



(21) 申請案號：102200797

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 14 日

(51) Int. Cl. : **D01D11/00 (2006.01)**

(71) 申請人：李國興(香港地區) LEE, KAO HING PAUL (HK)

香港

(72) 新型創作人：李國興 LEE, KAO HING PAUL (HK)

(74) 代理人：洪堯順

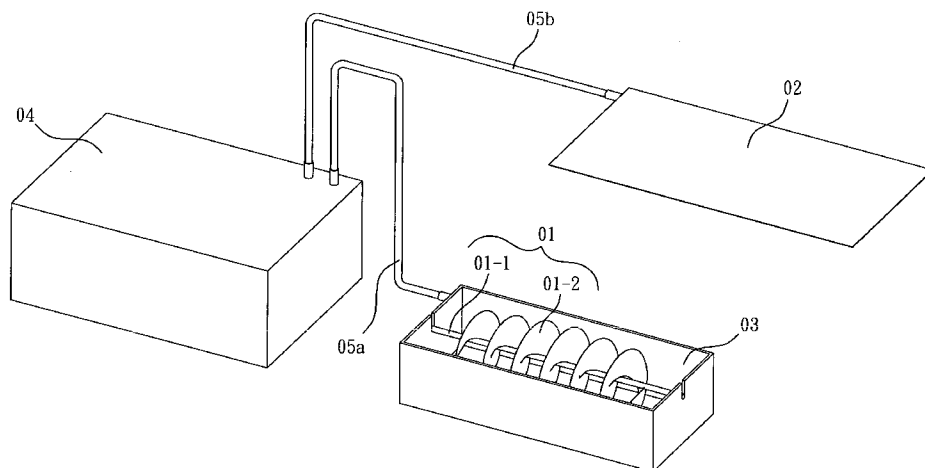
申請專利範圍項數：23 項 圖式數：6 共 20 頁

(54) 名稱

螺桿纖維產生器及靜電螺桿紡絲設備

(57) 摘要

本創作提供一種新的螺桿纖維產生器和包含螺桿纖維產生器的靜電螺桿紡絲設備，用於將黏性液體(如聚合物溶液、溶膠凝膠、顆粒懸浮物或熔融體)高效率地加工成奈米纖維或奈米纖維網狀結構。螺桿纖維產生器包括螺旋葉片和軸，螺旋葉片與軸連接。靜電螺桿紡絲設備包含下列部份：螺桿纖維產生器、與螺桿纖維產生器相隔一定距離的對電極奈米纖維收集器、裝儲用於紡絲的黏性液體的液體容器、和高壓電發生裝置；該高壓發生裝置的電極分別連接於螺桿纖維產生器和對電極奈米纖維收集器。與傳統的有針靜電紡絲技術相比，該技術適用於大規模生產奈米纖維，而且生產的纖維更細更均勻。

01 . . . 螺旋葉片紡
絲頭

01-1 . . . 驅動軸

01-2 . . . 螺旋葉片

02 . . . 對電極收集
器

03 . . . 紡絲液儲槽

04 . . . 高電壓電源

05a、05b . . . 電極
連線

圖1

新型摘要

※ 申請案號：102200797

※ 申請日：

102. 1. 14

※IPC 分類：D01D 11/00 (2006.01)

【新型名稱】(中文/英文)

螺桿纖維產生器及靜電螺桿紡絲設備

【中文】

本創作提供一種新的螺桿纖維產生器和包含螺桿纖維產生器的靜電螺桿紡絲設備，用於將黏性液體(如聚合物溶液、溶膠凝膠、顆粒懸浮物或熔融體)高效率地加工成奈米纖維或奈米纖維網狀結構。螺桿纖維產生器包括螺旋葉片和軸，螺旋葉片與軸連接。靜電螺桿紡絲設備包含下列部份：螺桿纖維產生器、與螺桿纖維產生器相隔一定距離的對電極奈米纖維收集器、裝儲用於紡絲的黏性液體的液體容器、和高壓電發生裝置；該高壓發生裝置的電極分別連接於螺桿纖維產生器和對電極奈米纖維收集器。與傳統的有針靜電紡絲技術相比，該技術適用於大規模生產奈米纖維，而且生產的纖維更細更均勻。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖（1）。

【本代表圖之符號簡單說明】：

01……螺旋葉片紡絲頭

01-1……驅動軸

01-2……螺旋葉片

02……對電極收集器

03……紡絲液儲槽

● 04……高電壓電源

05a、05b……電極連線

新型專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【新型名稱】(中文/英文)

螺桿纖維產生器及靜電螺桿紡絲設備

【技術領域】

【0001】本創作涉及一種紡絲設備，特別是一種靜電紡絲設備。

【先前技術】

【0002】傳統的靜電紡絲設備通常包括中空針狀紡絲頭、用於輸送紡絲液的傳動裝置、收集器和高壓電發生器。高壓電通常施加於紡絲頭和收集器(也叫“對電極”)。在靜電紡絲過程中，高電壓通過紡絲頭施加於紡絲液，同時也在紡絲頭和接收裝置之間形成高壓電場。由於高壓電場的作用，紡絲液在紡絲頭頂端位置被牽伸成錐狀結構(也叫“泰勒錐”)。當電場力高到一定程度，紡絲液克服自身表面張力的作用，從泰勒錐的頂端噴射出來，形成“射流”。帶電的射流隨即受到高壓電場作用，迅速牽伸變細。射流內部相同電荷之間形成的排斥力也會加速射流牽伸和擺動。於此同時，溶劑的揮發導致射流固化，並最終沉積在對電極收集器上形成類似於非織造布狀奈米纖維網絡。

【0003】有針靜電紡奈米纖維設備技術只能提供非常有限的生產能力。因為每個紡絲頭每小時最多只能產生三百毫克的奈米纖維。由於高電壓聚集，當電壓高於三萬伏特時，針狀紡絲頭的頂端會形成“輝光放電”，因而終止紡絲過程。正因如此，有針靜電紡奈米纖維設備電壓小於三萬伏特，在低的操作電壓下製造的奈米纖維粗而且不均勻(如附件 2 所示)。

【0004】提高液面面積會使靜電場奈米纖維的生產能力大大提高。例如

國際專利 WO2005024101 提供了一種無針靜電紡絲設備。該設備包括一個部分浸泡在聚合物溶液中的滾筒形電極(纖維發生器)，和距纖維發生器一定距離的纖維收集器(對電極)。滾筒電極的轉動使聚合物溶液均勻地載入到整個滾筒表面。當載入的聚合物溶液位於滾筒電極和纖維收集器形成的電場中，並且電場足以強到使滾筒表面的液體形成泰勒錐時，滾筒的表面就可以紡出奈米纖維。

【0005】在這種靜電紡絲系統，奈米纖維的形成很大程度上取決於紡絲頭附近以及整個電紡區域的電場強度與電場分佈。由於電場在滾筒中間部分的強度遠遠小於滾筒兩端，當電壓低於臨界值時，滾筒的中間部分失去紡絲能力。只有滾筒的兩端能紡出奈米纖維。即使操作電壓高於臨界值，在不同滾筒部位產生的奈米纖維的直徑也會有很大的不同。因此，製造的奈米纖維細度很不均勻。很有必要通過改進紡絲頭來提高奈米纖維的品質。

【新型內容】

【0006】本創作是提供一種新的共軸螺桿纖維產生器和包含該共軸螺桿纖維產生器的靜電螺桿紡絲設備，用於將各種黏性液體在靜電場作用加工成奈米纖維。

【0007】根據本創作的一個方面，提供有一種螺桿纖維產生器，該螺桿纖維產生器用靜電紡絲原理從黏性液體製造奈米纖維，該螺桿纖維產生器包括螺旋葉片和軸，該螺旋葉片與該軸連接。

【0008】重要的是，螺旋葉片的平均半徑在 5 毫米到 1000 毫米之間。

【0009】重要的是，螺旋葉片包含單個或多個共軸的葉片。

【0010】重要的是，當螺旋葉片含有三個以上的葉片時，靠近兩端的葉片的半徑小於中間葉片的半徑。

【0011】重要的是，螺桿纖維產生器的長度在 20 毫米到 6000 毫米之間。

【0012】重要的是，螺旋葉片的厚度在 0.5 毫米到 50 毫米之間。

【0013】重要的是，螺桿纖維產生器由一排或多排螺桿纖維產生器組成，排與排之間的距離大於 20 毫米。

【0014】重要的是，螺桿纖維產生器包括液體容器。

【0015】重要的是，液體容器用以存放黏性液體。

【0016】重要的是，螺桿纖維產生器的表面至少有一處和液體容器內的

● 黏性液體相連。

【0017】重要的是，螺旋葉片是中空結構，有孔分佈於葉片的表面，葉片內部有通道與中空驅動軸連接。

【0018】重要的是，葉片內部的中空通道與液體容器相連，以提供黏性液體在其中。

【0019】根據本創作的另一個方面，提供有一種靜電螺桿紡絲設備，該靜電螺桿紡絲設備在電場中從黏性液體中生產奈米纖維，該靜電螺桿紡絲

● 設備包含下列部分：根據本創作的第一方面的螺桿纖維產生器；與該螺桿纖維產生器相隔一定距離的對電極奈米纖維收集器；裝儲用於紡絲的該黏性液體的液體容器；和高電壓發生裝置，該高電壓發生裝置的電極分別連接於螺桿纖維產生器和對電極奈米纖維收集器。

【0020】重要的是，對電極奈米纖維收集器和螺桿纖維產生器的軸向平行。

【0021】重要的是，對電極奈米纖維收集器的長度和螺桿纖維產生器的長度和寬度相當。

【0022】重要的是，對電極奈米纖維收集器是平板、滾筒或可傳動的帶狀接收裝置。

【0023】重要的是，對電極奈米纖維收集器的表面為多孔狀結構，以便用一定溫度的乾燥氣體改善接收區域的空氣對流。

【0024】重要的是，靜電螺桿紡絲設備使螺桿纖維產生器和對電極奈米纖維收集器產生高於 3 萬伏特的電壓差。

● 【0025】重要的是，靜電螺桿紡絲設備的螺桿纖維產生器和對電極奈米纖維收集器之間的距離在 100 毫米到 600 毫米之間。

【0026】重要的是，靜電螺桿紡絲設備的黏性液體是能夠生成奈米纖維的黏性液體。

【0027】重要的是，靜電螺桿紡絲設備的螺桿纖維產生器浸在黏性液體裏，並且螺桿纖維產生器被設計成可以沿中心軸旋轉，這樣可以在表面上加載黏性液體。

● 【0028】重要的是，靜電螺桿紡絲設備生產出來的奈米纖維為非織造布或有定向排列的奈米纖維薄膜。

【0029】本創作所提供的螺桿纖維產生器和包含該螺桿纖維產生器的靜電螺桿紡絲設備，適用於大規模生產奈米纖維，而且生產的纖維更細更均勻。

【圖式簡單說明】

【0030】

圖 1 為根據本創作的螺旋葉片型無針靜電紡奈米纖維生產設備。

圖 2 更加詳細地描述了根據本創作的一種螺旋葉片紡絲頭的形狀和結構。

【實施方式】

【0031】目前本創作提供了一種新型螺旋型無針靜電奈米纖維生產設備，亦稱為靜電螺桿紡絲設備，主要用於將各種黏性液體在靜電場作用下加工成奈米纖維。該奈米纖維生產設備的核心部分是由一個或一組含有任何數量螺旋葉片組成的奈米纖維產生器(也叫“紡絲頭”)。共軸螺桿纖維產生器包括紡絲螺旋葉片和一個可轉動的驅動軸，其中螺旋葉片主要是固定在該驅動軸上。葉片與驅動軸的直徑比大於 1：3，更好是大於 1：5，最好大於 1：10。

【0032】螺旋葉片主要用於將靜電場集中在葉片的邊緣，並且降低或消除葉片形狀和尺寸對靜電場的影響。這樣的裝置會使高電場均勻而集中地分佈於葉片的纖維形成區域表面。在電紡時，當靜電場強度足以將紡絲液體拉成“泰勒錐”時，形成奈米纖維的射流產生於葉片邊緣區域。當使用多個螺旋葉片時，可以通過優化葉片之間的距離降低或完全避免鄰近葉片的電場干擾。與滾筒形無針靜電紡絲頭相比，這樣的設備會產生更細和均勻的奈米纖維。

【0033】紡絲頭的螺旋葉片可以由一個單獨的葉片或多個葉片組成。當用於大規模奈米纖維生產時，紡絲頭的螺旋葉片最好包含一組葉片，並沿中心軸向分佈成螺旋結構，因為多個葉片會提供更大的奈米纖維生產面積，而且葉片沿軸向分佈使生產的奈米纖維均勻地沉積在收集電極的表面。

【0034】螺旋葉片可以設計成任何形狀。如截面可以是圓形、橢圓、長方形、錐形、稜鏡型或其他。螺旋葉片可以圍繞中心軸分佈。葉片的半徑可以在 5 到 1000 毫米之間。葉片的厚度可以在 0.5 到 200 毫米之間，最好

是 0.7 到 50 毫米之間。當使用一組葉片時，這些葉片可以相對獨立排列。整個紡絲頭的長度可以在 20 到 6000 毫米之間。

【0035】當使用一組相同葉片時，紡絲頭的螺旋葉片的兩端葉片的電場強度，往往高於中間部分的葉片。當兩端葉片的半徑較小時，螺旋葉片沿軸向產生的電場可以等強度地分佈於每個葉片。因此，兩端的葉片最好設計成逐漸較小的半徑。

【0036】葉片與葉片之間要有一定的間隔，以降低葉片之間的相互影響。沿軸向葉片之間的距離，葉片厚度、直徑和結構可以調整。螺旋葉片的相鄰葉片之間的距離最好在 5 到 800 毫米之間。

【0037】螺旋葉片可以是任何材質，導電或絕緣材料均可。可以是金屬銅、鐵、或鋁等，也可以是工程塑料、樹脂、陶瓷、木材或複合材料。對螺旋葉片材料的主要要求是不能在紡絲液中溶解或降解。

【0038】螺旋葉片可以是中空結構，有通道與空心的驅動軸連接，以傳輸紡絲液。這種情況下，葉片表面應有開孔。紡絲液可以通過葉片和驅動軸內部傳輸到產生纖維的葉片表面。

【0039】本創作所提供的在電場中從黏性液體(即“紡絲液”)中生產奈米纖維的無針靜電奈米纖維生產設備，亦稱為靜電螺桿紡絲設備，其主要包括如下部分：

【0040】如上所述的螺桿纖維產生器(即“螺旋葉片紡絲頭”)；

【0041】與奈米纖維發生裝置相隔一定距離的對電極奈米纖維接收器(亦稱為“對電極收集器”)；

【0042】裝儲用於紡絲的黏性液體(紡絲液)的容器；

【0043】和高電壓發生裝置。

【0044】高電壓發生裝置的電極分別連接於螺旋葉片紡絲頭和對電極收集器，以產生高電壓差。

【0045】奈米纖維產生用於覆蓋在螺旋葉片紡絲頭表面的紡絲液。高電壓發生裝置使螺桿纖維產生器和對電極奈米纖維收集器產生高電壓差。當紡絲液體表面與對電極收集器之間形成的電壓差高於一定數值(如3萬伏特)時，射流就會從葉片表面產生，並最終形成奈米纖維。產生奈米纖維的臨界電場強度與很多因素有關，包括螺旋葉片紡絲頭和對電極收集器的形狀與尺寸、它們之間的距離(也叫”紡絲距離”或”收集距離”)、和紡絲液的化學性質。一般來說，奈米纖維的產生需要至少4萬伏特高電壓。多數情況下最好大於6萬伏特。

【0046】螺旋葉片紡絲頭與對電極收集器之間的距離會影響電場強度和奈米纖維的品質。當然，影響也會來自螺旋葉片紡絲頭和對電極收集器的形狀，和紡絲液的性質。一般來說，對電極奈米纖維收集器和螺桿纖維產生器的軸向平行。對電極奈米纖維收集器的長度和所述螺桿纖維產生器的長度和寬度相當。紡絲頭與對電極相隔距離為100到600毫米。

【0047】紡絲液可以是能夠生成奈米纖維的任何液體，如聚合物溶液、溶膠凝膠、顆粒懸浮液，或者是熔融的聚合物液體。多數情況下，紡絲液是由至少一種聚合物和一種揮發性的溶劑組成。高分子聚合物，如合成高分子、天然高分子和生物大分子，熱塑聚合物或活性高分子均可。溶劑的使用主要取決於聚合物的種類和性質。它們可以是揮發性溶劑，包括水、乙醇、氯仿(三氯甲烷)、二甲基甲醯胺等。在電紡過程中溶劑的揮發有利於

奈米纖維的固化和成形。

● 【0048】很多方法可以用於將紡絲液加載到螺旋葉片紡絲頭的表面。例如，使靜電螺桿紡絲設備的螺桿纖維產生器浸在黏性液體裏，並且螺桿纖維產生器被設計成可以沿中心軸旋轉，這樣可以在表面上加載黏性液體。螺旋葉片的旋轉會使紡絲液覆蓋到整個葉片表面。這種情況下，螺桿纖維產生器的表面至少有一處和液體容器內的黏性液體相連。對電極收集器最好處於螺旋葉片紡絲頭的正上方，並與螺旋葉片紡絲頭的驅動軸平行。電紡時，奈米纖維從葉片邊緣頂表面紡出，並沉積到對電極接收器上。

● 【0049】紡絲液也可以從螺旋葉片的內部加載到葉片的表面。這種情況下螺旋葉片為中空結構，並有通道與外部儲液槽相連。葉片表面的開孔使紡絲液均勻地載入到紡絲頭的纖維發生區域。在這種情況下，螺旋葉片紡絲頭下方液槽主要用於收集過量的紡絲液。

● 【0050】對電極收集器也可以使用不同的結構。除了固定的平板接收裝置以外，旋轉的滾筒，或者是類似於輸送帶的連續收集裝置會更加有效地將奈米纖維連續收集起來。有些情況下，為了便於溶劑揮發和奈米纖維固化，對電極收集器的對電極纖維接收表面可以使用多孔網絡狀結構，並用一定溫度的乾燥空氣加速收集區域的空氣對流和溶劑擴散。

● 【0051】靜電螺桿紡絲設備生產出來的奈米纖維，為非織造布或有定向排列的奈米纖維薄膜。

● 【0052】為了更大規模地生產奈米纖維，無針奈米纖維紡絲設備可以包括相互平行的多排螺旋葉片紡絲頭。在這種情況下，多排螺旋葉片可以共享一個大的儲液槽，或者採用多個單獨的儲液裝置。為了避免鄰近螺旋葉

片的影響，排與排之間的距離多大於 20 毫米，最好是大於 50 毫米。

【0053】以下結合附圖具體說明根據本創作的靜電螺桿紡絲設備的實例。

【0054】如圖 1，為靜電螺桿紡絲設備圖，靜電螺桿紡絲設備由螺旋葉片紡絲頭 01、對電極收集器 02、紡絲液儲槽 03 和高電壓電源 04 組成。螺旋葉片紡絲頭 01 包括驅動軸 01-1 和螺旋葉片 01-2。高電壓發生器的電極分別經由電極連線 05a 和 05b 連接於螺旋葉片紡絲頭 01 和對電極收集器 02。

● 紡絲液儲存於紡絲液儲槽 03 內部。紡絲液的液面與螺旋葉片 01-2 有一定的連接。當葉片緩慢轉動時(如，轉速 40rpm)，由於液體的潤濕作用，紡絲液會均勻地塗佈於螺旋葉片的表面。

【0055】圖 2 顯示了更加詳細的螺旋葉片紡絲頭結構。金屬螺旋葉片沿軸向沿伸。當螺旋葉片含有三個以上的葉片時，靠近兩端的葉片半徑比中間葉片的半徑要小。螺旋葉片部分浸泡於紡絲液中。

● 【0056】作為典型的例子，上述裝置用於製造聚丙烯腈奈米纖維。紡絲液為 9%的聚丙烯腈(PAN)-二甲基甲醯胺(DMF)溶液。在靜電紡過程中，奈米纖維生產於葉片表面的邊緣區域。

【0057】作為對比，傳統的有針電紡設備有用於加工相同的紡絲液。

【0058】實驗結果：

在電紡過程中，由於螺旋葉片的轉動，黏性 PAN 溶液會均勻地載入於葉片表面。當施加高壓電場時，大量射流形成於葉片邊緣。最小的應用電壓為 6 萬伏特。附件 1 和附件 2 的照片顯示了紡出來的纖維形貌。在電子顯微鏡下可以看出，附件 1 的照片顯示出無針設備生產的奈米纖維十分均

勻。平均直徑均大約 150 奈米。而附件 2 所顯示之習知有針電紡出來的纖維的平均直徑要大於 200 奈米。與傳統的有針電紡相比，這種無針靜電紡絲設備生產出來的奈米纖維要細得多，而且纖維的直徑分佈也更均勻。其中，附件 1 所對應的操作條件如下所示：操作電壓：6 萬伏特；收集距離：150 毫米；紡絲液：9%的聚丙烯腈-二甲基甲醯胺溶液。附件 2 所對應的操作條件如下所示：操作電壓 2 萬伏特；收集距離：150 毫米；紡絲液：9%的聚丙烯腈-二甲基甲醯胺溶液。附件 3 和附件 4 顯示電場強度的分佈情況。不難看出，高電場主要集中在葉片邊緣的頂端區域。而且電場強度很大。這個區域實際上與纖維產生的區域重合。也就是說，奈米纖維主要形成於葉片表面的電場聚集區域。雖然，傳統的有針靜電紡絲裝置也會在紡絲頭的端部形成聚集電場，但電場強度的數值要小得多。

【0059】對於一個長度為 20 釐米的靜電螺桿紡絲設備，奈米纖維的生產能力為每小時 20 克。當裝置的長度為一米，而且使用 10 排相同的螺旋紡絲裝置時，奈米纖維的生產能力為每小時 1 公斤。相比之下，對於傳統有針電紡設備，單針裝置需要 20x10 平方釐米的面積，其奈米纖維生產能力不超過每小時 0.3 克。多針靜電紡設備在 1 平方米內大約 100 根紡絲針，其奈米纖維的生產能力為每小時 30 克。

【0060】進一步的實驗也證明，葉片的尺寸對電場和纖維直徑的影響很小，但對生產速度影響很大。

【符號說明】

【0061】

01……螺旋葉片紡絲頭

01-1……驅動軸

01-2……螺旋葉片

02……對電極收集器

03……紡絲液儲槽

04……高電壓電源

05a、05b……電極連線

【附件】

● 【0062】

附件 1 是由根據本創作的靜電螺桿紡絲設備生產出來的奈米纖維的電子顯微鏡照片。

附件 2 是由傳統的有針靜電紡設備生產的奈米纖維電子顯微鏡照片。

附件 3 顯示根據本創作的靜電螺桿紡絲設備中的螺旋葉片表面電場強度分佈，其中圖的右半部分為放大的葉片，數字為等電壓線的電場強度(單位：千伏特/釐米)。

● 附件 4 顯示傳統針靜電紡設備的電場強度分佈，其中圖的右半部分為放大的針頭。數字為等電壓線的電場強度(單位：千伏特/釐米)。

申請專利範圍

1. 一種螺桿纖維產生器，所述螺桿纖維產生器利用靜電紡絲原理從黏性液體製造奈米纖維，其特徵在於：
所述螺桿纖維產生器包括螺旋葉片和軸，所述螺旋葉片與所述軸連接。
2. 依據申請專利範圍第 1 項所述之螺桿纖維產生器，其中，所述螺旋葉片的平均半徑在 5 毫米到 1000 毫米之間。
3. 依據申請專利範圍第 1 項所述之螺桿纖維產生器，其中，所述螺旋葉片包含單個或多個共軸的葉片。
4. 依據申請專利範圍第 3 項所述之螺桿纖維產生器，其中，當所述螺旋葉片含有三個以上的葉片時，靠近兩端的葉片的半徑小於中間葉片的半徑。
5. 依據申請專利範圍第 3 項所述之螺桿纖維產生器，其中，所述螺桿纖維產生器的長度在 20 毫米到 6000 毫米之間。
6. 依據申請專利範圍第 1 項所述之螺桿纖維產生器，其中，所述螺旋葉片的厚度在 0.5 毫米到 50 毫米之間。
7. 依據申請專利範圍第 3 項所述之螺桿纖維產生器，其中，所述螺旋葉片的相鄰葉片之間的距離在 5 毫米到 800 毫米。
8. 依據申請專利範圍第 1 項所述之螺桿纖維產生器，其中，所述螺桿纖維產生器由一排或多排螺桿纖維產生器組成，排與排之間的距離大於 20 毫米。
9. 依據申請專利範圍第 1 項所述之螺桿纖維產生器，其中，所述螺桿纖維產生器包括液體容器。
10. 依據申請專利範圍第 9 項所述之螺桿纖維產生器，其中，所述液體容器

用以存放黏性液體。

11. 依據申請專利範圍第 10 項所述之螺桿纖維產生器，其中，所述螺桿纖維產生器的表面至少有一處和所述液體容器內的黏性液體相連。
12. 依據申請專利範圍第 11 項所述之螺桿纖維產生器，其中，所述螺旋葉片是中空結構，有孔分佈於葉片的表面，葉片內部有通道與中空驅動軸連接。
13. 依據申請專利範圍第 12 項所述之螺桿纖維產生器，其中，所述葉片內部的中空通道與所述液體容器相連，以提供所述黏性液體在其中。
14. 一種靜電螺桿紡絲設備，所述靜電螺桿紡絲設備在電場中從黏性液體中生產奈米纖維，其中，所述靜電螺桿紡絲設備包含下列部份：
如申請專利範圍第 1-13 項所述的螺桿纖維產生器；
與所述螺桿纖維產生器相隔一定距離的對電極奈米纖維收集器；
裝儲用於紡絲的所述黏性液體的液體容器；和
高電壓發生裝置，所述高壓電發生裝置的電極分別連接於螺桿纖維產生器和對電極奈米纖維收集器。
15. 依據申請專利範圍第 14 項所述之靜電螺桿紡絲設備，其中，所述對電極奈米纖維收集器和所述螺桿纖維產生器的軸向平行。
16. 依據申請專利範圍第 14 項所述之靜電螺桿紡絲設備，其中，對電極奈米纖維收集器的長度和所述螺桿纖維產生器的長度和寬度相當。
17. 依據申請專利範圍第 16 項所述之靜電螺桿紡絲設備，其中，所述對電極奈米纖維收集器是平板、滾筒或可傳動的帶狀接收裝置。
18. 依據申請專利範圍第 16 項所述之靜電螺桿紡絲設備，其中，所述對電極

奈米纖維收集器的表面為多孔狀結構，以使用一定溫度的乾燥氣體改善接收區域的空氣對流。

19. 依據申請專利範圍第 14 項所述之靜電螺桿紡絲設備，其中，靜電螺桿紡絲設備使所述螺桿纖維產生器和所述對電極奈米纖維收集器產生高於 3 萬伏特的電壓差。
20. 依據申請專利範圍第 14 項所述之靜電螺桿紡絲設備，其中，所述靜電螺桿紡絲設備的所述螺桿纖維產生器和所述對電極奈米纖維收集器之間的距離在 100 毫米到 600 毫米之間。
21. 依據申請專利範圍第 14 項所述之靜電螺桿紡絲設備，其中，所述靜電螺桿紡絲設備的所述黏性液體是能夠生成奈米纖維的黏性液體。
22. 依據申請專利範圍第 14 項所述之靜電螺桿紡絲設備，其中，所述靜電螺桿紡絲設備的所述螺桿纖維產生器浸在所述黏性液體裏，並且所述螺桿纖維產生器被設計成可以沿中心軸旋轉，這樣可以在表面上加載所述黏性液體。
23. 依據申請專利範圍第 14 項所述之靜電螺桿紡絲設備，其中，所述靜電螺桿紡絲設備生產出來的奈米纖維為非織造布或有定向排列的奈米纖維薄膜。

圖式

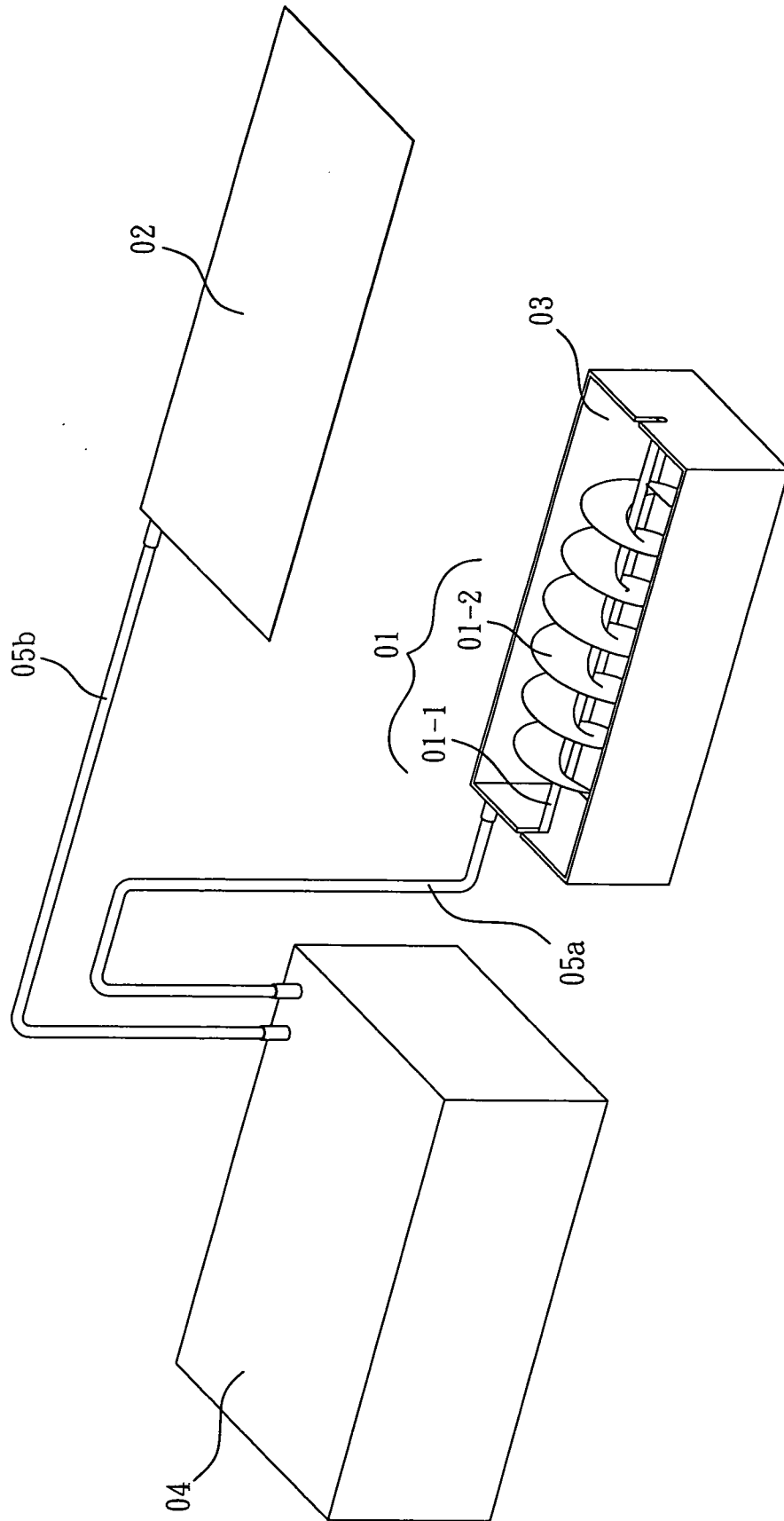


圖1

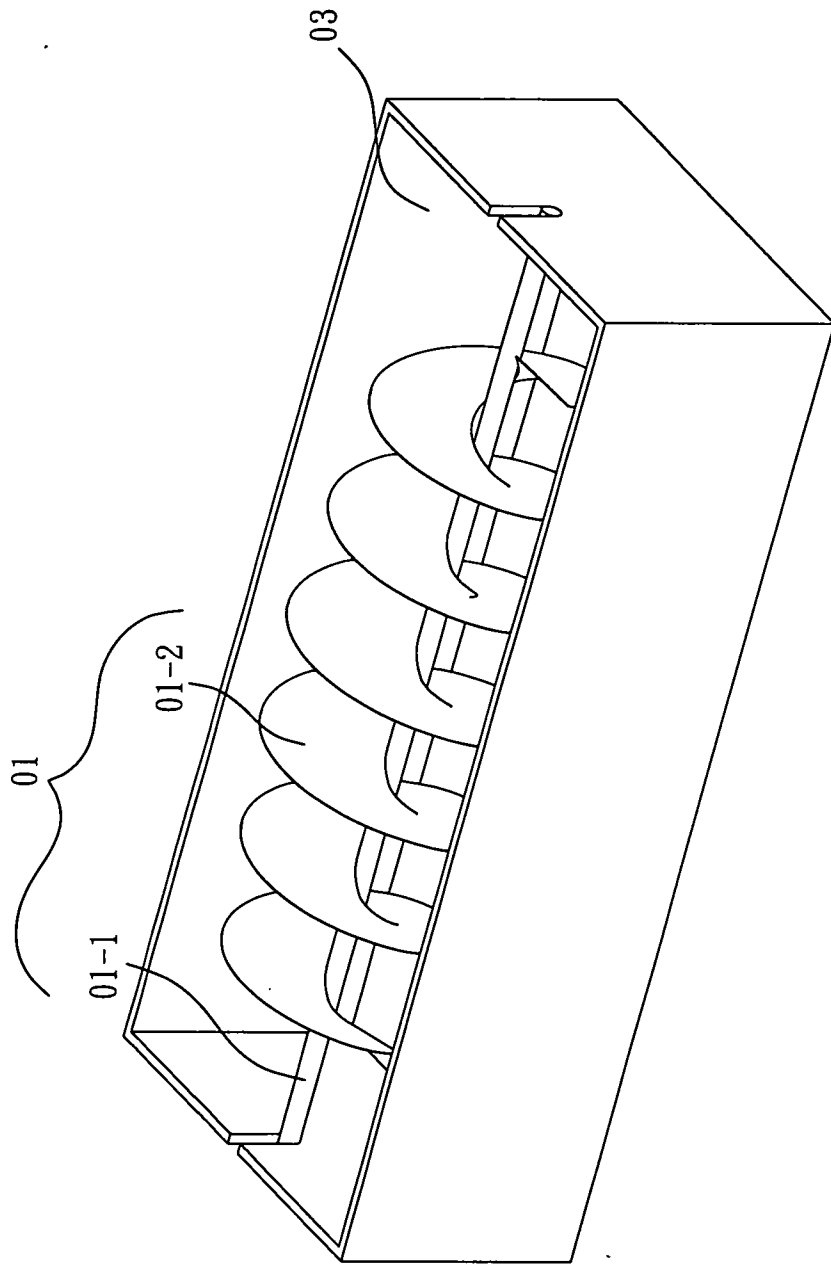


圖2