(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5708668号
(P5708668)
(45)発行日　平成27年4月30日(2015.4.30)　(24)登録日　平成27年3月13日(2015.3.13)

(51)Int.Cl.			F I		
H02J	7/10	(2006.01)	H02J	7/10	B
H02J	7/00	(2006.01)	H02J	7/10	H
			H02J	7/10	L
			H02J	7/00	P

請求項の数 7　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願2013-7045(P2013-7045)
(22)出願日　平成25年1月18日(2013.1.18)
(65)公開番号　特開2014-138525(P2014-138525A)
(43)公開日　平成26年7月28日(2014.7.28)
審査請求日　平成26年2月17日(2014.2.17)

(73)特許権者　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　100087398
弁理士　水野　勝文
(74)代理人　100128783
弁理士　井出　真
(74)代理人　100128473
弁理士　須澤　洋
(72)発明者　有留　浩治
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

審査官　土居　仁士

最終頁に続く

(54)【発明の名称】蓄電システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
充放電を行う蓄電ユニットと、
前記蓄電ユニットの電流値を検出する電流センサと、
前記蓄電ユニットの温度を検出する温度センサと、
前記蓄電ユニットの電圧値を検出する電圧センサと、
前記蓄電ユニットの充電として、定電流充電を行った後に定電圧充電を行い、前記電圧センサによる検出電圧値が充電完了電圧値に到達したときに、前記蓄電ユニットの充電を完了させるコントローラと、を有し、
前記コントローラは、
前記蓄電ユニットを定電流充電している間、定電流充電を中断し、
前記定電流充電の中断前における前記電流センサおよび前記温度センサの検出結果に対応した第１基準電圧降下量と、前記定電流充電の中断に伴う前記蓄電ユニットの電圧降下量との比を算出し、
前記定電圧充電の完了時における前記電流センサおよび前記温度センサの検出結果に対応した第２基準電圧降下量に前記比を乗算して補正値を算出し、
前記充電完了電圧値として、前記蓄電ユニットの充電を完了させるときの開放電圧値に前記補正値を加算した値を設定する、
ことを特徴とする蓄電システム。
【請求項２】

前記コントローラは、前記定電流充電を中断する前において、互いに異なるタイミングで取得した複数の前記検出電圧値の平均値から、前記定電流充電を中断している間において、互いに異なるタイミングで取得した複数の前記検出電圧値の平均値を減算することにより、前記定電流充電の中断に伴う前記電圧降下量を算出することを特徴とする請求項１に記載の蓄電システム。

【請求項３】

前記コントローラは、

前記検出電圧値が前記充電完了電圧値よりも高いときに、前記定電流充電を完了させ、

前記検出電圧値が前記充電完了電圧値よりも高い状態が継続したときに、前記定電圧充電を完了させる、

ことを特徴とする請求項１又は２に記載の蓄電システム。

【請求項４】

前記コントローラは、前記電流センサによる検出電流値が許容範囲内に含まれているとき、前記定電流充電を中断することを特徴とする請求項１から３のいずれか１つに記載の蓄電システム。

【請求項５】

前記コントローラは、前記定電流充電を中断する前において、互いに異なるタイミングで取得した複数の前記検出電流値の平均値を用いて、前記第１基準電圧降下量を特定することを特徴とする請求項４に記載の蓄電システム。

【請求項６】

前記蓄電ユニットは、車両に搭載され、前記車両を走行させる運動エネルギに変換される電気エネルギを出力することを特徴とする請求項１から５のいずれか１つに記載の蓄電システム。

【請求項７】

前記蓄電ユニットは、前記車両の外部に設置された電源からの電力供給を受けて、充電されることを特徴とする請求項６に記載の蓄電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、蓄電ユニットを充電することができる蓄電システムに関するものである。

【背景技術】

【０００２】

特許文献１には、外部充電器を用いて、満充電状態となるまでバッテリを充電することが記載されている。ここで、外部充電時に充電電流およびバッテリの端子電圧を監視しながら定電圧充電に移行して、充電電流が小さくなってから所定時間充電したときに、バッテリが満充電状態に到達したと判断している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開平０８－１５４３０７号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

外部充電を行っている間は、バッテリの内部抵抗に応じて、バッテリの電圧値（ＣＣＶ：Closed Circuit Voltage）がＯＣＶ（Open Circuit Voltage）よりも上昇する。そして、外部充電を終了すると、バッテリのＣＣＶが低下し、ＯＣＶに近づく。外部充電を終了したときの電圧降下量は、バッテリの内部抵抗に依存する。ここで、バッテリの劣化が進行するほど、バッテリの内部抵抗が上昇するため、電圧降下量によって、バッテリを満充電状態まで充電することができなくなってしまうことがある。

【課題を解決するための手段】

【０００５】
本発明である蓄電システムは、充放電を行う蓄電ユニットと、蓄電ユニットの電圧値を検出する電圧センサと、電圧センサによる検出電圧値が充電完了電圧値に到達したときに、蓄電ユニットの充電を完了させるコントローラと、を有する。コントローラは、蓄電ユニットを定電流充電している間、電圧センサの検出結果に基づいて、定電流充電を中断することに伴う蓄電ユニットの電圧降下量を算出し、この電圧降下量に応じた充電完了電圧値を設定する。

【０００６】
定電流充電を中断させれば、蓄電ユニットの電圧値が低下し、電圧降下量を算出することができる。電圧降下量は、蓄電ユニットの内部抵抗および電流値に依存する。ここで、定電流充電を行うときに電圧降下量を算出することにより、電流値（充電電流）の変化に伴う電圧降下量の変化を除外することができる。すなわち、電圧降下量を蓄電ユニットの内部抵抗に依存させることができる。

【０００７】
上述したように電圧降下量を算出すれば、蓄電ユニットの劣化（内部抵抗）に応じた電圧降下量を把握することができる。そして、電圧降下量を把握できれば、蓄電ユニットの充電を完了した後の電圧値を把握することができる。これにより、充電を完了した後の蓄電ユニットの電圧値を目標とする電圧値に揃えることができる。言い換えれば、蓄電ユニットの充電状態を目標とする充電状態に揃えることができる。

【０００８】
定電流充電の中断に伴う電圧降下量は、以下に説明する２つの平均値の差分によって算出することができる。一方の平均値は、定電流充電を中断する前において、互いに異なる複数のタイミングで蓄電ユニットの電圧値を検出し、これらの電圧値を平均化することによって算出することができる。他方の平均値は、定電流充電を中断している間において、互いに異なる複数のタイミングで蓄電ユニットの電圧値を検出し、これらの電圧値を平均化することによって算出することができる。

【０００９】
定電流充電を中断する前における電圧値にバラツキが発生しているときには、電圧値に応じて、算出される電圧降下量が変化してしまう。同様に、定電流充電を中断している間における電圧値にバラツキが発生しているときには、電圧値に応じて、算出される電圧降下量が変化してしまう。そこで、上述した平均値を用いることにより、算出される電圧降下量にバラツキが発生することを抑制できる。

【００１０】
蓄電ユニットを充電するときには、定電流充電を行った後に、定電圧充電を行う。ここで、電圧センサの検出電圧値が充電完了電圧値よりも高くなったときに、定電流充電を完了させることができる。また、検出電圧値が充電完了電圧値よりも高い状態が継続したときに、定電圧充電を完了させることができる。

【００１１】
検出電圧値が充電完了電圧値よりも高い状態が継続している場合としては、例えば、検出電圧値が充電完了電圧値よりも高くなっている時間（継続時間）が、予め定めた閾値（時間）よりも長い場合である。また、検出電圧値が充電完了電圧値よりも高いことを確認するたびに、カウント値をインクリメントし、カウント値が予め定めた閾値（カウント値）よりも大きくなったときに、検出電圧値が充電完了電圧値よりも高い状態が継続していることを判別できる。

【００１２】
充電完了電圧値は、以下に説明するように設定される。まず、第１基準電圧降下量と、定電流充電の中断に伴う電圧降下量との比を算出する。ここで、第１基準電圧降下量は、蓄電ユニットの電流値および電圧値に応じて変化し、この対応関係は、基準となる蓄電ユニットを用いて予め求めておくことができる。基準となる蓄電ユニットとしては、製造直後において、劣化が発生していない蓄電ユニットを用いることができる。

【００１３】
電流センサを用いて蓄電ユニットの電流値を検出し、温度センサを用いて蓄電ユニットの温度を検出すれば、検出された電流値および温度に対応した第１基準電圧降下量を特定することができる。第１基準電圧降下量を特定する電流値および温度としては、定電流充電の中断前において検出された値が用いられる。
【００１４】
次に、第２基準電圧降下量に上述した比を乗算することにより、補正値を算出する。ここで、第２基準電圧降下量は、蓄電ユニットの電流値および電圧値に応じて変化し、この対応関係は、基準となる蓄電ユニットを用いて予め求めておくことができる。このため、電流センサおよび温度センサを用いて、蓄電ユニットの電流値および温度をそれぞれ検出すれば、この検出結果に対応した第２基準電圧降下量を特定することができる。第２基準電圧降下量を特定する電流値および温度としては、定電流充電の完了時において検出された値が用いられる。
【００１５】
蓄電ユニットの充電を完了させるときの開放電圧値に、上述した補正値を加算することにより、充電完了電圧値が求められる。ここでの開放電圧値は、蓄電ユニットの充電を完了させたときにおいて、目標となる電圧値である。蓄電ユニットの充電を次回行うときには、電圧センサによる検出電圧値が、設定された充電完了電圧値に到達するまで、蓄電ユニットの充電を行うことができる。これにより、充電を完了させた後の蓄電ユニットの電圧値を、目標となる電圧値に揃えることができる。
【００１６】
電流センサによる検出電流値が許容範囲に含まれているとき、定電流充電を中断することができる。検出電流値にバラツキが発生していると、上述した第１基準電圧降下量を特定しにくくなる。そこで、検出電流値が許容範囲に含まれているときに、定電流充電を中断させれば、第１基準電圧降下量を特定する精度を向上させることができる。
【００１７】
ここで、第１基準電圧降下量を特定するときには、まず、定電流充電を中断する前において、互いに異なる複数のタイミングで、蓄電ユニットの電流値を検出しておく。そして、これらの電流値の平均値を算出し、平均値（電流値）を用いて、第１基準電圧降下量を特定することができる。電流値が許容範囲に含まれているときであっても、許容範囲内において、電流値にバラツキが発生することがある。そこで、電流値の平均値を算出することにより、第１基準電圧降下量を特定する精度を向上させることができる。
【００１８】
蓄電ユニットは、車両に搭載することができる。ここで、蓄電ユニットから出力された電気エネルギを運動エネルギに変換すれば、この運動エネルギを用いて車両を走行させることができる。電気エネルギから運動エネルギへの変換は、モータ・ジェネレータを用いることができる。また、蓄電ユニットを充電するときには、車両の外部に設置された電源から蓄電ユニットに電力を供給することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１９】
【図１】電池システムの構成を示す図である。
【図２】監視ユニットの構成を主に示す図である。
【図３】組電池の外部充電処理を説明する図である。
【図４】定電流充電処理を説明するフローチャートである。
【図５】定電流充電処理を説明するフローチャートである。
【図６】定電流充電処理において、電圧値および電流値の挙動を示す図である。
【図７】定電圧充電処理を説明するフローチャートである。
【図８】充電完了電圧値の補正処理を説明するフローチャートである。
【図９】定電流充電処理において、電圧降下量および電池温度の関係を示す図である。
【図１０】定電圧充電処理において、電圧降下量および電池温度の関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】
【００２０】
以下、本発明の実施例について説明する。
【実施例１】
【００２１】
図１は、本実施例の電池システム（本発明の蓄電システムに相当する）の構成を示す図である。図１に示す電池システムは、車両に搭載されている。車両としては、例えば、ＰＨＶ（Plug-in Hybrid Vehicle）やＥＶ（Electric Vehicle）がある。
【００２２】
ＰＨＶは、車両を走行させるための動力源として、後述する組電池に加えて、エンジン又は燃料電池といった他の動力源を備えている。ＥＶは、車両を走行させるための動力源として、後述する組電池だけを備えている。ＰＨＶおよびＥＶでは、後述するように、外部電源からの電力を用いて組電池を充電することができる。
【００２３】
なお、本実施例では、組電池を車両に搭載しているが、これに限るものではない。すなわち、組電池を充電することができるシステムであれば、本発明を適用することができる。
【００２４】
組電池１０は、直列に接続された複数の単電池１１を有する。単電池１１としては、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池といった二次電池を用いることができる。また、二次電池の代わりに、電気二重層キャパシタを用いることができる。単電池１１の数は、組電池１０の要求出力などに基づいて、適宜設定することができる。本実施例の組電池１０では、すべての単電池１１が直列に接続されているが、組電池１０には、並列に接続された複数の単電池１１が含まれていてもよい。
【００２５】
監視ユニット（本発明の電圧センサに相当する）２０は、組電池１０の端子間電圧ｂｖを検出したり、各単電池１１の端子間電圧ｂｖを検出したりし、検出結果をＥＣＵ（Electric Control Unit）３０に出力する。監視ユニット２０の具体的な構成については後述する。ここで、組電池１０や単電池１１は、本発明の蓄電ユニットに相当する。温度センサ２１は、組電池１０（単電池１１）の温度を検出し、検出結果をＥＣＵ３０に出力する。ここで、組電池１０に対しては、１つ又は複数の温度センサ２１を配置することができる。
【００２６】
電流センサ２２は、組電池１０に流れる電流値ｂｉｂを検出し、検出結果をＥＣＵ３０に出力する。本実施例では、組電池１０を放電しているときに電流センサ２２によって検出された電流値ｂｉｂを正の値としている。また、組電池１０を充電しているときに電流センサ２２によって検出された電流値ｂｉｂを負の値としている。
【００２７】
本実施例では、組電池１０の正極端子と接続された正極ラインＰＬに電流センサ２２を設けている。ここで、電流センサ２２は、組電池１０に流れる電流を検出できればよく、電流センサ２２を設ける位置は適宜設定することができる。例えば、組電池１０の負極端子と接続された負極ラインＮＬに電流センサ２２を設けることができる。また、複数の電流センサ２２を用いることもできる。
【００２８】
ＥＣＵ（本発明のコントローラに相当する）３０は、メモリ３１を有しており、メモリ３１は、ＥＣＵ３０が所定の処理（特に、本実施例で説明する処理）を行うための各種の情報を記憶している。また、ＥＣＵ３０は、タイマ３２を有しており、タイマ３２は、時間の計測に用いられる。本実施例では、メモリ３１およびタイマ３２が、ＥＣＵ３０に内蔵されているが、メモリ３１およびタイマ３２の少なくとも一方を、ＥＣＵ３０の外部に設けることもできる。

【００２９】
正極ラインＰＬには、システムメインリレーＳＭＲ－Ｂが設けられている。システムメインリレーＳＭＲ－Ｂは、ＥＣＵ３０からの制御信号を受けることにより、オンおよびオフの間で切り替わる。負極ラインＮＬには、システムメインリレーＳＭＲ－Ｇが設けられている。システムメインリレーＳＭＲ－Ｇは、ＥＣＵ３０からの制御信号を受けることにより、オンおよびオフの間で切り替わる。
【００３０】
システムメインリレーＳＭＲ－Ｇには、システムメインリレーＳＭＲ－Ｐおよび電流制限抵抗Ｒが並列に接続されている。ここで、システムメインリレーＳＭＲ－Ｐおよび電流制限抵抗Ｒは、直列に接続されている。システムメインリレーＳＭＲ－Ｐは、ＥＣＵ３０からの制御信号を受けることにより、オンおよびオフの間で切り替わる。
【００３１】
電流制限抵抗Ｒは、組電池１０を負荷（後述するインバータ２４）と接続するときに、コンデンサ２３に突入電流が流れることを抑制するために用いられる。コンデンサ２３は、正極ラインＰＬおよび負極ラインＮＬに接続されており、正極ラインＰＬおよび負極ラインＮＬの間における電圧変動を平滑化するために用いられる。
【００３２】
組電池１０をインバータ２４と接続するとき、ＥＣＵ３０は、まず、システムメインリレーＳＭＲ－Ｂ，ＳＭＲ－Ｐをオフからオンに切り替える。これにより、電流制限抵抗Ｒに電流を流すことができ、コンデンサ２３に突入電流が流れることを抑制できる。次に、ＥＣＵ３０は、システムメインリレーＳＭＲ－Ｇをオフからオンに切り替えるとともに、システムメインリレーＳＭＲ－Ｐをオンからオフに切り替える。
【００３３】
これにより、組電池１０およびインバータ２４の接続が完了し、図１に示す電池システムは、起動状態（Ｒｅａｄｙ－Ｏｎ）となる。ＥＣＵ３０には、車両のイグニッションスイッチのオン／オフに関する情報が入力され、ＥＣＵ３０は、イグニッションスイッチがオフからオンに切り替わることに応じて、図１に示す電池システムを起動する。
【００３４】
一方、イグニッションスイッチがオンからオフに切り替わったとき、ＥＣＵ３０は、システムメインリレーＳＭＲ－Ｂ，ＳＭＲ－Ｇをオンからオフに切り替える。これにより、組電池１０およびインバータ２４の接続が遮断され、図１に示す電池システムは、停止状態（Ｒｅａｄｙ－Ｏｆｆ）となる。
【００３５】
インバータ２４は、組電池１０から出力された直流電力を交流電力に変換し、交流電力をモータ・ジェネレータ（ＭＧ）２５に出力する。モータ・ジェネレータ２５としては、例えば、三相交流モータを用いることができる。モータ・ジェネレータ２５は、インバータ２４から出力された交流電力を受けて、車両を走行させるための運動エネルギを生成する。モータ・ジェネレータ２５によって生成された運動エネルギを、車輪に伝達することにより、車両を走行させることができる。
【００３６】
車両を減速させたり、停止させたりするとき、モータ・ジェネレータ２５は、車両の制動時に発生する運動エネルギを電気エネルギ（交流電力）に変換する。インバータ２４は、モータ・ジェネレータ２５が生成した交流電力を直流電力に変換し、直流電力を組電池１０に出力する。これにより、組電池１０は、回生電力を蓄えることができる。
【００３７】
本実施例では、組電池１０をインバータ２４に接続しているが、これに限るものではない。具体的には、組電池１０およびインバータ２４の間の電流経路において、昇圧回路を設けることができる。昇圧回路は、組電池１０の出力電圧を昇圧し、昇圧後の電力をインバータ２４に出力することができる。また、昇圧回路は、インバータ２４の出力電圧を降圧し、降圧後の電力を組電池１０に出力することができる。

【００３８】
充電器２６は、充電ラインＰＣＬ，ＮＣＬを介して、正極ラインＰＬおよび負極ラインＮＬに接続されている。具体的には、充電ラインＰＣＬは、組電池１０の正極端子およびシステムメインリレーＳＭＲ－Ｂを接続する正極ラインＰＬに接続されている。また、充電ラインＮＣＬは、組電池１０の負極端子およびシステムメインリレーＳＭＲ－Ｇを接続する負極ラインＮＬに接続されている。
【００３９】
充電ラインＰＣＬ，ＮＣＬには、充電リレーＲｃｈ１，Ｒｃｈ２が設けられている。充電リレーＲｃｈ１，Ｒｃｈ２は、ＥＣＵ３０からの制御信号を受けることにより、オンおよびオフの間で切り替わる。充電器２６には、インレット（いわゆるコネクタ）２７が接続されている。
【００４０】
インレット２７には、外部電源（図示せず）と接続されたプラグ（いわゆるコネクタ）が接続される。プラグをインレット２７に接続することにより、外部電源からの電力を、充電器２６を介して組電池１０に供給することができる。これにより、外部電源を用いて、組電池１０を充電することができる。外部電源としては、例えば、商用電源を用いることができる。外部電源が交流電力を供給するとき、充電器２６は、外部電源からの交流電力を直流電力に変換し、直流電力を組電池１０に出力する。ＥＣＵ３０は、充電器２６の動作を制御することができる。
【００４１】
外部電源の電力を組電池１０に供給して、組電池１０を充電することを外部充電という。本実施例の電池システムでは、充電リレーＲｃｈ１，Ｒｃｈ２がオンであるときに、外部充電を行うことができる。外部充電を行うとき、組電池１０には一定の充電電流を供給することができ、定電流の下で、組電池１０を充電することができる。
【００４２】
外部電源の電力を組電池１０に供給するシステムは、図１に示すシステムに限るものではない。本実施例では、充電器２６が車両に搭載されているが、車両の外部に充電器（外部充電器という）を設置することもできる。この場合には、図１に示す充電器２６が省略される。外部充電器と接続されたプラグをインレット２７に接続することにより、外部電源の電力を組電池１０に供給することができる。
【００４３】
また、本実施例では、プラグをインレット２７に接続することにより、外部充電を行うようにしているが、これに限るものではない。具体的には、いわゆる非接触方式の充電システムを用いることにより、外部電源の電力を組電池１０に供給することができる。非接触方式の充電システムでは、電磁誘導や共振現象を利用することにより、ケーブルを介さずに電力を供給することができる。非接触方式の充電システムとしては、公知の構成を適宜採用することができる。
【００４４】
次に、監視ユニット２０の構成について、図２を用いて説明する。図２に示すように、監視ユニット２０は、組電池１０を構成する単電池１１の数だけ、電圧監視ＩＣ（Integrated Circuit）２０ａを有しており、各電圧監視ＩＣ２０ａは、各単電池１１に並列に接続されている。電圧監視ＩＣ２０ａは、単電池１１の電圧値を検出し、検出結果をＥＣＵ３０に出力する。
【００４５】
本実施例では、各単電池１１に対して電圧監視ＩＣ２０ａを設けているが、これに限るものではない。例えば、組電池１０を構成する複数の単電池１１を、複数の電池ブロックに分けたとき、各電池ブロックに対して電圧監視ＩＣ２０ａを設けることができる。電池ブロックは、直列に接続された複数の単電池１１によって構成されており、複数の電池ブロックが直列に接続されることにより、組電池１０が構成される。
【００４６】

この場合において、電圧監視ＩＣ２０ａは、電池ブロックの電圧値を検出し、検出結果をＥＣＵ３０に出力する。なお、各電池ブロックには、並列に接続された複数の単電池１１を含めることもできる。ここで、電池ブロックは、本発明の蓄電ユニットに相当する。

【００４７】

本実施例の電池システムでは、外部充電を行うことにより、組電池１０のＳＯＣ（State of Charge）を上昇させることができる。ここで、ＳＯＣとは、満充電容量に対する、現在の充電容量の割合である。ＰＨＶおよびＥＶでは、組電池１０のＳＯＣを上昇させることにより、ＥＶ走行距離を確保しやすくなる。ＥＶ走行距離とは、組電池１０の出力だけを用いて車両を走行させるときにおいて、走行可能な距離である。

【００４８】

外部充電を行うときには、外部充電を完了させるときのＳＯＣを設定することができる。例えば、外部充電を完了させるときのＳＯＣとして、満充電状態に相当する１００［％］に設定することができる。

【００４９】

ここで、組電池１０のＳＯＣが設定値（ＳＯＣ）に到達したか否かは、組電池１０又は単電池１１の電圧値に基づいて判別することができる。組電池１０又は単電池１１のＳＯＣが設定値（ＳＯＣ）であるときの電圧値（充電完了電圧値という）を予め測定しておけば、組電池１０又は単電池１１の電圧値が充電完了電圧値（固定値）に到達したことに応じて、組電池１０又は単電池１１のＳＯＣが設定値（ＳＯＣ）に到達したことを判別することができる。

【００５０】

単電池１１の劣化が進行すると、単電池１１の内部抵抗が上昇する。ここで、監視ユニット２０（電圧監視ＩＣ２０ａ）によって検出される単電池１１の電圧値（ＣＣＶ：Closed Circuit Voltage）は、下記式（１）に示すように、単電池１１の電圧値（ＯＣＶ:Open Circuit Voltage）に対して、内部抵抗に応じた電圧変化量だけ変化する。すなわち、単電池１１を充電するとき、単電池１１のＣＣＶは、単電池１１のＯＣＶに対して、「Ｉｂ×Ｒｂ」の分（電圧変化量）だけ上昇する。

【００５１】

【数１】

$$CCV = OCV + Ib \times Rb \qquad \ldots(1)$$

【００５２】

上記式（１）において、Ｉｂは、単電池１１に流れる電流値であり、電流センサ２２によって検出された値である。Ｒｂは、単電池１１の内部抵抗である。単電池１１の劣化が進行することに応じて、内部抵抗Ｒｂが上昇する。

【００５３】

単電池１１の外部充電を終了させると、単電池１１に充電電流が流れなくなるため、単電池１１の電圧値は、ＯＣＶに近づく。言い換えれば、外部充電を終了させると、単電池１１の電圧値は、「Ｉｂ×Ｒｂ」の分だけ低下することになる。ここで、電圧変化量（Ｉｂ×Ｒｂ）が大きくなるほど、言い換えれば、電流値Ｉｂや内部抵抗Ｒｂが上昇するほど、外部充電を終了した後の電圧降下量が増加する。また、後述するように、単電池１１を定電流充電すれば、電圧降下量が内部抵抗Ｒｂに依存することになる。

【００５４】

単電池１１のＳＯＣが設定値（ＳＯＣ）に到達したか否かは、監視ユニット２０（電圧監視ＩＣ２０ａ）によって検出される単電池１１のＣＣＶに基づいて判別される。上述したように、外部充電を終了した後では、単電池１１の電圧値が低下する。このため、単電池１１のＣＣＶが充電完了電圧値（固定値）に到達したとしても、外部充電を終了した後には、単電池１１の電圧値が充電完了電圧値（固定値）よりも低下してしまう。

【００５５】

これにより、単電池１１のＳＯＣが設定値（ＳＯＣ）となるまで、組電池１０（単電池１１）を充電することができなくなってしまう。単電池１１のＳＯＣが設定値（ＳＯＣ）

に到達しなければ、このＳＯＣの差分だけ、上述したＥＶ走行距離が低下してしまう。

【００５６】

そこで、本実施例では、後述するように、単電池１１の内部抵抗（劣化状態）を考慮して、充電完了電圧値を補正している。単電池１１の内部抵抗に応じて補正された充電完了電圧値を用いることにより、単電池１１のＳＯＣを設定値（ＳＯＣ）に到達させやすくなる。そして、単電池１１のＳＯＣが設定値（ＳＯＣ）に到達するまで、精度良く外部充電を行うことにより、設定値（ＳＯＣ）に応じたＥＶ走行距離を確保しやすくなる。

【００５７】

まず、組電池１０（単電池１１）を外部充電するときの処理について、図３を用いて説明する。図３において、左側縦軸は、組電池１０又は単電池１１のＳＯＣを示し、右側縦軸は、充電電力を示す。また、図３の横軸は、外部充電を行っているときの時間を示し、図３の右側に進むほど、外部充電が進行することになる。

【００５８】

外部充電を開始した後では、定電流の下で、単電池１１（組電池１０）の充電が行われる。ここで、充電時の電流値は、適宜設定することができる。充電電流値を大きくするほど、定電流充電を行う時間を短縮することができる。定電流充電を行えば、充電電力は、図３に示すように一定となる。

【００５９】

単電池１１を充電すると、上記式（１）を用いて説明したように、単電池１１のＣＣＶは、ＯＣＶに対して電圧変化量（Ｉｂ×Ｒｂ）だけ変化する。ここで、定電流充電を行えば、充電電流値Ｉｂが一定となるため、電圧変化量（Ｉｂ×Ｒｂ）は、単電池１１の内部抵抗Ｒｂに応じて変化することになる。すなわち、上記式（１）において、ＣＣＶに含まれる電圧変化量（Ｉｂ×Ｒｂ）によって、単電池１１の内部抵抗Ｒｂを把握することができる。

【００６０】

定電流充電が進むにつれて、単電池１１のＳＯＣ（言い換えれば、電圧値）が上昇する。そして、単電池１１のＳＯＣが閾値ＳＯＣ＿ｔｈに到達した時刻ｔ１１では、定電流充電を終了する。ここで、閾値ＳＯＣ＿ｔｈは、上述した設定値（ＳＯＣ）に相当する。定電流充電が終了した後は、定電圧での充電に切り替わる。すなわち、時刻ｔ１１以降では、定電圧充電が行われる。

【００６１】

定電圧充電では、単電池１１の電圧値が一定となるように充電が行われる。このため、定電圧充電が進むほど、充電電流が低下し、図３に示すように、充電電力が低下することになる。そして、充電電力が０［ｋＷ］に変化した時刻ｔ１２において、定電圧充電を終了する。上述したように、定電流充電を行った後に、定電圧充電を行うことにより、単電池１１のＳＯＣを閾値ＳＯＣ＿ｔｈに到達させることができる。

【００６２】

次に、定電流充電を行うときの処理について、図４および図５に示すフローチャートを用いて説明する。ここで、図４および図５に示す処理は、ＥＣＵ３０によって実行される。

【００６３】

ステップＳ１０１において、ＥＣＵ３０は、電流センサ２２の出力に基づいて、組電池１０の電流値ｂｉｂを検出する。また、ＥＣＵ３０は、電流値ｂｉｂが上限閾値（電流値）Ｉ＿ｔｈ１よりも小さく、下限閾値（電流値）Ｉ＿ｔｈ２よりも大きいか否かを判別する。閾値Ｉ＿ｔｈ１，Ｉ＿ｔｈ２は、外部充電時における電流値の適正範囲を規定するために用いられ、適宜設定することができる。例えば、定電流充電を行っている間の時間を短縮させることを考慮して、閾値Ｉ＿ｔｈ１，Ｉ＿ｔｈ２を適宜設定することができる。閾値Ｉ＿ｔｈ１，Ｉ＿ｔｈ２に関する情報は、メモリ３１に記憶しておくことができる。

【００６４】

本実施例では、電流値ｂｉｂが、上限閾値Ｉ＿ｔｈ１および下限閾値Ｉ＿ｔｈ２の間に

位置しているか否かを判別しているが、この処理（ステップＳ１０１の処理）を省略することもできる。ＥＣＵ３０は、電流値ｂｉｂが上限閾値Ｉ＿ｔｈ１および下限閾値Ｉ＿ｔｈ２の間に位置するまで待機する。そして、ＥＣＵ３０は、電流値ｂｉｂが上限閾値Ｉ＿ｔｈ１および下限閾値Ｉ＿ｔｈ２の間に位置したとき、ステップＳ１０２の処理を行う。

【００６５】

ステップＳ１０２において、ＥＣＵ３０は、電流値ｂｉｂの変動量Δｂｉｂ＿ｃを算出する。定電流充電を行っている間であっても、電流値ｂｉｂが変動することがある。そこで、電流値ｂｉｂが変動したとき、ＥＣＵ３０は、電流値ｂｉｂの変動履歴に基づいて、最大値ｂｉｂ＿ｍａｘおよび最小値ｂｉｂ＿ｍｉｎを特定する。そして、ＥＣＵ３０は、最大値ｂｉｂ＿ｍａｘおよび最小値ｂｉｂ＿ｍｉｎの差分を算出することにより、変動量Δｂｉｂ＿ｃを特定することができる。

【００６６】

また、ＥＣＵ３０は、ステップＳ１０２において、変動量Δｂｉｂ＿ｃが閾値（変動量）Δｂｉｂ＿ｔｈ１よりも少ないか否かを判別する。閾値Δｂｉｂ＿ｔｈ１は、適宜設定することができ、閾値Δｂｉｂ＿ｔｈ１に関する情報は、メモリ３１に記憶しておくことができる。

【００６７】

変動量Δｂｉｂ＿ｃが閾値Δｂｉｂ＿ｔｈ１よりも少ないとき、ＥＣＵ３０は、電流値ｂｉｂのバラツキが抑制されたと判別し、ステップＳ１０３の処理を行う。一方、変動量Δｂｉｂ＿ｃが閾値Δｂｉｂ＿ｔｈ１よりも多いとき、ＥＣＵ３０は、ステップＳ１０１の処理に戻る。

【００６８】

後述するように、電流値ｂｉｂは、電圧変化量を特定（推定）するために用いられる。ここで、電流値ｂｉｂのバラツキが発生していると、電流値ｂｉｂに応じて、電圧変化量が異なってしまい、電圧変化量を精度良く推定することができなくなってしまう。そこで、ステップＳ１０２の処理では、変動量Δｂｉｂ＿ｃが、許容量としての閾値Δｂｉｂ＿ｔｈ１よりも少なくなることを確認している。これにより、電流値ｂｉｂから電圧変化量を特定（推定）するときにおいて、電圧変化量の推定精度を向上させることができる。

【００６９】

ステップＳ１０３において、ＥＣＵ３０は、タイマ３２を用いて、時間ｔｍの計測を開始する。変動量Δｂｉｂ＿ｃが閾値Δｂｉｂ＿ｔｈ１よりも少なくなっている間は、時間ｔｍの計測が継続される。ステップＳ１０４において、ＥＣＵ３０は、計測時間ｔｍが閾値（時間）ｔ＿ｔｈよりも長いか否かを判別する。閾値ｔ＿ｔｈは、電流値ｂｉｂのバラツキが抑制された状態が継続されているか否かを判別するために用いられ、適宜設定することができる。閾値ｔ＿ｔｈに関する情報は、メモリ３１に記憶しておくことができる。

【００７０】

計測時間ｔｍが閾値ｔ＿ｔｈよりも長いとき、ＥＣＵ３０は、電流値ｂｉｂのバラツキが収束されたと判別し、ステップＳ１０５の処理を行う。一方、計測時間ｔｍが閾値ｔ＿ｔｈよりも短いとき、ＥＣＵ３０は、ステップＳ１０１の処理に戻る。

【００７１】

ステップＳ１０５において、ＥＣＵ３０は、電流センサ２２の出力に基づいて、電流値ｂｉｃｈを検出する。電流値ｂｉｃｈは、計測時間ｔｍが閾値ｔ＿ｔｈよりも長いときに検出される電流値ｂｉｂである。また、ＥＣＵ３０は、監視ユニット２０（電圧監視ＩＣ２０ａ）の出力に基づいて、組電池１０又は単電池１１の電圧値（ＣＣＶ）ｂｖｃｈを検出する。

【００７２】

電圧値ｂｖｃｈは、計測時間ｔｍが閾値ｔ＿ｔｈよりも長いときに検出される電圧値ｂｖである。ここで、電流値ｂｉｃｈおよび電圧値ｂｖｃｈの検出は、同一のタイミングで行われるとともに、所定の周期で複数回行われる。電流値ｂｉｃｈおよび電圧値ｂｖｃｈを検出する回数は、適宜設定することができる。

【００７３】
複数の単電池１１における電圧値がばらついているときには、例えば、これらの電圧値の平均値を電圧値ｂｖｃｈとして用いることができる。一方、複数の単電池１１における電圧値にバラツキが発生していないときには、任意の単電池１１における電圧値を電圧値ｂｖｃｈとして用いることができる。
【００７４】
複数の単電池１１における電圧値のバラツキを低減させる処理として、均等化処理がある。均等化処理では、電圧値が高い側の単電池１１を放電させることにより、この単電池１１の電圧値が他の単電池１１の電圧値に揃えられる。このように、均等化処理を行った後では、複数の単電池１１における電圧値にバラツキが発生していないため、任意の単電池１１の電圧値を電圧値ｂｖｃｈとして用いることができる。一方、監視ユニット２０によって組電池１０の電圧値を検出するときには、組電池１０の電圧値を電圧値ｂｖｃｈとして用いることができる。
【００７５】
ステップＳ１０５の処理によって検出された電流値ｂｉｃｈおよび電圧値ｂｖｃｈは、メモリ３１に記憶される。なお、本実施例では、電流値ｂｉｃｈおよび電圧値ｂｖｃｈの検出を複数回行っているが、１回の検出だけでもよい。
【００７６】
電流値ｂｉｃｈおよび電圧値ｂｖｃｈの検出処理を終了した後、ＥＣＵ３０は、ステップＳ１０６において、定電流充電を停止させる。具体的には、ＥＣＵ３０は、充電器２６の動作を制御することにより、外部電源から組電池１０への電力供給を停止させる。組電池１０の充電を停止させると、上記式（１）を用いて説明したように、組電池１０（単電池１１）の電圧値が低下する。
【００７７】
ステップＳ１０７において、ＥＣＵ３０は、電流センサ２２の出力に基づいて、電流値ｂｉｂを検出する。また、ＥＣＵ３０は、検出した電流値ｂｉｂが許容範囲内に含まれているか否かを判別する。ステップＳ１０６の処理によって定電流充電を停止させると、組電池１０に充電電流が流れなくなるため、電流値ｂｉｂは、０［Ａ］となる。
【００７８】
ここで、電流センサ２２の検出誤差などによって、電流センサ２２によって検出される電流値ｂｉｂは、０［Ａ］からずれることもある。そこで、ステップＳ１０７の処理では、電流値ｂｉｂが許容範囲内に含まれているか否かを判別している。
【００７９】
許容範囲は、０［Ａ］を基準として設定される。具体的には、０［Ａ］よりも充電側に許容量（電流値）Δｂｉｂ＿ｔｈ２だけずれた範囲と、０［Ａ］よりも放電側に許容量（電流値）Δｂｉｂ＿ｔｈ２だけずれた範囲とによって、許容範囲が規定される。すなわち、ＥＣＵ３０は、ステップＳ１０７の処理において、電流値ｂｉｂが許容下限値「－Δｂｉｂ＿ｔｈ２」よりも大きく、かつ、許容上限値「＋Δｂｉｂ＿ｔｈ２」よりも小さいか否かを判別する。
【００８０】
許容量Δｂｉｂ＿ｔｈ２は、適宜設定することができ、許容量Δｂｉｂ＿ｔｈ２に関する情報は、メモリ３１に記憶しておくことができる。本実施例では、充電側の許容量Δｂｉｂ＿ｔｈ２と、放電側の許容量Δｂｉｂ＿ｔｈ２とを互いに等しくしているが、これに限るものではない。すなわち、充電側および放電側の許容量を互いに異ならせることもできる。例えば、電流センサ２２の検出特性などを考慮して、充電側および放電側の許容量を異ならせることができる。
【００８１】
電流値ｂｉｂが上述した許容範囲に含まれているとき、ＥＣＵ３０は、ステップＳ１０８の処理を行う。一方、電流値ｂｉｂが上述した許容範囲から外れているとき、ＥＣＵ３０は、電流値ｂｉｂが許容範囲に含まれるまで待機する。ステップＳ１０８において、Ｅ

ＣＵ３０は、監視ユニット２０（電圧監視ＩＣ２０ａ）の出力に基づいて、組電池１０又は単電池１１の電圧値ｂｖｗａｉｔを検出する。ここで、電圧値ｂｖｗａｉｔの検出は、所定の周期で複数回行われる。なお、電圧値ｂｖｗａｉｔを検出する回数（１回を含む）は、適宜設定することができる。

【００８２】

ステップＳ１０５の処理でも説明したように、複数の単電池１１における電圧値にバラツキが発生しているときには、複数の単電池１１における電圧値の平均値を電圧値ｂｖｗａｉｔとして用いることができる。また、複数の単電池１１における電圧値にバラツキが発生していないときには、任意の単電池１１の電圧値を電圧値ｂｖｗａｉとして用いることができる。一方、監視ユニット２０が組電池１０の電圧値を検出するときには、組電池１０の電圧値を電圧値ｂｖｗａｉｔとして用いることができる。検出された電圧値ｂｖｗａｉｔに関する情報は、メモリ３１に記憶される。

【００８３】

ステップＳ１０９において、ＥＣＵ３０は、温度センサ２１の出力に基づいて、組電池１０（単電池１１）の温度Ｔｂ１を検出する。ここで、複数の温度センサ２１を用いており、複数の温度センサ２１によって検出された温度が互いに異なるときには、いずれかの温度を電池温度Ｔｂ１として用いることができる。例えば、最も低い温度を、電池温度Ｔｂ１として用いることができる。ここで、電池温度Ｔｂ１に関する情報は、メモリ３１に記憶される。

【００８４】

ステップＳ１１０において、ＥＣＵ３０は、定電流充電を再開させる。具体的には、ＥＣＵ３０は、充電器２６の動作を制御することにより、外部電源からの電力を組電池１０に供給する。ステップＳ１１１において、ＥＣＵ３０は、監視ユニット２０の出力に基づいて、組電池１０又は単電池１１の電圧値（ＣＣＶ）ｂｖ＿ｃを検出する。そして、ＥＣＵ３０は、検出した電圧値ｂｖ＿ｃが充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈよりも高いか否かを判別する。

【００８５】

ここで、監視ユニット２０（電圧監視ＩＣ２０ａ）によって複数の単電池１１における電圧値を検出するときには、電圧値ｂｖ＿ｃとして、いずれかの単電池１１における電圧値を用いることができる。例えば、最も高い単電池１１の電圧値を電圧値ｂｖ＿ｃとして用いることができる。

【００８６】

一方、複数の単電池１１における電圧値にバラツキが発生しているときには、複数の単電池１１における電圧値の平均値を電圧値ｂｖ＿ｃとして用いることもできる。また、複数の単電池１１における電圧値にバラツキが発生していないときには、任意の単電池１１の電圧値を電圧値ｂｖ＿ｃとして用いることができる。充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈとしては、電圧値ｂｖ＿ｃの内容（組電池１０又は単電池１１の電圧値）に応じて適宜設定される。

【００８７】

電圧値ｂｖ＿ｃが充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈよりも高いとき、ＥＣＵ３０は、ステップＳ１１２の処理を行う。一方、電圧値ｂｖ＿ｃが充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈよりも低いとき、ＥＣＵ３０は、ステップＳ１０１の処理に戻る。ステップＳ１１２において、ＥＣＵ３０は、定電流充電を完了させ、組電池１０の充電方法を定電圧充電に切り替える。上述したように、電圧値ｂｖ＿ｃが充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈに到達するまでは、ステップＳ１０１からステップＳ１１１までの処理が繰り返して行われる。すなわち、定電流充電を行っている間では、ステップＳ１０１からステップＳ１１１までの処理が、少なくとも１回行われる。

【００８８】

図６には、定電流充電を行うときにおいて、電圧値ｂｖおよび電流値ｂｉｂの挙動を示している。図６において、縦軸は、電圧値ｂｖおよび電流値ｂｉｂをそれぞれ示し、横軸

は、時間を示している。

【００８９】

図６に示すように、時刻ｔ０から外部充電（定電流充電）を開始すると、電圧値ｂｖが上昇する。ここで、電圧値ｂｖにリプル成分が含まれているときには、電圧値ｂｖになまし処理を施すことができる。例えば、今回検出した電圧値ｂｖの平均値と、なまし処理が施された前回の電圧値とを重み付け加算することにより、なまし処理が施された今回の電圧値を算出することができる。

【００９０】

電流センサ２２の出力に基づいて、電流値ｂｉｂを検出することにより、電流値ｂｉｂが上限閾値Ｉ＿ｔｈ１および下限閾値Ｉ＿ｔｈ２の間に位置しているか否かを確認することができる（図４に示すステップＳ１０１の処理）。図６に示す例では、上限閾値Ｉ＿ｔｈ１および下限閾値Ｉ＿ｔｈ２の間において、電流値ｂｉｂが変化している。

【００９１】

定電流充電を行っているとき、電流値ｂｉｂは、図６に示すように変化することがある。ここで、電流値ｂｉｂの変動量Δｂｉｂ＿ｃが閾値Δｂｉｂ＿ｔｈ１よりも少なくなれば、時間ｔｍの計測が開始される（図４に示すステップＳ１０２，Ｓ１０３の処理）。図６に示す例では、時刻ｔ２１において、時間ｔｍの計測が開始される。

【００９２】

計測時間ｔｍが閾値ｔ＿ｔｈに到達すると、電流値ｂｉｃｈの検出が開始される（図４に示すステップＳ１０４，Ｓ１０５の処理）。図６に示す例では、時刻ｔ２２において、電流値ｂｉｃｈの検出が開始される。時刻ｔ２２以降では、所定の周期において、電流値ｂｉｃｈの検出が複数回行われる。ここで、電流値ｂｉｃｈの検出タイミングに同期させて、電圧値ｂｖｃｈの検出が行われる（図４に示すステップＳ１０５の処理）。

【００９３】

電流値ｂｉｃｈおよび電圧値ｂｖｃｈの検出が終了すると、時刻ｔ２３において、定電流充電が停止される（図４に示すステップＳ１０６の処理）。これにより、電流値ｂｉｂは、０［Ａ］となる。ここで、電流値ｂｉｂが、許容下限値「－Δｂｉｂ＿ｔｈ２」および許容上限値「＋Δｂｉｂ＿ｔｈ２」によって規定される許容範囲に含まれていれば、電圧値ｂｖｗａｉｔの検出が開始される（図５に示すステップＳ１０７，Ｓ１０８の処理）。具体的には、所定の周期において、電圧値ｂｖｗａｉｔの検出が複数回行われる。

【００９４】

電圧値ｂｖｗａｉｔの検出を終了した後は、定電流充電が再開される。図６に示す例では、時刻ｔ２４において、定電流充電が再開される。これにより、電流値ｂｉｂは、上限閾値Ｉ＿ｔｈ１および下限閾値Ｉ＿ｔｈ２の間で変化することになる。定電流充電を再開した後は、電圧値ｂｖ＿ｃが充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈに到達するまで、上述した処理が繰り返される。

【００９５】

次に、定電圧充電の処理について、図７に示すフローチャートを用いて説明する。図５に示す処理が終了した後は、図７に示す処理が行われる。図７に示す処理は、ＥＣＵ３０によって実行される。

【００９６】

ステップＳ２０１において、ＥＣＵ３０は、定電圧の下で、組電池１０の外部充電を行う。図５を用いて説明したように、電圧値ｂｖ＿ｃが充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈに到達した後は、定電流充電から定電圧充電に切り替わる。そして、定電圧充電では、電圧値ｂｖ＿ｃを充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈに維持したままの状態で組電池１０の外部充電が行われる。このため、図３を用いて説明したように、定電圧充電が進むほど、充電電力が低下することになる。

【００９７】

ステップＳ２０２において、ＥＣＵ３０は、定電圧充電の終了条件を満たすか否かを判別する。ここで、定電圧充電の終了条件を満たすとき、ＥＣＵ３０は、ステップＳ２０３

の処理を行う。一方、定電圧充電の終了条件を満たさなければ、ＥＣＵ３０は、ステップＳ２０１の処理を継続する。

【００９８】

定電圧充電の終了条件としては、例えば、以下に説明する条件を設定することができる。まず、電圧値ｂｖ＿ｃを複数回検出しながら、電圧値ｂｖ＿ｃが充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈよりも高いときの回数をカウントする。そして、カウント値が閾値よりも大きいことを、定電圧充電の終了条件とすることができる。

【００９９】

カウント値が閾値よりも大きいことを確認することにより、電圧値ｂｖ＿ｃが充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈよりも高くなっていることを確認することができる。これにより、定電圧充電を終了させることができる。なお、カウント値に対応する閾値は、適宜設定することができ、この閾値に関する情報は、メモリ３１に記憶しておくことができる。

【０１００】

一方、定電圧充電の終了条件としては、上述した条件に限るものではない。すなわち、電圧値ｂｖ＿ｃが継続して充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈよりも高くなっていることを確認することができればよい。例えば、電圧値ｂｖ＿ｃが充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈよりも高くなっている時間（継続時間）を計測し、この計測時間が閾値よりも長くなっていることを、定電圧充電の終了条件とすることができる。上述したように、電圧値ｂｖ＿ｃとしては、組電池１０又は単電池１１の電圧値を用いることができる。複数の単電池１１における電圧値にバラツキが発生しているときには、これらの電圧値の平均値を電圧値ｂｖ＿ｃとして用いることができる。

【０１０１】

ステップＳ２０３において、ＥＣＵ３０は、電流センサ２２の出力に基づいて、定電圧充電を終了させるときの電流値ｂｉｅｎｄを検出する。この電流値ｂｉｅｎｄは、定電圧充電を終了させるときに、電流センサ２２によって検出された電流値ｂｉｂである。また、ステップＳ２０３において、ＥＣＵ３０は、温度センサ２１の出力に基づいて、定電圧充電を終了させるときの電池温度Ｔｂ２を検出する。ここで、ＥＣＵ３０は、電流値ｂｉｅｎｄおよび電池温度Ｔｂ２に関する情報をメモリ３１に記憶する。ステップＳ２０４において、ＥＣＵ３０は、定電圧充電（外部充電）を終了させる。

【０１０２】

次に、充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈを補正する処理について、図８に示すフローチャートを用いて説明する。ここで、図８に示す処理は、ＥＣＵ３０によって実行される。

【０１０３】

ステップＳ３０１において、ＥＣＵ３０は、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｃを算出する。ここでの電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｃは、定電流充電（図４および図５に示す処理）を行うときにおいて、定電流充電を一旦停止させたときの電圧降下量である（図６参照）。図４に示すステップＳ１０６の処理では、定電流充電を一旦停止させており、充電の停止によって、組電池１０や単電池１１の電圧値が低下する。

【０１０４】

電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｃは、下記式（２）に基づいて算出することができる。

【０１０５】

【数２】

$$\Delta bvir_c = bvch_ave - bvwait_ave \qquad \ldots(2)$$

【０１０６】

上記式（２）において、電圧値ｂｖｃｈ＿ａｖｅは、複数の電圧値ｂｖｃｈにおける平均値である。図４に示すステップＳ１０５の処理で説明したように、電圧値ｂｖｃｈの検出は複数回行われる。この検出によって得られた複数の電圧値ｂｖｃｈを平均化することにより、電圧値ｂｖｃｈ＿ａｖｅを算出することができる。なお、電圧値ｂｖｃｈの検出を１回だけ行ったときには、この電圧値ｂｖｃｈが上記式（２）に示す電圧値ｂｖｃｈ＿ａｖｅとなる。

【０１０７】
上記式（２）において、電圧値ｂｖｗａｉｔ＿ａｖｅは、複数の電圧値ｂｖｗａｉｔにおける平均値である。図５に示すステップＳ１０８の処理で説明したように、電圧値ｂｖｗａｉｔの検出は複数回行われる。この検出によって得られた複数の電圧値ｂｖｗａｉｔを平均化することにより、電圧値ｂｖｗａｉｔ＿ａｖｅを算出することができる。なお、電圧値ｂｖｗａｉｔの検出を１回だけ行ったときには、この電圧値ｂｖｗａｉｔが上記式（２）に示す電圧値ｂｖｗａｉｔ＿ａｖｅとなる。
【０１０８】
複数の電圧値ｂｖｃｈにバラツキが発生していたり、複数の電圧値ｂｖｗａｉｔにバラツキが発生したりしているときには、電圧値ｂｖｃｈ，ｂｖｗａｉｔに応じて、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｃが変化してしまう。そこで、上述した平均値（電圧値）ｂｖｃｈ＿ａｖｅ，ｂｖｗａｉｔ＿ａｖｅを用いることにより、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｃにバラツキが発生することを抑制できる。
【０１０９】
ステップＳ３０２において、ＥＣＵ３０は、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１を特定（推定）する。電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１は、定電流充電（図４および図５に示す処理）を行うときにおいて、定電流充電を一旦停止させたときの電圧降下量であり、電池温度および電流値に基づいて推定される値である。また、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１は、本発明の第１基準電圧降下量に相当する。
【０１１０】
電池温度および電流値と、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１との対応関係は、予め実験などを行っておくことにより取得することができる。図９は、電流値が所定値であるときにおいて、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１および電池温度の対応関係を示すマップである。また、図９に示すマップは、劣化していない単電池１１を用いて得られた対応関係を示す。劣化していない単電池１１としては、例えば、製造直後における単電池１１を用いることができる。
【０１１１】
図９に示すように、電池温度が上昇するほど、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１が低下する。言い換えれば、電池温度が低下するほど、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１が増加する。上記式（１）を用いて説明したように、電圧降下量は、「Ｉｂ×Ｒｂ」によって規定される。ここで、単電池１１の内部抵抗Ｒｂは、電池温度が低下するほど上昇する。言い換えれば、単電池１１の内部抵抗Ｒｂは、電池温度が上昇するほど低下する。このため、電池温度および電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１は、図９に示す関係を有する。
【０１１２】
図９に示す電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１および電池温度の対応関係は、電流値に応じて変化する。図９に示すマップ（電流値毎）は、予めメモリ３１に記憶しておくことができる。ステップＳ３０２の処理において、ＥＣＵ３０は、まず、電流値ｂｉｃｈ＿ａｖｅを算出する。電流値ｂｉｃｈ＿ａｖｅは、複数の電流値ｂｉｃｈにおける平均値である。
【０１１３】
図４に示すステップＳ１０５の処理では、電流値ｂｉｃｈの検出を複数回行っており、この検出によって得られた電流値ｂｉｃｈを平均化することにより、電流値ｂｉｃｈ＿ａｖｅを算出することができる。なお、電流値ｂｉｃｈの検出を１回だけ行ったときには、この電流値ｂｉｃｈを、上述した電流値ｂｉｃｈ＿ａｖｅとして用いる。
【０１１４】
ＥＣＵ３０は、電流値ｂｉｃｈ＿ａｖｅを算出した後、電流値ｂｉｃｈ＿ａｖｅに対応した図９に示すマップを特定する。そして、ＥＣＵ３０は、特定したマップを用いて、電池温度Ｔｂ１に対応した電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１を特定する。電池温度Ｔｂ１は、図５に示すステップＳ１０９の処理で検出された温度である。
【０１１５】

電流値ｂｉｃｈは、図４に示す処理で説明したように、変動量Δｂｉｂ＿ｃが閾値Δｂｉｂ＿ｔｈ１よりも少なくなったときに検出される値である。ただし、複数の電流値ｂｉｃｈを検出するときには、閾値Δｂｉｂ＿ｔｈ１の範囲内において、電流値ｂｉｃｈにバラツキが発生することがある。そこで、上述したように、電流値ｂｉｃｈ＿ａｖｅを算出し、電流値ｂｉｃｈ＿ａｖｅに対応したマップを特定することにより、図９に示すマップを特定しやすくなる。

【０１１６】

ステップＳ３０３において、ＥＣＵ３０は、補正係数Ｋを算出する。補正係数Ｋは、下記式（３）に基づいて算出することができる。

【０１１７】

【数３】

$$K = \frac{\Delta bvir_c}{\Delta bvir_ref1} \qquad \ldots(3)$$

【０１１８】

上記式（３）において、Δｂｖｉｒ＿ｃは、ステップＳ３０１の処理で算出された電圧降下量である。また、Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１は、ステップＳ３０２の処理で特定（推定）された電圧降下量である。

【０１１９】

単電池１１の劣化が進行すると、単電池１１の内部抵抗が上昇し、上記式（１）を用いて説明したように、電圧降下量が増加する。このため、図９に示すように、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｃは、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１よりも多くなることがある。上記式（３）から分かるように、補正係数Ｋは、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１に対する電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｃの増加率を示している。

【０１２０】

ここで、定電流充電を停止させる処理（図４に示すステップＳ１０６の処理）を複数回行うと、ステップＳ３０１の処理によって、複数の電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｃが算出される。また、ステップＳ３０２の処理によって、複数の電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１が特定される。これに伴い、ステップＳ３０３の処理では、複数の補正係数Ｋが算出されることになる。

【０１２１】

複数の補正係数Ｋが算出されるときには、補正係数Ｋを算出するたびに、なまし処理を行うことができる。具体的には、今回算出した補正係数Ｋと、前回までに算出した補正係数Ｋとを重み付け加算することにより、なまし処理を行った補正係数Ｋを算出することができる。

【０１２２】

ステップＳ３０４において、ＥＣＵ３０は、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２を特定（推定）する。電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２は、定電圧充電（図７に示す処理）を行うときにおいて、定電圧充電を完了させたときの電圧降下量であり、電池温度および電流値に基づいて推定される値である。また、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２は、本発明の第２基準電圧降下量に相当する。

【０１２３】

電池温度および電流値と、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２との対応関係は、予め実験などを行っておくことにより取得することができる。図１０は、電流値が所定値であるときにおいて、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２および電池温度の対応関係を示すマップである。また、図１０に示すマップは、劣化していない単電池１１を用いて得られた対応関係を示す。

【０１２４】

図１０に示すように、電池温度が上昇するほど、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２が低下する。言い換えれば、電池温度が低下するほど、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２が増加する。図９で説明したように、電池温度が低下するほど、単電池１１の内部抵抗が上昇

し、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２が増加することになる。

【０１２５】

図１０に示す電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２および電池温度の対応関係は、電流値に応じて変化する。図１０に示すマップ（電流値毎）は、予めメモリ３１に記憶しておくことができる。ステップＳ３０４の処理において、ＥＣＵ３０は、電流値ｂｉｅｎｄに対応した図１０に示すマップを特定する。ここで、電流値ｂｉｅｎｄは、図７に示すステップＳ２０３の処理で検出された電流値である。

【０１２６】

そして、ＥＣＵ３０は、特定したマップを用いて、電池温度Ｔｂ２に対応した電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２を特定する。ここで、電池温度Ｔｂ２は、図７に示すステップＳ２０３の処理で検出された温度である。

【０１２７】

複数の温度センサ２１を用いたときには、これらの温度センサ２１によって検出された電池温度のうち、最も高い電池温度を電池温度Ｔｂ２として用いることができる。ここで、最も低い電池温度を電池温度Ｔｂ２として用いると、図１０に示すマップを用いて電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２を特定するときに、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２を多く見積もってしまう。

【０１２８】

この場合には、後述するステップＳ３０５，Ｓ３０６の処理で算出される充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈが、ＳＯＣの設定値に対応した電圧値よりも高くなってしまうことがある。すなわち、組電池１０を必要以上に充電してしまうことがある。そこで、電池温度Ｔｂ２としては、最も高い電池温度を用いることができる。電池温度Ｔｂ２として、最も高い電池温度を用いれば、組電池１０を必要以上に充電してしまうことを抑制できる。

【０１２９】

ステップＳ３０５において、ＥＣＵ３０は、電圧補正値（電圧降下量）ΔＶｃｏｒｒを算出する。具体的には、電圧補正値ΔＶｃｏｒｒは、下記式（４）に基づいて算出される。

【０１３０】

【数４】

$$\Delta Vcorr = \Delta bvir_ref2 \times K \qquad \ldots(4)$$

【０１３１】

上記式（４）において、Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２は、ステップＳ３０４の処理で特定（推定）された電圧降下量である。また、Ｋは、ステップＳ３０３の処理で算出された補正係数である。図１０に示すように、補正係数Ｋを用いることにより、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２に対応する現在の電圧降下量（電圧補正値ΔＶｃｏｒｒ）を算出することができる。

【０１３２】

ここで、劣化が発生していない単電池１１では、定電圧充電（外部充電）を完了させた後において、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２の分だけ、単電池１１の電圧値が低下する。一方、劣化が進行した単電池１１では、定電圧充電（外部充電）を完了させた後において、電圧降下量（電圧補正値）ΔＶｃｏｒｒの分だけ、単電池１１の電圧値が低下することになる。

【０１３３】

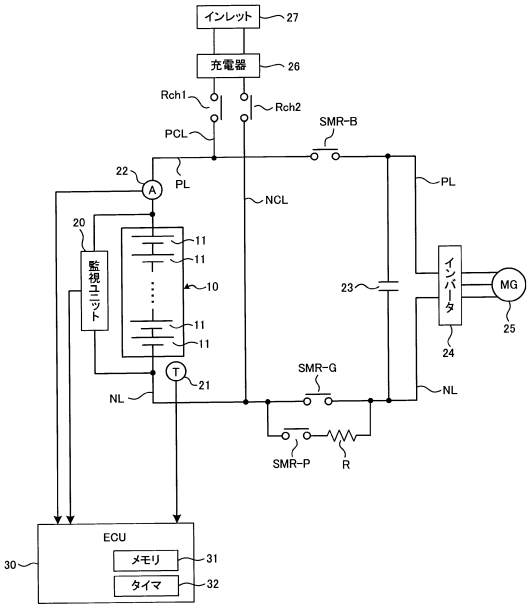
補正係数Ｋは、上述したように、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ１，Δｂｖｉｒ＿ｃの関係を示す。このため、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２に補正係数Ｋを乗算することにより、電圧降下量Δｂｖｉｒ＿ｒｅｆ２を基準とした、現在の単電池１１の電圧降下量ΔＶｃｏｏを特定することができる。

【０１３４】

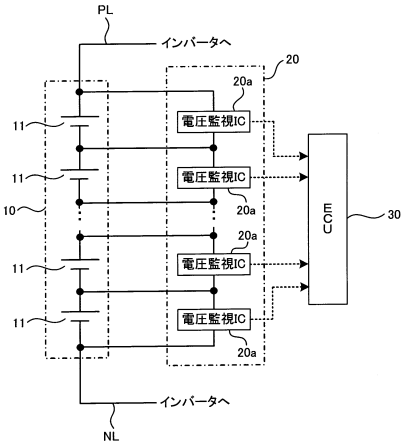
ステップＳ３０６において、ＥＣＵ３０は、充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈを算出（補正）する。具体的には、充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈは、下記式（５）に基づいて算出される。

【０１３５】
【数５】
$$bv_th = OCV_chend + \Delta Vcorr \qquad \ldots(5)$$
【０１３６】
上記式（５）において、ＯＣＶ＿ｃｈｅｎｄは、定電圧充電を完了させるときの組電池１０又は単電池１１のＯＣＶである。ＯＣＶ＿ｃｈｅｎｄは、外部充電を完了させるときのＳＯＣの設定値に応じて変化する。ここで、ＯＣＶおよびＳＯＣは、対応関係にあるため、この対応関係を予め求めておけば、ＳＯＣ（設定値）に対応するＯＣＶを特定することができる。このＯＣＶがＯＣＶ＿ｃｈｅｎｄとなる。
【０１３７】
上記式（５）において、ΔＶｃｏｒｒは、ステップＳ３０５の処理で算出された電圧補正値（電圧降下量）である。ステップＳ３０５の処理によれば、定電圧充電を完了させた後の電圧降下量（電圧補正値）ΔＶｃｏｒｒを特定（推定）できる。このため、充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈとして、ＯＣＶ＿ｃｈｅｎｄに電圧降下量（電圧補正値）ΔＶｃｏｒｒを加算した値を用いれば、定電圧充電を完了させた後の組電池１０又は単電池１１の電圧値をＯＣＶ＿ｃｈｅｎｄとすることができる。
【０１３８】
すなわち、外部充電を行うときにおいて、監視ユニット２０によって検出された電圧値（ＣＣＶ）ｂｖが充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈに到達することに応じて、外部充電を完了させれば、電圧降下量（電圧補正値）ΔＶｃｏｒｒの分だけ、組電池１０又は単電池１１の電圧値が低下することになる。これにより、外部充電（定電圧充電）を完了させた後の組電池１０又は単電池１１の電圧値は、ＯＣＶ＿ｃｈｅｎｄとなる。
【０１３９】
ステップＳ３０６の処理で算出された充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈは、次回の外部充電を行うときに、図５に示すステップＳ１１１の処理や、図７に示すステップＳ２０２の処理で用いられる。ここで、充電完了電圧値ｂｖ＿ｔｈは、メモリ３１に記憶しておくことができる。
【０１４０】
上述したように、ＯＣＶ＿ｃｈｅｎｄは、外部充電を完了させるときのＳＯＣの設定値に対応しているため、外部充電（定電圧充電）を完了させたときには、組電池１０又は単電池１１のＳＯＣを設定値（ＳＯＣ）に揃えることができる。すなわち、組電池１０や単電池１１のＳＯＣが設定値（ＳＯＣ）よりも低下してしまうことを抑制できる。組電池１０や単電池１１のＳＯＣを設定値（ＳＯＣ）まで到達させることにより、例えば、ＥＶ走行距離の低下を抑制することができる。
【符号の説明】
【０１４１】
１０：組電池（蓄電ユニット）、１１：単電池（蓄電ユニット）、
２０：監視ユニット（電圧センサ）、２０ａ：電圧監視ＩＣ、２１：温度センサ、
２２：電流センサ、２３：コンデンサ、２４：インバータ、
２５：モータ・ジェネレータ、２６：充電器、２７：インレット、
３０：ＥＣＵ（コントローラ）、３１：メモリ、３２：タイマ、
ＳＭＲ－Ｂ，ＳＭＲ－Ｐ，ＳＭＲ－Ｇ：システムメインリレー、Ｒ：電流制限抵抗、
ＰＬ：正極ライン、ＮＬ：負極ライン、Ｒｃｈ１，Ｒｃｈ２：充電リレー、
ＰＣＬ，ＮＣＬ：充電ライン

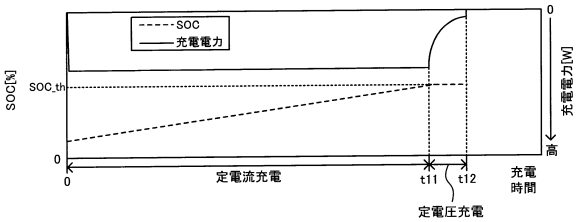
【図１】


インレット
27
充電器
26
Rch1
Rch2
PCL
SMR-B
22
A
PL
NCL
PL
20
監視ユニット
11
11
10
11
11
23
インバータ
MG
25
24
T
21
SMR-G
NL
NL
SMR-P
R
ECU
30
メモリ
31
タイマ
32

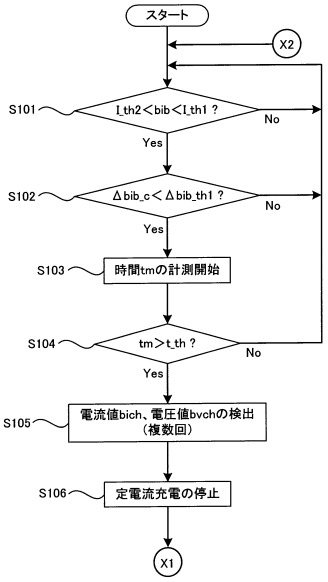
【図２】


PL
インバータへ
20
20a
電圧監視IC
11
10
COM
30
NL

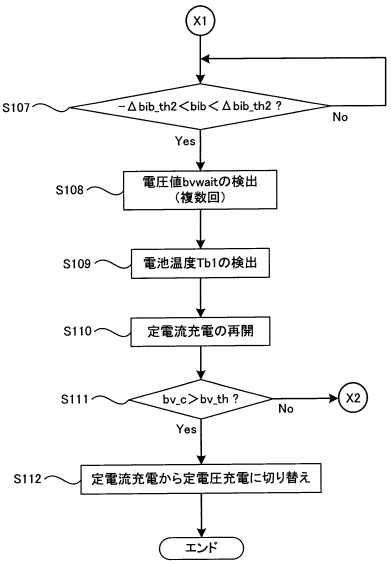
【図３】


SOC
充電電力
SOC[%]
SOC_th
0
充電電力[W]
高
定電流充電
t11
t12
充電時間
定電圧充電

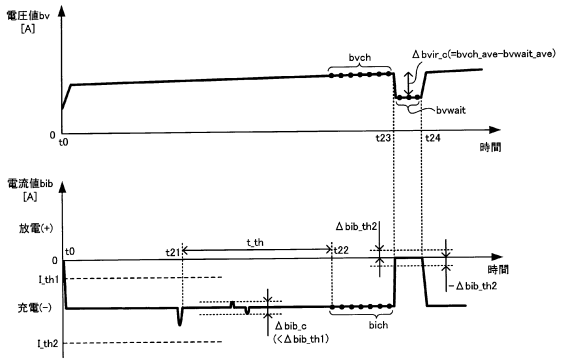
【図４】


スタート
X2
S101
I_th2＜bib＜I_th1？
No
Yes
S102
Δbib_c＜Δbib_th1？
No
Yes
S103
時間tmの計測開始
S104
tm＞t_th？
No
Yes
S105
電流値bich、電圧値bvchの検出（複数回）
S106
定電流充電の停止
X1

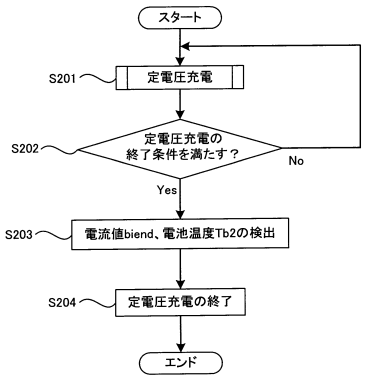
【図５】


X1
S107
−Δbib_th2＜bib＜Δbib_th2？
No
Yes
S108
電圧値bvwaitの検出（複数回）
S109
電池温度Tb1の検出
S110
定電流充電の再開
S111
bv_c＞bv_th？
No
X2
Yes
S112
定電流充電から定電圧充電に切り替え
エンド

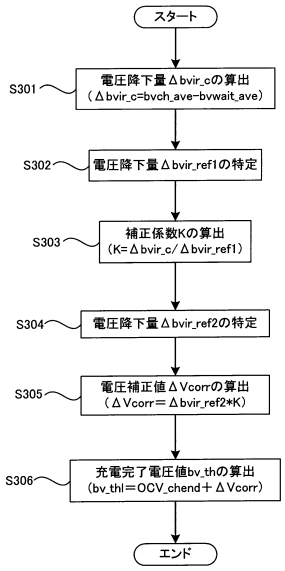
【図６】



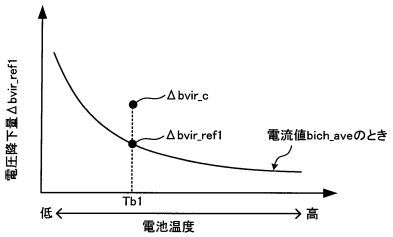
【図７】



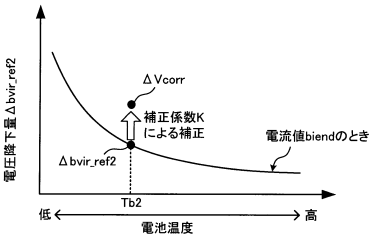
【図８】



【図９】



【図１０】



フロントページの続き

(56)参考文献　特開２００２－１４２３７９（ＪＰ，Ａ）
特開平８－１９１９２（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１０６６３１（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－５５８６６（ＪＰ，Ａ）
特開平９－１９０７３（ＪＰ，Ａ）
特開平９－１４９５５６（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２５３１２９（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－３２２５９２（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１３０２７８（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２６９７０８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｊ　　７／１０
Ｈ０２Ｊ　　７／００