

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4797487号  
(P4797487)

(45) 発行日 平成23年10月19日 (2011.10.19)

(24) 登録日 平成23年8月12日 (2011.8.12)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B60R 16/033 (2006.01)</b>	B60R 16/02 670C
<b>B60R 16/04 (2006.01)</b>	B60R 16/04 W
<b>B60L 3/00 (2006.01)</b>	B60L 3/00 S
<b>B60T 17/18 (2006.01)</b>	B60T 17/18

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2005-215352 (P2005-215352)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成17年7月26日 (2005.7.26)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2007-30649 (P2007-30649A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成19年2月8日 (2007.2.8)	(74) 代理人	100109667
審査請求日	平成20年7月17日 (2008.7.17)		弁理士 内藤 浩樹
		(74) 代理人	100109151
			弁理士 永野 大介
		(74) 代理人	100120156
			弁理士 藤井 兼太郎
		(72) 発明者	大橋 敏彦
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニクス株式会社 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用電源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

補助電力を蓄える複数のキャパシタからなるキャパシタユニットと、  
 前記キャパシタユニット近傍の温度を測定する温度センサと、  
 前記キャパシタユニットを充電する充電回路と、  
 前記キャパシタユニットの電流を測定するキャパシタユニット電流検出手段と、  
 前記キャパシタユニットの電圧を測定するキャパシタユニット電圧検出手段と、  
 前記補助電力の必要時に前記キャパシタユニットから出力するよう切り替えるスイッチと

、  
 前記温度センサ、前記充電回路、前記キャパシタユニット電流検出手段、前記キャパシタ  
 ユニット電圧検出手段、前記スイッチが電氣的に接続された制御部を有し、  
 前記キャパシタユニットを定電流で充電または放電する際に、  
 途中で充電または放電を中断、再開し、その時の前記キャパシタユニットの中断、再開前  
 後の充電電圧または放電電圧の変化を前記キャパシタユニット電圧検出手段により検出す  
 るとともに、前記キャパシタユニット電流検出手段の出力とから前記キャパシタユニット  
 の内部抵抗値を求め、  
 充電または放電の区間中における前記キャパシタユニットの充電または放電の電圧変化率  
 と、前記キャパシタユニット電流検出手段の出力から前記キャパシタユニットの容量値を  
 求め、

その後、前記温度センサから求めた温度に応じて、前記容量値から前記キャパシタユニッ

10

20

トの劣化判定式により判定基準値を計算し、  
前記判定基準値が前記内部抵抗値以下であれば、前記キャパシタユニットが劣化していると判断する際に、前記温度センサが断線または短絡した場合は前記キャパシタユニット使用温度範囲における、最も負荷条件の厳しい温度を適用して前記キャパシタユニットの劣化を判断する車両用電源装置。

【請求項 2】

所定時間毎に、温度センサから求めた温度に応じて、内部抵抗値と容量値を補正計算することで内部抵抗補正計算値および容量補正計算値を求めるとともに、前記容量補正計算値からキャパシタユニットの劣化判定式を用いて判定基準値を計算し、  
前記判定基準値が前記内部抵抗補正計算値以下であれば、前記キャパシタユニットが劣化していると判断する際に、  
前記各計算のうち少なくとも 1 つを前記制御部の内部制御周期毎に分割実行する請求項 1 に記載の車両用電源装置。

10

【請求項 3】

充電または放電の電圧変化率はキャパシタユニットにおける所定の電圧差を得るのに要した時間を求めることによって決定する請求項 1 に記載の車両用電源装置。

【請求項 4】

キャパシタユニットの充電または放電時に求めた内部抵抗値、容量値の少なくともいずれかが、あらかじめ求めた前記キャパシタユニットの劣化判定値を満たさない場合は、前記キャパシタユニットが劣化したと判断する請求項 1 に記載の車両用電源装置。

20

【請求項 5】

温度センサはサーミスタである請求項 1 に記載の車両用電源装置。

【請求項 6】

温度センサの出力がキャパシタユニットの使用温度範囲を超えた場合は前記キャパシタユニットの劣化判断を行わない請求項 1 に記載の車両用電源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はバッテリー等を利用した電子機器の非常用電源に関するものであり、特に、車両の制動を電氣的に行う電子ブレーキシステム等に利用される車両用電源装置に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

近年、ハイブリッドカーや電気自動車の開発が急速に進められており、それに伴い車両の制動についても、従来の機械的な油圧制御から電氣的な油圧制御への各種の提案がなされてきている。

【0003】

一般に車両の油圧制御を電氣的に行うためには、電源としてバッテリーが用いられるが、その場合バッテリーだけでは何らかの原因で電力の供給が断たれると油圧制御ができなくなり、車両の制動が不可能になる可能性がある。

40

【0004】

そこで、バッテリーとは別に補助電源として大容量キャパシタ等を搭載することにより非常時の対応ができるような車両用電源装置が提案されている。

【0005】

しかし、車両用電源装置は非常時の車両制動に関わるため、非常時に確実に電力供給が行われることが極めて重要なポイントであり、そのため車両用電源装置のキーデバイスであるキャパシタの劣化判断を確実に行う必要がある。

【0006】

これに対し、従来の車両用電源装置は複数のキャパシタからなるキャパシタユニットの内部抵抗値と容量値を求め（両者の詳細な求め方は後述する実施の形態に示す）、キャパ

50

シタユニット近傍に設けた温度センサから求めた温度により内部抵抗値と容量値を補正した値と、その温度に対応した劣化判定基準値データと対比することで劣化を判断していた。

【 0 0 0 7 】

すなわち、負荷への電力供給を満たす場合にはキャパシタユニットの内部抵抗値は容量値の逆数とある相関関係を有しているが、キャパシタユニットが劣化すると、前記相関関係がシフトしていく。

【 0 0 0 8 】

そこで、その性質を利用し、劣化した後のキャパシタユニットの内部抵抗値と容量値の関係を温度毎に制御部（マイクロコンピュータ）に接続した R O M に記憶させておき、現在の温度で補正した容量値に対する内部抵抗値が、記憶している内部抵抗値の劣化の判定基準値に達すれば車両用電源装置が劣化したと判断していた。

10

【 0 0 0 9 】

容量値に対する内部抵抗値の劣化の判定基準値データの一例を図 7 に示す。図 7 において、横軸は容量値、縦軸は内部抵抗値を示す。また、両者の相関関係は温度によって異なるので、15 刻みで - 3 0 から 3 0 までを示した。

【 0 0 1 0 】

図 7 において、例えば現在の温度が 0 で内部容量が 1 0 F、内部抵抗が 1 3 0 m であった場合、0 における劣化の判定基準値（限界値）は図 7 より 1 0 F 時の丸印プロット（0 ）から 2 3 0 m であることがわかる。従って、現在はまだ判定基準値に達していないのでキャパシタユニットは劣化していないと判断できる。

20

【 0 0 1 1 】

同様に、現在が 1 5 、1 1 F、1 1 5 m の場合、図 7 より 1 1 F 時の四角印プロット（1 5 ）から劣化の判定基準値（限界値）が 1 8 0 m であることがわかり、現在の内部抵抗（1 1 5 m ）が判定基準値に達していないので、キャパシタユニットは劣化していないと判断できる。

【 0 0 1 2 】

一方、現在が 3 0 、1 1 F、1 1 0 m の場合、図 7 より 1 1 F 時のバツ印プロット（3 0 ）から判定基準値（限界値）が 8 0 m であることがわかり、現在の内部抵抗（1 1 0 m ）が判定基準値を超えてしまっているので、キャパシタユニットが劣化したと判断できる。

30

【 0 0 1 3 】

なお、この出願に関連する先行技術文献としては、例えば、特許文献 1 が知られている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 2 8 9 0 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 4 】

前記したように従来の車両用電源装置は確かにキャパシタユニットの劣化を判定することができ、しかも温度毎に行っているなので、より精度の高い判定が可能であることがわかる。

40

【 0 0 1 5 】

しかし、劣化判定基準値データは R O M の記憶容量の関係で無制限に多くすることができないため、図 7 に示した各プロットのみしか記憶できなかった。

【 0 0 1 6 】

従って、容量値がプロットの存在する値であれば精度よく劣化判定ができるのであるが、プロットの存在しない値であった場合は、最も近いプロットの値を採用していた。これは正確な劣化判定基準値ではないため、プロットのない場合の劣化判定の精度が不十分であるという課題があった。

【 0 0 1 7 】

50

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、キャパシタユニットの高精度な劣化判定が可能な車両用電源装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

前記従来の課題を解決するために、本発明の車両用電源装置は、キャパシタユニットが劣化した際の容量値と内部抵抗値の関係を劣化判定式として求めておき、前記キャパシタユニットの容量値を前記劣化判定式に代入、計算して得られた判定基準値が前記キャパシタユニットの内部抵抗値以下であれば劣化していると判断する際に、温度センサが断線または短絡した場合は前記キャパシタユニット使用温度範囲における、最も負荷条件の厳しい温度を適用して前記キャパシタユニットの劣化を判断するものである。

10

【0019】

本構成によって劣化時の判定基準値を劣化判定式に従って計算で求めることが可能となる。さらに、温度センサが断線または短絡などの故障をしていた場合に最も負荷条件の厳しい温度を適用して劣化判定を行う。その結果、前記目的を達成することができる。

【発明の効果】

【0020】

本発明の車両用電源装置によれば、計算によって劣化時の判定基準値が求められるので、従来の劣化判定基準値データを用いた場合のように飛び飛びの値で判定するよりも高精度に劣化判定が可能となる。さらに、温度センサの故障時に、キャパシタユニットの劣化判断の精度を損なう可能性を低減することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を参照しながら説明する。

【0022】

(実施の形態)

図1は、本発明の実施の形態における車両用電源装置のブロック回路図である。図2は、本発明の実施の形態における車両用電源装置の動作の考え方を示すフローチャートである。図3は、本発明の実施の形態における車両用電源装置の充電時のキャパシタユニットの電圧値の経時変化図である。図4は、本発明の実施の形態における車両用電源装置のキャパシタユニットの標準特性の温度変化図であり、(a)は容量値の温度変化図を、(b)は内部抵抗値の温度変化図をそれぞれ示す。図5は、本発明の実施の形態における車両用電源装置のキャパシタユニットの各温度における劣化判定式による容量値と内部抵抗値の劣化判定基準値の相関図である。図6は、本発明の実施の形態における車両用電源装置のマイクロコンピュータ処理の時間制御を示すフローチャートである。

30

【0023】

図1において、バッテリー1は、車両の動作を開始および終了させるためのイグニッションスイッチ2を介して、車両用電源装置3に設けられたIG(イグニッションジェネレータ)端子4に接続されるとともに、車両用電源装置3に電力を供給するための+B端子5および電子制御部6に設けた電源供給端子7に接続されている。

【0024】

40

車両用電源装置3と電子制御部6は、電子制御部6から車両用電源装置3へ信号を入力するための通信入力端子8、車両用電源装置3から電子制御部6へ信号を出力するための通信出力端子9、バッテリー電圧検出手段10で検出したバッテリー1の電圧異常時に車両用電源装置3の内部に設けた複数のキャパシタからなるキャパシタユニット11に蓄電された補助電力を出力するためのOUT端子12を介して接続されている。

【0025】

ここで、車両用電源装置3の構成について説明する。

【0026】

車両用電源装置3は、バッテリー1の異常時に車両制動用の電子制御部6へ電力供給を行うための補助電源としてキャパシタユニット11を有しており、キャパシタユニット11

50

は、例えば急速に充放電が可能な電気二重層コンデンサを複数用いて形成している。

【 0 0 2 7 】

また車両用電源装置 3 には、キャパシタユニット 1 1 へ充電を行うための充電回路 1 3 と、放電を行うための放電回路 1 4 を有しており、これらは制御部としてのマイクロコンピュータ 1 5 からの指示に基づき制御される。

【 0 0 2 8 】

なお、充電回路 1 3 には、充電中におけるキャパシタユニット 1 1 の電圧上昇を一定に近づけるため、定電流制御手段を備えている。

【 0 0 2 9 】

バッテリー電圧検出手段 1 0 はバッテリー 1 の電圧異常を検出したときにキャパシタユニット 1 1 から O U T 端子 1 2 を介して電子制御部 6 に補助電力を供給するための F E T からなるスイッチ 1 6 が設けられている。

10

【 0 0 3 0 】

また、車両用電源装置 3 には、キャパシタユニット 1 1 の電圧を検出するためのキャパシタユニット電圧検出手段 1 7 a、およびキャパシタユニット 1 1 に対する電流を検出するキャパシタユニット電流検出手段 1 7 b が設けられている。

【 0 0 3 1 】

さらに、キャパシタユニット 1 1 の近傍には、その部分の温度を検出するための温度センサ 1 8 が設けられている。なお、温度センサ 1 8 には温度感度が大きく検出回路が容易になるサーミスタを用いた。

20

【 0 0 3 2 】

以上の構成から、マイクロコンピュータ 1 5 には温度センサ 1 8、充電回路 1 3、バッテリー電圧検出手段 1 0、放電回路 1 4、スイッチ 1 6、キャパシタユニット電圧検出手段 1 7 a、キャパシタユニット電流検出手段 1 7 b が電氣的に接続された構造となっている。

【 0 0 3 3 】

なお、スイッチ 1 6 は図 1 ではバッテリー電圧検出手段 1 0 に接続されているが、スイッチ 1 6 への指令はバッテリー電圧検出手段 1 0 を介してマイクロコンピュータ 1 5 から発せられる構成としているので、電氣的にはスイッチ 1 6 とマイクロコンピュータ 1 5 は接続された状態となっている。

30

【 0 0 3 4 】

次に、車両用電源装置 3 の動作について説明する。

【 0 0 3 5 】

まず、車両の動作を開始させるためにイグニッションスイッチ 2 をオンにすると、バッテリー 1 から I G 端子 4 を介してマイクロコンピュータ 1 5 に電源が供給され起動する。

【 0 0 3 6 】

また別に + B C 端子 5 を通してバッテリー 1 から電圧 1 2 V の電源が車両用電源装置 3 に供給され、電子制御部 6 へは電源供給端子 7 を通じて供給されている。

【 0 0 3 7 】

次に、マイクロコンピュータ 1 5 は充電回路 1 3 を制御してバッテリー 1 からキャパシタユニット 1 1 への充電を行う。

40

【 0 0 3 8 】

この際、バッテリー 1 の電圧が基準値（例えば 9 . 5 V）以上であればバッテリー 1 の電圧が正常であり、バッテリー 1 から電源供給端子 7 へ給電があるため、車両の制動を正常に行うことが可能な状態であり、補助電力は不要である。

【 0 0 3 9 】

その後、車両の動作を終了させるためにイグニッションスイッチ 2 をオフにすると、I G 端子 4 はオフとなり、車両用電源装置 3 は動作をオフモードとする。

【 0 0 4 0 】

この時、マイクロコンピュータ 1 5 は放電回路 1 4 を介してキャパシタユニット 1 1 に

50

蓄えられた補助電力（電荷）を放電する。これによりキャパシタの寿命を延ばすことができる。

【 0 0 4 1 】

以上が、正常時の動作であるが、次にバッテリー 1 の電圧低下時または異常時における車両用電源装置 3 の動作について説明する。

【 0 0 4 2 】

車両の使用中にバッテリー電圧検出手段 1 0 の検出電圧が基準値（ 9 . 5 V ）未満になれば、マイクロコンピュータ 1 5 はバッテリー 1 の電圧が異常であると判断する。

【 0 0 4 3 】

その結果、マイクロコンピュータ 1 5 は通常オフになっているスイッチ 1 6 をオンにし、キャパシタユニット 1 1 から O U T 端子 1 2 を介して電子制御部 6 へ補助電力を供給する。

10

【 0 0 4 4 】

さらに、マイクロコンピュータ 1 5 はバッテリー 1 の異常信号を通信出力端子 9 へ送信し、電子制御部 6 を介して、例えばバッテリー 1 の異常を車両内部に表示し、直ちに車両を停止するように運転者に指示する。この時、キャパシタユニット 1 1 に蓄えられた補助電力が電子制御部 6 に供給されるので、運転者はブレーキを作動させて車両を安全に停止させることができる。

【 0 0 4 5 】

また、車両の使用中にキャパシタユニット 1 1 の異常をキャパシタユニット電圧検出手段 1 7 a にて検出した場合、マイクロコンピュータ 1 5 は通信出力端子 9 を介してキャパシタユニット 1 1 の異常信号を電子制御部 6 へ送信し、運転者に知らせる。これにより運転者は整備会社にキャパシタユニット 1 1 の点検、交換等の依頼を行うことができる。

20

【 0 0 4 6 】

このような、キャパシタユニット 1 1 自身の異常検出方法について、キャパシタの短絡や断線など急激な故障については上記の通りキャパシタ電圧検出手段 1 7 a で電圧を監視すればよいが、異常に到る変化が遅いキャパシタの劣化に起因する異常検出方法については、その基本的な動作の考え方を図 2 のフローチャートを参照しながら説明する。

【 0 0 4 7 】

まず、車両使用開始時は、上記のようなキャパシタユニット 1 1 に補助電力としての電荷を充電する。その際の温度を温度センサ 1 8 で測定する（ S 1 ）。

30

【 0 0 4 8 】

次に、充電開始時から経時的にキャパシタユニット電圧検出手段 1 7 a によりキャパシタユニット 1 1 に充電されている電圧を検出する。同時にキャパシタユニット電流検出手段 1 7 b によりキャパシタユニット 1 1 への充電電流を検出する。

【 0 0 4 9 】

この電流、電圧測定からキャパシタユニット 1 1 の容量値 C および内部抵抗値 R c を求める（ S 2 ）。これらは以下のようにして求めている。

【 0 0 5 0 】

図 3 は定電流で充電を開始してからのキャパシタユニット 1 1 の電圧経時変化を表すグラフであり、横軸は時間、縦軸は電圧である。

40

【 0 0 5 1 】

充電を開始すると、時間とともにキャパシタユニット 1 1 に電荷が蓄えられ、キャパシタユニット 1 1 の電圧が上昇していく。

【 0 0 5 2 】

この時、充電を途中で中断する。これにより、キャパシタユニット 1 1 の電圧が変化し、その内部抵抗分だけ降下する。

【 0 0 5 3 】

その後、充電を再開するのであるが、充電の中断前後で充電電圧が変化する性質を利用して、電圧降下幅をキャパシタユニット電圧検出手段 1 7 a により求める。この電圧降下

50

幅と、充電時におけるキャパシタユニット電流検出手段 17b で求めた電流値を抵抗計算式（前者を後者で割る）に代入することにより、キャパシタユニット 11 の内部抵抗値を求めることができる。

【0054】

なお、内部抵抗値は充電再開前後の電圧上昇幅から求めてもよい。

【0055】

このように充電を途中で中断することで、より正確な内部抵抗値を求めることができる。

【0056】

充電再開後は、キャパシタユニット 11 の充電が完了するまでの充電区間中に充電電圧変化率（図 3 の傾き）をキャパシタ電圧検出手段 17a で検出する。

10

【0057】

この際、充電電圧変化率はキャパシタユニット 11 における電圧が所定の電圧差（本実施の形態では 2V とした）を得るのに要した時間  $t$  を求めることによって決定した。

【0058】

なお、充電電圧変化率（傾き）は単位時間（1 秒）当たりの電圧変化幅を測定するのが一般的であるが、この方法は次の理由で精度が悪かった。

【0059】

本実施の形態に用いたマイクロコンピュータ 15 は汎用の 8 ビットのものであるので、それに対応してキャパシタ電圧検出回路 17a の電圧出力をデジタル変換して読み込む A/D コンバータ（図示せず）も 10 ビット程度のものを用いている。

20

【0060】

従って、1 秒間の電圧変化はわずかであるので、これを 10 ビット A/D コンバータで読み込むと量子化誤差が大きくなってしまう。

【0061】

これを改善するため従来は複数回読み込んで平均化していたが、ソフト処理が複雑になる割には大きな精度向上が得られなかった。これは量子化誤差が大きすぎるためである。

【0062】

そこで、本実施の形態で用いた A/D コンバータでも精度よく検出できる 2V 程度の大きな所定電圧差を得るまでに要した時間を検出することで充電電圧変化率の高精度化を図った。時間の検出は A/D コンバータによる電圧検出より約 1 桁精度が良いので、この手法により充電電圧変化率を従来より 1 桁高精度に決定できた。

30

【0063】

このようにして得られた 2V 変化するまでの時間に、キャパシタユニット電流検出手段 17b の出力から得られた充電電流を掛け、所定電圧（2V）で割ることで容量値  $C$  を求めることができる。

【0064】

すなわち、電荷  $Q$  = 電圧  $V$  × 容量値  $C$  で表され、一方、電荷  $Q$  = 電流  $A$  × 時間  $t$  であるから、 $C = A \times t / V$  となるので、この容量計算式により容量値  $C$  が得られる。

【0065】

40

次に、キャパシタ電圧検出手段 17a の出力が充電終了電圧である 1.2V になると充電を完了する。

【0066】

なお、本実施の形態では、キャパシタユニット 11 の内部抵抗値、容量値は温度が 0 の時、例えばそれぞれ 130mΩ、10F であった。

【0067】

内部抵抗値、容量値は充電完了後には上記のようにして測定することができないので、以後は充電中に得られたこれらの値を基にキャパシタユニット 11 の温度により推定している。その方法を以下に説明する。

【0068】

50

図4(a)はキャパシタユニット11の容量値の標準値における温度特性を示す。標準値とは多数の新品キャパシタユニット11の容量値を平均化したものである。従って、新品のキャパシタユニット11の容量値は図4(a)の温度特性線近くの値となる。

【0069】

しかし、キャパシタユニット11を使い続けることにより劣化が進行すると、その容量値は徐々に小さくなっていく。よって、例えば本実施の形態で得られた0時に10Fという容量値は新品の容量値14Fに比べ4Fも小さいので、新品の状態から4F分の劣化が進んでいることになる。

【0070】

これを他の温度で比べてみても、図4(a)に示したとおり、新品との差は全て4Fであった。

【0071】

このことから、図2のフローチャートのS2で測った容量値と図4(a)の特性図があれば、温度に関わらず新品との差が4Fと一定であるので、現在の容量値を推定することができる。

【0072】

例えば、現在の温度が15であれば、15の標準容量値を図4(a)から求め(この場合、15F)、新品との差4Fを差し引くことで実際の容量値は11Fであると推定できる。

【0073】

このようにして、任意の温度下でのキャパシタユニット11の容量値を、その時の温度のみから推定することができる。なお、容量値の新品との差(本実施の形態では4F)を以後劣化補正值と呼び、これを図2のフローチャートのS3で求めておく。

【0074】

同様にして内部抵抗値も温度のみによって推定できる。この場合は図4(b)における0の内部抵抗値130mに対し、新品の平均内部抵抗値は60mであるから、両者の差(劣化補正值)=70m分の内部抵抗値が増え、劣化が進んでいることになる。

【0075】

この値も図2のフローチャートのS2で求めた内部抵抗値と図4(b)から、内部抵抗値の劣化補正值としてS3で求めておく。

【0076】

次に、S2で求めた容量値Cや内部抵抗値Rcの少なくともいずれかが、あらかじめ求めたキャパシタユニット11の劣化判定値を満たさない場合(Cが劣化判定値より小さい場合、またはRcが劣化判定値より大きい場合)は(S4aのYes)、キャパシタユニット11が劣化したと判断し、マイクロコンピュータ15はその事実を通信出力端子9を介して電子制御部6に劣化異常信号を送信する(S5)。

【0077】

S4aでNoの場合は、S1で求めた温度に応じて、S2で求めた容量値Cをキャパシタユニットの温度毎の劣化判定式(詳細な求め方は後述する)に代入することで、現在の温度に応じた判定基準値を計算する(S4b)。

【0078】

次に求めた前記判定基準値が内部抵抗値Rc以下であればキャパシタユニットが劣化していると判断し(S4cのYes)、S5を実行する。

【0079】

このようにして、キャパシタユニット起動時に劣化判定式を用いて劣化を判定できるので、従来の有限個の劣化判定基準値データで判定するよりも高精度な判断が可能となる。

【0080】

次に、S4cでNoの場合は車両使用中におけるキャパシタユニットの経時的な劣化を調べる。これにより所定時間毎に劣化判定ができるため、さらなる高精度判断が可能となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 1 】

この場合、現在の温度を基に内部抵抗値、容量値を以下のように推定する。

## 【 0 0 8 2 】

まず、キャパシタユニット 1 1 の近傍の温度を測定する ( S 6 ) 。

## 【 0 0 8 3 】

その結果、もし温度センサ 1 8 が断線または短絡などの故障をしていた場合は ( S 7 の Y e s ) 温度がわからないので、本実施の形態では現在の温度をキャパシタユニット 1 1 の最高使用温度にセットし ( S 8 ) 、以後この温度を基に後述する内部抵抗値の補正計算値などを求めてキャパシタユニット 1 1 の劣化判断を行うようにしている。

## 【 0 0 8 4 】

なお、温度センサ 1 8 が故障した場合、現在の温度をキャパシタユニット 1 1 の最高使用温度 ( 本実施の形態の場合 3 0 ) にセットするのは、図 7 から明らかなように、本実施の形態ではキャパシタユニット 1 1 の使用温度が高いほど劣化の判定基準値が厳しくなるからである。

## 【 0 0 8 5 】

この結果、温度がわからない場合に最も負荷条件の厳しい温度を適用して劣化判定を行うことになるので、キャパシタユニット 1 1 の劣化判断の精度を損なう可能性 ( 劣化しているのに正常と判断してしまう ) を低減することができる。

## 【 0 0 8 6 】

温度センサ 1 8 が正常であった場合 ( S 7 の N o ) 、現在の温度がキャパシタユニット 1 1 の使用温度範囲 ( 本実施の形態では - 3 0 ~ 3 0 ) を超えていると ( S 9 の Y e s ) 、キャパシタユニット 1 1 の劣化判断は行わない。

## 【 0 0 8 7 】

これは、温度センサ 1 8 にサーミスタを用いているため、使用温度範囲を超えるとサーミスタの感度が極めて大きくなるか極めて小さくなり、温度測定の精度が悪くなってしまうのと、補助電源としての能力自身も保証できないためである。

## 【 0 0 8 8 】

従って、車両用電源装置 3 が使用温度範囲内に入るまでは劣化判定をしないように制御している。

## 【 0 0 8 9 】

S 8 、 S 9 の N o のいずれの場合も現在のキャパシタユニット 1 1 の容量値、内部抵抗値の推定補正値を、 S 3 で求めた劣化補正値 ( 本実施の形態ではそれぞれ 4 F 、 7 0 m ) および S 6 で求めた温度から図 4 ( a ) 、 ( b ) の特性図を用いて求める ( S 1 0 a ) 。

## 【 0 0 9 0 】

具体的には、まず求めた温度に対応する容量値、内部抵抗値の標準値を図 4 ( a ) 、 ( b ) の特性図からそれぞれ求める。

## 【 0 0 9 1 】

次に、各標準値に対し劣化補正値を、容量値の場合は差し引き、内部抵抗値の場合は加えることで、容量補正計算値 C c a l 、および内部抵抗補正計算値 R c a l を求める。

## 【 0 0 9 2 】

次に、後述するキャパシタユニット 1 1 の劣化判定式に容量補正計算値 C c a l を代入し判定基準値を求める ( S 1 0 b ) 。

## 【 0 0 9 3 】

なお、容量値に対する各温度での劣化判定式の計算結果をグラフ化したものを図 5 に示す。図 5 で横軸は容量値、縦軸は内部抵抗値 ( 判定基準値 ) をそれぞれ示す。

## 【 0 0 9 4 】

図 5 より現在の温度に対応して得られた判定基準値が内部抵抗補正計算値 R c a l 以下の場合にはキャパシタユニット 1 1 が劣化したと判断し ( S 1 0 c の Y e s ) 、 S 5 と同様に劣化異常信号を送信する ( S 1 0 d ) 。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 5 】

その後、劣化の有無にかかわらず S 6 に戻って、以下同様の動作を繰り返す。これにより、所定時間毎に劣化判定を行うことができる。

## 【 0 0 9 6 】

次に、マイクロコンピュータ処理の時間制御に基づいた具体的動作について、図 6 のフローチャートを用いて説明する。

## 【 0 0 9 7 】

一般にマイクロコンピュータの制御においては、常にメインプログラム制御は、規定の内部周期（通常数ミリ秒のオーダーで、本実施の形態では 6 ミリ秒）で回っており、ある周期内にイベント発生など都度処理が必要な場合、その対応処理を行い、その後次の周期を待つという、処理の時間制御を行っている。

10

## 【 0 0 9 8 】

従って、図 2 で説明した動作は全て内部周期内毎に処理が順次行われている。

## 【 0 0 9 9 】

具体的には図 6 において、まずイグニッションスイッチ 2 をオンにすることによりマイクロコンピュータ 1 5 に電源が供給されると、イニシャル処理を行う（S 1 1）。

## 【 0 1 0 0 】

次に、電子制御部 6 とマイクロコンピュータ 1 5 が信号を送受信する際にあらかじめ決定した内部周期が経過したかを判断する（S 1 2）。

## 【 0 1 0 1 】

もし内部周期分経過していなければ（S 1 2 の N o ）、再び S 1 2 に戻り、内部周期が経過するまで待つ。

20

## 【 0 1 0 2 】

内部周期が経過すれば（S 1 2 の Y e s ）、図 2 で説明した入力処理や車両用電源装置制御処理に加え、通信信号処理、ダイアグノーシス処理等の各種処理ルーチンを順次実行する（S 1 3）。

## 【 0 1 0 3 】

次に劣化判定を行うための計算（図 2 の S 1 0 ）を S 1 4 で行うが、ここでこの計算処理方法について詳細を以下に説明する。

## 【 0 1 0 4 】

今、バッテリー 1 の電圧が既定値（9 . 5 V ）より下がり、車両用電源装置 3 が動作して運転者が車両制動を行った場合を考える。

30

## 【 0 1 0 5 】

キャパシタユニット 1 1 の電圧は車両用電源装置 3 の動作前に  $V_{str}$  であったものが、動作により一定負荷電流  $I_{cnt}$  が時間  $t$  だけ流れ、動作後の電圧が  $V_{end}$  になったとする。

## 【 0 1 0 6 】

この場合、負荷要求上、 $V_{end}$  は最低電圧  $V_{min}$  以上でなくてはならない。よって（1）式を満たす必要がある。

## 【 0 1 0 7 】

$$V_{end} \geq V_{min} \quad (1)$$

一方、キャパシタユニット 1 1 の電圧降下  $V$  は

$$V = V_{str} - V_{end} \quad (2)$$

であるので、（1）式を代入して

$$V_{str} - V \geq V_{min} \quad (3)$$

となる。

## 【 0 1 0 8 】

電圧降下  $V$  は車両制動によるもの以外に配線系統によるものやキャパシタの内部抵抗によるものの和として表される。

## 【 0 1 0 9 】

50

車両制動による電圧降下  $V_{load}$  はキャパシタユニット 11 の電荷量を  $Q$ 、容量値を  $C$  とすると、次式で表される。

【0110】

$$\begin{aligned} Q &= C \cdot V_{load} \\ V_{load} &= Q / C \end{aligned} \quad (4)$$

ここで、電荷量  $Q$  は車両制動により消費されるので、

$$Q = I_{cnt} \cdot t \quad (5)$$

となる。よって、(5) 式を (4) 式に代入して

$$V_{load} = (I_{cnt} \cdot t) / C \quad (6)$$

次に、配線系統による電圧降下  $V_{dr}$  はダイオードのように電流依存が少ない一定の電圧降下  $V_f$  と配線抵抗やスイッチング素子の抵抗などの総抵抗  $R_{loss}$  より、次式で表される。

【0111】

$$V_{dr} = V_f + (R_{loss} \cdot I_{cnt}) \quad (7)$$

次に、キャパシタの内部抵抗による電圧降下  $V_c$  は、キャパシタユニット 11 の内部抵抗値を  $R_c$  とすると、

$$V_c = R_c \cdot I_{cnt} \quad (8)$$

以上より、全体の電圧降下  $V$  は

$$\begin{aligned} V &= V_c + V_{load} + V_{dr} \\ &= R_c \cdot I_{cnt} + (I_{cnt} \cdot t) / C + V_{dr} \end{aligned} \quad (9)$$

(9) 式を (3) 式に代入すると、

$$\begin{aligned} (V_{str} - V_{min}) \\ R_c \cdot I_{cnt} + (I_{cnt} \cdot t) / C + V_{dr} \end{aligned} \quad (10)$$

$R_c$  の式に直すと、

$$\begin{aligned} R_c &= ((V_{str} - V_{min}) - V_{dr} \\ &\quad - (I_{cnt} \cdot t) / C) / I_{cnt} \end{aligned} \quad (11)$$

ここで、温度が一定なら  $V_{str}$ 、 $V_{min}$ 、 $V_{dr}$ 、 $I_{cnt}$ 、 $t$  は一定であるので、(11) 式は簡単には (12) 式のように表される。

【0112】

$$R_c = A - B / C \quad (12)$$

なお、係数  $A$ 、 $B$  は定数である。

【0113】

(12) 式より負荷を満たすためのキャパシタユニット 11 の容量値  $C$  と内部抵抗値  $R_c$  の関係式が得られた。すなわち、理論的には  $C$  と  $R_c$  は (12) 式を満たしていなければならないことがわかる。

【0114】

この (12) 式から次のようにしてキャパシタユニット 11 の劣化を判断できる。

【0115】

すなわち、例えば図 2 の S4b で  $C$  を (12) 式に代入する。この時、 $R_c$  が (12) 式を満たせば、つまり、 $R_c$  の方が (12) 式の右辺を計算した結果である判定基準値以下であれば、キャパシタユニット 11 は正常であり、(12) 式を満たさなければキャパシタユニット 11 は劣化したと判断できる。

【0116】

同様に、図 2 の S10a で  $C$  と  $R_c$  の補正計算値  $C_{cal}$ 、 $R_{cal}$  を求め、次に  $C_{cal}$  を (12) 式に代入する (S10b)。この時、 $R_{cal}$  が (12) 式を満たせば、つまり、 $R_{cal}$  の方が (12) 式の右辺を計算した結果である判定基準値以下であれば、キャパシタユニット 11 は正常であり、(12) 式を満たさなければキャパシタユニット 11 は劣化したと判断できる。

【0117】

以上の計算からキャパシタユニット 11 の劣化判定式を得ることができた。

## 【 0 1 1 8 】

なお、定数 A、B は実際にはキャパシタユニット 1 1 の R c や C の測定誤差等のマージンを考慮して、劣化判定が厳しくなる方向に設定している。具体的には内部抵抗値 R c は 2 0 %、容量値 C は 1 5 % のマージンをそれぞれ加味し、

$$R c = 0.8 \cdot (A - (B / C) \cdot 1.15)$$

$$A' = B' / C \quad (13)$$

とした。なお、A'、B' はマージン加味後の定数である。

## 【 0 1 1 9 】

また、A'、B' は温度により変動する値（温度係数）であるので、各温度における A'、B' を R O M に記憶するようにした。このデータは従来の図 7 に示したような劣化判定基準値データに比べてはるかに少ないため、従来以上に R O M の記憶容量を増やすことなく記憶させることができる。

10

## 【 0 1 2 0 】

このように各温度における A'、B' を用いて (13) 式（劣化判定式）をグラフ化した結果（図 5）より、温度毎に任意の容量値に対する劣化限界内部抵抗値（判定基準値）を正確に知ることができ、図 7 のような飛び飛びの値に比べ格段に（具体的には 1 桁）劣化判定精度が向上することがわかる。

## 【 0 1 2 1 】

以上の計算を用いて図 6 のフローチャートに戻り、マイクロコンピュータ制御による実際の劣化判定手法を説明する。

20

## 【 0 1 2 2 】

各種処理ルーチン（S 1 3）を実行後、前記した容量値 C、内部抵抗値 R c の補正計算値 C c a l、R c a l を用いて劣化判定を行う。

## 【 0 1 2 3 】

ここで、簡単にはそのまま (13) 式に容量補正計算値 C c a l を代入して得られた判定基準値と内部抵抗補正計算値 R c a l とを比較すればよいが、計算に当たっては C c a l の逆数（除算）を計算する必要がある。マイクロコンピュータにはコスト制約から汎用の 8 ビットマイクロコンピュータを用いているので、除算を実行すると計算時間がかかってしまう。

## 【 0 1 2 4 】

30

特に高精度な劣化判定を行うには除算の有効桁数を増やす必要があるが、そのためにマイクロコンピュータでの計算を倍精度、1 6 ビット（1 ワード）に拡張して除算を行った場合、1 ワード同士の除算用アルゴリズムを作成し実行すると、極めて計算に時間がかかることがわかった。

## 【 0 1 2 5 】

一方で、車両用電源装置は車両制動用の電子制御部コンピュータと通信によりデータ交換を行うなど、マイクロコンピュータは内部周期に定められたタイミングのデータを生成する必要がある。

## 【 0 1 2 6 】

従って、(13) 式の高精度な計算（特に 1 ワード同士の除算）を実行してしまうと内部周期内に計算が終了せず、制御周期が乱れ生成データがずれてしまう。

40

## 【 0 1 2 7 】

そこで、(13) 式の除算を内部周期内に収まる計算時間になるように分割したプログラムを作成し、それを順次実行するようにした。この手法を図 6 のフローチャート（S 1 4）を用いて説明する。

## 【 0 1 2 8 】

まず、計算の分割を本実施の形態では 6 分割とした。すなわち、6 つに分割した除算ルーチンを全て順に実行し終わると 1 ワード同士の高精度な除算を含め (13) 式の計算が終了する。

## 【 0 1 2 9 】

50

実際には、次にどの計算を行うかをカウントNの値で判断する(S 1 4 a)。

【0 1 3 0】

もしN = 1 なら、最初の分割された計算処理 1 を実行する(S 1 4 b)。例えば、計算処理 1 では(1 3) 式を計算するのに必要な定数 A'、B' を温度に応じてROMから読み込む動作を行う。

【0 1 3 1】

この後、カウントNを増分(1 加える)して、計算が完了したか否かを判断する(S 1 4 c)。

【0 1 3 2】

計算が完了していなければ、すなわちNが6 でなければ(S 1 4 cのNo)、内部周期経過待ちに戻る(S 1 2)。

【0 1 3 3】

同様に、S 1 4 aでカウントNが2 であれば2 番目に分割された計算処理 2 を実行する(S 1 4 d)。ここでは例えば(1 3) 式のB' / Cの計算を1ワード同士で行うためのアルゴリズムのうち最初の1 / 4を実行する。

【0 1 3 4】

その後、カウントNを増分してS 1 4 cで計算完了を判断するが、この場合まだ終わっていないので(S 1 4 cのNo)、S 1 2に戻る。

【0 1 3 5】

このようにして、カウントNに応じて計算処理 3 (S 1 4 e)以降を順次計算していく。

【0 1 3 6】

最後にS 1 4 aでカウントNが6 になると、最後の計算処理 6 を実行する(S 1 4 f)。ここでは例えばB' / Cの計算は計算処理 5 (図示せず)で終了しているので、A' - B' / Cを求める。これにより内部抵抗の計算値、すなわち判定基準値を得ることができる。

【0 1 3 7】

このように計算を分割して行うようにしたことで、内部周期内に各計算が収まるため、内部周期に決められたタイミングのデータをずれることなく生成することが可能となる。

【0 1 3 8】

次に計算が完了したので(S 1 4 cのYes)、得られた判定基準値とRcの補正計算値を比較することにより、劣化の判定処理を行う(S 1 4 g)。すなわち、計算で得られた判定基準値が内部抵抗値Rcal以下なら劣化していると判断する(劣化ダイアグノーシス処理)。その後、S 1 2に戻る。

【0 1 3 9】

以上の動作を繰り返すことにより、キャパシタユニット 1 1 の劣化を判定している。

【0 1 4 0】

なお、本実施の形態では(1 3) 式の計算をマイクロコンピュータ 1 5 の内部制御周期毎に分割実行する例を示したが、これは他の計算(例えばCやRcの温度による補正計算など)でも計算時間がかかる場合には同様に分割実行すればよい。

【0 1 4 1】

以上の構成、動作により、劣化判定式を計算しても制御周期の乱れや生成データへの影響を与えることなく、高精度な測定や計算が可能となることから、キャパシタユニット 1 1 の劣化判定精度を従来に比べ1桁以上向上することができる。

【0 1 4 2】

なお、本実施の形態では容量値や内部抵抗値を充電時に求めたが、これはイグニッションスイッチ 2 をオフにしてキャパシタユニット 1 1 の補助電力を放電する際に充電時と同様の手法で求めて記憶しておいてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0 1 4 3】

10

20

30

40

50

本発明にかかる車両用電源装置によれば、キャパシタユニットの劣化判定精度を極めて向上できるので、特に、車両の制動を電氣的に行う電子ブレーキシステムの非常用電源等として有用である。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 4 4 】

【図 1】本発明の実施の形態における車両用電源装置のブロック回路図

【図 2】本発明の実施の形態における車両用電源装置の動作の考え方を示すフローチャート

【図 3】本発明の実施の形態における車両用電源装置の充電時のキャパシタユニットの電圧値の経時変化図

10

【図 4】本発明の実施の形態における車両用電源装置のキャパシタユニットの標準特性の温度変化図であり、( a ) 容量値の温度変化図、( b ) 内部抵抗値の温度変化図

【図 5】本発明の実施の形態における車両用電源装置のキャパシタユニットの各温度における劣化判定式による容量値と内部抵抗値の劣化判定基準値の相関図

【図 6】本発明の実施の形態における車両用電源装置のマイクロコンピュータ処理の時間制御を示すフローチャート

【図 7】従来の車両用電源装置のキャパシタユニットの各温度における劣化判定式による容量値と内部抵抗値の劣化判定基準値の相関図

【符号の説明】

【 0 1 4 5 】

20

### 3 車両用電源装置

#### 1 1 キャパシタユニット

#### 1 3 充電回路

#### 1 4 放電回路

#### 1 5 マイクロコンピュータ

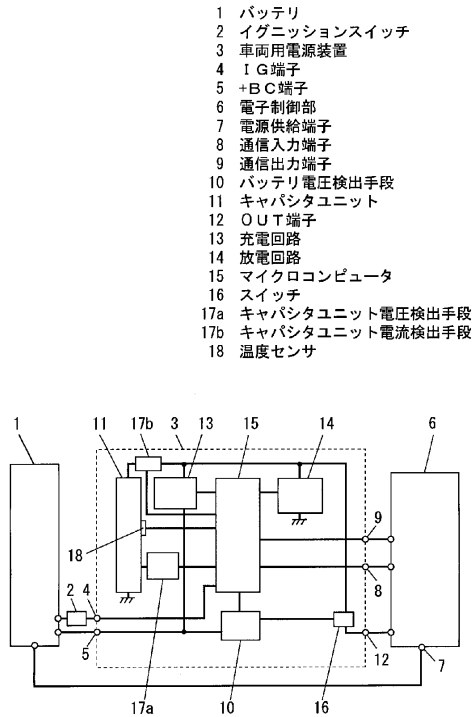
#### 1 6 スイッチ

#### 1 7 a キャパシタユニット電圧検出手段

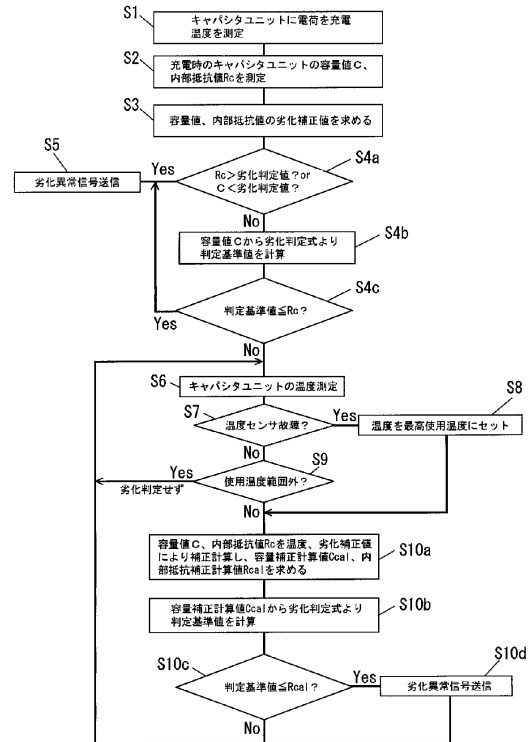
#### 1 7 b キャパシタユニット電流検出手段

#### 1 8 温度センサ

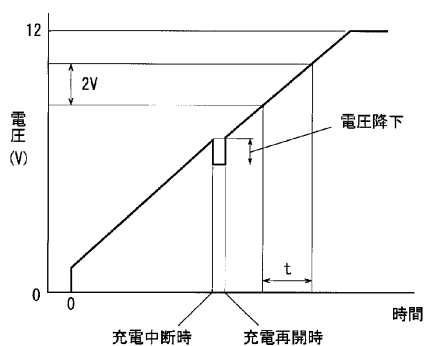
【図 1】



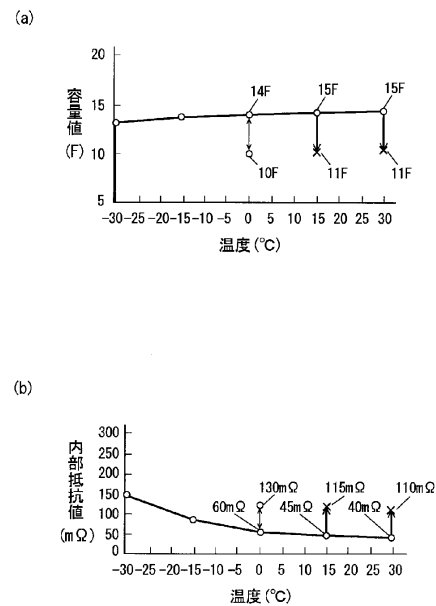
【図 2】



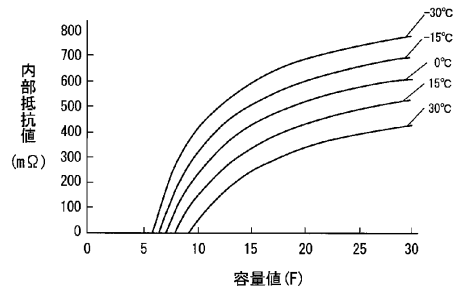
【図 3】



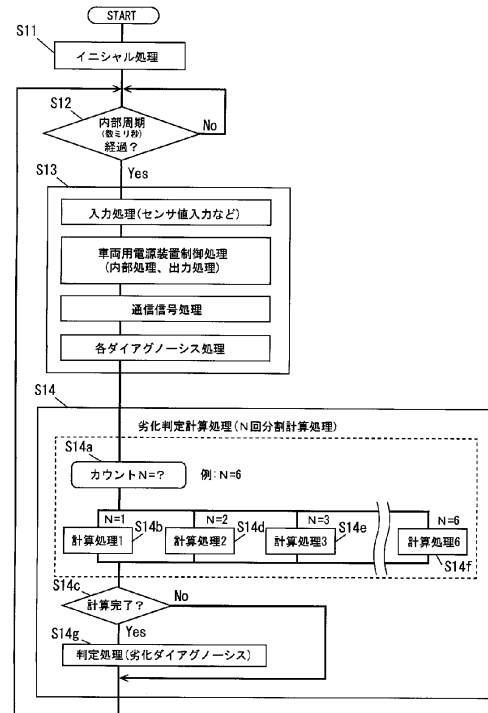
【図 4】



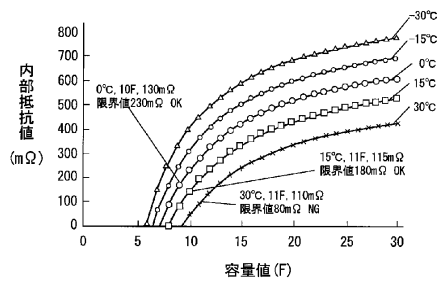
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 三谷 庸介

大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

審査官 加藤 信秀

(56)参考文献 特開２００５－０２８９０８（ＪＰ，Ａ）

特開２００５－１８９０８０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

B 6 0 R 1 6 / 0 3 3

B 6 0 L 3 / 0 0

B 6 0 R 1 6 / 0 4

B 6 0 T 1 7 / 1 8