

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7649623号
(P7649623)

(45)発行日 令和7年3月21日(2025.3.21)

(24)登録日 令和7年3月12日(2025.3.12)

(51)国際特許分類		F I	
G O 1 R	31/3835(2019.01)	G O 1 R	31/3835
G O 1 R	31/388 (2019.01)	G O 1 R	31/388
G O 1 R	31/392 (2019.01)	G O 1 R	31/392
H O 1 M	10/48 (2006.01)	H O 1 M	10/48 P
H O 2 J	7/00 (2006.01)	H O 1 M	10/48 3 0 1
請求項の数 6 (全16頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2019-231191(P2019-231191)	(73)特許権者	507151526 株式会社G S ユアサ 京都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場 町1 番地
(22)出願日	令和1年12月23日(2019.12.23)	(74)代理人	110001911 弁理士法人アルファ国際特許事務所
(65)公開番号	特開2021-99262(P2021-99262A)	(72)発明者	森嶋 翔也 静岡県湖西市境宿5 5 5 番地 株式会社 G S ユアサエナジー内
(43)公開日	令和3年7月1日(2021.7.1)	(72)発明者	中西 裕樹 静岡県湖西市境宿5 5 5 番地 株式会社 G S ユアサエナジー内
審査請求日	令和4年8月1日(2022.8.1)	合議体	
審判番号	不服2024-1309(P2024-1309/J1)	審判長	檀本 英吾
審判請求日	令和6年1月25日(2024.1.25)	審判官	井口 猶二
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 制御弁式の鉛蓄電池のSOCの推定方法、および、制御弁式の鉛蓄電池の監視装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

制御弁式の鉛蓄電池のSOCの推定方法であって、
任意の基準時以降に前記鉛蓄電池が過充電になっているときの過充電電気量を特定する過充電電気量特定工程と、
前記基準時よりも後に前記鉛蓄電池の開回路電圧を取得する開回路電圧取得工程と、
前記基準時から前記開回路電圧の取得時までの前記過充電電気量が多いほど、開回路電圧に対するSOCの変化率が小さい開回路電圧－SOCの相関関係と、取得された前記開回路電圧と、に基づき、前記鉛蓄電池のSOCを推定するSOC推定工程と、
前記過充電電気量に基づき前記鉛蓄電池内の電解液の減液量を推定する減液量推定工程と、を含み、
前記SOC推定工程において、推定された前記減液量に応じた前記変化率の前記開回路電圧－SOCの相関関係を用いて前記鉛蓄電池のSOCを推定する、
制御弁式の鉛蓄電池のSOCの推定方法。

【請求項2】

制御弁式の鉛蓄電池のSOCの推定方法であって、
任意の基準時以降において、前記鉛蓄電池が過充電になっているときの過充電電気量を充放電サイクルごとに特定する過充電電気量特定工程と、
前記基準時よりも後に前記鉛蓄電池の開回路電圧を取得する開回路電圧取得工程と、
前記基準時から前記開回路電圧の取得時までの前記過充電電気量が多いほど、開回路

電圧に対するSOCの変化率が小さい開回路電圧－SOCの相関関係と、取得された前記開回路電圧と、に基づき、前記鉛蓄電池のSOCを推定するSOC推定工程と、

前記過充電電氣量に基づき前記鉛蓄電池内の電解液の減液量を推定する減液量推定工程と、を含み、

前記SOC推定工程において、推定された前記減液量に応じた前記変化率の前記開回路電圧－SOCの相関関係を用いて前記鉛蓄電池のSOCを推定する、

制御弁式の鉛蓄電池のSOCの推定方法。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の制御弁式の鉛蓄電池のSOCの推定方法であって、

前記減液量推定工程において、推定された前記減液量が所定値以下の分については、過充電電氣量－電解液の減算量の第1の変換関係に基づき前記電解液の減算量を推定し、前記減液量が前記所定値を超えた分については、過充電電氣量に対する電解液の減液量の変換率が前記第1の変換関係よりも小さい第2の変換関係に基づき前記電解液の減算量を推定する、

制御弁式の鉛蓄電池のSOCの推定方法。

【請求項4】

請求項1から請求項3までのいずれか一項に記載の制御弁式の鉛蓄電池のSOCの推定方法であって、

前記鉛蓄電池の温度を取得する温度取得工程を含み、

前記減液量推定工程において、取得された前記温度が低いほど、過充電電氣量に対する電解液の減液量の変換率が小さい変換関係に基づき前記電解液の減算量を推定する、

制御弁式の鉛蓄電池のSOCの推定方法。

【請求項5】

制御弁式の鉛蓄電池の監視装置であって、

任意の基準時以降に前記鉛蓄電池が過充電になっているときの過充電電氣量を特定する過充電電氣量特定部と、

前記基準時よりも後に前記鉛蓄電池の開回路電圧を取得する開回路電圧取得部と、

前記基準時から前記開回路電圧の取得時までの前記過充電電氣量が大いほど、開回路電圧に対するSOCの変化率が小さい開回路電圧－SOCの相関関係と、取得された前記開回路電圧と、に基づき、前記鉛蓄電池のSOCを推定するSOC推定部と、

前記過充電電氣量に基づき前記鉛蓄電池内の電解液の減液量を推定する減液量推定部と、を備え、

前記SOC推定部は、推定された前記減液量に応じた前記変化率の前記開回路電圧－SOCの相関関係を用いて前記鉛蓄電池のSOCを推定する、

制御弁式の鉛蓄電池の監視装置。

【請求項6】

制御弁式の鉛蓄電池の監視装置であって、

任意の基準時以降において、前記鉛蓄電池が過充電になっているときの過充電電氣量を充放電サイクルごとに特定する過充電電氣量特定部と、

前記基準時よりも後に前記鉛蓄電池の開回路電圧を取得する開回路電圧取得部と、

前記基準時から前記開回路電圧の取得時までの前記過充電電氣量が大いほど、開回路電圧に対するSOCの変化率が小さい開回路電圧－SOCの相関関係と、取得された前記開回路電圧と、に基づき、前記鉛蓄電池のSOCを推定するSOC推定部と、

前記過充電電氣量に基づき前記鉛蓄電池内の電解液の減液量を推定する減液量推定部と、を備え、

前記SOC推定部は、推定された前記減液量に応じた前記変化率の前記開回路電圧－SOCの相関関係を用いて前記鉛蓄電池のSOCを推定する、

制御弁式の鉛蓄電池の監視装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

本明細書に開示される技術は、制御弁式の鉛蓄電池の充電状態の推定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、二次電池の開回路電圧（OCV）を測定し、その測定した開回路電圧に基づいて二次電池の充電状態（SOC）を推定する方法がある（例えば、特許文献1、2参照）。例えば、二次電池のうちの液式の鉛蓄電池では、充放電によって反応物である電解液の硫酸濃度が変化し、その硫酸濃度の変化に伴って液式の鉛蓄電池の充電状態が変化する。電解液の硫酸濃度と液式の鉛蓄電池の開回路電圧との間には相関関係が成り立つ。このため、液式の鉛蓄電池の開回路電圧の測定結果に基づいて液式の鉛蓄電池の充電状態を推定することが可能になる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2018-169281号公報

【文献】特開2019-45155号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、鉛蓄電池の1つとして、制御弁式の鉛蓄電池（密閉式鉛蓄電池）が知られている。制御弁式の鉛蓄電池は、液式の鉛蓄電池とは異なり、内部の電解液が流動しにくく、かつ電解液の量が相対的に少ないことから設置姿勢の自由度が高く、また、液量の点検や補水が不要であることからメンテナンスが容易であり、例えば、無停電電源装置、通信基地局、二輪自動車等の電源として利用される。

20

【0005】

上述した従来の二次電池の充電状態の推定方法では、鉛蓄電池のうち、主として液式の鉛蓄電池が対象とされ、制御弁式の鉛蓄電池は対象とされておらず、十分に検討されていなかった。近年、制御弁式の鉛蓄電池についても充電状態を高い精度で推定したいとの要請が高まっている。制御弁式の鉛蓄電池は、使用中に内部から発生するガスを極板で吸収するため、液式の鉛蓄電池に比べて、電解液が減液しにくい。しかし、制御弁式の鉛蓄電池は電解液の液量が少ないため、電解液の減液量（電解液に含まれる水の減少量）が僅かであっても、筐体内の電解液の硫酸濃度に与える影響が大きい。このため、例えば、従来の二次電池の充電状態の推定方法のように、単に開回路電圧の測定結果に基づいて充電状態を推定すると、電池を使用していく過程で充電状態の推定精度が悪化していくことがある。そこで、本発明者は、制御弁式の鉛蓄電池について、使用期間によらない充電状態の高度な推定、および、電解液の減液量や硫酸濃度の推定について検討した。

30

【0006】

本明細書では、制御弁式の鉛蓄電池の充電状態を精度よく推定することと、制御弁式の鉛蓄電池の電解液の減液量または硫酸濃度を推定することとの少なくとも1つが可能な技術を開示する。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本明細書に開示される制御弁式の鉛蓄電池の充電状態の推定方法は、制御弁式の鉛蓄電池の充電状態の推定方法であって、任意の基準時以降に前記鉛蓄電池が過充電になっているときの過充電電気を特定する過充電電気量特定工程と、前記基準時よりも後に前記鉛蓄電池の開回路電圧を取得する開回路電圧取得工程と、前記基準時から前記開回路電圧の取得時までの前記過充電電気量が大きいほど、開回路電圧に対する充電状態の変化率が小さい開回路電圧－充電状態の相関関係と、取得された前記開回路電圧と、に基づき、前記鉛蓄電池の充電状態を推定する充電状態推定工程と、を含む。

【図面の簡単な説明】

50

【0008】

【図1】本実施形態におけるゴルフカート60の構成を概略的に示す説明図である。

【図2】ゴルフカート60の電氣的構成を概略的に示す説明図である。

【図3】BMU (Battery Management Unit) 400の構成を概略的に示す説明図である。

【図4】電池管理処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】VRLA (Valve-Regulated Lead-Acid battery) 100の充放電電氣量および開回路電圧－充電状態の相関関係の経時的变化を示す説明図である。

【図6】過充電電氣量と減液量との相関関係を示すグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【0009】

本明細書に開示される技術は、以下の形態として実現することが可能である。

【0010】

(1) 本明細書に開示される制御弁式の鉛蓄電池の充電状態の推定方法は、制御弁式の鉛蓄電池の充電状態の推定方法であって、任意の基準時以降に前記鉛蓄電池が過充電になっているときの過充電電氣量を特定する過充電電氣量特定工程と、前記基準時よりも後に前記鉛蓄電池の開回路電圧を取得する開回路電圧取得工程と、前記基準時から前記開回路電圧の取得時までの前記過充電電氣量が大きいほど、開回路電圧に対する充電状態の変化率が小さい開回路電圧－充電状態の相関関係と、取得された前記開回路電圧と、に基づき、前記鉛蓄電池の充電状態を推定する充電状態推定工程と、を含む。

20

【0011】

鉛蓄電池では、電解液の減液により電解液の硫酸濃度が変動すると、その硫酸濃度の変動に伴って、鉛蓄電池の充電状態の推定に用いるべき、開回路電圧（以下、「OCV」ともいう）－充電状態（以下、「SOC」ともいう）の相関関係（OCVに対するSOCの変化率）が異なる。従来の構成では、仮にOCVを正確に取得できたとしても、電解液の減液量に関係なく、共通のOCV－SOCの相関関係を用いて鉛蓄電池のSOCを推定するため、SOCを精度よく推定できないことがあった。

【0012】

本発明者は、鋭意検討を重ねることにより、制御弁式の鉛蓄電池では、過充電電氣量から電解液の減液量（電解液の硫酸濃度）を推定できることを新たに見出した。すなわち、制御弁式の鉛蓄電池では、液式の鉛蓄電池とは異なり、電解液の減液の主要因は、水の電氣分解による減液である。また、この水の電氣分解は、充電反応の副反応として起こり、鉛蓄電池の過充電時には主反応になり、この過充電電氣量は、主として、水の電氣分解に使用される。このことは、過充電電氣量と水の電氣分解による電解液の減液量との間に相関関係が成立することを意味する。これらのことから、制御弁式の鉛蓄電池では、過充電電氣量から電解液の減液量、さらには電解液の硫酸濃度を推定することができる。そして、取得された電解液の減液量（電解液の硫酸濃度の変動量）に応じた変化率のOCV－SOCの相関関係に用いることにより、鉛蓄電池のSOCを精度よく測定することができる。本制御弁式の鉛蓄電池の充電状態の推定方法では、所定の基準時から開回路電圧の取得時までに取得された過充電電氣量が大きいほど、OCVに対するSOCの変化率が小さいOCV－SOCの相関関係と、取得されたOCVと、に基づき、鉛蓄電池のSOCが推定される。これにより、電解液の減液に起因して鉛蓄電池のSOCの推定精度が低下することを抑制することができる。

30

40

【0013】

(2) 上記制御弁式の鉛蓄電池の充電状態の推定方法において、前記過充電電氣量に基づき前記鉛蓄電池内の電解液の減液量を推定する減液量推定工程を含み、前記充電状態推定工程において、推定された前記減液量に応じた前記変化率の前記開回路電圧－充電状態の相関関係を用いて前記鉛蓄電池の充電状態を推定する構成としてもよい。本制御弁式の鉛蓄電池の充電状態の推定方法によれば、過充電電氣量から推定される電解液の減液量に基

50

づき、適切なOCV-SOCの相関関係を用いて鉛蓄電池のSOCを、より精度よく推定することができる。

【0014】

(3) 上記制御弁式の鉛蓄電池の充電状態の推定方法において、前記減液量推定工程において、推定された前記減液量が所定値以下の分については、過充電電気量－電解液の減算量の第1の変換関係に基づき前記電解液の減算量を推定し、前記減液量が前記所定値を超えた分については、過充電電気量に対する電解液の減液量の変換率が前記第1の変換関係よりも小さい第2の変換関係に基づき前記電解液の減算量を推定する構成としてもよい。

【0015】

本発明者は、鋭意検討を重ねることにより、電解液の減液が進むと、負極におけるガス吸収反応が起こりやすくなるため、その分だけ、水の電気分解による減液が抑制されることを新たに見出した。このことは、電解液の減液量（過充電電気量）が所定値以上であるか否かに関係なく、共通の過充電電気量－電解液の減算量の変換関係を用いると、電解液の減算量の推定精度が低下し、その結果、鉛蓄電池のSOCの推定精度が低下するおそれがある。これに対して、本制御弁式の鉛蓄電池の充電状態の推定方法によれば、電解液の減液量に起因して鉛蓄電池のSOCの推定精度が低下することを抑制することができる。

【0016】

(4) 上記制御弁式の鉛蓄電池の充電状態の推定方法において、前記鉛蓄電池の温度を取得する温度取得工程を含み、前記減液量推定工程において、取得された前記温度が低いほど、過充電電気量に対する電解液の減液量の変換率が小さい変換関係に基づき前記電解液の減算量を推定する構成としてもよい。本発明者は、鋭意検討を重ねることにより、制御弁式の鉛蓄電池では、鉛蓄電池の温度が低いほど、過充電電気量に対する電解液の減液量の変換率（以下、「減液変換率」ともいう）が小さくなることを新たに見出した。本制御弁式の鉛蓄電池の充電状態の推定方法によれば、鉛蓄電池の温度が低いほど、減液変換率が小さい変換関係に基づき電解液の減算量を推定するため、電解液の減液量をより精度よく推定することができる。

【0017】

(5) 本明細書に開示される制御弁式の鉛蓄電池の監視装置は、制御弁式の鉛蓄電池の監視装置であって、任意の基準時以降に前記鉛蓄電池が過充電になっているときの過充電電気量を特定する過充電電気量特定部と、前記基準時よりも後に前記鉛蓄電池の開回路電圧を取得する開回路電圧取得部と、前記基準時から前記開回路電圧の取得時までの前記過充電電気量大きいほど、開回路電圧に対する充電状態の変化率が小さい開回路電圧－充電状態の相関関係と、取得された前記開回路電圧と、に基づき、前記鉛蓄電池の充電状態を推定する充電状態推定部と、を備える。

【0018】

(6) 本明細書に開示される制御弁式の鉛蓄電池の電解液の減液量の推定方法は、制御弁式の鉛蓄電池の電解液の減液量の推定方法であって、前記鉛蓄電池が過充電になっているときの過充電電気量を特定する過充電電気量特定工程と、前記過充電電気量に基づき電解液の減液量を推定する減液量推定工程と、を含む。本推定方法によれば、制御弁式の鉛蓄電池における電解液の減液量を推定することができる。

【0019】

(7) 本明細書に開示される制御弁式の鉛蓄電池の電解液の硫酸濃度の推定方法は、制御弁式の鉛蓄電池の電解液の硫酸濃度の推定方法であって、前記鉛蓄電池が過充電になっているときの過充電電気量を特定する過充電電気量特定工程と、前記過充電電気量に基づき電解液の硫酸濃度を推定する硫酸濃度推定工程と、を含む。本推定方法によれば、制御弁式の鉛蓄電池における電解液の硫酸濃度を推定することができる。

【0020】

なお、本発明は、例えば次のような形態で利用することができる。

具体的には、次の通りである。

(a) 制御弁式の鉛蓄電池と、前記鉛蓄電池からの電力によって作動する電動機と、報知

10

20

30

40

50

部と、電池監視部と、を備える蓄電システムであって、

前記電池監視部は、

任意の基準時以降に前記鉛蓄電池が過充電になっているときの過充電電氣量を特定する過充電電氣量特定工程と、

前記基準時よりも後に前記鉛蓄電池の開回路電圧を取得する開回路電圧取得工程と、

前記基準時から前記開回路電圧の取得時までの前記過充電電氣量が大きいほど、開回路電圧に対する充電状態の変化率が小さい開回路電圧－充電状態の相関関係と、取得された前記開回路電圧と、に基づき、前記鉛蓄電池の充電状態を推定する充電状態推定工程と、を実施し、

前記報知部は、

前記電池監視部によって推定された前記鉛蓄電池の充電状態に応じた報知動作を実行する。

(b) 制御弁式の鉛蓄電池と、前記鉛蓄電池からの電力によって作動する電動機と、報知部と、電池監視部と、を備える蓄電システムであって、

前記電池監視部は、

前記鉛蓄電池が過充電になっているときの過充電電氣量を特定する過充電電氣量特定工程と、

前記過充電電氣量に基づき、電解液の減液量と電解液の硫酸濃度との少なくとも一方を推定する推定工程と、

を実施し、

前記報知部は、

前記電池監視部による推定結果に応じた報知動作を実行する。

【0021】

なお、本明細書に開示される技術は、種々の形態で実現することが可能であり、例えば、制御弁式の鉛蓄電池の監視装置、制御弁式の鉛蓄電池の充電状態と電解液の減液量と電解液の硫酸濃度との少なくとも1つの推定方法、それらの装置または方法の機能を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した一時的でない記録媒体等の形態で実現することが可能である。

【0022】

A. 制御弁式の鉛蓄電池における電解液の減液量の推定方法の原理：

本発明者は、鋭意検討を重ねることにより、制御弁式の鉛蓄電池（Valve-Regulated Lead-Acid battery 以下、「VRLA」）ともいう）では、過充電電氣量と電解液の減液量との間に相関関係が成立し、過充電電氣量から電解液の減液量（または電解液の硫酸濃度）を推定できることを新たに見出した。過充電電氣量とは、充電電氣量が放電電氣量を超えた過充電時の電氣量であり、電解液の減液とは、鉛蓄電池の筐体内における電解液中の水分が減少することである。以下、詳細に説明する。

【0023】

A-1. 過充電電氣量と電解液の減液量との相関関係：

上述したように、鉛蓄電池のうち、VRLAでは、過充電電氣量と電解液の減液量との間に相関関係が成立する。

【0024】

まず、鉛蓄電池は、一般に、收容空間が形成された筐体と、上記收容空間に收容され、正極板と負極板とセパレータとを備える極板群と、上記收容空間に收容された電解液（例えば、希硫酸）と、を備える。このような鉛蓄電池では、例えば充電末期に、筐体の收容空間において、電解液に含まれる水が電氣分解されて、正極板から酸素ガスが発生し、負極板から水素ガスが発生することがある。したがって、鉛蓄電池であれば、少なくとも、電解液に含まれる水の電氣分解によって電解液の減液が発生する。

【0025】

ここで、VRLAでは、主として、電解液に含まれる水の電氣分解によって電解液の減液が発生する。すなわち、VRLAでは、筐体の收容空間に流動する電解液がほとんどな

10

20

30

40

50

く、かつ、筐体の収容空間の圧力が所定値未満である正常時では、筐体の収容空間が密閉状態とされている。具体的には、VRLAでは、セパレータは、例えばガラス繊維により構成されており、そのセパレータに電解液が含浸されている。このため、筐体の収容空間に流動する電解液がほとんどない。また、VRLAでは、排気孔の代わりに、制御弁が筐体に設けられている。制御弁は、正常時では、筐体の収容空間に発生したガスを筐体の外部に排出させないよう、閉状態となっており、筐体の収容空間が密閉状態とされる。このため、VRLAでは、電解液に含まれる水の蒸発等によって電解液の減液が発生することはほとんどない。

【0026】

また、電解液に含まれる水の電気分解は、正常の充電時には、充電反応の副反応として起こり、鉛蓄電池の過充電時には、主反応になり、このときの過充電電気量は、主として、電解液に含まれる水の電気分解に使用される。このことは、過充電電気量と水の電気分解による電解液の減液量との間に相関関係が成立することを意味する。

【0027】

以上のように、VRLAでは、主として、電解液に含まれる水の電気分解によって電解液の減液が発生し、かつ、水の電気分解による電解液の減液量と過充電電気量との間に相関関係が成立する。このことは、VRLAでは、電解液の減液量と過充電電気量との間に相関関係が成立することを意味する。したがって、VRLAでは、過充電電気量から電解液の減液量、さらには電解液の硫酸濃度を推定することができる。なお、VRLAでは、筐体内に収容された電解液の液量が少ないため、電解液の減液量（電解液に含まれる水の減少量）が僅かであっても、筐体内の電解液の硫酸濃度に与える影響が大きい。このため、VRLAにおいて、電解液の減液量（電解液の硫酸濃度）を精度よく推定することが好ましい。

【0028】

なお、液式の鉛蓄電池では、電解液の減液量と過充電電気量との間に相関関係は成立しない。すなわち、液式の鉛蓄電池では、常に開口した排気孔が筐体に形成されており、筐体の収容空間に発生した酸素ガスや水素ガス（以下、まとめて「ガス」ともいう）を、常時、筐体の外部に排出できるようになっている。このため、液式の鉛蓄電池では、電解液に含まれる水の電気分解に加えて、電解液に含まれる水の蒸発等によっても電解液の減液が発生する。また、液式の鉛蓄電池では、ガスの排出によって電解液中の水分が減少するため、電池の使用過程で筐体の収容空間に精製水が補充され、電解液の液量変動する。これらのことから、液式の鉛蓄電池では、電解液の減液量と過充電電気量との間に相関関係は成立しない。

【0029】

A-2. 過充電電気量に対する電解液の減液量の変換率：

上述したように、VRLAでは、電解液の減液量と過充電電気量との間に相関関係が成立する。したがって、この相関関係に応じた変換率（過充電電気量に対する電解液の減液量の変換率 以下、「減液変換率」ともいう）を用いて、過充電電気量から電解液の減液量を推定することができる。ただし、本発明者は、鋭意検討を重ねることにより、電解液の減液が進むと、この減液変換率が変化することを新たに見出した。

【0030】

まず、VRLAでは、充電中にガス吸収反応が起こることがあり、このガス吸収反応によって、電解液に含まれる水の電気分解による電解液の減液量が抑制される。ガス吸収反応は、充電時に電解液に含まれる水の電気分解により正極板で発生した酸素ガスを、負極板に吸収させる反応である。充電末期には、正極板で発生した酸素ガスは、負極活物質である鉛と反応して硫酸鉛と水とが生成される。すなわち、正極板での酸素ガスの発生によって失われた水が再生される。また、負極板では、硫酸鉛の生成によって放電状態となり、充電の電気エネルギーはこの硫酸鉛の還元を使用されるため、負極板からの水素ガス発生量も液式の鉛蓄電池に比べて少なくなる。ここで、ガス吸収反応は、正極板で発生した酸素ガスが、負極板のうち、電解液に覆われずに露出した表面（「負極板の露出表面」と

10

20

30

40

50

もいう)に接触することにより起きる。したがって、電解液が十分に残存し、負極板の露出表面がほとんどない初期では、ガス吸収反応は起こりにくい。一方、電解液の減液が進み、負極板の露出表面が広くなるほど、ガス吸収反応が起こりやすくなる。ガス吸収反応が起こりやすくなると、過充電電気量の単位量当たりの電解液の減液量が少なくなるため、減液変換率が小さくなる。

【0031】

このため、電解液の減液量の増加に伴って減液変換率を小さくする補正を行うことにより、過充電電気量から電解液の減液量(電解液の硫酸濃度)を、より精度よく推定できる。

【0032】

B. 実施形態:

10

B-1. 構成:

図1は、本実施形態におけるゴルフカート60の構成を概略的に示す説明図である。図1に示すように、ゴルフカート60は、バッテリーとしてのVRLA100と、電動機としての駆動モータ300と、VRLA100の状態を管理するBMU(Battery Management Unit)400と、操作部62と、を備える。ゴルフカート60は、VRLA100からの電力によって作動する駆動モータ300の動力によって走行する移動体であって、ゴルフ場における所定の道を自動運転により走行可能とされている。

【0033】

操作部62は、例えばゴルフカート60のハンドルの近傍に配置されている。図1に拡大して示すように、操作部62には、例えば液晶ディスプレイ等により構成され、各種の画像や情報を表示する表示部64が設けられており、表示部64には、VRLA100の充電状態(State of Charge(充電率)以下、「SOC」ともいう)に応じた表示パターン66が表示される。SOCは、VRLA100の電池容量(VRLA100の定格容量、放電可能な最大容量、または、満充電状態のときの容量)に対する現在の容量(残容量)の割合(%)である。具体的には、表示部64の画面上における「F」は、VRLA100が満充電状態(例えばVRLA100の電圧が予め定められた電圧上限値以上である状態)を意味し、表示部64の画面上における「E」は、VRLA100が充電不足状態(例えばVRLA100の電圧が予め定められた電圧下限値以下である状態)を意味する。表示部64の画面上における互いに長さが異なる複数のバーは、VRLA100のSOCに応じて互いに異なるパターンで表示するものである。例えば、VRLA100のSOCが低くなり充電不足状態に近くなるほど、「E」近傍のバーのみが点灯し、VRLA100のSOCが高くなり満充電状態に近くなるほど、「E」近傍のバーから「F」近傍のバーまで点灯する。

20

30

【0034】

これにより、ゴルフカート60の使用者は、表示部64に表示された表示パターン66を見れば、VRLA100の電池残量を実感的に把握することができる。ゴルフカート60に備えられたVRLA100は、図示しない充電器によって充電可能とされている。このため、ゴルフカート60の使用者は、表示部64に表示された表示パターン66を見て、VRLA100が充電不足状態に近づいていると判断すれば、充電器によってVRLA100を充電することができる。ゴルフカート60のように、頻繁に充電が必要とされる移動体では、特に、SOCの推定について高い精度が求められる。また、VRLA100は、他の二次電池に比べて重量が大きいので、ゴルフカート60のような移動体において安定走行のために搭載されることが多々ある。BMU400は、特許請求の範囲における監視装置に相当する。

40

【0035】

図2は、ゴルフカート60の電氣的構成を概略的に示す説明図である。図2に示すように、ゴルフカート60は、上述のVRLA100、駆動モータ300およびBMU400以外に、電圧検出部450と、電流検出部460と、温度検出部470とを備える。VRLA100は、複数のセルCEが直列接続された組電池である。

【0036】

50

(各検出部の構成)

電圧検出部４５０は、ＶＲＬＡ１００に並列に接続されており、ＶＲＬＡ１００の全体の電圧値に応じた検出結果を出力する。電流検出部４６０は、ＶＲＬＡ１００に直列に接続されており、ＶＲＬＡ１００に流れる電流（充放電電流）値に応じた検出結果を出力する。温度検出部４７０は、ＶＲＬＡ１００の近傍に配置され、ＶＲＬＡ１００の温度に応じた検出結果を出力する。

【００３７】

(ＢＭＵ４００の構成)

図３は、ＢＭＵ４００の構成を概略的に示す説明図である。ＢＭＵ４００は、制御部４１０と、記憶部４２０と、入力部４３０と、インターフェース部４４０とを備える。これらの各部は、バスを介して互いに通信可能に接続されている。

【００３８】

入力部４３０は、電圧検出部４５０と電流検出部４６０と温度検出部４７０とのそれぞれからの検出結果の入力を受け付ける。インターフェース部４４０は、例えば、ＬＡＮインターフェースやＵＳＢインターフェース等により構成され、有線または無線により他の装置（例えば、操作部６２）との通信を行う。

【００３９】

記憶部４２０は、例えばハードディスクドライブ（ＨＤＤ）等により構成され、各種のプログラムやデータを記憶する。例えば、記憶部４２０には、後述する電池管理処理を実行するための電池管理プログラム４２１が格納されている。電池管理プログラム４２１は、例えば、ＣＤ－ＲＯＭやＤＶＤ－ＲＯＭ、ＵＳＢメモリ等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体（図示しない）に格納された状態で提供され、ＢＭＵ４００にインストールすることにより記憶部４２０に格納される。また、記憶部４２０には、後述する各マップデータ４２２が格納されている。各マップデータ４２２はインターフェース部４４０を介してＢＭＵ４００に入力され、記憶部４２０に格納される。

【００４０】

制御部４１０は、例えばＣＰＵやＲＯＭ、ＲＡＭ等により構成され、記憶部４２０から読み出したコンピュータプログラムを実行することにより、ＢＭＵ４００の動作を制御する。例えば、制御部４１０は、電池管理プログラム４２１を読み出して実行することにより、後述の電池管理処理を実行する処理部として機能する。具体的には、制御部４１０は、条件判断部５１０と、表示制御部５２０と、過充電電気量特定部５３０と、減液量推定部５４０と、開回路電圧（開放電圧 以下「ＯＣＶ」ともいう）取得部５５０と、ＳＯＣ推定部５６０と、を含む。これら各部の機能については、後述の電池管理処理の説明の中で説明する。

【００４１】

ＶＲＬＡ１００の放電の際には、ＶＲＬＡ１００に負荷（図示せず）が接続され、ＶＲＬＡ１００の正極板での反応（二酸化鉛から硫酸鉛が生ずる反応）および負極板での反応（鉛（海綿状鉛）から硫酸鉛が生ずる反応）により生じた電力が該負荷に供給される。また、ＶＲＬＡ１００の充電の際には、ＶＲＬＡ１００に電源（図示せず）が接続され、該電源から供給される電力によって正極板での反応（硫酸鉛から二酸化鉛が生ずる反応）および負極板での反応（硫酸鉛から鉛（海綿状鉛）が生ずる反応）が起こり、ＶＲＬＡ１００が充電される。

【００４２】

Ｂ－２．電池管理処理：

次に、ＢＭＵ４００により実行される電池管理処理について説明する。電池管理処理は、ＶＲＬＡ１００のＳＯＣを推定し、その推定されたＳＯＣに応じた表示内容を表示部６４に表示させる処理である。

【００４３】

図４は、電池管理処理の流れを示すフローチャートである。まず、条件判断部５１０は、ＶＲＬＡ１００のＳＯＣを推定すべき推定タイミングが到来したか否かを判断する（Ｓ

10

20

30

40

50

110)。条件判断部510は、例えば、ゴルフカート60の駆動モータ300が停止した時点、または、充電器によるVRLA100の充電完了時から、所定時間経過したことを条件に、推定タイミングが到来したと判断する。なお、条件判断部510は、電流検出部460からの検出結果に基づき、VRLA100に流れる電流が電流下限値以下になったと判断した場合に、駆動モータ300が停止したことを認識することができる。また、条件判断部510は、電圧検出部450からの検出結果に基づき、VRLA100の電圧値が上記電圧上限値以上になったと判断した場合や上述の充電器からの充電完了通知を受けた場合に、VRLA100が充電完了したことを認識することができる。

【0044】

(過充電電気量の特定)

推定タイミングが到来していないと判断された場合(S110:NO)、条件判断部510は、S110の判断を繰り返す。一方、推定タイミングが到来したと判断された場合(S110:YES)、過充電電気量特定部530は、VRLA100について、直近の充放電サイクルにおける過充電電気量(以下、「サイクル過充電電気量(Ah)ともいう)を特定する(S120)。サイクル過充電電気量は、1回の充放電サイクルにおいて、VRLA100が過充電になっている期間中の充電電気量であり、1回の充放電サイクルにおける充電電気量から放電電気量を差し引いた値である。放電電気量は、VRLA100の放電時(使用時)におけるVRLA100から流れる放電電流量の積算値であり、充電電気量は、VRLA100の充電時におけるVRLA100に流れる充電電流量の積算値である。過充電電気量特定部530は、電流検出部460からの検出結果に基づき、放電電気量および充電電気量を取得する。なお、充放電サイクルにおいて充電電気量が放電電気量以下である場合、サイクル過充電電気量はゼロである。次に具体例を挙げて説明する。

【0045】

図5は、VRLA100の充放電電気量およびOCV-SOCの相関関係の経時的变化を示す説明図である。図5の上段には、VRLA100の充放電電気量の経時的变化を模式的に示す充放電グラフが示されている。充放電グラフの縦軸はVRLA100における充放電電気量(Ah)であり、横軸は初期タイミングt0からの経過時間(h)である。充放電グラフでは、VRLA100を放電させた後に充電する充放電サイクルが複数回(図5では3回分だけ例示)繰り返されたときのVRLA100の充放電電気量の変化が示されている。例えば、推定タイミングが第1タイミングt1である場合、直近のサイクル過充電電気量は、初回のサイクル過充電電気量 $\Delta C1$ (=充電電気量 $Cc1$ -放電電気量 $Cd1$)である。推定タイミングが第2タイミングt2である場合、直近のサイクル過充電電気量は、2回目のサイクル過充電電気量 $\Delta C2$ (=充電電気量 $Cc2$ -放電電気量 $Cd2$)である。なお、S120の工程は、特許請求の範囲における過充電電気量特定工程の一例である。

【0046】

(電解液の減液量の推定)

次に、減液量推定部540は、VRLA100における電解液の減液量(g)を推定するための減液量推定処理を実行する。具体的には、減液量推定部540は、過充電電気量特定部530によって特定された直近のサイクル過充電電気量と、過充電電気量-減液量の相関関係とを用いて、直近の充放電サイクルにおける電解液の減液量(以下、「サイクル減液量」ともいう)を推定する。上述したように、VRLA100では、電解液の減液量と過充電電気量との間に相関関係が成立するため、この相関関係に応じた減液変換率を用いて、サイクル過充電電気量からサイクル減液量を推定することができる。

【0047】

ここで、上述したように、減液変換率は、電解液の減液量が多くなるほど、小さくなる。さらに、減液変換率は、VRLA100の温度が低いほど、小さくなる。このため、本実施形態では、減液量推定部540は、温度検出部470からの検出結果に基づき、VRLA100の温度を取得する(S130)。また、減液量推定部540は、前回までの総

10

20

30

40

50

サイクル減液量を記憶部 420 から読み出して取得する (S140)。前回までの総サイクル減液量は、VRLA100 の減液量がゼロである状態から前回の充放電サイクルまでの減液量の積算値である。そして、減液量推定部 540 は、取得した VRLA100 の温度と前回までの総サイクル減液量とに応じた補正した減液変換率 (電解液の減液量と過充電電気量との間に相関関係) を用いて、サイクル過充電電気量からサイクル減液量を推定する (S150)。次に詳しく説明する。

【0048】

図 6 は、過充電電気量と減液量との相関関係を示すグラフである。図 6 の縦軸は VRLA100 における電解液の減液量 (g) であり、横軸は VRLA100 における過充電電気量 (Ah) である。図 6 には、VRLA100 の温度が高温領域 (例えば 45℃を含む温度領域) 内であるときの第 1 のグラフ G21 と、VRLA100 の温度が中温領域 (例えば 25℃を含む温度領域) であるときの第 2 のグラフ G22 と、VRLA100 の温度が低温領域 (例えば 0℃を含む温度領域) であるときの第 3 のグラフ G23 とが示されている。図 6 に示すように、第 1 のグラフ G21、第 2 のグラフ G22、第 3 のグラフ G23 の順にグラフの傾きである減液変換率が小さくなっている。また、図 6 では、電解液の減液量が 3 段階の減液領域 A~C に分けられており、第 1 の減液領域 A は、電解液の減液量がゼロ以上、かつ、第 1 の減液量 V1 未満である領域であり、第 2 の減液領域 B は、電解液の減液量が第 1 の減液量 V1 以上、かつ、第 2 の減液量 V2 未満である領域であり、第 3 の減液領域 C は、電解液の減液量が第 2 の減液量 V2 以上である領域である。図 6 に示すように、各グラフ G21~23 について、第 1 の減液領域 A、第 2 の減液領域 B、第 3 の減液領域 C の順にグラフの傾きである減液変換率が小さくなっている。記憶部 420 に記憶されたマップデータ 422 の中には、図 6 に示す過充電電気量と減液量との相関関係を示す第 1 のマップデータ (ルックアップテーブル) が記憶されている。なお、第 1 のマップデータは、例えば次のようにして取得することができる。各温度領域で VRLA100 について、放電 (例えば 20A の放電を 2.4 時間) させ、その後、充電 (1.5A の充電を 35 時間) を行う充放電サイクルを複数回繰り返しつつ、充放電サイクルごとに、過充電電気量を測定しつつ、初期からの電池の質量を測定した。その電池の質量の低下量を、電解液の減液量とした。

【0049】

減液量推定部 540 は、取得した VRLA100 の温度結果に基づき、第 1 のマップデータのうちの、どの温度領域のグラフに対応する過充電電気量と減液量との相関関係を用いるかを定める。また、減液量推定部 540 は、取得した前回までの総サイクル減液量に基づき、直近のサイクル過充電電気量に対応する電解液の減液量が第 1 の減液領域 A と第 2 の減液領域 B と第 3 の減液領域 C とのいずれの領域に属するかを判断する。例えば、VRLA100 の温度が 25℃であった場合、減液量推定部 540 は、第 1 のマップデータのうちの、中温領域の第 2 のグラフ G22 に対応する過充電電気量と減液量との相関関係を用いることに決定する。前回までの総サイクル減液量が第 1 の減液量 V1 以下である場合、減液量推定部 540 は、第 2 のグラフ G22 のうちの、第 1 の減液領域 A に属する過充電電気量と減液量との相関関係を参照して、直近のサイクル過充電電気量に対応する電解液の減液量を抽出し、直近のサイクル減液量とする。そして、減液量推定部 540 は、前回までの総サイクル減液量と直近のサイクル減液量との合算値を、現在の電解液の総減液量とする。

【0050】

ただし、現在の電解液の総減液量が、前回までの総サイクル減液量が属する領域の上限値を超える場合、その超えた分については、前回までの総サイクル減液量が属する領域より 1 つ上の領域に属する過充電電気量と減液量との相関関係を用いて電解液の減液量を推定する。例えば、前回までの総サイクル減液量が第 1 の減液領域 A に属しており、現在の電解液の総減液量が第 1 の減液量 V1 を超える場合、その超えた分については、第 2 の減液領域 B に属する過充電電気量と減液量との相関関係を用いて電解液の減液量を推定する。その結果、直近のサイクル減液量は、第 1 の減液領域 A に属する過充電電気量と減液量

との相関関係による減液量と、第2の減液領域Bに属する過充電電気量と減液量との相関関係による減液量との合計値となる。なお、算出された現在の電解液の総減液量は、記憶部420に記憶され、次の充放電サイクルにおいて、前回までの総サイクル減液量として利用される。なお、S130～S150までの処理は、特許請求の範囲における減液量推定工程の一例である。

【0051】

(OCVの取得)

OCV取得部550は、VRLA100のOCVの値を取得する(S160)。なお、SOC推定処理は、上述の推定タイミングが到来したこと(S110:YES)を条件に実行される。このため、この時点で、既に、ゴルフカート60の駆動モータ300が停止した時点、または、VRLA100の充電完了時から、所定時間だけ経過している。本実施形態では、この所定時間が、OCVを測定するのに十分な時間であるとして、SOC推定処理の実行時に、電圧検出部450からの検出結果に基づき、VRLA100の現時点の電圧値を、OCVの値とする。なお、駆動モータ300が停止した時点等において、VRLA100に暗電流が流れる場合には、VRLA100の現時点の電圧値に対して、暗電流の電流量に応じた補正処理を施した値を、OCVの値とすることが好ましい。なお、OCVの取得方法は、これ以外に、各種の公知の方法を採用することができる。S160の工程は、特許請求の範囲における開回路電圧取得工程の一例である。

【0052】

(SOCの推定)

次に、SOC推定部560は、VRLA100のSOC(%)を推定するSOC推定処理を実行する。具体的には、任意の基準時からOCVの取得時までの過充電電気量が大きいほど、OCVに対するSOCの変化率が小さいOCV-SOCの相関関係と、取得されたOCVと、に基づき、VRLA100のSOCを推定する(S170)。S170は、特許請求の範囲における充電状態推定工程の一例である。次に詳しく説明する。

【0053】

図5の下段には、各タイミングでのCOV-SOCの相関関係を示すグラフG11～G13が示されている。初期タイミンググラフG10は、初期タイミングt0におけるVRLA100のCOV-SOCの相関関係を示すグラフであり、第1タイミンググラフG11は、第1タイミングt1におけるVRLA100のCOV-SOCの相関関係を示すグラフであり、第2タイミンググラフG12は、第2タイミングt2におけるVRLA100のCOV-SOCの相関関係を示すグラフである。図5の下段に示すように、初期タイミンググラフG10、第1タイミンググラフG11、第2タイミンググラフG12の順にグラフの傾き(θ0～θ2)であるOCVに対するSOCの変化率が小さくなっている。各グラフの傾き(OCVに対するSOCの変化率)は、VRLA100における電解液の硫酸濃度に相関し、電解液の硫酸濃度は、VRLA100における電解液の減液量に相関する。そして、上述したように、VRLA100では、電解液の減液量は、過充電電気量に相関する。したがって、過充電電気量に基づき、OCVに対するSOCの変化率を補正することができる。本実施形態では、SOC推定部560は、記憶部420に記憶された現在の電解液の総減液量を取得し、例えば、初期タイミングt0でのOCVに対するSOCの変化率を、現在の電解液の総減液量に応じて小さい値に補正する。なお、この補正值は、初期タイミングt0での電解液の液量と硫酸濃度と現在の電解液の総減液量とから定めることができる。SOC推定部560は、現在の電解液の総減液量に応じて補正されたOCVに対するSOCの変化率のCOV-SOCの相関関係を用いて、OCVからSOCを推定する。

【0054】

表示制御部520は、推定されたVRLA100のSOCが劣化閾値未満であるか否かを判断する(S180)。VRLA100のSOCが劣化閾値未満であると判断された場合(S180:YES)、エラー処理が実行される(S190)。具体的には、表示制御部520は、VRLA100の交換を促すための表示を表示部64に表示させる。例えば

10

20

30

40

50

図1において表示部64の画面上に示されたバッテリーのマークを点滅させる。エラー処理(S190)が実行されると、S110に戻る。一方、VRLA100のSOCが劣化閾値未満でないとは判断された場合(S180:NO)、エラー処理(S190)はスキップされ、S110に戻る。

【0055】

C. 変形例:

本明細書で開示される技術は、上述の実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の形態に変形することができ、例えば次のような変形も可能である。

【0056】

上記実施形態では、蓄電システムとして、ゴルフカート60を例示したが、これに限らず、例えば、遊園地を走行するゴーカートや、工場内を走行する運搬車などの移動体でもよし、所定の箇所に固定配置された装置でもよい。要するには、制御弁式の鉛蓄電池を備えるものであればよい。

【0057】

上記実施形態では、監視装置として、VRLA100の外部に配置されたBMU400を例示したが、これに限らず、例えば、VRLA100に備えられた制御部でもよいし、移動体の外部のサーバ等に備えられ、移動体に備えられたVRLA100の状態を遠隔で管理するとしてもよい。

【0058】

上記実施形態では、任意の基準時として、電解液の減液量がゼロである初期タイミングや、各充放電サイクルの初期を例示したが、これ以外のタイミングであってもよい。なお、基準時において正確なOCV-SOCの相関関係が把握されていることが好ましい。また、上記実施形態では、過電流電気量に基づき電解液の減液量を推定し、その推定された減液量に基づきSOCを推定したが、過電流電気量に基づき、直接、SOCを推定してもよい。

【0059】

上記実施形態では、減液変換率を、VRLA100の温度と前回までの総サイクル減液量とに応じて補正したが、減液変換率を、VRLA100の温度と前回までの総サイクル減液量とのいずれか一方だけに応じて補正してもよいし、減液変換率を補正しないとしてもよい。また、図4に示すフローの順序は適宜変更可能である。例えば、VRLA100のOCVの値の取得(S160)を、過充電電気量の特定(S120)の直前または直後に行ってもよい。

【符号の説明】

【0060】

60:ゴルフカート 62:操作部 64:表示部 66:表示パターン 100:VRLA 300:駆動モータ 400:BMU 410:制御部 420:記憶部 421:電池管理プログラム 422:マップデータ 430:入力部 440:インターフェース部 450:電圧検出部 460:電流検出部 470:温度検出部 510:条件判断部 520:表示制御部 530:過充電電気量特定部 540:減液量推定部 550:OCV取得部 560:SOC推定部 A~C:減液領域 CE:セル V1:第1の減液量 V2:第2の減液量 t0:初期タイミング t1:第1タイミング t2:第2タイミング

10

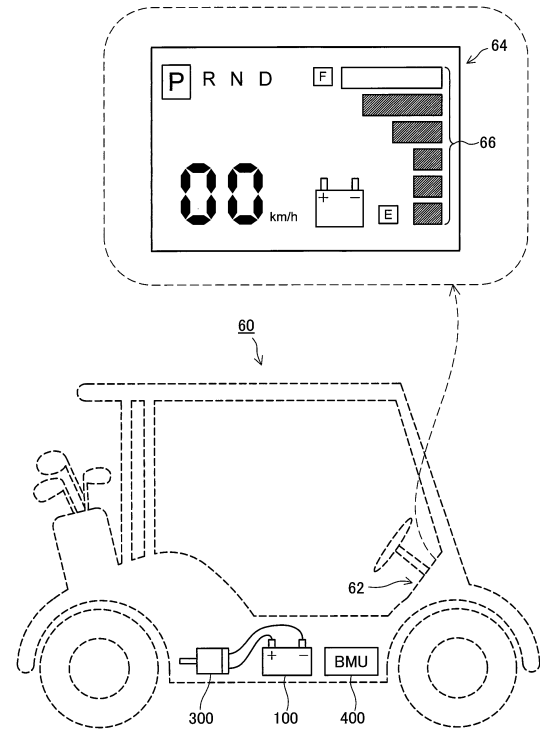
20

30

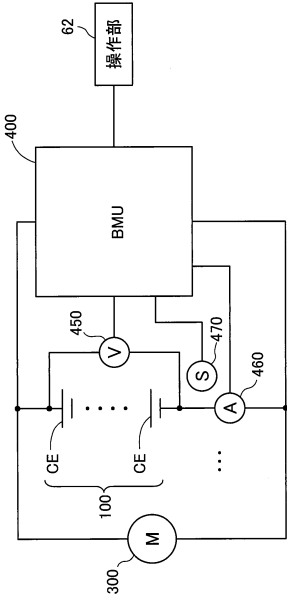
40

50

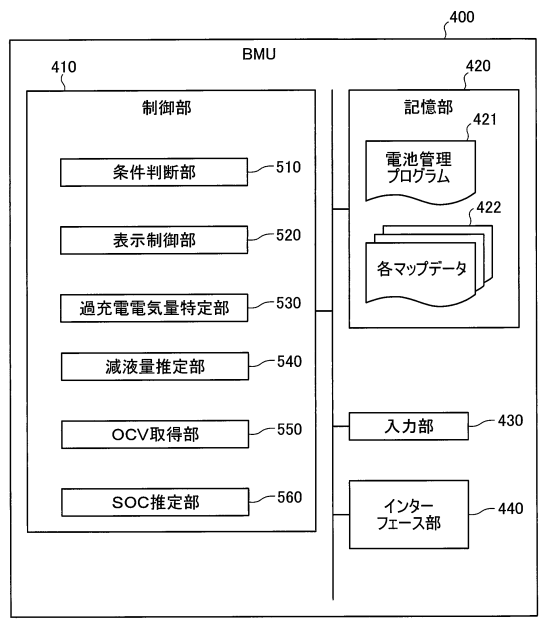
【図面】
【図 1】



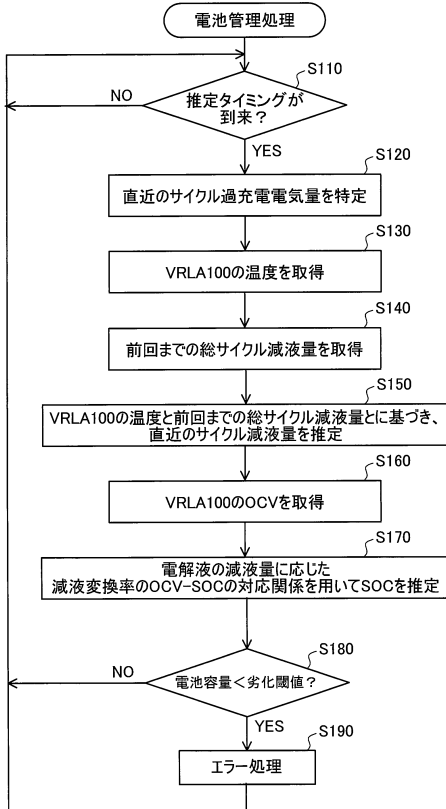
【図 2】



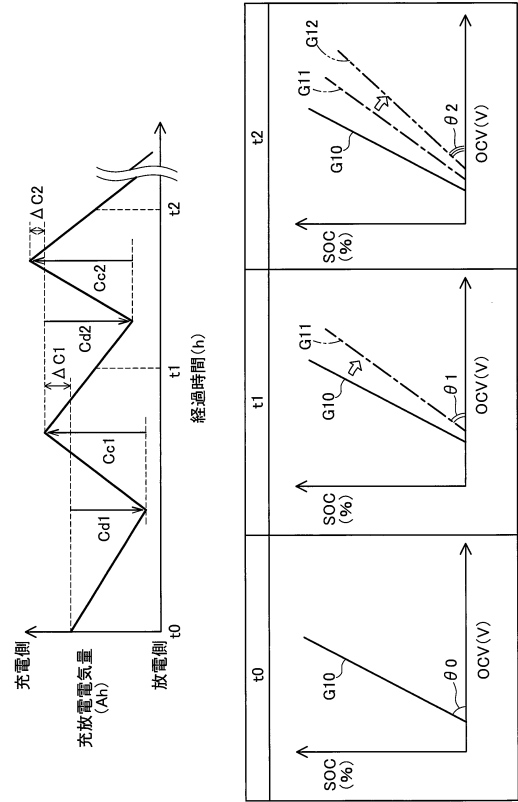
【図 3】



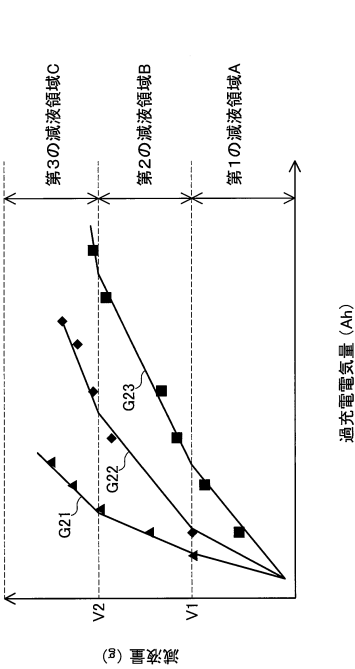
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 J 7/00 X

審判官 清水 康司

(56)参考文献 国際公開第 0 9 / 1 1 8 9 1 0 号 (W O , A 1)
特開平 0 6 - 3 3 1 7 1 4 号公報 (J P , A)
特開昭 5 6 - 2 8 4 7 6 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
G 0 1 R 3 1 / 3 8 3 5