(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7347379号
(P7347379)

(45)発行日　令和5年9月20日(2023.9.20)

(24)登録日　令和5年9月11日(2023.9.11)

(51)国際特許分類		FI		
G01R 31/389 (2019.01)		G01R	31/389	
G01R 27/02 (2006.01)		G01R	27/02	A
G01R 31/396 (2019.01)		G01R	31/396	
H01M 10/44 (2006.01)		H01M	10/44	Q
H01M 10/48 (2006.01)		H01M	10/48	P

請求項の数　10　（全20頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2020-149046(P2020-149046)
(22)出願日　令和2年9月4日(2020.9.4)
(65)公開番号　特開2022-43656(P2022-43656A)
(43)公開日　令和4年3月16日(2022.3.16)
審査請求日　令和4年8月1日(2022.8.1)

(73)特許権者　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　110000567
弁理士法人サトー
(72)発明者　古田 善一
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内
(72)発明者　谷口 壮耶
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内
(72)発明者　根塚 智裕
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内
(72)発明者　本多 一隆

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　電池監視システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

複数の電池セル（２）の電池状態を監視するシステムにおいて、

交流の直交参照信号を生成する参照信号生成部（５）と、

前記直交参照信号の同相信号を処理して励起信号を生成する励起信号生成部（６）と、

前記励起信号に基づく励起電流を生成して電池セルに通電する電流生成部（７）と、

この電流生成部により生成された励起電流を測定する電流測定部（８）と、

前記電池セルの電圧を測定する電圧測定部（９）と、

前記電流測定部により測定された励起電流と、前記電圧測定部により測定された電圧とに基づいて、前記電池セルの交流インピーダンスを測定するインピーダンス測定部（１０，４８）と、

前記電圧測定部により測定された電圧に基づいて、前記電池セルに重畳される雑音を雑音電圧として測定し、雑音電流を推定する雑音測定部（１１）と、

前記交流インピーダンスの測定及び前記雑音電圧の測定を制御する制御部（４）とを備え、

前記制御部は、前記複数の電池セルのうち、交流インピーダンスの測定対象としない電池セルを１つ以上選択し、

選択した電池セルに接続されている電流生成部を動作させずに同電圧測定部のみを動作させた状態で、前記雑音測定部により前記直交参照信号の周波数に等しい測定周波数近傍の雑音電圧を測定し、

前記制御部と通信を行う上位システム（３４）を備え、
前記制御部は、前記雑音測定部が測定した雑音電圧を、インピーダンス測定部による交流インピーダンスの測定結果と共に、前記上位システムに送信し、
前記上位システムは、受信した雑音電圧に基づいて前記測定結果の確からしさレベルを判定し、測定結果を有効とするか否かを判定する電池監視システム。
【請求項２】
複数の電池セル（２）の電池状態を監視するシステムにおいて、
交流の直交参照信号を生成する参照信号生成部（５）と、
前記直交参照信号の同相信号を処理して励起信号を生成する励起信号生成部（６）と、
前記励起信号に基づく励起電流を生成して電池セルに通電する電流生成部（７）と、
この電流生成部により生成された励起電流を測定する電流測定部（８）と、
前記電池セルの電圧を測定する電圧測定部（９）と、
前記複数の電池セルに直列に接続される抵抗素子の電圧を測定する抵抗電圧測定部（９）と、
前記電流測定部により測定された励起電流と、前記電圧測定部により測定された電圧とに基づいて、前記電池セルの交流インピーダンスを測定するインピーダンス測定部（１０，４８）と、
前記抵抗電圧測定部により測定された電圧に基づいて、前記電池セルに重畳される雑音を雑音電圧として測定し、雑音電流を推定する雑音測定部（１１）と、
前記交流インピーダンスの測定及び前記雑音電圧の測定を制御する制御部（４）とを備え、
前記制御部は、前記電流生成部を動作させずに前記抵抗電圧測定部を動作させた状態で、前記雑音測定部により前記直交参照信号の周波数に等しい測定周波数近傍の雑音電圧を測定し、
前記制御部と通信を行う上位システム（３４）を備え、
前記制御部は、前記雑音測定部が測定した雑音電圧を、インピーダンス測定部による交流インピーダンスの測定結果と共に、前記上位システムに送信し、
前記上位システムは、受信した雑音電圧に基づいて前記測定結果の確からしさレベルを判定し、測定結果を有効とするか否かを判定する電池監視システム。
【請求項３】
複数の電池セル（２）の電池状態を監視するシステムにおいて、
交流の直交参照信号を生成する参照信号生成部（５）と、
前記直交参照信号の同相信号を処理して励起信号を生成する励起信号生成部（６）と、
前記励起信号に基づく励起電流を生成して電池セルに通電する電流生成部（７）と、
この電流生成部により生成された励起電流を測定する電流測定部（８）と、
前記電池セルの電圧を測定する電圧測定部（９）と、
前記電流測定部により測定された励起電流と、前記電圧測定部により測定された電圧とに基づいて、前記電池セルの交流インピーダンスを測定するインピーダンス測定部（１０，４８）と、
前記電圧測定部により測定された電圧に基づいて、前記電池セルに重畳される雑音を雑音電圧として測定し、雑音電流を推定する雑音測定部（１１）と、
前記交流インピーダンスの測定及び前記雑音電圧の測定を制御する制御部（４）とを備え、
前記制御部は、前記複数の電池セルのうち、交流インピーダンスの測定対象としない電池セルを１つ以上選択し、
選択した電池セルに接続されている電流生成部を動作させずに同電圧測定部のみを動作させた状態で、前記雑音測定部により前記直交参照信号の周波数に等しい測定周波数近傍の雑音電圧を測定し、
前記制御部は、雑音電圧の測定対象とする電池セルを時分割で切り替えて、一定期間内に全ての電池セルの交流インピーダンスを測定し、それらの測定結果を上位システムに送信する電池監視システム。

【請求項４】
複数の電池セル（２）の電池状態を監視するシステムにおいて、
交流の直交参照信号を生成する参照信号生成部（５）と、
前記直交参照信号の同相信号を処理して励起信号を生成する励起信号生成部（６）と、
前記励起信号に基づく励起電流を生成して電池セルに通電する電流生成部（７）と、
この電流生成部により生成された励起電流を測定する電流測定部（８）と、
前記電池セルの電圧を測定する電圧測定部（９）と、
前記複数の電池セルに直列に接続される抵抗素子の電圧を測定する抵抗電圧測定部（９）と、
前記電流測定部により測定された励起電流と、前記電圧測定部により測定された電圧とに基づいて、前記電池セルの交流インピーダンスを測定するインピーダンス測定部（１０，４８）と、
前記抵抗電圧測定部により測定された電圧に基づいて、前記電池セルに重畳される雑音を雑音電圧として測定し、雑音電流を推定する雑音測定部（１１）と、
前記交流インピーダンスの測定及び前記雑音電圧の測定を制御する制御部（４）とを備え、
前記制御部は、前記電流生成部を動作させずに前記抵抗電圧測定部を動作させた状態で、前記雑音測定部により前記直交参照信号の周波数に等しい測定周波数近傍の雑音電圧を測定し、
前記制御部は、雑音電圧の測定対象とする電池セルを時分割で切り替えて、一定期間内に全ての電池セルの交流インピーダンスを測定し、それらの測定結果を上位システムに送信する電池監視システム。
【請求項５】
複数の電池セル（２）の電池状態を監視するシステムにおいて、
交流の直交参照信号を生成する参照信号生成部（５）と、
前記直交参照信号の同相信号を処理して励起信号を生成する励起信号生成部（６）と、
前記励起信号に基づく励起電流を生成して電池セルに通電する電流生成部（７）と、
この電流生成部により生成された励起電流を測定する電流測定部（８）と、
前記電池セルの電圧を測定する電圧測定部（９）と、
前記電流測定部により測定された励起電流と、前記電圧測定部により測定された電圧とに基づいて、前記電池セルの交流インピーダンスを測定するインピーダンス測定部（１０，４８）と、
前記電圧測定部により測定された電圧に基づいて、前記電池セルに重畳される雑音を雑音電圧として測定し、雑音電流を推定する雑音測定部（１１）と、
前記交流インピーダンスの測定及び前記雑音電圧の測定を制御する制御部（４）とを備え、
前記制御部は、前記複数の電池セルのうち、交流インピーダンスの測定対象としない電池セルを１つ以上選択し、
選択した電池セルに接続されている電流生成部を動作させずに同電圧測定部のみを動作させた状態で、前記雑音測定部により前記直交参照信号の周波数に等しい測定周波数近傍の雑音電圧を測定し、
前記電圧測定部により、２つ以上の電池セルの電圧を切り替えて測定するためのセレクタ（４４，５４）を備え、
前記電圧測定部及び前記セレクタ（５４）の組を２つ備え、
各セレクタのそれぞれにおいて、全ての電池セルの電圧を切り替えて測定可能に構成されている電池監視システム。
【請求項６】
複数の電池セル（２）の電池状態を監視するシステムにおいて、
交流の直交参照信号を生成する参照信号生成部（５）と、
前記直交参照信号の同相信号を処理して励起信号を生成する励起信号生成部（６）と、
前記励起信号に基づく励起電流を生成して電池セルに通電する電流生成部（７）と、

この電流生成部により生成された励起電流を測定する電流測定部（８）と、
前記電池セルの電圧を測定する電圧測定部（９）と、
前記複数の電池セルに直列に接続される抵抗素子の電圧を測定する抵抗電圧測定部（９）と、
前記電流測定部により測定された励起電流と、前記電圧測定部により測定された電圧とに基づいて、前記電池セルの交流インピーダンスを測定するインピーダンス測定部（１０，４８）と、
前記抵抗電圧測定部により測定された電圧に基づいて、前記電池セルに重畳される雑音を雑音電圧として測定し、雑音電流を推定する雑音測定部（１１）と、
前記交流インピーダンスの測定及び前記雑音電圧の測定を制御する制御部（４）とを備え、
前記制御部は、前記電流生成部を動作させずに前記抵抗電圧測定部を動作させた状態で、前記雑音測定部により前記直交参照信号の周波数に等しい測定周波数近傍の雑音電圧を測定し、
前記電圧測定部により、２つ以上の電池セルの電圧を切り替えて測定するためのセレクタ（４４，５４）を備え、
前記電圧測定部及び前記セレクタ（５４）の組を２つ備え、
各セレクタのそれぞれにおいて、全ての電池セルの電圧を切り替えて測定可能に構成されている電池監視システム。

【請求項７】
複数の電池セル（２）の電池状態を監視するシステムにおいて、
交流の直交参照信号を生成する参照信号生成部（５）と、
前記直交参照信号の同相信号を処理して励起信号を生成する励起信号生成部（６）と、
前記励起信号に基づく励起電流を生成して電池セルに通電する電流生成部（７）と、
この電流生成部により生成された励起電流を測定する電流測定部（８）と、
前記電池セルの電圧を測定する電圧測定部（９）と、
前記電流測定部により測定された励起電流と、前記電圧測定部により測定された電圧とに基づいて、前記電池セルの交流インピーダンスを測定するインピーダンス測定部（１０，４８）と、
前記電圧測定部により測定された電圧に基づいて、前記電池セルに重畳される雑音を雑音電圧として測定し、雑音電流を推定する雑音測定部（１１）と、
前記交流インピーダンスの測定及び前記雑音電圧の測定を制御する制御部（４）とを備え、
前記制御部は、前記複数の電池セルのうち、交流インピーダンスの測定対象としない電池セルを１つ以上選択し、
選択した電池セルに接続されている電流生成部を動作させずに同電圧測定部のみを動作させた状態で、前記雑音測定部により前記直交参照信号の周波数に等しい測定周波数近傍の雑音電圧を測定し、
前記電圧測定部と前記インピーダンス測定部との間に配置される雑音レベル減算部（４７）を備え、
前記雑音レベル減算部は、推定される雑音電流と、測定対象である電池セルについて前回測定した交流インピーダンスの測定結果とを乗算した結果に相当する値を、前記電圧測定部より出力される電圧から減算する電池監視システム。

【請求項８】
複数の電池セル（２）の電池状態を監視するシステムにおいて、
交流の直交参照信号を生成する参照信号生成部（５）と、
前記直交参照信号の同相信号を処理して励起信号を生成する励起信号生成部（６）と、
前記励起信号に基づく励起電流を生成して電池セルに通電する電流生成部（７）と、
この電流生成部により生成された励起電流を測定する電流測定部（８）と、
前記電池セルの電圧を測定する電圧測定部（９）と、
前記複数の電池セルに直列に接続される抵抗素子の電圧を測定する抵抗電圧測定部（９

）と、
前記電流測定部により測定された励起電流と、前記電圧測定部により測定された電圧とに基づいて、前記電池セルの交流インピーダンスを測定するインピーダンス測定部（１０，４８）と、
前記抵抗電圧測定部により測定された電圧に基づいて、前記電池セルに重畳される雑音を雑音電圧として測定し、雑音電流を推定する雑音測定部（１１）と、
前記交流インピーダンスの測定及び前記雑音電圧の測定を制御する制御部（４）とを備え、
前記制御部は、前記電流生成部を動作させずに前記抵抗電圧測定部を動作させた状態で、前記雑音測定部により前記直交参照信号の周波数に等しい測定周波数近傍の雑音電圧を測定し、
前記電圧測定部と前記インピーダンス測定部との間に配置される雑音レベル減算部（４７）を備え、
前記雑音レベル減算部は、推定される雑音電流と、測定対象である電池セルについて前回測定した交流インピーダンスの測定結果とを乗算した結果に相当する値を、前記電圧測定部より出力される電圧から減算する電池監視システム。
【請求項９】
前記電流生成部は、直列に接続された２つ以上の電池セルに励起電流を通電するように構成されている請求項１から８の何れか一項に記載の電池監視システム。
【請求項１０】
前記制御部は、前記雑音測定部に、測定対象とする周波数を掃引させながら雑音を測定させ、
前記上位システムは、各周波数における雑音値を示すデータテーブルを作成する請求項１から９の何れか一項に記載の電池監視システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、組電池を構成する複数の電池セルを監視するシステムに関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、二次電池を利用した電気自動車等の普及が進んでおり、二次電池を安全に利用するための電池監視システム（Battery Management System: ＢＭＳ）の需要が高まっている。二次電池については、その交流インピーダンス等を測定することで、電池の残量（State of Charge: ＳＯＣ）を始めとする内部の状態を推定することが可能になる。例えば、特許文献１では、各電池セルに対応して、測定対象に電流を流す信号励起部，電流測定部及び電池からの応答電圧を測定する電圧測定部を備え、それらから得られた電圧値、電流値を用いてインピーダンスを測定している。この交流インピーダンス法を用いた測定では、測定周波数と等しい周波数成分の信号のみを検出するため、雑音除去能力が高く、信号対雑音比（ＳＮＲ）が良好な測定が可能である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】国際公開第２０２０／００３８４１号パンフレット
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、例えば電気自動車やハイブリッド自動車に搭載される電池パックにはモータを駆動するためのインバータが接続されており、自動車が走行する際には、インバータの駆動電流が雑音電流として電池電流に重畳される。従来技術におけるインピーダンス測定では、測定周波数と同一又はその近傍の周波数成分を含む雑音電流が励起電流に重畳

されるとインピーダンスの測定結果に誤差が発生する。そのため、自動車の走行中は正確なインピーダンス測定ができなくなり、内部状態の推定にも誤差を生じることになる。

【０００５】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、雑音電流が流れる環境下においても、二次電池のインピーダンスを正確に測定できる電池監視システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

請求項１記載の電池監視システムによれば、励起信号生成部は、参照信号生成部が生成した直交参照信号の同相信号を処理して励起信号を生成し、電流生成部は、その励起信号に基づく励起電流を生成して電池セルに通電する。インピーダンス測定部は、電流測定部により測定された励起電流と、電圧測定部により測定された電池セルの電圧とに基づいて電池セルの交流インピーダンスを測定する。雑音測定部は、電圧測定部により測定された電圧に基づいて電池セルに重畳される雑音を雑音電圧として測定し、雑音電流を推定する。

【０００７】

制御部は、複数の電池セルのうち、交流インピーダンスの測定対象としない電池セルを１つ以上選択し、その選択した電池セルに接続されている電流生成部を動作させずに同電圧測定部のみを動作させた状態で、雑音測定部により直交参照信号の周波数に等しい測定周波数近傍の雑音電圧を測定する。このように制御すれば、電池セルのインピーダンスの測定と雑音電圧の測定とを、互いに影響を及ぼすことなく並行的に行うことが可能となる。したがって、組電池が負荷に電力を供給している状態においても、インピーダンスの測定と雑音電圧の測定とを高い精度で行うことが可能になる。

【０００８】

請求項２記載の電池監視システムによれば、セル電圧測定部は電池セルの電圧を測定し、抵抗電圧測定部は、複数の電池セルに直列に接続される抵抗素子の電圧を測定する。そして、制御部は、電流生成部を動作させずに前記抵抗電圧測定部を動作させた状態で、請求項１と同様に雑音電圧を測定する。このように構成した場合も、請求項１と同様に、電池セルのインピーダンスの測定と雑音電圧の測定とを、互いに影響を及ぼすことなく並行的に行うことが可能になる

【０００９】

請求項１又は２記載の電池監視システムによれば、制御部は、雑音測定部が測定した雑音電圧を、インピーダンス測定部による交流インピーダンスの測定結果と共に上位システムに送信する。これにより上位システムは、雑音電圧のレベルに基づいて交流インピーダンスの測定結果を評価することが可能になる。そして、上位システムは、受信した雑音電圧に基づいて前記測定結果の確からしさレベルを判定し、測定結果を有効とするか否かを判定する。

【００１０】

請求項３又は４記載の電池監視システムによれば、制御部は、雑音電圧の測定対象とする電池セルを時分割で切り替えて一定期間内に全ての電池セルの交流インピーダンスを測定し、それらの測定結果を上位システムに送信する。これにより上位システムは、一定期間内に全ての電池セルの交流インピーダンスの測定結果を把握できる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】第１実施形態であり、電池監視装置の構成を示す機能ブロック図

【図２】励起信号処理部の構成を示す図

【図３】電流励起部の構成を示す図

【図４】電流測定部の構成を示す図

【図５】電圧測定部の構成を示す図

【図６】複数の電池監視装置と電池制御装置との間で行う通信形態の一例を示す図

【図７】直交参照信号の波形を示す図

【図８】励起電流の波形と周波数スペクトラムとを示す図
【図９】理想状態における励起交流電圧の周波数スペクトラムと、電圧測定部より出力される電圧の周波数スペクトラムとを示す図
【図１０】雑音電流が重畳した場合の図９相当図
【図１１】電池監視装置による測定処理を示すフローチャート
【図１２】電圧測定部のみを動作させた場合の図１０相当図
【図１３】第２実施形態であり、電池監視装置の構成を示す機能ブロック図
【図１４】第３実施形態であり、電池監視装置の構成を示す機能ブロック図
【図１５】第４実施形態であり、第３実施形態の電池監視装置によりインピーダンス及び雑音を測定する際の制御形態の一例を示すタイミングチャート
【図１６】第５実施形態であり、電池監視装置の構成を示す機能ブロック図
【図１７】電池監視装置による測定処理を示すフローチャート
【図１８】インピーダンス測定部におけるインピーダンスの測定を説明する図
【図１９】各周波数におけるインピーダンス値と雑音値を示すデータテーブルの一例を示す図
【図２０】第６実施形態であり、電池監視装置の構成を示す機能ブロック図
【図２１】第７実施形態であり、電池監視装置の構成を示す機能ブロック図
【発明を実施するための形態】
【００１２】
（第１実施形態）
図１に示すように、組電池１は、複数例えば４つの電池セル２（１）～２（４）を直列に接続して構成されている。電池セル２は、例えばリチウムイオン電池等の二次電池である。組電池１に接続される組電池監視装置３は、制御部４，信号生成部５，励起信号処理部６，電流励起部７，電流測定部８，電圧測定部９，インピーダンス測定部１０，雑音測定部１１及び通信Ｉ／Ｆ１２等を備えている。電流励起部７，電流測定部８及び電圧測定部９は、各電池セル２に対応して設けられている。通信Ｉ／Ｆ１２は、組電池監視装置３が後述する上位システムとの間で通信を行うために使用される。
【００１３】
各電池セル２（１）～２（４）の上位電極と下位電極には、それぞれ電圧測定部８（１）～８（４）が接続されている。信号生成部５は、図７に示すように測定周波数f_{LO}と周波数が同一の正弦波と余弦波である直交参照信号ＲＥＦＩ，ＲＥＦＱを生成する。これらの直交参照信号ＲＥＦＩ，ＲＥＦＱは、電流測定部８及び電圧測定部９に出力される。励起信号処理部６には、参照信号ＲＥＦＩのみが入力されている。
【００１４】
図２に示すように、励起信号生成部に相当する励起信号処理部６は、入力される参照信号ＲＥＦＩを、レベル変換器２１によって制御部４で設定された目標励起電流に従いレベル変換し、つまりＤＣオフセットを付与し、更にＤＡＣ２２によりアナログ電圧信号に変換する。アナログ電圧信号は、フィルタ２３を介すことで復調処理にて付与されたイメージ成分が除去された後、誤差アンプ２４に入力される。
【００１５】
誤差アンプ２４の反転入力端子には、電流励起部７からの電圧信号ＩｘＳＰが入力されており、電圧信号ＩｘＳＮとの電位差が制御目標値として非反転入力端子に与えられている電圧信号に一致するように出力信号ＶＣＳｘを制御する。尚、ｘ＝１～４である。電流励起部７より出力される励起電流は、図８に示すように、ＤＣオフセットが付与された交流電流であり、その周波数成分は直流分と測定周波数f_{LO}とを含んでいる。
【００１６】
図３に示すように、電流生成部に相当する電流励起部７は、抵抗素子ＲＬｘ，ＮチャネルＭＯＳＦＥＴ＿Ｍｘ，抵抗素子ＲＳｘの直列回路で構成されている。励起信号処理部６の出力信号ＶＣＳｘは、ＦＥＴ＿Ｍｘのゲートに与えられており、抵抗素子ＲＳｘの両端が、それぞれ電圧信号ＩｘＳＰ，ＩｘＳＮとして励起信号処理部６及び電流測定部８に入

力されている。そして、前記直列回路の両端が、励起電流信号ＩｘＦＰ，ＩｘＦＮとして出力される。すなわち、電流励起部７は、センス抵抗である素子ＲＳｘの端子電圧が制御目標値に一致するように励起電流信号ＩｘＦＰ，ＩｘＦＮを生成する。

【００１７】

図４に示すように、電流測定部８は、減算器２５Ｐ及び２５Ｎ，ＡＤＣ２６，ＤＣオフセット補正部２７，減算器２８，フィルタ２９及び直交復調器３０を備えている。電圧信号ＩｘＳＰ，ＩｘＳＮは、それぞれ減算器２５Ｐ，２５Ｎを介してＡＤＣ２６に入力される。ＡＤＣ２６により変換された電圧データは、ＤＣオフセット補正部２７及び減算器２８に入力される。ＤＣオフセット補正部２７は、ＡＤＣ２６の出力データに応じたＤＣオフセット補正値を生成し、減算器２５及び２８に入力する。

【００１８】

減算器２８の出力データは、フィルタ２９を介して直交復調器３０に入力される。直交復調器３０は、乗算器３１Ｉ及び３１Ｑ並びにフィルタ３２Ｉ及び３２Ｑで構成されている。フィルタ２９の出力データは、乗算器３１Ｉ及び３１Ｑに入力される。乗算器３１Ｉ，３１Ｑには、それぞれ参照信号ＲＥＦＩ，ＲＥＦＱも入力されており、各入力信号が乗算されて直交復調が行われる。乗算器３１Ｉ，３１Ｑの出力データは、それぞれフィルタ３２Ｉ，３２Ｑを介してイメージ成分が除去されてデータＩｘＢＩ，ＩｘＢＱが生成され、これらがインピーダンス測定部１０及び雑音測定部１１に入力される。

【００１９】

尚、電圧測定部９の構成は、図５に示すように電流測定部８と対称であり、対応する構成要素には同じ符号を付している。電圧測定部９には、対応する電池セル２の各端子電圧ＶｘＳＰ，ＶｘＳＮが入力され、電流測定部８と同様に直交復調が行われ、データＶｘＢＩ，ＶｘＢＱが生成されてインピーダンス測定部１０及び雑音測定部１１に入力される。また、電子監視装置３において、電流励起部７を除いた部分は集積回路３３として構成されている。

【００２０】

励起電流は、電池セル２に印加されると交流インピーダンスにより電圧に変換される。電池セル２の両端に発生する励起電圧ＶｘＳＰ，ＶｘＳＮの理想的な周波数スペクトラムは、図９に示すように、ＤＣ成分と測定周波数f_{LO}に信号を生じる。ＤＣ成分は、電池セル２の電圧とインピーダンスと励起電流のＤＣオフセットの積の和であり、周波数f_{LO}には、交流インピーダンスと励起交流電流の積である交流電圧が発生する。この時、電圧測定部９の測定結果として出力される電圧は、電池セル２の直流電圧のみとなる。

【００２１】

一方、図１０に示すように、雑音電流が流れているため入力電圧に雑音が含まれていると、測定結果としての電圧は、直流分及びその付近に僅かな帯域を持った周波数スペクトラムを示す。従来は、これがインピーダンス測定の誤差要因となっていた。

【００２２】

実際には、図６に示すように複数の組電池１が直列に接続されており、それぞれの組電池１に対して電池監視装置３が接続されている。複数の電池監視装置３は、上位のシステムであるＥＣＵ；電池制御装置３４と通信を行う。電池制御装置３４と各電池監視装置３の通信Ｉ／Ｆ１２とは、例えばデイジーチェーン接続されている。

【００２３】

次に、本実施形態の作用について説明する。電池セル２（１）～２（３）のインピーダンスを測定すると共に、電池セル２（４）において雑音を測定する例を示す。図１１に示すように、電池制御装置３４は、電池監視装置３に測定周波数f_{LO}とインピーダンスの測定対象；この場合電池セル２（１）～２（３）及び測定開始コマンドを送信する（Ａ１）。

【００２４】

電池監視装置３の制御部４は、測定開始コマンドを受信すると励起信号処理部６（１）～６（３）にＤＣ電圧値としてＶＣＳｘを発生させる。すると、電流励起部７（１）～７

（３）は、電圧値ＶＣＳｘに応じたＤＣ電流を通電するように、電圧ＩｘＦＰ，ＩｘＦＮを制御する（Ｂ１）。

【００２５】

この時、電流測定部８（１）～８（３）には、電流励起部７（１）～７（３）より前記ＤＣ電流に応じたＤＣオフセットとしての信号ＩｘＳＰ，ＩｘＳＮが入力される。同様に電圧測定部９（１）～９（３）には、それぞれ電池セル２（１）～２（３）の端子電圧ＶｘＳＰ，ＶｘＳＮがＤＣオフセットとして入力される。そして、電流測定部８（１）～８（３），電圧測定部９（１）～９（３）は、入力信号に含まれているＤＣオフセットをＤＣオフセット補正部２７により除去する（Ｂ２）。

【００２６】

次に、信号生成部５は、直交参照信号ＲＥＦＩ，ＲＥＦＱを生成する。励起信号処理部６（１）～６（３）及び電流励起部７（１）～７（３）は、参照信号ＲＥＦＩに応じた励起電流を流す（Ｂ３）。電流測定部８（１）～８（３）は、電流励起部７（１）～７（３）のセンス抵抗ＲＳに流れる電流を測定し、電圧測定部９（１）～９（４）は、対応する電池セル２（１）～２（４）の電圧を測定する（Ｂ４）。

【００２７】

この状態で、インピーダンス測定部１０は、電池セル２（１）～２（３）のインピーダンスを測定し、雑音測定部１１は電池セル２（４）の雑音を測定する（Ｂ５）。図１２は、この状態で測定される電圧，及び雑音測定部１１が出力する信号の周波数スペクトラムを示す。そして、制御部４は、測定したインピーダンス及び雑音を、通信Ｉ／Ｆ１２を介して電池制御装置３４に送信する（Ｂ６）。

【００２８】

電池制御装置３４は、電池監視装置３より受信したインピーダンス及び雑音を、最新の測定結果を格納するテーブルに格納する（Ａ２）。それから、上記雑音のレベルに応じて測定結果の確からしさレベルを判定する（Ａ３）。その確からしさレベルの判定値が規定値未満であれば、受信したインピーダンス及び雑音の測定結果を上記判定値と共にデータ保存用テーブルに書き込んで更新する。一方、判定値が規定値以上であればデータ保存用テーブルを更新しない（Ａ４）。

【００２９】

以上のように本実施形態の組電池監視装置３によれば、励起信号処理部６は、信号生成部５が生成した直交参照信号の同相信号ＲＥＦＩを処理して励起信号ＶＣＳｘを生成し、電流励起部７は、その励起信号ＶＣＳｘに基づく励起電流を電圧信号ＩｘＳＰ，ＩｘＳＮにより生成して電池セル２に通電する。インピーダンス測定部１０は、電流測定部８により測定された励起電流と、電圧測定部９により測定された電池セル２の電圧とに基づいて電池セル２の交流インピーダンスを測定する。雑音測定部１１は、同励起電流と同電圧とに基づいて電池セル２に重畳される雑音を雑音電圧として測定する。

【００３０】

制御部４は、電池セル２（１）～２（４）のうち、交流インピーダンスの測定対象としない電池セル２（４）を選択し、電池セル２（４）に接続されている電流励起部７を動作させずに同電圧測定部８のみを動作させた状態で、雑音測定部１１により直交参照信号の周波数f_{LO}に等しい測定周波数近傍の雑音電圧を測定する。このように制御すれば、電池セル２のインピーダンスの測定と雑音電圧の測定とを、互いに影響を及ぼすことなく並行的に行うことが可能となる。したがって、組電池１が負荷に電力を供給している状態においても、インピーダンスの測定と雑音電圧の測定とを高い精度で行うことが可能になる。

【００３１】

そして、制御部４は、電池セル２（４）の雑音電圧を、インピーダンス測定部１０による交流インピーダンスの測定結果と共に電池制御装置３４に送信する。電池制御装置３４は、雑音電圧のレベルに応じて測定結果の確からしさレベルを判定し、確からしさレベルの判定値が規定値未満であれば、受信したインピーダンス及び雑音の測定結果を上記判定値と共にデータ保存用テーブルに書き込んで更新するが、判定値が規定値以上であれば同

テーブルを更新しない。このように、電池制御装置３４が、測定結果の確からしさレベルに応じてデータ保存用テーブルを更新するか否かを決定することで、測定結果の精度を向上させることができる。

【００３２】

（第２実施形態）

以下、第１実施形態と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、異なる部分について説明する。図１３に示すように、第２実施形態の電池監視装置４１は、励起信号処理部６（１）及び電流励起部７（１）の組により電池セル２（１）及び２（２）に励起電流を通電し、励起信号処理部６（２）及び電流励起部７（２）の組により電池セル２（３）及び２（４）に励起電流を通電する。そして、電流測定部８（１）により電池セル２（１）及び２（２）に通電される励起電流を測定し、電流測定部８（２）により電池セル２（３）及び２（４）に通電される測定する。電池監視装置４１より電流励起部７を除いた部分は、集積回路４２として構成されている。

【００３３】

以上のように構成される第２実施形態によれば、励起信号処理部６，電流励起部７及び電流測定部８を２組用いるだけで、電池セル２（１）～２（４）に励起電流を通電し且つ測定できるので、回路面積を削減できる。

【００３４】

（第３実施形態）

図１４に示すように、第３実施形態の電池監視装置４３は、電池監視装置４１に変更を加えたもので、電圧の測定には測定部９（１）及び９（２）のみを用いる。そして、電池セル２（１）及び２（２）と電圧測定部９（１）との間にセレクタ４４（１）を配置し、電池セル２（３）及び２（４）と電圧測定部９（２）との間にセレクタ４４（２）を配置している。セレクタ４４の切り替えは、制御部４により制御される。

【００３５】

すなわち、電池セル２（１）及び２（２）の電圧測定は、セレクタ４４（１）を切り替えて電圧測定部９（１）によって行い、電池セル２（３）及び２（４）の電圧測定は、セレクタ４４（２）を切り替えて電圧測定部９（２）によって行う。電池監視装置４３より電流励起部７を除いた部分は、集積回路４５として構成されている。以上のように構成される第３実施形態によれば、回路面積を更に削減できる。

【００３６】

（第４実施形態）

図１５に示す第４実施形態は、第３実施形態の電池監視装置４３によってインピーダンス及び雑音を測定する際の制御形態の一例である。「インピーダンス測定＃１～＃４」は何れも同様に測定を行うもので、「インピーダンス測定＃１」の内容のみを示している。４つの測定フェーズからなり、制御部４は、第１フェーズで電圧測定部９（１）により電池セル２（１）のインピーダンスを測定すると共に、電圧測定部９（２）により電池セル２（３）について雑音を測定する。次の第２フェーズでは、電圧測定部９（１）により電池セル２（２）のインピーダンスを測定すると共に、電圧測定部９（２）により同じく電池セル２（３）について雑音を測定する。

【００３７】

続く第３フェーズでは、電圧測定部９（１）により電池セル２（１）について雑音を測定すると共に、電圧測定部９（２）により電池セル２（３）のインピーダンスを測定する。第４フェーズでは、電圧測定部９（１）により同じく電池セル２（１）について雑音を測定すると共に、電圧測定部９（２）により電池セル２（４）のインピーダンスを測定する。測定した電池セル２（１）～２（４）のインピーダンス及び雑音電圧は、電池制御装置３４に送信される。この測定形態を順次繰り返し実行する。

【００３８】

以上のように第４実施形態によれば、制御部４は、雑音電圧の測定対象とする電池セル２を時分割で切り替えて一定期間内に全ての電池セル２の交流インピーダンスを測定し、

それらの測定結果を電池制御装置３４に送信する。これにより電池制御装置３４は、一定期間内に全ての電池セル２の交流インピーダンスの測定結果と雑音電圧とを把握できる。

【００３９】

（第５実施形態）

図１６に示すように、第５実施形態の電池監視装置４６は、電池監視装置４１に変更を加えたもので、雑音測定部１１の出力信号を雑音減算部４７(１)及び４７（２）に入力し、雑音減算部４７(１)及び４７（２）の出力信号をインピーダンス測定部４８に入力している。電池監視装置４６より電流励起部７を除いた部分は、集積回路４９として構成されている。

【００４０】

次に、第５実施形態の作用について説明する。電池セル２（１）のインピーダンスを測定すると共に、電池セル２（３）において雑音を測定する例を示す。図１７に示すように、電池制御装置３４は、電池監視装置３に測定周波数f_{LO}と測定対象；この場合電池セル２（１）及び２（３），電池セル２（１）の最新，つまり前回のインピーダンス測定値並びに測定開始コマンドを送信する（Ａ５）。

【００４１】

電池監視装置４６の制御部４は測定開始コマンドを受信すると、励起信号処理部６（１）にＤＣ電圧値としてＶＣＳｘを発生させる。電流励起部７（１）は、電圧値ＶＣＳｘに応じたＤＣ電流を通電するように、電圧ＩｘＦＰ，ＩｘＦＮを制御する（Ｂ７）。尚、最新のインピーダンス測定値は、雑音減算部４７に転送される。第１実施形態と同様に、電流測定部８（１），電圧測定部９（１）は、入力信号に含まれているＤＣオフセットをＤＣオフセット補正部２７により除去する（Ｂ８）。

【００４２】

次に、信号生成部５は、直交参照信号ＲＥＦＩ，ＲＥＦＱを生成する。励起信号処理部６（１）及び電流励起部７（１）は、参照信号ＲＥＦＩに応じた励起電流を流す（Ｂ９）。電流測定部８（１）は、電流励起部７（１）のセンス抵抗ＲＳに流れる電流を測定し、セレクタ４４（１）で電池セル２（１）を選択し、セレクタ４４（２）で電池セル２（３）を選択する。そして、電圧測定部９（１），９（２）は、それぞれ電池セル２（１），２（３）の電圧Ｖ１，Ｖ３を測定する（Ｂ１０）。

【００４３】

この状態で、雑音測定部１１は電池セル２（３）の雑音を測定する（Ｂ１１）。雑音減算部４７は、電池制御装置３４より通知された最新のインピーダンス測定値Ｚ１，Ｚ３から、電池セル２（１）の雑音電圧を計算し、測定された電圧Ｖ１より減算する（Ｂ１２）。ここでの処理について、図１８を参照して説明する。

【００４４】

電池セル２（１），２（３）のインピーダンスをＺ１，Ｚ３とし、励起電流をＩｍｅａｓ，雑音電流をＩｎとすると、電池セル２（１），２（３）の電圧Ｖ１，Ｖ３は、以下のように表される。

$$V1 = Z1(In + Imeas)$$

$$V3 = Z3 \cdot In$$

インピーダンスＺ１と雑音電流Ｉｎとの積は、最新の測定値から以下のように表される。

$$Z1 \cdot In = V3 \cdot Z1 / Z3$$

測定電圧Ｖ１より積（Ｚ１・Ｉｎ）を減算すれば、インピーダンスＺ１と励起電流Ｉｍｅａｓとの積が得られる。

$$V1 - V3 \cdot Z1 / Z3 = V1 = Z1(In + Imeas) - V3 \cdot Z1 / Z3 = Z1 \cdot Imeas$$

【００４５】

続くステップＢ１３において、インピーダンス測定部１０は、積（Ｚ１・Ｉｍｅａｓ）より励起電流Ｉｍｅａｓを除すことで、電池セル２（１）のインピーダンスＺ１を得る。そして、制御部４は、測定したインピーダンス及び雑音を、通信Ｉ／Ｆ１２を介して電池

制御装置３４に送信する（Ｂ６）。
【００４６】
電池制御装置３４は、ステップＡ２，Ａ３を実行すると、受信したインピーダンス及び雑音の測定結果を、確からしさレベルの判定値と共にデータ保存用テーブルに書き込んで更新するが、上記判定値が規定値以上であればデータ保存用テーブルを更新しない（Ａ６）。
【００４７】
電池制御装置３４は、周波数リストに基づき、周波数を変更しながら図１７に示す処理を実行することで、図１９に示すような各周波数におけるインピーダンス値と雑音値を示すデータテーブルを作成することができる。これにより、電池制御装置３４は雑音レベルが大きい周波数を知ることができる。
【００４８】
以上のように第５実施形態によれば、電圧測定部９とインピーダンス測定部４８との間に雑音減算部４７を配置し、雑音減算部４７は、推定される雑音電流Ｉｎと、測定対象である電池セル２について前回測定した交流インピーダンスの測定結果Ｚ１とを乗算した結果に相当する値（Ｖ３・Ｚ１／Ｚ３）を、電圧測定部９（１）より出力される電圧Ｖ１から減算する。これにより、インピーダンス測定部４８は、雑音電流Ｉｎの影響を排除して、電池セル２（１）のインピーダンスＺ１を得ることができる。
【００４９】
（第６実施形態）
図２０に示すように、第６実施形態の電池監視装置５０は、電池監視装置４６に変更を加えたものである。電池セル２（４）の低電位側には、雑音測定用の抵抗素子５１が接続されており、抵抗素子５１の端子電圧を電圧測定部９（３）により測定する。電圧測定部９（３）の測定結果は、雑音測定部１１に入力される。電池監視装置４６より電流励起部７を除いた部分は、集積回路５２として構成されている。電圧測定部９（１）及び９（２）はセル電圧測定部に相当し、電圧測定部９（３）は抵抗電圧測定部に相当する。
【００５０】
以上のように構成される第６実施形態によれば、電圧測定部９（１）及び９（２）は電池セル２の電圧を測定し、電圧測定部９（３）は複数の電池セル２に直列に接続される抵抗素子５１の電圧を測定する。そして、制御部４は、電流励起部７を動作させずに電圧測定部９（３）を動作させて雑音電圧を測定する。このように構成した場合も、電池セル２のインピーダンスの測定と雑音電圧の測定とを、互いに影響を及ぼすことなく並行的に行うことが可能になる
【００５１】
（第７実施形態）
図２１に示すように、第７実施形態の電池監視装置５３は、電池監視装置５０に変更を加えたものである。セレクタ４４（１）及び４４（２）に替わってセレクタ５４（１）及び５４（２）が配置されており、これらのセレクタ５４（１）及び５４（２）には、何れも電池セル２（１）～２（４）の各端子電圧を切り替えて入力可能となっている。電池監視装置５３より電流励起部７を除いた部分は、集積回路５５として構成されている。
【００５２】
このように構成すれば、例えばセレクタ５４（１）では電池セル２（１）を選択して、電池セル２（１）のインピーダンスを常時測定し、その他の電池セル２（２）～２（４）のインピーダンスについては、セレクタ５４（２）を切り替えて時分割で測定する、といった制御が可能となる。このように、例えば周波数１００Ｈｚでのインピーダンスが、その平均値から２０％以上変動したことで、重点的に監視したい電池セル２を選択してインピーダンスを常時測定することができる。
【００５３】
以上のように第７実施形態によれば、電圧測定部９及びセレクタ５４の組を２つ備え、セレクタ５４（１），５４（２）セレクタのそれぞれにおいて、全ての電池セル２（１）

～２（４）の電圧を切り替えて測定可能に構成した。これにより、例えばセレクタ５４（１）により、重点的に監視するセル２（１）を固定的に選択して高速に測定を行い、その他の通常電池セル２（２）～２（４）の電圧については、セレクタ５４（２）により順次選択を切り替えて低速に測定を行う、といった測定制御が可能になる。

【００５４】

（その他の実施形態）

電池セル２の数は、「４」に限らず複数であれば良い。

複数の電池監視装置と電池制御装置との間で行う通信の形態は、デイジーチェーン接続によるものに限らず、バス方式やラウンドロビン方式，無線通信などを採用しても良い。

第７実施形態で行うセレクタ５４（１），５４（２）を用いた電池セル２の測定形態の切り分けを、その他の実施形態に適用しても良い。

本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

【符号の説明】

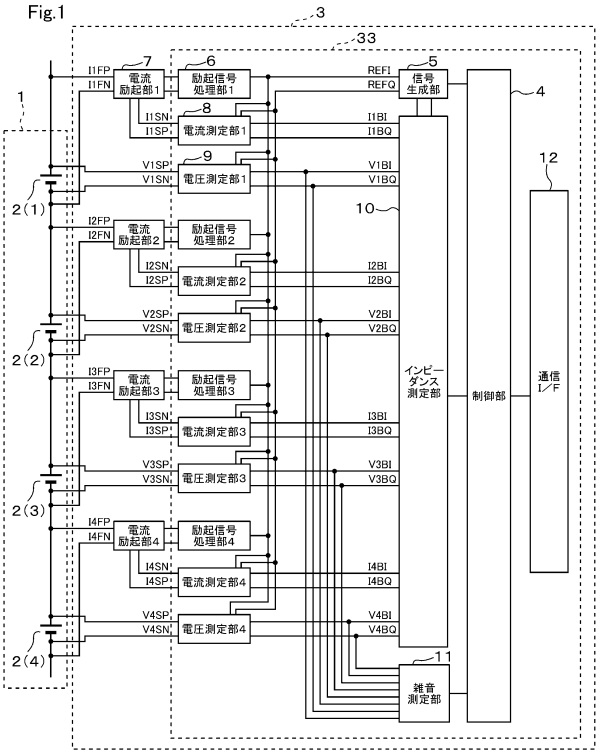
【００５５】

図面中、１は組電池、２は電池セル、３は組電池監視装置、４は制御部、５は信号生成部、６は励起信号処理部、７は電流励起部、８は電流測定部、９は電圧測定部、１０はインピーダンス測定部、１１は雑音測定部、１２は通信Ｉ／Ｆ、３４は電池制御装置を示す。

【図面】

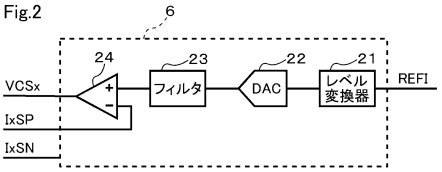
【図１】

Fig.1



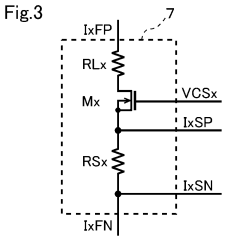
【図２】

Fig.2



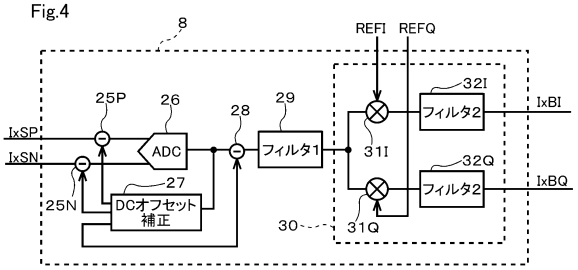
【図３】

Fig.3



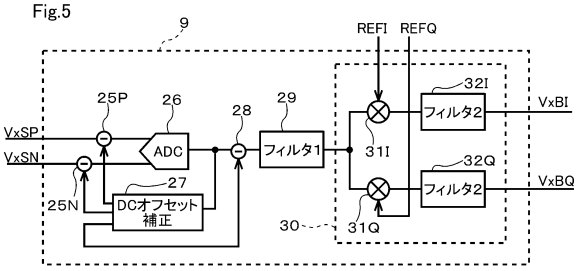
【図４】

Fig.4



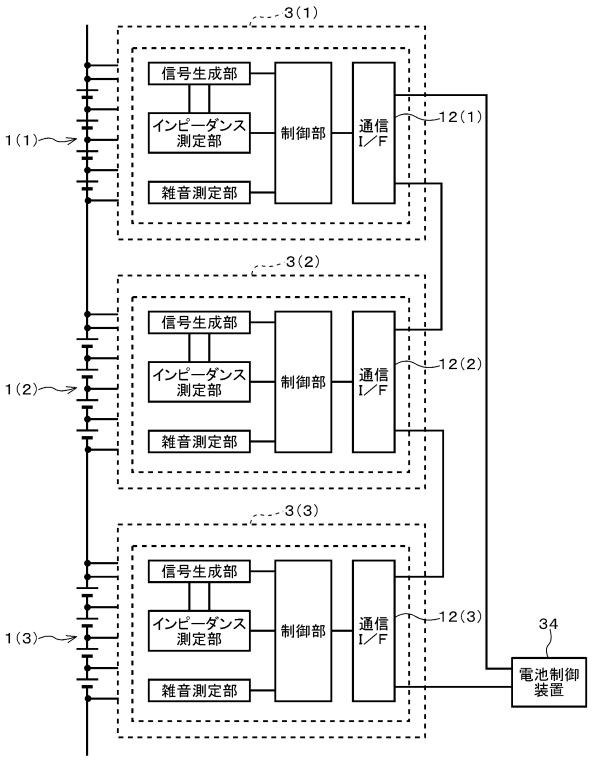
【図５】

Fig.5



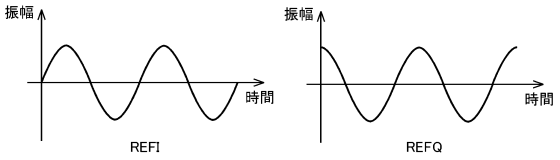
【図６】

Fig.6



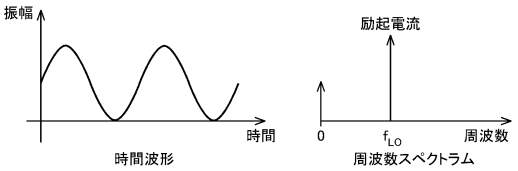
【図７】

Fig.7



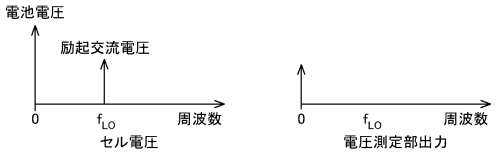
【図８】

Fig.8



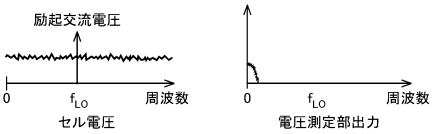
【図９】

Fig.9



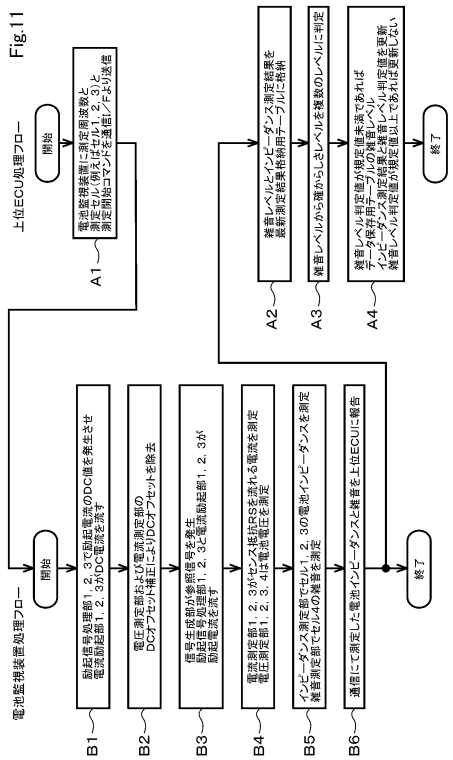
【図１０】

Fig.10



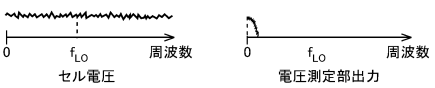
【図１１】

Fig.11



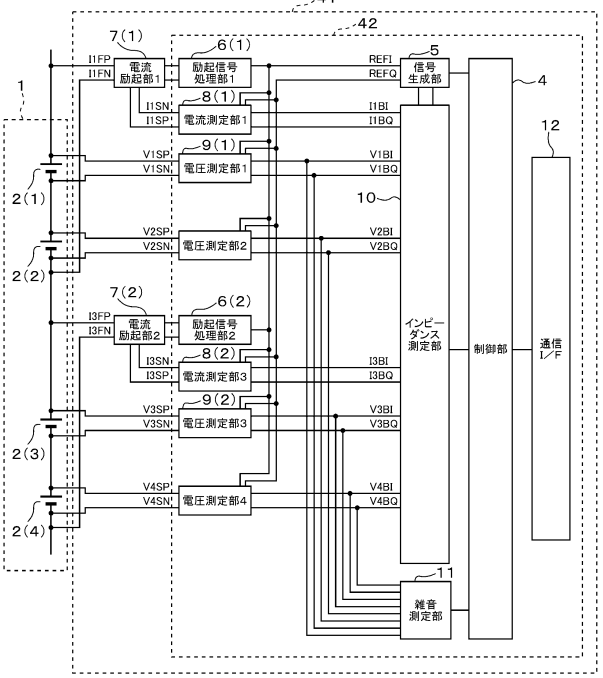
【図１２】

Fig.12



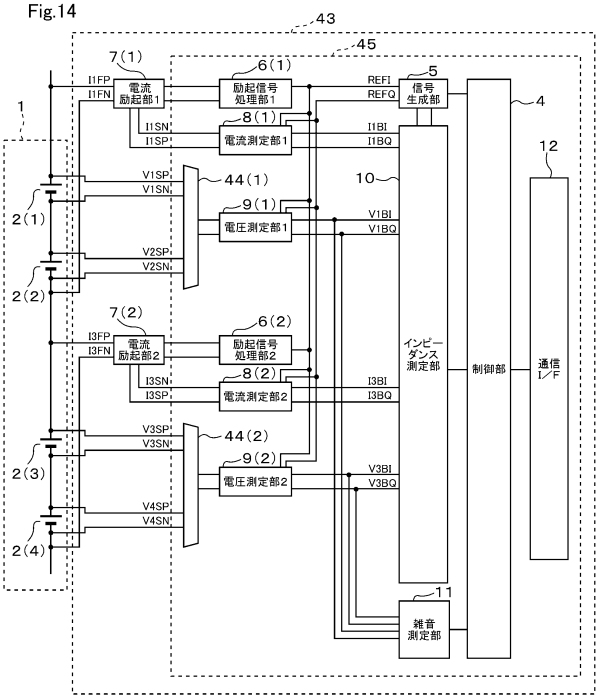
【図１３】

Fig.13



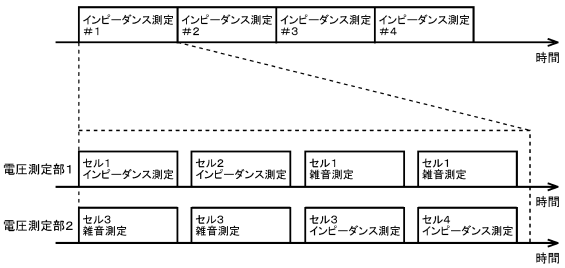
【図１４】

Fig.14



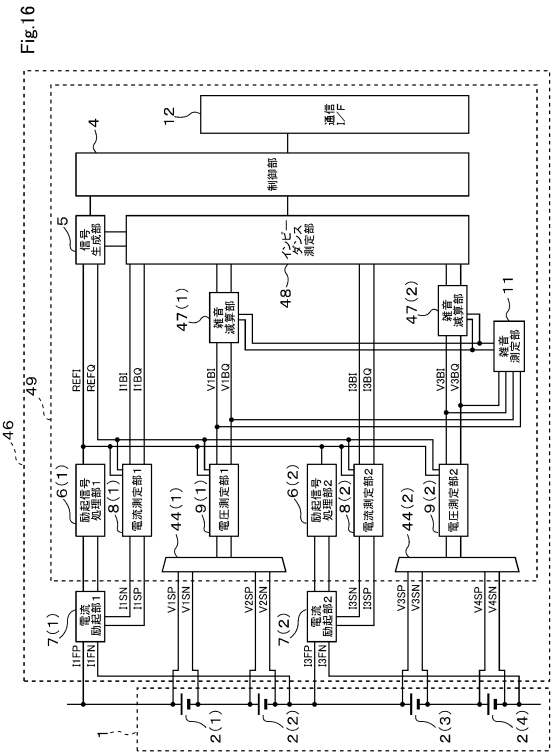
【図１５】

Fig.15

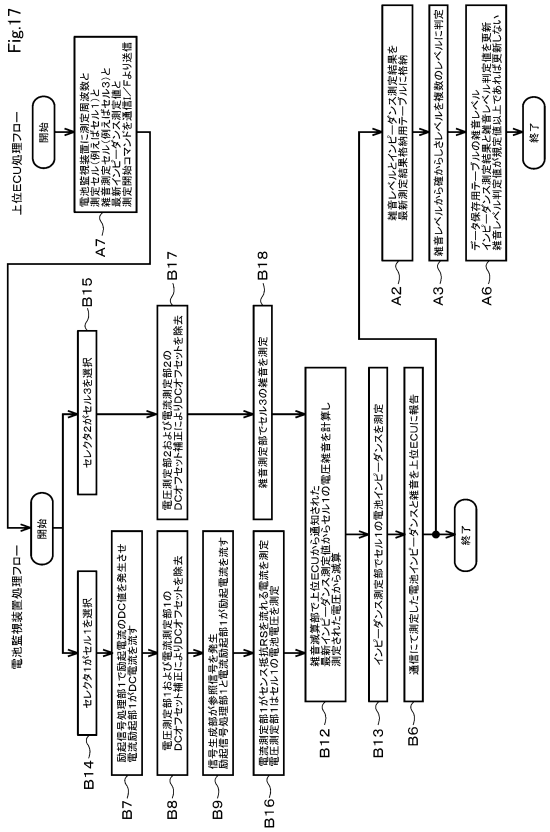


【図１６】

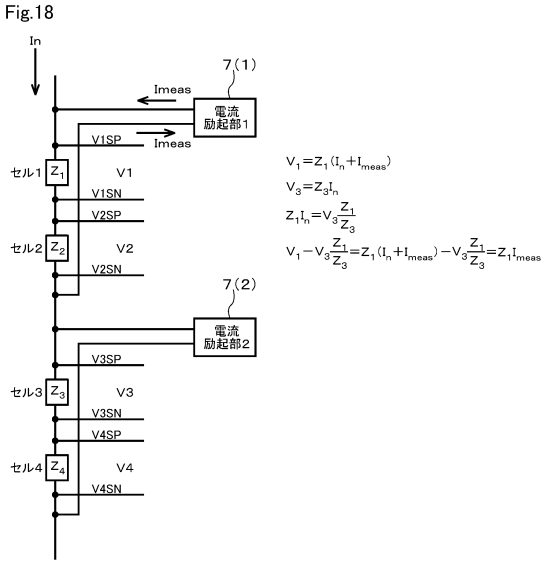
Fig.16



【図１７】



【図１８】

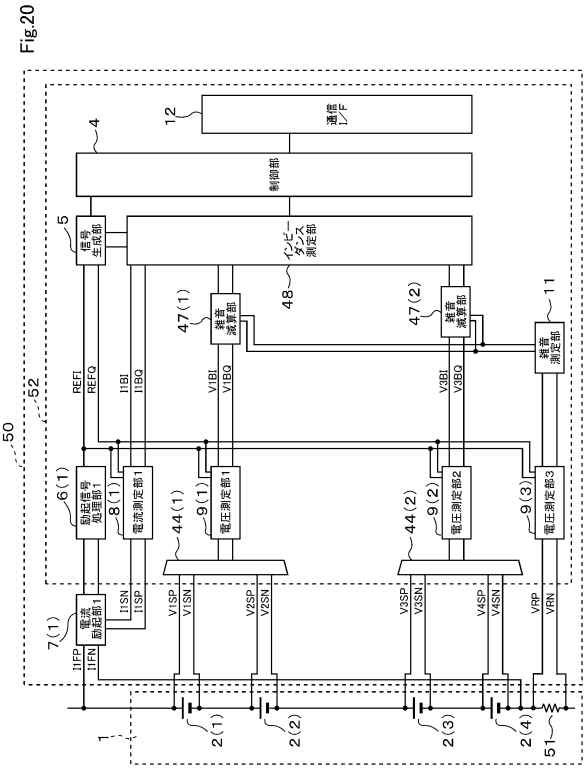


【図１９】

Fig.19

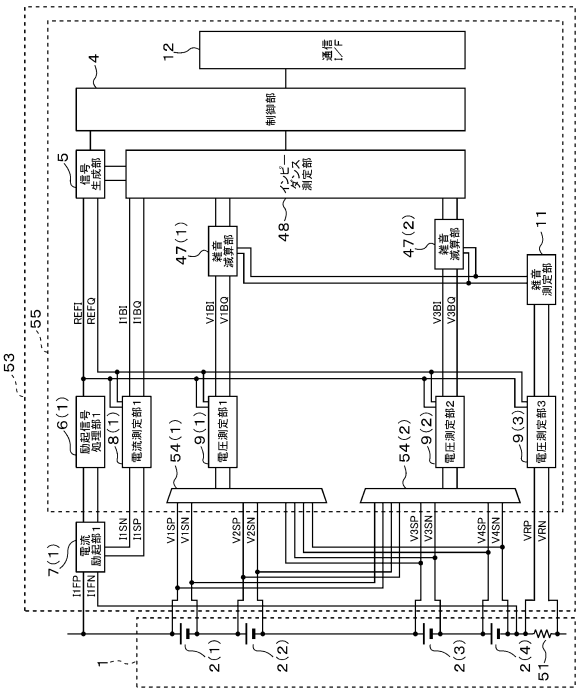
Index	周波数(Hz)	インピーダンス実数(Ω)	インピーダンス虚数(Ω)	雑音(V)
1	10	0.001100	−0.000400	0.0000005
2	12	0.001009	−0.000450	0.0000100
3	15	0.001008	−0.000500	0.0010000
4	17	0.001007	−0.000550	0.0000100
5	20	0.001006	−0.000600	0.0000015
・	・	・	・	・
・	・	・	・	・
・	・	・	・	・

【図２０】



【図２１】

Fig.21


通信I/F
12
制御部
4
信号生成部
5
インピーダンス測定部
48
雑音演算部
47(1)
雑音演算部
47(2)
雑音測定部
11
REFI
REFQ
I1BI
I1BQ
V1BI
V1BQ
V2BI
V2BQ
53
55
励起信号処理部1
6(1)
電流測定部1
8(1)
電圧測定部1
9(1)
電圧測定部2
9(2)
電圧測定部3
9(3)
54(1)
54(2)
電流励起部1
7(1)
I1FP
I1FN
I1SN
I1SP
V1SP
V1SN
V2SP
V2SN
V3SP
V3SN
V4SP
V4SN
VRP
VRN
1
2(1)
2(2)
2(3)
2(4)
51

フロントページの続き

(51)国際特許分類　　ＦＩ
Ｈ０２Ｊ　7/00 (2006.01)　　Ｈ０２Ｊ　7/00　Ｑ

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　田口 孝明

(56)参考文献
特開２００６－２６６９６０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１９－１９０９３９（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１７／００９８９１（WO，Ａ１）
特開２０１７－０５８１７６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０２０／００３８４１（WO，Ａ１）
特開２００８－１７５６８７（ＪＰ，Ａ）
中国実用新案第２０４５５６７３１（ＣＮ，Ｕ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
ＩＰＣ　Ｇ０１Ｒ ３１／３６－３１／４４、
２７／００－２７／３２、
Ｈ０１Ｍ １０／４２－１０／４８、
Ｈ０２Ｊ　７／００－７／１２、
７／３４－７／３６