

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2011/001609 A1

PCT

(43) 国際公開日
2011年1月6日(06.01.2011)

- (51) 国際特許分類:
H02P 9/04 (2006.01) H02J 7/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/003879
- (22) 国際出願日: 2010年6月10日(10.06.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-154521 2009年6月30日(30.06.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 井上健士 (INOUE, Takeshi) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 根元 守 (NEMOTO, Mamoru) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 大津英一 (OTSU, Eiichi) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブ

システムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 佐藤真也 (SATOU, Shinya) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 紀村博史 (KIMURA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP).

- (74) 代理人: ポレール特許業務法人 (Polaire I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

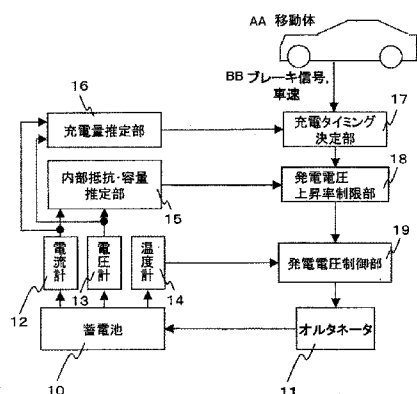
[続葉有]

(54) Title: CONTROL APPARATUS AND CONTROL METHOD FOR ALTERNATOR

(54) 発明の名称: オルタネータの制御装置及び制御方法

[図1]

図 1



- AA MOBILE OBJECT
BB BRAKE SIGNAL AND VEHICLE SPEED
10 RECHARGEABLE BATTERY
11 ALTERNATOR
12 AMMETER
13 VOLT METER
14 THERMOMETER
15 INTERNAL RESISTANCE AND CAPACITY ESTIMATING UNIT
16 CHARGE AMOUNT ESTIMATING UNIT
17 CHARGE TIMING DETERMINING UNIT
18 POWER GENERATION VOLTAGE INCREASE RATE LIMITING UNIT
19 POWER GENERATION VOLTAGE CONTROLLING UNIT

(57) Abstract: The rate of increase of a charge voltage applied to a rechargeable battery is controlled by imposing a limit thereon so as to prevent a large current from flowing through a rechargeable battery or prevent abnormal heat generation in the rechargeable battery. A control apparatus for an alternator comprises: a charge timing determining unit which determines the timing for starting and ending charging; a rechargeable battery parameter estimating unit which estimates a parameter for the rechargeable battery; a charge state estimating unit which predicts the state of charging of the rechargeable battery; a power generation voltage increase rate determining unit which determines a voltage increase rate in power generation of the alternator; and a power generation voltage controlling unit which controls the voltage in power generation of the alternator. When increasing the voltage in power generation of the alternator when starting the charging of the rechargeable battery of a mobile object, an upper limit is set on the voltage increase rate in the power generation on the basis of the previously estimated parameter for the rechargeable battery.

(57) 要約: 蓄電池に大電流を流さない、または異常発熱をしないよう、蓄電池への充電電圧上昇率に制限をかける制御を行う。充電の開始と終了のタイミングを判定する充電タイミング決定部と、蓄電池のパラメータを推定する蓄電池パラメータ推定部と、蓄電池の充電状態を予測する充電状態推定部と、オルタネータの発電電圧上昇率を決定する発電電圧上昇率決定部と、オルタネータの発電電圧を制御する発電電圧制御部と、を有し、移動体の蓄電池へ充電を開始する際に、オルタネータの発電電圧を上昇させるにあたり、予め推定した蓄電池のパラメータに基づいて、発電電圧上昇率に上限を

設ける。



(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：オルタネータの制御装置及び制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、オルタネータの制御装置及び制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、オルタネータ（発電機）による発電電圧の設定方法として、移動体の減速度に応じて発電電圧上昇率を設定する方法があった（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-64811号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来技術において、移動体の減速度によりオルタネータの発電電圧を変化させた場合、減速度が大きい場合には急な電圧変化が起こる。蓄電池への充電電流は蓄電池端子電圧の変化率に応じた値となるため、瞬間的に蓄電池へ100[A]にも及ぶ電流が流れる。

[0005] この大電流によって、磁気飽和が起こりオルタネータの効率が悪くなって回生効率が下がる。また蓄電池に大電流が流れた場合、電流の二乗に比例する熱が発生するため、この熱により電解液の蒸発に繋がり、電極が熱で劣化する原因にもなる。しかし、従来の技術ではこの点について十分に配慮されていなかった。

[0006] 本発明は、移動体の減速度が大きい場合に生じるオルタネータの大電流に起因する問題点を解決する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、一つは、移動体に搭載されるオルタネータの制御装置であって、オルタネータから移動体の蓄電池への充電の開始と終了のタイミングを判

定する充電タイミング決定部と、蓄電池のパラメータを推定する蓄電池パラメータ推定部と、蓄電池の充電状態を予測する充電状態推定部と、オルタネータの発電電圧上昇率を決定する発電電圧上昇率決定部と、オルタネータの発電電圧を制御する発電電圧制御部と、を有し、蓄電池へ充電を開始する際に、オルタネータの発電電圧を上昇させるにあたり、予め推定した蓄電池のパラメータに基づいて、前記発電電圧上昇率に上限を設けたことを特徴とする。

[0008] もう一つは、移動体に搭載されるオルタネータの制御方法であって、オルタネータから移動体の蓄電池への充電の開始と終了のタイミングを判定し、蓄電池のパラメータを推定し、蓄電池の充電状態を予測し、オルタネータの発電電圧上昇率を決定し、蓄電池へ充電を開始する際に、オルタネータの発電電圧を上昇させるにあたり、予め推定した蓄電池のパラメータに基づいて、前記発電電圧上昇率に上限を設けてオルタネータの発電電圧を制御することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、移動体の減速度が大きい場合に生じるオルタネータの大電流に起因する問題点を解決することができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の一実施形態をなすシステム構成を示す。
[図2]本発明の一実施形態をなす全体の処理の流れを示す。
[図3]本発明の一実施形態をなす蓄電池近似回路を示す。
[図4]本発明の一実施形態をなす $f(x)$ の概観と解を示す。
[図5]本発明の一実施形態をなす発電電圧時系列プラン設定方法を示す。
[図6]本発明の一実施形態をなす発電電圧・充電電流時系列例1を示す。
[図7]本発明の一実施形態をなす発電電圧時系列計算を示す。
[図8]本発明の一実施形態をなす最大電圧を下げる場合の発電電圧時系列計算を示す。
[図9]本発明の一実施形態をなす発電電圧時系列例2を示す。

[図10] c , r , R のテーブル例を示す。

発明を実施するための形態

- [0011] 以下、本発明の実施形態を説明する。本実施形態は、移動体における蓄電池のオルタネータ（発電機）による充電方法の技術に関するものである。
- [0012] 蓄電池は経験的に、定電圧源にコンデンサ成分が直列に接続された回路と近似できるため、発電電圧の変化率に応じた充電電流が流れる。また、オルタネータは電流に応じたトルク負荷となる。このため、減速度に応じて発電電圧を上昇させると、移動体の減速に応じたオルタネータのトルクが発生し、ドライバにとって違和感の無い減速回生が実現する。
- [0013] 減速度によりオルタネータの発電電圧を変化させた場合、減速度が大きい場合には急な電圧変化が起こる。前述したように、蓄電池への充電電流は蓄電池端子電圧の変化率に応じた値となるため、瞬間的に蓄電池へ100[A]にも及ぶ電流が流れる。そして、オルタネータが蓄電池へ大電流を流すことにより、磁気飽和が起こりオルタの効率が悪くなって回生効率が下がる課題がある。
- [0014] また蓄電池に大電流が流れた場合、電流の二乗に比例する熱が発生するため、この熱により電解液の蒸発に繋がり、電極が熱で劣化する原因にもなる。
- [0015] 以下に示す実施形態は、このような事情を鑑みなされたもので、如何なる速度変化においても蓄電池への充電電流を規定値以内にするオルタネータの電圧を設定する方法を提供する。
- [0016] 本実施形態によれば、蓄電池への最大充電電流をオルタネータの効率が悪くならない範囲に抑えるため、回生効率が向上する。また大電流が流れないため、蓄電池の熱発生が抑えられ、蓄電池の劣化が抑えられる。更には、蓄電池の発熱を抑える範囲にて一時的に発電電圧を上げることにより、蓄電池の回生電荷が増え、回生効率が向上するなどの効果が得られる。
- [0017] 本オルタネータ発電電圧制御方法は、移動体において、減速または蓄電池の充電量が低くなったかの何れかの場合に、オルタネータを起動し、その起

動の際に蓄電池へ大電流を流さないように、オルタネータの発電電圧上昇率に上限を設ける方法である。

[0018] 図 1 に本発明の一実施形態をなすオルタネータ電圧制御方法の構成を示す。本方法は、移動体（車、電車）内のコントローラ内で動くソフトウェアで実現される。本コントローラは、蓄電池に直結するか、移動体にエンジンコントローラが存在する場合には、エンジンコントローラ内の一機能となる。

[0019] 本方法では、蓄電池 10、オルタネータ（発電機）11、電流計 12、電圧計 13、温度計 14、内部抵抗・容量推定部 15、充電量推定部 16、充電タイミング決定部 17、発電電圧上昇率制限部 18、発電電圧制御部 19 から構成される。内部抵抗・容量推定部 15、充電量推定部 16、充電タイミング決定部 17、発電電圧上昇率制限部 18、発電電圧制御部 19 はコントローラ内のソフトウェアである。各部、各装置の詳細については後述する。

[0020] 蓄電池 10 は、鉛蓄電池、リチウム電池、ニッケル水素電池が対象となる。オルタネータは、移動体の車軸、またはエンジンに接続されている発電機であり、発電電圧は界磁電流、または DC-DC コンバータによりコントロールされる。オルタネータの一実現方法としては特開昭 60-102826 号公報に示される、界磁電流を制御して発電電圧を設定する方法がある。電流計としては、非接触式のデバイスで磁束を計測した後に、磁束を元に電流を計算するデバイスと方法を用いてもよい。

[0021] 続いて、本方法の処理を、図 2 を用いて説明する。まず本処理では、ステップ 21 において、蓄電池への充電開始を判定決定する（充電タイミング決定部 17）。充電開始条件は移動体が減速に入るかまたは蓄電池の充電量が閾値以下になった場合とし、ステップ 22 の処理を行う。充電量は充電量推定部 16 にて推定する。この充電量の推定方法として、移動体が始動する前の蓄電池の端子電圧を測って初期の充電量を推定し、その後には蓄電池電流の積算値より充電量を時々刻々推定する方法を用いる。ここで、電流計 12 が存在しない場合には、予め決めた充電時の充電電流、放電時の放電電流に

より充電量を時々刻々予測する方法を用いても良い。また蓄電池が鉛蓄電池の場合には、別途蓄電池に取り付けた硫酸比重計により充電量を予測する方法を用いても良い。

[0022] 充電終了条件は、減速終了か、蓄電池の充電量が閾値以上となった場合とする。それ以外では充電を実施せずに終了する。本プログラムは終了しても定期的（例として１秒おき）にプログラムを再起動する。

[0023] 次に、充電開始の場合、ステップ２２において、発電電圧上昇率制限を計算する。本処理は、蓄電池への充電電流を制限するために、図１の発電電圧上昇率制限部１８にて、別途推定した蓄電池の時定数により発電電圧上昇率の制限を計算する。本処理の詳細については後述する。

[0024] 次に、ステップ２３において、充電終了タイミングと、発電電圧上昇率に基づいて、発電電圧時系列プランを計算する。これは、図１の発電電圧制御部１９にて行われる。この処理の詳細については後述する。

[0025] 最後に、ステップ２４において、充電開始から終了まで、オルタネータを発電電圧時系列プランに従い制御する。これは、図１の発電電圧制御部１９にて行われる。終了後は本プログラムを停止するが、本プログラムは終了しても定期的（例として１秒おき）にプログラムを再起動する。

[0026] 次に、ステップ２２における発電電圧上昇率制限計算の詳細について説明する。発電電圧上昇率計算は、図１の内部抵抗・容量推定部１５で推定した、充電時の内部抵抗 r 、 R 、容量 C を元に計算する。図３に蓄電池の近似等価回路を示す。蓄電池はベースとなる電圧源 ３１、充電抵抗 R ３２、充電抵抗 r ３３、分極容量 c ３４ から構成される。 r 、 R 、 C の計算方法については後述する。図３の回路より、蓄電池端子電圧（発電電圧）を V 、蓄電池へ充電される電流 I とすると、数１が成立する。

（数１）

$$V - E + c r \times dV / dt = (r + R) I + c r R \times dI / dt$$

E ：ベースとなる電圧源 ３１の電圧

ここで、数１の微分方程式の時定数 τ を数２とする。

(数2)

$$\tau = c r'$$

τ : 時定数

$$r' = r \times R / (r + R)$$

r' : r と R の合成抵抗 (蓄電池を低電圧源に接続した場合の内部抵抗)

充電電流は、充電電流初期条件として $I(0) = 0$ 、発電電圧上昇率 λ ($\lambda = dV / dt$) とした場合、数1、数2より数3と示される。

(数3)

$$I(t) = \lambda \times (c r - \tau) \times \{1 - \exp(-t / \tau)\} / (r + R) + \lambda \times t / (r + R)$$

t : 時間 (充電開始を0)

数3で、充電電流のランプ応答 (0 [A] より一定の上昇率で電流を上昇させる応答) を終了させ、発電電圧を一定電圧にしたときには、数1よりその後の充電電流が低下する。このため、 t_0 にてランプ応答を終了させたときの電流、即ち充電電流の最大値 I_{max} は、数3を元に、数4で示される。

(数4)

$$I_{max} = I_{\infty} \times \{f(x) \times r / R + 1\}$$

$I_{\infty} = (E_{\infty} - E) / (r + R)$: 発電電圧一定にした場合の最終充電電流

$$f(x) = \{1 - \exp(-x)\} / x$$

$$x = t_0 / \tau$$

E_{∞} = 最終発電電圧

$$\lambda = (E_{\infty} - E) / t_0$$

E : 初期蓄電池電圧。充電開始直前 (電流0時) の蓄電池端子電圧

ここで、充電電流を許容充電電流 I_a 内に抑えるためには、数4で表される充電電流の最大値 I_{max} を I_a とすれば良い。このため、数5の方程式の解 x (時定数補正倍率) を求めた後、数6より発電電圧上昇率の上限 λ が

計算される。

(数5)

$$f(x) = R / r \times (I_a / I_\infty - 1) = \{1 - \exp(-x)\} / x$$

x : 時定数補正倍率

(数6)

$$\lambda = (E_\infty - \text{初期電圧}) / (x \times \tau)$$

次に、数5の方程式を求める方法について述べる。数5の解を求めるには、 $f(x)$ をテーブルで持たせるかまたは、数値的に解く（例えば知られている二分法を用いる）。数値的に求めた $f(x)$ の概観と、 x と数5の関係を図4に示す。例として、数5の右辺が0.5であった場合、図的には41の $f(x)$ の値より、解 x 42である1.6が求められる。ここで、解 x を求めることが、コントローラの処理性能より困難である場合には、 $x = 1$ の固定値を使用しても良い。

[0027] ここで、数2で求めた τ が2秒、端子初期電圧が13 [V]、 $E_\infty = 14$ [v]としたとき、数5、6より発電電圧上昇率 λ は0.3125 [V/s]と計算される。

[0028] 上記で求めた λ を用いても良いが、バッテリーのみにより計算されたものであるため、以下、別要因を考慮した発電電圧上昇率 λ を設定する方法について述べる。

[0029] 移動体が減速を開始した場合の充電開始では、減速より大きなオルタネータのトルクが発生すると、移動体の乗り心地に影響を及ぼす。このため、オルタ発電によるオルタトルクアップを、減速によりオルタネータへ影響するトルク減少率 η 以下とする。トルク減少率 η は、「 α ／移動体のタイヤ径×移動体ギア比」と計算される（ α は移動体の減速度）。

[0030] また、オルタネータの電流はオルタネータのトルクに比例する。このため、 η に、オルタネータの電流とトルクの比例定数 κ （ κ はオルタネータの回転数の関数）をかけて、オルタネータ電流上昇率が決定される。この電流上昇率より、発電電圧上昇率 λ が計算できる。この計算を以下説明する。数1

の微分方程式を解くことにより数7として発電電圧時系列が決定される。

(数7)

$$V(t) = \exp(-t/cr) \times \{E + \eta \times \kappa \times c \times r \times r\} \\ + (R + r) I(t) - \eta \times \kappa \times c \times r \times r$$

E : 開放時の蓄電池電圧

η : トルク減少率 [Nm/s]

κ : オルタネータのトルク－電流比例定数 [A/Nm]

$$I(t) = \eta \times \kappa \times t$$

数7を時間微分すると数8となるため、数8を発電電圧上昇率 λ とする。このとき、発電電圧上昇率 λ は時間と共に変化することになる。更には、数8の代わりに、数8の下限值である $R\eta\kappa - E/cr$ (一定値)を λ としても良い。

(数8)

$$\lambda = (R + r) \eta \kappa - \exp(-t/cr) \times \{E + \eta \times \kappa \times c \times r \times r\} \\ / cr$$

ライトを点灯させた場合には、ライトの増光が人間に気づかない定数とする。この値の例として、 $\lambda = 0.5$ [V/s]を用いる。

[0031] ここで、数6で計算された λ 、減速度に応じて数8で計算された λ 、ライトの増光により決定された λ の中で最も小さな値を選んでも良い。

[0032] 次に、充電開始が蓄電池の充電不足であった場合を説明する。

[0033] この場合、オルタネータの発電開始により、エンジンは発電に要するトルク分だけトルクを上昇させる必要がある。ここで、エンジンのトルクを上昇させる際には、エンジンへの空気量を増やすが、空気の移動には遅れがあるため、エンジントルク増加率には上限値 η がある。このエンジントルク増加率上限 η より大きなオルタネータトルク変動が発生するとエンジンが停止する恐れがあるため、オルタ発電によるオルタトルクアップをこの増加率(η)以下とする。この場合の λ の計算は、同様に、数8として計算できる。

[0034] ここで、数6で計算された λ 、上記のエンジントルク増加率アップ上限を

元に数 8 で計算された λ 、ライトの増光により決定された λ の中で最も小さな値を選んでも良い。

[0035] 次に、 λ は発電電圧上昇率の上限値であるため、この値以下となるように発電電圧を変化させても良い。具体的には、充電電流の目標値を電流上限 I_a として発電電圧を制御する。具体的には数 1 の微分方程式により、オルタネータ充電電圧を数値的に求めるか、または $\{I_a - \text{現在の充電電流}\}$ に比例した値だけ発電電圧を更新させても良い (I_a は、予め設定した最大充電電流。詳細は後述。)。この場合の発電電圧変化量 (dV/dt) を数 9 とする。数値的に求める方法としては、例として数 1 をオイラー法にて解いても良い。

(数 9)

$$\text{発電電圧変化量} = \min(\lambda, \{I_a - I(t)\} \times \text{定数})$$

I_a : 最大充電電流

λ : 発電電圧上昇率上限

定数 : 予め決めた定数

次に、充電終了時の発電電圧減少率 (電圧を下げる場合の上限設定) について述べる。この場合には、充電終了によりオルタネータのトルクが 0 になるため、エンジンとしてはオルタネータのトルク負荷分を減少させる。従い、エンジンコントロールとしてはエンジンへの空気を減らすことになる。ここで空気の移動には遅れがあるため、エンジントルクの減少率には下限が存在することになる。この下限値の絶対値を η とする。そして、発電電圧減少率 $-A$ を η により数 10 で値を設定する (数 1 により導かれる)。

(数 10)

$$-A = -(R + r) \eta \kappa + \exp(-t/cr) \times \{E + \eta \times \kappa \times c \times r \times r\} / cr$$

η : トルク減少率上限値 [Nm/s]

κ : オルタネータのトルク-電流比例定数 [As/Nm]

ライトを点灯させた場合には、ライトの減光が人間に気づかない発電電圧

減少率 $-A$ を設定する（例として $A=0.5$ [V/s]）。

[0036] 次に、発電電圧制限部 19における発電電圧時系列のプラン決定方法を図 5で述べる。発電電圧時系列プランとしては、まずステップ 51で充電電流の上限 I_a を決定する。上限充電電流 I_a はオルタネータの効率を保てる範囲と、オルタネータに接続されている他の電子機器の電流需要を元に、予め値を設定する（例としてオルタネータの効率を保てる範囲を 60 [A]、電子機器の電流需要が 40 [A] の場合、 $I_a=60-40=20$ [A]）。

続いて、ステップ 52で発電電圧の上限 E_{max} を決める。 E_{max} の決め方は後述する。ここで、 E_{max} は、蓄電池の発熱状態、オルタネータの発熱状態により途中で値を下げて良い。詳細については後述する。

[0037] 次に、ステップ 53で蓄電池の開放電圧（充電電流 0 時の蓄電池の電圧）を決定する。これは、充電前の電流 0 [A] 時における蓄電池電圧を図 1の電圧計 13により測定する。

[0038] 次に、ステップ 54で、充電終了時までの時間 T を得る。減速時における充電終了時間は、減速終了を予測して決定する。具体的には、車速により車の平均減速度を予測し、現在の速度より T を決定する。減速時以外の充電では、現在の充電量とターゲットとなる充電量より決定する。この場合は「 $T=(\text{ターゲット充電量}-\text{現在の充電量})/I_{\infty}$ 」とする（ I_{∞} は数 4 で計算される値）。

[0039] 最後にステップ 55で発電電圧上昇率 λ 、発電電圧減少率 $-A$ より発電電圧時系列を計算する。この計算としては、開始時間をスタートとして発電電圧上昇率 λ より、発電電圧の上昇をストップさせる時間を決定する。次に、終了時間より、発電電圧減少開始時間を計算する。この例を、図 6の発電電圧波形を用いて説明する。図 6は、充電開始 61の時間から、充電終了 62の時間までの発電電圧波形 63（実線）と充電電流波形 64（破線）を示す。充電開始から充電電流が上限値 I_a までの間 65では、発電電圧上昇率を λ とする。最後に、充電終了時に電流が 0 となるように、発電電圧減少開始から充電終了時までの間 66では発電電圧減少率を $-A$ とする。発電電圧減

少開始時刻は $T - (E_{max} - E) / A$ となる。

- [0040] 以上、予め発電電圧を決定する方法を示したが、充電電流を監視しながら発電電圧を調整してもよい。この流れを図7のフロチャートを用いて説明する。
- [0041] 初めに、ステップ701にてオルタネータの発電電圧を E （充電電流0時の蓄電池電圧）とする。次にステップ702にてタイマー時刻 t を0に設定する。
- [0042] 次にステップ703にて現在のオルタネータ発電電圧 V が最大電圧 E_{max} になるか、充電電流 I が電流上限 I_a になるかを判定する。もし、発電電圧 $V \geq$ 最大電圧 E_{max} かまたは、充電電流 $I \geq$ 電流上限 I_a になった場合、発電電圧を一定に保持する（ステップ706）。もしこの条件を満たさない場合には、発電電圧を $\lambda \times \delta t$ （ δt は時刻ステップ。例として 10ms ）だけ増加させ（ステップ704）、時刻を δt だけ進めた後（705）、ステップ703の判定を行う。
- [0043] ステップ706の後ステップ708にて、発電電圧減少開始時刻かを判定する。もし、発電電圧減少開始時刻ならば、ステップ709へ処理を移す。もし、発電電圧減少開始時刻でなければ、ステップ707にて時刻を δt だけ進める。
- [0044] ステップ709では、発電電圧を減少率 $-A$ だけ小さくする。その後、ステップ710で充電電流が0かどうかを判定する。充電電流が0で無い場合には、ステップ711にて時刻を δt だけ進める。充電電流が0の場合、処理を終了させる。
- [0045] 図7では、発電電圧上昇率を λ 一定としたが、前述した数9の $\min \{ \lambda, \text{定数} \times (I_a - \text{充電電流}) \}$ となる発電電圧変化量を用いても良い。
- [0046] 次に、途中で最大電圧 E_{max} が途中で変化する場合を、図8のフロチャートと図9の発電電圧時系列を用いて説明する。これは、一時的に発電電圧を上昇させ回生効率を上げる場合に、オルタネータの熱または蓄電池の温度が危険レベルに達しないように監視するためである。もし、温度が予め設定

された上限値に到達しそうな場合に E_{max} を下げる。

- [0047] まず、ステップ 8 1 において現在の蓄電池温度を計測する。次にステップ 8 2 においてオルタネータの温度を計測する。次にステップ 8 3 において、蓄電池温度の時間差分により蓄電池温度上昇率を計算する。次にステップ 8 4 において、オルタネータ温度の時間差分によりオルタネータ温度上昇率を計算する。ステップ 8 5 において、充電終了までにオルタまたは蓄電池の温度上昇見積もり「温度上昇率 $\times$ (T - 現時刻)」が予め設定された温度（例として 45°C 。またはエンジンルーム温度）より大きくなる場合に、ステップ 8 6 にて E_{max} を ΔE_{max} だけ下げる。ここで、ステップ 8 6 にて ΔE_{max} だけ発電電圧を下げる場合には、発電電圧減少率 $-A$ にて発電電圧を下げる。このときの電圧は、図 9 の発電電圧 9 1 を発電電圧 9 2 まで下げる動作に対応する。
- [0048] なお、オルタネータに温度計が無い場合には、ステップ 8 2、8 4 とステップ 8 5 のオルタネータ温度判定を省略する。
- [0049] このステップ 8 1 からステップ 8 6 までの動作を、ステップ 8 7 の終了条件を満たすまで継続する。ステップ 8 7 の終了条件とは、発電電圧を減少させるタイミングに到達したかどうか、即ち現時刻から発電電圧減少率 $-A$ で発電電圧を減少させ始めたとき、時刻 T にて充電電流 0 となる条件である。
- [0050] ステップ 8 7 の終了条件が成立した後は、ステップ 8 8 にて発電電圧減少率 $-A$ にて、充電電流が 0 になるまで（図 9 では 9 3）発電電圧を減少させる。
- [0051] 次に、発電電圧の上限 E_{max} の初期値設定方法について述べる。発電電圧は、オルタネータに接続されている電子機器の耐圧より決定する（例として 15V ）。
- [0052] 次に、 c 、 r 、 R の推定方法について述べる。推定には、前回の充電時の充電電流、発電電圧波形により求める方法、現在の充電量と温度によりテーブルを参照して決める方法の何れかの方法を使う。もし、電流計が無い構成であるならば、充電量を発電電圧と温度で推定し、温度と充電量をテーブル

参照して決める方法を採用する。以下、それぞれについて述べる。

- [0053] 電流計と電圧計が付加されている場合には、 c 、 r 、 R を充電電流と発電電圧の時系列データより求める。求め方としては、初めに〔蓄電池の端子電圧－蓄電池の充電電流0時の端子電圧〕をフーリエ変換した $V(s)$ を計算し、次に充電電流をフーリエ変換した $I(s)$ を計算する（ s とはラプラス演算子の s を示す）。次に $z(s) = V(s) / I(s)$ として内部インピーダンス $z(s)$ を求める。求めた $z(s)$ より、 $1 / z(s) s$ をフーリエ逆変換することにより、発電電圧が1Vのステップ応答と仮定した場合の充電電流波形を求めることができる。フーリエ変換としては高速フーリエ変換の数値解放を用いても良い（参考文献「佐川雅彦，貴家仁志：高速フーリエ変換とその応用、昭晃堂」）。

- [0054] 数1を解くことにより、充電電流の初期値が $1 / R$ と計算されるため、発電電圧ステップ応答の初期充電電流より R が求められる。同様に、発電電圧ステップ応答の充電電流の定常値は、数1を解くことにより $1 / (R + r)$ と計算されるため、 r の値を求めることができる。次に、次に電流は指数関数 $\exp(-t / k)$ であり、定数 k は、微分方程式数1より数11と示される。また、「発電電圧ステップ応答の充電電流－ $(E_{max} - E) / (R + r)$ 」の対数を取ることで、 k を求めることができる。

(数11)

$$k = c \times r'$$

$$r' = r \times R / (r + R)$$

r' : r と R の合成抵抗（蓄電池を低電圧源に接続した場合の内部抵抗）

数11と k より c を求めることができる。この R 、 r 、 C の値は、充電するタイミングにおいて計算し、次回の充電で使用する。蓄電池を交換した直後の場合には、次に述べるテーブルによる推定値を用いる。

- [0055] 次に、テーブルを用いて c 、 r 、 R を求める方法について述べる。概要としては、蓄電池の充電量、劣化度、温度毎に集計されている c 、 r 、 R のテーブルを、充電量、劣化度、温度を元に参照する。このテーブル例を図10

に示す。充電量は、前述したように図1の充電量推定部14にて推定する。温度は、温度計14を使用する。図10におけるSOC101とは、充電量[Ah]を蓄電池のカタログ容量[Ah]で割った比率[%]を示し、図1の充電量推定量16にて推定した値を示す。図10におけるSOH102とは、劣化度を示し、現在使用できる蓄電池の容量をカタログ容量[Ah]で割った比率[%]を示す。図10ではSOH毎に用意された、温度SOC表を用意している。ここで、温度が40℃、SOCが40%、SOHが100%の場合には、SOH100%に対応する表を選び出し、図10の103の欄に記載されているc, r, Rの値を用いる。図10では、例としてSOC50%の欄が存在していないが、SOC40%と60%の値より補間して推定する。

[0056] SOHの推定方法は、放電時の蓄電池電流と蓄電池電圧の相関より求めた放電抵抗の値より求める。ここで、電流計が設置されていない場合には、クランキング（エンジンの有る移動体の場合、蓄電池によるエンジン始動時）にてエンジン始動の際、蓄電池電圧の降下量により放電抵抗を推定すれば良い。具体的な推定方法として、蓄電池電圧の降下量×定数とする（定数は予め設定した値とする）。

[0057] 本オルタネータ発電電圧制御方法では、充電開始のタイミングを、満充電でなくかつ蓄電池の温度が低い場合に充電を開始しても良い。これは、蓄電池の温度が低い場合、一般的に充電抵抗の値が大きく、充電効率が下がるためである。このとき、発電電圧の制御を開始し、蓄電池の温度を上昇させる。この終了条件は、満充電になるかまたは、蓄電池の温度が、蓄電池の周囲気温に到達するまでとする。

[0058] 最後に、本オルタネータ発電電圧制御方法は、充放電を行わない場合には、蓄電池の充電電流を0となるような制御を行う。この制御としては、数1のI_aを0として、発電電圧を変化させる。

符号の説明

[0059] 10…蓄電池、11…オルタネータ、12…電流計、13…電圧計、14…

温度計、カーブ前警報、制動、15…内部抵抗・容量推定部、16…充電量推定部、17…充電タイミング決定部、18…発電電圧上昇率制限部、19…発電電圧制御部、21…充電開始判定、22…発電電圧上昇率制限計算、23…発電電圧時系列プラン計算、24…発電電圧制御、31…陽極、32…内部抵抗 r 、33…内部抵抗 R 、34…コンデンサ c 、35…ベース電圧、36…陰極、41… $f(x)$ 、42…解 x 、51…充電電流上限 I_a 決定、52…電圧上限 E_{max} 決定、53…蓄電池開放電圧 E 測定、54…充電終了時間 T 決定、55…発電電圧時系列計算、61…充電開始時刻、62…充電終了時刻、63…オルタネータ発電電圧時系列、64…充電電流、65…オルタネータ発電電圧上昇中区間、66…オルタネータ発電電圧減少中区間、81…蓄電池温度計測、82…オルタネータ温度計測、83…蓄電池温度上昇率計算、84…オルタネータ温度上昇率計算、85…最大電圧減少判定、86, 88, 709…発電電圧減少、87, 708…発電電圧減少開始判定、91…最大電圧減少開始、92…最大電圧減少終了、93…充電終了、101…充電量 (SOC)、102…劣化度 (SOH)、103…SOC 40%, 温度 40°C のときの R , r , C 、701…発電電圧初期値設定、702…時刻初期化、703…発電電圧上昇停止判定、704…発電電圧上昇、705, 707, 711…時刻更新、706…発電電圧保持、710…充電終了判定

請求の範囲

[請求項1]

移動体に搭載されるオルタネータの制御装置であって、

前記オルタネータから前記移動体の蓄電池への充電の開始と終了のタイミングを判定する充電タイミング決定部と、前記蓄電池のパラメータを推定する蓄電池パラメータ推定部と、前記蓄電池の充電状態を予測する充電状態推定部と、前記オルタネータの発電電圧上昇率を決定する発電電圧上昇率決定部と、前記オルタネータの発電電圧を制御する発電電圧制御部と、を有し、

前記蓄電池へ充電を開始する際に、前記オルタネータの発電電圧を上昇させるにあたり、予め推定した前記蓄電池のパラメータに基づいて、前記発電電圧上昇率に上限を設けたことを特徴とするオルタネータの制御装置。

[請求項2]

請求項1記載のオルタネータの制御装置であって、

前記充電タイミング決定部は、充電開始のタイミングを、前記移動体の減速時、または前記蓄電池の充電量が許容値以下になった場合の何れかとするオルタネータの制御装置。

[請求項3]

請求項1記載のオルタネータの制御装置であって、

前記蓄電池パラメータ推定部は、前記蓄電池の電圧と電流の時系列データにより、前記蓄電池のコンデンサ容量と抵抗を計算するオルタネータの制御装置。

[請求項4]

請求項3記載のオルタネータの制御装置であって、

前記蓄電池パラメータ推定部は、前回の充電時における蓄電池の電圧と電流の時系列データから前記蓄電池のコンデンサ容量と抵抗を推定するオルタネータの制御装置。

[請求項5]

請求項1記載のオルタネータの制御装置であって、

前記蓄電池パラメータ推定部は、予め集計した前記蓄電池のコンデンサ容量と抵抗のテーブルにより前記蓄電池のコンデンサ容量と抵抗を推定するオルタネータの制御装置。

- [請求項6] 請求項5記載のオルタネータの制御装置であって、
前記テーブルとして、温度と充電量毎に集計したテーブルを用いた
オルタネータの制御装置。
- [請求項7] 請求項1記載のオルタネータの制御装置であって、
前記発電電圧上昇率の上限を、予め与えた前記蓄電池の最大許容充
電電流、および前記蓄電池のコンデンサ容量と抵抗により計算するオ
ルタネータの制御装置。
- [請求項8] 請求項7記載のオルタネータの制御装置であって、
前記発電電圧上昇率の上限値を、予め与えた最大発電電圧と初期蓄
電池電圧との差を、蓄電池コンデンサと抵抗値で計算される時定数で
割った値とするオルタネータの制御装置。
- [請求項9] 請求項8記載のオルタネータの制御装置であって、
前記時定数として、充電時の前記蓄電池を直流電圧源に繋いだと仮
定した場合の前記蓄電池の内部抵抗とコンデンサの容量の積とするオ
ルタネータの制御装置。
- [請求項10] 請求項9記載のオルタネータの制御装置であって、
前記時定数として、最大許容充電電流、最大発電電圧で充電したと
仮定した場合に計算される定常的な充電電流、前記蓄電池の内部抵抗
で計算される倍率で補正するオルタネータの制御装置。
- [請求項11] 請求項8記載のオルタネータの制御装置であって、
前記最大発電電圧の設定方法として、オルタネータに接続された電
子機器の耐圧とするオルタネータの制御装置。
- [請求項12] 請求項8記載のオルタネータの制御装置であって、
前記最大発電電圧として、蓄電池の温度の上昇率と現在温度により
、蓄電池の温度が充電終了までに、予め設定された最大温度以上また
は気温以上と予測される場合に、最大発電電圧を与えられた初期値よ
り下げるオルタネータの制御装置。
- [請求項13] 請求項2記載のオルタネータの制御装置であって、

前記充電開始タイミングが移動体の減速時であった場合の発電電圧上昇率の上限として、移動体の減速度により計算される発電電圧上昇率と、予め与えた最大発電電圧と初期蓄電池電圧との差を、蓄電池コンデンサと抵抗値で計算される時定数で割って求めた発電電圧上昇率の上限の小さい方の値を発電電圧上昇率の上限とするオルタネータの制御装置。

[請求項14]

請求項 1 3 記載のオルタネータの制御装置であって、

前記移動体の減速度により計算される発電電圧上昇率として、予め与えられた移動体のタイヤ径、ギア比と減速度によりエンジンのトルク減少率を計算し、次に、オルタネータトルクと電流の換算係数をトルク減少率にかけて電流変化率を求め、電流変化率より発電電圧上昇率を計算するオルタネータの制御装置。

[請求項15]

請求項 2 記載のオルタネータの制御装置であって、

充電開始タイミングが減速時以外の場合の発電電圧上昇率の上限として、発電開始により移動体のエンジントルクを増加させる時の増加率の上限により計算される発電電圧上昇率と、予め与えた最大発電電圧と初期蓄電池電圧との差を、蓄電池コンデンサと抵抗値で計算される時定数で割って求めた発電電圧上昇率の上限の小さい方の値を発電電圧上昇率の上限とするオルタネータの制御装置。

[請求項16]

請求項 1 5 記載のオルタネータの制御装置であって、

前記エンジントルク増加率の上限で計算される発電電圧上昇率として、オルタネータトルクとオルタネータ発電電流の換算係数を、エンジントルク増加率の上限にかけて計算される電流変化率により、発電電圧上昇率を計算するオルタネータの制御装置。

[請求項17]

請求項 1 4 記載のオルタネータの制御装置であって、

前記電流変化率から発電電圧上昇率を計算する方法として、予め与えられた蓄電池の回路方程式へ電流変化率を与えた時に得られる蓄電池の電圧時系列データにより、発電電圧上昇率を計算するオルタネー

タの制御装置。

[請求項18]

請求項1記載のオルタネータの制御装置であって、

前記蓄電池の充放電を行わない場合には、前記蓄電池に流れる電流が0となるように発電電圧を制御するオルタネータの制御装置。

[請求項19]

請求項13記載のオルタネータの制御装置であって、

前記発電電圧上昇率の上限として、オルタネータにライトが接続され、かつライトが点灯している場合には、予め設定した電圧上昇率により上限を設けるオルタネータの制御装置。

[請求項20]

請求項1記載のオルタネータの制御装置であって、

前記充電開始のタイミングとして、前記蓄電池の充電量が満充電でなく、かつ前記蓄電池の温度が予め設定された温度より低い場合とするオルタネータの制御装置。

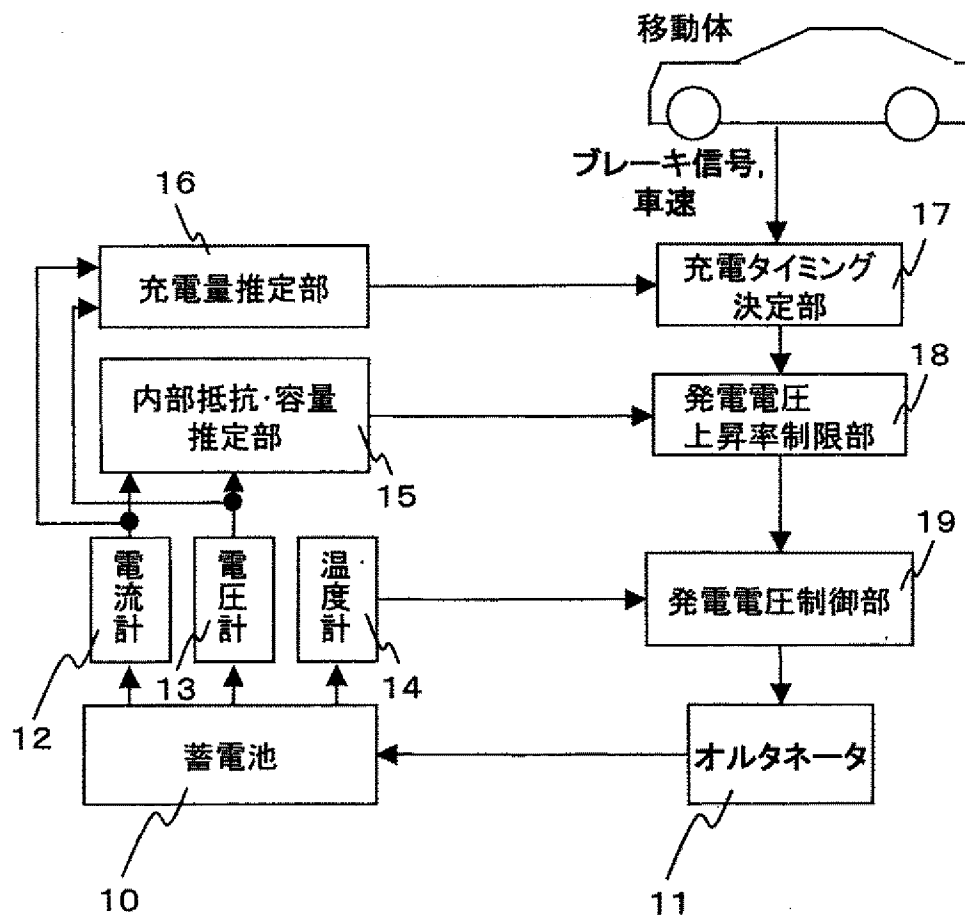
[請求項21]

移動体に搭載されるオルタネータの制御方法であって、

前記オルタネータから前記移動体の蓄電池への充電の開始と終了のタイミングを判定し、蓄電池のパラメータを推定し、前記蓄電池の充電状態を予測し、前記オルタネータの発電電圧上昇率を決定し、前記蓄電池へ充電を開始する際に、前記オルタネータの発電電圧を上昇させるにあたり、予め推定した前記蓄電池のパラメータに基づいて、前記発電電圧上昇率に上限を設けて前記オルタネータの発電電圧を制御することを特徴とするオルタネータの制御方法。

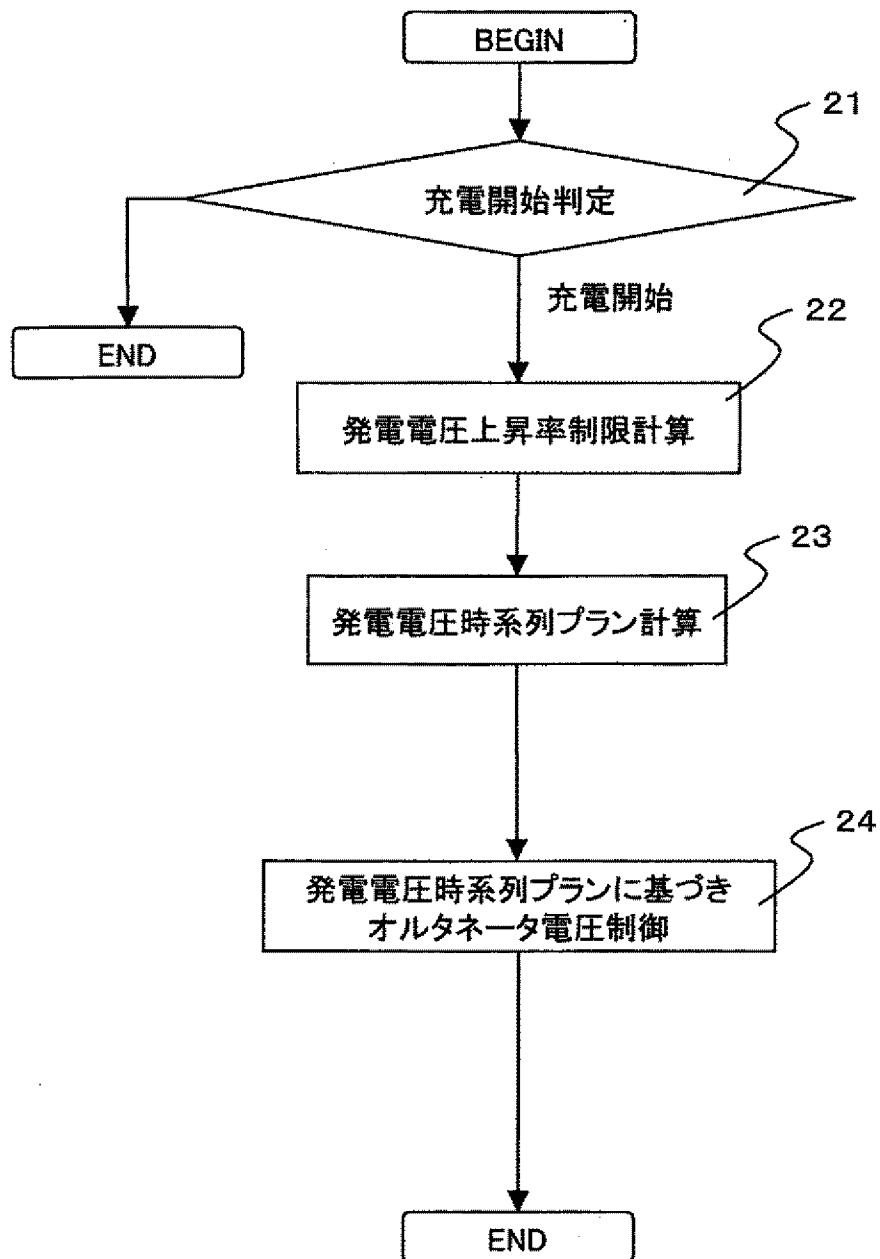
[図1]

図 1



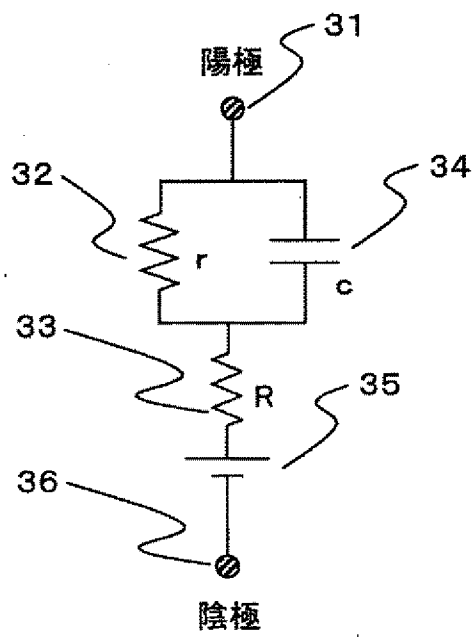
[図2]

図 2



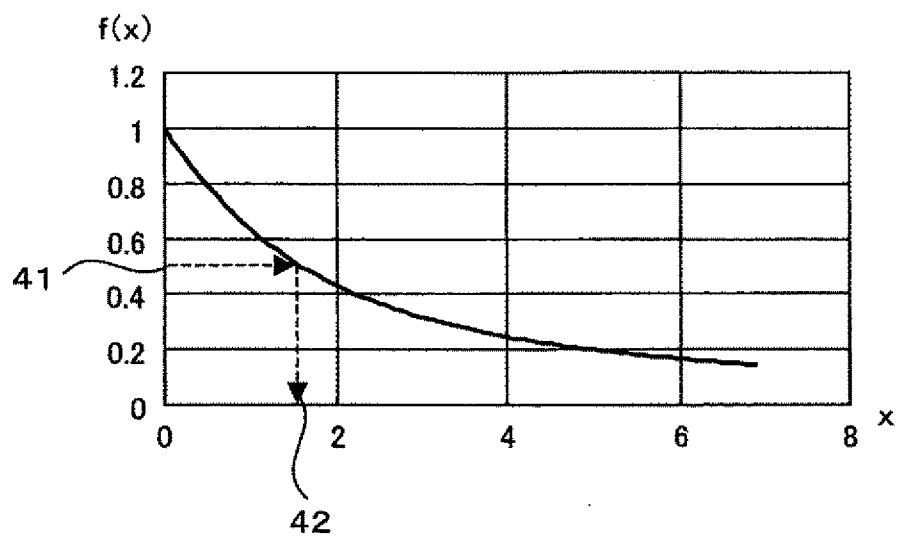
[図3]

図 3



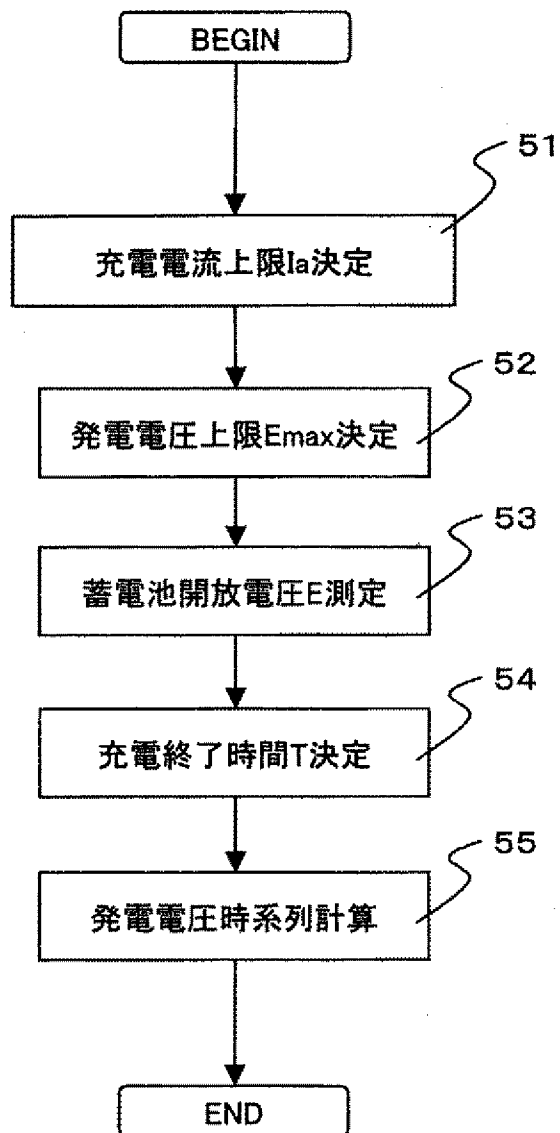
[図4]

図 4



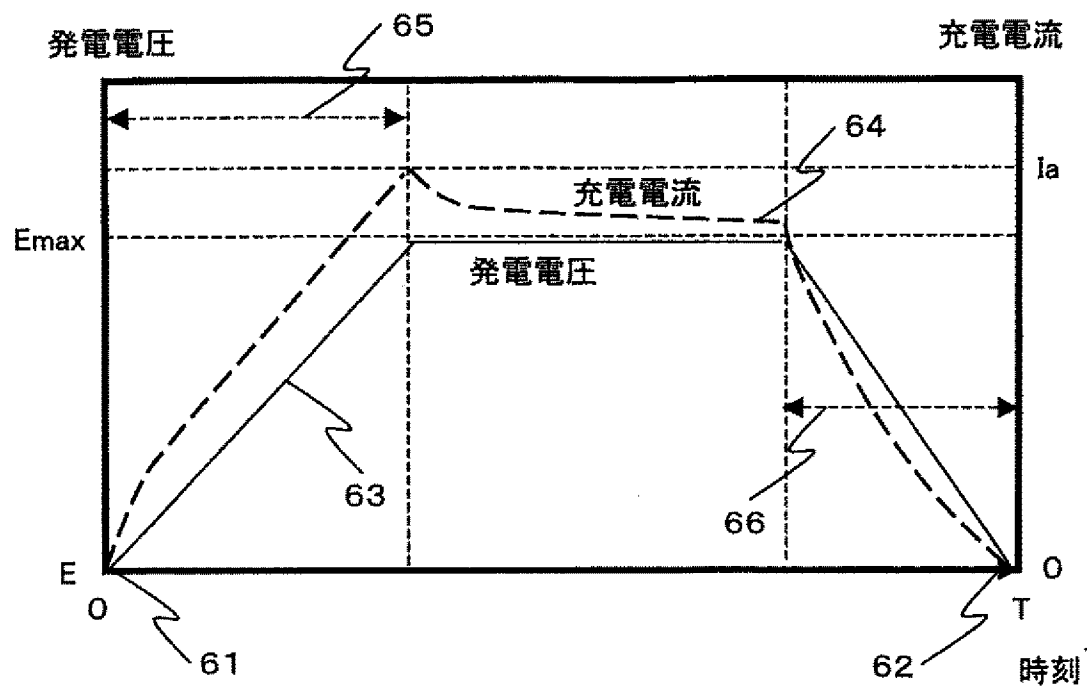
[図5]

図 5



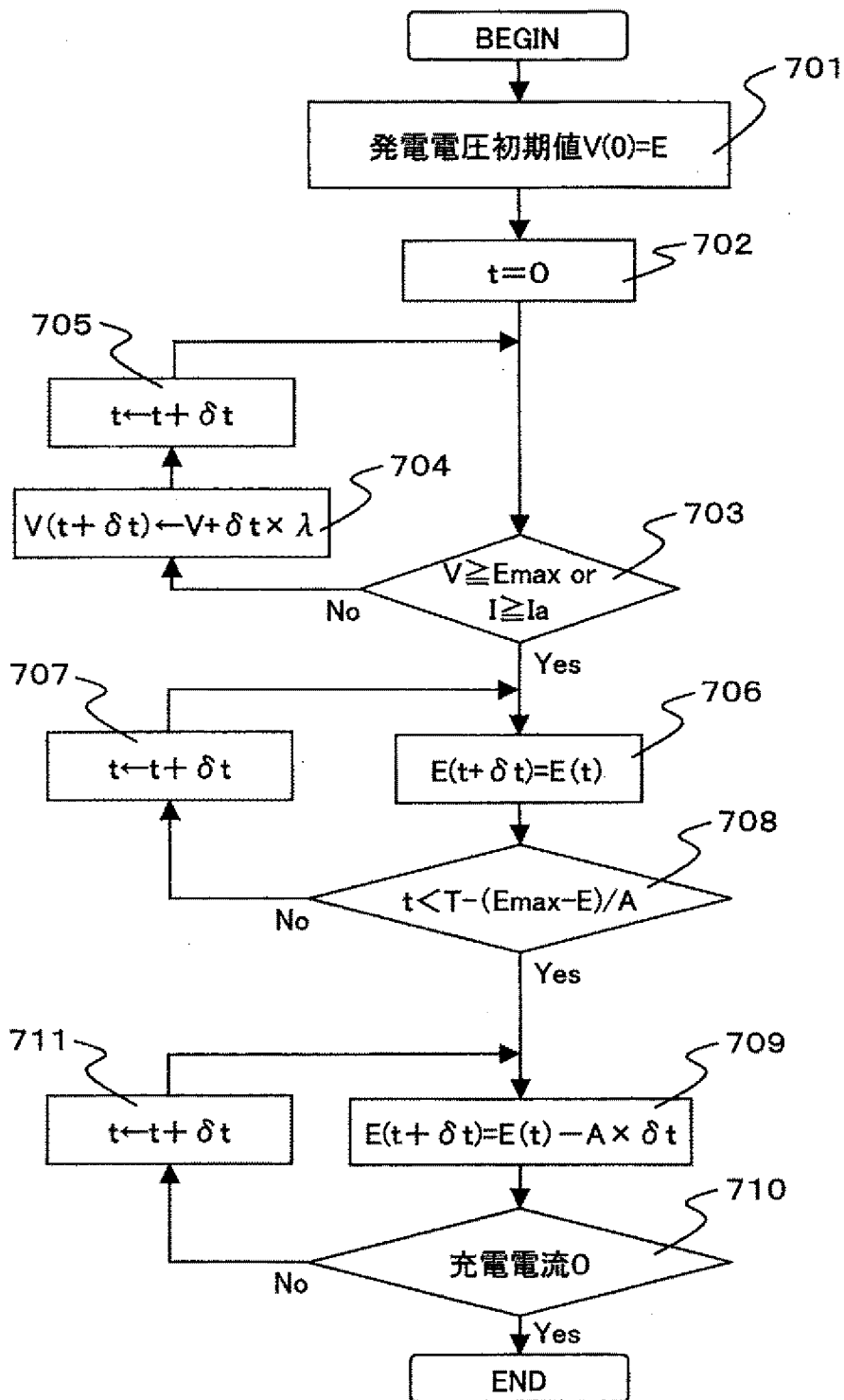
[図6]

図 6



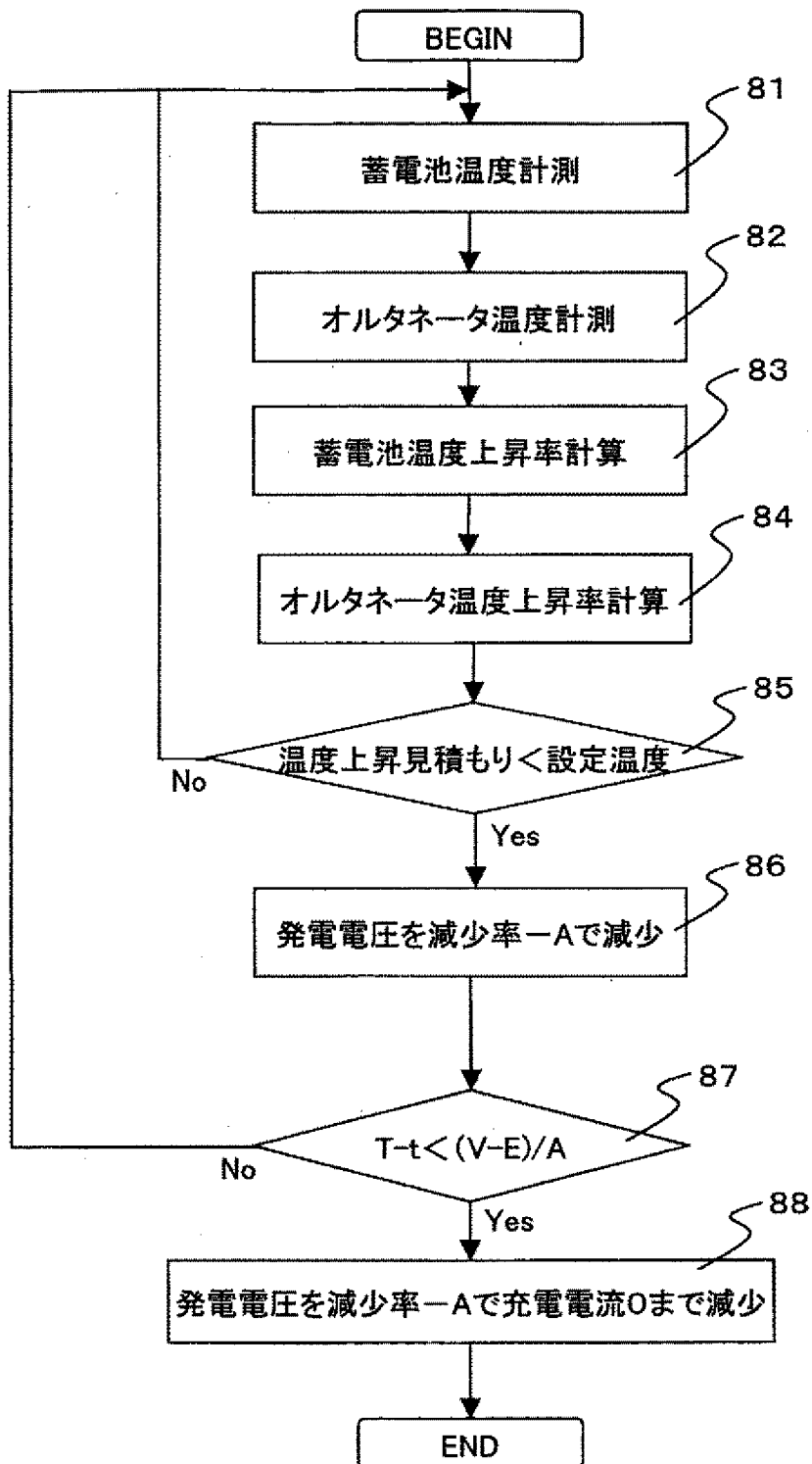
[図7]

図 7



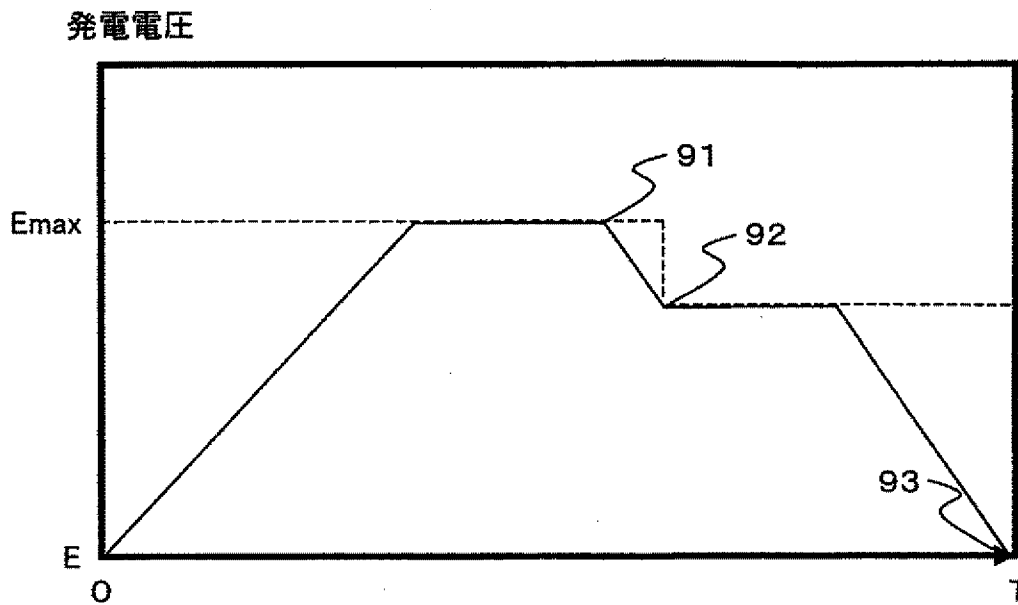
[図8]

図 8



[図9]

図 9



[図10]

図 10

		101					SOH=40%		102			
温度		SOC	100%	80%	60%	40%	SOH=60%					
-3	温度	SOC	100%	80%	60%	40%						
	-30℃	温度	SOC	100%	80%	60%	40%					
0	0℃	-30℃		R=15mΩ r=15mΩ c=2F						R=30mΩ r=30mΩ c=10F		
20	0℃	0℃		R=13mΩ r=13mΩ c=2F								
40	20℃	20℃		R=10mΩ r=10mΩ c=2F								
	40℃	40℃		R=8mΩ r=8mΩ c=2F						R=14mΩ r=14mΩ c=400F		
				SOH=100%					103			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003879

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P9/04(2006.01) i, H02J7/16(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P9/04, H02J7/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-285821 A (Denso Corp.), 23 October 1998 (23.10.1998), paragraphs [0088] to [0089] & US 5966001 A & EP 0803960 A2	1-21
A	JP 2008-228403 A (Denso Corp.), 25 September 2008 (25.09.2008), paragraphs [0027], [0051] & US 2008/0221755 A1 & DE 102008009671 A	1-21
A	EP 0907234 A2 (Black & Decker Inc.), 07 April 1999 (07.04.1999), paragraphs [0007] to [0018] & US 6018231 A & US 6154007 A	1-21



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 August, 2010 (06.08.10)

Date of mailing of the international search report

17 August, 2010 (17.08.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02P9/04(2006.01)i, H02J7/16(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02P9/04, H02J7/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 10-285821 A (株式会社デンソー) 1998. 10. 23, 段落【0088】 - 【0089】 & US 5966001 A & EP 0803960 A2	1-21
A	JP 2008-228403 A (株式会社デンソー) 2008. 09. 25, 段落【0027】、【0051】 & US 2008/0221755 A1 & DE 102008009671 A	1-21
A	EP 0907234 A2 (Black & Decker Inc.) 1999. 04. 07, [0007] - [0018] & US 6018231 A & US 6154007 A	1-21

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 0 8 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 8 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

牧 初

3 V

9 0 6 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8