

公告本

95 6 21 年 月 日 修正 補充

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 93101323

※ 申請日期： 93.1.19 ※IPC 分類： B87B 3/00, B87C 5/00

一、發明名稱：(中文/英文)

藉由流體雷諾數原理操控之致動器及其製造方法與操作方法
 ACTUATOR WORDING BASED ON PRINCIPLE OF FLUIDIC
 REYNOLDS NUMBER AND MANUFACTURING METHOD
 THEREOF AND OPERATING METHOD THEREOF

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學/NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY

代表人：(中文/英文) 張俊彥/CHUN-YEN CHANG (簽章)

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號/NO. 1001, DASYUE RD., HSINCHU CITY,
 300, TAIWAN (R.O.C.)

國籍：(中文/英文) 中華民國/TW

三、發明人：(共 5 人)

姓名：(中文/英文)

1. 徐琅 / HSU, LONG
2. 劉承賢 / LIU, CHENG HSIEN
3. 張晃猷 / CHANG, HWAN YOU
4. 彭慧玲 / PENG, HWEI LING
5. 張傑 / CHANG, CHIEH

國籍：(中文/英文) 1-5 中華民國/TW

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：

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：

一種藉由流體雷諾數原理操控之致動器，其包括數條固定電極，配置在一基板上；一絕緣層，形成於基板上且覆蓋住上述之固定電極；以及數條可動電極，對應配置於上述固定電極上方之絕緣層上，其中上述之可動電極的一端係固定於絕緣層上，而另一端則遠離絕緣層，以使可動電極向上翹曲。

六、英文發明摘要：

A actuator working based on principle of fluidic Reynolds number includes several immobile electrodes on a substrate, a insulating layer covering the immobile electrodes and several movable electrodes located on the insulating layer corresponding to the immobile electrodes. Wherein one terminal of each movable electrode is fixed on the insulating layer, and the other terminal of each movable electrode is distant from the insulating layer and is raised.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 2 圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

104a：固定電極

106：絕緣層

114：可動電極

114a、114b：可動電極之一端

206a、206b：控制電路

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

五、中文發明摘要：

一種藉由流體雷諾數原理操控之致動器，其包括數條固定電極，配置在一基板上；一絕緣層，形成於基板上且覆蓋住上述之固定電極；以及數條可動電極，對應配置於上述固定電極上方之絕緣層上，其中上述之可動電極的一端係固定於絕緣層上，而另一端則遠離絕緣層，以使可動電極向上翹曲。

六、英文發明摘要：

A actuator working based on principle of fluidic Reynolds number includes several immobile electrodes on a substrate, a insulating layer covering the immobile electrodes and several movable electrodes located on the insulating layer corresponding to the immobile electrodes. Wherein one terminal of each movable electrode is fixed on the insulating layer, and the other terminal of each movable electrode is distant from the insulating layer and is raised.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 2 圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

104a：固定電極

106：絕緣層

114：可動電極

114a、114b：可動電極之一端

206a、206b：控制電路

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種微小致動器及其製作方法與操作方法，且特別是有關於一種藉由流體雷諾數(Reynolds Numbers)原理操控之致動器及其製造方法與操作方法。

【先前技術】

隨著微機電技術的發展，許多微小的工作工具或操控裝置已在積極的發展中，其例如是操控單一生物體的裝置或工具，包括微滴管、微針頭、光鑷子(optical tweezers)、原子力顯微鏡(atomic force microscope)、微抓夾(micro-gripper)等等。然而，這些裝置或工具都各有限制及缺點，譬如其尺寸與生物體不匹配(mismatch)、價格昂貴、直接的接觸與使用過多的外界能量而對生物體產生傷害。

舉例來說，C. J. Kim, A. P. Pisano, R. S. Muller, M. G. Lim, "Polysilicon Microgripper", Tech. Dig., IEEE Solid-State Sensor and Actuator Workshop, pp. 48-51, June 1990 文獻中有提出一種以靜電梳狀致動器為基礎的多晶矽微鑷子，此微鑷子就如同是將一般的鑷子縮小化之後，以固定的微機電梳狀致動器致動之。而此種多晶矽微鑷子是接觸式的夾取生物體，因此容易對生物體造成機械夾持破壞。

另外，A.P. Lee, D.R. Ciarlo, P. A. Krulevitch, S. Lehew, J. Trevino, M.A. Northrup, "A Practical Microgripper by Fine Alignment, Eutectic Bonding and SMA Actuation", Tech. Dig., Transducers '95, pp. 368-371, June

1995 之參考文獻中有提出另一種微鑷子，此微鑷子裝置是經由穿過細孔或導管，遠端的遙控夾子在小區域中進行抓取。而此裝置也被用於和其他微小工具連接以執行其他的應用。然而，此種微鑷子也是接觸式夾取生物體，因此同樣容易對生物體造成機界夾持的傷害。

此外，於 J. Ok, M. Chu, C. J. Kim”Pneumatically Driven Microcage For Micro-Objects in Biological Liquid”,IEEE Micro Mechanical Systems Workshop, pp. 459-463, February, 1999 之參考文獻中係揭露一種微牢籠器(microcage)，其係在設計的微結構中加入氣壓結構的微牢籠器來囚禁微小物件。此結構是在薄膜上以放射狀排列彎曲造型的爪子以圍成球狀籠子。當氣壓的作用使薄膜突起時，所有的爪子會同時向外部傾斜，此時頂端將產生一個開口使微小物件可以進入。而當薄膜的承受氣壓回復時，薄膜將會變平，爪子將會將內關閉而完成抓取的操作。

上述幾種裝置或工具大多必須直接接觸生物體以捕捉之，因此容易傷及微生物體。

【發明內容】

因此，本發明的目的就是提供一種藉由流體雷諾數原理操控之致動器，此致動器僅利用流體操控以捕捉微生物體，因此不會直接接觸生物體而造成微生物體的傷害。

本發明的再一目的是提供一種藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造方法，此致動器是利用微機電技術所製成之微小裝置，因而能用於微/奈米生物科技之應用。

本發明的又一目的是提供一種藉由流體雷諾數原理操

控之致動器的操作方法，此致動器之操作僅利用流體進行操控，而不需高溫高壓或強光等操作條件，因此能避免微生物體遭到損害。

本發明提出一種藉由流體雷諾數原理操控之致動器，其包括數條固定電極，配置在一基板上；一絕緣層，形成於基板上且覆蓋住上述之固定電極；以及數條可動電極，對應配置於上述固定電極上方之絕緣層上，其中上述之可動電極的一端係固定於絕緣層上，而另一端則遠離絕緣層，以使可動電極向上翹曲。

本發明提出一種藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造方法，此方法係首先在一基板上形成數條固定電極，接著在基板上形成一絕緣層，覆蓋住上述之固定電極。之後在絕緣層上形成一圖案化之犧牲層，覆蓋住固定電極上方之絕緣層。隨後在犧牲層上形成一第一導電層，覆蓋住未被犧牲層覆蓋的絕緣層。隨後在第一導電層上形成一第二導電層，其中第一導電層與第二導電層具有不相同的熱膨脹係數。之後，移除犧牲層，其中於移除犧牲層之後，原先位於犧牲層上方之第一導電層與第二導電層會因為熱膨脹係數之不同而往上翹曲，而形成數條可動電極。

本發明提出一種藉由流體雷諾數原理操控之致動器的操作方法，其係首先提供如先前所述之致動器，並且將此致動器係置放於一流體環境中。此操作方法包括：當未施加電壓於固定電極與可動電極時，上述之可動電極係向上翹曲。當於固定電極施壓一電壓時，上述之可動電極將會被固定電極吸引下來。當於部分的固定電極施壓電壓時，

對應的可動電極將會被固定電極吸引下來。因此，選擇對上述各操作之進行連續的操作配合，便可以使可動電極周圍之流體雷諾數改變而產生滯留吸力。

由於本發明所提出之藉由流體雷諾數原理操控之致動器及其製造方法與操作方法，是利用流體操控以吸引或捕捉微生物體，其不需高溫高壓或強光等操作條件，因此不會直接接觸生物體而造成微生物體的傷害。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【實施方式】

當流體流過髮狀陣列的周圍時，流體的流場及流量取決於慣性力和黏滯力的比值，也就是雷諾數(Reynolds Numbers, Re)。這是因為流體和與其接觸的物體(髮狀陣列的單一單元)表面之間不會產生相對滑動，所以在物體的表面周圍會形成一速度梯度。而當髮狀陣列的相臨單元間距越小或是流體的移動速度越慢時(也就是雷諾數越小時)，流體在髮狀陣列的單一單元周圍所形成的邊界層(Boundary Layer)就會越厚。倘若這層邊界層的厚度與髮狀陣列的相臨單元間距接近的話，流體就幾乎不會從髮狀陣列之間隙流過。換言之，當雷諾數減少，髮狀陣列功能有如同沒有洩漏的槳。反之，雷諾數越大，流體在髮狀陣列的單一單元周圍所形成的邊界層就會越薄，如果這層邊界層的厚度小於髮狀陣列的相臨單元間距的話，流體就會從髮狀陣列之間隙流過。因此，隨著雷諾數的增

加，這些如髮絲般密佈的陣列，便會從如同一個不洩漏的槳變成一個會洩漏的篩子。故當流體中雷諾數改變時，便可操控流體，進而操控流體中之微粒子的移動。

圖 1A 至圖 1F 所示，其繪示依照本發明一較佳實施例的一種藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造流程剖面示意圖。圖 2 是依照本發明一較佳實施例之藉由流體雷諾數原理操作之致動器的立體結構示意圖。其中圖 1A 至圖 1F 僅繪示出圖 2 中其中一可動電極與固定電極之剖面。請參照圖 1A，首先提供一基板 100，基板 100 例如是矽基板。在一較佳實施例中，可以先於基板 100 上形成一墊絕緣層 102，其中墊絕緣層 102 之材質例如是二氧化矽，且其厚度例如是 4000 埃至 6000 埃，且形成墊絕緣層 102 之方法例如是進行熱蒸鍍製程或是其他適合之沈積製程。之後，在墊絕緣層 102 上形成固定電極 104a。在一較佳實施例中，形成固定電極 104a 之方法例如是先利用化學蒸鍍法或其他適合之沈積方法於墊絕緣層 102 上沈積一層導電層(未繪示)，之後再進行微影製程以及蝕刻製程，以定義出數條固定電極 104a，並同時定義出電極板 104b 與導線 104c，其中固定電極 104a、電極板 104b 與導線 104c 之間係形成有開口圖案 105，暴露出底下之墊絕緣層 102。在一較佳實施例中，固定電極 104a 之材質例如是金屬、多晶矽或經摻雜之矽材質，且其厚度例如是 2000 埃至 4000 埃。

接著，請參照圖 1B，在基板 100 上方形成一圖案化之絕緣層 106，覆蓋住固定電極 104a 並暴露出電極板 104b

與導線 104c，其中絕緣層 106 更填入開口 105 內，以與墊絕緣層 102 接觸而黏著在一起。在一較佳實施例中，絕緣層 106 之材質例如是二氧化矽，其厚度例如是 2000 埃至 4000 埃，形成絕緣層 106 之方法例如是先進行電漿增益型化學氣相沈積製程(PECVD)或是其他適合之沈積製程以沈積一層絕緣層之後，再對其進行圖案化製程以形成。

之後，請參照圖 1C，在絕緣層 106 上形成一圖案化之犧牲層 108，其中犧牲層 108 係覆蓋住固定電極 102 上方之絕緣層 106，並且覆蓋住電極板 104b 與導線 104c 之間的絕緣層 106。在一較佳實施例中，犧牲層 108 之材質與絕緣層 106 之間具有蝕刻選擇性，其例如是多晶矽材質，而犧牲層 108 之厚度例如是 3000 埃至 5000 埃。

請參照圖 1D，在犧牲層 108 上形成圖案化之第一導電層 110，覆蓋住未被犧牲層 108 覆蓋之絕緣層 106 以及電極板 104b 與導線 204c，而暴露出位於電極板 104b 與導線 104c 之間的絕緣層 106 上方的犧牲層 108。在一較佳實施例中，第一導電層 110 之材質例如是金屬或是多晶矽。在一較佳實施例中，形成第一導電層 110 之方法例如是利用浮離(liftoff)技術以形成。特別是，第一導電層 110 會與電極板 104b 連接而黏著在一起，而第一導電層 110 與固定電極 104a 之間則是透過絕緣層 106 而彼此隔離開來。

請參照圖 1E，在第一導電層 110 上形成第二導電層 112，其中第二導電層 112 之材質例如是金屬或是多晶矽，形成第二導電層 112 之方法例如是利用浮離技術以形成。特別是，第一導電層 110 與第二導電層 112 之熱膨脹係數

是不相同的。在一較佳實施例中，第一導電層 110 與第二導電層 112 之間可以藉由材質之選擇及/或厚度之調整，而決定兩者之熱膨脹係數的差異。

請參照圖 1F，移除犧牲層 108，其中於移除犧牲層 108 之後，原先位於犧牲層 108 上方之第一導電層 110 與第二導電層 112 將因為熱膨脹係數之不同而有不相同之殘餘熱應力，因而往上翹曲，而形成可動電極 114。較詳細的說明是，當於進行移除犧牲層 108 之過程中，製程之溫度會由先前之高溫往下降低，因此使得第一導電層 110 與第二導電層 112 之間將產生熱應力，而當犧牲層 108 移除完全之後，第一導電層 110 以及第二導電層 112 便會往上翹曲。在一較佳實施例中，移除犧牲層 108 之方法例如是進行一等向乾式蝕刻製程，其例如是利用 XeF_2 氣體作為蝕刻氣體。

特別值得一提的是，上述於移除犧牲層 108 之過程中，因第一導電層 110 的一端係與絕緣層 106 以及電極板 104b 黏著在一起，而絕緣層 106 又透過開口 105 而與絕緣層 102 黏著在一起。因此，可動電極 114(第一導電層 110)之一端會牢牢的黏著在基板上 100，且與電極板 104b 連接在一起而共電位。而可動電極 114 之另一端則會遠離絕緣層 106 而往上翹區。另外，導線 104c 的部分後續將會與其他線路電性連接。

在完成上述之製作流程之後，將繼續進行控制電路的製作，且所形成之控制電路係分別與上述之固定電極 102 及可動電極 114 電性連接。在一較佳實施例中，此控制電路是整合在基板 100 上之控制電路。當然，此控制電路亦

可以是外接式控制電路。

以上述之圖 1A 至圖 1F 的製造流程所形成之致動器如圖 2 所示，在圖 2 中係省略繪示基板以及墊絕緣層。此致動器包括形成在基板上之固定電極 104、覆蓋固定電極 104 之絕緣層 106 以及對應各固定電極 104 之可動電極 114。其中可動電極 114 之一端 114a 係黏著固定於絕緣層 106 上，另一端 114b 則遠離絕緣層 106 而往上翹區，而構成類似指狀結構(finger structure)。另外，各可動電極 114 係與控制電路 206a 電性連接，而各固定電極 104 係與控制電路 206b 電性連接。如同先前所述，控制電路 206a、206b 可以是整合在基板上之控制電路或是外接式控制電路。

而本發明之致動器是利用流體雷諾數原理來操控之，其詳細之操作方法如下所述。首先將圖 2 之致動器置放於一流體環境中。而當未施加任何電壓於固定電極 104 與可動電極 114 時，由於雙晶效應(bimorph effect)，所有的可動電極 114 是呈現向上翹曲的狀態。

請參照圖 3，當利用控制電路 206b 於部分的固定電極 104 上施壓電壓，並且藉由控制電路 206a 使可動電極 114 接地時，對應於有施加電壓之固定電極 104 的可動電極 114 將會被吸引下來，如同箭頭 202 所示。此時，可動電極 114 的向下吸引的運動將會促使流體往箭頭 204 所示之方向流動。如此一來，便會使可動電極 114 周圍之流體產生滯留吸力(如箭頭 204 所示之方向)。而且由於相鄰的可動電極 114 之間的空隙變大，因此流體中的微小物件或微生物體便可以由此空隙順著流體到達另一側。

請參照圖 4，當利用控制電路 206b 於所有固定電極 104 上施壓電壓，並且藉由控制電路 206a 使可動電極 114 接地時，所有的可動電極 114 將會被固定電極 104 吸引下來，如箭頭 208 所示。

請參照圖 5，當利用控制電路 206b 使所有固定電極 104 接地，並且藉由控制電路 206a 使可動電極 114 接地時，所有的可動電極 114 將會被釋放而恢復往上翹曲之狀態，如箭頭 212 所示。此時當由圖 4 之狀態變成圖 5 之狀態時，流體會往箭頭 210 所示之方向流動，而產生滯留吸力。因此，將圖 3、圖 4 與圖 5 之操作連續配合運作，便可以產生具有捕捉功能的滯留吸力。

也就是說，藉由控制電路 206a、206b 對固定電極 104 與可動電極 114 之操控，可以使得可動電極 114 產生向下吸引與回復翹曲的運動，因而使得流體產生滯留吸力。若配合特定的操作方式便可以產生具有特定方向或大小的滯留吸力。在一較佳實施例中，藉由調整施壓於固定電極 104 之電壓大小，即可控制流體滯留吸力的強弱。在另一較佳實施例中，藉由調整切換施加於固定電極 104 之電壓的頻率，即可控制流體滯留吸力的強弱。在另一較佳實施例中，藉由選擇於特定間隔數之固定電極 104 施加電壓，亦可控制流體滯留吸力的強弱。當然，亦可以將上述電壓大小、切換電壓的頻率以及選擇於不同間隔數之固定電極施加電壓等等操作參數作多種組合，以得到所需之滯留吸力。

特別值得一提的是，若利用本發明之致動器(如圖 2 所示)來捕捉微生物體或微小物件，則需使可動電極 114 與對

應的固定電極 104 於基板上圍成數個微小區域，以構成數個捕捉區，如圖 6 所示。然而，可動電極 114 與對應的固定電極 104 所圍成之捕捉區並非限定於如圖 6 所繪示之矩形型態，其亦可以是其他種型態之捕捉區，例如是溝渠式之捕捉區、多邊形之捕捉區或是圓形捕捉區等等。當微生物體或是微小物件游離至捕捉區附近時，藉由驅動可動電極之運動以使流體雷諾數改變即可產生滯留吸力，因而能使微生物體或是微小物件被吸引至捕捉區內而陷於其中。

本發明所提出之致動器可以對微小物件或微生物體進行捕捉與操控，且由於其係利用流體力學雷諾數變化以產生滯留吸力，因而能捕捉微小物件或微生物體，因此，此種捕捉與操控方式具有非接觸且非破壞性的優點。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1A 至圖 1F 是依照本發明一較佳實施例之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造流程剖面示意圖。

圖 2 是依照本發明一較佳實施例之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的立體示意圖。

圖 3 是依照本發明一較佳實施例之藉由流體雷諾數原理操控之致動器於其中一種操作狀態的立體示意圖。

圖 4 是依照本發明一較佳實施例之藉由流體雷諾數原理操控之致動器於另一種操作狀態的立體示意圖。

圖 5 是依照本發明一較佳實施例之藉由流體雷諾數原理操控之致動器於另一種操作狀態的立體示意圖。

圖 6 是依照本發明一較佳實施例之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的圖片。

【圖式標示說明】

100：基板

102、106：絕緣層

104a：固定電極

104b：電極板

104c：導線

105：開口

108：犧牲層

110：第一導電層

112：第二導電層

114：可動電極

114a、114b：可動電極之一端

206a、206b：控制電路

202、204、208、210、212：方向

十、申請專利範圍：

- 1.一種藉由流體雷諾數原理操控之致動器，包括：
多數條固定電極，配置在一基板上；
一絕緣層，形成於該基板上且覆蓋住該些固定電極；
以及
多數條可動電極，對應配置於該些固定電極上方之該絕緣層上，其中該些可動電極之一端係固定於該絕緣層上，而另一端則遠離該絕緣層，以使該些可動電極向上翹曲。
- 2.如申請專利範圍第 1 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器，更包括一控制電路，整合於該基板上，且該控制電路係分別與該些固定電極與該些可動電極電性連接。
- 3.如申請專利範圍第 1 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器，更包括一外接式控制電路，且該控制電路係分別與該些固定電極與該些可動電極電性連接。
- 4.如申請專利範圍第 1 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器，其中該些可動電極之材質係為金屬或是多晶矽。
- 5.如申請專利範圍第 1 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器，其中該些固定電極之材質係為摻雜之矽材質、多晶矽或是金屬。
- 6.如申請專利範圍第 1 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器，其中該些可動電極以及與其對應的該些固定電極係於該基板上圍成多數個區域，以形成多數個捕捉

區。

7.一種藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造方法，包括：

在一基板上形成多數條固定電極；

在該基板上形成一絕緣層，覆蓋住該些固定電極；

在該絕緣層上形成一圖案化之犧牲層，覆蓋住該些固定電極上方之該絕緣層；

在該犧牲層上形成一第一導電層，並覆蓋住未被該犧牲層覆蓋的該絕緣層；

在該第一導電層上形成一第二導電層，其中該第一導電層與該第二導電層具有不相同的熱膨脹係數；以及

移除該犧牲層，其中於移除該犧牲層之後，原先位於該犧牲層上方之該第一導電層與該第二導電層會因為熱膨脹係數之不同而往上翹曲，而形成多數條可動電極。

8.如申請專利範圍第 7 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造方法，其中於形成該些固定電極之前，更包括先在該基板上形成一墊絕緣層。

9.如申請專利範圍第 7 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造方法，其中形成該第一導電層之方法包括利用浮離技術(liftoff)。

10.如申請專利範圍第 7 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造方法，其中形成該第二導電層之方法包括利用浮離技術(liftoff)

11.如申請專利範圍第 7 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造方法，其中移除犧牲層之方法包括利

用等向乾式蝕刻方法。

12.如申請專利範圍第 7 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造方法，其中該第一導電層與該第二導電層之材質不相同。

13.如申請專利範圍第 7 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造方法，其中該第一導電層與該第二導電層之厚度不相同。

14.如申請專利範圍第 7 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造方法，其中該些可動電極與該些固定電極係分別電性連接至一外接式控制電路。

15.如申請專利範圍第 7 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的製造方法，更包括在該基板上形成一控制電路，且該控制電路係分別與該些可動電極與該些固定電極電性連接。

16.一種藉由流體雷諾數原理操控之致動器的操作方法，包括：

提供如申請專利範圍第 1 項所述之致動器，其係置放於一流體環境中；

(a)當未施加電壓於該些固定電極與該些可動電極時，該些可動電極係向上翹曲；

(b)當於該些固定電極上施壓一電壓時，該些可動電極將會被該些固定電極吸引下來；

(c)當於部分該些固定電極施壓該電壓時，對應的該些可動電極將被該些固定電極吸引下來；以及

選擇對(a)、(b)與(c)之操作進行連續的配合運作，即可

使該些可動電極周圍之該流體產生滯留吸力。

17.如申請專利範圍第 16 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的操作方法，其中藉由調整施壓於該些固定電極之電壓大小，可控制該流體滯留吸力的強弱。

18.如申請專利範圍第 16 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的操作方法，其中藉由調整切換施加於該些固定電極之電壓的頻率，可控制該流體滯留吸力的強弱。

19.如申請專利範圍第 16 項所述之藉由流體雷諾數原理操控之致動器的操作方法，其中藉由選擇於特定間隔數之該些固定電極施加電壓，可控制該流體滯留吸力的強弱。

93101323

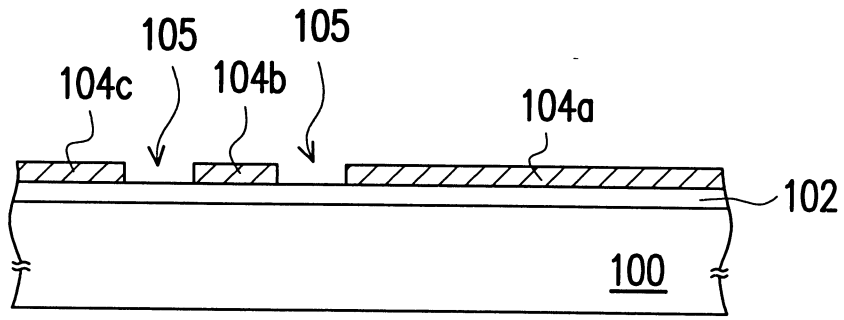


圖 1A

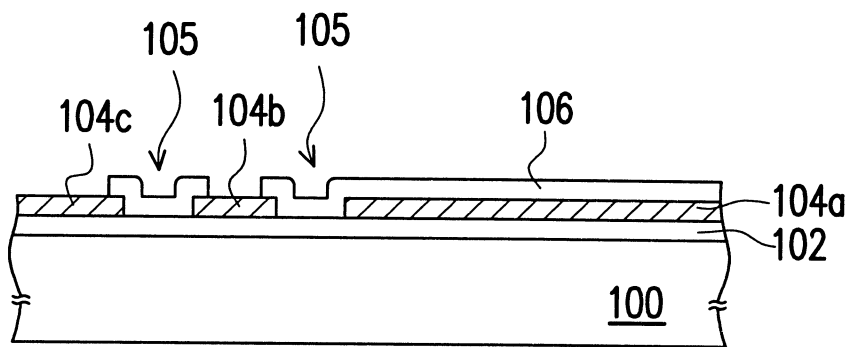


圖 1B

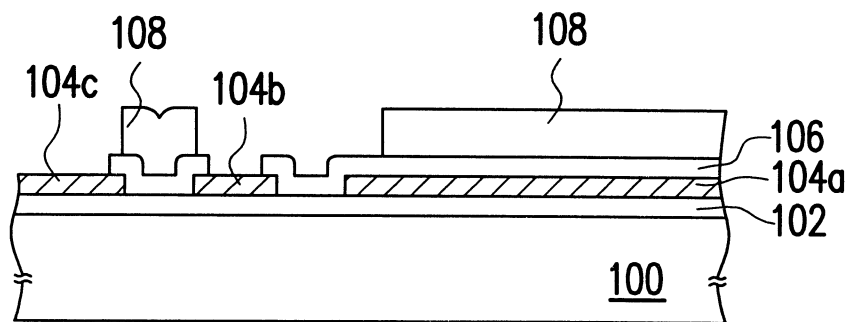


圖 1C

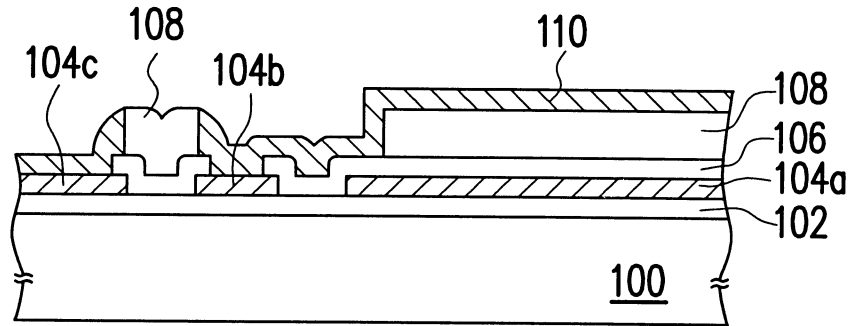


圖 1D

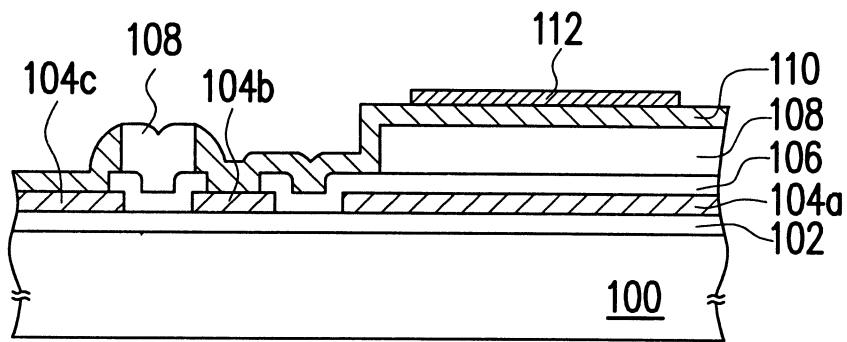


圖 1E

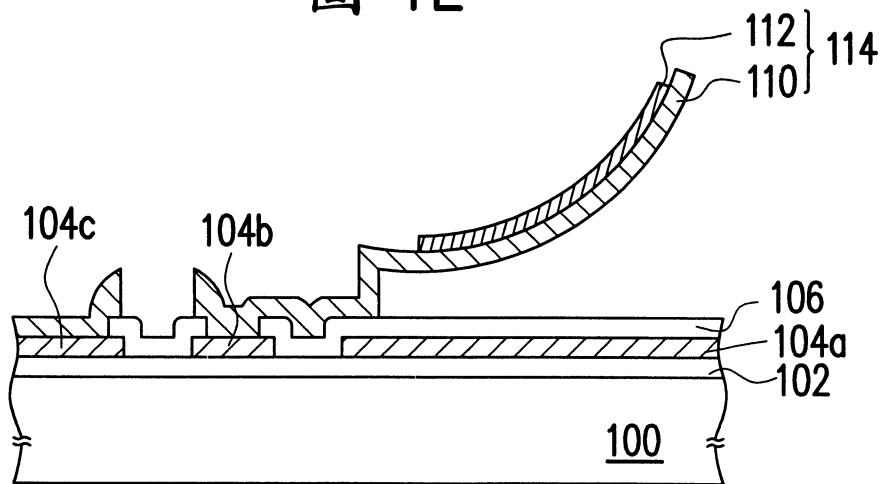


圖 1F

12981TW-I

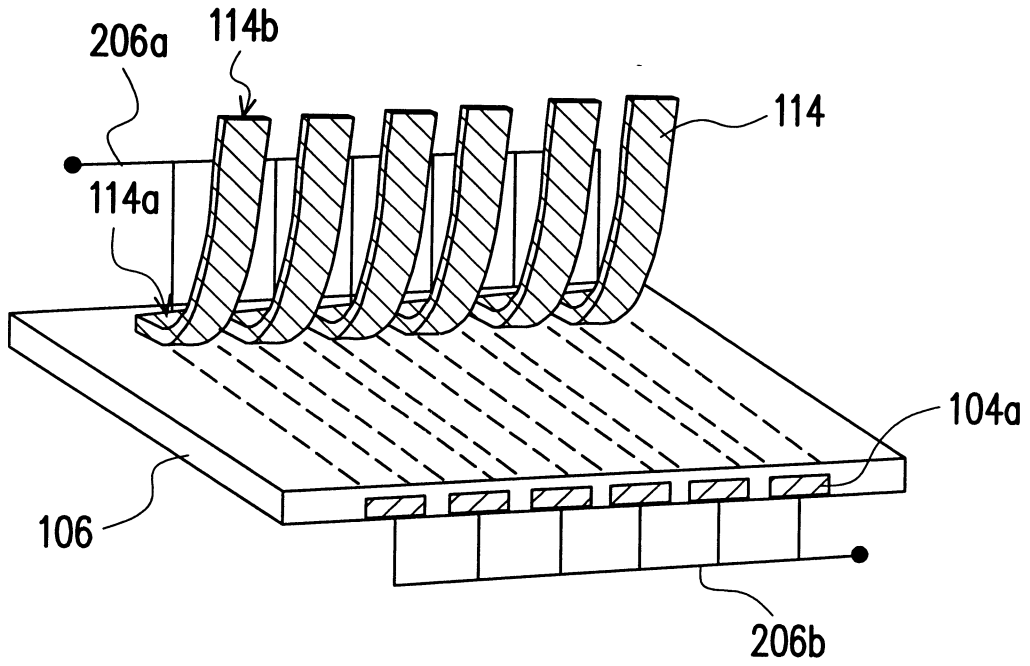


圖 2

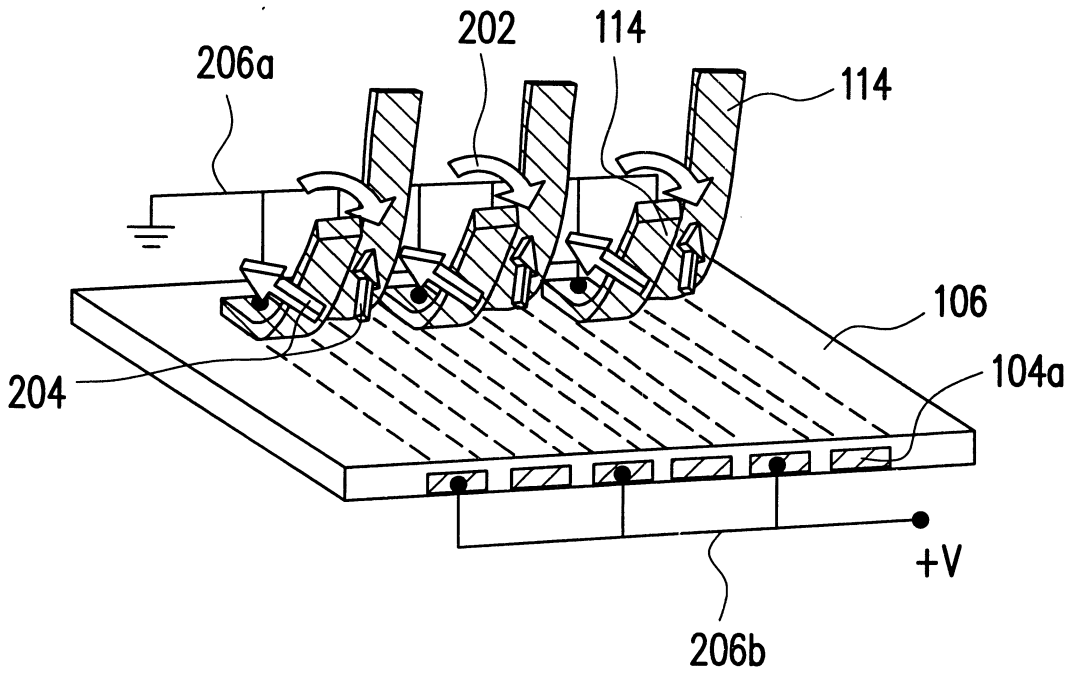


圖 3

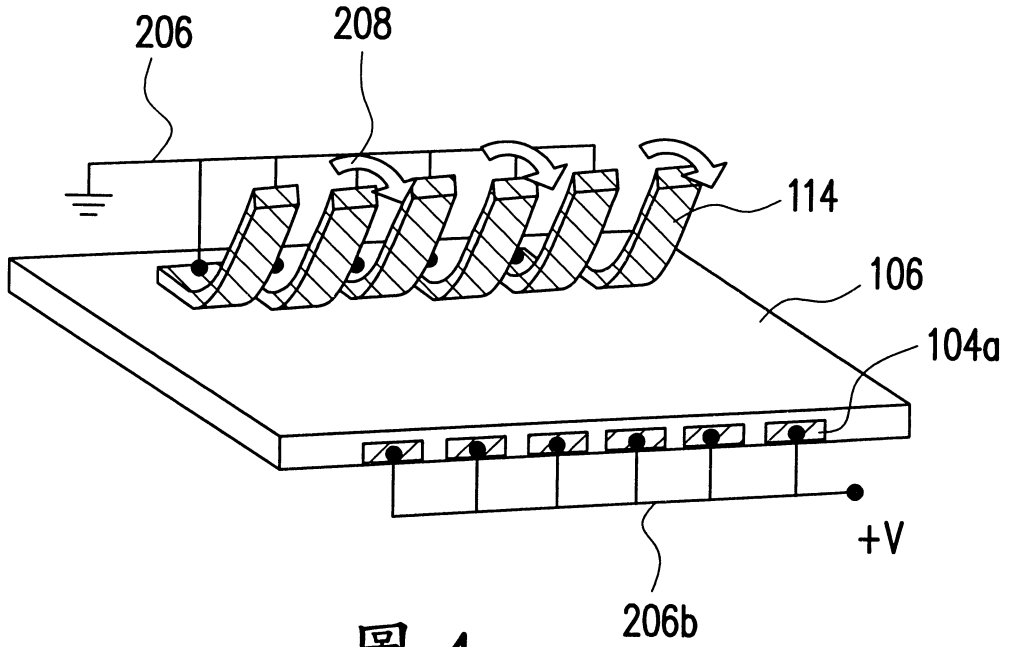


圖 4

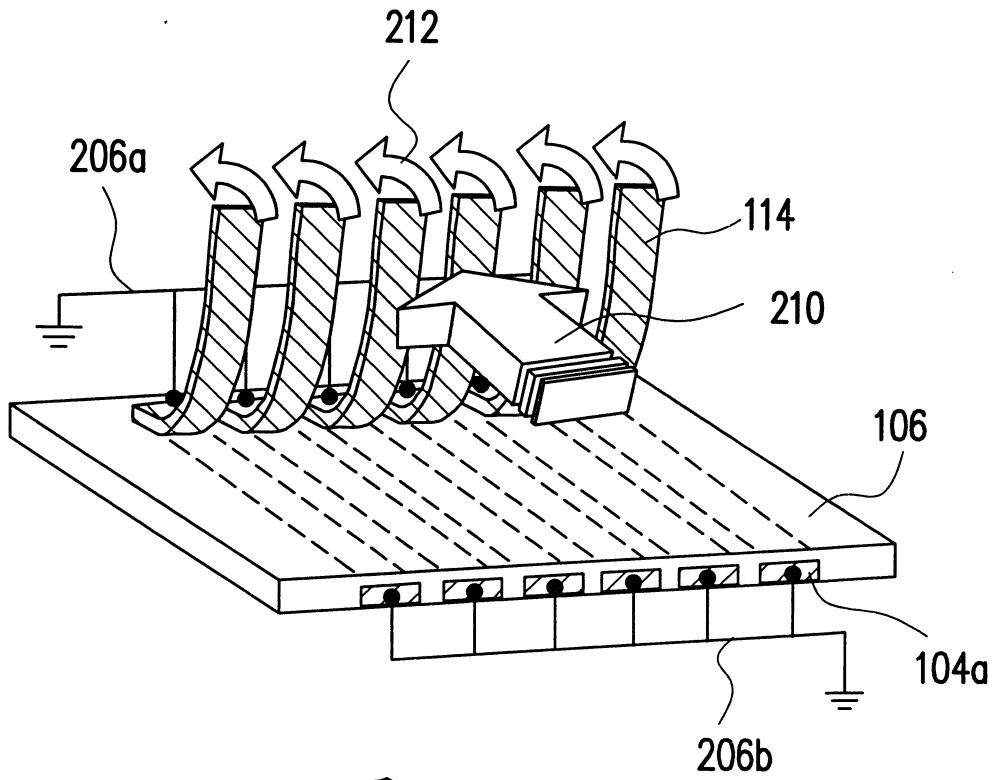


圖 5

12981TW-1

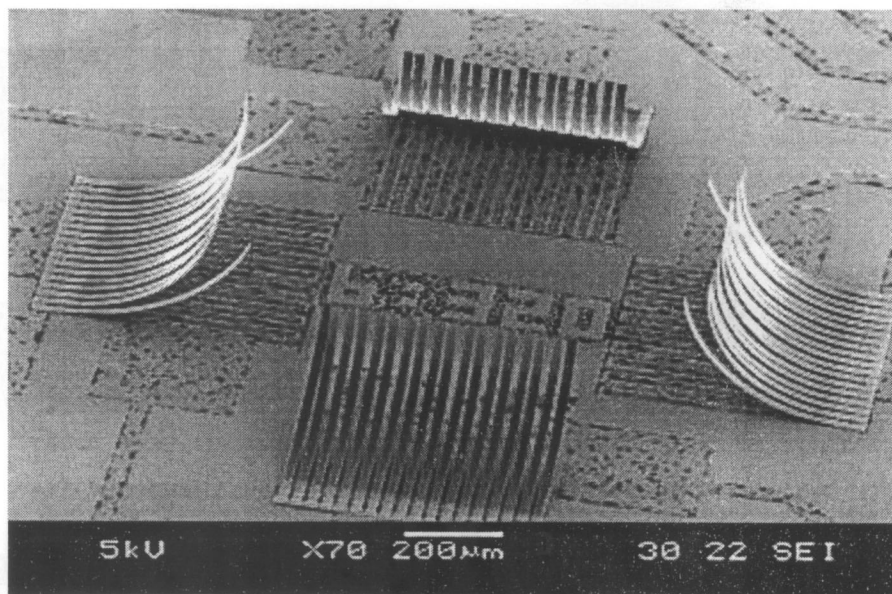


圖 6