

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7172838号
(P7172838)

(45)発行日 令和4年11月16日(2022.11.16)

(24)登録日 令和4年11月8日(2022.11.8)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 1 R	31/389(2019.01)	G 0 1 R	31/389
G 0 1 R	31/3842(2019.01)	G 0 1 R	31/3842
G 0 1 R	31/392(2019.01)	G 0 1 R	31/392
H 0 1 M	10/44 (2006.01)	H 0 1 M	10/44 P
H 0 1 M	10/48 (2006.01)	H 0 1 M	10/48 P
請求項の数 9 (全23頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2019-86141(P2019-86141)	(73)特許権者	000004260
(22)出願日	平成31年4月26日(2019.4.26)		株式会社デンソー
(65)公開番号	特開2020-180949(P2020-180949 A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43)公開日	令和2年11月5日(2020.11.5)	(74)代理人	100121821
審査請求日	令和3年3月26日(2021.3.26)		弁理士 山田 強
		(74)代理人	100139480
			弁理士 日野 京子
		(74)代理人	100125575
			弁理士 松田 洋
		(74)代理人	100175134
			弁理士 北 裕介
		(72)発明者	北川 昌明
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
			会社デンソー内
		審査官	續山 浩二
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 電池監視装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項1】

電解質と複数の電極とを含む蓄電池の状態を監視する電池監視装置(50)において、
所定の交流信号を出力させる信号制御部(56)と、
前記交流信号に対する前記蓄電池の応答信号を入力する応答信号入力部(52)と、
前記応答信号に基づいて前記蓄電池の複素インピーダンスを算出する演算部(53)と、
前記蓄電池から電源電圧を入力し、当該電源電圧を、少なくとも前記演算部に供給する
電源供給部(51)と、
前記信号制御部に対して前記交流信号の波形を指示する指示信号を出力する波形指示部(158)と、を備え、
前記蓄電池と前記電源供給部との間を結ぶ第1の電気経路と、前記蓄電池と前記信号制
御部との間を結ぶ第2の電気経路は、独立して設けられ、
前記信号制御部は、監視対象である前記蓄電池を電源として、所定の交流信号を出力さ
せ、
前記信号制御部は、指示に基づいて通電量を調整するスイッチ部(56a)と、当該スイ
ッチ部に直列に接続された抵抗(56b)と、前記抵抗に流れる電流を検出する電流検出
部(56c)と、前記スイッチ部に対して指示を行う指示部(56d)と、を有し、
前記指示部は、前記電流検出部により検出された検出信号と前記指示信号との比較に基
づいて検出信号の誤差を補正するように前記スイッチ部に対して、指示を行い、
前記演算部は、前記波形指示部が指示する前記指示信号と前記電流検出部から入力した検

出信号とを掛け合わせた値、及び前記指示信号の位相を所定角度シフトさせた信号と前記検出信号とを掛け合わせた値に基づいて前記検出信号の振幅と位相を特定する２位相ロックイン検出を実施し、
前記演算部は、２位相ロックイン検出で特定された前記検出信号と、前記応答信号に基づいて複素インピーダンスを算出する電池監視装置。

【請求項２】

前記演算部は、前記波形指示部が指示する前記交流信号を第１の参照信号とし、前記応答信号入力部から入力した応答信号と前記第１の参照信号とを掛け合わせた値に基づいて、前記応答信号の実部を算出し、

前記波形指示部が指示する前記交流信号の位相をシフトさせた信号を第２の参照信号とし、前記応答信号入力部から入力した応答信号と前記第２の参照信号とを掛け合わせた値に基づいて、前記応答信号の虚部を算出する請求項１に記載の電池監視装置。

10

【請求項３】

前記蓄電池と前記応答信号入力部とを結ぶ電気経路であって、前記応答信号が流れる第３の電気経路は、前記蓄電池と前記電源供給部との間を結ぶ第１の電気経路と、前記蓄電池と前記信号制御部との間を結ぶ第２の電気経路とは独立して設けられている請求項１又は２に記載の電池監視装置。

【請求項４】

前記応答信号入力部は、前記蓄電池の端子において、接続可能な部分のうち、電極に最も近い部分に接続されている請求項１～３のうちいずれか１項に記載の電池監視装置。

20

【請求項５】

前記蓄電池は、複数備えられ、
前記各蓄電池の蓄電状態を取得し、蓄電状態が均等化するように前記蓄電池を放電させる放電制御部（５３）を備え、

前記放電制御部は、前記蓄電池から放電させるように前記信号制御部に指示する請求項１～４のうちいずれか１項に記載の電池監視装置。

【請求項６】

前記演算部は、前記放電制御部から放電指示が行われている場合、複素インピーダンスを算出する請求項５に記載の電池監視装置。

【請求項７】

30

前記応答信号入力部は、コンデンサ（Ｃ１）を介して前記蓄電池の電圧変動が入力されるように構成されているとともに、増幅器を１段又は複数段有しており、前記増幅器を介して、入力した前記蓄電池の電圧変動を増幅して、応答信号として出力する請求項１～６のうちいずれか１項に記載の電池監視装置。

【請求項８】

前記蓄電池には、フィルタ回路（５５ａ）及び保護素子（５５ｂ）のうち少なくともいずれか一方が接続されている請求項１～７のうちいずれか１項に記載の電池監視装置。

【請求項９】

前記蓄電池は、複数備えられ、
１の前記演算部により複数の前記蓄電池の状態を監視する請求項１～８のうちいずれか１項に記載の電池監視装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、電池監視装置に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

従来から、蓄電池の状態を監視するため、蓄電池の複素インピーダンスを測定することが行われていた（例えば、特許文献１）。特許文献１に記載の発明では、パワーコントローラにより、蓄電池に対して矩形波信号を印加して、その応答信号に基づいて複素インピ

50

ーダンス特性を算出していた。そして、この複素インピーダンス特性を基に、蓄電池の劣化状態などを判別していた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第6226261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、この複素インピーダンス測定法を、車載の蓄電池の複素インピーダンス測定法として採用する場合、次のような問題が生じる。すなわち、パワーコントローラ等、蓄電池に信号を印加する装置を必要としていたため、電池監視装置の大型化やコスト増という問題を招いていた。

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、小型化することができる電池監視装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決する手段は、電解質と複数の電極とを含む蓄電池の状態を監視する電池監視装置において、所定の交流信号を出力させる信号制御部と、前記交流信号に対する前記蓄電池の応答信号を入力する応答信号入力部と、前記応答信号に基づいて前記蓄電池の複素インピーダンスを算出する演算部と、を備え、前記信号制御部は、監視対象である前記蓄電池を電源として、所定の交流信号を出力させる。

【0007】

上記構成によれば、信号制御部は、監視対象とする蓄電池を電源として、所定の交流信号を出力させる。このため、交流信号を蓄電池に入力するための外部電源が必要なくなり、部品点数削減、小型化、低コスト化を実現することが可能となる。

【0008】

ところで、車載の蓄電池には、一般的に保護素子やフィルタ回路などの周辺回路が接続されており、蓄電池に交流信号を入力しても、当該周辺回路に電流の一部が漏れてしまう。このため、蓄電池に交流信号を入力し、その応答信号に基づいて複素インピーダンスを算出する場合、応答信号に誤差が生じ、複素インピーダンスの検出精度が低下するという問題があった。

【0009】

しかしながら、上記構成では、蓄電池を電源として、所定の交流信号を出力させるため、電流モジュレーション回路と蓄電池とで閉回路を実現できる。よって、蓄電池から周辺回路への電流の漏れをなくことができ、誤差を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】電源システムの概略構成図。

【図2】電池監視装置の構成図。

【図3】複素インピーダンス算出処理のフローチャート。

【図4】接続位置を示す図。

【図5】第2実施形態の電池監視装置の構成図。

【図6】第2実施形態の複素インピーダンス算出処理のフローチャート。

【図7】第3実施形態の電池監視装置の構成図。

【図8】第3実施形態の複素インピーダンス算出処理のフローチャート。

【図9】別例の電池監視装置の構成図。

【図10】別例の電池監視装置の構成図。

【図11】別例の電池監視装置の構成図。

10

20

30

40

50

【図 1 2】別例の電池監視装置の構成図。

【図 1 3】別例の複素インピーダンス算出処理のフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0011】

(第1実施形態)

以下、「電池監視装置」を車両(例えば、ハイブリッド車や電気自動車)の電源システムに適用した第1実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0012】

図1に示すように、電源システム10は、回転電機としてのモータ20と、モータ20に対して3相電流を流す電力変換器としてのインバータ30と、充放電可能な組電池40と、組電池40の状態を監視する電池監視装置50と、モータ20などを制御するECU60と、を備えている。

10

【0013】

モータ20は、車載主機であり、図示しない駆動輪と動力伝達可能とされている。本実施形態では、モータ20として、3相の永久磁石同期モータを用いている。

【0014】

インバータ30は、相巻線の相数と同数の上下アームを有するフルブリッジ回路により構成されており、各アームに設けられたスイッチ(半導体スイッチング素子)のオンオフにより、各相巻線において通電電流が調整される。

【0015】

インバータ30には、図示しないインバータ制御装置が設けられており、インバータ制御装置は、モータ20における各種の検出情報や、力行駆動及び発電の要求に基づいて、インバータ30における各スイッチのオンオフにより通電制御を実施する。これにより、インバータ制御装置は、組電池40からインバータ30を介してモータ20に電力を供給し、モータ20を力行駆動させる。また、インバータ制御装置は、駆動輪からの動力に基づいてモータ20を発電させ、インバータ30を介して、発電電力を変換して組電池40に供給し、組電池40を充電させる。

20

【0016】

組電池40は、インバータ30を介して、モータ20に電氣的に接続されている。組電池40は、例えば百V以上となる端子間電圧を有し、複数の電池モジュール41が直列接続されて構成されている。電池モジュール41は、複数の電池セル42が直列接続されて構成されている。電池セル42として、例えば、リチウムイオン蓄電池や、ニッケル水素蓄電池を用いることができる。各電池セル42は、電解質と複数の電極とを有する蓄電池である。

30

【0017】

組電池40の正極側電源端子に接続される正極側電源経路L1には、インバータ30等の電気負荷の正極側端子が接続されている。同様に、組電池40の負極側電源端子に接続される負極側電源経路L2には、インバータ30等の電気負荷の負極側端子が接続されている。なお、正極側電源経路L1及び負極側電源経路L2には、それぞれリレースイッチSMR(システムメインリレースイッチ)が設けられており、リレースイッチSMRにより、通電及び通電遮断が切り替え可能に構成されている。

40

【0018】

電池監視装置50は、各電池セル42の蓄電状態(SOC)及び劣化状態(SOH)などを監視する装置である。第1実施形態において電池監視装置50は、電池セル42毎に設けられている。電池監視装置50は、ECU60に接続されており、各電池セル42の状態などを出力する。電池監視装置50の構成については、後述する。

【0019】

ECU60は、各種情報に基づいて、インバータ制御装置に対して力行駆動及び発電の要求を行う。各種情報には、例えば、アクセル及びブレーキの操作情報、車速、組電池40の状態などが含まれる。

50

【 0 0 2 0 】

次に、電池監視装置 5 0 について詳しく説明する。図 2 に示すように、第 1 実施形態では、電池セル 4 2 毎に電池監視装置 5 0 が設けられている。

【 0 0 2 1 】

電池監視装置 5 0 は、A S I C 部 5 0 a と、フィルタ部 5 5 と、電流モジュレーション回路 5 6 と、を備えている。A S I C 部 5 0 a は、安定化電源供給部 5 1 と、入出力部 5 2 と、演算部としてのマイコン部 5 3 と、通信部 5 4 と、を備えている。

【 0 0 2 2 】

安定化電源供給部 5 1 は、電池セル 4 2 の電源ラインに接続されており、電池セル 4 2 から供給された電力を入出力部 5 2、マイコン部 5 3、及び通信部 5 4 に対して供給して

10

【 0 0 2 3 】

入出力部 5 2 は、監視対象とする電池セル 4 2 に対して接続されている。具体的に説明すると、入出力部 5 2 は、電池セル 4 2 から直流電圧を入力（測定）可能な直流電圧入力端子 5 7 を有する。電池セル 4 2 と直流電圧入力端子 5 7 との間には、フィルタ部 5 5 が設けられている。すなわち、直流電圧入力端子 5 7 の正極側端子 5 7 a と、負極側端子 5 7 b との間には、フィルタ回路としての R C フィルタ 5 5 a、及び保護素子としてのツェナダイオード 5 5 b などが設けられている。つまり、電池セル 4 2 に対して、R C フィルタ 5 5 a やツェナダイオード 5 5 b などが並列に接続されている。

【 0 0 2 4 】

また、入出力部 5 2 は、電池セル 4 2 の端子間において、電池セル 4 2 の内部複素インピーダンス情報を反映した応答信号（電圧変動）を入力するための応答信号入力端子 5 8 を有する。このため、入出力部 5 2 は、応答信号入力部として機能する。

20

【 0 0 2 5 】

また、入出力部 5 2 は、信号制御部としての電流モジュレーション回路 5 6 に接続されており、電流モジュレーション回路 5 6 に対して、電池セル 4 2 から出力させる正弦波信号（交流信号）を指示する指示信号を出力する指示信号出力端子 5 9 a を有する。また、入出力部 5 2 は、フィードバック信号入力端子 5 9 b を有する。フィードバック信号入力端子 5 9 b は、電流モジュレーション回路 5 6 を介して、電池セル 4 2 から実際に出力される（流れる）電流信号を、フィードバック信号として入力する。

30

【 0 0 2 6 】

また、入出力部 5 2 は、マイコン部 5 3 に接続されており、直流電圧入力端子 5 7 が入力した直流電圧や、応答信号入力端子 5 8 が入力した応答信号、フィードバック信号入力端子 5 9 b が入力したフィードバック信号などをマイコン部 5 3 に対して出力するように構成されている。なお、入出力部 5 2 は、内部に A D 変換器を有しており、入力したアナログ信号をデジタル信号に変換してマイコン部 5 3 に出力するように構成されている。

【 0 0 2 7 】

また、入出力部 5 2 は、マイコン部 5 3 から指示信号を入力するように構成されており、指示信号出力端子 5 9 a から、電流モジュレーション回路 5 6 に対して指示信号を出力するように構成されている。なお、入出力部 5 2 は、内部に D A 変換器を有しており、マイコン部 5 3 から入力したデジタル信号をアナログ信号に変換して、電流モジュレーション回路 5 6 に対して指示信号を出力するように構成されている。また、電流モジュレーション回路 5 6 に指示信号により指示される正弦波信号は、直流バイアスがかけられており、正弦波信号が負の電流（電池セル 4 2 に対して逆流）とならないようになっている。

40

【 0 0 2 8 】

電流モジュレーション回路 5 6 は、監視対象である電池セル 4 2 を電源として、所定の交流信号（正弦波信号）を出力させる回路である。具体的に説明すると、電流モジュレーション回路 5 6 は、スイッチ部としての半導体スイッチ素子 5 6 a（例えば、M O S F E T）と、半導体スイッチ素子 5 6 a に直列に接続された抵抗 5 6 b とを有する。半導体スイッチ素子 5 6 a のドレイン端子は、電池セル 4 2 の正極端子に接続され、半導体スイッ

50

チ素子 5 6 a のソース端子は、抵抗 5 6 b の一端に直列に接続されている。また、抵抗 5 6 b の他端は、電池セル 4 2 の負極端子に接続されている。半導体スイッチ素子 5 6 a は、ドレイン端子とソース端子との間において通電量を調整可能に構成されている。

【 0 0 2 9 】

なお、電池セル 4 2 の正極端子及び負極端子は、それぞれ電極（正極又は負極）に繋がっている。そして、応答信号入力端子 5 8 は、正極端子及び負極端子の接続可能な部分のうち、最も電極に近い箇所に接続されることが望ましい。また、直流電圧入力端子 5 7 の接続箇所も同様に、最も電極に近い箇所、又は応答信号入力端子 5 8 の接続箇所の次に近い箇所であることが望ましい。これにより、主電流又は均等化電流による電圧低下の影響を最低限にすることができる。

10

【 0 0 3 0 】

また、電流モジュレーション回路 5 6 には、抵抗 5 6 b の両端に接続された電流検出部としての電流検出アンプ 5 6 c が設けられている。電流検出アンプ 5 6 c は、抵抗 5 6 b に流れる信号（電流信号）を検出し、検出信号をフィードバック信号として、入出力部 5 2 のフィードバック信号入力端子 5 9 b に出力するように構成されている。

【 0 0 3 1 】

また、電流モジュレーション回路 5 6 には、フィードバック回路 5 6 d が設けられている。フィードバック回路 5 6 d は、入出力部 5 2 の指示信号出力端子 5 9 a から、指示信号を入力するとともに、電流検出アンプ 5 6 c からフィードバック信号を入力するように構成されている。そして、指示信号とフィードバック信号とを比較し、その結果を半導体スイッチ素子 5 6 a のゲート端子に出力するように構成されている。

20

【 0 0 3 2 】

半導体スイッチ素子 5 6 a は、フィードバック回路 5 6 d からの信号に基づいて、指示信号により指示された正弦波信号（所定の交流信号）を電池セル 4 2 から出力させるように、ゲート・ソース間に印加する電圧を調整して、ドレイン・ソース間の電流量を調整する。なお、指示信号により指示される波形と、実際に抵抗 5 6 b に流れる波形との間に誤差が生じている場合、半導体スイッチ素子 5 6 a は、フィードバック回路 5 6 d からの信号に基づいて、その誤差が補正されるように、電流量を調整する。これにより、抵抗 5 6 b に流れる正弦波信号が安定化する。

【 0 0 3 3 】

次に、電池セル 4 2 の複素インピーダンスの算出方法について説明する。電池監視装置 5 0 は、所定周期ごとに、図 3 に示す複素インピーダンス算出処理を実行する。

30

【 0 0 3 4 】

複素インピーダンス算出処理において、マイコン部 5 3 は、最初に複素インピーダンスの測定周波数を設定する（ステップ S 1 0 1）。測定周波数は、予め決められた測定範囲内の周波数の中から設定される。

【 0 0 3 5 】

次にマイコン部 5 3 は、測定周波数に基づいて、正弦波信号（所定の交流信号）の周波数を決定し、入出力部 5 2 に対して、当該正弦波信号の出力を指示する指示信号を出力する（ステップ S 1 0 2）。

40

【 0 0 3 6 】

入出力部 5 2 は、指示信号を入力すると、D A 変換器により、アナログ信号に変換し、電流モジュレーション回路 5 6 に出力する。電流モジュレーション回路 5 6 は、指示信号に基づいて、電池セル 4 2 を電源として正弦波信号を出力させる。具体的には、半導体スイッチ素子 5 6 a は、フィードバック回路 5 6 d を介して入力された信号に基づき、指示信号により指示された正弦波信号を電池セル 4 2 から出力させるように、電流量を調整する。これにより、電池セル 4 2 から正弦波信号が出力される。

【 0 0 3 7 】

電池セル 4 2 から正弦波信号を出力させると、すなわち、電池セル 4 2 に外乱を与えると、電池セル 4 2 の端子間に電池セル 4 2 の内部複素インピーダンス情報を反映した電圧

50

変動が生じる。入出力部 5 2 は、応答信号入力端子 5 8 を介して、その電圧変動を入力し、応答信号としてマイコン部 5 3 に出力する。その際、A/D変換器により、デジタル信号に変換して出力する。

【0038】

ステップ S 1 0 2 の実行後、マイコン部 5 3 は、入出力部 5 2 から応答信号を入力する（ステップ S 1 0 3）。また、マイコン部 5 3 は、電流モジュレーション回路 5 6 の抵抗 5 6 b に流れる信号（つまり、電池セル 4 2 から出力される信号）を電流信号として取得する（ステップ S 1 0 4）。具体的には、マイコン部 5 3 は、電流検出アンプ 5 6 c から出力されたフィードバック信号（検出信号）を、入出力部 5 2 を介して、電流信号として入力する。なお、フィードバック信号の代わりに、電流モジュレーション回路 5 6 に指示した指示信号に比例した値を電流信号としてもよい。

10

【0039】

次に、マイコン部 5 3 は、応答信号及び電流信号に基づいて、複素インピーダンスを算出する（ステップ S 1 0 5）。つまり、マイコン部 5 3 は、応答信号の振幅、電流信号との位相差等に基づいて複素インピーダンスの実部、虚部、絶対値、位相のすべて若しくはいずれかを算出する。マイコン部 5 3 は、通信部 5 4 を介して、算出結果を ECU 6 0 に出力する（ステップ S 1 0 6）。そして、算出処理を終了する。

【0040】

この算出処理は、測定範囲内の複数の周波数についての複素インピーダンスが算出されるまで繰り返し実行される。ECU 6 0 は、算出結果に基づいて、例えば、複素インピーダンス平面プロット（コールコールプロット）を作成し、電極及び電解質などの特性を把握する。例えば、蓄電状態（SOC）や劣化状態（SOH）を把握する。

20

【0041】

なお、コールコールプロット全体を必ずしも作成する必要はなく、その一部に着目してもよい。例えば、走行時、一定の時間間隔で特定周波数の複素インピーダンスを測定し、当該特定周波数の複素インピーダンスの時間変化に基づいて、SOC、SOH及び電池温度等の走行時における変化を把握してもよい。または、1日毎、1周ごと、若しくは1年ごとといった時間間隔で特定周波数の複素インピーダンスを測定し、当該特定周波数の複素インピーダンスの時間変化に基づいて、SOH等の変化を把握してもよい。

【0042】

第1実施形態の電池監視装置 5 0 は、以下の効果を有する。

30

【0043】

電流モジュレーション回路 5 6 は、監視対象とする電池セル 4 2 を電源として、正弦波信号（所定の交流信号）を出力させる。このため、正弦波信号を電池セル 4 2 に入力するための外部電源が必要なくなり、部品点数削減、小型化、低コスト化を実現することが可能となる。

【0044】

ところで、車載の蓄電池には、一般的に保護素子やフィルタ回路などの周辺回路が接続されており、蓄電池に交流信号を入力しても、当該周辺回路に電流の一部が漏れてしまう。例えば、第1実施形態においても、電池セル 4 2 には、RCフィルタ 5 5 a やツェナーダイオード 5 5 b が接続されており、電池セル 4 2 に交流信号を入力しても、電流の一部がそれらの回路に漏れる。このため、電池セル 4 2 に交流信号を入力し、その応答信号に基づいて複素インピーダンスを算出する場合、漏れ電流の影響により応答信号に誤差が生じ、複素インピーダンスの検出精度が低下するという問題があった。

40

【0045】

しかしながら、上記第1実施形態の電池監視装置 5 0 では、電池セル 4 2 を電源として、正弦波信号を出力させるため、電流モジュレーション回路 5 6 と電池セル 4 2 とで閉回路を実現できる。よって、電池セル 4 2 からの電流の漏れをなくすることができ、応答信号の誤差を抑制することができる。

【0046】

50

抵抗 5 6 b に実際に流れる信号と、電池セル 4 2 から出力させるべき正弦波信号との間に誤差が生じる場合がある。この場合、応答信号の誤差要因となる。そこで、フィードバック回路 5 6 d を備えて、半導体スイッチ素子 5 6 a に対して指示を行う際、フィードバック信号（検出信号）と指示信号との比較に基づいてフィードバックを行うこととした。これにより、指示した正弦波信号を電池セル 4 2 から安定して、正確に出力させることができる。

【 0 0 4 7 】

また、指示信号により、電流モジュレーション回路 5 6 に対して正弦波信号の波形を指示する場合、指示信号をデジタル信号からアナログ信号に変換する。この変換する際に、誤差が生じる。入出力部 5 2 と電流モジュレーション回路 5 6 との間に、フィルタ回路等を設けることにより、指示信号の波形を滑らかにして、この誤差を抑制することができるが、フィルタ回路を設けることは大型化やコスト増につながる。

【 0 0 4 8 】

また、車載の電池セル 4 2 は、一般的に大容量であるため、複素インピーダンスを算出する場合、測定周波数の測定範囲は広くなる傾向にある。したがって、その分フィルタ回路も大型化する可能性がある。そこで、上記フィードバックを行うこととし、信号変換時における指示信号の波形の誤差を抑制した。これにより、入出力部 5 2 と電流モジュレーション回路 5 6 との間において、フィルタ回路を省略することができる。

【 0 0 4 9 】

電流モジュレーション回路 5 6 は、抵抗 5 6 b に流れる信号を検出し、検出信号をフィードバック信号として、入出力部 5 2 を介して、マイコン部 5 3 に出力するように構成されている。そして、マイコン部 5 3 は、フィードバック信号を電流信号として利用して、複素インピーダンスを算出する。これにより、抵抗 5 6 b に実際に流れる信号と、出力させるべき正弦波信号（マイコン部 5 3 により指示された信号）との間に誤差（位相ずれなど）が生じた場合であっても、フィードバック信号、つまり、抵抗 5 6 b に実際に流れる信号を利用するため、複素インピーダンスの算出精度を向上させることができる。

【 0 0 5 0 】

また、上記のようにフィードバック信号により補正するため、入出力部 5 2 と電流モジュレーション回路 5 6 との間において、フィルタ回路を省略することができ、電池監視装置 5 0 を小型化することができる。

【 0 0 5 1 】

応答信号入力端子 5 8 は、電池セル 4 2 の端子において、接続可能な部分のうち、電極に最も近い部分に接続されている。これにより、電池セル 4 2 の端子が有するインピーダンス成分の影響を抑制して、複素インピーダンスの算出精度をより向上させることができる。より詳しく説明すると、図 4 に示すように、電池セル 4 2 の端子 4 2 a は、インピーダンス成分を有する。このため、応答信号入力端子 5 8 を接続する場合、図 4 (a) よりも図 4 (b) に示すように、電極により近い部分に接続することが望ましい。これにより、複素インピーダンスの算出精度をより向上させることができる。なお、図 4 (b) に示すように、応答信号入力端子 5 8 の接続箇所は、電流モジュレーション回路 5 6 の接続箇所よりも電極に近いことが望ましい。

【 0 0 5 2 】

（第 2 実施形態）

次に、第 2 実施形態の電池監視装置 5 0 について説明する。第 2 実施形態の電池監視装置 5 0 は、いわゆる 2 位相ロックイン検出を実施する。以下、詳しく説明する。なお、以下では、各実施形態で互いに同一又は均等である部分には同一符号を付しており、同一符号の部分についてはその説明を援用する。

【 0 0 5 3 】

図 5 に示すように、電池監視装置 5 0 の A S I C 部 5 0 a には、電池セル 4 2 の端子間における直流電圧を測定する差動アンプ 1 5 1 が設けられている。差動アンプ 1 5 1 は、直流電圧入力端子 5 7 に接続されており、直流電圧を測定し、出力するように構成されて

10

20

30

40

50

いる。

【 0 0 5 4 】

また、電池監視装置 5 0 の A S I C 部 5 0 a には、正弦波信号の出力時における電池セル 4 2 の電圧変動を、応答信号入力端子 5 8 を介して入力する増幅器としてのプリアンプ 1 5 2 が設けられている。プリアンプ 1 5 2 は、応答信号入力端子 5 8 を介して入力した電圧変動を増幅し、応答信号として出力する。すなわち、応答信号の振幅は、電池セル 4 2 の電圧に比較して微弱な信号であることから、応答信号の検出精度を向上させるため、プリアンプ 1 5 2 が設けられている。なお、第 2 実施形態では、プリアンプ 1 5 2 は、1 段であったが、多段にしてもよい。

【 0 0 5 5 】

また、図 5 に示すように、電池セル 4 2 の正極端子と正極側の応答信号入力端子 5 8 (プリアンプ 1 5 2 の正極側端子側) との間には、直流成分をカットするためのコンデンサ C 1 が設けられている。これにより、電池セル 4 2 の電圧変動のうち、直流成分 (内部複素インピーダンス情報に関係ない部分) を除くことができ、応答信号の検出精度を向上させることができる。

【 0 0 5 6 】

また、A S I C 部 5 0 a には、差動アンプ 1 5 1 から出力される直流電圧と、プリアンプ 1 5 2 から出力される応答信号とを切り替える信号切替部 1 5 3 が設けられている。信号切替部 1 5 3 には、A D 変換器 1 5 4 が接続されており、切り替えられた信号 (アナログ信号) が、デジタル信号に変換されて出力されるように構成されている。

【 0 0 5 7 】

A D 変換器 1 5 4 は、第 2 実施形態における演算部としてのシグナルプロセッシング部 1 5 5 に接続されており、直流電圧を入力するように構成されている。また、A D 変換器 1 5 4 は、第 1 乗算器 1 5 6 及び第 2 乗算器 1 5 7 に接続されており、応答信号をそれぞれ入力するように構成されている。

【 0 0 5 8 】

第 1 乗算器 1 5 6 には、後述する発振回路 1 5 8 が接続されており、第 1 の参照信号が入力されるようになっている。第 1 乗算器 1 5 6 は、第 1 の参照信号と、応答信号を乗算して、応答信号の実部に比例した値を算出し、ローパスフィルタ 1 5 9 を介して、応答信号の実部に比例した値をシグナルプロセッシング部 1 5 5 に出力するようになっている。なお、図 5 では、応答信号の実部を $Re | V_r |$ と示す。

【 0 0 5 9 】

第 2 乗算器 1 5 7 には、位相シフト回路 1 6 0 を介して、発振回路 1 5 8 に接続されており、第 2 の参照信号が入力される。第 2 の参照信号は、第 1 の参照信号の位相を 90° ($\pi/2$) 進ませた信号である。位相シフト回路 1 6 0 は、発振回路 1 5 8 から入力した正弦波信号 (第 1 の参照信号) の位相を進ませ、第 2 の参照信号として出力する。

【 0 0 6 0 】

第 2 乗算器 1 5 7 は、第 2 の参照信号と、応答信号を乗算して、応答信号の虚部に比例した値を算出し、ローパスフィルタ 1 6 1 を介して、応答信号の虚部に比例した値をシグナルプロセッシング部 1 5 5 に出力するようになっている。なお、図 5 では、応答信号の虚部を $Im | V_r |$ と示す。

【 0 0 6 1 】

発振回路 1 5 8 は、設定された正弦波信号を出力する回路であり、波形指示部として機能する。発振回路 1 5 8 は、前述したように、第 1 乗算器 1 5 6 及び位相シフト回路 1 6 0 に対して、正弦波信号を第 1 の参照信号として出力する。また、発振回路 1 5 8 は、D A 変換器 1 6 2 を介して、指示信号出力端子 5 9 a に接続されており、正弦波信号を指示信号として出力する。

【 0 0 6 2 】

フィードバック信号入力端子 5 9 b は、A D 変換器 1 6 3 を介して、シグナルプロセッシング部 1 5 5 に接続されている。シグナルプロセッシング部 1 5 5 は、A D 変換器 1 6

10

20

30

40

50

3を介して、フィードバック信号入力端子59bからフィードバック信号（検出信号）を入力する。

【0063】

シグナルプロセッシング部155は、応答信号の実部に比例した値及び応答信号の虚部に比例した値を入力し、それらの値に基づいて、複素インピーダンスの実部及び虚部を算出する。その際、シグナルプロセッシング部155は、入力したフィードバック信号を用いて、実際に流れる信号の振幅と、参照信号との位相ずれを加味して、複素インピーダンスの実部及び虚部を算出（補正）する。

【0064】

また、シグナルプロセッシング部155は、複素インピーダンスの絶対値と位相を算出する。詳しく説明すると、2位相ロックイン検出により、応答信号の実部と虚部がわかるため、応答信号の位相を v とすると、複素平面の極座標表示では $|V_r| e^{jv}$ のように示すことができる。同様に、電流は、 $|I| e^{ji}$ に示すように表すことができる。これから複素インピーダンスの極座標表示を $|Z| e^{jz}$ とすると、 $V = Z I$ から数式(1)のように表すことができる。また、「 j 」は、 $j^2 = -1$ を満たす虚数単位である。

【0065】

【数1】

$$|Z| e^{jz} = \frac{|V_r| e^{jv}}{|I| e^{ji}} \cdots (1)$$

よって、複素インピーダンスの絶対値は $|Z| = |V_r| / |I|$ 、位相は $v - i$ から求めることができる。そして、シグナルプロセッシング部155は、通信部54を介して、ECU60に算出結果を出力する。なお、図5では、複素インピーダンスの絶対値を $|Z|$ と示し、その位相を $\arg(Z)$ と示す。

【0066】

次に、第2実施形態における複素インピーダンス算出処理について図6に基づいて説明する。複素インピーダンス算出処理は、電池監視装置50により所定周期ごとに実行される。

【0067】

複素インピーダンス算出処理において、発振回路158は、最初に複素インピーダンスの測定周波数を設定する（ステップS201）。測定周波数は、予め決められた測定範囲内の周波数の中から設定される。第2実施形態において、測定周波数は、例えば、シグナルプロセッシング部155により決定される。

【0068】

次に、信号切替部153は、プリアンプ152からの応答信号が出力されるように切替を行う（ステップS202）。切り替えの指示は、例えば、シグナルプロセッシング部155により行われる。

【0069】

次に発振回路158は、測定周波数に基づいて、正弦波信号（所定の交流信号）の周波数を決定し、DA変換器162を介して、指示信号出力端子59aから電流モジュレーション回路56に対して、当該正弦波信号の出力を指示する指示信号を出力する（ステップS203）。なお、指示信号の出力指示は、例えば、シグナルプロセッシング部155により行われる。DA変換器162によりアナログ信号に変換される際、電池セル42の電圧を考慮して、適切なオフセット値（直流バイアス）が設定されて、変換される。オフセット値（直流バイアス）の設定は、例えば、シグナルプロセッシング部155により行われる。オフセット値（直流バイアス）の設定は、電池セル42の直流電圧に基づき、行われることが望ましい。なお、電池セル42の直流電圧は、差動アンプ151により測定すればよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

電流モジュレーション回路 5 6 は、指示信号に基づいて、電池セル 4 2 を電源として正弦波信号を出力させる（ステップ S 2 0 4）。これにより、電池セル 4 2 から正弦波信号が出力される。

【 0 0 7 1 】

電池セル 4 2 から正弦波信号を出力させると、電池セル 4 2 の端子間に電池セル 4 2 の内部複素インピーダンス情報を反映した電圧変動が生じる。プリアンプ 1 5 2 は、応答信号入力端子 5 8 を介して、その電圧変動を入力し、応答信号として出力する（ステップ S 2 0 5）。

【 0 0 7 2 】

なお、応答信号入力端子 5 8 に入力される際、電圧変動の直流成分はコンデンサ C 1 によりカットされ、電圧変動の特徴部分だけ取り出される。また、プリアンプ 1 5 2 は、直流成分がカットされた微弱な電圧変動を増幅させて、応答信号として出力する。その際、A/D変換器 1 5 4 は、信号切替部 1 5 3 を介して入力された応答信号を、デジタル信号に変換し、出力する。コンデンサ C 1 によりカットされる直流成分の大きさは、電池セル 4 2 の直流電圧に基づき、調整されることが望ましい。同様に、電圧変動をどれだけ増幅させるかは、電池セル 4 2 の直流電圧に基づき、調整されることが望ましい。

【 0 0 7 3 】

第 1 乗算器 1 5 6 は、発振回路 1 5 8 から入力した正弦波信号を第 1 の参照信号とし、A/D変換器 1 5 4 から入力した応答信号を乗算して、応答信号の実部に比例した値を算出する（ステップ S 2 0 6）。同様に、第 2 乗算器 1 5 7 は、位相シフト回路 1 6 0 から入力した第 2 の参照信号と、応答信号を乗算して、応答信号の虚部に比例した値を算出する。

【 0 0 7 4 】

これらの値は、ローパスフィルタ 1 5 9 及びローパスフィルタ 1 6 1 を介して、シグナルプロセッシング部 1 5 5 に入力される。なお、ローパスフィルタ 1 5 9 及びローパスフィルタ 1 6 1 を通過する際、直流成分（DC 成分）以外の信号は減衰し、除去される。

【 0 0 7 5 】

シグナルプロセッシング部 1 5 5 は、フィードバック信号入力端子 5 9 b からフィードバック信号（検出信号）を入力する（ステップ S 2 0 7）。フィードバック信号は、シグナルプロセッシング部 1 5 5 に入力される際、A/D変換器 1 6 3 により、デジタル信号に変換される。

【 0 0 7 6 】

シグナルプロセッシング部 1 5 5 は、フィードバック信号、及びローパスフィルタ 1 5 9、1 6 1 から入力された信号（実部及び虚部の比例値）に基づいて、複素インピーダンスの実部、虚部、絶対値、及び位相のうちすべて若しくはいずれかを算出する（ステップ S 2 0 8）。フィードバック信号は、実際に電池セル 4 2 から流れる電流（つまり、フィードバック信号）と参照信号に比例する値との振幅又は位相のずれを補正するために利用される。

【 0 0 7 7 】

その後、シグナルプロセッシング部 1 5 5 は、通信部 5 4 を介して、算出結果を ECU 6 0 に出力する（ステップ S 2 0 9）。そして、算出処理を終了する。

【 0 0 7 8 】

この算出処理は、測定範囲内の複数の周波数についての複素インピーダンスが算出されるまで繰り返し実行される。ECU 6 0 は、算出結果に基づいて、複素インピーダンス平面プロット（コールコールプロット）を作成し、電極及び電解質などの特性を把握する。例えば、蓄電状態（SOC）や劣化状態（SOH）を把握する。

【 0 0 7 9 】

なお、コールコールプロット全体を必ずしも作成する必要はなく、その一部に着目してもよい。例えば、走行時、一定の時間間隔で特定周波数の複素インピーダンスを測定し、当該特定周波数の複素インピーダンスの時間変化に基づいて、SOC、SOH 及び電池温

10

20

30

40

50

度等の走行時における変化を把握してもよい。または、1日毎、1周ごと、若しくは1年ごとといった時間間隔で特定周波数の複素インピーダンスを測定し、当該特定周波数の複素インピーダンスの時間変化に基づいて、SOH等の変化を把握してもよい。

【0080】

第2実施形態の電池監視装置50では、以下の効果を有する。

【0081】

シグナルプロセッシング部155は、応答信号入力端子58から入力した応答信号と第1の参照信号とを掛け合わせた値に基づいて、応答信号の実部に比例した値を算出する。また、シグナルプロセッシング部155は、正弦波信号の位相をシフトさせた信号を第2の参照信号とし、応答信号と第2の参照信号とを掛け合わせた値に基づいて、応答信号の虚部に比例した値を算出する。そして、これらの値に基づいて、複素インピーダンスを算出する。このように、いわゆるロックイン検出を行うことにより、応答信号から、発振回路158が指示する正弦波信号の周波数と同一の周波成分のみを抽出することができる。このため、ホワイトノイズやピンクノイズに強くなり、高精度に複素インピーダンスを算出することができる。特に車両に採用する場合、ノイズが多くなるため、好適に複素インピーダンスを算出することができる。また、ノイズに強くなるため、電池セル42から出力させる電流（正弦波信号）を小さくすることが可能となる。このため、消費電力や電池セル42や半導体スイッチ素子56aの温度上昇を抑制することができる。

10

【0082】

また、シグナルプロセッシング部155は、電流モジュレーション回路56により電池セル42から実際に流れる電流を検出したフィードバック信号（検出信号）を入力し、参照信号に比例する値との振幅及び位相のずれを補正している。これにより、複素インピーダンスの算出精度を向上させることができる。

20

【0083】

また、振幅及び位相のずれを補正しているため、指示信号をアナログ信号に変換する際、誤差が生じて、その誤差をフィードバック信号による補正により抑制することができる。このため、電流モジュレーション回路56と、DA変換器162との間にフィルタ回路などを設ける必要がなくなり、小型化することができる。

【0084】

（第3実施形態）

30

次に、第3実施形態の電池監視装置50について説明する。第3実施形態の電池監視装置50は、信号解析において、高速フーリエ変換（FFT）を実施する。以下、詳しく説明する。なお、以下では、各実施形態で互いに同一又は均等である部分には同一符号を付しており、同一符号の部分についてはその説明を援用する。

【0085】

図7に示すように、電池監視装置50のASIC部50aには、高速フーリエ変換を実施する演算部としてのシグナルプロセッシング部201を備える。シグナルプロセッシング部201は、AD変換器154を介して、電池セル42の直流電圧の測定値を入力するように構成されている。また、シグナルプロセッシング部201は、AD変換器154を介して、応答信号を入力するように構成されている。また、シグナルプロセッシング部201は、AD変換器163を介して、フィードバック信号を入力するように構成されている。また、シグナルプロセッシング部201は、発振回路158に接続されており、正弦波信号の周波数を設定可能に構成されている。

40

【0086】

シグナルプロセッシング部201は、入力した応答信号（電圧信号）、及びフィードバック信号（電流信号）を高速フーリエ変換によりそれぞれ変換するように構成されている。そして、シグナルプロセッシング部201は、変換後の値に基づいて、複素インピーダンスの実部、虚部、絶対値、位相を算出する。そして、シグナルプロセッシング部201は、通信部54を介して、ECU60に算出結果を出力する。

【0087】

50

次に、第3実施形態における複素インピーダンス算出処理について図8に基づいて説明する。複素インピーダンス算出処理は、電池監視装置50により所定周期ごとに実行される。第3実施形態の複素インピーダンス算出処理において、ステップS301～ステップS305は、第2実施形態の複素インピーダンス算出処理におけるステップS201～ステップS205と同様である。なお、測定周波数の設定、切り替えの指示、指示信号の出力指示、オフセット値の設定等は、例えば、シグナルプロセッシング部201により行われる。

【0088】

シグナルプロセッシング部201は、入力したAD変換器154から入力した応答信号に対して、高速フーリエ変換を実施する(ステップS306)。これにより、測定周波数

10

【0089】

また、シグナルプロセッシング部201は、フィードバック信号入力端子59bからフィードバック信号を入力する(ステップS307)。フィードバック信号は、シグナルプロセッシング部155に入力される際、AD変換器163により、デジタル信号に変換される。

【0090】

シグナルプロセッシング部201は、フィードバック信号に対して、高速フーリエ変換を実施する(ステップS308)。これにより、測定周波数に対するフィードバック信号の振幅情報を得ることができる。

20

【0091】

シグナルプロセッシング部201は、ステップS306で取得した測定周波数に対する応答信号の振幅情報と、ステップS308で取得した測定周波数に対するフィードバック信号の振幅情報とに基づいて、複素インピーダンスの実部、虚部、絶対値、及び位相のうちすべて若しくはいずれかを算出する(ステップS309)。その後、シグナルプロセッシング部201は、通信部54を介して、算出結果をECU60に出力する(ステップS310)。そして、算出処理を終了する。

【0092】

この算出処理は、測定範囲内の複数の周波数についての複素インピーダンスが算出されるまで繰り返し実行される。ECU60は、算出結果に基づいて、複素インピーダンス平面プロット(コールコールプロット)を作成し、電極及び電解質などの特性を把握する。例えば、蓄電状態(SOC)や劣化状態(SOH)を把握する。

30

【0093】

なお、コールコールプロット全体を必ずしも作成する必要はなく、その一部に着目してもよい。例えば、走行時、一定の時間間隔で特定周波数の複素インピーダンスを測定し、当該特定周波数の複素インピーダンスの時間変化に基づいて、SOC、SOH及び電池温度等の走行時における変化を把握してもよい。または、1日毎、1周ごと、若しくは1年ごとといった時間間隔で特定周波数の複素インピーダンスを測定し、当該特定周波数の複素インピーダンスの時間変化に基づいて、SOH等の変化を把握してもよい。

【0094】

第3実施形態の電池監視装置50では、以下の効果を有する。

40

【0095】

応答信号及びフィードバック信号をそれぞれフーリエ変換して、測定周波数の振幅情報及び位相情報を得るとともに、測定周波数の高調波の振幅情報及び位相情報を得る。測定周波数とその高調波についてそれぞれ電圧と電流の振幅及び始動の情報を得ることができるため、複数の周波数に対する複素インピーダンスを一度に算出することが可能となる。

【0096】

また、シグナルプロセッシング部201は、電流モジュレーション回路56により電池セル42から実際に流れる電流を検出したフィードバック信号(検出信号)を入力し、当該信号をフーリエ変換している。このため、振幅及び位相のずれを補正することができ、

50

複素インピーダンスの算出精度を向上させることができる。

【0097】

(他の実施形態)

・上記実施形態では、電池セル42毎に電池監視装置50を設けたが、複数の電池セル42ごと(例えば、電池モジュール41ごと、組電池40ごと)に、電池監視装置50を設けてもよい。その際、電池監視装置50の機能の一部を共通化してもよい。

【0098】

例えば、図9に示すように、安定化電源供給部301、通信部54及びマイコン部53を共通化してもよい。この場合、負電極の電位が電池セル42ごとに異なる場合がある。このため、各電池セル42の情報を伝達する際に利用される各電気信号の基準電位が異なる場合がある。そこで、基準電位の差を考慮してマイコン部53へ各電気信号を入力する機能を設けて、演算する必要がある。異なる基準電位間の信号伝達手段としては、コンデンサやトランス、電波、光を用いる方法がある。

10

【0099】

また、例えば、図10に示すように、安定化電源供給部301、通信部54、差動アンプ151、プリアンプ152、信号切替部153、AD変換器154、163、シグナルプロセッシング部155、第1乗算器156、第2乗算器157、ローパスフィルタ159、161、発振回路158、位相シフト回路160、DA変換器162、フィードバック回路56d、電流検出アンプ56cを共通化してもよい。

【0100】

この場合、直流電圧、応答信号、指示信号などの各種信号をマルチプレクサ302~304のような多重化装置により、信号の切替を可能に構成すればよい。

20

【0101】

同様に、例えば、図11に示すように、安定化電源供給部301、通信部54、差動アンプ151、プリアンプ152、信号切替部153、AD変換器154、163、シグナルプロセッシング部201、発振回路158、DA変換器162、フィードバック回路56d、電流検出アンプ56cを共通化してもよい。

【0102】

この場合、直流電圧、応答信号、指示信号等の各種信号をマルチプレクサ302~304のような多重化装置により、信号の切替を可能に構成すればよい。

30

【0103】

また、複数の電池セル42を直列に接続した高電位側と低電位側をそれぞれ電源の正極、負極として用いる部分と、個々の電池セル42の両極をそれぞれ電源の正極、負極として用いる部分とで分け、いずれか一方のみを共通化してもよい。例えば、図12に示すように、通信部54、AD変換器154、163、シグナルプロセッシング部155、201、発振回路158、位相シフト回路160、DA変換器162を共通化してもよい。なお、図12では、第1乗算器156、第2乗算器157、ローパスフィルタ159、161の図示を省略しているが、ロックイン検出を行うシグナルプロセッシング部155を採用する場合、それらも共通化することとなる。

【0104】

なお、共通化した部分には、第1電源401から電力が供給され、第1電源401には、複数の電池セル42から電力供給される。一方、共通化していない部分には、第2電源402から電力が供給され、第2電源402には、各電池セル42から電力供給される。ちなみに、第1電源401の出力電圧と、第2電源402の出力電圧は異なる。

40

【0105】

この場合、直流電圧、応答信号、指示信号等の各種信号をマルチプレクサ302~304のような多重化装置により、信号の切替を可能に構成すればよい。

【0106】

なお、図9~図11の電池監視装置50においても図12の電池監視装置50と同様に、複数の電源を設けてもよい。

50

【 0 1 0 7 】

・上記実施形態において、各電池セル 4 2 の蓄電状態や電圧を均等化する均等化処理を電池監視装置 5 0 に実施させてもよい。均等化処理とは、各電池セル 4 2 の蓄電状態を揃えるように、他の電池セル 4 2 に比較して蓄電状態が高い一部の電池セル 4 2 を放電させる処理である。これにより、各電池セル 4 2 の蓄電状態を揃え、電池セル 4 2 のうち一部が過充電となることを抑制することができる。そして、電池監視装置 5 0 が、均等化処理を実施する場合、電流モジュレーション回路 5 6 を利用して、電池セル 4 2 を放電させてもよい。この場合、電池監視装置 5 0 が放電制御部として機能する。

【 0 1 0 8 】

具体的に説明すると、第 1 実施形態において、マイコン部 5 3 は、各電池セル 4 2 の蓄電状態に基づいて E C U 6 0 等から放電指示を受けた場合、若しくは、電池セル 4 2 の蓄電状態又は電圧が所定値以上となった場合、電流モジュレーション回路 5 6 に指示信号を出力し、電池セル 4 2 から正弦波信号や矩形波といった周期関数若しくは直流信号を出力させる。そして、マイコン部 5 3 は、放電指示が終了するまで、若しくは電池セル 4 2 の蓄電状態又は電圧が所定値よりも小さくなるまで、信号の出力を継続させる。これにより、均等化処理を実施する。第 2 実施形態又は第 3 実施形態でも同様に、シグナルプロセッシング部 1 5 5 , 2 0 1 が、均等化処理を実施してもよい。また、図 9 ~ 図 1 2 に示す電池監視装置 5 0 においても、同様に、均等化処理を実施してもよい。

【 0 1 0 9 】

そして、均等化処理のために、電池セル 4 2 から放電させる際、正弦波信号を出力させて、複素インピーダンスを算出してもよい。これにより、消費電力を抑制することができる。なお、均等化処理のために出力させる電流は、電力消費を抑制するため、及び装置の小型化のため、一般的には微弱な電流とされている。このため、第 2 実施形態のように微弱な電流でもロックイン検出により、複素インピーダンスを精度よく算出することができる電池監視装置 5 0 において均等化処理を実施させることが好ましい。

【 0 1 1 0 】

・上記実施形態において、フィルタ部 5 5 は、素子のみにより構成されていなくてもよい。例えば、配線、コネクタ接触部、プリント基板のパターン配線やベタパターン間により、又はこれらの構成と素子とが混在する構成であってもよい。

【 0 1 1 1 】

・上記実施形態において、電流モジュレーション回路 5 6 と、入出力部 5 2 (又は D A 変換器 1 6 2) との間に、フィルタ回路を設けてもよい。これにより、指示信号をアナログ信号に変換する際の誤差を抑制することができる。

【 0 1 1 2 】

・上記実施形態において、差動アンプ 1 5 1、プリアンプ 1 5 2、信号切替部 1 5 3、A D 変換器 1 5 4 , 1 6 3、シグナルプロセッシング部 1 5 5、第 1 乗算器 1 5 6、第 2 乗算器 1 5 7、ローパスフィルタ 1 5 9 , 1 6 1、発振回路 1 5 8、位相シフト回路 1 6 0、D A 変換器 1 6 2、フィードバック回路 5 6 d、及び電流検出アンプ 5 6 c の一部又は全部は、ソフトウェアにより実現してもよい。

【 0 1 1 3 】

・上記第 2 実施形態及び第 3 実施形態において、コンデンサ C 1 がなくてもよい。

【 0 1 1 4 】

・上記実施形態において、フィードバック回路 5 6 d がなくてもよい。また、電流検出アンプ 5 6 c により抵抗 5 6 b に流れる電流を検出しなくてもよい。また、マイコン部 5 3、シグナルプロセッシング部 1 5 5 , 2 0 1 は、フィードバック信号を入力しなくてもよい。

【 0 1 1 5 】

・上記実施形態において、直流電圧を検出したが、検出しなくてもよい。

【 0 1 1 6 】

・上記第 2 実施形態又は第 3 実施形態において、信号切替部 1 5 3 を設けなくてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 7 】

・上記第2実施形態又は第3実施形態において、フィードバック信号も信号切替部153により切り替えの対象としてもよい。これにより、AD変換器154, 163を共通化することができる。

【 0 1 1 8 】

・上記実施形態の電池監視装置50を、車両として、HEV, EV, PHV, 補機電池、電動飛行機、電動バイク、電動船舶に採用してもよい。

【 0 1 1 9 】

・上記実施形態において、電池セル42は、並列に接続されていてもよい。

【 0 1 2 0 】

・上記第2実施形態又は第3実施形態において、AD変換時におけるエイリアシングを防止するため、フィルタ回路をプリアンプ152の前後、又はAD変換器154の直前に設けてもよい。

【 0 1 2 1 】

・上記実施形態において、電池モジュール41単位で、状態を監視してもよい。このとき、電池モジュール41ごとに通信部54を設ける場合、各通信部54からECU60への通信は電位基準の異なる絶縁通信となることがある。例えば、絶縁トランスやコンデンサを用いて絶縁通信を行う場合がある。

【 0 1 2 2 】

・上記実施形態において、フィードバック信号をロックイン検出してもよい。図13に基づいて、具体的に説明すると、複素インピーダンス算出処理は、電池監視装置50により所定周期ごとに実行される。

【 0 1 2 3 】

複素インピーダンス算出処理において、発振回路158は、最初に複素インピーダンスの測定周波数を設定する(ステップS401)。測定周波数は、予め決められた測定範囲内の周波数の中から設定される。別例において、測定周波数は、例えば、シグナルプロセッシング部155により決定される。

【 0 1 2 4 】

次に発振回路158は、測定周波数に基づいて、正弦波信号(所定の交流信号)の周波数を決定し、DA変換器162を介して、指示信号出力端子59aから電流モジュレーション回路56に対して、当該正弦波信号の出力を指示する指示信号を出力する(ステップS402)。電流モジュレーション回路56は、指示信号に基づいて、電池セル42を電源として正弦波信号を出力させる。これにより、電池セル42から正弦波信号が出力される。

【 0 1 2 5 】

次に、シグナルプロセッシング部155は、フィードバック信号を2位相ロックイン検出により、測定する(ステップS403)。具体的には、シグナルプロセッシング部155は、発振回路158が指示した正弦波信号(参照信号)と、入力したフィードバック信号と乗算する。また、発振回路158が指示した正弦波信号の位相を90度ずらした信号と、入力したフィードバック信号と乗算する。シグナルプロセッシング部155は、これらの乗算結果から、フィードバック信号の振幅と位相値を算出する。

【 0 1 2 6 】

シグナルプロセッシング部155は、次に、算出した振幅と振幅補正值との差が振幅基準値以内であるか否かを判定する(ステップS404)。振幅補正值は、出力されることが期待される正弦波信号の振幅を示すものである。

【 0 1 2 7 】

この判定結果が否定の場合、シグナルプロセッシング部155は、ステップS403による測定回数(フィードバック信号の測定回数)が所定回数以上であるか否かを判定する(ステップS405)。この判定結果が否定の場合、シグナルプロセッシング部155は、測定回数を1加算して、ステップS403を再実行する。

10

20

30

40

50

【0128】

一方、ステップS405の判定結果が肯定の場合、シグナルプロセッシング部155は、測定したフィードバック信号の振幅の平均を算出し、平均値を振幅補正值として書き換える（ステップS406）。また、測定回数をクリアする。

【0129】

ステップS404の判定結果が肯定の場合、又はステップS406の実行後、シグナルプロセッシング部155は、ステップS403にて算出した位相値と位相補正值との差が位相基準値以内であるか否かを判定する（ステップS407）。位相補正值は、出力されることが期待される正弦波信号の位相を示すものである。

【0130】

この判定結果が肯定の場合、シグナルプロセッシング部155は、ステップS403による測定回数（フィードバック信号の測定回数）が所定回数以上であるか否かを判定する（ステップS408）。この判定結果が否定の場合、シグナルプロセッシング部155は、測定回数を1加算して、ステップS403を再実行する。

【0131】

一方、ステップS408の判定結果が肯定の場合、シグナルプロセッシング部155は、測定したフィードバック信号の位相の平均を算出し、平均値を位相補正值として書き換える（ステップS409）。また、測定回数をクリアする。

【0132】

次に、シグナルプロセッシング部155は、応答信号を2位相ロックイン検出により測定する（ステップS410）。この処理は、第2実施形態のステップS202、S205、S206等と同様であるので説明を省略する。

【0133】

シグナルプロセッシング部155は、フィードバック信号及びローパスフィルタ159、161から入力された信号（実部及び虚部の比例値）に基づいて、複素インピーダンスの実部、虚部、絶対値、及び位相のうちすべて若しくはいずれかを算出する（ステップS411）。フィードバック信号は、振幅補正值及び位相補正值により定められ、実際に電池セル42から流れる電流（つまり、フィードバック信号）と参照信号に比例する値との振幅又は位相のずれを補正するために利用される。

【0134】

その後、シグナルプロセッシング部155は、通信部54を介して、算出結果をECU60に出力する（ステップS412）。そして、算出処理を終了する。

【0135】

以上のより、フィードバック信号を2位相ロックイン検出により測定するため、ノイズが存在する環境下にあっても、電池セル42から実際に出力される電流信号を精度よく測定することができる。そして、このフィードバック信号を複素インピーダンス算出時の補正に利用するため、複素インピーダンスの算出精度を向上させることができる。

【0136】

・上記実施形態において、電池セル42から出力させる電流信号は、正弦波信号に限らない。例えば、交流信号であれば、矩形波や三角波等の信号であっても構わない。

【0137】

・上記実施形態において、ECU60は、複数のECUにより構成されていてもよい。例えば、機能ごとに複数のECUを設けてもよく、また、制御対象ごとに複数のECUを設けてもよい。例えば、電池用ECUと、インバータ制御用ECUとに分けてもよい。

【0138】

・上記実施形態において、ロックイン検出を行う場合、発振回路158が指示する正弦波信号を参照信号（第1の参照信号）としたが、検出信号（フィードバック信号）を参照信号としてもよい。また、2位相ロックイン検出を行う場合、検出信号（フィードバック信号）の位相をずらして第2の参照信号とすればよい。

【0139】

10

20

30

40

50

・上記実施形態において、電池セル 4 2（電池モジュール 4 1、組電池 4 0）は、指示に基づいて正弦波信号を出力している際に（応答信号の出力時）、周辺回路の電源として用いられてもよい。逆に、電池セル 4 2（電池モジュール 4 1、組電池 4 0）は、指示に基づいて正弦波信号を出力している際に（応答信号の出力時）、周辺回路の電源として用いられないように構成してもよい。

【符号の説明】

【 0 1 4 0 】

4 2 ... 電池セル、 5 0 ... 電池監視装置、 5 2 ... 入出力部、 5 3 ... マイコン部、 5 6 ... 電流モジュレーション回路。

10

20

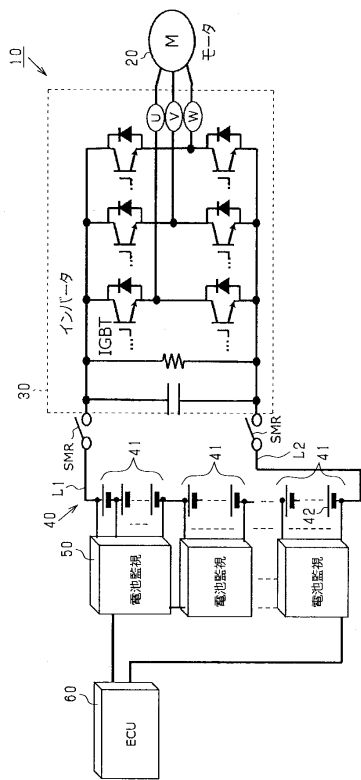
30

40

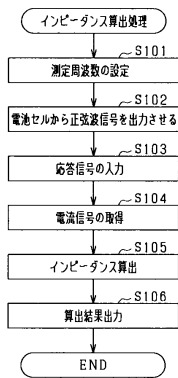
50

【図面】

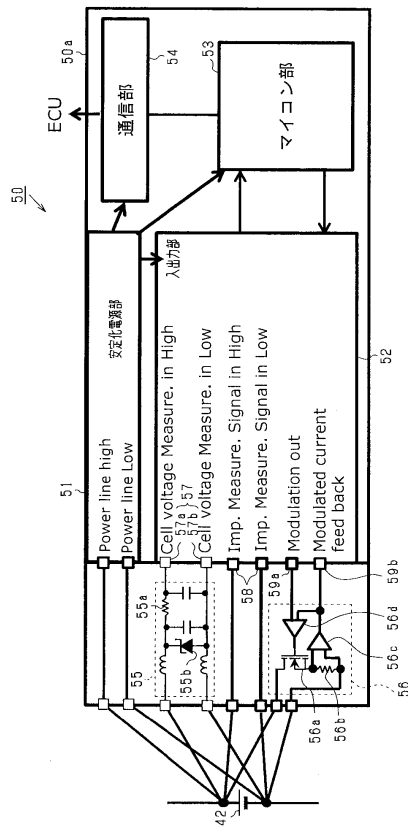
【図 1】



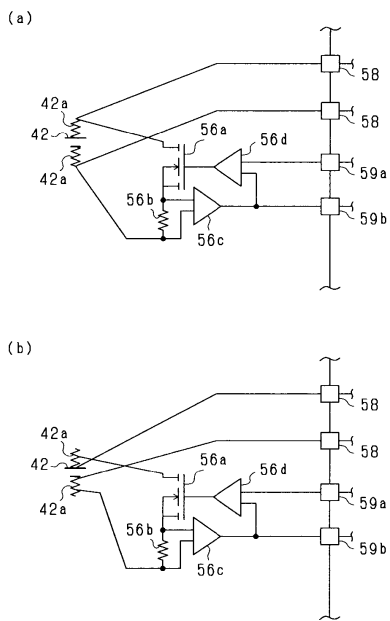
【図 3】



【図 2】



【図 4】



10

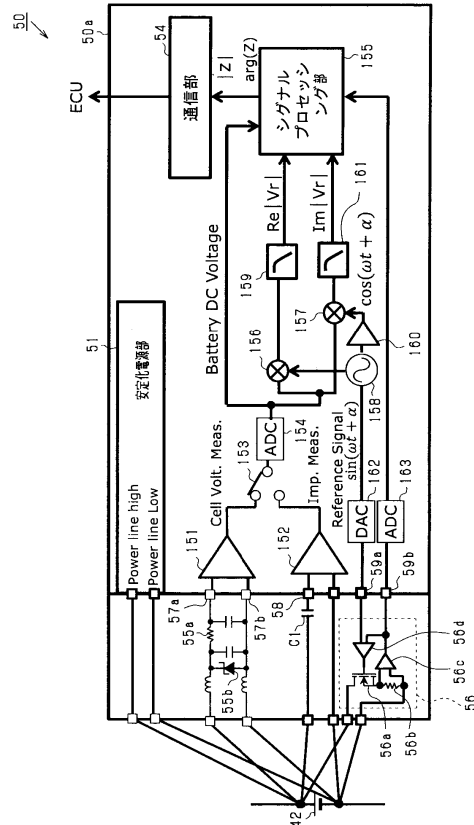
20

30

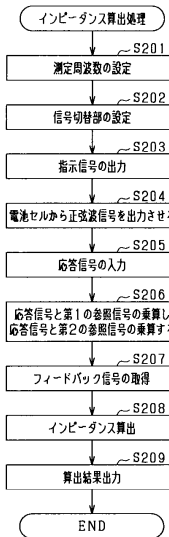
40

50

【 図 5 】



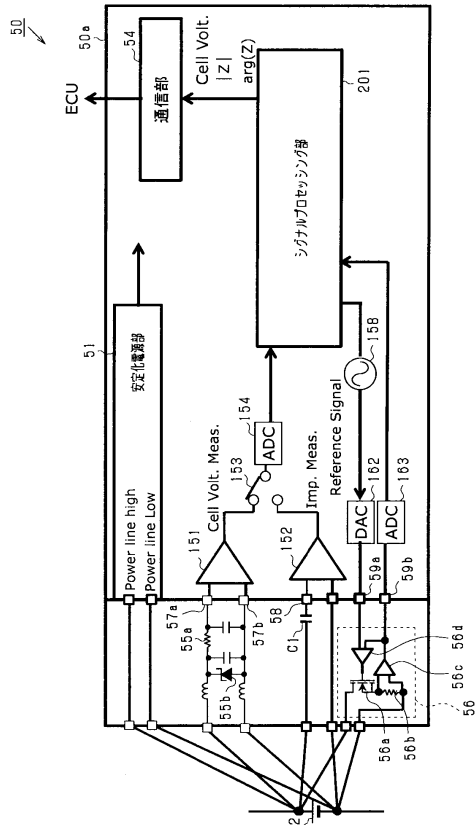
【 図 6 】



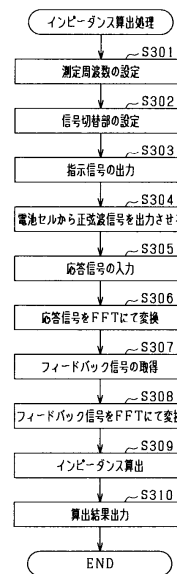
10

20

【圖 7】



【 図 8 】

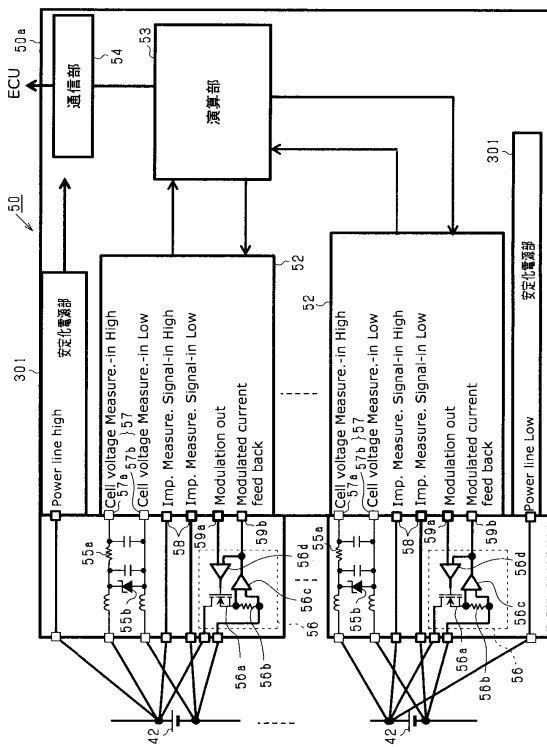


30

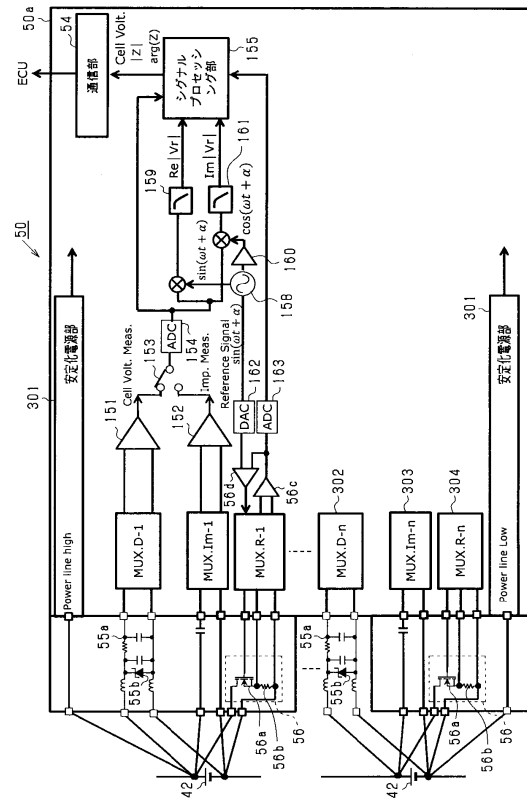
40

50

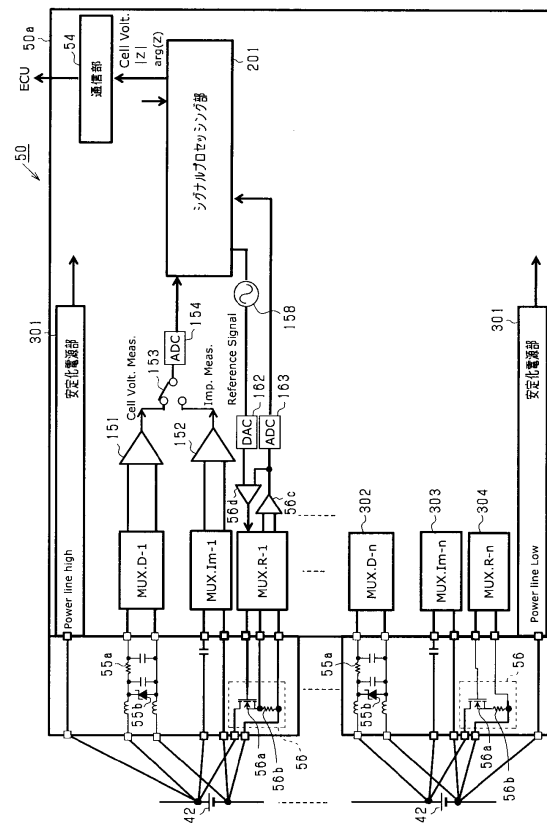
【図 9】



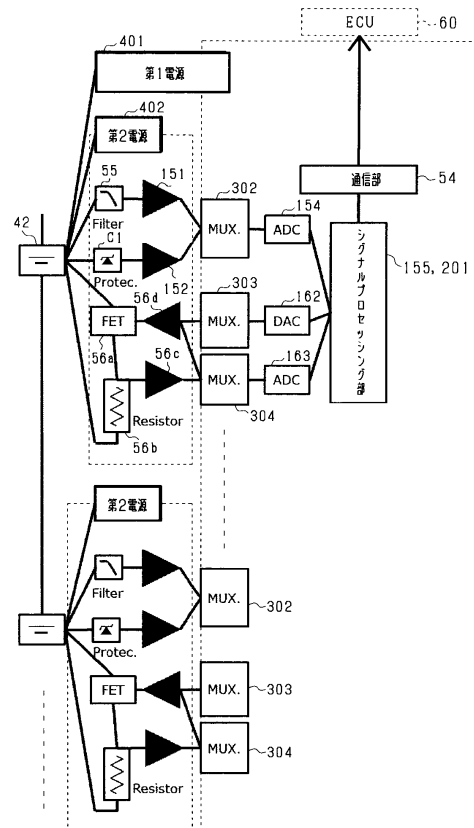
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

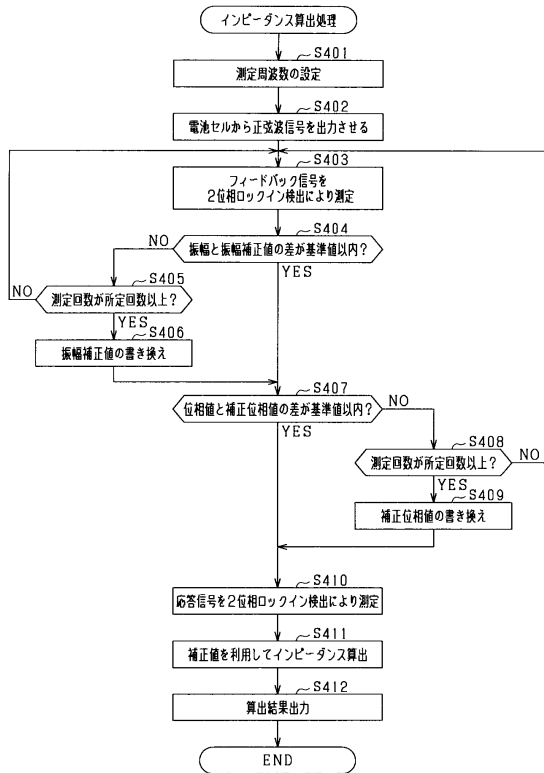
20

30

40

50

【図 13】



10

20

30

40

50

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 (2006.01)**H 0 2 J 7/00**Q**H 0 2 J 7/02 (2016.01)**H 0 2 J 7/02**H*

(56)参考文献

特開 2 0 1 9 - 0 1 5 5 9 9 (J P , A)

特表 2 0 0 0 - 5 0 2 1 7 7 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 3 0 6 5 0 4 (U S , A 1)

特開 2 0 0 6 - 2 1 4 9 4 1 (J P , A)

国際公開第 0 2 / 0 3 5 6 7 7 (W O , A 1)

特開 2 0 1 4 - 1 0 2 1 2 7 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

G 0 1 R 3 1 / 3 8 9

G 0 1 R 3 1 / 3 8 4 2

G 0 1 R 3 1 / 3 9 2

H 0 1 M 1 0 / 4 8

H 0 1 M 1 0 / 4 4

H 0 2 J 7 / 0 2

H 0 2 J 7 / 0 0