

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6300619号
(P6300619)

(45) 発行日 平成30年3月28日(2018.3.28)

(24) 登録日 平成30年3月9日(2018.3.9)

(51) Int.CI.

H01M 4/139 (2010.01)

F 1

H01M 4/139

請求項の数 16 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2014-89177(P2014-89177)
 (22) 出願日 平成26年4月23日(2014.4.23)
 (65) 公開番号 特開2015-207523(P2015-207523A)
 (43) 公開日 平成27年11月19日(2015.11.19)
 審査請求日 平成28年11月7日(2016.11.7)

(73) 特許権者 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目24番14号
 (74) 代理人 110001689
 青稜特許業務法人
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 窪田 千恵美
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
 (72) 発明者 高原 洋一
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】リチウムイオン二次電池の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】

電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工工程と、
 電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程と、
 固化された塗布膜である固化膜を対向するプレスローラにより圧縮する圧縮工程と、
 圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を備え、
 前記圧縮工程を前記固化工程と前記乾燥工程の間に行ない、

前記電極材料は液状のスラリであり、
前記固化工程は、前記電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる成分を含んでなる固化液を前記塗布された電極材料からなる塗布膜に噴霧して該塗布膜を固化させる工程であり、

前記電極材料のスラリに含まれる溶剤は、非プロトン性極性溶剤であり、
前記固化液に用いる溶剤は、水もしくはアルコール類またはこれらの混合液であることを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法。

【請求項 2】

電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工工程と、
 電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程と、
 固化された塗布膜である固化膜を対向するプレスローラにより圧縮する圧縮工程と、
 圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を備え、
 前記乾燥工程の前に前記固化工程と前記圧縮工程を行ない、

前記電極材料は液状のスラリであり、
前記固化工程は、前記電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる成分を含んでなる固化液を前記塗布された電極材料からなる塗布膜に噴霧して該塗布膜を固化させる工程であり、

前記電極材料のスラリに含まれる溶剤は、非プロトン性極性溶剤であり、
前記固化液に用いる溶剤は、水もしくはアルコール類またはこれらの混合液であることを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法。

【請求項 3】

電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工工程と、
電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程と、
固化された塗布膜である固化膜を対向するプレスローラにより圧縮する圧縮工程と、
圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を備え、

前記圧縮工程は、前記乾燥工程内で実施し、

前記電極材料は液状のスラリであり、
前記固化工程は、前記電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる成分を含んでなる固化液を前記塗布された電極材料からなる塗布膜に噴霧して該塗布膜を固化させる工程であり、

前記電極材料のスラリに含まれる溶剤は、非プロトン性極性溶剤であり、
前記固化液に用いる溶剤は、水もしくはアルコール類またはこれらの混合液であることを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 の何れか 1 項に記載のリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法であって、

さらに、前記固化工程によって固化された塗布膜である固化膜を一部乾燥させる第 1 の乾燥工程を備え、

前記圧縮工程は、該一部乾燥させた固化膜を対向するプレスローラにより圧縮することを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載のリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法であって、

前記塗工工程は前記電極集電箔への両面塗工であり、

前記固化工程は塗工された両面の電極材料の両面一括固化であり、

前記圧縮工程は固化された両面の固化膜を両面一括圧縮し、

前記乾燥工程は圧縮された両面の固化膜を両面一括乾燥することを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法。

【請求項 6】

請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載のリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法であって、

前記塗工工程により、前記電極集電箔の 1 面に電極材料を塗布し、

前記固化工程により、塗工された 1 面の電極材料の固化を行い、

さらに、前記塗工工程により、前記電極集電箔の前記 1 面の裏面に電極材料を塗布し、

前記固化工程により、塗工された前記裏面の電極材料の固化を行い、

前記圧縮工程は固化された両面の固化膜を両面一括圧縮し、

前記乾燥工程は圧縮された両面の固化膜を両面一括乾燥することを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載のリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法であって、

前記非プロトン性極性溶剤は、N - メチルピロリドン、ジメチルスルホキシド、プロピレンカーボネート、ジメチルホルムアミド、もしくは - ブチロラクトンであり、

10

20

30

40

50

前記アルコール類は、エタノール、もしくはイソプロピルアルコールであることを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法。

【請求項 8】

請求項1から7の何れか1項に記載のリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法であつて、

前記固化工程で供給される前記固化液のアルコール濃度は、20～80%であることを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法。

【請求項 9】

請求項1から8の何れか1項に記載のリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法であつて、

前記圧縮工程に備えられたプレスローラは、その表面にシリコン乃至テフロン（登録商標）コーティングが施されていることを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法。

【請求項 10】

電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工手段と、

前記電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程を行う固化室と、

固化された塗布膜である固化膜を圧縮するプレスローラと、

圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を行う乾燥室を備え、

前記プレスローラを前記固化室と前記乾燥室の間に配置し、

前記電極材料は液状のスラリであり、

前記固化工程は、前記電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる成分を含んでなる固化液を前記塗布された電極材料からなる塗布膜に噴霧して該塗布膜を固化させる工程であり、

前記電極材料のスラリに含まれる溶剤は、非プロトン性極性溶剤であり、

前記固化液に用いる溶剤は、水もしくはアルコール類またはこれらの混合液であることを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置。

【請求項 11】

電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工手段と、

前記電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程を行う固化室と、

固化された塗布膜である固化膜を圧縮するプレスローラと、

圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を行う乾燥室を備え、

前記乾燥室の前に前記固化室と前記プレスローラを配置し、

前記電極材料は液状のスラリであり、

前記固化工程は、前記電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる成分を含んでなる固化液を前記塗布された電極材料からなる塗布膜に噴霧して該塗布膜を固化させる工程であり、

前記電極材料のスラリに含まれる溶剤は、非プロトン性極性溶剤であり、

前記固化液に用いる溶剤は、水もしくはアルコール類またはこれらの混合液であることを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置。

【請求項 12】

電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工手段と、

前記電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程を行う固化室と、

固化された塗布膜である固化膜を圧縮するプレスローラと、

圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を行う乾燥室を備え、

前記プレスローラは、前記乾燥室内に配置され、

前記電極材料は液状のスラリであり、

前記固化工程は、前記電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる成分を含んでなる固化液を前記塗布された電極材料からなる塗布膜に噴霧して該塗布膜を固化させる工程であり、

前記電極材料のスラリに含まれる溶剤は、非プロトン性極性溶剤であり、

10

20

30

40

50

前記固化液に用いる溶剤は、水もしくはアルコール類またはこれらの混合液であることを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 0 または 1 1 の何れか 1 項に記載のリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置であって、

さらに、前記固化工程によって固化された塗布膜である固化膜を一部乾燥させる第 1 の乾燥室を備え、

前記プレスローラは、該第 1 の乾燥室で一部乾燥させた固化膜を圧縮することを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 0 から 1 3 の何れか 1 項に記載のリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置であって、

前記塗工手段は前記電極集電箔の両面へ電極材料の塗布を行う手段であり、

前記固化室は塗布された両面の電極材料を固化させる固化工程を行い、

前記プレスローラは固化された両面の固化膜を圧縮し、

前記乾燥室は圧縮された両面の固化膜を乾燥することを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 0 から 1 3 の何れか 1 項に記載のリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置であって、

前記塗工手段により、前記電極集電箔の 1 面に電極材料を塗布し、

前記固化室は塗布された 1 面の電極材料を固化させる固化工程を行い、

さらに、前記塗工手段により、前記電極集電箔の前記 1 面の裏面に電極材料を塗布し、

前記固化室が塗布された前記裏面の電極材料を固化させる固化工程を行い、

前記プレスローラは固化された両面の固化膜を圧縮し、

前記乾燥室は圧縮された両面の固化膜を乾燥することを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 0 から 1 5 の何れか 1 項に記載のリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置であって、

前記プレスローラは、その表面にシリコン乃至テフロン（登録商標）コーティングが施されていることを特徴とするリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、リチウムイオン二次電池の電極板の製造方法および製造装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

携帯電子機器の発達に伴い、これらの携帯電子機器の電力供給源として、繰り返し充電が可能な小型二次電池が使用されている。中でも、エネルギー密度が高く、ライフサイクルが長いとともに、自己放電性が低く、かつ、作動電圧が高いリチウムイオン二次電池が注目されている。リチウムイオン二次電池は、上述した利点を有するため、デジタルカメラ、ノート型パソコンコンピュータ、携帯電話機などの携帯電子機器に多用されている。

【0 0 0 3】

さらに、近年では、電気自動車用電池や電力貯蔵用電池として、高容量、高出力、かつ、高エネルギー密度を実現できる大型のリチウムイオン二次電池の研究開発が進められている。特に、自動車産業においては、環境問題に対応するため、動力源としてモータを使用する電気自動車や、動力源としてエンジン（内燃機関）とモータとの両方を使用するハイブリッド車の開発が進められている。このような電気自動車やハイブリッド車の電源と

10

20

30

40

50

してもリチウムイオン二次電池が注目されている。同様に、太陽光発電や夜間電力を有効利用するための電力貯蔵などの用途での重要性が増してきている。

【0004】

リチウムイオン二次電池は、正極板と負極板が両電極板の接触を防止するセパレータを介して捲回または積層されている。この捲回体または積層体を電池外装容器に収納した後、外装容器内に電解液が注入されている。

【0005】

正、負の電極板は一般に以下の方法で製造される。充放電によりリチウムイオンの放出・吸蔵が可能な活物質と導電助剤の粉末を、バインダや溶剤などと混練した電極スラリを作成し、このスラリをダイコータなどの塗工手段を用いて集電体である金属箔上に薄く、均一に塗布する。その後、塗布したスラリ（以後、乾燥前の塗布スラリを塗布膜と記す）中に含まれる溶剤を乾燥させることで電極膜を形成、電極板を製造する。通常、電極板はプレスローラにより所定の密度に圧縮した後、所定の大きさに切断し、セパレータを介して正極板と負極板を断面渦巻状に捲回して電極捲回体が形成される。10

【0006】

ここで、プレスローラによる圧縮工程とは、一対のローラを対向させ、このローラの間に前述した電極板を通過させることにより行われている。リチウムイオン二次電池の高容量化を図るためにには、電極板の活物質充填密度を向上させる必要がある。

【0007】

しかしながら、前述したプレスローラを用いて活物質充填密度の向上を図ろうとする、圧縮時に電極板に加える圧力を高くするため、圧縮工程が進行するに従ってプレスローラの表面が摩耗する。摩耗したプレスローラ表面の凹凸は不均一となるため、長期間使用したプレスローラでは電極の厚さや密度がばらつくという問題が生じる。電極の厚みがばらつくと、セパレータを介して正極板と負極板を断面渦巻状に捲回した際に、局所的に巻圧が高くなる箇所が発生し、充放電時に過電圧が生じやすくなる。さらに、プレスローラ表面の摩耗した部材は、電極中に入り込む異物となる。通常、プレスローラ部材にはSUS等の金属が使用される為、摩耗金属異物が電極中に混入した場合、正極と負極の間で短絡を引起す恐れがある。20

【0008】

上記の問題を解決するために、特開平10-270036号公報（特許文献1）がある。特許文献1には、ローラの摩耗を抑制しつつ、ペースト充填密度を向上することが可能なペースト式電極の製造方法を提供することを目的として、表面粗さ（ R_{max} ）の最大値が $2.5 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲にあるローラでペーストが充填ないし塗布された集電体を圧延する工程が記載されている。30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平10-270036号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、乾燥後の電極板は析出したバインダによって、加熱により軟化させた状態でないと高圧縮が困難であることが知られている。よって、特許文献1の電極製造用ローラでは、リチウムイオン二次電池電極板に用いる材料に比べて柔らかいアルカリ電池用電極板の圧縮は可能であっても、比較的硬いリチウムイオン二次電池電極板の圧縮では、プレス圧を下げることができないという問題がある。40

【0011】

上記問題点に鑑み、本発明は、リチウムイオン二次電池の電極板において、低いプレス圧で電極板中の活物質充填密度を向上させることができる製造方法および製造装置を提供することを目的とする。50

【課題を解決するための手段】**【0012】**

上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、リチウムイオン二次電池の電極板の製造方法において、電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工工程と、電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程と、固化された塗布膜である固化膜を対向するプレスローラにより圧縮する圧縮工程と、圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を備え、圧縮工程を固化工程と乾燥工程の間に行なう方法とする。

【発明の効果】**【0013】**

10

本発明によれば、乾燥前に塗布電極膜のプレスを行うことが可能となる。これによりプレス圧力が低減可能となり、プレスローラ表面の摩耗を防ぐことができ、摩耗異物の混入リスクやプレスローラの再研磨および交換コストの低減に寄与できる。

【図面の簡単な説明】**【0014】**

【図1】実施例1、実施例6におけるリチウムイオン二次電池電極板製造・プレス装置の構成図である。

【図2】実施例2におけるリチウムイオン二次電池電極板製造・プレス装置の構成図である。

【図3】実施例3におけるリチウムイオン二次電池電極板製造・プレス装置の構成図である。

20

【図4】実施例4におけるリチウムイオン二次電池電極板製造・プレス装置の構成図である。

【図5】実施例5におけるリチウムイオン二次電池電極板製造・プレス装置の構成図である。

【図6】従来のリチウムイオン二次電池が製造されるまでの工程を示した図である。

【図7】従来のリチウムイオン二次電池電極板製造装置の構成図である。

【図8】従来のリチウムイオン二次電池電極板プレス装置の構成図である。

【発明を実施するための形態】**【0015】**

30

まず、本発明に係る、従来のリチウムイオン二次電池の製造工程について図6～図8を用いて説明する。

【0016】

図6は、リチウムイオン二次電池が製造されるまでの具体的な工程を模式的に示す図である。図6に示すように、リチウムイオン二次電池の製造工程は、正極電極板(シート)製造工程と負極電極板(シート)製造工程と電池セルの組立工程とを含んでいる。

【0017】

通常の電極板(シート)製造では、電極層の形成工程(塗布・乾燥工程)を集電箔表面と裏面に対し別々に行い、集電箔の両面に電極層が形成された電極板を製造した後、圧縮、切断といった加工を行う。

40

【0018】

その後、電極セル組立工程では、捲回と呼ばれる工程で、上記のフィルム状の正極電極板および負極電極板から、電池セルに必要な大きさの正極および負極を切り出すとともに、これら正極電極板と負極電極板を分離するためのフィルム状のセパレータ材料から電池セルに必要な大きさのセパレータを切り出し、正極および負極に、切り出したセパレータを挟んで重ねて捲き合わせる(捲回)。そして、捲き合わせた正極、負極およびセパレータの電極対の群を組み立てて溶接する。その後、溶接したこれら電極対の群を電池缶内に配置した後、電解液を注入(注液)する。そして、電池缶を完全に密閉し(封口)、電池セルを作製する。電池セル検査工程は、セル組立工程にて作成されたリチウムイオン二次電池のセルを繰り返し充放電し、この電池セルの性能および信頼性に関する検査(例えば

50

、電池セルの容量や電圧、充電または放電時の電流や電圧等の検査)を行う(単電池検査)。これにより、電池セルが完成し、電池セル組立工程が終了する。

【0019】

図7に、従来の一般的なリチウムイオン二次電池電極板製造装置の構成を示す。リチウムイオン二次電池の正極又は負極を構成する電極層を形成するために用いる電極材料は、充放電によりリチウムイオンの放出・吸蔵が可能な活物質と導電助剤の粉末を、これら粉末を結着させるためのバインダや溶剤などと混練・分散した高粘度スラリ状の液体である。

スラリ状の該電極材料1は、バックローラ2に対抗する塗工部に設置されたダイコータ等の塗工手段3を用いて、集電用金属箔ロール4から供給される集電箔5の表面に薄く、均一に塗布される。その後、集電箔裏面に接しながら集電箔5を一定速度で搬送するためのローラ搬送系を用いて、スラリ状電極材料を塗布した集電箔5を乾燥室10として示す熱風乾燥炉で塗布膜中の溶剤成分を加熱蒸発して、電極材料を乾燥固化させ、電極層を形成する。それらの電極層は、電極板ロール20に巻き取られる。

【0020】

図8に、従来の一般的なリチウムイオン二次電池電極板プレス装置の構成を示す。電極層を形成した集電箔を対向した一対のプレスローラ(ローラ)8、9の間に通過させることで電極層の圧縮を行う。通常、電極層を高充填とするために、プレスローラ表面を加熱し、電極層に含まれるバインダを軟化させることで粒子を再配列しやすくする、加熱プレスローラが使用されている。その後、切断といった加工を行い、フィルム状の正・負極の電極板を製造する。

【0021】

従来の製造方法では、電極板の活物質充填密度を向上させるために、加熱プレスローラが使用されている。リチウムイオン二次電池でよく使用されるフッ素系バインダの軟化点は130以上であり、効率よく電極層を圧縮させる為には軟化点近くまで温度を上げる必要がある。しかしながら、プレスローラ表面温度を高くすることで、集電体である金属箔が酸化する、また、金属が膨張して箔に皺がよる恐れがある。特に、負極集電体としてよく用いられる銅箔は50~80に温度を抑える必要がある。そのため、バインダが十分に軟化せず、電極層を高圧縮するためには、プレス圧力を高くする必要があった。

【0022】

プレス圧力を高くすることで、圧縮工程が進行するに従ってプレスローラの表面が摩耗する。摩耗したプレスローラ表面の凹凸は不均一となるため、長期間使用したプレスローラでは電極層の厚さや密度がばらつくという問題が生じる。電極層の厚みがばらつくと、セパレータを介して正極板と負極板を断面渦巻状に捲回した際に、局所的に巻圧が高くなる箇所が発生し、充放電時に過電圧が生じやすくなる。さらに、プレスローラ表面の摩耗した部材は、電極中に入り込む異物のポテンシャルとなる。通常、プレスローラ部材にはSUS等の金属が使用される為、摩耗金属異物が電極中に混入した場合、正極と負極の間で短絡を引起する恐れがある。

【0023】

また、摩耗したプレスローラは表面の凹凸による電極板厚みのばらつきを防ぐことを目的として、一定期間使用したプレスローラ表面は再研磨を行うことがある。これにより、電極厚みばらつきによる不良を防ぐことはできるが、再研磨のコストが発生する。プレス圧力が高い条件では、この再研磨を行う回数が増加してコスト増の要因の一つとなっている。

【0024】

また上述した課題を解決するため、表面に超硬セラミックコーティングしたプレスローラを使用することがある。しかしながら、再研磨までの期間は長期化できるものの、根本的なプレス圧力の低減はできない為、表面摩耗は完全に防ぐことができていない。また、超硬セラミックコーティングしたプレスローラは部材コストが高く、再研磨におけるコストも高くなる問題もある。

10

20

30

40

50

【0025】

よって、これらの問題を解決するために、リチウムイオン二次電池の電極板において、低いプレス圧で電極板中の活物質充填密度を向上させることができる本発明の実施例を、以下、図面を用いて説明する。なお、本実施例を説明するための図面は、同一の機能を有する部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。また、電極は、正極、負極を総称して使用する。

【実施例1】**【0026】**

本実施例に係る製造方法は、塗布電極膜を乾燥工程の前に固化させる固化工程を備え、塗布電極膜に含まれる溶媒を乾燥除去する前にプレスによる圧縮工程を行うこと特徴とする。ここで、固化とは電極層に含まれるバインダの非溶剤（又は貧溶剤）を塗布直後の電極層表面に噴霧することでバインダが析出する工程である。固化された電極層は流動性がなく、プレスローラ表面への付着がないため、乾燥前にプレスを行うことが可能となる。乾燥前の電極層は可塑性がある為、プレスによる粒子の再配置が起こりやすく、より低圧で密度を上昇させることができるとなる。この固化工程と乾燥前圧縮工程により、塗布膜に含まれる溶媒を乾燥させた後に圧縮工程を行うことに起因する種々の問題を同時に解決することができる。

10

【0027】

以下、本実施例におけるリチウムイオン二次電池の製造装置および製造方法について図1を用いて説明する。図1は、本実施例における片面塗布型の電極板製造・プレス装置の構成を示す図である。

20

【0028】

図1において、リチウムイオン二次電池の電池板の製造工程では、まずリチウムイオン二次電池の正極又は負極を形成するための電極材料1を調整する。スラリ状の電極材料1は、バックローラ2に対抗するスリットダイコータ等の第1の塗工手段3を用いて、集電用金属箔ロール4から供給される集電箔5の表面に薄く、均一に塗工される。この工程を塗工工程と称す。次に、電極材料1が塗工された集電箔5を固化室6に搬送し、噴霧ノズル7から供給される固化液を噴霧して塗布膜を固化させる。この工程を固化工程と称し、固化した塗布膜を固化膜と称す。次いで、固化膜を対向する二つのプレスローラ8、9の間に通過させ、電極層を圧縮する。この工程を圧縮工程と称す。圧縮した固化膜は乾燥室10として示す熱風乾燥炉を用いて塗布膜中の溶剤成分および固化液を加熱蒸発して、電極材料を乾燥させ、電極層を形成する。この工程を乾燥工程と称す。

30

【0029】

乾燥工程以降は、圧縮工程を除いて、前述した、従来と同様の方法でリチウムイオン二次電池セルが製造される。

【0030】

本実施例における電極材料は少なくとも充放電によりリチウムイオンの放出・吸蔵が可能な正極または負極活物質粉末と、場合により導電助剤の粉末を含み、さらに乾燥後に粉末成分間もしくは粉末成分と集電箔間を結着するためのバインダ成分を含んでいる。

40

【0031】

固化工程で使用する固化液は、塗布膜に含まれるバインダ成分が不溶である性質を有すると共に、塗布膜内の溶剤と相互溶解する性質を有することが必要である。固化液が塗布膜に接触すると、固化液は塗布膜内の溶剤に溶解しながら塗布膜内に侵入する。塗布膜内で固化液濃度が増加するとバインダの溶解度が減少するため、バインダが析出し、塗布膜が固定化される。

【0032】

固化膜は流動性がなく、プレスローラ表面への付着がない。また、固化膜で析出したバインダは、溶媒により湿潤しているため、乾燥析出したバインダとは異なり、可塑性を持っている。そのため、バインダの軟化点まで温度を上昇させる必要なく、粒子の再配列が可能となる。以上のように、固化膜は流動性がなく可塑性である特徴から、乾燥前プレス

50

により、より低圧で電極材料を高圧縮することが可能となる。これにより、プレスローラ表面における摩耗を低減することができ、摩耗異物の混入リスクやプレスローラ再研磨・交換コストの低減に寄与できる。

【0033】

以下では、本実施例におけるリチウムイオン電池の各材料について説明する。

【0034】

本実施例で用いる正極活物質は、コバルト酸リチウムや、マンガンを含有するスピネル構造のリチウム含有複合酸化物、もしくはニッケル、コバルト、マンガンを含んでなる複合酸化物、あるいはオリビン型リン酸鉄に代表されるオリビン型化合物などを使用するが、これらに限定されるわけではない。マンガンを含有するスピネル構造のリチウム含有複合酸化物は熱的安定性に優れているため、例えば、安全性の高い電池を構成することができる。また正極活物質には、マンガンを含有するスピネル構造のリチウム含有複合酸化物のみを用いてもよいが、他の正極活物質を併用してもよい。このような他の正極活物質としては、例えば、 $\text{Li}_{(1+x)}\text{MO}_2$ ($-0.1 < x < 0.1$ 、M: Co, Ni, Mn, Al, Mg, Zr, Tiなど)で表わされるオリビン型化合物などが挙げられる。また層状構造のリチウム含有遷移金属酸化物の具体例としては、 LiCoO_2 や $\text{LiNi}_{(1-x)}\text{Co}_{(x-y)}\text{Al}_y\text{O}_2$ ($0.1 < x < 0.3$, $0.01 < y < 0.2$)などの他、少なくともCo、NiおよびMnを含む酸化物($\text{LiMn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ 、 $\text{LiMn}_{5/12}\text{Ni}_{5/12}\text{Co}_{1/6}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{3/5}\text{Mn}_{1/5}\text{Co}_{1/5}\text{O}_2$ など)などを用いることができる。10

【0035】

本実施例で用いる負極活物質は、例えば、天然黒鉛(鱗片状黒鉛)、人造黒鉛、膨張黒鉛などの黒鉛材料；ピッチを焼成して得られるコークスなどの易黒鉛化炭素質材料；フルフリルアルコール樹脂(PFA)やポリパラフェニレン(PPP)およびフェノール樹脂を低温焼成して得られる非晶質炭素などの難黒鉛化炭素質材料などの炭素材料が挙げられる。また、炭素材料の他に、リチウムやリチウム含有化合物も負極活物質として用いることができる。リチウム含有化合物としては、Li-Alなどのリチウム合金や、Si、Snなどのリチウムとの合金化が可能な元素を含む合金が挙げられる。更にSn酸化物やSi酸化物などの酸化物系材料も用いることも可能である。20

【0036】

本実施例で用いる導電助剤は、通常、正極電極膜に含有させる電子伝導助剤として用いるもので、例えば、カーボンブラック、アセチレンブラック、ケッテンブラック、グラファイト、カーボンファイバー、カーボンナノチューブなどの炭素材料が好ましい。上記の炭素材料の中でも、添加量と導電性の効果、および塗布用正極スラリの製造性の点から、アセチレンブラックまたはケッテンブラックが特に好ましい。かかる導電助材は負極電極膜に含有させることも可能であり、好ましい場合もある。30

【0037】

本実施例の電極に用いるバインダは、上記の活物質および導電助剤を結着させるためのバインダを含有していることが好ましい。バインダとしては、例えば、ポリビニリデンフルオライド系ポリマー(主成分モノマーであるビニリデンフルオライドを80質量%以上含有する含フッ素モノマー群の重合体)、ゴム系ポリマーなどが好適に用いられる。上記ポリマーは、2種以上を併用してもよい。また、本実施例のバインダは、溶媒に溶解した溶液の形態で供されるものが好ましい。上記ポリビニリデンフルオライド系ポリマーを合成するための含フッ素モノマー群としては、ビニリデンフルオライド；ビニリデンフルオライドと他のモノマーとの混合物で、ビニリデンフルオライドを80質量%以上含有するモノマー混合物；などが挙げられる。他のモノマーとしては、例えば、ビニルフルオライド、トリフルオロエチレン、トリフルオロクロロエチレン、テトラフルオロエチレン、ヘキサフルオロプロピレン、フルオロアルキルビニルエーテルなどが挙げられる。また、上記のゴム系ポリマーとしては、例えば、ステレンブタジエンゴム(SBR)、エチレンプロピレンジエンゴム、フッ素ゴムなどが挙げられる。40

【0038】

電極層中におけるバインダの含有量は、乾燥後の電極層を基準として0.1質量%以上、より好ましくは0.3質量%以上であって、10質量%以下、より好ましくは5質量%以下であることが望ましい。バインダの含有量が少なすぎると、本実施形態の固化工程における固化が不十分となるばかりでなく、乾燥後の電極膜の機械的強度が不足し、電極層が集電箔から剥離する問題がある。また、バインダの含有量が多すぎると、電極層中の活物質量が減少して、電池容量が低くなるおそれがある。

【0039】

本実施例で用いる集電箔はシート状の箔に限定されることはなく、その基体としては、例えば、アルミニウム(A1)、銅(Cu)、ステンレス鋼、チタン(Ti)などの純金属もしくは合金性導電材料を用いて、その形状として、網、パンチドメタル、フォームメタルや、板状に加工した箔などが用いられる。導電性基体の厚みとしては、例えば、5から30μm、より好ましくは8から16μmが選択される。10

【0040】

本実施例の固化液は、塗布膜中の溶剤およびバインダに対して適切に選択して使うことが重要である。かかる固化液は塗布膜中のバインダ成分の溶解性、溶剤相互の溶解性から選択されるべきである。一般的な溶剤系のスラリで使用される塗布膜中の溶剤はN-メチルピロリドン、ジメチルスルホキシド、プロピレンカーボネート、ジメチルホルムアミド、-ブチロラクトンなどに代表される非プロトン性極性溶剤もしくはこれらの混合液が挙げられる。これらの溶剤に対し相互溶解及び使用するバインダの溶解度から、固化液としては水やエタノール、イソプロピルアルコール等のアルコール類もしくはこれらの混合液を選択できるが、ここにあげた例に限定されるわけではない。また、均一に固化液を噴霧する為には、塗布膜との濡れ性も考慮して固化液を選択するべきであり、水とアルコールの混合物を用いることが好ましい。アルコールの濃度としては、20~80%、より好ましくは40~60%を使用することが望ましい。20

【0041】

次に、本実施例の固化工程について詳細に説明する。本実施例の固化工程は、塗工工程と圧縮工程の間に導入される。固化工程では、塗布膜表面に固化液を噴霧し、電極層を固化する。このとき、噴霧する量・噴霧粒径を適切に選択して使用することが重要である。噴霧ノズルの種類としては、液体のみを噴出する一流体ノズルと液体と気体を混合して噴出する二流体ノズルが使用できる。噴霧により固化膜に水が接触した際の衝撃を軽減する観点から、より微細な液滴を噴霧できる二流体ノズルが望ましい。また、ノズルから噴霧される噴霧粒子の平均粒子径D50は、20μm以下、より好ましくは10μm以下とすることで、塗布膜欠点等のダメージを防ぐことができる。30

【0042】

次に、本実施例の圧縮工程について詳細に説明する。本実施例の圧縮工程は、固化工程の後、固化膜中に含まれる溶媒が完全に乾燥除去される前に導入される。圧縮工程では、対向する二つのローラの間を通過させるプレスローラが用いられる。プレスローラの部材はステンレス鋼、ニッケル、ニッケル合金等が用いられる。摩耗を防ぐ為の特殊なコーティングを施す必要はないが、場合によりタンクステンコーティング等のセラミックコーティングを行ってもよい。プレスローラ表面への電極材料の付着は起こらないが、よりプレスローラ表面と固化膜表面の離型性を高める為に、シリコンやテフロン(登録商標)コーティングをしたプレスローラを用いることがより好ましい。40

【0043】

本実施例により提供され得るリチウムイオン二次電池は、上述した方法で製造される正極及び負極を含むこと以外は従来の二次電池と同様にして製造することができる。電池の外装容器の構造やサイズ、あるいは正負極を主構成要素とする電極体の構造等について、特に制限はない。

【0044】

以下、本実施例を実現するための具体的な製造方法について、図1の電極板の製造装置50

を用いた、正極板の製造方法を例に説明する。

【0045】

正極活物質にはリチウム遷移金属複合酸化物としてのニッケルコバルトマンガン酸リチウムを選択できる。また、導電材の黒鉛粉末、及び、アセチレンブラックと、本実施例の固化材としてのバインダとなるポリフッ化ビニリデン（以下、PVdFという）とを重量比で85:8:2:5となる割合で混合し、さらにN-メチル-2-ピロリドン（以下、NMPという）を逐次添加し、これらの成分をプラネタリーミキサーで混練して正極スラリを調整する。スラリ中には本実施例の固化材としてのバインダ成分がNMPに溶解しており、スラリは高粘度の液体であった。回転粘度計で測定したスラリの粘度は約10Pa·sとなる。

10

【0046】

かかる混練したスラリ状の正極材料を図1の電極材料1として、バックローラ2に対抗する第1の塗工手段3であるスリットダイコータを用いて、集電用金属箔ロール4から供給される集電箔5であるアルミニウム箔（厚さ20μm、幅200mm）の表面に塗布厚さ100μm、幅150mmとなるように塗工する。以上の工程が塗工工程となる。

【0047】

かかる表面に正極材料を塗布したアルミニウム箔は固化室6に導入され、噴霧ノズル7から固化液を電極層に噴霧し、電極層を固化させる。この工程が固化工程となる。ここで、固化液には40%エタノール含有水を用いた。噴霧ノズルには内部混合型の二流体ノズルを用いた。この二流体ノズルから噴出される噴霧粒子の平均粒子径D50は10μmであった。

20

【0048】

次いで、固化膜を対向する二つのプレスローラ8、9の間に通過させ、電極層を圧縮する。この工程が圧縮工程である。

【0049】

次いで、圧縮固化膜を乾燥室10中で120~10分間乾燥し、固化膜中に含まれる溶剤を蒸発除去し、リチウムイオン二次電池用正極板を製造する。以上の工程が、電極材料から溶剤成分を除去して乾燥する乾燥工程となる。

以上のように、本実施例は、電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工工程と、電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程と、固化された塗布膜である固化膜を対向するプレスローラにより圧縮する圧縮工程と、圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を備え、圧縮工程を固化工程と乾燥工程の間に行なうリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法とする。

30

【0050】

また、乾燥工程の前に固化工程と圧縮工程を行なうリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法とする。

【0051】

また、電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工手段と、電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程を行う固化室と、固化された塗布膜である固化膜を圧縮するプレスローラと、圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を行う乾燥室と備え、プレスローラを固化室と乾燥室の間に配置したリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置とする。

40

【0052】

さらに、乾燥室の前に固化室とプレスローラを配置したリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置とする。

【0053】

以上のように、本実施例によれば、塗布工程のあとに固化工程を導入することで、塗布膜の流動性、プレスローラ表面への付着がないため、乾燥工程の前に圧縮工程を行うことが可能となる。また、固化により析出したバインダは、溶媒により湿潤しているため、乾燥析出したバインダとは異なり、可塑性を持っている。そのため、バインダの軟化点まで

50

温度を上昇させる必要なく、粒子の再配列が可能となる。以上のように、固化膜は流動性がなく可塑性である特徴から、乾燥前プレスによりプレス圧力が低減でき、より低圧で電極材料を高圧縮することが可能となる。これにより、プレスローラ表面における摩耗を低減することができ、摩耗異物の混入リスクやプレスローラ再研磨および交換コストの低減に寄与できる。

【0054】

なお、上記説明では、正極集電箔の片面に正極材料スラリを塗工して、正極板を製造する例を記載したが、正極集電箔の両面に、正極材料スラリ、および絶縁材料スラリを塗工する場合には、巻き取りロールに巻き取られた正極電極板を反転させて、再度同一の工程を経て裏面を塗工することで実現できる。

10

【実施例2】

【0055】

本実施例では、両面一括塗布型の電極板の製造装置を用いた製造方法について説明する。図2は、本実施例における両面一括塗布型の電極板製造・プレス装置の構成を示す図である。

【0056】

図2において、正極板の製造を例に説明する。図2において、実施例1と同様に作製したスラリ状の正極材料を、図2の電極材料1として、第1の塗工手段3である表面用スリットダイコータおよび第2の塗工手段12である裏面用スリットダイコータを用いて、集電用金属箔ロール4から供給される集電箔5であるアルミニウム箔(厚さ20μm、幅200mm)の両面に塗布厚さ100μm、幅150mmとなるように塗工する。以上の工程が本実施例の塗工工程となる。

20

【0057】

かかる両面に正極材料を塗布したアルミニウム箔は固化室13に導入され、表面用噴霧ノズル7および裏面用噴霧ノズル14から固化液を電極層に噴霧し、電極層を固化させる。この工程が、本実施例の固化工程となる。ここで、固化液および噴霧条件は、実施例1と同様である。なお、固化工程において、両面に正極材料が塗布されているので、そのアルミニウム箔の搬送は、搬送ローラによるローラに接触した状態での搬送は不可であり、非接触の搬送、例えばエアー搬送等で行う必要がある。

【0058】

30

次いで、圧縮、乾燥工程を、二つのプレスローラ8、9、及び、乾燥室10にて、実施例1と同様の条件で実施する。これにより、本実施例の製造装置を用いて、プレス済みの両面正極板が製造される。

【0059】

以上のように、本実施例は、電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工工程と、電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程と、固化された塗布膜である固化膜を対向するプレスローラにより圧縮する圧縮工程と、圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を備え、塗工工程は電極集電箔への両面塗工であり、固化工程は塗工された両面の電極材料の両面一括固化であり、圧縮工程は固化された両面の固化膜を両面一括圧縮し、乾燥工程は圧縮された両面の固化膜を両面一括乾燥し、圧縮工程を固化工程と乾燥工程の間に行なうリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法とする。

40

【0060】

また、乾燥工程の前に固化工程と圧縮工程を行なうリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法とする。

【0061】

また、電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工手段と、電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程を行う固化室と、固化された塗布膜である固化膜を圧縮するプレスローラと、圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を行う乾燥室と備え、塗工手段は電極集電箔の両面へ電極材料の塗布を行う手段であり、固化室は塗布された両面の電極材料を固化させる固化工程を行い、プレスローラは固化された両面の固化膜

50

を圧縮し、乾燥室は圧縮された両面の固化膜を乾燥し、プレスローラを固化室と乾燥室の間に配置したリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置とする。

【0062】

さらに、乾燥室の前に固化室とプレスローラを配置したリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置とする。

【0063】

本実施例によれば、両面に電極層を設ける場合は、塗工、固化、圧縮、乾燥工程を両面一括で処理できるので、製造工程がコンパクトになるという利点がある。

【0064】

以上のように、本実施例によれば、両面電極層の製造において、塗布工程のあとに固化工程を導入することで、乾燥工程の前に圧縮工程を行うことが可能となる。また、乾燥前プレスにより、より低圧で電極材料を高圧縮することが可能となる。これにより、プレスローラ表面における摩耗を低減することができ、摩耗異物の混入リスクやプレスローラ再研磨・交換コストの低減に寄与できる。10

【実施例3】

【0065】

本実施例では、両面逐次塗布型の電極板の製造装置を用いた製造方法について説明する。図3は、本実施例における両面逐次塗布型の電極板製造・プレス装置の構成を示す図である。

【0066】

図3において、正極板の製造を例に説明する。図3において、実施例1と同様に作製したスラリ状の正極材料を、図3の電極材料1として、バックローラ2に対抗する第1の塗工手段3である表面用スリットダイコータを用いて、集電用金属箔ロール4から供給される集電箔5であるアルミニウム箔（厚さ20μm、幅200mm）の表面に塗布厚さ100μm、幅150mmとなるように塗工する。以上の工程が本実施例の塗工工程1となる。20

【0067】

かかる表面に正極材料を塗布したアルミニウム箔は固化室6に導入され、表面用噴霧ノズル7から固化液を電極層に噴霧し、電極層を固化させる。この工程が、本実施例の固化工程1となる。ここで、固化液および噴霧条件は、実施例1と同様である。30

【0068】

表面に正極固化膜が形成したアルミニウム箔の裏面に、バックローラ15に対抗する第2の塗工手段12である裏面用スリットダイコータを用いて、塗布厚さ100μm、幅150mmとなるように塗工する。以上の工程が本実施例の塗工工程2となる。

【0069】

かかる裏面に正極材料を塗布したアルミニウム箔は固化室16に導入され、裏面用噴霧ノズル14から固化液を電極層に噴霧し、電極層を固化させる。この工程が、本実施例の固化工程2となる。ここで、固化液および噴霧条件は、実施例1と同様である。

【0070】

次いで、圧縮、乾燥工程を、二つのプレスローラ8、9、及び、乾燥室10にて、実施例1と同様の条件で実施する。これにより、本実施例の製造装置を用いて、プレス済みの両面正極板が製造される。40

【0071】

以上のように、本実施例は、電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工工程と、電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程と、固化された塗布膜である固化膜を対向するプレスローラにより圧縮する圧縮工程と、圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を備え、塗工工程により、電極集電箔の1面に電極材料を塗布し、固化工程により、塗工された1面の電極材料の固化を行い、さらに、塗工工程により、電極集電箔の1面の裏面に電極材料を塗布し、固化工程により、塗工された裏面の電極材料の固化を行い、圧縮工程は固化された両面の固化膜を両面一括圧縮し、乾燥工程は圧縮された両50

面の固化膜を両面一括乾燥し、圧縮工程を固化工程と乾燥工程の間に行なうリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法とする。

【0072】

また、乾燥工程の前に固化工程と圧縮工程を行なうリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法とする。

【0073】

また、電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工手段と、電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程を行う固化室と、固化された塗布膜である固化膜を圧縮するプレスローラと、圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を行う乾燥室と備え、塗工手段により、電極集電箔の1面に電極材料を塗布し、固化室は塗布された1面の電極材料を固化させる固化工程を行い、さらに、塗工手段により、電極集電箔の1面の裏面に電極材料を塗布し、固化室が塗布された裏面の電極材料を固化させる固化工程を行い、プレスローラは固化された両面の固化膜を圧縮し、乾燥室は圧縮された両面の固化膜を乾燥し、プレスローラを固化室と乾燥室の間に配置したリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置とする。

10

【0074】

さらに、乾燥室の前に固化室とプレスローラを配置したリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置とする。

【0075】

本実施例によれば、両面電極層の製造において、塗工、固化工程は片面ずつ逐次処理を行うが、圧縮、乾燥工程については、両面一括で処理できるので、実施例1に比べて製造工程がコンパクトになる。また、固化工程において、塗布膜が塗布されている裏面の塗布されていない面の集電箔をローラに接触した状態で搬送が可能であるので、搬送系の制御が実施例2に比較して簡単になるという利点がある。

20

【0076】

以上のように、本実施例によれば、両面電極層の製造において、塗布工程のあとに固化工程を導入することで、乾燥工程の前に圧縮工程を行うことが可能となる。また、乾燥前プレスにより、より低圧で電極材料を高圧縮することが可能となる。これにより、プレスローラ表面における摩耗を低減することができ、摩耗異物の混入リスクやプレスローラ再研磨・交換コストの低減に寄与できる。

30

【実施例4】

【0077】

本実施例は、乾燥室内で圧縮工程を行う電極板の製造装置及び製造方法である。図4は、本実施例における乾燥室内で圧縮工程を行う電極板製造・プレス装置の構成を示す図である。

【0078】

図4において、正極板の製造を例に説明する。図4において、塗工工程、固化工程は、実施例1と同様である。以上の工程により固化膜を形成したアルミニウム箔は、乾燥室17に導入される。乾燥室17中に配置された対向する二つのプレスローラ8、9の間に固化膜を形成したアルミニウム箔を通過させ、正極層を圧縮する。乾燥室17を通過する間に、固化膜中に含まれる溶剤は蒸発除去され、リチウムイオン二次電池用正極板が製造される。以上の工程が本実施形態における圧縮工程および乾燥工程である。これにより、本実施例の製造装置を用いて、プレス済みの正極板が製造される。

40

【0079】

以上のように、本実施例は、電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工工程と、電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程と、固化された塗布膜である固化膜を対向するプレスローラにより圧縮する圧縮工程と、圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を備え、圧縮工程は、乾燥工程内で実施するリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法とする。

【0080】

50

また、電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工手段と、電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程を行う固化室と、固化された塗布膜である固化膜を圧縮するプレスローラと、圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を行う乾燥室と備え、プレスローラは、乾燥室内に配置されるリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置とする。

【0081】

本実施例によれば、乾燥室内に圧縮工程を導入することで、固化膜に含まれる溶媒残量を制御した状態で、電極層の圧縮を行うことが出来る。すなわち、固化膜が可塑性を維持できるだけの溶剤分を残した状態で圧縮を行うことで、多量な溶媒に湿潤している状態よりも効率的に電極層の圧縮を行うことが可能となる。

10

【0082】

なお、乾燥室17内に配置するプレスローラ8、9は任意の位置に配置することができるが、固化膜中の溶媒がすべて除去される前に圧縮工程を行うことが必要である。よって、乾燥室導入直後に圧縮工程を行うことが最も好ましい。また、乾燥室に圧縮工程があるので、圧縮工程の進捗に応じた温度制御を行うことが好ましい。

【0083】

また、本実施例では、片面塗布の例を示したが、実施例2および3の両面塗布・固化工程のあと、本実施例の圧縮・乾燥工程を実施することも、もちろん可能である。

【実施例5】

【0084】

本実施例は、乾燥室間で圧縮工程を行う電極板の製造装置及び製造方法である。図5は、本実施例における乾燥室間で圧縮工程を行う電極板製造・プレス装置の構成を示す図である。

20

【0085】

図5において、正極板の製造を例に説明する。図5において、塗工工程、固化工程は、実施例1と同様である。以上の工程により固化膜を形成したアルミニウム箔を、第1の乾燥室18に導入する。第1の乾燥室18では、表面層の溶媒のみを蒸発させることを目的とする。第1の乾燥室18で表面層の溶媒を除去した固化膜を、対向する二つのプレスローラ8、9の間に固化膜を形成したアルミニウム箔を通過させ、正極層を圧縮する。この工程は本実施例の乾燥工程1および圧縮工程である。

30

【0086】

次いで、圧縮固化膜を第2の乾燥室19に導入し、固化膜中の溶媒を完全に蒸発除去し、リチウムイオン二次電池用正極板を製造する。以上の工程が、電極材料から溶剤成分を除去して乾燥する本実施例の第2の乾燥室19で行われる乾燥工程2となる。これにより、本実施例の製造装置を用いて、プレス済みの正極板が製造される。

【0087】

本実施例によれば、第1の乾燥室18と圧縮工程が別であるので、実施例4に比べて、乾燥室18内に温度制御が容易となる。

【0088】

以上のように、本実施例は、電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工工程と、電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程と、固化された塗布膜である固化膜を対向するプレスローラにより圧縮する圧縮工程と、圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を備え、さらに、固化工程によって固化された塗布膜である固化膜を一部乾燥させる第1の乾燥工程を備え、圧縮工程は、該一部乾燥させた固化膜を対向するプレスローラにより圧縮するリチウムイオン二次電池の電極板の製造方法とする。

40

【0089】

また、電極集電箔にバインダ成分を含む電極材料を塗布する塗工手段と、電極材料に含まれるバインダ成分を析出させる固化工程を行う固化室と、固化された塗布膜である固化膜を圧縮するプレスローラと、圧縮された固化膜を乾燥させる乾燥工程を行う乾燥室と備え、さらに、固化工程によって固化された塗布膜である固化膜を一部乾燥させる第1の乾

50

燥室を備え、プレスローラは、第1の乾燥室で一部乾燥させた固化膜を圧縮するリチウムイオン二次電池の電極板の製造装置とする。

【0090】

以上のように、本実施例によれば、乾燥室間に圧縮工程を導入することで、固化膜に含まれる溶媒残量を制御した状態で、電極層の圧縮を行うことが出来る。すなわち、固化膜が可塑性を維持できるだけの溶剤分を残した状態で圧縮を行うことで、多量な溶媒に湿潤している状態よりも効率的に電極層の圧縮を行うことが可能となる。

【0091】

なお、実施例5では、片面塗布の例を示したが、実施例2および3の両面塗布・固化工程のあと、本実施例5の乾燥・圧縮・乾燥工程を実施することも、もちろん可能である。

10

【実施例6】

【0092】

本実施例は、実施例1で説明した電極板製造・プレス装置の圧縮工程におけるプレスローラを加熱プレスローラとする電極板の製造装置及び製造方法である。

【0093】

以下、正極板の製造を例に説明する。実施例1と同様に、図1において、正極材料の塗布・固化工程の後、プレスローラ表面温度100℃に設定した対向する二つのプレスローラ8、9の間に固化膜を形成したアルミニウム箔を通過させ、正極層を圧縮する。次いで、乾燥工程を、乾燥室10にて、実施例1と同様の条件で実施する。これにより、プレス済みの正極板が製造される。

20

【0094】

本実施例によれば、固化工程と乾燥工程の間で加熱プレスをすることで、乾燥工程の短縮化が可能となる。すなわち、加熱したプレスローラで圧縮することにより、電極層は接触電熱により効率的に温度が伝わり、圧縮と同時に固化膜に含まれる溶媒分を除去することが可能となり、その後の乾燥室長を短くすることができる。これにより、プレスローラ表面における摩耗を低減し、摩耗異物の混入リスクやプレスローラ再研磨・交換コストの低減ができるだけでなく、乾燥室の設備コストおよびランニングコストの低減が可能となる。

【0095】

なお、本実施例では、実施例1のプレスローラを加熱する例を示したが、実施例2から5においてプレスローラを加熱することも、もちろん可能である。

30

【0096】

以上説明した実施例での効果は、正極材料からなる正極電極板でのみ得られるのではなく、負極電極板でも同様の効果を得ることができる。また、いずれも本発明を実施するに当たっての具体化の一例を示したものに過ぎず、本発明はその技術思想または主要な特徴から逸脱することなくさまざまな形で実施することができる。また、リチウムイオン電池を例に挙げて、本発明の技術的思想について説明したが、本発明の技術的思想は、リチウムイオン電池に限定されるものではなく、正極、負極、および、正極と負極とを電気的に分離するセパレータとを備える蓄電デバイス（例えば、電池やキャパシタなど）に幅広く適用することができる。

40

【0097】

以上実施例について説明したが、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加、削除、置換をすることも可能である。

【符号の説明】

【0098】

1：電極材料

2、15：バックローラ

50

3 : 第1の塗工手段

4 : 集電用金属箔ロール

5 : 集電箔

6、13、16 : 固化室

7、14 : 噴霧ノズル

8、9 : プレスローラ

10、17、18、19 : 乾燥室

11 : プレス後電極板ロール

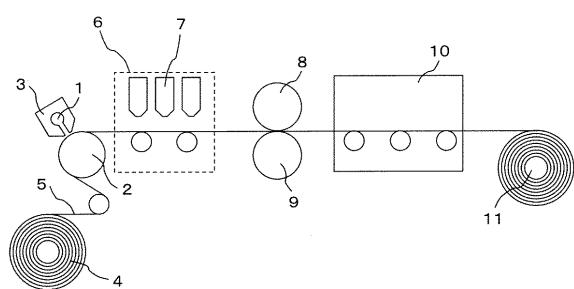
12 : 第2の塗工手段

20 : 電極板ロール

10

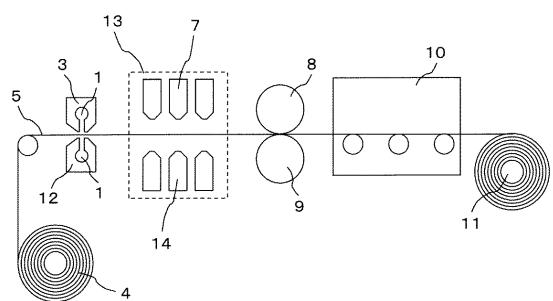
【図1】

図1



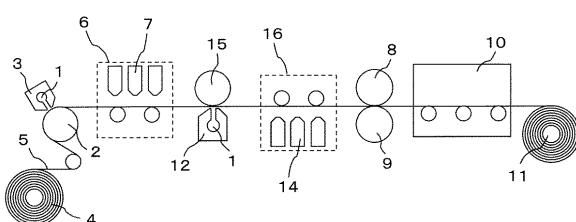
【図2】

図2



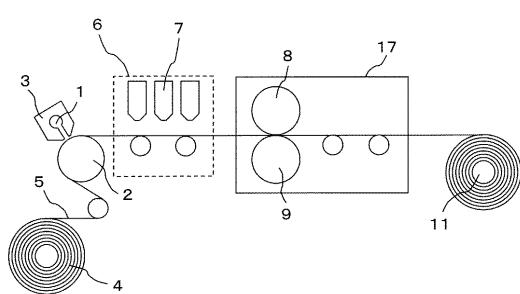
【図3】

図3



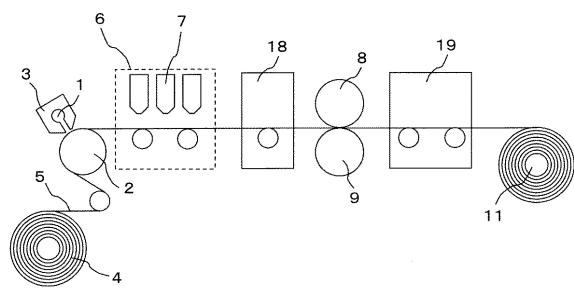
【図4】

図4



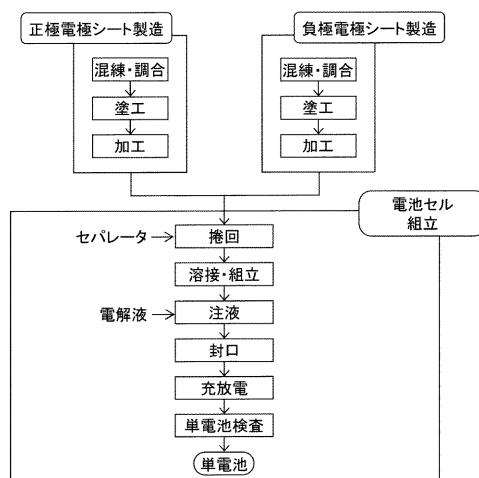
【図5】

図5



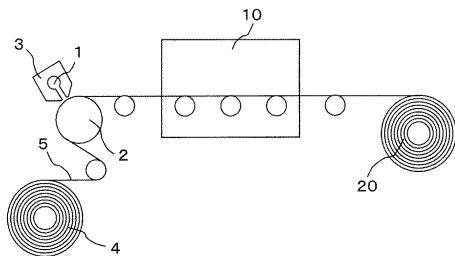
【図6】

図6



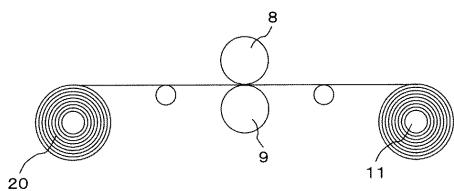
【図7】

図7



【図8】

図8



フロントページの続き

(72)発明者 森 恭一

埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地 株式会社日立ハイテクファインシステムズ内

(72)発明者 松岡 正興

埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地 株式会社日立ハイテクファインシステムズ内

(72)発明者 二ノ宮 栄作

埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地 株式会社日立ハイテクファインシステムズ内

(72)発明者 藤井 武

埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地 株式会社日立ハイテクファインシステムズ内

審査官 前田 寛之

(56)参考文献 特開2007-35770 (JP, A)

特開2007-35769 (JP, A)

特開2005-243303 (JP, A)

特開2011-216228 (JP, A)

特開2011-198559 (JP, A)

特開2013-251213 (JP, A)

特開2004-296255 (JP, A)

特開2005-28597 (JP, A)

特開平10-264193 (JP, A)

特開2012-4059 (JP, A)

特開2008-71711 (JP, A)

特開2013-171643 (JP, A)

特開2014-71977 (JP, A)

特開2013-149707 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 4/139