

(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2017-103014

(P2017-103014A)

(43) 公開日 平成29年6月8日(2017.6.8)

(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	4 D O 7 5
H O 1 M	4/139	(2010.01)	H O 1 M	4/139		5 H O 5 0
B O 5 D	1/28	(2006.01)	B O 5 D	1/28		
B O 5 D	3/00	(2006.01)	B O 5 D	3/00	D	
B O 5 D	5/12	(2006.01)	B O 5 D	5/12	B	
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 13 頁)						

(21) 出願番号 特願2015-233429 (P2015-233429)
 (22) 出願日 平成27年11月30日 (2015.11.30)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110000291
 特許業務法人コスモス特許事務所
 (72) 発明者 榎原 勝志
 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) 4D075 AC41 AC80 AC84 CA47 CA48
 DA03 DA04 DB01 DB06 DB07
 DC18 EA10 EB12 EB17 EC02
 5H050 AA19 BA17 CA08 CA09 CB07
 GA03 GA22 GA29 HA12

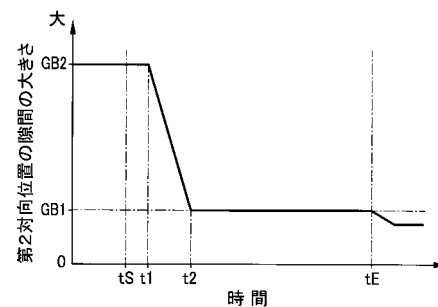
(54) 【発明の名称】 電極板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】均一な厚みの活物質層を有する電極板の製造方法を提供すること。

【解決手段】本発明に係る電極板の製造方法は、第1の位置で対向する第1のロールと第2のロールとの隙間の大きさを第1の設定値に設定し、第1の位置に電極材料を通過させて、第2のロール上に活物質層を形成する成膜工程を有する。また、第2の位置で対向する第2のロールと第3のロールとの隙間の大きさを第2の設定値に設定し、第2の位置に、第2のロール上の活物質層を集電箔とともに通過させて、活物質層を集電箔上に転写する転写工程とを有する。さらに、成膜工程を、第2のロールと第3のロールとの隙間の大きさを第2の設定値よりも大きな離間状態として開始する。そして、第2のロール上の活物質層の先端が第2の位置に到達した後、第2のロールと第3のロールとの隙間の大きさを第2の設定値とする隙間調整を行う。

【選択図】図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外周面の一箇所同士が互いに対向するとともに、外周面同士が対向する第 1 の位置における外周面の移動方向がともに同じとなる向きに回転する第 1 のロールおよび第 2 のロールと、

前記第 2 のロールと外周面の一箇所同士が前記第 1 の位置以外の第 2 の位置にて互いに対向するとともに、前記第 2 の位置における外周面の移動方向が第 2 のロールの外周面の移動方向と同じとなる向きに回転する第 3 のロールとを有する電極板製造装置を用い、前記第 1 のロールと前記第 2 のロールとの隙間の大きさを第 1 の設定値に設定した前記第 1 の位置に、活物質および結着材を少なくとも含む電極材料を通過させて、前記第 2 のロール上に活物質層を形成する成膜工程と、

前記第 2 のロールと前記第 3 のロールとの隙間の大きさを第 2 の設定値に設定した前記第 2 の位置に、前記第 2 のロール上の前記活物質層を前記第 3 のロールに巻き回されている集電箔とともに通過させて、前記活物質層を前記集電箔上に転写して電極板となす転写工程とを有する電極板の製造方法において、

前記成膜工程を、前記第 2 のロールと前記第 3 のロールとの隙間の大きさを前記第 2 の設定値よりも大きな離間状態として開始し、

開始された前記成膜工程により前記第 2 のロール上に形成された前記活物質層の先端が前記第 2 の位置に到達した後、前記活物質層が前記第 2 の位置に存在する状態で、前記第 2 のロールおよび前記第 3 のロールの少なくとも一方を他方に向けて移動させ、前記第 2 のロールと前記第 3 のロールとの隙間の大きさを前記第 2 の設定値とする隙間調整を行うことを特徴とする電極板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電極板の製造方法に関する。より詳細には、電極材料をロール対の間に通過させて加圧することにより活物質層となし、その活物質層を集電箔の表面に転写して電極板を製造する電極板の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオン二次電池などの電池は、正負の電極板と電解液とをケース内部に収容してなるものである。正負の電極板は、集電箔と活物質層とを有するものである。活物質層には、充放電に寄与する活物質、活物質を集電箔上に結着させて活物質層を形成するための結着材などの電極材料が含まれている。そして、このような電極板の製造方法に係る先行技術として、例えば、特許文献 1 に記載のものが挙げられる。

【0003】

特許文献 1 の図 6 に係る装置では、まず、活物質や結着材等よりなる電極材料を、第 1 ロールと第 2 ロールとの対向位置に供給し、その対向位置の隙間に通過させることにより成形して活物質層としている。また、成形され、第 2 ロール上に付着している活物質層を、第 2 ロールと第 3 ロールとの対向位置の隙間に集電箔とともに通過させることにより、集電箔上に転写している。これにより、集電箔上に活物質層を有する電極板を製造している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2015 - 164717 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記のような従来技術では、搬送方向における長さの長い電極板を、そ

10

20

30

40

50

の搬送方向について均一な厚みの活物質層を形成しつつ製造することが困難であった。すなわち、電極材料は、第１ロールと第２ロールとの対向位置において加圧されることにより活物質層とされる。また、第２ロール上の活物質層は、第２ロールと第３ロールとの対向位置において集電箔とともに厚み方向に加圧されることにより、集電箔上に転写される。

【０００６】

そして、第１ロールと第２ロールとの対向位置に電極材料が通過するとき、第１ロールおよび第２ロールはそれぞれ、電極材料を加圧する反力を、互いに遠ざかる向きに受ける。また、第２ロールと第３ロールとの対向位置に活物質層と集電箔とが通過するとき、第２ロールおよび第３ロールはそれぞれ、活物質層および集電箔を加圧する反力を、互いに遠ざかる向きに受ける。

10

【０００７】

つまり、電極板を製造中において、第１ロールと第２ロールとの対向位置の隙間、第２ロールと第３ロールとの対向位置の隙間は変化することがある。このため、その隙間を通過することにより製造される電極板の活物質層の厚みについても、隙間の変化に伴って変化してしまうからである。

【０００８】

本発明は、前記した従来の技術が有する問題点の解決を目的としてなされたものである。すなわちその課題とするところは、均一な厚みの活物質層を有する電極板の製造方法を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【０００９】

この課題の解決を目的としてなされた本発明の電極板の製造方法は、外周面の一箇所同士が互いに対向するとともに、外周面同士が対向する第１の位置における外周面の移動方向がともに同じとなる向きに回転する第１のロールおよび第２のロールと、第２のロールと外周面の一箇所同士が第１の位置以外の第２の位置にて互いに対向するとともに、第２の位置における外周面の移動方向が第２のロールの外周面の移動方向と同じとなる向きに回転する第３のロールとを有する電極板製造装置を用い、第１のロールと第２のロールとの隙間の大きさを第１の設定値に設定した第１の位置に、活物質および結着材を少なくとも含む電極材料を通過させて、第２のロール上に活物質層を形成する成膜工程と、第２のロールと第３のロールとの隙間の大きさを第２の設定値に設定した第２の位置に、第２のロール上の活物質層を第３のロールに巻き回されている集電箔とともに通過させて、活物質層を集電箔上に転写して電極板となす転写工程とを有する電極板の製造方法であって、成膜工程を、第２のロールと第３のロールとの隙間の大きさを第２の設定値よりも大きな離間状態として開始し、開始された成膜工程により第２のロール上に形成された活物質層の先端が第２の位置に到達した後、活物質層が第２の位置に存在する状態で、第２のロールおよび第３のロールの少なくとも一方を他方に向けて移動させ、第２のロールと第３のロールとの隙間の大きさを第２の設定値とする隙間調整を行うことを特徴とする電極板の製造方法である。

30

【００１０】

40

本発明に係る電極板の製造方法では、隙間調整により、第１の位置と第２の位置とに加圧対象が存在する状態で第２の位置の隙間の大きさを調整することができる。このため、本形態では、第２のロールの加圧に伴う移動の影響を受けることなく、第２の位置の隙間を調整することができる。よって、第２の位置の隙間の大きさを一定とし、均一な厚みの活物質層を有する電極板を製造することができる。

【発明の効果】

【００１１】

本発明によれば、均一な厚みの活物質層を有する電極板の製造方法が提供されている。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

50

【図 1】実施形態に係る電極板の断面図である。

【図 2】実施形態に係る電極板製造装置の概略構成図である。

【図 3】隙間調整における離間状態を示す図である。

【図 4】隙間調整の離間状態を解除した状態を示す図である。

【図 5】成膜工程により第 2 ロール上に形成される活物質層の厚みの推移を示すグラフ図である。

【図 6】本形態に係る第 2 対向位置の隙間の大きさの推移を示すグラフ図である。

【図 7】隙間調整を行わない場合の第 2 対向位置の隙間の大きさの推移を示すグラフ図である。

【図 8】変形例を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明を具体化した最良の形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0014】

まず、図 1 により、本形態において製造される電極板 100 について説明する。電極板 100 は、図 1 の断面図に示すように、集電箔 110 と、活物質層 120 とを有している。電極板 100 は、図 1 において左右方向に長いものである。

【0015】

本形態の電極板 100 において、活物質層 120 は、集電箔 110 の第 1 面 111 のみに形成されている。電極板 100 は、例えば、リチウムイオン二次電池などの二次電池を構成するための正極または負極として用いられるものである。電極板 100 は、正極または負極として二次電池の製造に用いられる際には、適宜、必要なサイズに切り出される。

20

【0016】

集電箔 110 としては、例えば、金属箔を用いることができる。また、活物質層 120 は少なくとも、活物質 121 および結着材 122 を含むものである。活物質 121 は、電池における充放電に寄与するものである。また、結着材 122 は、活物質層 120 を構成する材料を互いに結着させて活物質層 120 を形成するとともに、その活物質層 120 を集電箔 110 の第 1 面 111 に結着させるためのものである。

【0017】

具体的には、電極板 100 がリチウムイオン二次電池の正極である場合、例えば、集電箔 110 としてアルミニウム箔を、活物質 121 として $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ を、結着材 122 としてポリフッ化ビニリデン (PVDF) を用いることができる。あるいは、電極板 100 がリチウムイオン二次電池の負極である場合、例えば、集電箔 110 として銅箔を、活物質 121 として炭素材料を、結着材 122 としてスチレンブタジエンゴム (SBR) を用いることができる。なお、活物質層 120 には、適宜、活物質層 120 内の導電性を高めるための導電材など、活物質 121 および結着材 122 以外の材料がさらに含まれていても良い。

30

【0018】

次に、本形態において電極板 100 の製造に用いる電極板製造装置について説明する。図 2 に、本形態の電極板製造装置 1 の概略構成図を示している。電極板製造装置 1 は、図 2 に示すように、第 1 ロール 10、第 2 ロール 20、第 3 ロール 30 を有している。図 2 において、上下方向が鉛直方向であり、重力は下向きに作用している。

40

【0019】

本形態の電極板製造装置 1 において、第 1 ロール 10、第 2 ロール 20、第 3 ロール 30 はいずれも、軸方向を水平にした状態で配置されている。第 1 ロール 10、第 2 ロール 20、第 3 ロール 30 は、例えば、金属などの材質のものである。また、第 1 ロール 10 および第 2 ロール 20 は、それぞれの外周面 11、21 が第 1 対向位置 A において互いに対向した状態で、平行に配置されている。また、第 3 ロール 30 は、第 2 ロール 20 と外周面 21、31 が第 2 対向位置 B において互いに対向した状態で、第 2 ロール 20 と平行に配置されている。

50

【 0 0 2 0 】

第 1 ロール 1 0 および第 2 ロール 2 0 は、軸間距離が一定の距離となるように保持されている。そして、第 1 対向位置 A における第 1 ロール 1 0 の外周面 1 1 と第 2 ロール 2 0 の外周面 2 1 との間には、隙間が設けられている。この第 1 対向位置 A における隙間の大きさを、G A により示している。なお、図 2 に示している G A は、第 1 対向位置 A における隙間の大きさの設定値である。

【 0 0 2 1 】

また、第 3 ロール 3 0 は、第 2 ロール 2 0 との軸間距離が一定の距離となるように保持されている。そして、第 2 対向位置 B における第 2 ロール 2 0 の外周面 2 1 と第 3 ロール 3 0 の外周面 3 1 との間には、隙間が設けられている。この第 2 対向位置 B における隙間の大きさを、G B 1 により示している。なお、図 2 に示している G B 1 についても、第 2 対向位置 B における隙間の大きさの設定値である。

10

【 0 0 2 2 】

また、第 1 ロール 1 0、第 2 ロール 2 0、第 3 ロール 3 0 は電極板 1 0 0 を製造する際にはそれぞれ回転するものである。図 2 には、第 1 ロール 1 0、第 2 ロール 2 0、第 3 ロール 3 0 の回転方向をそれぞれ矢印により示している。つまり、図 2 において、第 1 ロール 1 0 および第 3 ロール 3 0 の回転方向は時計回りであり、第 2 ロール 2 0 の回転方向は反時計回りである。

【 0 0 2 3 】

第 1 ロール 1 0 および第 2 ロール 2 0 の回転方向は、第 1 対向位置 A における外周面 1 1、2 1 の移動方向がともに、同じとなる向きである。具体的には、第 1 ロール 1 0 および第 2 ロール 2 0 の回転方向は、第 1 対向位置 A における外周面 1 1、2 1 の移動方向がともに、鉛直方向の下向きとなる向きである。また、第 3 ロール 3 0 の回転方向は、第 2 対向位置 B における外周面 3 1 の移動方向が、第 2 ロール 2 0 の外周面 2 1 の移動方向と同じとなる向きである。このため、第 2 ロール 2 0 および第 3 ロール 3 0 の回転方向は、第 2 対向位置 B における外周面 2 1、3 1 の移動方向がともに、同じとなる向きである。

20

【 0 0 2 4 】

また、本形態では、第 2 ロール 2 0 は、第 1 ロール 1 0 の周速よりも速い周速で回転するものである。さらに、第 3 ロール 3 0 は、第 2 ロール 2 0 の周速よりも速い周速で回転するものである。つまり、第 1 ロール 1 0、第 2 ロール 2 0、第 3 ロール 3 0 は、この順で、周速が速くなるように回転するものである。

30

【 0 0 2 5 】

そして、第 1 対向位置 A には、その上側より、電極材料 1 3 0 が供給されている。電極材料 1 3 0 は、電極板 1 0 0 の活物質層 1 2 0 を形成するための材料である。このため、電極材料 1 3 0 は、少なくとも活物質 1 2 1 および結着材 1 2 2 を含むものである。なお、電極材料 1 3 0 は、活物質 1 2 1、結着材 1 2 2 などの粉末成分からなるものであってもよい。あるいは、電極材料 1 3 0 は、活物質 1 2 1、結着材 1 2 2 などの粉末成分に溶媒を加えたものであってもよい。また、活物質層 1 2 0 が活物質 1 2 1 および結着材 1 2 2 以外にも材料を含むものである場合、その材料についても、電極材料 1 3 0 に含ませておけばよい。

40

【 0 0 2 6 】

また、第 1 対向位置 A の上方には、仕切り部 9 0 が設けられている。仕切り部 9 0 は、第 1 対向位置 A の上方、すなわち第 1 ロール 1 0 および第 2 ロール 2 0 の上面から電極材料 1 3 0 がこぼれ落ちないようにするための囲いである。そして、第 1 対向位置 A の上方の電極材料 1 3 0 は、仕切り部 9 0 の内側に溜まっている。

【 0 0 2 7 】

また、第 3 ロール 3 0 の外周面 3 1 には、図 2 に示すように、集電箔 1 1 0 が巻き掛けられている。集電箔 1 1 0 は、第 2 面 1 1 2 側を第 3 ロール 3 0 の外周面 3 1 に向けた状態で、第 3 ロール 3 0 の第 2 対向位置 B に巻き掛けられている。このため、集電箔 1 1 0 は、第 3 ロール 3 0 の回転により搬送される。

50

【 0 0 2 8 】

また、集電箔 1 1 0 の第 1 面 1 1 1 は、第 2 対向位置 B において、第 2 ロール 2 0 の外周面 2 1 に対向している。なお、第 3 ロール 3 0 は、前述したように、第 2 ロール 2 0 よりも速い周速で回転するものである。このため、第 2 対向位置 B における集電箔 1 1 0 の第 1 面 1 1 1 の移動速度は、第 2 対向位置 B における第 2 ロール 2 0 の外周面 2 1 の移動速度よりも速いものである。

【 0 0 2 9 】

また、集電箔 1 1 0 は、図 2 に示すように、第 3 ロール 3 0 の右下から電極板製造装置 1 内に供給され、第 2 対向位置 B を通過後、第 3 ロール 3 0 の右上に向けて排出されるように搬送されている。集電箔 1 1 0 は、電極板製造装置 1 に供給されてくるときには、その第 1 面 1 1 1 に、まだ何も形成されていない状態である。そして、電極板製造装置 1 は、第 2 対向位置 B において集電箔 1 1 0 の第 1 面 1 1 1 に活物質層 1 2 0 を形成することにより、電極板 1 0 0 を製造することのできるものである。

10

【 0 0 3 0 】

さらに、本形態の電極板製造装置 1 において、第 2 ロール 2 0 は、第 1 ロール 1 0 とともに、左右方向に移動することができるようになっている。つまり、第 2 ロール 2 0 は、第 3 ロール 3 0 から遠ざかる向き、または第 3 ロール 3 0 に近づく向きに移動することのできるものである。これにより、本形態の電極板製造装置 1 は、第 2 対向位置 B における隙間の大きさを調整することのできるものである。

【 0 0 3 1 】

次に、電極板製造装置 1 を用いた本形態の電極板 1 0 0 の製造方法について説明する。電極板 1 0 0 の製造時には、仕切り部 9 0 の内部に供給された電極材料 1 3 0 は、その下方のものより順に、第 1 ロール 1 0 および第 2 ロール 2 0 の回転によって第 1 対向位置 A へと送られる。

20

【 0 0 3 2 】

第 1 対向位置 A に到達した電極材料 1 3 0 は、第 1 ロール 1 0 および第 2 ロール 2 0 の回転によって大きさ G A の隙間を通過しつつ、その隙間の通過時に第 1 ロール 1 0 の外周面 1 1 と第 2 ロール 2 0 の外周面 2 1 との間で加圧される。この加圧により、電極材料 1 3 0 中の各粒子同士が、電極材料 1 3 0 中の結着材 1 2 2 の作用によって結着される。これにより、第 1 対向位置 A を通過した電極材料 1 3 0 は、シート状の活物質層 1 3 1 に成形される。この第 1 対向位置 A において電極材料 1 3 0 を加圧して活物質層 1 3 1 とする工程を、本形態では、成膜工程とする。

30

【 0 0 3 3 】

図 3 には、成膜工程の開始時における電極板製造装置 1 を示している。図 3 に示すように、成膜工程の開始時には、第 1 ロール 1 0 および第 2 ロール 2 0 が、第 3 ロール 3 0 から遠ざかる向きに移動し、離間状態とされている。図 3 には、この離間状態における第 2 対向位置 B の隙間の大きさを、G B 2 により示している。なお、図 3 に示している G B 2 についても、第 2 対向位置 B における隙間の大きさの設定値である。また、G B 2 は、G B 1 よりも大きなものである。

【 0 0 3 4 】

また、成膜工程において形成された活物質層 1 3 1 は、第 1 ロール 1 0 の外周面 1 1 および第 2 ロール 2 0 の外周面 2 1 のうち、第 1 対向位置 A における移動速度が速い方の面に付着する傾向にある。そして、前述したように、電極板製造装置 1 においては、第 2 ロール 2 0 の方が、第 1 ロール 1 0 よりも周速の速いものである。つまり、成膜工程では、第 1 対向位置 A において形成された活物質層 1 3 1 が、第 2 ロール 2 0 の外周面 2 1 に付着する。

40

【 0 0 3 5 】

このため、第 1 対向位置 A を通過した第 2 ロール 2 0 の外周面 2 1 上には、成膜工程において形成された活物質層 1 3 1 が付着する。また、成膜工程において形成された活物質層 1 3 1 は、その後、第 2 ロール 2 0 の回転によって搬送され、第 2 対向位置 B へと到達

50

する。

【0036】

図4には、成膜工程により形成された活物質層131の先端が、第2対向位置Bへと到達した後を示している。図4に示すように、第1ロール10および第2ロール20は、図3に示す離間状態より、第3ロール30へと近づく向きに移動している。この第1ロール10および第2ロール20の移動は、活物質層131の先端が第2対向位置Bへと到達後、行われたものである。また、図4に示すように、移動後の第2対向位置Bの隙間の大きさは、GB1に設定されている。

【0037】

すなわち、本形態では、成膜工程を第2対向位置Bの隙間の大きさをGB2に設定して開始し、成膜工程により形成された活物質層131が第2対向位置Bに到達した後、第2対向位置Bの隙間の大きさをGB1に設定する隙間調整を行っている。なお、隙間調整における離間状態では、第3ロール30は回転していてもよいし、停止させていてもよい。

【0038】

また、第2対向位置Bには、図4に示すように、集電箔110が通されている。このため、その後、第2ロール20の回転により第2対向位置Bへと到達した活物質層131は、第3ロール30に巻き回されている集電箔110とともに、大きさGB1の隙間を通過する。その第2対向位置Bの隙間の通過の際に、集電箔110および活物質層131は、その厚み方向に第2ロール20および第3ロール30によって加圧される。

【0039】

第2対向位置Bにおいても、加圧された活物質層131は、第2ロール20の外周面21および集電箔110の第1面111のうち、第2対向位置Bにおける移動速度が速い方に付着する傾向にある。そして、前述したように、本形態の電極板製造装置1における第3ロール30は、第2対向位置Bにおける集電箔110の第1面111の移動速度が、第2ロール20の周速よりも速くなる周速で回転している。このため、第2対向位置Bにおいて、活物質層131は、第2ロール20の外周面21上から集電箔110の第1面111上に転写される。

【0040】

よって、図2に示すように、第2対向位置Bを通過後の集電箔110の第1面111には、活物質層120が転写される。そして、本形態では、集電箔110に活物質層120を転写する工程を、転写工程とする。また、隙間調整を行った以降、電極板製造装置1においては、第1ロール10、第2ロール20、第3ロール30を連続して回転させることにより、成膜工程および転写工程がともに、連続して行われることとなる。これにより、集電箔110の搬送方向における長さの長い電極板100を製造することができる。

【0041】

ここで、本形態では、上記のように隙間調整を行うことで、集電箔110の搬送方向について均一な厚みの活物質層120を有する電極板100を製造することができる。このことについて説明する。図5は、第1対向位置Aにおいて形成される活物質層131の厚みの推移を示すグラフ図である。図5において、横軸に時間を、縦軸に第2ロール20上における活物質層131の厚みを示している。図5には、成膜工程を開始する開始時刻 t_S と、電極板100の製造を終了する終了時刻 t_E を示している。

【0042】

図5のグラフより、開始時刻 t_S から終了時刻 t_E まで、成膜工程により活物質層131が形成されていることがわかる。なお、活物質層131の厚みは、成膜工程の開始時刻 t_S の後、一旦、 T_2 まで厚くなり、その後、 T_2 よりも薄い T_1 で推移している。つまり、図5のグラフに示すように、電極材料130が第1対向位置Aを通過し始める初期には、厚み T_2 の活物質層131が形成され、その後、厚み T_1 の厚みの活物質層131が成膜工程の終了時刻 t_E まで形成されている。

【0043】

次に、図6は、本形態に係る第2対向位置Bにおける隙間の大きさの推移を示すグラフ

10

20

30

40

50

図である。図 6 において、横軸に時間を、縦軸に第 2 対向位置 B の隙間の大きさを示している。また、図 6 にも、成膜工程の開始時刻 t_S 、終了時刻 t_E を示している。

【0044】

そして、前述したように、本形態では、隙間調整を行う。このため、図 6 に示すように、第 2 対向位置 B の隙間の大きさは、開始時刻 t_S において、GB2 に設定されている。また、図 6 には、成膜工程により形成された第 2 ロール 20 上の活物質層 131 が第 2 対向位置 B に到達する到達時刻 t_1 を示している。さらに、図 6 には、隙間調整により、第 2 対向位置 B の隙間の設定値を GB2 から GB1 とする調整時刻 t_2 を示している。調整時刻 t_2 は、図 6 に示すように、到達時刻 t_1 よりも後である。

【0045】

図 6 より、本形態では、調整時刻 t_2 の後、第 2 対向位置 B の隙間の大きさは、設定値である GB1 で一定であることがわかる。これにより、本形態では、均一な厚みの活物質層 120 を有する電極板 100 を製造することができる。転写工程中における第 2 対向位置 B の隙間の大きさが、GB1 で一定だからである。

【0046】

これに対し、図 7 には、隙間調整を行わずに成膜工程および転写工程を行った場合の第 2 対向位置 B における隙間の大きさの推移を示すグラフ図を示している。具体的に、図 7 は、第 2 対向位置 B における隙間の大きさの設定値を GB1 で一定にしていた場合である。

【0047】

図 7 に示すように、成膜工程の開始時刻 t_S よりも前において、隙間の大きさは、設定値である GB1 である。しかし、開始時刻 t_S 後、第 2 対向位置 B の隙間の大きさは、設定値である GB1 よりも小さい GB3 まで狭くなっている。これは、第 1 ロール 10 と第 2 ロール 20 との間の第 1 対向位置 A の隙間を、電極材料 130 が通過することによるものである。

【0048】

つまり、第 1 ロール 10 と第 2 ロール 20 とはそれぞれ、電極材料 130 を加圧するとき、その加圧に係る反力を受ける。その電極材料 130 を加圧する際に第 1 ロール 10 と第 2 ロール 20 とが受ける反力の向きはそれぞれ、他方から遠ざかる向きである。このため、第 2 ロール 20 は、第 1 ロール 10 から遠ざかる向きの反力を受け、第 1 ロール 10 から遠ざかる向きに移動する。

【0049】

すなわち、第 2 ロール 20 は、電極材料 130 の加圧の際に、第 3 ロール 30 に近づく向きに移動する。よって、開始時刻 t_S 後、第 2 対向位置 B における第 2 ロール 20 と第 3 ロール 30 との隙間の大きさは、第 2 ロール 20 が第 3 ロール 30 に近づく向きに移動していることにより、実際には、設定値である GB1 よりも小さい GB3 まで狭くなっている。

【0050】

また、第 2 対向位置 B の隙間の大きさは、GB3 まで狭くなった後、GB4 まで広がっている。これは、電極材料 130 が第 1 対向位置 A を通過し始める初期には、厚みの厚い活物質層 131 が形成されており、第 2 ロール 20 の第 3 ロール 30 側への移動量が大きなものだからである。さらに、第 2 ロール 20 上の活物質層 131 が、第 2 ロール 20 の回転により、第 2 対向位置 B に到達したことによるものである。つまり、第 2 対向位置 B に活物質層 131 が到達したことにより、第 2 ロール 20 と第 3 ロール 30 とはそれぞれ、活物質層 131 を集電箔 110 とともに加圧する。このため、第 2 ロール 20 と第 3 ロール 30 とはそれぞれ、他方から遠ざかる向きの加圧に係る反力を受け、互いに遠ざかる向きに移動しているからである。

【0051】

そして、図 7 より、本形態に係る隙間調整を行わない場合、第 2 対向位置 B の隙間の大きさは、設定値である GB1 で一定ではなく、変化していることがわかる。これにより、

10

20

30

40

50

本形態に係る隙間調整を行わない場合には、一定の厚みの活物質層 1 2 0 を有する電極板 1 0 0 を製造できないことがわかる。転写工程中における第 2 対向位置 B の隙間の大きさが、変化してしまうからである。

【 0 0 5 2 】

また、図 7 より、本形態に係る隙間調整を行わない場合には、電極板 1 0 0 の活物質層 1 2 0 を薄く形成することができないことがわかる。図 7 に示すように、開始時刻 t_S 後、第 2 対向位置 B の隙間は設定値 $GB1$ から $GB3$ まで狭くなっている。このため、第 2 対向位置 B の隙間の設定値を、 $GB1$ と $GB3$ との差以上に設定しなければならない。第 2 対向位置 B の隙間の設定値を、 $GB1$ と $GB3$ との差未満にした場合、第 2 ロール 2 0 と第 3 ロール 3 0 とが接触することとなる。これにより、第 2 ロール 2 0 および第 3 ロール 3 0 を損傷させてしまうからである。

10

【 0 0 5 3 】

また、第 2 対向位置 B には、集電箔 1 1 0 が通されている。このため、第 2 ロール 2 0 と第 3 ロール 3 0 とが接触するような事態が生じた場合、集電箔 1 1 0 が挟まれて切断されてしまうからである。なお、第 2 対向位置 B の隙間の設定値が $GB1$ と $GB3$ との差以上であっても、 $GB3$ が集電箔 1 1 0 の厚み未満である場合には、第 2 ロール 2 0 と第 3 ロール 3 0 とによって集電箔 1 1 0 が強く挟み込まれてしまう。

【 0 0 5 4 】

これに対し、本形態では、隙間調整により、第 1 対向位置 A と第 2 対向位置 B とに加圧対象が存在する状態で第 2 対向位置 B の隙間を調整している。このため、本形態では、第 2 ロール 2 0 の加圧に伴う移動の影響を受けることなく、第 2 対向位置 B の隙間を調整することができる。よって、第 2 ロール 2 0 と第 3 ロール 3 0 との接触や、第 2 ロール 2 0 と第 3 ロール 3 0 とによる集電箔 1 1 0 の挟み込みなどが生じてしまうことを抑制できる。そして、本形態では、均一でかつ、厚みが薄い活物質層 1 2 0 を有する電極板 1 0 0 を製造することもできる。

20

【 0 0 5 5 】

また、第 2 対向位置 B の隙間の大きさが同じであっても、第 2 ロール 2 0 の周速に対する第 3 ロール 3 0 の周速で表される第 2 ロール 2 0 と第 3 ロール 3 0 との周速比が低いほど、第 2 対向位置 B の隙間を通過後の活物質層 1 2 0 は薄くなる傾向にある。つまり、第 2 ロール 2 0 と第 3 ロール 3 0 との周速比は、低いほど好ましい。

30

【 0 0 5 6 】

そして、隙間調整を行わない場合には、第 2 ロール 2 0 と第 3 ロール 3 0 との周速比を低くするほど、図 7 に示す $GB3$ と $GB4$ との差が大きくなる傾向にある。つまり、隙間調整を行わない場合、電極板 1 0 0 における活物質層 1 2 0 の厚みを薄くするために第 2 ロール 2 0 と第 3 ロール 3 0 との周速比を低くすることにより、活物質層 1 2 0 の厚みの厚い箇所と薄い箇所との差が大きくなってしまいう問題があった。

【 0 0 5 7 】

しかし、本形態では、隙間調整により第 2 対向位置 B の隙間の大きさを一定にすることができるため、このような問題が生じない。よって、本形態では、第 2 ロール 2 0 と第 3 ロール 3 0 との周速比を低くし、均一でかつ、厚みが薄い活物質層 1 2 0 を有する電極板 1 0 0 を製造することができる。

40

【 0 0 5 8 】

以上詳細に説明したように、本実施の形態の電極板製造装置 1 は、成膜工程を、第 2 ロール 2 0 と第 3 ロール 3 0 との隙間の大きさを $GB1$ よりも大きい $GB2$ とする離間状態として開始する。そして、成膜工程により第 2 ロール 2 0 上に形成された活物質層 1 3 1 の先端が第 2 対向位置 B に到達した後、その活物質層 1 3 1 が第 2 対向位置 B に存在する状態で、第 2 ロール 2 0 と第 3 ロール 3 0 との隙間の大きさを $GB1$ とする隙間調整を行う。これにより、均一な厚みの活物質層を有する電極板の製造方法が実現されている。

【 0 0 5 9 】

なお、本実施の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。従っ

50

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、上記の実施形態では、集電箔 110 の第 1 面 111 のみに活物質層 120 を形成する場合について説明したが、集電箔 110 の第 2 面 112 にも活物質層 120 を形成することができる。集電箔 110 の第 2 面 112 の活物質層 120 の形成についても、上記の実施形態で説明した第 1 面 111 に形成する場合と同様に行うことができる。

【0060】

また例えば、電極材料 130 が活物質 121、結着材 122 などの粉末成分に溶媒を加えたものである場合、集電箔 110 に活物質層 120 が転写された後、溶媒を除去するため、活物質層 120 の乾燥を行うこととすればよい。

【0061】

また例えば、上記の実施形態では、周速差により、対向位置における活物質層の付着面を制御している。しかし、第 1 対向位置 A において形成された活物質層 131 は、第 1 ロール 10 の外周面 11 および第 2 ロール 20 の外周面 21 のうち、第 1 対向位置 A における曲率半径が大きい方の面に付着する傾向にある。さらに、第 2 対向位置 B においても、加圧された活物質層 131 は、第 2 ロール 20 の外周面 21 および集電箔 110 の第 1 面 111 のうち、第 2 対向位置 B における曲率半径が大きい方の面に付着する傾向にある。このため、上記の実施形態とは異なり、ロールの直径により、対向位置における活物質層の付着面を制御することとしてもよい。また、周速差とロールの直径との両方により、対向位置における活物質層の付着面を制御することも可能である。

【0062】

また例えば、上記の実施形態では、第 1 ロール 10 および第 2 ロール 20 の移動により隙間調整を行うこととして説明している。しかし、隙間調整に係る移動は、第 3 ロール 30 の移動により行うこととしてもよい。すなわち、隙間調整は、第 2 ロール 20 および第 3 ロール 30 の少なくとも一方を、他方に対して移動させることにより行うことができる。

【0063】

また例えば、上記の実施形態に係る電極板製造装置 1 において、第 1 ロール 10、第 2 ロール 20、第 3 ロール 30 は同一の水平面内に配置されている。しかし、第 1 ロール 10、第 2 ロール 20、第 3 ロール 30 の配置はこれに限られるものではない。

【0064】

具体的には、例えば、図 8 の (a)、(b)、(c) それぞれに示すような配置であってもよい。図 8 の (a) では、第 3 ロール 30 が第 2 ロール 20 の下側に配置されている。そして、図 8 (a) を採用する場合、隙間調整では、第 1 ロール 10 および第 2 ロール 20 を、上向き、下向きに移動させればよい。

【0065】

また、図 8 (b) では、第 1 ロール 10 が第 2 ロール 20 の下側に配置されているとともに、電極材料 130 が第 1 対向位置 A の左側より供給されるように構成されている。そして、図 8 (b) を採用する場合、隙間調整では、第 1 ロール 10 および第 2 ロール 20 を、左向き、右向きに移動させればよい。

【0066】

また、図 8 (c) では、集電箔 110 が上向きに搬送されているとともに、図 8 (b) の構成のうちの第 1 ロール 10、第 2 ロール 20、仕切り部 90 が、集電箔 110 について左右対称に配置されている。この図 8 (c) の構成では、2 つある第 2 ロール 20 がそれぞれ、上記の構成における第 3 ロール 30 としても機能するものである。また、図 8 (c) の構成は、集電箔 110 の両面について、同時に成膜工程および転写工程を行うことができるものである。そして、図 8 (c) を採用する場合、隙間調整では、集電箔 110 を挟んで設けられている第 1 ロール 10 および第 2 ロール 20 のセットを、互いに遠ざかる向き、近づく向きに移動させればよい。

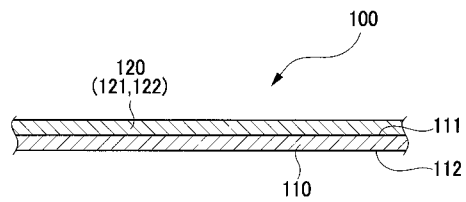
【符号の説明】

【0067】

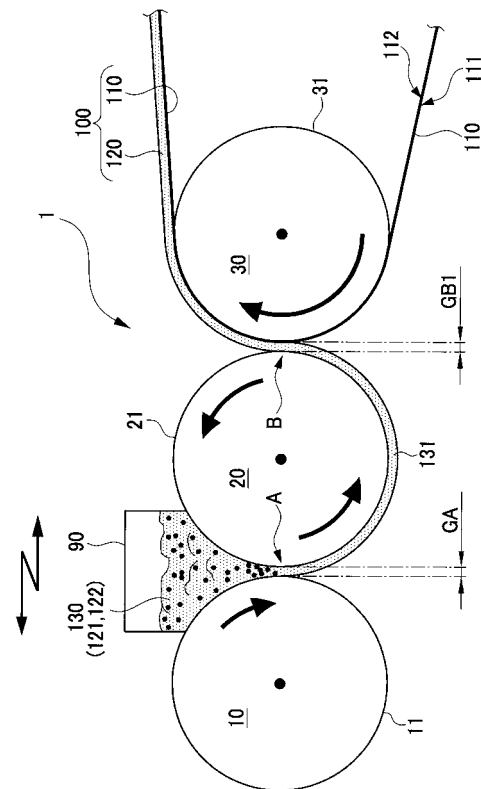
- 1 電極板製造装置
- 10 第1ロール
- 20 第2ロール
- 30 第3ロール
- 100 電極板
- 110 集電箔
- 120, 131 活物質層
- 121 活物質
- 122 結着材
- 130 電極材料
- A 第1対向位置
- B 第2対向位置

10

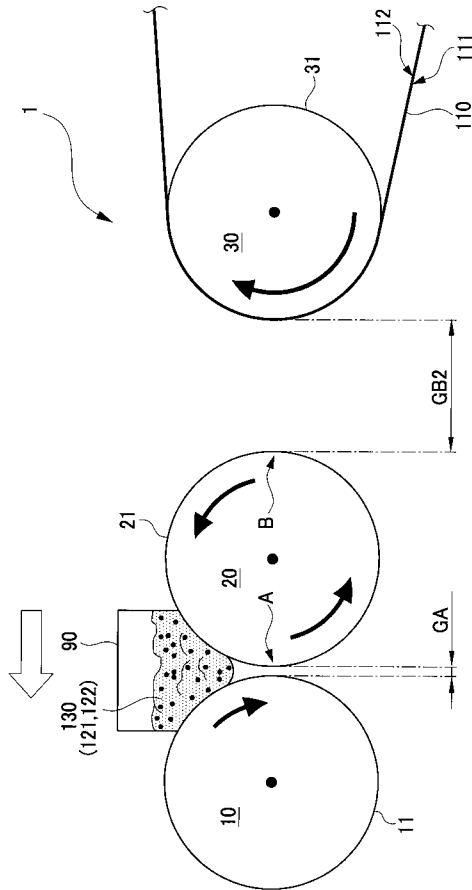
【図1】



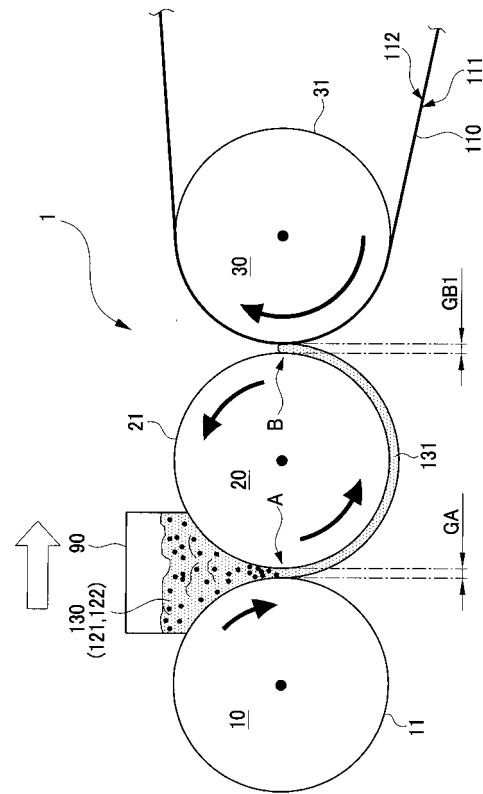
【図2】



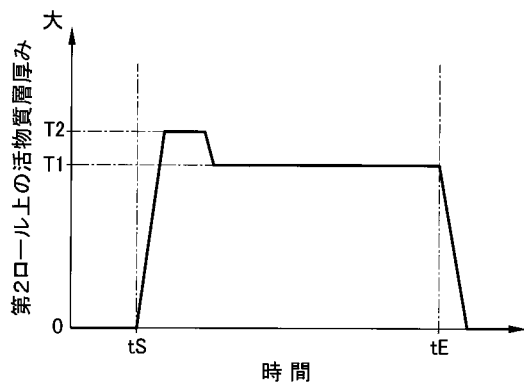
【図 3】



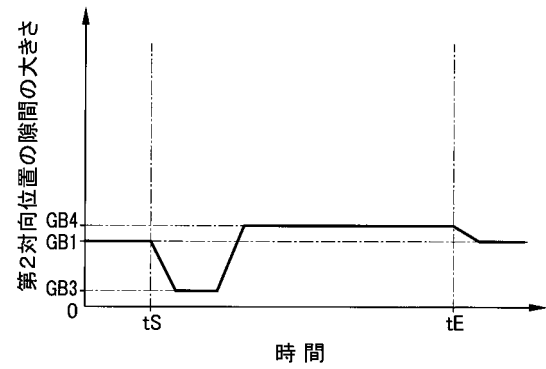
【図 4】



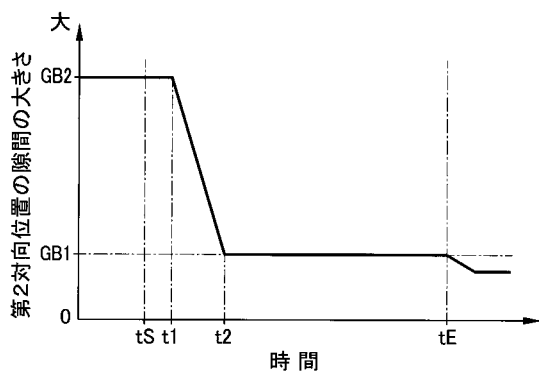
【図 5】



【図 7】



【図 6】



【 図 8 】

