

(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
2023年11月16日(16.11.2023)



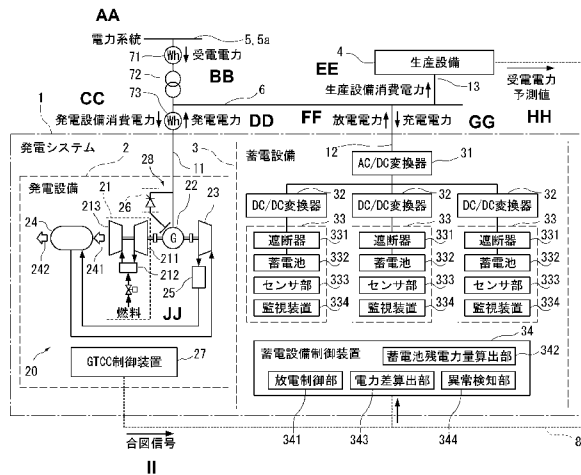
(10) 国際公開番号

WO 2023/218771 A1

- (51) 国際特許分類:
F02C 7/275 (2006.01) *F02C 7/32* (2006.01)
F02C 7/26 (2006.01) *H02P 9/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/011931
- (22) 国際出願日: 2023年3月24日(24.03.2023)
- (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 2022-076850 2022年5月9日(09.05.2022) JP
- (71) 出願人 (KR についてのみ): 三菱パワー株式会社 (MITSUBISHI POWER, LTD.) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (71) 出願人 (KR を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 八杉 明 (YASUGI Akira); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 寺崎 正雄 (TERAZAKI Masao); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松沼 泰史, 外 (MATSUNUMA Yasushi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

(54) Title: POWER GENERATION SYSTEM AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 発電システムおよび制御方法



- 1 Power generation system
2 Power generation facility
3 Power storage facility
4 Production facility
27 GTCC control device
31 AC/DC converter
32 DC/DC converter
34 Power storage facility control device
311 Breaker
332 Storage battery
333 Sensor unit
334 Monitoring device
341 Discharge control unit
342 Storage battery remaining power amount calculation unit
343 Power difference calculation unit
344 Abnormality detection unit
AA Power source
BB Received
CC Power consumed by power generation facility
DD Generated power
EE Power consumed by production facility
FF Discharged power
GG Charging power
HH Estimated value of received power
II Cue signal
JJ Fuel

(57) Abstract: A power generation system comprises a rotating electric machine, a plurality of storage batteries, a discharge control unit for controlling the discharging of the plurality of storage batteries, and an abnormality detection unit for detecting abnormalities in the storage batteries. When the power used to start the rotating electric machine is supplied from the plurality of storage batteries by the discharging from the multiple storage batteries and the abnormality detection unit has detected an abnormality in a storage battery, the discharge control unit increases the power discharged by other storage batteries having no abnormalities detected so as to cover the discharge portion from the storage battery having the abnormality detected, after the discharge portion from the storage battery having the abnormality detected has been

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

supplied from a grid.

(57) 要約: 発電システムは、回転機械と、複数の蓄電池と、複数の蓄電池の放電を制御する放電制御部と、蓄電池の異常を検知する異常検知部と、を備える発電システムであって、放電制御部は、複数の蓄電池からの放電によって回転機械の起動に用いる電力を複数の蓄電池から供給している場合に、異常検知部が蓄電池の異常を検知したとき、異常が検知された蓄電池からの放電分をグリッドから供給した後、異常が検知された蓄電池からの放電分をカバーするように異常が検知されていない他の蓄電池の放電電力を上昇させる。

明 細 書

発明の名称： 発電システムおよび制御方法

技術分野

[0001] 本開示は、発電システムおよび制御方法に関する。本願は、2022年5月9日に、日本に出願された特願2022-076850号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 特許文献1は、蓄電池を電源とする直流モータを起動装置とする回転機械（ガスタービン発電装置）が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-150362号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載の回転機械では、例えば蓄電池が異常となった場合、回転機械を起動できなくなる場合があるという課題があった。

[0005] 本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、回転機械の起動装置に電力を供給するための蓄電池の異常に適切に対応することができる発電システムおよび制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本開示に係る発電システムは、回転機械と、複数の蓄電池と、前記複数の蓄電池の放電を制御する放電制御部と、前記蓄電池の異常を検知する異常検知部と、を備える発電システムであって、前記放電制御部は、前記複数の蓄電池からの放電によって前記回転機械の起動に用いる電力を前記複数の蓄電池から供給している場合に、前記異常検知部が前記蓄電池の異常を検知したとき、前記異常が検知された前記蓄電池からの放電分をグリッドから供給した後、前記異常が検知された前記蓄電池からの

放電分をカバーするように異常が検知されていない他の前記蓄電池の放電電力を上昇させる。

[0007] 本開示に係る制御方法は、回転機械と、複数の蓄電池と、前記複数の蓄電池の放電を制御する放電制御部と、前記蓄電池の異常を検知する異常検知部と、を備える発電システムの制御方法であって、前記放電制御部は、前記複数の蓄電池からの放電によって前記回転機械の起動に用いる電力を前記複数の蓄電池から供給している場合に、前記異常検知部が前記蓄電池の異常を検知したとき、前記異常が検知された前記蓄電池からの放電分をグリッドから供給した後、前記異常が検知された前記蓄電池からの放電分をカバーするように異常が検知されていない他の前記蓄電池の放電電力を上昇させる。

発明の効果

[0008] 本開示の発電システムおよび制御方法によれば、ガスタービンの起動装置に電力を供給するための蓄電池の異常に適切に対応することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の実施形態に係る発電システムの構成例を示す構成図である。
[図2]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を示す模式図である。
[図3]本開示の実施形態に係るガスタービンの起動過程の例を示す模式図である。
[図4]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。
[図5]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を示すフローチャートである。
[図6]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を示すフローチャートである。
[図7]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。
[図8]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。

[図9]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。

[図10]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を示すフローチャートである。

[図11]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を示すフローチャートである。

[図12]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。

[図13]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。

[図14]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。

[図15]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。

[図16]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。

[図17]本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。

[図18]少なくとも1つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の実施形態に係る発電システムおよび制御方法について、図1～図17を参照して説明する。図1は、本開示の実施形態に係る発電システムの構成例を示す構成図である。図2は、本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を示す模式図である。図3は、本開示の実施形態に係るガスタービンの起動過程の例を示す模式図である。図4は、本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。図5および図6は、本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を示すフローチャートで

ある。図 7 ～図 9 は、本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。図 10 および図 11 は、本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を示すフローチャートである。図 12 ～図 17 は、本開示の実施形態に係る発電システムの動作例を説明するための模式図である。なお、各図において同一または対応する構成には同一の符号を用いて説明を適宜省略する。

[0011] (発電システムの構成)

図 1 に示すように、本実施形態に係る発電システム 1 は、発電設備 2 と、蓄電設備 3 とを備える。発電設備 2 の電力の入出力線 11 は、電力量計 73 を介して、送配電線 6 に接続されている。蓄電設備 3 の電力の入出力線 12 は、送配電線 6 に接続されている。生産設備 4 の電力の入出力線 13 は、送配電線 6 に接続されている。送配電線 6 は、変圧器 72 および電力量計 71 を介して系統 5 に接続されている。系統 5 は、電力系統ともいう。なお、本実施形態では、系統 5 から送配電線 6 へ入力される電力を受電電力という。発電設備 2 から送配電線 6 へ出力される電力を発電電力という。発電設備 2 へ送配電線 6 から入力される電力を発電設備消費電力という。蓄電設備 3 から送配電線 6 へ出力される電力を放電電力という。蓄電設備 3 へ送配電線 6 から入力される電力を充電電力という。生産設備 4 へ送配電線 6 から入力される電力を生産設備消費電力という。生産設備 4 は、例えば工場内の設備であり、送配電線 6 から供給される電力を負荷として消費する。また、系統 5 は、発電、変電、送電および配電を行うシステムである。系統 5 のうち送電および配電を行う部分がグリッド 5a である。また、送配電線 6 もグリッドである。蓄電設備 3 の充電は、グリッドから行なわれる。

[0012] 図 2 は、図 1 に示す発電システム 1 と生産設備 4 に供給される受電電力の 1 日の変化の例を示す。横軸は時刻、縦軸は受電電力である。図 2 に示す例では、発電設備 2 は、夜間は発電を停止し、昼間のみ発電する。発電設備 2 が発電を開始するまでは、発電設備 2 の起動電力を含めて系統 5 から電力を受電する。発電設備 2 が起動を完了し、発電を開始すれば、発電設備 2 から

生産設備 4 へ電力が供給され、受電電力はゼロになる。

[0013] (発電設備の構成)

発電設備 2 は、ガスタービンコンバインドサイクル (G T C C (Gas Turbine Combined Cycle)) 発電システム 2 0 (以下、G T C C 発電システム 2 0 という) を備える。発電設備 2 が発電した電力は、例えば、生産設備消費電力や充電電力として消費されたり、系統 5 へ逆潮流されたりする。G T C C 発電システム 2 0 は、ガスタービン 2 1 と、発電機 2 2 と、蒸気タービン 2 3 と、排熱回収ボイラ 2 4 と、復水器 2 5 と、励磁用サイリスタ整流器 2 6 と、G T C C 制御装置 2 7 と、図示していない補機等を備える。発電機 2 2 と励磁用サイリスタ整流器 2 6 は、起動装置 2 8 を構成する。起動装置 2 8 は、ガスタービン 2 1 を起動する際に、発電機 2 2 をモータにしてガスタービン 2 1 を駆動する。なお、図示していない補機には、例えば、循環水、給水、潤滑油等を送り出すポンプ、冷却用のファン、監視室内の設備等がある。

[0014] ガスタービン 2 1 は、回転機械の一態様であって、空気圧縮機 2 1 1 と、燃焼器 2 1 2 と、タービン 2 1 3 とを備える。ガスタービン 2 1 は、空気圧縮機 2 1 1 で圧縮した空気と燃料の天然ガスとを燃焼器 2 1 2 で混合して燃焼させ、流体である燃焼ガスをタービン 2 1 3 内の回転翼にあてて、流体の運動エネルギーを回転運動に変換して回転動力を得る原動機である。ガスタービン 2 1 は、発電機 2 2 を駆動する。

なお、本実施形態においては、回転機械がガスタービン 2 1 である例で説明するが、他の実施形態ではこれに限定されない。他の実施形態において、回転機械は、例えば、ガスタービンの起動装置、圧縮機、ターボ冷凍機、ポンプなどであってよい。

[0015] 排熱回収ボイラ 2 4 は、ガスタービン 2 1 から排出されたガスタービン排気ガス 2 4 1 の排熱を回収して蒸気を発生する。また、排熱回収ボイラ 2 4 は、ガスタービン排気ガス 2 4 1 から排熱を回収するとともに、脱硝処理等をした後、排熱回収ボイラ排気ガス 2 4 2 として排気し、図示していない煙

突等から大気中に排出する。

[0016] 発電機 22 は、同期電機機械であり、ガスタービン 21 および蒸気タービン 23 と同軸で構成されている。発電機 22 は、ガスタービン 21 および蒸気タービン 23 の動力を電力に変換して送配電線 6 へ出力する同期発電機として動作する。また、発電機 22 は、ガスタービン 21 の起動の際、送配電線 6 から供給される電力を入力して同期電動機として動作する。

[0017] 蒸気タービン 23 は、排熱回収ボイラ 24 で生成された蒸気を回転翼にあてて回転動力を得る原動機である。

[0018] 復水器 25 は、蒸気タービン 23 を通過した蒸気を復水する。復水器 25 で復水された水は、ポンプ等を介して排熱回収ボイラ 24 へ給水される。

[0019] G T C C 制御装置 27 は、図示していない各種センサの検出信号や図示していない上位の制御装置からの制御信号等を入力し、発電設備 2 内の各種アクチュエータを制御する。G T C C 制御装置 27 は、例えば、ガスタービン 21 の起動時に、ガスタービン 21 の各部を制御するとともに、起動装置 28 の回転数や出力トルクを制御する。また、G T C C 制御装置 27 は、ガスタービンの起動時における所定のイベントに応じて複数種類の合図信号を生成し、通信線 81 を介して、蓄電設備 3 内の後述する蓄電設備制御装置 34 へ出力する。所定のイベントは、例えば、ガスタービンの起動開始、スピン回転数到達、着火、自立回転数等である。また、合図信号は、各イベントに対応する、ガスタービン起動開始信号、スピン回転数到達信号、着火信号、自立回転数信号と、ガスタービン 21 の回転数（＝回転速度）を表す信号等である。

[0020] なお、ガスタービンの起動開始は、起動装置 28 を起動して、ターニング状態のガスタービン 21 に対して起動装置 28 から回転トルクを印加し始めたというイベントである。スピン回転数到達は、スピン運転されているガスタービン 21 の排気ダクトのパージ運転に適した所定の回転数に到達したというイベントである。ここで、スピン運転は、クランキングとも呼ばれ、ガスタービン 21 に燃料を投入せずに起動装置 28 だけで駆動している状態の

運転である。また、パーズ運転は、起動時に点火に先立って燃焼器 2 1 2、ダクト等に残存する未燃の燃料を排除するためのスピン運転である。着火は、点火動作によって燃料が燃焼を始めたというイベントである。自立回転数は、ガスタービン 2 1 が起動装置 2 8 からの回転トルクを受けずに加速を維持できるという自立運転ができる回転数以上になったというイベントである。なお、自立回転数は、起動完了を意味する。

[0021] 図 3 は、ガスタービン 2 1 を起動する際の発電設備消費電力とガスタービン回転数の変化を模式的に示す。横軸は時間であり、縦軸は発電設備消費電力とガスタービン回転数である。発電設備消費電力は実線で示す。ガスタービン回転数は鎖線で示す。発電設備消費電力は、ガスタービン起動電力（放電電力で賄う電力）と補機消費電力を含む。図 3 では、ガスタービン起動電力量（放電電力で賄う領域）を右上がりの網掛けで示す。また、補機消費電力量を右下がりの網掛けで示す。ガスタービン起動電力は、起動装置 2 8 が消費する電力である。図 3 に示す例では、時刻 t_1 でガスタービンの起動が開始される。時刻 t_2 でガスタービン 2 1 の回転数が所定のスピン回転数に到達する。その後、ガスタービン 2 1 の回転数はおおむね一定に制御され、パーズ運転が実行される。そして、時刻 t_3 で着火する。着火後は、ガスタービン 2 1 の回転数が上昇し、時刻 t_4 で自立回転数に到達する。また、ガスタービン起動電力は、時刻 t_1 から時刻 t_2 までおおむね一定の上昇率で上昇する。また、ガスタービン起動電力は、時刻 t_2 から時刻 t_3 までおおむね一定である。また、ガスタービン起動電力は、時刻 t_3 から上昇し、ある値で一定となり、時刻 t_4 に近づいたある時刻から低下する。そして、時刻 t_4 でゼロとなる。なお、図 3 に示す起動時の変化は一例であって、本実施形態の適用はこの例に限定されない。

[0022] （蓄電設備の構成）

蓄電設備 3 は、AC/DC 変換器 3 1 と、3 個の DC/DC 変換器 3 2 と、3 個の蓄電池パック 3 3 と、蓄電設備制御装置 3 4 とを備える。AC/DC 変換器 3 1 は、双方向の交流一直流変換器であり、送配電線 6 から入力さ

れた交流電力を直流電力に変換してDC/DC変換器32へ出力したり、DC/DC変換器32から入力された直流電力を交流電力に変換して送配電線6へ出力したりする。なお、DC/DC変換器32と蓄電池パック33の個数は、各1個であってもよいし、3以外の複数であってもよい。

[0023] DC/DC変換器32は、双方向の直流-直流変換器であり、AC/DC変換器31から入力した直流電力の電圧を昇圧または降圧して蓄電池パック33へ出力したり、蓄電池パック33から入力した直流電力の電圧を昇圧または降圧してAC/DC変換器31へ出力したりする。また、DC/DC変換器32は、例えば蓄電池パック33からの放電時には、蓄電設備制御装置34からの指示に従い、例えばAC/DC変換器31へ出力する直流電力の電圧を一定値とし、電流を変化させることで、蓄電池パック33からの放電電力を制御する。各DC/DC変換器32は、蓄電設備制御装置34からの指示に従い、各蓄電池パック33からの放電電力を独立して制御する。

[0024] 蓄電池パック33は、遮断器331と、蓄電池332と、センサ部333と、監視装置334とを備える。蓄電池332は、複数の蓄電池セル（単電池）または複数の蓄電池セルからなる蓄電池モジュール（組電池）の組み合わせで構成される。蓄電池セルは、例えばリチウムイオン電池である（ただし、これに限定されない）。蓄電池332は、例えば、ガスタービン21の起動の際に放電される。遮断器331は、蓄電池332とDC/DC変換器32間の接続を、接続したり遮断したりする。遮断器331の動作は、例えば監視装置334によって制御される。センサ部333は、複数種類のセンサを含み、蓄電池332の電圧、電流、温度等を検知し、検知した結果を監視装置334へ出力する。監視装置334は、センサ部333の検知結果を取得し、遮断器331を制御したり、蓄電池332のSOC（State of Charge；充電率または充電状態）を算出したりする。また、監視装置334は、取得したセンサ部333の検知結果や算出したSOCを表す情報を蓄電設備制御装置34へ出力する。また、監視装置334は、センサ部333の検知結果に基づき、過電圧、過電流、過熱等の所定の事象を検出した場合に遮断

器 3 3 1 を遮断して、蓄電池 3 3 2 を保護する。その際、監視装置 3 3 4 は、遮断器 3 3 1 を遮断したことを示す信号を蓄電設備制御装置 3 4 へ出力する。また、監視装置 3 3 4 は、蓄電設備制御装置 3 4 から所定の指示を受けた場合に遮断器 3 3 1 を遮断したり、接続したりする。

[0025] 蓄電設備制御装置 3 4 は、例えばコンピュータとその周辺回路や周辺装置とを用いて構成することができる。蓄電設備制御装置 3 4 は、コンピュータ等のハードウェアと、プログラム等のソフトウェアとの組み合わせから構成される機能的構成として、放電制御部 3 4 1、蓄電池残電力量算出部 3 4 2、電力差算出部 3 4 3 および異常検知部 3 4 4 を備える。

[0026] 放電制御部 3 4 1 は、1 または複数の蓄電池 3 3 2 の放電を制御する。本実施形態において、「蓄電池 3 3 2 の放電を制御する」とは、蓄電池 3 3 2 の放電電力を制御することと、蓄電池 3 3 2 の放電電力と放電電力量を制御することの少なくとも一方を意味する。放電制御部 3 4 1 は、ガスタービン 2 1 の起動の際、例えば、蓄電池 3 3 2 の残電力量が充分である場合には放電電力を所定のパターンに制御して蓄電池 3 3 2 を放電させる。また、放電制御部 3 4 1 は、ガスタービン 2 1 の起動の際、例えば、蓄電池 3 3 2 の残電力量が充分でない場合には放電電力量が残電力量を超えないようにパターンを変更して蓄電池 3 3 2 を放電させる。

[0027] 本実施形態において、放電制御部 3 4 1 は、例えば、ガスタービン 2 1 の起動時における所定のイベントに応じて、蓄電池 3 3 2 からの放電を制御する。イベントは、図 3 を参照して上述した、ガスタービン 2 1 の起動開始、スピン回転数到達、着火、または自立回転数の少なくとも 1 つを含む。放電制御部 3 4 1 は、イベントを表す信号を、G T C C 制御装置 2 7 から合図信号として受信する。なお、G T C C 制御装置 2 7 は、ガスタービン 2 1 の制御部の一構成例である。

[0028] 本実施形態において、放電制御部 3 4 1 は、ガスタービン 2 1 の起動の際、ガスタービン 2 1 の起動に必要な電力を、系統 5 からの電力と蓄電池 3 3 2 からの放電電力とで賄うことができるように蓄電池 3 3 2 からの放電を制

御する。

[0029] また、放電制御部 341 は、複数の蓄電池 332 からの放電によってガスタービン 21 の起動に用いる電力を複数の蓄電池 332 から供給している場合に、異常検知部 344 が蓄電池 332 の異常を検知したとき、異常が検知された蓄電池 332 からの放電分をグリッド 5a から供給した後、異常が検知された蓄電池 332 からの放電分をカバーするように異常が検知されていない他の蓄電池 332 の放電電力を上昇させる。

[0030] 蓄電池残電力量算出部 342 は、蓄電池 332 の残電力量を算出する。蓄電池残電力量算出部 342 は、例えば、監視装置 334 が算出した SOC を取得し、3 個の蓄電池 332 の合計の残電力量を算出する。あるいは、蓄電池残電力量算出部 342 は、例えば、監視装置 334 が検知した電流と電圧に基づき充電電力や放電電力を算出し、積算することで残電力量を算出する。

[0031] 電力差算出部 343 は、ガスタービン 21 の起動の際の系統 5 からの受電電力の予測値と系統 5 から使用可能な総電力値との電力差を算出する。電力差算出部 343 は、例えば、受電電力の予測値を表す情報を、生産設備 4 を管理する装置から通信線 81 を介して受信する。図 4 は、電力差 ΔMW の算出例を示す。横軸は時刻、縦軸は受電電力である。図 4 では、受電電力の実績値を実線の矩形で示し、予測値を破線の矩形で示す。また、予測値の中のガスタービン起動電力を網掛けして示す。図 4 に示す例では、8 時 30 分すぎからガスタービン 21 の起動を開始し、受電電力はガスタービン起動電力が最大となる 9 時ごろにピークとなる。発電機 22 が出力を開始する 9 時 30 分頃から受電電力は減り、10 時頃以降は受電電力はゼロになる。図 4 に示す例では、最大契約電力の値を、使用可能な総電力値として、最大契約電力の値からガスタービン 21 の起動の際の系統 5 からの受電電力の予測値 MW を減じた値が、電力差 ΔMW である。なお、使用可能な総電力値は、最大契約電力の値に限定されず、例えば所定の目的を達成するために設定した上限値等とすることができる。

[0032] 異常検知部 344 は、各監視装置 334 から取得した情報に基づき、蓄電池 332 の異常を検知する。蓄電池 332 の異常は、例えば、監視装置 334 が遮断器 331 を遮断したこと、蓄電池 332 の温度が所定の温度を超えたこと等である。

[0033] (発電システム 1 の動作例)

図 5 ～図 17 を参照して、図 1 に示す発電システム 1 のガスタービン 21 の起動の際の動作例について説明する。図 5 は、ガスタービン 21 の起動の際の基本的な動作の流れを示す。図 5 に示すように、発電システム 1 では、蓄電設備制御装置 34 が、ガスタービン 21 の起動の際の蓄電池 332 の放電モードを決定し（ステップ S1）、決定した放電モードで蓄電池 332 の放電を制御する（ステップ S2）。本実施形態において、放電モードとは、蓄電設備 3 からの放電の態様を表す。本実施形態では、一例として、放電モードとして、放電を行わない態様（放電停止）と、蓄電池 332 の電力を比較的沢山使う態様（大放電モード）と、蓄電池 332 の電力を適度に使う態様（中放電モード）と、蓄電池 332 の電力をピーク部のみで使う態様（小放電モード）とを設定し、これらのいずれかを用いて放電を実行し、または実行しない。なお、図 5 に示す処理は、例えば、操作者の所定の入力操作に応じて開始されてもよいし、発電設備 2 や生産設備 4 から所定の信号を受信した場合や予め設定された時刻となった場合に開始されてもよい。

[0034] 次に、図 5 に示す、放電モードを決定する処理（ステップ S1）について説明する。図 6 は、図 5 に示す放電モードを決定するステップ S1 の流れを示す。図 7 は、大放電モードの例を示す。図 8 は、中放電モードの例を示す。図 9 は、小放電モードの例を示す。図 7 ～図 9 は、図 3 に示すものと同一の発電設備消費電力の例を示す。ただし、図 7 ～図 9 では、図 3 で右上がりの網掛けで示すガスタービン起動電力量を、右上がりの網掛け部分（放電電力で賄う領域）と白抜き部分（受電電力で賄う領域）とに分けて示している。図 7 に示す大放電モードでは、起動開始から自立回転数までのすべての期間でガスタービン起動電力と放電電力で賄う領域が一致している。図 8 に示

す中放電モードでは、着火から自立回転数までの期間の一部に受電電力で賄う領域が設定されている。図9に示す小放電モードでは、ガスタービン起動開始から着火までのすべての期間と、着火から自立回転数までの期間の一部に受電電力で賄う領域が設定されている。なお、本動作例では、ガスタービン21を起動する前に、少なくとも小放電モードによる放電電力量を充分賄えるだけ（例えば複数回の起動を実行できる程度）の電力量が蓄電設備3に蓄電されているものとする。

[0035] 図6に示す処理では、電力差算出部343が、受電電力予測値MW[W]を取得し（ステップS10）、電力差 Δ MWを算出する（ステップS11）。次に、蓄電池残電力量算出部342が、蓄電池332の残電力量BR[Wh]を算出する（ステップS12）。

[0036] 次に、放電制御部341が、電力差 Δ MW[W]が「0」より大きいかなかを判定する（ステップS13）。電力差 Δ MW[W]が「0」より大きい場合（ステップS13：YES）、放電制御部341は、放電モードを「放電停止」に決定して（ステップS14）、図6に示す処理を終了する。電力差 Δ MW[W]が「0」より大きくない場合（ステップS13：NO）、放電制御部341は、残電力量BRが大放電モードの放電電力量[Wh]より大きいかなかを判定する（ステップS15）。ここで、大放電モードの放電電力量[Wh]は、図7に示す右上がりの網掛け部分の面積に対応する。

[0037] 残電力量BRが大放電モードの放電電力量[Wh]より大きい場合（ステップS15：YES）、放電制御部341は、放電モードを「大放電モード」に決定して（ステップS16）、図6に示す処理を終了する。残電力量BRが大放電モードの放電電力量[Wh]より大きくない場合（ステップS15：NO）、放電制御部341は、残電力量BRが中放電モードの放電電力量[Wh]より大きいかなかを判定する（ステップS17）。ここで、中放電モードの放電電力量[Wh]は、図8に示す右上がりの網掛け部分の面積に対応する。

[0038] 残電力量BRが中放電モードの放電電力量[Wh]より大きい場合（ステ

ップS 17 : YES)、放電制御部341は、放電モードを「中放電モード」に決定して(ステップS 18)、図6に示す処理を終了する。残電力量BRが中放電モードの放電電力量[Wh]より大きくない場合(ステップS 17 : NO)、放電制御部341は、放電モードを「小放電モード」に決定して(ステップS 19)、図6に示す処理を終了する。

[0039] なお、ステップS 13、ステップS 15、およびステップS 17における判定処理は、一定の余裕を持たせて大小関係を判定してもよい。例えばステップS 13では「0」より大きいかな否かを判定するのに代えて、ある余裕度「 α 」($\alpha > 0$)より大きいかな否かを判定するようにしてもよい。

[0040] 次に、図5に示す、放電制御の処理(ステップS 2)について説明する。図10は、図5に示す放電を制御するステップS 2の流れを示す。図11は、図10で蓄電池332からの放電を制御する処理(ステップS 23、ステップS 24、ステップS 26、およびステップS 28)において実行される処理の流れを示す。

[0041] なお、図10に示す処理では、蓄電設備3からの放電電力が、図7～図9に示すパターンに従って、所定の合図信号の受信を契機として制御される。例えば、図7に示す大放電モードでは、時刻t 1でガスタービン起動開始信号が受信された後に蓄電設備3からの放電が開始される。その後、時刻t 1からの経過時間に応じて所定の上昇率で放電電力が増加される。その後、時刻t 2でスピン回転数到達信号が受信されると、放電電力が所定の一定値に制御される。その後、時刻t 3で着火信号が受信されると、時刻t 3からの経過時間に応じて所定の上昇率で徐々に放電電力が増加される。そして、放電電力が所定の値に達したところで放電電力が所定の一定値に制御される。その後、例えば時刻t 3からの経過時間が所定の値に達したところで、所定の下降率で放電電力が減少される。その後、時刻t 4で自立回転数信号が受信されると、蓄電設備3からの放電が停止される。なお、放電電力の制御は、これに限定されず、例えばガスタービン21の回転数に応じて放電電力を増加あるいは減少させるようにしてもよい。

[0042] 図10に示す処理では、まず、放電制御部341が、放電モードが放電停止であるか否かを判定する（ステップS20）。放電モードが放電停止である場合（ステップS20：YES）、放電制御部341は、蓄電設備3からの放電を行わずに図10に示す処理を終了する。放電モードが放電停止でない場合（ステップS20：NO）、放電制御部341は、ガスタービン起動開始信号の受信を待機する（ステップS21：NOの繰り返し）。ガスタービン起動開始信号が受信されると（ステップS21：YES）、放電制御部341は、放電モードが大放電モードまたは中放電モードであるか否かを判定する（ステップS22）。放電モードが大放電モードまたは中放電モードである場合（ステップS22：YES）、放電制御部341は、蓄電池332からの放電を開始する（ステップS23）。次に、放電制御部341は、ガスタービン起動開始信号を受信した時からの経過時間に応じて所定の増加率で放電電力を増加させる（ステップS24）。次に、放電制御部341は、スピン回転数到達信号を受信したか否かを判定する（ステップS25）。スピン回転数到達信号を受信していない場合（ステップS25：NO）、放電制御部341は、再度、ガスタービン起動開始信号を受信した時からの経過時間に応じて所定の増加率で放電電力を増加させる（ステップS24）。なお、ステップS24の処理とステップS25の処理は、一定の周期で（つまり繰り返しの処理の間に一定の待機時間を設定して）実行される。

[0043] スピン回転数到達信号を受信していた場合（ステップS25：YES）、放電制御部341は、所定値一定で放電電力を制御する（ステップS26）。次に、放電制御部341は、着火信号を受信したか否かを判定する（ステップS27）。着火信号を受信していない場合（ステップS27：NO）、放電制御部341は、継続して、所定値一定で放電電力を制御する（ステップS26）。なお、ステップS26の処理とステップS27の処理は、一定の周期で実行される。

[0044] 一方、放電モードが大放電モードまたは中放電モードでない場合（ステップS22：NO）、放電制御部341は、着火信号の受信を待機する（ステ

ップS 3 1 : N Oの繰り返し)。

[0045] ステップS 2 7またはステップS 3 1で着火信号が受信された場合(ステップS 2 7 : Y E SまたはステップS 3 1 : Y E S)、放電制御部3 4 1は、放電モードに応じた所定のパターンで放電電力を制御する(ステップS 2 8)。次に、放電制御部3 4 1は、自立回転数信号を受信したか否かを判定する(ステップS 2 9)。自立回転数信号を受信していない場合(ステップS 2 9 : N O)、放電制御部3 4 1は、継続して、放電モードに応じた所定のパターンで放電電力を制御する(ステップS 2 8)。なお、ステップS 2 8の処理とステップS 2 9の処理は、一定の周期で実行される。

[0046] 自立回転数信号を受信していた場合(ステップS 2 9 : Y E S)、放電制御部3 4 1は、蓄電池3 3 2からの放電を停止し(ステップS 3 0)、図1 0に示す処理を終了する。

[0047] 次に、図1 1に示す処理について説明する。上述したように図1 1に示す処理は、図1 0に示すステップS 2 3、ステップS 2 4、ステップS 2 6、およびステップS 2 8において実行される処理である。図1 1に示す処理が開始されると、放電制御部3 4 1は、まず、全蓄電池合計の放電電力を決定する(ステップS 4 0)。

[0048] なお、ステップS 2 3で図1 1に示す処理が実行される場合、全蓄電池合計の放電電力は、放電開始時に適した電力で1回だけ決定される。ステップS 2 4で図1 1に示す処理が実行される場合、全蓄電池合計の放電電力は、例えば実行される度に電力が所定の増加率で増加するように決定される。ステップS 2 6で図1 1に示す処理が実行される場合、全蓄電池合計の放電電力は、常に一定の所定値に決定される。ステップS 2 8で図1 1に示す処理が実行される場合、全蓄電池合計の放電電力は、実行される度に図7～図9に示すパターンに従って決定される。

[0049] 次に、放電制御部3 4 1は、全蓄電池合計の放電電力を均等に各蓄電池3 3 2に割り当てる(ステップS 4 1)。例えば、全蓄電池合計の放電電力がPである場合、本実施形態では3個の蓄電池3 3 2に対して $P/3$ の電力が

均等に割り当てられる。

[0050] 次に、放電制御部 341 は、異常検知部 344 が蓄電池 332 の異常を検知したか否かを判定する（ステップ S42）。一方、異常を検知しなかった場合（ステップ S42：NO）、放電制御部 341 は、割り当てられた放電電力となるよう各蓄電池 332 の放電を制御し（ステップ S44）、図 11 に示す処理を終了する。

[0051] 他方、異常を検知した場合（ステップ S42：YES）、放電制御部 341 は、異常が検知された蓄電池 332 からの放電分をカバーするように異常が検知されていない他の蓄電池 332 の放電電力を上昇させる（ステップ S43）。例えば、1 個の蓄電池 332 の異常が検知された場合、放電制御部 341 は、当該蓄電池 332 に割り当てる放電電力を「0」として、他の蓄電池 332 に割り当てる放電電量を $P/2$ に上昇させる。次に、放電制御部 341 は、割り当てられた放電電力となるよう各蓄電池 332 の放電を制御し（ステップ S44）、図 11 に示す処理を終了する。

[0052] なお、上述したようにステップ S24、ステップ S26 およびステップ S28 の各処理は一定の周期で実行される。そのため、例えば、遮断器 331 が監視装置 334 によって遮断されるという異常の場合、遮断器 331 が遮断されてから他の蓄電池 332 の放電電力が上昇するまでに例えばその周期程度の遅れが発生することになる。この場合、放電制御部 341 は、複数の蓄電池 332 からの放電によってガスタービン 21 の起動に用いる電力を複数の蓄電池 332 から供給している場合に、異常検知部 344 が蓄電池 332 の異常を検知したとき、異常が検知された蓄電池 332 からの放電分をグリッド 5a（あるいは送配電線 6）から供給した後、異常が検知された蓄電池 332 からの放電分をカバーするように異常が検知されていない他の蓄電池 332 の放電電力を上昇させることになる。

[0053] 図 12～図 14 は、ガスタービン 21 の起動の際に 3 個の蓄電池 332 のうちの 1 つで遮断器 331 の遮断が発生した場合の動作例を示す。なお、図 12～図 14 では、3 個の蓄電池 332 を、蓄電池 332（A）、蓄電池 3

32 (B)、および蓄電池332 (C)としている。図12は、ガスタービン21の起動の際に起動電力Pを、蓄電池332 (A)、蓄電池332 (B)、および蓄電池332 (C)から $P/3$ ずつ均等に供給している場合に、蓄電池332 (C)が放電を停止した状態を示す。この場合、図13に示すように、他の蓄電池332 (A)および蓄電池332 (B)の放電電力を上昇する前にグリッド5aから $P/3$ の電力が供給されることになる。その後、蓄電池332 (A)および蓄電池332 (B)の放電電力が上昇すると、図14に示すように、グリッド5aからの電力の供給は停止し、蓄電池332 (A)および蓄電池332 (B)のみで起動装置28への給電が継続する。

[0054] 図15～図17は、ガスタービン21の起動の際の蓄電池332 (A)、蓄電池332 (B)、および蓄電池332 (C)からの放電電力と放電電力量の時間変化の例を示す。実線は蓄電設備3からの放電電力を表す。破線は蓄電設備3からの放電電力量を表す。鎖線は各蓄電池332 (A)、蓄電池332 (B)、および蓄電池332 (C)からの放電電力量を表す。図15は、蓄電池332 (A)、蓄電池332 (B)、および蓄電池332 (C)がすべて正常な場合である。図16は、時刻 t_{11} で蓄電池332 (C)が放電を停止した場合である。この場合、時刻 t_{12} で蓄電池332 (A)および蓄電池332 (B)が放電電力を増加させている。この場合、時刻 t_{11} から時刻 t_{12} までの放電電力の落ち込み分がグリッド5aから供給される。図17は、起動開始直前に蓄電池332 (C)が放電を停止した場合である。この場合、起動開始から蓄電池332 (A)および蓄電池332 (B)が放電電力を増加させている。

[0055] (作用・効果)

以上のように本実施形態の発電システム1は、放電制御部341が、複数の蓄電池332からの放電によってガスタービン21の起動に用いる電力を複数の蓄電池332から供給している場合に、異常検知部344が蓄電池332の異常を検知したとき、異常が検知された蓄電池332からの放電分を

グリッド5 a（あるいはグリッドとしての送配電線6）から供給した後、異常が検知された蓄電池3 3 2からの放電分をカバーするように異常が検知されていない他の蓄電池3 3 2の放電電力を上昇させる。したがって、ガスタービン2 1の起動装置2 8に電力を供給するための蓄電池3 3 2の異常に適切に対応することができる。

[0056] なお、蓄電池3 3 2は、ガスタービン2 1の起動開始からガスタービン2 1の起動完了までのいずれかの期間に放電される。この構成によれば、蓄電池3 3 2の容量を適切に設定することができる。

[0057] また、蓄電池3 3 2は、ガスタービン2 1の着火からガスタービン2 1の起動完了までのいずれかの期間に放電される。この構成によれば、蓄電池3 3 2の容量を適切に設定することができる。

[0058] また、蓄電池の充電3 3 2は、グリッド5 a（あるいはグリッドとしての送配電線6）から行なわれる。

[0059] また、放電制御部3 4 1は、複数の蓄電池3 3 2からの各放電電力を等しく制御する。この構成によれば、蓄電池3 3 2の容量を適切に設定することができる。

[0060] （その他の実施形態）

以上、本開示の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

なお、上記実施形態では放電制御部3 4 1、蓄電池残電力量算出部3 4 2、電力差算出部3 4 3および異常検知部3 4 4を蓄電設備3内に設ける構成としたが、これに限るものではなく、例えばG T C C制御装置2 7内に設けてもよい。

[0061] 〈コンピュータ構成〉

図1 8は、少なくとも1つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。

コンピュータ9 0は、プロセッサ9 1、メインメモリ9 2、ストレージ9

3、および、インタフェース94を備える。

上述の蓄電設備制御装置34およびG T C C制御装置27は、コンピュータ90に実装される。そして、上述した各処理部の動作は、プログラムの形式でストレージ93に記憶されている。プロセッサ91は、プログラムをストレージ93から読み出してメインメモリ92に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。また、プロセッサ91は、プログラムに従って、上述した各記憶部に対応する記憶領域をメインメモリ92に確保する。

[0062] プログラムは、コンピュータ90に発揮させる機能の一部を実現するためのものであってもよい。例えば、プログラムは、ストレージに既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせ、または他の装置に実装された他のプログラムとの組み合わせによって機能を発揮させるものであってもよい。なお、他の実施形態においては、コンピュータは、上記構成に加えて、または上記構成に代えてP L D (Programmable Logic Device) などのカスタムL S I (Large Scale Integrated Circuit) を備えてもよい。P L Dの例としては、P A L (Programmable Array Logic)、G A L (Generic Array Logic)、C P L D (Complex Programmable Logic Device)、F P G A (Field Programmable Gate Array) 等が挙げられる。この場合、プロセッサによって実現される機能の一部または全部が当該集積回路によって実現されてよい。

[0063] ストレージ93の例としては、H D D (Hard Disk Drive)、S S D (Solid State Drive)、磁気ディスク、光磁気ディスク、C D - R O M (Compact Disc Read Only Memory)、D V D - R O M (Digital Versatile Disc Read Only Memory)、半導体メモリ等が挙げられる。ストレージ93は、コンピュータ90のバスに直接接続された内部メディアであってもよいし、インタフェース94または通信回線を介してコンピュータ90に接続される外部メディアであってもよい。また、このプログラムが通信回線によってコンピュータ90に配信される場合、配信を受けたコンピュータ90が当該プログラムをメインメモリ92に展開し、上記処理を実行してもよい。少なくとも1つの実施形態において、ストレージ93は、一時的でない有形の記憶媒体であ

る。

[0064] <付記>

各実施形態に記載の発電システム 1 は、例えば以下のように把握される。

[0065] (1) 第 1 の態様に係る発電システム 1 は、回転機械（ガスタービン 2 1）と、複数の蓄電池 3 3 2 と、前記複数の蓄電池の放電を制御する放電制御部 3 4 1 と、前記蓄電池の異常を検知する異常検知部 3 4 4 と、を備える発電システムであって、前記放電制御部は、前記複数の蓄電池からの放電によって前記回転機械の起動に用いる電力を前記複数の蓄電池から供給している場合に、前記異常検知部が前記蓄電池の異常を検知したとき、前記異常が検知された前記蓄電池からの放電分をグリッド（グリッド 5 a、送配電線 6）から供給した後、前記異常が検知された前記蓄電池からの放電分をカバーするように異常が検知されていない他の前記蓄電池の放電電力を上昇させる。本態様および以下の各態様によれば、回転機械の起動装置 2 8 に電力を供給するための蓄電池 3 3 2 の異常に適切に対応することができる。

[0066] (2) 第 2 の態様に係る発電システム 1 は、(1) の発電システム 1 であって、前記蓄電池は、前記回転機械の起動開始から前記回転機械の起動完了までのいずれかの期間に放電される。本態様によれば、ガスタービン 2 1 の起動装置 2 8 に電力を供給するための蓄電池 3 3 2 の容量を適切に設定することができる。

[0067] (3) 第 3 の態様に係る発電システム 1 は、(1) または (2) の発電システム 1 であって、前記回転機械がガスタービンである。

[0068] (4) 第 4 の態様に係る発電システム 1 は、(3) の発電システム 1 であって、前記蓄電池は、前記ガスタービンの着火から前記ガスタービンの起動完了までのいずれかの期間に放電される。本態様によれば、ガスタービン 2 1 の起動装置 2 8 に電力を供給するための蓄電池 3 3 2 の容量を適切に設定することができる。

[0069] (5) 第 5 の態様に係る発電システム 1 は、(1) ～ (4) の発電システム 1 であって、前記蓄電池の充電は、前記グリッドから行なわれる。

[0070] (6) 第6の態様に係る発電システム1は、(1)～(5)の発電システム1であって、前記放電制御部は、前記複数の蓄電池からの各放電電力を等しく制御する。本態様によれば、回転機械の起動装置28に電力を供給するための蓄電池332の容量を適切に設定することができる。

産業上の利用可能性

[0071] 本開示の発電システムおよび制御方法によれば、回転機械の起動装置に電力を供給するための蓄電池の異常に適切に対応することができる。

符号の説明

[0072] 1…発電システム
2…発電設備
3…蓄電設備
4…生産設備
5…系統
5a…グリッド
6…送配電線（グリッド）
20…GTCC発電システム
21…ガスタービン（回転機械）
22…発電機
27…GTCC制御装置（制御部）
28…起動装置
332…蓄電池
341…放電制御部
342…蓄電池残電力量算出部
343…電力差算出部
344…異常検知部

請求の範囲

- [請求項1] 回転機械と、
複数の蓄電池と、
前記複数の蓄電池の放電を制御する放電制御部と、
前記蓄電池の異常を検知する異常検知部と、
を備える発電システムであって、
前記放電制御部は、前記複数の蓄電池からの放電によって前記回転機械の起動に用いる電力を前記複数の蓄電池から供給している場合に、前記異常検知部が前記蓄電池の異常を検知したとき、前記異常が検知された前記蓄電池からの放電分をグリッドから供給した後、前記異常が検知された前記蓄電池からの放電分をカバーするように異常が検知されていない他の前記蓄電池の放電電力を上昇させる
発電システム。
- [請求項2] 前記蓄電池は、前記回転機械の起動開始から前記回転機械の起動完了までのいずれかの期間に放電される
請求項1に記載の発電システム。
- [請求項3] 前記回転機械は、ガスタービンである、
請求項1または請求項2に記載の発電システム。
- [請求項4] 前記蓄電池は、前記ガスタービンの着火から前記ガスタービンの起動完了までのいずれかの期間に放電される
請求項3に記載の発電システム。
- [請求項5] 前記蓄電池の充電は、前記グリッドから行なわれる
請求項4に記載の発電システム。
- [請求項6] 前記放電制御部は、前記複数の蓄電池からの各放電電力を等しく制御する
請求項5に記載の発電システム。
- [請求項7] 回転機械と、
複数の蓄電池と、

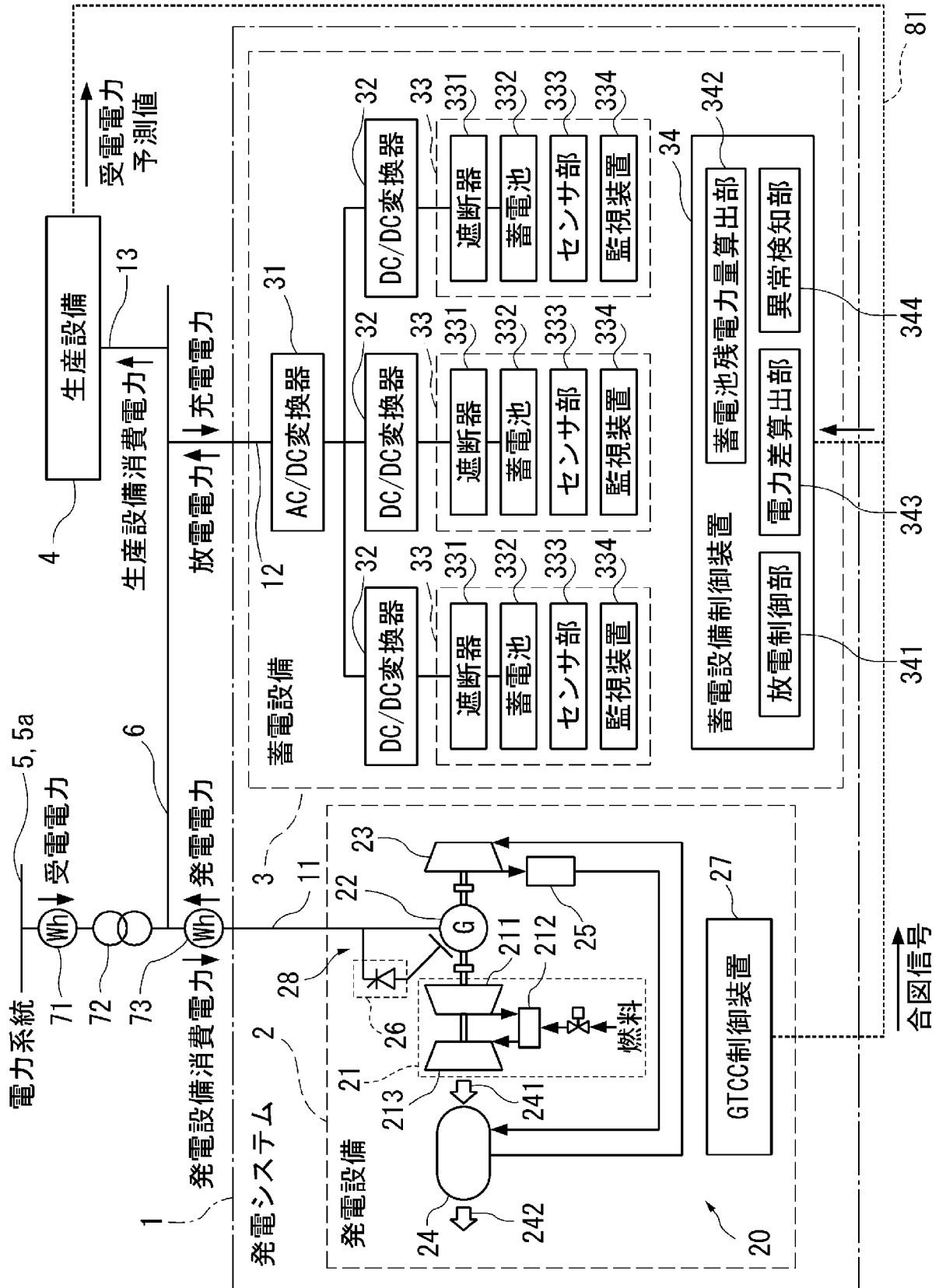
前記複数の蓄電池の放電を制御する放電制御部と、

前記蓄電池の異常を検知する異常検知部と、

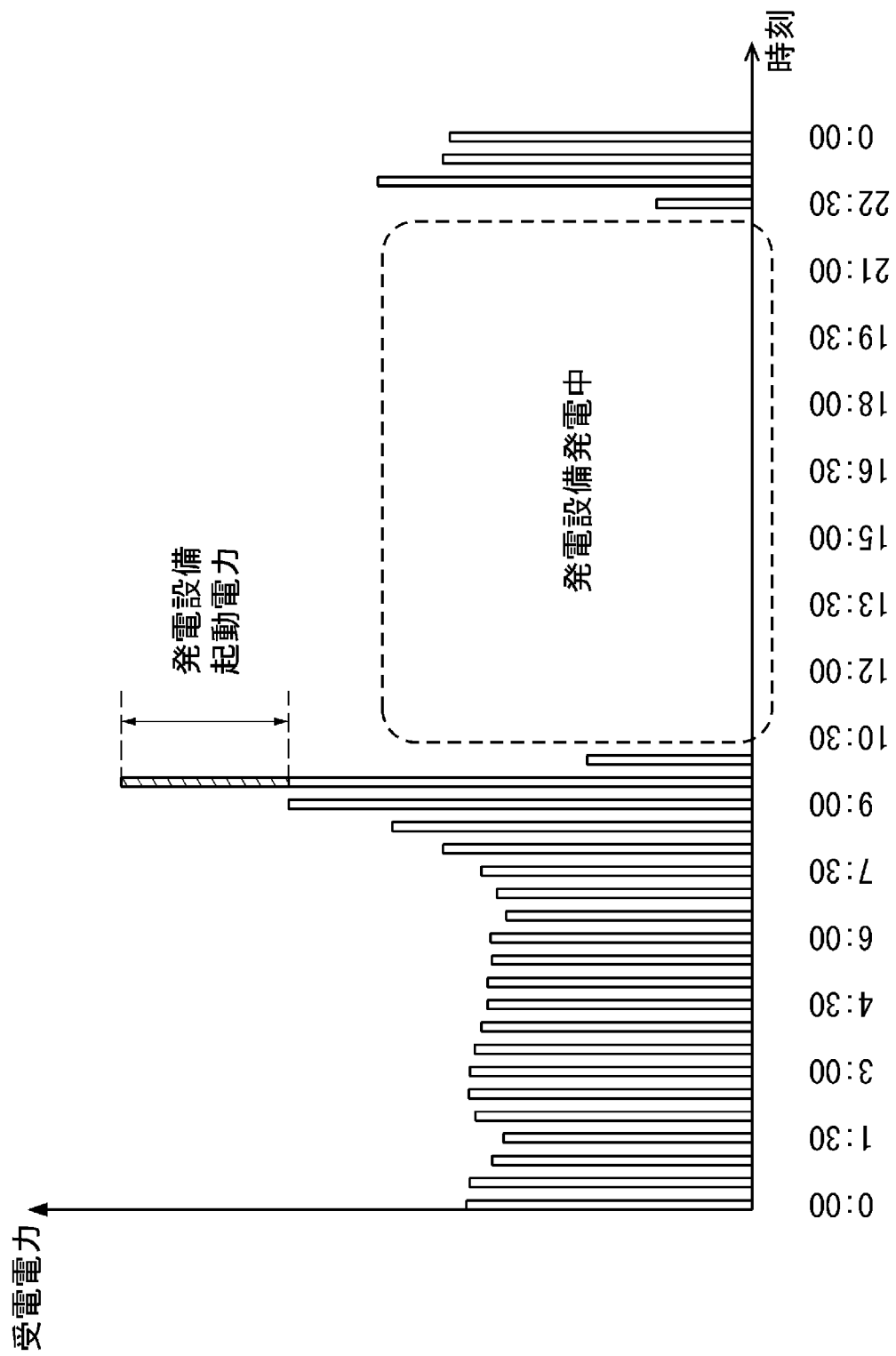
を備える発電システムの制御方法であって、

前記放電制御部は、前記複数の蓄電池からの放電によって前記回転機械の起動に用いる電力を前記複数の蓄電池から供給している場合に、前記異常検知部が前記蓄電池の異常を検知したとき、前記異常が検知された前記蓄電池からの放電分をグリッドから供給した後、前記異常が検知された前記蓄電池からの放電分をカバーするように異常が検知されていない他の前記蓄電池の放電電力を上昇させる制御方法。

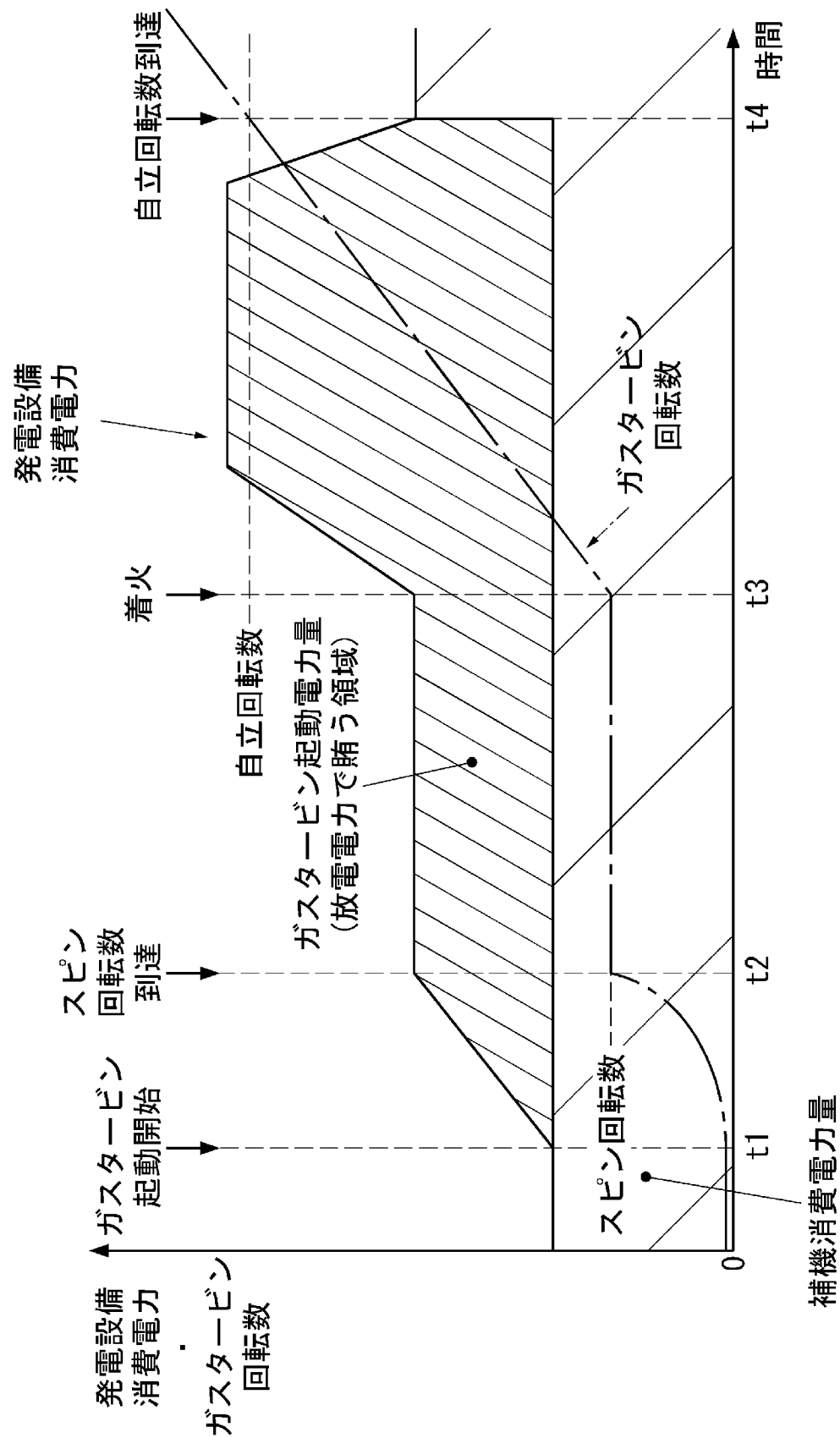
[図1]



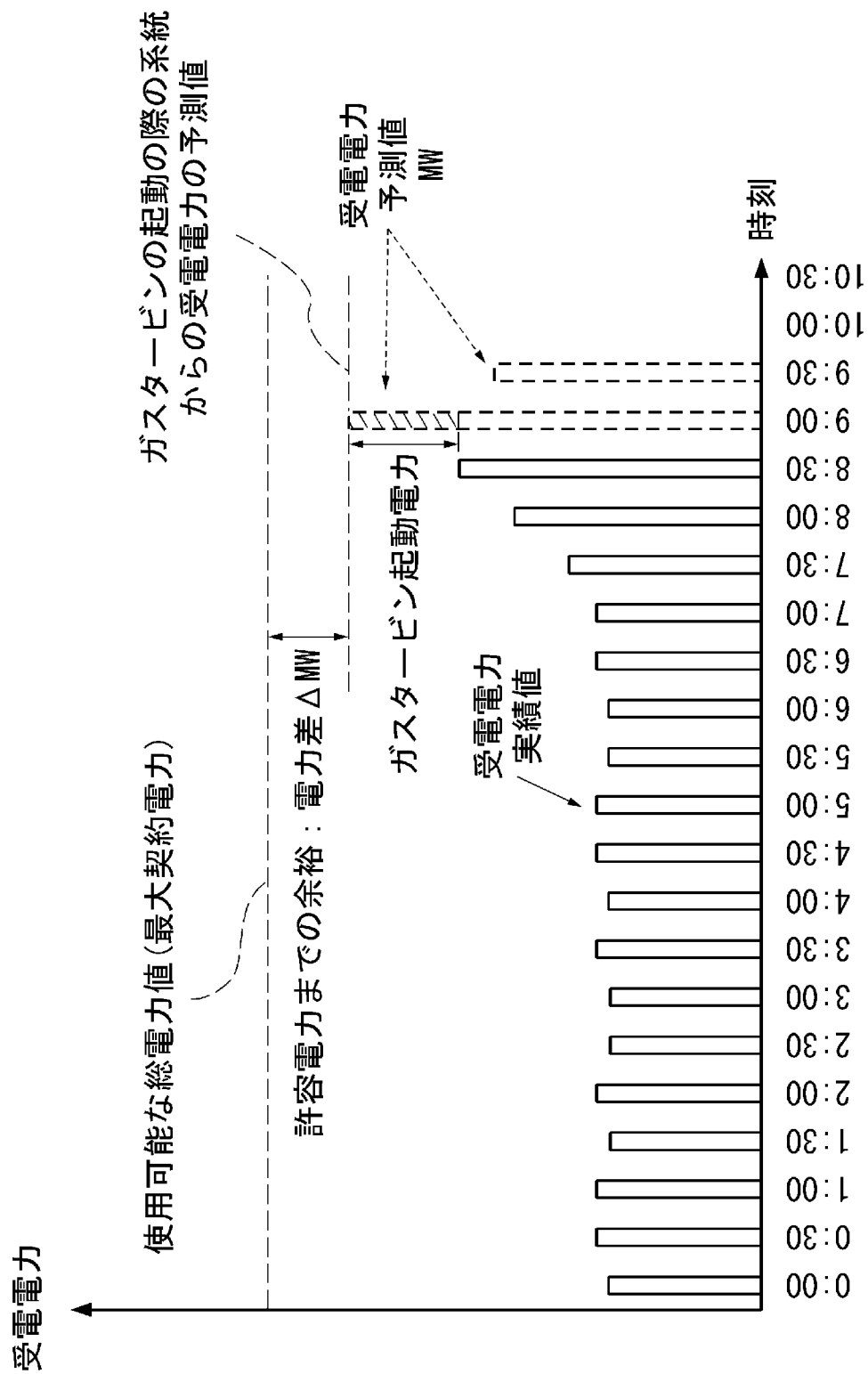
[図2]



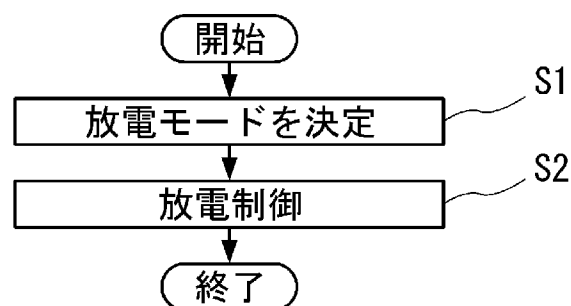
[図3]



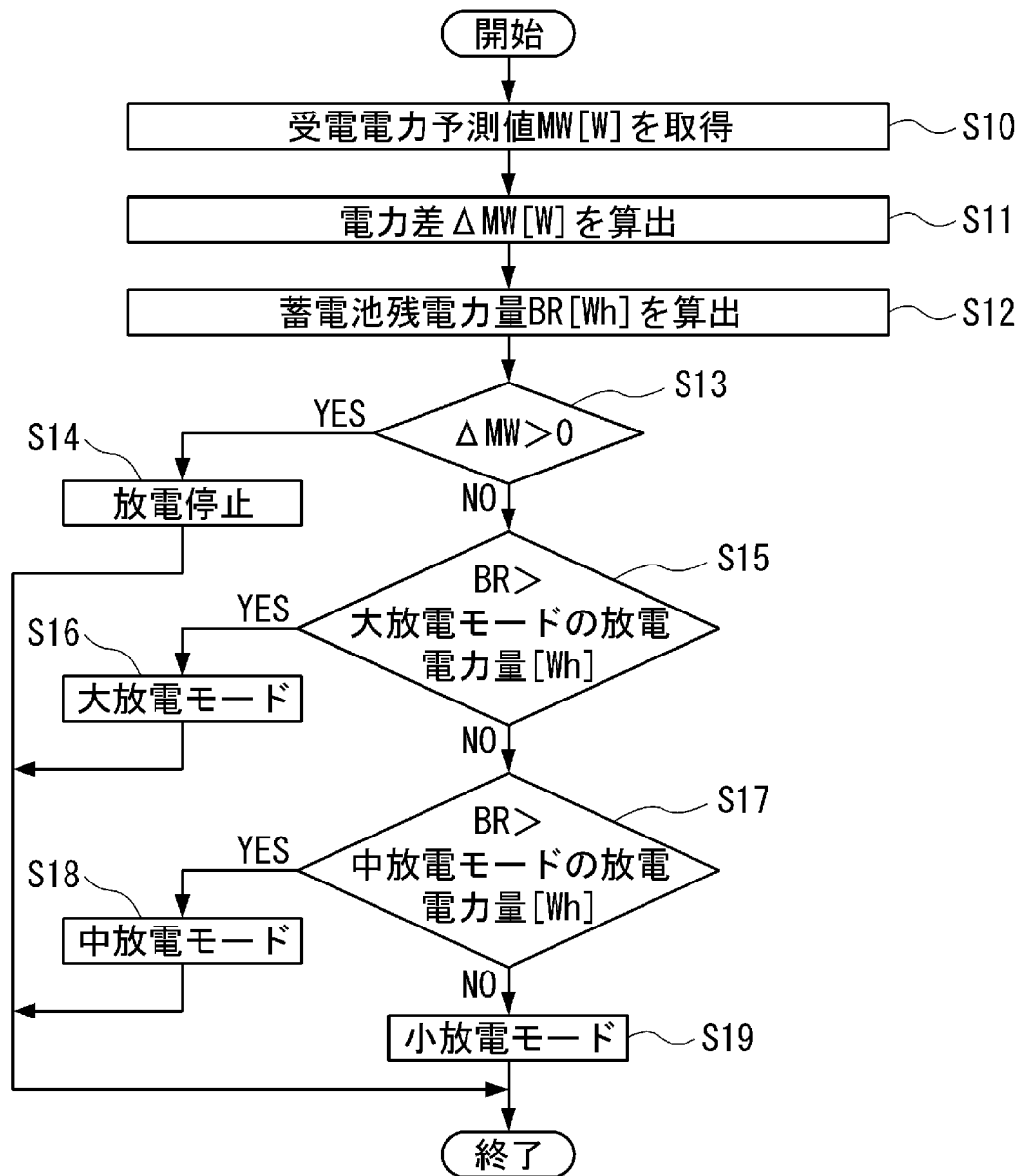
[図4]



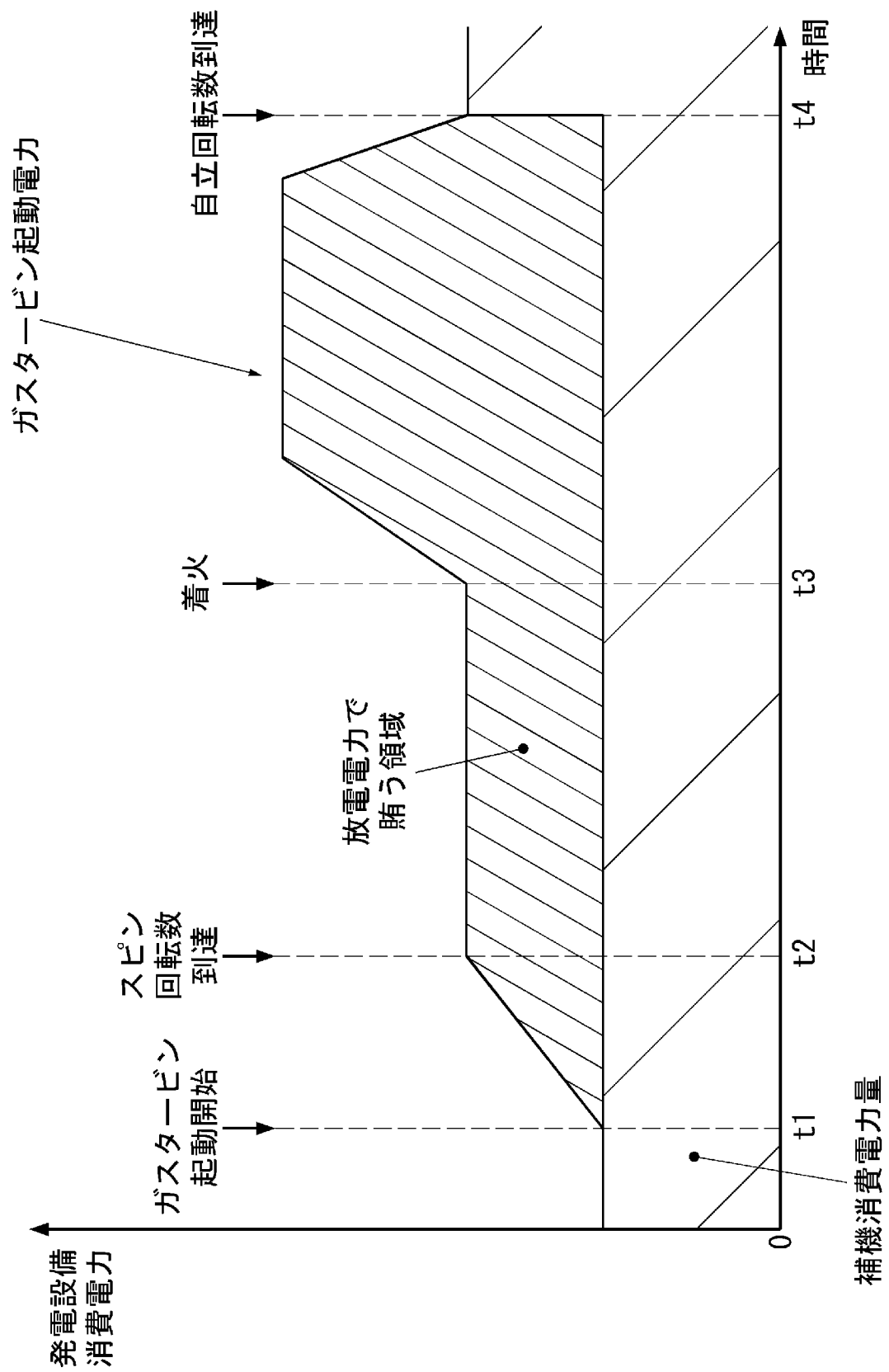
[図5]



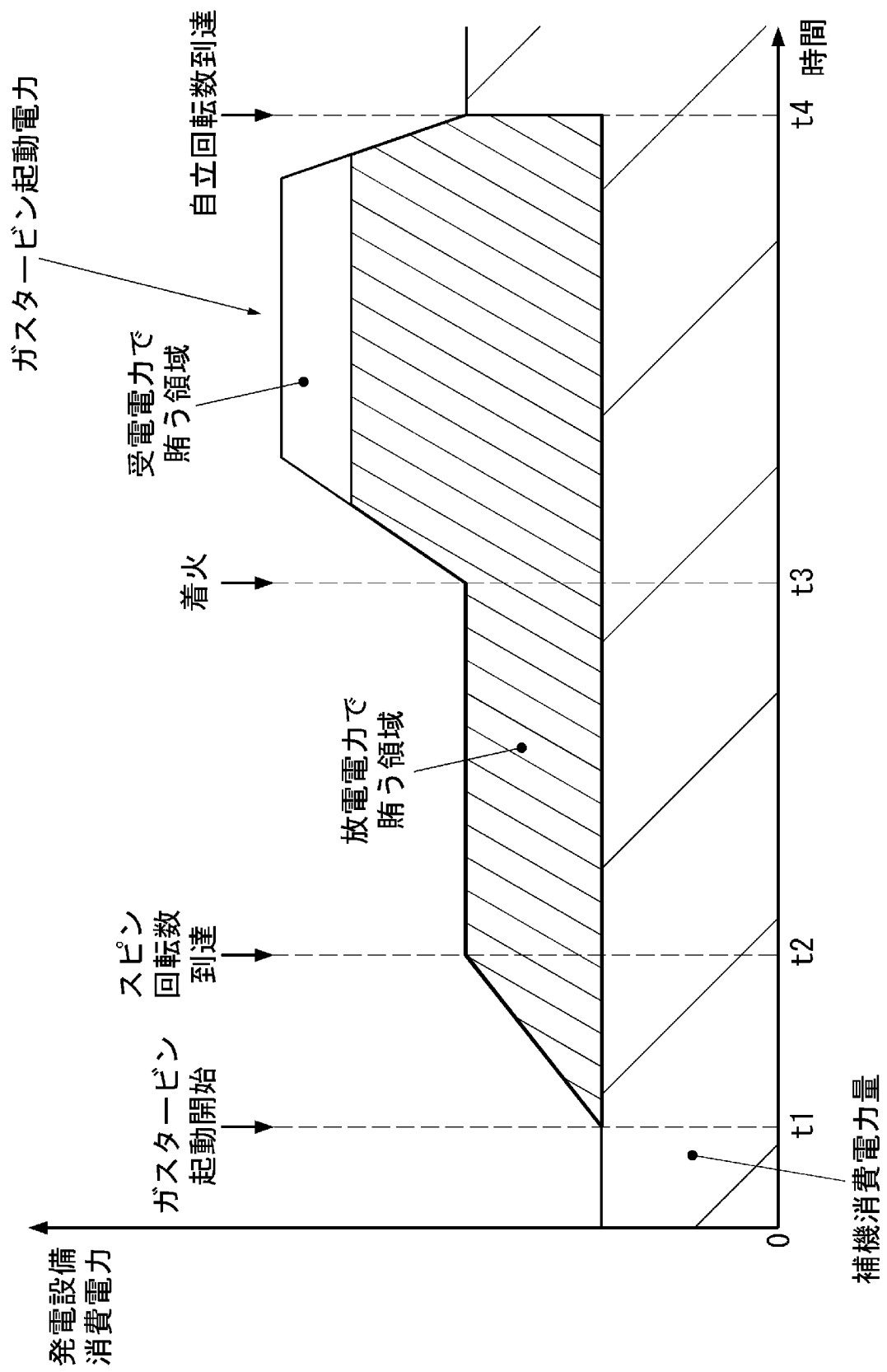
[図6]



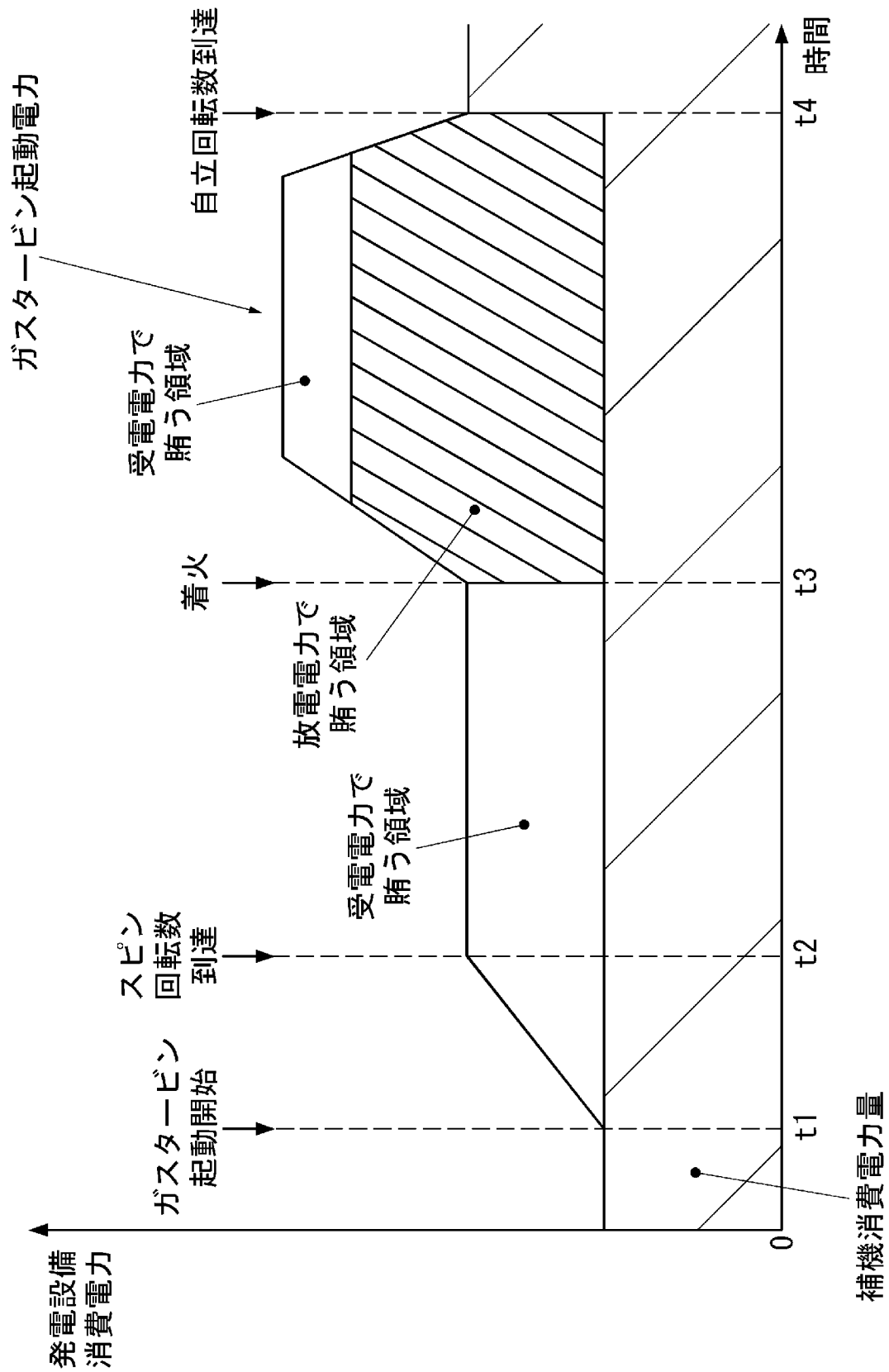
[図7]



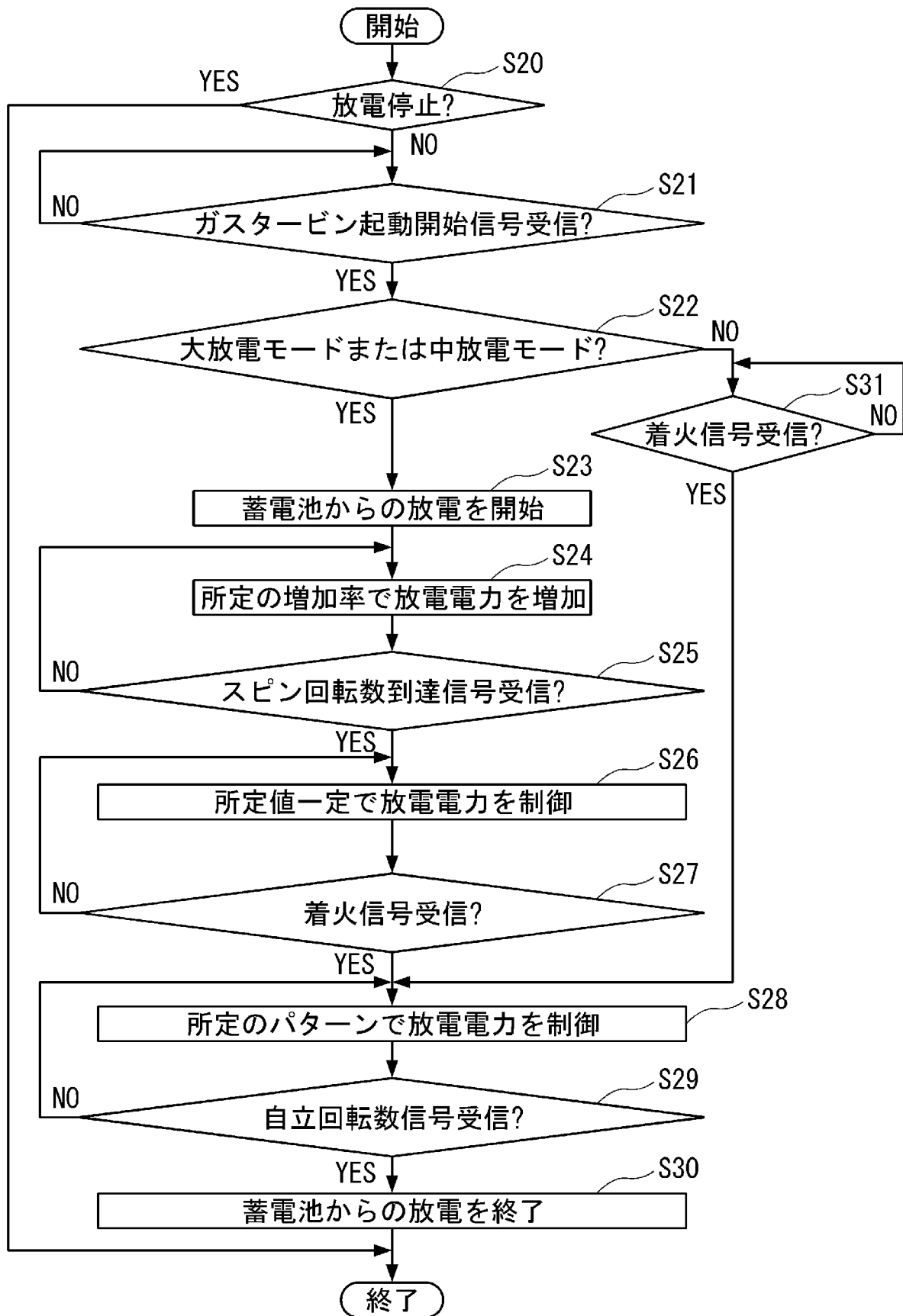
[図8]



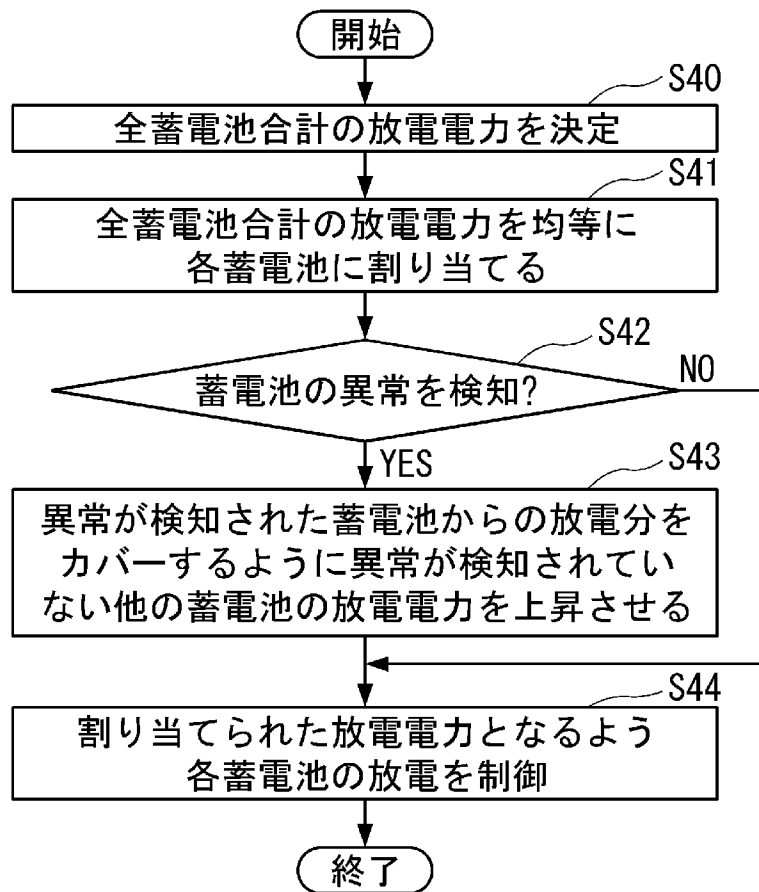
[図9]



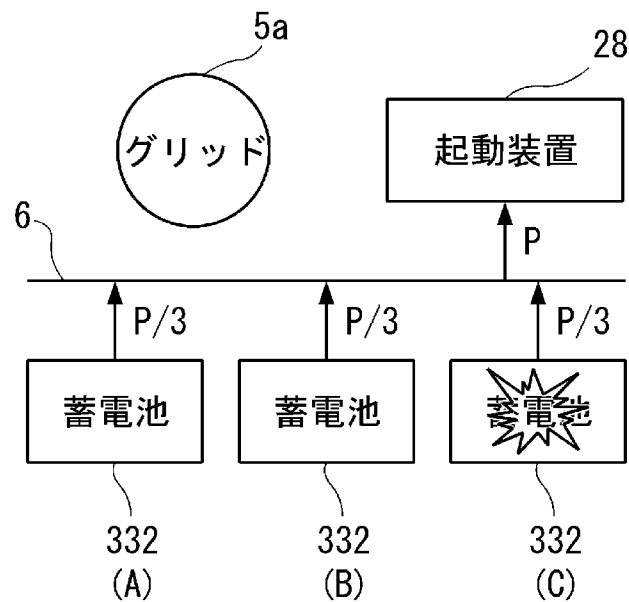
[図10]



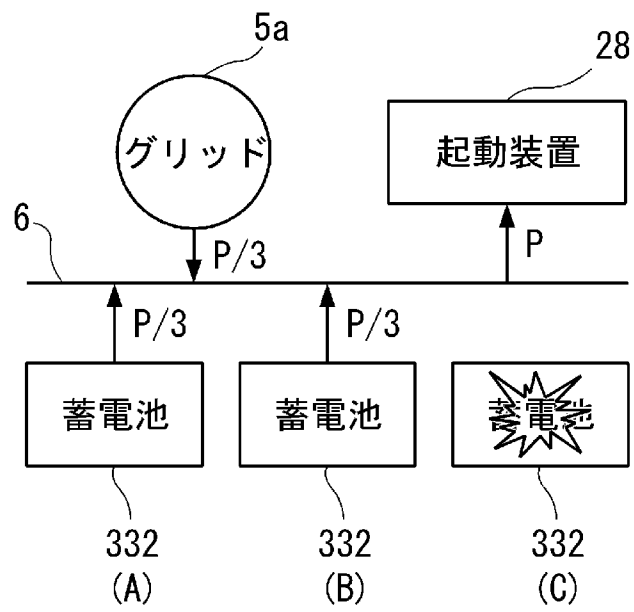
[図11]



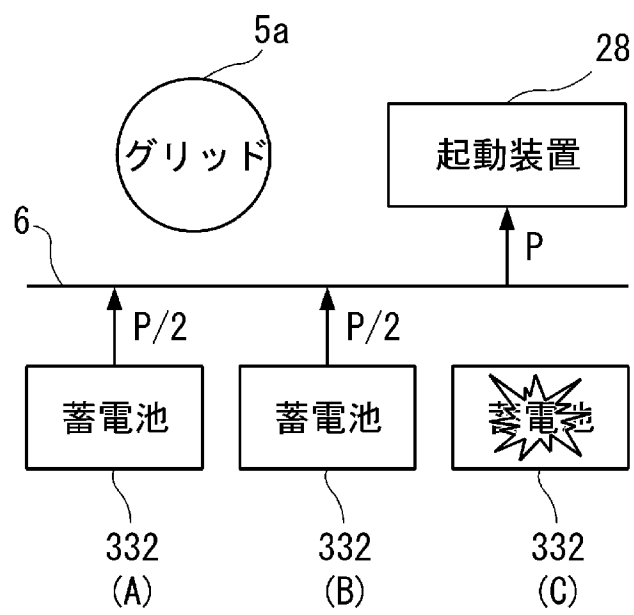
[図12]



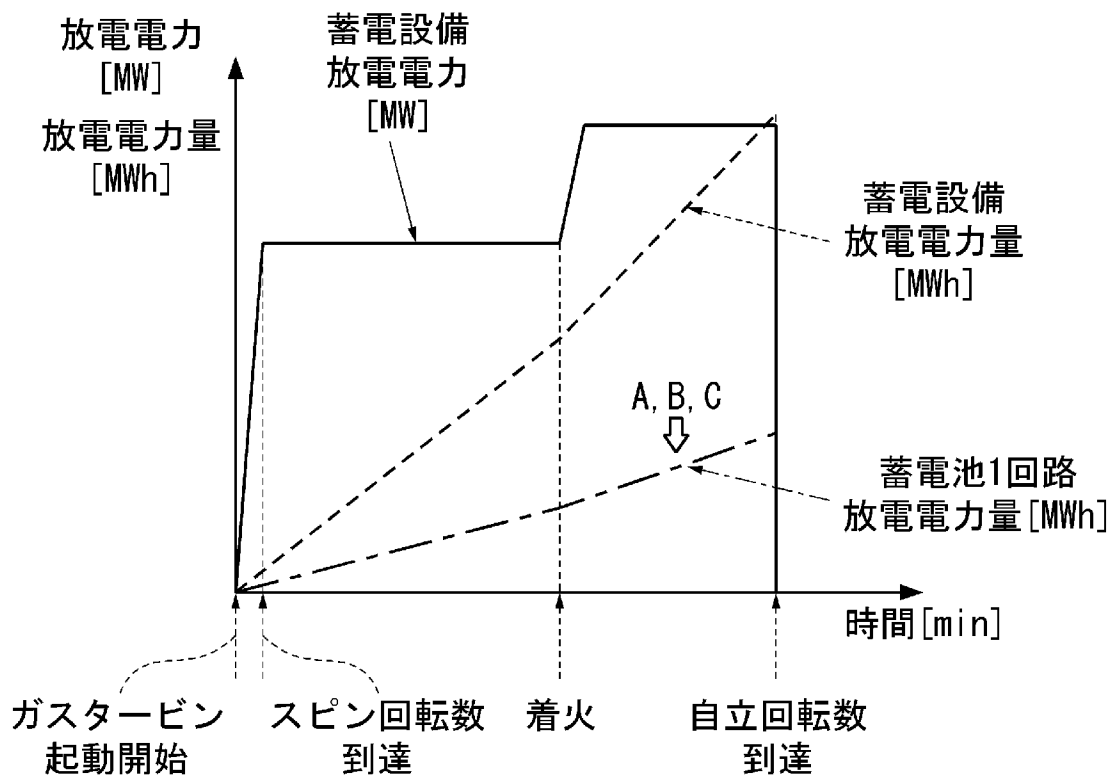
[図13]



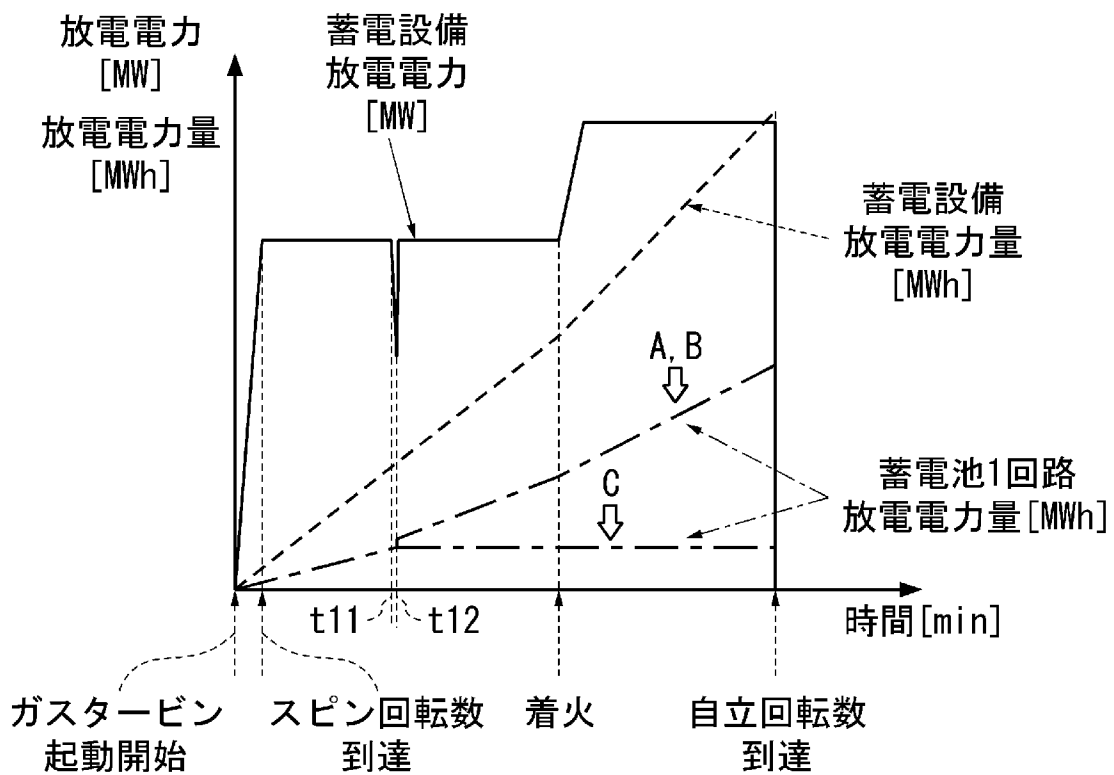
[図14]



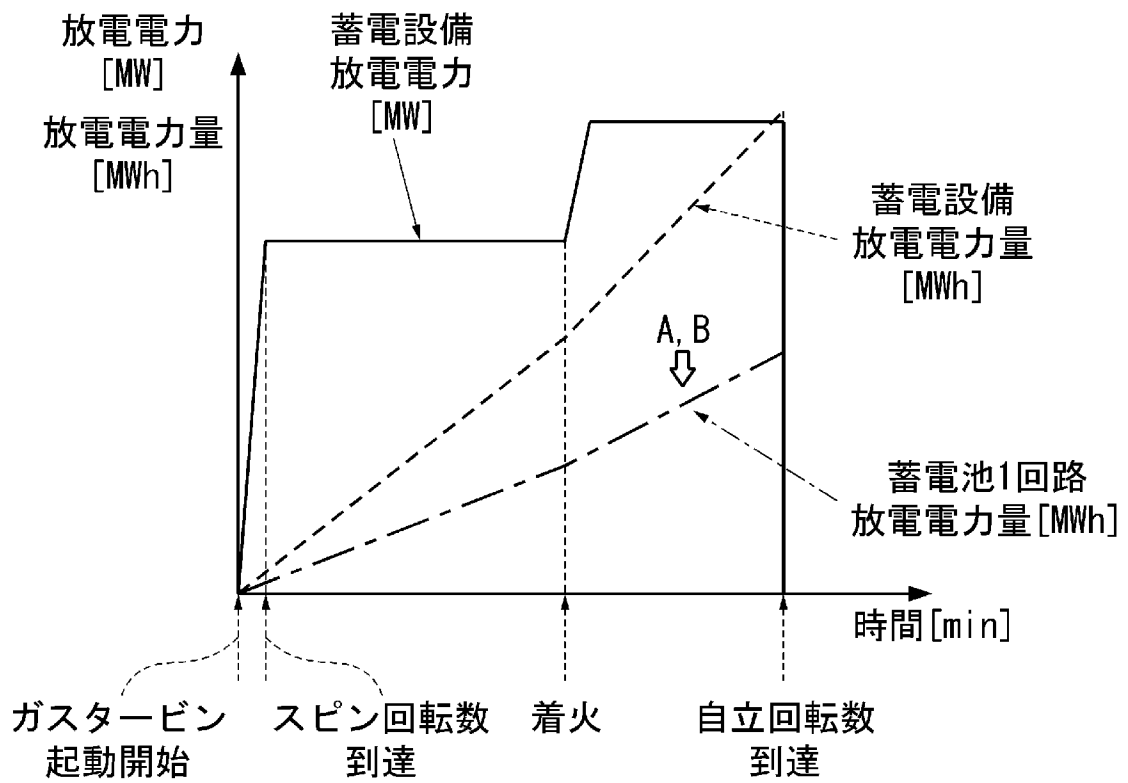
[図15]



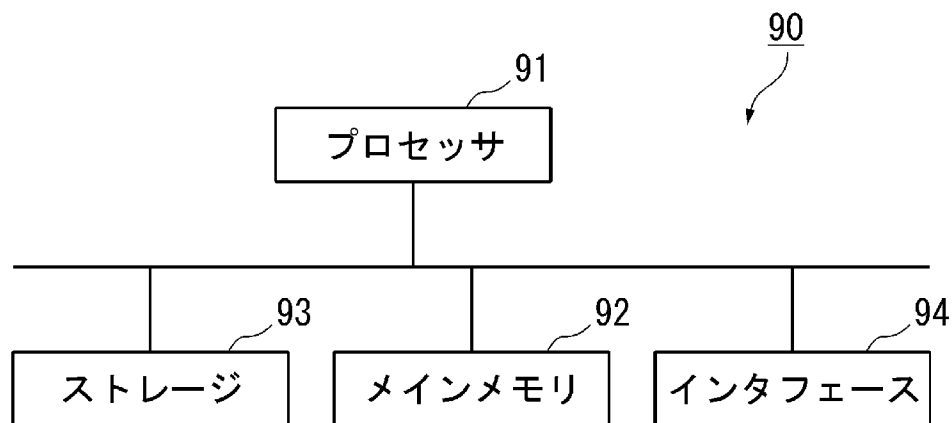
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/011931

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02C 7/275**(2006.01)i; **F02C 7/26**(2006.01)i; **F02C 7/32**(2006.01)i; **H02P 9/04**(2006.01)i

FI: F02C7/275; F02C7/32; F02C7/26 Z; H02P9/04 F

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)

F02C7/275; F02C7/26; F02C7/32; H02P9/04

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2014/155648 A1 (HITACHI, LTD.) 02 October 2014 (2014-10-02) paragraphs [0012]-[0088], fig. 1-16	1-7
Y	JP 2014-193109 A (LSIS CO., LTD.) 06 October 2014 (2014-10-06) paragraphs [0007]-[0023], [0041]-[0094], fig. 1-5	1-7
Y	JP 2013-5630 A (PANASONIC CORP.) 07 January 2013 (2013-01-07) paragraphs [0017]-[0087], fig. 1-7	1-7
Y	WO 2016/147323 A1 (TOSHIBA CORP.) 22 September 2016 (2016-09-22) paragraphs [0034], [0035]	6
A	JP 2003-41906 A (EBARA DENSAN LTD.) 13 February 2003 (2003-02-13) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2002-89286 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 27 March 2002 (2002-03-27) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2005-269859 A (HITACHI, LTD.) 29 September 2005 (2005-09-29) entire text, all drawings	1-7



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

08 May 2023

Date of mailing of the international search report

23 May 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/011931**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-27398 A (HITACHI, LTD.) 21 February 2019 (2019-02-21) entire text, all drawings	1-7
A	WO 2019/053786 A1 (TOSHIBA CORP.) 21 March 2019 (2019-03-21) entire text, all drawings	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/011931

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2014/155648	A1	02 October 2014	(Family: none)	
JP	2014-193109	A	06 October 2014	US 2014/0298063 A1 paragraphs [0010]-[0027], [0053]-[0112], fig. 1-5 KR 10-2014-0117743 A	
JP	2013-5630	A	07 January 2013	US 2014/0094985 A1 paragraphs [0026]-[0134], fig. 1-7 WO 2012/173196 A1 EP 2722958 A1 CN 103620903 A	
WO	2016/147323	A1	22 September 2016	(Family: none)	
JP	2003-41906	A	13 February 2003	US 2004/0178640 A1 US 2005/0179420 A1 WO 2002/095929 A1	
JP	2002-89286	A	27 March 2002	(Family: none)	
JP	2005-269859	A	29 September 2005	US 2005/0206343 A1	
JP	2019-27398	A	21 February 2019	(Family: none)	
WO	2019/053786	A1	21 March 2019	US 2020/0212697 A1 CN 111095719 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F02C 7/275(2006.01)i; F02C 7/26(2006.01)i; F02C 7/32(2006.01)i; H02P 9/04(2006.01)i FI: F02C7/275; F02C7/32; F02C7/26 Z; H02P9/04 F										
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）） F02C7/275; F02C7/26; F02C7/32; H02P9/04										
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										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2023年									
日本国実用新案登録公報	1996-2023年									
日本国登録実用新案公報	1994-2023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	WO 2014/155648 A1（株式会社 日立製作所）02.10.2014（2014-10-02） 段落[0012]-[0088], 図1-16	1-7								
Y	JP 2014-193109 A（エルエス産電株式会社）06.10.2014（2014-10-06） 段落[0007]-[0023], [0041]-[0094], 図1-5	1-7								
Y	JP 2013-5630 A（パナソニック株式会社）07.01.2013（2013-01-07） 段落[0017]-[0087], 図1-7	1-7								
Y	WO 2016/147323 A1（株式会社東芝）22.09.2016（2016-09-22） 段落[0034]-[0035]	6								
A	JP 2003-41906 A（株式会社荏原電産）13.02.2003（2003-02-13） 全文, 全図	1-7								
A	JP 2002-89286 A（三菱重工業株式会社）27.03.2002（2002-03-27） 全文, 全図	1-7								
A	JP 2005-269859 A（株式会社日立製作所）29.09.2005（2005-09-29） 全文, 全図	1-7								
☒ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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抵触するものではなく、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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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抵触するものではなく、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 08.05.2023	国際調査報告の発送日 23.05.2023									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 藤原 弘 30 3928 電話番号 03-3581-1101 内線 3358									

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 2019-27398 A (株式会社日立製作所) 21.02.2019 (2019 - 02 - 21) 全文, 全図	1-7
A	WO 2019/053786 A1 (株式会社 東芝) 21.03.2019 (2019 - 03 - 21) 全文, 全図	1-7

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/011931

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2014/155648	A1	02.10.2014	(ファミリーなし)	
JP	2014-193109	A	06.10.2014	US 2014/0298063 A1	
				段落[0010]-[0027], [0053]-[0112], FIG.1-5	
				KR 10-2014-0117743 A	
JP	2013-5630	A	07.01.2013	US 2014/0094985 A1	
				段落[0026]-[0134],	
				FIG.1-7	
				WO 2012/173196 A1	
				EP 2722958 A1	
				CN 103620903 A	
WO	2016/147323	A1	22.09.2016	(ファミリーなし)	
JP	2003-41906	A	13.02.2003	US 2004/0178640 A1	
				US 2005/0179420 A1	
				WO 2002/095929 A1	
JP	2002-89286	A	27.03.2002	(ファミリーなし)	
JP	2005-269859	A	29.09.2005	US 2005/0206343 A1	
JP	2019-27398	A	21.02.2019	(ファミリーなし)	
WO	2019/053786	A1	21.03.2019	US 2020/0212697 A1	
				CN 111095719 A	