

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5331493号
(P5331493)

(45) 発行日 平成25年10月30日 (2013.10.30)

(24) 登録日 平成25年8月2日 (2013.8.2)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 R 31/36 (2006.01)
 B 6 O L 3/00 (2006.01)
 H O 1 M 10/48 (2006.01)
 H O 1 M 10/44 (2006.01)
 H O 1 M 10/42 (2006.01)

GO 1 R 31/36 A
 B 6 O L 3/00 S
 H O 1 M 10/48 3 O 1
 H O 1 M 10/48 P
 H O 1 M 10/44 1 O 1

請求項の数 4 (全 32 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-4724 (P2009-4724)
 (22) 出願日 平成21年1月13日 (2009.1.13)
 (65) 公開番号 特開2010-164329 (P2010-164329A)
 (43) 公開日 平成22年7月29日 (2010.7.29)
 審査請求日 平成23年5月26日 (2011.5.26)

(73) 特許権者 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
 (73) 特許権者 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
 (74) 代理人 100084412
 弁理士 永井 冬紀
 (72) 発明者 青嶋 芳成
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の単電池を接続した組電池の電圧を測定する電圧測定手段と、
 前記組電池に流れる電流と電流の変化パターンを測定する電流測定手段と、
 前記組電池の温度を測定する温度測定手段と、
 前記組電池の充電状態 (SOC) を検出する SOC 検出手段と、
 異なる変化パターンの電流を前記組電池に流した場合の、前記組電池の温度と SOC と
 に対する前記組電池の抵抗値テーブルを予め測定して複数組記憶する記憶手段と、
 前記組電池の電圧と電流とに基づいて前記組電池の抵抗値を算出する算出手段と、
 前記記憶手段の複数組の抵抗値テーブルの中から、前記組電池の電圧と電流を測定した
 ときの前記組電池に流れる電流の変化パターンに対応する抵抗値テーブルを選択し、該抵
 抗値テーブルから前記組電池の電圧と電流を測定したときの前記組電池の温度と SOC と
 に応じた抵抗値を検索する検索手段と、
 前記算出手段により算出した抵抗値を前記検索手段により検索した抵抗値と比較し、前
 記組電池の寿命を判定する判定手段とを備えることを特徴とする電池制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電池制御装置において、
 前記記憶手段に記憶されている前記複数組の抵抗値テーブルには、前記組電池の温度が
 所定範囲の常温下で前記組電池に一定電流を流した場合の第 1 の抵抗値テーブルと、前記
 組電池の温度が所定温度以下の低温下で前記組電池に特定の変化パターンの電流を流した

10

20

場合の第 2 の抵抗値テーブルとが含まれており、

前記検索手段は、前記組電池に流れる電流の変化パターンと前記組電池の温度とに応じて前記第 1 の抵抗値テーブルまたは前記第 2 の抵抗値テーブルを選択することを特徴とする電池制御装置。

【請求項 3】

複数の単電池を接続した電池モジュールが複数個、直列または並列または直並列に接続された組電池を制御する電池制御装置であって、

前記各電池モジュールの電圧を測定する電圧測定手段と、

前記各電池モジュールに流れる電流と電流の変化パターンを測定する電流測定手段と、

前記各電池モジュールの温度を測定する温度測定手段と、

前記各電池モジュールの充電状態 (SOC) を検出する SOC 検出手段と、

異なる変化パターンの電流を前記電池モジュールに流した場合の、前記電池モジュールの温度と SOC とに対する前記電池モジュールの抵抗値テーブルを予め測定して複数組記憶する記憶手段と、

前記各電池モジュールの電圧と電流とに基づいて前記各電池モジュールの抵抗値を算出する算出手段と、

前記記憶手段の複数組の抵抗値テーブルの中から、前記各電池モジュールの電圧と電流を測定したときの前記各電池モジュールに流れる電流の変化パターンに対応する抵抗値テーブルを選択し、該抵抗値テーブルから前記各電池モジュールの電圧と電流を測定したときの前記各電池モジュールの温度と SOC とに応じた抵抗値を検索する検索手段と、

前記各電池モジュールごとに前記算出手段により算出した抵抗値を前記検索手段により検索した抵抗値と比較し、前記各電池モジュールの寿命を判定する判定手段とを備えることを特徴とする電池制御装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の電池制御装置において、

前記記憶手段に記憶されている前記複数組の抵抗値テーブルには、前記電池モジュールの温度が所定範囲の常温下で前記電池モジュールに一定電流を流した場合の第 1 の抵抗値テーブルと、前記電池モジュールの温度が所定温度以下の低温下で前記電池モジュールに特定の変化パターンの電流を流した場合の第 2 の抵抗値テーブルとが含まれており、

前記検索手段は、前記電池モジュールに流れる電流の変化パターンと前記電池モジュールの温度とに応じて前記第 1 の抵抗値テーブルまたは前記第 2 の抵抗値テーブルを選択することを特徴とする電池制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電池の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、エンジンとモータとを併用するハイブリッド車両 (HEV) やモータのみで走行する電気自動車 (PEV) では、例えばリチウムイオン二次電池などの単電池を直列ないし直並列に接続した電池群をモータの電源としている。リチウムイオン二次電池の充放電制御装置では、単電池の充電量 (SOC)、温度、内部抵抗などを考慮して、各単電池が過充電状態や過放電状態に陥らないように、許容できる範囲の電流値や電力値を計算し、その値をモータを駆動するモータ・コントローラに報知している。

ところで、リチウムイオン二次電池の内部抵抗は温度により劇的に変化し、低温における内部抵抗は、高温時に比べて数倍の大きさになる。SOC の違いによっても抵抗値が変化し、SOC が低いほど内部抵抗は大きい傾向にある。また、電池を大電流で放電したときは、電池自体が発熱して内部抵抗が変化してしまうため、特に低温において放電する電流量によっても内部抵抗が異なる。

このため、電池の内部抵抗の温度依存性を少なくとも 1 つ以上の指数項を含む温度特性

10

20

30

40

50

関数を用いて補正し、所定の基準温度における内部抵抗を推定して二次電池の劣化状態を判定する技術が開示されている（例えば、特許文献１参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００７－１０８０６３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかしながら、上述した従来の電池制御装置では、電池の発熱などが考慮されておらず、特に低温において大電流を流した場合には電池の内部温度が変化してしまい、正確な抵抗値の算出ができないため、電池寿命を正確に判定することができないという問題がある。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

（１）請求項１の発明は、複数の単電池を接続した組電池の電圧を測定する電圧測定手段と、組電池に流れる電流と電流の変化パターンを測定する電流測定手段と、組電池の温度を測定する温度測定手段と、組電池の充電状態（SOC）を検出するSOC検出手段と、異なる変化パターンの電流を組電池に流した場合の、組電池の温度とSOCとに対する組電池の抵抗値テーブルを予め測定して複数組記憶する記憶手段と、組電池の電圧と電流とに基づいて組電池の抵抗値を算出する算出手段と、記憶手段の複数組の抵抗値テーブルの中から、組電池の電圧と電流を測定したときの組電池に流れる電流の変化パターンに対応する抵抗値テーブルを選択し、該抵抗値テーブルから組電池の電圧と電流を測定したときの組電池の温度とSOCとに応じた抵抗値を検索する検索手段と、算出手段により算出した抵抗値を検索手段により検索した抵抗値と比較し、組電池の寿命を判定する判定手段とを備える。

（２）請求項２の発明は、請求項１に記載の電池制御装置において、記憶手段に記憶されている複数組の抵抗値テーブルには、組電池の温度が所定範囲の常温下で組電池に一定電流を流した場合の第１の抵抗値テーブルと、組電池の温度が所定温度以下の低温下で組電池に特定の変化パターンの電流を流した場合の第２の抵抗値テーブルとが含まれており、検索手段は、組電池に流れる電流の変化パターンと組電池の温度とに応じて第１の抵抗値テーブルまたは第２の抵抗値テーブルを選択する。

（３）請求項３の発明は、複数の単電池を接続した電池モジュールが複数個、直列または並列または直並列に接続された組電池を制御する電池制御装置であって、各電池モジュールの電圧を測定する電圧測定手段と、各電池モジュールに流れる電流と電流の変化パターンを測定する電流測定手段と、各電池モジュールの温度を測定する温度測定手段と、各電池モジュールの充電状態（SOC）を検出するSOC検出手段と、異なる変化パターンの電流を電池モジュールに流した場合の、電池モジュールの温度とSOCとに対する電池モジュールの抵抗値テーブルを予め測定して複数組記憶する記憶手段と、各電池モジュールの電圧と電流とに基づいて各電池モジュールの抵抗値を算出する算出手段と、記憶手段の複数組の抵抗値テーブルの中から、各電池モジュールの電圧と電流を測定したときの各電池モジュールに流れる電流の変化パターンに対応する抵抗値テーブルを選択し、該抵抗値テーブルから各電池モジュールの電圧と電流を測定したときの各電池モジュールの温度とSOCとに応じた抵抗値を検索する検索手段と、各電池モジュールごとに算出手段により算出した抵抗値を検索手段により検索した抵抗値と比較し、各電池モジュールの寿命を判定する判定手段とを備える。

（４）請求項４の発明は、請求項３に記載の電池制御装置において、記憶手段に記憶されている複数組の抵抗値テーブルには、電池モジュールの温度が所定範囲の常温下で電池モジュールに一定電流を流した場合の第１の抵抗値テーブルと、電池モジュールの温度が所定温度以下の低温下で電池モジュールに特定の変化パターンの電流を流した場合の第２の

10

20

30

40

50

抵抗値テーブルとが含まれており、検索手段は、電池モジュールに流れる電流の変化パターンと電池モジュールの温度とに応じて第１の抵抗値テーブルまたは第２の抵抗値テーブルを選択する。

【発明の効果】

【０００６】

本発明によれば、複数の抵抗値テーブルの中から電池の使用状態に適合する抵抗値テーブルを選択することができ、電池寿命を正確に判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００７】

【図１】一実施の形態のハイブリッド自動車用駆動システムの構成を示す図

10

【図２】一実施の形態の蓄電装置の全体構成を示す図

【図３】一実施の形態のモジュール電池セット制御装置の構成を示す図

【図４】一実施の形態の蓄電装置の構造を示す図

【図５】一実施の形態の蓄電装置の構造を示す図

【図６】一実施の形態の蓄電装置の構造を示す図

【図７】一実施の形態の蓄電装置の構造を示す図

【図８】一実施の形態の蓄電装置の構造を示す図

【図９】一実施の形態のバッテリー寿命判定プログラムを示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

【０００８】

20

以下、本発明を、大型のハイブリッド自動車用駆動システムの駆動電源に適用した一実施の形態を説明する。大型のハイブリッド自動車としてはハイブリッドバスなどの乗合自動車、ハイブリッドトラックなどの貨物自動車などがあるが、ここではハイブリッドバスに適用した例を説明する。なお、本発明はハイブリッド自動車に限定されず、電気自動車やハイブリッド電車など、バッテリーを電力源とするあらゆる機械、装置に適用することができる。

【０００９】

《大型のハイブリッド自動車用駆動システムの概略構成》

図１は、一実施の形態の大型のハイブリッド自動車用駆動システムの構成を示す。一実施の形態のハイブリッド自動車１の駆動システムは、内燃機関であるエンジン２の回転動力を用いて電動発電機３（ここでは、主として発電機として動作する）を駆動し、この駆動によって発生した電力を用いて電動発電機４（主として電動機として動作する）を駆動し、この駆動によって発生した回転動力を用いて駆動輪５（例えば後輪）を駆動する、いわゆるエンジン２から駆動輪５までのエネルギーの流れがシリーズであるシリーズハイブリッド方式により構成されている。このようなシリーズハイブリッド方式の駆動システムによれば、駆動輪５の駆動に関係なく、燃費および排ガスの良好な領域においてエンジン２を定常運転できるので、通常のエンジン駆動車両に比べて燃費を向上できるとともに、排ガス中に含まれる窒素酸化物なども半分以上、低減できる。

【００１０】

30

ハイブリッド車両の駆動システムとしては、駆動輪に対してエンジンと電動発電機とをエネルギーの流れ的に並列に配置（構造的にはエンジンと電動発電機とをクラッチを介して直列に接続）し、エンジンの回転動力による駆動輪の駆動、電動発電機の回転動力による駆動輪の駆動、およびエンジンと電動発電機の両方の回転動力による駆動輪の駆動ができる、いわゆるパラレルハイブリッド方式、あるいはシリーズハイブリッド方式とパラレルハイブリッド方式とを組み合わせたシリーズ・パラレルハイブリッド方式（エンジンの回転動力の一部を発電用電動発電機に分配して発電させ、これにより得られた電力により駆動用電動発電機を駆動できるようにした方式）を採用してもよい。

【００１１】

40

エンジン２および電動発電機３は、電動発電機４の駆動に必要な電力を発生させる発電専用電力設備として搭載されている。エンジン２および電動発電機３は、互いの回転軸が

50

直結されることにより機械的に接続されている。エンジン 2 および電動発電機 3 の機械的な接続としては、エンジン 2 および電動発電機 3 のそれぞれの回転軸にプーリを取り付け、それらの間をベルトで連結する方式を採用してもよい。

【 0 0 1 2 】

エンジン 2 は、電動発電機 3 の駆動に必要な回転動力を発生する原動機であり、軽油と空気との混合気を燃焼させて得られる熱エネルギーを機械エネルギー（回転動力）に変換するディーゼルエンジンである。エンジン 2 としては、ガソリンエンジン、ガスエンジン、バイオ燃料エンジン、水素エンジンなどを用いてもよい。また、エンジン 2 の代わりにガスタービンなど、他の原動機を採用してもよい。エンジン 2 の駆動は、図示省略されたエンジン制御装置によって複数の空気弁（スロットル弁、給排気弁）の駆動および燃料弁の駆動が制御され、筒内に対する燃料の供給量および空気の給排気が制御されることにより制御される。

10

【 0 0 1 3 】

電動発電機 3 は、エンジン 2 から出力された回転動力を受けて駆動され、電動発電機 4 の駆動に必要な電力を発生する回転電機であり、永久磁石の磁束を用いて三相交流電力を発生する永久磁石界磁式三相交流同期回転電機である。また、エンジン 2 の始動時には電動発電機 3 が駆動力を発生してエンジン 2 を駆動し、始動する。なお、エンジン 2 の始動用に専用の始動電動機を設置してもよい。電動発電機 3 としては、巻線の励磁による磁束を用いて三相交流電力を発生する巻線界磁式三相交流同期回転電機、三相交流誘導回転電機などを採用してもよい。電動発電機 3 の発電は、エンジン 2 から出力される回転動力が制御され、電動発電機 3 の回転数が制御されることにより制御される。また、巻線界磁式三相交流同期回転電機による発電の場合には、発電機の回転数と同時に界磁巻線に流れる界磁電流が制御されることにより制御される。

20

【 0 0 1 4 】

電動発電機 3 には第 1 電力変換装置 6 を介して、電源装置である蓄電装置 1 0 0 0 が電氣的に接続されている。蓄電装置 1 0 0 0 には第 2 電力変換装置 7 を介して電動発電機 4 が電氣的に接続されている。

【 0 0 1 5 】

第 1 および第 2 電力変換装置 6 , 7 は、電動発電機 3 と蓄電装置 1 0 0 0 と電動発電機 4 との間の電力の授受を制御する制御装置であり、複数のスイッチング半導体素子（例えば MOSFET : 金属酸化膜半導体型電界効果トランジスタ , IGBT : 絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）から構成された電力変換回路を備えている。第 1 電力変換装置 6 の電力変換回路は、二つ（上アームおよび下アーム）のスイッチング半導体素子を電氣的に直列に接続した直列回路（一相分のアーム）を三相分、電氣的に並列に接続した三相ブリッジ回路により構成されており、六つのスイッチング半導体素子の作動（オン・オフ）が制御されることによって、電動発電機 3 と蓄電装置 1 0 0 0 との間の電力を変換する。また、第 2 電力変換装置 7 の電力変換回路も第 1 電力変換装置 6 と同様に構成されており、六つのスイッチング半導体素子の作動（オン・オフ）が制御されることによって、蓄電装置 1 0 0 0 と電動発電機 4 との間の電力を変換する。

30

【 0 0 1 6 】

各上アームの下アーム接続側とは反対側は蓄電装置 1 0 0 0 の直流正極側に、各下アームの上アーム接続側とは反対側は蓄電装置 1 0 0 0 の直流負極側にそれぞれ電氣的に接続されている。第 1 電力変換装置 6 の電力変換回路における各アームの midpoint、すなわち上アームと下アームとの接続側は電動発電機 3 に電氣的に接続されている。第 2 電力変換装置 7 の電力変換回路における各アームの midpoint、すなわち上アームと下アームとの接続側は電動発電機 4 に電氣的に接続されている。

40

【 0 0 1 7 】

各電力変換回路の直流正極側と直流負極側との間には平滑コンデンサが電氣的に並列に接続されている。平滑コンデンサは、電力変換回路を構成するスイッチング半導体素子の高速スイッチング（オン・オフ）動作および変換回路に寄生するインダクタンスにより生

50

じる電圧変動を抑制するために設けられている。平滑コンデンサには電解コンデンサあるいはフィルムコンデンサを用いている。

【 0 0 1 8 】

電動発電機 3 と蓄電装置 1 0 0 0 との間に電氣的に設けられた第 1 電力変換装置 6 は、電動発電機 3 の発電時には、発電機 4 から出力された三相交流電力を直流電力に変換する交流 - 直流変換回路（整流回路）として機能し、電動発電機 3 をエンジン始動用電動機として作動させる時には、蓄電装置 1 0 0 0 から出力された直流電力を三相交流電力に変換する直流 - 交流変換回路（インバータ）として機能する。第 1 電力変換装置 6 の直流側には、蓄電装置 1 0 0 0 のモジュール電池の正負極端子が電氣的に接続されている。第 1 電力変換装置 6 の電力変換回路を構成する三つの直列回路の中間（2つのスイッチング半導体素子の間）には、一つの直列回路の中間に電動発電機 3 の電機子巻線の一つの相の巻線が電氣的に接続されるように、電動発電機 3 の電機子巻線が電氣的に接続されている。

10

【 0 0 1 9 】

電動発電機 4 と蓄電装置 1 0 0 0 との間に電氣的に設けられた第 2 電力変換装置 7 は、電動発電機 4 を電動機として作動させる時には、蓄電装置 1 0 0 0 から出力された直流電力を三相交流電力に変換する直流 - 交流変換回路として機能し、回生制動の際に電動発電機 4 を発電機として作動させる時には、電動発電機 4 から出力された三相交流電力を直流電力に変換する交流 - 直流変換回路として機能する。第 2 電力変換装置 7 の直流側には、蓄電装置 1 0 0 0 のモジュール電池の正負極端子が電氣的に接続されている。第 2 電力変換装置 7 の電力変換回路を構成する三つの直列回路の中間（2つのスイッチング半導体素子の間）には、一つの直列回路の中間に電動発電機 4 の電機子巻線の一つの相の巻線が電氣的に接続されるように、電動発電機 4 の電機子巻線が電氣的に接続されている。

20

【 0 0 2 0 】

なお、ここでは、第 1 および第 2 電力変換装置 6 , 7 を別々のユニットとして構成した場合を例に挙げて説明したが、1つのユニットとして構成してもよい。

【 0 0 2 1 】

電動発電機 4 は、駆動輪 5 を駆動するための原動機であり、電機子（固定子）と、電機子に対向配置され、回転可能に保持された界磁（回転子）とを備え、電機子巻線に供給された三相交流電力により形成されて同期速度で回転する回転磁界と、永久磁石の磁束との磁氣的な作用に基づいて、駆動輪 5 の駆動に必要な回転動力を発生する永久磁石界磁式三相交流同期回転電機である。

30

【 0 0 2 2 】

電機子は、電動発電機 4 を電動機として駆動する時には、第 2 電力変換装置 7 によって制御された三相交流電力の供給を受けて回転磁界を発生させ、電動発電機 4 を発電機として駆動する時には、磁束の鎖交により三相交流電力を発生させる部位であり、磁性体である電機子鉄心（固定子鉄心）と、電機子鉄心に装着された三相の電機子巻線（固定子巻線）とを備えている。界磁は、電動発電機 4 を電動機あるいは発電機として駆動する時、界磁磁束を発生させる部位であり、磁性体である界磁鉄心（回転子鉄心）と、界磁鉄心に装着された永久磁石とを備えている。

【 0 0 2 3 】

40

電動発電機 4 としては、電機子巻線に供給された三相交流電力により形成されて同期速度で回転する回転磁界と、巻線の励磁による磁束との磁氣的な作用に基づいて、回転動力を発生する巻線界磁式三相交流同期回転電機、あるいは三相交流誘導回転電機などを採用してもよい。巻線界磁式三相交流同期回転電機の場合、電機子の構成は永久磁石界磁式三相交流同期回転電機と基本的に同じである。一方、界磁の構成は異なっており、磁性体である界磁鉄心に界磁巻線（回転子巻線）を巻く構成になっている。なお、巻線界磁式三相交流同期回転電機では、界磁巻線が巻かれた界磁鉄心に永久磁石を装着し、巻線による磁束の漏れを抑える場合もある。界磁巻線は外部電源から界磁電流の供給を受けて励磁されることにより磁束を発生する。

【 0 0 2 4 】

50

電動発電機 4 には変速機 8 , デファレンシャルギア 9 を介して駆動輪 5 の車軸 10 が機械的に接続されている。変速機 8 は、電動発電機 4 から出力された回転動力を変速してデファレンシャルギア 9 に伝達する。デファレンシャルギア 9 は、変速機 8 から出力された回転動力を左右の車軸 10 に伝達する。電動発電機 4 および変速機 8 は一体のユニットで構成されていてもよい。変速機 8 とデファレンシャルギア 9 との間はプロペラシャフトにより機械的に接続されている。

【 0025 】

蓄電装置 1000 は、電動発電機 4 が回生時に発生した電力および電動発電機 3 が発生した電力を電動発電機 4 の駆動用電力として充電し、電動発電機 4 の駆動時、この駆動に必要な電力を放電する駆動用車載電源であり、高電圧、例えば 600 v 以上の定格電圧を有するように、数百本のリチウムイオン電池により構成されたバッテリーシステムである。なお、蓄電装置 1000 の詳細な構成については後述する。

10

【 0026 】

蓄電装置 1000 には、電動発電機 4 および電動発電機 3 の他に、車載補機（たとえばパワーステアリング装置、エアブレーキ）に動力を供給する電動アクチュエータ、蓄電装置 1000 よりも定格電圧が低く、車内電装品（たとえばライト、オーディオ、車載電子制御装置）に駆動電力を供給する電装用電源である低圧バッテリーなどが DC / DC コンバータを介して電氣的に接続されている。DC / DC コンバータは、蓄電装置 1000 の出力電圧を降圧して電動アクチュエータや低圧バッテリーなどに供給したり、低圧バッテリーの出力電圧を昇圧して蓄電装置 1000 などに供給したりする昇降圧装置であり、蓄電装置 1000 と同じ筐体内に収納されている場合もある。低圧バッテリーには定格電圧 24 v の鉛バッテリーを用いている。低圧バッテリーとしては、同じ定格電圧を有するリチウムイオンバッテリーあるいはニッケル水素バッテリーを用いてもよい。

20

【 0027 】

電動発電機 4 , 第 1 および第 2 電力変換装置 6 , 7 , 電動発電機 3 , エンジン 2 および変速機 8 は、車両の床下のデファレンシャルギア 9 の近傍に配置されている。蓄電装置 1000 は、ノンステップ式あるいは低床式のハイブリッドバス、ハイブリッド電車の場合には、車両の屋根に設けられた収納部に配置される。この場合、収納部は、屋根から上方に突起するように形成される。また、蓄電装置 1000 は、ステップ付きの高床式のハイブリッドバス、ハイブリッドトラックの場合には、車両の床下かつ第 1 および第 2 電力変換装置 6 , 7 の近傍に配置される。第 1 および第 2 電力変換装置 6 , 7 の近傍に蓄電装置 1000 を設けることにより、第 1 および第 2 電力変換装置 6 , 7 と蓄電装置 1000 との間の電気配線長を短くでき、インダクタンスを低減できる。

30

【 0028 】

ハイブリッド自動車 1 の力行時（発進、加速、通常走行など）、モータ制御装置 11 に正のトルク指令が与えられて第 2 電力変換装置 7 の作動が制御されると、蓄電装置 1000 に蓄電された直流電力は第 2 電力変換装置 7 により三相交流電力に変換されて電動発電機 4 に供給される。これにより、電動発電機 4 が駆動されて回転動力が発生する。発生した回転動力は変速機 8 およびデファレンシャルギア 9 を介して車軸 10 に伝達され、駆動輪 5 を駆動する。この駆動により、蓄電装置 1000 の蓄電量が減少した場合にはエンジン 2 の作動によって電動発電機 3 を駆動し、三相交流電力を発生させる。発生した三相交流電力は第 1 電力変換装置 6 によって直流電力に変換され、蓄電装置 1000 に充電される。

40

【 0029 】

ハイブリッド自動車 1 の回生時（減速、制動など）、モータ制御装置 11 に負のトルク指令が与えられて第 2 電力変換装置 7 の作動が制御されると、駆動輪 5 の回転動力により駆動される電動発電機 2 から発生した三相交流電力は直流電力に変換されて蓄電装置 1000 に供給される。これにより、変換された直流電力は蓄電装置 1000 に充電される。

【 0030 】

モータ制御装置 11 は、上位制御装置から出力されたトルク指令値から電流指令値を演

50

算するとともに、電流指令値と、電動発電機 3 と第 2 電力変換装置 7 との間を流れる実電流との差分に基づいて電圧指令値を演算し、この演算された電圧指令値に基づいて PWM (パルス幅変調) 信号を発生させ、その PWM 信号を第 1 および第 2 電力変換装置 6, 7 に出力する。

【0031】

《蓄電装置 1000 の全体構成》

図 2 は蓄電装置 1000 の全体構成を示す。蓄電装置 1000 は、前述したように、電動発電機 4 を駆動するための車載電源であり、第 2 電力変換装置 7 を介して電動発電機 4 (電機子 12) に電氣的に接続され、第 2 電力変換装置 7 によって充放電が制御される。蓄電装置 1000 は、大別すると、統括バッテリー制御装置 (上位バッテリー制御装置) 100、4 個のモジュール電池セット 200, 300, 400, 500 の直並列接続体から構成された電池モジュール部、および電池モジュール部と正負極端子 600, 610 との間の電氣的な接続を制御するための第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 800, 801、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 810, 811 部から構成されている。符号 13 は複数の永久磁石を備えた界磁を示す。

【0032】

第 2 電力変換装置 7 は、前述した電力変換 (直流電力を三相交流電力に変換あるいは三相交流電力を直流電力に変換) をスイッチング半導体素子の作動 (オン・オフ) によって制御する電子機器であり、パワーモジュール 14 と、ドライバー装置 15 とを備えている。

【0033】

パワーモジュール 14 は、前述した電力変換回路を構成する部位であり、蓄電装置 1000 の筐体に設けられた正負極端子 600, 610 に第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 800, 801、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 810, 811 部を介して直流正負極側が電氣的に接続され、ドライバー装置 15 から出力された 6 アーム分 (6 つのスイッチング半導体素子分) の駆動信号によりスイッチング (オン・オフ) 動作し、電池モジュール部から出力された直流電力を三相交流電力に変換して電動発電機 4 に出力する、あるいは電動発電機 4 から出力された三相交流電力を直流電力に変換して蓄電装置 1000 に出力する。

【0034】

ドライバー装置 15 は、モータ制御装置 11 から出力された指令信号 (PWM 信号) に基づいて、パワーモジュール 14 を作動させるための駆動信号を生成し、この生成された駆動信号を六つのスイッチング半導体素子のゲート電極に出力する。六つのスイッチング半導体素子は、ドライバー装置 15 から出力された駆動信号に基づいてオン・オフする。

【0035】

電池モジュール部は、4 個のモジュール電池セット 200, 300, 400, 500 が電氣的に直並列に接続されて構成された蓄電部であり、第 1 電池モジュールブロックと第 2 電池モジュールブロックとを備えている。第 1 電池モジュールブロックは、2 個のモジュール電池セット 200, 300 が電氣的に直列に接続されて構成されている。第 2 電池モジュールブロックも同様に、2 個のモジュール電池セット 400, 500 が電氣的に直列に接続されて構成されている。第 1 電池モジュールブロックと第 2 電池モジュールブロックの両者は電氣的に並列に接続されている。

【0036】

第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 800, 801、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 810, 811 部は、第 1 電池モジュールブロックの正極側と正極端子 600 との設けられてそれらに電氣的に接続された第 1 正極側メインコンタクタ 800、第 1 電池モジュールブロックの負極側と負極端子 610 との設けられてそれらに電氣的に接続された第 1 負極側メインコンタクタ 810、第 2 電池モジュールブロックの正極側と正極端子 600 との設けられてそれらに電氣的に接続された第 2 正極側メインコンタクタ 801、および第 2 電池モジュールブロックの負極側と負極端子 610 との設けられてそれらに

電氣的に接続された第2負極側メインコンタクタ811を備えている。それらのコンタクタの開閉は、上位制御装置から出力された開閉指令信号に基づいて統括バッテリー制御装置100が制御する。

【0037】

モジュール電池セット200は、単位電池モジュール210、および単位電池モジュール210の状態を管理および制御するためのモジュール電池セット制御装置を備えている。

【0038】

なお、モジュール電池セット300、400、500はモジュール電池セット200と同じ構成である。これ以降のモジュール電池セットの個々の構成の説明においては、代表して、モジュール電池セット200の構成についてのみ説明する。このため、モジュール電池セット300、400、500のモジュール電池セット200と同じ構成には、モジュール電池セット200に付した3桁あるいは4桁の符号のうち、下2桁あるいは下3桁を同じ符号としている。先頭の桁の符号は、どのモジュール電池セットかを示す識別符号になっている。

【0039】

単位電池モジュール210は二つの単位電池ブロック（あるいは単位電池パック）、すなわち高電位側単位電池ブロック211および低電位側単位電池ブロック212を電氣的に直列に接続したもので構成されている。各単位電池ブロックには組電池が収納されている。各組電池は、複数のリチウム単電池（リチウムセル）を電氣的に直列に接続したもので構成されている。

【0040】

モジュール電池セット制御装置は、統括バッテリー制御装置100に対して下位に相当する下位バッテリー制御装置220、および下位バッテリー制御装置220に対して下位に相当するセル制御装置230から構成されている。

【0041】

下位バッテリー制御装置220は、単位電池モジュール210の状態を管理および制御するとともに、統括バッテリー制御装置100に単位電池モジュール210の状態などを通知するためのものである。単位電池モジュール210の状態の管理および制御には、単位電池モジュール210の総電圧、総電流、温度などの計測、単位電池モジュール210の蓄電状態（SOC）、劣化状態（SOH）などの演算、セル制御装置230に対する指令の出力などがある。

【0042】

単位電池モジュール210の充放電電流は、高電位側単位電池ブロック211と低電位側単位電池ブロック212との間に電氣的に直列に接続された電流センサ250からの出力信号に基づいて下位バッテリー制御装置220が検出する。単位電池モジュール210の総電圧は、単位電池モジュール210の正負極間に電氣的に並列に接続された電圧センサ260の出力信号に基づいて下位バッテリー制御装置220が検出する。単位電池モジュール210の温度は、高電位側単位電池ブロック211および低電位側単位電池ブロック212のそれぞれに設けられた複数の温度センサ270の出力信号に基づいて下位バッテリー制御装置220が検出する。各下位バッテリーコントローラによって検出された総電圧、充放電電流、温度は統括バッテリー制御装置100に情報伝達される。

【0043】

セル制御装置230は、下位バッテリー制御装置220からの指令によって複数のリチウム単電池の状態を管理および制御するためのものであり、複数の集積回路（IC）によって構成されている。複数のリチウム単電池の状態の管理および制御には、各リチウム単電池の電圧の計測、各リチウム単電池の蓄電量の調整などがある。各集積回路は、対応する複数のリチウム単電池が決められており、対応する複数のリチウム単電池に対して状態の管理および制御を行う。

【0044】

10

20

30

40

50

下位バッテリー制御装置 220 の電源には、車載補機、例えばライトやオーディオ機器などの電源として搭載された補機用バッテリー（大型の自動車の場合、公称出力電圧 12 v のバッテリーを 2 個直列に接続した 24 v のバッテリー）を用いている。このため、下位バッテリー制御装置 220 には補機用バッテリーからの電圧（例えば 24 v）が印加されている。下位バッテリー制御装置 220 は、印加された電圧を DC / DC コンバータ（直流 - 直流電力変換器）から構成された電源回路によって降圧（例えば 5 v に降圧）し、この降圧された電圧を、下位バッテリー制御装置 220 を構成する電子部品に駆動電圧として印加する。これにより、下位バッテリー制御装置 220 を構成する電子部品は作動する。

【0045】

セル制御装置 230 を構成する集積回路の電源には、対応する複数のリチウム単電池を用いている。このため、セル制御装置 230 と単位電池モジュール 210 の両者は接続線（電圧検出線ともいい、図示省略）を介して電氣的に接続されている。各集積回路には、対応する複数のリチウム単電池の最高電位の電圧が接続線を介して印加されている。各集積回路は、印加された電圧を電源回路によって降圧（例えば 5 v に降圧）し、これを動作電源として用いる。

【0046】

統括バッテリー制御装置 100 は、電池モジュール部を構成する 4 個のモジュール電池セット 200, 300, 400, 500 のそれぞれと並列に通信を実施して 4 個のモジュール電池セット 200, 300, 400, 500 のそれぞれの充電状態や動作状態などを監視するとともに、4 個のモジュール電池セット 200, 300, 400, 500 のそれぞれの充電状態の調整や異常検出などを行う電子回路装置であり、マイクロコンピュータを含む複数の電子回路部品が回路基板に実装されることにより構成されている。また、統括バッテリー制御装置 100 は、上位制御装置からの指令信号に基づいて第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 800, 801、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 810, 811 部の開閉を制御する。さらに、統括バッテリー制御装置 100 は、上位制御装置と通信を実施し、電池モジュール部から供給できるあるいは電池モジュール部で受け入れられる許容充放電電力あるいは許容充放電電流の情報や異常検知結果、電池モジュール部の充電状態の情報などを上位制御装置に出力するとともに、イグニッションキースイッチの作動に基づく起動信号や第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 800, 801、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 810, 811 部を開閉するための指令信号などを入力する。上位制御装置は、モータ制御装置 11、さらにはその上位の車両制御装置などを示す。

【0047】

また、統括バッテリー制御装置 100 はリーク検出器 110 を備えている。リーク検出器 110 は第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 800, 801、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 810, 811 部とパワーモジュール 14 との間に設けられ、電池モジュール部と車体アースとの間におけるリークの有無を検出するための電気回路であり、直流正負極と車体アースとの間に半導体スイッチを介して電氣的に接続された抵抗分圧回路を備えている。統括バッテリー制御装置 100 は、半導体スイッチを制御して抵抗分圧回路を直流正負極と車体アースとの間に電氣的に接続するとともに、その接続によって抵抗分圧回路から得られる電圧情報を読み込み、電池モジュール部と車体アースとの間におけるリークの有無を判断する。リークが有る場合、統括バッテリー制御装置 100 は、その旨を上位制御装置に通知するとともに、運転席の警告灯の点灯や音声通知によって運転者に警告を発する。これにより、必要な安全措置を講じた状態で車両を安全に駆動させることができる。さらに、サービスセンタにおける早期点検・修理を運転者に促すことができる。

【0048】

さらに、統括バッテリー制御装置 100 は、電池モジュール部の正極側に電氣的に直列に接続された電流センサ 120 の出力信号、および電池モジュール部の正負極間に電氣的に並列に接続された電圧センサ 130 の出力信号に基づいて、電池モジュール部全体の電圧および電流を検出する。

【0049】

10

20

30

40

50

電圧センサ１３０は、電池モジュール部の正極端子６００と負極端子６１０との間に接続された電池モジュール部全体の総電圧を交流に変換する交流変換器、電池モジュール部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Ａ／Ｄコンバータなどで構成されており、Ａ／Ｄコンバータの出力端子が統括バッテリー制御装置１００に接続されている。したがって、統括バッテリー制御装置１００は電池モジュール部全体の総電圧をデジタル値で取り込むことができる。

【００５０】

10

電流センサ１２０は、ホール素子と、ホール素子から出力される電流検出信号を増幅するＯＰアンプと、ＯＰアンプ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Ａ／Ｄコンバータなどで構成されており、Ａ／Ｄコンバータの出力端子が統括バッテリー制御装置１００に接続されている。したがって、統括バッテリー制御装置１００は電池モジュール部全体の充放電電流をデジタル値で取り込むことができる。なお、電流センサ１２０として、ホール素子の代わりにシャント抵抗器と、シャント抵抗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Ａ／Ｄコンバータとで構成し、Ａ／Ｄコンバータの出力端子を統括バッテリー制御装置１００に接続してもよい。

【００５１】

統括バッテリー制御装置１００には、前述したように、イグニションキースイッチから出力された信号が入力されている。イグニションキースイッチから出力された信号は蓄電装置１０００の起動および停止の合図になる。

20

【００５２】

イグニションキースイッチがオンになると、統括バッテリー制御装置１００では、イグニションキースイッチからの出力信号に基づいて電源回路が動作し、複数の電子回路部品に対して電源回路から駆動電圧が印加される。これにより、複数の電子回路部品が動作し、統括バッテリー制御装置１００が起動する。統括バッテリー制御装置１００が起動すると、各下位バッテリー制御装置２２０、３２０、４２０、５２０に対して平行に統括バッテリー制御装置１００から起動信号が出力される。各下位バッテリー制御装置２２０、３２０、４２０、５２０では、起動信号に基づいて電源回路が動作し、複数の電子回路部品に対して電源回路から駆動電圧が印加される。これにより、複数の電子回路部品が動作し、各下位バッテリー制御装置２２０、３２０、４２０、５２０が起動する。

30

【００５３】

各下位バッテリー制御装置２２０、３２０、４２０、５２０が起動すると、対応するセル制御装置２３０、３３０、４３０、５３０に対して下位バッテリー制御装置２２０、３２０、４２０、５２０から起動信号が出力される。セル制御装置２３０、３３０、４３０、５３０では、起動指令に基づいて複数の集積回路の電源回路が順次動作する。これにより、複数の集積回路が順次起動し、セル制御装置２３０、３３０、４３０、５３０が起動する。セル制御装置２３０、３３０、４３０、５３０の起動後、各モジュール電池セット２００、３００、４００、５００では、所定の初期処理が実行され、蓄電装置１０００の起動が完了する。上位制御装置への完了報告は統括バッテリー制御装置１００から出力される。

40

【００５４】

所定の初期処理としては、例えば各リチウム単電池の電圧の測定、異常診断、単位電池モジュール２１０、３１０、４１０、５１０全体の電圧、電流、温度の測定、単位電池モジュール２１０、３１０、４１０、５１０の蓄電状態、劣化状態の演算などがある。

【００５５】

イグニションキースイッチがオフになると、統括バッテリー制御装置１００から各下位バッテリー制御装置２２０、３２０、４２０、５２０に対して平行に停止信号が出力される。各下位バッテリー制御装置２２０、３２０、４２０、５２０は、停止信号を受けると、対応するセル制御装置２３０、３３０、４３０、５３０に対して停止信号を出力する。こ

50

れにより、各モジュール電池セット200, 300, 400, 500では、所定の終了処理が実行される。所定の終了処理が終了すると、まず、セル制御装置230、330, 430, 530の各集積回路の電源回路がオフする。これにより、セル制御装置230、330, 430, 530が停止する。対応するセル制御装置230、330, 430, 530が停止し、セル制御装置230、330, 430, 530との間において通信ができなくなると、各下位バッテリー制御装置220、320, 420, 520の電源回路の動作が停止し、複数の電子回路部品の動作が停止する。これにより、各下位バッテリー制御装置220、320, 420, 520が停止する。各下位バッテリー制御装置220、320, 420, 520が停止し、各下位バッテリー制御装置220、320, 420, 520との間において通信ができなくなると、統括バッテリー制御装置100の電源回路の動作が停止し、複数の電子回路部品の動作が停止する。これにより、統括バッテリー制御装置100が停止し、蓄電装置1000が停止する。

10

【0056】

所定の終了処理としては、例えば各リチウム単電池の電圧の測定、各リチウム単電池の蓄電量の調整などがある。

【0057】

統括バッテリー制御装置100とモータ制御装置11などの上位制御装置との間の情報伝達、および統括バッテリー制御装置100と各下位バッテリー制御装置220、320, 420, 520との間の情報伝達には、車載ローカルエリアネットワークによる通信を用いている。下位バッテリー制御装置220、320, 420, 520と、対応するセル制御装置230、330, 430, 530との間の情報伝達にはLIN通信を用いている。

20

【0058】

第1および第2正極側メインコンタクタ800, 801、第1および第2負極側メインコンタクタ810, 811部による電氣的な導通および遮断は、モータ制御装置11から出力された指令信号を受けて統括バッテリー制御装置100が制御する。モータ制御装置11は、車載電機システムの起動時には、蓄電装置1000の起動完了の通知を統括バッテリー制御装置100から受けることにより、統括バッテリー制御装置100に対して第1および第2正極側メインコンタクタ800, 801、第1および第2負極側メインコンタクタ810, 811部の導通の指令信号を出力する。統括バッテリー制御装置100は指令信号に基づいて第1および第2正極側メインコンタクタ800, 801、第1および第2負極側メインコンタクタ810, 811部の動作電源に対して駆動信号を出力し、第1および第2正極側メインコンタクタ800, 801、第1および第2負極側メインコンタクタ810, 811部が導通するように制御する。また、モータ制御装置11は、車載電機システムの停止時および車載電機システムの異常時には、イグニッションキースイッチからオフの出力信号あるいは異常信号を受けることにより、統括バッテリー制御装置100に対して第1および第2正極側メインコンタクタ800, 801、第1および第2負極側メインコンタクタ810, 811部の遮断の指令信号を出力する。統括バッテリー制御装置100は指令信号に基づいて第1および第2正極側メインコンタクタ800, 801、第1および第2負極側メインコンタクタ810, 811部の動作電源に対して駆動信号出力し、第1および第2正極側メインコンタクタ800, 801、第1および第2負極側メインコンタクタ810, 811部が導通するように制御する。第1および第2正極側メインコンタクタ800, 801、第1および第2負極側メインコンタクタ810, 811部に対して遮断の指令信号を出力し、第1および第2正極側メインコンタクタ800, 801、第1および第2負極側メインコンタクタ810, 811部が遮断するように制御する。

30

40

【0059】

車載電機システムの起動時にあたっては、まず、第1および第2負極側メインコンタクタ810, 811が投入される。次に、正極側メインコンタクタ800, 801が投入される。これにより、電池モジュール部から正極側メインコンタクタ800, 801を介してパワーモジュール14に主電流が供給される。

【0060】

50

なお、統括バッテリー制御装置 100、下位バッテリー制御装置 220、320、420、520、セル制御装置 230、330、430、530 の各制御装置で扱う情報をまとめておくことにする。

【0061】

セル制御装置 230、330、430、530 は、各リチウム単電池の電圧を検出し、この検出された電圧を、対応する下位バッテリー制御装置 220、320、420、520 に情報伝達する。また、セル制御装置 230、330、430、530 は、リチウム単電池あるいは自己の内部回路に異常がある時には、異常フラグおよび異常内容を、対応する下位バッテリー制御装置 220、320、420、520 に情報伝達する。

【0062】

下位バッテリー制御装置 220、320、420、520 は、対応するセル制御装置 230、330、430、530 から情報伝達された各リチウム単電池の電圧、電圧センサ 260、360、460、560 から伝達された電圧検出値、電流センサ 250、350、450、550 から伝達された電流検出値、単位電池モジュール 210、310、410、510 の内部に設けられた複数の温度センサ 270、370、470、570（例えばサーミスタ）から伝達された温度検出値を入力情報とするとともに、予め記憶されているリチウム単電池の初期情報および入力情報に基づいて、対応する単位電池モジュール 210、310、410、510 の蓄電量（SOC）、劣化状態（SOH）、充放電許容電流、総電圧、充放電電流、温度の最大最小値、セル電圧の最大最小値を演算あるいは検出し、それらを統括バッテリー制御装置 100 に情報伝達する。

【0063】

統括バッテリー制御装置 100 は、各下位バッテリー制御装置 220、320、420、520 から情報伝達された蓄電量（SOC）、劣化状態（SOH）、充放電許容電流、総電圧、充放電電流、温度の最大最小値、セル電圧の最大最小値を入力情報とするとともに、入力情報に基づいて、電池モジュール部の蓄電量（SOC）、充放電電流抑制率あるいは許容充放電電力若しくは許容充放電電流、温度、リチウム単電池電圧、劣化状態（SOH）を演算し、それらを上位制御装置に情報伝達する。

【0064】

ここで、電池モジュール部の蓄電量（SOC）は、各下位バッテリー制御装置 220、320、420、520 から情報伝達された各単位電池モジュール 210、310、410、510 の蓄電量（SOC）の平均値である。電池モジュール部の充放電電流抑制率あるいは許容充放電電力若しくは許容充放電電流は、各下位バッテリー制御装置 220、320、420、520 から情報伝達された充放電許容電流、セル電圧の最大最小値、演算された電池モジュール部の蓄電量（SOC）などの情報に基づいて演算される。電池モジュール部の温度は、各下位バッテリー制御装置 220、320、420、520 から情報伝達された各単位電池モジュール 210、310、410、510 の最高値および最低値である。電池モジュール部のセル電圧は、各下位バッテリー制御装置 220、320、420、520 から情報伝達された各単位電池モジュール 210、310、410、510 のセル電圧のうちの最高値および最低値である。電池モジュール部の劣化状態（SOH）は、各下位バッテリー制御装置 220、320、420、520 から情報伝達された各単位電池モジュール 210、310、410、510 の劣化状態（SOH）のうちの最高値および最低値である。

【0065】

また、統括バッテリー制御装置 100 は、モジュール電池セット 300～500 のいずれかのセンサに異常が生じ場合、直ちに蓄電装置 1000 を停止させることなく、異常なモジュール電池セットのセンサの情報として、その異常なモジュール電池セットと電氣的に相関関係にある他の健全なモジュール電池セットのセンサの情報を代用して、前述した制御を継続し、電源としての機能が直ちに損なわれないようにしている。この詳細な制御方法については、蓄電装置 1000 のハード的構成を説明した後に説明することとする。

【0066】

《モジュール電池セット制御装置の構成》

次に、図3を用いて、モジュール電池セット制御装置について説明する。

【0067】

モジュール電池セット制御装置のうち、下位バッテリー制御装置220は、マイクロコンピュータ221（以下、「マイコン221」と略称する）を含む複数の電子回路部品により構成されている。それらの電子回路部品は回路基板222に実装され、対応する単位電池モジュール210とは別体の筐体に収納されている。下位バッテリー制御装置220を収納した筐体は、制御用電子回路として、対応する単位電池モジュール210の近傍に配置されている。

【0068】

セル制御装置230は、リチウム単電池213に電氣的に接続された24個の集積回路（IC）231A～231Xを含む複数の電子回路部品により構成されている。それらの電子回路部品は、高電位側単位電池ブロック211および低電位側単位電池ブロック212に応じて、対応する回路基板232、233に分けられて実装されている。回路基板232、233は、対応する高電位側単位電池ブロック211および低電位側単位電池ブロック212の筐体に収納されているとともに、筐体の長手方向一方側端部に配置されている。

【0069】

また、セル制御装置230は複数の抵抗234および複数のフォトカプラ240などの複数の回路素子を備えている。抵抗234は、リチウム単電池213の充電量を調整する際に用いられ、リチウム単電池213から放出された電流を熱に変換して消費する消費回路素子であり、各集積回路231A～231Xに対して四つ（R1～R4）ずつ設けられている。フォトカプラ240は、集積回路231A～231Xのうちの最始端にあたる集積回路231Aとマイコン221との間、および集積回路231A～231Xのうちの最終端にあたる集積回路231Xとマイコン221との間の信号伝送路に設けられたインターフェース回路素子であり、集積回路231A、231Xとマイコン221との間において、電位レベルの異なる信号を送受信するための光学的絶縁素子である。

【0070】

複数のリチウム単電池213は各集積回路231A～231Xに対応させて複数のグループに割り振られている。本実施例では、高電位側単位電池ブロック211の組電池を構成する48本のリチウム単電池213と、および低電位側単位電池ブロック212の組電池を構成する48本のリチウム単電池213とを合わせた96本のリチウム単電池213を24グループに割り振っている。具体的には、電氣的に直列に接続された96本のリチウム単電池213をその接続順にしたがって電位的に上位から順番に4つずつに区切り、24グループを構成している。すなわち電位的に1番目のリチウム単電池213から電位的に4番目のリチウム単電池213までの電氣的に直列に接続されたリチウム単電池群を第1グループ、電位的に5番目のリチウム単電池213から電位的に8番目のリチウム単電池213までの電氣的に直列に接続されたリチウム単電池群を第2グループ、・・・、電位的に89番目のリチウム単電池213から電位的に92番目のリチウム単電池213までの電氣的に直列に接続されたリチウム単電池群を第23グループ、電位的に93番目のリチウム単電池213から電位的に96番目のリチウム単電池213までの電氣的に直列に接続されたリチウム単電池群を第24グループというように、96本のリチウム単電池213をグループ分けしている。

【0071】

なお、本実施例では、各電池ブロック毎に複数のリチウム単電池213を12グループに分けた場合を例に挙げて説明するが、グループの分け方としては、96本のリチウム単電池213を6本ずつ、16グループに分けてもよい。

【0072】

集積回路231Aには、接続線235および基板配線236を介して、第1グループを構成する4つのリチウム単電池213（BC1～BC4）のそれぞれの正極側および負極

10

20

30

40

50

側が電氣的に接続されている。これにより、集積回路 2 3 1 A には、接続線 2 3 5 および基板配線 2 3 6 を介して、第 1 グループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 のそれぞれの端子電圧に基づくアナログ信号が取り込まれる。集積回路 2 3 1 A は、アナログデジタル変換器を備えており、取り込まれたアナログ信号を順次、デジタル信号に変換し、第 1 グループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 の端子電圧を検出する。集積回路 2 3 1 B ~ 2 3 1 X も集積回路 2 3 1 A の場合と同様に、接続線 2 3 5 および基板配線 2 3 6 を介して、対応するグループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 のそれぞれの正極側および負極側に電氣的に接続され、対応するグループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 のそれぞれの端子電圧を取り込んで検出する。

【 0 0 7 3 】

10

第 1 グループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 のそれぞれの正極側と負極側との間（端子間）には、抵抗 2 3 4（R 1 ~ R 4）と、集積回路 2 3 1 A に内蔵されたスイッチング半導体素子とを電氣的に直列に接続したバイパス直列回路が、接続線 2 3 5 および基板配線 2 3 6 を介して、電氣的に並列に接続されている。他のグループも、第 1 グループの場合と同様に、リチウム単電池 2 1 3 の正極側と負極側との間にバイパス直列回路が電氣的に並列に接続されている。

【 0 0 7 4 】

集積回路 2 3 1 A は、下位バッテリー制御装置 2 2 0 から出力された充電状態調整指令に基づいて、スイッチング半導体素子を所定時間、個別に導通させ、第 1 グループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 の正極側と負極側との間にバイパス直列回路を個別に電氣的に並列に接続させる。これにより、バイパス直列回路が電氣的に並列に接続されたリチウム単電池 2 1 3 は放電し、充電状態 S O C（State Of Charge）が調整される。集積回路 2 3 1 B ~ 2 3 1 X も集積回路 2 3 1 A の場合と同様に、対応するグループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 に電氣的に並列に接続されたバイパス直列回路のスイッチング半導体素子の導通を個別に制御して、対応するグループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 の充電状態 S O C を個別に調整する。

20

【 0 0 7 5 】

以上のように、集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X によって、対応するグループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 に電氣的に並列に接続されたバイパス直列回路のスイッチング半導体素子の導通を個別に制御し、各グループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 の充電状態 S O C を個別に調整すれば、全グループのリチウム単電池 2 1 3 の充電状態 S O C を均一にでき、リチウム単電池 2 1 3 の過充電などを抑制できる。

30

【 0 0 7 6 】

集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X は、対応するグループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 の異常状態を検出する。異常状態には過充電および過放電がある。過充電および過放電は、各集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X において、対応するグループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 の端子電圧の検出値と、過充電閾値および過放電閾値のそれぞれとを比較することにより検出する。過充電は端子電圧の検出値が過充電閾値を越えた場合に、過放電は端子電圧の検出値が過放電閾値を下回った場合にそれぞれ判断される。また、集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X は、自己の内部回路の異常、例えば充電状態の調整に用いられるスイッチング半導体素子の異常、温度異常などを自己診断する。

40

【 0 0 7 7 】

このように、集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X はいずれも同じ機能、すなわち対応するグループの 4 つのリチウム単電池 2 1 3（B C 1 ~ B C 4）の端子電圧検出、充電状態の調整、異常状態の検出、および自己の内部回路の異常診断を実行するように、同じ内部回路により構成されている。

【 0 0 7 8 】

集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X のそれぞれの一辺側には、単位電池モジュール 2 1 0 側と電氣的に接続される複数の端子が設けられている。複数の端子としては、電源端子（V c c）、電圧端子（V 1 ~ V 4，G N D）、およびバイパス端子（B 1 ~ B 4）を備えてい

50

る。電圧端子（V 1 ~ V 4 , G N D ）には、接続線 2 3 5 に電氣的に接続される基板配線 2 3 6 が電氣的に接続されている。バイパス端子（B 1 ~ B 4 ）には抵抗 2 3 4 のスイッチング半導体素子側が基板配線 2 3 6 を介して電氣的に接続されている。抵抗 2 3 4 のスイッチング半導体素子側とは反対側は、基板配線 2 3 6 を介して電圧端子に電氣的に接続された基板配線 2 3 6 に電氣的に接続されている。電源端子（V c c ）には、電圧端子 V 1 （最も高電位側のリチウム単電池 2 1 3 の正極側に電氣的に接続される電圧端子）に電氣的に接続された基板配線 2 3 6 に電氣的に接続されている。

【 0 0 7 9 】

電圧端子（V 1 ~ V 4 , G N D ）およびバイパス端子（B 1 ~ B 4 ）の両者は、電氣的に接続されるリチウム単電池 2 1 3 の電位的の順にしたがって交互に配置されている。これにより、集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X のそれぞれと接続線 2 3 5 との電氣的な接続回路を簡単に構成できる。

10

【 0 0 8 0 】

電圧端子 G N D には、対応するグループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 のうちの最低電位のリチウム単電池 B C 4 の負極側に電氣的に接続されている。これにより、各集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X は、対応するグループの最低電位を基準電位として動作する。このように、各集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X の基準電位が異なっていれば、単位電池モジュール 2 1 0 から各集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X に印加される電圧の差を小さくすることができるので、集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X の耐圧をより小さくできるとともに、安全性や信頼性をより向上させることができる。

20

【 0 0 8 1 】

電源端子 V c c には、応するグループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 のうちの最高電位のリチウム単電池 B C 1 の正極側に電氣的に接続されている。これにより、各集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X は、対応するグループの最高電位の電圧から、内部回路を動作させるための電圧（例えば 5 v ）を発生させている。このように、各集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X の内部回路の動作電圧を、対応するグループの最高電位の電圧から発生させるようになっていけば、対応するグループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 から消費される電力を均等にでき、対応するグループを構成する 4 つのリチウム単電池 2 1 3 の充電状態 S O C が不均衡になることを抑制できる。

【 0 0 8 2 】

30

集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X のそれぞれの他辺側（電圧系端子が設けられた一辺側に対向する辺側）には通信系の複数の端子が設けられている。複数の端子としては、通信コマンド信号を送受信するための通信コマンド信号用送受信端子（T X , R X ）、および異常信号や異常テスト信号を送受信するための異常信号用送受信端子（F F O , F F I ）を備えている。

【 0 0 8 3 】

集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X の通信コマンド信号用送受信端子（T X , R X ）は、対応するグループの電位の順にしたがって非絶縁状態で電氣的に直列に接続されている。すなわち集積回路 2 3 1 A （上位電位の集積回路）の通信コマンド信号用送信端子（T X ）と、集積回路 2 3 1 B （下位電位の集積回路であって、上位電位の集積回路に対して電位的に次の電位の集積回路）の通信コマンド信号用受信端子（R X ）とを非絶縁状態で電氣的に直列に接続し、集積回路 2 3 1 B の通信コマンド信号用送信端子（T X ）と、集積回路 2 3 1 C の通信コマンド信号用受信端子（R X ）とを非絶縁状態で電氣的に直列に接続し、・・・、集積回路 2 3 1 d の通信コマンド信号用送信端子（T X ）と、集積回路 2 3 1 X の通信コマンド信号用受信端子（R X ）とを非絶縁状態で電氣的に直列に接続する、というように、通信コマンド信号用送信端子（T X ）と通信コマンド信号用受信端子（R X ）とを非絶縁状態で電氣的に直列に接続している。このような接続方式を本実施例ではディジーチェーン接続方式と呼ぶ。

40

【 0 0 8 4 】

集積回路 2 3 1 A ~ 2 3 1 X の異常信号用送受信端子（F F O , F F I ）も通信コマン

50

ド信号用送受信端子（TX，RX）と同様の接続関係にあり、対応するグループの電位の順にしたがって非絶縁状態で電氣的に直列に接続されている。すなわち上位電位の集積回路の異常信号用送信端子（FFO）と、上位電位の集積回路に対して電位的に次の電位となる下位電位の集積回路の異常信号用受信端子（FFI）とを非絶縁状態で電氣的に直列に接続している。

【0085】

複数のリチウム単電池213の最高電位のグループに対応する集積回路231Aの通信コマンド信号用受信端子（RX）にはフォトカブラ240a（PH1）の受光側が電氣的に接続されている。フォトカブラ240aの発光側にはマイコン221の通信コマンド信号用送信端子（TX）が電氣的に接続されている。また、複数のリチウム単電池213の最低電位のグループに対応する集積回路231Xの通信コマンド信号用送信端子（TX）にはフォトカブラ240c（PH3）の発光側が電氣的に接続されている。フォトカブラ240cの受光側にはマイコン221の通信コマンド信号用受信端子（RX）が電氣的に接続されている。それらの接続により、セル制御装置230と下位バッテリー制御装置220との間には、それらの間において電氣的に絶縁されるとともに、マイコン221からフォトカブラ240a→集積回路231A→・・・→集積回路231X→フォトカブラ240cを順番に経由してマイコン221に至る通信コマンド信号用ループ伝送路237が形成される。そのループ伝送路237はシリアル伝送路である。

【0086】

通信コマンド信号用ループ伝送路237には、マイコン221から出力された通信コマンド信号が伝送される。通信コマンド信号は、通信（制御）内容を示すデータ領域など、複数の領域が設けられた複数バイトの信号であり、上述の伝送順にしたがってループ状に伝送される。

【0087】

マイコン221から集積回路231A～231Xに通信コマンド信号用ループ伝送路237を介して出力される通信コマンド信号には、リチウム単電池213の検出された端子電圧を要求するための要求信号、リチウム単電池213の充電状態を調整させるための指令信号、各集積回路231A～231Xをスリープ状態からウエイクアップ状態、すなわち起動させるための起動信号、各集積回路231A～231Xをウエイクアップ状態からスリープ状態、すなわち動作を停止させるための停止信号、各集積回路231A～231Xの通信用のアドレスを設定するためのアドレス設定信号、各集積回路231A～231Xの異常状態を確認するための異常確認信号などが含まれている。

【0088】

なお、本実施例では、通信コマンド信号を集積回路231Aから集積回路231Xに向かって伝送する場合を例に挙げて説明するが、集積回路231Xから集積回路231Aに向かって伝送するようにしても構わない。

【0089】

さらに、複数のリチウム単電池213の最高電位のグループに対応する集積回路231Aの異常信号用受信端子（FFI）にはフォトカブラ240b（PH2）の受光側が電氣的に接続されている。フォトカブラ240bの発行側にはマイコン221の異常テスト信号用送信端子（FFTEST）が電氣的に接続されている。また、複数のリチウム単電池213の最低電位のグループに対応する集積回路231Xの異常信号用送信端子（FFO）にはフォトカブラ240d（PH4）の発行側が電氣的に接続されている。フォトカブラ240dの受光側にはマイコン221の異常信号用受信端子（FF）が電氣的に接続されている。それらの接続により、セル制御装置230と下位バッテリー制御装置220との間には、それらの間において電氣的に絶縁されるとともに、マイコン221からフォトカブラ240a→集積回路231A→・・・→集積回路231X→フォトカブラ240cを順番に経由してマイコン221に至る異常信号用ループ伝送路238が形成される。そのループ伝送路238はシリアル伝送路である。

【0090】

異常信号用ループ伝送路 238 には、マイコン 221 から出力された異常テスト信号が伝送される。異常テスト信号は、集積回路 231A ~ 231X の異常や通信回路の断線などの異常を検出するために伝送される 1 ビットの Hi レベル信号であり、上述の伝送順にしたがって伝送される。もし、異常がある場合には、異常テスト信号は Low レベルの信号としてマイコン 221 に戻ってくる。これにより、マイコン 221 は集積回路 231A ~ 231X の異常や通信回路の断線などの異常を検出できる。また、集積回路 231A ~ 231X のうちのいずれかにおいて異常を検出した場合、異常信号用ループ伝送路 238 には、異常を検出した集積回路、例えば集積回路 231C から異常を示す信号が出力される。異常を示す信号は 1 ビットの信号であり、集積回路 231d → ・ ・ ・ → 集積回路 231X → フォトカプラ 240d を順番に経由してマイコン 221 に伝送される。これにより、異常を検出した集積回路からマイコン 221 に対して異常を速やかに通知できる。

10

【0091】

なお、本実施例では、異常テスト信号を集積回路 231A から集積回路 231X に向かって伝送する場合を例に挙げて説明するが、集積回路 231X から集積回路 231A に向かって伝送するようにしても構わない。また、本実施例では、異常を示す信号を、異常を検出した集積回路から、電位的に下位の集積回路に向かって伝送する場合を例に挙げて説明するが、異常を検出した集積回路から、電位的に上位の集積回路に向かって伝送するようにしても構わない。

【0092】

フォトカプラ 240a ~ 244d (PH1 ~ PH4) は、セル制御装置 230 と下位バッテリー制御装置 220 との間において通信コマンド信号用ループ伝送路 237 および異常信号用ループ伝送路 238 を電氣的に絶縁するとともに、セル制御装置 230 と下位バッテリー制御装置 220 との間において送受信される信号を光に変換して伝送する。前述したように、セル制御装置 230 および下位バッテリー制御装置 220 はその電源電位および電源電圧が大きく異なる。このため、セル制御装置 230 と下位バッテリー制御装置 220 との間を電氣的に接続して信号伝送を実施しようとする、と、伝送される信号の電位変換および電圧変換が必要となり、セル制御装置 230 と下位バッテリー制御装置 220 との間のインタフェース回路が大きいかつ高価になり、小型かつ安価な制御装置の提供ができなくなる。そこで、本実施例では、セル制御装置 230 と下位バッテリー制御装置 220 との間の通信をフォトカプラ 240a ~ 544d (PH1 ~ PH4) を用いて実施し、制御装置の小型化および低コスト化を図っている。

20

30

【0093】

また、前述したように、各集積回路 231A ~ 231X 間においてもその電源電位が異なっている。しかし、本実施例では、複数のリチウム単電池 213 の対応するグループの電位順にしたがって集積回路 231A ~ 231X を電氣的に直列に接続、すなわちディジーチェーン方式により接続しているので、各集積回路 231A ~ 231X 間の信号伝送を電位変換 (レベルシフト) によって簡単に実施できる。各集積回路 231A ~ 231X は信号受信側に電位変換 (レベルシフト) 回路を備えている。従って、本実施例では、他回路素子よりも高価なフォトカプラを設けることなく、各集積回路 231A ~ 231X 間の信号伝送を実施できるので、小型かつ安価な制御装置を提供できる。

40

【0094】

マイコン 221 は、各種信号を入力し、その入力信号から得られた入力情報に基づいてあるいはその入力情報から演算された演算情報に基づいて、前述した通信コマンド信号をセル制御装置 230 に送信するとともに、上位制御装置 (モータ制御装置 11 や車両制御装置) に対して信号を出力する。

【0095】

マイコン 221 に入力される各種信号としては、各集積回路 231A ~ 231X から出力された各リチウム単電池 213 の端子電圧信号、集積回路 231A ~ 231X のうち、異常を検出した集積回路から出力された異常信号、単位電池モジュール 210 の充放電流を検出するための電流センサ 250 から出力された電流センサ信号、単位電池モジュール

50

２１０の総電圧を検出するための電圧センサ２６０から出力された電圧センサ信号、単位電池モジュール２１０の内部に設けられ、組電池の温度を検出するための温度センサ（例えばサーミスタ素子）２７０から出力された温度センサ信号、イグニッションキースイッチの動作に基づくオンオフ信号、および上位制御装置（モータ制御装置１１や車両制御装置）から出力された信号などがある。

【００９６】

マイコン２２１から出力される各種信号としては、前述した通信コマンド信号、単位電池モジュール２１０の状態情報（例えば電圧、電流、温度など）に基づいて演算された充放電可能電力、充電状態ＳＯＣ、および劣化状態ＳＯＨ（State Of Health）などの情報に対応する信号、および単位電池モジュール２１０の状態を情報（例えば電圧、電流、温度など）に基づいて演算された結果や異常情報から判定された異常状態情報（例えば過充電、過放電、過温度など）に対応する信号などがある。

10

【００９７】

それらの出力信号のうち、充放電可能電力、充電状態ＳＯＣ、および劣化状態ＳＯＨなどの情報に対応する信号、および異常状態情報（例えば過充電、過放電、過温度など）に対応する信号は、上位制御装置（モータ制御装置１１や車両制御装置）に対して出力される。

【００９８】

《蓄電装置１０００のハード構成》

次に、図４～図８を用いて、実際の蓄電装置１０００の構造について説明する。蓄電装置１０００は、４つの直方体形状のモジュール電池セット２００，３００，４００，５００がケーシング（下容器９１０および上蓋（図示省略）から構成された筐体）９００に收容されて構成されている。ケーシング９００（下容器９１０）は直方体形状の収納体である。モジュール電池セット２００，３００，４００，５００は、その長手方向がケーシング９００の短手方向と同方向になるようにして、かつケーシング９００の長手方向中央部に一定のスペースが形成されるようにして、ケーシング９００の長手方向に１列に並べられている。ケーシング９００の長手方向中央部のスペースを挟んでその一方側に配置されたモジュール電池セットは、第１電池モジュールブロックを構成するモジュール電池セット２００，３００（モジュール電池セット２００が中央側）である。また、その他方側に配置されたモジュール電池セットは、第２電池モジュールブロックを構成するモジュール電池セット４００，５００（モジュール電池セット５００が中央側）である。

20

30

【００９９】

ケーシング９００（下容器９１０）の短手方向一方側端部には、モジュール電池セット２００，３００，４００，５００の冷却媒体である空気が外部から導入される吸気ダクト９３０が設けられている。ケーシング９００（下容器９１０）の短手方向一方側の側壁の中央部（ケーシング９００の長手方向中央部に設けられたスペースに対応する部位）には、冷却空気を吸気ダクト９３０に導入するための吸気孔（図示省略）が設けられている。ケーシング９００（下容器９１０）の短手方向一方側の側壁の中央部（ケーシング９００の長手方向中央部に設けられたスペースに対応する部位）、かつ吸入孔の上部には、モジュール電池セット２００，３００，４００，５００を冷却し終えた冷却空気をケーシング９００（下容器９１０）内部から外部に導出するための排気孔９２０が設けられている。

40

【０１００】

ケーシング９００（下容器９１０）の長手方向中央部のスペースには統括バッテリー制御装置１００、下記バッテリー制御装置２２０，３２０，４２０，５２０、正極側第１および第２正極側メインコンタクタ８００，８０１、第１および第２負極側メインコンタクタ８１０，８１１ボックス９５０、および負極側第１および第２正極側メインコンタクタ８００，８０１、第１および第２負極側メインコンタクタ８１０，８１１ボックス９６０が配置されている。下記バッテリー制御装置２２０，３２０，４２０，５２０は、ケーシング９００（下容器９１０）の中央スペースの短手方向一方側端部に積層配置されている。具体的には下位バッテリー制御装置２２０，３２０が上下２段に積層されてモジュール電池セッ

50

ト 2 0 0 側に配置され、下位バッテリー制御装置 4 2 0 , 5 2 0 が上下 2 段に積層されてモジュール電池セット 5 0 0 側に配置されている。正極側第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 8 1 0 , 8 1 1 ボックス 9 5 0 および負極側第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 8 1 0 , 8 1 1 ボックス 9 6 0 は、ケーシング 9 0 0 (下容器 9 1 0) の中央スペースの短手方向他方側端部において、ケーシング 9 0 0 (下容器 9 1 0) の長手方向に並列に配置されている。負極側第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 8 1 0 , 8 1 1 ボックス 9 6 0 と下位バッテリー制御装置 4 2 0 , 5 2 0 との間には統括バッテリー制御装置 1 0 0 が配置されている。このように、本実施例では、ケーシング 9 0 0 (下容器 9 1 0) の短手方向において、正極側第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 8 1 0 , 8 1 1 ボックス 9 5 0 と下位バッテリー制御装置 2 2 0 , 3 2 0 の積層体とが列をなすように、負極側第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 8 1 0 , 8 1 1 ボックス 9 6 0 と統括バッテリー制御装置 1 0 0 と下位バッテリー制御装置 4 2 0 , 5 2 0 の積層体とが列をなすように、それらをケーシング 9 0 0 (下容器 9 1 0) の中央スペースに配置している。

10

【 0 1 0 1 】

吸気ダクト 9 3 0 とモジュール電池セット 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 との間には配線ダクト 9 4 0 が設けられている。配線ダクト 9 4 0 の内部には複数の端子部が設けられている。その複数の端子は、正極側第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 8 1 0 , 8 1 1 ボックス 9 5 0 および負極側第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 8 1 0 , 8 1 1 ボックス 9 6 0 から配線ダクト 9 4 0 の内部に延びた正極側強電ケーブル 9 7 0 および負極側強電ケーブル 9 8 0、各単位電池モジュール 2 1 0 , 3 1 0 , 4 1 0 , 5 1 0 から配線ダクト 9 4 0 の内部に延びた正極側および負極側の接続ケーブル 9 9 0 を電氣的に接続している。これにより、図 2 に示す電気回路が構成される。

20

【 0 1 0 2 】

正極側第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 8 1 0 , 8 1 1 ボックス 9 5 0 では、第 1 電池モジュールブロック (モジュール電池セット 2 0 0 , 3 0 0 が電氣的に直列に接続されたもの) の正極側に電氣的に接続された正極側強電ケーブル 9 7 0 が第 1 正極側メインコンタクタ 8 0 0 を介して、第 2 電池モジュールブロック (モジュール電池セット 4 0 0 , 5 0 0 が電氣的に直列に接続されたもの) の正極側に電氣的に接続された正極側強電ケーブル 9 7 0 が第 2 正極側メインコンタクタ 8 0 1 を介して、そだぞれ、正極端子 6 0 0 に電氣的に接続されている。これにより、第 1 および第 2 電池モジュールブロックの正極側が電氣的に並列に接続される。

30

【 0 1 0 3 】

負極側第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 8 1 0 , 8 1 1 ボックス 9 6 0 では、第 1 電池モジュールブロック (モジュール電池セット 2 0 0 , 3 0 0 が電氣的に直列に接続されたもの) の負極側に電氣的に接続された負極側強電ケーブル 9 8 0 が第 1 負極側メインコンタクタ 8 1 0 を介して、第 2 電池モジュールブロック (モジュール電池セット 4 0 0 , 5 0 0 が電氣的に直列に接続されたもの) の負極側に電氣的に接続された負極側強電ケーブル 9 8 0 が第 2 負極側メインコンタクタ 8 1 1 を介して、それぞれ、負極端子 6 1 0 に電氣的に接続されている。これにより、第 1 および第 2 電池モジュールブロックの負極側が電氣的に並列に接続される。

40

【 0 1 0 4 】

ケーシング 9 0 0 (下容器 9 1 0) の短手方向他方側の側壁の正極側第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 8 1 0 , 8 1 1 ボックス 9 5 0 と対応する部位には、外方向に向かって延びるように正極端子 6 0

50

0 が設けられている。ケーシング 9 0 0 (下容器 9 1 0) の短手方向他方側の側壁の負極側第 1 および第 2 正極側メインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1 、第 1 および第 2 負極側メインコンタクタ 8 1 0 , 8 1 1 ボックス 9 6 0 と対応する部位には、外方向に向かって延びるように負極端子 6 1 0 が設けられている。正極端子 6 0 0 および負極端子 6 1 0 は互いに同じ高さ位置において平行に配置されている。正極端子 6 0 0 と負極端子 6 1 0 との間には外部通信用のコネクタ 7 0 0 が設けられている。コネクタ 7 0 0 には C A N 用の通信ケーブルのコネクタが接続される。これにより、統括バッテリー制御装置 1 0 0 と、モータ制御装置 1 1 および車両制御装置との間において情報伝達ができる。

【 0 1 0 5 】

モジュール電池セット 2 0 0 は、単位電池モジュール 2 1 0 が 2 つ、すなわち高電位側単位電池ブロック 2 1 1 と低電位側単位電池ブロック 2 1 2 が上下に一体化されて構成されている。本実施例では、高電位側単位電池モジュール 2 1 1 を上段、低電位側単位電池モジュール 2 1 2 を下段に配置しているが、その逆であっても構わない。

【 0 1 0 6 】

単位電池モジュール 2 1 0 は、48 個のリチウム単電池 2 1 3 を電氣的に直列に接続した組電池 2 1 4 がモジュールケース 2 1 5 (下容器 2 1 5 b および上蓋 2 1 5 a から構成された筐体) に収容されて構成されている。モジュールケース 2 1 5 は直方体形状の収納体である。

【 0 1 0 7 】

モジュール電池セット 2 0 0 (単位電池モジュール 2 1 0 の 2 段重ね) の長手方向一方側端部には、2 つの単位電池モジュール 2 1 0 に対して共通に 1 つの吸気側通気ダクト 2 9 0 が付設されている。吸気側通気ダクト 2 9 0 の先端部には 1 つのファンユニット 2 8 0 が接続されている。モジュール電池セット 2 0 0 (単位電池モジュール 2 1 0 の 2 段重ね) の長手方向一方側端部には、2 つの単位電池モジュール 2 1 0 に対して共通に 1 つの排気側通気ダクト 2 9 1 が付設されている。本実施例では、モジュール電池セット 2 0 0 に対して 1 つのファンユニット 2 8 0 (吸気用) を設けたが、排気側通気ダクト 2 9 1 側にも排気側ファンユニットを設けてもよい。また、本実施例では、モジュール電池セット 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 を単位としてファンユニットおよびダクトを設けたが、単位電池モジュール 2 1 0 , 3 1 0 , 4 1 0 , 5 1 0 を単位としてファンユニットおよびダクトを設けてもよい。

【 0 1 0 8 】

モジュールケース 2 1 5 の長手方向一方側端部の側壁の下部には吸気口 2 1 6 が設けられている。モジュールケース 2 1 5 の長手方向他方側端部の側壁の下部には排気口 2 1 7 が設けられている (図 6 参照) 。モジュールケース 2 1 5 (下容器 2 1 5 b) の底面と組電池 2 1 4 との間には補強ルーバー 2 1 5 d が設けられている。補強ルーバー 2 1 5 d は、モジュールケース 2 1 5 (下容器 2 1 5 b) の底面と組電池 2 1 4 との間に、モジュールケース 2 1 5 の内部に導入された冷却空気を組電池 2 1 4 の各リチウム単電池 2 1 3 間に導くためのダクトを形成するためのものであり、各リチウム単電池 2 1 3 間の対応する位置に導入孔 2 1 5 e が設けられている。導入孔 2 1 5 e は、吸気口 2 1 6 側から排気口 2 1 7 に向かうにしたがって開口面積が小さくなり、最も排気口 2 1 7 側に位置する開口面積が大きくなるように形成されている。最も吸気口 2 1 6 側に位置する導入孔 2 1 5 e には遮蔽ルーバー 2 1 5 f が設けられている。

【 0 1 0 9 】

組電池 2 1 4 は 2 つの単組電池ユニット (第 2 サブ組立体) 2 1 4 a , 2 1 4 b から構成されている。2 つの単組電池ユニット (第 2 サブ組立体) 2 1 4 a , 2 1 4 b はそれぞれ、6 個の単組電池 (第 1 サブ組立体) 2 1 4 c から構成されている。

【 0 1 1 0 】

単組電池 (第 1 サブ組立体) 2 1 4 c は、4 つの円筒型あるいは円柱型のリチウム単電池 2 1 3 を 1 つのグループとする単位として構成されている。4 つのリチウム単電池 2 1 3 は、その中心軸 (正極端子と負極端子との (上面と底面との) 対向方向に貫く軸) が平

10

20

30

40

50

行配置されるように、別な言い方をすれば、互いの周面が対向し合うように、上下左右に２段２列に並列に配置され、中心軸方向両方向から、電気絶縁性の高い樹脂成形品であるホルダ２１４ｄにより挟持されている。上下左右に隣り合うリチウム単電池２１３同士は、ホルダ２１４ｄに面する端子の極性が異なっている。このように、リチウム単電池２１３の周面が互いに対向するように配置することにより、単組電池２１４ｃをコンパクトに構成できる。また、４つのリチウム単電池２１３の外部端子（正極端子および負極端子）が同一方向に規則的に配置されているので、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。さらに、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。

【０１１１】

10

４つのリチウム単電池２１３のホルダ２１４ｄから露出する端子面には、４つのリチウム単電池２１３が電氣的に直列に接続されるように、導電性の接続部材である銅製のバスバー２１４ｅが溶接により接合されている。一方のホルダ２１４ｄ側におけるリチウム単電池２１３のバスバー２１４ｅによる接続方向と、他方のホルダ２１４ｂ側におけるリチウム単電池２１３のバスバー２１４ｅによる接続方向は異なっている。他方のホルダ２１４ｂ側においては上下に隣接するリチウム単電池２１３同士がバスバー２１４ｅによって接続されている。一方のホルダ２１４ｄ側においては、下段の隣接するリチウム単電池２１３同士がバスバー２１４ｅによって接続されている。一方のホルダ２１４ｄ側の上段のリチウム単電池２１３はそれぞれ、隣接する他の単組電池２１４ｃのリチウム単電池２１３と電氣的に接続される。このため、その２つのリチウム単電池２１３に接合されるバス

20

【０１１２】

予め決められた特定の単組電池２１４ｃ（本実施例では単組電池２１４ｃ）４つのリチウム単電池２１３には温度センサ２７０が固着されており、その温度センサ２７０から温度検出線が延びている。また、各単組電池２１４ｃからは電圧検出線２３５が延びている。

【０１１３】

30

リチウム単電池２１３は、正極活物質にリチウムマンガン複酸化物を、負極活物質に非晶質炭素を用いたものであり、公称出力電圧が３．６Ｖ、容量が５．５Ａｈである。なお、リチウム単電池２１３は充電状態が変わると端子電圧が変化する。充電量が減少したときのリチウム単電池２１３の端子電圧は２．５ボルト程度、充電量が増大したときのリチウム単電池２１３の端子電圧は４．３ボルト程度になる。

【０１１４】

ホルダ２１４ｄの上下２箇所、かつ左右に隣接するリチウム単電池２１３間には、ホルダ２１４ｄ間の間隔を画定するとともに、リチウム単電池２１３の外側に面する周面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２１４ｊが配設されている。また、ホルダ２１４ｄの中央の４つのリチウム単電池２１３間には、ホルダ２１４ｄ間の間隔

40

【０１１５】

２つの単組電池ユニット（第２サブ組立体）２１４ａ，２１４ｂはそれぞれ、６個の単組電池２１４ｃから構成されている。６個の単組電池２１４ｃは、リチウム単電池２１３の中心軸が平行配置されるように、別な言い方をすれば、互いのリチウム単電池２１３の周面が対向し合うように、１列に並べて配置されている。６個の単組電池２１４ｃのブロック体は、その２つの下辺部において、断面が略ハ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２１４ｇによって固定されているとともに、その２つの上辺部において、断面が略Ｌ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

50

ブロック補強板 2 1 4 h によって固定されている。また、隣接する単組電池 2 1 4 c 同士のバスバー 2 1 4 e が連結部材 2 1 4 f を介して連結されている。本実施例では、平行するブロックベース 2 1 4 g に単組電池 2 1 4 c を固定する構造であるので、作業性が向上する。また、本実施例では、単組電池 2 1 4 c のブロック体をブロック補強板 2 1 4 h によって固定するので、単組電池 2 1 4 c のブロック体が増す。さらに、本実施例では、組電池 2 1 4 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とともに、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。

【 0 1 1 6 】

ブロック補強板 2 1 4 h の一方側には、リチウム単電池 2 1 3 の電圧を検出するための電圧検出線 2 3 5 や温度センサ 2 7 0 から延びる温度検出線を結束バンドなどによって束ねたハーネス群 2 1 4 i が固定されている。本実施例では、ハーネス群 2 1 4 i を束ねてブロック補強板 2 1 4 h に固定するので、ハーネス群 2 1 4 i に対する振動や衝撃などに関し、機械的な強度が維持されるとともに、に電気接続の作業性が向上する。

【 0 1 1 7 】

2 つの単組電池ユニット（第 2 サブ組立体）2 1 4 a , 2 1 4 b は、単組電池 2 1 4 c の配列方向がモジュールケース 2 1 5（下容器 2 1 5 b）の長手方向になるように、モジュールケース 2 1 5（下容器 2 1 5 b）の短手方向に 2 列に並べられて収納され、図示を省略した単組電池ユニット接続バスバーにより、電氣的に直列に接続されている。

【 0 1 1 8 】

モジュールケース 2 1 5 の長手方向一端側には、集積回路 2 3 1、フォトプラ 2 4 0、抵抗 2 3 4 などのセル制御装置 2 3 0 を構成する電子回路部品が実装された回路基板 2 3 2 を収納するセル制御装置ボックス 2 1 5 c が配置され、ネジなどにより固定されている。1 個の集積回路 2 3 1 は 1 個の単組電池 2 1 4 c に対応している。セル制御装置ボックス 2 1 5 c には、2 つの単組電池ユニット 2 1 4 a , 2 1 4 b のそれぞれからハーネス群 2 1 4 i が延びている。一方のハーネス群 2 1 4 i の先端に設けられたコネクタは、モジュールケース 2 1 5 の短手方向一方側から回路基板 2 3 2 のコネクタに接続されている。他方のハーネス群 2 1 4 i の先端に設けられたコネクタは、モジュールケース 2 1 5 の短手方向他方側から回路基板 2 3 2 のコネクタに接続されている。

【 0 1 1 9 】

モジュールケース 2 1 5 の長手方向他端側（セル制御装置ボックス 2 1 5 c の配置側とは反対側）の側壁からは、組電池 2 1 4 の正極側に電氣的に接続された正極側強電ケーブル 2 1 4 l と、組電池 2 1 4 の負極側に電氣的に接続された負極強電ケーブル 2 1 4 m が導出されている。単位電池モジュール 2 1 0 は公称出力電圧が 1 7 0 V、容量が 5 . 5 A h である。なお、リチウム二次電池は充電状態で端子電圧が変わるので、実際の端子電圧は充電状態に基づき変化する。

【 0 1 2 0 】

複数の温度センサ 2 7 0 の出力信号に基づいて検出された温度情報から、モジュール電池セット 2 0 0 の冷却が必要と判断する（例えば温度閾値と比較して、温度閾値よりも検出温度が大きくなり、冷却が必要と判断する）と、下位制御装置 2 2 0 はファンユニット 2 8 0 を作動する。これにより、吸気ダクト 9 3 0 に導入された空気が冷却空気として吸気側通気ダクト 2 9 0 に吸入される。吸入された冷却空気は、2 つの単位電池モジュール 2 1 0 に分配され、吸気口 2 1 6 を介してモジュールケース 2 1 5 の下部のダクト内部に流入し、排気口 2 1 7 側に向かって流通する。ダイク内部を流れる冷却空気は、補強ルーバー 2 1 5 d の導入孔 2 1 5 e を介して組電池 2 1 4 の各リチウム単電池 2 1 3 間に流入する。冷却組電池 2 1 4 の各リチウム単電池 2 1 3 間に流入した冷却空気は、モジュールケース 2 1 5 の内部を下部から上部に向かって流入する。この時、冷却空気は、アーチ状ルーバー 2 1 4 j および十字状ルーバー 2 1 4 k によって流通が制御され、各リチウム単電池 2 1 3 の外周を周る。これにより、組電池 2 1 4（4 8 個のリチウム単電池 2 1 3）が冷却される。冷却し終えた冷却空気は、モジュールケース 2 1 5 の上部を排気口 2 1

10

20

30

40

50

7 側に向かって流れ、モジュールケース 2 1 5 の下部の排気口 2 1 7 から排気側通気ダクト 2 9 1 に排出される。各単位電池モジュール 2 1 0 から排気側通気ダクト 2 9 1 に排出された冷却空気は、排気側通気ダクト 2 9 1 の内部において合流し、排気側通気ダクト 2 9 1 の開口部からケーシング 9 0 0 内部に排出される。ケーシング 9 0 0 内部に排出された冷却空気は排気孔 9 2 0 を介して外部に排出される。

【 0 1 2 1 】

次に、図 1 ~ 図 8 を参照して蓄電装置 1 0 0 0 の動作の概要を説明する。バッテリー放電時には、各バッテリー制御装置 2 2 0 , 3 2 0 , 4 2 0 , 5 2 0 でそれぞれの電池ブロックの電圧、電流、温度を各センサにより検出するとともに、これらのデータに基づいて各モジュール電池セット 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 の出力可能電力を計算し、これらのデータ

10

【 0 1 2 2 】

一方、バッテリー充電時には、車両側のモータ 4 から正負極入出力端子 6 0 0 , 6 1 0 を介して電力の供給を受け、モジュール電池セット 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 を充電する。このとき、各バッテリー制御装置 2 2 0 , 3 2 0 , 4 2 0 , 5 2 0 は、電圧、電流、温度を各センサにより検出するとともに、これらのデータに基づいて入力可能電力を計算し、これらのデータを統括バッテリー制御装置 1 0 0 へ通知する。統括バッテリー制御装置 1 0 0 は、各バッテリー制御装置 2 2 , 3 2 0 , 4 2 0 , 5 2 0 から入力したデータを蓄電装置 1 0 0 0 のデータとして集計するとともに、蓄電装置 1 0 0 0 の総入力可能電力を計算し、これらのデータをモータ制御装置 1 1 へ通知する。モータ制御装置 1 1 は、総入力可能電力などのデータに基づいて充電電力の供給を行う。

20

【 0 1 2 3 】

温度センサ 2 7 0 , 3 7 0 , 4 7 0 , 5 7 0 により検出した各単位電池モジュール 2 1 0 , 2 1 1 , 3 1 0 , 3 1 1 , 4 1 0 , 4 1 1 , 5 1 0 , 5 1 1 の温度は、上述したように入出力可能電力の計算に用いられる他、検出温度が予め設定した過温度を超えた場合には、バッテリー制御装置 2 2 0 , 3 2 0 , 4 2 0 , 5 2 0 は統括バッテリー制御装置 1 0 0 へ過温度超過の情報を通知する。統括バッテリー制御装置 1 0 0 は、CAN を介してモータ制御装置 1 1 へバッテリー過温度を通知するとともに、モータ制御装置 1 1 に対して蓄電装置 1 0 0 0 と車両側との間に設けられているメインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1 , 8 1 0 , 8 1 1 の開放を要求する。これらのメインコンタクタ 8 0 0 , 8 0 1 , 8 1 0 , 8 1 1 が開放されると蓄電装置 1 0 0 0 に対する電力の入出力が遮断され、蓄電装置 1 0 0 0 が使用禁止状態になる。

30

【 0 1 2 4 】

なお、温度センサにより単位電池モジュール 2 1 0 , 2 1 1 , 3 1 0 , 3 1 1 , 4 1 0 , 4 1 1 , 5 1 0 , 5 1 1 のケースへ冷却用ファン 2 8 0 , 3 8 0 , 4 8 0 , 5 8 0 により送風される冷却空気の流入側温度と流出側温度を検出し、検出温度に基づいて上述した入出力可能電力の計算や過温度保護を行ってもよい。

40

【 0 1 2 5 】

次に、蓄電装置 1 0 0 0 の故障診断について説明する。なお、以下ではモジュール電池セット 2 0 0 における故障診断を説明するが、他のモジュール電池セット 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 における故障診断も同様である。モジュール電池セット 2 0 0 には、単位電池モジュール 2 1 0 , 2 1 1 の総電圧を検出するための電圧センサ 2 6 0 が設けられている。一方、それぞれの単位電池モジュール 2 1 0 , 2 1 1 の電圧は、セル制御装置 2 3 0 により検出することができる。また、それぞれの単位電池モジュール 2 1 0 , 2 1 1 の動作状

50

態も、セル制御装置 230 により検出することができる。ただし、セル制御装置 230 でそれぞれの単位電池モジュール 210, 211 の電圧を検出するにはある程度の時間がかかるため、通常のバッテリー制御においてはセル制御装置 230 による検出電圧を利用せず、短時間で電圧検出が可能な電圧センサ 260 の検出値を用いる。

【0126】

一方、電流に関しては電流センサ 250 により検出して制御に用いる。また、温度に関しては、モジュール電池セット 200 に複数の温度センサ 270 を備えており、これら複数の温度センサ 270 の検出値から最高温度、最低温度、平均温度などを計算して制御に用いる。

【0127】

バッテリー制御装置 220 は、電圧、電流および温度センサによる検出値を一定の周期で入力する。センサのいずれかに故障が発生した場合には、そのセンサから入力した検出値は信頼性がなく、制御に用いることができないため、これらのセンサが正しく動作しているか否かの診断を行い、故障と判定された場合にはその旨を統括バッテリー制御装置 100 へ通知する。例えば、センサの検出値が予め設定した基準範囲を超えている場合には、そのセンサに何らかの異常が発生し、故障していると判定する。

【0128】

ここで、例えば電圧センサ 260 が故障した場合を例に挙げて従来の蓄電装置における制御方法を説明する。今、モジュール電池セット 200 の電圧センサ 260 の検出値が予め設定した基準範囲外になった場合には、電圧センサ 260 に何らかの故障が発生していると判定する。例えば、電圧センサ 260 の接続線が開放となった場合は、検出値がゼロになり、故障と判定される。バッテリー制御装置 220 は、CAN を介して統括バッテリー制御装置 100 へ電圧センサ 260 の故障を通知する。

【0129】

統括バッテリー制御装置 100 は、CAN を介してモータ制御装置 11 へ電圧センサ 260 の故障を通知するとともに、モータ制御装置 11 に対して蓄電装置 1000 と車両側との間に設けられているメインコンタクタ 800, 801, 810, 811 の開放を要求する。これらのメインコンタクタ 800, 801, 810, 811 が開放されると蓄電装置 1000 に対する電力の入出力が遮断され、蓄電装置 1000 が使用禁止状態になる。また、この電圧センサ 260 の故障が回復したとしても、蓄電装置 1000 を再起動するまでは使用禁止状態のままになっている。

【0130】

蓄電装置 1000 における上述した故障診断動作は、電圧センサ 260 に限らず、他の電流センサや温度センサなどのすべてのセンサに共通した動作である。

【0131】

《バッテリー寿命判定》

次に、4 個のモジュール電池セット 200, 300, 400, 500 (図 2 参照) の直並列接続体から構成された電池モジュール部の寿命判定方法を説明する。

【0132】

統括バッテリー制御装置 100 の不揮発性 EEPROM (不図示) には、表 1 に示す第 1 の抵抗値テーブルと表 2 に示す第 2 の抵抗値テーブルが予め記憶されている。

【表 1】

【表 1】

第一のテーブルの例

温度	SOC										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
-30℃	60mΩ	50mΩ	45mΩ	40mΩ	38mΩ	36mΩ	34mΩ	33mΩ	32mΩ	31mΩ	30mΩ
-20℃	40mΩ	35mΩ	30mΩ	28mΩ	26mΩ	24mΩ	22mΩ	20mΩ	18mΩ	17mΩ	16mΩ
-10℃	20mΩ	17mΩ	16mΩ	15mΩ	14mΩ	13mΩ	12mΩ	11mΩ	10mΩ	10mΩ	10mΩ
0℃	15mΩ	14mΩ	12mΩ	11mΩ	10mΩ	9mΩ	8mΩ	8mΩ	7mΩ	7mΩ	6mΩ
10℃	8mΩ	8mΩ	8mΩ	7mΩ	7mΩ	7mΩ	6mΩ	6mΩ	6mΩ	5mΩ	5mΩ
30℃	6mΩ	6mΩ	6mΩ	5mΩ	5mΩ	5mΩ	5mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ
50℃	4mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ

10

【表 2】

【表 2】

第二のテーブルの例

温度	SOC										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
-30℃	40mΩ	35mΩ	30mΩ	28mΩ	26mΩ	25mΩ	24mΩ	23mΩ	22mΩ	21mΩ	20mΩ
-20℃	25mΩ	22mΩ	18mΩ	17mΩ	16mΩ	15mΩ	14mΩ	12mΩ	11mΩ	11mΩ	10mΩ
-10℃	16mΩ	14mΩ	13mΩ	13mΩ	12mΩ	12mΩ	11mΩ	10mΩ	9mΩ	9mΩ	9mΩ
0℃	12mΩ	11mΩ	11mΩ	10mΩ	10mΩ	8mΩ	8mΩ	7mΩ	7mΩ	6mΩ	6mΩ
10℃	7mΩ	7mΩ	7mΩ	7mΩ	7mΩ	6mΩ	6mΩ	6mΩ	6mΩ	6mΩ	5mΩ
30℃	5mΩ	5mΩ	5mΩ	5mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ	4mΩ	3mΩ
50℃	3mΩ	3mΩ	3mΩ	3mΩ	3mΩ	3mΩ	3mΩ	3mΩ	3mΩ	3mΩ	3mΩ

20

【 0 1 3 3 】

30

表 1 に示す第 1 の抵抗値テーブルは、4 個のモジュール電池セット 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 (図 2 参照) の直並列接続体から構成された電池モジュール部に対し、温度と SOC を変化させながら電池モジュール部に一定の充放電電流を流したときの抵抗値を測定したテーブルである。一方、表 2 に示す第 2 の抵抗値テーブルは、電池モジュール部の温度と SOC を変化させながら電池モジュール部に特定の変化パターンの電流を流したときの抵抗値を測定したテーブルである。特定の電流変化パターンとしては、時間経過にともなって電流がリニアに増加する変化パターンや、所定の時間幅のパルス電流パターンなどがある。電池モジュール部を出荷する前にこれらの測定条件で電池モジュール部の抵抗値を測定し、統括バッテリー制御装置 1 0 0 の不揮発性 E E P R O M (不図示) に記憶する。そして、異なる測定条件で作成された第 1 の抵抗値テーブルと第 2 の抵抗値テーブルの中から、測定条件に適合する環境条件に応じていずれかを選択し、選択した抵抗値テーブルに基づいて電池モジュール部の寿命を判定する。

40

【 0 1 3 4 】

図 9 は、一実施の形態の蓄電装置 1 0 0 0 のバッテリー寿命判定プログラムを示すフローチャートである。このフローチャートにより一実施の形態の動作を説明する。統括バッテリー制御装置 1 0 0 は所定のバッテリー寿命判定期間ごとにこのバッテリー寿命判定プログラムを実行する。ステップ 1 において、電圧センサ 1 3 0 (図 2 参照) により電池モジュール部の両端電圧すなわち総電圧を測定し、続くステップ 2 で、電流センサ 1 2 0 (図 2 参照) により電池モジュール部に流れる充放電電流を測定する。ステップ 3 では、測定した電池モジュール部の総電圧と充放電電流に基づいて電池モジュール部の抵抗値を算出する。

50

さらに、ステップ4で、温度センサ270, 370, 470, 570(図2参照)により電池モジュール部の温度を測定し、続くステップ5では、バッテリー制御装置220, 320, 420, 520(図2参照)により電池モジュール部のSOCを検出する。

【0135】

ステップ6において特定の電流変化パターンか否かを判別する。第2電力変換装置7(図1および図2参照)は、モータ制御装置11(図1及び図2参照)からの指令信号にしたがって蓄電装置1000から電動発電機4への放電電流と電動発電機4から蓄電装置1000への充電電流を制御する。蓄電装置1000に流れている充放電電流の変化パターンが特定の変化パターン、例えば時間経過にともなって電流がリニアに増加する変化パターン、あるいは所定の時間幅のパルス電流のパターンである場合には、ステップ7へ進み、ステップ4で測定したバッテリー温度が低温、例えば-20 ~ +10 であるか否かを判別する。電池モジュール部の温度が低温状態にあればステップ8へ進み、上述した第2の抵抗値テーブル(表2参照)を選択する。なお、蓄電装置1000に特定の変化パターンの電流が流れていても、電池モジュール部が低温状態にない場合には電池モジュール部の寿命判定を行わない。

10

【0136】

一方、蓄電装置1000に流れる充放電電流が特定の変化パターンでない場合はステップ9へ進み、ステップ4で測定したバッテリー温度が常温、例えば+10 ~ +40 であるか否かを判別する。電池モジュール部の温度が常温状態にあればステップ10へ進み、上述した第1の抵抗値テーブル(表1参照)を選択する。なお、電池モジュール部が常温状態にない場合には蓄電装置1000の寿命判定を行わない。ステップ11において、選択した第1または第2の抵抗値テーブルからステップ4で測定したバッテリー温度とステップ5で検出したSOCに応じた抵抗値を読み出す。そして、ステップ12で、ステップ3で算出した現在の電池モジュール部の抵抗値とステップ11で読み出した出荷時の抵抗値とを比較し、現在の抵抗値の出荷時の抵抗値に対する増加割合に基づいて電池モジュール部の劣化状態を判定する。例えば、現在の抵抗値が出荷時の200%に増加していたら、蓄電装置1000の電池モジュール部は寿命が来ていると判定する。

20

【0137】

このように、一実施の形態によれば、異なる変化パターンの電流を電池に流した場合の、電池の温度とSOCとに対する電池の抵抗値テーブルを予め測定して複数組記憶しておき、電池の電圧と電流とに基づいて電池の抵抗値を算出するとともに、複数組の抵抗値テーブルの中から、電池の電圧と電流を測定したときの電池に流れる電流の変化パターンに対応する抵抗値テーブルを選択し、選択した抵抗値テーブルから電池の電圧と電流を測定したときの電池の温度とSOCとに応じた抵抗値を検索する。そして、算出した抵抗値を検索した抵抗値と比較し、電池の寿命を判定するようにしたので、複数の抵抗値テーブルの中から電池の使用状態に適合する抵抗値テーブルを選択することができ、電池寿命を正確に判定することができる。

30

【0138】

また、一実施の形態によれば、電池の温度が所定範囲の常温下で電池に一定電流を流した場合の第1の抵抗値テーブルと、電池の温度が所定温度以下の低温下で電池に特定の変化パターンの電流を流した場合の第2の抵抗値テーブルとを予め測定して記憶しておき、電池の電圧と電流とに基づいて電池の抵抗値を算出するとともに、電池に流れる電流の変化パターンと電池の温度とに応じて第1の抵抗値テーブルまたは第2の抵抗値テーブルを選択し、選択した抵抗値テーブルから電池の電圧と電流を測定したときの電池の温度とSOCとに応じた抵抗値を検索する。そして、算出した抵抗値を検索した抵抗値と比較し、電池の寿命を判定するようにしたので、第1または第2の抵抗値テーブルの中から電池の使用状態に適合する抵抗値テーブルを選択することができ、電池寿命をさらに正確に判定することができる。

40

【0139】

なお、上述したバッテリー寿命判定方法では、蓄電装置1000が、所定の期間ごとにバ

50

ッテリ寿命判定を実行する例を示したが、蓄電装置 1 0 0 0 の充放電制御を管理、統括するモータ制御装置 1 1 (第 2 電力変換装置 7 に内蔵、図 1 および図 2 参照)、あるいはさらに上位の車両制御装置(不図示)からのバッテリー寿命判定指令を受信し、バッテリー寿命判定指令があったときに上述したバッテリー寿命判定を実行するようにしてもよい。

【 0 1 4 0 】

また、上述したバッテリー寿命判定方法では、蓄電装置 1 0 0 0 が、ハイブリッド自動車の運転中の電池モジュール部に流れる充放電電流のパターンと電池モジュール部の温度を測定し、それらが所定の条件を満たす場合にバッテリー寿命判定を実行する例を示したが、車両制御装置(不図示)からモータ制御装置 1 1 と蓄電装置 1 0 0 0 の統括バッテリー制御装置 1 0 0 へ、あるいはモータ制御装置 1 1 から蓄電装置 1 0 0 0 の統括バッテリー制御装置 1 0 0 へ、バッテリー寿命判定指令と電動発電機 4 に流す電流の変化パターン指令を送り、モータ制御装置 1 1 により第 2 電力変換装置 7 を制御して電動発電機 4 に一定の電流かまたは上述した特定の変化パターンの電流を流し、蓄電装置 1 0 0 0 の統括バッテリー制御装置 1 0 0 により上述したバッテリー寿命判定を実行するようにしてもよい。その場合、図 9 のステップ 6 における電流の変化パターンによる分岐は、電池モジュールに流れる電流の変化パターンを測定せずに、車両制御装置から受信した電流の変化パターン指令に応じて分岐すればよい。

【 0 1 4 1 】

さらに、上述した一実施の形態では、車両走行駆動用の電動発電機 4 に通電してバッテリー寿命判定を実行する例を示したが、主に発電に用いられる電動発電機 3 に通電してバッテリー寿命判定を実行するようにしてもよい。その場合には、車両制御装置(不図示)からモータ制御装置 1 1 と蓄電装置 1 0 0 0 の統括バッテリー制御装置 1 0 0 へバッテリー寿命判定指令と電動発電機 3 へ流す電流の変化パターン指令を送り、モータ制御装置 1 1 により第 1 電力変換装置 6 を制御して電動発電機 3 に一定の電流かまたは上述した特定の変化パターンの電流を流し、蓄電装置 1 0 0 0 の統括バッテリー制御装置 1 0 0 により上述したバッテリー寿命判定を実行するようにしてもよい。その場合にも、図 9 のステップ 6 における電流の変化パターンによる分岐は、電池モジュールに流れる電流の変化パターンを測定せずに、車両制御装置から受信した電流の変化パターン指令に応じて分岐すればよい。エンジン 2 を負荷にして電動発電機 3 を駆動してバッテリー寿命判定を実行する方法によれば、ハイブリッド自動車 1 を走行させずにバッテリー寿命判定を実行できるため、より安全に寿命判定を行うことができる。

【 0 1 4 2 】

上述した一実施の形態では、蓄電装置 1 0 0 0 に一定の充放電電流が流れた場合は第 1 の抵抗値テーブルを適用し、特定の変化パターンの電流、例えば時間経過にともなって電流がリニアに増加する変化パターンや、所定の時間幅のパルス電流パターンなどが流れた場合は第 2 の抵抗値テーブルを適用する例を示したが、さらに多くの電流の変化パターンに対して抵抗値テーブルを作成し、電流の変化パターンに応じた抵抗値テーブルを適用してもよい。具体的には、上述した特定の変化パターンの内、時間経過にともなって電流がリニアに増加する変化パターンの場合の抵抗値テーブルと、所定の時間幅のパルス電流パターンの抵抗値テーブルとをそれぞれ別個に用意し、蓄電装置 1 0 0 0 に実際に流れる充放電電流の変化パターンに応じて選択する。電流の変化パターンに対する抵抗値テーブルの種類を多くすることによって、バッテリー寿命判定の信頼性をさらに向上させることができる。

【 0 1 4 3 】

上述した一実施の形態では、4 個のモジュール電池セット 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 (図 2 参照)の直並列接続体から構成された電池モジュール部全体に対してバッテリー寿命判定を実行する例を示したが、各モジュール電池セット 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 ごとにバッテリー寿命判定を実行してもよい。この場合には、電圧センサ 2 6 0 , 3 6 0 , 4 6 0 , 5 6 0 により各モジュール電池セットの両端電圧を測定するとともに、電流センサ 2 5 0 , 3 5 0 , 4 5 0 , 5 5 0 により各モジュール電池セットに流れる電流と電

10

20

30

40

50

流の変化パターンを測定し、さらに、温度センサ 270, 370, 470, 570 により各モジュール電池セットの温度を測定し、バッテリー制御装置 220, 320, 420, 520 により各モジュール電池セットの SOC を検出する。さらに、各モジュール電池セット 200, 300, 400, 500 ごとにバッテリー抵抗値を算出するとともに、各モジュール電池セットの電流の変化パターンと温度に応じて上述したように第 1 の抵抗値テーブルまたは第 2 の抵抗値テーブルを選択し、選択した抵抗値テーブルから温度と SOC に応じた抵抗値を検索する。そして、各モジュール電池セット 200, 300, 400, 500 ごとに算出した抵抗値と抵抗値テーブルから検索した抵抗値とを比較し、比較結果に基づいて上述したようにバッテリー寿命判定を行う。なお、同様な方法によってさらに小さな単位電池モジュール 210, 310, 410, 510 ごとにバッテリー寿命判定を実施して

10

もよい。このように、蓄電装置 1000 の中の電池モジュールごとにバッテリー寿命判定を実施することによって、電池モジュール単位でバッテリー交換などのメンテナンスを実施でき、資源の有効活用を図りながら経済性を向上させることができる。

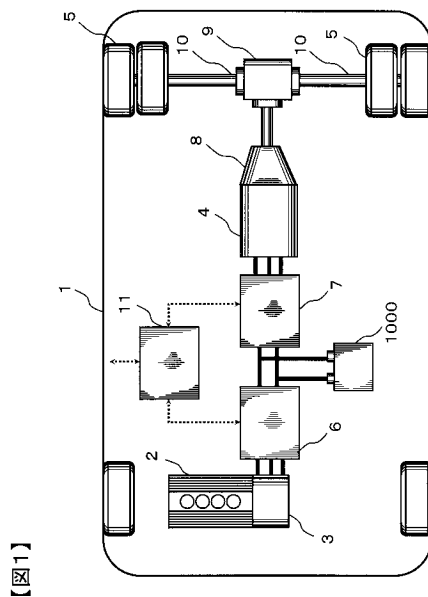
【符号の説明】

【0144】

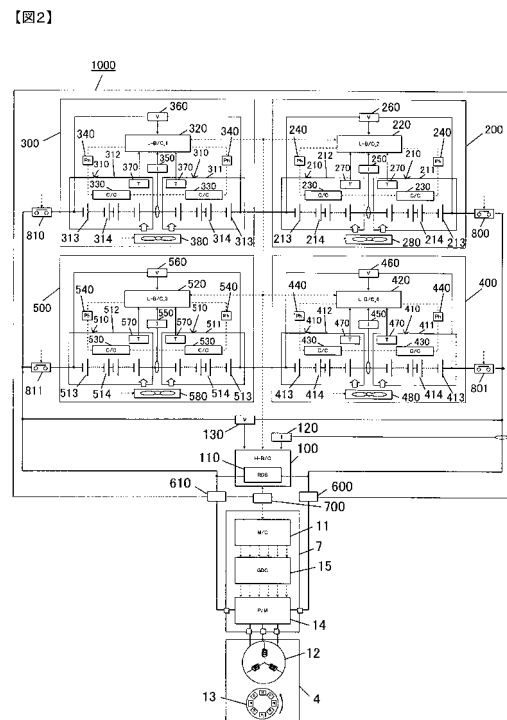
3, 4; 電動発電機、6; 第 1 電力変換装置、7; 第 2 電力変換装置、11; モータ制御装置、100; 統括バッテリー制御装置、120; 電流センサ、130; 電圧センサ、200, 300, 400, 500; モジュール電池セット、210, 310, 410, 510; 単位電池モジュール、220, 320, 420, 520; バッテリー制御装置、250, 350, 450, 550; 電流センサ、260, 360, 460, 560; 電圧センサ、1000; 蓄電装置

20

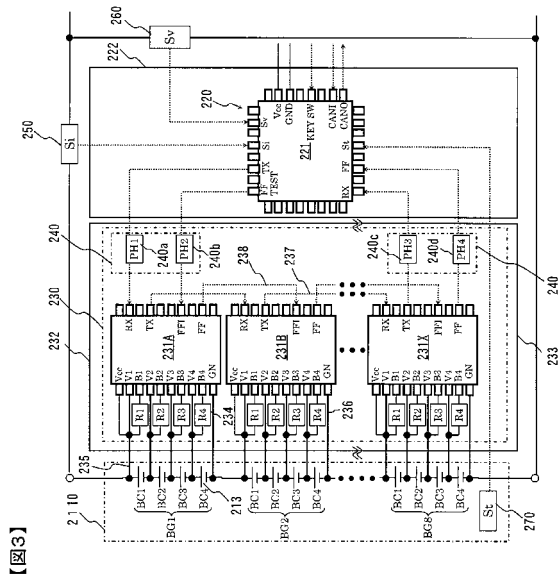
【図 1】



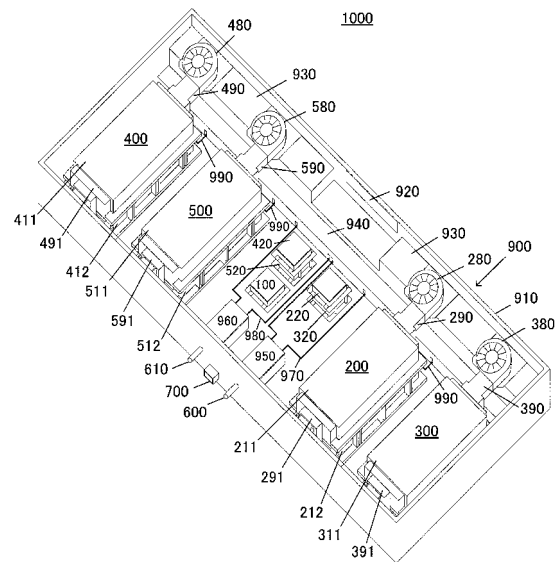
【図 2】



【 図 3 】

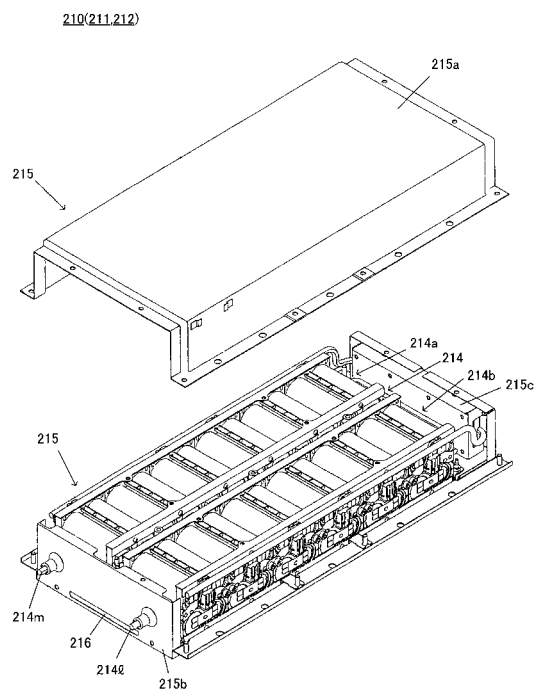


【 図 4 】



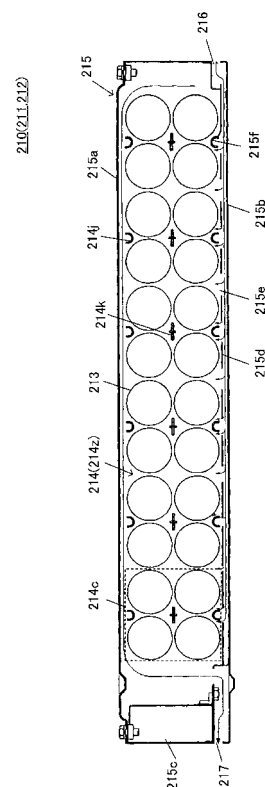
【圖 5】

【図5】



【 図 6 】

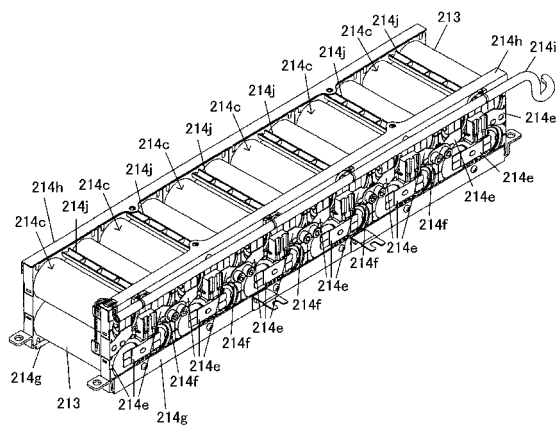
【例6】



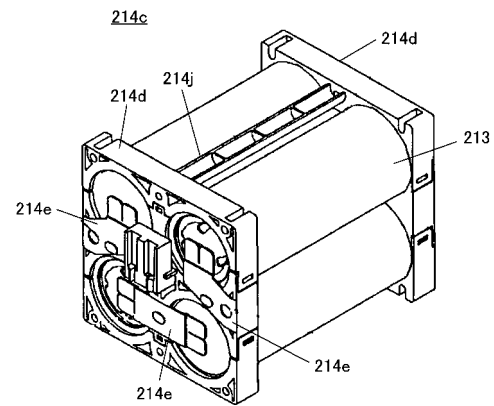
【図 7】

【図 8】

【図 7】

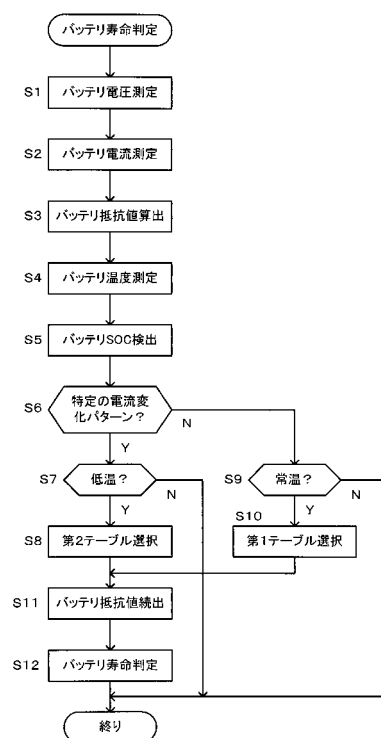


【図 8】



【図 9】

【図 9】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 H 0 2 J 7/00 (2006.01) H 0 1 M 10/42 P
 H 0 2 J 7/00 Y

(72)発明者 上田 昌宏
 茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 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 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

(72)発明者 東本 晃二
 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

審査官 菅藤 政明

(56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 2 5 3 1 2 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 3 - 1 3 2 9 5 9 (J P , A)
 国際公開第 2 0 0 8 / 1 0 8 1 0 2 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 G 0 1 R 3 1 / 3 6
 B 6 0 L 3 / 0 0
 H 0 1 M 1 0 / 4 2
 H 0 1 M 1 0 / 4 4
 H 0 1 M 1 0 / 4 8
 H 0 2 J 7 / 0 0