

(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2004-271342
(P2004-271342A)

(43) 公開日 平成16年9月30日(2004.9.30)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 31/36	GO 1 R 31/36	2 GO 1 6
B 6 0 L 3/00	B 6 0 L 3/00	5 GO 0 3
HO 1 M 10/44	HO 1 M 10/44	5 HO 3 0
HO 1 M 10/48	HO 1 M 10/48	5 H 1 1 5
HO 2 J 7/00	HO 2 J 7/00	Y
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)		

(21) 出願番号 特願2003-62613 (P2003-62613)
(22) 出願日 平成15年3月10日 (2003.3.10)

(71) 出願人 000001203
新神戸電機株式会社
東京都中央区日本橋本町2丁目8番7号
(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(71) 出願人 000232999
株式会社日立カーエンジニアリング
茨城県ひたちなか市高場2-4-77番地
(74) 代理人 100104721
弁理士 五十嵐 俊明
(72) 発明者 工藤 彰彦
東京都中央区日本橋本町二丁目8番7号
新神戸電機株式会社内

最終頁に続く

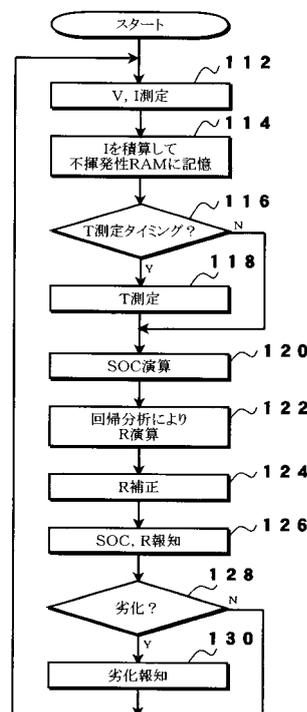
(54) 【発明の名称】 充放電制御システム

(57) 【要約】

【課題】 二次電池の劣化判定を誤ることのない充放電制御システムを提供する。

【解決手段】 二次電池の充放電電流 I と充放電電圧 V とを一定時間毎に測定し (S 1 1 2)、不揮発性 RAM に格納された充放電電流 I 及び充放電電圧 V の測定値の一定数量のデータから回帰分析を行って電池の内部抵抗 R を算出する (S 1 2 2) と共に、充放電電流の積算値から電池の累積充電電気量又は累積放電電気量を算出し、内部抵抗 R 及び累積充放電電気量の算出値に基づいて電池の劣化状態を判定する (S 1 2 8)。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

二次電池の充放電電流と充放電電圧とを一定時間毎に測定し、該測定値から充電状態を推定して前記電池の充放電を制御する充放電制御システムにおいて、前記充放電電流及び充放電電圧測定値の一定数量のデータから回帰分析を行って前記電池の内部抵抗を算出すると共に、前記充放電電流の積算値から前記電池の累積充電電気量又は累積放電電気量を算出し、前記内部抵抗及び前記累積充放電電気量の算出値に基づいて前記電池の劣化状態を判定することを特徴とする充放電制御システム。

【請求項 2】

前記電池の内部抵抗が所定値以上、かつ、前記電池の累積充電電気量又は累積放電電気量が所定値以上となったときに、前記電池が劣化したと判定することを特徴とする請求項 1 に記載の充放電制御システム。 10

【請求項 3】

前記電池が充放電されているときの電池温度を測定し、この測定値と前記充放電電流又は充放電電圧から算出した充電状態とを、電池温度と充電状態とをパラメータとするマップに当てはめて前記内部抵抗の算出値の補正を行い、補正後の値を前記内部抵抗の算出値として前記電池の劣化状態を判定することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の充放電制御システム。

【請求項 4】

前記内部抵抗の算出値の補正は、予め定められた標準温度及び標準充電状態における内部抵抗値に補正することを特徴とする請求項 3 に記載の充放電制御システム。 20

【請求項 5】

前記電池が充放電されているときの電池温度を測定し、この測定値と前記充放電電流又は充放電電圧から算出した充電状態とを、電池温度と充電状態とをパラメータとするマップに当てはめて前記内部抵抗の算出値の補正を行うことで得られた内部抵抗値が所定値以上となったとき、又は、前記電池の累積充電電気量若しくは累積放電電気量が所定値以上となったときに、前記電池が劣化したと判定することを特徴とする請求項 1 に記載の充放電制御システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

30

【発明の属する技術分野】

本発明は充放電制御システムに係り、特に、二次電池の充放電電流と充放電電圧とを一定時間毎に測定し、該測定値から充電状態を推定して電池の充放電を制御する充放電制御システムに関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来、二次電池の簡易充放電制御システムでは、充電終了後状態を検出したときを満充電状態として電池の充電を終了させ、放電終止電圧を検出したときを完全放電状態として放電を終了させる方式が用いられてきた。一方、高精度充放電制御システムでは、二次電池の充放電電気量を測定して制御する方式も用いられている。この方式では、充放電電気量を測定しているため、電池の残存容量を把握できるという利点がある。また、満充電状態から放電末期状態まで放電した場合には満充電容量を実測しているため、この放電容量から電池の劣化状態を把握することができる。 40

【0003】

しかしながら、例えば、二次電池とモータジェネレータ及びエンジンとを用いたハイブリッド車等の、完全な充放電を繰り返さない用途では、二次電池は短時間の充放電を頻りに繰り返して使用される。ハイブリッド車では、二次電池として鉛電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池等が用いられており、最近では高エネルギー密度のリチウムイオン電池が使用されるようになってきている。この場合、電池の入出力特性を最大限に引き出し、かつ寿命を長くするためには、充放電させる残存容量乃至充電状態の値（SOC：満 50

充電が100%、完全放電が0%)が重要であり、SOCの管理を行わないと十分な入出力特性が得られないだけでなく、寿命が短くなってしまう。

【0004】

また、ハイブリッド車用等の短時間の充放電を行うシステムでは、電池の満充電容量よりも最大入出力電力が重要であり、この最大入出力電力を決定する電池の内部抵抗が電池の状態を示すパラメータとして劣化判断に用いられている。このような劣化判断方法として、一定時間毎に電池の入出力電圧と電流とを測定し、その測定値の一定数量のデータを回帰分析して内部抵抗を算出する技術が知られている(例えば、特許文献1参照)。

【0005】

【特許文献1】

特開平10-106635公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、従来方式では、回帰分析して得られた内部抵抗の値にバラツキが生ずるため、二次電池の劣化判断を誤る可能性を持っている。

【0007】

この例を図面を参照して説明する。図3は定格3.6Ah、SOC50%で内部抵抗約4mΩのリチウムイオン電池に短時間の充放電を繰り返した場合の電流推移を示し、図4はそのときの電圧推移を示している。なお、これらの電流、電圧推移は1sec毎に測定したものである。また、図5は60秒間の電流と電圧の測定値を回帰分析して内部抵抗を算出した結果を、図6は30秒間の回帰分析結果の内部抵抗値をそれぞれ示している。

【0008】

図5に示すように、内部抵抗の算出値は0から6mΩまで変化しており、バラツキが大きい。この例は回帰分析を60秒間行ったものであるが、図6に示す30秒間回帰分析を行った結果では更にバラツキが大きくなり、内部抵抗の計算値は-1から10mΩまで変化している。このリチウムイオン電池では内部抵抗が約8mΩまで上昇した場合に所定の入出力特性が得られないため寿命と判定されるが、この結果のみから劣化を判断すると充放電電流によっては寿命との判定がなされ、劣化判断を誤る可能性があることになる。

【0009】

本発明は上記事案に鑑み、二次電池の劣化判定を誤ることのない充放電制御システムを提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、二次電池の充放電電流と充放電電圧とを一定時間毎に測定し、該測定値から充電状態(SOC)を推定して前記電池の充放電を制御する充放電制御システムにおいて、前記充放電電流及び充放電電圧測定値の一定数量のデータから回帰分析を行って前記電池の内部抵抗を算出すると共に、前記充放電電流の積算値から前記電池の累積充電電気量又は累積放電電気量を算出し、前記内部抵抗及び前記累積充放電電気量の算出値に基づいて前記電池の劣化状態を判定することを特徴とする。

【0011】

本発明によれば、回帰分析で求めた内部抵抗の算出値だけでなく、累積の充放電電気量を含めて二次電池の劣化判断を行うので、バラツキの大きい回帰分析から求めた内部抵抗の算出値からの劣化判定ミス無くすることができる。なお、二次電池にリチウムイオン電池を用いる場合には、充電効率がほぼ100%のため、充電電気量及び放電電気量のいずれを用いてもよい。

【0012】

この場合に、電池の内部抵抗が所定値以上、かつ、電池の累積充電電気量又は累積放電電気量が所定値以上となったときに、電池が劣化したと判定することが好ましい。また、電池が充放電されているときの電池温度を測定し、この測定値と充放電電流又は充放電電圧から算出した充電状態とを、電池温度と充電状態とをパラメータとするマップに当てはめ

10

20

30

40

50

て内部抵抗の算出値の補正を行い、補正後の値を内部抵抗の算出値として電池の劣化状態を判定すれば、回帰分析で求めた内部抵抗の算出値を温度とSOCとで補正しているので、真の値に近い内部抵抗値で劣化判断が可能のため、更に正確に二次電池の劣化判定を行うことができる。このとき、内部抵抗の算出値の補正は、予め定められた標準温度及び標準充電状態における内部抵抗値に補正することが望ましい。

【0013】

また、何らかの原因で真に内部抵抗が大きくなった場合には、回帰分析で求めたパラツキを含む内部抵抗の算出値も大きくなる可能性が大きいので、電池が充放電されているときの電池温度を測定し、この測定値と充放電電流又は充放電電圧から算出した充電状態とを、電池温度と充電状態とをパラメータとするマップに当てはめて内部抵抗の算出値の補正を行うことで得られた内部抵抗値が所定値以上となったときに電池が劣化したと判定してもよく、又は、電池の劣化は電池の充放電電氣量に概ね比例するので、電池の累積充電電氣量若しくは累積放電電氣量が所定値以上となったときに電池が劣化したと判定してもよい。

10

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明が適用可能な充放電制御システムの実施の形態について説明する。

【0015】

(構成)

図1に示すように、本実施形態の充放電制御システムは、ホール素子等の電流センサを有しリチウムイオン電池が96直列に接続されたリチウムイオン電池群1に流れる充放電電流を測定する充放電電流測定回路2、リチウムイオン電池群1の総電圧を測定する総電圧測定回路3、サーミスタ等の温度センサを有しリチウムイオン電池群1のうち略中央部に配置された特定のリチウムイオン電池の電池温度を測定する温度測定回路4、及び、中央演算処理装置として機能するCPU、充放電制御システムの基本制御プログラム及び後述するテーブルデータ等を記憶したROM、CPUのワークエリアとして機能するRAM、並びにA/Dコンバータ等を有するデータ処理用のマイクロコンピュータ部5を備えている。マイクロコンピュータ部5には測定したデータを記憶する不揮発性RAM7が接続されている。従って、充放電制御システムは、電源の供給が停止しても、不揮発性RAM7に記憶されたデータは保存される構成を有している。

20

30

【0016】

リチウムイオン電池群1は、例えば、直列接続された2つの電池モジュール(不図示)で構成されており、各電池モジュールには48個のリチウムイオン電池が直列に接続されている。各電池モジュールは図示しないマイクロコンピュータ部を内蔵しており、このマイクロコンピュータ部の制御により、リチウムイオン電池群1の充放電中に、電池モジュールを構成する各リチウムイオン電池がほぼ同一の容量を維持するように容量調整が実行される。

【0017】

実際のリチウムイオン電池群1の充放電は、上位の充放電電流制御部により制御される。充放電システムは、後述するように、リチウムイオン電池群1の充電状態(SOC)やリチウムイオン電池群1の劣化判定結果等の情報を報知するために、マイクロコンピュータ部5に接続された通信インターフェイス部6を介して上位の充放電電流制御部に接続されている。

40

【0018】

(動作)

次に、フローチャートを参照して充放電制御システムの動作について、マイクロコンピュータ部5のCPUを主体として説明する。なお、マイクロコンピュータ部5に電源が投入されると、リチウムイオン電池群1を構成するリチウムイオン電池の劣化を判定する劣化判定ルーチンが実行される。

【0019】

50

図 2 に示すように、劣化判定ルーチンでは、まずステップ 112 で、総電圧測定回路 3 及び電流測定回路 2 からのアナログデータを A/D コンバータでデジタルデータに変換してリチウムイオン電池群 1 の総電圧 V 及びリチウムイオン電池群 1 に流れる充放電電流 I を取り込み（測定し）、RAM 7 に格納する。次にステップ 114 で、リチウムイオン電池群 1 に流れる充放電電流 I の積算値 Q ($Q = I dt$) を不揮発性 RAM 7 に格納する。このような処理は、例えば、RAM 7 に前回格納した積算値 Q を読み出して、前回の積算値 Q に、今回測定した放電電流 I と前回からの今回までの時間 t とを掛けた値、を加算して RAM 7 に格納すればよい。

【0020】

次にステップ 116 において、電池温度 T を測定するタイミングか否かを判断する。このような測定タイミングを判断するために、例えば、カウンタを用いることができる。肯定判断のときは、ステップ 118 で温度測定回路 4 からアナログデータを A/D コンバータでデジタルデータに変換して電池温度 T を取り込み（測定し）、否定判断のときは、次のステップ 120 へ進む。すなわち、電池温度 T は、総電圧 V 及び充放電電流 I の測定周期より長い周期で測定される。なお、ステップ 112 ~ ステップ 118 で測定されるデータは、総電圧 V、充放電電流 I、電池温度 T の 3 種類であり、従来の充放電制御システムと何ら変わるところはない。

10

【0021】

次いでステップ 120 では、ステップ 112 で測定された総電圧 V の値と充放電電流 I の値とから電池の充電状態（以下、SOC という。）を演算し、次のステップ 122 において、RAM 7 に格納した総電圧 V 及び充放電電流 I の値の時系列的な変化データのうち直近の一定数量（例えば、各 100 個）のデータから、最小二乗法等の回帰分析により電池の内部抵抗 R を演算する。

20

【0022】

次にステップ 124 では、ステップ 118 で測定された電池温度 T とステップ 120 で演算した SOC とをパラメータとするマップにより係数を求め、この係数をステップ 122 で演算した内部抵抗 R の値に乗じることで、標準 SOC、標準温度での内部抵抗の値に変換（補正）する。なお、本例では、下表 1 に示すように、マップに SOC が 50%、電池温度 T が 25°C に変換可能なテーブルを使用した。表 1 は離散値のテーブルであるが、ステップ 120 では補完によって正確な値に変換可能である。

30

【0023】

【表 1】

温度 (°C)	SOC (%)						
	20	30	40	50	60	70	80
0	0.377	0.450	0.472	0.486	0.496	0.508	0.511
25	0.865	0.947	0.988	1.000	1.051	1.046	1.075
50	1.357	1.395	1.434	1.483	1.528	1.579	1.629

【0024】

ステップ 126 では SOC 及び補正後の内部抵抗 R を上位の充放電電流制御部へ報知し、次のステップ 128 において、電池が劣化したか否かを判定する。電池の劣化判定は下表 2 に示す劣化判定テーブルに基づいて行われる。表 2 は補正後の内部抵抗と累積充放電電気をパラメータとするテーブルであり、内部抵抗値がある設定値以上、かつ、累積充放電電気がある設定値以上の場合に劣化したと判定するテーブルである。

40

【0025】

【表 2】

内部抵抗 (mΩ)	累積充放電電気量(Ah)			
	0~10000	~20000	~30000	~40000
0~4	正常	正常	正常	劣化
~5	正常	正常	正常	劣化
~6	正常	正常	正常	劣化
~7	正常	正常	劣化	劣化
~8	劣化	劣化	劣化	劣化
~9	劣化	劣化	劣化	劣化
~10	劣化	劣化	劣化	劣化

10

【0026】

ステップ128で肯定判定のときは、次のステップ130で上位の充放電電流制御部へ電池の劣化を報知し、否定判定のときは、ステップ112へ戻る。電池の劣化の報知を受けた上位の充放電電流制御部は、インストールメンタルパネル（インパネ）を制御する表示制御部（不図示）又はその上位の制御部（不図示）へインパネに電池の劣化を表示すべき旨を報知する。これにより、インパネに電池の劣化が表示され、ドライバは電池が劣化したことを知ることができる。

【0027】

（作用等）

20

本実施形態の充放電制御システムでは、表2に示したように、内部抵抗Rと累積充放電電気量との両方で電池の劣化判定を行うので（ステップ126）、回帰分析から求めた内部抵抗のバラツキが大きくても、誤ることなく電池の劣化判定を行うことができる。図7に本例での累積充放電電気量と内部抵抗との関係を示す。図7に示すように、充放電を行って累積充放電電気量が増えたと内部抵抗は間違いなく増加するので、累積充放電電気量が設定値以上となった場合に、電池が劣化している可能性は大きく、劣化判定ミスを行う可能性は少ない。

【0028】

また、本実施形態の充放電制御システムでは、表1に示したように、回帰分析で求めた内部抵抗を電池温度とSOCとで補正するので（ステップ124）、真の値に近い内部抵抗値で正確に電池の劣化判定を行うことが可能である（ステップ126）。図8に本例での内部抵抗の温度依存性を、図9に内部抵抗のSOC依存性をそれぞれ示す。このように、内部抵抗は温度とSOCとによって変化するので、基準の温度と基準のSOCとを決定しておけば、より正確な内部抵抗値で劣化判定を行うことが可能である。

30

【0029】

更に、本実施形態の充放電制御システムは累積充放電電気量を測定できればよく、従来の充放電制御システムに不揮発性RAM等の記憶装置を付加するだけの構成で、劣化判定を正確に行うことが可能である。

【0030】

なお、本実施形態では、内部抵抗R及び累積充放電電気量で電池の劣化判定を行う例を示したが、補正後の内部抵抗は真の内部抵抗値に近く、また、図7に示したように累積充放電電気量と内部抵抗とは相関関係が存在するので、補正後の内部抵抗及び累積充放電電気量の一方で電池の劣化判定を行うようにしてもよい。

40

【0031】

また、本実施形態では、表1に「正常」と「劣化」の2状態の区別を行うだけのテーブルを例示したが、本発明はこれに限定されず、要求特性に応じて「要注意」等の3段階以上の判断を行うテーブルとしてもよい。更に、本実施形態では、マップにテーブルを例示したが、数式等を用いるようにしてもよい。

【0032】

そして、本実施形態では、説明を簡単にするために、温度センサを1個とした例を示した

50

が、電池モジュール毎に1個又は複数個でリチウムイオン電池の温度を測定し、測定した温度の平均値や体操平均値等を用いるようにしてもよい。

【0033】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、回帰分析で求めた内部抵抗の算出値だけでなく、累積の充放電電気量を含めて二次電池の劣化判断を行うので、バラツキの大きい回帰分析から求めた内部抵抗の算出値からの劣化判定ミス無くすることができる、という効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用可能な実施形態の充放電制御システムの概略構成を示すブロック回路図である。 10

【図2】実施形態の充放電制御システムの劣化判定ルーチンのフローチャートである。

【図3】充放電時の充放電電流の推移を示す特性線図である。

【図4】充放電時の充放電電圧の推移を示す特性線図である。

【図5】60秒間の電圧と電流の回帰分析値から算出した内部抵抗の推移を示す特性線図である。

【図6】30秒間の電圧と電流の回帰分析値から算出した内部抵抗の推移を示す特性線図である。

【図7】累積充放電電気量と内部抵抗の関係を示す特性線図である。

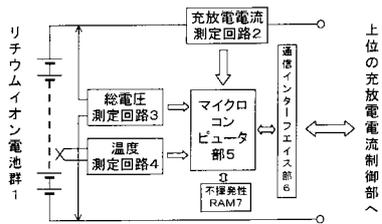
【図8】内部抵抗の温度依存性を示す特性線図である。 20

【図9】内部抵抗のSOC依存性を示す特性線図である。

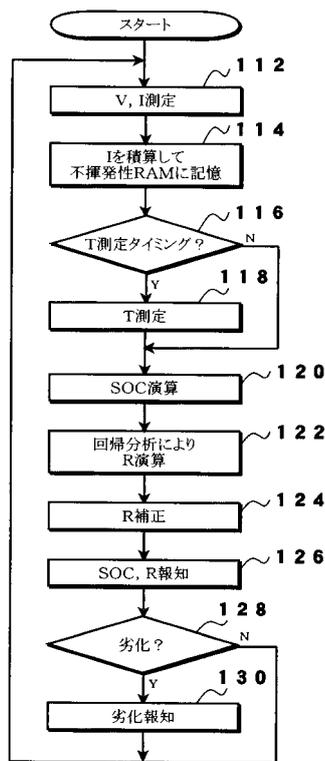
【符号の説明】

- 1 リチウムイオン電池群
- 2 充放電電流測定回路
- 3 総電圧測定回路
- 4 温度測定回路
- 5 マイクロコンピュータ部
- 6 通信インターフェイス部
- 7 不揮発性RAM

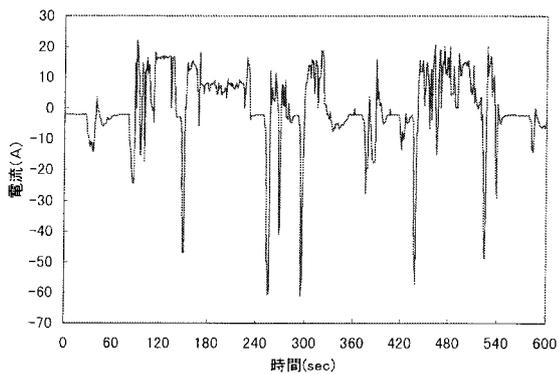
【 図 1 】



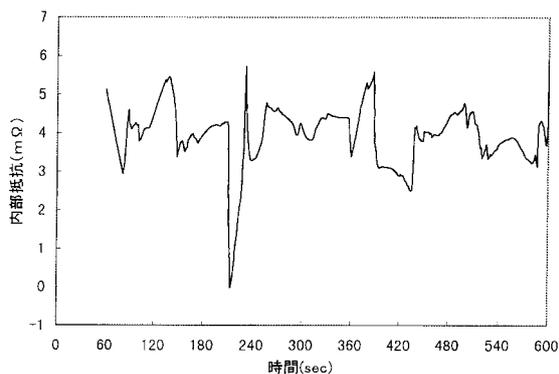
【 図 2 】



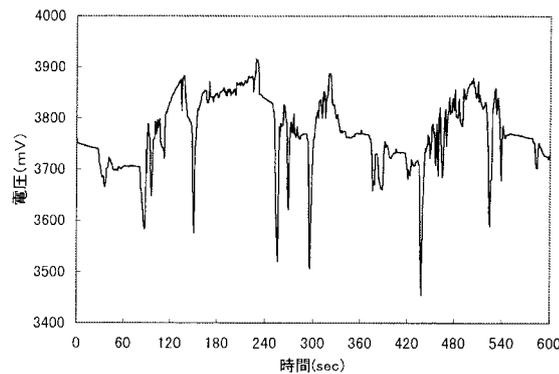
【 図 3 】



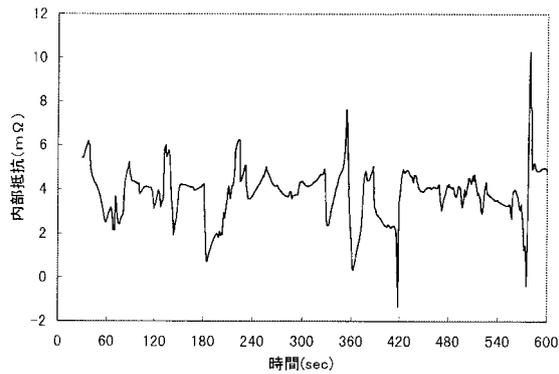
【 図 5 】



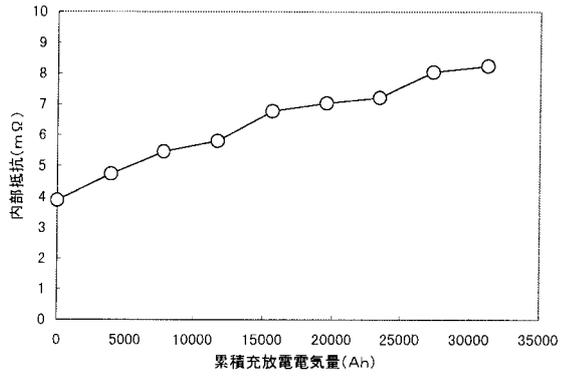
【 図 4 】



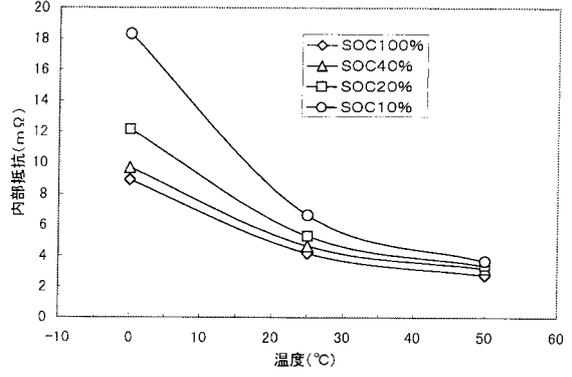
【 図 6 】



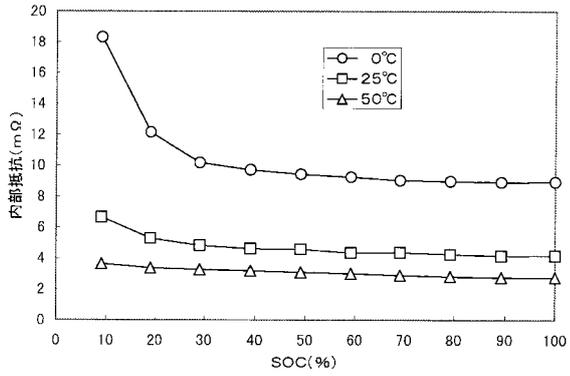
【 図 7 】



【 図 9 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 長岡 正樹

東京都中央区日本橋本町二丁目8番7号 新神戸電機株式会社内

(72)発明者 笹澤 憲佳

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器グループ内

(72)発明者 吉原 重之

茨城県ひたちなか市大字高場2477番地 株式会社日立カーエンジニアリング内

Fターム(参考) 2G016 CB05 CB06 CB22 CB23 CB32 CB33 CC04 CC07 CC13 CC16

CC24 CC27 CC28 CF06

5G003 DA07 EA08 GC05

5H030 BB01 BB21 FF42 FF43 FF44

5H115 PA14 PC06 PG04 PI16 QN03 TI01 TI05 TI06 T005 TR19

TU16 TU17