

(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

(43) 国際公開日
2018年3月29日(29.03.2018)



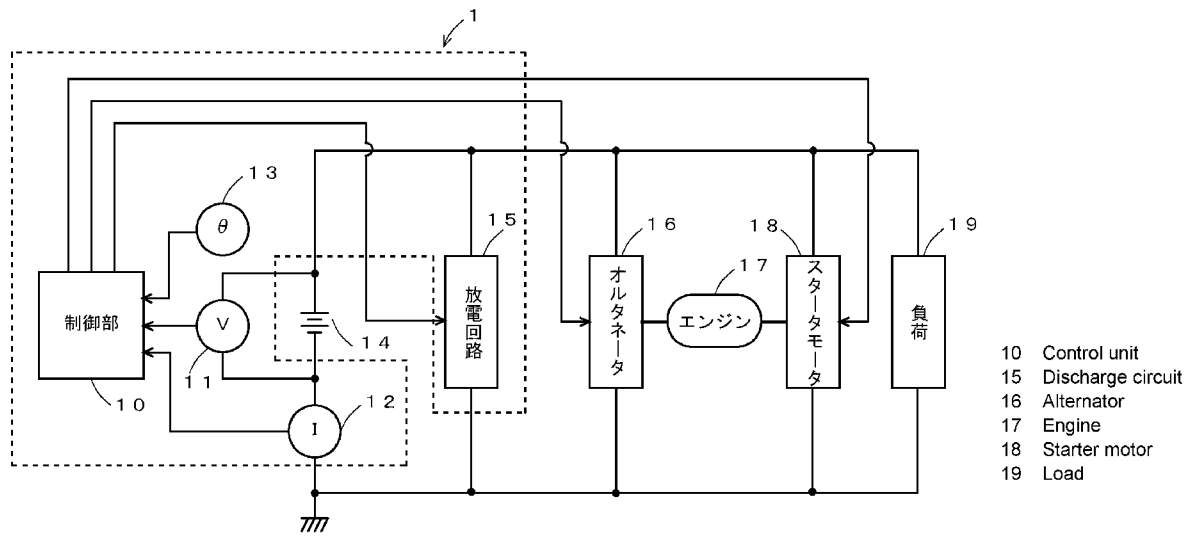
(10) 国際公開番号

WO 2018/056448 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 7/00 (2006.01) *H01M 10/48* (2006.01)
B60R 16/04 (2006.01) *H02J 7/14* (2006.01)
G01R 31/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/034595
- (22) 国際出願日: 2017年9月25日(25.09.2017)
- (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 2016-186329 2016年9月23日(23.09.2016) JP
- (71) 出願人: 古河電気工業株式会社(FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番
- 3号 Tokyo (JP). 古河 A S 株式会社 (FURUKAWA AUTOMOTIVE SYSTEMS INC.) [JP/JP]; 〒5220242 滋賀県犬上郡甲良町尼子1000番地 Shiga (JP).
- (72) 発明者: 岩根 典靖 (IWANE, Noriyasu); 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 樋口 淳人 (HIGUCHI, Atsubito); 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 江村 美彦 (EMURA, Yoshihiko); 〒3620022 埼玉県上尾市瓦葺2433-15 Saitama (JP).

(54) Title: SECONDARY BATTERY STATE DETECTION DEVICE AND SECONDARY BATTERY STATE DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 二次電池状態検出装置および二次電池状態検出方法



(57) Abstract: [Problem] To detect a full charge in a secondary battery reliably even when the voltage generated by an alternator changes. [Solution] A secondary battery state detection device 1 for detecting the state of a secondary battery and having one or more processors (CPU 10a) and one or more memories (ROM 10b, RAM 10c) communicably connected with the one or more processors. The one or more processors execute: a detection process whereby a command group stored in the one or more memories is read, and the charging voltage is detected when an alternator for which the generated voltage can be adjusted charges the secondary battery; a calculation process whereby a charging resistance is calculated as the internal resistance of the secondary battery when the alternator charges the secondary battery; and an estimation process whereby the charging rate of the secondary battery is estimated on the basis of the charging voltage detected by the detection process and the charging resistance calculated by the calculation process.



WO 2018/056448 A1

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 【課題】オルタネータの発電電圧が変化する場合でも、二次電池の満充電を正確に検出すること。【解決手段】二次電池の状態を検出する二次電池状態検出装置1において、1または複数のプロセッサ(CPU10a)と、1または複数のプロセッサと通信可能に接続された1または複数のメモリ(ROM10b, RAM10c)と、を有し、1または複数のプロセッサは、1または複数のメモリに格納された命令群を読み取り、発電電圧を調整可能なオルタネータが二次電池を充電する際の充電電圧を検出する検出処理、オルタネータが二次電池を充電する際の二次電池の内部抵抗としての充電抵抗を算出する算出処理、検出処理によって検出された充電電圧と、算出処理によって算出された充電抵抗とに基づいて、二次電池の充電率を推定する推定処理、を実行する。

明 細 書

発明の名称：二次電池状態検出装置および二次電池状態検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、二次電池状態検出装置および二次電池状態検出方法に関するものである。

背景技術

[0002] 二次電池が満充電状態になったことを検出する技術としては、例えば、特許文献1～3に開示された技術がある。

[0003] 特許文献1には、電圧値および電流値を電流電圧平面上にプロットし、プロットされた点の電流電圧平面上の位置に応じて、二次電池が充電受け入れ限界に達したか否かを判定する技術が開示されている。

[0004] また、特許文献2には、充電時の電流・電圧の関係から、二次電池の充電反応の反応抵抗を求め、この反応抵抗の上昇から二次電池の満充電を検出する技術が開示されている。

[0005] さらに、特許文献3には、充電時の電圧と開回路電圧OCVとの差(ΔV)および別途求めた放電時の内部抵抗(R_{ohm} , R_{ct1} , ...)から満充電検出および満充電検出時のSOCを算出する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第5863658号公報

特許文献2：特許第5307113号公報

特許文献3：特開2016-109565号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、近年、燃費削減のために二次電池を無駄に充電しないようにオルタネータから供給する充電電圧を段階的に変化させる技術が広く用いられるようになってきている。このように、オルタネータの発電電圧が変化する場合

、電圧が変化しないことを前提とした、前述の従来技術を使用すると、満充電を正確に検出できない場合があるという問題点がある。

[0008] 本発明は、以上のような状況に鑑みてなされたものであり、オルタネータの発電電圧が変化する場合でも、二次電池の満充電を正確に検出することが可能な二次電池状態検出装置および二次電池状態検出方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、本発明は、二次電池の状態を検出する二次電池状態検出装置において、1または複数のプロセッサと、1または複数の前記プロセッサと通信可能に接続された1または複数のメモリと、を有し、1または複数の前記プロセッサは、1または複数の前記メモリに格納された命令群を読み取り、発電電圧を調整可能なオルタネータが前記二次電池を充電する際の充電電圧を検出する検出処理、前記オルタネータが前記二次電池を充電する際の前記二次電池の内部抵抗としての充電抵抗を算出する算出処理、前記検出処理によって検出された前記充電電圧と、前記算出処理によって算出された前記充電抵抗とに基づいて、前記二次電池の充電率を推定する推定処理、を実行することを特徴とする。

このような構成によれば、オルタネータの発電電圧が変化する場合でも、二次電池の満充電を正確に検出することが可能となる。

[0010] また、本発明は、前記推定処理は、前記算出処理によって算出された前記充電抵抗の値が変動値である所定の閾値以上になった場合には、満充電または所定の充電率であると推定し、前記閾値は前記検出処理によって検出された前記充電電圧の値が大きくなるにつれて値が小さくなるように変動することを特徴とする。

このような構成によれば、オルタネータの発電電圧が変化した場合でも、満充電または所定の充電率（例えば、充電率90%）になったことを正確に検出することができる。

[0011] また、本発明は、前記推定処理は、前記算出処理によって算出された前記

充電抵抗の値が固定値である所定の閾値以上になった場合には、所定の前記充電率であると推定し、推定される所定の前記充電率は前記検出処理によって検出された前記充電電圧の値が大きくなるにつれてその値が大きくなることを特徴とする。

このような構成によれば、オルタネータの発電電圧が変化した場合でも、充電電圧によって定まる所定の充電率になったことを正確に検出することができる。

[0012] また、本発明は、前記推定処理は、前記算出処理によって算出された前記充電抵抗の値が変動値である所定の閾値以上になった場合には、所定の前記充電率であると推定し、前記閾値は前記検出処理によって検出された前記充電電圧の値が大きくなるにつれて値が小さくなるように変動し、前記検出処理によって検出された前記充電電圧の値が大きくなるにつれて所定の前記充電率の値が大きくなることを特徴とする。

このような構成によれば、オルタネータの発電電圧が変化した場合でも、充電電圧によって定まる所定の充電率になったことを正確に検出することができるとともに、充電電圧毎の所定の充電率を調整することができる。

[0013] また、本発明は、前記算出処理は、前記充電電圧と開回路電圧の差分値を充電電流で除することによって前記充電抵抗を算出することを特徴とする。

このような構成によれば、充電抵抗を簡易に求めることができる。

[0014] また、本発明は、前記算出処理は、前記二次電池の等価回路モデルを前記二次電池の放電時の電圧および電流の関係から学習し、得られた等価回路モデルの抵抗要素によって前記充電抵抗を算出することを特徴とする。

このような構成によれば、等価回路モデルを用いて充電抵抗をより正確に求めることができる。

[0015] また、本発明は、前記推定処理によって前記二次電池が満充電または所定の前記充電率と推定した場合に、前記二次電池の等価回路モデルを前記二次電池の放電時の電圧および電流の関係から学習し、得られた等価回路モデルの抵抗要素と、前記充電電圧と開回路電圧の差分値を充電電流で除すること

によって算出した前記充電抵抗との比に基づいて前記充電率を算出し、当該充電率をそのときの前記充電率とすることを特徴とする。

このような構成によれば、満充電または所定の充電率と判定された場合の充電率を正確に求めることができる。

[0016] また、本発明は、二次電池の状態を検出する二次電池状態検出方法において、発電電圧を調整可能なオルタネータが前記二次電池を充電する際の充電電圧を電圧センサからの出力によって検出する検出ステップと、前記オルタネータが前記二次電池を充電する際の前記二次電池の内部抵抗としての充電抵抗を算出する算出ステップと、前記検出ステップにおいて検出された前記充電電圧と、前記算出ステップにおいて算出された前記充電抵抗とに基づいて、前記二次電池の充電率を推定する推定ステップと、を有することを特徴とする。

このような方法によれば、オルタネータの発電電圧が変化する場合でも、二次電池の満充電を正確に検出することが可能になる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、オルタネータの発電電圧が変化する場合でも、二次電池の満充電を正確に検出することが可能な二次電池状態検出装置および二次電池状態検出方法を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の第1実施形態に係る二次電池状態検出装置の構成例を示す図である。

[図2]図1の制御部の詳細な構成例を示すブロック図である。

[図3]従来の二次電池状態検出装置の動作を説明するための図である。

[図4]第1実施形態の動作を説明するための図である。

[図5]第1実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

[図6]第2実施形態の動作を説明するための図である。

[図7]第2実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

[図8]変形実施形態の動作を説明するための図である。

[図9]変形実施形態を説明するための図である。

[図10]変形実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0019] 次に、本発明の実施形態について説明する。

[0020] (A) 本発明の第1実施形態の構成の説明

図1は、本発明の第1実施形態に係る二次電池状態検出装置を有する車両の電源システムを示す図である。この図において、二次電池状態検出装置1は、制御部10、電圧センサ11、電流センサ12、温度センサ13、および、放電回路15を主要な構成要素としており、二次電池14の充電状態を制御する。ここで、制御部10は、電圧センサ11、電流センサ12、および、温度センサ13からの出力を参照し、二次電池14の状態を検出するとともに、オルタネータ16の発電電圧を制御することで二次電池14の充電状態を制御する。電圧センサ11は、二次電池14の端子電圧を検出し、制御部10に通知する。電流センサ12は、二次電池14に流れる電流を検出し、制御部10に通知する。温度センサ13は、二次電池14の電解液または周囲の環境温度を検出し、制御部10に通知する。放電回路15は、例えば、直列接続された半導体スイッチと抵抗素子等によって構成され、制御部10によって半導体スイッチがオン/オフ制御されることにより二次電池14を二次電池状態検出装置1の命令に従って放電させる。

[0021] 二次電池14は、電解液を有する二次電池、例えば、鉛蓄電池、ニッケルカドミウム電池、または、ニッケル水素電池等によって構成され、オルタネータ16によって充電され、スタータモータ18を駆動してエンジンを始動するとともに、負荷19に電力を供給する。オルタネータ16は、エンジン17によって駆動され、交流電力を発生して整流回路によって直流電力に変換し、二次電池14を充電する。オルタネータ16は、制御部10によって制御され、発電電圧を調整することが可能とされている。

[0022] エンジン17は、例えば、ガソリンエンジンおよびディーゼルエンジン等のレシプロエンジンまたはロータリーエンジン等によって構成され、スター

タモータ18によって始動され、トランスミッションを介して駆動輪を駆動し、車両に推進力を与えるとともに、オルタネータ16を駆動して電力を発生させる。スタータモータ18は、例えば、直流電動機によって構成され、二次電池14から供給される電力によって回転力を発生し、エンジン17を始動する。負荷19は、例えば、電動ステアリングモータ、デフォッグ、シートヒータ、イグニッションコイル、カーオーディオ、および、カーナビゲーション等によって構成され、二次電池14からの電力によって動作する。

[0023] 図2は、図1に示す制御部10の詳細な構成例を示す図である。この図に示すように、制御部10は、例えば、1チップのマイコンであり、CPU (Central Processing Unit) 10a、ROM (Read Only Memory) 10b、RAM (Random Access Memory) 10c、通信部10d、I/F (Interface) 10eを有している。ここで、CPU10aは、ROM10bに格納されているプログラム10baに基づいて各部を制御する。ROM10bは、半導体メモリ等によって構成され、プログラム10ba等を格納している。RAM10cは、半導体メモリ等によって構成され、プログラム10baを実行する際に生成されるデータや、後述する数式またはテーブル等のパラメータ10caを格納する。通信部10dは、上位の装置であるECU (Electronic Control Unit) 等との間で通信を行い、検出した情報または制御情報を上位装置に通知する。I/F10eは、電圧センサ11、電流センサ12、および、温度センサ13から供給される信号をデジタル信号に変換して取り込むとともに、放電回路15、オルタネータ16、および、スタータモータ18等に駆動電流を供給してこれらを制御する。なお、図2の例では、CPU10a、ROM10b、および、RAM10cは、それぞれ1つずつ有するようにしたが、これらを複数有するようにしてもよい。また、CPU10aに変えて、DSP (Digital Signal Processor) を用いるようにしてもよい。

[0024] (B) 本発明の第1実施形態の動作の説明

つぎに、本発明の第1実施形態の動作について説明する。なお、以下では

、本発明の実施形態の動作原理について説明した後、詳細な動作について説明する。

[0025] まず、第1実施形態の動作原理について説明する。図3は、オルタネータ16の発電電圧を変化させて二次電池14を充電した場合における二次電池14のSOC (State of Charge : 充電率) と充電抵抗との関係を示す図である。なお、この図において、実線の曲線は15.5Vの電圧で充電した場合の二次電池14のSOCと充電抵抗の関係を示し、間隔の短い破線の曲線は14.5Vの電圧で充電した場合のSOCと充電抵抗の関係を示し、間隔の長い破線の曲線は13.5Vの電圧で充電した場合のSOCと充電抵抗の関係を示している。ここで、充電抵抗とは、二次電池14がオルタネータ16によって充電されている場合の二次電池14の内部の電気的な抵抗をいい、より詳細には、例えば、二次電池14を充電する際に二次電池14に印加する電圧V、開回路電圧OCV、および、電流Iから求まる抵抗 $R (= (V - OCV) / I)$ をいう。なお、充電抵抗は、前述した以外の方法によって求めるようにしてもよい。

[0026] 図3において、充電電圧が15.5Vである場合には、充電抵抗が約30mΩ以上になると満充電 (SOC=100%) であると判定することができる。すなわち、閾値として30mΩを用い、この閾値と充電抵抗の大小を比較することで満充電か否かを判定することができる。しかしながら、充電電圧が14.5Vまたは13.5Vである場合には、充電抵抗が30mΩの場合、SOCは100%未満となる。このため、オルタネータ16の発電電圧が固定でなく、変動する場合には、同じ閾値を用いて満充電の判定を行うと、正確な判定ができないという問題点がある。

[0027] そこで、本発明の第1実施形態では、図4に示すように、オルタネータ16の発電電圧 (= 充電電圧) に応じて変動する閾値を用いることで、発電電圧が変化した場合でも二次電池14の満充電を検出することができる。例えば、図4の例では、オルタネータ16の発電電圧が15.5Vである場合には閾値 T_{h1} を用いて判定し、発電電圧が14.5Vである場合には閾値 T

h 2 を用いて判定し、発電電圧が 13.5 V である場合には閾値 Th 3 を用いて判定する。このような方法によれば、オルタネータ 16 の発電電圧が変化した場合でも、二次電池 14 が満充電状態になったことを正確に検出することができる。

[0028] なお、図 4 では、満充電（充電率 100%）を検出するようにしたが、所定の充電率（例えば、充電率 95%等）を検出するようにしてもよい。また、図 4 の例では、充電電圧毎に閾値 Th 1 ~ Th 3 を定めるようにしたが、図 5 を参照して後述するように、基準となる閾値 Th を充電電圧に応じて補正して Th' とし、この閾値 Th' を用いて判定するようにしてもよい。

[0029] つぎに、図 5 を参照して、第 1 実施形態において実行される処理の一例について説明する。図 5 に示すフローチャートの処理が開始されると、以下のステップが実行される。

[0030] ステップ S 10 では、制御部 10 は、電流センサ 12 の出力を参照し、二次電池 14 がオルタネータ 16 によって充電中か否かを判定し、充電中であると判定した場合（ステップ S 10 : Y）にはステップ S 11 に進み、それ以外の場合（ステップ S 10 : N）には同様の処理を繰り返す。なお、充電中でない場合には、同様の処理を繰り返すのではなく、処理を終了するようにしてもよい。

[0031] ステップ S 11 では、制御部 10 は、電圧センサ 11 の出力を参照し、オルタネータ 16 の発電電圧 V を取得する。この結果、例えば、15.5 V 等の電圧が取得される。

[0032] ステップ S 12 では、制御部 10 は、充電抵抗 R を算出する。より詳細には、ステップ S 10 で取得した電流 I と、ステップ S 11 で取得した発電電圧 V と、例えば、車両が停車されてから所定の時間が経過した場合に二次電池 14 の電圧を測定することで得られる開回路電圧 OCV を用いて $R = (V - OCV) / I$ によって求めることができる。

[0033] ステップ S 13 では、制御部 10 は、ステップ S 11 で取得した発電電圧 V に基づいて、満充電か否かを判定するための閾値 Th を、Th' に補正す

る。より詳細には、基準となる閾値 T_h に対して、 $g(V)$ を乗算することにより、 $T_h' = T_h \times g(V)$ によって閾値 T_h を補正する。なお、 $g(V)$ は、発電電圧 V の値が小さくなるにつれて値が大きくなる関数である。図4の例では、発電電圧 $V = 15.5$ Vである場合の閾値 T_{h1} を基準となる閾値 T_h とすると、発電電圧 $V = 14.5$ Vである場合には $T_h' = T_{h1} \times g(V) = T_{h2}$ となり、発電電圧 $V = 13.5$ Vである場合には $T_h' = T_{h1} \times g(V) = T_{h3}$ となるように $g(V)$ を設定する。

[0034] なお、以上の例では、発電電圧 V のみを考慮するようにしたが、例えば、温度センサ13によって検出された二次電池14の温度も考慮して、閾値 T_h の補正を行うようにしてもよい。具体的には、発電電圧 V と温度 θ を変数とする関数 $g(V, \theta)$ を用いて、 $T_h' = T_h \times g(V, \theta)$ によって補正するようにしてもよい。

[0035] ステップS14では、制御部10は、ステップS12で算出した充電抵抗 R と、ステップS13で得られた補正後の閾値 T_h' とを比較し、 $R \geq T_h'$ を満たす場合（ステップS14：Y）にはステップS15に進み、それ以外の場合（ステップS14：N）にはステップS16に進む。

[0036] ステップS15では、制御部10は、満充電（SOC=100%）と判定する。この結果、制御部10は、エンジン17によるオルタネータ16の駆動を停止することで、エンジン17の負荷を軽減し、燃費を改善することができる。

[0037] ステップS16では、制御部10は、満充電ではないと判定する。この結果、制御部10は、エンジン17によるオルタネータ16の駆動を継続することで、二次電池14が満充電になるまで充電を継続する。

[0038] 以上の動作によれば、オルタネータ16の発電電圧に応じて基準となる閾値 T_h を補正し、補正後の閾値 T_h' に基づいて満充電状態を判定できるので、発電電圧が変化した場合でも、満充電状態を正確に判定することができる。

[0039] (C) 本発明の第2実施形態の構成の説明

つぎに、本発明の第2実施形態について説明する。なお、本発明の第2実施形態の構成は、第1実施形態と同様であり、制御部10において実行される処理が異なるので、構成の説明については省略する。

[0040] (D) 本発明の第2実施形態の動作の説明

本発明の第2実施形態の動作について、図6を参照して説明する。第2実施形態では、図6に示すような固定値である閾値 T_h を用いる。そして、充電抵抗が閾値 T_h 以上になった場合であって、充電電圧が13.5Vであるときは充電率がSOC1になったと判定する。また、充電抵抗が閾値 T_h 以上になった場合であって、充電電圧が14.5Vであるときは充電率がSOC2になったと判定する。さらに、充電抵抗が閾値 T_h 以上になった場合であって、充電電圧が15.5Vであるときは充電率がSOC3になったと判定する。なお、閾値 T_h としては、オルタネータ16が最大の発電電圧を供給して充電した場合に、充電率が100%以下となる T_h を用いることが望ましい。例えば、最大の発電電圧が15.5Vである場合には、 $SOC3 \leq 100\%$ となるように T_h を設定することが望ましい。このように設定することで、オルタネータ16の発電電圧が変化した場合でも、SOCが100%を超えて充電が継続されることを防止できる。なお、以上では、充電電圧に応じてSOC1~SOC3を選択するようにしたが、後述するように、基準となるSOC(基準SOC)を設定し、充電電圧に応じて基準SOCを補正するようにしてもよい。

[0041] つぎに、本発明の第2実施形態の詳細な動作について、図7を参照して説明する。図7に示すフローチャートの処理が開始されると、以下のステップが実行される。なお、図7において、図5と対応する部分には同一の符号を付してその説明を省略する。図7では、図5を比較すると、ステップS13~ステップS16の処理が削除され、ステップS31~ステップS33の処理が追加されているので、以下ではステップS31~ステップS33の処理を中心に説明する。

[0042] ステップS31では、制御部10は、ステップS12で算出した充電抵抗

Rと閾値 T_h を比較して $R \geq T_h$ が成立するか否かを判定し、 $R \geq T_h$ が成立すると判定した場合（ステップS31：Y）にはステップS32に進み、それ以外の場合（ステップS31：N）には処理を終了する。例えば、図6に示す閾値 T_h と充電抵抗Rとを比較し、 $R \geq T_h$ が成立すると判定した場合にはステップS32に進む。

[0043] ステップS32では、制御部10は、基準SOCを設定する。より詳細には、制御部10は、例えば、図7に示すSOC3を基準SOCに設定する。もちろん、これ以外のSOCを基準SOCとしてもよい。

[0044] ステップS33では、制御部10は、ステップS11で取得した発電電圧Vに応じて、ステップS32で設定した基準SOCを補正する。より詳細には、例えば、基準SOCに対して、 $h(V)$ を乗算することにより、 $SOC' = SOC \times h(V)$ によって基準SOCを補正する。なお、 $h(V)$ は、発電電圧Vの値が小さくなるにつれて値が小さくなる関数である。図6の例では、発電電圧 $V = 15.5V$ である場合のSOC3を基準SOCとすると、発電電圧 $V = 14.5V$ である場合には $SOC' = SOC3 \times h(V) = SOC2$ となり、発電電圧 $V = 13.5V$ である場合には $SOC' = SOC3 \times h(V) = SOC1$ となるように $h(V)$ を設定する。

[0045] なお、以上の例では、発電電圧Vのみを考慮するようにしたが、例えば、温度センサ13によって検出された二次電池14の温度も考慮して、基準SOCの補正を行うようにしてもよい。具体的には、発電電圧Vと温度 θ を変数とする関数 $h(V, \theta)$ を用いて、 $SOC' = SOC \times h(V, \theta)$ によって補正するようにしてもよい。

[0046] 以上に説明したように、本発明の第2実施形態によれば、オルタネータ16の発電電圧に応じて基準SOCを補正するようにしたので、発電電圧が変動した場合であっても、SOCを正確に求めて充電制御を行うことができる。

[0047] (C) 変形実施形態の説明

以上の実施形態は一例であって、本発明が上述したような場合のみに限定

されるものでないことはいうまでもない。例えば、以上の各実施形態では、X軸（横軸）に平行な閾値を用いて判定するようにしたが、例えば、図8に示すように、X軸に対して傾きを持った閾値 T_h を用いるようにしてもよい。すなわち、固定値の T_h ではなく、発電電圧の関数である $T_h(V)$ を用いて、この $T_h(V)$ と充電抵抗 R とを比較することで、満充電を判定するようにしてもよい。このような構成によれば、発電電圧に応じて最適な充電率で充電を打ち切ることができるため、例えば、発電電圧によって充電時間が大きく異なることを防ぐことができる。なお、発電電圧だけでなく、温度センサ13で検出した二次電池14の温度 θ を含む関数 $T_h(V, \theta)$ と充電抵抗 R とを用いて判定するようにしてもよい。また、図8の例では、閾値 T_h は直線としたが、曲線の閾値 T_h を用いて判定するようにしてもよい。

[0048] また、以上の各実施形態では、判定後に発電電圧が変化する場合については言及していないが、例えば、第1実施形態において、充電電圧が15.5Vである場合に、充電抵抗 $R \geq T_h1$ であると判定した後に、充電電圧が13.5Vに変化した場合には、充電抵抗 $R \geq T_h3$ であるか否かを確認のために再度判定するようにしてもよい。そのような方法によれば、満充電をより正確に判定できる。また、第2実施形態および第3実施形態では、例えば、発電電圧が13.5Vである場合に $R \geq T_h$ であると判定した後に、発電電圧が15.5Vに変化した場合には、再度、 $R \geq T_h$ になるまで充電を継続するようにしてもよい。

[0049] また、以上の各実施形態では、充電抵抗 R は、二次電池14の開回路電圧OCV、電圧 V 、および、電流 I から求めるようにしたが、例えば、図9(A)または図9(B)に示すような二次電池14の等価回路モデルを学習処理によって求め、求めた等価回路モデルに基づいて充電抵抗 R を求めるようにしてもよい。例えば、図9(A)では、等価回路モデルは、電圧源 V_0 、液抵抗 R_s 、反応抵抗 R_r 、および、コンデンサ C を主要な構成要素としている。ここで、液抵抗 R_s は、二次電池14の電解液の液抵抗および電極の導電抵抗を主要な要素とする内部抵抗である。反応抵抗 R_r とコンデンサ C

との並列接続回路は、二次電池 14 の陽極とこれに接する電解液とに対応する等価回路である。電圧源 V_0 は、内部インピーダンスが 0 の理想的な電圧源である。

[0050] 図 10 は、図 9 (A) に示す等価回路モデルの学習処理について説明する図である。図 10 の処理が開始されると以下のステップが実行される。

[0051] ステップ S50 では、制御部 10 は、時間を示す変数 T_n に、前回値 T_{n-1} に ΔT を加算した値を代入する。なお、 ΔT としては、例えば、数 msec ~ 数百 msec を用いることができる。

[0052] ステップ S51 では、制御部 10 は、電圧センサ 11、電流センサ 12、および、温度センサ 13 からの検出信号に基づいて、電流 I_n 、電圧 V_n 、温度 θ_n を測定する。

[0053] ステップ S52 では、制御部 10 は、ステップ S51 で測定した電圧 V_n を以下の式 (1) に適用し、電圧降下 ΔV_n を算出する。

$$[0054] \quad \Delta V_n = V_n - OCV \quad \dots (1)$$

[0055] ここで、OCV は、開回路電圧である。OCV を求める方法としては、例えば、二次電池 14 の起動直前に測定された端子電圧、または、二次電池 14 の充放電状態から推定した二次電池 14 の開回路電圧を OCV とすることができる。

[0056] ステップ S52 では、制御部 10 は、 n 回目の観測値と前回の状態ベクトル推定値とから、以下の式 (2) に基づいてヤコビアン F_n の更新を行う。なお、diag () は対角行列を示す。

$$[0057] \quad F_n = \text{diag} (1 - \Delta T / R r_n \cdot C_n, 1, 1, 1, 1) \quad \dots (2)$$

[0058] ステップ S54 では、制御部 10 は、ステップ S52 で計算によって得た ΔV_n を以下の式 (3) で示すように、拡張カルマンフィルタの実測観測値 Y_n とする。

$$[0059] \quad Y_n = \Delta V_n \quad \dots (3)$$

[0060] ステップ S55 では、制御部 10 は、以下の式 (4) に基づいて、一期先の状態ベクトル $X_{n+1} | n$ を求める。

[0061] $X_{n+1} | n = F_n \cdot X_n + U_n \dots (4)$

[0062] ここで、 X_n および U_n は、以下の式(5)および式(6)で表される。なお、 T は転置行列を示す。

[0063] $X_n^T = (\Delta V_2, R_s, R_r, C, V_0) \dots (5)$

[0064] $U_n^T = (\Delta t \cdot I_n / C, 0, 0, 0, 0) \dots (6)$

[0065] なお、 H_n^T を以下の式(7)のように定めることで、観測方程式および予測観測値 $Y_{n+1} | n$ を式(8)のように定めることができる。

[0066] $H_n^T = (1, I_n, 0, 0, 0) \dots (7)$

[0067] $Y_n = H_n^T \cdot X_n \dots (8)$

[0068] ステップS56では、制御部10は、状態ベクトルの一期先の予測値 $X_{n+1} | n$ と実測観測値 Y_{n+1} と予測観測値 $Y_{n+1} | n$ に基づいて、カルマンゲイン計算とフィルタリング計算による拡張カルマンフィルタ演算により、最適な状態ベクトル X_n を逐次的に推定し、推定された状態ベクトル X_n から(等価回路モデルの)調整パラメータを最適なものに更新する。

[0069] そして、以上のようにして求めた等価回路モデルにおいて、例えば、反応抵抗 R_r を充電抵抗として用いることができる。なお、反応抵抗 R_r の代わりに液抵抗 R_s を使用したり、あるいは、反応抵抗 R_r と液抵抗 R_s の平均値または合計値を用いたりしてもよい。

[0070] また、以上の各実施形態では、充電抵抗 R は、充電電圧 V と開回路電圧 OCV の差分値を充電電流 I で除することで算出するようにしたが、例えば、二次電池14の成層化 S_t および分極 P_l を加味して算出するようにしてもよい。すなわち、以下の式(9)に基づいて充電抵抗 R を求めるようにしてもよい。

[0071] $R = (V - OCV - S_t - P_l) / I \dots (9)$

[0072] また、以上の各実施形態では、充電抵抗が閾値以上になった場合には、満充電または所定のSOCになったと判定するようにしたが、判定後に再度充電率を算出して、算出した値を正しい充電率の値として設定するようにしてもよい。具体的には、前述した式 $R = (V - OCV) / I$ または式(9)に

よって求めた充電抵抗 R と、放電回路15によって二次電池14をパルス状に放電させ、例えば、前述の図10の処理によって放電抵抗 R_d （直列接続された R_s と R_r による抵抗）とを求める。充電抵抗 R と放電抵抗 R_d との比率とSOCとの間には相関関係があるので、これらの比率からSOCを求め、求めたSOCを充電率の値として設定するようにしてもよい。

[0073] あるいは、エンジン17の停止直前まで平均化処理により算出した平均充電電圧、初期学習あるいは前回学習したOCV-SOC相関式からSOC（ここでは充放電積算で計算したSOC）を用いて算出した開回路電圧OCV、および、停止直前に取得した成層化 S_t 、および、分極 P_l を前述した式（9）に適用するとともに、停止直前まで平均化処理により算出した平均電流値 I を式（9）に適用して内部抵抗 R を算出する。ここで、内部抵抗 R は、図9（B）に示す R_s （液抵抗、導体抵抗）、 R_{r1} （負極の反応抵抗）、および、 R_{r2} （正極の反応抵抗）により構成されていると考えることができる。内部抵抗 R が求まると、制御部10は、以下の式（10）に基づいて、充電率SOCを計算する。式（10）において、温度による影響を考慮するため、例えば、温度 θ を変数とするアンプリチュード係数 $f(\theta)$ 、を乗算したり、オフセット値 $f'(\theta)$ を加算したりすることができる。これらの $f(\theta)$ および $f'(\theta)$ に基づいて温度による補正を行うことができる。また、 $\exp(R, R_s, R_{r1}, R_{r2})$ は、 R, R_s, R_{r1}, R_{r2} を変数とする指数関数であり、括弧内の減衰係数は、例えば、内部抵抗 R から導電抵抗および液抵抗である R_s を減算した反応抵抗成分と、予め取得していた R_{r1} と R_{r2} の合算値との比によって表される内部抵抗比とすることができる。なお、 R_s, R_{r1}, R_{r2} 、成層化 S_t 、および、分極 P_l は、温度の影響を受けてその値が変化するため、検出した温度 θ による補正を行うことが望ましい。さらに、式（10）は、一次の指数関数としていたが、高次の指数関数、または、対数関数としてもよい。

[0074]
$$SOC = f(\theta) \times \exp(R, R_s, R_{r1}, R_{r2}) + f'(\theta) \dots (10)$$

符号の説明

- [0075] 1 二次電池状態検出装置
- 1 0 制御部
 - 1 0 a CPU
 - 1 0 b ROM
 - 1 0 c RAM
 - 1 0 d 通信部
 - 1 0 e I/F
 - 1 1 電圧センサ
 - 1 2 電流センサ
 - 1 3 温度センサ
 - 1 4 二次電池
 - 1 5 放電回路
 - 1 6 オルタネータ
 - 1 7 エンジン
 - 1 8 スタータモータ
 - 1 9 負荷

請求の範囲

- [請求項1] 二次電池の状態を検出する二次電池状態検出装置において、
- 1 または複数のプロセッサと、
 - 1 または複数の前記プロセッサと通信可能に接続された 1 または複数のメモリと、
- を有し、
- 1 または複数の前記プロセッサは、 1 または複数の前記メモリに格納された命令群を読み取り、
- 発電電圧を調整可能なオルタネータが前記二次電池を充電する際の充電電圧を検出する検出処理、
- 前記オルタネータが前記二次電池を充電する際の前記二次電池の内部抵抗としての充電抵抗を算出する算出処理、
- 前記検出処理によって検出された前記充電電圧と、前記算出処理によって算出された前記充電抵抗とに基づいて、前記二次電池の充電率を推定する推定処理、を実行することを特徴とする二次電池状態検出装置。
- [請求項2] 前記推定処理は、前記算出処理によって算出された前記充電抵抗の値が変動値である所定の閾値以上になった場合には、満充電または所定の充電率であると推定し、前記閾値は前記検出処理によって検出された前記充電電圧の値が大きくなるにつれて値が小さくなるように変動することを特徴とする請求項 1 に記載の二次電池状態検出装置。
- [請求項3] 前記推定処理は、前記算出処理によって算出された前記充電抵抗の値が固定値である所定の閾値以上になった場合には、所定の前記充電率であると推定し、推定される所定の前記充電率は前記検出処理によって検出された前記充電電圧の値が大きくなるにつれてその値が大きくなることを特徴とする請求項 1 に記載の二次電池状態検出装置。
- [請求項4] 前記推定処理は、前記算出処理によって算出された前記充電抵抗の値が変動値である所定の閾値以上になった場合には、所定の前記充電

率であると推定し、前記閾値は前記検出処理によって検出された前記充電電圧の値が大きくなるにつれて値が小さくなるように変動し、前記検出処理によって検出された前記充電電圧の値が大きくなるにつれて所定の前記充電率の値が大きくなることを特徴とする請求項1に記載の二次電池状態検出装置。

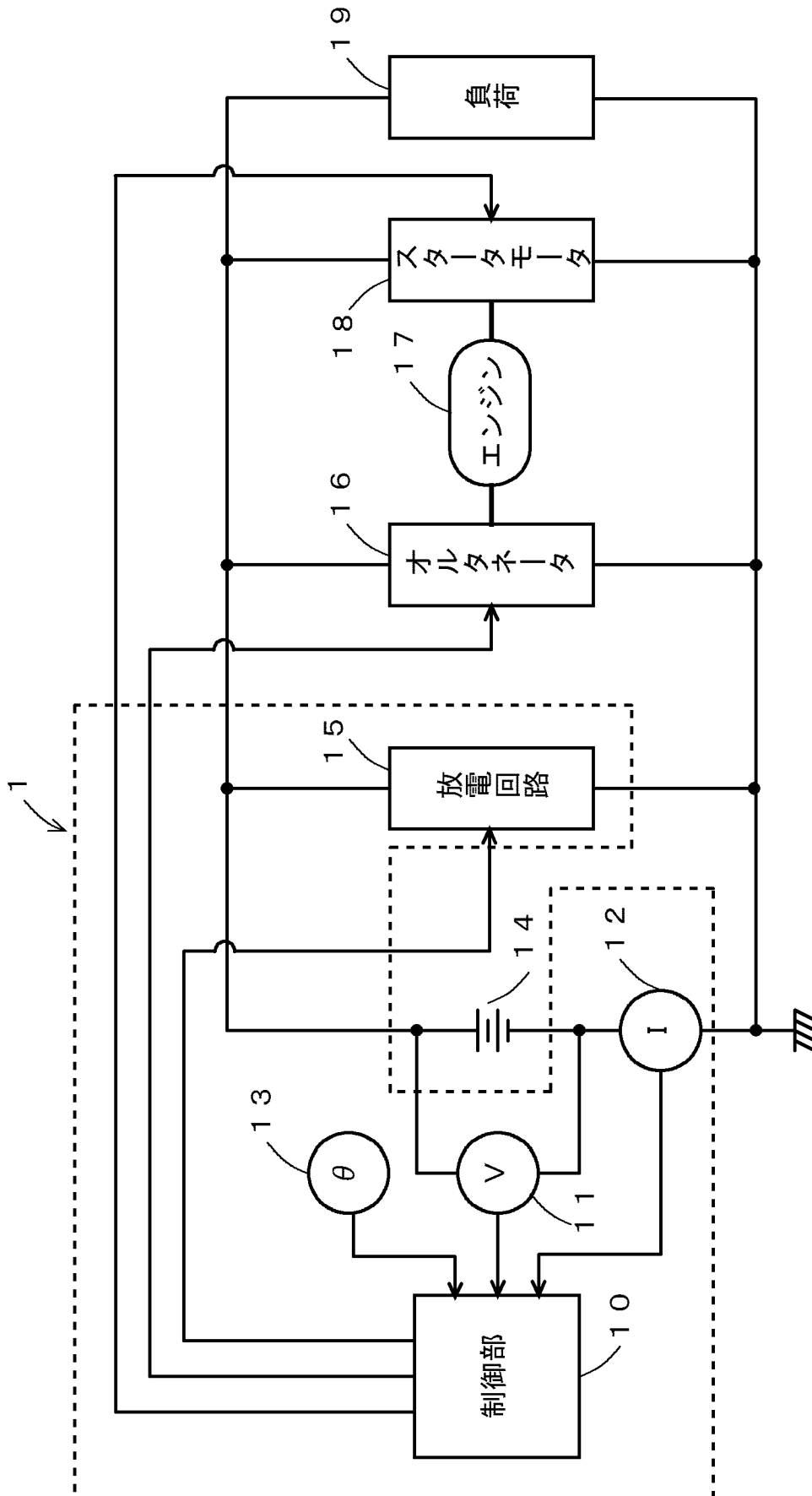
[請求項5] 前記算出処理は、前記充電電圧と開回路電圧の差分値を充電電流で除することによって前記充電抵抗を算出することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の二次電池状態検出装置。

[請求項6] 前記算出処理は、前記二次電池の等価回路モデルを前記二次電池の放電時の電圧および電流の関係から学習し、得られた等価回路モデルの抵抗要素によって前記充電抵抗を算出することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の二次電池状態検出装置。

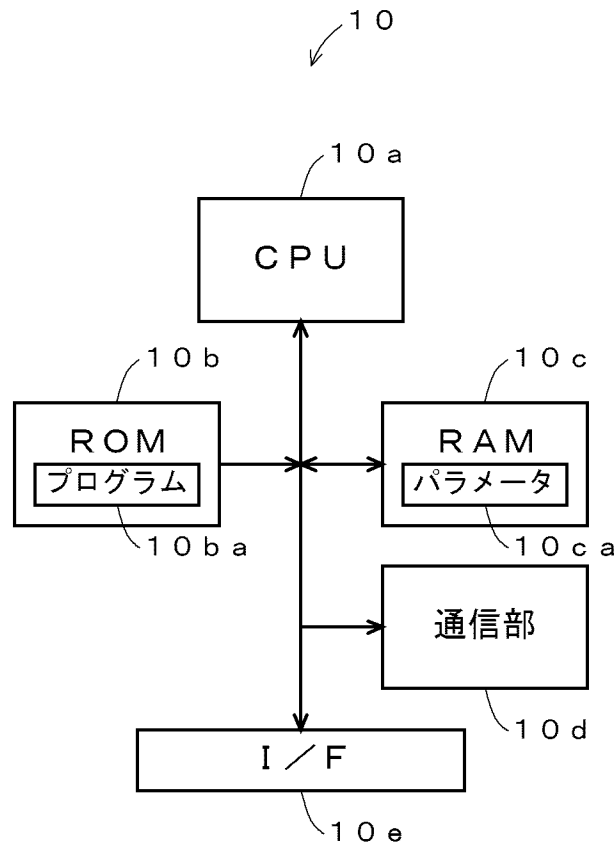
[請求項7] 前記推定処理によって前記二次電池が満充電または所定の前記充電率と推定した場合に、前記二次電池の等価回路モデルを前記二次電池の放電時の電圧および電流の関係から学習し、得られた等価回路モデルの抵抗要素と、前記充電電圧と開回路電圧の差分値を充電電流で除することによって算出した前記充電抵抗との比に基づいて前記充電率を算出し、当該充電率をそのときの前記充電率とすることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の二次電池状態検出装置。

[請求項8] 二次電池の状態を検出する二次電池状態検出方法において、
発電電圧を調整可能なオルタネータが前記二次電池を充電する際の充電電圧を電圧センサからの出力によって検出する検出ステップと、
前記オルタネータが前記二次電池を充電する際の前記二次電池の内部抵抗としての充電抵抗を算出する算出ステップと、
前記検出ステップにおいて検出された前記充電電圧と、前記算出ステップにおいて算出された前記充電抵抗とに基づいて、前記二次電池の充電率を推定する推定ステップと、
を有することを特徴とする二次電池状態検出方法。

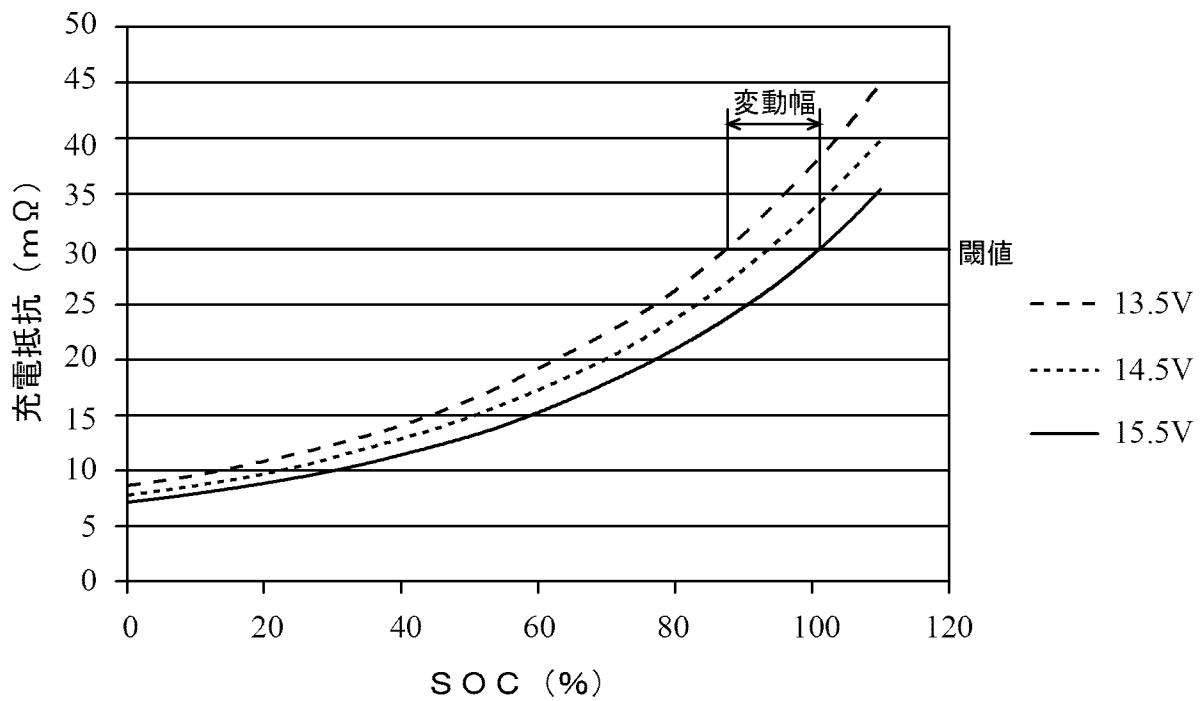
[図1]



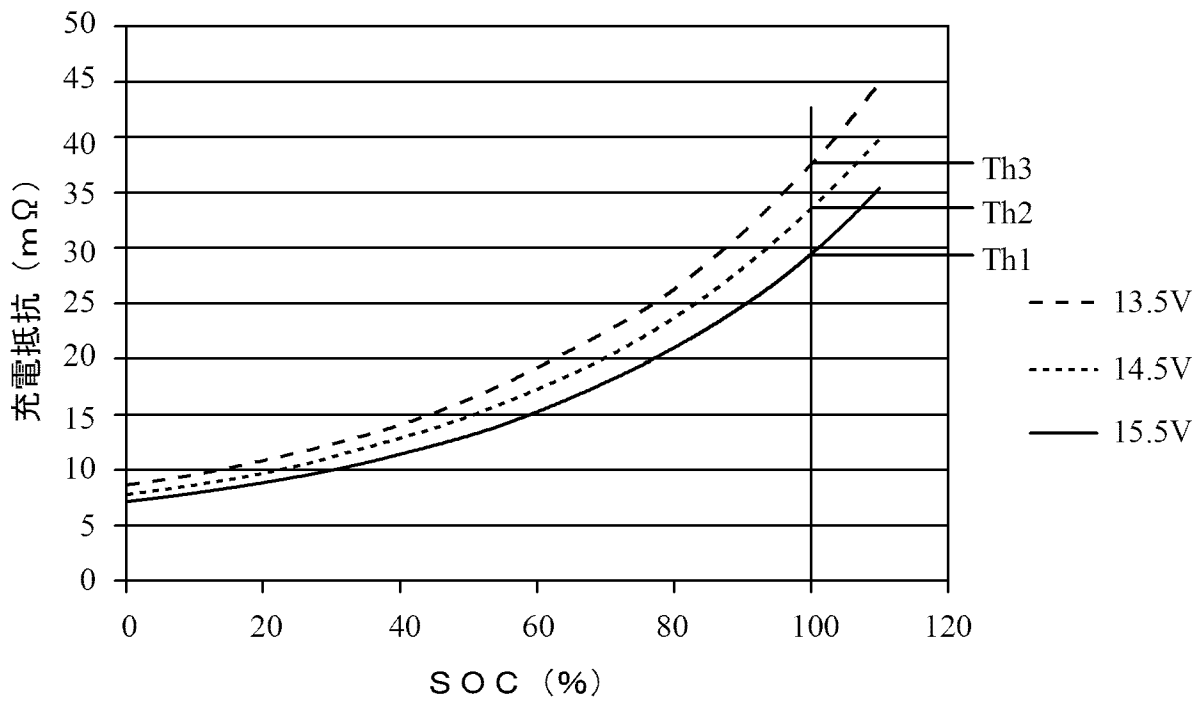
[図2]



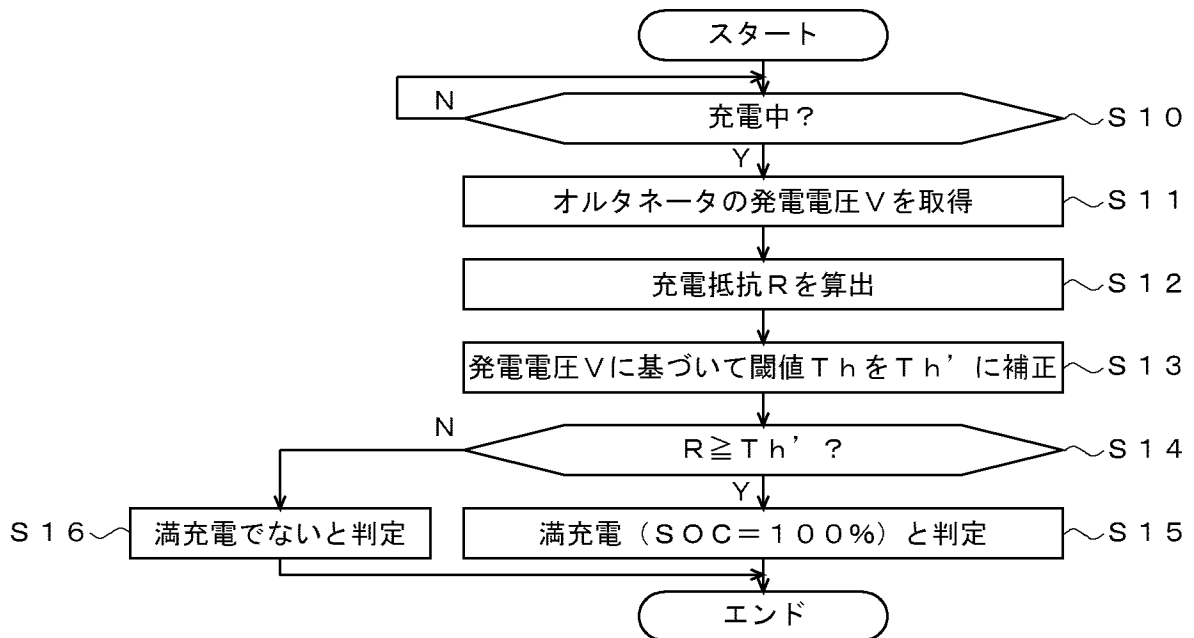
[図3]



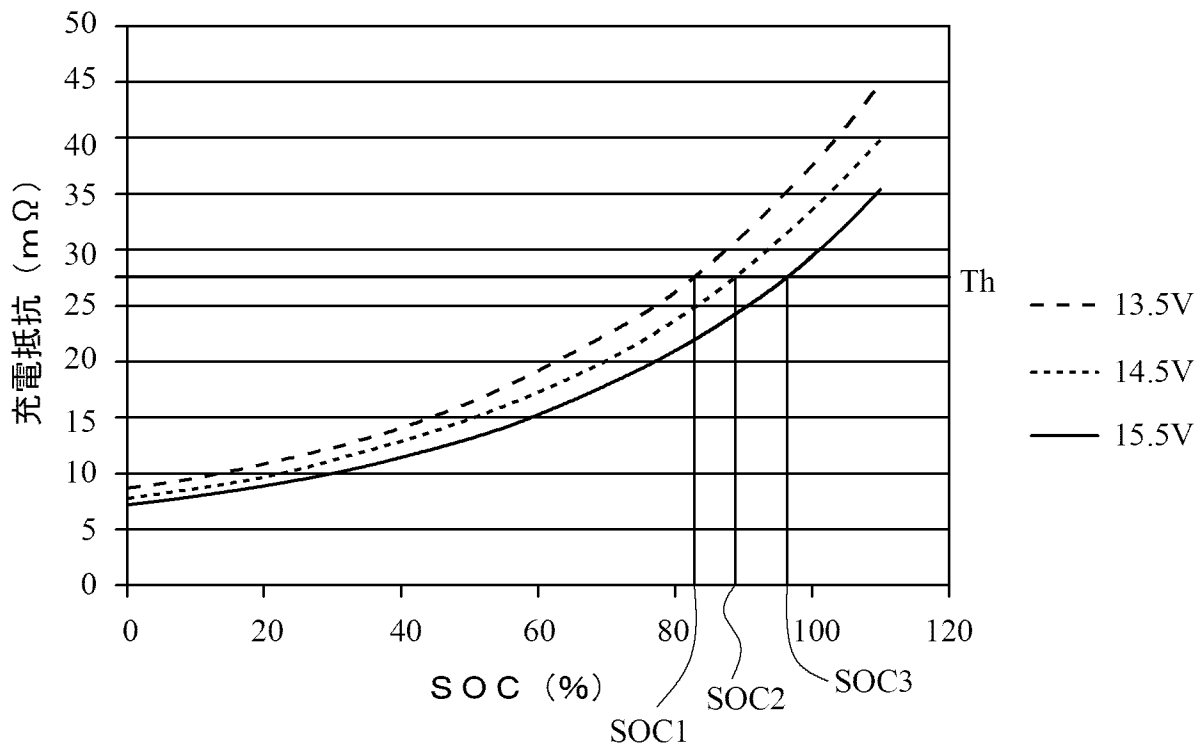
[図4]



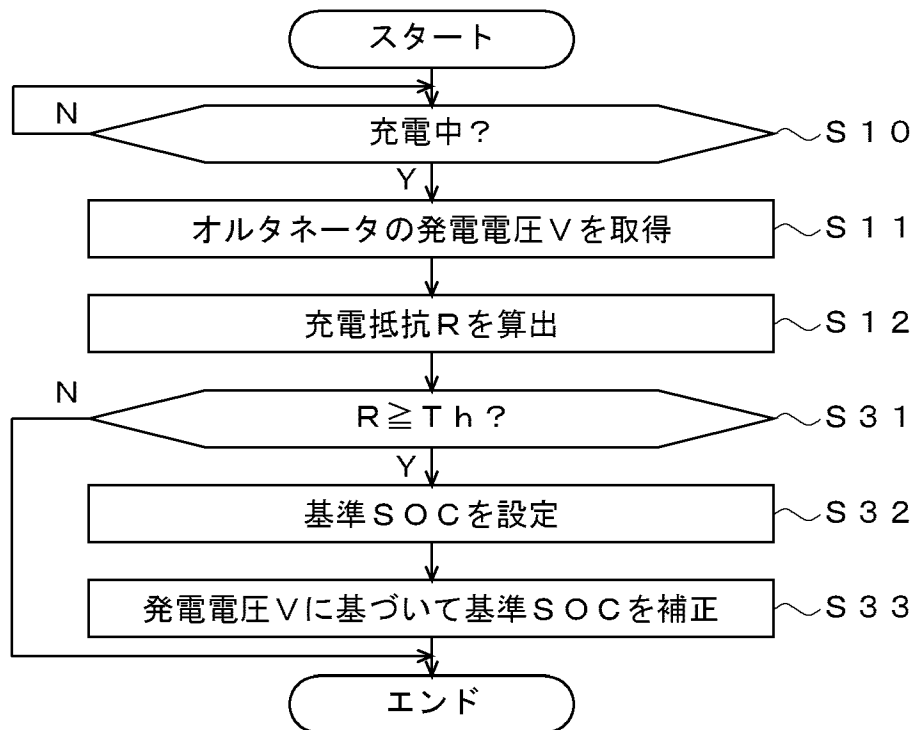
[図5]



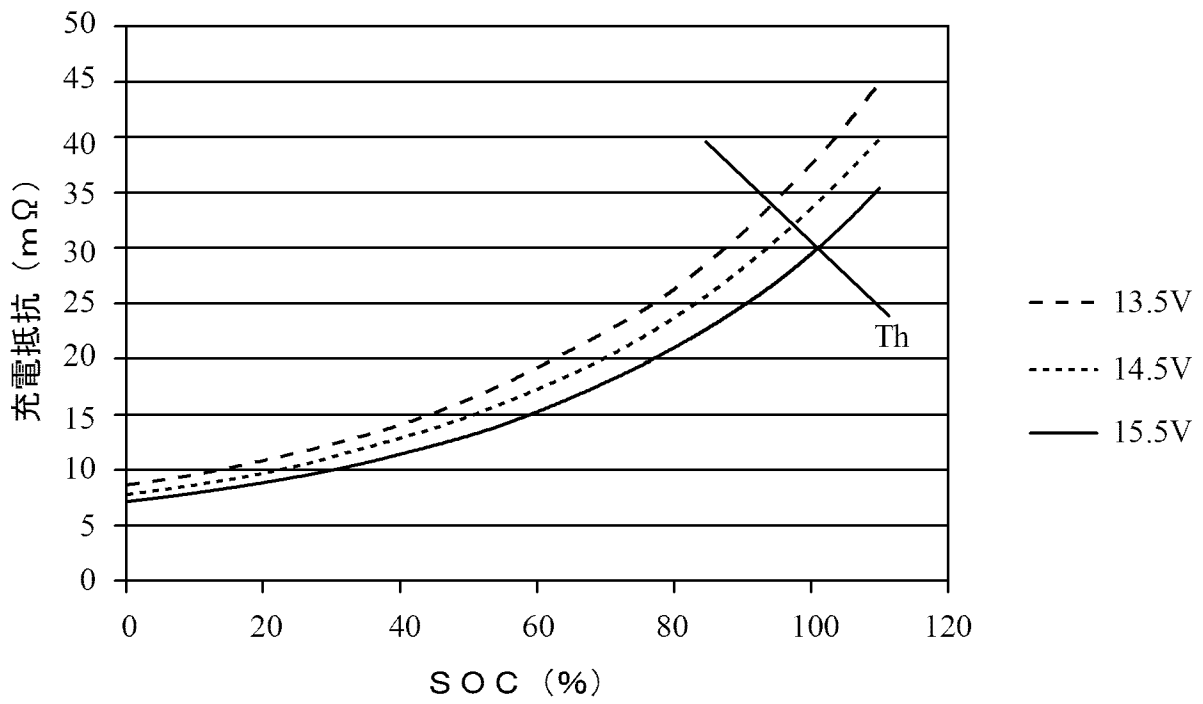
[図6]



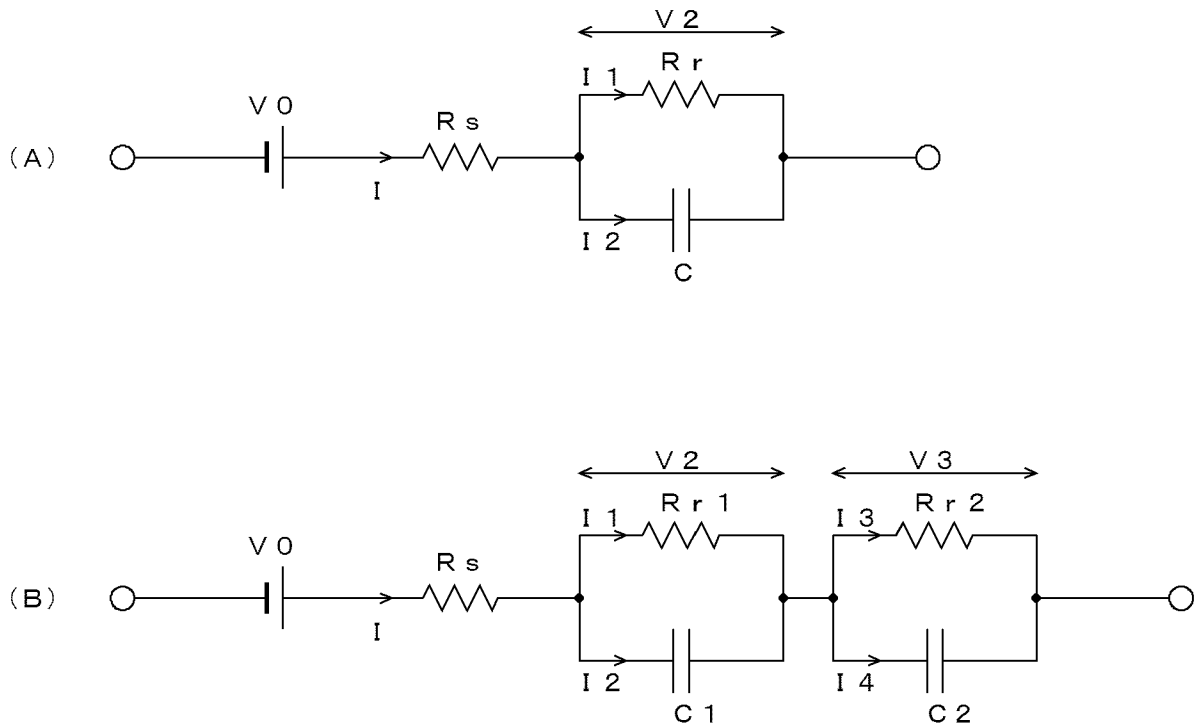
[図7]



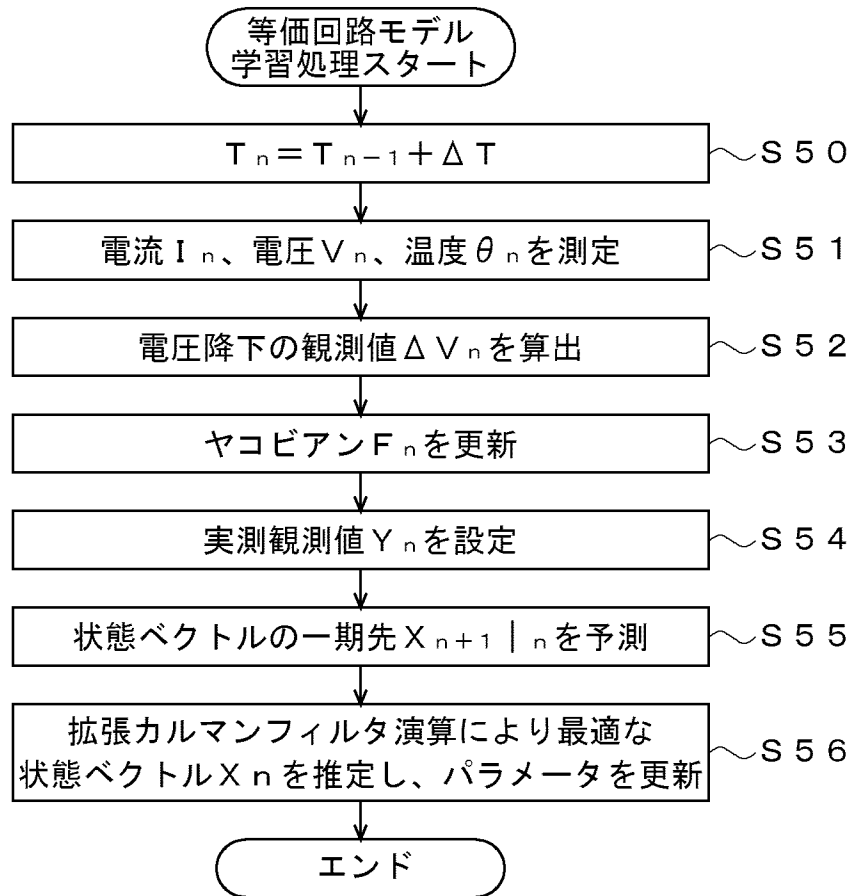
[圖8]



[圖9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/034595

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02J7/00(2006.01)i, B60R16/04(2006.01)i, G01R31/36(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/14(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)
H02J7/00, B60L11/18, B60R16/00, G01R31/36, H01M10/42

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2014-074588 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 24 April 2014 (24.04.2014), paragraphs [0004] to [0047]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1, 5, 6, 8 2-4, 7
Y A	JP 53-127618 A (Toyota Motor Co., Ltd.), 08 November 1978 (08.11.1978), page 1, lower left column, line 14 to page 3, upper right column, line 9; figures (Family: none)	1, 5, 6, 8 2-4, 7
A	JP 2004-015963 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 15 January 2004 (15.01.2004), paragraphs [0003] to [0025]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 30 October 2017 (30.10.17)	Date of mailing of the international search report 14 November 2017 (14.11.17)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/034595

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-099123 A (Ritsumeikan), 30 May 2016 (30.05.2016), entire text; all drawings & WO 2016/080111 A1 & DE 112015005201 T	6, 7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02J7/00(2006.01)i, B60R16/04(2006.01)i, G01R31/36(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/14(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 (IPC))

Int.Cl. H02J7/00, B60L11/18, B60R16/00, G01R31/36, H01M10/42

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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)

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
Y A	JP 2014-074588 A (古河電気工業株式会社) 2014.04.24, 段落[0004]-[0047], 図 1-4 (ファミリーなし)	1, 5, 6, 8 2-4, 7
Y A	JP 53-127618 A (トヨタ自動車工業株式会社) 1978.11.08, 第 1 頁左下欄第 14 行-第 3 頁右上欄第 9 行, 図 (ファミリーなし)	1, 5, 6, 8 2-4, 7
A	JP 2004-015963 A (日産自動車株式会社) 2004.01.15, 段落[0003]-[0025], 図 1-3 (ファミリーなし)	1-8

☑ 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

30.10.2017

国際調査報告の発送日

14.11.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 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)

古河 雅輝

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

5 T

3242

C (続き) . 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 2016-099123 A (学校法人立命館) 2016.05.30, 全文, 全図 & WO 2016/080111 A1 & DE 112015005201 T	6, 7