(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5235733号
(P5235733)

(45)発行日　平成25年7月10日(2013.7.10)　(24)登録日　平成25年4月5日(2013.4.5)

(51)Int.Cl.			F I		
D01D	5/04	(2006.01)	D01D	5/04	
D04H	1/728	(2012.01)	D04H	1/728	
D01D	5/08	(2006.01)	D01D	5/08	D

請求項の数 7　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願2009-58691(P2009-58691)
(22)出願日　平成21年3月11日(2009.3.11)
(65)公開番号　特開2010-209496(P2010-209496A)
(43)公開日　平成22年9月24日(2010.9.24)
審査請求日　平成23年2月1日(2011.2.1)

(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　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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ナノファイバ製造装置、ナノファイバ製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
原料液を空間中で電気的に延伸させて、ナノファイバを製造するナノファイバ製造装置であって、
原料液を空間中に流出させる流出孔を有する流出体と、
前記流出体と所定の間隔を隔てて配置される帯電電極であって、前記流出体から臨む面に凸曲面状の表面部を備える帯電電極と、
前記表面部の直上に気体の層流を発生させる送風装置と、
前記流出体と前記帯電電極との間に所定の電圧を印加する帯電電源とを備え、
前記帯電電極の直上に発生する層流により、前記帯電電極に向かって近づいてくる原料液やナノファイバを強制的に他の場所へ搬送することを特徴とするナノファイバ製造装置。
【請求項２】
前記流出体は、筒形状であり、
前記流出孔は、前記流出体の周壁に設けられ、
前記帯電電極は、環形状であり、前記流出体を取り囲むように配置され、
前記送風装置は、前記帯電電極に沿った環状の送風口を備える
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、

前記流出体を回転させる駆動装置を備える
請求項２に記載のナノファイバ製造装置。
【請求項４】
さらに、
空間中で製造されたナノファイバを搬送する気体流を発生させる第二送風装置を備える
請求項１に記載のナノファイバ製造装置。
【請求項５】
さらに、
空間中で製造されたナノファイバを所定の場所に案内する案内体を備える請求項１に記載のナノファイバ製造装置。
【請求項６】
さらに、
空間中で製造されるナノファイバを収集する収集装置と、
前記収集装置にナノファイバを誘引する誘引装置と
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７】
原料液を空間中で電気的に延伸させて、ナノファイバを製造するナノファイバ製造方法であって、
流出体が有する流出孔から原料液を空間中に流出させる流出工程と、
前記流出体と所定の間隔を隔てて配置される帯電電極であって、前記流出体から臨む面に凸曲面状の表面部を備える帯電電極と前記流出体の間に所定の電圧を印加する帯電工程と、
前記表面部の直上に気体の層流を発生させる送風工程とを含み、
前記帯電電極の直上に発生する層流により、前記帯電電極に向かって近づいてくる原料液やナノファイバを強制的に他の場所へ搬送することを特徴とするナノファイバ製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本願発明は、静電延伸現象によりサブミクロンオーダーの細さである繊維（ナノファイバ）を製造するナノファイバ製造装置、ナノファイバ製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
樹脂などから成り、サブミクロンスケールの直径を有する糸状（繊維状）物質を製造する方法として、静電延伸現象（エレクトロスピニング）を用いた方法が知られている。
【０００３】
この静電延伸現象とは、溶媒中に樹脂などの溶質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流出（噴射）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電気的に延伸させることにより、ナノファイバを得る方法である。
【０００４】
より具体的に静電延伸現象を説明すると次のようになる。すなわち、帯電され空間中に流出された原料液は、空間を飛行中に徐々に溶媒が蒸発していく。これにより、飛行中の原料液の体積は、徐々に減少していくが、原料液に付与された電荷は、原料液に留まる。この結果として、空間を飛行中の原料液は、電荷密度が徐々に上昇することとなる。そして、溶媒は、継続して蒸発し続けるため、原料液の電荷密度がさらに高まり、原料液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原料液が爆発的に線状に延伸される現象が生じる。これが静電延伸現象である。この静電延伸現象が、空間において次々と幾何級数的に発生することで、直径がサブミクロンオーダーの樹脂から成るナノファイバが製造される。

【０００５】
以上のような静電延伸現象を用いてナノファイバを製造する装置として、本願発明者らは、原料液が流出する部材である流出体から所定距離離れた場所に原料液を帯電させるための電極である帯電電極を配置した装置を従来提案している。
【０００６】
これにより、流出体と電極との配置やそれぞれの形状などの設計の自由度が向上し、効率よくナノファイバを製造することのできるナノファイバ製造装置を提供することができるに至っている（例えば、特許文献１参照）。
【０００７】
当該ナノファイバ製造装置において原料液を効率よく帯電させるためには、流出体と帯電電極とを近づけて配置する方が好ましい。しかし、帯電電極の極性と帯電した原料液の極性とが異なるため、帯電電極に原料液やナノファイバが付着し易くなる。
【０００８】
そこで、原料液やナノファイバを気体流により搬送することで、帯電電極に原料液やナノファイバが付着するのを防止できるナノファイバ製造装置を別途提案している。
【特許文献１】特開２００９－４１１２８号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
本願発明者らは、さらに、帯電電極への原料液やナノファイバの付着を減少させ、ナノファイバの生産効率を向上させることを目的として鋭意実験と研究とを行った結果、有効な帯電電極の形状と気体流の制御との組合せを実現しうるナノファイバ製造装置を見いだすに至った。
【００１０】
本願発明は上記知見に基づきなされたものである。
【課題を解決するための手段】
【００１１】
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、原料液を空間中で電気的に延伸させて、ナノファイバを製造するナノファイバ製造装置であって、原料液を空間中に流出させる流出孔を有する流出体と、前記流出体と所定の間隔を隔てて配置される帯電電極であって、前記流出体から臨む面に凸曲面状の表面部を備える帯電電極と、前記表面部の直上に気体の層流を発生させる送風装置と、前記流出体と前記帯電電極との間に所定の電圧を印加する帯電電源とを備えることを特徴としている。
【００１２】
これによれば、帯電電極の直上に発生する層流により、帯電電極に向かって近づいてくる原料液やナノファイバを強制的に他の場所へ搬送することが可能となる。従って、帯電電極に付着する原料液やナノファイバの量を可及的に減少させることができ、ナノファイバの生産効率を向上させることが可能となる。
【００１３】
また、前記流出体は、筒形状であり、前記流出孔は、前記流出体の周壁に設けられ、前記帯電電極は、環形状であり、前記流出体を取り囲むように配置され、前記送風装置は、前記帯電電極に沿った環状の送風口を備えることが好ましい。
【００１４】
これにより、大量の原料液を空間中に一度に流出させることが可能であり、かつ、原料液に対し効率よく電荷を付与することが可能となる。しかも、帯電電極に付着する原料液やナノファイバの量を減少させることができる。従って、生産効率の高い状態でナノファイバを大量に生産することが可能となる。
【００１５】
さらに、前記流出体を回転させる駆動装置を備えることが好ましい。
これにより、空間中に流出させる原料液を均等な状態にすることができ、製造されるナ

ノファイバの品質を均質にすることが可能となる。

【００１６】

また、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方法は、原料液を空間中で電気的に延伸させて、ナノファイバを製造するナノファイバ製造方法であって、流出体が有する流出孔から原料液を空間中に流出させる流出工程と、前記流出体と所定の間隔を隔てて配置される帯電電極であって、前記流出体から臨む面に凸曲面状の表面部を備える帯電電極と前記流出体の間に所定の電圧を印加する帯電工程と、前記表面部の直上に気体の層流を発生させる送風工程とを含むことを特徴とする。

【００１７】

これによれば、帯電電極の直上に発生する層流により、帯電電極に向かって近づいてくる原料液やナノファイバを強制的に他の場所へ搬送することが可能となる。従って、帯電電極に付着する原料液やナノファイバの量を可及的に減少させることができ、ナノファイバの生産効率を向上させることが可能となる。

【発明の効果】

【００１８】

帯電電極への原料液やナノファイバの付着を防止し、ナノファイバの生産効率を向上させることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

次に、本願発明に係るナノファイバ製造装置、樹脂変更方法を、図面を参照しつつ説明する。

【００２０】

図１は、ナノファイバ製造装置を一部切り欠いて示す平面図である。

同図に示すように、ナノファイバ製造装置１００は、放出装置１０１と、案内体１０２と、収集装置１０３と、誘引装置１０４とを備えている。

【００２１】

ここで、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が電気的に延伸しながらナノファイバ３０１に変化していくため、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。

【００２２】

放出装置１０１は、帯電した原料液３００や製造されるナノファイバ３０１を気体流に乗せて放出することができるユニットである。

【００２３】

図２は、放出装置の一部を切り欠いて示す平面図である。

図３は、放出装置の外観を示す斜視図である。

【００２４】

これら図に示すように放出装置１０１は、流出装置１１０と、帯電装置１１１と、風洞体１１２と、第二送風装置１１３と、供給装置１０７と、送風装置１３７とを備えている。

【００２５】

流出装置１１０は、供給された原料液３００を空気に接触させることなく遠心力により空間中に流出させるための装置であり、また、原料液３００に電荷を付与し帯電させるための装置である。本実施の形態において流出装置１１０は、流出体１１５と、軸体１１６と、駆動装置１１７とを備えている。

【００２６】

流出体１１５は、原料液３００の圧力と遠心力とにより原料液３００を空間中に流出させるための部材であり、軸体１１６と液密状態、かつ、軸体１１６に対し回転可能に接続される中空の部材である。また、流出体１１５の周壁には流出孔１１８が設けられている。ナノファイバ３０１を製造する際、流出体１１５は、内方が原料液３００で満たされて

おり、原料液３００の圧力と自身の回転による遠心力とにより空間中に原料液３００を流出させることのできる部材となっている。本実施の形態の場合、流出体１１５は、一端が閉塞された円筒形状となされ、周壁には流出体１１５内方から外方に向けて原料液３００を流出させるための流出孔１１８を多数備えている。また、流出体１１５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。

【００２７】

本実施の形態の場合、流出体１１５は、回転基体１１９と蓋体１２０とに分離可能となっている。これは、回転基体１１９から蓋体１２０を分離することで、流出体１１５の内方を清掃するなどのメンテナンスを容易にするためである。

【００２８】

回転基体１１９は、軸方向の軸体１１６との相対的な移動は規制され、かつ、軸体１１６に対し回転可能に接続される筒状の部材である。本実施の形態の場合、回転基体１１９は、軸体１１６とベアリング１０９を介して接続され、軸体１１６に対し回転可能に取り付けられている。また、回転基体１１９は、回転摺動可能かつ摺動部分を液密に維持することのできるパッキン１０６を介し軸体１１６の外周壁と接続されている。これにより、流出体１１５は、軸体１１６と液密状態、かつ、軸体１１６に対し回転可能に接続されることが可能となっている。

【００２９】

蓋体１２０は、回転基体１１９に対し着脱自在に取り付けられ、原料液３００を貯留する貯留室１０８を開閉可能に閉塞する部材である。本実施の形態の場合、蓋体１２０は、一端が閉塞された円筒体であり、蓋体１２０の周壁に流出孔１１８が設けられている。このように、原料液３００を貯留する流出体１１５の貯留室１０８を、蓋体１２０の着脱で開放可能にすることで、貯留室１０８を容易に清掃可能となる。また、蓋体１２０に流出孔１１８を設けることで、流出体１１５から取り外した蓋体１２０を溶剤に浸漬し、超音波を当てるなどの清掃方法を容易に選択することができ、流出孔１１８の内壁も容易に清掃することが可能となる。

【００３０】

具体的には、流出体１１５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後述の気体流により原料液３００やナノファイバ３０１を集中させることが困難になるからであり、また、流出体１１５の回転軸が偏心するなど、重量バランスが少しでも偏ると大きな振動が発生してしまい、当該振動を抑制するために流出体１１５を強固に支持する構造が必要となるからである。一方、小さすぎると遠心力により原料液３００を流出させるための回転を高めなければならず、駆動源の負荷や振動など問題が発生するためである。さらに流出体１１５の直径は、２０ｍｍ以上、１５０ｍｍ以下の範囲から採用することが好ましい。

【００３１】

また、流出孔１１８の形状は円形が好ましく、その直径は、流出体１１５の肉厚にもよるが、おおよそ０．０１ｍｍ以上、３ｍｍ以下の範囲から採用することが好適である。これは、流出孔１１８があまりに小さすぎると原料液３００を流出体１１５の外方に流出させることが困難となるからであり、あまりに大きすぎると一つの流出孔１１８から流出する原料液３００の単位時間当たりの量が多くなりすぎ（つまり、流出する原料液３００が形成する線の太さが太くなりすぎ）て所望の径のナノファイバ３０１を製造することが困難となるからである。また、流出孔１１８の孔長は、短い方が好ましい。メンテナンスの際に流出孔１１８を塞ぐ樹脂を除去し易いからである。

【００３２】

なお、流出体１１５の形状は、円筒形状に限定するものではなく、断面が多角形状の多角筒形状のようなものや円錐形状のようなものでもよい。流出孔１１８が回転することにより、流出孔１１８から原料液３００が遠心力で流出可能な形状であればよい。また、流出孔１１８の形状は、円形に限定することなく、多角形状や星形形状などであってもよい。

【００３３】
軸体１１６は、流出体１１５と回転可能かつ液密状態で接続されると共に、内部に後述する案内管１１４が挿入され、案内管１１４と液密状態で接続される部材である。本実施の形態の場合、軸体１１６は、流出体１１５の回転軸体として機能する円筒状の部材であり、流出体１１５は、軸体１１６の周囲を回転するものとなっている。また、軸体１１６の一端開口は流出体１１５の貯留室１０８に臨み、他端は、基台に固定されている。
【００３４】
駆動装置１１７は、遠心力により原料液３００を流出孔１１８から流出させるために、流出体１１５に回転駆動力を付与する装置である。本実施の形態の場合、駆動装置１１７は、ベルトドライブ機構とモータとを備えており、流出体１１５の回転基体１１９に取り付けられるプーリーをベルトで回転させることにより流出体１１５に回転力を付与している。このように、ベルトドライブ機構を介して駆動力を伝達することで、モータと流出体１１５とを絶縁状態とすることが可能となる。
【００３５】
なお、駆動装置１１７は、中空軸モータを備え、中空軸の内方に軸体１１６を挿通し、前記中空軸で流出体１１５を直接回転させるものでも良い。
【００３６】
流出体１１５の回転数は、流出孔１１８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い。
【００３７】
帯電装置１１１は、原料液３００に電荷を付与して帯電させる装置である。本実施の形態の場合、帯電装置１１１は、帯電電極１２１と、帯電電源１２２と、接地装置１２３とを備えている。
【００３８】
帯電電極１２１は、流出体１１５と所定の間隔を隔てて配置され、自身が流出体１１５に対し高い電圧もしくは低い電圧となることで、流出体１１５に電荷を誘導するための部材である。本実施の形態の場合、帯電電極１２１は、流出体１１５の周囲を取り囲むように配置される円環状の部材となっている。帯電電極１２１に正の電圧が印加されると流出体１１５には、負の電荷が誘導され、帯電電極１２１に負の電圧が印加されると流出体１１５には、正の電荷が誘導される。
【００３９】
図４は、帯電電極と送風装置１３７とを示す断面図である。
同図に示すように、帯電電極１２１は、流出体１１５から臨む面に凸曲面状の表面部１４４を備えている。
【００４０】
本実施の形態の場合、帯電電極１２１の大きさは、流出体１１５の直径よりも大きい必要があるが、その直径は、５０ｍｍ以上、１５００ｍｍ以下の範囲から採用されることが好適である。なお、帯電電極１２１の形状は、円環状に限ったものではなく、流出体１１５の形状との関係によって、多角形の環状や平板状などであってもよい。また、帯電電極１２１の断面形状も凸曲面状の表面部１４４を備えていれば、他の部分の形状は特に限定されるものではない。また、凸曲面状とは、後述する送風装置１３７から送風される気体の流れと、帯電電極１２１の表面部１４４とが協働することにより表面部１４４の直上に表面部１４４の形状にある程度沿った層流Ｗ１（他の部分の気体流Ｗ２よりも流速の早い層状の気体の流れ）を発生させることのできる形状である。例えば、帯電電極１２１の表面部１４４を含む断面形状は、飛行機の翼の断面形状と似通っている。上記層流Ｗ１が発生する効果は、「コアンダ効果」と称されており、帯電電極１２１は、コアンダ効果を発生させることのできる曲面形状を備えていると言い換えることも可能である。この限りにおいて、帯電電極１２１の断面形状は円形でも楕円形でもかまわない。
【００４１】

接地装置１２３は、本実施の形態の場合、流出体１１５と電気的に接続され、流出体１１５を接地電位に維持することができる部材である。接地装置１２３の一端は、流出体１１５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、他端は大地と接続されている。なお、接地装置１２３は、流出体１１５と電気的に接続されれば良く、回転する流出体１１５と接地装置１２３とが僅かに離れていても良い。

【００４２】

帯電電源１２２は、帯電電極１２１に高電圧を印加することのできる電源である。帯電電源１２２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、逆極性の電位を印加した電極でナノファイバ３０１を誘引するような場合には、直流電源を採用することが好ましい。また、帯電電源１２２が直流電源である場合、帯電電源１２２が帯電電極１２１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。帯電電源１２２に負の電圧が印加される場合には、前記の印加する電圧の極性は、負になる。特に、流出体１１５と帯電電極との間の電界強度が重要であり、帯電電極１２１と流出体１１５との距離が最も近い空間において１ＫＶ／ｃｍ以上の電界強度になるように印加電圧を調整するのが好ましい。

【００４３】

本実施の形態のように帯電装置１１１に一方の電極を接地電位とする誘導方式を採用すれば、流出体１１５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。流出体１１５が接地電位の状態であれば、流出体１１５に接続される軸体１１６や駆動装置１１７などの部材を流出体１１５から電気的に絶縁する必要が無くなり、流出装置１１０として簡単な構造を採用しうることになり好ましい。

【００４４】

なお、帯電装置１１１として、流出体１１５に電源を接続し、流出体１１５を高電圧に維持し、帯電電極１２１を接地することで原料液３００に電荷を付与してもよい。

【００４５】

送風装置１３７は、帯電電極１２１の表面部１４４の直上に気体の層流を発生させることのできる装置である。本実施の形態の場合、コンプレッサ１３９（図１、４参照）と、送風部１３８とを備えている。

【００４６】

コンプレッサ１３９は、空気を所定の圧力に昇圧して送り出すことのできるいわゆるエアーコンプレッサである。

【００４７】

送風部１３８は、送風口１４５を備え、昇圧された空気を帯電電極１２１の表面部１４４に沿って噴射するノズルである。本実施の形態の場合、送風部１３８は、帯電電極１２１に沿った円環形状となっている。なお、送風部１３８の形状は、コアンダ効果が帯電電極１２１の表面部１４４の直上に発生する形状であればよい。

【００４８】

なお、送風装置１３７が発生させる気体流は空気ばかりでなく、例えば、窒素などの不活性ガスなどでも良く、また、過熱水蒸気など任意の気体を利用すればよい。送風装置１３７は、気体を高圧に封入したボンベなどから気体を供給し、気体流を発生させてもかまわない。

【００４９】

第二送風装置１１３は、流出体１１５から流出される原料液３００の飛行方向を変更し、ナノファイバ３０１を搬送して案内体１０２の内方を通過させるための気体流（図４中：Ｗ２）を発生させる装置である。本実施の形態の場合、第二送風装置１１３は、基台１５４側から流出体１１５の先端に向かう気体流を発生させる。第二送風装置１１３は、流出体１１５から径方向に流出される原料液３００を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。図２において、気体流は矢印で示している。

本実施の形態の場合、第二送風装置１１３は、軸流ファンで構成されている。
【００５０】
なお、本願発明において、第二送風装置１１３は、ナノファイバ製造装置１００に備わらなくてもよい。ただし、送風装置１３７による層流Ｗ１によりベルヌーイ効果が生じ、風洞体１１２の内方に気体流を発生させるものでもかまわない。この場合、ナノファイバ製造装置１００は、積極的に気体流を発生させる第二送風装置１１３を有しないこととなるが、第二送風装置１１３が存在する場合と同様の効果を得ることができる場合がある。また、後述の吸引装置１３２や他の何らかの装置により、風洞体１１２などの内方に気体流が発生していることをもってナノファイバ製造装置１００が第二送風装置１１３を備えているものとしてもよい。また、第二送風装置１１３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。
【００５１】
さらにまた、放出装置１０１は、風洞体１１２と、風制御体１２４と、加熱装置１２５とを備えている。
【００５２】
風洞体１１２は、流出体１１５の近傍空間に流れる気体流（層流Ｗ１以外）を、所望の流れとなるように整流する風洞である。本実施の形態の場合、第二送風装置１１３で発生した気体流を帯電電極１２１と流出体１１５との間に案内する導管である。風洞体１１２により案内された気体流は、帯電電極１２１の内側を通過しつつ、流出体１１５の流出孔１１８から流出された原料液３００と交差し、原料液３００の飛行方向を変更する。
【００５３】
風制御体１２４は、第二送風装置１１３により発生する気体流が流出孔１１８の開口端に当たらないよう気体流を制御する機能を有するものである。本実施の形態の場合、風制御体１２４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。風制御体１２４により、気体流が直接流出孔１１８に当たらないため、流出孔１１８から流出される原料液３００が早期に蒸発して流出孔１１８を塞ぐことを可及的に防止し、原料液３００を安定させて流出させ続けることが可能となる。なお、風制御体１２４は、流出孔１１８の風上に配置され気体流が流出孔１１８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。
【００５４】
加熱装置１２５は、第二送風装置１１３が発生させる気体流を構成する気体を加熱する加熱源である。本実施の形態の場合、加熱装置１２５は、案内体１０２の内方に配置される円環状のヒータであり、加熱装置１２５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。加熱装置１２５により気体流を加熱することにより、空間中に流出される原料液３００は、蒸発が促進され効率よくナノファイバ３０１を製造することが可能となる。
【００５５】
図５は、供給装置の一部を切り欠いて模式的に示す図である。
同図に示すように、供給装置１０７は、容器１５１と、昇圧装置１５３と、導出管１５６とを備え、また、第二容器１５２と、移送装置１５５と、開閉弁１５９と、案内管１１４とを備えている。また、供給装置１０７は、重量測定装置１４１と、制御装置１４２とを備えている。
【００５６】
容器１５１は、原料液３００を貯留することができ、昇圧装置１５３から供給されるガスの圧力に抗し気密性を維持することのできる容器である。なお、容器１５１には、導出管１５６と、導入管１５７と、ガス導入管１５８とが挿通されている。
【００５７】
容器１５１が気密状態であるため、導出管１５６から原料液３００をガス圧により圧送することが可能である。また、容器１５１が気密状態であるため原料液３００から溶媒が蒸発することを抑制することが可能であり、容器１５１内方の圧力が高められるため、さ

らに溶媒の蒸発を抑制できる。従って、原料液３００の品質を低下させることなく安定して流出体１１５に圧送することが可能となる。

【００５８】

昇圧装置１５３は、容器１５１にガスを導入し容器１５１内の圧力を上昇させる装置である。本実施の形態の場合、昇圧装置１５３は、圧力源１６１と調整弁１６２とを備えている。圧力源１６１は、例えば高い圧力のガスが封入されるボンベやアキュムレータのような装置である。調整弁１６２は、圧力源１６１の圧力を所定の圧力にまで降圧することのできるいわゆるレギュレータである。昇圧装置１５３に用いられるガスは特に限定されるものではない。例えば、空気等や窒素などの不活性ガス等を例示することができる。

【００５９】

導出管１５６は、一方の開口端が容器１５１に貯留される原料液３００に浸漬状態で配置される管状の部材である。

【００６０】

第二容器１５２は、容器１５１よりも大容量の容器であって、大量の原料液３００を貯留することのできるものである。

【００６１】

移送装置１５５は、第二容器１５２から容器１５１に原料液３００を移送するための装置である。移送装置１５５としては、例えば、ポンプなどを例示することができる。

【００６２】

開閉弁１５９は、移送装置１５５から供給される原料液３００を通過させるか否かを選択することのできる電磁弁である。

【００６３】

案内管１１４は、供給装置１０７から圧送される原料液３００を流出体１１５まで案内する管体である。本実施の形態の場合、案内管１１４の先端部は、軸体１１６内に配置され、原料液の圧力により拡径する拡径部１２６を備えている。案内管１１４の内部に原料液３００が挿通している場合は、拡径部１２６が拡径して軸体１１６と接触し、液密状態で接続される。また、案内管１１４の内部に原料液３００が挿通されていない場合は、案内管１１４は、軸体１１６に対し容易に挿入し、また、抜き出すことができるものとなっている。

【００６４】

重量測定装置１４１は、載置される容器１５１や収容される原料液３００等の重量を測定するための装置であり、測定結果を情報として送信できるものとなっている。

【００６５】

制御装置１４２は、重量測定装置１４１から受信した情報を解析し、重量測定装置１４１から得られた情報が所定の重量以下の情報を含んでいる場合、開閉弁１５９を制御して原料液３００を容器１５１内方に供給させることができる装置である。

【００６６】

図６は、案内体近傍を示す斜視図である。

同図に示すように、案内体１０２は、放出装置１０１から放出され、気体流によって搬送されるナノファイバ３０１を所定の場所に案内する風洞である。

【００６７】

拡散体１２７は、案内体１０２と接続され、空間中において高密度状態で搬送されるナノファイバ３０１を広く均等に拡散させ低密度状態とする導管であり、ナノファイバ３０１が案内される空間を滑らか、かつ、連続的に拡大することで、ナノファイバ３０１を搬送する気体流の速度とナノファイバ３０１の速度とを徐々に減速させるフード状の部材である。本実施の形態の場合、拡散体１２７は、案内体１０２の高さをそのまま維持し、幅のみ徐々に広がるフード形状となっている。

【００６８】

収集装置１０３は、案内体１０２から放出されるナノファイバ３０１を収集するための装置である。本実施の形態の場合、収集装置１０３は、被堆積部材１２８と、巻回装置１

２９と、部材供給装置１３０とを備えている。

【００６９】

被堆積部材１２８は、静電延伸現象により製造され気体流により搬送されるナノファイバ３０１と気体流とを分離し、ナノファイバ３０１のみが堆積する部材である。本実施の形態の場合、被堆積部材１２８は、堆積したナノファイバ３０１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り、気体流を容易に透過でき、ナノファイバ３０１を捕集しうる網状の部材である。具体的に被堆積部材１２８としては、アラミド繊維からなる長尺の布を例示することができる。さらに、被堆積部材１２８の表面にテフロン（登録商標）コートを行うと、堆積したナノファイバ３０１を被堆積部材１２８から剥ぎ取る際の剥離性が向上するため好ましい。また、被堆積部材１２８は、ロール状に巻き付けられた状態で部材供給装置１３０から供給されるものとなっている。

【００７０】

巻回装置１２９は、被堆積部材１２８を移送することができる装置である。本実施の形態の場合、長尺の被堆積部材１２８を巻き取りながら部材供給装置１３０から引き出し、堆積するナノファイバ３０１と共に被堆積部材１２８を搬送するものとなっている。巻回装置１２９は、不織布状に堆積しているナノファイバ３０１を被堆積部材１２８とともに巻き取ることができるものとなっている。

【００７１】

誘引装置１０４は、図１に示すように、ナノファイバ３０１を被堆積部材１２８に誘引するための装置である。本実施の形態の場合、誘引装置１０４は、異なる誘引方式を同時、または、選択的に実施できるように、気体誘引装置１４３と、電界誘引装置１３３とを備えている。

【００７２】

気体誘引装置１４３は、気体流を吸引することによりナノファイバ３０１を被堆積部材１２８に誘引する装置であり、被堆積部材１２８の後方に配置されている。本実施の形態の場合、気体誘引装置１４３は吸引装置１３２と集中体１３１とを備えている。

【００７３】

集中体１３１は、拡散体１２７で広がった気体流を受け取り、吸引装置１３２に至るまでの間に気体流を集中させる部材であり、拡散体１２７とは逆向きの漏斗形状となっている。

【００７４】

吸引装置１３２は、被堆積部材１２８を通過する気体流を強制的に吸引する送風機である。吸引装置１３２は、シロッコファンや軸流ファンなどの送風機であって、被堆積部材１２８を通過して速度が落ちた気体流を高い速度に加速することのできる装置である。吸引装置１３２により気体流を吸引することで、ナノファイバ３０１を製造する際に蒸発する溶媒も同時に吸引される。そのようにすることで、引火性の高い溶媒を使用する場合においても、案内体１０２の内部が爆発濃度まで達することはなく、安心して装置の使用ができるようになる。

【００７５】

電界誘引装置１３３は、帯電しているナノファイバ３０１を電界により被堆積部材１２８に誘引する装置であり、誘引電極１３４と、誘引電源１３５とを備えている。

【００７６】

誘引電極１３４は、帯電したナノファイバ３０１を誘引するための電界を発生させるための電極である。本実施の形態の場合、誘引電極１３４には気体流を通過させることのできる金属製の網が採用されている。誘引電極１３４は、拡散体１２７の開口部全体に広がって設けられている。

【００７７】

誘引電源１３５は、誘引電極１３４を所定の電圧及び極性に維持することができる直流電源である。本実施の形態の場合、誘引電源１３５は、０Ｖ（接地状態）から２００ＫＶ以下の範囲で自由に電圧と極性を変更することができる直流電源である。

【００７８】
なお、誘引電極１３４は、実施の形態において金属製の網が採用されているが、それに限定されるものではない。例えば、被堆積部材１２８の幅程度の長さを備え所定の幅を有する棒状体でもよい。また、棒状の誘引電極１３４を複数本並べてもかまわない。
【００７９】
なお、帯電電源１２２が交流電源の場合は、誘引電源１３５を交流電源としても良い。
回収装置１０５は、原料液３００から蒸発した溶剤を気体流から分離して回収することのできる装置である。回収装置１０５に関しては、原料液３００に用いられる溶剤の種類によって異なるが、例えば、気体を低温にして溶剤を結露させて回収する装置や、活性炭やゼオライトを用いて溶剤のみを吸着させる装置、液体などに溶剤を溶け込ませる装置やこれらを組み合わせた装置を例示できる。
【００８０】
ここで、ナノファイバ３０１を構成する樹脂としては、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、ポリアミド、アラミド、ポリイミド、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、ポリペプチド等およびこれらの共重合体等の高分子物質を例示できる。また、上記より選ばれる一種でもよく、また、複数種類が混在してもかまわない。なお、上記は例示であり、本願発明は上記樹脂に限定されるものではない。
【００８１】
原料液３００に使用される溶媒としては、揮発性のある有機溶剤などを例示することができる。具体的に例示すると、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、Ｎ，Ｎ－ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホオキシド、ピリジン、水等を挙示することができる。また、上記より選ばれる一種でもよく、また、複数種類が混在してもかまわない。なお、上記は例示であり、本願発明に用いられる原料液３００は上記溶媒を採用することに限定されるものではない。
【００８２】
さらに、原料液３００に骨材や可塑剤などの添加剤を添加してもよい。当該添加剤としては、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が、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。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等を例示することができる。また、上記より選ばれる一

種でもよく、また、複数種類が混在してもかまわない。なお、上記は例示であり、本願発明の原料液３００に添加される物質は、上記添加剤に限定されるものではない。

【００８３】

原料液３００における溶媒と樹脂との混合比率は、溶媒の種類と樹脂の種類とにより異なるが、溶媒量は、約６０重量％から９８重量％の間が望ましい。

【００８４】

本実施の形態のように、原料液３００や製造されるナノファイバ３０１を気体流により搬送し、また、当該気体流を吸引装置１３２で吸引する場合、溶媒蒸気が滞留することなく流れるため、溶媒を５０重量％以上含んだ原料液３００であっても十分に蒸発し、静電延伸現象を発生させることが可能となる。従って、溶質である樹脂の濃度が薄い状態からナノファイバ３０１を製造することができるため、より細いナノファイバ３０１をも製造することも可能となる。また、原料液３００の調整可能範囲が広がるため、製造されるナノファイバ３０１の性能の範囲も広くすることが可能となる。

【００８５】

次に、上記構成のナノファイバ製造装置１００を用いたナノファイバ３０１の製造方法を説明する。

【００８６】

まず、送風装置１３７を稼働させて、帯電電極１２１の表面部１４４の直上に気体の層流Ｗ１を発生させる。具体的には送風部１３８の送風口１４５から高圧の空気を噴射する。これによりコアンダ効果が発生し、層流Ｗ１が発生する（送風工程）。

【００８７】

次に、第二送風装置１１３、及び、吸引装置１３２を稼働させ、風洞体１１２や、案内体１０２、拡散体１２７、集中体１３１の内方に放出装置１０１から収集装置１０３に向かう気体流を発生させる（第二送風工程）。

【００８８】

以上の状態で、案内体１０２内の気体流Ｗ２の風量が毎分３０立米となるようナノファイバ製造装置１００を調整した。なお、層流Ｗ１の風速は、気体流Ｗ２の１０倍以上であった。

【００８９】

次に、容器１５１に昇圧装置１５３から所定の圧力のガスを導入する。本実施の形態の場合、容器１５１の重量を監視し、第二容器１５２から原料液３００を容器１５１に適宜供給することにより、容器１５１内には一定量の原料液３００が常に貯留されている。また、昇圧装置１５３から導入されるガスは、空気を用いた。これにより、容器１５１内方の圧力が高まり、導出管１５６から原料液３００が常に一定の圧力で導出される。

【００９０】

容器１５１から導出された原料液３００は、案内管１１４を通過して流出体１１５の貯留室１０８まで圧送される。ここで、導出管１５６と案内管１１４と流出体１１５とは、一連に接続されており、原料液３００は、空気に触れること無く流出体１１５の貯留室１０８に供給される。

【００９１】

なお、容器１５１の容量が十分にある場合、開閉弁１５９を閉状態にしたままで、操業してもかまわない。所定の圧力で液面を押す場合に、密閉状態を維持できるからである。

【００９２】

流出体１１５に供給された原料液３００は貯留室１０８を満たし、流出孔１１８から空間中に流出する（供給工程）。以上により、原料液３００は、供給装置１０７から空気に触れることなく流出孔１１８まで到達する。

【００９３】

本実施の形態に採用される溶質としての樹脂は、ポリウレタンを選定した。また、原料液３００を構成する溶媒は、Ｎ，Ｎ－ジメチルアセトアミドを選定した。原料液３００における溶質と溶媒との混合比率は、ポリウレタンを２５重量％、Ｎ，Ｎ－ジメチルアセト

アミドを７５重量％とした。

【００９４】

次に、帯電電源１２２により帯電電極１２１を正または負の高電圧とする。帯電電極１２１の近傍に配置される流出体１１５の流出孔１１８に電荷が集中し、当該電荷が流出体１１５の流出孔１１８を通過して空間中に流出する原料液３００に転移し、原料液３００が帯電する（帯電工程）。

【００９５】

前記帯電工程と同時期に駆動装置１１７により流出体１１５を回転させ、流出体１１５の周壁に設けられる流出孔１１８から原料液３００を所定の圧力と遠心力とで空間中に流出させる（回転工程、流出工程）。

【００９６】

具体的には、外径がΦ６０ｍｍの流出体１１５を用いた。流出体１１５は、周方向等間隔に７２個の流出孔１１８が設けられている。流出孔１１８の直径は、０．２ｍｍであり、形状は円形であった。一方、帯電電極１２１は内径Φ６００ｍｍのものを用い、帯電電源１２２により帯電電極１２１を接地電位に対して負の６０ＫＶとした。これにより、流出体１１５には正の電荷が誘導され、正に帯電した原料液３００が流出することとなる。

【００９７】

流出孔１１８から流出された原料液３００は、初めて気体流（空気）と接触し、気体流により搬送され（搬送工程）、気体流に乗り案内体１０２に案内される。

【００９８】

ここで、原料液３００の帯電状態と帯電電極１２１とは逆極性であるため、クーロン力により引きつけられて帯電電極１２１の方向に向いて飛行しようとするが、帯電電極１２１に向かう原料液３００は気体流Ｗ２により方向が変えられ、案内体１０２に向かって飛行することとなる。さらに、帯電電極１２１に向かおうとする原料液３００やナノファイバ３０１は、層流Ｗ１により方向が変えられる。従って、原料液３００やナノファイバ３０１が帯電電極１２１に付着することを可及的に回避し、ナノファイバ３０１の生産効率（歩留まり）を向上させることが可能となる。

【００９９】

原料液３００は、静電延伸現象によりナノファイバ３０１を製造しつつ（ナノファイバ製造工程）放出装置１０１から放出される。ここで、原料液３００は、強い帯電状態（高い電荷密度）で流出しているため、静電延伸が容易に発生し、流出した原料液３００のほとんどがナノファイバ３０１に変化していく。また、原料液３００は、強い帯電状態（高い電荷密度）で流出しているため、静電延伸が何次にもわたって発生し、線径の細いナノファイバ３０１が大量に製造される。

【０１００】

また、前記気体流は、加熱装置１２５により加熱されており、原料液３００の飛行を案内しつつ、原料液３００に熱を与えて溶剤の蒸発を促進し静電延伸を促進している。

【０１０１】

以上のようにして放出装置１０１から放出されるナノファイバ３０１は、案内体１０２に導入される。そして、ナノファイバ３０１は、案内体１０２の内方を気体流に搬送されながら収集装置１０３に向かって案内される（案内工程）。

【０１０２】

拡散体１２７にまで搬送されたナノファイバ３０１は、ここで急速に速度が低下すると共に、均一な分散状態となる（拡散工程）。

【０１０３】

この状態において、被堆積部材１２８の背方に配置される吸引装置１３２は、蒸発した溶媒と共に気体流を吸引し、ナノファイバ３０１を被堆積部材１２８上に誘引する（誘引工程）。また、電圧が印加された誘引電極１３４により電界が発生し、当該電界によってもナノファイバ３０１が誘引される（誘引工程）。

【０１０４】

以上により、被堆積部材１２８により気体流から分けられてナノファイバ３０１が収集される（収集工程）。被堆積部材１２８は、巻回装置１２９によりゆっくり移送されているため、ナノファイバ３０１も移送方向に延びた長尺の帯状部材として回収される。

【０１０５】

被堆積部材１２８を通過した気体流は、吸引装置１３２により加速され、回収装置１０５に到達する。回収装置１０５では、気体流から溶媒を分離回収する（回収工程）。

【０１０６】

以上のような構成のナノファイバ製造装置１００を用い、以上のナノファイバ製造方法を実施することによって、流出孔１１８から流出するまで原料液３００を空気に触れさせることなく供給することができるため、安定した品質の原料液３００を空間中に流出し続けることができ、品質の高いナノファイバ３０１を安定した状態で長期間製造し続けることができる。また、流出孔１１８において原料液３００中の樹脂が固化するのを防止することができ、流出孔１１８の目詰まりを除去するメンテナンス作業の回数を減少させることが可能となる。

【０１０７】

また、遠心力と共に原料液３００の圧力により流出孔１１８から原料液３００が流出するため、各流出孔１１８から均等に原料液３００が流出し、製造されるナノファイバ３０１の品質を安定させることが可能となる。

【０１０８】

図７は、放出装置の別態様を示す断面図である。

同図に示すように、帯電電極１２１は断面が円形の環状の部材である。一方、放出装置１０１は、第二送風装置１１３は備えられていない。

【０１０９】

以上のような放出装置１０１で有っても、コアンダ効果によって層流Ｗ１が発生し、当該層流Ｗ１によるベルヌーイの効果によりナノファイバ３０１を搬送するための気体流Ｗ２が発生する。

【０１１０】

図８は、放出装置の別態様を示す断面図である。

同図に示すように、流出体１１５は、多数のノズル１６９がマトリクス状に配置された矩形の部材であり、案内管１１４から供給された原料液３００の圧力で、原料液３００を空間中に流出するものである。

【０１１１】

帯電電極１２１は、マトリクス状に配置された多数のノズル１６９の全てを覆うことができる大きさの板状の部材であり、流出体１１５に対向する面には凸曲面状の表面部１４４が設けられている。

【０１１２】

また、帯電電極１２１の上流端側には、奥行き方向（図８に対し垂直方向）に伸びた細長い送風部１３８が設けられている。

【０１１３】

以上のように、流出体１１５や帯電電極１２１の形状がいろいろな態様を呈したとしても、送風装置１３７により層流Ｗ１が発生すれば、帯電電極１２１に付着する原料液３００やナノファイバ３０１の量を減少させることができ、ナノファイバ３０１の生産効率を向上させることが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【０１１４】

本願発明は、ナノファイバの製造やナノファイバを用いた紡糸、不織布の製造に利用可能である。

【図面の簡単な説明】

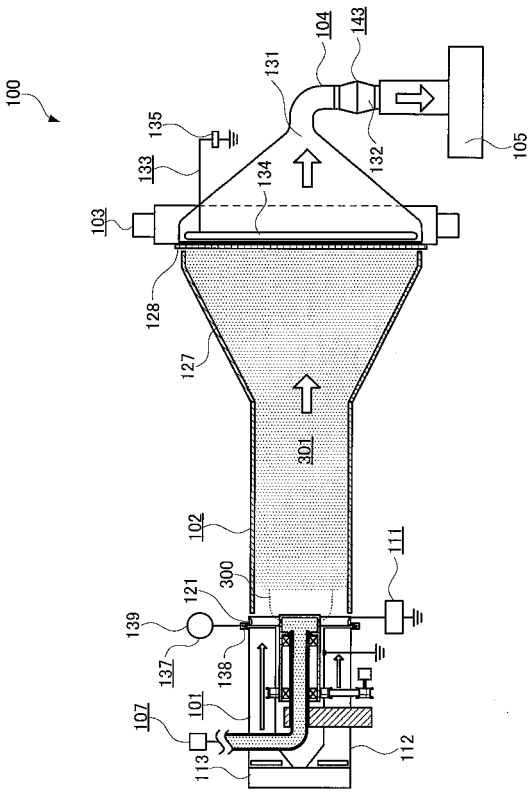
【０１１５】

【図１】ナノファイバ製造装置を一部切り欠いて示す平面図である。

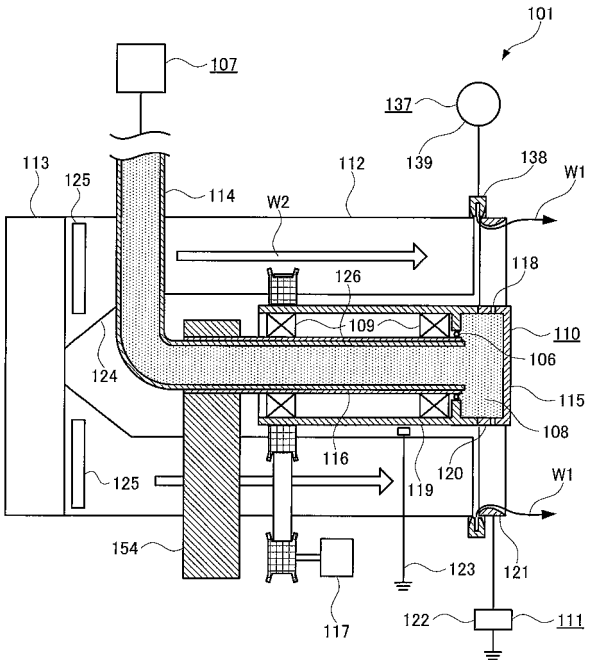
【図２】放出装置の一部を切り欠いて示す平面図である。
【図３】放出装置の外観を示す斜視図である。
【図４】帯電電極と送風装置１３７とを示す断面図である。
【図５】供給装置の一部を切り欠いて模式的に示す図である。
【図６】案内体近傍を示す斜視図である。
【図７】放出装置の別態様を示す断面図である。
【図８】放出装置の別態様を示す断面図である。
【符号の説明】
【０１１６】
１００　ナノファイバ製造装置
１０１　放出装置
１０２　案内体
１０３　収集装置
１０４　誘引装置
１０５　回収装置
１０６　パッキン
１０７　供給装置
１０８　貯留室
１０９　ベアリング
１１０　流出装置
１１１　帯電装置
１１２　風洞体
１１３　第二送風装置
１１４　案内管
１１５　流出体
１１６　軸体
１１７　駆動装置
１１８　流出孔
１１９　回転基体
１２０　蓋体
１２１　帯電電極
１２２　帯電電源
１２３　接地装置
１２４　風制御体
１２５　加熱装置
１２６　拡径部
１２７　拡散体
１２８　被堆積部材
１２９　巻回装置
１３０　部材供給装置
１３１　集中体
１３２　吸引装置
１３３　電界誘引装置
１３４　誘引電極
１３５　誘引電源
１３７　送風装置
１３８　送風部
１３９　コンプレッサ
１４１　重量測定装置
１４２　制御装置

１４３　気体誘引装置
１４４　表面部
１４５　送風口
１５１　容器
１５２　第二容器
１５３　昇圧装置
１５４　基台
１５５　移送装置
１５６　導出管
１５７　導入管
１５８　ガス導入管
１５９　開閉弁
１６１　圧力源
１６２　調整弁
１６９　ノズル
３００　原料液
３０１　ナノファイバ
Ｗ１　層流
Ｗ２　気体流

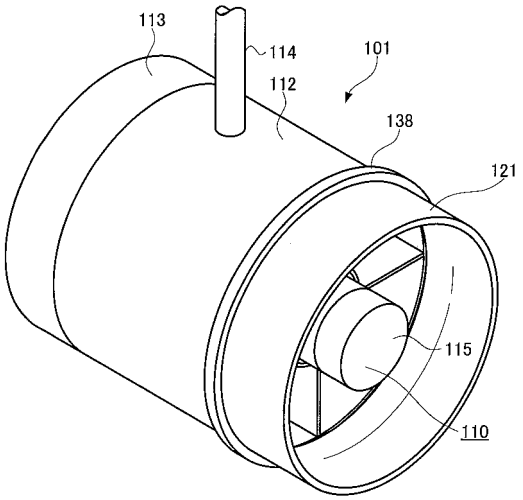
【図１】



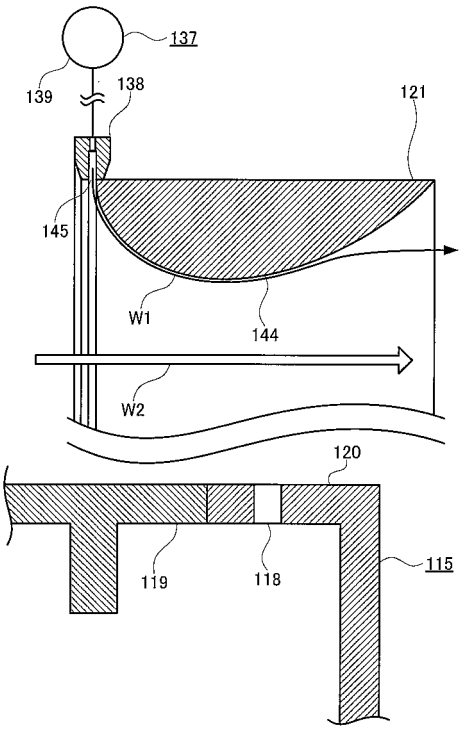
【図２】



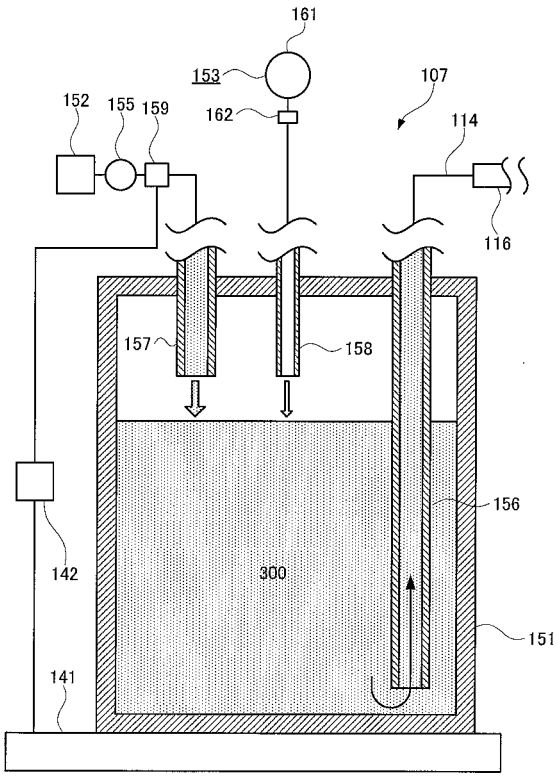
【図３】


113
114
101
112
138
121
115
110

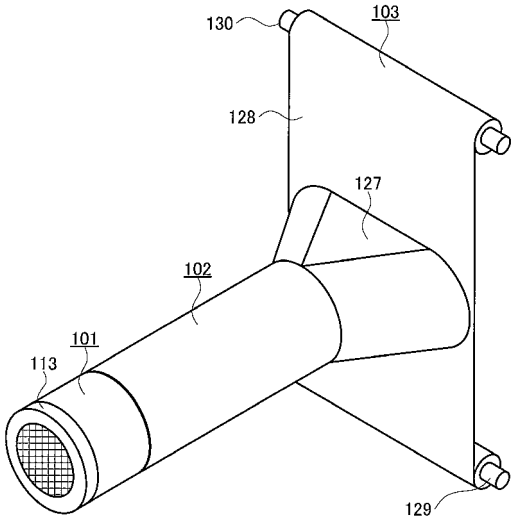
【図４】


137
139
138
121
145
W1
144
W2
120
119
118
115

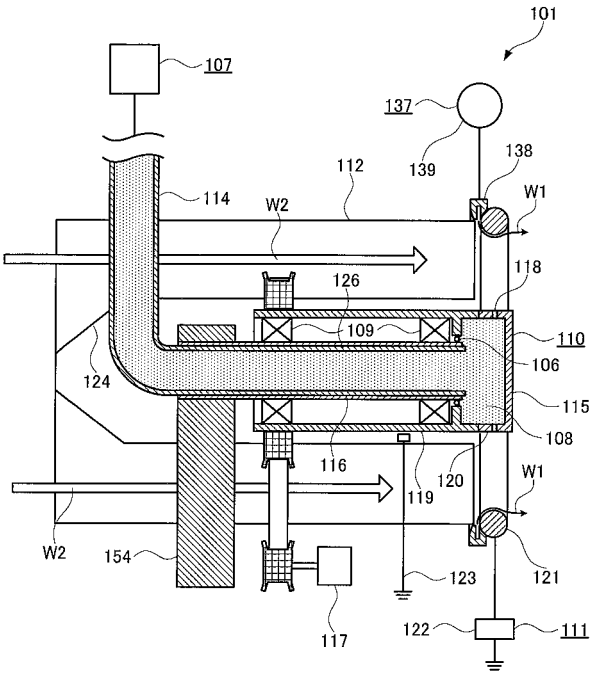
【図５】


161
153
107
152
155
159
162
114
116
157
158
156
142
300
151
141

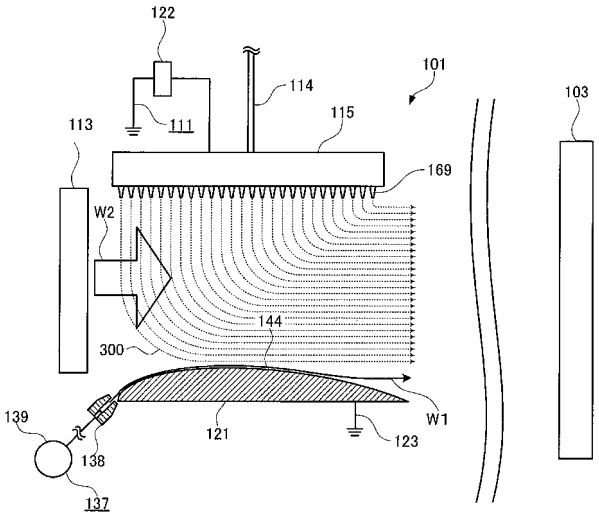
【図６】


130
103
128
127
102
101
113
129

【図７】


101
107
137
139
138
112
114
W2
W1
126
118
109
110
106
124
115
108
116
120
119
W1
W2
154
123
121
117
122
111

【図８】


122
114
101
103
113
111
115
169
W2
144
300
139
121
123
W1
138
137

フロントページの続き

(72)発明者　横山　政秀
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
(72)発明者　宮田　正伸
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　光嶋　隆敏
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　菊地　則義

(56)参考文献　特開昭５９－２０４９５７（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１９４６７５（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２９３２３６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００８／１４２８４５（WO，Ａ１）
特開２００７－２７７７７５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｄ０１Ｄ　　１／００－１３／０２
Ｄ０４Ｈ　　１／００－１８／０４