

(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2014-61460
(P2014-61460A)

(43) 公開日 平成26年4月10日(2014.4.10)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B05C 11/10 (2006.01)	B05C 11/10	4D075
B05D 1/26 (2006.01)	B05D 1/26	4F042
B05D 3/00 (2006.01)	B05D 3/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2012-206528 (P2012-206528)
(22) 出願日 平成24年9月20日 (2012.9.20)

(71) 出願人 000207551
大日本スクリーン製造株式会社
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1
(74) 代理人 100088672
弁理士 吉竹 英俊
(74) 代理人 100088845
弁理士 有田 貴弘
(72) 発明者 錦内 栄史
京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1-1 大日本スクリーン製造株式会社内

最終頁に続く

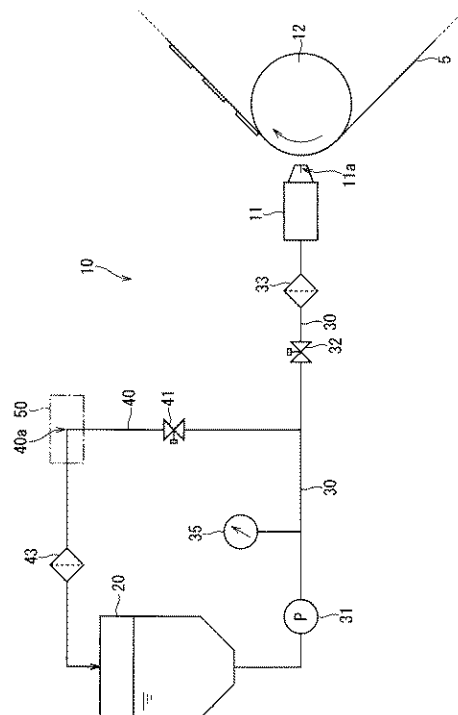
(54) 【発明の名称】 塗工装置および塗工方法

(57) 【要約】

【課題】 非塗工時から塗工時に切り替えた瞬間の配管内の圧力変動を抑制することができる塗工装置および塗工方法を提供する。

【解決手段】 塗工ノズル11から基材5に間欠塗工処理を行う。塗工時には、貯留タンク20から送出された塗工液が供給配管30を経て塗工ノズル11に供給される。非塗工時には、送出された塗工液が供給配管30の経路途中から分岐して設けられた循環配管40を経て貯留タンク20へと還流される。非塗工時の循環配管40内の圧力が塗工時における供給配管30内の圧力と一致または少し高い状態となるように、圧損調整部50によって循環配管40の圧力損失を調整する。これにより、非塗工時であるか塗工時であるかにかかわらず、配管内の圧力は一定または循環時が少し高い状態となり、非塗工時から塗工時に切り替えた瞬間の配管内の圧力変動（特に圧力低下）を抑制することができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ノズルから基材に向けて塗工液を塗工する塗工装置であって、
塗工液を貯留する貯留手段と、
前記貯留手段から前記ノズルに向けて塗工液を供給する供給配管と、
前記供給配管の経路途中から分岐して設けられ、前記貯留手段から送出された塗工液を前記貯留手段に還流させる循環配管と、
前記貯留手段から送出された塗工液を前記ノズルに向けて流す、または、前記循環配管に流すかを切り替える切替手段と、
前記貯留手段から送出された塗工液が前記循環配管を流れているときの前記循環配管内の圧力が前記貯留手段から送出された塗工液が前記ノズルに向けて流れているときの前記供給配管内の圧力以上となるように、前記循環配管の圧力損失を調整する圧損調整手段と、
を備えることを特徴とする塗工装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の塗工装置において、
前記圧損調整手段は、
前記循環配管の内側に挿入可能な棒状部材と、
前記棒状部材を進退移動させて前記循環配管の圧力損失を調整する駆動手段と、
を備えることを特徴とする塗工装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 記載の塗工装置において、
前記圧損調整手段は、前記循環配管の屈曲部位に設けられ、
前記駆動手段は、前記循環配管の前記屈曲部位に連通する待機位置から前記循環配管の経路に前記棒状部材を挿入することによって前記循環配管の圧力損失を増大させることを特徴とする塗工装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の塗工装置において、
前記貯留手段から送出された塗工液が前記循環配管を流れているときの前記循環配管内の圧力および前記貯留手段から送出された塗工液が前記ノズルに向けて流れているときの前記供給配管内の圧力を測定する圧力測定手段をさらに備え、
前記圧損調整手段は、前記圧力測定手段の測定結果に基づいて前記循環配管の圧力損失を調整することを特徴とする塗工装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の塗工装置において、
前記切替手段が前記貯留手段から送出された塗工液を前記ノズルに向けて流すことと、前記循環配管に流すことと、を繰り返して切り替えることによって基材に塗工液を間欠塗工することを特徴とする塗工装置。

【請求項 6】

ノズルから基材に向けて塗工液を塗工する塗工方法であって、
塗工液を貯留する貯留手段から供給配管を経て前記ノズルに塗工液を供給して基材に塗工を行う供給工程と、
前記貯留手段から送出された塗工液を、前記供給配管の経路途中から分岐して設けられた循環配管を経て前記貯留手段に還流させる循環工程と、
前記供給工程と前記循環工程とを切り替える切替工程と、
前記循環工程における前記循環配管内の圧力が前記供給工程における前記供給配管内の圧力以上となるように、前記循環配管の圧力損失を調整する圧損調整工程と、
を備えることを特徴とする塗工方法。

40

【請求項 7】

請求項 6 記載の塗工方法において、

50

前記圧損調整工程では、前記循環配管の内側に挿入可能な棒状部材を進退移動させて前記循環配管の圧力損失を調整することを特徴とする塗工方法。

【請求項 8】

請求項 7 記載の塗工方法において、

前記圧損調整工程では、前記循環配管の屈曲部位に連通する待機位置から前記循環配管の経路に前記棒状部材を挿入することによって前記循環配管の圧力損失を増大させることを特徴とする塗工方法。

【請求項 9】

請求項 6 から請求項 8 のいずれかに記載の塗工方法において、

前記循環工程における前記循環配管内の圧力および前記供給工程における前記供給配管内の圧力を測定する圧力測定工程をさらに備え、

前記圧損調整工程では、前記圧力測定工程での測定結果に基づいて前記循環配管の圧力損失を調整することを特徴とする塗工方法。

10

【請求項 10】

請求項 6 から請求項 9 のいずれかに記載の塗工方法において、

前記切替工程にて前記供給工程と前記循環工程とを繰り返し切り替えることによって基材に塗工液を間欠塗工することを特徴とする塗工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ノズルから基材に向けて化学電池材料などの塗工液を塗工する塗工装置および塗工方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来より、リチウムイオン電池などの化学電池の製造においては、基材としての金属箔の上にノズルから比較的高粘度の電極材料の塗工液を吐出して塗工膜を形成する塗工装置が使用されている。このような塗工装置には、電極材料を断続的に塗工して塗工領域と非塗工領域とを交互に形成する間欠塗工を行うものがある（例えば、特許文献 1）。

【0003】

特許文献 1 に開示の間欠塗工を行う装置においては、微小なスリット状の吐出口を有するスロットダイから塗工液を断続的に吐出する。この装置では、塗液貯蔵手段からスロットダイに繋がる送液経路から分岐してリリーフ経路が設けられており、三方弁によって経路を切り替えることにより間欠塗工が行われる。非塗工時にリリーフ経路に流れ込んだ塗工液は塗液貯蔵手段へと還流される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2012 - 30193 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に開示されるような従来の間欠塗工装置には次のような問題があった。まず、塗工時に使用される送液経路と非塗工時に使用されるリリーフ経路とでは配管長が異なるため、これらの両経路間で圧力が異なることがある。また、送液経路およびリリーフ経路に塗工液から異物を取り除くためのフィルタが設けられている場合には、このフィルタの目詰まりの程度によっても送液経路とリリーフ経路とで圧力が異なることとなる。また、バルブ等の開閉により圧力を調整することが考えられるが微小な圧力調整は困難である。

【0006】

このように、送液経路とリリーフ経路とで圧力が異なると、リリーフ経路から送液経路

50

に流路を切り替えた瞬間に送液経路内に圧力変動が生じ、その結果塗工開始時点の膜厚が所定範囲から逸脱して膜形状が悪化するという問題が生じる。

【0007】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、非塗工時から塗工時に切り替えた瞬間の配管内の圧力変動を抑制することができる塗工装置および塗工方法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】

【0008】

上記課題を解決するため、請求項1の発明は、ノズルから基材に向けて塗工液を塗工する塗工装置において、塗工液を貯留する貯留手段と、前記貯留手段から前記ノズルに向けて塗工液を供給する供給配管と、前記供給配管の経路途中から分岐して設けられ、前記貯留手段から送出された塗工液を前記貯留手段に還流させる循環配管と、前記貯留手段から送出された塗工液を前記ノズルに向けて流す、または、前記循環配管に流すかを切り替える切替手段と、前記貯留手段から送出された塗工液が前記循環配管を流れているときの前記循環配管内の圧力が前記貯留手段から送出された塗工液が前記ノズルに向けて流れているときの前記供給配管内の圧力以上となるように、前記循環配管の圧力損失を調整する圧損調整手段と、を備えることを特徴とする。

10

【0009】

また、請求項2の発明は、請求項1の発明に係る塗工装置において、前記圧損調整手段は、前記循環配管の内側に挿入可能な棒状部材と、前記棒状部材を進退移動させて前記循環配管の圧力損失を調整する駆動手段と、を備えることを特徴とする。

20

【0010】

また、請求項3の発明は、請求項2の発明に係る塗工装置において、前記圧損調整手段は、前記循環配管の屈曲部位に設けられ、前記駆動手段は、前記循環配管の前記屈曲部位に連通する待機位置から前記循環配管の経路に前記棒状部材を挿入することによって前記循環配管の圧力損失を増大させることを特徴とする。

【0011】

また、請求項4の発明は、請求項1から請求項3のいずれかの発明に係る塗工装置において、前記貯留手段から送出された塗工液が前記循環配管を流れているときの前記循環配管内の圧力および前記貯留手段から送出された塗工液が前記ノズルに向けて流れているときの前記供給配管内の圧力を測定する圧力測定手段をさらに備え、前記圧損調整手段は、前記圧力測定手段の測定結果に基づいて前記循環配管の圧力損失を調整することを特徴とする。

30

【0012】

また、請求項5の発明は、請求項1から請求項4のいずれかの発明に係る塗工装置において、前記切替手段が前記貯留手段から送出された塗工液を前記ノズルに向けて流すことと、前記循環配管に流すことと、を繰り返して切り替えることによって基材に塗工液を間欠塗工することを特徴とする。

【0013】

また、請求項6の発明は、ノズルから基材に向けて塗工液を塗工する塗工方法において、塗工液を貯留する貯留手段から供給配管を経て前記ノズルに塗工液を供給して基材に塗工を行う供給工程と、前記貯留手段から送出された塗工液を、前記供給配管の経路途中から分岐して設けられた循環配管を経て前記貯留手段に還流させる循環工程と、前記供給工程と前記循環工程とを切り替える切替工程と、前記循環工程における前記循環配管内の圧力が前記供給工程における前記供給配管内の圧力以上となるように、前記循環配管の圧力損失を調整する圧損調整工程と、を備えることを特徴とする。

40

【0014】

また、請求項7の発明は、請求項6の発明に係る塗工方法において、前記圧損調整工程では、前記循環配管の内側に挿入可能な棒状部材を進退移動させて前記循環配管の圧力損失を調整することを特徴とする。

50

【 0 0 1 5 】

また、請求項 8 の発明は、請求項 7 の発明に係る塗工方法において、前記圧損調整工程では、前記循環配管の屈曲部位に連通する待機位置から前記循環配管の経路に前記棒状部材を挿入することによって前記循環配管の圧力損失を増大させることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、請求項 9 の発明は、請求項 6 から請求項 8 のいずれかの発明に係る塗工方法において、前記循環工程における前記循環配管内の圧力および前記供給工程における前記供給配管内の圧力を測定する圧力測定工程をさらに備え、前記圧損調整工程では、前記圧力測定工程での測定結果に基づいて前記循環配管の圧力損失を調整することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 10 の発明は、請求項 6 から請求項 9 のいずれかの発明に係る塗工方法において、前記切替工程にて前記供給工程と前記循環工程とを繰り返し切り替えることによって基材に塗工液を間欠塗工することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

請求項 1 から請求項 5 の発明によれば、貯留手段から送出された塗工液が循環配管を流れているときの循環配管内の圧力が貯留手段から送出された塗工液がノズルに向けて流れているときの供給配管内の圧力以上となるように、循環配管の圧力損失を調整するため、非塗工時であるか塗工時であるかにかかわらず、配管内の圧力は一定または循環時の圧力が高い状態となり、非塗工時から塗工時に切り替えた瞬間の配管内の圧力変動（特に圧力低下）を抑制することができる。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 6 から請求項 10 の発明によれば、循環工程における循環配管内の圧力が供給工程における供給配管内の圧力以上となるように、循環配管の圧力損失を調整するため、非塗工時であるか塗工時であるかにかかわらず、配管内の圧力は一定または循環時の圧力が高い状態となり、非塗工時から塗工時に切り替えた瞬間の配管内の圧力変動（特に圧力低下）を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】本発明に係る塗工装置を組み込んだ塗膜形成システムの全体構成を示す図である

【図 2】本発明に係る塗工装置の概略構成を示す図である。

【図 3】圧損調整部の構造を示す図である。

【図 4】非塗工時から塗工時に移行したときの圧力変動を示す図である。

【図 5】圧力損失調整後の非塗工時から塗工時に移行したときの圧力変動および膜厚変動を示す図である。

【図 6】圧力損失調整後の非塗工時から塗工時に移行したときの圧力変動および膜厚変動の他の例を示す図である。

【図 7】循環配管の直線部分に圧損調整部を設ける態様を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【 0 0 2 2 】

図 1 は、本発明に係る塗工装置を組み込んだ塗膜形成システム 1 の全体構成を示す図である。なお、図 1 および以降の各図においては、理解容易のため、必要に応じて各部の寸法や数を誇張または簡略化して描いている。

【 0 0 2 3 】

この塗膜形成システム 1 は、基材としての金属箔の上に電極材料である活物質の塗工液を塗工し、その塗工液の乾燥処理を行ってリチウムイオン二次電池の電極製造を行う装置である。塗膜形成システム 1 は、塗工装置 10、乾燥部 70 および搬送機構 80 を備える

10

20

30

40

50

。また、塗膜形成システム 1 は、システム全体を管理する制御部 90 を備える。

【0024】

基材 5 は、リチウムイオン二次電池の集電体として機能する金属箔である。塗膜形成システム 1 にてリチウムイオン二次電池の正極を製造する場合には、基材 5 として例えばアルミニウム箔 (Al) を用いることができる。また、塗膜形成システム 1 にて負極を製造する場合には、基材 5 として例えば銅箔 (Cu) を用いることができる。基材 5 は長尺のシート状の金属箔であり、その幅および厚さについては特に限定されるものではないが、例えば幅 600 mm ~ 700 mm、厚さ 10 μm ~ 20 μm とすることができる。

【0025】

長尺の基材 5 は、巻き出しローラ 81 から送り出されて巻き取りローラ 82 によって巻き取られることにより、塗工装置 10、乾燥部 70 の順に搬送される。搬送機構 80 は、これら巻き出しローラ 81 および巻き取りローラ 82 と複数の補助ローラ 83 とを備えて構成される。なお、補助ローラ 83 の個数および配置位置については、図 1 の例に限定されるものではなく、必要に応じて適宜に増減することができる。

10

【0026】

乾燥部 70 は、塗工装置 10 にて基材 5 の上に形成された塗工液の塗膜の乾燥処理を行う。乾燥部 70 は、搬送機構 80 によって搬送される基材 5 を加熱することによって、塗工液から溶剤を蒸発させて乾燥処理を行う。乾燥部 70 は、例えば、塗工液の塗膜を緩やかに昇温させる予熱部、塗膜を所定温度にまで昇温して主たる加熱を行うメイン乾燥部、塗膜をより高温に加熱して膜中の歪みや残留応力を除去するアニール部、加熱された塗膜を冷却する冷却部などを備えていても良い。

20

【0027】

図 2 は、本発明に係る塗工装置 10 の概略構成を示す図である。塗工装置 10 は、主たる要素として塗工ノズル 11、貯留タンク 20、供給配管 30、循環配管 40 および圧損調整部 50 を備える。貯留タンク 20 は、リチウムイオン二次電池の電極材料である活物質の溶液を塗工液として貯留する。塗膜形成システム 1 にて正極を製造する場合には、正極材料の塗工液として、例えば正極活物質であるコバルト酸リチウム (LiCoO₂)、導電助剤であるカーボン (C)、結着剤であるポリフッ化ビニリデン (PVDF)、溶剤である N-メチル-2-ピロリドン (NMP) の混合液を貯留する。コバルト酸リチウムに代えて、正極活物質としてニッケル酸リチウム (LiNiO₂)、マンガン酸リチウム (LiMn₂O₄)、磷酸鉄リチウム (LiFePO₄) などを用いることもできる。

30

【0028】

一方、塗膜形成システム 1 にて負極を製造する場合には、負極材料の塗工液として、例えば負極活物質である黒鉛 (グラファイト)、結着剤である PVDF、溶剤である NMP の混合液を貯留タンク 20 に貯留する。黒鉛に代えて、負極活物質としてハードカーボン、チタン酸リチウム (Li₄Ti₅O₁₂)、シリコン合金、スズ合金などを用いることもできる。また、正極材料および負極材料の双方において、結着剤として PVDF に代えてスチレン-ブタジエンゴム (SBR) などを使用することができ、溶剤として NMP に代えて水 (H₂O) などを使用することができる。さらに、結着剤として SBR、溶剤として水を用いる場合には、増粘剤としてカルボキシメチルセルロース (CMC) を併用することもできる。これら正極材料および負極材料の塗工液は固体 (微粒子) が分散されたスラリーであってその粘度はいずれも 1 Pa・s (パスカル秒) 以上であり、一般的にチクソトロピー性を有する。

40

【0029】

貯留タンク 20 には、攪拌機およびエア加圧ユニットなどが付設されていても良い。攪拌機は、貯留タンク 20 に貯留されている塗工液を攪拌して濃度分布を均一にする。エア加圧ユニットは、高圧の空気を貯留タンク 20 内の気相部分に送り込んで貯留されている塗工液の液面を加圧する。

【0030】

貯留タンク 20 と塗工ノズル 11 とは供給配管 30 によって連通接続されている。供給

50

配管30は、貯留タンク20に貯留されている塗工液を塗工ノズル11に向けて供給する。供給配管30としては、ステンレス管または樹脂管を用いることができる。供給配管30の経路途中には、ポンプ31、供給バルブ32およびフィルタ33が介挿されている。また、供給配管30の経路途中から分岐して循環配管40が設けられている。循環配管40の基端側は供給配管30の供給バルブ32とポンプ31との間の位置に接続され、先端側は貯留タンク20に接続されている。

【0031】

ポンプ31は、循環配管40の接続部位よりも上流側（貯留タンク20に近い側）に設けられており、貯留タンク20に貯留されている電極材料の塗工液を供給配管30に圧送する。供給バルブ32は、循環配管40の接続部位よりも下流側（塗工ノズル11に近い側）に設けられており、供給配管30の流路を開閉することによって塗工ノズル11への塗工液の供給を断続させる。フィルタ33は、供給バルブ32と塗工ノズル11との間に設けられており、供給配管30を塗工ノズル11に向けて流れる塗工液から異物を取り除く。

10

【0032】

また、供給配管30には圧力計35が付設されている。圧力計35は、供給配管30の経路のうち、循環配管40の接続部位よりも上流側であってポンプ31よりも下流側に設けられている。つまり、供給配管30の循環配管40との接続部位とポンプ31との間に圧力計35は設けられている。圧力計35は、直接的には供給配管30を流れる塗工液の圧力を測定する。

20

【0033】

塗工ノズル11は、基材5の幅方向に沿ってスリット状の吐出口11aを設けたスリットノズルである。塗工ノズル11は、供給配管30を経由して送給された塗工液をバックアップローラ12に押圧支持された状態で走行する基材5の表面に吐出口11aから塗工する。塗工ノズル11には、バックアップローラ12と吐出口11aとの間隔を調整する機構および姿勢を規定する機構が設けられている（いずれも図示省略）。

【0034】

供給配管30の経路途中から分岐して設けられた循環配管40の先端側は貯留タンク20に接続されている。供給配管30と同じく、循環配管40としてもステンレス管または樹脂管を用いることができる。循環配管40は、貯留タンク20から送出されて供給配管30から流れ込んだ塗工液を貯留タンク20に還流させる。循環配管40には、循環バルブ41およびフィルタ43が介挿されている。循環バルブ41は、循環配管40の流路を開閉する。フィルタ43は、循環バルブ41と貯留タンク20との間に設けられており、循環配管40を貯留タンク20へと向けて流れる塗工液から異物を取り除く。

30

【0035】

循環バルブ41を閉止しつつ供給バルブ32を開放すると、貯留タンク20から送出された塗工液は供給配管30の全体にわたって流れ、塗工ノズル11へと供給される。貯留タンク20から送出された塗工液が塗工ノズル11に向けて流れているときの供給配管30内の圧力は圧力計35によって測定される。

【0036】

一方、供給バルブ32を閉止しつつ循環バルブ41を開放すると、貯留タンク20から送出された塗工液は供給配管30の途中まで流れて循環配管40に流入し、再び貯留タンク20へと還流される。すなわち、供給バルブ32および循環バルブ41は、貯留タンク20から送出された塗工液を塗工ノズル11に向けて流す、または、循環配管40に流すかを切り替える切替手段として機能する。

40

【0037】

貯留タンク20から送出された塗工液が循環配管40を流れているときの循環配管40内の圧力も圧力計35によって測定される。圧力計35は直接には供給配管30に設けられているものであるが、循環配管40の接続部位よりも上流側に設けられており、塗工液が循環配管40を流れているときの供給配管30の当該上流側における圧力は循環配管4

50

0内の圧力と等しい。このため、塗工液が循環配管40を流れているときに圧力計35が測定した供給配管30内の圧力は、循環配管40内の圧力でもある。すなわち、供給配管30の経路のうち循環配管40の接続部位よりも上流側に設けられている圧力計35は、塗工液が塗工ノズル11に供給されているとき（塗工時）には供給配管30内の圧力を測定し、循環配管40を流れているとき（非塗工時）には循環配管40内の圧力を測定するものである。

【0038】

また、循環配管40には圧損調整部50が設けられている。供給配管30から分岐されて貯留タンク20に接続される循環配管40には直角に屈曲する屈曲部位40aが存在している。圧損調整部50は循環配管40の屈曲部位40aに設けられている。

10

【0039】

図3は、圧損調整部50の構造を示す図である。圧損調整部50は、ロッド51および進退駆動機構52を備える。図3に示すように、循環配管40の屈曲部位40aには待機部60が設けられている。待機部60は、直角に屈曲する屈曲部位40aを挟む循環配管40の一方から延設された管状部である。よって、屈曲部位40aを挟む循環配管40の他方と待機部60とは垂直となる。その結果、図3に示すように、屈曲部位40aは見かけ上T字形状となる。

【0040】

管状の待機部60の一端は屈曲部位40aにて循環配管40に連通接続され、他端は蓋部61によって閉塞されている。待機部60の内径は循環配管40の内径以上である。この待機部60の内側に圧損調整部50のロッド51が配置されている。ロッド51は円柱形状の棒状部材であり、塗工液に対する耐性を有する材質（例えば、ステンレスや樹脂）にて形成されている。円柱形状のロッド51の直径は循環配管40の内径よりも小さい。ロッド51の長さは適宜のものとする事ができる。

20

【0041】

ロッド51は接続部53を介して進退駆動機構52と接続されている。進退駆動機構52は、例えばアクチュエータを用いて構成され、接続部53とともにロッド51を進退移動させる。蓋部61には、リングなどのシール部62が設けられており、進退駆動機構52がロッド51を進退移動させたときにも、接続部53がシール部62に対して摺動することによって塗工液の漏出を防止することができる。

30

【0042】

圧損調整部50の進退駆動機構52は、待機部60内の待機位置（図3の実線位置）からロッド51を前進させて循環配管40内の経路に挿入することができる（図3の二点鎖線）。また、進退駆動機構52は、循環配管40内の経路から待機位置にロッド51を後退させることができる。ロッド51の直径は循環配管40の内径よりも小さいため、ロッド51が循環配管40内の経路に挿入されたときにも塗工液の流路は確保されている。但し、循環配管40内にロッド51が存在していないときに比較してロッド51が存在しているときの流路は当然に狭い。このため、循環配管40内の経路にロッド51が挿入されることによって循環配管40の圧力損失が大きくなる。そして、圧力損失の増大の程度は、ロッド51が前進して循環配管40内の経路に進入した長さに依存する。ロッド51が循環配管40内の経路に進入する長さが長くなるほど、循環配管40の圧力損失が大きくなる。

40

【0043】

図1に戻り、塗膜形成システム1の制御部90は、塗膜形成システム1に設けられた各動作機構を制御して基材5に対する塗工処理を進行させる。制御部90のハードウェアとしての構成は一般的なコンピュータと同様である。すなわち、制御部90は、各種演算処理を行うCPU、基本プログラムを記憶する読み出し専用のメモリであるROM、各種情報を記憶する読み書き自在のメモリであるRAMおよび制御用ソフトウェアやデータなどを記憶しておく磁気ディスクを備えて構成される。制御部90のCPUが所定の処理プログラムを実行することによって塗膜形成システム1における塗工処理が進行する。また、

50

制御部 90 は、循環バルブ 41 および供給バルブ 32 の開閉を制御して間欠塗工を実行させるとともに、圧力計 35 の測定結果に基づいて圧損調整部 50 を制御するが、これについてはさらに後述する。

【0044】

次に、上記の構成を有する塗工装置 10 における処理動作について説明する。塗工装置 10 は、搬送機構 80 によって搬送される長尺の基材 5 に対して電極材料の塗工液を断続的に塗工する。すなわち、塗工装置 10 は、バックアップローラ 12 に押圧支持された状態で一定速度で走行する基材 5 の表面に、塗工ノズル 11 から塗工液を一定時間だけ吐出した後に、一定時間は吐出を停止することを繰り返す間欠塗工を行う。

【0045】

具体的には、制御部 90 の制御により、一定時間だけ循環バルブ 41 を閉止しつつ供給バルブ 32 を開放すると、貯留タンク 20 から送出された塗工液が供給配管 30 を経て塗工ノズル 11 に供給され、塗工ノズル 11 の吐出口 11a から走行する基材 5 の表面に吐出される。これにより、所定長さの塗膜が基材 5 の表面に形成される。続いて、制御部 90 の制御により、一定時間だけ供給バルブ 32 を閉止しつつ循環バルブ 41 を開放すると、貯留タンク 20 から送出された塗工液が供給配管 30 の経路途中から分岐して設けられた循環配管 40 を経て貯留タンク 20 へと還流される。この間は、塗工ノズル 11 から塗工液が吐出されないため、基材 5 の表面に所定長さの非塗工領域が形成される。

【0046】

このような塗工ノズル 11 への塗工液の供給と循環配管 40 による還流とを順次繰り返すことによって間欠塗工が実行される。間欠塗工を行っている間、ポンプ 31 は常に一定量で塗工液を供給配管 30 に圧送し続けているが、塗工ノズル 11 から塗工を行っている塗工時における供給配管 30 内の圧力と循環配管 40 によって塗工液を還流している非塗工時における循環配管 40 内の圧力とは種々の要因によって相違する。

【0047】

このような要因としては、まず、塗工ノズル 11 の吐出口 11a がスリット状であるのに対して、循環配管 40 の先端が貯留タンク 20 に開放されていることが挙げられる。また、塗工ノズル 11 への供給経路の長さ（供給配管 30 の全長）と循環経路の長さ（貯留タンク 20 から循環配管 40 の接続部位までの供給配管 30 の長さ + 循環配管 40 の全長）とが異なることも一因である。さらに、供給配管 30 に設けられたフィルタ 33 の目詰まりの程度と循環配管 40 に設けられたフィルタ 43 のそれとの相違も一因となる。

【0048】

図 4 は、非塗工時から塗工時に移行したときの圧力変動および膜厚変動を示す図である。図 4 (a) に圧力計 35 によって測定される圧力変動を示し、図 4 (b) に基材 5 上の塗膜の膜厚変動を示す。同図に示すのは、圧損調整部 50 による圧力損失の調整を全く行っていないときのものである。時刻 t_1 から時刻 t_2 までが供給バルブ 32 を閉止しつつ循環バルブ 41 を開放して循環配管 40 によって塗工液を還流する非塗工時である。そして、時刻 t_2 から時刻 t_4 までが循環バルブ 41 を閉止しつつ供給バルブ 32 を開放して塗工ノズル 11 から塗工を行う塗工時である。既述したように、圧力計 35 は、塗工時には供給配管 30 内の圧力を測定し、非塗工時には循環配管 40 内の圧力を測定する。

【0049】

図 4 に示すように、非塗工時と塗工時とで配管内の塗工液に圧力変動が生じている。非塗工時の循環配管 40 内の圧力 P_1 よりも塗工時における供給配管 30 内の圧力 P_2 の方が大きい。このような圧力変動の要因としては、上述した種々のものが挙げられるが、通常は図 4 (a) に示すように、出口端がスリット状となっている塗工時の供給配管 30 内の圧力 P_2 が出口端が開放されている非塗工時の循環配管 40 内の圧力 P_1 よりも大きい。

【0050】

ここで問題となるのは、非塗工時から塗工時に切り替えられた時刻 t_2 に直ちに供給配管 30 内の圧力が P_2 になるのではなく、時刻 t_2 から少し遅れて時刻 t_3 に圧力 P_2 に

10

20

30

40

50

なる点である。これは、塗工液には微小気泡が含まれており（つまり、塗工液は完全な非圧縮流体ではない）、塗工時に切り替えられたときにその微小気泡が先に圧縮されることによるものである。このように、非塗工時から塗工時に切り替えられたときに圧力変動に遅れが生じると、図4（b）に示すように、時刻 t_2 から時刻 t_3 の間は基材5上の塗膜の膜厚が所定値よりも小さくなり、塗膜の端部の形状が悪化することとなる。

【0051】

このため、本実施形態の塗工装置10には圧損調整部50を設けており、その圧損調整部50によって非塗工時における循環配管40の圧力損失を調整している。なお、圧損調整部50による圧力損失の調整には相応の時間を要するため、一連の間欠塗工処理の終了後や装置のメンテナンス時に行うのが好ましい。

10

【0052】

圧損調整部50による圧力損失の調整に際して、非塗工時における循環配管40内の圧力 P_1 と塗工時における供給配管30内の圧力 P_2 とを予め圧力計35によって測定し、その測定結果を制御部90のメモリ等の記憶部に格納しておく。このとき、一連の間欠塗工処理を行っている間の非塗工時の圧力 P_1 および塗工時の圧力 P_2 の平均値を制御部90が算定して記憶部に格納するようにしても良い。

【0053】

制御部90は、圧力計35の測定結果に基づいて圧損調整部50を制御し、非塗工時における循環配管40の圧力損失を調整する。具体的には、制御部90は、非塗工時における循環配管40内の圧力が塗工時における供給配管30内の圧力 P_2 と一致または少し高くなるように、圧損調整部50を制御して循環配管40の圧力損失を調整する。

20

【0054】

圧力損失の調整に際しては、非塗工時と同じ状況としておく。すなわち、ポンプ31は通常の間欠塗工処理時と同じ圧力にて塗工液を供給配管30に圧送し、供給バルブ32を閉止しつつ循環バルブ41を開放して循環配管40によって塗工液を貯留タンク20に還流する。この状況にて、制御部90の制御により、圧損調整部50の進退駆動機構52が待機部60内の待機位置からロッド51を前進させて循環配管40内の経路に挿入する。ロッド51が循環配管40内の経路に挿入される長さが長くなるにつれて、循環配管40の圧力損失が大きくなる。このときの循環配管40内の塗工液の圧力は圧力計35によって計測され、その計測結果は制御部90に伝達される。制御部90は、その計測結果に基づいて圧損調整部50をフィードバック制御する。すなわち、制御部90は、圧力計35によって計測される循環配管40内の圧力が塗工時における供給配管30内の圧力 P_2 と一致するまで、ロッド51を前進させて循環配管40内の経路に挿入する。

30

【0055】

図5は、循環配管40の圧力損失調整後の非塗工時から塗工時に移行したときの圧力変動および膜厚変動を示す図である。図4と同様に、図5（a）は圧力計35によって測定される圧力変動を示し、図5（b）は基材5上の塗膜の膜厚変動を示す。また、時刻 t_1 から時刻 t_2 までが循環配管40によって塗工液を還流する非塗工時であり、時刻 t_2 から時刻 t_4 までが塗工ノズル11から塗工を行う塗工時である。

【0056】

図5（a）に示すように、圧損調整部50によって循環配管40の圧力損失を大きくして非塗工時における循環配管40内の圧力を P_1 から塗工時の供給配管30内の圧力 P_2 と同じ値にまで高めることにより、非塗工時から塗工時に切り替えたときにも配管内に圧力変動を微小に抑制することができる。従って、図4（a）の時刻 t_2 から時刻 t_3 に認められるような、塗工時に切り替えた直後の圧力変動の遅れは最小限に抑えられる。その結果、非塗工時から塗工時に切り替えられた時刻 t_2 から短時間のうちに供給配管30内の圧力が P_2 となり、図5（b）に示すように、塗工時の最初から塗膜の膜厚が急速に立ち上がり所定値となる。これにより、間欠塗工処理を行うときにも、基材5上の塗膜の端部の形状が悪化するのを防止することができる。

40

【0057】

50

また、圧力損失の調整に際し、制御部 90 は、圧力計 35 によって計測される循環配管 40 内の圧力が塗工時における供給配管 30 内の圧力 P2 より少し高くなるまで、ロッド 51 を前進させて循環配管 40 内の経路に挿入するようにしても良い。図 6 は、この場合における、循環配管 40 の圧力損失調整後の非塗工時から塗工時に移行したときの圧力変動および膜厚変動を示す図である。図 4 と同様に、図 6 (a) は圧力計 35 によって測定される圧力変動を示し、図 6 (b) は基材 5 上の塗膜の膜厚変動を示す。また、時刻 t1 から時刻 t2 までが循環配管 40 によって塗工液を還流する非塗工時であり、時刻 t2 から時刻 t4 までが塗工ノズル 11 から塗工を行う塗工時である。

【0058】

図 6 (a) に示すように、圧損調整部 50 によって循環配管 40 の圧力損失を大きくして非塗工時における循環配管 40 内の圧力を P1 から塗工時の供給配管 30 内の圧力 P2 よりも少し高い値にまで高めている。これにより、非塗工時から塗工時に切り替えたときにも、図 5 (a) に認められるような時刻 t2 直後の配管内の微小な圧力降下を抑制することができる。その結果、非塗工時から塗工時に切り替えられた時刻 t2 の瞬間に供給配管 30 内の圧力が P2 となり、図 6 (b) に示すように、図 5 (b) と比較して塗工時の最初から塗膜の膜厚が一層急速に立ち上がる。なお、この場合、図 6 (b) に示すように、基材 5 上の塗膜の端部の形状が僅かに盛り上がるが、塗工開始時の応答性を向上させる点では優位である。

10

【0059】

本実施形態においては、貯留タンク 20 から送出された塗工液が循環配管 40 を流れている非塗工時の循環配管 40 内の圧力が貯留タンク 20 から送出された塗工液が塗工ノズル 11 に向けて流れている塗工時の供給配管 30 内の圧力以上となるように、循環配管 40 の圧力損失を調整している。このため、非塗工時であるか塗工時であるかにかかわらず、配管内の圧力は一定または循環時の圧力が高い状態となり、非塗工時から塗工時に切り替えた瞬間の配管内の圧力変動を抑制することができる。その結果、非塗工時と塗工時とを繰り返して切り替える間欠塗工処理を行うときにも、塗膜の形状悪化を防止することができる。

20

【0060】

配管の圧力を調整する手法としては、手動操作弁、ボールバルブ、バタフライ弁、グローブ弁、ゲートバルブなどが知られているが、いずれも本実施形態の塗工時と非塗工時との圧力差 (10 kPa 以下) のような微小な圧力の調整は困難である。本実施形態のように、圧損調整部 50 が循環配管 40 の経路にロッド 51 を挿入することによって圧力損失を調整するようにすれば塗工時と非塗工時との微小な圧力差であっても調整することができる。

30

【0061】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、この発明はその趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したものの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記実施形態においては、循環配管 40 の屈曲部位 40a に圧損調整部 50 を設けていたが、これに限定されるものではなく、循環配管 40 の直線部分に圧損調整部を設けるようにしても良い。

40

【0062】

図 7 は、循環配管 40 の直線部分に圧損調整部 150 を設ける態様を示す図である。この圧損調整部 150 は、ロッド 151 およびスライド駆動機構 152 を備える。図 7 の例では、循環配管 40 の直線部分に比較的緩やかなテーパ部 40a が設けられている。ロッド 151 は円柱形状を有しており、その直径は図 7 の紙面で循環配管 40 のテーパ部 40a よりも上側部分の内径と略等しい。ロッド 151 は接続部 153 を介してスライド駆動機構 152 と接続されている。スライド駆動機構 152 は、接続部 153 とともにロッド 151 を進退駆動させる。接続部 153 と循環配管 40 の管壁とは図示省略のシール機構によってシールされており、管壁からの塗工液の漏出が防止されている。

【0063】

50

スライド駆動機構 152 がロッド 151 を図 7 の実線位置（待機位置）から二点鎖線位置に向けて前進させると、ロッド 151 と循環配管 40 のテーパ部 40a との間隔が狭まり、循環配管 40 内の流路が狭くなって圧力損失が大きくなる。圧力損失の増大の程度は、ロッド 151 と循環配管 40 のテーパ部 40a との間隔に依存する。ロッド 151 が前進してロッド 151 と循環配管 40 のテーパ部 40a との間隔が狭くなるほど、循環配管 40 の圧力損失が大きくなる。

【0064】

図 7 に示すような圧損調整部 150 によっても循環配管 40 の圧力損失を調整することができる。図 7 の圧損調整部 150 によって非塗工時における循環配管 40 の圧力損失を調整することにより、非塗工時における循環配管 40 内の圧力を塗工時の供給配管 30 内の圧力 P2 と同じ値または少し高い値にまで高めることができ、非塗工時から塗工時に切り替えた瞬間の配管内の圧力変動を抑制することができる。

10

【0065】

また、上記実施形態においては、供給配管 30 の経路における循環配管 40 の接続部位よりも上流側に圧力計 35 を付設するようにしていたが、これに加えて循環配管 40 にも圧力計を設けるようにしても良い。

【0066】

また、間欠塗工処理を行っているときの非塗工時における圧力計 35 の測定値が所定値未満となったときに、塗膜形成システム 1 の稼働を停止し、圧損調整部 50 による循環配管 40 の圧力損失調整を行うようにしても良い。

20

【0067】

また、配管におけるフィルタの設置位置は上記実施形態の例に限定されるものではなく、供給配管 30 の経路における循環配管 40 の接続部位とポンプ 31 との間や当該接続部位と供給バルブ 32 との間であっても良い。さらには、フィルタは必須のものではなく、設けていなくても良い。

【0068】

また、上記実施形態においては、基材 5 に対して塗工液の間欠塗工を行うようにしていたが、これに代えて、塗工液を基材 5 に対して連続して吐出する連続塗工を行うようにしても良い。塗工液の連続塗工を行う場合であっても、本発明に係る技術を用いることにより、塗工液の吐出開始時における塗膜の形状悪化を防止することができる。

30

【0069】

また、塗工ノズル 11 は 1 本のスリット状の吐出口 11a を有するスリットノズルに限定されるものではなく、複数本のスリットを有するものであっても良いし、略円形の吐出口から塗布液を吐出するノズルであっても良い。

【0070】

また、本発明に係る技術を用いて塗工処理を行う対象となる塗工液はリチウムイオン二次電池の電極材料に限定されるものではなく、例えば太陽電池材料（電極材、封止材）の塗工液または電子材料の絶縁膜や保護膜の塗工液であっても良い。比較的粘度の高い塗工液を基材に塗工するのに本発明に係る技術を好適に適用することができる。よって、顔料や接着剤の塗工液を塗布するのに、本発明に係る技術を用いるようにしても良い。

40

【符号の説明】

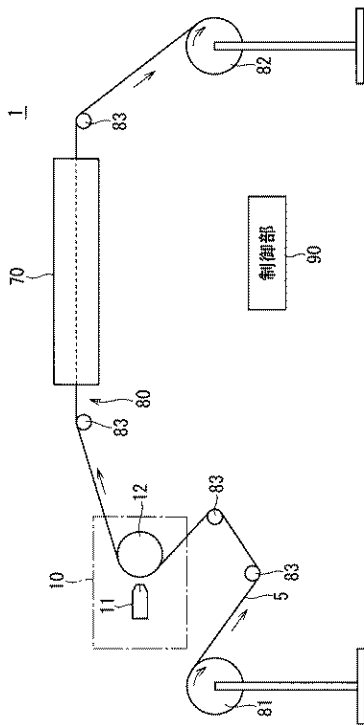
【0071】

- 1 塗膜形成システム
- 5 基材
- 10 塗工装置
- 11 塗工ノズル
- 11a 吐出口
- 12 バックアップローラ
- 20 貯留タンク
- 30 供給配管

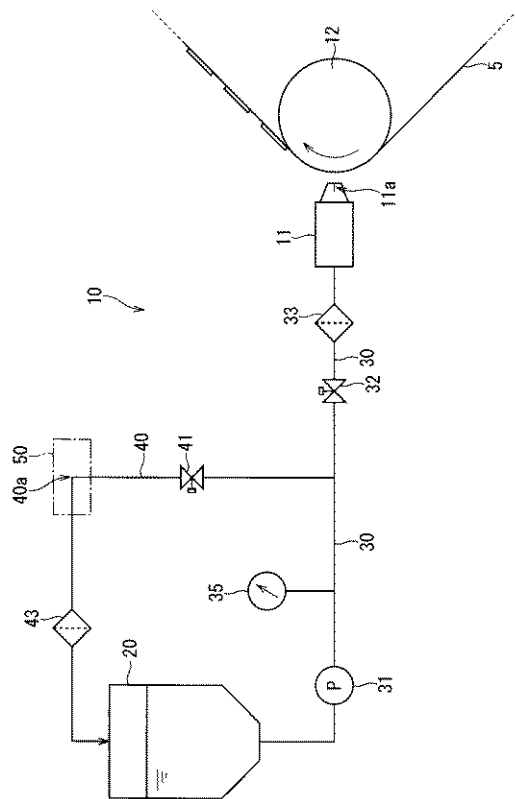
50

- 3 1 ポンプ
- 3 2 供給バルブ
- 3 3 , 4 3 フィルタ
- 3 5 圧力計
- 4 0 循環配管
- 4 0 a 屈曲部位
- 4 1 循環バルブ
- 5 0 , 1 5 0 圧損調整部
- 5 1 , 1 5 1 ロッド
- 5 2 進退駆動機構
- 5 3 , 1 5 3 接続部
- 6 0 待機部
- 7 0 乾燥部
- 8 0 搬送機構
- 9 0 制御部
- 1 5 2 スライド駆動機構

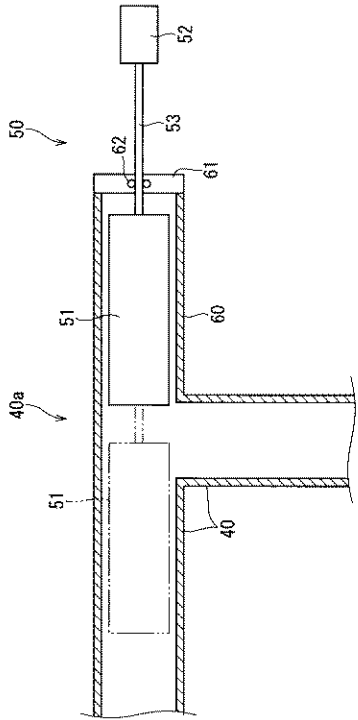
【図1】



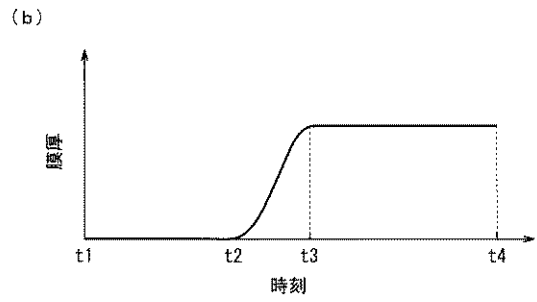
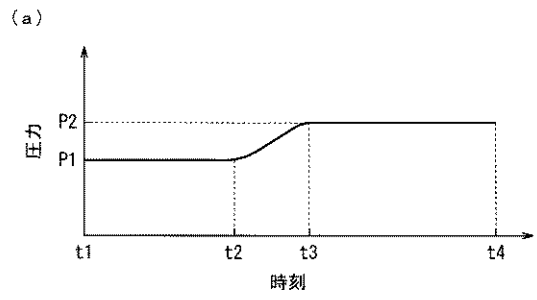
【図2】



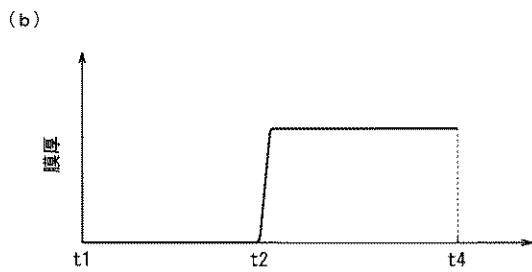
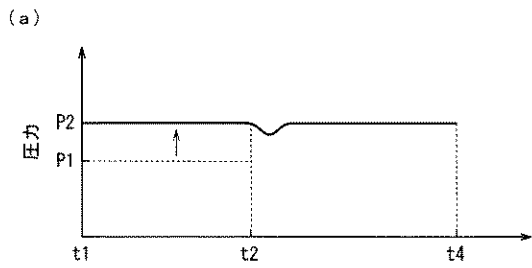
【 図 3 】



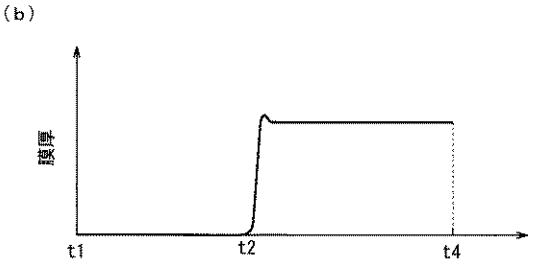
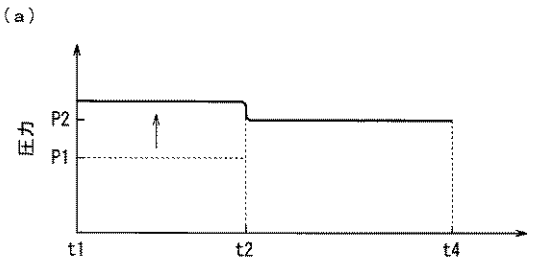
【 図 4 】



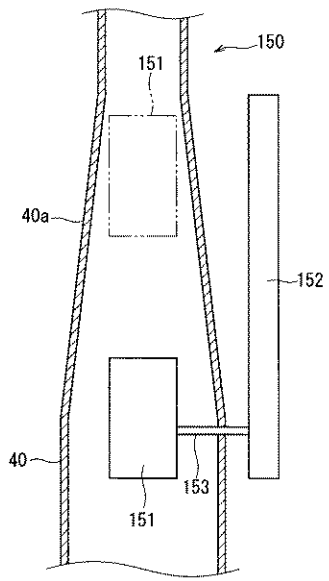
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 山仲 巨剛

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1-1 大日本スクリーン製造株式会社内

Fターム(参考) 4D075 AC01 AC84 AC88 CA48 DA04 DB01 DC19 EA07 EB16

4F042 AA22 AB00 CB02 CB10 CB20