



(21)申請案號：098143595

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 18 日

(51)Int. Cl. : **B01L3/00 (2006.01)****B01F13/00 (2006.01)****B01J19/00 (2006.01)****B81B1/00 (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)；許耀文 HSU, YAO WEN (TW)；陳俊勳 CHEN, CHIUN HSUN (TW)

(74)代理人：莊志強；王雲平

(56)參考文獻：

TW I296326

CN 100515567C

US 2005/233198A1

US 2006/0254933A1

US 2007/0243634A1

WO 2007/094739A1

審查人員：曹世力

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：16 共 0 頁

## (54)名稱

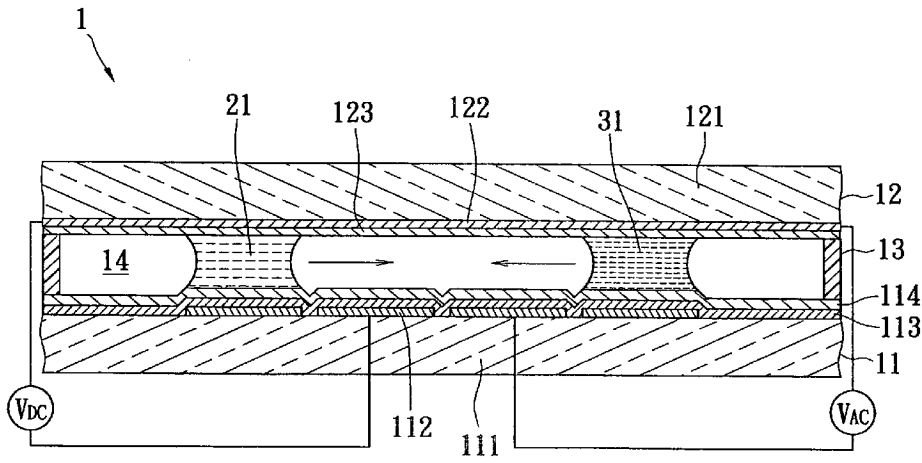
產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統及方法

MICROFLUIDIC SYSTEM AND METHOD FOR CREATING AN ENCAPSULATED DROPLET WITH A REMOVABLE SHELL

## (57)摘要

一種產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統，包括：兩電極板及設置於兩電極板之間的分隔結構，其中一個電極板具有三個儲液電極及多個流道電極，三個儲液電極分別用以置放一外殼液體、一內核液體及一可移除外殼液體的去殼液體，而流道電極用以聯絡三個儲液電極。藉此，該微流體系統可產生定量的外殼液滴及內核液滴，然後合併兩者以形成包覆式液滴。此外，包覆式液滴的外殼液滴可混合去殼液體而移除之。本發明另提出一種產生可移除外殼之包覆式液滴的方法。

A microfluidic system for creating an encapsulated droplet with a removable shell comprises: two electrode plates and a spacing structure disposed between the two electrode plates. One of the electrode plates has three reservoir electrodes and a plurality of channel electrodes. The three electrodes are respectively used for accommodating a shell liquid, a core liquid, and a removing liquid which is able to remove the shell liquid. The channel electrodes are used for communicating the three reservoir electrodes. Via these arrangements, the microfluidic system can create a quantitative shell droplet and a quantitative core droplet, and then merge the shell and core droplets to form an encapsulated droplet. Moreover, the shell of the encapsulated droplet can be removed by mixing it with the removing liquid. This invention is further provided with a method for creating an encapsulated droplet with a removable shell.



第五圖

- 1 . . . 產生包覆式液滴的微流體系統
- 11 . . . 第一電極板
- 111 . . . 第一基板
- 112 . . . 第一電極層
- 113 . . . 介電層
- 114 . . . 第一疏水層
- 12 . . . 第二電極板
- 121 . . . 第二基板
- 122 . . . 第二電極層
- 123 . . . 第二疏水層
- 13 . . . 分隔結構
- 14 . . . 空間
- 21 . . . 外殼液滴
- 31 . . . 內核液滴

## 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： 98143595 (2006.01)  
 ※申請日： 98.12.18 ※IPC 分類： B01L 3/00 (2006.01)  
 B01F 13/00 (2006.01)  
 B01J 19/00 (2006.01)  
 B81B 1/00 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統及方法  
 /MICROFLUIDIC SYSTEM AND METHOD FOR  
 CREATING AN ENCAPSULATED DROPLET WITH A  
 REMOVABLE SHELL

## 二、中文發明摘要：

一種產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統，包括：兩電極板及設置於兩電極板之間的分隔結構，其中一個電極板具有三個儲液電極及多個流道電極，三個儲液電極分別用以置放一外殼液體、一內核液體及一可移除外殼液體的去殼液體，而流道電極用以聯絡三個儲液電極。藉此，該微流體系統可產生定量的外殼液滴及內核液滴，然後合併兩者以形成包覆式液滴。此外，包覆式液滴的外殼液滴可混合去殼液體而移除之。本發明另提出一種產生可移除外殼之包覆式液滴的方法。

## 三、英文發明摘要：

A microfluidic system for creating an encapsulated droplet with a removable shell comprises: two electrode plates and a spacing structure disposed between the two electrode plates. One of the electrode plates has three reservoir electrodes and a plurality of channel electrodes. The three electrodes are respectively used for accommodating a shell liquid, a core liquid, and a removing liquid which is able to remove the shell liquid. The channel electrodes are

used for communicating the three reservoir electrodes. Via these arrangements, the microfluidic system can create a quantitative shell droplet and a quantitative core droplet, and then merge the shell and core droplets to form an encapsulated droplet. Moreover, the shell of the encapsulated droplet can be removed by mixing it with the removing liquid. This invention is further provided with a method for creating an encapsulated droplet with a removable shell.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(五)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1 產生包覆式液滴的微流體系統

11 第一電極板

111 第一基板

112 第一電極層

113 介電層

114 第一疏水層

12 第二電極板

121 第二基板

122 第二電極層

123 第二疏水層

13 分隔結構

14 空間

21 外殼液滴

31 內核液滴

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】

本發明是關於包覆式液滴，尤其是關於產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統及方法。

### 【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。

而目前微流體系統所驅動的液滴 (Droplet) 的容積已縮小到次微升 (Sub-micro liter)，甚至已縮小至皮升 (Pico liter) 了，因此液滴面臨到快速蒸發的問題。

為了改善液滴快速蒸發的問題，傳統的作法是改善微流體系統的封裝結構而增加密封性，或是嚴格控制外界的濕度及溫度，但此舉會造成微流體系統的成本上升，且造成微流體系統難以在一般環境下使用。

所以，有學者提出了『包覆式液滴 (Encapsulated droplet)』，也就是在原本的液滴之上滴上另一種不相溶的液滴，例如原本的液滴為水滴，而另一種液滴為油，油會將水滴包覆而形成一層油殼 (Oil-shell)，油殼可大幅地減少水滴的蒸發。然而，在滴入油時，是藉由人工來為之，因此難以控制及計算滴入的容積，每次滴入的容積也難以一致。此外，油殼形成之後，如何將油殼去除也是一個問題，但目前也沒有一個有效解決該問題的方法。

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產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統及方法，其能較精準地控制包覆式液滴的容積，且可將包覆式液滴的外殼液滴移除。

為達上述目的，本發明提供一種產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統，包括：一第一電極板，其具有一第一基板及一第一電極層，該第一電極層設置於該第一基板的一側面，該第一電極層包括一第一儲液電極、一第二儲液電極、一第三儲液電極、多個連續鄰接的第一流道電極及多個連續鄰接的第二流道電極，該些第一流道電極的其中一個鄰接該第一儲液電極，該些第一流道電極的另一個鄰接該第二儲液電極，該些第二流道電極的其中一個鄰接該第三儲液電極，該些第二流道電極的另一個鄰接該些第一流道電極，該第一儲液電極用以置放一外殼液體，該第二儲液電極用以置放一內核液體，該第三儲液電極用以置放一可移除該外殼液體的去殼液體；一第二電極板，其具有一第二基板及一第二電極層，該第二電極層設置於該第二基板的一側面並且與該第一電極層相對；以及一分隔結構，其設置於該第一電極板與該第二電極板之間，使得該第一電極板與該第二電極板之間形成一空間。

為達上述目的，本發明另提出一種產生包覆式液滴的方法，包括步驟如下：提供一微流體系統，其具有相對設置的一第一電極層及一第二電極層；放置一外殼液體於該第一電極層的一第一儲液電極上；放置一內核液體於該第一電極層的一第二儲液電極上；放置一去殼液體於該第一

電極層的一第三儲液電極上；施加電能於該第一電極層及該第二電極層，使得部分的該外殼液體從該第一儲液電極移動至該第一電極層的多個電極的其中一個上，以形成一外殼液滴；施加電能於該第一電極層及該第二電極層，使得部分的該內核液體從該第二儲液電極移動至該些電極的另一個上，以形成一內核液滴；施加電能於該第一電極層及該第二電極層，使得該外殼液滴與該內核液滴在該些電極上移動而互相接觸，該外殼液滴包覆該內核液滴而形成一包覆式液滴；施加電能於該第一電極層及該第二電極層，使得該包覆式液滴在該些電極上移動而接近該第三儲液電極；以及該去殼液體接觸該包覆式液滴的外殼液滴而移除該外殼液滴。

藉此，本發明具有以下有益效果：

- 1、 外殼液滴及內核液滴的容積是依據第一流道電極的尺寸以及第一與第二電極板之間的間距所決定，因此外殼液滴及內核液滴的容積可準確地計算出，且每次產生的容積也具高預測性與重複性。
- 2、 去殼液體可輕易地將包覆式液滴的外殼液滴移除。

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】

請參閱第一圖及第二圖所示，為本發明的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統(Microfluidic system for creating an encapsulated droplet with a removable shell)1 的一較佳實施例，其包括元件如下：一第一電極板 11、一第



二電極板 12 及一分隔結構 13。為簡潔說明，『產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統 1』將簡稱為『微流體系統 1』。以下先說明微流體系統 1 各元件的結構特徵，然後再說明微流體系統 1 的使用方法。

第一電極板 11 具有一第一基板(First substrate)111、一第一電極層(First electrode layer)112、一介電層 113 及一第一疏水層(First hydrophobic layer)114。

第一基板 111 可為一矩形板體，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)、可撓式高分子材料或絕緣性好的材料等，其中一種較佳的選擇為玻璃，因為其表面粗糙度較低，可減少微流體系統 1 的驅動電壓。

第一電極層 112 設置於第一基板 111 的一側面(頂面)，其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、鉻等金屬(Cr, Cu metal)或氧化銦錫(Indium tin oxide, ITO)等。第一電極層 112 包括多個間隔排列的電極 1121 至 1125，該些電極 1121 至 1125 依其功能或尺寸至少可分成：一第一儲液電極 1121、一第二儲液電極 1122、一第三儲液電極 1123、多個第一流道電極 1124 及多個第二流道電極 1125。

第一儲液電極 1121 是用以置放一外殼液體(Shell liquid)2 (請參閱第八圖)，第二儲液電極 1122 用以置放一與該外殼液體 2 難以互溶的內核液體(Core liquid)3 (請參閱第八圖)，第三儲液電極 1123 用以置放一可溶解外殼液

體 2 但不溶解或較難溶解內核液體 3 的去殼液體 4 (請參閱第八圖)。而第一流道電極 1124 及第二流道電極 1125 是用來聯絡該三個儲液電極 1121、1122 及 1123。

該些第一流道電極 1124 為連續地鄰接(意指之間有間隙)，排列成一橫線，而該些第二流道電極 1125 也為連續地鄰接，並排成一直線。該些第一流道電極 1124 的其中一個(最左個)鄰接第一儲液電極 1121，該些第一流道電極 1124 的另一個(最右個)鄰接第二儲液電極 1122。該些第二流道電極 1125 的其中一個(最下個)鄰接第三儲液電極 1123，該些第二流道電極 1125 的另一個(最上個)鄰接該些第一流道電極 1124 的其中一個(右邊第二個)。

從上視圖觀之，該些第一流道電極 1124 及該些第二流道電極 1125 共同地排列成一『T』字狀。另外請參閱第三圖及第四圖所示，該些第一流道電極 1124 及該些第二流道電極 1125 也可排列成一『E』字狀或『λ』字狀等。

請再參閱第二圖所示，該些電極 1121 至 1125 的頂面可為矩型，且第一儲液電極 1121、第二儲液電極 1122 及第三儲液電極 1123 的尺寸大於第一流道電極 1124 及第二流道電極 1125 的尺寸。較接近第一儲液電極 1121 的三個第一流道電極 1124 另外標號成 1124A，較接近第二儲液電極 1122 的三個第一流道電極 1124 另外標號成 1124B。第一流道電極 1124A 及第一流道電極 1124B 的尺寸可設計成不一樣，例如本實施例的第一流道電極 1124A 小於第一流道電極 1124B，藉此改變後述的包覆式液滴的殼核比例。

回到微流體系統 1 其他元件的說明。介電層 113 設置於第一電極層 112 上，並且涵蓋該些電極 1121 至 1125。

介電層 113 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。

第一疏水層 114 設置於介電層 113 的頂面上，並涵蓋整個介電層 113 的頂面。第一疏水層 114 的材料可為鐵氟龍 (Teflon) 等具有疏水性的材料，其目的是讓後述的外殼液滴 21 及內核液滴 31 (請參閱第五圖) 易於驅動。第一疏水層 113 又可稱為低摩擦層 (Low friction layer)，因為其與液體之間有較低的摩擦係數，以便於液體在其上流動。

以上為第一電極板 11 的說明，接著說明第二電極板 12。第二電極板 12 位於第一電極板 11 的上方，與第一電極板 11 平行地排列，其具有一第二基板 (Second substrate) 121、一第二電極層 (Second electrode layer) 122 及一第二疏水層 (Second hydrophobic layer) 123。

第二基板 121 類似第一基板 111，也可為矩型板體，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、可撓式高分子材料或絕緣性好的材料等，其中一種較佳的選擇可為玻璃，因為其表面粗糙度較低。

第二電極層 122 設置於第二基板 121 的一側面 (底面)，並涵蓋整個第二基板 121 的底面，且與第一電極層 112 相對。第二電極層 122 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，例如銅鉻金屬或氧化銻錫等。

第二疏水層 123 設置於第二電極層 122 的底面，涵蓋整個第二電極層 122。第二疏水層 123 與第一疏水層 114

的材料相似，可為鐵氟龍等具有疏水性的材料，其目的是讓外殼液滴 21 或內核液滴 31（請參閱第五圖）易於驅動。第二疏水層 123 也可稱為低摩擦層。

以上為第二電極板 12 的說明，接著說明分隔結構 13。分隔結構 13 設置於第一電極板 11 及第二電極板 12 之間，用以將兩者隔開，使得兩者之間形成一可置放液體的空間 14。分隔結構 13 可為一連續的框型結構，或是多個分離的柱狀結構。

上述的微流體系統 1 基本上是利用介電泳 (Dielectrophoresis, DEP) 的物理現象或是介電濕潤 (Electrowetting-on-dielectric, EWOD) 的物理現象來操控液體。而何時要利用介電泳或介電濕潤，則依據欲操控的液體為介電液體 (Dielectric liquid) 或是導電液體 (Conductive liquid) 來決定，介電液體通常為非極性液體，而導電液體通常為極性液體。假如液體為介電液體，則可藉由介電泳來驅使該液體移動；假如液體為導電液體，則介電泳或是介電濕潤都可用來驅使該液體移動。另外有些介電液體也可藉由介電濕潤來驅動。

請參閱第五圖及第六圖所示，以下以一種外殼液滴 21 與一種內核液滴 31 為例，來更詳細說明微流體系統 1 如何操控液體(或液滴)，並介紹包覆式液滴如何產生。

外殼液滴 21 為一介電液體：例如油滴 (Oil droplet)，並位於空間 14 中及第一流道電極 1124A 上；內核液滴 31 為一導電液體：例如水滴 (Water droplet)，並位於空間 14 中及第一流道電極 1124B 上，外殼液滴 21 及內核液滴 31 周圍充滿了周圍流體，例如空氣。

如第五圖所示，外殼液滴 21 右方的第一流道電極 1124A 及第二導電層 122 被通上直流電，因外殼液滴 21 與右方空氣之間存在介電常數差異，所以在介面上產生不同的電場力，並產生一壓力差，造成外殼液滴 21 往壓力小的方向(右方)移動，此現象就是所謂的介電泳。而內核液滴 31 左方的第一流道電極 1124B 及第二電極層 122 被通上交流電，使得內核液滴 31 與左方介電層/疏水層之間的表面張力或表面能降低，產生一壓力差，造成內核液滴 31 往壓力小的方向（左方）移動，此現象就是所謂的介電濕潤。

如第六圖所示，外殼液滴 21 碰觸到內核液滴 31 而將內核液滴 31 包覆，形成一包覆式液滴。由於包覆式液滴同時具有介電液體及導電液體，因此可選擇藉由介電泳或介電濕潤來操控包覆式液滴移動，而本實施例選用了介電濕潤。另外，第五圖中的內核液滴 31 也可以藉由介電泳現象而移動。此外，第五圖是以直流電來產生介電泳的現象，實際上交流電也可產生介電泳的現象。

請參閱第七圖及第八圖，接著說明微流體系統 1 如何實現本發明的產生可移除外殼之包覆式液滴的方法的一較佳實施例。

步驟 S101：首先準備好微流體系統 1，並選擇外殼液體 2、內核液體 3 及去殼液體 4 的種類。外殼液體 2 或內核液體 3 分別可為介電液體或導電液體，端看微流體系統 1 要執行何種應用。本實施例的外殼液體 2 選用為介電液體：矽油(Silicone oil)，其生物相容性好，有利於生醫上的應用。內核液體 3 選用為導電液體：水，去殼液體 4 選用

可與矽油混合的高揮發性溶劑(volatile solvent)：己烷(Hexane)。

步驟 S103 至 S107：如第八 A 圖所示，放置外殼液體 2 於空間 14 中及第一儲液電極 1121 上，放置內核液體 3 於空間 14 中及第二儲液電極 1122 上，然後放置去殼液體 4 於空間 14 中及第三儲液電極 1123 上。第一、第二及第三儲液電極 1121、1122、1123 可分別被施加電能，使得外殼液體 2、內核液體 3 及去殼液體 4 保持定位。

步驟 S109：如第八 B 圖所示，施加直流電於較接近第一儲液電極 1121 的第一流道電極 1124A 及第二電極層 122，部分的外殼液體 2 會因為介電泳現象而移動至被施加電能的第一流道電極 1124A 上，形成了外殼液滴 21。

步驟 S111：如第八 C 圖所示，選擇施加交流電於較接近第二儲液電極 1122 的第一流道電極 1124B 及第二電極層 122，部分的內核液體 3 會因為介電濕潤的現象而移動至被施加電能的第一流道電極 1124B 上，形成了內核液滴 31。

步驟 S113：如第八 D 圖及第五圖所示，施加直流電於第一流道電極 1124A 及第二電極層 122，以及施加交流電於第一流道電極 1124B 及第二電極層 122，使得外殼液滴 21 與內核液滴 31 分別在第一流道電極 1124A 及第一流道電極 1124B 上移動而互相接觸，讓外殼液滴 21 包覆內核液滴 31 而形成了包覆式液滴。

步驟 S115：如第八 E 圖所示，施加交流電(或是直流電)於第二流道電極 1125 及第二電極層 122，使得包覆式液滴在第二流道電極 1125 上移動，直到接近了第三儲液電

極 1123。

步驟 S117：如第八 F 圖所示，第三儲液電極 1123 的去殼液體 4 接觸到包覆式液滴的外殼液滴 21，去殼液體 4 與包覆式液滴的外殼液滴 21 混合然後揮發，藉此將外殼液滴 21 移除之。如此，包覆式液滴可回復成內核液滴 31。

上述的步驟 S101 至 S117 的執行順序可以調整，例如步驟 S107 可以在步驟 S115 之後執行，步驟 S109 可在步驟 S111 之後執行，調整之後依然可以得到同樣的結果。

此外在步驟 S113 執行完後，可在產生一第二外殼液滴（圖未示），其與外殼液滴 21 難以互溶。然後將第二外殼液滴與包覆式液滴接觸，使得包覆式液滴有兩層外殼。此樣的作法可以一直重複，使得包覆式液滴有多層的外殼。

藉由上述的產生包覆式液滴的方法，所產生的外殼液滴 21 及內核液滴 31 的容積量可以較準確地計算，兩者的容積量可依據第一流道電極 1124A、1124B 的尺寸以及第一電極板 11 及第二電極板 12 之間間距所計算出。當第一流道電極 1124A、1124B 的尺寸越大，外殼液滴 21 及內核液滴 31 的容積也會越大。

外殼液滴 21 及內核液滴 31 的容積除了可藉由增加第一流道電極 1124A、1124B 的尺寸來增加，另外也可以藉由下列方法來為之。請參閱第九圖及第十圖所示，以外殼液滴 21 為例。

步驟 S201：如第十 A 圖所示，首先一個外殼液滴 21 已產生在較遠離第一儲液電極 1121 的第一流道電極 1124A 上。接著施加直流電於較接近第一儲液電極 1121 的第一流道電極 1124A 及第二電極層 122，部分的外殼液

體 2 移動至被施加電能的第一流道電極 1124A 上，形成了另一外殼液滴 21A。

步驟 S203：如第十 B 圖所示，施加直流電於第一流道電極 1124A 及第二電極層 122，使得兩外殼液滴 21、21A 在第一流道電極 1124A 上移動而互相接觸，兩外殼液滴 21、21A 融合在一起以形成較大的外殼液滴 21B。

步驟 S203 完成之後，可接著執行步驟 S113，以形成外殼液滴 21B 較多的包覆式液滴。

接著說明微流體系統 1 的實際應用：萃取、純化及蛋白質結晶。以萃取為例，使用者可將一血液檢體注入至外殼液體 2 中，然後內核液體 3 對於血液檢體的某一分子有較大的吸引力。當含有血液檢體的外殼液滴 21 接觸到內核液滴 31 而形成包覆式液滴後，血液檢體的該分子會移到內核液滴 31 中。之後外殼液滴 21 被去殼液體 4 移除後，內核液滴 31 只含有一種分子的血液檢體，達到萃取的作用。此外，由於外殼液滴 21 及內核液滴 31 的容積是可以計算的，因此萃取後的分子的濃度也可計算。

以純化為例，使用者可將一血液檢體注入至內核液體 3 中，然後外殼液體 2 對於血液檢體的某一分子有較大的吸引力。當含有血液檢體的內核液滴 31 接觸到外殼液滴 21 而形成包覆式液滴後，血液檢體的該分子會移到外殼液滴 21 中。之後外殼液滴 21 被去殼液體 4 移除後，內核液滴 31 為不含有該分子的血液檢體，達到純化的作用。

以蛋白質結晶為例，使用者可將蛋白質分子注入內核液體 3 中，待包覆式液滴形成後，包覆式液滴的內核液滴 31 即含有該蛋白質分子。之後因為包覆式液滴可以控制



內核液滴 31 的揮發速率（可由其外殼液滴 21 之種類與容積而調整），因此藉由可控制的揮發過程來控制蛋白質分子之成核與成長，蛋白質分子進而會慢慢規律地排列而結晶。

接著說明微流體系統 1 的其他實施例。假如當選用的外殼液體 2 或內核液體 3 本身具有足夠的疏水特性及較大的表面能(surface energy)，或是介電層 113 或第二電極層 122 對於外殼液體 21 或內核液體 3 呈現疏水性，則第一疏水層 114 及第二疏水層 123 可不需設置。

此外，假如當外殼液滴 21 或內核液滴 31 都是藉由介電泳的現象來操控，並且外殼液滴 21 或內核液滴 31 的介電特性已符合使用需求，則介電層 113 可不需設置。

另外，第二電極層 122 也可包括多個間隔排列的電極，然後該些電極的尺寸及排列方式對應於第一電極層 112 的該些電極 1221 至 1225。

再來，前述有提及外殼液體 2 與內核液體 3 可同時為導電或極性液體，例如液體 2 可為高碳數的醇（八醇或十醇等），而內核液體 3 為水。

綜合上述，本發明具有以下效果：

- 1、外殼液滴 21 及內核液滴 31 的容積是依據第一流道電極 1224 的尺寸以及第一電極板 11 與第二電極板 12 之間的間距所決定，因此外殼液滴 21 及內核液滴 31 的容積可較準確地計算出，且每次產生的容積也具高預測性與重複性。
- 2、去殼液體 4 可輕易地將包覆式液滴的外殼液滴 21 移除。

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】**

第一圖為本發明的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統的側視圖。

第二圖為本發明的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統的第一電極層的上視圖。

第三圖為本發明的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統的另一種第一電極層的上視圖。

第四圖為本發明的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統的又一種第一電極層的上視圖。

第五圖為本發明的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統的使用示意圖。

第六圖為本發明的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統的另一使用示意圖。

第七圖為本發明的產生可移除外殼之包覆式液滴的方法的流程圖。

第八 A 圖至第八 F 圖為本發明的產生可移除外殼之包覆式液滴的方法的動作示意圖。

第九圖為本發明的產生可移除外殼之包覆式液滴的方法的另一流程圖。

第十 A 圖及第十 B 圖為本發明的產生可移除外殼之包覆式液滴的方法的另一動作示意圖。

**【主要元件符號說明】**

1 產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統

## 11 第一電極板

111 第一基板

112 第一電極層

1121 第一儲液電極

1122 第二儲液電極

1123 第三儲液電極

1124、1124A、1124B 第一流道電極

1125 第二流道電極

113 介電層

114 第一疏水層

## 12 第二電極板

121 第二基板

122 第二電極層

123 第二疏水層

## 13 分隔結構

## 14 空間

## 2 外殼液體

21、21A、21B 外殼液滴

## 3 內核液體

31 內核液滴

## 4 去殼液體

## 七、申請專利範圍：

1、一種產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統，包括：

一第一電極板，其具有一第一基板及一第一電極層，該第一電極層設置於該第一基板的一側面，該第一電極層包括一第一儲液電極、一第二儲液電極、一第三儲液電極、多個連續鄰接的第一流道電極及多個連續鄰接的第二流道電極，該些第一流道電極的其中一個鄰接該第一儲液電極，該些第一流道電極的另一個鄰接該第二儲液電極，該些第二流道電極的其中一個鄰接該第三儲液電極，該些第二流道電極的另一個鄰接該些第一流道電極，該第一儲液電極用以置放一外殼液體，該第二儲液電極用以置放一內核液體，該第三儲液電極用以置放一可移除該外殼液體的去殼液體；

一第二電極板，其具有一第二基板及一第二電極層，該第二電極層設置於該第二基板的一側面並且與該第一電極層相對；以及

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

2、如申請專利範圍第 1 項所述的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統，其中該外殼液體或該內核液體為一介電液體。

3、如申請專利範圍第 1 項所述的產生可移除外殼之包

覆式液滴的微流體系統，其中該外殼液體或該內核液體為一導電液體。

4、如申請專利範圍第 1 項所述的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統，其中該第一電極板更具有介電層，該介電層設置於該第一電極層上。

5、如申請專利範圍第 4 項所述的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統，其中該第一電極板更具有疏水層，該疏水層設置於該介電層上。

6、如申請專利範圍第 1 項所述的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統，其中該第二電極板更具有疏水層，該疏水層設置於該第二電極層上。

7、如申請專利範圍第 1 項所述的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統，其中該些第一流道電極及該些第二流道電極共同排列成一『T』字、『λ』字或『E』字狀。

8、如申請專利範圍第 1 項所述的產生可移除外殼之包覆式液滴的微流體系統，其中該第一基板及該第二基板的材料為玻璃。

9、一種產生可移除外殼之包覆式液滴的方法，包括步驟如下：

提供一微流體系統，其具有相對設置的一第一電極

層及一第二電極層；

放置一外殼液體於該第一電極層的一第一儲液電極上；

放置一內核液體於該第一電極層的一第二儲液電極上；

放置一去殼液體於該第一電極層的一第三儲液電極上；

施加電能於該第一電極層及該第二電極層，使得部分的該外殼液體從該第一儲液電極移動至該第一電極層的多個電極的其中一個上，以形成一外殼液滴；

施加電能於該第一電極層及該第二電極層，使得部分的該內核液體從該第二儲液電極移動至該些電極的另一個上，以形成一內核液滴；

施加電能於該第一電極層及該第二電極層，使得該外殼液滴與該內核液滴在該些電極上移動而互相接觸，該外殼液滴包覆該內核液滴而形成一包覆式液滴；

施加電能於該第一電極層及該第二電極層，使得該包覆式液滴在該些電極上移動而接近該第三儲液電極；以及

該去殼液體接觸該包覆式液滴的外殼液滴混合然後揮發，而移除該外殼液滴。

10、如申請專利範圍第9項所述的產生可移除外殼之包覆式液滴的方法，更包括步驟如下：

施加電能於該第一電極層及該第二電極層，使得部分的該外殼液體從該第一儲液電極移動至該第一電極層

的該些電極的其中一個上，以形成另一外殼液滴；以及

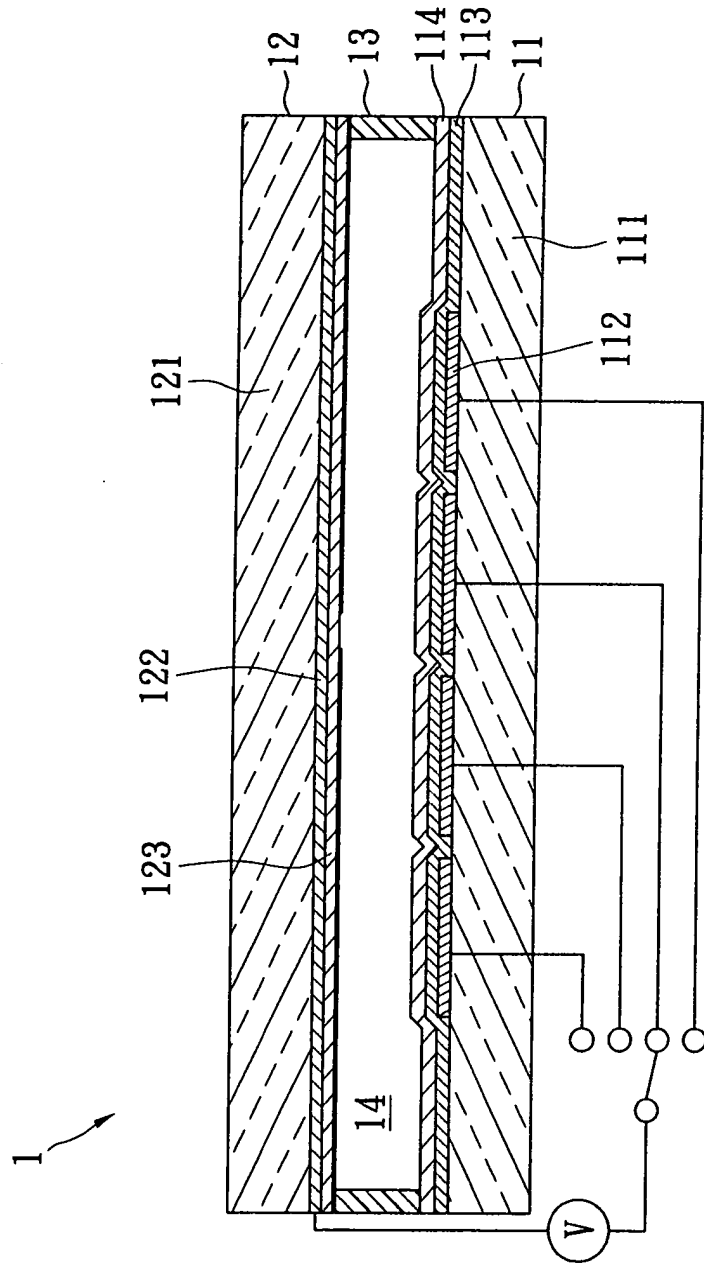
施加電能於該第一電極層及該第二電極層，使得該兩外殼液滴在該些電極上移動而互相接觸，該兩外殼液滴融合在一起。

11、如申請專利範圍第9項所述的產生可移除外殼之包覆式液滴的方法，其中該外殼液體或該內核液體為一導電液體時，該外殼液體或該內核液體藉由介電濕潤的現象來移動。

12、如申請專利範圍第9項所述的產生可移除外殼之包覆式液滴的方法，其中該外殼液體或該內核液體為一導電液體時，該外殼液體或該內核液體藉由介電泳的現象來移動。

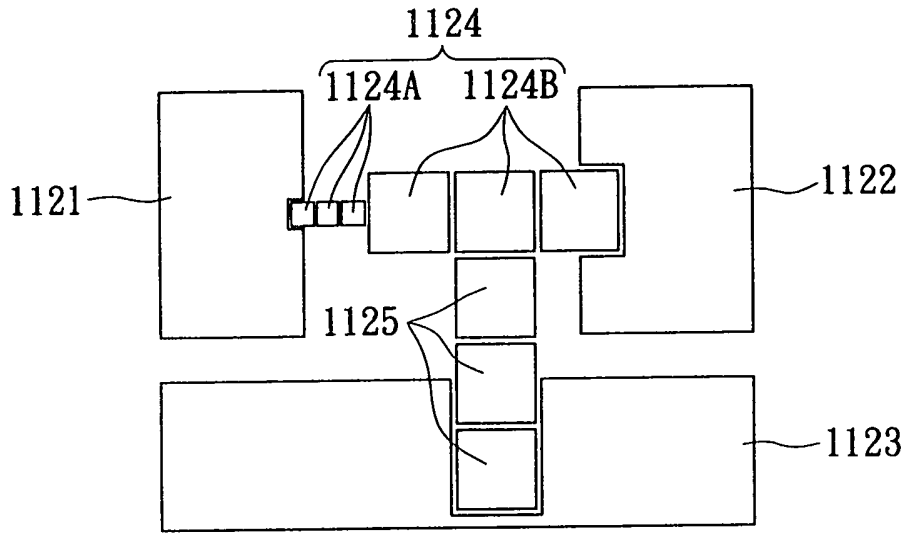
13、如申請專利範圍第9項所述的產生可移除外殼之包覆式液滴的方法，其中該外殼液體或該內核液體為一介電液體時，該外殼液體或該內核液體藉由介電泳的現象來移動。

八、圖式：

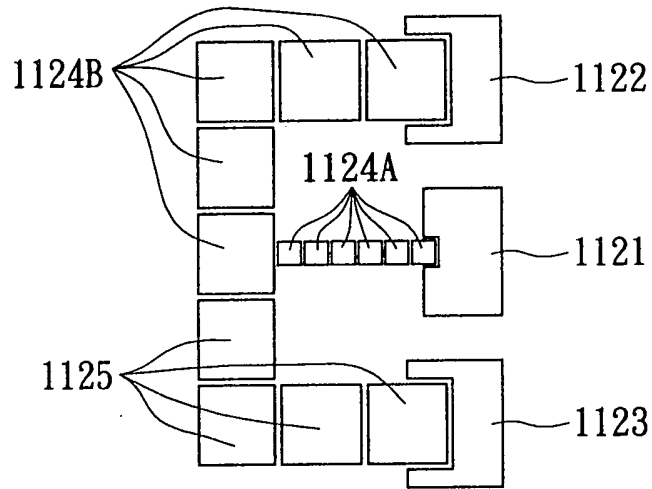


第一圖

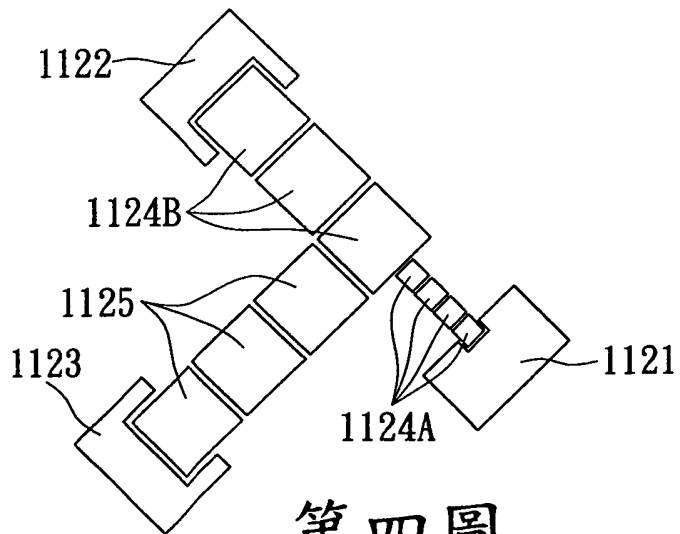




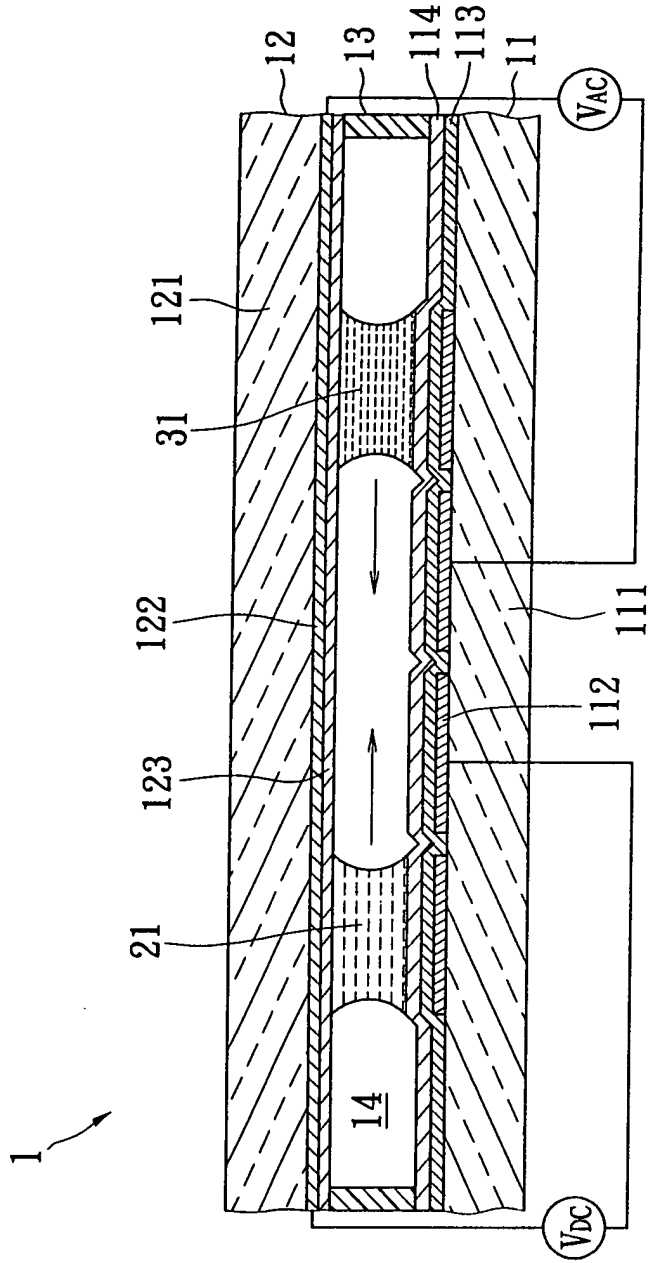
第二圖



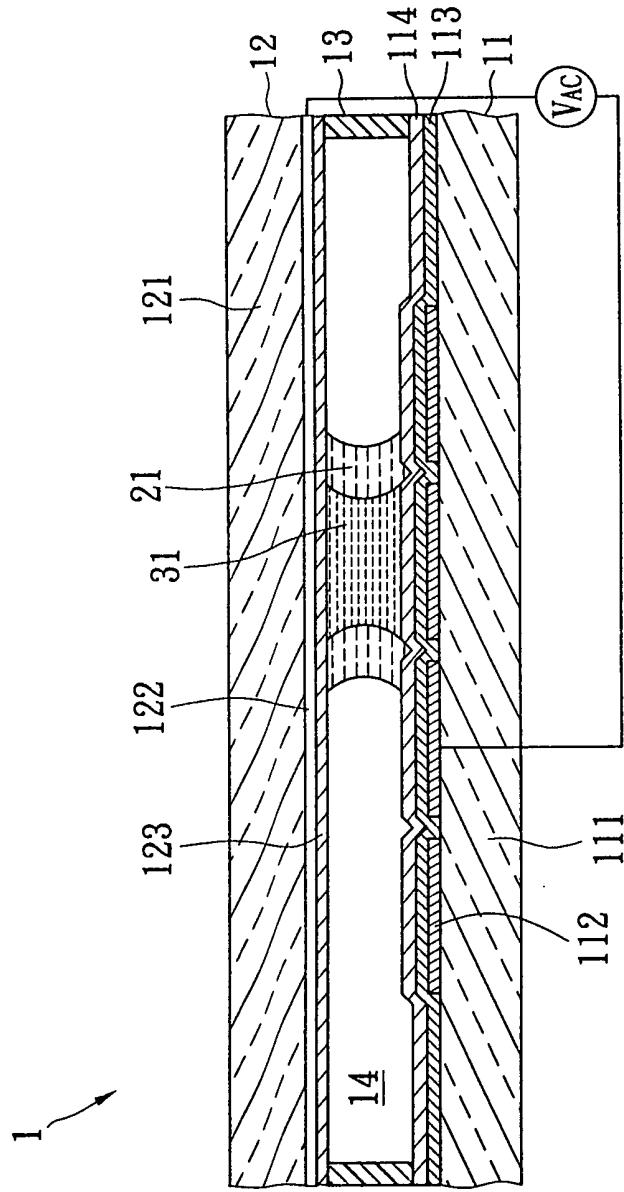
第三圖



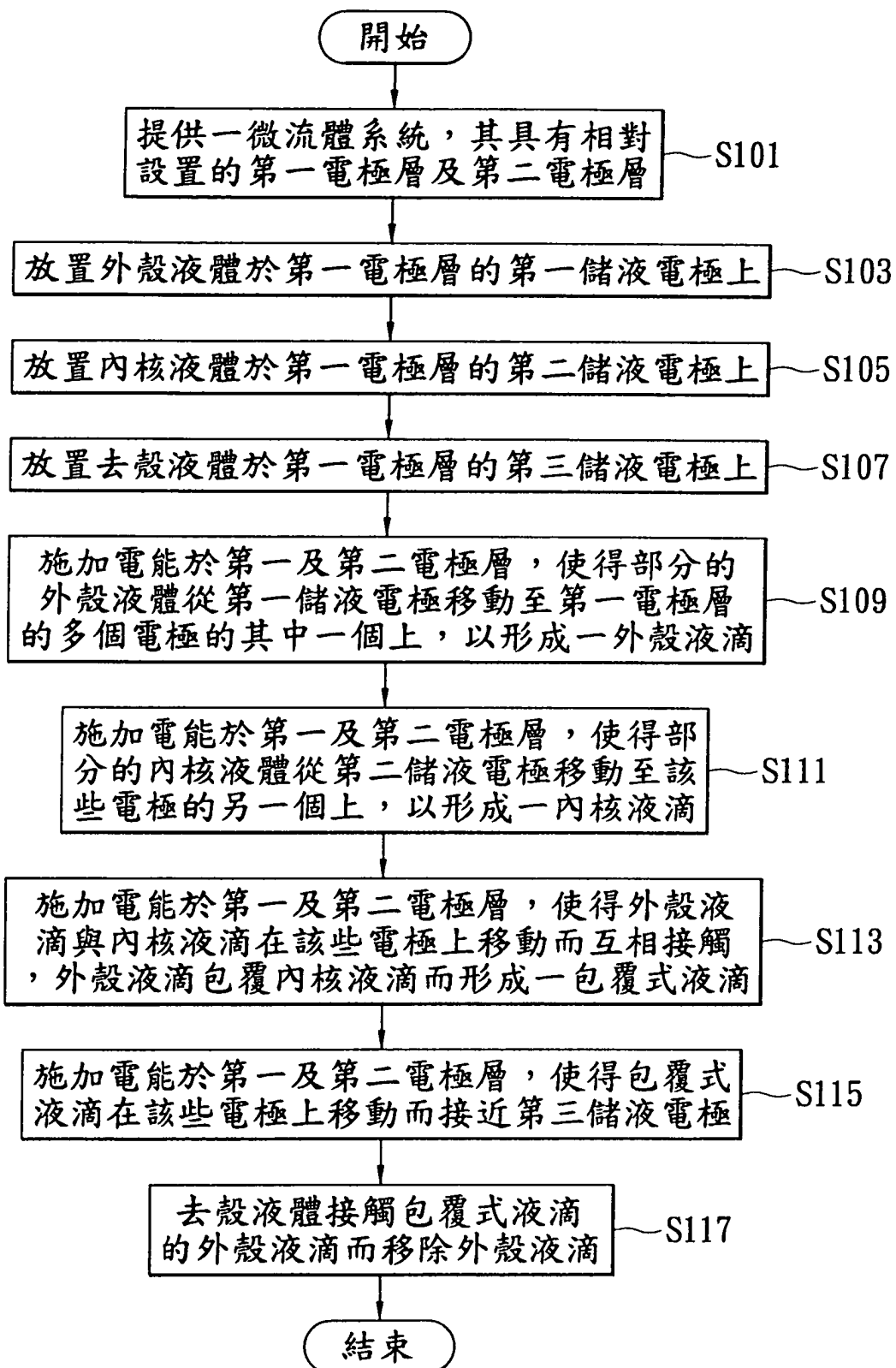
第四圖



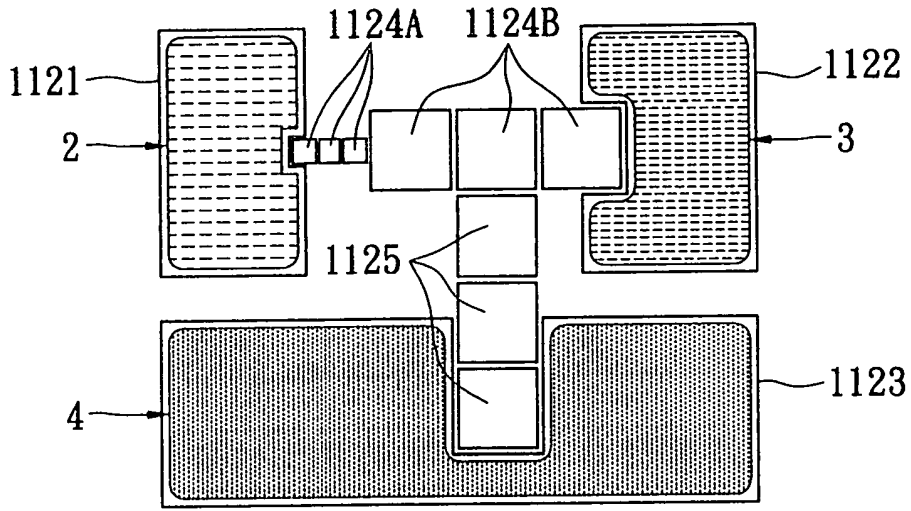
第五圖



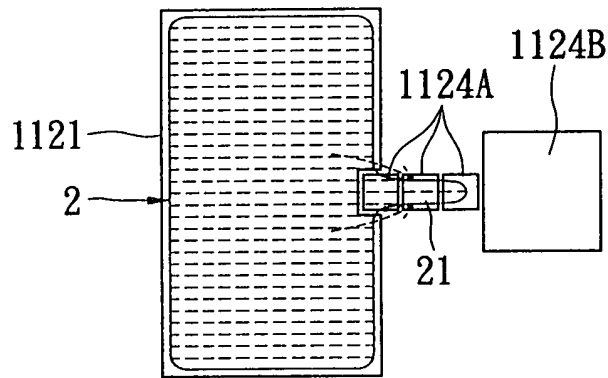
第六圖



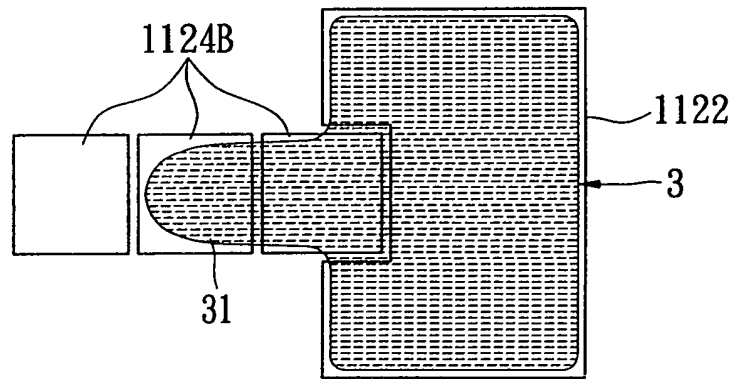
第七圖



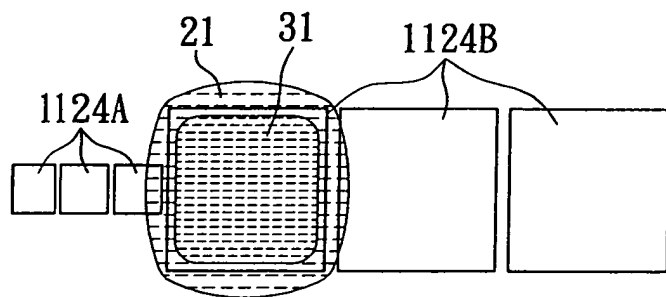
第八A圖



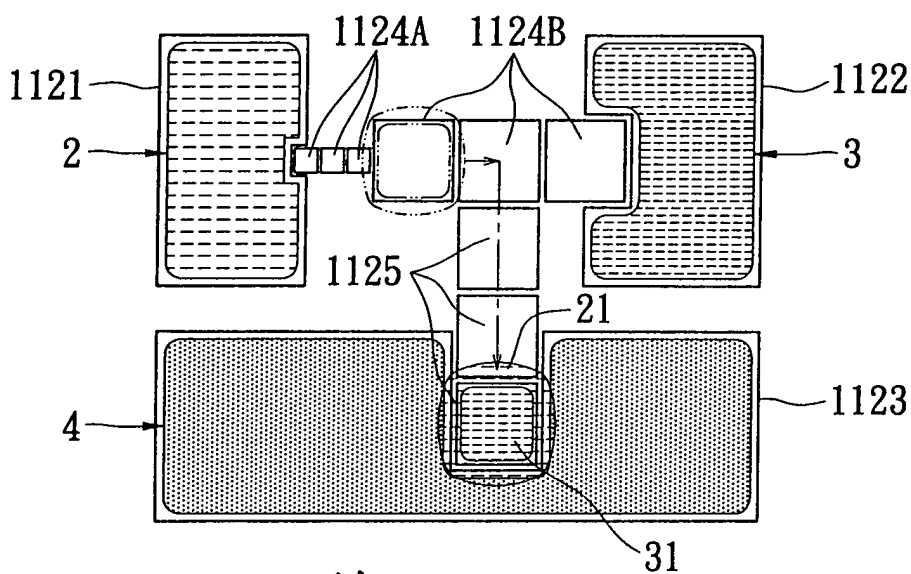
第八B圖



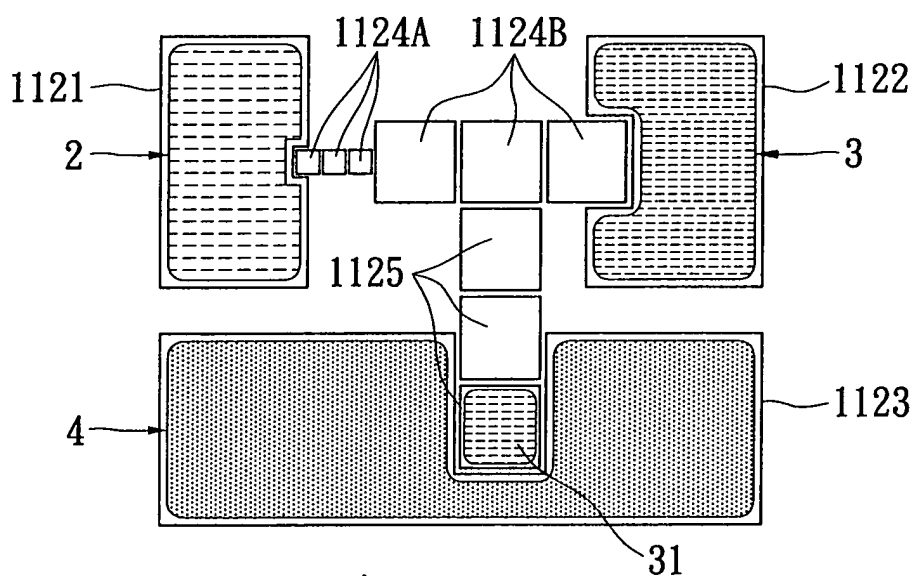
第八C圖



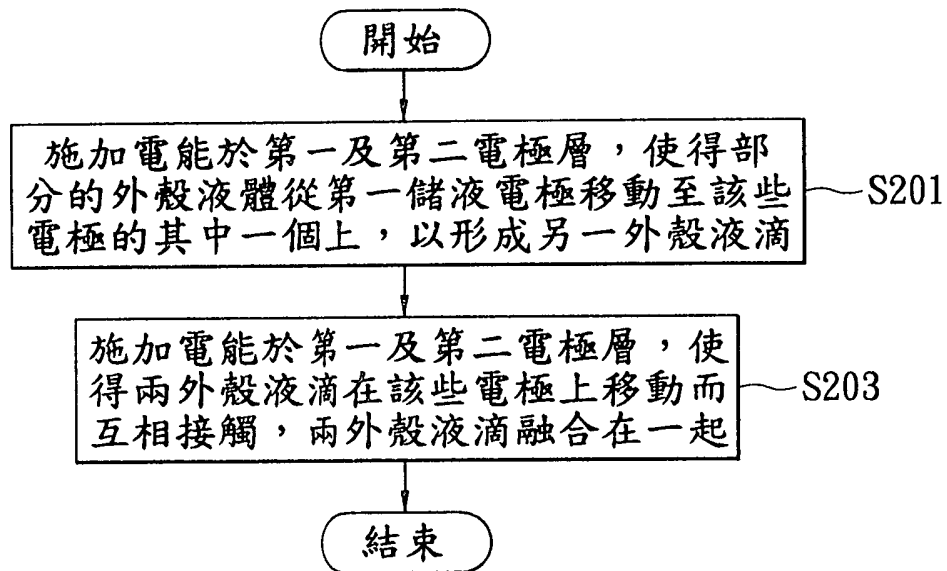
第八D圖



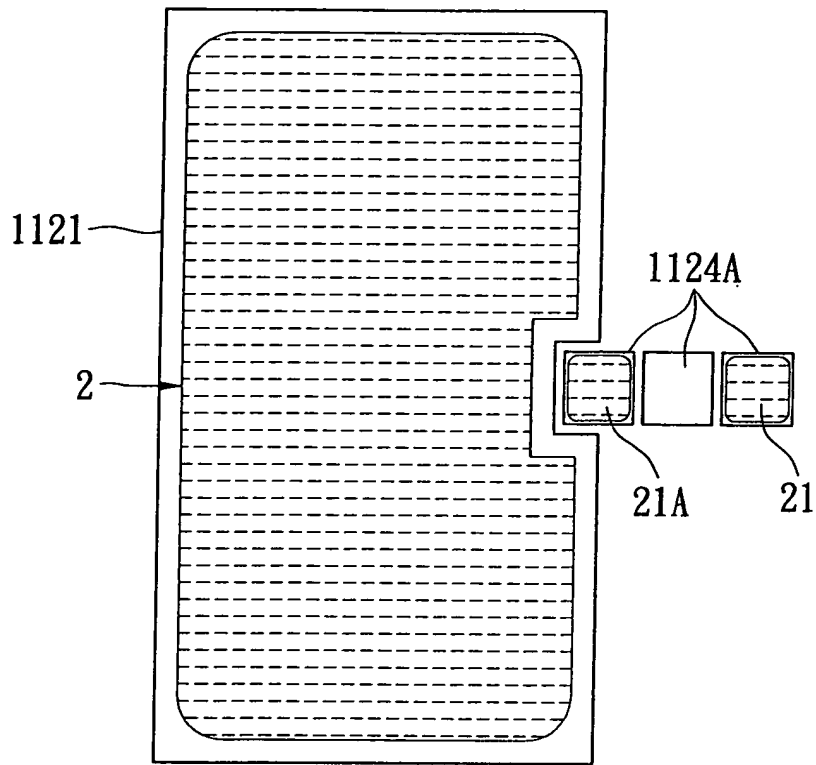
第八E圖



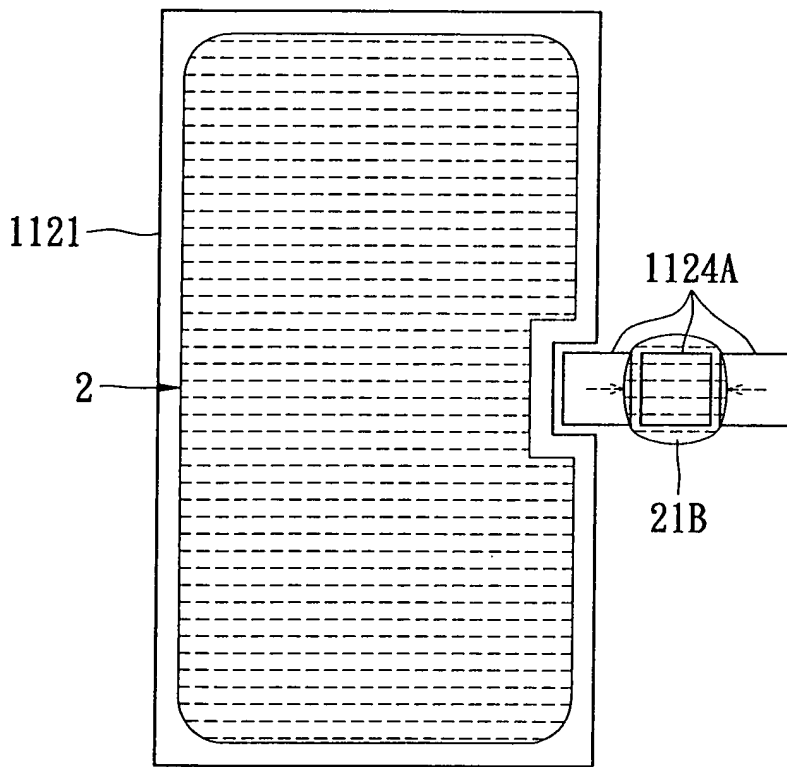
第八F圖



第九圖



第十A圖



第十B圖