

(19)日本国特許庁(JP)

**(12)特許公報(B2)**

(11)特許番号  
**特許第7635017号**  
**(P7635017)**

(45)発行日 令和7年2月25日(2025.2.25)

(24)登録日 令和7年2月14日(2025.2.14)

(51)国際特許分類

H 01 G	9/00 (2006.01)	F I	H 01 G	9/00	2 9 0 C
D 01 D	5/04 (2006.01)		D 01 D	5/04	
D 06 C	15/00 (2006.01)		D 06 C	15/00	
D 06 C	7/00 (2006.01)		D 06 C	7/00	Z
D 04 H	1/728(2012.01)		D 04 H	1/728	

請求項の数 11 (全23頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-28775(P2021-28775)  
 (22)出願日 令和3年2月25日(2021.2.25)  
 (65)公開番号 特開2022-129905(P2022-129905)  
 A)  
 (43)公開日 令和4年9月6日(2022.9.6)  
 審査請求日 令和5年12月15日(2023.12.15)

(73)特許権者 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74)代理人 110003708  
 弁理士法人鈴榮特許綜合事務所  
 大城 健一  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会  
 社東芝内  
 審査官 ゆずりは 広行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複合電極の製造方法および複合電極の製造装置

**(57)【特許請求の範囲】****【請求項1】**

帯形状の基材にプライマー溶液を塗布することと、  
 帯電させた原料液を、前記基材の側面と交差する主面に平行な方向に、前記基材の一方の長辺側の側面に向かって噴出するとともに前記基材の長手方向に沿ってずらした位置で前記基材の他方の長辺側の側面に向かって噴出して前記基材上に堆積させることにより前記基材の前記主面上に絶縁性繊維膜を形成することと、  
 を含む、前記基材と前記基材上に設けられた前記絶縁性繊維膜とを具備する複合電極の製造方法。

**【請求項2】**

前記基材の前記帯形状の短辺幅は2mm以上6mm以下である、請求項1記載の製造方法。

**【請求項3】**

前記プライマー溶液は、エチレングリコール及び - ブチロラクトンからなる群より選択される1以上を含む、請求項1または2に記載の製造方法。

**【請求項4】**

前記基材に前記プライマー溶液を塗布することは、ディップ方式により行う、請求項1乃至3の何れか1項に記載の製造方法。

**【請求項5】**

前記基材に前記プライマー溶液を塗布することは、スプレー方式により行う、請求項1

乃至 3 の何れか 1 項に記載の製造方法。

**【請求項 6】**

前記基材の前記帯形状は矩形形状を有し、前記帯電させた前記原料液を前記基材の前記主面に平行な方向に噴出して前記基材上に堆積させることにより前記基材の前記主面上に前記絶縁性繊維膜を形成することを、前記矩形形状の単位ごとに枚葉方式で行う、請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の製造方法。

**【請求項 7】**

前記基材に前記プライマー溶液を塗布することに先駆けて、前記基材に電極端子をかしめ固定することを更に含む、請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の製造方法。

**【請求項 8】**

10  
帯形状の基材を搬送経路に沿って搬送する搬送機構と、  
前記搬送経路を搬送される前記基材にプライマー溶液を塗布する塗布機と、  
前記搬送経路の前記塗布機によりプライマー溶液が塗布される位置よりも下流において前記搬送経路を搬送される前記基材に原料液を噴出する噴出口を備え、前記噴出口のうち前記基材の一方の長辺側の側面と対向する 1 以上と前記噴出口のうち前記基材の他方の長辺側の側面と対向する他の 1 以上とが前記基材の長手方向に沿ってずらして配置され、前記噴出口と連通する流路の流れ方向が前記基材の側面と交差する正面と平行に設けられた電界紡糸ユニットと、  
を具備する、複合電極の製造装置。

**【請求項 9】**

20  
前記搬送経路における前記電界紡糸ユニットの位置よりも下流の位置に設けられ、内部を前記基材が通過する乾燥炉をさらに具備する、請求項 8 に記載の製造装置。

**【請求項 10】**

前記搬送経路における前記乾燥炉の位置よりも下流の位置に設けられ、前記基材上に設けられた絶縁性繊維膜を圧延するプレス機をさらに具備する、請求項 9 に記載の製造装置。

**【請求項 11】**

前記塗布機は、前記基材へ向かって前記プライマー溶液を噴霧する噴霧器を具備する、請求項 8 乃至 10 の何れか 1 項に記載の製造装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

30

**【0001】**

本発明の実施形態は、複合電極の製造方法、及び複合電極の製造装置に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

エレクトロスピニング法（電界紡糸法及び電荷誘導紡糸法等とも称されることもある）により、微細なファイバーを収集体又は基材の表面に堆積させ、ファイバーの膜を形成する電界紡糸装置がある。一例の電界紡糸装置には、電界紡糸ヘッドが設けられ、電界紡糸ヘッドは、ヘッド本体と、ヘッド本体の外周面から突出するノズルと、を備える。電界紡糸ヘッドでは、ヘッド本体の内部に原料液を収納可能な収納空洞が形成される。また、ノズルの内部には、収納空洞と連通する流路（ノズル流路）が形成され、ノズルにおいてヘッド本体からの突出端には、流路の噴出口が形成される。ノズル（電界紡糸ヘッド）と収集体又は基材との間に電圧を印加することにより、流路の噴出口から原料液を収集体又は基材の表面に向かって噴出させ、ファイバーを収集体又は基材の表面に堆積させる。

40

**【0003】**

こうして形成されるファイバーの膜の用途として、例えば、リチウムイオン二次電池や電気二重層キャパシタ等の蓄電装置に用いられるセパレータ等の、電気的絶縁性が求められる分離膜が知られている。また、携帯電子機器等の普及から、蓄電装置の小型化が望まれている。エレクトロスピニング法において収集体又は基材の表面に向かって噴出されるファイバーは、一定以上の広い範囲に亘って堆積する。そのため、エレクトロスピニング法で得られる膜を小型の蓄電装置へ適用するにあたって、さらなる加工を要したり材料の

50

無駄が生じたりしていた。そのため、小寸法の膜の形成について、生産効率や材料効率の改善が望まれている。

**【先行技術文献】**

**【特許文献】**

**【0004】**

【文献】特表 2010 - 500717 号公報

【文献】特開 2013 - 80828 号公報

【文献】特開 2013 - 251347 号公報

**【発明の概要】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0005】**

実施形態は、歩留り及び材料効率が高い複合電極の製造方法、及びその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】**

**【0006】**

実施形態によれば、基材と該基材上に設けられた絶縁性繊維膜とを具備する複合電極の製造方法が提供される。当該製造方法は、帯形状の基材にプライマー溶液を塗布することと、帶電させた原料液を、上記基材の側面と交差する主面に平行な方向に基材の一方の長辺側の側面に向かって噴出するとともに基材の長手方向に沿ってずらした位置で基材の他方の長辺側の側面に向かって噴出して上記基材上に堆積させることにより上記基材の主面上に絶縁性繊維膜を形成することと、を含む。

**【0007】**

他の実施形態によれば、複合電極の製造装置が提供される。当該製造装置は、帯形状の基材を搬送経路に沿って搬送する搬送機構と、上記基材にプライマー溶液を塗布する塗布機と、原料液を噴出する噴出口を備える電界紡糸ユニットと、を具備する。塗布機は、上記搬送経路を搬送される上記基材にプライマー溶液を塗布する。電界紡糸ユニットが備える噴出口は、上記搬送経路の上記塗布機によりプライマー溶液が塗布される位置よりも下流において上記搬送経路を搬送される上記基材に、原料液を噴出する。噴出口のうち上記基材の一方の長辺側の側面と対向する 1 以上と、噴出口のうち基材の他方の長辺側の側面と対向する他の 1 以上とが、基材の長手方向に沿ってずらして配置されている。噴出口と連通する流路の流れ方向が基材の側面と交差する主面と平行に設けられている。

**【図面の簡単な説明】**

**【0008】**

【図 1】実施形態に係る複合電極の製造装置の一例を概略的に示す斜視図。

【図 2】実施形態に係る複合電極の製造装置が含む塗布機の一例を示す概略断面図。

【図 3】実施形態に係る複合電極の製造装置が含む塗布機の他の例を示す概略断面図。

【図 4】実施形態に係る複合電極の製造装置が含む電界紡糸機の一例を概略的に示す部分透過図。

【図 5】実施形態に係る複合電極の製造装置が含む電界紡糸機の他の例を概略的に示す斜視図。

【図 6】実施形態に係る複合電極の製造方法が含み得る乾燥の一例を示す概略断面図。

【図 7】実施形態に係る複合電極の製造方法が含み得る圧延の一例を示す概略断面図。

【図 8】従来の、電界紡糸法による原料液の噴出時のファイバーの広がりを模式的に説明するための斜視図。

【図 9】従来の、電界紡糸法による原料液の噴出時のファイバーの広がりを模式的に説明するための斜視図。

【図 10】実施形態に係る複合電極を用いる電解コンデンサ本体の構成部材の一例を概略的に示す平面図。

【図 11】図 10 に示す A 部を拡大した図。

【図 12】実施形態に係る複合電極を含む電解コンデンサ本体の一例を概略的に示す部分

10

20

30

40

50

展開斜視図。

【図13】実施形態に係る複合電極を含む電解コンデンサの一例を概略的に示す斜視図。

【図14】従来型の電解コンデンサ本体の構成部材の一例を概略的に示す平面図。

【図15】従来型の電解コンデンサ本体の一例を概略的に示す部分展開斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施形態に係る製造方法は、帯形状を有する基材と該基材上に設けられた絶縁性繊維膜とを具備する複合電極を製造する方法である。この製造方法は、帯形状の基材にプライマー溶液を塗布することと、基材の主面上に絶縁性繊維膜を形成することと、を含む。絶縁性繊維膜は、帯電させた原料液を、基材の側面と交差する主面に平行な方向に噴出して基材上に堆積させることにより、基材の主面上に形成する。

10

【0010】

実施形態に係る製造装置は、上記複合電極の製造装置であって、上記製造方法により複合電極を製造する装置である。製造装置は、搬送機構と、塗布機と、電界紡糸ユニットと、を具備する。上記搬送機構は、帯形状の基材を搬送経路に沿って搬送する。塗布機は、搬送経路の第1位置において、基材にプライマー溶液を塗布する。電界紡糸ユニットは、搬送経路における第1位置よりも下流の第2位置に設けられている。電界紡糸ユニットは、原料液を噴出する噴出口と連通する流路の流れ方向が基材の側面と交差する主面と平行に設けられている。

20

【0011】

以下、実施形態について、図面を参照して説明する。

【0012】

図1は、実施形態に係る複合電極の製造装置の一例を概略的に示す斜視図である。図示する例の製造装置1は、巻解機20と、塗布機30aと、電界紡糸ユニットとして電界紡糸ノズル412を含む電界紡糸機40aと、乾燥炉50と、プレス機60と、巻取機70と、複数のガイドローラー90とを備えている。この製造装置1では、巻解機20、巻取機70、及び複数のガイドローラー90により基材8を搬送経路100に沿って搬送する搬送機構が構成されている。

【0013】

巻解機20は、リール21を備えている。リール21には、基材8がロール状に巻かれる。巻解機20では、電動モーター等の駆動部材(図示しない)を駆動することにより、リール21が回転する。回転により、リール21に巻かれた基材8が、巻き解かれる。そして、巻き解かれた基材8は、搬送経路100に繰り出される。

30

【0014】

巻取機70は、リール71を備えている。巻取機70では、電動モーター等の駆動部材(図示しない)を駆動することにより、リール71が回転する。これにより、搬送経路100に沿って搬送された基材8が、リール71によってロール状に巻き取られる。

【0015】

製造装置1では、リール21を回転させると同時にリール71を回転させることにより、巻解機20から巻取機70へ、搬送経路100に沿って基材8が搬送される。なお、巻解機20から巻取機70へ基材8をガイドするガイドローラー90の数および配置は、図示するものに限られない。また、巻解機20から巻取機70までの搬送経路100における折れ曲がり部分や折り返し部分の数および配置は、図示するものに限定されない。

40

【0016】

図1では、巻解機20より繰り出された基材8が、搬送経路100上の製造装置1の各部位を連続的に通過して、最終的に巻取機70にて巻き取られるロール-to-ロール方式の装置の一例を示しているが、実施形態は(製造方法および製造装置とともに)このような連続的な方式に限定されない。例えば、下流にて具体的に説明する枚葉方式により基材8上への絶縁性繊維膜の形成が行われ得る。

【0017】

50

基材 8 は、帯形状を有する。基材 8 の帯形状は、例えば、2 mm 以上 6 mm 以下の短辺幅を有する。基材 8 は、導電性の箔であることが好ましい。基材 8 は、誘電体層として機能する酸化被膜がその表面に化学的に形成された導電性の箔であることがより好ましい。一例では、基材 8 は、酸化アルミニウム被膜で被覆されているアルミニウム箔である。基材は、例えば、50 μm 以上 200 μm 以下の厚みを有し得る。

#### 【0018】

基材 8 の搬送経路 100 の巻解機 20 より下流の搬送経路 100 の第 1 位置 3a には、塗布機 30a が設置されている。塗布機 30a は、基材 8 にプライマー溶液 300 を塗布する。

#### 【0019】

図示する例では、第 1 位置 3a において、ディップ方式により基材 8 にプライマー溶液 300 が塗布される態様を示している。図 2 にて、このようなディップコート法による基材 8 のプライマー処理をより具体的に示す。

#### 【0020】

図 2 は、この態様にて第 1 位置 3a における基材 8 へのプライマー溶液 300 の塗布をより詳細に示す概略断面図である。第 1 位置 3a に設置されている塗布機 30a は、容器 31 を具備する。容器 31 は、基材 8 が通過する空間を規定しており、且つ、プライマー溶液 300 を収容することが可能である。図示する例では、塗布機 30a は、一対のメタリングロール 32 をさらに具備している。第 1 位置 3a において、プライマー溶液 300 の中を基材 8 が一旦通過した後にプライマー溶液 300 から引き上げられるように、ガイドローラー 90 が配置されている。また、ガイドローラー 90 は、プライマー溶液 300 から引き上げられた基材 8 がメタリングロール 32 の間を通過するように配置されている。

#### 【0021】

第 1 位置 3a において、搬送経路 100 に沿って搬送される途中で基材 8 がプライマー溶液 300 中を潜ることでプライマー溶液 300 が基材 8 の表面に塗布されて、基材 8 を被覆するプライマー被膜 81 が形成される。プライマー被膜 81 で被覆された基材 8 は、一対のメタリングロール 32 の間を通過し、それにより余剰のプライマー溶液 300 を取り除き、均一なプライマー被膜 81 が形成される。

#### 【0022】

プライマー溶液 300 は、例えば、エチレングリコール及び - ブチロラクトンからなる群より選択される 1 以上を含む。その他、プライマー溶液 300 としてコンデンサ又はキャパシタに用いられる電解液の溶媒として汎用されている有機溶媒が使用され得る。このような有機溶媒の例として、エチレングリコールモノメチルエーテル、グリセリン、及び N - エチルホルムアミド等を挙げることができる。

#### 【0023】

塗布機 30a の容器 31 は、プライマー溶液 300 に対する耐性を有する材料、例えば、合成樹脂材料から形成される。

#### 【0024】

実施形態に係る製造方法および製造装置では、上述したディップ方式の代わりに、スプレー方式による基材 8 へのプライマー溶液 300 の塗布を採用することもできる。図 3 にて、このようなスプレーコート法による基材 8 のプライマー処理を示す。

#### 【0025】

図 3 は、スプレー方式の態様による、基材 8 へのプライマー溶液 300 の塗布を示す概略断面図である。第 1 位置 3b には、基材 8 の搬送経路 100 を規定するガイドローラー 90 に加え、基材 8 へ向かってプライマー溶液 300 を噴霧するスプレーノズル 33 及びプライマー供給源 34 を備えた噴霧器を具備する塗布機 30b が配置される。

#### 【0026】

スプレーノズル 33 には、プライマー供給源 34 からプライマー溶液 300 が供給される。プライマー供給源 34 は、プライマー溶液収容タンク 341、プライマー供給駆動部 342、プライマー供給調整部 343 及びプライマー供給配管 345 を備える。プライマ

10

20

30

40

50

一溶液収容タンク 341、プライマー供給駆動部 342、プライマー供給調整部 343 及びプライマー供給配管 345 のそれぞれは、プライマー溶液 300 に対する耐性を有する材料から形成される。噴霧器は、プライマー供給駆動部 342 の駆動およびプライマー供給調整部 343 の作動を制御する制御部（図示しない）を更に含み得る。

#### 【0027】

第 1 位置 3b にて、搬送経路 100 に沿って搬送される基材 8 の表裏両方の主面に対しスプレーノズル 33 よりプライマー溶液 300 が吹き付けられることにより、基材 8 の主面がプライマー被膜 81 で被覆される。図示する例では、基材 8 の一方の主面がプライマー被膜 81 で被覆された後に他方の主面が被覆されるようにスプレーノズル 33 が配置されているが、スプレーノズル 33 の配置は図示する例に限られない。例えば、基材 8 の両面がプライマー溶液 300 のミストに同時に曝されるようにスプレーノズル 33 を配置してもよい。

10

#### 【0028】

なお、スプレーノズル 33 の数は、特に限定されるものではなく、スプレーノズル 33 は、基材 8 の片面あたり 1 つ以上設けられていればよい。或いは、1 以上のスプレーノズル 33 を用いて基材 8 の片方の主面にプライマー溶液 300 を吹きかけた後、その 1 以上のスプレーノズル 33 が基材 8 の他方の主面にプライマー溶液 300 を吹きかけるよう、スプレーノズル 33 と基材 8 との位置関係を変更する機構を備えることも可能である。また、基材 8 の主面に加えて側面も加えた全表面上にプライマー溶液 300 を吹き付ける構成が望ましい。

20

#### 【0029】

スプレーノズル 33 は、プライマー溶液 300 に対して耐性を有する材料から形成されることが好ましく、例えば、ステンレスから形成される。

#### 【0030】

噴霧器の形態は、基材 8 にプライマー溶液 300 を吹き付ける構成を有すればよく、図示するスプレーノズル 33 等を備えた形態に限定されない。

#### 【0031】

基材 8 にプライマー溶液 300 を塗布する方法は、上述したディップ方式およびスプレー方式に限定されない。

30

#### 【0032】

基材 8 の搬送経路 100 において、基材 8 にプライマー溶液 300 が塗布される第 1 位置 3a（又は第 1 位置 3b）よりも下流の第 2 位置 4a には、電界紡糸機 40a が設けられている。電界紡糸機 40a は、噴出口が基材 8 の側面を向くように設けられた電界紡糸ノズル 412 を備えている。第 2 位置 4a では、複合電極の絶縁性纖維膜の原料液が、帯電された状態で電界紡糸ノズル 412 から基材 8 の側面へ向かって噴出され、基材 8 上に堆積する。帯電させた原料液を基材 8 の側面に対向するように設置した電界紡糸ノズル噴出口から噴出して基材 8 上に堆積させることによって、基材 8 の主面上に絶縁性纖維膜が形成される。

#### 【0033】

図 4 を参照しながら、電界紡糸法による絶縁性纖維膜の形成を詳細に説明する。図 4 は、第 2 位置に設置される電界紡糸機の一例を概略的に示す部分透過図である。なお、図 4 では、基材 8 についてはその主面を表示している。

40

#### 【0034】

図示する電界紡糸機 40b は、電界紡糸ユニットとして電界紡糸ヘッド 41 及び原料液供給源（供給部）42 を備え、電源 43 及び制御部 44 を更に備える。

#### 【0035】

電界紡糸ヘッド 41 は、ヘッド本体 411 と、電界紡糸ノズル 412 と、を備える。電界紡糸ノズル 412 は、ヘッド本体 411 の外面に設けられる。ヘッド本体 411 及び電界紡糸ノズル 412 のそれぞれは、導電性材料から形成される。

#### 【0036】

50

なお、電界紡糸ノズル 412 の数は、特に限定されるものではなく、電界紡糸ノズル 412 は、1つ以上設けられていればよい。また、ヘッド本体 411 及び電界紡糸ノズル 412 のそれぞれは、後述する原料液に対して耐性を有する材料から形成されることが好ましく、例えば、ステンレスから形成される。

#### 【0037】

ヘッド本体 411 の内部には、収納空洞 415 が形成される。電界紡糸ヘッド 41 には、電界紡糸ノズル 412 と同一の数だけ流路（ノズル流路）417 が形成され、各々の電界紡糸ノズル 412 の内部には、流路 417 の対応する1つが形成される。流路 417 のそれぞれの一端は、収納空洞 415 と連通し、収納空洞 415 からヘッド本体 411 の外側に向かって延設される。そして、流路 417 のそれぞれには、収納空洞 415 とは反対側の端に噴出口 418 が形成され、流路 417 のそれぞれは、噴出口 418 で外部に対して開口する。電界紡糸ノズル 412 のそれぞれでは、ヘッド本体 411 から突出した先端に、流路 417 の対応する1つの噴出口 418 が形成される。

#### 【0038】

電界紡糸ノズル 412 は、例えば、ニードル型のノズルであり得る。図示する例では、電界紡糸ノズル 412 は、ノズル基部 412a 及びニードル部 412b を備える。電界紡糸ノズル 412 では、ノズル基部 412a がヘッド本体 411 へ接続され、ヘッド本体 411 からの突出部分の根元を形成する。また、電界紡糸ノズル 412 では、ニードル部 412b がノズル基部 412a から電界紡糸ヘッド 41 の外周側へさらに突出し、ヘッド本体 411 からの突出端を形成する。ニードル部 412b の先端に噴出口 418 が形成される。また、ニードル部 412b の外径は、ノズル基部 412a の外径より小さい。電界紡糸ノズル 412 の形状は、図示する例に限られない。

#### 【0039】

原料液供給源 42 は、原料液収納部 421、原料液供給駆動部 422、原料液供給調整部 423 及び原料液供給配管 425 を備える。原料液収納部 421、原料液供給駆動部 422、原料液供給調整部 423 及び原料液供給配管 425 のそれぞれは、原料液に耐性を有し、ある一例では、原料液収納部 421 及び原料液供給配管 425 のそれぞれは、フッ素樹脂等の絶縁材から形成される。

#### 【0040】

原料液収納部 421 は、原料液を収納するタンク等である。原料液は、高分子材料を溶媒に溶解したものである。原料液に含まれる高分子、及び、高分子を溶解させる溶媒は、基材 8 上に形成する絶縁性纖維膜の材料種等に対応させて、適宜に決定される。

#### 【0041】

高分子材料は、特に限定されるものではなく、形成する絶縁性纖維膜の材質に対応させて適宜に変更可能である。一例では、高分子材料としてポリアミド及びポリアミドイミドからなる群より選択される1以上を用いることができる。その他、高分子材料として、例えば、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、ナイロン、及びアラミド等を用いることもできる。

#### 【0042】

原料液に用いられる溶媒は、高分子材料を溶解することができるものであればよい。溶媒は、溶解させる高分子材料に対応させて適宜に変更可能である。溶媒としては、例えば、水、メタノール、エタノール、イソプロピルアルコール、アセトン、ベンゼン、トルエン、N-メチル-2-ピロリドン（NMP）及びジメチルアセトアミド（DMAc）等を用いることができる。

#### 【0043】

原料液供給配管 425 は、原料液収納部 421 と電界紡糸ヘッド 41 のヘッド本体 41 との間を接続する。原料液供給配管 425 の内部には、原料液の流路が形成される。原料液供給配管 425 はヘッド本体 411 に接続され、収納空洞 415 は原料液供給配管 425 の内部と連通する。

#### 【0044】

10

20

30

40

50

原料液供給駆動部 4 2 2 は、駆動等されることにより、原料液収納部 4 2 1 から原料液供給配管 4 2 5 を通して原料液をヘッド本体 4 1 1 の収納空洞 4 1 5 に供給する。ある一例では、原料液供給駆動部 4 2 2 は、ポンプである。また、別のある一例では、原料液供給駆動部 4 2 2 は、原料液収納部 4 2 1 にガスを供給することにより、原料液収納部 4 2 1 から収納空洞 4 1 5 に原料液を圧送する。収納空洞 4 1 5 は、原料液供給配管 4 2 5 を通して供給された原料液を収納可能である。

#### 【 0 0 4 5 】

原料液供給調整部 4 2 3 は、電界紡糸ヘッド 4 1 に供給される原料液の流量及び圧力等を調整する。ある一例では、原料液供給調整部 4 2 3 は、原料液の流量及び圧力等を制御可能な制御弁を備える。この場合、原料液供給調整部 4 2 3 は、原料液の粘度及び電界紡糸ノズル 4 1 2 の構造等に基づいて、原料液を適宜の流量及び圧力等に調整する。また、ある一例では、原料液供給調整部 4 2 3 は、原料液収納部 4 2 1 から電界紡糸ヘッド 4 1 への原料液の供給及び供給停止を切替え可能である。この場合、原料液供給調整部 4 2 3 は、例えば、切替え弁である。

#### 【 0 0 4 6 】

なお、原料液供給駆動部 4 2 2 及び原料液供給調整部 4 2 3 は、必ずしも設ける必要はない。ある一例では、ヘッド本体 4 1 1 に対して鉛直上側に原料液収納部 4 2 1 が設けられ、重力をを利用して原料液収納部 4 2 1 から電界紡糸ヘッド 4 1 に原料液を供給する。この場合、ヘッド本体 4 1 1 に対する原料液収納部 4 2 1 の高さの差を調整することにより、原料液の供給及び供給停止の切替え等が可能である。

#### 【 0 0 4 7 】

実施形態において、電界紡糸機 4 0 b が絶縁性纖維膜の原料をその噴出口から噴出する電界紡糸ユニットとして備える電界紡糸ヘッド 4 1 は、図示する構造のものに限定されない。また、図 4 に示す電界紡糸機 4 0 b が備えるような 1 以上の電界紡糸ノズル 4 1 2 を備えた電界紡糸ヘッド 4 1 以外にも、電界紡糸機は電界紡糸ユニットとして、例えば、図 1 に示す電界紡糸機 4 0 a のように原料液供給源 4 2 から原料が直接供給される電界紡糸ノズル、又は、具体的な例の図示はないが電界紡糸ノズルを有さずにノズル以外の箇所に原料液用の流路および噴出口を備えたノズルレスな電界紡糸ヘッドを備え得る。

#### 【 0 0 4 8 】

電源 4 3 は、電界紡糸ヘッド 4 1 に電圧を印加可能である。電界紡糸ヘッド 4 1 に電圧が印加されることにより、ヘッド本体 4 1 1 を介して、所定の極性の電圧が、電界紡糸ノズル 4 1 2 のそれぞれに印加される。複数の電界紡糸ノズル 4 1 2 が設けられている場合は、それら電界紡糸ノズル 4 1 2 間で互いに対しても同一の極性の電圧が印加される。電源 4 3 によって電界紡糸ヘッド 4 1 に前述のように電圧が印加され、原料液供給調整部 4 2 3 によって電界紡糸ヘッド 4 1 に原料液が供給されることにより、原料液が電界紡糸ノズル 4 1 2 (電界紡糸ヘッド 4 1 ) と同一の極性に帯電する。

#### 【 0 0 4 9 】

なお、ある一例では、電界紡糸ノズル 4 1 2 のそれぞれに電気的に接続される端子(図示しない)が設けられ、電源 4 3 は、端子を介して電界紡糸ノズル 4 1 2 のそれぞれに電圧を印加してもよい。この場合、ヘッド本体 4 1 1 を導電性材料から形成する必要がなくなる。また、電界紡糸ノズル 4 1 2 のそれぞれに印加される電圧の極性は、プラスであってもよく、マイナスであってもよい。各図の例では、電源 4 3 は、直流電源であり、電界紡糸ノズル 4 1 2 のそれぞれにプラスの電圧を印加する。

#### 【 0 0 5 0 】

図 4 の例では、基材 8 は、接地される。このため、電界紡糸ノズル 4 1 2 のそれぞれにプラスの電圧が印加された状態において、基材 8 の対地電圧は、0 V 又は略 0 V になる。別のある一例では、基材 8 が接地されていない。例えば、図 1 に示す電界紡糸機 4 0 a のように、電源 4 3 又は電源 4 3 とは別の電源によって、電界紡糸ノズル 4 1 2 のそれぞれとは反対の極性の電圧を第 2 位置 4 a に設けられているガイドローラー 9 0 に印加する。導電性の材料からなるガイドローラー 9 0 に電圧を印加することで、基材 8 に電圧を間接

的に印加できる。

#### 【0051】

電界紡糸ノズル412は、噴出口418が基材8の長辺側の側面と対向するように配置される。ここで、噴出口418が対向する側面とは、基材8の帯形状の長辺に沿う縁の部分を指す。つまり、ここでいう基材8の側面とは、基材8の正面と交差する面である。言い換えると、基材8の側面は、基材8の厚み方向に沿う面である。即ち、流路417の流れ方向419が基材8の正面と平行になるように、電界紡糸ユニット（電界紡糸ノズル412）が設置されている。噴出口418の口径は、一例では、200μm以上500μm以下である。

#### 【0052】

原料液供給源42によって電界紡糸ヘッド41に原料液が供給された状態で、電源43によって電界紡糸ヘッド41に電圧を印加することにより、原料液は、電界紡糸ヘッド41と同一の極性に帶電する。又は、電界紡糸ヘッド41に電圧が印加され、電界紡糸ヘッド41に原料液が供給されることにより、原料液は、電界紡糸ヘッド41と同一の極性に帶電する。原料液が電界紡糸ヘッド41と同一の極性に帶電することにより、電界紡糸ヘッド41（電界紡糸ノズル412）の原料液と基材8との間に電位差が生じる。電界紡糸ヘッド41（電界紡糸ノズル412）と基材8との間の電位差によって、原料液が基材8に向かって噴出される。電界紡糸ノズル412のそれぞれの噴出口418から原料液が基材8に向かって噴出されることにより、ファイバー82が基材8の表面に堆積され、堆積されたファイバー82によって絶縁性纖維膜83が形成される。すなわち、エレクトロスピニング法（電界紡糸法及び電荷誘導紡糸法等とも称されることもある）によって、絶縁性纖維膜83が形成される。

10

#### 【0053】

なお、電界紡糸ヘッド41と基材8との間に印加される電圧、すなわち、電界紡糸ノズル412のそれぞれと基材8との間の電位差は、原料液に含まれる高分子の種類及び電界紡糸ノズル412のそれぞれの基材8に対する距離等に対応させて、適宜の大きさに調整される。ある一例では、電界紡糸ノズル412のそれぞれと基材8との間に、10kV以上100kV以下のいずれかの大きさの直流電圧が印加される。

#### 【0054】

電界紡糸ノズル412の噴出口418から噴出した原料液は、ファイバー82に変化しながら基材8の正面の面内方向に沿って移動し、基材8の上に堆積する。つまり、原料液を基材の正面に平行な方向に噴出して、基材8上にファイバー82として堆積させる。電界紡糸ノズル412のそれぞれの噴出口418から噴出される原料液がファイバー82として基材8に堆積されるまでに原料液／ファイバー82が辿る軌道は、大まかには、例えば、基材8の正面に対し平行または略平行であり得る。流路417の流れ方向419が基材8の側面と平行になるように設置された電界紡糸ノズル412の噴出口418から原料液を噴出させることで、原料液の噴出方向および原料液／ファイバー82の軌道を、基材8の正面に対し平行または略平行にできる。なお、帶電した原料液と基材8との間の電位差によって原料液の軌道は噴出口418から基材8へ向かう方向に誘導されるため、原料液／ファイバー82に対する重力の影響は気にしなくてよい。

30

#### 【0055】

第1位置3aにて基材8の正面にプライマー溶液300を塗布してプライマー被膜81が形成されたことにより、基材8の正面に沿う方向に原料液を噴出しても、基材8の表裏の両方の正面にファイバー82が絶縁性纖維膜83に適した状態で堆積される。ファイバー82の一部は、基材8の正面の面積を通り越して、噴出口418が対向する基材8の側面とは反対側の側面（基材8を短辺方向に亘った反対側の縁）より外側まではみ出る。基材8の正面がプライマー被膜81で被覆されていることにより、プライマー被膜81がない場合と比較して、ファイバー82のはみ出し幅を少なく抑えることができる。ファイバー82のはみ出しを少なくすることで余剰のファイバー82の除去が不要になり、製造効率が向上する。また、基材8の正面にプライマー被膜81が設けられていることで、主

40

50

面上に堆積するファイバー 8 2 をより多くすることができ、製造における材料効率が向上する。

#### 【 0 0 5 6 】

帯形状を有する基材 8 の長辺側の縁の面にあたる、電界紡糸ノズル 4 1 2 の噴出口 4 1 8 が対向する基材 8 の側面にも、ファイバー 8 2 が堆積する。一方で、噴出口 4 1 8 が対向する側面とは反対側の長辺側では上述のとおりファイバー 8 2 がはみ出るもの、この反対側の側面それ自体には、ファイバー 8 2 が堆積しにくい。つまり、噴出口 4 1 8 と対向する側面に対し基材 8 の反対側の側面は、噴出口 4 1 8 に対する死角に位置する。

#### 【 0 0 5 7 】

基材 8 の帯形状の両側の長辺に沿う側面にファイバー 8 2 を堆積させるために、基材 8 の短辺方向に沿った両方向から原料液を基材 8 のそれぞれの長辺の側面に向かって噴出させることが望ましい。つまり、図示する例のように、噴出口 4 1 8 が基材 8 の一方の長辺側の側面と対向するように 1 以上の電界紡糸ノズル 4 1 2 を設置するとともに、噴出口 4 1 8 が基材 8 の他方の長辺側の側面と対向するように他の 1 以上の電界紡糸ノズル 4 1 2 を設置する配置が望ましい。但し、同一の極性の電圧が印加された電界紡糸ノズル 4 1 2 同士の干渉等の影響を避けるために、それぞれの噴出口 4 1 8 が（基材 8 を介して）対向しないよう、留意する。例えば、基材 8 の搬送経路 1 0 0 に沿ってずらした配置で、基材 8 の一方の長辺側に設ける電界紡糸ノズル 4 1 2 及び他方の長辺側に設ける電界紡糸ノズル 4 1 2 をそれぞれ設置する。

#### 【 0 0 5 8 】

制御部（コントローラ）4 4 は、例えば、コンピュータ等である。制御部 4 4 は、C P U（Central Processing Unit）、A S I C（Application Specific Integrated Circuit）又はF P G A（Field Programmable Gate Array）等を含むプロセッサ又は集積回路（制御回路）、及び、メモリ等の記憶媒体を備える。制御部 4 4 は、集積回路等を 1 つのみ備えてもよく、集積回路等を複数備えてもよい。制御部 4 4 は、記憶媒体等に記憶されるプログラム等を実行することにより、処理を行う。制御部 4 4 は、原料液供給駆動部 4 2 2 の駆動、原料液供給調整部 4 2 3 の作動、及び、電源 4 3 からの出力等を制御する。

#### 【 0 0 5 9 】

図 1 に示すように基材 8 を搬送経路 1 0 0 に沿って搬送しながら、基材 8 の側面に向かって原料液 / ファイバー 8 2 を噴出することで、絶縁性纖維膜 8 3 の形成を基材 8 の長手方向に沿って連続的に行うことができる。上述したとおり、製造は連続的でなくてもよい。例えば、長辺方向の所定の長さを有する基材 8 上に絶縁性纖維膜 8 3 を順次形成してもよい。この場合、基材 8 の長さ全体に亘って絶縁性纖維膜 8 3 を形成するために、基材 8 を移動可能にしてもよいし、或いは、電界紡糸ユニットを基材 8 の長辺方向に沿って移動させててもよい。また、このような場合は、基材 8 の一方の長辺に沿う側面と噴出口が対向する電界紡糸ユニットからの原料液の噴出と、他方の長辺に沿う側面と噴出口が対向する電界紡糸ユニットからの原料液の噴出を、交互に行ってもよい。

#### 【 0 0 6 0 】

図 1 に示す連続的であるロール - to - ロール方式とは異なる態様として、枚葉方式で電界紡糸法により基材 8 に絶縁性纖維膜 8 3 を形成する方法を、図 5 を参照しながら説明する。

#### 【 0 0 6 1 】

図 5 は、枚葉方式により絶縁性纖維膜を形成する態様を概略的に示す斜視図である。枚葉方式により絶縁性纖維膜を形成する電界紡糸機 4 0 c は、治具 4 6 に保持された状態の基材 8 を搬送するベルト 4 8 及び基材 8 に向かって原料液を噴出する電界紡糸ノズル 4 1 2 を備える。第 2 位置 4 c にて、ガイドローラー 9 0 によりベルト 4 8 の搬送経路が規定されている。ベルト 4 8 は、図示しないモーターによる駆動で搬送される。ベルト 4 8 上に、台 4 5 を備えた治具 4 6 が載置され、治具 4 6 により基材 8 が保持される。治具 4 6 により保持される基材 8 の両側の長辺に沿う側面と噴出口が対向するように、電界紡糸ノ

10

20

30

40

50

ズル 412 が配置される。電界紡糸ノズル 412 には原料液が供給されるが、図面の簡略化のために、原料液の供給源は省略する。電源 43 が、電界紡糸ノズル 412 に一方の極性に電圧を印加可能、且つ、ガイドローラー 90 に反対の極性の電圧を印加可能に設置される。

#### 【0062】

基材 8 は、帯形状の長さ方向への所定の長さに裁断されており、例えば、矩形形状を有し得る。矩形形状の寸法は、所望の複合電極の大きさに応じて調整し、例えば、帯形状の長辺方向の長さが 16 cm 以上 24 cm 以下であり得る。基材 8 のうち治具 46 が把持する部分は、治具 46 によりマスクされた状態になるため、この部分にはファイバー 82 が堆積しない。そのため、基材 8 のうち治具 46 が把持する部分は、複合電極の製造にあたって切り落とすことになるので、基材 8 の長辺方向への寸法は所望の複合電極の電極箔の長辺長さより長めにとることが望ましい。

10

#### 【0063】

図示する例では、治具 46 はヒンジ 47 を軸に開閉可能な構造を有しており、それにより基材 8 を保持する機構を有している。治具 46 の構造は図示する例に限定されず、例えば、基材 8 を保持するチャックを有するものであります。治具 46 は、基材 8 がたるまないよう、適度なテンションが基材 8 にかかるように基材 8 を引っ張った状態で保持できる構造を有することが望ましい。

#### 【0064】

電源 43 によって電界紡糸ノズル 412 に電圧を印加することにより、原料液は帯電する。図 5 の例では、電源 43 によって電界紡糸ノズル 412 のそれぞれとは反対の極性の電圧が、導電性のガイドローラー 90 に印加される。ベルト 48、台 45、及び治具 46 も導電性の材料から形成されており、電界紡糸ノズル 412 のそれぞれとは反対の極性の電圧が基材 8 に間接的に印加される。ガイドローラー 90 は、接地されていても良い。

20

#### 【0065】

先に説明したと同様に、帯電した原料液と基材 8 との電位差によって、電界紡糸ノズル 412 から原料液が基材 8 の側面に向かって噴出されることにより、ファイバー 82 がプライマー溶液で被覆された基材 8 の表面に堆積し、絶縁性纖維膜が形成される。

#### 【0066】

ベルト 48 の搬送に伴って、ベルト 48 上に載置された、台 45 を備え基材 8 を保持する治具 46 が移動する。つまり、図示する例は、基材 8 が移動可能な態様に該当する。基材 8 を移動させる代わりに、基材 8 の長辺方向に沿って電界紡糸ノズル 412 を移動させてもよい。

30

#### 【0067】

基材 8 の長手方向に沿って基材 8 と電界紡糸ノズル 412 との位置関係をずらすことにより、基材 8 の長手方向の長さ全体に亘っての絶縁性纖維膜を形成が可能になる。基材 8 を間に挟んで両側に配置されたそれぞれの電界紡糸ノズル 412 から同時に原料液を噴出してもよいし、各々の電界紡糸ノズル 412 から交互に原料液を噴出してもよい。但し、基材 8 を介してそれぞれの電界紡糸ノズル 412 の噴出口が対向しないよう留意する。また、材料効率の観点からは、噴出口が基材 8 の側面と対向していない状態にある電界紡糸ノズル 412 からの噴出を中断することが好ましい。

40

#### 【0068】

或いは、基材 8 の長さ方向全体に対応するよう複数の電界紡糸ノズル 412 を配置し、基材 8 及び電界紡糸ノズル 412 の何れも移動させずに原料液を噴出して絶縁性纖維膜を形成することもできる。この場合は、例えば、基材 8 の一方の長辺側に配置した電界紡糸ノズル 412 からの原料液の噴出と他方の長辺側に配置した電界紡糸ノズル 412 からの原料液の噴出を交互に行うことで、同一の極性に印加した電界紡糸ノズル 412 同士の干渉を避けることができる。

#### 【0069】

第 1 位置 3a (又は第 1 位置 3b) でのプライマー溶液 300 の塗布も、基材 8 を治具

50

4 6 で保持した状態で行ってもよい。また、下流の第 3 位置 5 での乾燥も、基材 8 を治具 4 6 に保持したままの状態で行ってもよい。基材 8 は、治具 4 6 に保持された状態で、第 1 位置 3 a から第 2 位置 4 c へ、第 2 位置 4 c から第 3 位置 5 へといった具合に搬送され得る。

#### 【 0 0 7 0 】

このように、所定の長さに裁断された矩形形状の単位ごとに、基材 8 にファイバー 8 2 を堆積することによる絶縁性纖維膜の形成を、枚葉方式で行うことができる。

#### 【 0 0 7 1 】

以上のとおり基材 8 にプライマー溶液を塗布し、電界紡糸法により基材 8 の側面に向かって原料液を噴出して絶縁性纖維膜を基材 8 の主面上に堆積させることで、複合電極 1 8 を製造することができる。図 1 では、基材 8 の搬送経路 1 0 0 における第 2 位置 4 a より下流の第 3 位置 5 及び第 4 位置 6 にて、乾燥および圧延が行われる好ましい態様を示している。

10

#### 【 0 0 7 2 】

乾燥が行われる好ましい態様の製造装置 1 では、第 2 位置 4 a の下流の第 3 位置 5 に乾燥炉 5 0 が設置されている。乾燥炉 5 0 には、絶縁性纖維膜 8 3 が形成された基材 8 が、電界紡糸機 4 0 a から搬送される。そして、乾燥炉 5 0 は、その内部を通過する基材 8 の表面を被覆するプライマー被膜 8 1 及び基材 8 の表面に形成された絶縁性纖維膜 8 3 を乾燥する。当該乾燥を、図 6 を参照しながら詳細に説明する。

#### 【 0 0 7 3 】

図 6 は、プライマー被膜 8 1 及び絶縁性纖維膜 8 3 が形成された基材 8 の乾燥を概略的に示す断面図である。第 3 位置 5 に含まれる乾燥炉 5 0 は、例えば、赤外線ヒータ 5 1 を備え得る。赤外線ヒータ 5 1 は、赤外線を発生させる。そして、赤外線ヒータ 5 1 は、基材 8 の表面に形成された絶縁性纖維膜 8 3 に、発生させた赤外線を放射する。プライマー被膜 8 1 を形成するプライマー溶液および絶縁性纖維膜 8 3 において有機材料及び溶媒等に含まれる官能基が赤外線ヒータ 5 1 から放射された赤外線を吸収することにより、プライマー被膜 8 1 及び絶縁性纖維膜 8 3 が加熱され、プライマー被膜 8 1 を形成するプライマー溶液および絶縁性纖維膜 8 3 に含まれる溶媒が蒸発する。これにより、プライマー被膜 8 1 が除去されるとともに絶縁性纖維膜 8 3 に含まれる溶媒量が減少し、基材 8 及び絶縁性纖維膜 8 3 が乾燥される。

20

#### 【 0 0 7 4 】

ここで、赤外線ヒータ 5 1 は、極大放射強度に対応する波長が  $10 \mu m$  以下の赤外光をプライマー被膜 8 1 及び絶縁性纖維膜 8 3 に放射することが好ましい。この場合、赤外線を放射している状態では、赤外線ヒータ 5 1 の温度は、 $17$  ( $290 K$ ) 以上となる。ここで、絶縁性纖維膜 8 3 において有機材料及び溶媒等に含まれる官能基には、波長が  $10 \mu m$  以下の赤外線を吸収し易いものが多い。このため、極大放射強度に対応する波長が  $10 \mu m$  以下のスペクトルで赤外線が放射されることにより、絶縁性纖維膜 8 3 において有機材料及び溶媒等に含まれる官能基が放射された赤外線をさらに吸収し易くなり、絶縁性纖維膜 8 3 に含まれる溶媒が加熱によって蒸発し易くなる。これにより、絶縁性纖維膜 8 3 の乾燥が、さらに適切に行われる。なお、絶縁性纖維膜 8 3 の溶媒に含まれる官能基の中で波長が  $10 \mu m$  以下の赤外線を吸収し易いものとしては、メチル基及びカルボニル基等が挙げられる。

30

#### 【 0 0 7 5 】

また、赤外線ヒータ 5 1 から放射される赤外線のスペクトルでは、極大放射強度に対応する波長が、 $4 \mu m$  以上  $7 \mu m$  以下であることが、さらに好ましい。放射される赤外線のスペクトルにおいて極大放射強度に対応する波長を  $7 \mu m$  以下にすることにより、赤外線を放射している状態において、赤外線ヒータ 5 1 の温度は、 $137$  ( $410 K$ ) 以上になる。このため、極大放射強度に対応する波長を  $7 \mu m$  以下になるスペクトルの赤外線を放射することにより、沸点が  $100$  以上的有機溶媒等も蒸発し易くなり、プライマー被膜 8 1 を形成するプライマー溶液及び絶縁性纖維膜 8 3 に含まれる溶媒がさらに適切に蒸

40

50

発する。また、放射される赤外線のスペクトルにおいて極大放射強度に対応する波長を4μm以上にすることにより、赤外線を放射している状態において、赤外線ヒータ51の温度は、451(724K)以下になる。これにより、赤外線を放射している状態において、基材8及び絶縁性繊維膜83を乾燥させる空間の温度が過度に高くなることが、有効に防止される。

#### 【0076】

なお、乾燥炉50における基材8及び絶縁性繊維膜83の乾燥は、赤外線ヒータ51から放射される赤外線を用いた乾燥に限るものではない。ある一例では、乾燥炉50において、赤外線ヒータ51から放射される赤外線の代わりに温風を用いて、基材8及び絶縁性繊維膜83を乾燥させててもよい。

10

#### 【0077】

乾燥炉50での乾燥によって絶縁性繊維膜83に含まれる溶媒が減少することにより、製造装置1によって製造された複合電極では、絶縁性繊維膜83に含まれる溶媒量が低く抑えられる。これにより、製造された複合電極の絶縁性繊維膜83の耐久性が確保されるとともに、複合電極を用いた製品の性能が確保される。

#### 【0078】

例えば、実施形態に係る製造方法および製造装置によって製造される複合電極を用いたコンデンサでは、セパレータとして機能する絶縁性繊維膜83に含まれる溶媒量が低く抑えられることにより、絶縁性繊維膜83の耐久性が向上するとともに、コンデンサの耐久性も向上する。また、絶縁性繊維膜83に含まれる溶媒量が低く抑えられることにより、コンデンサの内部抵抗が低く抑えられ、コンデンサの高出力化を実現可能になる。これにより、コンデンサの性能が確保される。

20

#### 【0079】

第3位置5の下流の第4位置6には、プレス機60が設置されている。プレス機60は、一対のプレスローラー61を備えている。プレス機60は基材8の表面に形成された絶縁性繊維膜83をプレスする構成であり、プレス機で絶縁性繊維膜83を圧延(プレス)することによって絶縁性繊維膜83が圧縮され、絶縁性繊維膜83の密度及び強度を高めることができる。プレス処理の詳細を、図7を参照しながら説明する。

#### 【0080】

図7は、製造装置1が備え得るプレス機の一例を示す概略断面図である。基材8の搬送経路100上の第4位置6に設けられるプレス機60は、一対のプレスローラー61を備える。一対のプレスローラー61は、例えば、電動モーター等により駆動される。その表面に絶縁性繊維膜83が形成された基材8が搬送経路100に沿って搬送され、一対のプレスローラー61に挟まれる。この際に、一方のプレスローラー61が基材8の厚み方向の一方側から絶縁性繊維膜83及び基材8をプレスし、他方のプレスローラー61が基材8の厚み方向の他方側から絶縁性繊維膜83及び基材8をプレスする。複合電極のセパレータとして所望の密度や厚みを有する絶縁性繊維膜18cを得るべく、プレス処理により適宜調整を行うことができる。

30

#### 【0081】

製造装置1においてプレス機60は、少なくとも、巻取機70に基材8が巻き取られる前に、基材8の表面に形成された絶縁性繊維膜83をプレスすることが望ましい。製造装置1においてプレス機60は、基材8の搬送経路100において乾燥炉50より下流に設置することが好ましい。プレス機60によるプレスを行う前にプライマー溶液300を乾燥により除去することで、プレス機60のプレスローラー61が汚れることを避けることができる。それにより、プレスローラー61の洗浄の頻度を少なくしたり洗浄処理を省略したりすることができる。また、プレスを行う前に乾燥を行うことで、プライマー溶液300や原料液の溶媒をより確実に蒸発させることができる。

40

#### 【0082】

上述した実施形態に係る複合電極の製造方法では、電界紡糸法を採用しながらも、幅の狭い基材を用いた場合に基材の主面の面積外へはみ出すファイバーの量を少なくすること

50

ができる。図 8 及び図 9 を参照しながら、説明する。

#### 【 0 0 8 3 】

図 8 及び図 9 は、各々、従来の方法での電界紡糸法による原料液の噴出時のファイバーの広がりを模式的に示す。図 8 及び図 9 では、それぞれ基材 8 8 及び基材 8 と、基材 8 8 又は基材 8 と流れ方向 4 1 9 が交差（例えば、直交または略直交）する流路（図示しない）を有するノズル基部 4 1 2 a 及びニードル部 4 1 2 b を備えた電界紡糸ノズル 4 1 2 との間に電源 4 3 が電圧を印加し、原料液供給源 4 2 から電界紡糸ノズル 4 1 2 に原料液が供給および帯電され、帯電した原料液を電界紡糸ノズル 4 1 2 から基材 8 8 及び基材 8 の正面に向かって噴出し、原料液を基材 8 8 及び基材 8 上にファイバー 8 2 として堆積する。基材 8 8 及び基材 8 の主面上にファイバー 8 2 を均一な分布で堆積させるにあたって、ファイバー 8 2 の広がり径 8 3 a は、典型的には 20 mm から 40 mm 程度になる。一方では、図 8 に示す例のように各辺の寸法が 50 mm 以上の矩形形状の正面を有する基材 8 8 であれば、ファイバー 8 2 を基材 8 8 外へはみ出させずに堆積させることが可能である。他方、図 9 に示す例のように基材 8 の正面の短辺幅が小さく、基材 8 の正面に向かって噴出させたファイバー 8 2 の広がり径 8 3 a が正面の短辺幅を上回る場合は、基材 8 の正面の面積外へファイバー 8 2 がはみ出すことになる。具体例として、短辺幅が 6 mm 以下の基材 8 に対し、ファイバー 8 2 の広がり径 8 3 a が 20 mm 以上であると、ファイバー 8 2 が基材 8 の短辺方向へ合計 14 mm 以上はみ出す。そのため、余剰分のファイバー 8 2 の除去処理が製造工程に加わるうえ、ファイバー 8 2 の原料液の材料効率が低い。

10

#### 【 0 0 8 4 】

実施形態に係る製造方法および製造装置においては、電界紡糸法により基材 8 の表面に原料液から形成されるファイバー 8 2 を堆積させるにあたって、基材 8 の表面にプライマー溶液 3 0 0 を塗布するプライマー処理を予め行い、且つ、基材 8 の正面と交差する方向からではなく、正面と平行または略平行な方向から基材 8 の側面に向かって原料液を噴出し、ファイバー 8 2 を基材 8 の正面および側面に堆積させる。この方法により、ファイバー 8 2 を基材 8 の表面に効率よく堆積させることができ、且つ、基材 8 の正面の面積からはみ出すファイバー 8 2 の量を少なくできる。実施形態に係る製造方法および製造装置によって得られる複合電極の一例を、図 1 0 及び図 1 1 に示す。

20

#### 【 0 0 8 5 】

図 1 0 は、上述した、実施形態に係る製造方法および製造装置によって得られる複合電極の一例およびその対極の一例を概略的に示す平面図である。複合電極 1 8 は、電極箔 1 8 a、電極端子 1 8 b、及びファイバー 8 2 からなりセパレータとして機能する絶縁性纖維膜 1 8 c を含む。複合電極 1 8 は、電極（電極箔 1 8 a）とセパレータ（絶縁性纖維膜 1 8 c）とが一体になっている構成を有する。対極 1 9 は、対極箔 1 9 a 及び対極端子 1 9 b を含む。対極 1 9 は、複合電極 1 8 に対する対極である。複合電極 1 8 が陽極とセパレータとが一体の複合陽極で、対極 1 9 が陰極であり得る。或いは、複合電極 1 8 が陰極とセパレータとが一体の複合陰極で、対極 1 9 が陽極であり得る。図示する例は前者の組合せであり、典型的な規格では、陽極端子と陰極端子とを目視で区別できるように、陽極端子（電極端子 1 8 b）よりも陰極端子（対極端子 1 9 b）の方が短い。

30

#### 【 0 0 8 6 】

複合電極 1 8 は、電解コンデンサ用の複合電極（複合陽極または複合陰極）として好適に用いられる。対極 1 9 は、電解コンデンサ用の電極（陰極または陽極）であり得る。

40

#### 【 0 0 8 7 】

電極箔 1 8 a 及び対極箔 1 9 a は、帯形状を有する。電極箔 1 8 a 及び対極箔 1 9 a は、導電性の箔であることが好ましい。電極箔 1 8 a 及び対極箔 1 9 a は、誘電体層として機能する酸化被膜がその表面に化学的に形成された導電性の箔であることがより好ましい。一例では、それぞれの箔は、酸化アルミニウム被膜で被覆されているアルミニウム箔である。電極箔 1 8 a は、図 1 等を参照しながら説明した基材 8 であり、その表面に、例えば、第 2 位置 4 a でのファイバー 8 2 の堆積、第 3 位置 5 での乾燥、及び第 4 位置での圧延により形成された絶縁性纖維膜 1 8 c が担持されている。

50

## 【0088】

電極端子 18 b 及び対極端子 19 b は、例えば、棒形状を有し得る。電極端子 18 b 及び対極端子 19 b は、電極箔 18 a 及び対極箔 19 a にそれぞれ電気的に接続されている。各々の端子は、例えば、対象の箔にそれぞれかしめ固定されることで、電気的に接続され得る。各端子の棒形状の長辺の向きは、例えば、対象の箔の帯形状の短辺方向に沿う。また、各端子の棒形状は、例えば、一端が対象の箔の帯形状の一方の長辺と揃う位置にあり、他端が箔の帯形状の他方の長辺からはみ出す。電極端子 18 b は、部分的に絶縁性繊維膜 18 c で被覆され得る。

## 【0089】

図 11 は、図 10 に示した複合電極 18 の一部を拡大した図（図 10 の A 部の拡大図）である。電極箔 18 a の短辺幅  $W_F$  は、2 mm 以上 6 mm 以下の範囲内にある。複合電極 18 の短辺方向に絶縁性繊維膜 18 c が亘る範囲は、電極箔 18 a の両方の長辺側にて短辺幅  $W_F$  よりも外側へ、はみ出し幅  $W_S$  ずつはみ出している。電極箔 18 a の両方の長辺に沿って、はみ出し幅  $W_S$  は 0.2 mm 以下に留まっている。実施形態に係る製造方法および製造装置によって複合電極 18 を製造することによって、はみ出し幅  $W_S$  を 0.2 mm 以下に留めることができる。はみ出し幅  $W_S$  が大きい方が、絶縁性繊維膜 18 c による複合電極 18 と対極 19 とを電気的に絶縁するセパレータとしての機能がより確実に発揮されるところ、コンデンサの容積当たりの静電容量を高くする観点からは、両側のはみ出し幅  $W_S$  を 0.2 mm 以下に留めることが望ましい。はみ出し幅  $W_S$  は、さらには 0.1 mm 以下であり得、具体的には、例えば、0.06 mm であり得る。

10

20

## 【0090】

電極箔 18 a の表面に絶縁性繊維膜 18 c（絶縁性繊維膜 83）を形成する前に、電極端子 18 b を基材 8（電極箔 18 a）に予めかしめ固定することが好ましい。即ち、基材 8 へのプライマー溶液 300 の塗布に先駆けて、基材 8 に電極端子 18 b をかしめ固定することが望ましい。絶縁性繊維膜 18 c の形成より前に電極端子 18 b を基材 8 にかしめ固定することで、後から電極端子 18 b を基材 8（電極箔 18 a）と電気的に接続する場合に生じる絶縁性繊維膜 18 c の部分的な除去を省くことができる。また、後から電極端子 18 b をかしめ固定する際に絶縁性繊維膜 18 c が脱落することに起因するセパレータとしての機能の損失を避けることができる。加えて、電極端子 18 b の表面も部分的に絶縁性繊維膜 18 c で被覆できるため、電極端子 18 b を介した短絡を防止できる。なお、電極端子 18 b のうち絶縁性繊維膜 18 c による被覆が望ましくない部分については、例えば、後から余剰な絶縁性繊維膜 18 c を除去するか、或いは、被覆しない部分にマスキングを施すことで、対応する。

30

## 【0091】

対極 19 の対極箔 19 a は、複合電極 18 の電極箔 18 a と同程度の寸法を有し得る。

## 【0092】

複合電極 18 及び対極 19 を用いて、電解コンデンサの主要構成要素たる電解コンデンサ本体を作製できる。電解コンデンサ本体および電解コンデンサの例を図 12 及び図 13 にそれぞれ示す。

40

## 【0093】

図 12 は、複合電極 18 及び対極 19 を用いた電解コンデンサ本体を概略的に表す部分展開斜視図である。図 13 は、この電解コンデンサ本体を用いた電解コンデンサを概略的に表す斜視図である。

## 【0094】

図 12 に示す電解コンデンサ本体 16 は、上述した複合電極 18 及び対極 19 を含んでいる。電解コンデンサ本体 16 は、電極箔 18 a 及び対極箔 19 a からそれぞれはみ出す電極端子 18 b 及び対極端子 19 b の端部が同じ向きに揃うように複合電極 18 及び対極 19 を重ね合わせ、電極端子 18 b 及び対極端子 19 b が捲回端面から延出するように複合電極 18 と対極 19 との積層物を捲回することで、作製される。

## 【0095】

50

図13に示す電解コンデンサ10は、電解コンデンサ本体(図示しない)、ケース14、及び封口材15を含んでいる。電解コンデンサ10は、電解コンデンサ本体16をケース14に収納し、電極端子18b及び対極端子19bを外部に露出させるようにケース14の開口を封口材15で閉塞することにより、構成される。また、電解コンデンサ10は、ケース14内に図示しない電解液を更に含み得る。電解液は、例えば、絶縁性繊維膜18cに含浸される。

#### 【0096】

電解コンデンサ10は、例えば、アルミニウム電解コンデンサであり得る。このような例の電解コンデンサ10の場合、電極箔18aは、酸化アルミニウム被膜で被覆されているアルミニウム箔である

電解コンデンサ10は、実施形態に係る製造方法または製造装置によって製造される複合電極18を、陽極または陰極として備える。そのため、容積あたりの静電容量が大きい。その理由を、以下に説明する。

#### 【0097】

図14及び図15に、従来型の電解コンデンサの構成部材を示す。図14は、従来型の電解コンデンサが含む電極およびセパレータの一例を概略的に示す平面図である。図15は、図14に示す電極およびセパレータを用いて得られる電解コンデンサ本体を概略的に示す斜視図である。

#### 【0098】

陽極11は、帯形状の陽極箔11a及び陽極端子11bを含む。陰極12は、帯形状の陰極箔12a及び陰極端子12bを含む。陰極12は、陽極11に対する対極である。陽極11及び陰極12は各々、絶縁性繊維膜を有さないことを除いて図10に示した複合電極18と同様の構成、又は図10に示した対極19と同様の構成をそれぞれ有し得る。

#### 【0099】

セパレータ13は、電気的絶縁性を示す部材であり、例えば、絶縁紙である。セパレータ13は、陽極11及び陰極12と同程度の寸法、又は陽極11及び陰極12と比べてやや大きめの寸法の帯形状を有し得る。

#### 【0100】

陽極11と、一枚のセパレータ13と、陰極12と、もう一枚のセパレータ13とをこの順番で重ね合わせ、得られた積層物を、陽極端子11b及び陰極端子12bが捲回端面から延出するように捲回することで、電解コンデンサ本体17が作製される。

#### 【0101】

なお、図14及び図15では、各々が陽極11及び陰極12と同程度の長辺長さを有する2枚のセパレータ13を用いた電解コンデンサ本体17の例を図示しているが、その他の様々な形態の電解コンデンサ本体が実用化されている。

#### 【0102】

実施形態に係る製造方法および製造装置によって得られる電解コンデンサ本体16では、電極から独立した絶縁紙等からなるセパレータ13を使用する従来型の電解コンデンサ本体17とは異なり、別途セパレータ13を電極に重ねる代わりに絶縁性繊維膜18cが電極箔18aに直に形成されている。絶縁性繊維膜18cは、セパレータとしての機能を損なわずに、薄く形成することが可能である。そのため、複合電極18を使用する電解コンデンサ本体16は、従来型の電解コンデンサ本体17と同様の静電容量を維持したまま、電解コンデンサの容積の縮小化を実現できる。或いは、複合電極18を使用する電解コンデンサ本体16は、従来型の電解コンデンサ本体17と同等の容積に留めたまま、電解コンデンサの静電容量の向上を実現できる。このような容積当たりの静電容量の向上には、実施形態に係る製造方法および製造装置で製造される複合電極18において絶縁性繊維膜18cが電極箔18aの主面の面積からはみ出る量が少ないととも、一役を担っている。

#### 【0103】

加えて、複合電極18を用いて電解コンデンサ本体16を作製するにあたって、電極に加えて独立したセパレータ13を使用する電解コンデンサ本体17を作製する場合と比較

10

20

30

40

50

して、使用する部材が少ないため、不良品の発生頻度を抑えて、製造の歩留りが向上することが望める。

#### 【0104】

以上説明した1以上の実施形態によれば、複合電極の製造方法、及び複合電極の製造装置が提供される。これら製造方法および製造装置によって製造される複合電極は、帯形状の基材と、その上に設けられた絶縁性纖維膜とを具備する。製造方法は、上記基材にプライマー溶液を塗布することと、基材の側面と交差する主面に平行な方向に帯電させた原料液を噴出して基材上に堆積させることにより基材の主面上に絶縁性纖維膜を形成することと、を含む。製造装置は、上記基材を搬送経路に沿って搬送する搬送機構と、上記搬送経路の第1位置において基材にプライマー溶液を塗布する塗布機と、上記搬送経路の第1位置よりも下流の第2位置に、原料液を噴出する噴出口と連通する流路の流れ方向が基材の側面と交差する主面と平行に設けられた電界紡糸ユニットと、を具備する。上記製造方法および製造装置によれば、高い歩留り及び材料効率で、上記複合電極を製造することができる。

#### 【0105】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。  
以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[1] 帯形状の基材にプライマー溶液を塗布することと、

帯電させた原料液を、前記基材の側面と交差する主面に平行な方向に噴出して前記基材上に堆積させることにより前記基材の前記主面上に絶縁性纖維膜を形成することと、  
を含む、前記基材と前記基材上に設けられた前記絶縁性纖維膜とを具備する複合電極の製造方法。

[2] 前記基材の前記帯形状の短辺幅は2mm以上6mm以下である、[1]記載の製造方法。

[3] 前記プライマー溶液は、エチレングリコール及び - ブチロラクトンからなる群より選択される1以上を含む、[1]または[2]に記載の製造方法。

[4] 前記基材に前記プライマー溶液を塗布することは、ディップ方式により行う、[1]乃至[3]の何れか1つに記載の製造方法。

[5] 前記基材に前記プライマー溶液を塗布することは、スプレー方式により行う、[1]乃至[3]の何れか1つに記載の製造方法。

[6] 前記基材の前記帯形状は矩形形状を有し、前記帯電させた前記原料液を前記基材の前記主面上に平行な方向に噴出して前記基材上に堆積させることにより前記基材の前記主面上に前記絶縁性纖維膜を形成することを、前記矩形形状の単位ごとに枚葉方式で行う、[1]乃至[5]の何れか1つに記載の製造方法。

[7] 前記基材に前記プライマー溶液を塗布することに先駆けて、前記基材に電極端子をかじめ固定することを更に含む、[1]乃至[6]の何れか1つに記載の製造方法。

[8] 帯形状の基材を搬送経路に沿って搬送する搬送機構と、

前記搬送経路の第1位置において前記基材にプライマー溶液を塗布する塗布機と、  
前記搬送経路の第1位置よりも下流の前記搬送経路の第2位置に、原料液を噴出する噴出口と連通する流路の流れ方向が前記基材の側面と交差する主面と平行に設けられた電界紡糸ユニットと、  
を具備する、複合電極の製造装置。

[9] 前記搬送経路の前記第2位置よりも下流の前記搬送経路の第3位置に設けられ、内部を前記基材が通過する乾燥炉をさらに具備する、[8]に記載の製造装置。

[10] 前記搬送経路の前記第3位置よりも下流の前記搬送経路の第4位置に設けられ、前記基材上に設けられた絶縁性纖維膜を圧延するプレス機をさらに具備する、[9]に

記載の製造装置。

[ 1 1 ] 前記塗布機は、前記基材へ向かって前記プライマー溶液を噴霧する噴霧器を具備する、[ 8 ] 乃至 [ 1 0 ] の何れか 1 つに記載の製造装置。

## 【符号の説明】

## 【0106】

1 ... 製造装置、3 a , 3 b ... 第 1 位置、4 a , 4 c ... 第 2 位置、5 ... 第 3 位置、6 ... 第 4 位置、8 ... 基材、10 ... 電解コンデンサ、11 ... 陽極、11 a ... 陽極箔、11 b ... 陽極端子、12 ... 陰極、12 a ... 陰極箔、12 b ... 陰極端子、13 ... セパレータ、14 ... ケース、15 ... 封口材、16 , 17 ... 電解コンデンサ本体、18 ... 複合電極、18 a ... 電極箔、18 b ... 電極端子、18 c ... 絶縁性纖維膜、19 ... 対極、19 a ... 対極箔、19 b ... 対極端子、20 ... 卷解機、21 ... リール、30 a , 30 b ... 塗布機、31 ... 容器、32 ... メタリングロール、33 ... スプレーノズル、34 ... プライマー供給源、40 a , 40 b , 40 c ... 電界紡糸機、41 ... 電界紡糸ヘッド、42 ... 原料液供給源、43 ... 電源、44 ... 制御部、45 ... 台、46 ... 治具、47 ... ヒンジ、48 ... ベルト、50 ... 乾燥炉、60 ... プレス機、61 ... プレスローラー、70 ... 卷取機、71 ... リール、81 ... プライマー被膜、82 ... ファイバー、83 ... 絶縁性纖維膜、83 a ... 広がり径、88 ... 基材、90 ... ガイドローラー、100 ... 搬送経路、300 ... プライマー溶液、341 ... プライマー溶液収容タンク、342 ... プライマー供給駆動部、343 ... プライマー供給調整部、345 ... プライマー供給配管、411 ... ヘッド本体、412 ... 電界紡糸ノズル、412 a ... ノズル基部、412 b ... ニードル部、415 ... 収納空洞、417 ... 流路、418 ... 噴出口、421 ... 原料液収納部、422 ... 原料液供給駆動部、423 ... 原料液供給調整部、425 ... 原料液供給配管。

10

20

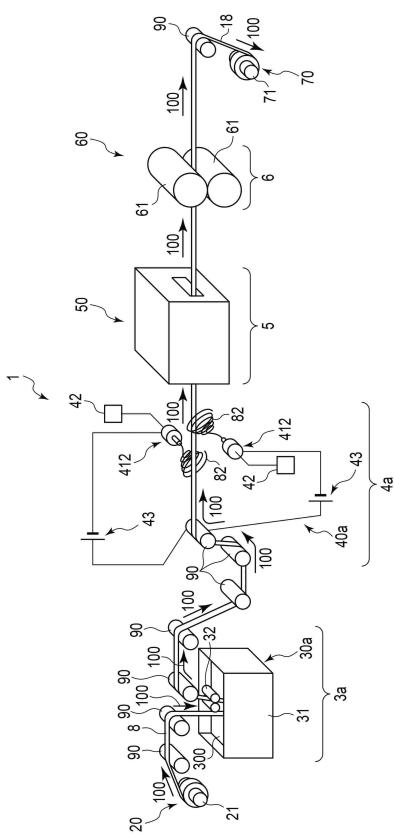
30

40

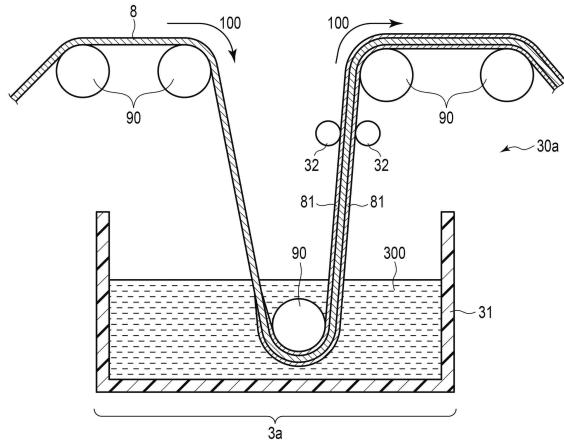
50

## 【図面】

## 【図 1】



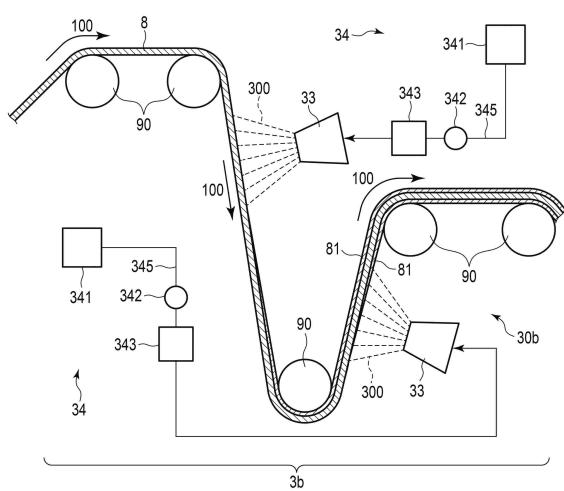
## 【図 2】



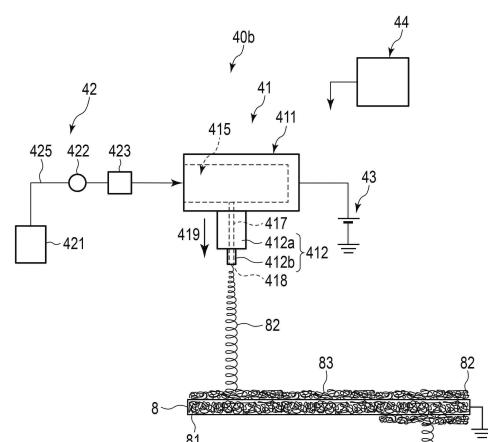
10

20

## 【図 3】

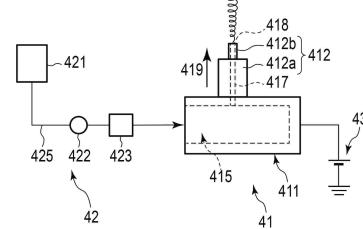


## 【図 4】



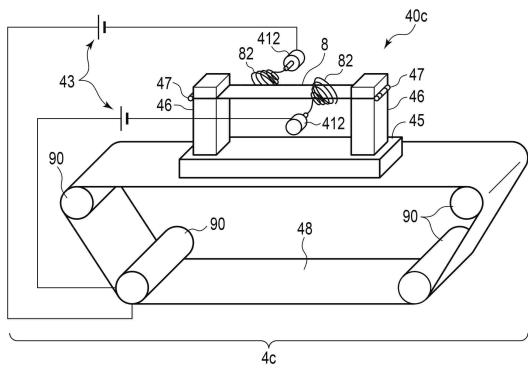
30

40

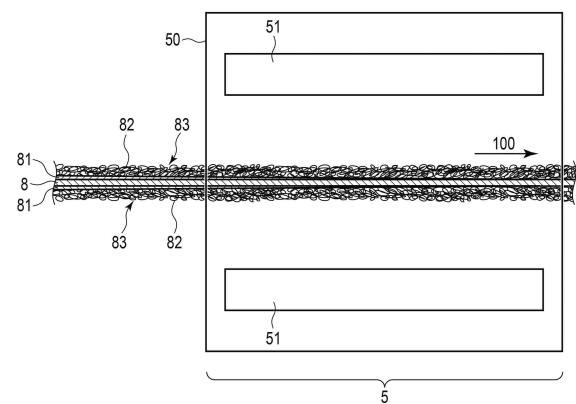


50

【図 5】

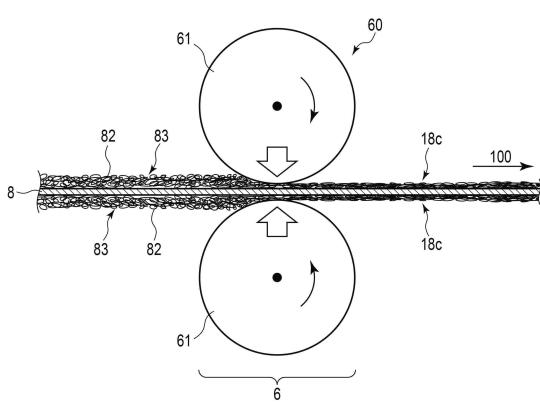


【図 6】

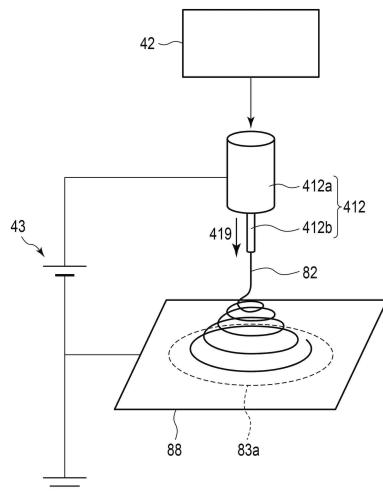


10

【図 7】



【図 8】



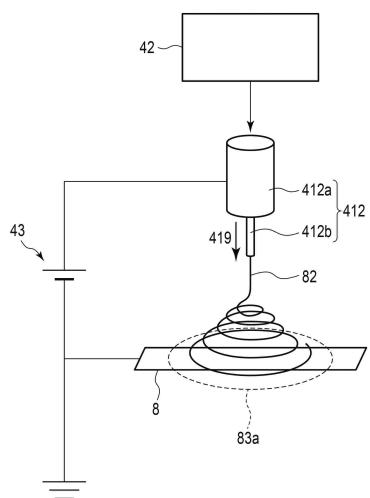
20

30

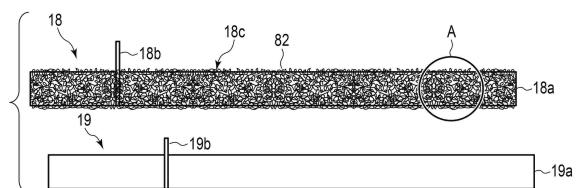
40

50

【図9】



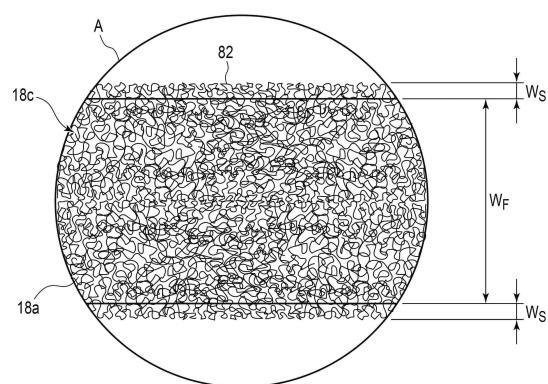
【図10】



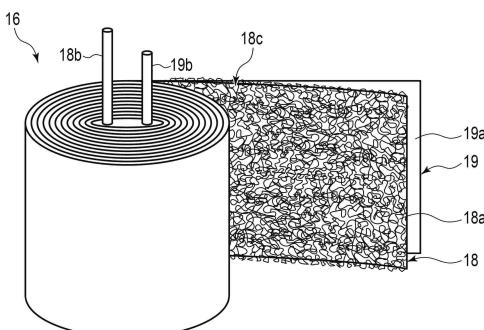
10

20

【図11】



【図12】

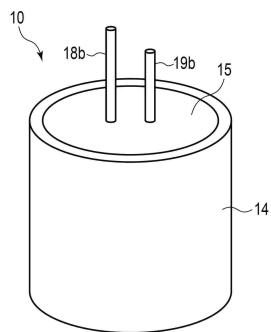


30

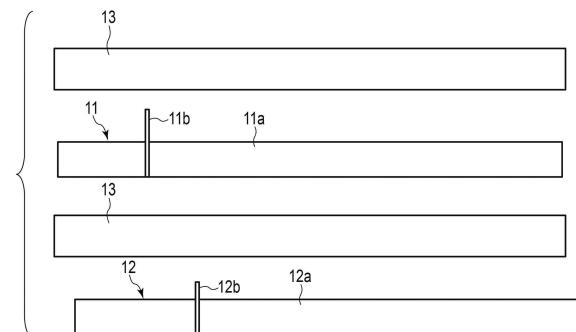
40

50

【図 1 3】

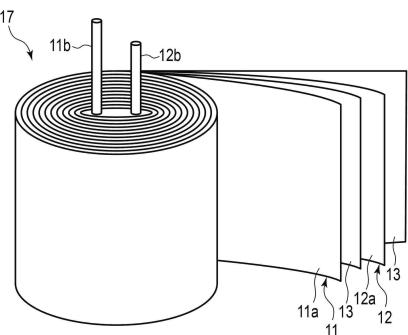


【図 1 4】



10

【図 1 5】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

## (51)国際特許分類

	F I	
H 01 M      4/139(2010.01)	H 01 M	4/139
H 01 M      10/058(2010.01)	H 01 M	10/058
H 01 G      11/86 (2013.01)	H 01 G	11/86
H 01 G      13/00 (2013.01)	H 01 G	13/00
H 01 G      11/52 (2013.01)	H 01 G	11/52
H 01 G      9/02 (2006.01)	H 01 G	9/02
H 01 M      10/052(2010.01)	H 01 G	13/00
	H 01 M	3 7 1 Z
		10/052

## (56)参考文献

特開2016-162680 (JP, A)  
特開2014-201849 (JP, A)  
特開2011-207149 (JP, A)  
特開2021-027285 (JP, A)  
国際公開第2017/134852 (WO, A1)

## (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 01 G      9 / 0 0  
D 01 D      5 / 0 4  
D 06 C      1 5 / 0 0  
D 06 C      7 / 0 0  
D 04 H      1 / 7 2 8  
H 01 M      4 / 1 3 9  
H 01 M      1 0 / 0 5 8  
H 01 M      5 0 / 4 0 9  
H 01 G      1 1 / 8 6  
H 01 G      1 3 / 0 0  
H 01 G      1 1 / 5 2  
H 01 G      9 / 0 2  
H 01 M      1 0 / 0 5 2