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

特許第4591499号
(P4591499)

(45)発行日　平成22年12月1日(2010.12.1)　(24)登録日　平成22年9月24日(2010.9.24)

(51)Int.Cl.			F I		
D01D	5/04	(2006.01)	D01D	5/04	ZNM
D04H	1/72	(2006.01)	D04H	1/72	C
D01D	5/18	(2006.01)	D01D	5/18	

請求項の数 10　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願2007-303536 (P2007-303536)
(22)出願日　平成19年11月22日 (2007.11.22)
(65)公開番号　特開2008-150769 (P2008-150769A)
(43)公開日　平成20年7月3日 (2008.7.3)
審査請求日　平成21年2月10日 (2009.2.10)
(31)優先権主張番号　特願2006-317003 (P2006-317003)
(32)優先日　平成18年11月24日 (2006.11.24)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

（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

(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　100109667
弁理士　内藤　浩樹
(74)代理人　100109151
弁理士　永野　大介
(74)代理人　100120156
弁理士　藤井　兼太郎
(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】ナノファイバー及び高分子ウェブの製造方法と装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の小穴を有する導電性の回転容器内に、高分子物質を溶媒に溶解した高分子溶液を供給しつつ回転容器を回転させ、回転容器の小穴から流出する高分子溶液に電荷を帯電させ、流出した線状の高分子溶液を遠心力と溶媒の蒸発に伴う静電爆発にて延伸させて高分子物質から成るナノファイバーを生成するナノファイバー生成工程と、生成工程中のナノファイバーを回転容器の軸心方向の一側方から他側方に向けて偏向させて流動させる偏向流動工程とを有し、前記回転容器の回転軸が支持筒体内に回転自在に支持され、且つ支持筒体に回転駆動手段としてのモータを内蔵し、前記偏向流動工程において、前記支持筒体から前記回転容器に向けた方向に、前記回転容器の外周の全周に送風することにより、ナノファイバーを偏向させて流動させることを特徴とするナノファイバーの製造方法。
【請求項２】
前記支持筒体は風洞筒体内に同芯状に配設され、前記偏向流動工程において前記支持筒体と風洞筒体の間の送風路に送風することを特徴とする請求項１記載のナノファイバーの製造方法。
【請求項３】
前記風洞筒体の前記回転容器と反対側にファン配置筒部が設けられ、このファン配置筒部に前記送風ファンが内蔵されており、前記偏向流動工程において、前記送風ファンにより前記送風路に送風することを特徴とする請求項２記載のナノファイバーの製造方法。
【請求項４】

回転容器は、周面に複数の小穴を有し、これらの小穴は円周方向および回転軸方向に並べて形成されていることを特徴とする請求項１～３の何れかに１つに記載のナノファイバーの製造方法。

【請求項５】

回転容器に対してその軸心方向他側方に間隔をあけて配置した導電性のコレクタに、ナノファイバーの帯電電荷に対して電位差を有する電圧を印加若しくはコレクタを接地し、請求項１～４の何れか１つに記載のナノファイバーの製造方法にて生成されたナノファイバーをコレクタ上に堆積させて高分子ウェブを製造することを特徴とする高分子ウェブの製造方法。

【請求項６】

回転自在に支持されるとともに回転軸心から径方向に距離をあけて複数の小穴を有する導電性の回転容器と、回転容器内に溶媒に高分子物質を溶解した高分子溶液を供給する高分子溶液供給手段と、回転容器を回転駆動する回転駆動手段と、回転容器の小穴から流出する高分子溶液に電荷を帯電させる帯電手段と、回転容器の軸心方向一側に配置され、回転容器の小穴から帯電して流出する高分子溶液にて生成されるナノファイバーを回転容器の軸心方向他側方に向けて偏向させて流動させる偏向流動手段と、高分子溶液供給手段と回転駆動手段と帯電手段と偏向流動手段を制御する制御部とを備え、前記回転容器の回転軸が支持筒体内に回転自在に支持され、且つ支持筒体に回転駆動手段としてのモータを内蔵し、前記偏向流動手段は、前記支持筒体から前記回転容器に向けた方向に、前記回転容器の外周の全周に送風することにより、ナノファイバーを偏向させて流動させることを特徴とするナノファイバーの製造装置。

【請求項７】

前記支持筒体は風洞筒体内に同芯状に配設され、前記偏向流動手段は前記支持筒体と風洞筒体の間の送風路に送風することを特徴とする請求項６記載のナノファイバーの製造装置。

【請求項８】

前記風洞筒体の前記回転容器と反対側にファン配置筒部が設けられ、このファン配置筒部に前記送風ファンが内蔵されており、前記偏向流動手段は、前記送風ファンにより前記送風路に送風することを特徴とする請求項６又は７記載のナノファイバーの製造装置。

【請求項９】

回転容器は、周面に複数の小穴を有し、これらの小穴は円周方向および回転軸方向に並べて形成されていることを特徴とする請求項６～８の何れか１つに記載のナノファイバーの製造装置。

【請求項１０】

請求項６～９の何れか１つに記載のナノファイバーの製造装置を適用した高分子ウェブの製造装置であって、回転容器に対してその軸心方向他側方に間隔をあけて、導電性を有しかつナノファイバーの帯電電荷に対して電位差を有する電圧を印加若しくは接地されたコレクタを配設したことを特徴とする高分子ウェブの製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、高分子物質から成るナノファイバー及びそのナノファイバーを堆積した高多孔性の高分子ウェブの製造方法と装置に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

従来、高分子物質から成るサブミクロンスケールの直径を有するナノファイバーを製造する方法として、エレクトロスピニング法（電荷誘導紡糸法）が知られている。従来のエレクトロスピニング法では、高電圧を印加した針状のノズルに高分子溶液を供給することで、この針状のノズルから線状に流出する高分子溶液に電荷が帯電され、高分子溶液の溶媒蒸発に伴って帯電電荷間の距離が小さくなって作用するクーロン力が大きくなり、その

クーロン力が線状の高分子溶液の表面張力より勝った時点で線状の高分子溶液が爆発的に延伸される現象が生じ、この静電爆発と称する現象が、一次、二次、場合によっては三次等と繰り返されることで、サブミクロンの直径の高分子から成るナノファイバーが製造されるものである。

【０００３】

こうして製造されたナノファイバーを電気的に接地された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を製造することができる。こうして製造された高多孔性ウェブは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好適に適用することができるとともに、このナノファイバーから成る高多孔性ウェブを適用することによってそれぞれの性能を飛躍的に向上させることが期待できる。

【０００４】

ところが、従来のエレクトロスピニング法では、１本のノズルの先から１～数本のナノファイバーしか製造されないので、高多孔性の高分子ウェブを生産しようとしても、生産性が上がらないため、実現できないという問題があった。そこで、ナノファイバーを多量に生成して高分子ウェブを製造する方法として、複数のノズルを用いる方法が提案されている（例えば、特許文献１参照）。

【０００５】

上記特許文献１に記載された高分子ウェブ製造装置の構成を、図１８を参照して説明すると、複数のノズル６１を有する紡糸部６２にバレル６３内の液状高分子物質をポンプ６４にて送給し、高電圧発生部６５からノズル６１に５～５０ｋＶの高電圧を印加し、接地又はノズル６１と異なる極性に帯電させたコレクタ６６上にノズル６１から排出されたファイバーを堆積させてウェブを形成するとともに、形成されたウェブをコレクタ６６にて移送して高分子ウェブを製造するように構成されている。また、ノズル６１の先端近傍に電荷分配板６７を配設してノズル６１間の電気的干渉を最小化させるとともに、コレクタ６６との間に高電圧を印加し、帯電したファイバーをコレクタ６６に向けて付勢する電界を付与することも記載されている。

【０００６】

さらに図１９（ａ）、（ｂ）に示すように、紡糸部６２に、単一のノズルを複数設けるのではなく、複数本のノズル６１からなるマルチノズル６１Ａを複数設けて構成し、各マルチノズル６１Ａからそれぞれ複数本のナノファイバーを生成させるようにすることも開示されている。

【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】

【０００７】

ところが、図１８や図１９に示された構成で、一層生産性よく高分子ウェブを製造するため、紡糸部６２におけるノズル６１及び各マルチノズル６１Ａにおけるノズル６１の配置間隔を小さくし、単位面積当たりのノズル本数を多くしようとすると、図２０に示すように、各ノズル６１から流出した高分子物質が同極の電荷を帯電しているため、矢印Ｇで示すように互いに反発し合い、中央部のノズル６１からの流出が阻害されるとともに、周辺部のノズル６１からの流出方向が外側に向き、コレクタ６６上でのナノファイバーの堆積分布が中央部で極端に少なく、周辺部に集中してしまい、均一な高分子ウェブを製造することができないという問題がある。

【０００８】

また、ノズル６１の先端近傍に電荷分配板６７を配設した場合、図２１に示すように、ノズル６１間の電気的干渉を低減させるとともに、電荷分配板６７からコレクタ６６に向かう電界Ｅが形成されることで、各ノズル６１から流出した高分子物質をコレクタ６６に向けて加速させる作用が得られることで、図２０の場合に比して、中央部と周辺部とのナノファイバーの堆積分布の均一化をある程度図ることができる一方で、ノズル６１の配置

パターンがそのまま堆積分布に投影されるようになり、堆積分布の均一化に十分な効果を発揮するものではないという問題がある。

【０００９】

また、ノズル６１の配置密度を高くした場合、溶媒が十分に蒸発しない状態でファイバー同士が接触して互いに溶着してしまう恐れがあり、またノズル近傍の空間で蒸発した溶媒濃度が高くなって絶縁性が低下し、コロナ放電が発生してファイバーが形成されない恐れがあるという問題がある。

【００１０】

また、多数のノズル６１を配設した場合に、各ノズル６１に対して均等に液状高分子物質を供給するのが困難であり、そのため装置構成が複雑になって設備コストが高くなるという問題がある。また、ノズル６１から流出した液状高分子物質に静電爆発を起させるためには電荷を集中させる必要があり、そのため各ノズル６１は細くて長い形状に形成されているが、多数の細くて長いノズル６１を常に適正な状態に維持するためのメンテナンスも極めて困難であるという問題がある。

【００１１】

本発明は、上記従来の課題を解決するもので、ナノファイバー及びそれを用いた高分子ウェブを生産性良くかつ均一にしかも簡単な構成にて製造することができるナノファイバー及び高分子ウェブの製造方法と装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

本発明のナノファイバーの製造方法は、複数の小穴を有する導電性の回転容器内に、高分子物質を溶媒に溶解した高分子溶液を供給しつつ回転容器を回転させ、回転容器の小穴から流出する高分子溶液に電荷を帯電させ、流出した線状の高分子溶液を遠心力と溶媒の蒸発に伴う静電爆発にて延伸させて高分子物質から成るナノファイバーを生成するナノファイバー生成工程と、生成工程中のナノファイバーを回転容器の軸心方向の一側方から他側方に向けて偏向させて流動させる偏向流動工程とを有し、前記回転容器の回転軸が支持筒体内に回転自在に支持され、且つ支持筒体に回転駆動手段としてのモータを内蔵し、前記偏向流動工程において、前記支持筒体から前記回転容器に向けた方向に、前記回転容器の外周の全周に送風することにより、ナノファイバーを偏向させて流動させるものである。

【００１３】

上記構成によれば、回転容器の複数の小穴から高分子溶液が電荷を帯電されて線状に流出する際に、まず遠心力の作用によって延伸されるので、静電爆発のみで最初から延伸させるのとは異なって高分子溶液に電荷を帯電させるための細長いノズルは必要でなく、また放射状に流出することで電界干渉に左右され難いために小穴を高密度に配設しても確実かつ効果的に延伸され、その後延伸されて径が細くなるとともに溶媒が蒸発することで帯電されていた電荷が集中し、そのクーロン力が表面張力を超えた時点で一次静電爆発が生じて爆発的に延伸され、その後さらに溶媒が蒸発して同様に二次静電爆発が生じて爆発的に延伸され、場合によってはさらに三次静電爆発等が生じて延伸されることで、複数の小穴から流出した線状の高分子溶液からサブミクロンの直径を有する高分子物質から成るナノファイバーを効率的に製造することができ、さらに上記のように遠心力の作用で延伸された後、そのまま放射状に広がろうとするのを回転容器の軸心方向に偏向させて流動させるので、生成されるナノファイバーを所要の範囲内に容易に収集することができる。また、ファイバー化しなかった液滴などが生じても、それはそのまま遠心力で周囲に飛散し、適正なナノファイバーだけが偏向して流動するため、品質の良いナノファイバーだけを収集することができる。また、上記のように小穴を高密度に配設することができるので、多量のナノファイバーを簡単かつコンパクトな構成にて効率的に製造することができる。また、小穴から流出した高分子溶液をまず遠心力で延伸させるので、小穴を極端に小さくしなくても良く、かつ上記のように電荷を帯電させるために長いノズルを設けなくても良いので、短寸のノズル部材を配置したり、回転容器に小穴を設けるだけでも良く、容易かつ

安価に製作できかつ多数の小穴を設けていてもメンテナンスを簡単に行うことができる。また、小穴を極端に小さくした場合でも、回転容器の回転数を上げて遠心力を増すことで、小穴から高分子溶液を流出することができ、ナノファイバーを安定して生成できる。

【００１４】

また、前記支持筒体は風洞筒体内に同芯状に配設され、前記偏向流動工程において前記支持筒体と風洞筒体の間の送風路に送風する。

【００１５】

また、前記風洞筒体の前記回転容器と反対側にファン配置筒部が設けられ、このファン配置筒部に前記送風ファンが内蔵されており、前記偏向流動工程において、前記送風ファンにより前記送風路に送風する。

【００１７】

また、回転容器が、周面に複数の小穴を有し、これらの小穴は円周方向および回転軸方向に並べて形成されていると、筒状容器の全周から均一に多量のナノファイバーを一度に製造することができ、高い生産性を確保することができるとともに、形状・構成が簡単であるため設備コストの低廉化を図ることができる。

【００２４】

また、本発明の高分子ウェブの製造方法は、回転容器に対してその軸心方向他側方に間隔をあけて配置した導電性のコレクタに、ナノファイバーの帯電電荷に対して電位差を有する電圧を印加若しくはコレクタを接地し、上記のナノファイバーの製造方法にて生成されたナノファイバーをコレクタ上に堆積させて高分子ウェブを製造するものである。

【００２５】

この構成によれば、上記のように電荷を帯電した状態で多量に製造されたナノファイバーが電界の作用を受けてコレクタに向けて移動し、効率的にコレクタ上に堆積することで、高多孔性の高分子ウェブを生産性良く製造することができる。なお、コレクタに、その上に堆積された高分子ウェブを順次移送する機能を持たせても良い。また、コレクタに直接堆積しても、その上に配置した部材に堆積させても良い。

【００２８】

また、本発明のナノファイバーの製造装置は、回転自在に支持されるとともに回転軸心から径方向に距離をあけて複数の小穴を有する導電性の回転容器と、回転容器内に溶媒に高分子物質を溶解した高分子溶液を供給する高分子溶液供給手段と、回転容器を回転駆動する回転駆動手段と、回転容器の小穴から流出する高分子溶液に電荷を帯電させる帯電手段と、回転容器の軸心方向一側に配置され、回転容器の小穴から帯電して流出する高分子溶液にて生成されるナノファイバーを回転容器の軸心方向他側方に向けて偏向させて流動させる偏向流動手段と、高分子溶液供給手段と回転駆動手段と帯電手段と偏向流動手段を制御する制御部とを備え、前記回転容器の回転軸が支持筒体内に回転自在に支持され、且つ支持筒体に回転駆動手段としてのモータを内蔵し、前記偏向流動手段は、前記支持筒体から前記回転容器に向けた方向に、前記回転容器の外周の全周に送風することにより、ナノファイバーを偏向させて流動させるものであり、上記ナノファイバーの製造方法を実施してその効果を奏することができる。なお、帯電手段は、好適には回転容器に高電圧を印加し、若しくは回転容器との間で電界を発生するように回転容器と間隔をあけて配設されたナノファイバーのコレクタ等の部材に高電圧を印加する高電圧発生手段にて構成される。

【００２９】

また、前記支持筒体は風洞筒体内に同芯状に配設され、前記偏向流動手段は前記支持筒体と風洞筒体の間の送風路に送風する。

【００３０】

また、前記風洞筒体の前記回転容器と反対側にファン配置筒部が設けられ、このファン配置筒部に前記送風ファンが内蔵されており、前記偏向流動手段は、前記送風ファンにより前記送風路に送風する。

【００３２】

また、回転容器は、周面に複数の小穴を有し、これらの小穴は円周方向および回転軸方向に並べて形成されていると、円筒容器の全周から均一に多量のナノファイバーを一度に製造することができ、高い生産性を確保することができるとともに、形状・構成が簡単であるため設備コストの低廉化を図ることができる。

【００３８】

また、本発明の高分子ウェブの製造装置は、上記ナノファイバーの製造装置を適用した高分子ウェブの製造装置であって、回転容器に対してその軸心方向他側方に間隔をあけて、導電性を有しかつナノファイバーの帯電電荷に対して電位差を有する電圧を印加若しくは接地されたコレクタを配設したものであり、上記のように製造されたナノファイバーがコレクタ上に堆積され、効率的に高分子ウェブを製造することができる。

【００３９】

また、ナノファイバーが付着堆積するシート材をコレクタ上を所定の速度で移動させるシート材移動手段を設けると、所要厚さの高分子ウェブが形成されたシートを連続的に製造することができる。

【００４０】

また、ナノファイバーを生成してコレクタに向けて流動させるナノファイバーの製造装置を、少なくともコレンタの一辺と平行な方向又はシート材の移動方向と直交する方向に相対的に往復移動させる堆積移動手段を設けると、広い面積のコレクタや幅広のシート材上の全面にナノフアイバーを単一の製造工程にて均一に堆積させることができ、コンパクトな構成のナノファイバー生成部を用いて生産性良く大面積の高分子ウェブを製造することができる。

【発明の効果】

【００４１】

本発明のナノファイバー及び高分子ウェブの製造方法と装置によれば、複数の小穴から高分子溶液が線状に流出して遠心力で延伸されるとともに静電爆発によって延伸されるため、高分子物質から成るナノファイバーが効率的に製造され、さらに遠心力で放射状に広がろうとする生成工程中のナノファイバーを回転容器の軸心方向に偏向させて流動させるので、ナノファイバーを所要の範囲内に容易に収集することができ、安定的かつ効率的にナノファイバーを製造でき、またファイバー化しなかった液滴などはそのまま遠心力で周囲に飛散し、適正なナノファイバーだけが偏向して流動するため、品質の良いナノファイバーだけを収集することができ、またそれをコレクタ上に堆積させることで高分子ウェブを生産性良く製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００４２】

以下、本発明のナノファイバー及び高分子ウェブの製造方法と装置の各実施形態について、図１～図１７を参照しながら説明する。

【００４３】

（第１の実施形態）

まず、本発明の高分子ウェブの製造装置の第１の実施形態について、図１～図６を参照して説明する。

【００４４】

図１～図３において、１は回転容器としての、直径が２０～５００ｍｍの円筒状容器であり、その一端の軸心部に回転筒体２の端部が貫通されて一体固定され、回転筒体２にて軸心回りに矢印Ｒのように回転可能に支持されている。回転筒体２は電気絶縁性の高い材料にて構成されている。円筒状容器１の他端は閉鎖され、周面には、直径が０．０１～２ｍｍ程度の小穴３が数ｍｍピッチ間隔で円周方向および回転軸方向に並べて多数形成されている。なお、小穴３は円筒状容器１の周壁に直接開口した穴にて構成しても、周壁に装着した短寸のノズル部材にて構成してもよい。回転筒体２は電気絶縁性の高い材料にて構成された支持フレーム４にてベアリング５を介して回転自在に支持され、かつその外周に設けられたプーリ６とモータ９の出力軸に設けられたプーリ７との間に巻回されたベルト

８を介して回転駆動手段としてのモータ９にて、数１００～１００００ｒｐｍの回転速度で回転駆動される。モータ９としては、センサが高圧ノイズの影響を受けて誤動作する恐れがあるので、センサレスＤＣモータが好適に適用される。

【００４５】

円筒状容器１内には、回転筒体２を貫通して円筒状容器１内に挿入された溶液供給管１０を通してナノファイバーの材料である高分子物質を溶媒に溶解した高分子溶液１１が供給される。溶液供給管１０の先端部はＬ字屈曲部２０が形成され、その先端が円筒状容器１内に突出している回転筒体２の挿入端部２ａの外周より径方向外側に位置するように構成されている。高分子溶液１１は、貯留容器１２から高分子溶液供給手段としての供給ポンプ１３にて溶液供給管１０に向けて所定流量で送給される。

【００４６】

高分子溶液１１を構成する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、ポリペプチド等が好適なものとして例示でき、さらには核酸や蛋白質などの生体高分子なども例示でき、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。

【００４７】

また、使用できる溶媒としては、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。

【００４８】

また、高分子溶液１１には無機質固体材料を混入することも可能である。その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が、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、Ａｌ２Ｏ３、ＳｉＯ２、ＴｉＯ２、Ｌｉ２Ｏ、Ｎａ２Ｏ、ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯ、Ｂ２Ｏ３、Ｐ２Ｏ５、ＳｎＯ２、ＺｒＯ２、Ｋ２Ｏ、Ｃｓ２Ｏ、ＺｎＯ、Ｓｂ２Ｏ３、Ａｓ２Ｏ３、ＣｅＯ２、Ｖ２Ｏ５、Ｃｒ２Ｏ３、ＭｎＯ、Ｆｅ２Ｏ３、ＣｏＯ、ＮｉＯ、Ｙ２Ｏ３、Ｌｕ２Ｏ３、Ｙｂ２Ｏ３、ＨｆＯ２、Ｎｂ２Ｏ５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。使用する溶媒の量は、高分子物質の種類や生成する高分子溶液の粘度や回転数や生成するナノファイバーの径等の条件により異なるが、６０％体積重量から９５％体積重量の間で使用される場合が殆どである。

【００４９】
円筒状容器１には、第１の高電圧発生手段１４にて発生させた１ｋＶ～１００ｋＶ、好適には１０ｋＶ～１００ｋＶの高電圧が、ベアリング５、導電部材１５を介して印加され、内部に収容された高分子溶液１１に電荷を帯電させるように構成されている。円筒状容器１がモータ９にて高速で回転駆動されると、電荷を帯電された高分子溶液１１に遠心力が作用して各小穴３から線状に流出し、さらに遠心力の作用で延伸されて細い高分子線状体が生成されるとともにその溶媒が蒸発することで高分子線状体の径が細くなる。それに伴って、帯電されていた電荷が集中し、そのクーロン力が高分子溶液の表面張力を超えた時点で一次静電爆発が生じて爆発的に延伸され、その後さらに溶媒が蒸発して同様に二次静電爆発が生じて爆発的に延伸され、場合によってはさらに三次静電爆発等が生じて延伸されることで、サブミクロンの直径を有する高分子物質から成るナノファイバーが効率的に製造される。

【００５０】
円筒状容器１の一側部に適当間隔あけて対向するように支持フレーム４に反射電極１６が配設され、この反射電極１６に第２の高電圧発生手段１７にて発生させた高電圧が印加されている。この第２の高電圧発生手段１７は第１の高電圧発生手段１４と同極で、略同等の高電圧を発生して反射電極１６に印加するように構成され、図３に示すように、反射電極１６にて円筒状容器１から流出・延伸されて生成された高分子線状体及びその後に静電爆発にて生成されるナノファイバーｆを、矢印Ｆで示すように、円筒状容器１の他側方に向けて流動させるように構成されている。

【００５１】
円筒状容器１の他側方には、適当距離あけて対向するように導電性を有するコレクタ１８が配設され、第３の高電圧発生手段１９にて発生させた、円筒状容器１に対する印加電圧とは逆極性の高電圧が印加されている。この円筒状容器１や反射電極１６とコレクタ１８との間の大きな電位差によって、図３に示すように、帯電したナノファイバーｆをコレクタ１８に向けて移動させ、その上に堆積させるように構成されている。コレクタ１８に円筒状容器１とは逆極性の高電圧を印加することで、円筒状容器１とコレクタ１８の間に、例えば２ｍ程度の距離が離れていても、生成されたナノファイバーｆをコレクタ１８上に堆積させることができる。なお、第１～第３の高電圧発生手段１４、１７、１９としては、スイッチＳＷ１、ＳＷ２、ＳＷ３にて必要に応じて任意にオン・オフ切替できるものが好適である。

【００５２】
なお、円筒状容器１や反射電極１６とコレクタ１８との間に大きな電位差を付与すればよいので、単にコレクタ１８を接地するだけでもよい。また、逆に、コレクタ１８に第３の高電圧発生手段１９にて正又は負の高電圧を印加する場合には、円筒状容器１を電気的に接地した構成としても良い。この場合、円筒状容器１とコレクタ１８との間に発生する電界にて円筒状容器１の小穴３から流出する高分子溶液１１にコレクタ１８に印加される電圧の極性とは逆極性の電荷が帯電されることになる。

【００５３】
次に、制御構成を図４を参照して説明する。図４において、モータ９と、供給ポンプ１３と、第１～第３の高電圧発生手段１４、１７、１９が制御部２１にて制御される。制御部２１は、操作部２２からの作業指令により、記憶部２３に記憶されている動作プログラムや操作部２２から入力されて記憶している各種データに基づいて動作制御し、その動作状態や各種データを表示部２４に表示する。

【００５４】
以上の構成において、供給ポンプ１３にて貯留容器１２内から所定量の高分子溶液１１を円筒状容器１内に供給し、円筒状容器１に対して第１の高電圧発生手段１４から所定の高電圧を印加することで、円筒状容器１内に収容された高分子溶液１１に電荷を帯電させる。この状態でモータ９にて円筒状容器１を高速回転させることで、上述のように電荷を帯電された高分子溶液１１が複数の小穴３から線状に流出して形成された高分子線状体が

、まず遠心力の作用によって大きく延伸され、その後延伸されて径が細くなるとともに溶媒が蒸発することで一次静電爆発が生じて爆発的に延伸され、その後さらに溶媒が蒸発して同様に二次静電爆発が生じて爆発的にさらに延伸され、場合によってはさらに三次静電爆発等が生じて延伸されることで、複数の小穴３から流出した高分子溶液線状体からサブミクロンの直径を有する高分子物質から成るナノファイバーｆが製造される。

【００５５】

さらに、上記ナノファイバーｆを生成する際に高分子溶液線状体が遠心力の作用で延伸された後、そのまま放射状に広がろうとするのを反射電極１６によって円筒状容器１の軸方向の他側方に偏向させて流動させるので、生成されるナノファイバーｆをコレクタ１８の所要の範囲内に容易に収集することができる。しかも、反射電極１６が円筒状容器１の一側部に配設されているので、円筒状容器１の外周面に対向させて放物鏡状の反射電極を配設した場合のように反射電極１６が帯電した高分子溶液１１の流出方向に対向せず、高分子溶液１１の流出が反射電極１６の電荷によって阻害される恐れがないため、安定的かつ効率的にナノファイバーｆを製造できる。また、ファイバー化しなかった液滴などが生じても、それはそのまま遠心力で周囲に飛散し、適正なナノファイバーｆだけがコレクタ１８に向けて偏向して流動するため、品質の良いナノファイバーｆだけを収集することができる。こうして製造された帯電を有するナノファイバーｆがコレクタ１８上に堆積されることで高多孔性の高分子ウェブが生産性良く製造される。

【００５６】

ここで、円筒状容器１の小穴３から流出して形成された高分子溶液線状体が遠心力で大きく延伸されるので、小穴３の直径を０．０１～２ｍｍ程度とすることができて、極端に小さくする必要がなく、また最初に静電爆発を発生させる場合とは異なって電荷を集中させる必要がないため、小穴３は細長いノズルに形成する必要がなく、また電界干渉に左右され難いために高密度に配設しても確実かつ効果的に延伸させることができるので、多量のナノファイバーｆを簡単かつコンパクトな構成にて効率的に製造することができる。また、小穴を極端に小さくした場合でも、回転容器の回転数を上げて遠心力を増すことで、小穴から高分子溶液を流出することができ、ナノファイバーを安定して生成できる。また、円筒状容器１の全周から均一に多量のナノファイバーを一度に製造することができ、高い生産性を確保することができるとともに、形状・構成が簡単であるため設備コストの低廉化を図ることができる。また、小穴３は長く形成する必要がないので、円筒状容器１の外周壁に単純に小穴３を設けるだけで良く、容易かつ安価に製作でき、かつ多数の小穴３を設けていてもメンテナンスも簡単である。

【００５７】

なお、モータ９は、円筒状容器１内に収容されている高分子溶液１１の粘度に基づいて円筒状容器１の回転速度を制御できるように構成されており、これによって高分子溶液１１の粘度に応じて必要な遠心力を高分子溶液１１に作用させて、確実にかつ効率的にナノファイバーｆを製造することができる。また、円筒状容器１自体を、内部に収容される高分子溶液１１の粘度に基づいてその径を決定し、回転速度を極端に変化させることなく、高分子溶液１１の粘度に応じて必要な遠心力を作用させることもできる。

【００５８】

なお、以上の図示例では、反射電極１６を円筒状容器１と絶縁された支持フレーム４に固定して配設し、第２の高電圧発生手段１７で発生された高電圧を印加するようにした例を示したが、図５に示すように、反射電極１６を回転筒体２の外周に固定するとともに導電部材１５に電気的に接続し、第１の高電圧発生手段１４で発生された円筒状容器１と同じ高電圧がともに印加されるようにしても良い。この場合、反射電極１６も円筒状容器１と共に回転するが機能的には何ら影響はない。

【００５９】

また、以上の説明では、円筒状容器１を、図６（ａ）に示すように、その軸方向が水平になるように配設した例を示したが、円筒状容器１の軸心の配設方向は任意で良く、例えば図６（ｂ）に示すように、円筒状容器１の軸心を垂直方向に向け、高分子溶液１１を下

方から上向きに供給し、円筒状容器１の下側に配設された反射電極１６にて生成されたナノファイバーｆを上方に向けて流動させるように構成しても、図６（ｃ）に示すように、高分子溶液１１を上方から下向きに供給し、円筒状容器１の上側に配設された反射電極１６にて生成されたナノファイバーｆを下方に向けて流動させるように構成しても良い。これらの場合も、溶液供給管１０の先端にＬ字屈曲部２０が設けられ、円筒状容器１内に回転筒体２の挿入端部２ａが突出していることで、高分子溶液１１は円筒状容器１の向きに関わらず外部に漏れ出すことなく内部に供給され、円筒状容器１の高速回転による遠心力がその内周面の全体に供給され、全ての小穴３から略均等に流出される。

【００６０】

（第２の実施形態）

次に、本発明の高分子ウェブの製造装置の第２の実施形態について、図７～図１０を参照して説明する。なお、以下の実施形態の説明では、先行する実施形態と同一の構成要素については同一の参照符号を付して説明を省略し、主として相違点についてのみ説明する。

【００６１】

上記実施形態では、高分子ウェブの製造量に基づいて所定量の高分子溶液１１を円筒状容器１内に供給する例を説明したが、本実施形態は、円筒状容器１内に収容されている高分子溶液１１の量を検出し、その検出結果に応じて供給ポンプ１３を作動制御し、円筒状容器１内にほぼ一定量の高分子溶液１１が収容されている状態となるようにしている。

【００６２】

図７において、円筒状容器１内に高分子溶液１１の量が所定の量になると接触して回転するように配設された回転板２６と、この回転板２６の回転を検出する回転検出手段２７とから成る収容量検出手段２５が設けられ、回転検出手段２７の検出信号を制御部２１に入力して供給ポンプ１３の作動制御を行うように構成されている。これによって、簡単な構成によって円筒状容器１内の高分子溶液１１の量を所定量に制御することができ、円筒状容器１内の高分子溶液１１に一定の遠心力を作用させて、均一なナノファイバーｆを製造することができる。

【００６３】

収容量検出手段２５の具体構成は、支持フレーム４に配設された軸受２９にて回転自在に支持された軸体２８が回転筒体２を貫通して円筒状容器１内に挿入され、その先端に回転板２６が固定されている。回転板２６は、図８（ａ）、（ｂ）に示すように、外周部に回転方向と直交するように切り起し成形された羽根２６ｂを有する円板２６ａにて構成されている。軸体２８の他端には、図９（ａ）に示すように、周方向に複数の開口３０ａが等間隔に配置形成された検出板３０が固定され、図９（ｂ）に示すように、この検出板３０の両側に開口３０ａを挟んで対向するように配設された投光器３１ａと受光器３１ｂからなる光検出器３１が配設され、これら検出板３０と光検出器３１にて回転検出手段２７が構成されている。

【００６４】

以上の構成において、供給ポンプ１３により円筒状容器１内に高分子溶液１１を供給してゆくと、図１０に示すように、高分子溶液１１の量が徐々に増加し、Ｔ１時点で高分子溶液１１の量が所定のＬ１となると、その液面が回転板２６に接触し、円筒状容器１の回転に連動して回転板２６が回転を開始し、その回転が回転検出手段２７にて検出され、その検出信号が制御部２１に入力される。Ｔ２時点で、回転板２６の回転数がＦ１を越えると、制御部２１にて供給ポンプ１３の動作がオフされ、高分子溶液１１の供給が停止される。その後、高分子ウェブの製造に伴って円筒状容器１内の高分子溶液１１の量が徐々に減少し、Ｔ３時点で高分子溶液１１の量がＬ１まで低下すると、高分子溶液１１の液面に回転板２６が接触しなくなって回転板２６の回転数が低下し、その後Ｔ４時点で回転板２６の回転数がＦ２まで低下すると、再び供給ポンプ１３による高分子溶液１１の供給動作を行い、以後Ｔ１～Ｔ４時点の動作を繰り返すことにより、円筒状容器１内の高分子溶液１１の量が常にほぼ一定に制御される。

【００６５】
本実施形態によれば、以上のように簡単な構成の収容量検出手段２５を設けることによって、円筒状容器１内の高分子溶液１１の量を所定量に制御することができるので、円筒状容器１内の高分子溶液１１に一定の遠心力を作用させ、円筒状容器１の小穴３から押し出される高分子溶液１１に作用する遠心力が一定し、高分子溶液１１を均一に線状に流出させることができ、均一にナノファイバー及び高分子ウェブを製造することができる。
【００６６】
（第３の実施形態）
次に、本発明の高分子ウェブの製造装置の第３の実施形態について、図１１を参照して説明する。
【００６７】
本実施形態では、図１１に示すように、円筒状容器１とその一側の反射電極１６との間に送風手段３４を配設している。具体的には、反射電極１６と円筒状容器１との間の位置で回転筒体２に送風羽根３５を取り付け、回転筒体２の回転に伴って、矢印Ｄの如く円筒状容器１の他側方に向けて送風するように構成されている。
【００６８】
この構成によると、送風手段３４による送風によって蒸発した溶媒が速やかに排出され、周辺の雰囲気中の溶媒濃度が高くならないため、溶媒の蒸発が円滑に行われて静電爆発作用が確実に得られ、所望のナノファイバーｆが確実に生成される。また、生成工程中のナノファイバーｆの流動方向をより効果的に偏向させる作用も得られる。
【００６９】
（第４の実施形態）
次に、本発明の高分子ウェブの製造装置の第４の実施形態について、図１２を参照して説明する。
【００７０】
上記実施形態では、回転容器が円筒状容器１から成る例を示したが、その場合円筒状容器１の軸心方向一側の小穴３と他側の小穴３にて形成されるナノファイバーｆの回転軸心に対する半径方向の位置が何れもほぼ同じ位置となり、これらの小穴３にて形成されるナノファイバーｆが半径方向に重なり合い、ナノファイバーｆの筒状流動域３７の断面形状が幅の狭いドーナツ形状となり、均等に分布しない場合も考えられる。
【００７１】
そこで、本実施形態では、図１２に示すように、回転容器を接頭円錐筒状容器３６にて構成することで、小穴３が回転容器の軸心方向の一側から他側に向けて回転半径が小さくなるように配置している。また、接頭円錐筒状容器３６の軸心方向他側部におけるナノファイバーｆの筒状流動域３７の軸心空洞部に軸心集束電極３８を配設するとともに、筒状流動域３７の外周部に外周集束電極３９を配設し、軸心集束電極３８にはコレクタ１８と同極でそれより低い電圧を印加し、外周集束電極３９には接頭円錐筒状容器３６や反射電極１６と同極でそれより低い電圧を印加している。
【００７２】
本実施形態によると、各小穴３から流出する高分子溶液が受ける遠心力の差によって一側の小穴３にて形成されるナノファイバーｆは筒状流動域３７の径方向外方位置を、他側の小穴３にて形成されるナノファイバーｆは筒状流動域３７の径方向内方位置を他側に向けて流動するので、各小穴３にて形成されたナノファイバーｆが半径方向に重ならず、ナノファイバーｆの流動域の断面形状を幅の狭いドーナツ形状から円形に近づけることができる。さらに、軸心集束電極３８と外周集束電極３９の少なくとも一方を配設することで、ナノファイバーｆの筒状流動域３７の断面形状の中心空洞部を一層小さくした形状にすることができ、さらに外周集束電極３９の形状や配置を適宜に設定することで、ナノファイバーｆの筒状流動域３７を矩形状等の任意断面形状に集束させることも可能である。
【００７３】
この第４の実施形態では、軸心集束電極３８と外周集電電極３９を用いて、コレクタ１

８にナノファイバーｆを付着堆積させたが、これに限定するものではなく、図１３に示すように、軸心集束電極３８と外周集束電極がない場合においても、回転容器を接頭円錐筒状容器３６にすると、円筒状容器の場合に比較して、ナノファイバーｆを付着しない中心部分の面積が減少し、また付着堆積するナノファイバーｆも均一に付着するようになる。

【００７４】

（第５の実施形態）

次に、本発明の高分子ウェブの製造装置の第５の実施形態について、図１４を参照して説明する。

【００７５】

上記実施形態では、コレクタ１８上にナノファイバーｆを堆積させ、コレクタ１８上に形成された高分子ウェブを回収し、またはコレクタ１８上に高分子ウェブを形成すべき部材を配置し、高分子ウェブを形成して回収する例を示したが、本実施形態では、図１４に示すように、コレクタ１８上に沿ってナノファイバーｆが付着堆積するシート材４１を所定の速度で移動させるシート材移動手段４２を設けている。このように構成すると、所要厚さの高分子ウェブが形成されたシートを連続的に製造することができる。

【００７６】

（第６の実施形態）

次に、本発明の高分子ウェブの製造装置の第６の実施形態について、図１５～図１７を参照して説明する。

【００７７】

上記第５の実施形態では、シート材移動手段４２にて平板状のコレクタ１８の上面に沿ってシート材４１を移動させるようにした例を示したが、本実施形態では円筒状容器１の径に比べて格段に大きな径と幅寸法を有するドラム状コレクタ４３を採用し、ドラム状コレクタ４３の外周の一部にシート材４１を巻き付けた状態で、ドラム状コレクタ４３の回転に伴ってシート材４１を移動させるように構成している。すなわち、ドラム状コレクタ４３が、コレクタとしての機能とシート材移動手段の両機能を果たしている。ドラム状コレクタ４３は、円筒状容器１の軸心方向他側方に適当な距離をあけた位置で、円筒状容器１の回転軸心及びシート材４１の移動方向と直交する軸心回りに矢印Ｑ方向に所定の回転速度で回転駆動される。シート材４１はシート供給ロール４４からドラム状コレクタ４３の外周に供給され、ナノファイバーｆからなる高分子ウェブＷが堆積された状態で、シート巻取ロール４５にて巻き取られる。シート材４１は、ドラム状コレクタ４３の円筒状容器１に対向する位置よりもシート材移動方向上手側に適当距離離れた位置でドラム状コレクタ４３の外周に対する巻き付けを開始し、シート材移動方向下手側に適当距離離れた位置でドラム状コレクタ４３の外周から離れる。

【００７８】

また、本実施形態では、支持フレーム４上で、円筒状容器１を回転駆動可能に支持している回転筒体２の一側部に送風ファン４６を配設し、円筒状容器１の一側方から他側方に向けて矢印Ｄのように送風し、この送風と、円筒状容器１とドラム状コレクタ４３の間の電界によってナノファイバーｆを矢印Ｆのように偏向流動させるようにしている。また、本実施形態では、支持フレーム４、回転筒体２、及び円筒状容器１を含むナノファイバー製造装置５０の全体を接地電位とし、ドラム状コレクタ４３に第３の高電圧発生手段１９にて高電圧を印加している。

【００７９】

このような構成において、例えば円筒状容器１の直径を３０ｍｍ、円筒状容器１の他端とドラム状コレクタ４３の外周との間の距離を５００ｍｍとし、高分子物質がＰＶＡ（ポリビニルアルコール）１０％、溶媒が水９０％から成る高分子溶液１１を用い、円筒状容器１を３０００ｒｐｍで回転させてナノファイバーｆを生成し、ドラム状コレクタ４３上に１０分間堆積させる実験を行ったところ、図１６に示すように、堆積分布が中央の頂部に若干の凹みを有する半径が５００ｍｍ程度の略台形状を呈し、最大２００μｍ程度の堆積量の堆積状態となることが確認された。

【００８０】
ここで、上記堆積分布の頂部における堆積量の略均等な範囲の寸法よりも大きい幅寸法の高分子ウェブＷを１回の製造工程で製造するため、本実施形態では、ナノファイバー製造装置５０を堆積移動手段５１にて、ドラム状コレクタ４３の軸心方向、すなわちシート材４１の幅方向と平行な矢印Ｓ方向に往復移動させるように構成している。
【００８１】
なお、図１５の例では、ドラム状コレクタ４３の外周にシート材４１を配置し、シート材４１上にナノファイバーｆを堆積させてシート材４１に担持された高分子ウェブＷを製造するようにした例を示したが、ドラム状コレクタ４３の外周に直接ナノファイバーｆを堆積させ、製造された高分子ウェブＷをドラム状コレクタ４３の回転方向下手側で外周から剥がし取って回収するようにすることもできる。
【００８２】
また、図１５の例では、円筒状容器１を固定した回転筒体２を支持フレーム４にて回転自在に支持するとともに、その側部に配置したモータ９にて回転駆動するようにし、また送風ファン４６を回転筒体２の一側部に配設した例を示したが、生成されたナノファイバーｆをより効果的に偏向流動させるため、ナノファイバー製造装置５０を図１７に示すような構成とするのが好適である。
【００８３】
図１７において、円筒状容器１の一側端の開口部を通して円筒状容器１内の軸心位置を貫通し、他側壁内面に固定された回転軸５２が回転駆動部５３にて回転駆動可能に支持されている。回転駆動部５３は、支持筒体５４内に回転駆動手段としてのモータ９と回転軸５２を回転自在に支持する軸受５５が軸心方向に並列配置して内蔵され、モータ９の出力軸と回転軸５２が軸継手５６にて連結されている。支持筒体５４は、その外周から放射状に配設された複数枚の整流板５７を介して風洞筒体５８内に同芯状に配設されて支持されている。風洞筒体５８は、円筒状容器１とは反対側に向けて径が絞られた接頭円錐部５８ａを介してファン配置筒部５８ｂが設けられ、送風ファン５９が内蔵されている。このナノファイバー製造装置５０が、風洞筒体５８の下端から垂下された取付脚６０にて堆積移動手段５１の移動体５１ａに固定されて、ドラム状コレクタ４３の軸心方向に移動可能に支持されている。なお、円筒状容器１内への高分子溶液１１の供給は、回転軸５２と円筒状容器１の一側端の開口部との隙間を通して溶液供給管１０（図示せず）を通して行うのが好適である。
【００８４】
この構成によれば、ナノファイバー製造装置５０がコンパクトなユニットに構成できるとともに、送風ファン５９による風が、風洞筒体５８にて効率的に送風されるとともに、整流板５７にて周方向に複数に分割形成された支持筒体５４と風洞筒体の間の送風路を通ることで周方向に均一に安定して流れるように整えられて円筒状容器１の外周の全周に均一に送風されるので、生成されたナノファイバーｆをより効果的に偏向流動させることができる。
【００８５】
以上の各実施形態の説明では、回転容器として軸心周りに回転駆動される円筒状容器１や接頭円錐筒状容器３６などの筒状容器の例を示したが、必ずしも筒状容器に限定されるものではなく、要するに高分子溶液１１を収容して回転し、遠心力で小穴３から高分子溶液１１を流出させて高分子線状体を形成する機能を有するものであれば任意の形状に形成することができる。
【産業上の利用可能性】
【００８６】
本発明のナノファイバー及び高分子ウェブの製造方法と装置によれば、回転容器の複数の小穴から流出した線状の高分子溶液からサブミクロンの直径を有する高分子物質から成るナノファイバーが効率的に製造され、さらに生成されるナノファイバーが回転容器の軸心方向に偏向させて流動されるので、ナノファイバーを所要の範囲内に容易に収集して高

分子ウェブを製造することができ、また適正なナノファイバーだけが偏向して流動し、品質の良いナノファイバーだけが収集されるので、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好適に適用される高多孔性ウェブを高い生産性をもって製造するのに好適に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【００８７】

【図１】本発明の第１の実施形態における高分子ウェブの製造装置の斜視図。

【図２】同実施形態における高分子ウェブの製造装置の縦断正面図。

【図３】同実施形態における高分子ウェブの製造状態を示す斜視図。

【図４】同実施形態の制御構成を示すブロック図。

【図５】同実施形態の他の構成例を示す縦断正面図。

【図６】（ａ）～（ｃ）は同実施形態の高分子ウェブの製造装置の各種配置構成を示す縦断正面図。

【図７】本発明の第２の実施形態における高分子ウェブの製造装置の縦断正面図。

【図８】同実施形態における回転板を示し、（ａ）は側面図、（ｂ）は正面図。

【図９】同実施形態における回転検出手段を示し、（ａ）はその検出板の正面図、（ｂ）は回転検出手段の側面図。

【図１０】同実施形態における高分子溶液量の制御動作の説明図。

【図１１】本発明の第３の実施形態における高分子ウェブの製造装置の斜視図。

【図１２】本発明の第４の実施形態における高分子ウェブの製造装置の概略構成を示す縦断正面図。

【図１３】同実施形態における高分子ウェブの製造装置の変形構成例を示す縦断正面図。

【図１４】本発明の第５の実施形態における高分子ウェブの製造装置の斜視図。

【図１５】本発明の第６の実施形態における高分子ウェブの製造装置の斜視図。

【図１６】ナノファイバーの堆積状態の説明図。

【図１７】同実施形態におけるより好適な高分子ウェブの製造装置の概略構成図。

【図１８】従来例の高分子ウェブの製造装置の概略構成図。

【図１９】同従来例の他の構成例の要部構成を示し、（ａ）は正面図、（ｂ）は部分拡大下面図。

【図２０】同従来例における問題点の説明図。

【図２１】同従来例における更なる問題点の説明図。

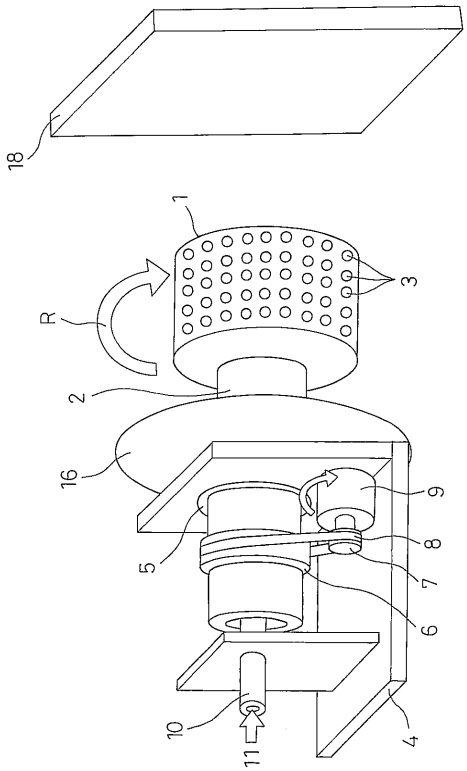
【符号の説明】

【００８８】

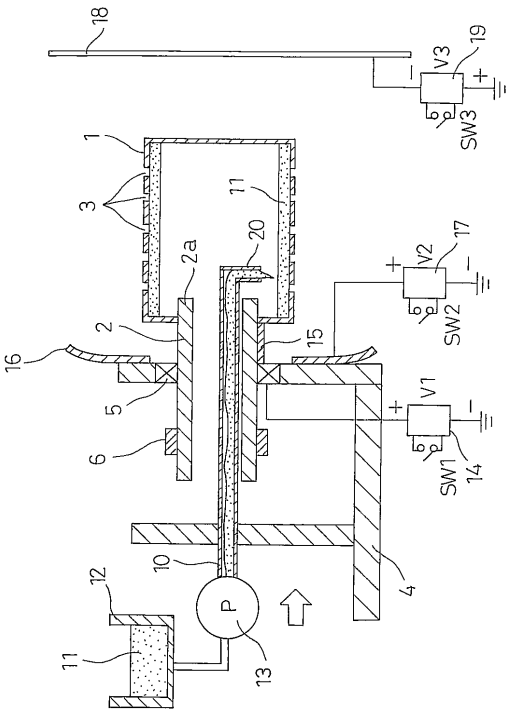
１　円筒状容器（回転容器）
３　小穴
９　モータ（回転駆動手段）
１０　溶液供給管
１１　高分子溶液
１３　供給ポンプ（高分子溶液供給手段）
１４　第１の高電圧発生手段
１６　反射電極
１７　第２の高電圧発生手段
１８　コレクタ
１９　第２の高電圧発生手段
２０　Ｌ字屈曲部
２１　制御部
２５　収容量検出手段
３４　送風手段
３６　接頭円錐筒状容器（回転容器）
３７　筒状流動域

３８　軸心集束電極
３９　外周集束電極
４１　シート材
４２　シート材移動手段
４３　ドラム状コレクタ
４６　送風ファン
５０　ナノファイバー製造装置
５１　堆積移動手段
５３　回転駆動部
５９　送風ファン
ｆ　ナノファイバー
Ｗ　高分子ウェブ

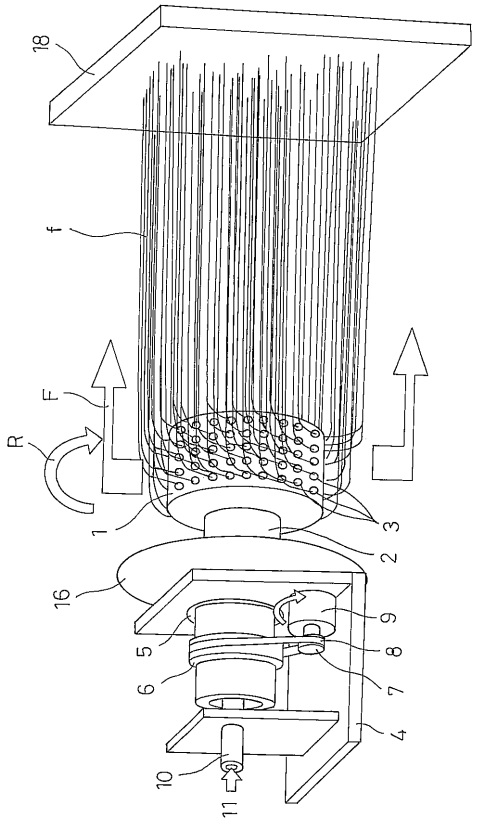
【図１】



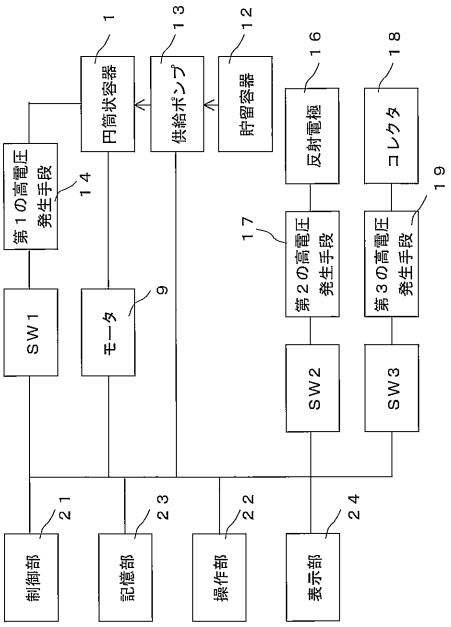
【図２】



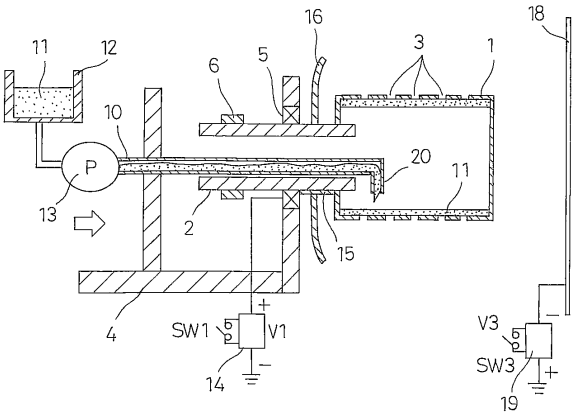
【図３】


18
f
F
R
1
2
3
16
5
6
7
8
9
4
10
11

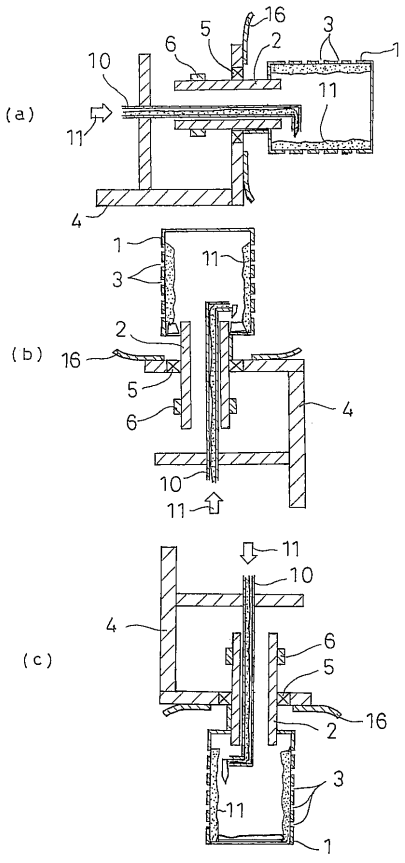
【図４】


円筒状容器
1
供給ポンプ
13
貯留容器
12
反射電極
16
コレクタ
18
第１の高電圧発生手段
14
第２の高電圧発生手段
17
第３の高電圧発生手段
19
ＳＷ１
モータ
9
ＳＷ２
ＳＷ３
制御部
21
記憶部
23
操作部
22
表示部
24

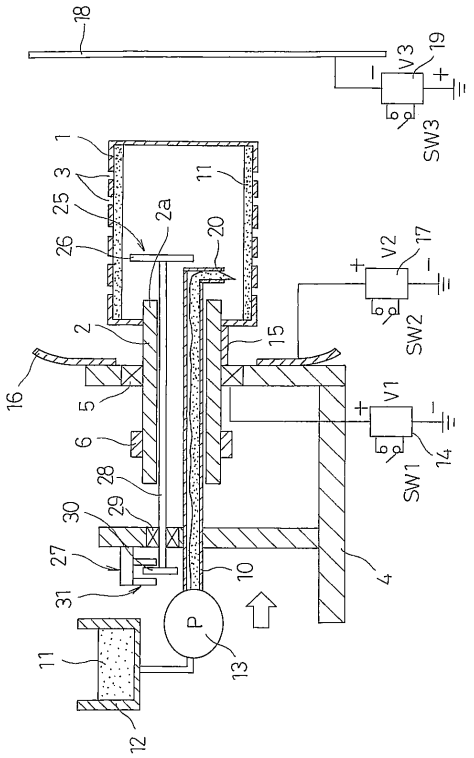
【図５】


11
12
16
6
5
3
1
18
10
P
13
20
11
2
15
4
SW1
V1
14
V3
SW3
19

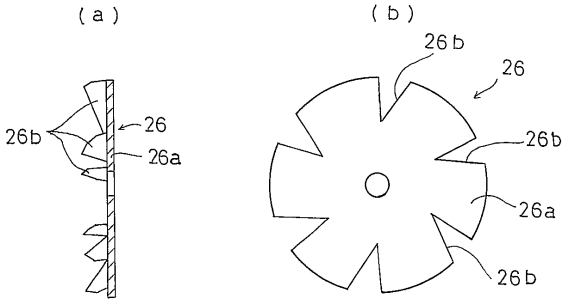
【図６】


(a)
(b)
(c)
16
5
6
2
3
1
10
11
4

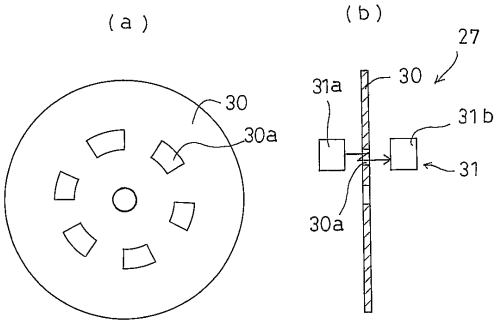
【図７】



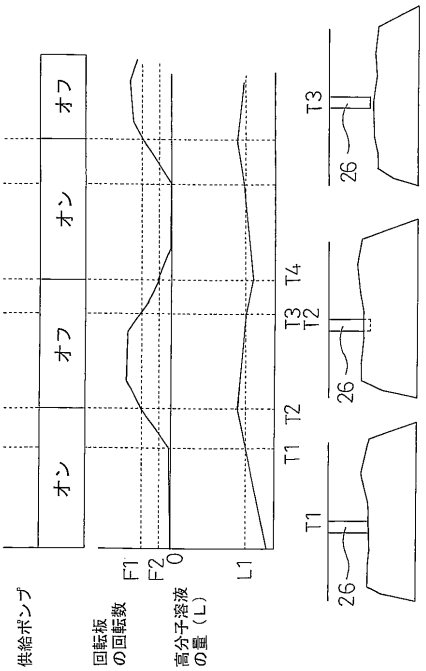
【図８】



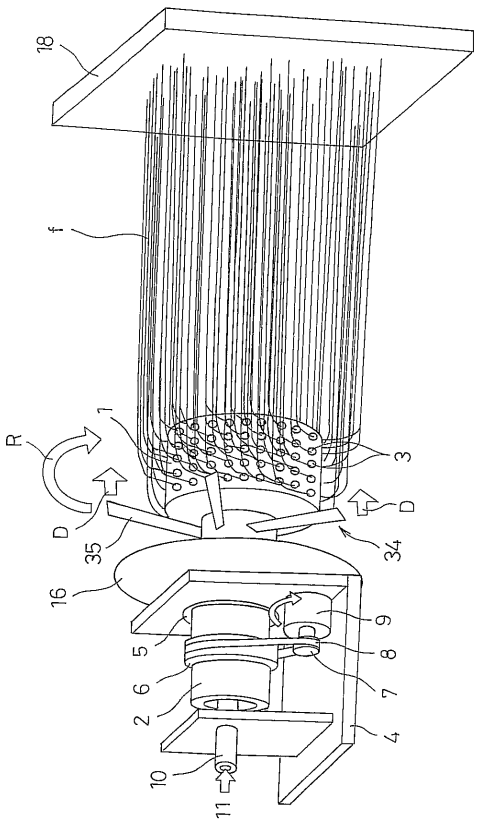
【図９】



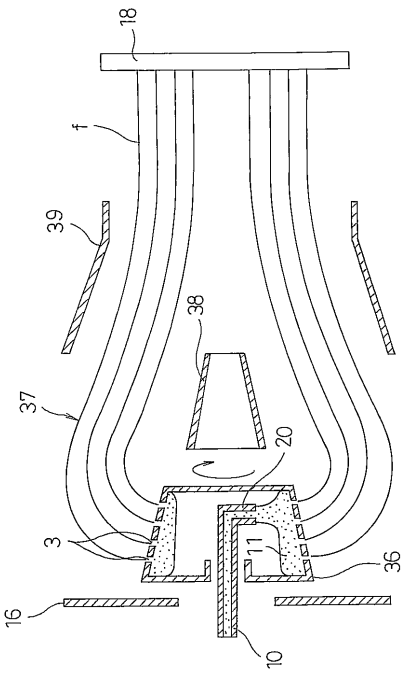
【図１０】



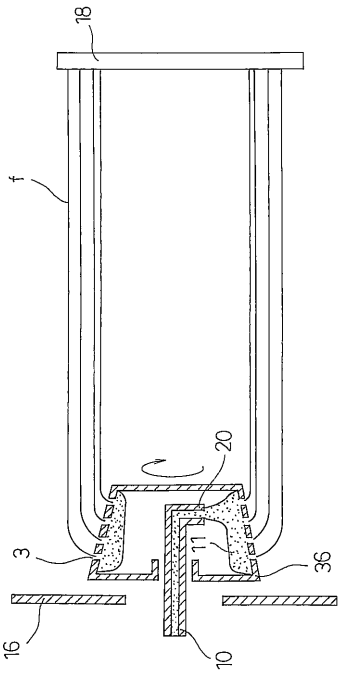
【図１１】



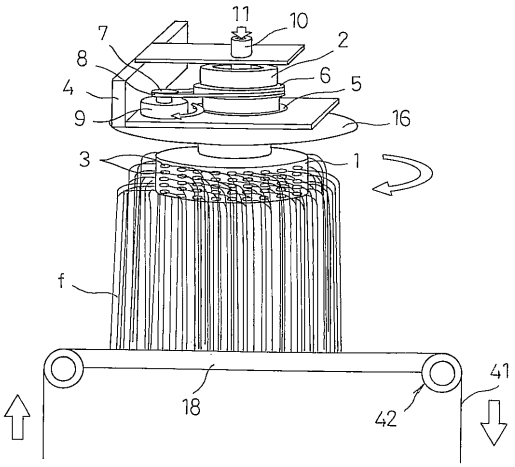
【図１２】



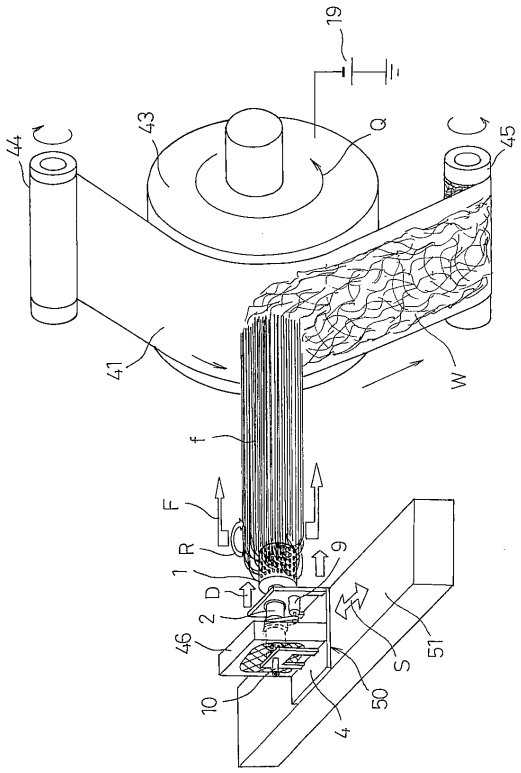
【図１３】



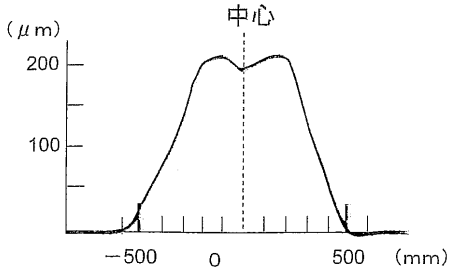
【図１４】



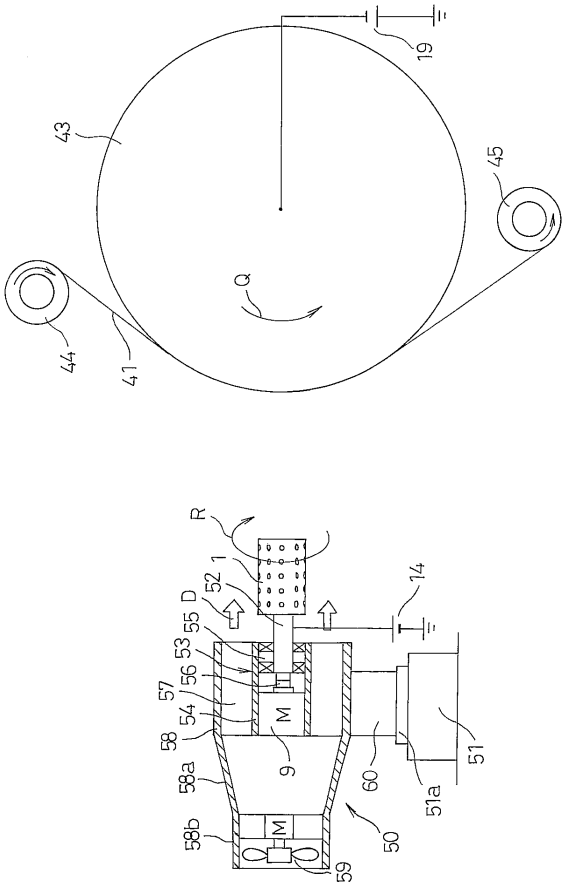
【図１５】



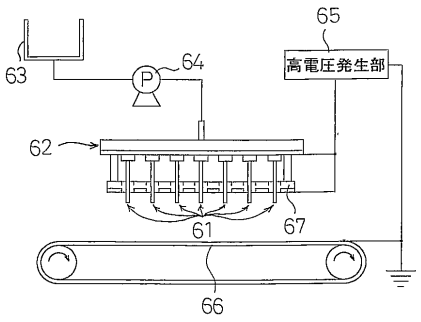
【図１６】



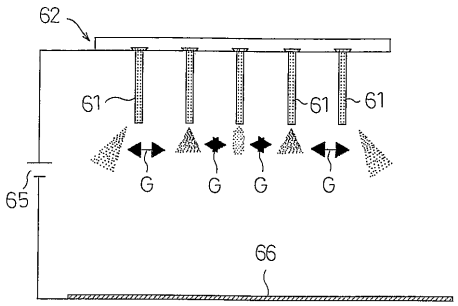
【図１７】



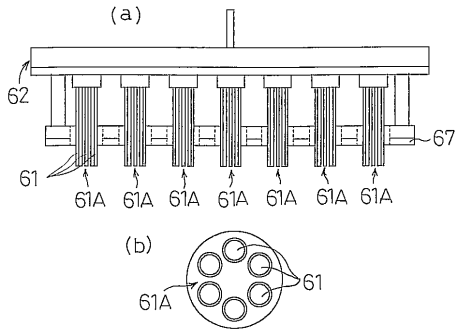
【図１８】



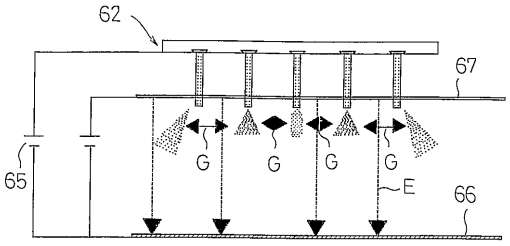
【図２０】



【図１９】



【図２１】



フロントページの続き

(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　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　相田　元

(56)参考文献　特開平０４－２２８６６７（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２０１５５９（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２２０３０５（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００５／１００６５４（WO，Ａ１）
国際公開第２００４／０２４１０１（WO，Ａ１）

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