

(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2008-35671

(P2008-35671A)

(43) 公開日 平成20年2月14日(2008.2.14)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H02J 7/00	(2006.01)	H02J 7/00	301A	5G003
H01M 10/44	(2006.01)	H01M 10/44	P	5H030

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2006-208375 (P2006-208375)	(71) 出願人	505083999 日立ビ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
(22) 出願日	平成18年7月31日(2006.7.31)	(74) 代理人	100104721 弁理士 五十嵐 俊明
		(72) 発明者	甲斐 剛 茨城県ひたちなか市稲田1410番地 日立ビークルエナジー株式会社内
		(72) 発明者	相羽 恒美 茨城県ひたちなか市稲田1410番地 日立ビークルエナジー株式会社内
		(72) 発明者	工藤 彰彦 茨城県ひたちなか市稲田1410番地 日立ビークルエナジー株式会社内

最終頁に続く

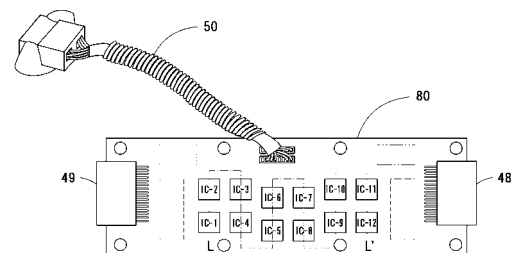
(54) 【発明の名称】セルコントローラ、電池モジュールおよび電源システム

(57) 【要約】

【課題】生産性に優れたセルコントローラを提供する。

【解決手段】セルコン80は、基板上に12個のIC-1～IC-12が実装されており、これらのICは、組電池を構成する各単電池の電圧を検出するとともに、各単電池の容量調整を行うICであって、基板上で画定される矩形状連続直線L-L'の矩形長辺上に2個ずつ、対応する組電池の電位差の順に、最高電位側のIC-1から最低電位側のIC-12まで連続して実装されている。矩形状連続直線L-L'の矩形短辺間の距離は同じである。セルコン80上では、グラウンド電圧の異なるIC-1～IC-12間において、各ICは信号出力端子がそれぞれ下位のICの信号入力端子に電氣的に絶縁状態で接続されている。

【選択図】図10



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の単電池を直列接続した電池ユニット用のセルコントローラであって、前記電池ユニットを構成する各単電池の電圧を検出するための IC を単電池群の個数に対応して基板上に実装したセルコントローラにおいて、前記 IC は、前記基板上で画定される矩形連続直線の矩形長辺上に複数個ずつ、対応する前記単電池群の電位差の順に、最高電位側の IC から最低電位側の IC まで、または、最低電位側の IC から最高電位側の IC まで連続して実装されたことを特徴とするセルコントローラ。

【請求項 2】

前記矩形連続直線の矩形長辺上に実装された IC の数が各矩形長辺で同数であることを特徴とする請求項 1 に記載のセルコントローラ。

10

【請求項 3】

前記矩形連続直線の矩形短辺間の距離が同じであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のセルコントローラ。

【請求項 4】

前記 IC は、下位の IC との間で信号の入出力に係る端子が電氣的に非絶縁状態で接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載のセルコントローラ。

【請求項 5】

前記基板には、抵抗素子とスイッチ素子とで構成され、前記電池ユニットを構成する各単電池の容量を調整するための容量調整回路が実装されており、前記抵抗素子は前記矩形連続直線から離間した領域にまとめて実装されたことを特徴とする請求項 1 に記載のセルコントローラ。

20

【請求項 6】

前記基板には、前記最高電位側の IC の入力端子および前記最低電位側の IC の出力端子と、前記セルコントローラを制御する上位のバッテリーコントローラとの間の信号通信を電氣的に絶縁状態で行うためのフォトカプラがさらに実装されたことを特徴とする請求項 1 に記載のセルコントローラ。

【請求項 7】

前記単電池群のうち少なくとも 1 個の単電池群には、該単電池群を構成するいずれかの単電池の温度を検出するための温度センサが配されており、前記基板は、前記温度センサから導出された導出線を、前記セルコントローラを制御する上位のバッテリーコントローラまで中継することを特徴とする請求項 1 に記載のセルコントローラ。

30

【請求項 8】

前記 IC は作動電源に対応する前記単電池群から供給されることを特徴とする請求項 1 に記載のセルコントローラ。

【請求項 9】

複数の単電池を直列接続した電池ユニットと、
請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載のセルコントローラと、
を備えた電池モジュール。

【請求項 10】

前記単電池は非晶質炭素を負極活物質としたリチウム二次電池であることを特徴とする請求項 9 に記載の電池モジュール。

40

【請求項 11】

前記単電池はリチウムマンガン複酸化物を正極活物質としたことを特徴とする請求項 10 に記載の電池モジュール。

【請求項 12】

請求項 9 に記載の電池モジュールを少なくとも 1 個有する強電バッテリーと、
前記セルコントローラと電氣的に絶縁状態で通信を行い、受信した前記強電バッテリーを構成する全単電池の電圧から該全単電池の電池状態を算出するバッテリーコントローラと、
を備えた電源システム。

50

【請求項 1 3】

前記強電バッテリーは前記電池モジュールを 2 個有しており、前記電池モジュールは保守・点検用のスイッチを介して直列接続されていることを特徴とする請求項 1 2 に記載の電源システム。

【請求項 1 4】

前記バッテリーコントローラは作動電源を外部電源から供給されることを特徴とする請求項 1 2 に記載の電源システム。

【請求項 1 5】

前記外部電源は車両に搭載された鉛電池であることを特徴とする請求項 1 4 に記載の電源システム。

【請求項 1 6】

前記外部電源の電圧を変換する電圧変換器を更に備えたことを特徴とする請求項 1 4 に記載の電源システム。

【請求項 1 7】

前記強電バッテリーの正負極はケースグラウンドとの間にそれぞれコンデンサが介在しており、前記ケースグラウンドは前記電圧変換器で変換された電圧電源のマイナス側と同電位であることを特徴とする請求項 1 6 に記載の電源システム。

【請求項 1 8】

前記バッテリーコントローラと前記電圧変換器とは、前記バッテリーコントローラ側から前記電圧変換器側に前記変換された電圧の供給停止命令を送出するための信号線で接続されていることを特徴とする請求項 1 6 に記載の電源システム。

【請求項 1 9】

前記外部電源で作動し前記強電バッテリーを構成する全単電池を冷却するためのファンと、リレーとを更に備え、前記バッテリーコントローラは、前記リレーをオン、オフ制御することで前記ファンの動作を制御することを特徴とする請求項 1 4 に記載の電源システム。

【請求項 2 0】

前記強電バッテリーの正負極はそれぞれリレーを介して外部へ導出されていることを特徴とする請求項 1 2 に記載の電源システム。

【請求項 2 1】

前記リレーは、前記強電バッテリーが電源を供給する外部装置からそれぞれオン、オフ制御されることを特徴とする請求項 2 0 に記載の電源システム。

【請求項 2 2】

前記強電バッテリーの正極に挿入されたリレーには該リレーより耐電流値の小さいリレーが抵抗を介して並列接続されており、該並列接続されたリレーは、前記電池モジュールが前記外部装置に電源を供給する初期時に、前記外部装置からオン、オフ制御されることを特徴とする請求項 2 1 に記載の電源システム。

【請求項 2 3】

前記バッテリーコントローラは、前記強電バッテリーの総電圧を電氣的に絶縁状態に取り込むための総電圧検出回路を有することを特徴とする請求項 1 2 に記載の電源システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はセルコントローラ、電池モジュールおよび電源システムに係り、特に、複数の単電池を直列接続した電池ユニット用のセルコントローラ、該セルコントローラを備えた電池モジュール、該電池モジュールを備えた電源システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、エンジンおよびモータで駆動されるハイブリッド電気自動車（HEV）やモータのみで駆動される純正電気自動車（PEV）等の電気自動車の大電流充放電用電源には、ニッケル水素二次電池、リチウム二次電池等の単電池を複数個直列ないし並列に

10

20

30

40

50

接続した単電池群（組電池）を備えた電池モジュールが使用されている。

【０００３】

各単電池の電池状態を把握するために、電池モジュールを構成する個々の単電池電圧を検出することから、単電池数が増加するほど制御回路が複雑化し、接続作業や組み立て作業が煩雑となる。なお、各単電池を多数接続して電池モジュールを構成する技術は特許文献１に開示されている。また、個々の単電池電圧を検出する技術は特許文献２に開示されている。

【０００４】

【特許文献１】特開平１０－２７０００６号公報

【特許文献２】特開２００３－７０１７９号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

本発明の課題は、組みたいなどの生産性の優れたセルコントローラ、電池モジュールあるいは電源システムを提供することである。また、以下に説明する実施の形態では上記課題の他に種々の課題を解決できるが、これらの課題および解決手段は実施の形態の中で述べる。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明が適用されるセルコントローラの制御対象となる単電池群、あるいは本発明が適用される電池モジュールあるいは電源システムを構成する単電池群は、直列接続された複数の単電池を有している。単電池群の単電池の状態（例えば、電圧）は検出回路により検出され、検出回路は集積回路（以下、ＩＣと記す）の中に設けられている。ＩＣは基板上に複数個配置されており、各ＩＣが単電池群の単電池の状態を分担して検出するように上記ＩＣは電気的に単電池群に接続される。基板上において、ＩＣは互いに、状態検出対象の単電池の直列接続関係に関係付けられた位置関係で配置されている。

20

【発明の効果】

【０００７】

本発明によれば、セルコントローラ、電池モジュールあるいは電源システムの生産性が向上する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【０００８】

以下、図面を参照して、本発明を、ハイブリッドトラック用電源システムに適用した実施の形態について説明する。以下の実施の形態はハイブリッドトラック用電源システムに特に最適であるが、トラック以外の車に適用すればそれなりに従来にはない効果がある。また、ハイブリット駆動ではなく、すなわちエンジンのトルクで直接的に車両走行を行う構造ではなく、回転電機のトルクのみにより車両走行を行うものにも適用できる。

【０００９】

なお、本発明には生産性が向上するとの上記効果があるが、以下に説明の実施の形態ではさらに多くの特徴および効果がある。その一部を、各図面に基づく説明の前に、以下のとおり記載する。

40

【００１０】

本発明の第１の態様では次の特徴を有するので装置を低コスト化あるいはコンパクト化できる効果がある。複数個の単電池を直列接続した単電池群をさらに複数個直列接続した電池ユニット用のセルコントローラであって、単電池群を構成する各単電池の電圧を検出するためのＩＣを単電池群の個数に対応して基板上に実装したセルコントローラにおいて、ＩＣは、対応する単電池群の電位の順に、高電位側のＩＣから低電位側のＩＣの順、または低電位側のＩＣから高電位側のＩＣの順で位置づけられて配置されている。

【００１１】

第１の態様において次の手段を有するので、装置を低コスト化あるいはコンパクト化で

50

きる効果がある。矩形状連続直線の矩形長辺上に実装されたＩＣの数が各矩形長辺で同数であることが好ましく、矩形状連続直線の矩形短辺間の距離が同じであることがさらに好ましい。また、各ＩＣは、下位のＩＣとの間で信号の入出力に係る端子が電氣的に非絶縁状態で接続されていることが好ましい。さらに、基板には、抵抗素子とスイッチ素子とで構成され、単電池群を構成する各単電池の容量を調整するための容量調整回路が実装されており、抵抗素子は矩形状連続直線から離間した領域にまとめて実装されるようにしてもよい。また、基板には、最高電位側のＩＣの入力端子および最低電位側のＩＣの出力端子と、セルコントローラを制御する上位のバッテリーコントローラとの間の信号通信を電氣的に絶縁状態で行うためのフォトプラがさらに実装されていてもよい。さらに、単電池群のうち少なくとも１個の単電池群には、該単電池群を構成するいずれかの単電池の温度を検出するための温度センサが配されており、基板が、温度センサから導出された導出線を、セルコントローラを制御する上位のバッテリーコントローラまで中継するようにしてもよい。そして、各ＩＣは作動電源を対応する単電池群から供給されることが望ましい。

10

【００１２】

本発明の第２の態様では次の構成を有するので、装置を低コスト化あるいはコンパクト化できる効果がある。第２の態様の電池モジュールは、複数個の単電池を直列接続した単電池群をさらに複数個直列接続した電池ユニットと、第１の態様のセルコントローラと、を備える。

【００１３】

また、第２の態様において、単電池は端面と側面とを有し該端面に電極を有し、上記単電池のそれぞれの側面が互いに対向するように複数の上記単電池を固定することにより組電池が構成される。さらに上記組電池が、それぞれの組電池を構成する単電池の側面が対向するように複数の組電池が配置される。さらに上記単電池の側面と対向するようにＩＣを備えた基板が配置されている。このような構成により電池モジュールがコンパクトになり、また組立作業性が向上する。さらに各単電池の電気配線の煩雑さが解消され、電氣的な信頼性が向上する。また電機接続作業の生産性が向上する。

20

【００１４】

本発明の第２の態様では次の改良により、低コストで体積容量密度の高い電池モジュールを提供することが可能である。単電池は非晶質炭素を負極活物質としたリチウム二次電池であることが好ましく、リチウムマンガン複酸化物を正極活物質とすることがさらに好ましい。

30

【００１５】

本発明の第３の態様は次の構成を有するので、システムを低コスト化あるいはコンパクト化できる効果がある。第３の態様の電源システムは、第２の態様の電池モジュールを少なくとも１個有する強電バッテリーと、セルコントローラと電氣的に絶縁状態で通信を行い、受信した強電バッテリーを構成する全単電池の電圧から該全単電池の電池状態を算出するバッテリーコントローラと、を備える。

【００１６】

上記第３の態様において、強電バッテリーは電池モジュールを複数個有しており、電池モジュールは保守・点検用のスイッチを介して直列接続されているようにしてもよい。また、バッテリーコントローラは作動電源を外部電源から供給されるようにしてもよい。この場合、外部電源は車両に搭載された鉛電池であってもよい。さらに、電源システムは、外部電源の電圧を変換する電圧変換器を備えていてもよい。このとき、強電バッテリーの正負極はグラウンドとの間にそれぞれコンデンサが介在しており、グラウンドは電圧変換器で変換された電圧電源のマイナス側と同電位であることが好ましい。

40

【００１７】

また、上記第３の態様において、バッテリーコントローラと電圧変換器とは、バッテリーコントローラ側から電圧変換器側に変換された電圧の供給停止命令を送出するための信号線で接続されていることが好ましい。さらに、外部電源で作動し強電バッテリーを構成する全単電池を冷却するためのファンと、リレーとをさらに備え、バッテリーコントローラは、リ

50

レーをオン、オフ制御することでファンの動作を制御するようにしてもよい。

【0018】

そして、第3の態様において、強電バッテリーの正負極はそれぞれリレーを介して外部へ導出されていることが好ましい。このとき、リレーは、強電バッテリーが電源を供給する外部装置からそれぞれオン、オフ制御されるようにしてもよい。また、強電バッテリーの正極に挿入されたりレーには該リレーより耐電流値の小さいリレーが抵抗を介して並列接続されており、該並列接続されたりレーは、電池モジュールが外部装置に電源を供給する初期時に、外部装置からオン、オフ制御されるようにしてもよい。さらに、バッテリーコントローラは、強電バッテリーの総電圧を電氣的に絶縁状態で取り込むための総電圧検出回路を有していてもよい。

10

【0019】

(構成)

図1および図15に示すように、本実施形態の電源システム1は、強電バッテリーを構成する2つの電池モジュール9、ブローファン17、通気ダクト、強電系、弱電系回路およびケーブル類を収容した下容器2と、下容器2の上部開口を封止する上蓋3とで構成される略直方体状の外装ボックス1aを有している。下容器2には、外装ボックス1aの長手方向に沿う一方の側面の下部に、ハイブリッドトラック全体を制御する車両側の上位コントローラ(図17、符号110参照)との通信用ケーブル等を接続するためのケーブルコネクタ4、2つの出力プラグ5がそれぞれ突設されている。上蓋3には、長手方向一侧の端面に外装ボックス1a内に冷却風(外気)を取り込むための取込口(図13、符号8参照)が形成されており、取込口の外側はフィルタガード7で覆われている。下容器2および上蓋3にはそれぞれの外縁部にフランジ32が形成されており、フランジ32にはネジ締結用のネジ穴が形成されている。

20

【0020】

本構造では、電池モジュール9の外側にブローファン17や通気ダクトを収納する構造を成しており、電源システムにとって重要な部分である電池モジュール9と、ブローファン17や通気ダクトとを別々に製造し、その後組み合わせる工程をとることができ、生産性が向上する。また、装置の信頼性も向上する。さらに外部からの機械的な衝撃に対し、以下に説明する単電池は電池モジュール9のケースによる保護に加え、電池モジュール9の外側を被う下容器2および上蓋3で保護されるので、高い安全性を維持できる。車両搭載品は交通事故などにおける配慮が望ましい、以下に説明する装置は、車両に搭載した場合の安全性が十分配慮されている。また、事故時に電池モジュール9の高電圧系が剥き出しになるなどのおそれがなく、高電圧に係る安全性が維持される。

30

【0021】

ブローファン17や通気ダクトは、電池モジュール9の外側面の内の一つの面に集中して配置されているので、組み立て作業が容易である。さらに下容器2にはケーブルコネクタ4や2つの出力プラグ5がそれぞれ設けられているが、これらは側面の一つに集中して配置されており、ブローファン17や通気ダクトの組み込み作業中に損傷を受けるおそれがない。

【0022】

図2および図3に示すように、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、電圧や温度を検知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、単電池はモジュールケース9aとその外側の下容器2や上蓋3で保護されており、仮に交通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。

40

【0023】

<<組電池>>

図8に示すように、組電池19では、複数個(本実施形態では4個)の単電池10の極

50

性が交互となるように2行2列に配設され、これら複数個の好ましくは4個の単電池10が直列に接続されている。単電池形状には様々な種類があるが、本実施形態では、正極活物質をリチウムマンガ複酸化物、負極活物質を非晶質炭素とし、図9に示すように、熱伝導性の高いケーシングで被覆した円柱状リチウム二次電池が用いられている。このリチウム二次電池の公称電圧は3.6V、容量は5.5Ahである。

【0024】

本実施形態では、単電池10をその側面が互いに対向する位置関係で組電池19として一体化し、これら組電池19を図7のごとく単電池の側面が対向する配置関係でモジュールケース9a内に固定している。この配置関係は生産性向上に優れている。またこれにより、以下に述べる電圧検出ハーネス52や強電ケーブル35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

【0025】

図8に示すように、組電池19は、単電池10を電気絶縁性の高い樹脂成形品からなる2つのホルダ11で、単電池10の円周方向に対して上下方向から挟み込むように構成されており、4個の単電池10は互いに金属ブスバでスポット溶接されることによって電氣的に直列に接続されている。また、組電池19には、各単電池10の電圧を検出するとともに、電圧を調整するための電圧検出線58（図11参照）が接続されている。金属ブスバは電圧検出線58を構成する図示しないフレキシブル基板を介して一方の（図8に示す左側の）ホルダ11に集約されており、作業性を向上させるために、組電池19の組み立て前に金属ブスバと図示しないフレキシブル基板とは予め接続されている。すなわち、フレキシブル基板には電圧検出線58を構成する複数の導線がプリント被覆されており、導線の一端側が金属ブスバに接続されており、他端側がコネクタに集約されている。単電池10の端面に電池の電極が設けられている。単電池の側面（この実施形態では円周面）が互いに対向するように配置することにより、組電池ではコンパクトに構成されている。単電池の電極同一方向に規則的に配置される。このような配置や構造により、作業性の向上に加え、安全性が維持でき、メンテナンスの観点でも良好である。車両に搭載された状態での耐震性も向上し、車両の交通事故時での機械的な衝撃に対しても良好である。

20

【0026】

ホルダ11間の上下2箇所には、ホルダ11間の間隔を画定するとともに、単電池10の外周面側に冷却風を流通させるための断面略U状のアーチ状ルーバー36が配設されている。また、ホルダ11間の中央には、ホルダ11間の間隔を画定するとともに、単電池10の内周面側に冷却風を流通させるための断面クロス状の十字状ルーバー37が配置されている（図7も参照）。なお、フレキシブル基板の一部は、コネクタが固定された一方のホルダ11とは反対側の他方のホルダ（図8に示す右側の）11側まで十字状ルーバー37の長手方向に沿って十字状ルーバー37に固定されている。本実施例に係る電源システムが搭載される車両は、いろいろな厳しい環境状態で使用される。上記冷風を流通させる構造は、厳しい環境状態で使用において温度の上昇を抑えることができ、装置の小型化と効率的冷却との両立の点で優れている。

30

【0027】

一方のホルダ11には、単電池10間を接続する単電池間ブスバ39、正極出力のための正極ブスバ12、負極出力のための負極ブスバ13がインサート成形されており、さらに、正極ブスバ12、負極ブスバ13にはネジ締結するためのナットがインサートされている。また、他方のホルダ11にも、単電池間ブスバ39と交差する方向に2つの単電池間ブスバがインサート成形されている。従って、これらのブスバと単電池10とをスポット溶接することにより、4本の単電池10を直列接続した組電池19を構成することができる。なお、後述するように、特定の組電池19を構成する単電池10にはサーミスタ等の温度センサが固着しており（図11、符号TH1～TH4参照）、この組電池19からは電圧検出線58の他に温度センサからの導出線も引き出されコネクタに集約されている。上記組電池の構造および検出線や導出線の配置関係は作業性に優れ、しかも装置全体の小型化に優れている。また、この構造の組電池は、他の種類の電源システムにも共用でき

40

50

、結果として生産性が向上する。さらに単電池の溶接作業性に優れた構造であり、溶接作業により電氣的な接続がなされるので、長い年月において良好に電気接続状態が維持でき、また大電流が流れるにもかかわらず機械的な振動や衝撃に対して安全性や信頼性が維持させる。

【0028】

<<組電池ブロック>>

図4および図5に示すように、本実施形態では、電池モジュール9の組立性および取り扱いの利便性を向上させるために、断面が略h字状で互いに向き合うように配置された2本のチャンネル状ブロックベース41上に複数個（本実施形態では6個）の組電池19が配置されて、ホルダ11に形成された固定孔（雌ネジ部）に螺合するタッピングネジ42で固定され、隣接する組電池19同士の負極ブスバ13と正極ブスバ12とを締結する組電池間ブスバにより直列接続がなされた組電池ブロック40が組み立てられる。従って、並行するブロックベース41に複数の組電池を固定する構造のため作業性が向上する。また、組電池の生産性が向上し、他の電源システムにおける組電池と共通する構造や寸法関係とすることが可能となる。品質管理のための単電池の検出や生産後のメンテナンスにも優れている。

【0029】

図4に示すように、ブロックベース41は、側面に飛び出し組電池ブロック40を側方から下蓋45に固定するための複数のフランジを有している。このフランジは2種類あり、便宜上、電池モジュール9の外側に位置するものをブロックフランジA43、内側に位置するものをブロックフランジB44とする。換言すると、電池モジュール9の外側に位置する面を組電池19のコネクタが固定されている面とすると、この面でのブロックベース41にはブロックフランジA43が配設されている。ブロックフランジA43は、下蓋45と上蓋46とで挟み込まれ、下蓋45と上蓋46との締結と同時にブロックベース41も締め付けられ固定されている。また、ブロックベース41の両端には、組電池ブロック40を正面および背面側から下蓋45に固定するためのブロックベース丸穴47が形成されている。このような構造あるいは配置は作業性や生産性に優れている。

【0030】

図5に示すように、組電池ブロック40の上部には、断面略L字状でチャンネル状のブロック補強板51がブロックベース41と平行に配置されている。組電池19は、タッピングネジ42により、側方からブロック補強板51に固定されている。コネクタが固定された面側のブロック補強板51には、組電池ブロック40を構成する各組電池19の電圧検出線58（および温度センサ）に接続された電圧検出ハーネス52が固定されている。すなわち、結束バンド54を装着するためのケーブルタイ55がタッピングネジ42でブロック補強板51に取り付けられており、電圧検出ハーネス52はこの結束バンド54でブロック補強板51に固定されている。また、ブロック補強板51は、2箇所湾曲しており丸穴が形成されたブロック補強板湾曲部56を有している。この丸穴に太い針金で作ったフックを差し込んで組電池ブロック40の持ち運び等の取り扱いが行われる。この構造により、複数個が固定されて構成される組電池の強度が増す。また各組電池19の電圧検出線58（および温度センサ）に接続された電圧検出ハーネス52に関する振動や衝撃などに対し、機械的な強度が維持され、さらに電気接続の作業性が優れている。

【0031】

<<電池モジュール>>

図6に示すように、下蓋45は、下蓋ベース61、（冷却風）導入側固定台62、（冷却風）排出側固定台63、ブロック固定台64、補強ルーバー65、センターポール66の6種類の部品よりなる。

【0032】

下蓋ベース61はモジュールケース9aの正面、底面、背面を構成している。下蓋ベース61の正面部は、中央両側に、正極強電ケーブル81、負極強電ケーブル82（図3参照）を取り出すための丸穴が形成されており、下側に、冷却風を導入するためのスリット

状の吸気口 14 が形成されている。また、下蓋ベース 61 の正面部の上面側および左右側面側端部は L 字状に折り曲げられている。一方、下蓋ベース 61 の背面部の下側には、正面部に形成された吸気口 14 に対応する位置に、冷却風を排出するためのスリット状の排気口 15 が形成されている（図 2、図 7 参照）。下蓋ベース 61 の底面部からは、下蓋ベース 61 の底面より上方に位置し、略水平面を有する下蓋フランジ部 68 が左右側方に張り出している。下蓋フランジ部 68 の端部には、上方に屈曲した屈曲リブ 69 が形成されている。

【0033】

下蓋ベース 61 の底面部の正面部側には、組電池ブロック 40 のブロックベース 41 を正面側から固定すると共に、吸気口 14 から導入された冷却風を補強ルーバー 65 まで案内するための導入側固定台 62 が固定されている（図 7 も参照）。一方、下蓋ベース 61 の底面部の背面部側には、組電池ブロック 40 のブロックベース 41 を背面側から固定すると共に、電池モジュール 9 内を流通した冷却風を上面に形成された 2 つの排出口 72 を介して排気口 15 まで案内するための排出側固定台 63 が固定されている（図 7 も参照）。また、下蓋ベース 61 の底面部の長手方向中央に沿って、上蓋 46 の長手方向中央部を支持し上蓋 46 と結合（ネジ締結）するためのセンターポール 66（図 3 も参照）、電池ブロック 40 のブロックベース 41 のブロックフランジ B 44 を固定するためのブロック固定台 64 が交互に固定されている。この構造により全体形状が比較的小型であるにもかかわらず、優れた冷却特性が得られる。

【0034】

さらに、下蓋ベース 61 には、下蓋ベース 61 の底面強度を補強すると共に、組電池ブロック 40 毎に冷却風を供給するための補強ルーバー 65 が固定されている。補強ルーバー 65 の長手方向中央は、下蓋ベース 61 の底面部に当接しており、下蓋ベース 61 に固定されたセンターポール 66 およびブロック固定台 64 を挿通するための丸穴および矩形穴が形成されている。補強ルーバー 65 の長手方向中央を挟む両側は一段高くなっており（以下、この部分をダクト形成部という。）、下蓋ベース 61 と共に開口断面が矩形状のダクト 75 が形成されている。補強ルーバー 65 のダクト形成部には、組電池 19 を構成する単電池 10 間に対応する箇所に、矩形状の通風孔 76 が形成されている（図 7 も参照）。吸気口 14 に最も近い通風孔は、斜めに傾斜したリブ状の遮へいルーバー 77 で開口面積の略半分が覆われている。上記構造により少ない部品数で優れた冷却効果が得られる。

【0035】

補強ルーバー 65 のダクト形成部の側方両側は、長手方向中央と同様に、下蓋ベース 61 の底面部に当接している。補強ルーバー 65 の側方両側端部は立ち上がっており、さらに、略水平面を有するフランジ部が左右側方に張り出している。補強ルーバー 65 のフランジ部は、下蓋ベース 61 の下蓋フランジ部 68 と面接触して固定されている。また、補強ルーバー 65 は、下蓋ベース 61 に固定された導入側固定台 62、排出側固定台 63 の位置を避けるように、正面および背面側で切り欠かれている。なお、補強ルーバー 65 のダクト形成部の導入側固定台 62 側の端部は、ダクト 75 が吸気口 14 と連通するように、導入側固定台 62 に挿入されている（図 7 も参照）。このような構造および構成により、優れた冷却特性が得られる。

【0036】

図 3 に示すように、下蓋 45 には 2 個の組電池ブロック 40 が並設するように固定されている。すなわち、導入側固定台 62、排出側固定台 63 に立設されたスタッドボルト 78 に、各組電池ブロック 40 のブロックベース 41 の両端の丸穴 47 が挿通されており、スプリング組み込みナットで固定されている。また、組電池ブロック 40 のブロックベース 41 のブロックフランジ B 44 同士も、ブロック固定台 64 上で相対するようにスプリング組み込みナットで固定されている。2 個の組電池を併設することにより、電池モジュール全体が比較的小型になる。

【0037】

10

20

30

40

50

排出側固定台 6 3 上には、セルコントローラ（以下、セルコンと略称する。）8 0 を内蔵した C / C ボックス 7 9 が下蓋ベース 6 1 にネジ固定されている。図 1 0 に示すように、セルコン 8 0 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 7 9 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。組電池を構成する単電池の側面に対向する関係に I C を備えた基板が配置され、電池モジュール全体が比較的小型になる。また各組電池とセルコン 8 0 との配線の煩雑さを解消できる。

【0 0 3 8】

セルコン 8 0 を構成する基板の左右両側端部には接続コネクタ 4 8、4 9 が実装（マウント）されており、電圧検出ハーネス 5 2 の一側に取り付けられたハーネスコネクタ（図 5 では捨象）がセルコン 8 0 の接続コネクタ 4 8、4 9 に接続されている。すなわち、図 3 に示すように、電圧検出ハーネス 5 2 は組電池ブロック 4 0 毎に導出されており、上述したように、電池モジュール 9 には 2 つの組電池ブロック 4 0 が収容されるため、セルコン 8 0 には 2 つの接続コネクタ 4 8、4 9 が実装されている。2 つの組電池ブロックに対し、それぞれコネクタを配置することで、配線作業が容易となる。またメンテナンスも行い易い。

【0 0 3 9】

また、セルコン 8 0 の基板には、電池モジュール 9 に収容された 1 2 個の組電池 1 9 に対応して、I C - 1 ~ I C - 1 2 の 1 2 個の I C が実装されている。これらの I C は、組電池 1 9 の電位に応じて順に実装されているが、詳細については回路図とともに後述する。また、セルコン 8 0 の基板からはバッテリーコントローラ 2 0（図 1 5、図 1 7 参照）と通信するための通信ハーネス 5 0 が導出されており、通信ハーネス 5 0 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 2 0 側の接続コネクタ（不図示）に接続されている。なお、セルコン 8 0 の基板には、抵抗、コンデンサ等のチップ素子が実装されているが、図 1 0 ではこれらの素子については捨象している。セルコン 8 0 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 4 8、4 9 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 2 0 と通信するための通信ハーネス 5 0 が設けられている。このようにそれぞれコネクタと通信ハーネス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。

【0 0 4 0】

下蓋 4 5 に並設固定された組電池ブロック 4 0 同士は、図示を省略したブロック間接続ブスバにより直列に接続されている。下蓋ベース 6 1 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 8 1、負極強電ケーブル 8 2 が導出されている（図 3 参照）。これにより、電池モジュール 9 は、1 2 個の組電池 1 9 が直列接続され、公称電圧 1 7 0 V、容量 5 . 5 A h のバッテリーを構成している。

【0 0 4 1】

なお、以下、1 2 個の組電池 1 9 およびこれらを構成する 4 8 個の単電池 1 0 の識別が必要な場合には、便宜上、最高電位側の組電池 1 9 を組電池 A B 1、次に電位の高い組電池 1 9 を組電池 A B 2、・・・、最低電位側の組電池 1 9 を組電池 A B 1 2 で表し、最高電位側の組電池 A B 1 の最高電位の単電池 1 0 を単電池 B 1、組電池 A B 1 の次に電位の高い単電池 1 0 を単電池 B 2、・・・、最低電位側の組電池 A B 1 2 の最低電位の単電池 1 0 を単電池 B 4 8、組電池 A B 1 2 の次に電位の低い単電池 1 0 を単電池 B 4 7 で表し、最高電位側から最低電位側に順に符号を付して説明する（図 1 1 参照）。従って、本実施形態の電池モジュール 9 では、最高電位側の組電池 A B 1 から最低電位側の組電池 A B 1 2 が直列接続されることで、これらの組電池を構成する単電池 B 1、・・・、単電池 B 4 8 が直列接続されている。また、上述した温度センサは、組電池 A B 1、A B 2、A B 1 1、A B 1 2 の 4 つの組電池 1 9 に配されており、例えば、これらの組電池 1 9 の最高電位側の単電池 1（B 1、B 5、B 4 1、B 4 5）にそれぞれ固着している。

【0 0 4 2】

図 3 に示すように、上蓋 4 6 はモジュールケース 9 a の左側面、上面、右側面を構成し

10

20

30

40

50

ている。上蓋４６は特徴的な形状を有しており、正面・背面側が絞られた上蓋絞り部８４が形成されている。すなわち、上蓋４６の左側面、上面、右側面の両端部は、モジュールケース９ａ全体のねじり方向に耐力を増加させるため、下蓋ベース６１の正面部側ないし背面部側に屈曲して狭まっている。また、上蓋４６の左右側面には、後述するカラー９１（図１２参照）の動きを規制するカラーガイド８５が溶接されている。上蓋４６の左右側からは、略水平面を有する上蓋フランジ部８６が張り出している。上蓋フランジ部８６には、ブロックベース４１から飛び出したブロックフランジＡ４３が、下蓋フランジ部６８の上に乗っている状態でその部分を避けるように、フランジ部窪み８７が形成されている。

【００４３】

下蓋フランジ部６８と上蓋フランジ部８６とは、スタッドボルトによりネジ締結されている。また、上蓋絞り部８４と下蓋ベース６１の正面部および背面部もネジ締結されている。なお、上蓋絞り部８４によって、上蓋４６の上面との間に段差が形成されているため、締結後のネジ頭が上蓋４６の上面から飛び出すことがない（図２も参照）。さらに、下蓋ベース６１に立設されたセンターポール６６の頂部には雌ネジが形成されており、上蓋４６と下蓋４５とはこの箇所でもネジ締結されている。上述のごとく、ねじり方向の力に対してモジュールケース９ａは機械的な強度が強い構造となっている。また組み立てが容易な、生産性の優れた構造になっている。

【００４４】

<電池モジュールの冷却系>

図７に示すように、電池モジュール９は、プロアファン１７により各単電池１０を冷却風で強制的に冷却する強制冷却方式を採用している。すなわち、電池モジュール９の冷却系は、吸気口１４から導入された冷却風が、下蓋４５の導入側固定台６２の内側を通り、補強ルーバー６５と下蓋ベース６１とで形成され、組電池ブロック４０毎に対応したダクト７５を流通し、補強ルーバー６５（のダクト形成部）に形成された各通風孔７６を抜けて、各組電池１９を構成するそれぞれの単電池１０の周囲を回りながら上蓋４６との間に形成されている空間でまとめ、排出側固定台６３の上面に形成された排出口７２からＣ／Ｃボックス７９の下を通り排気口１５から抜けていく構造である。このような構造により、電池モジュール９は、コンパクトでしかも冷却効果が優れた構造になっている。

【００４５】

上述したアーチ状ルーバー３６、十字状ルーバー３７は、組電池１９を構成する２つのホルダ１１間の支柱としての機能と、内部ルーバーとしての機能とを持たせている。ここで冷却上重要な点は、補強ルーバー６５に形成された通風孔７６の位置と開口面積である。本実施形態では、導入側に最も近い通風孔７６に遮へいルーバー７７を設け、導入側から遠くなるにつれて通風孔７６の開口面積を絞り、最も排出側に近い通風孔７６の面積を大きくしている。この構造により優れた冷却効果が得られる。

【００４６】

排出側では、強制冷却によって熱交換がなされた冷却風が集中するため、通風孔７６の開口面積を絞って流速を増す方法に加え、温度の低い状態の冷却風を大量に当てる方が効果が大きく、例えば、中央部を１．０としたときに、通風孔７６の開口面積の比率を、排出側から０．７、０．２５、０．４、０．７、０．８、１．０、１．０、１．０、１．０、１．０、０．６５に設定することで、最適な冷却系の構築が可能となる。

【００４７】

<セルコン>

上述したように、セルコン８０は複数個、例えば、本実施形態ではＩＣ－１～ＩＣ－１２の１２個のＩＣを有している。これらのＩＣは、組電池ＡＢ１～ＡＢ１２にそれぞれ対応している。つまり、ＩＣ－１は最高電位側の組電池ＡＢ１に、ＩＣ－２は次に電位の高い組電池ＡＢ２に対応しており、ＩＣ－１２は最低電位側の組電池ＡＢ１２に対応している。

【００４８】

図 1 1 に示すように、最高電位側の組電池 A B 1 を構成する各単電池 B 1 ～ B 4 の電圧を検出する I C - 1 は、端子 T 1、T 3、T 5、T 7、T 9 を有しており、これらの端子は組電池 A B 1 から導出された電圧検出線 5 8 に接続されている。また、各単電池の正負極間には、抵抗（例えば、R 1）と F E T 等のスイッチ素子（例えば、S 1）とで構成された容量調整回路が挿入されている。すなわち、一端が単電池の正極側に接続された抵抗の他端がスイッチ素子のドレインに接続されており、スイッチ素子のソースは単電池の負極側に接続されている。また、スイッチ素子のゲートは、それぞれ、I C - 1 の端子 T 2、T 4、T 6、T 8 に接続されている。この構成は I C - 2 ～ I C - 1 2 でも同じである。従って、例えば、単電池 B 2 の容量（電圧）調整を図る場合には、充放電中に端子 T 4 に所定時間ハイレベル（2 値）信号を出力することで、抵抗 R 2 を介してスイッチ素子 S 2 のドレイン端子－ソース端子間に電流が流れ、電流が抵抗 2 で熱消費されることで単電池 B 2 の容量調整を行うことができる。

10

【0049】

また、組電池 A B 1 ～ A B 1 2 が直列に接続されていることから、I C - 1 ～ I C - 1 2 も直列に接続されている。しかしながら、例えば、I C - 1 の内部回路は、組電池 A B 1 に対応して、単電池 B 4 の負極を基準電位 G N D - 1 として作動する。従って、各基準電位 G N D - 1、G N D - 2、・・・、G N D - 1 2 は、それぞれ、I C - 1、I C - 2、・・・、I C - 1 2 の内部回路で使用される個別なグランドである。一方、図 1 1 に示す各 I C で検出された各単電池の状態例えば各単電池の端子電圧の検出知が送信されバッテリーコントローラ 2 0 の基準電位すなわちグランドは、ハイブリッドトラックの車体と同電位（図 1 7 参照）であり、この車両に搭載された低圧バッテリーの基準電位すなわちグランド電位である。高電圧系の基準電位と低電圧系の基準電位を分離し、低電圧系の基準電位を車両の車体電位とすることで安全性を維持することができる。

20

【0050】

I C - 1 ～ I C - 1 2 は、それぞれ、信号入力端子 I n - 1、I n - 2、I n - 3 および信号出力端子 O u t - 1、O u t - 2、O u t - 3 を有している。最高電位側の I C - 1 の信号入力端子 I n - 1 はフォトカプラ F 1 の受光側トランジスタのエミッタに接続されており、受光側トランジスタのコレクタは一端が単電池 B 1 の正極に接続された抵抗 R F 1 の他端に接続されている。同様に、信号入力端子 I n - 2 はフォトカプラ F 2 の受光側トランジスタのエミッタに接続されており、受光側トランジスタのコレクタは一端が単電池 B 1 の正極に接続された抵抗 R F 2 の他端に接続されている。また、信号入力端子 I n - 3 はフォトカプラ F 3 の受光側トランジスタのエミッタに接続されており、受光側トランジスタのコレクタは一端が単電池 B 1 の正極に接続された抵抗 R F 3 の他端に接続されている。従って、フォトカプラ F 1、F 2、F 3 は、いずれも単電池 B 1 の正極から電流の供給を受ける。フォトカプラ F 1、F 2、F 3 の発光ダイオードのカソードはグランドに接続されており、アノードは通信ハーネス 5 0 を介してバッテリーコントローラ 2 0 に接続されている。

30

【0051】

一方、最低電位側の I C - 1 2 の信号出力端子 O u t - 1 はトランジスタ T r 1 のベースに接続されており、トランジスタ T r 1 のコレクタは抵抗 R F 4 を介してフォトカプラ F 4 の発光ダイオードのカソードに接続されている。同様に、信号出力端子 O u t - 2 はトランジスタ T r 2 のベースに接続されており、トランジスタ T r 2 のコレクタは抵抗 R F 5 を介してフォトカプラ F 5 の発光ダイオードのカソードに接続されている。また、信号出力端子 O u t - 3 はトランジスタ T r 3 のベースに接続されており、トランジスタ T r 3 のコレクタは抵抗 R F 6 を介してフォトカプラ F 6 の発光ダイオードのカソードに接続されている。フォトカプラ F 4、F 5、F 6 の発光ダイオードのアノードは、いずれも I C - 1 2 の基準電圧出力端子 V D D に接続されており、基準電圧出力端子 V D D から電流の供給を受ける。フォトカプラ F 4、F 5、F 6 のエミッタはいずれもグランドに接続されており、コレクタは通信ハーネス 5 0 を介してバッテリーコントローラ 2 0 に接続されている。

40

50

【0052】

バッテリーコントローラ20とセルコン80とは、上述したフォトカプラF1、・・・、F6で絶縁されていることから、バッテリーコントローラ20のグランド（図17参照）と各基準電位GND-1、GND-2、・・・、GND-12との間も絶縁されている。このような構成を有することにより基準電位の異なる各ICと低電位バッテリーの基準電位で動作するバッテリーコントローラ間の信号の授受が可能となる。単電池10はリチウム二次電池であり、充放電状態により単電池の端子電圧は大きく変動する。このため測定対象の単電池の電位に対応させて各ICに基準電位を変化させることが必要である。この実施の形態では各ICの基準電位を、直列接続された単電池の内所定の単電池すなわち被測定単電池の電位を受けることで決められる回路構成としているので、被測定単電池の電位変動に応じて自動的に各ICの基準電位が調整される。上述の回路構成により、各ICの基準電位の変動があっても各IC間およびバッテリーコントローラ20とIC間の信号の授受は正常に行うことが可能である。

10

【0053】

これに対し、最高電位側のIC-1の信号出力端子Out-1、Out-2、Out-3はそれぞれ下位のIC-2の信号入力端子In-1、In-2、In-3に電氣的に非絶縁状態で接続されており、IC-2の信号出力端子Out-1、Out-2、Out-3はそれぞれ下位のIC-3の信号入力端子In-1、In-2、In-3に電氣的に非絶縁状態で接続されている。同様に、IC-3以下の信号出力端子Out-1、Out-2、Out-3は、IC-12に至るまで、それぞれ下位のIC-3の信号入力端子In-1、In-2、In-3に電氣的に非絶縁状態で接続されている。従って、各IC間の信号出力端子Outと信号入力端子Inとはチェーン状に電氣的に非絶縁状態で接続されている。このような回路構成を有することで比較的簡単な回路構成で基準電位のことなる各IC間の信号の授受が可能となり、また基準電位の異なる各ICと低電位バッテリーの基準電位で動作するバッテリーコントローラ間の信号の授受が可能となる。

20

【0054】

各ICは、組電池のうち電圧検出対象の単電池を選択するためのマルチプレクサ、マルチプレクサで選択した単電池のアナログ電圧をデジタル電圧に変換するためのADコンバータ、対応する組電池の総電圧から一定電圧（例えば、5V）を生成するとともに、この一定電圧より高精度な電圧を発生させ、この高精度電圧を端子Vref（例えば、IC-1の場合はVref-1）からIC内に取り込む基準電源回路、外部端子に接続された振動子CLKを用いてクロック周波数を生成するクロック生成回路、クロック生成回路で生成されたクロックにより論理演算を行うためのロジック回路、入力側が信号入力端子Inに接続され出力側がロジック回路に接続された入力回路、入力側がロジック回路に接続され出力側が信号出力端子Outに接続された出力回路等を有して構成されている。なお、IC自体の内部構成については、背景技術欄に挙げた特許文献2に詳述されている。

30

【0055】

IC-1～IC-12の違いは、各々に設けられた誤差校正端子A1～A3、端子B1～B2の電位である。これらの端子には、IC-1～IC-12が個別に持つ電圧検出誤差に応じて、端子A1～A3、端子B1～B2に「1」または「0」のデジタル値を与えられる。ここで、「1」はICの基準電圧VDD、「0」はIC毎の各基準電位GND-1、GND-2、・・・、GND-12の電位である。電圧検出誤差は、IC-1～IC-12で異なるため、図11に示すように、端子A1～A3、端子B1～B2に「1」または「0」が異なっている。

40

【0056】

各IC内部のADコンバータは、クロック生成回路で生成されたクロックのパルス数に応じて単位電氣量を積分する積分部と、積分部の積分値と電圧検出対象の単電池の電圧とを比較してパルスを停止する比較部と、比較部によりパルスが停止した際のパルス数を出力するカウンタ部と、誤差校正端子A1～A3、B1、B2に与えられたデジタル値に応じてカウンタ部のカウンタの出力を補正する補正部とを有しており、補正部は誤差校正端

50

子 A 1 ～ A 3、B 1、B 2 に与えられたデジタル値に応じて、カウンタの係数値を変化させて、A D 変換のオフセットを補正し、ロジック回路を介してクロック生成回路で生成されるクロックのパルス幅を変化させて A D 変換のゲインを補正することで、誤差校正を行う。このアナログーデジタル変換装置すなわち A D コンバータは、上述のごとき構造により高精度の電圧検出が可能となり最も好ましい構造である。しかし、逐次比較方の A D コンバータであっても使用可能である。

【0057】

なお、一端が基準電圧出力端子 V D D に接続され他端が各基準電位 G N D - 1、G N D - 2、・・・、G N D - 1 2 に接続されたコンデンサ C V 1、C V 2、C V 1 2 は、各 I C 内部のロジック回路等の作動を開始させるためのコンデンサであり、より具体的には、これらコンデンサ C V の電圧が規定値以上となったときに、各 I C 内部のロジック回路等は作動を開始する。

【0058】

<セルコン実装基板>

図 1 1 に示すように、セルコン 8 0 は 1 2 個の I C の他に、これらの I C に外付けされる多くのチップ素子で構成されるという制約と、各 I C 間の信号出力端子 O u t と信号入力端子 I n とがチェーン状に電氣的に非絶縁状態で接続されるという制約を踏まえて、セルコン 8 0 を構成する全素子を一枚基板上にコンパクトに実装にはかなりの工夫を要する。図 1 0 に示すように、I C - 1 ～ I C - 1 2 の 1 2 個の I C を被測定対象の単電池の接続状態と対応させて位置決めして実装している。上述のごとく直列接続された単電池の電位は電池の充放電状態により変動し、各 I C の被測定対象である単電池の電位は変化する。これに応じて I C の基準電位も自動的に変化する。これら変化する I C 間で正確に信号の授受を行うことが必要である。このため被測定対象である単電池の直列接続の関係に関係付けられた位置関係で測定回路を内蔵する I C を配置することが望ましい。このようにすることで異なる電位の I C 間の信号伝送の煩雑さが解消される。また信号伝送が容易となり、信号授受の信頼性が高くなる。電位の異なる I C 間の信号伝送はいろいろな影響を受けやすく、例えば外部ノイズや浮遊容量の影響を受けにくくすることが望ましい。本実施形態では単電池の接続関係と関係付けて I C を配置することで上記影響を少なくしている。また、各 I C はその基準電位の近いものが近くに配置される位置関係となるので、信号伝送のための配線が短くなり、上記影響など、いろいろな悪影響が少なくなり高い信頼性が得られる。

【0059】

本実施形態では具体的には、基板上で画定される矩形状連続直線 L - L ' の矩形長辺上に 2 個ずつ、組電池の電位順に従って、最高電位側の I C - 1 から最低電位側の I C - 1 2 まで順に連続して実装している。また、本実施形態では、最もコンパクトに 1 2 個の I C を実装するため、矩形状連続直線 L - L ' の矩形短辺間の距離（長さ）を同じにしている。基準電位の近い I C が近くに配置されるように実装されている。

【0060】

また、抵抗（例えば、R 1）とスイッチ素子（例えば、S 1）とで構成される容量調整回路は、容量調整時に抵抗 R 1 ～ R 4 8 が発熱することから、抵抗 R 1 ～ R 4 8 は、矩形状連続直線 L - L ' から離間した接続コネクタ 4 8、4 9 の近傍の領域（図 1 0 の破線の領域）に 2 分割してまとめて実装されている。なお、スイッチ素子自体は I C 内に実装されている（容量調整回路の構成を明瞭にするため、図 1 1 ではスイッチ素子を I C 外に意図的に図示したものである。）。一方、フォトカプラ F 1 ～ F 3、抵抗 R F 1 ～ R F 3、および、フォトカプラ F 4 ～ F 6、抵抗 R F 4 ～ R F 6、トランジスタ T r 1 ～ T r 3 は、通信ハーネス 5 0 が導出されるコネクタの近傍であって基板の上部の領域（図 1 0 の二点鎖線の領域）に入力側と出力側との 2 つに分割して配置されている。なお、これら以外のチップ素子是对應する I C の近傍に実装されている。このような配置により、小型化と信頼性の向上との両立が可能となっている。

【0061】

<<電源システム>>

図14に示すように、外装ボックス1aの下容器2は、電池モジュール9を固定するための基台38を有している。図12および図13に示すように、電池モジュール9はこの基台38に2段に重ねられて収容されている。

【0062】

下側に配置された(1段目の)電池モジュール9のカラーガイド85には断面チャンネル状のカラー91が差し込まれており、カラー91は2段目の電池モジュール9の下蓋フランジ部68に接触している。この位置決めは、下蓋45に突設された下蓋突起73(図7参照)と上蓋46に形成された上蓋窪み89が担っている。下蓋突起73と上蓋窪み89とはそれぞれ円錐台形の凹凸形状を呈しており、電池モジュール9の後部(図12の右側、図7の左側)2箇所位置している。このため、2段目の電池モジュール9は下蓋突起73を下側の電池モジュール9の上蓋窪み89に合わせて配置されており、2段目の電池モジュール9の下蓋フランジ部68を介してカラー91内の空間に長ボルト92が差し込まれて2段目の電池モジュール9が下側の電池モジュールに固定されている。

【0063】

一方、下側に配置された電池モジュール9は基台38に対して直に4個のボルトで固定されており、2段目の電池モジュール9はカラー91を介して6箇所のボルトで固定されている。上蓋46に上蓋窪み89を、下蓋45に下蓋突起73を形成することによって電池モジュール9の重ね配置が可能となり、平面的な配置に比べ立体的な配置ができるため空間の利用率が向上する。なお、下蓋フランジ部68が下蓋45の底面よりも上方に位置しているため、取り付けの際に配置決めや固定を簡易に行うことができる。

【0064】

モジュールケース9aの排気口15が形成された端面には、電池モジュール9からの冷却風を導出するための通気ダクト16が装着されている。通気ダクト16は、排気口15が形成された端面に近接しており、該端面に沿ってモジュールケース9aにネジ締結で固定されている。通気ダクト16は、排気口15に連結される水平方向の導管とモジュールケース9aの端面に沿う垂直方向の導管とで形成され、垂直方向の断面が略T字状に形成されている。垂直方向の導管は、上端および下端に矩形状の開口が形成されている。垂直方向の導管の長さ(モジュールケース9aの端面に沿う方向の長さ)は、モジュールケース9aの高さとほぼ同じ長さに設定されている。水平方向の導管は、先端部が排気口15に連結されている。

【0065】

図13に示すように、電源システム1の外装ボックス1aを構成する上蓋3には、長手方向一側(電池モジュール9の吸気口14側)の端面に取込口8が形成されており、取込口8は外装ボックス1aの幅方向にスリット状の形状を呈している。上蓋3の取込口8が形成された位置の外側には、取込口8を覆うように断面略L字状のフィルタガード7が固定されている。フィルタガード7は、上部の水平部分の先端が取込口8の上側に固定されている。フィルタガード7の垂直部分は、下容器2の壁面と離隔するようにフランジ32の下方まで延びており、下部の先端部が外装ボックス1a側に傾斜している。このため、車輛洗浄用の高圧シャワー等の吹きつけ時でも、フランジ32を邪魔板として利用することができるような寸法となっており、浸水に対する沿面距離の長い構造を有している。

【0066】

上蓋3の取込口8が形成された位置の内側には、アルミニウム板に溶接された金属メッシュのフィルタ27が、フィルタ27の見掛け断面積が増加するように上蓋3の上面に対して斜行して配置されている。フィルタ27の下側は、上蓋3の上面と平行するように配置されたフィルタホルダ31に支持されている。フィルタ27には、本例では、線径0.18mm、開口率51%の40メッシュでウェーブ加工が施された金属メッシュが使用されている。このフィルタ27は、通風抵抗を測定すると40メッシュの金網にウェーブ加工を施すことによって60メッシュと同等の通風抵抗となったことから、フィルタの効果としては60メッシュに相当する。一方、外装ボックス1aの底面には、モジュールケー

ス 9 a に形成された吸気口 1 4 側に電池モジュール 9 から排出された冷却風を外装ボックス 1 a 外に放出するための略矩形状の放出口 2 6 が形成されている。

【0067】

上述したように、外装ボックス 1 a には、2 個の電池モジュール 9 が上下に重ねられて収容されている。排気口 1 5 側に装着された通気ダクト 1 6 も積み重ねられており、あたかも通気ダクト 1 6 が延長されたかのように繋ぎ目にシールクッション 2 8 を介して接続されている。電池モジュール 9 の上方には、電池モジュール 9 内から冷却風を外装ボックス 1 a 外へ放出するブロアファン 1 7 が配置されている。ブロアファン 1 7 は、冷却風の取入口 1 7 a と排出口 1 7 b とを有している。電池モジュール 9 とブロアファン 1 7 との間には、扁平な略直方体状で通気ダクト 1 6 から冷却風をブロアファン 1 7 に導く（案内する）ためのブロアダクトケース 2 2 が配置されている。

10

【0068】

ブロアダクトケース 2 2 は、モジュールケース 9 a の上面の面積のおよそ半分を占める大きさに形成されており、モジュールケース 9 a の幅方向の断面にはスリット状の開口が形成されている。ブロアダクトケース 2 2 には、外装ボックス 1 a の内壁面に配設された固定バーに固定するためのケース固定クロスバー 2 9 が幅方向両側にそれぞれ突設されている。また、ケース固定クロスバー 2 9 の下側にはゴム材 3 0 が配置されている。このため、ケース固定クロスバー 2 9 を固定バーにネジ締結することで、ゴム材 3 0 を介してモジュールケース 9 a が上側から加圧固定されるようになっている。ブロアファン 1 7 はブロアダクトケース 2 2 の上面に配置されており、その取入口 1 7 a はブロアダクトケース 2 2 の上面略中央部に形成された開口に連結されている。ブロアダクトケース 2 2 の通気ダクト 1 6 に対応する位置には、下面に矩形状の開口が形成されている。この開口が通気ダクト 1 6 の上端部に連結されている。

20

【0069】

電池モジュール 9 の上側には、長手方向でブロアダクトケース 2 2 と隣接するように扁平な略直方体状の J B ダクトケース 2 3 が配置されている。J B ダクトケース 2 3 は、モジュールケース 9 a の上面の面積のおよそ半分を占める大きさに形成されており、モジュールケース 9 a の幅方向の断面にはスリット状の開口が形成されている。J B ダクトケース 2 3 には、ブロアダクトケース 2 2 と同様にケース固定クロスバー 2 9 が幅方向両側にそれぞれ突設されており、外装ボックス 1 a の内壁面に配設された固定バーにネジ締結されている。J B ダクトケース 2 3 の上面には、ブロアファン 1 7 側に矩形状の開口が形成されており、この開口がブロアファン 1 7 の排出口 1 7 b に中間ダクト 2 4 を介して連結されている。J B ダクトケース 2 3 のブロアファン 1 7 と反対側の上面には矩形状の開口が形成されている。

30

【0070】

電池モジュール 9 の吸気口 1 4 が形成された端面に沿うようにブロアファン 1 7 から冷却風を排気するための排出ダクト 2 5 が配置されている。排出ダクト 2 5 は、ブロアファン 1 7 の排出口 1 7 b に連結される水平方向の導管と、外装ボックス 1 a の放出口 2 6 に連結される垂直方向の導管とで形成されている。このため、排出ダクト 2 5 は、高さ方向の断面が略 L 字状に形成されている。水平方向の導管の先端部は、J B ダクトケース 2 3 の上面に形成された開口に連結されている。垂直方向の導管の下端部は、外装ボックス 1 a の底面に形成された放出口 2 6 に連結されている。このような構造により良好な冷却効果が可能となる。

40

【0071】

図 1 6 に示すように、ブロアダクトケース 2 2 上には、電池モジュール 9 を構成する各単電池 1 0 の複数の強電系リレーを内蔵したジャンクションボックス 1 8 がブロアファン 1 7 と並置されてネジ固定されている。一方、J B ダクトケース 2 3 には、ハイブリッドトラックに搭載されオルタネータで充電される 2 4 V 系鉛電池を電源として 1 2 V 電源を生成する D C / D C コンバータを内蔵したコンバータボックス 2 1 と、電源システム 1 の全体の制御を行うとともに上位コントローラと通信を行うバッテリコントローラ 2 0 とが

50

配設されている。上述のごとく高電圧を保持する電池モジュール 9 の外部に低電圧系の装置を配置することで、小型でしかも安全性の高い電源システムが得られる。

【0072】

<電源システムの冷却系>

図 13 に示すように、外装ボックス 1 a には、上蓋 3 に取込口 8 が形成されており、底面に放出口 26 が形成されている。外装ボックス 1 a に収容された電池モジュール 9 には、長手方向両側の端面にそれぞれ吸気口 14 と排気口 15 とが形成されている。吸気口 14 は、上蓋 3 の取込口 8 が形成された端面側に位置している。排気口 15 は通気ダクト 16 の水平方向の導管の先端部に連結されており、通気ダクト 16 の垂直方向の導管の上端部はブロアダクトケース 22 の下面に形成された開口に連結されている。ブロアダクトケース 22 の上面に形成された開口はブロアファン 17 の取入口 17 a に連結されており、ブロアファン 17 の排出口 17 b は中間ダクトケース 24、J B ダクトケース 23 を介して排出ダクト 25 の水平方向の導管の先端部に連結されている。排出ダクト 25 の垂直方向の導管の下端部は放出口 26 に連結されている。従って、通気ダクト 16 とブロアダクトケース 22 とブロアファン 17 とが連通しており、ブロアファン 17 と排出ダクト 25 とが中間ダクト 24、J B ダクトケース 23 を介して連通した排気経路が形成される。

【0073】

この排気経路を冷却風が次のように通過する。すなわち、ブロアファン 17 を駆動することで、取込口 8 から外部の冷却風が外装ボックス 1 a 内に取り込まれ、吸気口 14 を介して電池モジュール 9 内に吸い込まれる。上述したように、電池モジュール 9 内では、冷却風が各単電池 10 間、各組電池 19 間の隙間を通りながら排気口 15 側に流れる。排気口 15 から排出された（電池モジュール 9 内で熱交換により温度が上昇した）冷却風は、通気ダクト 16 を介して電池モジュール 9 の長手方向一側端面に沿って上方に立ち上がり、ブロアダクトケース 22 を介してブロアファン 17 に取り入れられる。ブロアファン 17 から排出された冷却風は、中間ダクト 24、J B ダクトケース 23 を介して排出ダクト 25 に案内され、電池モジュール 9 の他側端面に沿って下方に立ち下がり放出口 26 から外装ボックス 1 a 外に放出される。この構造および配置により、電源システムの小型化が可能となり、さらに効率の良い冷却が可能である。

【0074】

<電源システムの強電系回路>

図 17 に示すように、上下に重ねられた電池モジュール 9 のうちの一方（低電位側）の電池モジュール 9 の正極強電ケーブル 81 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 のヒューズ側に接続されており、上下に重ねられた電池モジュール 9 のうちの他方（高電位側）の電池モジュール 9 の負極強電ケーブル 82 は、S D スwitch 6 のスイッチ側に接続されている。すなわち、2 つの電池モジュール 9 は S D スwitch 6 を介して直列接続され、公称電圧 340 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 125 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が維持できる。

【0075】

上述したジャンクションボックス 18 内には、強電バッテリーの負極とインバータモータコントローラ 120 との間に挿入された負極側メインリレー R_{L_N} と、強電バッテリーの正極とインバータモータコントローラ 120 との間に挿入された正極側メインリレー R_{L_P} と、抵抗 $R_{P_{RE}}$ を介して正極側メインリレー R_{L_P} に並列接続されたプリチャージリレー $R_{L_{P_{RE}}}$ との 3 つ強電系リレーと、正極側メインリレー R_{L_P} とインバータモータコントローラ 120 との間に挿入されたホール素子等の電流センサ S_I が内蔵されている。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 20 に接続されている。正極側メインリレー R_{L_P} 、負極側メインリレー R_{L_N} には、例えば、定格電流が 80 A 程度のもの、プリチャージリレー $R_{L_{P_{RE}}}$ 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 $R_{P_{RE}}$ には、例えば、定格容量が 60 W、抵抗値が 50 Ω 程

度のもの、電流センサ S_1 には、例えば、定格電流が $\pm 200\text{ A}$ 程度のものを用いることができる。

【0076】

従って、上述した一方の電池モジュール9の負極強電ケーブル82および他方の電池モジュール9の正極強電ケーブル81（強電バッテリーの負極および正極）は、上述したジャンクションボックス18内の強電系リレーおよび出力プラグ5（図1も参照）を介して、ハイブリッドトラックのモータ130を駆動するインバータモータコントローラ120に接続される。このような構成により高い安全性が維持できる。

【0077】

インバータモータコントローラ120は、340Vの強電バッテリーの電源からモータ130を駆動するための3相交流電源を生成するパワーモジュールと、MCUと、図示を省略した約2000 μF 程度の大容量の平滑コンデンサ（電解コンデンサまたはフィルムコンデンサでも可）とを有している。MCUは、上位コントローラ110の命令に従い、モータ130の駆動時に、負極側メインリレー RL_N をオフ状態からオン状態とした後に、正極側メインリレー RL_P をオフ状態からオン状態として電源システム1の強電バッテリーから電源の供給を受ける。なお、インバータモータコントローラ120は、レギュレータを介して、ハイブリッドトラックの制動時にモータ130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、インバータコントローラ120は上記モータ130を発電機として運転し、上記モータ130で発電された3相交流はインバータにより直流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。

【0078】

インバータモータコントローラ120のパワーモジュール側の内部抵抗が小さいため、初期状態において強電バッテリーから電源の供給を受けると、負極側メインリレー RL_N および正極側メインリレー RL_P が融着して破損するおそれがある。このため、初期状態では、MCUは、負極側メインリレー RL_N をオフ状態からオン状態とした後に、正極側メインリレー RL_P をオフ状態としたまま、プリチャージリレー RL_{PRE} をオフ状態からオン状態として抵抗 R_{PRE} を介して電流を制限しながら上述した平滑コンデンサを充電させる。この平滑コンデンサ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 RL_{PRE} および抵抗 R_{PRE} は使用されず、上述したように、負極側メインリレー RL_N 、正極側メインリレー RL_P をオン状態として電源システム1から電源の供給を受ける。このような制御を行うことで安全性の高い制御が可能となる。

【0079】

電源システム1の強電バッテリーの負極と負極側メインリレー RL_N との接続線および強電バッテリーの正極と極側メインリレー RL_P との接続線には、ケースグランド（ハイブリッドトラックの車体と同電位）との間にそれぞれコンデンサ C_N 、 C_P が挿入されている。これらのコンデンサは、インバータモータコントローラ120が発生させるノイズを除去して、弱電系回路の誤作動を防止するものである。インバータモータコントローラ120はノイズ除去フィルタを有しているが、これらのコンデンサを欠くと、バッテリーコントローラ20を誤作動させるおそれがあるため、電源システム1の耐ノイズの信頼性を高めるために挿入されている。なお、図17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平各の銅線が使用される。

【0080】

<電源システムの弱電系回路>

電源システム1は、弱電系回路を構成する要素として、バッテリーコントローラ20、コンバータボックス21内に内蔵されバッテリーコントローラ20に12V電源を供給するDC/DCコンバータ、ブローファン17、ブローファン17と一体にユニット化されブローファン17を作動させるためのリレー94、上述したセルコン80および電流センサ S_1 を有している。

10

20

30

40

50

【0081】

コンバータボックス21内のDC/DCコンバータは、ハイブリッドトラックの電源となる（ランプ等の補機を作動させる）24V系鉛電池（不図示）から電源の供給を受け、この24Vの電圧をチョッパ回路、平滑回路等で12Vに変換してバッテリーコントローラ20の作動電源として12Vの定電圧を供給する。DC/DCコンバータはイグニッションスイッチIGNのオン端子に接続されており（図17のIGN_ON（24V）線参照）、イグニッションスイッチIGNがオン位置に位置したときに作動を開始してバッテリーコントローラ20に電源を継続して供給し、シャットダウン制御線を介してバッテリーコントローラ20から電源供給の停止を命令されたときにバッテリーコントローラ20への電源供給を停止する。このような構成により信頼性の高い電源システムが実現されている。

10

【0082】

バッテリーコントローラ20は、後述するように種々の処理演算を行うMPU、不揮発性のEEPROM、ADコンバータ、DAコンバータ、直列接続された2つの電池モジュール9（強電バッテリー）の総電圧を検出するための総電圧検出回路を有している。

【0083】

総電圧検出回路は、強電バッテリーの正極に接続されたHV+端子、強電バッテリーの負極に接続されたHV-端子に接続され強電バッテリーの総電圧を交流に変換する交流変換器、強電バッテリーの高電圧を絶縁するためのトランス、トランスの出力側の電圧を分圧する分圧抵抗、分圧抵抗で分圧された電圧を交流電圧から直流電圧に変換する直流変換器、OPアンプと抵抗で構成され直流変換器で変換された直流電圧を把握するための差動増幅器、差動増幅器から出力されたアナログ電圧をデジタル電圧に変換するADコンバータで構成されており、ADコンバータの出力端子がMPUに接続されている。従って、MPUは強電バッテリーの総電圧をデジタル値で取り込むことができる。このような構成により高い精度が維持でき、また高い信頼性が維持される。

20

【0084】

バッテリーコントローラ20は、イグニッションスイッチIGNのオン端子に接続されており、メインケーブル34に含まれる通信線96（図17参照）を介して上位コントローラ110と通信を行う。また、電流センサS_Iからの出力線はADコンバータを介してMPUに接続されており、MPUは強電バッテリーに流れる電流をデジタル値で取り込むことができる。また、バッテリーコントローラ20内にはDAコンバータおよびトランジスタが配されており、MPUはこれらを介してリレー94をオン状態としてブローファン17を作動させる。このよう動作により信頼性の高い制御が可能となっている。

30

【0085】

また、バッテリーコントローラ20はセルコン80の通信ハーネス50を介してセルコンと接続されておりセルコン80と通信可能であるが、上述したように、通信ハーネス50には、温度センサTH1～TH4からの出力線も含まれている。これらの出力線はDAコンバータを介してMPUに接続されている。

【0086】

（組立て手順）

次に、本実施形態の電源システム1の組立て手順について、組電池19、組電池ブロック40、電池モジュール9、電源システム1の順に段階的に説明する。

40

【0087】

＜組電池19の組立手順＞

ホルダ11の単電池10と接触する湾曲部に接着剤を塗布し、単電池10を極性が互い違いになるように配設し、加圧して2つのホルダ11、ホルダ11間の支柱となる十字状ルーバ37間のスナップフィットを機能させる。次に、ホルダ11にインサート成形されて金属ブスバと各単電池10とをスポット溶接する。なお、単電池10と2つのホルダ11との最終固定は接着剤に依存しているが、接着剤が乾燥・固化するまでの間、スナップフィットによる物理的拘束力でも十分まかなえる構造が採用されている。このため、接着工程から後の溶接、検査、組み立ての各工程へ乾燥時間を待たなくても移ることができ

50

るため、時間効率が高くなる。

【0088】

また、電圧検出線58は図示しないフレキシブル基板を介してコネクタに集約されており（フレキシブル基板の一端側がコネクタとなっており）、単電池10を金属ブスバにスポット溶接するだけで検圧検出線はコネクタに集約される構造が採られている。コネクタは一方のホルダ11（図8の右側のホルダ11）に予め固定されている。このため、電圧検出線58の接続を著しく簡素化することができる。

【0089】

<組電池ブロック40の組立手順>

以上のように作製した組電池19を、図4に示すように、2つのブロックベース41が向き合うように平行に配置してタッピングネジ42で固定して行く。図5に示すように、ブロックベース41に組電池19を固定した後、ブロック補強板51を組電池19の上部に配置し、ブロックベース41のときと同様に、タッピングネジ42で固定する。このとき、電圧検出線58が配置された面では、結束バンド54を装着するためのケーブルタイ55を4箇所、タッピングネジ42で取り付ける。その後、ケーブルタイ55の近傍に電圧検出ハーネス52を配置し、結束バンド54で組電池ブロック40に固定する。そして、電圧検出ハーネス52の他側（ハーネスコネクタの反対側）に設けられた6つの接続コネクタを、組電池ブロック40を構成する6個の組電池11のコネクタのそれぞれに差し込む（接続する）ことで、組電池ブロック40の組立が完了する。

【0090】

<電池モジュール9の組立手順>

図3に示すように、下蓋45に組電池ブロック40を配置・固定する。このとき、組電池ブロック40は、ブロック補強板51のブロック補強板湾曲部56の丸穴に、太い針金で作ったフックを差し込んで持ち運び等の取り扱いが行われる。組電池ブロック40のブロックベース41の両端に形成した丸穴47を、下蓋45を構成する導入側固定台62、排出側固定台63上のスタッドボルト78を通してスプリング組み込みナットで締結し固定する。2つの組電池ブロック40を並設して固定した後、組電池ブロック40のブロックベース41から飛び出しているブロックフランジB44同士がブロック固定台64上で相対しているのを確認してスプリング組み込みナットで締結する。

【0091】

組電池ブロック40の締結が終了すると、セルコン80を内蔵したC/Cボックス79を、下蓋45の排出側固定台63の組電池ブロック40と下蓋45との間に挿入し、電圧検出ハーネス52（図3に示すように2本導出されている）の先端部のコネクタを、セルコン80の接続コネクタ48、49とそれぞれ嵌合させる。その後、下蓋45の背面の壁側へスライドさせて押し当てて電池モジュール9の外部からネジで締結する。C/Cボックス79の固定点は4点で、下蓋45の背面からの横方向固定と、排出側固定台63上に設けられた溶接ナット部分への上方固定とで行われる。コネクタ同士を締結するには、コネクタを差し込むストローク分の遊びが電圧検出ハーネス52側に必要であるが、そうすると必要以上に長くなってしまう。C/Cボックス79を固定していないフリーの段階でコネクタ同士を接続し、固定点までスライドさせることによって、必要遊びを最小に抑えることができる。

【0092】

組電池ブロック40間の電氣的接続を行うブロック間接続ブスバを取り付けネジで締結し、下蓋45に予め固定されていたグロメット付の正極強電ケーブル81、負極強電ケーブル82を夫々の組電池ブロック40に接続しネジにて締結する。これら強電ケーブルの末端には圧着端子が接続されているため、その取り付けは簡易に行える。

【0093】

全ての電氣的接続が終了した後、上蓋46を被せて各ネジで下蓋45と上蓋46とを締結する。すなわち、下蓋45の下蓋フランジ部68に立設されたスタッドボルト88と、上蓋46の上蓋フランジ部86に形成された丸穴とを介してネジで締結する。このとき、

ブロックベース 4 1 から飛び出しているブロックフランジ A 4 3 が、下蓋フランジ部 6 8 の上に乗っており、フランジ部窪み 8 7 で上蓋 4 6 と下蓋 4 5 とを締結し、組電池ブロック 4 0 も締結する。また、上蓋絞り部 8 4 でも下蓋 4 5 とネジ締結し、上蓋 4 6 の上面とセンターポール 6 6 とをネジ締結することで、電池モジュール 9 の組立が完了する。

【0094】

＜電源システム 1 の組立手順＞

図 1 4 に示すように、下容器 2 に出力プラグ 5 やケーブルコネクタ 4 と共にケーブル類の取り付けを行う。長手方向に沿う一側の側面に出力プラグ 5、ケーブルコネクタ 4 を配置固定し、他側の側面でケーブルコネクタ 4 と対向する位置に S D スイッチ 6 を配置固定する。S D スイッチ 6 は、ケーブルが予め所定の長さで接続されているため、少しとりつけ難い状態になっているが、ケーブル自体に少し癖をつけて挿入配置すれば作業性が向上する。

10

【0095】

下容器 2 の長手方向で S D スイッチ 6 が配置された側の端面の上部内側に、2 個の S D 端子台 3 3 を固定し S D スイッチ 6 のケーブルを配置する。メインケーブル 3 4 をケーブルコネクタ 4 に下容器 2 内部から差込み、電池モジュール 9 の挿入時の邪魔にならないように、ケーブルを壁側に配置しておく。なお、図 1 7 に示すように、メインケーブル 3 4 は、D C / D C コンバータへの入力線 (24 V、GND)、I G N _ O N (24 V) 線、通信線 9 6、負極側メインリレー R L_N、正極側メインリレー R L_P、プリチャージリレー R L_{P R E} への入力線で構成されている。次いで、2 つの出力プラグ 5 に強電ケーブル 3 5 をそれぞれ接続する。このとき、出力プラグ 5 の接続部は M 6 ネジになっているので、ネジ締結で固定する。なお、図 1 4 では、説明を簡単にするために、各ケーブルの保護チューブを捨象して示しているが、コルゲートチューブ等にて保護されていることが好ましい。また、出力プラグ 5 は下容器 2 の下部 (底面近く) に配置されており、結露や浸水などが懸念されるため、ケーブルと端子との接続部を絶縁チューブで被覆するか、または絶縁材を塗付して安全性を高めることが好ましい。

20

【0096】

次に、図 1 6 に示すように、ケーブル類が固定された下容器 2 内に電池モジュール 9 を挿入する。このとき、モジュールケース 9 a に通気ダクト 1 6 を取り付ける。もともと、電池モジュール 9 は単独で使えるように吸気口 1 4 と排出口 1 5 とを対称となる位置に形成されているが、外装ボックス 1 a 内で冷却風を排気するためのダクトを取り回す空間を最小限にするため、電池モジュール 9 から排出された冷却風を通気ダクト 1 6 で上方に持ち上げる構造とした。

30

【0097】

電池モジュール 9 をひも等で吊り下げて挿入してもよいが、最も効率的な方法は吸盤によって持ち上げるサクションパッドを使用することである。2 個の電池モジュール 9 を上下に重なるように挿入する。このとき、下側に位置する電池モジュール 9 の通気ダクト 1 6 の下端と下容器 2 の内底面との間、2 個の電池モジュール 9 に装着された通気ダクト 1 6 同士の間にはシールクッション 2 8 を配置する。1 段目の電池モジュール 9 をネジ締結し、カラー 9 1、長ボルト 9 2 を用いて 2 段目の電池モジュール 9 を固定した後 (図 1 2 参照)、ブロアダクトケース 2 2、J B ダクトケース 2 3 を電池モジュール 9 の上方に配置し、ケース固定クロスバー 2 9 と固定バーとをネジ締結する。通気ダクト 1 6 の上端とブロアダクトケース 2 2 の開口との間にもシールクッション 2 8 を配置する。ブロアファン 1 7 の排出口 1 7 b と J B ダクトケース 2 3 の上面の一侧 (ブロアファン 1 7 側) に形成された開口との間に中間ダクト 2 4 を配置固定する。このとき、中間ダクト 2 4 と、ブロアファン 1 7、J B ダクトケース 2 3 との接続面のシール材としてそれぞれゴムスポンジを使用してもよいが、高温の空気が移動することによるゴムのへたりや割れ等の不確定要素が懸念されるため、液状パッキンを使用することが効果的である。各強電ケーブル 3 5 を電池モジュール 9 に接続し電池モジュール 9 の出力端子と S D スイッチ 6 とを接続する。

40

50

【0098】

次に、下容器2内に排出ダクト25を挿入し固定する。排出ダクト25の上部の開口を、JBダクトケース23の上面の他側（ブローファン17と反対側）に形成された開口に連結する。JBダクトケース23と排出ダクト25との接続面にも中間ダクト24と同様にシール材として液状パッキンを使用することが望ましい。同様に液状パッキンを介して、排出ダクト25の下部の開口を外装ボックス1aの底面に形成された放出口26に連結する。上蓋3および下容器2のフランジ32同士を、接合面に液状パッキンを塗付して重ね合わせ、ネジ締結で固定し、電源システム1の組立てが完了する。

【0099】

（動作）

次に、図11および図17を参照して、本実施形態の電源システム1の動作について、セルコン80のIC、バッテリーコントローラ20のMPUおよび上位コントローラ110をそれぞれ主体として説明する。

【0100】

＜起動等＞

イグニッションスイッチIGNがオン位置に位置すると、コンバータボックス21内のDC/DCコンバータは、24V系鉛電池からの電源の供給を受け、24V電圧を12V電圧に変換し、バッテリーコントローラ20に12V電源を供給する。これにより、バッテリーコントローラ20のMPUは、RAMに展開されたプログラムに従って初期設定処理を実行し、イグニッションスイッチIGNがオン位置に位置したことを認識すると、スリープ状態にあるセルコン80のIC-1～IC-12を起動させる。すなわち、MPUは、フォトカプラF1を介してIC-1の信号入力端子In-1に起動信号を伝達する。

【0101】

IC-1の入力回路は、信号入力端子In-1に伝達された信号の電位を変換し、この信号を基準電源回路に伝達する。これにより、基準電源回路が起動し、基準電源回路は図示を省略したトランジスタを介してIC-1に外付けされたコンデンサCV1を充電する。コンデンサCV1の電圧が、電圧VDDよりわずかに小さい規定値以上になると、ロジック回路が起動する。その後、コンデンサCV1の電圧は一定値VDDに制御される。ロジック回路は、MPUから伝達された起動信号を認識し、これを出力回路を介して1つ低電位側のIC-2に伝達する。同様にして、以下、IC-2～IC-12が起動する。さらに、IC-12は、フォトカプラF4を介してMPUに起動信号を戻す。

【0102】

MPUは、戻された信号により、全てのIC-1～IC-12がスリープ状態から起動したことを認識し、通信線96を介して上位コントローラ110に起動が完了したことを報告した後、次の指令に移る。すなわち、MPUは、フォトカプラF1～F3を用いてシリアル形式の制御指令をIC-1～IC-12へ送出する。このような制御指令には、後述するように、各単電池の電圧検出指令や容量調整指令が含まれる。

【0103】

IC-1は、信号入力端子In-1～In-3で得られたシリアル信号を入力回路で電位変換し、ロジック回路で解読する。そして、この信号をレジスタに一旦格納し、同じシリアル信号を出力回路を介してIC-2に送出する。下位のIC-2～IC-12も同様な動作を実行する。そして、最下位のIC-12は、フォトカプラF4～F6を介してシリアル信号をMPUに戻す。

【0104】

MPUは、戻ってきたシリアル信号を確認し、正常な場合は次の制御指令を送出する。MPUは信号電圧に関する誤り回数を積算し、回数が許容回数以下の場合は、やり直しのために同じ指令信号をIC-1に送出する。一方、誤り回数が許容回数以上に達した場合は、異常と判断して、上位コントローラ110へ異常信号を出力する。

【0105】

セルコン80のIC-1～IC-12間は、信号出力端子Out-1～Out-3と信

10

20

30

40

50

号入力端子 $I n - 1 \sim I n - 3$ とでチェーン状に電氣的に非絶縁状態で接続されており、シリアル信号で制御指令を伝達するため、 $I C - 1 \sim I C - 12$ まで指令が届くまでに時間遅延があるが、この間の単電池 10 の電圧変化は極めて小さく実用上なんらの問題も生じない。一方、MPU は $I C - 1$ へ送出した制御指令と $I C - 12$ から戻った制御指令とを比べることで、いずれかの $I C$ が誤った場合もこれを検出できる。特に、非絶縁で信号を送り、DC/DC コンバータを内蔵した本実施形態の電源システム 1 では、DC/DC コンバータが発生するノイズの影響を考慮する必要があるが、MPU は 1 つずつの指令が全ての $I C - 1 \sim I C - 12$ で正確に認識されたことを確認でき、システムの信頼性を向上させることができる。すなわち、上述の起動方法により、信頼性の高い制御が可能となる。また、異常状態を確認でき、安全性の高い制御が実現可能となる。

10

【0106】

<電圧検出>

MPU は、電源システム 1 が充放電停止状態にある場合に、 $I C - 1 \sim I C - 12$ にフォトプラ $F 1 \sim F 3$ を介して電圧検出指令を送出する。電源システム 1 が充電状態、放電状態、休止状態のいずれにあるかは電流センサ S_1 からの出力を監視することで MPU は判断可能であるが、ハイブリッドトラックの走行中には強電バッテリー、インバータモータコントローラ間での充放電が行われるため、この電圧検出指令はハイブリッドトラックが充放電停止状態にある場合に行われる。また、単電池に非晶質炭素を負極活物質に用いたりチウム二次電池の場合、単電池の開回路電圧と充電状態 (SOC) ないし容量との相関が極めて高く、充放電停止状態にある場合に電圧検出指令を発することで正確に各単電池の SOC 等の電池状態を把握できる。

20

【0107】

MPU および $I C - 1 \sim I C - 12$ は、上述した起動時の動作を実行し、MPU は通信線 96 を介して上位コントローラ 110 に起動が完了したことを報告する。この報告を受けると、上位コントローラ 110 は、MPU に電圧検出命令を発出する。

【0108】

MPU は、 $I C - 1$ に単電池 B 1 の電圧検出指令を発出する。 $I C - 1$ は、指令をレジスタに格納し、下位の $I C$ へ同じ指令を送出することで、MPU に指令が戻される。この方法は上述したものと同様である。 $I C - 1$ のロジック回路は、この電圧検出指令を解読し、マルチプレクサに電圧検出対象の単電池 B 1 を指定して AD コンバータで電圧検出対象の単電池のデジタル電圧値を取得する。この際、AD コンバータは、上述したように、誤差校正を行っている。次いで、取得した電圧検出対象の単電池 B 1 のデジタル電圧値を下位の $I C$ へ伝達することで、MPU は単電池 B 1 のデジタル電圧値を取得する。以下、同様に、MPU は単電池の電圧検出指令を順次繰り返すことにより、単電池 B 1 ~ B 48 のデジタル電圧値を取得する。このようにして信頼性の高い電圧の検出および単電池の SOC を高精度で把握できる。

30

【0109】

MPU は $I C - 12$ から戻された信号に誤りがないかを確認 (誤りがある場合は再度同じ指令を発出) した後、AD コンバータを介して、温度センサ $T H 1 \sim T H 4$ で検出された単電池 B 1、B 5、B 41、B 45 の温度値を取り込んで、取り込んだ温度値の算術平均値を算出する。次いで、MPU は、取得した各単電池 B 1 ~ B 48 の SOC を算出する。

40

【0110】

<通常時>

MPU は、所定時間毎に、上位コントローラ 110 に、通信線 96 を介して、電源システム 1 を構成する全単電池 B 1 ~ B 48 の SOC (充電状態)、放電可能出力容量、充電可能出力容量、単電池の平均温度、強電バッテリーの総電圧、充電電流、放電電流等を報告している。

【0111】

すなわち、MPU は、起動後、単電池 B 1 ~ B 48 の SOC を演算するとともに、電流

50

センサ S₁ で検出した充電電流および放電電流のそれぞれの積分を開始している。また、上述した総電圧回路から強電バッテリーの電圧を取り込んでいる。さらに、温度センサ T_{H1} ~ T_{H4} で検出した単電池温度の算術平均値を算出している。そして、取り込んだ強電バッテリーの電圧、充電電流の積分値、放電電流の積分値および単電池の平均温度を利用して、単電池 B₁ ~ B₄₈ の SOC を算出するとともに、現在の放電可能出力容量および充電可能出力容量を算出している。なお、MPU は起動した時点で、強電バッテリーを構成する全単電池を冷却するために、リレー 94 をオン状態としプロアファン 17 を作動させる。この方法により、制御の信頼性が向上し、また信頼性の高い冷却が可能となる。

【0112】

<容量調整>

上述したように、MPU は、電源システム 1 を構成する全単電池 B₁ ~ B₄₈ の起動時の SOC を把握している。全単電池 B₁ ~ B₄₈ の SOC に規定値以上のバラツキがある場合には、バラツキの範囲が規定値の範囲内となるように、規定値を越える単電池（容量調整対象の単電池）の調整容量を算出し、算出した調整容量に対応する容量調整時間を算出する。抵抗 R₁ ~ R₄₈ の抵抗値は既知のため、テーブルを参照することにより容易に容量調整時間を算出することが可能である。MPU は、電源システム 1 が充放電状態にある場合に、IC-1 ~ IC-12 にフォトカプラ F₁ ~ F₃ を介して容量調整対象の単電池の容量調整指令を送出する。この指令には、容量調整対象の単電池番号（例えば、B₁）、容量調整時間に関する情報が付加される。

【0113】

このような容量調整は、単電池間の SOC にバラツキが生じると、バラツキを生じた単電池が他の単電池の負荷となってしまう電池モジュールないし強電バッテリー全体として所期の機能を発揮しなくなることを防止するとともに、バラツキを生じた単電池は設計寿命より寿命が短縮する傾向にあるため、電池モジュールないし強電バッテリー全体として所期の寿命を確保する必要があるからである。従って、バッテリーコントローラ 20 側で全単電池の SOC のバラツキが規定値の範囲内となるように制御することが好ましい。

【0114】

充放電状態ではハイブリッドトラックが動いている状態のため、強電バッテリーに充放電がなされる。充電状態では、容量調整回路の抵抗で充電電流の一部が熱消費され電圧の高い（バラツキの生じた）単電池の充電電流値が小さくなり、放電状態では、同様に、容量調整回路の抵抗で放電電流が熱消費され電圧の高い単電池の放電電流値が大きくなるため、結果として、電圧の高い単電池の電圧が他の単電池の電圧に揃ってくる。単電池の充放電状態が均一化される効果がある。

【0115】

MPU から容量調整指令を受けると、各 IC は、指令をレジスタに格納し、下位の IC へ同じ指令を送出することで、MPU に指令が戻される。この方法は上述したものと同様である。各 IC のロジック回路は、この容量調整指令を解釈し、単電池番号から自己の管理下の単電池が容量調整対象単電池かを判断し、否定判断のときは、他の IC に発出された指令として対応せず、肯定判断のときは、容量調整対象単電池の容量調整を指令された容量調整時間の間実行する。すなわち、例えば、単電池 B₂ が容量調整対象単電池の場合には、端子 T₄ に、指令された容量調整時間ハイレベル信号を出力する。MPU は、同様に、他に容量調整が必要な単電池について IC-1 ~ IC-12 に指令し、IC-1 ~ IC-12 に単電池 B₁ ~ B₄₈ 間の SOC のバラツキを解消させる。IC-1 ~ IC-12 は自己の管理下にある単電池の容量調整が完了すると、その旨を下位の IC に伝達することで、MPU は全ての容量調整対象単電池の容量調整が完了したことを認識することができる。

【0116】

（効果等）

本実施形態の電源システム 1 の有する特徴および効果を上述の説明の中で述べたので、上記説明と重複する部分もあるが、再度効果等について説明する。

【0117】

本実施形態の電源システム1を構成する電池モジュール9は、C/Cボックス79内にセルコン80を内蔵している。セルコン80は、基板上に12個の同種のIC-1～IC-12が実装されており、これらのICは、基板上で画定される矩形状連続直線L-L'の矩形長辺上に2個ずつ、対応する組電池AB1～AB12の電位差の順に、最高電位側のIC-1から最低電位側のIC-12まで連続して実装されている（図10参照）。また、本実施形態では矩形状連続直線L-L'の矩形短辺間の距離は同じである。このため、電池モジュール9を構成する単電池10の個数に応じてセルコン80の設計上の自由度を与えつつ、ICをコンパクトに基板上に実装できるとともに、実装面積を小さくすることができることから、セルコン80の低コスト化を図ることができる。本願出願時で、この種のセルコンの商用ベースでのIC化はなされておらず、同種セルコンの基板面積およびコストはそれぞれ本実施形態のものの約8倍近くになっている。従って、セルコン80の産業上の利用価値は非常に高いものと考えられる。

10

【0118】

また、セルコン80上では、グラウンド（電圧）GND-1～GND-12の異なるIC-1～IC-12間において、下位のICとの間で、信号出力端子Out-1～信号出力端子Out-1がそれぞれ信号入力端子In-1～In-3に電氣的に絶縁状態で接続され、チェーン状にシリアル通信が行われている。従って、IC-1～IC-12間の電位差を補う通信用回路素子が不要なため、セルコン80を極めてコンパクトに構成することができる。

20

【0119】

さらに、セルコン80には、容量調整回路を構成する抵抗R1～R48が矩形状連続直線L-L'から離間した2つの領域（図10の接続コネクタ48、49近傍の破線領域）に分割して実装されている。このため、IC-1～IC-12に対し、容量調整時に抵抗R1～R48が発する熱の影響を最小限に抑えることができる。

【0120】

また、セルコン80には、バッテリーコントローラ20のMPUと絶縁状態で通信を行うためのフォトカプラF1～F6が、抵抗RF1～RF6、トランジスタTr1～Tr3とともに、2分割して実装されている（図10の接続コネクタ48、49近傍の二点鎖線領域）。従来の構成では、組電池19が12個の場合、それぞれのICが入出力用に2個のフォトカプラを必要とするため、合計24個のフォトカプラが必要となる。本実施形態では、6個でよいため、セルコン80の基板面積が減少するとともに、コストを低減させることができる。

30

【0121】

また、セルコン80は、温度センサTH1～TH4からの導出線をバッテリーコントローラ20に中継している。これらの導出線は、組電池19の電圧検出線58を集約したコネクタに一体に集約されているため、組立時に、電圧検出ハーネス52の他側に設けられた6つ接続コネクタを組電池のコネクタに差し込み、電圧検出ハーネス52の一侧のハーネスコネクタをセルコン80の接続コネクタ48、49に接続し、通信ハーネス50の先端のコネクタをバッテリーコントローラ20の接続コネクタに接続するだけで、接続が完了する。従って、これらの導出線の接続は電圧検出線の接続と一体に行うことができ、接続の手間を省くことができる。また、これらの導出線は電圧検出ハーネス52、通信ハーネス50と一体になっているため、振動を生じるハイブリッドトラック上でも断線等のおそれがない。さらに、本実施形態では、温度検出をセルコン80側で行わず、バッテリーコントローラ20側で行っているため、ICにADコンバータを搭載する必要がなくIC自体を小さく抑えることができるので、セルコン80の基板面積を小さくすることができる。

40

【0122】

また、セルコン80のIC-1～IC-12は、作動電源が対応する組電池AB1～AB12から供給されるので、外部電源を利用する場合に比べ、外部電源からセルコン80までの配線をなくすことができるとともに、基板上でのプリント配線の本数を少なくする

50

ことができる。

【0123】

従って、電池モジュール9では、セルコン80を小さくすることができるので、電池モジュール9の小型化を図ることができるとともに、電池モジュール9に必要な各単電池を冷却するための冷却空間（冷却風の通路）を十分に確保することができ、ひいては、電源システム1の小型化を図ることができる。換言すれば、電池本来の性能を引き出すことができるとともに、体積容量密度を高めることができる。

【0124】

また、本実施形態の電源システム1を構成する電池モジュール9は、単電池10にリチウム二次電池を用いている。このため、例えば、ニッケル水素二次電池より高い体積容量密度を確保することができる。さらに、非晶質炭素を負極活物質としているので、上述したように開回路電圧（OCV）を測定することで、単電池10の充電状態（SOC）を精度よく把握することができる。さらにまた、リチウムマンガン複酸化物を正極活物質としているので、原料が豊富なことから、例えば、リチウムコバルト複酸化物を正極活物質に用いた場合に比べ、低コストの単電池とすることができ、電池モジュール9、ひいては、電源システム1のコストを低減させることができる。

【0125】

さらに、本実施形態の電源システム1は、バッテリーコントローラ20のMPUがセルコン80のICとフォトカプラF1～F6を介して電氣的に非絶縁状態で通信を行っており、バッテリーコントローラ20の総電圧回路もトランスで強電バッテリーの高電圧と絶縁されているので、電圧破壊を生じるおそれはなく、また、短絡等による上位コントローラ110側への波及も防止することができる。

【0126】

また、本実施形態の電源システム1は、2個の電池モジュール9間が保守・点検用のSDスイッチ6を介して直列接続されている。従って、保守・点検の際には、このSDスイッチ6をオフ状態として作業をすることで、作業者の安全性を確保することができる。また、SDスイッチ6はモジュールケース9aに露出しているので（図14参照）、下容器2と上蓋3とを分離する前の保守・点検の初期段階でオフ状態とすることができる。

【0127】

また、本実施形態の電源システム1は、バッテリーコントローラ20が外部電源の24V系鉛電池からDC/DCコンバータを介して電源の供給を受けているので、2個の電池モジュール9で構成される強電バッテリーから電源の供給を受ける場合に比べ、バッテリー機能の自己保持性を高めることができる。さらにまた、電源システム1は、DC/DCコンバータを内蔵しているので、種々の移動体に搭載することが可能である。なお、我国の多くのトラックは24V系鉛電池を電源としている。

【0128】

さらに、本実施形態の電源システム1は、DC/DCコンバータを有しているが、強電バッテリーの正負極はケースグラウンドとの間にそれぞれコンデンサ C_N 、 C_P が介在しており、このグラウンドがDC/DCコンバータで変換された12V電源のマイナス側と同電位（ハイブリッドトラックの車体とも同電位）のため、電源供給を受けるインバータモータコントローラ120に対し耐ノイズ性の点で信頼性のある電源システムとすることができる。

【0129】

また、本実施形態の電源システム1では、ジャンクションボックス18内に正極側メインリレー RL_P と負極側メインリレー RL_N とを有しているので、電源システム1になんらかの外力が働き、電源システム1の一部が破損した場合でも、外部装置全体に対する安全性を高めることができる。さらに、これらの強電系リレーは、電源システム1から電源供給を受けるインバータモータコントローラ120からオン、オフ制御されるので、安全、かつ、必要なとき直ちに電源供給が可能であり、電源システム本来の機能を果たすことができる。

10

20

30

40

50

【0130】

また、ジャンクションボックス18内で、正極側メインリレー RL_P には該リレーより耐電流値の小さいプリチャージリレー RL_{PRE} が抵抗 P_{PRE} を介して並列接続されており、プリチャージリレー RL_{PRE} は、電池モジュール1がインバータモータコントローラ120に電源を供給する初期時に、インバータモータコントローラ120からオン状態に制御され、インバータモータコントローラ120内の平滑コンデンサを充電するので、インバータモータコントローラ120の入力側の抵抗が小さくても、正極側メインリレー RL_P 、負極側メインリレー RL_N を融着させる事故を防止することができる。

【0131】

さらにまた、本実施形態の電源システム1では、電池モジュール9の外装ケースを、下蓋45が正面、底面、背面の3面、上蓋46が左側面、上面、右側面の3面を有し、下蓋45と上蓋46とを結合することで略六面体としたので、各6個の組電池19で構成された2つの組電池ブロック40を下蓋45に配置固定する際に、左側面および右側面の空間が開いているため、作業性（組立性）を向上させることができ、下蓋45と上蓋46とを結合する際、正面と背面方向からの目視確認ができるため、安全性を向上させることができる。また、上蓋46、下蓋45ともに3面を有するため、5面を有する箱構造の外装ケースよりコストを低減させることができる。

【0132】

また、本実施形態の電源システム1は、単電池10→組電池19→（組電池ブロック40）→電池モジュール9→電源システム1と段階的に組み立てることができる。従って、アセンブリユニットの管理が容易である。また、弱電系回路の殆どの接続をコネクタで行うので、接続が容易で誤配線を防止することができるとともに、ハイブリッドトラックに搭載されても振動等による断線を防止することができる。

【0133】

さらに、本実施形態の電源システム1では、通気ダクト16の水平方向の導管の先端部が電池モジュール9の排気口15に連結されており、通気ダクト16の垂直方向の導管の上端部がブロアダクトケース22の下面に形成された開口に連結されている。ブロアダクトケース22の上面に形成された開口がブロアファン17の取入口17aに連結されている。排出ダクト25の水平方向の導管の先端部がブロアファン17の排出口17bに連結されており、排出ダクト25の垂直方向の導管の下端部が外装ボックス1aの放出口26に連結されている。このため、通気ダクト16とブロアダクトケース22とブロアファン17とが連通しており、ブロアファン17と排出ダクト25とが連通しているので、冷却性を確保しつつ排気経路を形成することができる。

【0134】

またさらに、本実施形態の電源システム1では、モジュールケース9aの排気口15が形成された端面に近接して通気ダクト16が装着されている。通気ダクト16は、モジュールケース9aの端面に沿う方向の長さがモジュールケース9aの高さとほぼ同じ長さに設定されており、水平方向の導管が排気口15に連結されている。このため、2個の電池モジュール9を上下に重ねて配置することで、各モジュールケース9aに装着された通気ダクト16同士（垂直方向の導管同士）も連結される構造となっている。つまり、外装ボックス1aに電池モジュール9を収容する際、電池モジュール9を重ねるだけで、通気ダクト16も積み重なり延長されていく。これにより、電池モジュール9と通気ダクト16とを連通する排気経路の一部を容易に形成することができ、外装ボックス1a内への電池モジュール9の収容固定作業が容易となり作業性を向上させることができる。

【0135】

さらに、本実施形態の電源システム1では、電池モジュール9の上方に、幅方向の断面にスリット状の開口が形成された扁平なブロアダクトケース22が配置されている。ブロアダクトケース22の上面にはブロアファン17が配置されており、ブロアファン17の取入口17aはブロアダクトケース22の上面に形成された開口に連結されている。このため、外装ボックス1a内に収容された電池モジュール9の上側に、ブロアファン17に

連結されたブロアダクトケース 22 を配置することで、通気ダクト 16 の上端部とブロアダクトケース 22 の下面に形成された開口とを容易に連結することができる。また、ブロアファン 17 の排出口 17b は、中間ダクト 24、JBダクトケース 23 を介して排出ダクト 25 の水平方向の導管の先端部に連結されており、排出ダクト 25 の垂直方向の導管の下端部は放出口 26 に連結されている。このため、電池モジュール 9、ブロアダクトケース 22、中間ダクト 24、JBダクトケース 23、排出ダクト 25 を順に外装ボックス 1a 内に収容するだけで、排気経路全体が容易に形成されるので、収容作業、外装ボックス 1a 内部での固定作業を簡素化し作業性を著しく向上させることができる。

【0136】

さらにまた、本実施形態の電源システム 1 では、通気ダクト 16 はモジュールケース 9a の排気口 15 が形成された端面に沿って装着されており、排出ダクト 25 は吸気口 14 が形成された端面側に沿って配置されている。このため、通気ダクト 16 および排出ダクト 25 が電池モジュール 9 を挟んで長手方向両側の端面にそれぞれ沿っているので、外装ボックス 1a 内の排気経路をコンパクトに形成することができ、電源システム 1 全体の小型化を図ることができる。また、排出ダクト 25 は電池モジュール 9 の出力端子が突出した端面側に配置されるため、突出した出力端子間に形成される空間が有効利用されるので、ムダ空間の形成を抑制して小型化を図ることができる。

【0137】

また、電池モジュール 9 では、下蓋 45 が、配置された組電池 19 毎にダクト 75 を形成しており、ダクト 75 には組電池 19 を構成する単電池 10 間に対応する箇所に通風孔 76 が形成されているので、冷却風は各単電池 10 間を下側から吹き上がっていく構造となり、ダクト 75 を流通する冷却風の温度は一定であるため、夫々の単電池 1 へは一定の温度の空気が当たり冷却条件はほとんど一定となる。また、内部にルーバー機能（アーチ状ルーバー 36、十字状ルーバー 37）をもった同一形状の組電池 19 を固定した組電池ブロック 40 を、ダクト 75 と通風孔 76 とを有する下蓋 45 へ形成するだけで、冷却系が完結する極めて効率的な構造となり、単電池 10 毎にルーバー形状を変える必要がなく簡易な組み立てが可能となる。さらに、通風孔 76 の開口面積が冷却風の導入側が大きく排出側へいくほど小さくなり、かつ、最も導入側に近い通風孔は略半分が遮へいルーバー 77 で覆われており、最も排出側に近い通風口が最も導入側に近い通風孔と略同じ開口面積を有しているため、単電池 10 の温度をほぼ一定とすることができる。

【0138】

そして、電池モジュール 9 は、下蓋 45 が底面に下蓋突起 73 を有しており（図 7 参照）、上蓋 46 に上蓋窪み 89 が形成されているので、上蓋窪み 89 に下蓋突起 73 を係合させて電池モジュール 9 の積層配置が可能となるため、本実施形態の電源システム 1 では、電池モジュール 9 の平面的な配置に比べ立体的な配置ができ空間の利用率が向上する。その際、カラー 91 と長ボルト 92 を用いて固定する構造としたので、ハイブリッドトラック等の移動体に搭載されても、振動等の影響を排除することができる。

【0139】

なお、本実施形態では、図 10 に示したように、セルコン 80 の基板上に、矩形状連続直線 L-L' の矩形長辺上に 2 個ずつ、対応する組電池 AB1～AB12 の電位差の順に、最高電位側の IC-1 から最低電位側の IC-12 まで連続して実装した例を示したが、本発明はこれに制限されるものではない。例えば、図 18 に示すように、矩形状連続直線 L-L' の矩形長辺上に実装された IC の個数が異なるようにしてもよい。このような場合には、IC-4、IC-7 の上方や IC-5、IC-6 の下方にコネクタや基板固定用の丸穴等を配置しなければならない場合に有効であり、また、このような場合に、矩形状連続直線 L-L' の矩形短辺間の距離を変えるようにしてもよく、設計上の自由度が確保される。さらに、図 19 に示すように、矩形状連続直線 L-L' の方向に制約はなく、本実施形態のセルコン 80 の基板とは逆に、最低電位側から最高電位側に IC を連続して実装してもよい。

【0140】

また、本実施形態では、セルコン 80 の基板上に、組電池 1 個に対して IC 1 個を対応させた実装例を示した。しかしながら、IC 自体の処理速度やパッケージングによる若干のサイズアップの点等を無視すれば、例えば、8 ビット CPU を 2 個の 4 ビット CPU とした方がコストの点で有利であることが知られている。また、本実施形態で示した例では、アナログ部とデジタル部とが 1 個の IC パッケージ内に収容されているため、例えば、アナログ部とデジタル部のように、分割して、すなわち、組電池 1 個に対して複数の IC を対応させることも可能である。図 20 は、組電池 1 個に対して IC 2 個を対応させた例である。従って、組電池 1 個に対して複数の IC を対応させる場合も本発明の技術的範囲内もしくは均等の範囲内にある。

【0141】

また、本実施形態では、ハイブリッドトラックが 24 V 系鉛電池を搭載していることから、24 V から 12 V に変換する DC/DC コンバータを有する電源システム 1 を例示したが、例えば、米国では、12 V 系鉛電池を搭載したトラックも普及している。このような場合には、DC/DC コンバータが不要となり、電源システム 1 の小型化を図ることができる。

【0142】

さらに、本実施形態では、バッテリーコントローラ 20 が各単電池 10 の SOC を算出して容量調整を行う例を示したが、セルコン 80 の各 IC の基準電源回路の基準電圧の精度を高めることにより、各 IC の管理下の単電池を個別に容量調整するようにしてもよい。さらにまた、本実施形態では、容量調整回路のスイッチ素子を IC 内に実装した例を示したが、これらのスイッチ素子は、容量調整回路の抵抗と同様に、IC 外の基板上に実装するようにしてもよい。

【0143】

また、本実施形態では、温度センサ TH1 ~ TH4 を組電池 AB1、AB2、AB11、AB12 の最高電位側の単電池に固着させた例を示したが、強電バッテリーを構成する全単電池の平均温度を把握できればよいため、本発明は例示した形態に限らず、例えば、任意の 2 個の組電池の任意の単電池に固着させるようにしてもよい。

【0144】

さらに、本実施形態では、ハイブリッドトラック用の電源システム 1 を例示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、大電流充放電を要する電源システムに広く適用することができる。また、本実施形態では、4 本の単電池 10 を直列に接続した組電池 19 を 12 個並置した電池モジュール 9 を例示したが、本発明は電池モジュール 9 の構成や接続（直列、並列）に制限されるものではない。例えば、単電池 10 の本数を変えてもよく、組電池 19 の個数や配列を変えてもよい。更に、本実施形態では、電池モジュール 9 を 2 個上下に重ねて外装ボックス 1a に収容する例を示したが、3 個以上を収容するようにしてもよく、1 個の電池モジュール 9 を使用した電源システムとしてもよいことはもちろんである。

【0145】

また、本実施形態では、単電池 10 に円柱状リチウム二次電池を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、単電池 10 の形状を角型、多角形としてもよく、ラミネートフィルムで外装した二次電池を使用するようにしてもよい。また、リチウム二次電池以外に、ニッケル水素二次電池等の他の二次電池を使用することもできる。

【0146】

そして、本実施形態では、電池モジュール 9 の吸気口 14 および排気口 15 をそれぞれ長手方向両側の端面の下部に形成する例を示したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、吸気口 14 を電池モジュール 9 の端面の上部に形成すれば、冷却風の流れが電池モジュール 9 の長手方向に沿う側面から見て対角線方向となるので、冷却効果を高めることができる。また、長手方向に沿う側面に吸気口 14 を形成するようにしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0147】

本発明は生産性の優れたセルコントローラ、該セルコントローラを備えた電池モジュール、該電池モジュールを備えた電源システムを提供するものであるため、セルコントローラ、電池モジュール、電源システムの製造、販売に寄与するので、産業上の利用可能性を有する。

【図面の簡単な説明】

【0148】

【図1】本発明が適用可能な実施形態の電源システムの外観斜視図である。

【図2】実施形態の電源システムに内蔵された電池モジュールの外観斜視図である。

【図3】電池モジュールの上蓋の組み付け状態を示す斜視図である。

10

【図4】組電池を集合させた組電池ブロックの組立状態を示す斜視図である。

【図5】組電池ブロックの外観斜視図である。

【図6】電池モジュールの下蓋構成部品の分解斜視図である。

【図7】冷却風の流通経路を模式的に示す電池モジュールの概略断面図である。

【図8】組電池の外観斜視図である。

【図9】組電池を構成する円柱状リチウム二次電池の外観斜視図である。

【図10】セルコンを構成する基板を模式的に示す、一部斜視図を含む平面図である。

【図11】セルコンの回路図である。

【図12】電源システム内での電池モジュールの固定状態を示す外観斜視図である。

20

【図13】電源システムの外装ボックスに収容された電池モジュール、ブローファンの配置および外装ボックス内に形成された排気経路の形成位置を示す断面図である。

【図14】電源システム組立て時のケーブルを取り付けた状態を示す外装ボックスの下容器の斜視図である。

【図15】電源システム組立て時の外装ボックスの下容器に電池モジュールを収容した状態を示す電源システムの分解斜視図である。

【図16】電源システム組立て時の排出ダクトを組み付ける直前の状態を示す電源システムの分解斜視図である。

【図17】電源システムの回路図である。

【図18】ICをセルコンの基板に実装する場合の他の実施形態である。

【図19】ICをセルコンの基板に実装する場合の別の実施形態である。

30

【図20】ICをセルコンの基板に実装する場合のさらに別の実施形態である。

【符号の説明】

【0149】

1 電源システム

6 SDスイッチ（スイッチ）

9 電池モジュール（強電バッテリーの一部）

10 単電池

17 ブローファン（ファン）

19 組電池（単電池群）

20 バッテリコントローラ

40

40 組電池ブロック（電池ユニットの一部）

80 セルコン（セルコントローラ）

94 リレー

120 インバータモータコントローラ（外部装置）

C_N コンデンサ

C_P コンデンサ

DC/DCコンバータ（電圧変換器）

F1～F6 フォトカプラ

L-L' 矩形状連続直線

In-1、In-2、In-3 信号入力端子（信号の入出力に係る端子、入力端子

50

)

I C - 1 (最高電位側の I C)

I C - 1 2 (最低電位側の I C)

O u t - 1、O u t - 2、O u t - 3 信号出力端子 (信号の入出力に係る端子、出力端子)

R 1 ~ R 4 8 抵抗 (抵抗素子)

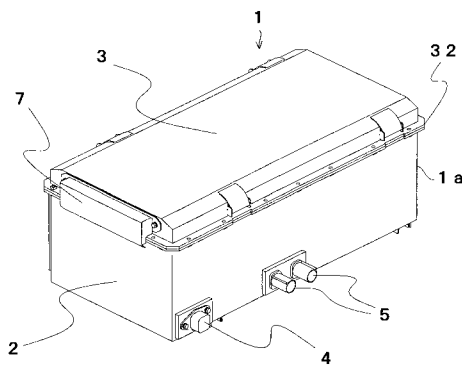
R L _N 負極側メインリレー (リレー)R L _P 正極側メインリレー (リレー)R L _{P R E} プリチャージリレー (耐電流値の小さなリレー)R _{P R E} 抵抗

S 1 ~ S 4 8 スイッチ素子

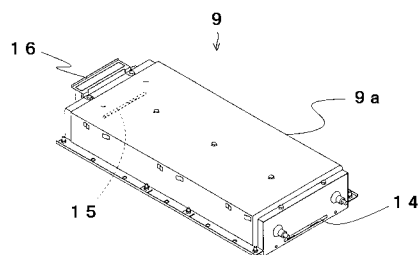
T H 1 ~ T H 4 温度センサ

10

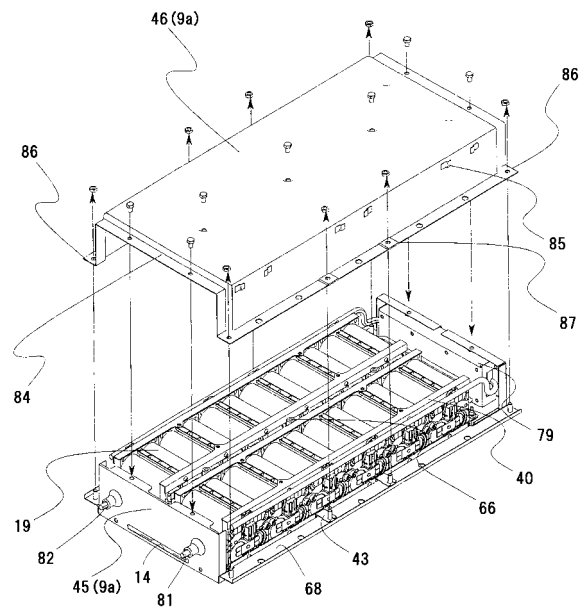
【図 1】



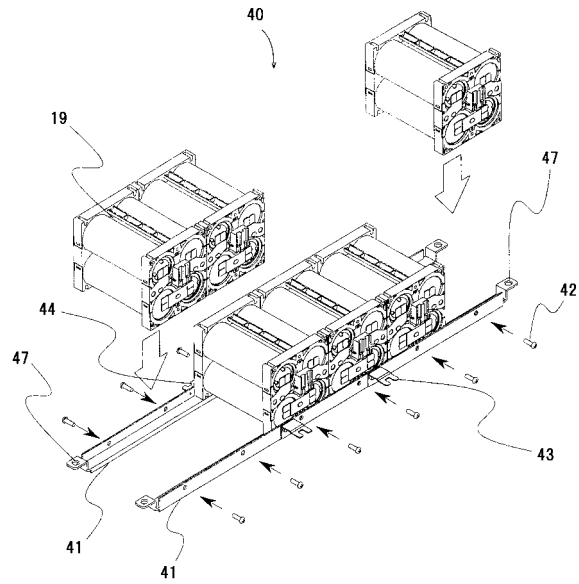
【図 2】



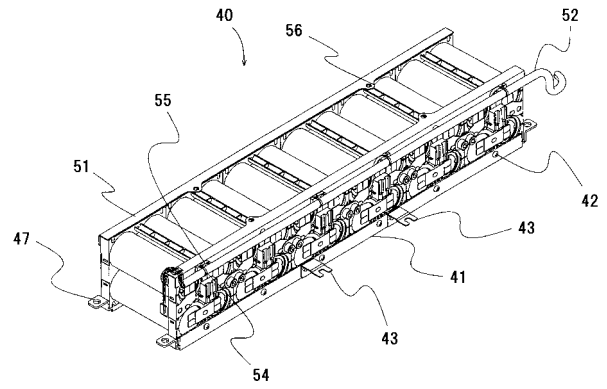
【図 3】



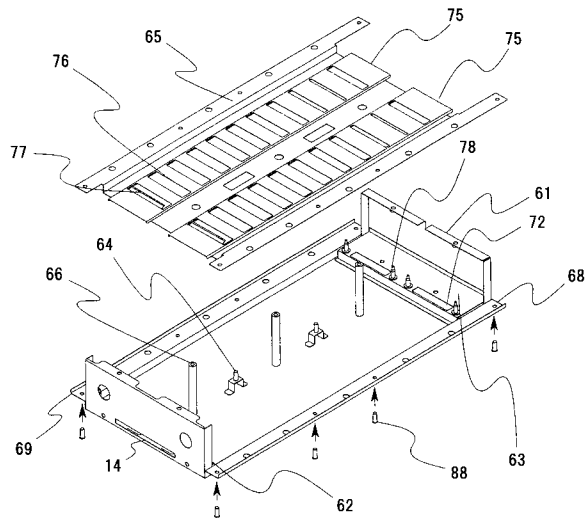
【図 4】



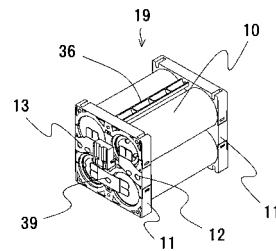
【図 5】



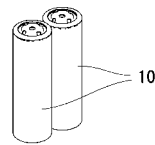
【図 6】



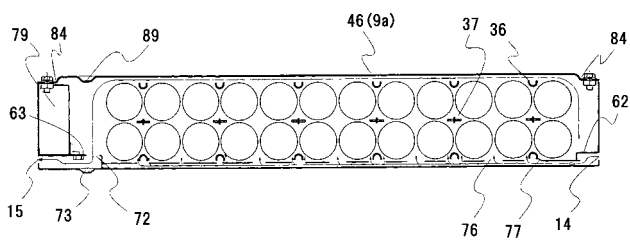
【図 8】



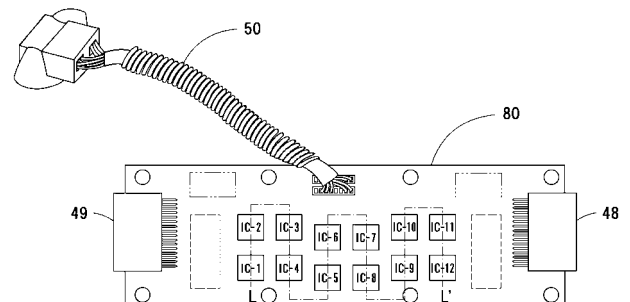
【図 9】



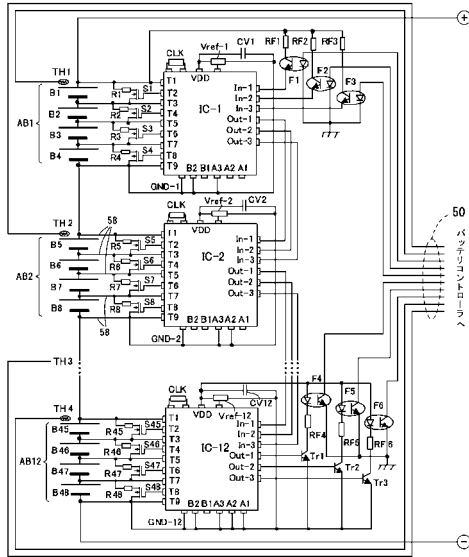
【図 7】



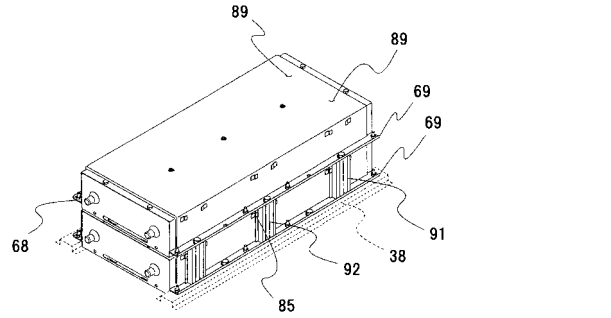
【図 10】



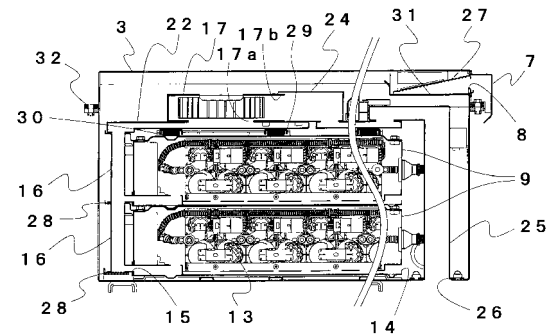
【図 1 1】



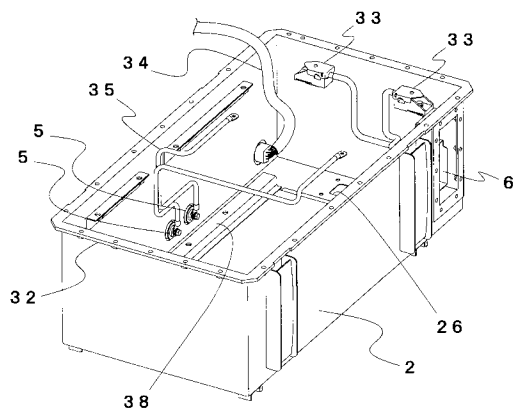
【図 1 2】



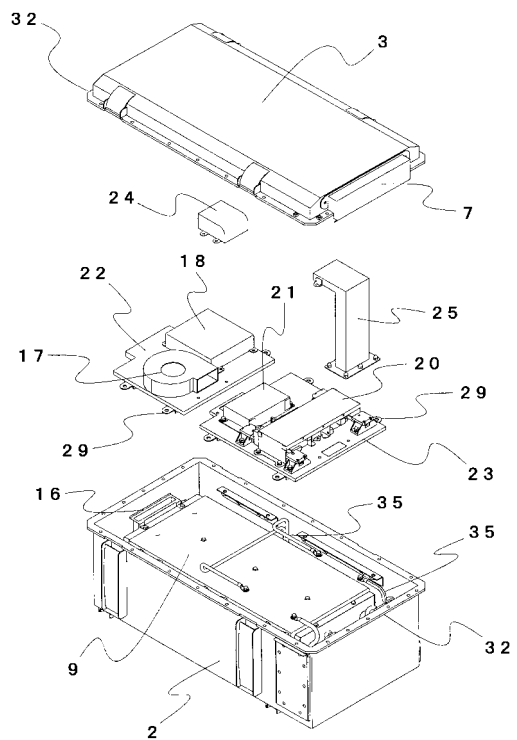
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

(72)発明者 青嶋 芳成

茨城県ひたちなか市稲田 1 4 1 0 番地 日立ビークルエナジー株式会社内

(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

Fターム(参考) 5G003 BA03 CB01 FA01 GC05

5H030 AA09 AS06 AS08 FF22 FF43 FF44