(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-105533
(P2012-105533A)
(43)公開日　平成24年5月31日(2012.5.31)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02J 7/02	(2006.01)	H02J	7/02	H	5G503
H01M 10/48	(2006.01)	H01M	10/48	301	5H030
H01M 10/44	(2006.01)	H01M	10/48	P	5H040
H01M 2/10	(2006.01)	H01M	10/44	P	5H125
B60L 3/00	(2006.01)	H01M	2/10	S	

審査請求 未請求　請求項の数 22　ＯＬ　外国語出願　（全 49 頁）　最終頁に続く

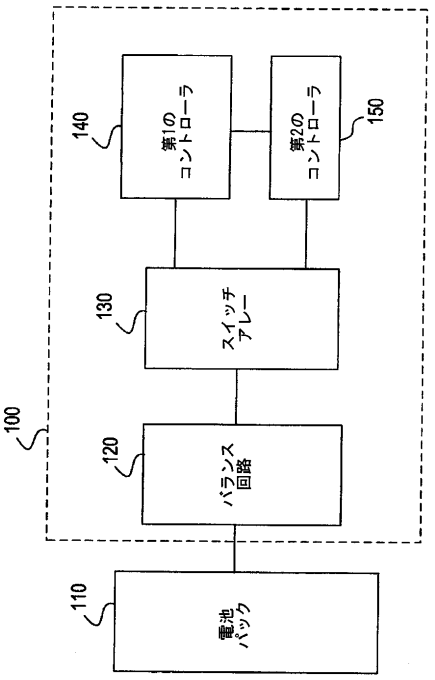
(21)出願番号　特願2011-243598 (P2011-243598)
(22)出願日　平成23年11月7日 (2011.11.7)
(31)優先権主張番号　12/941,365
(32)優先日　平成22年11月8日 (2010.11.8)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　500521843
オーツー　マイクロ，　インコーポレーテッド
アメリカ合衆国　９５０５４　カリフォルニア州，　サンタ　クララ，　パトリック　ヘンリー　ドライヴ　３１１８
(74)代理人　100108453
弁理士　村山　靖彦
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100089037
弁理士　渡邊　隆
(74)代理人　100110364
弁理士　実広　信哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電池管理のシステムおよび方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】対応するコントローラが各電池モジュールに割り当てられているため、電池パック内の電池モジュールの数が増加するにしたがってコントローラの数も増加する。
【解決手段】電池管理システムはスイッチアレーと第1及び第2コントローラとを含んでいる。スイッチアレーはこのスイッチアレーの導電状態に基づき電池パック内の複数の電池モジュールから1個の電池モジュールを選択する。第1コントローラはスイッチアレーを介して電池パック内の単電池の測定値情報を受信する。第2コントローラはスイッチアレーと第1コントローラとに接続され、スイッチアレーの導電状態を制御するための制御信号を供給する。第1コントローラは、測定値情報に基づき選択された電池モジュールがバランスを欠いた電池モジュールとして識別された場合、選択された電池モジュールのバランスを取るように、電池パックに接続されたバランス回路をさらに制御する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
スイッチアレーの導電状態に基づき電池パック内の複数の電池モジュールから1個の電池モジュールを選択するために動作可能な前記スイッチアレーと、
前記スイッチアレーに接続され、かつ前記スイッチアレーを介して前記電池パック内の電池の測定値情報を受信するために動作可能な第1のコントローラと、
前記スイッチアレーと前記第1のコントローラとに接続され、かつ前記スイッチアレーの前記導電状態を制御するための制御信号を供給するために動作可能な第2のコントローラと、を備え、
前記第1のコントローラは、選択された電池モジュールに関した測定値情報に基づき前記選択された電池モジュールがバランスを欠いた電池モジュールとして識別された場合、前記選択された電池モジュールのバランスを取るように、前記電池パックに接続されたバランス回路をさらに制御する電池管理システム。
【請求項２】
前記スイッチアレーは前記電池モジュールに対応する複数のスイッチユニットを含み、
前記スイッチユニットのそれぞれは単電池経路スイッチおよび電力経路スイッチを備えている、請求項1に記載の電池管理システム。
【請求項３】
前記単電池経路スイッチは、前記選択された電池モジュール内の複数の単電池と前記第1のコントローラとの間に接続され、かつ前記選択された電池モジュール内の前記単電池の単電池電圧を前記第1のコントローラに送るために動作可能である、請求項2に記載の電池管理システム。
【請求項４】
前記電力経路スイッチは、前記第1のコントローラの電力端子に接続され、かつ前記選択された電池モジュールにかかるモジュール電圧を前記第1のコントローラに印加するために動作可能である、請求項2に記載の電池管理システム。
【請求項５】
前記スイッチユニットは前記第2のコントローラに接続された制御スイッチをさらに備え、
前記制御信号は前記制御スイッチの導電状態を決定し、かつ、
前記制御スイッチの前記導電状態は、少なくとも部分的に、前記単電池経路スイッチの導電状態を決定する、請求項3に記載の電池管理システム。
【請求項６】
前記電池パック内の隣接した電池モジュールは重なり単電池を共有する、請求項1に記載の電池管理システム。
【請求項７】
前記重なり単電池の電圧は、前記隣接した電池モジュール間のバランスを達成するための参照電圧として使用される、請求項6に記載の電池管理システム。
【請求項８】
前記第2のコントローラは、前記第1のコントローラから前記電池パック内の前記単電池の前記測定値情報を受信する、請求項1に記載の電池管理システム。
【請求項９】
前記第2のコントローラは、前記測定値情報に基づき前記電池モジュールのバランスレベルを決定し、かつ、
前記第2のコントローラは、前記バランスレベルに基づき前記電池モジュールに時間区間を割り当てる、請求項8に記載の電池管理システム。
【請求項１０】
前記第2のコントローラと前記電池パックに接続された充電器をさらに備え、
前記第2のコントローラは前記測定値情報に基づき前記充電器を制御する、請求項9に記載の電池管理システム。

【請求項１１】
前記第2のコントローラと、前記電池パックとに接続された放電スイッチをさらに備え、
前記第2のコントローラは前記測定値情報に基づき前記放電スイッチの導電状態を制御する、請求項9に記載の電池管理システム。
【請求項１２】
前記第2のコントローラは前記測定値情報に基づき前記電池パックの異常状態を識別し、かつ、
前記異常状態は、過電圧状態、不足電圧状態、および、温度過昇状態からなる一群から選択された状態である、請求項9に記載の電池管理システム。
【請求項１３】
前記第1のコントローラと前記第2のコントローラとの間に接続され、かつ前記第2のコントローラを前記第1のコントローラから電気的に隔離するために動作可能である遮路器をさらに備えている、請求項1に記載の電池管理システム。
【請求項１４】
前記バランス回路は複数のバランスユニットを備え、
前記バランスユニットは前記電池モジュールの1つにそれぞれ対応し、かつ、
前記第1のコントローラは前記バランスを欠いた電池モジュールのために単電池バランス化を実行するように、対応するバランスユニットを制御する、請求項1に記載の電池管理システム。
【請求項１５】
複数の電池モジュールを備えた電池パックを管理するための方法であって、
第1のコントローラによって、前記電池パックの前記複数の電池モジュール内の単電池の測定値情報を取得する段階と、
複数の時間区間中に前記第1のコントローラに接続されるための前記複数の電池モジュールを選択する段階であって、前記電池モジュールのそれぞれは対応する時間区間中に前記第1のコントローラに電気的に接続される段階と、
選択された電池モジュールが、前記選択された電池モジュールに関した測定値情報に基づきバランスを欠いた電池モジュールとして識別されると、前記選択された電池モジュール内の単電池のバランスを取る段階と、を備えた方法。
【請求項１６】
前記複数の電池モジュール内の単電池の前記測定値情報に基づき前記複数の電池モジュールのバランスレベルを決定する段階と、
前記バランスレベルに基づき前記複数の時間区間を前記複数の電池モジュールに割り当てる段階と、をさらに備えた請求項15に記載の方法。
【請求項１７】
前記複数の電池モジュールのうちの隣接した電池モジュールによって重なり単電池を共有する段階と、
前記隣接した電池モジュールのバランスを取るための参照電圧として前記重なり単電池の電圧を使用する段階と、をさらに備えた請求項15に記載の方法。
【請求項１８】
前記選択された電池モジュールにかかるモジュール電圧によって前記第1のコントローラに通電する段階をさらに備えた、請求項15に記載の方法。
【請求項１９】
前記複数の電池モジュール内の単電池の前記測定値情報に基づき前記電池パックに接続された放電スイッチを制御する段階をさらに備えた、請求項15に記載の方法。
【請求項２０】
前記複数の電池モジュール内の単電池の前記測定値情報に基づき前記電池パックに接続された充電器を制御する段階をさらに備えた、請求項15に記載の方法。
【請求項２１】

前記複数の電池モジュール内の単電池の前記測定値情報に基づき前記電池パック異常状態を識別する段階をさらに備え、
前記異常状態は、過電圧状態、不足電圧状態、および温度過昇状態からなる一群から選択された、請求項15に記載の方法。
【請求項２２】
車両であって、
電力を供給するための電池システムと、
前記電池システムに接続され、かつ前記電力を運動エネルギーに変換するためのエンジンと、
前記電池システムおよび前記エンジンを収納するための車体と、
前記車体の下にあり、前記エンジンからの前記運動エネルギーによって推進されると前記電気自動車を移動させるための複数の車輪と、を備え、
前記電池システムは
電池パックと
スイッチアレーの導電状態に基づき、前記電池パック内の複数の電池モジュールの電池モジュールを選択するために動作可能な前記スイッチアレーと、
前記スイッチアレーに接続され、かつ前記スイッチアレーを介して前記電池パック内の単電池の測定値情報を受信するために動作可能な第1のコントローラと、
前記スイッチアレーと前記第1のコントローラとに接続され、かつ前記スイッチアレーの前記導電状態を制御するための制御信号を供給するために動作可能な第2のコントローラと、を備え、
前記第1のコントローラは、選択された電池モジュールに関した測定値情報に基づき前記選択された電池モジュールがバランスを欠いた電池モジュールとして識別された場合、前記選択された電池モジュールのバランスを取るように、電池パックに接続されたバランス回路をさらに制御する自動車。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、電池管理のシステムおよび方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
電子デバイスに対する要求が拡大し、電池パック、例えば、充電可能電池パックの迅速な開発を駆り立てている。バッテリパックにはリチウムイオン電池や鉛蓄電池などの様々なタイプのものがある。電池パックは直列に接続された複数の電池モジュールを含むことが可能であり、このモジュールのそれぞれは複数の単電池および2個の端子をさらに含むことが可能である。各電池モジュールにかかるモジュール電圧はこれら2個の端子を介してモニタ可能である。電池モジュールに1つまたは複数の欠陥のある単電池が含まれている場合、その電池モジュールは問題を起こす。したがって、電池パック全体が悪影響を受けることもある。加えて、電池モジュール内のいずれか2個の単電池の間でバランスを欠いた場合、電池パックの老化の過程が加速され、そのため、電池パックの寿命は短くなってしまう。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
この問題に対する従来の解決策は、この複数の電池モジュールに複数のコントローラをそれぞれ1個ずつ割り当てることである。各コントローラは対応する電池モジュールを専用にモニタする。各コントローラは対応する電池モジュール内の各単電池をモニタし、かつ、対応する電池モジュール内の単電池のバランスを取るように対応するバランス回路を制御する。したがって、電池パック内の複数の電池モジュール間のバランスは、複数のコントローラを使用することによって達成される。各電池モジュールには対応するコントロ

ーラが割り当てられているため、電池パック内の電池モジュールの数が増加するに従ってコントローラの数も増加する。そのため、電池管理システムのコストが増加してしまう。

【課題を解決するための手段】

【０００４】

一実施形態において、電池管理システムはスイッチアレーと、第1のコントローラと、第2のコントローラと、を含んでいる。スイッチアレーは、スイッチアレーの導電状態に基づき電池パック内の複数の電池モジュールから1個の電池モジュールを選択する。第1のコントローラはスイッチアレーに接続され、スイッチアレーを介して電池パック内の単電池の測定値情報を受信する。第2のコントローラはスイッチアレーおよび第1のコントローラに接続され、スイッチアレーの導電状態を制御するための制御信号を供給する。さらに、選択された電池モジュールに関した測定値情報に基づき、選択された電池モジュールがバランスを欠いた電池モジュールとして識別されると、第1のコントローラは、選択された電池モジュールのバランスを取るように電池パックに接続されたバランス回路を制御する。

【０００５】

請求されている発明の対象の実施形態の特徴および長所は以下の詳細な説明を読み、同じ参照番号が同じ部分を示す各図面を参照すると明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【０００６】

【図１】本発明の一実施形態による電池管理システムのブロック図である。

【図２】本発明の一実施形態による図1の電池パックの一例を示す図である。

【図３】本発明の一実施形態による電池管理システムのブロック図である。

【図４】本発明の他の実施形態による電池管理システムのブロック図である。

【図５】本発明の一実施形態による図4の電池モジュールのための電池管理回路の概略図である。

【図６】本発明の一実施形態による図5のバランスサブ回路の概略図である。

【図７】本発明の他の実施形態による電池管理システムのブロック図である。

【図８】本発明の一実施形態による電池パックを管理するための方法のフロー図である。

【図９】本発明の一実施形態による電池管理システムを有する電気自動車を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【０００７】

本発明の実施形態をここに詳細に参照する。本発明はこれらの実施形態に関して説明される一方で、それらの実施形態が本発明をそれらの実施形態に限定するようには意図されていないことを理解されよう。逆に、本発明は、従属する特許請求の範囲によって定義された本発明の精神および範囲に含まれる可能性のある変形例、変更例および等価物を網羅することが意図されている。

【０００８】

さらに、本発明の以下の詳細な説明においては、本発明の完全な理解をもたらすために多くの特定の詳細が述べられている。しかし、当業者には、本発明がこれらの特定の詳細を用いずに実施可能であることが理解されよう。それ以外の場合では、本発明の態様を不必要に不明瞭にしないために、よく知られている方法、手順、構成部分および回路は詳細には説明しない。

【０００９】

本開示による実施形態は電池管理システムを提供する。この電池管理システムはスイッチアレー、第1のコントローラおよび第2のコントローラを含んでいる。スイッチアレーは、スイッチアレーの導電状態に基づき電池パック内の複数の電池モジュールから1個の電池モジュールを選択する。第1のコントローラはスイッチアレーに接続され、スイッチアレーを介して電池パック内の単電池の測定値情報を受信する。第2のコントローラはスイッチアレーおよび第1のコントローラに接続され、スイッチアレーの導電状態を制御する

ための制御信号を供給する。さらに、選択された電池モジュールに関した測定値情報に基づき、選択された電池モジュールがバランスを欠いた電池モジュールとして識別されると、第1のコントローラは、選択された電池モジュールのバランスを取るように電池パックに接続されたバランス回路を制御する。

【００１０】

図1は本発明の一実施形態による電池管理システム100のブロック図である。電池管理システム100内の電池パック110は、リチウムイオン電池または鉛蓄電池であってもよいが、これらに限定されない。一実施形態において、電池パック110は複数の電池モジュールを含み、電池モジュールのそれぞれは1つまたは複数の単電池を含んでいる。図1の例において、電池管理システム100は、電池パック110に接続されたスイッチアレー130と、スイッチアレー130に接続された第1のコントローラ140と、第1のコントローラ140とスイッチアレー130の両方に接続された第2のコントローラ150と、第1のコントローラ140に接続されたバランス回路120と、を含んでいる。図1の例において、バランス回路120はスイッチアレー130を介して第1のコントローラ140に接続されている。代案として、バランス回路120は第1のコントローラ140に直接接続可能であり、スイッチアレー130はバランス回路120を介して第1のコントローラ140に接続されている。

【００１１】

一実施形態において、スイッチアレー130は、スイッチアレーの導電状態に基づき、第1のコントローラ140に接続されるべき電池パック110内の電池モジュールを選択する。第1のコントローラ140はスイッチアレー130を介して電池パック110内の単電池の測定値情報を受信し、さらに、第2のコントローラ150に測定値情報を供給する。一実施形態において、測定値情報は電圧情報および温度情報を含むが、これらに限定されない。第2のコントローラ150は、スイッチアレー130の導電状態を制御するためにスイッチアレー130に制御信号を送り、スイッチアレー130は、これを受けて、電池パック110内の対応する電池モジュールを第1のコントローラ140に接続する。電池モジュールが選択されると、選択された電池モジュール内の単電池の間でバランスを欠いている場合、すなわち、選択された電池モジュールに関した測定値情報に基づき、選択された電池モジュールがバランスを欠いた電池モジュールとして識別された場合、第1のコントローラ140は選択された電池モジュールのバランスを取るようにバランス回路120を制御可能である。このため、電池パック110のバランスが達成される。

【００１２】

一実施形態において、第2のコントローラ150は、例えばバランスを欠いた電池モジュールとして識別された1つまたは複数の電池モジュールのバランスを取るために、測定値情報に基づき時間区間を割り当てるためのタイマを含んでいる。このため、電池パック110のバランス化はさらに効率的に遂行可能となる。これは図3を参照して説明する。

【００１３】

第1のコントローラ140が、例えば接続されている順に、電池パック110の複数の電池モジュールのバランスを取るので、従来の手法のように各電池モジュールに個別のコントローラを割り当てることは不要となる。このため、本発明の実施形態における電池管理システムのコストは低減される。

【００１４】

図2は本発明の一実施形態による図1の電池パック110の一例を示す図である。図2に示すように、電池パック110は直列に接続された電池モジュール101から104を含んでいる。電池モジュール101から104のそれぞれは、複数の単電池、例えば、電池モジュール101内には単電池111、112から116、電池モジュール102内には単電池211、212から216、電池モジュール103内には単電池311、312から316、かつ、電池モジュール104内には単電池411、412から416を含んでいる。各単電池は陽極端子および陰極端子を有している。例えば、1個の電池モジュール内の単電池は端子190、191から196を有し、ここで、端子190または196は隣接する電池モジュールの陰極または陽極のモジュール端子に接続可能である。電池モジュール101から104に関しては、モジュール端子が端子180から184を含み、ここで、図2

の例では端子180および184が陽極および陰極のパック端子としてさらに使用可能である。例として、各単電池の電圧が約2Vである場合、各電池モジュールにかかるモジュール電圧は12Vである。例示であって限定ではない目的で、6個の単電池を備えた電池モジュールを図2に示す。電池モジュールの数と各電池モジュール内の単電池の数は様々な応用例によって変更可能である。

【００１５】

図3は本発明の一実施形態による電池管理システム300のブロック図である。図1および2と同様に番号付けされた要素は同様の機能を有する。図3の例において、バランス回路120は複数のバランスユニット121から124を含み、各バランスユニットは電池パック110内の電池モジュール101から104の1つに対応している。各バランスユニットは複数のバランスサブ回路を含み、各バランスサブ回路は対応する電池モジュール内の単電池の1個に対応する。これは図5を参照してさらに説明する。さらに、バランス回路120と第1のコントローラ140の間に接続されたスイッチアレー330は複数のスイッチユニット131から134を含み、各スイッチユニットは電池パック110内の電池モジュール101から104の1個に対応している。

【００１６】

一実施形態において、第2のコントローラ150はスイッチユニット131から134の1個をオンに切り替え、それによって、オンに切り替えられたスイッチユニットに対応する電池モジュールが選択される。例えば、スイッチユニット131から133は、電池モジュール101から104内の単電池の電圧が第1のコントローラ140によってサンプリングされるように、電池管理システム300の初期走査段階において順にオンに切り替えられる。電池モジュール101から104の単電池電圧情報は、第1のコントローラ140から第2のコントローラ150にさらに送信される。一実施形態において、単電池電圧情報に基づき、第2のコントローラ150は電池モジュール101から104のバランスレベルを決定し、これらのバランスレベルに従って電池モジュール101から104に個々に時間区間を割り当てる。

【００１７】

より詳細には、電池パック110内の単電池の電圧に基づき、第1のコントローラ140は各電池モジュール内の単電池間の単電池電圧差を計算し、各電池モジュール内でバランスを欠いているか否かを決定する。一実施形態では、電池モジュール内のいずれか2個の単電池間の単電池電圧差が所定の閾値V_{THM}を超えた場合に、その電池モジュールはバランスを欠いた電池モジュールとして識別可能となる。

【００１８】

さらに、一実施形態において、第2のコントローラ150は、各電池モジュールに対する最大単電池電圧差に基づき電池モジュール101から104のバランスレベルを決定する。例えば、電池モジュール102に対する最大単電池電圧差が電池モジュール101から104に対する最大単電池電圧差のうちで最大である場合、第2のコントローラ150は、電池モジュール102が最低のバランスレベルを有すると決定する。これに対して、電池モジュール103に対する最大電圧差が全ての最大電圧差のうちで最小、例えば、所定の閾値V_{THM}より低いと、第2のコントローラ150は、電池モジュール103が最高のバランスレベルを有すると、例えば、バランスされたと決定する。

【００１９】

一実施形態では、あるバランスサイクルにおいて、第1のコントローラ140に例えば順に接続するために、電池モジュール101から104が選択され、かつ、バランスサイクルに対する総バランス時間が予め決定されている。バランスレベルに基づき、第2のコントローラ150は総バランス時間を異なった時間区間に分割し、異なった時間区間を個々の電池モジュールに割り当てる。例えば、最高のバランスレベルを有する電池モジュールには最短の継続時間を有する時間区間が割り当てられる一方、最低のバランスレベルを有する電池モジュールには最長の継続時間を有する時間区間が割り当てられる。すなわち、電池モジュールのバランスレベルが悪化すればするほど、その電池モジュールにはより長い時間が割り当てられる。電池モジュールが健全なバランスレベルを有すると、例えばバランスされて

いると、その電池モジュールに割り当てられた時間区間は相対的に短くなる。なぜなら、そのバランスされている電池モジュールには、何らのバランス化も必要ないからである。一実施形態では、バランスサイクルにおいて、バランスを欠いた電池モジュールが識別された場合、対応する電池モジュールに単電池バランス化を行うために、第1のコントローラ140は対応するバランスユニットを制御し、かつ、この電池モジュールのための割り当て時間区間中に単電池バランス化が行われた後で更新済みの単電池電圧情報をサンプリングする。一実施形態において、(例えば、前のバランスサイクル中に第1のコントローラによってサンプリングされた電池モジュールの単電池電圧情報に従って)対応する電池モジュールのバランスが取られた場合、第1のコントローラはバランス化を行うようにはバランスモジュールを制御しないが、比較的短い対応する割り当て時間区間中にこの電池モジュールの単電池電圧情報をサンプリングする。このため、バランス化手順はさらに効率的に行われる。したがって、電池バック110が、それでもバランスを欠いた状態にあれば、更新済みの単電池電圧情報に基づき、第2のコントローラ150は次のバランスサイクルにおいて各電池モジュールに対する時間区間を決定可能である。

【００２０】

電池モジュール102を例に取る。バランスサイクルにおいて電池モジュール102に対する時間区間が到来すると、第2のコントローラ150は、第1のコントローラ140に電池モジュール102を接続するためにスイッチユニット132をオンに切り替える。電池モジュール102がバランスを欠いた電池モジュールとして識別された場合、電圧情報に基づき、第1のコントローラ140は電池モジュール102のバランスを取るようにバランスユニット122を制御し、単電池バランス化が行われた後で電池モジュール102の更新済み単電池電圧情報をさらにサンプリングする。しかし、電池モジュール102のバランスが取れていれば、バランスユニット122による単電池バランス化は行われず、第1のコントローラは電池モジュール102の更新済み単電池電圧情報をサンプリングする。電池モジュール102の更新済み単電池電圧情報は、次のバランスサイクルにおける電池モジュール102に対する時間区間を決定するために使用可能である。電池モジュール102に対する割り当て時間区間が満了すると、スイッチユニット132はオフに切り替えられ、スイッチユニット133がオンに切り替えられる。その結果、電池モジュール102に対する時間区間は終了し、次の電池モジュール、例えば電池モジュール103に対する時間区間が後に続く。

【００２１】

異なったバランスレベルを有する電池モジュールにはバランス化のために異なった時間区間が割り当てられているため、各バランスサイクルはさらに効率的な方法で実行される。このため、電池管理システム300のバランス効率は向上されている。

【００２２】

図4は本発明の他の実施形態による電池管理システム400のブロック図である。図1から3と同様に番号付けされた要素は同様の機能を有する。図3の電池管理システム300とは異なり、電池パック110内の単電池は重なり合う電池モジュール101’から105’に分割されている。例えば、隣接する電池モジュールは1個または複数の単電池を共有しており、これは以下重なり単電池と呼ぶ。同様に、バランス回路120内のバランスサブ回路は重なりバランスユニット121’から125’にグループ分けされ、各バランスユニットは重なり電池モジュール101’から105’の1個に対応している。さらに、スイッチユニット131’から135’を含んだスイッチアレー130’は、重なり電池モジュール101’から105’の1個を選択するために使用される。

【００２３】

電池管理システム400は、図3を参照して検討されたシステムと同じ方法で動作するが、電池管理システム400は、電池パック110内の異なった電池モジュール間のバランスを達成するための参照電圧として1個の重なり単電池の単電池電圧をさらに使用する。例えば、電池モジュール101’のバランスが取れていると、重なり単電池114から116の単電池電圧は、電池モジュール102’のバランスを取る時に参照電圧として使用される。このため、電池モジュール102’に対するバランスが行われた時、これに従って、隣接する電池モジ

ュール101’および102’間のバランスが達成される。

【００２４】

図5は本発明の一実施形態による図4の電池モジュール103’を管理するための電池管理回路500の概略図の一例を示す図である。図3および4と同様に番号付けされた要素は同様の機能を有する。図5の例において、電池管理回路500はバランスユニット123’、スイッチユニット133’、第1のコントローラ140、および、第2のコントローラ150を含んでいる。バランスユニット123’は、単電池213から216および311から312それぞれのバランスを取るためのバランスサブ回路501から506をさらに含んでいる。スイッチユニット133’は、トランジスタQ11からQ27、抵抗181から182、およびダイオードD30およびD31を含んでいる。図3および4の各電池モジュールに対する電池管理回路は、電池管理回路500と同様とすることが可能である。

【００２５】

一実施形態において、スイッチユニット133’は第2のコントローラ150からの制御信号によってオンとオフとに切り替えられる。より詳細には、トランジスタQ27は第2のコントローラ150に接続され、第2のコントローラ150からの制御信号によってオンとオフとに切り替えられる。一実施形態において、トランジスタQ27のエミッタは陽極モジュール端子(単電池213の陽極端子)に接続され、トランジスタQ27のベースは、直列に接続された抵抗R181およびダイオードD31を介して第2のコントローラ150の端子(例えば、入出力端子)に接続され、かつ、トランジスタQ27のコレクタは直列に接続された抵抗R173からR180およびR123に接続されている。抵抗R182はトランジスタQ27のベースとエミッタの間に接続されている。第2のコントローラ150からの制御信号が低い電圧(論理0)を有していると、抵抗R182にはトランジスタQ27をオンに切り替えるための電圧が生じる。この制御信号が高い電圧(論理1)を有していると、抵抗R182には何らの電圧も発生せず、したがって、トランジスタQ27はオフに切り替えられる。

【００２６】

トランジスタQ13からQ24は電池モジュール103’内の単電池と第1のコントローラ140の間に接続されている。トランジスタQ13からQ24がオンに切り替えられると、電池モジュール103’内の単電池の単電池電圧は、これらのトランジスタを介して第1のコントローラ140に送られる。一実施形態において、トランジスタQ13からQ24は複数のトランジスタセットにグループ分けされ、各トランジスタセットは単電池の1個と第1のコントローラ140の間に接続されている。図5の例において、トランジスタQ13およびQ14のトランジスタセットはP型金属酸化物半導体(PMOS)トランジスタである。残りのトランジスタセット、例えば、トランジスタQ15からQ24は、N型金属酸化物半導体(NMOS)トランジスタである。

【００２７】

PMOSトランジスタQ13およびQ14に関して、トランジスタQ13のドレインはバランスサブ回路501に接続され、トランジスタQ14のドレインは第1のコントローラ140に接続されている。さらに、トランジスタQ13およびQ14のゲートは、直列に接続された抵抗R174およびダイオードD30を介して第2のコントローラ150の端子にともに接続され、トランジスタQ13およびQ14のソースは、抵抗R173を介してこれらのゲートにともに接続されている。一実施形態において、第2のコントローラ150からの制御信号が論理1であると、抵抗R173には何らの電圧も発生せず、したがって、トランジスタQ13およびQ14はオフに切り替えられる。第2のコントローラ150からの制御信号が論理0であると、抵抗R173には電圧が発生し、したがって、トランジスタQ13およびQ14はオンに切り替えられる。

【００２８】

NMOSトランジスタセット、例えば、Q15およびQ16に関して、トランジスタQ15のドレインはバランスサブ回路502に接続され、トランジスタQ14のドレインは第1のコントローラ140に接続されている。さらに、トランジスタQ15およびQ16のゲートは互いに接続され、トランジスタQ15およびQ16のソースは抵抗R175を介してこれらのゲートにともに接続されている。第2のコントローラ150からの制御信号によってトランジスタQ27がオンに切り替えられると、これに従って、トランジスタQ15およびQ16をオンに切り替えるための電圧が抵

抗R175に発生する。第2のコントローラ150からの制御信号によってトランジスタQ27がオフに切り替えられると、抵抗R175には何らの電圧も発生せず、したがって、トランジスタQ15およびQ16はオフに切り替えられる。Q17からQ24を含むトランジスタセットは同様の接続を有し、かつQ15およびQ16を含むトランジスタセットとしての動作を有する。

【００２９】

トランジスタQ11およびQ12は第1のコントローラ140の電力端子に接続され、かつ電池モジュール103’の陽極モジュール端子(単電池213の陽極端子)にも接続されている。トランジスタQ25およびQ26は第1のコントローラ140の接地端子に接続され、かつ電池モジュール103’の陰極モジュール端子(単電池312の陰極端子)にも接続されている。トランジスタQ11、Q12、Q25、およびQ26がオンに切り替えられると、電池モジュール103’にかかるモジュール電圧は第1のコントローラ140の電力端子に印加される。図5の例において、トランジスタQ11およびQ12はPMOSトランジスタであり、かつQ13およびQ14を含むトランジスタセットと同様の接続および動作を有している。トランジスタQ25およびQ26はNMOSトランジスタであり、かつQ15およびQ16を含むトランジスタセットと同様の接続および動作を有している。

【００３０】

したがって、トランジスタQ11からQ27は3つの範疇に分割可能である。トランジスタQ11、Q12、Q25、およびQ26を含む第1の範疇は、電力経路を提供するための電力経路スイッチと呼ぶ。電力経路が導電性であると、第1のコントローラ140は電池モジュール103’にかかるモジュール電圧によって電力を供給され、このモジュール電圧は電力経路を介してコントローラ140の電力端子に印加される。トランジスタQ13からQ24を含む第2の範疇は、第1のコントローラ140に単電池電圧を送るための経路を供給するための単電池経路スイッチと呼ぶ。トランジスタQ27を含む第3の範疇は、少なくとも部分的に、他のスイッチ、例えば単電池経路スイッチの導電状態を決定するために第2のコントローラ150によって制御される制御スイッチと呼ぶ。さらに、図5はスイッチユニット133’の一例を示している。第1のコントローラ140には選択された電池モジュールによって電力が供給可能であり、選択された電池モジュールの単電池電圧が第1のコントローラ140によってサンプリング可能である限り、このスイッチユニットに含まれているトランジスタは異なった数、構造、および配線接続を有することが可能である。

【００３１】

一実施形態において、単電池経路スイッチがオンに切り替えられると、第1のコントローラ140は、電池モジュール103’内の単電池のバランスをそれぞれ取るようにバランスユニット123’内のバランスサブ回路501から506を制御する。例えば、単電池214のバランスを取る時、第1のコントローラ140は単電池のバランス化を行うようにバランスサブ回路502を制御する。

【００３２】

さらに、バランスユニット123’によって電池モジュール103’のバランスが取られた後に、次の電池モジュール、例えば、電池モジュール104’に対する時間区間が到来する。電池モジュール104’にバランス化を行う時は、重なり単電池312の電圧が参照電圧として使用される。このため、残りの単電池313から316および411は、電池モジュール104’のバランス化が完了すると参照電圧のところにバランスを取られ、したがって、隣接した電池モジュール103’および104’間のバランスも達成される。その結果、これに従って、電池パック110内の複数の電池モジュールのバランスが取られる。

【００３３】

図6は本発明の一実施形態によるバランスサブ回路502の概略図の一例を示している。一実施形態において、単電池214とスイッチユニット133’の間に接続されたバランスサブ回路502は、直列に接続された抵抗R2およびトランジスタQ2を含んでいる。トランジスタQ2のエミッタは単電池214の陽極端子に接続され、抵抗R27を介してスイッチユニット133’内のトランジスタQ15にさらに接続されている。トランジスタQ2のコレクタは、抵抗R2の一端子に接続され、トランジスタQ2のベースは抵抗R28を介してスイッチユニット133’内

のトランジスタQ15に接続されている。抵抗R27の他方の端子は単電池214の陰極端子に接続されている。トランジスタQ15およびQ16がオンに切り替えられると、第1のコントローラ140は、単電池214のバランスを取る場合に、トランジスタQ2がオンに切り替えられるようにこれを制御する。より詳細には、第1のコントローラ140は、例えば単電池電圧が比較的高いために単電池214のバランスを取る場合に、トランジスタQ2をオンに切り替えるために抵抗R27を介して電流が流れることを可能にする。トランジスタQ2がオンに切り替えられると、電池モジュール103’内の他の単電池とバランスが取れるように単電池214の電圧が低減するように、単電池214はトランジスタQ2および抵抗R2を介して放電する。

【００３４】

一実施形態において、バランスサブ回路502はダイオードD2をさらに含んでいる。ダイオードD2の陰極は抵抗R2に接続され、単電池214の陰極端子にも接続されている。ダイオードD2の陽極はトランジスタQ17に接続されている。ダイオードD2を使用することによって、第1のコントローラ140からの比較的小さな電流がトランジスタQ2をオフに切り替えることが可能となるように、トランジスタQ2のコレクタは比較的高い電圧にクランプされる。このように、比較的安価なトランジスタQ2は、バランス機能を達成するためにダイオードD2とともに使用可能である。

【００３５】

図7は本発明の他の実施形態による電池管理システム700のブロック図である。図1から6と同様に番号付けされた要素は同様の機能を有する。詳細には、バランス回路120、スイッチアレー130、第1のコントローラ140、および第2のコントローラ150は図1から6に示されたものと同じ構造を有することが可能である。

【００３６】

電池管理システム700は、電池パック110の陽極パック端子と陰極パック端子の間に接続された充電器790をさらに含んでいる。充電器790は第2のコントローラ150の制御のもとで電池パック110を充電する。さらに、電池管理システム700は放電スイッチ770をさらに含んでいる。放電スイッチ770の一端子は電池パック110の陰極パック端子に接続され、負荷780が放電スイッチ770の他方の端子と電池パック110の陽極パック端子の間に接続されている。放電スイッチ770は第2のコントローラ150の制御のもとで電池パック110の放電を制御する。一実施形態において、放電スイッチ770は金属酸化物半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)を備えている。電池パック110が異常な状態にあることを第1のコントローラ140が検出すると、第1のコントローラ140は、これに従って保護対策を実施可能にするよう第2のコントローラ150に指示する。このように、電池パック110は、異常または不要な状態のために損害を受けることから保護される。

【００３７】

異常な状態は、過電圧(OV)状態、不足電圧(UV)状態、および温度過昇(OT)状態を含むが、これらに限定されない。電池パック110が異常な状態になっていると、第1のコントローラ140は電池パック110の測定値情報を取得し、その測定値情報に基づき警告信号を発生する。この警告信号は第2のコントローラ150にさらに送信され、このコントローラ150が警告信号に基づき保護対策を実施可能にする。

【００３８】

例えば、電池パック110がOV状態になっていると、第2のコントローラ150は充電工程を終了するように充電器790に指示する。電池パック110がUV状態となっていると、第2のコントローラ150は放電工程を終了するために放電スイッチ770をオフに切り替える。一実施形態において、第2のコントローラ150は充電工程を開始させるように充電器790にさらに指示する。電池パック110がOT状態となっていると、第2のコントローラ150は異なった電池温度に基づき熱補償を実行する。例えば、保護手順を実行するように、例えば、高温になっている単電池の充電または放電の電流を低減するように、およびこれらの単電池の充電および放電の工程を終了すらさせるように、バランス回路120は制御可能である。一実施形態において、複数の単電池に異常な状態が発生した場合、第2のコントローラ150は、複数の単電池に同時に保護手順を実行するようにバランス回路120を制御可能である。こ

のように、電池管理システム700は電池パック110を管理する効率が高められている。

【００３９】

第2のコントローラ150は第1のコントローラ140からデータを受信し、それらのデータを処理する。これらのデータは単電池電圧、温度、および異常状態を示す警告信号を含むが、これらに限定されない。一実施形態において、第2のコントローラ150はこれらのデータを表示し、かつ/またはさらなる処理のためのデバイスにこれらのデータを送信する。

【００４０】

一実施形態において、電池管理システム700は、第1のコントローラ140と第2のコントローラ150の間に接続された断路器760を含んでいる。第1のコントローラ140は断路器760を介して第2のコントローラ150から電気的に隔離されている。

【００４１】

図8は本発明の一実施形態による電池パックを管理するための方法のフロー図800である。一実施形態において、電池管理システム700は電池パック110を管理するためにフロー図800に従って動作する。電池パック110は複数の電池モジュールを含み、各電池モジュールは1個または複数の単電池をさらに含んでいる。図8を図3、4、および7と組み合わせて説明する。図8では特定のステップが開示されているが、そのようなステップは例である。すなわち、本発明は、様々な他のステップまたは図8に述べられたステップの変形例を実行するためにも十分に適している。

【００４２】

ブロック802において、第1のコントローラは、電池パックの電池モジュール内の単電池の測定値情報、例えば単電池電圧および/または温度などを取得する。例えば、第1のコントローラ140は、初期走査段階において電池パック110の電池モジュール101から104内の単電池の測定値情報を取得する。さらに、第1のコントローラ140は、バランスサイクルにおいて、電池モジュール101から104内の単電池の更新済み測定値情報を取得可能である。したがって、電池モジュール101から104のバランスレベルが測定値情報に基づいて決定可能となる。

【００４３】

ブロック804では、バランスサイクルにおいて、電池パックの1個の電池モジュールが、対応する時間区間中に第1のコントローラに接続される(例えば、電気的に接続される)ために選択される。異なった時間区間中には異なった電池モジュールが第1のコントローラに接続される。一実施形態において、電池モジュール101から104は、異なった時間区間中に、対応するスイッチユニット131から134がオンに切り替えられると、第1のコントローラ140に電気的に接続される。さらに、電池モジュール101から104のバランスレベルによって、異なった時間区間が決定される。

【００４４】

ブロック806において、選択された電池モジュールに関した測定値情報に基づき選択された電池モジュールがバランスを欠いた電池モジュールとして識別されると、選択された電池モジュール内の単電池のバランスが取られる。一実施形態において、選択された電池モジュール内の単電池電圧差が所定の閾値V_{THM}を超えると、その電池モジュールはバランスを欠く。この例では、選択された電池モジュールに対して、対応するバランスユニットが単電池バランス化を実行する。

【００４５】

図9は本発明の一実施形態による電気自動車900を示す図である。図1と同様に番号付けされた要素は同様の機能を有する。一実施形態において、電気自動車900は、車体910、複数の車輪920、電池システム930、およびエンジン940を含んでいる。車体910は電池システム930およびエンジン940を収納している。電池システム930は電池パック110および電池管理システム100 (または、電池管理システム300もしくは400)を含んでいる。電池システム930はエンジン940に電力を供給し、電池システム930に接続されたエンジン940は、電気自動車900が移動するように、電力を、車輪を推進させるための運動エネルギーにさらに変換する。

【００４６】

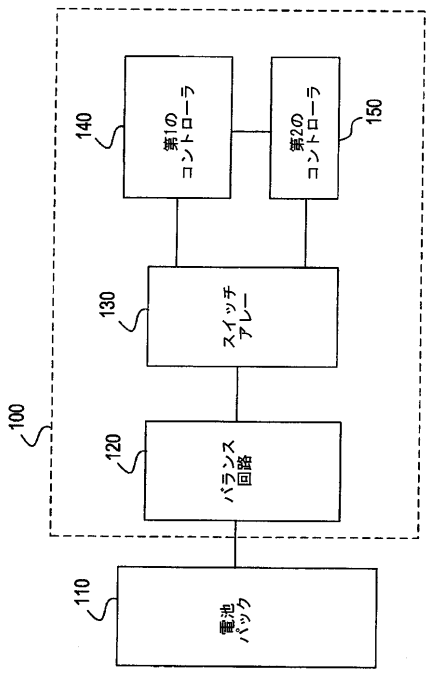
前述の説明および図面が本発明の実施形態を示している一方、本発明には、本発明の原理の精神および範囲から逸脱せずに様々な追加、変更、および置換を行うことが可能であることが理解されよう。当業者には、本発明が、形態、構造、配置、比率、材料、要素、および構成部分の多くの変形例とともにでも、さもなくば本発明の原理から逸脱せずに特定の環境および動作要件に特に適合された本発明の実施においてでも使用可能であることが理解されよう。したがって、ここに開示された実施形態は、全ての点において例示的であり、制限的ではなく、かつ、上記説明に限定されないと考えられたい。

【符号の説明】

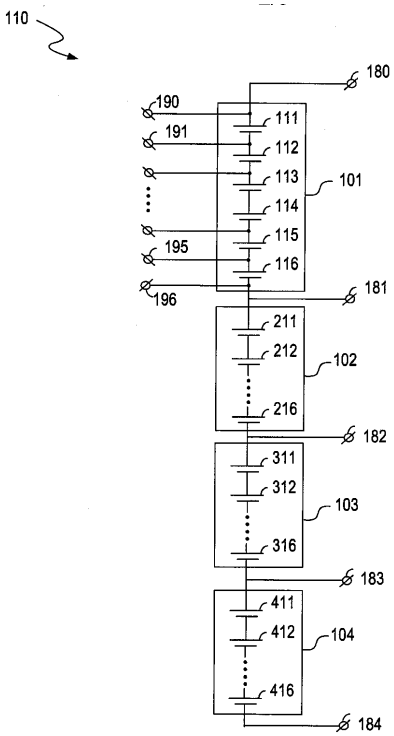
【００４７】

100　電池管理システム
110　電池パック
120　バランス回路
130　スイッチアレー
131’、132’、133’、134’、135’　スイッチユニット
140　第1のコントローラ
150　第2のコントローラ

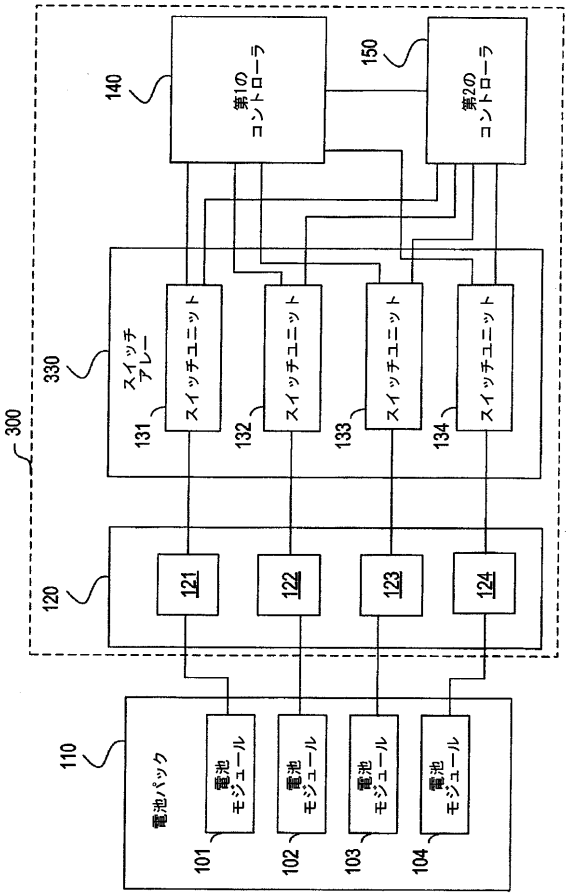
【図１】



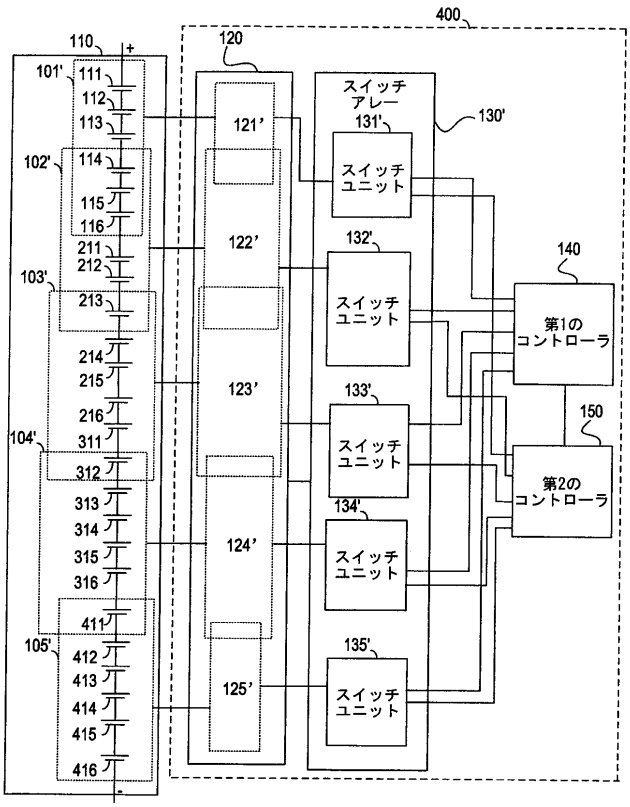
【図２】



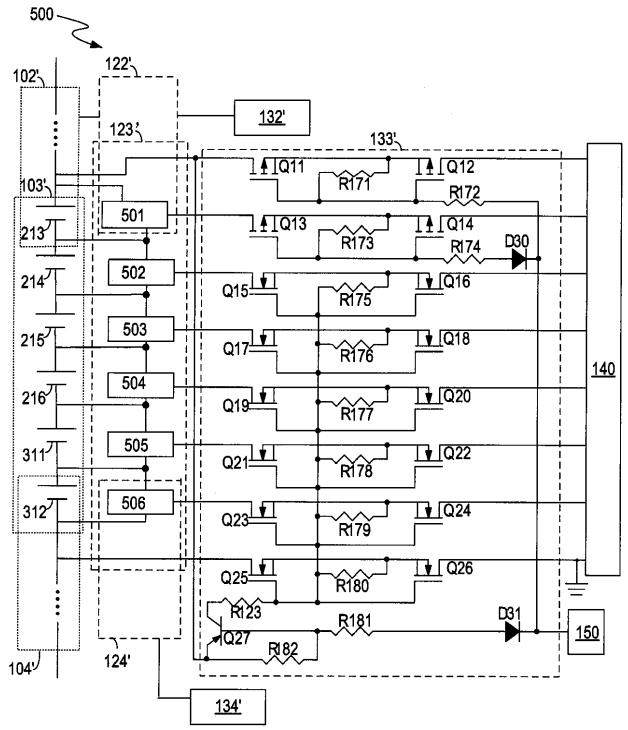
【図３】


300
110
電池パック
101
102
103
104
電池モジュール
120
121
122
123
124
330
スイッチアレー
131
132
133
134
スイッチユニット
140
第1のコントローラ
150
第2のコントローラ

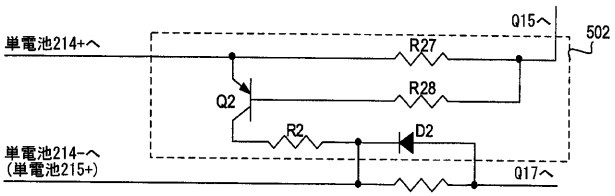
【図４】


400
110
101'
102'
103'
104'
105'
111
112
113
114
115
116
211
212
213
214
215
216
311
312
313
314
315
316
411
412
413
414
415
416
120
121'
122'
123'
124'
125'
スイッチアレー
130'
131'
132'
133'
134'
135'
スイッチユニット
140
第1のコントローラ
150
第2のコントローラ

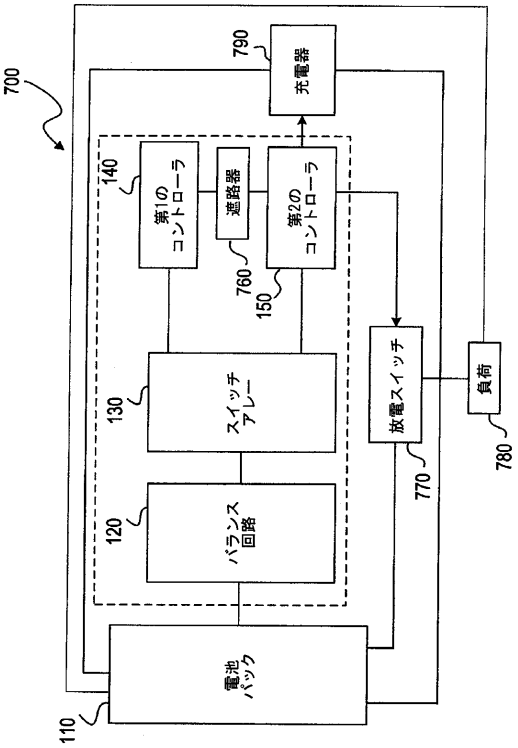
【図５】


500
102'
104'
103'
213
214
215
216
311
312
122'
123'
124'
132'
133'
134'
501
502
503
504
505
506
Q11
Q12
Q13
Q14
Q15
Q16
Q17
Q18
Q19
Q20
Q21
Q22
Q23
Q24
Q25
Q26
Q27
R171
R172
R173
R174
R175
R176
R177
R178
R179
R180
R181
R182
R123
D30
D31
140
150

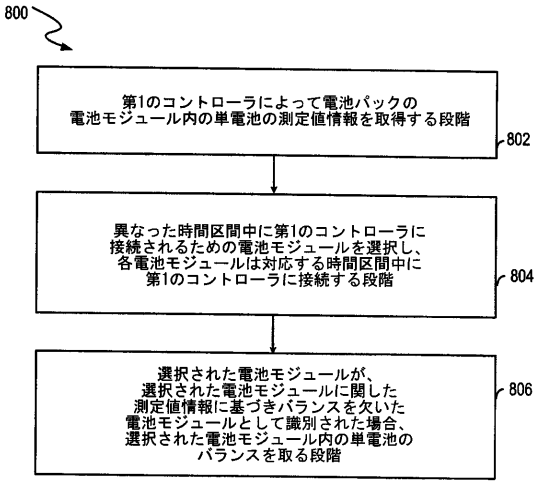
【図６】


単電池214+へ
単電池214-へ
(単電池215+)
Q15へ
Q17へ
502
R27
R28
R2
Q2
D2

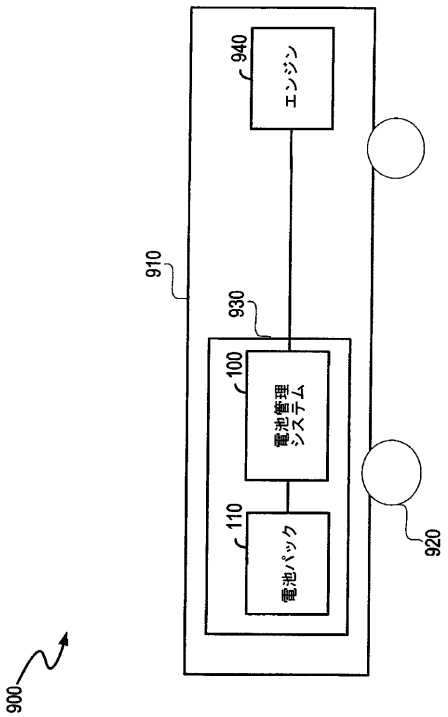
【図７】


700
790
充電器
140
第1のコントローラ
遮路器
第2のコントローラ
760
150
スイッチアレー
130
バランス回路
120
放電スイッチ
770
負荷
780
電池パック
110

【図８】


800
第1のコントローラによって電池パックの電池モジュール内の単電池の測定値情報を取得する段階
802
異なった時間区間中に第1のコントローラに接続されるための電池モジュールを選択し、各電池モジュールは対応する時間区間中に第1のコントローラに接続する段階
804
選択された電池モジュールが、選択された電池モジュールに関した測定値情報に基づきバランスを欠いた電池モジュールとして識別された場合、選択された電池モジュール内の単電池のバランスを取る段階
806

【図９】


940
エンジン
910
930
100
電池管理システム
110
電池パック
920
900

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		テーマコード（参考）
	Ｂ６０Ｌ 3/00	Ｓ	

(72)発明者 ウェイ・ツァン
中華人民共和国・２０１２０３・シャンハイ・プ・ドン・ニュー・エリア・ツァン・ジャン・ハイ－テク・パーク・ソン・タオ・ロード・ナンバー・５６０・ツァン・ジャン・マンション・２Ｂ
(72)発明者 グオシン・リ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・９４０８９・サニーヴェイル・サレルノ・テラス・５１４
(72)発明者 ジュリアン・ダイ
中華人民共和国・２０１２０３・シャンハイ・プ・ドン・ニュー・エリア・ツァン・ジャン・ハイ－テク・パーク・ソン・タオ・ロード・ナンバー・５６０・ツァン・ジャン・マンション・２Ｂ
(72)発明者 レイ・ワン
中華人民共和国・２０１２０３・シャンハイ・プ・ドン・ニュー・エリア・ツァン・ジャン・ハイ－テク・パーク・ソン・タオ・ロード・ナンバー・５６０・ツァン・ジャン・マンション・２Ｂ
(72)発明者 ウェンホワ・ツゥイ
中華人民共和国・２０１２０３・シャンハイ・プ・ドン・ニュー・エリア・ツァン・ジャン・ハイ－テク・パーク・ソン・タオ・ロード・ナンバー・５６０・ツァン・ジャン・マンション・２Ｂ

Ｆターム(参考) 5G503 AA01 BA03 BB01 BB02 CA11 EA08 GD04 HA01
5H030 AA01 AA09 AA10 AS08 AS18 BB01 BB08 BB21 BB23 FF22
FF43 FF44
5H040 AA40 AS07 AT06 AY06 DD26 NN05
5H125 AA01 AC08 AC12 BC00 BC16 CC01 CD04 EE13 EE15 EE16

【外国語明細書】

BATTERY MANAGEMENT SYSTEMS AND METHODS

BACKGROUND

[001] Demand for electronic devices has been expanding, which impels a fast development of battery packs, e.g., rechargeable battery packs. There are various types of battery packs, such as Lithium-Ion battery and Lead-Acid battery. A battery pack can include multiple series-coupled battery modules, each of which further includes multiple cells and two electric terminals. A module voltage across each battery module can be monitored via these two electric terminals. The battery module is problematic if the battery module contains one or more defective cells. Accordingly, the whole battery pack can be affected adversely. In addition, if there is unbalance between any two of the cells within the battery module, aging process of the battery pack is accelerated, and therefore the lifetime of the battery pack is shortened.

[002] A conventional solution to the problem is to allocate multiple controllers respectively to the multiple battery modules. Each controller specifically monitors a corresponding battery module. Each controller monitors each cell within the corresponding battery module and controls corresponding balance circuits to balance the cells within the corresponding battery module. As such, balance between the multiple battery modules in the battery pack is achieved by using the multiple controllers. Because each battery module is allocated with a corresponding controller, the number of the controllers increases accordingly as the number of the battery modules in the battery pack increases. As such, the cost of the battery management system is increased.

SUMMARY

[003] In one embodiment, a battery management system includes a switch array, a first controller and a second controller. The switch array selects a battery module from multiple battery modules in a battery pack based upon a conduction state of the switch array. The first controller is coupled to the switch array and receives measurement information of cells in the battery pack through the switch array. The second controller is coupled to the switch array and the first controller and provides a control signal to control the conduction state of the switch array. The first controller further controls a balance circuit coupled to the battery pack to balance selected battery module when the selected battery module is identified as an unbalanced battery module based upon measurement information associated with the selected battery module.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[004] Features and advantages of embodiments of the claimed subject matter will become apparent as the following detailed description proceeds, and upon reference to the drawings, wherein like numerals depict like parts, and in which:

[005] FIG. 1 is a block diagram of a battery management system according to one embodiment of the present invention.

[006] FIG. 2 is an example of the battery pack in FIG. 1 according to one embodiment of the present invention.

[007] FIG. 3 is a bock diagram of a battery management system according to one embodiment of the present invention.

[008] FIG. 4 is a block diagram of a battery management system according to another embodiment of the present invention.

[009] FIG. 5 is a schematic diagram of a battery management circuit for a battery module in FIG. 4 according to one embodiment of the present invention.

[008] FIG. 6 is a schematic diagram of a balance sub-circuit in FIG. 5 according to one embodiment of the present invention.

[009] FIG. 7 is a block diagram of a battery management system according to another embodiment of the present invention.

[010] FIG. 8 is a flowchart of a method for managing a battery pack according to one embodiment of the present invention.

[013] FIG. 9 is an electric vehicle having a battery management system according to one embodiment of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION

[011] Reference will now be made in detail to the embodiments of the present invention. While the invention will be described in conjunction with these embodiments, it will be understood that they are not intended to limit the invention to these embodiments. On the contrary, the invention is intended to cover alternatives, modifications and equivalents, which may be included within the spirit and scope of the invention as defined by the appended claims.

[012] Furthermore, in the following detailed description of the present invention, numerous specific details are set forth in order to provide a thorough understanding of the present invention. However, it will be recognized by one of ordinary skill in the art that the present invention may be practiced without these specific details. In other instances, well known methods, procedures, components, and circuits have not been described in detail as not to unnecessarily obscure aspects of the present invention.

[016] Embodiments in accordance with the present disclosure provide a battery management system. The battery management system includes a switch array, a first controller and a second controller. The switch array selects a battery module from multiple battery modules in a battery pack based upon a conduction state of the switch array. The first controller is coupled to the switch array and receives measurement information of cells in the battery pack through the switch array. The second controller is coupled to the switch array and the

first controller and provides a control signal to control the conduction state of the switch array. The first controller further controls a balance circuit coupled to the battery pack to balance a selected battery module if the selected battery module is identified as an unbalanced battery module based upon measurement information associated with the selected battery module.

[017] FIG. 1 illustrates a block diagram of a battery management system 100 according to one embodiment of the present invention. A battery pack 110 in the battery management system 100 can be, but is not limited to, a Lithium-Ion battery or Lead-Acid battery. In one embodiment, the battery pack 110 includes multiple battery modules, each of which includes one or more cells. In the example of FIG. 1, the battery management system 100 includes a switch array 130 coupled to the battery pack 110, a first controller 140 coupled to the switch array 130, a second controller 150 coupled to both the first controller 140 and the switch array 130, and a balance circuit 120 coupled to the first controller 140. In the example of FIG. 1, the balanced circuit 120 is coupled to the first controller 140 through the switch array 130. Alternatively, the balance circuit 120 can be coupled to the first controller 140 directly and the switch array 130 is coupled to the first controller 140 through the balance circuit 120.

[018] In one embodiment, the switch array 130 selects a battery module in the battery pack 110 to be coupled to the first controller 140 based upon a conduction state of the switch array. The first controller 140 receives measurement information of cells in the battery pack 110 through the switch array 130 and further provides the measurement information to the second

controller 150. In one embodiment, the measurement information includes, but is not limited to, voltage information and temperature information. The second controller 150 provides a control signal to the switch array 130 to control the conduction state of the switch array 130, which in turn couples a corresponding battery module in the battery pack 110 to the first controller 140. As a battery module is selected, the first controller 140 can control the balance circuit 120 to balance the selected battery module if there is unbalance between cells in the selected battery module, that is, the selected battery module is identified as an unbalanced battery module based upon measurement information associated with the selected battery module. As such, balance of the battery pack 110 is achieved.

[019] In one embodiment, the second controller 150 includes a timer for allocating time segments to the battery modules based upon the measurement information, e.g., for balancing one or more battery modules which are identified as unbalanced battery modules. As such, balance of the battery pack 110 can be accomplished more efficiently, which is described in relation to FIG. 3.

[020] Because the first controller 140 balances multiple battery modules in the battery pack 110, e.g., in a sequential order, it is not necessary to allocate a respective controller to each battery module as the conventional approach does. As such, the cost of the battery management system in embodiments of the present invention is reduced.

[021] FIG. 2 illustrates an example of the battery pack 110 in FIG. 1 according to one embodiment of the present invention. As shown in FIG. 2, the

battery pack 110 includes series-coupled battery modules 101 through 104. Each of the battery modules 101 through 104 includes multiple cells, e.g., cells 111, 112 through 116 in the battery module 101, cells 211, 212 through 216 in the battery module 102, cells 311, 312 through 316 in the battery module 103, cells 411, 412 through 416 in the battery module 104. Each cell has a positive electric terminal and a negative electric terminal. For example, the cells in a battery module have electric terminals 190, 191 through 196, where the electric terminal 190/196 can be coupled to a negative/positive module terminal of a neighboring battery module. With regard to the battery modules 101 through 104, module terminals include electric terminals 180 through 184, where the electric terminals 180 and 184 can be further used as positive and negative pack terminals, in the example of FIG. 2. By way of example, if a voltage of each cell is approximately 2V, a module voltage across each battery module is 12V. A battery module with six cells is shown in FIG. 2 for purposes of illustration but not limitation. The number of the battery modules and the number of cells within each battery module and can vary according to various applications.

[022] FIG. 3 is a block diagram of a battery management system 300 according to one embodiment of the present invention. Elements labeled the same as in FIGs. 1 and 2 have similar functions. In the example of FIG. 3, the balance circuit 120 includes multiple balance units 121 through 124, with each balance unit corresponding to one of the battery modules 101 through 104 in the battery pack 110. Each balance unit includes multiple balance sub-circuits, with each balance sub-circuit corresponding to one of the cells in the corresponding

battery module, which is further described in relation to FIG. 5. Moreover, a switch array 330 coupled between the balance circuit 120 and the first controller 140 includes multiple switch units 131 through 134, with each switch unit corresponding to one of the battery modules 101 through 104 in the battery pack 110.

[023] In one embodiment, the second controller 150 switches on one of the switch units 131 through 134 so that the battery module corresponding to the switch unit that is switched on is selected. For example, the switch units 131 through 133 are switched on sequentially in an initial scanning stage of the battery management system 300, such that voltages of cells in the battery modules 101 through 104 are sampled by the first controller 140. The cell-voltage information of the battery modules 101 through 104 is further sent from the first controller 140 to the second controller 150. Based on the cell-voltage information, the second controller 150 determines balance levels of the battery modules 101 through 104 and allocates time segments to the battery modules 101 through 104 respectively according to the balance levels, in one embodiment.

[024] More specifically, based upon voltages of the cells in the battery pack 110, the first controller 140 calculates cell-voltage differences between cells in each battery module and determines whether there is unbalance within each battery module. In one embodiment, a battery module can be identified as an unbalanced battery module if a cell-voltage difference between any two cells in such battery module exceeds a predetermined threshold V_{THM}.

[025] Furthermore, in one embodiment, the second controller 150 determines the balance levels of the battery modules 101 through 104 based upon the maximum cell-voltage difference for each battery module. For example, when the maximum cell-voltage difference for the battery module 102 is the largest among the maximum cell-voltage differences for the battery modules 101-104, the second controller 150 determines that the battery module 102 has the lowest balance level. In contrast, when the maximum voltage difference for the battery module 103 is the smallest among all maximum voltage differences, e.g., lower than the predetermined threshold V_{THM}, the second controller 150 determines that the battery module 103 has the highest balance level, e.g., balanced.

[026] In one embodiment, the battery modules 101 through 104 are selected, e.g., sequentially, to be coupled to the first controller 140 in a balance cycle and a total balance time for a balance cycle is predetermined. Based upon the balance levels, the second controller 150 divides the total balance time into different time segments and allocates the different time segments to respective battery modules. For example, a battery module having the highest balance level is allocated with the time segment having the shortest duration, while a battery module having the lowest balance level is allocated with the time segment having the longest duration. In other words, the worse the balance level of a battery module, the more time the battery module is allocated. When a battery module has a sound balance level, e.g., balanced, the time segment allocated to the battery module is relatively short since no balance is needed for

the balanced battery module. In one embodiment, in a balance cycle, the first controller 140 controls a corresponding balance unit to perform cell balancing on a corresponding battery module if such battery module is identified as an unbalanced battery module and then samples the updated cell-voltage information after the cell-balancing is performed during the allocated time segment for such battery module. In one embodiment, if the corresponding battery module is balanced (e.g., according to the cell-voltage information of the battery module sampled by the first controller during the previous balance cycle), then the first controller does not control the balance module to perform balance but samples the cell-voltage information of such battery module during the corresponding allocated time segment which is relatively short. As such, the balancing procedure is performed more efficiently. Accordingly, based upon the updated cell-voltage information, the second controller 150 can determine the time segment for each battery module in a next balance cycle if the battery pack 110 is still undergoing unbalanced condition.

[027] Take the battery module 102 as an example. When the time segment for the battery module 102 in a balance cycle arrives, the second controller 150 switches on the switch unit 132 to couple the battery module 102 to the first controller 140. Based on the voltage information, the first controller 140 controls the balance unit 122 to balance the battery module 102 if the battery module 102 is identified as an unbalanced battery module and further samples the updated cell-voltage information of the battery module 102 after the cell-balancing is performed. If, however, the battery module 102 is balanced, then

no cell balancing is performed by the balance unit 122 and the first controller samples the updated cell-voltage information of battery module 102. The updated cell-voltage information of battery module 102 can be used to determine the time segment for the battery module 102 in the next balance cycle. When the allocated time segment for the battery module 102 expires, the switch unit 132 is switched off and the switch unit 133 is switch on. As a result, the time segment for the battery module 102 terminates and the time segment for the next battery module, e.g., battery module 103, follows.

[028] Because the battery modules having different balance levels are allocated with different time segments for the balancing, each balance cycle is performed in a more efficient way. As such, the balance efficiency of the battery management system 300 is enhanced.

[029] FIG. 4 illustrates a block diagram of a battery management system 400 according to another embodiment of the present invention. Elements labeled the same as in FIGs 1-3 have similar functions. Different from the battery management system 300 in FIG. 3, the cells in the battery pack 110 are divided into overlapping battery modules 101' through 105'. For example, neighboring battery modules share one or more cells, which are herein referred to as overlap cells. In a similar manner, the balance sub-circuits in the balance circuit 120 are grouped into overlapping balance units 121' through 125', with each balance unit corresponding to one of the overlapping battery modules 101' through 105'. Moreover, a switch array 130' including switch units 131' through 135' is used for selecting one of the overlapping battery modules 101' through 105'.

[030] The battery management system 400 operates in a similar way as discussed in relation to FIG. 3, but the battery management system 400 further uses a cell voltage of an overlap cell as a reference voltage to achieve balance between different battery modules in the battery pack 110. For example, when the battery module 101' is balanced, the cell voltages of overlap cells 114 through 116 are used as the reference voltage when balancing the battery module 102'. As such, when balance for the battery module 102' is done, the balance between the neighboring battery modules 101' and 102' is achieved accordingly.

[031] FIG. 5 shows an example of a schematic diagram of a battery management circuit 500 for managing the battery module 103' in FIG. 4 according to one embodiment of the present invention. Elements labeled the same as in FIGs. 3 and 4 have similar functions. In the example of FIG. 5, the battery management circuit 500 includes the balance unit 123', the switch unit 133', the first controller 140 and the second controller 150. The balance unit 123' further includes balance sub-circuits 501 through 506 for balancing the cells 213 through 216, and 311 and 312 respectively. The switch unit 133' includes transistors Q11 through Q27, resistors 181 through 182, and diodes D30 and D31. The battery management circuit for each battery module in FIGs. 3 and 4 can be similar to the battery management circuit 500.

[032] In one embodiment, the switch unit 133' is switched on and off by the control signal from the second controller 150. More specifically, the transistor Q27 is coupled to the second controller 150 and is switched on and off by the

control signal from the second controller 150. In one embodiment, the emitter of the transistor Q27 is coupled to the positive module terminal (the positive electric terminal of the cell 213), the base of the transistor Q27 is coupled to a terminal (e.g., Input/output terminal) of the second controller 150 through series-coupled resistor R181 and diode D31, and the collector of the transistor Q27 is coupled to series-coupled resistors R173 through R180 and R123. The resistor R182 is coupled between the base and emitter of the transistor Q27. When the control signal from the second controller 150 has a low voltage (logic 0), a voltage across the resistor R182 is produced to switch on the transistor Q27. When the control signal has a high voltage (logic 1), no voltage is produced across the resistor R182 and therefore the transistor Q27 is switched off.

[033] The transistors Q13 through Q24 are coupled between the cells in the battery module 103' and the first controller 140. When the transistors Q13 through Q24 are switched on, the cell voltages of the cells in the battery module 103' are passed to the first controller 140 through these transistors. In one embodiment, the transistors Q13 through Q24 are grouped into multiple transistor sets, with each transistor set coupled between one of the cells and the first controller 140. In the example of FIG. 5, the transistor set of the transistors Q13 and Q14 are P-type metal-oxide-semiconductor (PMOS) transistors. The remaining transistor sets, e.g., transistors Q15 through Q24, are N-type metal-oxide-semiconductor (NMOS) transistors.

[034] With regard to the PMOS transistors Q13 and Q14, the drain of the transistor Q13 is coupled to the balance sub-circuit 501, and the drain of the

transistor Q14 is coupled to the first controller 140. Furthermore, the gates of the transistors Q13 and Q14 are coupled together to the terminal of the second controller 150 through series-coupled resistor R174 and diode D30, and the sources of the transistors Q13 and Q14 are coupled together to the gates through the resistor R173. In one embodiment, when the control signal from the second controller 150 is logic 1, no voltage is produced across the resistor R173 and therefore the transistors Q13 and Q14 are switched off. When the control signal from the second controller 150 is logic 0, a voltage is produced across resistor R173 and therefore the transistors Q13 and Q14 are switched on.

[035] With regard to the NMOS transistor sets, e.g., Q15 and Q16, the drain of the transistor Q15 is coupled to the balance sub-circuit 502, and the drain of the transistor Q14 is coupled to the first controller 140. Furthermore, the gates of the transistors Q15 and Q16 are coupled together, and the sources of transistors the Q15 and Q16 are coupled together to the gates through resistor R175. When transistor Q27 is switched on by the control signal from the second controller 150, a voltage across the resistor R175 is produced to switch on the transistors Q15 and Q16 accordingly. When the transistor Q27 is switched off by the control signal from the second controller 150, no voltage is produced across the resistor R175, and the transistors Q15 and Q16 are switched off accordingly. Transistor sets including Q17 through Q24 have a similar connection and operation as the transistor set including Q15 and Q16.

[036] The transistors Q11 and Q12 are coupled to a power terminal of the first controller 140, and are also coupled to the positive module terminal of the

battery module 103' (the positive electric terminal of the cell 213). The transistors Q25 and Q26 are coupled to a ground terminal of the first controller 140, and are also coupled to a negative module terminal of the battery module 103' (the negative electric terminal of the cell 312). When the transistors Q11, Q12, Q25, and Q26 are switched on, the module voltage across the battery module 103' is applied to the power terminal of the first controller 140. In the example of FIG. 5, the transistors Q11 and Q12 are PMOS transistors and have a similar connection and operation as the transistor set including Q13 and Q14. The transistors Q25 and Q26 are NMOS transistors and have a similar connection and operation as the transistor set including Q15 and Q16.

[037] Accordingly, the transistors Q11 through Q27 can be divided into three categories. The first category including the transistors Q11, Q12, Q25 and Q26 is referred to as a power path switch for providing a power path. When the power path is conductive, the first controller 140 is powered by the module voltage across the battery module 103', which is applied to the power terminal of the controller 140 through the power path. The second category including transistors Q13 through Q24 is referred to as a cell path switch for providing a path to pass the cell voltages to the first controller 140. The third category including transistor Q27 is referred to as a control switch that is controlled by the second controller 150 to determine conduction states of other switches, e.g., the cell path switches, at least in part. Moreover, FIG. 5 shows one example of the switch unit 133'. Transistors included in the switch unit can have different number, structure and wiring connection, as long as the first controller 140 can

be powered on by the selected battery module and cell voltages of the selected battery module can be sampled by the first controller 140.

[038] In one embodiment, when the cell path switch is switched on, the first controller 140 controls the balance sub-circuits 501 through 506 in the balance unit 123' to balance the cells in the battery module 103', respectively. For example, when the cell 214 is to be balanced, the first controller 140 controls the balance sub-circuit 502 to perform cell balancing.

[039] Moreover, after the battery module 103' is balanced by the balance unit 123', the time segment for the next battery module, e.g., the battery module 104', arrives. The voltage of the overlap cell 312 is used as the reference voltage when performing balance on the battery module 104'. As such, the remaining cells 313 through 316 and 411 are balanced to the reference voltage when the balance for the battery module 104'completes, and therefore the balance between neighboring battery modules 103' and 104' is also achieved. Consequently, the multiple battery modules in the battery pack 110 are balanced accordingly.

[040] FIG. 6 illustrates an example of a schematic diagram of the balance sub-circuit 502 according to one embodiment of the present invention. In one embodiment, the balance sub-circuit 502 coupled between the cell 214 and the switch unit 133' includes series-coupled resistor R2 and transistor Q2. The emitter of the transistor Q2 is coupled to the positive electric terminal of the cell 214 and is further coupled to the transistor Q15 in the switch unit 133' through resistor R27. The collector of the transistor Q2 is coupled to one terminal of

resistor R2, and the base of the transistor Q2 is coupled to the transistor Q15 in the switch unit 133' through resistor R28. The other terminal of the resistor R27 is coupled to the negative electric terminal of the cell 214. When the transistors Q15 and Q16 are switched on, the first controller 140 controls the transistor Q2 to be switched on if the cell 214 is to be balanced. More specifically, the first controller 140 enables a current to flow through the resistor R27 to switch on the transistor Q2 when the cell 214 is to be balanced, e.g., due to a relatively cell high voltage. When the transistor Q2 is switched on, the cell 214 discharges through the transistor Q2 and resistor R2, such that the voltage of the cell 214 is reduced to be balanced with other cells in the battery module 103'.

[041] In one embodiment, the balance sub-circuit 502 further includes a diode D2. A cathode of the diode D2 is coupled to the resistor R2, and is also coupled to the negative electric terminal of the cell 214. An anode of the diode D2 is coupled to the transistor Q17. By using the diode D2, the collector of the transistor Q2 is clamped to a relatively high voltage, such that a relatively low current from the first controller 140 can switch the transistor Q2 off. As such, a relatively cheap transistor Q2 can be used together with the diode D2 to achieve the balance function.

[042] FIG. 7 illustrates a block diagram of a battery management system 700 according to another embodiment of the present invention. Elements labeled the same as in FIGs. 1-6 have similar functions. Specifically, the balance circuit 120, the switch array 130, the first controller 140 and the second controller 150 can have similar structures as illustrated in FIGs. 1-6.

[043] The battery management system 700 further includes a charger 790 coupled between the positive pack terminal and the negative pack terminal of the battery pack 110. The charger 790 charges the battery pack 110 under control of the second controller 150. Moreover, the battery management system 700 further includes a discharge switch 770. One terminal of the discharge switch 770 is coupled to the negative pack terminal of the battery pack 110, and a load 780 is coupled between another terminal of the discharge switch 770 and the positive pack terminal of the battery pack 110. The discharge switch 770 controls the discharging of the battery pack 110 under control of the second controller 150. In one embodiment, the discharge switch 770 comprises a metal-oxide-semiconductor-field-effect-transistor (MOSFET). When the first controller 140 detects that the battery pack 110 is undergoing an abnormal state, the first controller 140 instructs the second controller 150 to enable a protective measure accordingly. As such, the battery pack 110 is protected from being damaged due to abnormal or undesired conditions.

[044] The abnormal state includes, but is not limited to, over-voltage (OV) state, under-voltage (UV) state, and over-temperature (OT) state. When the battery pack 110 is undergoing the abnormal state, the first controller 140 obtains measurement information of the battery pack 110 and generates an alert signal based upon the measurement information. The alert signal is further sent to the second controller 150, which enables the protective measure based upon the alert signal.

[045] For example, when the battery pack 110 is undergoing the OV state, the second controller 150 instructs the charger 790 to terminate the charging process. When the battery pack 110 is undergoing the UV state, the second controller 150 switches off the discharge switch 770 to terminate the discharging process. In one embodiment, the second controller 150 further instructs the charger 790 to start the charging process. When the battery pack 110 is undergoing the OT state, the second controller 150 conducts thermal compensation based upon different battery temperatures. For example, the balance circuit 120 can be controlled to perform protective procedures, e.g., to reduce the charging or discharging currents of cells experiencing a high temperature, and even to terminate the charging and discharging process of these cells. In one embodiment, when the abnormal state happens to multiple cells, the second controller 150 is capable of controlling the balance circuit 120 to perform the protective procedures on the multiple cells simultaneously. As such, the battery management system 700 has an enhanced efficiency in managing the battery pack 110.

[046] The second controller 150 receives data from the first controller 140 and processes these data. These data includes, but is not limited to, the cell voltage, the temperature, and the alert signal indicative of the abnormal state. In one embodiment, the second controller 150 displays these data and/or sends these data to a device for further processing.

[047] In one embodiment, the battery management system 700 includes an isolator 760 coupled between the first controller 140 and the second controller

150. The first controller 140 is electrically isolated from the second controller 150 via the isolator 760.

[048] FIG. 8 illustrates a flowchart 800 of a method for managing a battery pack according to one embodiment of the present invention. In one embodiment, the battery management system 700 operates in accordance with the flowchart 800 to manage the battery pack 110. The battery pack 110 includes a plurality of battery modules and each battery module further includes one or more cells. FIG. 8 is described in combination with FIGs. 3, 4 and 7. Although specific steps are disclosed in FIG. 8, such steps are examples. That is, the present invention is well suited to performing various other steps or variations of the steps recited in FIG. 8.

[049] In block 802, a first controller obtains measurement information, e.g., cell voltages and/or temperatures, of cells in battery modules of a battery pack. For example, the first controller 140 obtains measurement information of the cells in battery modules 101 through 104 of the battery pack 110 at an initial scanning stage. Furthermore, the first controller 140 can obtain the updated measurement information of the cells in the battery modules 101 through 104 in a balance cycle. Thus, based on the measurement information, the balance levels of the battery modules 101 through 104 can be determined.

[050] In block 804, in a balance cycle, a battery module in the battery pack is selected to be coupled to (e.g., electrically coupled to) the first controller during a corresponding time segment. Different battery modules are coupled to the first controller during different time segments. In one embodiment, the

battery modules 101 through 104 are electrically coupled to the first controller 140 when the corresponding switch units 131 through 134 are switched on during different time segments. Furthermore, the different time segments are determined by the balance levels of the battery modules 101 through 104.

[051] In block 806, the cells in the selected battery module are balanced when the selected battery module is identified as an unbalanced battery module based upon the measurement information associated with the selected battery module. In one embodiment, a battery module is unbalanced when a cell-voltage difference in a selected battery module exceeds the predetermined threshold V_{THM}. In this instance, the corresponding balance unit performs cell balancing to the selected battery module.

[052] FIG. 9 illustrates an electric vehicle 900 according to one embodiment of the present invention. Elements labeled the same as in FIG. 1 have similar functions. In one embodiment, the electric vehicle 900 includes a vehicle body 910, multiple wheels 920, a battery system 930, and an engine 940. The vehicle body 910 accommodates the battery system 930 and the engine 940. The battery system 930 includes the battery pack 110 and the battery management system 100 (or the battery management 300 or 400). The battery system 930 provides electric power to the engine 940, and the engine 940 coupled to the battery system 930 further converts the electric power to motion energy to propel the wheels, such that the electric vehicle 900 moves.

[053] While the foregoing description and drawings represent embodiments of the present invention, it will be understood that various additions,

modifications and substitutions may be made therein without departing from the spirit and scope of the principles of the present invention. One skilled in the art will appreciate that the invention may be used with many modifications of form, structure, arrangement, proportions, materials, elements, and components and otherwise, used in the practice of the invention, which are particularly adapted to specific environments and operative requirements without departing from the principles of the present invention. The presently disclosed embodiments are therefore to be considered in all respects as illustrative and not restrictive, and not limited to the foregoing description.

1. A battery management system comprising:

a switch array operable for selecting a battery module from a plurality of battery modules in a battery pack based upon a conduction state of said switch array; and

a first controller coupled to said switch array and operable for receiving measurement information of cells in said battery pack through said switch array; and

a second controller coupled to said switch array and said first controller and operable for providing a control signal to control said conduction state of said switch array,

wherein said first controller further controls a balance circuit coupled to battery pack to balance a selected battery module if said selected battery module is identified as an unbalanced battery module based upon measurement information associated with said selected battery module.

2. The battery management system of claim 1, wherein said switch array includes a plurality of switch units corresponding to said battery modules, and wherein each of said switch units comprises a cell path switch and a power path switch.

3. The battery management system of claim 2, wherein said cell path switch is coupled between a plurality of cells in said selected battery module and said first controller and operable for passing cell voltages of said cells in said selected battery module to said first controller.

4. The battery management system of claim 2, wherein said power path switch is coupled to a power terminal of said first controller and operable for applying a module voltage across said selected battery module to said first controller.

5. The battery management system of claim 3, wherein said switch unit further comprises a control switch coupled to said second controller, wherein said control signal determines a conduction state of said control switch, and wherein said conduction state of said control switch determines a conduction state of said cell path switch, at least in part.

6. The battery management system of claim 1, wherein neighboring battery modules in said battery pack share an overlap cell.

7. The battery management system of claim 6, wherein a voltage of said overlap cell is used as a reference voltage to achieve balance between said neighboring battery modules.

8. The battery management system of claim 1, wherein said second controller receives said measurement information of said cells in said battery pack from said first controller.

9. The battery management system of claim 8, wherein said second controller determines balance levels of said battery modules based upon said measurement information, and wherein said second controller allocates time segments to said battery modules based upon said balance levels.

10. The battery management system of claim 9, further comprising:

a charger coupled to said second controller and said battery pack, wherein said second controller controls said charger based upon said measurement information.

11. The battery management system of claim 9, further comprising:

a discharge switch coupled to said second controller and said battery pack, wherein said second controller controls a conduction state of said discharge switch based upon said measurement information.

12. The battery management system of claim 9, wherein said second

controller identifies an abnormal state of said battery pack based upon said measurement information, and wherein said abnormal state is a state selected from the group consisting of an over-voltage state, an under-voltage state and an over-temperature state.

13. The battery management system of claim 1, further comprising:

an isolator coupled between said first controller and said second controller and operable for electrically isolating said second controller from said first controller.

14. The battery management system of claim 1, wherein said balance circuit comprises a plurality of balance units, wherein said balance unit each corresponds to one of said battery modules, and wherein said first controller controls a corresponding balance unit to perform cell balancing for said unbalanced battery module.

15. A method for managing a battery pack comprising a plurality of battery modules, said method comprising:

obtaining measurement information of cells in said plurality of battery modules of said battery pack by a first controller;

selecting said plurality of battery modules to be coupled to said first controller during a plurality of time segments, wherein each of said battery modules is

electrically coupled to said first controller during a corresponding time segment; and

balancing cells in a selected battery module when said selected battery module is identified as an unbalanced battery module based upon measurement information associated with said selected battery module.

16. The method of claim 15, further comprising:

determining balance levels of said plurality of battery modules based upon said measurement information of cells in said plurality of battery modules; and

allocating said plurality of time segments to said plurality of battery modules based upon said balance levels.

17. The method of claim 15, further comprising:

sharing an overlap cell by neighboring battery modules among said plurality of battery modules; and

using a voltage of said overlap cell as a reference voltage to balance said neighboring battery modules.

18. The method of claim 15, further comprising:

powering on said first controller by a module voltage across said selected battery module.

19. The method of claim 15, further comprising:

controlling a discharge switch coupled to said battery pack based upon said measurement information of cells in said plurality of battery module.

20. The method of claim 15, further comprising:

controlling a charger coupled to said battery pack based upon said measurement information of cells in said plurality of battery module.

21. The method of claim 15, further comprising:

identifying an abnormal state of said battery pack based upon said measurement information of cells in said plurality of battery module, wherein said abnormal state is selected from the group consisting of an over-voltage state, an under- voltage state, and an over-temperature state.

22. A vehicle comprising:

a battery system for providing electric power;

an engine coupled to said battery system and for converting said electric power to motion energy;

a vehicle body for accommodating said battery system and said engine; and

a plurality of wheels underneath said vehicle body and for moving said electric vehicle when propelled by said motion energy from said engine,

wherein said battery system comprises:

a battery pack;

a switch array operable for selecting a battery module of a plurality of battery modules in said battery pack based upon a conduction state of said switch array; and

a first controller coupled to said switch array and operable for receiving measurement information of cells in said battery pack through said switch array; and

a second controller coupled to said switch array and said first controller and operable for providing a control signal to control said conduction state of said switch array,

wherein said first controller further controls a balance circuit coupled to battery pack to balance a selected battery module if said selected battery module is identified as an unbalanced battery module based upon measurement information associated with said selected battery module.

1 Abstract

A battery management system includes a switch array, a first controller and a second controller. The switch array selects a battery module from multiple battery modules in a battery pack based upon a conduction state of the switch array. The first controller is coupled to the switch array and receives measurement information of cells in the battery pack through the switch array. The second controller is coupled to the switch array and the first controller and provides a control signal to control the conduction state of the switch array. The first controller further controls a balance circuit coupled to the battery pack to balance a selected battery module if the selected battery module is identified as an unbalanced battery module based upon measurement information associated with the selected battery module.

2 Representative Drawing

Fig. 1

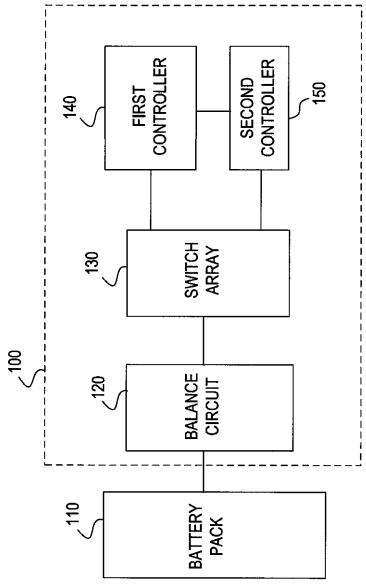


FIG. 1

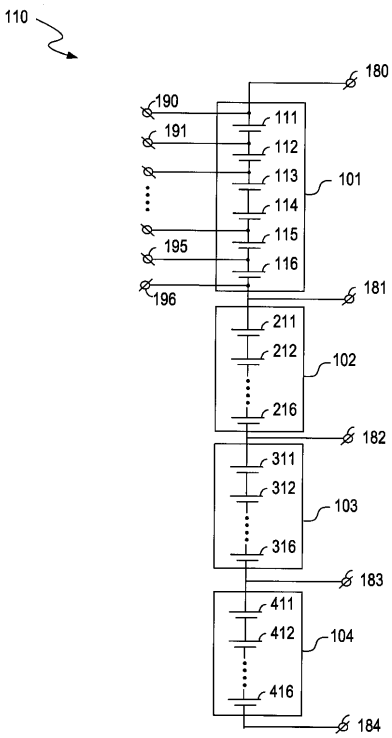


FIG. 2

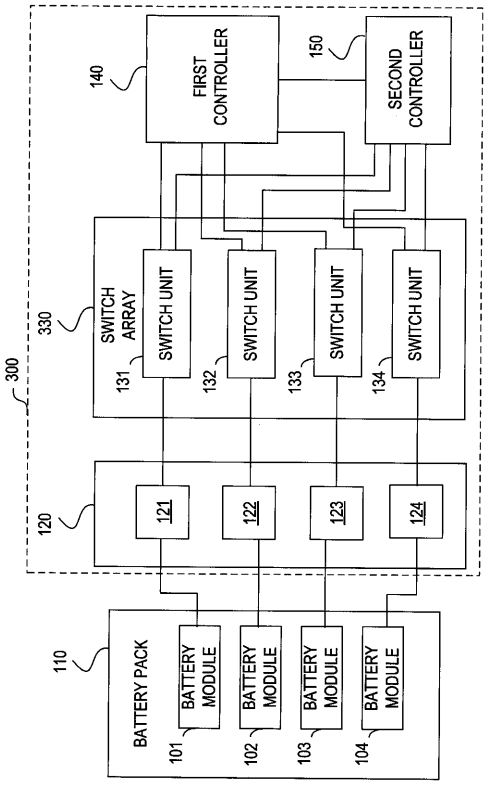


FIG. 3

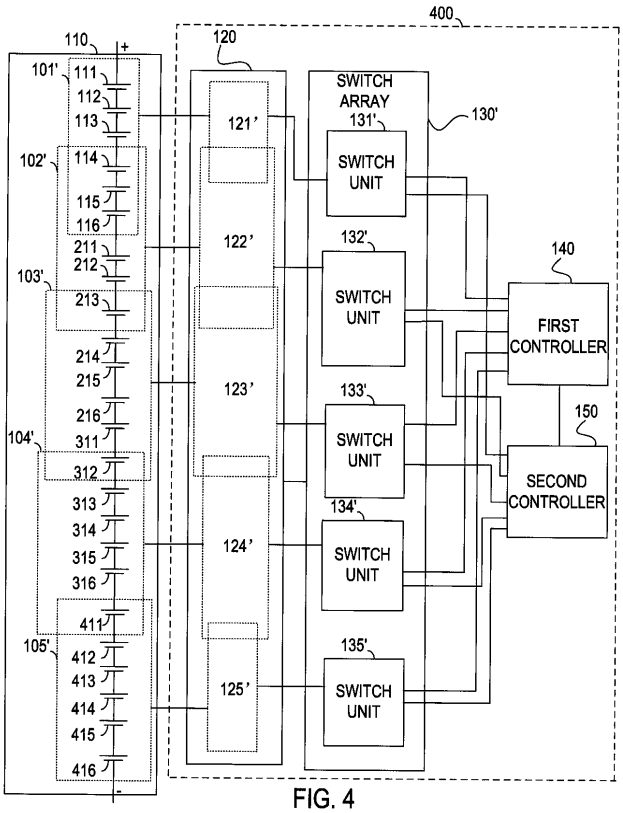


FIG. 4

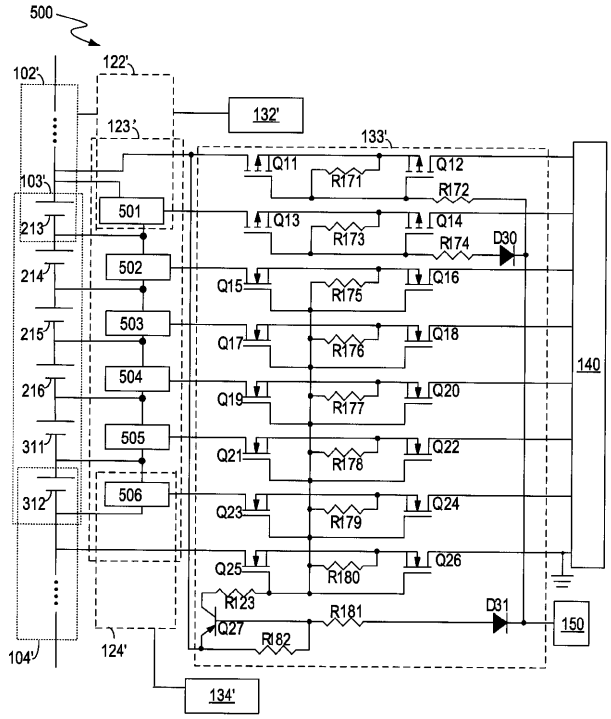


FIG. 5

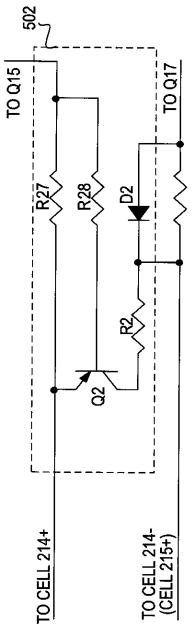


FIG. 6

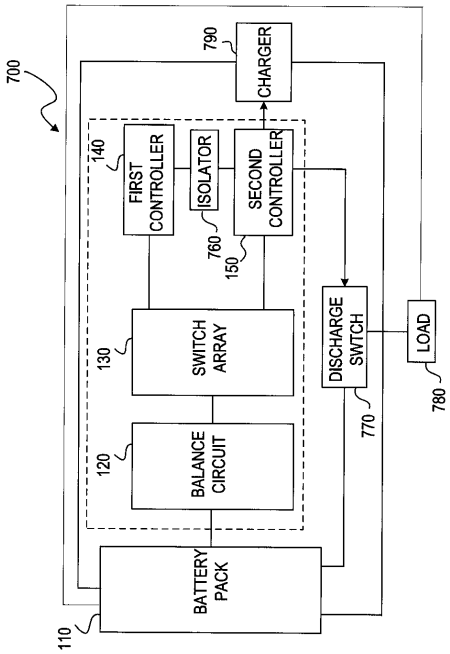


FIG.7

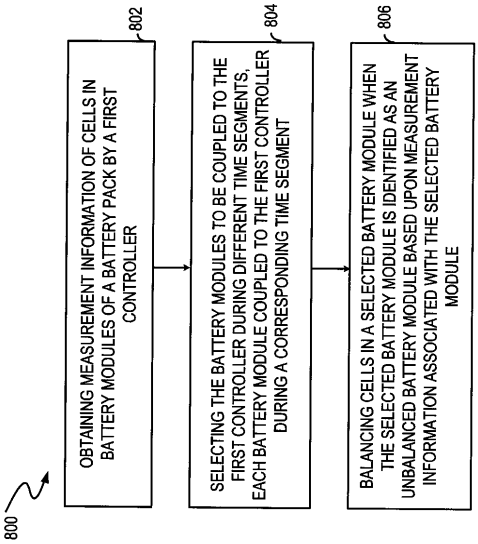


FIG. 8

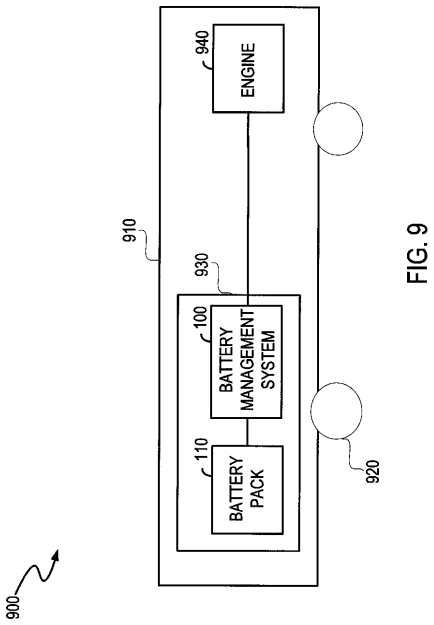

900
910
920
930
940
ENGINE
100
BATTERY MANAGEMENT SYSTEM
110
BATTERY PACK

FIG. 9