

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5777303号
(P5777303)

(45) 発行日 平成27年9月9日(2015.9.9)

(24) 登録日 平成27年7月17日(2015.7.17)

(51) Int. Cl.	F I				
GO 1 R 31/36 (2006.01)	GO 1 R	31/36	A		
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M	10/48	P		
HO 2 J 7/00 (2006.01)	HO 2 J	7/00	Y		

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-176565 (P2010-176565)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成22年8月5日(2010.8.5)		三菱重工株式会社
(65) 公開番号	特開2012-37337 (P2012-37337A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成24年2月23日(2012.2.23)	(74) 代理人	100134544
審査請求日	平成24年12月27日(2012.12.27)		弁理士 森 隆一郎
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100126893
			弁理士 山崎 哲男
		(73) 特許権者	312005957
			三菱重工マシナリーテクノロジー株式会社
			広島県広島市西区観音新町4丁目6番22号
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池劣化検知装置および電池劣化検知方法ならびにそのプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

蓄電池に入出力する電流値と、前記蓄電池にかかる電圧値とを取得し、前記電流値が一定値以上変動した場合の当該電流値の変動動幅と、そのときの前記電圧値の変動動幅とを用いて前記蓄電池の現在の内部抵抗値を算出する内部抵抗値算出部と、

前記現在の内部抵抗値を、前記蓄電池の現在の温度に対応する内部抵抗初期値により除して、前記蓄電池の現在の温度における当該蓄電池の劣化率を算出し、前記蓄電池が寿命であると判定されるべき状態である時の内部抵抗値 R_{limit} であって、運用時に想定される蓄電池の最大充電率であるときの開回路電圧値を V_{VOCmax} とし当該開回路電圧値 V_{VOCmax} であるときに前記蓄電池に対する充電の電流値が前記蓄電池における最大電流設計値 I_{cmax} である場合における前記蓄電池にかかる電圧値 $(V_{VOCmax} + (I_{cmax} \times R_{limit}))$ と、運用時に想定される蓄電池の最小充電率であるときの開回路電圧値を V_{VOCmin} とし当該開回路電圧 V_{VOCmin} であるときに前記蓄電池に対する放電の電流値が前記蓄電池における最大電流設計値 I_{dmax} である場合における前記蓄電池にかかる電圧値 $(V_{VOCmin} - (I_{dmax} \times R_{limit}))$ と、の何れかが、前記蓄電池の許容電圧値を外れる時の前記内部抵抗値 R_{limit} の、前記蓄電池の内部抵抗初期値に対する割合を示す限界劣化率と、前記現在の温度における前記蓄電池の劣化率とを比較して当該劣化率が前記限界劣化率以上である場合に警告情報をモニタ装置へ出力する電池劣化情報処理部と、

を備えることを特徴とする電池劣化検知装置。

【請求項2】

前記内部抵抗値算出部は、前記電流値が一定値以上変動する前の所定の期間、前記蓄電池に入出流する電流の変動が規定値以下となる状態が続いた場合に、前記現在の内部抵抗値を算出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電池劣化検知装置。

【請求項 3】

前記蓄電池の異なる温度それぞれにおける内部抵抗初期値を記憶する内部抵抗初期値記憶部と、を備え、

前記内部抵抗値算出部は、前記取得した前記蓄電池の温度に対応する内部抵抗初期値を、前記内部抵抗初期値記憶部に記録されている異なる温度それぞれにおける内部抵抗初期値に基づいて算出する

10

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電池劣化検知装置。

【請求項 4】

前記電池劣化情報処理部は、算出した複数の劣化率の平均を算出して、当該劣化率の平均値を前記モニタ装置へ出力する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載の電池劣化検知装置。

【請求項 5】

前記蓄電池の運用日数と劣化率との関係を示す平方根則と、前記蓄電池が寿命と判定されるべき状態での当該蓄電池の内部抵抗値における前記劣化率とを用いて、前記蓄電池が寿命と判断される寿命判定日数を算出し、当該寿命判定日数から現在の運用日数を減じて、前記蓄電池の残寿命日数を算出する残寿命日数算出部と、

20

を備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れか一項に記載の電池劣化検知装置。

【請求項 6】

電池劣化検知装置の電池劣化検知方法であって、

蓄電池に入出力する電流値と、前記蓄電池にかかる電圧値とを取得し、前記電流値が一定値以上変動した場合の当該電流値の変動動幅と、そのときの前記電圧値の変動動幅とを用いて前記蓄電池の現在の内部抵抗値を算出し、

前記現在の内部抵抗値を、前記蓄電池の現在の温度に対応する内部抵抗初期値により除して、前記蓄電池の現在の温度における当該蓄電池の劣化率を算出し、前記蓄電池が寿命であると判定されるべき状態である時の内部抵抗値 R_{limit} であって、運用時に想定される蓄電池の最大充電率であるときの開回路電圧値を V_{VOCmax} とし当該開回路電圧値 V_{VOCmax} であるときに前記蓄電池に対する充電の電流値が前記蓄電池における最大電流設計値 I_{cmax} である場合における前記蓄電池にかかる電圧値 $(V_{VOCmax} + (I_{cmax} \times R_{limit}))$ と、運用時に想定される蓄電池の最小充電率であるときの開回路電圧値を V_{VOCmin} とし当該開回路電圧 V_{VOCmin} であるときに前記蓄電池に対する放電の電流値が前記蓄電池における最大電流設計値 I_{dmax} である場合における前記蓄電池にかかる電圧値 $(V_{VOCmin} - (I_{dmax} \times R_{limit}))$ と、の何れかが、前記蓄電池の許容電圧値を外れる時の前記内部抵抗値 R_{limit} の、前記蓄電池の内部抵抗初期値に対する割合を示す限界劣化率と、前記現在の温度における前記蓄電池の劣化率とを比較して当該劣化率が前記限界劣化率以上である場合に警告情報をモニタ装置へ出力する

30

40

ことを特徴とする電池劣化検知方法。

【請求項 7】

電池劣化検知装置のコンピュータを、

蓄電池に入出力する電流値と、前記蓄電池にかかる電圧値とを取得し、前記電流値が一定値以上変動した場合の当該電流値の変動動幅と、そのときの前記電圧値の変動動幅とを用いて前記蓄電池の現在の内部抵抗値を算出する内部抵抗値算出処理、

前記現在の内部抵抗値を、前記蓄電池の現在の温度に対応する内部抵抗初期値により除して、前記蓄電池の現在の温度における当該蓄電池の劣化率を算出し、前記蓄電池が寿命であると判定されるべき状態である時の内部抵抗値 R_{limit} であって、運用時に想定される蓄電池の最大充電率であるときの開回路電圧値を V_{VOCmax} とし当該開回路電圧値 V_{VOCmax}

50

であるときに前記蓄電池に対する充電の電流値が前記蓄電池における最大電流設計値 I_{cmax} である場合における前記蓄電池にかかる電圧値 $(V_{VOCmax} + (I_{cmax} \times R_{limit}))$ と、運用時に想定される蓄電池の最小充電率であるときの開回路電圧値を V_{VOCmin} とし当該開回路電圧 V_{VOCmin} であるときに前記蓄電池に対する放電の電流値が前記蓄電池における最大電流設計値 I_{dmax} である場合における前記蓄電池にかかる電圧値 $(V_{VOCmin} - (I_{dmax} \times R_{limit}))$ と、の何れかが、前記蓄電池の許容電圧値を外れる時の前記内部抵抗値 R_{limit} の、前記蓄電池の内部抵抗初期値に対する割合を示す限界劣化率と、前記現在の温度における前記蓄電池の劣化率とを比較して当該劣化率が前記限界劣化率以上である場合に警告情報をモニタ装置へ出力する電池劣化情報処理、

として機能させることを特徴とするプログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄電池の劣化を検知する電池劣化検知装置および電池劣化検知方法ならびにそのプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

蓄電池に蓄えられた電力を用いて電気制御を行う電気システムにおいては、電池の劣化状態を早期に検知しユーザに通知する仕組みを有することが望ましい。これにより、蓄電池の早期交換による過剰コストの発生や、蓄電池の交換遅延による電気システムの障害発生を未然に防止することが可能となる。なお、電池の劣化を検知する技術として、特許文献1が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-153454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、上述の特許文献1の技術は、リチウムイオン二次電池を定電流充電し、電圧が規定電圧値に到達した後、連続して電圧を維持する定電圧充電に移行する。そして、充電方法が定電圧充電に切り替わった時点で電池に流れる電流と、所定時間経過後に電池に流れる電流とから電流挙動を測定し、電池の劣化度合いを推定するものである。

30

【0005】

しかしながら、特許文献1の技術では、蓄電池の負荷パターンが想定できない場合には、定電流充電を行い電圧が規定電圧値に到達した後に定電圧充電に切り替えができるような状況がいつ発生するか分からないため、所望の時間に蓄電池の劣化を検知できないという問題点がある。

また、蓄電池の温度が変化する環境で電流や電圧から劣化度合いを推定する場合、温度が電池特性に与える影響を排除する必要がある。

40

【0006】

そこでこの発明は、上述の課題を解決することのできる電池劣化検知装置および電池劣化検知方法ならびにそのプログラムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明は、蓄電池に入出力する電流値と、前記蓄電池にかかる電圧値とを取得し、前記電流値が一定値以上変動した場合の当該電流値の変動動幅と、そのときの前記電圧値の変動動幅とを用いて前記蓄電池の現在の内部抵抗値を算出する内部抵抗値算出部と、前記現在の内部抵抗値を、前記蓄電池の現在の温度に対応する内部抵抗初期値により除して、前記蓄電池の現在の温度における当該蓄電池の劣化率を算出し、

50

前記蓄電池が寿命であると判定されるべき状態である時の内部抵抗値 R_{limit} であって、運用時に想定される蓄電池の最大充電率であるときの開回路電圧値を V_{VOCmax} とし当該開回路電圧値 V_{VOCmax} であるときに前記蓄電池に対する充電の電流値が前記蓄電池における最大電流設計値 I_{cmax} である場合における前記蓄電池にかかる電圧値 $(V_{VOCmax} + (I_{cmax} \times R_{limit}))$ と、運用時に想定される蓄電池の最小充電率であるときの開回路電圧値を V_{VOCmin} とし当該開回路電圧 V_{VOCmin} であるときに前記蓄電池に対する放電の電流値が前記蓄電池における最大電流設計値 I_{dmax} である場合における前記蓄電池にかかる電圧値 $(V_{VOCmin} - (I_{dmax} \times R_{limit}))$ と、の何れかが、前記蓄電池の許容電圧値を外れる時の前記内部抵抗値 R_{limit} の、前記蓄電池の内部抵抗初期値に対する割合を示す限界劣化率と、前記現在の温度における前記蓄電池の劣化率とを比較して当該劣化率が前記限界劣化率以上である場合に警告情報をモニタ装置へ出力する電池劣化情報処理部と、を備えることを特徴とする電池劣化検知装置である。

10

【0008】

また本発明は、上述の電池劣化検知装置において、前記内部抵抗値算出部は、前記電流値が一定値以上変動する前の所定の期間、前記蓄電池に入出流する電流の変動が規定値以下となる状態が続いた場合に、前記現在の内部抵抗値を算出することを特徴とする。

【0009】

また本発明は、上述の電池劣化検知装置が、前記蓄電池の異なる温度それぞれにおける内部抵抗初期値を記憶する内部抵抗初期値記憶部と、を備え、前記内部抵抗値算出部は、前記取得した前記蓄電池の温度に対応する内部抵抗初期値を、前記内部抵抗初期値記憶部に記録されている異なる温度それぞれにおける内部抵抗初期値に基づいて算出することを特徴とする。

20

【0010】

また本発明は、上述の電池劣化検知装置において、前記電池劣化情報処理部は、算出した複数の劣化率の平均を算出して、当該劣化率の平均値を前記モニタ装置へ出力することを特徴とする。

【0011】

また本発明は、上述の電池劣化検知装置が、前記蓄電池の運用日数と劣化率との関係を示す平方根則と、前記蓄電池が寿命と判定されるべき状態での当該蓄電池の内部抵抗値における前記劣化率とを用いて、前記蓄電池が寿命と判断される寿命判定日数を算出し、当該寿命判定日数から現在の運用日数を減じて、前記蓄電池の残寿命日数を算出する残寿命日数算出部と、を備えることを特徴とする。

30

【0012】

また本発明は、電池劣化検知装置の電池劣化検知方法であって、蓄電池に入出力する電流値と、前記蓄電池にかかる電圧値とを取得し、前記電流値が一定値以上変動した場合の当該電流値の変動動幅と、そのときの前記電圧値の変動動幅とを用いて前記蓄電池の現在の内部抵抗値を算出し、前記現在の内部抵抗値を、前記蓄電池の現在の温度に対応する内部抵抗初期値により除して、前記蓄電池の現在の温度における当該蓄電池の劣化率を算出し、前記蓄電池が寿命であると判定されるべき状態である時の内部抵抗値 R_{limit} であって、運用時に想定される蓄電池の最大充電率であるときの開回路電圧値を V_{VOCmax} とし当該開回路電圧値 V_{VOCmax} であるときに前記蓄電池に対する充電の電流値が前記蓄電池における最大電流設計値 I_{cmax} である場合における前記蓄電池にかかる電圧値 $(V_{VOCmax} + (I_{cmax} \times R_{limit}))$ と、運用時に想定される蓄電池の最小充電率であるときの開回路電圧値を V_{VOCmin} とし当該開回路電圧 V_{VOCmin} であるときに前記蓄電池に対する放電の電流値が前記蓄電池における最大電流設計値 I_{dmax} である場合における前記蓄電池にかかる電圧値 $(V_{VOCmin} - (I_{dmax} \times R_{limit}))$ と、の何れかが、前記蓄電池の許容電圧値を外れる時の前記内部抵抗値 R_{limit} の、前記蓄電池の内部抵抗初期値に対する割合を示す限界劣化率と、前記現在の温度における前記蓄電池の劣化率とを比較して当該劣化率が前記限界劣化率以上である場合に警告情報をモニタ装置へ出力することを特徴とする。

40

【0013】

50

また本発明は、電池劣化検知装置のコンピュータを、蓄電池に入出力する電流値と、前記蓄電池にかかる電圧値とを取得し、前記電流値が一定値以上変動した場合の当該電流値の変動動幅と、そのときの前記電圧値の変動動幅とを用いて前記蓄電池の現在の内部抵抗値を算出する内部抵抗値算出処理、前記現在の内部抵抗値を、前記蓄電池の現在の温度に対応する内部抵抗初期値により除して、前記蓄電池の現在の温度における当該蓄電池の劣化率を算出し、前記蓄電池が寿命であると判定されるべき状態である時の内部抵抗値 R_{limit} であって、運用時に想定される蓄電池の最大充電率であるときの開回路電圧値を V_{VOCmax} とし当該開回路電圧値 V_{VOCmax} であるときに前記蓄電池に対する充電の電流値が前記蓄電池における最大電流設計値 I_{cmax} である場合における前記蓄電池にかかる電圧値 $(V_{VOCmax} + (I_{cmax} \times R_{limit}))$ と、運用時に想定される蓄電池の最小充電率であるときの開回路電圧値を V_{VOCmin} とし当該開回路電圧 V_{VOCmin} であるときに前記蓄電池に対する放電の電流値が前記蓄電池における最大電流設計値 I_{dmax} である場合における前記蓄電池にかかる電圧値 $(V_{VOCmin} - (I_{dmax} \times R_{limit}))$ と、の何れかが、前記蓄電池の許容電圧値を外れる時の前記内部抵抗値 R_{limit} の、前記蓄電池の内部抵抗初期値に対する割合を示す限界劣化率と、前記現在の温度における前記蓄電池の劣化率とを比較して当該劣化率が前記限界劣化率以上である場合に警告情報をモニタ装置へ出力する電池劣化情報処理、として機能させることを特徴とするプログラムである。

10

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、蓄電池の電流パラメータ値、電圧パラメータ値、温度パラメータ値を断続的に取得し、そのパラメータ値を用いて、そのときの内部抵抗値を算出し、蓄電池の劣化率を算出するとともに、当該精度のよい劣化率を用いて限界劣化率以上となったかを判定している。従って、蓄電池の負荷パターンに関係なく、電池の劣化状態を検知することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】電池劣化検知装置の構成を示すブロック図である。

【図2】BMSと蓄電池の概略構成図である。

【図3】コントローラの機能ブロック図である。

【図4】蓄電池の内部抵抗値と温度との関係を示す図である。

30

【図5】二次電池の等価回路を示す図である。

【図6】蓄電池の運用日数と劣化率の関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の一実施形態による電池劣化検知装置について図面を参照して説明する。

図1は、同実施形態による電池劣化検知装置の構成を示すブロック図である。

本実施形態において電池劣化検知装置1は、例えば蓄電池に蓄積された電力に基づいて動作するRTG(Rubber Tierd Gantry crane)や、APM(Automated People Mover)、LRT(Light Rail Transit)などの新交通システムの車両等に備えられている。

そして、当該電池劣化検知装置1は、蓄電池10、BMS(Battery Management System)20、コントローラ(Programmable Logic Controller)30、表示装置40、電力負荷50を備えている。

40

【0017】

ここで、本発明の電池劣化検知装置1は、RTGやAPM、LRT以外にも、例えば、電気自動車、フォークリフトなどの産業車両や電車、電力負荷50である電気モータにプロペラまたはスクルーを接続した飛行機または船などの移動体に備えられたものであってもよい。さらに、電池劣化検知装置1は、例えば家庭用の電力貯蔵システムや、風車や太陽光のような自然エネルギー発電と組み合わせた系統連系円滑化蓄電システムなどの定置用のシステム内に備えられたものであってもよい。

【0018】

50

蓄電池 10 は、電池劣化検知装置 1 が備えられた電気システムの電力負荷 50 に電力を供給するものであり、本実施形態においては、二次電池 11 により構成される。なお、蓄電池 10 は、複数の二次電池 11 が直列に接続されることにより構成されるようにしてもよい。また、蓄電池 10 は複数の二次電池 11 を並列接続したものであってもよい。蓄電池 10 を構成する二次電池 11 には、温度、電圧、電流等を計測する各種センサーが取り付けられており、これらセンサーにより計測され且つ出力された計測情報は、後で詳述する BMS 20 に入力される。なお蓄電池 10 が複数の二次電池 11 によって構成される場合には、それぞれに、上記各種センサーが取り付けられる。

【0019】

コントローラ 30 は、BMS 20 から送信される蓄電池 10 の上記計測情報などを受信し、当該計測情報に基づいて算出した蓄電池 10 の関連情報（蓄電池の劣化率や残寿命日数など）を、表示装置 40 を制御して、当該表示装置 40 に適宜表示させる。また、コントローラ 30 は、上記関連情報が異常値であると判断した場合には、表示装置 40 に内蔵された異常ランプ 401 を点灯させる等（光学的表示であればよいので、後述のモニタの画面に異常である旨の表示をしてもよい）するとともに、表示装置 40 に内蔵されたブザー等の音響装置を作動させて警報を鳴らし、光と音により視覚および聴覚を刺激してユーザの注意を促すようにしてもよい。

【0020】

表示装置 40 は、例えば上記音響装置を備えた液晶パネル等のモニタであり、コントローラ 30 からの制御に基づいて蓄電池 10 を構成する二次電池 11 の上記関連情報の表示等を行う。

電力負荷 50 は、例えば車両の車輪に接続された電気モータやインバータ等の電力変換器である。電力負荷 50 は、ワイパーなどを駆動する電気モータであってもよい。

【0021】

次に、BMS 20 について簡単に概説した後、その動作等につき詳述する。

図 1 に示すとおり、電池劣化検知装置 1 の BMS 20 は、CMU (Cell Monitor Unit) 21 と、BMU (Battery Management Unit) 23 を含んで構成される。

ここで、CMU 21 は、図示しない ADC (Analog Digital Converter) を備えており、上記各種センサーが検知して出力する複数の上記計測情報をそれぞれアナログ信号として受け、これらアナログ信号を ADC によってそれぞれに対応するデジタル信号に変換した後、上記関連情報を算出するための複数のパラメータとして BMU 23 へ出力している。そして、本実施形態においては、図 1 に示すように、CMU 21 が二次電池 11 と信号線により接続されている。

【0022】

また、BMU 23 は、CMU 21 から入力された蓄電池 10 の上記パラメータをコントローラ 30 に出力する。

なお、ここでは、CMU 21 は 1 つだけ示されているが、この態様に限定されない。例えば蓄電池 10 が複数の二次電池 11 によって構成されている場合には、CMU 21 を複数備えて、各 CMU 21 に複数個ずつ二次電池 11 を接続してもよいし、複数の二次電池 11 に対して一対一の関係で CMU 21 が備わっていてもよい。すなわち、BMU 23 が劣化率算出処理や残寿命日数算出処理を行うために必要となる複数のパラメータを CMU 21 から取得できるのであれば、CMU 21 の個数はいくつであってもよい。CMU 21 を含んで BMU 23 が構成されるのであれば、BMS 20 は BMU 23 のみで構成されてもよい。

【0023】

図 2 は BMS と蓄電池の概略構成図である。

次に、図 2 を用いて BMS 20 の内部構成および動作を詳述する。

図 2 に示すように、蓄電池 10 を構成する二次電池 11 に対して電圧計 3 が設けられている。具体的には、二次電池 11 の正極端子と負極端子との間に電圧計 3 が接続されている。そして、CMU 21 は、パラメータ値検出部 211 を備え、当該パラメータ値検出部

10

20

30

40

50

211は電圧計3が計測し且つ出力した計測情報としての電圧値をアナログ信号として取得する(当該アナログ信号がパラメータ値検出部211に入力される)。

【0024】

また、電力負荷50に流れる電流を測定するため、蓄電池10と電力負荷50の間に電流計2が接続されている。そして、上記パラメータ値検出部211は、電流計2が計測し且つ出力した計測情報としての電流値をアナログ信号として取得する(当該アナログ信号がパラメータ値検出部211に入力される)。

また、蓄電池10を構成する二次電池11の筐体には温度計4が取り付けられている。そして、上記パラメータ値検出部211は、温度計4が計測し且つ出力した計測情報としての温度値をアナログ信号として取得する(当該アナログ信号がパラメータ値検出部211に入力される)。

10

【0025】

そして、上記パラメータ値検出部211は、上記ADCを内蔵しており、上記電流計2、電圧計3、温度計4から取得した電流値、電圧値、温度値であるアナログ信号をデジタル信号に変換して、それぞれに対応したパラメータの値としてBMU23に出力する。またBMU23は取得した電流値、電圧値、温度値をコントローラ30へ出力する。そして、コントローラ30は取得した電流値、電圧値、温度値を用いて、劣化率算出処理や残寿命日数算出処理を行う。

【0026】

図3はコントローラの機能ブロック図である。

20

図3に示すように、コントローラ30は、パラメータ取得部31、記憶部32(内部抵抗初期値記憶部)、劣化率算出処理を行う電池劣化情報処理部33、残寿命日数算出処理を行う残寿命日数算出部34、蓄電池10の内部抵抗値を算出する内部抵抗値算出部35を備えている。

まず、パラメータ取得部31は、蓄電池10内に設けられた二次電池11の端子間電圧値(二次電池11における正極端子と負極端子の間の電圧値)に相当するパラメータの値(二次電池11の当該電圧のパラメータを端子間電圧パラメータVといい、その値を端子間電圧パラメータ値という)を、BMS20から入力して取得する。

また、パラメータ取得部31は、電流計2より計測された蓄電池10に入出流する電流値に相当するパラメータの値(当該パラメータを電流パラメータIといい、この値を電流パラメータ値という)をBMS20から入力して取得する。

30

また、パラメータ取得部31は、温度計4より計測された蓄電池10を構成する二次電池11の筐体の温度のパラメータの値(当該パラメータを温度パラメータTといい、この値を温度パラメータ値という)をBMS20から入力して取得する。

そして、パラメータ取得部31は、取得した電流パラメータ値、電圧パラメータ値、温度パラメータ値を内部抵抗値算出部35へ出力し、また記憶部32に記録する。

【0027】

ここで、内部抵抗値算出部35は、前回以前にパラメータ取得部31から取得した電流パラメータ値と電圧パラメータ値と温度パラメータ値とをメモリ等に記憶している。そして、内部抵抗値算出部35は、前回取得した電流パラメータ値と、今回パラメータ取得部31から取得した電流パラメータ値とを比較して、一定の値以上変動したかを判定する。そして、内部抵抗値算出部35は、前回と今回の電流パラメータ値が一定の値以上変動していると判定した場合には、蓄電池10の内部抵抗値を算出する。なお、前回と今回の電流パラメータ値が一定の値以上変動していない場合には、蓄電池10の内部抵抗の算出時にノイズが混入してしまう可能性がある。従って、前回と今回の電流パラメータ値が一定値以上変動していない場合には、内部抵抗値算出部35は、蓄電池10の内部抵抗値の算出を停止する。なおこの内部抵抗値の算出の処理において、内部抵抗値算出部35は、前回と今回の電流パラメータ値の差を算出して電流パラメータ値の変動値 I を得、また、前回と今回の電圧パラメータ値の差を算出して電圧パラメータ値の変動値 V を得る。そして、内部抵抗値算出部35は、算出した I が一定値以上であるかを判定し、一定値以

40

50

上であれば、蓄電池 10 の内部抵抗値 R を、電流パラメータ値の変動値 I と、当該電流パラメータ値が変動した際の電圧パラメータ値の変動値 V とを用いて、 $R = V \div I$ により算出する。

【0028】

図 4 は蓄電池の内部抵抗値と温度との関係を示す図である。

コントローラ 30 は、予め記憶部 32 に蓄電池 10 の複数の温度に応じた内部抵抗値の初期値 R_{ini} (以降、内部抵抗初期値 R_{ini} と呼ぶこととする) を記憶している。ここで、図 4 で示すように、蓄電池 10 の内部抵抗値は、温度が上昇するに従って、反比例的に内部抵抗値が低くなることが知られている。また図 4 で示すように、蓄電池 10 の内部抵抗値は、当該蓄電池 10 が劣化するに従って、矢印方向にその抵抗の特性 (内部抵抗値と温度との関係) が変化することが知られている。つまり、蓄電池 10 が劣化すると、同じ温度であっても、劣化前と比べて内部抵抗値が増加することが知られている。

10

【0029】

そして、蓄電池 10 (二次電池 11) の劣化率 は、内部抵抗初期値 R_{ini} に対する現在の内部抵抗値 R の割合であり、劣化率算出式 $= R \div R_{ini}$ で計算することが出来る。しかしながら、図 4 で示すように、蓄電池 10 の温度に応じて内部抵抗初期値 R_{ini} の値も変化する。従って、現在の内部抵抗値を算出した際の蓄電池 10 の温度と同一の温度であるときの蓄電池 10 の内部抵抗初期値 R_{ini} を用いることにより、精度のよい劣化率 を算出することができる。そして、内部抵抗値算出部 35 は、前回と今回の電流パラメータ値が一定値以上変動したと判定した直前に、新たに取得した温度パラメータ値

20

【0030】

このとき、内部抵抗値算出部 35 は、新たに取得した温度パラメータ値が示す温度の近傍の複数の温度に応じた内部抵抗初期値 R_{ini} を記憶部 32 から読取り、補間計算等によって、新たに取得した温度パラメータに応じた内部抵抗初期値 R_{ini} を算出する。そして、内部抵抗値算出部 35 は、算出した内部抵抗値 R と内部抵抗初期値 R_{ini} を電池劣化情報処理部 33 へ出力する。そして、電池劣化情報処理部 33 は、上述の劣化率値算出式によって、蓄電池 10 の現在の劣化率 を算出する。

そして、電池劣化情報処理部 33 は、所定の期間ごとに、内部抵抗値算出部 35 から当該内部抵抗値算出部 35 の算出した内部抵抗値 R と内部抵抗初期値 R_{ini} を入力して取得し、劣化率 を算出して表示装置 40 へ出力する。このとき、当該所定期間内に複数の劣化率 を算出するような場合には、電池劣化情報処理部 33 は、その平均値を表示装置 40 へ出力する。表示装置 40 はコントローラ 30 から入力して取得した劣化率 をモニタ等に表示する。

30

【0031】

また、電池劣化情報処理部 33 は、算出した劣化率 や、その平均値が、蓄電池の寿命と判定する限界劣化率 $limit$ (劣化率の寿命判定値) 以上となった場合には、蓄電池 10 が寿命であると判定し、警告情報を表示装置 40 へ出力する。すると表示装置 40 は異常ランプ 401 を点灯させる等してユーザに蓄電池の以上を知らせる。なお、電池劣化情報処理部 33 は、算出した劣化率 や、その平均値が、限界劣化率 $limit$ 以上

40

【0032】

上述の処理によれば、蓄電池 10 の電流パラメータ値、電圧パラメータ値、温度パラメータ値を断続的に取得し、それらのパラメータ値を用いて、そのときの内部抵抗値 R を算出し、また、蓄電池 10 の劣化率を算出するとともに、当該劣化率 を用いて限界劣化率 $limit$ 以上となったかを判定している。従って、蓄電池 10 の負荷パターンに関係なく、電池の劣化状態を検知することができる。

また、現在の内部抵抗値を算出した際の蓄電池 10 の温度と同一の温度であるときの蓄電池 10 の内部抵抗初期値 R_{ini} を用いることにより、精度のよい劣化率 を算出し、

50

その劣化率を用いて限界劣化率 $limit$ 以上となったかを判定している。従って、温度が蓄電池の内部抵抗に与える影響を排除して劣化状態を検知するため、精度よく劣化状態を判定することができる。

また、蓄電池 10 の精度の良い劣化状態を表示装置 40 で表示することが出来るため、蓄電池 10 の早期交換による過剰コストの発生や、交換遅延による不具合を未然に、より適切なタイミングで防止することが可能となる。

【0033】

ここで、限界劣化率 $limit$ の詳細について説明する。

限界劣化率 $limit$ は、蓄電池 10 の内部抵抗初期値 R_{ini} に対する、蓄電池 10 が寿命であると判定されるべき状態である時の内部抵抗値 R_{limit} の割合であり、
 $limit = R_{limit} \div R_{ini}$ で計算することが出来る。ここで、蓄電池 10 が寿命であると判定されるべき状態である時の内部抵抗値 R_{limit} は、運用時に想定される蓄電池 10 の最大 SOC (state of charge; 充電率) であるときの開回路電圧を V_{VOCmax} 、充電時に蓄電池 10 に流入する最大電流設計値を I_{cmax} とした場合における、運用時の蓄電池 10 にかかる電圧値 $= V_{VOCmax} + (I_{cmax} \times R_{limit})$ 、または、運用時に想定される蓄電池 10 の最小 SOC であるときの開回路電圧を V_{VOCmin} 、放電時に蓄電池 10 に流入する最大電流設計値を I_{dmax} とした場合における、運用時の蓄電池 10 にかかる電圧値 $= V_{VOCmin} - (I_{dmax} \times R_{limit})$ の何れかが、蓄電池 10 の許容電圧値を外れる時の内部抵抗値である。

【0034】

また、上述の、充電時に蓄電池 10 に流入する最大電流設計値 I_{cmax} は、蓄電池 10 の特性である最大充電電力設計値を P_{cmax} 、最小電池電圧設計値を V_{min} とすると、 $I_{cmax} = |P_{cmax} \div V_{min}|$ で算出される値である。また、上述の、放電時に蓄電池 10 に流入する最大電流設計値 I_{dmax} は、蓄電池 10 の最小充電電力設計値を P_{cmin} 、最小電池電圧設計値を V_{min} とすると、 $I_{cmax} = |P_{cmax} \div V_{min}|$ で算出される値である。

【0035】

電池劣化情報処理部 33 は、上述の処理のほか、パラメータ取得部 31 から入力して取得した電圧パラメータ値と、記憶部 32 に記録されている蓄電池 10 の許容電圧値とを比較して、電圧パラメータ値が許容電圧値を超えた場合にも、蓄電池の寿命と判定し、警告情報を表示装置 40 へ出力する。このときも、表示装置 40 は異常ランプ 401 を点灯させる等してユーザに蓄電池の以上を知らせる。

【0036】

なお、上述の処理において、電池劣化情報処理部 33 は、前回取得した電流パラメータ値と、今回パラメータ取得部 31 から取得した電流パラメータ値とを比較して、一定の値以上変動したかを判定し、電流パラメータ値が一定の値以上変動していると判定した場合に、蓄電池 10 の内部抵抗値を算出している。しかしながら、さらに、電池劣化情報処理部 33 は、電流パラメータ値が一定の値以上変動していると判定した直前において、蓄電池 10 を構成する二次電池 11 に入出流する電流パラメータ値の変動が規定値以下の状態が一定時間 t 以上続いた場合にのみ、蓄電池 10 の内部抵抗値を算出するようにしてもよい。

【0037】

図 5 は二次電池の等価回路を示す図である。

つまり、この図で示すように蓄電池 10 を構成する二次電池 11 はコンデンサ成分を包含しており、電流変化のあった直後はコンデンサ成分の電圧 V_c の影響を受け、 V/I で検出される内部抵抗値のバラツキが大きくなる。従って、このばらつきを小さくするために、蓄電池 10 を構成する二次電池 11 に入出流する電流パラメータ値の変動が規定値以下の状態が一定時間 t 以上続いた場合にのみ、蓄電池 10 を構成する二次電池 11 の内部抵抗値を算出することが望ましい、なお、この一定時間 t の値は、図 5 で示す CR 回路の時定数よりも大きければよい。

10

20

30

40

50

これにより、さらに、内部抵抗値 R や劣化率 の検知精度が向上し、蓄電池 10 の劣化状態の判定の精度を向上させることができる。

【0038】

図6は蓄電池の運用日数と劣化率の関係を示すグラフである。

この図が示すように、蓄電池10の運用日数が増加するにつれて、蓄電池10の劣化率が、限界劣化率 $limit$ (寿命判定値) に近づいていく。より具体的には、運用日数と劣化率の関係は、蓄電池10の内部抵抗の上昇が充放電のサイクル数や運用日数の平方根に比例するという平方根則に基づくことが知られており、平方根測式 $= 1 + k \sqrt{N}$ で表される。なお、Nは運用日数、kは劣化加速係数を表し、運用開始時は $= 1.0$ である。

10

ここで、上記平方根則式と、現在の運用日数 N と劣化率 とから、劣化加速係数 k を算出することができる。またこの劣化加速係数 k と限界劣化率 $limit$ とを用いて、劣化率が $limit$ となる際の寿命判定日数 N_{limit} を算出することができる。コントローラ30の残寿命日数算出部34は、この寿命判定日数 N_{limit} を、ある定められたタイミングで算出し、記憶部32に記録する。そして、残寿命日数算出部34は、例えば、蓄電池10の運用開始時からの経過日数を記憶部32に随時記録しており、算出した寿命判定日数 N_{limit} から、記憶部32に記録されている経過日数を減算して、残寿命日数を算出する。そして、残寿命日数算出部34は、算出した残寿命日数を表示装置40へ出力する。これにより表示装置40は残寿命日数をモニタに表示する。

このような処理により、ユーザに予測寿命日数を通知することができ、より容易に、蓄電池の早期交換による過剰コストの発生や、交換遅延による不具合を未然に防止することができる。

20

なお、上述の処理において、ある定められたタイミングで寿命判定日数 N_{limit} を算出しているが、所定の間隔で、複数の寿命判定日数 N_{limit} を求め、最新の寿命判定日数 N_{limit} を用いて、そのときの蓄電池10の状態で示される残寿命日数を算出するようにしてもよい。

【0039】

また、蓄電池10が複数の二次電池11で構成される場合には、それぞれの二次電池11に対して、劣化率の算出や、寿命かどうかの判定や、残寿命日数の算出をするようにすれば良い。または、蓄電池10を構成する複数の二次電池11を一度に交換しなければならないような場合には、複数の二次電池11を一つの纏まりとして算出される蓄電池10の内部抵抗値(各二次電池11の内部抵抗値の合計)や劣化率(各二次電池の劣化率の平均値)を用いて、蓄電池10単位で寿命かどうかの判定や、残寿命日数の算出をするようにしてもよい。

30

【0040】

上述の電池劣化検知装置1のコントローラ30、表示装置40は内部に、コンピュータシステムを有している。そして、上述した各処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

40

【0041】

また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル(差分プログラム)であっても良い。

【符号の説明】

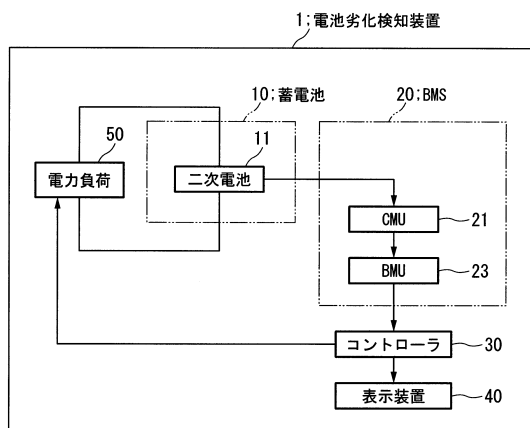
【0042】

1・・・電池劣化検知装置、2・・・電流計、3・・・電圧計、4・・・温度計、10・・・蓄電池、11・・・二次電池、20・・・BMS、21・・・CMU、23・・・

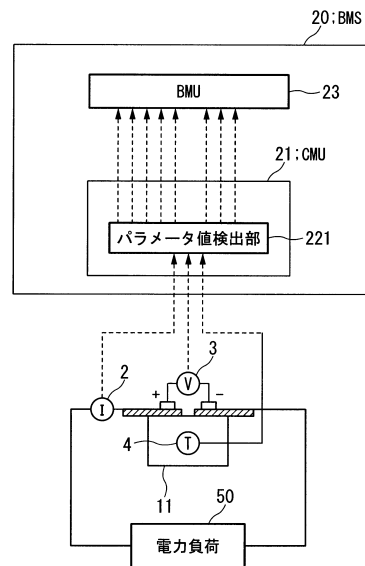
50

B M U、3 0 . . . コントローラ、3 1 . . . パラメータ取得部、3 2 . . . 記憶部、3 3 . . . 電池劣化情報処理部、3 4 . . . 残寿命日数算出部、3 5 . . . 内部抵抗値算出部、4 0 . . . 表示装置、5 0 . . . 電力負荷

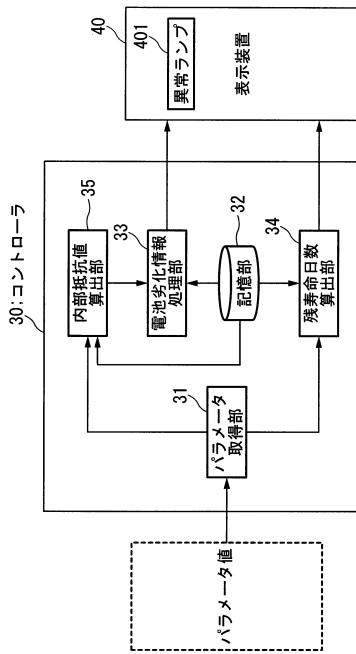
【 図 1 】



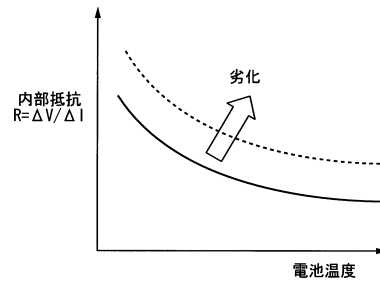
【 図 2 】



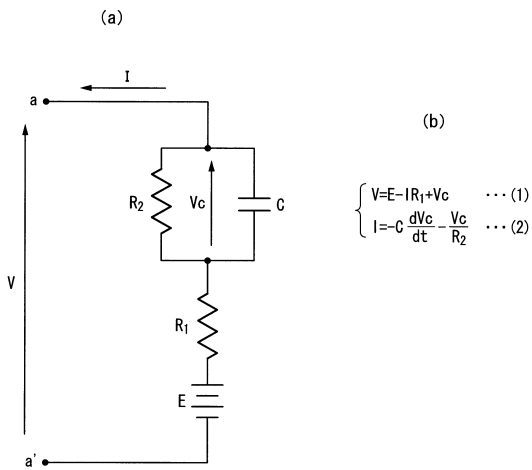
【図3】



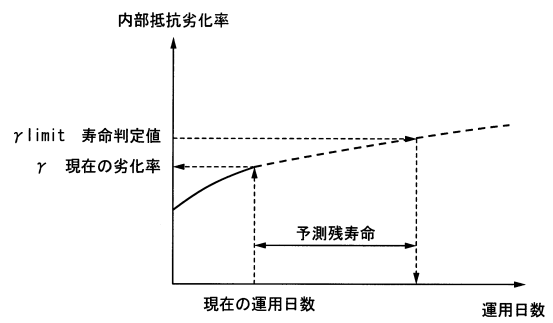
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (74)代理人 100134544
弁理士 森 隆一郎
- (74)代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
- (72)発明者 森田 克明
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 吉岡 伸郎
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 豊原 尚
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 川瀬 正巳

- (56)参考文献 国際公開第2006/022073(WO, A1)
特開2004-042799(JP, A)
特開2007-121030(JP, A)
特開2000-223164(JP, A)
特開2007-057434(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| G01R | 31/36 |
| H01M | 10/48 |
| H02J | 7/00 |