

(21)申請案號：100108251

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 03 月 11 日

(51)Int. Cl. : B05C9/08 (2006.01)

H01L21/30 (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：陳慶耀 CHEN, CHING YAO (TW) ; 巫文良 WU, WEN LIANG (TW)

(74)代理人：蔡朝安

(56)參考文獻：

TW M372752

EP 1892317A1

審查人員：賴佳琪

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：8 共 0 頁

(54)名稱

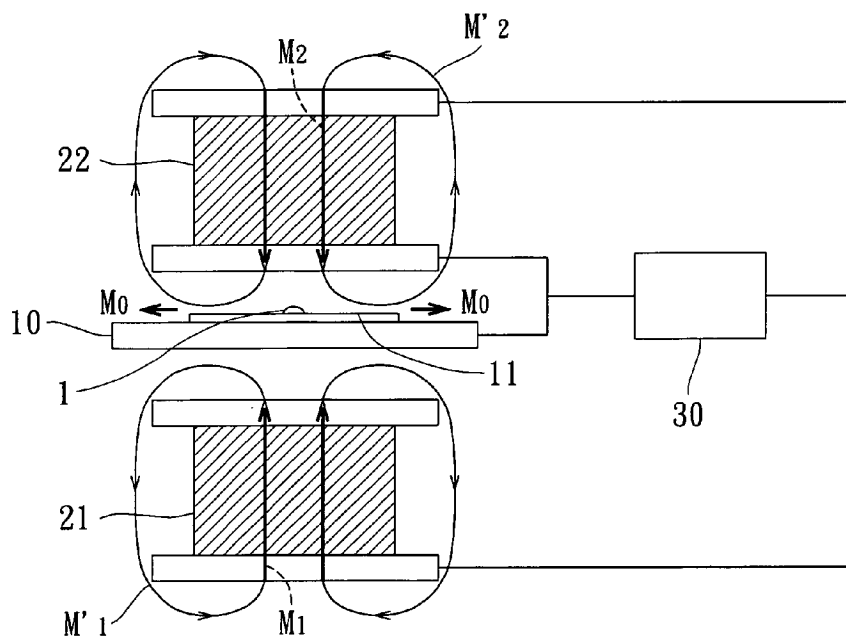
塗佈裝置以及控制磁性流體之方法

COATING DEVICE AND METHOD OF CONTROLLING FERROFLUIDS

(57)摘要

本發明提供一種塗佈裝置以及控制磁性流體之方法，其是利用一徑向磁場施加於一磁性流體，以驅使磁性流體自徑向磁場之中心往外輻射狀延展，藉以避免旋轉塗佈技術所產生的問題。

A coating device and a method of controlling ferrofluids are provided. Applying a radial magnetic field on a ferrofluid to drive the ferrofluid move radially from the center of the radial magnetic field, thereby avoiding issues occurred by using spin coating.



- 1 . . . 磁性流體
- 10 . . . 平台
- 11 . . . 平面
- 21 . . . 第一線圈組
- 22 . . . 第二線圈組
- 30 . . . 直流電源供應器
- $M_1$  . . . 第一磁場
- $M_2$  . . . 第二磁場
- $M_0$  . . . 徑向磁場
- $M'_1 M'_2$  . . . 磁力線

圖 1



申請日：

發明專利說明書 IPC分類：

公告本

(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：100108251

※申請日：100, 3, 11

※IPC 分類：B05C 9/08 (2006.01)  
H01L 21/30 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

塗佈裝置以及控制磁性流體之方法

COATING DEVICE AND METHOD OF CONTROLLING

FERROFLUIDS

## 二、中文發明摘要：

本發明提供一種塗佈裝置以及控制磁性流體之方法，其是利用一徑向磁場施加於一磁性流體，以驅使磁性流體自徑向磁場之中心往外輻射狀延展，藉以避免旋轉塗佈技術所產生的問題。

## 三、英文發明摘要：

A coating device and a method of controlling ferrofluids are provided. Applying a radial magnetic field on a ferrofluid to drive the ferrofluid move radially from the center of the radial magnetic field, thereby avoiding issues occurred by using spin coating.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	磁性流體
10	平台
11	平面
21	第一線圈組
22	第二線圈組
30	直流電源供應器
$M_1$	第一磁場
$M_2$	第二磁場
$M_0$	徑向磁場
$M'_1 M'_2$	磁力線

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是有關一種塗佈裝置以及控制磁性流體之方法，特別是一種利用磁場控制磁性流體輻射狀流動之塗佈裝置以及控制磁性流體之方法。

### 【先前技術】

旋轉塗佈技術是將塗料置於欲塗佈之平面之中心，接著旋轉平面產生離心力使得塗料向外延展，而塗佈於平面上。例如，半導體製程經常利用旋轉塗佈技術將光阻塗料均勻塗佈於晶圓表面。然而，驅動大尺寸晶圓高速旋轉不僅耗能，且旋轉時可能造成設備振動、過熱等安全上之顧慮。此外，旋轉塗佈時，在連續薄膜波前處會產生指狀化突出。由於流體向外延展時，會選擇阻力較少的指狀化突出向外擴散，因此塗料在晶圓表面之最大塗佈面積無法達到有效率的最大值。

綜上所述，如何避免利用離心力即可驅使塗料輻射狀延展以及控制指狀化突出之數量便是目前極需努力的目標。

### 【發明內容】

本發明提供一種塗佈裝置以及控制磁性流體之方法，其是利用一徑向磁場施加於一磁性流體，以驅使磁性流體自徑向磁場之中心往外輻射狀延展，藉以避免旋轉塗佈技術所產生的問題。

本發明一實施例之塗佈裝置，用以塗佈一磁性流體於一平面，包含一平台、一第一線圈組、一第二線圈組、一直流電源供應器與一控制器。平台用以承載欲塗佈磁性流體之平面。第一線圈組其設置於平台之一側，用以產生一第一磁場，其磁場方向垂直平台。第二線圈組其與第一線圈組相對設置，用以產生一第二磁場，其磁場方向與第一磁場之磁場方向相反，其中，第二磁場與第一磁場耦合，以產生一輻射狀之徑向磁



場，其磁場方向平行平台。直流電源供應器與第一線圈組以及第二線圈組電性連接，用以提供電源給第一線圈組以及第二線圈組。控制器與直流電源供應器電性連接，用以選擇性啟動第二線圈組，以使磁性流體依序受到第一磁場以及徑向磁場驅動。

本發明另一實施例之控制磁性流體之方法，用以控制磁性流體輻射狀流動時指狀化突出之數量，其方法包含設置一磁性流體於一水平平面上、利用一第一線圈組產生一第一磁場施加於磁性流體，以驅使磁性流體沿第一磁場方向延伸，其中第一磁場之磁場方向垂直平面、關閉第一磁場與利用與第一線圈組相對設置之一第二線圈組產生一第二磁場，其磁場方向與第一磁場之磁場方向相反，其中，第二磁場與第一磁場耦合，以產生一輻射狀之徑向磁場施加於磁性流體，其中徑向磁場之磁場方向平行平面，以驅使磁性流體輻射狀流動。

以下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

### 【實施方式】

請同時參照圖 1 與圖 2，圖 1 為本發明之一實施例之塗佈裝置之結構示意圖；圖 2 中的步驟 S1-S2 為本發明之一實施例之塗佈方法之流程示意圖。首先，步驟 S1 為設置一磁性流體 1 於欲塗佈之一平面 11 上，其中磁性流體為一種固液共存的磁性材料，既具有液體的流動性，又有導磁固體的物理特性。舉例而言，磁性流體的組成分包括奈米級氧化鐵粒子、表面活性劑與載基流體。基本上，磁性流體最主要的製造方法是經由化學合成的方法，將表面活性劑包附在奈米級氧化鐵粒子上面，並將其均勻溶解於載基流體中。而磁性流體之奈米級氧化鐵粒子通常來自於磁鐵礦、赤鐵礦或是其它包含鐵的混合物。

如圖 1 所示，本發明之一實施例之塗佈裝置，係包含一平台 10、一第一線圈組 21、一第二線圈組 22 與一直流電源供應器 30。

接續上述，平台 10 用以承載欲塗佈磁性流體 1 之平面 11，舉例來說，平面 11 可為一半導體晶圓(wafer)或一基板，於另一實施例中，平面 11 可為平台 10 的上表面。第一線圈組 21 與第二線圈組 22 可為亥姆霍茲(Helmholtz)線圈組。接著，步驟 S2 為產生一輻射狀之徑向磁場  $M_0$  施加於磁性流體 1，其中徑向磁場  $M_0$  之磁場方向平行平面 11，以驅使磁性流體 1 輻射狀流動，以完成塗佈。如圖 1 所示，直流電源供應器 30 與第一線圈組 21 以及第二線圈組 22 電性連接。第一線圈組 21 設置於平台 10 之一側，直流電源供應器 30 提供電流給第一線圈組 21 產生一第一磁場  $M_1$ ，其磁場方向垂直平台 10，第二線圈組 22 與第一線圈組 21 相對設置，直流電源供應器 30 提供電流給第二線圈組 22 產生一第二磁場  $M_2$ ，其磁場方向與第一磁場  $M_1$  之磁場方向相反，其中，通過電流的第一線圈組 21 與第二線圈組 22 產生一輻射狀之徑向磁場  $M_0$ ，其磁場方向平行平台 10。須注意的是，第一磁場  $M_1$  指的是第一線圈組 21 通過電流產生磁力線  $M'_1$  中線圈內的磁場；第二磁場  $M_2$  指的是第二線圈組 22 通過電流產生磁力線  $M'_2$  中線圈內的磁場。

舉例來說，如圖 1 所示，第一線圈組 21 設置於平台 10 之下側，第二線圈組 22 設置於平台 10 之上側。直流電源供應器 30 可為一可程式化電流供應器，分別提供電流給第一線圈組 21 與第二線圈組 22，並使第一線圈組 21 與第二線圈組 22 分別產生的第一磁場  $M_1$  與第二磁場  $M_2$  於垂直平台 10 的方向上的相抵消，即可產生輻射狀之徑向磁場  $M_0$ 。平面 11 上的磁性流體 1 受到輻射狀之徑向磁場  $M_0$  的作用，沿輻射狀之徑向磁場  $M_0$  的方向移動，達到將磁性流體 1 塗佈於平面 11 的目的。於一實施例中，塗佈裝置更包含一冷卻器(未圖示)，用以降低第一線圈組 21 以及第二線圈組 22 之操作溫度，避免第一線圈組 21 或第二線圈組 22 的操作溫度上升，造成線圈電阻改變，影響第一磁場  $M_1$  或第二磁場  $M_2$  的大小。

接續上述，本發明之實施例之塗佈方法中，磁性流體 1 沿輻射狀之徑向磁場  $M_0$  的方向移動，磁性流體 1 受到徑向磁場  $M_0$  產生的磁力

大小與徑向距離成正比，而利用傳統旋轉塗佈的方式，流體所受到的離心力亦與徑向距離成正比，因此本發明之塗佈方法不僅可避免利用離心力即可驅使欲塗佈的流體輻射狀延展，裝置消耗的功率亦較高速旋轉塗佈的方式為低，且無旋轉時可能造成設備振動、過熱等安全上之顧慮。

圖 2 的實施例為一種塗佈磁性流體的方法，可以理解的是，此方法不僅限於半導體晶圓的塗佈，亦可做為一控制磁性流體的方法，例如將原本因表面張力在平面上匯聚成一球面的磁性流體液滴，藉由控制磁性流體徑向移動，使其鋪設於平面，以便日後觀察、研究。

如圖 3 所示，為依照圖 2 所示的塗佈方法，且磁性流體受到大小為 288 Oe 的徑向磁場  $M_0$ ，磁性流體受到徑向磁場  $M_0$  後，第 4.6 秒的上視示意圖。由圖 3 可知，僅受到徑向磁力的磁性流體在平面上徑向移動的過程中，受到磁性流體的黏滯度影響，磁性流體將受到不穩定的阻力，造成磁性流體於輻射狀延展時將會產生不均勻的指狀化現象，造成塗佈不均，影響塗佈的有效面積。因此本發明之另一實施例中所揭露之控制磁性流體之方法，可用以控制磁性流體輻射狀流動時指狀化突出之數量，進而提升塗佈的有效面積。

請同時參考圖 4、圖 5、圖 6a-圖 6c，圖 4 為本發明之另一實施例之塗佈裝置之結構示意圖，圖 4 的塗佈裝置更包含一控制器 40，與直流電源供應器 30 電性連接，用以選擇性啟動第二線圈組 22；圖 5 中的步驟 S'1-S'4 為本發明之另一實施例之塗佈方法之流程示意圖。圖 6a-圖 6c 分別為步驟 S'2-S'4 時，磁性流體的上視示意圖。首先，步驟 S'1 為設置一磁性流體 1 於平面 11 上。接著，步驟 S'2 為利用第一線圈組 21 產生第一磁場  $M_1$  施加於磁性流體 1，以驅使磁性流體 1 沿第一磁場  $M_1$  方向延伸，其中第一磁場  $M_1$  之磁場方向垂直平面 11。較佳者，第一線圈組 21 設置於平台 10 下側，且第一磁場  $M_1$  的方向為垂直平面 11 向上，磁性流體 1 將垂直向上延伸，且磁性流體 1 中的奈米級氧化鐵粒子受到第一磁場  $M_1$  的磁化產生磁偶極，均勻分裂成小顆液滴，如圖

6a 所示。

接續上述，步驟 S'3 為消除第一磁場  $M_1$ ，舉例來說，控制器 40 控制直流電源供應器 30 停止供應電流至第一線圈組 21，均勻分裂成小顆液滴的磁性流體 1 將因重力落回平面 11，此時在磁性流體 1 的邊緣將產生複數個連續且對稱的指狀突出邊緣 1'，如圖 6b 所示。步驟 S'4 為利用第一線圈組 21 與第二線圈組 22 分別產生第一磁場  $M_1$  與第二磁場  $M_2$ ，其中第一線圈組 21 與第二線圈組 22 相對設置，並使第一線圈組 21 與第二線圈組 22 分別產生的第一磁場  $M_1$  與第二磁場  $M_2$  於垂直平台 10 的方向上的相抵消，而通過電流的第一線圈組 21 與第二線圈組 22 產生平行平台 10 的輻射狀之徑向磁場  $M_0$  施加於磁性流體 1，其中徑向磁場  $M_0$  之磁場方向平行平面 11，以驅使磁性流體 1 輻射狀流動。須注意的是，此時受到徑向磁場  $M_0$  驅使的磁性流體 1 較易由磁性流體 1 的指狀突出邊緣 1' 向外延伸，形成對稱性的形狀，如圖 6c 所示。

由上述可知，與圖 2 所示的塗佈方法相比，圖 5 所示的塗佈方法的差異在於先提供垂直平面 11 的第一磁場  $M_1$ ，並於施加徑向磁場  $M_0$  於磁性流體 1 之前，消除第一磁場  $M_1$ ，使磁性流體 1 的邊緣產生複數個連續且對稱的指狀突出邊緣 1'。隨後施加的徑向磁場  $M_0$  驅使磁性流體 1 的指狀突出邊緣 1' 向外延伸，形成對稱且均勻的塗佈面積。可以理解的是，磁性流體 1 的指狀突出邊緣 1' 數量越多，隨徑向磁場  $M_0$  驅使形成的塗佈範圍將更為對稱、均勻，有效的塗佈面積也更為擴張。可以透過調整第一磁場  $M_1$  的強度與磁性流體 1 設置於平面 11 上的體積，以改變磁性流體 1 的指狀突出邊緣 1' 數量。

圖 5 的實施例為一種塗佈磁性流體的方法，可以理解的是，此方法不僅限於半導體晶圓的塗佈，亦可為一控制磁性流體的方法，例如將原本因表面張力在平面上匯聚成一球面的磁性流體液滴，藉由控制磁性流體徑向移動，使其均勻對稱地鋪設於平面，以便日後觀察、研究。

綜合上述，本發明之塗佈裝置藉由控制通過第一線圈組與第二線

圈組的電流產生平行平面的徑向磁場，以驅動磁性流體向外輻射狀移動，達到控制磁性流體與塗佈磁性流體的目的。於另一實施例中，更提供另一控制磁性流體方法，先提供垂直磁場驅使磁性流體的邊緣形成複數個指狀突出邊緣，再提供徑向磁場驅使磁性流體對稱向外輻射狀移動，不僅可避免利用離心力即可驅使欲塗佈的流體輻射狀延展，裝置消耗的功率亦較高速旋轉塗佈的方式為低，且無旋轉時可能造成設備振動、過熱等安全上之顧慮。

以上所述之實施例僅是為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。

**【圖式簡單說明】**

圖 1 為一結構示意圖，本發明之一實施例之塗佈裝置之結構示意圖。

圖 2 為一流程示意圖，顯示本發明一實施例之塗佈方法之流程示意圖。

圖 3 為一上視示意圖，顯示磁性流體受到大小為 288 Oe 的徑向磁場，磁性流體受到徑向磁場後，第 4.6 秒的上視示意圖。

圖 4 為一結構示意圖，本發明之一實施例之塗佈裝置之結構示意圖。

圖 5 為一流程示意圖，顯示本發明一實施例之塗佈方法之流程示意圖。

圖 6a 為一上視示意圖，顯示步驟 S'2 時，磁性流體的上視示意圖。

圖 6b 為一上視示意圖，顯示步驟 S'3 時，磁性流體的上視示意圖。

圖 6c 為一上視示意圖，顯示步驟 S'4 時，磁性流體的上視示意圖。

**【主要元件符號說明】**

1	磁性流體
1'	指狀突出邊緣
10	平台
11	平面
21	第一線圈組
22	第二線圈組
30	直流電源供應器
40	控制器

$M_1$	第一磁場
$M_2$	第二磁場
$M_0$	徑向磁場
$M'_1 M'_2$	磁力線
S1-S2、S'1-S'4	步驟

## 七、申請專利範圍：

1. 一種塗佈裝置，用以塗佈一磁性流體於一平面，包含：
  - 一平台，其用以承載欲塗佈該磁性流體之該平面；
  - 一第一線圈組，其設置於該平台之一側，用以產生一第一磁場，其磁場方向垂直該平台；
  - 一第二線圈組，其與該第一線圈組相對設置，用以產生一第二磁場，其磁場方向與該第一磁場之磁場方向相反，其中，該第一線圈組與該第二線圈組產生一輻射狀之徑向磁場，其磁場方向平行該平台；
  - 一直流電源供應器，其與該第一線圈組以及該第二線圈組電性連接，用以提供電源給該第一線圈組以及該第二線圈組；以及
  - 一控制器，其與該直流電源供應器電性連接，用以選擇性啟動該第二線圈組，以使該磁性流體依序受到該第一磁場以及該徑向磁場驅動。
2. 如請求項 1 所述之塗佈裝置，其中該第一線圈組包含一亥姆霍茲 (Helmholtz) 線圈組。
3. 如請求項 1 所述之塗佈裝置，其中該第一線圈組設置於該平台之下側。
4. 如請求項 1 所述之塗佈裝置，其中該第二線圈組包含一亥姆霍茲 (Helmholtz) 線圈組。
5. 如請求項 1 所述之塗佈裝置，更包含：
  - 一冷卻器，其用以降低該第一線圈組以及該第二線圈組之操作溫度。
6. 如請求項 1 所述之塗佈裝置，其中該直流電源供應器包含一可程式化電流供應器。
7. 一種控制磁性流體之方法，其用以控制磁性流體輻射狀流動時指狀化突出之數量，該方法包含：
  - 設置一磁性流體於一水平平面上；
  - 利用一第一線圈組產生一第一磁場施加於該磁性流體，以驅使該磁性流體沿該第一磁場方向延伸，其中該第一磁場之磁場方向垂直該平面；
  - 關閉該第一磁場；以及



利用與該第一線圈組相對設置之一第二線圈組產生一第二磁場，其磁場方向與該第一磁場之磁場方向相反，其中，該第一線圈組與該第二線圈組產生一輻射狀之徑向磁場施加於該磁性流體，其中該徑向磁場之磁場方向平行該平面，以驅使該磁性流體輻射狀流動。

8. 如請求項 7 所述之控制磁性流體之方法，其中該第一線圈組包含一亥姆霍茲(Helmholtz)線圈組。

9. 如請求項 7 所述之控制磁性流體之方法，其中該第二線圈組包含一亥姆霍茲(Helmholtz)線圈組。

八、圖式

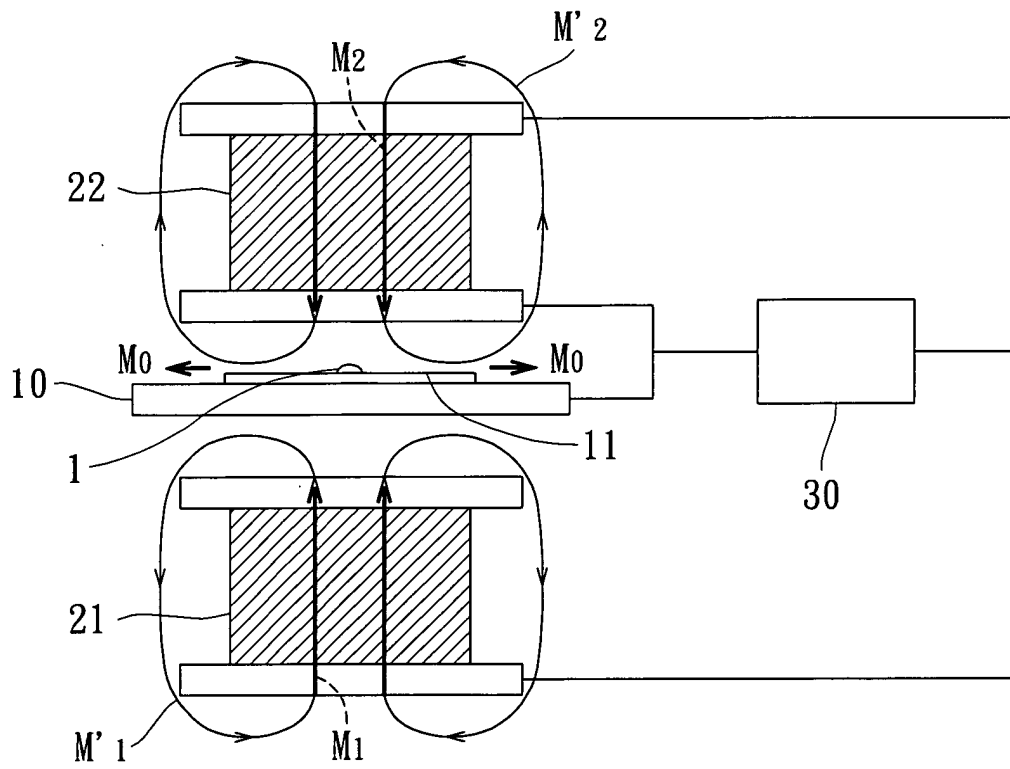


圖 1

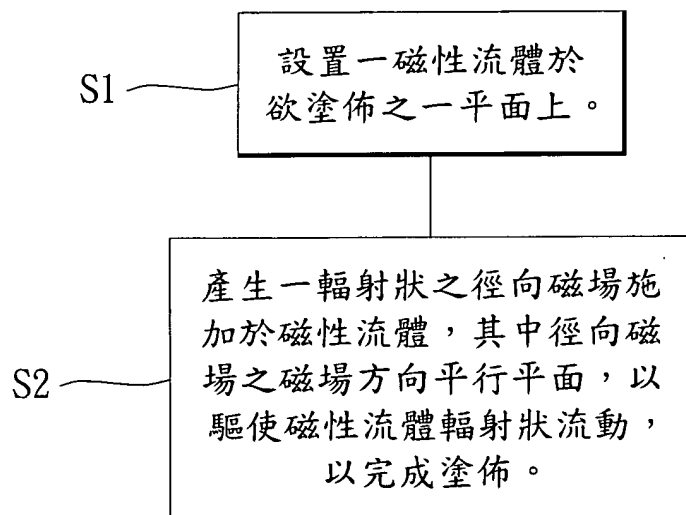


圖2

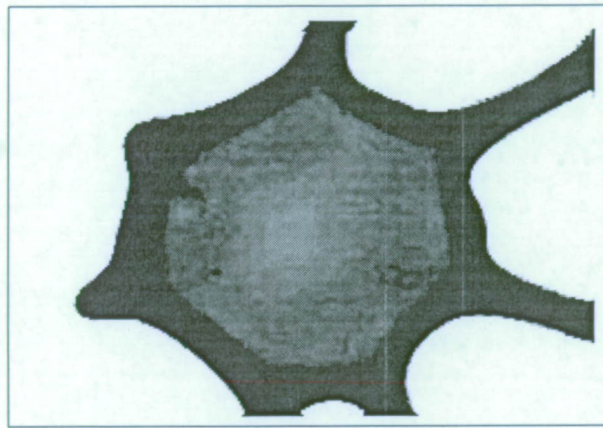


圖3

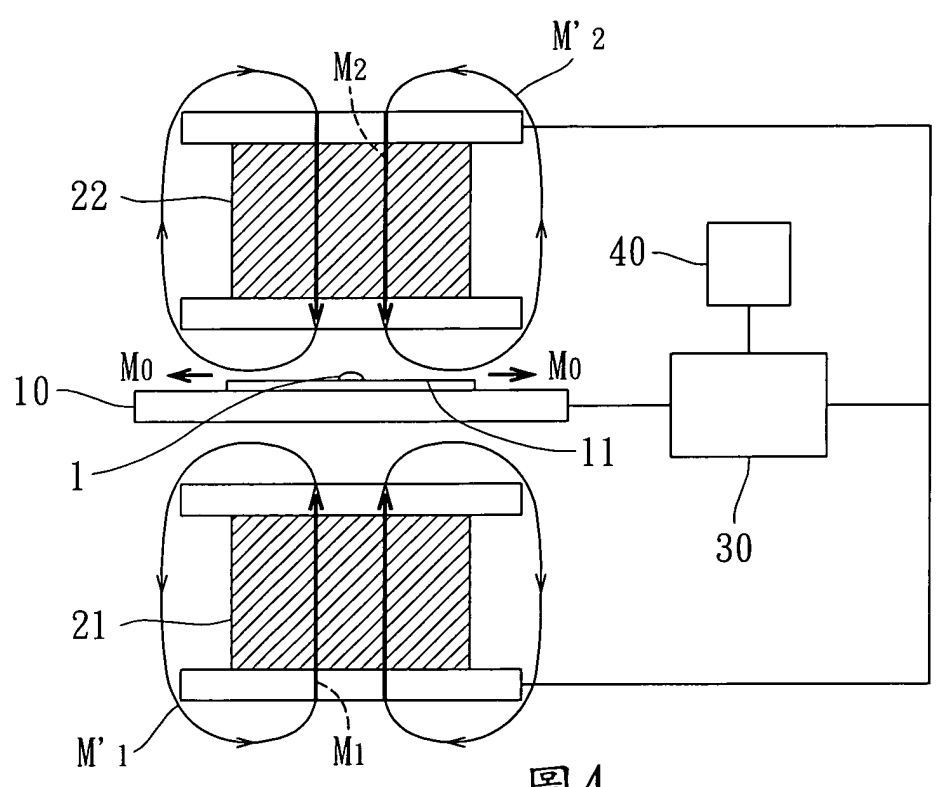


圖4

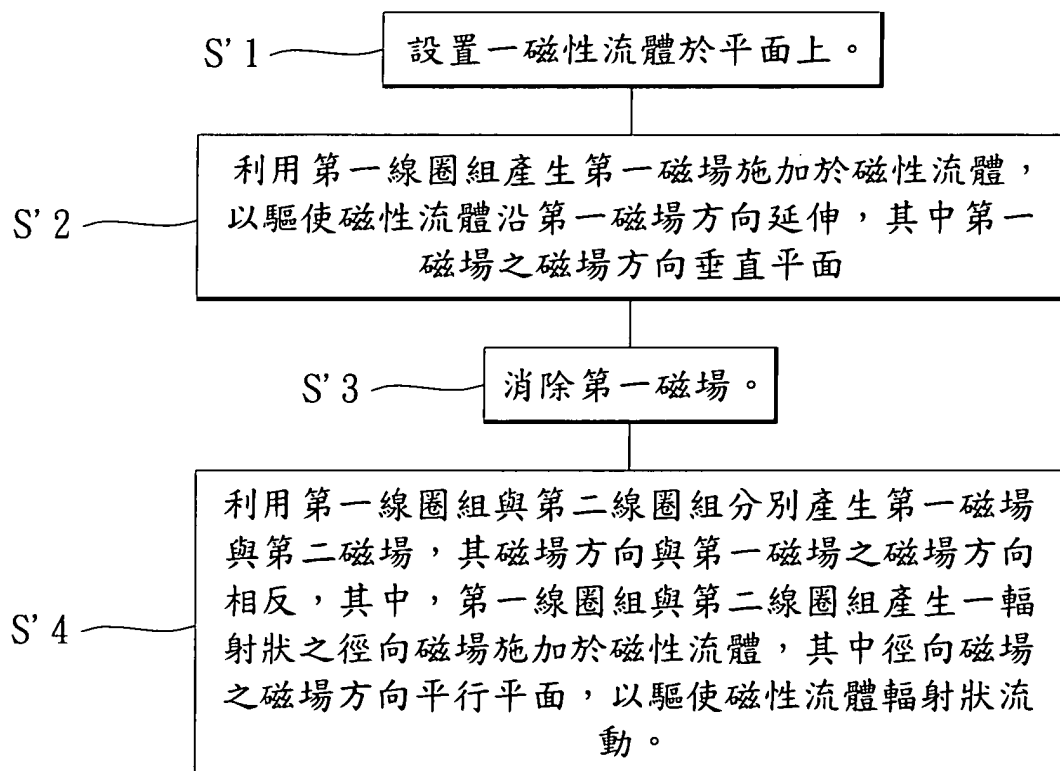


圖5

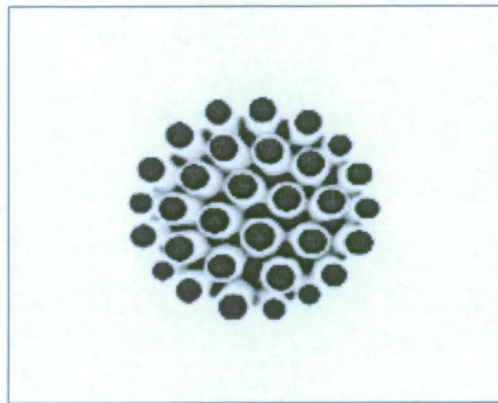


圖 6a

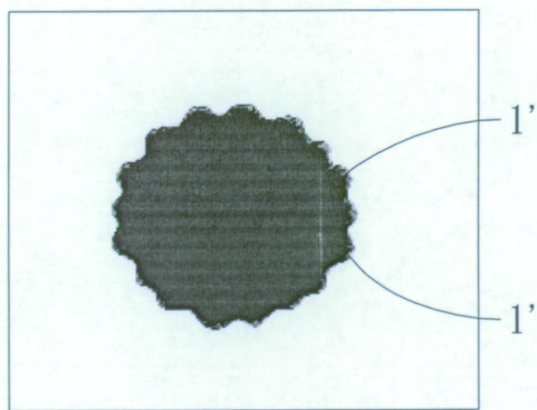


圖 6b



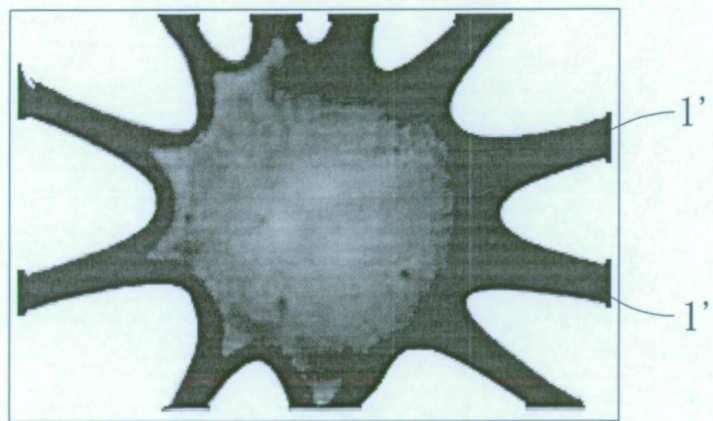


圖 6c