



(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 201418047 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 16 日

---

(21)申請案號：101142415

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 14 日

(51)Int. Cl.：

*B41J2/045 (2006.01)*

*H01L41/09 (2006.01)*

(71)申請人：國立臺灣大學(中華民國) NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY (TW)

臺北市大安區羅斯福路 4 段 1 號

(72)發明人：李世光 LEE, CHIH KUNG (TW)；陳漢龍 CHEN, HAN LUNG (TW)；廖旭清 LIAO, HSU CHING (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：2 共 26 頁

---

(54)名稱

壓電薄膜及其製造方法

PIEZOELECTRIC MEMBRANE AND FORMING METHOD THEREOF

(57)摘要

一種壓電薄膜及其製造方法，其中壓電薄膜的製造方法包括先提供多孔基材，多孔基材是由多條纖維組成具有兩個主要表面的薄膜結構。接著，使壓電材料溶液滲入多孔基材中後固化，以使壓電材料包覆部分多條纖維。

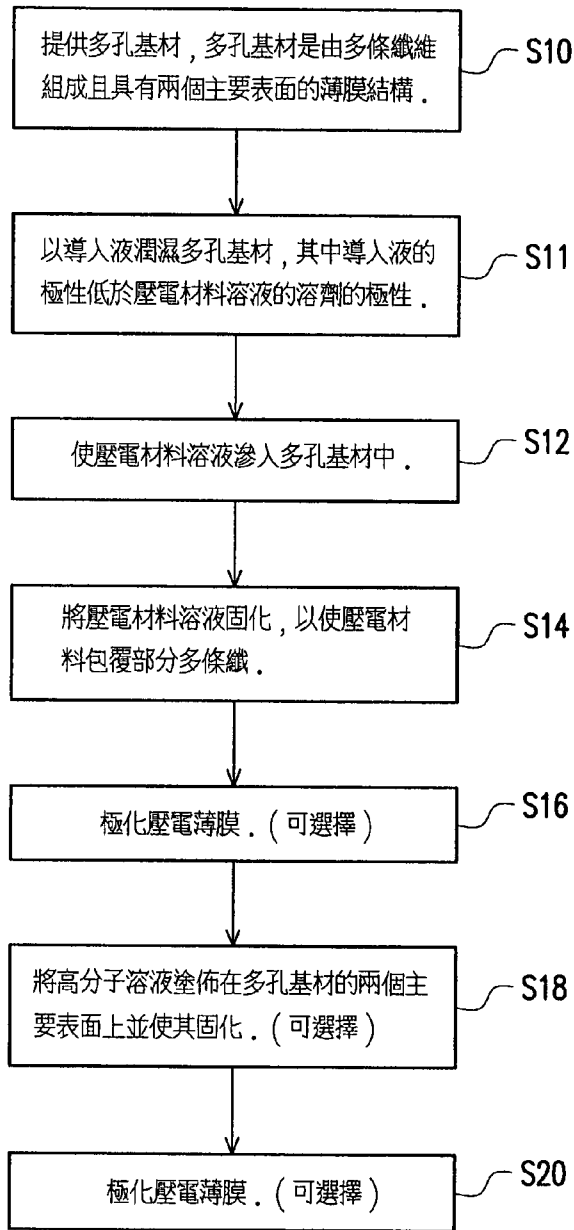


圖 1

# 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：12114245

※申請日：101.11.14

※IPC 分類：

B41J 2/045 (2006.1)  
H01L 41/09 (2006.1)

## 一、發明名稱：

壓電薄膜及其製造方法 / PIEZOELECTRIC  
MEMBRANE AND FORMING METHOD THEREOF

## 二、中文發明摘要：

一種壓電薄膜及其製造方法，其中壓電薄膜的製造方法包括先提供多孔基材，多孔基材是由多條纖維組成具有兩個主要表面的薄膜結構。接著，使壓電材料溶液滲入多孔基材中後固化，以使壓電材料包覆部分多條纖維。

## 三、英文發明摘要：

A piezoelectric membrane and forming method thereof are provided. A porous substrate film having a plurality of fibers is provided as backbone structure of the piezoelectric membrane. A piezoelectric material solution is permeated into the porous substrate film and then hardened such that the fibers are partially coated with the piezoelectric material.

**四、指定代表圖：**

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

S10～S20：步驟

**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】

本發明是有關於一種壓電薄膜及其製造方法，且特別是有關於一種多孔壓電薄膜及其製造方法。

### 【先前技術】

壓電高分子材料相較於陶瓷類的壓電材料具有加工簡單、可製作超薄且大面積的薄膜、具可撓性及耐衝擊性及聲音阻抗接近水與生物體等的優點。因此，壓電高分子材料被廣泛應用於薄膜式壓力感測器及超音波換能器等。

鑑於壓電高分子材料為實心結構，使得其在空氣介質中的壓力感測器及超音波換能器等的應用上，因與空氣的阻抗較不匹配而受限制。因此，近年來將壓電高分子材料作為多孔結構以與空氣的阻抗更匹配。

然而，習知將壓電高分子材料製作成多孔結構的化學方法，例如相轉換、相分離及添加乳化劑等的方法，具有因溶液極性的影響而使製成之多孔壓電薄膜高分子材料壓電效應較低，且其方法不易製作出大面積且高孔隙率的壓電多孔薄膜。因此，亟需一種可有效製作大面積多孔壓電薄膜的方法。

### 【發明內容】

本發明提供一種壓電薄膜的製造方法，可製作大面積的多孔壓電薄膜。

本發明更提供一種壓電薄膜的製造方法，可製作孔隙率介於 10%至 95%的多孔壓電薄膜。

本發明提供一種多孔壓電薄膜。

本發明更提供一種孔隙率可達 10%以上的多孔壓電薄膜。

本發明提供一種壓電薄膜的製造方法，其利用壓電材料溶液滲入孔洞結構後再固化的製作方式，可快速且簡單的製作出多孔的壓電薄膜。

本發明另提供一種壓電薄膜，其為結合孔洞駐極體及壓電材料的具有孔洞結構的複合壓電薄膜。

本發明提出一種壓電薄膜的製造方法。此方法包括先提供多孔基材，多孔基材是由多條纖維組成具有兩個主要表面的薄膜結構。接著，使壓電材料溶液滲入多孔基材中。然後，將壓電材料溶液固化，以使壓電材料包覆部分多條纖維。

依照本發明的一實施例所述，在上述之壓電薄膜的製造方法中，使壓電材料溶液滲入多孔基材的方法包括將壓電材料溶液塗佈在多孔基材上。

依照本發明的一實施例所述，在上述之壓電薄膜的製造方法中，將壓電材料溶液塗佈在多孔基材上的方法可包括旋轉塗佈、刮刀塗佈或網版印刷。

依照本發明的一實施例所述，在上述之壓電薄膜的製造方法中，使壓電材料溶液滲入多孔基材的方法包括將多孔基材浸置於壓電材料溶液中。

依照本發明的一實施例所述，在上述之壓電薄膜的製造方法中，壓電材料溶液是由壓電材料溶於溶劑中製成，壓電材料包括聚己二醯己二胺（polyhexamethylene adipamide）、聚偏二氟乙烯（poly(vinylidene fluoride), PVDF）、氟化三氟聚乙烯（poly(vinylidene fluoride-trifluoroethylene), P(VDF-TrFE)）、聚亞醯胺（polyimide）或聚左乳酸（poly(L-lactic acid), PLLA），溶劑包括丙酮或四氫呋喃。壓電材料溶液中壓電材料的濃度為 20 重量百分比以下。

依照本發明的一實施例所述，在上述之壓電薄膜的製造方法中，將壓電材料溶液塗佈在多孔基材上之前，更包括以導入液潤濕多孔基材，其中導入液的極性低於壓電材料溶液的溶劑的極性。

依照本發明的一實施例所述，在上述之壓電薄膜的製造方法中，壓電材料溶液是由壓電材料溶於溶劑中製成，壓電材料包括聚己二醯己二胺、聚偏二氟乙烯、氟化三氟聚乙烯、聚亞醯胺或聚左乳酸，溶劑包括二甲基甲醯胺、二甲基乙醯胺或二甲基亞砒，而導入液包括丙酮或四氫呋喃。壓電材料溶液中壓電材料的濃度為 20 重量百分比以下。

依照本發明的一實施例所述，在上述之壓電薄膜的製造方法中，多孔基材的材料包括孔洞駐極體材料。

依照本發明的一實施例所述，在上述之壓電薄膜的製造方法中，多孔基材的材料包括聚丙烯（polypropylene，

PP)、聚四氟乙烯 (polytetrafluoroethylene, PTFE)、膨體聚四氟乙烯 (expanded polytetrafluoroethylene, e-PTFE)、聚碳酸酯 (polycarbonate, PC)、聚甲基丙烯酸甲酯 (polymethylmethacrylate, PMMA) 或聚對苯二甲酸乙二酯 (polyethylene terephthalate, PET)。

依照本發明的一實施例所述，在上述之壓電薄膜的製造方法中，將壓電材料溶液固化之後，更包括將高分子溶液塗佈在多孔基材的兩個主要表面上並使其固化。

依照本發明的一實施例所述，在上述之壓電薄膜的製造方法中，將高分子溶液塗佈在多孔基材的兩個主要表面上並使其固化之前，更包括極化壓電薄膜。

依照本發明的一實施例所述，在上述之壓電薄膜的製造方法中，將高分子溶液塗佈在多孔基材的兩個主要表面上並使其固化之後，更包括極化壓電薄膜。

依照本發明的一實施例所述，在上述之壓電薄膜的製造方法中，高分子溶液是由高分子材料溶於溶劑中製成，高分子材料包括聚丙烯、聚苯乙烯 (polystyrene, PS)、聚碳酸酯、聚氯乙烯 (polyvinyl chloride, PVC)、聚甲基丙烯酸甲酯、聚對苯二甲酸乙二酯、聚四氟乙烯 (poly-tetrafluoroethylene, PTFE)、氟化乙丙烯 (fluorinated ethylene propylene, FEP) 或環烯烴共聚物 (cyclic olefin copolymer, COC)。

本發明另提出一種壓電薄膜，其包括多孔基材以及壓電材料。所述多孔基材是由多條纖維組成具有兩個主要表



面的薄膜結構。所述壓電材料包覆部分多條纖維。

依照本發明的另一實施例所述，在上述之壓電薄膜中，多孔基材的材料包括孔洞駐極體材料。

依照本發明的另一實施例所述，在上述之壓電薄膜中，孔洞駐極體材料包括聚丙烯、聚四氟乙烯、膨體聚四氟乙烯、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯或聚對苯二甲酸乙二酯。

依照本發明的另一實施例所述，在上述之壓電薄膜中，壓電材料包括聚己二醯己二胺、聚偏二氟乙烯、氟化三氟聚乙烯、聚亞醯胺或聚左乳酸。

依照本發明的另一實施例所述，在上述之壓電薄膜中，其孔隙率為 10% 至 95%。

依照本發明的另一實施例所述，在上述之壓電薄膜中，其孔隙率為 60% 至 80%。

依照本發明的另一實施例所述，在上述之壓電薄膜中，更包括高分子層，配置在多孔基材的兩個主要表面上。

依照本發明的另一實施例所述，在上述之壓電薄膜中，高分子層的材料包括聚丙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚對苯二甲酸乙二酯、聚四氟乙烯、氟化乙丙烯或環烯烴共聚物。

依照本發明的另一實施例所述，在上述之壓電薄膜中，其厚度為 1  $\mu\text{m}$  至 1 mm。

基於上述，本發明所提出之壓電薄膜的製造方法，其利用使壓電材料溶液滲入多孔基材中後固化的製作方式，

快速且簡單的製作出多孔的壓電薄膜。另外，本發明所提出之壓電薄膜，可結合孔洞駐極體及壓電材料而得到具有孔洞結構的複合壓電薄膜。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

### 【實施方式】

圖 1 是依照本發明之一實施例之壓電薄膜的製造流程圖。圖 2 是依照本發明之一實施例之壓電薄膜的剖面示意圖。而在圖 2 中，為了清楚表達發明的特徵，各層與結構不一定按照實際比例繪製。

請同時參照圖 1 及圖 2，進行步驟 S10，提供多孔基材 102，其是由多條纖維 103 組成且具有兩個主要表面的薄膜結構。此多孔基材 102 的材料例如是孔洞駐極體材料，其通常具有疏水特性，且具有穩定儲電的能力，及透過內部孔洞儲存的空間電偶極，亦具有壓電特性。在此實施例中，孔洞駐極體材料例如是聚丙烯、聚四氟乙烯、膨脹聚四氟乙烯、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯或聚對苯二甲酸乙二酯或其組合。另外，多孔基材 102 可以是藉由其多條纖維 103 經拉伸後而形成連通的孔洞結構，以利後續溶液滲入。

接著，進行步驟 S12，使壓電材料溶液滲入多孔基材 102 中。使壓電材料溶液滲入多孔基材 102 中的方法例如是將壓電材料溶液塗佈在多孔基材 102 上，然而本發明並

不以此為限。將壓電材料溶液塗佈在多孔基材 102 上的方法例如是進行旋轉塗佈、刮刀塗佈或網版印刷。在此實施例中，進行旋轉塗佈的條件例如是以 500 rpm 至 1500 rpm 持續 5 秒至 15 秒，而塗佈的厚度例如是 2  $\mu\text{m}$  至 4  $\mu\text{m}$ 。在其他實施例中，使壓電材料溶液滲入多孔基材 102 中的方法也可以是將多孔基材 102 浸置於壓電材料溶液中。另外，壓電材料 104 例如是高分子偶極壓電材料，其通常為極性高分子，透過本身內部的偶極電荷 (dipole charge) 經極化後而獲得壓電效應。在此實施例中，高分子偶極壓電材料例如是聚己二醯己二胺、聚偏二氟乙烯、氟化三氟聚乙烯、聚亞醯胺或聚左乳酸。在此實施例中，壓電材料溶液是由壓電材料 104 溶解於溶劑而製成，然而本發明並不以此為限。在其他實施例中，壓電材料溶液例如是藉由其他溶化壓電材料 104 成液狀的方式而形成。在使壓電材料溶液塗佈在多孔基材 102 上的情況下，由於多孔基材 102 通常為疏水性，而壓電材料 104 通常為極性 (親水性)，故製作壓電材料溶液之溶劑的選擇必須對壓電材料 104 具有溶解性，並能夠滲入多孔基材 102 中，以在將壓電材料溶液塗佈於多孔基材 102 上時，壓電材料 104 得以進入多孔基材 102 中。因此，壓電材料溶液的溶劑視多孔基材 102 及壓電材料 104 的選擇而定。在此實施例中，壓電材料溶液的溶劑例如是丙酮或四氫呋喃，然而，本發明並不以此為限。

在另一實施例中，將壓電材料溶液塗佈在多孔基材

102 上之前，更包括以導入液潤濕多孔基材 102，其中導入液的極性低於壓電材料溶液的溶劑的極性，如圖 1 中之步驟 S11 所示。在此實施例中，導入液例如是丙酮或四氫呋喃，而壓電材料溶液是由壓電材料 104 溶於溶劑中製成，所述溶劑例如是二甲基甲醯胺、二甲基乙醯胺或二甲基亞砷，其中丙酮的極性值為 5.1、四氫呋喃的極性值為 4.0（在下文中亦稱為低極性溶劑）；而二甲基甲醯胺的極性值為 6.4、二甲基乙醯胺的極性值為 6.5 以及二甲基亞砷的極性值為 7.2（在下文中亦稱為高極性溶劑）。具體言之，由於多孔基材 102 的疏水特性，使其對於高極性溶劑會有排斥現象，因此透過低極性溶劑先潤濕多孔基材 102，使其暫時性的表面親疏水性改質，以使得將溶劑為高極性溶劑的壓電材料溶液塗佈在多孔基材 102 上時，壓電材料 104 得以進入多孔基材 102 中。然而，本發明並不以此為限

在此實施例中，壓電材料溶液中壓電材料 104 的濃度例如是為 20 重量百分比以下。在一實施例中，壓電材料溶液的濃度例如是 15 重量百分比至 17 重量百分比。當壓電材料溶液中壓電材料 104 的濃度高於 20 重量百分比時，壓電材料溶液會太黏稠，以致於壓電材料溶液不易滲入多孔基材 102 中，而造成分布不均勻的現象。另外一提的是，壓電材料 104 包覆在纖維 103 上的量取決於壓電材料溶液的濃度及例如是旋轉塗佈之製程的條件等，故依照實際實驗上的需求可進行調整。舉例而言，當壓電材料溶液的濃度太稀（例如低於 10 重量百分比）時，進行一次旋塗後若

壓電材料 104 包覆纖維 103 的量不足，則再次進行旋塗以至得到包覆所要壓電材料 104 量的壓電薄膜為止。

接著，進行步驟 S14，將壓電材料溶液固化，以使壓電材料 104 包覆部分多條纖維 103。在此實施例中，將壓電材料溶液固化的方法包括進行加熱製程，以使壓電材料溶液的溶劑揮發而乾燥，從而使壓電材料 104 有效地包覆於部分多條纖維 103 上，然而本發明並不限於此。

之後，為了使壓電材料 104 獲得壓電效應，可選擇地進行步驟 S16，極化壓電薄膜 100，但本發明不限於此。極化壓電薄膜 100 的方法例如是進行電暈極化、熱極化、低能電子束極化、靜電紡絲或輻射極化等。在一實施例中，進行熱極化以極化壓電薄膜 100，而進行熱極化時的極化電場例如是 200 MV/m 至 800 MV/m，加熱的溫度例如是 90°C 至 125°C，且極化的時間例如是 30 分鐘至 60 分鐘。

然後，在進行步驟 S16 後，可選擇地進行步驟 S18，將高分子溶液塗佈在多孔基材 102 的兩個主要表面上並使其固化，以形成高分子層 106。在此實施例中，高分子溶液是由高分子材料溶解於溶劑製成，然而本發明並不以此為限。高分子溶液的高分子材料例如是空間駐極體材料，其具有良好儲存空間電荷的能力。在此實施例中，空間駐極體材料例如是聚丙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚氯乙稀、聚甲基丙烯酸甲酯、聚對苯二甲酸乙二酯、聚四氟乙稀、氟化乙丙稀或環烯烴共聚物。高分子溶液的溶劑例如是甲苯。塗佈高分子溶液的方法例如是進行旋轉塗佈、刮刀塗

佈或網版印刷。在一實施例中，進行旋轉塗佈的條件例如是以 500 rpm 至 1500 rpm 持續 5 秒至 15 秒，而塗佈的厚度例如是 1  $\mu\text{m}$  至 2  $\mu\text{m}$ 。固化高分子溶液的方法包括進行加熱製程，以使高分子溶液的溶劑揮發而乾燥，然而本發明並不限於此。

繼之，為了使壓電薄膜 100 的孔洞結構形成空間電偶極 (spatial dipole) 而獲得壓電效應，可選擇地進行步驟 S20，極化壓電薄膜 100，但本發明並不限於此。極化壓電薄膜 100 的方法例如是進行電暈極化、熱極化、低能電子束極化、靜電紡絲或輻射極化等。在一實施例中，進行熱極化以極化壓電薄膜 100，而進行熱極化時的極化電場例如是 3 MV/m 至 5 MV/m，且極化的時間例如是 3 秒至 30 秒。

基於上述，本發明之壓電薄膜的製造方法利用使壓電材料溶液滲入多孔基材 102 中後固化，進而使壓電材料 104 包覆多孔基材內部的纖維 103 的方式來形成多孔的壓電薄膜 100，因此製程簡單快速且可有效地進行大面積之多孔壓電薄膜的製作。

接著，請參照圖 2，由上述本發明之壓電薄膜的製造方法所製造的壓電薄膜 100 包括多孔基材 102，其是由多條纖維 103 組成且具有兩個主要表面的薄膜結構，以及包覆部分多條纖維 103 的壓電材料 104。

多孔基材 102 的材料例如是孔洞駐極體材料。在此實施例中，孔洞駐極體材料的材料例如是聚丙烯、聚四氟乙

烯、膨體聚四氟乙烯、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯或聚對苯二甲酸乙二酯。

壓電材料 104 例如是高分子偶極壓電材料。在此實施例中，高分子偶極壓電材料例如是聚己二醯己二胺、聚偏二氟乙烯、氟化三氟聚乙烯、聚亞醯胺或聚左乳酸。

於此，特別要說明的是，利用多孔基材 102 與滲入並包覆其纖維 103 的壓電材料 104 所形成的壓電薄膜 100 亦可視為具有多孔結構的壓電薄膜。

此外，壓電薄膜 100 更可包括配置在多孔基材 102 的兩個主要表面上的高分子層 106，以形成三明治結構。高分子層 106 例如是空間駐極體層。在此實施例中，空間駐極體層的材料例如是聚丙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚對苯二甲酸乙二酯、聚四氟乙烯、氟化乙丙烯或環烯烴共聚物。

另外，在一實施例中，透過調整壓電材料溶液中壓電材料 104 濃度的百分比，以及塗佈或含浸的次數、時間等參數，可調整製成之壓電薄膜 100 的孔隙率為 10% 至 95%。在另一實施例中，製成之壓電薄膜 100 的孔隙率例如是 60% 至 80%。

此外，自實用性的觀點來看，配置有高分子層 106 之壓電薄膜 100 的厚度例如是 1  $\mu\text{m}$  至 1 mm。在一實施例中，配置有高分子層 106 之壓電薄膜 100 的厚度例如是 13  $\mu\text{m}$  至 15  $\mu\text{m}$ 。

特別要說明的是，根據本發明之一實施例，高分子層

106 可有效阻止壓電薄膜 100 內部的空間電荷流失並儲存於介面之間，進而與其孔洞結構結合而形成空間電偶極而具有壓電特性。因此，本發明之一實施例提出的壓電薄膜 100 可將由空間電偶極以及由壓電材料 104 的偶極電荷所產生的壓電效應結合，從而有效地提升多孔的壓電薄膜 100 的壓電效應。

此外，本發明之壓電薄膜 100 由於具有多孔結構及良好壓電效應的表現，故可應用於薄膜型壓力感測器、超音波換能器等。

以下，藉由實驗例來詳細說明上述實施例的壓電薄膜及其製造方法。然而，下列實驗例之數據結果僅是用來說明上述實施例所製作出的壓電薄膜的壓電特性，並非用以限制本發明之範圍。

### 實驗例 1

首先，將厚度 25  $\mu\text{m}$  的膨體聚四氟乙烯薄膜（長寬皆 5 公分）（expanded polytetrafluoroethylene, ePTFE）（前述的多孔基材）平鋪於玻璃載片上。然後，將玻璃載片放置於旋轉塗佈機的載台上，並將丙酮（99.9%，3 ml 至 5 ml）（前述的導入液）滴入膨體聚四氟乙烯薄膜中，以潤濕整個薄膜。接著，迅速將以二甲基亞砜為溶劑所配製之 15 重量百分比的氟化三氟聚乙炔溶液（前述的壓電材料溶液，3 ml 至 5 ml）滴入已被濕潤的膨體聚四氟乙烯薄膜中，並藉由兩階段的旋轉塗佈使氟化三氟聚乙炔溶液可均勻分布於膨體聚四氟乙烯薄膜上：第一階段為以 500 rpm 持續



旋塗 5 秒，而接著第二階段為以 1500 rpm 持續旋塗 15 秒。旋塗完成後，將試片放置於熱板上，以 70°C 烘烤 1 小時使其乾燥，以形成複合氟化三氟聚乙烯及膨體聚四氟乙烯的多孔壓電薄膜（以下稱為壓電薄膜 1）。此時，壓電薄膜 1 與未滴入氟化三氟聚乙烯溶液的膨體聚四氟乙烯薄膜相比，外觀呈現較透明的狀態，這表示有足夠的氟化三氟聚乙烯包覆於膨體聚四氟乙烯薄膜的纖維上。

接著，將壓電薄膜 1 取下，並於常溫下放置於烘箱中以進行熱處理。於烘箱中，將溫度升高至 135°C 維持三小時，接著降溫至 65°C 停留兩小時，以使壓電薄膜 1 之氟化三氟聚乙烯轉為具有最佳壓電特性的  $\beta$  相結晶。接著，在降回常溫後再重複進行前述熱處理一次，便可將壓電薄膜 1 進行熱極化，以產生壓電效應。

## 實驗例 2

以與實驗例 1 相似的方法製備壓電薄膜 2，但更包括在壓電薄膜 1 進行熱極化後，於壓電薄膜 1 的兩主要表面上塗佈環烯烴共聚合物溶液（前述的高分子溶液）。

將熱極化後的壓電薄膜 1 置於旋轉塗佈機的載台上，並同樣藉由兩階段的旋轉塗佈使 5% 環烯烴共聚合物溶液（3 ml 至 5 ml）均勻分布於壓電薄膜 1 的兩個主要表面上，以形成外部包覆有環烯烴共聚合物的壓電薄膜 2。此舉是為了避免因使用氟化三氟聚乙烯而對膨體聚四氟乙烯的儲靜電能力造成影響，因此藉由將環烯烴共聚合物包覆於壓電薄膜外部，以幫助空間電荷的留存而形成空間偶

極。接著，同樣可將壓電薄膜 2 進行一般極化，以產生壓電效應。

### 熱極化

在進行壓電  $d_{33}$  係數的量測之前，必須先對壓電薄膜 1 及壓電薄膜 2 進行極化處理。

所使用的儀器及實驗方法如下：

儀器：單針電暈放電系統（直流高壓源：FX20N6 高壓 DC 電源供應器，美國 Glassman High Voltage Incorporated）。

實驗方法：為求有更多的離子累積於壓電薄膜表面上，將針電極與板電極間的距離縮短至電暈穩定的最低距離 3 cm，並移除網柵，使電暈更加集中。另外，所用的電壓為 +20 KV。

在進行極化前，透過板電極下方的熱板，將放置於板電極上的試片加熱至 90°C。接著，維持在 90°C 的情況下進行極化半小時。然後，將熱板關閉並持續極化至回常溫。

### $d_{33}$ 壓電係數的量測

所使用的儀器及其參數以及操作方法如下：

儀器： $d_{33}$  壓電係數量測儀 ( $d_{33}$  meter PM3001，由 KCF 公司製造)。

參數：透過電磁振盪器對所夾持的試片施加 0.25 N、頻率為 110 Hz 的交變應力。

操作方法：首先，開機暖機 5 分鐘。接著，在量測主機上選擇「 $d_{33}$ 」的量測模式。而後，將待測的壓電薄膜 1

及壓電薄膜2分別夾於上下兩個作為電極的夾具間，即可測得壓電薄膜1及壓電薄膜2的 $d_{33}$ 壓電係數，如下表1所示。

表1

試片	壓電薄膜 1	壓電薄膜 2
$d_{33}$	11	45

請參照表 1，由壓電薄膜 1 及壓電薄膜 2 的  $d_{33}$  壓電係數量測結果可知，壓電薄膜 1 及壓電薄膜 2 皆具有壓電效應。另外，透過旋塗環烯烴共聚合物溶液而形成三明治結構的壓電薄膜 2 的壓電係數約為複合氟化三氟聚乙烯及膨體聚四氟乙烯的壓電薄膜 1 的壓電係數的四倍，確實有效提升多孔結構之壓電薄膜的壓電效應。這說明了氟化三氟聚乙烯使得膨體聚四氟乙烯之孔洞無法有效地儲存空間電荷，而塗佈於外部的環烯烴共聚合物可有效地使空間電荷留存並於孔洞內形成空間偶極，進而提升壓電效應。

綜上所述，上述實施例所提出之壓電薄膜的製造方法，其利用使壓電材料溶液滲入多孔基材中後固化，進而使壓電材料包覆纖維的製作方式，快速且簡單的製作出具有多孔結構的壓電薄膜，且可有效地進行大面積多孔薄膜的製作。另外，上述實施例所提出之壓電薄膜，其結合了孔洞駐極體及壓電材料而得到具有孔洞結構的複合壓電薄膜。此外，透過高分子層有效地提升儲存空間電荷的能力，使壓電薄膜同時具有壓電材料的偶極電荷與空間電偶極，進而提升其壓電效應。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

**【圖式簡單說明】**

圖 1 是依照本發明之一實施例之壓電薄膜的製造流程圖。

圖 2 是依照本發明之一實施例之壓電薄膜的剖面示意圖。

**【主要元件符號說明】**

- 100：壓電薄膜
- 102：多孔基材
- 103：纖維
- 104：壓電材料
- 106：高分子層
- S10～S20：步驟

## 七、申請專利範圍：

1. 一種壓電薄膜的製造方法，包括：  
提供多孔基材，該多孔基材是由多條纖維組成具有兩個主要表面的薄膜結構；  
使壓電材料溶液滲入該多孔基材中；以及  
將該壓電材料溶液固化，以使壓電材料包覆部分該些纖維。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之壓電薄膜的製造方法，其中使該壓電材料溶液滲入該多孔基材的方法包括將該壓電材料溶液塗佈在該多孔基材上。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之壓電薄膜的製造方法，其中將該壓電材料溶液塗佈在該多孔基材上的方法包括旋轉塗佈、刮刀塗佈或網版印刷。
4. 如申請專利範圍第 2 項所述之壓電薄膜的製造方法，其中該壓電材料溶液是由該壓電材料溶於溶劑中製成，該壓電材料包括聚己二醯己二胺、聚偏二氟乙烯、氟化三氟聚乙炔、聚亞醯胺或聚左乳酸，該溶劑包括丙酮或四氫呋喃。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之壓電薄膜的製造方法，其中該壓電材料溶液中該壓電材料的濃度為 20 重量百分比以下。
6. 如申請專利範圍第 2 項所述之壓電薄膜的製造方法，將該壓電材料溶液塗佈在該多孔基材上之前，更包括以導入液潤濕該多孔基材，其中該導入液的極性低於該壓

電材料溶液的溶劑的極性。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之壓電薄膜的製造方法，其中該壓電材料溶液是由該壓電材料溶於溶劑中製成，該壓電材料包括聚己二醯己二胺、聚偏二氟乙烯、氟化三氟聚乙烯、聚亞醯胺或聚左乳酸，該溶劑包括二甲基甲醯胺、二甲基乙醯胺或二甲基亞砷，而該導入液包括丙酮或四氫呋喃。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之壓電薄膜的製造方法，其中該壓電材料溶液中該壓電材料的濃度為 20 重量百分比以下。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之壓電薄膜的製造方法，其中使該壓電材料溶液滲入該多孔基材的方法包括將該多孔基材浸置於該壓電材料溶液中。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之壓電薄膜的製造方法，其中該多孔基材的材料包括孔洞駐極體材料。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之壓電薄膜的製造方法，其中該孔洞駐極體材料包括聚丙烯、聚四氟乙烯、膨體聚四氟乙烯、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯或聚對苯二甲酸乙二酯。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之壓電薄膜的製造方法，其中該壓電材料包括聚己二醯己二胺、聚偏二氟乙烯、氟化三氟聚乙烯、聚亞醯胺或聚左乳酸。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述之壓電薄膜的製造方法，將該壓電材料溶液固化之後，更包括將高分子溶液塗



佈在該多孔基材的該兩個主要表面上並使其固化。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之壓電薄膜的製造方法，將該高分子溶液塗佈在該多孔基材的該兩個主要表面上並使其固化之前，更包括極化該壓電薄膜。

15. 如申請專利範圍第 13 項所述之壓電薄膜的製造方法，將該高分子溶液塗佈在該多孔基材的該兩個主要表面上並使其固化之後，更包括極化該壓電薄膜。

16. 如申請專利範圍第 13 項所述之壓電薄膜的製造方法，其中該高分子溶液是由高分子材料溶於溶劑中製成，該高分子材料包括聚丙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚氯乙稀、聚甲基丙烯酸甲酯、聚對苯二甲酸乙二酯、聚四氟乙稀、氟化乙丙稀或環烯烴共聚物。

17. 一種壓電薄膜，包括：

多孔基材，該多孔基材是由多條纖維組成具有兩個主要表面的薄膜結構；以及

壓電材料，包覆部分該些纖維。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之壓電薄膜，其中該多孔基材的材料包括孔洞駐極體材料。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述之壓電薄膜，其中該孔洞駐極體材料包括聚丙烯、聚四氟乙稀、膨體聚四氟乙稀、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯或聚對苯二甲酸乙二酯。

20. 如申請專利範圍第 17 項所述之壓電薄膜，其中該壓電材料包括聚己二醯己二胺、聚偏二氟乙稀、氟化三氟聚乙稀、聚亞醯胺或聚左乳酸。

21. 如申請專利範圍第 17 項所述之壓電薄膜，其孔隙率為 10% 至 95%。

22. 如申請專利範圍第 17 項所述之壓電薄膜，其孔隙率為 60% 至 80%。

23. 如申請專利範圍第 17 項所述之壓電薄膜，更包括高分子層，配置在該多孔基材的該兩個主要表面上。

24. 如申請專利範圍第 23 項所述之壓電薄膜，其中該高分子層的材料包括聚丙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚對苯二甲酸乙二酯、聚四氟乙烯、氟化乙丙烯或環烯烴共聚物。

25. 如申請專利範圍第 23 項所述之壓電薄膜的製造方法，其厚度為 1  $\mu\text{m}$  至 1 mm。



## 八、圖式：

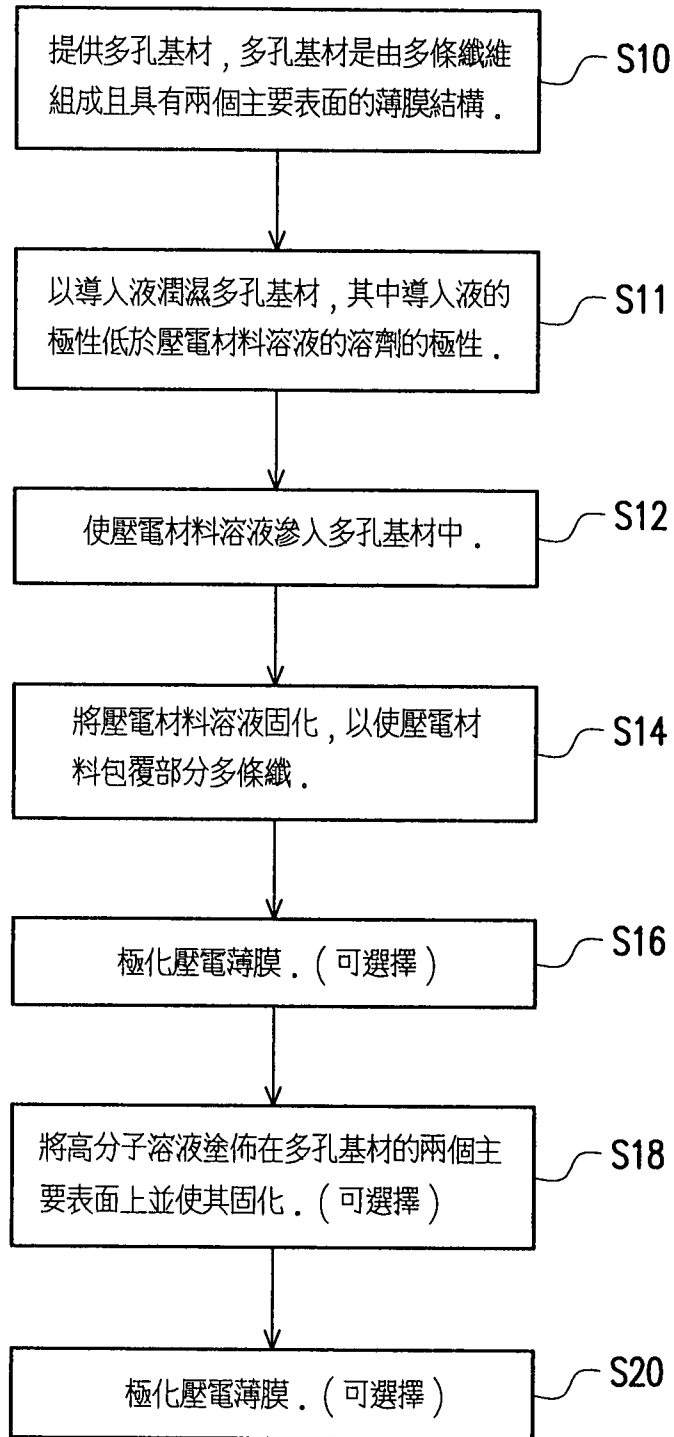


圖 1

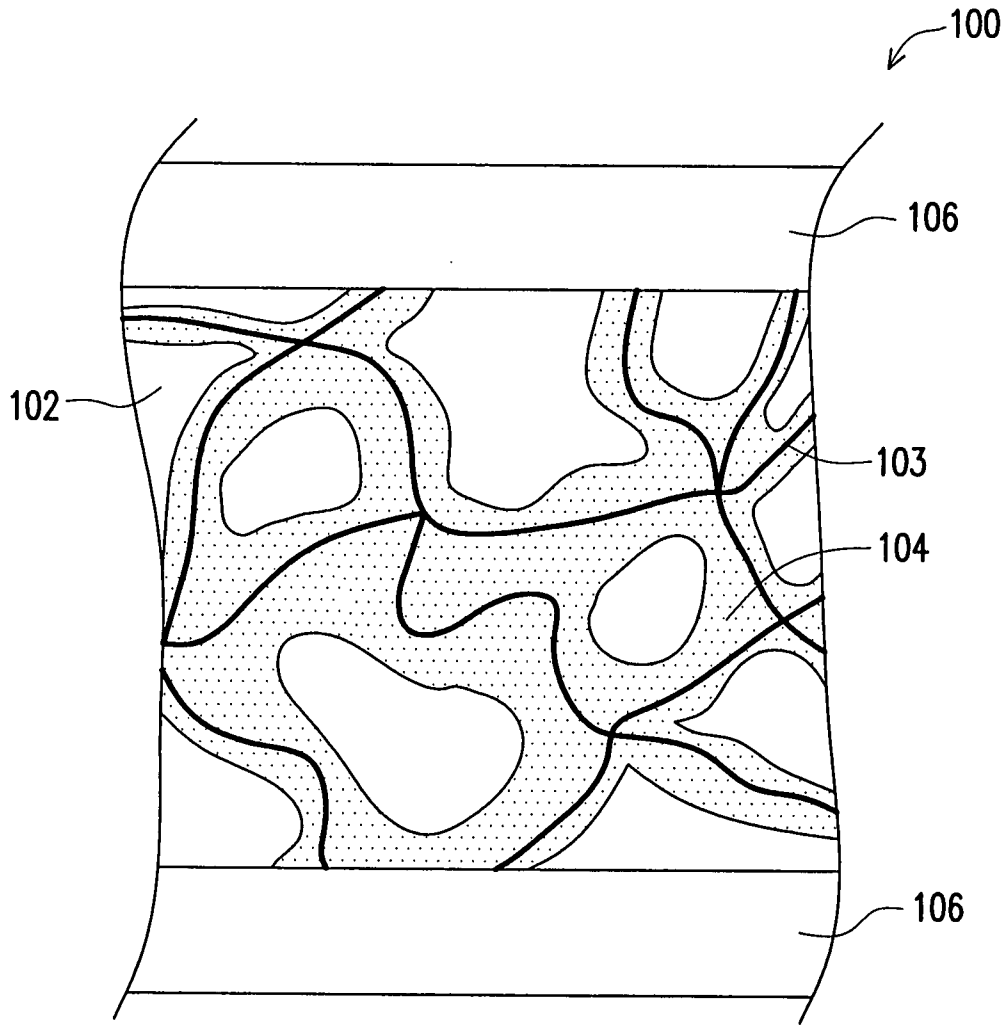


圖 2