

(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
2016年1月21日(21.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/009757 A1

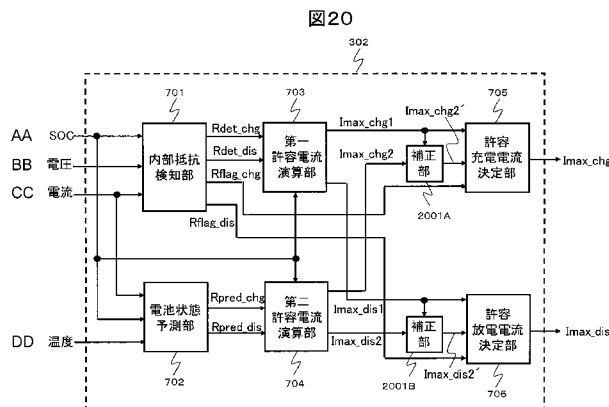
- (51) 国際特許分類:
G01R 31/36 (2006.01) *H02J 7/00* (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/067007
- (22) 国際出願日: 2015年6月12日(12.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-146750 2014年7月17日(17.07.2014) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).

- (72) 発明者: 河原 洋平 (KAWAHARA, Youhei); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 米元 雅浩 (YONEMOTO, Masahiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 大川 圭一郎 (OHKAWA, Keiichiro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 永井 冬紀 (NAGAI, Fuyuki); 〒1080075 東京都港区港南一丁目6番41号 品川クリスタルスクエア 901 永井特許事務所 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, BN, 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

[続葉有]

(54) Title: BATTERY STATE DETECTION DEVICE, SECONDARY BATTERY SYSTEM, PROGRAM PRODUCT, AND BATTERY STATE DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 電池状態検知装置、二次電池システム、プログラム製品、電池状態検知方法



701... INTERNAL RESISTANCE DETECTION UNIT
702... BATTERY STATE PREDICTION UNIT
703... FIRST PERMISSIBLE CURRENT CALCULATION UNIT
704... SECOND PERMISSIBLE CURRENT CALCULATION UNIT
705... PERMISSIBLE CHARGE CURRENT DETERMINATION UNIT
706... PERMISSIBLE DISCHARGE CURRENT DETERMINATION UNIT
2001A, 2001B... CORRECTION UNIT
AA... SOC
BB... VOLTAGE
CC... CURRENT
DD... TEMPERATURE

(57) Abstract: A battery state detection device that detects the state of a battery and comprises: a first permissible current calculation unit that finds a first permissible current for the battery, on the basis of the battery voltage detected by a voltage detection unit; a second permissible current calculation unit that finds a second permissible current for the battery, without using the voltage of the battery; and a correction unit that compares the first permissible current and the second permissible current and performs prescribed correction processing on the basis of the comparison results.

(57) 要約: 電池状態検知装置は、電池の状態を検知する装置であって、電圧検知部により検知された電池の電圧に基づく電池の第一の許容電流を求める第一許容電流演算部と、電池の電圧を用いずに電池の第二の許容電流を求める第二許容電流演算部と、第一の許容電流と第二の許容電流を比較し、その比較結果に基づいて所定の補正処理を行う補正部と、を備える。

WO 2016/009757 A1



(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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

電池状態検知装置、二次電池システム、プログラム製品、電池状態検知方法

技術分野

[0001] 本発明は、電池状態検知装置、二次電池システム、プログラム製品および電池状態検知方法に関する。

背景技術

[0002] 蓄電手段として二次電池を用いた電源装置、分散型電力貯蔵装置、電気自動車等の二次電池システムには、一般に、電池の状態を管理する電池制御回路が搭載されている。この電池制御回路が電池の状態を管理するために用いる指標の代表的な例としては、充電状態（SOC：State Of Charge）、劣化状態（SOH：State Of Health）、許容電流、許容電力などがある。SOCは、電池がどの程度まで充電されているか（電池に放電可能な電荷量がどの程度残っているか）を示すものであり、SOHは、電池が初期状態からどの程度劣化しているかを示すものである。許容電流は、電池が充放電可能な電流の最大値であり、許容電力は、許容電流に電池電圧を乗算した値である。

[0003] 電池の許容電流には、充電時の許容電流を表す許容充電電流と、放電時の許容電流を表す許容放電電流とがある。SOCが高い場合は、許容充電電流が小さくなり、許容放電電流が大きくなる。反対に、SOCが低い場合は、許容充電電流が大きくなり、許容放電電流が小さくなる。電池制御回路がこれらの許容電流を正しく検知できれば、各種の二次電池システムが電池の充放電性能を最大限に活用できるようになる。そのため、高精度な許容電流検知方法の確立は、極めて重要である。

[0004] 許容電流の検知に関する技術として、特許文献1に記載の電池の充放電可能電力推定方法が提案されている。これは、電池に流れる充放電電流の電流値を検出し、この充放電電流の電流値から算出される電流積算容量に基づき

電池の開放電圧を求めて、得られた電流値と開放電圧とに基づき、電池の充放電変化点からの所定時間における充放電可能電力を推定するものである。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特許第5040733号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 電池の劣化により内部抵抗が上昇すると、それに応じて電池の許容電流が変化する。そのため、電池の許容電流を高精度に検知するためには、電池の劣化状態に応じた内部抵抗の上昇による影響を考慮する必要がある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様による電池状態検知装置は、電池の状態を検知する装置であって、電圧検知部により検知された前記電池の電圧に基づく前記電池の第一の許容電流を求める第一許容電流演算部と、前記電池の電圧を用いずに前記電池の第二の許容電流を求める第二許容電流演算部と、前記第一の許容電流と前記第二の許容電流を比較し、その比較結果に基づいて所定の補正処理を行う補正部と、を備える。

本発明の一態様による二次電池システムは、上記の電池状態検知装置と、前記電圧検知部により電圧が検知され、前記第一の許容電流および前記第二の許容電流の少なくとも一つに基づいて決定された許容電流に基づいて充放電される二次電池と、を備える。

本発明の一態様によるプログラム製品は、電池に接続された電池状態検知装置内のコンピュータにより実行されるプログラム製品であって、前記コンピュータを、前記電池の電圧検知結果に基づく前記電池の第一の許容電流を求める第一許容電流演算部と、前記電池の電圧検知結果を用いずに前記電池の第二の許容電流を求める第二許容電流演算部と、前記第一の許容電流と前記第二の許容電流を比較し、その比較結果に基づいて所定の補正処理を行う

補正部として機能させる。

本発明の一態様による電池状態検知方法は、電池の状態を検知する方法であって、前記電池の電圧を検知し、前記電池の電圧検知結果に基づく前記電池の第一の許容電流を求め、前記電池の電圧検知結果を用いずに前記電池の第二の許容電流を求め、前記第一の許容電流と前記第二の許容電流を比較し、その比較結果に基づいて所定の補正処理を行う。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、電池の劣化状態に応じた内部抵抗の上昇による影響を考慮して、電池の許容電流を高精度に検知することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第1の実施形態に係る電池システムとその周辺の構成を示す図である。

[図2]単電池制御部の回路構成を示す図である。

[図3]本発明の第1の実施形態において組電池制御部が行う処理内容を表すブロック線図である。

[図4]単電池の等価回路を示す回路図である。

[図5]記憶部に格納されているSOCテーブルの例を示す図である。

[図6]許容充電電流と許容放電電流の関係を示す線図である。

[図7]本発明の第1の実施形態における許容電流演算部のブロック線図である。

[図8]内部抵抗検知部による内部抵抗値の演算方法の説明図である。

[図9]記憶部に格納されている抵抗特性テーブルの例を示す図である。

[図10]第一許容電流演算部が行う演算処理のブロック線図である。

[図11]第二許容電流演算部が行う演算処理のブロック線図である。

[図12]本発明の第1の実施形態において許容充電電流決定部と許容放電電流決定部がそれぞれ行う演算処理のブロック線図の一例を示す図である。

[図13]本発明の第1の実施形態において許容電流演算部から最終的に出力される許容電流の様子を示す図である。

[図14]本発明の第1の実施形態における許容電流演算部のブロック線図である。

[図15]第一許容電流演算部が行う演算処理のブロック線図である。

[図16]第二許容電流演算部が行う演算処理のブロック線図である。

[図17]本発明の第2の実施形態において許容充電電流決定部と許容放電電流決定部がそれぞれ行う演算処理のブロック線図の一例を示す図である。

[図18]本発明の第2の実施形態において許容電流演算部から最終的に出力される許容電流の様子を示す図である。

[図19]本発明の第4の実施形態における補正を行わないで、第二許容電流演算部の演算精度が低下した場合に、許容電流演算部から最終的に出力される許容電流の様子を示す図である。

[図20]本発明の第4の実施形態における許容電流演算部のブロック線図の一例である。

[図21]本発明の第4の実施形態における許容電流演算部のブロック線図の他の一例である。

[図22]本発明の第4の実施形態において許容電流演算部から最終的に出力される許容電流の様子を示す図である。

[図23]本発明の第5の実施形態において組電池制御部が行う処理内容を表すブロック線図である。

[図24]本発明の第6の実施形態における許容電流演算部のブロック線図である。

[図25]本発明の第7の実施形態における許容電流演算部のブロック線図である。

[図26]組電池制御部にプログラムを提供する様子を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。以下の各実施形態では、プラグインハイブリッド自動車（PHEV）の電源を構成する電池システムに対して本発明を適用した場合を例に挙げて説明する。

[0011] また、以下の各実施形態では、リチウムイオン電池を採用して単電池を直列に接続して組電池を構成しているが、単電池を並列接続したものを直列接続して組電池を構成してもよいし、直列接続した単電池を並列接続して組電池を構成してもよい。

[0012] <第１の実施形態>

図１は、本発明の第１の実施形態に係る電池システム１００とその周辺の構成を示す図である。電池システム１００はリレー３００aと３００bを介してインバータ４００に接続され、リレー３００cと３００dを介して充電器４２０に接続される。電池システム１００は、組電池１１０、単電池管理部１２０、電流検知部１３０、電圧検知部１４０、組電池制御部１５０、記憶部１８０を備える。

[0013] 組電池１１０は、複数の単電池１１１から構成される。単電池管理部１２０は、単電池１１１の状態を監視する。電流検知部１３０は、電池システム１００に流れる電流を検知する。電圧検知部１４０は、組電池１１０の総電圧を検知する。組電池制御部１５０は、組電池１１０の状態を検知し、状態の管理等も行う。

[0014] 組電池制御部１５０は、電池システム１００において、組電池１１０の状態を検知する電池状態検知装置として機能する。この組電池制御部１５０は、単電池管理部１２０が送信する各単電池１１１の電池電圧や温度、電流検知部１３０が送信する電池システム１００に流れる電流値、電圧検知部１４０が送信する組電池１１０の総電圧値を受け取る。組電池制御部１５０は、受け取ったこれらの情報をもとに、組電池１１０の状態を検知する。組電池制御部１５０による状態検知の結果は、単電池管理部１２０や車両制御部２００に送信される。

[0015] 組電池１１０は、電気エネルギーの蓄積および放出（直流電力の充放電）が可能な複数の単電池１１１を電氣的に直列に接続して構成している。組電池１１０を構成する単電池１１１は、状態の管理・制御を実施する上で、所定の単位数にグループ分けされている。グループ分けされた単電池１１１は

、電氣的に直列に接続され、単電池群 1 1 2 a、1 1 2 b を構成している。単電池群 1 1 2 を構成する単電池 1 1 1 の個数は、全ての単電池群 1 1 2 において同数でもよいし、単電池群 1 1 2 毎に単電池 1 1 1 の個数が異なってもよい。

[0016] 単電池管理部 1 2 0 は、組電池 1 1 0 を構成する単電池 1 1 1 の状態を監視する。単電池管理部 1 2 0 は、単電池群 1 1 2 毎に設けられた単電池制御部 1 2 1 を備える。図 1 では、単電池群 1 1 2 a と 1 1 2 b に対応して、単電池制御部 1 2 1 a と 1 2 1 b が設けられている。単電池制御部 1 2 1 は、単電池群 1 1 2 を構成する単電池 1 1 1 の状態を監視および制御する。

[0017] 本実施形態では、説明を簡略化するために、4 個の単電池 1 1 1 を電氣的に直列接続して単電池群 1 1 2 a と 1 1 2 b を構成し、単電池群 1 1 2 a と 1 1 2 b をさらに電氣的に直列接続して合計 8 個の単電池 1 1 1 を備える組電池 1 1 0 とした。

[0018] 組電池制御部 1 5 0 と単電池管理部 1 2 0 は、フォトプラに代表される絶縁素子 1 7 0 および信号通信手段 1 6 0 を介して信号を送受信する。

[0019] 組電池制御部 1 5 0 と、単電池管理部 1 2 0 を構成する単電池制御部 1 2 1 a および 1 2 1 b との間の通信手段について説明する。単電池制御部 1 2 1 a および 1 2 1 b は、それぞれが監視する単電池群 1 1 2 a および 1 1 2 b の電位の高い順にしたがって直列に接続されている。組電池制御部 1 5 0 が単電池管理部 1 2 0 に送信した信号は、絶縁素子 1 7 0 および信号通信手段 1 6 0 を介して単電池制御部 1 2 1 a に入力される。単電池制御部 1 2 1 a の出力は信号通信手段 1 6 0 を介して単電池制御部 1 2 1 b に入力され、最下位の単電池制御部 1 2 1 b の出力は絶縁素子 1 7 0 および信号通信手段 1 6 0 を介して組電池制御部 1 5 0 へと伝送される。本実施形態 1 では、単電池制御部 1 2 1 a と単電池制御部 1 2 1 b の間は絶縁素子 1 7 0 を介していないが、絶縁素子 1 7 0 を介して信号を送受信することもできる。

[0020] 記憶部 1 8 0 は、組電池 1 1 0、単電池 1 1 1、単電池群 1 1 2 の内部抵抗特性、満充電時の容量、分極電圧、劣化特性、個体差情報、SOC と開回

路電圧（OCV：Open Circuit Voltage）の対応関係などの情報を格納する。さらに、単電池管理部１２０、単電池制御部１２１、組電池制御部１５０などの特性情報についてもあらかじめ記憶することができる。電池システム１００や組電池制御部１５０等の動作が停止しても、記憶部１８０に記憶した各種情報は保持される。

[0021] 組電池制御部１５０は、単電池管理部１２０、電流検知部１３０、電圧検知部１４０、車両制御部２００からそれぞれ受け取った情報、後述するSOCテーブル５０１や抵抗特性テーブル９０１などを用いて、１つ以上の単電池１１１のSOC、SOH、許容充電・放電電流や電力などを検知するための演算を実行する。そして、演算結果に基づいて、単電池管理部１２０や車両制御部２００に情報を出力する。

[0022] 車両制御部２００は、組電池制御部１５０が送信する情報を用いて、リレー３００aと３００bを介して電池システム１００と接続されるインバータ４００を制御する。また、リレー３００cと３００dを介して電池システム１００に接続される充電器４２０を制御する。車両走行中には、電池システム１００はインバータ４００と接続され、組電池１１０が蓄えているエネルギーを用いて、モータジェネレータ４１０を駆動する。充電の際には、電池システム１００は充電器４２０と接続され、家庭用の電源または充電スタンドからの電力供給によって充電される。

[0023] 充電器４２０は、家庭または充電スタンドに代表される外部の電源を用いて組電池１１０を充電する際に用いられる。本実施形態１では、充電器４２０は車両制御部２００からの指令に基づき充電電圧や充電電流などを制御する構成としているが、組電池制御部１５０からの指令に基づき制御を実施してもよい。また、充電器４２０は車両の構成、充電器４２０の性能、使用目的、外部の電源の設置条件などに応じて車両内部に設置してもよいし、車両の外部に設置することもできる。

[0024] 電池システム１００を搭載した車両システムが始動して走行する場合には、車両制御部２００の管理のもと、電池システム１００はインバータ４００

に接続され、組電池 110 が蓄えているエネルギーを用いてモータジェネレータ 410 を駆動する。回生時はモータジェネレータ 410 の発電電力により組電池 110 が充電される。電池システム 100 を備える車両が家庭用または充電スタンドに代表される外部の電源と接続された際には、車両制御部 200 が発信する情報に基づき電池システム 100 と充電器 420 とが接続され、組電池 110 が所定の条件になるまで充電される。充電によって組電池 110 に蓄えられたエネルギーは、次の車両走行時に利用されるか、車両内外の電装品等を動作させるためにも利用される。さらに必要に応じて、家庭用の電源に代表される外部電源へも放出する場合がある。

[0025] 図 2 は、単電池制御部 121 の回路構成を示す図である。単電池制御部 121 は、電圧検出回路 122、制御回路 123、信号入出力回路 124、温度検知部 125 を備える。電圧検出回路 122 は、各単電池 111 の端子間電圧を測定する。制御回路 123 は、電圧検出回路 122 および温度検知部 125 から測定結果を受け取り、信号入出力回路 124 を介して組電池制御部 150 に送信する。なお、単電池制御部 121 に一般的に実装される、自己放電や消費電流ばらつき等に伴い発生する単電池 111 間の電圧や SOC ばらつきを均等化する回路構成は、周知のものであると判断して記載を省略した。

[0026] 図 2 における単電池制御部 121 が備える温度検知部 125 は、単電池群 112 の温度を測定する機能を有する。温度検知部 125 は、単電池群 112 全体として 1 つの温度を測定し、単電池群 112 を構成する単電池 111 の温度代表値としてその温度を取り扱う。温度検知部 125 が測定した温度は、単電池 111、単電池群 112、または組電池 110 の状態を検知するための各種演算に用いられる。図 2 はこれを前提とするため、単電池制御部 121 に 1 つの温度検知部 125 を設けた。単電池 111 毎に温度検知部 125 を設けて単電池 111 毎に温度を測定し、単電池 111 毎の温度に基づいて各種演算を実行することもできるが、この場合は温度検知部 125 の数が増える分、単電池制御部 121 の構成が複雑となる。

[0027] 図2では、簡易的に温度検知部125を示した。実際は温度測定対象に温度センサが設置され、設置した温度センサが温度情報を電圧として出力する。これを測定した結果が制御回路123を介して信号入出力回路124に送信され、信号入出力回路124が単電池制御部121の外に測定結果を出力する。この一連の流れを実現する機能が単電池制御部121に温度検知部125として実装され、温度情報（電圧）の測定には電圧検出回路122を用いることもできる。

[0028] 以下では組電池制御部150が行う各種演算を説明する。組電池制御部150は、マイクロコンピュータなどによって実現されるものであり、各種のプログラムを実行することで、以下に説明するような各種の処理や演算を行うことができる。

[0029] 図3は、本発明の第1の実施形態において組電池制御部150が行う処理内容を表すブロック線図である。組電池制御部150は、充電状態演算部301と、許容電流演算部302とを機能的に有する。充電状態演算部301は、電圧、電流、温度を用いてSOCを求める。許容電流演算部302は、電圧、電流、温度と、充電状態演算部301が求めたSOCとを用いて、許容充電電流（ I_{max_chg} ）および許容放電電流（ I_{max_dis} ）を求める。 I_{max_chg} は、充電時における組電池110の許容電流、すなわち組電池110を充電する際に流すことのできる最大の電流を表している。 I_{max_dis} は、放電時における組電池110の許容電流、すなわち組電池110を放電する際に流すことのできる最大の電流を表している。

[0030] 充電状態演算部301は、電圧検知部140が計測した組電池110の端子間電圧を単電池111の直列数で除算して得られた電圧と、電流検知部130が計測した電流 I と、温度検知部125が計測した温度 T に基づき、組電池110のSOCの推定を行う。以下に、充電状態演算部301が行うSOC推定のための処理内容の一例として、電圧に基づくSOCの推定処理を説明する。

[0031] 図4は単電池111の等価回路を示す回路図である。図4において、単電池111は、電圧源401と、直流抵抗402と、分極抵抗403と、キャパシタンス成分404から構成される。分極抵抗403とキャパシタンス成分404は並列接続され、その並列接続対と、電圧源401と、直流抵抗402とが直列接続されている。

[0032] 直流抵抗402の抵抗値を R_o と表し、分極抵抗403とキャパシタンス成分404の並列接続対の電圧に相当する分極電圧を V_p と表すと、単電池111に電流 I を印加したときの単電池111の端子間電圧（CCV：Closed Circuit Voltage）は、以下の式（1）で表される。式（1）において、OCVは電圧源401の両端電圧である。このOCVは、充放電電流が流れていない時で、かつ、その電圧が時間的に一定である時の単電池111の端子間電圧に相当する。

$$CCV = OCV + I \times R_o + V_p \quad (1)$$

[0033] OCVは、SOC（充電状態）の演算に用いられるが、単電池111が充放電されている状況では、OCVを直接測定することが不可能である。このため、式（1）を変形した以下の式（2）により、CCVから $I R$ ドロップと分極電圧 V_p を差し引くことで、OCVが算出される。

$$OCV = CCV - I \times R_o - V_p \quad (2)$$

[0034] 直流抵抗402の抵抗値 R_o と分極電圧 V_p は、単電池111から抽出される特性情報により決定することができる。単電池111の特性情報は、単電池111を充放電することで実験的に把握した値として記憶部180に予め格納されている。なお、直流抵抗402の抵抗値 R_o や分極電圧 V_p を決定する際に用いる特性情報を、単電池111のSOCや温度、電流などに応じて変えるようにすると、高精度なOCVを得ることができる。また、端子間電圧CCVは、電圧検知部140の計測結果を単電池111の直列数で除算したものをを用いるものとし、電流 I は、電流検知部130の計測結果から得られる。

[0035] 図5は、記憶部180に格納されているSOCテーブル501の例を示す

図である。SOCテーブル501は、単電池111のOCVと、単電池111のSOCとの対応関係を記述したデータテーブルである。データ形式は任意だが、ここでは説明の便宜上、グラフ形式で示す。なお、本実施形態ではデータテーブルを用いているが、数式などを用いることでOCVとSOCとの対応関係を表現することもできる。OCVからSOC、またはSOCからOCVへと変換できる方法であれば他の方法を用いてもよい。式(2)でOCVが算出されると、このSOCテーブル501を用いることによって、単電池111のSOCを推定することができる。

[0036] 次に、充電状態演算部301が行うSOC推定のための処理内容の他の一例として、電流に基づくSOCの推定処理を説明する。充電状態演算部301は、以下の式(3)により単電池111のSOC推定を行うこともできる。式(3)において、SOC0は単電池111の充放電前の初期SOCの値を表し、電流Iは電流検知部130の計測値を表す。また、Qmaxは単電池111の満充電時の容量を表しており、これは、単電池111または組電池110を充放電することで実験的に把握した値として記憶部180に予め格納されている。

$$SOC_i = SOC_0 + 100 \times \int I dt / Q_{max} \quad (3)$$

[0037] 充電状態演算部301は、式(2)、式(3)のどちらを用いたSOC検出を行っても良いものとする。

[0038] 以降では、図3における許容電流演算部302を説明する。許容電流演算部302は、電圧検知部140が計測した組電池110の端子間電圧を単電池111の直列数で除算して得られた電圧と、電流検知部130が計測した電流と、温度検知部125が計測した温度と、充電状態演算部301が求めたSOCとに基づき、組電池110（単電池111）の許容電流を求める機能を有する。許容電流は、組電池110（単電池111）が充放電可能な電流の最大値であり、充電時の許容充電電流と、放電時の許容放電電流に分類される。

[0039] 図6は、許容充電電流と許容放電電流の関係を示す線図である。図6に示

すように、単電池 1 1 1 の SOC が高い場合は、許容放電電流が大きく、許容充電電流は小さくなる。これとは逆に、単電池 1 1 1 の SOC が低い場合は、許容放電電流が小さく、許容充電電流は大きくなる。許容電流演算部 3 0 2 で求められた許容電流は、充電状態演算部 3 0 1 で求められた SOC と共に、外部に設置されるコントローラ（本実施例では車両制御部 2 0 0）に送信される。これを受信した外部のコントローラは、許容電流の範囲内で組電池 1 1 0 の充放電を行う。

[0040] 図 7 に、本発明の第 1 の実施形態における許容電流演算部 3 0 2 のブロック線図を示す。許容電流演算部 3 0 2 は、内部抵抗検知部 7 0 1 と、電池状態予測部 7 0 2 と、第一許容電流演算部 7 0 3 と、第二許容電流演算部 7 0 4 と、許容充電電流決定部 7 0 5 と、許容放電電流決定部 7 0 6 とを備える。図 1 の電池システム 1 0 0 では、マイクロコンピュータ等を用いて構成される組電池制御部 1 5 0 において所定のプログラムを実行することで、この組電池制御部 1 5 0 を、図 7 に示す各部として機能させることができる。

[0041] 内部抵抗検知部 7 0 1 は、図 3 の充電状態演算部 3 0 1 により推定された SOC と、電圧検知部 1 4 0 により計測された電圧と、電流検知部 1 3 0 により計測された電流とを用いて、組電池 1 1 0 の現在の内部抵抗値を演算する。具体的には、以下の式（４）、（５）を用いて、電圧検知部 1 4 0 の計測値から前述のようにして得られる充放電中の C C V と、SOC から得られる O C V との差を、電流検知部 1 3 0 で計測された電流 I で除算することにより、組電池 1 1 0 の現在の内部抵抗値を演算することができる。なお、式（４）において、O C V _ SOC は、図 5 に示した SOC テーブル 5 0 1 により、SOC の推定結果から得られる O C V の値を表している。

$$VDdet = CCV - OCV_SOC \quad (4)$$

$$Rdet = VDdet / I \quad (5)$$

[0042] 図 8 は、内部抵抗検知部 7 0 1 による内部抵抗値の演算方法の説明図である。図 8 において、線図 8 0 1、8 0 2 は、組電池 1 1 0 を放電したときの時間経過に応じた C C V と O C V の変動の様子をそれぞれ示している。図 8

に示すように、組電池 110 の放電を開始すると、OCV は時間経過に応じて徐々に減少する一方で、CCV は放電開始時に急激に低下し、その後は徐々に減少する。組電池 110 の放電を停止すると、CCV は急激に上昇し、その後、一定時間経過後に OCV と一致する。内部抵抗検知部 701 は、式 (4) から図 8 に示した放電中の OCV と CCV の差分 V_{Ddet} を算出し、式 (5) によりこの V_{Ddet} を電流 I で割ることで、内部抵抗値 R_{det} を演算する。

[0043] なお、内部抵抗検知部 701 による内部抵抗値の演算は、電流検知部 130 による電流計測値が所定の閾値以上である場合にのみ実行される。閾値以上の充電電流が検知された場合、内部抵抗検知部 701 は、式 (4)、(5) で得られた R_{det} の値を、充電時の内部抵抗値を表す R_{det_chg} に代入すると共に、組電池 110 の充電時の内部抵抗値を検知できたか否かを示すための充電フラグ R_{flag_chg} を '1' にセットする。一方、放電時の内部抵抗値を表す R_{det_dis} には、所定の無効値や予め定めた内部抵抗値を代入して、組電池 110 の放電時の内部抵抗値を検知できたか否かを示すための放電フラグ R_{flag_dis} を '0' にセットする。

[0044] 反対に、閾値以上の放電電流が検知された場合、内部抵抗検知部 701 は、式 (4)、(5) で得られた R_{det} の値を R_{det_dis} に代入して、 R_{flag_dis} を '1' にセットする。一方、 R_{det_chg} には、所定の無効値や予め定めた内部抵抗値を代入して、 R_{flag_chg} を '0' にセットする。

[0045] なお、閾値未満の電流が検知された場合、内部抵抗検知部 701 は、充電時の内部抵抗値 R_{det_chg} と、放電時の内部抵抗値 R_{det_dis} のいずれについても、演算することができない。この場合、内部抵抗検知部 701 は、所定の無効値や予め定めた内部抵抗値を R_{det_chg} と R_{det_dis} にそれぞれ代入し、 R_{flag_chg} と R_{flag_dis} の両方を '0' にセットする。

[0046] 上記の内部抵抗検知部 701 が用いる電圧は、電圧検知部 140 が計測し

た組電池 110 の端子間電圧を、単電池 111 の直列数で除算して得られる電圧である。そのため、上記の演算によって得られる内部抵抗値は、組電池 110 を構成する各単電池 111 の平均的な内部抵抗値となる。以降、この内部抵抗値を使用して許容電流を求めるが、取り扱う電圧は単電池 111 相当の値にしておく必要がある。

[0047] 次に、電池状態予測部 702 について説明する。電池状態予測部 702 は、電圧検知部 140 が測定した電圧 (CCV) を用いることなしに、組電池 110 の状態を予測する機能を有する。この電池状態予測部 702 は、現在の組電池 110 の充電時における内部抵抗予測値を表す R_{pred_chg} と、放電時における内部抵抗予測値を表す R_{pred_dis} を、電池状態の予測結果を表す電池特性情報として出力する。

[0048] 電池状態予測部 702 において、 R_{pred_chg} と R_{pred_dis} は、図 3 の充電状態演算部 301 により推定された SOC や、図 2 の温度検知部 125 から受け取った温度から推定することができる。これは、組電池 110 または単電池 111 を予め充放電試験することで抵抗特性を抽出しておき、その結果を SOC と温度などに応じた抵抗特性テーブルとして記憶部 180 に記憶させておくことで実現できる。

[0049] 図 9 は、記憶部 180 に格納されている抵抗特性テーブル 901、902 および 903 の例を示す図である。これらは、組電池 110 の内部抵抗と、組電池 110 の SOC との対応関係を記述したデータテーブルであり、抵抗特性テーブル 901 は高温時の特性を、抵抗特性テーブル 902 は常温時の特性を、抵抗特性テーブル 903 は低温時の特性をそれぞれ表している。データ形式は任意だが、ここでは説明の便宜上、グラフ形式で示す。なお、本実施形態では、温度に応じた 3 種類のデータテーブルを用いているが、数式などを用いることで、内部抵抗と SOC および温度との対応関係を表現することもできる。

[0050] 電池状態予測部 702 は、上記抵抗特性テーブルを用いて、図 3 の充電状態演算部 301 により推定された SOC や、図 2 の温度検知部 125 から受

け取った温度から R_{pred_chg} と R_{pred_dis} とを推定する。なお、この内部抵抗の予測方法は一例であり、次の方法で内部抵抗を予測することもできる。すなわち、電池を充電している場合は充電側、電池を放電している場合は放電側の電圧降下予測値 (V_{Dpred}) を、式 (6) により求める。ここで、 I は現在の充放電電流、 R_{Opred} は SOC や温度などに応じて値を持たせた直流抵抗 402 の抵抗特性テーブル値、 V_{Ppred} は分極抵抗 403 とキャパシタンス成分 404 を並列接続して生じる分極電圧を、計算により予測した結果である。分極電圧の予測は、予め組電池 110 もしくは単電池 111 を充放電試験して分極抵抗 403 の特性およびキャパシタンス成分 404 の特性（もしくは分極抵抗 403 とキャパシタンス成分 404 を乗算して得られる時定数の特性）を予め抽出し、分極抵抗 403 とキャパシタンス成分 404 を並列接続した場合の時々刻々と変化する電圧を計算すれば実現できる。求めた V_{Dpred} に対して式 (5) のように現在の充放電電流 I で除算すれば、充電時には R_{pred_chg} 、放電時には R_{pred_dis} が、内部抵抗検知部 701 と近い形で求めることができる。なお、充電時における R_{pred_dis} 、放電時における R_{pred_chg} は、式 (5) (6) を用いずに、図 9 で説明した抵抗特性テーブルを用いて推定する。更に、充電も放電も検知されない場合は、充電側と放電側をともに、図 9 で説明した抵抗特性テーブルを用いる。

$$V_{Dpred} = I \times R_{Opred} + V_{Ppred} \quad (6)$$

[0051] 以上説明したように、内部抵抗検知部 701 は、電圧検知部 140 が検知した組電池 110 の電圧に基づいて、組電池 110 の内部抵抗値を検知する。内部抵抗値を検知するためには、組電池 110 の電圧検知結果を用いる必要がある。そのため、内部抵抗検知部 701 では、充電時の内部抵抗値 R_{det_chg} と、放電時の内部抵抗値 R_{det_dis} との両方を、同時には演算できないという制約がある。すなわち、前述したように、 R_{det_chg} については、組電池 110 に流れる充電電流が閾値を超える充電時のみ演算が可能である。また、 R_{det_dis} については、組電池 110

からの放電電流が閾値を超える放電時にのみ演算が可能である。

[0052] 一方、電池状態予測部 702 は、電圧検知部 140 が検知した組電池 110 の電圧を用いずに、事前に記憶された組電池 110 の特性情報を用いて、組電池 110 の内部抵抗値の推定を行う。そのため、組電池 110 の充放電状態に関わらず、充電時の内部抵抗値を表す R_{pred_chg} と、放電時の内部抵抗値を表す R_{pred_dis} とを、常時予測することが可能である。ただし、事前に抽出した組電池 110 の特性が現在の組電池 110 の特性と不一致である場合には、その差に応じた分だけ、電池状態予測部 702 からの出力には誤差が含まれる。

[0053] 次に、第一許容電流演算部 703 と、第二許容電流演算部 704 について説明する。第一許容電流演算部 703 は、電圧検知部 140 により検知された組電池 110 の電圧に基づく許容電流を求める。具体的には、電圧検知部 140 による電圧計測結果を基に内部抵抗検知部 701 で検知された充電側の内部抵抗値 R_{det_chg} および放電側の内部抵抗値 R_{det_dis} と、図 3 の充電状態演算部 301 により推定された SOC から得られる OCV の値である OCV_SOC と、組電池 110 の特性から定められる上限電圧 V_{max} および下限電圧 V_{min} とを用いて、以下の式 (7)、(8) により、許容充電電流 I_{max_chg1} と許容放電電流 I_{max_dis1} をそれぞれ演算する。

$$I_{max_chg1} = (V_{max} - OCV_SOC) / R_{det_chg} \quad (7)$$

$$I_{max_dis1} = (V_{min} - OCV_SOC) / R_{det_dis} \quad (8)$$

[0054] 図 10 は、第一許容電流演算部 703 が行う演算処理のブロック線図である。図 10 において、第一許容電流演算部 703 は、式 (7) の演算に対応する第一充電電流演算部 1001 と、式 (8) の演算に対応する第一放電電流演算部 1002 とにより構成されている。第一充電電流演算部 1001 は、内部抵抗検知部 701 から入力される充電側の内部抵抗値 R_{det_chg} と、充電状態演算部 301 から入力される SOC とを用いて、式 (7) により、許容充電電流 I_{max_chg1} を演算して出力する。第一放電電流

演算部 1002 は、内部抵抗検知部 701 から入力される放電側の内部抵抗値 R_{det_dis} と、充電状態演算部 301 から入力される SOC とを用いて、式 (8) により、許容放電電流 I_{max_dis1} を演算して出力する。

[0055] 前述した通り、内部抵抗検知部 701 は、充電時においてのみ R_{det_chg} を演算でき、放電時においてのみ R_{det_dis} を演算できる。そのため、第一許容電流演算部 703 も、充電時においてのみ I_{max_chg1} を演算でき、放電時においてのみ I_{max_dis1} を演算できるという制約がある。

[0056] 第一許容電流演算部 703 は、電圧検知部 140 による電圧検知結果を用いて、許容充電電流 I_{max_chg1} と許容放電電流 I_{max_dis1} を演算する。一方、第二許容電流演算部 704 は、電圧検知部 140 により検知された組電池 110 の電圧を用いずに、組電池 110 の許容電流を求める。具体的には、電圧検知部 140 による電圧計測結果を用いずに電池状態予測部 702 で予測された充電側の内部抵抗予測値 R_{pred_chg} 、放電側の内部抵抗予測値 R_{pred_dis} と、図 3 の充電状態演算部 301 により推定された SOC から得られる OCV の値である OCV_SOC と、組電池 110 の特性から定められる上限電圧 V_{max} および下限電圧 V_{min} とを用いて、以下の式 (9)、(10) により、許容充電電流 I_{max_chg2} と許容放電電流 I_{max_dis2} をそれぞれ演算する。

$$I_{max_chg2} = (V_{max} - OCV_SOC) / R_{pred_chg} \quad (9)$$

$$I_{max_dis2} = (V_{min} - OCV_SOC) / R_{pred_dis} \quad (10)$$

[0057] 図 11 は、第二許容電流演算部 704 が行う演算処理のブロック線図である。図 11 において、第二許容電流演算部 704 は、式 (9) の演算に対応する第二充電電流演算部 1101 と、式 (10) の演算に対応する第二放電電流演算部 1102 とにより構成されている。第二充電電流演算部 1101 は、電池状態予測部 702 から入力される充電側の内部抵抗値 R_{pred_chg} と、充電状態演算部 301 から入力される SOC とを用いて、式 (9)

）により、許容充電電流 I_{max_chg2} を演算して出力する。第二放電電流演算部 1102 は、電池状態予測部 702 から入力される放電側の内部抵抗値 R_{pred_dis} と、充電状態演算部 301 から入力される SOC とを用いて、式 (10) により、許容放電電流 I_{max_dis2} を演算して出力する。

[0058] 前述したとおり、電池状態予測部 702 は、組電池 110 の充放電状態に関わらず、 R_{pred_chg} および R_{pred_dis} を常時演算できる。そのため、第二許容電流演算部 704 も、組電池 110 の充放電状態に関わらず、許容充電電流 I_{max_chg2} と許容放電電流 I_{max_dis2} を常時演算できる。ただし、電池状態予測部 702 からの出力には、前述した通り、事前に抽出した組電池 110 の特性が現在の組電池 110 の特性と一致しない場合に、その差に応じた分の誤差が含まれる可能性がある。そのため、第二許容電流演算部 704 から出力される I_{max_chg2} および I_{max_dis2} においても、上記誤差分の許容電流誤差が含まれる可能性がある。

[0059] 以上説明したように、第一許容電流演算部 703 は、許容電流を演算できるのが組電池 110 の充放電中に限られるという演算条件の制約がある一方で、第二許容電流演算部 704 は、こうした演算条件の制約がない。ただし、第二許容電流演算部 704 で演算される許容電流では、事前に抽出した電池特性と現在の電池特性との間に違いが生じた場合に、誤差が生じる。そこで、本実施形態において、許容電流演算部 302 は、第一許容電流演算部 703 で許容電流が演算できる条件を満たすとき、すなわち組電池 110 の充放電電流が所定の閾値以上であるときには、第一許容電流演算部 703 からの出力を、最終的な組電池 110 の許容電流として決定する。一方、第一許容電流演算部 703 で許容電流が演算できる条件を満たさないとき、すなわち組電池 110 の充放電電流が閾値未満であるときには、第二許容電流演算部 704 からの出力を、最終的な組電池 110 の許容電流として決定する。こうした処理を実現するために、許容電流演算部 302 は、許容充電電流決

定部 705 および許容放電電流決定部 706 を備える。

[0060] 許容充電電流決定部 705 は、第一許容電流演算部 703 により演算された許容充電電流 I_{max_chg1} と、第二許容電流演算部 704 により演算された許容充電電流 I_{max_chg2} とに基づいて、最終的な許容充電電流 I_{max_chg} を決定し出力する。具体的には、内部抵抗検知部 701 から出力された充電フラグ $Rflag_chg$ の値に基づいて、許容充電電流 I_{max_chg1} または許容充電電流 I_{max_chg2} のいずれかを選択し、許容充電電流 I_{max_chg} として出力する。

[0061] 許容放電電流決定部 706 は、第一許容電流演算部 703 により演算された許容放電電流 I_{max_dis1} と、第二許容電流演算部 704 により演算された許容放電電流 I_{max_dis2} とに基づいて、最終的な許容放電電流 I_{max_dis} を決定し出力する。具体的には、内部抵抗検知部 701 から出力された放電フラグ $Rflag_dis$ の値に基づいて、許容放電電流 I_{max_dis1} または許容放電電流 I_{max_dis2} のいずれかを選択し、許容放電電流 I_{max_dis} として出力する。

[0062] 図 12 は、本発明の第 1 の実施形態において許容充電電流決定部 705 と許容放電電流決定部 706 がそれぞれ行う演算処理のブロック線図の一例を示す図である。図 12 において、スイッチを用いて実現された許容充電電流決定部 705 は、充電フラグ $Rflag_chg$ が '1' の場合は第一許容電流演算部 703 から出力された許容充電電流 I_{max_chg1} を選択し、充電フラグ $Rflag_chg$ が '0' の場合は第二許容電流演算部 704 から出力された許容充電電流 I_{max_chg2} を選択する。同様に、スイッチを用いて実現された許容放電電流決定部 706 は、放電フラグ $Rflag_dis$ が '1' の場合は第一許容電流演算部 703 から出力された許容放電電流 I_{max_dis1} を選択し、放電フラグ $Rflag_dis$ が '0' の場合は第二許容電流演算部 704 から出力された許容放電電流 I_{max_dis2} を選択する。

[0063] 図 13 は、本発明の第 1 の実施形態において許容電流演算部 302 から最

最終的に出力される許容電流の様子を示す図である。ここでは、説明を単純化するために、充放電電流を図に示すように一定周期の正弦波状に変化させ、電流値が正の場合を充電、負の場合を放電と定義した。また、電流の向きが充電方向となった場合は直ちに R_{flag_chg} が '1' にセットされ、放電方向となった場合は直ちに R_{flag_dis} が '1' にセットされることとした。

[0064] 充放電電流が充電方向に流れている場合、内部抵抗検知部 701 は、充電側の内部抵抗値 R_{det_chg} を求めることができ、これを用いて第一許容電流演算部 703 は、許容充電電流 I_{max_chg1} を求めることができる。一方、電池状態予測部 702 で予測される充電側の内部抵抗値 R_{pred_chg} は、事前に記憶された電池特性から推定されたものであるため、これを用いて第二許容電流演算部 704 で演算される許容充電電流 I_{max_chg2} は、 I_{max_chg1} と比較して誤差が大きい。そこで、許容充電電流決定部 705 は、充放電電流の向きが充電方向となった場合は、第一許容電流演算部 703 からの I_{max_chg1} を最終的な許容充電電流に決定し、許容充電電流 I_{max_chg} として出力する。

[0065] またこの場合、内部抵抗検知部 701 が放電側の内部抵抗値 R_{det_dis} を求めることができないため、第一許容電流演算部 703 は、許容放電電流 I_{max_dis1} を求めることができない。一方、第二許容電流演算部 704 は、電池状態予測部 702 で予測された放電側の内部抵抗値 R_{pred_dis} を用いて、許容放電電流 I_{max_dis2} を求めることができる。そこで、許容放電電流決定部 706 は、充放電電流の向きが充電方向となった場合は、第二許容電流演算部 704 からの I_{max_dis2} を最終的な許容放電電流に決定し、許容放電電流 I_{max_dis} として出力する。

[0066] 充放電電流が放電方向に流れている場合、内部抵抗検知部 701 は、放電側の内部抵抗値 R_{det_dis} を求めることができ、これを用いて第一許容電流演算部 703 は、許容放電電流 I_{max_dis1} を求めることがで

きる。一方、電池状態予測部 702 で予測される放電側の内部抵抗値 R_{pred_dis} は、事前に記憶された電池特性から推定されたものであるため、これを用いて第二許容電流演算部 704 で演算される許容放電電流 I_{max_dis2} は、 I_{max_dis1} と比較して誤差が大きい。そこで、許容放電電流決定部 706 は、充放電電流の向きが放電方向となった場合は、第一許容電流演算部 703 からの I_{max_dis1} を最終的な許容放電電流に決定し、許容放電電流 I_{max_dis} として出力する。

[0067] またこの場合、内部抵抗検知部 701 が充電側の内部抵抗値 R_{det_chg} を求めることができないため、第一許容電流演算部 703 は、許容充電電流 I_{max_chg1} を求めることができない。一方、第二許容電流演算部 704 は、電池状態予測部 702 で予測された充電側の内部抵抗値 R_{pred_chg} を用いて、許容充電電流 I_{max_chg2} を求めることができる。そこで、許容充電電流決定部 705 は、充放電電流の向きが放電方向となった場合は、第二許容電流演算部 704 からの I_{max_chg2} を最終的な許容充電電流に決定し、許容充電電流 I_{max_chg} として出力する。

[0068] 上記を換言すると、許容充電電流決定部 705 は、組電池 110 の充電が開始される前の放電中には、第二許容電流演算部 704 で求められた許容充電電流 I_{max_chg2} を、最終的な組電池 110 の許容充電電流 I_{max_chg} として決定し出力する。そして、組電池 110 の充電が開始された後には、許容充電電流 I_{max_chg} を、第二許容電流演算部 704 で求められた許容充電電流 I_{max_chg2} から、第一許容電流演算部 703 で求められた、より誤差の小さな許容充電電流 I_{max_chg1} に切り替える。一方、許容放電電流決定部 706 は、組電池 110 の放電が開始される前の充電中には、第二許容電流演算部 704 で求められた許容放電電流 I_{max_dis2} を、最終的な組電池 110 の許容放電電流 I_{max_dis} として決定し出力する。そして、組電池 110 の放電が開始された後には、許容放電電流 I_{max_dis} を、第二許容電流演算部 704 で求めら

れた許容放電電流 I_{max_dis2} から、第一許容電流演算部 703 で求められた、より誤差の小さな許容放電電流 I_{max_dis1} に切り替える。

[0069] 以上より、図 7 の許容電流演算部 302 のブロック線図を用いて、本発明における許容電流演算の処理内容について説明した。図 7 は一例であり、以下に述べるのは、他の許容電流演算部 302 によって本発明を実現した場合の処理内容である。

[0070] 図 14 に、図 7 とは異なる許容電流演算部 302 のブロック線図を示す。図 7 の内部抵抗検知部 701 は、検知した内部抵抗値 R_{det_chg} と R_{det_dis} 、内部抵抗値を検知できたかを示す R_{flag_chg} と R_{flag_dis} を出力した。図 14 の内部抵抗検知部 701 は、検知した直流抵抗値 RO_{det_chg} と RO_{det_dis} 、検知した分極電圧 $V_{P_{det}}$ 、これら電池情報を検知できたかを示す R_{flag_chg} と R_{flag_dis} が出力される。また、図 7 の電池状態予測部 702 の出力は予測した内部抵抗値 R_{pred_chg} と R_{pred_dis} であったが、図 14 では予測した直流抵抗値 RO_{pred_chg} と RO_{pred_dis} 、予測した分極電圧 $V_{P_{pred}}$ が出力される。

[0071] 図 14 における内部抵抗検知部 701 の処理内容について説明する。内部抵抗検知部 701 は、電圧検知部 140 により計測された電圧と、電流検知部 130 により計測された電流とを用いて、組電池 110 の現在の直流抵抗値を検知する。具体的には、以下の式 (11) を用いて、直流抵抗値を求める。なお、式 (11) において、 t は時間、 $V(t)$ は時刻 t で電圧検知部 140 により計測された電圧、 $I(t)$ は時刻 t で電流検知部 130 により計測された電流の値を表している。

$$R_{0det} = (V(t) - V(t-1)) / (I(t) - I(t-1)) \quad (11)$$

式 (11) で得られる直流抵抗は、電圧検知部 140 と電流検知部 130 の測定性能や、式 (11) を実行した条件によって、値が不安定になる場合がある。そこで、必要に応じて、式 (11) を複数回実行して得られた RO_{d}

e_t を平均化した後に以降の演算に活用すると良い。

[0072] 式(11)における $I(t)$ と $I(t-1)$ が共に充電側の電流値の場合に得られた $ROdet$ は、充電側の直流抵抗値とみなせる。そこで、この条件で得られた $ROdet$ を、充電側の直流抵抗値である $ROdet_chg$ に代入すると共に、組電池110の充電時の直流抵抗値を検知できたか否かを示すための充電フラグ $Rflag_chg$ を‘1’にセットする。一方、放電時の直流抵抗値を表す $ROdet_dis$ には、所定の無効値や予め定めた直流抵抗値を代入して、組電池110の放電時の直流抵抗値を検知できたか否かを示すための放電フラグ $Rflag_dis$ を‘0’にセットする。なお、組電池110の直流抵抗は短い時間で大きく変化するものではないため、放電時の直流抵抗値 $ROdet_dis$ が演算できない場合は前回求めた放電時の直流抵抗値 $ROdet_dis$ を活用することも可能である。そして、所定時間以上、放電時の直流抵抗値 $ROdet_dis$ が演算できない場合に $Rflag_dis$ を‘0’にセットする。

[0073] 反対に、式(11)における $I(t)$ と $I(t-1)$ が共に放電側の電流値の場合、内部抵抗検知部701は、得られた $ROdet$ の値を $ROdet_dis$ に代入して、 $Rflag_dis$ を‘1’にセットする。一方、 $ROdet_chg$ には、所定の無効値や予め定めた直流抵抗値を代入して、 $Rflag_chg$ を‘0’にセットする。これも先ほど述べたことと同様に、組電池110の直流抵抗は短い時間で大きく変化するものではないため、充電時の直流抵抗値 $ROdet_chg$ が演算できない場合は前回求めた充電時の直流抵抗値 $ROdet_chg$ を活用することも可能である。そして、所定時間以上、充電時の直流抵抗値 $ROdet_chg$ が演算できない場合に $Rflag_chg$ を‘0’にセットする。

[0074] なお、 $I(t)$ と $I(t-1)$ が充電側と放電側のペアとなった場合、または、 $I(t)$ と $I(t-1)$ の差が閾値未満であり、直流抵抗を検知するのが困難な場合は、内部抵抗検知部701は、充電時の直流抵抗値 $ROdet_chg$ と、放電時の直流抵抗値 $ROdet_dis$ のいずれについても

、演算することができない。この場合、内部抵抗検知部 701 は、所定の無効値や予め定めた直流抵抗値を R_{Odet_chg} と R_{Odet_dis} にそれぞれ代入し、 R_{flag_chg} と R_{flag_dis} の両方を '0' にセットする。もしくは、充電時の直流抵抗値 R_{Odet_chg} と放電時の直流抵抗値 R_{Odet_dis} が演算できない場合は前回求めた充電時の直流抵抗値 R_{Odet_chg} と放電時の直流抵抗値 R_{Odet_dis} を活用し、所定時間以上、充電時の直流抵抗値 R_{Odet_chg} と放電時の直流抵抗値 R_{Odet_dis} が演算できない場合に R_{flag_chg} と R_{flag_dis} を '0' にセットする。

[0075] 前述した処理によって、内部抵抗検知部 701 は組電池 110 の直流抵抗値を検知する。これに加え、ここでの内部抵抗検知部 701 は組電池 110 の分極電圧を検知するものとした (V_{Pdet})。式 (12) に、分極電圧の検知方法を示す。

$$V_{Pdet} = CCV - OCV_SOC - I \times R_{Odet} \quad (12)$$

ここで、 CCV は電圧検知部 140 が計測した充放電中の電圧値、 OCV_SOC は図 5 に示した SOC テーブル 501 により SOC の推定結果から得られる OCV の値、 I は電流検知部 130 で計測された電流値、 R_{Odet} は内部抵抗検知部 701 が検知した組電池 110 の充電側もしくは放電側で検知された直流抵抗である。 V_{Pdet} の検知結果は、直流抵抗値 R_{Odet_chg} と R_{Odet_dis} 、電池状態を検知できたか否かを示す R_{flag_chg} と R_{flag_dis} と共に出力され、後述する許容電流の演算に活用される。

[0076] 次に、図 14 における電池状態予測部 702 について説明する。前述したとおり、内部抵抗検知部 701 は所定条件を満たした場合にのみ、直流抵抗値等の電池状態を検知できる。一方、ここで述べる電池状態予測部 702 は、事前に抽出した組電池 110 の特性が現在の組電池 110 の特性と不一致である場合には、その差に応じた分だけ、電池状態予測部 702 からの出力には誤差が含まれるものの、常に電池状態を外部に出力することが可能であ

る。

[0077] 電池状態予測部702は、電圧検知部140が測定した電圧(CCV)を用いることなしに、組電池110の状態を予測する機能を有する。この電池状態予測部702は、現在の組電池110の充電時における直流抵抗予測値を表す RO_{pred_chg} と、放電時における直流抵抗予測値を表す RO_{pred_dis} 、分極電圧予測値を表す VP_{pred} を、電池状態の予測結果を表す電池特性情報として出力する。

[0078] 電池状態予測部702において、 RO_{pred_chg} と RO_{pred_dis} は、図3の充電状態演算部301により推定されたSOCや、図2の温度検知部125から受け取った温度から推定することができる。これは、組電池110または単電池111を予め充放電試験することで抵抗特性を抽出しておき、その結果をSOCと温度などに応じた抵抗特性テーブルとして記憶部180に記憶させておくことで実現できる。また、 VP_{pred} は、式(6)の説明で述べたとおり、分極抵抗403とキャパシタンス成分404を並列接続して生じる分極電圧を、計算により予測することが可能である。

[0079] 図14における第一許容電流演算部703は、SOCと、 RO_{det_chg} と RO_{det_dis} 、 VP_{det} を入力に用いて許容電流を演算する。具体的には、電圧検知部140による電圧計測結果を基に内部抵抗検知部701で検知された充電側の直流抵抗値 RO_{det_chg} および放電側の直流抵抗値 RO_{det_dis} と、図3の充電状態演算部301により推定されたSOCから得られるOCVの値である OCV_SOC と、式(12)で検知した分極電圧である VP_{det} と、組電池110の特性から定められる上限電圧 V_{max} および下限電圧 V_{min} とを用いて、以下の式(13)、(14)により、許容充電電流 I_{max_chg1} と許容放電電流 I_{max_dis1} をそれぞれ演算する。図15は、この第一許容電流演算部703が行う演算処理のブロック線図である。式(7)(8)では分極電圧の影響を R_{det_chg} と R_{det_dis} に含めて許容電流を演算したが、

ここでは、分極電圧を抵抗値に換算せずに許容電流を求めている。

$$I_{\max_chg1} = \{V_{\max} - (OCV_SOC + VP_{det})\} / R_{0det_chg} \quad (13)$$

$$I_{\max_dis1} = \{V_{\min} - (OCV_SOC + VP_{det})\} / R_{0det_dis} \quad (14)$$

[0080] 第二許容電流演算部 704 は、電池状態予測部 702 からの出力と、内部抵抗検知部 701 からの出力である VP_{det} 等を受信して組電池 110 の許容電流を求める。具体的には、予測された充電側の直流抵抗予測値 RO_{pred_chg} 、放電側の直流抵抗予測値 RO_{pred_dis} と、図 3 の充電状態演算部 301 により推定された SOC から得られる OCV の値である OCV_SOC と、計算で予測した分極電圧予測値 VP_{pred} または式 (12) で検知した分極電圧 VP_{det} と、組電池 110 の特性から定められる上限電圧 $V_{\max}$ および下限電圧 $V_{\min}$ とを用いて、以下の式 (15)、(16) により、許容充電電流 $I_{\max_chg2}$ と許容放電電流 $I_{\max_dis2}$ をそれぞれ演算する。図 16 は、この第二許容電流演算部 704 が行う演算処理のブロック線図である。 VP_{pred} に加えて、 VP_{det} も入力として用いる理由は、分極電圧は充電側で検知しても放電側で利用でき、放電側で検知しても充電側で利用できる共通パラメータであるためである。内部抵抗検知部 701 で検知された VP_{det} は第二許容電流演算部 704 でも活用でき、内部抵抗検知部 701 で VP_{det} が検知される前は VP_{pred} を活用し、 VP_{det} が検知された場合は精度を優先して VP_{det} を採用する処理を実現できる。なお、許容電流の演算処理をシンプルにする目的で、第二許容電流演算部 704 は電池状態予測部 702 からの出力のみを扱う、すなわち、分極電圧は予測値である VP_{pred} のみとする処理内容を採用することも可能である。

[0081] 式 (15) (16)、図 16 の分極電圧 VP は、分極電圧予測値 VP_{pred} または式 (12) で検知した分極電圧 VP_{det} が代入される。 VP_{det} が検知されていない場合は分極電圧予測値 VP_{pred} が VP に代入されて活用され、内部抵抗検知部 701 で有効な分極電圧 VP_{det} が検知された場合は VP_{det} が VP に代入されて活用され、 $I_{\max_chg2}$ と

I_{max_dis2} が求められる。

$$I_{max_chg2} = \{V_{max} - (OCV_{SOC} + VP)\} / R_{0pred_chg} \quad (15)$$

$$I_{max_dis2} = \{V_{min} - (OCV_{SOC} + VP)\} / R_{0pred_dis} \quad (16)$$

[0082] 図14における許容充電電流決定部705と許容放電電流決定部706は、図7の機能と同様である。すなわち、許容充電電流決定部705は、内部抵抗検知部701から出力された充電フラグ $Rflag_chg$ の値に基づいて、許容充電電流 I_{max_chg1} または許容充電電流 I_{max_chg2} のいずれかを選択し、許容充電電流 I_{max_chg} として出力する。許容放電電流決定部706は、内部抵抗検知部701から出力された放電フラグ $Rflag_dis$ の値に基づいて、許容放電電流 I_{max_dis1} または許容放電電流 I_{max_dis2} のいずれかを選択し、許容放電電流 I_{max_dis} として出力する。これにより、図7を用いて説明したのと同様に、許容電流を高精度に演算することが可能となる。

[0083] 以上説明した本発明の第1の実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

[0084] (1) 組電池制御部150において、許容電流演算部302は、第一許容電流演算部703と、第二許容電流演算部704と、許容充電電流決定部705と、許容放電電流決定部706とを備える。第一許容電流演算部703は、電圧検知部140により検知された組電池110の電圧に基づく組電池110の許容電流として、許容充電電流 I_{max_chg1} および許容放電電流 I_{max_dis1} を求める。第二許容電流演算部704は、組電池110の電圧を用いずに、組電池110の許容電流として、許容充電電流 I_{max_chg2} および許容放電電流 I_{max_dis2} を求める。許容充電電流決定部705は、許容充電電流 I_{max_chg1} および許容充電電流 I_{max_chg2} の少なくとも一つに基づいて、組電池110の状態に応じた組電池110の許容充電電流 I_{max_chg} を決定し、許容放電電流決定部706は、許容放電電流 I_{max_dis1} および許容放電電流 I_{max_dis2} の少なくとも一つに基づいて、組電池110の状態に応じた組

電池 110 の許容放電電流 I_{max_dis} を決定する。このようにしたので、組電池 110 の許容電流を高精度に検知することができる。

[0085] (2) 許容充電電流決定部 705 は、許容充電電流 I_{max_chg1} を求められる状態に組電池 110 がある状態にあるときには、許容充電電流 I_{max_chg1} を組電池 110 の許容充電電流 I_{max_chg} として決定し、許容充電電流 I_{max_chg1} を求められない状態に組電池 110 があるときには、許容充電電流 I_{max_chg2} を組電池 110 の許容充電電流 I_{max_chg} として決定する。具体的には、組電池 110 の充電電流が所定の閾値以上であるときには、許容充電電流 I_{max_chg1} を求められる状態に組電池 110 があると判断して、許容充電電流 I_{max_chg1} を組電池 110 の許容充電電流 I_{max_chg} として決定し、組電池 110 の充電電流が閾値未満であるときには、許容充電電流 I_{max_chg1} を求められない状態に組電池 110 があると判断して、許容充電電流 I_{max_chg2} を組電池 110 の許容充電電流 I_{max_chg} として決定する。また、許容放電電流決定部 706 は、許容放電電流 I_{max_dis1} を求められる状態に組電池 110 がある状態にあるときには、許容放電電流 I_{max_dis1} を組電池 110 の許容放電電流 I_{max_dis} として決定し、許容放電電流 I_{max_dis1} を求められない状態に組電池 110 があるときには、許容放電電流 I_{max_dis2} を組電池 110 の許容放電電流 I_{max_dis} として決定する。具体的には、組電池 110 の放電電流が所定の閾値以上であるときには、許容放電電流 I_{max_dis1} を求められる状態に組電池 110 があると判断して、許容放電電流 I_{max_dis1} を組電池 110 の許容放電電流 I_{max_dis} として決定し、組電池 110 の放電電流が閾値未満であるときには、許容放電電流 I_{max_dis1} を求められない状態に組電池 110 があると判断して、許容放電電流 I_{max_dis2} を組電池 110 の許容放電電流 I_{max_dis} として決定する。このようにしたので、組電池 110 の状態に応じて、最適な許容電流を決定することができる。

[0086] (3) 許容充電電流決定部705は、組電池110の充電が開始される前には、許容充電電流 I_{max_chg2} を組電池110の許容充電電流 I_{max_chg} として決定し、組電池110の充電が開始された後には、組電池110の許容充電電流 I_{max_chg} を、許容充電電流 I_{max_chg2} から許容充電電流 I_{max_chg1} に切り替える。また、許容放電電流決定部706は、組電池110の放電が開始される前には、許容放電電流 I_{max_dis2} を組電池110の許容放電電流 I_{max_dis} として決定し、組電池110の放電が開始された後には、組電池110の許容放電電流 I_{max_dis} を、許容放電電流 I_{max_dis2} から許容放電電流 I_{max_dis1} に切り替える。このようにしたので、組電池110の充放電の開始に応じて、より誤差の小さな許容電流を求めることができる。

[0087] (4) 許容充電電流決定部705および許容放電電流決定部706は、組電池110が充電されているときには、充電側については許容充電電流 I_{max_chg1} を組電池110の許容充電電流 I_{max_chg} として決定すると共に、放電側については許容放電電流 I_{max_dis2} を組電池110の許容放電電流 I_{max_dis} として決定する。また、組電池110が放電されているときには、充電側については許容充電電流 I_{max_chg2} を組電池110の許容充電電流 I_{max_chg} として決定すると共に、放電側については許容放電電流 I_{max_dis1} を組電池110の許容放電電流 I_{max_dis} として決定する。そして、組電池110の充放電の切り替わりに応じて、充電側と放電側のそれぞれについて、組電池110の許容充電電流 I_{max_chg} および許容放電電流 I_{max_dis} を、許容充電電流 I_{max_chg1} または許容放電電流 I_{max_dis1} と、許容充電電流 I_{max_chg2} または許容放電電流 I_{max_dis2} との間で切り替える。このようにしたので、組電池110の充放電の切り替わりに応じて、適切な許容電流を選択することができる。

[0088] <第2の実施形態>

次に本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態では、前述の

内部抵抗検知部 701、許容充電電流決定部 705 および許容放電電流決定部 706 の処理内容にそれぞれ変更を加えた例について説明する。その他の機能は、第 1 の実施形態で説明したのと同じである。

[0089] 図 17 は、本発明の第 2 の実施形態において許容充電電流決定部 705 と許容放電電流決定部 706 がそれぞれ行う演算処理のブロック線図の一例を示す図である。図 17 において、許容充電電流決定部 705 と許容放電電流決定部 706 には、重み決定部 1701A、1701B がそれぞれ設けられている。この重み決定部 1701A、1701B は、充電フラグ $Rflag_chg$ または放電フラグ $Rflag_dis$ が変化した場合に、0 と 1 の間で連続的に変化する重み係数 $Wchg$ 、 $Wdis$ をそれぞれ出力する機能を有する。具体的には、充電フラグ $Rflag_chg$ が '0' から '1' に変化すると、重み決定部 1701A は、重み係数 $Wchg$ を 0 から 1 まで所定の傾きで変化させ、反対に充電フラグ $Rflag_chg$ が '1' から '0' に変化すると、重み決定部 1701A は、重み係数 $Wchg$ を 1 から 0 まで所定の傾きで変化させる。同様に、放電フラグ $Rflag_dis$ が '0' から '1' に変化すると、重み決定部 1701B は、重み係数 $Wdis$ を 0 から 1 まで所定の傾きで変化させ、反対に放電フラグ $Rflag_dis$ が '1' から '0' に変化すると、重み決定部 1701B は、重み係数 $Wdis$ を 1 から 0 まで所定の傾きで変化させる。

[0090] 許容充電電流決定部 705 と許容放電電流決定部 706 は、上記のようにして出力される重み係数 $Wchg$ 、 $Wdis$ を用いて、以下の式 (17)、(18) により、第一許容電流演算部 703 からの許容充電電流 I_{max_chg1} および許容放電電流 I_{max_dis1} と、第二許容電流演算部 704 からの許容充電電流 I_{max_chg2} および許容放電電流 I_{max_dis2} に対してそれぞれ重み付けを行い、最終的な組電池 110 の許容電流を計算する。

$$I_{max_chg} = Wchg \times I_{max_chg1} + (1 - Wchg) \times I_{max_chg2} \quad (17)$$

$$I_{max_dis} = Wdis \times I_{max_dis1} + (1 - Wdis) \times I_{max_dis2} \quad (18)$$

[0091] この重み決定部 1701A と 1701B の追加により、充電と放電が切り替った際の許容電流の変化をなだらかにすることができる。図 18 は、本発明の第 2 の実施形態において許容電流演算部 302 から最終的に出力される許容電流の様子を示す図である。ここでは図 13 と同様に、充放電電流を図に示すように一定周期の正弦波状に変化させ、電流値が正の場合を充電、負の場合を放電と定義した。また、電流の向きが充電方向となった場合は直ちに `R f l a g _ c h g` が '1' にセットされ、放電方向となった場合は直ちに `R f l a g _ d i s` が '1' にセットされることとした。

[0092] 充放電電流が充電方向に流れている場合、許容充電電流決定部 705 と許容放電電流決定部 706 は、重み係数 `W c h g` を 1 に、重み係数 `W d i s` を 0 にそれぞれ設定する。これにより、充電側については、第一許容電流演算部 703 からの許容充電電流 `I m a x _ c h g 1` に対する重み付けを相対的に大きくし、放電側については、第二許容電流演算部 704 からの許容放電電流 `I m a x _ d i s 2` に対する重み付けを相対的に大きくする。

[0093] 充放電電流が充電方向から放電方向に切り替えられると、許容充電電流決定部 705 は、重み係数 `W c h g` を 1 から 0 に次第に変化させる。これにより、許容充電電流 `I m a x _ c h g 1` に対する重み付けを次第に小さくして、許容充電電流 `I m a x _ c h g 2` に対する重み付けを次第に大きくする。その結果、許容充電電流決定部 705 から出力される許容充電電流 `I m a x _ c h g` は、図に示すように、`I m a x _ c h g 1` から `I m a x _ c h g 2` へと次第に変化する。一方、許容放電電流決定部 706 は、重み係数 `W d i s` を 0 から 1 に次第に変化させる。これにより、許容放電電流 `I m a x _ d i s 1` に対する重み付けを次第に大きくして、許容放電電流 `I m a x _ d i s 2` に対する重み付けを次第に小さくする。その結果、許容放電電流決定部 706 から出力される許容放電電流 `I m a x _ d i s` は、図に示すように、`I m a x _ d i s 2` から `I m a x _ d i s 1` へと次第に変化する。

[0094] また、充放電電流が放電方向に流れている場合、許容充電電流決定部 705 と許容放電電流決定部 706 は、重み係数 `W c h g` を 0 に、重み係数 `W d`

i_s を 1 にそれぞれ設定する。これにより、充電側については、第二許容電流演算部 704 からの許容充電電流 I_{max_chg2} に対する重み付けを相対的に大きくし、放電側については、第一許容電流演算部 703 からの許容放電電流 I_{max_dis1} に対する重み付けを相対的に大きくする。

[0095] 充放電電流が放電方向から充電方向に切り替えられると、許容充電電流決定部 705 は、重み係数 W_{chg} を 0 から 1 に次第に変化させる。これにより、許容充電電流 I_{max_chg1} に対する重み付けを次第に大きくして、許容充電電流 I_{max_chg2} に対する重み付けを次第に小さくする。その結果、許容充電電流決定部 705 から出力される許容充電電流 I_{max_chg} は、図に示すように、 I_{max_chg2} から I_{max_chg1} へと次第に変化する。一方、許容放電電流決定部 706 は、重み係数 W_{dis} を 1 から 0 に次第に変化させる。これにより、許容放電電流 I_{max_dis1} に対する重み付けを次第に小さくして、許容放電電流 I_{max_dis2} に対する重み付けを次第に大きくする。その結果、許容放電電流決定部 706 から出力される許容放電電流 I_{max_dis} は、図に示すように、 I_{max_dis1} から I_{max_dis2} へと次第に変化する。

[0096] なお、前述のように、内部抵抗検知部 701 において、充放電電流が閾値未満のときに予め定めた内部抵抗値を R_{det_chg} や R_{det_dis} に代入する場合、これらを用いて第一許容電流演算部 703 が許容充電電流 I_{max_chg1} や許容放電電流 I_{max_dis1} を演算すると、演算結果に大きな誤差が含まれる可能性がある。このとき代入される内部抵抗値としては、組電池 110 の特性に応じて想定される内部抵抗値の最大値、最小値、平均値などが考えられるが、いずれの場合でも、実際の値との差が大きいほど、第一許容電流演算部 703 の演算結果に含まれる誤差も大きなものとなる。したがって、本実施形態では、最後に演算した内部抵抗値を内部抵抗検知部 701 内に保持しておき、内部抵抗検知部 701 が内部抵抗値の演算を実行できないときには、保持した内部抵抗値を出力することが好ましい。このようにすれば、充放電の切り替え時に、許容充電電流決定部 705

と許容放電電流決定部 706 からそれぞれ出力される許容充電電流 I_{max_chg} と許容放電電流 I_{max_dis} が急激に変動するのを防止することができる。

[0097] 以上説明した本発明の第 2 の実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

[0098] (1) 許容充電電流決定部 705 は、許容充電電流 I_{max_chg1} と許容充電電流 I_{max_chg2} に対する重み係数 W_{chg} を決定し、この重み係数 W_{chg} に基づいて許容充電電流 I_{max_chg1} と許容充電電流 I_{max_chg2} をそれぞれ重み付けして合計することにより、組電池 110 の許容充電電流 I_{max_chg} を決定する。また、許容放電電流決定部 706 は、許容放電電流 I_{max_dis1} と許容放電電流 I_{max_dis2} に対する重み係数 W_{dis} を決定し、この重み係数 W_{dis} に基づいて許容放電電流 I_{max_dis1} と許容放電電流 I_{max_dis2} をそれぞれ重み付けして合計することにより、組電池 110 の許容放電電流 I_{max_dis} を決定する。このようにしたので、別々の方法で求められた二種類の許容電流から、適切な許容電流を求めることができる。

[0099] (2) 許容充電電流決定部 705 および許容放電電流決定部 706 は、組電池 110 の充電または放電中に、重み係数 W_{chg} 、 W_{dis} をそれぞれ変化させる。これにより、許容充電電流決定部 705 は、組電池 110 の充電が開始される前には、許容充電電流 I_{max_chg2} に対する重み付けを相対的に大きくし、組電池 110 の充電が開始された後には、許容充電電流 I_{max_chg1} に対する重み付けを次第に大きくして、許容充電電流 I_{max_chg2} に対する重み付けを次第に小さくする。また、許容放電電流決定部 706 は、組電池 110 の放電が開始される前には、許容放電電流 I_{max_dis2} に対する重み付けを相対的に大きくし、組電池 110 の放電が開始された後には、許容放電電流 I_{max_dis1} に対する重み付けを次第に大きくして、許容放電電流 I_{max_dis2} に対する重み付けを次第に小さくする。このようにしたので、組電池 110 の充放電の切り替

わり時に、許容電流をスムーズに変化させることができる。

[0100] <第3の実施形態>

次に本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態では、前述の第一許容電流演算部703、第二許容電流演算部704、許容充電電流決定部705および許容放電電流決定部706の処理内容にそれぞれ変更を加えた例について説明する。その他の機能は、第1の実施形態で説明したのと同じである。

[0101] 本実施形態において、許容充電電流決定部705と許容放電電流決定部706がそれぞれ行う演算処理のブロック線図は、図17と同じである。すなわち、許容充電電流決定部705と許容放電電流決定部706には、重み決定部1701A、1701Bがそれぞれ設けられている。

[0102] 前述の第2の実施形態では、重み決定部1701A、1701Bは、充電フラグ $Rflag_chg$ と放電フラグ $Rflag_dis$ をそれぞれ入力し、これらの値に基づいて、0と1の間で連続的に変化する重み係数 $Wchg$ 、 $Wdis$ をそれぞれ出力するものとして説明した。これに対して、本実施形態では、第一許容電流演算部703と第二許容電流演算部704がそれぞれの許容電流の誤差を演算し、これを用いて重み決定部1701A、1701Bが重み係数 $Wchg$ 、 $Wdis$ をそれぞれ決定する例を説明する。

[0103] 本実施形態において、第一許容電流演算部703は、前述の許容充電電流 I_{max_chg1} と許容放電電流 I_{max_dis1} の演算に加えて、さらにこれらの誤差をそれぞれ表す許容充電電流誤差 ΔI_{max_chg1} と許容放電電流誤差 ΔI_{max_dis1} の演算を行う。同様に、第二許容電流演算部704は、前述の許容充電電流 I_{max_chg2} と許容放電電流 I_{max_dis2} の演算に加えて、さらにこれらの誤差を表す許容充電電流誤差 ΔI_{max_chg2} と許容放電電流誤差 ΔI_{max_dis2} の演算を行う。第一許容電流演算部703で求められた許容充電電流誤差 ΔI_{max_chg1} と、第二許容電流演算部704で求められた許容充電電流誤差 ΔI_{max_chg2} は、許容充電電流決定部705において、重み決定

部 1701A に入力される。第一許容電流演算部 703 で求められた許容放電電流誤差 ΔI_{max_dis1} と、第二許容電流演算部 704 で求められた許容放電電流誤差 ΔI_{max_dis2} は、許容放電電流決定部 706 において、重み決定部 1701B に入力される。なお、許容充電電流誤差 ΔI_{max_chg1} と許容放電電流誤差 ΔI_{max_dis1} や、許容充電電流誤差 ΔI_{max_chg2} と許容放電電流誤差 ΔI_{max_dis2} は、電流検知部 130 や電圧検知部 140、温度検知部 125 の測定誤差や、図 4 の等価回路と実際の電池電圧との違いを予め把握し、これらを入力として用いることで演算することが可能である。

[0104] 重み決定部 1701A、1701B は、入力された上記の各許容電流誤差を用いて、以下の式 (19)、(20) により、重み係数 W_{chg} 、 W_{dis} をそれぞれ決定する。

$$W_{chg} = \Delta I_{max_chg2}^2 / (\Delta I_{max_chg1}^2 + \Delta I_{max_chg2}^2) \quad (19)$$

$$W_{dis} = \Delta I_{max_dis2}^2 / (\Delta I_{max_dis1}^2 + \Delta I_{max_dis2}^2) \quad (20)$$

[0105] 上記の重み係数 W_{chg} 、 W_{dis} を用いることで、許容充電電流決定部 705 と許容放電電流決定部 706 は、前述の式 (17)、(18) により、最終的な組電池 110 の許容電流をそれぞれ計算することができる。なお、重み決定部 1701A、1701B において、第一許容電流演算部 703 の演算結果に含まれる誤差のみに応じて重み係数 W_{chg} 、 W_{dis} をそれぞれ決定することで、処理を簡略化してもよい。すなわち、許容充電電流決定部 705 および許容放電電流決定部 706 は、第一許容電流演算部 703 で求められた許容充電電流誤差 ΔI_{max_chg1} および許容放電電流誤差 ΔI_{max_dis1} に基づいて、重み係数 W_{chg} 、 W_{dis} をそれぞれ決定する。

[0106] なお、前述のように、内部抵抗検知部 701 において、充放電電流が閾値未満のときに予め定めた内部抵抗値を R_{det_chg} や R_{det_dis} に代入する場合、これらを用いて第一許容電流演算部 703 が許容充電電流 I_{max_chg1} や許容放電電流 I_{max_dis1} を演算すると、演算

結果に大きな誤差が含まれる可能性がある。したがって、このような場合は、第一許容電流演算部 703 から出力される許容充電電流誤差 ΔI_{max_chg1} や許容放電電流誤差 ΔI_{max_dis1} の値を、想定される範囲内で最大の値とすることが好ましい。このようにすれば、大きな誤差を含む許容充電電流 I_{max_chg1} や許容放電電流 I_{max_dis1} に対する重み付けを最小化する一方で、許容充電電流 I_{max_chg2} や許容放電電流 I_{max_dis2} に対する重み付けを最大化して、適切な許容電流を求めることができる。

[0107] 以上説明した本発明の第 3 の実施形態によれば、第一許容電流演算部 703 は、許容充電電流 I_{max_chg1} の誤差を表す許容充電電流誤差 ΔI_{max_chg1} と、許容放電電流 I_{max_dis1} の誤差を表す許容放電電流誤差 ΔI_{max_dis1} とを求める。また、第二許容電流演算部 704 は、許容充電電流 I_{max_chg2} の誤差を表す許容充電電流誤差 ΔI_{max_chg2} と、許容放電電流 I_{max_dis2} の誤差を表す許容放電電流誤差 ΔI_{max_dis2} とを求める。許容充電電流決定部 705 および許容放電電流決定部 706 は、これらの誤差の少なくとも一つに基づいて、重み係数 W_{chg} 、 W_{dis} をそれぞれ決定する。このようにしたので、別々の方法で求められた二種類の許容電流にそれぞれ含まれる誤差の大きさに応じて、適切な許容電流を求めることができる。

[0108] <第 4 の実施形態>

次に本発明の第 4 の実施形態について説明する。本実施形態では、組電池 110 の内部抵抗の変化を考慮して、許容電流を補正する例について説明する。

[0109] 組電池 110 は、充放電を繰り返すに従って劣化が進行すると、それに応じて内部抵抗が増加し、満充電容量が低下するなどの特性変化が生じる。電池状態予測部 702 は、予め充放電試験して得られた電池特性に従って組電池 110 の状態を予測するため、上記のような電池特性の変化が生じると、電池状態の予測結果に誤差が生じる。そのため、電池状態予測部 702 の予

測結果を用いて第二許容電流演算部 704 が演算する許容充電電流 I_{max_chg2} や許容放電電流 I_{max_dis2} にも、この誤差が含まれるようになる。

[0110] 図 19 は、本発明の第 4 の実施形態における補正を行わないで、第二許容電流演算部 704 の演算精度が低下した場合に、許容電流演算部 302 から最終的に出力される許容電流の様子を示す図である。第二許容電流演算部 704 の演算精度が低下して、上記の電池状態の予測結果に対する誤差が大きくなると、図 19 に示すように、第一許容電流演算部 703 から出力される許容充電電流 I_{max_chg1} や許容放電電流 I_{max_dis1} と、第二許容電流演算部 704 から出力される許容充電電流 I_{max_chg2} や許容放電電流 I_{max_dis2} との間の差が拡大する。したがって、組電池 110 の充放電が切り替わったときには、許容電流演算部 302 から出力される許容電流に大きな変動が生じることとなる。

[0111] そこで、本実施形態では、許容電流演算部 302 に、第二許容電流演算部 704 の演算結果を補正するための機能を追加するようにした。その具体的な内容について、以下に詳述する。

[0112] 図 20 は、本発明の第 4 の実施形態における許容電流演算部 302 のブロック線図の一例である。第 1 の実施形態で説明した図 7 のブロック線図と比較して、図 20 では、補正部 2001A、2001B がさらに加えられている。補正部 2001A は、第一許容電流演算部 703 からの許容充電電流 I_{max_chg1} と、第二許容電流演算部 704 からの許容充電電流 I_{max_chg2} とを比較し、その比較結果に基づいて、許容充電電流 I_{max_chg2} を補正する。補正部 2001B は、第一許容電流演算部 703 からの許容放電電流 I_{max_dis1} と、第二許容電流演算部 704 からの許容放電電流 I_{max_dis2} とを比較し、その比較結果に基づいて、許容放電電流 I_{max_dis2} を補正する。

[0113] 具体的には、補正部 2001A では、許容充電電流 I_{max_chg1} と許容充電電流 I_{max_chg2} の差を求め、この差に基づいて決定される

補正係数を用いて、許容充電電流 I_{max_chg2} を補正する。または、許容充電電流 I_{max_chg1} と許容充電電流 I_{max_chg2} の比率を求め、この比率に基づいて決定される補正係数を用いて、許容充電電流 I_{max_chg2} を補正する。そして、補正結果を補正後の許容充電電流 I_{max_chg2}' として出力する。同様に、補正部 2001B では、許容放電電流 I_{max_dis1} と許容放電電流 I_{max_dis2} の差を求め、この差に基づいて決定される補正係数を用いて、許容放電電流 I_{max_dis2} を補正する。または、許容放電電流 I_{max_dis1} と許容放電電流 I_{max_dis2} の比率を求め、この比率に基づいて決定される補正係数を用いて、許容放電電流 I_{max_dis2} を補正する。そして、補正結果を補正後の許容放電電流 I_{max_dis2}' として出力する。なお、これらの差や比率の平均値から補正係数を決定することで、充電側と放電側で共通の補正係数としてもよい。また、差や比率が所定の範囲内の場合は補正を行わずに、所定の範囲外となったときに補正を行ってもよい。さらに、組電池 110 の充放電時間や、電池状態予測部 702 が出力できる $V_{P_{pred}}$ 等の分極電圧に応じて補正係数を設けることも可能である。いずれの場合でも、補正部 2001A および 2001B において、許容充電電流 I_{max_chg1} と許容充電電流 I_{max_chg2} の差または比率や、許容放電電流 I_{max_dis1} と許容放電電流 I_{max_dis2} の差または比率に応じた複数の補正係数を予め保持させておけば、この中から選択した補正係数を用いて、許容充電電流 I_{max_chg2} と許容放電電流 I_{max_dis2} をそれぞれ補正することができる。

[0114] 図 21 は、本発明の第 4 の実施形態における許容電流演算部 302 のブロック線図の他の一例である。第 1 の実施形態で説明した図 7 のブロック線図と比較して、図 21 では、補正部 2101A、2101B がさらに加えられている。補正部 2101A は、第一許容電流演算部 703 からの許容充電電流 I_{max_chg1} と、第二許容電流演算部 704 からの許容充電電流 I_{max_chg2} とを比較し、その比較結果に基づいて、電池状態予測部 7

02から電池状態の予測結果として出力される電池特性情報のうち、第二許容電流演算部704が許容充電電流 I_{max_chg2} を求めるために用いるものを補正する。補正部2101Bは、第一許容電流演算部703からの許容放電電流 I_{max_dis1} と、第二許容電流演算部704からの許容放電電流 I_{max_dis2} とを比較し、その比較結果に基づいて、電池状態予測部702から電池状態の予測結果として出力される電池特性情報のうち、第二許容電流演算部704が許容放電電流 I_{max_dis2} を求めるために用いるものを補正する。

[0115] 具体的には、補正部2101Aでは、許容充電電流 I_{max_chg1} と許容充電電流 I_{max_chg2} の差や比率を求め、これらが解消する方向に、電池状態予測部702から出力される充電時の内部抵抗予測値 R_{pred_chg} を補正する。同様に、補正部2101Bでは、許容放電電流 I_{max_dis1} と許容放電電流 I_{max_dis2} の差や比率を求め、これらが解消する方向に、電池状態予測部702から出力される放電時の内部抵抗予測値 R_{pred_dis} を補正する。なお、これらの差や比率の平均値を計算することで、充電側と放電側で共通の補正を実行しても良い。また、差や比率が所定の範囲内の場合は補正を行わずに、所定の範囲外となったときに補正を行ってもよい。さらに、組電池110の充放電時間や、電池状態予測部702が出力できる V_{Ppred} 等の分極電圧に応じて、補正係数を決定してもよい。分極電圧 V_{Ppred} を得るための分極抵抗403やキャパシタンス成分404、分極抵抗403とキャパシタンス成分404で決定される時定数を補正するようにしてもよい。いずれの場合でも、補正部2101Aおよび2101Bにおいて、許容充電電流 I_{max_chg1} と許容充電電流 I_{max_chg2} の差や比率、許容放電電流 I_{max_dis1} と許容放電電流 I_{max_dis2} の差や比率に応じた複数の補正係数を予め保持させれば、前記差や比率に応じて選択した補正係数を用いて、内部抵抗予測値 R_{pred_chg} 、 R_{pred_dis} などをそれぞれ補正することができる。

[0116] 本実施形態では、以上説明したような二つの例のいずれを用いた場合でも、第一許容電流演算部 703 と第二許容電流演算部 704 の出力を比較し、その比較結果に基づいて、第二許容電流演算部 704 の出力に含まれる許容電流誤差を改善できる。

[0117] 図 22 は、本発明の第 4 の実施形態において許容電流演算部 302 から最終的に出力される許容電流の様子を示す図である。図 22 において、時刻 T0 から時刻 T1 までの期間内に、第一許容電流演算部 703 が出力する I_{max_chg1} と、第二許容電流演算部 704 が出力する I_{max_chg2} との間に、大きな違いが発生している。このとき、時刻 T1 以降では、上記の補正処理により、第二許容電流演算部 704 が出力する I_{max_chg2} が補正されていることが分かる。また、時刻 T1 から時刻 T2 までの期間内に、第一許容電流演算部 703 が出力する I_{max_dis1} と、第二許容電流演算部 704 が出力する I_{max_dis2} との間に、大きな違いが発生している。このとき、時刻 T2 以降では、上記の補正処理により、第二許容電流演算部 704 が出力する I_{max_dis2} が補正されていることが分かる。

[0118] 以上説明した本発明の第 4 の実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

[0119] (1) 組電池制御部 150 において、許容電流演算部 302 は、第一許容電流演算部 703 と、第二許容電流演算部 704 と、許容充電電流決定部 705 と、許容放電電流決定部 706 と、補正部 2001A および 2001B、または補正部 2101A および 2101B とを備える。第一許容電流演算部 703 は、電圧検知部 140 により検知された組電池 110 の電圧に基づく組電池 110 の許容電流として、許容充電電流 I_{max_chg1} および許容放電電流 I_{max_dis1} を求める。第二許容電流演算部 704 は、組電池 110 の電圧を用いずに、組電池 110 の許容電流として、許容充電電流 I_{max_chg2} および許容放電電流 I_{max_dis2} を求める。補正部 2001A および 2101A は、許容充電電流 I_{max_chg1} と許

容充電電流 I_{max_chg2} を比較し、その比較結果に基づいて所定の補正処理をそれぞれ行う。補正部 2001B および 2101B は、許容放電電流 I_{max_dis1} と許容放電電流 I_{max_dis2} を比較し、その比較結果に基づいて所定の補正処理をそれぞれ行う。このようにしたので、組電池 110 の劣化状態に応じた内部抵抗の上昇による影響を考慮して、組電池 110 の許容電流を高精度に検知することができる。

[0120] (2) 補正部 2001A および 2001B は、第二許容電流演算部 704 による許容充電電流 I_{max_chg2} と許容放電電流 I_{max_dis2} の演算結果をそれぞれ補正することにより、補正処理を行う。また、補正部 2101A および 2101B は、第二許容電流演算部 704 が許容充電電流 I_{max_chg2} や許容放電電流 I_{max_dis2} を求めるために用いる組電池 110 の特性情報である内部抵抗予測値 R_{pred_chg} 、 R_{pred_dis} をそれぞれ補正する補正処理を行う。このようにしたので、組電池 110 の内部抵抗の上昇に応じて、得られる許容電流に対して適切な補正処理を行うことができる。

[0121] (3) 補正部 2001A、2001B、2101A および 2101B は、許容充電電流 I_{max_chg1} と許容充電電流 I_{max_chg2} の差や比率、または許容放電電流 I_{max_dis1} と許容放電電流 I_{max_dis2} の差や比率に応じた複数の補正係数を予めそれぞれ保持しており、その複数の補正係数の中から選択した補正係数を用いて、それぞれの補正処理を行う。このようにしたので、組電池 110 の内部抵抗の上昇によって生じる許容充電電流 I_{max_chg2} や許容放電電流 I_{max_dis2} の変化分に応じて、適切に補正処理を行うことができる。

[0122] (4) 補正部 2001A、2001B、2101A および 2101B は、組電池 110 の充放電時間または $V_{P_{pred}}$ 等の分極電圧に応じて、それぞれの補正処理に用いる補正係数を決定することができる。このようにすれば、組電池 110 の劣化状態を考慮して、さらに適切な補正処理を行うことができる。

[0123] (5) 補正部2001Aおよび2101Aは、組電池110が充電されているときに、許容充電電流 I_{max_chg1} と許容充電電流 I_{max_chg2} を比較し、その比較結果に基づいてそれぞれの補正処理を行う。また、補正部2001Bおよび2101Bは、組電池110が放電されているときに、許容放電電流 I_{max_dis1} と許容放電電流 I_{max_dis2} を比較し、その比較結果に基づいてそれぞれの補正処理を行う。このようにしたので、組電池110の充放電状態に応じて、補正処理の対象とする許容電流を適切に切り替えることができる。

[0124] <第5の実施形態>

次に本発明の第5の実施形態について説明する。本実施形態では、許容電流の演算結果を監視して組電池110の劣化状態を推定し、その推定結果に基づいて組電池110の寿命判定を行う例について説明する。

[0125] 図23は、本発明の第5の実施形態において組電池制御部150が行う処理内容を表すブロック線図である。図23に示すように、本実施形態の組電池制御部150は、第1の実施形態において図3に示したブロック線図と比べて、許容電流演算部302の出力を監視して組電池110の劣化状態を推定する劣化推定部2301をさらに備えている。

[0126] 前述したように、組電池110は、充放電を繰り返すに従って劣化が進行すると、内部抵抗が増加して満充電容量が低下するなどの特性変化が生じる。組電池110において内部抵抗が増加すると、許容電流は低下する。劣化推定部2301は、この許容電流の低下度合いを監視することで、組電池110の劣化を推定する。具体的には、以下の式(21)を用いた許容電流の低下度合いの算出結果をSOHと定義した場合の、組電池110のSOHを求める。式(21)において、 I_{max_new} は新品時の組電池110の許容電流を表し、 I_{max_det} は現在の(劣化時の)組電池110の許容電流を表している。

$$SOH = I_{max_det} / I_{max_new} \quad (21)$$

[0127] 前述の各実施形態で説明したように、許容電流演算部302では、図7、

14、20および21に示したように、第一許容電流演算部703で求められた許容充電電流 I_{max_chg1} と、第二許容電流演算部704で求められた許容充電電流 I_{max_chg2} とに基づいて、許容充電電流決定部705により許容充電電流 I_{max_chg} が決定される。また、第一許容電流演算部703で求められた許容放電電流 I_{max_dis1} と、第二許容電流演算部704で求められた許容放電電流 I_{max_dis2} とに基づいて、許容放電電流決定部706により許容放電電流 I_{max_dis} が決定される。劣化推定部2301は、これら許容充電電流 I_{max_chg} および許容放電電流 I_{max_dis} の一方、または両方に着目して、組電池110の使用を開始した時点での許容電流演算部302からの出力を I_{max_new} として記憶しておき、現在の許容電流演算部302からの出力を I_{max_det} として、式(21)により、現在の組電池110のSOHを推定することができる。この場合、許容充電電流 I_{max_chg} と許容放電電流 I_{max_dis} を平均化して、 I_{max_det} や I_{max_new} を求めるようにしてもよい。

[0128] あるいは、劣化推定部2301において、第一許容電流演算部703からの出力や、第二許容電流演算部704からの出力を直接用いて、現在の組電池110のSOHを推定してもよい。すなわち、第一許容電流演算部703の出力に着目した場合は、組電池110の使用を開始した時点での許容充電電流 I_{max_chg1} および許容放電電流 I_{max_dis1} の一方または両方を I_{max_new} とし、現在の許容充電電流 I_{max_chg1} および許容放電電流 I_{max_dis1} の一方または両方を I_{max_det} として、式(21)により、現在の組電池110のSOHを推定することができる。また、第二許容電流演算部704の出力に着目した場合は、組電池110の使用を開始した時点での許容充電電流 I_{max_chg2} および許容放電電流 I_{max_dis2} の一方または両方を I_{max_new} とし、現在の許容充電電流 I_{max_chg2} および許容放電電流 I_{max_dis2} の一方または両方を I_{max_det} として、式(21)により、現在

の組電池 110 の S O H を推定することができる。

[0129] 以上説明したようにして劣化推定部 2301 が推定した組電池 110 の S O H は、車両制御部 200 により受信される。車両制御部 200 は、受信した S O H の値が予め定めた閾値を下回った場合に、組電池 110 が寿命であると判定する。なお、こうした組電池 110 の寿命判定を劣化推定部 2301 において行うようにしてもよい。また、S O H というパラメータで判定せず、演算して得られた許容電流値が閾値を下回った場合に寿命と判定することも可能である。

[0130] 以上説明した本発明の第 5 の実施形態によれば、劣化推定部 2301 は、第一許容電流演算部 703 による許容電流の演算結果および第二許容電流演算部 704 による許容電流の演算結果の少なくとも一つを監視し、組電池 110 の劣化状態を推定する。このようにしたので、電池システム 100 において、組電池 110 の劣化の進行状況を的確に判定することができる。

[0131] また、劣化推定部 2301 は、組電池 110 の劣化状態の推定結果に基づいて、組電池 110 が寿命であるかを判定してもよい。このようにすれば、電池システム 100 において、組電池 110 の寿命判定を的確に行うことができる。

[0132] <第 6 の実施形態>

次に本発明の第 6 の実施形態について説明する。本実施形態では、許容電流の補正結果を監視して組電池 110 の劣化状態を推定し、その推定結果に基づいて組電池 110 の寿命判定を行う例について説明する。

[0133] 図 24 は、本発明の第 6 の実施形態における許容電流演算部 302 のブロック線図である。第 4 の実施形態で説明した図 20 のブロック線図と比較して、図 24 では、劣化推定部 2401 がさらに加えられている。劣化推定部 2401 は、補正部 2001 A による許容電流の補正量または補正率を示す係数 K_c と、補正部 2001 B による許容電流の補正量または補正率を示す係数 K_d とを監視することで、組電池 110 の S O H を推定する。組電池 110 が劣化すると許容電流が小さくなるため、補正部 2001 A と補正部 2

001Bは許容電流の演算結果をこれに合わせるように補正する。このための許容電流の補正量または補正率を示す係数 K_c と K_d はSOHの代わりに組電池110の劣化度合いを把握するためのパラメータとして用いることができるためである。

[0134] 以上説明した本発明の第6の実施形態によれば、劣化推定部2401は、補正部2001A、2001Bによる補正処理の結果を監視し、組電池110の劣化状態を推定する。このようにしたので、電池システム100において、組電池110の劣化の進行状況を的確に判定することができる。

[0135] また、劣化推定部2401は、組電池110の劣化状態の推定結果に基づいて、組電池110が寿命であるかを判定してもよい。このようにすれば、電池システム100において、組電池110の寿命判定を的確に行うことができる。

[0136] <第7の実施形態>

次に本発明の第7の実施形態について説明する。本実施形態では、組電池110の特定情報の補正結果を監視して組電池110の劣化状態を推定し、その推定結果に基づいて組電池110の寿命判定を行う例について説明する。

[0137] 図25は、本発明の第7の実施形態における許容電流演算部302のブロック線図である。第4の実施形態で説明した図21のブロック線図と比較して、図25では、劣化推定部2501がさらに加えられている。劣化推定部2501は、補正部2101A、2101Bによる電池状態予測部702からの出力に対する補正結果 R_t を監視することで、組電池110のSOHを推定する。たとえば、補正部2101A、2101Bにより補正された内部抵抗予測値 R_{pred_chg} 、 R_{pred_dis} を補正結果 R_t として取得し、これを用いて、以下の式(22)により、現在の組電池110のSOHを推定することができる。式(22)において、 R_{new} は新品時の組電池110の内部抵抗を表し、 R_{det} は現在の(劣化時の)組電池110の内部抵抗を表している。

$$SOH = R_det / R_new \quad (22)$$

[0138] 前述の第4の実施形態で説明したように、補正部2101Aは、第一許容電流演算部703で求められた許容充電電流 I_{max_chg1} と、第二許容電流演算部704で求められた許容充電電流 I_{max_chg2} とに基づいて、電池状態予測部702から出力される充電時の内部抵抗予測値 R_{pred_chg} を補正する。また、補正部2101Bは、第一許容電流演算部703で求められた許容放電電流 I_{max_dis1} と、第二許容電流演算部704で求められた許容放電電流 I_{max_dis2} とに基づいて、電池状態予測部702から出力される放電時の内部抵抗予測値 R_{pred_dis} を補正する。劣化推定部2501は、これら内部抵抗予測値 R_{pred_chg} および R_{pred_dis} の補正結果の一方、または両方に着目して、組電池110の使用を開始した時点での電池状態予測部702からの出力を R_new として記憶しておき、現在の電池状態予測部702からの出力を R_det として、式(22)により、現在の組電池110のSOHを推定することができる。この場合、充電時の内部抵抗予測値 R_{pred_chg} と放電時の内部抵抗予測値 R_{pred_dis} を平均化して、 R_det や R_new を求めるようにしてもよい。

[0139] 以上説明した本発明の第7の実施形態によれば、劣化推定部2501は、補正部2101A、2101Bによる補正処理の結果を監視し、組電池110の劣化状態を推定する。このようにしたので、電池システム100において、組電池110の劣化の進行状況を的確に判定することができる。

[0140] また、劣化推定部2501は、組電池110の劣化状態の推定結果に基づいて、組電池110が寿命であるかを判定してもよい。このようにすれば、電池システム100において、組電池110の寿命判定を的確に行うことができる。

[0141] 以上の各実施形態では、本発明を具体的に説明したが、本発明はこれらの各実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々に変更可能であることは言うまでもない。さらに、各実施の形態を任意に組み

合わせて実施することも可能である。

[0142] また、上記各構成、機能、処理部などは、それらの全部または一部を、例えば集積回路で設計することによりハードウェアとして実現することもできるし、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを実行することによりソフトウェアとして実現することもできる。各機能を実現するプログラム、テーブルなどの情報は、メモリやハードディスクなどの記憶装置、ＩＣカード、ＤＶＤなどの記憶媒体に格納することができる。また、これらの記憶媒体やインターネットなどの電気通信回線を通じて、上記の各実施形態による電池システム１００の組電池制御部１５０に、各実施形態で説明したような処理を実行させるためのプログラムを提供することもできる。

[0143] 図２６は、組電池制御部１５０にプログラムを提供する様子を示す図である。パーソナルコンピュータ１０は、組電池制御部１５０と接続されており、サーバ装置１１から通信回線１２を介して提供されたプログラム、またはＣＤ－ＲＯＭ１３から読み出したプログラムを組電池制御部１５０に供給する。また、パーソナルコンピュータ１０を介さずに、サーバ装置１１から通信回線１２を介して組電池制御部１５０にプログラムを供給することもできる。通信回線１２は、インターネット、パソコン通信などの通信回線、専用通信回線、携帯電話回線網などである。サーバ１１は、通信回線１２を介してプログラムをパーソナルコンピュータ１０や組電池制御部１５０に送信する。すなわち、プログラムを搬送波上のデータ信号に変換して、通信回線１２を介して送信する。このように、記録媒体や搬送波などの種々の形態のコンピュータ読み込み可能なプログラム製品として、組電池制御部１５０において実行可能なプログラムを提供することができる。

[0144] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願２０１４年第１４６７５０号（２０１４年７月１７日出願）

符号の説明

[0145] １００：電池システム、１１０：組電池、１１１：単電池、１１２：単電

池群、120：単電池管理部、121：単電池制御部、122：電圧検出回路、123：制御回路、124：信号入出力回路、125：温度検知部、130：電流検知部、140：電圧検知部、150：組電池制御部、160：信号通信手段、170：絶縁素子、180：記憶部、200：車両制御部、300a～300d：リレー、301：充電状態演算部、302：許容電流演算部、400：インバータ、410：モータジェネレータ、420：充電器、701：内部抵抗検知部、702：電池状態予測部、703：第一許容電流演算部、704：第二許容電流演算部、705：許容充電電流決定部、706：許容放電電流決定部、2001A，2001B，2101A，2101B：補正部、2301，2401，2501：劣化推定部

請求の範囲

- [請求項1] 電池の状態を検知する装置であって、
- 電圧検知部により検知された前記電池の電圧に基づく前記電池の第一の許容電流を求める第一許容電流演算部と、
- 前記電池の電圧を用いずに前記電池の第二の許容電流を求める第二許容電流演算部と、
- 前記第一の許容電流と前記第二の許容電流を比較し、その比較結果に基づいて所定の補正処理を行う補正部と、を備える電池状態検知装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電池状態検知装置において、
- 前記補正部は、前記第二の許容電流演算部による前記第二の許容電流の演算結果、または前記第二の許容電流演算部が前記第二の許容電流を求めるために用いる前記電池の特性情報を補正することにより、前記補正処理を行う電池状態検知装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の電池状態検知装置において、
- 前記補正部は、前記第一の許容電流と前記第二の許容電流の差に応じた複数の補正係数を予め保持しており、前記複数の補正係数の中から選択した補正係数を用いて前記補正処理を行う電池状態検知装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の電池状態検知装置において、
- 前記補正部は、前記電池の充放電時間または前記電池の分極電圧に基づいて、前記補正処理に用いる前記補正係数を決定する電池状態検知装置。
- [請求項5] 請求項1乃至4のいずれか一項に記載の電池状態検知装置において、
- 、
- 前記第一許容電流演算部による前記第一の許容電流の演算結果、前記第二許容電流演算部による前記第二の許容電流の演算結果、前記補正部による前記補正処理の結果の少なくとも一つを監視し、前記電池の劣化状態を推定する劣化推定部をさらに備える電池状態検知装置。

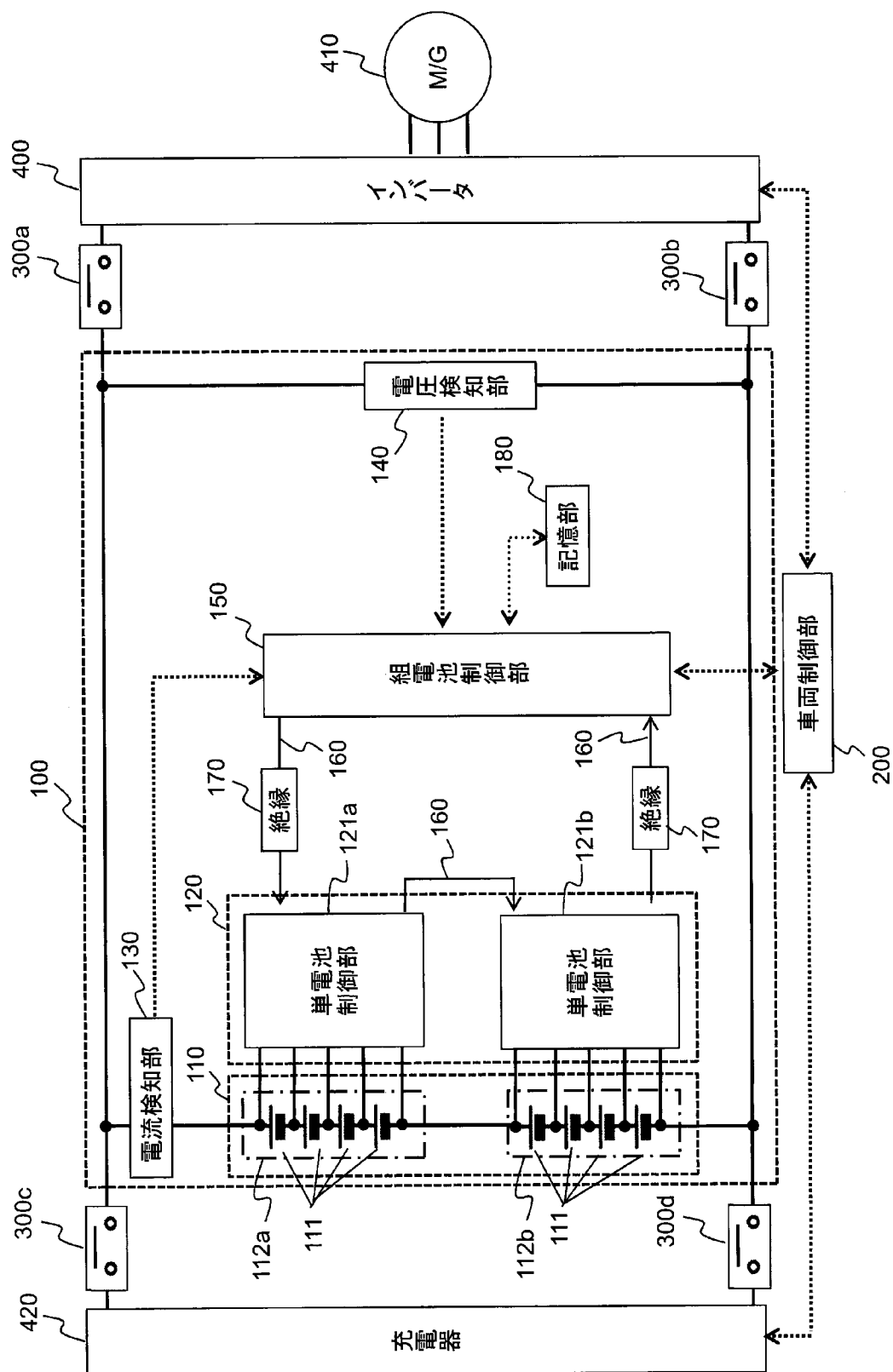
- [請求項6] 請求項5に記載の電池状態検知装置において、
前記劣化推定部は、前記電池の劣化状態の推定結果に基づいて、前記電池が寿命であるか否かを判定する電池状態検知装置。
- [請求項7] 請求項1に記載の電池状態検知装置において、
前記第一の許容電流は、前記電池の充電に対する第一の許容充電電流と、前記電池の放電に対応する第一の許容放電電流とを含み、
前記第二の許容電流は、前記電池の充電に対する第二の許容充電電流と、前記電池の放電に対応する第二の許容放電電流とを含み、
前記補正部は、
前記電池が充電されているときには、前記第一の許容充電電流と前記第二の許容充電電流を比較し、その比較結果に基づいて前記補正処理を行い、
前記補正部は、
前記電池が放電されているときには、前記第一の許容放電電流と前記第二の許容放電電流を比較し、その比較結果に基づいて前記補正処理を行う電池状態検知装置。
- [請求項8] 請求項1乃至7のいずれか一項に記載の電池状態検知装置と、
前記電圧検知部により電圧が検知され、前記第一の許容電流および前記第二の許容電流の少なくとも一つに基づいて決定された許容電流に基づいて充放電される二次電池と、を備える二次電池システム。
- [請求項9] 電池に接続された電池状態検知装置内のコンピュータにより実行されるプログラム製品であって、前記コンピュータを、
前記電池の電圧検知結果に基づく前記電池の第一の許容電流を求める第一許容電流演算部と、
前記電池の電圧検知結果を用いずに前記電池の第二の許容電流を求める第二許容電流演算部と、
前記第一の許容電流と前記第二の許容電流を比較し、その比較結果に基づいて所定の補正処理を行う補正部として機能させるプログラム

製品。

[請求項10]

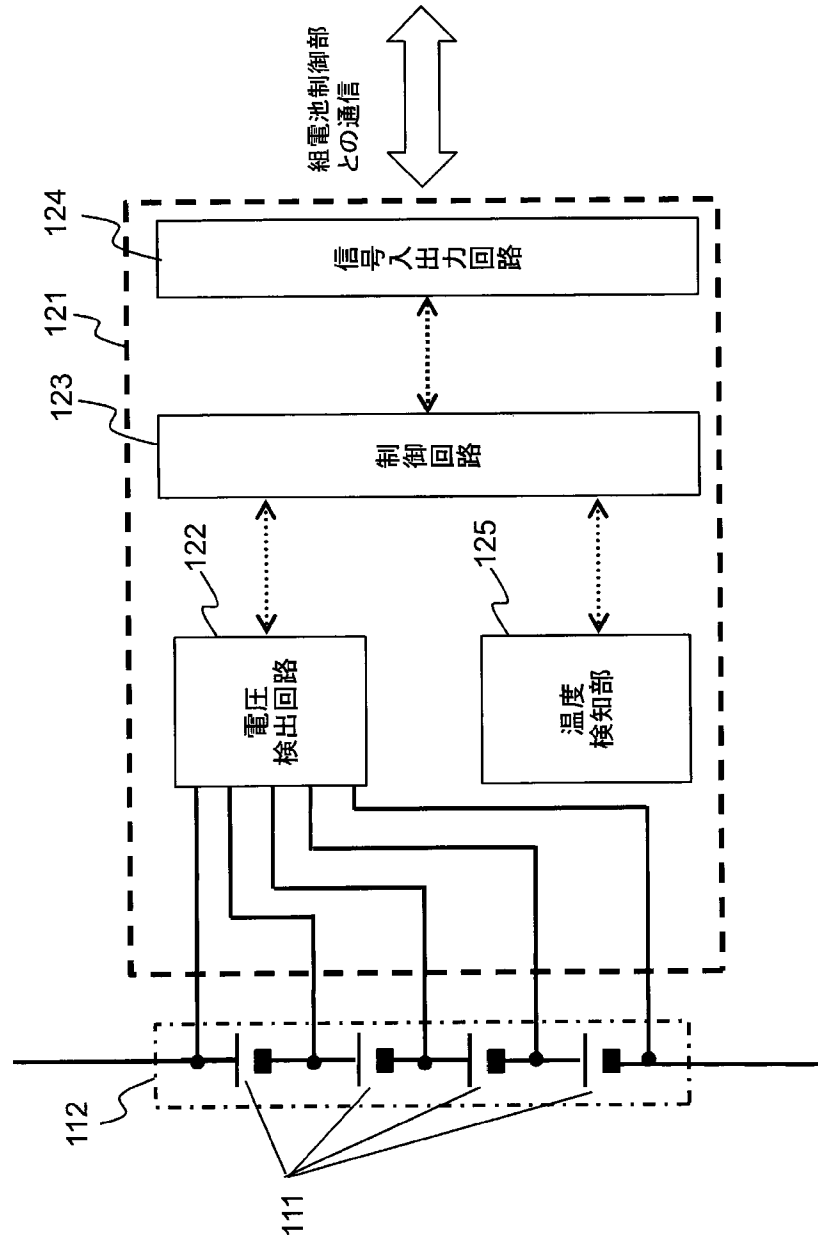
電池の状態を検知する方法であって、
前記電池の電圧を検知し、
前記電池の電圧検知結果に基づく前記電池の第一の許容電流を求め、
前記電池の電圧検知結果を用いずに前記電池の第二の許容電流を求め、
前記第一の許容電流と前記第二の許容電流を比較し、その比較結果に基づいて所定の補正処理を行う電池状態検知方法。

𠂇



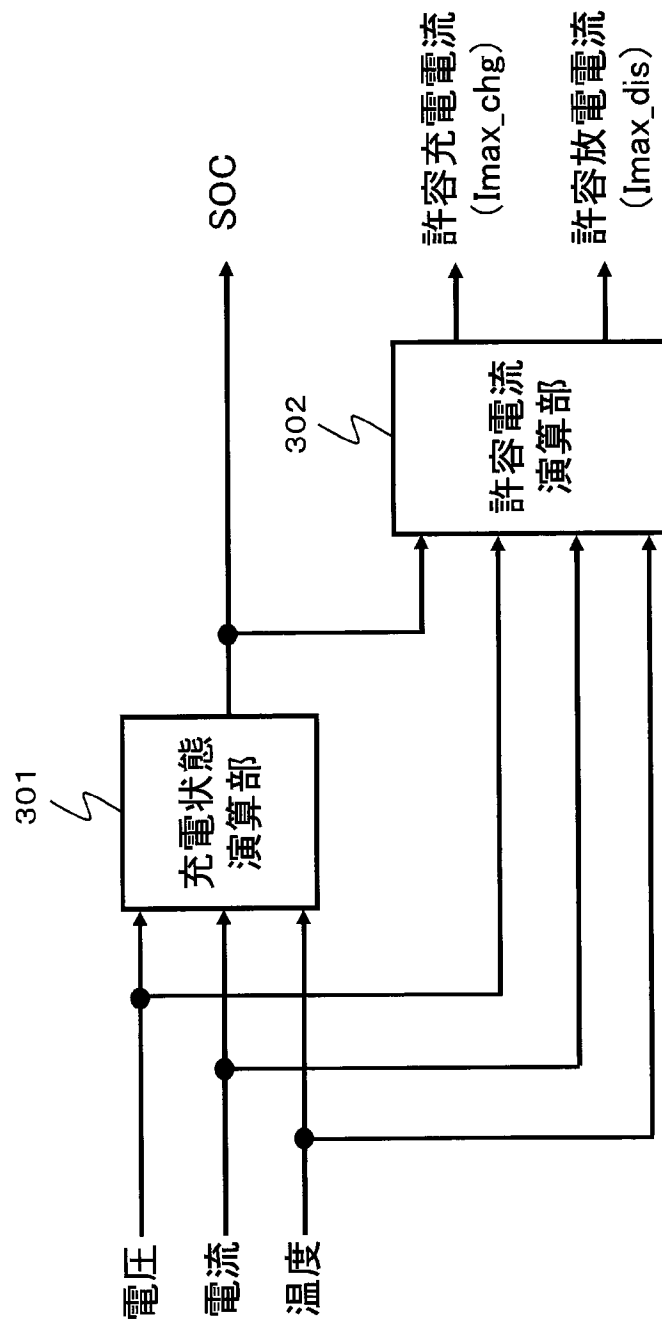
[図2]

図2



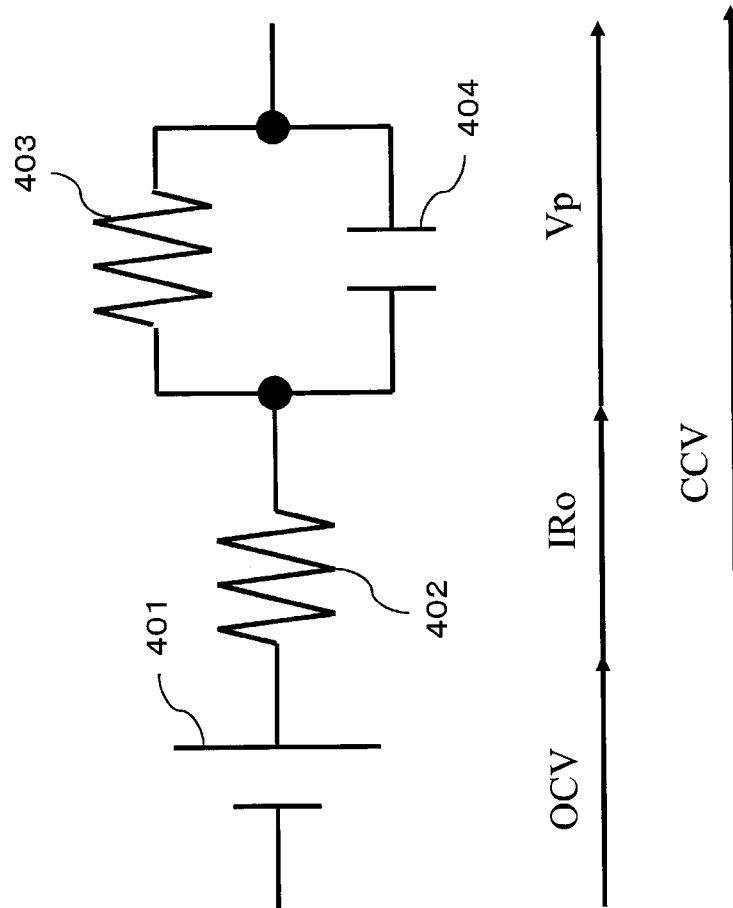
[図3]

図3



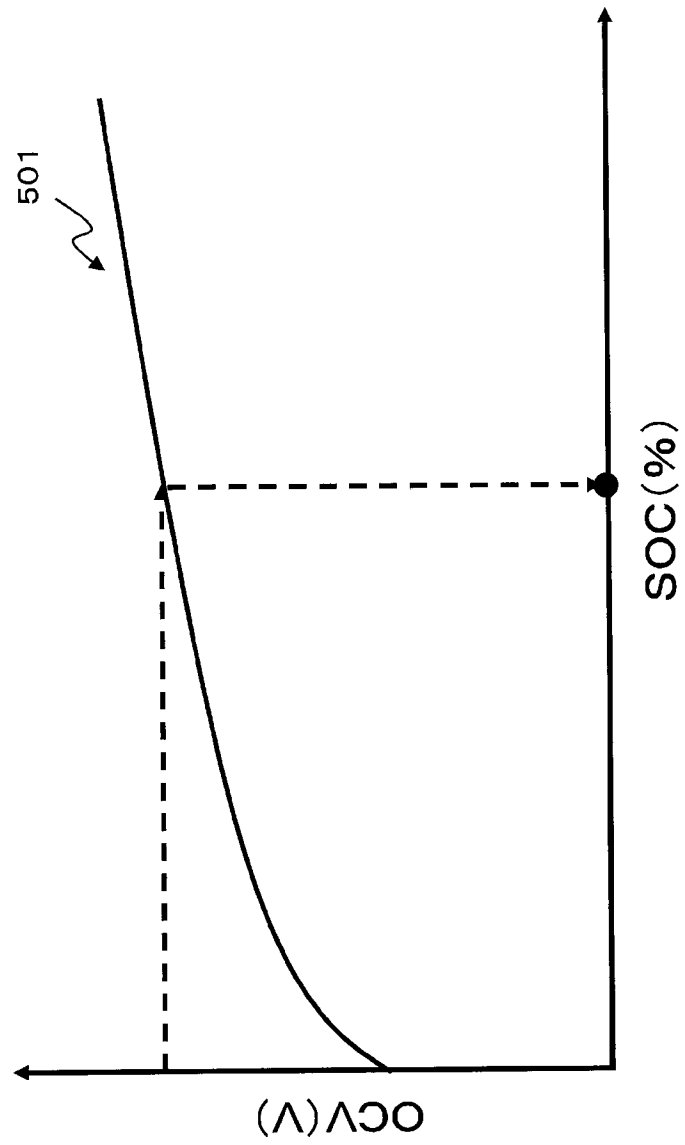
[図4]

図4



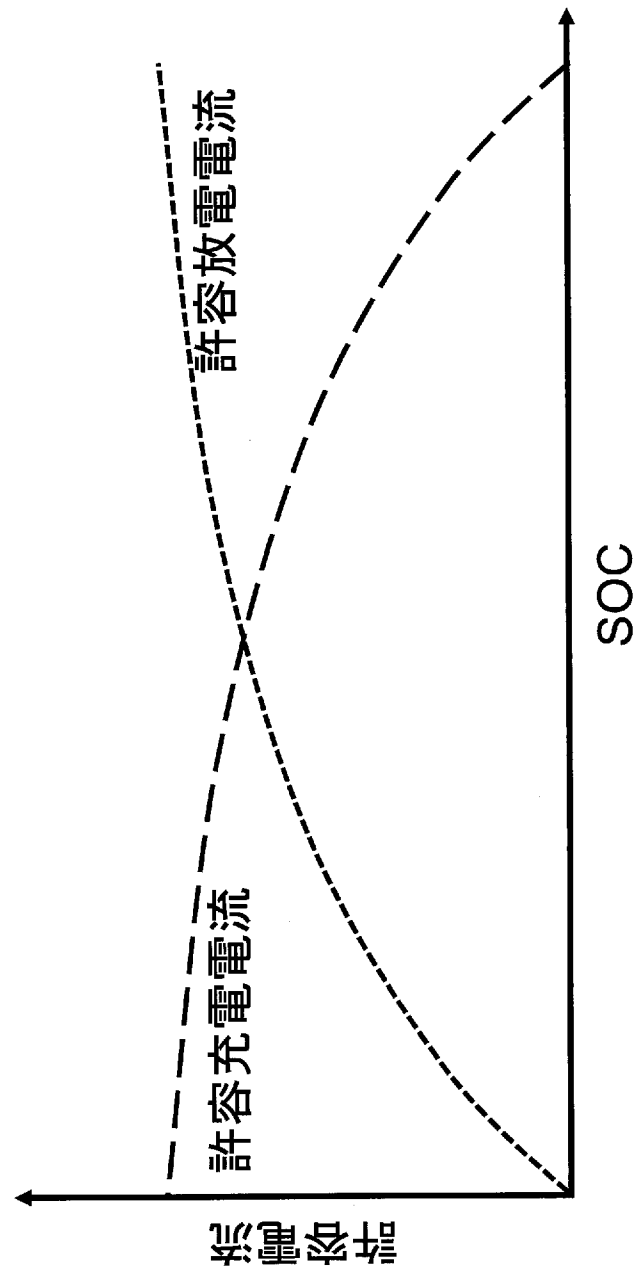
[図5]

図5

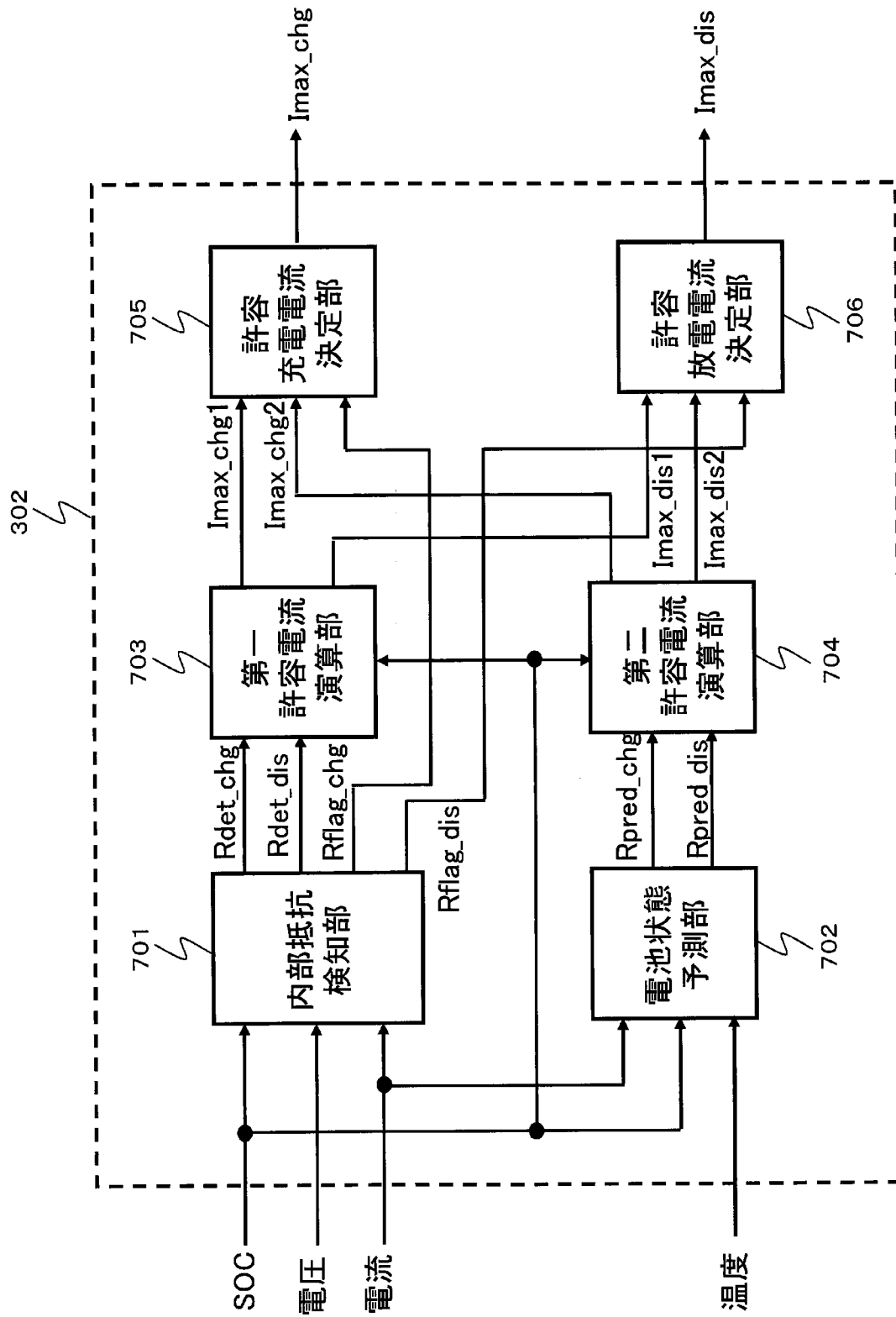


[図6]

図6

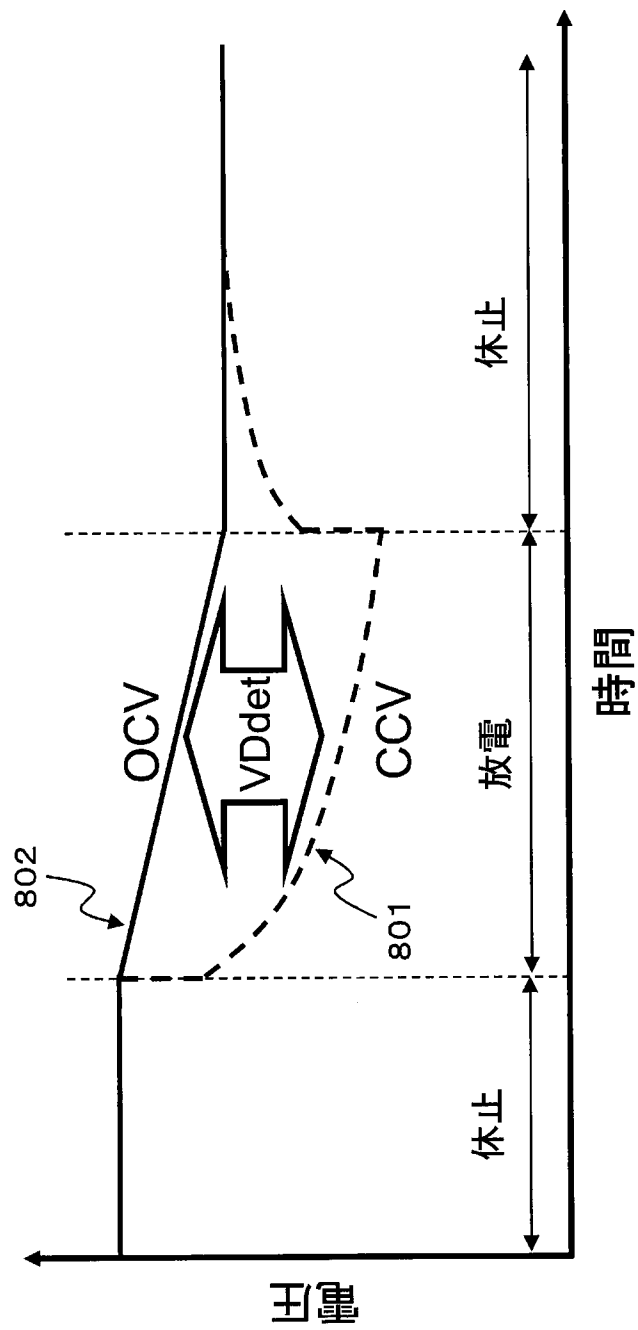


[図7]



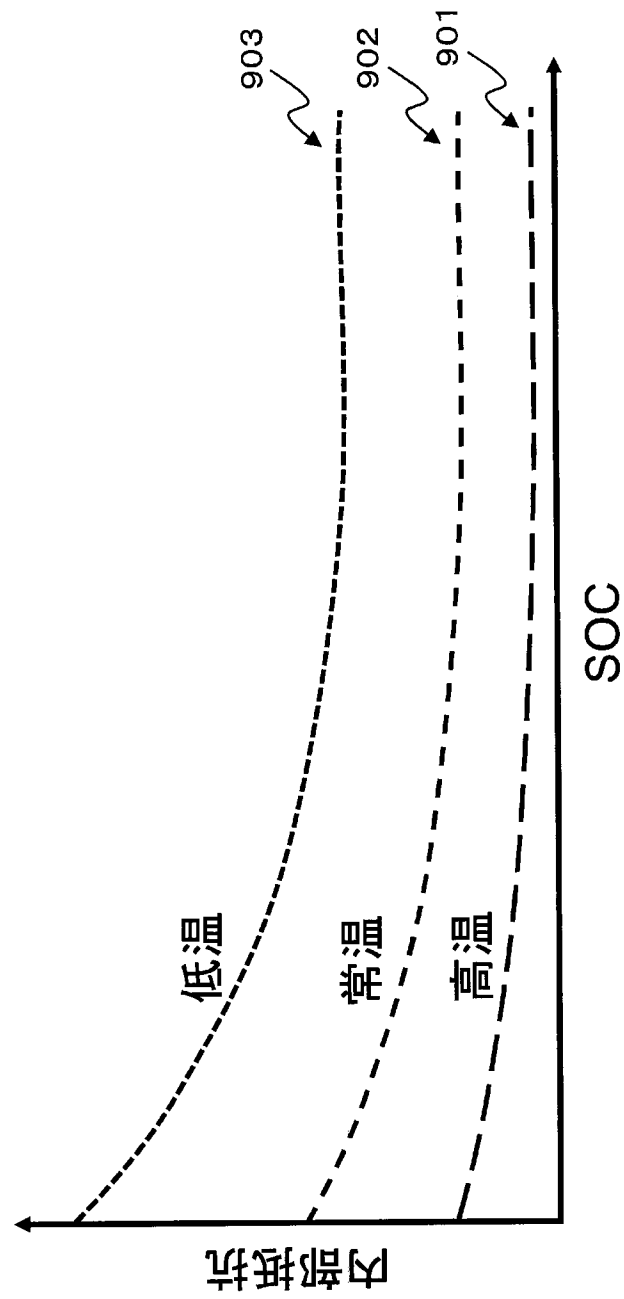
[図8]

図8

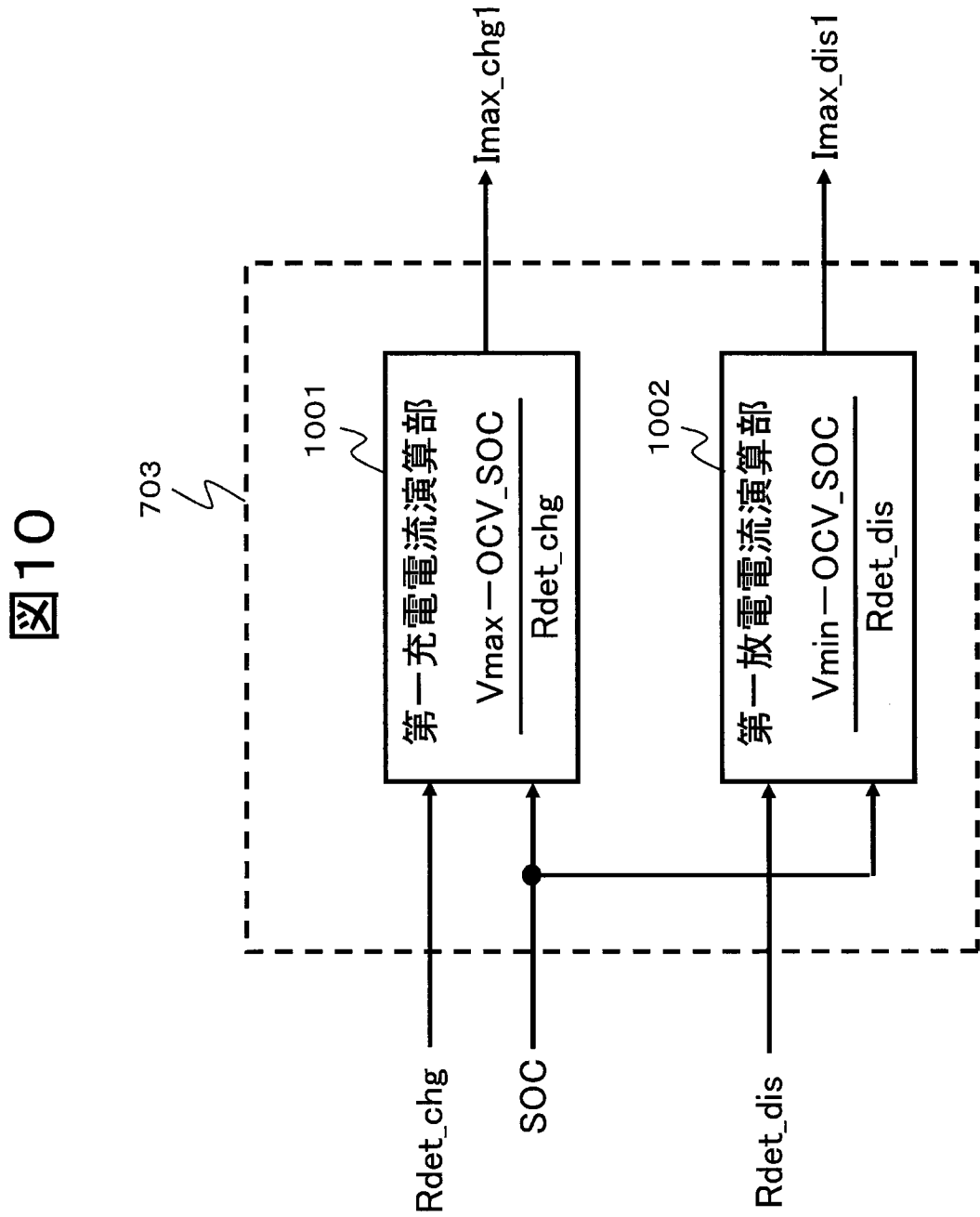


[図9]

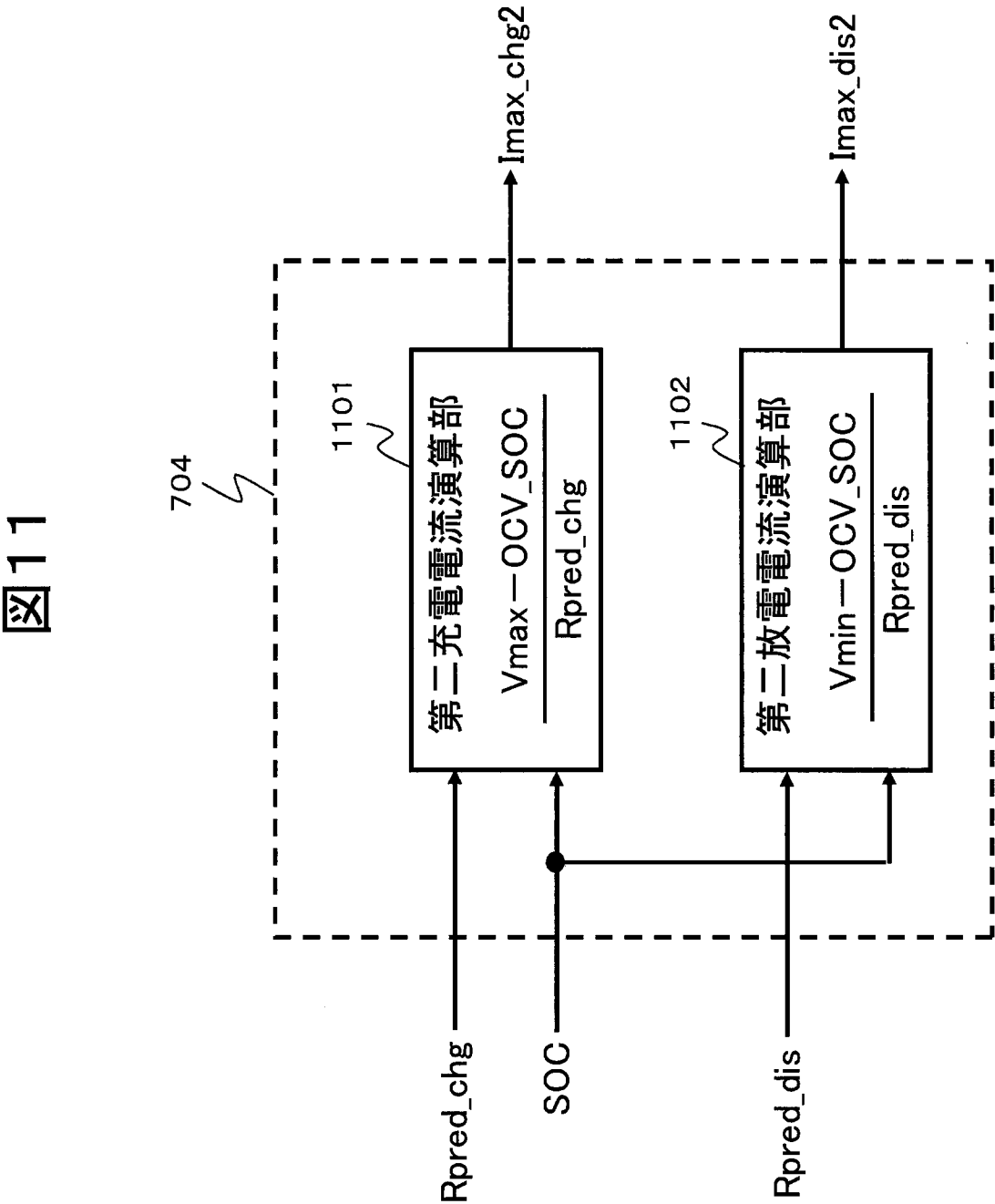
図9



[図10]

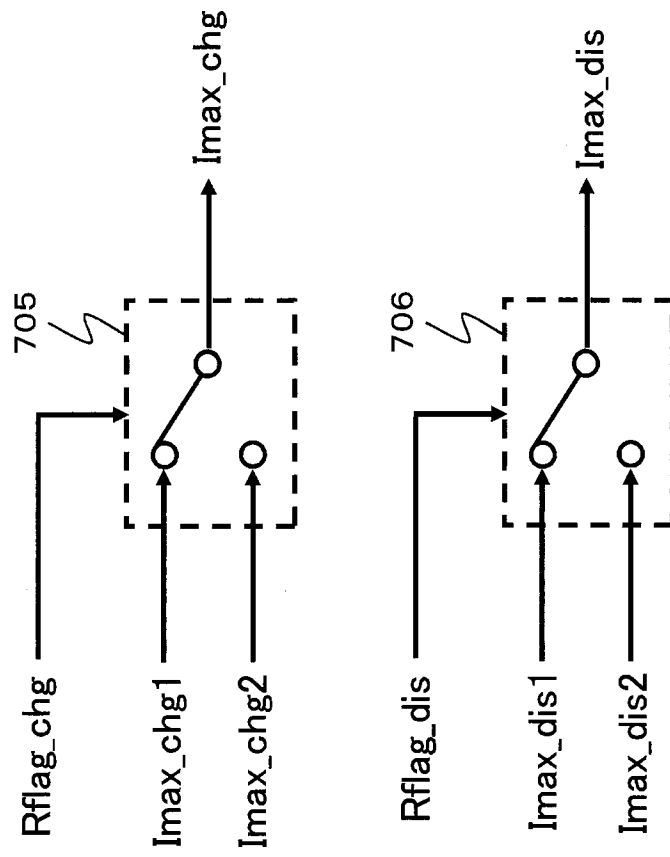


[図11]



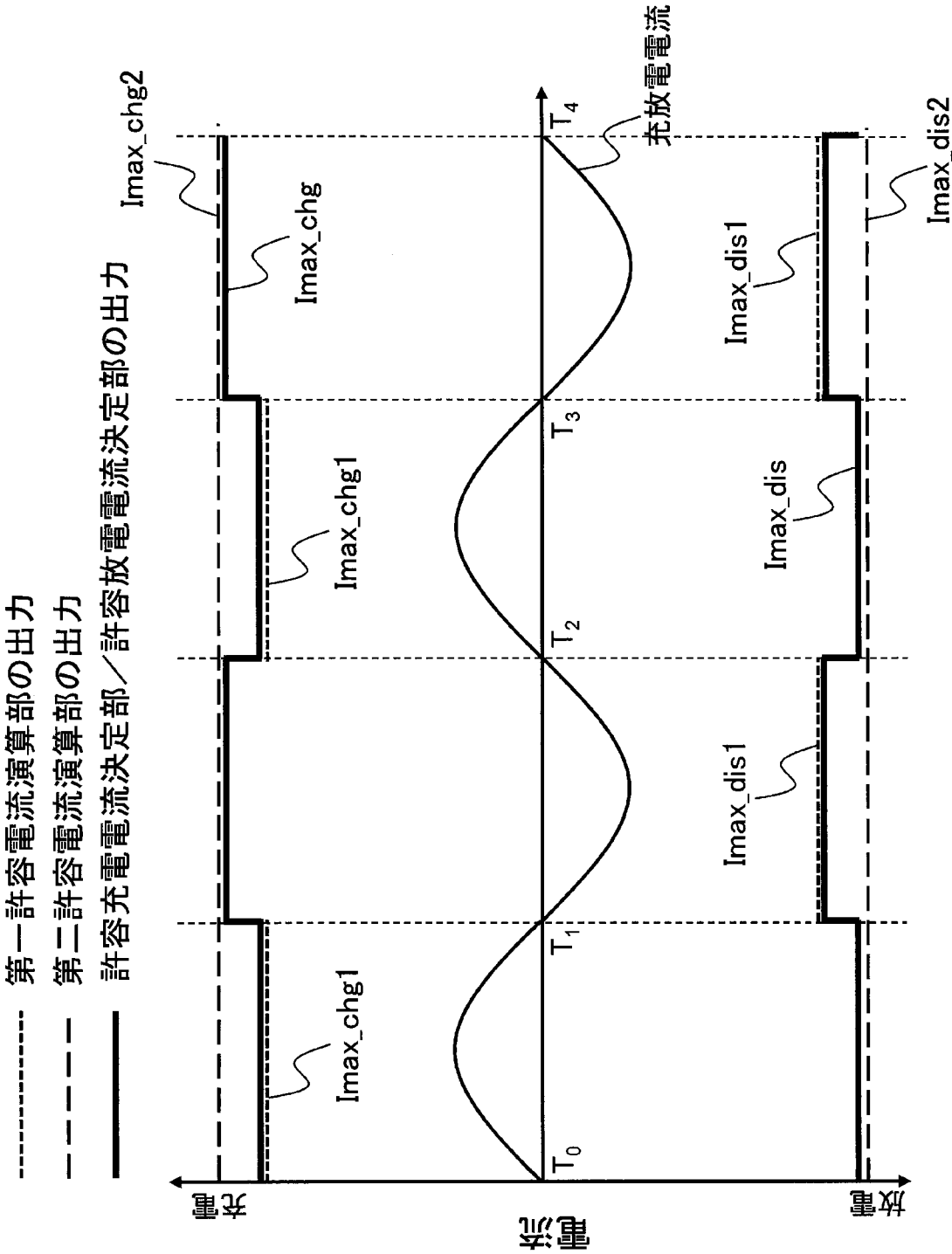
[図12]

図12

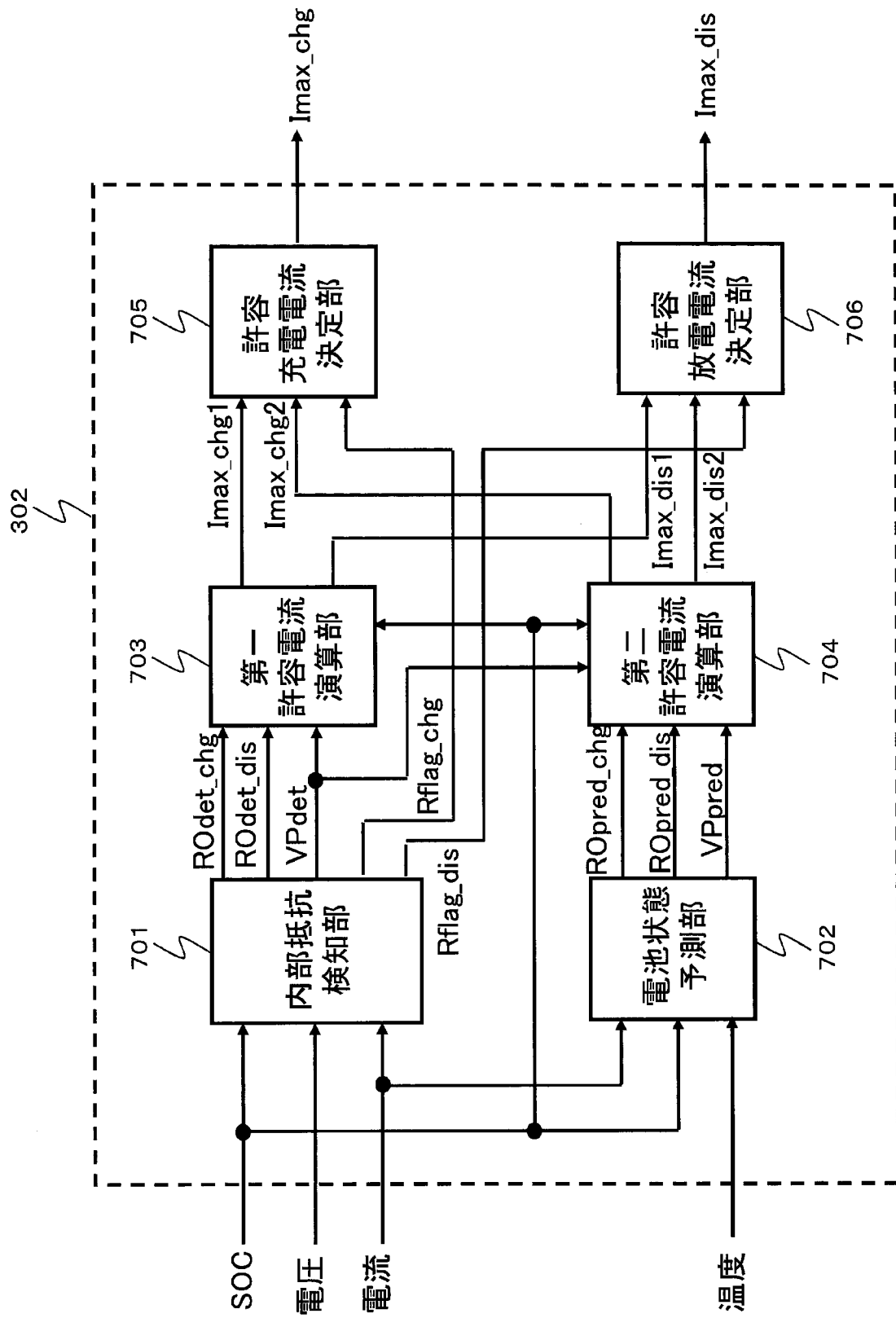


[図13]

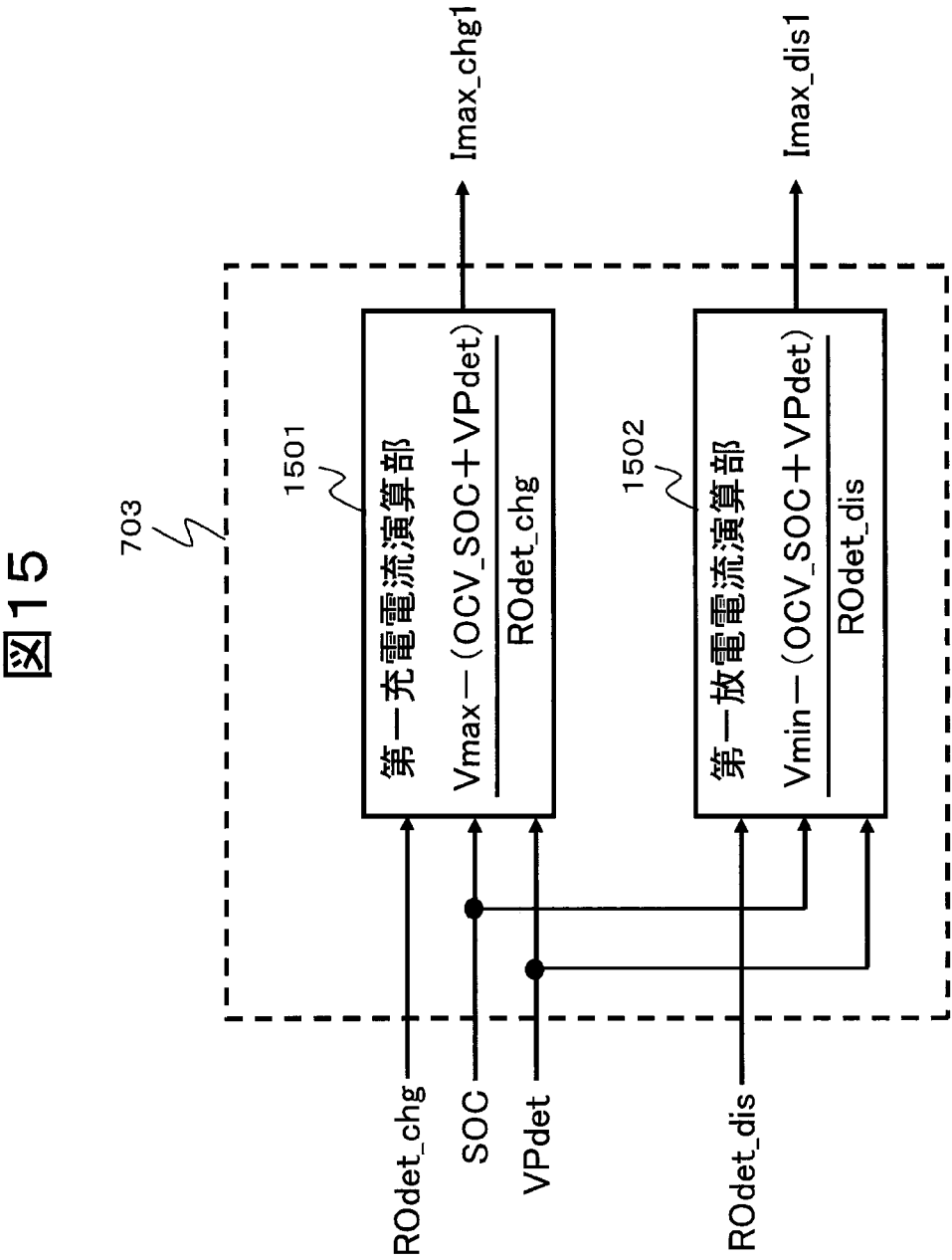
図13



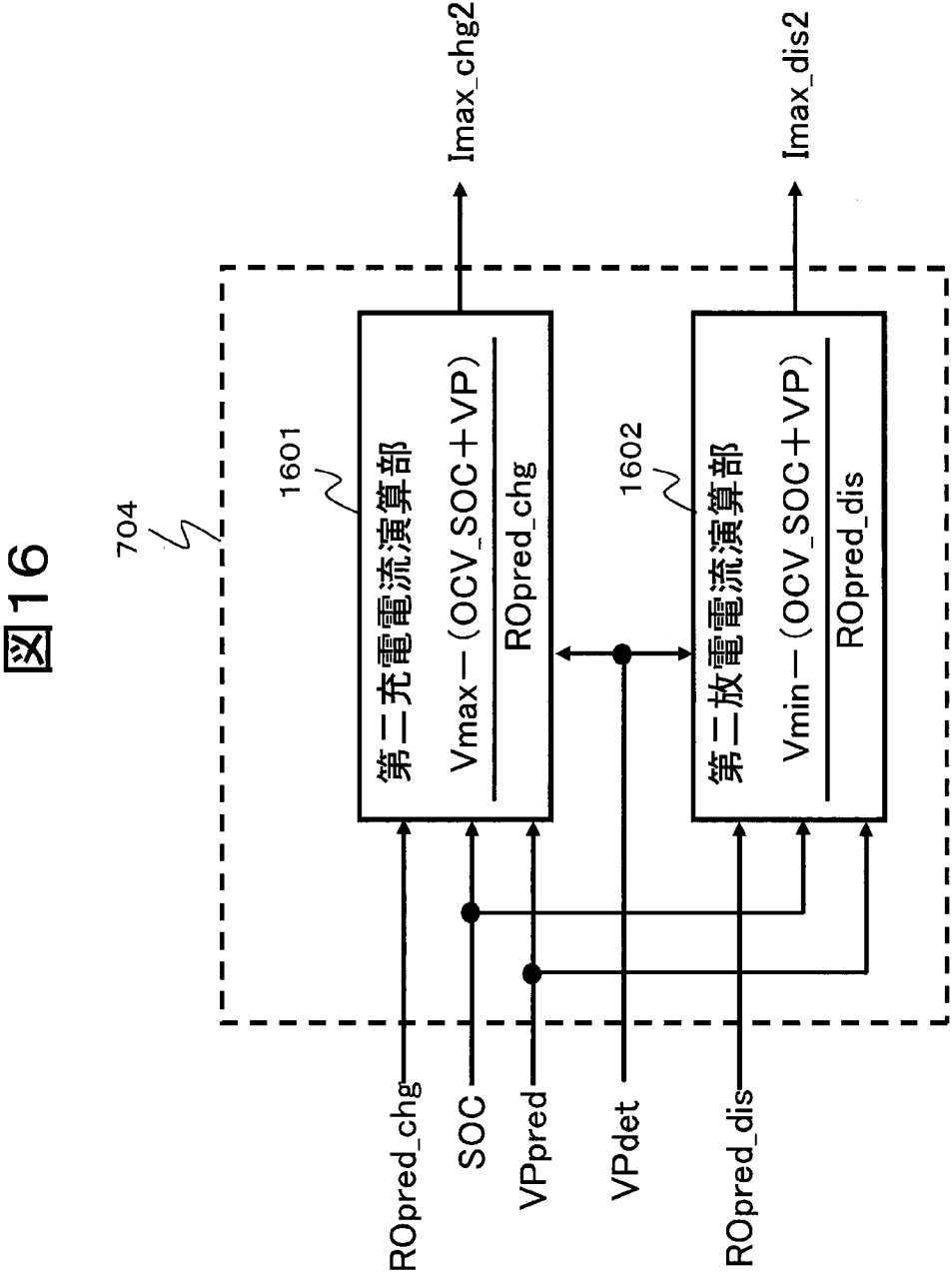
[図14]



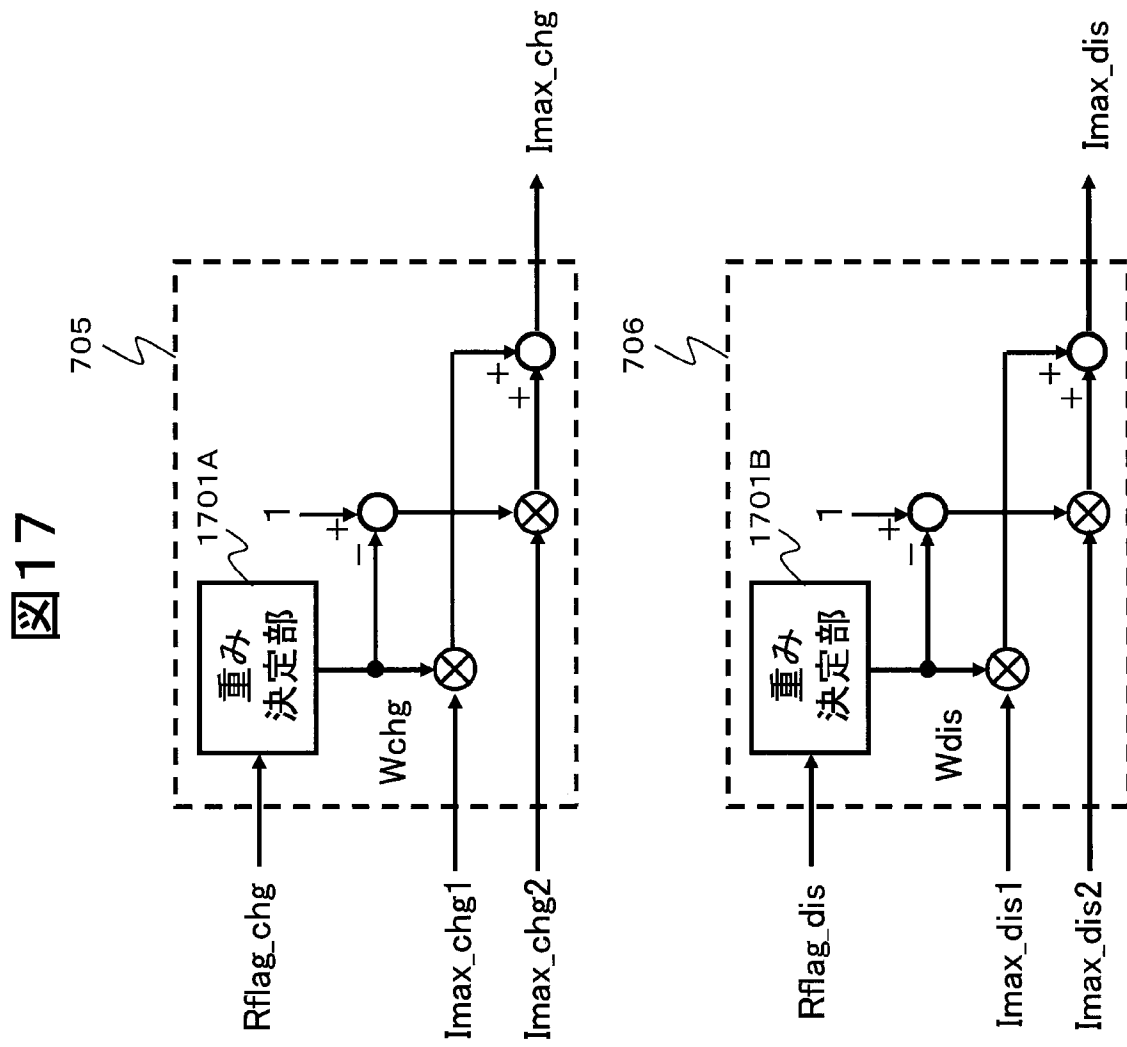
[図15]



[図16]

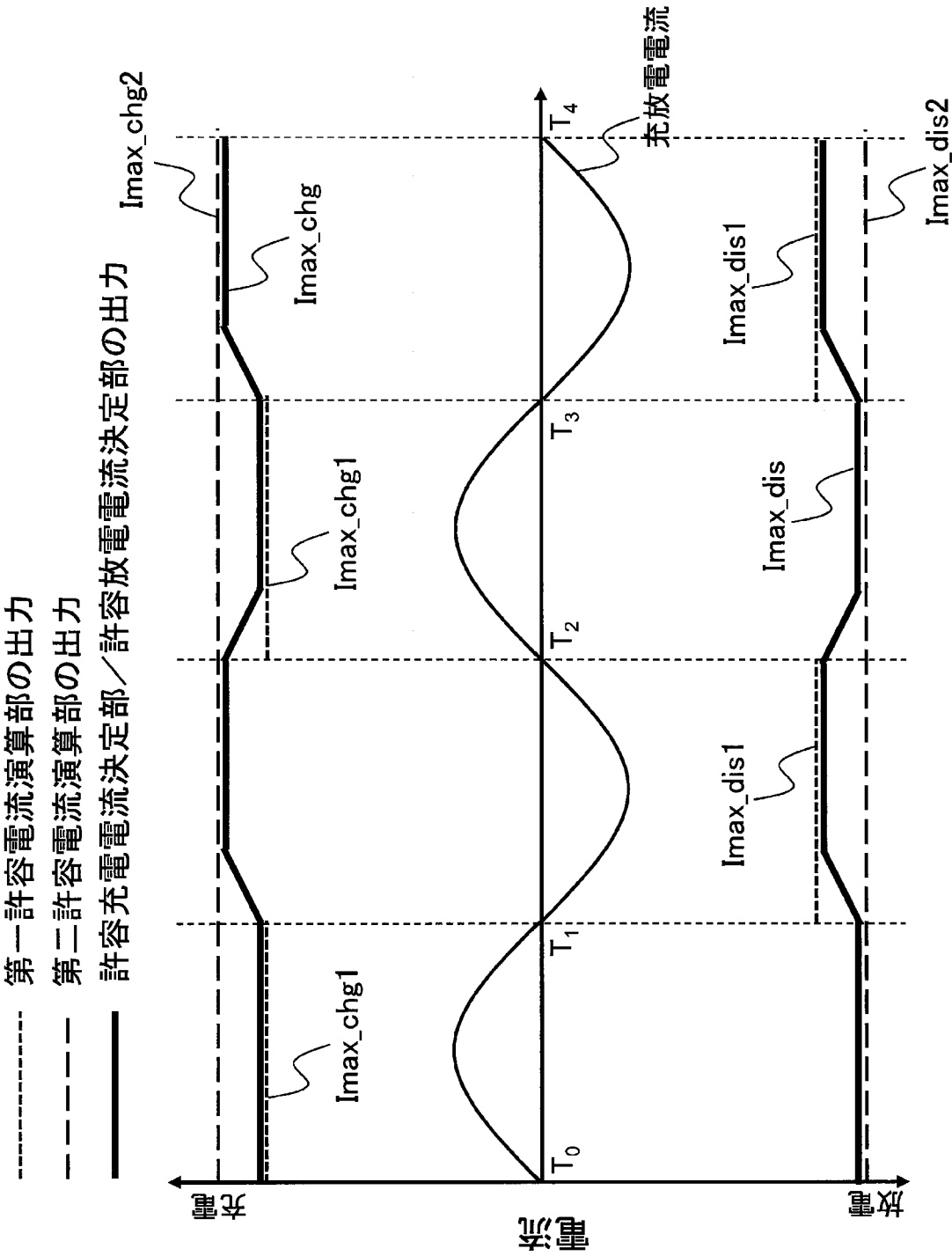


[図17]



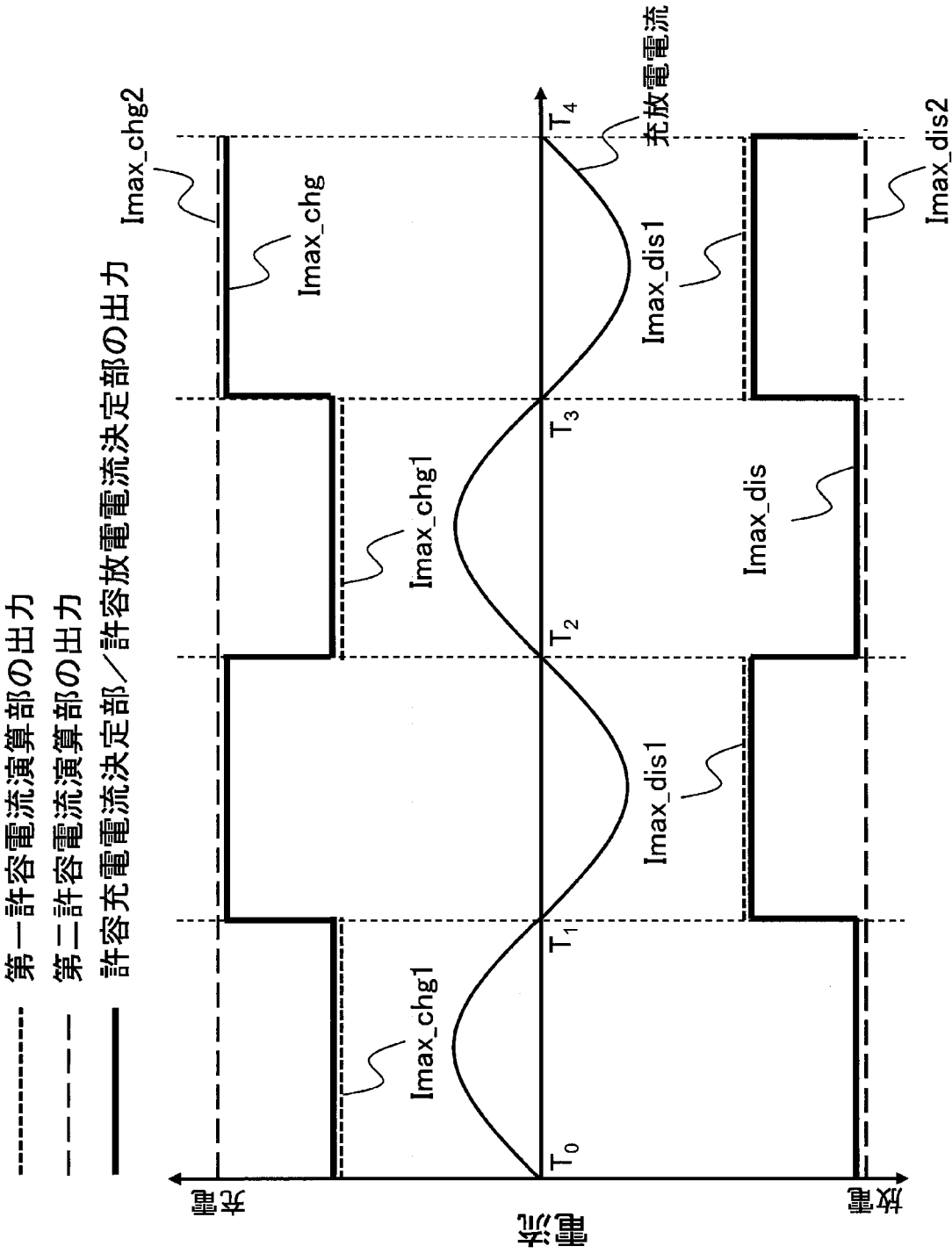
[図18]

図18

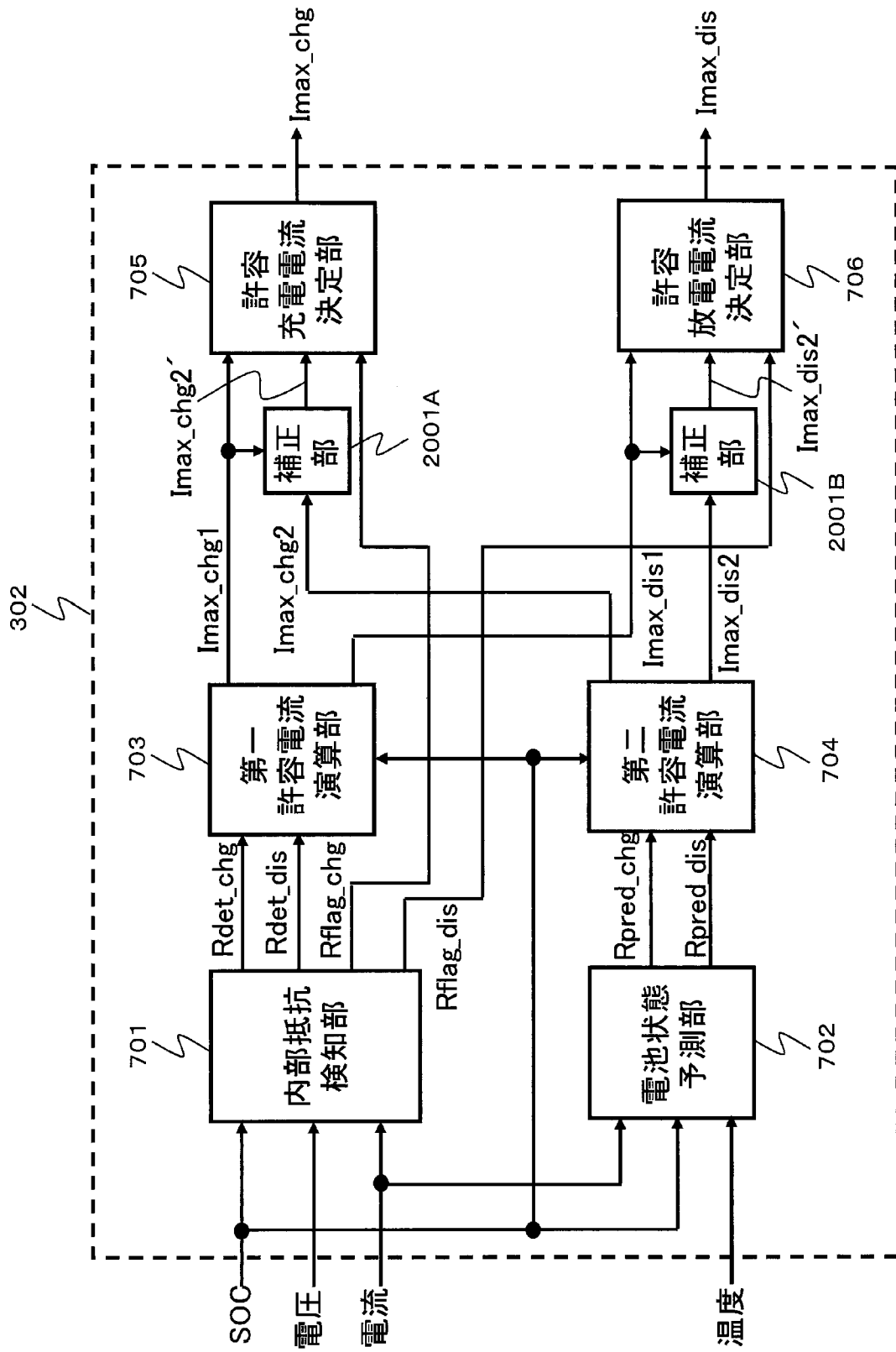


[図19]

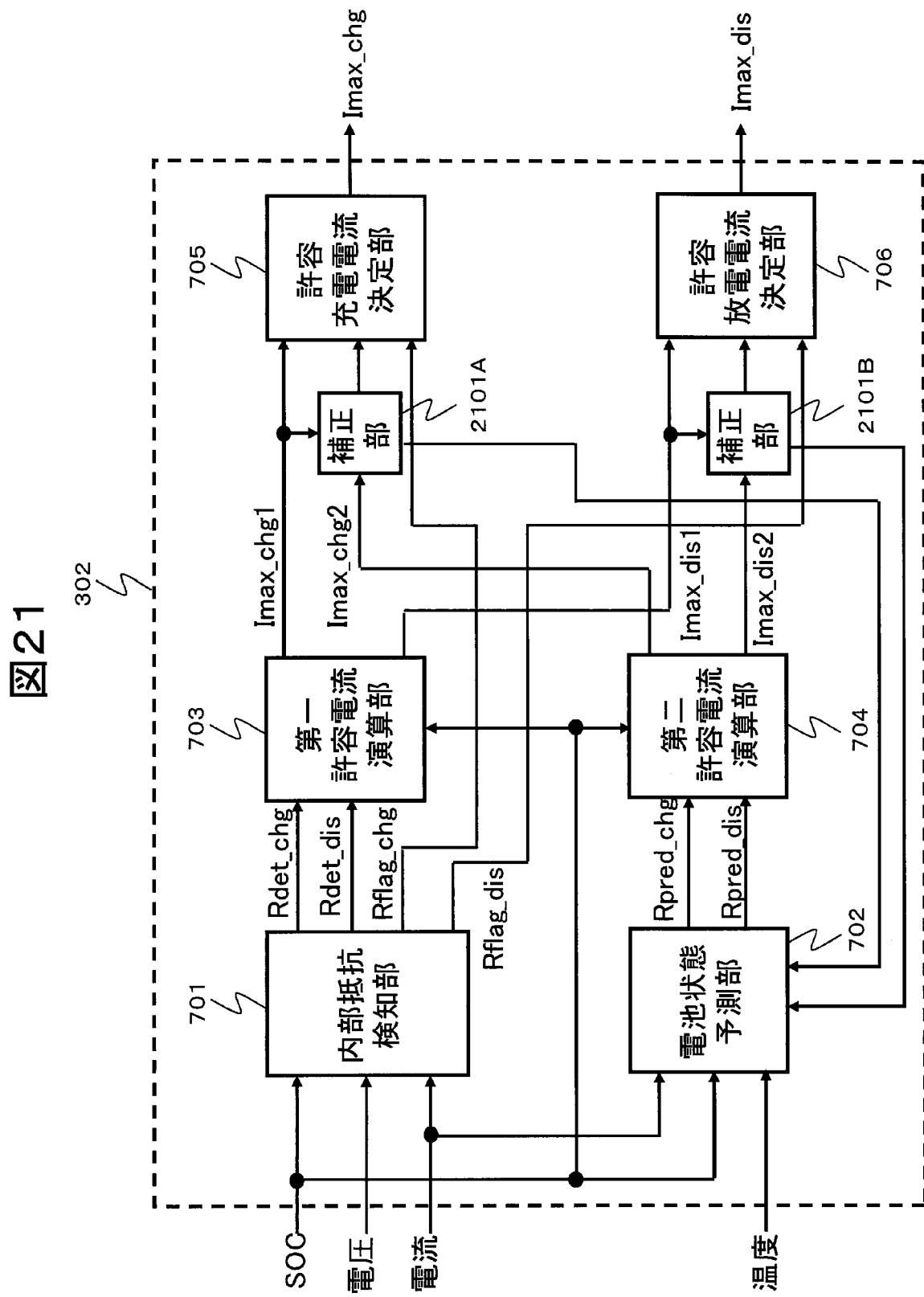
図19



[図20]



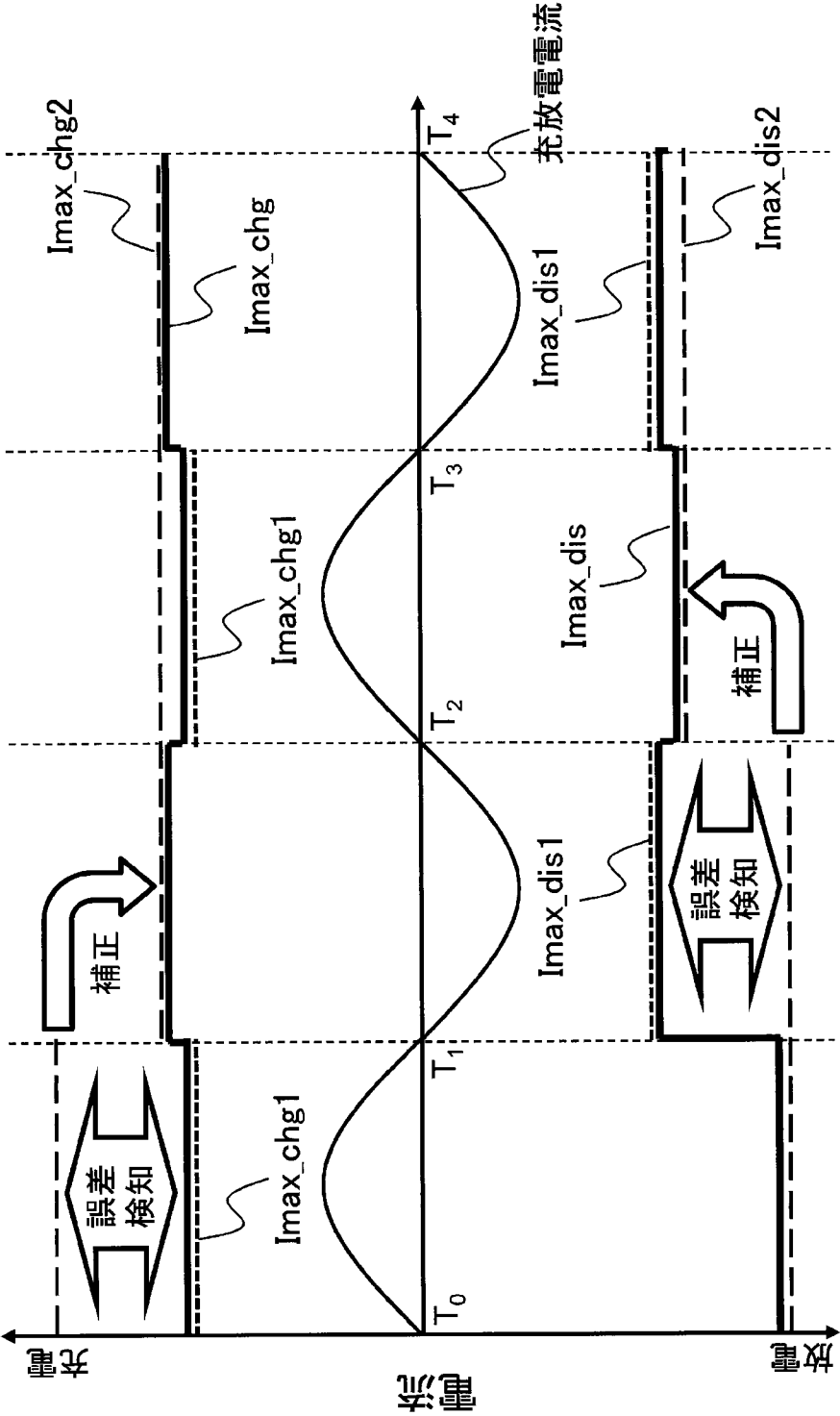
[図21]



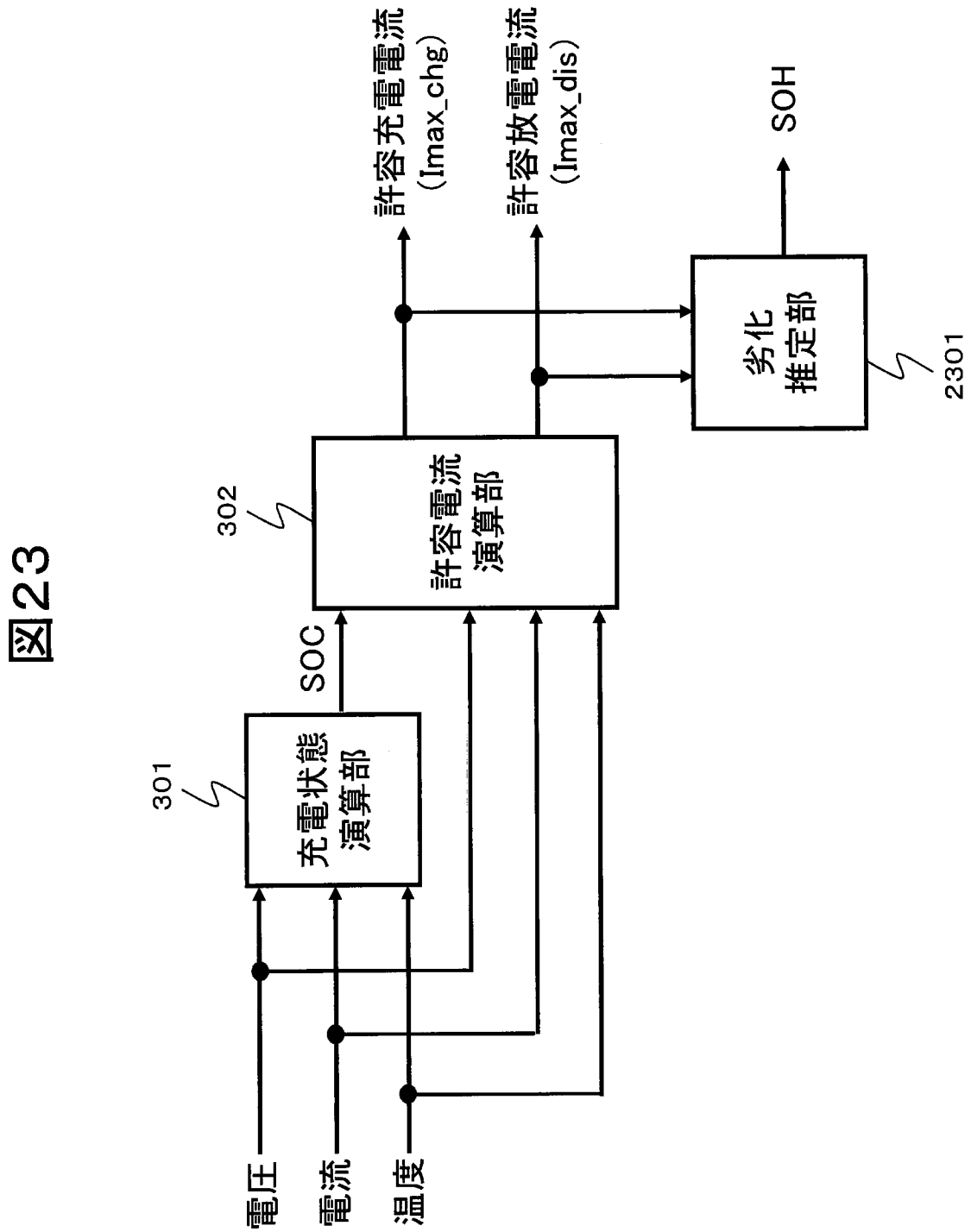
[図22]

図22

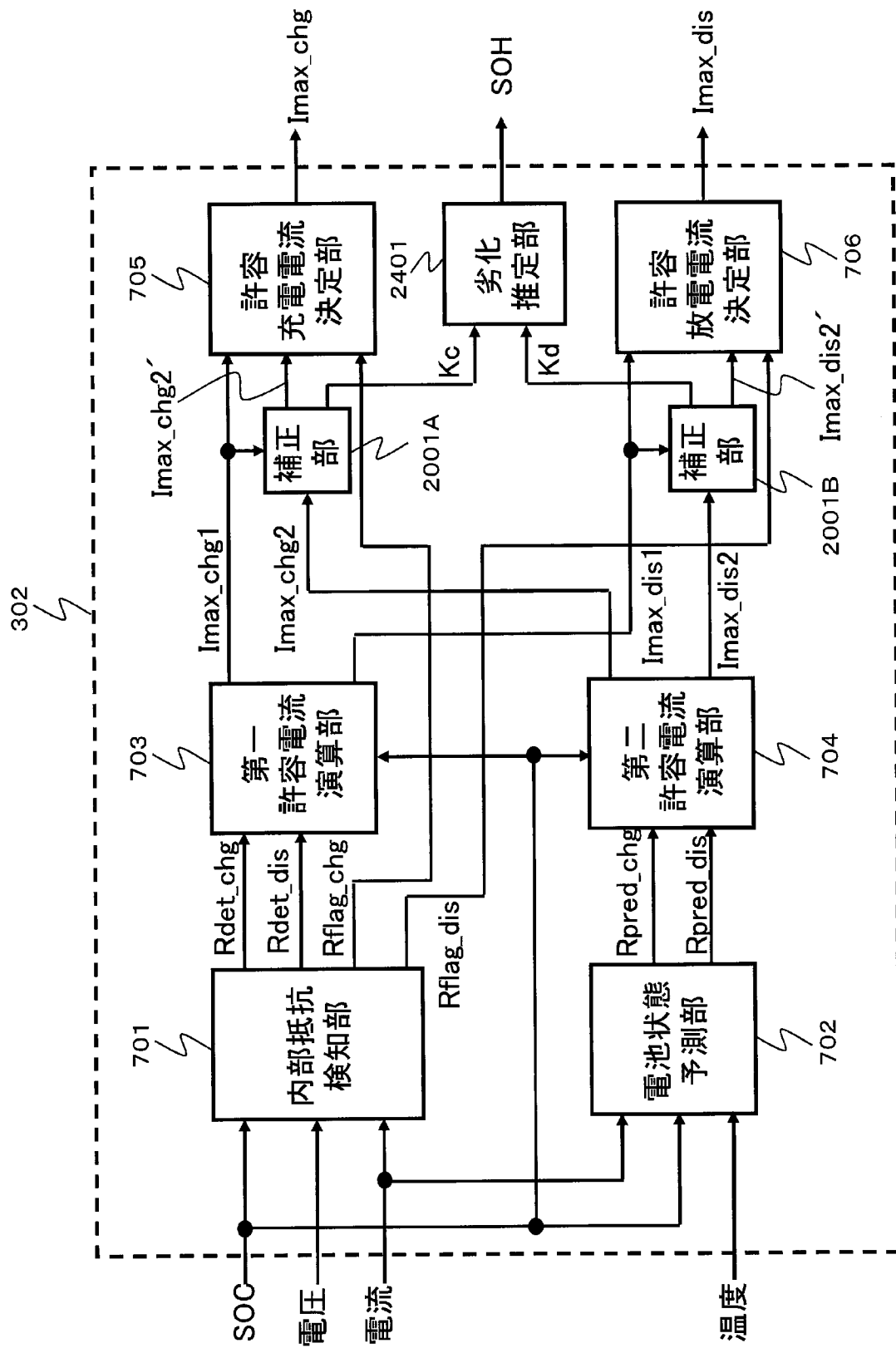
- 第一許容電流演算部の出力
- 第二許容電流演算部の出力
- 許容充電電流決定部／許容放電電流決定部の出力



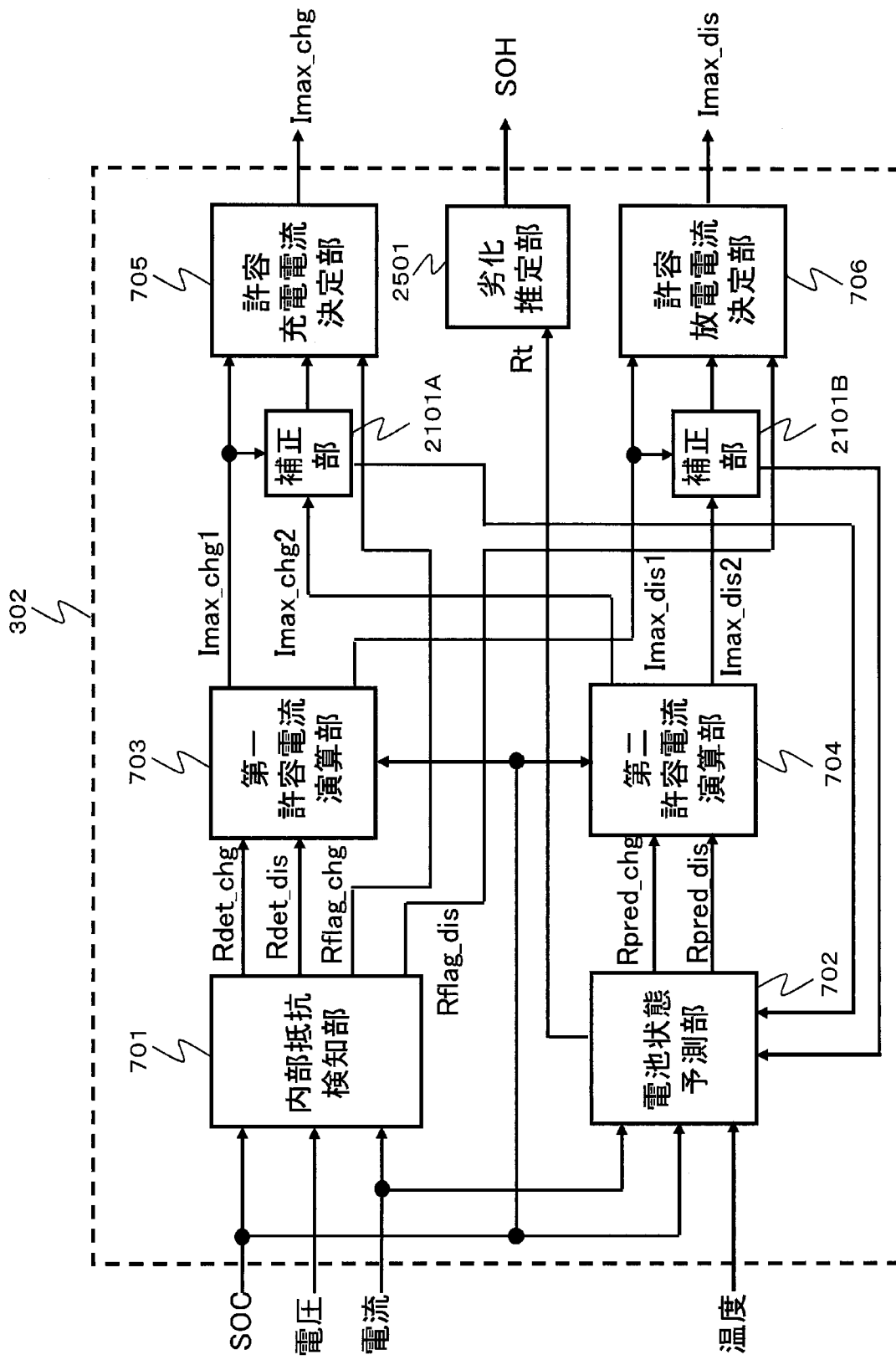
[図23]



[図24]

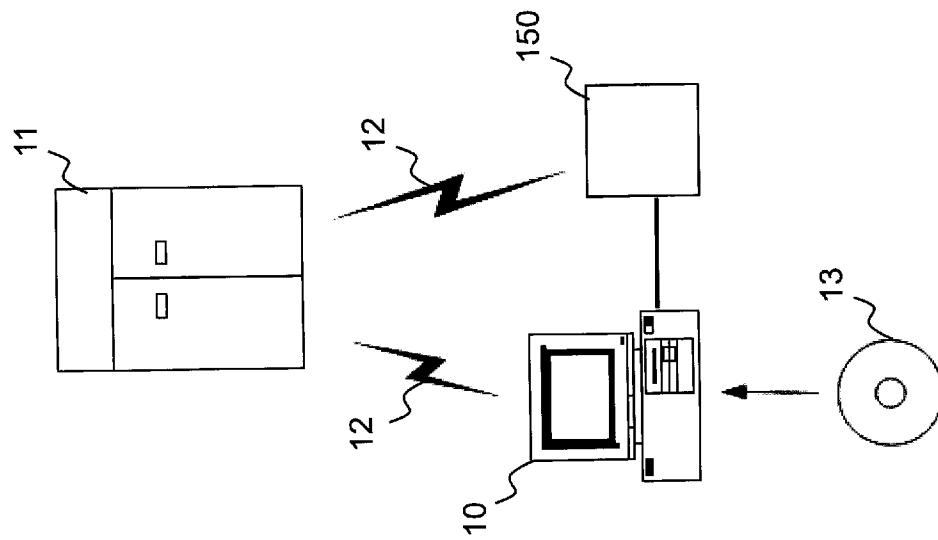


[図25]



[図26]

図26



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/067007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R31/36(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/00(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)

G01R31/36, H01M10/48, H02J7/00

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2006-197727 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 27 July 2006 (27.07.2006), paragraphs [0017] to [0056]; fig. 1 to 3 & US 2006/0152196 A1	1-10
A	WO 2013/094057 A1 (Hitachi Vehicle Energy, Ltd.), 27 June 2013 (27.06.2013), entire text; all drawings & US 2014/0339891 A1	1-10
A	JP 4722857 B2 (LG Chem, Ltd.), 13 July 2011 (13.07.2011), entire text; all drawings & JP 2007-517190 A & WO 2005/050810 A1 & US 2005/0110498 A1 & US 2008/0094035 A1 & US 2010/0174500 A1	1-10

☐ 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
27 August 2015 (27.08.15)

Date of mailing of the international search report
08 September 2015 (08.09.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

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. G01R31/36(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/00(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. G01R31/36, H01M10/48, H02J7/00

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 2006-197727 A（三洋電機株式会社）2006.07.27, 【0017】 - 【0056】, 図 1-3 & US 2006/0152196 A1	1-10
A	WO 2013/094057 A1（日立ビークルエナジー株式会社）2013.06.27, 全文, 全図 & US 2014/0339891 A1	1-10
A	JP 4722857 B2（エルジー・ケム・リミテッド）2011.07.13, 全文, 全図 & JP 2007-517190 A & WO 2005/050810 A1 & US 2005/0110498 A1 & US 2008/0094035 A1 & US 2010/0174500 A1	1-10

☐ 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

2 7 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 9 . 2 0 1 5

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）

越川 康弘

2 S

9 6 0 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8