

(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2017-162803

(P2017-162803A)

(43) 公開日 平成29年9月14日(2017.9.14)

(51) Int.Cl.
H01M 2/14 (2006.01)F1
H01M 2/14テーマコード (参考)
5H021

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2017-33721 (P2017-33721)
 (22) 出願日 平成29年2月24日 (2017.2.24)
 (31) 優先権主張番号 特願2016-44567 (P2016-44567)
 (32) 優先日 平成28年3月8日 (2016.3.8)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000002093
 住友化学株式会社
 東京都中央区新川二丁目27番1号
 (74) 代理人 100127498
 弁理士 長谷川 和哉
 (74) 代理人 100146329
 弁理士 鶴田 健太郎
 (72) 発明者 芝 竜太郎
 愛媛県新居浜市大江町1番1号 住友化学
 株式会社内
 (72) 発明者 印南 年基
 愛媛県新居浜市大江町1番1号 住友化学
 株式会社内
 Fターム(参考) 5H021 BB04 BB12 BB19 CC03 CC04
 EE21 EE22 EE23 HH06

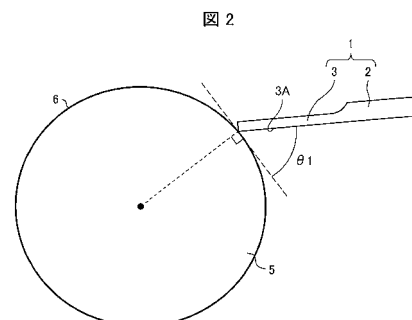
(54) 【発明の名称】 ドクターブレード、塗工装置及び積層セパレータの製造方法

(57) 【要約】

【課題】塗液に含まれるフィラーによるドクターブレードの削れの発生を防止する。

【解決手段】走行するセパレータにフィラーを含む塗液を塗工するための塗工ローラ(5)の周面(6)上の塗液を掻き落とすドクターブレード(1)の表面が超高分子量子ポリエチレンにより形成されている。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

走行する電池部材にフィラーを含む塗液を塗工するための塗工ローラの周面上の塗液を掻き落とすドクターブレードであって、

表面が非導電性材料により形成されていることを特徴とするドクターブレード。

【請求項 2】

前記非導電性材料が樹脂を含む請求項 1 に記載のドクターブレード。

【請求項 3】

前記樹脂が超高分子量ポリエチレンを含む請求項 2 に記載のドクターブレード。

【請求項 4】

前記ドクターブレードは、板状の基部と前記基部よりも薄く形成された板状の先端部とを含む段付形状を有する請求項 3 に記載のドクターブレード。

【請求項 5】

前記ドクターブレードは、板状の先端部を有し、

前記先端部は、前記塗工ローラの周面に圧接される圧接面を有し、

前記圧接面と前記先端部の表面との間のベベル角が 30° 以上 60° 未満である請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のドクターブレード。

【請求項 6】

前記先端部は、前記塗工ローラの周面に圧接される圧接面を有し、

前記圧接面と前記先端部の表面との間のベベル角が 30° 以上 60° 未満である請求項 4 に記載のドクターブレード。

【請求項 7】

前記電池部材がセパレータである請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のドクターブレード。

【請求項 8】

前記フィラーが無機フィラーである請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のドクターブレード。

【請求項 9】

前記フィラーのモース硬度が 4 以上である請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のドクターブレード。

【請求項 10】

前記フィラーが無機酸化物を含む請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載のドクターブレード。

【請求項 11】

走行する電池部材にフィラーを含む塗液を塗工するための塗工ローラと、

前記塗工ローラの周面上の塗液を掻き落とすドクターブレードとを備えた塗工装置であって、

前記ドクターブレードの表面が非導電性材料により形成されていることを特徴とする塗工装置。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の塗工装置を用いて塗液をセパレータに塗布し、塗布層を形成する工程を含むことを特徴とする積層セパレータの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、走行する電池部材にフィラーを含む塗液を塗工するための塗工ローラの周面上の塗液を掻き落とすドクターブレード、塗工装置及び積層セパレータの製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

10

20

30

40

50

リチウムイオン2次電池の耐熱層付セパレータの樹脂部を構成する樹脂原反に、アルミナ粉末と結着剤とを溶媒中に混合したペーストを塗布して耐熱層を形成するリバースグラビアロールの表面のペーストを除去するドクターブレードが、従来技術として知られている（特許文献1：図1～図5、[0030] [0032] [0038] [0039]）。この特許文献1に開示されたドクターブレードは、金属製の先端部を有している（特許文献1：[0039]）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第5742784号明細書（2015年5月15日登録）

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述のような従来技術では、セパレータに耐熱層を塗布するための塗液に、耐熱性を向上させるための硬質のフィラー（アルミナ等）が含まれている。このため、当該塗液に含まれるフィラーにより、ドクターブレードの金属製の先端部が削れてしまうという問題がある。削れた金属製の摩耗粉は、セパレータに混入するため、電池を作成したときに導電異物として短絡の原因となる。

【0005】

本発明は、前記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、塗液に含まれるフィラーによって表面が削れても金属製の摩耗粉が導電異物とならないドクターブレード、塗工装置及び積層セパレータの製造方法を実現することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明に係るドクターブレードは、走行する電池部材にフィラーを含む塗液を塗工するための塗工ローラの周面上の塗液を掻き落とすドクターブレードであって、表面が非導電性材料により形成されていることを特徴とする。

【0007】

この特徴によれば、ドクターブレードの表面が非導電性材料により形成されるので、塗液に含まれるフィラーによってドクターブレードが削れても、導電異物となる摩耗粉が発生しない。

30

【0008】

本発明に係るドクターブレードは、前記非導電性材料が樹脂を含むことが好ましい。

【0009】

上記構成により、ドクターブレードの表面が樹脂により形成されるので欠けにくく、塗液に含まれるフィラーによるドクターブレードの削れの発生を効果的に防止することができる。また削れた場合にも樹脂の摩耗粉は粗大粒にならない傾向がある。さらに、ドクターブレードの表面が樹脂により形成されるので弾力性があり、ドクターブレードのグラビアロールの表面への密着性が向上し、効果的に塗液を掻き落とすことが出来る。

【0010】

40

本発明に係るドクターブレードは、前記樹脂が超高分子量ポリエチレンを含むことが好ましい。

【0011】

上記構成により、ドクターブレードの表面が超高分子量ポリエチレンにより形成されるので耐久性が高く、塗液に含まれるフィラーによるドクターブレードの削れの発生をより一層効果的に防止することができる。また、超高分子量ポリエチレンはセパレータの原料として使用されるため、削れて混入した超高分子量ポリエチレンの摩耗粉は電池内で安定的に存在し、電池反応を阻害しない。

【0012】

本発明に係るドクターブレードは、板状の基部と前記基部よりも薄く形成された板状の

50

先端部とを含む段付形状を有することが好ましい。

【0013】

上記構成により、電池部材にフィラーを含む塗液を塗工するための塗工ローラの周面上の塗液を掻き落とすドクターブレードの塗工長を伸ばして、ドクターブレードの交換頻度を低減することができる。

【0014】

本発明に係るドクターブレードは、板状の先端部を有し、前記先端部は、前記塗工ローラの周面に圧接される圧接面を有し、前記圧接面と前記先端部の表面との間のベベル角が 30° 以上 60° 未満であることが好ましい。

【0015】

上記構成により、電池部材にフィラーを含む塗液を塗工するための塗工ローラの周面上の塗液を掻き落とすドクターブレードの塗工長を伸ばして、ドクターブレードの交換頻度を低減することができる。

【0016】

本発明に係るドクターブレードは、前記先端部は、前記塗工ローラの周面に圧接される圧接面を有し、前記圧接面と前記先端部の表面との間のベベル角が 30° 以上 60° 未満であることが好ましい。

【0017】

上記構成により、電池部材にフィラーを含む塗液を塗工するための塗工ローラの周面上の塗液を掻き落とすドクターブレードの塗工長を伸ばして、ドクターブレードの交換頻度を低減することができる。

【0018】

本発明に係るドクターブレードは、前記電池部材がセパレータであることが好ましい。

【0019】

上記構成により、セパレータにフィラーを含む塗液を塗工するための塗工ローラの周面上の塗液を掻き落とすドクターブレードのフィラーを含む塗液による削れを防止することができる。

【0020】

本発明に係るドクターブレードは、前記フィラーが無機フィラーであることが好ましい。

【0021】

上記構成によれば、無機フィラーは耐熱性を有するので、セパレータの基材フィルムが溶融した後も正極と負極とを絶縁し続けることができる。

【0022】

本発明に係るドクターブレードは、前記フィラーのモース硬度が4以上であることが好ましい。

【0023】

上記構成により、フィラーが一定以上の硬度を有するので、電池の圧縮等の外力による変形、破砕が防止される。

【0024】

本発明に係るドクターブレードは、前記フィラーが無機酸化物を含むことが好ましい。

【0025】

上記構成により、セパレータの耐熱層の耐熱性及び化学的安定性が良好になる。

【0026】

上記の課題を解決するために、本発明に係る塗工装置は、走行する電池部材にフィラーを含む塗液を塗工するための塗工ローラと、前記塗工ローラの周面上の塗液を掻き落とすドクターブレードとを備えた塗工装置であって、前記ドクターブレードの表面が非導電性材料により形成されていることを特徴とする。

【0027】

上記の課題を解決するために、本発明に係る積層セパレータの製造方法は、本発明に係

10

20

30

40

50

る塗工装置を用いて塗液をセパレータに塗布し、塗布層を形成する工程を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0028】

本発明は、削れた摩耗粉が短絡等の電池の不具合原因とならないドクターブレード、塗工装置及び積層セパレータの製造方法を実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】実施形態1に係る塗工装置の構成を模式的に示す図である。

【図2】上記塗工装置に設けられたドクターブレードの構成を説明するための図である。

【図3】上記ドクターブレードの先端部の構成を示す図である。

【図4】上記ドクターブレードにより塗液を掻き落とされた塗工ローラの表面状態を示す写真であり、(a)は掻き落とし状態が不良である表面状態を示し、(b)は掻き落とし状態が良好である表面状態を示す。

【図5】上記ドクターブレードにより塗液を掻き落とされた塗工ローラにより塗布されたセパレータを巻き取った巻取り原反の表面状態を示す写真であり、(a)は塗布状態が不良である表面状態を示し、(b)は塗布状態が良好である表面状態を示す。

【図6】上記ドクターブレードの刃先形状を示す図であり、(a)はストレート形状を示し、(b)は段付形状を示し、(c)はテーバー形状を示す。

【図7】(a)(b)(c)は、上記ドクターブレードの先端部と塗工ローラの表面との間の接触状態を示す図である。

【図8】(a)(b)は、上記ドクターブレードの先端部と塗工ローラの表面との間の接触角度を説明するための図である。

【図9】(a)は上記ドクターブレードの先端部と塗工ローラの表面との間の接触角度を説明するための模式図であり、(b)は上記ドクターブレードの先端部と他の塗工ローラの表面との間の接触角度を説明するための模式図であり、(c)は接触角度の相異を説明するための模式図である。

【図10】各ドクターブレードを用いた時に、良好な掻き落とし状態を維持しながら塗工できた塗工長を示すグラフである。

【図11】(a)は、塗工時の塗工ローラの周面のドクターブレードによる掻き落とし不良を示す写真であり、(b)は塗工後の巻取り原反の弛みシワを示す写真である。

【図12】セパレータの塗工層目付量測定のためのサンプリング方法を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。

【0031】

(実施形態1)

(塗工装置10の構成)

図1は、実施形態1に係る塗工装置10の構成を模式的に示す図である。塗工装置10は、搬送ローラR1・R2により搬送されて走行するセパレータ9(電池部材)に、容器7に収容された塗液8を塗布する。

【0032】

塗工装置10は、塗液8に浸された塗工ローラ5を備えている。塗工ローラ5は、グラビアロールを構成し、走行するセパレータ9に接触しながら回転して、セパレータ9に塗液8を塗布する。セパレータ9に塗布された塗液8はセパレータ9に塗布層(耐熱層)を形成する。セパレータ9に塗布層が形成されることで積層セパレータが得られる。

【0033】

(塗液8の構成)

塗液8は、セパレータ9の耐熱性を向上させるためのフィラーを含む。セパレータ9の

10

20

30

40

50

耐熱層を形成する塗液 8 に含まれるフィラーは、電池用セパレータとして用いたときに、電池の圧縮等の外力によって変形、破碎しないように一定以上の硬度が必要である。また、セパレータ 9 の基材フィルムが溶融した後も正極と負極とを絶縁し続ける必要があるため、フィラーは耐熱性も必要である。上記特性を満たす材質として、フィラーには無機フィラー（無機微粒子）が用いられることが好ましい。

【0034】

無機フィラーの硬度は、モース硬度で好ましくは 4 以上、より好ましくは 5 以上、さらに好ましくは 6 以上、最も好ましくは 7 以上である。上記モース硬度を示す無機フィラーとしては、例えば蛍石（モース硬度 4）、チタン酸バリウム（モース硬度 4.5）、燐灰石（モース硬度 5）、ガラス（モース硬度 5）、正長石（モース硬度 6）、焼成カオリン（モース硬度 6）、マグネシア（モース硬度 6.5）、シリカ（モース硬度 7）、ジルコニア（モース硬度 7）、チタニア（モース硬度 7.5）、アルミナ（モース硬度 9）などが挙げられる。なお、これらの無機フィラーは、単独あるいは 2 種以上を混合して用いることができる。モース硬度が 4 未満の無機フィラーと 4 以上の無機フィラーとを混合して用いることもできる。

10

【0035】

無機フィラーとしては、これらの中でも耐熱性および化学的安定性の観点から、無機酸化物が好ましく、シリカ、ジルコニア、チタニア、アルミナがより好ましく、アルミナが特に好ましい。なお、これらの無機フィラーは、単独あるいは 2 種以上を混合して用いることができる。

20

【0036】

（ドクターブレード 1 の構成）

塗工装置 10 には、ドクターブレード 1 が設けられている。ドクターブレード 1 は、塗工ローラ 5 の周面 6 上の塗液 8 を掻き落とす。

【0037】

図 2 は、塗工装置 10 に設けられたドクターブレード 1 の構成を説明するための図である。図 3 は、ドクターブレード 1 の先端部 3 の構成を示す図である。

【0038】

ドクターブレード 1 は、板状の基部 2 と基部 2 よりも薄く形成された板状の先端部 3 とを含む段付形状（以降、当該形状を「段付」ということがある。）を有している。先端部 3 は、塗工ローラ 5 の周面 6 に圧接される圧接面 4 を有している。圧接面 4 と先端部 3 の表面 3A との間のベベル角 $\theta 2$ は 30° 以上 60° 未満であることが好ましく、 40° 以上 50° 以下であることがより好ましい。ドクターブレード 1 の先端部 3 が塗工ローラ 5 の周面 6 に接触する接触点における接線とドクターブレード 1 の先端部 3 の表面 3A との間の接触角度 $\theta 1$ は $60^\circ \pm 10^\circ$ である。

30

【0039】

ドクターブレード 1 の表面は、非導電性材料により形成されている。これにより、塗工ローラ 5 の周面 6 にドクターブレード 1 の表面の非導電性材料が圧接される。従って、塗工ローラ 5 の周面 6 上の塗液 8 に含まれるフィラーによるドクターブレード 1 の削れによって発生する摩耗粉は導電性を有さない。

40

【0040】

ドクターブレード 1 は、少なくとも表面が非導電性材料により被覆されていればよい。また、ドクターブレード 1 の少なくとも先端部 3 の表面が非導電性材料により形成されていればよい。

【0041】

ドクターブレード 1 の表面を被覆する非導電性材料は、 0.5 mm 以上の厚みを有することが好ましい。上記被覆する非導電性材料の厚みが 0.5 mm 未満であると、ドクターブレード 1 の表面の削れにより内部の材質が露出してしまう恐れがある。

【0042】

ドクターブレード 1 の表面の非導電性材料は、樹脂を含むことが好ましい。上記非導電

50

性材料はセラミックスを含んでもよい。セラミックスとしては金属酸化物、金属水酸化物、金属炭酸塩、金属炭化物、金属窒化物、非晶質炭素（ダイヤモンドライクカーボン）等が好ましい。これらの中でも耐摩耗性および化学的安定性の観点から、金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物、非晶質炭素が好ましく、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化イットリウム、窒化チタン、炭窒化チタン、窒化チタンアルミ、窒化クロム、炭化チタン、炭化ケイ素、ダイヤモンドライクカーボンがより好ましい。なお、これらのセラミックスの硬度は、塗工ローラ5の摩耗を抑えることが出来るため、塗工ローラ5の表面と同等もしくは塗工ローラ5の表面よりも柔らかいことが好ましい。

【0043】

10

ドクターブレード1の表面の樹脂は、超高分子量ポリエチレン（UHPE（Ultra High Molecular Weight Polyethylene））を含むことが好ましい。上記樹脂はポリエステルを含んでもよい。

【0044】

ドクターブレード1は、非導電性材料からなることが好ましく、樹脂、セラミック、または、樹脂とセラミックの混合物からなることが好ましい。

【0045】

ドクターブレード1は塗工ローラ5上の塗液8を均一に掻き落とす必要があるため、ドクターブレード1の少なくとも先端部3は、塗工ローラ5の周面6に圧接されるときに撓むことが可能な曲げ弾性を有する材料から成ることが好ましい。

20

【0046】

（ドクターブレード1の耐久性）

図4は、ドクターブレード1により塗液8を掻き落とされた塗工ローラ5の表面状態を示す写真であり、（a）は掻き落とし状態が不良である表面状態を示し、（b）は掻き落とし状態が良好である表面状態を示す。

【0047】

セパレータ9への塗工ローラ5による塗液8の塗工長が長くなると、図4（a）のA部に示すように、ドクターブレード1による塗工ローラ5上の塗液8の掻き落とし状態が悪化する。比較的短い塗工長で掻き落とし状態が悪化すると、耐久性の低いドクターブレード1の交換頻度が多くなり、塗工装置10の稼働率が低下してしまうという問題が生じる。このため、ドクターブレード1の材質及び刃先形状は、塗工ローラ5上の塗液8の掻き落とし状態及びドクターブレード1の使用可能な塗工長（耐久性）を考慮して選定する必要がある。

30

【0048】

以下、ドクターブレード1による塗工ローラ5上の塗液8の掻き落とし状態が悪化したときまでに塗工ローラ5で塗液8を塗工した長さを「塗工長」という。

【0049】

図5は、ドクターブレード1により塗液8を掻き落とされた塗工ローラ5により塗布されたセパレータ9を巻き取った巻取り原反の表面状態を示す写真であり、（a）は塗布状態が不良である表面状態を示し、（b）は塗布状態が良好である表面状態を示す。

40

【0050】

図5（a）は、図4（a）に示す掻き落とし状態が不良である表面状態の塗工ローラ5に対応する巻取り原反の表面状態を示しており、B部に示すように巻取り原反の表面に皺が発生している。

【0051】

走行する電池部材にフィラーを含む塗液を塗工するための塗工ローラの周面上の塗液の良好な掻き落とし状態を維持した長距離塗工という課題を解決するために本発明者らは、ドクターブレード1の表面を非導電性材料により形成することに想到した。非導電性材料は樹脂とセラミックスとを含む。

【0052】

50

(ドクターブレード 1 の設備条件及び刃先形状の検討)

ドクターブレード 1 の表面の材質として、本発明者らは特に樹脂に着目し、超高分子量ポリエチレン (UHPE、ブレード名称：メイラー)、ポリエステル (ブレード名称：マニーベール)、及びポリアセタール (ブレード名称：P S) についてドクターブレード 1 の設備条件及び刃先形状を検討した。

【0053】

図 6 はドクターブレード 1 の刃先形状を示す図であり、(a) はストレート形状を示し、(b) は段付形状を示し、(c) はテーパ形状を示す。ストレート形状は、図 6 (a) に示すようにドクターブレード 1 の板状の基部 2 と先端部 3 とが同じ厚みで形成された形状を意味する。段付形状は、図 6 (b) に示すようにドクターブレード 1 の板状の基部 2 と基部 2 よりも薄く形成された板状の先端部 3 とを含む形状を意味する。テーパ形状は、図 6 (c) に示すようにドクターブレード 1 の先端部 3 が先端に近づく程薄くなる形状を意味する。

【0054】

【表 1】

	ブレード名称	材質
No.30	PS	ポリアセタール
No.9	マニーベール	ポリエステル
No.15	メイラー	UHPE

【0055】

まず、(表 2) に示すように、表面をメイラーで形成したドクターブレード 1 について、ブレード距離、ブレード押圧を検討する実験を実施した。ドクターブレード 1 の刃先形状はストレートであり、ベベル角 $\theta 2$ は 50° であった。ブレード距離は、塗工ローラ 5 の周面 6 に圧接されるドクターブレード 1 の先端部 3 が撓んでいる距離を示す。例えば、ブレード距離 0 mm は、塗工ローラ 5 の周面 6 に圧接されるドクターブレード 1 の先端部 3 に撓みが観察されず、塗工ローラ 5 に接触するドクターブレード 1 が真っ直ぐな状態を示す。また、例えば、ブレード距離 9 mm は、ドクターブレード 1 の先端から 9 mm の部分に撓みが観察される状態を意味する。ブレード押圧は、ドクターブレード 1 の先端が塗工ローラ 5 の周面 6 を押す圧力を示す。(表 2) に示されるように、No. 9 のブレード距離 11 mm、ブレード押圧 0.03 MPa が、掻き落とし状態を良好に維持しながら塗工長が 12000 m となるメイラーの最適な設備条件であった。

【0056】

【表 2】

・メイラー(ストレート ベベル角50°)

	GRvsブレード距離	ブレード押圧	掻き落とし状態	塗工長
	mm	MPa		m
No.1	9	0	×	—
No.2		0.015	×	—
No.3		0.03	×	—
No.4	10	0	×	—
No.5		0.015	×	—
No.6		0.03	×	—
No.7	11	0	△	—
No.8		0.015	△	—
No.9		0.03	○	12,000

10

【0057】

そして、(表3)に示されるように、表面をマニーベールで形成したドクターブレード1について、ブレード距離、ブレード押圧を検討する実験を実施した。前述したメイラーによる実験と同様に、ドクターブレード1の刃先形状はストレートであり、ベベル角θ2は50°であった。(表3)に示されるように、No.15のブレード距離10.5mm、ブレード押圧0.04MPaが、掻き落とし状態を良好に維持しながら塗工長が6000mとなるマニーベールの最適な設備条件であった。

20

【0058】

【表 3】

・マニーベール(ストレート ベベル角50°)

	GRvsブレード距離	ブレード押圧	掻き落とし状態	塗工長
	mm	MPa		m
No.10	9	0.02	△	—
No.11		0.03	△	—
No.12		0.04	△	—
No.13	10.5	0.02	○	—
No.14		0.03	○	—
No.15		0.04	○	6,000

30

【0059】

図7(a)(b)(c)は、ドクターブレード1の先端部3と塗工ローラ5の周面6との間の接触状態を示す図である。ブレード押圧が低く、ブレード距離が短い条件では、図7(a)に示すように、ドクターブレード1の先端部3に形成された圧接面4の上端が塗工ローラ5の周面6と接触していると考えられる。一方、ブレード押圧が高く、ブレード距離が長い条件では、図7(c)に示すように、ドクターブレード1の先端部3に形成された圧接面4の下端が塗工ローラ5の周面6と接触していると考えられる。そして、ブレード押圧及びブレード距離が最適な条件では、図7(b)に示すように、ドクターブレード1の先端部3に形成された圧接面4の全体が塗工ローラ5の周面6と接触していると考えられる。

40

【0060】

図8(a)(b)は、ドクターブレード1の先端部3と塗工ローラ5の周面6との間の

50

接触角度を説明するための図である。

【0061】

塗工ローラ5の周面6に圧接されるドクターブレード1の先端部3は撓るため、先端からブレード距離だけ離れた位置と先端との間に撓みが発生する。ドクターブレード1の先端部3に上記撓みが発生した状態における接触角度 θ_4 は（図8（b））、撓みが発生していない設計上の接触角度 θ_3 （図8（a））よりも小さくなる。

【0062】

図9（a）はドクターブレード1の先端部と塗工ローラ5の表面との間の接触角度 θ_4 を説明するための模式図であり、（b）はドクターブレード1の先端部と他の塗工ローラ5Aの表面との間の接触角度 θ_5 を説明するための模式図であり、（c）は接触角度の相異を説明するための模式図である。

10

【0063】

ドクターブレード1の塗工ローラ5に対する接触角度は、ドクターブレード1が塗工ローラ5に接触する接点における接線L1に対するドクターブレード1の先端部のなす角度であり、設計上は 35° であるが、塗工ローラ5の表面に圧接されるドクターブレード1が撓るため、実際の接触角度 θ_4 は例えば 27° となり、設計上の値 35° よりも低くなる。

【0064】

このドクターブレード1を、塗工ローラ5とは直径の異なる他の塗工ローラ5Aに圧接すると、ドクターブレード1が塗工ローラ5Aに接触する接点における接線L2に対するドクターブレード1の先端部のなす接触角度 θ_5 は例えば 39° となり、塗工ローラ5に対する接触角度 θ_4 よりも大きくなる。

20

【0065】

このように、ドクターブレードの塗工ローラに対する接触角度は、塗工ローラの寸法に応じて異なる。そこで、ブレード距離、ブレード押圧を（表2）、（表3）に示すように設備条件として検討した。

【0066】

次に、（表2）に示されるNo. 9のブレード距離11mm、ブレード押圧0.03MPaのメイラーの最適な設備条件の下で、ドクターブレード1の刃先条件（刃先形状及びベベル角）を検討する実験を実施した。（表4）に示されるように、刃先形状は、ストレート、段付、テーパーのうち段付が最も良好であった。

30

【0067】

ベベル角が $30^\circ \sim 50^\circ$ では、ベベル角が大きい程、塗工長が伸びた。但し、ベベル角が 60° になると、掻き落とし状態が悪化した。後述するマニールでも同様の傾向が見られた。（表4）に示されるように、No. 21の刃先形状が段付でベベル角 50° が、掻き落とし状態を良好に維持しながら塗工長が30000mとなるメイラーの最適な刃先条件であった。

【0068】

【表 4】

・メイラー (GRvsブレード距離11mm、ブレード押圧0.03MPa)

	刃先形状	ベベル角	掻き落とし状態	塗工長
		度		m
No.16	ストレート	30	○	3,000
No.17		40	○	12,000
No.9		50	○	12,000
No.18		60	×	-
No.19	段付	30	○	5,000
No.20		40	○	22,000
No.21		50	○	30,000<
No.22	テーパー	0	×	-

10

【0069】

そして、(表3)に示されるNo.15のブレード距離10.5mm、ブレード押圧0.04MPaのマニーベールの最適な設備条件の下で、ドクターブレード1の刃先条件(刃先形状及びベベル角)を検討する実験を実施した。(表5)に示されるように、刃先形状は、ストレート、段付、テーパーのうちストレートが最も良好であった。刃先形状がストレートに条件において、前述したメイラーと同様に、ベベル角が60°になると、掻き落とし状態が悪化した。(表5)に示されるように、No.15の刃先形状がストレートでベベル角50°が、掻き落とし状態を良好に維持しながら塗工長が6000mとなるマニーベールの最適な刃先条件であった。

20

【0070】

【表 5】

・マニーベール

	刃先形状	ベベル角	掻き落とし状態	塗工長
		度		m
No.23	ストレート	30	○	6,000
No.24		40	○	5,000
No.15		50	○	6,000
No.25		60	×	-
No.26	段付	0	×	-
No.27	テーパー	0	△	-

30

【0071】

次に、表面の材質をポリアセタール(ブレード名称:PS)により形成したドクターブレード1について、刃先条件(刃先形状及びベベル角)を検討する実験を実施した。(表6)に示されるように、いずれの刃先条件においても掻き落とし状態が良好にならなかった。

40

【0072】

【表 6】

・PS

	刃先形状	ベベル角	掻き落とし状態	塗工長
		度		m
No.28	ストレート	30	△	-
No.29		40	△	-
No.30		50	△	-
No.31		60	×	-
No.32		0	×	-
No.33	段付	30	△	-
No.34		40	△	-
No.35		50	△	-
No.36		60	×	-
No.37	テーパー	0	×	-

10

【0073】

図10は、各ドクターブレードの塗工長を示すグラフである。ブレード距離10.5m、ブレード押圧0.04MPa、刃先形状ストレート、ベベル角50°のマニールに係る(表3)及び(表5)のNo.15のドクターブレードの塗工長は6000mである。

20

【0074】

これに対して、ブレード距離11mm、ブレード押圧0.03MPa、刃先形状段付、ベベル角40°のメイラーに係る(表2)及び(表4)のNo.20のドクターブレードの塗工長は、No.15の6000mに相当するレベルP1の約3.7倍に相当する22000mである。

【0075】

また、ベベル角を50°にしたメイラーに係る(表2)及び(表4)のNo.21のドクターブレードの塗工長は、No.15の6000mに相当するレベルP1の約5倍に相当する30000mであり、No.15に比べて飛躍的に増加した。

30

【0076】

【表 7】

各塗工長におけるMD方向目付変化(250m地点目付一測定点目付)

	5,000m	10,000m	15,000m	20,000m	25,000m	30,000m	最終地点目付変化	最終塗工長
	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	m
No.15	0.3	-	-	-	-	-	0.3	6,000
No.16	-	-	-	-	-	-	2.3	3,000
No.17	0.5	0.5	-	-	-	-	0.8	12,000
No.9	0.4	0.4	-	-	-	-	0.6	12,000
No.19	0.4	-	-	-	-	-	0.4	5,000
No.20	-0.1	-0.4	0.2	0.4	-	-	0.6	22,000
No.21	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4	0.4	30,000<

【0077】

10

20

30

40

【表 8】

各塗工長におけるTD方向目付バラツキ(最大目付-最小目付)

	250m	5,000m	10,000m	15,000m	20,000m	25,000m	30,000m	最終地点目付バラツキ	最終塗工長
	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	m
No.15	0.3	0.3	-	-	-	-	-	0.2	6,000
No.16	0.4	-	-	-	-	-	-	0.8	3,000
No.17	0.5	0.3	0.4	-	-	-	-	0.5	12,000
No.9	0.3	0.3	0.2	-	-	-	-	0.2	12,000
No.19	0.8	0.3	-	-	-	-	-	0.2	5,000
No.20	0.4	0.3	0.3	0.5	0.2	-	-	0.5	22,000
No.21	0.7	0.3	0.5	0.3	0.7	0.9	0.7	0.7	30,000<

【0078】

(表7)は各ドクターブレードのMD (Machine direction) 方向(長手方向)目付量の変化を示す表であり、(表8)は各ドクターブレードのTD (transverse direction) 方向(横断方向)目付量のバラツキの変化を示す表である。ここで、MD方向とは、製造におけるセパレータの走行方向を意味し、TD方向とは、セパレータのMD方向と厚み方

10

20

30

40

50

向とに対し略垂直である方向を意味する。

【0079】

実験はアルミナフィラーを含む塗液を満したパンに浸漬したグラビアロールに、規定の押し圧、角度でドクターブレードを押し当てた状態でグラビアロールを空運転し、ドクターブレードによる塗液の掻き落とし状態を目視観察した。

【0080】

図11(a)は、塗工時の塗工ローラ5の周面6のドクターブレードによる掻き落とし不良を示す写真であり、(b)は塗工後の巻取り原反11の弛みシワ12a・12bを示す写真である。掻き落とし不良は、図11(a)に示すように、塗液を掻き落とした後の塗工ローラ5の周面6に濃淡として現れる。領域Bにおける濃部13と淡部14との濃淡は通常時の濃淡を示す。領域R1における濃部13aと淡部14aとの濃淡、及び、領域R2における濃部13bと淡部14bとの濃淡は掻き落とし不良時の濃淡を示す。

10

【0081】

ドクターブレードが摩耗することにより、塗工ローラ5上のドーブに掻き落とし不良時の濃淡が発生する。これにより、目付が不均一になり、セパレータの巻取り原反11の弛みシワの発生原因となる。図11(b)には、巻取り原反11の表面の領域S1に発生した弛みシワ12a、領域S2に発生した弛みシワ12bを示している。

【0082】

図12は、セパレータ9の塗工層目付量測定のためのサンプリング方法を説明するための図である。

20

【0083】

塗工層目付量測定用のサンプルは、セパレータ9のMD方向の一端から250m地点を初期状態とし、250m地点および塗工長5000mに相当する運転ごと、または掻き落とし不良がみられた時点でセパレータ9のポリエチレン多孔質フィルムに塗液を塗布し、乾燥して作成した。図12に示す位置15a・15b・15cで8cm×8cmの大きさでサンプリングし、未塗工部分との目付差を算出した。塗工層目付W2は、塗工済み試験片の重量をW1(g)、同面積の未塗工ポリエチレン多孔質フィルム片の重量をW0(g)として、下記(式F1)から求めた。位置15aはセパレータ9のTD方向の中央の位置である。位置15bはセパレータ9のTD方向の一端から10cm内側の位置であり、位置15cはTD方向の他端から10cm内側の位置である。

30

【0084】

$$W2 = (W1 - W0) \div 64 \times 10000 \quad (\text{g/m}^2) \quad \dots \quad \text{式F1}$$

MD塗工目付の変化は、各測定点でサンプリングしたうちの中央部分の試験片目付を比較することで評価した。具体的には初期状態である250m地点の目付量から各測定点における中央部分の位置15aにおけるサンプルの目付量を減算した値である。結果を(表7)に示す。

【0085】

各測定点における目付量の面内バラツキは、各測定点において塗工幅で3点(中央部分の位置15a、フィルム両端からそれぞれ10cm内側部分の位置15b・15c)サンプリングした試験片の目付量の最大値と最小値の差で評価した。結果を(表8)に示す。

40

【0086】

生産時の実績に基づいて設定されるMD方向目付量の振れの許容上限は3g/m²である。MD方向目付量は、ドクターブレード1が摩耗するにつれて変化していくが、3g/m²以内であれば、自動制御を使って速度比を変動させることで目付量を一定に保つことができる。(表7)のNo. 21に示すように、刃先形状が段付でベベル角が50°のメイラーで構成されたドクターブレードは、最終地点のMD目付変化についてもレベル3g/m²よりもはるかに小さく非常に良好である。

【0087】

生産時の実績に基づいて設定されるTD方向目付量の振れの許容上限は1g/m²である。当該1g/m²は、セパレータ9の巻き取り外観に巻きズレ・弛みは無いように巻き

50

取ることができるTD方向目付量の値に対応する。(表8)のNo. 21に示すように、刃先形状が段付でベベル角が 50° のメイラーで構成されたドクターブレードは、最終地点のTD目付バラツキについても 1 g/m^2 よりも小さく良好である。

【0088】

本実施形態では、フィラーを含む塗液8を塗工ローラ5で塗布する対象として、セパレータ9を例に挙げたが、本発明はこれに限定されない。フィラーを含む塗液8を塗工ローラ5で塗布する対象は、電池部材であればよく、例えば、正極部材であってもよく、負極部材であってもよい。

【0089】

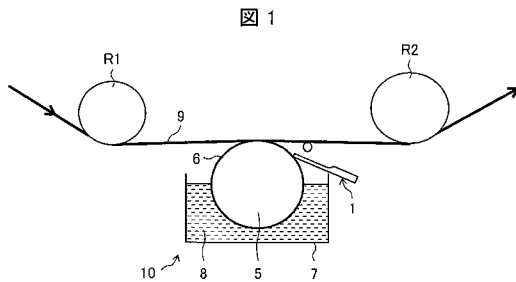
本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【符号の説明】

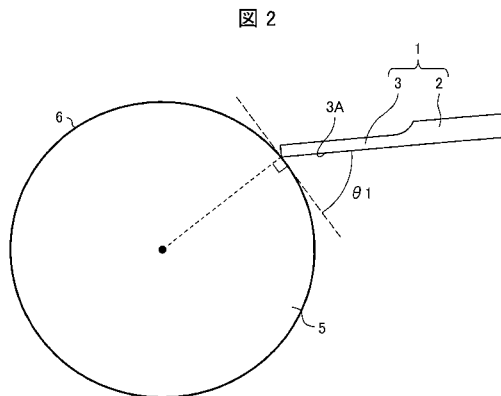
【0090】

- 1 ドクターブレード
- 2 基部
- 3 先端部
- 3A 表面
- 4 圧接面
- 5 塗工ローラ
- 6 周面
- 9 セパレータ (積層セパレータ)
- $\theta 2$ ベベル角

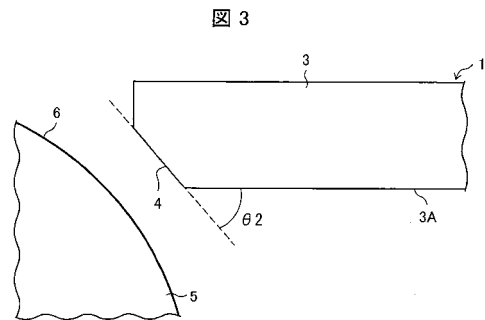
【図1】



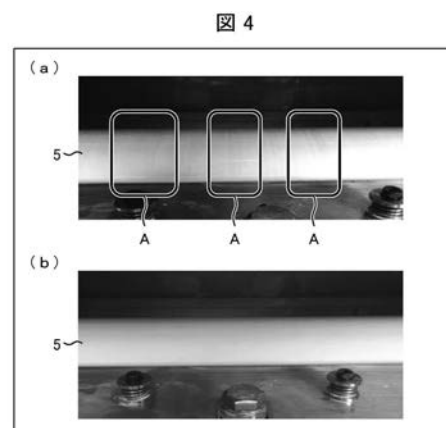
【図2】



【図3】

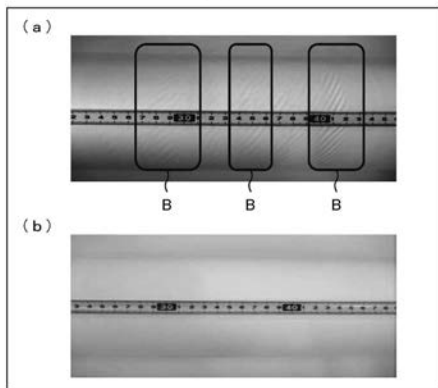


【図4】



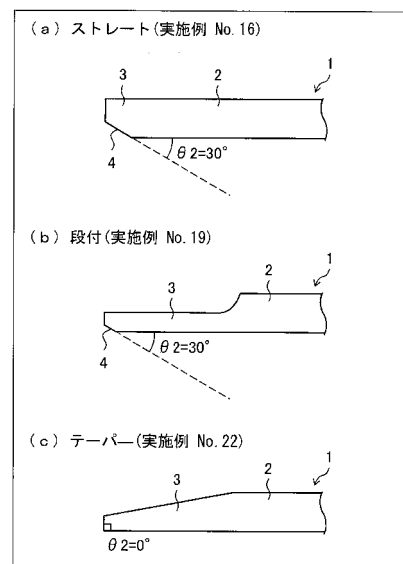
【図 5】

図 5



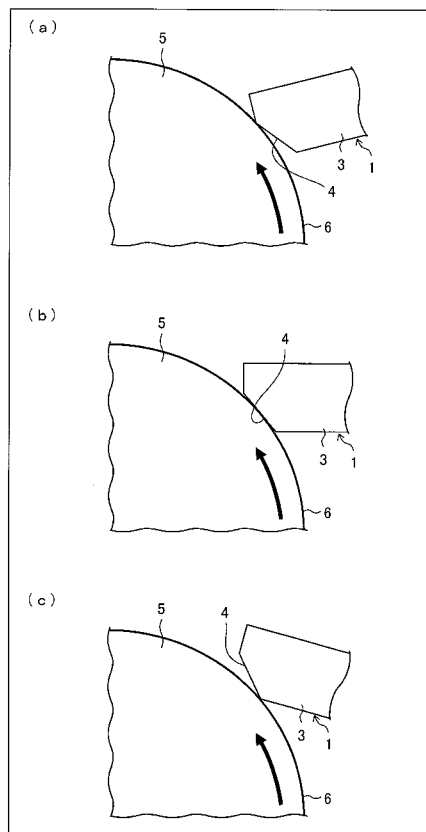
【図 6】

図 6



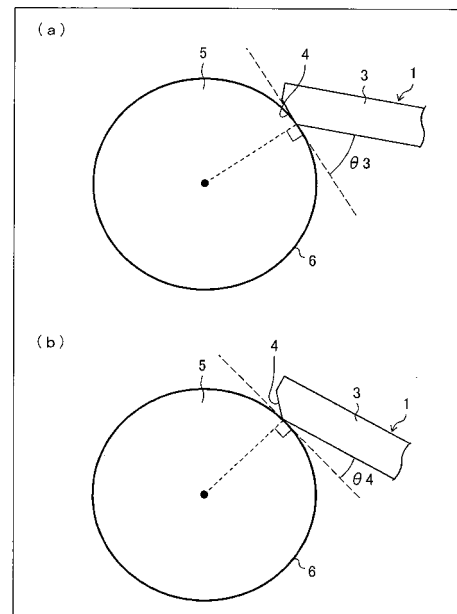
【図 7】

図 7



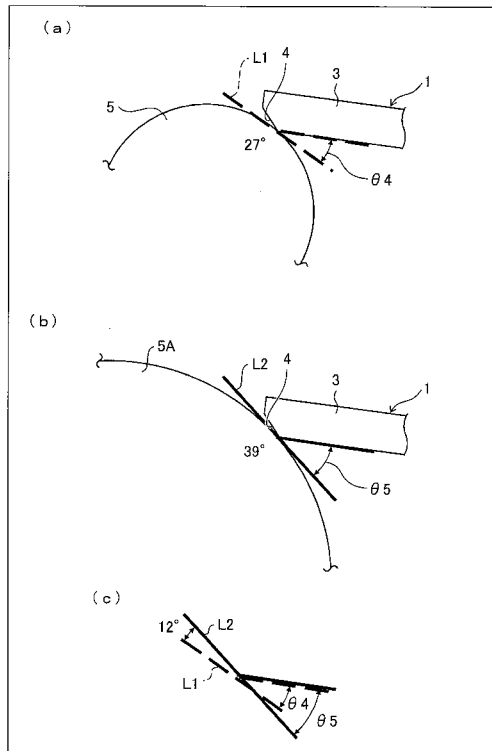
【図 8】

図 8



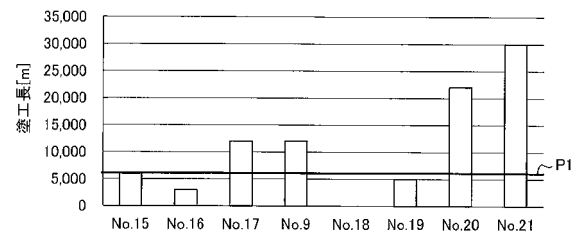
【図 9】

図 9



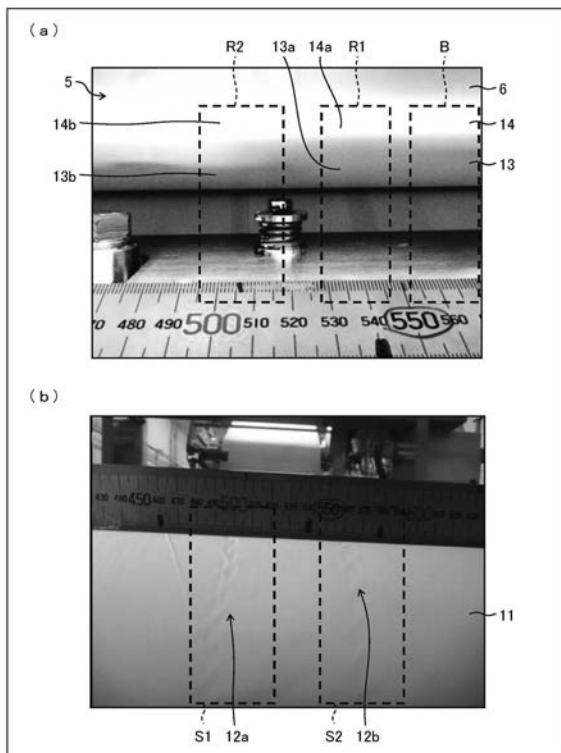
【図 10】

図 10



【図 11】

図 11



【図 12】

図 12

