

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5740357号
(P5740357)

(45) 発行日 平成27年6月24日(2015.6.24)

(24) 登録日 平成27年5月1日(2015.5.1)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 M 8/18 (2006.01)

H O 1 M 8/18

H O 1 M 10/36 (2010.01)

H O 1 M 10/36

Z

H O 1 M 4/42 (2006.01)

H O 1 M 4/42

H O 1 M 4/38 (2006.01)

H O 1 M 4/38

Z

H O 1 M 4/52 (2010.01)

H O 1 M 4/52

請求項の数 6 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-146280 (P2012-146280)

(22) 出願日 平成24年6月29日(2012.6.29)

(65) 公開番号 特開2014-10999 (P2014-10999A)

(43) 公開日 平成26年1月20日(2014.1.20)

審査請求日 平成26年6月5日(2014.6.5)

(73) 特許権者 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74) 代理人 100100310

弁理士 井上 学

(74) 代理人 100098660

弁理士 戸田 裕二

(74) 代理人 100091720

弁理士 岩崎 重美

(72) 発明者 杉政 昌俊

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社 日立製作

所 中央研究所内

審査官 前田 寛之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 大容量蓄電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

正極集電極と負極集電極が隔壁により分離された充放電セル部と、
 正極活物質を含む電解液が貯蔵された正極用の貯蔵タンクと、
 負極活物質を含む電解液が貯蔵された負極用の貯蔵タンクと、
 前記正極用の貯蔵タンク及び負極用の貯蔵タンクに貯蔵された電解液をそれぞれ正極および負極に循環供給する循環ポンプおよび送液配管と、を備えた蓄電装置であって、
 前記負極用の貯蔵タンクの内壁に固体状の前記負極活物質が形成されており、
 前記負極用の貯蔵タンクに貯蔵された電解液中に担体微粒子を含み、
 充電時に前記担体微粒子の表面に前記負極活物質を析出し、放電時に前記担体微粒子から前記負極活物質が溶解することで充放電を行うことを特徴とする蓄電装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の蓄電装置において、
 前記担体微粒子の粒径が 0 . 1 μ m から 1 0 0 0 μ mであることを特徴とする蓄電装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の蓄電装置において、
 前記負極活物質が亜鉛、鉛、錫のいずれかであることを特徴とする蓄電装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の蓄電装置において、

前記正極活物質の溶解 - 析出反応、あるいは、酸化物と水酸化物との構造変化によって充放電を行うことを特徴とする蓄電装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の蓄電装置において、

前記正極活物質が銅、ニッケル、コバルト、銀から選択される金属またはその合金、臭素、ヨウ素、あるいは、銅、マンガン、イリジウム、ニッケルから選択される金属の酸化物のいずれかであることを特徴とする蓄電装置。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の蓄電装置であって、

前記充放電セル部が複数のセルで構成され、各セルに分配される前記送液配管に開閉弁を有し、前記開閉弁によりセル単位で活物質を含む電解液の流通が制御されることを特徴とする蓄電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、再生可能エネルギー由来の電力を大容量蓄電するシステムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、地球において資源の枯渇と環境破壊は大きな問題とされており、再生可能エネルギーによるゼロエミッション型社会の構築が求められている。風力発電および太陽光発電などの再生可能エネルギー発電所は発電時にほとんど二酸化炭素を放出しないため、今後の導入の大幅な伸びが予想される。しかしながら、再生可能エネルギーは不安定であるため、電力需要に応じた供給が難しい。また出力変動が存在し、系統線に与える影響が大きい。これを解決するために、火力発電所や揚水発電による電力需給ギャップの補填が行われているが、火力発電所は二酸化炭素を排出し、揚水発電は立地場所が限られるなど問題を有する。そこで、大規模に電力を貯蔵できる蓄電池が注目されている。

【0003】

電力貯蔵用の蓄電池に関しては、鉛蓄電池、リチウムイオン二次電池、NAS電池、レドックスフロー電池など構成部材や運転方法の異なる様々な種類が開発されており、家庭用、発電所用、事業所用などの貯蔵規模や瞬停対策、系統向け電力平準化、ロードレベリング（夜間電力利用）などの用途によって、それぞれに適した装置構成、電気容量のシステムが提案されている。

【0004】

例えば、NAS電池は大容量で長寿命とされており、ウインドファームやメガソーラーなど大規模な再生可能エネルギー発電所にメガワット単位で導入し、系統連携用の平準化用途に利用するシステムが提案されている。リチウムイオン二次電池は重量当たりの蓄電容量に優れ、充放電効率が高く、高出力化が可能であることから、家庭用のバックアップ用システムとして、特に東日本大震災を契機に各社から様々な容量の装置が市販化されている。鉛蓄電池は信頼性が高く、蓄電容量あたりのコストが低いことから、家庭用や事業所用のロードレベリングや再生可能エネルギー発電所用の平準化など幅広い用途に提案されている。

【0005】

レドックスフロー電池は上記の蓄電池とは装置構成が異なる。活物質に溶液中に溶解した金属イオンを用いており、金属イオンの酸化還元(レドックス)反応で充放電を行う。活物質は液体としてタンクに貯蔵することから、大容量化が容易であるため、事業所用のロードレベリング用途や再生可能エネルギー発電所における平準化用途としての活用が提案されている。

【0006】

活物質の構成としては、これまでにバナジウム系や鉄/クロム系等が提案されているが

10

20

30

40

50

、特許文献１ではマンガンイオンを正極活物質とし、チタンイオンやスズイオンなどを負極活物質として起電力の向上を図ったレドックスフロー電池が提案されている。また特許文献２では、有機溶媒中においてリチウム二次電池用の固体活物質をスラリー化して流動することで、大容量化を図ったレドックスフロー電池が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特開2011-210696号公報

【特許文献２】特表2011-524074号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

上述したように、電力貯蔵用の蓄電池は様々な構成が存在し、それぞれの特性によって用途に適したシステムが提案されているが、今後見込まれる再生可能エネルギー電力の大量導入には、大規模な電力貯蔵に適したNAS電池やレドックスフロー電池の利用が好ましい。しかしながら、NAS電池や特許文献２で提案されている有機溶媒を利用したレドックスフロー電池では燃焼の危険があるため、外気から完全に遮断する必要がある。また引用文献１などの金属イオンを用いたレドックスフロー電池は単位当たりの電気容量が低く、また金属イオンの混合による自己放電の問題がある。これらの問題は装置コストの上昇要因となり、電力貯蔵の大容量化の妨げとなっている。

20

【０００９】

一方、風力発電設備や太陽光発電設備は大規模化が進んでおり、また世界的に再生可能エネルギー由来の電力導入割合を増やす傾向にあり、電力の需給ギャップを調整するための蓄電設備の大容量化に対する需要は今後急増すると考えられる。

【００１０】

このように、再生可能エネルギー由来の電力を大規模に貯蔵する蓄電システムのニーズは高まる一方、従来の蓄電池では上述のように大規模貯蔵の実現には課題が残されている。

【００１１】

本発明の目的は、再生可能エネルギー由来の電力の大規模貯蔵に適した大容量の蓄電装置を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【００１２】

上記課題を解決するため、本発明の要旨は以下である。

【００１３】

正極集電極と負極集電極が隔壁により分離された充放電セル部と、正極活物質を含む電解液が貯蔵された正極用の貯蔵タンクと、負極活物質を含む電解液が貯蔵された負極用の貯蔵タンクと、前記正極用の貯蔵タンク及び負極用の貯蔵タンクに貯蔵された電解液をそれぞれ正極および負極に循環供給する循環ポンプおよび送液配管と、を備えた蓄電装置であって、前記負極用の貯蔵タンクに貯蔵された電解液中に担体微粒子を含み、充電時に前記担体微粒子の表面に前記負極活物質を析出し、放電時に前記担体微粒子から前記負極活物質が溶解することで充放電を行うことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【００１４】

本発明によれば、再生可能エネルギー由来の電力の大規模貯蔵に適した大容量の蓄電装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】本実施例の電力貯蔵・輸送システムの構成図。

【図２】本実施例の蓄電装置の部材構成の一事例図。

50

【図 3】Zn微粒子を負極活物質とした時の負極の放電特性を示す図。

【図 4】ZnとNiを活物質とした単セルの放電特性を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0016】

図 1 は、本発明の実施例に係る電力貯蔵・輸送システムの構成図である。本実施例の電力貯蔵・輸送システムは、再生可能エネルギー発電設備 102、電力変電設備 103、充放電を行う充放電セル部 105、活物質を含む電解液を貯蔵する貯蔵タンク 107、活物質を含む電解液を循環させる循環ポンプ 106 から構成される。充放電セル部 105 は負荷 104 と接続され、負荷の要求に応じて電力を供給する。なお充放電セル部 105、循環ポンプ 106 および貯蔵タンク 107 を合わせて蓄電装置 101 と呼ぶ。

10

【0017】

再生可能エネルギー発電設備 102 としては風力発電、太陽光発電、太陽熱発電、水力発電などが好ましいがこの限りではなく、二酸化炭素を排出しない発電設備であればよい。また木材チップや発酵ガスなどのバイオマスやバイオエタノールなど実質的に二酸化炭素を排出しない燃料を利用した内燃機関発電機であってもよい。再生可能エネルギー発電設備で発電された電力が変電設備に送られる。この際、発電電力は変動電力である。

【0018】

電力変電設備 103 は、再生可能エネルギー発電設備 102 で発電された電力を直流電力に変換して充放電セル部 105 に供給するものである。直流電力を供給できればよく、電力を平準化するための設備は必要としない。このため、本実施例の電力貯蔵・輸送システムでは、再生可能エネルギー発電設備で発電された変動電力が充放電セル部に供給される構成となる。なお、太陽光発電設備のように直流電力での発電が可能な再生可能エネルギー発電設備 102 を用いる場合には電力配電設備 103 を省略して、再生可能エネルギー発電設備 102 と充放電セル部 105 を直接連結する構成としてもよい。

20

【0019】

蓄電装置 101 は、充放電セル部 105、循環ポンプ 106 および貯蔵タンク 107 を備える。本実施例の蓄電装置 101 はレドックスフロー電池と同様に、活物質を含む電解液を貯蔵タンク 107 に貯蔵するため、タンクの容量を増やすだけで蓄電容量を容易に増やすことが可能である。また他の種類の蓄電池では集電極や隔壁などが存在するため実際の充放電容量と理論的な充放電容量に大きな開きがあるのに対し、充放電を行う充放電セル部と貯蔵タンクが分離しているため、貯蔵タンクの容量を充放電セル部に対して十分大きく設計すれば、理論的な充放電容量で蓄電が可能である。これは、蓄電容量が大きくなるほど、充放電セル部の割合が低下し、蓄電コストが下がることを意味しており、大規模な発電設備への導入に好適である。また充放電を行う充放電セル部と貯蔵タンクの分離によって蓄電容量と出力を独立して設計できるため、システム構成の自由度が高く、低出力で長時間の充放電時間が必要といった用途や、超大出力で低容量といった用途にも対応可能である。

30

【0020】

さらに、直列スタックなどで充放電セル部 105 を構成するセルを複数に分割し、各セルに分配された送液配管に開閉バルブを設けて、活物質を含む電解液の流れをセル単位で制御することで、単一の装置で出力の調整を容易に行える。例えば、充電時には複数セルに活物質を含む電解液を流通して、すべてのセルで充電反応を行い、放電時には単セルのみに活物質を含む電解液を流通して放電を行えば、大出力、短時間で充電した電力を低出力で長時間使用することが可能となる。

40

【0021】

また、再生可能エネルギー発電設備 102 は一般的に僻地に分散しており、系統線が細い、もしくは存在しない場合が多く、発電した電力を消費地に運ぶための手段の確立が必要となる。これに対して本実施例の蓄電装置 101 では、充放電セル部 105 を異なる場所に設置すれば、貯蔵タンクを運ぶことによって系統線に頼らずに電力の運搬が可能となる。本実施例では、充電時に担体微粒子表面に活物質を析出させて、密度の高い固体状態

50

とするため、エネルギー密度の高い貯蔵タンクを運搬することが可能となる。これによって、大容量電力を一度に運べ、その他の種類の電池を輸送する場合に比べ、運搬コストを低く抑えることが出来る。また電解液に水溶液を用いることで、発火などの危険性を低減し、コストの安い解放系の貯蔵タンクの利用を可能としている。

【0022】

従来のレドックスフロー電池では、活物質として金属イオンを使用し、金属イオン間の反応を利用して充放電を行っている。この場合、電解液に溶解可能な金属イオンの量が限られることから単位当たりの電気容量が低く、高容量化が困難であった。これに対して、本発明の蓄電装置では、少なくとも充電時または放電時のいずれかで固体の活物質を用いることを特徴とする。固体状の活物質は電解液中の金属イオンよりエネルギー密度が高く、このように固体状の活物質を循環させることにより、蓄電装置の高容量化が可能となる。

10

【0023】

図2に蓄電装置101の構成の一例を示す。蓄電装置は充放電セル部、循環ポンプ、送液配管および貯蔵タンクを備えている。充放電セル部は、負極集電極2、正極集電極3、隔壁1、筐体4で構成され、電源12と接続されている。負極用の貯蔵タンク5には負極活物質および担体微粒子6を含む電解液7が貯蔵されている。負極用の貯蔵タンク5と充放電セルは送液配管8で接続され、循環ポンプ13によって負極用の貯蔵タンク5内の負極活物質および担体微粒子6を含む電解液7が充放電セルの負極に循環供給される。また、正極用の貯蔵タンク9には正極活物質10を含む電解液11が貯蔵されている。正極用の貯蔵タンク9と充放電セルは送液配管8で接続され、循環ポンプ13によって正極用の貯蔵タンク9内の正極活物質10を含む電解液11が充放電セルの正極に循環供給される。

20

【0024】

活物質は正極と負極で異なり、電気容量の大きな材料が望ましい。また水溶液では水の電気分解が生じるため、活物質としては水の電気分解の過電圧が高い物質が望ましい。

【0025】

具体的には、負極活物質は溶解-析出反応によって充放電が可能な材料であり、亜鉛、鉛、スズなどが挙げられる。この中で、毒性が低く、析出電位が低い亜鉛が最も好ましい。

30

【0026】

担体微粒子6は、充電時に負極活物質を表面に析出させるためのものである。また、表面に析出した負極活物質が溶解することで放電が行われる。このような担体微粒子6としては、小粒径で導電性が高く、化学的および物理的に安定で、負極活物質との密着性が高いことが好ましい。このため、材料は金属であることが望ましく、銅、アルミ、ニッケルなどが候補として挙げられる。負極活物質と担体微粒子が同一素材であってもよい。また表面のみが金属で、内部は樹脂であってもよい。またカーボンブラックのような炭素の微粒子でもよい。ただし、本発明は水溶液系の電解液を用いることを特徴としているため、炭素微粒子は表面を親水化処理する必要がある。具体的には、濃硝酸や過酸化水素水溶液中への浸漬や酸素プラズマ処理などが挙げられる。

40

【0027】

また、担体微粒子6の粒径は小型である方が好ましい。小粒径微粒子は比表面積が高いため、負極活物質が析出しやすく大容量化に有利であり、また高出力の充放電にも対応しやすくなる。しかしながら、小粒径すぎると凝集して配管詰まりなどの問題が生じやすくなる。また蓄電容量は活物質の析出量で決定されるため、大粒径でも活物質の析出厚さが厚ければよい。計算上は、直径5 μm の担体微粒子表面に1 μm の活物質を均一に析出させた場合と、直径50 μm の担体微粒子表面に10 μm の活物質を均一に析出させた場合の蓄電容量は同一になる。そこで、取り扱いの容易性と比表面積を考えた場合、担体微粒子の粒径は0.1 μm から1000 μm であることが好ましく、1 μm から500 μm であることが更に好ましい。なお凝集体の場合、粒径とは凝集体全体のサイズを指す。担体

50

微粒子の形状に関しては、特に規定しない。

【 0 0 2 8 】

正極活物質 1 0 には、溶解 - 析出反応により充放電が可能な材料、酸化物と水酸化物との間の状態変化により充放電が可能な材料を用いることが好ましい。溶解 - 析出反応のうち、電解析出する材料としては、銅、ニッケル、コバルト、銀などから選択される金属又は合金、あるいは臭素やヨウ素などのハロゲン元素などが挙げられる。また、酸化物と水酸化物との間の状態変化により充放電が可能な材料としては、ニッケルやマンガン、イリジウムなどが挙げられる。これらの他、正極活物質 1 0 として、空気中の酸素を用いることも可能である。

【 0 0 2 9 】

電解液 7 , 1 1 は水溶液で導電性を有していればよく、正極と負極で同じものが使用される。一般的な電池で利用される硫酸や水酸化カリウムなどを活物質の特性にあわせて利用する。例えば、負極活物質に亜鉛を、正極活物質に銅を用いた場合、電解液には硫酸を用いるとダニエル電池が構成される。負極活物質に亜鉛を、正極活物質にニッケルを用いた場合、電解液には水酸化カリウムを用い、正極活物質に臭素を用いた場合、電解液には臭化亜鉛もしくは臭化アンモニウムを用いるとよい。負極集電極 2 は担体微粒子 6 と接触して通電する役割を有するため、導電性が高い方が好ましく、銅、チタン、S U S、ニッケル、金などの金属もしくはこれらからなる合金が望ましい。活物質と同じ種類でもよい。また炭素材料を集電極としてもよい。形状に関しては、担体微粒子を循環する場合、担体微粒子が高比表面積であるため、集電極が高比表面積である必要はなく、板、多孔体、メッシュ、エキスパンドメタル、繊維、フェルト、不織布のいずれでもよい。また、正極集電極 3 も負極集電極 2 と同様の構成が採用される。

【 0 0 3 0 】

隔壁 1 は充放電反応に寄与するイオンの移動を妨げないように多孔体である必要があり、担体微粒子の循環によって破損しないだけの強度が必要である。また絶縁性で化学的に安定である必要がある。そこで、素材としてはフッ素樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリイミドなどの樹脂材料を多孔体化した材料が好ましい。またパーフルオロスルホン酸系樹脂などのイオン交換膜でもよい。

【 0 0 3 1 】

貯蔵タンク、筐体、配管の素材は化学的に安定で、絶縁性を有し、強度があればよく、樹脂で形成することが好ましい。ただし負極用の貯蔵タンク 5 では、開回路電位が負極活物質より高い場合に、担体微粒子 6 の表面に析出した活物質と局所電池を構成することで活物質が溶解し自己放電が生じる。そこで、貯蔵タンク 5 の内壁に活物質を析出させる、もしくは対極を導入し一定電圧を印加するなどの自己放電を防止する処理を施すことが望ましい。コストやメンテナンス性を考慮すると、固体状の活物質を内壁に設置することが好ましい。設置方法は貯蔵タンク内壁への塗布や、大粒径粒子の分散などが挙げられる。

【 0 0 3 2 】

また貯蔵タンクについては、充放電反応に伴いガスが発生した場合に外部に放出する放出弁があるとよい。ガスは過充電時に所定の電圧を上回ると発生するため、電圧を厳密に制御できれば、放出弁は必要ない。しかしながら、電圧の厳密な制御には高性能の制御機器が必要になる。特に電力が変動する再生可能エネルギー発電設備では電力の制御が困難であるため、貯蔵タンクに開放弁を設置した方がシステムコスト低減と制御アルゴリズムの容易性の観点から望ましい。なお電解液の漏えいを防ぐため、開放弁は気液分離膜などの気液分離機構を介して設置することが望ましい。

【 0 0 3 3 】

次に、本実施例の固体の活物質を利用した充放電反応が可能であることを以下の方法で確認した。

(評価 1)

図 3 に、Z n 微粒子を負極活物質とした時の負極の放電曲線を示す。この場合、担体微粒子も Z n 微粒子である。集電極には C u 板を利用し、電極面積は 1 cm^2 とした。C u

10

20

30

40

50

電極上に直径 $100\text{ }\mu\text{m}$ の Zn 微粒子を 100 mg のせて、 0.1 mm 厚のポリエチレン多孔体膜で押さえた。溶液は KOH 水溶液を使用した。対極には Pt 線を、参照極には Ag/AgCl 電極を用い、正極単体における放電曲線を計測した。縦軸は電極電位、横軸は放電時間であり各電流密度における電位挙動を示している。定電流モードで 0.01 C から 0.6 C で放電した時の電位挙動を測定したところ、高電流密度になるに従って電位は低下傾向を示したが、すべての電流モードで放電が可能であることが確認できた。

(評価2)

評価1と同様の計測を正極でも行った。集電極には Au 板を利用し、電極面積は 1 cm^2 とした。 Au 電極上に直径 $150\text{ }\mu\text{m}$ の活物質として Cu 微粒子を 100 mg のせて、 0.1 mm 厚のポリエチレン多孔体膜で押さえて固定した。溶液は H_2SO_4 水溶液を使用した。その他の条件は負極と同様である。定電流モードで 0.01 C から 0.6 C で放電した時の電位挙動を測定したところ、高電流密度になるに従って電位は低下傾向を示したが、すべての電流モードで放電が可能であることが確認できた。

【0034】

評価1, 2より、本実施例の特徴である固体の活物質を利用した電極においても正極、負極の双方で、鉛蓄電池同等の 0.6 C の放電過程が可能であることが確認できた。

(評価3)

次に、担体微粒子として直径 $150\text{ }\mu\text{m}$ の Cu 微粒子を Cu 板電極上に導入しながら、活物質である Zn を析出させた。対極に Ni 多孔体を用いた2極式とし、溶液には $10\text{ wt}\%$ の活物質の酸化亜鉛を含む KOH 水溶液を使用した。定電圧で 1.9 V を印加して電解析出を行った。その結果、表面に $1\text{ }\mu\text{m}$ 程度の Zn が析出した Cu 微粒子を得ることが出来た。これより、本実施例の特徴である担体微粒子への活物質の析出による充電過程が可能であることが確認できた。

(評価4)

次に、図2に示した蓄電装置を用いて、放電挙動を計測した例を示す。正極活物質に Ni 微粒子を、負極側の担体微粒子に Cu 微粒子を選択し、粒径はどちらも $150\text{ }\mu\text{m}$ とした。正極集電体には Ni エキスパンドメタル、負極集電体には Cu メッシュを用いた。隔壁としては、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 厚の多孔体ポリエチレンを用い、電解質溶液には $10\text{ wt}\%$ の酸化亜鉛を含む KOH 水溶液を使用した。このとき、正極の充放電反応は酸化物と水酸化物の状態変化反応で、反応式は $\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ni(OH)}_2 + \text{OH}^-$ となり、理論電圧は 0.52 V になる。また、負極の充放電反応は溶解・析出反応であり、反応式は $\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn} + 2\text{OH}^-$ となり、理論電圧は -1.24 V となる。充電時には Zn の析出と NiOOH の生成反応が進行し、放電時には Zn の溶解反応と Ni(OH)_2 の生成反応が進行する。理論起電圧が 1.74 V であるため、単セル電圧 1.9 V で一定時間の充電を行い、定電流モードで放電挙動を計測した。図4に本実施例による単セルの放電曲線を示す。縦軸は電圧、横軸は放電時間である。また、比較として、担体微粒子を用いていない単セルの放電曲線も図4に示す。単セル電圧 1.2 V を終端電圧とすると、担体微粒子を含む単セルは単体微粒子を用いていない単セルに比べ3倍以上長い放電時間が計測できた。これは、担体微粒子の高比表面積化によって蓄電容量が向上した効果である。

【符号の説明】

【0035】

- 1 隔壁
- 2 負極集電極
- 3 正極集電極
- 4 筐体
- 5 負極用の貯蔵タンク
- 6 担体微粒子
- 7 電解液
- 8 送液配管

10

20

30

40

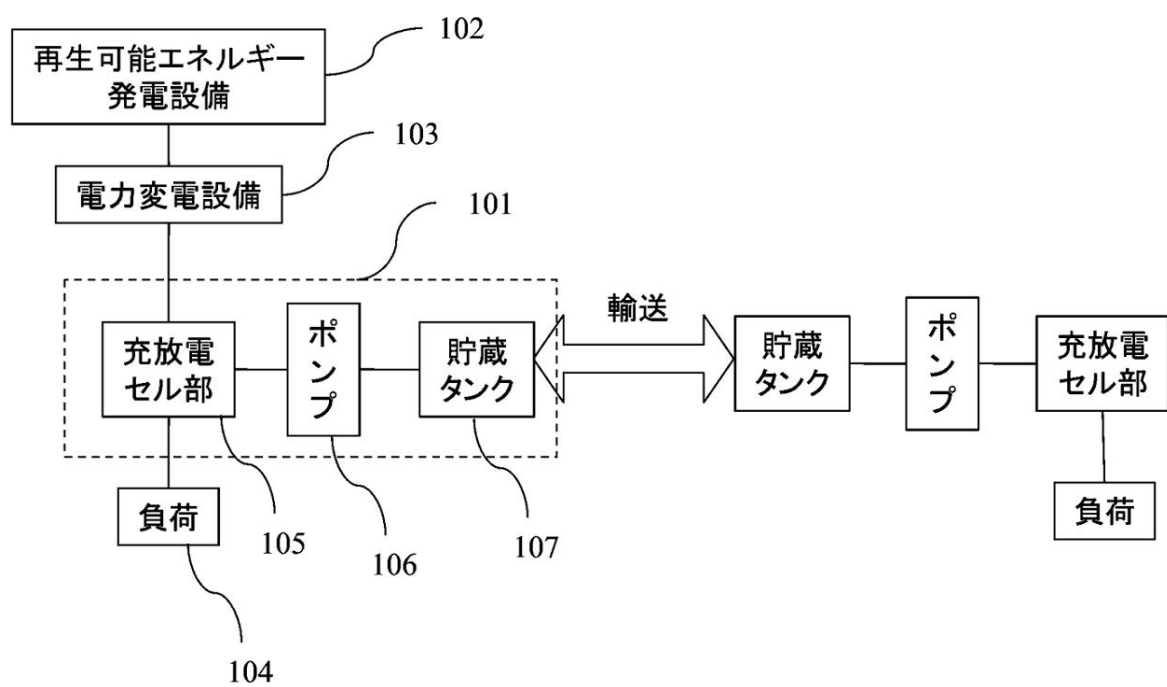
50

- 9 正極用の貯蔵タンク
- 10 正極活物質
- 11 電解液
- 12 電源
- 13 循環ポンプ
- 101 蓄電装置
- 102 再生可能エネルギー発電設備
- 103 電力変電設備
- 104 負荷
- 105 充放電セル部
- 107 貯蔵タンク

10

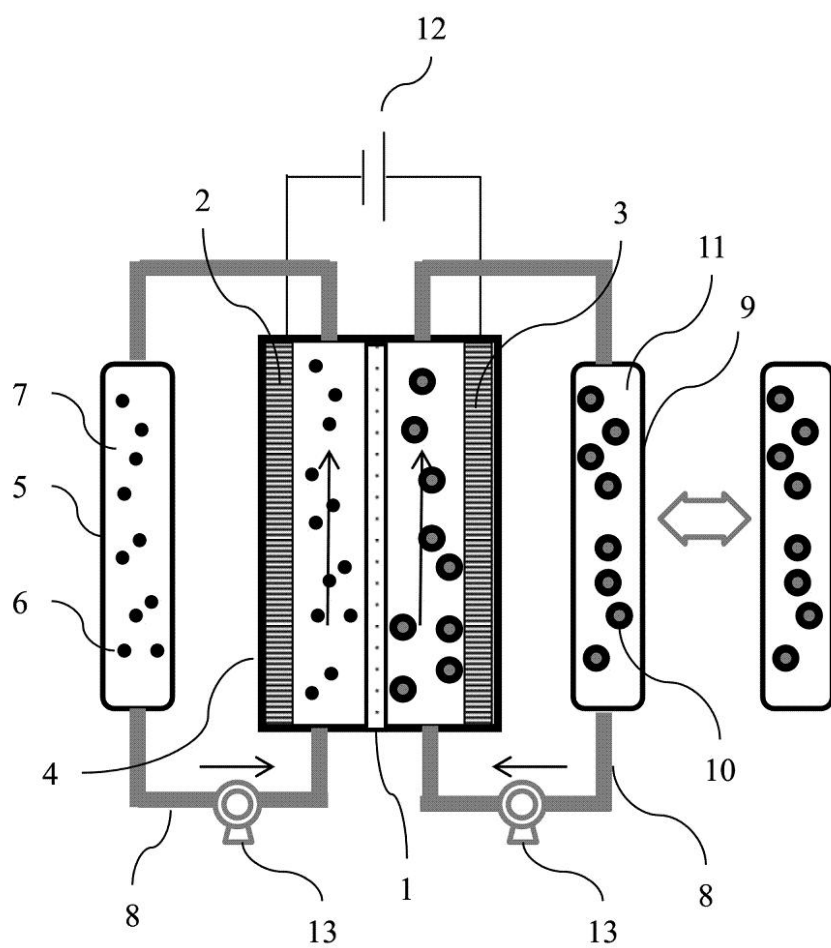
【図1】

[図1]



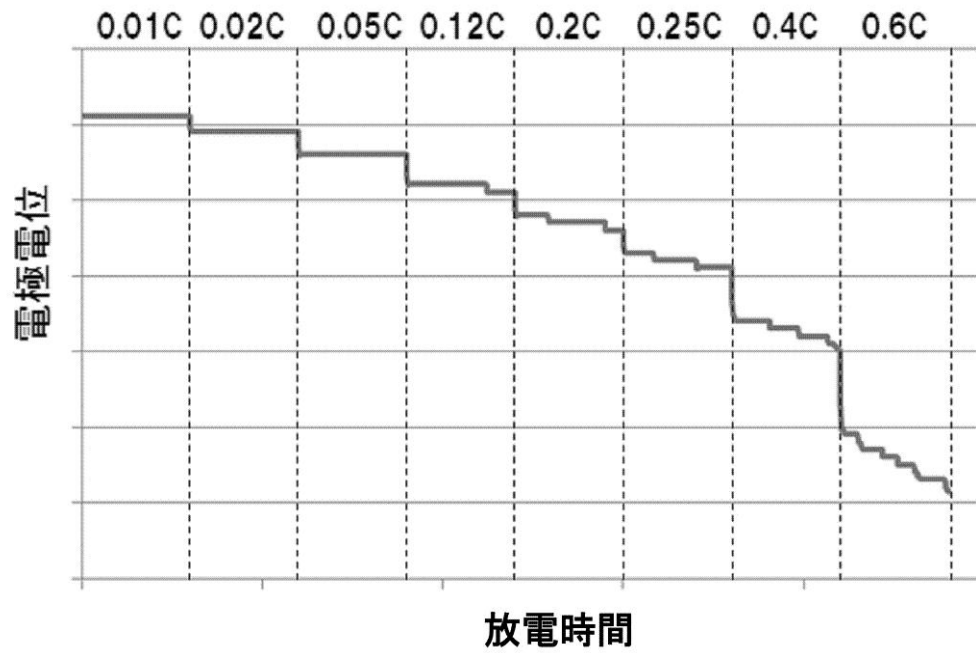
【図2】

【図2】



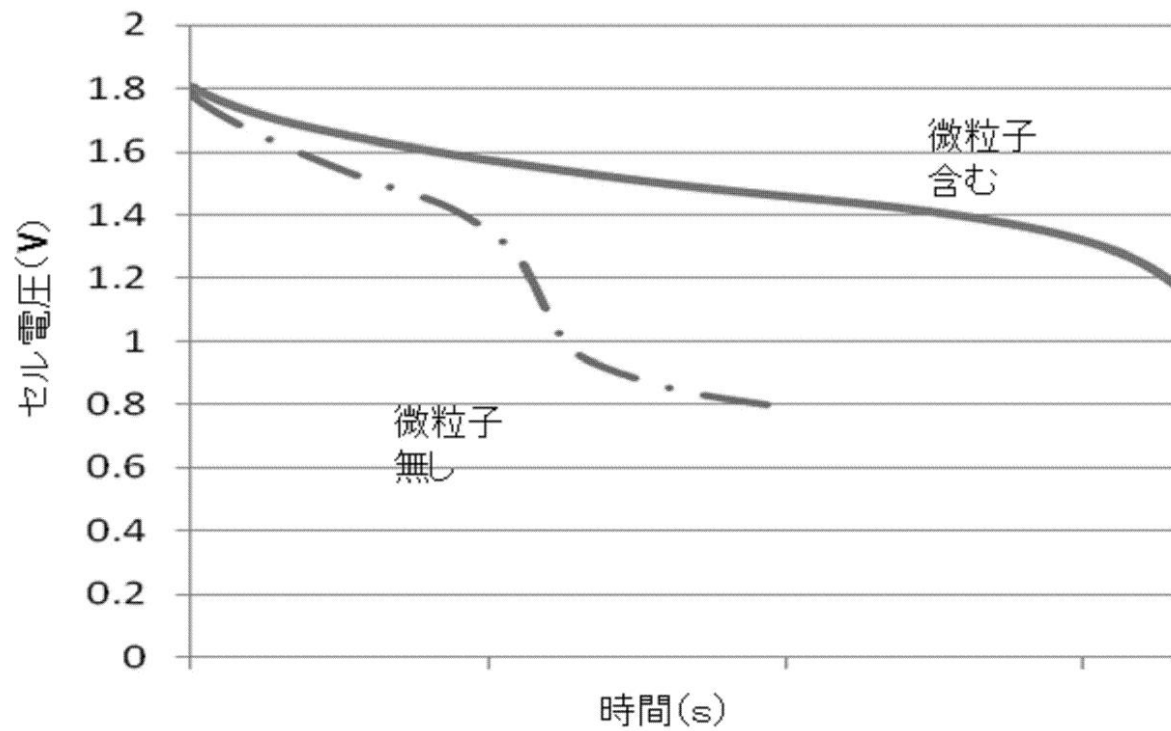
【図3】

[図3]



【図4】

[図4]



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
H 0 1 M	4/50	(2010.01)	H 0 1 M 4/50
H 0 1 M	4/54	(2006.01)	H 0 1 M 4/54
H 0 1 M	4/56	(2006.01)	H 0 1 M 4/56
H 0 1 M	4/48	(2010.01)	H 0 1 M 4/48

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 0 / 1 4 3 6 3 4 (W O , A 1)
 国際公開第 2 0 1 0 / 1 1 8 0 6 0 (W O , A 1)
 特開昭 6 3 - 0 6 9 1 5 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 H 0 1 M 8 / 0 4 - 8 / 0 6 , 8 / 0 8 - 8 / 2 4
 H 0 1 M 1 0 / 3 6 , 1 0 / 4 4