

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 9574268/ 608J3/02, (2006.01)  
 ※申請日期： 95.11.27 ※IPC 分類： B01D5/00 (2006.01)  
 B01F8/06 (2006.01)

## 一、發明名稱：

(中文/英文)

用以電旋轉處理之聚烯屬烴級聚合物溶液製備方法

(Method of Solution Preparation of Polyolefin Class Polymers for  
 Electrospinning Processing Included)

## 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：德拉瓦大學 (中文/英文)  
 (University of Delaware)

代表人：理查迪·赫斯坦 (中文/英文)  
 (Richard D. Holsten)

住居所或營業所地址： (中文/英文)

美國德拉瓦州 19716 尼沃克·赫利罕樓 210 號

(210 Hullihen Hall Newark, Delaware 19716 United States of America)

國籍：美國 (中文/英文)

## 三、發明人：(共 3 人)

1. 姓名：約翰 佛·羅伯特 (中文/英文)  
 (John F. RABOLT)

國籍：美國 (中文/英文)

2. 姓名：李昆源 (中文/英文)  
 (Keun-Hyung LEE)

國籍：美國 (中文/英文)

3. 姓名：史蒂夫 爾·吉尼斯 (中文/英文)  
 (Steven R. GIVENS)

## 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國、美國申請日 2005.11.28、美國專利申請號 60/740,222

本案優先權之主張應不予受理

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明關於一種使用電旋轉處理以聚烯屬烴級聚合物製造多孔性薄膜的方法。

### 【先前技術】

為了研究材料的結構/性質的關係，通常必須在測量其性質前先進行加工。因為在剪切(shear)與纏繞(windup)方法期間隨之產生的鏈狀直線，故通常選擇纖維旋轉絲(fiber spinning)為長鏈聚合物的製造方法。直線會產生高度的各向異性的電、機械與光學性質。不幸地是，商業上的旋轉絲線需要大量(5到10磅)的開始材料，以為了產生熔融旋轉絲纖維。熔融旋轉絲所需的狀況將能夠用來研究的聚合物限制在夠大量製造者，以及/或者限制在不隨溫度的升高而降低品質者。溶液旋轉絲亦是另一個可行的方法，但專供溶於揮發性溶劑的聚合物使用，且通常必須為有侵蝕性的溶劑(例如，溶於硫酸溶液中的KEVLAR®)測定時間。(KEVIAR®是一種杜邦公司(DuPont)所生產的聚醯胺聚合物，其中所有的胺基會被對苯二胺基分隔，對苯二胺基就是，胺基彼此相對地附著於苯環的1號碳與4號碳的位置)。

纖維電旋轉已有30年的研究歷史。然而自從1998年起，關於電旋轉聚合物奈米纖維方面的出版物數量已呈指數成長，例如期刊 Composites Sci. and Tech(2003，美國專利公開案號US20030137069)第63期，2223-2253頁，發行人Z. M. Huang、Y. Z. Zhang、M. K. Kotaki、以及S. Ramakrishna，該文作者Huang。電旋轉是電噴灑的一支，可用來產生蛛網狀纖維(見第1圖至第3圖)以進行其機械與表面性質的特徵定性與測試。相較於直徑範圍5微米到200微米的傳統旋轉纖維(Reneker)，在電旋轉處理期間所產生的纖維是微比例與奈米級的，其直徑範圍為40奈米至5微米(參照書刊 Nanotechnology，1996年第7期，第216頁，作

者 D. H. Reneker 與 I. Chun, Reneker)。電旋轉的主要優點為，使用存在溶液中細微量的聚合物來形成連續的纖維。雖然迄今已利用電旋轉產生數種的聚合物商品(見書刊 *Macromolecules*, 2002 年第 35 期，第 8456 頁，發行人 Huang 以及 S. Megelski、J. S. Stephens、D. B. Chase 以及 J. F. Rabolt, 該文作者 Megelski)，但對於影響電旋轉處理之機構與參數的了解才剛起步。數個有限參數會影響纖維直徑、聚合物粒子的濃度、纖維表面形態以及聚合物微纖維的互連。這包括溶液濃度、噴嘴與標靶間之距離、聚合物分子量、旋轉絲電壓、濕度、溶劑揮發性以及溶液供應率。雖然上述中有些已進行詳細的研究(書刊 *Macromolecules*, 2004 年第 37 期，第 573 頁至 578 頁，發行人 C. Casper、J. Stephens、N. Tassi、D. B. Chase 以及 J. Rabolt, 該文作者 Casper)以及 Megelski 大部份的成果皆針對在研究纖維顯微結構的開發及其潛在的應用範圍，從組織工程架構到燃料電池膜。

電旋轉是一種簡單的方法，可使用靜電力製備超微米直徑的纖維。因為廣泛潛在的應用用途(包括過濾、光學纖維、保護織品、藥物遞送系統、組織工程支架，以及氣體分離膜等)，在密集的科學研究之下已產生了由此技術所製備的超微米纖維。

許多合成與天然的聚合物已成功地從聚合物溶液與熔融成為奈米級與/或微米級的纖維絲。雖然聚烯屬烴( $\text{CH}_2\text{-CH}_2$ )<sub>n</sub>、聚 $\alpha$ -烯屬烴( $\text{CH}_2\text{-(R-CH)}$ )<sub>n</sub>，其中 R=脂肪族，芳香族或環基，其共聚物與/或聚合物的混合物是重要的商業聚合物，在聚烯屬烴、聚 $\alpha$ -烯屬烴、其共聚物與/或其聚合物的混合物方面，僅存在極有限的作用。在聚烯屬烴、聚 $\alpha$ -烯屬烴的狀況，其共聚物與/或其聚合物之混合物因為優異的化學抗性與非極性結構，故其溶解度是有限的，也因此而不易從溶液進行電旋轉。所有的研究迄今皆使用熔融電旋轉。

#### 【發明內容】

本發明關於一種使用電旋轉處理以聚烯屬烴級聚合物製造

多孔性薄膜的方法。這些聚烯屬烴薄膜與/或由聚 $\alpha$ 烯屬烴製成的薄膜、其共聚物與/或其聚合物的混合物皆具有大的表面積、小的孔徑尺寸、柔軟的質感、彈性，且易於製成三維的立體結構，這可用在過濾、保護織品以及氣體分離等。

聚烯屬烴與聚 $\alpha$ 烯屬烴(例如：聚乙烯、聚丙烯、聚1-丁烯(PB)、聚1-戊烯、聚1-己烯、聚3-甲基-1-丁烯、聚4-甲基-1-戊烯(PMP)、聚4-甲基-1-己烯、聚5-甲基-1-庚烯等)，以及其共聚物與聚合物混合物，是由不同長度的碳氫鏈所組成的，且大體上與/或特別用在許多的工業用途。

根據本發明，聚烯屬烴、聚 $\alpha$ 烯屬烴、其共聚物與/或其聚合物混合物，會完全地溶在多種成份的溶劑系統內，而形成一澄澈透明的溶液，代表當取決於聚合物類型、分子量、與所使用的溶劑系統，而從室溫加熱到更高的溫度時，不會發生凝膠化。室溫約為23°C。一旦從高於室溫的溫度在周圍的條件下緩慢冷卻到25°C至50°C時，會產生用於電旋轉的澄澈溶液(參見書刊Polymer, 2006年第47期, 第8013頁, 發行人K-H Lee、S. Givens、D. B. Chase 以及 J. F. Rabolt, 該文作者 Lee)。

聚烯屬烴級聚合物的溶解度主要取決於化學結構與分子量。例如，聚甲基-1-苯乙烯與聚苯乙烯(PS)溶液可在室溫下分離，而聚乙烯、聚丙烯、聚丁烯、聚4-甲基-1-戊烯等的溶液不會在室溫下分離。這些聚合物需要加熱以製備電旋轉的澄清溶液。含特殊聚烯屬烴級聚合物之溶劑與非溶劑之混合物的多成分溶劑的調整，會使鏈與鏈之間的交互作用瓦解，而在室溫下產生用於電旋轉的澄清溶液，其處於聚丙烯、聚丁烯與聚4-甲基-1-戊烯等之系統中。

根據本發明，聚合物成分是單一的聚烯屬烴或聚烯屬烴的混合物，其中聚烯屬烴亦包括聚烯屬烴共聚物與/或改良過的聚烯屬烴。不同聚烯屬烴的混合物因具有不同的物理性質(例如：機械、物理與熱學特性)，所以很有趣。例如，藉由在聚1-丁烯中添加某

份量的聚 4-甲基-1-戊烯，就會影響熱學特性，而添加高分子量的大量聚烯屬烴則會增加機械性質。於是，高分子量聚烯屬烴可溶於採用的溶劑中。

大體而言，聚烯屬烴、聚 $\alpha$ 烯屬烴、其共聚物與/或其聚合物混合物具有良好的化學抗性，且需要高溫(除了聚 $\alpha$ 甲基苯乙烯以外，皆在 100°C 以上)來製備澄清溶液。在低溫下呈混濁的溶液最終會形成一凝膠。

#### 【實施方式】

根據本發明，聚烯屬烴聚合物完全溶在多成分的溶劑系統中，而在最佳加熱至 50°C 至 100°C 時(這個溫度取決於溶劑類型、聚合物類型與分子量)會形成一澄清溶液。聚合物溶液在週遭條件之下緩慢冷卻到 25°C 至 50°C (這取決於溶劑類型、聚合物類型以及聚合物濃度)，會產生用於電旋轉的澄清溶液。含特殊聚烯屬烴級聚合物之溶劑與非溶劑之混合物的多成分溶劑的調整，會使鏈與鏈之間的交互作用瓦解，而在室溫下產生用於電旋轉的澄清溶液，其處於聚丙烯、聚丁烯與聚 4-甲基-1-戊烯等之系統中。

本發明在液體、氣體與分子濾器的過濾應用中有潛在助益。混合材料的再強化、保護織品、保護遮罩、生醫應用(例如：醫義肢、組織工程支架、傷口包紮、藥物遞送系統與藥品成分)、美妝護膚保養以及清潔等，都是附加的用途。

在室溫下到溶劑沸騰的溫度之下(這取決於聚合物濃度、分子量、以及聚合物類型)，將聚合物溶解在適合的溶劑與/或溶劑與非溶劑之混合液，可獲得澄清溶液，這可作為一指示劑，因凝膠不會在聚烯屬烴、聚 $\alpha$ 烯屬烴、其共聚物與/或聚合物混合物中產生。當澄清溶液降溫到室溫(25°C)時，這些溶液會維持澄清一段時間。

藉由電旋轉處理而從聚合物溶液形成的纖維可參見下列 Reneker 教授之研究成果中：美國專利案 US 4, 323, 525 號、US 4, 689, 525 號，美國專利公開案 US 20030195611 號、US

20040018226 號，以及 US 20010045547 號，以上文獻係因便利用途而以引用的方式併入本文中。

較佳使用的聚合物列舉於 Huang 的研究成果中：美國專利公開案號 US 20030195611、US 20040037813、US20040038014、US20040018226、US 20040013873、US 2003021792、US 20030215624、US 20030195611、US 20030168756、US 20030106294、US 20020175449、US 20020100725、US 20020084178，以及亦可見於下列美國專利公開案號：US 20020046656、US 20040187454、US 20040123572、US 20040060269、US 20040060268 以及 US 20030106294。所有的專利公開案皆因便利用途而以引用的方式併入本文中。

可使用的較佳溶劑為：(a)高揮發性溶劑，包括：丙酮、氯仿、乙醇、異丙醇、甲醇、甲苯、四氫呋喃、水、苯、苯甲醇、1,4-二氧陸園、丙醇、四氯化碳、環己烷、環己酮、氯甲烷、二氯甲烷、酚、吡啶、三氯乙烷、甲酸；或(b)揮發性較低的溶劑，包括：二甲基甲醯胺(DMF)、二甲基亞砷(DMSO)、二甲基乙醯胺(DMAc)、1-甲基吡咯烷酮(NMP)、碳酸乙烯酯(EC)、碳酸丙烯(PC)、碳酸二甲酯(DMC)、乙腈(AN)、N-甲基嗎啉-N-氧化物、碳酸丁烯(BC)、1,4-丁酸內酯(BL)、碳酸二乙酯(DEC)、乙醚(DEE)、1,2-二甲氧乙烷(DME)、1,3-二甲基-2-咪唑啉酮(DMI)、1,3-二氧戊環(DOL)、碳酸甲乙酯(EMC)、甲酸甲酯(MF)、3-甲基噁唑烷-2-酮(MO)、丙酸甲酯(MP)、2-甲基四氫喃(MeTHF)或環丁砜(SL)。可供使用的其他溶劑表列於美國專利公開案 US 20020100725 號與 US 20030195611 號中，該二文併入本文以供參考。聚合物與溶劑的量有 0.1%~99.9%的改變，後者為高濃度的聚合物溶液。大體上，當溶液的濃度  $C$  乘上溶液的本質黏滯性  $\eta$  不小於 8.9H，聚合物可以進行電旋轉(書刊 *Macromolecule*，2004 年第 37 期，第 1760 頁，發行人 M.G. McKee、G.L. Wilkes、R.L. Colby 以及 T.E. Long，作者 McKee)。

聚合物與溶劑的溫度可與下列之電旋轉專利公開案與專利案相同(其發明人為 Reneker、Megelski、Casper)：美國專利案 US 4,323,525 號，US 4,689,525 號，美國專利公開案 US 20030195611 號、US 20040018226 號、以及 US 20010045547 號，以上各文件係因用途而以引用的方式併入本文中。

電旋轉或靜電旋轉絲是使用荷電溶液來產生精細聚合物纖維的處理，該荷電溶液使用一電場從一電源驅動至一標靶。使用電場驅動正電溶液會導致溶液從來源容器的噴嘴噴往接地標靶。這樣的噴射形成一錐形，稱為一泰勒錐(Taylor cone)，從噴嘴開始往外。典型上，隨著與噴嘴相距之距離的增加，錐形會延伸，直至靠近標靶為止，噴嘴會在到達標靶前分成或展開成許多的纖維。同樣地，在到達標靶前，纖維會開始變乾燥，這亦取決於許多的變因，這包括標靶距離、電荷、溶液黏滯性、溫度、溶劑揮發性、聚物流速等。這些纖維極細，典型上是以奈米為測量單位。纖維會聚集在標靶上，若溶液已受控制來確保纖維仍夠濕，而當到達標靶時仍可彼此附著，於是形成一方向隨機的纖維材料，其具有極高的多孔性與表面積，且其平均孔徑尺寸非常小。

溶劑電旋轉所需的基本成分如下：一聚合物與一溶劑混合而形成具有希望性質的溶液。該溶液裝入注射器般的容器，該容器再以液體連到一尖端較鈍的針，而形成一噴絲頭。該針具有一末端開口，經由這個開口可藉由一受控的力來射出溶液，以較簡化的方式表示即，由一活塞來施力，但亦可以是任何適合之可控制可變速率的液體排出系統，且應可自動確保精確的流速。

電旋轉處理的實施溫度範圍為從溶劑熔點的下限到溶劑蒸發或聚合物進行化學分解的上限。

### 範例 1

聚烯屬烴溶液進行電旋轉的結果，即會根據混合溶劑系統中之聚烯屬烴的濃度，而產生直徑範圍在 1 與 10 微米間之纖維。在其他的條件之下，比這個範圍較小或較大之纖維製造的電旋轉處

理可參照 Megelski, "Stephens" (書刊 MRS Proceedings 第 774 期, 第 31 頁, 2003 年版, 著者 J. S. Stephens、J. F. Rabolt、S. Fahnestock 以及 D. B. Chase), 美國專利公開案號 US 20030195611 以及 US 20030168756, 該等文獻係以引用的方式併入本文中。

初期製成纖維的研究使用了光學顯微鏡與場發射掃描電子顯微鏡 (field-emission scanning electron microscope, FE-SEM), 以為了確定任何存在的表面形態, 且判定是否存在任何外型上的缺陷。

### 範例 2

聚 4-甲基-1-戊烯 (PMP) 是在工業上廣泛使用的聚合物, 且特別是用在醫藥產品上。微纖維與奈米纖維薄膜的製造可將 PMP 的可用性擴展到醫藥用途的領域。用於電旋轉之溶液的溶劑品質選擇對於纖維的可旋轉絲性與其外形外觀的影響很大。我們測試以下四種溶劑系統: 環己烯, 環己烯/丙酮混合液、環己烯/二甲基甲醯胺 (DMF) 混合液、以及環己烷/丙酮/DMF 混合液。因使用 FE-SEM 所顯現的, 電旋轉纖維會形成不同的外形, 這包括圓形、具有粗糙質地的扭絞狀、彎曲狀、以及扭絞帶狀。纖維形狀與外形大部份取決於所使用之非溶劑的類型與份量。

各 PMP 溶液會倒入一 3mL 的注射器, 其裝配有一 21 號針距長度 (Hamilton)。能夠產生高達 30kV 之電壓的高電壓電源供應 (Gassman High Voltage) 用以在針與一接地含鋁箔金屬板之間產生一 10kV 到 15kV 的電位差, 該金屬板置於距離針尖 15 公分處。所有的纖維旋轉絲皆在周遭條件之下進行。電旋轉設備的示意圖顯示在第 6 圖。

電旋轉 PMP 纖維薄膜的外形研究使用了場發射掃描電子顯微鏡 (FE-SEM, JSM-7400F, JOEL)。典型的成像條件為 1kV 至 2kV 以及 2  $\mu$ A。依溶劑與非溶劑之混合液, 或者使用了不適的溶劑, 即可如第 4 圖所繪示般地獲得截然不同的纖維外形。

### 範例 3

若至少二聚烯屬烴之混合物溶解在上述的混合溶劑系統中，則混合的聚合物纖維即可使用上文曾提及的典型條件來進行電旋轉。例如，可依這個方式來製造 PB/PMP 的混合纖維墊。第 5 圖為根據範例 1 顯示在 500 倍放大率下之混合物(PB/PMP)電旋轉纖維薄膜的場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM)影像，該纖維薄膜之溶劑為環己烷、丙酮與 DMF(重量百分率濃度為 80/10/10)，混合物(PB/PMP)的重量比例為(A)75/25，(B)50/50，以及(C)25/75。在所有的狀況中皆產生了扭絞的平坦纖維。

所有上錄的參考資料是因便利用途而以引用的方式併入本文中。

利用本發明的特殊結構在此已完成繪示與描述，熟習該項技藝者應明白，在不違反文後之本發明概念的精神與範圍之下，可針對零件進行種種的改良與重新設置，且不因本文所顯示與描述的特殊型式而限制本發明。

#### 【圖式簡單說明】

第 1 圖為根據範例 1 顯示在 500 倍放大率下之電旋轉聚丙烯纖維薄膜的場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM)影像，該纖維薄膜之溶劑為環己烷、丙酮與 DMF(重量百分率濃度為 80/10/10)。

第 2 圖為根據範例 1 顯示在 250 倍放大率下之電旋轉聚 1-丁烯纖維薄膜的場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM)影像，該纖維薄膜之溶劑為環己烷、丙酮與 DMF(重量百分比為 80/10/10)。

第 3 圖為根據範例 1 顯示在 1000 倍放大率下之電旋轉聚 4-甲基-1-戊烯纖維薄膜的場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM)影像，該纖維薄膜之溶劑為環己烷、丙酮與 DMF(重量百分比為 80/10/10)。

第 4 圖含電旋轉結果與 PMP 溶液在不同溶劑中所產生的 PMP 初旋轉絲纖維之 FE-SEM 影像，那些溶劑分別為：(A)環己烷，(B)環己烷與丙酮的混合液(重量百分比為 80/20)，(C)環己烷與 DMF 的混合液(重量百分比為 80/20)，及(D)環己烷、丙酮與 DMF 的混合

液(重量百分比為 80/10/10)。第 4C 可中的箭頭繪示纖維結構的彎曲或扭絞。

第 5 圖為根據範例 1 顯示在 500 倍放大率下之混合物(PB/PMP)電旋轉纖維薄膜的場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM)影像，該纖維薄膜之溶劑為環己烷、丙酮與 DMF(重量百分率濃度為 80/10/10)，混合物(PB/PMP)的重量比例為(A)75/25，(B)50/50，以及(C)25/75。

第 6 圖係具有連續供應系統之電旋轉處理的示意圖。

### 【主要元件符號說明】

### 五、中文發明摘要：

一種製造聚烯屬烴級聚合物纖維之方法，其步驟如下：於室溫下或稍高於室溫之溫度下，將至少一聚烯屬烴混入一溶液，以形成一聚合物溶液，並在室溫下使該聚合物溶液進行電旋轉，以形成一纖維。

### 六、英文發明摘要：

A process to make a polyolefin fiber which has the following steps: mixing at least one polyolefin into a solution at room temperature or a slightly elevated temperature to form a polymer solution and electrospinning at room temperature said polymer solution to form a fiber.

## 十、申請專利範圍：

1. 一種製造聚烯屬烴纖維之方法，其包括：在稍高於室溫之溫度之下，將至少一聚烯屬烴混入一溶液，以形成一聚合物溶液，且在室溫下電旋轉該聚合物溶液以形成一纖維。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該聚烯屬烴係聚丙烯、聚乙烯、聚丁烯、或聚 4-甲基-1-戊烯、其共聚物與/或混合物。
3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中含有至少二聚烯屬烴。
4. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該至少一聚烯屬烴至少包括聚丁烯及聚 4-甲基-1-戊烯。
5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該溶液含有 HFIP、二氯甲烷、二甲基乙醯胺、氯仿、二甲基甲醯胺、或二甲苯。
6. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該溶液含有多個成分，其中至少一成分為一良好溶劑，且另一成分為一不良溶劑或一非溶劑。
7. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該非溶劑係 HFIP、二氯甲烷、二甲基乙醯胺、氯仿、二甲基甲醯胺、二甲苯或甲基環己烷。
8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該溶液係一溶劑，為一高揮發性溶劑或一低揮發性溶劑。
9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該溶劑係丙酮、氯仿、乙醇、異丙醇、甲醇、甲苯、四氫呋喃、水、苯、苯甲醇、1,4-二氧陸園、丙醇、四氯化碳、環己烷、環己酮、二氯甲烷、酚、吡啶、三氯乙烷、或甲酸；二甲基甲醯胺(DMF)、二甲基亞砜(DMSO)、二甲基乙醯胺(DMAc)、1-甲基吡咯烷酮(NMP)、碳酸乙烯酯(EC)、碳酸丙烯(PC)、碳酸二甲酯(DMC)、乙腈(AN)、N-甲基嗎啉-N-氧化物、碳酸丁烯(BC)、1,4-丁酸內酯(BL)、碳酸二乙酯(DEC)、乙醚(DEE)、1,2-二甲氧乙烷(DME)、1,3-二甲基-2-咪唑啉酮(DMI)、1,3-二氧戊環(DOL)、碳酸甲乙酯(EMC)、甲酸甲酯(MF)、3-甲基噁唑烷-2-酮(MO)、丙酸甲酯

(MP)、2-甲基四氫喃(MeTHF)或環丁砜(SL)。

10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該溶液至少包括一溶劑，且該溶劑係從以下中選出之至少一溶劑：丙酮、氯仿、乙醇、異丙醇、甲醇、甲苯、四氫呋喃、水、苯、苯甲醇、1,4-二氧陸園、丙醇、四氯化碳、環己烷、環己酮、二氯甲烷、酚、吡啶、三氯乙烷、或甲酸；二甲基甲醯胺(DMF)、二甲基亞砜(DMSO)、二甲基乙醯胺(DMAc)、1-甲基吡咯烷酮(NMP)、碳酸乙烯酯(EC)、碳酸丙烯(PC)、碳酸二甲酯(DMC)、乙腈(AN)、N-甲基嗎啉-N-氧化物、碳酸丁烯(BC)、1,4-丁酸內酯(BL)、碳酸二乙酯(DEC)、乙醚(DEE)、1,2-二甲氧乙烷(DME)、1,3-二甲基-2-咪唑啉酮(DMI)、1,3-二氧戊環(DOL)、碳酸甲乙酯(EMC)、甲酸甲酯(MF)、3-甲基噁唑烷-2-酮(MO)、丙酸甲酯(MP)、2-甲基四氫喃(MeTHF)或環丁砜(SL)。

11. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該溶液至少包括一溶劑，且該溶劑係從以下中選出之至少一溶劑：丙酮、氯仿、乙醇、異丙醇、甲醇、甲苯、四氫呋喃、水、苯、苯甲醇、1,4-二氧陸園、丙醇、四氯化碳、環己烷、環己酮、二氯甲烷、酚、吡啶、三氯乙烷、或甲酸；二甲基甲醯胺(DMF)、二甲基亞砜(DMSO)、二甲基乙醯胺(DMAc)、1-甲基吡咯烷酮(NMP)、碳酸乙烯酯(EC)、碳酸丙烯(PC)、碳酸二甲酯(DMC)、乙腈(AN)、N-甲基嗎啉-N-氧化物、碳酸丁烯(BC)、1,4-丁酸內酯(BL)、碳酸二乙酯(DEC)、乙醚(DEE)、1,2-二甲氧乙烷(DME)、1,3-二甲基-2-咪唑啉酮(DMI)、1,3-二氧戊環(DOL)、碳酸甲乙酯(EMC)、甲酸甲酯(MF)、3-甲基噁唑烷-2-酮(MO)、丙酸甲酯(MP)、2-甲基四氫喃(MeTHF)或環丁砜(SL)。

12. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中升高之溫度係從 25°C 以上至 100°C。

13. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中升高之溫度係從 50°C 至 100°C。

14. 一種由申請專利範圍第 1 項之方法製成之纖維。
15. 一種包括申請專利範圍第 14 項之纖維之織品。
16. 一種包括申請專利範圍第 14 項之纖維之薄膜。
17. 一種包括申請專利範圍第 14 項之纖維之不織布。

十一、圖式：

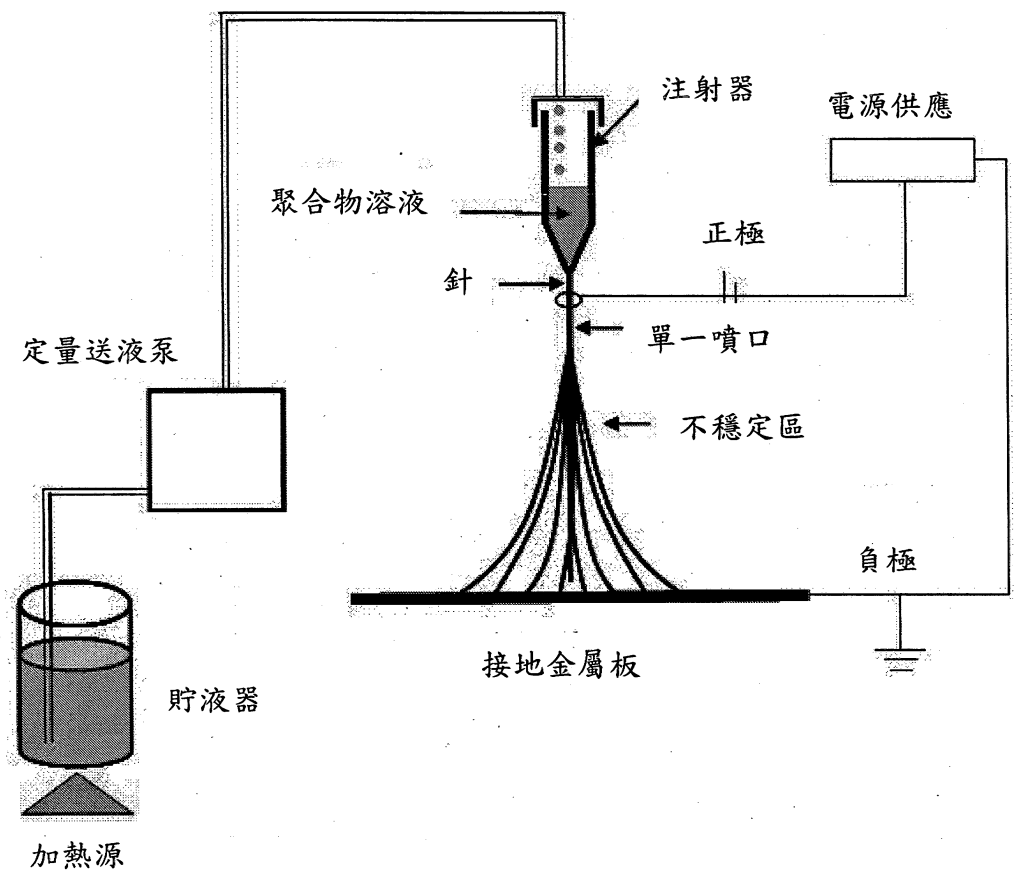


圖 6

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1 ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：