極 17 係由位於至少一個襯墊 13 上的一種金屬或者鉻/銅合金所組成。第一電極 17 是作為與外部引線的連接點。此外，有一個以上的第二電極（圖中未示）形成於基底 9 的頂面上且

第二電極具有與第一電極 17 相同的組成成分。眾所當知無背板矽麥克風 1 也包含有電壓偏壓源（包含有偏壓電阻）與一電源隨動件前置放大器，但這些元件並沒有顯示出來，以簡化圖示。震動膜 11、穿孔板 19 與圓形彈簧 12 的震動是因為聲音訊號通過背孔 15 並且撞擊正對空氣間隔之震動膜的底表面。震動將會引起可變電容迴路內電容的改變，而轉變為低阻抗電壓，以如同熟悉該項技術者的認知，由電源隨動前置放大器輸出。

組配無背板矽麥克風 1 的實施例步驟流程包含有形成一介電層 9，例如利用傳統的氧化或者沉積方式於基底 8 上形成氧化矽，基底 8 可摻雜有矽離子且上下表面經過研磨。一薄膜層 10 沉積於介電層 9 上並且隨後圖案化為震動膜 11、圓形彈簧 12、襯墊 13 與穿孔板 19。熟悉該項技術領域者當可瞭解薄膜層 10 與介電層 9 可以直接地藉由熟知的晶圓鍵合製程來形成。在 SOI 方法中，當介電層 9 是氧化矽，薄膜層 10 摻雜有矽時，基底 8 與薄膜層的電阻率會小於 0.02 歐姆-公分 (ohm-cm)。

接著，在基底 8 的背面 8a 形成一個由一層或多層所組成之硬質罩幕層，其隨後將用以製造背孔。在一具體實施例中，硬質罩幕層是由熱氧化層 3 與一氮化矽層 4 所組成，其中熱氧化層 3 是利用 LPCVD 方式形成於基底 8 上，而氮化矽層 4 是利用 LPCVD 方式沉積於讓氧化層 3 上。硬質罩幕層是同時成長在薄膜層上相對於基底的側面，隨後是以一般習知的濕式化學或者乾式蝕刻法移除。

一個或者以上個中介窗開口 (via openings) (圖中未示) 形成於介電層 9 與薄膜層 10 內，以顯露出基底的某些部分。隨後，於薄膜層 10 上與中介窗開口內利用傳統的物理氣相沉積 (physical vapor deposition, PVD) 法形成一傳導層，其係用以形成第一電極、第二電極與接合墊。使用光罩 (圖中未示) 來對傳導層的部分進行選擇性蝕刻，以在薄膜層 10 上形成一個或以上個的第一電極 17 與接合墊 16，

以及在一個或以上個位於中介窗開口內的第二電極 18。

隨後，使用第二光罩（圖中未示）對薄膜層 10 進行選擇性蝕刻，以形成狹縫 14a、14b、22。穿孔 20 也是藉由對已圖案化之第二光罩層進行蝕刻所形成，但此一部分鑑於為了使圖較為簡化，因此並沒有在第 6 圖中顯示。利用一般的熟知的蝕刻步驟與一第三光罩來選擇性移除氮化矽層 4 與熱氧化層 3，以形成一開口，來顯露出基底 8 的部分背面 8a。此開口是位於震動膜 11 下方並且寬度  $w$  相對應於背孔的預設寬度，而背孔的形成將於下列步驟說明。基底 8 被顯露的部份 8a 可利用電漿蝕刻或者深度反應性離子蝕刻（DEIR）方式來蝕刻形成具有垂直側壁 15c 的背孔 15。利用如氫氧化四甲銨（TMAH）或氫氧化鉀（KOH）的濕式蝕刻可用以形成傾斜的側壁（圖中未示），而造成背孔 15 的寬度是較大的，因為自震動膜 22 的距離變大了。

隨後基底 8 利用現有的製程方式分離成數個各別的矽麥克風。最後釋出步驟（release step）就是在將空氣間隔 7 上的介電層 9 部分移除。穿孔 20 就是為了在這個步驟中易於將介電層 9 的被選擇部分移除。在一 SOI 實施例中，由氧化物為材料製得之介電層 9 舉例來說是利用包含有氫氟酸（HF）緩衝劑的時程蝕刻（timed etch）自空氣間隔 7 上移除。因為介電層 9 是利用適當控制的方式移除，因此位於襯墊 13 下方的介電層可以被完整保留下來。

參閱第 7a 圖，其係本發明之矽麥克風 60 的第二種具體實施例俯視圖。在這個具體實施例中，具有外部邊緣 31a 的圓形震動膜 31 是被彈簧 33 環繞著，而彈簧 33 除了數個自圓形彈簧 33 向外突出的數個樑 33a 外大致上是圓形的。然而，本發明也包含有震動膜 31 與環繞周圍的彈簧 33 是不規則形狀的實施例。震動膜 31 與彈簧 33 是共平面的並且外部邊緣 31a 是向下方背孔的圓形震動膜 35 延伸。震動膜 31 是由摻雜矽、摻雜多晶矽、金、鎳、銅或其它半導體材料或金屬所組成，並且外部邊緣 31a 利用依附於圓形彈簧 33 的內部邊緣支撐



著，而圓形彈簧 33 的組成材料與厚度與震動膜 31 相同。數個“m”樑 33a，是作為連接點來連接數個“m”襯墊 32，其中“m”是大於 3。在這個實施例中顯示，有三個樑 33a 彼此間等距離排列且繞著圓形彈簧 33。襯墊 32 是與震動膜中心 31c 等距離。襯墊 32 也是利用與震動膜 31、樑 33a 與圓形彈簧 33 相同的薄膜材料所製得。但不像圓形彈簧 33、樑 33a 與震動膜 31 具有彈性可以在垂直於下方背孔（圖中未示）的方向震動，襯墊 32 是藉由貼附於一形成基底 28 上的下方介電層（圖中未示）來牢牢地固定在位置上。每一襯墊 32 與介電層的下方部分形成一錨狀物。

一個重要的特色是圓形彈簧 33 內形成有數個中間狹縫 34a 與數個內部狹縫 34b 並且每一狹縫代表一個窄間隔，其一般是沿著圓形彈簧直徑分佈且寬度是 3 至 10 微米寬。更者有一個環繞彈簧 33、樑 33a 與襯墊 32 的連續外部狹縫 34c，其將上述元件與該被環繞的薄膜層 30 分離。在內部狹縫 34b、中間狹縫 34a 與外部狹縫 34c 內的間隔大小是可基於製程限制而微小化，以防止粒子進入震動膜 31 下方的空氣間隔（圖中未示）。中間狹縫 34a 與內部狹縫 34b 是圖案化的，藉此任兩內部狹縫 34b 間的分隔線是對準於最鄰近的中間狹縫 34a 的中心部分。圓形彈簧 33 包含有兩個內部連接環，一內環位於外部邊緣 31a 與中間狹縫 34a 間，一外環位於中間狹縫 34a 與外部狹縫 34c 間。因此，位於圓形彈簧 33 內的兩個內部連接環能夠增加內平面（in-plane）壓力的釋放並且允許更多外平面（out-plane）的彈性。

在這具體實施例中，三個內部狹縫 34b 圍繞著震動膜 31 的外部邊緣 31a 排列。每一內部狹縫 34b 具有一縱長方向，其係形成一個與彎曲的外部邊緣 31a 同中心的彎曲形狀並且形成與外部邊緣 31a 的第一距離。每一內部狹縫 34b 具有兩個末端且兩末端間的距離是內狹縫 34b 的長度，其係與所有內狹縫 34b 相同。中間狹縫 34a 與鄰接內狹縫 34b 的最近點兩者間的距離是小於內狹縫 34b 的長度。同樣地，三

個中間狹縫 34a 是設置在介於內部狹縫 34b 與外部狹縫 34c 間的圓形圖案內。每一中間狹縫 34a 構成離震動膜中心 31c 的第二距離，其係大於第一距離。每一中間狹縫 34a 的彎曲長度可以與內部狹縫 34b 相同或者較大。每一中間狹縫 34a 具有兩個末端，以及一與彎曲外部邊緣 31a 同心的彎曲形狀，中間狹縫 34a 末端與鄰近內部狹縫 34b 上最近點間的距離是小於中間狹縫 34a 的長度。

反之，狹縫 34a、34b 與襯墊 32 也可以使用其它設計。舉例來說，每一組中間狹縫 34a 內的狹縫數量，或者內部狹縫 34b 可超過三個，穿孔樑 33a 與襯墊 32 的數目大於三個。

圓形彈簧 33 也包含有數個孔或者穿孔 40，其可以形成於介於震動膜 31 與外部狹縫 34c 間的數個圖案內與樑 33 內。需要穿孔 40，以供空氣流通，因此減少在震動過程中，介於圓形彈簧 33 與基底 8 間狹窄空氣間隔（圖中未示）內的空氣阻尼。襯墊 32 可以是圓形的並且設置於每一穿孔樑 33a 的末端。震動膜 31 內也形成有數個肋條（rib）39，以鞏固元件。每一肋條 39 由震動膜中心 31c 延伸至外部邊緣 31a 並且當離震動膜中心的距離增加時漸漸地變的較寬。

另一個重要特色是有數個排列於外部狹縫 34c 外部的接合墊 36。兩鄰接襯墊 32 間至少形成有一接合墊 36。接合墊 36 可以是利用與第一電極 37 或第二電極 38 相同的金屬所組成，接合墊 36 是形成於薄膜層 30 上且位於圓形彈簧 33 的外側位置。在一實施例中，該些接合墊 36 是與震動膜中心 31 等距離。在這具體實施例中，每一對鄰接襯墊 32 間形成有四個接合墊 36。然而，本發明也包含有一鄰接襯墊 32 間沒有相同數量接合墊的具體實施例。舉例來說，第一襯墊 32 與第二襯墊 32 間具有三個接合墊，第二鍍墊與第三鍍墊 32 間有四個接合墊。

一個或以上個襯墊 32 上形成有第一電極 37。第一電極 37 係由鉻/銅金屬層所組成，且作為與外部引線的連接點。此外，有一個或以上個第二電極 38，其與第一電極 17 的組成成分相同。第二電極 38 形成

於基底 28 上並且與震動膜中心 31c 的距離大於接合墊 36 或者第一電極 37。第一電極 37 與第二電極 38 為圓形並且利用引線（圖中未示）形成一個可變電容，其在穿孔板彈簧 33 上具有一磁極（pole），而另一磁極在基底 8 上。由俯視圖，考慮到組配時一些疊置誤差與底切（undercut）釋放，第一電極 37 之直徑小於襯墊 32。第一與第二電極 37、38 可以是鋁、鈦、鈹、鎳、銅或其它金屬的單一或組合之複合層。

參閱第 7b 圖，其係第 7a 圖之結構由平面 52-52 的剖視圖。需強調的是肋條 39 由震動膜 31 朝背孔 35 向下延伸。薄膜層 30 形成於介電層 29 上，以作為薄膜層與基底 28 間の間隔物。一空氣間隔 27 形成於介電層 29 內，以允許震動膜 31 與彈簧 31 關於背孔 35 上下震動。

請參閱第 8a 圖，其係第 7a 圖之結構第二視圖，其具有通過兩接合墊 36、一肋條 39 與一第二電極 38 的平面 53-53。第 8b 圖係由平面 53-53 的剖視圖並顯示出位於震動膜 30 上且外部狹縫 34C 外部的接合墊 36。更者，一設置於基底 28 上的第二電極 38。

請參閱第 9 圖，第二具體實施例更包含有一打線防護結構，其中數個“n/2”打線是用以連接數個“n”接合墊，其中 n 是偶數  $\geq 2$ ，更者大於 4。如同先前第 7a 圖所示，第二具體實施例可包含有十二個接合墊，其中四個接合墊是形成於每一對襯墊 32 間。接合墊可以分類為例如第一接合墊 36a、36c 或者第二接合墊 36b、36d。第一接合墊 36a、36c 不同於第二接合墊 36b、36d 之處僅在於連接接合墊 36a 至接合墊 36b 或者連接接合墊 36c 至接合墊 36d 之打線的環路高度在位置接近第一接合墊勝於第二接合墊的打線部分是較大的。

接合墊 36a-36d 是數個橫越過圓形彈簧 33 與某些範例內震動膜 31 之打線的終端，並且藉此作為一個制動裝置，以防止先前所述之可移動原件內產生大震動或者強大衝擊所對元件產生的損害。第一接合墊 36a、36c 不同處僅在於第一接合墊 36a 是形成於接合墊 32 與鄰接

的第二接合墊 36d 之間，第一接合墊 36c 是位於第二接合墊 36b 與第二接合墊 36d 之間。需注意的是，第二接合墊 36b 是位於襯墊 32 與第一接合墊 36c 之間，而第二接合墊 36d 是位於第一接合墊 36a 與第一接合墊 36c 之間。第一接合墊 36a 與每一第二接合墊 36b 相對並且第一接合墊 36c 是與每一第二接合墊 36d 相對。在這個具體實施例中，第一接合墊 (36a 或者 36c) 與第二接合墊 (36b 或者 36d) 是以交替方式沿著外部狹縫 34c 設置。當  $n=2$  時，僅有一打線 (於圖中未示) 連接第一接合墊 36a 與第二接合墊 36b，並且接合墊越過震動膜 31 中心上方。

在這具體實施例內，有三個打線 41，每一打線 41 連接第一打線 36a 與第二打線 36b 並且越過原形彈簧 33 與震動膜 31 上方。更者，三個打線 42，其每一個連接第一接合墊 36c 與第二接合墊 36d 並且越過一原形彈簧 33 上方，但是並沒有越過震動膜 31 上方。一個或以上個打線 41 可越過打線 42 上方，一個或以上個打線 42 可以越過打線 41 上方，以提供依高等級的抑制，當在大震動或者強大衝擊時，限制震動膜 31 與原形彈簧 33 向上移動 (出紙張平面)。因此，打線 41、42 有利於作為制動裝置，以防止可移動原件移動至離基底 28 太遠，並且藉此防止元件損傷。打線 41、42 可以是利用鋁或金所製成，或者由熟悉該項技術者利用金熱聲波打線接合方式或者可利用熟悉該項技術者所知的傳統楔形接合 (wedge bonding) 來形成。

反之，其他打線設計也可以用來抑制震動膜 31 與原形彈簧 33 的移動。每一結合結構包含有數個打線，其一個或以上個打線越過震動膜 31 上方，以提供震動時最大的抑制。

請參閱第 10 圖，其係顯示一與第二具體實施例相似的第三具體實施例，除了震動膜 31 的形狀與圍繞的彈簧 33 是方形外。在這個實施例中，方形彈簧 33 的四個角落具有穿孔樑 33a。每一穿孔樑 33a 連接至襯墊 32，其係與下方介電層 (圖中未示) 的一部份共同形成一堅固

的錨狀物。更者，有數個密封肋條 31r 鄰近震動膜的每一側，且每一密封肋條與最接近的震動膜側緣等距離。眾所當之，密封肋條是形成於震動膜 31 的底面上且正對背孔 35，並且有助於減少聲波洩漏。

此外，有三個狹縫部。除了圍繞襯墊 32 與穿孔樑 33a 的外部狹縫部分外，外部狹縫 34c 大致上是方形的。該四個內部狹縫 34b 皆是線形的且平行於震動膜 31 的側壁，該四個內部狹縫 34b 離震動膜最近側是第一距離。中間狹縫 34a 為“L”形狀並且第一部份與震動膜 31 的第一側平行，第二部份與震動膜的第二側平行。第一部的末端與第二部的末端形成離震動膜 31 最近側邊的第二距離，其係大於第一距離。鄰接中間狹縫的末端 34a 是被部分彈簧 33 分離。有一內部狹縫 34b 形成於震動膜 31 與中間狹縫 34a 末端之間。

在第三具體實施例中的彈簧 33 被考慮為具有雙重摺疊彈簧結構，其內部摺疊彈簧部分是形成於內部狹縫 34b 與中間狹縫 34a 之間，外部摺疊部分是形成於中間狹縫與外部狹縫 34c 之間。

第二具體實施例的另一觀點是被提出在第三具體實施例內，例如數個“n”接合墊 36 形成於外部狹縫 34c 外的薄膜層 30 上並且藉於鄰接襯墊 32 間。第一電極 37 形成於一個或以上個襯墊 32 上，一個或以上個第二電極 38 形成於基底 28 上。由俯視圖，震動膜 31 的側邊（外部邊緣）與密封肋條 31r 自震動膜中心 31c 的距離（x,y 方向）是大於背孔 35，其中背孔 35 可以為方形。第三具體實施例也包含有一種打線防護結構，其“n/2”打線（圖中未示）是用以連接在先前具體實施例中所述之“n”接合墊 32。

參閱第 11 圖，其係顯示第四種具體實施例，其中在第三種具體實施例（第 10 圖）中的穿孔樑 33a 是由方型彈簧 33 的中心移至鄰近方形彈簧側邊中間點的位置。同樣地，移動襯墊 32 且與相對於彈簧 33 的穿孔樑 33a 末端連接。一個或以上個接合墊 36 是形成於鄰接襯墊 32 且沿著彈簧 33 每一側的薄膜層 30 上。移動內部狹縫 34b，因此每

一內部狹縫的第一部是平行於震動膜 31 的第一側緣，第二部是平行於震動膜的第二側緣，因此形成一個“L”形。第一部的末端與第二部的末端離震動膜邊緣（圖中未示）的最近側緣是第一距離。每一中間狹縫 34a 是以一離震動膜邊緣為第二距離的方式來平行於震動膜 31 的側緣，其中第二距離是大於第一距離。

打線防護結構是相似於最早的兩具體實施例所描述。實際上，數個“ $n/2$ ”打線（圖中未示）連接數個“ $n$ ”接合墊 36，藉此當強大衝擊或者大聲音訊號產生振動時，能夠限制震動膜 31 由背孔 35 離開向上移動。每一“ $n/2$ ”打線越過至少一震動膜 31 或者彈簧 33 一部分的上方。

參閱第 12 圖，其係第五具體實施例的示意圖，此實施例是相似於第三具體實施例，其穿孔樑 33a 與襯墊 32 是設置於方形彈簧 33 的四個角落上。第五具體實施例也與第四具體實施例之狹縫的內兩部分位置有關。實際上，在彈簧 33 內的狹縫結構已經被修改為包含有四種狹縫型態，以形成三摺疊彈簧結構。在這個範例中，內部狹縫 34b 與中間內部狹縫 34e 是近似於第 11 圖內所繪之內部狹縫 34b 與中間狹縫 34a。有數個中間外部狹縫 34d 形成於中間內部狹縫 34e 與外部狹縫 34c 間。在這具體實施例內，有四個中間內部狹縫 34e 與四個中間外部狹縫 34d。每一中間外部狹縫 34d 具有一部份平行於震動膜的第二側緣。中間外部狹縫 34d 具有兩個末端，其距離震動膜最近側緣是第三距離。第三距離是大於第二距離。更者，中間外部狹縫 34d 的末端是被彈簧 33 的一部份阻隔而與鄰接中間外部狹縫的末端分離。中間外部狹縫 34d 的末端與震動膜 31 間形成有一中間內部狹縫 34e。此三摺疊彈簧結構能提供較先前具體實施例中雙摺疊彈簧設計更多額外的出平面彈性與減輕入平面的壓力。在中間內部狹縫 34e 與中間外部狹縫 34d 內部的間隔寬度如同先前具體實施例是 3 至 10 微米。

如同先前的具體實施例，打線防護結構包含有“ $n/2$ ”打線（圖中未示），其係連接“ $n$ ”接合墊 36，以利於限制震動膜 31 由背孔 35 遠離的

向上移動並且藉此將衝擊驗證抵抗傳遞給矽麥克風。每一“ $n/2$ ”打線越過震動膜 31 與彈簧 33 至少一部分的上方。接合墊 36 與外部狹縫 34c 等距離。鄰接襯墊 32 間有一個或以上個接合墊 36。

在此處所揭示的所有無背板矽麥克風的具體實施例提供了相較於先前技術更優良的衝擊驗證容忍度，這是因為打線提供了涵蓋震動膜與圓形彈簧整個表面上方的限制，而習知技術僅提供在邊緣上的限制。更者，打線可以在形成第一電極與第二電極間連接線連接時同步驟進行組配，因此不會增加製程步驟的複雜度。此外，不相同的狹縫設計釋放入平面壓力且具有更多出平面的彈力，以防止元件損害。

雖然本發明已經實際性地於此處的具體實施例中進行描繪與描述，但熟知該項技術領域者對本發明在形式上與細節上所做的些許修改，當無法脫離本發明之精神與領域範疇。

唯以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，並非用來限定本發明實施之範圍。故即凡依本發明申請範圍所述之特徵及精神所為之均等變化或修飾，均應包括於本發明之申請專利範圍內。

### 【圖式簡單說明】

第 1a 圖係依據本發明之第一具體實施例之具有圓形彈簧、穿孔板與震動膜以及用以供打線之附加接合墊的無背板矽麥克風的俯視圖。

第 1b 圖係為沿著第一平面將第 1a 圖之無背板矽麥克風分為二部分的剖視圖。

第 2a 圖是與第 1a 圖相似的俯視圖，除了具有一第二平面，其沿著包含有兩接合墊的路徑將矽麥克風分為二部分。

第 2b 圖是依據本發明之第一具體實施例之沿著第 2a 圖中的第二平面的剖視圖。

第 3 圖依據本發明之第一具體實施例之打線結構的俯視圖，此打線結構增加了無背板矽麥克風的衝擊抵抗能力。

第 4 圖係為第 3 圖之打線位於矽基底上的剖視圖，以描述交叉的打線

如何降低環路高度。

第 5 圖是依據本發明之第一具體實施例之第二種打線結構的俯視圖，此打線結構增加了無背板矽麥克風的衝擊抵抗能力。

第 6 圖是顯示在第 5 圖之無背板矽麥克風各種元件的剖視圖。

第 7a 圖是依據本發明之第二具體實施例之具有雙摺疊穿孔圓形彈簧與用以供打線之附加接合墊的無背板矽麥克風的俯視圖。

第 7b 圖係為第 7a 圖之無背板矽麥克風沿著第一平面的剖視圖。

第 8a 圖係依據本發明之第二具體實施例之矽麥克風的俯視圖，其顯示一貫穿兩個接合墊與第二電極的第二平面。

第 8b 圖係第 8a 圖沿著第二平面的矽麥克風剖視圖。

第 9 圖依據本發明之第二具體實施例之打線結構的俯視圖，此打線結構增加了無背板矽麥克風的衝擊抵抗能力。

第 10 圖係依據本發明之第三具體實施例之矽麥克風的俯視圖，此第三具體實施例之震動膜與環繞的彈簧是方形的並且彈簧是雙摺疊設計且固定於四個角落。

第 11 圖係第四具體實施例之矽麥克風的俯視圖，其近似於第 10 圖，除了雙摺疊彈簧是鎖固在四個側緣，內部狹縫與中間狹縫的設置變動外。

第 12 圖係依據本發明之第五具體實施例之矽麥克風的俯視圖，此第五具體實施例之方形彈簧是三摺疊設計且彈簧內包含有四種型態的狹縫。

#### 【主要元件符號說明】

1 無背板矽麥克風

3 氧化層

4 氮化層

8 基底

8a 底側



- 8b 底側
- 9 介電層
- 10 薄膜層
- 11 震動膜
- 11a 外部邊緣
- 11r 肋條
- 12 彈簧
- 12a 外部樑
- 12b 內部樑
- 13 錨狀物
- 14a 狹縫
- 14b 狹縫
- 15 背孔
- 15s 直立側壁
- 16 接合墊
- 17 第一電極
- 18 第二電極
- 19 穿孔板
- 20 穿孔
- 21a 第一打線
- 21b 第二打線
- 21c 第三打線
- 22 外部狹縫
- 28 基底
- 29 介電層
- 30 薄膜層
- 31 震動膜

- 31a 外部邊緣
- 31r 密封肋條
- 32 襯墊
- 33 彈簧
- 33a 穿孔樑
- 34a 中間狹縫
- 34b 內部狹縫
- 34c 連續外部狹縫
- 34e 內部狹縫
- 35 背孔
- 36 接合墊
- 36a 第一接合墊
- 36b 第二接合墊
- 36c 第一接合墊
- 36d 第二接合墊
- 37 第一電極
- 38 第二電極
- 39 肋條
- 40 穿孔
- 41 打線
- 42 打線
- 44 平面
- 45 平面
- 50 平面
- 52 平面
- 53 平面
- 60 矽麥克風

## 十、申請專利範圍：

1. 一種無背板矽麥克風，其包含有：
  - (a)一基底，其具有一正面與一背面，以及一穿過該基底之背孔；
  - (b)一介電間隔物層，其形成於該基底的正面上；
  - (c)一震動膜，其係對準於該背孔上並且是利用一形成於該介電層上的薄膜層所形成，該震動膜具有一中心與一外部邊緣；
  - (d)數個穿孔板，其具有一側緣鄰接該震動膜的外部邊緣，該穿孔板是利用該薄膜層製得；
  - (e)一環狀穿孔彈簧，其係利用該薄膜層所製得並且包含有數個外部樑，其係連接至數個”m”襯墊，其中”m” $\geq 3$ ，數個內部樑是依附於該震動膜的外部邊緣；
  - (f)數個”m”襯墊，其係利用該薄膜層所製得並且形成於該介電間隔物層上，其中每一襯墊與該介電間隔物層的一下方部份形成一肋條錨狀物 (rigid anchor)；以及
  - (g)一空氣間隔，其形成於該介電間隔物層內且位於該震動膜、數個穿孔板與該環狀穿孔彈簧下方。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之無背板矽麥克風，其更包含有一第一電極，其係位於一或以上個襯墊上，與一個或以上個第二電極，其係形成於該基板上，其中該第一電極與該第二電極是連接，以形成一可變電容，其一磁極是位於該穿孔板與該環狀穿孔彈簧上，而另一磁極是位於該基底上。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之無背板矽麥克風，其中該震動膜、環狀穿孔彈簧、數個穿孔板與數個襯墊是共平面的並且是由摻雜矽、摻雜多晶矽、金、銅、鎳、其他半導體材料或金屬所組成。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之無背板矽麥克風，其中該震動膜、數個穿孔板、環狀穿孔彈簧與數個襯墊是由數個形成於該薄膜層內的狹縫所界定出來的。

5. 如申請專利範圍第1項所述之無背板矽麥克風，其中該震動膜、數個穿孔板與環狀穿孔彈簧是圓形的或者多邊形的。
6. 如申請專利範圍第4項所述之無背板矽麥克風，其中該襯墊是與該震動膜中心等距離。
7. 如申請專利範圍第4項所述之無背板矽麥克風，其中該數個狹縫的寬度是大約3至10微米。
8. 一種無背板矽麥克風，其包含有：
  - (a)一基底，其包含有一正面與一背面以及一穿過該基底之背孔；
  - (b)一介電間隔物層，其形成於該基底的正面上；
  - (c)一震動膜，其係對準於該背孔上並且是利用一形成於該介電層上的薄膜層所形成，該震動膜具有一中心與一外部邊緣；
  - (d)一彈簧，其係環繞且連接至該震動膜，該彈簧係利用該薄膜層所製得並且包含有數個穿孔形成於內，該彈簧是連接至數個”m”襯墊，其中”m” $\geq 3$ ；
  - (e)數個”m”襯墊，其係由該薄膜層所製得並且形成於該介電間隔物層上，其中每一襯墊與該介電間隔物層的下方部份形成一肋條錨狀物；以及
  - (f)一空氣間隔，其形成於該介電間隔物層內且位於該震動膜與彈簧下方。
9. 如申請專利範圍第8項所述之無背板矽麥克風，其更包含有一第一電極，其係位於一或以上個襯墊上，與一個或以上個第二電極，其係形成於該基板上，其中該第一電極與該第二電極是連接，以形成一可變電容，其一磁極是位於該彈簧上，而另一磁極是位於該基底上。
10. 如申請專利範圍第8項所述之無背板矽麥克風，其中該震動膜、彈簧與數個襯墊是共平面的，並且是由摻雜矽、摻雜多晶矽、金、銅、鎳、其他半導體材料或金屬所組成。

11. 如申請專利範圍第 8 項所述之無背板矽麥克風，其中該震動膜與彈簧是圓形的或者多邊形的。
12. 如申請專利範圍第 11 項所述之無背板矽麥克風，其中該數個” m”襯墊是與該震動膜中心等距離。
13. 如申請專利範圍第 11 項所述之無背板矽麥克風，其中該彈簧是利用” m”穿孔樑連接至該” m”襯墊，該震動膜、彈簧、穿孔樑與數個襯墊是利用數個形成於該薄膜層內的狹縫所界定出來的。
14. 如申請專利範圍第 13 項所述之無背板矽麥克風，其中該震動膜與彈簧是圓形的並且該數個狹縫包含有：
  - (a) 數個內部狹縫，其每一個具有一彎曲形狀，其係與該圓形震動膜的外部邊緣同中心，並且與該外部邊緣形成一第一距離；
  - (b) 數個中間狹縫，其每一個具有一彎曲形狀，其係與該圓形震動膜的外部邊緣同中心，並且與該外部邊緣形成一第二距離，其中該第二距離是大於該第一距離；以及
  - (c) 一連續外部狹縫，其係藉定出該彈簧、穿孔樑與襯墊的外部邊緣，並利用該連續外部狹縫將該彈簧、穿孔樑與襯墊的外部邊緣與該薄膜層分離。
15. 如申請專利範圍第 14 項所述之無背板矽麥克風，其中任兩鄰接內部狹縫是利用該彈簧的一部份分離，並且該部分是鄰接對準於該最近中間狹縫的一中心部份。
16. 如申請專利範圍第 13 項所述之無背板矽麥克風，其中該震動膜與彈簧每一個具有四個側邊與四個角落，以形成一方形並且有一個穿孔樑貼附於該方形彈簧四個角落的每一個，該數個狹縫包含有：
  - (a) 四個內部狹縫，其中每一個內部狹縫是線形的並且平行於該震動膜的側緣，且離該震動膜的該側緣是第一距離；
  - (b) 四個中間狹縫，其中每一中間狹縫具有兩個末端，以及一平行於該震動膜之第一側緣的第一部份與一平行於該震動膜之第二

側緣的第二側，以形成一”L”形，該兩末端是與該震動膜的一最近側緣形成一第二距離，其中該第二距離是大於該第一距離；以及

(c)一連續外部狹縫，其係藉定出該彈簧、穿孔樑與襯墊的一外部邊緣，並利用該連續外部狹縫將該彈簧、穿孔樑與襯墊的外部邊緣與該薄膜層分離。

17. 如申請專利範圍第 13 項所述之無背板矽麥克風，其中該震動膜與彈簧每一具有四個側緣與四個角落，以形成一方形，並且有一個穿孔樑貼附於該方形彈簧四個角落的每一個，該數個狹縫包含有：

(a)四個內部狹縫，其中每一個內部狹縫具有兩個末端，以及一平行於該震動膜之第一側緣的第一部份與一平行於該震動膜之第二側緣的第二側，以形成一”L”形，該兩末端與該震動膜的一最近側緣形成一第一距離；

(b)四個中間狹縫，其中每一中間狹縫是線形的並且與該震動膜之一側形成一第二距離，其中該第二距離是大於該第一距離；以及

(c)一連續外部狹縫，其係界定出該彈簧、穿孔樑與襯墊的一外部邊緣，並利用該連續外部狹縫將該彈簧、穿孔樑與襯墊的外部邊緣與該薄膜層分離。

18. 如申請專利範圍第 13 項所述之無背板矽麥克風，其中該震動膜與彈簧每一個具有四個側緣與四個角落，以形成一方形，並且有一個穿孔樑貼附於該方形彈簧四個角落的每一個，該數個狹縫包含有：

(a)四個內部狹縫，其中每一個內部狹縫具有兩個末端，以及一平行於該震動膜之第一側緣的第一部份與一平行於該震動膜之第二側緣的第二側，以形成一”L”形，該兩末端與該震動膜的一最近側緣形成一第一距離；

(b)四個中間狹縫，其中每一中間狹縫是線形的並且與該震動膜之

- 一側形成一第二距離，其中該第二距離是大於該第一距離；
- (c) 四個中間外部狹縫，其中每一中間外部狹縫具有兩個末端，一平行於該震動膜之一第一側緣的第一部，以及一平行於該震動膜之一第二側緣的第二部，以形成一”L”形，其中該兩末端與該震動膜之一最近側緣形成一第三距離，其係大於該第二距離；以及
- (d) 一連續外部狹縫，其係界定出該彈簧、穿孔樑與襯墊之一外部邊緣，並利用該連續外部狹縫將該彈簧、穿孔樑與襯墊的外部邊緣與該薄膜層分離。
19. 如申請專利範圍第 14 項所述之無背板矽麥克風，其中該數個內部狹縫與該數個外部狹縫的寬度是大約 3 至 10 微米。
20. 一種具有打線防護之無背板矽麥克風，其包含有：
- (a) 一基底，其包含有一正面與一背面以及一穿過該基底之背孔；
- (b) 一介電間隔物層，其形成於該基底的正面上；
- (c) 一震動膜，其係對準於該背孔上並且是利用一形成於該介電層上的薄膜層所形成，該震動膜具有一中心與一外部邊緣；
- (d) 一彈簧，其係環繞且連接至該震動膜，該彈簧係利用該薄膜層所製得並且包含有數個穿孔形成於內，該彈簧是連接至數個”m”襯墊，其中”m” $\geq 3$ ；
- (e) 數個”m”襯墊，其係由該薄膜層所製得並且形成於該介電間隔物層上，其中每一襯墊與該介電間隔物層的下方部份形成一肋條錨狀物；
- (f) 一空氣間隔，其形成於該介電間隔物層內且位於該震動膜與彈簧下方；
- (g) 數個”n”接合墊，其中 n 是偶數 $\geq 2$ ，並位於該薄膜層上鄰近該震動膜之該外部邊緣處；以及
- (h) 一個或數個”n/2”打線，其係連接該接合墊，其中每一該一個

或數個”  $n/2$ ” 打線越過至少該震動膜的一部分上方，藉此限制任何因大衝擊所引起的非經常性震動膜大震動。

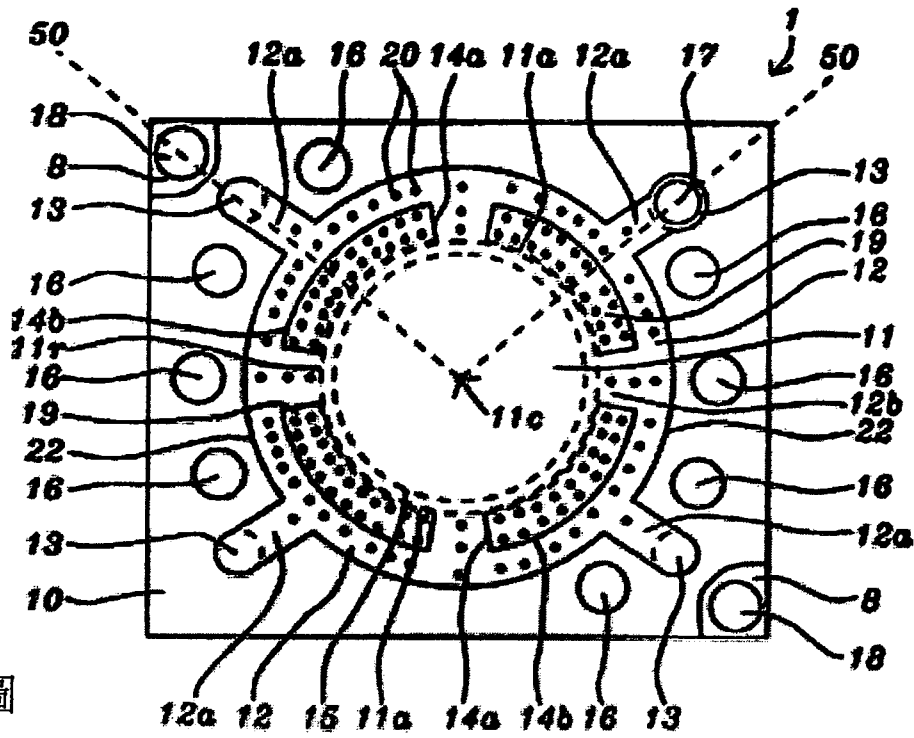
21. 如申請專利範圍第 20 項所述之具有打線防護之無背板矽麥克風，其中該數個”  $n$ ” 接合墊是利用鋁、銅、金或其他複合金屬材料所製得。
22. 如申請專利範圍第 20 項所述之具有打線防護之無背板矽麥克風，其中該一個或數個打線是利用鋁或金所製得，並且是利用傳統楔形接合 (wedge bonding) 或金熱聲波打線接合方式貼附於該數個”  $n$ ” 接合墊上。
23. 如申請專利範圍第 20 項所述之具有打線防護之無背板矽麥克風，其中該一或數個”  $n/2$ ” 打線具有兩個末端，其中該第一與第二末端是各貼附於一第一接合墊與一第二接合墊，並且該第一接合墊與該第二接合墊是沿著該外部邊緣交替排列。
24. 如申請專利範圍第 20 項所述之具有打線防護之無背板矽麥克風，其中該數個”  $n/2$ ” 打線是包含有至少兩個引線，其中第一引線越過一第二引線上方，藉此降低在該第二引線內的一環路高度，該被越過的引線也提供該震動膜由該薄膜層的一平面離開位移的限制。
25. 一種形成具有打線防護之無背板矽麥克風的方法，其包含有：
  - (a) 提供一基底，其具有一正面與一背面，其中一堆疊結構 (stack) 包含有一低介電間隔物層與上方薄膜層是形成於該正面上，一硬質罩幕層是設置於該背面；
  - (b) 在該薄膜層與該介電間隔物層內形成一或者以上個中介窗開口，以顯露出該基底的某些部份；
  - (c) 在該薄膜層的某些位置上形成數個第一電極與數個”  $n$ ” 接合墊，以及一或以上個位於該基底上之該一或以上個中介窗開口內的第二電極；
  - (d) 蝕刻該薄膜層，以形成數個穿孔洞 (perforated holes) 與數



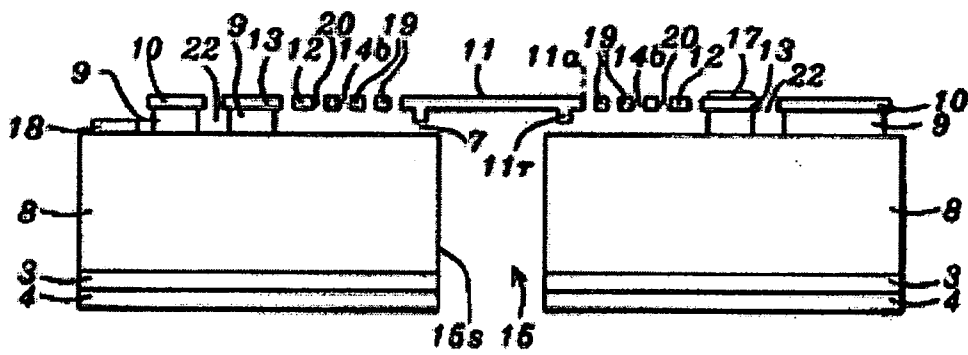
個狹縫形狀的開口，以界定一震動膜具有一中心與外部邊緣，一彈簧圍繞並連接至該震動膜，其中該彈簧內具有穿孔且是連接至數個” m” 襯墊，” m”  $\geq 3$ ；

- (e)在該硬質單幕層內蝕刻一開口並且形成一穿過該基底的背孔，其係排列於該震動膜下方；
- (f)在一釋放 (release step) 步驟移除該介電間隔物層的一部份，以形成一介於該震動膜與背面孔間與介於該彈簧與基底間的空氣間隔；以及
- (g)利用數個” n/2” 打線連接該數個” n” 接合墊，因此每一打線連接兩個接合墊並且越過該彈簧與該震動膜的至少一部份，藉此作為一限制，以侷限該彈簧或該震動膜在離開該基底的方向上的震動。

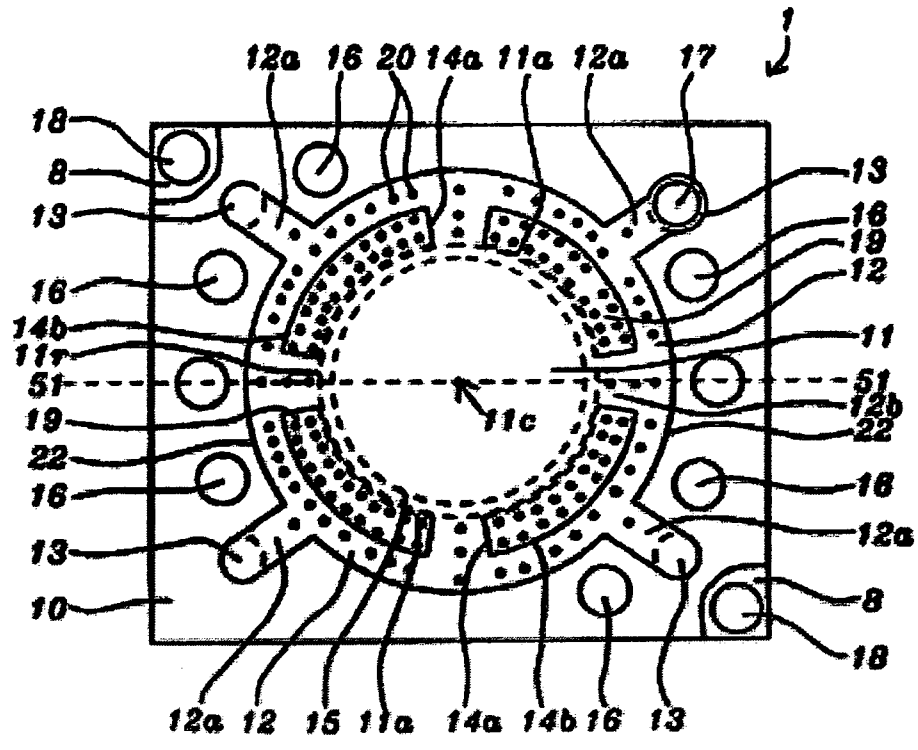
十一、圖式：



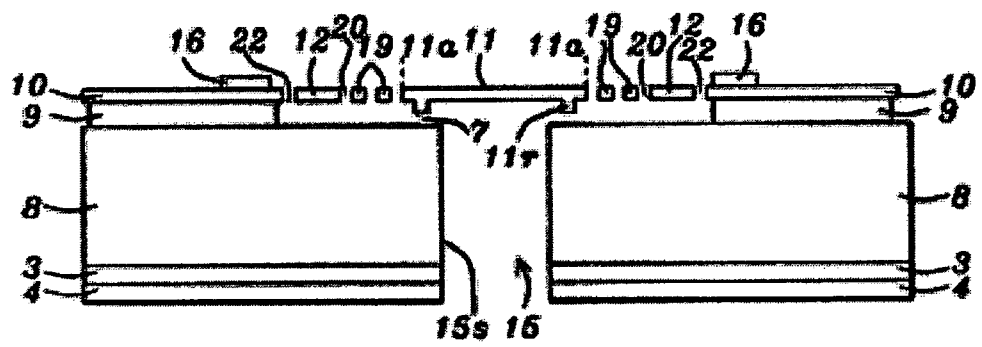
第1a圖



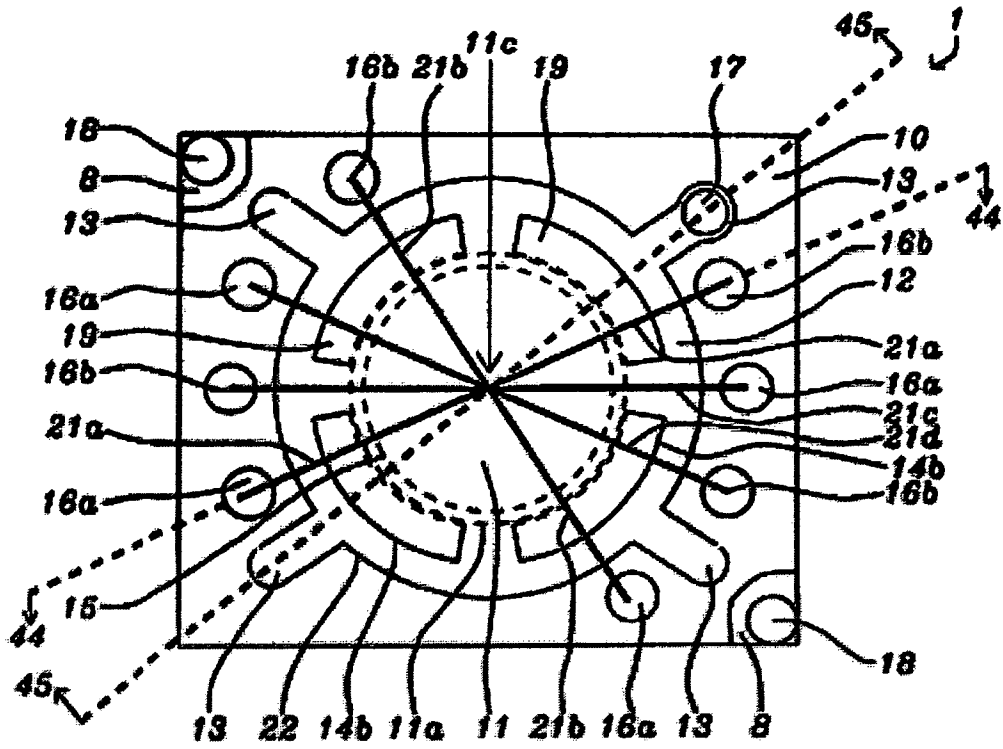
第1b圖



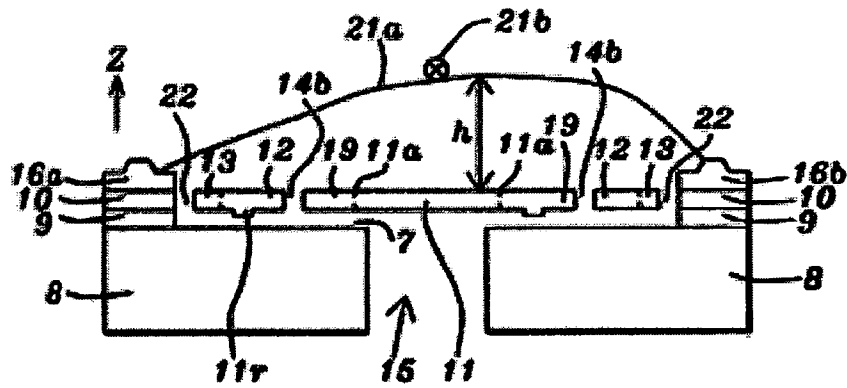
第2a圖



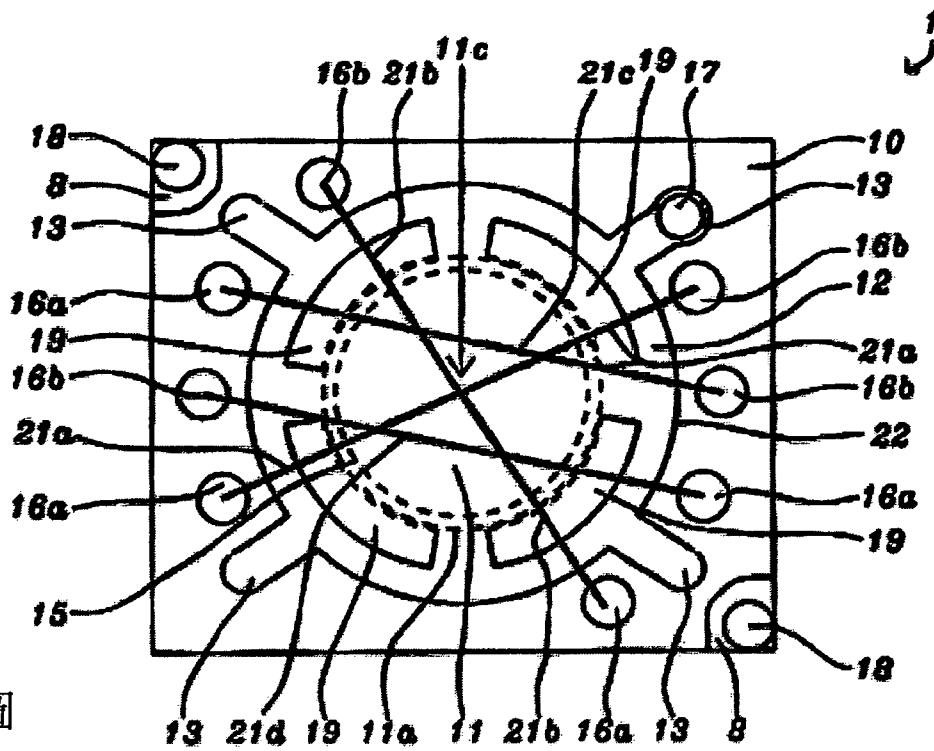
第2b圖



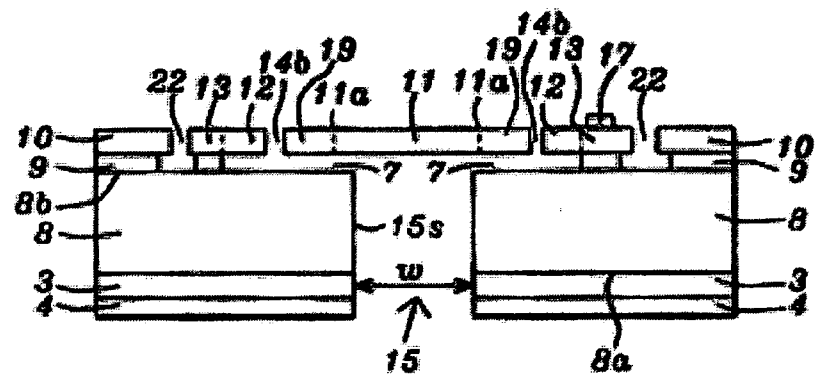
第3圖



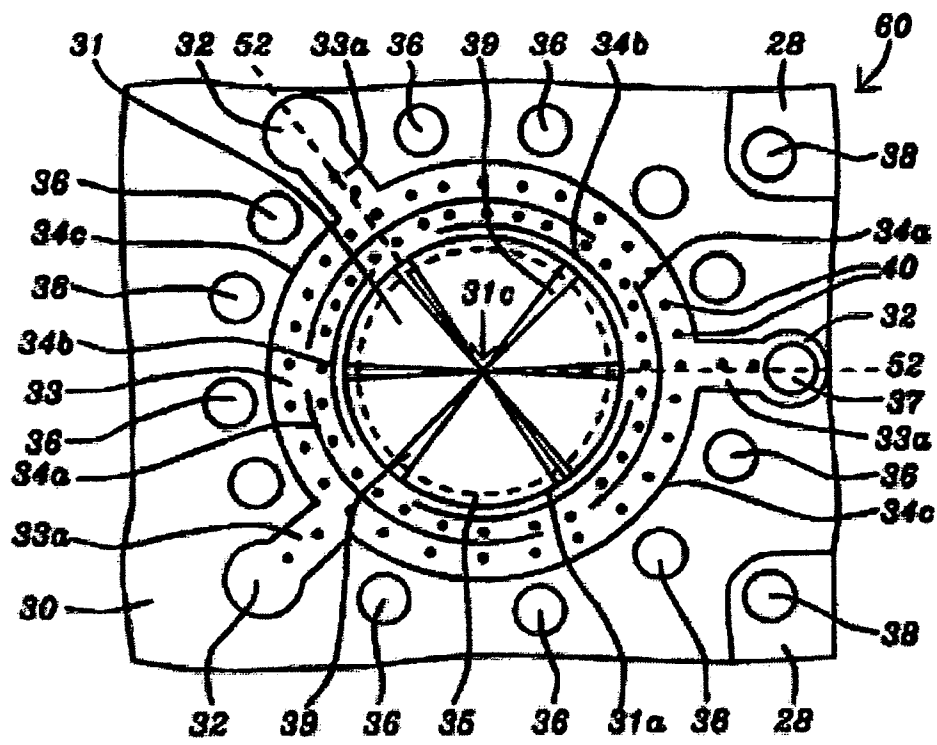
第4圖



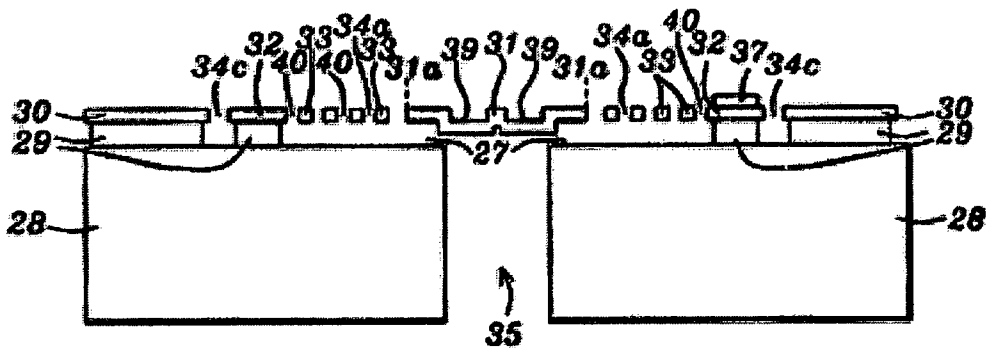
第5圖



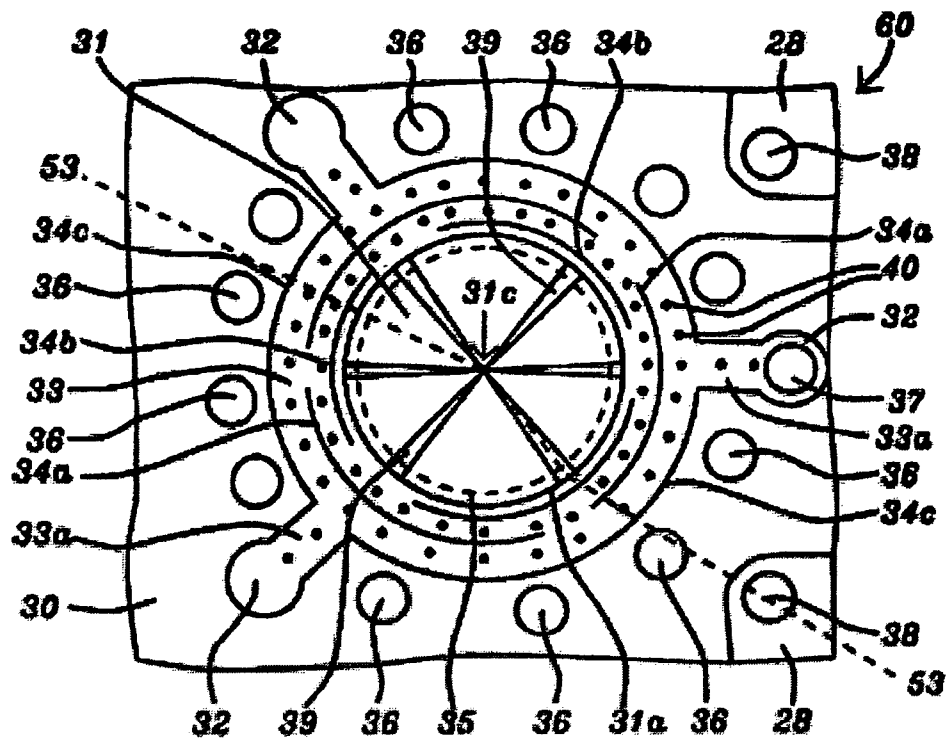
第6圖



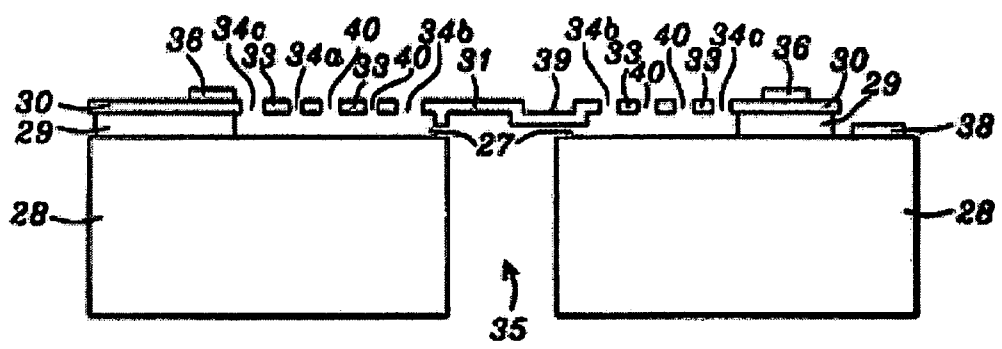
第7a圖



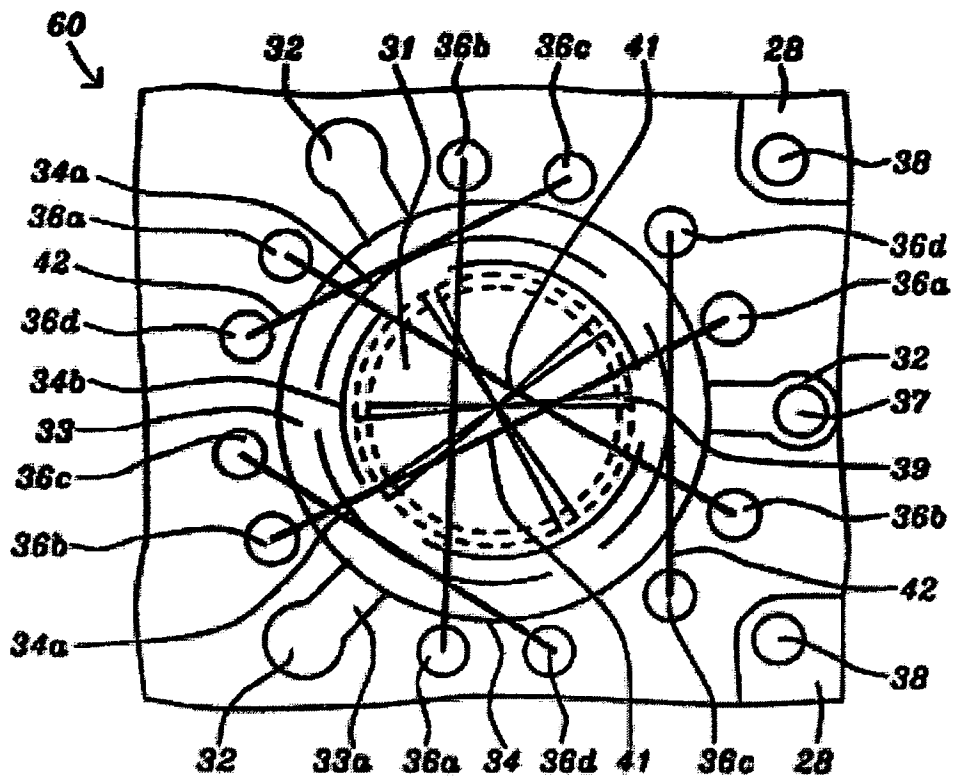
第7b圖



第8a圖

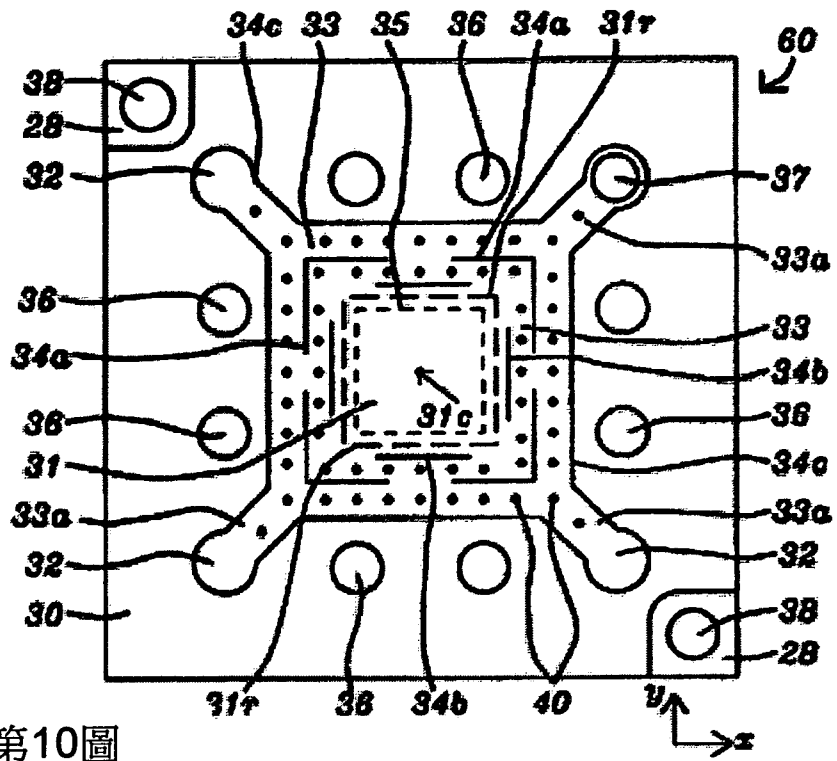


第8b圖

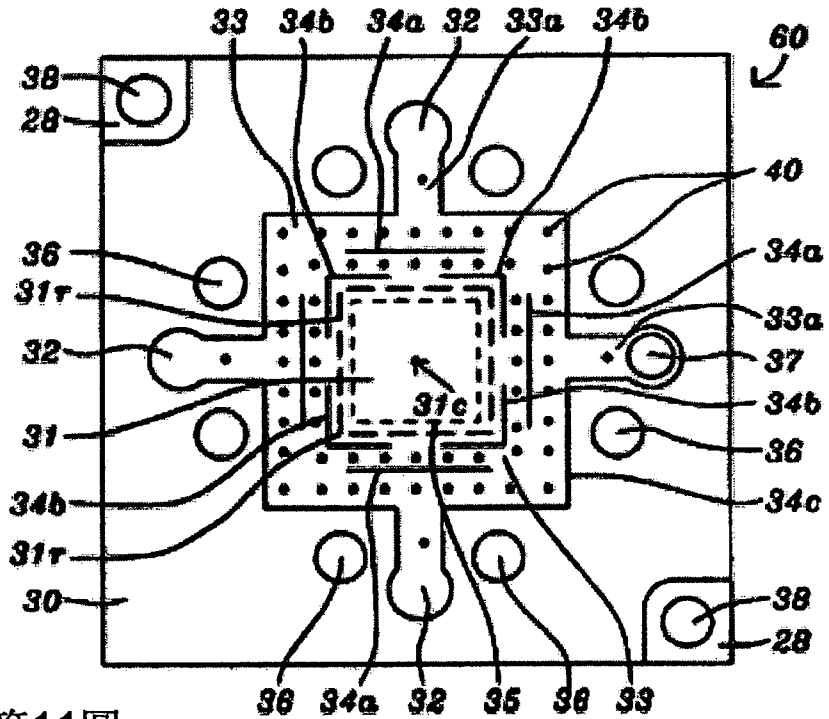


第9圖

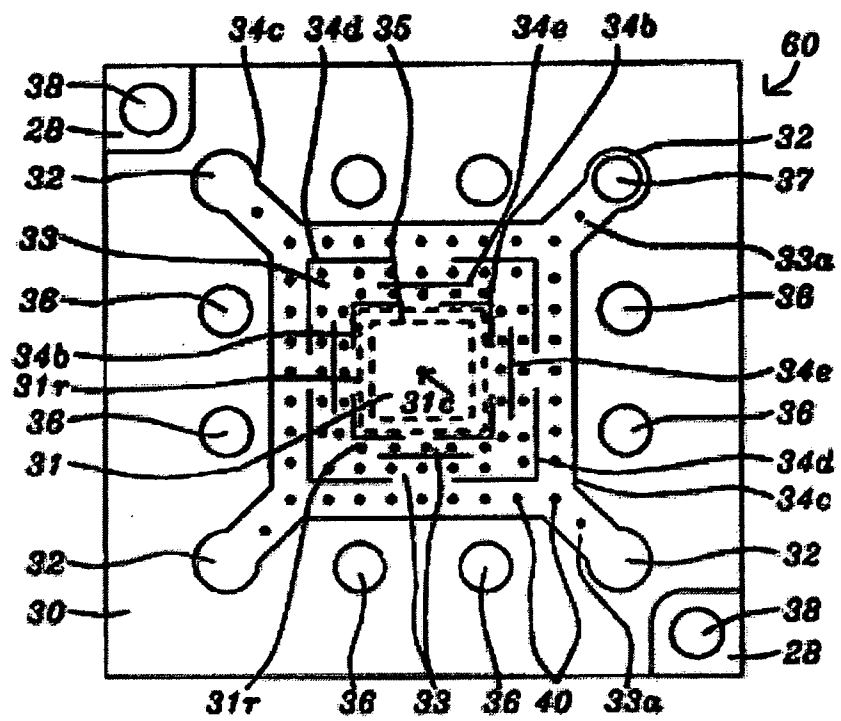




第10圖



第11圖



第12圖