

(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2019-32996

(P2019-32996A)

(43) 公開日 平成31年2月28日(2019.2.28)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)	
H O 1 M	4/04	(2006.01)	H O 1 M	4/04	Z	5 H O 1 7
H O 1 M	4/66	(2006.01)	H O 1 M	4/66	A	5 H O 5 0
H O 1 M	4/139	(2010.01)	H O 1 M	4/139		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2017-153335 (P2017-153335)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成29年8月8日 (2017.8.8)		トヨタ自動車株式会社
		(74) 代理人	110000291
			特許業務法人コスモス国際特許商標事務所
		(72) 発明者	上田 将史
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		Fターム(参考)	5H017 AA03 AS10 CC01 EE01
			5H050 AA05 AA12 AA19 BA17 CB08
			DA03 DA07 FA04 FA17 GA02
			GA22 GA27 HA14

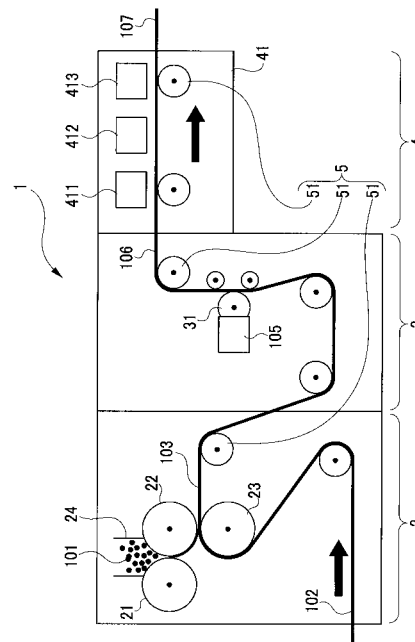
(54) 【発明の名称】 負極の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 活物質層の表面にバインダを添加した耐熱層を塗工する工程を含む負極の製造方法であって、電池性能の低下を抑制できる技術を提供すること。

【解決手段】 負極の製造方法では、負極活物質を含む粉体を湿潤して粒状とした造粒体101を膜状とした活物質膜を、帯状の銅箔102の上に成膜する成膜工程と、活物質膜の上にペースト状の耐熱層を塗工する塗工工程と、活物質膜と耐熱層とを乾燥させる乾燥工程と、を含む。塗工工程では、耐熱層として、バインダを添加したHRLペースト105を塗工する。乾燥工程は、第1乾燥工程と、第1乾燥工程よりも後の工程である第2乾燥工程と第3乾燥工程とを含み、第1乾燥工程で用いる第1炉411の設定温度を高温の第1の温度とし、第2乾燥工程で用いる第2炉412の設定温度と第3乾燥工程で用いる第3炉413の設定温度とを、第1の温度よりも低い温度である第2の温度とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

負極活物質を含む粉体を湿潤して粒状とした造粒体を膜状とした活物質膜を、帯状の銅箔の上に成膜する成膜工程と、

前記活物質膜の上にペースト状の耐熱層を塗工する塗工工程と、

前記活物質膜と前記耐熱層とを乾燥させる乾燥工程と、

を含み、

前記塗工工程では、前記耐熱層として、バインダが添加された材料を塗工し、

前記乾燥工程は、

第 1 の工程と、

前記第 1 の工程よりも後の第 2 の工程とを含み、

前記第 1 の工程で用いる乾燥温度を第 1 の温度とし、前記第 2 の工程で用いる乾燥温度を前記第 1 の温度よりも低い温度である第 2 の温度とする、

ことを特徴とする負極の製造方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の負極の製造方法において、

前記第 1 の温度は、150℃以上であり、

前記第 2 の温度は、120℃以下である、

ことを特徴とする負極の製造方法。

20

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の負極の製造方法において、

前記第 1 の温度は、180℃である、

ことを特徴とする負極の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属箔に負極活物質を含む材料を積層して帯状の負極を製造する負極の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、例えば、リチウムイオン二次電池などに用いられる電極として、金属箔の表面に活物質層が形成された帯状の電極がある。そして、帯状の正極と負極とを間にセパレータを挟んで積層または捲回した電極体が用いられている二次電池がある。例えば、特許文献 1 には、シート状の正極と負極とを、シート状のセパレータを挟んで積層する製造方法であって、正極とセパレータとの間、および、負極とセパレータとの間に、接着剤を塗布する技術が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2017-103092 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の文献に開示されているように、接着剤を塗布する工程を追加した場合、追加した工程の分だけ製造工程が増える。例えば、負極板の製造時には活物質層の表面に耐熱層を塗工することから、例えば、塗工材料として耐熱層の材料にバインダを添加したものを使用すれば、接着剤を塗布する工程を省略できる。しかしながら、負極板とセパレータとの十分な接着強度を確保できる量のバインダを添加した場合、バインダによって電池の抵抗が上昇し、電池性能が低下してしまうという問題点が生じる可能性がある。

【0005】

50

本発明は、前記した従来の技術が有する問題点を解決するためになされたものである。すなわちその課題とするところは、活物質層の表面にバインダを添加した耐熱層を塗工する工程を含む負極の製造方法であって、電池性能の低下を抑制できる技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この課題の解決を目的としてなされた本発明の一態様における負極の製造方法は、負極活物質を含む粉体を湿潤して粒状とした造粒体を膜状とした活物質膜を、帯状の銅箔の上に成膜する成膜工程と、前記活物質膜の上にペースト状の耐熱層を塗工する塗工工程と、前記活物質膜と前記耐熱層とを乾燥させる乾燥工程と、を含み、前記塗工工程では、前記耐熱層として、バインダが添加された材料を塗工し、前記乾燥工程は、第1の工程と、前記第1の工程よりも後の第2の工程とを含み、前記第1の工程で用いる乾燥温度を第1の温度とし、前記第2の工程で用いる乾燥温度を前記第1の温度よりも低い温度である第2の温度とする、ものである。

【0007】

上述の一態様における負極の製造方法によれば、成膜工程にて、膜状の活物質膜が銅箔の上に成膜される。その後、塗工工程にて、活物質膜の上にペースト状の耐熱層が塗工され、その後の乾燥工程にて、活物質膜と耐熱層とが乾燥される。さらに、耐熱層の材料にはバインダが含まれ、乾燥工程の初期の第1の工程では、高温の第1の温度で乾燥させる。そのため、耐熱層のマイグレーションが促進されて、バインダが耐熱層の表層に集まる。乾燥工程の第2の工程では、第1の温度よりも低い第2の温度で乾燥させるので、バインダが表層に集まった状態で確実に乾燥させることができる。これにより、多量のバインダを添加しなくても接着強度を確保でき、電池性能の低下を抑制できる。

【0008】

上述の一態様における負極の製造方法では、第1の温度は、150℃以上であり、第2の温度は、120℃以下である、とよい。乾燥工程の初期に150℃以上で乾燥することで、耐熱層のマイグレーションが促進される。また、第2の温度が120℃以下であれば、例えば、銅箔が焦げる可能性は小さい。

【0009】

上述の一態様における負極の製造方法では、さらに、第1の温度は、180℃であるとよい。乾燥工程の初期に180℃で乾燥することで、耐熱層のマイグレーションが特に促進される。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、活物質層の表面にバインダを添加した耐熱層を塗工する工程を含む負極の製造方法であって、電池性能の低下を抑制できる技術が実現される。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本形態の製造装置を示す概略構成図である。

【図2】本形態の製造方法の各工程を示す工程図である。

【図3】乾燥工程を示す工程図である。

【図4】マイグレーションを示す説明図である。

【図5】実験の結果を示す表である。

【図6】初期抵抗比を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明を具体化した形態について、添付図面を参照しつつ詳細に説明する。本形態は、バインダが添加された耐熱層を活物質層の表面に塗工して負極を製造する製造方法に、本発明を適用したものである。

【0013】

本形態の製造方法にて用いられる製造装置１の概略構成を、図１に示す。製造装置１は、銅箔上に負極用の電極活物質を含む材料を成膜した帯状の負極を製造する装置である。製造装置１は、図１に示すように、成膜装置２と、HRL（Heat Resistant Layer；耐熱層）塗工装置３と、乾燥装置４と、搬送装置５と、を含む。

【００１４】

成膜装置２は、図１に示すように、複数のロール（Ａロール２１、Ｂロール２２、Ｃロール２３）を備え、銅箔１０２の上に造粒体１０１を成膜して積層体１０３を作成する装置である。造粒体１０１は、負極活物質を含む粉体に少量の水等の溶媒を加えて湿潤状態とし、攪拌することで略球形に造粒したものである。粉体は、例えば、黒鉛等の炭素系材料を含み、さらに増粘剤やバインダを含んでもよい。造粒体１０１中の固形分の割合は、例えば、７０～８０％である。銅箔１０２は、例えば、厚さ１０～２０μmの帯状の箔である。

10

【００１５】

Ａロール２１とＢロール２２とＣロール２３とは、図１に示すように、回転軸が互いに平行となるように配置されている。Ａロール２１とＢロール２２とは互いに隣接して配置され、Ｂロール２２とＣロール２３とは、互いに隣接して配置される。Ａロール２１とＣロール２３とは隣接しない。なお、図１の例では、Ａロール２１とＢロール２２とが略水平方向に隣接して配置され、Ｂロール２２とＣロール２３とが略鉛直方向に隣接して配置されているが、各ロールの配置はこの図の例に限らない。

20

【００１６】

そして、Ａロール２１とＢロール２２とＣロール２３とは、それぞれを回転駆動するモータ（不図示）に接続されており、負極の製造時には所定の回転速度で回転される。なお、モータは、各ロールで共通であっても個別であってもよい。各ロールの回転方向は、２つのロールの隣接する位置にて、隣接する２つのロールの外周面が互いに同じ向きへ移動するように定められている。つまり、Ａロール２１とＣロール２３とは同じ回転方向に回転され、Ｂロール２２は、Ａロール２１やＣロール２３とは逆の回転方向に回転される。

【００１７】

成膜装置２では、Ａロール２１とＢロール２２とＣロール２３の径は同じであってもよいし、Ａロール２１の径やＢロール２２の径に比較して大径のＣロール２３を使用してもよい。また、成膜装置２の各ロール２１～２３の周速は、例えば、Ａロール２１の周速が最も遅く、Ｃロール２３の周速が最も速くなるように決定されている。なお、各ロール２１～２３の径や回転速度は、負極の製造に適したものから適宜選択されればよい。

30

【００１８】

また、成膜装置２は、図１に示すように、Ａロール２１とＢロール２２との間に、造粒体１０１を収容する収容部２４を備えている。負極の製造時には、収容部２４に造粒体１０１が収容され、Ｃロール２３に銅箔１０２が巻き付けられる。そして、各ロール２１～２３がそれぞれ決められた回転速度で回転されることで、造粒体１０１はＡロール２１とＢロール２２との間で膜状に成形される。膜状となった造粒体１０１は、Ｂロール２２にて搬送され、Ｂロール２２とＣロール２３との間で銅箔１０２に転写される。これにより、造粒体１０１を銅箔１０２の上に成膜した積層体１０３が作成される。

40

【００１９】

HRL塗工装置３は、図１に示すように、グラビアコータ３１を含み、成膜装置２にて作成された積層体１０３の造粒体１０１の膜の上にHRLペースト１０５を塗工して、未乾燥負極１０６を作成する装置である。グラビアコータ３１は、一般的なものを使用すればよい。なお、図１では、HRL塗工装置３は、図中下方から図中上方へ向かって移動する積層体１０３にHRLペースト１０５を塗工しているが、HRL塗工装置３の配置はこれに限らず、例えば、水平方向に移動する積層体１０３にHRLペースト１０５を塗工してもよい。

【００２０】

HRLペースト１０５は、フィラーとバインダとを含む材料を、水等の溶媒中に分散し

50

、ペースト状にしたものである。フィラーは、例えば、ペーナイトであり、バインダは、例えば、アクリル酸ブチル等のアクリル系エマルジョンである。バインダの粒径は、フィラーの粒径に比較して小さく、例えば、 $1/10$ 以下である。HRLペースト105には、さらに増粘剤が含まれてもよい。

【0021】

乾燥装置4は、図1に示すように、乾燥室41と、その中の3つの乾燥炉である第1炉411と、第2炉412と、第3炉413とを備える。乾燥装置4は、HRL塗工装置3にて作成された未乾燥負極106を乾燥させることにより、負極107を作成する装置である。第1炉411と、第2炉412と、第3炉413とは、未乾燥負極106の進行方向について、上流側からこの順に等間隔で配置されている。

10

【0022】

乾燥装置4は、各乾燥炉411～413にて乾燥室41の内部を加熱する。そして、乾燥装置4は、未乾燥負極106のうちHRLペースト105が塗工された面を各乾燥炉411～413に対向させて、未乾燥負極106に一定の速度で乾燥室41を通過させる。各乾燥炉411～413は、それぞれ個別に乾燥温度が設定され、それぞれ設定された温度にて、対向する未乾燥負極106を乾燥させる。本形態では、各乾燥炉411～413の配置は等間隔であり、各乾燥炉411～413に未乾燥負極106中の所定の箇所が対向する時間の長さは同じである。

【0023】

搬送装置5は、図1に示すように、複数の搬送ローラ51を含み、帯状の部材を一定の速度で連続して搬送する装置である。具体的には、搬送装置5は、図外の供給ローラ等から供給される帯状の部材である銅箔102を、成膜装置2とHRL塗工装置3と乾燥装置4とをこの順に通過させる。搬送装置5は、さらに、各装置2～4の処理によって作成された負極107を、図外の巻き取りローラ等へ搬送する。なお、成膜装置2のCロール23や、HRL塗工装置3のグラビアコータ31も、搬送機能を備え、搬送装置5の一部を兼ねている。本形態の製造装置1では、成膜装置2とHRL塗工装置3と乾燥装置4と搬送装置5とは、組み合わされて一連の動作を行う。

20

【0024】

次に、本形態の製造装置1を用いて、負極を製造する製造方法について、図2の工程図を参照して説明する。本製造方法は、図2に示すように、準備工程(S1)と、成膜工程(S2)と、塗工工程(S3)と、乾燥工程(S4)とをこの順で実施することにより、負極107を製造する製造方法である。

30

【0025】

準備工程(S1)では、造粒体101と銅箔102とHRLペースト105とを用意する。そして、図1に示したように、造粒体101を収容部24に収容し、銅箔102をCロール23に巻き付け、HRLペースト105をグラビアコータ31に投入する。銅箔102は、Cロール23とグラビアコータ31と乾燥室41とを通過する経路に、適切なテンションでセットされる。

【0026】

本製造方法では、準備工程(S1)の後、成膜装置2とHRL塗工装置3と乾燥装置4と搬送装置5とを一斉に動作させることで、成膜工程(S2)と塗工工程(S3)と乾燥工程(S4)とを連続して行う。つまり、成膜装置2の各ロール21～23と、グラビアコータ31と、搬送装置5の各搬送ローラ51を、すべて、それぞれの所定の回転速度で回転させる。

40

【0027】

成膜工程(S2)では、成膜装置2の各ロール21～23の回転により、造粒体101は、Aロール21とBロール22との間で膜状に成形され、活物質膜となる。そして、活物質膜が、Bロール22によって運ばれ、Bロール22とCロール23との間で銅箔102に押しつけられることにより、銅箔102の上に造粒体101が成膜された積層体103が作成される。

50

【0028】

成膜装置2によって作成された積層体103は、搬送装置5によって、造粒体101の層をグラビアコータ31に対向するように搬送される。そして、塗工工程(S3)では、HRL塗工装置3のグラビアコータ31にて、積層体103のうちの造粒体101の上にHRLペースト105が塗工される。これにより、未乾燥負極106が作成される。

【0029】

未乾燥負極106は、搬送装置5によってHRLペースト105を各乾燥炉411～413に対向させて搬送される。乾燥工程(S4)は、図3に示すように、第1乾燥工程(S5)と第2乾燥工程(S6)と第3乾燥工程(S7)とを含む。

【0030】

第1乾燥工程(S5)は、未乾燥負極106の所定の箇所が第1炉411に対向し、第1炉411によって乾燥される工程である。第1乾燥工程(S5)は、第1の工程の一例である。第2乾燥工程(S6)は、未乾燥負極106の所定の箇所が第2炉412に対向し、第2炉412によって乾燥される工程である。第3乾燥工程(S7)は、未乾燥負極106の所定の箇所が第3炉413に対向し、第3炉413によって乾燥される工程である。第2乾燥工程(S6)と第3乾燥工程(S7)とは、第2の工程の一例である。

【0031】

本製造方法では、第1炉411の設定温度は、第2炉412や第3炉413の設定温度に比較して高い。つまり、乾燥工程の初期段階である第1乾燥工程(S5)の乾燥温度は、後の工程である第2乾燥工程(S6)や第3乾燥工程(S7)での乾燥温度よりも、高温である。具体的には、第1炉411の設定温度は、例えば、150℃～180℃であり、第2炉412と第3炉413との設定温度は、例えば、いずれも100℃～120℃である。第1炉411の設定温度は、第1の温度の一例であり、第2炉412と第3炉413との設定温度は、第2の温度の一例である。

【0032】

第1の温度は、3つの乾燥炉411～413の全てを第1の温度とした場合に、乾燥室41を通過し終わるまでに未乾燥負極106の銅箔102が焦げるリスクが大きい温度である。一方、第2の温度は、3つの乾燥炉411～413の全てを第2の温度とした場合に、乾燥室41を通過し終わるまでに未乾燥負極106の乾燥が完了する温度であり、銅箔102が焦げるリスクの小さい温度である。

【0033】

液体の溶媒を含むペーストが塗工された未乾燥負極106を高温で乾燥すると、図4に示すように、溶媒の蒸発によってマイグレーションが促進される。図4は、マイグレーションによる変化を模式的に示す説明図である。図4に乾燥後として示すように、乾燥によって溶媒の量が減少した後も、粒径の大きいフィラーFは、全体に分散して配置されている。一方、粒径の小さいバインダBは、溶媒の急速な蒸発によって発生する隙間に、毛管力で移動する。つまり、マイグレーションが促進されることで、粒径の小さいバインダBが表層へ集まる傾向がある。マイグレーションは、溶媒の多い状態で急速に高温とした場合に、特に促進される。

【0034】

そして、第3乾燥工程までが終了し、乾燥室41を通過するまでには、未乾燥負極106のHRLペースト105と造粒体101とに含まれる溶媒が蒸発して乾燥し、負極107となる。乾燥工程の最初の第1乾燥工程にて高温で乾燥させることで、HRLペースト105に含まれるバインダが表層に移動するので、乾燥工程の後の負極107の表面には、バインダ成分の多いバインダ層ができる。一方、造粒体101の溶媒も蒸発するが、予め粒状に成形した造粒体101を用いていることから、造粒体101の層内でのマイグレーションは抑制されている。つまり、造粒体101の粒に含まれるバインダの、粒の外部への移動は、抑制されている。

【0035】

本形態の製造方法では、第1炉411のみを高温とし、第2炉412と第3炉413と

10

20

30

40

50

は、第1炉411よりも低い温度とするので、負極107の銅箔102が焦げる可能性は低い。なお、第2炉412の設定温度と、第3炉413の設定温度とは、いずれも第1炉411の設定温度よりも低い温度であればよく、同じ温度であってもよいし、異なる温度であってもよい。

【0036】

この製造装置1にて製造された負極107と、別に製造された正極及びセパレータとを捲回または積層し、電解液とともに容器に封入することで、二次電池が製造される。このとき、負極107は、HRLペースト105の側をセパレータと重ね合わせられる。前述したように、負極107の表層には、バインダ成分の多い層ができています。そのため、このバインダの層によって負極107とセパレータとの接着力が確保される。従って、製造後の負極107に接着剤を塗布する工程を加える必要はない。

10

【0037】

続いて、本形態の製造方法にて製造した実施例の負極を用いて電池を製造し、その性能を比較した実験結果について説明する。まず、比較例として、各乾燥炉411～413の設定温度を全て120℃として製造した負極を用いて電池を製造した。そして、第1炉411の設定温度を変更して、実施例1～3の負極を製造し、それぞれ電池を製造した。

【0038】

各例において、造粒体101は、以下の材料を混合攪拌して、粒形としたものである。

負極活物質：アモルファスカーボンコートグラファイト

増粘剤：CMC

溶媒：イオン交換水

20

【0039】

各例において、HRLペースト105は、以下の材料を使用した。

フィラー：ベーマイト

増粘剤：CMC

バインダ：アクリル系エマルジョン（平均粒径200nm）

溶媒：イオン交換水

【0040】

各例のHRLペースト105の製造手順は、以下の（1）～（3）の通りである。

（1）CMC溶解：イオン交換水にCMCを添加し、超音波分散にてCMCを溶解

（2）フィラー分散：（1）にベーマイトを添加し、超音波分散にてベーマイトを分散

（3）バインダ混合：（2）にバインダを添加し、超音波分散にてバインダを混合

なお、バインダの添加量は、後述するように、比較例、実施例1、実施例2では、HRLペースト105の10wt%とし、実施例3では4wt%とした。

30

【0041】

各例にて負極の製造は、前述した製造装置1にて行った。

（1）成膜装置2にて、造粒体101を銅箔102上に成膜する。

（2）HRL塗工装置3にて、造粒体101の層の上に上記の手順で作成したHRLペースト105を塗工する。

（3）乾燥装置4にて、HRLペースト105を塗工した未乾燥負極106を乾燥する。本実験で用いた乾燥装置4は、3つの乾燥炉411～413を備え、各炉の乾燥時間は約3秒である。なお、各例で変更したのは、第1炉411の設定温度のみであり、第2炉412と第3炉413との設定温度は、いずれの例においても120℃とした。

40

【0042】

さらに、本実験では、製造した負極を切断して断面上のバインダをマッピングし、表層に含まれるバインダの割合を算出した。以下では、表層のバインダの割合の算出値を、マイグレ指数とする。マイグレ指数は、添加したバインダのうち、製造後の負極の表層に集まった量が多いほど、大きい値となる。マイグレ指数は、マイグレーションの促進度合を示す指標である。

【0043】

50

製造した負極を、ロールプレス機でセパレータと貼り合わせ、貼り合わせ後の接着強度を測定した。接着強度は、剥離試験機による90℃環境での剥離試験にて測定した。なお、負極とセパレータとの接着強度は、5 mN/cmを目標としている。

【0044】

さらに、負極とセパレータとを貼り合わせたものと、別に作成した正極とを捲回して電極体を製造し、電解液とともにラミネート容器に封入してラミネートセル電池を製造した。そして、製造した電池を充電して、初回の放電時における電圧値と電流値とを測定した結果に基づいて、それぞれの初期抵抗値を算出した。初期抵抗値が小さい電池ほど、電池性能の良好な電池である。さらに、各実施例の初期抵抗値の比較例の初期抵抗値に対する比を求め、初期抵抗比とした。比較例の初期抵抗比は、1.0である。

10

【0045】

実験の結果を、図5と図6に示す。図5は、各例のマイグレ指数、接着強度、初期抵抗比を数値で示す表である。図6は、各例の初期抵抗比をグラフ化したものである。比較例は、全炉の設定温度を120℃とした例であり、10wt%のバインダを添加した。図5に示すように、比較例1でも十分な接着強度は得られた。

【0046】

実施例1は、第1炉411の設定温度を150℃とし、10wt%のバインダを添加して製造した負極である。実施例2は、第1炉411の設定温度を180℃とし、10wt%のバインダを添加して製造した負極である。実施例1と実施例2とのいずれにおいても、初期抵抗比は、0.98であり、比較例よりも向上した。つまり、第1炉411の設定温度を150℃～180℃とすることで、電池性能が向上することが、確認できた。

20

【0047】

また、図5に示すように、実施例2では、実施例1よりもマイグレ指数や接着強度が大きくなった。つまり、実施例2の条件であれば、バインダの添加量を減らしても接着強度を確保できる可能性がある。そこで、実施例3として、実施例2の条件においてバインダの添加量を少なくした負極を製造し、電池性能を確認した。実施例3は、第1炉411の設定温度を180℃とし、バインダの添加量を4wt%として製造した負極である。図5に示すように、実施例3では、初期抵抗比が0.90であった。つまり、バインダの添加量を減らすことで、実施例2よりもさらに電池性能が向上した。

【0048】

以上詳細に説明したように本形態の負極の製造方法によれば、成膜装置2を用いて銅箔102に造粒体101を成膜し、その上に、HRL塗工装置3を用いてバインダを添加したHRLペースト105を塗工する。そして、HRLペースト105を塗工した未乾燥負極106を、乾燥装置4にて乾燥する乾燥工程を実行する。本形態の乾燥工程は、未乾燥負極106を最初に乾燥する第1乾燥工程と、その後に行われる第2乾燥工程と第3乾燥工程とを含み、第1乾燥工程の乾燥温度は、第2乾燥工程と第3乾燥工程との乾燥温度よりも高い。すなわち、乾燥初期に高温で加熱することでHRLペースト105のマイグレーションを促進するので、バインダが表層に集まる。これにより、接着強度を確保でき、さらに、電池性能が向上する。また、接着強度を確保できることから、バインダの添加量を減らすことも可能であり、その場合にはさらに電池性能の向上を図ることができる。また、高温で乾燥する工程は、第1乾燥工程のみなので、銅箔102が焦げる可能性は低い。従って、バインダを添加した耐熱層を塗工する工程を含む負極の製造方法であって、電池性能の低下の抑制を期待できる。

30

40

【0049】

なお、本形態は単なる例示にすぎず、本発明を何ら限定するものではない。したがって本発明は当然に、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良、変形が可能である。例えば、各材料は、適宜選択されればよい。

【0050】

また、本形態では、HRL塗工装置3として、グラビアコータ31を使用しているが、ダイコータでもよいし、ロールコータでもよい。また、本形態では、1つの乾燥室41内

50

に3つの乾燥炉を備えるとしたが、乾燥炉ごとに乾燥室が分かれていてもよい。

【0051】

また、本形態では、第1乾燥工程は第1炉411による乾燥工程のみとしたが、これに限らない。つまり、乾燥工程の初期にて高温で乾燥すればよく、例えば、第1炉411と第2炉412とをともに高温とし、第3炉413のみを低温としてもよい。また、3つの乾燥炉を備える乾燥装置4を例示したが、乾燥炉の数は、これに限らず、2つでもよいし、4つ以上でもよい。

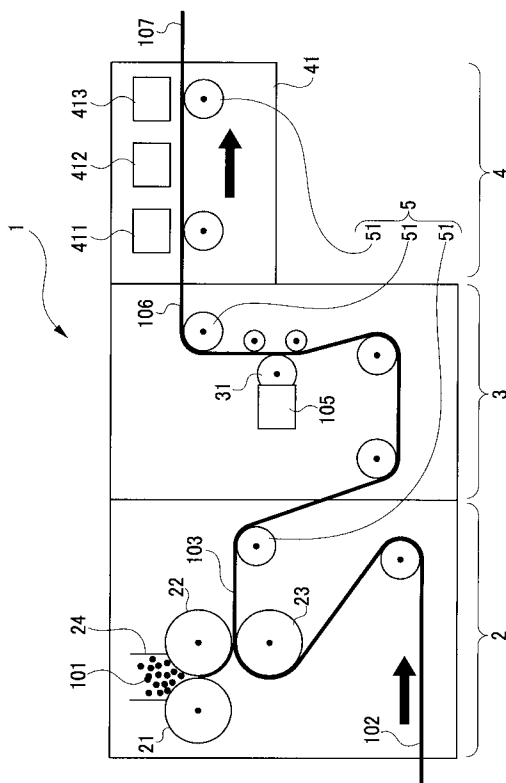
【符号の説明】

【0052】

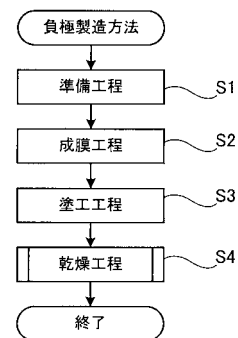
- 1 製造装置
- 2 成膜装置
- 3 HRL塗工装置
- 4 乾燥装置
- 411～413 乾燥炉（第1炉、第2炉、第3炉）

10

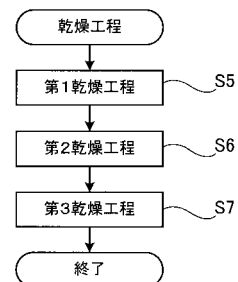
【図1】



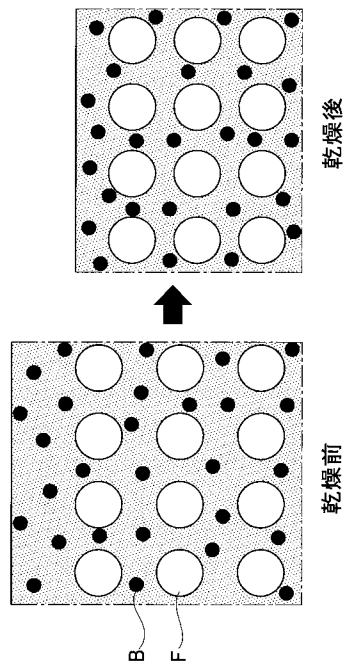
【図2】



【図3】



【図 4】



【図 5】

	第1炉設定温度 [℃]	バインダ添加量 [wt%]	マイグレ指数	接着強度 [mN/cm]	初期抵抗比
比較例	120	10	1.20	6.1	1.0
実施例1	150	10	1.82	7.3	0.98
実施例2	180	10	2.20	9.5	0.98
実施例3	180	4	2.16	6.0	0.90

【図 6】

