(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4972027号
(P4972027)
(45)発行日　平成24年7月11日(2012.7.11)　(24)登録日　平成24年4月13日(2012.4.13)

(51)Int.Cl.　　F I
D01D 5/04 (2006.01)　D01D 5/04
D04H 1/728 (2012.01)　D04H 1/72　C
D04H 1/4326 (2012.01)　D04H 1/42　Q

請求項の数 9　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2008-105875 (P2008-105875)
(22)出願日　平成20年4月15日 (2008.4.15)
(65)公開番号　特開2009-256824 (P2009-256824A)
(43)公開日　平成21年11月5日 (2009.11.5)
審査請求日　平成22年3月4日 (2010.3.4)

（出願人による申告）平成２０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

(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
(74)代理人　100109210
弁理士　新居　広守
(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　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

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

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ナノファイバの原料となる原料液を空間中に噴射する噴射手段と、
前記原料液に電荷を付与して帯電させる帯電手段と、
製造されたナノファイバを案内する風洞を形成する案内体と、
前記案内体の外部に配置され前記噴射手段から噴射される原料液を前記案内体の内部に案内する気体流を発生させる第一気体流発生手段と、
前記案内体内部に前記ナノファイバを案内する気体流を発生させる第二気体流発生手段と
を備えるナノファイバ製造装置。
【請求項２】
前記案内体は、前記ナノファイバの案内方向を変更する屈曲部を備える請求項１に記載のナノファイバ製造装置。
【請求項３】
さらに、
前記製造されたナノファイバを除電する除電手段を備える請求項１に記載のナノファイバ製造装置。
【請求項４】
さらに、
前記気体流を構成する気体を加熱する加熱手段を備える請求項１に記載のナノファイバ

製造装置。
【請求項５】
ナノファイバの原料となる原料液を空間中に噴射する噴射手段と、
前記原料液に電荷を付与して帯電させる帯電手段と、
製造されたナノファイバを案内する風洞を形成する案内体と、
前記案内体の外部に配置され前記噴射手段から噴射される原料液を前記案内体の内部に案内する気体流を発生させる第一気体流発生手段と、
前記案内体内部に前記ナノファイバを案内する気体流を発生させる第二気体流発生手段と、
通気性を備えると共に案内された前記ナノファイバを収集する収集体と
を備える不織布製造装置。
【請求項６】
さらに、
前記収集体の前記ナノファイバが収集される側と反対側に前記気体流を構成する気体を吸引する吸引手段を備える請求項５に記載の不織布製造装置。
【請求項７】
前記吸引手段は、複数個設けられており、
前記吸引手段の吸引量を個別に制御する吸引制御手段を備える請求項６に記載の不織布製造装置。
【請求項８】
さらに、
前記吸引手段の吸引領域を規制する領域規制手段を前記収集体の前記ナノファイバが収集される側と反対側に備える請求項６に記載の不織布製造装置。
【請求項９】
前記収集体は、長尺のシートであり、
前記収集体を移動させ堆積されたナノファイバを搬送する搬送手段を備える請求項５に記載の不織布製造装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本願発明は、エレクトロスピニング法（静電爆発）を用いてナノファイバを製造するナノファイバ製造装置、及び、エレクトロスピニング法で製造されるナノファイバを堆積させて不織布を製造する不織布製造装置に関し、特に、ナノファイバを高密度に製造し、高密度に堆積させるナノファイバ製造装置、不織布製造装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
高分子物質などから成り、サブミクロンスケールの直径を有する糸状（繊維状）物質（ナノファイバ）を製造する方法として、エレクトロスピニング（電荷誘導紡糸）法が知られている。
【０００３】
このエレクトロスピニング法とは、溶媒中に高分子物質などを分散または溶解させた原料液を空間中にノズルなどにより噴射（吐出）させるとともに、原料液に電荷を付与して帯電させ、空間を飛行中の原料液を静電爆発させることにより、ナノファイバを得る方法である。
【０００４】
より具体的には、空間を飛行中の原料液の粒から溶媒が蒸発するに伴い原料液の体積は減少していくが、原料液に付与された電荷は維持されるため、結果として原料液の粒の電荷密度が上昇する。そして、溶媒は、継続して蒸発するため、原料液の粒の電荷密度がさらに高まり、原料液の粒の中に発生する反発方向のクーロン力が原料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ねずみ算式に発生することで、直径がサブミクロンの高分子から成るナノファイバが製造される（例えば、特許文献１参照）。

【０００５】

前記エレクトロスピニング法により製造されるナノファイバを糸や不織布の原料として用いる場合、大量のナノファイバを高密度で収集する必要がある。そのために、例えば特許文献２には、ナノファイバを収集するための電極である収集電極に向けて原料液を噴射する多数のノズルを配置し、多量のナノファイバを高密度で製造する発明が記載されている。

【特許文献１】特開２００５－３３０６２４号公報

【特許文献２】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】

【０００６】

ところが上記のようにエレクトロスピニング法は、ノズルと収集電極との間に高電圧を発生させ、帯電したナノファイバを電界により収集する。従って、原料液を噴射するノズルの数を増やしただけでは、ノズル同士で電界干渉が生じ、ノズルと収集電極との間の電界が安定しなかったり、同極性に帯電するナノファイバ同士で干渉が起こり、空間中のナノファイバの密度に粗密が生じたりすることで、安定した状態でナノファイバを収集することが困難となっている。

【０００７】

さらに、収集電極の上には同極性に帯電する絶縁体の物質であるナノファイバが堆積していくため、一定量以上ナノファイバを収集しにくい状態となる。

【０００８】

本願発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、ナノファイバを大量に安定して製造し、また、安定した状態で収集することのできるナノファイバ製造装置、ナノファイバからなる不織布製造装置などの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

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、ナノファイバの原料となる原料液を空間中に噴射する噴射手段と、前記原料液に電荷を付与して帯電させる帯電手段と、製造されたナノファイバを案内する風洞を形成する案内体と、前記案内体内部に前記ナノファイバを案内する気体流を発生させる気体流発生手段とを備えることを特徴とする。

【００１０】

これにより、静電爆発により製造されるナノファイバを案内体内方に流通する気体流で所定の場所に搬送することが可能となる。従って、電界に影響されることなく均一にナノファイバを収集することが可能となる。

【００１１】

また、前記案内体は、前記ナノファイバの案内方向を変更する屈曲部を備えることが好ましい。

【００１２】

これにより、所望する形態や状態のナノファイバのみを収集することが可能となる。

【００１３】

さらに、前記製造されたナノファイバを除電する除電手段を備えてもかまわない。

【００１４】

これによれば、同極性に帯電するナノファイバ同士が反発しあうことがなくなり、気体流でナノファイバを容易に案内することが可能となる。

【００１５】

さらに、前記気体流を構成する気体を加熱する加熱手段を備えることが好ましい。

【００１６】

これによれば、噴射された原料液から溶媒を強制的に蒸発させることが可能となり、静電爆発を促進しナノファイバを効率よく製造することが可能となる。

【００１７】

また、ナノファイバの原料となる原料液を空間中に噴射する噴射手段と、前記原料液に電荷を付与して帯電させる帯電手段と、製造されたナノファイバを案内する風洞を形成する案内体と、前記案内体内部に前記ナノファイバを案内する気体流を発生させる気体流発生手段と、通気性を備えると共に案内された前記ナノファイバを収集する収集体とを備える不織布製造装置においても、上記作用効果を享受することが可能となる。

【００１８】

さらに、前記収集体の前記ナノファイバが収集される側と反対側に前記気体流を構成する気体を吸引する吸引手段を備えることにより、厚さの厚い不織布を製造することが可能となる。

【００１９】

前記吸引手段は、複数個設けられており、前記吸引手段の吸引量を個別に制御する吸引制御手段を備えることが好ましい。

【００２０】

これにより、収集体上に堆積するナノファイバの厚み分布をコントロールすることが可能となる。

【００２１】

さらに、前記吸引手段の吸引領域を規制する領域規制手段を前記収集体の前記ナノファイバが収集される側と反対側に備えることが好ましい。

【００２２】

これにより、より効果的に収集体に気体流を通過させることが可能となる。

【発明の効果】

【００２３】

本願発明によれば、製造されたナノファイバを気体流により搬送するため、大量に製造されたナノファイバを所定の空間中に高い密度で安定して存在させることが可能となる。従って、ナノファイバを安定して多量に収集することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２４】

次に、本願発明にかかるナノファイバ製造装置、及び、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、図面を参照しつつ説明する。

【００２５】

（実施の形態１）

図１は、本願発明の実施の形態である不織布製造装置を模式的に示す断面図である。

【００２６】

同図に示すように、不織布製造装置１００は、ナノファイバ製造装置２００と、収集体１０１と、吸引手段１０２と、領域規制手段１０３と、搬送手段１０４と、吸引制御手段１０５と、溶剤回収装置１０６とを備えている。

【００２７】

収集体１０１は、空間中で製造されるナノファイバが堆積する対象となる部材であり、気体流により案内されるナノファイバを収集するため、通気性を備えた部材となされている。本実施の形態の場合、収集体１０１は、堆積したナノファイバ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状の部材である。具体的には、収集体１０１として、アラミド繊維からなる長尺の網を例示することができる。さらに、表面にテフロン（登録商標）コートを行うと、収集したナノファイバの剥離性が向上するため好ましい。また、収集体１０１は、ロール状に巻き付けられた状態で供給ロール１１１から供給されるものとなっている。

【００２８】

搬送手段１０４は、長尺の収集体１０１を巻き取りながら供給ロール１１１から引き出

し、ナノファイバ製造装置２００の近傍をゆっくりと移動させ、収集体１０１上に堆積するナノファイバを搬送するものとなっている。搬送手段１０４は、ナノファイバが堆積してなる不織布を収集体１０１とともに巻き取ることができるものとなっている。

【００２９】

吸引手段１０２は、収集体１０１のナノファイバが収集される側と反対側、すなわち、ナノファイバ製造装置２００が配置される側と反対側に配置され、ナノファイバ製造装置２００から収集体１０１を通過して流れ来る気体流を構成する気体を吸引する装置である。本実施の形態では、不織布製造装置１００は、吸引手段１０２として、シロッコファンや軸流ファンなどの送風機を備えている。また、吸引手段１０２は、ダクト１２１の内部に配置されており、蒸発した溶媒が混ざった気体流を吸引すると共に、ダクト１２１を通過して溶剤回収装置１０６まで搬送することができるものとなっている。

【００３０】

吸引制御手段１０５は、吸引手段１０２と電気的に接続され、吸引手段１０２の吸引量を制御する装置である。本実施の形態では吸引手段１０２として送風機が採用されており、吸引制御手段１０５は、前記送風機の回転数を制御することにより気体の吸引量を制御している。

【００３１】

領域規制手段１０３は、吸引手段１０２の吸引領域を規制する機能を有し、収集体１０１のナノファイバが収集される側と反対側にあって、収集体１０１と吸引手段１０２との間に配置される両端が開放状態の筒体である。領域規制手段１０３の形状は、ナノファイバ製造装置２００のナノファイバが放出される端部形状に対応することが好ましく、例えば、前記端部形状が矩形であれば、領域規制手段１０３も矩形の筒体が好ましい。また、前記端部形状が円筒形であれば、領域規制手段１０３も円筒形が好ましい。

【００３２】

ナノファイバ製造装置２００は、帯電させた原料液３００を空間中に噴射し、空間中で静電爆発を発生させてナノファイバ３０１を製造する装置であり、噴射手段２０１と、帯電手段２０２と、気体流発生手段２０３と、気体流制御手段２０４と、加熱手段２０５と、案内体２０６と、除電手段２０７とを備えている。

【００３３】

なお、ナノファイバを製造するための原料液については原料液３００と記し、製造されたナノファイバについてはナノファイバ３０１と記すが、製造に際しては原料液３００とナノファイバ３０１との境界は曖昧であり、明確に区別できるものではない。

【００３４】

図２は、原料液放出部を示す断面図である。

【００３５】

図３は、原料液放出部を示す斜視図である。

【００３６】

なお、原料液放出部２９０とは、噴射手段２０１、帯電手段２０２、気体流発生手段２０３の一つである第一気体流発生手段２３１（下記参照）、気体流制御手段２０４（下記参照）、加熱手段２０５（下記参照）など、原料液３００を案内体２０６に放出するための部材群の総称である。

【００３７】

噴射手段２０１は、原料液３００を空間中に噴射する装置であり、回転容器２１１と、回転軸体２１２と、モータ２１３とを備えている。

【００３８】

回転容器２１１は、原料液３００を一時的に貯留し、貯留する原料液３００を空間中に噴射することのできる容器であり、一端が閉塞された円筒形状となされ、周壁には噴射口２１６を多数備えている。回転容器２１１の他端部は、内方に突出するフランジ部２１４を備えている。当該フランジ部２１４は、回転容器２１１の内部に所定量の原料液３００を貯留するための堤として機能するものである。また、回転容器２１１は、貯留する原料

液３００に電荷を付与するため、導電体で形成されている。
【００３９】
回転軸体２１２は、回転容器２１１を回転させ遠心力により原料液３００を噴射させるための駆動力を伝達するための軸体であり、回転容器２１１の他端から回転容器２１１の内部に挿通され、回転容器２１１の閉塞部と一端部が接合される棒状体である。また、他端はモータ２１３の回転軸と接合されている。
【００４０】
帯電手段２０２は、原料液３００に電荷を付与して帯電させる装置であり、誘導電極２２１と、誘導電源２２２と、接地手段２２３とを備えている。
【００４１】
誘導電極２２１は、自身がアースに対し高い電圧となることで、近傍に配置され接地されている回転容器２１１に電荷を誘導するための部材であり、回転容器２１１の先端部分を取り囲むように配置される円環状の部材である。
【００４２】
誘導電源２２２は、誘導電極２２１に高電圧を印加することのできる電源である。なお、誘導電源２２２は、直流でも交流でもかまわない。
【００４３】
具体的には、回転容器２１１の直径は、１０ｍｍ以上３００ｍｍ以下の範囲から採用されることが好適である。あまり大きすぎると気体流により原料液３００やナノファイバ３０１を集中させることや回転容器を安定して回転させるには回転容器を支持する構造が強固にさせる必要があることがあり困難になるからである。一方、小さすぎると遠心力により原料液３００を噴射させるための回転を高めなければならず、モータの負荷や振動など問題が発生するためである。さらに回転容器２１１の直径は、２０ｍｍ以上１００ｍｍ以下の範囲から採用することが好ましい。また、噴射口２１６の形状は円形が好ましく、その直径は、０．０１ｍｍ以上２ｍｍ以下の範囲から採用することが好適である。
【００４４】
モータ２１３は、遠心力により原料液３００を噴射口２１６から噴射させるために、回転軸体２１２を介して回転容器２１１に回転駆動力を付与する装置である。なお、回転容器２１１の回転数は、噴射口２１６の口径や使用する原料液３００の粘度や原料液内の高分子物質の種類などとの関係により、数ｒｐｍ以上、１００００ｒｐｍ以下の範囲から採用することが好ましく、本実施の形態のようにモータ２１３と回転容器２１１とが直動の時はモータ２１３の回転数は、回転容器２１１の回転数と一致する。
【００４５】
誘導電極２２１の大きさは、回転容器２１１の直径よりも大きい必要があるが、その直径は、２００ｍｍ以上、８００ｍｍ以下の範囲から採用されることが好適である。
【００４６】
誘導電源２２２は、誘導電極２２１に高電圧を印加することのできる電源である。なお、誘導電源２２２は、一般には、直流電源が好ましい。特に、発生させるナノファイバ３０１の帯電極性に影響を受けないような場合、生成したナノファイバ３０１の帯電を利用して、電極上に回収するような場合には、直流電源が好ましい。また、それ以外の場合には、交流電源でもかまわない。また、誘導電源２２２が直流電源である場合、誘導電源２２２が誘導電極２２１に印加する電圧は、１０ＫＶ以上、２００ＫＶ以下の範囲の値から設定されるのが好適である。なお、誘導電極２２１は、回転容器２１１から所定の距離を有して回転容器２１１を囲むように配置されていればよく、回転容器２１１を囲むような環状の金属線のようなものでもよい。
【００４７】
特に、回転容器２１１と誘導電極２２１との間の電界強度が重要であり、１ＫＶ／ｃｍ以上の電界強度になるように印加電圧や誘導電極２２１の配置を行うことが好ましい。
【００４８】
接地手段２２３は、回転容器２１１と電気的に接続され、回転容器２１１を接地電位に

維持することができる部材であり、その一端は回転容器２１１が回転状態であっても電気的な接続状態を維持することができるようにブラシとして機能するものであり、回転容器２１１が回転している場合においても、回転容器２１１に対して多点で安定して接触するようになっており、確実に他端は大地と接続されている。なお、回転容器２１１を接地する方法としては、回転軸体２１２が導電体である場合には、回転軸体に対して同様にブラシとして接触させて、回転容器２１１を接地させてもよい。

【００４９】

本実施の形態のように帯電手段２０２に誘導方式を採用すれば、回転容器２１１を接地電位に維持したまま原料液３００に電荷を付与することができる。回転容器２１１が接地電位の状態であれば、回転容器２１１に接続される回転軸体２１２やモータ２１３などの部材を回転容器２１１から電気的に絶縁する必要が無くなり、噴射手段２０１として簡単な構造を採用しうることになり好ましい。

【００５０】

なお、帯電手段として、回転容器２１１に直接電源を接続し、回転容器２１１を高電圧に維持して原料液３００に電荷を付与してもよい。また、回転容器２１１を絶縁体で形成すると共に、回転容器２１１に貯留される原料液３００に直接接触する電極を回転容器２１１内部に配置し、当該電極を用いて原料液３００に電荷を付与するものでもよい。

【００５１】

気体流発生手段２０３の一つである第一気体流発生手段２３１は、特に、回転容器２１１から噴射される原料液３００の飛行方向を案内体２０６の方向に変更するための気体流を発生させる装置である。本実施の形態の場合、第一気体流発生手段２３１として、周りにある雰囲気（空気）を強制的に送風する軸流ファンを備える送風機が採用されている。第一気体流発生手段２３１は、モータ２１３の背部に備えられ、モータ２１３から回転容器２１１の先端に向かう気体流を発生させる。第一気体流発生手段２３１は、遠心力により回転容器２１１から径方向に噴射される原料液３００を誘導電極２２１に到達するまでに軸方向に変更することができる風力を発生させることができるものとなっている。

【００５２】

なお、図２において、気体流は矢印で示している。

【００５３】

また、第一気体流発生手段２３１は、シロッコファンなど他の送風機により構成してもかまわない。

【００５４】

気体流制御手段２０４は、気体流発生手段により発生する気体流が前記噴射口に当たらないよう前記気体流を制御する機能を有するものであり、本実施の形態の場合、気体流制御手段２０４として、気体流を所定の領域に流れるように案内する風路体が採用されている。気体流制御手段２０４は、第一気体流発生手段２３１で発生する気体流が導入される円環状の導入口２４１を備え、前記気体流が、噴射口２１６に直接当たることなく、かつ、回転容器２１１から径方向に噴射される原料液３００を軸方向に変換できる領域に気体流を導出する導出口２４２を備えている。また、導入口２４１と導出口２４２を結ぶ風路２４３を備えている。なお、導入口２４１と導出口２４２と風路２４３とは樹脂製の風路体により形成されている。

【００５５】

なお、気体流制御手段２０４は、噴射口２１６の風上に配置され気体流が噴射口２１６近傍に到達するのを防止する壁状の防風壁でもかまわない。

【００５６】

加熱手段２０５は、第一気体流発生手段２３１が発生させる気体流を構成する気体（安全ガス）を加熱する加熱源である。本実施の形態の場合、加熱手段２０５は、風路２４３内の導入口２４１近傍に配置される円環状のヒータであり、加熱手段２０５を通過する気体を加熱することができるものとなっている。

【００５７】

加熱手段２０５により気体流を加熱することにより、空間中に噴射される原料液３００は、蒸発が促進され効率よくナノファイバを製造することが可能となる。

【００５８】

図１の参照に戻る。

【００５９】

案内体２０６は、原料液放出部２９０から放出される原料液３００やナノファイバ３０１が所定の飛行経路を通過するように案内する風洞を形成する部材である。より詳細には、案内体２０６は、気体流発生手段２０３により発生する気体流を案内することにより原料液３００やナノファイバ３０１を案内する筒状の部材である。

【００６０】

案内体２０６は、原料液放出部２９０から放出される原料液３００やナノファイバ３０１を第一気体流発生手段２３１が発生させる気体流と共に受け入れることのできる導入開口部２６１を基端部に備えている。導入開口部２６１は、原料液３００やナノファイバ３０１を十分に案内体２０６内部に導入できる大きさを備えている。導入開口部２６１は、誘導電極２２１以上の大きさが望ましい。

【００６１】

案内体２０６は、導入開口部２６１に続く静電爆発部２６２を備えている。静電爆発部２６２は、原料液３００が十分に静電爆発し、ナノファイバ３０１が製造できる空間を形成する案内体２０６の部位である。

【００６２】

案内体２０６は、静電爆発部２６２に続き除電部２６３を備えている。除電部２６３は、静電爆発により製造され、未だ帯電状態にあるナノファイバ３０１を除電するための空間を形成する案内体２０６の部位である。除電部２６３は、ナノファイバ３０１が自然に除電される十分な長さを備えても良く、また、ナノファイバ３０１を強制的に除電する除電手段２０７を備えてもかまわない。

【００６３】

除電手段２０７は、帯電しているナノファイバ３０１を強制的に除電する装置であり、帯電しているナノファイバ３０１の極性と逆の極性を備えるイオンや粒子を空間中に放出することができる装置である。具体的には、コロナ放電方式や電圧印加方式、交流方式、定常直流方式、パルス直流方式、自己放電式、軟X線方式、紫外線式、放射線方式など任意の方式からなる除電手段２０７を採用して良い。

【００６４】

案内体２０６は、除電部２６３に続く収縮部２６４を備えている。収縮部２６４は、気体流の上流から下流に向けて口径（面積）が徐々に小さくなる案内体２０６の部位であり、当該テーパ形状により、ナノファイバ３０１が空間中に存在する密度を向上させる機能を備えている。収縮部２６４は、気体流の上流側と下流側にそれぞれ気体流導入口２３３を備えている。気体流導入口２３３は、気体流発生手段２０３の一つである第二気体流発生手段２３２に接続され案内体２０６内部に高速の気体流を導入するための開口である。気体流導入口２３３は、収縮部２６４の口径の大きい側から口径の小さい側に向かって気体流を噴出できる方向に向かって設けられている。

【００６５】

第二気体流発生手段２３２は、高圧ガスを案内体２０６内部に導入することで気体流を発生させる装置である。具体的には、第二気体流発生手段２３２は、高圧ガスを貯留しうるタンク（ボンベ）と、タンクにガスを強制的に導入するポンプと、タンク内の高圧ガスの圧力を調節するバルブを有するガス導出手段を備える装置を例示することができる。

【００６６】

なお、第二気体流発生手段２３２が供給するガスは、空気でもかまわないが、酸素含有比率が空気よりも低い安全ガスが望ましい。原料液３００から蒸発する溶媒による爆発を回避するためである。安全ガスとしては、空気から酸素を樹脂膜（中空糸膜）によりある程度除去した低酸素濃度ガスや、過熱水蒸気を挙示することができる。なお、本記載は酸

素の含有がほとんどない高純度なガスなどの使用を除外するものではなく、液体や気体等の状態でボンベに封印された高純度な窒素やドライアイスから供給される二酸化炭素なども利用可能である。

【００６７】

また、第二気体流発生手段２３２により発生する気体流を加熱する加熱手段を設けてもかまわない。

【００６８】

以上の案内体２０６と気体流発生手段２０３などにより、製造されたナノファイバ３０１は、帯電が中和され、高密度状態で収集体１０１に到達し収集体１０１上に堆積する。従って、電界の影響によって空間に密度の粗密が発生しにくくなり、安定した状態で均一にナノファイバ３０１を堆積状態で収集することが可能となる。また、収集体１０１の近傍には高電圧の部材が存在しないため、絶縁対策に必要な装置などが不要となり、感電など人体に対する安全性を高めることができる。

【００６９】

次に、ナノファイバ３０１の製造方法の概略を説明する。

【００７０】

まず、気体流発生手段２０３により、原料液放出部２９０や案内体２０６内部に気体流を発生させる。一方、吸引手段１０２により、収集体１０１よりも下流側から前記気体流を吸引する。

【００７１】

次に、回転容器２１１に原料液３００を供給する。原料液３００は、別途タンク（図示せず）に蓄えられており、原料液供給路２１７（図１参照）を通過して回転容器２１１の他端部から回転容器２１１内部に供給される。次に、誘導電源２２２により回転容器２１１に貯留される原料液３００に電荷を供給しつつ、回転容器２１１をモータ２１３により回転させて、遠心力により噴射口２１６から帯電した原料液３００を噴射する。

【００７２】

ここで、ナノファイバ３０１を製造するための原料液３００としては、エポキシ系樹脂や、ポリイミド系樹脂、ＬＣＰ（液晶ポリマー）樹脂などに、有機溶媒を溶解、混合するものが例示できる。

【００７３】

さらに、他の溶質として例示できる物質は、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスチレン、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－フェニレンイソフタレート、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、ポリペプチド等である。また、上記１種を用いてもよく、また、複数の種類を所定の比率で混合して用いてもよい。

【００７４】

また、原料液に無機質固体材料を添加してもかまわない。無機質固体材料により得られるナノファイバの特性を変えることが可能である。無機質固体材料としては、金属、酸化物、炭化物、窒化物、ホウ化物、珪化物、弗化物、硫化物等を例示することができる。さらに、無機質固体材料の具体例としては、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等を挙示できる。また、上記１種を用いてもよく、また、複数の種類を所定の比率で混合して用いてもよい。

【００７５】

原料液に使用できる溶媒としては、原料液が空間を飛行中に蒸発（揮発）するものが好ましい。具体的には、アセトニトリル、トルエン、ジクロロメタン、メタノール、エタノールなどのアルコール、アセトンなどが例示できる。さらには、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、クロロホルム、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、ジブロモエタン、ジブロモプロパン、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、上記１種を用いてもよく、また、複数の種類を所定の比率で混合して用いてもよい。

【００７６】

原料液の中の溶媒の占める割合は、６０％位から９８％位が好適で、使用するファイバの材料、溶媒の種類、生成するファイバの径等で決定を行う。

【００７７】

噴射された原料液３００は、気体流により飛行方向が変更される。これにより、ナノファイバ３０１の堆積面に対し垂直または略垂直に噴射口２１６を並べることができ、一定の空間中に多量の原料液３００を噴射することが可能となる。また、気体流が加熱されているため、溶媒の蒸発が促進され、静電爆発が促進され効率よくナノファイバ３０１を製造することが可能となる。

【００７８】

ここで、原料液３００の飛行方向を変更し溶媒の蒸発を促進させる気体流は、気体流制御手段２０４により噴射口２１６およびその近傍に到達しないように制御されている。従って、噴射口２１６の近傍では原料液３００に含まれる溶媒の蒸発が促進されにくい状態となるため、溶質により噴射口２１６が狭められ、また、封鎖されることが無い。よって、回転容器２１１から長期間原料液３００を噴射し続けても、噴射量が低下することを可及的に抑止することができる。つまり、空間中の原料液３００やナノファイバ３０１の濃度を高い状態で長期間維持することが可能となる。

【００７９】

そして、製造されたナノファイバ３０１は、案内体２０６の内方を気体流に乗って搬送され、高密度状態で収集体１０１に到達する。収集体１０１は、背部（下流側）から気体流が吸引手段１０２により吸引されているため、フィルタとして機能し、ナノファイバ３０１と気体流とを分離してナノファイバ３０１のみを堆積させながら収集する。ナノファイバ３０１が堆積する収集体１０１は、搬送手段１０４の巻き取りにより一定の移動速度で移動しており、収集体１０１の上に堆積したナノファイバ３０１は、不織布を形成しながら収集体１０１と共に移動し、搬送手段１０４に巻き取られる。

【００８０】

以上のように、本実施の形態に係る不織布製造装置１００は、原料液３００や製造されたナノファイバ３０１の空間中の濃度を高い状態にし、かつ、当該高い濃度状態のナノファイバ３０１を収集することが可能となる。従って、高い品質の不織布を安定して製造し続けることが可能となる。

【００８１】

なお、加熱手段により、気体流を構成する気体を加熱しているが、その温度は、溶媒の

蒸発する速度により、大きく異なる場合があり、実験の結果、ナノファイバを案内する気体流の温度を４０℃以上８０℃以下の範囲に含まれる温度となるように制御することで、ナノファイバの繊維径が安定し、高性能のナノファイバを生成することができる。

【００８２】

（実施の形態２）

次に、他の実施の形態を説明する。なお、本実施の形態では、上記実施の形態と共通する部分はその説明を省略する。

【００８３】

図４は、他の実施の形態である不織布製造装置を模式的に示す断面図である。

【００８４】

不織布製造装置１００は、ナノファイバ製造装置２００を備え、ナノファイバ製造装置２００が備える案内体２０６は、収縮部２６４に続く屈曲部２６５を備えている。屈曲部２６５は、気体流の方向を変えることによりナノファイバ３０１の飛行方向を変更する案内体２０６の部位である。案内体２０６は、屈曲部２６５を備えることにより、概略的には軸方向の異なる二つの筒状態が滑らかに接続された形状となされている。

【００８５】

案内体２０６に屈曲部２６５を設けることで、静電爆発が生じなかった原料液３００や、静電爆発が不十分で微細化しきれなかったナノファイバ３０１と、十分に微細化されたナノファイバ３０１とを分離することができ、十分に微細化されたナノファイバ３０１のみを収集体１０１に到達させることが可能となる。

【００８６】

案内体２０６は、収縮部２６４に続く拡張部２６６を備えている。拡張部２６６は、収縮部２６４で強制的に収縮されナノファイバ３０１が高密度に存在する空間を拡大することで、ナノファイバ３０１の密度を低下させると共に、広範囲にわたり均一にナノファイバ３０１を分散させる案内体２０６の部位である。

【００８７】

不織布製造装置１００は、拡張部２６６に対応する領域に吸引手段１０２を複数備え、各吸引手段１０２に対応するように区画される領域規制手段１０３を備えている。

【００８８】

吸引制御手段１０５は、複数ある吸引手段１０２それぞれに接続され、それぞれの吸引手段１０２の吸引量を個別に制御することができるものとなっている。

【００８９】

以上により、領域規制手段１０３により区画される領域ごとに収集体１０１を通過する気体流の流量を制御することが可能となる。すなわち、収集体１０１に堆積するナノファイバ３０１の堆積する速度を収集体１０１の領域ごとに制御することが可能となる。従って、収集体１０１上に堆積するナノファイバ３０１の厚みをきめ細やかに制御して、均一な不織布を製造することが可能となる。

【００９０】

なお、上記実施の形態では、遠心力により原料液３００を噴射する噴射手段２０１を例示して説明したが、噴射手段２０１はこれに限定されるわけではない。たとえば、静止した小孔から帯電した原料液３００を圧力により噴射させるものでもかまわない。

【産業上の利用可能性】

【００９１】

本発明は、ナノファイバ製造装置や、製造されたナノファイバを用いて紡糸する装置、製造されたナノファイバを用いて不織布を製造する装置などに利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【００９２】

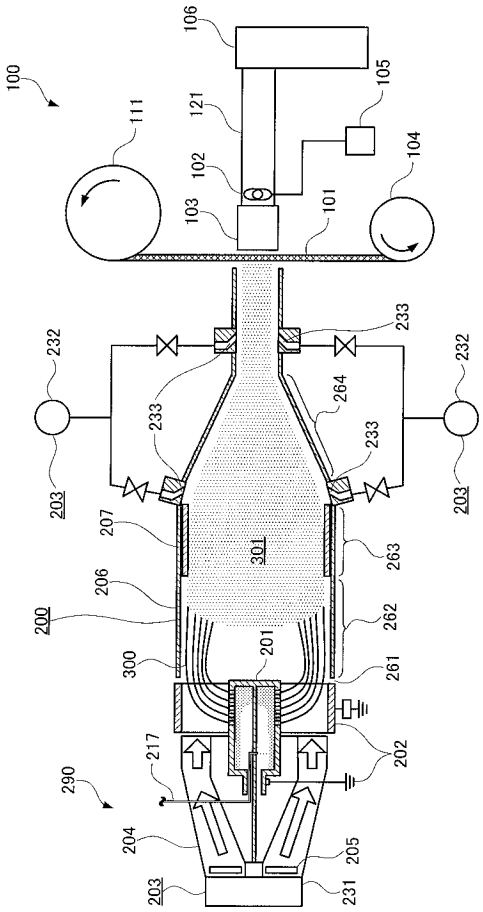
【図１】本願発明の実施の形態である不織布製造装置を模式的に示す断面図である。

【図２】原料液放出部を示す断面図である。

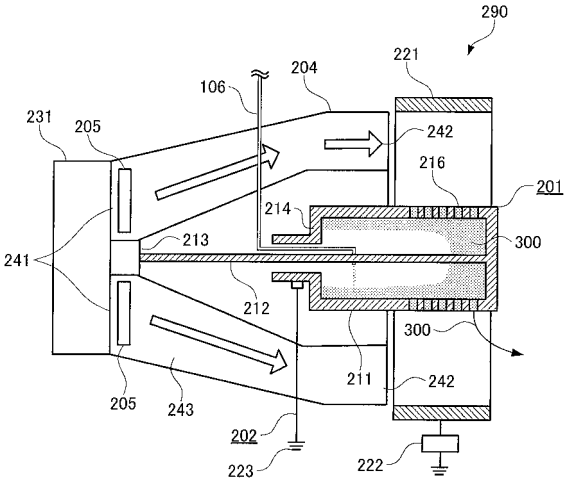
【図３】原料液放出部を示す斜視図である。

【図４】他の実施の形態である不織布製造装置を模式的に示す断面図である。
【符号の説明】
【００９３】
１００　不織布製造装置
１０１　収集体
１０２　吸引手段
１０３　領域規制手段
１０４　搬送手段
１０５　吸引制御手段
１０６　溶剤回収装置
１１１　供給ロール
１２１　ダクト
２００　ナノファイバ製造装置
２０１　噴射手段
２０２　帯電手段
２０３　気体流発生手段
２０４　気体流制御手段
２０５　加熱手段
２０６　案内体
２０７　除電手段
２１１　回転容器
２１２　回転軸体
２１３　モータ
２１４　フランジ部
２１６　噴射口
２１７　原料液供給路
２２１　誘導電極
２２２　誘導電源
２２３　接地手段
２３１　第一気体流発生手段
２３２　第二気体流発生手段
２３３　気体流導入口
２４１　導入口
２４２　導出口
２４３　風路
２６１　導入開口部
２６２　静電爆発部
２６３　除電部
２６４　収縮部
２６５　屈曲部
２６６　拡張部
２９０　原料液放出部
３００　原料液
３０１　ナノファイバ

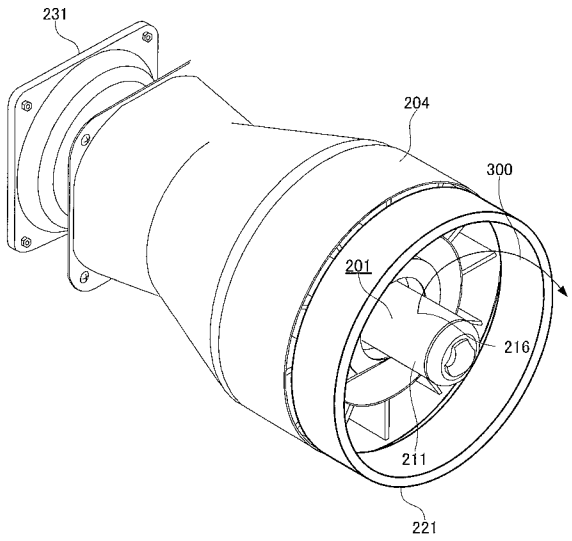
【図１】


100
106
105
111
121
102
104
103
101
232
233
264
203
207
301
263
206
200
262
201
300
261
217
202
290
204
205
231

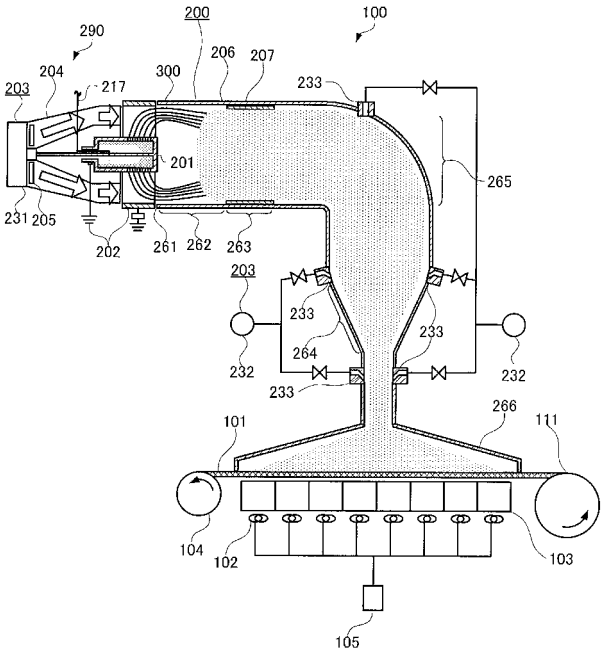
【図２】


290
221
204
106
231
205
242
216
201
214
213
241
300
212
211
205
243
202
223
222

【図３】


231
204
300
201
216
211
221

【図４】


200
100
290
204
206
207
300
217
233
203
201
265
231
205
202
261
262
263
264
232
266
111
101
104
102
103
105

フロントページの続き

(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
(72)発明者　冨永　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　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
(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

審査官　加賀　直人

(56)参考文献　特表２００７－５０５２２４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｄ０１Ｄ