

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4575103号
(P4575103)

(45) 発行日 平成22年11月4日(2010.11.4)

(24) 登録日 平成22年8月27日(2010.8.27)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 M	4/04	(2006.01)	HO 1 M	4/04	1 O 1 A
HO 1 G	9/00	(2006.01)	HO 1 M	4/04	1 O 1 Z
HO 1 G	13/00	(2006.01)	HO 1 G	9/24	Z
			HO 1 G	13/00	3 8 1

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-289383 (P2004-289383)	(73) 特許権者	000002897
(22) 出願日	平成16年9月30日(2004.9.30)		大日本印刷株式会社
(65) 公開番号	特開2006-107791 (P2006-107791A)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(43) 公開日	平成18年4月20日(2006.4.20)	(74) 代理人	100104499
審査請求日	平成19年5月22日(2007.5.22)		弁理士 岸本 達人
		(74) 代理人	100101203
			弁理士 山下 昭彦
		(72) 発明者	宮崎 祐一
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内
		(72) 発明者	藤田 正人
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内
		審査官	松岡 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電極板の製造方法および製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

集電体を搬送手段によって搬送しながら、少なくとも、電極活物質層用塗工組成物を供給するポンプ、該電極活物質層用塗工組成物を集電体に塗工するコーティングヘッド、前記ポンプから前記コーティングヘッドへの該電極活物質層用塗工組成物の移送路となるメインライン、前記メインライン上に設けられた間歇塗工用バルブと当該間歇塗工用バルブに接続する循環路を有し、前記ポンプを運転したままの状態、前記電極活物質層用塗工組成物の流路を当該間歇塗工用バルブによって前記メインラインと前記循環路との間で切り替え、前記ポンプを運転したままの状態、前記ポンプから排出される該電極活物質層用塗工組成物を前記コーティングヘッドへ到達させないように当該循環路によって循環させる循環手段から構成されるコーティング手段によって、前記集電体の少なくとも一面に、前記電極活物質層用塗工組成物を間歇塗工して、電極活物質層を形成する電極板の製造方法において、前記メインラインに、該電極活物質層用塗工組成物を一時的に蓄えるアキュムレータを備えることを特徴とする、電極板の製造方法。

【請求項2】

前記アキュムレータを、前記メインラインの前記間歇塗工用バルブよりも上流側の位置に設けることを特徴とする、請求項1に記載の電極板の製造方法。

【請求項3】

前記循環手段が、少なくとも、前記メインラインの途中に設けられた前記間歇塗工用バルブ、前記メインラインの前記ポンプから該間歇塗工用バルブまでの区間、前記間歇塗工

用バルブから前記ポンプへ該電極活物質層用塗工組成物を移送する移送路となるリターンラインとから構成されることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の電極板の製造方法。

【請求項 4】

前記間歇塗工用バルブによって前記メインラインにおける前記電極活物質層用塗工組成物の流路を切り替える際に発生する該リターンラインと前記メインラインの該間歇塗工用バルブから前記コーティングヘッドまでの区間との圧力差を小さくする圧力制御手段を備えることを特徴とする、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の電極板の製造方法。

【請求項 5】

少なくとも、電極活物質層用塗工組成物を供給するポンプ、該電極活物質層用塗工組成物を集電体に塗工するコーティングヘッド、前記ポンプから前記コーティングヘッドへの該電極活物質層用塗工組成物の移送路となるメインライン、前記メインライン上に設けられた間歇塗工用バルブと当該間歇塗工用バルブに接続する循環路を有し、前記ポンプを運転したままの状態、前記電極活物質層用塗工組成物の流路を当該間歇塗工用バルブによって前記メインラインと前記循環路との間で切り替え、前記ポンプを運転したままの状態、前記ポンプから排出される該電極活物質層用塗工組成物を前記コーティングヘッドへ到達させないように当該循環路によって循環させる循環手段から構成されるコーティング手段、および集電体の搬送手段から構成される電極板の製造装置において、前記メインラインに、該電極活物質層用塗工組成物を一時的に蓄えるアキュムレータを備えることを特徴とする、電極板の製造装置。

10

【請求項 6】

前記アキュムレータは、前記メインラインの前記間歇塗工用バルブよりも上流側の位置に設けられていることを特徴とする、請求項 5 に記載の電極板の製造装置。

20

【請求項 7】

前記循環手段が、少なくとも、前記メインラインの途中に設けられた前記電極活物質層用塗工組成物の流路を切り替える間歇塗工用バルブ、前記メインラインの前記ポンプから該バルブまでの区間、前記間歇塗工用バルブから前記ポンプへ該電極活物質層用塗工組成物を移送する移送路となるリターンラインとから構成されることを特徴とする、請求項 5 又は 6 に記載の電極板の製造装置。

【請求項 8】

前記間歇塗工用バルブによって前記メインラインにおける前記電極活物質層用塗工組成物の流路を切り替える際に発生する該リターンラインと前記メインラインの該間歇塗工用バルブから前記コーティングヘッドまでの区間との圧力差を小さくする圧力制御手段を備えることを特徴とする、請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の電極板の製造装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電極板の製造方法および製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、非水電解質液二次電池、二重層キャパシタ等の電極板は、集電体の少なくとも一面に電極活物質層を所定パターン状に断続的に設けた構成をとる。電極活物質層のパターンが存在しない非塗工部は、端子を取り付ける等の目的のために集電体が露出した部分である。

40

【0003】

電極板は、集電体を準備し、電極活物質層用塗工組成物を調製し、該電極活物質層用塗工組成物を集電体に塗布することにより電極活物質層を形成し、乾燥し（コーティング工程）、必要に応じて該電極活物質層が形成された集電体をプレスし（プレス工程）、該プレスした集電体を所定の幅に切断し（スリット工程）、さらに、電極板を必要に応じて所定の長さ切断する（裁断工程）ことにより製造される。

【0004】

50

上記のコーティング工程では、電極活物質層用塗工組成物を塗布した塗工部と塗布していない非塗工部を順次形成する間歇塗布方式が広く用いられている。一般的にコンマリバス、コンマダイレクト、ダイコート、リップコート等の方法により、間歇塗布が行われる。

【0005】

特に前記ダイコートにおける間歇塗布は、一般的には、図2に模式的に示すような、ポンプ202、ダイ203、メインライン204、および、間歇塗工用バルブ205、前記メインライン204の前記ポンプ202から前記バルブ205までの区間、リターンライン206を備える循環手段207等から構成されるダイコーター201を用いて、前記ポンプ202から前記間歇塗工用バルブ205へ電極活物質層用塗工組成物を一定速度で連続的に送り出し、該間歇塗工用バルブ205の開閉によって、該電極活物質層用塗工組成物がダイ203または、リターンライン206に移送され、集電体上に該電極活物質層用塗工組成物の塗工、非塗工が行われる。

10

【0006】

具体的には、ポンプ202が一定速度で連続的に既定量の電極活物質層用塗工組成物を間歇塗工用バルブ205に送り出し、該間歇塗工用バルブ205は、電極活物質層218を形成した塗工部209を設けるための塗工を行う時は、該間歇塗工用バルブ205を開き、ダイ203に該塗工組成物が送られ、該塗工組成物は、ダイ203内にあるポケットと称される塗料溜りに供給され、そこから所定の圧力をもってダイの先端部に設けられた幅広のスリットへと押し出され、集電体210に該塗工組成物を塗布する。そして、ダイ203が集電体210の非塗工部231となる部分を通過する時は、該間歇塗工用バルブ205は閉じられ、該間歇塗工用バルブ205に送られてきた電極活物質層用塗工組成物は、リターンライン206を通じて、循環手段207に移送される。このようにして、集電体210上には塗工部209と非塗工部231が交互に形成される。

20

【0007】

図2に示すような装置を用いて集電体上に間歇塗工を行う際、メインラインの流路切り替えの度にポンプを停止・開始を繰り返しては、機械の停止・開始の振動により吐出量および塗工量に著しいばらつきが発生する。そのため、吐出量および塗工量の安定性の観点から、ポンプは連続的に稼働させるが、ポンプ202にはダイコーターを運転させることで発生する微弱な連続した振動である脈動があり、この脈動が活物質層の長手方向に電極活物質層用塗工組成物の塗工量のばらつき（つまり、塗工量が一定でない、塗工むら）を直接発生させる。

30

【0008】

また、間歇塗工用バルブ205による流路切り替えの際の圧力変動、つまり、ポンプから吐出された電極活物質層用塗工組成物が間歇塗工用バルブ205よりリターンライン206へ送られる時の圧力と電極活物質層用塗工組成物が間歇塗工用バルブ205よりダイ203へ送られる時との圧力差によっても、活物質層の長手方向に電極活物質層用塗工組成物の塗工量のばらつき（以下、単に塗工量のばらつきということがある）が発生する。特に、上記圧力差は、塗工開始直後の電極活物質層用塗工組成物の塗出量に大きな影響を及ぼす。

40

【0009】

上記バルブの流路切り替えの際の圧力変動は、一般的に間歇塗工用バルブに接続された配管形状等に違いがあるため、リターンラインへ電極活物質層用塗工組成物が流入する圧力と該組成物がダイへ移送される圧力が異なることにより生じる。

【0010】

上記により発生した塗工量のばらつきは、電極板の性能や安全性に悪影響を及ぼす。活物質層において塗工量のばらつきが大きいと、集電体の両面に活物質層を塗工した場合に、集電体をはさんで対向する活物質層同士の塗工量バランスが部分的に崩れ、電池容量がばらついてしまう。場合によっては、リチウム等の金属が析出し、不良の原因となる。さらに、活物質層内の塗工量のばらつきが大きいと、上記プレス工程において、活物質層が

50

均一に圧延されず、条件だしロス（プレス工程において、条件決定のため試行工程で使い捨てられる分のロス）の増大やプレスロールの破損等の生産段階での原因となる。

【0011】

上記の問題に対して、従来は、ポンプの脈動を抑制するために、ギヤポンプ等の脈動の比較的少ないポンプが使用されていた。しかし、ギヤポンプは金属のギヤが直接かみ合う構造となっているため、金属粉が電極活物質層用塗工組成物中に混入することによるコンタミネーションが発生しやすい。また、構造が複雑でメンテナンスの負担が大きく、さらには電極活物質層用塗工組成物の種類によっては、ギヤ噛みによる故障が頻発していた。

【0012】

これに代わるポンプとして、回転容積型の一軸偏心ねじポンプであるモノポンプが用いられている。モノポンプはギヤ噛みが発生せず、メンテナンスも容易である。しかし、構造上、精密なギヤのかみ合いにより送液を行うギヤポンプよりも、送液管であるステーターの中でらせん状のローターという軸が偏芯回転することにより送液を行うモノポンプは、周期的に送液量が変動し、脈動が大きいため、塗工量のばらつきの増加を招きやすい。

【0013】

一方、間歇塗工用バルブにおける流路切り替えの際の圧力変動の問題に対して、従来は、図2に示すリターンライン206の流路をバルブ等で開度調整することにより、ポンプ202から吐出された電極活物質層用塗工組成物が間歇塗工用バルブ205よりリターンライン206へ送られる時の圧力と電極活物質層用塗工組成物が間歇塗工用バルブ205よりダイ203へ送られる時の圧力との圧力差を小さくしていた。しかし、ポンプの塗出量の変更、メインラインとリターンラインの吐出時間比の変化、組成物の経時変化による流動特性変化などにより圧力バランスは容易に崩れるなど限界があり、実際には、塗工時の活物質層の厚みをレーザーによる厚さ測定器等によりモニタリングし、活物質層の厚み形状を見ながらリアルタイムでリターンラインの圧力を調整している。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明は、上記の実状に鑑みて成し遂げられたものであり、その目的は、ダイコーターやリップコーターのように、塗工材料をポンプから直接コーティングヘッドへ送液して吐出するタイプのコーティング手段による間歇塗工において、電極活物質層の長手方向に、ポンプの脈動、および間歇塗工用バルブにおける流路切り替えの際の圧力変動に起因する、電極活物質層用塗工組成物の塗工量のばらつきが発生し難い電極板の製造方法、およびその製造装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明に係る電極板の製造方法は、集電体を搬送手段によって搬送しながら、少なくとも、電極活物質層用塗工組成物を供給するポンプ、該電極活物質層用塗工組成物を集電体に塗工するコーティングヘッド、前記ポンプから前記コーティングヘッドへの該電極活物質層用塗工組成物の移送路となるメインライン、前記メインライン上に設けられた間歇塗工用バルブと当該間歇塗工用バルブに接続する循環路を有し、前記ポンプを運転したままの状態、前記電極活物質層用塗工組成物の流路を当該間歇塗工用バルブによって前記メインラインと前記循環路との間で切り替え、前記ポンプを運転したままの状態、前記ポンプから排出される該電極活物質層用塗工組成物を前記コーティングヘッドへ到達させないように当該循環路によって循環させる循環手段から構成されるコーティング手段によって、前記集電体の少なくとも一面に、前記電極活物質層用塗工組成物を間歇塗工して、電極活物質層を形成する電極板の製造方法において、前記メインラインに、該電極活物質層用塗工組成物を一時的に蓄えるアキュムレータを備えることを特徴とする。

【0016】

上記電極板の製造方法の一態様において、前記循環手段は、少なくとも、前記メインラ

10

20

30

40

50

インの途中に設けられた前記電極活物質層用塗工組成物の流路を切り替える間歇塗工用バルブ、前記メインラインの前記ポンプから該バルブまでの区間、前記間歇塗工用バルブから前記ポンプへ該電極活物質層用塗工組成物を移送する移送路となるリターンラインとから構成することができる。

【0017】

また、上記電極板の製造方法の別の態様において、前記間歇塗工用バルブによって前記メインラインにおける前記電極活物質層用塗工組成物の流路を切り替える際に発生する該リターンラインと前記メインラインの該間歇塗工用バルブから前記コーティングヘッドまでの区間との圧力差を小さくする圧力制御手段を備えることが好ましい。

【0018】

さらに、本発明に係る電極板の製造装置は、少なくとも、電極活物質層用塗工組成物を供給するポンプ、該電極活物質層用塗工組成物を集電体に塗工するコーティングヘッド、前記ポンプから前記コーティングヘッドへの該電極活物質層用塗工組成物の移送路となるメインライン、前記メインライン上に設けられた間歇塗工用バルブと当該間歇塗工用バルブに接続する循環路を有し、前記ポンプを運転したままの状態、前記電極活物質層用塗工組成物の流路を当該間歇塗工用バルブによって前記メインラインと前記循環路との間で切り替え、前記ポンプを運転したままの状態、前記ポンプから排出される該電極活物質層用塗工組成物を前記コーティングヘッドへ到達させないように当該循環路によって循環させる循環手段から構成されるコーティング手段、および集電体の搬送手段から構成される電極板の製造装置において、前記メインラインに、該電極活物質層用塗工組成物を一時的に蓄えるアキュムレータを備えることを特徴とする。

【0019】

上記電極板の製造装置の一態様においては、前記循環手段は、少なくとも、前記メインラインの途中に設けられた前記電極活物質層用塗工組成物の流路を切り替える間歇塗工用バルブ、前記メインラインの前記ポンプから該バルブまでの区間、前記間歇塗工用バルブから前記ポンプへ該電極活物質層用塗工組成物を移送する移送路となるリターンラインとから構成することができる。

【0020】

また、上記電極板の製造装置の一態様においては、前記間歇塗工用バルブによって前記メインラインにおける前記電極活物質層用塗工組成物の流路を切り替える際に発生する該リターンラインと前記メインラインの該間歇塗工用バルブから前記コーティングヘッドまでの区間との圧力差を小さくする圧力制御手段を備えることが好ましい。

【発明の効果】

【0021】

塗工材料をポンプから直接コーティングヘッドへ送液して吐出するタイプのコーティング手段は、ポンプの吐出圧や移送路の流量によって、コーティングヘッドからの吐出量が大きく影響を受け、変動しやすい。

本発明によれば、そのような塗工材料をポンプから直接コーティングヘッドへ送液して吐出するタイプのコーティング手段による間歇塗工において、メインラインにアキュムレータを設けること、およびリターンラインに圧力制御手段を設けることによって、電極活物質層の長手方向に、ポンプの脈動、および間歇塗工用バルブにおける流路切り替えの際の圧力変動に起因する、電極活物質層用塗工組成物の塗工量のばらつきを軽減することができる。

したがって、プレス時の条件だしロスが減少し、生産効率の向上を図ることができ、また、電池の充電容量のばらつきが低減し、電池性能の向上を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

本発明に係る電極板の製造方法は、集電体を搬送手段によって搬送しながら、少なくとも、電極活物質層用塗工組成物を供給するポンプ、該電極活物質層用塗工組成物を集電体に塗工する塗工材料をポンプから直接コーティングヘッドへ送液して吐出するタイプのコ

10

20

30

40

50

ーティング手段、前記ポンプから前記塗工材料をポンプから直接コーティングヘッドへ送液して吐出するタイプのコーティング手段への該電極活物質層用塗工組成物の移送路となるメインライン、前記ポンプを運転したままの状態、前記ポンプから排出される該電極活物質層用塗工組成物を前記塗工材料をポンプから直接コーティングヘッドへ送液して吐出するタイプのコーティング手段へ到達させないように循環させる循環路を有する循環手段から構成されるダイコーターによって、前記集電体の少なくとも一面に、前記電極活物質層用塗工組成物を間歇塗工して、電極活物質層を形成する電極板の製造方法において、前記メインラインに、該電極活物質層用塗工組成物を一時的に蓄えるアキュムレータを備えることを特徴とする。

【0023】

10

さらに、本発明に係る電極板の製造装置は、少なくとも、電極活物質層用塗工組成物を供給するポンプ、該電極活物質層用塗工組成物を集電体に塗工する塗工材料をポンプから直接コーティングヘッドへ送液して吐出するタイプのコーティング手段、前記ポンプから前記塗工材料をポンプから直接コーティングヘッドへ送液して吐出するタイプのコーティング手段への該電極活物質層用塗工組成物の移送路となるメインライン、前記ポンプを運転したままの状態、前記ポンプから排出される該電極活物質層用塗工組成物を前記塗工材料をポンプから直接コーティングヘッドへ送液して吐出するタイプのコーティング手段へ到達させないように循環させる循環路を有する循環手段から構成される塗工材料をポンプから直接コーティングヘッドへ送液して吐出するタイプのコーティング手段、および集電体の搬送手段から構成される電極板の製造装置において、前記メインラインに、該電極活物質層用塗工組成物を一時的に蓄えるアキュムレータを備えることを特徴とする。

20

【0024】

以下において、本発明に属する態様について、図1を用いて説明する。尚、本発明は、以下に説明する装置に限定されない。

【0025】

(製造装置の基本構成)

図1に示すコーティング機(製造装置)1は、通常、次のような構成要素を含んでいる：ポンプ2、コーティングヘッドであるダイ3、メインライン4、アキュムレータ5、循環手段8(間歇塗工用バルブ6、メインライン4の前記ポンプから前記バルブまでの区間、およびリターンライン7)、および、圧力制御手段9から構成されるダイコーター10；該ダイコーターを駆動するモータ11a；乾燥手段12；該乾燥機を駆動するモータ11b；集電体供給ロール13を取り付けた供給部14、集電体巻取りロール15を取り付けた巻取部16、搬送路上を移動する集電体17を支持するガイドローラ18からなる搬送手段；集電体供給ロール13を駆動するモータ11c；集電体巻取りロール15を駆動するモータ11d；外部から運転の開始、停止又は運転条件等の指示信号を入力する入力手段19；圧力等各種調節を行う制御手段20。

30

【0026】

この製造装置1において、集電体17が供給部14から繰り出され、ダイコーター10において電極活物質層用塗工組成物を該集電体に塗布し、該集電体は通常、乾燥手段12において乾燥され、少なくとも一面に電極活物質層21が形成された集電体17は、巻取部16に巻き取られる。

40

【0027】

(電極活物質層用塗工組成物及び集電体)

電極板には非水電解質液二次電池用、二重層キャパシタ用等、様々な形態があるが、一般に、正極板は、少なくとも正極活物質及び結着材を含有する正極活物質層用塗工組成物を集電体の一面側又は両面に塗布して、正極活物質層を形成することによって作製される。一方、負極板は、少なくとも負極活物質及び結着材を含有する負極活物質層用塗工組成物を集電体の一面側又は両面に塗布して、負極活物質層を形成することによって作製される。

【0028】

50

電極活物質層用塗工組成物は、正極用及び負極用共に従来から知られているスラリー状のものを用いることができる。

【0029】

正極板の集電体としては、例えば、非水電解質液二次電池用電極板であれば、通常、アルミニウム箔が好ましく用いられる。一方、負極板の集電体としては、例えば、非水電解質液二次電池用電極板であれば、電解銅箔や圧延銅箔等の銅箔が好ましく用いられる。集電体の厚さは、例えば、非水電解質液二次電池用電極板であれば、通常、5～50 μ m程度とする。

【0030】

(電極板の製造)

正極又は負極活物質層用塗工組成物の塗布方法は、図1に示すような、ダイコーターを用いて、ダイから電極活物質層用塗工組成物を塗布することによって行うことができる。ダイコーターは、例えば、図1に示すように、ポンプ2、ダイ3、メインライン4、アキュムレータ5、循環手段8(間歇塗工用バルブ6、メインライン4の前記ポンプから前記バルブまでの区間、およびリターンライン7)および、圧力制御手段9から構成されている。詳細は後述するが、概略的にはポンプ2から電極活物質層用塗工組成物がメインライン4を通過してダイ3で集電体に塗布されるか、または間歇塗工用バルブ6を介して循環手段8へ移送される。

【0031】

ダイコートにおいて、集電体上に、電極活物質層を設けた塗工部と、端子取り付け等の目的に利用される非塗工部を間歇的なパターン状に形成するには、例えば、ダイを機械的に制御しながら電極活物質層用塗工組成物を集電体上に塗工して塗工部と非塗工部のパターンを直接形成する。具体的には、塗工部又は非塗工部のパターンに合わせてダイ及び/又は集電体を動かしながらダイからの電極活物質層用塗工組成物の吐出開始と吐出停止を繰り返したり、ダイの離脱と再接近を、電極活物質層用塗工組成物の吐出停止とその再開にそれぞれ同調させて繰り返せばよい。なお、活物質層は、複数回塗布、乾燥を繰り返すことにより形成してもよい。

【0032】

上述のような塗工部と非塗工部を形成する際の電極活物質層用塗工組成物の吐出開始と吐出停止の繰り返しは、図1に示す間歇塗工用バルブ6の開閉によって実現される。しかし、間歇塗工を行う際、集電体上の塗工部と非塗工部の位置に合わせてポンプの停止・開始を繰り返しては、機械の停止・開始の振動により吐出量および塗工量に著しいばらつきが発生し、生産効率も悪い。そのため、吐出量および塗工量の安定性の観点から、ポンプを連続的に移動させながら、間歇塗工用バルブにより流路を切り替えることにより、ダイヘッドからの吐出とその停止を繰り返す。

【0033】

従って、ポンプ2は電極活物質層用塗工組成物を一定速度で連続的にメインラインに送り出すので、ダイ3が非塗工部となる部分を通過するためにバルブが閉じられた時に電極活物質層用塗工組成物のダイへの移送を待機状態にさせるために、循環手段8が必要となる。図1においては、循環手段8は、少なくとも、前記メインラインの途中に設けられた前記電極活物質層用塗工組成物の流路を切り替える間歇塗工用バルブ、前記メインラインの前記ポンプから該バルブまでの区間、前記間歇塗工用バルブから前記ポンプへ該電極活物質層用塗工組成物を移送する移送路となるリターンラインとから構成されるが、当該循環手段はポンプ内に内蔵されていてもよく、或いはリターンラインに流れの方向を切り替えられた塗工組成物がポンプ又はその上流にある組成物タンク(図示せず)に戻らないでメインラインへと回帰する独立した循環手段でもよい。

【0034】

しかし、上述したように、ポンプに脈動があると、電極活物質層用塗工組成物を集電体に塗工した際に、活物質層の長手方向に電極活物質層用塗工組成物の塗工量のばらつきを発生させる。

10

20

30

40

50

【0035】

そこで、本発明においては、アキュムレータ5をメインライン4上のいずれかの位置、特に好ましくはメインライン4のポンプ2から間歇塗工用バルブ6までの区間に設置し、該ポンプから吐出された電極活物質層用塗工組成物を一時的に該アキュムレータに蓄えることとした。

【0036】

よって、具体的には、ポンプ2は、電極活物質層用塗工組成物を貯留したタンク（図示せず）から該電極活物質層用塗工組成物を吸い揚げ、一定速度で連続的に既定量の電極活物質層用塗工組成物をメインライン4に送り出し、また、該電極活物質層用塗工組成物の一部はアキュムレータ5に一時的に蓄えられ、再びメインライン4に吐出される。メインラインの途中に設けられた間歇塗工用バルブ6は、電極活物質層21を形成した塗工部22を設けるための塗工を行う時は、該間歇塗工用バルブ6を開き、ダイ3に該塗工組成物が送られ、該塗工組成物は、ダイ3内にあるポケット（図示せず）と称される塗料溜りに供給され、そこから所定の圧力をもってダイの先端部に設けられた幅広のスリット（図示せず）へと押し出され、集電体17に該塗工組成物を塗布する。そして、ダイ3が集電体17の非塗工部23となる部分を通過する時は、該間歇塗工用バルブ6を閉じて、既に該間歇塗工用バルブ6に送られてきた電極活物質層用塗工組成物は、リターンライン7を通じて、該ポンプ2に移送される。このようにして、集電体17上には塗工部22と非塗工部23が交互に形成される。

【0037】

アキュムレータは、液体、スラリー等の圧力エネルギーを気体（主に窒素ガス）の圧力エネルギーに変換して蓄えておく蓄圧器である。本発明において用いるアキュムレータは、有機溶剤対応の一般的なアキュムレータであれば特に限定されない。アキュムレータは、ハウジング、該ハウジング内でピストンや袋等により画成された、所定圧力のガス（例えば、窒素ガス）を封入したガス室、およびメインラインから電極活物質層用塗工組成物が流入する液室から構成され、ポンプとダイの間のメインライン、特にリターンラインと前記メインラインの間歇塗工用バルブから前記ダイまでの区間に接続される。ポンプの吐出弁を通して排出された高圧の電極活物質層用塗工組成物等は、一部がメインラインに移送され、一部がアキュムレータのガス室内に封入されたガスを圧縮しながらアキュムレータの液室に蓄えられる。ここでポンプの脈動は気体がクッションの役目を果たして吸収される。そして、連続的にポンプが吸液工程に入ると、ポンプの吐出弁から排出される電極活物質層用塗工組成物がないため、アキュムレータに対する圧力が下がり、ガス室内の封入ガスが膨張してアキュムレータ内の電極活物質層用塗工組成物がメインラインへ押し出される。

【0038】

ポンプとしては、回転容積型のポンプであれば特に限定されず、有機溶剤対応の一般的なポンプを使用することができる。特に、モノポンプが好ましい。

【0039】

また、ダイは、所定の幅を持った略々直方体形状を有する金属ブロックからなり、先端部が斜めに削り取られ、いわゆるくさび型とされているものを用いることができる。先端面に臨むようにスリットが塗工幅に応じて形成されており、該スリットは、塗工組成物が押し出される隙間となるものであって、通常0.01～2mm程度の隙間である。

【0040】

メインラインは、特に限定されず、有機溶剤対応の一般的なポンプ用の管を使用することができる。また、圧力計は、ラインのいずれにも設置可能であるが、通常はメインライン上のアキュムレータの付近に設ける。

【0041】

一方、上述したように、間歇塗工用バルブによる流路切り替えの際の圧力変動、つまり、ポンプ2から吐出された電極活物質層用塗工組成物が間歇塗工用バルブ5よりリターンライン6へ送られる時の圧力と電極活物質層用塗工組成物が間歇塗工用バルブ5よりダイ

10

20

30

40

50

3へ送られる時の圧力との圧力差によっても、活物質層の長手方向に電極活物質層用塗工組成物の塗工量のばらつきが発生する場合がある。この問題は、ダイコーターにアキュムレータを設けることにより改善されるが、上記圧力差や送液圧力が大きすぎる、送液速度が速すぎる、組成物の粘度が高すぎる等の場合によっては、アキュムレータのガスの圧縮・膨張による圧力の吸収が追いつかず、吸収しきれない変動が蓄積・増長され、塗工量が大きく変動する現象（ハンチング）が生じるなど限界がある。

【0042】

そこで、本発明における電極板の製造方法および製造装置においては、間歇塗工用バルブによってメインラインにおける電極活物質層用塗工組成物の流路を切り替える際に発生するリターンラインと前記メインラインの該間歇塗工用バルブからダイまでの区間との圧力差を小さくする圧力制御手段9を備えることとし、ポンプの脈動を抑制すると共に、前記圧力差を一定範囲内に収めることにより、全体として塗工量を安定させることが可能となった。

10

【0043】

圧力制御手段は、リターンライン、好ましくは間歇塗工用バルブ付近のリターンラインに設けることができ、図示しない圧力計により測定されたポンプから吐出された電極活物質層用塗工組成物が間歇塗工用バルブよりリターンラインへ送られる時の圧力と電極活物質層用塗工組成物が間歇塗工用バルブよりダイへ送られる時の圧力との圧力差についての情報に基づいて圧力を調節する。上記圧力差は、0.02MPa以内であることが好ましく、さらに好ましくは0である。具体的には、圧力制御手段としてダイヤフラムバルブ等を用いることができる。また、リターンラインは、特に限定されず、有機溶剤対応の一般的なポンプ用の管を使用することができる。

20

【0044】

上記の方法で電極活物質層が形成された集電体は、搬送手段により搬送され、通常、乾燥手段により乾燥されるが、乾燥工程における熱源としては、熱風、赤外線、マイクロ波、高周波、或いはそれらを組み合わせて利用できる。乾燥工程において集電体をサポートする金属ローラーや金属シートを加熱して放出させた熱によって乾燥してもよい。また、乾燥後、電子線又は放射線を照射することにより、結着材を架橋反応させて活物質層を得ることもできる。塗布と乾燥は、複数回繰り返してもよい。

30

【0045】

搬送手段は、集電体を諸工程のために供給し、巻き取るための手段である。図1の例では、電極板供給ロールを取り付けた供給部14と、該供給部を駆動するモータ11cと、電極板巻取りロールを取り付けた巻取り部15と、該巻取り部15を駆動するモータ11dと、搬送路上を移動する集電体17を支持するガイドローラ18と、必要に応じてその他の部材から搬送手段が構成される。搬送速度は通常、2～50m/minとする。

【0046】

入力手段は、コーティング機1を運転するために必要な開始、停止又は運転条件等の指示を入力して信号化（指示信号の作成）し、指示信号を制御手段に伝達する手段である。入力手段は、例えば、指示を入力するためのインターフェイス部と、入力した情報を信号化する変換部と、生成した指示信号を制御手段に送る送信部から構成され、さらに必要に応じて、自動運転のために信号を蓄積し、蓄積された信号の一部を適切な時刻に発信するプログラム記録部等の他の部材を含んでもよい。

40

【0047】

制御手段は、運転過程を制御する手段である。制御手段は、例えば、制御プログラムを蓄積するプログラム部、入力手段からの指示信号や各種センサーからのフィードバック情報を制御プログラムに照合して運転条件の適否判定又は最適条件の決定を行う演算部、制御信号を各駆動手段に送る発信部、及び、必要に応じてその他の部材から構成される。図1の例では、制御手段は前記入力手段19、図示されていないその他のセンサー、及び、4つのモータ11a、b、c及びdに接続され、入力手段から受信する指示信号、制御手段内に予め記録された制御プログラム、各種センサーからのフィードバック情報を総合的

50

に判断して、電極板供給ロール（供給部14）と電極板巻取りロール（巻取部16）を協調させ、運転の開始から停止まで全過程の制御を行う。

【0048】

このようにして得られる電極活物質層は、少なくとも正極又は負極活物質及び結着材を含有し、さらに必要に応じて導電剤やその他の成分を含有してなるものであり、乾燥後の活物質層に含有される各成分の配合割合は、電極活物質層用塗工組成物の固形分基準での配合割合と同じである。正極又は負極活物質層の塗工量は通常、片面あたり20～350 g/m²、両面において40～700 g/m²とし、その厚さは、乾燥、プレス後に通常10～200 μm、好ましくは50～170 μmの範囲にする。

【0049】

更に、得られた活物質層をプレス加工することにより、活物質層の密度、集電体に対する密着性、均質性を向上させることができる。

【0050】

プレス加工は、例えば、金属ロール、弾性ロール、加熱ロールまたはシートプレス機等を用いて行う。本発明においてプレス温度は、活物質層の塗工膜を乾燥させる温度よりも低い温度とする限り、室温で行っても良いし又は加温して行っても良いが、通常は室温（室温の目安としては15～35 である。）で行う。

【0051】

ロールプレスは、ロングシート状の負極板を連続的にプレス加工できるので好ましい。ロールプレスを行う場合には定位プレス、定圧プレスいずれを行っても良い。プレスのライン速度は通常、5～50 m/min.とする。ロールプレスの圧力を線圧で管理する場合、加圧ロールの直径に応じて調節するが、通常は線圧を0.5 kgf/cm～1 tf/cmとする。

【0052】

また、シートプレスを行う場合には通常、4903～73550 N/cm²（500～7500 kgf/cm²）、好ましくは29420～49033 N/cm²（3000～5000 kgf/cm²）の範囲に圧力を調節する。プレス圧力が小さすぎると活物質層の均質性が得られにくく、プレス圧力が大きすぎると集電体を含めて電極板自体が破損してしまう場合がある。活物質層は、一回のプレスで所定の厚さにしてもよく、均質性を向上させる目的で数回に分けてプレスしてもよい。

【0053】

活物質層の塗工量は通常、片面あたり20～350 g/m²、両面において40～700 g/m²とし、その厚さは、乾燥、プレス後に通常10～200 μm、好ましくは50～190 μmの範囲にする。活物質層の密度は、塗工後は1.0 g/cc程度であるが、プレス後は1.5 g/cc以上（通常は1.5～1.75 g/cc程度）まで増大する。従って、プレス加工を支障なく行って体積エネルギー密度を向上させることにより、電池の高容量化を図ることが出来る。

【実施例】

【0054】

（実施例1）

活物質としてコバルト酸リチウム、結着剤としてポリフッ化ビニリデン、導電材としてアセチレンブラック、溶剤としてN-メチル-2-ピロリドンを用いて正極活物質層用塗工組成物を調製し、モノポンプ、メインラインの前記ポンプから該バルブまでの区間にアクümüレータおよび圧力計、リターンラインに圧力制御手段としてダイヤフラムバルブを備えたダイコーターを用いて、該圧力制御手段によって間歇塗工用バルブによる流路切り替えの際の圧力差が約0となるように調整し、厚さ15 μmのアルミ箔の集電体上へ、上記組成物を乾燥後の平均塗工重量が250 g/m²になるように間歇塗工を行い、電極活物質層を形成し、以下の方法により活物質層の塗工量のばらつきを求めた。

1) 上記によって形成した約60 cmの電極活物質層を5 cm×5 cmの金型を用いて長手方向に略10分割する。

10

20

30

40

50

2) 切り出した上記10点のサンプルについて、それぞれ重量を測定した。これをサンプル重量 w_n (g) とする。

3) 同様の金型を用いて切り出した未塗工の集電体の重量を測定し、これを集電体重量 s (g) とする。

4) 式1により、サンプル重量 $w_1 \sim w_{10}$ について単位面積あたりの塗工量 W_n (g/m²) を求める。

【0055】

(式1)

$$W_n = (w_n - s) \div 25 \times 10000$$

5) 各サンプルの単位面積あたりの塗工量 $W_1 \sim W_{10}$ の平均値を当該電極活物質層の単位面積あたりの塗工量 Y (g/m²) とする。

6) 式2により、4) で求めた各サンプルの単位面積あたりの塗工量 $W_1 \sim W_{10}$ について、塗工量のばらつき z_n (%) を求める。

【0056】

(式2)

$$z_n = (W_n - Y) \div Y \times 100$$

7) 塗工量のばらつき $z_1 \sim z_{10}$ (%) の平均値を当該電極活物質層の塗工量のばらつきとした。結果を表1に示す。

【0057】

【表1】

	実施例1	実施例2	比較例1
アキュムレータの設置	有	有	無
圧力差	0	0.02	0
電極活物質層の塗工量のばらつき	±1%以内	±1%以内	±1%越える

【0058】

(実施例2)

実施例1と同様に、電極活物質層用塗工組成物を調製し、モノポンプ、メインラインの前記ポンプから該バルブまでの区間にアキュムレー及び圧力計、リターンラインに圧力制御手段としてダイヤフラムバルブを備えたダイコーターを用いて、該圧力制御手段によって間歇塗工用バルブによる流路切り替えの際の圧力差が0.02MPaとなるように調整し、厚さ15μmのアルミ箔の集電体上へ、上記組成物を乾燥後の平均塗工重量が250g/m²になるように間歇塗工を行い、電極活物質層を形成し、該活物質層の塗工量のばらつきを求めた。結果を表1に示す。

【0059】

(比較例1)

実施例1と同様に、電極活物質層用塗工組成物を調製し、アキュムレータを用いず、モノポンプを備えたダイコーターを用いて、該圧力制御手段によって間歇塗工用バルブによる流路切り替えの際の圧力差が約0MPaとなるように調整し、厚さ15μmのアルミ箔の集電体上へ、上記組成物を乾燥後の平均塗工重量が250g/m²になるように間歇塗工を行い、電極活物質層を形成し、該活物質層の塗工量のばらつきを求めた。結果を表1に示す。

【0060】

(評価)

本発明における実施例1、2のように、ダイコーターにアキュムレータを設け、間歇塗工用バルブによる流路切り替えの際の圧力差が0~0.02MPaとなるように圧力制御手段によって調整することで、電極活物質層における塗工量のばらつきが抑えられる。

一方、比較例 1 のように、ダイコーターにアキュムレータを設けずに集電体に活物質層用塗工組成物を塗工すると、塗工量がばらつくことが分かる。

【 0 0 6 1 】

上記のような、電極板の製造方法及び製造装置を用いることで、ダイコーターによる間歇塗工において、メインラインにアキュムレータを設けること、および間歇塗工用バルブにおける流路切り替えの際の圧力差を抑えることによって、電極活物質層の長手方向に、ポンプの脈動、および間歇塗工用バルブにおける流路切り替えの際の圧力変動に起因する、電極活物質層用塗工組成物の塗工量のばらつきを軽減することができる。したがって、プレス時の条件だしロスが減少し、生産効率の向上を図ることができ、また、電池の充電容量のばらつきが低減し、電池性能の向上を実現することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 2 】

【図 1】本発明における、電極板製造の一工程例を示す説明図である。

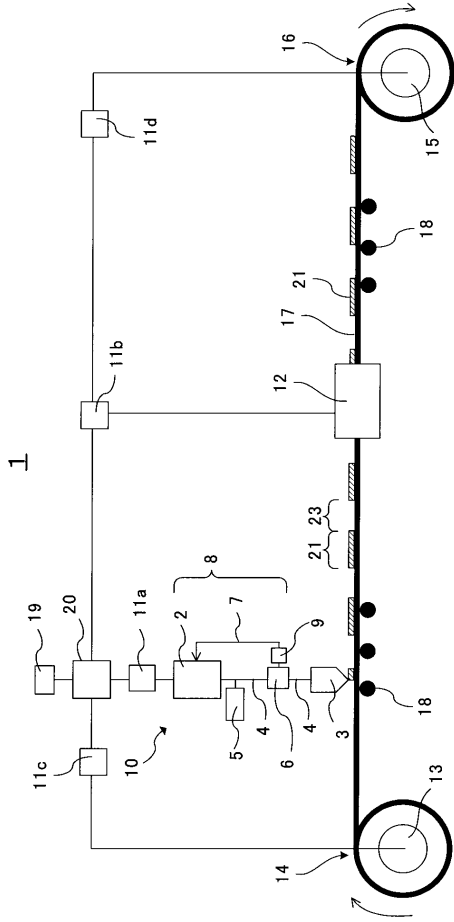
【図 2】従来技術における、ダイコーターを示す説明図である。

【符号の説明】

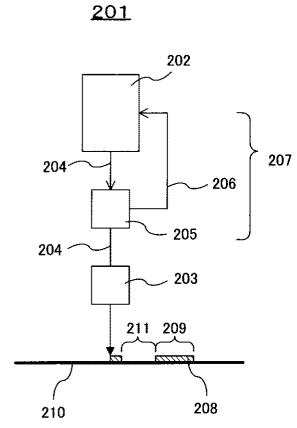
【 0 0 6 3 】

- | | | |
|-----|-----------------------------------|-----|
| 1 | コーティング機 | |
| 2 | ポンプ | |
| 3 | ダイ | |
| 4 | メインライン | 20 |
| 5 | アキュムレータ | |
| 6 | 間歇塗工用バルブ | |
| 7 | リターンライン | |
| 8 | 循環手段 | |
| 9 | 圧力制御手段 | |
| 10 | ダイコーター | |
| 11 | (1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d) | モータ |
| 12 | 乾燥手段 | |
| 13 | 集電体供給ロール | |
| 14 | 供給部 | 30 |
| 15 | 集電体巻取りロール | |
| 16 | 巻取部 | |
| 17 | 集電体 | |
| 18 | ガイドローラ | |
| 19 | 入力手段 | |
| 20 | 制御手段 | |
| 21 | 電極活物質層 | |
| 22 | 塗工部 | |
| 23 | 非塗工部 | |
| 201 | ダイコーター | 40 |
| 202 | ポンプ | |
| 203 | ダイ | |
| 204 | メインライン | |
| 205 | 間歇塗工用バルブ | |
| 206 | リターンライン | |
| 207 | 循環手段 | |
| 208 | 電極活物質層 | |
| 209 | 塗工部 | |
| 210 | 集電体 | |
| 211 | 非塗工部 | 50 |

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-149929(JP,A)
特開2003-346792(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M	4/00 -	4/62
B05C	5/00 -	5/04
B05C	7/00 -	21/00