

(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
2014 年 8 月 7 日(07.08.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/118903 A1

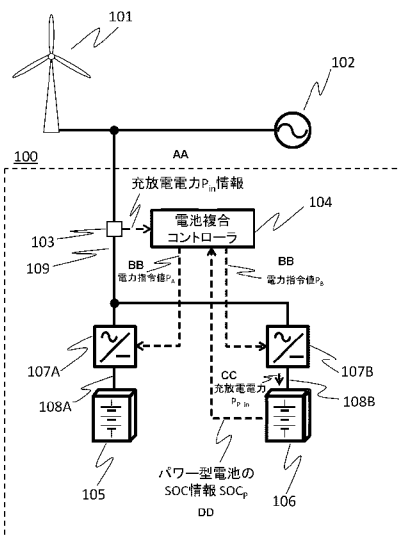
- (51) 国際特許分類:
H02J 7/34 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/051948
- (22) 国際出願日: 2013 年 1 月 30 日(30.01.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 高橋 智晃(TAKAHASHI Chiaki); 〒
3191292 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号
株式会社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki
(JP). 武田 賢治(TAKEDA Kenji); 〒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). 井上 健
士(INOUE Takeshi); 〒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: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒
1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号
株式会社 日立製作所内 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,
IS, JP, 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, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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

[続葉有]

(54) Title: COMBINED BATTERY SYSTEM

(54) 発明の名称: 電池複合システム

【図1】



104 Combined battery controller
AA Charging and discharging power (P_{in})
information
BB Power instruction value
CC Charging and discharging power
DD SOC information (SOC_p) of power battery

(57) Abstract: The purpose of the invention is to provide a combined battery system, the system operating rate of which is improved by decreasing the number of times for the SOC of a power battery to reach an upper limit value or a lower limit value as compared with a conventional method. In a combined battery system described in the present invention, a capacitive battery and a power battery are connected in parallel, the power battery having a high value of the ratio of output to capacity (output/capacity) as compared with the capacitive battery. The combined battery system is characterized by changing a threshold value on which charging and discharging power is distributed to the power battery or the capacitive battery when the charging and discharging power is from the maximum discharging power of the capacitive battery to the maximum charging power thereof, inclusive.

(57) 要約: パワー型電池のSOCが上限値または下限値に達する回数を従来方法よりも低減させることによって、システム稼働率を向上させた電池複合システムを提供する点にある。本発明に記載の電池複合システムは、容量型電池と、該容量型電池に比べ、容量に対する出力(出力/容量)の値が高いパワー型電池を並列接続した電池複合システムであって、充放電電力が、前記容量型電池の最大充電電力以下であって最大放電電力以上である場合、充放電電力を前記パワー型電池または前記容量型電池に分配する閾値を変化させることを特徴とする。

WO 2014/118903 A1



(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：電池複合システム

技術分野

[0001] 本発明は、特性の異なる複数の電池を併用した電池複合システムに関する発明である。

背景技術

[0002] 現在、社会に供給される電力の多くは、石油や石炭などの化石燃料を燃焼させ、高温・高圧の蒸気を発生させ、蒸気タービンを回転させることによって発電されている。しかし近年、環境への配慮から、自然エネルギーを利用する発電システム（太陽光発電、風力発電等）が増加している。

[0003] 上記自然エネルギーを用いて発電するシステムに対して、複数の蓄電池が複数直並列に接続されてなる大型の電池システムを併設することで、電力系統に出力する電力を平滑化するシステムがある。しかし、この電池システムは、設置場所の環境（風速や日射量）により、電池の充放電電力パターンが異なるため、必要な出力(W)、および容量(Wh)の仕様は、案件ごとに異なる。

[0004] この出力(W)、および容量(Wh)比が、セルの特性と一致していない場合、出力、又は容量のいずれかにミスマッチが生じ、結果として、余分な電池を増加させるような設計を招いてしまう。このような設計はコスト増を招き、投資回収を悪化させるため、電池システムの導入上の課題となる。

[0005] この課題を解決するために、特許文献1には、容量が多く出力が小さい容量型の電池群（以後、「容量型電池」と表記）と、容量型電池に比べ容量に対する出力（出力／容量）の値が高いパワー型の電池群（以後、「パワー型電池」と表記）を並列に接続し、アプリケーションに最適な出力容量比のシステムを提供する電池複合システムが開示されている。

[0006] 一方で、特許文献1のような容量型電池とパワー型電池とを併設させる電池システムでは、電池複合システムを運用する上では、電池複合システムに

入力される全体の充放電電力を容量型電池とパワー型電池に振り分ける電力分配制御が必要となる。

[0007] 例えば特許文献2には、任意の固定の設定値を定め、設定値以下の電流を容量型電池へ、設定値以上の電流をパワー型、又はパワー型と容量型電池へ入力させる制御が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2007-135355号公報

特許文献2：特開2000-295784号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献2に記載の閾値を固定して電力を分配する方法では、パワー型電池の容量が小さいため、当該パワー型電池のSOC (State Of Charge：充電量) が上限、または下限に達し易い。

[0010] そして、パワー型電池のSOCが上限、または下限に達すると、充電、又は放電不可となるため、システム稼働率が低下してしまうという課題がある。

[0011] そこで本発明では、上記課題に鑑み、パワー型電池のSOCが上限値または下限値に達する回数を従来方法よりも低減させることによって、システム稼働率を向上させた電池複合システムを提供する点にある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明に記載の電池複合システムは、容量型電池と、該容量型電池に比べ、容量に対する出力（出力/容量）の値が高いパワー型電池を並列接続した電池複合システムであって、充放電電力が、前記容量型電池の最大充電電力以下であって最大放電電力以上である場合、充放電電力を前記パワー型電池または前記容量型電池に分配する閾値を変化させることを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明により、パワー型電池のSOC調整を行うことで、SOCが上限、または下限に達する回数が減少するため、パワー型電池が充電不可、又は放電不可となる機会が減り、電池複合システムのシステム稼働率を向上できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の電池複合システムの構成を示す図である。

[図2]第一の実施形態に係る電池複合コントローラのインバータ電力指令値の算出手順を示すフローチャートを示す図である。

[図3] (a) 図2のステップS302での第一の閾値、及び第二の閾値の相関関係を示す図、並びに (b) 図2のステップS303での第一の閾値、及び第二の閾値の相関関係を示す図である。

[図4] (a) 閾値変動させなかった場合の充放電電力及びSOC_pの時間変化を表す図、及び (b) 第一の実施形態を用いた場合の充放電電力及びSOC_pの時間変化を表す図を示したものである。

[図5]第一の実施形態にかかる電池複合コントローラ104のブロック図を示したものである。

[図6]第二の実施形態に係る電池複合コントローラのインバータ電力指令値の算出手順を示すフローチャートを示す図である。

[図7] (a) 図6のステップS302での第一の閾値、及び第二の閾値の相関関係を示す図、並びに (b) 図2のステップS313での第一の閾値、及び第二の閾値の相関関係を示す図である。

[図8]第二の実施形態を用いた場合の充放電電力及びSOC_pの時間変化を表す図を示したものである。

[図9] (a) 図2のステップS302での第一の閾値、及び第二の閾値の相関関係を示す図、並びに (b) 図2のステップS303での第一の閾値、及び第二の閾値の相関関係を示す図である。

[図10]第三の実施形態を用いた場合の充放電電力及びSOC_pの時間変化を表す図を示したものである。

[図11]第四の実施形態に係る電池複合コントローラのインバータ電力指令値の算出手順を示すフローチャートを示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 《第一の実施形態》

図1を用いて、電池複合システム100を説明する。

[0016] 電池複合システム100は、インバータ107Aとインバータ107Bを備え、各インバータのDCライン(108A、108B)側にそれぞれ複数の電池からなる容量型電池105及び複数の電池からなるパワー型電池106が接続されている。また、インバータ107A及びインバータ107BはそれぞれACライン109側でそれぞれ互いに並列に接続されており、電池複合システム100の外部にある発電装置101及び電力系統102に接続されている。また、このACライン109上には電力測定器103が備わっている。

[0017] 電力測定器103は、電池複合システム100に入力される充放電電力 P_{in} を測定し、電池複合コントローラ104に送信する機能を有する。ここで、電池複合システム100に入力される充放電電力 P_{in} と、容量型電池105、及びパワー型電池106にそれぞれ入力される充放電電力 P_{E_in} 、および P_{P_in} の値は、充電電力値を正、放電電力値を負と定義する。また、パワー型電池106は、パワー型電池106に入力される充放電電力 P_{P_in} とパワー型電池106で取得される情報(電池電圧 V_p 、電池温度 T_{mp} 等)に基づきパワー型電池のSOCである SOC_p を算出し、電池複合コントローラ104に送信する機能を有する。

[0018] 電池複合コントローラ104は、電力測定器103より充放電電力 P_{in} を、パワー型電池106より SOC_p の情報を取得し、インバータ107Aの充放電電力指令値 P_A およびインバータ107Bの充放電電力指令値 P_B を算出する。なお、算出方法については後に詳細に説明する。

[0019] 図5は、図1の電池複合コントローラ104の中身を示した図である。この電池複合コントローラ104は、第1の閾値 T_{r1} および第2の閾値 T_{r2} を演

算する閾値演算部 141、パワー型電池 106 の SOC_p を演算する SOC_p 演算部 142、容量型電池 105 の最大充電電力 P_{E_max} やパワー型電池の満充電容量 C_{P_max} 等の情報を格納するメモリ 143、及びインバータ 107A、107B を制御する充放電電力指令値 P_A 、 P_B を演算する電力指令値演算部 144 を有している。

[0020] まず、 SOC_p 演算部 142 にパワー型電池 106 に入力される充放電電力 P_{P_in} 、電池電圧 V_p 、電池温度 T_{mp} が入力され、現在のパワー型電池 106 の SOC_p を演算する。算出方法の一例として、電流積算法を用いた方法を述べる。パワー型電池 106 は、パワー型電池 106 に入力される充放電電流 I_{P_in} を電池電圧 V_p と充放電電力 P_{P_in} を用いて (1) 式で算出する。

$$[0021] \quad I_{P\_in} = \frac{P_{P\_in}}{V_p} \quad (1)$$

[0022] ここで、充放電電流 I_{P_in} は、電流センサをインバータ 107B の DC ライン 108B 上に設置し、測定することで取得してもよい。次に、充放電電流 I_{P_in} と、パワー型電池の初期充電容量 C_{P0} 、満充電容量 C_{P_max} を基に、次式でパワー型電池の SOC である SOC_p を算出する。

$$[0023] \quad SOC_p = \frac{C_{P0} + \int I_{P\_in} dt}{C_{P\_max}} \times 100 \quad (2)$$

[0024] その後、電流測定器 103 より取得された充放電電力 P_{in} 、パワー型電池 106 の SOC_p が閾値演算部 141 に入力される。このとき、閾値演算部 141 には、メモリ 143 から最大充電電力 P_{E_max} 、最大放電電力 P_{E_min} 、 SOC 目標値 SOC_{PT} 、パワー型電池 106 の満充電容量 C_{P_max} が入力される。そして、閾値演算部 141 内で後述する演算を行ない第 1 の閾値 T_{r1} および第 2 の閾値 T_{r2} を算出する。なお、その算出方法については後で詳しく説明する。

[0025] 最後に、第 1 の閾値 T_{r1} 、第 2 の閾値 T_{r2} 、及び充放電電力 P_{in} が電力指令演算部 144 に入力され、当該電力指令演算部 144 内で電力指令値 P_A 、 P_B が演算される。そして、これらの電力指令値 P_A 、 P_B は各インバータ 107A、107B に出力される。

[0026] 続いて、上記演算内容の詳細を図2を用いて説明する。図2は電池複合コントローラ104のインバータ電力指令値 P_A 、 P_B の算出手順を示すフローチャートである。

[0027] まず、ステップS300で、閾値演算部141が充放電電力 P_{in} とパワー型電池SOC_pの値をそれぞれ取得する。次に、ステップS301で充放電電力 P_{in} が、容量型電池105の最大充電電力 P_{E_max} 以下で、且つ最大放電電力 P_{E_min} 以上であるか判定する。

[0028] なお、最大充電電力 P_{E_max} 、および最大放電電力 P_{E_min} は、容量型電池105に10C以上等、寿命や発熱に影響が及ぶ程の過度な電力が流れないように制御するための値であって、電池の連続定格値や2秒以内パルスの最大充放電電力値等とする。また、これらの値は上述したようにメモリ143内に格納されている。

[0029] ステップS301において、充放電電力 P_{in} が最大充電電力 P_{E_max} 以下で、且つ最大放電電力 P_{E_min} 以上であると判定した場合、ステップS302に進む。

[0030] なお、ここで言う最大放電電力 P_{E_min} 以上というのは、充電側を正の値として取った場合のことである。そのため、ステップS301の条件では充放電電力 P_{in} の絶対値を取った場合に、その大きさが $0 \leq |P_{in}| \leq |P_{E\_max}|$ 、 $0 \leq |P_{in}| \leq |P_{E\_min}|$ となる。つまり言い換えると、充放電電力 P_{in} の絶対値の大きさが、前記容量型電池の最大充電電力の絶対値の大きさ以下であって最大放電電力の絶対値の大きさ以下であることと同義である。

[0031] ステップS302では、パワー型電池106のSOCであるSOC_pと、SOC目標値SOC_{PT}を基に、第1の閾値 T_{r1} 、および第2の閾値 T_{r2} を設定する。電池複合システム100を電力平滑化用途に用いる場合、パワー型電池106は常に充電、および放電がどちらも可能である状態であることが望ましい。

[0032] 本実施形態ではパワー型電池106のSOC目標値SOC_{PT}をSOC使用範囲の中心値（例えばSOC使用範囲の下限值30%、SOC使用範囲の上限

値が80%であった場合、SOC目標値 SOC_{PT} は55%となる。)として説明する。なお、UPSの様に大電力放電が多く、大電力充電がほとんど発生しない考えられるアプリケーションの場合、 SOC_{PT} をSOCの使用範囲の9割程度と設定してもよい。これにより、 SOC_{PT} をSOC使用範囲の中心値とした場合よりも、長時間パワー型電池106の大電力放電が可能となる。

[0033] ここで、第1の閾値 T_{r1} 、および第2の閾値 T_{r2} の算出例として、パワー型電池106の SOC_p の他に、パワー型電池の電池電圧 V_p と満充電容量 C_{p_max} 、制御周期から設定する比例定数 S を用いた方法を述べる。 $SOC_p \geq SOC_{PT}$ の場合の式を(1)式、及びの $SOC_p < SOC_{PT}$ 場合の式を(2)式として示す。

$$[0034] \quad T_{r2} = \frac{(SOC_p - SOC_{PT})}{100} \times C_{p\_max} \times V_p \times S + P_{E\_min} \quad (1)$$

(但し、 $T_{r2} \geq 0$ 場合、 $T_{r2} = 0$)

$$T_{r1} = \frac{(SOC_{PT} - SOC_p)}{100} \times C_{p\_max} \times V_p \times S + P_{E\_max} \quad (2)$$

(但し、 $T_{r1} < 0$ 場合、 $T_{r1} = 0$)

[0035] なお、(1)式では第一の閾値の条件は $T_{r1} = P_{E\_max}$ を満たす必要がある。なぜなら、容量型電池105の最大充電電力 P_{E_max} を超えて容量型電池105に電力を充電させることが出来ないからである。また、当該(1)式で $T_{r2} \geq 0$ となった場合に $T_{r2} = 0$ としたのは、 $SOC_p \geq SOC_{PT}$ の場合に、パワー型電池106の充電を防止することで、 SOC_p の目標値 SOC_{PT} からの乖離を防ぐためである。

[0036] 上記理由と同様に、(2)式では第二の閾値の条件 $T_{r2} = P_{E\_min}$ を満たす必要がある。なぜなら、容量型電池105の最大放電電力 P_{E_min} を超えて容量型電池105から電力を放電させることが出来ないからである。また、当該(2)式で $T_{r1} < 0$ となった場合に $T_{r1} = 0$ としたのは、 $SOC_p < SOC_{PT}$ の場合に、パワー型電池106の放電を防止することで、 SOC_p の目標値 SOC_{PT} からの乖離を防ぐためである。

- [0037] 以上のように、当該（１）式、及び（２）式を基にパワー型電池１０６の $SOCP$ と第１の閾値 T_{r1} 、および第２の閾値 T_{r2} の相関を図で表わすと、図３（ａ）となる。
- [0038] ステップＳ３０１において、充放電電力 P_{in} が最大充電電力 P_{E_max} 以下、又は最大放電電力 P_{E_min} 以上であると判定した場合、ステップＳ３０１の条件を満たすため、ステップＳ３０２に進む。
- [0039] ステップＳ３０２では、上述した（１）式、及び（２）式の条件を満たすように制御を行なう。つまり、ステップＳ３０２に進んだ場合には図３（ａ）に示したような第１の閾値 T_{r1} 、および第２の閾値 T_{r2} の制御となる。
- [0040] 一方、ステップＳ３０１において、充放電電力 P_{in} が最大充電電力 P_{E_max} より大きい、又は最大放電電力 P_{E_min} より小さいと判定した場合、ステップＳ３０１の条件を満たさないため、ステップＳ３０３に進む。
- [0041] ステップＳ３０３では、第１の閾値 T_{r1} を容量型電池１０５の最大充電電力 P_{E_max} とし、第２の閾値 T_{r2} を容量型電池１０５の最大放電電力 P_{E_min} と設定する。上述したが、ここで言う最大放電電力 P_{E_min} 以上というのは、充電側を正の値として取った場合のことである。そのため、ステップＳ３０１からステップＳ３０３に至るための条件は充放電電力 P_{in} の絶対値を取った場合に、その大きさが $|P_{E\_max}| < |P_{in}|$ 、 $|P_{E\_min}| < |P_{in}|$ となる。
- [0042] つまり言い換えると、充放電電力 P_{in} の絶対値の大きさが、前記容量型電池の最大充電電力の絶対値の大きさより大きい、または充放電電力 P_{in} の絶対値の大きさが最大放電電力の絶対値の大きさより大きいことと同義である。
- [0043] 図３（ｂ）はステップ３０３におけるパワー型電池１０６の $SOCP$ と第１の閾値 T_{r1} 、および第２の閾値 T_{r2} の相関を表している。つまり、ステップＳ３０３に進んだ場合には図３（ｂ）に示したような第１の閾値 T_{r1} 、および第２の閾値 T_{r2} の制御となる。
- [0044] ステップＳ３０２、又はステップＳ３０３で第１の閾値 T_{r1} 、および第２の閾値 T_{r2} を設定した後、ステップＳ３０４に進む。ステップＳ３０４ではインバータ１０７Ａ、および１０７Ｂの電力指令値 P_A 、 P_B を算出する。（３）、

(4) 式に電力指令値 P_A 、および P_B の算出式を示す。

$$[0045] \quad P_A = \begin{cases} P_{in} & (T_{r2} < P_{in} < T_{r1}) \\ T_{r1} & (P_{in} \geq T_{r1}) \\ T_{r2} & (P_{in} \leq T_{r2}) \end{cases} \quad (3)$$

$$P_B = P_{in} - P_A \quad (4)$$

[0046] 電池複合コントローラ 104 は、図 2 のフローチャートを用いて電力指令値 P_A 、 P_B を算出し、インバータ 107A、およびインバータ 107B に電力指令値 P_A 、 P_B を送信する。インバータ 107A、およびインバータ 107B は、複合コントローラ 104 が送信した電力指令値 P_A 、および P_B を受信し、前記電力指令値 P_A 、 P_B を基に、容量型電池 105、およびパワー型電池 106 の充放電制御を行う。

[0047] 上述したように、本実施形態では $P_{in} > P_{E\_max}$ の場合、及び $P_{E\_min} > P_{in}$ の場合には、強制的にパワー型電池 106 に充放電を任せるようにしている。しかし、 $P_{E\_max} \geq P_{in} \geq P_{E\_min}$ の場合には上述した制御をすることによって、容量型電池 105 及びパワー型電池 106 に対して柔軟に電力の分配が可能となる。そのため、容量型電池 105 とパワー型電池 106 にバランスよく電力の割り振りが出来、パワー型電池 106 の SOC が上限値または下限値に達する回数を低減させることができる。また、パワー型電池 106 の充放電不可となる領域を回避した制御が可能となり、システム稼働率が向上した電池複合システムを提供することが可能となる。

[0048] 図 4 (a) に閾値を固定した場合、並びに図 4 (b) に本実施形態の制御を用いて閾値を変動させた場合の充放電電力の時間変化、及びパワー型電池の SOC_p の時間変化を示す。

[0049] 電池複合システム 100 に入力される充放電電力 P_{in} (図 4 の実線)、容量型電池 105 に入力される充放電電力 P_{E_in} 、パワー型電池 106 に入力される充放電電力 P_{P_in} 、第 1 の閾値 T_{r1} 、第 2 の閾値 T_{r2} 、パワー型電池 SOC_p の時間変化を示す。図 4 に示す斜線部はパワー型電池 106 への充電電力 (もしくは放電電力) P_{P_in} を示し、網掛け部は容量型電池 105 への充電電力 (

もしくは放電電力) P_{E_in} を示す。従って、充放電電力 P_{in} は、 P_{P_in} と P_{E_in} との合計量となる。

[0050] 図4 (a) に示した制御では、第1の閾値 T_{r1} 、第2の閾値 T_{r2} が一定となっている(図4 (a) の一点鎖参照)。区間 T 1 の時刻 T_{1E} ではパワー型電池 106 の SOC_p が上限 SOC に達している。その後の区間 T 2 では充放電電力 P_{in} が閾値 T_{r1} より小さく、閾値 T_{r2} より大きいいため、充電もしくは放電は全て容量型電池 105 を用いて行なわれる。そして、区間 T 3 で再度充放電電力 P_{in} が閾値 T_{r1} を超えると、パワー型電池 106 に電力を充電させようとするが、既にパワー型電池 106 の SOC_p が上限 SOC に達しているため、充電不可状態となってしまふ(区間 T 3 の黒塗り部に該当)。従って、この間の電力は無駄になってしまふばかりでなく、電力系統 102 に吸収しきれなかった分の電力がノイズとして乗るおそれがある。

[0051] 一方、図4 (b) には本実施形態に記載の本発明を用いた場合の状態を示す。本実施形態に記載の発明を用いた場合には、区間 T 1 の終端 T_{1E} でパワー型電池 106 の SOC_p が上限 SOC に達しているため、それ以降の区間 T 2 で第2の閾値 T_{r2} が変動し、パワー型電池 106 より放電させる制御となっている。そして、区間 T 2 の間にパワー型電池の SOC_p が目標 SOC_{pt} に達したとき(図4 (b) の T_{2N} に達したとき)に閾値 T 2 を再度変動させる制御を行なう。このような制御を行なうことによってパワー型電池 106 の SOC_p が上限まで達している期間を短くすることが出来る。したがって、区間 T 3 で充放電電力 P_{in} が閾値 T_{r1} を超えたとしてもパワー型電池 106 へ充電可能になり、充電不可となる時間がなくなるため、システム稼働率を向上することが可能となる。

[0052] なお、実施の形態1では、発電装置 101 の電力平滑化用電池システムを例に挙げて説明したが、BEMS (Building Energy Management System)、HEMS (Home Energy Management System)、UPS に用いられる定置型電池システムや、電気自動車、ハイブリッド自動車等の車載用電池システム、EV 建機、ハ

イブリッド建機等の建設機械用電池システム、ハイブリッド鉄道、B-C h o p等の鉄道用電池システムにも本発明を適用することができる。

[0053] また、実施の形態1では、充放電電力をベースに電力分配を行ったが、充放電電力の代わりに、充放電電流を用いてもよい。

《第二の実施形態》

続いて、第二の実施形態について説明する。

[0054] 第二の実施形態の全体構成は、図1で示した第一の実施形態の全体構成と同様である。本実施形態が第一の実施形態と異なる点は、 $P_{in} > P_{E\_max}$ の場合、及び $P_{E\_min} > P_{in}$ の場合にも第1の閾値 T_{r1} 、第2の閾値 T_{r2} を変動させた点である。

[0055] 図6は第二の実施形態の電池複合コントローラ104のインバータ電力指令値 P_A 、 P_B の算出手順を示すフローチャートである。第二の実施形態では、ステップS313において第1の閾値 T_{r1} 、および第2の閾値 T_{r2} をそれぞれパワー型電池106のSOC_pに応じて可変とする。

[0056] ここで、ステップS313における第1の閾値 T_{r1} 、および第2の閾値 T_{r2} の算出例として、パワー型電池106のSOC_pとその上下限值SOC_{pmin}、およびSOC_{pmax}、定数 α_1 を用いて(5)式、および(6)式に示す。なお、ここで言うSOC_{pmin}は例えば $SOC_{PT} - \alpha_1$ であり、SOC_{pmax}は例えば $SOC_{PT} + \alpha_1$ で定義されるのが良い。このように定義することによって、パワー型電池のSOCが目標値SOCから大きく乖離することが低減されるため、安定して駆動可能な電池複合システムを提供することが可能となる。

$$[0057] \quad T_{r2} = -\frac{P_{E\_min}}{\alpha_1} (SOC_p - SOC_{p\_max}) \quad (5)$$

(但し、 $SOC_p \leq SOC_{p\_max} - \alpha_1$ の場合、 $T_{r2} = P_{E\_min}$)

$$T_{r1} = \frac{P_{E\_max}}{\alpha_1} (SOC_p - SOC_{p\_min}) \quad (6)$$

(但し、 $SOC_p \geq SOC_{p\_min} + \alpha_1$ の場合、 $T_{r1} = P_{E\_max}$)

[0058] ここで、定数 α_1 は、大きすぎるとパワー型電池106の使用比率が高くなり、電池寿命を短くしてしまう恐れがあるため、例えば5～10%程度の値とすることが好ましい。

[0059] 図7(a)は、図3(a)と同様の図である。本実施形態で導入された定数 α_1 は閾値の変動幅を決める値である。図7(b)に示すように、ステップ313において、パワー型電池のSOC_pが、それぞれ上下限値の $\alpha_1\%$ に達すると、第1の閾値 T_{r1} 、および第2の閾値 T_{r2} の絶対値を減少させ始める。図8に第二の実施形態の制御を用いて閾値を変動させた場合の充放電電力の時間変化、及びパワー型電池のSOC_pの時間変化を示す。第一の実施形態と異なる点は、上述したステップS313を導入したことにより、 T_{1N} までの放電をパワー型電池106に負担させることが可能になる点である。 $P_{in} > P_{E\_max}$ の場合、及び $P_{E\_min} > P_{in}$ の場合にも第1の閾値 T_{r1} 、第2の閾値 T_{r2} を変動させることによって、パワー型電池106のSOC_pを目標値に近づける機会を増加させることが可能となる。そのため、SOC_pが上下限まで達している期間をより短くすることが出来、結果として、第一の実施形態よりも、システム稼働率を向上することが可能となる。

《第三の実施形態》

続いて、第三の実施形態について説明する。

[0060] 第三の実施形態の全体構成、およびインバータ電力指令値 P_A 、 P_B の算出手順を示すフローチャートは、図1、および図2で示した第一の実施形態と同様である。本実施形態が第一の実施形態と異なる点は、ステップS302で決定していた第1の閾値 T_{r1} 、及び第2の閾値 T_{r2} の算出方法を変更した点である。

[0061] 図9(a)に第一の形態の図3(a)で示したパワー型電池106のSOC_pと第1の閾値 T_{r1} 、および第2の閾値 T_{r2} の相関を変更したものの相関図を示す。第三の形態では、パワー型電池106のSOC_pが、目標値SOC_{PT}の $\pm \alpha_2$ の領域であるとき、第1の閾値 T_{r1} 、および第2の閾値 T_{r2} をそれぞれ P_{E_max} 、および P_{E_min} とする。

[0062] ここで、第1の閾値 T_{r1} 、および第2の閾値 T_{r2} の算出例として、パワー型電池106のSOC_pの他に、パワー型電池の電池電圧 V_p と満充電容量 C_{p_max} 、制御周期から設定する比例定数 S 、定数 α_2 を用いた方法を述べる。SOC_p $\geq$ SOC_{PT} + α_2 の場合の式を(7)式、SOC_p < SOC_{PT} - α_2 の場合の式を(8)式、及びSOC_{PT} - $\alpha_2 \leq$ SOC_p < SOC_{PT} + α_2 の場合の式を(9)式として示す。

$$T_{r2} = \frac{((SOC_p - \alpha_2) - SOC_{PT})}{100} \times C_{p\_max} \times V_p \times S + P_{E\_min} \quad (7)$$

(但し、 $T_{r2} \geq 0$ 場合、 $T_{r2} = 0$)

$$T_{r1} = \frac{(SOC_{PT} - (SOC_p + \alpha_2))}{100} \times C_{p\_max} \times V_p \times S + P_{E\_max} \quad (8)$$

(但し、 $T_{r1} < 0$ 場合、 $T_{r1} = 0$)

$$T_{r1} = P_{E\_max}$$

$$T_{r2} = P_{E\_min} \quad (9)$$

[0064] なお、第一の実施形態と同様に、(7)式では、第一の閾値の条件は $T_{r1} = P_{E\_max}$ を満たし、(8)式では、第二の閾値の条件 $T_{r2} = P_{E\_min}$ を満たす必要がある。

[0065] ここで、定数 α_2 は、パワー型電池の一つであるハイブリッド自動車用リチウムイオン電池のSOC使用幅(ΔSOC)が、通常10~20%程度で設計されていることから、例えば5~10%程度とする。

[0066] 図10に第三の実施形態の制御を用いて閾値を変動させた場合の充放電電力の時間変化、及びパワー型電池のSOC_pの時間変化を示す。閾値の算出方法を上述した算出方法に変更することによって、 α_2 の値を変動させることによって、容量型電池105の充放電、パワー型電池106の充放電の変更の自由度を、第一の実施形態よりも確保することが可能となる。本実施形態では上記式を用いることによって、図10に記載の $T_{1E} \sim T_{2N}$ までの区間の放電をパワー型電池106に負担させることが可能となる。図より、パワー型電

池 106 の $SO C_p$ を目標値に近づける機会が減るため、第一の実施形態に比べ、 $SO C_p$ が上下限まで達している期間は長くなるが、パワー型電池 106 に入出力する充放電電流 I_{p_in} の積算量が小さくて済むため、パワー型電池の劣化度合いを減少させることが可能となる。

《第四の実施形態》

続いて、第四の実施形態について説明する。本実施形態が第一の実施形態と異なる点は、電池温度上限設定値を判断フローに導入した点である。

[0067] 第四の実施形態の全体構成、およびインバータ電力指令値 P_A 、 P_B の算出手順を示すフローチャートは、図 1、および図 2 で示した第一の実施形態と同様である。

[0068] 図 11 は第四の実施形態の電池複合コントローラ 104 のインバータ電力指令値 P_A 、 P_B の算出手順を示すフローチャートである。第四の実施形態では、ステップ S301 において、充放電電力 P_{in} が最大充電電力 P_{E_max} 以下、又は最大放電電力 P_{E_min} 以上であると判定した場合、ステップ S305 に進む。ステップ S305 では、パワー型電池 106 の電池温度 T_{mp} が電池温度上限設定値 T_{mp_PLim} 以下であるか判定を行う。パワー型電池 106 の電池温度 T_{mp} が電池温度設定値 T_{mp_Pset} 以下である場合は、S302 に進み、それ以外の場合は、S303 に進む。

[0069] この電池温度判定を加えることにより、パワー型電池 106 が温度上限に達して充放電不可となることが防止できるため、結果として、システム稼働率を向上することが可能となる。

[0070] 以下、上述した第一の実施形態から第四の実施形態までの本発明の特徴を纏める。

[0071] 本発明の 1 つは、容量型電池と、該容量型電池に比べ、出力/容量の値が高いパワー型電池を並列接続した電池複合システムであって、充放電電力が、前記容量型電池の最大充電電力以下であって最大放電電力以上である場合、充放電電力を前記パワー型電池または前記容量型電池に分配する閾値を変化させることを特徴とする。

- [0072] 当該構成によって、前記容量型電池の最大充電電力以下であって最大放電電力以上である場合であったとしても、パワー型電池に電力を充電または放電させることが可能となる。従って、パワー型電池と容量型電池に柔軟に電力を分配することが可能となり、パワー型電池のSOCが上限値または下限値に到達する回数を低減できる。
- [0073] また、パワー型電池の充放電が不可能になることを回避した電池複合システムを提供することができる。
- [0074] また、本発明の1つは、閾値 (T_{r1} 、 T_{r2}) が、前記パワー型電池のSOC (State Of Charge : 充電量) に基づいて設定されることを特徴とする。
- [0075] このように閾値 (T_{r1} 、 T_{r2}) が容量型電池のSOCではなくパワー型電池のSOCに基づいて決定されることによって、より容量が満充電状態になりやすいパワー型電池のSOCの調整をしやすくなり、パワー型電池のSOCが上限値または下限値に到達する回数を低減できる。
- [0076] また、本発明の1つは、閾値 (T_{r1} 、 T_{r2}) がさらに前記パワー型電池の目標値SOCに基づいて設定されることによって、パワー型電池のSOCが所定のSOCから乖離するのを防ぐことが可能となる。
- [0077] また、本発明の1つは、充放電電力が容量型電池の最大充電電力より大きい場合には、閾値 (T_{r1} 、 T_{r2}) を容量型電池の最大充電電力とし、充放電電力が、容量型電池の最大放電電力より小さい場合には、閾値 (T_{r1} 、 T_{r2}) を容量型電池の最大放電電力とすることを特徴とする。
- [0078] このようにすることによって、容量型電池では吸収しきれない電力を確実にパワー型電池に吸収させることが可能となる。
- [0079] また、本発明の1つは、閾値 (T_{r1} 、 T_{r2}) が、目標値SOCに所定の定数を加算または減算した値に基づいて設定されることを特徴とする。
- [0080] このように、充放電電力が、前記容量型電池の最大充電電力以下であって最大放電電力以上である場合以外であっても、パワー型電池に充放電を負担させることが可能となる。そのため、第一の実施形態に記載の方式よりも、

パワー型電池の充放電電流量を小分けにすることができ、温度上昇等によるパワー型電池の劣化を抑制することが可能となる。

[0081] また、本発明の1つは、目標値SOCにパワー型電池のSOC使用幅の1/2を加算または減算することを特徴とする。

[0082] このような構成にすることによって、パワー型電池の充放電電流量を十分小分けにすることが可能となり、よりパワー型電池の劣化を抑制することが可能となる。

[0083] また、本発明の1つは、充放電電力が前記容量型電池の最大充電電力より大きい場合、または充放電電力が前記容量型電池の最大放電電力より小さい場合には、前記閾値はパワー型電池の上限値SOC、またはパワー型電池の下限値SOCに基づいて設定されることを特徴とする。

[0084] このように、閾値 (T_{r1} 、 T_{r2}) の計算に幅を持ったSOC ($SOC_{pmin} \sim SOC_{pmax}$) を使用することによって、第一の実施形態で説明した方式よりもパワー型電池のSOCを目標値に近づける機会が増加する。そのため、第一の実施形態よりも、よりパワー型電池の充放電が不可能になることを回避することが可能となり電池複合システムの稼働率を向上させることが可能となる。

[0085] また、本発明の1つは、パワー型電池のSOCの上限値SOC (SOC_{pmax}) は、前記目標値SOCに所定の定数を加算した値であり、パワー型電池のSOCの下限値SOC (SOC_{pmin}) は、目標値SOCに前記所定の定数を減算した値であることを特徴とする。

[0086] このような構成にすることによって、パワー型電池のSOCが目標値SOCから大きく乖離することが低減されるため、安定して駆動可能な電池複合システムを提供することが可能となる。

[0087] また、本発明の1つは、上限値SOC (SOC_{pmax}) 及び下限値SOC (SOC_{pmin}) は、目標値SOCから5～10%上または下であることを特徴とする。

[0088] このような構成にすることによって、パワー型電池の使用比率が極端に上

昇してパワー型電池が短寿命化するのを防ぐことが可能となる。

[0089] また、本発明の1つは、パワー型電池の上限温度以上であった場合、閾値を容量型電池の最大充電電力、または閾値を容量型電池の最大放電電力とすることを特徴とする。

[0090] このような構成にすることによって、パワー型電池の電池温度が上限に達して充放電不可となることを防止できるため、結果としてシステム稼働率を向上させることが可能になる。

[0091] 以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行うことができるものである。例えば、前記した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。さらに、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

- [0092] 100 電池複合システム
101 発電要素
102 電力系統
103 電力測定器
104 電池複合コントローラ
105 容量型電池
106 パワー型電池
107A、107B インバータ
108A、108B DCライン
109 ACライン

請求の範囲

- [請求項1] 容量型電池と、該容量型電池に比べ、出力/容量の値が高いパワー型電池を並列接続した電池複合システムであって、
- 充放電電力が、前記容量型電池の最大充電電力以下であって最大放電電力以上である場合、
- 充放電電力を前記パワー型電池または前記容量型電池に分配する閾値を変化させることを特徴とする電池複合システム。
- [請求項2] 請求項1に記載の電池複合システムにおいて、
- 前記閾値は、前記パワー型電池のSOC (State Of Charge : 充電量) に基づいて設定されることを特徴とする電池複合システム。
- [請求項3] 請求項2に記載の電池複合システムにおいて、
- 前記閾値は、さらに前記パワー型電池の目標値SOCに基づいて設定されることを特徴とする電池複合システム。
- [請求項4] 請求項3に記載の電池複合システムにおいて、
- 前記充放電電力が、前記容量型電池の最大充電電力より大きい場合には、前記閾値は前記容量型電池の最大充電電力とし、
- 前記充放電電力が、前記容量型電池の最大放電電力より小さい場合には、前記閾値は前記容量型電池の最大放電電力とすることを特徴とする電池複合システム。
- [請求項5] 請求項3に記載の電池複合システムにおいて、
- 前記閾値は、前記目標値SOCに所定の定数を加算または減算した値に基づいて設定されることを特徴とする電池複合システム。
- [請求項6] 請求項5に記載の電池複合システムにおいて、
- 所定の定数は、前記パワー型電池のSOC使用幅の $1/2$ であることを特徴とする電池複合システム。
- [請求項7] 請求項3に記載の電池複合システムにおいて、
- 前記充放電電力が前記容量型電池の最大充電電力より大きい場合、

または前記充放電電力が前記容量型電池の最大放電電力より小さい場合には、前記閾値はパワー型電池の上限値SOC、またはパワー型電池の下限値SOCに基づいて設定されることを特徴とする電池複合システム。

[請求項8]

請求項7に記載の電池複合システムにおいて、

前記上限値SOCは、前記目標値SOCに所定の定数を加算した値であり、

前記下限値SOCは、前記目標値SOCに前記所定の定数を減算した値であることを特徴とする電池複合システム。

[請求項9]

請求項8に記載の電池複合システムにおいて、

前記所定の定数は、5～10%であることを特徴とする電池複合システム。

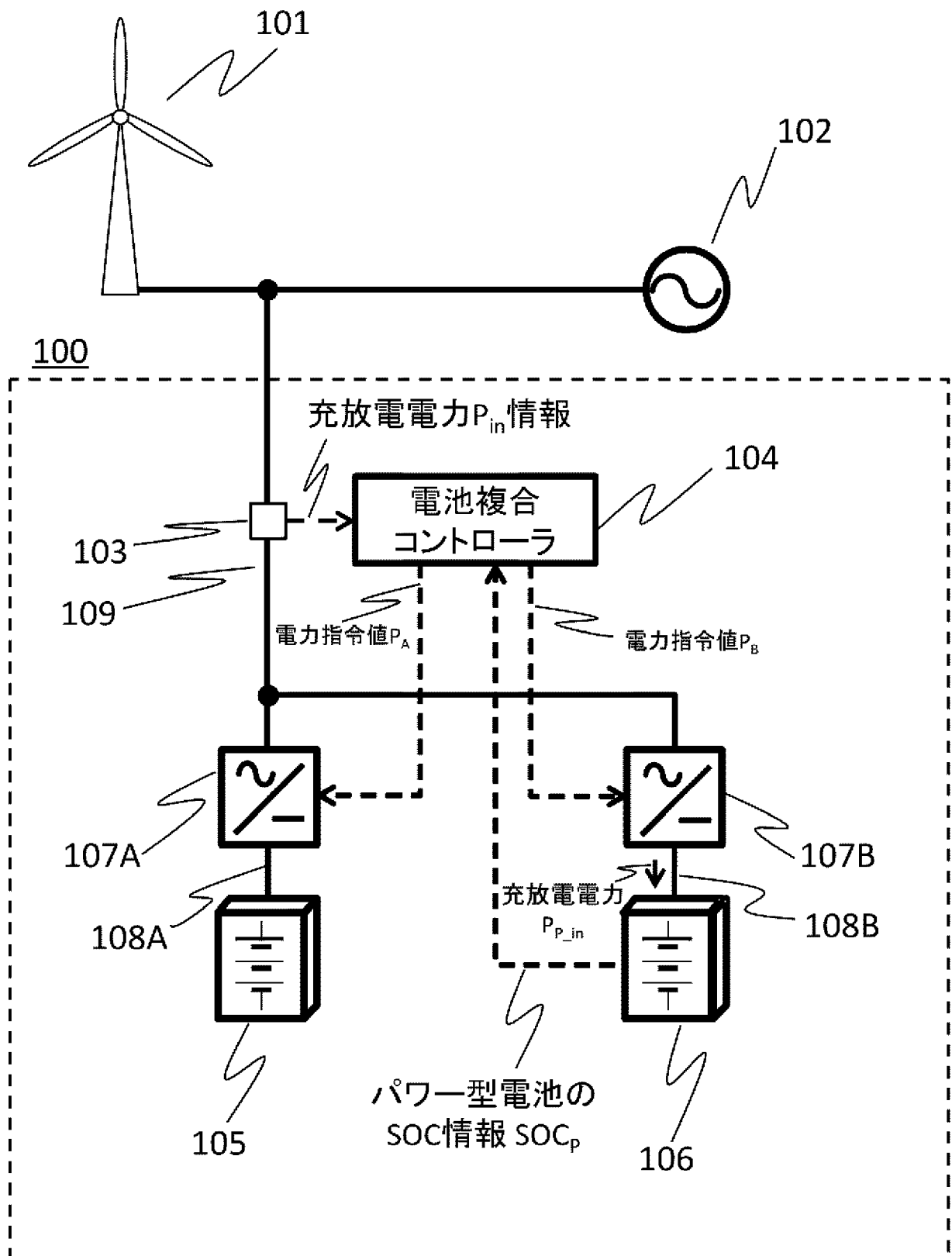
[請求項10]

請求項3に記載の電池複合システムにおいて、

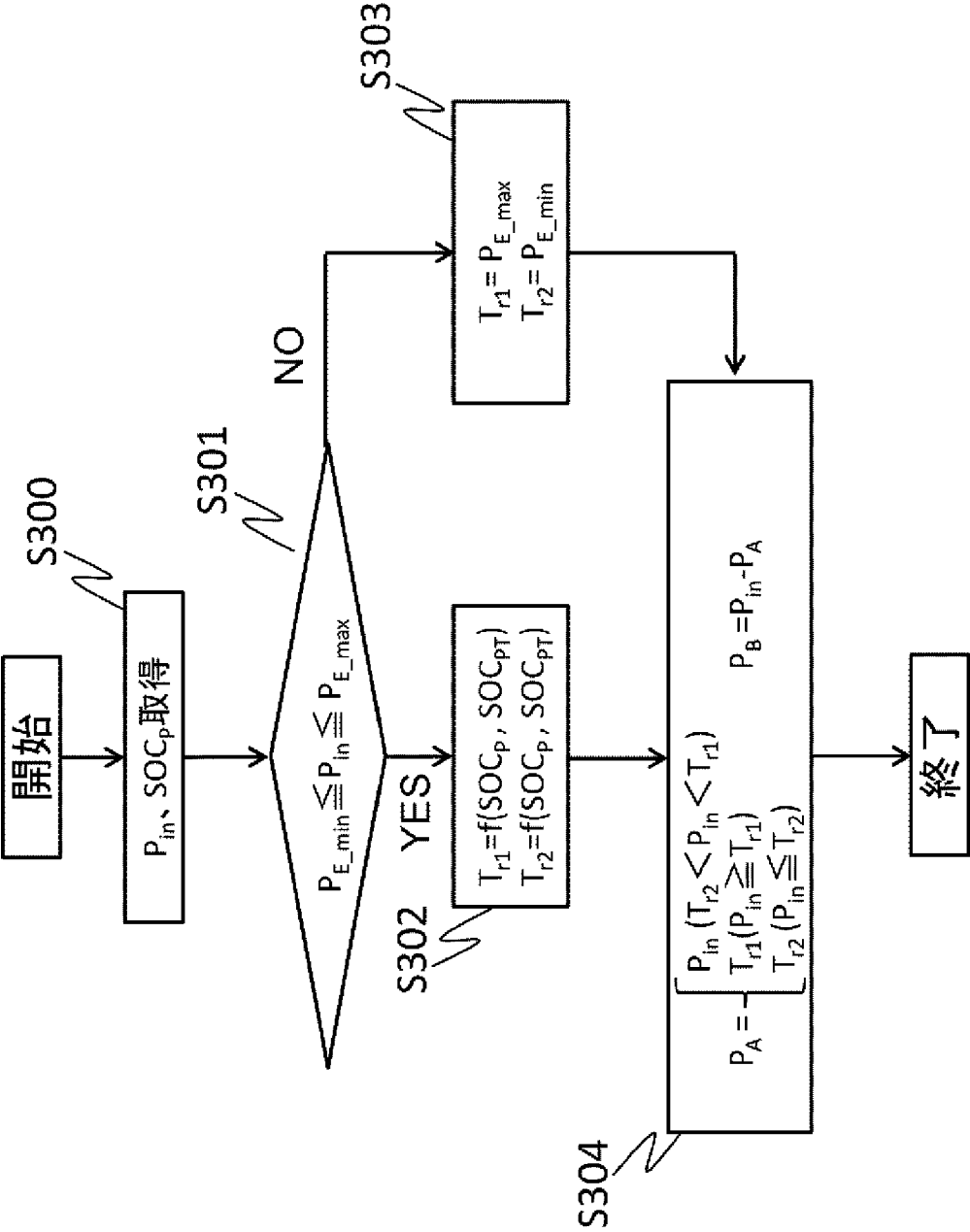
前記パワー型電池の上限温度以上であった場合、前記閾値を前記容量型電池の最大充電電力、または前記閾値を前記容量型電池の最大放電電力とすることを特徴とする電池複合システム。

[図1]

【図1】

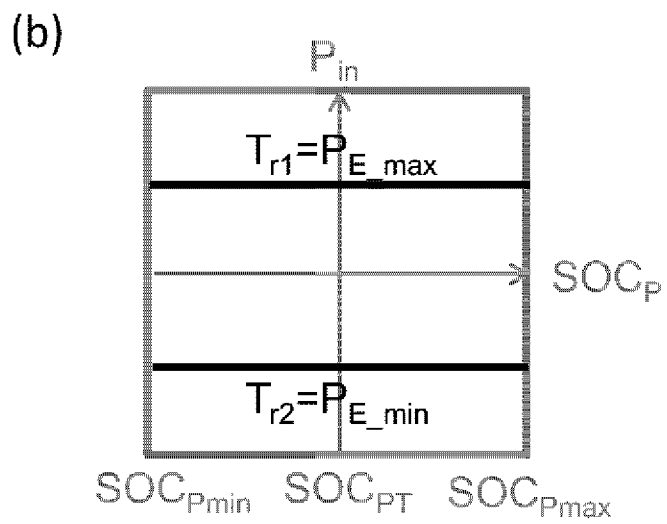
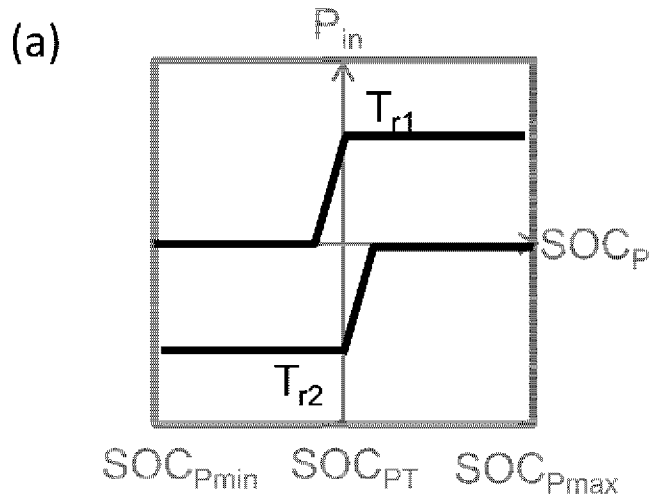


【図2】



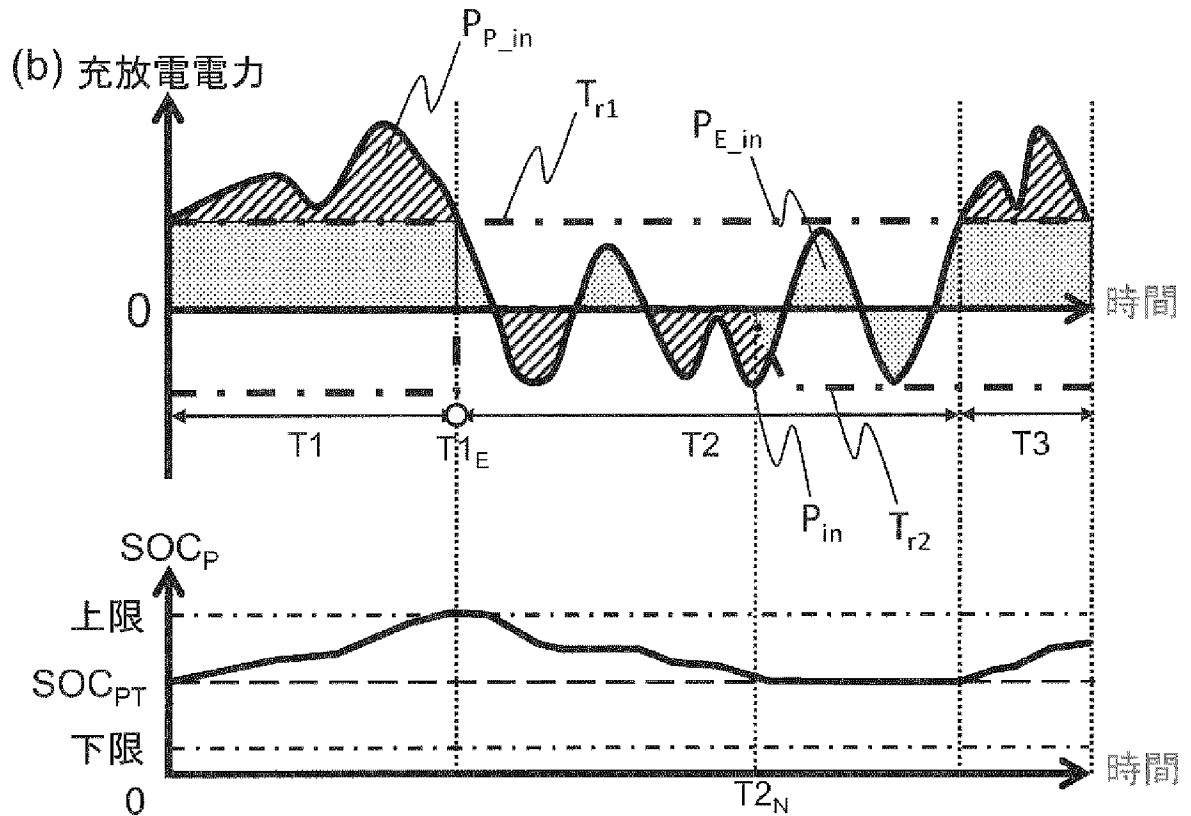
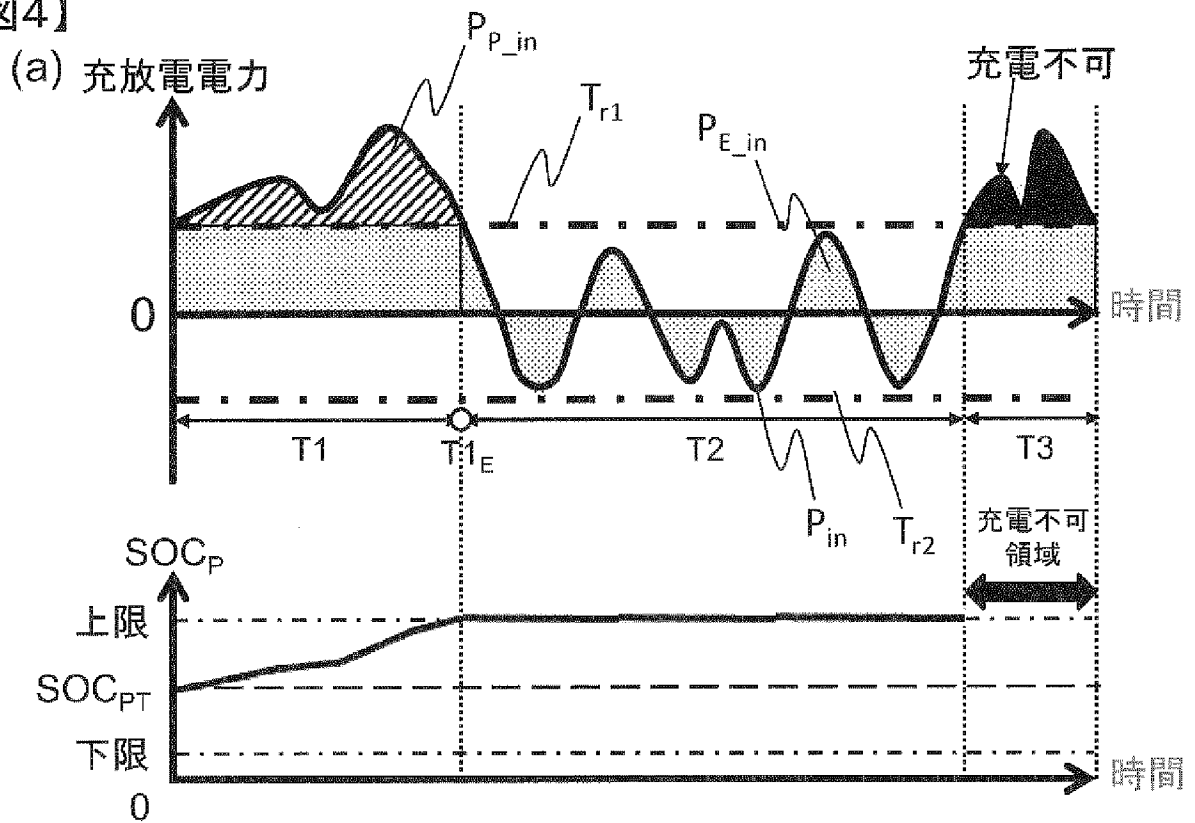
[図3]

【図3】

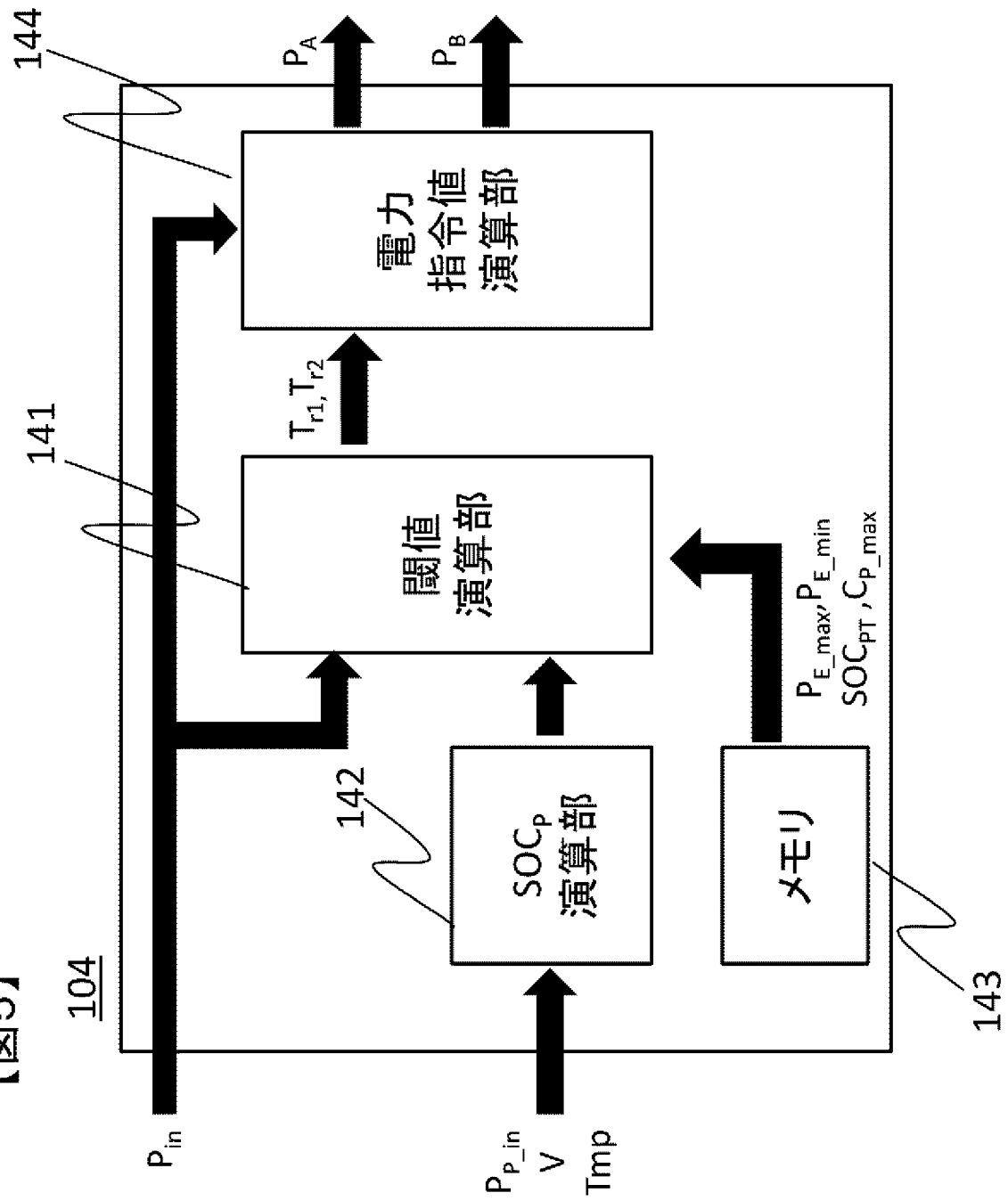


[図4]

【図4】

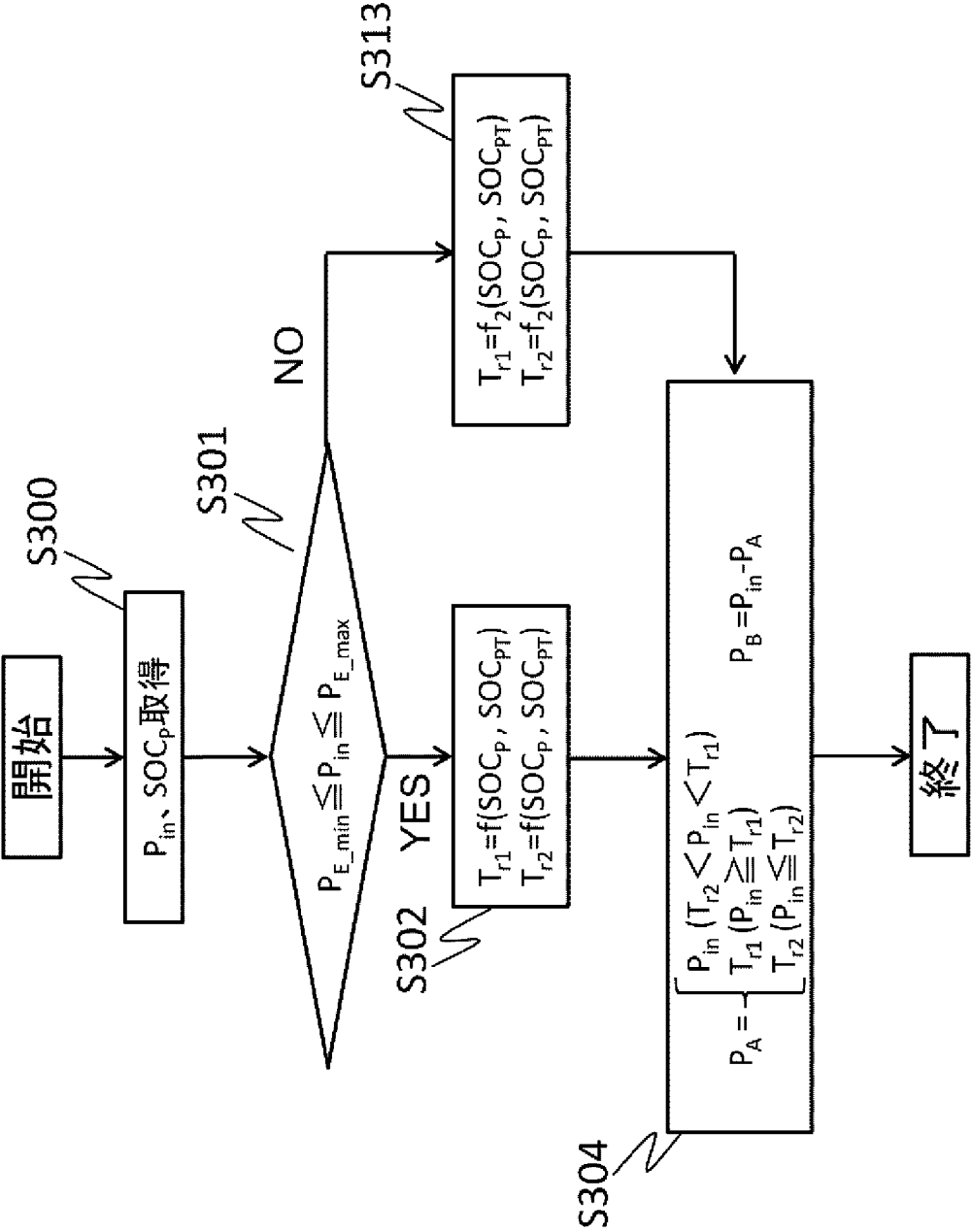


【図5】



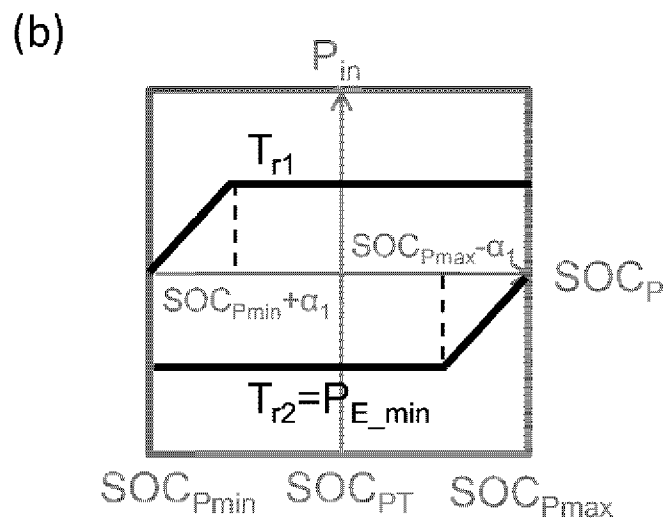
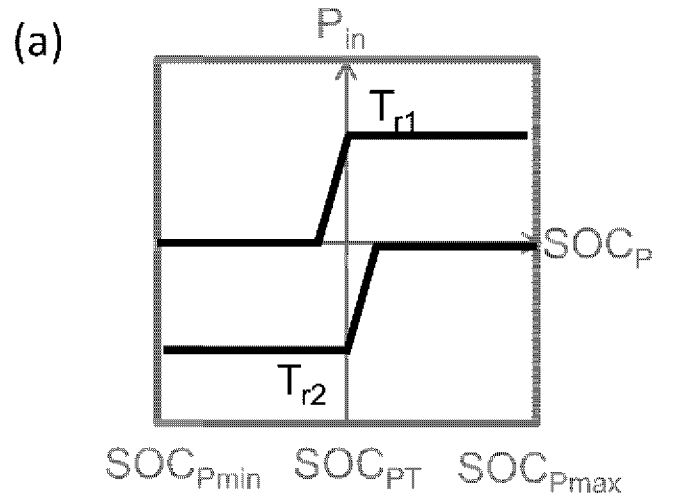
【図6】

【図6】

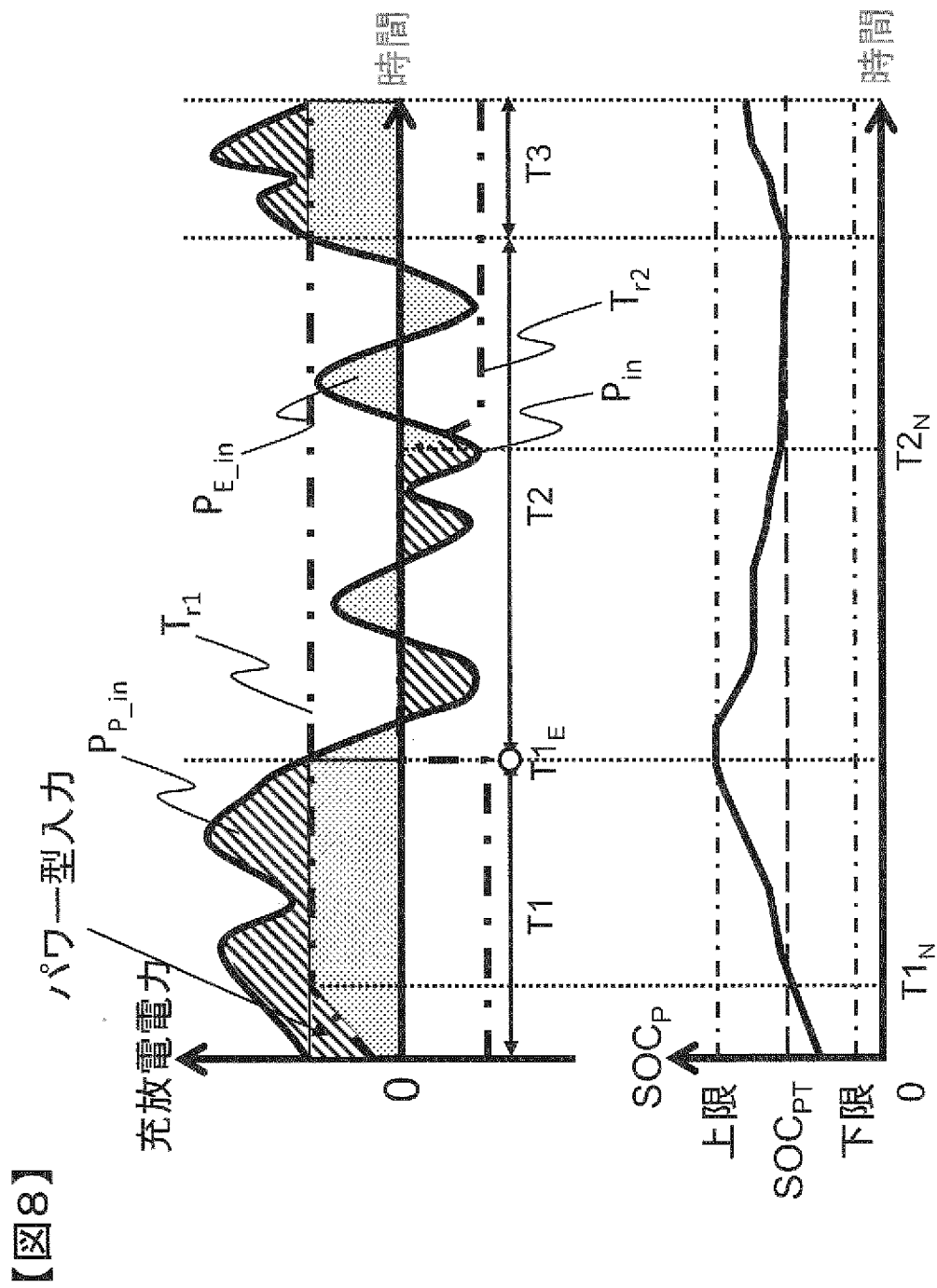


[図7]

【図7】

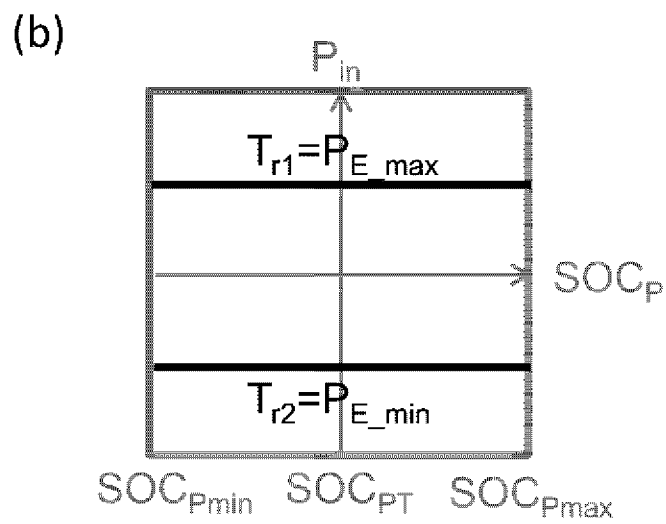
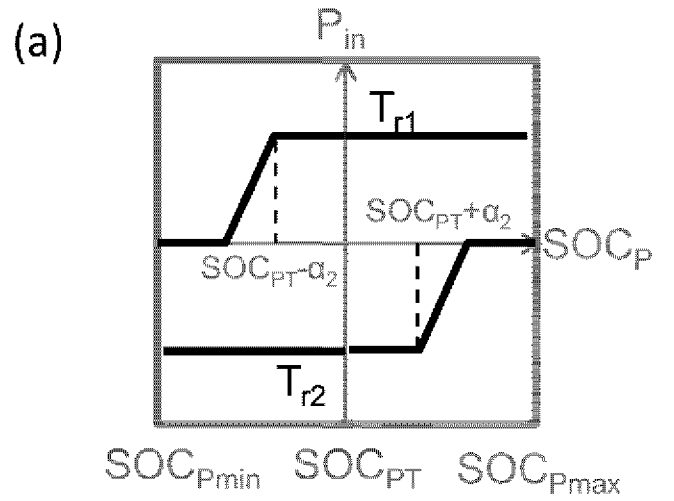


【図8】

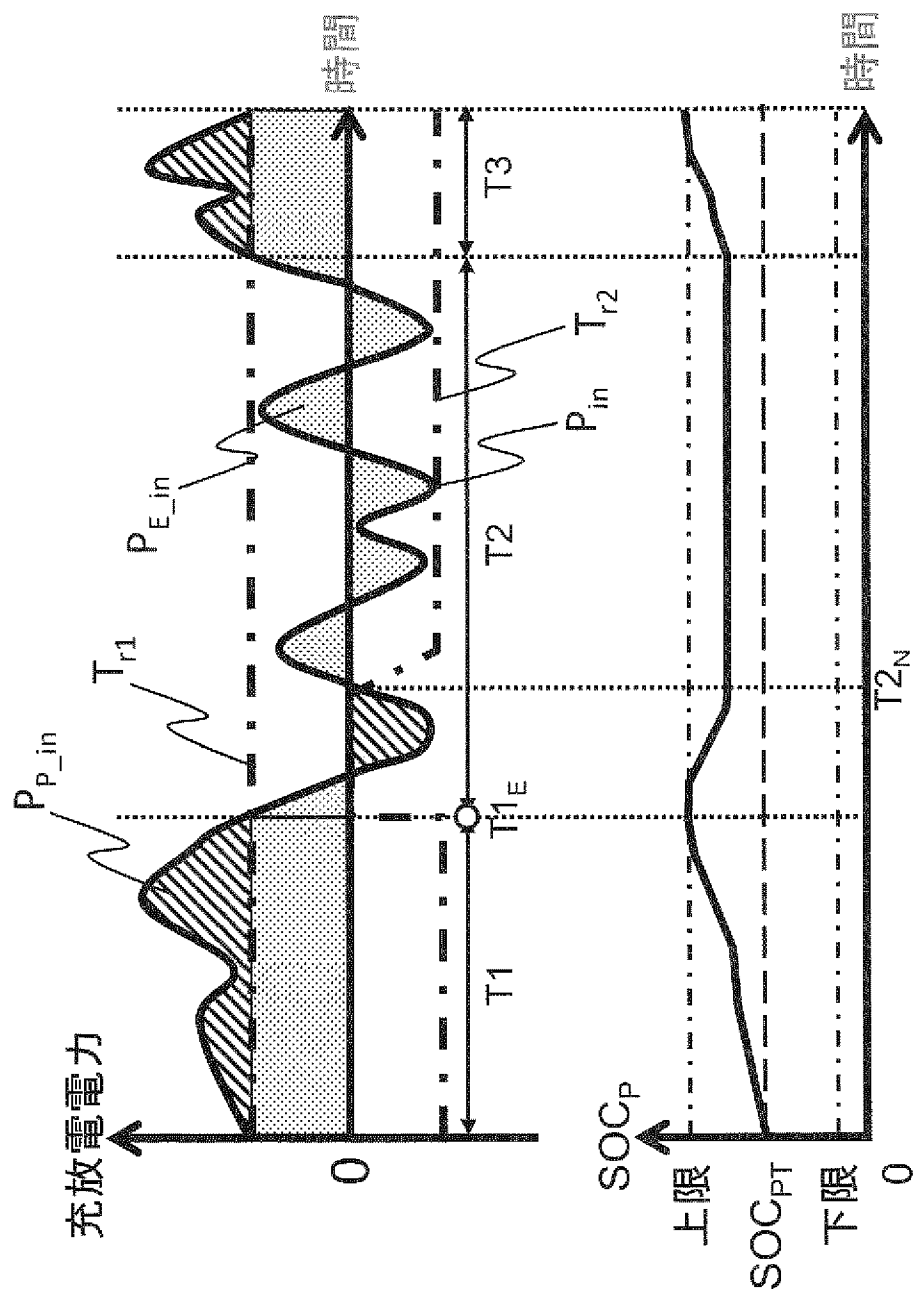


[図9]

【図9】

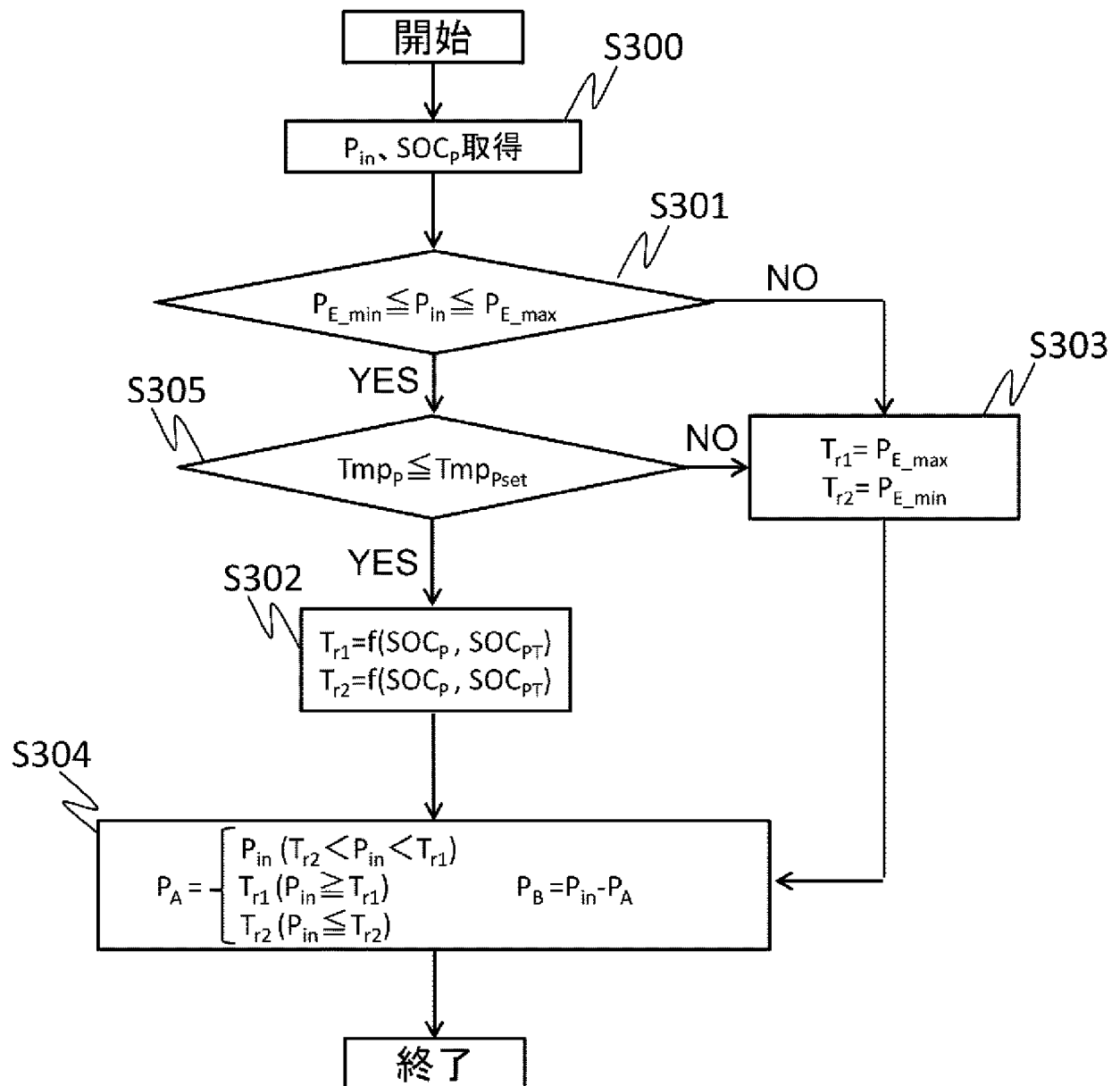


【図10】



[図11]

【図11】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/051948

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J7/34 (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)

H02J7/34

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	JP 2004-032871 A (Shin-Kobe Electric Machinery Co., Ltd.), 29 January 2004 (29.01.2004), paragraphs [0004], [0031] to [0034], [0050] to [0056], [0083]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 2
Y	JP 2011-239646 A (Toyota Motor Corp.), 24 November 2011 (24.11.2011), paragraphs [0001] to [0008], [0086] to [0121]; fig. 1, 8 to 10 (Family: none)	1, 2
A	JP 2011-230618 A (Denso Corp.), 17 November 2011 (17.11.2011), entire text; all drawings (Family: none)	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
17 April, 2013 (17.04.13)

Date of mailing of the international search report
07 May, 2013 (07.05.13)

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. H02J7/34(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. H02J7/34

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	JP 2004-032871 A (新神戸電機株式会社) 2004.01.29, 段落【0004】, 【0031】 - 【0034】, 【0050】 - 【0056】, 【0083】, 第1-3図 (ファミリーなし)	1, 2
Y	JP 2011-239646 A (トヨタ自動車株式会社) 2011.11.24, 段落【0001】 - 【0008】, 【0086】 - 【0121】, 第1, 8-10図 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 2011-230618 A (株式会社デンソー) 2011.11.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	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

1 7 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 5 . 2 0 1 3

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)

松尾 俊介

5 T

9 7 4 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8