

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7655620号  
(P7655620)

(45)発行日 令和7年4月2日(2025.4.2)

(24)登録日 令和7年3月25日(2025.3.25)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 1 M 4/139(2010.01) H 0 1 M 4/139  
H 0 1 M 4/04 (2006.01) H 0 1 M 4/04 Z

請求項の数 14 (全18頁)

(21)出願番号	特願2022-547278(P2022-547278)	(73)特許権者	521065355 エルジー エナジー ソリューション リ ミテッド 大韓民国 ソウル ヨンドゥンポ - グ ヨ イ - デロ 1 0 8 タワー 1
(86)(22)出願日	令和2年11月11日(2020.11.11)	(74)代理人	100188558 弁理士 飯田 雅人
(65)公表番号	特表2023-512535(P2023-512535 A)	(74)代理人	100110364 弁理士 実広 信哉
(43)公表日	令和5年3月27日(2023.3.27)	(72)発明者	キョン・ミ・イ 大韓民国・テジョン・3 4 1 2 2・ユソ ン - グ・ムンジ - ロ・1 8 8
(86)国際出願番号	PCT/KR2020/015814	(72)発明者	ウォン・ソク・チョ 大韓民国・テジョン・3 4 1 2 2・ユソ ン - グ・ムンジ - ロ・1 8 8
(87)国際公開番号	WO2022/045454		
(87)国際公開日	令和4年3月3日(2022.3.3)		
審査請求日	令和4年8月3日(2022.8.3)		
審判番号	不服2024-9902(P2024-9902/J1)		
審判請求日	令和6年6月13日(2024.6.13)		
(31)優先権主張番号	10-2020-0109043		
(32)優先日	令和2年8月28日(2020.8.28)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	韓国(KR)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電極の乾燥品質評価装置及び電極の乾燥品質評価方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電極が乾燥される空間を提供するオープンと、  
前記オープンの出口に位置し、乾燥された電極に対して電極活物質層の色座標値を測定する測定部と、

前記色座標値から電極の乾燥不良の有無を判定する判定部と、を含み、

前記判定部は、基準値を設定し、測定された色座標値が基準値より小さかつ測定された色座標値と基準値との差が既定値以上である場合に、電極の乾燥状態が不良であると判定し、

前記色座標値は  $L^*$  であり、

前記判定部は、測定された色座標値と基準値との差が 0 . 5 以上の場合、電極の乾燥状態が不良であると判定する、電極の乾燥品質評価装置。

【請求項 2】

前記測定部は、分光測色計または色彩計を含む、請求項 1 に記載の電極の乾燥品質評価装置。

【請求項 3】

前記測定部は、電極活物質層の表面のイメージを撮影するイメージセンサーを含む、請求項 1 または 2 に記載の電極の乾燥品質評価装置。

【請求項 4】

前記判定部は、複数の電極に対する色座標値の平均値から基準値を導出する、請求項 1

から3のいずれか一項に記載の電極の乾燥品質評価装置。

【請求項5】

前記判定部は、電極内の残留溶媒の含量に応じた電極色座標値のプロファイルから基準値を導出する、請求項1から3のいずれか一項に記載の電極の乾燥品質評価装置。

【請求項6】

集電体上に電極活物質を含む電極活物質層を形成して電極を製造し、該電極を請求項1に記載の乾燥品質評価装置のオープンに投入して乾燥するステップと、

乾燥された電極に対して電極活物質層の色座標値を測定するステップと、

前記色座標値から電極の乾燥不良の有無を判定するステップと、を含み、

測定された色座標値が基準値より小さく、かつ測定された色座標値と基準値との差が既定値以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定し、

前記色座標値は $L^*$ であり、

測定された色座標値と基準値との差が0.5以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定する、電極の乾燥品質評価方法。

【請求項7】

前記電極は圧延されない、請求項6に記載の電極の乾燥品質評価方法。

【請求項8】

電極活物質層の色座標値を測定するステップは、分光測色計または色彩計を介して行われる、請求項6または7に記載の電極の乾燥品質評価方法。

【請求項9】

電極活物質層の色座標値を測定するステップは、照明及びイメージセンサーを介して電極の表面を撮影してイメージを取得し、前記イメージの色情報を色座標に変換する過程を含む、請求項6または7に記載の電極の乾燥品質評価方法。

【請求項10】

前記基準値は、複数の電極を製造した後、前記複数の電極に対する色座標値の平均値から導出される、請求項6から9のいずれか一項に記載の電極の乾燥品質評価方法。

【請求項11】

前記基準値は、電極内の残留溶媒の含量に応じた電極色座標値のプロファイルから導出される、請求項6から9のいずれか一項に記載の電極の乾燥品質評価方法。

【請求項12】

前記基準値は、目標とする電極内の残留溶媒の含量を満たす電極の色座標値から導出される、請求項6から9のいずれか一項に記載の電極の乾燥品質評価方法。

【請求項13】

良品として判定される電極の電極内残留溶媒の含量は1重量%以下である、請求項6から12のいずれか一項に記載の電極の乾燥品質評価方法。

【請求項14】

請求項6から13のいずれか一項に記載の電極の乾燥品質評価方法に従って電極の乾燥品質を評価するステップ、及び

良品として判定された電極を圧延するステップを含む、電極の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は2020年08月28日付の韓国特許出願第10-2020-0109043号に基づく優先権の利益を主張し、当該韓国特許出願の文献に開示された全ての内容は本明細書の一部として含まれる。

【0002】

本発明は、電極の乾燥品質評価装置及び電極の乾燥品質評価方法に関するものであって、詳細には、電極のシンプルな色座標値の測定を通じた電極の乾燥品質評価装置及び電極の乾燥品質評価方法に関するものである。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 3 】

最近、充放電が可能な二次電池は、ワイヤレスモバイル機器のエネルギー源として広く使用されている。また、二次電池は、化石燃料を使用する既存のガソリン車、ディーゼル車などに起因する大気汚染などを解決するための方案として提示されている電気自動車、ハイブリッド電気自動車などのエネルギー源としても注目されている。したがって、二次電池を使用するアプリケーションの種類は、二次電池の長所により非常に多様化しており、今後は今よりも多くの分野と製品に二次電池が適用されると予想されている。

## 【 0 0 0 4 】

このような二次電池は、電極と電解液の構成によってリチウムイオン電池、リチウムイオンポリマー電池、リチウムポリマー電池などに分類されることもあり、その中で電解液の漏液の可能性が少なく、製造が容易なリチウムイオンポリマー電池の使用量が増えている。一般的に、二次電池は、電池ケースの形状によって、電極組立体が円筒形または角形の金属缶に内蔵されている円筒形電池および角形電池と、電極組立体がアルミニウムラミネートシートのパウチ型ケースに内蔵されているパウチ型電池とに分類される。そして、電池ケースに内蔵される電極組立体は、正極、負極、及び上記正極と上記負極との間に介在された分離膜構造からなっている充放電が可能な発電素子であって、活物質が塗布された長いシート状の正極と負極との間に分離膜を介在して巻取したゼリーロール型と、所定の大きさの複数の正極と負極を分離膜が介在された状態で順次に積層したスタック型とに分類される。

## 【 0 0 0 5 】

このような電極は、集電体上に電極活物質および溶媒を含む電極スラリーを塗布して電極活物質層を形成した後、乾燥および圧延して製造され得る。このとき、乾燥条件によって電極の品質が決定されるが、乾燥熱量が過度な場合は、乾燥過程において電極スラリー内のバインダーの相当数が表面へと移動して電極の接着力を低下させる。そして、乾燥熱量が低い場合は、電極内に溶媒が残留して、コーティング及び圧延工程のロール汚染を惹起する。このようなロール汚染の増加は、電極表面に不良を惹起し、電極内の残留溶媒は電池内でのガス発生及びスウェリングのような安全問題の主要因となるため、電極の乾燥有無を判断し得る評価方法の開発が必要である。

## 【 0 0 0 6 】

これと関連して、従来では、ウェブゲージ ( w e b g a u g e ) のような装置を用いて、電極の重さの変化を測定して乾燥度合いを評価していた。具体的には、コーティング前後の電極の重さの差を計算して乾燥前の電極スラリーの単位面積当たりの重さを計算する。乾燥後も同じ方法で電極スラリーの単位面積当たりの重さを計算する。次に、電極スラリー内の固形分含量と上記乾燥前の電極スラリーの単位面積当たりの重さから導出された理論的電極の重さと、先立って計算された乾燥後の電極スラリーの単位面積当たりの重さとの差から、残留溶媒の有無を判断することになる。

## 【 0 0 0 7 】

しかし、このような方法は、電極の重さをコーティング前、コーティング後、乾燥後という、合計3回の測定をしなければならない。また、集電体の両面に電極スラリーがコーティングされる電極の場合、乾燥前後の両面にコーティングされた電極スラリーの重さを全て測定しなければならないので、合計5回の重さの測定をしなければならない。そのため、評価に長い時間及び費用がかかる。あわせて、電極の重さを測定するためのウェブゲージは、 $^{85}\text{Kr}$ のような放射性同位元素を用いるので、それによる放射線暴露という問題が発生し得る。

## 【 0 0 0 8 】

したがって、上記のような問題を解決し得る電極の乾燥品質評価装置および方法の開発が必要であるのが実情である。

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 9 】

本発明は、上記のような課題を解決するために案出されたものであって、工程中の電極内の溶媒の残留有無を判別して電極の乾燥度合いを迅速に判断して、評価に要する時間及びコストを削減し、評価過程における安全性を確保し得る電極の乾燥品質評価装置および電極の乾燥品質評価方法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】

【0010】

本発明に係る電極の乾燥品質評価装置は、電極が乾燥される空間を提供するオープンと、オープンの出口に位置して、乾燥された電極に対して電極活物質層の色座標値を測定する測定部と、上記色座標値から電極の乾燥不良の有無を判定する判定部と、を含み、上記判定部は基準値を設定し、測定された色座標値が基準値より小さく、かつ測定された色座標値と基準値との差が既定値以上である場合に、電極の乾燥状態が不良であると判定する。

10

【0011】

一例において、上記色座標値は $L^*$ である。

【0012】

他の一例において、上記色座標値はグレースケールによる灰色度 (gray value) である。

【0013】

一例において、上記測定部は、分光測色計 (spectrophotometer) または色彩計 (colorimeter) を含む。

【0014】

他の一例において、上記測定部は、電極活物質層の表面のイメージを撮影し得るイメージセンサーを含む。

20

【0015】

一例において、上記判定部は、複数の電極に対する色座標値の平均値から基準値を導出する。

【0016】

他の一例において、上記判定部は、電極内の残留溶媒含量に応じた電極の色座標値のプロファイルから基準値を導出する。

【0017】

具体的な例において、上記判定部は、測定された色座標値と基準値との差が0.5以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定する。

30

【0018】

また、本発明は電極の乾燥品質評価方法を提供する。上記電極の乾燥品質評価方法は、集電体上に電極活物質を含む電極活物質層を形成して電極を製造し、それを上述したような電極の乾燥品質評価装置のオープンに投入して乾燥するステップと、乾燥された電極に対して電極活物質層の色座標値を測定するステップと、上記色座標値から電極乾燥不良の有無を判定するステップと、を含み、測定された色座標値が基準値より小さく、かつ測定された色座標値と基準値との差が既定値以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定される。

【0019】

具体的な例において、電極は圧延されないものであり得る。

【0020】

一例において、上記色座標値は $L^*$ であり得る。

【0021】

他の一例において、上記色座標値はグレースケールによる灰色度 (gray value) である。

【0022】

一例において、電極活物質層の色座標値を測定するステップは、分光測色計 (spectrophotometer) または色彩計 (colorimeter) を介して行われ得る。

40

50

## 【0023】

他の一例において、電極活物質層の色座標値を測定するステップは、照明およびイメージセンサーを介して電極の表面を撮影してイメージを取得し、上記イメージの色情報を色座標に変換する過程を含む。

## 【0024】

一例において、上記基準値は、複数の電極を製造した後、上記複数の電極に対する色座標値の平均値から導出される。

## 【0025】

他の一例において、上記基準値は、電極内の残留溶媒含量による電極の色座標値のプロファイルから導出される。

10

## 【0026】

このとき、上記基準値は、目標とする電極内の残留溶媒の含量を満たす電極の色座標値から導出され得る。

## 【0027】

また、測定された色座標値と基準値との差が0.5以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定し得る。

## 【0028】

このとき、上記良品として判定された電極の電極内残留溶媒の含量は、1重量%以下であり得る。

## 【0029】

また、本発明は、電極の製造方法を提供するところ、請求項1に係る電極の乾燥品質評価方法にしたがって電極の乾燥品質を評価するステップ、および良品として判定された電極を圧延するステップを含む。

20

## 【発明の効果】

## 【0030】

本発明は、電極の製造及び乾燥後にシンプルな色座標値を測定することで、そこから電極の乾燥度合い及び乾燥不良の有無を簡単に判断し得るので、測定に要される時間及びコストを削減し得る。あわせて、測定装置としては、ウェブゲージの代わりに照明及びセンサーを用いるので、評価過程における安全性を確保し得る。

## 【図面の簡単な説明】

30

## 【0031】

【図1】本発明に係る電極の乾燥品質評価装置の構成を示したブロック図である。

【図2】本発明に係る電極の乾燥品質評価装置の作動方式を示した概略図である。

【図3】本発明に係る電極の乾燥品質評価方法の手順を示したフローチャートである。

【図4】本発明の実施例に係る電極の色座標、およびそれによる電極の残留水分量の測定値である。

【図5】本発明の実施例に係る電極の色座標、およびそれによる電極の残留水分量の測定値である。

【図6】本発明の実施例に係る電極の色座標、およびそれによる電極の残留水分量の測定値である。

40

## 【発明を実施するための形態】

## 【0032】

以下、本発明について詳細に説明する。その前に、本明細書および特許請求の範囲で使用された用語または単語は、通常的、或いは辞書的な意味に限定して解釈されてはならず、発明者が彼自身の発明を最良の方法で説明するために用語の概念を適切に定義し得るといふ原則に立脚して、本発明の技術的思想に合致する意味と概念として解釈されるべきである。

## 【0033】

本出願において、「含む」や「有する」などの用語は、本明細書に記載された特徴、数字、ステップ、動作、構成要素、部品またはこれらを組み合わせたものが存在することを

50

指定しようとするものであって、1つまたはそれ以上の他の特徴や数字、ステップ、動作、構成要素、部分品またはそれらを組み合わせたものの存在または付加可能性を予め排除しないものとして理解されるべきである。また、層、膜、領域、板などの部分が他の部分の「上に」とあるとする場合、これは他の部分の「真上に」とある場合のみならず、その中間に別の部分がある場合も含む。逆に、層、膜、領域、板などの部分が他の部分の「下に」とあるとする場合、それは他の部分の「真下に」とある場合のみならず、その中間に別の部分がある場合も含む。また、本出願において「上に」と配置されるということは、上部のみならず下部に配置される場合も含むものであり得る。

【0034】

以下、本発明について詳しく説明する。

10

【0035】

図1は、本発明に係る電極の乾燥品質評価装置の構成を示したブロック図である。

【0036】

図1を参照すると、本発明に係る電極の乾燥品質評価装置10は、電極が乾燥される空間を提供するオープン11と、オープン11の出口に位置し、乾燥された電極に対して電極活物質層の色座標値を測定する測定部12と、上記色座標値から電極の乾燥不良の有無を判定する判定部13と、を含み、上記判定部13は、基準値を設定し、測定された色座標値が基準値より小さく、かつ測定された色座標値と基準値との差が既定値以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定する。

【0037】

20

上述したように、従来にはウェブゲージ(web gauge)のような装置を用いて、電極の重さの変化を測定して乾燥の度合いを評価したが、この場合、集電体上にコーティングされた電極スラリーに対して個別的な測定を行う必要がある。そのため、評価に長い時間および費用がかかる。さらに、電極の重さを測定するためのウェブゲージは、作業者が放射線に曝される可能性があるという問題があった。

【0038】

そこで、本発明は、電極の製造および乾燥後に簡単な色座標値を測定することによって、そこから電極の乾燥の度合いおよび乾燥不良の有無を簡単に判断し得るので、測定に要する時間およびコストを削減し得る。また、測定装置としてウェブゲージの代わりに照明及びセンサーを用いるので、評価過程における安全性を確保し得る。

30

【0039】

以下、本発明に係る電極の乾燥品質評価装置の各構成について詳細に説明する。

【0040】

図2は、本発明に係る電極の乾燥品質評価装置の作動方式を示した概略図である。

【0041】

図2を図1と共に参照すると、オープン11は電極20が投入されて乾燥される空間を提供する。上記オープン11は、内部に電極20を乾燥させるための熱風ノズル(図示せず)または赤外線ヒーター(図示せず)を備える。熱風ノズルおよび赤外線ヒーターは、電極20の移送方向に沿って一定の間隔を離隔して配列され得る。そして、電極20に垂直な方向から熱風または赤外線を印加する。上記熱風ノズルおよび赤外線ヒーターに関する具体的な内容は通常の技術者に公知された事項であるので、詳細な説明を省略する。

40

【0042】

一方、上記電極20は、集電体21上に電極活物質層22を形成して製造される。

【0043】

このとき、上記電極活物質層22は、集電体21上に電極活物質、導電材及びバインダーを含む電極スラリーを塗布して形成され得る。そして、上記電極20は負極または正極であり、集電体は正極集電体または負極集電体であり得る。

【0044】

本発明において、正極集電体の場合、一般的に3~500 $\mu$ mの厚さで作られる。このような正極集電体は、当該電池に化学的变化を誘発することなく、高い導電性を有するも

50

のであれば特に制限されない。例えば、ステンレススチール、アルミニウム、ニッケル、チタン、焼成炭素、またはアルミニウムやステンレススチールの表面にカーボン、ニッケル、チタン、銀などで表面処理したものなどが使用され得る。集電体は、その表面に微細な凹凸を形成して正極活物質の接着力を高めることもでき、フィルム、シート、箔、ネット、多孔質体、発泡体、不織布体など、多様な形態が可能である。

#### 【0045】

負極集電体用シートの場合、一般的に3～500μmの厚さで作られる。このような負極集電体は、当該電池に化学的変化を誘発せずに導電性を有するものであれば特に制限されない。例えば、銅、ステンレススチール、アルミニウム、ニッケル、チタン、焼成炭素、銅やステンレススチールの表面にカーボン、ニッケル、チタン、銀などで表面処理したもの、アルミニウム、カドミウム合金などが使用され得る。また、正極集電体と同様に、表面に微細な凹凸を形成して負極活物質の結合力を強化することもでき、フィルム、シート、箔、ネット、多孔質体、発泡体、不織布体など、多様な形態で使用され得る。

10

#### 【0046】

本発明において正極活物質は、電気化学的反応を起こし得る物質であるリチウム遷移金属酸化物として、2種以上の遷移金属を含む。例えば、1種以上の遷移金属で置換されたリチウムコバルト酸化物(LiCoO<sub>2</sub>)、リチウムニッケル酸化物(LiNiO<sub>2</sub>)などの層状化合物、1種またはそれ以上の遷移金属で置換されたリチウムマンガン酸化物、化学式LiNi<sub>1-y</sub>M<sub>y</sub>O<sub>2</sub>(ここで、M=Co、Mn、Al、Cu、Fe、Mg、B、Cr、ZnまたはGaであり、上記元素のうちの1種以上の元素を含み、0.01 ≤ y ≤ 0.7である)で表現されるリチウムニッケル系酸化物、Li<sub>1+z</sub>Ni<sub>1/3</sub>Co<sub>1/3</sub>Mn<sub>1/3</sub>O<sub>2</sub>、Li<sub>1+z</sub>Ni<sub>0.4</sub>Mn<sub>0.4</sub>Co<sub>0.2</sub>O<sub>2</sub>などのように、Li<sub>1+z</sub>Ni<sub>b</sub>Mn<sub>c</sub>Co<sub>1-(b+c+d)</sub>M<sub>d</sub>O<sub>(2-e)</sub>A<sub>e</sub>(ここで、-0.5 ≤ z ≤ 0.5、0.1 ≤ b ≤ 0.8、0.1 ≤ c ≤ 0.8、0 ≤ d ≤ 0.2、0 ≤ e ≤ 0.2、b+c+d < 1であり、M=Al、Mg、Cr、Ti、SiまたはYであり、A=F、PまたはClである)で表されるリチウムニッケルコバルトマンガン複合酸化物、化学式Li<sub>1+x</sub>M<sub>1-y</sub>M'<sub>y</sub>PO<sub>4-z</sub>X<sub>z</sub>(ここで、M=遷移金属、好ましくはFe、Mn、CoまたはNi、M'=Al、MgまたはTi、X=F、SまたはNであり、0.5 ≤ x ≤ 0.5、0 ≤ y ≤ 0.5、0 ≤ z ≤ 0.1である)で表されるオリビン系リチウム金属ホスフェート等が挙げられるが、これらのみ限定されるものではない。

20

30

#### 【0047】

負極活物質は、例えば、難黒鉛化炭素、黒鉛系炭素などの炭素；Li<sub>x</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0 < x < 1)、Li<sub>x</sub>WO<sub>2</sub>(0 < x < 1)、Sn<sub>x</sub>Me<sub>1-x</sub>Me'<sub>y</sub>O<sub>z</sub>(Me: Mn、Fe、Pb、Ge；Me': Al、B、P、Si、周期表の第1族、第2族、第3族元素、ハロゲン；0 < x < 1；1 ≤ y ≤ 3；1 ≤ z ≤ 8)などの金属複合酸化物；リチウム金属；リチウム合金；珪素系合金；スズ系合金；SnO、SnO<sub>2</sub>、PbO、PbO<sub>2</sub>、Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Sb<sub>2</sub>O<sub>4</sub>、Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、GeO、GeO<sub>2</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>5</sub>などの金属酸化物；ポリアセチレンなどの導電性高分子；LiCoNi系材料などを使用し得る。

#### 【0048】

上記導電材は、通常、正極活物質を含んだ混合物全体の重量を基準として、1～30重量%で添加される。このような導電材は、当該電池に化学的変化を誘発せずに導電性を有するものであれば特に制限されるものではない。例えば、天然黒鉛や人造黒鉛などの黒鉛、カーボンブラック、アセチレンブラック、ケッチェンブラック、チャンネルブラック、ファーネスブラック、ランプブラック、サーマルブラックなどのカーボンブラック、炭素繊維や金属繊維などの導電性繊維、フッ化カーボン、アルミニウム、ニッケル粉末などの金属粉末、酸化亜鉛、チタン酸カリウムなどの導電性ウイスキー、酸化チタンなどの導電性金属酸化物、ポリフェニレン誘導体などの導電性素材などが使用され得る。

40

#### 【0049】

上記バインダーは、活物質と導電材等の結合と集電体に対する結合を補助する成分であ

50

って、通常、正極活物質を含む混合物全体の重量を基準にして、1～30重量%で添加される。このようなバインダーの例としては、ポリフッ化ビニリデン、ポリビニルアルコール、カルボキシメチルセルロース(CMC)、デンプン、ヒドロキシプロピルセルロース、再生セルロース、ポリビニルピロリドン、テトラフルオロエチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレンプロピレンジエンテルポリマー(EPDM)、スルホン化EPDM、スチレンブチレンゴム、フッ素ゴム、多様な共重合体などが挙げられる。

#### 【0050】

一方、このような電極スラリーは、電極活物質、導電材及びバインダーなどを溶媒に溶解させて製造され得る。上記溶媒は、電極活物質等を分散させることができるものであればその種類に特別な制限はなく、水系溶媒または非水系溶媒のいずれも使用可能である。例えば、上記溶媒は、当該技術分野で一般的に使用される溶媒であってよく、ジメチルスルホキシド(dimethyl sulfoxide、DMSO)、イソプロピルアルコール(isopropyl alcohol)、Nメチルピロリドン(NMP)、アセトン(acetone)、水などであってもよく、これらのうちの1種単独または2種以上の混合物を使用され得る。上記溶媒の使用量は、スラリーの塗布厚さ、製造収率、作業性等を考慮して、スラリーが適切な粘度を有するように調節され得る程度であればよく、特に限定されない。

10

#### 【0051】

一方、測定部12は、乾燥された電極20に対する色座標値を測定する。このとき、電極の色座標値とは、ある電極活物質層のある特定地点で測定された色座標値であってもよく、電極活物質層での数々の測定地点を選定した後、上記測定地点で測定された色座標値の平均値を色座標値としてもよい。

20

#### 【0052】

図2を参照すると、上記測定部12は、電極20がオープン11から出た後の色座標値を測定し得る。そのため、上記測定部12は、オープン11の出口に位置するように設置され得る。また、本発明において、図2のように、集電体21の両面に電極活物質層22が形成される場合、各電極活物質層22の乾燥状態を測定するために電極20の両面に測定部12が位置し得る。

#### 【0053】

上記測定部12は、電極20の表面に光を照射し得る照明を含むことができる。このとき、上記照明としては、電極活物質層22の表面に光を当てることができれば、その種類に特別な制限はなく、例えば、LED照明を用いることができる。

30

#### 【0054】

本発明は、オープンの出口部分に色座標を測定し得る簡単な装置のみを設置し、色座標測定を通じて電極の乾燥状態を定量化することで、測定装置の構成が簡単でありながら評価に要する時間及びコストを削減し得る。また、上記照明としてLEDを用いるので、ウェブゲージに比べて作業者の安全性を確保することができる。

#### 【0055】

一例において、色座標値は $L^*$ であり得る。上記 $L^*$ は、CIEで規定した $L^*a^*b^*$ 色差計を表す変数のうちの一つである。上記 $L^*a^*b^*$ 色差計において、色座標 $L^*$ は、対象から測定された明度(lightness)と関連する値で、0～100まで表示される。そして、 $a$ 値と $b$ 値は、色と彩度を示す色度に関連する値であって、横軸が $a$ 、縦軸が $b$ であり、 $+a$ 側は赤色(red)、 $-a$ 側は緑色(green)、 $+b$ 側は黄色(yellow)、 $-b$ 側は青色(blue)を示す。すなわち、本発明は、色座標のうちの明暗と関連する $L^*$ 値を測定して電極が乾燥有無を判断することができる。具体的には、電極20が未乾燥された場合、電極活物質層22内に残留する溶媒に起因して電極活物質層22の表面での平均屈折率の減少に伴って反射率が減少するので、乾燥された電極20に比べて暗い色を示し、 $L^*$ 値が正常である場合より小さく測定されるのである。

40

#### 【0056】

他の一例において、上記色座標値はグレースケールによる灰色度(gray value)

50

e) であり得る。すなわち、電極 20 の表面の乾燥状態を撮影したイメージを、明暗のみを確認し得るグレースケールに変換し、そこから灰色度値を測定して電極 20 の乾燥の有無を判断し得る。電極 20 が未乾燥された場合、乾燥された電極 20 に比べて暗い色を示し、灰色度値が正常である場合より小さく測定されるのである。

【0057】

このように、本発明において、上記色座標は、電極活物質層 22 の表面の明暗を一時的に測定し得るものを用い、電極活物質層 22 の表面の明暗を定量的に測定することによって、直観的に電極の乾燥有無を判断し得る。

【0058】

このとき、一例において、上記測定部 12 は、電極活物質層 22 の色座標値を測定するためのセンサーとして、色差計を用いることができる。具体的に、測定部 12 は、分光測色計 (spectrophotometer) または色彩計 (colorimeter) を含み得る。この場合、電極活物質層 22 の表面に対して直接、色座標値を測定することができる。

10

【0059】

このような色差計としては、例えば、コニカミノルタ社の CM2600d を用いて測定することであり得る。具体的には、色差計としてコニカミノルタ社の CM2600d を用いて測定モードを SCI (Specular Component Included) または SCE (Specular Component Excluded)、標準光源 D65 (色温度: 6500K)、CIE 1964 10° 標準観察者に設定した後、白色補正後に測定しようとする位置に色差計を接触させて測定することができる。

20

【0060】

このように、色差計を電極 20 に対して直接に用いて色座標値を測定することができるが、電極活物質層 22 の表面を撮影したイメージを用いて色座標値を間接的に測定することもできる。

【0061】

他の一例において、上記測定部 12 は、電極活物質層 22 の表面のイメージを撮影し得るイメージセンサーを含む。この場合、イメージセンサーを介して電極 20、具体的には電極活物質層 22 の表面をイメージセンサーを介して撮影して電極活物質層 22 の表面のイメージを得る。このとき、イメージセンサーはカメラを使用し得る。イメージが得られたら、それを測定しようとする色座標体系に変換して、色座標値を測定する。例えば、カメラを介して撮影されたイメージをグレースケールに変換した後、当該イメージの灰色度または  $L^*$  値を測定し得る。

30

【0062】

色座標値が測定されると、判定部 13 が上記色座標値から電極の乾燥不良の有無を判定する。そのために、上記判定部 13 は、不良判定のための基準値を設定する。また、上記判定部 13 は、上記測定された色座標値が既設定された電極乾燥品質評価基準を満たす場合には良品として判断し、既設定された電極乾燥品質評価基準を満たさない場合には不良として判断する。上記判定部 13 は、上記測定部 12 とネットワーク連結されており、測定部 12 に貯蔵された色座標値が電送されて、分析し得る。

40

【0063】

具体的に、上記判定部 13 は、測定された色座標値が基準値より小さく、かつ測定された色座標値と基準値との差が既定値以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定する。

【0064】

一例において、上記判定部 13 は、複数の電極に対する色座標値の平均値から基準値を導出し得る。この場合、基準値を導出するために前もって複数の電極を製造した後、それに対する色座標値を測定し得る。または、測定対象となる複数の電極に対して測定された色座標値の平均値を求めてもよい。判定部は、上記複数の電極のうちの何れか一つの色座標値が平均値より既定値以上に小さい場合、当該電極を不良として判定する。

50

## 【 0 0 6 5 】

他の一例において、上記判定部 1 3 は、電極内の残留溶媒含量に応じた電極の色座標値のプロファイルから基準値を導出する。このとき、上記基準値は、目標とする電極内の残留溶媒の含量を満たす電極の色座標値から導出され得る。

## 【 0 0 6 6 】

上記プロファイルは、測定しようとする電極と同一条件及び同一工程で複数個の電極サンプルを製造し、乾燥後の色座標値及び電極内溶媒含量を測定した後、上記電極サンプルの電極内溶媒含量に応じた色座標値をデータベース化して得られる。例えば、電極内の溶媒含量に応じた色座標値の傾向性を判断するために、グラフで図示して、データベース化することができる。判定部は、上記データベースにおいて、目標とする電極内溶媒含量を満たす電極の色座標値を基準値として設定し得る。

10

## 【 0 0 6 7 】

一方、本発明において、判定部 1 3 は、上記のような過程によって測定された色座標値が基準値より小さく、かつ測定された色座標値と基準値との差が既定値以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定するが、上記規定値も、例えば、上記プロファイルから導出され得る。

## 【 0 0 6 8 】

具体的な例において、判定部 1 3 は、測定された色座標値と基準値との差が 0 . 5 以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定し得る。すなわち、判定部 1 3 は、測定された色座標値が基準値より 0 . 5 以上小さい場合、当該電極の乾燥状態が不良であると判定し得る。基準値と測定された色座標値との差が上記範囲にある場合、目標とする電極内の残留溶媒含量を満たす電極を良品として判定し得る。

20

## 【 0 0 6 9 】

また、本発明は、電極の乾燥品質評価方法を提供する。

## 【 0 0 7 0 】

図 3 は、本発明に係る電極の乾燥品質評価方法の手順を示したフローチャートである。

## 【 0 0 7 1 】

図 3 を参照すると、上記電極の乾燥品質評価方法は、集電体上に電極活物質を含む電極活物質層を形成して電極を製造し、それを上述したような電極の乾燥品質評価装置のオープンに投入して乾燥するステップ ( S 1 0 ) と、乾燥された電極に対して電極活物質層の色座標値を測定するステップ ( S 2 0 ) と、上記色座標値から電極の乾燥不良の有無を判定するステップ ( S 3 0 ) と、を含み、測定された色座標値が基準値より小さく、かつ測定された色座標値と基準値との差が既定値以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定される。

30

## 【 0 0 7 2 】

本発明は、電極の製造及び乾燥後にシンプルな色座標値を測定することによって電極の乾燥度合い及び乾燥不良の有無を簡単に判断し得るので、測定に要する時間及びコストを削減し得る。あわせて、測定装置としてウェブゲージの代わりに照明及びセンサーを用いるので、評価過程における安全性を確保し得る。

## 【 0 0 7 3 】

以下、本発明に係る電極の乾燥品質評価方法の各ステップについて、詳細に説明する。

40

## 【 0 0 7 4 】

## &lt; 電極の製造及び乾燥 &gt;

図 3 を図 1 および図 2 と共に参照すると、まず、色座標値の測定のために集電体 2 1 上に電極活物質を含む電極活物質層 2 2 を形成して電極 2 0 が製造される。上記電極に関する具体的な内容は、上述した内容と同一である。

## 【 0 0 7 5 】

電極 2 0 の製造が完了されると、電極 2 0 をオープン 1 1 に投入して乾燥する。このとき、乾燥時間および乾燥熱量は電極のスペック、例えば、電極活物質のローディング量または電極スラリー内の溶媒含量などによって決定され得る。乾燥された電極 2 0 はオーブ

50

ン 1 1 の外へと排出される。

【 0 0 7 6 】

< 色座標値測定 >

電極 2 0 の乾燥が完了されると、乾燥された電極 2 0 に対する色座標値を測定する。このとき、電極活物質層 2 2 の色座標値は、上述したような電極の乾燥品質評価装置 1 0 に係る測定部 1 2 によって測定される。上記測定部 1 2 はオープン 1 1 の出口付近に位置しているため、オープン 1 1 から排出された電極 2 0 に対して直ちに色座標値を測定し得る。上述したように、電極 2 0 の色座標値とは、ある電極活物質層 2 2 のある特定地点で測定された色座標値であってもよく、電極活物質層 2 2 においての数々の測定地点を選定した後に、上記測定地点で測定された色座標値の平均値を色座標値とすることもできる。

10

【 0 0 7 7 】

本発明は、オープンの出口付近に色座標を測定し得る簡単な装置のみを設置し、色座標測定を通じて電極の乾燥状態を定量化することで、測定方法が簡単でありながら評価に要する時間及びコストを削減し得る。

【 0 0 7 8 】

一方、本発明の具体的な例において、上記電極は圧延されていないものであってもよい。すなわち、本発明は、圧延工程を経た電極を評価するのではなく、圧延工程を経ない電極に対して評価を行うことで、圧延工程前に不良電極を取り除き、圧延工程後の不良率を著しく下げることができる。それにより、圧延工程における電極内の残留溶媒に起因する圧延ロール等の汚染を防止し得る。ただし、本発明がこれに制限されることなく、電極乾燥の後であれば、いずれのステップにおいても色座標を測定し得る。

20

【 0 0 7 9 】

一例において、色座標値は  $L^*$  であり得る。上述したように、 $L^*$  は、対象から測定された明度 (Lightness) に関連される値であって、0 ~ 100 まで表示され得る。電極が未乾燥された場合、電極活物質層内に残留する溶媒に起因して電極活物質層表面での平均屈折率が減少する。そのため、乾燥された電極に比べて暗い色を示し、 $L^*$  値が正常である場合より小さく測定されるのである。

【 0 0 8 0 】

他の一例において、上記色座標値はグレースケールに応じた灰色度 (gray value) であり得る。すなわち、電極表面の乾燥状態を撮影したイメージを、明暗のみを確認し得るグレースケールに変換し、そこから灰色度値を測定して電極の乾燥有無を判断し得る。電極が未乾燥された場合、乾燥された電極に比べて暗い色を示し、灰色度値が正常である場合より小さく測定されるのである。

30

【 0 0 8 1 】

このように、本発明において、上記色座標は、電極表面の明暗を一律的に測定し得ることを用いて電極活物質層の表面の明暗を定量的に測定することによって、電極の乾燥有無を判断し得る。

【 0 0 8 2 】

一例において、電極活物質層の色座標値を測定するセンサーとしては、色差計を用いることができる。具体的に、電極活物質層の色座標値を測定するステップは、分光測色計 (spectrophotometer) または色彩計 (colorimeter) を介して行われ得る。この場合、電極活物質層の表面に対して直接に色座標値を測定し得る。

40

【 0 0 8 3 】

このような色差計としては、例えば、コニカミノルタ社の CM2600d を用いて測定することができる。具体的には、色差計としてコニカミノルタ社の CM2600d を用いて測定モードを SCI (Specular Component Included) または SCE (Specular Component Excluded)、標準光源 D65 (色温度: 6500K)、CIE1964 10° 標準観察者に設定した後、白色補正後に測定しようとする位置に色差計を接触させて測定し得る。

【 0 0 8 4 】

50

他の一例において、電極活物質層の色座標値を測定するステップは、照明およびイメージセンサーを介して電極の表面を撮影してイメージを取得し、上記イメージの色情報を色座標に変換する過程を含む。この場合、イメージセンサーを介して電極、具体的には電極活物質層の表面をイメージセンサーを介して撮影し、電極表面のイメージを得る。このとき、上記イメージセンサーはカメラを使用し得る。イメージが得られると、それを測定しようとする色座標体系に変換して、色座標値を測定する。例えば、カメラを介して撮影されたイメージをグレースケールに変換した後、当該イメージの灰色度または  $L^*$  値を測定し得る。

【0085】

本発明では、上記照明としてLED光源を用いる。そのため、ウェブゲージに比べて作業者の安全性を確保することができる。

10

【0086】

<乾燥不良の有無判定>

色座標値が測定されると、そこから電極の乾燥不良の有無を判定する。本発明は、上記測定された色座標値が既に設定された電極乾燥品質評価基準を満たす場合には良品として判断し、既に設定された電極乾燥品質評価基準を満たさない場合には不良として判断するステップを含む。これは、上述したような電極の乾燥品質評価装置に含まれた判定部13によって行われる。

【0087】

具体的に、本発明では、電極の乾燥不良の有無を判断するための色座標値の基準値を設定し、上記のような過程によって測定された色座標値が基準値より小さく、かつ測定された色座標値と基準値との差が規定値以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定する。

20

【0088】

一例において、上記基準値は、複数の電極を製造した後、上記複数の電極に対する色座標値の平均値から導出され得る。この場合、基準値の導出のために事前に複数の電極を製造後、これに対する色座標値を測定することができる。あるいは、測定対象となる複数の電極に対して測定された色座標値の平均値を求めてもよい。このとき、上記複数の電極のうちのいずれか一つの色座標値が平均値より既定値以上に小さいと、当該電極を不良として判定し得る。

30

【0089】

他の一例において、上記基準値は、電極内の残留溶媒の含量に応じた電極色座標値のプロファイルから導出され得る。上記基準値は、目標とする電極内の残留溶媒含量を満たす電極の色座標値から導出され得る。

【0090】

具体的に、測定しようとする電極と同じ条件および同じ工程で複数個の電極サンプルを製造し、乾燥後に色座標値および電極内の溶媒含量を測定する。次に、上記電極サンプルの電極内の溶媒含量に応じた色座標値をデータベース化することができる。例えば、電極内の溶媒含量に応じた色座標値の傾向性を判断するために、グラフで図示してデータベース化することができる。次に、上記データベースにおいて、目標とする電極内溶媒含量を満たす電極の色座標値を基準値として設定し得る。

40

【0091】

一方、本発明において、上記のような過程によって測定された色座標値が基準値より小さく、かつ測定された色座標値と基準値との差が既定値以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定するが、上記規定値も、例えば、上記プロファイルから導出され得る。

【0092】

具体的な例において、測定された色座標値と基準値との差が0.5以上である場合、電極の乾燥状態が不良であると判定し得る。すなわち、測定された色座標値が基準値より0.5以上に小さい場合、当該電極の乾燥状態が不良であると判定し得る。基準値と測定された色座標値との差が上記範囲にある場合、目標とする電極内の残留溶媒含量を満たす電

50

極を良品として判定し得る。

【0093】

この場合、上記良品として判定された電極の電極内残留溶媒含量は1重量%以下であってもよく、詳細には0.5重量%以下であり得る。電極内残留溶媒含量が上記範囲にある場合は、電極の乾燥品質に優れて、圧延工程でのロール汚染や電池内でのガス発生及びスウェリング現象等を防止することができる。上記良品として判定される電極の電極内残留溶媒含量は、電極の組成及び電極内固形分含量等によって変更され得る。このように、本発明は色座標の測定を通じて1.0重量%以下の水分まで検出することができる。

【0094】

また、本発明は電極の製造方法を提供する。上記電極の製造方法は、上述したような電極の乾燥品質評価方法に従って電極の乾燥品質を評価するステップ、及び良品として判定された電極を圧延するステップを含む。

10

【0095】

本発明に係る電極の製造方法に従って製造された電極は、正極または負極としてリチウム二次電池を製造するのに使用され得る。そして、乾燥品質に優れているので、リチウム二次電池の不良率を低減させることができる。

【0096】

上記リチウム二次電池は、携帯電話、ノートパソコン、デジタルカメラなどの携帯機器、およびハイブリッド電気自動車(hybrid electric vehicle、HEV)などの電気自動車の分野など利用され得る。

20

【0097】

以下、本発明の理解を助けるために、実施例を挙げて詳細に説明する。しかし、本発明に係る実施例は数々の異なる形態に変更され得る。そして、本発明の範囲が以下の実施例に限定されるものとして解釈されてはならない。本発明の実施例は、当業界において平均的な知識を有する者に本発明をより完全に説明するために提供されるものである。

【0098】

実施例1

<電極の製造>

水55重量部に、天然黒鉛41重量部、導電材0.5重量部、SBR2.5重量部およびCMC1重量部を混合して、電極スラリーを製造した。

30

【0099】

厚さ8 $\mu\text{m}$ である銅集電体の一面に上記電極スラリーを0.014 $\text{g}/\text{cm}^2$ のローディング量で塗布した後に乾燥して、厚さが144 $\mu\text{m}$ である電極活物質層を形成して、電極を製造した。次に、集電体の他面に同一工程条件で活物質層を形成し、銅集電体の両面に形成された総活物質層の厚さが288 $\mu\text{m}$ である電極を製造した。このとき、上記電極スラリーにおける固形分の含量は45重量%であった。

【0100】

<色座標値の測定>

複数個の上記電極を製造した後に色差計としてコニカミノルタ社のCM2600dを用いて、測定モードをSCI、標準光源D65(色温度:6500K)、CIE1964 10°標準観察者に設定した後、白色補正後に測定しようとする位置に色差計を接触させて製造した電極活物質層の色座標値( $L^*$ )を測定した。

40

【0101】

<基準値の設定>

上記製造された複数個の電極に対して色座標値の平均値を求め、それを基準値とした。この場合の基準値は、図4に図示されたように、35.50であった。

【0102】

<乾燥不良の有無判定>

上記製造された複数個の電極に対して、色座標値が基準値より小さく、かつ基準値と測定された色座標値との差が0.5以上である場合を不良として判定した。上記基準値と色

50

座標値との差が 0.5 である地点を図 4 に点線で図示した。

【0103】

#### 実施例 2

電極製造時、バインダーとして SBR の含量を 1.0 重量部としたことを除いて、実施例 1 と同一に電極の乾燥不良の有無を判定した。このとき、基準値は図 5 に図示されたように、35.28 であった。あわせて、上記基準値と色座標値との差が 0.5 である地点を図 5 に点線で図示した。

【0104】

#### 実施例 3

電極製造時、天然黒鉛と人造黒鉛を 1:1 で混合したものをを用い、固形分を 40 重量%としたことを除いて、実施例 1 と同一に電極の乾燥不良の有無を判定した。このとき、基準値は、図 6 に図示されたように、38.66 であった。あわせて、上記基準値と色座標値との差が 0.5 である地点を図 6 に点線で図示した。

【0105】

#### 実験例

上記実施例 1 ~ 実施例 3 で測定された電極に対して、電極の残留溶媒の含量を測定した。

【0106】

電極の残留溶媒の含量は、下記のような方法で測定され得る。

【0107】

具体的に、コーティング前の銅集電体の単位面積当たりの重さを測定する。次に、電極スラリーコーティング後、電極の単位面積当たりの重さ（電極活物質層の重さ + 銅集電体の重さ）を測定した後、上記銅集電体の単位面積当たりの重さを除いて乾燥前の電極活物質層の単位面積当たりの重さを計算する。

【0108】

その後、電極を乾燥し、乾燥後の電極の単位面積当たりの重さを測定する。ここで銅集電体の単位面積当たりの重さを除いて、乾燥後の電極活物質層の単位面積当たりの重さを測定する。

【0109】

上記乾燥前後の電極活物質層の重さと電極スラリーに含まれた固形分の含量から、残留溶媒の含量を導出し得る。

【0110】

このとき、上記単位面積当たりの重さは、ウェブゲージを用いて測定し得る。ウェブゲージは市販されるものであれば何れのものでも使用可能であり、例えば、Thermo Fisher 社の Thermo Scientific（登録商標）ウェブ測定器を使用し得る。

【0111】

このように測定された電極の残留溶媒の含量に対して、残留溶媒の含量に応じた色座標値（ $L^*$ ）をそれぞれ図 4 ~ 図 6 に図示した。

【0112】

図 4 ~ 図 6 を参照すると、電極内の残留溶媒の含量が大きいほど、色座標値が減少する傾向を示した。なお、良品として判定された電極（測定された色座標値と基準値との差が 0.5 未満の電極、点線上側に位置した電極に該当）は残留溶媒の含量が 0.5 重量%以下（実施例 1 及び実施例 2）または 1.0 重量%以下（実施例 3）で、良品基準を満たした。すなわち、本発明は色座標の測定により 1.0 重量%以下の水分まで検出が可能である。

【0113】

以上の説明は、本発明の技術思想を例示的に説明したものに過ぎないものであって、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者であれば、本発明の本質的な特性から外れない範囲で多様な修正及び変形が可能である。したがって、本発明に開示された図面は、本発明の技術思想を限定するものではなく説明するためのものであり、このような図面に

10

20

30

40

50

よって本発明の技術思想の範囲が限定されるものではない。本発明の保護範囲は特許請求の範囲によって解釈されるべきであり、それと同等の範囲内にある全ての技術思想は本発明の権利範囲に含まれるものと解釈されるべきである。

【 0 1 1 4 】

一方、本明細書において、上、下、左、右、前、後のような方向を示す用語が使用されたが、このような用語は説明の便宜のためのものであるだけで、対象となる物の位置や観測者の位置などによって変わり得ることは自明である。

【符号の説明】

【 0 1 1 5 】

- 1 0 : 電極の乾燥品質評価装置
- 1 1 : オープン
- 1 2 : 測定部
- 1 3 : 判定部
- 2 0 : 電極
- 2 1 : 集電体
- 2 2 : 電極活物質層

10

20

30

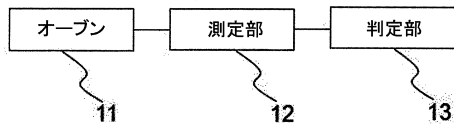
40

50

【図面】

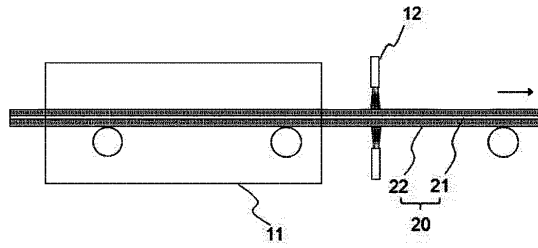
【図1】

10



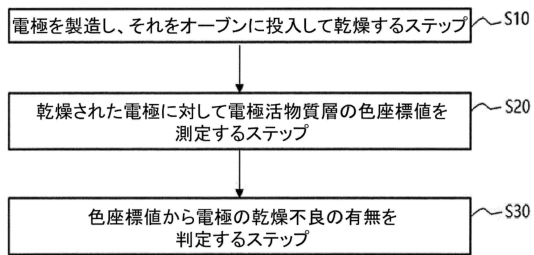
【図2】

[5.2]

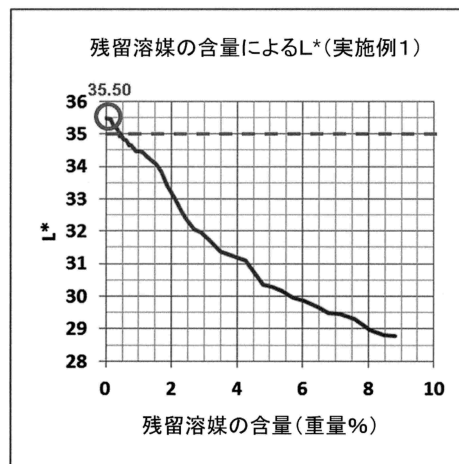


10

【図3】



【図4】



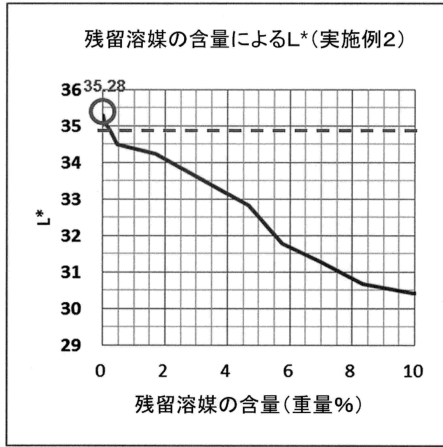
20

30

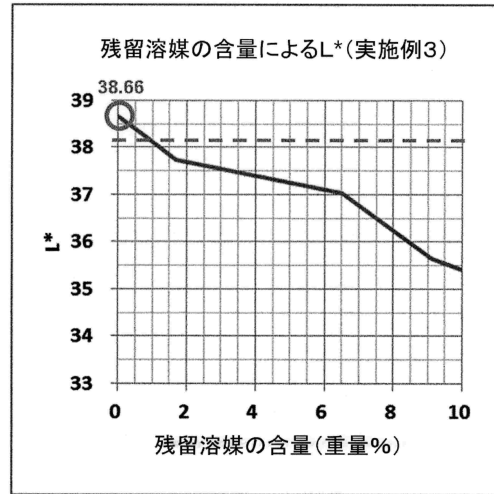
40

50

【 図 5 】



【 図 6 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(72)発明者 ヒョン・ジン・ヤン  
大韓民国・テジョン・34122・ユソン - グ・ムンジ - ロ・188

(72)発明者 キョン・ホ・キム  
大韓民国・テジョン・34122・ユソン - グ・ムンジ - ロ・188

(72)発明者 ミュン・ハン・イ  
大韓民国・テジョン・34122・ユソン - グ・ムンジ - ロ・188

## 合議体

審判長 岩間 直純

審判官 須原 宏光

審判官 畑中 博幸

(56)参考文献 特開2010 - 153366 (JP, A)

特開平09 - 283123 (JP, A)

特開2009 - 149461 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01M 4/00 - 4/62