(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 1 月 19 日(19.01.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/009891 A1

(51) 国際特許分類:
G01R 27/02 (2006.01) *G01R 31/36* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069864

(22) 国際出願日: 2015 年 7 月 10 日(10.07.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 戸原 正博 (TOHARA Masahiro); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 坂内 容子 (SAKAUCHI Yoko); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 鷹箸 幸夫 (TAKANOHASHI Yukio); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 水谷 麻美 (MIZUTANI Mami); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 小林 武則 (KOBAYASHI Takenori); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

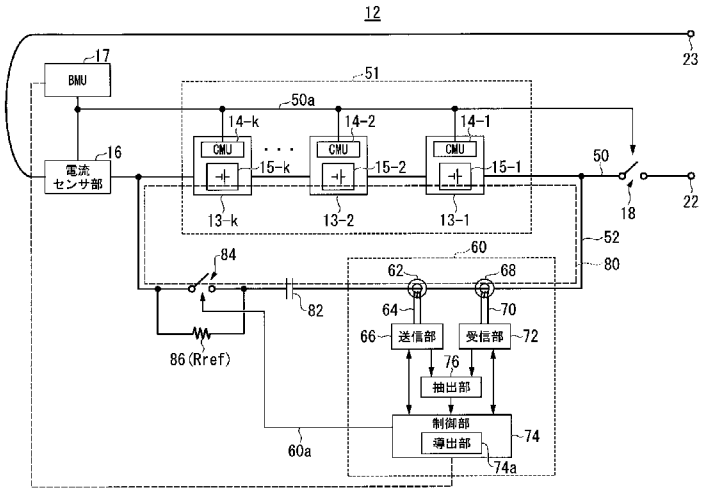
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: INTERNAL-RESISTANCE DERIVING DEVICE, BATTERY DEVICE, AND INTERNAL-RESISTANCE-VALUE DERIVING METHOD

(54) 発明の名称 : 内部抵抗導出装置、蓄電池装置、および内部抵抗値導出方法



14-1, 14-2, 14-k CMU
16 Current sensor unit
17 BMU
66 Transmission unit
72 Reception unit
74 Control unit
74a Deriving unit
76 Extracting unit
86 (Rref)

(57) **Abstract**: An internal-resistance deriving device according to an embodiment of the present invention includes a supplying unit, a detecting unit, an extracting unit, and a deriving unit. The supplying unit supplies an AC signal to a power line that is connected to a battery. The detecting unit detects the AC signal supplied from the supplying unit via the power line and the battery. The extracting unit extracts, among the frequency components of the AC signal detected by the detecting unit, a signal of the component having a frequency that is equal to the frequency of the AC signal supplied from the supplying unit. The deriving unit derives the value of internal resistance of the battery on the basis of the signal extracted by the extracting unit.

(57) 要約: 実施形態の内部抵抗導出装置は、供給部と、検出部と、抽出部と、導出部とを持つ。前記供給部は、蓄電池が接続された電力線に対して交流信号を供給する。前記検出部は、前記電力線および前記蓄電池を介して前記供給部により供給された交流信号を検出する。前記抽出部は、前記検出部により検出された交流信号の周波数成分うち前記供給部により供給された交流信号の周波数と等しい周波数成分の信号を抽出する。前記導出部は、前記抽出部により抽出された信号に基づいて、前記蓄電池の内部抵抗値を導出する。

WO 2017/009891 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

内部抵抗導出装置、蓄電池装置、および内部抵抗値導出方法

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、内部抵抗導出装置、蓄電池装置、および内部抵抗値導出方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、多数の蓄電池を有する蓄電システムにおいて、蓄電池の経時的劣化を診断するために蓄電池の内部抵抗を測定する技術が提案されている。しかしながら、従来の蓄電システムでは、電力線に接続される蓄電池の数が多くなるほど電力線に重畳されるノイズが増加するため、蓄電池の内部抵抗を高い精度で測定することができない場合があった。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平０７－７２２２５号公報

特許文献2：特開２０１０－１６４４４１号公報

特許文献3：特開２０１３－２９４１２号公報

特許文献4：特開平０７－３１２２３３号公報

特許文献5：特開平１１－３１８０３３号公報

特許文献6：特開２０１３－０３７８５９号公報

特許文献7：特開２０１４－１６０５９２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明が解決しようとする課題は、蓄電池の内部抵抗を高い精度で測定することができる内部抵抗導出装置、蓄電池装置、および内部抵抗値導出方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0005] 実施形態の内部抵抗導出装置は、供給部と、検出部と、抽出部と、導出部とを持つ。前記供給部は、蓄電池が接続された電力線に対して交流信号を供給する。前記検出部は、前記電力線および前記蓄電池を介して前記供給部により供給された交流信号を検出する。前記抽出部は、前記検出部により検出された交流信号の周波数成分うち前記供給部により供給された交流信号の周波数と等しい周波数成分の信号を抽出する。前記導出部は、前記抽出部により抽出された信号に基づいて、前記蓄電池の内部抵抗値を導出する。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]第１の実施形態における内部抵抗導出装置を含む蓄電システム１の構成を示すブロック図。

[図2]第１の実施形態における組電池ユニット１２および内部抵抗導出装置６０の構成を示すブロック図。

[図3]第１の実施形態における磁気結合部の構造を示す図。

[図4]第１の実施形態における抽出部７６の構成を示すブロック図。

[図5]第１の実施形態において、供給交流信号および検出交流信号を示す図。

[図6]第１の実施形態の内部抵抗導出装置６０が組電池ユニット１２に接続されてない状態を示す組電池ユニット１２のブロック図。

[図7]第１の実施形態の内部抵抗導出装置６０における磁気結合部が組電池ユニット１２に接続されていない状態を示す図。

[図8]第１の実施形態の内部抵抗導出装置６０における磁気結合部が組電池ユニット１２に接続された状態を示す図。

[図9]第１の実施形態における閉ループ線路８０に供給交流信号を供給したときに検出される検出直流信号の信号値と周波数との関係のシミュレーション結果を示す図。

[図10]第１の実施形態において、閉ループ線路８０における合計抵抗値Ｒｔと、検出直流信号の信号値との関係を示す図。

[図11]第２の実施形態の内部抵抗導出装置６０により主回路５１の抵抗値Ｒ

ｍを導出する動作手順を示すフローチャート。

[図12]第３の実施形態の内部抵抗導出装置６０において閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒを求める処理の処理手順を示すフローチャート。

[図13]供給交流信号の周波数に対する、供給交流信号と検出交流信号との振幅比（β）および主回路５１の抵抗値Ｒｍの推定値のシミュレーションの結果を示す図。

[図14]第３の実施形態の内部抵抗導出装置６０において閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒを求める他の処理の処理手順を示すフローチャート。

[図15]第６の実施形態における検出直流信号の信号値の変化率βと主回路５１の抵抗値Ｒｍとの関係を示す図。

[図16]第７の実施形態の組電池ユニット１２の構成を示すブロック図。

[図17]第７の実施形態の共振回路部９０の構成を示すブロック図。

[図18]第８の実施形態の内部抵抗測定ユニット６０Ａの構成を示すブロック図。

[図19]実施形態の変形例の蓄電システム１の構成を示すブロック図。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、実施形態の内部抵抗導出装置、蓄電池装置、および内部抵抗値導出方法を、図面を参照して説明する。

[0008] （第１の実施形態）

図１は、第１の実施形態における内部抵抗導出装置を含む蓄電システム１の構成を示すブロック図である。図２は、第１の実施形態における組電池ユニット１２および内部抵抗導出装置６０の構成を示すブロック図である。図１において電力線は実線で描かれ、通信線は破線により描かれている。また、図２において、電力線は太線で描かれ、通信線は細線により描かれている。蓄電池ユニット１０は、蓄電池装置１１－１～１１－ｎ（以下、総称する場合には単に「蓄電池装置１１」と呼ぶ。）を備える。ｎは、任意の自然数であり、例えば１６である。

[0009] 蓄電池装置１１－１～１１－ｎは、それぞれ同じ構成を有する。蓄電池装

置１１は、組電池ユニット１２－１～１２－ｍ（以下、総称する場合には単に「組電池ユニット１２」と呼ぶ。）を備える。ｍは、任意の自然数であり、例えば１６である。組電池ユニット１２は、並列に接続されている。

[0010] 組電池ユニット１２は、例えば、それぞれが同じ構成を有する組電池ユニットである。

組電池ユニット１２は、図２に示すように、電池モジュール１３－１～１３－ｋ（以下、総称する場合には単に「電池モジュール１３」と呼ぶ。）と、電流センサ部１６と、電池管理装置（BMU:Battery Management Unit）１７とを備える。ｋは、任意の自然数であり、例えば２２である。

[0011] 電池モジュール１３－１～１３－ｋは、それぞれ、電池セル部１５－１～１５－ｋ（以下、総称する場合には単に「電池セル部１５」と呼ぶ。）と、電池セル部１５－１～１５－ｋの温度及び電圧を監視する電池監視ユニット（CMU:Cell Monitoring Unit）１４－１～１４－ｋ（以下、総称する場合には単に「ＣＭＵ１４」と呼ぶ。）とを備える。電池セル部１５は、例えばリチウムイオン電池である。なお、以下の説明において、電池モジュール１３－１～１３－ｋおよび当該電池モジュール１３－１～１３－ｋを接続する電力線５０を含む回路を「主回路５１」とも呼ぶ。

[0012] 電池モジュール１３における電池セル部１５は、それぞれ、電力線５０と接続されている。同様に、電流センサ部１６は、電力線５０に接続されている。電池セル部１５は、電力線５０を介して供給された電力を充電し、電力線５０を介して電力を放電させる。電池モジュール１３における電池セル部１５は、複数の電池セルを有し、複数の電池セルを並列及び又は直列に接続させる。

[0013] ＣＭＵ１４は、信号線５０ａに接続されている。同様に、ＢＭＵ１７は、信号線５０ａに接続されている。これによって、ＣＭＵ１４とＢＭＵ１７とは、それぞれ、信号線５０ａを介した通信を行うことができる。

[0014] ＣＭＵ１４は、電池モジュール１３の電池セル部１５の端子間の電圧と、電池セル部１５の温度と、電池モジュール１３の内部空間の温度とを監視す

る。ＣＭＵ１４は、監視の結果を表すデータを、信号線５０ａを介してＢＭＵ１７に送信する。なお、ＣＭＵ１４は、他の電池モジュール１３のＣＭＵ１４にデータを送信してもよい。

[0015] また、ＣＭＵ１４は、信号線５０ａを介して、ＢＭＵ１７から送信されたデータを受信する。また、ＣＭＵ１４は、他の電池モジュール１３のＣＭＵ１４から送信されたデータを受信してもよい。

[0016] 電流センサ部１６は、電池モジュール１３－１～１３－ｋと直列して、電力線５０に設けられる。電流センサ部１６は、電力線５０に流れる充放電電流の値を測定し、測定した充放電電流値を表すデータを、信号線５０ａを介してＢＭＵ１７に送信する。

[0017] スイッチ回路１８（コンタクタ）は、電力線５０に接続されると共に、信号線５０ａを介してＢＭＵ１７に接続される。スイッチ回路１８は、自回路を有する組電池ユニット１２を、他の組電池ユニット１２に接続することができる。また、スイッチ回路１８は、自回路を有する組電池ユニット１２を、他の組電池ユニット１２から切り離すことができる。スイッチ回路１８は、ＢＭＵ１７から供給された制御信号に応じて開閉動作する。なお、スイッチ回路１８は、手動で開閉操作が可能であってもよい。

[0018] 第１の充放電端子２２は、蓄電池装置１１の正極側の端子である。第１の充放電端子２２は、スイッチ回路１８を介して、電池モジュール１３の正極側端子に接続される。また、第１の充放電端子２２は、電池端子盤３０の遮断機３１－１の正極側端子に接続される。

[0019] 第２の充放電端子２３は、蓄電池装置１１の負極側端子である。第２の充放電端子２３は、電池モジュール１３の負極側端子に接続される。また、第２の充放電端子２３は、電池端子盤３０の遮断機３１－１の負極側端子に接続される。

[0020] 電力線５０には、分岐電力線５２が接続される。分岐電力線５２の一方端は、電池モジュール１３－１の正極側端子に接続され、分岐電力線５２の他方端は、電池モジュール１３－ｋの負極側端子に接続される。分岐電力線５

２には、コンデンサ８２と、スイッチ部（抵抗値変更部）８４と、抵抗部８６とが設けられる。分岐電力線５２は、電池モジュール１３の一方端と他方端とを接続する閉ループ線路８０を形成する。閉ループ線路８０には、電力線５０、電池モジュール１３、分岐電力線５２、コンデンサ８２、スイッチ部８４および抵抗部８６が含まれる。

[0021] コンデンサ８２、スイッチ部８４および抵抗部８６は、電池モジュール１３と閉ループ線路８０に沿って直列に接続される。コンデンサ８２に対してスイッチ部８４および抵抗部８６は直列に接続される。抵抗部８６は、スイッチ部８４に対して並列に接続される。スイッチ部８４は、内部抵抗導出装置６０により開閉状態が制御される。スイッチ部８４は、閉状態（導通状態）において抵抗部８６の両端を短絡させ、開状態（遮断状態）において抵抗部８６の両端を開放させる。

[0022] ＢＭＵ１７は、例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）等のプロセッサが、記憶部（不図示）に記憶されたプログラムを実行することにより機能するソフトウェア機能部である。また、これらの機能部のうち一部または全部は、ＬＳＩ（Large Scale Integration）やＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）等のハードウェア機能部であってもよい。

[0023] ＢＭＵ１７は、スイッチ回路１８の開閉状態を制御するための制御信号を出力する。ＢＭＵ１７は、例えばＣＡＮ（Control Area Network）通信線などの多重通信線を介して、他の組電池ユニット１２と、関門制御装置１９（ゲートウェイ装置）と、計測コンピュータ２０との通信を実行する。

[0024] 関門制御装置１９は、ＢＭＵ１７から受信したデータを、多重通信線を介して、電池端子盤３０の制御コンピュータ３２に転送する。また、関門制御装置１９は、制御コンピュータ３２から受信したデータを、多重通信線を介して、ＢＭＵ１７などに転送する。

[0025] 計測コンピュータ２０は、電池モジュール１３の電池セル部１５の端子間の電圧と、温度と、電流センサ部１６が測定した値と、ＣＭＵ１４又はＢＭＵ１７によって測定された電池セル部１５の充電率（SOC：State Of Charg

e）などのデータを、ＢＭＵ１７から受信する。

[0026] 直流電源装置２１は、ＰＣＳ４０（Power Conditioning System）から供給される電力を、ＢＭＵ１７とＣＭＵ１４－１～１４－ｋとに供給する。

[0027] 電池端子盤３０は、蓄電池ユニット１０をＰＣＳ４０に接続する。電池端子盤３０は、蓄電池装置１１－１～１１－ｎを備える。蓄電池装置１１－１は、遮断機３１－１に対応する。蓄電池装置１１－ｎは、遮断機３１－ｎに対応する。遮断機３１－１～３１－ｎは、例えば手動で開閉操作される。

[0028] 遮断機３１－１～３１－ｎの正極側の端子に接続された複数の電力線は、一つに纏められてＰＣＳ４０に接続される。ＰＣＳ４０に接続された電力線の直流電圧は、例えば、４９０～７７８（Ｖ）程度である。遮断機３１は、スイッチ回路１８が溶着した場合でも、蓄電池装置１１－１～１１－ｎを、蓄電システム１から安全に切り離すことができる。

[0029] 制御コンピュータ３２は、ＣＰＵ等のプロセッサを備える。制御コンピュータ３２は、遮断機３１－１～３１－ｎの状態を監視する。制御コンピュータ３２は、ＰＣＳ４０から受信したデータを、蓄電池ユニット１０に転送する。制御コンピュータ３２は、蓄電池ユニット１０から受信したデータを、ＰＣＳ４０に転送する。

[0030] ＰＣＳ４０は、ＣＰＵ等のプロセッサと、通信インターフェースとを備える。ＰＣＳ４０は、この通信インターフェースを介して、外部の制御コントローラ（不図示）と通信する。ＰＣＳ４０は、蓄電池ユニット１０から電池端子盤３０を介して入力された直流電圧から、交流電圧を生成する。また、ＰＣＳ４０は、発電装置（不図示）から入力される交流電圧を直流電圧に変換し、蓄電池ユニット１０の電池モジュール１３－１～１３－ｋに充電する。なお、ＰＣＳ４０によって生成された交流電圧は、トランスによって昇圧されてもよい。

[0031] 内部抵抗導出装置６０は、閉ループ線路８０の一部を形成する分岐電力線５２に接続される。内部抵抗導出装置６０は、円環部６２、６８と、配線６４、７０とを有する。また、内部抵抗導出装置６０は、配線６４が接続され

た送信部６６と、配線７０が接続された受信部７２と、制御部７４と、抽出部７６とを有する。

[0032] 円環部６２と配線６４、および円環部６８と配線７０は、それぞれ、分岐電力線５２と磁気的に結合する磁気結合部を構成する。この磁気結合部は、分岐電力線５２に電気的に非接触である。この磁気結合部は、直流的に絶縁した状態で分岐電力線５２に交流信号を供給し、分岐電力線５２に重畳されている交流信号を検出する。

[0033] 図３は、第１の実施形態における磁気結合部の構造を示す図である。円環部６２、６８は、フェライトなどの磁性材料からなる円環部材である。円環部６２、６８の穴部には、分岐電力線５２が通される。また、円環部６２、６８には、予め定められた回数だけ配線６４、７０が巻きつけられる。この巻きつけの回数は、交流信号を分岐電力線５２に供給又は検出する際に後述の内部抵抗導出性能を考慮して定められる。

[0034] 送信部６６は、円環部６２および配線６４を介して、交流信号を分岐電力線５２に重畳させる（供給部）。受信部７２は、円環部６８および配線７０を介して、分岐電力線５２に重畳された交流信号を検出する（検出部）。以下、内部抵抗導出装置６０により分岐電力線５２に供給する交流信号を「供給交流信号」と呼び、内部抵抗導出装置６０により分岐電力線５２から検出した交流信号を「検出交流信号」と呼ぶ。

[0035] この供給交流信号は、主回路５１の抵抗を導出して電池セル部１５の状態を診断するために送受信される信号である。供給交流信号は、例えば、キロヘルツオーダー以上の高周波信号である。交流信号は、閉ループ線路８０における充放電電流信号に重畳し、充放電電流信号から分離して取り出すことができる信号であればよい。

[0036] 抽出部７６は、送信部６６により閉ループ線路８０に供給された供給交流信号および受信部７２により受信された検出交流信号を入力する。抽出部７６は、受信部７２により検出された検出交流信号の周波数成分うち送信部６６により供給された交流信号の周波数と等しい周波数成分の信号を抽出する

。「交流信号の周波数と等しい」とは、例えば、交流信号の周波数を中心として微小な周波数範囲（例えば±１％程度）内にあることをいう。交流信号の周波数が１０ｋＨｚである場合、交流信号の周波数と等しい範囲は、例えば±１００Ｈｚとなる。

[0037] 図４は、第１の実施形態における抽出部７６の構成を示すブロック図である。抽出部７６は、乗算器７６ａと、ローパスフィルタ７６ｂと、移相器７６ｃとを備える。抽出部７６は、例えば、ロックインアンプである。移相器７６ｃには、送信部６６から供給交流信号が供給される。移相器７６ｃは、供給交流信号の位相を、受信部７２により受信された検出交流信号と同位相に揃えた信号を、乗算器７６ａに出力する。制御部７４は、検出交流信号と供給交流信号との位相差を検出し、乗算器７６ａの２つの入力信号の位相差が０となるように移相器７６ｃの移相量を調整する。なお、移相器７６ｃにより位相差を検出する機能、および移相器７６ｃの移相量を調整する機能は、制御部７４とは別個の構成により実現されてもよい。

[0038] 乗算器７６ａには、受信部７２により受信された検出交流信号、および移相器７６ｃにより位相が調整された供給交流信号が入力される。図５は、第１の実施形態において、供給交流信号および検出交流信号を示す図である。検出交流信号は、供給交流信号が閉ループ線路８０に重畳され、閉ループ線路８０におけるインピーダンスによって変形される。また、検出交流信号は、閉ループ線路８０に重畳された、電力のスイッチング動作等に起因する高周波ノイズが重畳される。また、ノイズ成分は、閉ループ線路８０における充放電電流または充放電電流が高くなるほどレベルが高くなる。乗算器７６ａは、検出交流信号と位相が調整された供給交流信号とを乗算して、乗算結果をローパスフィルタ７６ｂに出力する。乗算器７６ａの乗算結果は、検出交流信号のうち供給交流信号と周波数が等しい信号が直流信号（以下、検出直流信号）に変換された信号である。検出直流信号は、検出交流信号に含まれる信号のうち供給交流信号と等しい周波数の成分の信号の振幅が高いほど、高い信号値となる。

[0039] ローパスフィルタ７６ｂには、乗算器７６ａの検出直流信号が供給される。ローパスフィルタ７６ｂは、乗算器７６ａにより乗算して得られた信号のうち直流信号を減衰させずに通過させるように設計される。ローパスフィルタ７６ｂは、交流信号を低減させることにより、検出直流信号から、検出交流信号に含まれ、供給交流信号よりも高いまたは低いようなノイズ成分を除去する。ローパスフィルタ７６ｂは、検出直流信号のうち少なくとも直流成分の信号を通過させて、制御部７４に供給する。

[0040] 制御部７４は、ＣＰＵなどのプロセッサが記憶部（不図示）に記憶されているプログラムを実行することによって機能するソフトウェア機能部である。また、制御部７４は、ＬＳＩやＡＳＩＣ等のハードウェア機能部であってよい。

[0041] 制御部７４は、送信部６６により分岐電力線５２に対して供給交流信号を送信させる。また、制御部７４は、抽出部７６により出力された検出直流信号の信号値に基づいて、電池モジュール１３の内部抵抗を導出する導出部７４ａを備える。制御部７４は、導出部７４ａにより導出された電池モジュール１３の内部抵抗値に基づいて、電池モジュール１３の劣化を診断する。

[0042] 第１の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、組電池ユニット１２に対して着脱可能な構成を有する。

図６は、第１の実施形態の内部抵抗導出装置６０が組電池ユニット１２に接続されてない状態を示す組電池ユニット１２のブロック図である。図７は、第１の実施形態の内部抵抗導出装置６０における磁気結合部が組電池ユニット１２に接続されていない状態を示す図である。図８は、第１の実施形態の内部抵抗導出装置６０における磁気結合部が組電池ユニット１２に接続された状態を示す図である。

[0043] 内部抵抗導出装置６０は、図６に示すように組電池ユニット１２における閉ループ線路８０に接続されていない状態から、図２に示したように閉ループ線路８０に接続される。内部抵抗導出装置６０は、制御部７４とスイッチ部８４との間が信号線６０ａにより接続される。制御部７４とスイッチ部８

４とは、例えば信号線６０ａの先端に設けられたコネクタとスイッチ部８４におけるコネクタとにより接続される。

[0044] また、内部抵抗導出装置６０は、図７に示すように、円環部６２、６８における間隙部Ｄを開状態とし、クランプ動作により分岐電力線５２に対して円環部６２、６８を挟み込む。これにより円環部６２、６８の内部に分岐電力線５２を配置させる。そして、図８に示すように、間隙部Ｄを閉状態とすることにより非接触で円環部６２、６８と分岐電力線５２とを位置決めする。さらに、内部抵抗導出装置６０は、間隙部Ｄを開状態とすることにより、組電池ユニット１２から切り離される。これにより、内部抵抗導出装置６０は組電池ユニット１２に対して着脱可能となる。

[0045] 図７および図８に示した円環部６２、６８は、例えばエアギャップ付の分割型トロイダルコアを採用することができる。

[0046] 以下、制御部７４の導出部７４ａにより実行される主回路５１の抵抗の導出処理について説明する。

上述した第１の実施形態において、閉ループ線路８０には、円環部６２、６８が接続された状態において、円環部６２、６８によって生じるインダクタンスＬと、コンデンサ８２のキャパシタンスＣとが直列に接続されたＬＣ共振回路が形成される。このＬＣ共振回路は、所定の周波数領域において共振を発生させる。このＬＣ共振回路の共振周波数をｆｒとすると、ｆｒは式（１）により表される。

ｆｒ＝１／［２π×（ＬＣ）$^{0.5}$］…式（１）

このＬＣ共振回路における共振の程度を表すＱ値は、式（２）により表される。

Ｑ＝（１／Ｒ）×（Ｌ／Ｃ）$^{0.5}$…式（２）

ＬＣ共振回路における抵抗値Ｒは、式（１）には含まれないが、式（２）には含まれる。したがって、ＬＣ共振回路における抵抗値Ｒは、共振周波数ｆｒには影響せず、Ｑ値にのみ影響する。

[0047] 図９は、第１の実施形態における閉ループ線路８０に供給交流信号を供給

したときに検出される検出直流信号の信号値と周波数との関係のシミュレーション結果を示す図である。この図９に示す検出直流信号の特性は、閉ループ線路８０の構成を条件設定し、所定振幅の正弦波信号を閉ループ線路８０に供給したときに検出される電圧波形をシミュレーションした結果である。また、このシミュレーションは、スイッチ部８４を常時閉状態と設定し（すなわち、抵抗部８６の抵抗値＝０）、主回路５１の抵抗値をｒ１、ｒ２、ｒ３、ｒ４（ｒ１＜ｒ２＜ｒ３＜ｒ４）にそれぞれ変化させたときの電圧波形の周波数に対する振幅値をそれぞれ計算した。ｒ１、ｒ２、ｒ３、ｒ４は、例えば１×１０$^{-1}$［Ω］のオーダーである。

[0048] なお、主回路５１の他の抵抗値が閉ループ線路８０の全体の抵抗値に対して十分に小さいとみなせる場合には、閉ループ線路８０の抵抗値は、主回路５１の抵抗値とみなすことができる。閉ループ線路８０の抵抗値は、さらには電池モジュール１３の内部抵抗とみなすことができる。したがって、主回路５１を含む閉ループ線路の抵抗値を導出部７４ａが導出した場合、この導出された抵抗値は、主回路５１の抵抗値と等しいとみなすことができる。主回路５１の他の抵抗値が閉ループ線路８０の全体の抵抗値に対して十分に小さいとみなせない場合には、予め主回路５１の配線抵抗等の他の抵抗値を実測しておいて、導出された抵抗値から減ずるように補正してもよい。以下、主回路５１の抵抗値を導出することによって、電池モジュール１３の内部抵抗を導出する実施形態について説明する。

[0049] 図９によれば、主回路５１の抵抗値が変化しても単一の周波数ｆｒにおいて検出直流信号の信号値のピークが存在し、主回路５１の抵抗値が低いほど検出直流信号の信号値のピーク値は高くなることが分かる。すなわち、共振周波数ｆｒが含まれる周波数領域においては、主回路５１の抵抗値の相違により、検出直流信号の信号値に顕著な相違が現れることが分かる。このような主回路５１の抵抗値と検出直流信号の信号値との関係を利用して、第１の実施形態の制御部７４は、後述するように、主回路５１の共振周波数ｆｒを特定する。

[0050] 図１０は、第１の実施形態において、閉ループ線路８０における合計抵抗値Ｒｔと、検出直流信号の信号値との関係を示す図である。共振周波数ｆｒ付近における検出直流信号の信号値Ｖｒは、式（３）に示すように、閉ループ線路８０の合計抵抗値Ｒｔに反比例する。

Ｖｒ＝α／Ｒｔ…（３）

[0051] 式（３）におけるαの値は、円環部６２、６８のインダクタンスＬ、およびコンデンサ８２のコンデンサ容量Ｃに依存する。これらのインダクタンスＬおよびコンデンサ容量Ｃは、長期的には変動するが、例えば主回路５１の抵抗値を測定する数秒程度の短期間では一定値とみなせる。したがって、式（３）より、閉ループ線路８０の合計抵抗値Ｒｔと、検出直流信号の信号値Ｖｒとの関係は、閉ループ線路８０の合計抵抗値Ｒｔが低いほど検出直流信号の信号値は高くなり、閉ループ線路８０の合計抵抗値Ｒｔが高いほど検出直流信号の信号値は低くなる。

[0052] 上述したように、閉ループ線路８０の合計抵抗値Ｒｔは、スイッチ部８４を閉状態にした場合において、主回路５１の抵抗値Ｒｍとなる。閉ループ線路８０の合計抵抗値ＲｔがＲｍの状態において、閉ループ線路８０に所定振幅の共振周波数ｆｒの交流信号を供給した場合における検出直流信号の信号値をＶｒ１とする。

[0053] 一方、スイッチ部８４を開状態にした場合において、閉ループ線路８０の合計抵抗値Ｒｔは、主回路５１の抵抗値Ｒｍに加えて、抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆを加えたＲｍ＋Ｒｒｅｆとなる。閉ループ線路８０の合計抵抗値ＲｔがＲｍ＋Ｒｒｅｆの状態において、閉ループ線路８０に所定振幅の共振周波数ｆｒの交流信号を供給した場合における検出直流信号の信号値をＶｒ２とする。

[0054] Ｖｒ１およびＶｒ２は、式（３）より、式（４）および式（５）で表される。

Ｖｒ１＝α／Ｒｍ…式（４）

Ｖｒ２＝α／（Ｒｍ＋Ｒｒｅｆ）…式（５）

[0055] Ｖｒ１とＶｒ２との比は、閉ループ線路８０の抵抗値が変化する前後における検出直流信号の信号値の変化率βを表している。従って、式（４）および式（５）より、式（６）が成立する。

β＝（Ｒｍ＋Ｒｒｅｆ）／Ｒｍ

＝１＋（Ｒｒｅｆ／Ｒｍ）…式（６）

この式（６）より、主回路５１の抵抗値Ｒｍは、下記の式（７）のようになる。

Ｒｍ＝Ｒｒｅｆ／（β－１）…式（７）

この式（７）より、主回路５１の抵抗値Ｒｍは、抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆと、検出直流信号の信号値の変化率βとから導出されることが分かる。すなわち、主回路５１の抵抗値Ｒｍは、抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆと、閉ループ線路８０の合計抵抗値Ｒｔを変更した前後における検出直流信号の信号値の比に基づいて導出される。

[0056] 以上の説明のように、内部抵抗導出装置６０は、閉ループ線路８０の合計抵抗値ＲｔをＲｍとＲｍ＋Ｒｒｅｆとの間で変更させ、変更させた前後における検出直流信号の信号値の変化率βを算出する。そして、内部抵抗導出装置６０は、算出した検出直流信号の信号値の変化率βと抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆとを式（７）に代入して、主回路５１の抵抗値Ｒｍを導出することができる。

[0057] なお、主回路５１の抵抗値Ｒｍは、測定時の電池セル部１５のＳＯＣ、電池モジュール１３の温度によって変動する。このため、導出部７４ａは、式（７）により導出した主回路５１の抵抗値Ｒｍ＿ＭＯＬ（Middle of Life）（ＳＯＣ：ｘ％、摂氏ｙ度）を、標準条件（例えばＳＯＣ：５０％、摂氏２５度）に換算してもよい。

[0058] また、制御部７４は、測定精度を高くするため、電池セル部１５の充放電電流がゼロである期間において主回路５１の抵抗値Ｒｍの測定を実施してもよい。分岐電力線５２に充放電電流値が高いほど円環部６８が受ける磁束密度が高くなり、検出交流信号に影響を与える。なお、分岐電力線５２に最大

充放電電流が流れても円環部６８において磁気飽和しないように円環部６８を設計すれば、内部抵抗導出装置６０は検出交流信号を検出することができる。

[0059] 以上説明したように、第１の実施形態の内部抵抗導出装置６０によれば、受信部７２により検出された交流信号の周波数成分うち送信部６６により供給された交流信号の周波数と等しい周波数成分の信号を抽出する抽出部７６を備え、抽出部７６により抽出された信号に基づいて蓄電池の内部抵抗値を導出する。これにより、第１の実施形態の内部抵抗導出装置６０によれば、閉ループ線路８０にノイズが重畳していて検出交流信号にノイズが多く含まれていても、蓄電池の内部抵抗値を高い精度で導出することができる。

[0060] また、第１の実施形態の内部抵抗導出装置６０によれば、閉ループ線路８０の抵抗値を変更するように指示した前後における検出直流信号の信号値の値そのものではなくの変化の比に基づいて、主回路５１の抵抗値Ｒｍを導出するので、円環部６２および６８のインダクタンスＬやコンデンサＣの特性の緩やかな変化の影響を受けることなく、主回路５１の抵抗を高い精度で測定することができる。

[0061] ここで、式（７）のβにＶｒ１／Ｖｒ２を代入すると式（８）のようになる。

Ｒｍ＝Ｒｒｅｆ／（（Ｖｒ１／Ｖｒ２）－１））…式（８）

Ｖｒ１にノイズが重畳した検出交流信号の電圧をＶｒ１＋ｎ１、Ｖｒ２にノイズが重畳した検出交流信号の電圧をＶｒ２＋ｎ２とすると、Ｖｒ１／Ｖｒ２は、以下のようになる。

（Ｖｒ１＋ｎ１）／（Ｖｒ２＋ｎ２）

ｎ１およびｎ２は共に閉ループ線路８０に重畳するノイズであるため、同程度の値である。このため、（Ｖｒ１＋ｎ１）／（Ｖｒ２＋ｎ２）の値は、Ｖｒ１／Ｖｒ２よりも小さい値となる。この結果、式（８）により求められる抵抗値Ｒｍは、検出交流信号にノイズが重畳されていない場合の値よりも大きな値として測定される。さらに、例えば電池モジュール１３の劣化など

により主回路５１の抵抗値Ｒｍが抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆよりも高くなると、抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆを閉ループ線路８０に接続した際の検出交流信号と抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆを閉ループ線路８０に接続させていない際の検出交流信号との差が小さくなるため、Ｖｒ１／Ｖｒ２が１に近い値になる。このため、式（８）においてＶｒ１／Ｖｒ２から１を減ずるため、式（８）の右辺の分母の値はさらに小さくなり、ノイズｎ１およびｎ２が検出交流信号に加算されることによる影響はさらに増幅される。これに対し、第１の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、抽出部７６により検出交流信号のうち共振周波数ｆｒの成分のみを検出直流信号の信号値に変換するので、ノイズｎ１およびｎ２の影響を抑制することができる。

[0062] また、第１の実施形態によれば、組電池ユニット１２に対して内部抵抗導出装置６０を着脱可能に構成しているので、複数の組電池ユニット１２に対して単一の内部抵抗導出装置６０を順次着脱して各組電池ユニット１２における主回路５１の抵抗値Ｒｍを測定することができる。これにより、第１の実施形態によれば、蓄電システム１が複数の組電池ユニット１２を有していても、単一の内部抵抗導出装置６０で各組電池ユニット１２における抵抗値Ｒｍの測定を実現することができ、蓄電システム１全体としての劣化診断に必要な回路構成およびコストを削減することができる。

[0063] さらに、第１の実施形態によれば、第１の抵抗値（略０）と第２の抵抗値（Ｒｒｅｆ）との間で抵抗値を変更するよう指示し、検出直流信号の信号値の差と第２の抵抗値とに基づいて主回路５１の抵抗値Ｒｍを導出することができ、受動部品であるコンデンサ８２、スイッチ部８４、および抵抗部８６という簡単な構成を組電池ユニット１２に有するだけで、高い精度で主回路５１の抵抗を測定することができる。

[0064] さらに、第１の実施形態によれば、閉ループ線路８０に流れる充放電電流に検出交流信号を重畳させて主回路５１の抵抗を測定するので、電池モジュール１３の動作を停止させる必要が無く、電池モジュール１３の充放電動作と独立して主回路５１の抵抗を測定することができる。

[0065] さらに、第１の実施形態によれば、測定対象である主回路５１に接続された閉ループ線路８０に交流信号を供給して主回路５１の抵抗を測定するので、組電池ユニット１２の劣化度合いがばらついていて、特定の組電池ユニット１２の内部抵抗が高くなっている状態であっても当該組電池ユニット１２の劣化を検出することができる。

[0066] （第２の実施形態）

以下、第２の実施形態について説明する。なお、上述した実施形態と同様の部分については同一符号を付することによりその詳細な説明を省略する。図１１は、第２の実施形態の内部抵抗導出装置６０により主回路５１の抵抗値Ｒｍを導出する動作手順を示すフローチャートである。

[0067] 内部抵抗導出装置６０は、円環部６２、６８が分岐電力線５２に磁気結合が可能な状態であり、制御部７４が信号線６０ａによりスイッチ部８４に接続された状態において、ステップＳ１００以降の処理を開始する。先ず、内部抵抗導出装置６０の制御部７４は、閉ループ線路８０に供給する供給交流信号の周波数ｆを所定のスイープ下限周波数ｆＬに設定し（ステップＳ１００）、送信部６６および円環部６２により閉ループ線路８０に周波数ｆＬの供給交流信号を供給させる（ステップＳ１０２）。

[0068] 次に制御部７４は、スイッチ部８４を閉状態（オン（導通状態））に切り替え（ステップＳ１０４）、閉ループ線路８０の合計抵抗値Ｒｔを、主回路５１の抵抗値Ｒｍに切り替え、円環部６８および受信部７２により閉ループ線路８０に重畳されている検出交流信号を検出させる。抽出部７６は、受信部７２により検出された検出交流信号に基づいて検出直流信号の信号値を制御部７４に出力する。制御部７４は、検出直流信号の信号値（Ｖｏｎ（ｆＬ））を記憶する（ステップＳ１０６）。

[0069] 次に、制御部７４は、スイッチ部８４を開状態（オフ）に切り替え（ステップＳ１０８）、閉ループ線路８０の合計抵抗値Ｒｔを、主回路５１の抵抗値Ｒｍ＋Ｒｒｅｆに切り替え、円環部６８および受信部７２により閉ループ線路８０に重畳されている検出交流信号を検出させる。抽出部７６は、受信

部７２により検出された検出交流信号に基づいて検出直流信号の信号値を制御部７４に出力する。制御部７４は、検出直流信号の信号値（Ｖｏｆｆ（ｆＬ））を記憶する（ステップＳ１１０）。

[0070] 次に、制御部７４は、交流信号の周波数ｆに所定の微小な周波数Δｆを加算し（ステップＳ１１２）、加算した周波数（ｆ＋Δｆ）が、所定のスイープ上限周波数ｆＨを超えているか否かを判定する（ステップＳ１１４）。加算した周波数がスイープ上限周波数ｆＨを超えていない場合には（ステップＳ１１４：ＮＯ）、制御部７４は、加算した周波数を供給交流信号の周波数ｆに設定してステップＳ１０２以降の処理を繰り返す。

これにより、制御部７４は、スイープ下限周波数ｆＬからスイープ上限周波数ｆＨまで供給交流信号の周波数ｆをスイープして、Ｖｏｎ（ｆＬ）～Ｖｏｎ（ｆＨ）およびＶｏｆｆ（ｆＬ）～Ｖｏｆｆ（ｆＨ）を記憶する。

[0071] 一方、加算した周波数がスイープ上限周波数ｆＨを超えた場合には（ステップＳ１１４：ＹＥＳ）、制御部７４は、記憶したＶｏｎ（ｆＬ）～Ｖｏｎ（ｆＨ）のうちの最大値Ｖｏｎ＿ｍａｘ、およびその時の周波数（共振周波数）ｆｒを求める（ステップＳ１１６）。最大値Ｖｏｎ＿ｍａｘは、閉ループ線路８０における共振周波数ｆｒに近い周波数の供給交流信号を閉ループ線路８０に供給したときに検出された検出直流信号の信号値（Ｖｏｎ（ｆｒ））となる。

[0072] 次に、制御部７４は、求められた最大値Ｖｏｎ（ｆｒ）と共振周波数ｆｒに対応したＶｏｆｆ（ｆｒ）との比（Ｖｏｎ（ｆｒ）／Ｖｏｆｆ（ｆｒ））を、検出直流信号の信号値の変化率βとして算出する（ステップＳ１１８）。

[0073] 次に、制御部７４の導出部７４ａは、算出された検出直流信号の信号値の変化率βと、抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆとを用いて式（７）の（Ｒｒｅｆ／（β－１））の演算を行って、主回路５１の抵抗値Ｒｍを導出する（ステップＳ１２０）。

[0074] 上述した主回路５１の抵抗値Ｒｍを導出する動作において、スイープ下限

周波数ｆＬおよびスイープ上限周波数ｆＨは、下記の原理に基づいて予め設定可能な値である。閉ループ線路８０における回路要素の特性パラメータが既知であれば、検出交流信号の周波数特性は、図９に示した供給交流信号の周波数に対する検出直流信号の信号値の関係を利用して演算することができる。また、閉ループ線路８０における共振周波数ｆｒは、主回路５１の抵抗値Ｒｍには依存しない。

[0075] そこで、第２の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、閉ループ線路８０における回路要素の特性（インダクタンスおよびキャパシタンス）、および円環部６２、６８のインダクタンスに基づいて共振周波数ｆｒを含む周波数範囲をスイープ下限周波数ｆＬおよびスイープ上限周波数ｆＨに設定する。この設定されたスイープ下限周波数ｆＬおよびスイープ上限周波数ｆＨは、制御部７４の記憶部に記憶される。スイープ下限周波数ｆＬおよびスイープ上限周波数ｆＨは、組電池ユニット１２の設計時において組電池ユニット１２の構成に基づいて予め設計者により設定されて、制御部７４の記憶部に記憶される。

[0076] 以上説明したように、第２の実施形態によれば、スイープ下限周波数ｆＬおよびスイープ上限周波数ｆＨの範囲で次第に供給交流信号の周波数を変更させることにより、供給交流信号の周波数を閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒに近づけるよう変更するので、閉ループ線路８０における合計抵抗値Ｒｔを変化させた前後における検出直流信号の信号値の差を高くすることができ、高い精度で主回路５１の抵抗値Ｒｍを測定することができる。

[0077] また、第２の実施形態によれば、供給交流信号の周波数を次第に変更させると共に検出直流信号の信号値を検出させ、検出直流信号の信号値のうち最大の信号値を用いて主回路５１の抵抗値Ｒｍを導出するので、閉ループ線路８０における共振周波数ｆｒが不明であっても、閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒに近い供給交流信号を重畳させたときの検出直流信号の信号値を用いて主回路５１の抵抗値Ｒｍを導出でき、高い精度で主回路５１の抵抗値Ｒｍを測定することができる。

[0078] なお、制御部７４は、主回路５１の抵抗値Ｒｍを導出する動作を行った後、最大値Ｖｏｎ（ｆｒ）と最大値Ｖｏｆｆ（ｆｒ）を得たときに閉ループ線路８０に供給する交流信号の周波数を閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒの情報として記憶しておいてもよい。

[0079] これにより、制御部７４は、記憶された閉ループ線路８０の共振周波数情報に基づいて閉ループ線路８０に重畳させる供給交流信号の周波数を制御することができる。これにより、制御部７４は、短時間の動作で、検出直流信号の信号値の変化率βを高くすることができ、主回路５１の抵抗値Ｒｍの精度をさらに高くすることができる。

[0080] また、制御部７４は、記憶された閉ループ線路８０の共振周波数情報に基づいてスイープ下限周波数ｆＬおよびスイープ上限周波数ｆＨの範囲を狭く変更することができ、閉ループ線路８０の共振周波数に近い周波数を探索する期間を短くすることができる。

[0081] さらに、制御部７４は、複数の組電池ユニット１２の劣化状態を診断するため、組電池ユニット１２ごとに閉ループ線路８０の共振周波数情報を記憶してもよい。制御部７４は、組電池ユニット１２の識別情報と共振周波数情報とを対応づけて記憶しておき、内部抵抗導出装置６０が組電池ユニット１２に接続された状態で手動または自動で組電池ユニット１２に対応した閉ループ線路８０の共振周波数情報を読み出して、閉ループ線路８０に重畳させる供給交流信号の周波数を制御することができる。

[0082] （第３の実施形態）

以下、第３の実施形態について説明する。なお、上述した実施形態と同様の部分については同一符号を付することによりその詳細な説明を省略する。上述した第２の実施形態はスイープ下限周波数ｆＬおよびスイープ上限周波数ｆＨの範囲で次第に供給交流信号の周波数をスイープして共振周波数ｒｆの抵抗値Ｒｍを求めたが、閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒを予め求めておいてもよい。第３の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、制御部７４によって閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒを求めておき、閉ループ線路８０の

抵抗値Ｒｍを測定する際に、予め求めておいた共振周波数ｆｒの供給交流信号を供給する。

[0083] 図１２は、第３の実施形態の内部抵抗導出装置６０において閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒを求める処理の処理手順を示すフローチャートである。内部抵抗導出装置６０は、円環部６２、６８が分岐電力線５２に磁気結合が可能な状態であり、制御部７４が信号線６０ａによりスイッチ部８４に接続された状態において、ステップＳ１３０以降の処理を開始する。先ず、制御部７４は、閉ループ線路８０に供給する供給交流信号の周波数ｆを所定のスイープ下限周波数ｆＬに設定し（ステップＳ１３０）、送信部６６および円環部６２により閉ループ線路８０に周波数ｆＬの供給交流信号を供給させる（ステップＳ１３２）。

[0084] 制御部７４は、受信部７２により閉ループ線路８０に重畳された検出交流信号を検出させ、移相器７６ｃにより供給交流信号の移相を検出直流信号の移相に同期させるために供給交流信号の移相と検出直流信号の移相との移相差を検出する（ステップＳ１３４）。制御部７４は、検出した供給交流信号と検出交流信号との移相差が９０度であるか否かを判定する（ステップＳ１３６）。制御部７４は、供給交流信号と検出交流信号との移相差が９０度ではない場合には、供給交流信号の周波数ｆに所定の微小な周波数Δｆを加算し（ステップＳ１３８）、ステップＳ１３２に処理を戻す。制御部７４は、供給交流信号と検出交流信号との移相差が９０度である場合には、ステップＳ１３２において閉ループ線路８０に供給した供給交流信号の周波数を閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒとして特定する（ステップＳ１４０）。

[0085] さらに、第３の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、他の手法により共振周波数ｆｒを特定してもよい。上述したように、制御部７４は、移相器７６ｃを制御して、供給交流信号の移相と検出交流信号の移相とを同期させるために、供給交流信号の移相量を検出する（移相差検出部）。これを利用し、制御部７４は、供給交流信号と検出交流信号との位相差が９０度となった時に閉ループ線路８０に供給させた供給交流信号の周波数を、閉ループ線路８

０の共振周波数ｆｒとして特定することができる。この結果、第３の実施形態の内部抵抗導出装置６０によれば、第２の実施形態のように、共振周波数ｆｒを含む周波数範囲をスイープ下限周波数ｆＬおよびスイープ上限周波数ｆＨに亘り供給交流信号の周波数をスイープしながらスイッチのオンまたはオフや、交流信号の振幅（Ｖｏｎ（ｆ）およびＶｏｆｆ（ｆ））の検出をすることなく、共振周波数ｆｒを特定することができる。

[0086] 図１３は、供給交流信号の周波数に対する、供給交流信号と検出交流信号との振幅比（β）および主回路５１の抵抗値Ｒｍの推定値のシミュレーションの結果を示す図である。図１３において、抵抗の推定値Ｒｍ１および振幅比β１は主回路５１に劣化がないことを条件としたシミュレーションの結果であり、抵抗の推定値Ｒｍ３および振幅比β３は、主回路５１の抵抗が、劣化がない時の抵抗の２倍であることを条件としたシミュレーションの結果であり、抵抗の推定値Ｒｍ２および振幅比β２は、主回路５１の抵抗が、劣化がない時の抵抗の１．５倍であることを条件としたシミュレーションの結果である。図１３を参照すると、閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒ付近において振幅比β１、β２、およびβ３の極大値が表れると共に、主回路５１の抵抗値Ｒｍの極小値が表れていることが分かる。

[0087] 図１４は、第３の実施形態の内部抵抗導出装置６０において閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒを求める他の処理の処理手順を示すフローチャートである。第３の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、スイッチ部８４を閉状態（オン）に切り替えた状態で（ステップＳ１０４）、閉ループ線路８０に重畳されている検出交流信号を検出させる。制御部７４は、抽出部７６により出力された検出直流信号の信号値に基づいて交流信号の振幅Ｖｏｎ（ｆ）を求めて記憶する（ステップＳ１０６）。また、内部抵抗導出装置６０は、スイッチ部８４を開状態（オフ）に切り替えた状態で（ステップＳ１０８）、閉ループ線路８０に重畳されている検出交流信号を検出させる。制御部７４は、抽出部７６により出力された検出直流信号の信号値に基づいて交流信号の振幅Ｖｏｆｆ（ｆ）を求めて記憶する（ステップＳ１０８）。制御部７４

は、周波数がスイープ上限周波数ｆＨを超えた場合には（ステップＳ１１４）、ステップＳ１５０に処理を進める。

[0088] 制御部７４は、ステップＳ１０６およびステップＳ１０１において検出された交流信号の振幅Ｖｏｎおよび交流信号の振幅Ｖｏｆｆに基づいて、交流信号の周波数ごとに抵抗値Ｒｍを求める。このとき、制御部７４は、式（７）に従って、抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆ、およびＶｏｎとＶｏｆｆとの比に基づいて抵抗値Ｒｍを導出する。制御部７４は、交流信号の周波数ごとの抵抗値Ｒｍのうち、最小の抵抗値Ｒｍを検出する。制御部７４は、最小の抵抗値Ｒｍを求めるために用いられた交流信号の振幅Ｖｏｎおよび交流信号の振幅Ｖｏｆｆに対応した交流信号の周波数を共振周波数ｆｒとして特定する（ステップＳ１５０）。

[0089] （第４の実施形態）

以下、第４の実施形態について説明する。なお、上述した実施形態と同様の部分については同一符号を付することによりその詳細な説明を省略する。

第４の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、電池モジュール１３における充放電電流値、電池セル部１５の温度、電池セル部１５の充電率のうち少なくとも一つ、または何れか二つ、または全てが所定の範囲内である場合に、主回路５１の抵抗値Ｒｍを測定する。すなわち、第４の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、閉ループ線路８０に供給交流信号を重畳させる際の電池モジュール１３の充放電電流値、温度、充電率の条件に制約を加える点で、上述した実施形態と相違する。

[0090] 電池モジュール１３の充放電電流値、電池セル部１５の温度、および電池セル部１５の充電率は、検出交流信号の振幅に影響する。このため、第４の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、電池モジュール１３の充放電電流値、電池セル部１５の温度、電池セル部１５の充電率の何れもが所定の範囲内である場合に、交流信号を供給する。所定の範囲とは、温度に関しては、例えば、摂氏１５～５０度の範囲である。また、所定の範囲とは、充電率に関しては、例えば、２０～８０（％）である。さらに、所定の範囲とは、充放電

電流に関しては、例えば、±１０（Ａ）の範囲である。

[0091] 第４の実施形態において、内部抵抗導出装置６０は、ＢＭＵ１７と通信を行うために、ＢＭＵ１７との間が信号線で接続される。内部抵抗導出装置６０は、組電池ユニット１２に接続された場合において、制御部７４により、ＢＭＵ１７から充放電電流値、電池セル部１５の充電率、または電池セル部１５の温度を受信する。

制御部７４は、受信したＢＭＵ１７から充放電電流値、電池セル部１５の充電率、および電池セル部１５の温度が所定の範囲内である場合に、閉ループ線路８０に供給交流信号を重畳させて、検出交流信号を検出する。

[0092] ここで、電池セル部１５の内部抵抗値は、電池セル部１５の温度の変化に対して非直線性が強い。また、電池セル部１５の内部抵抗値は、電池セル部１５の充電率の変化に対しても非直線性が強い。このため、閉ループ線路８０に供給交流信号を重畳させる際の電池セル部１５の充電率および電池セル部１５の温度に制約を設ける。これにより、より正確に電池モジュール１３の劣化程度を診断することができる。

さらに、内部抵抗導出装置６０は、閉ループ線路８０に供給交流信号を重畳する際の充放電電流の値の条件に制約を設ける。充放電電流値に制約を設けることにより、円環部６８における磁界が高くなることによる磁気飽和を抑制することができる。

[0093] 以上説明した第４の実施形態によれば、電池モジュール１３の充放電電流値、電池セル部１５の温度、電池セル部１５の充電率の何れか一つ、または何れか二つ、または全てが所定の範囲内である場合に、主回路５１の抵抗値Ｒｍを測定する。これにより、第４の実施形態によれば、電池モジュール１３の充放電電流値が高い場合や、電池セル部１５の温度または電池セル部１５の充電率が異常な場合に主回路５１の抵抗値Ｒｍを計測することを抑制でき、さらに高い精度で電池モジュール１３の劣化程度を診断することができる。

[0094] （第５の実施形態）

以下、第５の実施形態について説明する。なお、上述した実施形態と同様の部分については同一符号を付することによりその詳細な説明を省略する。

第５の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、検出直流信号の信号値が所定の範囲となるように閉ループ線路８０に重畳させる供給交流信号の振幅を変更させる。すなわち、上述した実施形態においては閉ループ線路８０に重畳させる供給交流信号の振幅を一定値に設定して主回路５１の抵抗値Ｒｍを測定したが、第５の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、閉ループ線路８０に重畳させる供給交流信号の振幅を制御する点で、上述した実施形態と相違する。

[0095] 第１の実施形態において説明したように、主回路５１の抵抗値Ｒｍは、検出直流信号の信号値の変化率βに基づいて導出される（式（７）を参照）。したがって、閉ループ線路８０に重畳させる供給交流信号の振幅は一定である必要はなく、制御部７４は、スイッチ部８４が閉状態である場合において検出直流信号の信号値が所定の範囲内となるように供給交流信号の振幅を調整する。なお、制御部７４は、スイッチ部８４に対して閉ループ線路８０の抵抗値を変更させる前後において閉ループ線路８０に重畳させる供給交流信号の振幅を一定にすればよい。

[0096] 以上説明した第５の実施形態によれば、所定の範囲内の振幅の検出交流信号を用いて検出直流信号の信号値の変化率βを算出することができるので、閉ループ線路８０における抵抗値を変更する前後における検出直流信号の信号値の値を一定レベル以上に確保することができ、主回路５１の抵抗値Ｒｍをさらに高い精度で導出することができる。

[0097] （第６の実施形態）

以下、第６の実施形態について説明する。なお、上述した実施形態と同様の部分については同一符号を付することによりその詳細な説明を省略する。

第６の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、主回路５１の抵抗値Ｒｍの変化に対する式（７）の導出値の感度を高めるように抵抗部８６の抵抗値が設定される点で、上述した実施形態と相違する。

[0098] 第１の実施形態において説明したように、主回路５１の抵抗値Ｒｍは、検出直流信号の信号値の変化率βに基づいて導出される（式（７）を参照）。以下、式（７）における検出直流信号の信号値の変化率βを変化させたときの主回路５１の抵抗値Ｒｍを試算する。

[0099] β＝５の場合、Ｒｍ＝０．２５×Ｒｒｅｆ

β＝４の場合、Ｒｍ＝０．３３３×Ｒｒｅｆ

β＝３の場合、Ｒｍ＝０．５×Ｒｒｅｆ

β＝２．５の場合、Ｒｍ＝０．６６７×Ｒｒｅｆ

β＝２の場合、Ｒｍ＝１×Ｒｒｅｆ

β＝１．５の場合、Ｒｍ＝２×Ｒｒｅｆ

β＝１．３３３の場合、Ｒｍ＝３×Ｒｒｅｆ

β＝１．２５の場合、Ｒｍ＝４×Ｒｒｅｆ

上記の試算結果から（β－１）とＲｍとは反比例の関係にあることがわかる。図１５は、第６の実施形態における検出直流信号の信号値の変化率βと主回路５１の抵抗値Ｒｍとの関係を示す図である。主回路５１の抵抗値Ｒｍに対する導出精度が最大となるように、抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆを決定することについて検討する。

[0100] （１）Ｒｍ（ＢＯＬ）＜＜Ｒｒｅｆの場合

主回路５１に劣化がない時の抵抗値Ｒｍ（ＢＯＬ）に対して抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆが大きすぎると、検出直流信号の信号値の変化率βが高くなるため主回路５１の劣化に対する検出直流信号の信号値の変化率βの変化は検出しやすくなるが、主回路５１の抵抗値Ｒｍに対する抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆの誤差の比率が高くなる。

[0101] （２）Ｒｍ（ＢＯＬ）＞＞Ｒｒｅｆの場合

抵抗値Ｒｍ（ＢＯＬ）に対して抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆが小さすぎると、検出直流信号の信号値の変化率βが１に近づくので、式（７）における分母である（β－１）の有効桁数が減り、主回路５１の抵抗値Ｒｍの推定誤差が大きくなる。

[0102] 以上より、抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆは主回路５１の抵抗値Ｒｍ（ＢＯＬ）に対して大きすぎる場合および小さすぎる場合の双方において主回路５１の抵抗値Ｒｍの測定精度が低下する。このため、抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆは適切な範囲がある。すなわち、検出直流信号の信号値の変化率βは、１に近過ぎず、且つ大きくなり過ぎない範囲が望ましく、２～３の範囲が望ましい。

Ｒｍ（ＥＯＬ）＝２×Ｒｍ（ＢＯＬ）、すなわち、主回路５１の抵抗値Ｒｍが使用初期の２倍になった時点が寿命であるとすると、

Ｒｒｅｆ＝２×Ｒｍ（ＢＯＬ）、すなわち主回路５１の使用初期においては$\beta=3$

とすると、

Ｒｒｅｆ＝Ｒｍ（ＥＯＬ、）、すなわち主回路５１の劣化状態においては$\beta=2$

となり、主回路５１の使用初期から劣化するまでにおいて検出直流信号の信号値の変化率βは２～３の範囲となる。すなわち、抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆは、主回路５１の初期状態における抵抗値Ｒｍの２倍程度、或いは主回路５１の劣化状態における抵抗値Ｒｍの１倍程度が望ましい。また、抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆは、主回路５１の抵抗値Ｒｍに対して概ね０．５倍～４倍の範囲内であればよい。

[0103] 以上説明したように、第６の実施形態によれば、抵抗部８６の抵抗値Ｒｒｅｆを主回路５１の抵抗値Ｒｍに対して０．５倍から４倍の範囲内にしたので、主回路５１の抵抗値Ｒｍの変化に対する式（７）の導出値の感度を高めることができ、さらに高い精度で主回路５１の抵抗値Ｒｍを測定することができる。

[0104] （第７の実施形態）

以下、第７の実施形態について説明する。なお、上述した実施形態と同様の部分については同一符号を付することによりその詳細な説明を省略する。

第７の実施形態の内部抵抗導出装置６０は、閉ループ線路８０の共振周波

数ｆｒを変更させ、変更された共振周波数ｆｒの供給交流信号を閉ループ線路８０に重畳させる点で、上述した実施形態と相違する。

[0105] 図１６は、第７の実施形態の組電池ユニット１２の構成を示すブロック図である。この組電池ユニット１２は、コンデンサ８２に代えて、閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒを変更させる共振回路部９０を設ける。この共振回路部９０は、スイッチ部８４および抵抗部８６に対して直列して接続される。共振回路部９０は、閉ループ線路８０における共振周波数ｆｒを変更させる構成として、コンデンサまたはインダクタ、コンデンサおよびインダクタの双方を含む。共振回路部９０は、制御部７４からの制御信号に基づいて、キャパシタンスまたはインダクタンスが調整される。

[0106] 図１７は、第７の実施形態の共振回路部９０の構成を示す回路図である。共振回路部９０は、例えば、閉ループ線路８０に接続されたスイッチ部９２と、スイッチ部９２に対して並列接続されたコンデンサ９４、９６とを有する。コンデンサ９４とコンデンサ９６とは異なるキャパシタンスを有する。スイッチ部９２は、制御部７４からの制御信号に基づいて、閉ループ線路８０に対してコンデンサ９４またはコンデンサ９６の一方を選択的に分岐電力線５２に接続させる。これにより、制御部７４は、式（１）におけるＣ成分を変更させて、閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒを変更させる。

[0107] 制御部７４は、共振回路部９０を制御したときの閉ループ線路８０における共振周波数ｆｒを予め記憶する。制御部７４は、コンデンサ９４が閉ループ線路８０に接続された状態における閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒ１およびコンデンサ９４が閉ループ線路８０に接続された状態における閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒ２を記憶する。

[0108] 制御部７４は、閉ループ線路８０の共振周波数をｆｒ１に変更するように指示すると共に、周波数がｆｒ１の供給交流信号を閉ループ線路８０に重畳させるように送信部６６を制御し、受信部７２により検出交流信号を得るように制御する。これにより、制御部７４は、共振周波数ｆｒ１における主回路５１の抵抗値Ｒｍを計測することができる。同様に、制御部７４は、閉ル

ープ線路８０の共振周波数をｆｒ２に変更するように指示すると共に、周波数がｆｒ２の供給交流信号を閉ループ線路８０に重畳させるように送信部６６を制御し、受信部７２により検出交流信号を得るように制御する。これにより、制御部７４は、共振周波数ｆｒ２における主回路５１の抵抗値Ｒｍを計測することができる。

[0109] 共振回路部９０は、図１７に示した構成に限らず、複数のインダクタンス間で切り替え可能な構成を有していてもよい。例えば、共振回路部９０は、スイッチ部９２により巻き線数が変更可能な可変コイルを有する。これにより、制御部７４は、スイッチ部９２によって選択的に閉ループ線路８０のインダクタンスを切り替えさせ、式（１）に従って閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒを変更することができる。

[0110] 以上説明したように、第７の実施形態によれば、閉ループ線路８０の共振周波数ｆｒを変更させ、当該変更された共振周波数ｆｒの供給交流信号を重畳させるので、変更された共振周波数ｆｒに対する主回路５１の抵抗値Ｒｍを測定することができる。これにより、第７の実施形態によれば、主回路５１の抵抗が周波数特性を有する複素インピーダンスであり周波数に対するインピーダンスが異なる場合であっても、周波数毎のインピーダンスを測定して、電池セル部１５の劣化状態をより詳しく測定することができる。

[0111] （第８の実施形態）

以下、第８の実施形態について説明する。なお、上述した実施形態と同様の部分については同一符号を付することによりその詳細な説明を省略する。図１８は、第８の実施形態の内部抵抗測定ユニット６０Ａの構成を示すブロック図である。

第８の実施形態は、分岐電力線５２に内部抵抗導出装置６０、コンデンサ８２、スイッチ部８４、および抵抗部８６を含む内部抵抗測定ユニット６０Ａが、電力線５０に対して着脱可能に構成される。

[0112] 第８の実施形態において、分岐電力線５２の両端には、コネクタ部５２ａ－１および５２ａ－２が設けられる。一方、電力線５０には、コネクタ部５

２ａ－１および５２ａ－２に対して着脱可能なコネクタ部５０ａ－１および５０ａ－２が設けられる。主回路５１の抵抗値Ｒｍの測定時において、コネクタ部５２ａ－１はコネクタ部５０ａ－１と接続され、コネクタ部５２ａ－２はコネクタ部５０ａ－２と接続される。これにより、分岐電力線５２と電力線５０とは、電気的に接続される。第８の実施形態において、分岐電力線５２には、突入電流の抑制用の抵抗８８ａおよびスイッチ８８ｂが設けられることが望ましい。抵抗８８ａは、内部抵抗測定ユニット６０Ａの接続時にコンデンサ８２を充電する突入電流を抑制する。抵抗８８ａの抵抗値は、例えば１０ｋ［Ω］である。スイッチ８８ｂは、内部抵抗測定ユニット６０Ａの接続時にオフ（遮断）状態とされる。これにより、内部抵抗測定ユニット６０Ａの接続時に発生する突入電流は抵抗８８ａに流れる。スイッチ８８ｂは、内部抵抗測定ユニット６０Ａを接続した後にオン（導通）状態とされる。

[0113] なお、分岐電力線５２における両端および電力線５０には、上述した図７および図８に示した円環部６２、６８および配線６４、７０と同様の構成を有する磁気結合部１５２、１５４が設けられてもよい。この場合、電力線５０と分岐電力線５２とは、磁気的結合を介して電力および信号を送信する。

[0114] 以上説明したように、第８の実施形態の内部抵抗測定ユニット６０Ａによれば、閉ループ線路８０における抵抗値を変更する抵抗値変更部（１３４、１３６）と、閉ループ線路８０の合計抵抗値Ｒｔを変更するように指示した前後における検出直流信号の信号値の差に基づいて主回路５１の抵抗値Ｒｍを導出する導出部７４ａとを持つので、主回路５１の抵抗値Ｒｍの変化が検出直流信号の信号値比の変化に表れることを利用して、主回路５１の抵抗値Ｒｍを高い精度で測定することができる。

[0115] また、第８の実施形態によれば、主回路５１に対して内部抵抗測定ユニット６０Ａを着脱可能に構成しているので、複数の組電池ユニット１２に対して単一の内部抵抗測定ユニット６０Ａを順次着脱して主回路５１の抵抗値Ｒｍを測定することができる。これにより、蓄電システム１が複数の組電池ユ

ニット１２を有していても、単一の内部抵抗測定ユニット６０Ａで主回路５１の抵抗値Ｒｍの測定を実現することができ、蓄電システム１全体としての劣化診断に必要な回路構成およびコストを削減することができる。

[0116] （第９の実施形態）

以下、第９の実施形態について説明する。なお、上述した実施形態と同様の部分については同一符号を付することによりその詳細な説明を省略する。なお、第９の実施形態は、その構成が図１と同様であるので、図示を省略する。

第９の実施形態は、分岐電力線５２に内部抵抗導出装置６０、コンデンサ８２、スイッチ部８４、および抵抗部８６を含む内部抵抗測定ユニットが、電力線５０に対して固定的に接続される。

この第９の実施形態によれば、閉ループ線路８０の合計抵抗値Ｒｔを変更するように指示した前後における検出直流信号の信号値の差に基づいて主回路５１の抵抗値Ｒｍを導出する導出部７４ａを持つので、主回路５１の抵抗を高い精度で測定することができる。

[0117] （変形例）

以下、上述した実施形態の変形例について説明する。図１９は、実施形態の変形例の蓄電システム１の構成を示すブロック図である。変形例の蓄電システム１は、電池モジュール１３が接続された電力線５０に分岐電力線５２を介して内部抵抗導出装置６０が接続されると共に、電池モジュール１３、電流センサ部１６およびＢＭＵ１７が電力線５０に接続される点で、上述した実施形態と異なる。

[0118] 各電池モジュール１３－１～１３－ｋ、電流センサ部１６、およびＢＭＵ１７は、それぞれ、磁気結合部ＭＣＴ、ＭＣＲを備え、電力線５０と磁気的に結合されている。なお、ＭＣＴは送信側の磁気結合部を、ＭＣＲは受信側の磁気結合部を、それぞれ示している。これによって、ＣＭＵ１４、電流センサ部１６、およびＢＭＵ１７は、電力線５０および電池セル部１５を介した電力線通信を行うことができる。各磁気結合部ＭＣＴ、ＭＣＲは、例えば

、上述した円環部６２、６８、配線６４、７０と同じ構造を有している。

[0119] この変形例の蓄電システム１は、内部抵抗導出装置６０における制御部７４が、電力線５０および分岐電力線５２に流れる充放電電流に供給交流信号を重畳させ、電力線５０および分岐電力線５２に流れる充放電電流に重畳された交流信号の信号値を検出する。これにより、蓄電システム１は、主回路５１における抵抗値Ｒｍの測定のための交流信号、および電力線通信（ＰＬＣ通信）のための信号用を電力線５０および分岐電力線５２を介して送受信でき、電力線５０、分岐電力線５２をデータ通信と劣化診断の両者で兼用することができる。

[0120] 以上説明した少なくともひとつの実施形態によれば、電力線から検出された交流信号の周波数成分うち、電力線に供給された交流信号の周波数と等しい周波数成分の信号を抽出する抽出部を持つので、蓄電池が接続された電力線にノイズが重畳していて、検出した交流信号にノイズが多く含まれていても、ノイズの影響を低減して蓄電池の内部抵抗を高い精度で測定することができる。

[0121] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

請求の範囲

[請求項1] 蓄電池が接続された電力線に対して交流信号を供給する供給部と、

前記電力線および前記蓄電池を介して前記供給部により供給された交流信号を検出する検出部と、

前記検出部により検出された交流信号の周波数成分のうち前記供給部により供給された交流信号の周波数と等しい周波数成分の信号を抽出する抽出部と、

前記抽出部により抽出された信号に基づいて、前記蓄電池の内部抵抗値を導出する導出部と、

を備える、内部抵抗導出装置。

[請求項2] 前記抽出部は、前記検出部により検出された交流信号を、直流信号に変換し、

前記導出部は、前記抽出部により変換された直流信号に基づいて前記蓄電池の内部抵抗値を導出する、

請求項１に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項3] 前記抽出部は、前記検出部により検出された交流信号に前記供給部により供給された交流信号を乗算し、乗算して得られた信号のうち直流信号を減衰させずに通過させるように遮断周波数が設計されたローパスフィルタを通過した信号を、前記直流信号とする、

請求項２に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項4] 前記供給部は、前記蓄電池の一方端と他方端との間にコンデンサが接続された閉ループ線路に交流信号を供給し、

前記検出部は、前記閉ループ線路における交流信号を検出し、

前記閉ループ線路の抵抗値を変更する抵抗値変更部に対して抵抗値を変更させる制御部を備え、

前記導出部は、前記閉ループ線路の抵抗値を変更する抵抗値変更部に対して抵抗値を変更するように指示した前後において前記抽出部により抽出された信号の信号値の比に基づいて、前記蓄電池の内部抵抗

値を導出する、

請求項１に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項5] 前記制御部は、第１の抵抗値と前記第１の抵抗値よりも高い第２の抵抗値との間で抵抗値を変更するよう指示し、

前記導出部は、前記抽出部により抽出された信号の信号値の比と前記第２の抵抗値とに基づいて前記蓄電池の内部抵抗値を導出する、

請求項４に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項6] 前記導出部は、前記抽出部により抽出された信号の信号値の比と、前記第２の抵抗値と前記第１の抵抗値の差とに基づいて前記蓄電池の内部抵抗値を導出する、

請求項５に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項7] 前記制御部は、前記蓄電池の充放電電流値、温度、充電率のうち少なくとも一つが所定の範囲内である場合に、前記抵抗値を変更させて前記検出部により信号値を検出させる、

請求項４に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項8] 前記制御部は、前記検出部により検出された信号値が所定の範囲となるように前記供給部により前記交流信号の振幅を変更させる、

請求項４に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項9] 前記抵抗値は、前記蓄電池の内部抵抗値の変化に対する導出値の感度を高める値に設定される、

請求項４に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項10] 前記制御部は、前記供給部により供給される前記交流信号の周波数を次第に変更させながら前記抽出部に信号を抽出させ、

前記導出部は、前記抽出部により抽出された信号の信号値のうち最大の信号値を用いて前記蓄電池の内部抵抗値を導出する、

請求項４に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項11] 前記制御部は、前記閉ループ線路の共振周波数の前記交流信号を前記供給部に供給させる、

請求項４に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項12] 前記抽出部は、前記供給部により供給された交流信号の位相と、前記検出部により検出された交流信号の位相との位相差を検出する位相差検出部を備え、

前記制御部は、前記供給部により前記交流信号の周波数を次第に変更させる過程で前記位相差検出部により検出された位相差に基づいて、前記電力線を含む線路の共振周波数を特定する、

請求項１１に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項13] 前記制御部は、前記供給部により前記交流信号の周波数を次第に変更させながら前記検出部により前記交流信号を検出させ、変更された前記交流信号の周波数ごとに前記抽出部により抽出された信号の信号値を用いて内部抵抗値を導出し、導出された内部抵抗値のうち最小の内部抵抗値が導出された際の前記交流信号の周波数を、前記電力線を含む線路の共振周波数として特定する、

請求項１１に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項14] 前記制御部は、前記閉ループ線路の共振周波数を変更させる共振回路部に対して共振周波数を変更するよう指示すると共に、前記共振回路部によって変更された共振周波数の交流信号を供給するように前記供給部を制御する、

請求項１１に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項15] 前記供給部、前記検出部、前記抽出部、および前記導出部は、前記閉ループ線路に対して着脱可能である、

請求項４に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項16] 前記供給部、前記検出部、前記抽出部、および前記導出部は、前記蓄電池が接続された電力線に接続され、

前記供給部は、前記電力線に流れる電流に前記交流信号を重畳させ、

前記検出部は、前記電力線に流れる電流に重畳された交流信号の信

号値を検出する、

請求項１に記載の内部抵抗導出装置。

[請求項17] 蓄電池と、

前記蓄電池が接続された電力線に対して交流信号を供給する供給部と、

前記電力線および前記蓄電池を介して前記供給部により供給された交流信号を検出する検出部と、

前記検出部により検出された交流信号の周波数成分のうち前記供給部により供給された交流信号の周波数と等しい周波数成分の信号を抽出する抽出部と、

前記抽出部により抽出された信号に基づいて、前記蓄電池の内部抵抗値を導出する導出部と、

を有する蓄電池装置。

[請求項18] 蓄電池が接続された電力線に対して交流信号を供給し、

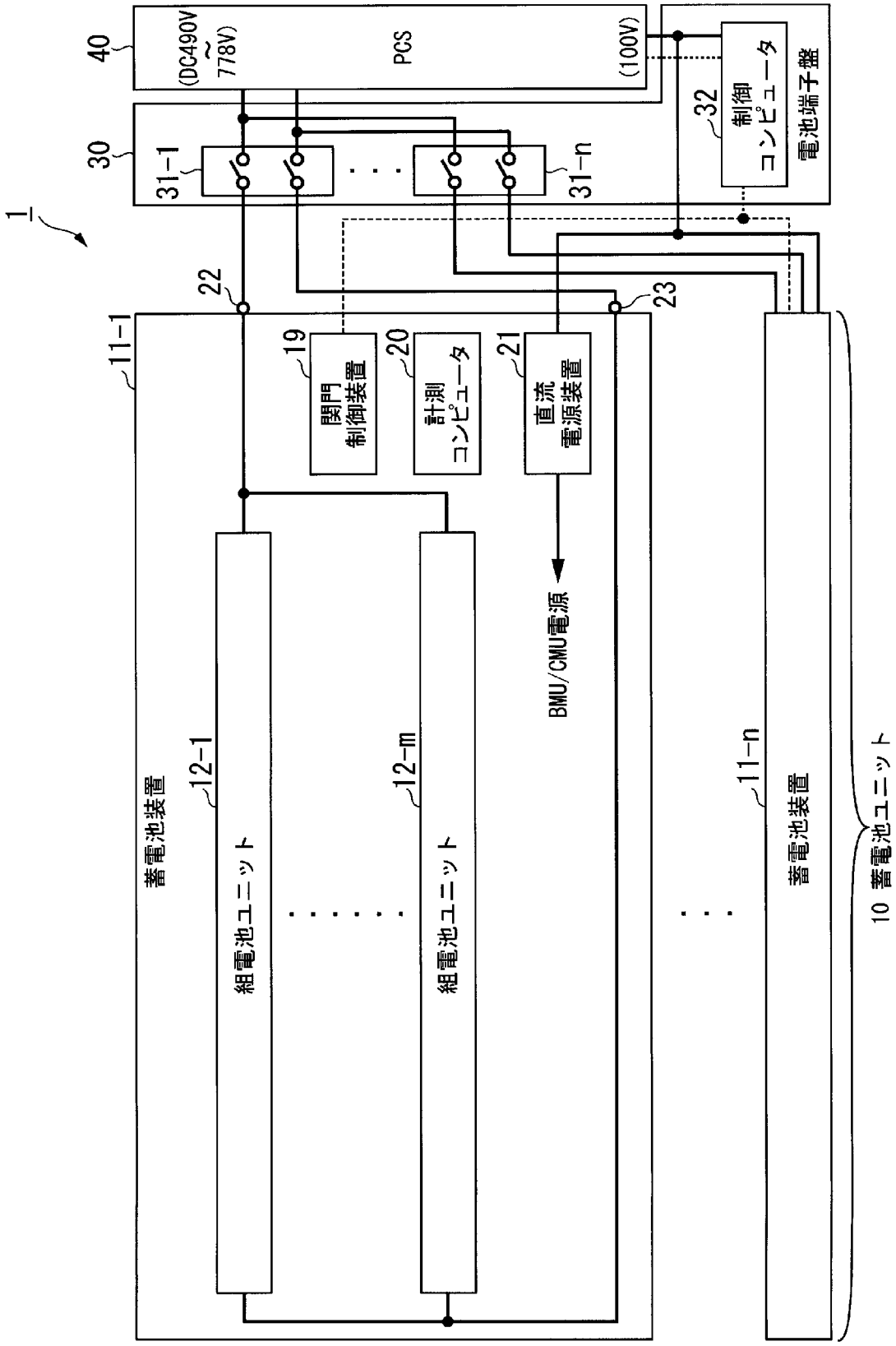
前記電力線および前記蓄電池を介して前記供給された交流信号を検出し、

前記検出された交流信号の周波数成分のうち前記供給された交流信号の周波数と等しい周波数成分の信号を抽出し、

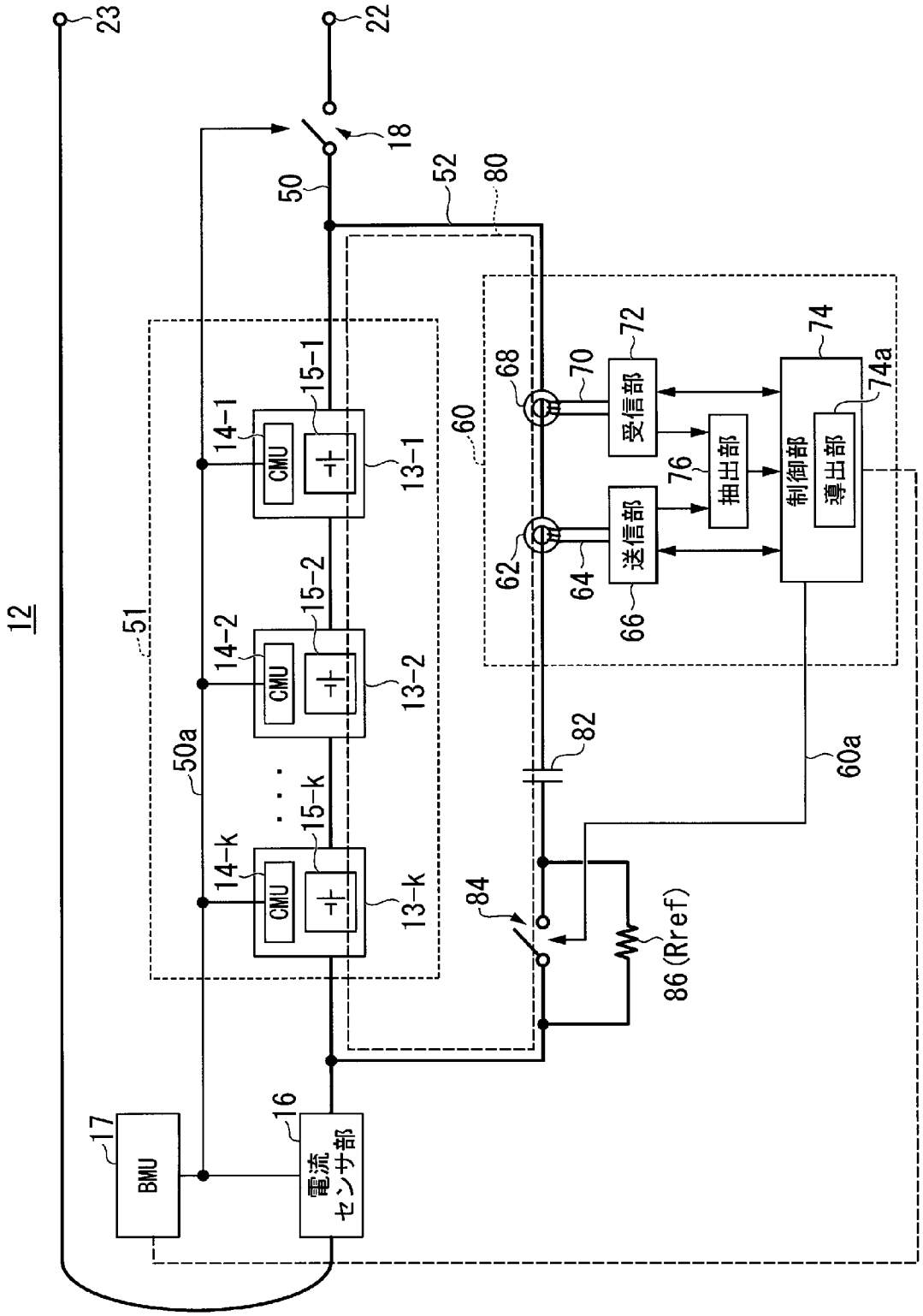
前記抽出された信号に基づいて、前記蓄電池の内部抵抗値を導出する、

内部抵抗値導出方法。

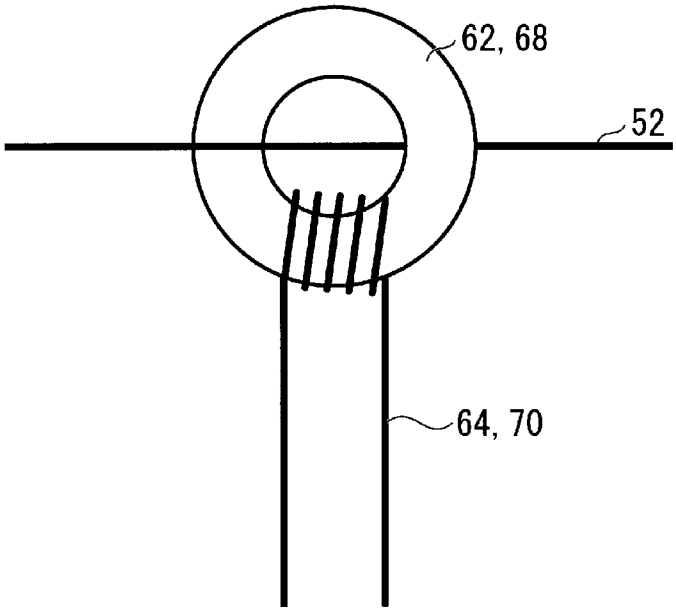
[図1]


1
10 蓄電池ユニット
40
(DC490V
~
778V)
PCS
(100V)
30
31-1
31-n
32
制御
コンピュータ
電池端子盤
22
23
11-1
19
関門
制御装置
20
計測
コンピュータ
21
直流
電源装置
BMU/CMU電源
蓄電池装置
12-1
組電池ユニット
12-m
組電池ユニット
11-n
蓄電池装置

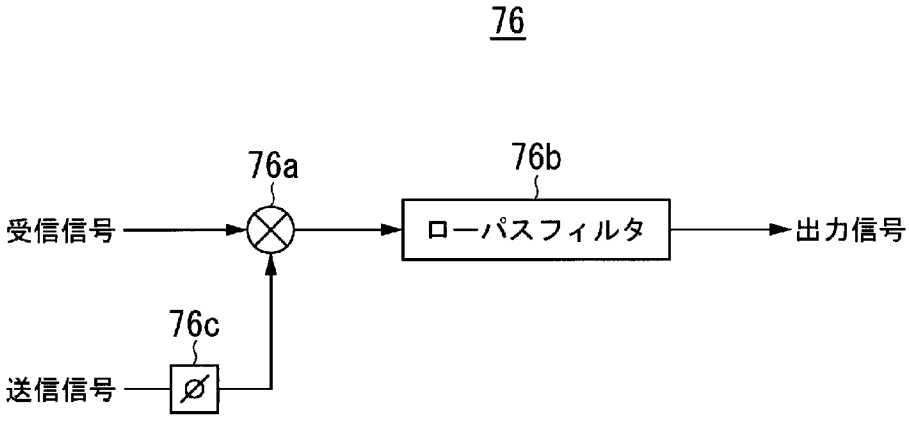
[図2]


12
23
22
18
50
52
80
51
60
14-1
15-1
13-1
14-2
15-2
13-2
14-k
15-k
13-k
CMU
50a
68
70
72
受信部
74
74a
制御部
導出部
抽出部
76
62
64
66
送信部
82
60a
84
86 (Rref)
16
17
BMU
電流センサ部

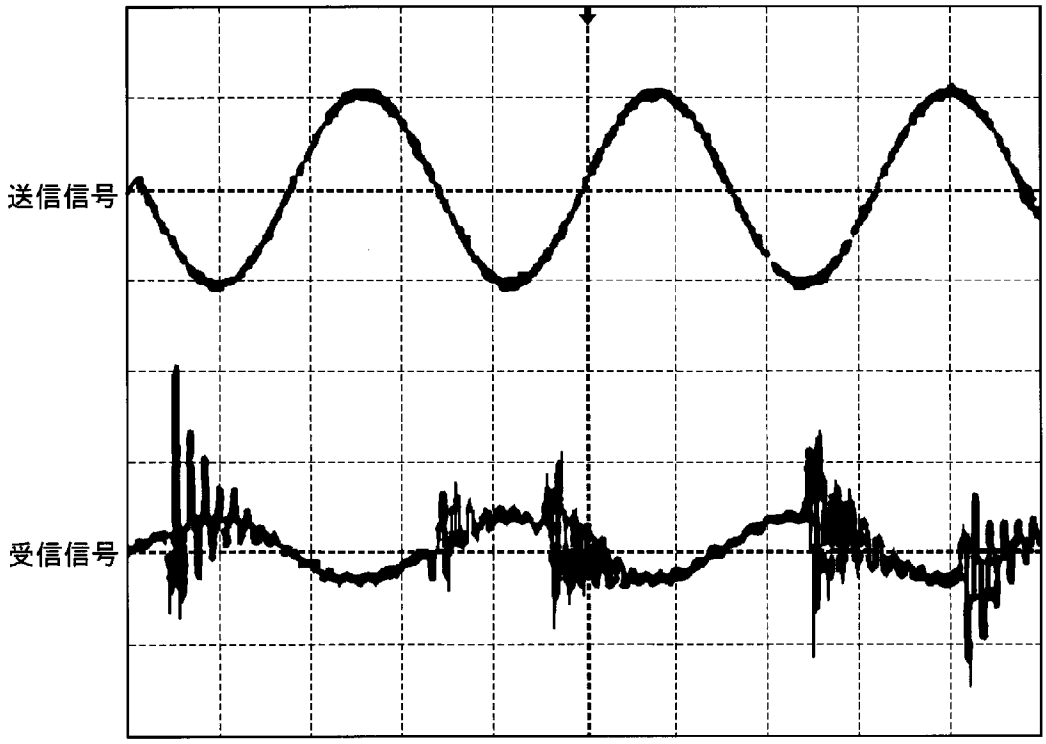
[図3]



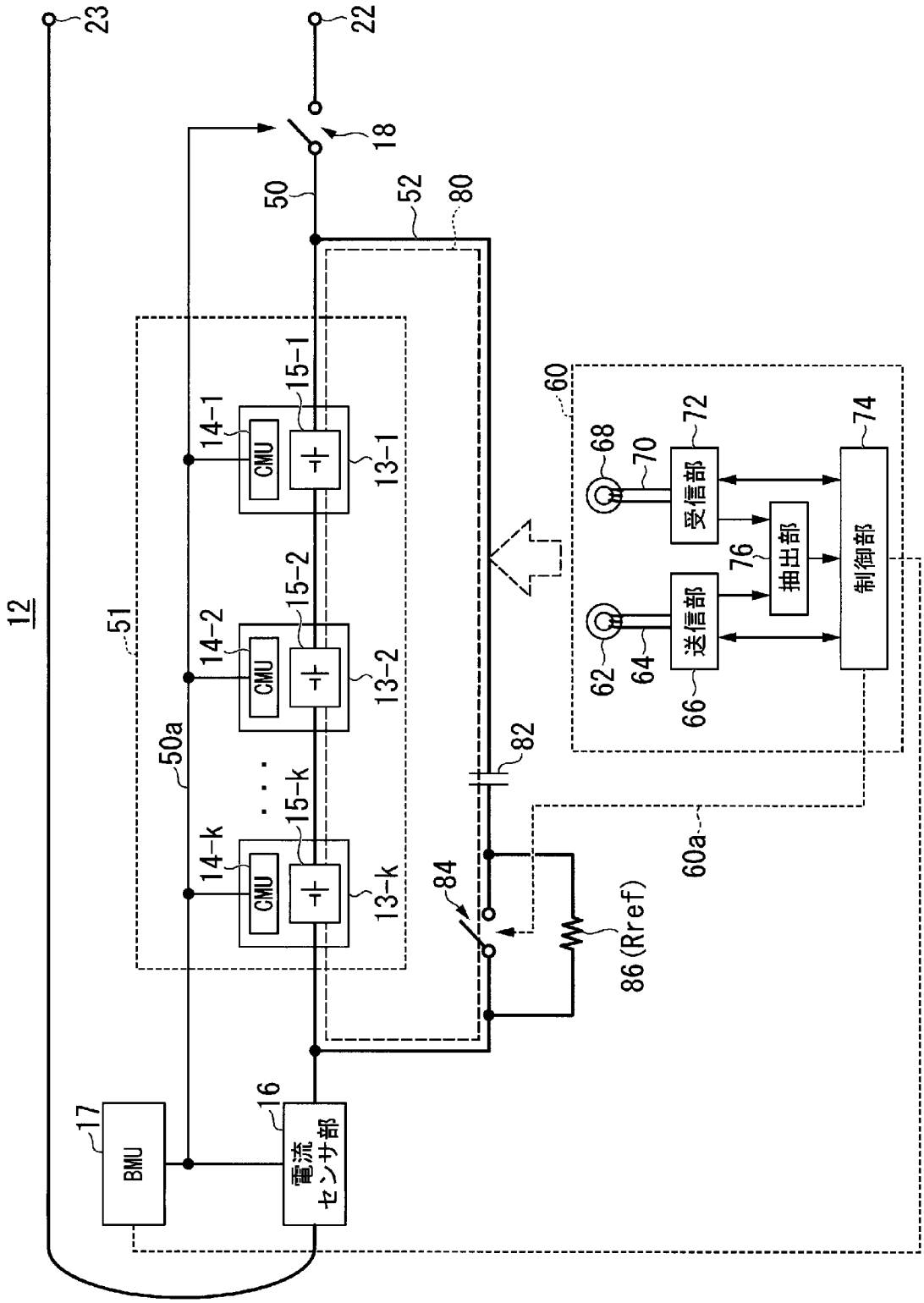
[図4]



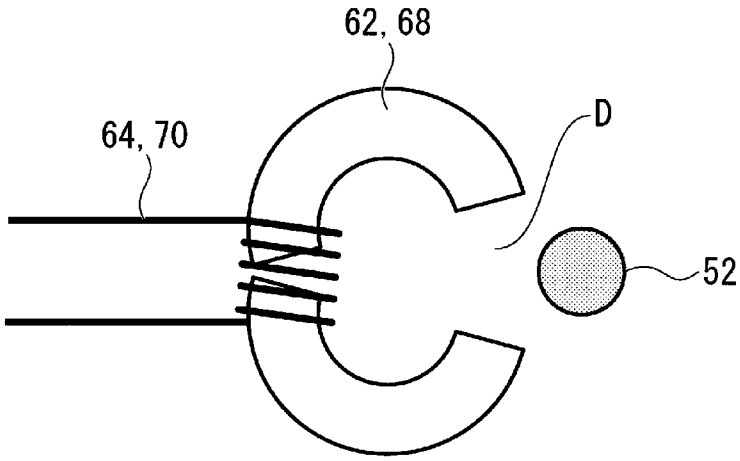
[図5]



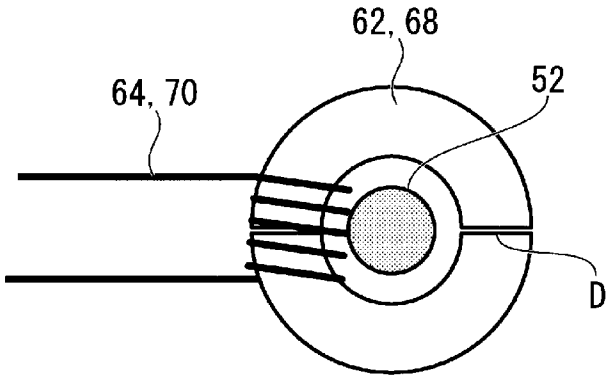
[図6]


12
23
22
18
50
52
80
51
50a
14-1
15-1
13-1
14-2
15-2
13-2
14-k
15-k
13-k
CMU
60
68
70
72
74
受信部
抽出部
制御部
送信部
76
62
64
66
82
84
86 (Rref)
60a
17
BMU
16
電流センサ部

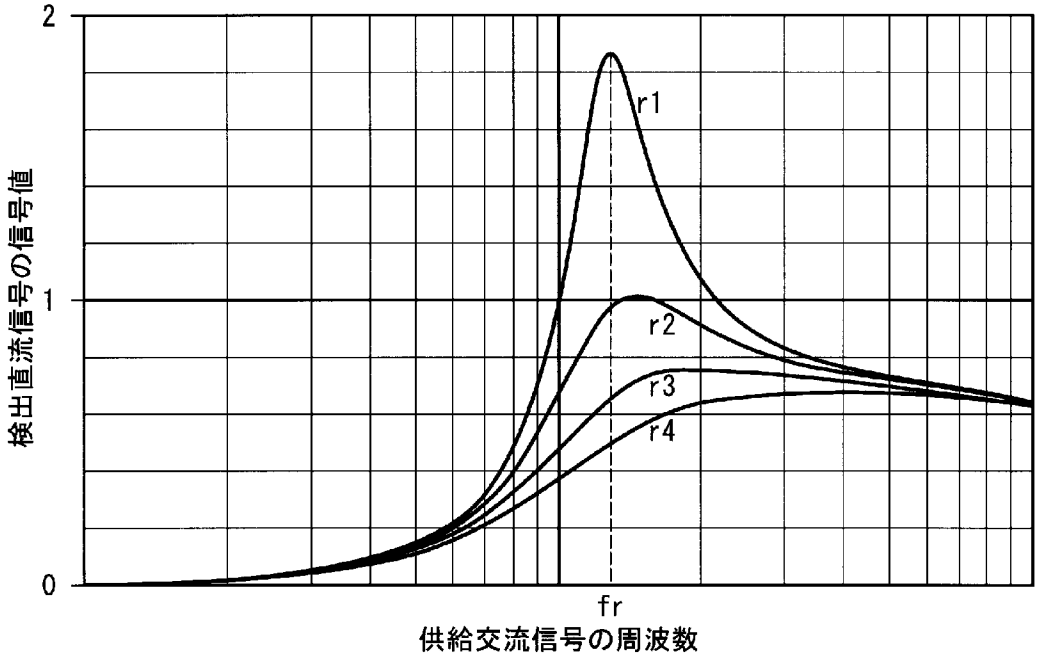
[図7]



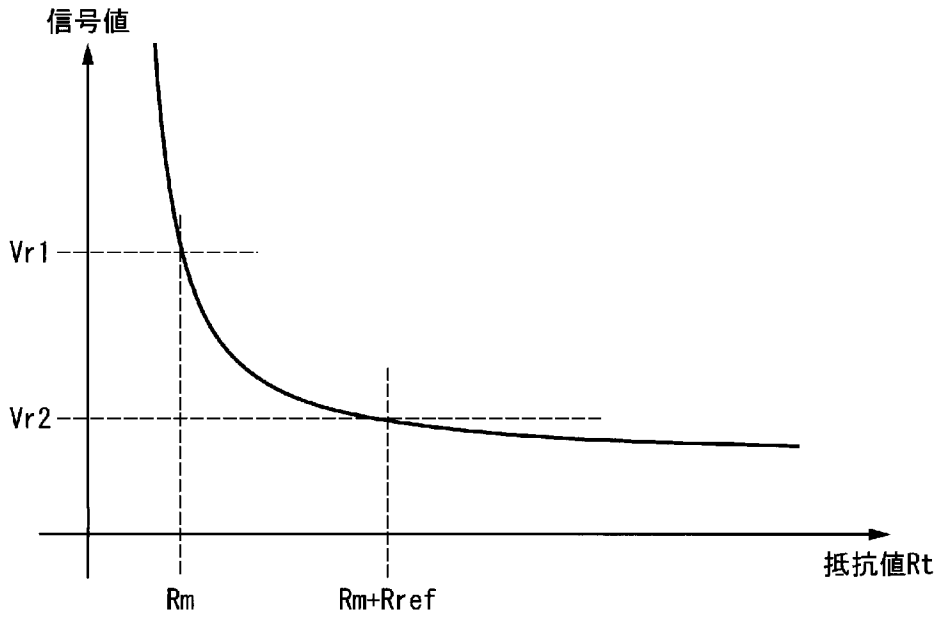
[図8]



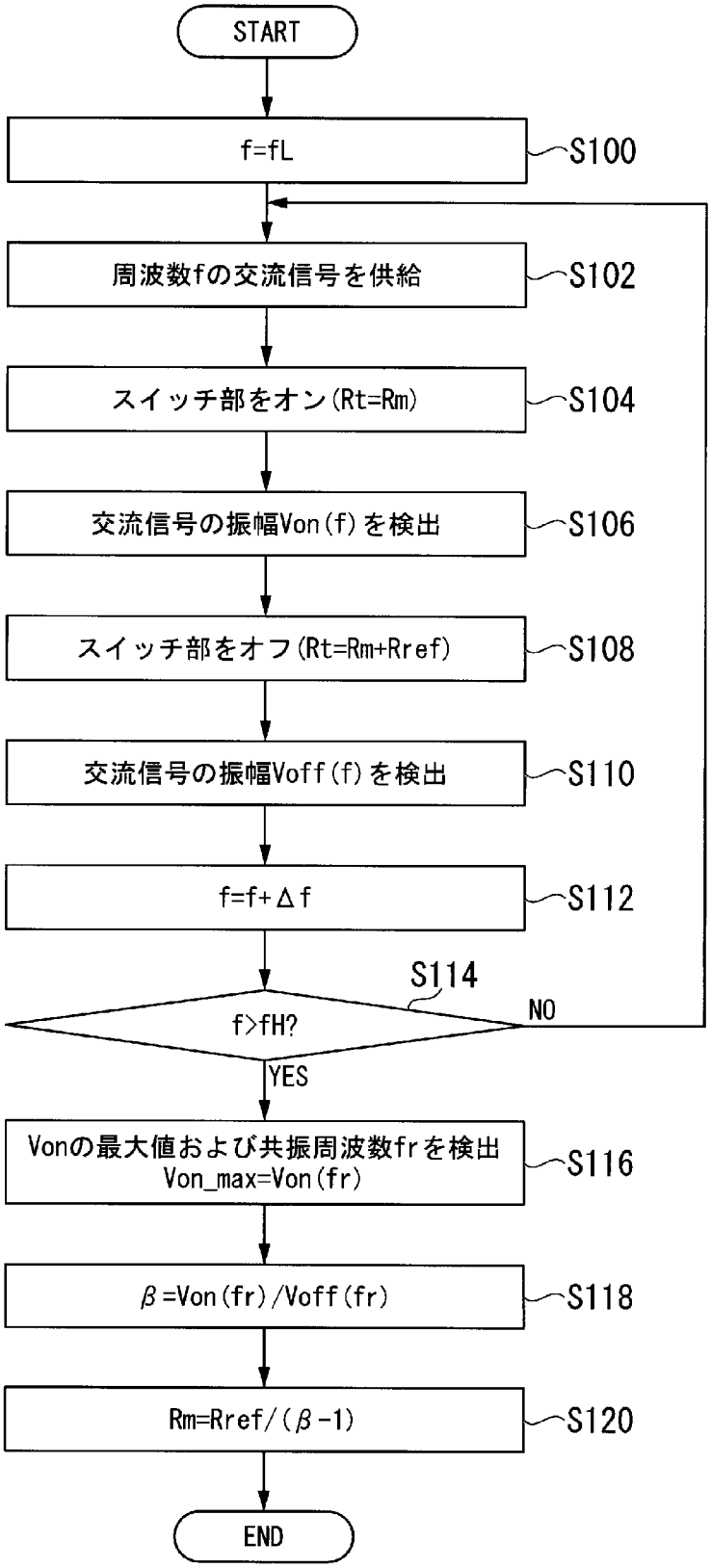
[図9]


2
1
0
検出直流信号の信号値
r1
r2
r3
r4
fr
供給交流信号の周波数

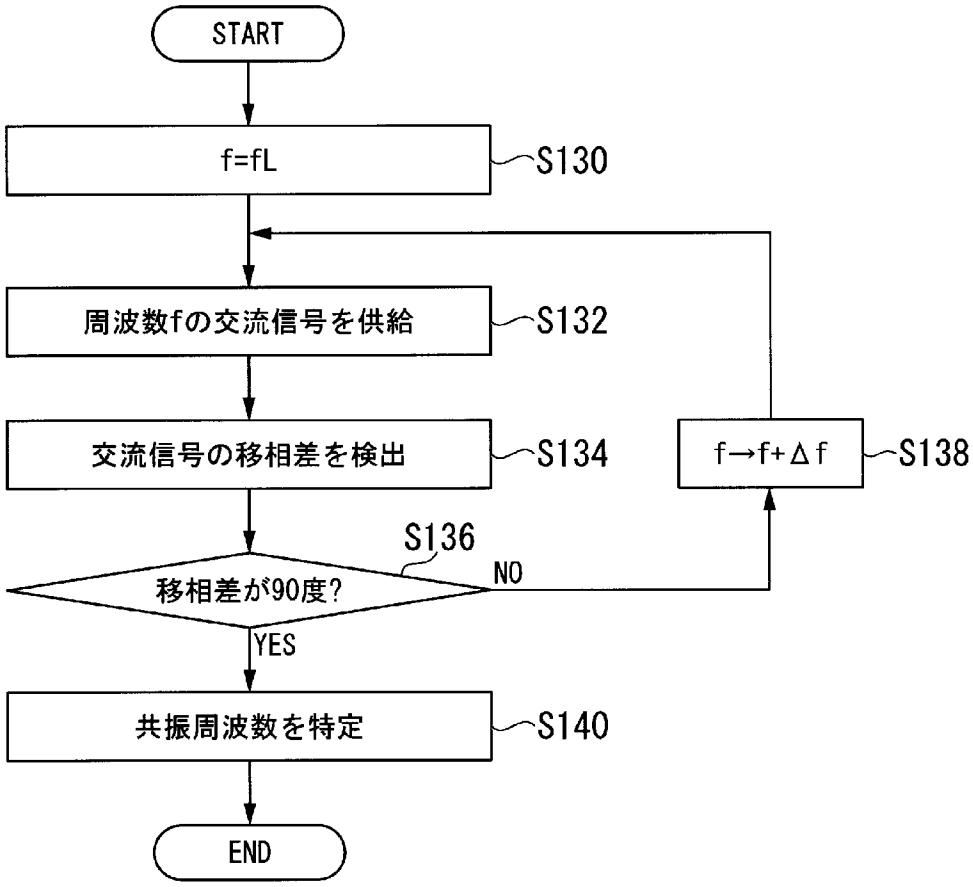
[図10]


信号値
Vr1
Vr2
Rm
Rm+Rref
抵抗値Rt

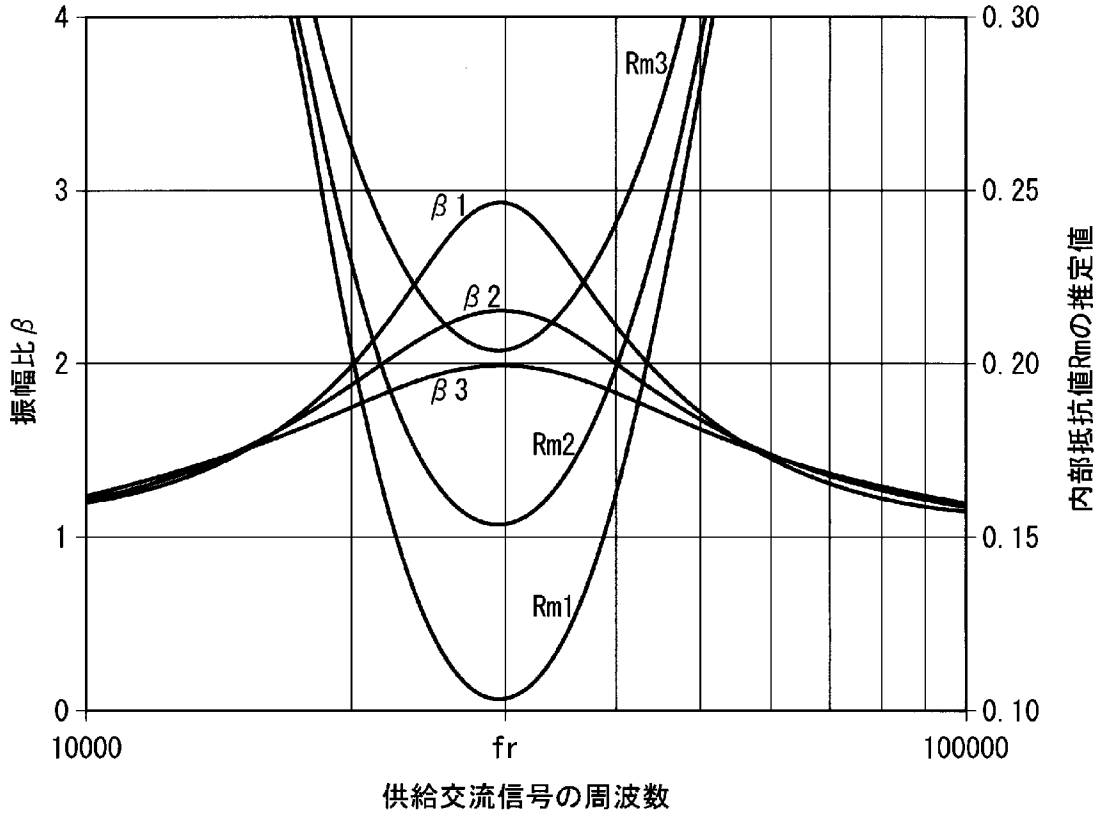
[図11]


START
f=fL
S100
周波数fの交流信号を供給
S102
スイッチ部をオン(Rt=Rm)
S104
交流信号の振幅Von(f)を検出
S106
スイッチ部をオフ(Rt=Rm+Rref)
S108
交流信号の振幅Voff(f)を検出
S110
f=f+Δf
S112
S114
f>fH?
NO
YES
Vonの最大値および共振周波数frを検出
Von_max=Von(fr)
S116
β=Von(fr)/Voff(fr)
S118
Rm=Rref/(β-1)
S120
END

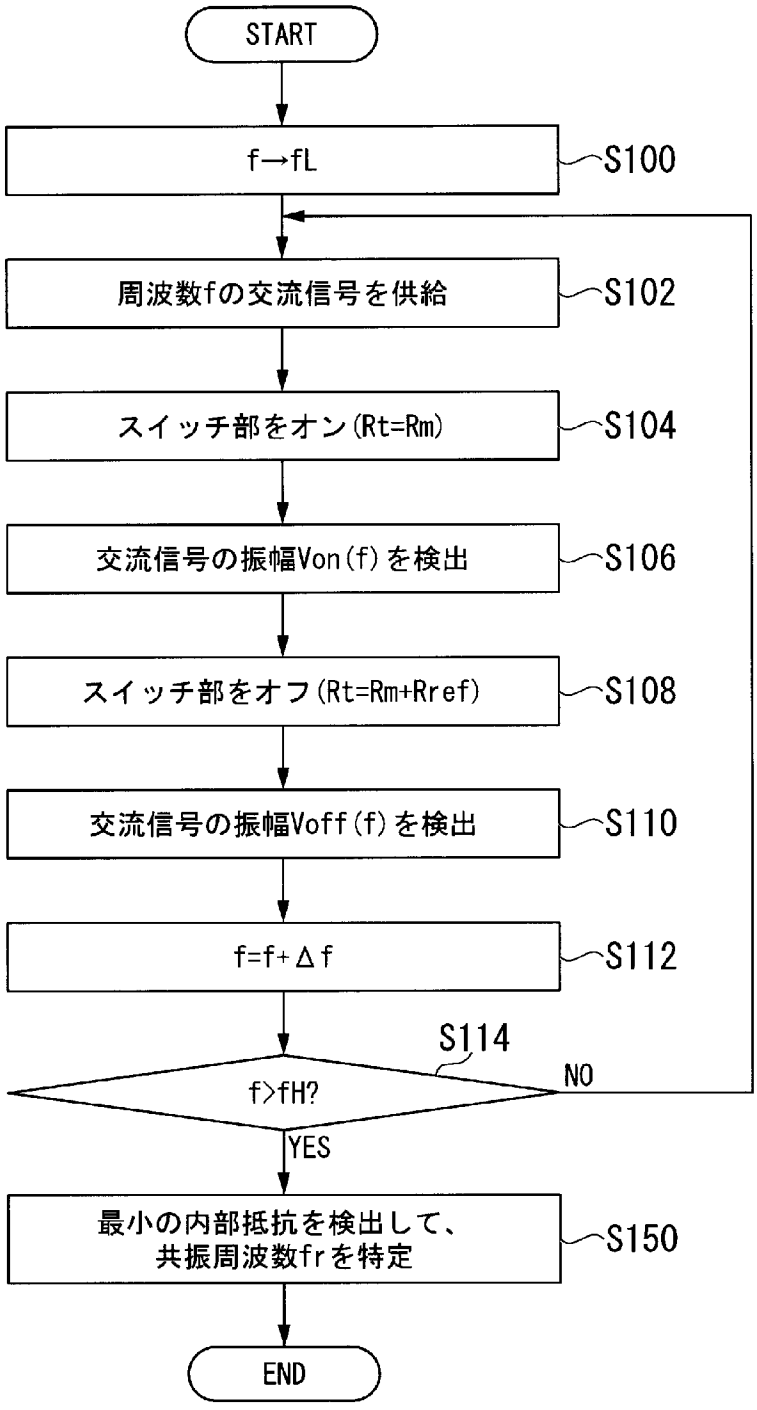
[図12]


START
f=fL
S130
周波数fの交流信号を供給
S132
交流信号の移相差を検出
S134
S136
移相差が90度?
NO
YES
f→f+Δf
S138
共振周波数を特定
S140
END

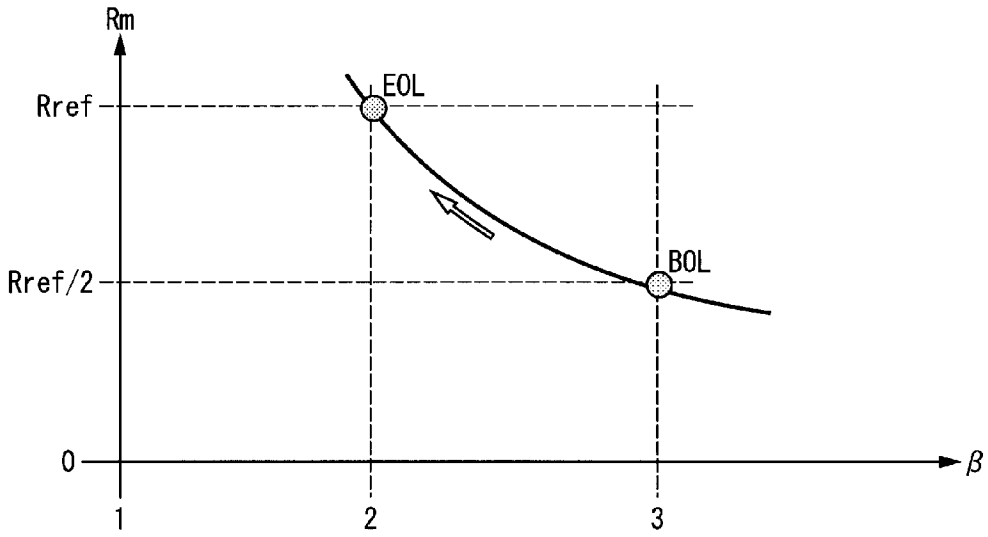
[図13]


4
3
2
1
0
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
Rm3
β1
β2
β3
Rm2
Rm1
振幅比β
内部抵抗値Rmの推定値
10000
fr
100000
供給交流信号の周波数

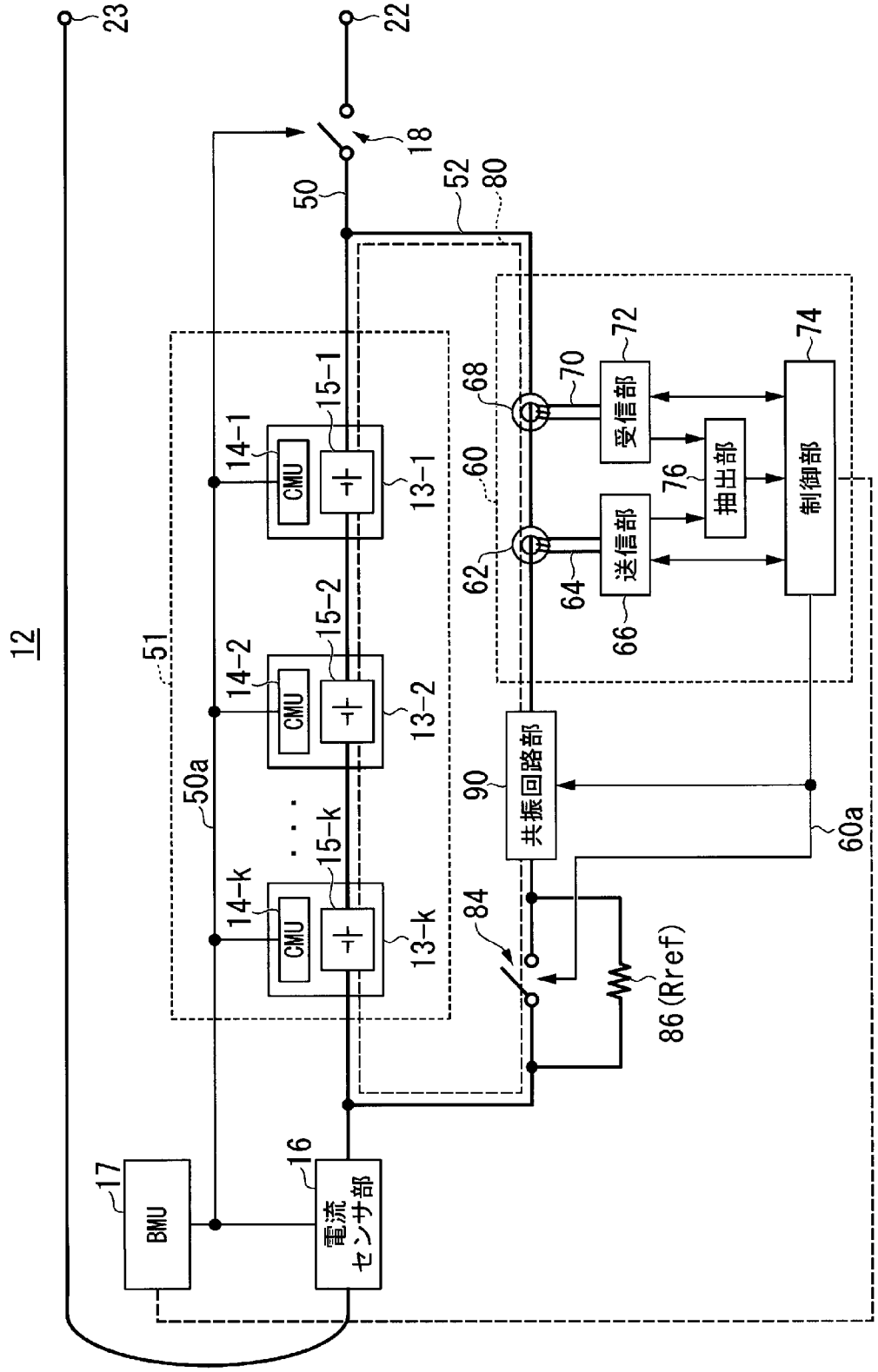
[図14]


START
f→fL
S100
周波数fの交流信号を供給
S102
スイッチ部をオン(Rt=Rm)
S104
交流信号の振幅Von(f)を検出
S106
スイッチ部をオフ(Rt=Rm+Rref)
S108
交流信号の振幅Voff(f)を検出
S110
f=f+Δf
S112
S114
f>fH?
NO
YES
最小の内部抵抗を検出して、
共振周波数frを特定
S150
END

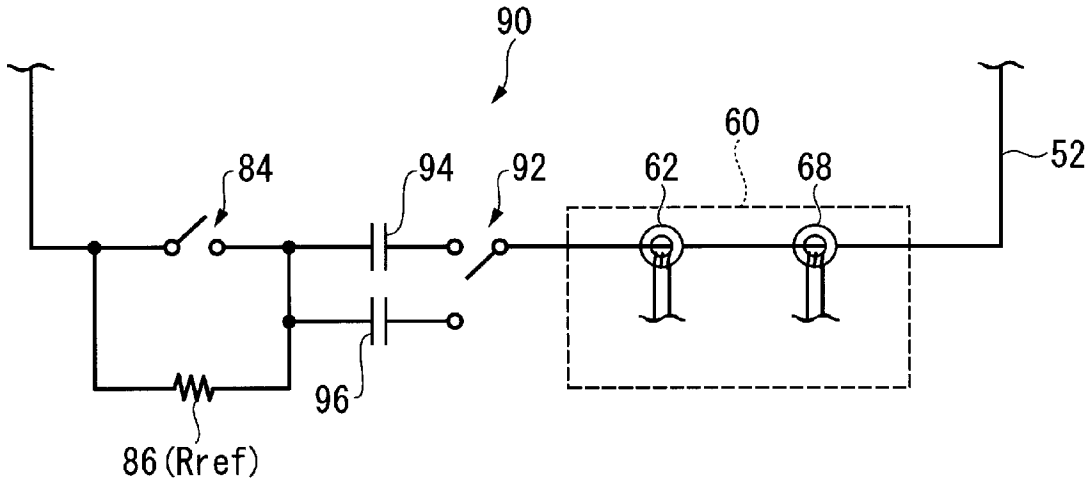
[図15]



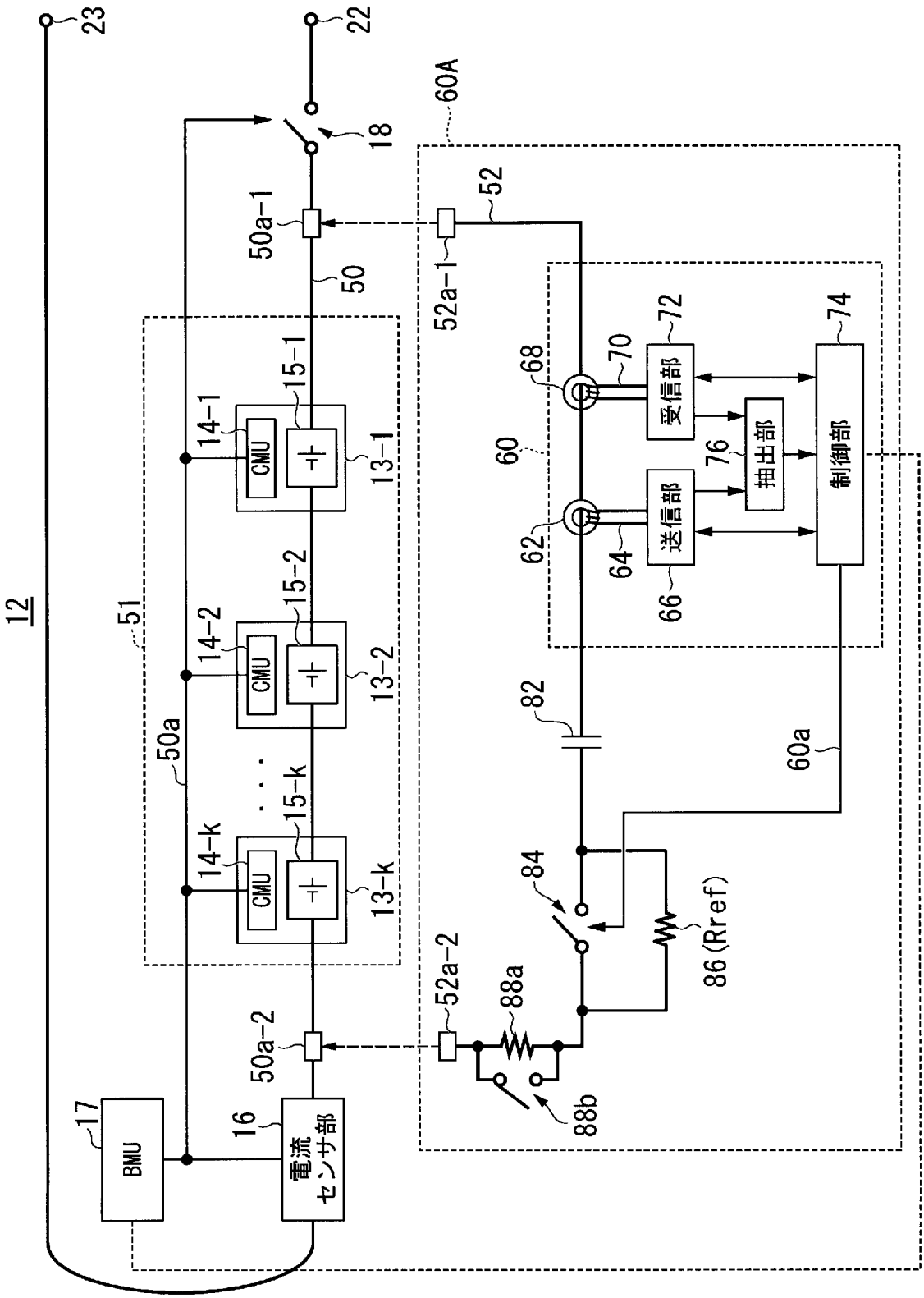
[図16]


12
23
22
18
50
52
80
51
50a
60
60a
62
64
66
68
70
72
74
76
14-1
15-1
13-1
14-2
15-2
13-2
14-k
15-k
13-k
CMU
受信部
送信部
抽出部
制御部
共振回路部
90
84
86 (Rref)
17
BMU
16
電流センサ部

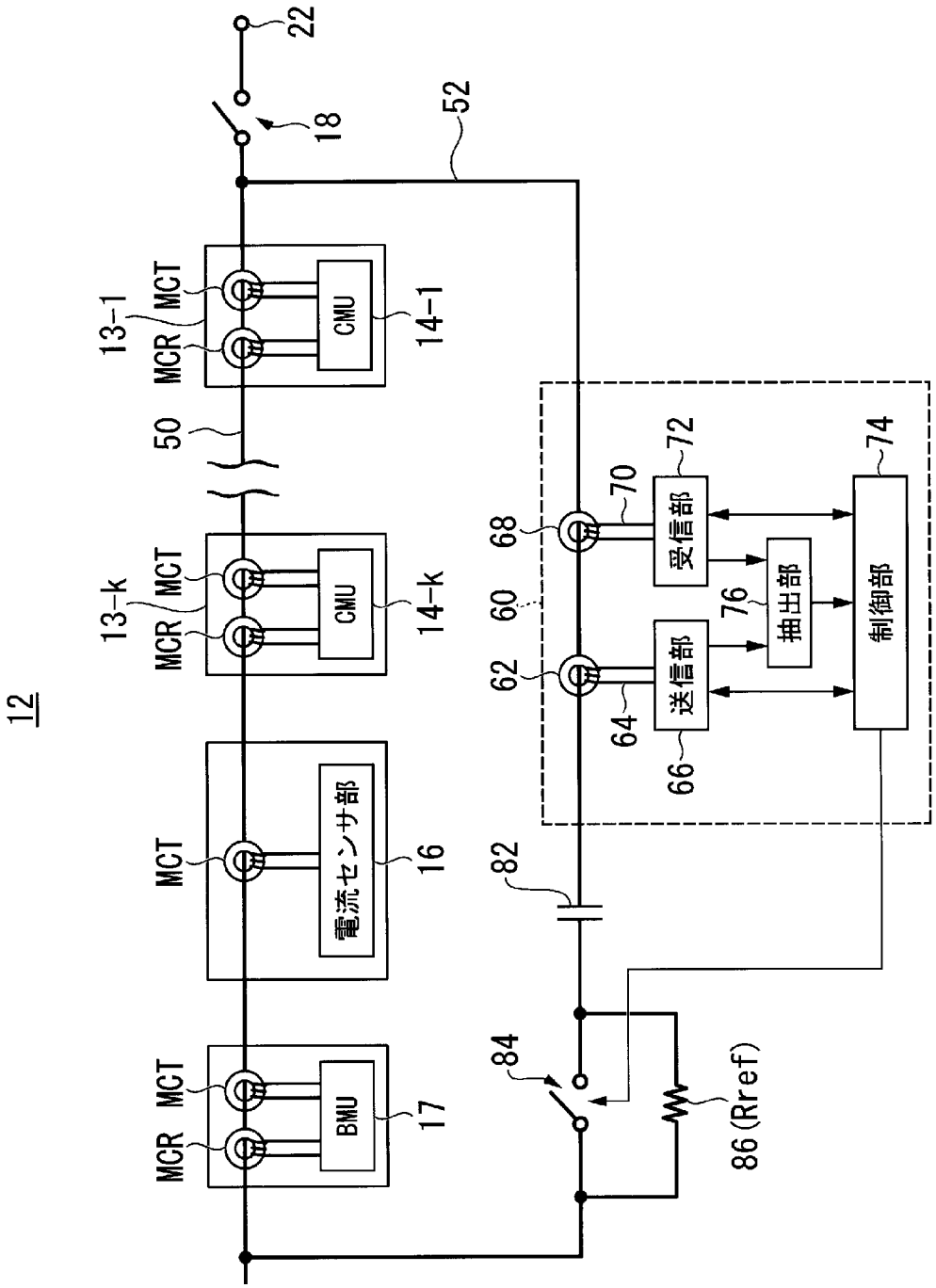
[図17]



[図18]


12
23
22
60A
18
52
50a-1
52a-1
50
51
68
70
72
74
60
受信部
抽出部
制御部
76
62
64
66
送信部
15-1
14-1
CMU
13-1
15-2
14-2
CMU
13-2
50a
15-k
14-k
CMU
13-k
82
60a
84
86 (Rref)
52a-2
88a
88b
50a-2
17
BMU
16
電流センサ部

[図19]


12
22
18
52
13-1
MCT
MCR
CMU
14-1
50
13-k
MCT
MCR
CMU
14-k
MCT
電流センサ部
16
MCT
MCR
BMU
17
68
70
受信部
72
74
60
76
抽出部
制御部
62
64
送信部
66
82
84
86(Rref)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/069864

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01R27/02(2006.01)i, *G01R31/36*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01R27/02, G01R31/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 8-160082 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 21 June 1996 (21.06.1996), paragraphs [0010] to [0016]; fig. 1 (Family: none)	1-3,16-18 4-15
Y A	JP 2013-32947 A (Autonetworks Technologies, Ltd.), 14 February 2013 (14.02.2013), paragraphs [0019] to [0042]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-3,16-18 4-15
Y A	JP 2002-139531 A (Hioki E.E. Corp.), 17 May 2002 (17.05.2002), paragraphs [0009] to [0011]; fig. 1 (Family: none)	2-3 4-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 August 2015 (27.08.15)	08 September 2015 (08.09.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/069864

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-154028 A (Maxim Integrated Products, Inc.), 11 August 2011 (11.08.2011), paragraphs [0027] to [0042]; fig. 1 to 13 & US 2011/0181306 A1 & WO 2011/094304 A2 & DE 102011009351 A & CN 102869996 A	1-15

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０６９８６４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01R27/02(2006.01)i, G01R31/36(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01R27/02, G01R31/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 8-160082 A (住友特殊金属株式会社) 1996.06.21, 【００１０】－【００１６】、【図１】 (ファミリーなし)	1-3, 16-18 4-15
Y A	JP 2013-32947 A (株式会社オートネットワーク技術研究所) 2013.02.14, 【００１９】－【００４２】、【図１】－【図５】 (ファミリーなし)	1-3, 16-18 4-15

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２７．０８．２０１５	０８．０９．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｓ　５２６０
川瀬　正巳
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５８

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2002-139531 A (日置電機株式会社)	2-3
A	2002.05.17, 【０００９】－【００１１】、【図１】 (ファミリーなし)	4-15
A	JP 2011-154028 A (マキシム・インテグレーテッド・プロダクツ・インコーポレーテッド) 2011.08.11, 【００２７】－【００４２】、【図１】－【図１３】 & US 2011/0181306 A1 & WO 2011/094304 A2 & DE 102011009351 A & CN 102869996 A	1-15