

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7301084号
(P7301084)

(45)発行日 令和5年6月30日(2023.6.30)

(24)登録日 令和5年6月22日(2023.6.22)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M 4/139(2010.01)

H 0 1 M 4/139

請求項の数 3 (全14頁)

(21)出願番号	特願2021-40500(P2021-40500)	(73)特許権者	520184767
(22)出願日	令和3年3月12日(2021.3.12)		プライムプラネットエナジー & ソリュー
(65)公開番号	特開2022-139917(P2022-139917		シヨonz株式会社
	A)		東京都中央区日本橋室町二丁目 1 番 1 号
(43)公開日	令和4年9月26日(2022.9.26)	(73)特許権者	000003207
審査請求日	令和4年3月14日(2022.3.14)		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
			弁理士法人コスモス国際特許商標事務所
		(72)発明者	宮島 桃香
			東京都中央区日本橋室町二丁目 3 番 1 号
			プライムプラネットエナジー & ソリュー
			シヨonz株式会社内
		(72)発明者	上蘭 知之
			東京都中央区日本橋室町二丁目 3 番 1 号
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 活物質層形成装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

帯状の集電箔上に、活物質粒子及びバインダ粒子を含む活物質層を形成する、活物質層形成装置において、

前記活物質粒子の表面に前記バインダ粒子が結合した複合粒子と、磁性キャリア粒子とを混合して、前記磁性キャリア粒子の表面に前記複合粒子が付着した複合キャリア粒子を作製する粒子混合部と、

前記集電箔をその長手方向に沿った搬送方向に搬送するバックアップロールと、

前記バックアップロールの外周面に沿って周方向に搬送される前記集電箔に第 1 間隙を空けて、前記バックアップロールに平行に配置されると共に、前記粒子混合部の上方に配置されたマグネトロールであって、前記粒子混合部に位置する前記複合キャリア粒子を、当該マグネトロールの外周面に磁気吸着して前記第 1 間隙に向けて当該マグネトロールの周方向に搬送するマグネトロールと、

前記バックアップロールと前記マグネトロールとの間に直流電圧を印加して、前記第 1 間隙を含む成膜領域において、前記マグネトロールによって搬送されている前記複合キャリア粒子に含まれていた前記複合粒子を、前記バックアップロールによって搬送されている前記集電箔に向けて空中移動させて、前記集電箔上に前記複合粒子を堆積させる直流電源と、

前記粒子混合部の上方において、前記マグネトロールの外周面に対して第 2 間隙を空けて前記マグネトロールの側方に配置されたスキージであって、前記マグネトロール

の前記外周面に磁気吸着して前記第 1 間隙に向かって搬送される前記複合キャリア粒子からなる複合キャリア粒子層を均して、前記複合キャリア粒子層の厚みを前記第 2 間隙の寸法に調整するスキージと、を備え、

前記スキージは、当該スキージ上に落下した前記複合粒子が前記粒子混合部に戻るように構成されている

活物質層形成装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の活物質層形成装置であって、

前記スキージは、前記粒子混合部の上方に固定された剛体であり、

前記スキージの上面は、前記マグネットロール側とは反対側を向く傾斜面であって、その傾斜角度が前記複合粒子の安息角よりも大きい傾斜面であり、

10

前記スキージの前記傾斜面上に落下した前記複合粒子が、前記傾斜面を滑り落ちて前記粒子混合部に戻るように構成されている

活物質層形成装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の活物質層形成装置であって、

前記スキージは、

前記粒子混合部の上方において前記マグネットロールに平行に配置されて、前記マグネットロールの回転方向とは逆方向に回転するロールからなるスキージロールであり、

前記スキージロールの外周面上に落下した前記複合粒子が、前記スキージロールの回転によって前記スキージロールの外周面から下方に落ちて前記粒子混合部に戻るように構成されている

20

活物質層形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、活物質層形成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、帯状の集電箔上に、活物質粒子及びバインダ粒子を含む活物質層を形成する、活物質層形成装置が開示されている。この活物質層形成装置は、粒子混合部とバックアップロールとマグネットロールと直流電源とスキージとを備える。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2020 - 149862 号公報

【0004】

このうち、粒子混合部は、活物質粒子の表面にバインダ粒子が結合した複合粒子と、磁性キャリア粒子とを混合して、磁性キャリア粒子の表面に複合粒子が付着した複合キャリア粒子を作製する。また、バックアップロールは、集電箔をその長手方向に沿った搬送方向に搬送する。また、マグネットロールは、バックアップロールの外周面に沿って周方向に搬送される集電箔に第 1 間隙を空けて、バックアップロールに平行に配置されると共に、粒子混合部の上方に配置されている。このマグネットロールは、粒子混合部に位置する複合キャリア粒子を、当該マグネットロールの外周面に磁気吸着して前記第 1 間隙に向けて当該マグネットロールの周方向に搬送する。

40

【0005】

また、直流電源は、バックアップロールとマグネットロールとの間に直流電圧を印加して、前記第 1 間隙を含む成膜領域（飛翔領域）において、マグネットロールによって搬送されている複合キャリア粒子に含まれていた複合粒子を、バックアップロールによって搬送されている集電箔に向けて空中移動させて、集電箔上に複合粒子を堆積させる。また、

50

スキージは、粒子混合部の上方において、マグネットロールの外周面に対して第２間隙を空けてマグネットロールの側方に配置されている。このスキージは、マグネットロールの外周面に磁気吸着して前記第１間隙に向かって搬送される複合キャリア粒子からなる複合キャリア粒子層を均して、複合キャリア粒子層の厚みを前記第２間隙の寸法に調整する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

ところで、複合キャリア粒子がマグネットロールによって搬送されて前記第２間隙（マグネットロールの外周面とスキージとの間隙）を通過した後、当該複合キャリア粒子を構成する磁性キャリア粒子の表面から複合粒子が脱落し、スキージ上に落下して、スキージ上に堆積してしまうことがあった。スキージ上に堆積した複合粒子は、活物質層の形成に寄与しないので、スキージ上に堆積する複合粒子が増えるほど、歩留まりが低下することになる。

10

【０００７】

本発明は、かかる現状に鑑みてなされたものであって、歩留まりを向上させることができる活物質層形成装置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】

本発明の一態様は、帯状の集電箔上に、活物質粒子及びバインダ粒子を含む活物質層を形成する、活物質層形成装置において、前記活物質粒子の表面に前記バインダ粒子が結合した複合粒子と、磁性キャリア粒子とを混合して、前記磁性キャリア粒子の表面に前記複合粒子が付着した複合キャリア粒子を作製する粒子混合部と、前記集電箔をその長手方向に沿った搬送方向に搬送するバックアップロールと、前記バックアップロールの外周面に沿って周方向に搬送される前記集電箔に第１間隙を空けて、前記バックアップロールに平行に配置されると共に、前記粒子混合部の上方に配置されたマグネットロールであって、前記粒子混合部に位置する前記複合キャリア粒子を、当該マグネットロールの外周面に磁気吸着して前記第１間隙に向けて当該マグネットロールの周方向に搬送するマグネットロールと、前記バックアップロールと前記マグネットロールとの間に直流電圧を印加して、前記第１間隙を含む成膜領域（飛翔領域）において、前記マグネットロールによって搬送されている前記複合キャリア粒子に含まれていた前記複合粒子を、前記バックアップロールによって搬送されている前記集電箔に向けて空中移動させて、前記集電箔上に前記複合粒子を堆積させる直流電源と、前記粒子混合部の上方において、前記マグネットロールの外周面に対して第２間隙を空けて前記マグネットロールの側方に配置されたスキージであって、前記マグネットロールの前記外周面に磁気吸着して前記第１間隙に向かって搬送される前記複合キャリア粒子からなる複合キャリア粒子層を均して、前記複合キャリア粒子層の厚みを前記第２間隙の寸法に調整するスキージと、を備え、前記スキージは、当該スキージ上に落下した前記複合粒子が前記粒子混合部に戻るように構成されている活物質層形成装置である。

20

30

【０００９】

上述の活物質層形成装置では、スキージが、当該スキージ上に落下した複合粒子を粒子混合部へ戻す構造を有する。これにより、例えば、マグネットロールによって搬送されて第２間隙（マグネットロールの外周面とスキージとの間隙）を通過した複合キャリア粒子を構成する磁性キャリア粒子の表面から脱落して、当該スキージ上に落下した複合粒子を、粒子混合部へ戻すことができる。粒子混合部に戻った複合粒子は、再び、磁性キャリア粒子との混合によって磁性キャリア粒子の表面に付着して、複合キャリア粒子を構成する。この複合キャリア粒子は、活物質層を形成するため、マグネットロールによって搬送される。このように、上述の活物質層形成装置では、スキージ上に堆積して活物質層の形成に寄与しなくなる複合粒子の量を低減することができるので、歩留まりを向上させることができる。

40

【００１０】

50

なお、「スキージ上に落下した複合粒子を粒子混合部へ戻す構造」としては、例えば、「スキージの上面であって複合粒子が滑り落ちる傾斜面」や「スキージであるスキージロールが回転する構造」などを挙げることができる。

【0011】

さらに、前記の活物質層形成装置であって、前記スキージは、前記粒子混合部の上方に固定された剛体であり、前記スキージの上面は、前記マグネットロール側とは反対側を向く傾斜面であって、その傾斜角度が前記複合粒子の安息角よりも大きい傾斜面であり、前記スキージの前記傾斜面上に落下した前記複合粒子が、前記傾斜面を滑り落ちて前記粒子混合部に戻るよう構成されている活物質層形成装置とすると良い。

【0012】

上述の活物質層形成装置では、スキージとして、粒子混合部の上方に固定された剛体であるスキージ（例えば、スキージブレード）を備える。このスキージの上面は、マグネットロール側とは反対側を向く傾斜面（下方に向かうにしたがってマグネットロールから遠ざかる形態の傾斜面）であって、その傾斜角度が複合粒子（複合粒子が堆積した堆積物）の安息角よりも大きい傾斜面となっている。なお、傾斜面の傾斜角度とは、傾斜面が水平面となす角度のうち小さい方の角度である。このようなスキージを備える活物質層形成装置は、スキージの傾斜面上に落下した複合粒子が、スキージの傾斜面を滑り落ちて粒子混合部に戻るよう構成されている。

【0013】

すなわち、上述の活物質層形成装置では、前述の「スキージ上に落下した複合粒子を粒子混合部へ戻す構造」として、前述の「傾斜面」を有する。このため、例えば、マグネットロールによって搬送されて第2間隙（マグネットロールの外周面とスキージとの間隙）を通過した複合キャリア粒子を構成する磁性キャリア粒子の表面から脱落して、当該スキージ上（傾斜面上）に落下した複合粒子を、粒子混合部へ戻すことができる。これにより、スキージ上に堆積して活物質層の形成に寄与しなくなる複合粒子の量を低減することができるので、歩留まりを向上させることができる。

【0014】

また、前記の活物質層形成装置であって、前記スキージは、前記粒子混合部の上方において前記マグネットロールに平行に配置されて、前記マグネットロールの回転方向とは逆方向に回転するロールからなるスキージロールであり、前記スキージロールの外周面上に落下した前記複合粒子が、前記スキージロールの回転によって前記スキージロールの外周面から下方に落ちて前記粒子混合部に戻るよう構成されている活物質層形成装置とすると良い。

【0015】

上述の活物質層形成装置では、スキージとして、ロールからなるスキージロールを備える。このスキージロールは、粒子混合部の上方においてマグネットロールに平行に配置され、マグネットロールの回転方向とは逆方向に回転する構造を有する。このようなスキージロールを備える活物質層形成装置は、スキージロールの外周面上に落下した複合粒子が、スキージロールの回転によってスキージロールの外周面から下方に落ちて、粒子混合部に戻るよう構成されている。

【0016】

すなわち、上述の活物質層形成装置では、前述の「スキージ上に落下した複合粒子を粒子混合部へ戻す構造」として、前述の「スキージロール（スキージロールが回転する構造）」を有する。このため、例えば、マグネットロールによって搬送されて第2間隙（マグネットロールの外周面とスキージロールの外周面との間隙）を通過した複合キャリア粒子を構成する磁性キャリア粒子の表面から脱落して、スキージ上（スキージロールの外周面上）に落下した複合粒子を、粒子混合部へ戻すことができる。これにより、スキージ上に堆積して活物質層の形成に寄与しなくなる複合粒子の量を低減することができるので、歩留まりを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

【図 1】実施形態にかかる活物質層形成装置を有する電極シート製造装置の側面視概略図である。

【図 2】図 1 の B 部拡大図である。

【図 3】実施形態にかかるスキージの説明図であり、図 2 の C 部拡大図に相当する。

【図 4】マグネットロールの説明図である。

【図 5】複合粒子が集電箔に向けて空中移動して活物質層が形成される工程を説明する図である。

【図 6】集電箔上に活物質層が形成された電極シートの断面図である。

【図 7】変形形態にかかるスキージを有する活物質層形成装置の部分拡大図である。

10

【図 8】変形形態にかかるスキージの説明図であり、図 7 の E 部拡大図に相当する。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

< 実施形態 >

以下、本発明を具体化した実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。実施形態にかかる電極シート製造装置 1 0 0 は、活物質層形成装置 1 0 3 とロールプレス装置 1 0 5 とを備える。活物質層形成装置 1 0 3 は、帯状の集電箔 3 の第 1 表面 3 b 上に、活物質粒子 1 1 及びバインダ粒子 1 3 を含む活物質層 5 を形成する。この活物質層形成装置 1 0 3 は、粒子供給部 1 1 0 と粒子混合部 1 2 0 とバックアップロール 1 3 0 とマグネットロール 1 4 0 と直流電源 1 5 0 とスキージ 1 2 7 とを備える（図 1 参照）。

20

【 0 0 1 9 】

粒子供給部 1 1 0 は、粒子混合部 1 2 0 の上方に配置されており、複合粒子 1 5 を収容する収容部 1 1 1 と、この収容部 1 1 1 内に設けられた攪拌翼 1 1 3 及び送りロール 1 1 5 とを有する。この粒子供給部 1 1 0 は、複合粒子 1 5 を一時的に収容すると共に、複合粒子 1 5 を粒子混合部 1 2 0 へ供給する。なお、複合粒子 1 5 は、溶媒を含むことなく、活物質粒子 1 1 と、活物質粒子 1 1 の表面に結合したバインダ粒子 1 3 とからなる（図 1 ~ 図 3 参照）。本実施形態では、活物質粒子 1 1 として、カーボン粒子からなる負極活物質粒子を用いている。

【 0 0 2 0 】

また、粒子混合部 1 2 0 は、複合粒子 1 5 と磁性キャリア粒子 2 0 0 とを混合して、磁性キャリア粒子 2 0 0 の表面に複合粒子 1 5 が付着した複合キャリア粒子 2 0 5 を作製する。この粒子混合部 1 2 0 は、粒子供給部 1 1 0 及びマグネットロール 1 4 0 の下方に配置されており、複合粒子 1 5 及び磁性キャリア粒子 2 0 0 を収容する収容部 1 2 1 b と、この収容部 1 2 1 b 内に設けられた 3 つの攪拌翼（第 1 攪拌翼 1 2 3、第 2 攪拌翼 1 2 4、及び第 3 攪拌翼 1 2 5）とを有する（図 1 参照）。なお、収容部 1 2 1 b は、箱体 1 2 1 の一部である。箱体 1 2 1 は、収容部 1 2 1 b と、収容部 1 2 1 b の第 1 側壁部 1 2 1 d の上端から上方に延びる上方側壁部 1 2 1 c とを有する。また、磁性キャリア粒子 2 0 0 は、粒子混合部 1 2 0 の収容部 1 2 1 b 内に一定量収容されている。

30

【 0 0 2 1 】

なお、本実施形態では、前述の粒子供給部 1 1 0 は、複合粒子 1 5 による磁性キャリア粒子 2 0 0 の表面の被覆率が理論値で 5 0 % となるように、複合粒子 1 5 を粒子混合部 1 2 0 へ供給する。ここで、被覆率の理論値（理論上の被覆率）とは、粒子混合部 1 2 0 内の全ての複合粒子 1 5 が、粒子混合部 1 2 0 内の全ての磁性キャリア粒子 2 0 0 の表面に均等に付着した場合における、複合粒子 1 5 による磁性キャリア粒子 2 0 0 の表面の被覆率である。複合粒子 1 5 によって磁性キャリア粒子 2 0 0 の表面の全体が被覆された場合が被覆率 1 0 0 % になり、複合粒子 1 5 によって磁性キャリア粒子 2 0 0 の表面の半分が被覆された場合が被覆率 5 0 % になる。本実施形態では、理論上の被覆率が 5 0 % になる量の複合粒子 1 5 が粒子混合部 1 2 0 の収容部 1 2 1 b 内に存在するように、複合粒子 1 5 を粒子混合部 1 2 0 へ供給する。

40

【 0 0 2 2 】

50

ここで、磁性キャリア粒子 200 について説明する。この磁性キャリア粒子 200 は、主として強磁性体からなる粒子である。本実施形態では、主としてフェライトからなる粒子、詳細には、フェライト粒子の表面にシリコン系の樹脂がコーティングされた粒子である。なお、磁性キャリア粒子 200 の平均粒径 D50 は、100 μm であり、複合粒子 15 の平均粒径 D50 は、7 μm である。

【0023】

粒子混合部 120 のうち、図 1 において最も左側に位置する第 1 攪拌翼 123 は、図 1 において反時計回りに回転し、粒子供給部 110 から粒子混合部 120 の収容部 121b 内に供給された複合粒子 15 と、予め収容部 121b 内に収容されている磁性キャリア粒子 200 とを混合しつつ、複合粒子 15 及び磁性キャリア粒子 200 を、図 1 において中央に位置する第 2 攪拌翼 124 に送る。

10

【0024】

第 1 攪拌翼 123 と第 3 攪拌翼 125 との間に位置する第 2 攪拌翼 124 は、図 1 において反時計回りに回転し、第 3 攪拌翼 125 は、図 1 において時計回りに回転する。これにより、複合粒子 15 と磁性キャリア粒子 200 とを更に混合して、磁性キャリア粒子 200 の表面に複合粒子 15 が付着した複合キャリア粒子 205 を作製しつつ、第 2 攪拌翼 124 と第 3 攪拌翼 125 との中間部分において、複合キャリア粒子 205 を上方のマグネットロール 140 に向けて送る。なお、磁性キャリア粒子 200 と複合粒子 15 は、両者間に働く静電気力やファンデルワールス力によって結合して、複合キャリア粒子 205 を形成する。

20

【0025】

バックアップロール 130 は、マグネットロール 140 の上方に配置されている。また、バックアップロール 130 の近傍には、バックアップロール 130 と平行に搬送ロール 135 が配置されている。バックアップロール 130 及び搬送ロール 135 は、集電箔 3 を、その長手方向 DL に沿った搬送方向 DM に搬送する（図 1 参照）。具体的には、搬送ロール 135 は、集電箔 3 の第 1 表面 3b に接触して、集電箔 3 をバックアップロール 130 に向けて搬送する。

【0026】

また、バックアップロール 130 には、バックアップロール 130 を回転駆動させるモータ（不図示）が連結されている。これにより、バックアップロール 130 は、図 1 において時計回りに回転し、当該バックアップロール 130 の外周面 130m に集電箔 3 の第 2 表面 3c が接触する態様で、搬送ロール 135 から送られてきた集電箔 3 を外周面 130m に巻き付けるようにして、集電箔 3 をロールプレス装置 105 に向けて搬送する。

30

【0027】

マグネットロール 140 は、バックアップロール 130 の外周面 130m に沿って周方向に搬送される集電箔 3 の下方に第 1 間隙 K1 を空けて、バックアップロール 130 に平行に配置されると共に、粒子混合部 120 の上方に配置されている。なお、マグネットロール 140 は、バックアップロール 130 の下方に第 3 間隙 K3 を空けて配置されている。本実施形態では、第 3 間隙 K3 の大きさは 4.0 mm であり、第 1 間隙 K1 の大きさは、第 3 間隙 K3 よりも集電箔 3 の厚み分だけ（本実施形態では 12 μm ）小さい。

40

【0028】

マグネットロール 140 は、外周面 140m に生じた磁力 Fg によって、複合キャリア粒子 205 を外周面 140m に吸着可能に構成されている。このマグネットロール 140 は、粒子混合部 120 に存在する複合キャリア粒子 205 を、当該マグネットロール 140 の外周面 140m に磁気吸着しつつ、第 1 間隙 K1（成膜領域 MR）に向けて当該マグネットロール 140 の周方向に搬送する。なお、マグネットロール 140 の外周面 140m に生じる磁力 Fg の大きさは、マグネットロール 140 の周方向位置によって異なり、外周面 140m のうち、後述する成膜領域 MR を形成する成膜領域形成部 140mp（第 1 磁石 143N1 が径方向内側に存在する部位、図 4 参照）において最も強い。

【0029】

50

具体的には、マグネットロール140は、図4に示すように、アルミニウムからなる円筒状の金属筒141と、この金属筒141の内部に金属筒141と同軸に配置された、5極構造を有する円柱状のマグネット部143とを有する。金属筒141の外周面141mは、マグネットロール140の外周面140mをなす。この金属筒141には、金属筒141を回転駆動させるモータ（不図示）が連結されており、これにより、金属筒141は、図1において反時計回りに回転する。なお、この金属筒141の周速（マグネットロール140の周速）を変更することにより、活物質層5の目付量を調整できる。

【0030】

一方、マグネット部143は、固定されており回転しない。マグネット部143は、マグネットロール140のロール軸に直交する断面が、それぞれ扇状の5つのフェライト磁石からなる磁石（第1磁石143N1、第2磁石143S1、第3磁石143S2、第4磁石143N2、及び第5磁石143S3）により構成されている。第1磁石143N1及び第4磁石143N2は、それぞれ、径方向外側にN極を有する磁石であり、第2磁石143S1、第3磁石143S2、及び第5磁石143S3は、それぞれ、径方向外側にS極を有する磁石である（図1及び図4参照）。このうち第1磁石143N1は、上方に配置されており、金属筒141、及び、バックアップロール130で搬送される集電箔3を介して、バックアップロール130に対向する。図1において、この第1磁石143N1から反時計回りに、第2磁石143S1、第3磁石143S2、第4磁石143N2、第5磁石143S3が配置されている。

【0031】

直流電源150は、バックアップロール130とマグネットロール140との間に直流電圧Vdを印加して、第1間隙K1を含む成膜領域MRにおいて、マグネットロール140によって搬送されている複合キャリア粒子205に含まれていた複合粒子15を、バックアップロール130によって搬送されている集電箔3に向けて空中移動（飛翔）させて、集電箔3の第1表面3b上に複合粒子15を堆積させる（図1及び図5参照）。

【0032】

具体的には、直流電源150は、その正極がマグネットロール140に、負極がバックアップロール130に電氣的に接続されている。なお、バックアップロール130は接地されている。本実施形態では、この直流電源150により、マグネットロール140の電位が-600V、バックアップロール130の電位が0Vとなるため、マグネットロール140とバックアップロール130との間に直流電圧Vd=-600Vが掛けられる（図5参照）。

【0033】

これにより、バックアップロール130に巻きつけられて搬送される集電箔3とマグネットロール140との第1間隙K1を含む成膜領域MRにおいて、静電気力Fsが生じる。本実施形態では、マグネットロール140に吸着して搬送されている複合キャリア粒子205に含まれていた複合粒子15が、第1間隙K1を含む成膜領域MR（飛翔領域）において、集電箔3に向けて空中移動（飛翔）して、集電箔3との間に働く静電気力Fsによって集電箔3の第1表面3bに引きつけられて付着（吸着）する（図1及び図5参照）。

【0034】

スキージ127は、粒子混合部120の上方において、マグネットロール140の外周面140mに対して第2間隙K2を空けてマグネットロール140の側方に配置されている。また、このスキージ127は、箱体121の上方側壁部121cに対して第4間隙K4を空けて上方側壁部121cの側方に配置されている。すなわち、スキージ127は、マグネットロール140の外周面140mに対して第2間隙K2を空けて、且つ、箱体121の上方側壁部121cに対して第4間隙K4を空けて、マグネットロール140と上方側壁部121cとの間に配置されている（図1及び図2参照）。なお、図1及び図2では、複合キャリア粒子205等の図示を一部省略している。

【0035】

このスキージ127は、マグネットロール140の外周面140mに磁気吸着して第1

10

20

30

40

50

間隙 K 1 (成膜領域 M R) に向かって搬送される複合キャリア粒子 2 0 5 からなる複合キャリア粒子層 2 1 0 を均して、複合キャリア粒子層 2 1 0 の厚みを第 2 間隙 K 2 の寸法に調整する (図 1 及び図 3 参照)。このスキージ 1 2 7 は、剛体 (金属体) である平板状のスキージブレードであり、粒子混合部 1 2 0 の上方で、箱体 1 2 1 の図示しない側壁部 (図 1 において紙面手前側と奥側に位置する 2 つの側壁部) に固定されて、不動とされている。

【 0 0 3 6 】

また、ロールプレス装置 1 0 5 は、第 1 加熱加圧ロール 1 7 1 と、この第 1 加熱加圧ロール 1 7 1 の下方に第 5 間隙 K 5 を空けて第 1 加熱加圧ロール 1 7 1 に平行に配置された第 2 加熱加圧ロール 1 7 3 とを有する。第 1 加熱加圧ロール 1 7 1 及び第 2 加熱加圧ロール 1 7 3 には、それぞれ、これらを回転駆動させるモータ (不図示) が連結されている。また、第 1 加熱加圧ロール 1 7 1 及び第 2 加熱加圧ロール 1 7 3 には、それぞれヒータ (不図示) が内蔵されている。このロールプレス装置 1 0 5 は、活物質層形成装置 1 0 3 によって作製されて搬送される電極シート 1 (集電箔 3 上に活物質層 5 が形成されたシート) を、第 1 加熱加圧ロール 1 7 1 と第 2 加熱加圧ロール 1 7 3 との間で、ホットロールプレスする。

【 0 0 3 7 】

次に、本実施形態の電極シート 1 の製造方法について説明する。まず、粒子混合部 1 2 0 において、複合粒子 1 5 と磁性キャリア粒子 2 0 0 とを混合して、磁性キャリア粒子 2 0 0 の表面に複合粒子 1 5 が付着した複合キャリア粒子 2 0 5 を作製する。続いて、粒子混合部 1 2 0 において作製された複合キャリア粒子 2 0 5 を、マグネットロール 1 4 0 の下側において、マグネットロール 1 4 0 の外周面 1 4 0 m に吸着させる。具体的には、粒子混合部 1 2 0 の第 2 攪拌翼 1 2 4 と第 3 攪拌翼 1 2 5 によって上方のマグネットロール 1 4 0 に向けて送られた複合キャリア粒子 2 0 5 が、マグネットロール 1 4 0 の外周面 1 4 0 m に生じている磁力 F g によって、マグネットロール 1 4 0 の外周面 1 4 0 m に吸着する。

【 0 0 3 8 】

マグネットロール 1 4 0 の外周面 1 4 0 m に吸着した複合キャリア粒子 2 0 5 からなる複合キャリア粒子層 2 1 0 は、マグネットロール 1 4 0 の回転に伴って上方に移動し、スキージ 1 2 7 によって均される (図 3 参照)。その後、この複合キャリア粒子層 2 1 0 は、マグネットロール 1 4 0 の回転に伴って、第 1 間隙 K 1 を含む成膜領域 M R まで移動する。また、バックアップロール 1 3 0 によって、集電箔 3 が長手方向 D L に沿った搬送方向 D M 搬送される。

【 0 0 3 9 】

ところで、マグネットロール 1 4 0 の外周面 1 4 0 m に生じる磁力 F g の大きさは、成膜領域 M R を形成する成膜領域形成部 1 4 0 m p (図 4 参照) において最も強くなる。このため、マグネットロール 1 4 0 によって搬送されて成膜領域 M R に達した複合キャリア粒子 2 0 5 (複合キャリア粒子層 2 1 0 を形成していた複合キャリア粒子 2 0 5) は、複数の複合キャリア粒子 2 0 5 が線状に連なった磁気穂 2 2 0 を形成する (図 5 参照)。そして、成膜領域 M R において、磁気穂 2 2 0 が形成されるときに複合キャリア粒子 2 0 5 に加わる振動や、磁気穂 2 2 0 の揺動 (振動) などによって、複合キャリア粒子 2 0 5 に含まれる複合粒子 1 5 が磁性キャリア粒子 2 0 0 の表面から脱離して、集電箔 3 に向けて空中移動 (飛翔) する。そして、この複合粒子 1 5 は、集電箔 3 との間に働く静電気力 F s によって集電箔 3 の第 1 表面 3 b に引きつけられて、集電箔 3 の第 1 表面 3 b に付着 (吸着) する (図 1 及び図 5 参照)。これにより、集電箔 3 の第 1 表面 3 b 上には、複合粒子 1 5 (活物質粒子 1 1 とバインダ粒子 1 3) が堆積した活物質層 5 が連続して形成される。なお、マグネットロール 1 4 0 の外周面 1 4 0 m に磁気吸着している磁性キャリア粒子 2 0 0 は、そのまま外周面 1 4 0 m 上に残る。

【 0 0 4 0 】

その後、マグネットロール 1 4 0 の外周面 1 4 0 m に吸着したまま残った磁性キャリア

10

20

30

40

50

粒子 200 は、マグネットロール 140 の回転に伴って反時計回りに下方に移動する。そして、S 極同士が隣り合う第 2 磁石 143 S1 と第 3 磁石 143 S2 との境界部 140 m q (図 4 参照) で、外周面 140 m から剥がれ落ち、粒子混合部 120 の収容部 121 b 内に戻る。その後、この磁性キャリア粒子 200 は、粒子混合部 120 において複合粒子 15 と混合され、新たな複合粒子 15 が付着して複合キャリア粒子 205 を形成する。このようにして、帯状の集電箔 3 と、集電箔 3 の第 1 表面 3 b 上に形成された活物質層 5 とを備える電極シート 1 (図 6 参照) が作製される。

【0041】

続いて、上述のようにして、活物質層形成装置 103 によって作製されて搬送される電極シート 1 (集電箔 3 上に活物質層 5 が形成されたシート) を、ロールプレス装置 105 によってホットロールプレスする。これにより、集電箔 3 上の活物質層 5 が圧密化されると共に、活物質層 5 中のバインダ粒子 13 が軟化 (または熔融) して結着作用を生じる。これにより、活物質層 5 中の活物質粒子 11 同士がバインダ粒子 13 によって結着すると共に、活物質層 5 がバインダ粒子 13 によって集電箔 3 に結着した電極シート 1 (図 6 参照) が作製される。この電極シート 1 は、例えば、リチウムイオン二次電池の電極シート (負極シートまたは正極シート) として用いることができる。また、本実施形態では、集電箔 3 の第 1 表面 3 b のみに活物質層 5 を形成したが、第 2 表面 3 c にも活物質層 5 を形成するようにしても良い。

【0042】

ところで、従来の活物質層形成装置では、複合キャリア粒子 205 がマグネットロール 140 によって搬送されて第 2 間隙 K2 (マグネットロール 140 の外周面 140 m とスキージとの間隙) を通過した後、当該複合キャリア粒子 205 を構成する磁性キャリア粒子 200 の表面から複合粒子 15 が脱落し、スキージ上に落下して、スキージ上に堆積してしまうことがあった。スキージ上に堆積した複合粒子 15 は、活物質層 5 の形成に寄与しないので、スキージ上に堆積する複合粒子 15 が増えるほど、歩留まりが低下することになる。

【0043】

これに対し、本実施形態の活物質層形成装置 103 では、スキージ 127 が、当該スキージ 127 上に落下した複合粒子 15 を粒子混合部 120 へ戻す構造を有する。具体的には、スキージ 127 の上面 (上側を向く面) が、マグネットロール 140 側 (図 1 において左側) とは反対側 (図 1 において右側) を向く傾斜面 127 b (下方に向かうにしたがってマグネットロール 140 から遠ざかる形態の傾斜面 127 b) とされている。この傾斜面 127 b の傾斜角度 θ は、図 2 に示すように、複合粒子 15 (複合粒子 15 が堆積した堆積物) の安息角よりも大きい。なお、傾斜面 127 b の傾斜角度 θ とは、傾斜面 127 b が水平面 HL となす角度のうち小さい方の角度である (図 2 参照)。本実施形態では、スキージ 127 (スキージブレード) の平面状の上面が、マグネットロール 140 側とは反対側を向いて水平面 HL に対して角度 θ をなすように、平板形状のスキージ 127 を斜めに取り付けている。なお、本実施形態の複合粒子 15 (複合粒子 15 が堆積した堆積物) の安息角は約 50° であり、傾斜面 127 b の傾斜角度 θ は 60° である。

【0044】

このようなスキージ 127 を備える活物質層形成装置 103 では、図 3 に示すように、スキージ 127 の傾斜面 127 b 上に落下した複合粒子 15 は、スキージ 127 の傾斜面 127 b を滑り落ち、第 4 間隙 K4 を通って下方に落下し、スキージ 127 の下方に位置する粒子混合部 120 に戻る。すなわち、本実施形態の活物質層形成装置 103 では、「スキージ 127 上に落下した複合粒子 15 を粒子混合部 120 へ戻す構造」として、「傾斜面 127 b」を有する。これにより、本実施形態の活物質層形成装置 103 では、スキージ 127 上に堆積して活物質層 5 の形成に寄与しなくなる複合粒子 15 の量を低減することができるので、歩留まりを向上させることができる。

【0045】

< 実施例 1 と比較例 1 >

10

20

30

40

50

実施例 1 として、前述の活物質層形成装置 103 を用いて、長さ 1 m の電極シート 1 を作製した。なお、本実施例 1 では、粒子混合部 120 (収容部 121b) に、250 g の磁性キャリア粒子 200 と 26.5 g の複合粒子 15 を収容して、電極シート 1 の作製を開始している。また、比較例 1 として、実施例 1 の活物質層形成装置 103 と比較して、スキージ 127 の取り付け角度のみが異なる活物質層形成装置を用いて、長さ 1 m の電極シート 1 を作製した。その後、スキージ 127 上に堆積した複合粒子 15 の量を調査した。この比較例 1 では、スキージ 127 の上面を水平にしている。

【0046】

実施例 1 と比較例 1 について、長さ 1 m の電極シート 1 を作製した後、スキージ 127 上に堆積した複合粒子 15 の量を調査した。比較例 1 では、約 0.9 g の複合粒子 15 がスキージ 127 上に堆積していた。すなわち、粒子混合部 120 (収容部 121b) に収容した複合粒子 15 の約 3.4 % が、スキージ 127 上に堆積していた。

10

【0047】

一方、実施例 1 では、スキージ 127 上に複合粒子 15 が存在せず、粒子混合部 120 (収容部 121b) に残存する複合粒子 15 の量が、比較例 1 に比べて、比較例 1 のスキージ 127 上に堆積した複合粒子 15 の量だけ多かった。すなわち、実施例 1 では、スキージ 127 の傾斜面 127b 上に落下した複合粒子 15 が、スキージ 127 の傾斜面 127b を滑り落ちて、スキージ 127 の下方に位置する粒子混合部 120 に戻った。以上の結果より、本実施形態の活物質層形成装置 103 では、スキージ 127 上に堆積して活物質層 5 の形成に寄与しなくなる複合粒子 15 の量を低減することができるので、歩留まりを向上させることができるといえる。

20

【0048】

<変形形態>

本変形形態の活物質層形成装置 303 は、実施形態の活物質層形成装置 103 と比較して、スキージ 327 のみが異なり、その他は同様である (図 7 参照)。本変形形態のスキージ 327 は、図 7 に示すように、ロールからなるスキージロール 327 である。このスキージロール 327 は、粒子混合部 120 の上方においてマグネットロール 140 に平行に配置され、マグネットロール 140 の回転方向とは逆方向に回転する構造を有する。詳細には、スキージロール 327 は、マグネットロール 140 の外周面 140m に対して第 2 間隙 K2 を空けてマグネットロール 140 の側方に配置されると共に、箱体 121 の上方側壁部 121c に対して第 4 間隙 K4 を空けて上方側壁部 121c の側方に配置されている (図 7 参照)。

30

【0049】

このスキージロール 327 は、マグネットロール 140 の外周面 140m に磁気吸着して第 1 間隙 K1 (成膜領域 MR) に向かって搬送される複合キャリア粒子 205 からなる複合キャリア粒子層 210 を均して、複合キャリア粒子層 210 の厚みを第 2 間隙 K2 の寸法に調整する (図 8 参照)。なお、スキージロール 327 の周速は、マグネットロール 140 の周速よりも速い。

【0050】

さらに、このようなスキージロール 327 を備える活物質層形成装置 303 では、図 8 に示すように、スキージロール 327 の外周面 327b 上に落下した複合粒子 15 が、スキージロール 327 の回転によって、第 4 間隙 K4 を通ってスキージロール 327 の外周面 327b から下方に落ちて、粒子混合部 120 に戻る。すなわち、本変形形態の活物質層形成装置 303 では、「スキージ 327 上に落下した複合粒子 15 を粒子混合部 120 へ戻す構造」として、「スキージロール 327 (スキージロール 327 が回転する構造)」を有する。これにより、本変形形態の活物質層形成装置 303 では、スキージ 327 上に堆積して活物質層 5 の形成に寄与しなくなる複合粒子 15 の量を低減することができるので、歩留まりを向上させることができる。

40

【0051】

以上において、本発明を実施形態及び変形形態に即して説明したが、本発明は前記実施

50

形態等に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることは言うまでもない。例えば、実施形態では、複合粒子として、活物質粒子 1 1 と、活物質粒子 1 1 の表面に結合したバインダ粒子 1 3 とからなる複合粒子 1 5 を用いたが、活物質粒子と、活物質粒子の表面に結合したバインダ粒子及び導電粒子とからなる複合粒子を用いるようにしても良い。

【符号の説明】

【 0 0 5 2 】

1	電極シート	
3	集電箔	
5	活物質層	10
1 1	活物質粒子	
1 3	バインダ粒子	
1 5	複合粒子	
1 0 3	活物質層形成装置	
1 2 0	粒子混合部	
1 2 7	スキージ（スキージブレード）	
3 2 7	スキージロール（スキージ）	
1 3 0	バックアップロール	
1 4 0	マグネットロール	
1 5 0	直流電源	20
2 0 0	磁性キャリア粒子	
2 0 5	複合キャリア粒子	

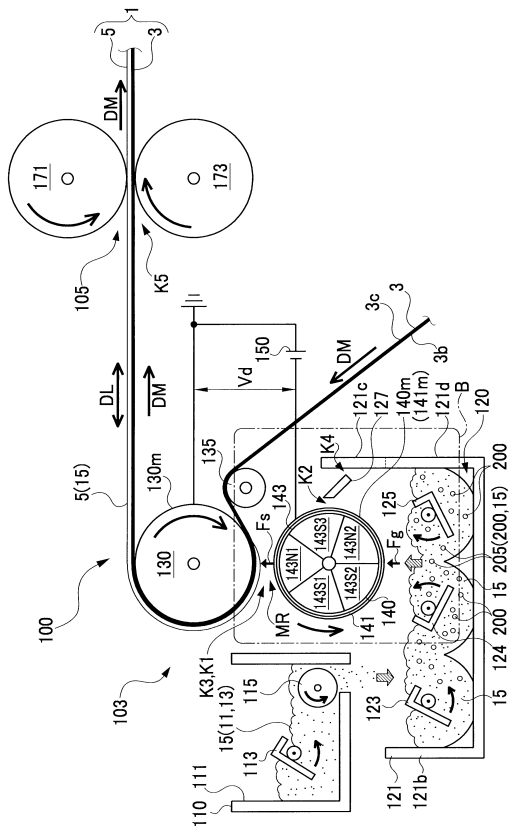
30

40

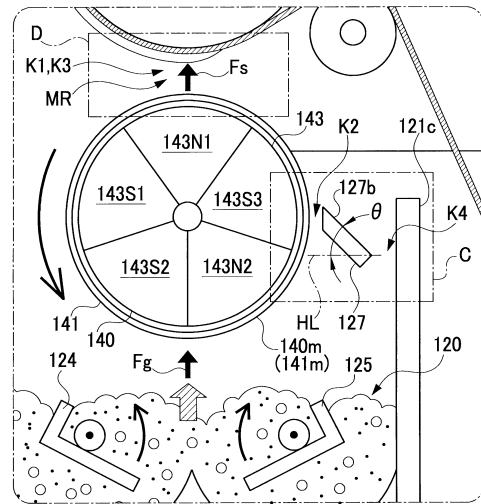
50

【図面】

【 図 1 】



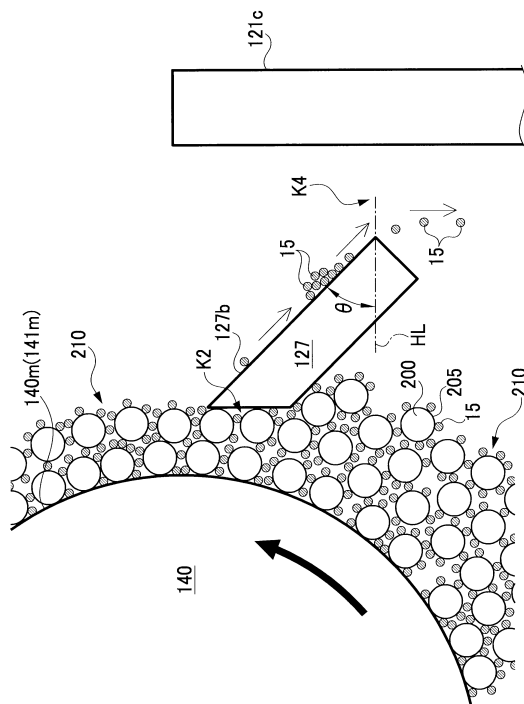
【 図 2 】



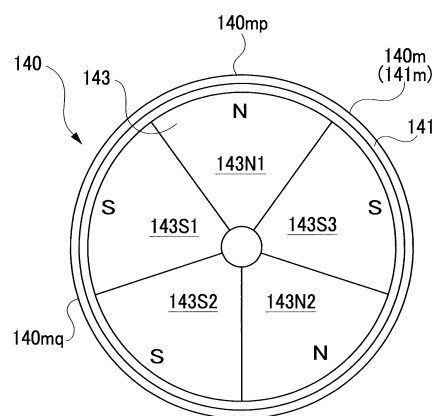
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

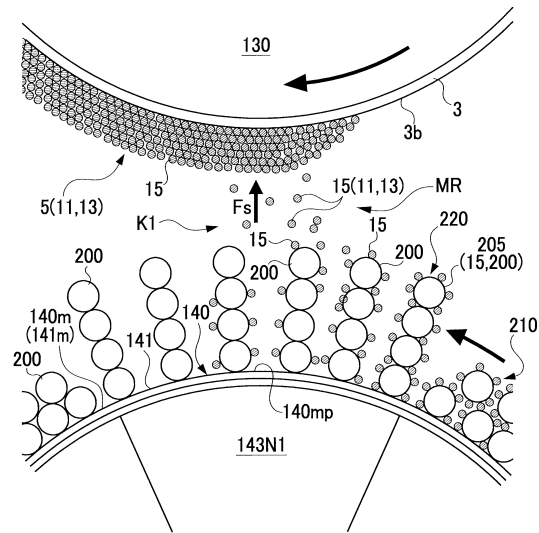


30

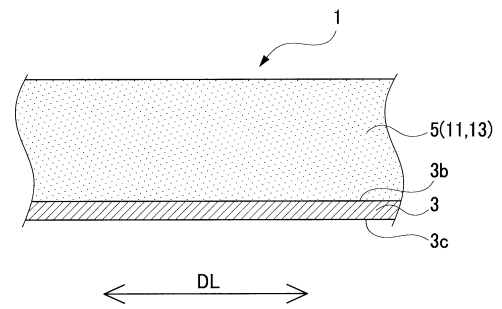
40

50

【 図 5 】



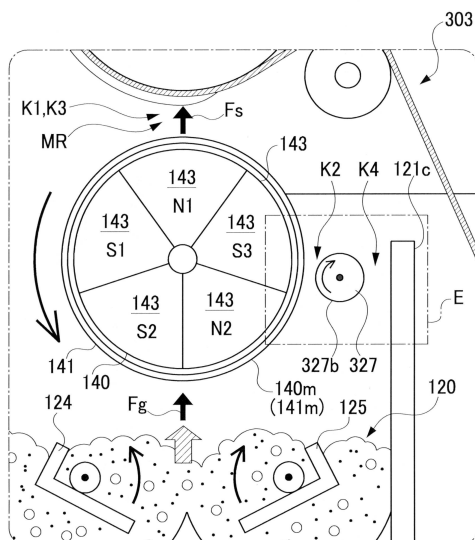
【 図 6 】



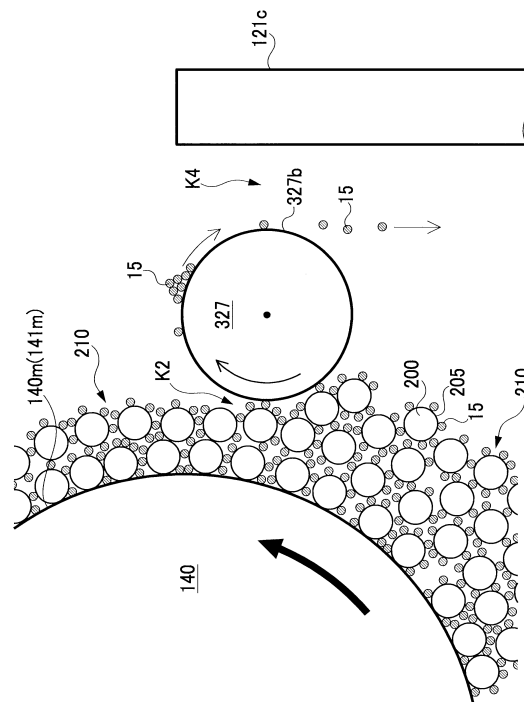
10

20

【圖 7】



【 図 8 】



30

40

フロントページの続き

プライムプラネットエナジー & ソリューションズ株式会社内

(72)発明者 大久保 壮吉

東京都中央区日本橋室町二丁目3番1号 プライムプラネットエナジー & ソリューションズ株式会社内

(72)発明者 嶋崎 汀

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 松山 美由紀

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 井原 純

(56)参考文献

特開2020-113481(JP,A)

特開2020-149862(JP,A)

特開2011-222296(JP,A)

特開2013-215688(JP,A)

特開2020-092020(JP,A)

特開2020-087695(JP,A)

特開2019-137060(JP,A)

特開2016-182579(JP,A)

特開2014-117677(JP,A)

特開平07-320262(JP,A)

特開昭48-066138(JP,A)

実開平01-095277(JP,U)

米国特許出願公開第2011/0135836(US,A1)

米国特許出願公開第2006/0150902(US,A1)

米国特許第03437074(US,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01M 4/00-4/62

B05C 1/00-3/20