

發明專利說明書 200428442

(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：92/35980

※申請日期：92.12.18

※IPC 分類：H01H 9/00

壹、發明名稱：(中文/英文)

具有液體金屬通孔之堆疊式液體金屬微切換器(LIMMS)的多層總成

MULTI-LAYER ASSEMBLY OF STACKED LIMMS DEVICES WITH LIQUID METAL VIAS

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文) ID :

安捷倫科技公司

AGILENT TECHNOLOGIES, INC.

代表人：(中文/英文)

休柏 瑪利 O. / HUBER, MARIE OH

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州帕羅亞托·佩吉密爾路 395 號

395 Page Mill Road, Palo Alto, CA, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/U.S.A.

參、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文) ID :

1. 多夫 里維斯 R. / DOVE, LEWIS R.

2. 黃敏賢 / WONG, MARVIN GLENN

住居所地址：(中文/英文)

1. 美國科羅拉多州摩努蒙特·摩爾 0 東峰道 19855 號

19855 East Top O'the Moor Drive, Monument, CO 80132, USA

2. 美國科羅拉多州伍德蘭園區·甜蜜山巷 93 號

93 Honey Hill Lane, Woodland Park CO 80863, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

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 ☒ 主張國際優先權：

【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, 06, 05；10/455, 031

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：

相關申請案

本案內容係有關2003年4月25日申請之No. 10/423316美國專利申請案，其名稱為“使用圖案化的厚膜介電質作為通道及一薄陶瓷或玻璃覆板的液態金屬微開關”；亦有關於2003年4月30日申請之No. 10/426449美國專利申請案，其名稱為“使用相對薄陶瓷板上具有對應匹配的通道和加熱腔穴之圖案化厚膜介電層的液態金屬微開關”。該二申請案併此附送提供參考。

10 【先前技術】

發明背景

近代的發展已進入非常小的開關領域，其具有可移動的液態金屬對金屬觸點，並能以電脈衝來操作。即，它們實際上係為小門鎖繼電器，分別係為SPST或SPDT，但亦可結合來形成其它的切換技術，例如DPDT。(以往該等開關一般係被稱為液體金屬微開關，或LIMMS)。以下參照第1~4圖，將先簡要地說明一種該等裝置的概念。然後，再進入本案的主題，即一種可在一組基材上製造大量該等開關的改良技術。

20 現請參閱第1A圖，其為某些要被列設在一適當材料譬如玻璃等覆塊1內之各元件的頂視截面圖。該覆塊1內具有一端部封閉的通道7，其中設有二很小的導電液體金屬之可移動伸展液滴(12，13)，例如水銀。該通道7非常地小，而會對該水銀形成一毛細管，因此表面張力可決定該水銀的

大部份運作狀態。其中有一液滴較長，並會跨接於伸入該通道內之二相鄰的電觸點；而另一液滴較短，僅含接觸一電觸點。又有二腔穴5，6其內分別設有加熱器3，4等各被一適當氣體例如 N_2 之氣體(10，11)所包圍。腔穴5係以一小孔道8連接於通道7，該孔道8係開口於通道7從末端算起約 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{1}{4}$ 的長度處。一類似的孔道9同樣地會將腔穴6連接於該通道7的近另一端處。其原理係由一加熱器所造成的升溫會使包圍該加熱器的氣體膨脹，而分割並移動一部份的長水銀液滴，並迫使釋開部份連接於較短的液滴，此會形成一種互補的物理結構(或鏡像結構)，而改在該通道的另一端形成較大的液滴。此又會促使該三個電觸點中的另二者連接在一起。在此變化之後，該加熱器得以冷卻，但表面張力仍會將水銀液滴保持在它們的新位置，直到另一加熱器升溫並驅動一部份新的長液滴反向回位為止。由於所有該等作動皆十分微小，故能相當快速地發生，約可在毫秒或更小的範圍內。尺寸甚小，故能供使用於阻抗受控的傳輸線結構中，其係為可在微波區域內順利操作之電路總成的一部份。

嗣請參閱第1B圖，此為穿過加熱器3，4中間之第1A圖的側視截面圖。在此圖中的新元件係為底基材2，其可為一適當的陶瓷材料，例如一般被用來製造具有薄膜、厚膜或矽晶粒構件的混合電路者。一密封黏劑層14會將該覆塊1黏接於基材2，亦會使該等腔穴5，6，孔道8，9，及通道7皆形成氣密封閉(亦會使水銀不外洩)。該黏劑層14可為一種稱

作CYTOP的材料(即為Asahi Glass公司的註冊商標，可由 Delaware. Wilmington.的Bellex International公司購得)。又可見各氣密的通孔15~18等貫穿該基材2來與加熱器3,4的末端形成電連接。故，若施一電壓於通孔15,16之間，則

5 加熱器3將會非常快速地變成甚熱。此將會使該氣體10膨脹而穿過孔道8，並開始迫令液滴12分開，如第2圖所示。在此時，及該加熱器3開始被加熱之前，該長液滴12會物理性地橋接並電連接二觸孔19和20，如第1C圖所示。而觸孔21在此時係與小水銀液滴13物理性及電性地接觸，但由於液

10 滴12和13之間有間隙，故不會電連接於觸孔20。

現請參閱第3A圖，將可看出原來的長水銀液滴12現已被加熱氣體10分開成兩部份，且右邊的分開水銀部份(較大部份)已接合於原來的較小液滴13。現在該液滴13已變成較大的液滴，而液滴12已成為較小者。請參閱第3B圖，現在

15 二觸孔20與21已被水銀物理性地橋接，故會互相電連接，而觸孔19現已形成電隔離。

上述之LIMMS技術具有許多有趣的特點，以往尚未被提過。它們會形成良好的門鎖繼電器，因為表面張力能將水銀細滴固持於定位。它們可在任何狀態下來操作，並能

20 合理地阻抗衝震。它們的功耗是適度地小，且十分微小(一邊小於十分之一吋，且也許只有2/100或3/100英吋高)。它們具有適當的隔離，並合理地快速，且有最小的接觸跳動。亦曾見有以壓電元件而非加熱膨脹的氣體，來完成體積變化者。亦有某些改良結構有時係甚有用的，例如設在該通

道或孔道內的脹縮物等。在該等改良中的優點將可參考專利文獻，例如可見第6323447 B1號美國專利。

為總結上述對LIMMS技術之概要說明所呈顯的特點，現請參閱第4及5圖。第4圖係示出該等構件之一稍微不同排列的分解圖25，而其操作剛於第1～3圖中被說明過。具言之，於此裝置(25)中，該等加熱器(3，4)及其腔穴(5，6)係分別設在通道7的相反側上。在第4圖中所見的其它新元件係設有各接觸電極22，23，24等。它們(最好為薄膜)係金屬沈積物而電連接於各觸孔(分別為19，20，21)。它們不僅可
10 確保與液體金屬滴的良好電阻性接觸，亦會形成可供液體金屬潤濕觸接的區域，而能在移動該等液滴的壓力下提供一些滯留性。此將有助於確保該被加熱(而膨脹)之操作介質的冷却(及收縮)所造成的收縮作用，不會將液滴吸回其原來的位置。該液體金屬滴並未示於圖中。

15 若接觸電極22～24等係以一薄膜製法來製成，則它們最好是在有任何厚膜介電材料層被沈積在該基材之後(如某些其它圖中所示)才來製成。假使該等要被沈積的厚膜材料需要高溫來固化，則此操作順序乃是必要的，因為該等高溫會很容易高出一層薄膜金屬所能承受的溫度。

20 又，若該薄膜金屬層與基材表面分開而攀上一通道的側邊，則若其轉變不太陡峭的話亦會有所助益。此乃可在各連續沈積的介電層被製設來達到一所需程度的堆積層時，令它們的邊緣位置參差排列(呈樓梯狀)而來形成。

第5圖為一LIMMS裝置的簡化分解圖26，其加熱器腔

穴、液體金屬通道及它們的相連孔道等，係被設在二基材(27, 31)之間的相對圖案化介電材料層(28, 30)中，而非被凹設在一覆塊內。該圖示出該二基材(27, 31)的一部份，其可為陶瓷或玻璃，而能作為基底來於其上製設LIMMS裝置。各種金屬導體(未示出)例如金(並被適當地保護，如後所述)，會在佈設該圖案化的介電材料之前，被沈積於該等基材的表面上，或它們亦可為原先被設在該基材表面上之整體金屬薄膜被圖案化除去之後的殘留部份。後者之例最好用於某些導體會成為與接地面共平面之傳輸線的情況。

10 通孔亦可被用來連接該LIMMS裝置內的接觸墊(即該開關的電端子)於該基材另一面上的電路，而使電路能由該基材的一面通至另一面上。

但是當汞與金混合，且若有足夠的汞，將會溶解金。因此，最好能以另一金屬例如鉑的保護層來保護會與汞接觸的金，該保護層要能被汞潤濕但不會與汞作用。(由於組裝時可能會沾染到汞，故將所有的金完全封覆，可能會比僅只覆蓋在正常操作時含有汞液滴接觸到金之處的曝露接墊更佳)。於後將會更詳細地論及該保護層。

15

現請參照該二圖案化層28與30。它們係被覆設在所對應基材(27, 31)的各種導體和通孔上，而可為獲自Heraeus公司的KQ 150或KQ 115厚膜介電材料，或購自DuPont公司的4141 A/D厚膜成分。這些材料係可似膏漿來敷設，然後以預定溫度加熱預定的時間來固化。依所用材料而定，它們可被塗成一均勻薄片，嗣再固化及圖案化(例如以雷射或

20

化學蝕刻)；或亦能在被塗設時即加以圖案化(利用網版製法)。但無論為何，該圖案化皆會造成該加熱腔穴34/45與33/46等，和液體金屬通道50及它們的互接孔道(36，37)等。該圖中示出該等孔道(36，37)係僅製設在該二介電材料層中之一層(28)上。此即已足夠，而若有需要，其亦可在另一層(30)中製設匹配的孔道，來將各半邊的腔穴45和46導至液體金屬通道50。

用來圖案化該等介電材料層的習知厚膜製程係能充分地控制一或多層固化的介電材料之完成厚度(其可約在千分之五至十英吋的範圍內)，且達到充分均一的厚度並非十分困難。但是，一未固化的印製層能夠多薄和多厚却有限制，且可能需要塗印多層才能達到該各層28與30的指定厚度。就KQ材料而言，會被使用一不銹鋼細網(網版)來印製，一個別印製的未固化層厚度約為千分之一至2英吋。該KQ材料在固化過程中，其厚度收縮量約為30%。其係可以逐層相疊地來印製若干未固化層，然後烘烤整個構件；或者其塗設順序可為印製-加熱-印製-加熱，或甚至為印製-印製...印製-加熱-印製-印製...等等。當加熱來固化其陡峭的側壁及較尖銳的邊緣時，將能使未固化的印製層分別變得較斜後及圓曲。如此形成之該液體金屬通道50的梯形截面形狀可能會對決定該層30的所需厚度有重大的影響。因此，第5圖中所示的分解圖26僅為一簡化示意圖，其中，為圖式清楚之故，該等加熱腔穴45，46，液體金屬通道50，及它們的互接孔道36，37等，皆被示為具有陡直的側壁和

尖銳的邊緣。此將可使該圖式的基本構件更容易瞭解。但當使用印製的KQ時，其實際狀況會較接近於第6～8圖所示者。請注意該等介電材料圖案化層具有斜伸側壁。陡直側壁和尖銳邊緣不一定不好，且能以其它製造方法來製成，

5 但其亦會對用來造成金屬化區的製程有所影響，該等金屬化區即如47～49其會攀上陡直的側壁。

當該層28被製成且圖案化之後，各金屬區42，43，44等會被沈積在各對應通孔上(即第4圖的19～21等，它們於此未被示出)。該等金屬區42～44相當於第4圖中的金屬觸

10 點22～24，而可用來改善與液體金屬的電接觸，並可形成一表面，其能被該液體金屬潤濕(閃鎖)。以相同的方式，各金屬化區47～49亦可被沈積在該通道50內來提供更多的可潤濕表面，俾將水銀定位於各切換位置。(該各區47～49並不需要由連接於各所對應的區域42～44)。

15 請注意該加熱電阻器34(示於定位)及35(示於其裝設位置上方)。在它們各對應加熱腔穴(32及33)的相對邊緣上乃設有成對的金屬條帶(40/41及38/39)等，其會覆蓋並連接於加熱器驅動通孔(未示出，但相當於第4圖中的17及18)。以此方式，該等加熱電阻器34及35會被懸撐於該基材上，而

20 得到更大的熱效率，更快的加熱時間，及較少的電功率消耗。

若有需要，金屬條帶亦可被佈設於該各層28及30上而包圍該LIMMS裝置的周邊。該等金屬條帶係為一焊料製成之氣密封閉物的一部份。玻璃熔料亦可作為一密封物，在

此情況下即不需要包圍周邊的金屬條帶。該密封物亦可被設在承接該金屬或熔料之周邊的斜緣上。有些例子會在於後的第8及9圖中來說明。惟在任何情況下，該介電材料之圖案化層38的頂面上，皆會被塗佈一對應的圖案化黏劑層29，例如CYTOP。該黏劑層29的圖案會匹配該二互相吻合之介電層28與30的各種結構特徵，而為清楚起見，乃被示出由圖案化的介電層28分離出來。

要組合第5圖所示的LIMMS裝置26時，其上半部(31/30)會被倒反過來。該通道50會被裝入液態金屬滴(未示出)，並在適當氣體例如 N_2 的環境下，倒反過來的下半部(27/28)將會對準來固接於該上半部(31/30)。嗣該密封物將會被製設。

吾人恆會對一些能改良裝置性能，可減低製造成本，能減少將該裝置連接於周邊電路之成本，或能增加在一封裝體內的裝置數目而不會增加該封裝體之印痕尺寸等的技術感到興趣。在一預定尺寸內來增加LIMMS裝置的數目，即意味著具有改良裝置性能的潛力，因其能提供整體混合電路更大的功能(更多開關即可執行更多操作)，並可由較短的信號經獲致較佳的性能。藉著將更多的元件製設在一混合電路上，而來減少使用混合電路的交互連結物將可獲得性能和成本的雙重利益。在一LIMMS裝置之底基材上的圖案化介電層來製設腔穴、通道和互接孔道等，是為一有利進展的開端。但即便如此，複雜的LIMMS裝置設計將會以逐增的印痕尺寸來擴展，且亦會顯現出電路規劃的問題。應要如何處理？

【發明內容】

發明概要

針對在一總成內之LIMMS裝置數回逐增，而同時要儘量減少該總成之印良尺寸的增加等問題，有一種較佳的解決方法係逐層堆疊多數層的LIMMS裝置，並以使用焊球的焊接墊陣列來連接該各層。該各層皆包含一對基材，其間乃設有實際的LIMMS裝置本身。該各層會使用通孔來將所需的導體帶到該焊接墊陣列。整個多層總成的所有信號可由底LIMMS裝置層穿過另一焊接墊陣列，而被導送至一承載該總成之陶瓷或其它材料的“母基板”上。或者，信號亦可利用一撓性印刷電路帶來進出頂層的LIMMS裝置。

此構想需要製設通孔，其會直接或藉內表面上的“狗腿” (“dog legs”)，來完全地穿過底LIMMS裝置層，並依需要而穿過任何其它的LIMMS裝置層。此等“穿過(二基材之)裝置層”的通孔，係由二相對的通孔所形成，它們具有接墊雖未接觸但以一液態金屬的小球來橋接，該液球被一孔洞定位於包圍的介電材料中。其亦可考慮使電路水平地佈設在一LIMMS裝置層的內部。利用圖案化的介電層來製成孔洞一其可供液體金屬球連接雙層LIMMS裝置的相對通孔、腔穴、通道及互接孔道等一將可形成該等所需的通孔和電路。該等圖案化層本身的使用係有賴於一適當介電材料的使用，其必須是強固的，並能固黏於該基材，又可阻抗污染物滲透，且能被圖案化，而若有需要，亦能被金屬化來供焊接。其亦需有良好控制及適當的介電性質。就選

擇上而言，一低介電常數(K)者會比一較高K值者為佳。適當的厚膜材料係可如一膏漿來沈積嗣再加以固化，其包括獲自Heraeus公司的KQ 150及KQ 115厚膜介電質，及獲自DuPont公司的4141 A/D厚膜成分。

5 圖式簡單說明

第1A-C圖為一習知SPDT LIMMS裝置之各截面圖，其中為了方便起見，雖該等加熱器係被示出位於通道的相反端處，但亦被示出在該通道的同一側上；

第2圖為類似於第1A圖的截面圖，而示出在一操作循環
10 開始的狀態；

第3A-B圖為第1A-C圖中之LIMMS裝置在第2圖之操作完成後的截面圖；

第4圖係為一類似於第1-3圖所示之習知SPDT LIMMS裝置的分解圖，但其中之加熱器係被設在該通道之相反端
15 的兩相反側上；

第5圖為一相關技術之LIMMS裝置的簡化分解圖，其中之加熱腔穴、液體金屬通道、及互接孔道等，係由上、下基材上的厚膜圖案化介電層所製成，並可藉焊接該裝置底面上的接墊陣列及以通道連接於該裝置內的元件，而來固
20 接於一母基材；

第6A-B圖為一依據本發明之原理所構建的堆疊式LIMMS裝置之多層總成的簡化局部截面圖；

第7圖為一類似第6圖之LIMMS裝置的簡化截面圖，而示出一造成氣密封閉的方法；及

第8圖為一類似第6圖而具有第7圖所示氣密封閉之LIMMS裝置的簡化截面圖，但其亦具有撓性印刷導體固接於頂部的LIMMS裝置層，以供連接於外部的電環境。

【實施方式】

5 較佳實施例之詳細說明

現請參閱第6A及6B圖，其中示出一堆疊式LIMMS裝置之多層總成的部份截面之一簡化剖視圖51 a/b。具言之，所堆疊的LIMMS裝置為一下LIMMS裝置53及一上LIMMS裝置54。以此所謂之“下”、“上”用語，當然係相對於整個總成的構態而言，並請瞭解其係僅供標示說明。又，應可瞭解，在說明的過程中，可能會有一第三(或第四...等)層的LIMMS裝置被設在該上層54頂上，或在下層53底下。即，並不限制僅只堆疊兩層的LIMMS裝置。且，讀者亦請記住，雖為了圖式的精簡，並未在一層中示出一個以上的LIMMS裝置，但應可瞭解在一層中，不論是下、中、上層，皆可具有大量的LIMMS裝置製設於其內。

藉著堆疊各LIMMS裝置層，吾人可使帶有組成一LIMMS裝置之結構的各對基材互相地上下定位疊合，並有電接點(墊)等出現在該各基材對的外(頂部及底部)表面上，且適當的接墊將會對準而機械式且電性地連結來形成一許多互接LIMMS裝置的單元總成。包括焊球陣列及使用適當壓縮裝置的彈性氣密接墊等表面安裝技術，皆為該等機械及電連接之可行方法。因我們建議使用表面安裝焊球，故其會被示於圖式中。

此等堆疊的LIMMS裝置總成最須要被機械式及電連接於一需要其切換功能的環境中，此係被示為元件52。其可能為一電路板或另一基材。在各對基材層間之機械及電連接的標示，亦可同樣用來將整個總成(53/54)機械及電連接於外部環境52。再次陳明，我們係提供焊球技術，故將該方法示於圖中。

更詳言之，該外部環境52包含一基材或一電路板55，其上設有各種電路和接墊65~69等。以一習知的方式，它們會與設在下LIMMS裝置53之底基材56底面上的接墊和連接電路70~74等形成鏡像式空間對應。在外環境52與該堆疊的LIMMS裝置53/54總成之間的機械和電連接，係被示出以表面安裝焊接技術及焊球60~64等來完成。

該下LIMMS裝置53的基材56，57及上LIMMS裝置54的基材58、59等，如前所述，乃具有金屬墊和電路設在它們的外表面上，亦即藉之來達成機械性及電連接。雖在頂基材59的外表面上並未示出任何該等金屬墊與電路，但應請瞭解，若有需要亦可以設製。該金屬可為金，其可被印上，或為蝕掉一薄片區域之後所留下來的圖案。接地面及附屬電路亦可被製設於該等外表面上。

現將述及該等LIMMS裝置53與54的內部結構。首先由下LIMMS裝置53開始。如第5圖所示的方式，元件79與80係為圖案化的介電材料層，例如KQ或DuPont 4141 A/D製品。元件78係為Cyttop的中介圖案化層，其會形成一氣密封墊，且亦會形成一黏劑。雖在基材56與57的外表面上示出

有各接觸和電路(70~74, 及84, 89, 99, 102, 105等), 而在該等基材的內表面上未見示出, 但請瞭解若有需要亦可製設。(在該圖中, 金屬電路係被示出厚得足以輕易看到, 而似具有該圖案化介電層厚度的相當百分比。但實際上, 該等電路相較於圖案化介電層56, 57等係相當地薄, 故該等電路的存在並不會影響圖案化介電層的功能或形狀)。

現請參照上LIMMS裝置層54。其係為一獨立物, 實質相同於第5圖中所述及另一申請案中的相關技術。故, 在該層54中可見到一下基材58及一上基材59, 其分別設有下方與上方的介電材料圖案化層113和115, 及一Cyttop的中介圖案化層114。在下基材58上的接墊/電路90, 91, 101, 104等, 會分別被通孔116, 121, 108, 110等連接於金屬117, 120, 109, 111等, 該等通孔116, 121, 108, 110會穿過基材58及下層的介電材料113, 並被其所互接的接墊密封。元件107係為一接墊, 其在碰到一通孔之前會形成一電路而延伸至遠處位置(未能見於該截面圖中)。又圖中亦示出一液體金屬柱122和金屬潤濕區118及119等的縱長截面。圖中亦示出一(被懸撐的)加熱電阻器112沿其長度的截面(即與該柱122成直角)。請注意在第5圖中所示者與第4與5圖中的構件佈局並不一致: 我們看到該電阻器112及其通孔的一端, 同時我們又看到該柱122的中心。但不用耽心, 因其可有各種可能的形式。第一, 並不需要執意認定該柱122與電阻器112皆為同一LIMMS裝置的部件。亦可能在該層54中設有許多的LIMMS裝置。其次, 即使它們皆為同一裝置的部件, 該

等部件在該層內的定位係具有合理的可調變性。因此，該加熱電阻器112與其腔穴可能(相對於第4及5圖的平面)已旋轉90°，然後沿該電阻器的長軸稍微偏移，並有一對應的彎頭或“狗腿”被設入互接的氣體孔道內(該孔道未示出)。

- 5 現請參照下LIMMS裝置層53的內部。如同上層54，其亦包含上、下基材(57，56)等各承設對應的圖案化介電層(80，79)，而被一Cytos的圖案化層78所分開。此LIMMS裝置層53中係示出一加熱電阻器93懸伸於二接墊92、94之間的縱向截面，及一液體金屬柱124的橫向截面。該柱124係
- 10 被示出與接墊125(電)接觸，並與金屬潤濕區123物理性地接觸(123亦可能不電連接於該柱以外的任何構件)。

在該下LIMMS裝置層53的上基材57之外表面上，係設有各種電路／接墊等之組合(如84，89，99，102，105等)，它們會匹配於上LIMMS裝置層54之下基材58外表面上的對

15 應接墊／電路(90，91，101，104，107等)。構成一對應圖案之焊球87，88，100，103，106等，將會執行機械性及電連接的功能而將該二LIMMS裝置層(53，54)連結在一起。

但請注意，我們尚未提供一種方法來將基材57外表面上的接墊／電路(84，89，99，102，105等)電連接於下基

20 56之任一面上所設的任何接墊或電路。一通孔將會由基材57的外表面通至其內表面，或更進一步穿入與Cytos接觸之介電材料圖案化層80的表面中。但此等通孔及其接墊本身並不能達成上基材57與下基材56之間的比連接。很顯然我們需要一種技術，可利用在該總成之即痕尺寸內的接墊(如

65~69)，來將母基板55上的電信號導送至上層54的LIMMS裝置中。

以下即該可行的方法。在下基材56內的通孔75會對準定位於上基材57內的通孔83下方。通孔83的接墊82係直接
5 設在上基材57的內表面上，但會被一設在介電層80中的一孔洞81所曝現。而通孔75的接墊85會對準該洞81。該洞81在該LIMMS層53中亦會形成液柱124的通道。在組裝該半層(即基材57及其圖案化的介電層80)時的某一時點，其會被翻轉過來，而液體金屬(最好為汞)會被注入。一小液體金屬球
10 86會被置入該孔洞81中，同時將其它的液體金屬注入該層53內。嗣該下半層(56，79及80)會被反轉而對準抵接於上半層。以此方式在接合該二半層時即不必靠表面張力來將液態金屬保持於定位，且亦不會有因重力而致掉落之虞。

由於接墊82與85(及可潤濕區117~120)等會與水銀接觸，故若製成該等接墊的金屬會與水銀混合或反應，則它們的外表面上需先覆設一金屬保護層，其能被水銀潤濕，但不會被水銀滲透。適用的保護金屬覆層包括鉑。以下說明該等接墊如82，85及117~120等如何製成。一Ti或Cr的基礎層會先被沈積。其與該通孔(若為液態金屬通孔)的柱塞
20 具有傳導性，並能良好黏接於該陶瓷基材或圖案化的介電材料層。其嗣會被覆以Pt保護層至約5000 Å的厚度，其在乾淨時又會被覆設一Au的犧牲層至約1000 Å厚。此Au犧牲層的目的係為保持該Pt表面的乾淨直到組裝後。顯然若Pt曝露於大氣，則一層氣體會附著於該Pt的表面，而在組裝

後會阻止水銀潤濕它。該Au犧牲層在組裝後幾秒內即會被水銀溶解，而曝現出未被污染的Pt表面，故其將能被容易地潤濕。被溶化在水銀中的Au並不會影響操作。

該小液體金屬球86可為水銀，其將會電連接通孔75與
5 83，而使信號能完全通過該LIMMS裝置層53，並利用一接墊陣列及中介焊球(87，88，100，103，106等)來傳導至另一層，如前所述。

現在，要以一些附加事項來說明此“利用液體金屬通道貫穿該層”的技術。首先，請注意我們示出其另一用途
10 即通孔77和98；而非孔洞96和液體金屬球95。但在此情況下，接墊94已不再僅只是一接墊；其亦形成一電路而會導引來與加熱電阻器93電接觸。(請注意被示於該電路94上方的Cytop層係比在其它處者更薄些。此雖原理上可行，但事實上並不盡然，因為Cytop較為柔軟，而該電路94會比Cytop
15 更薄甚多)。再來是該通孔77並非正在通孔98下方。正如該電路94在其碰上孔洞96及其液態金屬球95之前，已沿著某些路徑延伸若干距離，該二電路94和97皆可依需要而沿任何方向及以任何有用的彎頭來如此延伸佈設。最後，應請瞭解上述之“貫穿該層技術”亦可被使用於上層54，以使
20 其形成一位於其頂上之另一LIMMS裝置層的中介層，或來承接某些其它的裝置，例如一撓性纜線或另一電子總成，而它們的信號係要被連接於該二層53與54內的位置，或導接至母基板55上的接墊65～69等。

該各焊球(60～64及87，88等)會應用表面安裝球柵技

術：在將6 A/B圖中的LIMMS裝置層(以焊接)固接於一承載它的更大部件(52)之過程中，當加熱時，此等焊球將會重流而抵接於一匹配的接墊圖案上。應請瞭解，其中亦可設有一抗焊層(未示出)，俾用來使在接墊間之不要被連接的區域，及任何在其附近的導電表面等，於該安裝製程之後不會被焊接。

現將論及有關焊球陣列及其接墊的一些有趣問題。雖在LIMMS裝置層53與54外表面上用來承接焊球的電路和接墊(如70，84，90)等係可被印製其上，或為一原來覆蓋整個基材(56，57，58)底面之均勻薄片被圖案化及蝕刻之後所殘留者，但後續要製成一柱塞／接墊組合(如70/75，91/121)的方法係如下所述。第一，對應的開孔要被鑽設，且該孔要被填(塞)以含有金屬，例如金的粉末成分。其嗣會被烘烤，例如燒結而來永久硬化。該柱塞在被加熱時，沿其軸向和徑向皆會有些收縮。其直徑收縮會造成一非氣密封閉物，其亦會由該柱塞的多孔性來形成。該柱塞製成後，該下接墊(70，91)會例如使用一PtPdAg的粉末狀厚膜成分來印成，其嗣會被烘烤。該等柱塞與接墊會因為它們直接緊靠而形成電接觸。在固化之後，該PtPdAg會形成一橫過該通孔(底)端的有效氣密封閉物。該PtPdAg墊很薄，故若焊接於該通孔柱塞附近區域，將可容許該柱塞的金屬透過該接墊來滲入焊劑中。此將會使該焊劑易碎，而造成可靠度的問題。故吾人必需使用加大或加長的接墊，並令該焊球偏離該柱塞。

現請參閱第7圖，其中示出有一氣密封物(130，133)已被形成而環繞該二LIMMS裝置層53與54的周圍。該密封物可為焊料，或者為玻璃熔料。焊料可能較佳，因其可在較低溫度流動。焊料需要有一表面來濕接，故金屬層128及129
 5 會先被佈設來供焊料密封物130使用，而金屬層131及132可供焊料密封物133使用。

最後，請參閱第8圖。其係相當類似於第7圖，惟除其上層54設有撓性印刷電路139(例如Kapton上設銅線路)或其它形式的電互接物(如線結導線等)而可固接於金屬電路138
 10 等(只有其一可見於該截面中)，但應能瞭解可能有許多)。配合此構態，該介電層113/135會比前述者更向外伸出，且該伸出部份會設有一層金屬136。故該密封物137本身會具有一稍微不同的截面形狀。

【圖式簡單說明】

15 第1A-C圖為一習知SPDT LIMMS裝置之各截面圖，其中為了方便起見，雖該等加熱器係被示出位於通道的相反端處，但亦被示出在該通道的同一側上；

第2圖為類似於第1A圖的截面圖，而示出在一操作循環開始的狀態；

20 第3A-B圖為第1A-C圖中之LIMMS裝置在第2圖之操作完成後的截面圖；

第4圖係為一類似於第1-3圖所示之習知SPDT LIMMS裝置的分解圖，但其中之加熱器係被設在該通道之相反端的兩相反側上；

第5圖為一相關技術之LIMMS裝置的簡化分解圖，其中之加熱腔穴、液體金屬通道、及互接孔道等，係由上、下基材上的厚膜圖案化介電層所製成，並可藉焊接該裝置底面上的接墊陣列及以通道連接於該裝置內的元件，而來固接於一母基材；

第6A-B圖為一依據本發明之原理所構建的堆疊式LIMMS裝置之多層總成的簡化局部截面圖；

第7圖為一類似第6圖之LIMMS裝置的簡化截面圖，而示出一造成氣密封閉的方法；及

第8圖為一類似第6圖而具有第7圖所示氣密封閉之LIMMS裝置的簡化截面圖，但其亦具有撓性印刷導體固接於頂部的LIMMS裝置層，以供連接於外部的電環境。

【圖式之主要元件代表符號表】

1…覆塊

2…底基材

3，4…加熱器

5，6，32，33，45，46…腔穴

7，50…通道

8，9，36，37…孔道

10，11…氣體

12，13…液滴

14…密封黏劑層

15，16，17，18，98，108，110……通孔

19，20，21…觸孔

22, 23, 24...接觸電極

27, 31...基材

28, 30...介電層

29...黏劑層

34, 35...加熱電阻器

38, 39, 40, 41...金屬條帶

42, 43, 44...金屬區

47, 48, 49...金屬化區

52...外部元件

53...下LIMMS裝置

54...上LIMMS裝置

55...電路板

56, 57, 58, 59...基材

60~64, 87, 88, 100, 103, 106...焊球

65~69, 70~74...接墊

75, 76, 77, 83, 116, 121...通孔

78, 114...黏接密封物

79, 80, 113, 115, 135...介電材料

81, 96...孔洞

84, 89...電路

86, 95...液體金屬球

93, 112...加熱電阻器

99, 101, 102, 104, 105, 107, 125...接墊

109, 111...金屬觸點

117，120…金屬觸點

118，119，123…金屬潤濕區

120…液體金屬柱

124…液體金屬柱

128，129，130，131，136…金屬層

130，133，137…氣密封物

138…電路

139…撓性印刷電路

伍、中文發明摘要：

在一總成中之LIMMS裝置的數目可藉上下堆疊多數的LIMMS裝置層，並使用焊球將該各裝置層互接於一焊接墊陣列而來增加。各裝置層係使用通孔來將所需導體帶引至該焊接墊陣列。整個多層總成的所有信號能被導穿下LIMMS裝置層，並經由另一焊接墊陣列而通至一承載該多層總成之陶瓷或其它材料的“母基板”上。或者，信號亦可利用一撓性的印刷電路帶來進出該上LIMMS裝置層。通孔可直接或藉內部表面上的“狗腿”來完全地貫穿下LIMMS裝置層，並依需要來穿過其它的裝置層。設在一裝置層之一對基材中的相對通孔等係具有內部的不接觸墊，它們會被定位保持於一介電層之一孔洞內的小液體金屬球所橋接。利用圖案化的介電層來形成該二層LIMMS裝置之橋接洞、腔穴、通道、及互接孔道等，將可便於製成該等所需的通孔和電路。適用的厚膜介電材料係可如膏漿來佈線設嗣再被固化，其乃包括Heraeus公司的KQ 150和KQ 115厚膜介電質，及DuPont公司的4141A/D厚膜成分。

陸、英文發明摘要：

The number of LIMMS devices in an assembly is increased by stacking multiple layers of LIMMS devices on top of one another, and interconnecting those device layers tan array of solder pads using solder balls. Each device layer uses vias to bring the needed conductors to the array of solder pads. All signals for the entire multi-layer assembly can be routed through the bottom LIMMS device layer to pass, through another array of solder pads onto a "mother substrate" of ceramic or other material that carries the multi-layer assembly. Alternatively, signals may enter or leave the upper LIMMS device layer by way of a flexible printed circuit harness. Vias may pass, either directly or by "dog legs" on interior surfaces, completely through the bottom LIMMS device layer, and through other device layers as needed. Opposing vias formed in the pair of substrates in a device layer have interior non-contacting that are bridged by a small ball of liquid metal held in place by a hole in a dielectric layer. Using patterned layers of dielectric to form bridgingholes, cavities, channels andinterconnectingpassages for the LIMMS devices ofbothlayers facilitates these needed vias andtraces. Suitable thick film dielectric materials that may be deposited as a paste and subsequently cured include the KQ 150 and KQ 115 thick film dielectrics from Heraeus and the 4141A/D thick film compositions from DuPont.

拾、申請專利範圍：

1. 一種多層電切換總成，包含：

一下切換裝置層，

一上切換裝置層；

5 該上、下切換裝置層係各分別包含：

一第一不導電基材具有第一與第二表面；

一第一介電材料層沈積在第一不導電基材的第一表面上，並被圖案化而形成數加熱腔穴、一液體金屬通道、及將該等加熱腔穴連接於該液體金屬通道之預定位置的孔道等；

10

一第二不導電基材具有第一與第二表面；

一第二介電材料層沈積在第二不導電基材的第一表面上，並被圖案化而至少吻合匹配於第一介電材料層的該等加熱腔穴；

15

一黏劑層沈積在第二介電材料層上，並被圖案化而匹配於第一介電材料層的圖案；且

該第一和第二不導電基材的第一表面會互相面對，並透過中介的第一和第二介電材料層與黏劑層來接觸；

20

該下切換裝置層在其第一不導電基材的第二表面上設有一下導電接墊圖案，能以焊球來將該多層電切換總成固裝於一預定位置，且在其第二不導電基材的第一表面上設有一上導電接墊圖案，並有一組通孔會選擇性地互接該上、下拉墊圖案，而以設在第一介電材料層上

的電路來連接於該等加熱腔穴和液體通道內之選擇位置；及

該上切換裝置層在其第一不導電基材的第二表面上設有一下導電接墊圖案，能藉焊接來將該多層電切換總成電連接於下切裝置層的第二不導電基材之第二表面上的上導電接墊圖案，並有一組通孔可藉設在上切換裝置層之第一介電材料層上的電路，來選擇性地將該等下接墊圖案連接於該等加熱腔穴和液體金屬通道內的選擇位置。

- 10 2. 如申請專利範圍第1項之電切換總成，其中至少有一不導電基材係為玻璃。
3. 如申請專利範圍第1項之電切換總成，其中至少有一不導電基材係為陶瓷。
4. 如申請專利範圍第1項之電切換總成，更包含導電通孔等會貫穿該第一不導電基材與第一介電材料層，該各導電通孔有一端係在該加熱腔穴內。
- 15 5. 如申請專利範圍第4項之電切換總成，更包含接墊等設在該加熱腔穴內來覆蓋該等通孔，並有一加熱電阻器懸伸於該等接墊之間。
- 20 6. 如申請專利範圍第4項之電切換總成，更包含導電通孔等會貫穿該第一不導電基材與第一介電材料層，該各導電通孔有一端係在該液體金屬通道內。
7. 如申請專利範圍第1項之電切換總成，其中該上、下切換裝置層的第一和第二介電材料層等係以厚膜技術來

沈積。

8. 如申請專利範圍第1項之電切換總成，更包含至少一撓性導體焊接於一電路，該電路係為該上或下切換裝置層的一部份。
- 5 9. 如申請專利範圍第1項之電切換總成，其中該上切換裝置層更包含一上導電接墊圖案設在其第二不導電基材的第二表面上，且被該上切換裝置層中的通孔連接於上切換裝置層內的位置，而該多層電切換總成更包含一添加的切換裝置層，其具有一下導電接墊圖案連接於該添加
- 10 加切換裝置層中的通孔，並焊接於該上切換裝置層上的上導電接墊圖案。
10. 一種具有液體金屬通孔的LIMMS總成，包含：
- 一第一不導電基材，具有第一和第二表面；
- 一第一金屬觸墊設在該第一基材的第一表面上；
- 15 一第一介電材料層沈積在第一不導電基材的第一表面上，且被圖案化而形成一通孔橋接洞可曝露一部份的第一金屬觸墊，並形成數加熱腔穴，一液體金屬通道，及可將該等加熱腔穴連接於該液體金屬通道之預定位置的孔導等；
- 20 一第二不導電基材，具有第一和第二表面；
- 一第二介電材料層沈積在第二不導電材料的第一表面上；
- 一通孔設在第二基材中，並具有一第二金屬觸墊設在第二介電材料層上；

一黏劑層沈積在第二介電材料層上，並被圖案化而
匹配於第一介電材料層的圖案；且

該第一和第二不導電基材的第一表面會互相面
對，並透過中介的第一和第二介電材料層與黏劑層來接
觸；及

一液體金屬球設在該橋接洞中而可電連接第一和
第二金屬觸墊。

11. 如申請專利範圍第10項之LIMMS總成，其中該液體金屬
係為汞，而該第一和第二金屬觸墊包含一Pt的外層，其
初始會被一Au的犧牲層所覆蓋。

12. 一種具有液體金屬通孔的多層電總成，包含：

一第一不導電基材，具有第一和第二表面；

一第一金屬觸墊設在第一基材的第一表面上；

一第一介電材料層沈積在第一不導電基材的第一
表面上，並被圖案化而在選擇區域中被除去，包括至少
一橋接洞其可曝露一部份的第一金屬觸墊；

一第二不導電基材，具有第一和第二表面；

一通孔位於第二基材中，並具有一第二金屬觸墊設
在第二不導電基材的第一表面上；

一黏劑層沈積在第二不導電基材的第一表面上，並
被圖案化而匹配於第一介電材料層的圖案；且

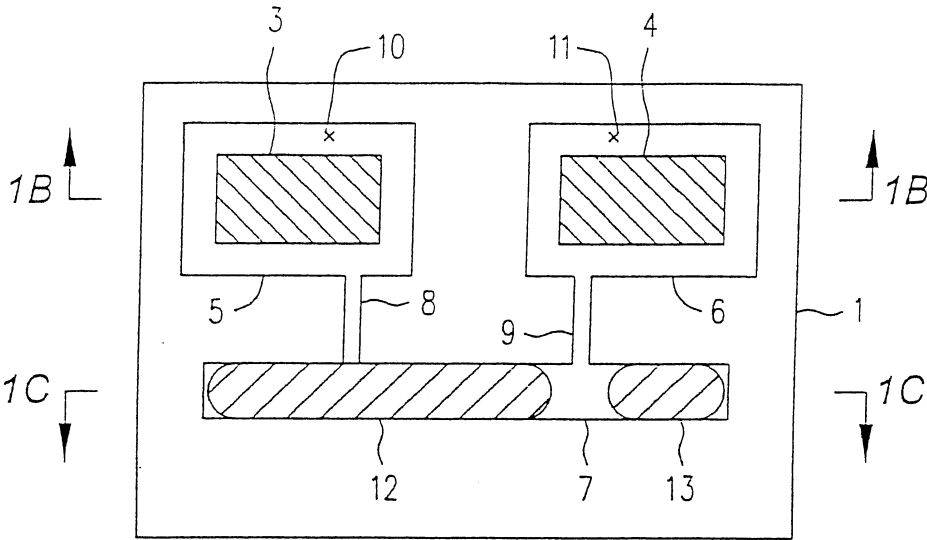
該第一和第二不導電基材的第一表面會互相面
對，並透過中介的第一介電材料層和黏劑層來接觸；及

一液體金屬球設在該橋接洞中而可電連接第一和

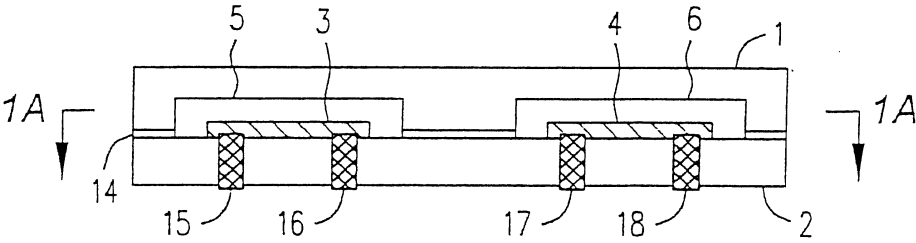
第二金屬觸墊。

13. 如申請專利範圍第12項之LIMMS總成，其中該液體金屬係為汞，而該第一和第二金屬觸墊包含一Pt的外層，其初始會被一Au的犧牲層所覆蓋。

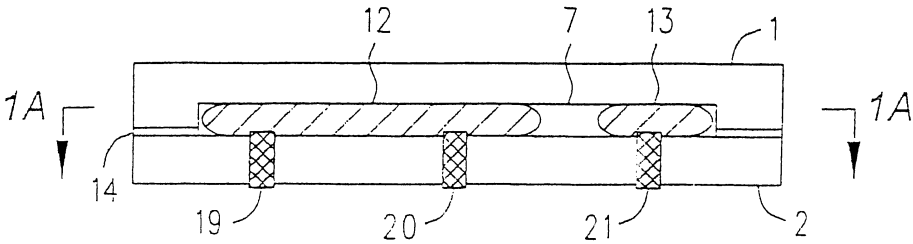
92135980



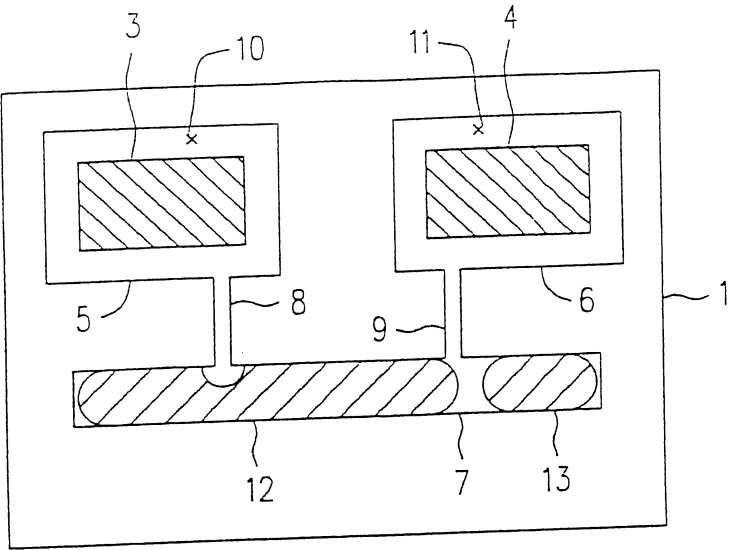
第 1A 圖



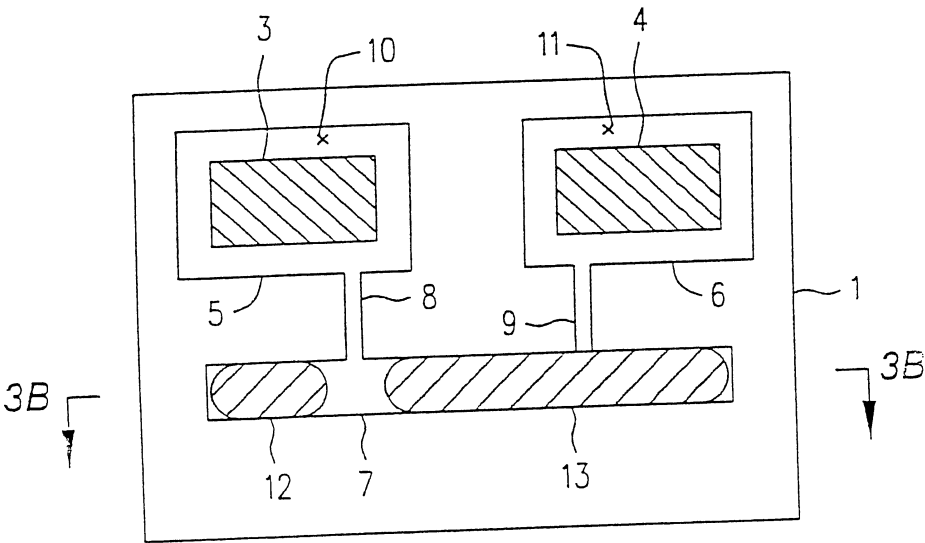
第 1B 圖



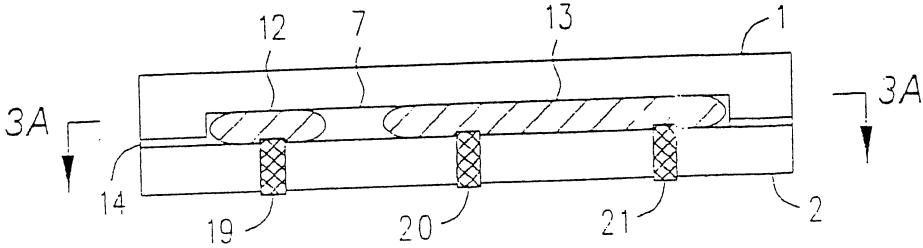
第 1C 圖



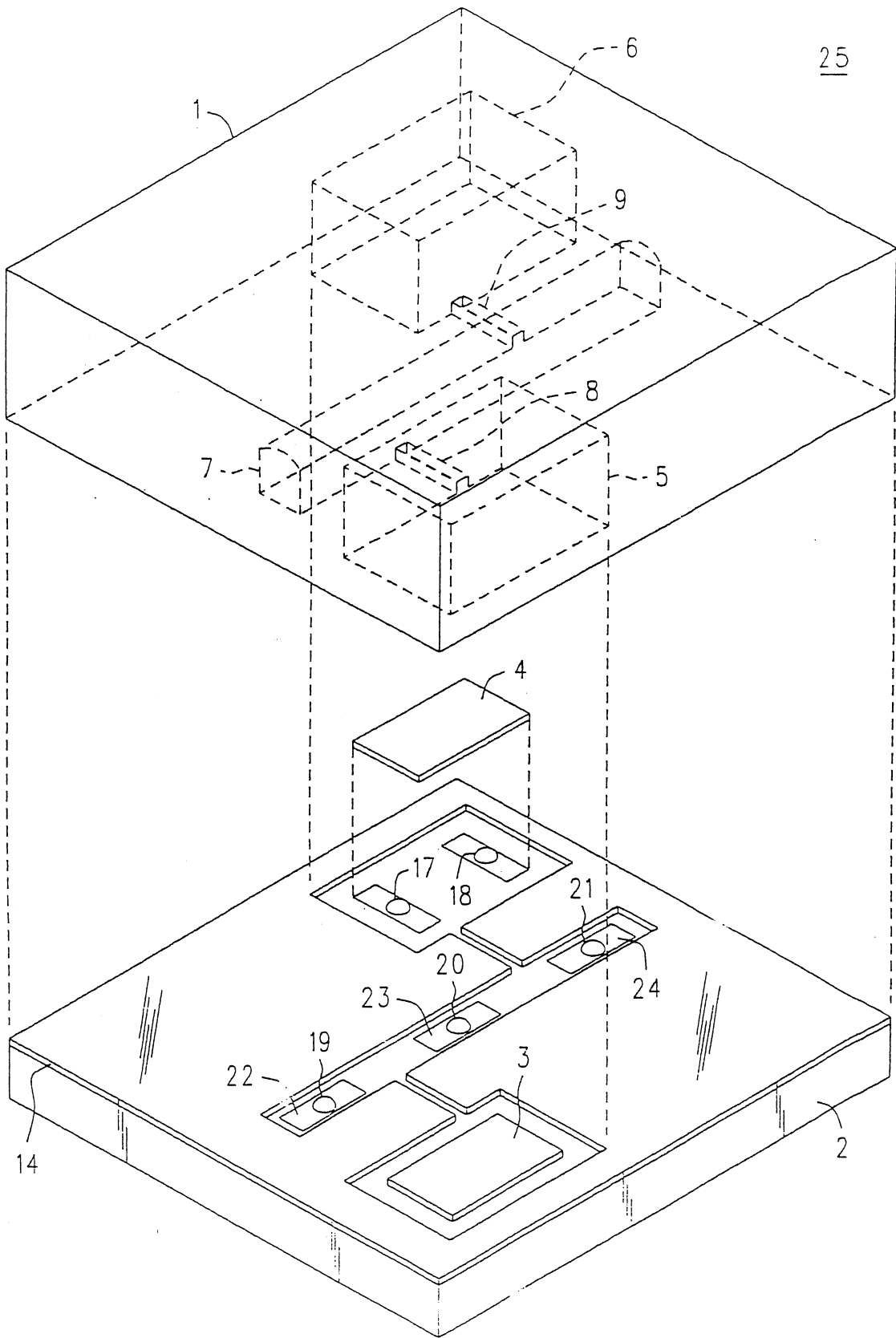
第 2 圖



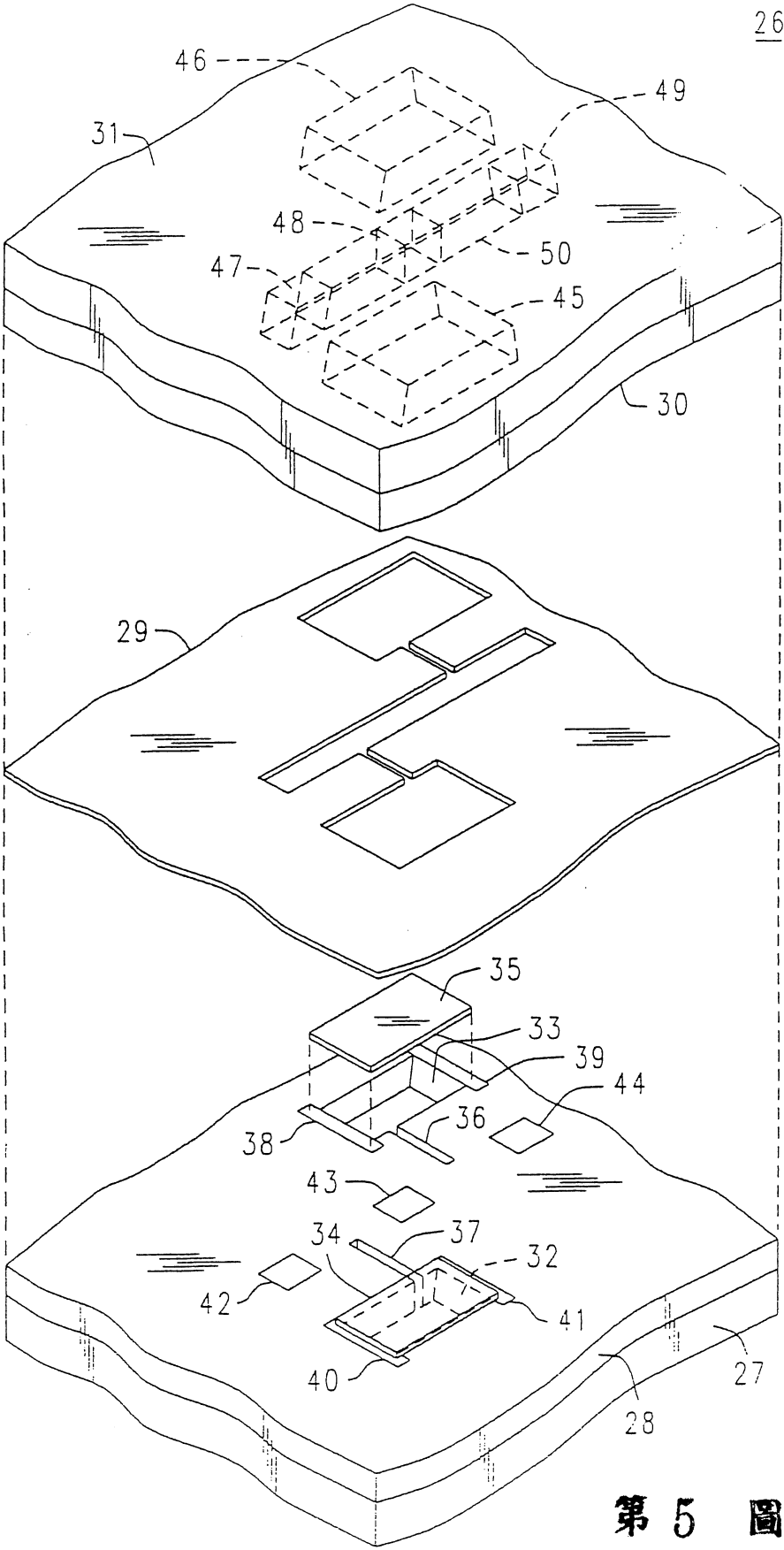
第 3A 圖



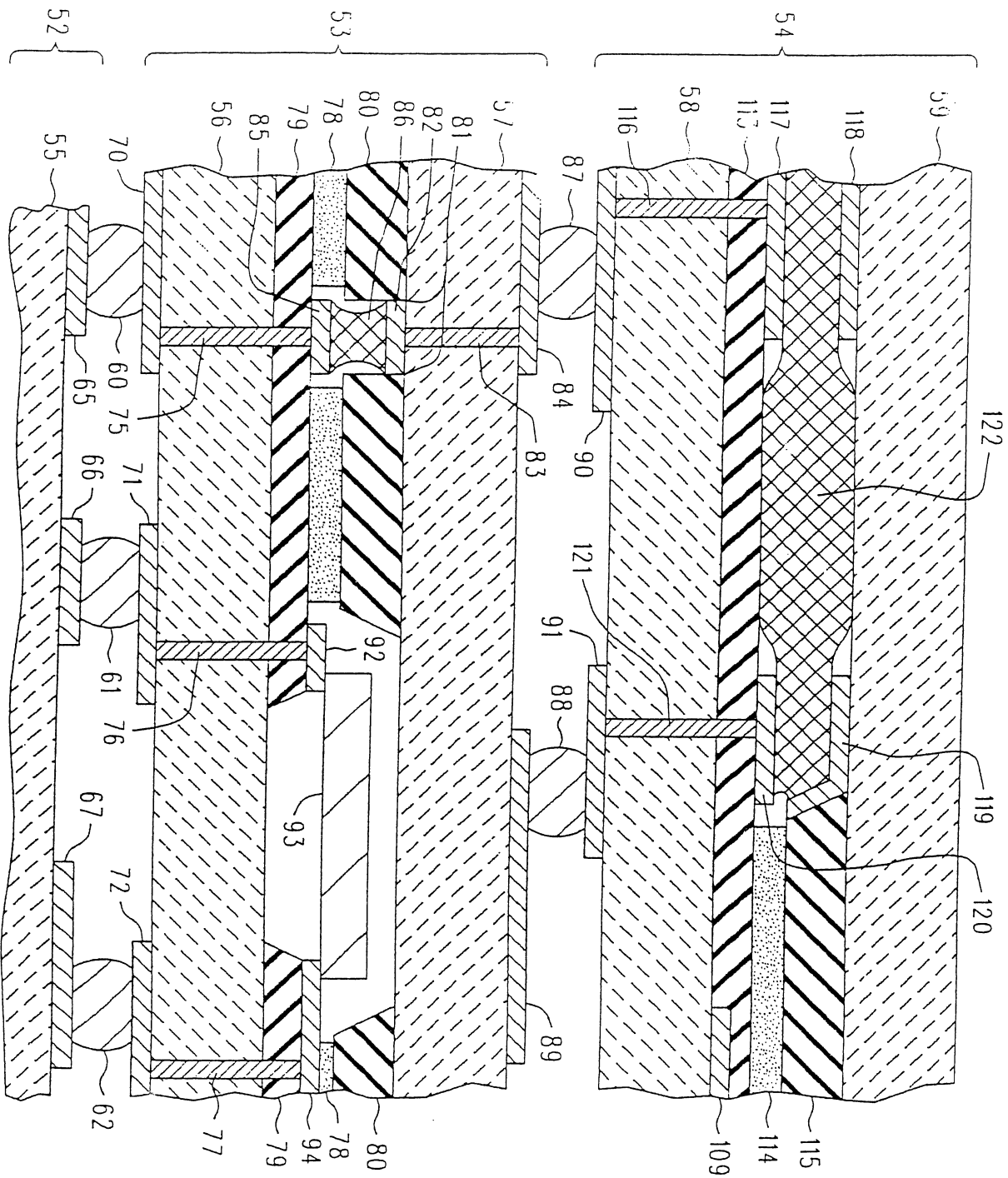
第 3B 圖



第 4 圖

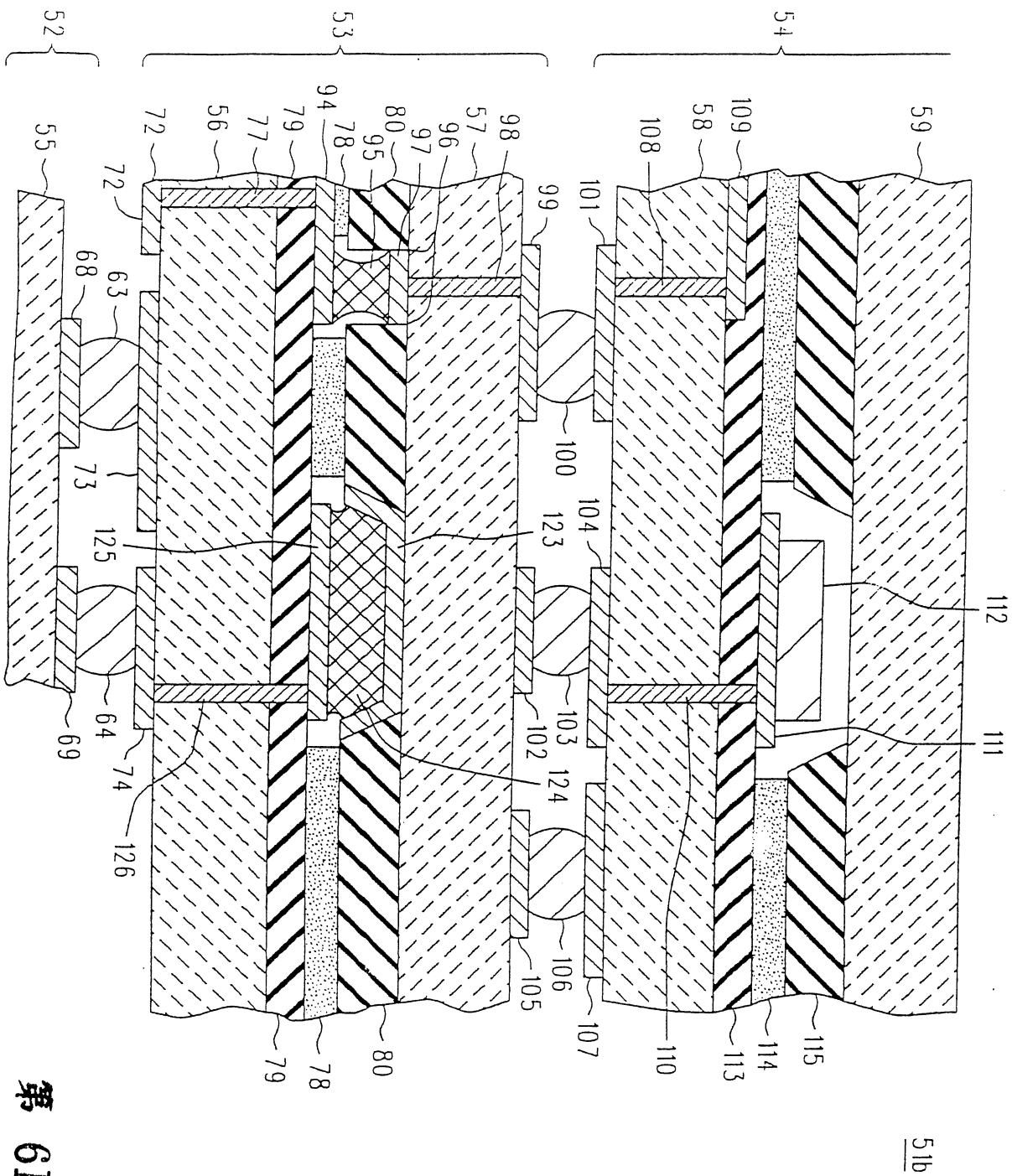


第 5 圖

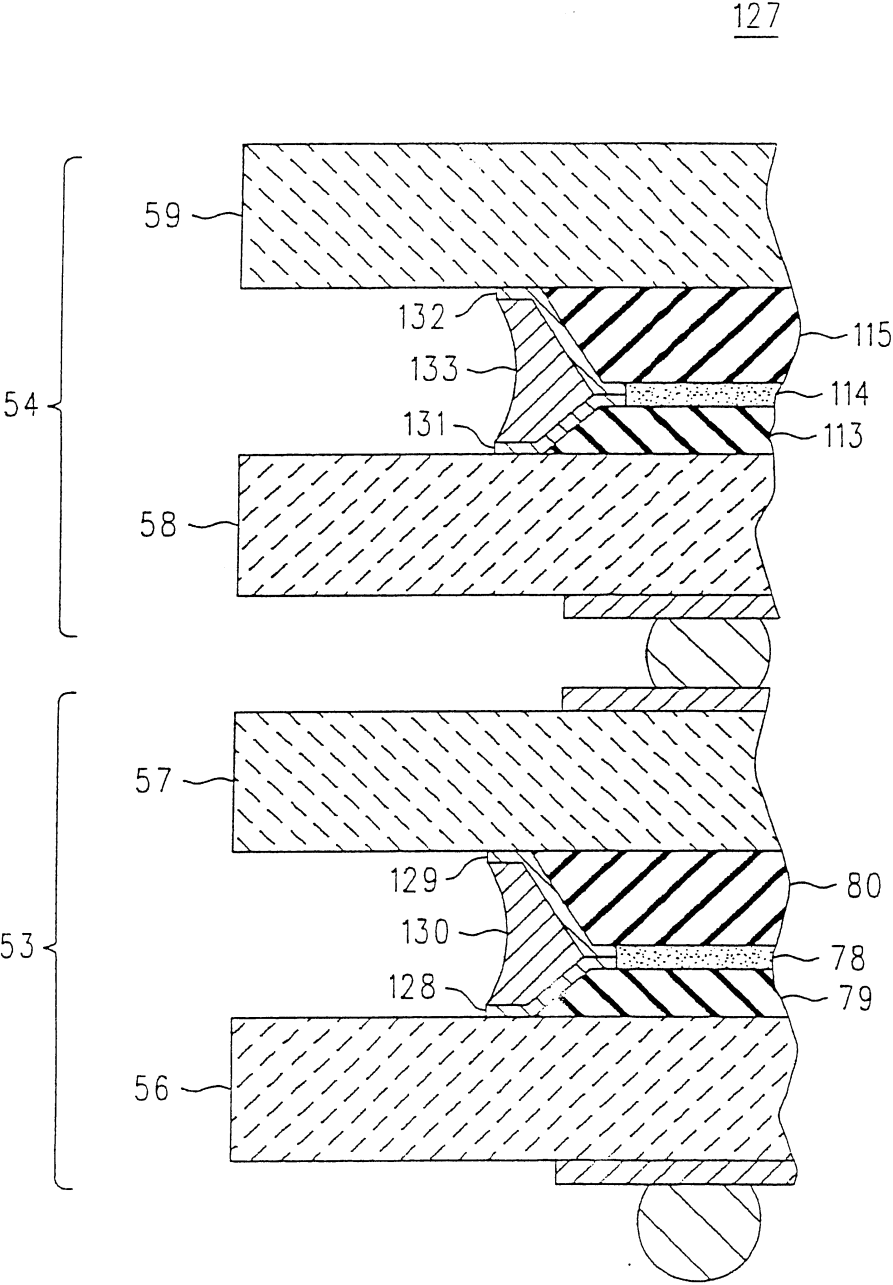


51a

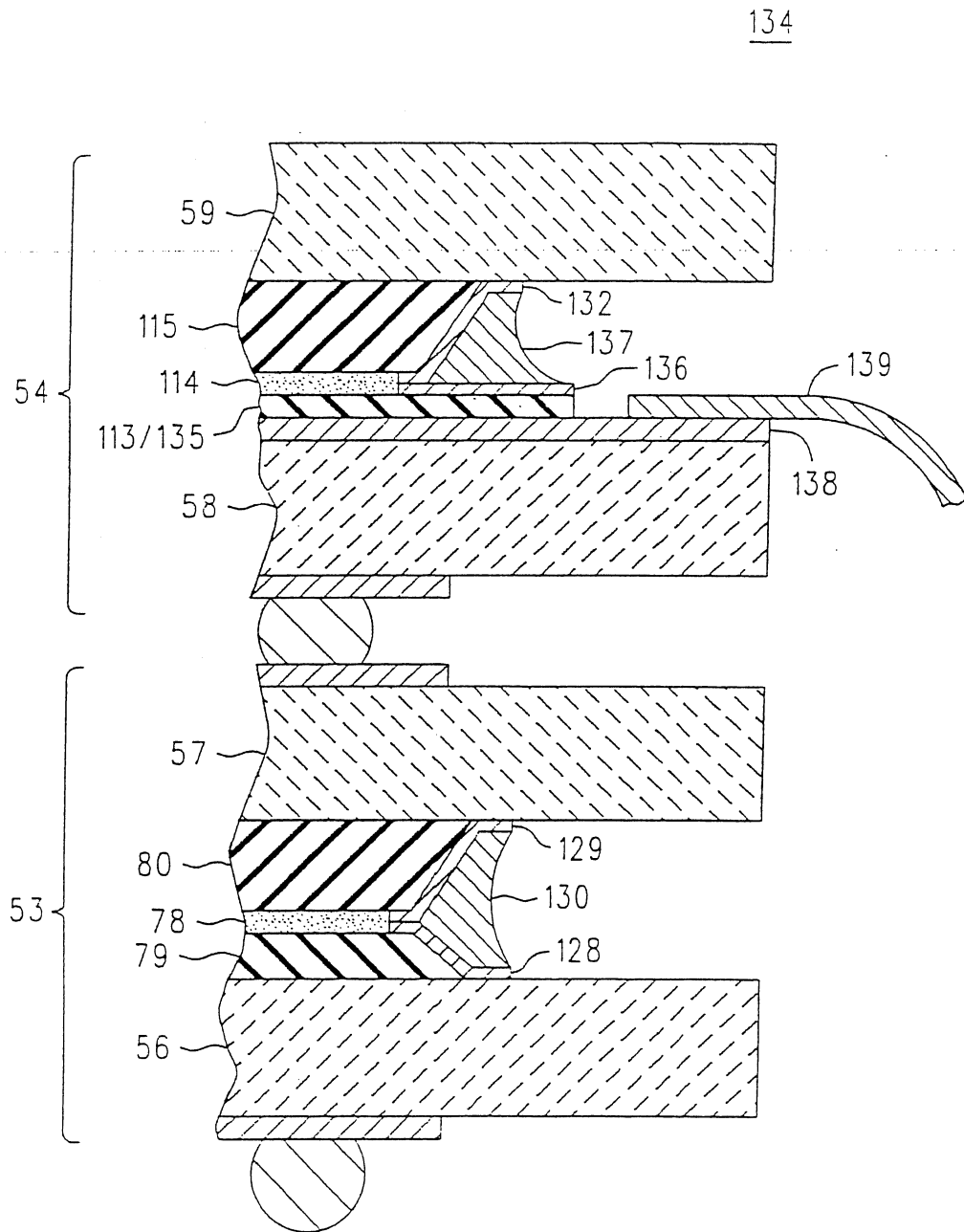
第 6A 圖



第 6B 圖



第 7 圖



第 8 圖

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (6A) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

52…外部元件	79，80，113，115…介電材料
53…下LIMMS裝置	81…孔洞
54…上LIMMS裝置	84，89…電路
55…電路板	86…液體金屬球
56，57，58，59…基材	93…加熱電阻器
60～64，87，88…焊球	117，120…金屬觸點
65～69，70～74…接墊	118，119…金屬潤濕區
75，76，77，83，116，121…通孔	120…液體金屬柱
78，114…黏接密封物	

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：