



(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 202000589 A

(43)公開日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：107124393

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 07 月 13 日

(51)Int. Cl.：

*C01B32/158 (2017.01)**H01B1/04 (2006.01)**H01B5/00 (2006.01)**H01B13/00 (2006.01)**B82Y30/00 (2011.01)**B82Y40/00 (2011.01)*

(30)優先權：2018/06/29

中國大陸

201810712021.4

(71)申請人：鴻海精密工業股份有限公司 (中華民國) HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD. (TW)

新北市土城區自由街 2 號

(72)發明人：于洋 YU, YANG (CN)；王佳平 WANG, JIA-PING (CN)；姜開利 JIANG, KAI-LI (CN)；范守善 FAN, SHOU-SHAN (CN)

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：10 共 24 頁

(54)名稱

可拉伸膜狀結構及其製備方法

(57)摘要

本發明涉及可拉伸膜狀結構的製備方法，包括：沿交叉的第一方向和第二方向對一彈性基底進行預拉伸；將奈米碳管膜狀結構鋪設在彈性基底的表面，該奈米碳管膜狀結構包括複數個層迭設置的超順排奈米碳管膜，每個超順排奈米碳管膜包括複數個奈米碳管，該複數個奈米碳管基本沿同一方向延伸；以及撤掉所述預拉伸使彈性基底恢復到原始形態，進而在所述奈米碳管膜狀結構的表面形成複數個褶皺。本發明還提供一種採用上述方法得到的可拉伸膜狀結構。

The present disclosure relates to a method for making a stretchable film structure. An elastic substrate is pre-stretched along a first direction and a second direction, and the first direction and the second direction are crossed. A carbon nanotube film structure is laid on a surface of the elastic substrate. The carbon nanotube film structure includes a plurality of super carbon nanotube films stacked with each other. Each of the plurality of super carbon nanotube films includes a plurality of carbon nanotubes, and the plurality of carbon nanotubes substantially extend along the same direction. The pre-stretch is removed to restore the elastic substrate to its original form, and a plurality of wrinkles is formed on the surface of the carbon nanotube film structure. The present disclosure also relates to a stretchable film structure obtained by above method.

指定代表圖：

提供一彈性基底，沿第一方向和第二方向對該彈性基底進行預拉伸，使所述彈性基底處於拉伸狀態，該第一方向和第二方向交叉

S1

將一奈米碳管膜狀結構鋪設在處於拉伸狀態的彈性基底的表面，該奈米碳管膜狀結構包括複數個超順排奈米碳管膜，該複數個超順排奈米碳管膜層疊設置，每個超順排奈米碳管膜包括複數個奈米碳管，該複數個奈米碳管基本沿同一方向延伸

S2

撤掉彈性基底的預拉伸使處於拉伸狀態的彈性基底恢復到原始形態，在所述奈米碳管膜狀結構的表面形成複數個褶皺，進而形成可拉伸膜狀結構

S3

圖 1

【發明說明書】

【中文發明名稱】可拉伸膜狀結構及其製備方法

【英文發明名稱】STRETCHABLE FILM STRUCTURE AND METHOD FOR MAKING THE SAME

【技術領域】

【0001】本發明涉及一種可拉伸膜狀結構及其製備方法，尤其涉及一種可以沿不同方向大應變拉伸的可拉伸膜狀結構。

【先前技術】

【0002】可拉伸膜狀結構可以應用於許多領域，例如：可拉伸儲能器件、柔性觸控式螢幕等。奈米碳管膜狀結構具有一定的柔性，是一種常用的可拉伸膜狀結構。然而，先前的奈米碳管膜狀結構只能在單一方向進行小應變的拉伸，在不同方向同時大應變反復拉伸時容易斷裂。因此，提供一種可以耐不同方向大應力反復拉伸的可拉伸膜狀結構及其製備方法將非常有意義。

【發明內容】

【0003】有鑑於此，確有必要提供一種可拉伸膜狀結構及其製備方法，該製備方法得到的可拉伸膜狀結構能夠承受不同方向大應變反復拉伸。

【0004】一種可拉伸膜狀結構的製備方法，包括以下步驟：

步驟 S1，提供一彈性基底，沿第一方向和第二方向對該彈性基底進行預拉伸，使所述彈性基底處於拉伸狀態，該第一方向和第二方向交叉；

步驟 S2，將一奈米碳管膜狀結構鋪設在處於拉伸狀態的彈性基底的表面，該奈米碳管膜狀結構包括複數個超順排奈米碳管膜，該複數個超順排奈米碳管膜層迭設置，每個超順排奈米碳管膜包括複數個奈米碳管，該複數個奈米碳管基本沿同一方向延伸；以及

步驟 S3，撤掉所述彈性基底的預拉伸使處於拉伸狀態的彈性基底恢復到原始形態，在所述奈米碳管膜狀結構的表面形成複數個褶皺，進而得到可拉伸膜狀結構。

【0005】一種可拉伸膜狀結構，包括一奈米碳管膜狀結構，該奈米碳管膜狀結構包括複數個超順排奈米碳管膜，該複數個超順排奈米碳管膜層迭設置，

每個超順排奈米碳管膜包括複數個奈米碳管，該複數個奈米碳管基本沿同一方向延伸，該奈米碳管膜狀結構的表面具有複數個褶皺。

【0006】所述可拉伸膜狀結構進一步包括一彈性基底，該奈米碳管膜狀結構鋪設在所述彈性基底的表面。

【0007】與先前技術相比，本發明提供的可拉伸膜狀結構的製備方法通過在兩個交叉的方向上對彈性基底進行預拉伸後，在該彈性基底的表面鋪設奈米碳管膜狀結構，然後再撤掉彈性基底的預拉伸，進而在奈米碳管膜狀結構的表面形成複數個褶皺。該複數個褶皺可以使該可拉伸膜狀結構沿不同方向被拉伸時，該複數個褶皺可以在不同的應變方向上同時展開，吸收應變，使可拉伸膜狀結構在不同方向同時大應變反復拉伸時不容易斷裂。

【圖式簡單說明】

【0008】圖 1 為本發明實施例提供的可拉伸膜狀結構的製備方法的流程圖。

【0009】圖 2 為本發明實施例提供的可拉伸膜狀結構的製備方法的示意圖。

【0010】圖 3 為本發明實施例提供的可拉伸膜狀結構中超順排奈米碳管膜的掃描電子顯微鏡照片。

【0011】圖 4 為本發明實施例提供的預拉伸後所述奈米碳管膜狀結構表面形貌圖。

【0012】圖 5 為本發明實施例提供的可拉伸膜狀結構的側視圖。

【0013】圖 6 為本發明實施例中的可拉伸膜狀結構的電阻隨應變的變化關係圖。

【0014】圖 7 為本發明實施例中可拉伸膜狀結構載入不同應變時奈米碳管膜狀結構的表面形貌圖。

【0015】圖 8 為本發明實施例中可拉伸膜狀結構在不同方向進行 0~150% 循環應變時，其軸向電阻隨循環次數的變化關係圖。

【0016】圖 9 為本發明實施例中可拉伸膜狀結構沿 X 軸方向拉伸循環 2000 次前後該可拉伸膜狀結構的表面形貌圖。

【0017】圖 10 為本發明實施例中可拉伸膜狀結構沿不同方向拉伸時電阻隨應變變化的關係圖。

【實施方式】

【0018】 以下將結合附圖及具體實施例，對本發明提供的可拉伸膜狀結構的製備方法及採用該方法得到的可拉伸膜狀結構作進一步詳細說明。

【0019】 請參閱圖 1 和 2，本發明實施例提供一種可拉伸膜狀結構的製備方法，包括以下步驟：

步驟 S1，提供一彈性基底，沿第一方向和第二方向對該彈性基底進行預拉伸，使所述彈性基底處於拉伸狀態，該第一方向和第二方向交叉；

步驟 S2，將一奈米碳管膜狀結構鋪設在處於拉伸狀態的彈性基底的表面，該奈米碳管膜狀結構包括複數個超順排奈米碳管膜，該複數個超順排奈米碳管膜層迭設置，每個超順排奈米碳管膜包括複數個奈米碳管，該複數個奈米碳管基本沿同一方向延伸；以及

步驟 S3，撤掉彈性基底的預拉伸使處於拉伸狀態的彈性基底恢復到原始形態，在所述奈米碳管膜狀結構的表面形成複數個褶皺，進而形成可拉伸膜狀結構。

【0020】 步驟 S1 中，所述第一方向和第二方向的交叉角度不限。優選的，所述第一方向和第二方向垂直交叉，因為垂直交叉時可以使彈性基底在預拉伸時受力更均勻，當預拉伸撤掉時，在奈米碳管膜狀結構表面形成的複數個褶皺的分佈以及褶皺的大小，形狀等更加均勻，進而使可拉伸膜狀結構在任意方向被拉伸時，該複數個褶皺可以在應力方向上均得到更好的伸展，提高可拉伸膜狀結構的耐不同方向拉伸的能力。本實施例中，所述第一方向和第二方向垂直交叉。

【0021】 可以理解，在其它實施例中，也可以沿三個或三個以上的方向對該彈性基底進行預拉伸，使所述彈性基底處於拉伸狀態，三個或三個以上的方向對稱且交叉設置。

【0022】 所述彈性基底的材料可以為任意彈性材料。例如，所述彈性基底可選自矽橡膠、聚氯乙稀、聚四氟乙稀、聚氨酯（PU）、聚氯乙稀（PVC）、以及聚二甲基矽氧烷（PDMS）等。本實施例中，所述彈性基底為一長方形的 PDMS 基底。

【0023】所述彈性基底可以在第一方向和第二方向上均進行雙向預拉伸。該雙向預拉伸是指該彈性基底沿第一方向上分別朝兩端進行預拉伸，沿第二方向上分別朝兩端進行預拉伸。可以理解，所述彈性基底在所述第一方向和第二方向上也可以均進行單向拉伸，即在所述第一方向上所述彈性基底的一端固定，僅對另一端進行預拉伸；在所述第二方向上所述彈性基底的一端固定，僅對另一端進行預拉伸。本實施例中，所述彈性基底在第一方向和第二方向上均進行雙向預拉伸，第一方向平行於長方形的長邊長，第二方向平行於長方形的短邊長。

【0024】所述彈性基底在第一方向和第二方向上的預拉伸量可以相等或不相等。本實施例中，所述彈性基底在第一方向和第二方向上的預拉伸量相等。該彈性基底在第一方向上的預拉伸量是指預拉伸之後彈性基底沿第一方向的長度與原始形態下彈性基底沿第一方向的長度的百分比；該彈性基底在第二方向上的預拉伸量是指預拉伸之後彈性基底沿第二方向的長度與原始形態下彈性基底沿第二方向的長度的百分比。

【0025】所述彈性基底的預拉伸量需控制在該彈性基底的彈性範圍之內，所述彈性基底的預拉伸量可以根據該彈性基底的材料以及實際需要等進行設定。本實施例中，所述彈性基底在第一方向和第二方向上的預拉伸量均等於 150%。通過同時沿第一方向和第二方向對所述彈性基底施加外力進而對該彈性基底進行預拉伸，該外力的大小為使該彈性基底在不被破壞的情況下至少發生彈性變形的大小。本實施例中，通過一夾具對所述 PDMS 基底進行預拉伸。

【0026】步驟 S2 中，優選的，所述複數個超順排奈米碳管膜中，相鄰的兩個超順排奈米碳管膜中的奈米碳管交叉設置。相鄰的兩個超順排奈米碳管膜中奈米碳管的交叉角度不限。本實施例中，相鄰的兩個超順排奈米碳管膜中奈米碳管的交叉角度為 90 度。

【0027】所述超順排奈米碳管膜的製備方法包括：首先，提供一超順排奈米碳管陣列，該超順排奈米碳管陣列形成於一基板的表面。該超順排奈米碳管陣列由複數個奈米碳管組成，且該複數個奈米碳管基本上相互平行且垂直於所述基板的表面，該超順排奈米碳管陣列基本不含雜質，如無定型碳或殘留的催化劑金屬顆粒等。所述超順排奈米碳管陣列的製備方法可參見中國大陸專利申請公開第 02134760.3 號。其次，採用一拉伸工具從所述超順排奈米碳管陣列中

選定複數個奈米碳管，本實施例優選為採用具有一定寬度的膠帶或粘性基條接觸該超順排奈米碳管陣列以選定具有一定寬度的複數個奈米碳管；以一定速度拉伸該選定的奈米碳管，該拉取方向沿基本垂直於超順排奈米碳管陣列的生長方向。從而形成首尾相連的複數個奈米碳管，進而形成一連續的超順排奈米碳管膜。該超順排奈米碳管膜中的複數個奈米碳管定向排列且通過凡得瓦力首尾相連。該超順排奈米碳管膜中奈米碳管的排列方向基本平行於該超順排奈米碳管膜的拉伸方向。

【0028】請參見圖 3，所述超順排奈米碳管膜由若干奈米碳管組成。所述若干奈米碳管基本沿同一方向擇優取向排列，所述擇優取向排列是指在超順排奈米碳管膜中大多數奈米碳管的整體延伸方向基本朝同一方向。而且，所述大多數奈米碳管的整體延伸方向基本平行於超順排奈米碳管膜的表面。當然，所述超順排奈米碳管膜中存在少數隨機排列的奈米碳管，這些奈米碳管不會對超順排奈米碳管膜中大多數奈米碳管的整體取向排列構成明顯影響。具體地，所述超順排奈米碳管膜中基本朝同一方向延伸的多數奈米碳管，並非絕對的直線狀，可以適當的彎曲；或者並非完全按照延伸方向上排列，可以適當的偏離延伸方向。因此，不能排除所述超順排奈米碳管膜中基本朝同一方向延伸的多數奈米碳管中並列的奈米碳管之間可能存在部分接觸。

【0029】可以在所述超順排奈米碳管陣列中拉取所述超順排奈米碳管膜之後直接鋪設在處於拉伸狀態的彈性基底的表面，即直接在處於拉伸狀態的彈性基底的表面形成所述奈米碳管膜狀結構。具體地，在一超順排奈米碳管陣列中拉取一第一超順排奈米碳管膜直接鋪設在處於拉伸狀態的彈性基底的表面；在所述超順排奈米碳管陣列拉取一第二超順排奈米碳管膜直接鋪設在所述第一超順排奈米碳管膜的表面，並使該第二超順排奈米碳管膜和所述第一超順排奈米碳管膜層迭設置；以此類推，直至形成所述奈米碳管膜狀結構。可以理解，也可以將所述複數個超順排超順排奈米碳管膜層迭設置形成一奈米碳管膜狀結構之後，再將該奈米碳管膜狀結構鋪設在處於拉伸狀態的彈性基底的表面。本實施例中，先在 75mm×75mm 的鋁合金框上鋪設 6 層層迭設置的超順排奈米碳管膜，使相鄰超順排奈米碳管膜中的奈米碳管交叉，形成一奈米碳管膜狀結構，然後再將該奈米碳管膜狀結構取下，覆蓋到拉伸狀態下的 PDMS 基底上。

【0030】所述奈米碳管膜狀結構中奈米碳管的延伸方向與所述第一方向和第二方向的夾角不限。本實施例中，所述奈米碳管膜狀結構中奈米碳管的延伸方向與所述第一方向或第二方向平行。

【0031】所述奈米碳管膜狀結構中超順排奈米碳管膜的數量不限，本實施例中，所述奈米碳管膜狀結構由 6 層超順排奈米碳管膜組成。

【0032】由於所述奈米碳管膜狀結構比較純淨，基本不含雜質，因此該奈米碳管膜狀結構可以通過自身的粘性固定在所述彈性基底的表面。

【0033】在步驟 S2 之後步驟 S3 之前可以進一步使用一有機溶劑處理所述奈米碳管膜狀結構。具體地，在所述奈米碳管膜狀結構遠離所述彈性基底的表面滴加所述有機溶劑，在有機溶劑揮發時產生的表面張力的作用下，該奈米碳管膜狀結構中相鄰的奈米碳管之間會通過凡得瓦力緊密結合，並使奈米碳管膜狀結構中相鄰的超順排奈米碳管膜之間緊密結合，進而使所述奈米碳管膜狀結構收縮。該有機溶劑為揮發性有機溶劑，如乙醇、甲醇、丙酮、二氯乙烷或氯仿。本實施例中，所述有機溶劑為乙醇。當使用所述有機溶劑處理所述奈米碳管膜狀結構時，所述有機溶劑蒸發至無明顯液滴後，再進行步驟 S3。

【0034】步驟 S3 中，由於所述奈米碳管膜狀結構粘結於所述彈性基底的表面，當去除彈性基底的預拉伸之後，所述彈性基底沿第一方向和第二方向上的長度均會縮短，恢復原始形態，奈米碳管膜狀結構中的奈米碳管將在該奈米碳管膜狀結構的法線方向向上彎曲形成複數個突起，也就是說，該奈米碳管膜狀結構的某一部分已經高出其它部分。

【0035】請參閱圖 4，所述奈米碳管膜狀結構表面形成波浪狀的起伏結構，包括複數個褶皺，表面呈褶皺狀態。該可拉伸膜狀結構沿任意方向被拉伸時，該複數個褶皺可以在應變方向上展開，吸收應變，奈米碳管膜狀結構中的奈米碳管不會斷開，保持奈米碳管膜狀結構的完整性。尤其是當該可拉伸膜狀結構沿不同方向同時被拉伸時，該複數個褶皺可以在不同的應變方向上同時展開，吸收應變，奈米碳管膜狀結構中的奈米碳管不會斷開，保持奈米碳管膜狀結構的完整性。如果應變小於等於所述彈性基底的預拉伸量，則奈米碳管膜狀結構表面的褶皺結構的形變可逆。

【0036】在步驟 S3 之後，可進一步包括去除所述彈性基底的步驟。

【0037】請參閱圖 5，本發明實施例還提供一種採用上述製備方法得到的可拉伸膜狀結構 10，該可拉伸膜狀結構 10 包括一彈性基底 120 以及一奈米碳管膜狀結構 140。該奈米碳管膜狀結構 140 鋪設在該彈性基底 120 的表面。該奈米碳管膜狀結構 140 包括複數個超順排奈米碳管膜，該複數個超順排奈米碳管膜層迭設置，每個超順排奈米碳管膜包括複數個奈米碳管，該複數個奈米碳管基本沿同一方向延伸。該奈米碳管膜狀結構 140 的表面具有複數個褶皺。該可拉伸膜狀結構 10 沿任意方向被拉伸時，該複數個褶皺可以在應變方向上展開，吸收應變，奈米碳管膜狀結構中的奈米碳管不會斷開，保持奈米碳管膜狀結構的完整性。尤其是當該可拉伸膜狀結構沿複數個不同方向同時被拉伸時，該複數個褶皺可以在不同的應變方向上同時展開，吸收應變，奈米碳管膜狀結構中的奈米碳管不會斷開，保持奈米碳管膜狀結構的完整性。

【0038】優選的，所述複數個超順排奈米碳管膜中，相鄰的兩個超順排奈米碳管膜中的奈米碳管交叉設置。相鄰的兩個超順排奈米碳管膜中奈米碳管的交叉角度不限。本實施例中，相鄰的兩個超順排奈米碳管膜中奈米碳管的交叉角度為 90 度。

【0039】請參閱圖 6，為本實施例中的製備方法得到的可拉伸膜狀結構的電阻隨應變的變化關係圖，該可拉伸膜狀結構在製備過程中彈性基底在第一方向和第二方向上的預拉伸量均為 150%。由圖中可以看出，當應變為 20% 和 80% 時，拉伸膜狀結構的電阻變化極小，當應變卸載後，電阻的不可逆增加僅分別為 0.7% 和 1.2%。當應變為 150% 時，可拉伸膜狀結構的電阻增加 5%，應變卸載後，可拉伸膜狀結構的電阻增加量恢復至 2%。而當應變為 160% 時，應變卸載後，可拉伸膜狀結構的不可逆電阻增加至 6%。而當應變為 190% 時，應變卸載後，可拉伸膜狀結構的不可逆電阻增加至 32.2%。說明當可拉伸膜狀結構載入的應變小於預拉伸量時，可拉伸膜狀結構的電阻隨著應變的增加變化很小，且應變未對可拉伸膜狀結構中的導電網路產生不可逆的破壞，電阻幾乎是完全可逆的，進而說明，當可拉伸膜狀結構載入的應變小於預拉伸量時，可拉伸膜狀結構的形變是可逆的。當可拉伸膜狀結構載入的應變大於預拉伸量時，可拉伸膜狀結構的電阻隨應變的增大迅速產生不可逆的增長。由圖中還可以看出，本實施例中的可拉伸膜狀結構的電阻穩定性明顯比未經過預拉伸的膜狀結構的電阻穩定性

好，進而說明，本實施例中的可拉伸膜狀結構的耐拉伸能力明顯比未經過預拉伸的膜狀結構的耐拉伸能力好。

【0040】請參閱圖 7，該可拉伸膜狀結構在製備過程中彈性基底在第一方向和第二方向上的預拉伸量均為 150%。對可拉伸膜狀結構載入 50%、100% 和 150% 的應變時，褶皺在應變方向上展開，吸收應變，奈米碳管結構中的奈米碳管沒有斷裂，保持了奈米碳管膜狀結構的完整性。而當應變超過在相應方向上的預拉伸量時，奈米碳管膜狀結構的局部被拉斷。當應變卸載後，奈米碳管膜狀結構的表面形貌與原始形貌基本一致。說明雙向預拉伸形成的褶皺結構在應變下的形變是可逆的。

【0041】將第一方向定義為 X 軸，第二方向定義為 Y 軸。請參閱圖 8，本實施例中的可拉伸膜狀結構在不同方向進行 0~150% 循環應變時，其軸向電阻隨循環次數的變化關係圖。從圖中可以看出，經過 2000 次 0~150% 應變循環拉伸後，可拉伸膜狀結構經過不同方向拉伸之後，其軸向電阻的增加量均小於 6%。說明該可拉伸膜狀結構具有極好的耐不同方向反復拉伸的能力。請參閱圖 9，為沿 X 軸方向拉伸所述可拉伸結構，由圖中可以看出，在 2000 次拉伸循環前後該可拉伸膜狀結構的表面形貌非常相似，表面的褶皺結構幾乎沒有變化，這也解釋了可拉伸膜狀結構循環應變後依然保持電阻穩定的原因。

【0042】請參閱圖 10，本實施例中，奈米碳管膜狀結構中的奈米碳管的延伸方向平行於 X 軸或 Y 軸。由圖中可以看出，與未進行預拉伸的膜狀結構相比，進行預拉伸之後的可拉伸膜狀結構的電阻隨應變變化的穩定性得到很大的提高。由圖中還可以看出，當拉伸方向與 X 軸的角度為 45 度或 30 度時，可拉伸膜狀結構表現出比沿 X 軸或 Y 軸拉伸時更好的電阻穩定性。說明當拉伸方向與所述奈米碳管膜狀結構中奈米碳管的延伸方向的夾角不等於零時，拉伸時奈米碳管膜狀結構中的奈米碳管更不易斷裂，奈米碳管膜狀結構的形態更穩定。

【0043】優選的，在應用時，拉伸方向與該可拉伸膜狀結構中奈米碳管的延伸方向保持一定的夾角。更優選的，拉伸方向與所述奈米碳管膜狀結構中奈米碳管的延伸方向的夾角均大於等於 30 度小於等於 60 度。由於超順排奈米碳管膜中奈米碳管束本身的斷裂伸長量並不是很長，當應變載入時容易被拉斷，進而還會導致奈米碳管膜狀結構的電阻迅速增大，導電性降低。而當所述奈米碳管膜狀結構中奈米碳管的延伸方向與拉伸方向之間有一定的夾角時，奈米碳管

膜狀結構可以通過自身的變形吸收一定的應變，進而不易被拉斷，同時可以減慢電阻的增加速度。

【0044】可以理解，所述彈性基底 120 是可選擇元件。例如，在另一實施例中，可拉伸膜狀結構不具有彈性基底 120，僅包括複數個超順排奈米碳管膜，該複數個超順排奈米碳管膜層迭設置，每個超順排奈米碳管膜包括複數個奈米碳管，該複數個奈米碳管基本沿同一方向延伸，相鄰超順排奈米碳管膜中的奈米碳管交叉設置。該可拉伸膜狀結構的表面具有複數個褶皺。該可拉伸膜狀結構沿任意方向被拉伸時，該複數個褶皺可以在應變方向上展開，吸收應變，奈米碳管膜狀結構中的奈米碳管不會斷開，保持奈米碳管膜狀結構的完整性。尤其是當該可拉伸膜狀結構沿複數個不同方向同時被拉伸時，該複數個褶皺可以在不同的應變方向上同時展開，吸收應變，奈米碳管膜狀結構中的奈米碳管不會斷開，保持奈米碳管膜狀結構的完整性。

【0045】本發明提供的可拉伸膜狀結構的製備方法通過在兩個方向上對彈性基底進行預拉伸後，在該彈性基底的表面鋪設奈米碳管膜狀結構，然後再撤掉彈性基底的預拉伸，進而在奈米碳管膜狀結構的表面形成複數個褶皺。該可拉伸膜狀結構沿任意方向被拉伸時，該複數個褶皺可以在應變方向上展開，吸收應變，奈米碳管膜狀結構中的奈米碳管不會斷開，保持奈米碳管膜狀結構的完整性。尤其是當該可拉伸膜狀結構沿複數個不同方向同時被拉伸時，該複數個褶皺可以在不同的應變方向上同時展開，吸收應變，奈米碳管膜狀結構中的奈米碳管不會斷開，保持奈米碳管膜狀結構的完整性，進而使可拉伸膜狀結構在被拉伸時保持電阻穩定。另外，如果應變小於等於所述彈性基底的預拉伸量，則奈米碳管膜狀結構表面的褶皺結構的形變可逆，進而使該方法得到的可拉伸膜狀結構可以重複使用。

【0046】綜上所述，本發明確已符合發明專利之要件，遂依法提出專利申請。惟，以上所述者僅為本發明之較佳實施例，自不能以此限制本案之申請專利範圍。舉凡習知本案技藝之人士援依本發明之精神所作之等效修飾或變化，皆應涵蓋於以下申請專利範圍內。

【符號說明】

【0047】

可拉伸複合膜狀結構	10
彈性基底	120
奈米碳管膜狀結構	140

【生物材料寄存】

【0048】 無



202000589

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 可拉伸膜狀結構及其製備方法**【英文發明名稱】** STRETCHABLE FILM STRUCTURE AND METHOD FOR MAKING THE SAME**【中文】**

本發明涉及可拉伸膜狀結構的製備方法，包括：沿交叉的第一方向和第二方向對一彈性基底進行預拉伸；將奈米碳管膜狀結構鋪設在彈性基底的表面，該奈米碳管膜狀結構包括複數個層迭設置的超順排奈米碳管膜，每個超順排奈米碳管膜包括複數個奈米碳管，該複數個奈米碳管基本沿同一方向延伸；以及撤掉所述預拉伸使彈性基底恢復到原始形態，進而在所述奈米碳管膜狀結構的表面形成複數個褶皺。本發明還提供一種採用上述方法得到的可拉伸膜狀結構。

【英文】

The present disclosure relates to a method for making a stretchable film structure. An elastic substrate is pre-stretched along a first direction and a second direction, and the first direction and the second direction are crossed. A carbon nanotube film structure is laid on a surface of the elastic substrate. The carbon nanotube film structure includes a plurality of super carbon nanotube films stacked with each other. Each of the plurality of super carbon nanotube films includes a plurality of carbon nanotubes, and the plurality of carbon nanotubes substantially extend along the same direction. The pre-stretch is removed to restore the elastic substrate to its original form, and a plurality of wrinkles is formed on the surface of the carbon nanotube film structure. The present disclosure also relates to a stretchable film structure obtained by above method.

【指定代表圖】 第（ 1 ）圖。**【代表圖之符號簡單說明】**

無

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】一種可拉伸膜狀結構的製備方法，包括以下步驟：

步驟 S1，提供一彈性基底，沿第一方向和第二方向對該彈性基底進行預拉伸，使所述彈性基底處於拉伸狀態，該第一方向和第二方向交叉；

步驟 S2，將一奈米碳管膜狀結構鋪設在處於拉伸狀態的彈性基底的表面，該奈米碳管膜狀結構包括複數個超順排奈米碳管膜，該複數個超順排奈米碳管膜層迭設置，每個超順排奈米碳管膜包括複數個奈米碳管，該複數個奈米碳管基本沿同一方向延伸；以及

步驟 S3，撤掉所述彈性基底的預拉伸使處於拉伸狀態的彈性基底恢復到原始形態，在所述奈米碳管膜狀結構的表面形成複數個褶皺，進而得到可拉伸膜狀結構。

【第 2 項】如請求項 1 所述的可拉伸膜狀結構的製備方法，其中，所述第一方向和第二方向垂直交叉。

【第 3 項】如請求項 1 所述的可拉伸膜狀結構的製備方法，其中，所述彈性基底在第一方向和第二方向上均進行雙向預拉伸，該雙向預拉伸是指該彈性基底沿第一方向上分別朝兩端進行預拉伸，沿第二方向上分別朝兩端進行預拉伸。

【第 4 項】如請求項 1 所述的可拉伸膜狀結構的製備方法，其中，所述複數個超順排奈米碳管膜中，相鄰的超順排奈米碳管膜中的奈米碳管交叉設置。

【第 5 項】如請求項 1 所述的可拉伸膜狀結構的製備方法，其中，將一奈米碳管膜狀結構鋪設在處於拉伸狀態的彈性基底的表面的方法包括：在一超順排奈米碳管陣列中拉取一第一超順排奈米碳管膜直接鋪設在處於拉伸狀態的彈性基底的表面；在所述超順排奈米碳管陣列拉取一第二超順排奈米碳管膜直接鋪設在所述第一超順排奈米碳管膜的表面，並使該第二超順排奈米碳管膜和所述第一超順排奈米碳管膜層迭設置，第二超順排奈米碳管膜和所述第一超順排奈米碳管膜中的奈米碳管交叉設置；以此類推，直接在處於拉伸狀態的彈性基底的表面形成所述奈米碳管膜狀結構。

【第 6 項】如請求項 1 所述的可拉伸膜狀結構的製備方法，其中，在步驟 S2 之後步驟 S3 之前進一步使用一有機溶劑處理所述奈米碳管膜狀結構，進而使所述奈米碳管膜狀結構收縮。

【第 7 項】如請求項 1 所述的可拉伸膜狀結構的製備方法，其中，在步驟 S3 之後，進一步包括去除所述彈性基底的步驟。

【第 8 項】一種可拉伸膜狀結構，包括一奈米碳管膜狀結構，其改良在於，該奈米碳管膜狀結構包括複數個超順排奈米碳管膜，該複數個超順排奈米碳管膜層迭設置，每個超順排奈米碳管膜包括複數個奈米碳管，該複數個奈米碳管基本沿同一方向延伸，該奈米碳管膜狀結構的表面具有複數個褶皺。

【第 9 項】如請求項 8 所述的可拉伸膜狀結構，其中，所述可拉伸膜狀結構進一步包括一彈性基底，該奈米碳管膜狀結構鋪設在所述彈性基底的表面。

【第 10 項】如請求項 8 所述的可拉伸膜狀結構，其中，所述複數個超順排奈米碳管膜中，相鄰兩個超順排奈米碳管膜中的奈米碳管交叉設置。

【發明圖式】

提供一彈性基底，沿第一方向和第二方向對該彈性基底進行預拉伸，使所述彈性基底處於拉伸狀態，該第一方向和第二方向交叉

S1

將一奈米碳管膜狀結構鋪設在處於拉伸狀態的彈性基底的表面，該奈米碳管膜狀結構包括複數個超順排奈米碳管膜，該複數個超順排奈米碳管膜層疊設置，每個超順排奈米碳管膜包括複數個奈米碳管，該複數個奈米碳管基本沿同一方向延伸

S2

撤掉彈性基底的預拉伸使處於拉伸狀態的彈性基底恢復到原始形態，在所述奈米碳管膜狀結構的表面形成複數個褶皺，進而形成可拉伸膜狀結構

S3

圖 1

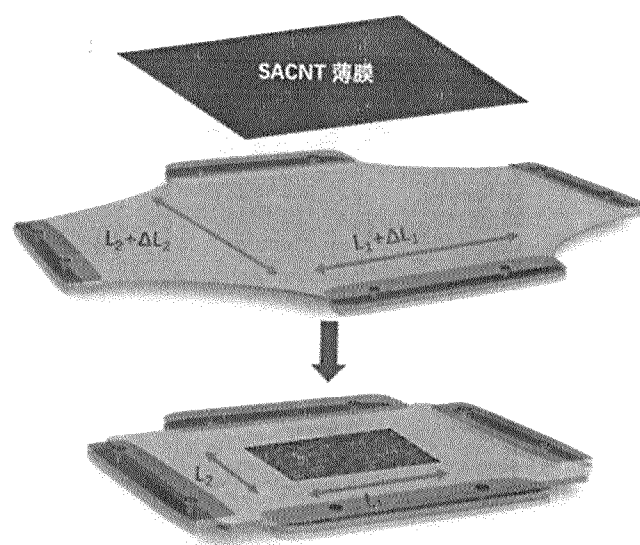


圖 2

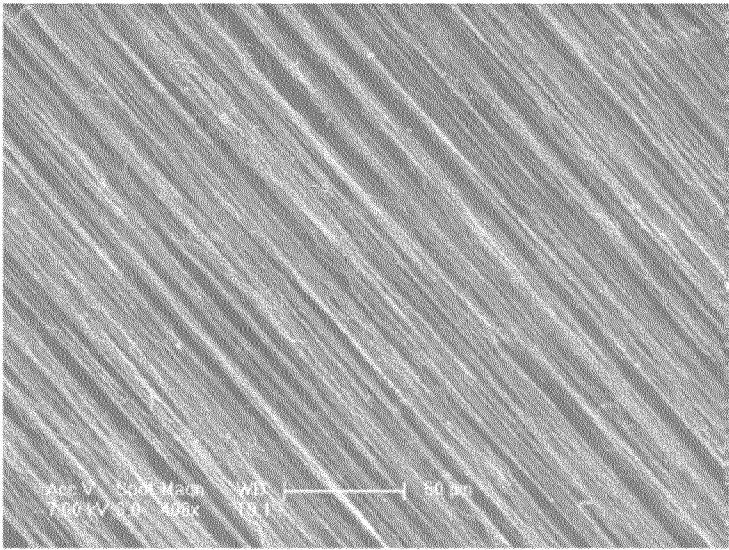


圖 3

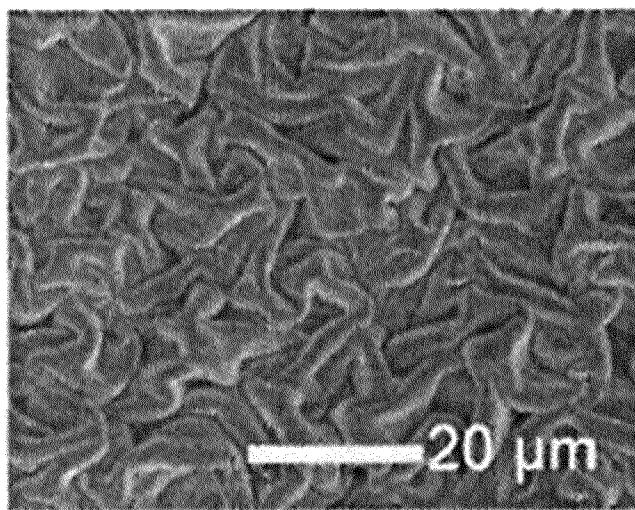


圖 4

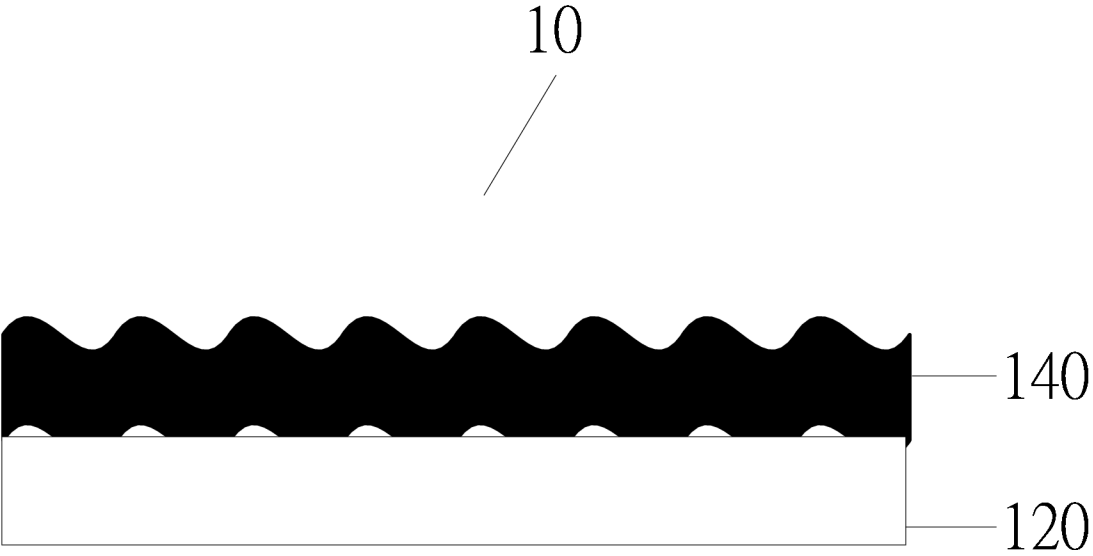


圖 5

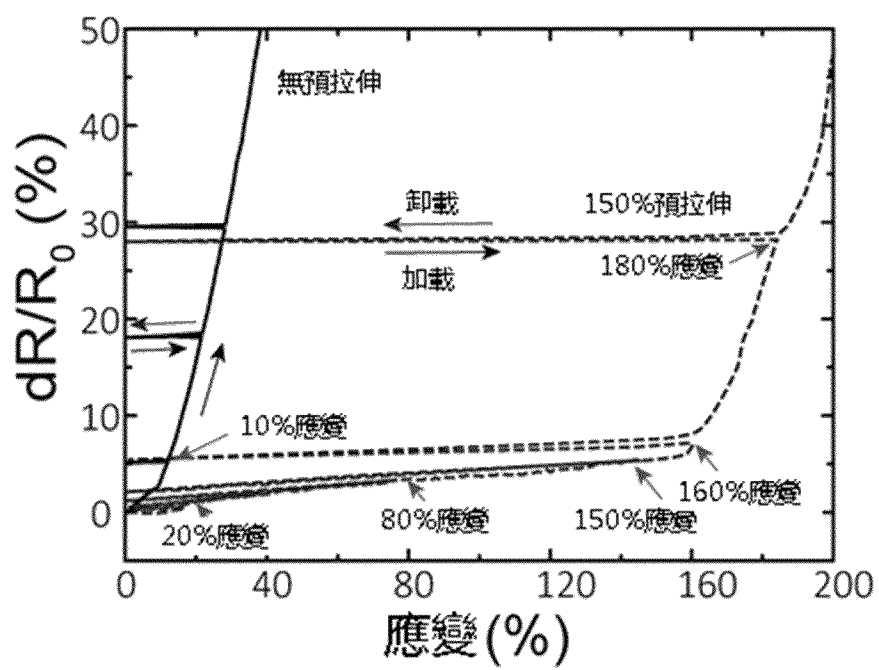


圖 6

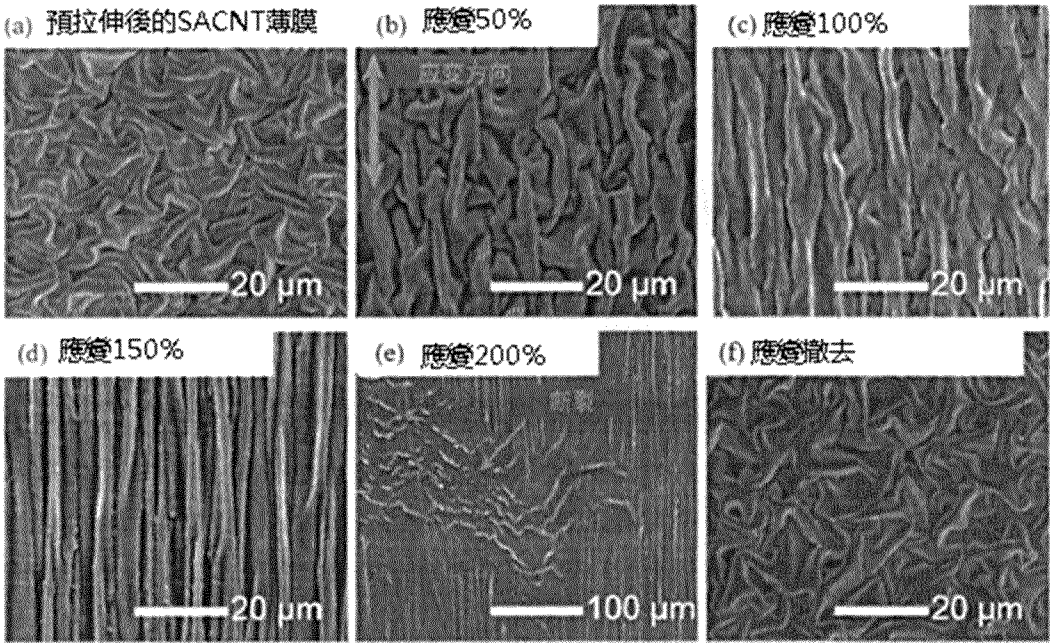


圖 7

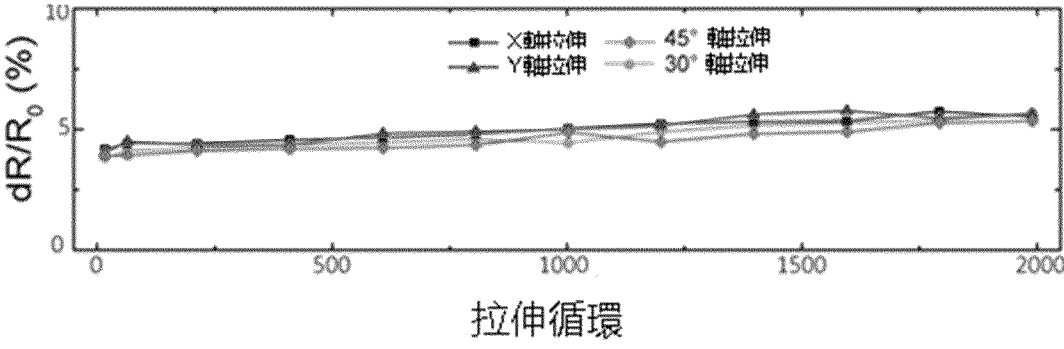


圖 8

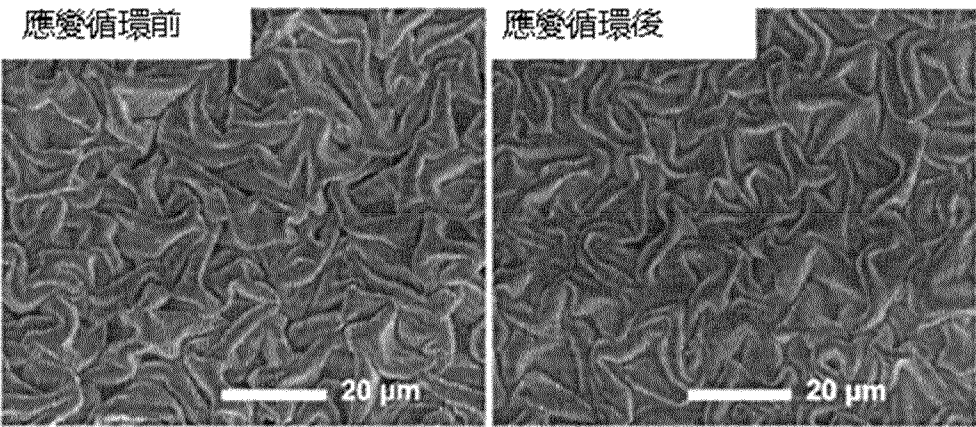


圖 9

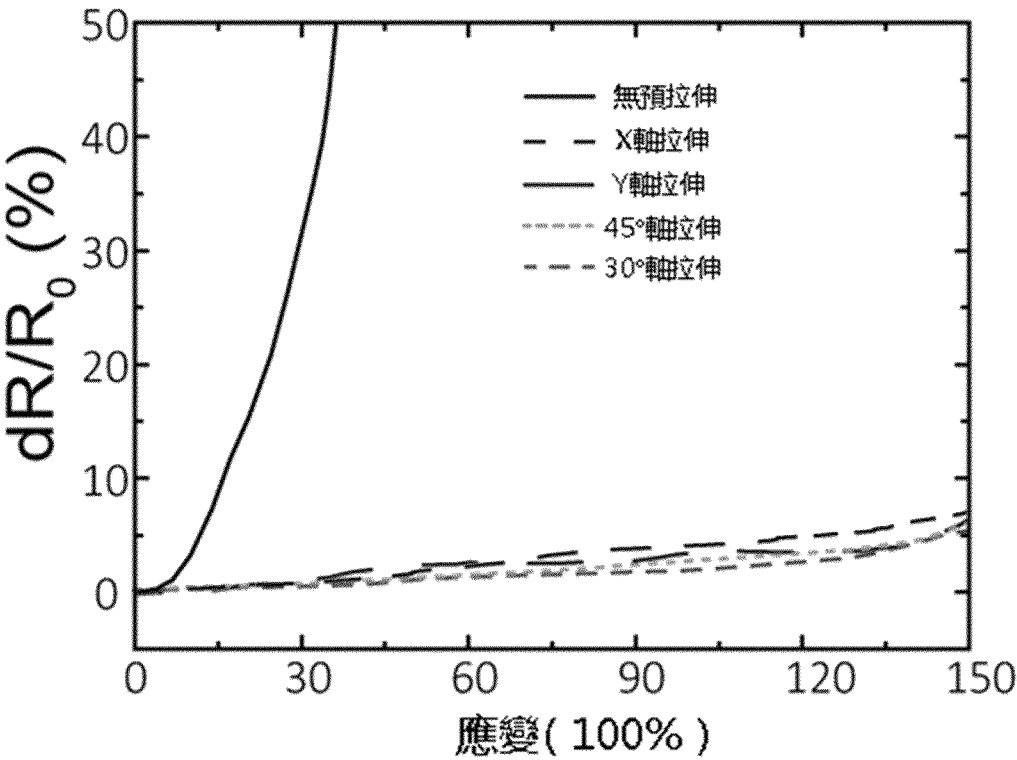


圖 10