



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201109266 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：098129958

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 09 月 04 日

(51)Int. Cl. : **B81B7/00 (2006.01)**

B81C3/00 (2006.01)

G01N27/447 (2006.01)

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：范士岡 FAN, SHIH KANG (TW)

(74)代理人：莊志強；王雲平

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：11 共 27 頁

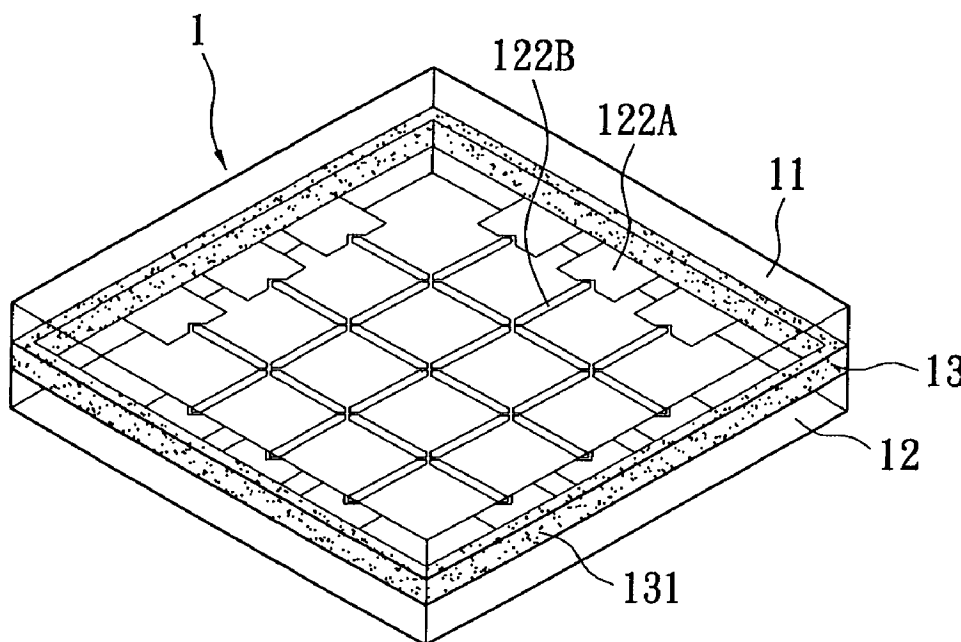
(54)名稱

以介電泳為基礎的微流體系統

DIELECTROPHORESIS-BASED MICROFLUIDIC SYSTEM

(57)摘要

一種以介電泳為基礎的微流體系統，包括：一第一電極平板，其具有一第一基板及一電極層，電極層設置於第一基板的一側面；一第二電極平板，其具有一第二基板及多數個電極，該些電極設置於第二基板的一側面，並且與電極層相對，該些電極依據一微流道圖案排列；以及一分隔結構，其設置於第一電極平板與第二電極平板之間，使得第一電極平板與第二電極平板之間形成一空間。藉此，使用者可將微流體注入至空間中，然後對不同的電極施加電壓，即可驅動微流體往不同處流動。



1：以介電泳為基礎的微流體系統

11：第一電極平板

12：第二電極平板

13：分隔結構

122A：儲液區

122B：流道

131：分隔塊

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98124958

※申請日：98 9 4

※IPC 分類：B81B7/00 (2006.01)

B81C3/00 (2006.01)

G01N27/447 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

以介電泳為基礎的微流體系統

Dielectrophoresis-based microfluidic system

二、中文發明摘要：

一種以介電泳為基礎的微流體系統，包括：一第一電極平板，其具有一第一基板及一電極層，電極層設置於第一基板的一側面；一第二電極平板，其具有一第二基板及多數個電極，該些電極設置於第二基板的一側面，並且與電極層相對，該些電極依據一微流道圖案排列；以及一分隔結構，其設置於第一電極平板與第二電極平板之間，使得第一電極平板與第二電極平板之間形成一空間。藉此，使用者可將微流體注入至空間中，然後對不同的電極施加電壓，即可驅動微流體往不同處流動。

三、英文發明摘要：

A dielectrophoresis-based microfluidic system comprises: a first electrode plate having a first substrate and an electrode layer, the electrode layer is disposed on one surface of the first substrate; a second electrode plate having a second substrate and a plurality of electrodes, the electrodes are disposed on one surface of the second substrate and opposing to the electrode layer, the electrodes are arranged according to a micro channel pattern; and a spacing structure

disposed between the first electrode plate and the second electrode plate, so that a space is formed between the first electrode plate and the second electrode plate. Via this arrangement, users can inject microfluids into the space and apply voltage to different electrodes, and thus the microfluids will flow to different places.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(一)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1 以介電泳為基礎的微流體系統

11 第一電極平板

12 第二電極平板

122A 儲液區

122B 流道

13 分隔結構

131 分隔塊

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明為一種微流體系統，尤指一種以介電泳為基礎的微流體系統。

【先前技術】

微流體系統 (Microfluidic system)，或稱為微流體晶片 (Microfluidic chip) 等，為目前廣泛被研究且極具價值的一項產品。微流體系統具有諸多優點，例如反應速度快、敏感度高、再現性高、成本低、污染低等，所以其被廣泛地應用在生物、醫藥、光電等領域。

傳統的微流體系統的基本結構為：一基材上凹設有一個或多個微小尺寸的流道，或稱為微流道 (Microchannel)。流體可填充於微流道中，然後在微流道中流動。例如美國專利公告號 US2006/0263241 的『Device and method for performing a high throughput assay』或是美國專利公告號 US6,306,590 的『Microfluidic matrix localization apparatus and methods』，都具有上述微流體系統的基本結構。

另外，有些微流體系統會另外設置泵浦 (Pump) 於其中，以供給動力給流體而讓流體順利在微流道中流動。例如美國專利公告號 US7,419,638 的『Microfluidic system for fluid manipulation and analysis』，即具有上述的泵浦。

然而，上述傳統的微流體系統皆具些缺失有待改

善，該些缺失為：固定的微流道網路。一旦微流體系統製造出後，其微流道網路就固定了，無法再更改而讓流體有不同的流動方向。此外，泵浦會造成微流體系統的體積增加，降低了可攜性。

緣是，本發明人有感上述缺失可以改善，因此提出一種設計合理且有效改善上述缺失之本發明。

【發明內容】

本發明之主要目的在於提供一種以介電泳為基礎的微流體系統，其具有可變化的虛擬流道。

為達上述目的，本發明提供一種以介電泳為基礎的微流體系統，包括：一第一電極平板，其具有一第一基板及一電極層，該電極層設置於該第一基板的一側面；一第二電極平板，其具有一第二基板及多數個電極，該些電極設置於該第二基板的一側面，並且與該電極層相對，該些電極依據一微流道圖案排列；以及一分隔結構，其設置於該第一電極平板與該第二電極平板之間，使得該第一電極平板與該第二電極平板之間形成一空間。

藉此，本發明的以介電泳為基礎的微流體系統具有以下有益效果：該微流體系統的流道是以該些電極所構成的虛擬流道，沒有如習知般的實體流道來侷限流體的流向。使用者只要對不同的電極施加電壓，即可驅動微流體流至不同處，藉此實現可程式化的流體操控(Programmable liquid manipulation)的效果。此外，微流體系統不需泵浦，所以其尺寸可較小。

為使能更進一步了解本發明之特徵及技術內

容，請參閱以下有關本發明之詳細說明及圖式，然而所附圖式僅供參考與說明用，並非用來對本發明加以限制者。

【實施方式】

本發明提出一種以介電泳為基礎的微流體系統 (Dielectrophoresis-based microfluidic system)，其具有可變化的虛擬流道，以供使用者可程式化地操控微流體。以介電泳為基礎的微流體系統以下可簡稱為『微流體系統』。

請參閱第一圖及第二圖所示，為本發明的以介電泳為基礎的微流體系統 1 的第一較佳實施例，其包括元件如下：一第一電極平板 11、一第二電極平板 12 一分隔結構 13。

以下先說明各元件本身的特徵，然後再說明各元件之間的連接關係。說明中所講述到的各方向（上下前後左右），只是用來表示相對方向，並不是用以侷限微流體系統 1 的實際使用方位。

第一電極平板 11 具有一第一基板 (First substrate) 111、一電極層 (Electrode layer) 112 及一第一疏水層 (First hydrophobic layer) 113。第一基板 111 為一矩形板體，其材料可為玻璃、矽基板、聚二甲基矽氧烷 (Poly-dimethylsiloxane, PDMS)、聚對苯二甲酸乙二酯 (Polyethylene terephthalate, PET)、聚乙烯萘酚樹脂 (Polyethylene naphthalate, PEN) 或可撓式高分子材料等。

電極層 112 設置於第一基板 111 的底面，並涵蓋

整個第一基板的 111 的底面。電極層 112 的材料可為導電金屬材料、導電高分子材料或導電氧化物材料等，例如銅鉻金屬 (Cr/Cu metal) 或氧化銦錫 (Indium tin oxide, ITO) 等。

電極層 112 是藉由電子束蒸發 (E-beam evaporation)、物理氣相沉積 (Physical vapor deposition)、或者真空濺鍍 (Sputtering) 等方法沉積到第一基板 111 而形成之。

而第一疏水層 113 設置於電極層 112 的底面，並涵蓋整個電極層 112 的底面。第一疏水層 113 的材料可為鐵氟龍 (Teflon) 等可疏水的材料，其目的是讓後述的驅動流體 4 (請參閱第五圖) 呈現出疏水特性，而利於驅動流體 4 之驅動。第一疏水層 113 是藉由物理氣相沉積或者旋轉塗佈 (Spin coating) 等方法沉積到在電極層 112 上。

第一疏水層 113 即使不設置於電極層 112 上，也不會造成驅動流體 4 無法驅動。此外，若驅動流體 4 本身已具有足夠的疏水特性，則不需設置第一疏水層 113 於電極層 112 上。換句話說，第一疏水層 113 對於第一電極平板 11 而言，是可選擇地存在與否。

以上為第一電極平板 11 的說明，接著說明第二電極平板 12。

第二電極平板 12 具有一第二基板 (Second substrate) 121、多數個電極 (electrode) 122、一介電層 (Dielectric layer) 123 及一第二疏水層 (Second hydrophobic layer) 124。

第二基板 121 類似第一基板 111，也為矩型板體，其材料也可為玻璃、矽基板、聚二甲基矽氧烷、聚對苯二甲酸乙二酯、聚乙烯萘酚樹脂或可撓式高分子材料等。

該些電極 122 設置於第二基板 121 的頂面，其材料類似導電層 121 的材料，可為導電金屬材料、導電高分子材料或導電氧化物材料等，例如銅鎳金屬或氧化銻錫等。該些電極 122 本身的形狀及彼此之間的排列位置，是依據一個特定的微流道圖案(Microchannel pattern)。

請進一步參考第三圖所示，微流道圖案包括多數個方形的儲液區(Reservoir)122A 及多數個長條型的流道(Channel)122B，每一個儲液區 122A 及流道 122B 即分別為一個電極 122。每一個流道 122B 分別與另外三個流道 122B 連接（之間具有間隙），形成一個十字狀流道，而儲液區 122A 與其中幾個較外圍的流道 122B 相連接。儲液區 122A 及流道 122B 的功能將於之後的微流體系統 1 的使用說明中，一併敘述。

電極 122 的製造過程為：先使用電子束蒸發、物理氣相沉積或者真空濺鍍等方法沉積一層材料至第二基板 121 上，然後利用蝕刻等方式將多餘材料去除後，形成依據微流道圖案排列的多個電極 122。電極 122 亦可使用其他製程完成，例如掀舉（Lift-off）等製程。

介電層 123 設置於該些電極 122 上，並且涵蓋整個電極 122。介電層 123 的材料可為聚對二甲苯

(Parylene)、正光阻材料、負光阻材料、高介電常數材料或低介電常數等介電材料。

第二疏水層 124 設置於介電層 123 的頂面上，涵蓋整個介電層 123。第二疏水層 124 與第一疏水層 113 的材料相似，可為鐵氟龍等可疏水的材料，其目的是讓驅動流體 4 (請參閱第五圖) 呈現出疏水特性，而利於驅動流體 4 之驅動。

上述的介電層 123 是使用些沈積製程來將介電層 123 的材料沈積至第二基板 121 上，而第二疏水層 124 也是使用些沈積製程來將第二疏水層 124 的材料沈積至介電層 123 上。

另外，介電層 123 對於第二電極平板 12 而言，是可選擇存在與否。也就是，只要驅動流體 4 的介電特性已符合使用需求，介電層 123 可不需存在於第二電極平板 12 中。第二疏水層 124 對於第二電極平板 12 而言，也是可選擇存在與否。只要該驅動流體 4 本身已具有疏水特性，則可不需設置第二疏水層 124 於介電層 123 上。

以上為第二電極平板 12 的說明，接著說明分隔結構 13。分隔結構 13 具有四個分隔塊 131，每一個分隔塊 131 可為一絕緣墊片。四個分隔塊排列成一連續的框型結構。

以上為微流體系統 1 各元件本身的說明，接著說明該些元件的連接關係。第一電極平板 11 與第二電極平板 12 平行地排列，電極層 112 與該些電極 122 相對，而分隔結構 13 的分隔塊 131 設置於第一電極

平板 11 與第二電極平板 12 之間，使得第一電極平板 11 與第二電極平板 12 之間形成一空間 14。

請參考第四圖所示，微流體系統 1 進一步安裝至一驅動電路板 2 上，並透過導線或連接器與驅動電路板 2 產生電性連接，藉此讓驅動電路板 2 供應電壓給微流體系統 1 的電極層 112 及電極 122。

一控制器 3（例如桌上電腦、筆記型帶腦、個人數位助理或手機等）再連接至驅動電路板 2 上，使用者可在控制器 3 中設定些控制程式，然後控制器 3 依據控制程式的邏輯發出控制訊號至驅動電路板 2，驅動電路板 2 再依據控制訊號供應電壓至不同的電極 122。

請參閱第五圖，使用微流體系統 1 時，首先將一種驅動流體 (Pumped liquid) 4 注入至微流體系統 1 中。也就是，將驅動流體 4 放置於空間 14 中，並且位於其中一個或數個電極 122（儲液區 122A）的上方。接著將一種周圍流體 5 注入至空間 14 中，使得周圍流體 5 環繞、包圍該驅動流體 4。驅動流體 4 與周圍流體 5 是透過第一電極平板 11 的開口 114 注入至空間 14 中，開口 114 位於儲液區 112A 的上方。

特別注意的是，驅動流體 4 的介電常數 (Dielectric constant) 必需大於周圍流體 5 的介電常數，才能讓驅動流體 4 因為介電泳現象而流動。所以驅動流體 4 可選擇為水，而周圍流體 5 可選擇為空氣或矽油 (Silicone oil)；或是驅動流體 4 選擇為矽油，而周圍流體 5 選擇為空氣。上述驅動流體 4 及周圍流

體 5 的種類只是列舉幾種，並不侷限之。

當驅動流體 4 及周圍流體 5 都注入於微流體系統 1 後，接著透過驅動電路板 2 施加電壓於電極層 112 與其中一個電極 122，讓電極層 112 與電極 122 之間的電場變化。驅動流體 4 與周圍流體 5 會受到不同程度的極化，使得驅動流體 4 與周圍流體 5 之間存在一壓力差，驅動流體 4 會往壓力小的方向移動，此現象稱之為介電泳 (Dielectrophoresis)，而驅動流體 4 與周圍流體 5 之間的壓力差可稱為電泳力。

所以，只要對於不同的電極 122 施加電壓，驅動流體 4 會往施加電壓的電極 122 處移動，不需要使用幫浦推動，即可操控驅動流體 4 往不同處移動。

換言之，微流體系統 1 的流道型態(Configuration of channel)沒有固定，隨著施加電壓於不同的電極 122 而變化。使用者可撰寫控制程式來控制驅動電路板 2 施加電壓於不同的電極 122，藉此控制驅動流體 4 往不同電極 122 處移動，以實現可程式化的微流體操控。

請參考第六圖所示，上述的微流體系統 1 可用作 DNA 分離。將 DNA 樣本液體（驅動流體）4 注入至左側最上個及右側最上個的儲液區 122A 上，然後將緩衝液體（驅動流體）4 注入至上側中間個及下側中間個的儲液區 122A 上。

接著，施加電壓於上側中間個至下側中間個的儲液區 122A 之間的四個直向的流道 122B，使得緩衝液體 3 流至四個直向的流道 122B 上。也就是四個直向

的流道 122B 會充滿了緩衝液體 4。再來，施加電壓於左側最上個至右側最上個的儲液區 122A 之間的四個橫向的流道 122B，使得 DNA 樣本液體 4 流動至四個橫向的流道 122B，也就是四個橫向的流道 122B 會充滿了 DNA 樣本液體 4。DNA 樣本液體 4 與緩衝液體 4 會呈向十字狀的交錯。

請參閱第七圖所示，最後，再度施加電壓於上側中間個至下側中間個的儲液區 122A 之間的四個直向的流道 122B，交錯處的 DNA 樣本液體 4 會因為電泳力與電滲流(Electroosmosis)往下側中間個的儲液區 122A 流動，並且 DNA 樣本液體 4 會依據質荷比(Mass-to-charge ratio)在流道 122B 上分離。

以上為本發明的微流體系統 1 的第一種實施例。請參考第八圖所示，本發明的微流體系統 1 具有一第二實施例，與第一實施例不同之處在於：微流體系統 1 更包括多數個圍牆結構 15，其設置於第二電極平板 12 的頂面，並且分別包圍每一個儲液區 122A。

如此當驅動流體 4 注入至儲液區 122A 上時，圍牆結構 15 可幫助驅動流體 4 保持在儲液區 122A 上，並且使得每一個儲液區 122A 上的驅動流體 4 的量較為一致。

請參考第九圖所示，本發明的微流體系統 1 具有一第三實施例，其與第一實施例不同之處在於：第一電極平板 11 的面積小於第二電極平板 12 的面積；且分隔結構 13 為四個獨立的分隔塊 131，分別地位於第一電極平板 11 與第二電極平板 12 的四個角落處；

儲液區 122A 位於第一電極平板 11 的外圍。

使用該微流體系統 1 時，驅動流體 4 是滴於第二電極平板 12 的儲液區 122A，然後施加電壓於不同的電極 122 上，驅動流體 4 因為介電泳的效應而流入第一電極平板 11 與第二電極平板 12 之間。

請參考第十圖所示，本發明的微流體系統 1 具有一第四實施例，其與第三實施例不同之處在於：更包括多數個圍牆結構 15 及多數個親水層 (Hydrophilic layer) 16；圍牆結構 15 及親水層 16 分別設置於第一電極平板 11 的頂面上，並且位於部分的儲液區 122A 的上方。

使用該微流體系統 1 時，驅動流體 4 是滴於圍牆結構 15 中，或是親水層 16 上。驅動流體 4 會被維持在圍牆結構 15 中或是親水層 16 上，然後等待電極 122 通電壓後，再流入第一電極平板 11 與第二電極平板 12 之間。

另外，上述圍牆結構 15、親水層 16 可以分別地單獨用於第三實施例的微流體系統 1 中，並不限定要共同地使用。並且在第二實施例的微流體系統 1 中，全部或是部分的圍牆結構 15 可被親水層 16 取代之。換言之，微流體系統 1 可選擇地具有開口 114、圍牆結構 15 及親水層 16 的其中一種或是全部。

請參考第十一圖所示，本發明的微流體系統 1 更具有一第五實施例，其與上述實施例不同之處在於：電極 122 所形成微流道圖案更包括多數個轉接區 (Joint) 122C，每一個轉接區 122C 至少與兩個流道

122B 相連接。轉接區 122C 同樣也可以施加於電壓，幫助驅動流體 4 改變流動方向。

綜合上述，本發明的以介電泳為基礎的微流體系統具有以下特點：微流體系統的流道是以多數個電極所構成的虛擬流道，沒有如習知般的實體流道來侷限驅動流體的流向。使用者只要對不同的電極施加電壓，即可讓驅動流體流至不同的方向，藉此實現可程式化流體操控的效果。此外不需要泵浦，所以其尺寸可較小，且可利用半導體製程技術製作而出。

惟以上所述僅為本發明之較佳實施例，非意欲侷限本發明之專利保護範圍，故舉凡運用本發明說明書及圖式內容所為之等效變化，均同理皆包含於本發明之權利保護範圍內，合予陳明。

【圖式簡單說明】

第一圖為本發明的以介電泳為基礎的微流體系統的第一實施例的立體示意圖。

第二圖為本發明的以介電泳為基礎的微流體系統的第一實施例的平面剖視圖。

第三圖為本發明的以介電泳為基礎的微流體系統的第一實施例的微流道圖案的示意圖。

第四圖為本發明的以介電泳為基礎的微流體系統的第一實施例連接至一驅動電路板及一控制器的示意圖。

第五圖為本發明的以介電泳為基礎的微流體系統的第一實施例的使用示意圖。

第六圖為本發明的以介電泳為基礎的微流體系統的第

- 一實施例分離 DNA 樣本液體的第一示意圖。
第七圖為本發明的以介電泳為基礎的微流體系統的第一實施例分離 DNA 樣本液體的第二示意圖。
第八圖為本發明的以介電泳為基礎的微流體系統的第二實施例的立體示意圖。
第九圖為本發明的以介電泳為基礎的微流體系統第三實施例的立體示意圖。
第十圖為本發明的以介電泳為基礎的微流體系統第四實施例的立體示意圖。
第十一圖為本發明的以介電泳為基礎的微流體系統第五實施例的微流道圖案的示意圖。

【主要元件符號說明】

1 以介電泳為基礎的微流體系統

11 第一電極平板

111 第一基板

112 電極層

113 第一疏水層

114 開口

12 第二電極平板

121 第二基板

122 電極

122A 儲液區

122B 流道

122C 轉接區

123 介電層

124 第二疏水層

- 13 分隔結構
 - 131 分隔塊
- 14 空間
- 15 圍牆結構
- 16 親水層
- 2 驅動電路板
- 3 控制器
- 4 驅動流體
- 5 周圍流體

七、申請專利範圍：

1、一種以介電泳為基礎的微流體系統，包括：

一第一電極平板，其具有一第一基板及一電極層，該電極層設置於該第一基板的一側面；

一第二電極平板，其具有一第二基板及多數個電極，該些電極設置於該第二基板的一側面，並且與該電極層相對，該些電極依據一微流道圖案排列；以及

一分隔結構，其設置於該第一電極平板與該第二電極平板之間，使得該第一電極平板與該第二電極平板之間形成一空間。

2、如申請專利範圍第 1 項所述的以介電泳為基礎的微流體系統，其中該微流道圖案包括多數個儲液區及多數個流道，該些儲液區分別地連接該些流道的其中數個；該些流道的每一個與至少另一個相連接。

3、如申請專利範圍第 2 項所述的以介電泳為基礎的微流體系統，其中該微流道圖案更包括多數個轉接區，該些轉接區的每一個與該些流道的至少兩個相連接。

4、如申請專利範圍第 1 項所述的以介電泳為基礎的微流體系統，其中該分隔結構具有多數個分隔塊。

5、如申請專利範圍第 1 項所述的以介電泳為基礎的微流體系統，其中該第一電極平板更具有一疏水層，該疏水層設置於該電極層上。

6、如申請專利範圍第 1 項所述的以介電泳為基礎的微流體系統，其中該第二電極平板更具有一介電層，該介電層設置於該些電極上。

7、如申請專利範圍第 6 項所述的以介電泳為基礎的

微流體系統，其中該第二電極平板更具有一疏水層，該疏水層設置於該介電層上。

8、如申請專利範圍第 1 項所述的以介電泳為基礎的微流體系統，其中該第一電極平板更具有多數個開口。

9、如申請專利範圍第 1 項所述的以介電泳為基礎的微流體系統，更包括多數個圍牆結構，該些圍牆結構設置於該第二電極平板的頂面上。

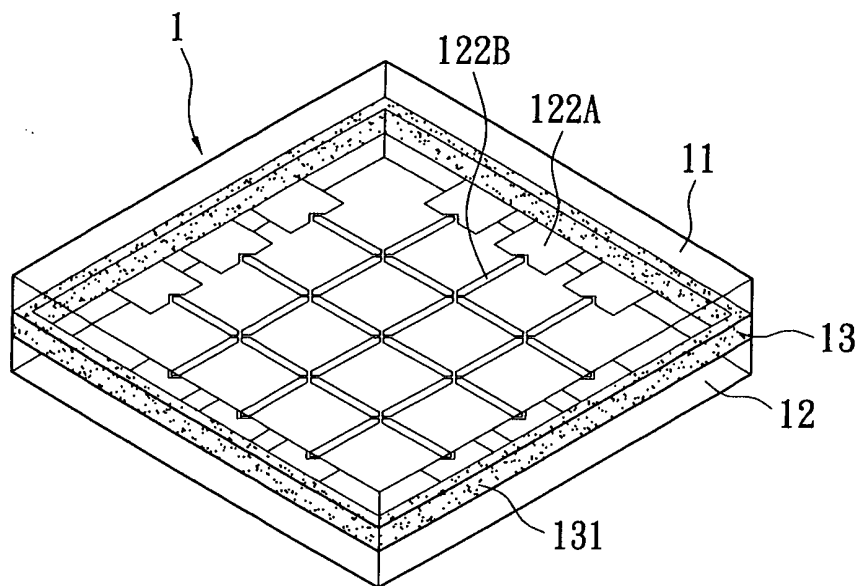
10、如申請專利範圍第 1 項所述的以介電泳為基礎的微流體系統，更包括多數個親水層，該些親水層設置於該第二電極平板的頂面上。

11、如申請專利範圍第 1 項所述的以介電泳為基礎的微流體系統，更包括一驅動流體，其位於該空間中，並位於該些電極的其中一個或數個的上方。

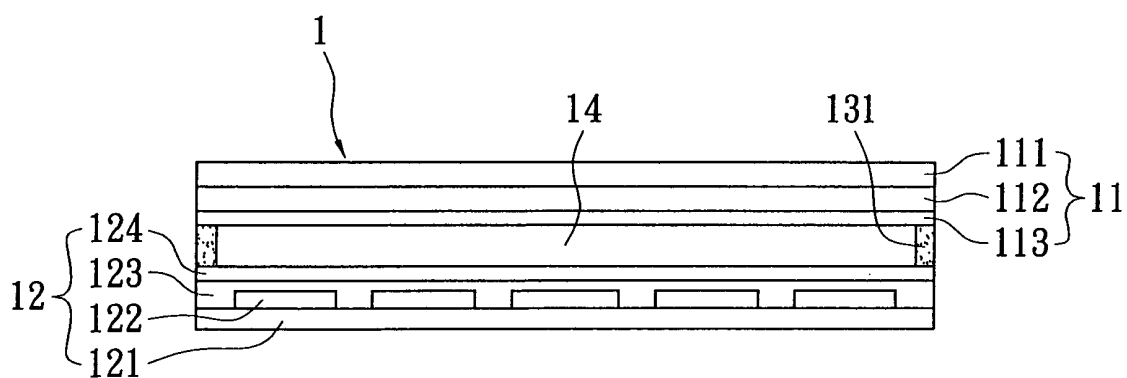
12、如申請專利範圍第 11 項所述的以介電泳為基礎的微流體系統，更包括一周圍流體，其位於該空間中，該周圍流體環繞該要驅動流體。

13、如申請專利範圍第 12 項所述的以介電泳為基礎的微流體系統，其中該驅動流體的介電常數大於該周圍流體的介電常數。

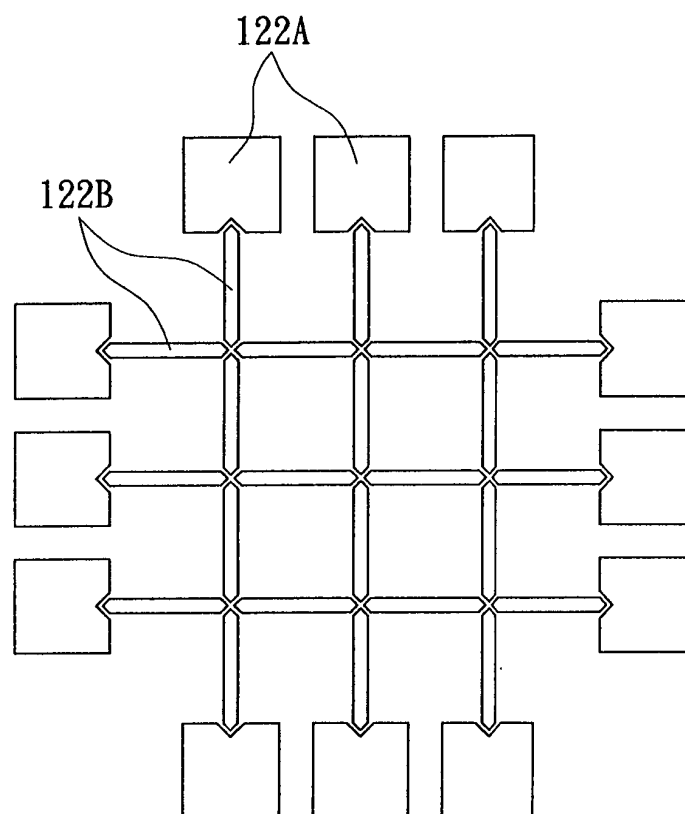
八、圖式：



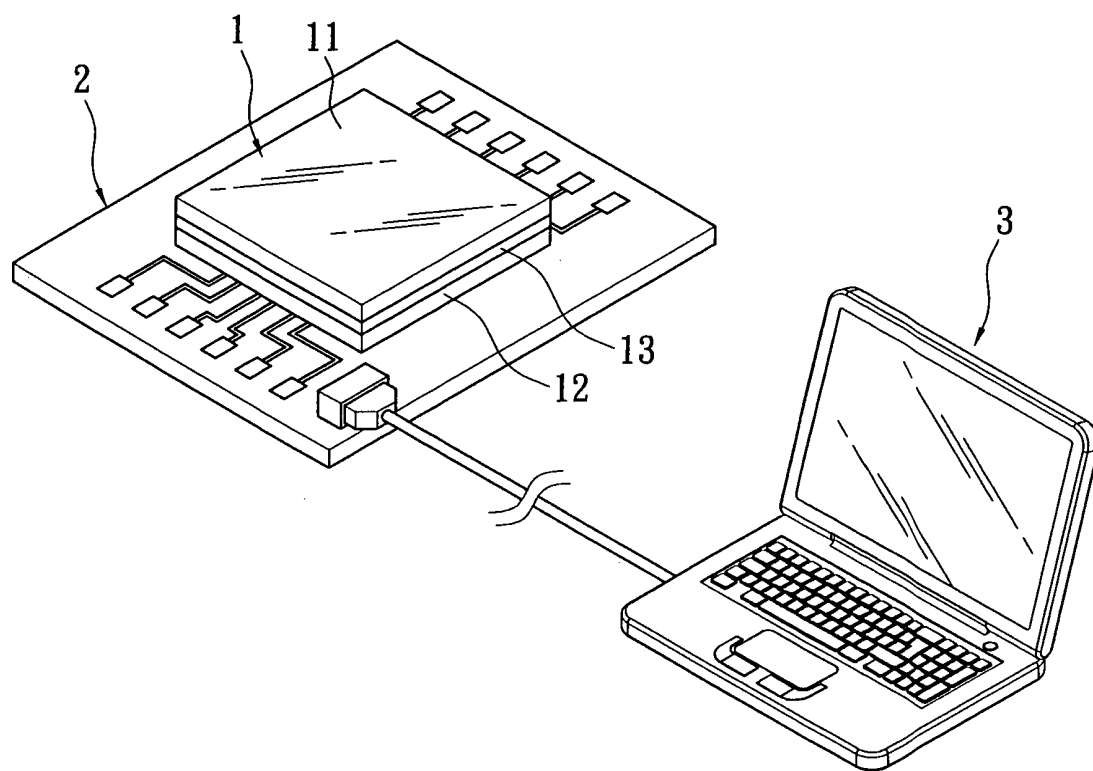
第一圖



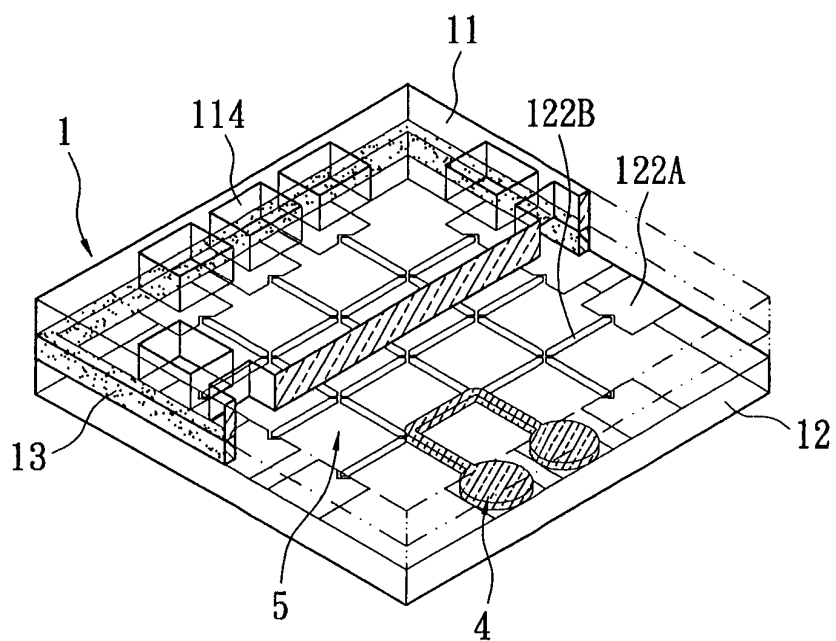
第二圖



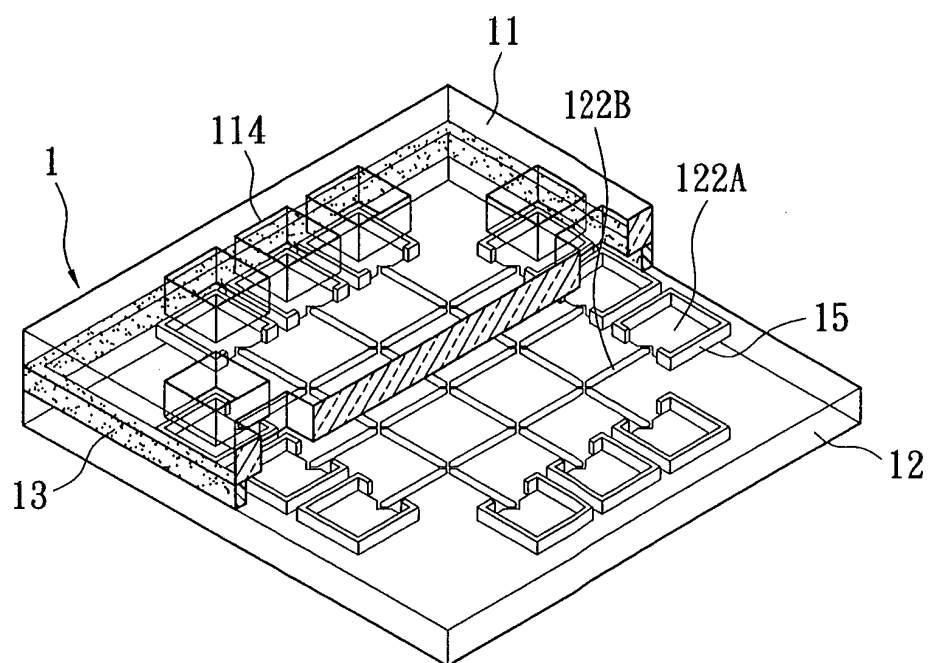
第三圖



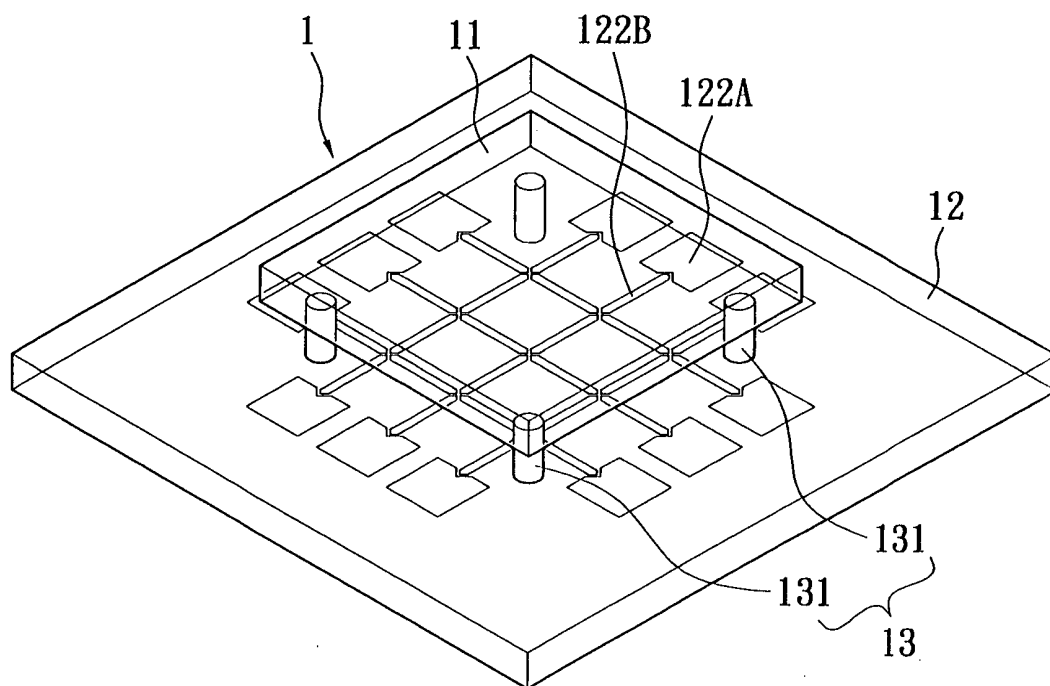
第四圖



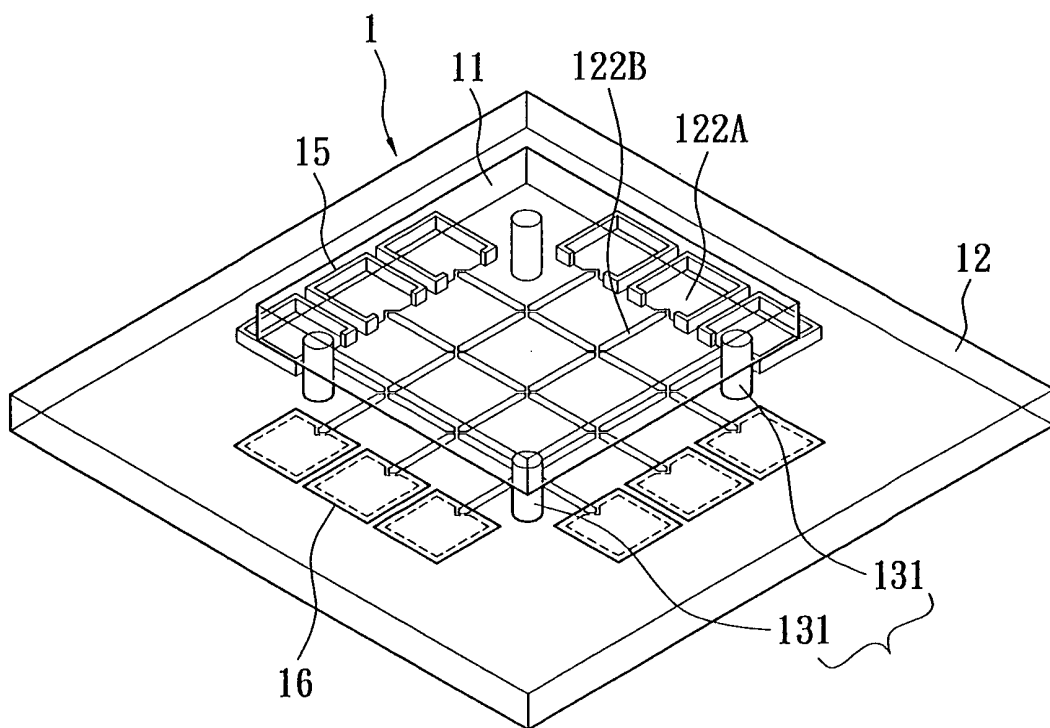
第五圖



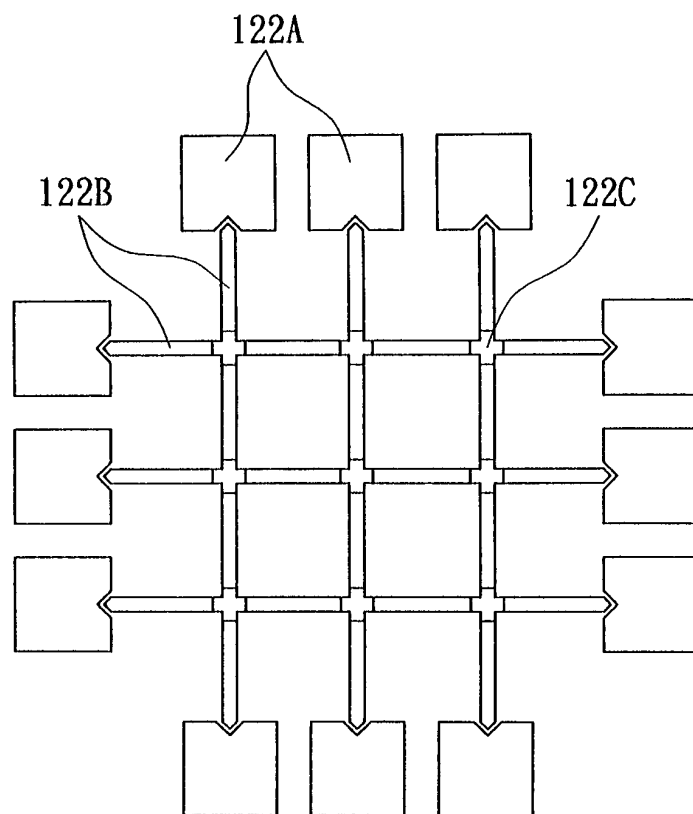
第八圖



第九圖



第十圖



第十一圖