

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4834612号  
(P4834612)

(45) 発行日 平成23年12月14日(2011.12.14)

(24) 登録日 平成23年9月30日(2011.9.30)

(51) Int.Cl. F I  
 DO1D 5/04 (2006.01) DO1D 5/04  
 DO4H 1/72 (2006.01) DO4H 1/72 C

請求項の数 9 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-151788 (P2007-151788)</p> <p>(22) 出願日 平成19年6月7日(2007.6.7)</p> <p>(65) 公開番号 特開2008-303499 (P2008-303499A)</p> <p>(43) 公開日 平成20年12月18日(2008.12.18)</p> <p>審査請求日 平成22年1月7日(2010.1.7)</p> <p>(出願人による申告)平成18年度、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「革新的部材産業創出プログラム/新産業創造高度部材基盤技術開発/先端機能発現型新構造繊維部材基盤技術の開発」にかかる委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 000005821                  パナソニック株式会社                  大阪府門真市大字門真1006番地</p> <p>(74) 代理人 100109210                  弁理士 新居 広守</p> <p>(72) 発明者 高橋 光弘                  大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックファクトリーソリューションズ株式会社内</p> <p>(72) 発明者 竹澤 幹夫                  大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックファクトリーソリューションズ株式会社内</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ナノファイバ製造装置、不織布製造装置、および、ナノファイバ製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ナノファイバ製造用の原料液を噴射する噴射孔を有する噴射手段と、前記噴射孔から噴射され製造されたナノファイバを収集する収集電極とを備えるナノファイバ製造装置であって、

前記噴射手段を接地電位とする第1接地手段と、

前記収集電極を接地電位とする第2接地手段と、

前記噴射手段と前記収集電極との間に配置され、接地電位に対し所定の電位が印加される誘導電極と、

前記噴射手段と前記誘導電極との間に配置される遮蔽体と、

前記誘導電極に電位を印加する第1電源と

を備えるナノファイバ製造装置。

【請求項2】

ナノファイバ製造用の原料液を噴射する噴射孔を有する噴射手段と、前記噴射孔から噴射され製造されたナノファイバを収集する収集電極とを備えるナノファイバ製造装置であって、

前記噴射手段と前記収集電極との間に配置される誘導電極と、

前記噴射手段と前記誘導電極との間に配置される遮蔽体と、

前記誘導電極に - 200KV以上、- 10KV以下、または、+ 10KV以上、+ 200KV以下の範囲から選定される電位を印加する第1電源と

前記噴射手段または前記収集電極に - 1 K V 以上、 + 1 K V 以下の範囲から選定される電位を印加する第 2 電源と  
を備えるナノファイバ製造装置。

【請求項 3】

前記誘導電極は、ナノファイバ収集領域を取り囲むように配置される請求項 1 または請求項 2 に記載のナノファイバ製造装置。

【請求項 4】

前記誘導電極の前記収集電極と対峙する部分は、鋭利な部分のない曲面で構成される請求項 1 または請求項 2 に記載のナノファイバ製造装置。

【請求項 5】

前記噴射手段は、前記原料液が導入される回転体と、前記回転体を回転させる駆動源とを備え、

前記回転体は、回転体の回転により遠心力が付与された前記原料液が噴射できるように、回転軸を中心として放射状に前記噴射孔を備える請求項 1 または請求項 2 に記載のナノファイバ製造装置。

【請求項 6】

ナノファイバ製造用の原料液を噴射する噴射孔を有する噴射手段と、前記噴射孔から噴射され製造されたナノファイバを収集する収集電極とを備える不織布製造装置であって、前記収集電極の前記噴射孔側に配置され、製造されたナノファイバを堆積状に保持する被堆積手段と、

前記被堆積手段を所定方向に移動させる移動手段と、

前記噴射手段を接地電位とする第 1 接地手段と、

前記収集電極を接地電位とする第 2 接地手段と、

前記噴射手段と前記収集電極との間に配置され、接地電位に対し所定の電位が印加される誘導電極と、

前記噴射手段と前記誘導電極との間に配置される遮蔽体と、

前記誘導電極に電位を印加する電源と

を備える不織布製造装置。

【請求項 7】

ナノファイバ製造用の原料液を噴射する噴射孔を有する噴射手段と、前記噴射孔から噴射され製造されたナノファイバを収集する収集電極とを備える不織布製造装置であって、

前記収集電極の前記噴射孔側に配置され、製造されたナノファイバを堆積状に保持する被堆積手段と、

前記被堆積手段を所定方向に移動させる移動手段と、

前記噴射手段と前記収集電極との間に配置される誘導電極と、

前記噴射手段と前記誘導電極との間に配置される遮蔽体と、

前記誘導電極に - 200 K V 以上、 - 10 K V 以下、または、 + 10 K V 以上、 + 200 K V 以下の範囲から選定される電位を印加する第 1 電源と

前記噴射手段または前記収集電極に - 1 K V 以上、 + 1 K V 以下の範囲から選定される電位を印加する第 2 電源と

を備える不織布製造装置。

【請求項 8】

ナノファイバ製造用の原料液を噴射する噴射孔を有する噴射手段と、前記噴射孔から噴射され製造されたナノファイバを収集する収集電極とを備えるナノファイバ製造装置に適用するナノファイバ製造方法であって、

前記噴射手段を接地し、

前記収集電極を接地し、

接地電位に対し所定の電位が印加される誘導電極を前記噴射手段と前記収集電極との間に配置し、

前記噴射手段と前記誘導電極との間に遮蔽体を配置し、

10

20

30

40

50

前記誘導電極に電位を印加するとともに  
前記電位状態により発生する電界中で前記原料液を飛翔させてナノファイバを得る  
ナノファイバ製造方法。

【請求項9】

ナノファイバ製造用の原料液を噴射する噴射孔を有する噴射手段と、前記噴射孔から噴射され製造されたナノファイバを収集する収集電極とを備えるナノファイバ製造装置に適用するナノファイバ製造方法であって、

前記噴射手段と前記収集電極との間に誘導電極を配置し、

前記噴射手段と前記誘導電極との間に遮蔽体を配置し、

前記誘導電極に - 200 K V 以上、 - 10 K V 以下、または、 + 10 K V 以上、 + 200 K V 以下の範囲から選定される電位を印加し

前記噴射手段または前記収集電極に - 1 K V 以上、 + 1 K V 以下の範囲から選定される電位を印加するとともに

前記電位状態により発生する電界中で前記原料液を飛翔させてナノファイバを得る  
ナノファイバ製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高分子物質からなるナノファイバの製造装置、及び、製造方法に関する。また、ナノファイバで構成される不織布の製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

高分子物質から成り、サブミクロンスケールの直径を有する糸状物質（以下、「ナノファイバ」と記す。）を製造する方法として、エレクトロスピンニング法が知られている。

【0003】

このエレクトロスピンニング法とは、例えば、コレクタ（収集電極）に対し高電圧を印加した針状のノズルから溶媒中に高分子物質を分散させた高分子溶液をコレクタに向かって噴射（流出）させることにより、ナノファイバを得る方法である。

【0004】

より具体的には、噴射ノズルを高電圧にすることにより帯電した高分子溶液が空間中に噴射され、溶媒が蒸発するに伴い空間中を飛翔中の高分子溶液の電荷密度が上昇する。そして、高分子溶液中に発生する反発方向のクーロン力が高分子溶液の表面張力より勝った時点で高分子溶液が爆発的に線状に延伸される現象（静電爆発）が生じる。この静電爆発が、空間において次々と発生することで、サブミクロンの直径の高分子から成るナノファイバが製造される。

【0005】

また、前述の方法で製造されたナノファイバを基板上に堆積させることで、立体的な網目を持つ3次元構造の薄膜を得ることができ、さらに厚く形成することでサブミクロンの網目を持つ高多孔性ウェブ（不織布）を製造することができる。

【0006】

このようにエレクトロスピンニング法を採用して製造されたウェブは、ナノオーダーの孔からなる高多孔性であり、ウェブ全体としての表面積が広いため、フィルタや電池のセパレータや燃料電池の高分子電解質膜や電極等に適用され、高い効果を得ることが期待されている。

【0007】

従来、ナノファイバを多量に製造してナノファイバからなる実用的なウェブを製造する方法として、複数のノズルを並列に配置し、多量のナノファイバを堆積させてウェブを製造する装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0008】

当該装置は、前記ノズルとコレクタとの間に5 K V 以上の高電圧を付与し、コレクタを

接地するか、ノズルと反対の極性の電圧を付与してナノファイバを製造している。

【特許文献1】特開2002-201559号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところが従前は、ノズルとコレクタとの間に直接高電圧（例えば5KV以上）を印加することで高分子溶液が帯電し、静電気爆発が発生するものと考えられていた。

【0010】

従って、ノズルを高電圧で維持するため、ノズルに接続される部材、例えば、ノズルに原料液を供給するためのパイプや原料液のタンク、原料液を圧送するためのポンプ、各種情報を取得するためのセンサなどとの間に高耐圧の絶縁を施している。さらに、安全上の問題から、高電圧になるノズルやこれと同電位の部材などの全体を囲いで覆い、人の手などが触れないようにしている。

10

【0011】

一方、産業的に用いられるコレクタは、直径数メートルの大型のローラーを回転させる場合もあり、上記と同様コレクタに高耐圧の絶縁を施し、囲いを設ける必要がある。

【0012】

以上から、ノズルやコレクタを含むこれら全体を高電圧に耐えうるように絶縁しなければならず、また、これらに接続される電子部品などは高電圧に耐えうるものを選定しなければならない。従って、装置全体の構造が複雑になって装置が大型化したり、絶縁用のパーツを多く取り付けなければならないため装置製造の困難性が増加したりすることとなる。引いては、装置の製造コストの上昇を招き、装置の大型化による設置コストも上昇することになる。

20

【0013】

また、イオン風により発生した高電圧に帯電した埃やゴミは、周辺機器に付着し、周辺機器に使用されている部品や半導体素子等を破壊して、装置そのものを使用できない状態にしてしまう場合がある。

【0014】

さらに、噴射手段110に高電圧を印加している場合には、電気力線がそのノズルからナノファイバの製造装置を覆う囲い等に向けて、発生している。イオン風により送り出された帯電した埃やゴミ等は、猛烈な勢いで、前記電気力線に沿って、囲い等に移動し付着する。このように、周辺機器や付帯設備に付着した帯電した埃やゴミ等は、高電圧を保持しており、ノズルから発生する同極性に帯電したナノファイバ自身にも、大きな影響を与え、ナノファイバの正常な回収への妨げや、回収率の低下等につながる。

30

【0015】

さらに、前記帯電した埃やゴミ等が所定の場所に集まった場合には、その場所は高電位になり、瞬間的に放電が起こり、火花が発生するような現象も起こっている。このような場合には、原料液の中に、有機溶媒を使用している場合には、前記発生した火花が引き金となって、発火してしまうということにもつながる危険性を有している。

【0016】

40

そこで、本発明者らは、鋭意研究と実験の結果、ノズルとコレクタの間に高電圧を直接印加することなく、つまり、ノズルとコレクタの電位がいずれも原則的には低電位または接地電位であるにもかかわらず、静電爆発によりナノファイバを得る方法、及び、装置を見出だした。

【0017】

本発明は、上記課題に鑑み、新たな理論を構築した上でなされたものであり、簡易的な絶縁処理や安全対策を採用した簡単な装置構成とすることができるナノファイバ製造装置等の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

50

上記目的を達成するために本願発明にかかるナノファイバ製造装置は、ナノファイバ製造用の原料液を噴射する噴射孔を有する噴射手段と、前記噴射孔から噴射され製造されたナノファイバを収集する収集電極とを備えるナノファイバ製造装置であって、前記噴射手段を接地電位とする第1接地手段と、前記収集電極を接地電位とする第2接地手段と、前記噴射手段と前記収集電極との間に配置され、接地電位に対し所定の電位が印加される誘導電極と、前記噴射手段と前記誘導電極との間に配置される遮蔽体と、前記誘導電極に電位を印加する第1電源とを備える。

【0019】

また、ナノファイバ製造用の原料液を噴射する噴射孔を有する噴射手段と、前記噴射孔から噴射され製造されたナノファイバを収集する収集電極とを備えるナノファイバ製造装置であって、前記噴射手段と前記収集電極との間に配置される誘導電極と、前記噴射手段と前記誘導電極との間に配置される遮蔽体と、前記誘導電極に - 200KV以上、- 10KV以下、または、+ 10KV以上、+ 200KV以下の範囲から選定される電位を印加する第1電源と、前記噴射手段または前記収集電極に - 1KV以上、+ 1KV以下の範囲から選定される電位を印加する第2電源とを備えてもよい。

10

【0020】

これにより、誘導電極にのみ高電圧を与え、収集電極、および、噴射手段は接地、または低電圧を印加するに留まるため、ナノファイバ製造装置の構成を簡単に行うことができる。また、高電圧の部分が小さいため、不要な部分が帯電することを抑止することができ、異常放電やイオン風などによる影響を抑えて、品質の高いナノファイバを製造することが可能となる。

20

【0021】

また、前記誘導電極は、ナノファイバ収集領域を取り囲むように配置されることが好ましい。

【0022】

これによれば、ナノファイバ収集領域に均等に誘導電荷を生じさせることができ、ナノファイバが収集される密度分布を平均化することが可能となる。

【0023】

また、前記誘導電極の前記収集電極と対峙する部分は、鋭利な部分のない曲面で構成されることが好ましい。

30

【0024】

前記誘導電極は、収集電極に誘導電荷を発生させるためだけに存在するため、形状に関する制約が少ない。従って、収集電極と対峙する部分を鋭利に突出する部分を無くした形状とし、表面を曲面で構成する形状を選択することも容易となる。また、この形状により電気力線が誘導電極の一部に集中することを回避し、電気力線が集中することによって生じるイオン風を抑止することが可能となる。

【0025】

また、前記原料液が導入される回転体と、前記回転体を回転させる駆動源とを備え、前記回転体は、回転体の回転により遠心力が付与された前記原料液が噴射できるように、回転軸を中心として放射状に前記噴射孔を備える前記噴射手段を採用しても良い。

40

【0026】

噴射手段が接地電位または低電位であるため、絶縁などの処理が簡単で、回転部分を有する噴射手段を容易に採用することができる。そして、回転により原料液を噴射させる噴射手段は、大量のナノファイバを製造することができる。

【0027】

また、上記ナノファイバ製造装置を採用した不織布製造装置であれば、装置構成が簡易であるが、高品質の不織布を製造することが可能となる。

【0028】

また、上記目的は本願発明にかかるナノファイバ製造方法を採用することによっても達成することができる。また、その作用、効果は、上記と同様である。

50

## 【発明の効果】

## 【0029】

本発明によれば、製造されるナノファイバの性能の向上を図ると共に、高い安全性を確保し、構成を簡易とするナノファイバの製造装置などを提供することが可能となる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0030】

次に、本発明にかかるナノファイバ製造装置を備える不織布製造装置の実施の形態を説明する。

## 【0031】

図1は、本発明にかかる不織布製造装置を概略的に示す斜視図である。

10

## 【0032】

同図に示すように不織布製造装置100は、噴射手段110と、収集電極120と、誘導電極130と、遮蔽体140とで構成されるナノファイバ製造装置180と、被堆積手段としてのシート160とを備えている。なお、噴射される原料液と、製造されつつあるナノファイバとは明確に区別できないため、いずれにも200の符号を付し、製造された不織布には210を付している。

## 【0033】

噴射手段110は、ナノファイバを製造するための原料液を噴射（流出）する噴射孔を備えた装置であり、第1接地手段102を介してアース101と接続されるか、第2電源151を介してアース101と接続される。なお、同図ではいずれを介して接続するかが選択可能に記載されているが特にこれに限定されるものではなく、いずれかを固定的に接続するものであってもよい。また、原料液を貯蔵するタンク（図示せず）と接続されるパイプ111が噴射手段110に接続されており、所定の圧力で原料液が供給されるようになっている。

20

## 【0034】

収集電極120は、噴射手段110から噴射され製造されたナノファイバを収集するコレクタの機能を備えるものであり、第2接地手段103を介してアース101と接続されるか、第2電源151を介してアース101と接続される。なお、同図ではいずれを介して接続するかが選択可能に記載されているが特にこれに限定されるものではなく、いずれかを固定的に接続するものであってもよい。

30

## 【0035】

誘導電極130は、噴射手段110と収集電極120との間の収集電極120寄りに配置され、収集電極120との間に高電圧を発生させることで、誘導電極130と対峙する収集電極120の面やその近傍に誘導電荷を発生させる電極である。誘導電極130は、第1電源と接続され、アース101に対して所定の電位が印加されるものとなっている。

## 【0036】

遮蔽体140は、噴射手段110と誘導電極130との間の誘導電極130寄りに配置され、噴射手段110と誘導電極130との間に電気力線（電界）が発生するのを阻止するための部材である。遮蔽体140としては、誘電率の高い物質が好ましく、いわゆる絶縁体と称される物質を用いることが好ましい。

40

## 【0037】

第1電源150は、-200KV以上、-10KV以下、または、+10KV以上、+200KV以下の範囲から選定される電位を印加することのできる直流電源である。また、第1電源150は、±200KV以下の電圧振幅を発生できる交流電源であっても良い。

## 【0038】

第2電源151は、噴射手段110や収集電極120に接地電位に対し-1KV以上、+1KV以下の範囲から選定される電位を印加することができる電源である。

## 【0039】

ナノファイバ製造用の高分子物質としては、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスチ

50

レン、ポリエチレンオキサイド、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリ - m - フェニレンテレフタレート、ポリ - p - フェニレンイソフラテート、ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニリデン - ヘキサフルオロプロピレン共重合体、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン - アクリレート共重合体、ポリアクリロニトリル、ポリアクリロニトリル - メタクリレート共重合体、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエステルカーボネート、ナイロン、アラミド、ポリカプロラクトン、ポリ乳酸、ポリグリコール酸、コラーゲン、ポリヒドロキシ酪酸、ポリ酢酸ビニル、ポリペプチド等が例示できる。また、ナノファイバ製造に用いられる高分子物質は1種類に限定されるわけではなく、前記例示の高分子物質などから任意の複数種類を選定して用いても構わない。

10

## 【0040】

また、原料液を製造するために用いられる溶媒としては、メタノール、エタノール、1 - プロパノール、2 - プロパノール、ヘキサフルオロイソプロパノール、テトラエチレングリコール、トリエチレングリコール、ジベンジルアルコール、1, 3 - ジオキソラン、1, 4 - ジオキサン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、メチル - n - ヘキシルケトン、メチル - n - プロピルケトン、ジイソプロピルケトン、ジイソブチルケトン、アセトン、ヘキサフルオロアセトン、フェノール、ギ酸、ギ酸メチル、ギ酸エチル、ギ酸プロピル、安息香酸メチル、安息香酸エチル、安息香酸プロピル、酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸プロピル、フタル酸ジメチル、フタル酸ジエチル、フタル酸ジプロピル、塩化メチル、塩化エチル、塩化メチレン、クロロホルム、o - クロロトルエン、p - クロロトルエン、四塩化炭素、1, 1 - ジクロロエタン、1, 2 - ジクロロエタン、トリクロロエタン、ジクロロプロパン、ジブromoエタン、ジブromoプロパン、臭化メチル、臭化エチル、臭化プロピル、酢酸、ベンゼン、トルエン、ヘキサン、シクロヘキサン、シクロヘキサノン、シクロペンタン、o - キシレン、p - キシレン、m - キシレン、アセトニトリル、テトラヒドロフラン、N, N - ジメチルホルムアミド、ピリジン、水等を例示することができる。また、ナノファイバ製造に用いられる溶媒は1種類に限定されるわけではなく、前記例示の溶媒などから任意の複数種類を選定し、混合して用いても構わない。

20

## 【0041】

また、原料液に無機質固体材料を混入しても構わない。これら無機質固体材料は、製造されるナノファイバの骨材として機能したり、ナノファイバに担持させる触媒等として機能するものである。当該無機質固体材料としては、酸化物、炭化物、窒化物、ホウ化物、珪化物、弗化物、硫化物等を挙げることができる。また、耐熱性、加工性などの観点から酸化物を用いることが好ましい。

30

## 【0042】

当該酸化物としては、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 、 $MgO$ 、 $CaO$ 、 $SrO$ 、 $BaO$ 、 $B_2O_3$ 、 $P_2O_5$ 、 $SnO_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $K_2O$ 、 $Cs_2O$ 、 $ZnO$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ 、 $CeO_2$ 、 $V_2O_5$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $MnO$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $CoO$ 、 $NiO$ 、 $Y_2O_3$ 、 $Lu_2O_3$ 、 $Yb_2O_3$ 、 $HfO_2$ 、 $Nb_2O_5$  等を例示でき、これらより選ばれる少なくとも一種が用いられるが、特にこれらに限定されるものではない。

## 【0043】

また、ナノファイバを形成する樹脂材料としては、前記高分子物質ばかりでなく、低分子物質でも構わない。低分子物質でも原料液の内容は高分子物質と変わるわけではなく、低分子物質を溶媒に溶解すればよい。この場合、ナノファイバが長く連なる状態になるのではなく、微粒子の状態のナノファイバが製造される。このような微粒子状のナノファイバの応用例としては、有機ELや液晶用のカラーフィルタの顔料を溶媒に溶解して、顔料そのものを微細化するような場合が考えられる。

40

## 【0044】

シート160は、空間中で製造されたナノファイバ200が堆積する対象となる部材であり、堆積したナノファイバ200と容易に分離可能な材質で構成された薄く柔軟性のある長尺のシートである。シート160は、ロール状に巻き付けられた状態で供給され、ナ

50

ノファイバ200が堆積する部分をゆっくりと移動手段170により図中矢印方向に移動するものとなっている。そして、シート160上で製造された不織布210とともに再びロール状に巻き付けられるようになっている。

【0045】

移動手段170は、シート160を所定の張力を維持しつつ一方方向に送ることができる装置であり、モータ(図示せず)などの駆動により図に示されるローラーを回転させてシート160を移動させるものである。

【0046】

なお、噴射手段110と、収集電極120と、誘導電極130と、遮蔽体140とは種々の態様があり、また、それらの組み合わせ態様も種々存在する。図1においては、噴射手段110、収集電極120、誘導電極130、遮蔽体140については一点鎖線で象徴的に示しており、これらの具体的態様については後述の実施の形態において具体的に説明する。

10

【0047】

図2は、噴射手段、誘導電極、遮蔽体および収集電極の具体例を示す図である。

【0048】

なお、図2は、噴射手段110、収集電極120、誘導電極130、遮蔽体140の位置的關係を示すため、噴射手段110を大きく示しているが、実際は、収集電極120の径が数メートルの大きさであるのに対し、ロータリーシリンダ116の径は数センチメートルから数十センチメートル程度である。

20

【0049】

収集電極120は、水平方向に回転軸を有する円筒形状となされており、シート160の移動に伴い、または同期して回転しうるものとなっている。また、収集電極120は、収集電極120の端面に向かって徐々に縮径するように、円筒形状のエッジ部分にアール面取りが施されている。

【0050】

このように、誘導電極130から望む収集電極120の周縁部を誘導電極130から遠ざかるような曲面とすることで、収集電極120のエッジによる電場の乱れを抑止し、収集電極120の表面近傍の誘導電荷の発生状態を良好とし、ノファイバ200の堆積状態を良好とすることができる。

30

【0051】

噴射手段110は、遠心力により原料液を噴射(流出)する装置であり、ロータリーシリンダ116と、原料液200を供給するためのパイプ111と兼用される回転軸となるシャフト117と、モータ118と、基体119と、ベルト115と、プーリー114とを備えている。

【0052】

ロータリーシリンダ116は、一端が封止された円筒の周壁に噴射孔112を備えたノズル113を複数個放射状に備えている。ロータリーシリンダ116の他端中央部分にはシャフト117が取り付けられている。ロータリーシリンダ116は、シャフト117を介して基体119に回転自在に取り付けられている。

40

【0053】

また、モータ118とシャフト117に固着されているプーリー114とはベルト115で接続されており、モータ118は、基体119に取り付けられている。モータ118を回転させることにより、ロータリーシリンダ116を基体119に対して回転させることができる構造となっている。

【0054】

また、図3に示すように、シャフト117とロータリーシリンダ116の他端とは液体を挿通可能に接続されている。また、シャフト117とロータリーシリンダ116とはいずれも導体で構成されており、シャフト117との接続は、ブラシ203を用い第1接地手段102を介してアース101と接続され接地されている。従って、ロータリーシリン

50

ダ 1 1 6 もシャフト 1 1 7 を介して接地された状態となる。また、ブラシ 2 0 3 を用いているため、ロータリーシリンダ 1 1 6 が回転状態であっても、接地電位を維持することが可能となっている。

【 0 0 5 5 】

ロータリーシリンダ 1 1 6 は、シャフト 1 1 7 を介して原料液 2 0 0 が貯蔵されているタンク 2 0 2 と接続されている。また、原料液 2 0 0 の流通経路上にはポンプ 2 0 1 が取り付けられており、原料液 2 0 0 をロータリーシリンダ 1 1 6 に向かって圧送することができるようになっている。

【 0 0 5 6 】

誘導電極 1 3 0 は、円柱の先端に球体に取り付けられたような形状となされ、全体的に鋭利な部分のない曲面で構成されている。これは、鋭利な部分などから発生する電気風を抑止するためである。誘導電極 1 3 0 は、ナノファイバ収集領域 2 2 0 を取り囲むように、収集電極 1 2 0 と噴射手段 1 1 0 との間の収集電極 1 2 0 寄りの位置に配置されている。本実施の形態の場合、ナノファイバ製造装置 1 8 0 は、4 つの誘導電極 1 3 0 を備えており、これらの誘導電極 1 3 0 は、ナノファイバ収集領域 2 2 0 を取り囲む円周上均等に配置されている。また、誘導電極 1 3 0 は、球体部分を内側に向け、かつ、球体部分が若干下がった状態で配置されている。

10

【 0 0 5 7 】

全ての誘導電極 1 3 0 は、第 1 電源 1 5 0 により - 2 0 0 K V 以上、- 1 0 K V 以下、または、+ 1 0 K V 以上、+ 2 0 0 K V 以下の範囲から選定される電位が印加されている。誘導電極 1 3 0 の電位を - 1 0 K V 以下、または、+ 1 0 K V 以上とするのは、接地された収集電極 1 2 0 に十分な電荷を誘導するためである。一方、- 2 0 0 K V 以上、または、+ 2 0 0 K V 以下とするのは、これよりも高電位（低電位）とすると異常放電が多発する可能性が高くなるからである。

20

【 0 0 5 8 】

遮蔽体 1 4 0 は、誘導電極 1 3 0 に印加される電位によって噴射手段 1 1 0 と誘導電極 1 3 0 との間に電気力線（電界）が発生するのを回避するためのものである。遮蔽体 1 4 0 の材質としては、エポキシ樹脂やシリコン樹脂などの樹脂や、アルミナなどのセラミクスなどが例示できる。本実施の形態の場合、遮蔽体 1 4 0 は、ロータリーシリンダ 1 1 6 から誘導電極 1 3 0 が望めないような大きさであり、ロータリーシリンダ 1 1 6 から誘導電極 1 3 0 が望めないように配置されている。

30

【 0 0 5 9 】

なお、図 2 において遮蔽体 1 4 0 は、破線で示しているが、これは誘導電極 1 3 0 を明示するためであり、何らかの意味を示すものではない。また、遮蔽体 1 4 0 は、電気力線を遮蔽すれば良く、可視光線が透過する透明の材質であっても、不透明の材質であっても構わない。

【 0 0 6 0 】

次に、図 3 を用い、本実施の形態においてナノファイバが製造される態様を説明する。

【 0 0 6 1 】

まず、誘導電極 1 3 0 に高電位を印加する。当該誘導電極 1 3 0 の電位により、収集電極 1 2 0 の表面および表面の内側近傍に負の電荷が静電誘導により発生する。ここで、噴射手段 1 1 0 と誘導電極 1 3 0 の間には遮蔽体 1 4 0 が存在するため、噴射手段 1 1 0 には静電誘導による負の電荷は発生しないか、発生したとしても非常に少量である。

40

【 0 0 6 2 】

次に、収集電極 1 2 0 と噴射手段 1 1 0 との間には遮蔽体 1 4 0 が存在しない部分が大きく広がっており、収集電極 1 2 0 から噴射手段 1 1 0 を直接望むことが可能となっている。従って、収集電極 1 2 0 に発生した負の電荷に基づき、噴射手段 1 1 0 の表面に及び表面の内側近傍に正の電荷が静電誘導により発生する。

【 0 0 6 3 】

この状態で、原料液 2 0 0 は、シャフト 1 1 7（パイプ 1 1 1）を通過してロータリー

50

シリンダ 116 の内部に注入される。ロータリーシリンダ 116 は、モータ 118 により回転される。これに伴い、注入された原料液 200 にも回転による遠心力が発生する。そしてロータリーシリンダ 116 の周壁に穿設される噴射孔 112 を介して原料液 200 が遠心力によりロータリーシリンダ 116 外部に放射状に噴射される。正の電荷を帯びたロータリーシリンダ 116 から原料液 200 を噴射することで、正の電荷を帯びた原料液 200 が飛翔し、静電爆発を繰り返しつつナノファイバ 200 が製造されていく。ナノファイバ 200 は正の電荷を帯びているため、誘導電極 130 と反発しつつ、収集電極 120 に向かって飛翔する。

【0064】

以上によって、ナノファイバが製造される。なお、図 3 において破線で示すのは電気力線(仮想)である。

10

【0065】

また、本実施の形態では誘導電極 130 を高電位にする場合を説明したが、低電位とすれば、前記の正と負との関係が逆になるだけである。

【0066】

また、誘導電極 130 に交流電圧を印加すれば、前記正と負との関係が交互に発生する。

【0067】

次に、ナノファイバ製造装置 180 によるナノファイバ 200 の製造方法と、製造されたナノファイバ 200 を堆積させて不織布を製造する不織布の製造方法を説明する。

20

【0068】

上記のように静電爆発を繰り返して製造されたナノファイバ 200 は、シート 160 上に堆積していく。一方、シート 160 は徐々に移動するため、シート 160 上に長尺の不織布が製造されていく。収集電極 120 は、シート 160 と接触状態で配置されており、シート 160 の移動に従って回転している。

【0069】

以上のように、モータ 118 や基体 119、原料液 200 を供給する経路を構成するパイプ 111、原料液のタンク 202、ポンプ 201、収集電極 120 などは、接地電位であるため、噴射手段 110 や収集電極 120 などを高電圧に維持するための高度な絶縁を施す必要が無い。

30

【0070】

また、上記部材が接地電位であるため、異常放電などが抑止され、モータ 118 等に使用している電子部品や半導体等が破壊されることが抑止される。

【0071】

従って、本実施の形態のように、噴射手段 110 は、原料液 200 を回転により噴射させる機構を簡単に備えることができる。また、原料液 200 のタンク等に接続されるモータ 118 やセンサも絶縁状態で取り付けの必要が無くなる。従って、噴射手段 110 全体の構成を簡単にすることができる。引いては、構造が簡単な噴射手段 110 は、高い耐久性や信頼性を容易に獲得でき、また、高い設計の自由度を有する。また、製造コストやメンテナンスコストの低減に寄与することができる。

40

【0072】

また、噴射手段 110 の周囲に囲いを設けたとしても噴射手段 110 がアース 101 に接続され接地電位であるため、アース 101 と接続される囲いが帯電することがない。従って、囲いなどからイオン風が発生せず、また、コロナ放電も生じないと考えられる。従って、製造されるナノファイバの品質を向上させることが可能となる。

【0073】

なお、本実施の形態では、噴射手段 110 をアース 101 と接続し接地電位としたが、噴射手段 110 や収集電極 120 に第 2 電源 151 を接続し -1KV ~ +1KV の範囲で電圧を印加しても構わない。なお、第 2 電源 151 は、出力インピーダンスが低く、電荷の連続供給が可能な構成の電源であればよい。比較的低電圧を噴射手段 110 に印加して

50

おくことで、コロナ放電などの異常放電を可及的に抑制しつつ噴射手段 110 の接地電位に対する電位を安定させることが可能となる。また、収集電極 120 との間に発生する電界（電気力線）を安定させることができる。

【0074】

また、図 1、2 においては、噴射手段 110 は、固定にしているが、移動手段を設けて、シート 160 の移動方向に対して略直角方向に、周期的にもしくは、所定の動作パターンで移動させてもよい。そのようにすることで、シート 160 の幅が広がっても、ナノファイバ 200 をシート 160 上の幅全体に堆積させることができる。

【0075】

また、図 1、2 においては、噴射手段 110 は、一つのみを記載しているが、複数個並べて配置すれば、シート 160 の幅が広がった場合や、堆積させたい厚みを増やす場合には、有効な手段である。

10

【0076】

なお、噴射手段 110 は、上記実施の形態に記載した構造に限定されるわけではない。

【0077】

例えば、図 4 に示すように、ノズル 113 を収集電極 120 に対して固定的に配置するものであっても構わない。この場合、シート 160 の移動方向に対して複数個のノズル 113 を斜めに配置することで、各ノズル 113 の間隔を広くすることができ、シート 160 に対してナノファイバ 200 を均等に堆積することが可能となる。

【0078】

20

また、誘導電極 130 はドーナツ形状であり、遮蔽体 140 は円環形状であっても構わない。

【0079】

また、図 1、2 においては、噴射手段 110 は、固定にしているが、移動手段を設けて、シート 160 の移動方向に対して略直角方向に、周期的もしくは、所定の動作パターンで移動させてもよい。そのようにすることで、シート 160 の幅が広がっても、ナノファイバ 200 をシート 160 上の幅全体に堆積させることができる。

【産業上の利用可能性】

【0080】

本発明は、ナノファイバの製造に利用可能であり、特に、ナノファイバを用いた紡糸や不織布の製造に利用可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図 1】本発明にかかる不織布製造装置を概略的に示す斜視図である。

【図 2】噴射手段、誘導電極、遮蔽体および収集電極の具体例を示す図である。

【図 3】電荷の状態を示す側面図である。

【図 4】他の態様を示す斜視図である。

【符号の説明】

【0082】

100 不織布製造装置

40

101 アース

102 第 1 接地手段

103 第 2 接地手段

110 噴射手段

111 パイプ

112 噴射孔

113 ノズル

114 プーリー

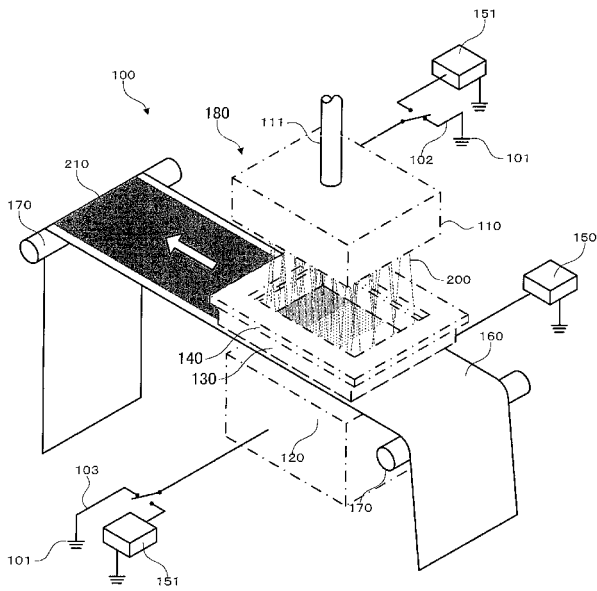
115 ベルト

116 ロータリーシリンダ

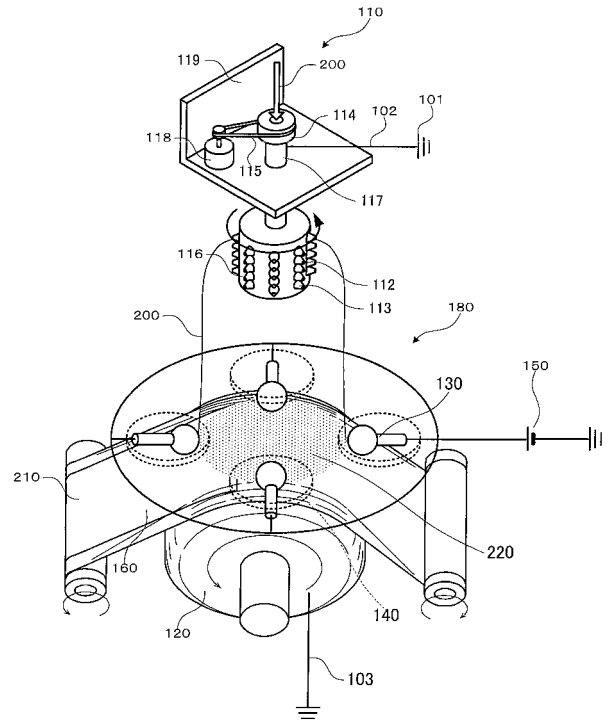
50

- 1 1 7 シャフト
- 1 1 8 モータ
- 1 1 9 基体
- 1 2 0 収集電極
- 1 3 0 誘導電極
- 1 4 0 遮蔽体
- 1 5 0 第1電源
- 1 5 1 第2電源
- 1 6 0 シート
- 1 7 0 移動手段
- 1 8 0 ナノファイバ製造装置
- 2 0 0 ナノファイバ
- 2 0 0 原料液
- 2 0 1 ポンプ
- 2 0 2 タンク
- 2 0 3 ブラシ
- 2 1 0 不織布
- 2 2 0 ナノファイバ収集領域

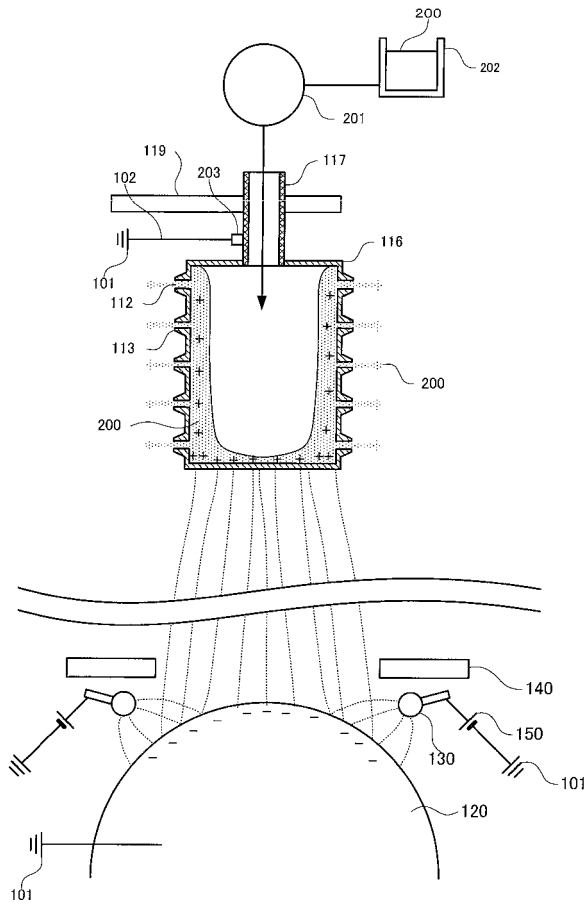
【図1】



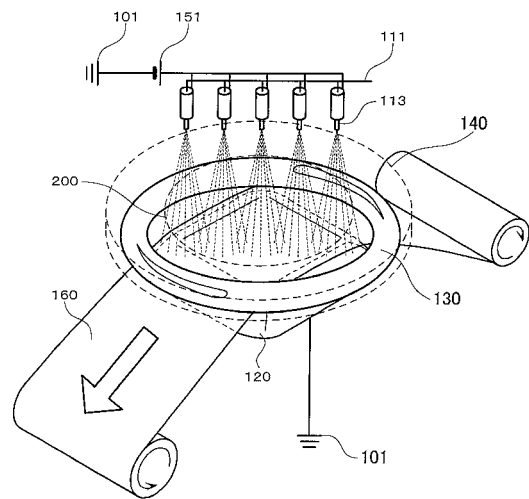
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 富永 善章  
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 黒川 崇裕  
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 住田 寛人  
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 石川 和宜  
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックファクトリーソリューションズ株式会社内

審査官 加賀 直人

- (56)参考文献 特表2008-525670(JP,A)  
特開昭61-161177(JP,A)  
特開2004-256974(JP,A)  
特表2007-532790(JP,A)  
特開2006-283240(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
D01D1/00-13/02