

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7596410号
(P7596410)

(45)発行日 令和6年12月9日(2024.12.9)

(24)登録日 令和6年11月29日(2024.11.29)

(51)国際特許分類		F I		
H O 1 M	4/131(2010.01)	H O 1 M	4/131	
H O 1 M	4/36 (2006.01)	H O 1 M	4/36	E
H O 1 M	4/525(2010.01)	H O 1 M	4/525	
H O 1 M	4/505(2010.01)	H O 1 M	4/505	
H O 1 M	4/58 (2010.01)	H O 1 M	4/58	
請求項の数 11 (全15頁)				
(21)出願番号	特願2022-580298(P2022-580298)	(73)特許権者	510177809	
(86)(22)出願日	令和3年5月13日(2021.5.13)		ビーワイディー カンパニー リミテッド	
(65)公表番号	特表2023-531266(P2023-531266 A)		BYD Company Limited	
(43)公表日	令和5年7月21日(2023.7.21)		中華人民共和国 グアンドン 518118	
(86)国際出願番号	PCT/CN2021/093563		8 シェンゼン ピンシャン ビーワイデ	
(87)国際公開番号	WO2021/258900		イー・ロード ナンバー・3009	
(87)国際公開日	令和3年12月30日(2021.12.30)		No. 3009, BYD Road,	
審査請求日	令和5年2月24日(2023.2.24)		Pingshan, Shenzhen,	
(31)優先権主張番号	202010585072.2		Guangdong 518118, P	
(32)優先日	令和2年6月24日(2020.6.24)	(74)代理人	. R. China	
(33)優先権主張国・地域又は機関	中国(CN)		100169904	
		(74)代理人	弁理士 村井 康司	
			100132698	
		(72)発明者	弁理士 川分 康博	
			阮▲澤▼文	
				最終頁に続く

(54)【発明の名称】 正極板及び電池

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

集電体と、前記集電体上に配置された正極活物質層とを含み、前記正極活物質層は、m層の正極活物質サブ層を含み、各層の正極活物質サブ層における正極活物質材料は、主正極材料及び補助正極材料を含み、前記正極活物質層における主正極材料のD₅₀粒径は、以下を満たし、

【数1】

$$1/(\sqrt{2}-1)^{n-1}D_{50}^{n-1}\leq D_{50}^n\leq 2(\sqrt{2}+1)^{n-1}D_{50}^{n-1}$$

ここで、前記mは、2以上の整数であり、前記nは、2～mのうちのいずれかの整数であり、前記D₅₀¹は、第1層の正極活物質サブ層における主正極材料のD₅₀粒径を表し、前記D₅₀ⁿは、第n層の正極活物質サブ層における主正極材料のD₅₀粒径を表し、前記第n層の正極活物質サブ層から前記集電体までの距離は、第n-1層の正極活物質サブ層から前記集電体までの距離より大きく、

前記補助正極材料のD₉₀粒径は、前記第1層の正極活物質サブ層における主正極材料のD₁₀粒径より小さく、

前記主正極材料は、層状正極材料であり、前記補助正極材料は、ポリアニオン正極材料であり、

前記層状正極材料は、コバルト酸リチウム、ニッケル酸リチウム、マンガン酸リチウム

、ニッケルコバルトマンガン酸リチウム、及びニッケルコバルトアルミン酸リチウムのうちの少なくとも1種であり、

前記ポリアニオン正極材料は、リン酸鉄リチウム、リン酸鉄マンガンリチウム、リン酸マンガンリチウム、リン酸バナジウムリチウム、フルオロリン酸バナジウムリチウム、ケイ酸マンガンリチウム、ケイ酸鉄リチウム及びケイ酸コバルトリチウムのうちの少なくとも1種であることを特徴とする正極板。

【請求項2】

前記補助正極材料の D_{50} 粒径は、 200nm 以下であることを特徴とする、請求項1に記載の正極板。

【請求項3】

第 $n-1$ 層の正極活物質サブ層における主正極材料の D_{90} 粒径は、第 n 層の正極活物質サブ層における主正極材料の D_{10} 粒径以下であることを特徴とする、請求項1に記載の正極板。

【請求項4】

前記正極活物質層における主正極材料の粒径は、 $4.0\mu\text{m} \leq D_{50} [m/2] + 1 \leq 8.0\mu\text{m}$ をさらに満たし、前記 $[m/2]$ は、整数に切り下げることを表し、前記 $D_{50} [m/2] + 1$ は、第 $[m/2] + 1$ 層の正極活物質サブ層における主正極材料の D_{50} 粒径を表すことを特徴とする、請求項3に記載の正極板。

【請求項5】

前記正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する、前記正極活物質層のうちの第1層の正極活物質サブ層～第 m 層の正極活物質サブ層それぞれにおける主正極材料の表面密度の百分率は、正規分布を呈することを特徴とする、請求項1～4のいずれか一項に記載の正極板。

【請求項6】

前記正極活物質層において、前記正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する各層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度の百分率は、

$$\rho^1 \leq 10.0\%, \rho^m \leq 10.0\%,$$

$$\rho^2 \geq 10.0\%, \rho^{m-1} \geq 10.0\%,$$

$$40.0\% \leq \rho^{m/2} \leq 60.0\% \text{ を満たし、}$$

ここで、前記 m は、3以上の整数であり、前記 ρ^1 は、正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する第1層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度の百分率を表し、前記 ρ^2 は、正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する第2層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度の百分率を表し、前記 ρ^m は、正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する第 m 層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度の百分率を表し、前記 ρ^{m-1} は、正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する第 $m-1$ 層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度の百分率を表し、 m が奇数である場合、前記 $\rho^{m/2}$ は、正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する第 $[m/2] + 1$ 層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度の百分率を表し、前記 $[m/2]$ は、整数に切り下げることを表し、 m が偶数である場合、前記 $\rho^{m/2}$ は、正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する第 $[m/2]$ 層の正極活物質サブ層及び第 $[m/2] + 1$ 層の正極活物質サブ層のうちの少なくとも1つにおける主正極材料の表面密度の百分率を表すことを特徴とする、請求項1～4のいずれか一項に記載の正極板。

【請求項7】

各層の正極活物質サブ層は、導電剤及び結着剤をさらに含み、前記正極活物質層の表面密度は、 $300\text{g/m}^2 \leq \rho \leq 500\text{g/m}^2$ を表し、前記 ρ は、正極活物質層の表面密度を表すことを特徴とする、請求項1～4のいずれか一項に記載の正極板。

【請求項8】

前記補助正極材料の質量は、前記正極活物質層における正極活物質材料の質量の $0.5\% \sim 20.0\%$ を占めることを特徴とする、請求項1～4のいずれか一項に記載の正極板。

【請求項 9】

前記mは、3～6の間の整数であることを特徴とする、請求項1～4のいずれか一項に記載の正極板。

【請求項 10】

前記m＝4であることを特徴とする、請求項1～4のいずれか一項に記載の正極板。

【請求項 11】

請求項1～10のいずれか一項に記載の正極板を含む電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本願は、ビーワイディーカンパニーリミテッドが2020年6月24日に提出した、出願名称が「正極板及び電池」である中国特許出願第「202010585072.2」号の優先権を主張するものである。これらはすべて本明細書の一部として引用する。

【0002】

本発明は、電池の技術分野に関し、特に、正極板及び電池に関する。

【背景技術】

【0003】

リチウムイオン電池は、エネルギー密度が高く、体積が小さく、軽量であり、サイクル年数が長く、メモリー効果がないなどの利点を有し、携帯型電子機器及び新エネルギー電気自動車電池の分野に広く応用される。リチウム電池システムにおいて、層状正極材料は、高エネルギー密度、低コスト、高プラットフォーム電圧などの利点により正極材料の注目焦点となっている。特に人々の高エネルギー密度に対する緊急な需要に伴い、電極板の表面密度及び小型高密度に対しても要求はより高くなってきている。高表面密度及び高凝集の場合、電解液から離れた側の電極板におけるリチウムイオンの移動経路が延長され、電極板の局所的なりちウムの脱離及び挿入が不均一であり、電極板における大、小粒子は全て脱離／挿入を完了する速度が一致しないため、粒子間の荷電状態の分布が不均一になり、電池インピーダンスが大きく、レートが低く、サイクル減衰が速いという問題を引き起こすとともに、安全上の潜在的な危険を高める。

【発明の概要】

【0004】

本願の内容は、少なくとも従来技術における技術的課題の1つを解決することを目的とする。このため、本願の第1態様に係る正極板は、集電体と、前記集電体に設置された正極活物質層とを含み、前記正極活物質層は、m層の正極活物質サブ層を含み、各層の正極活物質サブ層における正極活物質材料は、主正極材料及び補助正極材料を含み、前記正極活物質層における主正極材料のD₅₀粒径は、以下を満たし、

【数1】

$$1/(\sqrt{2}-1)^{n-1}D_{50}^1 \leq D_{50}^n \leq 2(\sqrt{2}+1)^{n-1}D_{50}^1$$

ここで、前記mは、2以上の整数であり、前記nは、2～mのうちのいずれかの整数であり、前記D₅₀¹は、第1層の正極活物質サブ層における主正極材料のD₅₀粒径を表し、前記D₅₀ⁿは、第n層の正極活物質サブ層における主正極材料のD₅₀粒径を表し、前記第n層の正極活物質サブ層から前記集電体までの距離は、第n-1層の正極活物質サブ層から前記集電体までの距離より大きく、前記補助正極材料のD₉₀粒径は、前記第1層の正極活物質サブ層における主正極材料のD₁₀粒径より小さい。

【0005】

本願の第2の態様に係る電池は、以上に記載の正極板を含む。

【0006】

本開示の有益な効果は、以下のとおりである。本開示に係る正極板において、正極活物

10

20

30

40

50

質層中の各層の正極活物質サブ層における主正極材料の粒径を以下を満たすように設定することにより、

【数 2】

$$1/(\sqrt{2}-1)^{n-1}D_{50}^1 \leq D_{50}^n \leq 2(\sqrt{2}+1)^{n-1}D_{50}^1$$

正極活物質層の主正極材料の粒径が集電体に隣接する一側から集電体から離れた一側へ徐々に増加し、正極活物質層全体におけるリチウムイオンの脱離／挿入速度が均一になるため、正極板の厚さ方向に隣接する粒子の間の荷電分布が均一になるとともに、正極板の厚さ方向及び大小粒子の間の荷電状態の違いによる分極を低減することができ、小粒子の補助正極材料を大粒子の主正極材料の間の隙間に充填し、正極板の圧縮密度を効果的に増加させる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】本開示に係る 1 つの実施例及び比較例で製造された正極板のマイクロ領域のラマンスペクトル画像図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下の説明は、本開示の好ましい実施形態であり、なお、当業者であれば、本開示の原理から逸脱しない前提でいくつかの改良と修飾を行うこともでき、これらの改良と修飾も本開示の保護範囲に含まれる。

【0009】

本開示の一実施例に係る正極板は、集電体と、上記集電体に設置された正極活物質層とを含み、上記正極活物質層は、m 層の正極活物質サブ層を含み、各層の正極活物質サブ層における正極活物質材料は、主正極材料及び補助正極材料を含み、上記正極活物質層における主正極材料の D_{50} 粒径は、以下を満たし、

【数 3】

$$1/(\sqrt{2}-1)^{n-1}D_{50}^1 \leq D_{50}^n \leq 2(\sqrt{2}+1)^{n-1}D_{50}^1 \quad (\text{関係式 1})$$

ここで、上記 m は、2 以上の整数であり、上記 n は、2 ～ m のうちのいずれかの整数であり、上記 D_{50}^1 は、第 1 層の正極活物質サブ層における主正極材料の D_{50} 粒径を表し、上記 D_{50}^n は、第 n 層の正極活物質サブ層における主正極材料の D_{50} 粒径を表し、上記第 n 層の正極活物質サブ層から上記集電体までの距離は、第 n - 1 層の正極活物質サブ層から上記集電体までの距離より大きい。

【0010】

上記補助正極材料の D_{90} 粒径は、上記第 1 層の正極活物質サブ層における主正極材料の D_{10} 粒径より小さい。すなわち、上記補助正極材料の粒径と上記第 1 層の正極活物質サブ層における主正極材料の粒径は、 $D_{90}^{\text{補助}} < D_{10}^1$ を満たし、上記 $D_{90}^{\text{補助}}$ は、上記補助正極材料の D_{90} 粒径を表し、上記 D_{10}^1 は、第 1 層の正極活物質サブ層における主正極材料の D_{10} 粒径を表す。

【0011】

m 層の正極活物質サブ層は、集電体の同一側に設置され、上記集電体から離れた方向から、m 層の正極活物質サブ層は、積層して設置された第 1 層の正極活物質サブ層、第 2 層の正極活物質サブ層、... 第 m - 1 層の正極活物質サブ層、第 m 層の正極活物質サブ層を順に含み、第 1 層の正極活物質サブ層は、上記集電体に直接的に接触する。一実施例において、上記 m は、3 ～ 6 の間の整数である。さらに一実施例において、上記 m = 4 である。

【0012】

上記正極活物質層における主正極材料の D_{50} 粒径は、以下を満たし、

【数 4】

10

20

30

40

50

$$1/(\sqrt{2}-1)^{n-1}D_{50}^1 \leq D_{50}^n \leq 2(\sqrt{2}+1)^{n-1}D_{50}^1$$

つまり、 m 層の正極活物質サブ層のうちのいずれか一層の正極活物質サブ層の D_{50} 粒径と、第1層の正極活物質サブ層の D_{50} 粒径は、上記の関係式1を有し、関係式1から分かるように、第1層の正極活物質サブ層～第 m 層の正極活物質サブ層のうちの D_{50} 粒径は、徐々に増加し、集電体に近接する側の第1層の正極活物質サブ層の D_{50} 粒径は、最も小さく、集電体から最も離れた第 m 層の正極活物質サブ層における D_{50} 粒径が最も大きく、中間層は、小粒径が徐々に大粒径に遷移する勾配分布である。

【0013】

関係式1のような勾配分布の粒径関係において、正極活物質層の主正極材料の粒径が集電体から、集電体から離れた一側へ徐々に増加することにより、正極活物質層全体におけるリチウムイオンの脱離／挿入速度が均一になることにより、正極板の厚さ方向に隣接する粒子の間の荷電分布が均一になり、正極板の厚さ方向及び大小粒子の間の荷電状態の違いによる分極を低減することができ、さらに製造された電池の導電性能を向上させ、製造された電池のレート性能及び安全性能などを向上させることができる。リチウムイオンの電池における輸送に影響を与えることは、主に2つの方面を含み、1つは固相拡散であり、すなわち電極における活物質材料の粒子の粒径の大きさであり、もう1つは液相拡散であり、すなわちリチウムイオンの液相環境における拡散距離である。正極活物質層全体の各位置における正極材料の粒子の粒径が上記関係式1の規律に応じて分布せず、例えば、正極活物質層全体における正極材料の粒子の粒径が同じである場合、リチウムイオンの活物質材料における固相拡散の距離が同じであるが、極板の異なる厚さでの活物質材料の固液界面からの距離が異なるため、その液相におけるリチウムイオンの脱離挿入距離が異なることを引き起こし、この場合に、極板の表層（セパレータに近接する位置）にある活物質材料のリチウム脱離挿入速度が速くなり、極板の裏層（集電体に近接する位置）の活物質材料のリチウム脱離挿入速度が遅くなり、さらに活物質材料の粒子間の荷電状態の分布が不均一になり、電池インピーダンスが大きく、レートが悪く、サイクル減衰が速いという問題を引き起こす。リチウムイオンが大粒子の主正極材料の粒子に脱離挿入を完了する速度は、小粒子の主正極材料の粒子に脱離挿入を完了する速度より遅いため、正極材料の粒子間の荷電状態の分布が不均一になり、電池インピーダンスが大きく、レートが低く、サイクル減衰が速いという問題を引き起こす。

【0014】

一般的に、大粒径の正極材料の粒子のリチウム脱離／挿入速度は遅く、小粒径の正極材料の粒子のリチウム脱離／挿入速度は速く、本願において、電解液に隣接する（又は集電体から離れた一側の）正極活物質サブ層における主正極材料の粒子の粒径を大きく設定し、電解液から離れた（又は集電体に隣接する一側の）正極活物質サブ層における主正極材料の粒子の粒径を小さく設定することで、電解液に近接する大粒径の主正極材料の粒子のリチウム脱離／挿入速度は、電解液から離れた小粒径の主正極材料の粒子のリチウム脱離／挿入速度と同等になり、さらに各層の正極活物質サブ層における正極活物質材料のリチウム脱離／挿入速度が同じになり、正極活物質層全体のリチウム脱離／挿入速度の一貫性を向上させる。

【0015】

例えば、第1層の正極活物質サブ層における主正極材料の粒子の粒径が最も小さく、リチウムイオンが主正極材料の粒子から析出する時間が短い、第1層の正極活物質サブ層が電解液から最も離れ、該析出したリチウムイオンは、長い時間を必要として電解液に入ることができる一方、第 m 層の正極活物質サブ層における主正極材料の粒子の粒径が最も大きく、リチウムイオンが主正極材料の粒子から析出する時間が長い、第 m 層の正極活物質サブ層が電解液に最も近接し、該析出したリチウムイオンは、短い時間を必要として電解液に入ることができる。これにより分かるように、リチウムイオンが第1層の正極活物質サブ層の主正極材料の粒子から析出して電解液に到達する総時間は、リチウムイオン

10

20

30

40

50

が第 m 層の正極活物質サブ層の主正極材料の粒子から析出して電解液に到達する総時間と一致する傾向があり、すなわち、第1層の正極活物質サブ層におけるリチウムイオンの脱離／挿入速度は、第 m 層の正極活物質サブ層におけるリチウムイオンの脱離／挿入速度と同等である。同様に、第2層の正極活物質層と第 $m-1$ 層の正極活物質層におけるリチウムイオンの脱離／挿入速度が同等であり、隣接する第 n 層と第 $n-1$ 層の正極活物質サブ層におけるリチウムイオンの脱離／挿入速度も同等であり、或いは正極活物質層のうちのいずれか2層の正極活物質サブ層におけるリチウムイオンの脱離／挿入速度も同等である。したがって、正極活物質層全体に対して、正極活物質層のうちの各正極活物質サブ層における主正極材料の D_{50} 粒径を上記関係式1に応じて分布させることにより、正極活物質層全体におけるリチウムイオンの脱離／挿入速度が均一になることにより、正極板の厚さ方向における隣接する粒子の間の荷電分布が均一になり、正極板の厚さ方向及び大小粒子の間の荷電状態の違いによる分極を低減することができる。

10

【0016】

また、本願における正極活物質材料において補助正極材料がさらに設置され、補助正極材料の粒径と第1層の正極活物質サブ層における主正極材料の粒径は、 $D_{90}^{\text{補助}} < D_{10}^{\text{主}}$ を満たし、すなわち、全体的に90%の補助正極材料の粒径は、10%の正極活物質サブ層の主正極材料の粒径より小さく、粒径が小さい補助正極材料を、各層の正極活物質サブ層における粒径が相対的に大きい主正極材料の粒子の隙間に分布させ、正極板の圧縮密度を効果的に増加させる。

【0017】

20

本願において、主正極材料は、好ましくは層状正極材料であり、補助正極材料は、好ましくはポリアニオン正極材料であり、上記ポリアニオン正極材料は、優れた構造安定性を有し、ポリアニオン正極は、電解液と反応しにくく、又は電解液と反応する時に正極活物質層の構造への影響が小さく、正極活物質層の構造安定性を破壊せず、ポリアニオン正極材料と層状正極材料の複合使用により、正極板のサイクル及び安全性能を向上させることができる。層状正極材料は、主正極材料を塗布して圧縮する方式で形成された層状正極材料であってもよい。

【0018】

本開示に係る正極板において、正極活物質層のうちの各層の正極活物質サブ層における主正極材料の粒径を、上記関係式1を満たすように設定する場合で、さらに小粒子の補助正極材料を大粒子の主正極材料の間の隙間に充填することにより、正極板の厚さ方向に隣接する粒子の間の荷電分布の均一性を向上させ、正極板の厚さ方向及び大小粒子の間の荷電状態の違いによる分極を低減する場合で、さらに正極板の圧縮密度を効果的に増加させることができる。

30

【0019】

一実施例において、上記補助正極材料の D_{50} 粒径は、200nm以下である。すなわち、上記補助正極材料の粒径は、 $D_{50}^{\text{補助}} \leq 200\text{nm}$ を満たし、上記 $D_{50}^{\text{補助}}$ は、上記補助正極材料の D_{50} 粒径を表す。補助正極材料の D_{50} 粒径が200nm以下である場合、補助正極材料は、主正極材料の粒子の間によりよく分布し、正極板の圧縮密度をさらに向上させることができる。

40

【0020】

一実施例において、第 $n-1$ 層の正極活物質サブ層における主正極材料の D_{90} 粒径は、上記第 n 層の正極活物質サブ層における主正極材料の D_{10} 粒径以下である。すなわち、第 $n-1$ 層の正極活物質サブ層における主正極材料の粒径と上記第 n 層の正極活物質サブ層における主正極材料の粒径は、 $D_{90}^{n-1} \leq D_{10}^n$ を満たし、上記 D_{90}^{n-1} は、第 $n-1$ 層の正極活物質サブ層における主正極材料の D_{90} 粒径を表し、上記 D_{10}^n は、第 n 層の正極活物質サブ層における主正極材料の D_{10} 粒径を表す。第 $n-1$ 層の正極活物質サブ層において、90%の主正極材料の粒径は、第 n 層の正極活物質サブ層における10%の主正極材料の粒径より小さい。このように、隣接する2層における主正極材料の粒子の粒径が小粒径から大粒径に徐々に遷移することを保証することができ、正極活物質

50

層全体に対して、各正極活物質サブ層における主正極材料の粒子の粒径分布の勾配規則性をさらに向上させることができる。

【0021】

一実施例において、上記正極活物質層における主正極材料の粒径は、 $4.0\text{ }\mu\text{m} \leq D_{50}^{[m/2]+1} \leq 8.0\text{ }\mu\text{m}$ をさらに満たし、上記 $[m/2]$ は、整数に切り下げることを表し、上記 $D_{50}^{[m/2]+1}$ は、第 $[m/2]+1$ 層の正極活物質サブ層における主正極材料の D_{50} 粒径を表す。例えば、 m が4である場合、正極活物質層における主正極材料の粒径は、 $4.0\text{ }\mu\text{m} \leq D_{50}^3 \leq 8.0\text{ }\mu\text{m}$ を満たし、つまり、第3層の正極活物質サブ層の D_{50} 粒径は、 $4.0\text{ }\mu\text{m} \sim 8.0\text{ }\mu\text{m}$ の間にある。 m が5である場合、正極活物質層における主正極材料の粒径は、 $4.0\text{ }\mu\text{m} \leq D_{50}^3 \leq 8.0\text{ }\mu\text{m}$ を満たし、つまり、第3層の正極活物質サブ層の D_{50} 粒径は、 $4.0\text{ }\mu\text{m} \sim 8.0\text{ }\mu\text{m}$ の間にある。

10

【0022】

上記設定は、中間層に近接するか又は中間層における主正極材料の粒径の大きさを限定し、上記各層における粒径分布関係式1により、第1層の正極活物質サブ層～最後の層の正極活物質サブ層における主正極材料の粒径分布を知ることができる。

【0023】

一実施例において、上記正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する上記正極活物質層のうちの第1層の正極活物質サブ層～第 m 層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度のそれぞれの百分率は、正規分布を呈する。ここで、上記正極活物質層における主正極材料の表面密度とは、所定の厚さでの単位面積当たりの正極活物質層における主正極材料の質量を指し、上記正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度とは、所定の厚さでの単位面積当たりの正極活物質サブ層における主正極材料の質量を指す。

20

【0024】

つまり、正極活物質層のうちの両端の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度が小さく、中間層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度が大きく、このような分布は、正極板の厚さ方向における隣接する粒子間の荷電分布の均一性を向上させることができる。両端の正極活物質サブ層における主正極材料の粒径の大きさの差が最大であり、リチウムイオンが両端の主正極材料の粒子に脱離／挿入する速度の差が最大であるため、両端の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度を小さく設定することは、両端のリチウムイオンの脱離／挿入速度の差が大きい主正極材料の粒子の量を減少させることができ、それにより正極活物質層全体におけるリチウムイオン脱離挿入速度の一貫性を向上させることができ、さらに正極板の厚さ方向に隣接する粒子間の荷電分布の均一性を向上させることができる。

30

【0025】

一実施例において、上記正極活物質層において、上記正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する各層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度の百分率は、

$$\rho^1 \leq 10.0\%, \rho^m \leq 10.0\%,$$

$$\rho^2 \geq 10.0\%, \rho^{m-1} \geq 10.0\%,$$

$$40.0\% \leq \rho^{m/2} \leq 60.0\% \text{ を満たし、}$$

ここで、上記 m は、3以上の整数であり、上記 ρ^1 は、正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する第1層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度の百分率を表し、上記 ρ^2 は、正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する第2層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度の百分率を表し、上記 ρ^m は、正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する第 m 層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度の百分率を表し、上記 ρ^{m-1} は、正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する第 $m-1$ 層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度の百分率を表し、 m が奇数である場合、上記 $\rho^{m/2}$ は、正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する第 $[m/2]+1$ 層の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度の百分率を表し、上記 $[m/2]$ は、整数に切り下げることを表し、 m が偶数である場合、上記 $\rho^{m/2}$ は、正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する第 $[m/2]$ 層の正極活物質サブ層

40

50

及び第 $[m/2] + 1$ 層の正極活物質サブ層のうちの少なくとも 1 つにおける主正極材料の表面密度の百分率を表す。

【0026】

例えば、 $m = 4$ である場合、 $\rho^1 = 8\%$ 、 $\rho^2 = 45\%$ 、 $\rho^3 = 38\%$ 、 $\rho^4 = 9\%$ である。

【0027】

$m = 5$ である場合、 $\rho^1 = 8\%$ 、 $\rho^2 = 17\%$ 、 $\rho^3 = 50\%$ 、 $\rho^4 = 17\%$ 、 $\rho^5 = 8\%$ である。 $m = 6$ である場合、 $\rho^1 = 5\%$ 、 $\rho^2 = 10\%$ 、 $\rho^3 = 40\%$ 、 $\rho^4 = 30\%$ 、 $\rho^5 = 10\%$ 、 $\rho^6 = 5\%$ である。すなわち、両端の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度は小さく、中間の正極活物質サブ層における主正極材料の表面密度は大きい。

10

【0028】

一実施例において、各層の正極活物質サブ層は、導電剤及び結着剤をさらに含む。

【0029】

好ましくは、上記正極活物質層の表面密度は、 $300 \text{ g/m}^2 \leq \rho \leq 500 \text{ g/m}^2$ を表し、上記 ρ は、正極活物質層の表面密度を表す。上記正極活物質層は、主正極材料、補助正極材料、導電剤及び結着剤を含み、正極活物質層の表面密度とは、所定の厚さでの単位面積当たりの正極活物質層における全ての主正極材料、補助正極材料、導電剤及び結着剤の質量を指す。

【0030】

本願の正極活物質層の表面密度は大きく、 300 g/m^2 と 500 g/m^2 との間にあり、高い電気容量を有する。一方、表面密度が大きい正極活物質層は、同じ面積の正極板でより大きい厚さを有し、本願において、厚さがより大きい正極活物質層に対して、上記各正極活物質サブ層の粒径分布関係式 1 を用い、正極板の正極材料の粒子間の荷電状態分布の改善がより明らかである。或いは、厚さがより大きい正極板に対して、上記関係式 1 の設定を用いると、正極板の電気性能を改善する効果がより明らかであり、具体的には、正極板のインピーダンスを低減し、正極板の荷電均一性を向上させ、製造された電池のレート性能を向上させることができると表現される。

20

【0031】

上記導電剤は、導電性カーボンプラック、アセチレンブラック、カーボンナノチューブ及びグラフェンのうちの少なくとも 1 種であり、上記結着剤は、ポリフッ化ビニリデン又はフッ化ビニリデン含有のコポリマーである。

30

【0032】

一実施例において、上記正極活物質層の表面密度は、 $350 \text{ g/m}^2 \leq \rho \leq 450 \text{ g/m}^2$ を満たす。さらなる一実施例において、上記正極活物質層の表面密度は、 $400 \text{ g/m}^2 \leq \rho \leq 450 \text{ g/m}^2$ を満たす。

【0033】

一実施例において、上記補助正極材料の質量は、上記正極活物質層における正極活物質材料の質量の $0.5\% \sim 20.0\%$ を占める。上記質量比を用いて得られた正極板の極板圧縮密度は、優れる。

【0034】

さらなる一実施例において、上記補助正極材料の質量は、上記正極活物質層における正極活物質材料の質量の $4.0\% \sim 12.0\%$ を占める。

40

【0035】

一実施例において、上記層状正極材料は、コバルト酸リチウム、ニッケル酸リチウム、マンガン酸リチウム、ニッケルコバルトマンガン酸リチウム、及びニッケルコバルトアルミン酸リチウムのうちの少なくとも 1 種であり、上記ポリアニオン正極材料は、リン酸鉄リチウム、リン酸鉄マンガンリチウム、リン酸マンガンリチウム、リン酸バナジウムリチウム、フルオロリン酸バナジウムリチウム、ケイ酸マンガンリチウム、ケイ酸鉄リチウム及びケイ酸コバルトリチウムのうちの少なくとも 1 種である。

【0036】

50

本開示に係る電池は、上記いずれか一項に記載の正極板を含む。上記電極板を電池に設置し、正極板の厚さ方向及び大小粒子の間の荷電の違いによる分極を低減することができ、リチウムの不均一な脱離／挿入による分極を除去することができ、電池のインピーダンスを低減し、電池の異なるレートでの電気化学性能及びサイクル性能を向上させることができる。

【0037】

本開示の技術手段をよりよく説明するために、以下、具体的な実施例により説明する。

【実施例1】

【0038】

(1) 正極活物質材料、導電剤及び結着剤を、質量比に94:3.0:3.0従って、N-メチルピロリドンの溶媒に溶解し、均一に分散させ、スラリーを調製し、正極活物質材料は、層状正極材料及びポリアニオン正極材料を含み、層状正極材料は、 $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.13}\text{Mn}_{0.04}\text{O}_2$ であり、ポリアニオン正極材料は、リン酸鉄リチウム正極材料であり、正極活物質材料においてリン酸鉄リチウム正極材料が占める質量百分率は、6.5%である。

【0039】

(2) 上記ステップに従って第1正極スラリーを調製し、第1正極スラリーは、 $D_{50}=0.80\mu\text{m}$ の $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.13}\text{Mn}_{0.04}\text{O}_2$ 及び $D_{50}=200\text{nm}$ のリン酸鉄リチウム正極材料を含み、

上記ステップに従って第2正極スラリーを調製し、第2正極スラリーは、 $D_{50}=2.2\mu\text{m}$ の $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.13}\text{Mn}_{0.04}\text{O}_2$ 及び $D_{50}=200\text{nm}$ のリン酸鉄リチウム正極材料を含み、

上記ステップに従って第3正極スラリーを調製し、第3正極スラリーは、 $D_{50}=5.2\mu\text{m}$ の $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.13}\text{Mn}_{0.04}\text{O}_2$ 及び $D_{50}=200\text{nm}$ のリン酸鉄リチウム正極材料を含み、

上記ステップに従って第4正極スラリーを調製し、第4正極スラリーは、 $D_{50}=12.0\mu\text{m}$ の $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.13}\text{Mn}_{0.04}\text{O}_2$ 及び $D_{50}=200\text{nm}$ のリン酸鉄リチウム正極材料を含む。

【0040】

(3) 第1正極スラリー、第2正極スラリー、第3正極スラリー及び第4正極スラリーの順序に従って、順に集電体に塗布して第1層の正極活物質サブ層、第2層の正極活物質サブ層、第3層の正極活物質サブ層及び第4層の正極活物質サブ層を形成し、4層の正極活物質サブ層は、正極板の正極活物質層を構成し、4つのスラリーで塗布された正極板を連続的に振動することにより、正極板内の各層の正極活物質サブ層における正極活物質材料の粒子の粒径が勾配分布を呈し、界面層の粒径差を低減する。

【0041】

(4) 正極板を焼成し、圧延した後に特定のサイズに切断して使用に備え、上記正極活物質層における主正極材料の表面密度に対する上記第1層の正極活物質サブ層、第2層の正極活物質サブ層、第3層の正極活物質サブ層及び第4層の正極活物質サブ層における主正極材料の占有率は、それぞれ8.0%、45.0%、38.0%及び9.0%であり、正極活物質層の表面密度は、 $420\text{g}/\text{m}^2$ である。上記4層の正極活物質サブ層における $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.13}\text{Mn}_{0.04}\text{O}_2$ の D_{50} 粒径は、以下を満たす。

【数5】

$$1/(\sqrt{2}-1)^{n-1}D_{50}^1 \leq D_{50}^n \leq 2(\sqrt{2}+1)^{n-1}D_{50}^1$$

【実施例2】

【0042】

実施例1と同じ方法で正極板を製造し、相違点は、選択された正極活物質サブ層を製造する層状正極材料の D_{50} 粒径が3種であり、第1層の正極活物質サブ層、第2層の正極

10

20

30

40

50

活物質サブ層及び第3層の正極活物質サブ層における層状正極材料の D_{50} 粒径がそれぞれ $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 、 $6.5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $15.0\text{ }\mu\text{m}$ であり、3層における層状正極材料の D_{50} 粒径が関係式1を満たすことであり、他の条件が実施例1と同じであり、正極板を製造する。

【実施例3】

【0043】

実施例1と同じ方法で正極板を製造し、相違点は、選択された正極活物質サブ層を製造する層状正極材料の D_{50} 粒径が5種であり、第1層の正極活物質サブ層、第2層の正極活物質サブ層、第3層の正極活物質サブ層、第4層の正極活物質サブ層及び第5層の正極活物質サブ層における層状正極材料の D_{50} 粒径がそれぞれ $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $4.5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $8.0\text{ }\mu\text{m}$ 、 $18.0\text{ }\mu\text{m}$ であり、5層における層状正極材料の D_{50} 粒径が関係式1を満たすことであり、他の条件が実施例1と同じであり、正極板を製造する。

10

【実施例4】

【0044】

実施例1と同じ方法で正極板を製造し、相違点は、選択されたリン酸鉄リチウムの D_{50} 粒径 $=125\text{ nm}$ であることであり、正極板を製造する。

【実施例5】

【0045】

実施例1と同じ方法で正極板を製造し、相違点は、選択されたリン酸鉄リチウムの D_{50} 粒径 $=300\text{ nm}$ であることであり、正極板を製造する。

20

【実施例6】

【0046】

実施例1と同じ方法で正極板を製造し、相違点は、選択された層状正極材料がコバルト酸リチウム及びニッケルコバルトアルミン酸リチウムであり、両者のモル比が1:1であることであり、正極板を製造する。

【実施例7】

【0047】

実施例1と同じ方法で正極板を製造し、相違点は、正極活物質材料におけるリン酸鉄リチウムの含有量が 15.0% であることであり、正極板を製造する。

【実施例8】

【0048】

実施例1と同じ方法で正極板を製造し、相違点は、正極活物質材料におけるリン酸鉄リチウムの含有量が 2.0% であることであり、正極板を製造する。

30

【実施例9】

【0049】

実施例1と同じ方法で正極板を製造し、相違点は、正極活物質材料におけるポリアニオンがリン酸鉄マンガンリチウムであることであり、正極板を製造する。

(比較例1)

【0050】

実施例1と同じ方法で正極板を製造し、相違点は、正極活物質材料において $D_{50}=5.4\text{ }\mu\text{m}$ の $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.13}\text{Mn}_{0.04}\text{O}_2$ のみが含有されることであり、正極板を製造する。

40

(比較例2)

【0051】

実施例1と同じ方法で正極板を製造し、相違点は、正極活物質材料においてポリアニオン正極材料が含有されていないことであり、正極板を製造する。

(比較例3)

【0052】

実施例1と同じ方法で正極板を製造し、相違点は、正極活物質材料において $D_{50}=5.4\text{ }\mu\text{m}$ の $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.13}\text{Mn}_{0.04}\text{O}_2$ のみが含有され、正極活物質材料においてポリアニオン正極材料が含有されていないことであり、正極板を製造する。

50

(比較例 4)

【0053】

実施例 1 と同じ方法で正極板を製造し、相違点は、選択された正極活物質サブ層を製造する層状正極材料の D_{50} 粒径が 4 種であり、第 1 層の正極活物質サブ層、第 2 層の正極活物質サブ層、第 3 層の正極活物質サブ層及び第 4 層の正極活物質サブ層における $LiNi_{0.83}Co_{0.13}Mn_{0.04}O_2$ の D_{50} 粒径がそれぞれ $0.6\ \mu m$ 、 $3.0\ \mu m$ 、 $7.0\ \mu m$ 、 $20.0\ \mu m$ であり、正極板を製造する。

【0054】

上記実施例 1 ～実施例 9 及び比較例 1 ～比較例 4 中の正極板を用いていずれも以下の方法に従って、対応する電池を製造する。正極板をセパレータ及び負極板と順に積層して、ベアセルを得て、次にセルをケースに入れて、焼成し乾燥した後、電解液を注入し、溶接して密封し、高温老化、化成、エージングなどの工程を経て電池を得る。

【0055】

上記実施例 1 ～実施例 9 及び比較例 1 ～比較例 4 における正極板を用いて対応して製造された電池に対して、インピーダンス性能テスト、レート性能テスト、サイクル性能テスト、安全性能テスト及び荷電状態性能テストを含む性能テストを行い、具体的なデータを図 1 及び表 1 に示す。

【0056】

インピーダンス性能テスト方法において、 $25^\circ C$ で、 $0.2\ C$ の定電流定電圧で満充電にし、放置した後にさらに $0.2\ C$ の定電流で $2.5\ V$ まで放電し、3 回繰り返し、3 回目の放電容量を C_0 とし、 $0.2\ C_0$ の電流で電池を 50% の SOC まで調整し、さらに $1.5\ C$ の定電流放電を $30\ s$ テストし、インピーダンス値の大きさを算出する。

【0057】

レート性能テスト方法において、 $25^\circ C$ で、 $0.2\ C$ の定電流定電圧で満充電にし、放置した後にさらに $0.2\ C$ の定電流で $2.5\ V$ まで放電し、3 回繰り返し、3 回目の放電容量を C_0 とし、 $0.2\ C_0$ 、 $5.0\ C_0$ の定電流定電圧で満充電にし、さらに同じ大きさの電流で完全に放電し、 $0.2\ C_0$ の放電用量を基準とし、 $5.0\ C_0$ の放電容量とその比率を、レート性能を評価する指標とする。

【0058】

サイクル性能テスト方法において、 $25^\circ C$ で、 $0.2\ C$ の定電流定電圧で満充電にし、放置した後にさらに $0.2\ C$ の定電流で $2.5\ V$ まで放電し、3 回繰り返し、3 回目の放電容量を C_0 とし、 $45^\circ C$ の環境下で、 $1.0\ C_0$ の定電流定電圧で満充電にし、さらに $1.0\ C_0$ の定電流で放電し、このように 500 サイクルをサイクルし、容量保持率を記録する。

【0059】

安全性能テスト方法において、DSC テスト電極の安定性を、安全性能を評価する指標とし、電池を満充電にし、グローブボックス内に正極板を取り出し、適量の正極材料を掻き取ってつぼに入れ、さらに一定量の電解液を添加し、機器に移し、テスト雰囲気は純アルゴンガスであり、昇温速度が $2^\circ C/min$ であり、それぞれ熱暴走開始温度、熱暴走ピーク温度及び放熱電力を記録する。

【0060】

荷電状態 (state of charge、SOC) 性能テスト方法において、 $2.0\ C$ の電流で電池を迅速に満充電にし、グローブボックス内に正極板を取り出し、A R イオンビームで切断して極板断面を得て、さらにラマンスペクトルに置いて断面走査を行い、異なる金属と酸素／異なる価数金属と酸素の振動レベルが異なり、ラマンスペクトルでのピーク位置、ピーク型、ピーク強度が異なり、 $550\ cm^{-1}$ ピークと $470\ cm^{-1}$ ピークの面積比率を、SOC 状態を評価する指標とすることにより、走査面積内の各点の比率を得ることができ、すなわち、面積内の SOC 分布状況を得ることができ、さらに面積内の SOC の平均値を求め、該極板の実際の SOC 状態を特徴付ける。

【0061】

図 1 に示すように、図 1 における左側は、実施例 1 に従って製造された電池の SOC 分布状況であり、図 1 における右側は、比較例 3 に従って製造された電池の SOC 分布状況であり、実施例 1 の製造された正極板における SOC 分布が明らかに均一であることが分かり、正極板の分極がより小さく、リチウムイオンの挿入／脱出に役立つことを説明する。

【 0 0 6 2 】

【表 1】

番号	インピーダンス ($m \cdot \Omega$)	レート (%)	容量保持率 (%)	D S C			S O C (%)
				熱暴走開始温度 ($^{\circ}C$)	熱暴走ピーク温度 ($^{\circ}C$)	放熱電力 (J / g)	
実施例 1	154	98.5	92.1	201.5	207.5	1027.5	97.5
実施例 2	175	93.0	84.3	199.1	205.4	1026.5	89.2
実施例 3	177	92.5	83.5	199.8	206.2	1028.3	88.4
実施例 4	151	99.3	93.2	202.9	209.2	1027.5	98.7
実施例 5	181	91.4	82.0	198.7	204.9	1022.3	86.8
実施例 6	158	97.5	90.6	199.6	205.7	1030.4	95.9
実施例 7	201	86.2	87.1	204.2	210.2	948.4	92.2
実施例 8	171	94.0	85.8	197.1	203.1	1036.4	90.8
実施例 9	169	94.6	86.5	198.4	204.6	1033.6	91.6
実施例 1	154	98.5	92.1	201.5	207.5	1027.5	97.5
比較例 1	195	87.8	76.8	199.5	205.5	1032.1	81.3
比較例 2	189	89.3	79.1	196.5	202.5	1085.3	87.6
比較例 3	220	81.2	67.5	196.8	202.3	1088.0	71.5
比較例 4	238	75.5	68.4	195.7	201.8	1079.5	82.1

【 0 0 6 3 】

表 1 から分かるように、実施例 1 ～実施例 9 の効果は、比較例 1 ～ 4 の効果より高く、一実施例において、実施例 1 ～実施例 9 において電池インピーダンスの面で、電池インピーダンス値が最低で $151 m \cdot \Omega$ に達することができ、電池インピーダンス値が低いほど電池の導電性能が高くなることを示し、レート性能の面で、レート比率が最高で 99.3% であり、最低で 86.2% であり、レート比率が高いほど電池の異なるレートでの電気化学性能が安定し、すなわち、レート性能が高くなることを示し、サイクル性能の面で、サイクル容量保持率が最高で 93.2% であり、最低で 82.0% であり、サイクル容量保持率が高いほど電池性能が安定し、耐用年数が長くなり、安全性能の面で、熱暴走開始温度が最高で $204.2^{\circ}C$ であり、熱暴走ピーク温度が最高で $210.2^{\circ}C$ であり、放熱電力が最低で $948.4 J / g$ であり、熱暴走開始温度及び熱暴走ピーク温度が高いほど電池が耐高温で、安全になることを示し、放熱電力が低いほど電池が発熱しにくく、安全になることを示し、SOC の面で、最高で 98.7% であり、SOC 比率が高いほど、正極板における SOC がより均一であることを示す。

【 0 0 6 4 】

比較例 1 に対して、比較例 1 における正極活物質層における層状正極材料の粒子の粒径が 1 種しかなく、実施例 1 のように関係式 1 の粒径大きさ分布を用いないため、製造された電池は、インピーダンス、レート、サイクル容量保持率、安全性能及び SOC の面でい

いずれも実施例 1 より悪く、比較例 1 における電池インピーダンスが $195\text{ m}\cdot\Omega$ であり、実施例 1 より大きく、電池の導電性能が低下することを示し、レートが 87.8% のみであり、容量保持率が 76.8% のみであり、熱暴走開始温度及び熱暴走ピーク温度が実施例 1 より低く、放熱機能は、実施例 1 より高く、SOC 比率が実施例 1 より低い。

【0065】

比較例 2 に対して、比較例 2 にポリアニオン正極材料が添加されておらず、正極板の圧縮密度に影響を与え、さらに正極板の導電性能に影響を与え、比較例 2 のデータから分かるように、比較例 2 で製造された電池は、インピーダンス、レート、サイクル容量保持率、安全性能及び SOC の面で、いずれも実施例 1 より低い。

【0066】

比較例 3 に対して、比較例 3 において 1 種の粒径の大きさの粒子のみがあり、ポリアニオン正極材料が添加されておらず、比較例 3 のデータから分かるように、比較例 3 で製造された電池は、インピーダンス、レート、サイクル容量保持率、安全性能及び SOC の面で、いずれも実施例 1 より低い。

【0067】

比較例 4 に対して、比較例 4 において、4 層の正極活物質サブ層における $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.13}\text{Mn}_{0.04}\text{O}_2$ の D_{50} 粒径が本開示の関係式 1 を満たさず、つまり、各層の間の粒子粒径の大きさが関係式 1 における規則性分布を呈しておらず、比較例 4 のデータから分かるように、比較例 4 で製造された電池は、インピーダンス、レート、サイクル容量保持率、安全性能及び SOC の面で、いずれも実施例 1 より低く、これは、本開示における関係式 1 に基づいて、各正極活物質サブ層における $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.13}\text{Mn}_{0.04}\text{O}_2$ の D_{50} 粒径を設定することにより電池の電気性能を向上させることができることを説明する。

【0068】

実施例 5 を実施例 1 及び実施例 4 と比較して分かるように、 D_{50} 粒径 $\leq 200\text{ nm}$ のリン酸鉄リチウムを用いて製造された正極板の性能効果がより高い。

【0069】

実施例 7 及び実施例 8 を実施例 1 と比較して分かるように、正極活物質材料に占める質量百分率が 6.5% であるリン酸鉄リチウム正極材料を用いて製造された正極板の性能効果がより高く、本開示は、より多くの実験データにより、補助正極材料が上記正極活物質層における正極活物質材料の質量の $4.0\% \sim 12.0\%$ を占める時に製造された正極板の性能が優れることを発見する。

【0070】

以上より、表 1 における実施例及び比較例の実験結果から分かるように、本開示の関係式 1 の粒径分布を満たす正極板に応じて、正極板の厚さ方向及び大小粒子の間の SOC 状態の違いによる分極を低減することができ、リチウム挿入の不均一による分極を除去し、電池のインピーダンスを低下させ、レート及びサイクル性能を向上させることができる。ポリアニオン正極材料が優れた構造安定性を有し、複合使用により、サイクル性能を向上させるだけでなく、安全性能（熱安定性）も改善される。

【0071】

上述した実施例は、単に本開示のいくつかの実施形態を示し、その説明が具体的で詳細であるが、本開示の特許範囲を限定するものと理解すべきではない。なお、当業者にとっては、本開示の構想から逸脱しない前提で、さらにいくつかの変形及び改良を行うことができ、これらは、いずれも本開示の保護範囲に属する。したがって、本開示の特許の保護範囲は、添付された特許請求の範囲を基準とすべきである。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

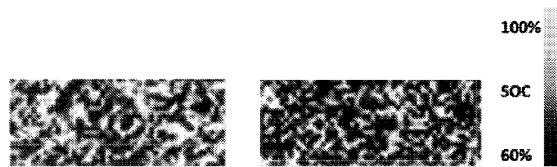


図 1

10

20

30

40

50

フロントページの続き

中華人民共和国 グァンドン 518118 シェンゼン ピンシャン ビーワイディー・ロード ナ
ンバー・3009

(72)発明者 ▲陳▼娜
中華人民共和国 グァンドン 518118 シェンゼン ピンシャン ビーワイディー・ロード ナ
ンバー・3009

(72)発明者 ▲ハオ▼▲ロン▼
中華人民共和国 グァンドン 518118 シェンゼン ピンシャン ビーワイディー・ロード ナ
ンバー・3009

(72)発明者 潘▲儀▼
中華人民共和国 グァンドン 518118 シェンゼン ピンシャン ビーワイディー・ロード ナ
ンバー・3009

審査官 松嶋 秀忠

(56)参考文献 特開2013-137928 (JP, A)
国際公開第2020/017580 (WO, A1)
中国特許出願公開第111261834 (CN, A)
特開2008-251401 (JP, A)
特表2019-501492 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01M 4/02-62