

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6471463号
(P6471463)

(45) 発行日 平成31年2月20日(2019.2.20)

(24) 登録日 平成31年2月1日(2019.2.1)

(51) Int. Cl.	F I					
GO 1 R 31/36 (2019.01)	GO 1 R	31/36	Z J E A			
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M	10/48	P			
HO 2 J 7/00 (2006.01)	HO 1 M	10/48	3 O 1			
HO 2 J 7/02 (2016.01)	HO 2 J	7/00	Q			
	HO 2 J	7/02	H			

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2014-225768 (P2014-225768)
 (22) 出願日 平成26年11月6日(2014.11.6)
 (65) 公開番号 特開2016-90416 (P2016-90416A)
 (43) 公開日 平成28年5月23日(2016.5.23)
 審査請求日 平成29年6月16日(2017.6.16)

(73) 特許権者 000004455
 日立化成株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号
 (74) 代理人 100080001
 弁理士 筒井 大和
 (72) 発明者 向谷 一郎
 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日
 立化成株式会社内
 (72) 発明者 坂本 剛生
 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日
 立化成株式会社内
 (72) 発明者 伊東 良晃
 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日
 立化成株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蓄電池状態監視システム、蓄電池状態監視方法、および蓄電池状態監視プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の蓄電池が直列に接続された組電池を備えた機器に対して、前記組電池の各蓄電池の状態を監視する蓄電池状態監視システムであって、

前記各蓄電池における電流を検出する電流検出手段と、

前記各蓄電池における稼働時間、温度、電圧、および少なくとも2種類以上の周波数における内部抵抗を測定する状態測定手段を備え、前記複数の蓄電池のうち1つ以上の蓄電池毎にそれぞれ直接接続された複数の各子機と、

前記電流検出手段により検出されたデータ、および前記状態測定手段により測定されたデータを取得し、取得したデータに基づいて、前記各蓄電池の状態を推定する上位監視装置と、

前記上位監視装置と前記複数の各子機との間での通信を中継する1つ以上の親機と、を有し、

前記電流検出手段は、前記機器または前記機器に接続された制御電源装置または前記各子機に備えられ、

前記上位監視装置は、前記状態測定手段が測定した前記各蓄電池の温度、電圧、内部抵抗、および前記各蓄電池の放電時における前記電流検出手段が検出した電流の値の変化分と前記状態測定手段が測定した電圧の値の変化分との比から得た前記各蓄電池の直流抵抗の各パラメータのうち、少なくとも1つ以上のパラメータの値に基づいて、前記各蓄電池における正常ではない状態を、初期故障もしくは偶発故障と、経時劣化とを区別して判定

し、

前記上位監視装置は、前記判定の際には、前記各蓄電池の温度、電圧、内部抵抗、および直流抵抗の各パラメータのうち、少なくとも1つ以上のパラメータの値について、対象の蓄電池毎、パラメータ毎、および測定回毎に、前記組電池の前記複数の蓄電池での平均値と比較し、前記少なくとも1つ以上のパラメータの値が前記平均値から所定の閾値以上乖離した状態が、所定の測定回数以上継続した場合には、対象の蓄電池が、前記初期故障もしくは偶発故障に該当すると判定し、故障情報の記録および出力を行い、前記初期故障もしくは偶発故障に該当しないと判定した場合には、前記各蓄電池の内部抵抗を含む値に基づいて、前記経時劣化を判定し、

前記上位監視装置は、前記経時劣化の判定の際には、前記電圧の電圧降下もしくは直流抵抗の値が所定の第1閾値以上で第2閾値以下となる状態が所定の測定回数以上継続したか判定し、継続した場合には、前記内部抵抗を含む値に基づいて、対象の蓄電池の電池容量の推測値から余寿命を算出し、前記余寿命が所定の閾値未満である場合には交換時期を出力する、

蓄電池状態監視システム。

【請求項2】

請求項1に記載の蓄電池状態監視システムにおいて、

前記状態測定手段は、少なくとも、200Hz未満の第1の周波数と、200Hz以上2000Hz未満の第2の周波数とをそれぞれ含む、前記2種類以上の周波数によって前記各蓄電池の内部抵抗を測定する、蓄電池状態監視システム。

【請求項3】

請求項2に記載の蓄電池状態監視システムにおいて、

前記状態測定手段は、前記第1の周波数を100Hz未満とし、前記第2の周波数を350Hz以上2000Hz未満とし、さらに、100Hz以上350Hz未満の第3の周波数を含む3種類の周波数によって前記各蓄電池の内部抵抗を測定する、蓄電池状態監視システム。

【請求項4】

複数の蓄電池が直列に接続された組電池を備えた機器に対して、前記組電池の各蓄電池の状態を監視する蓄電池状態監視システムにおける蓄電池状態監視方法であって、

前記蓄電池状態監視システムは、

前記各蓄電池における電流を検出する電流検出手段と、

前記各蓄電池における稼働時間、温度、電圧、および少なくとも2種類以上の周波数における内部抵抗を測定する状態測定手段を備え、前記複数の蓄電池のうち1つ以上の蓄電池毎にそれぞれ直接接続された複数の各子機と、

前記電流検出手段により検出されたデータ、および前記状態測定手段により測定されたデータを取得し、取得したデータに基づいて、前記各蓄電池の状態を推定する上位監視装置と、

前記上位監視装置と前記複数の各子機との間での通信を中継する1つ以上の親機と、を有し、

前記電流検出手段は、前記機器または前記機器に接続された制御電源装置または前記各子機に備えられ、

前記蓄電池状態監視方法は、

前記電流検出手段が前記各蓄電池における電流を検出する電流検出工程と、

前記状態測定手段が前記各蓄電池における稼働時間、温度、電圧、および少なくとも2種類以上の周波数における内部抵抗を測定する状態測定工程と、

前記上位監視装置が前記複数の各子機から前記1つ以上の親機を通じて前記データを取得する工程と、

前記上位監視装置が、前記状態測定工程において測定された前記各蓄電池の温度、電圧、内部抵抗、および前記各蓄電池の放電時に前記電流検出工程において検出された電流の値の変化分と前記状態測定工程において測定された電圧の値の変化分との比から得た前記

10

20

30

40

50

各蓄電池の直流抵抗の各パラメータのうち、少なくとも1つ以上の各パラメータの値に基づいて、前記各蓄電池における正常ではない状態を、初期故障もしくは偶発故障と、経時劣化とを区別して判定する劣化判定工程と、を有し、

前記劣化判定工程は、前記各蓄電池の温度、電圧、内部抵抗、および直流抵抗の各パラメータのうち、少なくとも1つ以上のパラメータの値について、対象の蓄電池毎、パラメータ毎、および測定回毎に、前記組電池の前記複数の蓄電池での平均値と比較し、前記少なくとも1つ以上のパラメータの値が前記平均値から所定の閾値以上乖離した状態が、所定の測定回数以上継続した場合には、対象の蓄電池が、前記初期故障もしくは偶発故障に該当すると判定し、故障情報の記録および出力を行い、前記初期故障もしくは偶発故障に該当しないと判定した場合には、前記各蓄電池の内部抵抗を含む値に基づいて、前記経時劣化を判定する工程を含み、

10

前記経時劣化の判定の工程は、前記電圧の電圧降下もしくは直流抵抗の値が所定の第1閾値以上で第2閾値以下となる状態が所定の測定回数以上継続したか判定し、継続した場合には、前記内部抵抗を含む値に基づいて、対象の蓄電池の電池容量の推測値から余寿命を算出し、前記余寿命が所定の閾値未満である場合には交換時期を出力する工程を含む、蓄電池状態監視方法。

【請求項5】

請求項4に記載の蓄電池状態監視方法において、

前記状態測定工程では、少なくとも、200Hz未満の第1の周波数と、200Hz以上2000Hz未満の第2の周波数とをそれぞれ含む、前記2種類以上の周波数によって前記蓄電池の内部抵抗を測定する、蓄電池状態監視方法。

20

【請求項6】

請求項5に記載の蓄電池状態監視方法において、

前記状態測定工程では、前記第1の周波数を100Hz未満とし、前記第2の周波数を350Hz以上2000Hz未満とし、さらに、100Hz以上350Hz未満の第3の周波数を含む3種類の周波数によって前記蓄電池の内部抵抗を測定する、蓄電池状態監視方法。

【請求項7】

複数の蓄電池が直列に接続された組電池を備えた機器に対して、前記組電池の各蓄電池の状態を監視する蓄電池状態監視システムとして機能するよう、コンピュータに処理を実行させる蓄電池状態監視プログラムであって、

30

前記蓄電池状態監視システムは、

前記各蓄電池における電流を検出する電流検出手段と、

前記各蓄電池における稼働時間、温度、電圧、および少なくとも2種類以上の周波数における内部抵抗を測定する状態測定手段を備え、前記複数の蓄電池のうち1つ以上の蓄電池毎にそれぞれ直接接続された複数の各子機と、

前記電流検出手段により検出されたデータ、および前記状態測定手段により測定されたデータを取得し、取得したデータに基づいて、前記各蓄電池の状態を推定する上位監視装置と、

前記上位監視装置と前記複数の各子機との間での通信を中継する1つ以上の親機と、を有し、

40

前記電流検出手段は、前記機器または前記機器に接続された制御電源装置または前記各子機に備えられ、

前記蓄電池状態監視プログラムは、

前記電流検出手段が前記各蓄電池における電流を検出する電流検出処理と、

前記状態測定手段が前記各蓄電池における稼働時間、温度、電圧、および少なくとも2種類以上の周波数における内部抵抗を測定する状態測定処理と、

前記上位監視装置が、前記状態測定処理により測定された前記各蓄電池の温度、電圧、内部抵抗、および前記各蓄電池の放電時に前記電流検出処理により検出された電流の値の変化分と前記状態測定処理により測定された電圧の値の変化分との比から得られた前記各

50

蓄電池の直流抵抗の各パラメータのうち、少なくとも1つ以上のパラメータの値に基づいて、前記各蓄電池における正常ではない状態を、初期故障もしくは偶発故障と、経時劣化とを区別して判定する劣化判定処理と、を前記コンピュータに実行させ、

前記劣化判定処理は、前記各蓄電池の温度、電圧、内部抵抗、および直流抵抗の各パラメータのうち、少なくとも1つ以上のパラメータの値について、対象の蓄電池毎、パラメータ毎、および測定回毎に、前記組電池の前記複数の蓄電池での平均値と比較し、前記少なくとも1つ以上のパラメータの値が前記平均値から所定の閾値以上乖離した状態が、所定の測定回数以上継続した場合には、対象の蓄電池が、前記初期故障もしくは偶発故障に該当すると判定し、故障情報の記録および出力を行い、前記初期故障もしくは偶発故障に該当しないと判定した場合には、前記各蓄電池の内部抵抗を含む値に基づいて、前記経時劣化を判定する処理を含み、

10

前記経時劣化の判定の処理は、前記電圧の電圧降下もしくは直流抵抗の値が所定の第1閾値以上で第2閾値以下となる状態が所定の測定回数以上継続したか判定し、継続した場合には、前記内部抵抗を含む値に基づいて、対象の蓄電池の電池容量の推測値から余寿命を算出し、前記余寿命が所定の閾値未満である場合には交換時期を出力する処理を含む、蓄電池状態監視プログラム。

【請求項8】

請求項7に記載の蓄電池状態監視プログラムにおいて、

前記状態測定処理では、少なくとも、200Hz未満の第1の周波数と、200Hz以上2000Hz未満の第2の周波数とをそれぞれ含む、前記2種類以上の周波数によって前記蓄電池の内部抵抗を測定する、蓄電池状態監視プログラム。

20

【請求項9】

請求項8に記載の蓄電池状態監視プログラムにおいて、

前記状態測定処理では、前記第1の周波数を100Hz未満とし、前記第2の周波数を350Hz以上2000Hz未満とし、さらに、100Hz以上350Hz未満の第3の周波数を含む3種類の周波数によって前記蓄電池の内部抵抗を測定する、蓄電池状態監視プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄電池の状態を監視する技術に関し、特に、バックアップ用途・出力変動用途など、蓄電池が常に機器に接続され、蓄電池に通電して状態を監視・推定する蓄電池状態監視システム、蓄電池状態監視方法、および蓄電池状態監視プログラムに適用して有効な技術に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

常時稼働している必要がある重要な装置やシステムなどでは、例えば停電や瞬断など商用電源からの電力供給が途絶えた場合（もしくは商用電源からの電力を利用しない・できない場合。以下では総称して「非常時等」と記載する場合がある）でも負荷に電力の供給を継続するため、UPS（Uninterruptible Power Supply：無停電電源装置）が用いられる場合がある。UPSは、非常時等において負荷に供給するための電力を蓄積する蓄電池を有しており、1つのUPSに複数の蓄電池を有するものもある。

40

【0003】

UPSに用いられる蓄電池は、通常時は充電された状態で動作（放電）せず、非常時等に動作して負荷に電力を供給する。蓄電池は、動作しない状態でも経時劣化し、また、一般的に周囲の温度が高いほど劣化が進むことが知られている。従って、UPSなどの蓄電池を搭載した機器では、動作時に蓄電池が寿命や故障等で正常に動作しないということが生じるのを回避するため、蓄電池の状態を監視するとともに、周囲の温度や使用年数といった劣化に伴う寿命の時期を予測して、蓄電池が現に異常な状態である場合はもちろん、正常な状態であっても予測した寿命の時期が到来する前に新品の蓄電池と交換する方法が

50

とられてきた。

【0004】

しかしながら、温度と劣化の程度との関係のみに基づく単純な寿命の予測では、予測された寿命の精度はあまり高くないため、安全を考慮した結果、蓄電池の交換時期が実際の寿命よりも相当早い時期になって最後まで有効に使い切れていない場合もあり、経済的にも有効利用の観点からも非効率な状態となっている。

【0005】

このような課題を解決するための技術として、例えば、特開2005-26153号公報（特許文献1）には、複数の蓄電池からなる組電池の温度 T を検出し、各蓄電池の電圧 E を測定し、各蓄電池の内部抵抗 R を測定し、これら検出結果および測定結果に応じて各蓄電池の寿命を判定することで、温度と寿命の関係にさらに別の要素を加味して蓄電池の寿命切れを判定することができる蓄電池監視システムが記載されている。

10

【0006】

また、非特許文献1には、UPSに用いられる鉛蓄電池の状態を監視するため、セル電圧と内部インピーダンスと温度を連続して測定し、内部インピーダンスの測定に際しては、UPSより発生するリップル電流の周波数成分と異なった周波数で測定することで、UPSから発生するノーマルモードノイズの影響を抑えて内部インピーダンスの測定値を安定して得られるようにした蓄電池診断装置が記載されている。

【0007】

また、本願発明者の発明に係る特許第5403191号公報（特許文献2）には、各蓄電池における電流を検出する制御・電源装置と、各蓄電池における温度、電圧、および少なくとも2種類以上の周波数における内部抵抗を測定する子機とを有し、子機が測定した温度、電圧、内部抵抗、および各蓄電池の放電時における制御・電源装置が検出した電流の値の変化分と子機が測定した電圧の値の変化分との比から得た各蓄電池の直流抵抗のうち、少なくとも1つ以上の値に基づいて各蓄電池の劣化を推定する蓄電池状態監視システムが記載されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2005-26153号公報

30

【特許文献2】特許第5403191号公報

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】高橋清、長嶋茂、「ノイズ対応型蓄電池診断装置（BCW）の開発」、FBテクニカルニュースNo.63号（2007.11）、古河電池株式会社、2007年11月、p.32-37

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

特許文献1や非特許文献1などに記載されたような蓄電池の状態等を監視する装置やシステムを用いることで、温度や電圧、内部抵抗などのパラメータを測定・取得して、各蓄電池の状態や寿命を推定することが可能である。さらに、特許文献2に記載されたようなシステムを用いることで、多数の蓄電池について複数周波数での内部抵抗値なども含む各種パラメータを自動的に取得して、各蓄電池の状態や寿命の予測を高い精度で効率的に行うことが可能である。

40

【0011】

一方で、蓄電池において生じ得る故障や障害は、経時劣化によるものに限らず、初期故障や偶発故障も存在する。これに対し、上述したような従来技術では、電圧等の測定数値が正常か異常かに基づいて蓄電池の状態や寿命を予測するものであり、基本的には初期故障や偶発故障などの個体間でのバラツキの多い障害との区別を行っていない。しかしな

50

から、実際は、初期故障や偶発故障なのか、経時劣化による異常なのかによって、余寿命の推定には大きな誤差が生じ得るところ、これらの判断は熟練者の経験と勘による判断を付加して行っている場合が多い。

【0012】

そこで本発明の目的は、蓄電池の状態監視において、初期故障や偶発故障と経時劣化とを識別して監視することで、余寿命の推定の精度をより向上させる蓄電池状態監視システム、蓄電池状態監視方法、および蓄電池状態監視プログラムを提供することにある。

【0013】

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0015】

本発明の代表的な実施の形態による蓄電池状態監視システムは、複数の蓄電池が直列に接続された組電池を備えた機器に対して、前記各蓄電池の状態を監視する蓄電池状態監視システムであって、前記各蓄電池における電流を検出する電流検出手段と、前記各蓄電池における稼働時間、温度、電圧、および少なくとも2種類以上の周波数における内部抵抗を測定する状態測定手段と、を有するものである。

【0016】

そして、前記状態測定手段が測定した温度、電圧、内部抵抗、および前記各蓄電池の放電時における前記電流検出手段が検出した電流の値の変化分と前記状態測定手段が測定した電圧の値の変化分との比から得た前記各蓄電池の直流抵抗のうち、少なくとも1つ以上の値に基づいて、前記各蓄電池における正常ではない状態を、初期故障もしくは偶発故障と、経時劣化とを区別して判定する。

【0017】

また、本発明は、上記のような蓄電池状態監視システムとして機能するよう、コンピュータに処理を実行させる蓄電池状態監視プログラムにも適用することができる。

【発明の効果】

【0018】

本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。

【0019】

すなわち、本発明の代表的な実施の形態によれば、蓄電池の状態監視において、初期故障や偶発故障と経時劣化とを識別して監視することで、余寿命の推定の精度をより向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一実施の形態である蓄電池状態監視システムの構成例について概要を示した図である。

【図2】本発明の一実施の形態における上位監視装置の構成例について概要を示した図である。

【図3】本発明の一実施の形態における状態測定装置（子機）の構成例について概要を示した図である。

【図4】本発明の一実施の形態における状態測定装置（子機）の測定制御部における処理の流れの例について概要を示したフローチャートである。

【図5】本発明の一実施の形態における蓄電池の放電および充電の際の電圧の変化の例について概要を示した図である。

【図6】本発明の一実施の形態における指示実行処理の流れの例について概要を示したフ

10

20

30

40

50

ローチャートである。

【図7】本発明の一実施の形態における上位監視装置の劣化判定部における処理の流れの例について概要を示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一部には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0022】

<システム構成>

図1は、本発明の一実施の形態である蓄電池状態監視システムの構成例について概要を示した図である。蓄電池状態監視システム1は、例えば電源装置40などの、直列に接続された複数の蓄電池41からなる組電池を備える機器において、各蓄電池41に通電して各種パラメータを自動で測定もしくは取得することで、各蓄電池41の状態や寿命を推定するシステムである。

【0023】

この蓄電池状態監視システム1は、1つ以上の電源装置40の各蓄電池41に対して1つずつ固定して設置され、当該蓄電池41についての温度、電圧、内部抵抗などの各種パラメータを測定する状態測定装置30と、状態測定装置30で測定されたデータを収集して蓄電池41の状態や寿命を推定する処理を一元的に行う上位監視装置10とを有する。また、上位監視装置10と各状態測定装置30との間に、各状態測定装置30から送信された測定データを中継して上位監視装置10に送信するデータ中継装置20を有する。

【0024】

すなわち、本実施の形態では、1つの上位監視装置10に対してM個のデータ中継装置20（以下では「親機」と記載する場合がある）が通信可能に接続され、各データ中継装置20にはN個の状態測定装置30（以下では「子機」と記載する場合がある）が通信可能に接続される3階層の階層構成を有する。なお、上位監視装置10と親機20との間はLAN（Local Area Network）等のネットワーク60を介した有線通信により接続され、親機20と子機30との間は無線通信により接続される。なお、有線/無線通信の規格やプロトコル等は特に限定されず、公知の技術を適宜利用することができる。

【0025】

これにより、多数の蓄電池41を有する電源装置40等の機器において、外部への配線等を要さずに子機30を蓄電池41に対して設置することができ、設置の際の容易性、柔軟性を向上させて設置の効率化を可能とするとともに、結線間違いや配線の経時劣化等に基づく不具合のリスクを低減させることを可能とする。また、上位監視装置10が多数の子機30と直接通信セッションを持つことで通信負荷が集中することを回避する。

【0026】

なお、本実施の形態では、親機20は、少なくとも、子機30との間の無線通信と、上位監視装置10との間の有線通信との間で通信プロトコルの変換を行う機能を有するが、その他の機能を有していなくてもよい。このとき、親機20は、各子機30との無線通信を並行的に行ってもよいし、逐次的に行ってもよい。また、蓄電池状態監視システム1の規模等（例えば監視対象の蓄電池41の数等）によっては、親機20を有さず、子機30が直接上位監視装置10と通信する2階層の構成であってもよいし、子機30と親機20（もしくは上位監視装置10）との間の通信も、図1に示すように、無線通信に限らず有線通信であってもよい。

【0027】

各電源装置40には、電源装置40を利用する装置やシステム等の負荷への電力供給を制御する制御・電源装置（電力制御装置（Power Conditioning System：PCS）または、無停電電源装置（UPS）、もしくは直流電源装置）50が接続されている。制御・電源装置50は、電源装置40による負荷への電力供給を制御するとともに、電源装置40

10

20

30

40

50

内で直列に設置された蓄電池 4 1 を流れる電流値を検出することができる電流検出装置としての役割を有し、電源装置 4 0 (蓄電池 4 1) の充放電の有無に係る情報を取得することができる。制御・電源装置 5 0 は、例えばネットワーク 6 0 に接続されており、上位監視装置 1 0 は、ネットワーク 6 0 を介して、制御・電源装置 5 0 から電源装置 4 0 の蓄電池 4 1 の電流値や充放電の有無に係る情報などを取得することができる。

【 0 0 2 8 】

なお、本実施の形態では、制御・電源装置 5 0 が各蓄電池 4 1 の電流値を検出し、上位監視装置 1 0 が制御・電源装置 5 0 から当該情報を取得可能な構成としているが、これに限らず、例えば、後述する子機 3 0 が、温度や電圧等の他のパラメータと同様に各蓄電池 4 1 の電流値を測定して上位監視装置 1 0 に送信する構成としてもよい。

10

【 0 0 2 9 】

図 2 は、上位監視装置 1 0 の構成例について概要を示した図である。上位監視装置 1 0 は、親機 2 0 を介して、各子機 3 0 から各蓄電池 4 1 について測定された各種パラメータの情報を収集し、収集したデータに基づいて各蓄電池 4 1 の状態や寿命を推定して、異常な状態や寿命の到来の有無を監視する。

【 0 0 3 0 】

上位監視装置 1 0 は、例えば P C (Personal Computer) やサーバ機器等の情報処理装置によって構成され、図示しない O S (Operating System) や D B M S (DataBase Management System) などのミドルウェア上で動作するソフトウェアプログラムとして実装されるインタフェース部 1 1、監視制御部 1 2、および劣化判定部 1 3 などの各部を有する。また、子機 3 0 から収集した測定データを蓄積するデータベースである測定履歴 1 4 と、蓄電池状態監視システム 1 の動作に係る各種の設定を保持するファイルやレジストリ等からなる設定情報 1 5 とを有する。

20

【 0 0 3 1 】

インタフェース部 1 1 は、ユーザが各種指示を入力するための画面、および蓄電池 4 1 の状態監視の結果を表示するための画面を、ユーザに対して提供するユーザインタフェースの機能を有する。図示しない W e b サーバプログラムにより、ユーザのクライアント端末上の W e b ブラウザからアクセスして画面を表示する構成としてもよい。ユーザが入力する各種指示としては、例えば、設定情報 1 5 に設定される、上位監視装置 1 0 や子機 3 0 の動作条件の指定や、ユーザの要求に基づく子機 3 0 に対するデータの測定や収集の指示などがある。

30

【 0 0 3 2 】

監視制御部 1 2 は、設定情報 1 5 に登録された設定内容、もしくはインタフェース部 1 1 を介したユーザからの指示に従って、(親機 2 0 を介して)子機 3 0 に対して各種パラメータの測定に係る条件の指定や測定の実行を要求する。また、子機 3 0 に対して各種パラメータの測定データを送信するよう要求して測定データを収集し、測定履歴 1 4 に蓄電池 4 1 毎に記録して蓄積する機能を有する。

【 0 0 3 3 】

なお、監視対象の蓄電池 4 1 が多数となる場合は、例えば、子機 3 0 に対して一斉にデータの測定指示を行うと、多数の子機 3 0 が一斉に蓄電池 4 1 に対して測定を行うことになる。子機 3 0 は、パラメータの測定の際に微小ながらも蓄電池 4 1 に対して通電するため、電圧降下が生じることから、多数の子機 3 0 が一斉に測定を行うと電源装置 4 0 に対して悪影響を及ぼすことも考えられる。また、子機 3 0 に対して一斉に測定データの送信要求を行うと、各子機 3 0 が一斉に測定データを親機 2 0 を介して上位監視装置 1 0 に送信する結果、これらの機器に大きな通信負荷がかかってしまうことも考えられる。

40

【 0 0 3 4 】

従って、本実施の形態では、子機 3 0 に対して各種パラメータの測定(特に内部抵抗の測定)や、測定データの送信などの指示を行う際に、子機 3 0 を適切な数(例えば全体の 3 0 % 程度毎)にグルーピングして、各グループ間で、属する子機 3 0 による処理のタイミングが重複しないよう、自動または手動によりグループ毎に十分な時間差を設けて指示

50

を行うものとする。

【 0 0 3 5 】

劣化判定部 1 3 は、設定情報 1 5 に登録された設定内容、もしくはインタフェース部 1 1 を介したユーザからの指示に従って、子機 3 0 から収集して測定履歴 1 4 に記録された温度、電圧、内部抵抗などの各種パラメータの測定値、および制御・電源装置 5 0 から取得した電源装置 4 0 での放電・充電時の電流値等に基づいて、後述するような手法により蓄電池 4 1 の状態や余寿命を推定する。

【 0 0 3 6 】

このとき、初期故障や偶発故障と経時劣化とを切り分けて判定し、これらを総合的に考慮することで、状態や寿命を推定する。すなわち、本実施の形態では、蓄電池 4 1 の健全性・余寿命の判定を行う際に、初期故障や偶発故障などの異常 / 故障の検出（すなわち、劣化が通常より早い蓄電池 4 1 ）と、経時劣化（すなわち、蓄電池 4 1 の寿命）の検出とを切り分けて判定し、これらを総合考慮することで、当該蓄電池 4 1 の余寿命（すなわち、当該蓄電池 4 1 の交換時期）を推定する。

【 0 0 3 7 】

初期故障や偶発故障などの異常 / 故障は、一般的に初期に多く発生し、時間の経過とともに発生率は減少する傾向にある。そして、電圧や内部抵抗などの測定パラメータは、ランダムで急激な変化を伴う。これに対し、経時劣化は、直線的にもしくは緩慢に劣化していき、劣化が閾値を超える（もしくは一定以上期間が経過する）と急激に起こる傾向にある。従って、本実施の形態では、初期故障や偶発故障については、測定パラメータについて全体の平均値等からのズレを基準に判定し、経時劣化については、予め保持している特性曲線と現在の状態とを比較することで判定する。

【 0 0 3 8 】

具体的には、本実施の形態では、蓄電池 4 1 の温度に基づく判定に加えて、電圧、内部抵抗（主に交流インピーダンスであり、電池のリアクタンスも測定時に含まれるが、以下では総称して「内部抵抗」と記載する）、放電・充電の際の直流抵抗という複数のパラメータに基づいて多面的に劣化を判定する。例えば、温度や電圧については、初期故障や偶発故障などの突発的な障害等によるものも含む異常値管理として、一定間隔（例えば 5 分）で取得した蓄電池 4 1 の温度や電圧の値が、平均値等に基づいて得られる所定の閾値を超えた場合に異常な状態であると判定する。具体的には、例えば、蓄電池 4 1 の温度が室温 + 1 0 を超えた場合には軽度の異常と判定し、室温 + 2 0 を超えた場合には直ちに交換が必要な状態であると判定する。また、併せて、温度と寿命との相関関係を示すテーブルや式から経時劣化を判定するようにしてもよい。

【 0 0 3 9 】

また、内部抵抗については、通常時の傾向管理として、例えば、1 日 1 回などの定期的なタイミングや、ユーザからの指示を受けたタイミングで測定し、内部抵抗値の初期値（例えば蓄電池 4 1 の設置時に最初に測定した値）からの変化率により特性曲線に基づいて蓄電池 4 1 の劣化を推定する。例えば、内部抵抗値が初期値から 2 0 % 以上増加した場合には軽度の劣化と判定し、初期値から 5 0 % 以上増加した場合には速やかに（例えば 1 年以内に）交換が必要と判定し、初期値から 1 0 0 % 以上増加した場合には直ちに交換が必要と判定する。蓄電池 4 1 の種類等によって内部抵抗の絶対値が異なることから、このように相対値による判定を行う。

【 0 0 4 0 】

なお、本実施の形態では、蓄電池 4 1 の様々な劣化モードに対応してより正確な寿命の推定が行えるよう、複数の周波数により内部抵抗を測定し、各周波数での内部抵抗毎に上記のような初期値との相対値による判定を行うものとする。従来の内部抵抗の測定機器では、一般的に 1 k H z 程度の周波数が用いられており、蓄電池 4 1 が徐々に劣化する状況については当該周波数で測定した内部抵抗によりある程度判断可能であることが知られている。また、当該周波数については従来広く用いられてきた経緯からリファレンスとなるデータの蓄積も多いため、本実施の形態においても 1 種類は 1 k H z 程度（例えば 3 5 0

10

20

30

40

50

Hz以上2000Hz未満)の周波数を用いるものとする。

【0041】

一方で、1kHz程度の周波数では、電極反応などの発電要素に係る情報を得るためには周波数が高く、蓄電池の生死を判定することが可能な程度の情報しか得ることができない。従って、より詳細な情報を得るためには、さらに直流や直流に近い低周波での内部抵抗についても測定するのが望ましい。本実施の形態では、直流抵抗成分については、UPSが動作して蓄電池41が放電や充電を開始したタイミングを自動的に検知し、蓄電池が放電もしくは充電している際に各蓄電池に設置した測定装置からの逐次測定された電圧値と電流値(交流での内部抵抗測定時のものと比べて大きい)とから、放電中の電流値と電圧値についてのそれぞれの変化分(傾き)の比の計算により取得するものとする。これについて上記と同様に初期値と比較することにより、蓄電池41の劣化をより正確に判定することができる。

10

【0042】

しかしながら、UPS等の機器については通常時は待機しており稼働していないことから、上記のように直流抵抗を測定できるタイミングは限られる。従って、通常時(蓄電池41が放電・充電をしていない状態)は低周波での内部抵抗についても測定するものとする。例えば、實際上支障なく装置を構成することができ、かつ商用電源と干渉しない(50Hzもしくは60Hzの整数倍ではない)100Hz未満程度の周波数を用いる。劣化判定の精度をより向上させるためには、さらに異なる複数の周波数により内部抵抗を測定するのが望ましい。

20

【0043】

従って、本実施の形態では、後述するように、内部抵抗の測定周波数は、少なくとも1kHz程度(例えば350Hz以上2000Hz未満)の高周波と100Hz未満(商用電源と干渉しない周波数)の低周波を含み、さらにこれらと異なる周波数として、中間(例えば100Hz以上350Hz未満)の周波数を加えた3種類の周波数により内部抵抗を測定するものとする。

【0044】

上記をより一般的に記載すると、例えば、200Hz未満の低周波領域と、200Hz以上2000Hz未満の高周波領域から少なくともそれぞれ1つ以上選択した複数の周波数によって内部抵抗を測定することで劣化判定の精度を向上させることが可能である。さらに上記の周波数領域内で異なる他の周波数を加えて測定することで精度をより向上させることも可能である、ということが出来る。

30

【0045】

このように、本実施の形態では、主に上述した3つのタイミングで蓄電池41の劣化を推定する。1つ目は、一定の時間間隔(本実施の形態では5分)のタイミングで継続して測定した温度および電圧の取得データに基づいて、蓄電池41の突発的な障害等を含む異常や寿命を推定する。2つ目は、定期的(本実施の形態では1日1回)もしくはユーザからの指示による任意のタイミングで複数周波数にて測定した内部抵抗の測定値に基づいて、蓄電池41の複数の劣化モードでの劣化傾向を推定する。3つ目は、蓄電池41が放電もしくは充電を行ったタイミングで、放電もしくは充電の際の電圧の測定データと、制御・電源装置50から取得した放電時もしくは充電時の直流電流の値とから算出した直流抵抗に基づいて蓄電池41の劣化傾向をより高い精度で推定する。

40

【0046】

なお、内部抵抗や直流抵抗の初期値については、測定履歴14における対象の蓄電池41についての最初の測定データから得てもよいし、蓄電池41毎に別途記録しておくようにしてもよい。

【0047】

蓄電池41の状態や劣化の推定の結果、寿命が到来している、もしくは寿命の到来が近い場合、交換が必要であると判定された場合は、例えば、その旨をインタフェース部11を介して測定データや推定結果などの情報とともにユーザに通知する。

50

【 0 0 4 8 】

設定情報 15 には、蓄電池状態監視システム 1 の動作に係る設定内容として、例えば、子機 30 の温度や電圧の測定間隔（例えば 10 ~ 200 msec 毎であり、本実施の形態では 100 msec 毎とした）や、上位監視装置 10 による温度や電圧の測定データの収集間隔（例えば 5 分毎）、内部抵抗の測定間隔（例えば 1 日 1 回）などをユーザや管理者等により設定もしくは変更可能なようにしてもよい。また、後述するように、子機 30 において電源装置 40（蓄電池 41）が放電していることを検知するための、電圧降下の閾値や継続サイクル数、放電を検知した際に電圧の測定データをロックする時間範囲の情報、子機 30 の動作モード（通常モードや省電力モード）などを設定可能なようにしてもよい。

10

【 0 0 4 9 】

なお、子機 30 の動作に係る設定を上位監視装置 10 の設定情報 15 に保持し、監視制御部 12 から子機 30 に対して指定できるようにすることで、多数の子機 30 に対する個別の作業を不要として、上位監視装置 10 からの指令によって効率良く子機 30 の動作条件を指定・変更することが可能となる。

【 0 0 5 0 】

図 3 は、状態測定装置（子機）30 の構成例について概要を示した図である。子機 30 は、蓄電池 41 の蓋部等に対して 1 つずつ固定して設置され、当該蓄電池 41 についての各種パラメータを測定して記録するとともに、親機 20 を介した上位監視装置 10 からの指示に応じて、親機 20 を介して測定データを上位監視装置 10 に送信する。蓄電池 41 に固定して設置することで、各種パラメータを測定するための端子やセンサ等との間の配線の接続を安定させ、測定データのバラつきを低減させることができる。なお、通常は、1 個の蓄電池 41 に対して子機 30 が 1 個設置される対応であるが、コストや蓄電池 41 の電圧などに応じて、直列に設置された複数個の蓄電池 41 に対してまとめて 1 個の子機により監視するようにしてもよい。

20

【 0 0 5 1 】

子機 30 は、CPU（Central Processing Unit）により実行されるソフトウェアプログラムや回路等として実装される測定制御部 31、温度測定部 32、電圧測定部 33、内部抵抗測定部 34、および正弦波発生部 35 の各部を有する。また、親機 20 との間で無線通信を行う通信部 36 と、不揮発性の半導体メモリ等からなる記憶装置である内部メモリ 37 を有する。また、温度測定部 32 から配線された温度センサ 39 が蓄電池 41 に配置されているとともに、電圧測定部 33、内部抵抗測定部 34、および正弦波発生部 35 から配線された端子が蓄電池 41 の正負の端子にそれぞれ接続されている。なお、子機 30 が動作するための電力は、蓄電池 41 から取得するものとする。そのため、子機 30 では、各部の動作が必要なタイミング以外ではスリープするなどして、不要な電力を消費しないようにする省電力モード等を設けるのが望ましい。

30

【 0 0 5 2 】

測定制御部 31 は、子機 30 における各種パラメータの測定処理や、測定データの記録、送信など、子機 30 における処理全体を制御する機能を有する。各測定部により、蓄電池 41 を（例えば 100 msec 毎や 1 日 1 回などの間隔で）常時監視して、測定されたデータを内部メモリ 37 の所定の領域に逐次記録する。このとき、古い測定データを上書きして領域をサイクリックに利用する。また、通信部 36 による無線通信により親機 20 と通信を行い、親機 20 を介した上位監視装置 10 からの指示に基づいて、親機 20 経由で上位監視装置 10 に対して測定データを送信する。なお、内部メモリ 37 に記録された測定データは、子機 30 に装着した半導体メモリ等からなる外部メモリ 38 に複写・移動等して取り出すことができる。また、外部メモリ 38 を内部メモリ 37 と同等の記憶領域として使用してもよい。

40

【 0 0 5 3 】

温度測定部 32 は、測定制御部 31 からの指示（例えば 100 msec 毎）に従って、温度センサ 39 により蓄電池 41 の温度を測定し、測定データを測定制御部 31 に出力す

50

る。また、電圧測定部 33 も同様に、測定制御部 31 からの指示（例えば 100 msec 毎）に従って、蓄電池 41 の端子間の電圧を測定し、測定データを測定制御部 31 に出力する。このとき、測定制御部 31 では、後述するように、電圧の値の降下（もしくは上昇）が一定期間以上継続した場合に蓄電池 41 が放電（もしくは充電）を行っているとは判定し、放電（もしくは充電）の開始前後の一定期間の電圧の測定データについて、内部メモリ 37 上で他のデータにより上書きされて消失しないようロック（保護）する。

【0054】

内部抵抗測定部 34 は、測定制御部 31 からの指示（例えば 1 日 1 回）をトリガとして、蓄電池 41 の端子間の内部抵抗を測定し、測定データを測定制御部 31 に出力する。ここでは、正弦波発生部 35 によって、上述したような複数の周波数の正弦波を発生させ、各周波数での電流（例えば 3 A 以下）を蓄電池 41 に流す。このときの電流値と、端子間の電圧値との測定データに基づいて、各周波数での内部抵抗を算出する。

10

【0055】

上述したように、例えば、200 Hz 未満の低周波領域と、200 Hz 以上 2000 Hz 未満の高周波領域から少なくともそれぞれ 1 つ以上選択した複数の周波数によって内部抵抗を測定することで劣化判定の精度を向上させることができる。また、上記の周波数領域内でさらに異なる他の周波数を加えて測定することで精度をより向上させることができる。本実施の形態では、例えば、少なくとも 1 kHz 程度（例えば 350 Hz 以上 2000 Hz 未満、好ましくは 800 Hz 以上 1200 Hz 未満）の高周波領域と 100 Hz 未満（商用電源と干渉しない周波数）の低周波領域を含み、さらにこれらと異なる周波数として、中周波領域（例えば 100 Hz 以上 350 Hz 未満）の周波数を加えた 3 種類の周波数により内部抵抗を測定するものとする。

20

【0056】

測定周波数による効果を確認するため、従来技術による内部抵抗の測定機器（単独の周波数により測定するもの）を用いた場合と、本実施の形態の状態測定装置 30（内部抵抗測定部 34 が複数の周波数により測定するもの）を用いた場合とで、それぞれ実際に蓄電池の内部抵抗を測定して、その寿命の評価（電池容量の推定）を試みた実験結果の例を以下の表に示す。

【0057】

【表 1】

項目		従来品1	従来品2	従来品3	開発品1	開発品2					
構成要件	高周波領域	350～ 2000Hz			200～ 2000Hz	350～ 2000Hz					
	中周波領域		100～ 350Hz			100～ 350Hz					
	低周波領域			0～ 100Hz	0～ 200Hz	0～ 100Hz					
電池種類 と 実容量 と 推定値	電池種類	実容量の 相対比(%)	推定値の 相対比(%)	推定値の 相対比(%)	推定値の 相対比(%)	推定値の 相対比(%)					
		5HR 1CA	5HR 1CA	5HR 1CA	5HR 1CA	5HR 1CA					
	電池A	100 100	105 98	105 105	95 105	100 100					
	電池B	90 95	95 90	100 100	100 100	90 95					
	電池C	95 75	90 95	80 80	80 80	95 80					
	電池D	80 40	85 80	60 60	50 50	80 45					
	電池E	100 85	95 100	90 90	90 90	100 80					
電池F	95 60	90 95	70 70	70 70	100 60						
電池種類 と 実容量 と 推定値 との誤差	電池種類	実容量の 相対比(%)	実容量 との差	実容量 との差	実容量 との差	実容量 との差					
		5HR 1CA	5HR 1CA	5HR 1CA	5HR 1CA	5HR 1CA					
	電池A	100 100	5 2	5 5	5 5	0 0					
	電池B	90 95	5 5	10 5	10 5	0 0					
	電池C	95 75	5 20	15 5	15 5	0 5					
	電池D	80 40	5 40	20 20	30 10	0 5					
	電池E	100 85	5 15	10 5	10 5	0 5					
電池F	95 60	5 35	25 10	25 10	5 0						
各項目の 適応性	誤差小計	30	117	85	50	95	40	5	15	0	0
	誤差合計	147		135		135		20		0	
	測定時間	100		500		2500		500		300	
	評価点 (時間+誤差×10)	1570		1850		3850		700		300	
	評価	通常		劣る		適用困難		良好		最も良好	

【0058】

表1では、内部抵抗の測定機器として従来品1～3および開発品1、2を用いて、複数の異なる劣化状態の蓄電池についてそれぞれ内部抵抗を測定した上で電池容量の推定を行い、実際の容量との誤差と、測定に要した時間に基づいて測定精度を評価した結果を示している。

【0059】

ここで、従来品1～3は、従来技術による単独の周波数により内部抵抗を測定する測定機器であり、測定周波数がそれぞれ異なる領域（高周波領域（350Hz以上2000Hz未満）、中周波領域（100Hz以上350Hz未満）、低周波領域（100Hz未満））に属するものである。一方、開発品1、2は、本実施の形態の状態測定装置30であって、複数の周波数領域（開発品1は高周波領域（200Hz以上2000Hz未満）と

10

20

30

40

50

低周波領域（200 Hz未満）、開発品2は高周波領域（350 Hz以上2000 Hz未満）と中周波領域（100 Hz以上350 Hz未満）と低周波領域（100 Hz未満）に属する測定周波数により内部抵抗を測定するものである。

【0060】

当該実験では、使用する蓄電池として、

- ・電池A 蓄電池規格UP300-12（12V/100Ah/5HR）の新品
 - ・電池B 電池Aと同等の電池に対して電解液を10%減じたもの
 - ・電池C 電池Aと同等の電池に対して25 トリクル寿命試験により5年相当経過させた状態のもの
 - ・電池D 電池Aと同等の電池に対して25 トリクル寿命試験により15年相当経過させた状態のもの
 - ・電池E 電池Cと同等の電池に対して電解液減少分を補液したもの
 - ・電池F 電池Dと同等の電池に対して電解液減少分を補液したもの
- の6種類の蓄電池（電池A～F）を作成した。

10

【0061】

表では、上記各蓄電池について、5HR容量および1CA容量を元に、それぞれの状況として、実容量と、従来品1～3および開発品1、2による内部抵抗の測定値に基づいて得られた容量の推定値について、それぞれ、満充電状態との相対比（%）により示している。

【0062】

各電池の放電容量の実測値（実容量）については、JIS8704-02に基づいて満充電状態の蓄電池を準備し、これに基づくものとしている。ここで、蓄電池の満充電状態とは、13.38V/10Aの制限電流にて48時間以上充電した状態のことを指す。5HR容量の実測値（実容量）については、充電終了後、開路状態にて 25 ± 2 の雰囲気中で24時間放置し、その後、 25 ± 2 にて放電電流値20Aで放電し、終止電圧10.5Vに到達するまでの放電持続時間から放電容量を求めた。また、1CA容量の実測値（実容量）については、上記の5HRの場合と同様に、満充電後 25 ± 2 の雰囲気中で24時間放置した電池について、放電電流値100Aで放電し、終止電圧9.6Vに到達するまでの放電持続時間から放電容量を求めた。得られた各蓄電池の放電容量の実測値について、それぞれ、新品状態の放電容量に対する相対比を算出している。

20

30

【0063】

また、内部抵抗の測定値に基づく容量の推定に際しては、実験結果の蓄積に基づく知見として従来から得られている内部抵抗と放電容量（もしくは放電持続時間）との関係についての実験式を用いている。具体的には、内部抵抗の測定値と放電容量との関係は一次関数で表されるため、例えば、従来品1～3（単独の周波数により測定するもの）については、放電容量は、内部抵抗の測定値と初期値とに基づいて、

$$\text{放電容量} = \text{放電容量の初期値} \times$$

$$\left(1 - \frac{\text{内部抵抗の測定値} - \text{内部抵抗の初期値}}{\text{内部抵抗の初期値}} \right)$$

の式により表される。従って、新品状態の放電容量（放電容量の初期値）に対する相対比は、

40

$$\text{相対比} = 1 - \frac{\text{内部抵抗の測定値} - \text{内部抵抗の初期値}}{\text{内部抵抗の初期値}}$$

の式により算出することができる。

【0064】

なお、開発品1、2のように複数の測定周波数により内部抵抗を測定する場合は、例えば、測定された2種類もしくは3種類の内部抵抗の値に対して所定の重み付けをした加重平均値を用いて上記の式に適用するものとする。例えば、低率放電での測定の場合は、高周波領域の周波数で測定した内部抵抗値に対して、中周波領域の周波数で測定した内部抵抗に比して大きい重み付け値を設定する。また、高率放電での測定の場合は、中周波領域の周波数で測定した内部抵抗値に対して、高周波領域の周波数で測定した内部抵抗に比して大きい重み付け値を設定し、さらに、低周波領域の周波数で測定した内部抵抗値に対し

50

て、中周波領域の周波数で測定した内部抵抗値に対して大きい重み付け値を設定する。

【 0 0 6 5 】

表 1 では、従来品 1 ~ 3 および開発品 1、2 のそれぞれについて、各蓄電池の 5 H R 容量と 1 C A 容量につき、内部抵抗の測定値に基づいて求めた容量の推定値（相対比）と実容量（相対比）との間の誤差を求めている。さらに、それぞれの誤差の合計、および内部抵抗の測定に要した時間に基づいて評価点を求めて評価した結果についても示している。

【 0 0 6 6 】

評価結果によれば、従来品 1 ~ 3（単独の周波数での内部抵抗の測定）に比べて総じて短時間に、かつ高い精度で電池容量を推定することができることが分かる。また、開発品 2（3 種類の周波数での内部抵抗の測定）によれば、開発品 1（2 種類の周波数での内部抵抗の測定）よりもさらに短時間かつ高い精度で電池容量を推定できることが分かる。

【 0 0 6 7 】

< 状態測定装置（子機）での処理の流れ >

図 4 は、状態測定装置（子機）3 0 の測定制御部 3 1 における処理の流れの例について概要を示したフローチャートである。子機 3 0 が起動して蓄電池 4 1 の各種パラメータの測定処理を開始すると、まず、親機 2 0 を介して上位監視装置 1 0 から指示を受信しているか否かを判定する（S 0 1）。指示を受信している場合は、上位監視装置 1 0 から指示された処理を実行する指示実行処理を行う（S 0 2）。ステップ S 0 2 の指示実行処理については後述するが、ここでは、主に、測定した各種データを上位監視装置 1 0 に対して送信する処理を行う。このとき必要に応じて内部抵抗測定部 3 4 により蓄電池 4 1 の内部抵抗の測定処理も行う。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 0 1 で上位監視装置 1 0 からの指示を受信していない場合は、次に、前回の測定サイクルから所定の間隔の時間が経過したか否かを判定する（S 0 3）。ここでの所定の間隔は、子機 3 0 が自ら定期的に蓄電池 4 1 のパラメータを測定する間隔であり、本実施の形態では例えば 1 0 0 m s e c 間隔である。なお、この間隔の値は、例えば、上位監視装置 1 0 から親機 2 0 を介して指示された値、もしくは省略時値として子機 3 0 に対して予め設定された値を内部メモリ 3 7 等に保持しておき、起動時やその他の特定のタイミングでこれを参照するようにしてもよい。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 0 3 で 1 0 0 m s e c 経過していない場合は、ステップ S 0 1 に戻って処理を繰り返す。ステップ S 0 1 ではなくステップ S 0 3 に戻って 1 0 0 m s e c 経過するのを待つようにしてもよい。ステップ S 0 3 で 1 0 0 m s e c 経過している場合は、温度測定部 3 2 により蓄電池 4 1 の温度を測定し（S 0 4）、また、電圧測定部 3 3 により蓄電池 4 1 の端子間の電圧を測定する（S 0 5）。このとき、上位監視装置 1 0 からの抵抗測定指令があれば、正弦波発生部 3 5 により発生された所定の周波数での電流（例えば 3 A 以下）を蓄電池 4 1 に流して電圧を測定する。

【 0 0 7 0 】

その後、対象の蓄電池 4 1 の稼働時間を算出する（S 0 6）。ここでは、例えば、前回の測定時点からの経過時間を加算して積算時間として算出して記録する。アレニウス則による換算時間（例えば、ステップ S 0 4 で測定した温度に基づく）についても同時に記録するようにしてもよい。

【 0 0 7 1 】

温度測定部 3 2、電圧測定部 3 3 および内部抵抗測定部 3 4 により温度、電圧および内部抵抗の測定が行われ、測定制御部 3 1 が測定データを取得すると、現在の状態が測定データを上書きされないようにロックした状態で記録するデータロックモードであるか否かを判定する（S 0 7）。データロックモードではない通常モードの場合は、温度、電圧および内部抵抗の測定データをタイムスタンプと合わせて内部メモリ 3 7 に記録する（S 0 8）。このとき、内部メモリ 3 7 上にロックされているデータがある場合は、これに対して上書きして消去しないように記録する。

【 0 0 7 2 】

さらに以下で、測定した電圧データを解析して蓄電池 4 1 が放電もしくは充電を開始したか否かを判定する処理を行う。電源装置 4 0 に利用されている蓄電池 4 1 は、通常時は一定の電圧を維持するよう制御されている。一方で、電源装置 4 0 が稼働して負荷に対して電力の供給を開始する、すなわち蓄電池 4 1 が放電を開始すると、蓄電池 4 1 の電圧は急峻に降下するとともに、その後は放電に従って漸次電圧が降下していく（なお、電源装置 4 0 が負荷に対する電力の供給を停止し、蓄電池 4 1 に対して充電が開始された場合は逆となる）。

【 0 0 7 3 】

図 5 は、蓄電池 4 1 の放電および充電の際の電圧の変化の例について概要を示した図である。ここでは、蓄電池 4 1 の単位セルについての放電・充電の場合を例として示しており、通常時の単位セルあたりの電圧（例えば 2 . 2 3 V ）が、放電が開始すると約 2 . 1 V 以下にまで急峻に降下し、その後ほぼ一定の傾きで漸次降下していく状態を示している。従って、本実施の形態では、例えば、1 セルあたりで電圧が通常時から 1 0 0 m V 以上降下した状態が測定の 3 サイクル（ 3 0 0 m s e c ）継続した場合に放電が開始したものと判断する。

【 0 0 7 4 】

上述したように、放電中は蓄電池 4 1 に大きな直流電流が流れるため、このときのパラメータの測定データに基づいて蓄電池 4 1 の状態についてより詳細な情報を得ることができる。従って、放電中のデータとして、図示するように、放電を検知したタイミングの前後の一定の時間範囲（電圧が漸次降下していく際の変化分（傾き）を計算することができるだけの時間範囲）の電圧（温度データを含めてもよい）の測定データを、内部メモリ 3 7 上で他の測定データにより上書きされたり、削除されたりして消失しないようにロックした状態で記録するものとする（充電時についても同様にロックするようにしてもよい）。

【 0 0 7 5 】

本実施の形態では、例えば、放電を検知したタイミングの 1 秒前から 1 0 分後までのデータをロックするものとする。なお、この時間範囲は、内部メモリ 3 7 の容量やデータ送信のための通信負荷、電源装置 4 0 の利用条件などに応じて適宜決定することができるが、少なくとも放電もしくは充電の検知から 1 分以上のデータをロックして保持しておくのが望ましい。

【 0 0 7 6 】

上記の処理を行うため、図 4 において、まず、電圧データについて測定値が通常時から所定の閾値（本実施の形態では例えば 1 セルあたり 1 0 0 m V ）以上降下（もしくは上昇）しているか否かを判定する（ S 0 9 ）。なお、急峻な電圧降下を検知するために、前回の測定値から上記閾値以上降下しているか否かを合わせて判定するようにしてもよい。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 0 9 で所定の閾値以上電圧が降下していない場合は、ステップ S 0 1 に戻って測定処理の繰り返しを継続する。ステップ S 0 9 で電圧が所定の閾値以上降下している場合は、次に、電圧の降下が所定の時間継続しているか否かを判定する（ S 1 0 ）。本実施の形態では、測定の 3 サイクル（ 3 0 0 m s e c ）継続しているか否かを判定する。3 サイクル継続していない場合は、ステップ S 0 1 に戻って測定処理の繰り返しを継続する。一方、3 サイクル継続している場合は、測定データをロックするデータロックモードに移行する（ S 1 1 ）。このとき、例えば、過去 1 秒以内に内部メモリ 3 7 に記録した電圧データ（温度データを含めてもよい）については、上書きや削除ができない旨のフラグを設定する等によりロックする。その後、ステップ S 0 1 に戻って測定処理の繰り返しを継続する。

【 0 0 7 8 】

一方、ステップ S 0 7 で現在の状態がデータロックモードである場合は、温度、電圧および内部抵抗の測定データを、ロックされている旨のフラグを設定した上でタイムスタンプと合わせて内部メモリ 3 7 に記録する（ S 1 2 ）。なお、内部メモリ 3 7 は、ロックさ

10

20

30

40

50

れたデータ（本実施の形態では10分程度の測定データ）を保持することができる十分な容量を有することが望ましいが、例えば十分な容量を有していないような場合にロックされたデータが飽和して新たに記録することができる領域が存在しなくなった場合は、親機20を介して上位監視装置10に対してエラーや警告を通知するようにしてもよい。

【0079】

その後、ステップS10で3サイクル継続して電圧の降下を検知（蓄電池41の放電を検知）したタイミング（すなわち、データロックモードに移行したタイミングと等価）から、所定の時間（本実施の形態では10分）が経過したか否かを判定する（S13）。10分経過していない場合は、ステップS01に戻って測定処理の繰り返しを継続する。

【0080】

一方、10分が経過した場合は、データロックモードから通常モードに移行し（S14）、ステップS01に戻って測定処理の繰り返しを継続する。すなわち、これ以降のサイクルでの測定データについては、ステップS08以降の処理によりロックされていないデータとして内部メモリ37に記録されることになる。なお、データロックモードから通常モードに移行しても、過去にロックされた状態で記録された測定データは、後述するように、親機20を介して上位監視装置10に送信されるまでロックされたままの状態を保持するものとする。

【0081】

図4に示したように、本実施の形態では、ロック対象の測定データに対してフラグを設定することによりロックしているが、ロックの手法はこれに限るものではない。例えば、ステップS10で3サイクル継続して電圧の降下を検知（蓄電池41の放電を検知）した場合に、当該時刻から1秒前および10分後のタイムスタンプを計算し、それぞれをロックの開始時刻と終了時刻の情報として保持するようにして、測定データが当該時間帯に含まれるか否かでロックの対象であるか否かを判断するようにしてもよい。また、ロックされたデータとロックされていないデータとの内部メモリ37上での記憶領域を分離するようにしてもよい（このとき、過去1秒以内に記録したロックされていないデータについては、ロックされたデータの記憶領域に移動させる等の処理を行う）。

【0082】

また、図4に示した処理フローでは、ステップS01～S02における上位監視装置10からの指示に基づく処理と、ステップS03以降の子機30によるパラメータの測定処理とを便宜上シーケンシャルな処理として記載しているが、処理順序はこれに限られない。また、上位監視装置10からの指示の受信や、測定サイクルである100msの経過などをイベント発生のトリガとして、イベントドリブンな処理として実装するようにしてもよい。

【0083】

図6は、図4に示した子機30での測定処理におけるステップS02の指示実行処理の流れの例について概要を示したフローチャートである。上位監視装置10からの指示を受信すると、測定制御部31は、まず指示の内容を判定し（S101）、その後、指示内容に応じた処理を実行する。

【0084】

ステップS101での指示の内容が、電圧および温度の測定データの取得要求である場合は、前回上位監視装置10に送信して以降に内部メモリ37に記録・蓄積された電圧および温度の測定データ（図4のステップS04以降の処理で100ms毎に測定された最新データ）および稼働時間のデータを、親機20を介して上位監視装置10に送信し（S102）、処理を終了する。なお、本実施の形態では、上位監視装置10は、監視制御部12により、当該データの取得要求を設定情報15等に設定された所定の間隔（例えば5分毎など）で、定期的に自動で送信するものとする。送信した測定データは、内部メモリ37から消去するようにしてもよい。消去せずに残す場合は、送信済みの測定データと未送信の測定データとを識別することができるよう、例えば、送信済みの測定データのうち最新のもののタイムスタンプを保持しておくなどする。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

ステップ S 1 0 1 での指示の内容が、蓄電池 4 1 の内部抵抗の測定データの取得要求である場合は、前回の内部抵抗の測定時刻から所定の時間（本実施の形態では例えば 1 時間）が経過しているか否かを判定する（S 1 0 3）。なお、本実施の形態では、上位監視装置 1 0 は、監視制御部 1 2 により、当該データの取得要求を設定情報 1 5 等に設定された所定の間隔（例えば 1 日 1 回など）で、定期的に自動で送信するものとする。また、これに加えてユーザによる手動での指示に基づいて取得要求を送信することも可能であるものとする。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 1 0 3 で前回の測定時刻から 1 時間以上経過していない場合は、内部抵抗の測定処理が短時間で連続的に行われる（例えば、上位監視装置 1 0 においてユーザが短時間で連続的に指示を繰り返す）ことにより蓄電池 4 1 に余分な負荷がかかることを回避するため、内部抵抗の測定を行わない。このとき、本実施の形態では、前回測定した際の内部抵抗の測定データを内部メモリ 3 7 から読み出して測定データとし（S 1 0 4）、これを送信するものとする（S 1 0 6）。

【 0 0 8 7 】

一方で、ステップ S 1 0 3 で前回の測定時刻から 1 時間以上経過している場合は、内部抵抗測定部 3 4 により蓄電池 4 1 の内部抵抗を測定し（S 1 0 5）、ステップ S 1 0 6 に進む。ここでは上述したように、正弦波発生部 3 5 により複数の周波数の正弦波を発生させ、各周波数における電流（例えば 3 A 以下）を蓄電池 4 1 に流し、このときの電流値と、端子間の電圧値との測定データに基づいて、各周波数での内部抵抗を算出する。本実施の形態では、複数の周波数は、上述したように、少なくとも 1 k H z 程度の高周波と 1 0 0 H z 未満の低周波を含み、これにさらに異なる周波数を加えることが可能である。得られた内部抵抗のデータは内部メモリ 3 7 に記録する。

【 0 0 8 8 】

その後、内部抵抗の測定データを親機 2 0 を介して上位監視装置 1 0 へ送信し（S 1 0 6）、処理を終了する。なお、ステップ S 1 0 5 での内部抵抗の測定に要する時間によっては、例えば、1 日 1 回の内部抵抗の測定の指示に対して、ステップ S 1 0 5 での内部抵抗の測定処理を実行するとともに、これとは非同期に、ステップ S 1 0 6 で、内部メモリ 3 7 に記録された前回の測定結果のデータを（1 日遅れで）上位監視装置 1 0 に送信するようにしてもよい。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 1 0 1 での指示の内容が、蓄電池 4 1 が放電・充電している際に測定された、ロックされた電圧データ（温度データを含んでもよい）の取得要求である場合は、ロックされている電圧（および温度）の測定データを内部メモリ 3 7 から取得して、親機 2 0 を介して上位監視装置 1 0 へ送信する（S 1 0 7）。

【 0 0 9 0 】

なお、本実施の形態では、上位監視装置 1 0 は、ユーザによる手動での指示に基づいてロックされた電圧データの取得要求を送信する。ユーザは、例えば、上位監視装置 1 0 上で、制御・電源装置 5 0 から得られる情報に基づいて電源装置 4 0 が稼動（蓄電池 4 1 が放電）したことを把握することができ、その後、例えば障害の復旧等を待ってロックされた電圧データの取得を指示する。蓄電池 4 1 が放電している際の直流電流値についても、上位監視装置 1 0 は制御・電源装置 5 0 から得ることができるため、これらのデータに基づいて劣化判定部 1 3 は直流抵抗値を算出することができる。

【 0 0 9 1 】

その後、送信済みのデータについてのロック状態を解除し（S 1 0 8）、処理を終了する。ロック状態を解除されたデータは、通常のデータとして上書きされ得る状態となる。ロック状態の解除の代わりに当該データを内部メモリ 3 7 から消去するようにしてもよい。

【 0 0 9 2 】

なお、上位監視装置 10 からの指示内容には、上記のようなパラメータの測定や測定データの取得要求の他に、各種設定情報（例えば、一定間隔で測定する温度および電圧の測定間隔や、電圧降下により蓄電池 41 の放電を検知した場合に電圧の測定データをロックする時間範囲についての情報など）の設定の指示なども含まれる。指定された設定内容は、例えば内部メモリ 37 に記録され、測定制御部 31 によって参照される。

【0093】

また、必要なタイミング以外は各部の回路等がスリープする省電力モードなどの動作モードの指示や、子機 30 の停止指示を含んでもよい。例えば、停止指示を受信した場合は、測定処理を終了して機器を停止する。停止せずにスリープ状態やスタンバイ状態等に移行するようにしてもよい。このとき、上位監視装置 10 からの復帰指示をトリガとしてスリープ状態やスタンバイ状態から復帰するようにしてもよい。

10

【0094】

<上位監視装置での処理の流れ>

図 7 は、上位監視装置 10 の劣化判定部 13 における処理の流れの例について概要を示したフローチャートである。上位監視装置 10 では、例えば、5 分毎などの所定の間隔、もしくは状態測定装置（子機）30 から測定データを取得したときや、インタフェース部 11 を介してユーザから指示を受けたときなどのタイミングで、まず、測定履歴 14 に蓄積された測定データに基づいて、初期故障 / 偶発故障が発生しているか否かを粗い判定基準により予備判定する（S201）。これにより、明らかに初期故障 / 偶発故障に該当しないケースについて以降の詳細な判定が不要となるようにする。

20

【0095】

上述したように、初期故障 / 偶発故障などの突発的な障害については、異常値管理として、例えば、蓄電池 41 の温度や電圧の値が平均値等から得られる所定の閾値を超えているか否かにより判定する。具体的には、例えば、蓄電池 41 の温度が室温 + 10 を超えた場合には軽度の異常と判定し、室温 + 20 を超えた場合には直ちに交換が必要な異常状態であると判定する。

【0096】

ステップ S201 で、初期故障 / 偶発故障があると判定された場合、当該判定が所定回数（例えば、3 回）以上連続しているか否かを判定する（S202）。所定回数以上連続していない場合は、処理を終了する。一方、所定回数以上連続している場合は、次に、測定データにおける電圧、温度、および内部抵抗などの値に基づいてより詳細な閾値判定を行い（S203）、初期故障 / 偶発故障であるか否かを判定する（S204）。初期故障 / 偶発故障ではないと判定された場合は処理を終了する。

30

【0097】

ステップ S204 において初期故障 / 偶発故障であると判定された場合は、対象の蓄電池 41 に初期故障 / 偶発故障が発生したものとして（S205）、処理を終了する。このとき、例えば、故障の発生をイベントとして記録するとともに、インタフェース部 11 を介してユーザに通知するようにしてもよい。また、対象の蓄電池 41 を切り離して縮退運転するよう、制御・電源装置 50 などに指示を出力するようにしてもよい。

【0098】

一方、ステップ S201 で、初期故障 / 偶発故障がないと判定された場合は、経時劣化の有無の判定と余寿命の推定を行う。ここではまず、測定された電圧データについて、電圧降下（もしくは、電圧降下と電流値に基づいて得られる直流抵抗）が第 1 の閾値（図中では「閾値 # 1」と記載）以上であるか否かを判定する（S206）。電圧降下が第 1 の閾値未満であった場合は処理を終了する。第 1 の閾値は、後述の第 2 の閾値に比べて緩い基準により設定されるものとする。これにより、経時劣化の観点で明らかに正常であると思われるケースについて以降の詳細な判定が不要となるようにする。

40

【0099】

電圧降下が第 1 の閾値以上であった場合は、さらに、電圧降下が第 2 の閾値（図中では「閾値 # 2」と記載）以上であるか否かを判定する（S207）。なお、第 2 の閾値は第

50

1の閾値より大きい値であり、これらの値は、蓄電池41の特性曲線から得ることができるが、稼働時間(アレニウス則による換算時間によるものであってもよい)や、設定電圧(平均電圧)、負荷の状態などに応じて適宜設定することができる。

【0100】

ステップS207で、電圧降下が第2の閾値未満であった場合、すなわち、電圧降下が第1の閾値と第2の閾値との間であった場合は、次に、電圧降下が第1の閾値以上となった回数が所定回数(例えば、3回)以上となったか否かを判定する(S208)。所定回数以上となっていない場合は処理を終了する。所定回数以上となっている場合は、蓄電池41の余寿命を算出する(S209)。ここでは、例えば、上述したような手法により、複数周波数にて測定された内部抵抗などに基づいて電池容量を推測し、余寿命を算出する。このとき、例えば、余寿命に基づいて使用可能期間を算出し、現時点での稼働時間の情報と合わせてインタフェース部11を介して画面表示してユーザに通知するようにしてもよい。

10

【0101】

その後、ステップS209で算出された余寿命が所定の閾値(例えば、1年など)以上であるか否かを判定する(S210)。余寿命が閾値以上である場合は、蓄電池41は正常であるとして(S211)、処理を終了する。余寿命が閾値未満である場合は、交換時期が近いものとして、交換予定時期(例えば、1年を目処に設定)をインタフェース部11を介して画面表示してユーザに通知して(S212)、処理を終了する。

【0102】

一方、ステップS207で、電圧降下が第2の閾値以上でもあった場合は、次に、電圧降下が第2の閾値以上となった回数が所定回数(例えば、3回)以上となったか否かを判定する(S213)。所定回数以上となっていない場合は処理を終了する。所定回数以上となっている場合は、蓄電池41は故障、もしくは寿命(早期寿命含む)に達したものとして(S214)、処理を終了する。このとき、その旨をインタフェース部11を介して画面表示してユーザに通知するようにしてもよい。

20

【0103】

以上に説明したように、本発明の一実施の形態である蓄電池状態監視システム1によれば、常に機器に接続された複数の蓄電池41について、温度以外に電圧、内部抵抗、放電・充電の際の直流抵抗を含むパラメータを自動で測定もしくは取得するとともに、内部抵抗については複数周波数にて測定することで、各蓄電池41の状態や寿命を高い精度で推定することが可能となる。このとき、初期故障や偶発故障と経時劣化とを区別して判定し、これらを総合的に考慮することで、蓄電池41の状態や寿命をより精度よく推定することが可能となる。

30

【0104】

また、上位監視装置10と親機20、子機30からなる階層構成をとり、親機20と子機30との間は無線通信とすることで、多数の蓄電池41についての各種パラメータの測定を効率的に行うことが可能となる。

【0105】

このとき、子機30は、上位監視装置10からの設定内容等に従って各種パラメータを測定し、親機20を介して上位監視装置10に送信するとともに、蓄電池41の放電・充電を自動的に検知して、放電・充電の際の電圧の測定データが上書き等により消失しないようロックして保持することで、子機30単位での直流電流による電圧変化が監視可能となり、各蓄電池41の状態や寿命をより確実に、かつ高い精度で推定することが可能となる。

40

【0106】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。例えば、上記の実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限

50

定されるものではない。また、上記の実施の形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【 0 1 0 7 】

例えば、本実施の形態では、子機 3 0 により測定されたデータを親機 2 0 を介して上位監視装置 1 0 に送信し、上位監視装置 1 0 において蓄電池 4 1 の劣化状況を判定するよう構成としているが、そのような構成に限られない。上位監視装置 1 0 の劣化判定部 1 3 および子機 3 0 の測定制御部 3 1 に相当し、これら各部での処理を一連の処理として実行するソフトウェアプログラムを、子機 3 0 などの専用装置に CPU を設けた上で直接実行させることで、子機 3 0 上で全ての処理が完結するように構成することも可能である。逆に、当該ソフトウェアプログラムを親機 2 0 や、他の PC やタブレット端末などの汎用の情報処理端末などに導入して実行させ、子機 3 0 では単純な測定のみを行う構成とすることも可能であり、柔軟なシステム構成によって蓄電池 4 1 の劣化状況を判定することが可能である。

10

【産業上の利用可能性】

【 0 1 0 8 】

本発明は、バックアップ用途・出力変動用途など、蓄電池が常に機器に接続され、蓄電池に通電して状態を監視・推定する蓄電池状態監視システム、蓄電池状態監視方法、および蓄電池状態監視プログラムに利用可能である。

【符号の説明】

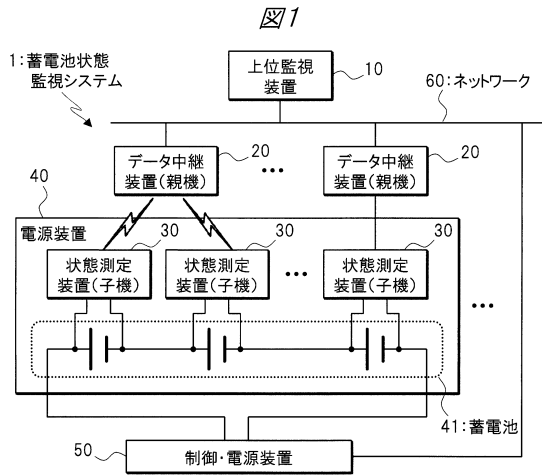
【 0 1 0 9 】

1 ... 蓄電池状態監視システム、
 1 0 ... 上位監視装置、 1 1 ... インタフェース部、 1 2 ... 監視制御部、 1 3 ... 劣化判定部、
 1 4 ... 測定履歴、 1 5 ... 設定情報、
 2 0 ... データ中継装置（親機）、
 3 0 ... 状態測定装置（子機）、 3 1 ... 測定制御部、 3 2 ... 温度測定部、 3 3 ... 電圧測定部、
 3 4 ... 内部抵抗測定部、 3 5 ... 正弦波発生部、 3 6 ... 通信部、 3 7 ... 内部メモリ、 3 8 ... 外部メモリ、
 3 9 ... 温度センサ、
 4 0 ... 電源装置、 4 1 ... 蓄電池、
 5 0 ... 制御・電源装置、
 6 0 ... ネットワーク

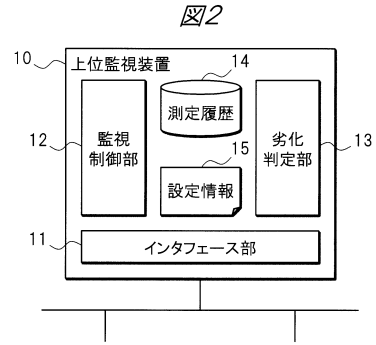
20

30

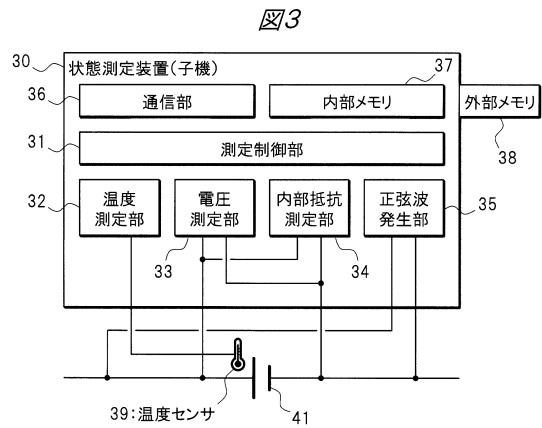
【図1】



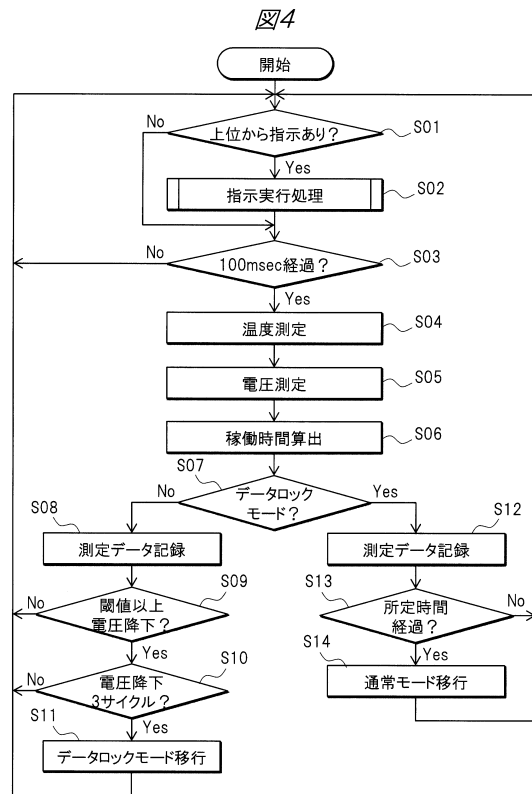
【図2】



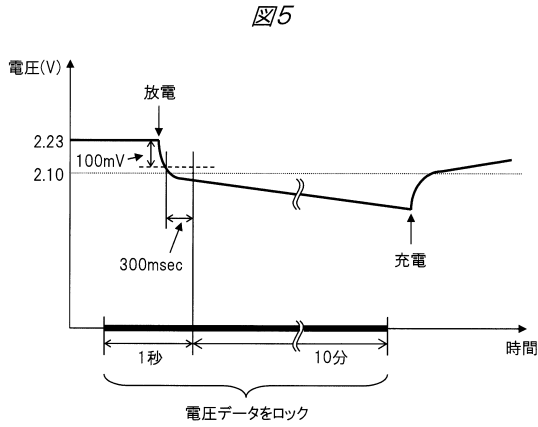
【図3】



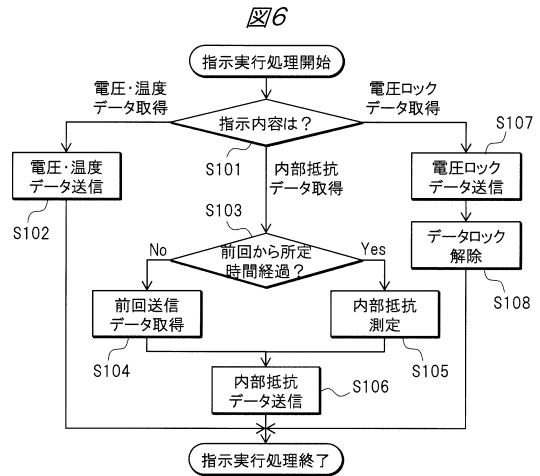
【図4】



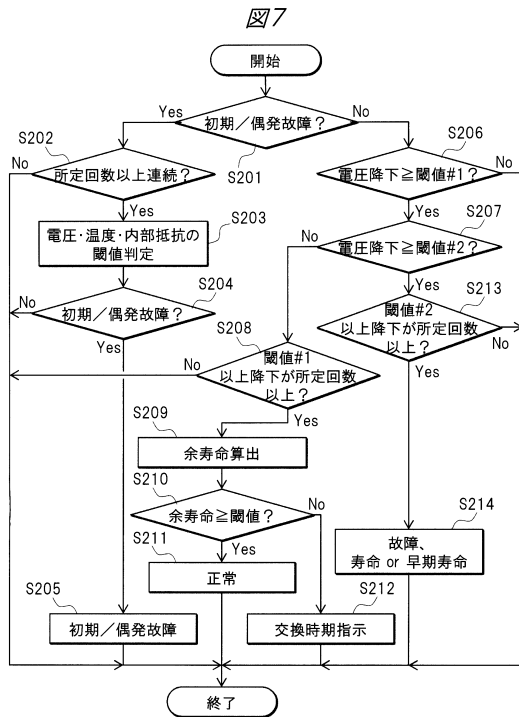
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

審査官 島 崎 純一

- (56)参考文献 国際公開第2013/069328(WO, A1)
国際公開第2013/084353(WO, A1)
特開2014-022282(JP, A)
特開2011-076746(JP, A)
特開平10-021965(JP, A)
特開2013-195129(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R	31/36
H01M	10/48
H02J	7/00
H02J	7/02