

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6714973号  
(P6714973)

(45) 発行日 令和2年7月1日(2020.7.1)

(24) 登録日 令和2年6月10日(2020.6.10)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 M 2/16 (2006.01)	HO 1 M 2/16 P
HO 1 M 2/18 (2006.01)	HO 1 M 2/16 L
	HO 1 M 2/18 Z

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-53941 (P2015-53941)	(73) 特許権者	000000033
(22) 出願日	平成27年3月17日 (2015.3.17)		旭化成株式会社
(65) 公開番号	特開2016-173956 (P2016-173956A)		東京都千代田区有楽町一丁目1番2号
(43) 公開日	平成28年9月29日 (2016.9.29)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成30年1月12日 (2018.1.12)		弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100077517
			弁理士 石田 敬
		(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100108903
			弁理士 中村 和広
		(74) 代理人	100142387
			弁理士 齋藤 都子
		(74) 代理人	100135895
			弁理士 三間 俊介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水系電解液蓄電池用セパレータ、及びこれを用いた水系電解液蓄電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

下記式(1)~(4)：

$$D_{max} \leq 20 \mu m \quad \dots (1)$$

$$0.1 \mu m \leq D_{min} \quad \dots (2)$$

$$D_{max} / D_{ave} < 3.00 \quad \dots (3)$$

$$D_{max} / D_{min} < 5.00 \quad \dots (4)$$

{ 式中、 $D_{max}$  は最大孔径 ( $\mu m$ ) であり、 $D_{ave}$  は平均孔径 ( $\mu m$ ) であり、 $D_{min}$  は最小孔径 ( $\mu m$ ) である。} を満たす孔径分布を有する、平均繊維径  $0.1 \mu m$  以上  $5.0 \mu m$  以下、繊維長  $150 mm$  以上の極細繊維から構成され、かつ、地合変動係数が  $100$  以下である不織布から構成される、鉛蓄電池又はアルカリ電池のいずれかの水系電解液蓄電池用セパレータ。

10

【請求項2】

前記不織布の平均孔径 ( $D_{ave}$ ) が  $10 \mu m$  以下である、請求項1に記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

【請求項3】

前記不織布の最小孔径 ( $D_{min}$ ) が  $5 \mu m$  以下である、請求項1又は2に記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

【請求項4】

前記不織布が熱可塑性樹脂繊維から構成される不織布である、請求項1~3のいずれか

20

1 項に記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

【請求項 5】

前記不織布が親水化加工された不織布である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

【請求項 6】

前記不織布の厚みが  $10 \sim 300 \mu\text{m}$ 、かつ、目付が  $5 \sim 100 \text{g}/\text{m}^2$  である、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

【請求項 7】

前記不織布の空隙率が  $30 \sim 95\%$  である、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

【請求項 8】

前記不織布にさらに不織布が積層されている少なくとも 2 層の不織布層を有する積層不織布であって、下記式 (1) ~ (4) :

$$\begin{array}{l} \frac{D_{\max} - 20 \mu\text{m}}{0.1 \mu\text{m} - D_{\min}} \dots (1) \\ \frac{D_{\max}}{D_{\text{ave}}} < 3.00 \dots (2) \\ \frac{D_{\max}}{D_{\min}} < 5.00 \dots (3) \\ \dots (4) \end{array}$$

{ 式中、 $D_{\max}$  は最大孔径 ( $\mu\text{m}$ ) であり、 $D_{\text{ave}}$  は平均孔径 ( $\mu\text{m}$ ) であり、 $D_{\min}$  は最小孔径 ( $\mu\text{m}$ ) である。 } を満たす孔径分布を有し、かつ、地合変動係数が 100 以下であるものから構成される、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

【請求項 9】

前記不織布が、カレンダー加工された不織布又は積層不織布である、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の水系電解液蓄電池用セパレータを有する水系電解液蓄電池。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の水系電解液蓄電池用セパレータを有するアルカリ二次電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水系電解液蓄電池用セパレータ、及びこれを用いた水系電解液蓄電池に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電子機器の多様化に伴い、各種蓄電池に対する高性能化が求められている。中でも水系電解液を使った蓄電池は多種多様に存在し、硫酸水溶液系を使用する鉛蓄電池、アルカリ水溶液系を使用するニカド電池、ニッケル水素電池等のアルカリ電池類が挙げられ、高容量化、高寿命化、小型化等が要求されている。

【0003】

従来から蓄電池用セパレータとしては、不織布、微多孔膜等が広く用いられてきた。セパレータの機能としては、電極間の物理的接触、短絡を防ぐために電気絶縁性を有していること、電解液に対する濡れ性、保液性に優れること、電解液に対して化学的安定性を有していること、適度な強度を有すること等、が挙げられる。例えば、アルカリ電池用セパレータでは、ポリオレフィン系の湿式不織布が用いられている。

【0004】

以下の特許文献 1 には、「(1) 繊維径が  $3 \mu\text{m}$  以下の極細繊維、(2) 繊維径 (円形換算値) が  $3 \sim 5 \mu\text{m}$  ( $3 \mu\text{m}$  は含まない) で、横断面形状が非円形である準極細異形織

10

20

30

40

50

維、及び(3)表面に融着成分を備えた、引張り強さが4.5 cN/dtex以上の複合高強度ポリプロピレン系繊維を含み、前記複合高強度ポリプロピレン系繊維の融着成分が融着した不織布を含む、電池用セパレータであって、セパレータの最大孔径が25 μm以下である、前記の電池用セパレータ」が開示されている。

【0005】

また、以下の特許文献2には、「耐アルカリ性セルローズ繊維と、耐アルカリ性合成繊維と、バインダ成分とからなる多層構造を有する湿式不織布からなるアルカリ電池用セパレータであって、前記湿式不織布の平均孔径が10 μm以下であることを特徴とするアルカリ電池用セパレータ」が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第5006546号公報

【特許文献2】特開2014-26877号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に記載の電池用セパレータは、ポリプロピレン系不織布を含む電池用セパレータであり、最大孔径が25 μm以下であることを特徴のひとつとしているが、最小孔径については何ら記載されていない。本願発明者らの検討により、不織布の孔径が小さすぎると緻密になり過ぎ、イオン透過性が悪くなるため内部抵抗が高くなり、また、イオン透過性に影響を及ぼすとされる容量維持率も低下することが明らかとなった。また、本願発明者らは、特許文献1に記載の電池用セパレータに用いられている不織布は、湿式法により形成された短繊維不織布であるため、電解液中での基布強度が不安定であり、物理的振動、環境変動、及び経時変動に対して、電池特性を維持することが困難で、サイクル寿命が短くなる傾向があることを見出した。

【0008】

また、特許文献2に記載の電池用セパレータは、湿式法により形成された短繊維不織布であり、融着成分、バインダ成分等を含むことによって、電解液中での寸法安定性に優れ、良好なイオン透過性を示す緻密なセパレータであると記載されているが、長時間経過すると、電解液中に融着成分、バインダ成分等が溶出して、蓄電池のサイクル寿命が短くなること、本願発明者らの検討により明らかとなった。

【0009】

かかる状況下、本発明が解決しようとする課題は、優れたイオン透過性、電解液の濡れ性及び保液性、かつ、電気絶縁性を有する水系電解液電池用セパレータ、並びに、高容量及び低抵抗で、サイクル寿命が長く、かつ、信頼性の高い水系電解液蓄電池を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本願発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意検討し実験を重ねた結果、以下の構成により上記課題を解決することができることを予想外に見出し、本発明を完成するに至ったものである。すなわち、本発明は以下のとおりのものである。

[1] 下記式(1)~(4)：

$$D_{max} \leq 20 \mu\text{m} \quad \dots (1)$$

$$0.1 \mu\text{m} \leq D_{min} \quad \dots (2)$$

$$D_{max} / D_{ave} < 3.00 \quad \dots (3)$$

$$D_{max} / D_{min} < 5.00 \quad \dots (4)$$

{式中、 $D_{max}$ は最大孔径(μm)であり、 $D_{ave}$ は平均孔径(μm)であり、 $D_{min}$ は最小孔径(μm)である。}を満たす孔径分布を有する、平均繊維径0.1 μm以上5.0 μm以下、繊維長150 mm以上の極細繊維から構成され、かつ、地合変動係数

10

20

30

40

50

が100以下である不織布から構成される、鉛蓄電池又はアルカリ電池のいずれかの水系電解液蓄電池用セパレータ。

[2] 前記不織布の平均孔径 ( $D_{ave}$ ) が  $10\ \mu\text{m}$  以下である、前記 [1] に記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

[3] 前記不織布の最小孔径 ( $D_{min}$ ) が  $5\ \mu\text{m}$  以下である、前記 [1] 又は [2] に記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

[4] 前記不織布が熱可塑性樹脂繊維から構成される不織布である、前記 [1] ~ [3] のいずれかに記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

[5] 前記不織布が親水化加工された不織布である、前記 [1] ~ [4] のいずれかに記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

[6] 前記不織布の厚みが  $10\sim 300\ \mu\text{m}$ 、かつ、目付が  $5\sim 100\ \text{g}/\text{m}^2$  である、前記 [1] ~ [5] のいずれかに記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

[7] 前記不織布の空隙率が  $30\sim 95\%$  である、前記 [1] ~ [6] のいずれかに記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

[8] 前記不織布にさらに不織布が積層されている少なくとも2層の不織布層を有する積層不織布であって、下記式 (1) ~ (4) :

$$\frac{D_{max}}{0.1\ \mu\text{m}} \leq \frac{D_{min}}{20\ \mu\text{m}} \leq 3.00 \quad \dots (1)$$

$$0.1\ \mu\text{m} \leq D_{min} \leq 20\ \mu\text{m} \quad \dots (2)$$

$$\frac{D_{max}}{D_{ave}} < 3.00 \quad \dots (3)$$

$$\frac{D_{max}}{D_{min}} < 5.00 \quad \dots (4)$$

{ 式中、 $D_{max}$  は最大孔径 ( $\mu\text{m}$ ) であり、 $D_{ave}$  は平均孔径 ( $\mu\text{m}$ ) であり、 $D_{min}$  は最小孔径 ( $\mu\text{m}$ ) である。} を満たす孔径分布を有し、かつ、地合変動係数が100以下であるものから構成される、前記 [1] ~ [7] のいずれかに記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

[9] 前記不織布が、カレンダー加工された不織布又は積層不織布である、前記 [1] ~ [8] のいずれかに記載の水系電解液蓄電池用セパレータ。

[10] 前記 [1] ~ [9] のいずれかに記載の水系電解液蓄電池用セパレータを有する水系電解液蓄電池。

[11] 前記 [1] ~ [9] のいずれかに記載の水系電解液蓄電池用セパレータを有するアルカリ二次電池。

#### 【発明の効果】

##### 【0011】

本発明の水系電解液蓄電池用セパレータは、孔径分布が高度に制御されているので、優れたイオン透過性、保液性、電気絶縁性、化学的安定性を有する。また、本発明の水系電解液蓄電池は、本発明の水系電解液蓄電池用セパレータを有することにより、安定した生産工程で、且つ歩留りが良く、低コストで生産でき、高容量且つ低抵抗で、サイクル寿命が長く、信頼性が高い。なお、上述の記載は、本発明の全ての実施形態及び本発明に関する全ての利点を開示したものではない。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0012】

以下、本発明の代表的な実施形態を例示する目的でより詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態に限定されない。

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、下記式 (1) ~ (4) :

$$\frac{D_{max}}{0.1\ \mu\text{m}} \leq \frac{D_{min}}{20\ \mu\text{m}} \leq 3.00 \quad \dots (1)$$

$$0.1\ \mu\text{m} \leq D_{min} \leq 20\ \mu\text{m} \quad \dots (2)$$

$$\frac{D_{max}}{D_{ave}} < 3.00 \quad \dots (3)$$

$$\frac{D_{max}}{D_{min}} < 5.00 \quad \dots (4)$$

{ 式中、 $D_{max}$  は最大孔径 ( $\mu\text{m}$ ) であり、 $D_{ave}$  は平均孔径 ( $\mu\text{m}$ ) であり、 $D_{min}$  は最小孔径 ( $\mu\text{m}$ ) である。} を満たす孔径分布を有する不織布から構成される水系電解液蓄電池用セパレータである。

## 【0013】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータを構成する不織布の最大孔径 ( $D_{max}$ ) は、 $20\ \mu\text{m}$ 以下である。最大孔径が $20\ \mu\text{m}$ 以下であると短絡が起きる可能性を低減できる。最大孔径 ( $D_{max}$ ) の上限値は、 $20\ \mu\text{m}$ 以下であればよく、短絡の可能性を低減する観点から、好ましくは $18\ \mu\text{m}$ 以下、 $15\ \mu\text{m}$ 以下、 $10\ \mu\text{m}$ 以下、又は $5\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。最大孔径 ( $D_{max}$ ) の下限値は、限定されないが、電解液含浸性及びイオン透過性の点から、例えば、 $1\ \mu\text{m}$ 以上、 $2\ \mu\text{m}$ 以上、又は $3\ \mu\text{m}$ 以上とすることができる。最大孔径 ( $D_{max}$ ) の範囲は、例えば、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $2\ \mu\text{m}$ 以上 $18\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $3\ \mu\text{m}$ 以上 $15\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。

10

## 【0014】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータを構成する不織布の最小孔径 ( $D_{min}$ ) は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上である。最小孔径が $0.1\ \mu\text{m}$ 以上であると、イオン透過性が良く、内部抵抗が低くなり、イオン透過性に影響を及ぼすとされる容量維持率が向上する。最小孔径 ( $D_{min}$ ) の下限値は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上であればよく、電解液含浸性及びイオン透過性の観点から、好ましくは $0.3\ \mu\text{m}$ 以上、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上、又は $1.0\ \mu\text{m}$ 以上とすることができる。最小孔径 ( $D_{min}$ ) の上限値は、限定されないが、短絡の可能性を低減する観点から、例えば、 $5\ \mu\text{m}$ 以下、 $4\ \mu\text{m}$ 以下、 $3\ \mu\text{m}$ 以下、又は $2\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。最小孔径 ( $D_{min}$ ) の範囲は、例えば、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $5\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.3\ \mu\text{m}$ 以上 $4\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $1\ \mu\text{m}$ 以上 $3\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。

20

## 【0015】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータを構成する不織布の平均孔径 ( $D_{ave}$ ) は、 $10\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。 $10\ \mu\text{m}$ 以下であると、短絡の可能性を低減できる。平均孔径 ( $D_{ave}$ ) の上限値は、 $10\ \mu\text{m}$ 以下であればよく、短絡の可能性をより効果的に低減する観点から、例えば、 $8\ \mu\text{m}$ 以下、 $5\ \mu\text{m}$ 以下、 $4\ \mu\text{m}$ 以下、 $3\ \mu\text{m}$ 以下、又は $2\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。平均孔径 ( $D_{ave}$ ) の下限値は、限定されないが、電解液含浸性及びイオン透過性の観点から、例えば、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上、 $1.0\ \mu\text{m}$ 以上、 $1.5\ \mu\text{m}$ 以上、又は $2.0\ \mu\text{m}$ 以上とすることができる。

30

## 【0016】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータを構成する不織布の平均孔径 ( $D_{ave}$ ) に対する最大孔径 ( $D_{max}$ ) の比 ( $D_{max}/D_{ave}$ ) は、 $3.00$ 未満である。 $D_{max}/D_{ave}$  が $3.00$ 未満であると、孔径分布が均一になり、セパレータ内のイオン透過性が均一になり、部分的な析出物の発生による容量維持率の低下や短絡の可能性を低減することができる。 $D_{max}/D_{ave}$  の上限値は、 $3.00$ 未満であればよく、容量維持率の低下や短絡の可能性をより効果的に低減するという観点から、 $2.75$ 未満、 $2.50$ 未満、 $2.10$ 未満、 $2.00$ 未満、 $1.90$ 未満、 $1.80$ 未満、又は $1.70$ 未満とすることができる。

## 【0017】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータを構成する不織布の最小孔径 ( $D_{min}$ ) に対する最大孔径 ( $D_{max}$ ) の比 ( $D_{max}/D_{min}$ ) は、 $5.00$ 未満である。 $5.00$ 未満であると、孔径分布が均一になり、容量維持率の低下や短絡の可能性を低減することができる。 $D_{max}/D_{min}$  の上限値は、 $5.00$ 未満であればよく、容量維持率の低下や短絡の可能性をより効果的に低減する観点から、 $4.50$ 未満、 $4.25$ 未満、 $4.00$ 未満、 $3.50$ 未満、又は $3.00$ 未満とすることができる。

40

## 【0018】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、不織布が平均繊維径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $5.0\ \mu\text{m}$ 以下の極細繊維から構成されることが好ましい。 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上であると不織布の強度が高くなり、緻密になり過ぎないため、電解液の浸透性及びイオン透過性が良く、内部抵抗を低くすることができる。一方、 $5.0\ \mu\text{m}$ 以下であると、局所的な緻密性のば

50

らつきが低減され、優れた電気絶縁性を有することができ、短絡の可能性を低減することができる。極細繊維の平均繊維径は、例えば、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上 $3\ \mu\text{m}$ 以下、 $0.3\ \mu\text{m}$ 以上 $2\ \mu\text{m}$ 以下、 $0.3\ \mu\text{m}$ 以上 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下、又は $0.3\ \mu\text{m}$ 以上 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。

【0019】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、不織布が、繊維長 $150\ \text{mm}$ 以上の極細繊維から構成されることが好ましい。極細繊維の繊維長が $150\ \text{mm}$ 以上であると不織布の強度、工程性等が良好になる。より好ましくは、極細繊維の繊維長は $200\ \text{mm}$ 以上である。

【0020】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、不織布が連続長繊維から構成されていることが好ましい。本明細書中、連続長繊維とは、JIS-L0222で規定される繊維をいう。本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、不織布が極細繊維の連続長繊維から構成されていることがより好ましい。

【0021】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、不織布が熱可塑性樹脂繊維から構成されていることが好ましい。熱可塑性樹脂としては、限定されないが、ポリオレフィン系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリフェニレンサルファイド系樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリイミド、エチレン・酢酸ビニル共重合体、ポリアクリロニトリル、ポリカーボネート、ポリスチレン、アイオノマー、ポリフェニレンサルファイド(PPS)、及びこれらの混合物が挙げられる。ポリオレフィン系樹脂としては、例えば、エチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ヘキセン、4-メチル-1-ペンテン、1-オクテン等のオレフィンの単独重合体又は共重合体；高圧法低密度ポリエチレン、線状低密度ポリエチレン(LLDPE)、高密度ポリエチレン、ポリプロピレン(プロピレン単独重合体)、ポリプロピレンランダム共重合体、ポリ1-ブテン、ポリ4-メチル-1-ペンテン、エチレン・プロピレンランダム共重合体、エチレン-1-ブテンランダム共重合体、プロピレン-1-ブテンランダム共重合体等が挙げられる。ポリエステル系樹脂としては、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等が挙げられる。ポリアミド系樹脂としては、ナイロン-6(Ny)、ナイロン-66、ポリメタキシレンアジパミド等が挙げられる。

【0022】

熱可塑性樹脂繊維は、電解液の浸透性、化学的安定性、及び電気絶縁性等の観点から、好ましくは、ポリプロピレン(PP)、ナイロン-6(Ny)、ポリフェニレンサルファイド(PPS)、及びポリエチレンテレフタレート(PET)からなる群から選択される少なくとも一つである。中でも、熱可塑性樹脂繊維は、耐溶液性の観点から、ポリプロピレン(PP)、及びナイロン-6(Ny)からなる群から選択される少なくとも一つであることが好ましい。

【0023】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、不織布に親水化加工が施されていることが好ましい。不織布に親水化加工が施されていると、不織布の空隙部分に電解液を含浸させやすくなるため、より多くの電解液をセパレータ内に取り込むことができ、イオン透過性及び電解液の保液性に優れた水系電解液蓄電池用セパレータを提供することができるため、好ましい。親水化加工の方法としては、物理的な加工方法、例えば、コロナ処理又はプラズマ処理による親水化；化学的な加工方法、例えば表面官能基の導入、例えば、酸化処理等によりスルホン酸基、カルボン酸基等を導入すること；水溶性高分子、例えば、PVA、ポリスチレンスルホン酸、若しくはポリグルタミン酸、及びノ又は界面活性剤、例えば、ノニオン性界面活性剤、陰イオン性界面活性剤、陽イオン性界面活性剤、若しくは両イオン性界面活性剤等の処理剤による加工；を採用することができる。当業者であれば、電解液との親和性を考慮して、適切な親水化加工方法及び条件、例えば、処理剤の使用量及び官能基の導

10

20

30

40

50

入量等を選択することができる。

【0024】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、不織布の厚みが10～300 $\mu\text{m}$ であることが好ましい。不織布の厚みがこの範囲であると、不織布の強度、ハンドリング性、電気抵抗値をより低減することができるため好ましい。不織布の厚みは、例えば、20～250 $\mu\text{m}$ 、30～225 $\mu\text{m}$ 、40～200 $\mu\text{m}$ 、50～200 $\mu\text{m}$ 、又は50超～200 $\mu\text{m}$ とすることができる。

【0025】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、不織布の目付が5～100 $\text{g}/\text{m}^2$ であることが好ましい。不織布の目付がこの範囲であると、不織布の強度、電気抵抗値、イオン透過性等の観点から好ましい。不織布の目付は、例えば、7～90 $\text{g}/\text{m}^2$ 、10～80 $\text{g}/\text{m}^2$ 、又は10～50 $\text{g}/\text{m}^2$ とすることができる。

10

【0026】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、不織布の空隙率が30～95%であることが好ましい。不織布の空隙率がこの範囲であると、電解液の浸透性、イオン透過性、保液量、サイクル寿命、短絡防止の観点から好ましい。不織布の空隙率は、例えば、40～90%、45～85%、50～80%とすることができる。

【0027】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、セパレータの斑の低減、短絡防止、電池性能の安定性、不良率低下等の観点から不織布の地合係数が100以下であることが好ましい。不織布の地合係数は、例えば、90以下、80以下、70以下、又は60以下とすることができる。

20

【0028】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、電解液の含浸性、電池容量の観点から、不織布の吸い上げ高さが10 $\text{mm}$ 以上であることが好ましい。不織布の吸い上げ高さは、例えば、30 $\text{mm}$ 以上、50 $\text{mm}$ 以上、60 $\text{mm}$ 以上、又は70 $\text{mm}$ 以上とすることができる。

【0029】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、容量特性、サイクル寿命の観点から、不織布の保液性が150%以上であることが好ましい。不織布の保液性は、例えば、200%以上、250%以上、又は300%以上とすることができる。

30

【0030】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、ハンドリング性、不良率低減等の観点から、不織布の引張強度が3 $\text{N}/15\text{mm}$ 以上であることが好ましい。不織布の引張強度は、例えば、5 $\text{N}/15\text{mm}$ 以上、6 $\text{N}/15\text{mm}$ 以上、7 $\text{N}/15\text{mm}$ 以上、又は10 $\text{N}/15\text{mm}$ 以上とすることができる。

【0031】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、短絡防止等の観点から、不織布の体積抵抗が $1.0 \times 10^8 \cdot \text{cm}$ 以上であることが好ましい。不織布の体積抵抗は、例えば、 $1.0 \times 10^{10} \cdot \text{cm}$ 以上、 $1.0 \times 10^{13} \cdot \text{cm}$ 以上、 $1.0 \times 10^{14} \cdot \text{cm}$ 以上、又は $1.0 \times 10^{15} \cdot \text{cm}$ 以上とすることができる。

40

【0032】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータでは、不織布がメルトブロー法で形成されていることが好ましい。メルトブロー法とは、一般に、溶融した熱可塑性樹脂をメルトブローン紡口に送り、複数の紡口ノズル孔が1列又は複数列に並べられた紡口ノズル孔から吐出するとともに、紡口ノズル孔の列を挟むように設けられたエアギャップから噴出される高温高速の紡糸ガスによって牽引することで繊維を細化させる。次いで、吸引ファンを下部に有するコレクターネット上に、細化した繊維を集積させることにより、極細且つ均一なメルトブローン不織布を製造することができる。メルトブロー法を採用することにより、本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータにおいて高度に制御された細孔分布を達

50

成しやすくなる。

【0033】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、不織布が2層以上の不織布から構成された積層不織布であってもよい。積層不織布の構成としては、メルトブローン不織布をスパンボンド不織布上に積層させた積層体（以下、SMとも表記する。）、2つのスパンボンド不織布層の間にメルトブローン不織布を挟持した積層体（以下、SMSとも表記する。）等が挙げられる。不織布を積層することにより、不織布の分散性、均一性の向上、及び強度の補強が可能となる。また、SM、SMS以外の積層不織布の構成としては、例えば、不織布に編布、織布、フィルム、無機複合材料層等を積層した構成；不織布として、湿式不織布、乾式不織布、乾式パルプ不織布、フラッシュ紡糸不織布、開織不織布等を積層した構成が挙げられる。積層する方法としては、熱エンボス加工、超音波融着等の熱融着法、ニードルパンチ、ウォータージェット等の機械的交絡法、ホットメルト接着剤、ウレタン系接着剤等の接着剤による方法、押出しラミネート等、種々公知の方法を採用することができる。

10

【0034】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータを構成する不織布としては、カレンダー加工が施された不織布であることが好ましい。不織布層にある繊維同士をカレンダー加工によって熱接着することによって良好に不織布を形成できる。カレンダー加工としては、不織布層を熱ロールで圧着させる方法が挙げられ、この方法は連続一体化した生産ラインで実施できることから、低目付けで均一な不織布を得ることを目的とする場合に適している。熱接着工程は、例えば、熱可塑性樹脂の融点を基準として50～120低い温度、及び線圧100～1000N/cmで行うことができる。カレンダー加工における線圧が上記範囲であると、不織布の強度、繊維の変形の低減、見掛け密度の低減等の観点から好ましく、本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータにおける高度に制御された細孔分布を達成しやすくなる。

20

【0035】

カレンダー加工において使用する熱ロールは、エンボスや梨地柄のような、表面に凹凸のあるロールであってもよく、又は平滑なフラットロールであってもよい。表面に凹凸のあるロールの表面柄については、エンボス柄、梨地柄、矩形柄、線柄等、繊維同士を熱により結合できるものであれば限定されない。

30

【0036】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータを構成する不織布は、不織布上に無機複合材料層を有してもよい。不織布上に無機複合材料層を有すると、短絡の可能性をより低減できる。無機複合材料層は、無機粒子を含有してもよい。無機複合材料層としては、所定の温度で溶融することで無機複合材料層の細孔を閉塞することができる材料を含む多孔質層を使用することができる。多孔質層は、例えば、不織布の上に多孔質の平面構造物として設けることができる。不織布に無機材料を複合する手法としては、例えば、無機粒子を含むスラリーに不織布を含浸する方法、転写等の塗工が挙げられる。

【0037】

無機粒子としては、例えば、平均粒径0.5～10 $\mu$ mのAl、Si、及び/又はZr元素の酸化物粒子が挙げられ、具体的には、例えば、酸化鉄、SiO<sub>2</sub>（シリカ）、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（アルミナ）、TiO<sub>2</sub>、BaTiO<sub>2</sub>、ZrOなどの酸化物微粒子；窒化アルミニウム、窒化ケイ素などの窒化物微粒子；フッ化カルシウム、フッ化バリウム、硫酸バリウムなどの難溶性のイオン結晶微粒子；シリコン、ダイヤモンドなどの共有結合性結晶微粒子；タルク、モンモリロナイトなどの粘土微粒子；ペーサイト、ゼオライト、アパタイト、カオリン、ムライト、スピネル、オリビン、セリサイト、ベントナイト、マイカなどの鉱物資源由来物質またはそれらの人造物；などが挙げられ、これらを単独又は組み合わせて使用することができる。また、無機粒子としては、例えば、金属微粒子；SnO<sub>2</sub>、スズ-インジウム酸化物（ITO）などの酸化物微粒子；カーボンブラック、グラファイトなどの炭素質微粒子；などの導電性微粒子の表面を、電気絶縁性を有する材料（例えば

40

50

、上記の非電気伝導性の無機微粒子を構成する材料)でコーティングすることで電気絶縁性を持たせた微粒子であってもよい。

【0038】

無機複合材料層の形成は、無機粒子、バインダ、熱溶解性微粒子等を溶媒中に分散/溶解させたスラリーを作製し、得られたスラリーを不織布上に塗布及び乾燥することにより行うことができる。溶媒は、無機微粒子や、熱溶解性微粒子などを均一に分散でき、また、バインダを均一に溶解又は分散できるものであればよく、例えば、トルエンなどの芳香族炭化水素、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトンなどのケトン類といった有機溶媒を使用してもよい。バインダが水溶性である場合、エマルジョンとして使用する場合は、溶媒として水を使用してもよい。なお、これらの溶媒に、アルコール類またはプロピレンオキサイド系グリコールエーテルなどを添加して、界面張力を制御してもよい。

10

【0039】

本実施形態の水系電解液蓄電池用セパレータは、水系電解液蓄電池、例えば、アルカリ二次電池のセパレータとして用いることができる。

【実施例】

【0040】

以下、実施例を挙げて本発明を更に具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。以下、特記がない限り、不織布の長さ方向とはMD方向(マシン方向)であり、幅方向とは該長さ方向と垂直の方向である。

【0041】

20

〔実施例1〕

以下のメルトブロー法(MB)により不織布を作製した。繊維素材としてポリプロピレン(PP)樹脂を使用した。紡口ノズル径0.30mmの紡口ノズルから、押出機で溶解させたポリプロピレン(PP)樹脂を押出した。押出機におけるポリプロピレン(PP)樹脂の熔融温度、紡糸ガス温度、熔融樹脂の単孔吐出量等を適宜選択し、熱可塑性樹脂を牽引細化することにより、ポリプロピレン(PP)極細繊維の連続長繊維から構成されるメルトブローン不織布(PP-MB)を作製した。さらに、エンボスロールにて、所望の厚みとなるように厚み及び見掛け密度を調整し、PP-MB不織布を作製した。得られたPP-MB不織布に、プラズマ加工により親水化加工を施し、実施例1のセパレータを作製した。プラズマ処理は、プラズマ処理装置内を10~5 Torrまで減圧にした後、酸素ガスを流量10cc/minで供給して実施した。

30

【0042】

〔実施例2~17〕

以下の表1に示すように、繊維素材、不織布構成等を変更し、また、単孔吐出量、ライン速度、及び紡糸ガス条件を適宜選択することにより、さまざまな目付、見かけ密度等を有し、極細繊維の連続長繊維から構成された実施例2~17のセパレータを作製した。

【0043】

実施例7では、得られたPP-MB不織布にスルホン化処理をすることで、親水化加工を施した。スルホン化処理は、三酸化硫黄ガスを含む乾燥空气中で、不織布の硫黄含有率が0.25質量%になるまで実施した。

40

【0044】

実施例8では、スパンボンド法で作製した連続長繊維不織布(繊維径15 $\mu$ m)上に直接、上記と同じメルトブロー法によりウェブを積層させ、PP-SM構造とした。さらに、エンボスロールにて一体化するとともに、所望の厚みとなるように厚み及び見掛け密度を調整し、PP-SM構造とした。

【0045】

実施例13、14、及び17では、スパンボンド法で作製した連続長繊維不織布(繊維径15 $\mu$ m)上に直接、上記と同じメルトブロー法によりウェブを積層させ、さらにその上にスパンボンド法で作製した連続長繊維不織布(繊維径15 $\mu$ m)を積層して、Ny-SMS構造、PPS-SMS構造、又はPET-SMS構造とした。さらに、エンボス口

50

ールにて一体化するとともに、所望の厚みとなるように厚み及び見掛け密度を調整し、各積層不織布を得た。

【0046】

実施例17では、PET-SMS不織布を作製したあと、以下の方法で作製したスラリーを塗布して100で乾燥させることにより、実施例17のセパレータを作製した。スラリーは、水1000g、無機粒子として球状シリカ1000g、及びバインダとしてSBRラテックスを、球状シリカ100質量部に対してSBR固形分が3質量部となるように容器に入れ、スリーワンモーターで1時間攪拌して分散させることにより得た。スラリーの塗布は、スラリー中に不織布を通して引き上げることにより行った。

【0047】

〔比較例1〕

ポリプロピレン(PP)(日本ポリプロ製)を用い、スパンボンド法(SB)により、紡糸温度300で、フィラメントの長繊維群を、移動する捕集ネット上に向けて押し出し、紡糸速度4500m/分で紡糸し、コロナ帯電で3 $\mu$ C/g程度に帯電させて十分に開織をさせ、PP-SB長繊維ウェブを捕集ネット上に形成した。得られたPP-SB長繊維ウェブを、フラットロールにて熱接着した後、コロナ放電加工を実施し、カレンダーロールにて、所望の厚みとなるように厚みを調整するとともに見掛け密度を調整し、比較例1のセパレータを作製した。

【0048】

〔比較例2〕

繊維径8.5 $\mu$ m、繊維長5mmのポリプロピレン(PP)短繊維を、抄造法にて、目付50g/m<sup>2</sup>となるようにネット上に捕集してウェブを得た。このウェブを脱水乾燥後、カレンダーロールにて熱圧着して、比較例2のセパレータを作製した。

【0049】

〔比較例3〕

繊維径5.3 $\mu$ m、繊維長5mmのセルロース(Cel)短繊維を用い、目付を80g/m<sup>2</sup>にしたこと以外は比較例2と同様の方法で、比較例3のセパレータを作製した。

【0050】

(1)極細繊維の平均繊維径( $\mu$ m)の測定

不織布を10cm $\times$ 10cmにカットし、上下60の鉄板に0.30MPaの圧力で90秒間プレスした後、不織布を白金にて蒸着した。SEM装置(JSM-6510日本電子株式会社製)を用いて、加速電圧15kV、ワーキングディスタンス21mmの条件で撮影した。撮影倍率は、平均繊維径が0.5 $\mu$ m未満の糸は10000倍、平均繊維径が0.5 $\mu$ m以上1.5 $\mu$ m未満の糸は6000倍、1.5 $\mu$ m以上の糸は4000倍とした。それぞれの撮影倍率での撮影視野は、10000倍では12.7 $\mu$ m $\times$ 9.3 $\mu$ m、6000倍では21.1 $\mu$ m $\times$ 15.9 $\mu$ m、4000倍では31.7 $\mu$ m $\times$ 23.9 $\mu$ mとした。ランダムに繊維100本以上を撮影し、全ての繊維径を測長した。ただし、糸長方向で融着している繊維同士は測定対象から除いた。以下の式：

$$Dw = \sum W_i \cdot D_i = (\sum N_i \cdot D_i^2) / (\sum N_i \cdot D_i)$$

{式中、 $W_i$  = 繊維径 $D_i$ の重量分率 =  $N_i \cdot D_i / \sum N_i \cdot D_i$ である。}により求められる重量平均繊維径( $Dw$ )を、平均繊維径( $\mu$ m)とした。

【0051】

紡口ノズルを1ホールのみ有する単孔紡口ノズルを製作し、単孔紡口ノズルを用いて本発明の領域内で紡糸時の糸挙動の様子を高速度カメラで撮影することにより、不織布を構成する繊維が連続長繊維であることを確認した。これまでのメルトブローン法では、繊維の分繊による細繊化と、延伸による細繊化とが混在していたと考えられるが、上述した紡糸条件によれば、分繊せず1本のまま延伸によって細繊化できることが分かった。分繊では繊維径及び繊維径分布のコントロールが非常に困難であるが、糸が1本のまま細繊化すると、均一性が高く且つ所望の平均繊維径を有する繊維から構成される不織布を得ることが可能となる。そのため、本発明の水系電解液蓄電池用セパレータにおける高度に制御さ

10

20

30

40

50

れた細孔分布を達成しやすくなる。

【0052】

(2) 目付け ( $g/m^2$ ) の測定

JIS L-1906に規定の方法に従い、縦20cm×横25cmの試験片を、試料の幅方向1m当たり3箇所、長さ方向1m当たり3箇所の、計1m×1m当たり9箇所採取して質量を測定し、その平均値を単位面積当たりの質量に換算して求めた。

【0053】

(3) 厚み ( $\mu m$ ) の測定

JIS L-1906に規定の方法に従い、幅1m当たり10箇所の厚みを測定し、その平均値を求めた。

10

【0054】

(4) 見掛け密度 ( $g/cm^3$ ) の測定

上記(2)にて測定した目付け ( $g/m^2$ )、上記(3)にて測定した厚み ( $\mu m$ ) を用い、以下の式：

$$\text{見掛け密度} = (\text{目付け}) / (\text{厚み})$$

により算出した。

【0055】

(5) 空隙率 (%) の測定

上記(4)にて計算した見掛け密度 ( $g/cm^3$ ) を用いて、以下の式：

$$\text{空隙率} = \{ 1 - (\text{見掛け密度}) / (\text{樹脂密度}) \} / 100$$

より算出した。

20

【0056】

(6) 不織布の最大孔径 ( $D_{max}$ )、最小孔径 ( $D_{min}$ )、及び平均孔径 ( $D_{ave}$ ) の測定

測定装置として、PMI社製のパームポロメーター(型式：CFP-1200AEX)を用いた。本測定装置は、不織布を試料として、あらかじめ表面張力が既知の浸液に不織布を浸し、不織布の全ての細孔を浸液の膜で覆った状態から不織布に圧力をかけ、浸液の液膜が破壊される圧力と浸液の表面張力とから計算される細孔の孔径を測定するものである。浸液としてPMI社製のシルウィックを用い、不織布を浸液に浸して十分に脱気した後、下記の式：

$$d = C \cdot r / P$$

{式中、 $d$ (単位： $\mu m$ )はフィルターの孔径であり、 $r$ (単位： $N/m$ )は浸液の表面張力であり、 $P$ (単位： $Pa$ )はその孔径の液膜が破壊される圧力であり、 $C$ は浸液の濡れ張力、接触角等により定まる定数である。}を用いて孔径を求めた。

30

【0057】

浸液に浸したフィルターにかける圧力 $P$ を低圧から高圧へと連続的に変化させたときの流量(濡れ流量、単位： $L/min$ )を測定した。初期の圧力では、最も大きな細孔の液膜でも破壊されないため流量は $0 L/min$ である。圧力を上げていくと、最も大きな細孔の液膜が破壊され、流量が発生する(バブルポイント)。このバブルポイントでの圧力を上記の式に代入して求められる孔径( $\mu m$ )を、最大孔径( $D_{max}$ )とした。さらに圧力を上げていくと、圧力に応じて流量が増加した。最も小さな細孔の液膜が破壊されたときの圧力における流量は、不織布が乾いた状態の流量(乾き流量)と一致する。したがって、乾き流量と一致したときの圧力の値を代入して求められる孔径( $\mu m$ )を、最小孔径( $D_{min}$ )とした。この測定方法では、ある圧力 $P$ における濡れ流量を、同圧力での乾き流量で除した値を累積フィルター流量(単位： $\%$ )と呼ぶ。累積フィルター流量が50%となる圧力で破壊される液膜の孔径を、平均流量孔径( $\mu m$ )と呼ぶ。この平均流量孔径( $\mu m$ )を平均孔径( $D_{ave}$ )とした。

40

【0058】

(7) 地合の変動係数の測定

測定装置型式：FMT-MIII 野村商事株式会社製を用いた。試料(不織布)をセ

50

ットしない状態で、光源点灯時/消灯時の透過光量をCCDカメラでそれぞれ測定した。続いて、A4サイズにカットした不織布をセットした状態で同様に透過光量を測定し、平均透過率、平均吸光度、標準偏差(吸光度のパラッキ)を求めた。地合の変動係数は、標準偏差÷平均吸光度×10で求めた。地合指数は、目視との相関が極めて高く、不織布の地合を端的に表している。また、地合の変動係数は、地合が良い程小さく、悪いもの程大きな値になる。

#### 【0059】

##### (8) 吸い上げ高さ(mm)の測定

不織布の幅方向1mあたりに3点、試験片(幅約2.5cm×長さ20cm)を採取し、JIS L-1907 繊維製品の吸水性試験方法に記載のバイレック法に準じて測定を行った。吸い上げ溶液として、濡れ指数標準液50mN/mの基準液を使用した。試験片の一端から長さ2cmのところに印をつけ、印をつけた一端を基準液に印まで含浸し(2cm含浸)、10分間静置した。基準液から試験片を引き上げ、吸い上げ高さ(試験片の印から、吸い上げられた液の端までの長さ)を測定し、その平均値を吸い上げ高さ(mm)とした。

10

#### 【0060】

##### (9) 保液性(%)の測定

不織布の試験片(150mm×150mm)を用意し、その乾燥質量(Wa)を測定した。KOH水溶液中に試験片を広げて浸し、1時間後に水溶液から引き上げ、相対湿度65%の無風室内に10分間放置した後の試験片質量(Wb)を測定し、電解液保液率(%)を下記式：

20

$$\text{電解液保液率}(\%) = (W_a - W_b) / W_a \times 100$$

により算出した。

#### 【0061】

##### (10) 引張強力(N/15mm)の測定

不織布の各端部10cmを除き、幅15mm×長さ200mmの試験片を、不織布の幅方向1mにつきそれぞれ5箇所採取した。試験片が破断するまで荷重を加え、MD方向の試験片の最大荷重時の強さの平均値を求めた。

#### 【0062】

##### (11) 体積抵抗(Ω・cm)の測定

30

測定装置：HIOKI製 Digital Super Megohmmeter、及びHIOKI製 平板試料用電極 SME-8311を使用した。100mm×100mmの試験片(不織布)を準備し、電圧10V、測定時間：60秒の測定条件で体積抵抗値(Ω・cm)を測定した。

#### 【0063】

##### 〔電極群の作製〕

電池の集電体として発泡ニッケル基材を用いたペースト状ニッケル正極(40mm幅)と、ペースト状水素吸蔵合金負極(40mm)との間に、上記実施例及び比較例のセパレータを介在させて渦巻き状に巻回して、電極群を作製した。

#### 【0064】

40

##### 〔電池の作製〕

上記のように作製した電極群を円筒型の外装缶に収納して、電解液(10%KOH水溶液)を注入液した。外装缶を封止して円筒型ニッケル水素電池を作製した(容量：1.7Ah)。得られたニッケル水素電池を化成するため、25℃にて0.1Cで15分間充電し、終止電圧0.8Vになるまで充電を5回繰り返した。

#### 【0065】

##### (12) 不良率(%)の測定

電池を作製する際に、電極端部のバリにより電極間が導通したもの、及びセパレータが貫通して破断等することにより短絡したものを不良と判断し、1000個あたりの不良の割合を不良率(%)とした。

50

## 【 0 0 6 6 】

## ( 1 3 ) 容量維持率 ( % ) の測定

上記のように得られた化成済みのニッケル水素電池を用いて、1 C で充電した後の放電容量 ( C a ) と、4 0 で7日間保管した後の放電容量 ( C b ) を測定し、容量維持率 ( % ) を下記式：

$$\text{容量維持率 ( \% )} = ( C b / C a ) \times 1 0 0$$

により算出した。

## 【 0 0 6 7 】

## ( 1 4 ) サイクル特性の評価

上記のように得られた化成済みのニッケル水素電池を用いて、0 . 1 C で充電し、1 5 分間休止させ、終止電圧 0 . 8 V になるまで放電率 0 . 2 C で放電させることを1サイクルとする充放電を繰り返し、初期容量の 8 0 % 未満になるときのサイクル数を測定した。サイクル数が多いほどサイクル特性に優れることを示す。サイクル数が 4 9 9 回以下を「×」、5 0 0 回以上を「○」、8 0 0 回以上を「 」とした。

10

## 【 0 0 6 8 】

【表 1】

表 1

単位	繊維 素材	不織布 構成	親水化 処理	極細繊維 の繊維径	目付 g/m <sup>2</sup>	見かけ 密度 μm	厚み μm	空隙 率	Dmax/ Dave	Dmax/ Dmin	平均 孔径 Dave μm	最大 孔径 Dmax μm	最小 孔径 Dmin μm	場合の 変動 係数	吸い 上げ 高さ mm	保液 性 %	引張 強度 N/15mm	体積 抵抗 Ω・cm	不良率 %	容量 維持率 %	サイクル 特性
実施例1	PP	PP-MB	ブラズマ	3.3	50	0.30	168	67%	1.83	2.98	7.8	14.3	4.8	77	52	254	7	2.2E+13	0.6	81	○
実施例2	PP	PP-MB	ブラズマ	1.6	50	0.34	149	63%	2.03	3.32	3.1	6.3	1.9	65	55	238	6.2	3.8E+14	0.2	83	○
実施例3	PP	PP-MB	ブラズマ	0.9	50	0.30	165	67%	1.96	3.36	2.4	4.7	1.4	61	59	229	6.1	3.9E+15	0.1	84	○
実施例4	PP	PP-MB	ブラズマ	0.3	50	0.33	153	64%	1.65	2.80	1.7	2.8	1.0	59	61	205	6.4	9.8E+15	0.1	88	○
実施例5	PP	PP-MB	ブラズマ	0.9	10	0.14	74	85%	2.41	3.19	4.1	9.9	3.1	88	32	276	3.1	5.4E+14	0.1	87	◎
実施例6	PP	PP-MB	ブラズマ	0.9	80	0.53	151	42%	2.38	3.80	0.8	1.9	0.5	54	89	203	8.2	1.5E+16	0.1	81	○
実施例7	PP	PP-MB	スルホン化	0.9	50	0.30	165	67%	2.05	3.42	2.0	4.1	1.2	59	64	251	6.8	2.4E+15	0.2	89	○
実施例8	PP	PP-SM	ブラズマ	0.9	70	0.51	137	44%	1.68	2.91	1.9	3.2	1.1	60	71	208	15.3	5.7E+15	0.0	88	○
実施例9	Ny	Ny-MB	-	2.8	50	0.28	179	80%	1.68	2.21	6.2	10.4	4.7	71	58	301	5.8	4.8E+13	0.4	81	◎
実施例10	Ny	Ny-MB	-	1.5	50	0.30	165	79%	2.00	3.29	2.8	5.6	1.7	63	61	314	5.9	4.0E+15	0.2	83	◎
実施例11	Ny	Ny-MB	-	0.7	50	0.33	153	77%	2.53	4.22	1.5	3.8	0.9	60	62	322	6.1	8.5E+15	0.2	89	◎
実施例12	Ny	Ny-MB	-	0.3	50	0.62	81	56%	2.83	4.25	0.6	1.7	0.4	58	68	328	6.5	4.1E+16	0.1	92	◎
実施例13	Ny	Ny-SMS	-	0.8	80	0.35	231	74%	1.56	2.80	1.8	2.8	1.0	61	71	318	14.5	9.5E+15	0.1	90	◎
実施例14	PPS	PPS-SMS	ブラズマ	2.1	60	0.32	187	65%	2.74	4.00	3.5	9.6	2.4	63	56	214	18.2	5.5E+14	0.1	89	○
実施例15	PET	PET-MB	ブラズマ	1.8	50	0.33	151	76%	2.52	4.08	2.1	5.3	1.3	61	48	221	7.1	1.4E+15	0.2	88	◎
実施例16	PET	PET-MB	ブラズマ	0.9	25	0.25	102	82%	2.79	4.42	1.9	5.3	1.2	60	30	220	4.4	5.4E+15	0.2	88	○
実施例17	PET	PET-SMS 無機フィラー	ブラズマ	1.5	25	0.50	50	64%	2.92	4.38	1.2	3.5	0.8	58	31	211	15.1	6.8E+16	0.1	90	○
比較例1	PP	PP-SB	-	17.0	50	0.20	250	78%	14.19	25.57	38.2	542.0	21.2	152	24	205	102.3	9.8E+08	100.0	-	-
比較例2	PP	PP-抄造	-	8.5	50	0.42	120	54%	3.07	5.41	11.1	34.1	6.3	132	28	183	4.3	5.3E+11	8.5	62	x
比較例3	Cel	Cel-抄造	-	5.3	80	0.80	100	47%	3.05	6.85	9.2	28.1	4.1	102	74	307	8.2	6.1E+11	15.2	73	x

PP : ポリプロピレン  
 NY : ナイロン6  
 PPS : ポリフェニレンサルファイド  
 PET : ポリエチレンテレフタレート  
 Cel : セルロース  
 MB : メルトブロー単層構造  
 SB : スパンボンド単層構造  
 SM : スパンボンド-メルトブロー二層構造  
 SMS : スパンボンド-メルトブロー-スパンボンド三層構造

【産業上の利用可能性】

【0069】

本発明の水系電解液蓄電池用セパレータは、イオン透過性、電解液の濡れ性及び保液性、かつ、電気絶縁性に優れるため、これを水系電解液蓄電池用セパレータとして用いることにより、高容量及び低抵抗で、サイクル寿命が長く、かつ、信頼性の高い水系電解液蓄

電池を作製することができる。したがって、本発明は、車載用ニッケル水素電池等、幅広い分野に好適に利用可能である。

## フロントページの続き

- (72)発明者 日下部 純一  
滋賀県守山市小島町5 1 5 番地 旭化成せんい株式会社内
- (72)発明者 山本 講平  
滋賀県守山市小島町5 1 5 番地 旭化成せんい株式会社内
- (72)発明者 天野 整一  
滋賀県守山市小島町5 1 5 番地 旭化成せんい株式会社内
- (72)発明者 加藤 一史  
滋賀県守山市小島町5 1 5 番地 旭化成せんい株式会社内

審査官 小森 利永子

- (56)参考文献 特表2014-532979(JP,A)  
特開2007-087891(JP,A)  
特開2014-120607(JP,A)  
特開2013-012431(JP,A)  
特開2006-236991(JP,A)  
特開2003-239170(JP,A)  
特開2008-069478(JP,A)  
国際公開第2008/018584(WO,A1)  
特開平07-122258(JP,A)  
特開2013-225381(JP,A)  
特開昭54-004337(JP,A)  
特開2005-116514(JP,A)  
国際公開第2012/014501(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 2/14 - 2/18