(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2009-228168
(P2009-228168A)
(43)公開日　平成21年10月8日(2009.10.8)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
D01D	5/04	(2006.01)	D01D	5/04		4L045
D04H	1/72	(2006.01)	D04H	1/72	C	4L047

審査請求 未請求　請求項の数 12　ＯＬ　（全 17 頁）

(21)出願番号　特願2008-76474(P2008-76474)
(22)出願日　平成20年3月24日(2008.3.24)

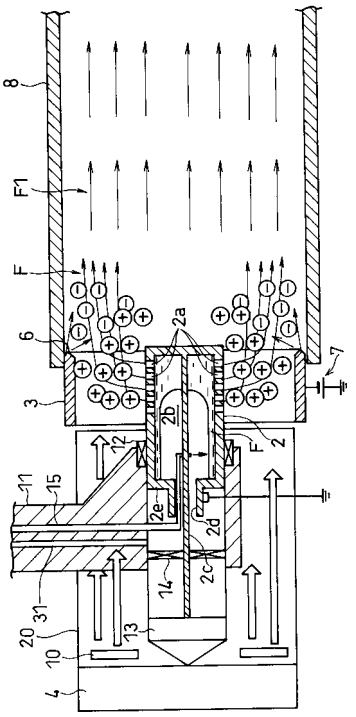
（出願人による申告）平成１９年度、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発／先端機能発現型新構造繊維部材基盤技術の開発」にかかる委託研究、産業技術力強化法第１９条の適用を受ける特許出願

(71)出願人　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　100072431
弁理士　石井　和郎
(74)代理人　100117972
弁理士　河崎　眞一
(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、およびナノファイバ製造方法

(57)【要約】
【課題】ナノファイバの高い収集密度を達成しながら、装置を小型化することができるとともに、製造コストを抑えることが可能なナノファイバの製造装置、および製造方法を提供する。
【解決手段】ナノファイバ製造装置は、高分子材料を含む原料液Ｆを放出させる放出孔２ａを有するとともに、原料液Ｆを一時的に保持する、少なくとも放出孔２ａの開口部が導体から形成される、接地された容器２を備えている。容器２の周囲には環状電極３が同軸に配されている。環状電極３には電源７により高電圧が印加され、容器２に電荷が誘導される。これにより容器２において原料液Ｆが帯電される。また、容器２はモータ１３により回転され、その遠心力と電界により原料液Ｆは容器２の放出孔２ａから放出される。放出孔２ａから放出された原料液Ｆに向けて環状電極３の一端部に形成された尖り部６からイオン風が発生される。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
高分子材料を含む原料液を放出させる放出孔を有するとともに、前記原料液を一時的に保持する、少なくとも前記放出孔の開口部が導体から形成される、接地された容器と、
前記原料液の前記放出孔からの放出を補助する力を前記原料液に加えるよう動作する力印加機構と、
前記容器の前記放出孔と対向するように配設された誘導電極と、
前記容器の少なくとも前記放出孔から流出する原料液に電荷を帯電させるように前記電極に電圧を印加する電源と、
前記放出孔から放出された原料液を、前記電極とは異なる方向に移送するための気流を発生させる気流発生手段と、
前記誘導された電圧により帯電され前記気流により移送される間に前記原料液から形成された繊維状物質を収集する収集手段と、
尖り部を有し、前記送風により移送される前記原料液ないしはそれから形成される繊維状物質に向けて前記尖り部から前記原料液ないしは前記繊維状物質の帯電極性とは逆極性のイオン風を発生させるイオン風発生手段と
を備えるナノファイバ製造装置。
【請求項２】
高分子材料を含む原料液を放出させる放出孔を有するとともに、前記原料液を一時的に保持する、少なくとも前記放出孔の開口部が導体から形成された容器と、
前記原料液の前記放出孔からの放出を補助する力を前記原料液に加えるよう動作する力印加機構と、
前記容器の前記放出孔と対向するように配設される、接地された被誘導電極と、
前記容器の少なくとも前記放出孔から流出する原料液に電荷を帯電させるように前記容器に電圧を印加する電源と、
前記放出孔から放出された原料液を、前記電極とは異なる方向に移送するための気流を発生させる気流発生手段と、
前記容器に印加された電圧により帯電され前記送風手段の送風により移送される間に前記原料液から形成された繊維状物質を収集する収集手段と、
尖り部を有し、前記送風により移送される前記原料液ないしはそれから形成される繊維状物質に向けて前記尖り部から前記原料液ないしは前記繊維状物質の帯電極性とは逆極性のイオン風を発生させるイオン風発生手段と
を備えるナノファイバ製造装置。
【請求項３】
前記イオン風発生手段は、前記誘導電極または前記被誘導電極の前記送風の下流側端部を鋭角に形成して構成される請求項１または２記載のナノファイバ製造装置。
【請求項４】
前記イオン風発生手段は、前記誘導電極または前記被誘導電極の前記送風の下流側端部に、前記尖り部としての少なくとも１つの針状または錐体状の凸部を設けて構成される請求項１または２記載のナノファイバ製造装置。
【請求項５】
前記イオン風発生手段は、前記送風の前記誘導電極または前記被誘導電極よりも下流側且つ前記収集手段よりも上流側の位置に、前記尖り部を有する除電電極を設けて構成される請求項１または２記載のナノファイバ製造装置。
【請求項６】
前記除電電極は、前記誘導電極または前記被誘導電極と電気的に接続されている請求項５記載のナノファイバ製造装置。
【請求項７】
前記容器は、少なくとも一端が塞がれた円筒形状を有し、
前記放出孔は、前記容器の周壁に形成されており、

前記力印加機構は、前記原料液が遠心力により前記放出孔から放出されるように前記容器を回転する回転駆動機構から構成される請求項１～６のいずれかに記載のナノファイバ製造装置。
【請求項８】
前記誘導電極または前記被誘導電極は、前記容器の周囲に同軸に配された円筒状部材から構成される請求項７記載のナノファイバ製造装置。
【請求項９】
前記回転駆動機構は、前記気流発生手段が発生する気流の前記容器までの通路を画成する案内体の内部に配設される請求項７または８記載のナノファイバ製造装置。
【請求項１０】
前記容器は、一つの面に前記放出孔が形成された箱形状を有しており、
前記力印加機構は、前記原料液が前記放出孔から放出されるように前記原料液を加圧する加圧機構から構成される請求項１～６のいずれかに記載のナノファイバ製造装置。
【請求項１１】
前記誘導電極または前記被誘導電極は、前記容器の一つの面と対向して配設される平板状部材から構成される請求項１０記載のナノファイバ製造装置。
【請求項１２】
容器に保持された高分子材料を含む原料液を、前記容器に設けられた放出孔から放出させる工程、
前記放出孔から放出される原料液を帯電させる工程、
前記放出孔から放出された前記原料液の向きを変えて所定方向に移送するように気流を発生させる工程、
前記気流により所定方向に移送される間に前記帯電された原料液から形成される繊維状物質を収集する工程、並びに
尖り部を有するイオン風発生手段を使用して、前記送風により移送される原料液ないしはそれから形成される繊維状物質に向けて前記尖り部から前記原料液ないしは前記繊維状物質の帯電極性とは逆極性のイオン風を発生させる工程
を含む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、ナノファイバ製造装置、およびナノファイバ製造方法に関し、さらに詳しくは静電爆発を利用してナノファイバを製造する技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、直径がサブミクロンスケールの繊維状物質であるナノファイバを容易に製造できることから、エレクトロスピニング法（電荷誘導紡糸法）が注目を集めている。エレクトロスピニング法は、溶媒中に高分子材料を分散または溶解させた原料液を空中に噴射するとともに、噴射の際に原料液を高電圧で帯電させ、原料液を空中で静電爆発させてナノファイバを得る方法である。
【０００３】
より詳細には、高電圧により帯電されて空気中に噴射された原料液は空中を移動する間に溶媒が蒸発し、体積が減少していく。一方、原料液に付与された電荷は溶媒の蒸発にかかわらず維持されるために、原料液の電荷密度は溶媒の蒸発とともに増大していく。そして、原料液内部の反発方向のクーロン力が原料液の表面張力より大きくなったときに原料液が爆発的に線状に延伸される現象（静電爆発）が生じる。この静電爆発が空中において連続的に発生し、原料液がねずみ算式に線状に細分化されていくことで直径がサブミクロンスケールの微細な繊維が形成される（例えば特許文献１参照）。
【０００４】
ここで、エレクトロスピニング法により生成されるナノファイバを糸や不織布の原料と

して使用する場合、大量のファイバを高密度で収集する必要がある。このため、ナノファイバを収集するためのコレクタと対向するように、原料液を噴射するためのノズルを多数設けて、多量のナノファイバを高密度で製造できるようにすることが提案されている（例えば特許文献２参照）。

【０００５】

ところが、コレクタと対向するように配置するノズルの数が多すぎると、各ノズルから噴射される原料液の間に働く反発方向のクーロン力により、コレクタに収集されるナノファイバに斑が生ずるなどの不都合が生じてしまう。このため、コレクタと対向して配置し得るノズル数には限度があり、これによりナノファイバの密度の向上も限定される。

【０００６】

さらに、ナノファイバの高密度の収集についてはいま一つの問題がある。例えば、図９に示すナノファイバ製造装置は、正または負に帯電させた紡糸ノズル４１と、これと逆極性に帯電もしくは接地された対向電極４２とを含んでいる。紡糸ノズル４１は高電圧発生装置４６により電圧が印加される。

【０００７】

溶液タンク４３から供給され、紡糸ノズル４１から噴射される溶液は上記電圧により帯電されており、紡糸ノズル４１と対向電極４２との間の電界により対向電極４２に向かって移動していく。紡糸ノズル４１と対向電極４２との間には、帯状の基材４４が巻き出し・巻き取りにより移動するよう配されており、紡糸ノズル４１から紡出された溶液が基材上に繊維構造体として連続的に形成されていく。

【０００８】

ここで、基材４４上に形成された繊維構造体が帯電したままであると、基材上に繊維構造体が形成される際に斑が生じたり、繊維構造体を基材から取り外す際に繊維構造体が毛羽立ったりするといった不都合が生じる。このため、図９のナノファイバ製造装置においては、ノズル毎に除電装置４５を設けて、この除電装置４５により基材４４および／または基材４４上の繊維構造体を除電するようにしている（特許文献３参照）。

【０００９】

また、図１０に示すナノファイバ製造装置は、電源５４により帯電された原料液５６をスプレーするキャピラリ５１と、これと対向するように配置された導電性電極５２と、除電装置５３とを備えている。除電装置５３は、導電性電極５２の上に形成されたナノファイバ５５に逆極性のイオン風を吹き付けて除電するものである（特許文献４参照）。

【００１０】

ところが、上記特許文献３、４のように、除電装置をナノファイバ製造装置に付設すると装置の大型化を招来するといった問題がある。除電装置には、小さなギャップの間でコロナ放電を起こさせて、イオン風を発生させるものが、一般に用いられている。また、除電装置は具体的には生成されるナノファイバの帯電の極性とは逆極性のイオンを発生し、それを基材等の上に形成されたナノファイバに供給する構成とされているが、イオンを発生するためには高電圧を供給するための電源を用意する必要がある。そして、そのような高電圧電源は非常に高価なものであるために、装置が高価格化し、ひいてはナノファイバの製造コストが増大する。

【００１１】

【特許文献１】特開２００５－３３０６２４号公報
【特許文献２】特開２００２－７９０２１号公報
【特許文献３】特開２００７－９２２１３公報
【特許文献４】ＷＯ２００４／０７４１７２号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１２】

本発明者等は、上述した様々な問題を解決するために、原料液を噴射するための放出孔をコレクタと対向して配設するのではなく、原料液をコレクタの面と平行な方向に放出す

る構造のナノファイバ製造装置を発明し、別途出願した（例えば、特願２００７－２０６０７１号）。

【００１３】

このナノファイバ製造装置においては、原料液の放出孔が周壁に設けられた円筒型の容器が回転されて、容器内部の原料液を放出孔から放出させるように遠心力が働く。また、容器の周囲には、容器よりも大径の環状電極が同軸に配置される。環状電極には高電圧が印加され、容器に逆極性の電圧が誘導される。これにより容器と環状電極との間に電界が発生する。また、容器に誘導された電圧により原料液が帯電され、原料液は、容器と環状電極との間の電界および上記遠心力により、環状電極に向けて放射状に放出される。一方、コレクタは円筒型容器の軸方向と垂直に設けられる。そして、円筒型容器の軸方向の反コレクタ側には送風機が設けられ、その送風により、容器から環状電極に向けて放出された原料液はコレクタの方向に偏向される。

【００１４】

この構成により、原料液の放出孔からの放出が遠心力により補助されるので、放出孔を互いに近接して設けた場合にも帯電した原料液相互の干渉による影響を小さくすることができる。したがって、単位面積あたりの放出孔の数を多くして、収集されるナノファイバの密度を飛躍的に向上させることが可能となった。

【００１５】

また、原料液ないしはそれから形成されたナノファイバが、送風によりコレクタまで移送される構成とされているために、帯電したファイバがコレクタに付着するようになる。このような回収方法では、回収して堆積したファイバが帯電してしまい、特許文献３，４にあるような、除電装置が必要になり、従来有していた問題を解決できないという問題があった。さらに、前記除電装置の機構はできるだけ簡素な構造であるとともに、安価に設置し得るものであることがより好ましい。

【００１６】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、ナノファイバの高い収集密度を達成しながら、装置を小型化することができるとともに、製造コストを抑えることが可能なナノファイバの製造装置、および製造方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【００１７】

上記目的を達成するために、本発明のナノファイバ製造装置は、高分子材料を含む原料液を放出させる放出孔を有するとともに、前記原料液を一時的に保持する、少なくとも前記放出孔の開口部が導体から形成される、接地された容器と、

前記原料液の前記放出孔からの放出を補助する力を前記原料液に加えるよう動作する力印加機構と、

前記容器の前記放出孔と対向するように配設された誘導電極と、

前記容器の少なくとも前記放出孔から流出する原料液に電荷を帯電させるように前記電極に電圧を印加する電源と、

前記放出孔から放出された原料液を、前記電極とは異なる方向に移送するための気流を発生させる気流発生手段と、

前記誘導された電圧により帯電され前記気流により移送される間に前記原料液から形成された繊維状物質を収集する収集手段と、

尖り部を有し、前記送風により移送される前記原料液ないしはそれから形成される繊維状物質に向けて前記尖り部から前記原料液ないしは前記繊維状物質の帯電極性とは逆極性のイオン風を発生させるイオン風発生手段とを備える。

【００１８】

また、上記目的を達成するために、本発明のナノファイバ製造装置は、高分子材料を含む原料液を放出させる放出孔を有するとともに、前記原料液を一時的に保持する、少なくとも前記放出孔の開口部が導体から形成された容器と、

前記原料液の前記放出孔からの放出を補助する力を前記原料液に加えるよう動作する力

印加機構と、
前記容器の前記放出孔と対向するように配設される、接地された被誘導電極と、
前記容器の少なくとも前記放出孔から流出する原料液に電荷を帯電させるように前記容器に電圧を印加する電源と、
前記放出孔から放出された原料液を、前記電極とは異なる方向に移送するための気流を発生させる気流発生手段と、
前記容器に印加された電圧により帯電され前記送風手段の送風により移送される間に前記原料液から形成された繊維状物質を収集する収集手段と、
尖り部を有し、前記送風により移送される前記原料液ないしはそれから形成される繊維状物質に向けて前記尖り部から前記原料液ないしは前記繊維状物質の帯電極性とは逆極性のイオン風を発生させるイオン風発生手段とを備える。
【００１９】
ここで、前記イオン風発生手段は、前記誘導電極または前記被誘導電極の前記送風の下流側端部を鋭角に形成して構成されるのが好ましい。
また、前記イオン風発生手段は、前記誘導電極または前記被誘導電極の前記送風の下流側端部に、前記尖り部としての少なくとも１つの針状または錐体状の凸部を設けて構成されるのも好ましい。
【００２０】
さらに、前記イオン風発生手段は、前記送風の前記誘導電極または前記被誘導電極よりも下流側且つ前記収集手段よりも上流側の位置に、前記尖り部を有する除電電極を設けて構成されるのも好ましい。
ここで、前記除電電極は、前記被誘導電極と電気的に接続されているのが好ましい。
【００２１】
また、前記容器は、少なくとも一端が塞がれた円筒形状を有し、
前記放出孔は、前記容器の周壁に形成されており、
前記力印加機構は、前記原料液が遠心力により前記放出孔から放出されるように前記容器を回転する回転駆動機構から構成されるのが好ましい。
この場合、前記誘導電極または前記被誘導電極は、前記容器の周囲に同軸に配された円筒状部材から構成されるのが好ましい。
さらに、前記回転駆動機構は、前記気流発生手段が発生する気流の前記容器までの通路を画成する案内体の内部に配設されるのが好ましい。
【００２２】
また、前記容器は、一つの面に前記放出孔が形成された箱形状を有しており、
前記力印加機構は、前記原料液が前記放出孔から放出されるように前記原料液を加圧する加圧機構から構成されるのも好ましい。
この場合、前記誘導電極または前記被誘導電極は、前記容器の一つの面と対向して配設される平板状部材から構成されるのが好ましい。
【００２３】
また、上記目的を達成するために、本発明のナノファイバ製造方法は、容器に保持された高分子材料を含む原料液を、前記容器に設けられた放出孔から放出させる工程、
前記放出孔から放出される原料液を帯電させる工程、
前記放出孔から放出された前記原料液の向きを変えて所定方向に移送するように気流を発生させる工程、
前記気流により所定方向に移送される間に前記帯電された原料液から形成される繊維状物質を収集する工程、並びに
尖り部を有するイオン風発生手段を使用して、前記送風により移送される原料液ないしはそれから形成される繊維状物質に向けて前記尖り部から前記原料液ないしは前記繊維状物質と逆極性のイオン風を発生させる工程を含む。
【発明の効果】
【００２４】

本発明によれば、イオン風を発生させるための尖り部を有するだけの簡単な構成のイオン風発生手段により、収集手段に到達するまでの間に原料液ないしは繊維状物質から速やかに電荷を消失させることが可能となる。これにより、原料液の放出孔と収集手段との距離を短くしても収集手段に到達するまでの間に原料液ないしは繊維状物質から電荷を消失させることが可能となる。したがって、ナノファイバ製造装置を小型化することが容易となる。しかも、電荷が消失したナノファイバの回収方法については、従来から使われている溶融紡糸法により、生成された帯電していないファイバを風圧等でシート上に回収するような方式を使用することができ、生成されたナノファイバを簡単にしかも信頼性高く回収することができる。

【００２５】

また、本発明の好ましい形態によれば、イオン風発生手段によりイオン風を発生させるための電源は、原料液に電荷を付与するための電源との共用とすることが可能となる。これにより、非常に高価である高電圧電源を別途用意する必要がなくなる。したがって、ナノファイバ製造装置を低価格化することができ、これによりナノファイバの製造コストを抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２６】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

〈実施の形態１〉

図１は、本発明の実施の形態１に係るナノファイバ製造装置の全体構造を示す一部を断面にした側面図である。図２は、その要部の詳細を示す拡大断面図である。

図１の製造装置は、ナノファイバの原料である高分子材料を分散または溶解してなる原料液Ｆを一時的に保持する概略円筒形状の容器２、容器２の周囲に配設された環状電極（誘導電極）３、容器２の軸方向の一端側に配設された、気流発生手段としての送風機４、並びに容器２の軸方向の他端側に配設され、原料液Ｆから形成された繊維状物質（ナノファイバ）Ｆ１を収集するコレクタ５を主要構成要素として備えている。

【００２７】

ここで、図においては、原料液Ｆと繊維状物質Ｆ１とを便宜的に区別している。しかしながら、実際のナノファイバの製造においては原料液Ｆと繊維状物質Ｆ１との区別は曖昧であり、その存在領域の明確な線引きは困難である。したがって、以下の説明では、特に区別の必要のある場合にのみ、原料液Ｆ、繊維状物質Ｆ１と記載し、それ以外の場合は原料液Ｆおよび繊維状物質Ｆ１を総称して原料液Ｆ等と記載している。

【００２８】

容器２は、図２に示すように、一端が閉塞された円筒状部材であり、周壁に原料液Ｆを放出するための細孔からなる放出孔２ａが形成される。ここで、容器２は、少なくとも放出孔２ａの開口部が導体から形成されるとともに接地される。また、容器２の他端には、小径の筒状通路２ｄが形成されるとともに、中央に孔を有する円形の液止壁２ｅが容器２本体筒部の端部と筒状通路２ｄとを接続するように形成される。放出孔２ａは、例えば容器２の軸方向のコレクタ５側の約半分の領域に、軸方向に等間隔且つ周方向に所定ピッチで形成される。ここで、容器２は外径を例えば２０～１００ｍｍとすることができる。放出孔２ａは例えば内径を０．０１～２ｍｍとすることができる。また、放出孔２ａは容器２の周壁に設けられた単なる穴ではなく、周面から突出して設けられたノズルとすることも可能である。

【００２９】

さらに、容器２は、支持部１１により軸受１２を介して回転自在に支持される。また、容器２の一端を閉塞している壁面に、中空部２ｂを貫通して筒状通路２ｄから外部にまで延びるように回転軸２ｃが立設される。回転軸２ｃは、容器２の軸方向の送風機４側に配されたモータ１３と接続されており、モータ１３により容器２は所定回転数で回転駆動される。これにより、原料液Ｆを前記放出孔２ａから放出させるための力を原料液Ｆに加えるよう動作する力印加機構としての回転駆動機構が構成される。容器２の回転数は、原料

液の粘度などの性状や放出孔２ａの径などに応じて例えば１０～１０，０００ｒｐｍの範囲で調節することができる。また、回転軸２ｃは、軸受１４を介して支持部１１に軸支される。

【００３０】

ここで、送風機４と容器２および環状電極３との間には、送風機４の送風路を画成するように筒状の案内体２０が配設される。支持部１１は、容器２との接続部分を、案内体２０の周壁に設けられた図示しない開口を通して内部に挿入するようにして設けることができる。また、図には明瞭に示されていないが、支持部１１の送風機４に対向する面は流線型に形成される。これにより、送風機４により発生される気流が乱されるのを抑制することができる。また、モータ１３の送風機４と対向する面も流線型に形成するのが好ましい。これにより、さらに上記気流の乱れを抑制することができる。このように、支持部１１およびモータ１３の送風機４との対向面を流線型に形成することによって、送風機４により発生される気流の乱れを抑えながらモータ１３等を案内体２０の内部に配置することが可能となる。これにより、案内体２０内部のスペースを有効活用して容器２の回転駆動機構を設けることが可能となる。したがって、ナノファイバ製造装置を小型化することが容易となる。

【００３１】

また、容器２の中空部２ｂには、支持部１１の内部を通過して設けられた原料液供給配管１５を通して、図示しない原料液タンクから原料液Ｆが供給される。容器２の中空部２ｂに原料液Ｆを保持した状態でモータ１３により容器２を回転することにより、放出孔２ａからの原料液Ｆの放出が補助される。ここで補助というのは、原料液Ｆは、主として容器２の少なくとも放出孔２ａの開口部と環状電極３との間に発生する電界により放出されるものだからである。環状電極３に印加される負の電圧により、接地された前記容器２の表面に電荷が誘導され、放出孔２ａから流出する原料液Ｆには、その電荷が帯電する。そして、遠心力により放出された原料液Ｆは、溶媒の蒸発に伴い爆発的に線状に延伸され、ナノファイバが生成される。

【００３２】

このように、実施の形態１においては、力印加機構としての回転駆動機構により原料液Ｆに遠心力を加えて原料液Ｆの放出孔２ａからの放出を補助しているので、各放出孔２ａから放出される原料液Ｆ相互の電界干渉の影響を小さくして原料液Ｆを放出することが可能となる。また、原料液Ｆは容器２の回転の遠心力により放出されるために、原料液Ｆは各放出孔２ａから放射状に放出される。つまり、原料液Ｆは相互の距離が大きくなる態様で各放出孔２ａから放出される。これにより、各放出孔２ａから放出される原料液Ｆ相互の電界干渉の影響は小さくなる。したがって、容器２の周壁に設けられる単位面積あたりの放出孔２ａの数を多くすることが可能となる。これにより、コレクタ５により収集される繊維状物質Ｆ１の収集密度を容易に増大させることができる。なお、支持部１１の内部には、原料液供給配管１５と平行にモータ１３に電力を供給するための導線等を挿通するための配管３１が設けられている。

【００３３】

環状電極（誘導電極）３は、容器２の放出孔２ａが形成された部分と内周面を対向させて、容器２と同軸に配設される、容器２よりも大径の円筒状部材である。これにより、容器２の全ての放出孔２ａを環状電極３とほぼ等距離で対向配置することができる。ここで、環状電極３の内径は例えば２００～８００ｍｍとすることができる。

【００３４】

ここで、環状電極３には、電源７から１～２００ｋＶの電圧（図示例では負電圧）を印加するのが好ましい。より好ましくは、１０ｋＶ以上の高電圧を印加するのがよい。特に、容器２と環状電極３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の配置を行うことが好ましい。これにより、容器２の少なくとも放出孔２ａの開口部には、環状電極３に印加された電圧と逆極性の電荷（図示例では正電荷）が誘導され、容器２と環状電極３との間に均等且つ強い電界が発生する。一方、

原料液Ｆは、容器２の少なくとも放出孔２ａの開口部において上記誘導された電荷（図示例では正電荷）が付与される。これにより、放出孔２ａから放出される原料液Ｆには、前記誘導された電荷が帯電し、その後原料液Ｆの中の溶媒が蒸発してクーロン力が増大して爆発が起きる。このようにして放出孔２ａから原料液Ｆが放出されると静電爆発により繊維状物質Ｆ１が形成される。

【００３５】

また、図３に示すように、環状電極３のコレクタ５側の端部には尖り部６が設けられている。環状電極３には上述したように電源７により負の高電圧が印加されており、これにより、原料液Ｆに付与された電荷とは逆極性（図示例では負電荷）のイオン風が尖り部６から発生する。発生したイオン風は、送風機４の送風により移送される原料液Ｆないしは繊維状物質Ｆ１に供給され、正電荷に帯電している原料液Ｆないしは繊維状物質Ｆ１と混合し、これにより、原料液Ｆ等の電荷は減少する。この結果、原料液Ｆ等の電荷は、原料液Ｆから繊維状物質Ｆ１が形成された後、速やかに自然消滅する。したがって、容器２および環状電極３とコレクタ５との距離を従来のものより短くしても、原料液Ｆから形成される繊維状物質Ｆ１がコレクタ５に到達するまでの間に、繊維状物質Ｆ１をほぼ無電荷の状態とすることが可能となる。

【００３６】

ここで、尖り部６は、環状電極３の周方向に垂直な断面において、隣り合う辺のなす角度θが、８０°以下であるのが好ましい。さらに、角度θは６０°以下であれば、イオン風の発生量は増加するのでより好ましい。また、先端の曲率半径は、０．５ｍｍ以下であるのが好ましい。なお、図２においては、放出孔２ａから放出される原料液Ｆが正電荷を有している状態を、プラス（＋）の記号を内部に含む丸により示し、尖り部６から発生されるイオン風が負電荷を有している状態を、マイナス（－）の記号を内部に含む丸により示している。

【００３７】

上述した構成によれば、イオン風を発生させるイオン風発生手段は、従来から使用されている誘導用の環状電極３の一端部を単に鋭角に形成するだけで設けることが可能となる。したがって、部品点数を増大させることなく、イオン風発生手段を設けることが可能となる。

【００３８】

さらには、イオン風は、環状電極３に電圧を印加するための電源７の電圧を使用して発生される。したがって、高価な高電圧電源を、イオン風発生手段のために別途用意する必要がない。これにより、ナノファイバ製造装置の高価格化を防止し、ナノファイバの製造コストが増大するのを避けることができる。

【００３９】

送風機４は、容器２の放出孔２ａから放出された原料液Ｆを放出方向（容器２の径方向）とは垂直な方向（容器２の軸方向）に移送するための気流を発生させるように送風する。この送風により、容器２の放出孔２ａから放出された原料液Ｆ等がコレクタ５まで移送される。ここで、送風機４と容器２との間にヒータ１０を設けて、送風機４の送風を加熱するのが好ましい。これにより、原料液Ｆ等からの分散媒または溶媒の蒸発を促進させて、原料液Ｆから繊維状物質Ｆ１を速やかに形成することができる。

【００４０】

ここで、原料液Ｆを移送するための気流を発生させる方法は、送風機４による送風に限られるものでない。例えば容器２の反コレクタ５側からの空気の流入を自在としておき、後述の吸引機構２３のファン２３ｂによる吸引によって気流を発生させたり、後述の気体噴射口９ａからの気体の噴出により気流を発生させたりすることも可能である。

【００４１】

また、容器２および環状電極３とコレクタ５との間には送風による原料液Ｆ等の流路を規定するための筒体８を設けるのがよい。筒体８は、容器２に向けて開口し内径が環状電極３の外径とほぼ等しい大径部８ａ、コレクタ５と対向して開口する小径部８ｂ、並びに

大径部８ａと小径部８ｂとを接続するように、大径部８ａ側から小径部８ｂ側に向かって徐々に径が小さくなる中間部８ｃから構成される。このように、上流側の開口よりも下流側の開口が小さい筒体８を容器２とコレクタ５との間に配置して原料液Ｆ等の流路を規定することによって、繊維状物質Ｆ１を高密度で斑無く均一に収集することが可能となる。

【００４２】

また、大径部８ａと中間部８ｃとの境界近傍、並びに小径部８ｂ、すなわち中間部８ｃの上流側と下流側とに、筒体８内部に向けて気体を噴出する気体噴出口９ａを、筒体８の周方向に所定ピッチで設けるのもよい。気体噴出口９ａは、気体供給装置９から供給され、調圧弁９ｂにより圧力が調整された気体を、筒体８の内方且つ送風機４の送風による気流の下流側に向けて高速で噴出するように配設されるのがよい。これにより、筒体８の内壁面に原料液Ｆ等が付着しないように原料液Ｆ等をコレクタ５まで移送することが可能となる。そして、繊維状物質Ｆ１は、担体２１上に堆積される。

【００４３】

ここで、気体供給装置９により供給される好ましい気体として空気が挙げられる。また、原料液Ｆから蒸発した分散媒または溶媒が爆発するのを回避するという観点からは、空気から例えば樹脂膜を利用して酸素をある程度除去した低酸素濃度の気体を、気体供給装置９により供給するのが好ましい。また、同じ理由から、上記気体を、過熱水蒸気、窒素ガス、または炭酸ガスとするのもよい。

【００４４】

コレクタ５は、送風機４の送風による原料液Ｆの移送方向と垂直もしくは略垂直に配される、長尺帯状の担体２１と、担体２１を送る送り機構２２と、担体２１の裏側（反容器２側）から気体を吸引する吸引機構２３とから構成される。

【００４５】

担体２１は、その表面に原料液Ｆから形成される繊維状物質Ｆ１を堆積するようにして収集するための部材である。担体２１は、原料液Ｆ等を移送する気流が通過可能であり、且つ堆積した繊維状物質Ｆ１（ナノファイバ）を容易に分離することができるように、薄くて柔軟性を有する素材から構成されるのが好ましい。好ましい素材の例として、アラミド繊維から形成された網状のシートを挙げることができる。これにテフロン（登録商標）コートを行うと、繊維状物質Ｆ１（ナノファイバ）の分離性がさらに向上するためにより好ましい。

【００４６】

送り機構２２は、担体２１を巻き出す巻き出しロール２２ａ、および担体２１を巻き取る巻き取りロール２２ｂを備えている。巻き出しロール２２ａから巻き出された担体２１は、筒体８の出口側開口８ｄと対向する位置を通過した後、巻き取りロール２２ｂにより巻き取られる。これにより、筒体８の出口側開口８ｄから噴出される繊維状物質Ｆ１が担体２１の上に堆積し、不織布として担体２１により収集される。

【００４７】

吸引機構２３は、ダクト２３ａ、ダクト２３ａ内に配されたファン２３ｂ、ファン２３ｂを制御するファン制御部２３ｃ、ダクト２３ａの担体２１側端部に設けられたダクト入口開口部２３ｄ、並びにダクト２３ａの出口側開口と接続された分散媒・溶媒回収部２３ｅから構成される。ここで、ダクト開口部２３ｄの内径は、筒体８の出口側開口８ｄの内径とほぼ等しくされるのが好ましい。

【００４８】

以上の構成において、原料液供給配管１５を通して容器２内に原料液Ｆを供給しながら容器２をモータ１３により回転させることで、原料液Ｆに対して、原料液Ｆの放出孔２ａからの放出を補助するような遠心力が働く。また、電源７により環状電極３に高電圧を印加することで、容器２の少なくとも放出孔２ａの開口部に環状電極３に印加される高電圧とは逆極性の電荷が誘導される。これにより、容器２と環状電極３との間で電界が発生し、環状電極３に印加された高電圧により容器２に誘導された電荷により原料液Ｆには電荷が付与される。この電界により、帯電した原料液Ｆに対して環状電極３に向かわせる力が

生じる。

【００４９】

原料液Ｆは、上記電界および遠心力により、放出孔２ａから環状電極３に向かって放射状に放出される。放出孔２ａから放出された原料液Ｆは、空中を移動する間に分散媒または溶媒が蒸発し、電荷密度が次第に高くなっていく。原料液Ｆ内部の反発方向のクーロン力がその表面張力を超えたときに静電爆発が発生し、それを繰り返すことによって原料液Ｆは繊維状に細分化されて、繊維状物質Ｆ１（ナノファイバ）が形成される。

【００５０】

一方、放出孔２ａから放出された原料液Ｆ、ないしはそれから形成された繊維状物質Ｆ１は、送風機４の送風による気流により、進む方向が放出方向（容器２の径方向）とは垂直な方向（容器２の軸方向）に変えられてコレクタ５に向かって移送される。コレクタ５においては、送り機構２２により緩やかな速度で送られる担体２１の上に繊維状物質Ｆ１が高密度で斑無く堆積し、不織布が形成される。ここで、環状電極３の尖り部６から原料液Ｆないしは繊維状物質Ｆ１に向けて原料液Ｆ等の帯電極性とは逆極性のイオン風が発生される。すなわち、原料液Ｆに付与される電荷が正電荷であれば負電荷を有するイオン風が原料液Ｆ等に向けて発生され、原料液Ｆに付与される電荷が負電荷であれば正電荷を有するイオン風が原料液Ｆ等に向けて発生される。

【００５１】

このように、原料液Ｆ等に向けて原料液Ｆ等の帯電極性と逆極性のイオン風を発生させることにより、原料液Ｆから繊維状物質Ｆ１が形成された後に繊維状物質Ｆ１からは速やかに電荷が消滅する。したがって、容器２とコレクタ５との距離を短くしても繊維状物質Ｆ１がコレクタ５に到達するまでの間に繊維状物質Ｆ１をほぼ無電荷の状態とすることが可能となる。これにより、装置を小型化することが可能となる。

【００５２】

さらには、イオン風を発生させるための電源は、環状電極３に電圧を印加する電源との共用となっている。したがって、高価な高電圧電源を別途設ける必要が無く、ナノファイバ製造装置を低価格化することが可能となる。

【００５３】

ここで、原料液Ｆに含ませる高分子材料は、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、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、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、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、ポリペプチド等が好適なものとして例示でき、これらより選ばれる少なくとも１種が使用される。しかしながら、原料液Ｆに含ませることができる高分子材料はこれらに限られるものではなく、既存の物質であってもナノファイバの原料としての適性が新たに認められたものや、今後に開発される物質でナノファイバの原料としての適性が認められるものを好適に用いることができる。

【００５４】

また、高分子材料を分散または溶解させるための分散媒または溶媒は、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、水等が好適なものとして例示でき、これらより選ばれる少なくとも１種が使用される。しかしながら、高分子材料を分散または溶解させるための分散媒または溶媒は、これらに限られるものではなく、既存の物質であってもエレクトロスピニング法における高分子材料の分散媒または溶媒としての適性が新たに認められたものや、今後に開発される物質で分散媒または溶媒としての適性が認められるものを好適に用いることができる。

【００５５】

また、原料液Ｆには無機質固体材料を混入することも可能である。混入可能な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、硫化物などを挙げることができる。耐熱性、加工性などの観点からは酸化物を用いるのが好ましい。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１種が使用される。しかしながら、原料液Ｆに混入される無機質固体材料はこれらに限定されるものではない。

【００５６】

高分子材料と分散媒または溶媒との混合比率は、それらの種類にもよるが、分散媒または溶媒の比率が６０～９８重量％となるように混合されるのが好ましい。

【００５７】

図４に回転駆動機構の他の一例を示す。図示例の機構においては、周壁に放出孔２ａが設けられた円筒状の容器２Ｇの一端に、通路を兼用する中空の回転軸２Ｃ１が設けられている。回転軸２Ｃ１は、支持部１１Ｇに回転自在に支持され、モータ１３Ｇによりベルト駆動される。原料液Ｆは、回転軸２Ｃ１の中空部を通して原料液供給配管１５Ｇにより容器２Ｇの内部に供給される。ここで、容器２Ｇは、本体筒部の全長に亘って周壁に放出孔２ａが形成されている。

【００５８】

〈実施の形態２〉

図５に、本発明の実施の形態２に係るナノファイバ製造装置の要部を拡大して示す。実施の形態２は実施の形態１を改変したものであり、図５に示すように、実施の形態２のナノファイバ製造装置においては、容器２は、電源７により直接に電圧が印加される。一方、環状電極３Ｇ（被誘導電極）は接地される。それ以外の構成は実施の形態１と同様である。

また、実施の形態２のナノファイバ製造装置においては、原料液Ｆは、電源７により容器２に印加された電圧により帯電される。一方、環状電極３Ｇには、容器２に印加された電圧と逆極性の電荷が誘導される。これにより、容器２と環状電極３Ｇとの間に電界が発生する。容器２において帯電した原料液Ｆには、上記電界の電気力と容器２の回転による遠心力とが働き、これにより原料液Ｆは環状電極３Ｇに向かって放出される。これ以外の動作は実施の形態１と同様である。

【００５９】

〈実施の形態３〉

図６に、本発明の実施の形態３に係るナノファイバ製造装置の要部を拡大して示す。実施の形態３は実施の形態１または２を改変したものであり、図６に示すように、実施の形態３のナノファイバ製造装置においては、環状電極３Ｈ（誘導電極または被誘導電極）の一端部（図１のコレクタ５側端部側に相当している）に複数の針状ないしは錐体状の凸部

６Ｇが所定ピッチでコレクタ５側に向けて突設されている。また、容器２Ｈは、本体筒部の全長に亘って周壁に放出孔２ａが形成される。容器２Ｈの回転軸２ｃ２には台形の回転体形状のモータ１３Ｇを含む回転駆動手段３３が接続されている。回転駆動手段３３の周囲には筒状の案内体２０Ｈが配されるとともに、案内体２０Ｈの反容器２Ｈ側端部には送風機４Ｈが配設されている。それ以外の構成は実施の形態１または２と同様である。

実施の形態３のナノファイバ製造装置によれば、従来から使用されている環状電極３Ｈの一端部に針状または錐体状の凸部６Ｇを設けるだけの簡単な構成により、高電圧電源を増設することなく、イオン風を発生させて、原料液Ｆ等を速やかに無電荷の状態とすることが可能となる。

【００６０】

〈実施の形態４〉

図７に、本発明の実施の形態４に係るナノファイバ製造装置の概略構成を示す。実施の形態４は実施の形態１を改変したものであり、図７に示すように、実施の形態４のナノファイバ製造装置においては、筒体８の内部の適宜位置に、原料液Ｆ等に向けてイオン風を発生させる尖り部を有する環状の除電電極１６が設けられる。一方、環状電極３Ｉからは尖り部が除かれる。除電電極１６は、環状電極３Ｉ（誘導電極）と、例えば筒体８の大径部８ａの内部に配設される配線１６ａにより接続される。すなわち、除電電極１６は、環状電極３Ｉに電圧を印加するのと同一の電源７により電圧が印加される。それ以外の構成は実施の形態１と同様である。

【００６１】

実施の形態４のナノファイバ製造装置によれば、環状電極３Ｉの容器２に誘導される電荷により帯電された原料液Ｆ等は、電源７により電圧が印加された除電電極１６の尖り部から発生される原料液Ｆ等の帯電極性と逆極性のイオン風によって電荷が減少される。これにより、原料液Ｆから繊維状物質Ｆ１が形成された後、繊維状物質Ｆ１は速やかに電荷が減少していく。

さらには、除電電極１６には、環状電極３Ｉに電圧を印加する電源７により電圧が印加される。したがって、高価格な高電圧電源を別途用意する必要がなく、ナノファイバ製造装置を低価格化することが可能となる。なお、実施の形態４のナノファイバ製造装置において、容器２を電源７と接続し、環状電極３Ｉおよび除電電極１６を接地する構成とすることも勿論可能である。

【００６２】

〈実施の形態５〉

図８に、本発明の実施の形態５に係るナノファイバ製造装置の概略構成を示す。実施の形態５は実施の形態１を改変したものであり、図８に示すように、実施の形態５のナノファイバ製造装置においては、容器２Ｉは箱状に形成され、その一つの面（好ましくは下面）に複数の放出孔２ａが形成される。放出孔２ａが形成された容器２Ｉの面と対向して平板状電極（図示例では誘導電極）３Ｊが配設される。原料液Ｆは、容器２Ｉと平板状電極３Ｊとの間の電界により放出孔２ａから放出される。また、容器２Ｉと接続して、放出孔２ａからの原料液Ｆの放出を補助するように容器２Ｉ内部の原料液Ｆを加圧する、力印加機構としての加圧機構３５が設けられる。

【００６３】

更に、放出孔２ａから放出された原料液Ｆに対して原料液Ｆの放出方向と垂直な方向且つ容器２Ｉと平板状電極３Ｊとの間に送風するように送風機４Ｇが配置される。そして、平板状電極３Ｊの送風機４Ｇによる送風の下流側端部には、尖り部６Ｊが設けられる。

また、送風機４Ｇと容器２Ｉとの間には実施の形態１と同様にヒータ１０Ｇが配設され、送風機４による送風の容器２Ｉおよび平板状電極３Ｊの下流側には、原料液Ｆ等の流路を規定する例えば角型の筒体８Ｇが設けられる。それ以外の構成は実施の形態１と同様である。

【００６４】

実施の形態５のナノファイバ製造装置によれば、原料液Ｆは、容器２Ｉと平板状電極３

Ｊとの間の電界および加圧機構３５の加圧により放出孔２ａから放出される。それ以外の動作は実施の形態１と同様である。また、実施の形態５の構成は上述したものに限らず、例えば放出孔２ａは、容器２Ｉの下面から突出して設けられたノズルとすることも可能である。

【００６５】

このように、本発明は、円筒状の容器と環状電極との組み合わせに限定されることなく、例えば箱形の容器と平板状電極との組み合わせに対しても適用することが可能である。なお、実施の形態５のナノファイバ製造装置においても、容器２Ｉを電源７と接続し、平板状電極３Ｊを接地する構成とすることは勿論可能である。

また、実施の形態５では、平板状電極３Ｊの送風機４Ｇによる送風の下流側端部に、尖り部６Ｊを設けたが、実施の形態４と同様に、筒体８Ｇの途中に尖り部を有する除電電極を配置して、平板状電極３Ｊと配線により接続してもよい。また、尖り部６Ｊは、複数の針状ないしは錐体状の凸部で構成してもよい。

なお、尖り部は、角度が尖る程、イオン風の発生量は増加し、また、複数の針状ないしは錐体状の凸部も、尖る角度により、また、配置する数により、イオン風の発生量は変化する。

【産業上の利用可能性】

【００６６】

本発明のナノファイバ製造装置およびナノファイバ製造方法によれば、エレクトロスピニング法を利用してナノファイバを製造する場合に、装置を小型化・低価格化することが可能となる。したがって、各種フィルタや電池のセパレータの素材として有用なナノファイバの製造コストを引き下げることができる。

【図面の簡単な説明】

【００６７】

【図１】本発明の実施の形態１に係るナノファイバ製造装置の全体構造を示す一部を断面にした側面図である。

【図２】図１の装置の要部拡大図である。

【図３】回転駆動機構の他の例を示す斜視図である。

【図４】環状電極の詳細を示す図であり、（ａ）は斜視図、（ｂ）は縦断面図である。

【図５】本発明の実施の形態２に係るナノファイバ製造装置の要部拡大図である。

【図６】本発明の実施の形態３に係るナノファイバ製造装置の要部拡大図である。

【図７】本発明の実施の形態４に係るナノファイバ製造装置の要部拡大図である。

【図８】本発明の実施の形態５に係るナノファイバ製造装置の要部拡大図である。

【図９】従来のナノファイバ製造装置の概略図である。

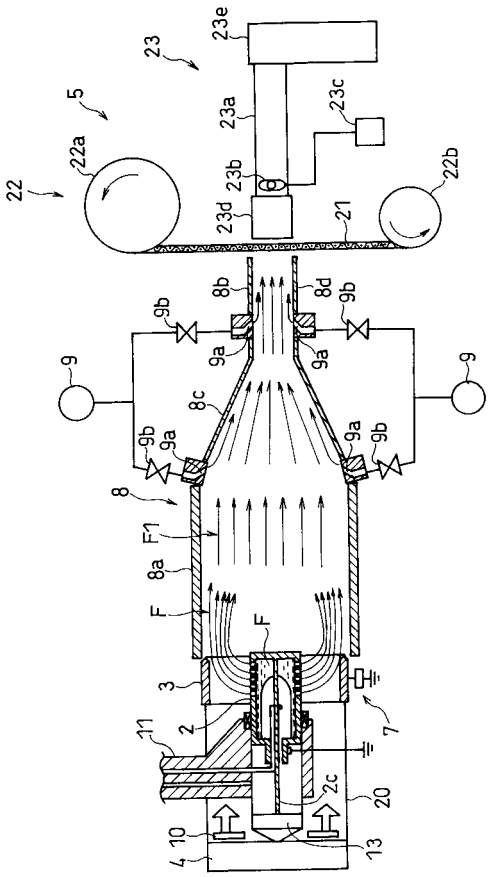
【図１０】従来の他のナノファイバ製造装置の概略図である。

【符号の説明】

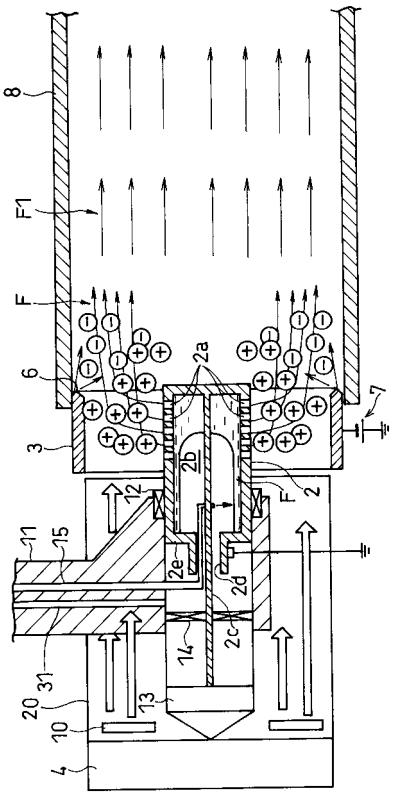
【００６８】

２　容器
２ａ　放出孔
３　環状電極
４　送風機
５　コレクタ
６　尖り部
６Ｇ　凸部
１３　モータ
１６　除電電極
３５　加圧機構

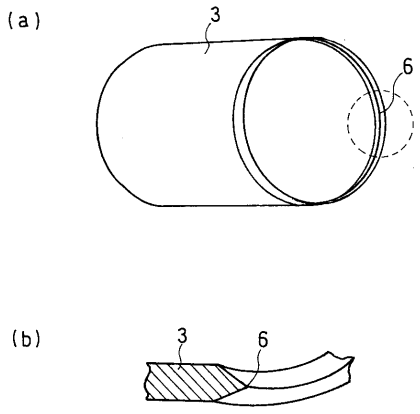
【図１】


23e
23
23a
23c
5
22a
22
23b
θ
22b
23d
21
8b
8d
9b
9b
9a
9a
9
9
8c
9b
9a
9a
9b
8
F1
8a
F
F
3
11
2
7
2c
20
10
13
4

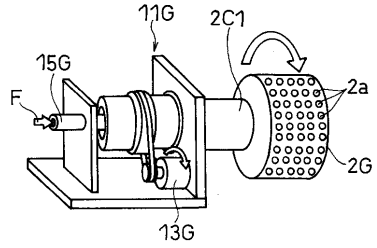
【図２】


8
F1
F
6
2a
7
3
2b
12
F
2
11
15
2e
2d
2c
14
31
20
13
10
4

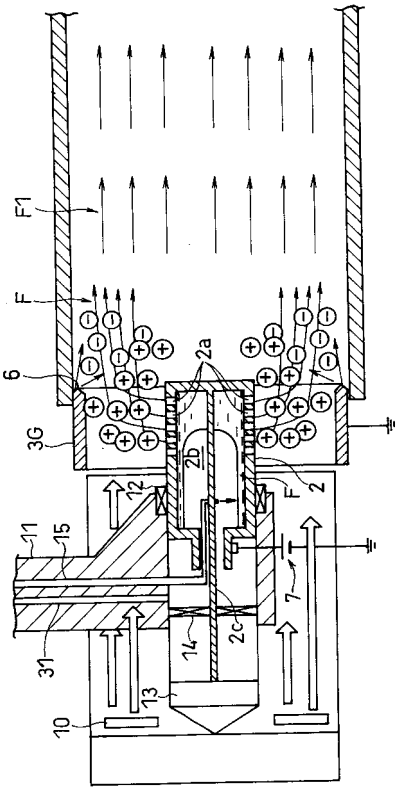
【図３】


(a)
3
6
(b)
3
6

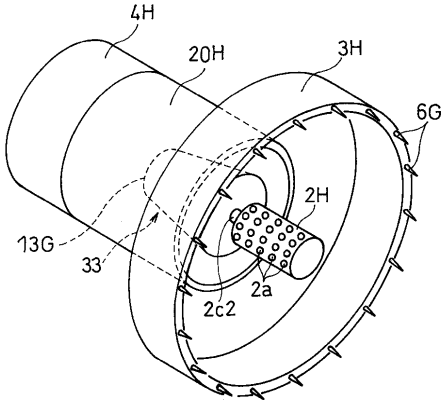
【図４】


11G
2C1
15G
F
2a
2G
13G

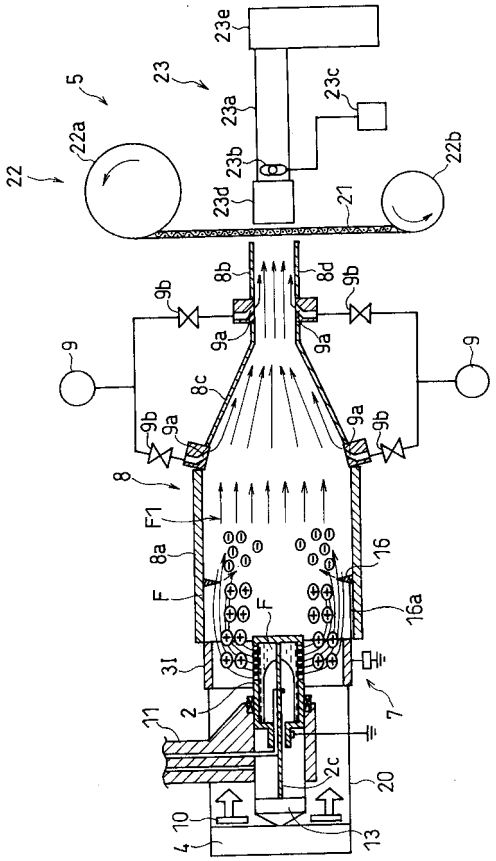
【図５】


F1
F
6
2a
3G
2b
12
F
2
11
15
7
2c
14
31
13
10

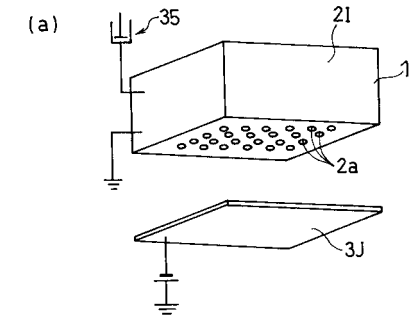
【図６】

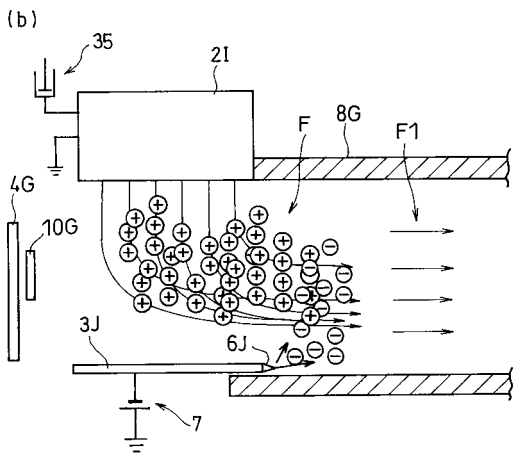


【図７】

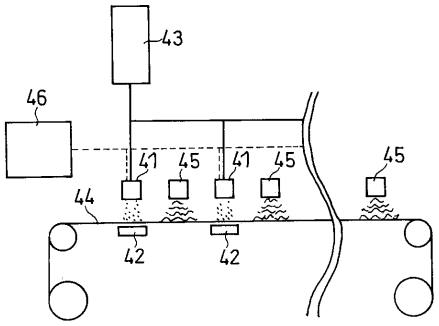


【図８】

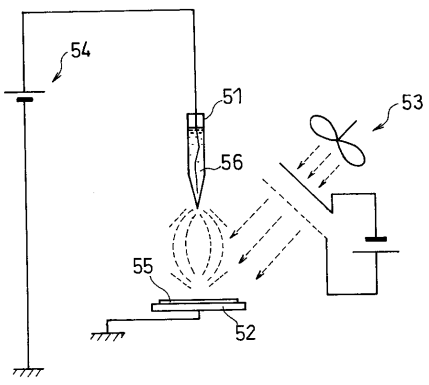




【図９】



【図１０】



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

Ｆターム(参考) 4L045 AA01　AA08　BA34　BA60　CA19　CB40　DA45　DA60
4L047 AA28　EA22