(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5234355号
(P5234355)
(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

請求項の数 6　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願2009-6738(P2009-6738)
(22)出願日　平成21年1月15日(2009.1.15)
(65)公開番号　特開2010-163715(P2010-163715A)
(43)公開日　平成22年7月29日(2010.7.29)
審査請求日　平成23年2月8日(2011.2.8)

（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
(73)特許権者　304021417
国立大学法人東京工業大学
東京都目黒区大岡山２丁目１２番１号
(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　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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ナノファイバ製造装置、および製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
高分子材料を含む液状の原料を空中に放出して、静電延伸現象により繊維状物質を生成し、生成された繊維状物質を収集するナノファイバ製造装置であって、
前記原料を空中に放出するための孔を有するとともに、前記原料が通過する空間を内部に有する原料放出部と、
前記原料放出部と所定距離をおいて対向するように配置され、前記原料放出部に電荷を誘導するための帯電用電極と、
前記生成された繊維状物質を偏向して所定方向に移送するための気流を発生する気流発生手段と、
前記生成された繊維状物質を表面に堆積させて収集する収集体と、
一定の距離をおいて対向配置される一対の移送用電極を含み、前記気流により移送される繊維状物質をさらに偏向して前記収集体まで移送するための電界を発生する電界発生手段と、
前記原料放出部と前記帯電用電極との間に所定の電位差を発生させる電位差発生手段とを備え、
前記原料放出部から放出された原料の運動の向きが気流により偏向され、さらに一定の距離をおいて対向配置された前記複数の移送用電極の間の電界により、前記生成された繊維状物質の運動の向きが偏向されることにより、均一な電気力線を有する電界により繊維状物質を移送して、収集体の上に堆積させて収集することを特徴とするナノファイバ製造

装置。
【請求項２】
前記収集体が長尺帯状であり、
前記収集体を長手方向に送る送り機構を備え、
前記送り機構が、前記収集体を巻き出す巻き出し装置、並びに前記繊維状物質が表面に堆積された収集体を巻き取る巻き取り装置を含む請求項１記載のナノファイバ製造装置。
【請求項３】
前記気流により移送される繊維状物質の運動を前記対向配置される一対の移送用電極間まで案内する筒状の案内体を備える請求項１または２記載のナノファイバ製造装置。
【請求項４】
前記原料放出部、前記帯電用電極および前記気流発生手段から構成される繊維状物質生成手段を複数組備え、それらの繊維状物質生成手段により生成される前記繊維状物質を一対の前記移送用電極の間の空間に前記気流により移送する請求項１～３のいずれかに記載のナノファイバ製造装置。
【請求項５】
前記原料放出部が、前記孔を周壁に有する、所定の軸を中心として回転される、回転容器から構成されており、
前記帯電用電極が、前記回転容器の周囲に配設される環状の電極である請求項１～４のいずれかに記載のナノファイバ製造装置。
【請求項６】
高分子材料を含む液状の原料から静電延伸現象により繊維状物質を生成するナノファイバ製造方法であって、
前記原料を原料放出部から空中に放出する工程ａ、
前記原料放出部と、それと所定の距離をおいて対向配置された帯電用電極との間に所定の電位差を生じさせて、前記空中に放出される原料を帯電させる工程ｂ、
前記空中に放出された原料を気流により偏向して、前記生成された繊維状物質を所定方向に移送する工程ｃ、
前記生成された繊維状物質を収集体の表面に堆積させて収集する工程ｄ、並びに
前記気流により移送される繊維状物質を、さらに一定の距離をおいて対向配置された複数の移送用電極の間に発生される電界により前記収集体まで移送する工程ｅを含み、
前記放出された原料の運動の向きが気流により偏向され、さらに前記複数の移送用電極の間の電界により、前記生成された繊維状物質の運動の向きが偏向されることにより、均一な電気力線を有する電界により繊維状物質を移送して、収集体の上に堆積させて収集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】
本発明は、ナノファイバ製造装置、および製造方法に関し、さらに詳しくはエレクトロスピニング法により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、液体中に高分子材料を分散または溶解させた液状の原料を空中に放出するとともに、放出の際に原料を高電圧で帯電させ、原料を空中で電気的に延伸させてナノファイバを得る方法である（例えば特許文献１参照）。
【０００３】
より詳細には、電界により帯電されて空気中に放出された原料は空中を飛翔する間に分散媒または溶媒が蒸発し、体積が減少していく。一方、原料に付与された電荷は分散媒または溶媒の蒸発にかかわらず維持されるために、原料の電荷密度は分散媒または溶媒の蒸

発とともに増大していく。そして、原料内部の反発方向のクーロン力が原料の表面張力より大きくなったときに原料が爆発的に線状に延伸される現象（以下、静電延伸現象と述べる）が生じる。この静電延伸現象が空中において連続的に発生し、原料が幾何級数的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状物質が生成される。

【０００４】

空中で生成された繊維状物質を収集する方法は様々であり、例えば特許文献２には、ノズルから噴射された高分子材料から生成されるナノファイバを、コンベヤ形態で送られるコレクタの上に積層して収集する方法が示されている。ここでは、ノズルとコレクタとの間に所定の電位差を生じさせて（特許文献２の図１および２参照）、ノズルに対して、原料に付与するための電荷を誘導するとともに、コレクタに対して、生成された繊維状物質を引き寄せるための電荷を誘導している。

【０００５】

【特許文献１】特開２００５－３３０６２４号公報
【特許文献２】特開２００２－２０１５５９号公報
【特許文献３】特開２００８－１５０７６９号公報
【特許文献４】ＷＯ　２００８／０６２７８４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、上述したナノファイバの収集方法では、ナノファイバをコレクタの上に確実に堆積させるために、ノズル等の原料放出部と、コレクタとの間の距離を非常に短くする必要がある。

例えば、特許文献２の実施例においては、原料放出部とコレクタとの距離を８ｃｍまたは１０ｃｍとしている。しかしながら、このように両者間の距離を小さくしてしまうと、生成されるナノファイバの量が次第に少なくなり、継続的に大量のナノファイバを製造することができないという問題が生じる。

【０００７】

より詳しく説明すると、ノズルと近接配置されたコレクタの上に、帯電した大量のナノファイバが堆積すると、その電荷と同じ極性に帯電されたナノファイバの原料がノズルから放出されにくくなる。また、ノズルとコレクタとの間の狭い空間に、帯電した大量のナノファイバが滞留すると、その電荷により原料放出部からの原料の放出が阻害される。さらには、コレクタに堆積したナノファイバの電荷や、原料放出部とコレクタとの間の空間に充満したナノファイバの電荷により、原料放出部から放出されるナノファイバの原料が帯電されにくくなり、空中でのナノファイバの生成が阻害されてしまう。

【０００８】

また、ナノファイバの原料が有機溶媒により溶解または分散されている場合は、狭い空間に有機溶媒が充満すると、爆発が引き起こされる危険性が生じ、安全性を確保することが困難になるという別の問題も発生する。

【０００９】

このため、本発明者等は、周壁に孔の開いた円筒状の容器に電荷を誘導し、その内部にナノファイバの原料を供給するとともに、容器を回転させて、周壁の孔から帯電したナノファイバの原料を遠心力により放出してナノファイバを生成する方法を提案している（特許文献３参照）。生成されたナノファイバは、送風により容器の軸方向に偏向され、その方向に配置された、ナノファイバとは逆極性の電圧が印加された電極に引き寄せられ、その電極の手前に配置されたコレクタの上に堆積し、不織布として収集される。

【００１０】

この方法によれば、原料の放出方向とコレクタが配置される方向とが異なるので、コレクタに堆積したナノファイバの電荷により、原料の放出が阻害されたり、原料への帯電が阻害されたりするのを防止することができる。また、原料放出部と容器との間の空間が広

がるとともに、大量の空気が送り込まれるために、有機溶媒の密度が減少し、狭い空間に有機溶媒が充満することによる爆発の危険性を低減することが可能となる。

【００１１】

しかしながら、この方法においては、原料放出部である容器とコレクタとの間の電気力線を均一とすることが困難である、という別の問題を生じる。より詳細に説明すれば、この方法においては、容器の周面とコレクタとが平行に配置されておらず、また容器やコレクタの周囲には様々な部材が配置されているために、電気力線に乱れが生じるからである。その結果、ナノファイバをコレクタの上に均一に堆積させることができず、均一な集積密度のナノファイバの不織布を得ることが困難となる。

【００１２】

また、本発明者等は、特許文献４において、特許文献３の構成に加えて、容器に電荷を誘導して原料を帯電させるための、環状の帯電用電極を容器の周囲に配置することを提案している（特許文献４の図１８参照）。この構成により、容器に誘導される電荷を容易に大きくすることができるので、原料に十分な電荷を与えることが可能となり、原料からナノファイバが生成されないままとなる割合を低減することができる。

しかしながら、この構成においても、容器からコレクタに向かう電気力線が均一なものとならず、厚みの均一な不織布からなる高品質のナノファイバを得ることが困難であるという問題は残る。

【００１３】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、高品質なナノファイバを、より大量に生産することができるナノファイバ製造装置、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】

【００１４】

上記目的を達成するための本発明は、高分子材料を含む液状の原料を空中に放出して、静電延伸現象により繊維状物質を生成し、生成された繊維状物質を収集するナノファイバ製造装置であって、

前記原料を空中に放出するための孔を有するとともに、前記原料が通過する空間を内部に有する原料放出部と、

前記原料放出部と所定距離をおいて対向するように配置され、前記原料放出部に電荷を誘導するための帯電用電極と、

前記生成された繊維状物質を偏向して所定方向に移送するための気流を発生する気流発生手段と、

前記生成された繊維状物質を表面に堆積させて収集する収集体と、

一定の距離をおいて対向配置される一対の移送用電極を含み、前記気流により移送される繊維状物質をさらに偏向して前記収集体まで移送するための電界を発生する電界発生手段と、

前記原料放出部と前記帯電用電極との間に所定の電位差を発生させる電位差発生手段

とを備え、

前記原料放出部から放出された原料の運動の向きが気流により偏向され、さらに一定の距離をおいて対向配置された前記複数の移送用電極の間の電界により、前記生成された繊維状物質の運動の向きが偏向されることにより、均一な電気力線を有する電界により繊維状物質を移送して、収集体の上に堆積させて収集することを特徴とするナノファイバ製造装置である。

【００１５】

本発明の製造装置において、好ましい形態においては、前記収集体が長尺帯状とされ、

前記収集体を長手方向に送る送り機構が備えられ、

前記送り機構が、前記収集体を巻き出す巻き出し装置、並びに前記繊維状物質が表面に堆積された収集体を巻き取る巻き取り装置を含む。

【００１６】

本発明の製造装置において、さらに別の好ましい形態においては、前記気流により移送される繊維状物質の運動を前記対向配置される一対の移送用電極間まで案内する筒状の案内体が備えられる。

【００１７】

本発明の製造装置において、別の好ましい形態においては、前記原料放出部、前記帯電用電極および前記気流発生手段から構成される繊維状物質生成手段が複数組備えられ、それらの繊維状物質生成手段により生成される前記繊維状物質が一対の前記移送用電極の間の空間に前記気流により移送される。

【００１８】

本発明の製造装置において、別の好ましい形態においては、前記原料放出部が、前記孔を周壁に有する、所定の軸を中心として回転される、回転容器から構成されており、

前記帯電用電極が、前記回転容器の周囲に配設される環状の電極である前記気流により移送される繊維状物質の運動を案内する筒状の案内体を備える。

【００１９】

また、本発明は、高分子材料を含む液状の原料から静電延伸現象により繊維状物質を生成するナノファイバ製造方法であって、

前記原料を原料放出部から空中に放出する工程ａ、

前記原料放出部と、それと所定の距離をおいて対向配置された帯電用電極との間に所定の電位差を生じさせて、前記空中に放出される原料を帯電させる工程ｂ、

前記空中に放出された原料を気流により偏向して、前記生成された繊維状物質を所定方向に移送する工程ｃ、

前記生成された繊維状物質を収集体の表面に堆積させて収集する工程ｄ、並びに

前記気流により移送される繊維状物質を、さらに一定の距離をおいて対向配置された複数の移送用電極の間に発生される電界により前記収集体まで移送する工程ｅを含み、

前記放出された原料の運動の向きが気流により偏向され、さらに前記複数の移送用電極の間の電界により、前記生成された繊維状物質の運動の向きが偏向されることにより、均一な電気力線を有する電界により繊維状物質を移送して、収集体の上に堆積させて収集することを特徴とするナノファイバ製造方法を提供する。

【発明の効果】

【００２０】

本発明によれば、原料放出部から放出された原料の運動の向きが気流により偏向され、さらに一定の距離をおいて対向配置された複数の移送用電極の間の電界により、生成された繊維状物質の運動の向きが偏向され、繊維状物質が収集体の上に堆積されて収集される。このため、均一な電気力線を有する電界により繊維状物質を移送して、収集体の上に堆積させて収集することができる。したがって、繊維状物質の堆積状態を均一とすることが可能となり、集積密度の均一な繊維状物質（ナノファイバ）の不織布を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２１】

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概略構成を示す、一部を断面にした側面図である。

【００２２】

製造装置は、金属などの導体からなる、接地された、略箱形の容器２を備えている。容器２の内部には、高分子材料を分散媒または溶媒と混合してなる液状の原料Ｆが、図示しないポンプにより原料供給管５を介して所定圧力で送られてくる。

容器２の下側の壁部には、所定圧力で送られてくる原料Ｆを空中に放出するための図示しない多数の細孔が形成されており、その細孔は、容器２の上記壁部の外側面に設けられた多数の突起２ａの先端部に開口している。

【００２３】
　また、容器２の上記壁部と対向する位置には、その壁部に電荷を誘導して、その電荷により空中に放出される原料Ｆを帯電させるための、板状の帯電用電極３が配設されている。帯電用電極３は、高電圧電源４Ａの一方の端子（例えば負極端子）と接続されている。高電圧電源４の他方の端子（例えば正極端子）は接地されている。高電圧電源４Ａの詳細を、図１の破線の丸Ｐの中に示す。後掲の図２～１０においては高電圧電源４Ａの詳細は示していないが、その内容は図１に示したのと同じである。
【００２４】
　また、容器２の上記壁部と帯電用電極３との間の空間の側方（後述する収集体１２の送りの方向の反対側の側方）には、送風機７が、その空間に向かって水平方向に送風するように配設されている。ここで、送風機７による送風の方向は、収集体１２の送りの方向と平行となっている。図示例では、送風の方向は収集体１２の送りの方向と同じ方向であるが、収集体１２の送り方向と逆の方向にすることもできる。容器２の突起２ａの先端から放出された原料Ｆは、空中を飛翔する間に分散媒または溶媒が蒸発し、静電延伸現象により繊維状に細分化される。これにより、繊維状物質Ｆ１が生成される
　また、容器２の突起２ａの先端から下に向かって放出された原料Ｆ、ないしはそれから生成された繊維状物質Ｆ１（以下、両者を区別する必要がない場合は原料Ｆ等と総称する）は、送風機７が発生する気流により運動の向きが変えられて、水平方向に移送される。
【００２５】
　また、原料Ｆ等が上記気流により移送される方向において、容器２および帯電用電極３と隣接する位置には、互いに対向するように一対の電極（移送用電極）１７および１８が上下に配置されている。ここで、これら一対の移送用電極１７と１８との間の距離は全面に亘って一定となっている。
　また、下側の移送用電極（以下、送り出し側電極という）１７は、その上面が帯電用電極３の上面と面一となるように配設されている。
【００２６】
　また、上側の移送用電極（以下、吸引側電極という）１８は、別の高電圧電源４Ｂの一方の極性の端子（図示例では、負極端子）と接続されている。別の高電圧電源４Ｂの他方の極性の端子は接地されている。ここで、吸引側電極１８が接続される端子の極性は、帯電用電極３が接続される高電圧電源４Ａの端子の極性と同じ極性となっている。つまり、繊維状物質Ｆ１に帯電される電荷とは逆極性の電圧が吸引側電極１８には印加されている。
　一方、送り出し側電極１７は接地されており、これによって、送り出し側電極１７には繊維状物質Ｆ１に帯電される電荷と同じ極性の電荷が誘導される。
【００２７】
　この結果、送り出し側電極１７と吸引側電極１８との間には、繊維状物質Ｆ１を上に向かって移送するような電界が生ずる。その電界は、全面に亘って一定の距離で対向するように配置された板状の電極の間に発生しているために、電気力線が均一な電界となっている。
【００２８】
　そして、その電界により繊維状物質Ｆ１が移送される方向には、繊維状物質Ｆ１の収集装置１０が配置されている。
　収集装置１０は、下側の面に繊維状物質Ｆ１を堆積させて収集する長尺帯状の収集体１２と、収集体１２を長手方向に送る送り機構としての巻き出しロール１４および巻き取りロール１６とを備えている。
　収集体１２は、吸引側電極１８と摺接または所定距離をおいて、収集体１２の下側の位置を上記送り機構により送られるように配設されている。図示例では、収集体１２は容器２よりもさらに上の位置で送られるように配置されている。このようにすれば、巻き出しロール１４と容器２との位置関係に特別の配慮を払うことなく収集体１２の下側の面に繊維状物質Ｆ１を均一に堆積させることができる。しかしながら、巻き出しロール１４を容

器２と隣接するように配置して、収集体１２を容器２の下側の面と同じ高さ、またはそれよりも低い位置で送るようにすることも可能である。

【００２９】

ここで、収集体１２は、堆積した繊維状物質Ｆ１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。

また、収集体１２の素材は、絶縁性材料に限定されるものではなく、例えばカーボンナノファイバ等の導電性材料を混合して、収集体１２に導電性を持たせるようにしてもよい。

【００３０】

次に、以上の構成のナノファイバ製造装置の動作を説明する。

原料供給管５を介して、図示しないポンプにより所定圧力で容器２の内部に供給される原料Ｆは、突起２ａの先端部から上記細孔を介して空中に放出される。また、所定の電圧が高電圧電源４Ａにより印加された帯電用電極３と、接地された容器２との間には電界が発生し、容器２と帯電用電極３とに、それぞれ逆極性の電荷が誘導される。図示例では、容器２には正電荷、帯電用電極３には負電荷が誘導される。

【００３１】

これにより、容器２の上記細孔から放出される原料Ｆは、容器２に誘導された電荷（正電荷）により帯電される。帯電された原料Ｆには、容器２と帯電用電極３との間の電界により帯電用電極３に向かう力が働く。

【００３２】

このようにして、原料Ｆは、上記ポンプによる供給圧力および電界により、帯電用電極３に向かって空中を飛翔する。空中を飛翔する間に、原料Ｆからは、分散媒または溶媒が蒸発し、原料Ｆの体積は減少する。原料Ｆの体積が減少すると、それに連れて電荷密度は高くなり、原料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延伸現象が発生し、それを繰り返すことによって原料Ｆは繊維状に細分化されて、繊維状物質Ｆ１（ナノファイバ）が生成される。

【００３３】

一方、原料Ｆ、ないしはそれから生成された繊維状物質Ｆ１は、運動の向きが、送風機７が発生する気流により偏向され、収集体１２の送りの方向（図に矢印により示している）と平行に、水平に移送される。上記気流により水平に移送される、正の電荷を帯びた繊維状物質Ｆ１は、送り出し側電極１７と吸引側電極１８との間の電界により上に向かって移送され、吸引側電極１８の下側で送られている収集体１２の下側の面に堆積される。

【００３４】

このとき、送り出し側電極１７と吸引側電極１８とは、全面に亘って一定の距離で対向配置された板状の電極であるために、その間の電界は、電気力線が均一なものとなっている。このため、均一な集積密度で、収集体１２の下側の面に繊維状物質Ｆ１を堆積させることができる。

また、繊維状物質Ｆ１が気流により移送される方向を、収集体１２の送りの方向と平行にしていることから、収集体１２の表面に繊維状物質Ｆ１をより均一に堆積させることが可能となる。

さらには、収集体１２の送りの位置を容器２よりも高い位置に設定することで、容器２と干渉させないように収集体１２の配置を行うことが容易となる。したがって、容器２の配置に依存しないで、収集体１２の送りの位置を最適なものとすることができ、均一な良質のナノファイバの不織布を得ることができる。

【００３５】

また、送風機７が発生する気流により多量の空気が供給されることから、原料Ｆに揮発性の有機溶媒または有機分散媒が含まれている場合にも、それらが高密度に充満すること

がなく、爆発などの危険性を低減することができる。
また、送風機７により発生する気流の温度を、原料Ｆを偏向させる前に加熱装置等を用いて所定の温度まで上昇させることによって、さらに、揮発性の有機溶媒または有機分散媒の蒸発を加速することができる。これによって、静電延伸現象が促進されて、より微細なナノファイバを生成することができる。
【００３６】
また、繊維状物質Ｆ１は、電界により上に向かって移送されることから、十分な電荷を与えられ、原料Ｆが十分に細分化されて生成された繊維状物質Ｆ１は、収集体１２の下側の面に到達するまで上昇し、収集体１２の下側の面に堆積され、不織布として収集される。一方、原料Ｆに十分な電荷が与えられずに、溶媒等が蒸発しても静電延伸現象が発現せず、塊のまま残った高分子材料は、重力により収集体１２の下側の面への到達が妨げられて、多くの部分が排除される。
このようにして、高分子材料の塊の混入量が少ない良質のナノファイバを製造することが可能となる。
【００３７】
ここで、帯電用電極３には、１～２００ｋＶの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と帯電用電極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容器２と帯電用電極３との距離を調節することが好ましい。これにより、容器２と帯電用電極３との間に均等且つ強い電界を発生させることができる。送り出し側電極１７および吸引側電極１８についても同様である。
【００３８】
なお、本実施の形態においては、帯電用電極３に電圧を印加し、容器２は接地するものとしたが、これに限らず、帯電用電極３を接地し、容器２に電圧を印加するものとしてもよい。また、容器２および帯電用電極３の両方に、逆極性の電圧を印加するものとしてもよい。要するに、容器２と帯電用電極３との間に所定の電位差を生じさせるように、容器２および帯電用電極３の一方に電圧を印加するか、または容器２と帯電用電極３との間に電圧を印加するようにすればよい。
【００３９】
また、実施の形態においては、帯電用電極３には、負の電圧を印加して、正に帯電した繊維状物質Ｆ１を生成して、吸引側電極１８には負の電圧を印加して繊維状物質Ｆ１を収集しているが、これに限定したものではなく、帯電用電極３に正の電圧を印加して、負に帯電した繊維状物質Ｆ１を生成し、吸引側電極１８には正の電圧を印加して繊維状物質Ｆ１を収集するようにしてもよい。また、収集用電極１８を接地し、送り出し側電極１７に電圧を印加してもよい。
また、実施の形態においては、容器２は、金属などの導体であったが、これに限定するものではなく、容器２が導電性を有しない材料で構成された場合においても、原料Ｆを空中に放出するための孔の近傍が導電性を有する材料から構成されていれば、その部分と帯電用電極３との間に電界を発生させて、その孔から放出される原料を帯電させることができる。
【００４０】
また、実施の形態においては、送風機７は容器２の上記壁部と帯電用電極３との間の空間の側方（収集体１２の送りの方向の反対側の側方）に配置しているが、この方式に限定するものではなく、容器２の孔から放出された原料を偏向しようとする方向に空気を吸引する吸引手段等を配置することにより、気流を発生させるように構成してもよい。
なお、実施の形態においては、収集体１２の送り方向は巻き出しロール１４および巻き取りロール１６の配置により決定されるが、巻き出しロール１４と巻き取りロール１６の配置を入れ替えて、収集体１２の送り方向を逆方向にしても同じような効果は得られる。
【００４１】
また、原料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。

【００４２】

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。

【００４３】

また、原料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。

【００４４】

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質量％となるように混合されるのが好ましい。

【００４５】

《実施の形態２》

次に、図２を参照して本発明の実施の形態２を説明する。実施の形態２は、実施の形態１を改変したものであり、以下に、実施の形態１とは異なる部分のみを主に説明する。

実施の形態２においては、容器２、帯電用電極３、および送風機７から構成されるナノ

ファイバ生成部の設置される角度が、実施の形態１から変更されている。より具体的には、気流による繊維状物質Ｆ１の移送方向が所定角度θだけ斜め上向きに変更されている。

このように、気流による繊維状物質Ｆ１の移送方向は、電界による移送方向に対して垂直に交わる方向に限らず、電界による移送方向と斜めに交わる方向に設定してもよい。

【００４６】

《実施の形態３》

次に、図３を参照して本発明の実施の形態３を説明する。実施の形態３は、実施の形態１を改変したものであり、以下に、実施の形態１とは異なる部分のみを主に説明する。

実施の形態３においては、送り出し側電極１７は接地されておらず、吸引側電極１８と逆極性の電圧が印加されている。より具体的には、送り出し側電極１７は、さらに別の高電圧電源４Ｃの一方の端子（図示例では正極端子）と接続されている。高電圧電源４Ｃの他方の端子は接地されている。

【００４７】

このように、送り出し側電極１７および吸引側電極１８のそれぞれに、別々の高電圧電源４Ｂおよび４Ｃにより互いに逆極性の電圧を印加することによって、それらの電極の間に繊維状物質Ｆ１を移送するための電界を発生させることができる。

【００４８】

なお、本実施の形態３においては、送り出し側電極１７と吸引側電極１８とのそれぞれに別々の高電圧電源４Ｂおよび４Ｃにより互いに逆極性の電圧を印加するものとしたが、これに限らず、１つの高電圧電源のみを使用して、送り出し側電極１７および吸引側電極１８に、互いに逆極性の電圧を印加するものとしてもよい。つまり、送り出し側電極１７と吸引側電極１８との間に所定の方向を有する電界が形成されればよい。

【００４９】

《実施の形態４》

次に、図４を参照して本発明の実施の形態４を説明する。実施の形態４は、実施の形態１を改変したものであり、以下に、実施の形態１とは異なる部分のみを主に説明する。

実施の形態４においては、収集装置１０は、送風機７が発生する気流により移送される繊維状物質Ｆ１の移送経路の下側に配置されている。これに対応して、送り出し側電極１７が上側に配置され、吸引側電極１８が下側に配置されている。収集体１２は、吸引側電極１８の上側で送られるように配設されており、繊維状物質Ｆ１は収集体１２の上側の面に堆積されて収集される。

【００５０】

このように、本発明においては、一対の移送用電極から構成される電界移送手段により繊維状物質Ｆ１を上から下に向かって移送するように構成することも可能であり、この場合にも、電気力線の均一な電界で繊維状物質Ｆ１を移送することができるという本発明の効果は得られる。

【００５１】

《実施の形態５》

次に、図５を参照して本発明の実施の形態５を説明する。実施の形態５は、実施の形態１を改変したものであり、以下に、実施の形態１とは異なる部分のみを主に説明する。

実施の形態５においては、送風機７が発生する気流により移送される繊維状物質Ｆ１の運動を案内する筒状の案内体６が、容器２および帯電用電極３と、送り出し側電極１７および吸引側電極１８との間に配設されている。案内体６は好ましくは絶縁体から構成される。

これにより、帯電用電極３と送り出し側電極１７とがショートする危険性が減少し、ショートの火花により原料の溶媒または分散媒が引火して、爆発する危険性を減少させることができる。また、ショートによる電源の損傷を回避することができる。したがって、安全性が向上するとともに、機器の耐久性が向上する。

【００５２】

なお、案内体６の素材は、できるだけ帯電しにくい素材とするのが好ましい。例えば、

木や木綿、紙などから構成されるのが好ましい。これにより、案内体６の内部を通過する帯電した繊維状物質Ｆ１が案内体６の内面に付着しにくくなり、殆どの繊維状物質Ｆ１を収集体１２に堆積させて収集することが可能となる。

【００５３】

また、繊維状物質Ｆ１が正電荷に帯電されるものとすれば、案内体６の素材も正電荷に帯電されやすいものとするのも好ましい。例えば、ガラス、石綿およびナイロン等が好ましい。逆に、繊維状物質Ｆ１が負電荷に帯電されるものとすれば、案内体６の素材も負電荷に帯電されやすいものとするのも好ましい。例えば、ポリテトラフルオロエチレン、ポリ塩化ビニルおよびポリエチレン等が好ましい。

このように、案内体６を繊維状物質Ｆ１に帯電している電荷と同じ極性の電荷に帯電されやすい素材から構成することによって、繊維状物質Ｆ１が案内体６の内面に付着するのを防止することができる。これにより、案内体６に付着した繊維状物質Ｆ１等を取り除くためのメンテナンスの頻度を小さくすることができ、生産性が向上する。

【００５４】

《実施の形態６》

次に、図６を参照して本発明の実施の形態６を説明する。実施の形態６は、実施の形態１を改変したものであり、以下に、実施の形態１とは異なる部分のみを主に説明する。

実施の形態６においては、容器２、帯電用電極３および送風機７からなる繊維状物質生成部、並びに送り出し側電極１７および吸引側電極１８がそれぞれ複数組（図示例では、２組）、収集体１２の送りの方向に沿って並ぶようにして、１つの収集装置１０に対して設けられている。

ここで、複数の吸引側電極１８は、１つの高電圧電源４Ｂの一方の端子（図示例では負極端子）と接続されている。

【００５５】

このように、複数組の繊維状物質生成部と電界発生部とを設けるものとすることによって、電界の干渉による弊害を招くことなく生産性を向上させることが可能となる。

なお、図示例においては、吸引側電極１８を２つ設けているが、これらを１つの大きな板状の電極から構成することも可能である。

【００５６】

《実施の形態７》

次に、図７を参照して本発明の実施の形態７を説明する。実施の形態７は、実施の形態１を改変したものであり、以下に、実施の形態１とは異なる部分のみを主に説明する。

実施の形態７においては、容器２、帯電用電極３および送風機７からなる繊維状物質生成部が２つ、対向して設けられている。また、送り出し側電極１７および吸引側電極１８から構成される電界発生部の上側に、電界による繊維状物質Ｆ１の移送を気流により補助する移送補助部が設けられている。それに対応して、収集体１２Ａを、より通気性の高い素材から構成している。

【００５７】

具体的には、上記２つの繊維状物質生成部における、送風機７が発生する気流による繊維状物質Ｆ１の移送方向は、収集体１２の送りの方向と平行な水平方向となっている。また、その移送方向は、互いに逆向きとなっている。これら２つの繊維状物質生成部により生成された繊維状物質Ｆ１は、一対の移送用電極の間の空間に送り込まれ、その間の電界により上に向かって送られる。

さらには、収集体１２Ａの上側には、例えば送風機からなる吸引装置２０と、その吸引装置２０の吸い込み口に接続された筒状のフード２１とからなる移送補助部２３が配設されている。

【００５８】

フード２１は、吸引装置２０と接続される側の開口から、収集体１２Ａと対向する側の開口に向かって、収集体１２Ａの送りの方向と平行な方向の幅が広がるように形成されている。

また、収集体１２Ａは、気体が通過しやすいように、網状の繊維から構成されるのが好ましい。

【００５９】

このように、１つの電界発生部に対して２つの繊維状物質生成部により生成された繊維状物質Ｆ１を送り込むものとすることによって、製造装置の部品数の増大を抑えながら、生産性を向上させることができる。

また、吸引式の移送補助部を設けたことによって、電界による繊維状物質Ｆ１の移送力が小さい場合、例えば一対の移送用電極１７および１８の間の電位差が小さい場合、電極間の距離が大きい場合、および繊維状物質Ｆ１からの電荷の消失量が大きい場合にも、繊維状物質Ｆ１をより確実に収集体１２Ａまで移送することができる。これにより、材料ロスの低減を図ることができる。

【００６０】

なお、図８に示すように、送風機７が発生する気流により繊維状物質Ｆ１を移送する方向は水平方向に限らず、斜め上向きでもよい。

また、図９に示すように、送風機７が発生する気流により繊維状物質Ｆ１を移送する方向は、収集体１２Ａの送りの方向と平行な方向に限らず、その送りの方向と垂直な方向でもよい。しかしながら、この場合には、繊維状物質Ｆ１の集積密度が収集体１２の幅方向の左右で等しくなるように、原料Ｆの放出量や気流の向きを調整する必要がある。

【００６１】

《実施の形態８》

次に、図１０を参照して本発明の実施の形態８を説明する。実施の形態８は、実施の形態１を改変したものであり、以下に、実施の形態１とは異なる部分のみを主に説明する。

実施の形態８においては、容器２Ａは、一端が閉塞された概略円筒形状の外形を有する。そして、容器２Ａは、その円筒形状の軸心に一致する回転軸２ｂに接続された電動機２４により回転駆動される回転容器として構成される。原料Ｆは、容器２Ａの回転による遠心力により、周壁に設けられた細孔（図示せず）を通して放出される。そして、容器２Ａは、回転軸２ｂが水平方向と平行となるように配設される。

【００６２】

また、容器２Ａの周囲には、長板の長手方向の両端部を接合して輪にしたような形状の環状の帯電用電極３Ａが、内周面を容器２Ａの外周面と一定の距離をおいて対向するように同軸に配設される。帯電用電極３Ａは、高電圧電源４Ａの一方の端子（例えば負極端子）と接続されている。高電圧電源４Ａの他方の端子（例えば正極端子）は接地されている。一方、容器２Ａは接地されており、これにより容器２Ａの外周面と、帯電用電極３Ａの内周面とには、それぞれ逆極性の電荷が誘導され、両者の間に電界が発生する。例えば、容器２Ａには正電荷が誘導され、帯電用電極３Ａには負電荷が誘導される。

【００６３】

また、送風機７は、容器２Ａの回転軸２ｂに接続された電動機２４よりも更に側方の位置に配されている。送風機７により発生される気流２６は、筒状のフード２８により容器２Ａと帯電用電極３Ａとの間に導かれて、原料Ｆ等を容器２Ａの軸方向に移送する。気流２６により移送された原料Ｆ等は、送り出し側電極１７および吸引側電極１８の間の電荷により上に向かって移送され、収集体１２の下側の面に堆積される。

また、フード２８内の送風機７の直下流の位置には、環状のヒータ３０が配設されている。これにより、原料Ｆ等からの分散媒または溶媒の蒸発を促進して、原料Ｆから繊維状物質Ｆ１を速やかに生成することができる。また、静電延伸現象が早期に引き起こされることから、生成される繊維状物質Ｆ１の繊維径はより細くなり、微細な繊維状物質Ｆ１を安定して生成することができる。

【００６４】

このように、原料Ｆを空中に放出するための力は、ポンプ等の供給圧力に限らず、容器を回転させて得られる遠心力を利用することができる。また、帯電用電極は、容器の周囲に配設された環状の電極とすることができる。また、原料Ｆを放出する細孔は、必ずしも

容器の外側面に設けられた突起の先端に開口している必要はなく、容器の周壁の表面にそのまま開口していてもよい。

【００６５】

《実施の形態９》

次に、図１１を参照して本発明の実施の形態９を説明する。実施の形態９は、実施の形態８を改変したものであり、以下に、実施の形態８とは異なる部分のみを主に説明する。

実施の形態９においては、容器２Ｂは、ソロバンの珠のような外形を有する回転容器であり、その最も外径の大きい部分の周壁に複数の孔が設けられている。

さらに、容器２Ｂには、回転軸を兼ねる原料液供給管３３により回転自在に支持されている。

また、容器２Ｂの周囲には、丸棒の両端を繋いで輪にしたような形状の環状の帯電用電極３Ｂが配設されている。

【００６６】

原料液供給管３３は、支持部３２により回転可能に支持されるとともに、回転継手３４を介して原料液配管３５の一端と接続されている。また、原料液供給管３３には受動ギア３６が外装されている。受動ギア３６は、電動機２４の出力軸２４ａに取り付けられた能動ギア３８と噛合しており、電動機２４の回転出力により原料液供給管３３が回転されて、容器２Ｂが回転駆動される。

【００６７】

また、原料液配管３５は、他端が原料液タンク４０に接続されるとともに、途中に原料液ポンプ４２および圧力センサ４４が配設されている。圧力センサ４４は、原料液配管３５における原料ポンプ４２の下流側に配設されており、原料ポンプ４２の吐出圧力を検出し、その検出結果に応じた信号を出力する。圧力センサ４４の出力信号は制御部４６に入力される。

【００６８】

制御部４６は、原料ポンプ４２の吐出圧力が所定圧力となるように、圧力センサ４４の検出結果に基づいて原料ポンプ４２を制御する。ここで、原料ポンプ４２は、低沸点溶媒を含む原料液Ｆを一定圧力で供給し得るように、圧力調整弁を内蔵したものを使用するのが好ましい。また、原料ポンプ４２は、インバータ装置を使用して、原料ポンプ４２を構成する交流電動機（誘導電動機・同期電動機）の可変速・可変トルク制御を行うことにより制御するのが好ましい。

以上の構成により、原料液配管３５、回転継手３４および原料液供給管３３を介して、原料Ｆが、原料液タンク４０から容器２Ｂの内部に所定圧力で供給される。

【００６９】

このように、回転継手３４を介して原料液配管３５と原料液供給管３３とを接続するものとすることによって、容器２Ｂの回転による遠心力のみならず、原料ポンプ４２による原料Ｆの供給圧力をも利用して原料Ｆを容器２Ｂから放出することが可能となる。これにより、原料Ｆの放出をよりスムーズに行うことが可能となり、ナノファイバの生産性が向上する。

【００７０】

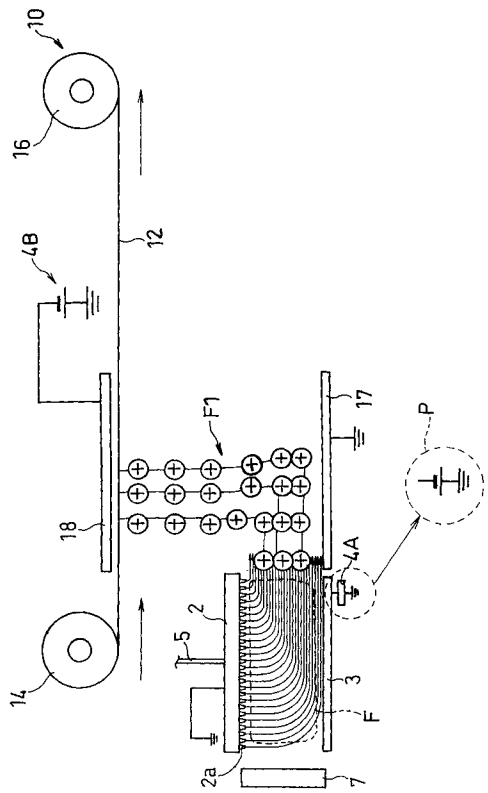
以上、本発明を各実施の形態により説明したが、以下に、本発明の好ましいより具体的な形態を説明するとともに、上記各実施の形態の更なる変形例を説明する。

実施の形態８および９の容器２Ａおよび２Ｂの外径は１０ｍｍ～３００ｍｍとするのがよい。容器２Ａおよび２Ｂの外径が３００ｍｍを超えると、上記気流により原料Ｆ等を適度に集中させることが困難となるからである。また、容器２Ａの外径が３００ｍｍを超えると、容器２Ａおよび２Ｂを安定して回転させるためには容器２Ａまたは２Ｂを支持する支持構造の剛性をかなり高くする必要が生じ、装置が大型化するからである。一方、容器２Ａおよび２Ｂの直径が１０ｍｍより小さいと、原料を放出させるのに十分な遠心力を得るためには回転数を高くする必要があり、その場合にはモータの負荷や振動が増大するために振動対策等を施す必要が生じるからである。以上の点を考慮すると、容器２Ａおよび

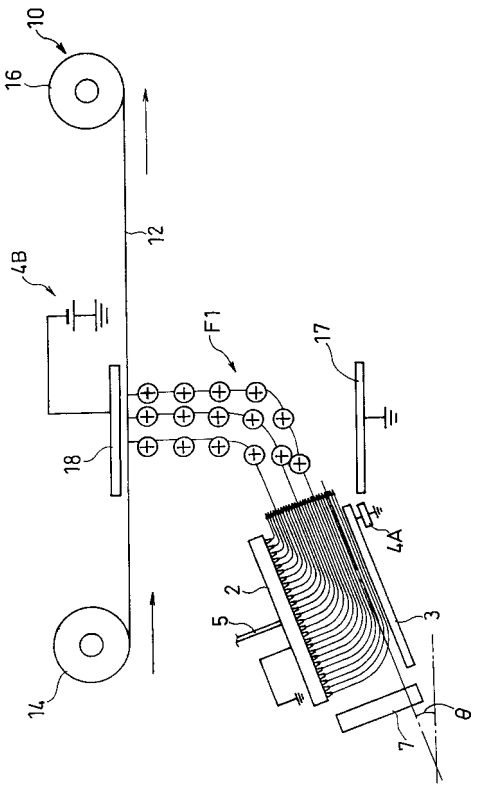
２Ｂの外径は、２０～１５０ｍｍとするのがより好ましい。
【００７１】
また、上記各実施の形態において、原料Ｆを放出する細孔の径は、０．０１～２ｍｍとするのがよい。また、細孔の形状は円形であることが好ましいが、多角形形状や星形状等であってもよい。
また、容器２Ａおよび２Ｂの回転数は、原料Ｆの粘度、原料Ｆの組成（高分子材料の種類）、溶媒の種類並びに細孔の径等に応じて例えば数ｒｐｍ以上１０，０００ｒｐｍ以下の範囲で調節することができる。
【００７２】
また、実施の形態８および９の環状の帯電用電極３Ａおよび３Ｂの内径は、容器２Ａおよび２Ｂの外径よりも大きな径にする必要があるが、例えば２００～１０００ｍｍとするのがよい。特に、帯電用電極３Ａおよび３Ｂと、容器２Ａまたは２Ｂとの間に発生する電位差により発生する電界強度が、１ｋＶ／ｃｍ以上になるように、帯電用電極３Ａおよび３Ｂの配置や印加する高電圧電源の大きさ等を設定するのがよい。
【００７３】
また、環状の帯電用電極３Ａおよび３Ｂは、必ずしも円環状の電極である必要はなく、例えば、軸方向から見た形状を多角形としてもよい。また、帯電用電極３Ａおよび３Ｂは、容器の周面から所定の距離をおいて容器を囲むように配置されてさえいればよく、例えば、環状の金属線を、容器を囲むように配置して構成してもよい。
【産業上の利用可能性】
【００７４】
本発明によれば、エレクトロスピニング法により高品質のナノファイバを高い生産性で製造することができることから、高性能フィルタ等の素材として安価で信頼性の高い素材を提供することが可能となる。
【図面の簡単な説明】
【００７５】
【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概略構成を示す、一部を断面にした側面図である。
【図２】本発明の実施の形態２に係るナノファイバ製造装置の概略構成を示す、一部を断面にした側面図である。
【図３】本発明の実施の形態３に係るナノファイバ製造装置の概略構成を示す、一部を断面にした側面図である。
【図４】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、一部を断面にした側面図である。
【図５】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、一部を断面にした側面図である。
【図６】本発明の実施の形態６に係るナノファイバ製造装置の概略構成を示す、一部を断面にした側面図である。
【図７】本発明の実施の形態７に係るナノファイバ製造装置の概略構成を示す、一部を断面にした側面図である。
【図８】図７の製造装置の変形例を示す、一部を断面にした側面図である。
【図９】図７の製造装置の別の変形例を示す、一部を断面にした側面図である。
【図１０】本発明の実施の形態８に係るナノファイバ製造装置の概略構成を示す、一部を断面にした側面図である。
【図１１】本発明の実施の形態９に係るナノファイバ製造装置の概略構成を示す、一部を断面にした側面図である。
【符号の説明】
【００７６】
１　ナノファイバ製造装置
２　容器

3　帯電用電極
4　高電圧電源
6　案内体
7　送風機
12　収集体
17　送り出し側電極
18　吸引側電極
F　原料
F1　繊維状物質

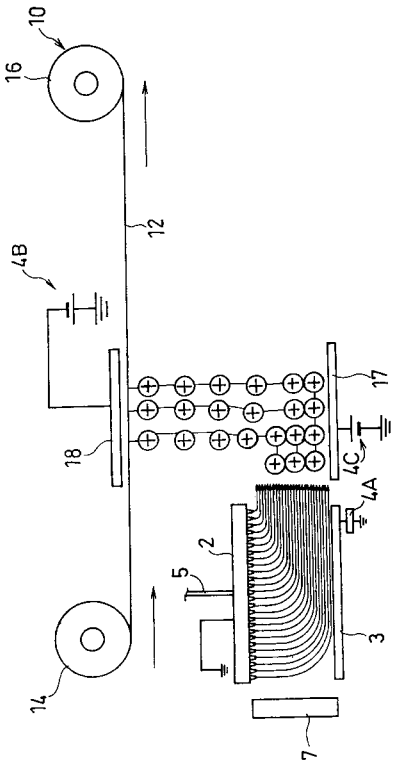
【図１】



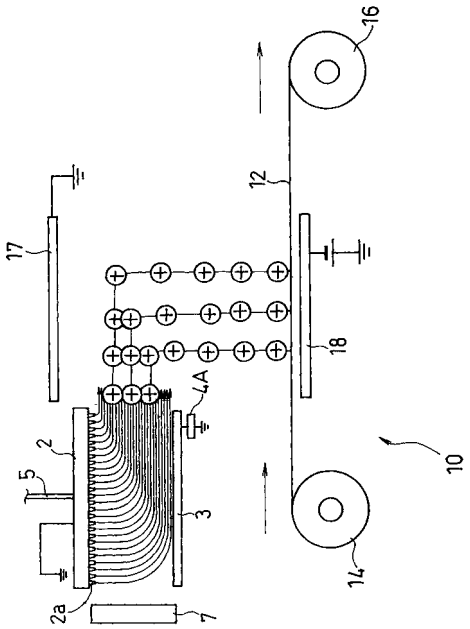
【図２】



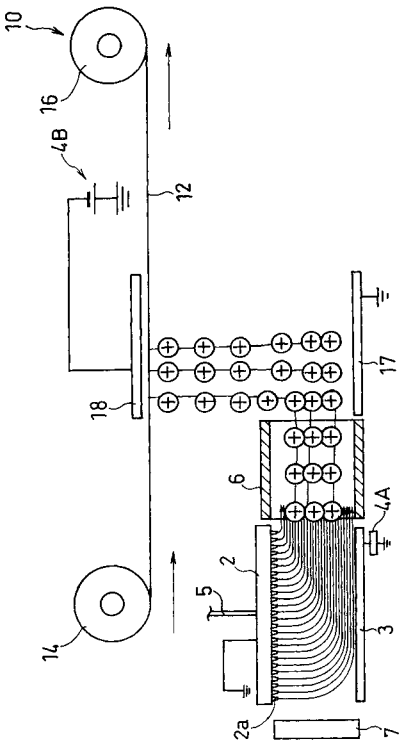
【図３】


10
16
12
4B
17
18
4C
4A
2
5
3
14
7

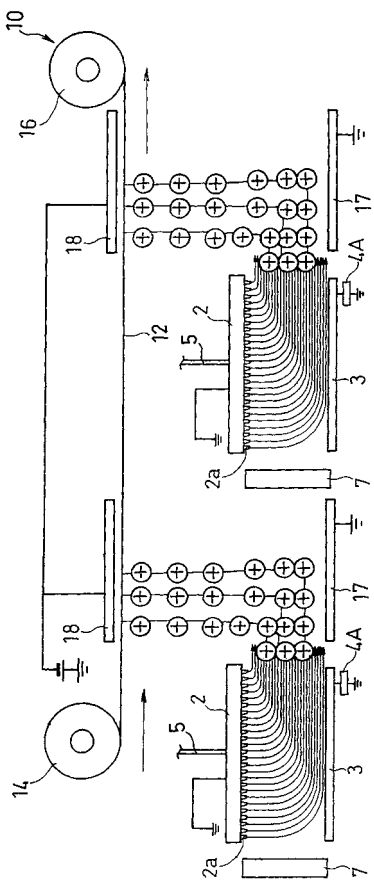
【図４】


16
12
17
18
4A
2
5
3
10
14
2a
7

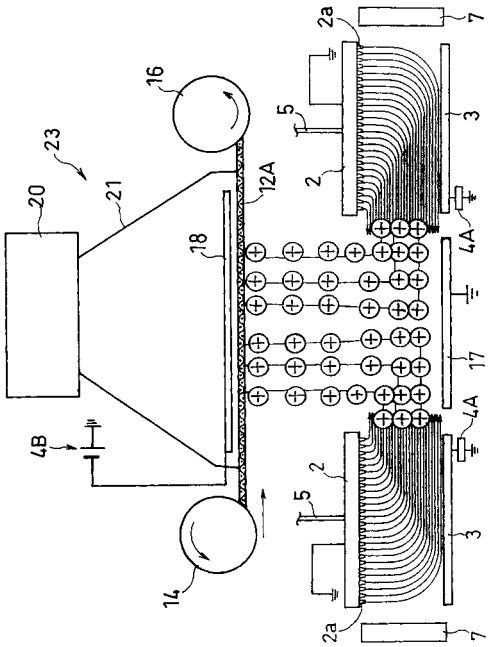
【図５】


10
16
4B
12
17
18
6
4A
2
5
3
14
2a
7

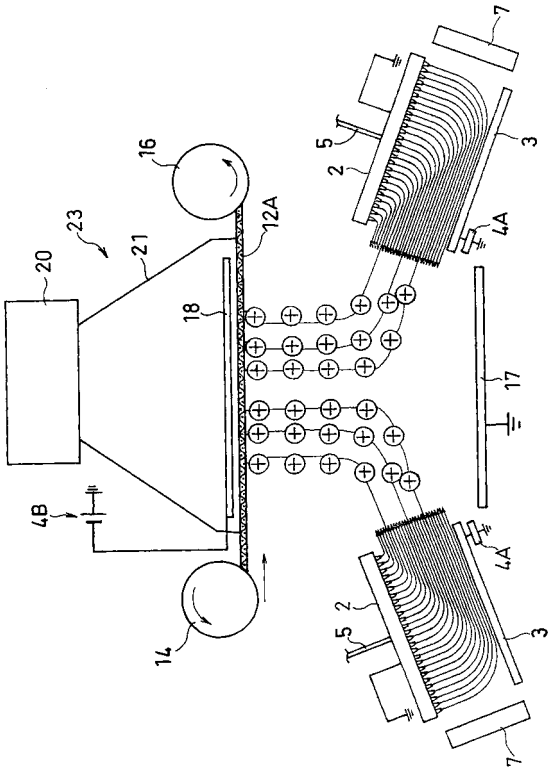
【図６】


10
16
18
17
4A
12
2
5
3
2a
7
14

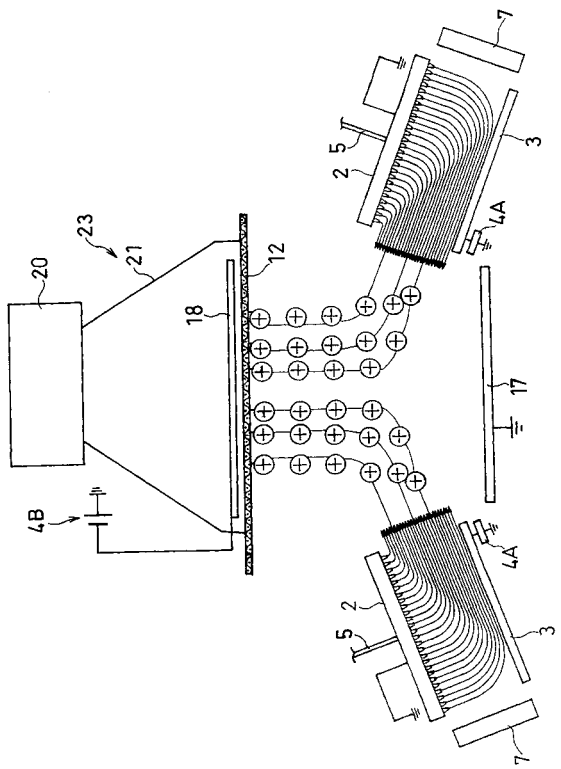
【図７】


2a
7
16
5
3
23
20
21
12A
2
4A
18
17
4B
14

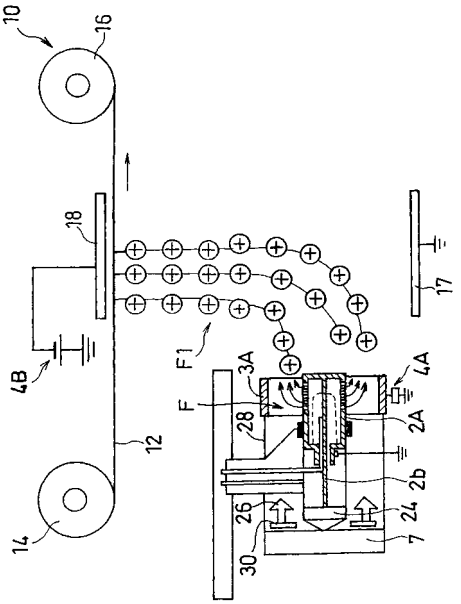
【図８】


7
16
5
3
23
20
21
12A
2
4A
18
17
4B
14

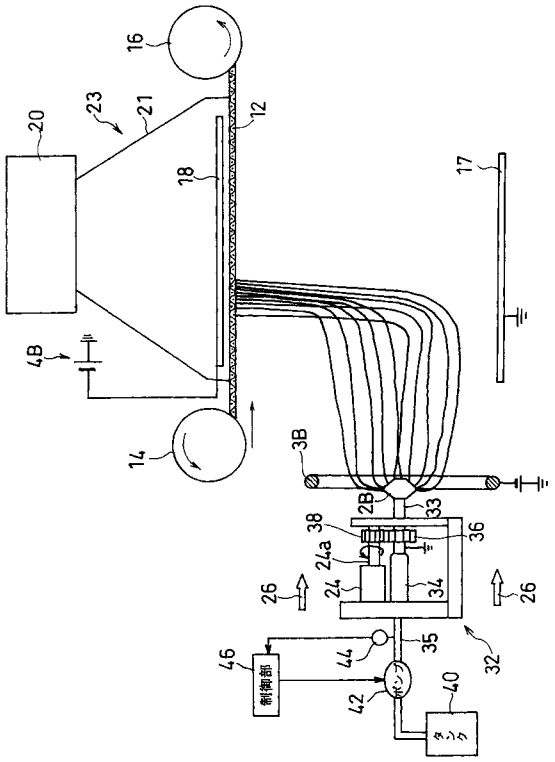
【図９】


7
5
3
2
23
20
21
12
4A
18
17
4B
14

【図１０】


10
16
18
17
4B
F1
3A
4A
F
28
2A
12
2b
26
24
14
7
30

【図１１】


16
23
21
12
20
18
17
4B
14
3B
2B
33
38
36
24a
24
34
26
26
46
44
35
32
制御部
42
40

フロントページの続き

(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
(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　谷岡　明彦
東京都目黒区大岡山２－１２－１　国立大学法人東京工業大学内

審査官　菊地　則義

(56)参考文献　国際公開第２００７／０６９３８１（WO，Ａ１）
国際公開第２００８／０６２７８４（WO，Ａ１）
特表２００４－５２５２７２（ＪＰ，Ａ）
特開昭５５－０５７０６０（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１４４３２７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－１４４２９０（ＪＰ，Ａ）

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