



(21)申請案號：103131891

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 16 日

(51)Int. Cl. : **B81C1/00 (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：孟心飛 MENG, HSINFEI (TW)；冉曉雯 ZAN, HSIAO WEN (TW)；洪勝富 HORNG, SHENG FU (TW)；趙宇強 CHAO, YU CHIANG (TW)；陳彥名 CHEN, YEN MING (TW)；張哲豪 CHANG, CHE HAO (TW)；黃冠閔 HUANG, KUAN MIN (TW)

(74)代理人：林火泉

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：12 共 31 頁

## (54)名稱

微奈米球結構之製作方法及其應用之孔洞製作方法

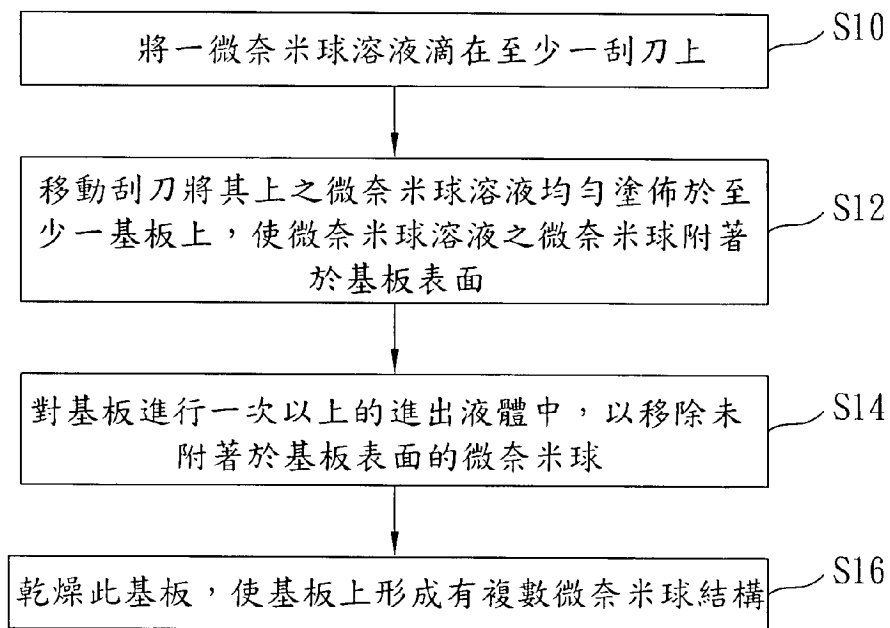
FABRICATING METHOD OF MICRO/NANOSPHERES STRUCTURE AND APPLICATION THEREOF

## (57)摘要

本發明係揭露一種微奈米球結構之製作方法及其應用之微奈米孔洞製作方法，其係將複數小球接觸於刮刀，再利用刮刀將小球溶液刮塗於基材表面上，以在基材表面上塗佈附著數個小球；並使基材單次或多次進入液體中再離開以除去多餘小球，可避免較多的外力因素和實現在大面積製程。本發明確實可塗佈在最大面積上並得到均勻的微奈米球分佈。本發明之方法也可應用於製作具有微米或奈米孔洞之薄膜、垂直式電晶體或氣體感測器，以利於量產並可用於大面積元件。本發明亦兼具低設備成本、再現性高、均勻度高及製程簡單的優勢。

The present invention discloses a fabricating method of micro/nanospheres structure and application thereof. A micro/nanospheres solution contact with a blade which the micro/nanospheres solution fill with all gap, and the blade is used to apply the micro/nanospheres solution on a surface of a substrate, so that a plurality of micro/nanospheres are applied and attached to the surface of the substrate. The substrate is then placed into a kind of liquid and taken out from the liquid one time or several times to remove unnecessary micro/nanospheres, thus preventing interference from external forces and enabling the uniform micro/nanospheres distribution on large area. It's capable of large coating area now known as the largest area of coating micro/nanospheres. The method mentioned above can also be used to produce thin film having micro/nano-holes, vertical type transistor or gas sensor, thus it is advantageous for use in mass production and elements of large area. The invention also contains many advantages such as low cost, high repeatability, high uniformity and simple process.

指定代表圖：



第 1 圖

## 發明摘要

※ 申請案號：103131891

※ 申請日：103. 9. 16

※ IPC分類：B81C% (2003.01)

## 【發明名稱】(中文/英文)

微奈米球結構之製作方法及其應用之孔洞製作方法 / FABRICATING METHOD OF MICRO/NANOSPHERES STRUCTURE AND APPLICATION THEREOF

## 【中文】

本發明係揭露一種微奈米球結構之製作方法及其應用之微奈米孔洞製作方法，其係將複數小球接觸於刮刀，再利用刮刀將小球溶液刮塗於基材表面上，以在基材表面上塗佈附著數個小球；並使基材單次或多次進入液體中再離開以除去多餘小球，可避免較多的外力因素和實現在大面積製程。本發明確實可塗佈在最大面積上並得到均勻的微奈米球分佈。本發明之方法也可應用於製作具有微米或奈米孔洞之薄膜、垂直式電晶體或氣體感測器，以利於量產並可用於大面積元件。本發明亦兼具有低設備成本、再現性高、均勻度高及製程簡單的優勢。

## 【英文】

The present invention discloses a fabricating method of micro/nanospheres structure and application thereof. A micro/nanospheres solution contact with a blade which the micro/nanospheres solution fill with all gap, and the blade is used to apply the micro/nanospheres solution on a surface of a substrate, so that

a plurality of micro/nanospheres are applied and attached to the surface of the substrate. The substrate is then placed into a kind of liquid and taken out from the liquid one time or several times to remove unnecessary micro/nanospheres, thus preventing interference from external forces and enabling the uniform micro/nanospheres distribution on large area. It's capable of large coating area now known as the largest area of coating micro/nanospheres. The method mentioned above can also be used to produce thin film having micro/nano-holes, vertical type transistor or gas sensor, thus it is advantageous for use in mass production and elements of large area. The invention also contains many advantages such as low cost, high repeatability, high uniformity and simple process.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 1 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

無

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

# 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)

微奈米球結構之製作方法及其應用之孔洞製作方法 / FABRICATING METHOD OF MICRO/NANOSPHERES STRUCTURE AND APPLICATION THEREOF

## 【技術領域】

【0001】 本發明係有關一種微奈米球結構之製作技術，特別是關於一種可適用於大面積塗佈的微奈米球結構之製作方法及其應用之微奈米孔洞製作方法。

## 【先前技術】

【0002】 隨著微奈米技術的廣泛發展，目前製作微奈米結構的技術已臻成熟，常見的有光學微影 (Photolithography)、電子束微影 (E-beam lithography)、奈米轉印微影 (Nano-imprint lithography)、奈米球自組裝微影 (Nanospheres lithography) 等技術，其中，奈米球自組裝微影的製作成本低、不需昂貴設備且可快速、大量製造，故廣泛為人所使用。

【0003】 目前微奈米球自組裝技術係有許多方法，常見者如旋轉塗佈法 (Spin coating)、浸泡法 (Dip coating)、刮刀塗佈法 (Blade coating) 等等，提及到的這些方法雖然可以在毫米等級的面積上得到良好的微奈米球分佈，但是若要拓展到公分等級的大面積應用，則容易產生缺陷和再現性不高的問題。以我國專利申請號第101128412號為例，此專利前案係先將微奈米球溶液下在基板上，並利用刮刀塗佈之後，使用加熱的揮發性溶液沖

刷基板表面，再用刮刀將未吸附於基板的微奈米球刮除，重複沖刷和刮除之步驟數次之後，最後乾燥基板上的揮發性溶液，使基板上形成有許多微奈米球結構。此專利前案即是採用刮刀塗佈法，並存在有無法應用在大面積量產上之問題，且可能存在有只可在局部面積上得到均勻的分布之缺失。

**【0004】** 有鑑於此，本發明遂提出一種微奈米球結構之製作方法及其應用之微奈米孔洞製作方法，其係利用改良的刮刀塗佈微奈米球技術，完成大面積化及可量產的製程，以克服現有技術無法應用在公分等級以上的大面積之困境。

#### **【發明內容】**

**【0005】** 本發明之主要目的係在提供一種微奈米球結構之製作方法，其係利用改良的刮刀塗佈微奈米球技術，再使基板單次或多次進出液體以去除多餘微奈米球，以便在大小面積的基板上皆可形成有均勻分布的微奈米球結構，誠為一種可大面積化、可量產之製程，並同時具有高均勻性、高再現性、低製作成本及製程簡單等之優勢。

**【0006】** 本發明之另一目的係在提供一種微奈米孔洞製作方法，其係利用微奈米球結構來進一步製作微奈米孔洞，以應用在需要微奈米孔洞結構的薄膜或半導體元件上，例如多孔性金屬薄膜、有機垂直式電晶體(SCLT)的孔洞通道製程、氣體感測器的氣體偵測孔洞等等，應用甚廣。

**【0007】** 為達到上述目的，本發明係提出一種微奈米球結構之製作方法，其係先使至少一刮刀接觸一微奈米球溶液，並移動此刮刀將其上之微奈米球溶液塗佈於至少一基板上，使微奈米球溶液之微奈米球均勻附著於基板表面；再使基板一次或多次進入一液體中後再離開，液體可以是有機

揮發性溶液等，以藉此移除未附著於基板表面的微奈米球；最後乾燥此基板，即可在基板上形成有複數微奈米球結構。

**【0008】** 再者，在基板上形成微奈米球結構之後，更可藉此進一步製作出微奈米孔洞，此製作方法係在已形成有微奈米球結構之基板上形成一薄膜層，且此薄膜層亦覆蓋住微奈米球；然後再移除微奈米球及其上覆蓋之薄膜層，即可形成具有複數微奈米孔洞之薄膜層。

**【0009】** 底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、技術內容及其所達成之功效。

### **【圖式簡單說明】**

#### **【0010】**

第1圖係為本發明於製作微奈米球結構的流程示意圖。

第2(a)~2(e)圖分別為本發明於製作微奈米結構的各步驟結構示意圖。

第3圖係為本發明於製作完成之基板上選擇待觀察的12個區域的位置示意圖。

第4圖係為對應第三圖之12個區域所拍攝到的圖片，其中編號1~12係對應第3圖中的基板編號1~12。

第5圖係為本發明應用微奈米球結構繼續製作微奈米孔洞的流程示意圖。

第6(a)圖~第6(e)圖分別為應用本發明來製作垂直式電晶體的各步驟結構剖視圖。

第7圖係為應用本發明製作出來的垂直式電晶體的立體結構示意圖。



第8圖係為垂直式電晶體之電流開關特性示意圖。

第9(a)圖～第9(c)圖分別為應用本發明來製作氣體感測器的各步驟結構剖視圖。

第10圖係為應用本發明製作出來的氣體感測器的立體結構示意圖。

第11圖係為氣體感測器通入氨氣前後的電流電壓曲線圖。

第12圖係為比較本發明製作出來的金屬網結構前後之穿透率表現的示意圖。

### 【實施方式】

【0011】 本發明主要係在利用改良的刮刀塗佈微奈米球技術，再配合浸泡方式去除多餘微奈米球之方式，使微奈米球沈積吸附於基板表面上，以便在大面積或小面積的基板上皆可形成有均勻分布的微奈米球結構。本發明先說明微奈米球結構之製作方法，接續說明將微奈米球結構應用於微奈米孔洞之製作方法，最後再舉二個實際的應用範例來說明本發明之技術特徵。

【0012】 請同時參閱第1圖及第2圖所示，首先，如步驟S10所示，提供一基板10，其上設置有至少一刮刀12，如第2(a)圖所示，利用一滴筒14將其內之一微奈米球溶液滴在此刮刀12上，讓微奈米球溶液接觸刮刀12，此刮刀12表面更設有單數或複數狹縫，使微奈米球溶液可均勻擴散於這些狹縫（圖中未示）中，其中狹縫之尺寸係為數奈米至數毫米；然後如步驟S12及第2(b)圖所示，移動刮刀12將其上之微奈米球溶液16均勻塗佈於基板10上，利用基板10與微奈米球之間的作用力，例如基板帶電且微奈米球帶相反電性之間的吸引力，使微奈米球溶液16中之微奈米球附著於基板10表

面。再如步驟S14所示，使基板10一次或一次以上的進出液體中，在此係以二次浸泡且使用直立式浸泡為例，但當不能以此為限；請同時參閱第2(c)圖及第2(d)圖所示，將基板10直立式浸入一加熱的有機揮發性溶液18中，有機揮發性溶液18之沸點可小於微奈米球之熔點，例如醇類溶液，但不能以此為限，在此係以沸騰的異丙醇作為有機揮發性溶液18，之後再將基板10離開有機揮發性溶液18，此步驟係可重複多次，浸泡時間可為數秒，以利用有機揮發性溶液18帶走未附著於基板10表面的微奈米球，且利用直立式的浸泡（最佳者係選擇垂直式浸泡）可以使有機揮發性溶液18利用重力的關係往下流動順利帶走未吸附於基板10上的微奈米球；最後如步驟S16及第2(e)圖所示，使基板乾燥，可利用吹風機20以熱風或冷風將基板10吹乾，使基板10乾燥後於其上形成有均勻分布的複數微奈米球22結構。

**【0013】** 本發明利用前述之製作方法，實際於25公分\*18公分的基板10上完成奈米球的製作，並將已形成有複數奈米球的基板10依序選擇12個區域，如第3圖所示，分別編號為1~12，將這些區域分別以掃描式電子顯微鏡（SEM）進行觀察，其結果如第4圖所示，編號1~12係對應第3圖中的基板編號1~12，由此觀察結果可以得到，不管是位於基板10任何位置，皆可得到密度高且均勻分布的奈米球結構，故可確實應用於大面積且可量產之製程。

**【0014】** 再者，本發明更可應用來製作奈米孔洞，請參閱第5圖所示，首先如步驟S20所示，提供一基板，其上已利用前述之方法，如步驟S10~S14或是步驟S10~S16製作好微奈米球結構。然後如步驟S22所示，在基板上沈積形成一薄膜層，使薄膜層同時覆蓋住基板及該些微奈米球。最後，

如步驟S24所示，將一黏著膠體或膠帶貼附在基板上方最外層表面，再剝離此黏著膠體或膠帶，以利用物理性移除微奈米球及其上方覆蓋的薄膜層，進而形成具有複數個微米或奈米孔洞的薄膜層；其中在移除微奈米球之步驟中，除了使用物理性移除之外，亦可使用化學性移除微奈米球，於此不再詳述。本發明所製作出來的具有複數孔洞之薄膜層係可用來作為一透光性高的導電層、一垂直式電晶體之基極金屬網或是一氣體感測器之反應孔洞層或孔洞電極層，底下係分別針對垂直式電晶體之基極金屬網及氣體感測器之反應孔洞層此二實際應用範例詳細說明如後，但理當不能以此為限。

**【0015】** 第6(a)圖～第6(e)圖分別為應用本發明來製作垂直式電晶體的各步驟結構剖視圖，並請同時參考第7圖所示的立體結構示意圖。首先，如第6(a)圖所示，提供一透明基板30，例如玻璃基板，其上係依序形成有一作為集極之導電層（例如indium-tin-oxide，ITO）32及一聚乙炔吡咯烷酮（PVP）絕緣層34；並利用前述步驟S10至步驟S16之方法於聚乙炔吡咯烷酮絕緣層34上製作有複數微奈米球36結構。如第6(b)圖所示，利用金屬蒸鍍方式於透明基板30上形成一鋁金屬層38、38'，其係同時覆蓋微奈米球36以及聚乙炔吡咯烷酮絕緣層34露出之表面。再利用膠帶貼附在透明基板30上方最外層表面，再剝離此膠帶，以利用物理性移除微奈米球36及其上方覆蓋的鋁金屬層38'，以形成如第6(c)圖所示之孔洞382結構，留下的鋁金屬層38即作為基極金屬網。然後，如第6(d)圖所示，以具有孔洞382之鋁金屬層38為罩幕，對聚乙炔吡咯烷酮絕緣層34進行電漿蝕刻製程，以蝕刻去除裸露的部份聚乙炔吡咯烷酮絕緣層34，形成貫穿聚乙炔吡咯烷酮絕緣層34的穿孔342，並露出透明導電層32。最後如第6(e)圖所示，於透明基板30上方

形成一主動層40，其材質可為聚3-己基噻吩（P3HT）聚合物，主動層40亦填滿穿孔342，經退火處理後完成；再於主動層40上形成一金屬層42，包含一氧化鉬（ $\text{MoO}_3$ ）層與一鋁層，以作為射極使用，如此，即可應用本發明之技術特徵完成垂直式電晶體的結構。

【0016】 完成後之垂直式電晶體經測試後確實具有開關元件之特性，請參閱第8圖所示之電流開關特性示意圖，由此結果可以看到，此垂直式電晶體的電流開關比（on/off ratio）確實可以達到 $10^4$ ，相當符合開關元件之特性。

【0017】 另外，本發明尚可應用上述微奈米球及微奈米孔洞之製作方法來製作氣體感測器，其步驟如第9(a)圖～第9(c)圖所示。

【0018】 請同時參考第10圖所示的立體結構示意圖。首先，如第9(a)圖所示，提供一基板50，例如透明基板，較佳者為玻璃基板，其上已形成有一導電層（例如ITO），其中透明基板50上的導電層係作為電極；再於基板50上形成一感測層，例如聚3-己基噻吩（P3HT）聚合物層52；並利用前述步驟S10至步驟S16之方法於聚3-己基噻吩聚合物層52上製作有複數微奈米球54結構。接續如第9(b)圖所示，於基板50上形成一導電層56、56'，例如使用蒸鍍方式鍍上鋁電極，其係同時覆蓋微奈米球54以及聚3-己基噻吩聚合物層52露出之表面。再利用膠帶貼附在基板50上方最外層表面，剝離此膠帶，以利用物理性方式移除微奈米球54及其上方覆蓋的金屬層56'，以形成如第9(c)圖所示之孔洞58結構，留下之具有孔洞58的導電層56即作為氣體感測器之孔洞電極層。

【0019】 再如第10圖所示，當此氣體感測器用來檢測氣體時，例如，

氨氣 (NH<sub>3</sub>)，氨氣分子60會透過孔洞58進入聚3-己基噻吩聚合物層52，而使得電流電壓訊號產生變化，如第11圖所示，其係表示在氣體感測器通入氨氣前後的電流電壓曲線圖之實驗結果，由圖可知，在200秒的時候有反應產生，確實可以感測到氨氣分子60的存在。

**【0020】** 另外，利用本發明製作出來的具有奈米孔洞的金屬網係具有比較高的透光性，如第12圖所示，利用本發明之製程於一玻璃基板上塗佈奈米球，並於其上蒸鍍一層鋁金屬層，之後再利用膠帶拔除奈米球，以形成一鋁金屬網結構。同時比較鋁金屬層蒸鍍40 nm於塗佈2000Å和1000Å奈米球之基板前後穿透率的比較，其中奈米球會被移除來形成鋁金屬網結構，比較結果如第12圖所示，直接於玻璃基板上形成鋁金屬層之穿透率最低，而於基板上形成鋁金屬結構之穿透率則較高。因此，本發明所製作出來的金屬網可以得到較高的穿透率，確實可作為透光性高的導電層。

**【0021】** 因此，本發明利用改良的刮刀塗佈微奈米球技術來均勻塗佈，再配合浸泡方式，例如直立式浸泡，去除多餘微奈米球之方式來製作微奈米球結構，可避免較多的外力因素和實現在大面積製程，進而藉此在基板上形成有均勻分布的微奈米球結構，不管是大面積或小面積皆適用，誠為一種可大面積化、可量產之製程，並同時兼具有高均勻性、高再現性、低製作成本及製程簡單等之優點。再者，利用此微奈米結構繼續進行微奈米孔洞的製作方法，更可廣泛應用於需要微奈米孔洞結構的薄膜或半導體元件上，例如有機垂直式電晶體 (SCLT) 的孔洞通道製程、氣體感測器的氣體偵測孔洞等等，應用甚廣。

**【0022】** 以上所述之實施例僅係為說明本發明之技術思想及特點，其

目的在使熟悉此項技術者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。

### 【符號說明】

#### 【0023】

- 10 基板
- 12 刮刀
- 14 滴筒
- 16 微奈米球溶液
- 18 有機揮發性溶液
- 20 吹風機
- 22 微奈米球
- 30 透明基板
- 32 透明導電層
- 34 聚乙烯吡咯烷酮（PVP）絕緣層
- 342 穿孔
- 36 微奈米球
- 38、38' 鋁金屬層
- 382 孔洞
- 40 主動層
- 42 金屬層
- 50 基板

52 聚3-己基噻吩 (P3HT) 聚合物層

54 微奈米球

56、56' 鋁金屬層

58 孔洞

60 氨氣分子

## 申請專利範圍

1. 一種微奈米球結構之製作方法，包括下列步驟：

將一微奈米球溶液接觸至少一刮刀，並移動該刮刀將其上之該微奈米球溶液塗佈於至少一基板上，使該微奈米球溶液之微奈米球附著於該基板表面；

使該基板一次或一次以上的進入液體中後再離開，以移除多餘的該微奈米球；以及

乾燥該基板後，該基板上形成有複數該微奈米球結構。

2. 如請求項1所述之微奈米球結構之製作方法，其中該刮刀表面可設有單數或複數狹縫，使該微奈米球溶液可位於該等狹縫中。
3. 如請求項1所述之微奈米球結構之製作方法，其中該液體可為加熱液體或揮發性液體。
4. 如請求項3所述之奈米球結構之製作方法，其中該液體沸點可小於該微奈米球熔點，可為有機揮發性液體，例如醇類溶液。
5. 如請求項1所述之奈米球結構之製作方法，其中在乾燥該基板之步驟中，係利用自然乾燥、紅外線加熱、基板加熱，吹冷風或吹熱風乾燥。
6. 如請求項1所述之微奈米球結構之製作方法，其中該基板進入該液體的方式可以是浸泡於該液體中，或使該基板表面朝下接觸液體，或使該液體霧化後吸附到該基板上，或使該液體裝於一滲透槽中向下漏滴到該基板上。
7. 如請求項6所述之微奈米球結構之製作方法，其中該基板與該液體分離的方式可以是該基板移出浸泡區域、該基板傾斜或面朝下使該液體因重力



流走或滴走、該液體被吸水性或吸油材料沾附移除。

8. 如請求項1或6所述之微奈米球結構之製作方法，其中該浸泡更可為一斜立或直立式浸泡。

9. 一種微奈米孔洞製作方法，包括下列步驟：

將一微奈米球溶液接觸至少一刮刀，並移動該刮刀將其上之該微奈米球溶液塗佈於至少一基板上，使該微奈米球溶液之微奈米球附著於該基板表面；

使該基板一次或一次以上進入一加熱的溶液中後再離開該溶液，以移除未附著於該基板表面的該微奈米球，使該基板上形成有複數該微奈米球結構；

形成一薄膜層於該基板上並覆蓋該等微奈米球；以及

移除該等微奈米球及其上覆蓋之該薄膜層，以形成具有複數微奈米孔洞之薄膜層。

10. 如請求項9所述之微奈米孔洞製作方法，其中該刮刀表面可設有單數或複數狹縫，使該微奈米球溶液可位於該等狹縫中。

11. 如請求項9所述之微奈米孔洞製作方法，其中該溶液之沸點係小於該微奈米球之熔點。

12. 如請求項11所述之微奈米孔洞製作方法，其中該溶液可為有機溶液、揮發性溶液或有機揮發性溶液，例如醇類溶液。

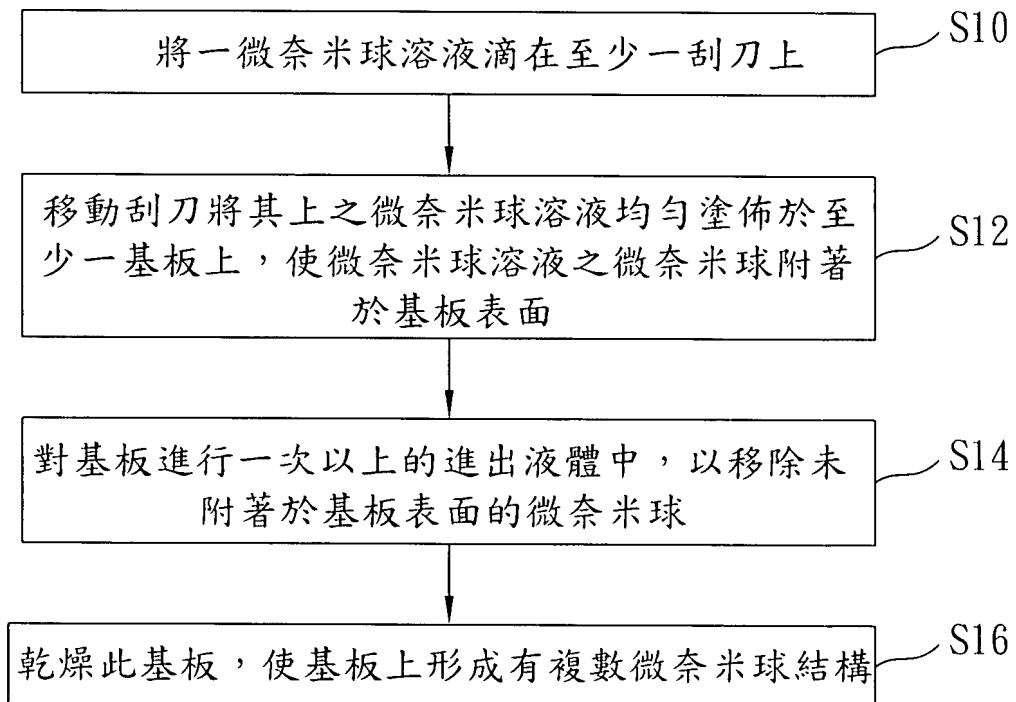
13. 如請求項9所述之微奈米孔洞製作方法，其中在進行該浸泡之步驟後，更可先進行乾燥步驟，以乾燥該基板。

14. 如請求項13所述之微奈米孔洞製作方法，其中在乾燥該基板之步驟中，

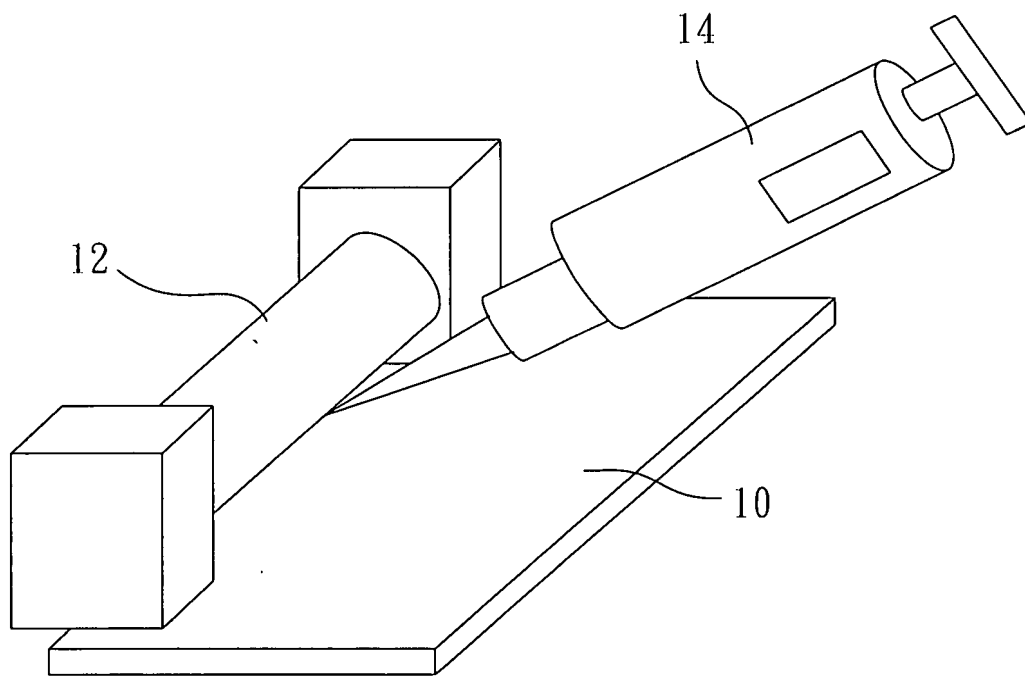
係利用自然乾燥、紅外線加熱、基板加熱，吹冷風或吹熱風吹乾燥。

- 15.如請求項9所述之微奈米孔洞製作方法，其中該基板進入該液體的方式可以是浸泡於該液體中，或使該基板表面朝下接觸該液體，或使該液體霧化後吸附到該基板上，或使該液體裝於一滲透槽中向下漏滴到該基板上；且該基板與該液體分離的方式可以是該基板移出浸泡區域、該基板傾斜或面朝下使該液體因重力流走或滴走、該液體被吸水性或吸油材料沾附移除。
- 16.如請求項9或15所述之微奈米孔洞製作方法，其中該浸泡更可為一斜立或直立式浸泡。
- 17.如請求項9所述之微奈米孔洞製作方法，其中在移除該等微奈米球及其上覆蓋之該薄膜層之步驟中，係利用黏著膠體或膠帶物理性移除該等微奈米球及其上方的該薄膜，或是利用可溶解該等微奈米球的溶劑化學性溶解該等微奈米球並同時移除其上方的該薄膜，或利用高溫使該等微奈米球氣化並同時移除其上方的該薄膜。
- 18.如請求項9所述之微奈米孔洞製作方法，其中該具有複數孔洞之薄膜層係作為一透光性高的導電層或作為一垂直式電晶體之基極金屬網。
- 19.如請求項9所述之微奈米孔洞製作方法，其中該具有複數孔洞之薄膜層係為一氣體感測器之孔洞電極層或反應孔洞層。
- 20.如請求項19所述之微奈米孔洞製作方法，其中該基板係為具有導電層或半導體層之基板。

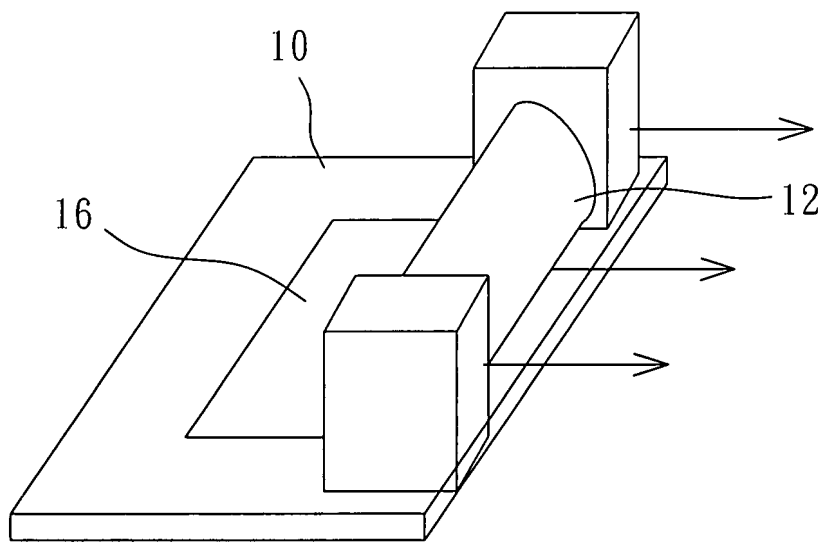
## 圖式



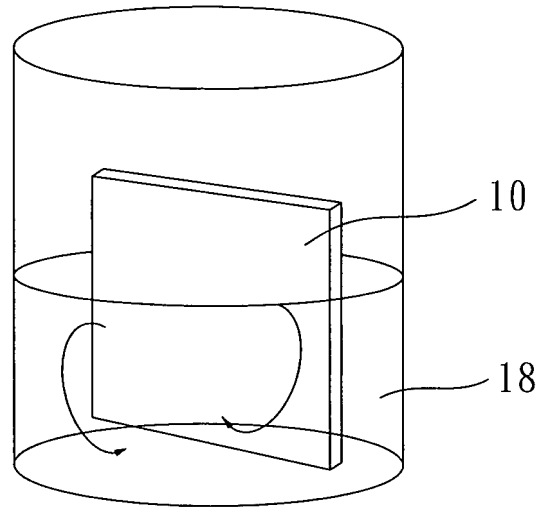
第 1 圖



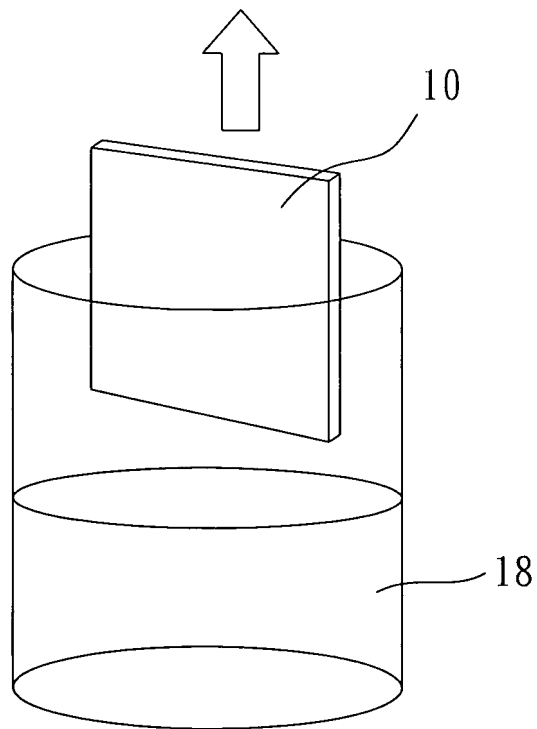
第 2 (a) 圖



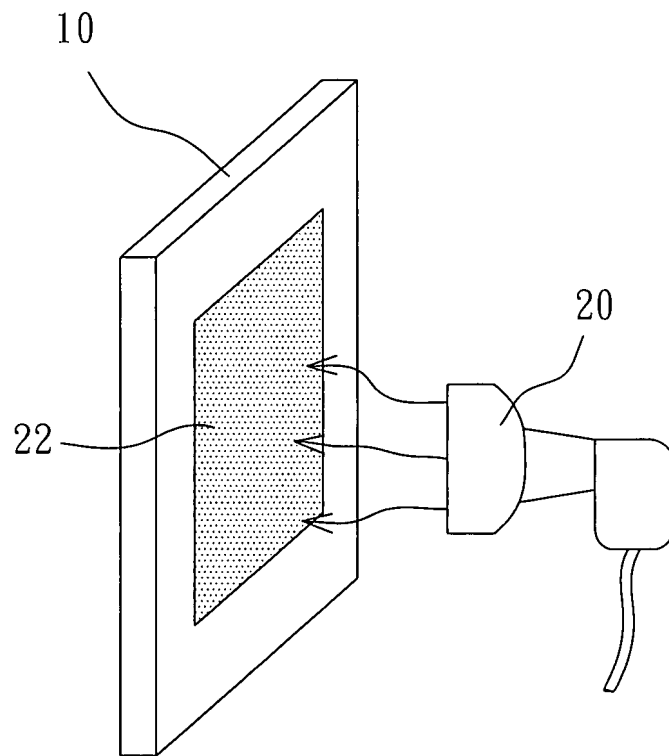
第 2 (b) 圖



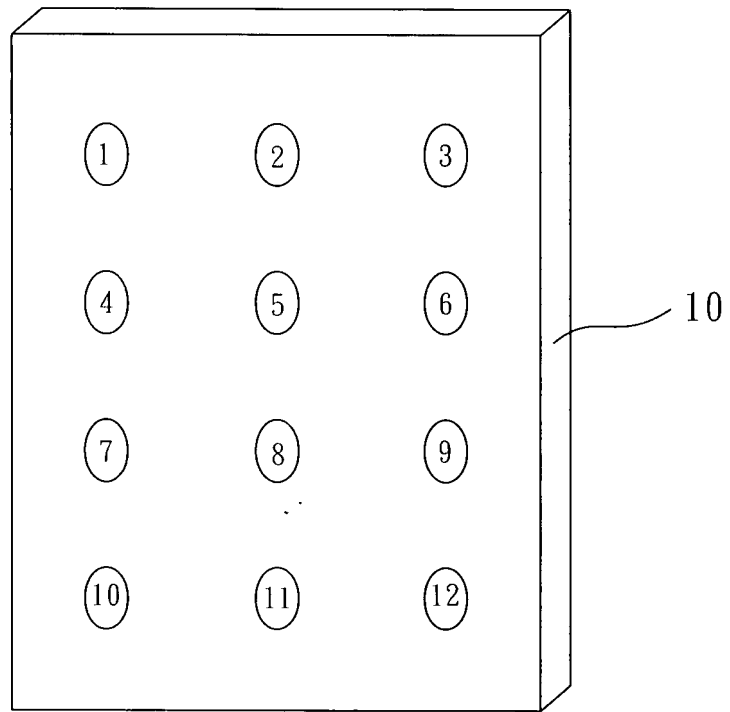
第 2 (c) 圖



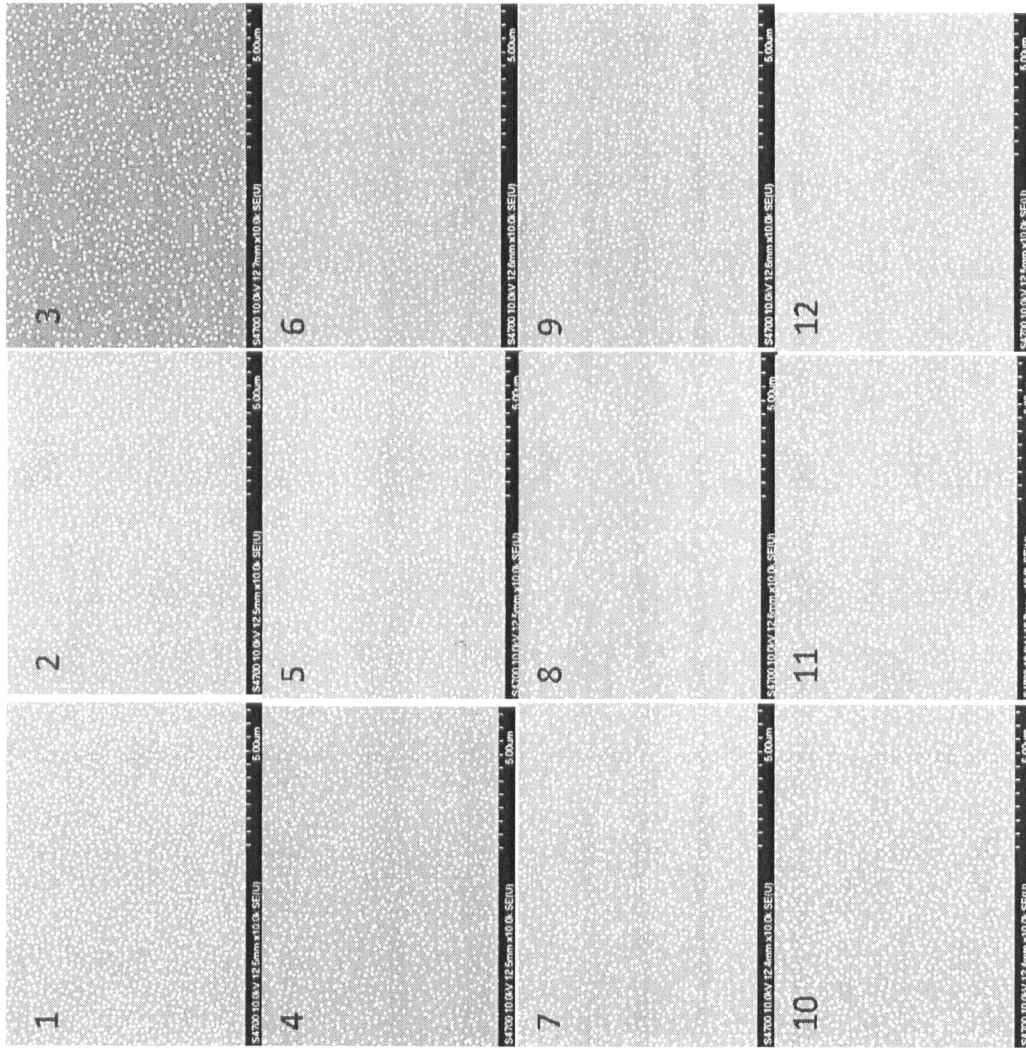
第 2 (d) 圖



第 2 (e) 圖

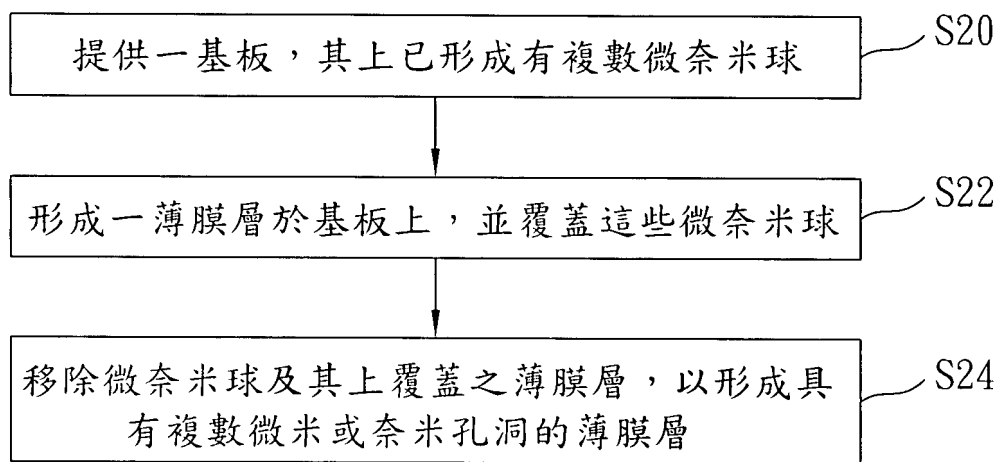


第 3 圖

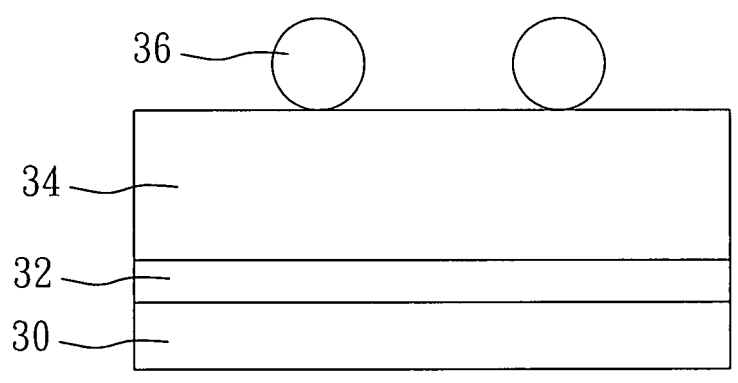


第 4 圖

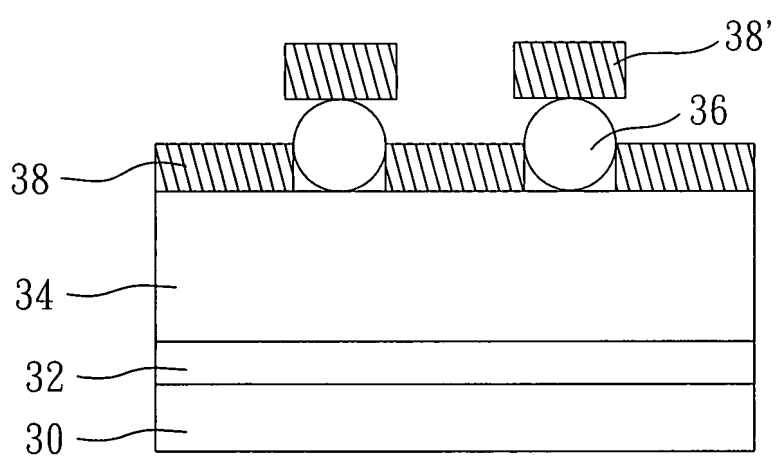




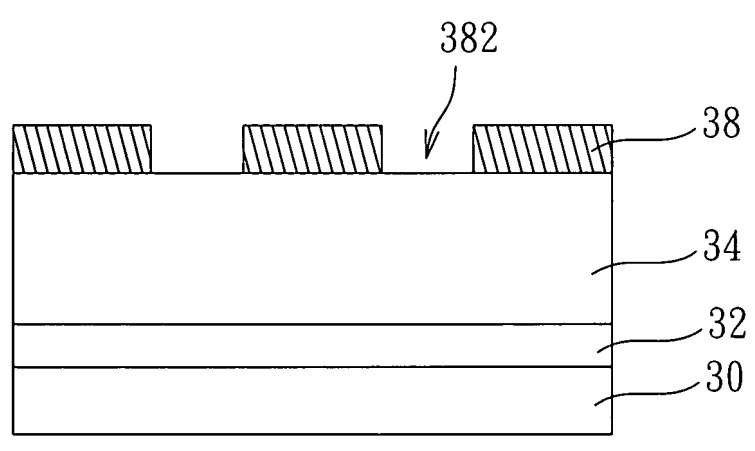
第 5 圖



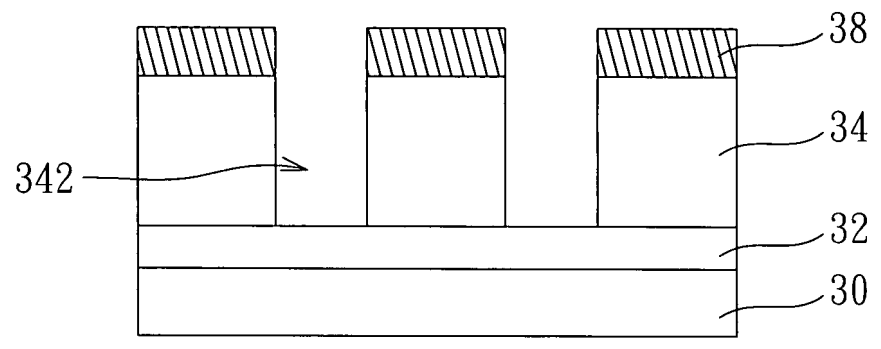
第 6 (a) 圖



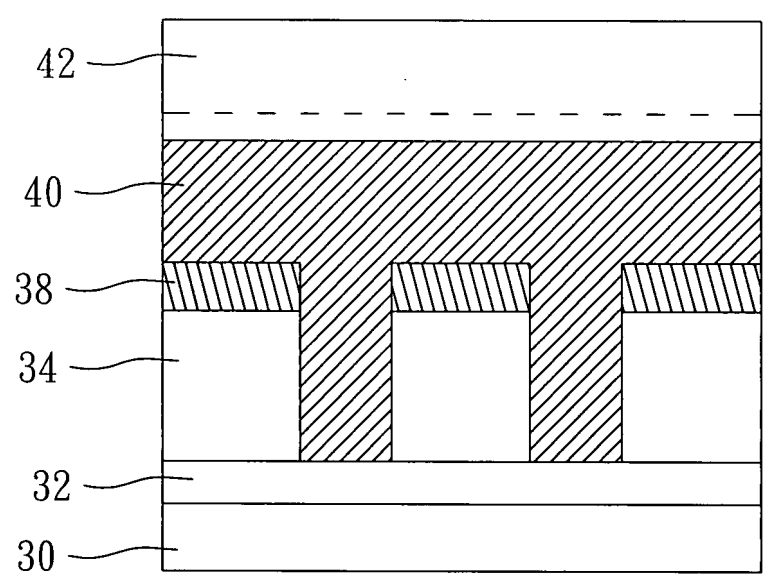
第 6 (b) 圖



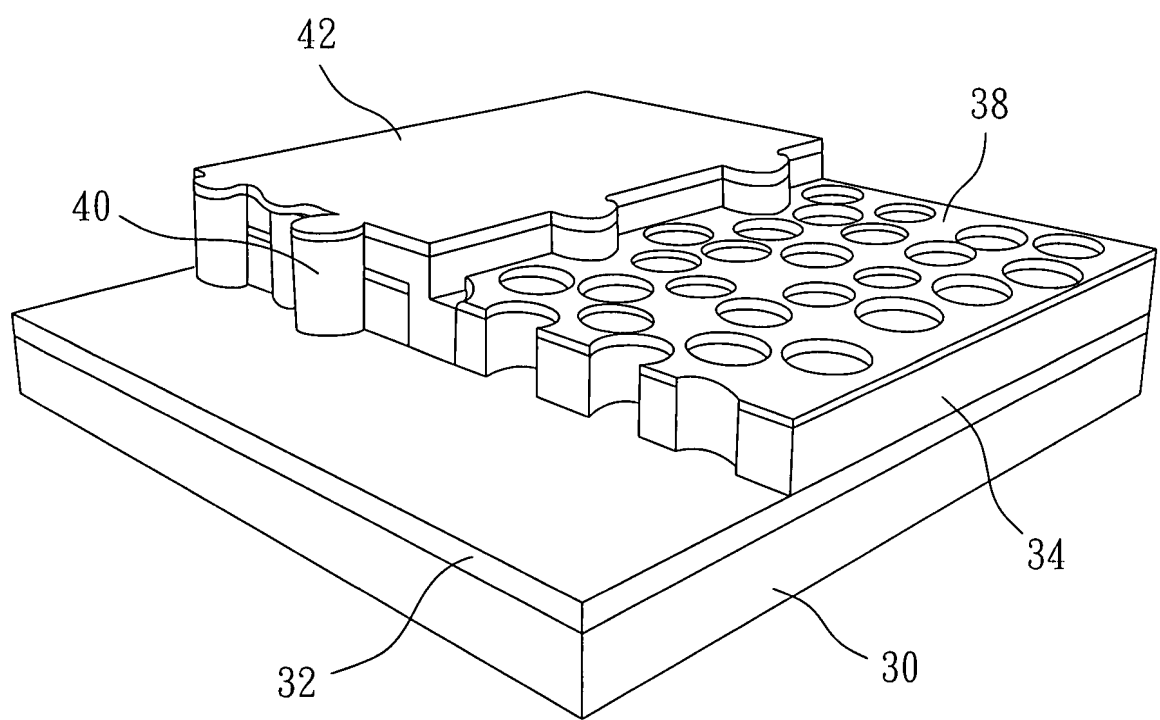
第 6 (c) 圖



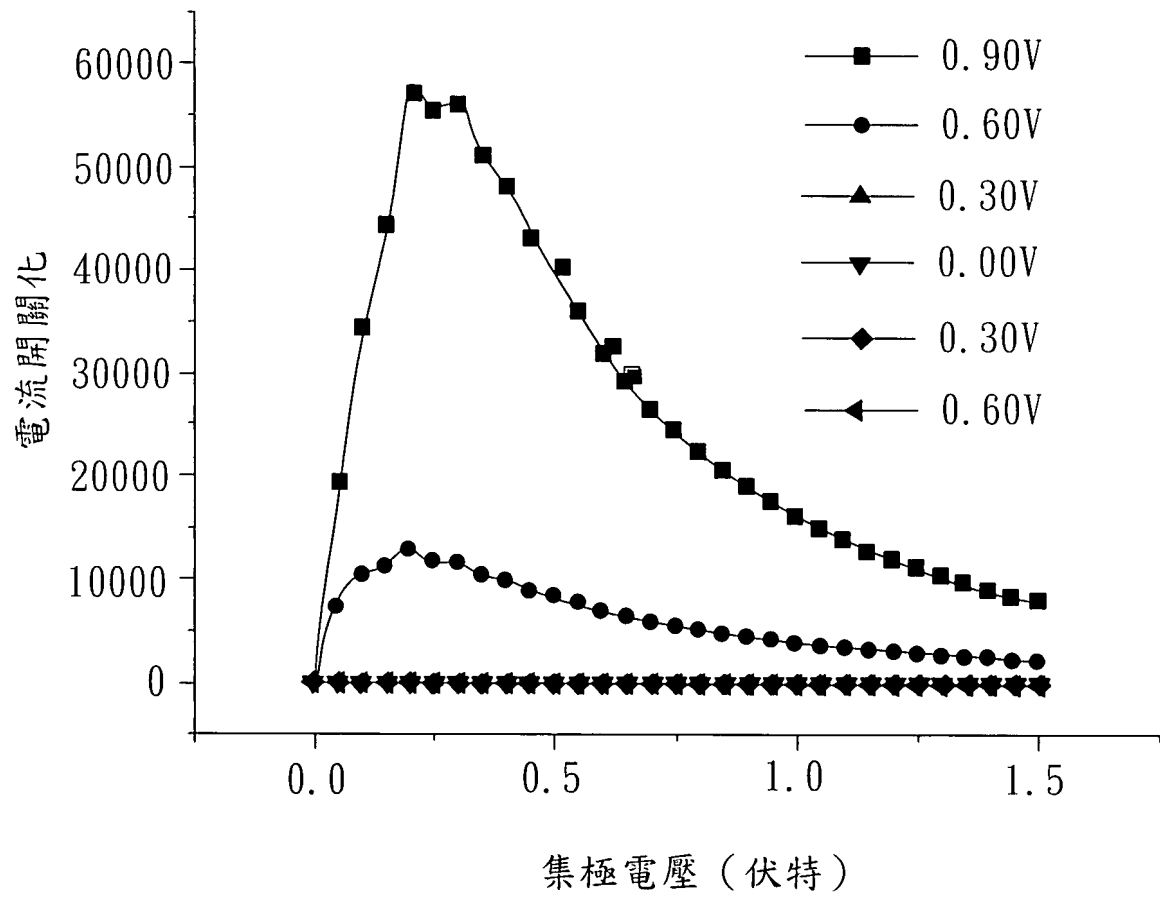
第 6 (d) 圖



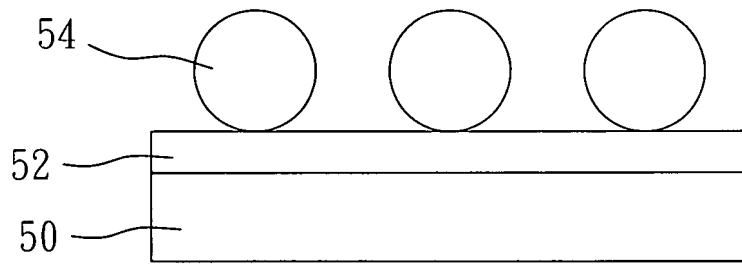
第 6 (e) 圖



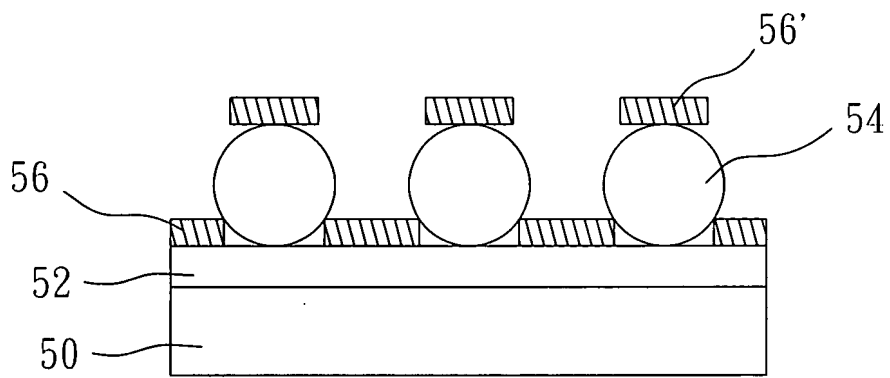
第 7 圖



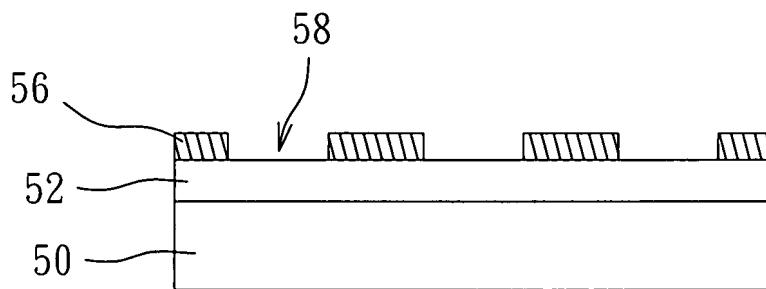
第 8 圖



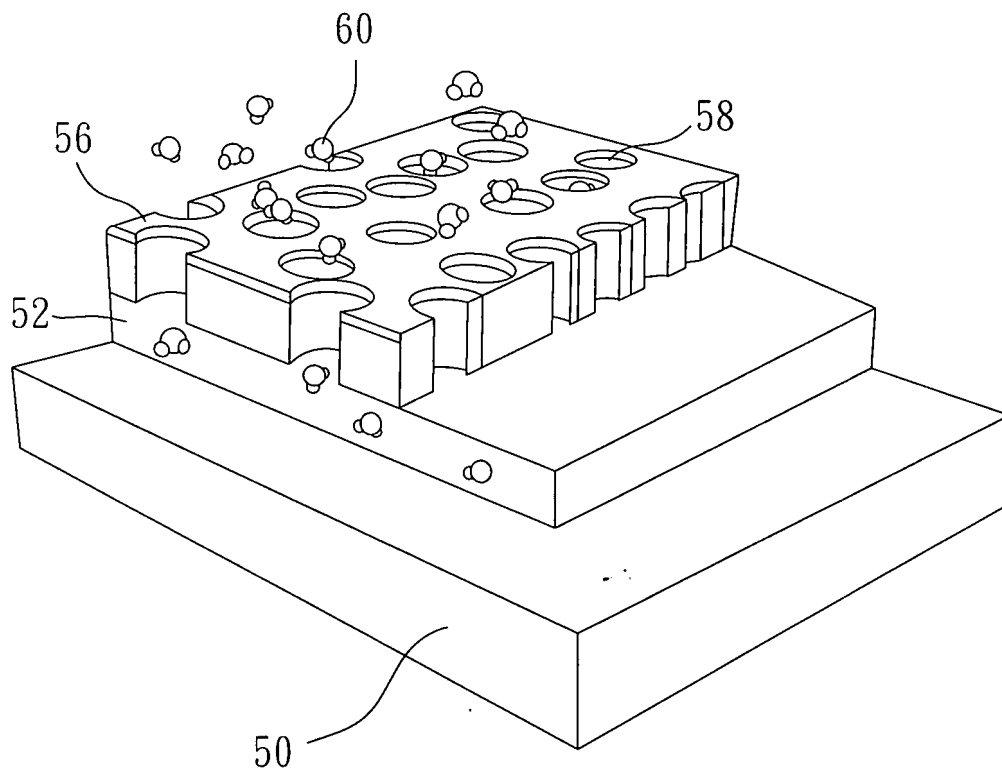
第 9 (a) 圖



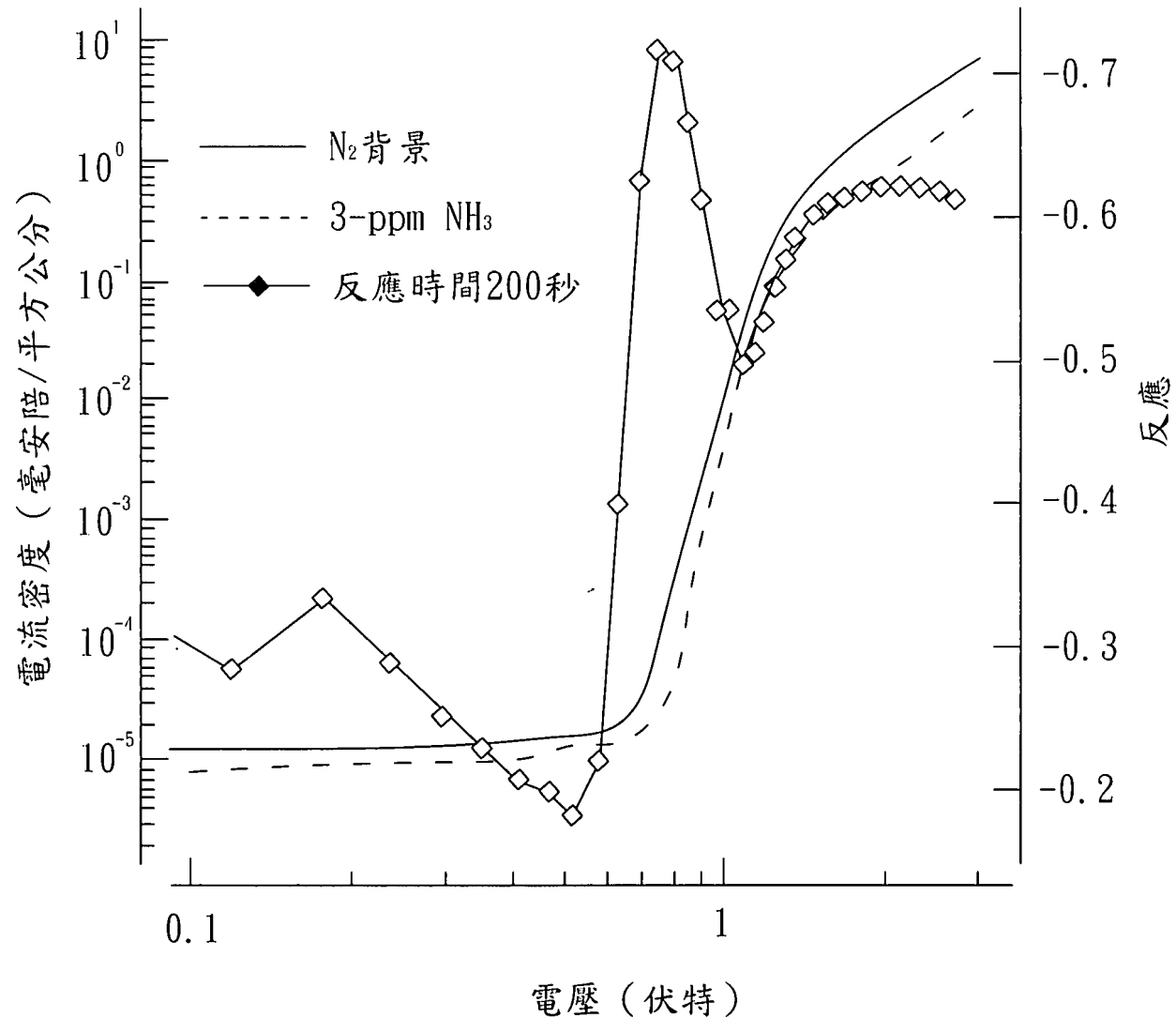
第 9 (b) 圖



第 9 (c) 圖

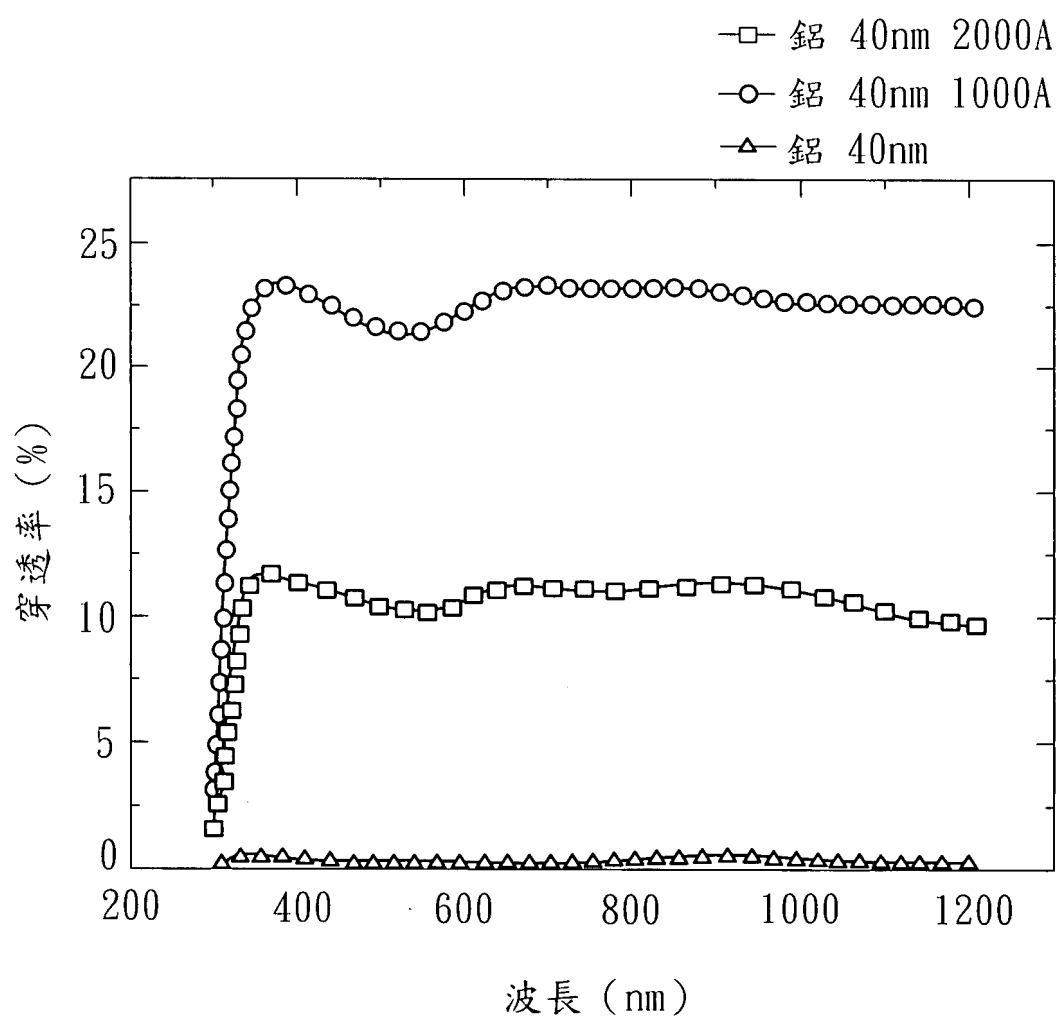


第 10 圖



第 11 圖





第 12 圖