

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6192588号  
(P6192588)

(45) 発行日 平成29年9月6日(2017.9.6)

(24) 登録日 平成29年8月18日(2017.8.18)

|              |       |           |        |       |   |
|--------------|-------|-----------|--------|-------|---|
| (51) Int.Cl. |       | F I       |        |       |   |
| GO 1 R       | 31/02 | (2006.01) | GO 1 R | 31/02 |   |
| HO 2 J       | 7/00  | (2006.01) | HO 2 J | 7/00  | Q |
| GO 1 R       | 31/36 | (2006.01) | GO 1 R | 31/36 | A |

請求項の数 7 (全 15 頁)

|           |                               |           |                     |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2014-102502 (P2014-102502)  | (73) 特許権者 | 509186579           |
| (22) 出願日  | 平成26年5月16日 (2014.5.16)        |           | 日立オートモティブシステムズ株式会社  |
| (65) 公開番号 | 特開2015-219094 (P2015-219094A) |           | 茨城県ひたちなか市高場2520番地   |
| (43) 公開日  | 平成27年12月7日 (2015.12.7)        | (74) 代理人  | 110002365           |
| 審査請求日     | 平成28年10月26日 (2016.10.26)      |           | 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所 |
|           |                               | (74) 代理人  | 100084412           |
|           |                               |           | 弁理士 永井 冬紀           |
|           |                               | (72) 発明者  | 金井 友範               |
|           |                               |           | 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日 |
|           |                               |           | 立オートモティブシステムズ株式会社内  |
|           |                               | (72) 発明者  | 工藤 彰彦               |
|           |                               |           | 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日 |
|           |                               |           | 立オートモティブシステムズ株式会社内  |

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】

蓄電池の正極と負極にそれぞれ接続された一对の電圧検出線とそれぞれ接続された一对の電圧測定線と、

前記電圧測定線と並列に、前記一对の電圧検出線とそれぞれ接続された一对の調整線と

、前記一对の調整線の間接続されたスイッチと、を備え、

前記一对の調整線間の電圧に基づいて、前記電圧検出線の断線を診断することを特徴とする電池監視装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電池監視装置において、

前記スイッチは所定のオン抵抗を有しており、

前記スイッチが閉成状態であるときの前記一对の調整線間の電圧に基づいて、前記電圧検出線の断線を診断することを特徴とする電池監視装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の電池監視装置において、

前記スイッチを閉じて開いてから所定の待機時間を経過したときの前記一对の調整線間の電圧に基づいて、前記電圧検出線の断線を診断することを特徴とする電池監視装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の電池監視装置において、

前記電圧測定線に接続された第一のノイズフィルタをさらに備えることを特徴とする電池監視装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電池監視装置において、

前記調整線に接続された第二のノイズフィルタをさらに備え、

前記第一のノイズフィルタの時定数は、前記第二のノイズフィルタの時定数よりも大きいことを特徴とする電池監視装置。

【請求項 6】

請求項 3 乃至 5 のいずれか一項に記載の電池監視装置において、

複数対の前記調整線および複数の前記スイッチを備え、

前記複数対の調整線は、直列に接続された 2 つの前記蓄電池のうち上位の蓄電池の正極に接続された第一の電圧検出線と接続された第一の調整線と、前記 2 つの蓄電池のうち下位の蓄電池の正極および前記上位の蓄電池の負極に接続された第二の電圧検出線とそれぞれ接続された第二の調整線および第三の調整線と、前記下位の蓄電池の負極に接続された第三の電圧検出線と接続された第四の調整線と、を含み、

前記複数のスイッチは、前記第一の調整線と前記第二の調整線の間接続された第一のスイッチと、前記第三の調整線と前記第四の調整線の間接続された第二のスイッチと、を含み、

前記第一のスイッチを閉じて開いてから前記待機時間を経過したときの前記第一の調整線と前記第二の調整線との間の電圧と、前記第二のスイッチを閉じて開いてから前記待機時間を経過したときの前記第三の調整線と前記第四の調整線との間の電圧とを合計した電圧和を求め、

前記上位の蓄電池の電圧と前記下位の蓄電池の電圧との合計値から前記電圧和を減算した値に基づいて、前記第二の電圧検出線の断線を診断することを特徴とする電池監視装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の電池監視装置において、

前記一对の電圧測定線間の電圧または前記一对の調整線間の電圧を所定の A/D 変換範囲内でアナログ値からデジタル値に変換する A/D 変換器をさらに備え、

前記 A/D 変換器は、前記一对の電圧測定線間の電圧を変換する場合と、前記一对の調整線間の電圧を変換する場合とで、前記 A/D 変換範囲を変化させることを特徴とする電池監視装置。

【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。

【背景技術】

【0002】

従来、取扱性の向上や構造の簡略化を目的として、二次電池を用いた電池セルを複数個直列に接続して組電池とすることが行われている。このような組電池において、各電池セルにリチウムイオン電池を使用する場合、各電池セルに電圧検出線を接続して電圧を測定し、その測定結果に基づいて各電池セルの状態を検出することにより、組電池の管理を行う方法が知られている。

【0003】

上記のような組電池の管理方法では、電圧検出線の断線等により電池セルと電圧測定回路の間に接続不良が発生すると、電池セルの電圧を正確に測定できないため、組電池を正しく管理できない。そこで、これを解決するための断線診断を行う装置として、下記特許文献 1 のような蓄電池監視装置が知られている。この蓄電池監視装置では、電池セルの正極と負極にそれぞれ接続された一对の電圧検出線に、電池セルの電圧を測定するための一对の測定線と、電池セルを放電させて充電容量を調整するための一对の調整線とが、並列

10

20

30

40

50

にそれぞれ接続されている。そして、この一对の調整線の間には設けられたスイッチを所定の短絡時間だけ閉じて開いたときの一对の測定線間の電圧を測定することにより、電圧検出線が断線しているか否かを判断している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2001-157367号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般的に、電池セルの電圧を測定するための測定線には、ノイズを除去するためのノイズフィルタが接続されている。そのため、上記特許文献1に記載されているような断線診断方法では、電圧検出線が断線しているときにスイッチを閉じて一对の調整線の間を短絡しても、一对の測定線間の電圧が断線ありと判断される電圧まで低下するのに、ノイズフィルタの時定数に応じた放電時間を要する。したがって、電圧検出線の断線診断を行うのに必要なスイッチの短絡時間が長くなり、その分だけ電力損失が増大するという問題がある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による電池監視装置は、蓄電池の正極と負極にそれぞれ接続された一对の電圧検出線とそれぞれ接続された一对の電圧測定線と、前記電圧測定線と並列に、前記一对の電圧検出線とそれぞれ接続された一对の調整線と、前記一对の調整線の中に接続されたスイッチと、を備え、前記一对の調整線間の電圧に基づいて、前記電圧検出線の断線を診断する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、電圧検出線の断線診断を行うのに必要なスイッチの短絡時間を短縮し、電力損失を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る電池監視装置の構成を示す図である。

【図2】AD変換器の入力レンジと電圧検出誤差の関係例を示す図である。

【図3】電圧検出線が正常である場合の各調整線の電位変動の様子を示す図である。

【図4】電圧検出線が断線した場合の各調整線の電位変動の様子を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る電池監視装置の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る電池監視装置の構成を示す図である。図1に示す電池監視装置1は、蓄電池であるn個のセルBC1～BCnから構成される組電池2と、電圧検出線L0～Lnを介して接続されている。電池監視装置1は、組電池2の各セルの正極と負極の間の電圧(セル電圧)を測定するためのセル電圧測定機能と、充電状態の高いセルを放電して各セルの充電状態を均等化するbalancing機能とを有している。なお、図1では、組電池2を構成するセルBC1～BCnのうち、セルBC1、BCn-1およびBCnのみを図示し、セルBC2～BCn-2の図示を省略している。ここで、nは1以上の任意の自然数であり、各セルのセル電圧や、組電池2が電力を供給する負荷(不図示)の動作電圧等に応じて決定される。

【0010】

セルBC1の負極と正極には、セルBC1に対応する一对の電圧検出線L0、L1がそれぞれ接続されている。同様に、セルBCn-1の負極と正極には、セルBCn-1に対

10

20

30

40

50

応する一対の電圧検出線  $L_n - 2$  (不図示)、 $L_n - 1$  がそれぞれ接続されており、セル  $BC_n$  の負極と正極には、セル  $BC_n$  に対応する一対の電圧検出線  $L_n - 1$ 、 $L_n$  がそれぞれ接続されている。すなわち、組電池 2 の各セルの正極と負極は、各セルに対応して設けられた一対の電圧検出線を介して電池監視装置 1 とそれぞれ接続されている。なお、電圧検出線  $L_0$ 、 $L_n$  を除いた電圧検出線  $L_1 \sim L_n - 1$  は、セル  $BC_1 \sim BC_n - 1$  の正極にそれぞれ接続されると共に、隣接するセル  $BC_2 \sim BC_n$  の負極にもそれぞれ接続されており、これらの各隣接セルの間で共通に用いられる。

【0011】

電池監視装置 1 には、電圧検出線  $L_0 \sim L_n$  にそれぞれ対応して、電圧測定線  $SL_0 \sim SL_n$  および調整線  $SW_0 \sim SW_n$  が設けられている。各電圧測定線  $SL_n \sim SL_n$  と、各調整線  $SW_0 \sim SW_n$  とは、互いに並列に、各電圧検出線  $L_0 \sim L_n$  とそれぞれ接続されている。なお、電圧検出線  $L_0$  には、電圧測定線  $SL_0$  および調整線  $SW_0$  と並列に、電位の基準となるグランド線  $GND$  がさらに接続されている。

10

【0012】

電池監視装置 1 は、上記の電圧測定線  $SL_0 \sim SL_n$  および調整線  $SW_0 \sim SW_n$  に加えて、セルコントローラ 10、マイコン 20、balancing 抵抗回路 30 および電圧測定用ノイズフィルタ回路 40 をさらに備えている。

【0013】

セルコントローラ 10 は、前述のセル電圧測定機能およびbalancing機能や、各種診断を実現するための電圧測定を行う回路であり、IC (集積回路) 等を用いて構成されている。セルコントローラ 10 は、電圧測定端子  $T_a$  を介して電圧測定線  $SL_0 \sim SL_n$  に接続されており、balancing端子  $T_b$  を介して調整線  $SW_0 \sim SW_n$  に接続されており、グランド端子  $T_g$  を介してグランド線  $GND$  に接続されている。セルコントローラ 10 において、各balancing端子  $T_b$  の間には、各セルの放電を制御するためのbalancingスイッチ  $BSW_1 \sim BSW_n$  が配置されている。

20

【0014】

なお、図 1 では、一つのセルコントローラ 10 のみを図示しているが、電池監視装置 1 にセルコントローラ 10 を複数個配置してもよい。その場合、各セルコントローラ 10 とマイコン 20 の間の通信は、それぞれ個別で行ってもよいし、デিজチェーン方式で行ってもよい。たとえば、組電池 2 のセルを所定個数ごとにグループ化することで、組電池 2 内に複数のセルグループを設けるようにし、この各セルグループに対してセルコントローラ 10 を配置することができる。

30

【0015】

セルコントローラ 10 は、第一選択回路 11、第二選択回路 12、第三選択回路 13、差動増幅器 14、AD変換器 15 および送受信回路 16 を有する。

【0016】

第一選択回路 11 は、セル電圧の測定対象とするセルに対して、当該セルに対応する互いに隣接し合う二つの電圧測定端子  $T_a$  を選択する。これにより、電圧検出線  $L_0 \sim L_n$  を介してセル  $BC_1 \sim BC_n$  の正極と負極にそれぞれ接続されている電圧測定線  $SL_0 \sim SL_n$  の中から、当該セルの正極と負極にそれぞれ接続されている一対の電圧測定線を選択する。そして、選択した二つの電圧測定端子  $T_a$  の電位、すなわち選択した一対の電圧測定線の電位を、第三選択回路 13 に出力する。

40

【0017】

第二選択回路 12 は、互いに隣接し合う二つのbalancing端子  $T_b$  を選択する。これにより、電圧検出線  $L_0 \sim L_n$  に接続されている調整線  $SW_0 \sim SW_n$  の中から、断線診断の対象とする一対の電圧検出線にそれぞれ接続されている一対の調整線を選択する。そして、選択した二つのbalancing端子  $T_b$  の電位、すなわち選択した一対の調整線の電位を、第三選択回路 13 に出力する。

【0018】

第三選択回路 13 は、第一選択回路 11 または第二選択回路 12 のいずれか一方を選択

50

し、選択した方の回路において選択されている一对の電圧測定線または調整線間の電圧を差動増幅器 14 に出力する。すなわち、第一選択回路 11 を選択した場合、第三選択回路 13 は、第一選択回路 11 において選択されている一对の電圧測定線間の電圧を、測定対象のセル電圧に応じた電圧信号として差動増幅器 14 に出力する。一方、第二選択回路 12 を選択した場合、第三選択回路 13 は、第二選択回路 12 において選択されている一对の調整線間の電圧を、電圧検出線の断線診断用の電圧信号として差動増幅器 14 に出力する。

【0019】

差動増幅器 14 は、第三選択回路 13 から出力された電圧信号を所定の増幅率で増幅することにより、第三選択回路 13 からの電圧信号を A/D 変換器 15 の入力レンジ内の電圧信号に変換する電圧変換を行い、A/D 変換器 15 に出力する。

10

【0020】

A/D 変換器 15 は、第三選択回路 13 から出力されて差動増幅器 14 で電圧変換された電圧信号を、所定の A/D 変換範囲内でアナログ値からデジタル値に変換するための回路である。すなわち、A/D 変換器 15 は、第一選択回路 11 において選択されている一对の電圧測定線間の電圧、または第二選択回路 12 において選択されている一对の調整線間の電圧を、所定の A/D 変換範囲内でアナログ値からデジタル値に変換する。これにより、セルコントローラ 10 において、一对の電圧測定線間の電圧または一对の調整線間の電圧が測定される。

【0021】

20

送受信回路 16 は、マイコン 20 との間で通信を行い、各種の情報を送受信する。たとえば、送受信回路 16 は、セルコントローラ 10 の動作内容を示す情報をマイコン 20 から受信する。これにより、セルコントローラ 10 は、マイコン 20 からの指示を受けることができる。また、送受信回路 16 は、セルコントローラ 10 において測定された一对の電圧測定線間の電圧または一对の調整線間の電圧をマイコン 20 に送信する。これにより、セルコントローラ 10 は、セル電圧または断線診断用電圧の測定結果をマイコン 20 に出力することができる。

【0022】

マイコン 20 は、セルコントローラ 10 との間で通信を行い、セルコントローラ 10 の動作を制御する。マイコン 20 によるセルコントローラ 10 の制御内容は、上位コントローラ（不図示）等により決定される。

30

【0023】

バランス抵抗回路 30 は、バランス機能を用いてセル B1 ~ Bn を放電させるときに調整線 SW0 ~ SWn に流れるバランス電流を制限するための回路である。バランス抵抗回路 30 は、調整線 SW0 ~ SWn にそれぞれ接続されたバランス抵抗 RB により構成されている。

【0024】

電圧測定用ノイズフィルタ回路 40 は、電圧測定機能により電圧測定線 SL0 ~ SLn を介して測定されるセル BC1 ~ BCn のセル電圧からノイズ成分を除去するための回路である。電圧測定用ノイズフィルタ回路 40 は、電圧測定線 SL0 ~ SLn にそれぞれ接続された抵抗 RC と、電圧測定線 SL0 ~ SLn とグラウンド線 GND の間にそれぞれ接続されたコンデンサ CC とにより構成されている。なお、セル BC1 ~ BCn の電圧を精密に測定できるように、電圧測定用ノイズフィルタ回路 40 の時定数には、比較的大きな値を設定することが好ましい。

40

【0025】

次に、電池監視装置 1 の断線診断方法について説明する。電池監視装置 1 は、セルコントローラ 10 において、第二選択回路 12 により選択された一对の調整線間の電圧を断線診断用電圧として測定し、その測定結果をセルコントローラ 10 からマイコン 20 に出力することで、電圧検出線の断線診断を行う。これにより、一对の電圧測定線間の電圧を断線診断用電圧として用いた場合と比べて、断線診断時にバランススイッチ BSW1 ~

50

B S W nをオンする時間を短縮し、電力損失を低減するようにしている。すなわち、一对の電圧測定線間の電圧は、電圧測定用ノイズフィルタ回路40を介して測定されるものであるため、バラシングスイッチのオンオフの切り替えに応じてこの電圧が変化するためには、電圧測定用ノイズフィルタ回路40の時定数に応じた分だけの変化時間を要する。これに対して、一对の調整線間の電圧は、こうしたフィルタを介さずに測定されるものであるため、バラシングスイッチのオンオフの切り替えに応じて素早く変化する。したがって、一对の調整線間の電圧を断線診断用電圧として用いることで、断線診断に要するバラシングスイッチの短絡時間を低減することができる。

【0026】

具体的には、電池監視装置1は、二種類の診断方法のいずれかを用いて、電圧検出線の断線診断を行うことができる。以下では、二種類の診断方法のうち一方を第一の断線診断方法とし、もう一方を第二の断線診断方法として、それぞれ説明する。

【0027】

最初に第一の断線診断方法について説明する。第一の断線診断方法では、バラシングスイッチB S W 1 ~ B S W nのいずれかをオンし、このときの当該バラシングスイッチの両端電圧、すなわち当該バラシングスイッチが接続されている一对の調整線間の電圧を、断線診断用電圧として測定する。この断線診断用電圧に基づいて、当該バラシングスイッチに対応するセルの両端に接続されている電圧検出線の断線診断を行う。

【0028】

セルB C 1 ~ B C nのいずれかを放電するために、電池監視装置1において対応するバラシングスイッチをオンすると、当該セルの両端に接続されている電圧検出線が正常であれば、当該セルの両端間が電圧検出線および調整線を介して導通され、バラシング電流が流れる。このときのバラシングスイッチの両端電圧、すなわち調整線間の電圧をVとすると、Vの値は以下の式(1)により表される。式(1)において、Iはバラシング電流を表し、Rはバラシングスイッチのオン抵抗値を表している。

$$V = I \times R \quad \dots (1)$$

【0029】

しかし、電圧検出線が断線している場合は、セルB C 1 ~ B C nのいずれかを放電するために対応するバラシングスイッチをオンしても、当該セルの両端間が導通されないため、バラシング電流が流れない。このときのバラシングスイッチの両端電圧、すなわち調整線間の電圧Vは、電流が流れていないために略0となる。

【0030】

以上説明したように、電圧検出線が正常である場合と断線している場合とで、バラシングスイッチがオンであるときの調整線間の電圧に差異が生じる。したがって、第一の断線診断方法では、このバラシングスイッチが閉成状態であるときの一对の調整線間の電圧を断線診断用電圧として測定し、測定した電圧値に基づいて電圧検出線の断線診断を行う。具体的には、たとえば、セルコントローラ10により測定した断線診断用電圧をマイコン20に送信し、その電圧値が所定の閾値以下であるか否かをマイコン20において判断することで、電圧検出線が断線しているか否かを判定することができる。この判定に用いられる閾値は、式(1)で表される正常時の電圧Vよりも小さな値で設定することが好ましい。

【0031】

なお、本実施形態では、A D変換器15として、所定の電圧幅(たとえば5V)のA D変換範囲を有しており、その中心電圧を複数の電圧の中から選択することで、A D変換範囲を切り替え可能なA D変換器を使用することができる。この場合、上記のように調整線間の電圧を断線診断用電圧として測定する際には、測定精度を確保するために、A D変換器15のA D変換範囲をセル電圧の測定時から切り替えることが好ましい。この点について、図2に示すA D変換器15の入力レンジと電圧検出誤差の関係例を参照して、以下に説明する。

【0032】

10

20

30

40

50

図2(a)は、AD変換器15のAD変換範囲が0V～5Vの場合の入力レンジと電圧検出誤差の関係の一例を示している。図2(a)に示すように、AD変換範囲が0V～5Vの場合は、その中心電圧の2.5V付近で電圧検出誤差が最小となり、0Vや5Vに近づくほど電圧検出誤差が大きくなる。したがって、一对の電圧測定線間の電圧をセル電圧として測定する際には、差動増幅器14による電圧変換後のセル電圧が図2(a)に示す電圧範囲内となるように、AD変換器15のAD変換範囲を0V～5Vに設定することが好ましい。

【0033】

図2(b)は、AD変換器15のAD変換範囲が-2.5V～2.5Vの場合の入力レンジと電圧検出誤差の関係の一例を示している。図2(b)に示すように、AD変換範囲が-2.5V～2.5Vの場合は、その中心電圧の0V付近で電圧検出誤差が最小となり、-2.5Vや2.5Vに近づくほど電圧検出誤差が大きくなる。したがって、一对の調整線間の電圧を断線診断用電圧として測定する際には、差動増幅器14による電圧変換後の断線診断用電圧が図2(b)に示す電圧範囲内となるように、AD変換器15のAD変換範囲を-2.5V～2.5Vに設定することが好ましい。

【0034】

以上説明したように、一对の電圧測定線間の電圧をセル電圧として測定する場合と、一对の調整線間の電圧を断線診断用電圧として測定する場合とで、それぞれの電圧範囲に応じてAD変換器15のAD変換範囲を変化させることが好ましい。これにより、断線診断用電圧の測定結果に基づいて、電圧検出線の正常時と断線時の違いを確実に検知することができる。その結果、断線診断をより一層正確に行うことができる。

【0035】

続いて第二の断線診断方法について説明する。第二の断線診断方法では、バランシングスイッチBSW1～BSWnのいずれかを所定の短絡時間だけオンした後オフし、それから所定の待機時間を経過したときの当該バランシングスイッチの両端電圧、すなわち当該バランシングスイッチが接続されている一对の調整線間の電圧を、断線診断用電圧として測定する。この断線診断用電圧に基づいて、当該バランシングスイッチに対応するセルの両端に接続されている電圧検出線の断線診断を行う。

【0036】

前述の第一の断線診断方法では、式(1)に示したバランシングスイッチのオン抵抗値Rが小さいと、得られる電圧Vの値が0に近くなるため、電圧検出線が断線しているか否かを正確に診断するのが困難となる。これは、バランシングスイッチのオン抵抗値Rを大きくしたり、セルコントローラ10内にバランシングスイッチと直列に抵抗を配置したりすることで解消できるが、これらの措置はセルコントローラ10の発熱を引き起こし、セルコントローラ10の誤作動や故障につながるおそれがある。また、セルコントローラ10の放熱を効率的に行うための放熱機構が必要となり、電池監視装置1の構造を複雑化してしまうという弊害もある。

【0037】

そこで、第二の断線診断方法では、バランシングスイッチの開閉に伴って変化する一对の調整線間の電圧を測定する。これにより、バランシングスイッチのオン抵抗値Rが小さい場合であっても、電圧検出線が断線しているか否かを正確に診断できるようにする。

【0038】

たとえば、セルBC1～BCnのいずれかを放電するために、電池監視装置1において対応するバランシングスイッチをオフからオンに切り替えたとする。このとき、当該セルの両端に電圧検出線を介して接続されている一对の調整線間の電圧は、当該セルのセル電圧から前述の式(1)で求められる電圧Vへと変化する。その後、バランシングスイッチを再びオフにすると、電圧検出線が正常であれば速やかに元のセル電圧へと戻るが、電圧検出線が断線している場合は、周辺回路に応じて決定される時定数に応じて比較的ゆっくりと変化する。

【0039】

10

20

30

40

50

上記のように、電圧検出線が正常である場合と断線している場合とで、バランシングスイッチをオンした後にオフしたときの調整線間の電圧変化速度に差異が生じる。したがって、第二の断線診断方法では、バランシングスイッチを閉じて開いてから所定の待機時間経過後の一对の調整線間の電圧を断線診断用電圧として測定し、測定した電圧値に基づいて電圧検出線の断線診断を行う。具体的には、たとえば、セルコントローラ10により測定した断線診断用電圧をマイコン20に送信し、その電圧値とセル電圧との差が所定の閾値以下であるか否かをマイコン20において判断することで、電圧検出線が断線しているか否かを判定することができる。

【0040】

なお、第二の断線診断方法においても、第一の断線診断方法で説明したように、一对の電圧測定線間の電圧をセル電圧として測定する場合と、一对の調整線間の電圧を断線診断用電圧として測定する場合とで、それぞれの電圧範囲に応じてAD変換器15のAD変換範囲を変化させてもよい。このとき、第一の断線診断方法におけるAD変換範囲と、第二の断線診断方法におけるAD変換範囲とを、それぞれ別のものとしてもよい。

【0041】

次に、第一の断線診断方法および第二の断線診断方法の詳細について、図3および図4を参照して以下に説明する。図3は、電圧検出線が正常である場合の各調整線の電位変動の様子を示す図であり、図4は、電圧検出線が断線した場合の各調整線の電位変動の様子を示す図である。なお、図3、4では、複数のセルコントローラ10が直列に接続されており、そのうち互いに隣接する2つのセルコントローラ10の境界部分での挙動を例示している。

【0042】

図3(b)、図4(b)に示すように、一方のセルコントローラ10は、上位側(高電位側)にあるセルBC1、BC2に接続されている。この上位側のセルコントローラ10において、セルBC1に対応する一对の調整線SW0、SW1間の電圧をV1とする。また、もう一方のセルコントローラ10は、下位側(低電位側)にあるセルBC11、BC12に接続されている。この下位側のセルコントローラ10において、セルBC12に対応する一对の調整線SW11、SW12間の電圧をV12とする。

【0043】

電圧検出線が正常である場合は、図3(a)に示すように、時刻 $t_{1\_on}$ においてセルBC1に対応するバランシングスイッチBSW1をオンにすると、調整線SW0の電位が上昇すると共に、調整線SW1の電位が低下する。そして、調整線SW0、SW1間の時定数に応じて定まる所定の変動時間を経過すると、これらの電位が一定となる。このときの調整線SW0、SW1間の電圧 $V_{1(on)}$ は、バランシングスイッチBSW1のオン抵抗値に応じて、前述の式(1)により決定される。

【0044】

同様に、時刻 $t_{2\_on}$ においてセルBC12に対応するバランシングスイッチBSW12をオンにすると、調整線SW11の電位が上昇すると共に、調整線SW12の電位が低下する。そして、調整線SW11、SW12間の時定数に応じて定まる所定の変動時間を経過すると、これらの電位が一定となる。このときの調整線SW11、SW12間の電圧 $V_{12(on)}$ は、バランシングスイッチBSW12のオン抵抗値に応じて、前述の式(1)により決定される。

【0045】

一方、図4(b)に示すように、調整線SW0およびSW12と接続されている電圧検出線L0が断線していたとする。この場合は、図4(a)に示すように、時刻 $t_{1\_on}$ においてセルBC1に対応するバランシングスイッチBSW1をオンにすると、調整線SW0の電位は上昇するが、調整線SW1の電位は変化しない。そして、所定の変動時間を経過すると、これらの電位が略一致する。このときの調整線SW0、SW1間の電圧 $V_{1(on)}$ は、電圧検出線L0の断線によりバランシング電流が流れないことから、前述のように略0となる。

10

20

30

40

50

## 【0046】

同様に、時刻  $t_{2\_on}$  においてセル BC12 に対応するバランスングスイッチ BSW12 をオンにすると、調整線 SW12 の電位は低下するが、調整線 SW11 の電位は変化しない。そして、所定の変動時間を経過すると、これらの電位が略一致する。このときの調整線 SW11、SW12 間の電圧  $V_{12}(on)$  は、電圧検出線 L0 の断線によりバランスング電流が流れないことから、前述のように略 0 となる。

## 【0047】

第一の断線診断方法では、以上説明したような正常時と断線時での電圧  $V_1(on)$ 、 $V_{12}(on)$  の違いを利用して、電圧検出線 L0 の断線診断を行う。すなわち、セル BC1、BC12 に対応するバランスングスイッチ BSW1、BSW12 をそれぞれオンしたときの電圧  $V_1(on)$ 、 $V_{12}(on)$  を断線診断用電圧としてそれぞれ測定し、これらの測定値が略 0 であるか否かをそれぞれ判定することで、セル BC1 および BC12 に接続されている電圧検出線 L0 の断線診断を行うことができる。

10

## 【0048】

また、電圧検出線 L0 が正常である場合は、図 3(a) に示すように、バランスングスイッチ BSW1 をオンにした後、時刻  $t_{1\_off}$  においてバランスングスイッチ BSW1 をオフにすると、調整線 SW0 の電位が低下すると共に、調整線 SW1 の電位が上昇する。そして、オン時と同様の変動時間を経過すると、これらの電位は、バランスングスイッチ BSW1 をオンする前の状態へとそれぞれ戻る。このときの調整線 SW0、SW1 間の電圧は、セル BC1 のセル電圧を表している。なお、時刻  $t_{1\_on}$  から時刻  $t_{1\_off}$  までの時間、すなわちバランスングスイッチ BSW1 の短絡時間は、上記の変動時間よりも長く設定することが好ましい。

20

## 【0049】

ここで、バランスングスイッチ BSW1 をオフにしてから所定の待機時間  $T_w$  を経過したときの時刻  $t_1$  における調整線 SW0、SW1 間の電圧  $V_1(t_1)$  を測定すると、この電圧  $V_1(t_1)$  は、時刻  $t_{1\_on}$  以前の電圧  $V_1$ 、すなわちセル BC1 のセル電圧にほぼ等しくなる。なお、待機時間  $T_w$  は、上記の変動時間よりも長い値を設定することが好ましい。

## 【0050】

同様に、バランスングスイッチ BSW12 をオンにした後、時刻  $t_{2\_off}$  においてバランスングスイッチ BSW12 をオフにすると、調整線 SW11 の電位が低下すると共に、調整線 SW12 の電位が上昇する。そして、オン時と同様の変動時間を経過すると、これらの電位は、バランスングスイッチ BSW12 をオンする前の状態へとそれぞれ戻る。このときの調整線 SW11、SW12 間の電圧は、セル BC12 のセル電圧を表している。その後、バランスングスイッチ BSW1 をオフにしてから所定の待機時間  $T_w$  を経過したときの時刻  $t_2$  における調整線 SW11、SW12 間の電圧  $V_{12}(t_2)$  を測定すると、この電圧  $V_{12}(t_2)$  は、時刻  $t_{2\_on}$  以前の電圧  $V_{12}$ 、すなわちセル BC12 のセル電圧にほぼ等しくなる。

30

## 【0051】

一方、図 4(b) に示すように、調整線 SW0 および SW12 と接続されている電圧検出線 L0 が断線している場合は、バランスングスイッチ BSW1 をオンにした後、時刻  $t_{1\_off}$  においてバランスングスイッチ BSW1 をオフにすると、調整線 SW0 の電位はフローティング状態となる。そのため、時刻  $t_{1\_off}$  後の調整線 SW0 の電位は、たとえば図 4(a) において符号 41、42 または 43 のいずれかに示すように、正常時と比べてゆっくりと低下する。したがって、時刻  $t_1$  における調整線 SW0、SW1 間の電圧  $V_1(t_1)$  は、正常時と比べて低くなる。

40

## 【0052】

同様に、バランスングスイッチ BSW12 をオンにした後、時刻  $t_{2\_off}$  においてバランスングスイッチ BSW12 をオフにすると、調整線 SW12 の電位はフローティング状態となる。そのため、時刻  $t_{2\_off}$  後の調整線 SW12 の電位についても、たと

50

えば符号 4 1、4 2 または 4 3 のいずれかに示すように、正常時と比べてゆっくりと低下する。したがって、時刻  $t_2$  における調整線  $SW11$ 、 $SW12$  間の電圧  $V12(t_2)$  は、正常時と比べて低くなる。

【0053】

第二の断線診断方法では、以上説明したような正常時と断線時での電圧  $V1(t_1)$ 、 $V12(t_2)$  の違いを利用して、電圧検出線  $L0$  の断線診断を行う。すなわち、セル  $BC1$ 、 $BC12$  に対応するバランシングスイッチ  $BSW1$ 、 $BSW12$  をそれぞれ所定の短絡時間だけオンしてからオフし、その後、所定の経過時間を経過したときの時刻  $t_1$ 、 $t_2$  における電圧  $V1(t_1)$ 、 $V12(t_2)$  を断線診断用電圧としてそれぞれ測定する。そして、これらの測定値と、セル  $BC1$ 、 $BC12$  の各セル電圧とをそれぞれ比較することで、セル  $BC1$  および  $BC12$  に接続されている電圧検出線  $L0$  の断線診断を行うことができる。なお、セル  $BC1$ 、 $BC12$  の各セル電圧は、バランシングスイッチ  $BSW1$ 、 $BSW12$  をそれぞれオンする前の電圧  $V1$ 、 $V12$  の測定値を用いてもよいし、前述のセル電圧測定機能を用いて測定した値を用いてもよい。

10

【0054】

以上説明したように、第二の断線診断方法では、正常時と異常時で電圧値が大きく変化する電圧  $V1(t_1)$ 、 $V12(t_2)$  を用いて、電圧検出線  $L0$  の断線診断を行う。そのため、正常時と異常時の差が比較的小さい電圧  $V1(on)$ 、 $V12(on)$  を用いる第一の断線診断方法と比べて、診断能力を向上させることができる。

【0055】

なお、上記の断線時における調整線の電位低下の早さは、断線部位の周辺回路の状況に応じて変化する。図 4 (b) に示すように電圧検出線  $L0$  が断線した場合、この電圧検出線  $L0$  は、調整線  $SW0$  および  $SW12$  の他に、上位側のセルコントローラ 10 のグラウンド線  $GND$  や、下位側のセルコントローラ 10 の電源端子に接続された電源ラインとも共用されている。したがってこの場合、バランシングスイッチ  $BSW1$  をオフした後の調整線  $SW0$  の電位変化の早さや、バランシングスイッチ  $BSW12$  をオフした後の調整線  $SW12$  の電位変化の早さは、主にセルコントローラ 10 の消費電流経路における電流やインピーダンスの大きさ等に応じて決定されることとなる。一方、他の電圧検出線、たとえば調整線  $SW1$  と接続されている電圧検出線  $L1$  が断線した場合は、主にセルコントローラ 10 内のリーク電流等に応じて、電圧検出線  $L1$  に接続されている調整線  $SW1$  の電位変化の早さが決定される。そのため、図 4 (b) に示す断線部位の場合は、他の断線部位の場合と比べて、調整線  $SW0$  や調整線  $SW12$  の電位が比較的早く低下することになり、正常時と異常時の判別が困難になることがある。

20

30

【0056】

そこで、第二の断線診断方法では、図 4 (b) の断線部位に対応する電圧  $V1(t_1)$  および電圧  $V12(t_2)$  の両方を用いて、電圧検出線  $L0$  の断線診断を行ってもよい。具体的には、以下の式 (2) により算出される電圧値  $Vd0$  に基づいて、セル  $BC1$  とセル  $BC12$  の間に接続されている電圧検出線  $L0$  が断線しているか否かを判断することができる。式 (2) の電圧値  $Vd0$  は、電圧  $V1(t_1)$  と電圧  $V12(t_2)$  とを合計した電圧和  $V1(t_1) + V12(t_2)$  を求め、セル  $BC1$  のセル電圧  $V1$  とセル  $BC12$  のセル電圧  $V12$  との合計値である  $V1 + V12$  から、この電圧和  $V1(t_1) + V12(t_2)$  を減算した値を表している。式 (2) で求められた電圧値  $Vd0$  が略 0 であれば、電圧検出線  $L0$  が正常と判断し、そうでない場合は異常、すなわち断線ありと判断することができる。

40

$$Vd0 = V1 + V12 - \{V1(t_1) + V12(t_2)\} \quad \dots (2)$$

【0057】

第二の断線診断方法では、以上説明したような診断方法により、さらに診断能力を向上させることができる。

【0058】

以上説明した本発明の第 1 の実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

50

## 【 0 0 5 9 】

( 1 ) 電池監視装置 1 は、セル B C 1 の正極と負極にそれぞれ接続された一对の電圧検出線 L 1、L 0 とそれぞれ接続された一对の電圧測定線 S L 1、S L 0 と、この電圧測定線 S L 1、S L 0 と並列に、一对の電圧検出線 L 1、L 0 とそれぞれ接続された一对の調整線 S W 1、S W 0 と、この一对の調整線 S W 1、S W 0 の間に接続されたバランシングスイッチ B S W 1 とを備える。そして、一对の調整線 S W 1、S W 0 間の電圧 V 1 に基づいて、電圧検出線 L 0 の断線を診断する。このようにしたので、電圧検出線 L 0 の断線診断を行うのに必要なバランシングスイッチ B S W 1 の短絡時間を短縮し、電力損失を低減することができる。

## 【 0 0 6 0 】

( 2 ) 電池監視装置 1 は、第一の断線診断方法を用いて、電圧検出線 L 0 の断線診断を行うことができる。この第一の断線診断方法では、バランシングスイッチ B S W 1 が閉成状態であるときの一对の調整線 S W 1、S W 0 間の電圧 V 1 ( o n ) に基づいて、電圧検出線 L 0 の断線を診断する。このようにしたので、正常時と断線時での電圧 V 1 ( o n ) の違いが比較的大きい場合は、容易に断線診断を行うことができる。

## 【 0 0 6 1 】

( 3 ) また、電池監視装置 1 は、第二の断線診断方法を用いて、電圧検出線 L 0 の断線診断を行うこともできる。この第二の断線診断方法では、バランシングスイッチ B S W 1 を閉じて開いてから所定の待機時間 T w を経過したときの一对の調整線 S W 1、S W 0 間の電圧 V 1 ( t 1 ) に基づいて、電圧検出線 L 0 の断線を診断する。このようにしたので、正常時と断線時での電圧 V 1 ( o n ) の違いが比較的小さいときでも、確実に断線診断を行うことができる。

## 【 0 0 6 2 】

( 4 ) 電池監視装置 1 は、電圧測定線 S L 1、S L 0 に接続された電圧測定用ノイズフィルタ回路 4 0 を備える。そのため、セル B C 1 のセル電圧の測定値からノイズを除去して、セル電圧を正確に測定することができる。

## 【 0 0 6 3 】

( 5 ) 電池監視装置 1 は、複数対の調整線および複数対のバランシングスイッチを備える。複数対の調整線は、直列に接続された 2 つのセル B C 1、B C 1 2 のうち上位のセル B C 1 の正極に接続された電圧検出線 L 1 と接続された調整線 S W 1 と、下位のセル B C 1 2 の正極および上位のセル B C 1 の負極に接続された電圧検出線 L 0 とそれぞれ接続された調整線 S W 0 および S W 1 2 と、下位のセル B C 1 2 の負極に接続された電圧検出線 L 1 1 と接続された調整線 S W 1 1 とを含む。また、複数のバランシングスイッチは、調整線 S W 1 と調整線 S W 0 の間に接続されたバランシングスイッチ B S W 1 と、調整線 S W 1 2 と調整線 S W 1 1 の間に接続されたバランシングスイッチ B S W 1 2 とを含む。この電池監視装置 1 は、第二の断線診断方法において、バランシングスイッチ B S W 1 を閉じて開いてから待機時間 T w を経過したときの調整線 S W 1 と調整線 S W 0 間の電圧 V 1 ( t 1 ) と、バランシングスイッチ B S W 1 2 を閉じて開いてから待機時間 T w を経過したときの調整線 S W 1 2 と調整線 S W 1 1 間の電圧 V 1 2 ( t 2 ) とを合計した電圧和 V 1 ( t 1 ) + V 1 2 ( t 2 ) を求め、上位のセル B C 1 のセル電圧 V 1 と下位のセル B C 1 2 のセル電圧 V 1 2 との合計値 V 1 + V 1 2 からこの電圧和 V 1 ( t 1 ) + V 1 2 ( t 2 ) を減算した値 V d 0 に基づいて、電圧検出線 L 0 の断線を診断することができる。このようにしたので、断線診断をより一層正確に行うことができる。

## 【 0 0 6 4 】

( 6 ) 電池監視装置 1 は、一对の電圧測定線間の電圧または一对の調整線間の電圧を所定の A D 変換範囲内でアナログ値からデジタル値に変換する A D 変換器 1 5 を備える。この A D 変換器 1 5 は、一对の電圧測定線間の電圧を変換する場合と、一对の調整線間の電圧を変換する場合とで、A D 変換範囲を変化させるようにしてもよい。このようにすれば、断線診断をより一層正確に行うことができる。

## 【 0 0 6 5 】

10

20

30

40

50

(第2の実施形態)

次に本発明の第2の実施形態について説明する。図5は、本発明の第2の実施形態に係る電池監視装置の構成を示す図である。図5に示す電池監視装置1aは、図1に示した第1の実施形態に係る電池監視装置1と比べて、バランシング抵抗回路30に替えてバランシング用ノイズフィルタ回路30aを備える点が異なっている。

【0066】

バランシング用ノイズフィルタ回路30aは、図1のバランシング抵抗回路30と同様に、調整線SW0～SWnにそれぞれ接続されたバランシング抵抗RBを有している。さらに、バランシング抵抗RBに加えて、調整線SW0～SWnのうち互いに隣接するもの同士の間それぞれ接続されたコンデンサCBを有している。このバランシング抵抗RBおよびコンデンサCBにより、各調整線間の電圧を断線診断用電圧として測定する際に、ノイズ成分を除去して測定を行うことができる。

10

【0067】

ここで、電圧測定用ノイズフィルタ回路40の時定数は、ノイズを効果的に除去してセル電圧を精密に測定できるように、比較的大きく設定する必要がある。一方、断線診断用電圧の測定には、セル電圧の測定ほどの精密さは不要であるため、バランシング用ノイズフィルタ回路30aの時定数は、電圧測定用ノイズフィルタ回路40に比べて非常に小さくすることが可能である。また、断線診断時にバランシングスイッチをオンする時間を短縮して電力損失を低減するためにも、バランシング用ノイズフィルタ回路30aの時定数はなるべく小さいほうが好ましい。そのため、第2の実施形態では、電圧測定用ノイズフィルタ回路40の時定数がバランシング用ノイズフィルタ回路30aの時定数よりも大きくなるように、バランシング用ノイズフィルタ回路30aの時定数を設定することが好ましい。このようにすれば、セル電圧の測定と断線診断用電圧の測定とを、それぞれ効果的に行うことができる。

20

【0068】

なお、以上では種々の実施の形態および変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

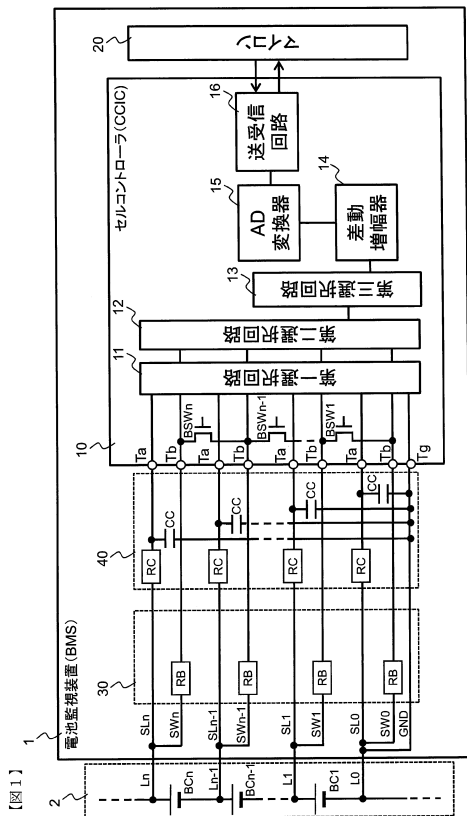
【符号の説明】

【0069】

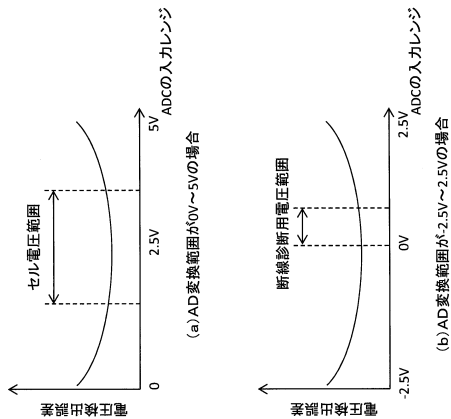
1、1a：電池監視装置、2：組電池、10：セルコントローラ、11：第一選択回路、12：第二選択回路、13：第三選択回路、14：差動増幅器、15：AD変換器、16：送受信回路、20：マイコン、30：バランシング抵抗回路、30a：バランシング用ノイズフィルタ回路、40：電圧測定用ノイズフィルタ回路

30

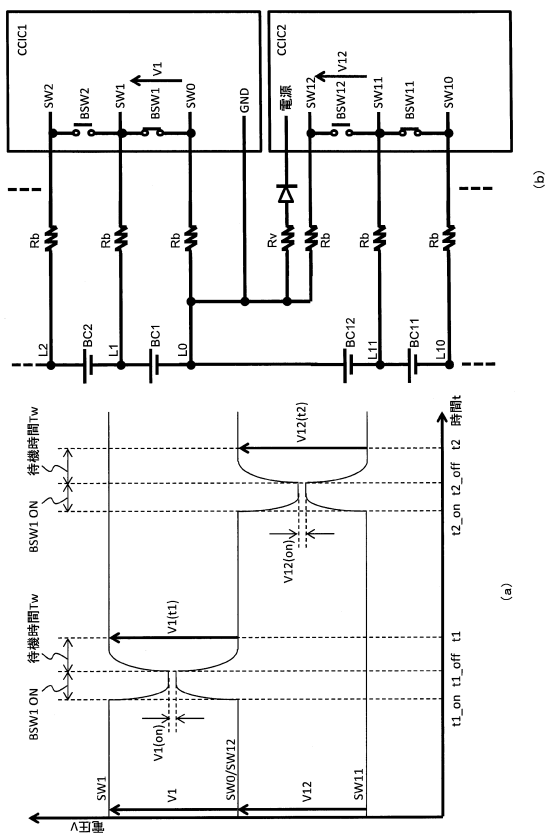
【図1】



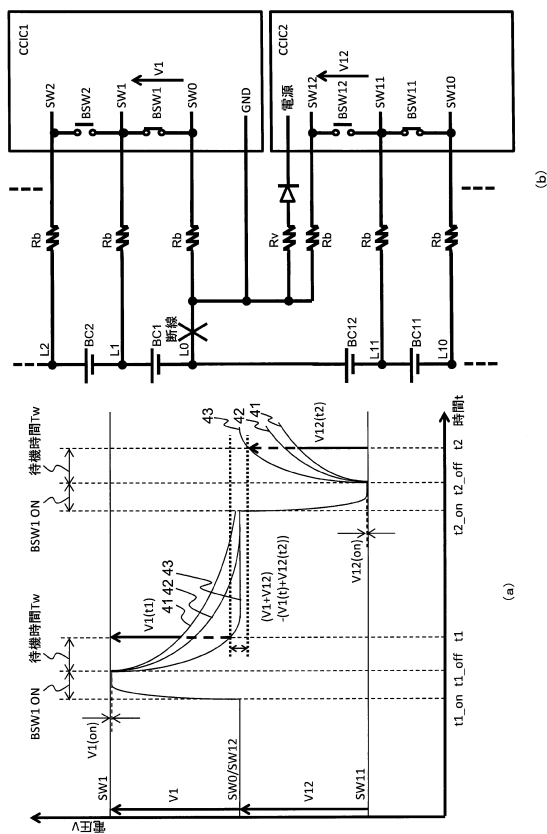
【図2】



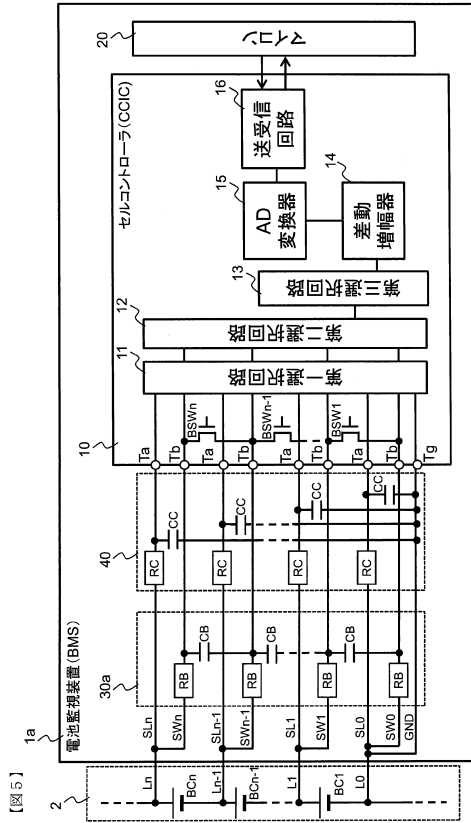
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 有馬 智行

茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

(72)発明者 塚本 明子

茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

審査官 永井 皓喜

(56)参考文献 特開2013-29362(JP,A)

特開2004-132701(JP,A)

米国特許出願公開第2012/0194199(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/02

G01R 31/36

H02J 7/00