

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-89488

(P2009-89488A)

(43) 公開日 平成21年4月23日(2009.4.23)

| (51) Int.Cl. |              |                  | F I  |       |      | テーマコード (参考) |  |
|--------------|--------------|------------------|------|-------|------|-------------|--|
| <b>HO2J</b>  | <b>7/02</b>  | <b>(2006.01)</b> | HO2J | 7/02  | H    | 2G035       |  |
| <b>HO2J</b>  | <b>7/00</b>  | <b>(2006.01)</b> | HO2J | 7/00  | ZHVP | 2G036       |  |
| <b>HO1M</b>  | <b>10/48</b> | <b>(2006.01)</b> | HO1M | 10/48 | P    | 5G503       |  |
| <b>GO1R</b>  | <b>19/00</b> | <b>(2006.01)</b> | GO1R | 19/00 | B    | 5H030       |  |
| <b>B6OL</b>  | <b>3/00</b>  | <b>(2006.01)</b> | B6OL | 3/00  | S    | 5H115       |  |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 51 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-253674 (P2007-253674)  
 (22) 出願日 平成19年9月28日 (2007.9.28)

(71) 出願人 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (71) 出願人 505083999  
 日立ピークルエナジー株式会社  
 茨城県ひたちなか市稲田1410番地  
 (74) 代理人 100075959  
 弁理士 小林 保  
 (72) 発明者 江守 昭彦  
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内  
 (72) 発明者 河原 洋平  
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用直流電源装置

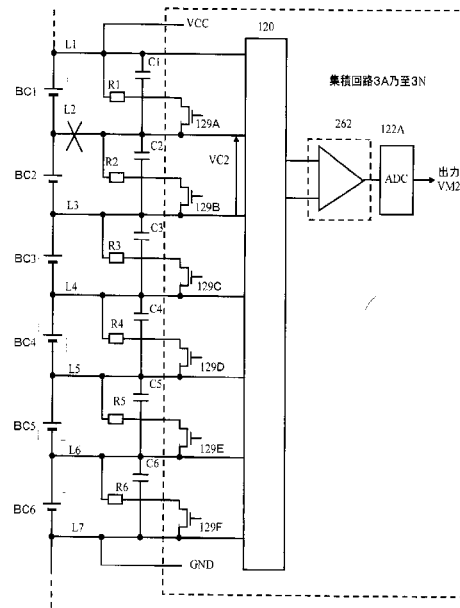
(57) 【要約】

【課題】リチウム電池セルの端子電圧の計測回路における異常を診断する診断機能を有する車両用直流電源装置

【解決手段】直列接続された複数のリチウム電池セルと、前記各電池セルの端子電圧を測定する測定回路と、前記測定回路と前記各電池セルの端子とを接続する複数の検出用ハーネスと、前記電池セルの放電電流を流すための抵抗およびバランススイッチを有する複数の直列回路と、前記バランススイッチを制御する制御回路と、比較回路を有する診断回路と、を備え、

前記各直列回路を前記各電池セルに前記検出用ハーネスを介してそれぞれ並列に接続し、前記制御回路により前記バランススイッチを導通させ、次に前記測定回路で前記検出用ハーネスを介して供給される電池セルの端子電圧を測定し、前記比較回路で予め定められた閾値と測定された端子電圧とを比較して異常状態を前記診断回路で判断する

【選択図】図26



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

直列接続された複数のリチウム電池セルと、前記各電池セルの端子電圧を測定する測定回路と、前記測定回路と前記各電池セルの端子とを接続する複数個の検出用ハーネスと、前記電池セルの放電電流を流すための抵抗およびバランススイッチを有する複数の直列回路と、前記バランススイッチを制御する制御回路と、比較回路を有する診断回路と、を備え、

前記各直列回路を前記各電池セルに前記検出用ハーネスを介してそれぞれ並列に接続し、前記制御回路により前記バランススイッチを導通させ、次に前記測定回路で前記検出用ハーネスを介して供給される電池セルの端子電圧を測定し、前記比較回路で予め定められた閾値と測定された端子電圧とを比較して異常状態を前記診断回路で判断することを特徴する車両用直流電源装置。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の直流電力供給装置において、前記測定回路は、前記検出用ハーネスを介して供給される複数の電池セルの端子電圧から測定すべき端子電圧を一定の順序に従って選択する選択回路と、選択された端子電圧をデジタル値に変換するアナログデジタル変換器とを備え、デジタル変換された電池セルの端子電圧を前記閾値と比較して異常診断を行うことを特徴とする車両用直流電源装置。

**【請求項 3】**

直列接続された複数のリチウム電池セルを有するグループを複数個直列に接続し、各グループのリチウム電池セルの端子電圧を検出するための複数の集積回路をそれぞれ前記各グループに係付けて設け、

20

前記各集積回路に係付けられたグループの複数のリチウム電池セルの端子電圧を供給するための複数個の検出用ハーネスを設け、

前記各集積回路は、前記検出用ハーネスを介して供給された複数のリチウム電池セルの端子電圧を順に選択的に計測する選択回路と電圧検出回路とを有し、

さらに前記各集積回路は関係付けられたグループの複数のリチウム電池セルの放電電流を流すためのバランススイッチとバランススイッチの開閉を制御する制御回路と、診断回路とを有し、

前記各集積回路の制御回路は、計測すべきリチウム電池セルのバランススイッチを閉じ、次に計測すべきリチウム電池セルのバランススイッチを開き、

30

前記各集積回路の電圧検出回路は、前記バランススイッチが開いた期間に測定すべきリチウム電池セルの端子電圧を測定し、前記診断回路により異常を診断することを特徴とする車両用直流電源装置。

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載の直流電力供給装置において、

前記開閉制御を行うべき前記バランススイッチの選択、および供給される複数のリチウム電池セルの端子電圧から、計測すべきリチウム電池セルの端子電圧の選択を、所定の順序で行うステージ信号発生回路を各集積回路が備えていることを特徴とする直流電力供給装置。

40

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の直流電力供給装置において、

隣接する集積回路の一方が前記所定の順序の特定位置に同期して同期信号を他方の集積回路に供給し、前記他方の集積回路は前記同期信号に基づいて方の集積回路の所定の順序の切り替え動作を行うことを特徴とする車両用直流電源装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は直列接続された電池セルを備える車両用直流電源装置に関する。

**【背景技術】**

50

## 【 0 0 0 2 】

車両用回転電機の駆動システムは直流電力を供給するための二次電池と前記二次電池から供給された直流電力を3相交流電力に変換するインバータ装置とを備えており、前記3相交流電力は車両に搭載された回転電機に供給される。前記3相交流の回転電機は一般には電動機の機能と発電機の機能とを備えており、回生制動運転など前記3相交流の回転電機が発電機として運転される場合には、前記回転電機が発電した3相交流電力は前記インバータ装置により直流電力に変換され、該直流電力が前記二次電池に供給され、前記二次電池により前記発電電力が蓄積される。

## 【 0 0 0 3 】

前記二次電池として小型で大電力が蓄電できる観点からリチウム電池モジュールが適している。リチウム電池モジュールは直列接続された多数のリチウム電池セルを有しており、各リチウム電池セルの状態をそれぞれ検出し、異常が無いかどうかを監視することが必要である。

10

## 【 0 0 0 4 】

リチウム電池を有する車両用直流電源装置は、下記特許文献1〔特開2005-318751号公開特許公報〕に開示がなされており、例えば特許文献1の図2に開示されている。

【特許文献1】特開2005-318751号公開特許公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

## 【 0 0 0 5 】

各リチウム電池セルの状態を監視するには、監視する回路が正常であることが必要である。リチウム電池の状態監視は、リチウム電池セルの端子電圧を計測しこの計測された端子電圧に基づいて行われることが多い。従ってリチウム電池セルの端子電圧の計測回路に異常が発生すると前記リチウム電池の状態監視が困難となる。

## 【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、リチウム電池セルの端子電圧の計測回路における異常を診断する診断機能を有する車両用直流電源装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 7 】

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

30

## 【 0 0 0 8 】

(1)本発明による車両用直流電源装置は、たとえば、直列接続された複数のリチウム電池セルと、前記各電池セルの端子電圧を測定する測定回路と、前記測定回路と前記各電池セルの端子とを接続する複数の検出用ハーネスと、前記電池セルの放電電流を流すための抵抗およびバランススイッチを有する複数の

する診断回路と、を備え、

直列回路と、前記バランススイッチを制御する制御回路と、比較回路を有

前記各直列回路を前記各電池セルに前記検出用ハーネスを介してそれぞれ並列に接続し、前記制御回路により前記バランススイッチを導通させ、次に前記測定回路で前記検出用ハーネスを介して供給される電池セルの端子電圧を測定し、前記比較回路で予め定められた閾値と測定された端子電圧とを比較して異常状態を前記診断回路で判断することを特徴とする。

40

## 【 0 0 0 9 】

(2)本発明による直流電力供給装置は、たとえば、(1)の構成を前提とし、前記測定回路は、前記検出用ハーネスを介して供給される複数の電池セルの端子電圧から測定すべき端子電圧を一定の順序に従って選択する選択回路と、選択された端子電圧をデジタル値に変換するアナログデジタル変換器とを備え、デジタル変換された電池セルの端子電圧を前記閾値と比較して異常診断を行うことを特徴とする。

50

## 【 0 0 1 0 】

( 3 ) 本発明による直流電力供給装置は、たとえば、直列接続された複数のリチウム電池セルを有するグループを複数個直列に接続し、

各グループのリチウム電池セルの端子電圧を検出するための複数の集積回路をそれぞれ前記各グループに係付けて設け、

前記各集積回路に係付けられたグループの複数のリチウム電池セルの端子電圧を供給するための複数個の検出用ハーネスを設け、

前記各集積回路は、前記検出用ハーネスを介して供給された複数のリチウム電池セルの端子電圧を順に選択的に計測する選択回路と電圧検出回路とを有し、

さらに前記各集積回路は関係付けられたグループの複数のリチウム電池セルの放電電流を流すためのバランススイッチとバランススイッチの開閉を制御する制御回路と、診断回路とを有し、

前記各集積回路の制御回路は、計測すべきリチウム電池セルのバランススイッチを閉じ、次に計測すべきリチウム電池セルのバランススイッチを開き、

前記各集積回路の電圧検出回路は、前記バランススイッチが開いた期間に測定すべきリチウム電池セルの端子電圧を測定し、前記診断回路により異常を診断することを特徴とする。

## 【 0 0 1 1 】

( 4 ) 本発明による直流電力供給装置は、たとえば、( 3 ) の構成を前提とし、前記開閉制御を行うべき前記バランススイッチの選択、および供給される複数のリチウム電池セルの端子電圧から、計測すべきリチウム電池セルの端子電圧の選択を、所定の順序で行うステージ信号発生回路を各集積回路が備えていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 2 】

( 5 ) 本発明による車両用直流電源装置、たとえば、( 4 ) の構成を前提とし、隣接する集積回路の一方が前記所定の順序の特定位置に同期して同期信号を他方の集積回路に供給し、前記他方の集積回路は前記同期信号に基づいて方の集積回路の所定の順序の切り替え動作を行うことを特徴とする。

## 【 0 0 1 3 】

なお、本発明は以上の構成に限定されず、本発明の技術思想を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 4 】

本発明によれば、リチウム電池セルの端子電圧の計測回路における異常を診断する診断機能を有する車両用直流電源装置を提供することが可能となる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 1 5 】

発明の実施の形態として以下に説明する、車両用回転電機の駆動システムあるいは直流電源システムあるいは直流電源用セルコントローラあるいは直流電源用セルコントローラに使用する集積回路は、上述のとおり、高い信頼性を維持できる効果がある。さらに以下の実施の形態では、上述の効果の他に以下の実施の形態の説明の中で述べる課題を解決できる効果を有する。

## 【 0 0 1 6 】

## セルコントローラの説明

図 1 は、車両用回転電機の駆動システムに使用される直流電源システムの電池モジュール 9 およびセルコントローラ ( 以下、C / C と略称する場合がある ) 8 0 を説明する図である。

## 【 0 0 1 7 】

前記電池モジュール 9 は複数個の電池セルのグループ G B 1、・・・G B M、・・・G B N を有している。前記各グループは複数個の直列接続された電池セル B C 1 ~ B C 4 を有している。従って前記電池モジュール 9 は直列に接続された複数の、この実施の形態で

10

20

30

40

50

は例えば数十個場合によっては数百個からなる多数の、電池セルを有している。この実施の形態では各電池セルはリチウムイオン電池である。

【0018】

各リチウム電池セルの端子電圧はその電池セルの充電状態に変化し、例えば充電状態30%程度の放電された状態では約3.3ボルト程度となり、充電状態70%程度の充電された状態では約3.8ボルト程度となる。正常な動作状態を超えて放電した過放電状態では、例えば2.5V以下になる場合があり、また正常な動作範囲を超えて充電された過充電状態では4.2ボルト以上になる場合がある。直列接続された複数の電池セルBC1~BC4は、端子電圧をそれぞれ計測することでそれぞれの充電状態SOCを把握できる。

【0019】

本実施の形態では、前記各電池セルBC1~BC12の端子電圧の計測を行い易くするなどの理由で、1グループを4個乃至6個の各電池セルBC1~BC4で構成している。この図に示す実施の形態では各グループを4個の電池セルすなわち、グループBG1やグループGBM、グループGBNをそれぞれ電池セルBC1~BC4で構成している。図でグループBG1とグループGBMとの間およびグループGBMとグループGBNの間にはさらに電池セルを備えたグループが存在しているが、同様の構成であり説明の煩雑さを避けるために省略する。

【0020】

前記セルコントローラ80は、前記電池モジュール9を構成する各グループに対応して集積回路3A、...3M、...3Nを有しており、各電池セルの端子電圧を検出するために各集積回路は電圧検出用の端子を備えており、各集積回路の電圧検出用の各端子V1乃至GNDは、各グループを構成する各電池セルの正極および負極にそれぞれ接続されている。また各集積回路は信号伝送のための送受信端子を有しており、これら各集積回路の送受信端子は以下に説明の如く直列接続され、前記信号伝送路を介してバッテリーコントローラ20に接続されている。以下更に詳述する。

【0021】

前記セルコントローラ80はグループに対応して複数個、例えば数個から数十個、の集積回路を有しており、図で集積回路(以下ICと略称する場合がある)を3A、...3M、...3N、として記載している。なお、集積回路3Aと、集積回路3Mとの間および集積回路3Mと集積回路3Nとの間にさらに同様の構成の集積回路が存在するが煩雑さを避けるため、これらは省略する。

【0022】

各集積回路3A、...3M、...3Nは、それぞれ対応する各グループGB1、...GBM、...GBNを構成する各電池セル(以下、電池セルと称する場合がある)BC1~BC4の電圧を検出するとともに、全グループの全電池セルの充電状態SOC(State Of Charge)を均一化するため、各電池セルBC1~BC4のSOCを個別に調整するための充電状態調整用抵抗R1~R4が、スイッチ素子を介して各電池セルと並列に接続される構成となっている。前記スイッチ素子は図2を用いて後述する。

【0023】

前記集積回路3A、3M、3Nはさらにそれぞれ対応する各グループGB1、...GBM、...GBNを構成する各電池セルBC1~BC4の異常状態を検出する機能を有している。これらの集積回路は何れも同じ構造を有しており、各集積回路はそれぞれ電池セルの(1)端子電圧計測回路、(2)充電状態調整回路、(3)異常状態検出回路を有している。この実施の形態で異常状態とは、バッテリーセルの過充電や過放電、バッテリーセル温度の異常上昇などである。

【0024】

集積回路3A、3M、3Nと上位のバッテリーコントローラ20との信号の送受は、通信ハーネス50を介しておこなわれる。前記バッテリーコントローラ20は車両のシャーシ電位をグランド(GND)とし、12V以下の低電位で動作するようになっている。一方各集積回路3A、3M、3Nは、対応するグループを構成する電池セルの電位が異なるので

10

20

30

40

50

、それぞれ異なる電位に保持され、異なる電位で動作する。前述のとおり、電池セルの端子電圧は充電状態SOCに基づき変化するので、電池モジュール9の最低電位に対する各グループの電位は充電状態SOCに基づいて変化する。各集積回路3A、3M、3Nは電池モジュール9の対応するグループの電池セルの端子電圧を検出し、あるいは対応するグループの電池セルの充電状態SOCの調整のための放電制御などを行うので、対応するグループの電位に基づいて集積回路の基準電位を変化される方が、集積回路に加わる電圧差が小さくなる。集積回路に加わる電圧差が小さい方が、集積回路の耐圧をより小さくできる、あるいは安全性や信頼性が向上するなどの効果があり、本実施例では関係するグループの電位に基づいて集積回路の基準電位を変化されるようにしている。各集積回路の基準電位となるGND端子を関係するグループの電池セルのどこかに接続することで集積回路の基準電位を関係するグループの電位に基づいて変化させることが可能となる。この実施例では、各グループの最低位電位となる電池セルの端子を集積回路のGND端子と接続している。

10

**【0025】**

また各集積回路が内部で集積回路の内部回路を動作させる基準電圧や電源電圧を発生させるために、各集積回路は対応する各グループの最低位電位となる電池セル端子と集積回路のVcc端子とを接続している。このような構成により、各グループの最高位電位と最低位電位との間の電位差すなわち電圧を受けて各集積回路は動作する。

**【0026】**

バッテリーコントローラ20の電源系統とセルコントローラ80の電源系統とは電位関係が異なっており、また電圧の値も大きく異なるので、バッテリーコントローラ20に接続される通信ハーネス50は、各集積回路3A、3M、3Nの送受信端子が直列接続されている伝送路52、54と電氣的に絶縁されていることが必要となり、電氣的に絶縁するための絶縁回路が前記集積回路で構成される伝送路52、54の入口側と出口側とにそれぞれ設けられている。

20

**【0027】**

伝送路52、54の入口側に設けた絶縁回路を入口側インタフェースINT(E)で示し、出口側に設けた絶縁回路を出口側インタフェースINT(O)で示している。これら各インタフェースINT(E)、INT(O)は、電気信号が一旦光信号に変換され、その後再び電気信号に変換される回路を有し、この回路介して情報が伝送されるので、バッテリーコントローラ20の電気回路とセルコントローラ80の電気回路との間の電氣的な絶縁が維持される。前記入口側のインタフェースINT(E)はフォトカプラPH1、PH2を有している。フォトカプラPH1はバッテリーコントローラ20の送信端子TXと高電位側の集積回路3Aの受信端子RXとの間に設けられ、フォトカプラPH2はバッテリーコントローラ20の送信端子FF-TESTと集積回路3Aの受信端子FFIとの間に設けられている。入口側インタフェースINT(E)内のフォトカプラPH1、PH2は上述のバッテリーコントローラ20の各送信端子TX、FF-TESTと集積回路3Aの受信端子RXやFFIとの間の電氣的な絶縁を維持している。

30

**【0028】**

同様に、バッテリーコントローラ20の受信端子と低電位側の集積回路3Nとの間には、出口側インタフェースINT(O)の各フォトカプラPH3、PH4が設けられ、バッテリーコントローラ20の受信端子と集積回路3Nの各送信端子との間の電氣的な絶縁が維持されている。詳述すると、集積回路3Nの送信端子TXとバッテリーコントローラ20の受信端子RXとの間にフォトカプラPH3が設けられ、集積回路3Nの送信端子FFOとバッテリーコントローラ20の受信端子FFとの間にフォトカプラPH4が設けられている。

40

**【0029】**

バッテリーコントローラ20の送信端子TXから送信され、入口側インタフェースINT(E)内のフォトカプラPH1を介して集積回路3Aの受信端子RXで受信され、集積回路3Aの送信端子TXから送信されて集積回路3Mの受信端子RXで受信され、集積回路3Mの送信端子TXから送信されて集積回路3Nの受信端子RXで受信され、集積回路3

50

Nの送信端子TXから送信されて出口側インタフェースINT(O)のフォトカプラPH3を介してバッテリーコントローラ20の受信端子RXで受信される、ループ状の通信路が設けられており、このループ状の通信路を介してシリアル通信が行われる。なおこのシリアル通信により、各電池セルの端子電圧や温度、などの計測値がバッテリーコントローラ20に受信される。さらに集積回路3A乃至3Nはこの伝送路を介してコマンドを受信すると自動的にウエイクアップ(Wake Up)状態になるようにつくられている。従ってバッテリーコントローラ20から通信コマンド292が伝送されると、各集積回路3A~3Nはそれぞれスリープ状態から動作状態に状態遷移する。

#### 【0030】

各集積回路3A~3Nはさらに異常診断を行い、異常がある場合に次の伝送路を介して1ビット信号が伝送される。各集積回路3A~3Nは自分自身が異常と判断した場合あるいは前の集積回路から異常を表す信号を受信端子FFIで受信した場合に、送信端子FFOから異常信号を送信する。一方既に受信端子FFIで受信していた異常を表す信号が消えたり、あるいは自分自身の異常判断が変わり異常でなくなったりした場合に、送信端子FFOから伝送される異常信号は消える。この異常信号は本実施例では1ビット信号である。原則的にはバッテリーコントローラ20は異常信号を集積回路に送信しないが、異常信号の伝送路が正しく動作することが重要であり、伝送路の診断のために擬似異常信号であるテスト信号をバッテリーコントローラ20の端子FFTESTから送信する。次に伝送路を説明する。

#### 【0031】

バッテリーコントローラ20の送信端子FFTESTから擬似異常信号であるテスト信号が、入口側インタフェースINT(E)のフォトカプラPH2を介して集積回路3Aの受信端子FFIに送信される。この信号を受け、集積回路3Aの送信端子FFOから異常を表す信号(以下異常信号と記す)が次の集積回路...集積回路3Mの受信端子FFIに送信される。このように順次送信され、集積回路3Nの送信端子FFOから出口側インタフェースINT(O)のフォトカプラPH4を介してバッテリーコントローラ20の受信端子FFに送信される。上記送信ルートが正常に動作していれば、上記送信ルートを介してバッテリーコントローラ20から送信された擬似異常信号がバッテリーコントローラ20の受信端子FFに戻る。このように擬似異常信号をバッテリーコントローラ20が送受することで通信ルートの診断ができ、システムの信頼性が向上する。また上述のとおり、バッテリーコントローラ20からの送信依頼が無くても、異常状態を検知した集積回路が次の集積回路に異常信号を送ることで、速やかに異常状態がバッテリーコントローラ20に伝達される。従って速やかに異常に対する対応策を速やかに推進できる。

#### 【0032】

上記説明では、信号の伝送は、何れも電池モジュール9の電位の高いグループに対応する集積回路3Aから電位の低いグループに対応する集積回路3Nに向けておこなわれたが、これは一例であり、この逆に、バッテリーコントローラ20から、電池モジュール9の電位の低いグループに対応する集積回路3Nに送信し、順次電位の高いグループに対応した各集積回路(集積回路3Mを含む)に送り、最高電位のグループに対応した集積回路3AからインタフェースINTを介してバッテリーコントローラ20に送るようにしても良い。

#### 【0033】

図1に示す直流電源システムは正極側のリレーRLPと負極側のリレーRLNを介してインバータ装置などの負荷に直流電力を供給する。このリレーRLPやRLNは集積回路が異常を検知すると、バッテリーコントローラ20からあるいはインバータ装置からリレーRLPやRLNの開閉を制御できる。

#### 【0034】

またバッテリーコントローラ20は電流センサSiの出力を受け、電池モジュール9全体からインバータ装置に供給される電流を検知し、また電圧計Vdの出力により、電池モジュール9からインバータ装置に供給される直流電圧を検知する。

#### 【0035】

### 集積回路

図 2 は、前記集積回路 3 A の一実施例を示す電子回路のブロック図である。上述したように、前記各集積回路 3 A、……、3 M、……3 N はそれぞれ同一の構造となっている。したがって、集積回路 3 A 以外の他の集積回路においても図 2 に示す構成と同じである。図 2 に示す集積回路 3 A は、その集積回路に対応する電池モジュール 9 のグループ G B 1 に含まれる各電池セル B C 1 ~ B C 4 と接続されている。集積回路 3 A を代表例として説明しているが、集積回路 3 A 以外の集積回路はそれぞれ対応する電池モジュール 9 のグループと接続され、同様の動作を行う。

#### 【 0 0 3 6 】

集積回路 3 A の入力側端子はグループ G B 1 を構成する電池セル B C 1 から B C 4 に接続されており、電池セル B C 1 の正極端子は、入力端子 V 1 を介して選択回路 1 2 0 に接続されている。この選択回路 1 2 0 は、例えばマルチプレクサによって構成され、スイッチ 1 2 0 A、1 2 0 B、1 2 0 C、1 2 0 D、1 2 0 E を有している。前記入力端子 V 1 はスイッチ 1 2 0 A の一方の端子に接続され、該スイッチ 1 2 0 A の他方の端子は電源回路 1 2 1 およびアナログデジタル変換器で構成される電圧検出回路 1 2 2 に接続されている。電池セル B C 1 の負極端子であって電池セル B 2 の正極端子は、入力端子 V 2 を介して選択回路 1 2 0 のスイッチ 1 2 0 B の一方の端子に接続され、該スイッチ 1 2 0 B の他方の端子は前記電圧検出回路 1 2 2 に接続されている。電池セル B 2 の負極端子であって電池セル B 3 の正極端子は、入力端子 V 3 を介して選択回路 1 2 0 のスイッチ 1 2 0 C の一方の端子に接続され、該スイッチ 1 2 0 C の他方の端子は前記電圧検出回路 1 2 2 に接続されている。電池セル B 3 の負極端子であって電池セル B C 4 の正極端子は、入力端子 V 4 を介して選択回路 1 2 0 のスイッチ 1 2 0 D の一方の端子に接続され、該スイッチ 1 2 0 D の他方の端子は前記電圧検出回路 1 2 2 に接続されている。

#### 【 0 0 3 7 】

電池セル B C 4 の負極端子は集積回路の G N D 端子に接続され、前記 G N D 端子を介して選択回路 1 2 0 のスイッチ 1 2 0 E の一方の端子に電池セル B C 4 の負極端子が接続され、該スイッチ 1 2 0 E の他方の端子は前記電圧検出回路 1 2 2 に接続されている。

#### 【 0 0 3 8 】

前記電源回路 1 2 1 は、たとえば D C / D C コンバータ等で構成され、各電池セル B C 1 ~ B C 4 からの電力を所定の定電圧に変換し、これらの電圧は集積回路 3 A 内の各回路に駆動電源として供給され、あるいは状態を判断するために比較回路に比較基準電圧として供給される。

#### 【 0 0 3 9 】

前記電圧検出回路 1 2 2 は、各電池セル B C 1 ~ B C 4 のそれぞれの端子間電圧をデジタル値に変換する回路を有しており、デジタル値に変換された各端子間電圧は I C 制御回路 1 2 3 に送られ、内部の記憶回路 1 2 5 に保持される。これらの電圧は診断などに利用されたり、図 1 に示すバッテリーコントローラ 2 0 に通信回路 1 2 7 から送信されたりする。

#### 【 0 0 4 0 】

前記 I C 制御回路 1 2 3 は、演算回路を有し演算機能を有すると共に、記憶回路 1 2 5 や電源管理手段 1 2 4、各種電圧の検知や状態診断を周期的に行うタイミング制御回路 2 5 2 を有している。前記記憶回路 1 2 5 は、例えばレジスタ回路で構成されており、前記電圧検出器 1 2 2 で検出した各電池セル B C 1 ~ B C 4 の各端子間電圧を各電池セル B C 1 ~ B C 4 に対応づけて記憶する、その他検出値を予め定められたアドレスに読み出し可能に保持する作用をする。前記電源管理手段 1 2 4 は前記電源回路 1 2 1 における状態を管理するように構成されている。

#### 【 0 0 4 1 】

前記 I C 制御回路 1 2 3 には、通信回路 1 2 7 が接続され、この通信回路 1 2 7 を介して当該集積回路 3 A の外部から信号を受信できる。例えば前記バッテリーコントローラ 2 0 から、前記入口側インタフェース I N T ( E ) のフォトカプラ P H 1 を介し、R X 端子で

10

20

30

40

50

通信コマンドを受信する。前記通信コマンドは通信回路127からIC制御回路123に送られ、ここで通信コマンドの内容が解読され、通信コマンド内容に応じた処理が行われる。例えば前記通信コマンドは、各電池セルBC1～BC4の端子間電圧の計測値を要求する通信コマンド、各電池セルBC1～BC4の充電状態を調整するための放電動作を要求する通信コマンド、当該集積回路3Aの動作を開始する通信コマンド(Wake UP)、動作を停止する通信コマンド(スリープ)、アドレス設定を要求する通信コマンド、等を含んでいる。

#### 【0042】

図2で、前記電池セルBC1の正極端子は、抵抗R1を介して端子BC1に接続され、この端子BC1はスイッチの動作状態検出回路128Aの一方の端子に接続され、該スイッチの動作状態検出回路128Aの他方の端子は端子V2を介して電池セルBC1の負極端子に接続されている。さらに、前記抵抗R1とバランススイッチ129Aとの直列回路が電池セルBC1の端子間に接続されている。このバランススイッチ129Aは放電制御回路132によって開閉が制御される。同様に、前記電池セルB2の正極端子は、抵抗R2を介して端子B2に接続され、この端子B2はスイッチの動作状態検出回路128Bの一方の端子に接続されており、該スイッチの動作状態検出回路128Bの他方の端子は端子V3を介して電池セルB2の負極端子に接続されている。さらに、前記抵抗R2とバランススイッチ129Bとの直列回路が電池セルB2の端子間に接続されている。このバランススイッチ129Bは前記放電制御回路132によって開閉が制御される。

#### 【0043】

前記電池セルB3の正極端子は、抵抗R3を介して端子B3に接続され、この端子B3はスイッチの動作状態検出回路128Cの一方の端子に接続されており、該スイッチの動作状態検出回路128Cの他方の端子は端子V4を介して電池セルB3の負極端子に接続されている。前記抵抗R3とバランススイッチ129Cとの直列回路が電池セルB3の端子間に接続されている。このバランススイッチ129Cは前記放電制御回路132によって開閉制御される。前記電池セルBC4の正極端子は、抵抗R4を介して端子BC4に接続され、この端子BC4はスイッチの動作状態検出回路128Dの一方の端子に接続されており、該スイッチの動作状態検出回路128Dの他方の端子は端子GNDを介して電池セルBC4の負極端子に接続されている。前記抵抗R4とバランススイッチ129Dとの直列回路が電池セルBC4の端子間に接続されている。このバランススイッチ129Cは前記放電制御回路132によって開閉が制御される。

#### 【0044】

前記スイッチの動作状態検出回路128A～128Dは、それぞれ各バランススイッチ129A～129Dの両端電圧を所定周期で繰り返し検出し、前記各バランススイッチ129A～129Dが正常であるかどうかを検出する。前記バランススイッチ129A～129Dは電池セルBC1～電池セルBC4の充電状態を調整するスイッチで、これらスイッチが異常の場合、電池セルの充電状態を制御できなくなり、一部の電池セルが過充電あるいは過放電になる恐れがある。各バランススイッチ129A～129Dの異常検出は例えば、あるバランススイッチが導通している状態にも拘わらず、対応するバランススイッチの端子間電圧が電池セルの端子電圧を示す場合である。この場合は、前記バランススイッチが制御信号に基づく導通状態になっていないこととなる。一方あるバランススイッチが開放状態であるにも拘わらず、対応するバランススイッチの端子間電圧が電池セルの端子電圧に比べて低い値である場合、この場合は、前記バランススイッチは制御信号に関係なく導通していることとなる。これらスイッチの動作状態検出回路128A～128Dとしては、差動アンプ等で構成される電圧検出回路が用いられ、後述の異常判断回路131で上記判断を行う所定電圧と比較される。

#### 【0045】

前記バランススイッチ129A～129Dは、たとえばMOS型FETで構成され、それぞれ対応する電池セルBC1～BC4に蓄積された電力を放電させる作用をする。

多数の電池セルが直列接続されている電池モジュール9に対してインバータなどの電気負荷が接続され、前記電気負荷に対する電流の供給は直列接続された多数の電池セルの全体で行われる。また電池モジュール9が充電される状態では、前記電気負荷からの電流の供給は直列接続された多数の電池セルの全体に対して行われる。直列接続された多数の電池セルが異なる充電状態(SOC)にあると、前記電気負荷への電流の供給は多数の電池セルの内の最も放電状態にある電池セルの状態により制限される。一方前記電気負荷から電流が供給される場合、多数の電池セルの内の最も充電されている電池セルによって前記電流の供給が制限される。

【0046】

このため直列接続された多数の電池セルの内、例えば平均状態を越えた充電状態にある電池セルに対して、前記電池セルに接続されているバランススイッチ129を導通状態とし、直列接続されている抵抗を介して放電電流を流す。これにより直列接続された電池セルの充電状態が互いに近づく方向に制御されることとなる。また他の方法として、最も放電状態にある電池セルを基準セルとし、前記基準セルとの差に基づき放電時間を決める方法がある。他にも充電状態SOCを調整する色々の方法がある。前記充電状態は電池セルの端子電圧を基に演算で求めることができる。電池セルの充電状態とその電池セルの端子電圧は相関関係が有るので、各電池セルの端子電圧を近づけるように前記バランススイッチ129を制御することで、電池セルの充電状態を近づけることができる。

【0047】

前記スイッチの動作状態検出回路128A~128Dによって検出される各FETのソースとドレイン間の電圧は、電位変換回路130に出力される。各FETのソースとドレイン間の電位は集積回路3Aの基準電位に対してそれぞれ異なり、このままでは比較判断が難しいので、電位変換回路130で電位をそろえ、次に異常判定回路131で異常判定する。電位変換回路130はまた診断すべきバランススイッチ129を前記IC制御回路123からの制御信号に基づき選択する機能も有している。選択されたバランススイッチ129の電圧が異常判定回路131に送られ、異常判定回路131はIC制御回路123から制御信号に基づき、前記電位変換回路130からの信号である診断すべきバランススイッチ129の端子間電圧を判定電圧と比較し、各バランススイッチ129A1~129Dが異常か否かを判定する。

【0048】

放電制御回路132にはIC制御回路123から放電させるべき電池セルに対応したバランススイッチ129を導通させるための指令信号が送られ、この指令信号に基づき、前記放電制御回路132から、上述したようにMOS型FETから構成されるバランススイッチ129A~129Dの導通を行うゲート電圧に相当する信号が出力される。IC制御回路123は、図1のバッテリーコントローラ20から、電池セルに対応した放電時間の指令を通信により受け、前記放電の動作を実行する。

【0049】

前記異常判定回路131において、バランススイッチ129A~129Dに異常があると検出した場合、前記スイッチ駆動回路133からの信号によって、どのバランススイッチ129A~129Dに異常があるかを特定し、その情報が前記IC制御回路123に出力される。

【0050】

該IC制御回路123は、バランススイッチ129A~129Dの異常を通信回路127の1ビット送信端子FFOから出力し、他の集積回路の通信回路127を介して前記バッテリーコントローラ20に送信する。また、該IC制御回路123は、バランススイッチ129A~129Dの異常と、その異常であるバランススイッチを特定する情報を、通信回路127の送信端子TXを介して前記バッテリーコントローラ20に送信する。

【0051】

通信手段

10

20

30

40

50

図3は、前記各集積回路3A、...、3M、...、3Nの通信コマンド292の送受信方法を示した説明図である。図3(a)は、集積回路3Aの端子RXが受信する信号3A-RXおよび集積回路3Aの端子TXから送信される信号3A-TX、さらに次の集積回路3Bの端子RXが受信する信号3B-RXおよび次の集積回路3Bの端子TXから送信される信号3B-TX、さらにまた次の集積回路3Cの端子RXが受信する信号3C-RXおよびその集積回路3Cの端子TXから送信される信号3C-TXを示している。

【0052】

前記信号3A-TXは集積回路3A内の抵抗RAと集積回路3B内の抵抗RBとで分圧されて信号3B-RXが形成され、信号3B-TXは集積回路3B内の抵抗RB'と集積回路3C内の抵抗RCで分圧されて信号3C-RXが形成される。以下直列接続された通信路において集積回路の内部の各抵抗により分圧されて受信信号の電位が定まる。

10

【0053】

図3(b)は、前記信号3A-RX、3A-TX、3B-RX、3B-TX、3C-RX、および3C-TXのそれぞれの電位レベルを示している。

【0054】

このように、電圧レベルの最上位のグループGB1より下流側のグループに向けて、閾値の電圧は、電池セル4個分の加算電圧と電池セル2個分の加算電圧との半分の電圧に設定するようにしている。このようにした理由は、集積回路3Bが管理する電池セルの各電圧を基準に集積回路3Aと同様な閾値で集積回路3AのTX端子からの信号を判定しようとした場合、前記信号のLowレベルが集積回路3Bに掛かる総電圧の1/2となってしまう不都合を回避させるためである。なお上記信号レベルは高電位側から低電位側への送信を前提として説明したが、低電位側から高電位側への送信も同様に抵抗分割によるレベルシフトを行うことで可能となる。

20

【0055】

診断および計測、(1)動作スケジュール概要

図2に示す集積回路3Aによる電池セル電圧の計測回路および動作について図4乃至図6を用いて説明する。図4は計測動作のタイミングを説明する図である。図2に示す集積回路3Aは計測動作と共に診断動作を行う機能を有しており、図4に記載の動作タイミングで繰り返し計測を行い、この計測に同期して診断が実行される。図6は図2の選択回路120や電圧検出回路122および検出された電圧を保持する記憶回路125、さらに診断を行う詳細回路を示す。以下図4乃至図6を用いて具体的な回路および動作を説明する。なお、図1および図2は電池モジュール9を構成する各グループが、4個の電池セルを有している実施例である。しかし、図4乃至図6に示す集積回路は6個の電池セルに対応できる回路となっている。従って図1および図2の実施の形態では電池モジュール9を構成する各グループはそれぞれ4個の電池セルを備えているが、前記各グループを構成する電池セルの数を最大6個まで増やすことが可能となる。上記各グループを何個の電池セルで構成するかは、全体の電池セルの数や計測および診断の処理速度などで決められる。図4乃至図6に記載の実施例の如く、最大6個まで増やすことが可能であり、色々なニーズに対応した設計が可能となる。

30

【0056】

図4は上述のとおり、計測動作のタイミングを説明する図である。上記計測動作のタイミングおよび測定周期、あるいは診断動作は、起動回路254と第1ステージカウンタ256および第2ステージカウンタ258からなるステージカウンタとにより管理される。上記ステージカウンタは通常のカウンタであっても良いし、シフトレジスタであっても良い。シフトレジスタの場合はその段数が、ステージの種類の数となり、この実施例では10段となる。

40

【0057】

起動回路254は、(1)伝送路から送られてくるWake UPを要求する通信コマンドを端子RXで受信すると、あるいは(2)集積回路のICの電源電圧が供給され所定の電圧に達すると、(3)あるいは車のスタータスイッチ(キースイッチ)が投入された

50

ことを表す信号を受信すると、前記第1と第2のステージカウンタへリセット信号を出力して各ステージカウンタ256と258を初期状態とし、所定の周波数でクロック信号を出力する。すなわち上記(1)乃至(3)の条件で集積回路3Aは計測動作および診断動作を実行する。一方前記伝送路からSleepを要求する通信コマンド292を受信するとあるいは通信コマンド292を所定時間以上受信出来ないと、起動回路254は前記ステージカウンタがリセット状態すなわち初期状態に戻ったタイミングで、クロックの出力を停止する。このクロックの出力停止によりステージの進行が停止されるので、上記計測動作および診断動作の実行は停止状態となる。

#### 【0058】

起動回路254からのクロック信号を受け、第1ステージカウンタ256は各ステージ内の処理タイミングを制御する計数値を出力し、デコーダ257でステージ内の処理タイミングを制御するタイミング信号STG1を発生する。第2ステージカウンタ258の計数値は、動作表260の行260Y1に示すステージの種類に対応し、計数値が進むにつれて対応するステージが動作表260の行260Y1の左から右に切り替わる。各ステージを特定するステージ信号STG2がデコーダ259から出力される。

10

#### 【0059】

最初リセット状態、すなわち第1ステージカウンタ256と第2ステージカウンタ258が初期状態で、第2ステージカウンタ258はステージSTGC1を特定する計数値を有し、デコーダ259の出力であるステージ信号STG2はステージSTGC1を選定する信号となる。第1ステージカウンタ256の計数動作に基づいて、ステージ内の処理が行われ、次に第2ステージカウンタ258の計数が1つ進むと、第2ステージカウンタ258の計数内容は動作表260の行260Y1の左から2列目のステージであるSTGCV1を示す値となり、デコーダ259の出力であるステージ信号STG2はSTGCV1を示す信号となる。このステージSTGCV1では電池セルBC1の計測と診断が行われる。同様に第2ステージカウンタ258の計数が進むにつれて、動作表260の行260Y1の欄に記載のステージが左から右に切り替る。ステージSTGCV1で電池セルBC1の計測と診断が行われ、次のステージSTGCV2で電池セルB2の計測と診断が行われ、次のステージSTGCV3で電池セルB3の計測と診断が行われ、次のステージSTGCV4で電池セルBC4の計測と診断が行われる。図2に示す実施の形態では、電池モジュール9の各グループGB1~GBNは4個の電池セルで構成されるので、ステージSTGCV5とステージSTGCV6は使用されない、あるいはスキップされてステージSTGCV5とステージSTGCV6は存在しない。この動作の詳細は後述する。このため次のステージSTGCV4の次は集積回路内の電源回路121の出力を計測および診断するステージSTGVDとなり、その次は温度センサの出力を計測および診断するステージSTGTEMとなる。さらにその次は集積回路内で使用される基準電圧を計測および診断するステージSTG基準電源となる。ステージSTG基準電源の次は第2ステージカウンタ258の計数値が初期状態に戻り、再びステージSTGC1に対応した値となるので、デコーダ259の出力信号STG2は再びステージSTGC1を特定する信号となる。このように第2ステージカウンタ258の計数動作に基づき、動作表260の行260Y1の各ステージを左から右に実行し、これを繰り返す。なお、強制的に第2ステージカウンタ258の内容を特定の値とするとその値に対応したステージの処理を実行する。各ステージ内の処理内容は後で詳述する。

20

30

40

#### 【0060】

診断および計測、(2)電池セル数の切り換え

上述のとおり、集積回路が対応する各グループを構成する電池セル数が4個であるか6個であるかに応じ、診断動作および計測動作の実行内容が選択される。具体的な回路を図5に示す。起動回路254からのクロック信号に基づき第1ステージカウンタ256は計数動作を繰り返し、第1ステージカウンタ256が規定の計数値に達すると第2ステージカウンタ258の計数値が1つ進む。

#### 【0061】

50

図5の実施形態では、第2ステージカウンタ258は10個のレジスタから構成される。最初状態ではシフト回路1のみが状態1、他のシフト回路2～10は状態ゼロであり、デコーダ259の出力STG2はステージ信号STGCa1を出力する。第1ステージカウンタ256の計数值が所定値に達すると次のシフト回路1に状態1がシフトし、シフト回路1およびシフト回路3～10は状態ゼロとなる。このようにして状態1が順にシフト回路をシフトし、シフト回路5が状態1となり、シフト回路1～4およびシフト回路6～10が状態ゼロとなると、デコーダ259はステージ信号STGCv4を出力する。

#### 【0062】

関連するグループを構成する電池セル数が6の場合はレジスタ2582に外部からの通信コマンド292で6がセットされる。一方関連するグループを構成する電池セル数が4の場合は通信コマンド292により電池セル数4がレジスタ2582にセットされる。レジスタ2582に電池セル数として6がセットされている場合は、シフト回路5が状態1となりデコーダ259からステージ信号STGCv4が出力された後、次にシフト回路6が状態1となりステージ信号STGCv5が出力され、更に次にシフト回路7が状態1となりステージ信号STGCv6が出力される。そしてシフト回路7が状態1となった後、シフト回路8が状態1となりステージ信号STGVDDがデコーダ259から出力される。

10

#### 【0063】

レジスタ2582に電池セル数4がセットされている場合、ロジック回路2584とロジック回路2586との動作に基づき、シフト回路6とシフト回路7がスキップされ、シフト回路5が状態1となった後、シフト回路8が状態1となる。この結果シフト回路6とシフト回路7に対応するステージ信号STGCv5とステージ信号STGCv6がデコーダ259から出力されず、ステージ信号STGCv4の後、ステージ信号STGVDDがデコーダ259から出力される。

20

#### 【0064】

説明の煩雑さを避けるため電池セル数が4の場合と6の場合で説明したが、各シフト回路の間に、ロジック回路2584や2586と同機能のロジック回路が設けられており、レジスタ2582にセットされた電池セル数に応じて、ステージ信号STGCv1～STGCv6の内セル数に対応する種類のステージ信号が出力され、残りのステージ信号はスキップされてしまう。

30

#### 【0065】

図1でグループGB1～GBNのそれぞれに対応付けられて集積回路3A～集積回路5Nが設けられて、グループGB1～GBN対応する集積回路に前記グループを構成する電池セル数をそれぞれの集積回路にセットすることで、各集積回路は関係付けられたグループの電池セル数に対応したステージ信号を発生する。このように構成することで、グループGB1～GBNを構成する電池セル数を変えることが可能となり設計の自由度が増大すると共に、高速の処理が可能となる。

#### 【0066】

診断および計測、(3)各電池セルの端子電圧の計測と各電池セルの診断

図4で動作表260の行260Y1に記載の各ステージでの計測および診断の内容を次に説明する。計測および診断は大きく2種類分けられ、2種類の内の一つはセンサとしての計測と計測対象が異常状態になっていないかどうかの診断であり、行260Y2にその計測スケジュールに記載する。前記2種類の内の他の一つは集積回路を含む制御装置、すなわち図2に記載の計測系あるいは電池セルの放電制御系の自己診断であり、その詳細を行260Y3～行260Y9に示す。上記行260Y2に記載のごとく、計測動作は時間経過に従い2つの部分に分けられる。前半の部分はRESと記載した部分で、後半部分は計測と記載した部分である。各ステージの前半部分RESでは「」印で示す項目の診断を行うだけでなく、計測のために使用するアナログデジタル変換器122Aの初期化を行う。本実施例ではノイズの影響を少なくするためにコンデンサを使用した充放電方のアナログデジタル変換器122Aを使用する、前の動作時に前記コンデンサに蓄えられた電荷

40

50

の放電などもこの前半部分 R E S のタイミングで実施する。行 2 6 0 Y 2 の各ステージの後半部分計測では、前記アナログデジタル変換器 1 2 2 A を使用した計測の実行や計測された値に基づく被測定対象の診断を行う。

#### 【 0 0 6 7 】

ステージ S T G C a 1 では行 2 6 0 Y 3 ~ 行 2 6 0 Y 9 に示す自己診断を主に行い、ステージ前半の R E S モードでは、行 2 6 0 Y 6 に記載するマルチプレクサである選択回路 1 2 0 自身の診断、行 2 6 0 Y 7 に記載する選択回路 1 2 0 などの切り替え動作を行う切り替え回路の診断、更に行 2 6 0 Y 9 に記載する項目である、集積回路内部のデジタル比較動作を行う部分の選択信号の診断（図 6 の現在値記憶回路 2 7 4 や基準値記憶回路 2 7 8 の選択信号）などの診断を行う。ステージ S T G C a 1 の後半計測では、行 2 6 0 Y 3 に記載する項目である、電池セルの充電状態の調整のためのバランシングスイッチ 1 2 9 の端子電圧の計測と前記バランシングスイッチ 1 2 9 の診断を行い、さらに合わせて行 2 6 0 Y 5 に記載する項目である、集積回路内部のデジタル比較回路の診断を行う。行 2 6 0 Y 7 に記載する診断項目と行 2 6 0 Y 9 に記載する項目は全てのステージの前半および後半のいずれにおいても診断を行う。ただし、この診断実施周期は一例であり、毎回診断するのではなく、もって長い間隔で行っても良い。行 2 6 0 Y 8 に記載する診断では、各電池セルがオーバーチャージ（過放電）の状態になった場合にそれを検知するための閾値を発生する回路が正常かどうかを診断する。仮に閾値を発生する回路が異常になると正しい過放電診断を行えなくなる。

#### 【 0 0 6 8 】

ステージ S T G C V 1 からステージ S T G C V 6 は順に電池セルの端子電圧を計測し、さらに計測された値から各電池セルが過充電や過放電の状態にならないかを診断するステージである。実際に過充電や過放電の状態になると危険であり、過充電や過放電の診断は安全性の幅を取って設定している。図 1 や図 2 の如く、グループの電池セルが 4 個の場合は、図 5 で説明の如く、ステージ S T G C V 5 とステージ S T G C V 6 はスキップされ、無くなる。ステージ S T G V D D では電源回路 1 2 1 の出力電圧が計測され、ステージ S T G T E M では温度計の出力電圧が測定される。ステージ S T G T E M では、行 2 6 0 Y 4 に記載する診断項目である集積回路内部のアナログ回路およびアナログデジタル変換器、基準電圧発生回路が総合的に正常化どうかを診断される。前記基準電圧発生回路から出力される電圧は既知の電圧値であり、その電圧値の計測結果が所定に範囲に入っていない場合には上記回路のいずれかが異常と判断でき、制御を実行することが危険な状態であることが診断できる。

#### 【 0 0 6 9 】

診断および計測、（ 4 ）計測回路と診断回路

図 6 は計測回路および診断回路である。選択回路 1 2 0 はマルチプレクサの働きをする。まず集積回路 3 A による電池モジュール 9 のグループ G B 1 の各電池セルの端子電圧の計測動作を説明する。図 4 に記載のステージ信号 S T G C V 1 で選択回路 1 2 0 は端子 V 1 と端子 V 2 を選択し、この選択により図 1 と図 2 に記載の電池セル B C 1 の端子電圧が選択回路 1 2 0 から電圧検出回路 1 2 2 に出力される。

#### 【 0 0 7 0 】

電圧検出回路 1 2 2 は差動増幅器 2 6 2 とアナログデジタル変換器 1 2 2 A とを有している。差動増幅器 2 6 2 は演算増幅器 1 2 2 O P と抵抗 1 2 2 R 1 ~ 抵抗 1 2 2 R 4 で構成されている。差動増幅器 2 6 2 はそれぞれ異なる電位を調整する機能、すなわちレベルシフトの機能を有し、入力端子全体の電位の違いに関係なく入力端子間の電圧差に基づくアナログ出力が発生する。その結果、直列接続された電池セルの基準電位に対する電位差の影響が取り除かれ、電池セル B C 1 の端子電圧に基づく出力が得られる。アナログデジタル変換器 1 2 2 A により前記差動増幅器 2 6 2 の出力がデジタル変換され、平均化回路 2 6 4 に出力される。平均化回路により所定回数の測定結果の平均値が求められその平均値が電池セル B C 1 の場合には現在値記憶回路 2 7 4 の B C 1 に保持される。平均化回路 2 6 4 は平均化制御回路に保持された測定回数の平均値を演算しその出力を上述の現在値

記憶回路 274 に保持する。平均化制御回路が 1 を指令すれば、アナログデジタル変換器 122A の出力は平均化されないでそのまま現在値記憶回路 274 の BC1 に保持される。平均化制御回路が 4 を指令すれば、電池セル BC1 の端子電圧の 4 回の計測結果が平均化されて上記現在値記憶回路 274 の BC1 に保持される。4 回の平均を演算するには最所は図 4 のステージによる計測を 4 回行うことが必要となるが、4 回目以降は最新の測定結果の中から 4 個の測定値を演算に使用することで、各測定毎に平均化回路 264 の平均化演算が可能となる。上述のとおり、所定回数の平均化を行う平均化回路 264 を設けることで、ノイズの悪影響を除去できる。図 1 に示すバッテリーモジュール 9 の直流電力はインバータ装置に供給され、交流電力に変換される。インバータ装置による直流電力から交流電力への変換の際に電流の導通や遮断動作が高速に行われ、そのときに大きなノイズが発生する。平均化回路ではそのようなノイズの悪影響を少なくできる効果がある。

#### 【0071】

デジタル変換された電池セル BC1 の端子電圧のデジタル値は現在値記憶回路 274 のレジスタ BC1 に保持される。上記計測動作が図 4 のステージ STGCV1 の計測として示す時間内で行われる。さらに前記ステージ STGCV1 の計測として示す時間内で続けて診断動作が行われる。診断動作としては過充電診断と過放電診断である。まず電池セル BC1 の端子電圧のデジタル値は現在値記憶回路 274 のレジスタ BC1 に保持され、次にステージ信号ステージ STGCV1 と STG1 とに基づいてデジタルマルチプレクサ 272 が現在値記憶回路 274 のレジスタ BC1 から電池セル BC1 の端子電圧を読み出しデジタル比較器 270 に送る。さらにデジタルマルチプレクサ 276 が基準値記憶回路 278 から過充電の判断基準値 OC を読み出しデジタル比較器 270 へ送る。前記デジタル比較器 270 は前記レジスタ BC1 からの電池セル BC1 の端子電圧と過充電の判断基準値 OC とを比較し、もし電池セル BC1 の端子電圧が過充電の判断基準値 OC より大きい場合には、フラグ記憶回路 284 に異常を表すフラグ診断 flag をセットする。また OC flag もセットする。実際には過充電状態が生じないように制御しており、このような状態はほとんど生じない。しかし、もし生じると非常に危険であり、診断を繰り返し実行する。

#### 【0072】

過充電診断に続いて、さらに過放電の診断を行う。デジタルマルチプレクサ 272 が現在値記憶回路 274 のレジスタ BC1 から電池セル BC1 の端子電圧を読み出しデジタル比較器 270 に送る。またデジタルマルチプレクサ 276 が基準値記憶回路 278 から過放電の判断基準値 OD を読み出しデジタル比較器 270 へ送る。前記デジタル比較器 270 は前記レジスタ BC1 からの電池セル BC1 の端子電圧と過放電の判断基準値 OD とを比較し、もし電池セル BC1 の端子電圧が過放電の判断基準値 OD より小さい場合には、フラグ記憶回路 284 に異常を表すフラグ〔診断 flag〕をセットする。また〔OD flag〕もセットする。上述の過放電の場合と同様、実際には過放電状態が生じないように制御しており、このような過放電の状態はほとんど生じない。しかし、もし生じると非常に危険であり、診断を繰り返し実行する。

#### 【0073】

上記説明は図 4 のステージ STGCV1 での電池セル BC1 に関する計測と診断である。同様に次のステージ STGCV2 では図 6 の選択回路 120 は電池セル BC2 の端子電圧を選択して電圧検出回路 122 へ出力する。電圧検出回路 122 はデジタル変換し、平均化回路 264 で平均値を演算し、現在値記憶回路 274 のレジスタ BC2 に保持する。デジタルマルチプレクサ 272 によってレジスタ BC2 から読み出された電池セル BC2 の端子電圧を上記過充電の判断基準値 OC と比較し、次に前記電池セル BC2 の端子電圧を過放電の判断基準値 OD と比較する。上記過充電の判断基準値 OC との比較や過放電の判断基準値 OD との比較で異常状態の判断を行う。もし異常状態であればフラグ記憶回路 284 に異常を表すフラグ〔診断 flag〕をセットし、異常の原因である〔OC flag〕あるいは〔OD flag〕をセットする。

#### 【0074】

10

20

30

40

50

以下同様に図4のステージSTGCV3で電池セルBC3の端子電圧の計測と過充電や過放電の診断を行い。ステージSTGCV4で電池セルBC4の端子電圧の計測と過充電や過放電の診断を行う。

#### 【0075】

診断および計測、(5)電池セル端子電圧の計測と初期データの保持

図1に示す直流電源システムでは、車両が運転停止しており、運転者が運転を開始する前は、電池モジュール9からインバータ装置への電流供給が行われていない。各電池セルの充放電電流が流れていない状態で計測された各電池セルの端子電圧を使用すると、各電池セルの充電状態(SOC)が正確に求められるので、前記実施例では、車両のキースイッチの操作やバッテリーコントローラ20からのWake Upなどの通信コマンド292に基づき、各集積回路は独自に計測動作を開始する。図6で説明の計測動作が各集積回路において計測と電池セルの診断動作が開始され、平均化制御回路263に保持された回数の測定が行われると、平均化回路264で測定値の平均化を求める演算が行われる。その演算結果は先ず現在値記憶回路274に保持される。各集積回路はそれぞれ独立してその集積回路が関係しているグループの電池セル全てに対して測定計測および計測結果の平均値の演算を行い、それぞれの集積回路の現在値記憶回路274のレジスタBC1～レジスタBC6に保持する。

#### 【0076】

各電池セルの充電状態(SOC)を正確に把握するために、各電池セルの充放電電流が流れていない状態で各電池セルの端子電圧を計測することが望ましい。上述のごとく各集積回路は独自に計測動作を開始することにより、電池モジュール9からインバータ装置への電流供給前に、各集積回路はそれぞれ関係する電池セル全ての端子電圧を計測し、現在値記憶回路274のレジスタBC1～レジスタBC6に保持する。現在値記憶回路274に保持された計測値はその後の新たな計測結果により書き換えられてしまうので、前記電流供給開始前の測定結果は現在値記憶回路274のレジスタBC1～レジスタBC6から初期値記憶回路275のレジスタBBC1～レジスタBBC6に移され、初期値記憶回路275に保持される。このように電池モジュール9からインバータ装置への電流供給を開始する前の計測値を初期値記憶回路275に保持するので、充電状態(SOC)の演算などの処理を後回しにして、危険性の高い診断のための処理を優先的に実行できる。優先度の高い処理を実行して、前記電池モジュール9からインバータ装置への電流供給を開始した後、前記初期値記憶回路275に保持された計測値に基づいて各電池セルの充電状態(SOC)を演算し、正確な状態検知に基づいて充電状態(SOC)を調整するための制御を行うことが可能となる。車両の運転者はできるだけ早く運転を開始したいとの希望を持つ場合があり、上述のとおりインバータ装置への電流供給を早く可能にすることが望ましい。

#### 【0077】

図6に記載の実施例では、上述のごとく電気負荷であるインバータ装置に電流供給を始める前の計測値が現在値記憶回路274に保持されたタイミングで、デジタル比較回路270により過充電や過放電の診断、更には漏洩電流などの診断を実施できる。このためインバータ装置への直流電力の供給前に異常状態を把握することができる。もし、異常状態が発生していれば電流供給前に前記診断で以上を検知でき、インバータ装置への直流電力の供給を行わないなどの対応策が可能となる。さらに電流供給前の測定値は現在値記憶回路274の保持値を初期値記憶回路275に移して専用の初期値記憶回路275に保持し続けることができるので、安全性の向上や正確な充電状態(SOC)の把握において優れた効果がある。

#### 【0078】

通信コマンド

図7は、図2に示した集積回路3Aの内部に設けられた通信コマンドの送受信を行う通信回路127の回路およびその動作を説明する回路図であり、各集積回路を代表して集積回路3Aの回路構成でその動作を説明する、上述のとおり他の集積回路も構成や動作が同

10

20

30

40

50

じである。前記通信回路 127 が有する受信端子 R X に、前記バッテリーコントローラ 20 から送られてくる通信コマンドは、8 b i t を 1 単位として全部で 5 つの部分有し、5 バイトを 1 つの基本構成としている。ただし以下に説明のとおり、5 倍とより長くなる場合があり、特に 5 バイトに限定されるものではない。前記通信コマンドは端子 R X から受信レジスタ 322 に入力され、保持される。なおこの受信レジスタ 322 はシフトレジスタであり、端子 R X からシリアルに入力される信号が受信レジスタ 322 に入力され順にシフトされて通信コマンドの先頭部分がレジスタの先頭部であるブレイクフィールド部 324 に保持され、以下順次保持される。

#### 【0079】

上述のように、受信レジスタ 322 に保持される通信コマンド 292 は、その先頭の 8 b i t は信号が来たことを示す信号からなるブレイクフィールド 324、2 番目の 8 b i t は同期をとるための働きをする信号からなるシンクロナスフィールド 326、3 番目の 8 b i t は各集積回路 3 A、...、3 M、...、3 N のうちいずれの集積回路なのか、さらに命令の対象となる回路はどこかを示す対象アドレス、及指令の内容を示すアイデンティファイア 328 である。4 番目の 8 b i t は、通信内容（制御内容）を示すデータ 330 で前記命令を実行するために必要なデータを保持している。この部分は 1 バイトとは限らない。5 番目の 8 b i t は送受信動作の誤りの有無をチェックするためのチェックサム 332 であり、ノイズなどで正確に伝達できなかった場合の有無を検知できる。このように、前記バッテリーコントローラ 20 からの通信コマンドは、前記ブレイクフィールド 324、シンクロナスフィールド 326、アイデンティファイア ( I d e n t i f i e r ) 328、データ 330、およびチェックサム 312 の 5 つの部分から構成され、それぞれが 1 バイトで構成された場合は、通信コマンドは 5 バイトとなり、5 バイト構成を基本としているが前記データ 330 は 1 バイトに限らない、必要に応じてさらに増加する場合がある。

#### 【0080】

前記シンクロナスフィールド 326 は送信側の送信クロックと受信側の受信クロックとの同期を合わせるために使用され、シンクロナスフィールド 326 の各パルスが送られてくるタイミングを同期回路 342 が検知し、同期回路 342 の同期をシンクロナスフィールド 326 の各パルスのタイミングに合わせ、この合わせられたタイミングで前記受信レジスタ 322 はそれに続く信号を受信する。このようにすることで、送られてくる信号と信号の真理値を判断する閾値との比較タイミングを正確に選択でき、送受信動作の誤りを少なくできる効果がある。

#### 【0081】

図 1 に示すように通信コマンド 292 は、バッテリーコントローラ 20 から集積回路 3 A の端子 R X に送られ、集積回路 3 A の端子 T X から次の集積回路の端子 R X に送られ、・ ・ ・ さらに次の集積回路 3 M の端子 R X に送られ、集積回路 3 M の端子 T X から次の集積回路の端子 R X に送られ、・ ・ ・ 更に次の集積回路 3 N の端子 R X に送られ、集積回路 3 N の端子 T X からバッテリーコントローラ 20 の端子 R X に送られる。このように通信コマンド 292 は各集積回路の送受信端子を直列にループ状に接続した伝送路 52 を使用して通信する。

#### 【0082】

各集積回路を代表して集積回路 3 A の回路で説明するが、上述のとおり他の集積回路も構成や動作が同じである。集積回路 3 A の端子 R X に通信コマンド 292 送信され、各集積回路は受信した通信コマンド 292 を次の集積回路に対して端子 T X から送信する。上記動作において、受信した通信コマンド 292 の指示対象が自分自身かを図 7 のコマンド処理回路 344 で判断し、自分自身の集積回路が対象の場合に通信コマンドに基づく処理を行う。上述の処理が各集積回路で通信コマンド 292 の送受信に基づき順次行われる。

#### 【0083】

従って受信レジスタ 322 に保持された通信コマンド 292 が集積回路 3 A と関係しない場合であっても、受信した通信コマンド 292 に基づき次の集積回路への送信を行うこ

10

20

30

40

50

とが必要となる。受信した通信コマンド 292 のアイデンティファイア部 328 の内容をコマンド処理回路 344 が取り込み、集積回路 3A 自身が通信コマンド 292 の指令対象かどうかを判断する。集積回路 3A 自身が通信コマンド 292 の指令対象で無い場合は、アイデンティファイア部 328 およびデータ 330 の内容をそのまま送信レジスタ 302 のアイデンティファイア部 308 やデータ 310 の部分に移し、また送受信誤動作チャックのためのチェックサム 312 を入力して送信レジスタ 302 内の送信信号を完成し、端子 TX から送信する。送信レジスタ 302 も受信レジスタ 322 と同様にシフトレジスタで作られている。

【0084】

受信した通信コマンド 292 の対象が自分である場合、通信コマンド 292 に基づく指令を実行する。以下実行について説明する。

10

【0085】

受信した通信コマンド 292 の対象が自分を含む集積回路全体に関する場合があり、例えば RES コマンドや WakeUP コマンド、Sleep コマンドがこれに当たる。RES コマンドを受信するとコマンド処理回路 344 でコマンド内容を解読し RES 信号を出力する。前記 RES 信号が発生すると、図 6 の現在値記憶回路 274 や初期値記憶回路 275、フラグ記憶回路 284 の保持データが全て初期値である「ゼロ」になる。6 図の基準値記憶回路 278 の内容は「ゼロ」にならないが、「ゼロ」になるようにしても良い。もし基準値記憶回路 278 の内容を「ゼロ」に変更すると、RES 信号の発生後に図 4 に示す測定と診断が各集積回路で独自に実行されるので、診断の基準値となる基準値記憶回路 278 の値を速やかにセットすることが必要となる。この煩雑さを避けるために、基準値記憶回路 278 の内容は RES 信号で変更されないように回路が作られている。基準値記憶回路 278 の値は頻繁に変更される属性のデータではないので、以前の値を使用しても良い。もし変更の必要があれば他の通信コマンド 292 で個々に変更できる。前記 RES 信号で平均化制御回路 263 の保持値は所定値、例えば 16 となる。すなわち通信コマンド 292 で変更されなければ、16 回の測定値の平均を演算するように設定される。

20

【0086】

WakeUP コマンドがコマンド処理回路 344 から出力されると図 4 の起動回路 254 が動作を開始し、計測と診断動作が開始される。これにより、集積回路自信の消費電力は増加する。一方 Sleep 信号がコマンド処理回路 344 から出力されると図 4 の起動回路 254 の動作が停止し、計測と診断動作が停止する。これにより、集積回路自信の消費電力は著しく減少する。

30

【0087】

次に通信コマンド 292 によるデータの書き込みおよび変更を説明する。通信コマンド 292 のアイデンティファイア 328 が受信した集積回路を選択しており、アドレスレジスタ 348 や基準値記憶回路 278 へのデータ書き込み命令、あるいは平均化制御回路 263 や選択回路 286 へのデータ書き込み命令の場合は、コマンド処理回路 344 は命令内容に基づき書き込み対象が指定し、データ 330 を書き込み対象のレジスタに書き込む。

【0088】

アドレスレジスタ 348 は集積回路自信のアドレスを保持するレジスタでこの内容により、自分のアドレスが決まる。RES 信号でアドレスレジスタ 348 の内容はゼロとなり、集積回路自信のアドレスは「ゼロ」アドレスとなる。新たに命令によりアドレスレジスタ 348 の内容が変更されると、集積回路自信のアドレスは変更された内容に変わる。

40

【0089】

通信コマンド 292 によりアドレスレジスタ 348 の記憶内容の変更の他に、上述のとおり図 6 に記載の基準値記憶回路 278 やフラグ記憶回路 284、平均化制御回路 263、選択回路 286 の保持内容を変更できる。これらに関し変更対象が指定されると、変更値であるデータ 330 の内容がデータバス 294 を介して前記変更対象の回路に送られ、保持内容が変更される。図 6 の回路はこの変更された内容に基づき動作を実行する。

50

## 【 0 0 9 0 】

通信コマンド 2 9 2 には集積回路内部に保持されているデータの送信命令が含まれている。アイデンティファイア 3 2 8 の命令で送信対象データの指定が行われる。例えば現在値記憶回路 2 7 4 や基準値記憶回路 2 7 8 の内部レジスタが指定されると指定されたレジスタの保持内容がデータバス 2 9 4 を介して送信レジスタ 3 0 2 のデータ 3 1 0 の回路に保持され、要求されたデータ内容として送信される。このようにして、図 1 のバッテリーコントローラ 2 0 は通信コマンド 2 9 2 により必要な集積回路の測定値や状態を表すフラグを取り込むことが可能となる。

## 【 0 0 9 1 】

## 集積回路のアドレス設定方法

上述した各集積回路 3 A、...、3 M、...、3 N のアドレスレジスタ 3 4 8 は信頼性の高い揮発性メモリで構成しており、前記揮発性メモリの内容が消えたり、保持内容の信頼性が維持できないと思われる場合に、新たなアドレスの設定を行うことができるように集積回路は作られている。例えば前記セルコントローラ 8 0 が実行を開始する際に、例えばバッテリーコントローラ 2 0 から各集積回路のアドレスレジスタ 3 4 8 を初期化するコマンドを送信する。このコマンドで各集積回路のアドレスレジスタ 3 4 8 を初期化、例えばアドレス「ゼロ」とし、その後それぞれの集積回路に新たにアドレスを設定する。各集積回路 3 A、...、3 M、...、3 N における該アドレスの新たな設定は前記バッテリーコントローラ 2 0 からのアドレス設定コマンドが各集積回路 3 A、...、3 M、...、3 N に送信されることによって行われる。

## 【 0 0 9 2 】

このようにコマンドにより各集積回路 3 A、...、3 M、...、3 N のアドレスを設定できる回路構成となっているため、各集積回路はアドレス設定のための端子およびこれら端子に接続される外部配線を不要とすることができる効果を奏する。また前期アドレス設定を通信コマンドの処理で行えるので、制御の自由度が増大する。

## 【 0 0 9 3 】

図 8 は、前記バッテリーコントローラ 2 0 からの通信コマンド 2 9 2 により各集積回路 3 A、...、3 M、...、3 N のアドレスレジスタ 3 4 8 の設定手順の一例を説明する説明図、図 9 は、図 8 の通信コマンド 2 9 2 の送信に基づく図 7 の回路の動作を説明する説明図である。前記各集積回路 3 A、...、3 M、...、3 N は、通信コマンド 2 9 2 の送受信の順に、I C 1、I C 2、I C 3、...、I C n - 1、I C n と示している。前記 I C 1、I C 2、I C 3、...、I C n - 1、I C n に対して個々のアドレスが 1、2、3、...、n - 1、n となるように以下の方法で設定する。ここで I C の符号とそのアドレス番号とを一致させたのは、以下の説明での理解をより容易にするためであり、一致させる必要は無い。

## 【 0 0 9 4 】

図 8 は、バッテリーコントローラ 2 0 及び I C の通信コマンド 2 9 2 におけるメッセージの流れと各 I C の内部のアドレスレジスタ 3 4 8 に保持されるデータおよび送信レジスタ 3 0 2 のデータ 3 1 0 の内容を示している。先ず最初に、例えばセルコントローラ 8 0 からの全ての集積回路のアドレスレジスタ 3 4 8 を初期状態とする通信コマンド 2 9 2 を送信し、各集積回路のアドレスレジスタ 3 4 8 を初期値である「ゼロ」とする。図 8 ではこの手順は省略されている。このような操作により、各 I C 1、I C 2、I C 3、...、I C n - 1 のアドレスレジスタ 3 4 8 には初期値例えば「ゼロ」が保持されている。図 9 で前記全集積回路のアドレスレジスタ 3 4 8 を初期状態とする通信コマンド 2 9 2 を I C 1 が受信すると、I C 1 の受信レジスタ 3 2 2 に通信コマンド 2 9 2 が保持され、アイデンティファイア 3 2 8 の内容をコマンド処理回路 3 4 4 のコマンド解読回路 3 4 5 が取り込み、アドレスレジスタ 3 4 8 を初期状態とするメッセージに基づき 3 4 8 を初期化する。3 2 8 の内容はそのまま送信レジスタ 3 0 2 のアイデンティファイア 3 0 8 にセットされ、次の I C 2 に送られる。アドレスレジスタ 3 4 8 を初期状態とする通信コマンド 2 9 2 を受信した I C は順にこのような動作を行い、全ての I C のアドレスレジスタ 3 4 8 が初期

10

20

30

40

50

化される。最後にこのコマンドは集積回路 I C N からバッテリーコントローラ 2 0 に戻され、全ての I C のアドレスレジスタ 3 4 8 が初期化されたことをバッテリーコントローラ 2 0 は確認できる。

#### 【 0 0 9 5 】

上記確認に基づき、次に各 I C のアドレス設定が行われる。具体的には、先ず、前記バッテリーコントローラ 2 0 は「命令実行対象アドレスを"ゼロ"とし、さらにデータ 3 3 0 の値を"ゼロ"とし、データ 3 3 0 の値に"1"を加算してアドレスレジスタ 3 4 8 および送信用データ 3 1 0 にセットせよ」とのメッセージを意味する通信コマンド 2 9 2 を送信する。伝送路 5 2 の最初に位置する I C 1 の受信レジスタ 3 2 2 に上記通信コマンド 2 9 2 が入力される。この通信コマンド 2 9 2 のアイデンティファイア 3 2 8 の部分がコマンド解読回路 3 4 5 に取り込まれ、I C 1 のアドレスレジスタ 3 4 8 は受信時点では"ゼロ"であるので、( 1 ) データ 3 3 0 の内容"ゼロ"に"1"を加算した値をアドレスレジスタ 3 4 8 にセットし、( 2 ) さらに上記加算結果を送信レジスタ 3 0 2 のデータ 3 1 0 にセットする動作が実行される。

10

#### 【 0 0 9 6 】

図 9 でコマンド解読回路 3 4 5 の解読に基づき、演算回路 3 4 6 は 3 3 0 の値"ゼロ"を取り込み、この値に"1"を加算する動作を行う。演算結果"1"はアドレスレジスタ 3 4 8 にセットされると共に、データ 3 1 0 にセットされる。この動作を図 8 で説明する。バッテリーコントローラ 2 0 からの通信コマンド 2 9 2 を I C 1 が受信することで、I C 1 のアドレスレジスタ 3 4 8 は"1"となり、データ 3 1 0 は同様に"1"となる。I C 1 で通信コマンド 2 9 2 のデータ 3 1 0 が"1"に変えられ、I C 2 に送られる。I C 1 から送信された通信コマンド 2 9 2 のアイデンティファイア 3 0 8 はバッテリーコントローラ 2 0 の送信時と同じであり、データ 3 1 0 の内容が変えられている。

20

#### 【 0 0 9 7 】

集積回路 I C 2 のアドレスレジスタ 3 4 8 には"ゼロ"が保持されているので、集積回路 I C 2 も同様に図 9 に示すごとく、演算回路 3 4 6 は 3 3 0 の値"1"に"1"を加算し、アドレスレジスタ 3 4 8 とデータ 3 1 0 にセットする。集積回路 I C 2 のアドレスレジスタ 3 4 8 は"0"から"2"に変更される。図 8 のごとく、集積回路 I C 2 のアドレスレジスタ 3 4 8 は"0"から"2"に変更され更に送信レジスタ 3 0 2 のデータ 3 1 0 を"2"に変更して、次の集積回路 I C 3 に送信される。このようにして集積回路 I C 3 のアドレスレジスタ 3 4 8 は"0"から"3"に変更され、送信レジスタ 3 0 2 のデータ 3 1 0 は"3"に変更される。

30

#### 【 0 0 9 8 】

以下順次このような動作が繰り返され、集積回路 I C n - 1 のアドレスレジスタ 3 4 8 は"0"から"n - 1"に変更され、更に送信レジスタ 3 0 2 のデータ 3 1 0 を"n - 1"に変更して、次の集積回路 I C n に送信される。集積回路 I C n のアドレスレジスタ 3 4 8 は"0"から"n"に変更され、送信レジスタ 3 0 2 のデータ 3 1 0 を"n"に変更される。集積回路 I C n からバッテリーコントローラ 2 0 に通信コマンド 2 9 2 が戻される。この戻された通信コマンド 2 9 2 の 3 3 0 が"n"に変更されていることで、バッテリーコントローラ 2 0 はアドレス設定動作が正しく行われたことを確認することができる。

40

#### 【 0 0 9 9 】

このようにして、各 I C 1、I C 2、I C 3、I C 4、.....、I C n - 1、I C n のアドレスレジスタ 3 4 8 には、順次、1、2、3、4、.....、n - 1、n が設定される。

#### 【 0 1 0 0 】

本実施例では、全集積回路のアドレスレジスタ 3 4 8 を初期値(ゼロ)にリセットする機能を各集積回路が備えているので、上記アドレス設定動作を確実に行うことができる。

#### 【 0 1 0 1 】

アドレス設定の他の実施形態

図 1 0 を用いて、図 9 に記載の前記 I C 1、I C 2、I C 3、I C 4、.....、I C n - 1、I C n に、前記バッテリーコントローラ 2 0 から通信コマンド 2 9 2 を送信して、順次

50

アドレスを設定する他の実施の形態を説明する。

【0102】

先ず前提として、図8や図9の動作と同様に、バッテリーコントローラ20から「全集積回路のアドレスレジスタ348の内容を初期値に、例えば"ゼロ"にする」メッセージを内容とする通信コマンド292を送信し、全集積回路のアドレスレジスタ348の内容を"ゼロ"にする。次に図10のステップ1で、前記バッテリーコントローラ20から「アドレス"ゼロ〔初期値〕"の集積回路を対象とし、アドレスレジスタ348の内容を"1"に変え、送信される通信コマンド292の対象集積回路のアドレス"1"とする」メッセージを内容とする通信コマンド292を送信する。ここで「送信される通信コマンド292の対象集積回路のアドレス"1"とする」点についてはアドレス"1"以外の値であっても何ら問題ない、すなわち"ゼロ〔初期値〕"以外の値であれば実行可能である。

10

【0103】

図1に示すごとく最初に前記通信コマンド292を最初に受信する集積回路は伝送路52の最初に位置する集積回路IC1である。集積回路IC1の通信回路127は図7に示すとおりで、受信レジスタ322に前記通信コマンド292が保持される。集積回路IC1のアドレスレジスタ348は既に"ゼロ〔初期値〕"の状態であり、アイデンティファイア328に基づきコマンド処理回路344は通信コマンド292のメッセージの実行対象と判断する。通信コマンド292のメッセージに従いアドレスレジスタ348の内容を"1"に変更する。更に送信レジスタ302のアイデンティファイア308の内容を変更し、通信コマンド292の実行対象のアドレスを"1"に変更する。前記変更された通信コマンド292を送信する。

20

【0104】

前記通信コマンド292を次に受信するIC2はアドレスレジスタ348の内容が"ゼロ〔初期値〕"であり、IC2のコマンド処理回路344は実行対象ではないと判断し、受信した通信コマンド292をそのまま送信レジスタ302にセットし、通信コマンド292をそのまま次へ送信する。IC3以降は全てのICにおいて同様にアドレスレジスタ348の内容が"ゼロ〔初期値〕"で実行対象外と判断され、実行されないで、通信コマンド292がバッテリーコントローラ20に戻される。

【0105】

前記通信コマンド292の戻りを確認し、次に図10ステップ2で示すごとく、前記バッテリーコントローラ20から「アドレス"ゼロ〔初期値〕"の集積回路を対象とし、アドレスレジスタ348の内容を"2"に変え、送信される通信コマンド292の対象集積回路のアドレス"2"とする」メッセージを内容とする通信コマンド292を送信する。ここで「送信される通信コマンド292の対象集積回路のアドレス"2"とする」点についてはアドレス"2"以外の値であっても何ら問題ない、すなわちアドレス設定がダブらないように行われれば問題ない。最初に受信するIC1のアドレスレジスタ348は"1"であり、コマンド処理回路344は実行対象外と判断し、通信コマンド292はそのまま次のIC1に送信される。

30

【0106】

次に受信するIC2はアドレスレジスタ348が"ゼロ"であり、コマンド処理回路344は通信コマンド292を実行し、アドレスレジスタ348に"2"をセットし、さらに通信コマンド292の実行対象を"2"に変更して次へ送信する。IC3以降は全てアドレスレジスタ348が"ゼロ"であり、実行対象外であるので、実行されないまま通信コマンド292はバッテリーコントローラ20に戻される。

40

【0107】

以下同様にバッテリーコントローラ20が通信コマンド292を送信するごとにIC3のアドレスレジスタ348の内容が"ゼロ"から"3"に変更され、さらにIC4のアドレスレジスタ348の内容が"ゼロ"から"4"に変更される。そしてICnのアドレスレジスタ348の内容が"ゼロ"から"n"に変更される。

【0108】

50

### 充電状態SOCの調整

図11は、電池モジュール9の電池セルの充電状態SOCを計測し、充電量の多い電池セルの選択し、これらの選択された電池セルについてそれぞれ放電時間を演算し、放電を実行する処理フローを示している。図中、左側は各集積回路の動作を示し、右側はメインコントローラ20側の動作を示す。

#### 【0109】

図11で、まずステップ400にて、バッテリーコントローラ20から集積回路3Aを指令の対象として電池セルの初期状態の電圧の読み込みを要求する通信コマンド292を送信する。集積回路3A前記通信コマンド292を受信すると図7に示すコマンド処理回路344は初期値記憶回路275の保持内容を送信レジスタ302のデータ310にセットし、次の集積回路に送信する(ステップ410)。

10

#### 【0110】

バッテリーコントローラ20は集積回路3Aの次の集積回路を指定して電池セルの初期状態の電圧の読み込みを行い、更に順に集積回路3Mおよび集積回路3Nの取り込みを行い、電池モジュール9の全電池セルの初期状態における電圧値をそれぞれの集積回路の初期値記憶回路275から取込む。

#### 【0111】

次に、ステップ420にて、バッテリーコントローラ20は、電池モジュール9全体の各電池セルの測定電圧を取り込み、例えば上記取り込んだ情報からそれぞれの電池セルの充電状態SOCを演算する。演算値の平均値を求め平均値より大きい電池セルに対してステップ430にて、バランススイッチ129A~129Dの導通時間を演算する。前記バランススイッチ129A~129Dの導通時間の求め方は、上記方法に限るものではなく、色々な方法がある。何れの方法であっても、充電状態SOCの大きい電池セルに関係付けられたバランススイッチ129A~129Dの導通時間が定められる。

20

#### 【0112】

次に、ステップ440にて、バッテリーコントローラ20は、前記求められたバランススイッチの導通時間を該当する集積回路に、通信コマンド292にて送信する。

#### 【0113】

次に、ステップ450にて、前記通電時間を受信した集積回路は、その指令に基づきバランススイッチ導通する。

30

#### 【0114】

次に、ステップ460にてバランススイッチの導通時間をそれぞれ計測し、ステップ470にて、各バランススイッチ導通時間と導通時間経過とを比較し、導通時間の計測値が計算された導通時間に達したかを判断し、導通時間の計測値が計算された導通時間に達したバランススイッチについては次のステップ480に移行してステップ480を実行する。

#### 【0115】

ステップ480にて、バッテリーコントローラ20は、該当する集積回路に前記導通時間が計算された通電時間に達した前記バランススイッチの開放を指令する通信コマンド292を送信する。この通信コマンド292を受け、ステップ490にて、該当する集積回路は、通信コマンド292にて指令されたバランススイッチのスイッチ駆動回路133からの駆動信号を停止し、前記バランススイッチを開状態とする。これにより該当する電池セルが放電が停止される。

40

#### 【0116】

各集積回路等が異常となっているか否かのテスト

図12は、各集積回路3A、...、3M、...、3Nまたは各電池セルが異常となっているか否かをテストをするための処理フローを示している。図中、左側は各集積回路3A、...、3M、...、3Nの動作を示し、右側はメインコントローラ20の動作を示している。

#### 【0117】

先ずステップ500で、バッテリーコントローラ20から集積回路3Aに状態(異常)検

50

出のための通信コマンドを送信する。次に、ステップ 5 1 0 で、前記集積回路 3 A から、前記状態（異常）検出の通信コマンドを、...、集積回路 3 M、...、集積回路 3 N、の順次で送信し、バッテリーコントローラ 2 0 に戻す。

#### 【 0 1 1 8 】

次に、ステップ 5 2 0 にて、各集積回路から送られてきたそれぞれの状態（異常）をバッテリーコントローラ 2 0 は受信し、送られてきた状態（異常）の確認を行う。次にステップ 5 3 0 で、バッテリーコントローラ 2 0 は、集積回路 3 A、...、3 M、...、3 Nのうちどの集積回路に異常があるか、あるいは各グループの電池セル B C 1 ~ B C 4のうちどの電池セルに異常があるかを判定する。そして、全ての集積回路または対応する電池セルに異常が無かったと判定した場合、このフローは終了する。一方集積回路 3 A、...、3 M、...、3 Nのうちいずれかの集積回路に異常があったと判定した場合、ステップ 5 4 0 に移行する。

10

#### 【 0 1 1 9 】

ステップ 5 4 0 では、バッテリーコントローラ 2 0 は、異常の有った集積回路のアドレスを指定して異常内容を特定する状態（異常内容）検出の通信コマンドを送信する。

#### 【 0 1 2 0 】

ステップ 5 5 0 にて、アドレスの指定を受けた集積回路は、異常状態（異常内容）の原因となった計測値あるいは診断結果を送信する。ステップ 5 6 0 にて、バッテリーコントローラ 2 0 は異常のあった集積回路と異常原因の確認を行う。このフローは異常原因の確認でフローを終了するが、この後、異常原因に従い、リチウム電池からの直流電力の供給あるいは発電された電力による充電を行うかどうかを判断し、危険が有る場合には直流電源システムとインバータ装置などの電気負荷との間のリレーを開状態にし、電力供給を停止する。

20

#### 【 0 1 2 1 】

##### 車両用電源システム

図 1 3 は、図 1 に基づき上述した直流電源システムを車両用回転電機の駆動システムに適用した回路図である。電池モジュール 9 を構成する電池セルは高電位側ブロック 1 0 と低電位側ブロック 1 1 の 2 つのブロックに分けられ、分けられた各ブロックのうち一方の高電位側ブロック 1 0 と低電位側ブロック 1 1 はスイッチとヒューズとが直列接続された保守・点検用の S D（サービスディスコネクト）スイッチ 6 を介して直列接続されている。

30

#### 【 0 1 2 2 】

前記高電位側ブロック 1 0 の正極は正極強電ケーブル 8 1 とリレー R L P を介してインバータ装置 2 2 0 の正極に接続されている。また低電位側ブロック 1 1 の負極は負極強電ケーブル 8 2 とリレー R L N を介してインバータ装置 2 2 0 の負極に接続されている。前記高電位側ブロック 1 0 と前記低電位側ブロック 1 1 は S D スwitch 6 を介して直列接続され、例えば公称電圧 3 4 0 V、容量 5 . 5 A h の強電バッテリー（2 つの電池モジュール 9 が直列接続された電源システムのバッテリー）を構成している。なお、S D スwitch 6 のヒューズには、例えば、定格電流が 1 2 5 A 程度のものを用いることができる。このような構成により高い安全性を維持できる。

40

#### 【 0 1 2 3 】

前述のとおり、低電位側ブロック 1 1 の負極とインバータ装置 2 2 0 との間にリレー R L N が設けられ、また高電位側ブロック 1 0 の正極とインバータ装置 2 2 0 との間にリレー R L P が設けられている。前記リレー R L P と並列に、抵抗 R P R E とプリチャージリレー R L P R E との並列回路が接続されている。前記正極側メインリレー R L P とインバータ装置 2 2 0 との間にはホール素子等の電流センサ S i が挿入され、前記電流センサ S i はジャンクションボックス内に内蔵されている。なお、電流センサ S i の出力線はバッテリーコントローラ 2 0 に導かれ、リチウム電池直流電源から供給される電流量をインバータ装置が常時モニタできる構成となっている。

#### 【 0 1 2 4 】

50

前記リレー R L P やリレー R L N は、例えば、定格電流が 80 A 程度のものが使用され、プリチャージリレー R L P R E には、例えば、定格電流が 10 A 程度のものを用いることができる。また、抵抗 R P R E には、例えば、定格容量が 60 W、抵抗値が 50 程度のもの、電流センサ S i には、例えば、定格電流が ± 200 A 程度のものを用いることができる。

#### 【 0 1 2 5 】

上述した負極強電ケーブル 8 2 および正極強電ケーブル 8 1 は、リレー R L P やリレー R L N および出力プラグを介して、ハイブリッド車のモータ 2 3 0 を駆動するインバータ装置 2 2 0 に接続される。このような構成とすることで高い安全性が維持できる。

#### 【 0 1 2 6 】

インバータ装置 2 2 0 は、340 V の強電バッテリーの電源から供給される直流電力を、モータ 2 3 0 を駆動するための 3 相交流電力に変換するインバータを構成しているパワーモジュール 2 2 6 と、M C U 2 2 2 と、パワーモジュール 2 2 6 を駆動するためのドライバ回路 2 2 4 と、約 700  $\mu$ F ~ 約 2000  $\mu$ F 程度の大容量の平滑キャパシタ 2 2 8 とを有している。前記平滑キャパシタ 2 2 8 は電解キャパシタよりフィルムキャパシタの方が望ましい特性を得ることができる。車両に搭載される平滑キャパシタ 2 2 8 は車両の置かれている環境の影響を受け、摂氏マイナス数十度の低温から摂氏 100 度程度の広い温度範囲で使用される。温度が零度以下に低下すると電解キャパシタは急激に特性が低下し電圧ノイズを除去する能力が低下する。このため図 1 や図 2 に示す集積回路に大きなノイズが加わる恐れがある。フィルムキャパシタは温度低下に対する特性低下が少なく、前記集積回路に加わる電圧ノイズを低減できる。

#### 【 0 1 2 7 】

M C U 2 2 2 は、上位コントローラ 1 1 0 の命令に従い、モータ 2 3 0 の駆動時に、負極側のリレー R L N を開状態から閉状態とした後に、プリチャージリレー R L P R E を開状態から閉状態とし、平滑キャパシタを充電し、その後正極側のリレー R L P を開状態から閉状態として電源システム 1 の強電バッテリーからインバータ装置への電力の供給を開始する。なお、インバータ装置 2 2 0 は、モータ 2 3 0 の回転子に対するパワーモジュール 2 2 6 により発生する交流電力の位相を制御してハイブリッド車の制動時にはモータ 2 3 0 をジェネレータとして動作させすなわち回生制動制御を行い、ジェネレータ運転により発電された電力を強電バッテリーに回生し強電バッテリーを充電する。また、電池モジュール 9 の充電状態が基準状態より低下した場合、インバータ装置 2 2 0 は上記モータ 2 3 0 を発電機として運転し、上記モータ 2 3 0 で発電された 3 相交流はパワーモジュール 2 2 6 により直流電力に変換されて強電バッテリーである電池モジュール 9 に供給され、充電される。

#### 【 0 1 2 8 】

上述のとおりインバータ装置 2 2 0 はパワーモジュール 2 2 6 を有しており、インバータ装置 2 2 0 は直流電力と交流電力との間の電力変換を行う。上位コントローラ 1 1 0 の命令に従い、モータ 2 3 0 をモータとして運転する場合はモータ 2 3 0 の回転子の回転に対して進み方向の回転磁界を発生するようにドライバ回路 2 2 4 を制御し、パワーモジュール 2 2 6 のスイッチング動作を制御する。この場合は電池モジュール 9 から直流電力がパワーモジュール 2 2 6 に供給される。一方、モータ 2 3 0 の回転子の回転に対して遅れ方向の回転磁界を発生するようにドライバ回路 2 2 4 を制御し、パワーモジュール 2 2 6 のスイッチング動作を制御する。この場合はモータ 2 3 0 から電力がパワーモジュール 2 2 6 に供給され、パワーモジュール 2 2 6 の直流電力が電池モジュール 9 へ供給される。結果的にモータ 2 3 0 は発電機として作用することとなる。

#### 【 0 1 2 9 】

インバータ装置 2 2 0 のパワーモジュール 2 2 6 は導通および遮断動作を高速で行い直流電力と交流電力間の電力変換を行う。このとき例えば大電流を高速で遮断するので、直流回路の有するインダクタンスにより大きな電圧変動が発生する。この電圧変動を抑制するため大容量の平滑キャパシタ 2 2 8 が直流回路に設けられている。車載用のインバータ

10

20

30

40

50

装置 220 ではパワーモジュール 226 の発熱が大きな問題であり、この発熱を抑えるにはパワーモジュール 226 の導通および遮断の動作速度を上げる必要がある。この動作速度を上げると上記インダクタンスによる電圧の跳ね上がりが増大し、より大きなノイズが発生する。このため平滑キャパシタ 228 の容量はより大きくなる傾向にある。

#### 【0130】

上記インバータ装置 220 の動作開始状態は平滑キャパシタ 228 の電荷は略ゼロであり、リレー RLP を閉じると大きな初期電流が流れ込む。強電バッテリーから平滑キャパシタ 228 への初期流れ込み電流が大きくなるので、負極側メインリレー RLN および正極側メインリレー RLP が融着して破損するおそれがある。この問題を解決するため、MCU 222 は、負極側のリレー RLN を開状態から閉状態とした後に、正極側のリレー RLP を開状態に維持したまま、プリチャージリレー RLPRE を開状態から閉状態として抵抗 RPRE を介して最大電流を制限しながら上述した平滑キャパシタ 228 を充電する。この平滑キャパシタ 228 が所定の電圧まで充電された後は、初期状態は解除され、プリチャージリレー RLPRE および抵抗 RPRE は使用されず、上述したように、負極側のリレー RLN と正極側のリレー RLP を閉状態として電源システム 1 からパワーモジュール 226 へ直流電力を供給する。このような制御を行うことでリレー回路を保護すると共に、リチウム電池セルやインバータ装置 220 を流れる最大電流を所定値以下に低減でき、高い安全性を維持できる。

#### 【0131】

インバータ装置 220 の直流側回路のインダクタンスを低減することがノイズ電圧の抑制に繋がるので、平滑キャパシタ 228 はパワーモジュール 226 の直流側端子に接近して配置される。また、平滑キャパシタ 228 自身もインダクタンスを低減できるように作られている。このような構成で平滑キャパシタ 228 の初期充電電流が供給されると、瞬間的に大きな電流が流れ込み、高熱を発生して損傷するおそれがある。上記プリチャージリレー RLPRE と抵抗 RPRE とにより上記損傷を低減できる。インバータ装置 220 の制御は MCU 222 により行われるが、上述のとおり、平滑キャパシタ 228 を初期充電する制御も MCU 222 により行われる。

#### 【0132】

電源システム 1 の強電バッテリーの負極と負極側のリレー RLN との接続線および強電バッテリーの正極と正極側のリレー RLP との接続線には、ケースグランド（車両のシャーシと同電位）との間にそれぞれキャパシタ CN、CP が挿入されている。これらのキャパシタ CN、CP は、インバータ装置 220 が発生させるノイズを除去して、弱電系回路の誤作動や C/C80 を構成する IC のサージ電圧による破壊を防止するものである。インバータ装置 220 はノイズ除去フィルタを有しているが、これらのキャパシタ CN、CP は、バッテリーコントローラ 20 や C/C80 の誤作動を防止する効果をさらに高め、電源システム 1 の耐ノイズの信頼性をさらに高めるために挿入されている。なお、図 13 において、電源システム 1 の強電系回路は太線で示している。これらの線には断面積の大きい直角の銅線が使用される。

#### 【0133】

なお、図 13 において、プロアファン 17 は、電池モジュール 9 を冷却するためのファンで、バッテリーコントローラ 20 からの指令によって ON するリレー 16 を介して動作するようになっている。

#### 【0134】

車両用電源システムにおける動作フロー

図 14 は、図 13 に示した車両用電源システムにおける動作フローを示した図である。以下、ステップ順に説明する。

#### 【0135】

ステップ 801 にて、車両のキースイッチが ON、エンジン始動のための操作が行われると、あるいは車両の駐車状態から走行のための操作が成された状態になると、あるいは各集積回路が Sleep 状態から Wake up 状態になると、ステップ 802 にて、バ

10

20

30

40

50

バッテリーコントローラ 20 が起動されると、バッテリーコントローラ 20 の初期化がなされる。

【0136】

次に、ステップ 803 にて、CAN 通信がなされるようになる。これにより各コントローラにいわゆる空メッセージが出され、各制御装置間の通信の状態確認が行われる。ステップ 804 にて、バッテリーコントローラ 20 からセルコントローラ 80 に起動と初期化のための通信コマンド 292 が送信される。

【0137】

各集積回路 3A、...、3M、...、3N は通信コマンド 292 を受信することによりいわゆるウェイクアップ (Wake Up) 状態となり、図 7 に記載のコマンド処理回路 344 からの出力で図 4 の起動回路 254 が動作を開始するとともに、各集積回路のアドレスレジスタ 348 が初期化される。その後、図 8 や図 10 で説明の如く、各 IC に新たなアドレスが設定される。

【0138】

ステップ 805 で、バッテリーコントローラ 20 により各電池セルを全て直列に接続された総電池の電圧、電流が、図 1 に示した電圧計 Vd および電流センサ Si により検出され、それぞれの出力がバッテリーコントローラ 20 に入力される。また、たとえば図示しない温度センサによって温度の測定がなされる。

【0139】

一方ステップ 804 でセルコントローラ 80 は起動と初期化の通信コマンド 292 を受け、(ステップ 806)、各集積回路 3A、...、3M、...、3N はこの通信コマンド 292 を受信することにより、図 4 に記載の第 1 ステージカウンタ 256 や第 2 ステージカウンタ 258 が動作を開始し、動作表 260 に記載の計測を繰り返し実行する (ステップ 807)。前記ステップ 807 にて、図 4 や図 6 で説明の如く、各集積回路は独自に各電池セルの端子電圧を測定し、その測定値を現在値記憶回路 274 や初期値記憶回路 275 に記憶する (ステップ 808)。前記ステップ 807 における各電池セルの電圧測定結果から、ステップ 809 で各集積回路は独自に各電池セルの充放電、過放電の判定を行う。もし異常があれば図 6 のフラグ記憶回路 284 に診断フラグがセットされ、バッテリーコントローラ 20 は前記診断フラグを検知でき、異常を検知できる。前記各集積回路はそれぞれ独自に電池セル電圧の計測と電池セルの異常診断を行うので、多くの電池セルから電池モジュール 9 が構成されていても全ての電池セルの状態が短時間に診断できる。この結果リレー RLP やリレー RLN の投入前に全ての電池セルの状態を診断でき、高い安全性を維持できる。

【0140】

ステップ 810 にて、各電池セルの状態検出がなされたことを確認し、ステップ 811 にて、初期化が完了するとともに、前記フラグ記憶回路 284 の診断フラグがセットされなかったことを確認することにより異常状態が存在しないことを検知できる。異常が無いことを確認し、図 13 に示したリレー RLN を閉じ、次にリレー RLPRE を閉じ、最後にリレー RLP を閉じ、電池モジュール 9 から該インバータ装置 220 への直流電力の供給が開始される。

【0141】

前記ステップ 801 におけるキースイッチ ON の時点から電力供給開始可能までの経過は、時間的に約 100 msec 以下にできる。このように短時間に直流電力の供給を可能とすることで、運転者の要求に十分対応することが可能となる。

【0142】

さらにこの短期間の間に、各集積回路のアドレスが設定されるとともに、各集積回路は関連する各グループの電池セルの全ての電圧を測定し、それら各測定結果は図 6 に記載の初期値記憶回路 275 に記憶され、更に異常診断を完了することが可能となる。

【0143】

そして、各電池セルの電圧の測定は、前記リレー RLP、RLN、RLPRE のそれぞれ

10

20

30

40

50

れがONになる前において、すなわち、インバータ装置220と電池モジュール9とが電氣的に接続される前になされる。このため、該各電池セルの電圧の測定は、前記インバータ装置220への電力供給の前であり、電流供給前に測定された各電池セルの端子電圧から正確に充電状態SOCを求めることが可能となる。

【0144】

その後、ステップ812にて通常モードとなり、ステップ813にて、各電池セルの電圧、電流、温度の測定がなされるようになる。この場合の測定は、ステップ812にてセルコントローラ80との通信を介してなされるようになっていいる。なお、前記温度の測定は、図2に示す温度異常検出手段134に入力される図示しない温度センサからの出力に基づくものである。

10

【0145】

そして、上記電流供給前に測定された各電池セルの電圧、電流の測定値に基づき、必要に応じ温度の測定値に基づき、ステップ815にて、放電時間(バランスング)の演算がなされ、その演算結果に基づいて、図2に示したバランスングスイッチ29A、29B、29C、29Dを制御するための導通時間がそれぞれの集積回路に送信される。ステップ816で、各集積回路は導通時間に基づきバランスングスイッチを閉じる制御を行う。この動作は、上述した図11に示したフローに従ってなされる。

【0146】

ステップ817にて、集積回路3A~3Nまたは各電池セルが異常か否かのテストが行われる。次に、ステップ818にて、各電池セルの残量あるいは劣化等を含む状態の演算がされる。

20

【0147】

ステップ818にて前記バランスングスイッチ29A、29B、29C、29Dのそれぞれに対応して演算された導通時間にカウント数が達しているか否かが判定され、達していない場合には、ステップ813に戻り、前記ステップ816におけるバランスング、ステップ817におけるテスト、ステップ818における各電池セルの状態演算が繰り返し替えられることになる。

【0148】

そして、ステップ818にて前記バランスングスイッチ29A、29B、29C、29Dの同数時間にカウント数が達した場合にカウント値が導通時間に達した該バランスングスイッチ29A、29B、29C、29Dに対して放電動作を停止されるための開状態にする命令がバッテリーコントローラ20から該当の集積回路に送信される。前記バランスングスイッチを閉じて放電させる制御は電池モジュール9の内充電状態SOCの大きい電池セルに対してのみ行われるので、充電状態SOCの小さい電池セルのバランスングスイッチは最初から開のまま維持される。上述のとおり、電池モジュール9のそれぞれの電池セルの充電状態SOCが演算され、それぞれの電池セルに対してバランスングスイッチの導通時間が演算され、バッテリーコントローラ20の記憶装置に保持される。前記導通時間はそれぞれの電池セルの充電状態SOCに対応して決められるので、通常はそれぞれ異なる導通時間となる。もちろん最初から導通時間がゼロの電池セルが存在する。このためステップ818では前記各電池セルの通電時間と計数地とが比較され、通電時間が経過した電池セルの放電を制御している集積回路に対して、該当する電池セルの放電停止の指令を送信する。

30

40

【0149】

通信終了シーケンス

図15は、たとえば図1や図13に示した車両用電源システムにおいて、バッテリーコントローラ20のセルコントローラ80との通信を終了させるシーケンスを示す説明図である。

【0150】

図15(a)は、バッテリーコントローラ20の電源(VC)端子における電源供給の停止のタイミングを示した図である。図15(b)は、絶縁回路である入口側インタフェー

50

スINT(E)のフォトカプラPH1やフォトカプラPH2および絶縁回路である出口側インタフェースINT(O)のフォトカプラPH3やフォトカプラPH4の電源供給の停止のタイミングを示した図である。図15(c)は、バッテリーコントローラ20からのTXやRX端子を介した送受信の停止のタイミングを示した図である。図15(d)は、バッテリーコントローラ20からのWake-up端子を介した信号の停止のタイミングを示した図である。

【0151】

この図から明らかとなるように、まず、バッテリーコントローラ20からのTXやRX端子を介した送受信を停止する。さらに、バッテリーコントローラ20からのWake-up端子からの信号をシステムとして使用している場合には、この信号の送信が停止する。次にバッテリーコントローラ20の電源(VC)端子における電源供給の供給停止を行い、そして絶縁回路である入口側インタフェースINT(E)のフォトカプラPH1とPH2および絶縁回路である出口側インタフェースINT(O)のフォトカプラPH3とPH4の電源供給の停止を行う。

10

【0152】

このような順序で上記各部の動作停止を行うことにより各集積回路を確実にスリープ状態とすることができるようになる。

【0153】

なお、図16は上記図15で説明したWake-up端子からの信号を使用していないシステムの説明である。Wake-up端子からの信号を使用しないので図15(d)における信号停止を不要となる。他のシーケンスは図15の場合と同じである。

20

【0154】

各集積回路と対応するグループの電池セルの構成

上述した実施例では、各グループを構成する電池セルの数が同じであり、各グループに対応した集積回路3A、...、3M、...、3Nにおいて、それぞれ4個の電池セルが接続されていた。各集積回路3A、...、3M、...、3Nは、それぞれ4個の各電池セルから電圧等の情報を得、また該電池セルの充放電の制御を行うように構成されていた。また集積回路3A、...、3M、...、3Nのそれぞれが担当する電池セルはそれぞれ等しい数であった。

【0155】

しかし、図17に示すように、バッテリーモジュール9の各グループが有する電池セルの数を異なる数とすることができる。バッテリーモジュール9を構成する電池セル数を自由に選択でき、グループ数の倍数とする必要がない。(a)は各グループの中の電池セルの数、(b)は各グループに対応した集積回路を示している。各集積回路の内部の現在値記憶回路274や初期値記憶回路275に保持される電池セルの端子電圧に関するデータの種類の異なる数となる。このデータがバッテリーコントローラ20からの要求に基づきバッテリーコントローラ20に送信される場合、それぞれ異なる数のデータを送信しても良いが、(c)に示す如く、決まった数に再配分して送信することができる。このように決まった数のデータを送受信することで、送信の信頼性を高くすることが可能となる。

30

【0156】

(b)に示すように、各集積回路3A、...、3M、...、3Nの関係するグループの電池セルの数はそれぞれ異なっている。(a)に示すように、最上段の集積回路3Aと最下段の集積回路3Nの関係するグループでは、それぞれ、例えば4個の電池セルを有していて、他のグループより電池セルの数が少なくなっている。バッテリーモジュール9の端のグループではない内側のグループの電池セルの数は、端のグループの電池セルの数、4個より多いたとえば6個となっている。

40

【0157】

電位の最上位の集積回路3Aあるいは最下位の集積回路3Nは、上述したようにフォトカプラPH1、PH4からなる絶縁回路を介してバッテリーコントローラ20に接続されている。該フォトカプラPH1、PH4はそれ自身の耐圧を低くすることが安全性や価格の

50

面で好ましく、前記フォトカプラPH1、PH4に接続される集積回路が関係するグループの電池セルの数を少なくすることで、要求されるフォトカプラの耐圧を下げる事が可能となる。すなわち、最上位の集積回路3Aと最下位の集積回路3Nにおいて、それぞれ、たとえば6個の電池セルを接続させて構成した場合に、それらと前記バッテリーコントローラ20との間に接続されるフォトカプラの必要耐圧は6個分の電池セルの端子電圧の最大値より大きくすることが必要となる。セル数が増加するとそれに伴い要求される耐圧が増加する。

#### 【0158】

この場合、最上位の集積回路3Aと最下位の集積回路3Nに保持される電池セルの端子電圧の種類は4個となる。バッテリーコントローラ20との通信におけるデータは、4個分の電池セルにおけるデータとなる。また、集積回路3Mを含む他の集積回路において、該バッテリーコントローラ20との通信におけるデータは、6個分の電池セルにおけるデータとなる。

10

#### 【0159】

この実施例では、図17(c)に示すように、集積回路3Aに接続される4個分の電池セルのデータ、次段の集積回路に接続される6個分の電池セルのデータのうち上段側に配置される4個分の電池セルのデータ、前記次段の集積回路に接続される6個分の電池セルのデータのうち下段側に配置される2個分の電池セルのデータおよびさらに次段の集積回路に接続される6個分の電池セルのデータのうち上段側に配置される2個分の電池セルのデータ、……、そして、最下段の集積回路3Nに接続される4個分の電池セルのデータというように、順次、4個分の電池セルのデータを単位として、全ての電池セルのデータを送受信するようになっている。

20

#### 【0160】

このようにした場合、図13に示した車両用電源システムにおいて、たとえばバッテリーコントローラ20と上位コントローラ110との間の通信において一度に送れるデータの量が制限されている(たとえば上限のデータ量が電池セル4個分等)ことから、その制限量を超えることのない量の信号の送受ができ、信頼性のある信号の送受を行うことができるようになる。

#### 【0161】

上述した実施例では、最上段と最下段の各集積回路3A、3Nに接続される電池セルの数を4個とし、それ以外の集積回路に接続される電池セルの数を6個としている。しかし、これに限定されることはなく、最上段と最下段の集積回路3A、3Nに接続される電池セルの数がそれ以外の集積回路に接続される電池セルの数よりも少なければ同様の効果を奏し、どちらか一方が少ない場合には少ない方のフォトカプラの耐圧を下げる事ができる。

30

#### 【0162】

また、上述した実施例では、各集積回路に接続される電池セルの数が異なっているにも拘わらず、順次、4個分の電池セルのデータを単位として送受信している。しかし、単位とする電池セルのデータは、4個分に限定されることはなく、各集積回路にそれぞれ接続される電池セルの数において、最も多い電池セルの数よりも少ない数分の電池セルのデータを単位として送受信するようにしても同様の効果が得られる。

40

#### 【0163】

##### 電池モジュールの構成

図18と図19に前記電池モジュール9とセルコントローラ80の具体的な構成の一実施例を示している。電池モジュール9は、上蓋46と下蓋45とからなり金属製で略直方体状のモジュールケース9aを有している。モジュールケース9a内には、複数個の組電池19が収容固定されている。電池モジュール9は金属ケースであるモジュールケース9aで覆われており、モジュールケース9a内には、電圧や温度を検出するための配線が多数存在しているが、これらが電氣的な外部からのノイズから保護されている。また上述のとおり、電池セルはモジュールケース9aとその外側の容器で保護されており、仮に交通

50

事故が発生したとしても電源システムの安全性が維持される。

【0164】

本実施の形態で電池セルは、正極活物質をリチウムマンガン複酸化物、負極活物質を非晶質炭素とし、熱伝導性の高いケシングで被覆した円柱状のリチウム二次電池である。このリチウム二次電池の電池セルは公称電圧は3.6V、容量は5.5Ahであるが、充電状態が変わると電池セルの端子電圧が変化する。電池セルの充電量が減少すると2.5ボルトくらいに低下し、電池セルの充電量が增大すると4.3ボルト程度に増大する。

【0165】

本実施形態では、各電池セルは検出用ハーネス32や強電ケーブル81と82などの接続作業を容易にし、さらに安全性が維持できる。

10

【0166】

図18乃至図19に示すように、下蓋45には2個の電池ブロック10と11が並設するように固定されている。一方の端部には、図20に記載のセルコントローラ(以下、C/Cと略称する。)80を内蔵したセルコントローラボックス(C/Cボックス)79がネジ固定されている。図20に示すように、C/C80は横長で両面にプリント配線された一枚基板で構成されており、C/Cボックス79内に上下各4箇所形成された丸穴を介して直立状態でネジ固定されている。組電池を構成する電池セルの側面に対向する関係にICを備えた基板が配置され、このような構造としたため、電池モジュール全体が比較的小空間に収納可能となっている。また、各組電池とC/C80との配線の煩雑さを解消できる。

20

【0167】

C/C80を構成する基板の左右両側端部には電池ブロック10と11を構成する各電池セルと検出用ハーネス32を介して接続のためのコネクタ48、49がそれぞれ距離を置いて設けられている。検出用ハーネス32の基板側である一方側に取り付けられたハーネスコネクタ(図示せず)がC/C80のコネクタ48、49に接続されている。すなわち、図19に示すように、検出用ハーネス32は電池ブロック10と11毎に設けられている。電池モジュール9は2つの電池ブロック10と11に分割されて収容されるため、C/C80には2つのコネクタ48、49が実装されている。2つの組電池ブロック10と11はそれぞれコネクタを使用して接続しているので、配線作業に優れ、メンテナンスも行い易い。コネクタ48と49の一方が、直列接続された電池セルの高電圧側電池セルとの接続に使用され、コネクタ48と49の他方が、直列接続された電池セルの低電圧側電池セルとの接続に使用される。このように直列接続された電池セルとC/C80との接続を、直列接続されている電池セルの電位に基づいて複数個に分け、電位状態による上記分割に対応させた複数個のコネクタを使用して電池セルとC/C80との接続を行っている。これにより、各コネクタにより接続される接続内での電位差を小さくできる。このような構成とすることで耐電圧や電流の漏洩さらには絶縁破壊に関して優れた効果が得られる。また各コネクタの接続や開放作業において、コネクタ全体が同時に接続または開放することは困難であり、接続や開放の過程で部分的な接続状態が生じてしまう。上記構成では各コネクタが受け持つ電圧差を小さくできるので、接続や開放の過程で生じる部分接続による電氣的な悪影響を抑制できる。

30

40

【0168】

また、C/C80の基板には、電池モジュール9に収容された単電圧の直列接続に対して複数のICが用意されている。1個のICが何個の電池セルを受け持つかは、各ICの処理能力により決まる。この実施形態では、4個の電池セルに対して1個のICを使用している。しかし、5個や6個の電池セルに対して1個のICを使用しても良い。また同一システム内で、4個の電池セルに対して1個のICを使用する部分と6個の電池セルに対して1個のICを使用する部分と組み合わせても良い。直列接続された電池セルの個数が、各ICが受け持つことのできる最適数の倍数とは限らない。この実施形態では4の倍数となっているが、通常4の倍数となるとは限らないので、1個のICが受け持つ電池セルの数が同じシステム内で異なることが生じるが、大きな問題とはならない。

50

## 【 0 1 6 9 】

直列接続された電池セルを、1個のICが受け持つ電池セルの数に基づいて複数個のグループに分け、グループ毎に対応するICが決められ、対応するICによって対応するグループを構成する電池セルの端子電圧が測定される。上述のとおり、各グループを構成する電池セルの数は異なってもよい。

## 【 0 1 7 0 】

また、C/C80の基板からはバッテリーコントローラ20と通信するための通信ハーネス50が導出されており、通信ハーネス50はその先端部にコネクタを有している。このコネクタは、バッテリーコントローラ20側のコネクタ(不図示)に接続されている。なお、C/C80の基板には、抵抗、キャパシタ、フォトカプラ、トランジスタ、ダイオード等のチップ素子が実装されているが、図20ではこれらの素子については煩雑さを避けるため省略している。C/C80の基板では、2つの組電池ブロックに対してそれぞれコネクタ48、49が設けられており、このコネクタとは別にバッテリーコントローラ20と通信するための通信ハーネス50が設けられている。このようにコネクタ48、49と通信ハーネス50とを別々に設けることで、配線作業が容易となり、またメンテナンスも容易となる。また上述のとおり、コネクタ48と49の一方は直列接続された高電圧側の電池セルとC/C80の基板との接続を行い、コネクタ48と49の他方は直列接続された低電圧側の電池セルとC/C80の基板との接続を行うので、各コネクタが受け持つ範囲での電圧差を小さくできる。コネクタ接続時または開放時に瞬時的に一部のみ接続されている部分接続状態が生じるが、各コネクタが受け持つ範囲での電圧差を小さくできるので、部分接続状態がもたらす悪影響を小さくできる。

10

20

## 【 0 1 7 1 】

下蓋45に並設固定された組電池ブロック10と11同士は、図示を省略したブロック間接続バスにより直列に接続されている。下蓋ベース61の正面部に形成された丸穴にはグロメットが固定されており、正極強電ケーブル81、負極強電ケーブル82が導出されている(図19参照)。

## 【 0 1 7 2 】

## 各電池セルの診断

図1に記載の各集積回路3A・・・集積回路3M・・・集積回路3Nの内部処理動作で行われている各電池セルの計測と過充電や過放電の診断動作を説明する。図4の動作表260の行260Y1に記載のステージSTGCV1～ステージSTGCV6で各電池セルの端子電圧の取り込みと診断が行われる。ステージSTGCV1の計測の期間で、先の説明のごとく、図6の選択回路120はVCC(V1)とVC2(V2)を選択する。この動作により図2のバッテリーセルBC1の端子電圧が選択され、電位シフト機能を有する差動増幅器262を介して電圧検出回路122Aに入力される。電圧検出回路122Aでデジタル値に変換され、平均化回路264で今回の測定を含め最も新しい所定回数の測定値を基に平均値が演算され、現在値記憶回路274のBC1に保持される。

30

## 【 0 1 7 3 】

現在値記憶回路274のBC1に保持された測定値を基に、電池セルBC1の過充電や過放電の診断が図4のステージSTGCV1の計測期間内で行われる。この診断に入る前にバッテリーコントローラ20から診断のための基準値が各集積回路に送信され、過充電の診断基準OCが基準値記憶回路278のレジスタにまた過放電の診断基準ODが基準値記憶回路278のレジスタにそれぞれ保持される。さらにバッテリーコントローラ20から通信コマンド292で基準値の送信ができないあるいはノイズその他の原因で誤った値が基準値記憶回路278に保持されたとしても過充電の異常状態を把握できるように予め基準値を保持している、通信コマンド292で書き換えできない、過充電基準値OCFFOを保持している。

40

## 【 0 1 7 4 】

## 過充電の診断

前記ステージSTGCV1の計測の期間でさらに引き続き、測定された前記BC1の保

50

持値がデジタル比較回路 270 により過充電の判断値 OC と比較され。現在値記憶回路 274 に保持されている複数個の測定値 BC1 乃至測定値 BC6 さらに VDD 乃至基準電源の中から、図 4 の第 1 ステージカウンタ 256 や第 2 ステージカウンタ 258 の出力に基づきデコーダ 257 やデコーダ 259 により作られた選択信号により、測定値 BC1 が選択されてデジタル比較回路 270 に入力される。また同様に上記デコーダ 257 やデコーダ 259 により作られた選択信号により、基準値記憶回路 278 に保持された複数の基準値の中から過充電診断基準値 OC が選択され、デジタル比較回路 270 は測定値 BC1 と過充電診断基準値 OC とを比較する。デジタル比較回路 270 は大小の比較を行い、測定値 BC1 が過充電診断基準値 OC より大きい時に異常との比較結果を出力する。デジタルマルチプレクサ 282 は前記上記デコーダ 257 やデコーダ 259 により作られた選択信号によりデジタル比較回路 270 の出力の記憶先を選択し、電池セル BC1 の診断結果がもし異常であればフラグ記憶回路 284 の診断 flag および OC flag にその異常診断結果が保持される。すなわち診断 flag および OC flag がセットされた状態となる。上記異常フラグは集積回路の端子 FFO から出力され、バッテリーコントローラ 20 に伝えられる。

10

#### 【0175】

次に信頼性を向上するために、デジタル比較回路 270 は測定値 BC1 と過充電診断基準値 OC FFO とを比較し、測定値 BC1 が過充電診断基準値 OC FFO より大きい場合に過充電に関する異常として、前記フラグ記憶回路 284 の診断 flag および OC flag にその異常診断結果が保持される。異常フラグがフラグ記憶回路 284 にセットされると上述と同様にバッテリーコントローラ 20 に伝送される。過充電診断基準値 OC FFO はバッテリーコントローラ 20 から書き換えできない基準値であり、逆にもしバッテリーコントローラ 20 のプログラムや動作に異常が生じて過充電診断基準値 OC FFO は変更されないので信頼性の高い判断ができる。過充電診断基準値 OC はバッテリーコントローラ 20 から変更できるのできめ細かい判断が可能となり、また上述のとおり、過充電診断基準値 OC FFO はバッテリーコントローラ 20 や伝送路の状態に係わらず維持される信頼性の高いデータであり、これら 2 種のデータを使用して診断することで信頼性の高い診断が実現できる。

20

#### 【0176】

##### 過放電の診断

次に前記ステージ STGC V1 の計測の期間でさらに引き続き電池セル BC1 の過放電の診断が行われる。現在値記憶回路 274 の電池セル BC1 の測定値 BC1 と基準値記憶回路 278 の基準値 OD とがデジタル比較回路 270 で比較され、測定値 BC1 の値が基準値記憶回路 278 の基準値 OD より小さい場合に異常と判断して異常信号を出力する。デコーダ 257 とデコーダ 259 の出力に基づく選択信号によりデジタルマルチプレクサ 282 はフラグ記憶回路 284 の診断 flag と OD flag を選択し、デジタル比較回路 270 から出力された異常信号は診断 flag と OD flag にセットされる。

30

#### 【0177】

上記各項目の診断で、もし診断 flag がセットされるとそのフラグは OR 回路 288 を介して 1 ビット出力端 FFO から出力され、バッテリーコントローラ 20 に送信される。

40

#### 【0178】

また選択回路 286 の機能をバッテリーコントローラ 20 からの通信コマンド 292 で変更ことができ、端子 FFO から出力されるフラグをどのフラグまで含めるかを選択的に変更できる。例えばフラグ記憶回路 284 の診断 flag をセットする条件を過充電異常だけとし、過放電の条件ではデジタル比較回路 270 の異常診断出力は診断 flag にはセットされないで、OD flag のみにセットし、端子 FFO から出力するかどうかは選択回路 286 の設定条件で決まるようにすることが可能である。この場合は設定条件をバッテリーコントローラ 20 から変更できるので、多様な制御に対応できる。

#### 【0179】

図 4 の動作表 260 の行 260 Y1 に記載のステージ STGC V1 に続き、次にステー

50

ジ S T G C V 2 の期間となる。図 6 で選択回路 1 2 0 は V C 2 ( V 2 ) と V C 3 ( V 3 ) とを選択することにより、図 2 の電池セル B 2 の端子電圧が選択される。上述のステージ S T G C V 1 と同様の動作により、電池セル B 2 の端子電圧が 1 2 2 A によりデジタル変換され、平均化回路 2 6 4 で今回の測定結果を含む最新の所定回数の測定値の平均が演算され、現在値記憶回路 2 7 4 の B C 2 として保持される。測定結果の保持位置の選択は他の測定値に対する場合と同様、図 4 のデコーダ 2 5 7 とデコーダ 2 5 9 の出力に基づいて行われる。

#### 【 0 1 8 0 】

次に上述のステージ S T G C V 1 と同様、図 4 のデコーダ 2 5 7 とデコーダ 2 5 9 の出力に基づいて現在値記憶回路 2 7 4 から B C 2 が選択され基準値記憶回路 2 7 8 の過充電診断基準値 O C が選択され、デジタル比較回路 2 7 0 により比較されることで診断が行われる。診断内容と動作は上述のステージ S T G C V 1 と同様である。

10

#### 【 0 1 8 1 】

以下ステージ S T G C V 3 乃至ステージ S T G C V 6 についても上記ステージ S T G C V 1 や上記ステージ S T G C V 2 と同様の動作内容で、図 6 の回路により計測に引き続き診断が行われる。

#### 【 0 1 8 2 】

充電状態 S O C の調整と端子電圧の計測

バッテリーモジュール 9 を構成する各電池セルの充電状態 S O C を調整のためにバランススイッチ 1 2 9 A ~ 1 2 9 F を制御し、充電量が多い電池セルの電力を放電用の抵抗を介して放電する制御に関しては上述した。バランススイッチ 1 2 9 A ~ 1 2 9 F の制御は各電池セルの端子電圧の検出に悪影響を及ぼす可能性がある。すなわち、図 2 の回路でバランススイッチ 1 2 9 が閉じると抵抗 R 1 から R 4 を介して放電電流が流れ、電池セルの端子電圧の計測精度を低下させる。

20

#### 【 0 1 8 3 】

上記バランススイッチ 1 2 9 A ~ 1 2 9 F の制御は電池モジュール 9 全体の電池セルの状態に基づいて行うことが必要である。従って図 1 に示すバッテリーコントローラ 2 0 が処理することが望ましく、バッテリーコントローラ 2 0 の指令に基づき各集積回路 3 A から 3 N がバランススイッチ 1 2 9 A 乃至 F を制御することが望ましい。一方各電池セルの端子電圧の計測は各集積回路 3 A から 3 N がそれぞれ担当するグループの電池セル電圧の計測を独自に行い、バッテリーコントローラ 2 0 から計測値の送信命令を受けたときに、前記独自に計測し保持していた端子電圧の計測値を速やかに送信することが望ましい。従って制御を行う回路が異なる上記バランススイッチ 1 2 9 A ~ 1 2 9 F の制御と各電池セルの端子電圧の計測との調和を図り、両方制御を総合的に実行することが必要である。

30

#### 【 0 1 8 4 】

図 2 1 から図 2 5 を用いて前記両方の制御を実現する具体的構成を説明する。以下の説明では図 1 や図 2 に示す放電用の抵抗 R 1 から R 4 が大きく影響する。これら抵抗に加え実際の製品ではノイズの影響を取り除くためコンデンサ C 1 から C 6 を設けることが望ましく、図 1 や図 2 の回路にノイズ除去用のコンデンサを追加した回路を図 2 7 に示す、なお図 1 や図 2 では電池セルの数を 4 個としているが、図 2 7 では 6 個として記載している。また前記放電用の抵抗を利用してノイズの影響を更に低減するように工夫した回路を図 2 2 に示す。図 2 1 に示す回路で、前記計測制御と充電状態 S O C の調整のための放電制御との関係を示す動作を図 2 3 に示し、図 2 2 に示す回路で、前記計測制御と充電状態 S O C の調整のための放電制御との関係を示す動作を図 2 4 に示す。また図 2 3 や図 2 4 に示す制御を行うための回路を図 2 5 に示す。

40

#### 【 0 1 8 5 】

図 2 1 で、ステージ S T G C V 1 では電池セル B C 1 の端子電圧が計測され、次のステージ S T G C V 2 では電池セル B C 2 の端子電圧が計測される。以下順に電池セル B C 3 から B C 6 の端子電圧の計測が実行される。このようにして計測を繰り返すことにより電

50

池セルの端子電圧の状態を常に監視することが可能となる。

【0186】

今バランススイッチ129Bが充電状態SOCの調整のために閉状態とすると、バランススイッチ129Bと抵抗R2を介して放電電流が流れており、この放電電流による電池セルBC2の内部抵抗や配線抵抗が影響して、選択回路120に入力される電圧VC2はバランススイッチBSW2が開状態のときの端子電圧より低い値となる。すなわちバランススイッチBSW2が閉じることで選択回路120に入力される端子電圧が低い値となり、測定精度が低下する。

【0187】

上記測定精度の低下を防ぐため、図23に記載のように電池セルBC1の端子電圧を計測するステージSTGCV1では充電状態SOCの制御を一次的に停止して、バランススイッチ129Aを開状態とし、電池セルBC1の端子電圧を計測する。次の電池セルBC2の端子電圧を計測するステージSTGCV2では充電状態SOC制御を一次的に停止して、バランススイッチ129Bを開状態とし、電池セルBC2の端子電圧を計測する。以下順にバランススイッチ129Cから129F(BSW3からBSW6)をそれぞれ開状態として電池セルの端子電圧を計測する。

10

【0188】

電池セルの端子電圧を計測するための各ステージSTGCV1またはSTGCV6の全期間に渡り、充電状態SOCの調整のための制御を停止しても良いし、各ステージSTGCV1からCV6の期間内の実際に端子電圧を計測する短い時間のみ充電状態SOCの調整のための制御を停止しても良い。

20

【0189】

次に図22に示す回路について説明する。直列接続の電池セルBC1乃至BC6からインバータ装置に供給する電力線には大きなノイズが混在している。このノイズの影響を少なくするためには図22に示す回路では各電池セル端子と選択回路120の入力端との間に抵抗RA1から抵抗RA7を挿入している。上記抵抗RA1から抵抗RA7はコンデンサC1からコンデンサC7と共にノイズ除去の作用および集積回路をノイズから保護する作用を為す。

【0190】

図22に記載の回路で、充電状態SOCの調整のためにバランススイッチ129Aを閉じると、電池セルBC1の放電電流は抵抗R1とバランススイッチ129Aと抵抗RA2とを通して流れる。バランススイッチ129Aが閉じた状態の放電電流が抵抗RA2を流れるため、電池セルBC1の端子電圧の計測だけでなく、電池セルBC2の端子電圧の計測にも影響を及ぼす。従って電池セルBC2の端子電圧の計測時にはバランススイッチ129Aとバランススイッチ129Bの両方の開放が必要となる。同様に電池セルBC3の端子電圧の計測時にはバランススイッチ129Bとバランススイッチ129Cの両方の開放が必要となり、以下同様に他の電池セルの計測時も同様である。

30

【0191】

図24は図22に記載の回路の電池セルの計測を行うときのバランススイッチ129の強制開放の状況を示している。ステージSTGCV2では図22の電池セルCB2の端子電圧の計測が行われるので、バランススイッチ129Aおよび129Bの充電状態SOCの調整のための制御を停止し、これらのバランススイッチ129Aおよび129Bを開放状態に維持する。この場合ステージSTGCV2の期間全体に渡り、バランススイッチ129Aおよび129Bの充電状態SOCの調整のための制御を停止しても良いし、前記ステージSTGCV2の期間中実際に電圧を計測する短い期間のみバランススイッチ129Aおよび129Bの充電状態SOCの調整のための制御を停止しても良い、ことは上述の図23の場合と同じである。

40

【0192】

また図24のステージSTGCV3では図22の電池セルB3の端子電圧の計測が行わ

50

れるので、電池セル B C 3 の端子電圧の計測期間はバランシングスイッチ 1 2 9 B および 1 2 9 C の充電状態 S O C の調整のための制御を停止し、計測期間はバランシングスイッチ 1 2 9 B および 1 2 9 C を開放状態に維持する。この場合ステージ S T G C V 3 の期間全体に渡り、バランシングスイッチ 1 2 9 B および 1 2 9 C の充電状態 S O C の調整のための制御を停止しても良いし、前記ステージ S T G C V 3 の期間中の実際に電圧を計測する短い期間のみバランシングスイッチ 1 2 9 B および 1 2 9 C の充電状態 S O C の調整のための制御を停止するようにしても良いことは上述と同じである。

【 0 1 9 3 】

ステージ S T G C V 4 あるいはステージ S T G C V 5 では電池セル B 4 あるいは B 5 の端子電圧の計測が行われるので、バランシングスイッチ 1 2 9 C および 1 2 9 D あるいは 10  
バランシングスイッチ 1 2 9 D および 1 2 9 E を開放状態に維持する。ステージ S T G C V 6 では電池セル B C 6 の端子電圧の計測が行われる。このため電池セル B 6 の端子電圧の計測期間はバランシングスイッチ 1 2 9 F を開放状態に維持する。

【 0 1 9 4 】

尚図 2 3 や図 2 4 で矢印 で示した期間は充電状態 S O C の調整のためのバランシングスイッチ 1 2 9 A ~ 1 2 9 F の制御が行われる期間である。また「オフ」と記載した期間は充電状態 S O C の調整のためのバランシングスイッチ 1 2 9 A ~ 1 2 9 F の制御を停止し、強制的に開放状態にする期間を示している。以上の様にバッテリーコントローラ 2 0  
20  
で行う充電状態 S O C の調整制御に優先して電池セル端子電圧の測定期間には関係するバランシングスイッチ 1 2 9 を強制的に開放することで、電池セル端子電圧の測定精度を向上することができる。

【 0 1 9 5 】

次に図 2 5 に記載の回路を用いて上記バランシングスイッチ 1 2 9 の開放動作を説明する。まず充電状態 S O C の調整を行うための制御値が図 1 4 のステップ 8 1 5 で演算され、演算結果に基づき各集積回路 3 A . . . 3 M . . . 3 N に通信コマンド 2 9 2 により送られてくる。各集積回路 3 A . . . 3 M . . . 3 N では、図 2 や図 7 に示す通信回路 1 2  
7 で受信し、前記受信結果に基づいて各バランシングスイッチ 1 2 9 A ~ 1 2 9 F が制御される。

【 0 1 9 6 】

図 2 5 に示すデータ 3 3 0 は、図 7 の受信レジスタ 3 2 2 のデータ 3 3 0 の部分を拡大して示しており、データ 3 3 0 の内容が放電制御回路 1 3 2 1 ~ 1 3 2 6 に入力される。30  
入力される制御信号は例えば「1」または「ゼロ」を示す信号で、「1」はバランシングスイッチ 1 2 9 を閉じて放電する制御を表し、「ゼロ」はバランシングスイッチ 1 2 9 を開いて放電しない制御を意味する。これらの制御信号は放電制御回路 1 3 2 1 ~ 1 3 2 6 に保持され、この保持データに基づきバランシングスイッチ 1 2 9 A から 1 2 9 F はそれぞれ制御される。

【 0 1 9 7 】

前記放電制御回路 1 3 2 1 ~ 1 3 2 6 の保持データは A N D ゲート 1 2 ~ 6 2 に加えられ、さらに O R ゲート 1 1 ~ O R ゲート 6 1 を介してバランシングスイッチ 1 2 9 A から 1 2 9 F を駆動する。一方これら充電状態 S O C の調整のための制御に優先してバランシングスイッチ 1 2 9 A から 1 2 9 F を優先制御したい場合は、各 A N D ゲート 1 2 ~ A N D  
40  
ゲート 6 2 で上記放電制御回路 1 3 2 1 ~ 1 3 2 6 に基づく信号を遮断する。前記遮断期間は図 2 9 や図 3 0 で説明の期間であり、デコーダ 2 5 7 やデコーダ 2 5 9 の出力に基づいて前記電池の端子電圧の計測が行われるので、このデコーダ 2 5 7 やデコーダ 2 5 9 の出力に基づいて回路 2 8 0 2 から前記制御停止信号を各 A N D ゲート 1 2 ~ A N D ゲート 6 2 に送る。

【 0 1 9 8 】

前記各 A N D ゲート 1 2 ~ A N D ゲート 6 2 を開放して充電状態 S O C の調整のための制御を停止している期間は、A N D ゲート 1 1 ~ A N D ゲート 6 1 が閉じており、O R  
ゲート 1 2 ~ O R ゲート 6 2 の出力により、バランシングスイッチ 1 2 9 A ~ 1 2 9 F が駆  
50

動される。従って前記各ANDゲート12～ANDゲート62が開放しANDゲート11～ANDゲート61が閉じている期間は計測が最適に行われるように計測制御回路2811～計測制御回路2861からbalancingスイッチ129A乃至129Fを制御する制御信号を出力することができる。また後述かる検出用ハース32の異常診断の場合は診断制御回路2812乃至診断制御回路2862からbalancingスイッチ129A乃至Fを制御する制御信号を出力する。

#### 【0199】

このように各集積回路は3A・・・3M・・・3Nは、充電状態SOCの調整のための制御に優先して前記充電状態SOC調整制御を停止し、停止期間に各集積回路は独自にbalancingスイッチ129A～129Fを制御できる回路を有するので、正確な測定や診断が可能なる効果がある。

10

#### 【0200】

ADC、差動増幅器262、基準電圧の診断

動作表260の行260Y1に記載のステージSTG基準電源で内部基準電圧やアナログおよび電圧検出回路122Aの診断を行う。図6に記載のアナログ回路やデジタル回路を動作させるための電源電圧を集積回路内部の電源回路121(図2)で発生する。前記電源電圧を絶対的な基準電源に基づいて発生すると高精度の前記電源電圧を比較的容易に得ることができる。しかし一方前記絶対的な基準電圧が変化すると前記電源電圧が変化してしまう心配がある。

20

#### 【0201】

ステージSTG基準電源では前記基準電源の診断およびアナログ回路や電圧検出回路122Aの診断を効率良く行うことができる。以下具体的に説明する。

#### 【0202】

図6の回路で、選択回路120は基準電源とGNDを選択する。この選択により、GNDの電位を基準として基準電源との差電圧が差動増幅器262に輸入され電位シフトとスケール合わせが行われ、アナログデジタル変換器122Aに輸入される。アナログデジタル変換器122Aでデジタル値に変換され、デコーダ257とデコーダ259に基づき、現在値記憶回路274にデータPSBGとしてPSBGレジスタに保持される。

#### 【0203】

基準電源は関係する回路の動作が正常であればその電圧は既知であり、前記基準電源の既知の電圧より少し小さい値である基準電源の下位許容値と前記基準電源の既知の電圧より少し大きい値である基準電源の上位許容値の値を基準値記憶回路278のレジスタ下位許容値とレジスタ上位許容値とにそれぞれ保持する。基準電源が正常な電圧であれば前記基準電源の下位許容値と上位許容値との間の値である。またアナログ回路が正常に動作しない場合、例えば差動増幅器262が正常でない場合は例え基準電源が正常な電圧であってもアナログデジタル変換器122Aの出力は正常な範囲から外れる事となる。またアナログデジタル変換器122Aが正常でない場合も、アナログデジタル変換器122Aの出力は正常な範囲から外れる事となる。

30

#### 【0204】

従って、現在値記憶回路274の保持値「基準電源」が基準値記憶回路278に保持されている前記基準電源の下位許容値と上位許容値との間にあるかどうかをデジタル比較回路270で比較し、診断する。

40

#### 【0205】

デコーダ257とデコーダ259との出力に基づいてデジタルマルチプレクサ272は計測値「基準電源」を選択してデジタル比較回路270に送り、また前記デコーダ257とデコーダ259との出力に基づいて前記デジタルマルチプレクサ272は基準電源の下位許容値を選択してデジタル比較回路270に送る。デジタル比較回路270は計測値「基準電源」が基準電源の下位許容値より小さい場合に異常として、デコーダ257とデコーダ259との出力に基づいてデジタルマルチプレクサ282が選択した異常フラグの保持レジスタ、本実施例ではフラグ記憶回路284のレジスタ診断flagに異常フラグを

50

保持する。計測値「基準電源」が基準電源の下位許容値より大きい場合には正常と判断し、フラグ記憶回路284の異常フラグのセットは行われぬ。

【0206】

ステージSTG基準電源の期間において、さらにデジタルマルチプレクサ272はデコーダ257とデコーダ259との出力に基づいて計測値「基準電源」を選択してデジタル比較回路270に送り、また前記デコーダ257とデコーダ259との出力に基づいて前記デジタルマルチプレクサ272は基準電源の上位許容値を選択してデジタル比較回路270に送る。デジタル比較回路270は計測値「基準電源」が基準電源の上位許容値より大きい場合に異常として、デコーダ257とデコーダ259との出力に基づいてデジタルマルチプレクサ282が選択した異常フラグの保持レジスタ、本実施例ではフラグ記憶回路284のレジスタ診断flagに異常フラグを保持する。計測値「基準電源」が基準電源の上位許容値より小さい場合には正常と判断し、フラグ記憶回路284の異常フラグのセットは行われぬ。このようにしてアナログ増幅器である差動増幅器262やアナログデジタル変換器122Aが正常に動作しているかどうかの診断をステージSTG基準電源の度に行うことができ、高い信頼性を維持できる。

10

【0207】

デジタル比較回路の診断

図4に記載の動作表260のステージSTGCa1でデジタル比較回路の診断が行われる。以下その動作を説明する。デジタルマルチプレクサ272はデコーダ257とデコーダ259の出力に基づき増加の方向の演算で求められた増加演算値280を選択する。この増加演算値280は、基準値記憶回路278に保持されている基準値、例えば基準値OC、に所定値を加算して得られた値である。デジタルマルチプレクサ276が基準値記憶回路278に保持されている基準値の一つ、本実施例では基準値OCを選択し、デジタル比較回路270に比較対象として入力する。さらにまた、選択された前記基準値OCに所定値例えば"1"を加算して得られた増加演算値280をデジタルマルチプレクサ272を介してデジタル比較回路270に入力する。デジタル比較回路270が基準値OCより増加演算値280を大きいと判断すれば、デジタル比較回路270は正しく動作していることになる。

20

【0208】

次に、デジタルマルチプレクサ272はデコーダ257とデコーダ259の出力に基づき減少演算値281を選択する。この減少演算値281は、基準値記憶回路278に保持されている基準値、例えば基準値OC、から所定値、例えば"1"を減算して得られた値である。デジタルマルチプレクサ276が基準値記憶回路278に保持されている基準値の一つ、本実施例では基準値OCを選択し、デジタル比較回路270に比較対象として入力する。さらにまた、選択された前記基準値OCに所定値例えば"1"を減算して得られた減少演算値281をデジタルマルチプレクサ272を介してデジタル比較回路270に入力する。デジタル比較回路270が基準値OCより減少演算値281を小さいと判断すれば、デジタル比較回路270は正しく動作していることになる。

30

【0209】

以上の様に基準値記憶回路278に保持された基準値OCに所定値を加算した値と比較し、あるいは所定値を減算した値と比較することで比較機の動作が正常かどうかを診断することができる。

40

【0210】

前記増加演算値280や減少演算値281を使用する目的は比較対象にたいして大小関係が既知である条件を作り出して比較結果を診断することであり、所定値の加算や減算の代わりにデータを上位側にシフトあるいは下位側にシフトさせて値を使用しても良い。この場合は所定値4で乗算や減算したことになり、上述のごとく既知の大小関係を作り出すことが可能となる。

【0211】

図26と図27は電池セルBCの端子電圧を検出するための正極および負極とセルコン

50

トローラ 80 とを接続する検出用ハーネス 32 に異常が発生した場合の診断について説明する。図 26 は図 1 乃至図 2 の検出用ハーネス 32 の内の L2 が断線した場合である。また図 27 は図 22 の回路の検出用ハーネス 32 の内の上記と同様 L2 が断線した場合である。断線の原因としては図 19 に示す各電池セルと検出用ハーネス 32 との接続部や図 20 に示すセルコントローラ 80 との接続部のコネクタ 48 や 49 の接触不良が考えられ、またまれには検出用ハーネス 32 そのものの断線の可能性がある。

#### 【0212】

各電池セルの異常の可能性を検知し、異常が生じないようにすることが大切である。仮に前記電池セルと各集積回路間の電気的な接続に異常が生じると上記電池セルの異常の可能性を検知できなくなり、安全性の点で問題である。上記図 26 や図 27 における電池セルと各集積回路間の電気的な接続に異常が生じたことを検知する検知方法を、図 28 を用いて説明する。なお上記図 26 や図 27 の基本的な動作は先に説明のとおりであり、また検出用ハーネス 32 の内の L2 が断線したとして説明するが、L1 から L7 のどの線であっても同じように異常の診断が可能である。

10

#### 【0213】

図 28 でバラシングスイッチ 129A から 129C が開状態で検出用ハーネス 32 の L2 が断線したとコンデンサ C2 を含む色々な静電容量があり、選択回路 120 に入力される電圧 VC2 は見かけ上では、電池セルの端子電圧 V2 に近い正常値を示す可能性がある。従ってこのままでは異常を検知できない。

20

#### 【0214】

従って次に、診断したい検出用ハーネス 32 の L2 を介して放電電流を流すバラシングスイッチ 129B を閉じる。バラシングスイッチ 129B を閉じることにより、検出用ハーネス 32 の L2 と L3 の回路間に存在するコンデンサ C2 を含む静電容量に蓄えられていた電荷が放電され、選択回路 120 の入力電圧 VC2 は急激に低下する。もし断線していなければ電池セル BC2 から電流が供給されるので、選択回路 120 の入力電圧 VC2 はほとんど低下しない。

#### 【0215】

先の図 23 や図 24 で説明した電池セル BC2 の端子電圧の計測ステージで電池セル BC2 の端子電圧が計測される(計測 1)。先に説明の如くこの測定期間はバラシングスイッチ 129B を開示状態とする。検出用ハーネス 32 の L2 と L3 との回路間に存在するコンデンサ C2 を含む静電容量に電荷が流れ込み蓄積されるので、選択回路 120 の入力電圧 VC2 は少し上昇するが、それでも計測 1 で計測された電圧 VC2 は正常電圧に比べれば非常に低い電圧である。測定された電圧 VC2 は、図 6 に示す現在値記憶回路 274 の BC2 に保持される。

30

#### 【0216】

測定に引き続き行われる BC2 の診断で、現在値記憶回路 274 の BC2 から読み出された測定値が基準値記憶回路 278 の過放電閾値 OD 以下の異常値であることから、デジタル比較器 270 で異常の診断が可能となる。異常の診断結果はフラグ記憶回路 284 の診断 Flag にセットされる。断線時の電圧 VC2 は過放電閾値 OD より低くなるので、過放電閾値 OD よりさらに低い断線閾値を設け、断線閾値と現在値記憶回路 274 の BC2 に保持された計測値とをデジタル比較器 270 で比較することで断線判断が簡単に可能となる。図 6 で基準値記憶回路 278 のレジスタ O C F F O の値を前記断線閾値の値とすることで、常時断線検知が可能となる。

40

#### 【0217】

図 28 において、バラシングスイッチ 129B を開示状態とした後、バラシングスイッチ 129A と 129C とを閉じるとコンデンサ C2 には電池セル BC1 と BC2 の直列接続の電圧が加わることとなり、コンデンサ C2 の端子電圧は非常に高くなる。このため計測 1 の後直ちにバラシングスイッチ 129A と 129C とを閉じ、電池セル BC2 に対して再度測定を行う(計測 2)と、今度は電圧 VC2 は、過充電閾値をはるかに超えた値非常に高い値となっているので、簡単に断線検知が可能となる。

50

## 【 0 2 1 8 】

上述のとおり、図 6 に記載の現在値記憶回路 274 の BC2 に前記計測 2 の測定結果が保持される。現在値記憶回路 274 の BC2 に保持された計測値をデジタル比較器 270 で断線検知のための閾値と比較して、断線の検知を行っても良いし、バッテリーコントローラ 20 のソフトウェアの処理に基づき断線診断を行っても良い。

## 【 0 2 1 9 】

図 29 はバッテリーコントローラ 20 からの通信コマンド 292 により診断を行う方法である。先に説明のとおり、検出用ハーネス 32 の L2 が断線したとする。予め定められたタイミング S1 で断線診断のための通信コマンド 292 を送信する。この通信コマンド 292 は診断対象の集積回路を特定すると共に「バランシングスイッチ 129 を全て開にせよ」の命令である。すなわち通信コマンド 292 のデータ 330 は開を意味する「ゼロ」となっている。タイミング T1 でこの命令を受け、この命令の対象集積回路はバランシングスイッチ 129 を開にする。

10

## 【 0 2 2 0 】

次に予め決められたタイミング S2 で診断対象の検出用ハーネス 32 が接続されている電池セルを放電するためのバランシングスイッチ 129 B の閉命令を送る。タイミング T2 でこの命令を受け、この命令の対象のバランシングスイッチ 129 B を閉じる。もし L2 が断線していると選択回路 120 への入力信号 VC2 はほとんどゼロとなる。その後集積回路のステージ信号に基づく電池セル BC2 の測定ステージでバッテリーコントローラ 20 の命令に優先してタイミング T3 でバランシングスイッチ 129 B が開状態となり、電池セル BC2 の端子電圧を計測するための計測 1 が行われる。もし L2 が断線していると選択回路 120 への入力信号 VC2 は非常に低い電圧であり、この低い電圧が図 6 の現在値記憶回路 274 の BC2 に保持される。

20

## 【 0 2 2 1 】

集積回路は独自に短い周期で電池セル端子の計測を行っており、タイミング T5 で再びバランシングスイッチ 129 B が開状態となり、電池セル BC2 の端子電圧を計測するための計測 2 が行われる。もし L2 が断線していると計測結果は非常に低い値であり、この値が現在値記憶回路 274 の BC2 に保持される。

## 【 0 2 2 2 】

タイミング S3 でバッテリーコントローラ 20 は診断結果を取り込む命令を送信する。この命令を受け、集積回路は現在値記憶回路 274 の BC2 に保持されている計測結果を送信する。この計測結果を受信し、過放電状態よりさらに低い計測結果に基づき、バッテリーコントローラ 20 は断線の検知を行うことができる。すなわち集積回路から送られてきた計測結果を図 29 に記載の閾値 ThL1 と比較し、この閾値 ThL1 より測定結果が下であれば断線と判断し、リチウム電池を使用した直流電源とインバータとの接続を切り離す準備を開始し、準備が出来次第リレー RLP や RLN を開にする。

30

## 【 0 2 2 3 】

さらに正確をきすため、バッテリーコントローラ 20 はタイミング S4 でバランシングスイッチ 129 A と 129 C を閉じ、バランシングスイッチ 129 B を開く命令を送信する。もし断線していると診断する電池セルの両隣のバランシングスイッチ 129 を閉じることで選択回路 120 への入力電圧 VC2 が非常に大きくなり、過充電閾値より大きな電圧が測定されることとなる。この計測結果が現在値記憶回路 274 の BC2 に保持される。

40

## 【 0 2 2 4 】

タイミング S5 でバッテリーコントローラ 20 は計測結果の取り込み命令を対象の集積回路を指定して送り出す。この命令を受信して、タイミング T8 で前記集積回路は計測値をバッテリーコントローラ 20 に送信する。バッテリーコントローラ 20 は計測結果を受信し、過充電の閾値より高い断線検知用の閾値 ThL2 と比較し、計測結果が前記閾値 ThL2 より大きい場合に断線と判断する。計測 1 あるいは計測 2 の結果とあるいは計測 1 と計測 2 の平均値と閾値 ThL1 との比較でも正確に断線検知が可能であるが、さらに閾値 ThL1 と比較することにより、非常に高い精度で断線の検知を行うことができる。

50

## 【 0 2 2 5 】

このように本実施例では、断線検知を正確に行うことができる。

## 【 0 2 2 6 】

またしかも通常の電池セルの端子電圧の計測動作を利用して行うことができ、容易である。

## 【 0 2 2 7 】

また特別な回路を多く増やすことがなく、既に有している充電状態SOCを制御するためのbalancingスイッチ129を利用して診断を行うことができ、簡単である。

## 【 0 2 2 8 】

次に各集積回路内で自動的に断線を診断する方法を図30乃至図32を用いて説明する。図4に記載のステージ信号に基づいて電池セルの単位電圧の計測と断線診断を行うことにより、自動的に断線の診断を実施することができる。図30に具体的な計測および診断のスケジュールを示し、図32に具体的な回路を示す。

10

## 【 0 2 2 9 】

図30の上段は、ステージ信号のm回目およびm+1回目の周期の集積回路3Aの計測と打線診断を示し、中断は集積回路3Aの次の集積回路3Bの計測と打線診断を示し、下段は集積回路3Bのさらに次の集積回路3Cの計測と打線診断を示す。集積回路3Bは集積回路3Aから同期信号を受けて、ステージが開始され、集積回路3Cは集積回路3Bから同期信号を受けて、ステージが開始される。なお、図30で表示「ON」はbalancingスイッチ129を閉じる制御を行っている期間を意味し、「OFF」はbalancingスイッチ129を開く制御を行っている期間を意味する。「計測」は電池セルの端子電圧の計測と断線診断の制御を行っている期間を意味する。「ON」や「OFF」や「計測」の記載の無い部分は充電状態SOCを行っている期間である。

20

## 【 0 2 3 0 】

集積回路3AのステージSTGCa1でbalancingスイッチ129Aを閉じる。もし検出用ハーネス32に断線があれば、balancingスイッチ129Aを閉じることで、図28で説明のとおり、選択回路120の入力電圧は非常に小さくなり、ステージSTGC V1で計測される電池セルBC1の端子電圧は異常に小さい値として図31のアナログデジタル変換器122Aで検出され、現在値記憶回路274のレジスタBC1に保持される計測値が非常に小さい値となる。なお、ステージSTGC V1での計測精度を上げるため、balancingスイッチ129Bも開状態に制御される。

30

## 【 0 2 3 1 】

計測に引き続き行われる断線診断で現在値記憶回路274のレジスタBC1に保持された計測値と基準値記憶回路278に保持された断線診断の閾値ThL1とがデジタル比較器270で比較され、もし前記レジスタBC1に保持された計測値が断線診断の閾値ThL1より小さければ、断線を理由とする異常が発生したとしてフラグ記憶回路284の診断フラグが「1」となる。この診断フラグのセットは直ちにバッテリーコントローラ20に伝送されることは既に図6で説明のとおりである。なお、図37の基本動作は既に図6などで説明したとおりである。

## 【 0 2 3 2 】

断線などの異常が無ければ、ステージSTGC V1で計測される電池セルBC1の端子電圧は正常な値を示し、デジタル比較器270の診断でも異常検出は行われない。図30のm周期は奇数番目の電池セルのみの端子電圧の計測および診断が行われる。電池セルBC1の次に電池セルBC3の端子電圧の計測と断線診断が行われる。ステージSTGC V2で電池セルBC3のbalancingスイッチ129Cを一度閉じ、次にステージSTGC V3でbalancingスイッチ129Cを開にして電池セルBC3の端子電圧の計測を行う。さらに図31のデジタル比較器270で上記説明と同様に断線診断を行う。ステージSTGC V3での電池セルBC3の端子電圧の検出制度や診断精度を高めるため、balancingスイッチ129Cの両隣のbalancingスイッチ129Bと129Dは図30に示すとおり、開状態に維持する。

40

50

## 【 0 2 3 3 】

同様に S T G C V 5 で電池セル B C 3 の端子電圧の計測と診断を行うためバランスングスイッチ 1 2 9 D や 1 2 9 F を開状態に保持する。上記計測および診断動作では奇数版目の電池セル B C 1、B C 3、B C 5 について行われる。同様に電池セル B C 2、B C 4、B C 6 の計測や診断はつぎの  $m + 1$  の周期で行われる。このように図 3 0 では奇数番目の電池セルと偶数番目の電池セルで、計測と診断はそれぞれステージ周期の異なる周期で行うようにしている。

## 【 0 2 3 4 】

集積回路 3 B のステージ S T G C V 1 での電池セル B C 1 に関する計測と診断では、一つ前の集積回路 3 A のバランスングスイッチ 1 2 9 F が開状態に保たれることが必要である。このため集積回路 3 A から同期信号を集積回路 3 B に送り、集積回路 3 B は集積回路 3 A の同期信号に同期しいステージを発生する。この実施例では、集積回路 3 A からの同期信号を受けて最所のステージ信号 S T G C a 1 の発生を開始している。

10

## 【 0 2 3 5 】

このように隣接する集積回路の一方の集積回路の決まった周期で他方の集積回路に同期信号を送り、この同期信号を受けて他方の集積回路は決まったステージ信号をスタートさせるようにしているので、一方の集積回路の他方側の電池セルすなわち集積回路 3 A の電池セル B C 6 の計測の期間は、他方の集積回路 3 B の電池セル B C 1 のバランスングスイッチ 1 2 9 A は開に保持される。また他方の集積回路 3 B の電池セル B C 1 の計測期間は、一方の集積回路 3 A の他方側の電池セル B C 6 のバランスングスイッチ 1 2 9 F を開に保持する。

20

## 【 0 2 3 6 】

図 3 0 で集積回路 3 B と 3 C 間も同様であり、集積回路 3 B の特定のステージで同期信号が集積回路 3 B から集積回路 3 C に送られる。このようにすることで計測される電池セルと直列接続されている両隣の電池セルのバランスングスイッチ 1 2 9 を開に維持し、正確な計測と正確な診断を実現している。

## 【 0 2 3 7 】

図 3 2 は図 1 の回路に前記同期信号を送るための伝送路 5 6 が設けられている。その他の回路と動作は既に図 1 で説明のとおりである。図 3 8 で集積回路 3 A の同期信号出力端 S Y N O から集積回路 3 B の同期信号入力端 S Y N I に同期信号が送信される。同様に、  
・集積回路 3 M - 1 の同期信号出力端 S Y N O から集積回路 3 M の同期信号入力端 S Y N I に同期信号が送信され、  
・集積回路 3 N - 1 の同期信号出力端 S Y N O から集積回路 3 N の同期信号入力端 S Y N I に同期信号が送信される。

30

## 【 0 2 3 8 】

上記図 3 0 や図 3 2 では電位の高い集積回路から隣接する電位の低い集積回路に同期信号を送信したが、これは一例であり、電位の低い集積回路から電位の高い集積回路へ同期信号を送信するようにしても問題ない。重要なことは隣接する集積回路内のステージ信号を、互いに同期して発生することである。

## 【 0 2 3 9 】

以上の様にバランスングスイッチ 1 2 9 を利用して断線診断を簡単に行うことが可能である。

40

## 【 0 2 4 0 】

上述した各実施例はそれぞれ単独に、あるいは組み合わせて用いても良い。それぞれの実施例での効果を単独あるいは相乗して奏することができるからである。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 2 4 1 】

【 図 1 】本発明による車両用直流電源装置の電池モジュールおよびセルコントローラの一実施例を示す構成図である。

【 図 2 】本発明による車両用直流電源装置に用いられる集積回路の構成の一実施例を示すブロック図である。

50

【図 3】本発明による車両用直流電源装置に用いられる集積回路の通信コマンドの送受信方法の一実施例を示した説明図である。

【図 4】本発明による車両用直流電源装置における計測動作のタイミングの一実施例を説明する図である

【図 5】本発明による車両用直流電源装置において各集積回路の対応する各グループを構成する電池セル数の数に応じ、計測動作を実行させる回路の一実施例を説明する図である。

【図 6】本発明による車両用直流電源装置において、診断の対象となる回路および該診断のための回路の一実施例を説明する図である。

【図 7】本発明による車両用直流電源装置の集積回路の内部に設けられた通信コマンドの送受信を行う通信回路の一実施例を説明する図である。 10

【図 8】本発明による車両用直流電源装置においてバッテリーコントローラからの通信コマンドにより各集積回路のアドレスレジスタの設定手順の一実施例を説明する説明図である。

【図 9】通信コマンドの送信に基づく図 7 の回路の動作を説明する説明図である。

【図 10】図 9 に記載の各集積回路に、バッテリーコントローラからの通信コマンドに基づいて順次アドレスを設定する実施例の説明図である。

【図 11】本発明による車両用直流電源装置において各電池セルの充電状態を計測し、充電量の多い電池セルの放電を実行する処理フローの一実施例を示した図である。

【図 12】本発明による車両用直流電源装置において各集積回路または各電池セルが異常となっているか否かをテストするための処理フローの一実施例を示した図である。 20

【図 13】直流電源システムを車両用回転電機の駆動システムに適用した場合の一実施例を示す回路図である。

【図 14】図 13 に示した車両用電源システムにおける動作フローの一実施例を示した図である。

【図 15】前記車両用電源システムにおいてバッテリーコントローラのセルコントローラとの通信を終了させるシーケンスの一実施例を示す説明図である。

【図 16】前記車両用電源システムにおいてバッテリーコントローラのセルコントローラとの通信を終了させるシーケンスの他の実施例を示す説明図である。

【図 17】本発明による車両用直流電源装置においてバッテリーモジュールの各グループが有する電池セルの数を異なる数とした場合の実施例を示す説明図である。 30

【図 18】本発明による車両用直流電源装置に用いられる電池モジュール（蓋が取り付けられている）の一実施例を示した図である。

【図 19】本発明による車両用直流電源装置に用いられる電池モジュール（蓋が外されている）の一実施例を示した図である。

【図 20】本発明による車両用直流電源装置に用いられる電池モジュールに内蔵されるセルコントローラの一実施例を示す平面図である。

【図 21】本発明による車両用直流電源装置においてバランススイッチの制御と各電池セルの端子電圧の計測の両方の制御を実現する構成の一実施例を示す図である。

【図 22】本発明による車両用直流電源装置においてバランススイッチの制御と各電池セルの端子電圧の計測の両方の制御を実現する構成の他の実施例を示す図である。 40

【図 23】図 21 に示す回路において計測制御と充電状態の調整のための放電制御との関係を示す動作図である。

【図 24】図 22 に示す回路において計測制御と充電状態の調整のための放電制御との関係を示す動作図である。

【図 25】図 23 や図 24 に示す制御を行うための回路の一実施例を示す図である。

【図 26】電池セル B C の端子電圧を検出するための正極および負極とセルコントローラとを接続する検出用ハーネスに異常が発生した場合の診断の一例を示す説明図である。

【図 27】電池セル B C の端子電圧を検出するための正極および負極とセルコントローラとを接続する検出用ハーネスに異常が発生した場合の診断の他の例を示す説明図である。 50

【図 28】図 26 および図 27 に示す構成において電池セルと各集積回路間の電氣的な接続に異常が生じたことを検知する方法を示した説明図である。

【図 29】充電状態の調整のための制御に優先してバランスングスイッチを優先制御したい場合において放電制御回路に基づく信号の遮断期間を示す説明図である。

【図 30】充電状態の調整のための制御に優先してバランスングスイッチを優先制御したい場合において放電制御回路に基づく信号の遮断期間を示す説明図である。

【図 31】図 6 に対応し、本発明による車両用直流電源装置における診断の対象となる回路および該診断のための回路の他の実施例を説明する図である。

【図 32】図 1 と対応し、本発明による車両用直流電源装置の電池モジュールおよびセルコントローラの他の実施例を示す構成図である。

【符号の説明】

【0242】

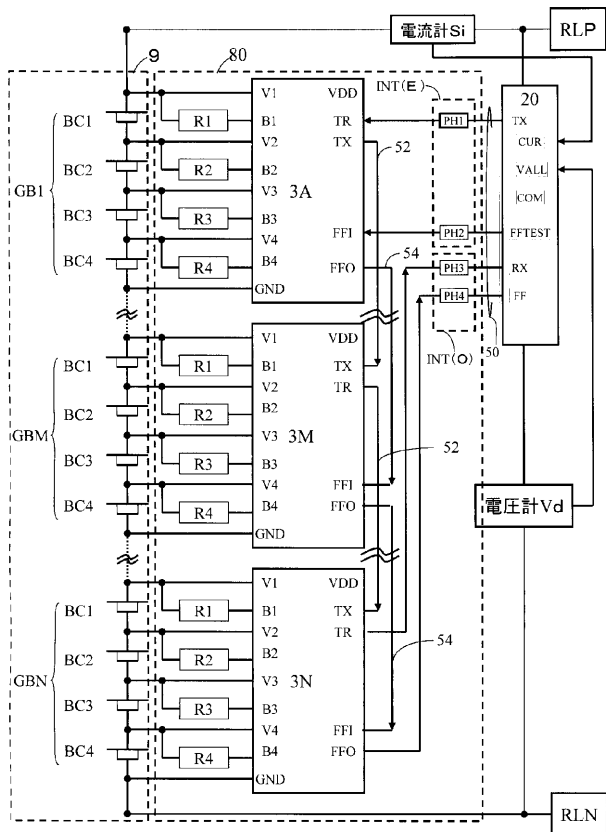
B 1 ~ B 1 2 ... 電池セル、R 1 ~ R 6 ... 抵抗、3 A、3 B、4 A、4 B、5 A、5 B ... 集積回路、S i ... 電流センサ、V d ... 電圧計、9 ... 電池モジュール、2 0 ... バッテリコントローラ、3 2 ... 検出用ハーネス、5 0 ... 通信ハーネス、5 2 ... 伝送路（シリアル通信）、5 4 ... 伝送路（フラグ通信）、5 6 ... 伝送路（Wake U P）、6 6 ... センターポール、8 0 ... セルフコントローラ、8 1 ... 正極強電ケーブル、8 2 ... 負極強電ケーブル、9 2 ... 比較回路、9 3 ... 切り換えスイッチ、1 2 0 ... 選択回路、1 2 1 ... 電源回路、1 2 2 ... 電圧検出回路、1 2 2 A ... アナログデジタル変換器、1 2 3 ... IC 制御回路、1 2 4 ... 電源管理回路、1 2 5 ... 記憶回路、1 2 7 ... 通信回路、1 2 9 A ~ F ... バランスングスイッチ、1 3 0 ... 電位変換回路、1 3 1 ... 異常判定回路、1 3 2 ... 放電制御回路、1 3 3 ... スイッチ駆動回路、2 2 0 ... インバータ装置、2 2 2 ... M C U、2 2 4 ... ドライバ回路、2 2 6 ... パワーモジュール、2 3 0 ... モータ、2 5 2 ... タイミング制御回路、2 5 4 ... 起動回路、2 5 6 ... 第 1 ステージカウンタ、2 5 7 ... デコーダ、2 5 8 ... 第 2 ステージカウンタ、2 5 8 2 ... レジスタ、2 5 8 4、2 5 8 6 ... ロジック回路、2 5 9 ... デコーダ、2 6 0 ... 動作表、2 6 2 ... 差動増幅器、2 6 3 ... 平均化制御回路、2 6 4 ... 平均化回路、2 7 0 ... デジタル比較器、2 7 2、2 7 6 ... デジタルマルチプレクサ、2 7 4 ... 現在値記憶回路、2 7 5 ... 初期値記憶回路、2 7 8 ... 基準値記憶回路、2 8 1 1 ~ 2 8 6 1 ... 計測制御回路、2 8 4 ... フラグ記憶回路、2 8 6 ... 選択回路、2 9 2 ... 通信コマンド、2 9 4 ... データバス、3 0 2 ... 送信レジスタ、3 2 2 ... 受信レジスタ、3 4 4 ... コマンド処理回路、3 4 5 ... コマンド解読回路、3 4 6 ... 演算回路。

10

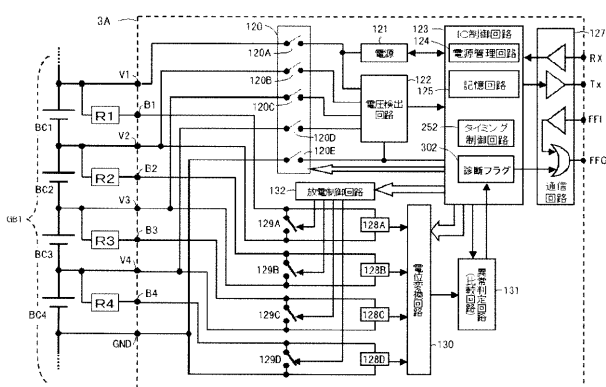
20

30

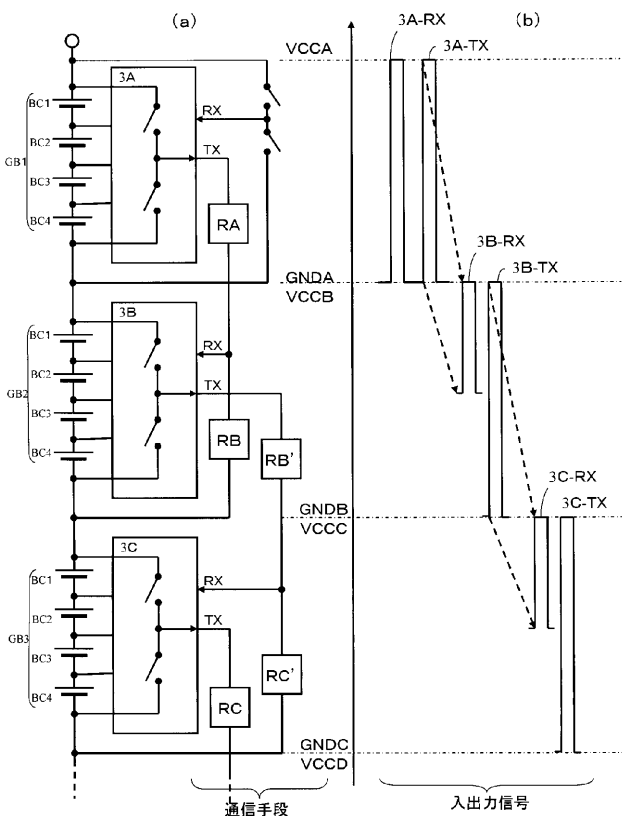
【図1】



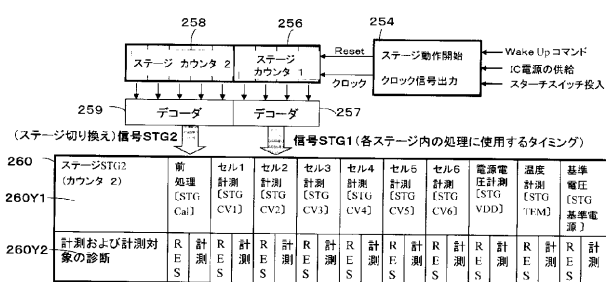
【図2】



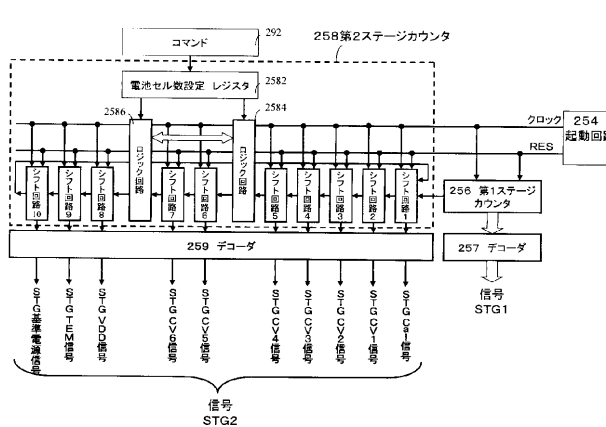
【図3】



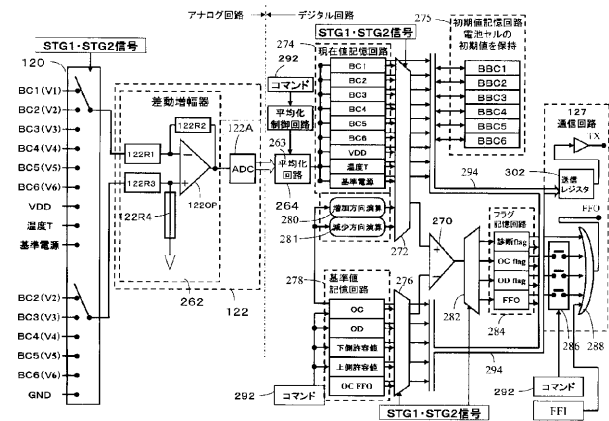
【図4】



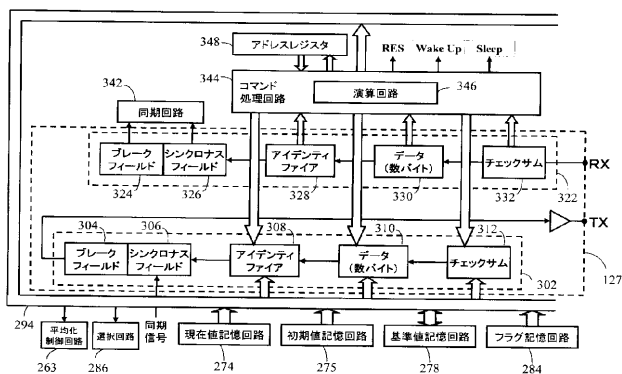
【図5】



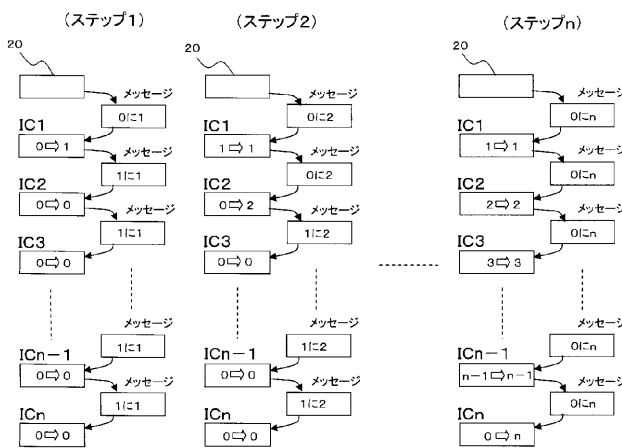
【図 6】



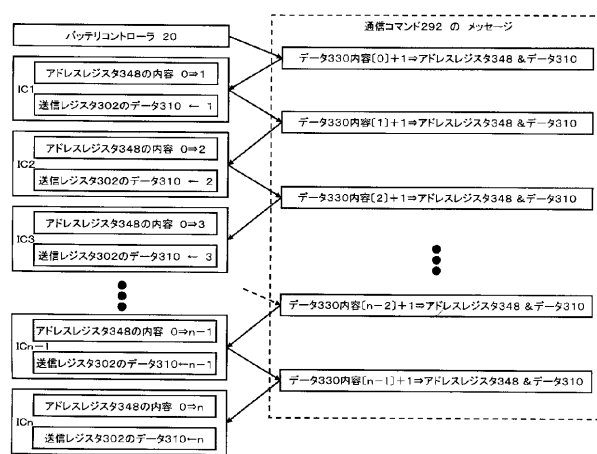
【図 7】



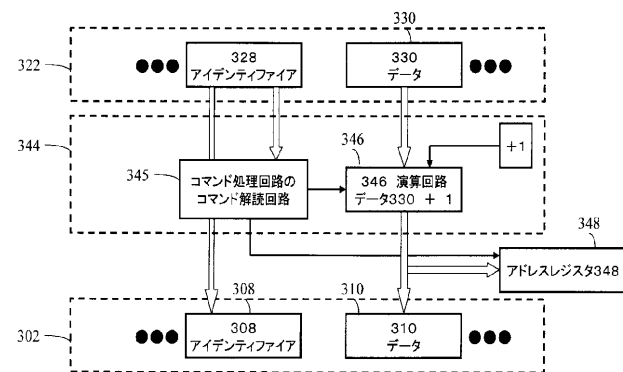
【図 10】



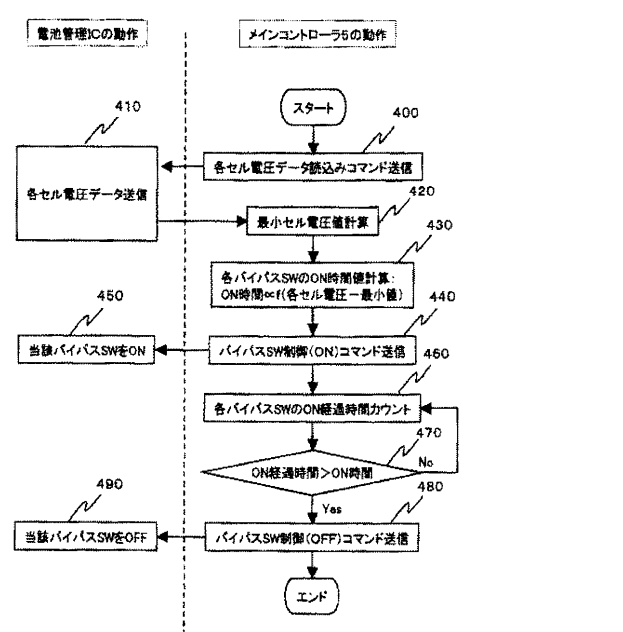
【図 8】



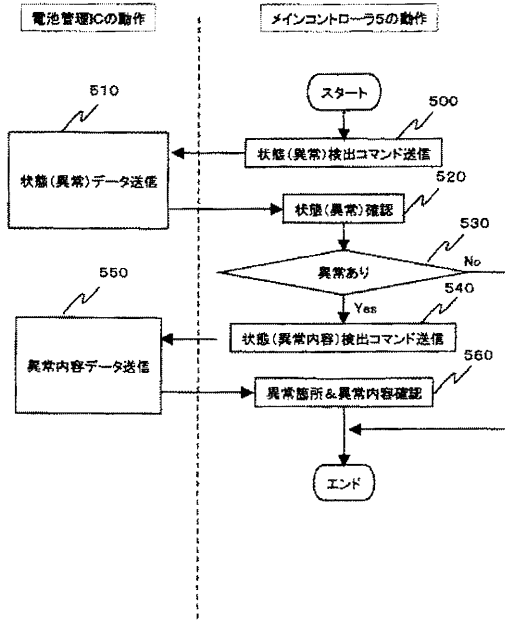
【図 9】



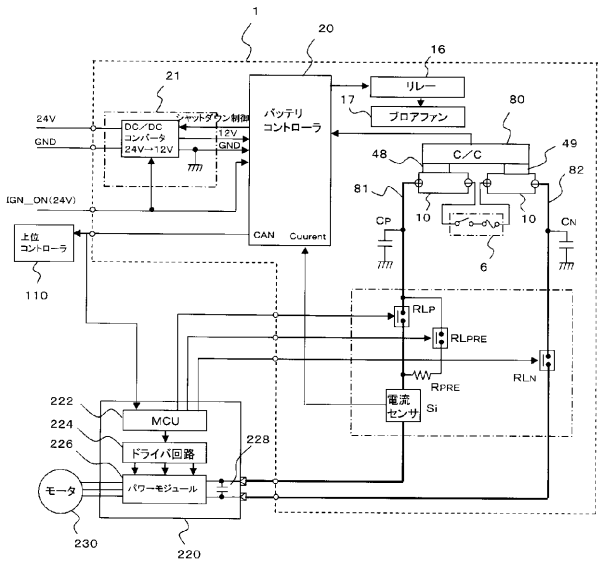
【図 11】



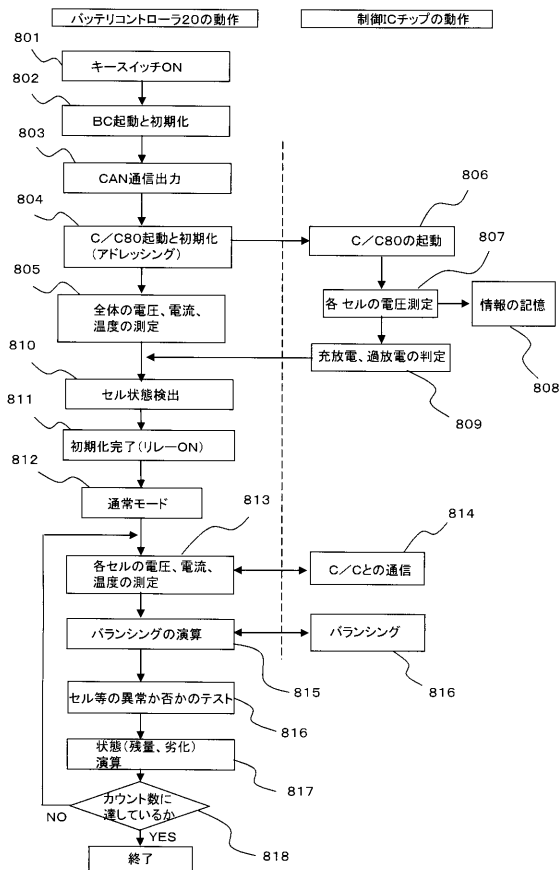
【図12】



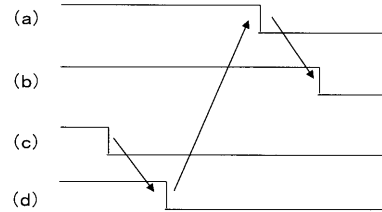
【図13】



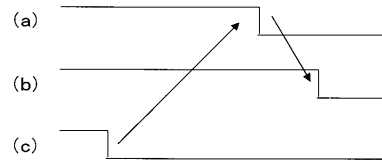
【図14】



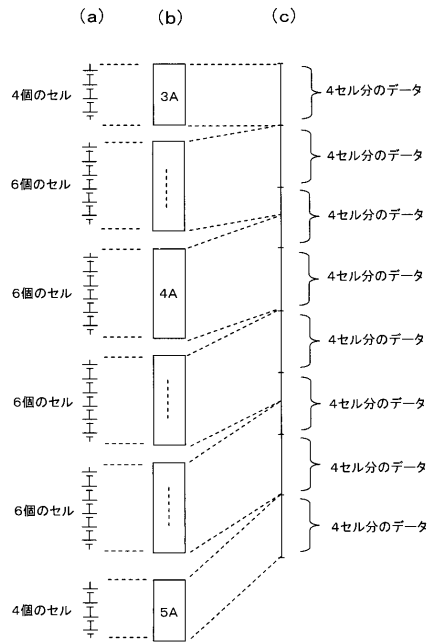
【図15】



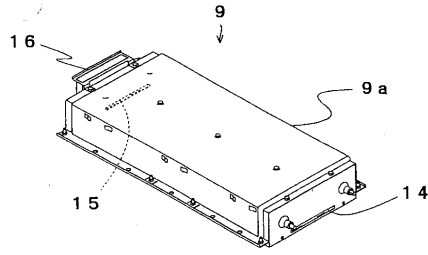
【図16】



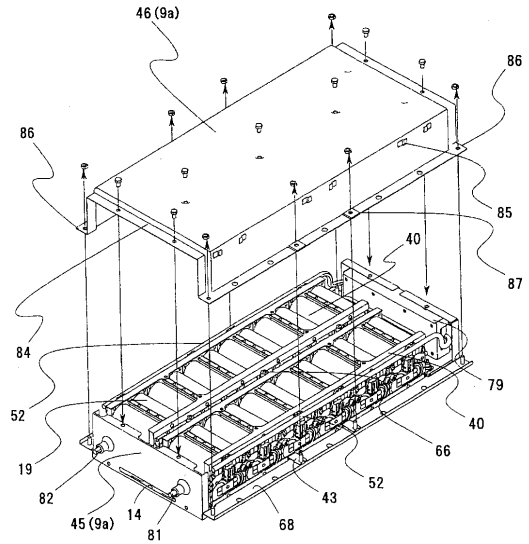
【図17】



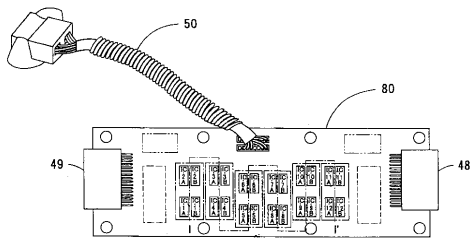
【図18】



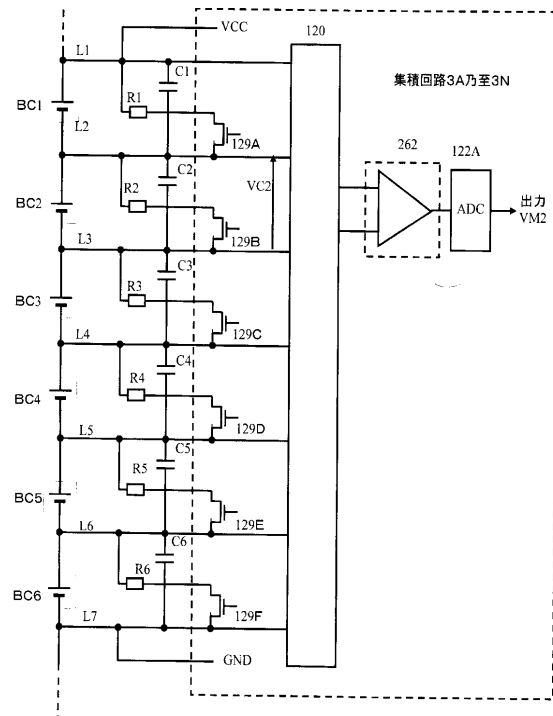
【図19】



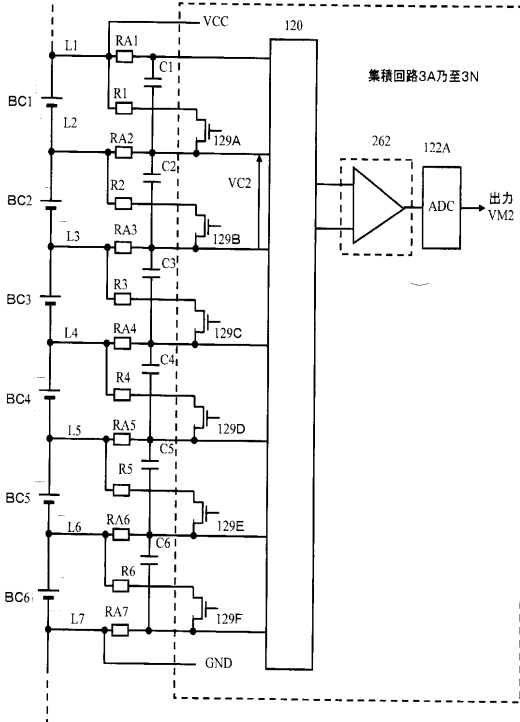
【図20】



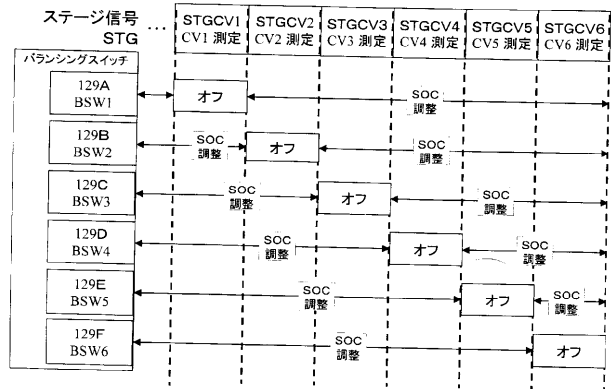
【図21】



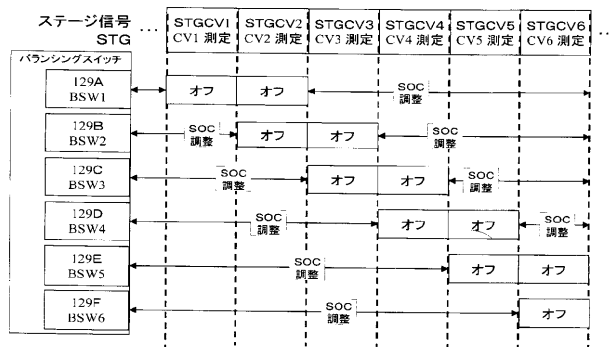
【図 2 2】



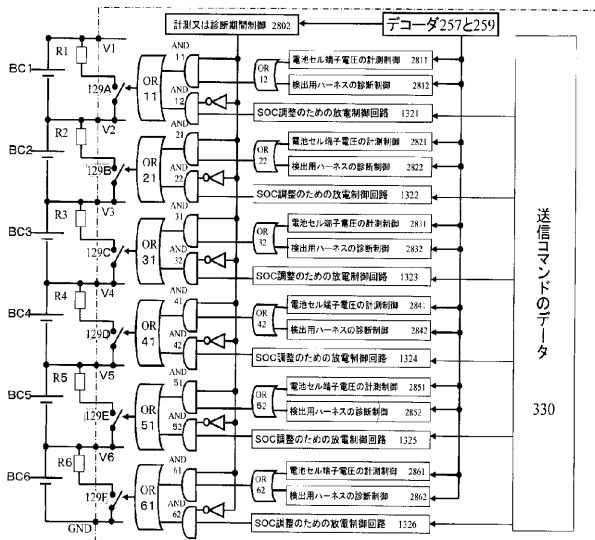
【図 2 3】



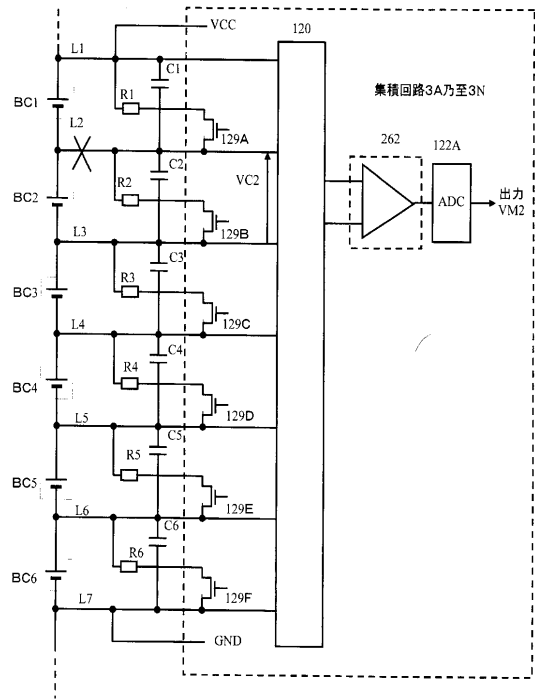
【図 2 4】



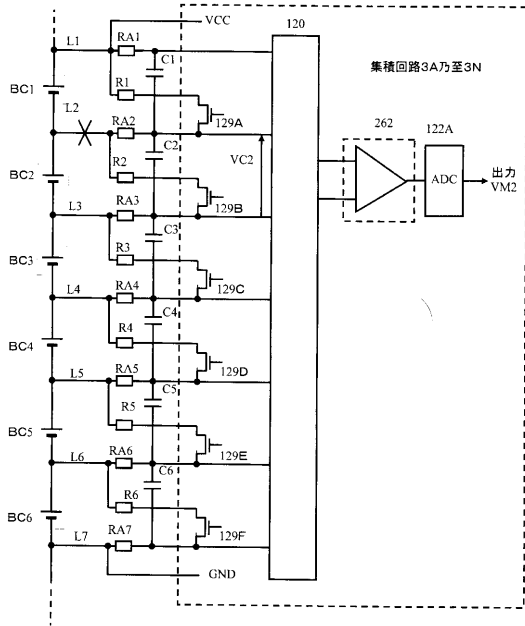
【図 2 5】



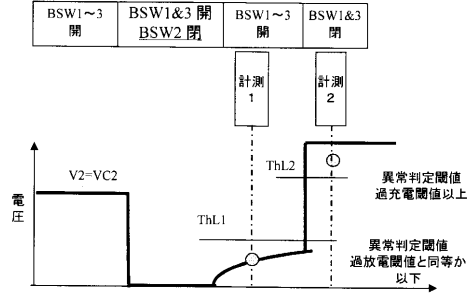
【図 2 6】



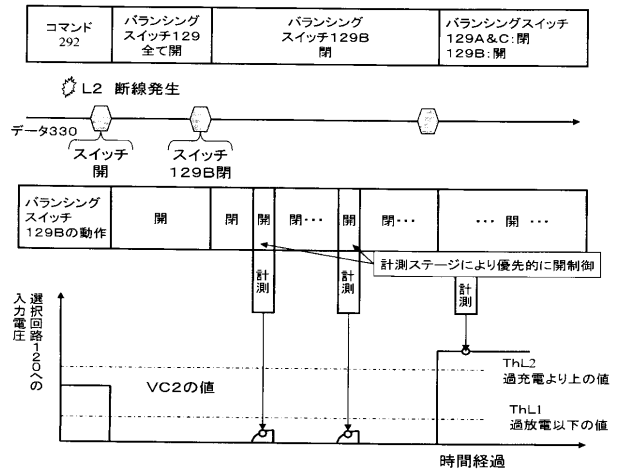
【図 27】



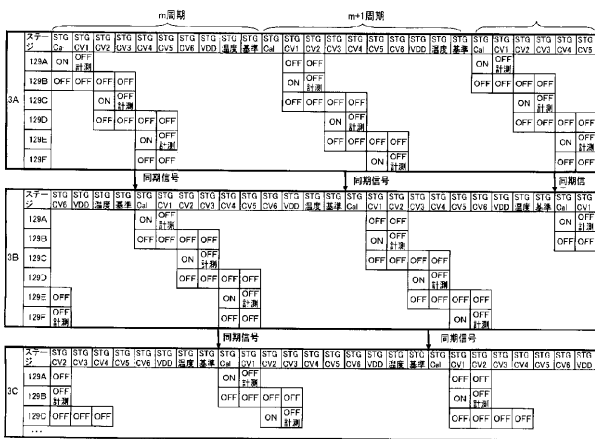
【図 28】



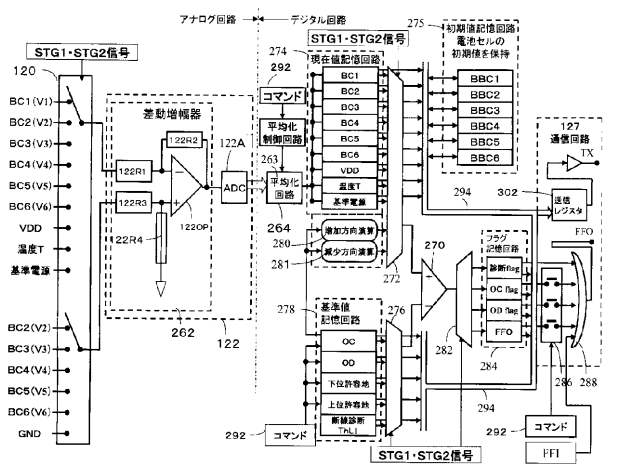
【図 29】



【図 30】



【図 31】





## フロントページの続き

|                      |                  |               |   |            |
|----------------------|------------------|---------------|---|------------|
| (51)Int.Cl.          |                  | F I           |   | テーマコード(参考) |
| <b>G 0 1 R 31/00</b> | <b>(2006.01)</b> | H 0 2 J 7/00  | Y |            |
|                      |                  | G 0 1 R 31/00 |   |            |

(72)発明者 坂部 啓

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 菊地 睦

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 山内 辰美

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 工藤 彰彦

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所オートモティブシステムグループ内

(72)発明者 久保 謙二

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所オートモティブシステムグループ内

Fターム(参考) 2G035 AB02 AC01 AD10 AD28 AD45

2G036 AA19 AA28 BA37 CA06 CA12

5G503 AA01 AA07 BA03 BB02 CA11 DA04 EA09 FA06

5H030 AS08 FF44

5H115 PA15 PC06 PG04 PI16 PI29 QN02 SE05 SL09 TI02 TI05

TR19 TU04