

# 公告本

申請日期	P1.6.17
案 號	P1113182
類 別	H01H 51/00

A4  
C4

(以上各欄由本局填註)

580715

## 發明 專利 說明 書

一、發明 名稱	中 文	彎曲壓電致動之液態金屬開關
	英 文	BENDING PIEZOELECTRICALLY ACTUATED LIQUID METAL SWITCH
二、發明 人	姓 名	馬文G. 王 MARVIN GLENN WONG
	國 籍	美國 USA
	住、居所	美國科羅拉多州林地公園·哈尼丘巷93號 93 HONEY HILL LANE, WOODLAND PARK, CO 80863, USA
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·安捷倫科技公司 Agilent Technologies Inc.
	國 籍	美國 USA
	住、居所 (事務所)	美國加州帕羅亞托·佩吉密爾路395號 395 PAGE MILL ROAD, PALO ALTO, CA 94306-2024, USA
	代 表 人 姓 名	瑪利 O. 休柏 Marie Oh Huber

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

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: 2002,02,14 案號: 10/076,679, 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

## 五、發明說明 ( 1 )

### 背景

當施加電場或磁場時，壓電材料和磁致伸縮材料(後文合稱為「壓電材料」)變形。如此當壓電材料用作為致動器時，可控制二表面的相對位置。

壓電性是一種通稱，用來描述某些金屬當被施加應力時變成電偏極化之性質。石英屬於壓電晶體之好例子。若應力施加於此種晶體，晶體將出現與施加壓力成比例的電矩。

此乃直接壓電效應。相反地，若置於電場，則壓電晶體略為改變形狀。此乃逆壓電效應。

最為人使用的壓電材料之一為前述石英。鐵電晶體如電氣石及羅謝兒鹽(Rochelle salt)也具有壓電性。鐵電晶體已經有自發偏極化，而壓電效應顯現此種偏極化的變化。其它壓電材料包括某些陶瓷材料及某些聚合物材料。由於其可控制二表面的相對位置，故壓電材料過去用作為閥致動器及顯微鏡的位置控制器。壓電材料特別為陶瓷類型壓電材料，可產生大量力量。但當施加大電壓時，只能產生小位移。以壓電陶瓷為例，此種位移最大值可為材料長度之0.1%。如此，壓電材料用作為閥致動器及位置控制器用於需要如此小位移的用途。

兩種每單位施加電壓產生較大位移方法包括雙型態組裝及堆疊組裝。雙型態組裝有兩種壓電陶瓷材料連結在一起，且邊緣由輪緣所約束，故當施加電壓時，其中一種壓電材料膨脹。結果所得應力造成材料形成圓頂。圓頂中心

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明 ( 2 )

位移係大於個別材料的脹縮。但侷限雙型態組裝輪緣減少可利用的位移量。此外，雙型態組裝產生的力顯然比個別材料脹縮產生的力更小。

堆疊組裝含有多層壓電材料與電極交織其共同連結。跨電極電壓造成堆疊脹縮。堆疊位移係等於個別材料位移的和。如此，為了達成合理位移距離，需要極高電壓或多層。但因壓電材料以及堆疊架設器上之材料的熱膨脹，習知堆疊致動器無法作位置控制。

由於壓電材料強度或耐度高，可對抗高力啟閉，例如作用於大表面積之高壓產生的力啟閉。如此，壓電材料之高強度允許使用大型閥開口，其可減少啟閉閥需要的位移或致動。

使用習知壓電致動繼電器，繼電器係經由移動機械部件「關閉」，讓二電極組成元件彼此電接觸。繼電器係藉移動機械部件，讓電極組件不再作電接觸而「開啟」。電開關點係對應於電極固態電極之電極組成元件間的接觸。

已經發展出液態金屬微開關，該開關使用液態金屬作為開關元件，當加熱而致動開關功能時氣體膨脹。液態金屬有某些優於其它微機技術之優勢，例如使用金屬對金屬接點未經微熔接而切換相對高功率(約100毫瓦)，其可進行此種高功率而未造成開關機構過熱，且未造成不良影響，可閉鎖開關功能。但使用加熱氣體來致動開關有若干缺點。需要相對大量功率來改變開關狀態，若開關的工作週期高，則切換產生的熱必須有效排除，致動速度相當慢，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明 ( 3 )

亦即最高切換頻率限於數百赫茲。

### 發明概述

本發明使用壓電方法來致動液態金屬開關。本發明之致動器使用彎曲模式之壓電元件而非切變模式壓電元件。根據本發明之壓電驅動器為聚集能而非散逸能的電容裝置。結果，功率的消耗遠較低，但驅動該功率之電壓更高。壓電幫浦可用於拉也可用於推，因此具有雙重作用效果，此種效果為單純藉膨脹氣體推動效應驅動的致動器所無法產生的。使用本發明之壓電開關導致切換時間的縮短。

根據本發明之壓電致動液態金屬開關由多層組成。液態金屬含於一層通道內部，接觸電路基板上的開關襯墊，液態金屬於通道量及位置讓每次只連接兩個襯墊。金屬可移動，故金屬經由於中心襯墊與第一端襯墊間形成壓力升高，讓液態金屬斷裂，而部分移動至連接至另一端襯墊，讓金屬接觸中心襯墊以及末端襯墊。當液態金屬濕潤襯墊且被表面張力所維持定位時，由於液態金屬的門鎖應導致穩定組態結果。

惰性非導電液體填補開關間的其餘空間。前述壓力升高係藉壓電幫浦作動產生。本發明之幫浦類型利用壓電元件對膜的彎曲作用來形成正及負容積變化。此等作用可造成壓力下降與增高，俾輔助移動液態金屬。

### 圖式之說明

參照下圖可更加了解本發明。附圖之各組成元件無需照比例繪製，反而可強調用於舉例說明本發明原理。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明 ( 4 )

第1圖顯示根據本發明之壓電金屬開關各層之側視圖。

第2圖顯示根據本發明之壓電開關各層之側視之側剖面圖。

第3圖顯示帶有開關接點之基板層之頂視平面圖。

第4A圖為液態金屬通道層之頂視圖。

第4B圖為液態金屬層之側視剖面圖。

第5A圖壓電層之頂視圖顯示兩組壓電元件。

第5B圖顯示壓電層之側視剖面圖。

第6圖顯示致動器流體貯器層之頂視圖。

第7圖顯示根據本發明之壓電開關各層之另一側側視剖面圖。

### 發明之詳細說明

第1圖為本發明具體實施例之側視圖顯示四層繼電器板。頂層110為致動器流體貯器層，作為致動器使用流體的貯器。第二層120為壓電層，其罩住壓電開關機構。第三層130為液態金屬通道層，罩住用於開關機構的液態金屬。基板層140係作為基座，提供多數存在電路元件之共通基底。

第2圖顯示根據本發明之致動器100之具體實施例之剖面圖。第2圖也是第1圖之剖面圖。致動器流體貯器層110有個腔室150，腔室罩住多數利用繼電器100的壓電元件160。腔室150也含有定容致動器流體。致動器流體為惰性非導電流體。此種流體較好為低黏度惰性有機液體，例如低分子量全氟化碳，例如富林那(Fluorinert)產品公司3M系列。例如另外可由輕質礦物或合成油組成。壓電元件160

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明 ( 5 )

分成兩組。熟諳技藝人士了解該組壓電元件160隨致動器100之使用目的變化。如此，該組壓電元件160可獲得等於2之多組。

第2圖之各組壓電元件160附接至膜170，膜170形成壓電層120頂部之一部分。本發明之較佳具體實施例中，膜170係由金屬組成。本發明之其它具體實施例中，膜170係由聚合物組成。本發明又有其它具體實施例中，膜係由任何具有足夠柔軟性，可回應於壓電元件160的彎曲而彎折的材料。膜170可回應於壓電元件160而以向上或向下方式彎曲。

本發明具體實施例顯示於第2圖，壓電元件顯示為積層於壓電層120頂上或上方。

膜170也形成壓電元件160與位於壓電層120之致動器流體腔室180間的屏障。二致動器流體腔室180顯示於第2圖，藉部分壓電層分開。致動器流體腔室180以致動器流體填補。各組壓電元件160對向液態金屬層130之間隙提供流體腔室180與液態金屬層130間之導槽。導槽允許腔室180與液態金屬層130間之流體流動。

液態金屬層130包含容納於通道195內部的液態金屬190以及一組位於電路基板140上的開關接點襯墊200。通道195之未以液態金屬190填補空間係以流體填補。液態金屬呈惰性及導電性。液態金屬190之含量及位置讓一次只能連接兩個襯墊200。中心襯墊200經常性接觸，以及接觸左或右襯墊200之一。第2圖所示本發明具體實施例中，液態金屬190接觸中心襯墊200及右襯墊200。液態金屬190藉壓電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明 ( 6 )

元件160之彎曲動作而移動接觸左襯墊200。

壓電元件160之彎曲造成腔室180大小的增減。第2圖所示實施例中，右側該組壓電元件向下彎曲，造成右腔室180的加大。壓力的增加造成液態金屬190移向左方，直至其接觸中心襯墊200及左襯墊200。壓電元件之泵送作用形成正容積及負容積以及腔室180的壓力變化。當右組壓電元件160造成壓力升高(容積縮小)時，左側可藉向上彎曲而造成壓力減低以及容積加大。兩組壓電元件160的對向移動有助於液態金屬200的移動。

壓電元件160可積層至膜170，或可沉積於膜170呈薄膜層或厚膜層。第2圖顯示兩組五個壓電元件160於左右。熟諳技藝人士須了解各組壓電元件160數目的變化。至依據各元件大小及應用尺寸可有多達1至10個或10個以上的壓電元件。膜通常係由金屬製成，但其它材料亦屬可能如聚合物。

於本發明之較佳具體實施例中，液態金屬190為汞。本發明之另一較佳版本，液態金屬為含鎳合金。

操作時，本發明開關機構係藉壓電元件160的彎曲模式位移操動。電荷施加至壓電元件160，造成元件160彎曲。如前文討論，壓電元件之彎曲動作可基於個別基準，每次一組或基於協力方式，兩組一起動作。其中一組壓電元件160向下彎曲，造成向下彎曲該組正下方的腔室180壓力升高而容積減小。壓力/容積變化造成可移動之液態金屬190位移。為了提高效果，另一組壓電元件可同時向上彎曲。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明 ( 7 )

逆轉壓電元件160的彎曲動作，造成液態金屬190於反方向位移。一旦液態金屬190已經位移，則壓電元件160鬆弛，換言之電荷被移除。液態金屬190濕潤接點襯墊200，造成閉鎖效應。當電荷由壓電元件160移除時，液體未返回其原先位置，反而仍然濕潤接點襯墊200。

第3圖顯示帶有開關接點200之基板層140之頂視平面圖。開關接點200可透過基板140連接至對側焊料球(圖中未顯示)用於路由信號。須了解路由信號有替代之道。例如信號路由可位於基板層140。也須了解第2圖之開關襯墊200單純代表本發明之開關襯墊。特別是基板層140及開關襯墊200不必與第3圖之開關襯墊及基板層成比例。

第4A圖為液態金屬通道層130之頂視圖。液態金屬層130包含液態金屬通道195以及一對通孔210，通孔係作為第2圖所示來自液態金屬通道195及腔室180之液體的移動導槽。第4B圖為液態金屬層130於A-A點之側視剖面圖。液態金屬通道195顯示連接至通孔210。

第5A圖為顯示兩組壓電元件160之壓電層120之頂視圖。壓電元件160係高於流體腔室180，且係固定於膜170。流體腔室180連通至流體限流器220。流體限流器220為連接至第2圖所示流體貯器150之導槽。流體限流器220於此處顯示僅供舉例說明之用。熟諳技藝人士須了解連結泵送腔室180及流體貯器之限流器220小，限流器經由導引來自壓電元件160及膜170的泵送動作之大部分流體流進入通道195、而非進入流體貯器，輔助產生壓力脈衝來移動液態金

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

錄

## 五、發明說明 ( 8 )

屬。

第5B圖顯示壓電層120於點A-A之側視剖面圖。壓電元件160固定至膜170及高於腔室180。腔室180連通至流體限流器220。

第6圖顯示帶有貯器150及填充埠口230之致動器流體貯器層110之頂視圖。流體貯器150於此處顯示為本發明之具體實施例之單一部件。本發明之另一具體實施例中，流體貯器由多數區段構成。流體貯器150為工作流體蓄積處，有順應性壁來維持泵送元件間的壓力脈衝交互作用(串音)減至最低。流體貯器150係於開關總成100已經組裝後填充。貯器填充後，密封填充埠口230。

第7圖顯示本發明之另一具體實施例，其中流體貯器包含多數隔間240。隔開多數隔間之壁250具有壓力解除埠口260，其連通至二隔間240，平衡二隔間240之壓力，各個隔間240具有順應性外壁，其可維持泵送元件間之壓力脈衝(串音)減至最低。

雖然前文只說明本發明之特定具體實施例，但熟諳技藝人士了解可未悖離隨附之申請專利範圍之範圍作出多項修改。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明 ( 9 )

## 元件標號對照

100… 繼電器	190… 液態金屬
110… 頂層	195… 通道
120… 壓電層	200… 開關接點襯墊
130… 液態金屬通道層	210… 通孔
140… 基板層	220… 限流器
150… 腔室	230… 填充埠口
160… 壓電元件	240… 隔間
170… 膜	250… 壁
180… 致動器流體腔室	260… 減壓埠口

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

錄

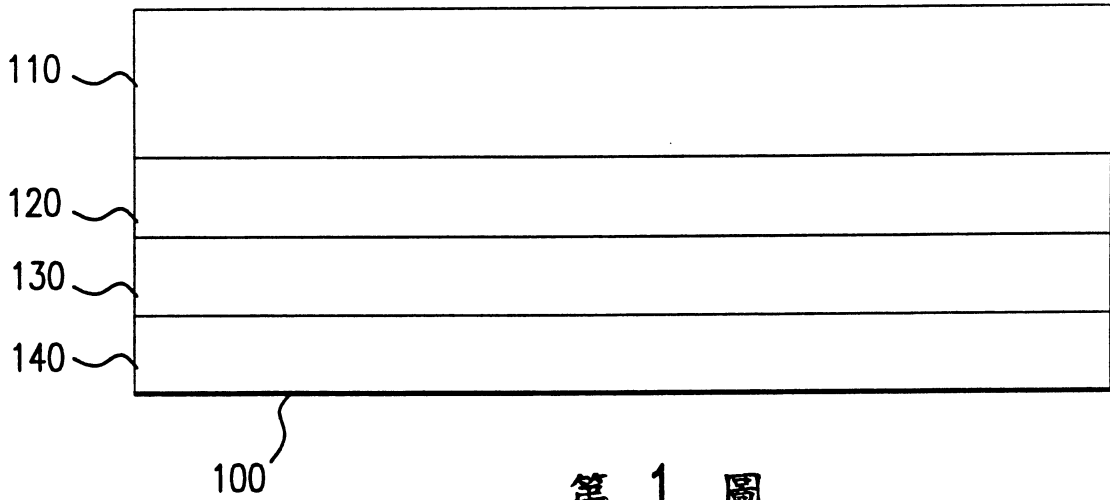
四、中文發明摘要（發明之名稱： 彎曲壓電致動之液態金屬開關 )

根據本發明，揭示一種利用液態金屬(190)開關與閉鎖之壓電致動繼電器(100)。繼電器係利用多數彎曲模式壓電元件(160)用來造成一對流體腔室(180)間的壓力差。壓電元件(190)作用於膜(170)，膜(170)又作用於填補於腔室(180)的流體。壓力差造成液態金屬(190)落下俾克服表面張力，其將維持液態金屬本體落下接觸靠近致動壓電元件(160)之接點襯墊(200)。開關係利用表面張力及液態金屬(190)濕潤接點襯墊(200)而閉鎖。

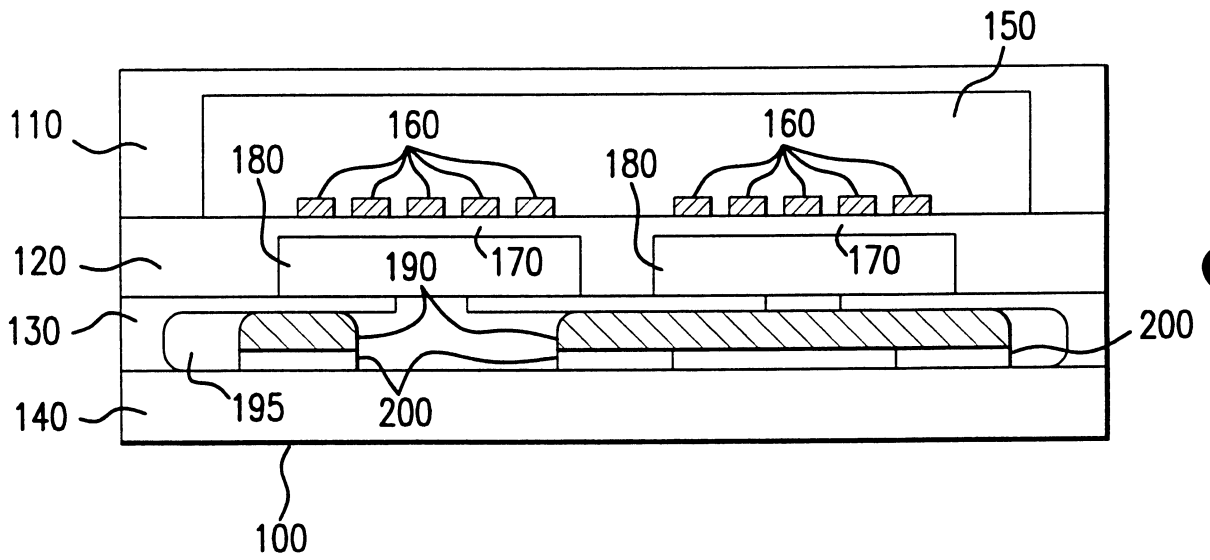
英文發明摘要（發明之名稱： BENDING PIEZOELECTRICALLY ACTUATED LIQUID METAL SWITCH )

In accordance with the invention, a piezoelectrically actuated relay (100) that switches and latches by means of a liquid metal (190) is disclosed. The relay operates by means of a plurality of bending mode piezoelectric elements (160) used to cause a pressure differential in a pair of fluid chambers (180). The piezoelectric elements (190) act upon a membrane (170) which in turn acts upon a fluid which fills the chambers (180). The differential pressure causes the liquid metal (190) drop to overcome the surface tension forces that would hold the bulk of the liquid metal drop in contact with the contact pad or pads (200) near the actuating piezoelectric element (160). The switch latches by means of surface tension and the liquid metal (190) wetting to the contact pads (200).

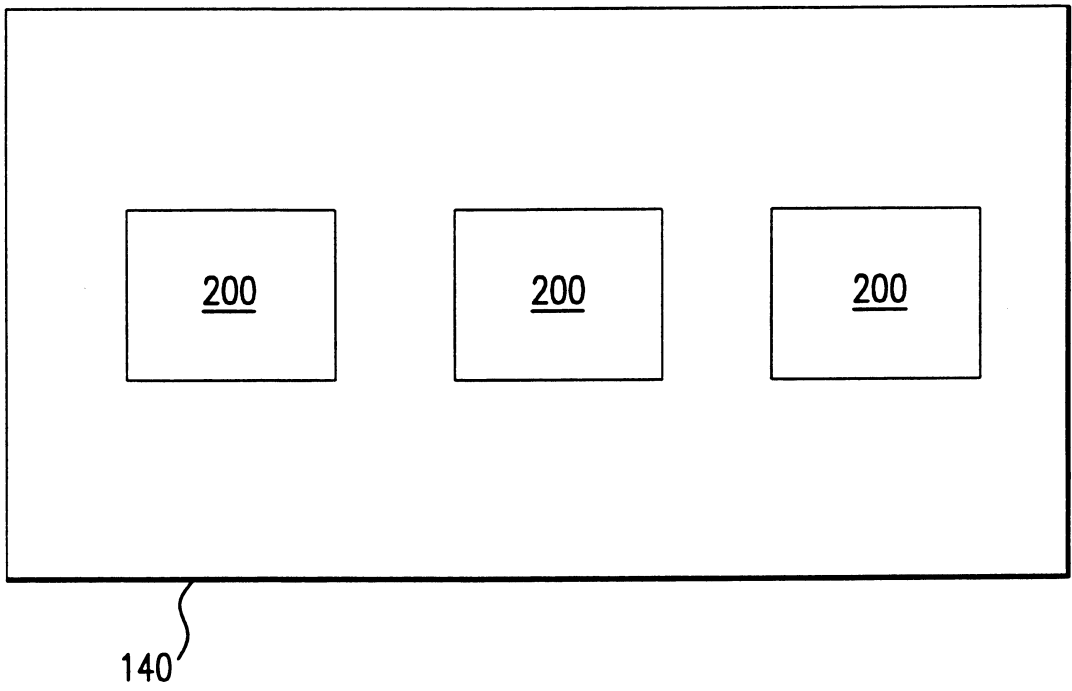




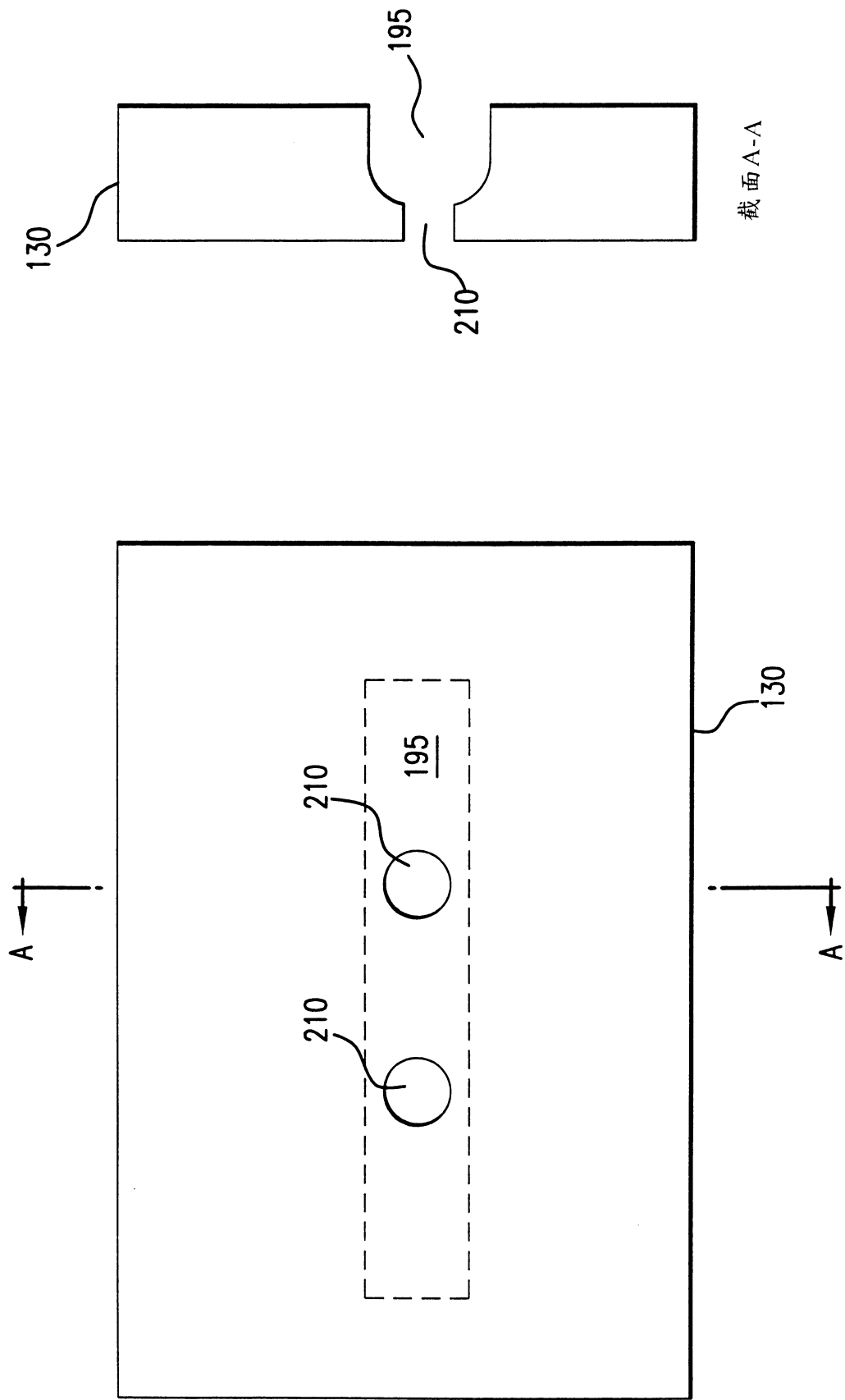
第 1 圖



第 2 圖

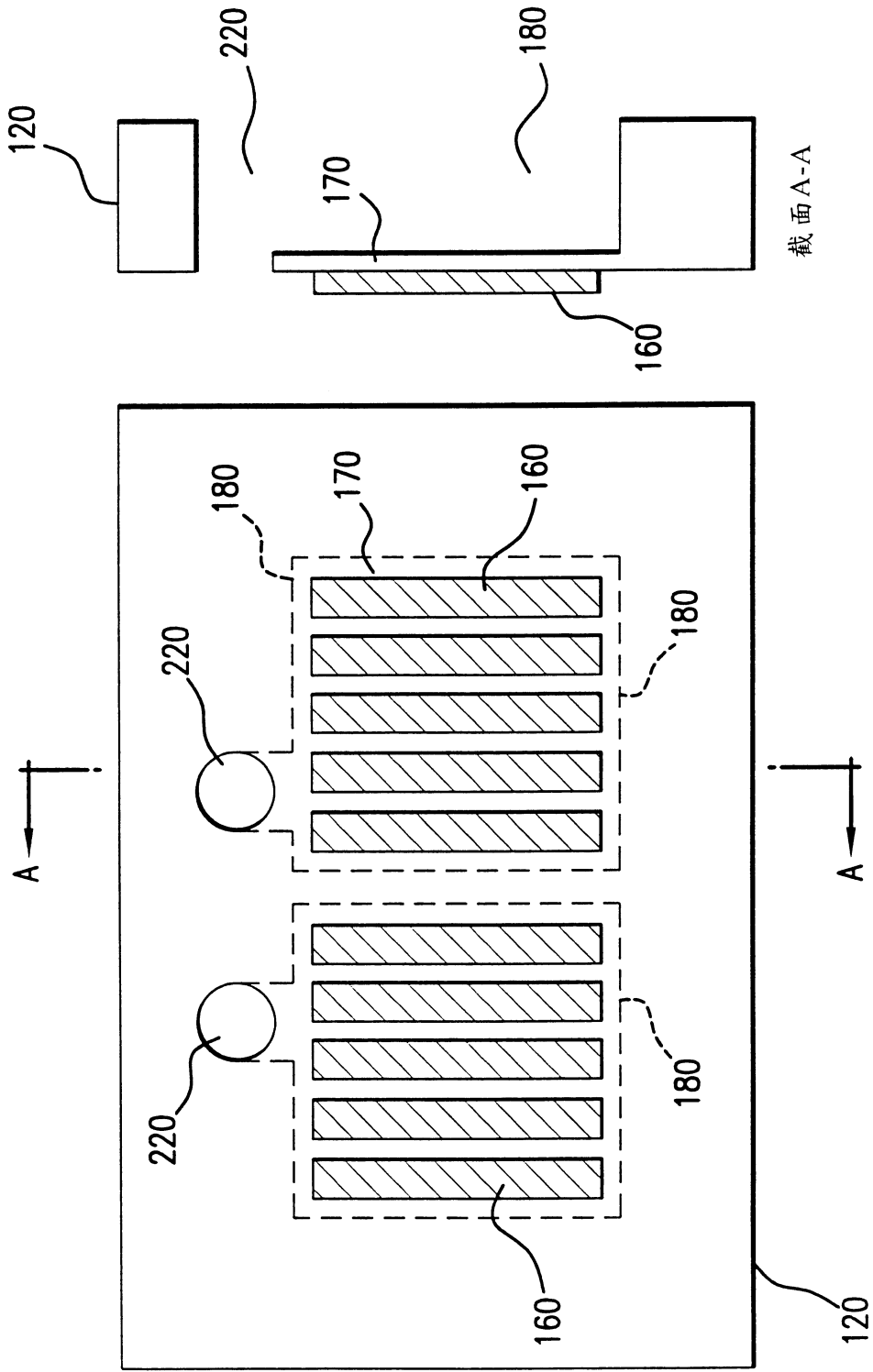


第 3 圖



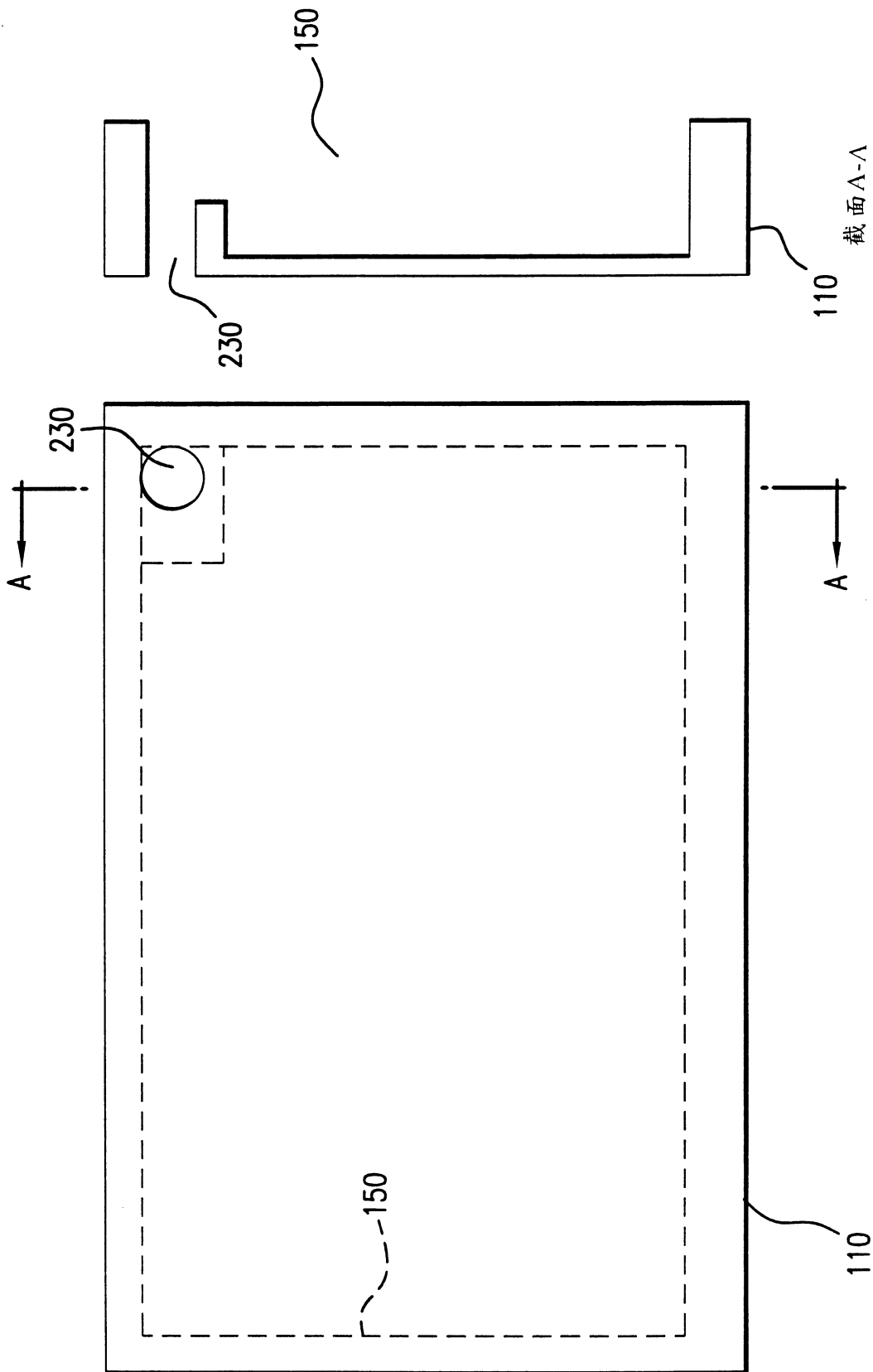
第 4A 圖

第 4B 圖

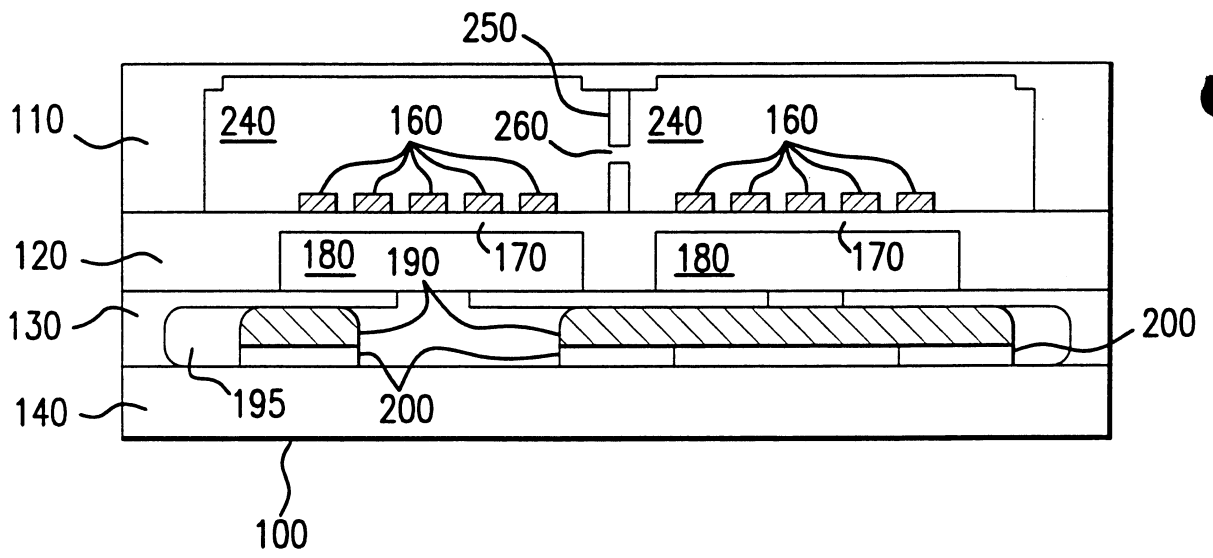


第 5B 圖

第 5A 圖



第 6 圖



第 7 圖

## 六、申請專利範圍

第91113182號專利申請案 申請專利範圍修正本 92.12.04

1. 一種壓電致動繼電器(100)，包含：

一液態金屬通道(195)；

一第一及第二流體腔室(180)，各別流體腔室(180)分別透過第一及第二導槽而連通至該通道；

一第一及第二膜(170)，其形成第一及第二流體腔室(180)之頂部；

一第一、第二及第三接點襯墊(200)，其彼此均等隔開，各個接點襯墊200有至少部分係於腔室(195)內部；

多數壓電元件(160)，其形成第一及第二組元件，第一組係固定至第一膜(170)，以及第二組係固定至第二膜(170)；以及

一可移動式導電液體(190)，其係於該通道(195)內部，液體之第一部分濕潤接點襯墊(200)之第一者，以及部分液體(190)濕潤接點襯墊(200)之第二及第三者；

其中該腔室(180)及通道(195)係以流體填補，其中該濕潤接點襯墊(200)之第二及第三者該部分液體液體(190)可朝向濕潤接點襯墊(200)第一者之該部分液體移動。

2. 如申請專利範圍第1項之壓電致動繼電器，進一步包含一流體貯器(150)，其包圍多數壓電元件(160)，其中該貯器(150)係透過一第一及一第二通孔(210)連通至腔室(180)。

## 六、申請專利範圍

3. 如申請專利範圍第2項之壓電致動繼電器，其中該流體貯器包含多數隔間(240)，其中多數隔間個別具有順應性壁。
4. 如申請專利範圍第3項之壓電致動繼電器，進一步包含一連通多數隔間之減壓埠口(260)。
5. 如申請專利範圍第2項之壓電致動繼電器，進一步包含位於流體貯器上方之一填充埠口(230)。
6. 一種壓電致動繼電器(100)，包含：
  - 一流體貯器層(110)，包含一流體貯器(150)；
  - 一壓電層(120)，其係積層至流體貯器層，該壓電層包含第一及第二流體腔室(180)、第一及第二通孔連接第一及第二腔室(180)至貯器(150)、一第一及第二膜(170)形成第一及第二流體腔室(180)之頂部、以及多數壓電元件(160)形成第一及第二組元件，第一組係固定至第一膜(170)，以及第二組係固定至第二膜(170)；
  - 一液態金屬通道層(130)，其係積層至壓電層(120)，該通道層包含一液態金屬通道(195)、一第一通孔(210)連接通道(195)至腔室(180)之第一者、一第二通孔(210)連接通道(195)至腔室(180)之第二者、第一、第二及第三接點襯墊(200)彼此均等隔開，各個接點襯墊(200)有至少部分係於腔室(195)內部、以及一種可移動式導電液體(190)於通道(195)內部，液體(190)之第一部分濕潤接點襯墊(200)之第一者，而部分液體(190)係濕潤接點襯墊(200)之第二及第三者；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 六、申請專利範圍

其中該腔室(180)及通道(195)係以流體填補，以及其中該濕潤接點襯墊(200)之第二及第三者之該部分液體(190)係朝向濕潤接點襯墊(200)之該部分液體第一者移動。

7. 如申請專利範圍第6項之壓電致動繼電器，其中流體貯器包含多數隔間(240)，其中多數隔間(240)個別具有順應性壁(250)。
8. 如申請專利範圍第7項之壓電致動繼電器，進一步包含至少一減壓埠口(260)連通多數隔間(240)與毗鄰隔間(240)。
9. 如申請專利範圍第6項之壓電致動繼電器，其中該貯器層進一步包含一填充埠口(230)。