

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02013/024541

発行日 平成27年3月5日 (2015.3.5)

(43) 国際公開日 平成25年2月21日 (2013.2.21)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
HO2J	7/02	(2006.01)	HO2J	7/02	H	5G503
HO1M	10/48	(2006.01)	HO1M	10/48	P	5H030

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 37 頁)

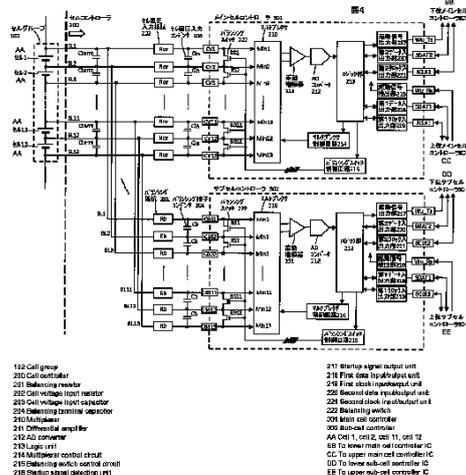
出願番号	特願2013-528890 (P2013-528890)	(71) 出願人	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(21) 国際出願番号	PCT/JP2011/068690	(74) 代理人	100084412 弁理士 永井 冬紀
(22) 国際出願日	平成23年8月18日 (2011.8.18)	(72) 発明者	野田 光夫 日本国茨城県ひたちなか市稲田1410番地 日立ピークルエナジー株式会社内
(81) 指定国	AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM	(72) 発明者	工藤 彰彦 日本国茨城県ひたちなか市稲田1410番地 日立ピークルエナジー株式会社内
		(72) 発明者	河原 洋平 日本国茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池監視装置およびこれを備えた電池制御装置

(57) 【要約】

本発明は、複数の単電池セルを直列接続したセルグループを制御する電池監視装置であって、前記単電池セルの端子間電圧を測定する第1のユニットと、前記単電池セルのバランス放電を行う第2のユニットと、前記単電池セルの端子間電圧を測定するための、前記単電池セルの正極および負極のそれぞれと前記第1のユニットとを接続する複数の電圧検出線とを備え、各々の前記電圧検出線には第1の抵抗が設けられ、前記第2のユニットには、前記第1の抵抗より前記単電池セル側で、各々の前記電圧検出線から分岐したバランス線が接続され、前記バランス線には第2の抵抗が設けられ、前記第2のユニットは前記単電池セルの正極に接続されたバランス線と負極に接続されたバランス線の間に接続された、当該単電池セルのバランス放電を行うバランススイッチを前記単電池セル毎に備える。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の単電池セルを直列接続したセルグループを制御する電池監視装置であって、
前記単電池セルの端子間電圧を測定する第 1 の制御ユニットと、
前記単電池セルのバランス放電を行う第 2 の制御ユニットと、
前記単電池セルの端子間電圧を測定するための、前記単電池セルの正極および負極のそれぞれと前記第 1 の制御ユニットとを接続する複数の電圧検出線とを備え、
各々の前記電圧検出線には第 1 の抵抗が設けられ、
前記第 2 の制御ユニットには、前記第 1 の抵抗より前記単電池セル側で、各々の前記電圧検出線から分岐したバランス線が接続され、
前記バランス線には第 2 の抵抗が設けられ、
前記第 2 の制御ユニットは前記単電池セルの正極に接続されたバランス線と負極に接続されたバランス線の間で接続された、当該単電池セルのバランス放電を行うバランススイッチを前記単電池セル毎に備える電池監視装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電池監視装置において、
前記セルグループは複数個設けられ、
前記第 1 の制御ユニットと前記第 2 の制御ユニットは複数の前記セルグループの各々に対応して設けられ、
前記電池監視装置は、
複数の前記第 1 の制御ユニットを起動する起動信号を上位制御装置から送信するための第 1 の通信経路と、複数の前記第 2 の制御ユニットを起動する起動信号を前記上位制御装置から送信するための第 2 の通信経路と、
複数の前記第 1 の制御ユニットと前記上位制御装置との間でデータを送受信するための第 3 の通信経路と、同期信号を送受信するための第 4 の通信経路と、
複数の前記第 2 の制御ユニットと前記上位制御装置との間でデータを送受信するための第 5 の通信経路と、同期信号を送受信するための第 6 の通信経路とを備える電池監視装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載の電池監視装置と、
前記第 1 乃至第 6 の通信経路と絶縁素子を介して接続された前記上位制御装置とを備える電池制御装置。

30

【請求項 4】

請求項 3 に記載の電池制御装置において、
前記制御装置は、
前記第 1 の制御ユニットを制御して、一の単電池セルの端子間電圧の測定を行い、
前記第 2 の制御ユニットを制御して、前記一の単電池セルのバランス放電を行うバランススイッチの端子間電圧の測定を、前記一の単電池セルのバランス放電中に同期して行ない、
前記一の単電池セルの端子間電圧の測定結果と前記第 2 の制御ユニットによる前記バランススイッチの端子間電圧の測定結果と、前記第 2 の抵抗の抵抗値とから、前記上位制御装置は前記一の単電池セルのバランス電流を算出する電池制御装置。

40

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電池制御装置において、
前記電池制御装置は
前記バランス電流を算出するバランス電流算出部と、
前記バランス電流演算部で演算されたバランス電流に基づいて前記一の単電池セルの充電状態 (SOC) を算出する SOC 演算部とを有する電池制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の電池制御装置において、

50

前記電池制御装置は、前記バランシング電流演算部による演算と前記SOC演算部による演算とをリアルタイムで実行する電池制御装置。

【請求項7】

請求項4乃至6のいずれか1項に記載の電池制御装置において、
前記電池制御装置は、

2つの隣り合うバランシングスイッチが同時にオンとならないように、前記複数の単電池セルのバランシング放電を行う電池制御装置。

【請求項8】

複数の単電池セルを直列接続したセルグループを制御する電池監視装置であって、
前記複数の単電池セルのそれぞれの端子間電圧を測定する第1の制御ユニットと、
前記複数の単電池セルのそれぞれの正負極端子をそれぞれ短絡するバランシングスイッチを有し、前記バランシングスイッチを閉成して前記複数の単電池セルに対してバランシング放電をそれぞれ行う第2の制御ユニットと、
前記複数の単電池セルのそれぞれの端子間電圧を前記第1の制御ユニットで測定するための複数の電圧検出線および複数のセル電圧入力抵抗と、
前記複数の単電池セルのそれぞれに対するバランシング放電を前記第2の制御ユニットで行うための複数のバランシング線および複数のバランシング抵抗とを備えた電池監視装置。

10

【請求項9】

請求項8の電池監視装置において、
前記第2の制御ユニットでバランシング放電を行うときのバランシング放電電流が前記セル電圧入力抵抗を通過しないように、前記バランシング線、前記バランシング抵抗、前記電圧検出線、前記セル電圧入力抵抗がそれぞれ配置されている電池監視装置。

20

【請求項10】

請求項8または9の電池監視装置において、
前記第1の制御ユニットと前記第2の制御ユニットでそれぞれ行われる端子間電圧測定とバランシング放電制御は、対象となる単電池セルに対して同期して行う電池監視装置。

【請求項11】

請求項10の電池監視装置において、
前記同期をとる第3の制御ユニットをさらに有する電池監視装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電池監視装置およびこれを備えた電池制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ハイブリッド自動車(HEV)などでは、所望の高電圧を確保するため、リチウムイオン電池等の二次電池の単電池セルを多数直列接続して構成される組電池が用いられている。このような組電池においては、各単電池セルの充放電状態を管理・制御する制御IC(セルコントローラIC)を用いて単電池セルの管理を行っている(例えば特許文献1参照)。

40

【0003】

また、リチウムイオン電池等の2次電池は適切なSOCの範囲で充放電を行わないと発熱が増大するなどの不具合を生じる可能性がある。このため、リチウムイオン電池を用いた蓄電装置では、組電池を構成する各単電池(リチウムイオン電池セル等)の電圧を測定し、各単電池の充電状態(SOC)を平準化するために各単電池の蓄積電荷を放電して、各単電池のSOCを均等化するセルバランシングを行うセルコントローラICが用いられている。

50

【 0 0 0 4 】

また、各単電池のSOCにバラツキがあると、充電動作時間容量はSOCの高い単電池で決定され、放電動作時間容量はSOCの低い単電池で決定されるため、電池群としての充放電可能な容量が少なくなる。さらに、劣化して容量の減少した単電池は充電により他の単電池より早くSOCが上昇するが、SOCが高い状態で充電を行うと更に劣化が加速される。電池群の寿命は劣化した単電池で決定されるため、各単電池間のSOCのバラツキは、電池群としての寿命も短くすることになる。

【 0 0 0 5 】

このようなセルバランシングでは、組電池の中の最もSOCの低い単電池セルに合わせて、他の単電池セルのバランシング放電を行っている。従来その放電時間は全単電池セルの平均SOCで制御されており、またこのSOCは各単電池で測定された端子間電圧から求められている。この端子間電圧は、バランシング放電中は正確に求めることができない。したがって、全単電池セルの充電状態を揃えるためには、例えば特許文献2に記載されているように、所定時間毎に全単電池セルの端子間電圧から平均SOCを算出し、これに基づいた放電を複数回繰り返して、全単電池セルのSOCが収束するような動作が実行されている。

10

【 0 0 0 6 】

近年、2次電池の容量は増大しており、例えばプラグインハイブリッド自動車(PHEV)や電気自動車(EV)などでは、従来の数倍以上の容量の単電池セルが使用されている。このような大容量の2次電池のSOCを揃える際の放電する電流も大きいため、高速にSOCを揃える方法が必要となっている。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 0 - 2 2 8 5 2 3 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 1 - 3 0 9 7 5 0 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

従来のリチウム電池等の単電池セルの充放電状態を管理・制御する電池制御装置では、組電池の全単電池セルの充電状態(SOC)を揃えるまでに時間がかかっていた。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

(1) 本発明の第1の態様によると、複数の単電池セルを直列接続したセルグループを制御する電池監視装置であって、単電池セルの端子間電圧を測定する第1の制御ユニットと、単電池セルのバランシング放電を行う第2の制御ユニットと、単電池セルの端子間電圧を測定するための、単電池セルの正極および負極のそれぞれと第1の制御ユニットとを接続する複数の電圧検出線とを備え、各々の電圧検出線には第1の抵抗が設けられ、第2の制御ユニットには、第1の抵抗より単電池セル側で、各々の電圧検出線から分岐したバランシング線が接続され、バランシング線には第2の抵抗が設けられ、第2の制御ユニットは単電池セルの正極に接続されたバランシング線と負極に接続されたバランシング線の間

40

に接続された、単電池セルのバランシング放電を行うバランシングスイッチを単電池セル毎に備える。

(2) 本発明の第2の態様によると、第1の態様の電池監視装置において、セルグループは複数個設けられ、第1の制御ユニットと第2の制御ユニットは複数のセルグループの各々に対応して設けられ、電池監視装置は、複数の第1の制御ユニットを起動する起動信号を上位制御装置から送信するための第1の通信経路と、複数の第2の制御ユニットを起動する起動信号を上位制御装置から送信するための第2の通信経路と、複数の第1の制御ユニットと上位制御装置との間でデータを送受信するための第3の通信経路と、同期信号を送受信するための第4の通信経路と、複数の第2の制御ユニットと上位制御装置との間で

50

データを送受信するための第5の通信経路と、同期信号を送受信するための第6の通信経路とを備えることが好ましい。

(3) 本発明の第3の態様によると、第2の態様の電池監視装置と、第2の態様の第1乃至第6の通信経路と絶縁素子を介して接続された上位制御装置とを備える電池制御装置である。

(4) 本発明の第4の態様によると、第3の態様の電池制御装置において、電池制御装置は、第1の制御ユニットを制御して、一の単電池セルの端子間電圧の測定を行い、第2の制御ユニットを制御して、この単電池セルのバランス放電を行うバランススイッチの端子間電圧の測定を、この単電池セルのバランス放電中に同期して行ない、この単電池セルの端子間電圧の測定結果と第2の制御ユニットによるバランススイッチの端子間電圧の測定結果と、第2の抵抗の抵抗値とから、上位制御装置はこの単電池セルのバランス電流を算出することが好ましい。

(5) 本発明の第5の態様によると、第4の態様の電池制御装置において、電池制御装置はバランス電流を算出するバランス電流算出部と、バランス電流演算部で演算されたバランス電流に基づいてこの単電池セルの充電状態(SOC)を算出するSOC演算部とを有することが好ましい。

(6) 本発明の第6の態様によると、第5の態様の電池制御装置において、電池制御装置は、バランス電流演算部による演算とSOC演算部による演算とをリアルタイムで実行することが好ましい。

(7) 本発明の第7の態様によると、第4乃至第6の態様のいずれか1つの態様の電池制御装置において、電池制御装置は、2つの隣り合うバランススイッチが同時にオンとならないように、複数の単電池セルのバランス放電を行うことが好ましい。

(8) 本発明の第8の態様によると、複数の単電池セルを直列接続したセルグループを制御する電池監視装置であって、複数の単電池セルのそれぞれの端子間電圧を測定する第1の制御ユニットと、複数の単電池セルのそれぞれの正負極端子をそれぞれ短絡するバランススイッチを有し、バランススイッチを閉成して複数の単電池セルに対してバランス放電をそれぞれ行う第2の制御ユニットと、複数の単電池セルのそれぞれの端子間電圧を第1の制御ユニットで測定するための複数の電圧検出線および複数のセル電圧入力抵抗と、複数の単電池セルのそれぞれに対するバランス放電を第2の制御ユニットで行うための複数のバランス線および複数のバランス抵抗とを備える。

(9) 本発明の第9の態様によると、第8の態様の電池監視装置において、第2の制御ユニットでバランス放電を行うときのバランス放電電流がセル電圧入力抵抗を通してないように、バランス線、バランス抵抗、電圧検出線、セル電圧入力抵抗がそれぞれ配置されていることが好ましい。

(10) 本発明の第10の態様によると、第8または第9の態様の電池監視装置において、第1の制御ユニットと第2の制御ユニットでそれぞれ行われる端子間電圧測定とバランス放電制御は、対象となる単電池セルに対して同期して行うことが好ましい。

(11) 本発明の第11の態様によると、第10の態様の電池監視装置において、同期をとる第3の制御ユニットをさらに有することが好ましい。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、バランス電流が正確に常時検出できる。したがって全単電池セルのSOCを揃えるために各単電池セルの端子間電圧の測定と放電動作とを交互に反復して行う必要がなくなり、短時間でSOCを揃えることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明による電池監視装置を含む電池制御装置を組み込んだ蓄電装置を備えた電動車両の駆動システムの構成例である。

【図2】図1に示すバッテリーコントローラが、さらに電池システムの総電圧を検出する回路を備える電動車両の駆動システムの構成例である。

10

20

30

40

50

【図 3】図 1 および図 2 に示す、1つのメインセルコントローラ IC と 1つのサブセルコントローラ IC で構成されるセルコントローラ IC ペアを複数備える電池制御装置での、各メインセルコントローラ間、各サブセルコントローラ間、およびメインセルコントローラとサブセルコントローラとマイクロコンピュータ間の通信経路を説明する図である。

【図 4】図 1 または図 2 に示す 1つのセルグループを制御する 1組のメインセルコントローラ IC とサブセルコントローラ IC の機能分担を説明するための概略図である。

【図 5】共通の内部構成を有するメインセルコントローラ IC とサブセルコントローラ IC の内、メインセルコントローラ IC の構成を説明するための概略図である。

【図 6】図 5 に示すロジック部の内部構成の概略を示す図である。

【図 7】リチウムイオン電池の特性である、OCV - SOC 換算曲線の例と、この換算曲線を用いて OCV から SOC を算出するときの誤差を説明する図である。

【図 8】本発明による電池監視装置を含む電池制御装置での単電池セルのバランス放電動作ならびにバランス電流算出を説明する概略フロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図 1 ~ 図 4 を参照して本発明を実施するための形態について説明する。以下に説明する実施形態は、本発明による電池監視装置（セルコントローラ）を含む電池制御装置を搭載した蓄電装置を、ハイブリッド自動車（HEV）、プラグインハイブリッド自動車（PHEV）、電気自動車（EV）などの車両に用いられる電池システムを備えた蓄電装置に対して適用した場合の例である。

なお、本発明は HEV、PHEV、EV に限らず、たとえば鉄道車両など、電動駆動装置を備えた車両に搭載される各種蓄電装置などに対しても幅広く適用可能である。

HEV は純粋な電動車両ではないが、本発明はこれを含めた電動車両に幅広く適用可能であるので、以下の説明での電動車両にはハイブリッド自動車も含める。

【0013】

以下に説明する本発明の実施形態例では、制御の最小単位となる蓄電・放電デバイスとして 3.0 ~ 4.2 V（平均出力電圧：3.6 V）の範囲に電圧を持つリチウムイオン電池を想定しているが、それ以外でも SOC（State of Charge）の高すぎる場合（過充電）や低すぎる場合（過放電）に使用を制限するような、電気を蓄え放電可能なデバイスであれば何でもよく、ここでは、それらを総称して単電池あるいは単電池セルと呼ぶ。

また、以下に説明する実施形態では、単電池セルを複数個（概ね数個から十数個）直列に接続したものをセルグループと呼び、このセルグループを複数個直列に接続したものを電池モジュールと呼ぶ。更にこのセルグループあるいは電池モジュールを複数個直列または直並列に接続したものを電池システムと呼称する。セルグループ、電池モジュールおよび電池システムを総称して組電池と呼んでいる。各単電池セルのセル電圧を検出し、バランス動作等を行いながら電池状態を監視するセルコントローラ IC はセルグループ毎に設けられる。

【0014】

< 第 1 の実施形態 >

まず、図 1、2 を用いて、本発明による電池監視装置を含む電池制御装置を搭載した蓄電装置を HEV、PHEV、EV などの電動車両用の電動駆動システムに適用した例について説明する。

【0015】

蓄電装置 100 は、リレー 700、710 を介してインバータ 800 に接続され、インバータ 800 はモータ 900 に接続されている。車両の発進・加速時には蓄電装置 100 から放電電力がインバータ 800 を通じてモータ 900 に供給される。車両停止・減速時には、モータ 900 からの回生電力がインバータ 800 を通じて蓄電装置 100 に充電される。なお、ここではインバータ 800 は複数の半導体スイッチング素子を備えたインバータ回路と、半導体スイッチング素子のゲート駆動回路と、ゲート駆動回路を PWM 制御

10

20

30

40

50

するパルス信号を発生するモーターコントローラとを備えているが、図 1、2 では省略されている。

【0016】

蓄電装置 100 は、主に、複数のリチウムイオン単電池セル 101 から構成されるセルグループ 102 と、複数のセルグループ 102 が直列接続された電池システム 104 と、主として各単電池セル 101 の端子間電圧を検出するメインセルコントローラ IC 301 と、主として各単電池セル 101 のバランス放電動作を行うサブセルコントローラ IC 302 からなるセルコントローラ IC ペア 300 を複数備えたセルコントローラ（電池監視装置）200 および、セルコントローラ 200 の動作を制御し、各単電池セルの状態判定を行うバッテリーコントローラ 500 とで構成される。

10

【0017】

バッテリーコントローラ 500 は絶縁素子群 400（詳細は後述）を介して複数のメインセルコントローラ IC 301 およびサブセルコントローラ IC 302 と通信を行って、これらのメイン/サブセルコントローラ IC 301、302 の制御を行う。セルコントローラ IC ペア 300 は、前述のように、セルグループ 102 毎に設けられている。なお、電池システム 104 とセルコントローラ 200 の間の電圧検出線は、不図示のコネクタでセルコントローラ 200 に接続されている。

【0018】

バッテリーコントローラ 500 は、電池システム 104 に流れる充放電電流を検出する電流センサ 503 に接続される電流検出回路 502 と、セルコントローラ 200 とインバータ 800 及び図示されない上位の車両コントローラとの通信を含む、バッテリーコントローラ 500 の全体の制御を行うマイクロコンピュータ 504 とを備えている。また、インバータ 800 の内部には電池システム 104 の総電圧を測定する総電圧測定回路 801 が設けられている。

20

すなわち、セルコントローラ 200 は、各単電池セルの端子間電圧等を検出して各単電池セルの状態を監視する電池監視装置として機能し、このセルコントローラ 200 と通信経路で接続された上位制御装置であるバッテリーコントローラ 500 を含む電池制御装置 600 が電池システムの状態を管理し、各単電池セルの充電状態を制御している。

【0019】

図 2 は総電圧検出回路 501 がバッテリーコントローラ 500 にも設置された例である。後述するように、電池システム 104 の総電圧を測定できれば、総電圧検出回路 501 は、図 1 のようにバッテリーコントローラ 500 の内部に設けられていなくともよい。

30

【0020】

この蓄電装置 100 の起動後に以下の動作（概略のみ説明）が行われる。

バッテリーコントローラ 500 は、セルコントローラ 200 のメインセルコントローラ 301 が監視する全単電池セルの OCV（開路電圧）測定を行う指令を絶縁素子群 400 を介して送信する。測定された各単電池セルの OCV のデータは、セルコントローラ 200 からセルグループ単位で絶縁素子群 400 を介して、バッテリーコントローラ 500 に送信される。バッテリーコントローラ 500 は、既に測定されデータ化された OCV と SOC の関係（例えば図 4 の OCV - SOC 曲線）を用いて、受信した各単電池セルの OCV を SOC に変換し、全単電池セルの SOC の偏差を算出する。SOC の偏差が所定の値よりも大きい単電池セルがバランス放電を行う対象となる。なお、この OCV の測定は、バランススイッチ 222（図 4 参照）を全てオフにして行われ、通常メインセルコントローラ 301 で行われるが、サブセルコントローラ 302 で行うことも可能である。

40

【0021】

次に、バッテリーコントローラ 500 は、このバランス放電の対象となった単電池セルのバランス放電を所定の短時間行う指令と、これと同時にバランス放電を行うバランススイッチの端子間電圧 VBS（バランススイッチ BS 1 の端子間電圧は VBS 1 と記す）の測定を行う指令をサブセルコントローラ IC 302 に送信する。更に、サブセルコントローラ IC 302 へのこれらの指令の送信とほぼ同時に、メインセル

50

コントローラ 301 へバランシング放電を行う単電池セルの端子間電圧 $V_{C_{BS}}$ (セル 1 の端子間電圧は $V_{C1_{BS}}$ と記す) の測定の指令が送信される。バランシング放電を所定の短時間行った時の単電池セルの端子間電圧の測定値 $V_{C_{BS}}$ (メインセルコントローラ IC301 が測定) と、この単電池セルの放電を行ったバランシングスイッチの端子間電圧測定値 V_{BS} (サブセルコントローラ IC302 が測定) は、上記の OCV の測定の場合と同様に、バッテリーコントローラ 500 に送信される。なお、 $V_{C_{BS}}$ および V_{BS} の測定の詳細については後述する。

【0022】

上記の OCV と、 $V_{C_{BS}}$ および V_{BS} とに基づいて、バランシング放電の対象となった単電池セルの SOC の偏差が 0 となるまでの時間が計算され、この時間だけサブセルコントローラ IC302 内のバランシングスイッチをオンとする制御動作を行う指令が、バッテリーコントローラ 500 からセルコントローラ 200 に送られ、バランシング対象の単電池セルのバランシング放電が行われる。

【0023】

なお、バランシング放電中の単電池セルの端子間電圧 ($V_{C_{BS}}$) およびバランシングスイッチの端子間電圧 (V_{BS}) に基づいて、この単電池セルのバランシング電流の算出方法 (後述) で示されるように、 $V_{C_{BS}}$ および V_{BS} は、蓄電装置 100 にインバータ 800 が負荷として接続されている状態でも測定が可能である。またこの時の $V_{C_{BS}}$ および V_{BS} の測定値に基づいて、各単電池セルが過放電状態とならないように、バランシング放電をきめ細かく制御することが可能となる。

【0024】

上記で測定された各単電池セルの OCV から、電池システム 104 の最大放電可能電流および最大充電可能電流が算出 (算出方法は省略) された後、インバータ 800 あるいは上位コントローラである車両コントローラ (不図示) がリレー 700 とリレー 710 とをオンとして、蓄電装置 100 がインバータ 800 とモータ 900 に接続され、車両コントローラからの充放電指令をインバータ 800 が受けて、インバータ 800 が動作してモータ 900 を駆動するとともに、蓄電装置 100 の充放電動作が行われる。

【0025】

リレー 700 及びリレー 710 をオンとして蓄電装置 100 が充放電を開始する時から、バッテリーコントローラ 500 は、一定時間毎に充放電電流と総電圧を測定する。得られた総電圧と充放電電流の値から、バッテリーコントローラ 500 は組電池の充電状態 (SOC) と電池の内部抵抗 (DCR) をリアルタイムに算出 (算出方法は省略) する。さらに、これらの値から電池システム 104 が充放電可能な電流あるいは電力をリアルタイムに算出して、インバータ 800 に送信し、インバータ 800 はその範囲内で充放電電流あるいは電力を制御する。尚、詳細な説明は省略するが、総電圧はバッテリーコントローラ 500 が直接測定せず、セルコントローラ 200 での各単電池セルの測定電圧から総電圧値を得ている。

【0026】

図 3 は、セルコントローラ (電池監視装置) 200 内のメインセルコントローラ IC301 a ~ 301 d およびサブセルコントローラ IC302 a ~ 302 d とバッテリーコントローラ 500 内のマイクロコンピュータ 504 の間の通信接続例を示す。マイクロコンピュータ 504 は、セルコントローラ 200 内のメインセルコントローラ IC301 a ~ 301 d あるいはサブセルコントローラ IC302 a ~ 302 d を起動させるための起動信号を出力する起動信号出力ポートと、コマンド及びデータを送受信するための入出力ポート SDAT と、コマンド及びデータの送受信並びにメインセルコントローラ IC301 あるいはサブセルコントローラ IC302 での動作の同期制御のためのクロック信号出力ポート SCLK とを有している。図 3 に示すように、SDAT 出力ポート、SCLK 出力ポート、起動信号出力ポートは、メインセルコントローラ用とサブセルコントローラ用にそれぞれ別々に設けられている。これらの出力ポートは、メインセルコントローラ用とサブセルコントローラ用で全く同様に構成されている。

10

20

30

40

50

なお、ここでは同期クロックとコマンド及びデータのそれぞれの送受信経路ではシリアル通信を用いることを想定している。

【0027】

図3の例では、複数の単電池セルを直列接続したセルグループ102を2個直列接続した電池モジュール103を、サービスディスコネクトスイッチ（以下SD-SWと呼ぶ）105の上下に配した構成となっている。なお、電池モジュール103を構成するセルグループの数は2個に限定されず、3個以上であってもよい。図1、2の例では、電池システム104は例えば96個の単電池セルから構成される。図4に例示するように各セルグループが12個の単電池セルから構成される場合は、SD-SW105の上下にそれぞれ4個ずつセルグループが直列接続された構成となる。

10

【0028】

図3に示すセルグループ102a~102dに対応して、それぞれセルコントローラICペア300a~300dが設けられている。なお、ここでは図3で一番下のセルコントローラICペア300aを、マイクロコンピュータ504からの信号を最初に受信する最上位セルコントローラICペアとしている。図3の一番上側のセルコントローラIC300dを最上位セルコントローラICペアとする構成でもよい。

【0029】

以下単にセルコントローラICペアあるいはセルコントローラICペア300と呼ぶ場合は、セルコントローラICペア300a~300dを特に限定しない場合とする。同様に単にメインセルコントローラICあるいはサブセルコントローラICと呼ぶ場合は、それぞれメインセルコントローラIC301a~301dおよびサブセルコントローラIC302a~302dを特に限定しない場合とする。また、同様にセルグループ102a~102dに対しても、これらを特に限定しない場合は、セルグループあるいはセルグループ102と呼ぶ。更に単にセルコントローラICと呼ぶ場合は、メインセルコントローラICとサブセルコントローラICを総称するものとする。

20

【0030】

サービスディスコネクトスイッチ（SD-SW）105は、高電圧の組電池でよく用いられるスイッチであり、保守点検時にこのSD-SW105を開放することによって、組電池の電流経路を遮断し、作業者の感電を防止することを目的としている。このSD-SW105を開放しておけば、電池の直列接続が絶たれるため、組電池の最上位端子と最下

30

【0031】

メインセルコントローラIC301の通信経路とサブセルコントローラIC302の通信経路は別々に構成されているが、それぞれ全く同様の構成となっている。以下の通信経路の説明では、メインセルコントローラIC301の通信経路について説明するが、サブセルコントローラIC302の通信経路の構成も同様である。なお、図示の都合上、図3では、メインセルコントローラIC301およびその通信経路をサブセルコントローラIC302より大きく示してある。

【0032】

コマンドおよびデータ信号の通信ラインでは、コマンドおよびデータ信号がマイクロコンピュータ504の送受信ポートSDATから高速絶縁素子401とコンデンサ403を通じて最上位のメインセルコントローラIC301aの通信端子SDAT1に送信される。起動信号出力ポートは低速絶縁素子402を通じてセルコントローラIC301aの起動信号入力端子WU__Rxに接続される。また、同期用のクロック信号の通信ラインでは、クロック信号がSCLK出力ポートから高速絶縁素子402とコンデンサ403を通じてメインセルコントローラIC301aの通信端子SCLK1に送信される。最上位のメインセルコントローラIC301aは、その通信端子SDAT2が一つ下位のメインセルコントローラIC301bの通信端子SDAT1にコンデンサ結合で接続され、また通信端子SCLK2がメインセルコントローラIC301bの通信端子SCLK1にコンデンサ結合で接続される。また、メインセルコントローラIC301aの起動出力端子WU__

40

50

T x は、この一つ下位のメインセルコントローラ I C 3 0 1 b の起動信号入力端子 W U _ R x に接続される。

これらの高速絶縁素子 4 0 1、低速絶縁素子 4 0 2、および、コンデンサ 4 0 3 で、マイクロコンピュータ 5 0 4 と最上位のメインセルコントローラ I C 3 0 1 a との間、および最上位のサブセルコントローラ I C 3 0 2 a との間の通信経路で用いられている絶縁素子をまとめて絶縁素子群 4 0 0 (図 1、2) としている。

【 0 0 3 3 】

なお、コマンドおよびデータ信号の通信ラインとクロックの通信ラインには共通の高速絶縁素子 4 0 1 が用いられているが、これは高速絶縁素子に 2 チャンネルのものを使用していることを想定しているためである。従って、コマンドおよびデータ信号の通信ラインとクロックの通信ラインに別々の高速絶縁素子を設けてもよい。また、2 つのメインセルコントローラ 3 0 1 あるいは 2 つのサブセルコントローラ I C 3 0 2 の間のコマンドおよびデータ信号の通信経路とクロック信号の通信経路の絶縁にコンデンサが用いられているが、コンデンサの代わりに高速絶縁素子 4 0 1 を用いてもよい。

10

【 0 0 3 4 】

サービスディスコネクトスイッチ (S D - S W) 1 0 5 の上側の電池モジュール 1 0 3 に接続されているメインセルコントローラ I C の最上位メインセルコントローラ I C 3 0 1 c と、下側の電池モジュール 1 0 3 に接続されているメインセルコントローラ I C の最下位メインセルコントローラ I C 3 0 1 b との間の通信は、絶縁して行う必要がある。これは、上側および下側の電池モジュール 1 0 3 それぞれに直列接続されている単電池セルの数が多いために、電池モジュール 1 0 3 の端子間電圧が高くなるためである。このため、コマンドおよびデータ信号の通信ラインおよびクロック信号の通信ラインに高速の絶縁素子 4 0 1 が挿入される。もしもこれらの通信ラインを直結するとその接続を通じて組電池が直列接続されることになり、S D - S W 1 0 5 の切り離しを行っても組電池の直列接続が維持されるため、組電池の通電を遮断できなくなり、作業者が感電する可能性を生じることになる。なお、図 3 の S D - S W 1 0 5 の上側 (下位側) のメインセルコントローラ I C 3 0 1 c にも、マイクロコンピュータ 5 0 4 の起動信号出力ポートから、低速絶縁素子 4 0 2 を通じて、起動信号が出力される。

20

【 0 0 3 5 】

(セルコントローラの起動)

30

セルコントローラ 2 0 0 を起動する場合は、マイクロコンピュータ 5 0 4 は起動信号を出力し、メインセルコントローラ I C 3 0 1 a、サブセルコントローラ I C 3 0 2 a、メインセルコントローラ I C 3 0 1 c とサブセルコントローラ I C 3 0 2 c はそれぞれ低速絶縁素子 4 0 2 を通じて起動信号を受信して起動される。起動されたメインセルコントローラ I C およびサブセルコントローラ I C は、それぞれ次段のメインセルコントローラ I C およびサブセルコントローラ I C に起動信号を出力する。このようにして全部のセルコントローラ I C ペア 3 0 0 は順番に起動される。

【 0 0 3 6 】

メインセルコントローラ I C の起動コマンド (起動信号) とサブセルコントローラ I C の起動コマンドはバッテリーコントローラ 5 0 0 から最上位のメインセルコントローラ I C 3 0 1 a と 3 0 1 c および最上位のサブセルコントローラ I C 3 0 2 a と 3 0 2 c にほぼ同時に送信される。すなわちメインセルコントローラ I C とサブセルコントローラ I C は、ほぼ同時に起動される。

40

【 0 0 3 7 】

低速絶縁素子 4 0 2 には直流信号も伝送できるフォトカブラのような絶縁素子を用いている。マイクロコンピュータ 5 0 4 からのメインセルコントローラ I C 3 0 1 a、サブセルコントローラ I C 3 0 2 a、メインセルコントローラ I C 3 0 1 c、とサブセルコントローラ I C 3 0 2 c への起動信号は直流信号または比較的長時間幅の広いパルス信号で行われる。これは、蓄電装置 1 0 0 の起動時はノイズや電圧変動が発生し易いので、この影響を除去するためである。最初に起動されたメインセルコントローラ I C 3 0 1 a とサブセ

50

ルコントローラIC302a、または301cと302cからそれぞれ次のメインセルコントローラIC301あるいはサブセルコントローラIC302を起動するための信号は短パルスあるいは交流パルス信号により行われる。

【0038】

セルコントローラ200の起動後は、マイクロコンピュータ504は高速絶縁素子401を通じてメインセルコントローラIC301aおよびサブセルコントローラIC302aのそれぞれの通信端子SDAT1にコマンド信号及びデータ(データパケット)を送信する。メインセルコントローラIC301aあるいはサブセルコントローラIC302aは、それぞれコマンド信号とデータパケットを受信し、さらにこれらを通信端子SDAT2から次のメインセルコントローラIC301bあるいはサブセルコントローラIC302bに送信する。このようにして全部のメインセルコントローラIC301a~301dはコマンド信号とデータを受信し、このコマンド信号とデータに従って動作を行う。

10

【0039】

以上で説明したように、マイクロコンピュータ504と複数のメインセルコントローラIC301、およびマイクロコンピュータ504と複数のサブセルコントローラIC302はそれぞれ双方向通信経路により、いわゆるデジチェーン形式で接続されている。

マイクロコンピュータ504からメインセルコントローラIC301aあるいはサブセルコントローラIC302に送信されたデータパケットは、双方向通信経路によってマイクロコンピュータ504に戻って読み込まれ、このデータパケットが対象となるメインセルコントローラIC301あるいはサブセルコントローラIC302によって読み込まれたかどうかを確認される。

20

また、マイクロコンピュータ504からの起動信号で全てのメインセルコントローラIC301とサブセルコントローラIC302が起動されたかどうかは、それぞれのメインセルコントローラIC301およびサブセルコントローラIC302の状態を上記の双方向通信経路からデータパケットとしてマイクロコンピュータ504に送信されてこれらが正常に起動したかどうかを確認される。

【0040】

なお、本発明による電池監視装置(セルコントローラ)200で、図3に示すように、メインセルコントローラIC301間の通信経路と、サブセルコントローラIC間の通信経路を別経路としたのは、バッテリーコントローラ500からのメインセルコントローラICおよびサブセルコントローラICへの通信を高速に行うためである。

30

全てのメインセルコントローラIC301と全てのサブセルコントローラIC302を同じ通信経路で接続することも可能であるが、その分通信経路が長くなるので、最後のメインセルコントローラIC301あるいは最後のサブセルコントローラIC302までバッテリーコントローラ500からの指令やデータが届くまでに時間がかかることになる。

また、以下で説明する、メインセルコントローラICとサブセルコントローラICを同期して動作させる場合も、メインセルコントローラIC301間の通信経路と、サブセルコントローラIC間の通信経路を別経路とする方が同期をとりやすいからである。

【0041】

(単電池セルの状態データの取得)

40

マイクロコンピュータ504は次のようにしてセルグループ102a~102dの単電池セルの端子間電圧(セル電圧と呼ぶ)および過放電あるいは過充電状態等の状態データを得る。それぞれのメインセルコントローラIC301a~301dは、データパケットにデータを付加し、通信端子SDAT2から次のメインセルコントローラICのSDAT1に送信する。メインセルコントローラIC301の管理する全ての単電池セルの状態データが付加されたデータパケットは、マイクロコンピュータ504が送信したコマンド信号を含めたデータパケットとして、上記双方向通信経路を介してマイクロコンピュータ504が受信する。

【0042】

図4、5は、セルコントローラICの内部構成概略を示す説明図である。図4にはセル

50

コントローラ IC ペア 300 の概略を示し、図 5 にはメインセルコントローラ IC 301 の内部構成をやや詳しく示してある。サブセルコントローラ IC 302 の内部構成はメインセルコントローラ IC と全く同様である。

また、メインセルコントローラ IC およびサブセルコントローラ IC に設けられたロジック部 213 の構成概略を図 6 に示す。

【0043】

ここでは、セルグループ 102 は 12 個の単電池セル 101 (セル 1 ~ 12 とする) から構成されている。セルグループ 102 とこれを制御するメインセルコントローラ IC 301 とは、各々の単電池セルの電圧検出を行う電圧検出線 SL1 ~ SL13 を介して、それぞれの電圧検出用の CV 端子 (CV1 ~ 13 端子) に接続されている。セルコントローラ 200 側の電圧検出線 SL1 ~ SL13 でセルグループ 102 に近い部分に、隣り合う 2 つの電圧検出線の間保護用のコンデンサ Cterm が設けられている。これはセルグループ側、あるいは電池システム 104 に接続されたインバータ 800 側からセルコントローラ 200 に侵入するノイズをスルーさせるためであり、いわゆる ESD 対策用のコンデンサである。

10

【0044】

各単電池セルの両端すなわち正極端子と負極端子はそれぞれ、セル電圧入力抵抗 Rcv202 を経由して CV 端子に接続され、それぞれの CV 端子には隣り合う CV 端子との間にセル電圧入力コンデンサ Cin203 が接続されている。このセル電圧入力抵抗 Rcv202 とセル電圧入力コンデンサ Cin203 で RC フィルタを構成し、インバータ 800 の動作に起因してセル電圧に重畳するリップル電圧を主とするノイズを抑制する。

20

【0045】

また、サブセルコントローラ IC 302 には、セルコントローラ 200 内で電圧検出線 SL1 ~ 13 から分岐したバランシング接続線 BL1 ~ 13 が接続されている。これらのバランシング接続線 BL1 ~ 13 にはバランシング放電用のバランシング抵抗 (Rb) 201 が設けられており、各単電池セルの両端の電圧端子はバランシング抵抗 (Rb) 201 を通じてバランシング端子 (BS 端子) CBS1 ~ 13 に接続される。それぞれの BS 端子には、隣り合う BS 端子との間にバランシング端子コンデンサ Cb204 が接続されている。上記のメインセルコントローラ IC 301 の場合と同様に、このバランシング抵抗 201 とバランシング端子コンデンサ 204 で RC フィルタを構成し、インバータ 800 の動作に起因してセル電圧に重畳するリップル電圧を主とするノイズを抑制している。

30

なお、サブセルコントローラ IC 302 の BS 端子 (CBS1 ~ 13) は、メインセルコントローラ IC 301 の電圧検出用の CV 端子 (CV1 ~ 13) と同等であるが、前述のようにサブセルコントローラの主たる機能は、セルグループ 102 の各単電池セルのバランシング放電を行うことであるので、ここでは別の名称としている。

なお、上記ではセル電圧入力抵抗 202 の名称を Rcv とし、バランシング抵抗 201 の名称を Rb としているが、以下の説明では、それぞれの抵抗値も Rcv および Rb であるとして説明する。

【0046】

サブセルコントローラ IC 302 の内部にはバランシング電流を通電するバランシングスイッチ (BS) 222 が接続されている。バランシングスイッチ BS 222 をオンとするとバランシング抵抗 201 を通じて当該セルのバランシング電流が流れる。

40

なお、メインセルコントローラ IC 301 の内部にも同様にバランシングスイッチ (BS) 222 が設けられている。このメインセルコントローラ IC 301 のバランシングスイッチは、主に電圧検出線の断線検出のために用いられるが、ここでは詳述しない。

【0047】

以上のように、本実施形態による電池監視装置においては、各単電池セルのバランシング放電用の BS 端子と、端子間電圧測定用の CV 端子とはそれぞれ専用の端子として別々のセルコントローラ IC に設けられている。また、バランシング抵抗 Rb 201 と、サブセルコントローラ IC 302 のバランシングスイッチ BS 222 とで構成されるバランシ

50

ング放電回路は、セル電圧入力抵抗 R_{cv202} より単電池セル側でバランス接続線 $BL1 \sim 13$ を介して電圧検出線 $SL1 \sim 13$ に接続されている。これによって、バランス電流がセル電圧入力抵抗 R_{cv202} を流れないため、メインセルコントローラ IC301 での正確な端子間電圧測定が可能となっている。電圧検出線に断線の無い正常な状態では、バランス放電回路のバランス抵抗 R_{b201} とバランス端子コンデンサ C_{b204} 、およびサブセルコントローラ IC302 のバランススイッチ 222 のオン・オフは、メインセルコントローラ IC301 での、各単電池セルの端子間電圧測定に影響を与えない。従来は、たとえば特開 2010-228523 号公報に記載されているように、各単電池セルの端子間電圧測定とバランス放電を 1 つのセルコントローラ IC で行っており、またバランス放電用の回路の一部が端子間電圧測定用の回路（電圧検出線とセル電圧入力抵抗）と共通となっていたので、バランス放電を行うと端子間電圧が低下するようになっていた。従って、正確な端子間電圧測定は、バランス放電を停止して実施していた。

10

20

30

40

50

【0048】

CV 端子あるいは BS 端子はセルコントローラ IC の内部でマルチプレクサ 210 の入力端子 (Min 端子、Min1 ~ Min13) に接続されている。マルチプレクサ 210 は各々のセルを選択して、その正極電位と負極電位を出力するもので、ロジック部 213 のマルチプレクサ入力選択レジスタ 245 からの出力で制御される。マルチプレクサ 210 の出力は差動増幅器 211 を通じて各単電池セルの端子間電圧に変換され、その電圧は AD コンバータ 212 でデジタル値に変換される。AD コンバータ 212 の動作はロジック部 213 で制御され、AD コンバータ 212 の出力はロジック部 213 で処理される。すなわち、差動増幅器 211 と AD コンバータ 212 とで電圧測定を行っている。

【0049】

この AD コンバータ 212 には例えば逐次比較型等の高速な AD コンバータを採用している。このような高速な AD コンバータを用いることで、後述のマルチプレクサの診断などを高速に行うことができるようになっている。

高速な AD コンバータは信号にノイズ成分があると、これをそのまま検出して AD 変換してしまう。このため、単電池セルの端子間電圧測定用のメインセルコントローラ IC301 の CV 端子に接続されている電圧検出線の各々にセル電圧入力抵抗 R_{cv202} とセル電圧入力コンデンサ C_{in203} を設けて RC フィルタを構成し、ノイズを除去してからマルチプレクサ 210、差動増幅器 211 を経由して AD コンバータ 212 に入力されるようになっている。

【0050】

図 6 はロジック部 213 の構成の概略を示したものである。ここでは構成について簡単に説明する。メインセルコントローラ IC301 とサブセルコントローラ IC302 とで、ロジック部 213 は全く同様の構成と機能を有する。以下ではメインセルコントローラ IC301 を例に説明する。

ロジック部 213 には AD コンバータ 212 からの検出電圧信号が入力される。AD コンバータ 212 の出力は、上述のように、マルチプレクサ 210 で選択された単電池セルの端子間電圧、あるいは入力端子 Min1 ~ Min13 に接続された 2 つの電圧検出線の間の電圧であり、電圧検出結果レジスタ 244 に格納される。

【0051】

電圧測定結果レジスタ 244 に格納された各単電池セルの端子間電圧と、診断結果レジスタ 243 に格納された断線検出結果または診断結果は、上述のように、メインセルコントローラ IC301 から通信ラインを介して上位コントローラ (バッテリーコントローラ 500) に送信される。

【0052】

ロジック部 213 は、メインセルコントローラ IC301 に設けられた各種のスイッチを制御するレジスタを備えている。

マルチプレクサ入力選択レジスタ 245 には、マルチプレクサ 245 を切り替えて入力

を選択するためのデータが格納されている。バランシングスイッチ制御レジスタ247には、各セル毎に設けられたバランシングスイッチ222のオン・オフを制御するためのデータが格納されている。なお、上述のように、各単電池セルのバランシング放電を行う場合は、サブセルコントローラIC302のバランシングスイッチを用いる。メインセルコントローラIC301のバランシングスイッチは電圧検出線SL1~13の断線診断等を行う場合に用いられるが、単電池セルの端子間電圧測定等のメインセルコントローラIC301の通常の動作以外ではオフ状態となっている。

【0053】

メインセルコントローラIC301およびサブセルコントローラIC302の動作電源は、それぞれのVcc端子から供給される(図5参照)。なお、メインセルコントローラIC301とサブセルコントローラIC302の構成は全く同様であるので、図5では代表してメインセルコントローラIC301のみを示してある。Vcc端子はメインセルコントローラIC301内で電源部226に接続され、その内部のレギュレータ(不図示)はロジック部を含む電源VDDを供給する。電源VDDはまた、メインセルコントローラIC301の外部のVddで動作する回路へも電源供給を行うが、これは省略されている。電源部226は、起動信号検出部216の出力で起動する起動信号検出回路(不図示)を有しており、上位メインセルコントローラIC301あるいはマイクロコンピュータ504から絶縁素子402を介して起動信号を受信すると、レギュレータへの電源供給を行うと共に、起動とPOR(パワーオンリセット)動作を行う。メインセルコントローラIC301が起動すると、ロジック部213からの出力で起動信号出力部217が動作し、下位のメインセルコントローラIC301に起動信号が出力される。

10

20

【0054】

起動信号出力部217には、セルコントローラIC301の外側にコンデンサが接続されるようになっている。このコンデンサはチャージポンプ動作をおこなうもので、メインセルコントローラIC301の電源Vccよりも設定電圧だけ高い電圧を発生させるためのものである。起動信号出力部217のチャージポンプ動作によって、メインセルコントローラICのVccだけ高い電位を基準とした起動信号(DC電圧)を、次の(下位の)メインセルコントローラIC301に伝送することができる。

なお、このチャージポンプ動作を行う回路は、後述する第2データ入出力部221、第2クロック入出力部221にも共通に用いられており、これらの入出力の電位基準は下位のメインセルコントローラICの電位基準と同程度となるようになっている。

30

【0055】

Vcc端子は起動信号検出部216へ常時接続され、メインセルコントローラIC301の全体の動作が停止している状態でも、起動信号検出部216にのみ電源が供給されている。ただし、セルコントローラICが動作停止状態では電源は電池(セルグループ102)から供給されるため、起動信号検出部216は、その消費電流をできるだけ少なくする回路構成となっている(詳細は省略)。

【0056】

マイクロコンピュータ504とメインセルコントローラIC301との通信、およびマイクロコンピュータ504とサブセルコントローラIC302との通信は双方向通信で行われる。この双方向通信は例えばI2Cバスの仕様に準拠して行われる。

40

同期用のクロック信号は、マイクロコンピュータ504のクロック信号出力ポートSCLKから、最上位のメインセルコントローラIC301aおよび最上位のサブセルコントローラIC302aに送信され、さらに上述したようにデイジーチェーン形式の信号経路で下位のメインセルコントローラIC301aおよびサブセルコントローラIC302aに伝送される。

各メインセルコントローラIC301あるいは各サブセルコントローラIC302では、このクロック信号をSCLK1端子から第1クロック入出力部219が受信し、ロジック部213に送る。ロジック部213は、さらにこのクロック信号を第2クロック入出力部221からSCLK2端子を介して下位のメインセルコントローラIC301あるいは

50

サブセルコントローラIC302に送信する。

このクロック信号の伝送は双方向通信であるので、メインセルコントローラIC301あるいはサブセルコントローラIC302から、マイクロコンピュータ504にクロックを送信する時はこの逆の経路でクロック伝送が行われる。

【0057】

コマンドおよびデータ信号(データパケット)の送信も双方向通信で行われる。マイクロコンピュータ504から送信されたコマンドおよびデータ信号(データパケット)は、上記のクロック信号の伝送と同様に行われる。第1データ入出力部218はSDAT1端子を介してデータパケットを受信し、ロジック部213に送り、さらにこのデータパケットは、第2データ入出力部からSDAT2端子を介して下位のメインセルコントローラIC301あるいはサブセルコントローラIC302に送信される。

10

クロックの伝送と同様に、メインセルコントローラIC301あるいはサブセルコントローラIC302から、マイクロコンピュータ504にデータを送信する時はこの逆の経路でデータ伝送が行われる。

【0058】

メインセルコントローラIC301では、マイクロコンピュータ504から送信されたコマンドおよびデータ信号に基づいて、各単電池セルの端子間電圧の測定や、各種診断(過充電、過放電、電圧検出線の断線診断等)が実行される。これらの各単電池セルの状態データは、各メインセルコントローラIC301から、第1データ入出力部218およびSDAT1端子を介して上位のメインセルコントローラIC301に送信され、上位のメインセルコントローラIC301では、SDAT2端子を介して第2データ入出力部220がこのデータを受信する。このようにして、各単電池セルの状態データは、最終的に最上位のメインセルコントローラIC301からマイクロコンピュータ504に送信される。

20

【0059】

なお、第2クロック入出力部および第2データ入出力部には、起動信号出力部216と同様にチャージポンプ回路(不図示)が組み込まれており、メインセルコントローラIC301とこの下位のメインセルコントローラICの電位、あるいはサブセルコントローラIC302とこの下位のサブセルコントローラIC302の電位を合わせており、さらに2つのセルコントローラIC301間および2つのサブセルコントローラIC302間に絶縁を兼ねた低周波ノイズ対策用のコンデンサを挿入して、品質の良い信号伝送を可能としている。

30

【0060】

サブセルコントローラIC302では、マイクロコンピュータ504から送信されたコマンドおよびデータ信号に基づいて、各単電池セルのバランス放電を行うと共に、このバランス放電中の、すなわち各バランススイッチ222がオンとなっている状態での、各バランススイッチの端子間電圧の測定を行う。このバランススイッチの端子間電圧の測定データは、各サブセルコントローラIC302から、第1データ入出力部218およびSDAT1端子を介して上位のサブセルコントローラIC302に送信され、上位のサブセルコントローラIC302では、SDAT2端子を介して第2データ入出力部220がこのデータを受信する。このようにして、各バランススイッチの端子間電圧の測定データは、最終的に最上位のサブセルコントローラIC301からマイクロコンピュータ504に送信される。

40

【0061】

詳細は省略するが、第1クロック入出力部219、第2クロック入出力部221にはそれぞれに不図示のクロック受信回路とクロック送信回路が設けられており、同期用クロックの送信と受信を、1本のデータ通信線でシリアル通信により行っている。また、第1データ入出力部218、第2データ入出力部には、それぞれに不図示のデータ受信回路とデータ送信回路が設けられており、データの送信と受信を1本のデータ通信線でシリアル通信により行っている。このシリアル通信におけるデータ形式は、たとえば上述のようにI

50

2 C 通信の仕様に準拠してもよく、またこれ以外のシリアル通信の仕様に準拠してもよい。

【 0 0 6 2 】

図 1 ~ 4 では、図で上側に示すメインセルコントローラ IC 3 0 1 を下位メインセルコントローラ IC 3 0 1 とし、下側に示すメインセルコントローラ IC 3 0 1 を上位メインセルコントローラ IC 3 0 1 としている。また同様に、図で上側に示すサブセルコントローラ IC 3 0 2 を下位サブセルコントローラ IC 3 0 2 とし、下側に示すサブセルコントローラ IC 3 0 2 を上位サブセルコントローラ IC 3 0 1 としている。これは、図 3 に示すように、本発明による電池制御装置の例では、マイクロコンピュータ 5 0 4 からのコマンドおよびデータは、図で下側に示すメインセルコントローラ IC 3 0 1 あるいはサブセルコントローラ IC 3 0 2 に最初に送信されており、通信経路での順番に基づいてそれぞれメインセルコントローラ IC およびサブセルコントローラ IC の上位・下位としているためである。マイクロコンピュータ 5 0 4 からの指令を図で上側に示すメインセルコントローラ IC あるいはサブセルコントローラ IC が最初に受信するような回路構成でもよいので、メインセルコントローラ IC およびサブセルコントローラ IC の上位・下位については図示されている状態に限定されるものではない。

10

また図 3 の各セルグループの参照番号 1 0 2 a ~ 1 0 2 d も、ここで示すメインセルコントローラ IC およびサブセルコントローラ IC の上位・下位の関係に合わせて設定しており、図で一番下側のセルグループが 1 0 2 a となっている。

ただし、各セルグループの中での単電池セルに関しては、図の上側の単電池セルの電位が高いので、図で上側に示す単電池セルを上位の単電池セルとしている。

20

【 0 0 6 3 】

(バランシング放電電流およびバランシング放電時間の算出方法)

既に説明したように、本発明による電池制御装置では、1つのセルグループに対し同様の構成の2つのセルコントローラ IC、すなわちメインセルコントローラ IC 3 0 1 とサブセルコントローラ IC 3 0 1 が用いられている(図 4 参照)。以下に本発明による電池制御装置におけるバランシング放電電流およびバランシング放電電流の算出方法について説明する。以下では電動車両を単に車両と呼称している。

【 0 0 6 4 】

(メインセルコントローラ IC 3 0 1 での単電池セルの端子間開路電圧 (O C V) 測定)

まず、メインセルコントローラ IC 3 0 1 は、例えば H E V、P H E V、E V などの電動車両の起動時(キーオン時)に、バッテリーコントローラからの単電池セルの端子間電圧 (O C V) 測定のコマンドを上記の通信経路を介して受信して、以下のように蓄電装置 1 0 0 に負荷(インバータ 8 0 0)が接続されていない状態の各単電池セルの端子間電圧、すなわち各単電池セルの端子間開路電圧 $V_{C_{OCV}}$ (セル 1 の端子間開路電圧は $V_{C_{1_{OCV}}}$ と記す)の測定を行う。

30

【 0 0 6 5 】

セルグループ 1 0 2 の各単電池セルの正負極端子電位は、電圧検出線 S L 1 ~ 1 3 および電圧検出用の C V 端子 (C V 1 ~ 1 3 端子) を介してメインセルコントローラ IC 3 0 1 に入力されている。マルチプレクサ 2 1 0 は、2つの隣り合う電圧検出線の電位、すなわち1つの単電池セルの正負極端子の電位をセル 1 ~ 1 2 を順次選択し、差動増幅器 2 1 1 に入力する。差動増幅器 2 1 1 はこの単電池セルの正負極端子電位の差をこの単電池セルの端子間電圧として A D コンバータ 2 1 2 に入力する。A D コンバータ 2 1 2 は入力されたこの単電池セルの端子間電圧をデジタル値に変換し、ロジック部 2 1 3 に入力し、ロジック部 2 1 3 は測定されたセル 1 ~ 1 2 の端子間電圧 (O C V) をデジタル値で電圧測定結果レジスタ 2 4 4 に格納する。この電圧測定結果レジスタ 2 4 4 に格納されたセル 1 ~ 1 2 の単電池セルの端子間電圧 (O C V) $V_{C_{1_{OCV}}} \sim V_{C_{12_{OCV}}}$ は、上記の通信経路を介してバッテリーコントローラ 5 0 0 に送信される。

40

【 0 0 6 6 】

バッテリーコントローラ 5 0 0 のマイクロコンピュータ 5 0 4 は、上記のセルグループ 1

50

02のセル1～12の端子間開路電圧 $V_{C1OCV} \sim V_{C12OCV}$ のデータを受信し、既に測定されデータ化されたOCVとSOCの関係（例えば図7のOCV - SOC換算曲線）を用いて、受信した各単電池セルのOCVをSOCに変換する。

【0067】

更に、セル1～12のSOCの大きさの順位付けを行い、最小のSOCの単電池セル以外の単電池セルのバランス放電を行う指令、およびこのバランス放電を行っているバランススイッチの端子間電圧 V_{BS} の測定を行う指令をサブセルコントローラIC302に送信する。

また、これと同時に、最小のSOCの単電池セル以外の単電池セルがバランス放電を行っている時の、これらの単電池セルの端子間電圧 V_{BS} の測定を行う指令をメインセルコントローラIC301に送信する。

【0068】

サブセルコントローラIC302での短時間バランス放電および V_{BS} の測定と、メインセルコントローラIC301での V_{BS} の測定は1つの単電池セルでほぼ同時に行われる。すなわち、各単電池セルに対するこれらの動作は、メインセルコントローラIC301とサブセルコントローラIC302の間でほぼ同期して実行される。

このサブセルコントローラIC302での動作とメインセルコントローラIC301での動作の同期は、マイクロコンピュータ504からそれぞれに送信される、同期クロックとデータパケットで管理されて行われる。

【0069】

なお、最小のSOCの単電池セルのSOCが充分大きく、短時間のバランス放電を行っても過放電となる可能性が無ければ、全ての単電池セルのバランス放電を同時に行い、またこの際の各単電池セルの端子間電圧（ V_{BS} ）と各バランススイッチの端子間電圧（ V_{BS} ）の測定を行う指令をメインセルコントローラIC301とサブセルコントローラIC302に送信してもよい。単電池セルの放電が進んだ状態でなければ、短時間バランス放電を行っても過放電の状態になることは無い。電動車両の起動時（キーオン時）は、ほぼこのような状態となっているので、キーオン時は全ての単電池セルの短時間バランス放電を行ってもよい。

【0070】

以下で説明するサブセルコントローラIC302でのバランススイッチの端子間電圧測定とメインセルコントローラでの単電池セルの端子間測定は、上記の単電池セルのOCV測定に続いて行うが、蓄電装置100にインバータ800が負荷として接続されている状態、すなわち車両の起動時以外の通常動作時でも測定が可能である。

【0071】

（サブセルコントローラIC302でのバランススイッチの端子間電圧（ V_{BS} ）測定）

サブセルコントローラIC302は、電圧検出線 $SL1 \sim 13$ 、バランス接続線 $BL1 \sim 13$ およびバランス端子（BS端子） $CBS1 \sim 13$ を介して、セル1～12の単電池セルと接続されている。サブセルコントローラIC302は、バッテリーコントローラ500からのバランス放電のコマンドを上記の通信経路を介して受信すると、このバランス放電のコマンドで指定されたバランススイッチ（222） $BS1 \sim 12$ をオンとして、このバランススイッチに対応する単電池セルのバランス放電を行う。またこれと同時に、オンとなっているバランススイッチの正負端子の電位をマルチプレクサ210で選択して差動増幅器211に入力する。差動増幅器211はこのバランススイッチの正負端子電位の差をこのバランススイッチの端子間電圧（ V_{BS} ）としてADコンバータ212に入力する。ADコンバータ212は入力されたこのバランススイッチの端子間電圧をデジタル値に変換し、ロジック部213に入力し、ロジック部213は測定されたバランススイッチの端子間電圧（ V_{BS} ）をデジタル値で電圧測定結果レジスタ244に格納する。

この電圧測定結果レジスタ244に格納されたバランススイッチの端子間電圧（ V

10

20

30

40

50

BS)は、上記の通信経路を介してバッテリーコントローラ500に送信される。

【0072】

(メインセルコントローラIC301での単電池セルの端子間電圧(VC)測定)

メインセルコントローラIC301は、バッテリーコントローラ500からのサブセルコントローラIC302へのバランス放電の指令とほぼ同時に、バッテリーコントローラ500から単電池セルのバランス放電中の端子間電圧(VCBS)の測定を行う指令を受信する。従ってこの指令のデータには、サブセルコントローラIC302によるバランス放電と、メインセルコントローラIC301とが同期するような指令データ(例えば同期するかしないかを示すビットデータ)が含まれている。

【0073】

サブセルコントローラIC302での単電池セルのバランス放電に同期して、該当する単電池セルの正負端子の電位をメインセルコントローラIC301のマルチプレクサ210で選択して差動増幅器211に入力する。差動増幅器211はこの単電池セルの正負端子電位の差をこの単電池セルの端子間電圧(VCBS)としてADコンバータ212に入力する。ADコンバータ212は入力されたこのバランススイッチの端子間電圧をデジタル値に変換し、ロジック部213に入力し、ロジック部213は測定された単電池セルの端子間電圧(VCBS)をデジタル値で電圧測定結果レジスタ244に格納する。なお、単電池セルの端子間電圧の測定は、メインセルコントローラIC301のバランススイッチ222はオフの状態で行われる。

この電圧測定結果レジスタ244に格納されたバランススイッチの端子間電圧VCBSは、上記の通信経路を介してバッテリーコントローラ500に送信される。

【0074】

本発明の実施形態による蓄電装置では、単電池セルの端子間電圧を測定する電圧検出用のCV端子(CV1~13)は、メインセルコントローラIC301に設けられ、バランス放電を行うBS端子(CBS1~13)はサブセルコントローラIC302に設けられている。このように、CV端子とBS端子が独立して設けられ、バランス放電電流はバランス抵抗Rb201とバランススイッチ222を流れ、セル電圧入力抵抗Rcv202を流れないので、バランス放電はCV端子を介してメインセルコントローラIC301に入力される単電池セルの端子間電圧の測定に影響を与えない。以下の説明ではVCBSは単にVCと記載する。

【0075】

なお、上記のサブセルコントローラIC302でのバランス放電およびバランススイッチの端子間電圧の測定と、メインセルコントローラIC301での単電池セルの端子間電圧の測定は、単電池セル1個毎に同期して行われ、その際、他の単電池セルの放電や端子間電圧の測定ならびに他のバランススイッチの端子間電圧の測定は行われぬ。ただし、上記のバランススイッチの端子間電圧(VBS)と単電池セルの端子間電圧VCを用いて、バッテリーコントローラ500で各単電池セルのバランス放電電流が算出された後は、HEV、PHEV、EVなどの電動車両の通常動作中、すなわち蓄電装置100とインバータ800が接続されている場合であっても、複数のバランススイッチがオンとなって複数の単電池セルのバランス放電が行われている状態で、各単電池セルの端子間電圧あるいは各バランススイッチの端子間電圧を測定して、その都度各単電池セルのバランス放電電流Ibを求めることができる。

【0076】

(各単電池セルのバランス放電電流算出)

上記のように、各単電池セル101がバランス放電を行っている時に、サブセルコントローラ302で測定されたバランススイッチ222の端子間電圧とメインセルコントローラIC301で測定された単電池セルの端子間電圧は、上記の通信経路を介してバッテリーコントローラ500に送信され、マイクロコンピュータ504で各単電池セルのバランス放電電流が算出される。

【0077】

10

20

30

40

50

セルグループ 102 の 1 つの単電池セル 101 がバランス放電している時のこの単電池セルの端子間電圧 (V C) と、サブセルコントローラ IC 302 のバランススイッチ 222 の端子間電圧 V B S の間には以下の式 (1) のような関係がある。

$$V B S = V C * R_{B S} / (2 * R b + R_{B S}) \quad \dots (1)$$

ここで R b は既知のバランス抵抗 201 (図 3 参照) であり、その抵抗値も R b で示すものとする。また、R_{B S} はバランススイッチ 222 のオン抵抗値である。

【0078】

バランス抵抗 201 (R b) は、サブセルコントローラ IC の外付けの抵抗であるので、精度が良くバラツキの少ない抵抗を用いることができる。しかし、バランススイッチ 222 のオン抵抗 R_{B S} は、セルコントローラ IC 内のスイッチであるため、半導体の製造プロセスによって、ある程度のばらつきが生じる。この抵抗値 R_{B S} は上記の式 (1) を変形した、以下の式 (2) で求められる。

$$R_{B S} = 2 * R b * V B S / (V C - V B S) \quad \dots (2)$$

【0079】

この単電池セルのバランス放電電流 I b は $I b = V B S / R_{B S}$ であるから、

$$I b = (V C - V B S) / (2 * R b) \quad \dots (3)$$

または、

$$I b = V C * (1 - R_{B S} / (2 * R b + R_{B S})) / (2 * R b) \\ = V C / (2 * R b + R_{B S}) \quad \dots (4)$$

と表わされる。

【0080】

バランス抵抗 201 の抵抗値 R b は、厳密には、実際に測定した抵抗値を用いてもよい。また、バランス抵抗 201 の抵抗値 R b の温度変化を補正して、更に正確なバランス放電電流を求めることができる。この場合はバランス抵抗の近辺に温度センサ (不図示) を設け、このセンサからの出力をたとえばサブセルコントローラ IC 302 の温度検出回路 (不図示) からバッテリーコントローラ 500 に送信するようにする。

【0081】

従って、式 (3) で明らかなように、電動車両起動時に、短時間バランス放電を行った時の単電池セルの端子間電圧 V C、バランススイッチの端子間電圧 (V B S) およびバランス抵抗 201 の抵抗値 R b に基づいて、車両起動時にバランス放電を行う場合のバランス電流が算出できる。

【0082】

(バランス電流算出における温度の影響)

ただし、たとえば上記の車両の起動時で、インバータ 800 などの負荷が蓄電装置 100 に接続されていない状態で、バランス放電を行った場合の各単電池セルの端子間電圧は、上述の各単電池セルの O C V から各単電池セルの内部抵抗による電圧降下を差し引いたものとなる。また、インバータ 800 などの負荷が接続された状態では、負荷の変動に対応して各単電池セルの端子間電圧 (V C) も変動する。またこのときの端子間電圧 (V C) にはノイズも混入する。また、車両の起動時と通常の動作時とでは蓄電装置の温度も異なってくる。

ここでは以下の説明を容易にするために、車両の起動時などの各単電池セルおよび電池監視装置などの回路が一定の温度の状態でのバランス放電電流 I b、単電池セルの端子間電圧 V C、バランススイッチの端子間電圧 V B S、バランス抵抗 R b、バランススイッチのオン抵抗 R_{B S} にそれぞれ (R) を付けて以下のように表わす。

$$I b (R) = (V C (R) - V B S (R)) / (2 * R b (R)) \quad \dots (5)$$

10

20

30

40

50

または、

$$I_b(R) = V_C(R) / (2 * R_b(R) + R_{BS}(R)) \quad \dots \quad (6)$$

【0083】

この後、インバータ800が蓄電装置100に接続され、車両が通常動作を行っている状態でのバランス電流 I_b 、単電池セルの端子間電圧 V_C 、バランススイッチの端子間電圧 V_{BS} 、バランス抵抗 R_b 、バランススイッチのオン抵抗 R_{BS} にそれぞれ(N)を付けて以下のように表わす。

$$I_b(N) = (V_C(N) - V_{BS}(N)) / (2 * R_b(N)) \quad \dots \quad (7)$$

または、

$$I_b(N) = V_C(N) / (2 * R_b(N) + R_{BS}(N)) \quad \dots \quad (8)$$

バランス抵抗 R_b 、バランススイッチのオン抵抗 R_{BS} にそれぞれ(N)を付けて区別しているのは、車両の状態によりこれらの抵抗周辺の温度も変化するためである。これらの抵抗も含めた蓄電装置の温度変化が無視できる場合は、上記の式(5)と(7)、(6)と(8)はそれぞれ全く同等なものとなる。

【0084】

上記の式(6)および(8)から明らかのように、各単電池セルのバランス電流は単純に各端子間電圧に比例することが分かる。すなわち、各抵抗の温度変化を考慮した係数 F_1 、 F_2 を用いると、

$$I_b(N) = I_b(R) * (V_C(N) - V_{BS}(N)) / (V_C(R) - V_{BS}(R)) * F_1 \quad \dots \quad (9)$$

$$F_1 = R_b(N) / R_b(R) \quad \dots \quad (10)$$

または、

$$I_b(N) = I_b(R) * (V_C(N) / V_C(R)) * F_2 \quad \dots \quad (11)$$

$$F_2 = (2 * R_b(R) + R_{BS}(R)) / (2 * R_b(N) + R_{BS}(N)) \quad \dots \quad (12)$$

と表わされる。係数 F_1 、 F_2 は、バランス抵抗201やバランススイッチ222の温度特性に基づいて事前にテーブル化したものを用いて算出することは可能であるが、セルコントローラIC内部の温度を正確に測定することが必要であり、また温度補正のためのデータや計算が必要となる。

【0085】

ここで、バランス抵抗 R_b201 は、精度が良くまた温度係数も非常に小さいものを使用することができるので、 $F_1 = 1$ として、

$$I_b(N) = I_b(R) * (V_C(N) - V_{BS}(N)) / (V_C(R) - V_{BS}(R)) \quad \dots \quad (13)$$

と表わすことができる。

あるいは、 $R_b(R) = R_b(N) = R_b$ として、式(5)、(7)は等価になるので、(R)と(N)の区別を省略し、

$$I_b = (V_C - V_{BS}) / (2 * R_b) \quad \dots \quad (14)$$

とできる。

式(14)は、単電池セルの端子間電圧(V_C)とバランススイッチの端子間電圧(V_{BS})を測定すれば、既知のバランス抵抗値を用いてバランス電流が算出できることを示している。また、MOSFETなどから構成されるバランススイッチの

10

20

30

40

50

オン抵抗が含まれていないので、バラシングスイッチのオン抵抗のばらつきや温度変化を直接補正する必要がなく、バラシング電流を正確に算出することができる。

【0086】

これに対し、式(11)およびF2(式(12))を用いた場合、バラシングスイッチ222のオン抵抗の温度変化を必ず考慮する必要がある。バラシングスイッチ222には、例えばMOSFETが使用されており、通常正の温度特性を持っている。また、1つのセルコントローラICに組み込まれているバラシングスイッチ間でも抵抗値のばらつきがある。したがって、式(11)および式(12)を用いてバラシング電流を精度良く算出することは難しい。

【0087】

以上の説明から明らかなように、バラシングスイッチ222がオンの時の、単電池セルの端子間電圧と、この単電池セルに対応したバラシングスイッチ222の端子間電圧を測定することによって、バラシングスイッチのオン抵抗の温度変化補正が不要な、バラシング電流の算出が可能となる。したがって、単電池セルの端子間電圧VCならびにバラシングスイッチ222の端子間電圧VBSをリアルタイムに測定することにより、このバラシング電流の算出もリアルタイムに行うことができる。

【0088】

単電池セルの端子間電圧(VC)とこれに対応したバラシングスイッチ222の端子間電圧(VBS)の測定は同時に行う必要がある。これは、単電池セルの端子間電圧(VC)は、インバータなどの負荷の変動に従い電池システムの充放電電流が変動するためである。

式(1)で明らかなように、単電池セルの端子間電圧が変動すると、これに比例してバラシングスイッチ222の端子間電圧VBSも変動する。これにより、式(5)、(7)あるいは式(14)で、単電池セルの端子間電圧VCとバラシングスイッチ222の端子間電圧(VBS)が、それぞれ別のタイミングで測定された場合、バラシング電流IBSが正しく算出されない。

誤差のあるバラシング電流を用いると、単電池セルのSOCは正しく算出されない(下記説明参照)。このようなSOCの算出誤差は積算されてゆくの、場合によっては過放電等の原因となる。

【0089】

(各単電池セルのバラシング放電時間とバラシング放電制御)

HEV、PHEV、EVなどの電動車両の起動時に測定されたOCVを用いて、図7のOCV-SOC換算曲線に基づいて、まず初期SOCを求める。例として1個の単電池セルの場合を説明する。

単電池セルのSOCの初期値をSOC0とする。蓄電装置100とインバータ800が接続されたときの電池システム104とインバータ800間の充放電電流をI、またバラシング放電電流をIbとすると、この単電池セルのSOCは、以下のように表わされる。

$$SOC = SOC0 - \int I(t) dt - \int Ib(t) dt \quad \dots \quad (15)$$

なお、Iは充放電電流I(t)の積算値を示し、Ibはバラシング放電電流Ib(t)の積算値を示す。(t)は時間により変動していることを示している。I(t)は充放電電流であるので、電池システムが充電されている場合は、I(t)は負の値であり、SOCは増加する。バラシング放電電流は、上記で説明したように、各単電池セルの端子間電圧の変化に対応して多少変動する。なお、バラシング放電は、全単電池セルのSOCを求め、SOCのばらつきSOC(>0)が所定の閾値SOCth(>0)より大きい単電池セルに対して行われる。各単電池セルのSOCは、バッテリーコントローラ500とセルコントローラ200によって管理される。

【0090】

本発明による電池監視装置を含む電池制御装置を搭載した蓄電装置の一実施の形態によ

10

20

30

40

50

れば、各単電池セルのSOCのばらつきを補正するバランシング放電電流 I_b を上述のように正確に求めて、短時間でばらつきを解消することができる。すなわち、バランシング放電とは、

$$SOC - \int I_b(t) dt = 0 \quad \dots (16)$$

となるまでバランシングスイッチ222をオンとして放電を行うことである。

実際は、

$$SOC - \int I_b(t) dt = 0 \quad \dots (17)$$

となった時点で速やかにバランシング放電を停止する。

本発明による電池監視装置を用いた蓄電装置の一実施の形態では、ほぼこのようなバランシング放電を行うことが可能であるが、従来のバランシング放電では、正確なバランシング電流を求めることができなかつたためこのような制御は行われていなかった。

【0091】

(従来の各単電池セルのバランシング放電時間とバランシング放電制御)

理解を容易にするため、バランシング電流をある一定の電流値 I_b であるとすると、バランシング放電時間 t は、

$$SOC - I_b \cdot t = 0 \quad \dots (18)$$

により求めることができる。

しかしながら、実際のバランシング電流 $I_b(t)$ は、単電池セルの端子間電圧の変動により変化する。また従来は、バランシング電流の算出を端子間電圧とバランシング抵抗でのみ行っており、バランシングスイッチのオン抵抗が考慮されていなかった。最初に述べたように、最近の二次電池セルは容量が増大しており、これに対応してバランシング放電電流を大きくすることが要求されている。このため、バランシング抵抗は小さい値のものが使用される傾向にある。バランシングスイッチのオン抵抗も考慮してバランシング電流を算出しないと、場合によっては過大なバランシング電流が流れて過放電状態となる可能性もある。

【0092】

また、負荷接続時の端子間閉路電圧(CCV)の平均値は、SOCに対応して、図7のOCV-SOC曲線と同様に変化する。

単電池セルの正確なSOCは、例えば図7のOCV-SOC換算曲線の傾斜の急な部分(図中A)で求められる。しかし、この曲線の傾斜が緩やかな部分(図中B)では、OCVから正確なSOCを求めることはできない。図7の下に示す2つの曲線C、Dはそれぞれ、OCVの測定誤差が15mVと10mVの場合のSOCの換算誤差を示す。

すなわち、OCV-SOC換算曲線のBの部分では正確なSOCが算出できない。従来は、Aの部分で算出したSOCのばらつきSOCを用いて、式(18)の $SOC - I_b \cdot t$ を計算していたが、 I_b が正確に求まっていなかつたため過放電となる可能性があった。

【0093】

このようなバランシング放電による過放電を防ぎつつ、バランシング放電を効率よく行う方法として、特開2001-309750号公報に記載されているような、一定時間毎に少しずつバランシング放電を行って、全単電池セルのばらつきを収束させる方法が行われていた。

【0094】

バランシングスイッチ222をオンとした場合に、バランシング放電開路に流れる電流は、従来の電池監視装置のバランシング放電回路(例えば特開2010-228523号公報の図18、図19参照)を用いて、バランシングスイッチがオフの時の単電池セルの端子間電圧と、バランシングスイッチがオンの時の端子間電圧(この場合はバランシング抵抗とバランシングスイッチのオン抵抗の和に対応した、単電池セルの端子間電圧の分圧

10

20

30

40

50

された電圧)とから、上記で説明したと同様にバランス電流を算出することができる。この場合は算出式は上記の式(1)~(14)とやや異なるが、説明は省略する。

しかしながら、従来の電池監視装置の構成では、単電池セルの端子間電圧と、この単電池セルに対応したバランススイッチ222がオンの時の端子間電圧はどちらかを別々に測定することになり、これらを同時に測定することはできない。したがって、バランス電流は正しく算出されず、SOCが正しく算出されない。さらに従来は、単電池セルの容量が小さかったので、バランス放電電流は小さく、セル電圧入力抵抗およびバランス抵抗に比べて小さい抵抗値であるバランススイッチのオン抵抗は考慮されていなかった。

【0095】

10

(バランス放電電流算出およびバランス放電制御フロー)

図8は、上記で説明した本発明による電池監視装置を含む電池制御装置を搭載した蓄電装置の一実施の形態での各単電池セルのバランス放電電流の算出とバランス放電の制御のフローの概略を示したものである。なお、図8の中央部分はマイクロコンピュータ504での処理を記載している。バッテリーコントローラ500にはマイクロコンピュータ以外の回路(不図示)も含まれており、また電池制御装置600にはバッテリーコントローラ500やセルコントローラ200以外の回路(不図示)も含まれている。したがって、電池制御装置は、実際はこのフローに含まれる以外の別の動作を多く行っている。図8に示すフローは、本発明に関する部分のみ抜き出して、まとめて示したものである。たとえば、各単電池セルおよびセルコントローラIC自身の内部回路動作の診断、あるいは電圧検出線の断線診断などはこのフローには含まれていない。また、このフローの中に含まれている各単電池セルのOCV測定やCCV測定は、上記で説明したバランス放電電流算出以外にも用いているが、ここでは説明を省略する。

20

【0096】

ハイブリッド自動車などの車両を始動した時には、複数のメインセルコントローラIC301およびサブセルコントローラIC302を含むセルコントローラ200の起動が行われる。この起動は上記で説明した起動信号によって行われるが、以下の説明ではこれを省略し、セルコントローラが起動された状態でのバランス電流算出ならびにバランス放電の制御についてのみ説明する。なお、リレー700とリレー710は、ハイブリッド自動車などの車両の始動時はオフになっており、セルコントローラの起動や、OCV測定を含む各種の測定ならびに診断動作は、リレー700とリレー710がオフの状態で行われる。図8の示すフローの途中で、リレー700とリレー710はオンとされ、蓄電装置100とインバータ800が接続されて、電池システム100のDC電力がインバータ800によって3相交流電力に変換されてモータ900に供給され、車両が駆動される。

30

【0097】

本発明による電池制御装置を搭載した蓄電装置の一実施の形態を用いたハイブリッド自動車用駆動システムを始動(キーオン)すると、ステップS1で本発明による電池制御装置によるバランス放電電流算出およびバランス放電制御の動作が開始される。

【0098】

40

ステップS2で、マイクロコンピュータ504は電池システム104の全単電池セルのOCV(開路電圧)を測定する指令を発生する。各単電池セルの開路状態の端子間電圧(OCV)の測定は、電池システム104が負荷であるインバータ800と接続されていない状態、すなわちリレー700とリレー710(図1、2参照)がオフ(リレー開状態)で行われると共に、メインセルコントローラIC301とサブセルコントローラIC302のバランススイッチ222が全てオフの状態で行われる。

各バランススイッチをオフにする指令は、各単電池セルの端子間電圧を測定する指令とは別の指令であるが、OCVの測定においてはバランススイッチは必ずオフの状態で行われる。すなわち、OCVの測定指令とバランススイッチオフの指令は必ず一緒に発生されるので、図8ではこれを簡略化して示してある。

50

【 0 0 9 9 】

マイクロコンピュータからのOCV測定指令は、メインセルコントローラIC301とサブセルコントローラIC302に上記の通信経路を介して伝達され、メインセルコントローラIC301とサブセルコントローラIC302では以下の処理が同期して行われる。

(メインセルコントローラIC301)

- ・全バランシングスイッチオフ(ステップS2M1)
- ・各単電池セル端子間電圧測定(ステップS2M2)

(サブセルコントローラIC302)

- ・全バランシングスイッチオフ(ステップS2S)

なお、車両の始動時は、通常全バランシングスイッチ222はオフ状態で開始されるので、ステップS2M1とステップS2Sの動作は省略可能である。

【 0 1 0 0 】

メインセルコントローラIC301のバランシングスイッチ222は、ここで説明する電池制御装置の動作においては、常にオフの状態である。ステップS2M1ではこれらのバランシングスイッチをオフとして1回のみ示す。実際の電池制御装置の動作では、図8に示す以外の動作が多く実行されており、たとえば電圧検出線の断線診断ではメインセルコントローラの複数のバランシングスイッチ222のオン・オフを組み合わせるが行うが、この説明は省略する。

ステップS2M2において、メインセルコントローラIC301で測定された各単電池セルの端子間電圧(この場合はOCV)の測定データは、上記のように通信経路を介してマイクロコンピュータ504に送信され、ステップS3で各単電池セルのSOCが算出される。このSOCの算出は、図7で示すようなOCV-SOCの関係を用いて求めるが、上述のようにOCV-SOC換算曲線の部分Aを用いることが望ましい。

【 0 1 0 1 】

ステップS4では、ステップS3で算出された各単電池セルのSOCから、SOCの偏差SOCがそれぞれの単電池セルに対して計算される。また、このときSOCの大きさの順も算出される。バランシング放電は、通常SOCの大きいものから行われるがこの説明は以下では省略する。

【 0 1 0 2 】

ステップS5ではバランシング放電対象となる単電池セルがあるかどうか判断される。バランシング放電は、SOCの偏差SOCが所定の閾値SOC_{th}より大きいものに対して行われる。SOC_{th}より大きい偏差のSOCを持つ単電池セルがない場合は、ステップS18で終了となる。

【 0 1 0 3 】

バランシング放電対象となる単電池セルがある場合は、ステップS6でバランシング対象となる単電池セルのリストが作成される。さらにステップS7では、このバランシング放電対象の単電池セルで各々の目標総バランシング放電電流量(式(14)~(16)の $I_b(t)dt$ 、あるいは式(17)の $I_b \cdot t$)が算出される。例えば、式(15)を用いて目標総バランシング放電電流量とする場合は、SOCの偏差SOCが目標総バランシング放電電流量となる。または、たとえば、SOC-SOC_{th}を目標総バランシング放電電流量としてもよい。SOC_{th}ならびに目標総バランシング放電電流量の設定は様々に行うことができ、この説明はここでは省略する。

【 0 1 0 4 】

ステップS8のバランシング放電対象単電池セルのバランシング放電指令と、ステップS9のバランシング放電対象単電池セルのCCV測定指令は、ほぼ同時に発生される。これらの指令で実行される最初のバランシング放電は、各単電池セルの端子間電圧あるいはバランシングスイッチ222の端子間電圧を測定するためであるので、これらに必要な時間のみ、すなわち短時間のバランシング放電が行われる。

【 0 1 0 5 】

10

20

30

40

50

ステップ S 8 のバランシング放電指令に基づいて、サブセルコントローラ IC 3 0 2 でバランシングスイッチが所定の短時間オンとされバランシング放電が行われる（ステップ S 8 S）。

【 0 1 0 6 】

また、このバランシング放電を行っている状態で、オン状態のバランシングスイッチ 2 2 2 の端子間電圧が測定される（ステップ S 9 S）。したがって、バランシングスイッチ 2 2 2 の端子間電圧測定と、バランシングスイッチ 2 2 2 をオンとする動作は同期して行われる。サブセルコントローラ IC 3 0 2 へのバランシング放電（ステップ S 8 S）とバランシングスイッチ 2 2 2 の端子間電圧の測定（ステップ S 9 S）の動作の指令は、1 つのデータパケットで送信してよい。

10

【 0 1 0 7 】

サブセルコントローラ IC 3 0 2 でのステップ S 8 S と S 9 S の動作に同期して、メインセルコントローラ IC 3 0 1 では、ステップ S 9 M で、単電池セルの端子間電圧測定が行われる。なお、ステップ S 8 S、S 9 S、S 9 M の動作は、バランシング放電対象の単電池セル 1 個ずつに対し同期して行われる。

【 0 1 0 8 】

メインセルコントローラ IC 3 0 1 でのバランシング放電対象単電池セルの端子間電圧測定（ステップ S 9 M）の測定データと、サブセルコントローラ IC 3 0 2 でのバランシングスイッチ端子間電圧測定（ステップ S 9 S）の測定データは上述の通信経路を介してマイクロコンピュータ 5 0 4 に送信される。ステップ S 1 0 で、上記で説明したように、バランシング放電電流 I_b が式（3）により各バランシング放電対象単電池セルに対して算出される。

20

【 0 1 0 9 】

ステップ S 1 1 では、バランシング放電対象単電池セルのバランシング放電スケジュールが設定される。ステップ S 1 0 で算出されたバランシング放電電流 I_b の初期値 I_{b0} が算出される。この初期値 I_{b0} が一定に維持されるとして、式（18）を用いて概略のバランシング放電時間 t_0 を算出することができる。すなわち、

$$t_0 = SOC / I_{b0} \quad \dots (19)$$

となる。

30

単電池セルの端子間電圧は、インバータ 8 0 0 の負荷の変動と共に変動する。また電池システムの充放電にともない、平均的な端子間電圧も時間と共に変動する。したがって、式（19）で算出される放電時間はあくまで目安として使用し、実際のバランシング放電はもっと細かな時間ステップで制御される。

【 0 1 1 0 】

通常、バランシング抵抗 2 0 1 の抵抗値 R_b は、バランシング放電を数時間以上連続で行うと、SOC のばらつきが解消される程度の値に、 SOC_{th} とバランシングスイッチのオン抵抗およびそのばらつきを考慮して設定される。また、複数の単電池セルからなる電池システムにおいて、インバータ負荷による出力電圧の短時間変化は p - p で 2 0 % 程度であり、この p - p の振幅の電圧変化は特に速い場合でも数十ミリ秒以上である。またインバータ負荷などでの連続放電を行っても各単電池セルおよび電池システム全体の SOC の許容最大値から、許容最小値まで減少するまでに数十分以上はかかるように設計されている。このような電池システムを用いて SOC が例えば 5 0 % 以上となるように充放電制御が通常行われている。したがって、バランシング放電時間の制御は長時間に渡ってバランシングスイッチをオンにして行われる。またこの制御のための単電池セルの端子間電圧やバランシングスイッチの端子間電圧の測定をミリ秒程度でリアルタイムに繰り返すことにより、正確なバランシング電流の算出とこれを用いた正確な SOC 算出が可能となる。バランシングスイッチのオン時間の具体的な制御や、単電池セルの端子間電圧やバランシングスイッチの端子間電圧の測定間隔は、単電池セルの仕様および電池システム、さらには負荷の仕様によって異なるので、詳細な説明は省略する。

40

50

【 0 1 1 1 】

極く簡単なバランシング放電スケジュールの例では、たとえば、バランシングスイッチが通算してオンとなった時間が、バランシング電流の初期値 I_{b0} から求めたバランシング放電時間 t_0 の半分程度に達したら、細かな時間間隔でオン・オフ制御を行うようにすればよい。各単電池セルの端子間電圧およびバランシングスイッチの端子間電圧の測定は、マイクロコンピュータの制御サイクル程度でリアルタイムで細かく行うことができ、各単電池セルのSOCもリアルタイムで正確に算出されるので、このSOCの算出結果をリアルタイムに参照しながら、バランシングスイッチのオン・オフを制御することでもよい。

【 0 1 1 2 】

ただし、バランシング放電スケジュールを設定する場合、2つの隣り合う単電池セルのバランシング放電、すなわち2つの隣り合うバランシングスイッチは同時にオンされないようにスケジュールを設定する。これは、図4あるいは図5から分かるように、2つの隣り合うバランシングスイッチを同時にオンとすると、単電池セル2個分の電圧でバランシング放電が行われるため、バランシングスイッチでの発熱量が増大するからである。したがって、2つの隣り合うバランシングスイッチがオンとならなければ、複数のバランシングスイッチを同時にオン状態としてバランシング放電を行ってもよい。なお、複数のセルグループが直列接続されている場合は、異なるセルグループに属する2つの単電池セルであっても、回路的に隣り合って接続されている場合、すなわち1つのセルグループの最上位単電池セルと、このセルグループの隣の下位セルグループの最下位単電池セルが回路的に隣り合っている場合は、これら2つの単電池セルに対応するバランシングスイッチが同時にオンとならないようにスケジュールする必要がある。

発熱の問題が無ければ、2つの隣り合うバランシングスイッチをオンにしてバランシング放電を行ってもよいが、バランシング電流が2個の単電池セルに対応した値となることを考慮してバランシング放電を行うことが可能である。

【 0 1 1 3 】

ステップS12で、バランシング放電対象単電池セルのバランシング放電指令が発生される。この指令に基づいて、サブセルコントローラ302はバランシング放電対象の単電池セルのバランシング放電を開始する(ステップS12S)。

【 0 1 1 4 】

また、このバランシング放電を行っている状態で、ステップS13でこのバランシング放電を行っている単電池セルのCCV測定を行う指令がマイクロコンピュータ504で発生される。

このCCV測定指令に基づいて、バランシング放電を行っている単電池セルの端子間電圧の測定(ステップS13M)がメインセルコントローラIC301で行われる。またこれと同期して、サブセルコントローラIC302で、オン状態のバランシングスイッチ222の端子間電圧が測定される(ステップS13S)。

【 0 1 1 5 】

上記で説明したように、単電池セルのSOCを正確に算出するには、できるかぎり細かなステップで、単電池セルの端子間電圧の測定とバランシングスイッチ222の端子間電圧の測定を行うことが望ましい。たとえば、マイクロコンピュータ504の制御サイクル毎にリアルタイムで行うことが望ましい。ただし、車両の運転状態に応じて、単電池セルの端子間電圧の変動が緩やかな場合は、長い時間間隔で行ってもよい。

なお、各単電池セルのSOCの算出では、式(15)で示すように、電池システムの充放電電流も積算されている。この電池システムの充放電電流は、図1、2に示す電流センサ503、充放電電流検出回路によって検出されている。この充放電電流は、マイクロコンピュータ504の制御サイクル毎にリアルタイムで検出されている。この電池システムの充放電電流の検出ならびに、この充放電電流を積算したSOC値の算出、さらにはこのSOC値に基づく電池制御(電池システムの接続/切り離し、停止等)については、図示ならびに説明を省略する。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 6 】

図 8 のステップ S 1 2 S と S 1 3 S の右側で（同期処理）としてあるのは、バランスング放電は、バランスングスイッチを連続してオン状態にしているとしてもよく、このオン状態で、ステップ S 1 3 で単電池セルの C C V 測定指令が発生された場合にのみ、ステップ S 1 3 M とステップ S 1 3 S の動作を同期して行うからである。

【 0 1 1 7 】

メインセルコントローラ I C 3 0 1 でのバランスング放電対象単電池セルの端子間電圧測定（ステップ S 1 3 M）の測定データと、サブセルコントローラ I C 3 0 2 でのバランスングスイッチ端子間電圧測定（ステップ S 1 3 S）の測定データは上述の通信経路を介してマイクロコンピュータ 5 0 4 に送信される。ステップ S 1 4 では、上記でステップ S 1 0 で説明したように、バランスング放電電流 I_b が式（3）により各バランスング放電対象単電池セルに対して算出され、さらにこのバランスング放電電流を積算して総バランスング放電電流を算出する。

10

【 0 1 1 8 】

ステップ S 1 5 では、算出された総バランスング放電電流と S O C との差、およびバランスング放電電流 I_b に基づいて、バランスング放電時間を計算し、バランスングスイッチをオンとする時間の再計算を行い、バランスング放電対象の単電池セルのバランスング放電スケジュールの再設定を行う。

また、総バランスング放電電流が S O C 以上となった単電池セルに対しては、バランスング放電を終了するので、サブセルコントローラ I C 3 0 2 に対し、この単電池セルのバランスングスイッチ 2 2 2 をオフにする指令を送信する。この指令に基づいて、ステップ S 1 5 S で、サブセルコントローラ I C 3 0 2 はバランスングスイッチ 2 2 2 をオフとしてバランスング放電を停止する。

20

【 0 1 1 9 】

ステップ S 1 6 では、バランスング放電対象の単電池セルがまだ残っているかどうかを、ステップ S 1 5 でバランスング放電対象となっている単電池セルを確認する。バランスング放電対象の単電池セルが無ければステップ S 1 8 に進み、バランスング放電は完了となる。また、バランスング放電対象の単電池セルが残っていれば、バランスング放電対象の単電池セルのバランスング放電を継続する。

【 0 1 2 0 】

ステップ S 1 7 では、バランスング対象となる単電池セルに変更（減少）があれば、これを考慮してバランスング放電対象の単電池セルのリストを変更し、このリストに基づいて、ステップ S 1 3 以下の動作を繰り返す。

30

【 0 1 2 1 】

なお、図 8 の動作フローで、各単電池セルの O C V 測定（ステップ S 2、S 2 S、S 2 M 1、S 2 M 2）は、電池システム 1 0 4 にインバータ等の負荷が接続されていない状態で行われる。すなわち、たとえば電動車両の起動時等に行うことが望ましい。

ステップ S 3 以降は、電池システム 1 0 4 にインバータ等の負荷が接続された状態で行うことが可能である。ただし、バランスング放電中での最初の C C V 測定（S 8、S 9、S 8 S、S 9 S、S 9 M）での測定結果に基づいて、概略のバランスング放電時間を算出（ステップ S 1 1）するので、この最初の C C V 測定は、たとえば電動車両の起動時等で、車両がある程度安定した状態で行われることが望ましい。

40

【 0 1 2 2 】

上記の実施形態の説明で示した例では、電池システム 1 0 4 はセルグループ 1 0 2 を直列接続して構成したものとして説明した。電池システム 1 0 4 は複数のセルグループを直並列または並列に接続して構成したものであってよい。

【 0 1 2 3 】

また、上記では、メインセルコントローラ I C 3 0 1 とサブセルコントローラ I C 3 0 2 は、それぞれセルグループ 1 0 2 と 1 対 1 で設けるように説明したが、1 つのセルコントローラ I C ペア 3 0 0 で複数のセルグループを制御することも可能であり、また 1 つの

50

セルグループを複数のセルコントローラ IC ペア 300 で制御することも可能である。

【0124】

セルグループを構成する単電池セルの数は、セルグループを複数含む電池モジュール、あるいは電池システムの仕様により様々に変形実施が可能である。またこのような様々の電池システムの仕様は、この電池システムを搭載する HEV や PHEV、EV などの電動車両に必要な電力仕様に合わせて設定される。

【0125】

本発明による電池制御装置は、例えば上記で説明したセルコントローラ 200 の構成および機能は、このような様々の構成の電池システムにおいても適用可能である。このように、本発明による電池制御装置は様々な構成の電池システムに対して、また様々な仕様の電動車両に対して適用が可能である。

10

【0126】

また、上記では、メインセルコントローラ IC 301 とサブセルコントローラ IC 302 は同一仕様のセルコントローラであるとして説明したが、メインセルコントローラ IC 301 とサブセルコントローラ IC 302 は、それぞれ上記で説明した動作を実行できるものであればよく、同一の仕様でなくともよい。

特に、上記で説明した本発明による電池制御装置の一実施の形態ではメインセルコントローラ IC 301 のバランススイッチは、診断動作に用いる以外はオフ状態で使用している。また、この診断動作もサブセルコントローラ IC 302 のバランススイッチで実施可能である。したがって、上記で説明した電池制御装置の動作を行うことにおいては、メインセルコントローラ IC 301 のバランススイッチはなくともよい。

20

ただし、診断動作等を確実に行うことは車両の安全確認で重要な意義を持つので、メインセルコントローラ IC 301 とサブセルコントローラ IC 302 の双方で同様の機能を維持することで車両の安全性を向上することができる。

【0127】

なお、上記では、コマンドおよびデータ信号とクロック信号は、メインセルコントローラ IC 301 の間およびサブセルコントローラ IC 302 の間、さらには、バッテリーコントローラ 500 と最上位メインセルコントローラ IC および最上位サブセルコントローラとの間で双方向通信で行われると説明したが、特開 2010 - 228523 号公報で開示されているような一方向通信で行うことも可能なことは明らかである。

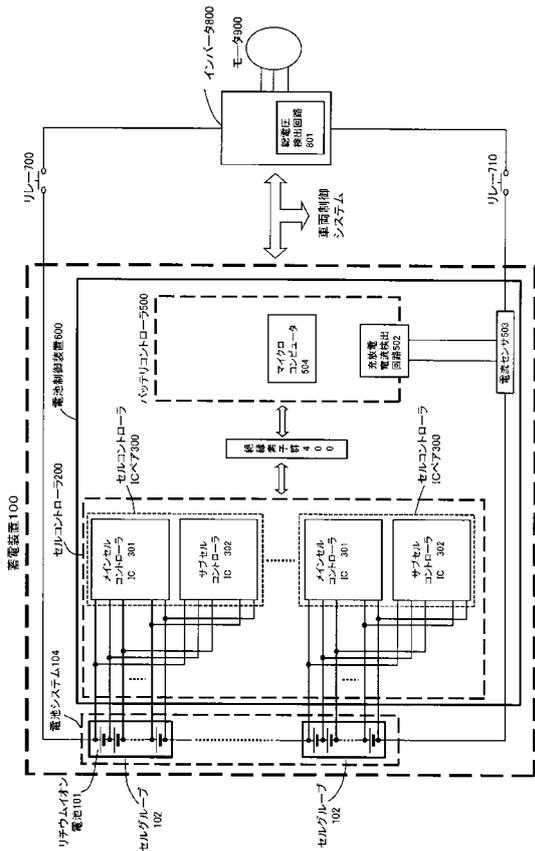
30

【0128】

以上の説明は本発明の実施形態の例であり、本発明はこれらの実施形態に限定されない。当業者であれば、本発明の特徴を損なわずに様々な変形実施が可能である。したがって、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

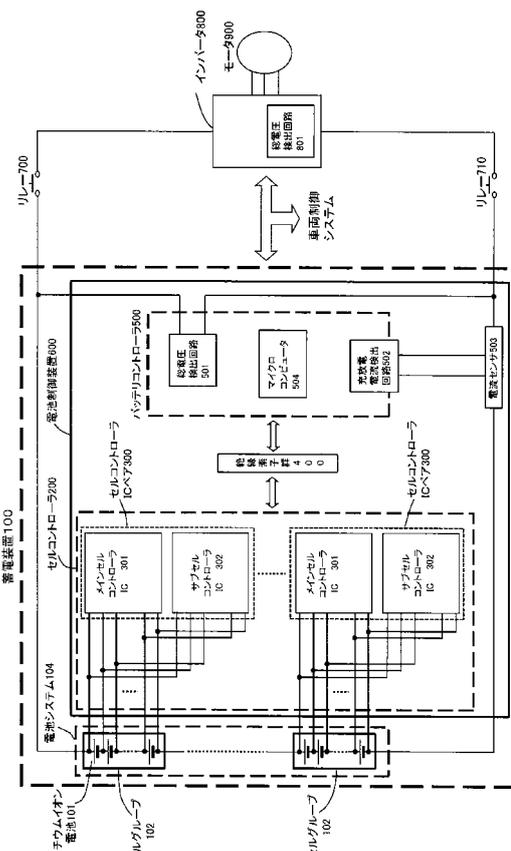
【 図 1 】

図1



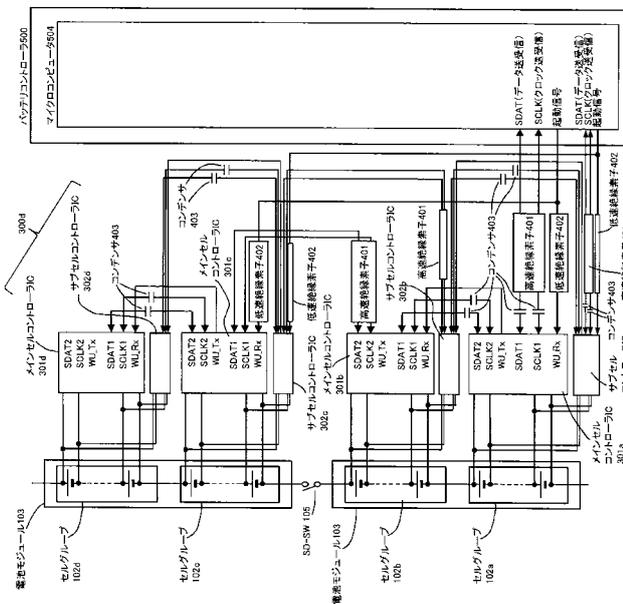
【 図 2 】

図2



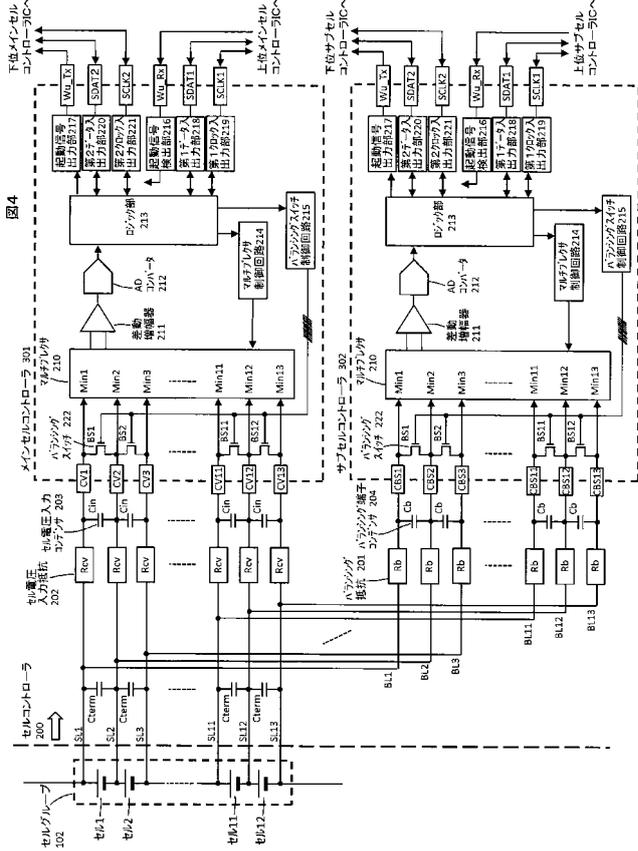
【 図 3 】

図3

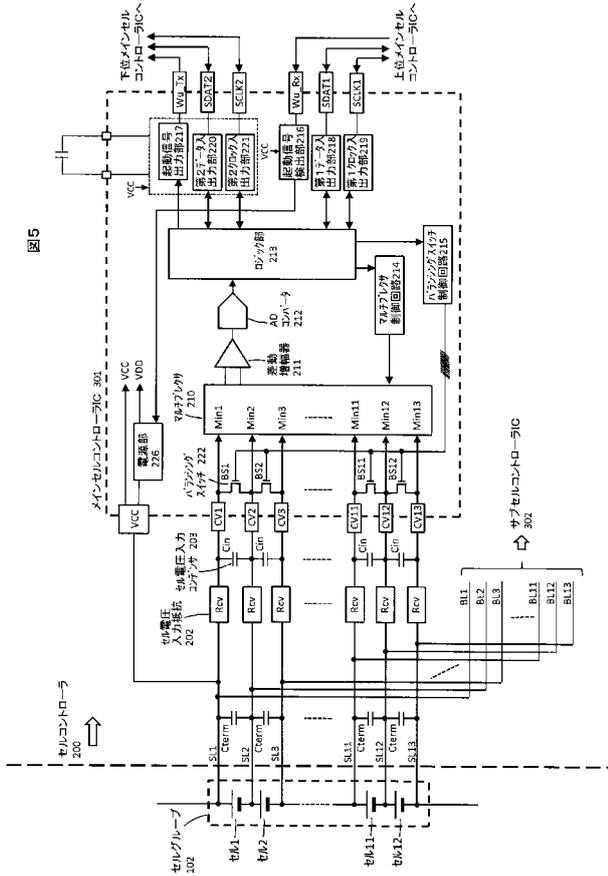


【 図 4 】

図4



【 図 5 】



【 図 6 】

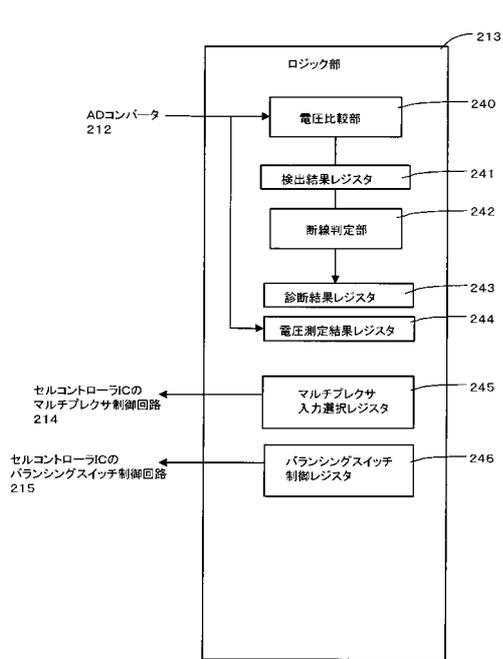
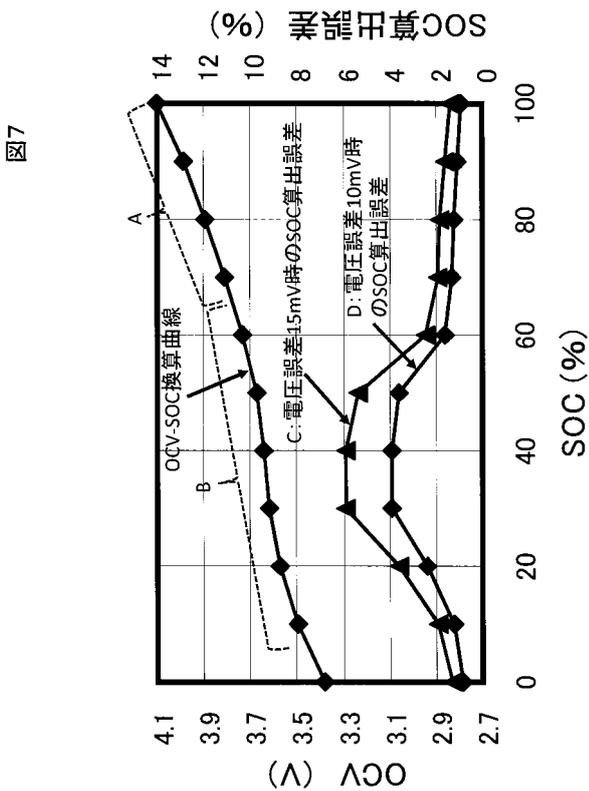
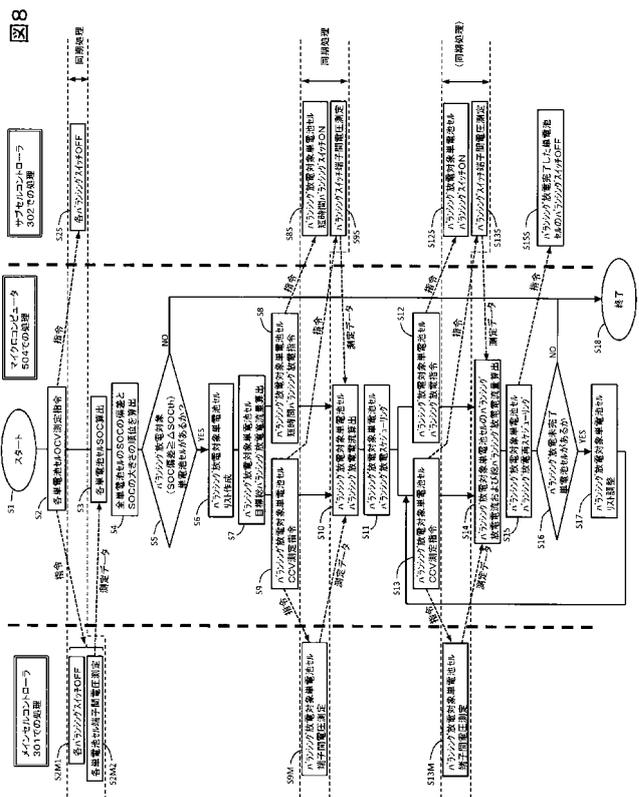


図 6

【 図 7 】



【 図 8 】



【手続補正書】

【提出日】平成24年11月15日(2012.11.15)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の単電池セルを直列接続したセルグループの充放電を制御する電池監視装置と、前記電池監視装置と通信して前記電池監視装置を制御する上位制御装置とを備えた電池制御装置であって、

前記電池監視装置は、

前記単電池セルの端子間電圧を測定する第1の制御ユニットと、

前記単電池セルのバラシング放電を行う第2の制御ユニットと、

前記単電池セルの端子間電圧を測定するための、前記単電池セルの正極および負極のそれぞれと前記第1の制御ユニットとを接続する複数の電圧検出線とを備え、

各々の前記電圧検出線には第1の抵抗が設けられ、

前記第2の制御ユニットには、前記第1の抵抗より前記単電池セル側で、各々の前記電圧検出線から分岐したバラシング線が接続され、

前記バラシング線には第2の抵抗が設けられ、

前記第2の制御ユニットは、前記単電池セルの正極に接続されたバラシング線と負極に接続されたバラシング線との間に接続された、当該単電池セルのバラシング放電を行うバラシングスイッチを前記単電池セル毎に備え、

前記上位制御装置は、前記第1の制御ユニットを制御して、一の単電池セルの端子間電圧の測定を行うとともに、前記第2の制御ユニットを制御して、前記一の単電池セルのバラシング放電を行うバラシングスイッチの端子間電圧の測定を、前記一の単電池セルのバラシング放電中に同期して行ない、前記一の単電池セルの端子間電圧の測定結果と、前記第2の制御ユニットによる前記バラシングスイッチの端子間電圧の測定結果と、前記第2の抵抗の抵抗値とから、前記一の単電池セルのバラシング電流を算出する電池制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の電池制御装置において、

前記セルグループは複数個設けられ、

前記第1の制御ユニットと前記第2の制御ユニットは複数の前記セルグループの各々に対応して設けられ、

前記電池監視装置は、

複数の前記第1の制御ユニットを起動する起動信号を前記上位制御装置から送信するための第1の通信経路と、複数の前記第2の制御ユニットを起動する起動信号を前記上位制御装置から送信するための第2の通信経路と、

複数の前記第1の制御ユニットと前記上位制御装置との間でデータを送受信するための第3の通信経路と、同期信号を送受信するための第4の通信経路と、

複数の前記第2の制御ユニットと前記上位制御装置との間でデータを送受信するための第5の通信経路と、同期信号を送受信するための第6の通信経路とを備える電池制御装置。

【請求項3】

請求項2に記載の電池制御装置において、

前記上位制御装置は、前記第1乃至第6の通信経路と絶縁素子を介して前記電池監視装置に接続される電池制御装置。

【請求項4】

(削除)

【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の電池制御装置において、
前記上位制御装置は、
前記バランシング電流を算出するバランシング電流算出部と、
前記バランシング電流算出部で算出されたバランシング電流に基づいて前記一の単電池セルの充電状態 (SOC) を算出する SOC 算出部とを有する電池制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の電池制御装置において、
前記バランシング電流算出部による算出と前記 SOC 算出部による算出とがリアルタイムで実行される電池制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 3 および請求項 5 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の電池制御装置において、
前記上位制御装置は、2つの隣り合うバランシングスイッチが同時にオンとならないように、前記第 2 の制御ユニットが制御されて、前記複数の単電池セルのバランシング放電が行われる電池制御装置。

【請求項 8】

複数の単電池セルを直列接続したセルグループの充放電を制御する電池監視装置と、
前記電池監視装置と通信して前記電池監視装置を制御する上位制御装置とを備えた電池制御装置であって、

前記電池監視装置は、

前記複数の単電池セルのそれぞれの端子間電圧を測定する第 1 の制御ユニットと、

前記複数の単電池セルのそれぞれの正負極端子をそれぞれ短絡するバランシングスイッチを有し、前記バランシングスイッチを閉成して前記複数の単電池セルに対してバランシング放電をそれぞれ行う第 2 の制御ユニットと、

前記複数の単電池セルのそれぞれの端子間電圧を前記第 1 の制御ユニットで測定するための複数の電圧検出線および複数のセル電圧入力抵抗と、

前記複数の単電池セルのそれぞれに対するバランシング放電を前記第 2 の制御ユニットで行うための複数のバランシング線および複数のバランシング抵抗とを備え、

前記上位制御装置は、前記第 1 の制御ユニットを制御して、一の単電池セルの端子間電圧の測定を行うとともに、前記第 2 の制御ユニットを制御して、前記一の単電池セルのバランシング放電を行うバランシングスイッチの端子間電圧の測定を、前記一の単電池セルのバランシング放電中に同期して行ない、前記一の単電池セルの端子間電圧の測定結果と、前記第 2 の制御ユニットによる前記バランシングスイッチの端子間電圧の測定結果と、前記第 2 の抵抗の抵抗値とから、前記一の単電池セルのバランシング電流を算出する電池制御装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の電池制御装置において、

前記第 2 の制御ユニットでバランシング放電を行うときのバランシング放電電流が前記セル電圧入力抵抗を通過しないように、前記バランシング線、前記バランシング抵抗、前記電圧検出線、前記セル電圧入力抵抗がそれぞれ配置されている電池制御装置。

【請求項 10】

請求項 8 または 9 に記載の電池制御装置において、

前記第 1 の制御ユニットと前記第 2 の制御ユニットでそれぞれ行われる端子間電圧測定とバランシング放電制御は、対象となる単電池セルに対して同期して行う電池制御装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の電池制御装置において、

前記上位制御装置は、前記同期の制御を行う電池制御装置。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2011/068690
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02J7/02(2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02J7/02 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2005-348457 A (Shin-Kobe Electric Machinery Co., Ltd.), 15 December 2005 (15.12.2005), paragraphs [0013] to [0018]; fig. 1 (Family: none)	1, 8, 9 2, 3, 10, 11
Y	JP 2005-318751 A (Shin-Kobe Electric Machinery Co., Ltd.), 10 November 2005 (10.11.2005), entire text; all drawings & US 2005/0242776 A1	2, 3, 10, 11
A	JP 2010-88179 A (Panasonic Corp.), 15 April 2010 (15.04.2010), paragraph [0038]; fig. 1 & WO 2010/038347 A1	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 04 November, 2011 (04.11.11)		Date of mailing of the international search report 15 November, 2011 (15.11.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/068690

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-166847 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 28 June 2007 (28.06.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 1 / 0 6 8 6 9 0									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02J7/02(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02J7/02											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2011年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2011年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2011年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2011年	日本国実用新案登録公報	1996-2011年	日本国登録実用新案公報	1994-2011年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2011年										
日本国実用新案登録公報	1996-2011年										
日本国登録実用新案公報	1994-2011年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
X Y	JP 2005-348457 A (新神戸電機株式会社) 2005. 12. 15, 【0013】 - 【0018】【図1】 (ファミリーなし)	1, 8, 9 2, 3, 10, 11									
Y	JP 2005-318751 A (新神戸電機株式会社) 2005. 11. 10, 全文、全図 & US 2005/0242776 A1	2, 3, 10, 11									
A	JP 2010-88179 A (パナソニック株式会社) 2010. 04. 15, 【0038】 【図1】 & WO 2010/038347 A1	1-11									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 04. 11. 2011		国際調査報告の発送日 15. 11. 2011									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 石川 晃	5 T 3986								
		電話番号 03-3581-1101 内線	3568								

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2011/068690
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-166847 A (日産自動車株式会社) 2007.06.28, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11

フロントページの続き

Fターム(参考) 5G503 AA07 BA03 BB02 DA08 FA06 GB06 GD03 HA01
5H030 AS08 FF41 FF43 FF44

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。