



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I612330 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 21 日

(21) 申請案號：102130187

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 23 日

(51) Int. Cl. : G02B26/02 (2006.01)

(30) 優先權：2012/08/24 美國 13/594,718

(71) 申請人：王崇智(美國) WANG, GARY CHORNG-JYH (US)  
美國

(72) 發明人：王崇智 WANG, GARY CHORNG-JYH (US)

(74) 代理人：陳傳岳；郭雨嵐；呂紹凡

(56) 參考文獻：

TW	200709947A	US	2010/0021984A1
US	2011/0247934A1		

審查人員：劉守禮

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：5 共 23 頁

(54) 名稱

用於高電壓液滴致動之裝置

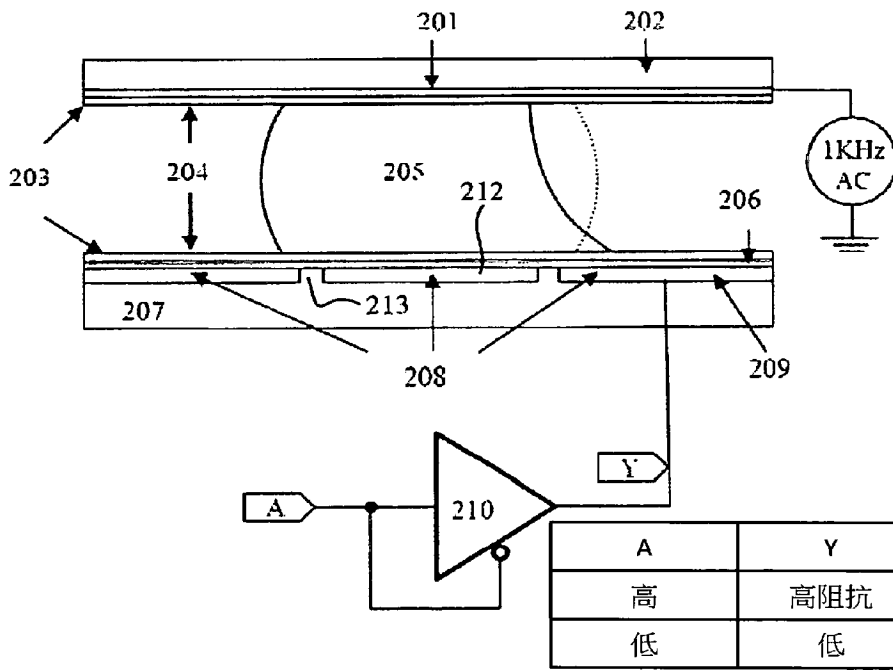
A DEVICE FOR HIGH VOLTAGE DROPLET ACTUATION

(57) 摘要

一種雙態開關低電壓製造技術可用以建構微流體系統，利用已成熟的低電壓半導體製造技術來實現成本更低、裝置尺寸更小，以及耗時更短的高電壓液滴致動應用。再者，能利用已成熟、可用來製造大規模整合式微電子設備及微流體晶片的低電壓互補式金氧半導體(CMOS)製造技術來製作電極單元。

A bi-state-switch low-voltage fabrication technique is able to be used to construct microfluidic systems leveraging well-established low-voltage semiconductor fabrication technologies to achieve high-voltage droplet actuation applications with lower costs, smaller device sizes, and also less time. Also, the electrode cells are able to be made using the well-established low-voltage CMOS fabrication technologies, which can be used to make large-scale integrated microelectronics and microfluidics.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 201 . . . 連續電極
- 202 . . . 頂部平板
- 203 . . . 疏水性薄膜
- 204 . . . 距離間隔
- 205 . . . 液滴
- 206 . . . 介電絕緣體
- 207 . . . 底部平板
- 208 . . . 電極陣列
- 209 . . . 電極
- 210 . . . 雙態開關
- 212 . . . 電極
- 213 . . . 分隔板

第二圖

電流，焦耳熱幾近消除。儘管有許多方法可以操控微流體液滴，「數位微流體」通常是指使用 EWOD 操控納升液滴。EWOD 指藉由在一導電流體與一塗佈有介電層之固體電極之間施加一電場來操控兩者間的界面張力。一 EWOD 式數位微流體裝置可以包含兩個平行玻璃平板。底部平板包含由可獨立控制的圖樣化電極組成的一陣列，而頂部平板塗佈有一連續的接地電極。電極可由同時具有導電性與光學透明性特徵之氧化銦錫 (ITO) 薄層等材料所形成。在上述玻璃平板加入塗佈有一疏水性薄膜 (例如聚四氟乙烯, AF) 之一介電絕緣體 (例如聚對二甲苯, C) 以降低表面的可濕潤性以及增加液滴與控制電極之間的電容量。含有生化樣品的液滴以及填料介質 (例如矽油) 包夾在上述玻璃平板間。該等液滴在該填料介質中移動。為了移動一液滴，將一控制電壓施加至鄰接該液滴的一電極且同時該液滴正下方之電極經去活化。

【0008】 在一些實施例中，一微流體生物晶片可整合微電子元件。高電壓 CMOS 製造技術有幾個問題。第一個問題是高電壓單元的尺寸。此外，功率消耗、製造技術之穩定性/成本，以及與現有的 CMOS 設計之相容性皆為棘手問題。因此，本發明一些實施例中的電極單元係可修改成與已成熟的低電壓 CMOS 製造技術配合，用以整合微電子與微流體。

【0009】 本發明使用已成熟的低電壓製造技術來建構一數位微流體系統。一旦在頂部與底部驅動電極間施加一電位，EWOD 效應會使電荷累積於液滴/絕緣體界面，造成橫跨相鄰電極間隙之

界面張力梯度，從而引發對該液滴的運送。儘管由於材料介電與物理參數的差異，電位的極性改變會造成液滴/絕緣體中電荷累積的一些變化，整體的液滴致動仍可以確實地進行。

【0010】 在一些實施例中，施加一高電壓於頂部平板，而位於底部平板之電極係由無須任何高電壓元件的雙態開關技術來實現。因此，已成熟的低電壓製造技術可用來建構數位微流體系統。

【0011】 在其他實施例中，低電壓製造技術包含但不限於 CMOS、TFT（薄膜電晶體），而其他半導體製造技術可用來建構上述裝置。

【0012】 在另一些實施例中，該雙態開關電極在接地時啟動。高阻抗模式包含該電極經去活化。該雙態開關電極可用一般半導體製程來製造，以減少成本與空間。

【0013】 在一些實施例中，保護電路之建立係用以：(1)增加崩潰電壓，(2)減少正電壓之電流漏損，(3)避免負電壓通過 p-n 界面時之對地短路，(4)增加雙態開關電極之高阻抗。

【0014】 在一方面，一種用於高電壓液滴致動之裝置包含：一頂部平板，其包含設置於為一第一疏水層所包覆之一第一底材之一底部表面上之一連續電極；及一底部平板，其包含設置於為一第一介電層所包覆之一第二底材之一頂部表面上、由多個電極組成之一陣列，其中該多個電極中的每一者為一分隔板所隔開，其中一第二疏水層設置於該第一介電層上以形成一疏水性表面。在一些實施例中，該連續電極與一驅動電壓源耦接。在其他實施

例中，該驅動電壓源係用以提供一驅動電壓，該驅動電壓係用以致動一液滴。

【0015】 在另一些實施例中，該頂部平板進一步包含一第二介電層。在一些實施例中，當一液滴包夾於該頂部平板與該底部平板間，該頂部平板與該底部平板為該第一和該第二介電層以及該第一和該第二疏水層所隔離，從而能避免該頂部平板上的一高電壓驅動電壓對於該底部平板造成損害。

【0016】 在另一些實施例中，該底部平板係由一雙態開關（其中致動模式使電極短路接地）技術來實現。在一些實施例中，該裝置進一步包含一高阻抗模式，其中該連續電極及/或由多個電極組成之該陣列在該高阻抗模式下經去活化。

【0017】 在另一些實施例中，該雙態開關技術可以擴展成三態開關技術，其中第三態為邏輯 '1' 狀態。邏輯 '1' 狀態具有電源供應節點 VDD (3.5V - 0.4V) 之電壓。三態開關技術能有其他應用，其中高阻抗及 '0' 狀態是用於液滴驅動，而 '1' 狀態是用於偵測或自我測試。在另一些實施例中，利用位於底部平板之電極充電至 VDD 後放電之行為，邏輯 '1' 狀態可用於液滴偵測。放電速度可取決於該電極之電容的 RC 時間常數。頂部具有液滴之電極，其電容量大於頂部沒有液滴之電極。藉由測量放電(或充電)速度可偵測該液滴。

【0018】 在一些實施例中，該連續電極及/或由多電極組成之該陣列未包含高電壓元件且可由一半導體製程來實現。在其他實

施例中，該半導體製程包含一種製造 CMOS、TFT、電晶體-電晶體邏輯 (TTL)、砷化鎵 (GaAs) 或其組合之流程。在另一些實施例中，由多個電極組成之該陣列包含一第一電極，其鄰接一第二電極。在一些實施例中，該裝置進一步包含一液滴，其設置於該第一電極頂部且重疊於該第二電極之一部分。

【0019】 在其他實施例中，該裝置進一步包含一用以產生一或多個指令之系統管理元件，該一或多個指令藉由依序活化、去活化一或多個經選擇的電極，或使其接地來操縱該多個電極間的一或多個液滴，從而致動一液滴沿著一經選擇的路徑移動。在另一些實施例中，該裝置包含一 EWOD 裝置。在一些實施例中，該裝置包含一用以產生一驅動電壓之 DEP 裝置，該驅動電壓為 100 至 300Vrms 之交流電，頻率範圍為 50kHz 至 200kHz。在其他實施例中，該裝置包含以一典型 CMOS 製程製造之一 CMOS 裝置。在另一些實施例中，該裝置進一步包含及/或使用一保護層作為介電層，該保護層包含氮化矽 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) / 二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ ) 或其他氧化物材料。

【0020】 在一些實施例中，該裝置包含一 CMOS 裝置，其中標準低電壓 (3.5V - 0.4V) CMOS 元件係用以實現一雙態開關。在其他實施例中，該裝置包含一含有一保護電路之 CMOS 裝置，該保護電路係用以增加崩潰電壓、減少正電壓之電流漏損、避免負電壓通過 p-n 接面時之對地短路、增加在開放模式下雙態開關電極之高阻抗，或其組合。在另一些實施例中，該裝置包含一含有一

雙態開關之 TFT 裝置，該雙態開關使用由沉積薄膜製成之電晶體。在其他實施例中，該裝置進一步包含一施加至一直流/直流轉換器之直流（DC）電源，該直流/直流轉換器包含一放電功能使該多個電極中的一或多者短路接地，以驅動一液滴流經一閘極匯流排線而開啟一 TFT。

#### 【圖式簡單說明】

【0021】 第一圖繪示一微流體系統，其包含高電壓驅動電極。

【0022】 第二圖繪示一微流體系統，其包含雙態開關低電壓驅動電極。

【0023】 第三圖繪示電極的一電氣設計，其使用標準 CMOS 製程技術。

【0024】 第四圖繪示電極的一電氣設計，其使用標準 TFT 製程技術。

【0025】 第五圖係一流程圖，繪示製造包含雙態開關低電壓驅動電極之微流體系統的流程。

#### 【實施方式】

【0026】 第一圖繪示一傳統電潤濕微致動器機制。數位微流體裝置包含平行之頂部平板 102 以及底部平板 107，兩者間具有一距離間隔 104。底部平板 107 包含由可個別控制之電極 108 所構成之一陣列，而頂部平板 102 塗佈有一連續接地電極 101。電極可由同時具有導電性與光學透明性特徵之氧化銦錫（ITO）薄層等材料所形成。將一塗佈有一疏水性薄膜 103（例如聚四氟乙烯，AF）

之介電絕緣體 106（例如聚對二甲苯，C）加入該等平板以降低表面的可濕潤性以及增加液滴與控制電極之間的電容量。含有生化樣品的液滴 105 以及填料介質（例如矽油或空氣）包夾在該等平板間，以利於液滴 105 在填料介質內運送。為了移動液滴 105，將一控制電壓施加至與液滴 105 正下方經去活化之電極 110 鄰接的電極 109，該控制電壓一般介於 50~150Vrms 之間，對於大部分半導體製造技術而言是過高的電壓。

【0027】 第二圖繪示某些實施例的數位微流體裝置。以雙態開關低電壓方法運作之該數位微流體裝置包含平行之頂部平板 202 以及底部平板 207，兩者間具有一距離間隔 204。底部平板 207 包含由可個別控制之電極 208 構成之一陣列，而頂部平板 202 塗佈有一連續電極 201。一高電壓交流電（例如 1KHz）供應至連續電極 201。頂部平板可由同時具有導電性與光學透明性特徵之氧化銦錫（ITO）薄層等材料形成。底部平板可以半導體製造技術實施。將一塗佈有一疏水性薄膜 203（例如聚四氟乙烯，AF）之介電絕緣體 206（例如標準 CMOS 製程之保護層之氮化矽/二氧化矽）加入該等平板以降低表面的可濕潤性以及增加液滴與控制電極之間的電容量。含有生化樣品的液滴 205 以及填料介質（例如矽油或空氣）包夾在該等平板間，以利於液滴 205 在填料介質內運送。為了移動液滴 205，藉由使電極 212 處於高阻抗模式，在與經去活化之電極 210 鄰接的電極 209 施加一接地。電極 212 係位於液滴 205 正下方。複數個電極 208，例如電極 209 和 212，係電性絕緣



及/或以分隔板 213 隔開。

【0028】 在某些實施例中，該電極係由一雙態開關 210 所控制。施加一邏輯低電平於該電極以啟動相應的電極，施加邏輯高電平以去活化該電極。

【0029】 在另一些實施例中，該雙態開關技術可以擴展成三態開關技術，其中第三態為邏輯 '1' 狀態。邏輯 '1' 狀態具有電源供應節點 VDD (3.5V - 0.4V) 之電壓。三態開關技術能有其他應用，其中高阻抗及 '0' 狀態是用於液滴致動，而 '1' 狀態是用於偵測或自我測試。在另一些實施例中，利用位於底部平板之電極充電至 VDD 後放電之行為，邏輯 '1' 狀態可用於液滴偵測。放電速度可取決於該電極之電容的 RC 時間常數。頂部具有液滴之電極，其電容量係大於頂部沒有液滴之電極。藉由測量放電（或充電）速度可偵測該液滴。

【0030】 在第三圖所示之另一些實施例中，使用標準 CMOS 元件來實現該雙態開關。電極 301 是由一雙態開關 320 所控制。VDD 310 (3.5 伏特 - 0.4 伏特) 為一核心電路所使用的供電電壓。D 型正反器 302 係連接至雙態開關 320 以指示電氣控制/偵測電路，該電氣控制/偵測電路可以與微流體元件整合。保護電路 303 之建立係用以保護並增強該雙態開關之性能。

【0031】 在另一些實施例中，保護電路 303 之建立係用以：(1) 增加崩潰電壓，(2) 減少正電壓之電流漏損，(3) 避免負電壓通過 p-n 界面時之對地短路，(4) 增加雙態開關電極在開放模式下之高阻抗。

【0032】 在第四圖所示之一些實施例中，該等雙態開關使用由沉積薄膜製成之電晶體，故該等電晶體稱為薄膜電晶體（TFTs）411。TFT 陣列基板含有 TFTs 411、儲存電容 413、微電極 412、以及互連線（匯流排線）414、415。一組接合墊設置在閘極匯流排線 415 以及資料訊號匯流排線 414 之每一端部以連接源極驅動 IC 420 以及閘極驅動 IC 425。藉由使用一包含一組 LCD 驅動 IC（LDI）晶片（例如源極驅動 IC 420 以及閘極驅動 IC 425）之驅動電路元件，振幅調變（AM）控制器 430 利用來自系統控制部 450 之資料 431 來驅動 TFT 陣列。為了致動液滴通過閘極匯流排線 415 以開啟該 TFT，將直流電源 441 施加至包含放電功能的直流/直流轉換器 440，使得電極 412 短路接地（GND）。對該儲存電容充電，而微電極 412 之電壓準位上升到施加至源極匯流排線 414 之電壓準位（GND）。儲存電容 413 之主要功能為保持微電極上的電壓直到施加下一個訊號電壓。

【0033】 在某些實施例中，一 TFT 數位微流體系統如第四圖所示包含 5 個主要區塊：主動矩陣面板 410、源極驅動器 420、閘極驅動器 425、直流/直流轉換器 440、AM 控制器 430。在主動矩陣面板 410 中，閘極匯流排線 415 以及源極匯流排線 414 的使用係建立在一共用基礎上，但藉由選擇位於行及列之端部的兩個適當接觸墊可個別定址每一個電極 412。

【0034】 第五圖為一流程圖，繪示一種製作一包含雙態開關低電壓驅動電極之微流體系統的流程 500。流程 500 可起始於步驟

502。在步驟 504，製作一具有連續電極之第一平板。在某些實施例中，該第一平板與一能提供一電壓（如 1KHz 交流電）之電源耦接。在步驟 506，製作一具有多個電極之第二平板。可個別控制該多個電極中每一者的電壓。頂部平板及/或底部平板可包含介電層，其被覆該等電極中的一或多者之表面。以流程 500 製作之裝置可用以驅動一液滴移動。該液滴可包含待偵測/測量之生物物質，例如葡萄糖。在某些實施例中，該液滴為可極化及/或帶有一電荷。流程 500 可止於步驟 508。

【0035】 目前，用於實現實驗室晶片（lab-on-a-chip, LOC）的典型的 CMOS（互補金氧半導體）製造技術具有一些周知的限制，特別是液滴致動必要的高電壓處理能力。LOC 可為一種將一或多個實驗室功能整合至尺寸僅有幾毫米至幾平方厘米的單一晶片之裝置。LOCs 可為小型化實驗室，能控制小於微微升（pico liters）的極小流體體積以進行許多同時的生化反應。實驗室晶片裝置可為一個生物晶片子集。實驗室晶片亦常被稱為「微流體晶片」。微流體晶片係一較廣義的術語，也用來描述幫浦和閥等機械式流量控制裝置或流量計及黏度計等感測器。雙態開關技術使得 LOC 能以低電壓 CMOS 技術製造。這使得大規模整合微電子與微流體晶片成為可能。中央處理器（CPU）、記憶體以及進階偵測電路可整合入一微流體 LOC 而無須考量功率消耗、高電壓製造技術之穩定性/成本，以及與現有 CMOS 設計的相容性。特別是近期，CMOS 式電容感測 LOC 技術之新興領域由於抗體抗原識別、DNA 偵測及

細胞監測等一系列生化檢測 LOCs 而受到很大的關注。在某些實施例中，裝置藉由抗體抗原識別可以連續監測葡萄糖、濫用藥物、前列腺癌、骨質疏鬆、肝炎以及其他疾病。同時，利用此雙態開關技術可建構用於生物標記偵測、DNA 偵測以及細胞監測之全面整合型 LOCs（包含 CPU、記憶體等）。

【0036】 再則，此雙態開關應用技術使得標準單元方法可用於 LOC 設計。因為此發明提供了完全以標準 CMOS 元件及程式庫實現 LOCs 的方法。因此微流體標準單元可以製成反及（Negated AND 或 NOT AND, NAND）閘等其他標準單元。在數位電子學中，反及閘係一邏輯閘。NAND 閘可為兩種基本邏輯閘的其中一種（另一種為反或邏輯，NOR logic），由此兩種基本邏輯閘可以建立任何其他邏輯閘。標準單元方法係設計抽象之一例，據此一低位準超大型積體電路（VLSI）佈局可以被封裝至一抽象邏輯表現之中（例如一 NAND 閘）。標準單元式方法使一個設計師可以專注在數位設計的高階（邏輯功能）方面，而另一個設計師可專注在實作（實體）方面。隨著半導體製造的推進，標準單元方法已幫助設計師為相對簡單的單一功能積體電路（具數千個閘）乃至有數百萬閘的複雜系統單晶片（SoC）裝置等特定應用積體電路（ASICs）定規格。利用本發明之方法及裝置，標準單元方法可以應用於 LOCs 之開發。

【0037】 本發明具有在致動液滴時無需考慮液滴致動電壓之極性的優點。藉由移動高電壓至頂部平板以及在底部平板之電極

上實施雙態開關技術，低電壓製造技術可用以製造用於高電壓驅動應用之裝置。本領域具通常技藝者應瞭解所描述的頂部平板與底部平板僅為示例。頂部平板和底部平板之位置可交換或在任何方向。

【0038】 該雙態開關技術具有兩個狀態：(1) 該電極經活化時會短路至參考電壓(接地)，以及(2)該電極經去活化時會開放(高阻抗)。

【0039】 本發明藉由電荷相吸/相斥可用於驅動一經充電/可極化之液滴向一預定之方向移動。操作上，可依序控制不同的充電模式(例如活化、去活化)以控制液滴之移動。

【0040】 本發明係以特定之實施例及其細節來加以敘述以達到易於瞭解本發明的建構及運作之原則。上述特定之實施例及其細節非用以限制後附之申請專利範圍。在未脫離本發明定義於申請專利範圍的精神與範疇下，本領域技藝人士明白可對上述說明之實施例進行各種修改。

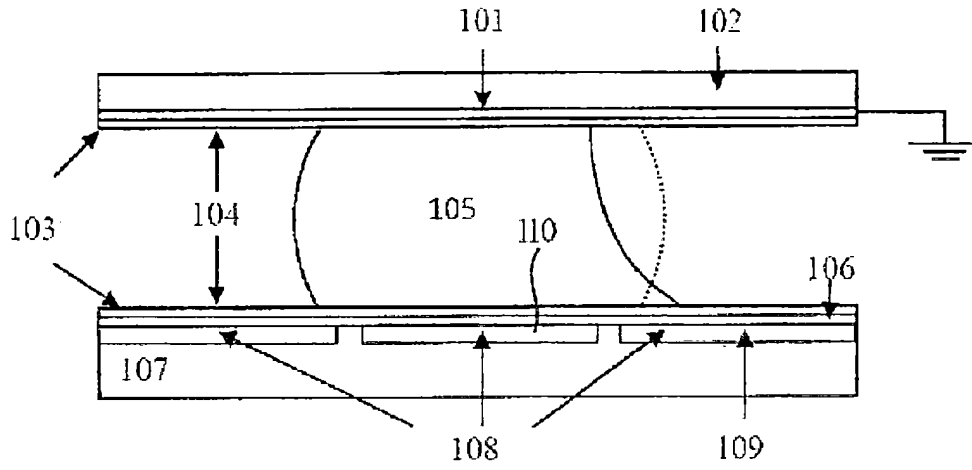
#### 【符號說明】

##### 【0041】

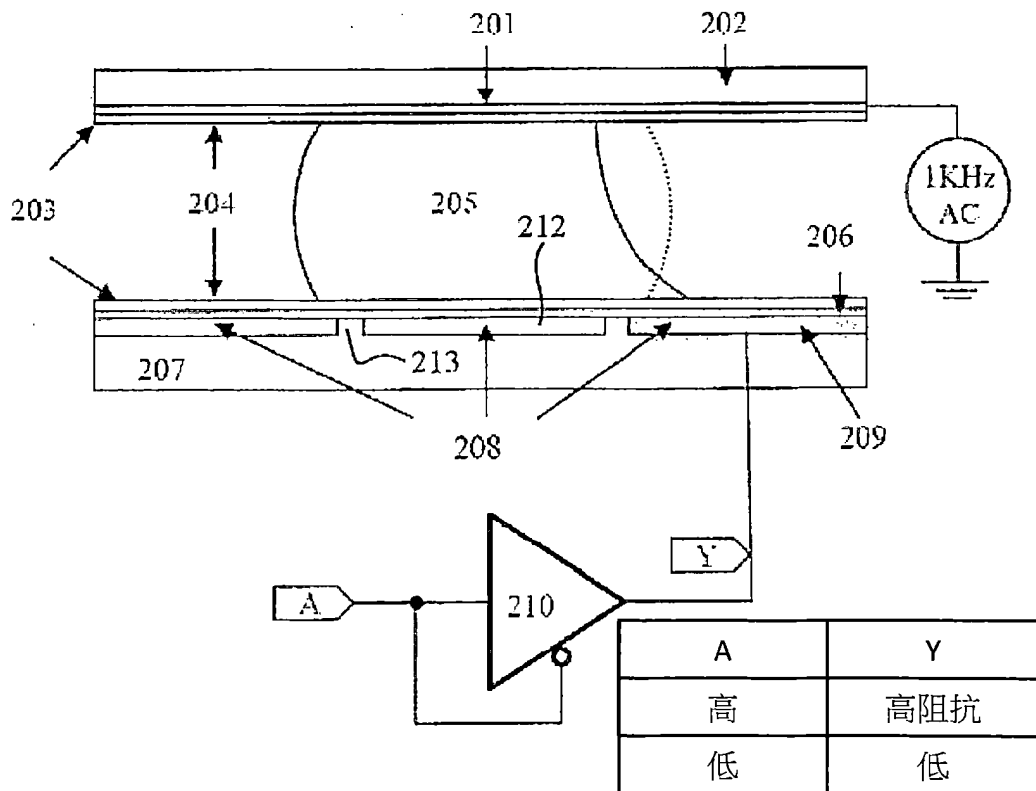
- 101... 電極
- 102... 頂部平板
- 103... 疏水性薄膜
- 104... 距離間隔
- 105... 液滴
- 106... 介電絕緣體

- 107... 底部平板
- 108... 電極陣列
- 109... 電極
- 110... 電極
- 201... 連續電極
- 202... 頂部平板
- 203... 疏水性薄膜
- 204... 距離間隔
- 205... 液滴
- 206... 介電絕緣體
- 207... 底部平板
- 208... 電極陣列
- 209... 電極
- 210... 雙態開關
- 212... 電極
- 213... 分隔板
- 301... 電極
- 302... D型正反器
- 303... 保護電路
- 310... VDD
- 320... 雙態開關
- 410... 主動矩陣面板
- 411... TFT
- 412... 微電極
- 413... 儲存電容
- 414... 互連線（源極匯流排線、資料訊號匯流排線）
- 415... 互連線（閘極匯流排線）
- 420... 源極驅動器
- 425... 閘極驅動器
- 430... 振幅調變控制器

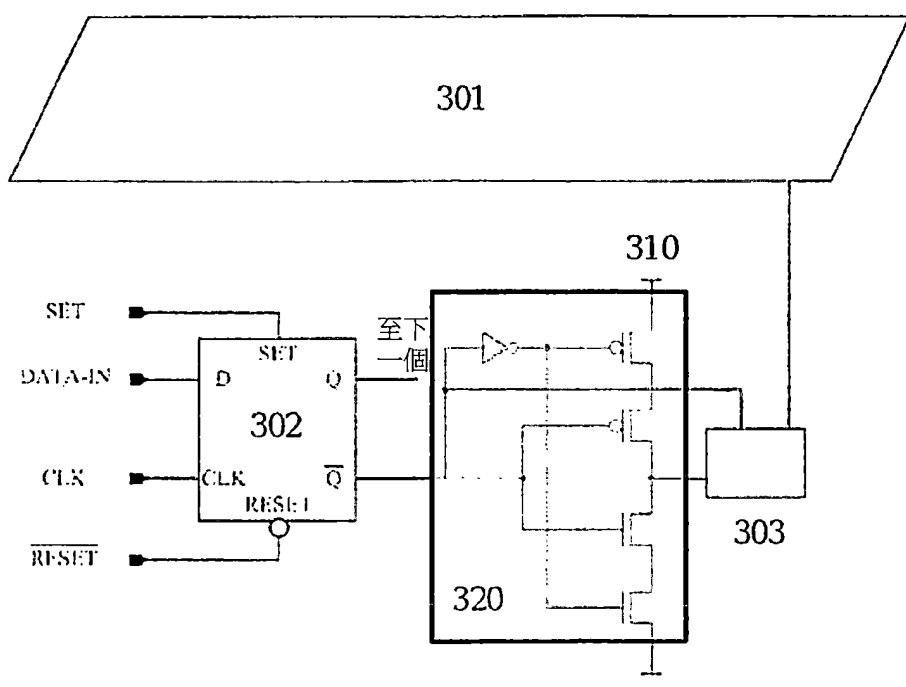
圖式



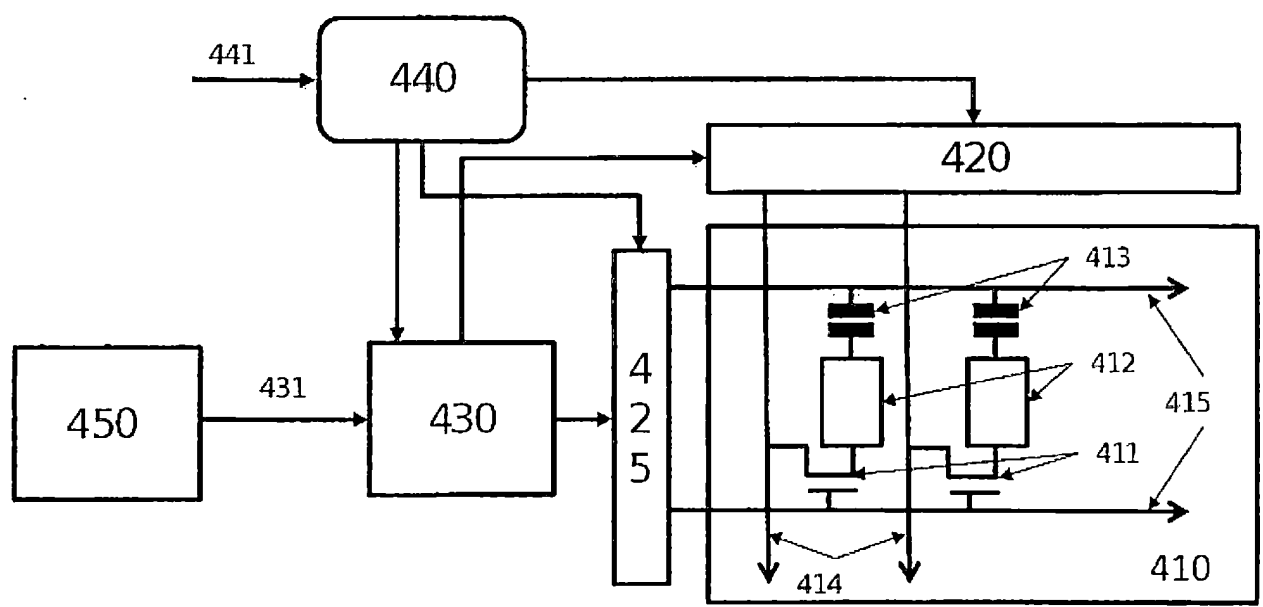
第一圖



第二圖

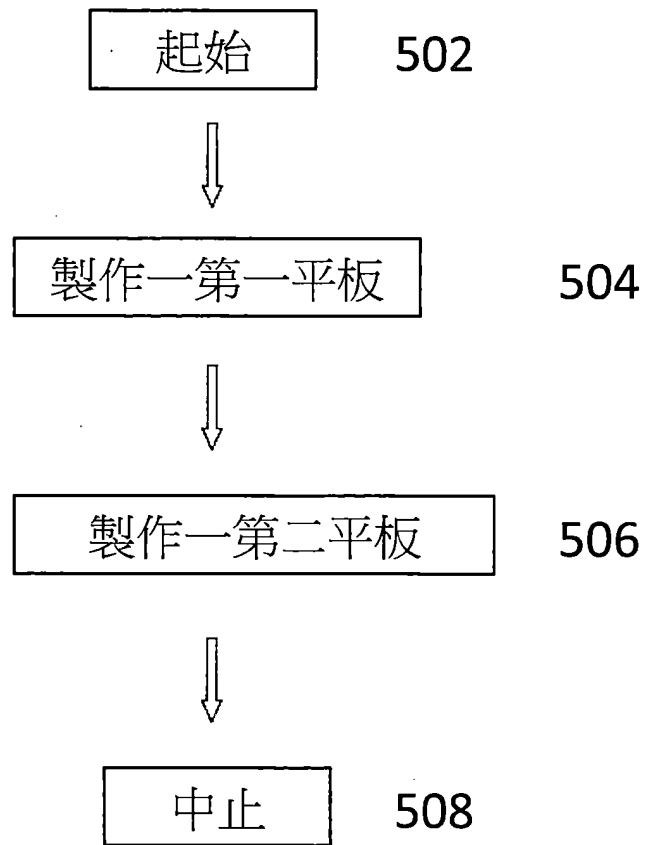


第三圖



第四圖





第五圖

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

用於高電壓液滴致動之裝置/

A Device For High Voltage Droplet Actuation

## 【技術領域】

【0001】 本發明係關於使用標準低電壓半導體製造技術來進行以半導體製造的觀點來看被視為是高電壓應用的微流體液滴之致動。

【0002】 由於本發明使標準半導體製造技術可用以實現數位微流體系統，本發明可用來推進具有大規模微電子及微流體整合的未來數位微流體系統之建構。

## 【先前技術】

【0003】 在液滴式微流體裝置 (droplet-based microfluidic devices) 中，一種液體係包夾於兩平行平板之間且以液滴的形式被運送。液滴式微流體系統具有以下多項優點：低功耗且無須泵或閥等機械元件。近年來，液滴式微流體系統已廣泛用於分析物及試劑混和、生物分子分析、粒子操控等應用。在數位微流體系統中，介電潤濕 (electro-wetting-on-dielectric, EWOD) 以及液體介電泳 (liquid dielectrophoresis, LDEP) 係用來分配以及操控液滴的兩種主要機制。EWOD 及 LDEP 皆利用機電力 (electromechanical forces) 來控制液滴。EWOD 微系統通常是用來產生、運輸、切斷

以及結合液體液滴。在這些系統中，液滴係包夾於兩平行平板間，且為經致動電極及未致動電極間的潤濕性差異所致動。在 LDEP 微系統中，液體變成可極化且在施加電壓時會流向電場強度較強的區域。LDEP 及 EWOD 兩種致動機制之差別在於致動電壓以及頻率。在 EWOD 致動機制中，一般是施加介於 50Vrms 至 100Vrms 間之直流或低頻率交流電壓，而 LDEP 則需要較高的致動電壓(100~300Vrms) 以及較高的頻率(50~200kHz)。

【0004】 傳統上，製造微流體系統需要建構高電壓電極以進行液滴致動。頂部平板通常是作為參考電壓（或接地）。

#### 【發明內容】

【0005】 在此提出數種操控微流體液滴之方法。這些技術可歸類為化學、熱力、聲學、以及電學法。液體介電泳（LDEP）以及介電潤濕（EWOD）係兩種最常見的電學法。此兩種技術均利用電動流體力，且皆提供具相對簡單的幾何形狀之高液滴移動速度。

【0006】 液體介電泳致動係定義為吸引可極化液體團至電場強度較高的區域。介電泳式微流體晶片仰賴基板上塗佈有一薄介電層並以一交流電壓通電的圖樣化電極。使用介電泳已證明能快速分配大量微微升體積的液滴以及由電壓控制之陣列混和器。儘管透過使用熱傳導係數較高之材料或減少結構尺寸可以降低焦耳熱，然而過多的焦耳熱仍是介電泳致動之問題。

【0007】 EWOD 使用電場來直接控制固態及液態之間的界面能。與介電泳致動相比，EWOD 由於包覆電極的介電層擋住直流

- 431… 資料
- 440… 直流/直流轉換器
- 441… 直流電源
- 450… 系統控制部
- 500… 流程
- 502、504、506、508 … 步驟

## 發明摘要

※ 申請案號：102130187

※ 申請日：102.8.23

※IPC 分類：G02B 26/02 (2006.01)

**【發明名稱】(中文/英文)**

用於高電壓液滴致動之裝置/

A Device For High Voltage Droplet Actuation

**【中文】**

一種雙態開關低電壓製造技術可用以建構微流體系統，利用已成熟的低電壓半導體製造技術來實現成本更低、裝置尺寸更小，以及耗時更短的高電壓液滴致動應用。再者，能利用已成熟、可用來製造大規模整合式微電子設備及微流體晶片的低電壓互補式金氧半導體（CMOS）製造技術來製作電極單元。

**【英文】**

A bi-state-switch low-voltage fabrication technique is able to be used to construct microfluidic systems leveraging well-established low-voltage semiconductor fabrication technologies to achieve high-voltage droplet actuation applications with lower costs, smaller device sizes, and also less time. Also, the electrode cells are able to be made using the well-established low-voltage CMOS fabrication technologies, which can be used to make large-scale integrated microelectronics and microfluidics.

## 申請專利範圍

1. 一種用於高電壓液滴致動之裝置，其包含：  
一第一平板，其包含設置於為一第一疏水層所包覆之一第一底材之一第一表面上之一連續電極；及  
一第二平板，其包含設置於為一第一介電層所包覆之一第二底材之一第一表面、由多個電極組成之一陣列；  
其中該多個電極中的每一者為一分隔板所隔開，其中一第二疏水層設置於該第一介電層上形成一疏水性表面；  
其中該第一平板進一步包含一第二介電層；  
其中當一液滴包夾於該第一及該第二平板間，該第一平板與第二平板為該第一和該第二介電層以及該第一和該第二疏水層所隔離，從而能避免該第一平板上的一高電壓驅動電壓對於該第二平板造成損害。
2. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該連續電極與一驅動電壓源耦接。
3. 根據申請專利範圍第 2 項之裝置，其中該驅動電壓源係用以提供一驅動電壓，該驅動電壓係用以致動一液滴。
4. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該第二平板係由致動模式為電極對地短路之一雙態開關技術來實現。
5. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該連續電極及/或由多個電極組成之該陣列未包含高電壓元件且可由一半導體製程來實現。
6. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該半導體製程包含一種製造互補式金氧半導體 (CMOS)、薄膜電晶體 (TFT)、電晶體-電晶體邏輯 (TTL)、砷化鎵 (GaAs) 或其組合之流程。
7. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，其中由多個電極組成之該陣列包含一第一電極，其鄰接一第二電極。
8. 根據申請專利範圍第 7 項之裝置，進一步包含一液滴，其設置於該第一電極上且重疊於該第二電極之一部分。

9. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，進一步包含一用以產生一或多個指令之系統管理元件，該一或多個指令藉由依序活化、去活化一或多個經選擇的電極，或使其接地來操縱該多個電極間的一或多個液滴，從而致動一液滴沿著一經選擇的路徑移動。
10. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該裝置包含一介電潤濕 (EWOD) 裝置。
11. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該裝置包含一用以產生一驅動電壓之介電泳(DEP)裝置，該驅動電壓在 100 至 300Vrms 交流電之頻率範圍為 50kHz 至 200kHz。
12. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該裝置包含由一典型 CMOS 製程製造之一 CMOS 裝置。
13. 根據申請專利範圍第 12 項之裝置，進一步包含一保護層。
14. 根據申請專利範圍第 13 項之裝置，其中該保護層包含一氧化物材料作為一介電層。
15. 根據申請專利範圍第 13 項之裝置，其中該保護層包含氮化矽 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) / 二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ ) 作為一介電層。
16. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該裝置包含一 CMOS 裝置，其中一標準低電壓 (3.5V - 0.4V) CMOS 元件係用以實現一雙態開關。
17. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該裝置包含一含有一雙態開關之一 TFT 裝置，該雙態開關使用由沉積薄膜製成之電晶體。
18. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，進一步包含一施加至一直流/直流轉換器之直流 (DC) 電源，該直流/直流轉換器包含一放電功能使該多個電極中的一或多者接地短路，以驅動一液滴流經一閘極匯流排線而開啟一 TFT。
19. 一種用於高電壓液滴致動之裝置，其包含：
  - 一第一平板，其包含設置於為一第一疏水層所包覆之一第一底材之一第一表面上之一連續電極；
  - 一第二平板，其包含設置於為一第一介電層所包覆之一第二底

材之一第一表面、由多個電極組成之一陣列；其中該多個電極中的每一者為一分隔板所隔開，其中一第二疏水層設置於該第一介電層上形成一疏水性表面；及  
一高阻抗模式，其中在該高阻抗模式下，該連續電極及/或由多個電極組成之該陣列去活化。

20. 一種用於高電壓液滴致動之裝置，其包含：

一第一平板，其包含設置於為一第一疏水層所包覆之一第一底材之一第一表面上之一連續電極；及

一第二平板，其包含設置於為一第一介電層所包覆之一第二底材之一第一表面、由多個電極組成之一陣列；

其中該多個電極中的每一者為一分隔板所隔開，其中一第二疏水層設置於該第一介電層上形成一疏水性表面；

其中該裝置包含一含有一保護電路之 CMOS 裝置，該保護電路係用以增加崩潰電壓、減少一正電壓之電流漏損、避免負電壓通過 p-n 接面時之對地短路、增加在開放模式下雙態開關電極之高阻抗，或其組合。



**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（二）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

- 201 … 連續電極
- 202 … 頂部平板
- 203 … 疏水性薄膜
- 204 … 距離間隔
- 205 … 液滴
- 206 … 介電絕緣體
- 207 … 底部平板
- 208 … 電極陣列
- 209 … 電極
- 210 … 雙態開關
- 212 … 電極
- 213 … 分隔板

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

無。