

(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1月30日(30.01.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/016899 A1

- (51) 国際特許分類:
G05F 1/45 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/068675
- (22) 国際出願日: 2012年7月24日(24.07.2012)
- (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(米国を除く全ての指定国について): 理化学工業株式会社(RKC INSTRUMENT INC.) [JP/JP]; 〒1468515 東京都大田区久が原5丁目16番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 後藤 茂文(GOTOH, Shigefumi) [JP/JP]; 〒1468515 東京都大田区久が原5丁目16番6号 理化学工業株式会社内 Tokyo (JP). 秋保 啓介(AKIHO, Keisuke) [JP/JP]; 〒1468515 東京都大田区久が原5丁目16番6号 理化学工業株式会社内 Tokyo (JP). 吉川 裕久(YOSHIKAWA, Hirohisa) [JP/JP]; 〒1468515 東京都大田区久が原5丁目16番6号 理化学工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 加藤 公延, 外(KATO, Masanobu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目13番3号 虎ノ門東洋共同ビル3階 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, 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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

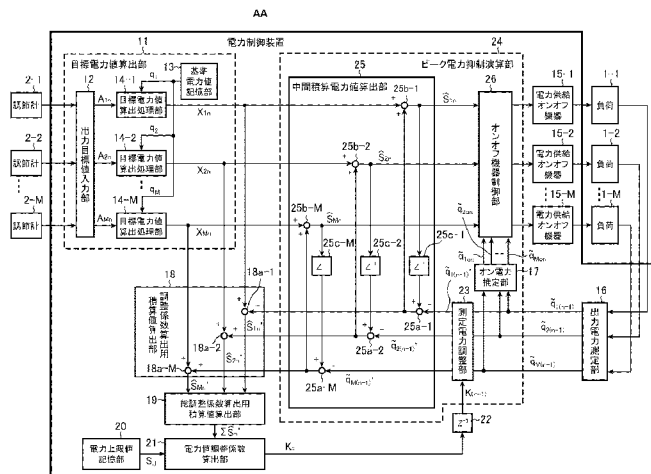
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: POWER CONTROL DEVICE AND POWER CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 電力制御装置及び電力制御方法

[図1]



1-1, 1-2, 1-M Load
2-1, 2-2, 2-M Regulator
11 Target power value calculation unit
12 Output target value input unit
13 Reference power value storage unit
14-1, 14-2, 14-M Target power value calculation processor
15-1, 15-2, 15-M Power supply ON/OFF apparatus
16 Output power measurement unit
17 ON-power estimation unit

18 Adjustment coefficient calculation total value calculation unit
19 Total adjustment coefficient calculation total value calculation unit
20 Power upper limit value storage unit
21 Power value adjustment coefficient calculation unit
22 Measurement power adjustment unit
25 Peak power suppression computation unit
26 Intermediate total power value calculation unit
27 ON/OFF apparatus control unit
AA Power control device

(57) Abstract: The purpose of the invention is to make it possible to minimize fluctuations in the power supplied to a load even when there are fluctuations in the power source voltage, load fluctuations, or the like. There exist power supply conditions in which an intermediate total power value for a load (1-m) calculated by an intermediate total power value calculation unit (25) with respect to each respective load (1-m) is greater than a predetermined threshold, and the following sum is not higher than a power upper limit value (s_j): the sum of the estimated power value ($q_{monilde}$) of the load (1-m) estimated by an ON-power estimation unit (17) and the estimated power value ($q_{1ontilde}$) of loads (1-1 to 1-M) estimated by the ON-power estimation unit (17) and determined to be switched ON in the next control cycle. If these power supply conditions are satisfied, the power supply ON/OFF apparatus (15-m) of the load (1-m) is controlled to be in an enabled state, and if the power supply conditions are not satisfied, the power supply ON/OFF apparatus (15-m) of the load (1-m) is controlled to be in a disabled state.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/016899 A1



電源電圧の変動や負荷変動などが発生しても、負荷に供給する電力の変動を抑えることができるようにする。各々の負荷 $1-m$ 毎に、中間積算電力値算出部 25 により算出された負荷 $1-m$ の中間積算電力値が所定の閾値より大きく、かつ、オン電力推定部 17 により推定された負荷 $1-m$ の電力推定値 q_{mon} チルダと、オン電力推定部 17 により推定された負荷 $1-1 \sim 1-M$ の電力推定値 q_{1on} チルダ $\sim q_{Mon}$ チルダであって、次の制御サイクルでオンすることを決定している負荷の電力推定値との総和が電力上限値 s_j より高くならない電力供給条件を満足すれば、負荷 $1-m$ の電力供給オンオフ機器 15-m を入り状態に制御し、その電力供給条件を満足しなければ、負荷 $1-m$ の電力供給オンオフ機器 15-m を切り状態に制御する。

明 細 書

発明の名称：電力制御装置及び電力制御方法

技術分野

[0001] この発明は、複数の負荷に供給する電力を時分割で制御する電力制御装置及び電力制御方法に関するものである。

背景技術

[0002] 例えば、P I D調節計から出力される操作信号（目標値）に比例する電力をヒータなどの負荷に供給する電力制御装置が以下の特許文献1，2に開示されている。

この電力制御装置では、電源波形の半サイクルの整数倍に相当する時間（以下、「単位時間」と称する）毎に、負荷に供給する電力の入切（オン／オフ）を切り換える制御を行うものであり、電力を供給する時間であるオン時間と、電力を供給しない時間であるオフ時間との時間的割合を制御することで、P I D調節計から出力される操作信号（目標値）に比例する電力量を負荷に供給するようにしている。

[0003] 具体的には、例えば、P I D調節計から出力される操作信号が示す目標値を負荷率 X （ $0 \leq X \leq 1$ ）で表して、その負荷率 X から電力供給帰還信号 G を減算するとともに、その減算値 Y （ $= X - G$ ）を積算し、その積算値 ΣY が基準値を越えない状況下では、負荷に対する電力の供給をオフする一方、その積算値 ΣY が基準値を越えると、負荷に対する電力の供給をオンするようにしている。

ここで、電力供給帰還信号 G は、負荷に対する電力の供給がオフされている状態では“0”の値に設定され、負荷に対する電力の供給がオンされている状態では“1”の値に設定される信号である。ただし、特許文献2では、電源電圧によって、負荷に対する電力の供給がオンされている時の値を“1”にして、電源電圧変動の影響を受けないように補正している。

[0004] また、以下の特許文献3～5には、複数の負荷に供給する電力を同時に時

分割出力制御する際、各単位時間において、同時に電力の供給を受ける負荷の個数を抑制することにより、各単位時間における全負荷に対する総供給電力量が、予め設定された電力上限値（例えば、電源設備や装置の諸条件などに基づいて設定されている電力の上限値）を超えないようにしている。以下、このような制御を「ピーク電力抑制制御」と称する。

因みに、各単位時間における全負荷に対する総供給電力量は、電力の供給がオフされている負荷に対する電力供給量が“0”、電力の供給がオンされている負荷に対する電力供給量が“1”として計算される。また、特許文献5の方法では、予め設定されている各負荷の定格電力に基づいて算出した負荷に対する電力供給量の合計値が上限電力を越えないようにしている。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特許第3022051号公報
特許文献2：特許第3674951号公報
特許文献3：特許第3794574号公報
特許文献4：特許第4529153号公報
特許文献5：特開2011-205731公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 従来のピーク電力抑制制御を行う電力制御装置は以上のように構成されているので、負荷に対する電力の供給がオンされている状態では、目標値に対応する負荷率Xから“1”の電力供給帰還信号Gが減算されるが、この電力供給帰還信号Gの値は、電源電圧の変動や負荷変動などに伴う消費電力の変動が反映されていない一定値である。このため、電源電圧の変動や負荷変動などが発生すると、負荷に対する電力の供給が変動してしまうことがあるという課題があった。

- [0007] また同様に、ピーク電力抑制制御を行う電力制御装置では、各単位時間に

おける全負荷に対する総供給電力量を電力上限値以内に抑えることが可能ではあるが、全負荷に対する総供給電力量を計算する際、電源電圧の変動や負荷変動などに伴う消費電力の変動を考慮せずに、電力の供給がオンされている負荷に対する電力供給量を予め設定しておいた負荷の定格電力または定格電力を正規化した値である“1”として計算している。このため、電源電圧の変動や負荷変動などが発生すると、各単位時間における全負荷に対する総供給電力量が電力上限値を超えてしまうことがあるという課題があった。

[0008] また、ピーク電力抑制制御を行う電力制御装置では、複数の負荷の積算値 ΣY の中で、その積算値 ΣY が大きい負荷から順番に電力のオン／オフが決定されるが、全制御対象の目標電力値を合計した値が電力上限値を越えると、出力値が制限されるため、前記積算値 Y は常に正の値になって、その積算値 ΣY は増加し続けるため、計算上の数値的な上限値に到達することになる。複数の制御対象の積算値 ΣY が数値的な上限値に到達すると、積算値 ΣY が大きい負荷から順番に電力のオン／オフを決定することができなくなるため、適切な出力のオン／オフ判断ができなくなり、電力の目標値と供給電力量の比が、負荷毎に異なってしまうことがあるという課題があった。

[0009] この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、電源電圧の変動や負荷変動などが発生しても、負荷に供給する電力の変動を抑えることができるとともに、全負荷に対する総供給電力量を電力上限値以内に抑えることができるピーク電力抑制制御を行う電力制御装置及び電力制御方法を得ることを目的とする。

また、この発明は、電力の目標値と供給電力量の比が、負荷毎に異なる状況を防止することができるピーク電力抑制制御を行う電力制御装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] この発明に係る電力制御装置は、各々の制御対象に供給する電力の入切を所定の単位時間毎に切り換える複数のスイッチング制御手段と、各々の制御対象に供給する電力の目標値である目標電力値を算出する目標電力値算出手

段と、各々の制御対象に供給された電力の値である電力測定値を測定する電力測定手段と、各々の制御対象毎に、電力が供給されているときに電力測定手段により測定された電力測定値から、次の制御サイクルの単位時間中に制御対象に電力を供給した場合の電力値を推定する電力推定手段と、各々の制御対象毎に、目標電力値算出手段により算出された目標電力値の加算と電力測定手段により測定された電力測定値の減算を制御サイクル毎に繰り返すことで電力差積算値を算出し、前回の制御サイクルまでの電力差積算値と目標電力値算出手段により算出された次の制御サイクルの目標電力値を加算することで、最新の中間積算電力値を算出する中間積算電力値算出手段とを設け、電力制御手段が、各々の制御対象の中で、中間積算電力値算出手段により算出された中間積算電力値が大きい制御対象から順番に、当該制御対象の中間積算電力値が所定の閾値より大きく、かつ、当該制御対象に対する電力の供給を行うとした場合に、電力推定手段により推定された当該制御対象の電力値と、電力推定手段により推定された電力値であって、次の制御サイクルで電力の供給を行うことを決定している他の制御対象の電力値との総和が所定の電力上限値より高くない電力供給条件を満足すれば、当該制御対象のスイッチング制御手段を入り状態に制御し、前記電力供給条件を満足しなければ、当該制御対象のスイッチング制御手段を切り状態に制御する処理を繰り返し行い、総ての制御対象について次の制御サイクルにおけるスイッチング制御手段の入切を制御するようにしたものである。

[0011] この発明に係る電力制御装置は、各々の制御対象毎に、中間積算電力値算出手段により算出された前回の制御サイクルまでの電力差積算値と目標電力値算出手段により算出された目標電力値を加算することで最新の調整係数算出用積算値を算出し、各々の制御対象の調整係数算出用積算値の総和が電力上限値より大きければ、その調整係数算出用積算値の総和と電力上限値の比を電力値調整係数として算出する一方、その調整係数算出用積算値の総和が電力上限値より小さければ、その電力値調整係数を1に設定し、各々の制御対象毎に、その電力値調整係数を用いて、前記目標電力値又は前記電力測定

値を調整する調整手段を設けるようにしたものである。

[0012] この発明に係る電力制御装置は、中間積算電力値算出手段が、調整手段により電力測定値が調整された場合、各々の制御対象毎に、前回の制御サイクルで算出している中間積算電力値から電力値調整係数で調整した前回の制御サイクルの電力測定値を減算して前回の制御サイクルまでの電力差積算値を算出し、その電力差積算値と目標電力値算出手段により算出された次の制御サイクルの目標電力値を加算することで、最新の中間積算電力値を算出し、電力制御手段が、各々の制御対象の中で、中間積算電力値算出手段により算出された中間積算電力値が大きい制御対象から順番に、当該制御対象の中間積算電力値が所定の閾値より大きく、かつ、当該制御対象に対する電力の供給を行うとした場合に、電力推定手段により推定された当該制御対象の電力値と、電力推定手段により推定された電力値であって、次の制御サイクルで電力の供給を行うことを決定している他の制御対象の電力値との総和が所定の電力上限値より高くない電力供給条件を満足すれば、当該制御対象のスイッチング制御手段を入り状態に制御し、前記電力供給条件を満足しなければ、当該制御対象のスイッチング制御手段を切り状態に制御する処理を繰り返し行い、総ての制御対象について次の制御サイクルにおけるスイッチング制御手段の入切を制御するようにしたものである。

[0013] この発明に係る電力制御装置は、中間積算電力値算出手段が、調整手段により目標電力値が調整された場合、各々の制御対象毎に、前回の制御サイクルで算出している中間積算電力値から、前回の制御サイクルの電力測定値を減算して、前回の制御サイクルまでの電力差積算値を算出し、電力値調整係数で調整した次の制御サイクルの目標電力値と前記電力差積算値とを加算することで、最新の中間積算電力値を算出し、電力制御手段が、各々の制御対象の中で、中間積算電力値算出手段により算出された中間積算電力値が大きい制御対象から順番に、当該制御対象の中間積算電力値が所定の閾値より大きく、かつ、当該制御対象に対する電力の供給を行うとした場合に、電力推定手段により推定された当該制御対象の電力値と、電力推定手段により推定

された電力値であって、次の制御サイクルで電力の供給を行うことを決定している他の制御対象の電力値との総和が所定の電力上限値より高くない電力供給条件を満足すれば、当該制御対象のスイッチング制御手段を入り状態に制御し、前記電力供給条件を満足しなければ、当該制御対象のスイッチング制御手段を切り状態に制御を繰り返し行い、総ての制御対象について次の制御サイクルにおけるスイッチング制御手段の入切を制御するようにしたものである。

[0014] この発明に係る電力制御装置は、目標電力値算出手段が、各々の制御対象毎に、他の機器から当該制御対象の出力目標値を入力して、その出力目標値を所定の基準電力値に乗算し、その乗算結果を当該制御対象の目標電力値に設定するようにしたものである。

[0015] この発明に係る電力制御装置は、目標電力値算出手段が、各々の制御対象に供給する電力の目標値として、他の機器から正規化された目標値を入力して、前記正規化された目標値を目標電力値に設定し、電力測定手段が、各制御対象の電力測定値を基準電力値で正規化値に変換して出力するようにしたものである。

[0016] この発明に係る電力制御方法は、複数のスイッチング制御手段が、各々の制御対象に供給する電力の入切を所定の単位時間毎に切り換える複数のスイッチング処理ステップと、目標電力値算出手段が、各々の制御対象に供給する電力の目標値である目標電力値を算出する目標電力値算出処理ステップと、電力測定手段が、各々の制御対象に供給された電力の値である電力測定値を測定する電力測定処理ステップと、電力推定手段が、各々の制御対象毎に、電力が供給されているときに電力測定処理ステップで測定された電力測定値から、次の制御サイクルの単位時間中に制御対象に電力を供給した場合の電力値を推定する電力推定処理ステップと、中間積算電力値算出手段が、各々の制御対象毎に、目標電力値算出処理ステップで算出された目標電力値の加算と電力測定処理ステップで測定された電力測定値の減算を制御サイクル毎に繰り返すことで電力差積算値を算出し、前回の制御サイクルまでの電力

差積算値と目標電力値算出処理ステップで算出された次の制御サイクルの目標電力値を加算することで、最新の中間積算電力値を算出する中間積算電力値算出処理ステップと、電力制御手段が、各々の制御対象の中で、中間積算電力値算出処理ステップで算出された中間積算電力値が大きい制御対象から順番に、当該制御対象の中間積算電力値が所定の閾値より大きく、かつ、当該制御対象に対する電力の供給を行うとした場合に、電力推定処理ステップで推定された当該制御対象の電力値と、電力推定処理ステップで推定された電力値であって、次の制御サイクルで電力の供給を行うと既に決定している他の制御対象の電力値との総和が所定の電力上限値より高くない電力供給条件を満足すれば、当該制御対象のスイッチング制御手段を入り状態に制御し、前記電力供給条件を満足しなければ、当該制御対象のスイッチング制御手段を切り状態に制御する処理を繰り返し行い、総ての制御対象について次の制御サイクルにおける前記スイッチング制御手段の入切を制御する電力制御処理ステップとを備えるようにしたものである。

発明の効果

[0017] この発明によれば、電源電圧の変動や負荷変動などが発生しても、制御対象に供給する電力の変動を抑えることができるとともに、全制御対象に対する総供給電力量を電力上限値以内に抑えることができる効果がある。

また、電力の目標値が上限電力値より大きい場合でも、電力の目標値と供給電力量の比が、制御対象毎に異なる状況を防止することができる効果がある。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]この発明の実施の形態1による電力制御装置を示す構成図である。

[図2]この発明の実施の形態1による電力制御装置が電力値調整係数を算出するまでの処理内容を示すフローチャートである。

[図3]この発明の実施の形態1による電力制御装置が負荷に供給する電力を制御する処理内容を示すフローチャートである。

[図4]電力制御装置の処理タイミングを示す説明図である。

[図5]電力制御装置による各制御サイクルでの制御例を示す説明図である。

[図6]目標電力値（目標出力電力）及び電力測定値（平均出力電力）と、目標出力電力に対する平均出力電力の達成率とを示す説明図である。

[図7]この発明の実施の形態2による電力制御装置を示す構成図である。

[図8]この発明の実施の形態2による電力制御装置が電力値調整係数を算出するまでの処理内容を示すフローチャートである。

[図9]この発明の実施の形態3による電力制御装置を示す構成図である。

[図10]この発明の実施の形態3による電力制御装置を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0019] 実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1による電力制御装置を示す構成図である。

図1の電力制御装置では、 M （ M は2以上の整数）個の制御対象に対する電力の供給を時分割で制御する例を説明する。

即ち、図1の電力制御装置は、電源波形の半サイクルの整数倍に相当する時間（以下、「単位時間」と称する）毎に、制御対象に供給する電力を入切（オン／オフ）する制御を行うものであり、電力を供給する時間であるオン時間と、電力を供給しない時間であるオフ時間との時間的割合を制御することで、PID調節計から出力される操作信号（目標値）に比例する電力量を制御対象に供給するものである。

以下、単位時間毎に制御対象に供給する電力を入切（オン／オフ）する制御を繰り返すサイクルを「制御サイクル」と称する。

[0020] 図1において、負荷1-1～1- M は電力制御装置の制御対象であり、例えば、ヒータなどが該当する。

調節計2-1～2- M は電力制御装置の外部機器であり、制御サイクル n 毎に、負荷1- m に供給する電力の出力目標値 A_{mn} を電力制御装置に出力する機器である。

ただし、 m は制御対象の負荷1-1～1- M を特定する番号であり、 $m=1, 2, \dots, M$ である。

また、 n は負荷 $1-1 \sim 1-M$ に供給する制御サイクルを特定する番号であり、1つの制御サイクルの時間は、上記の単位時間と一致する。ただし、 $n = 1, 2, \dots$ である。

[0021] 目標電力値算出部11は制御サイクル n 毎に制御サイクル n の冒頭で、調節計 $2-m$ から出力された値を出力目標値 A_{mn} （例えば、負荷 $1-m$ の定格電力に対する目標電力のパーセンテージ）として入力して、その出力目標値 A_{mn} を所定の基準電力値に乗算し、その乗算結果 $x_{mn} (= A_{mn} \cdot q_m)$ を制御サイクル n で負荷 $1-m$ に供給する目標電力値 x_{mn} として算出する処理を実施する。なお、目標電力値算出部11は目標電力値算出手段を構成している。

目標電力値算出部11の出力目標値入力部12は調節計 $2-1 \sim 2-M$ に対するインタフェース機器であり、調節計 $2-m$ から出力された出力目標値 A_{mn} を入力する処理を実施する。

基準電力値記憶部13は例えばRAMなどのメモリから構成されており、負荷 $1-m$ の基準電力値 q_m （例えば、負荷 $1-m$ の定格電力）を記憶している。

目標電力値算出処理部14-1 $\sim$ 14-Mは例えば乗算器などから構成されており、制御サイクル n 毎に制御サイクル n の冒頭で、出力目標値入力部12により入力された出力目標値 A_{mn} を基準電力値記憶部13により記憶されている基準電力値 q_m に乘算することで、負荷 $1-m$ の目標電力値 x_{mn} を算出する処理を実施する。

[0022] 電力供給オンオフ機器15-1 $\sim$ 15-Mは例えばサイリスタなどから構成されており、ピーク電力抑制演算部24の指示の下、負荷 $1-m$ に供給する電力の入切（オン／オフ）を制御サイクル毎（単位時間毎）に行う処理を実施する。なお、電力供給オンオフ機器15-1 $\sim$ 15-Mはスイッチング制御手段を構成している。

[0023] 出力電力測定部16は例えば負荷 $1-1 \sim 1-M$ に印加されている電圧 V_{mn} を計測する電圧測定手段と、負荷 $1-1 \sim 1-M$ に流れている電流 I_{mn} を計

測する電流測定手段とから構成されており、その電圧 V_{mn} と電流 I_{mn} から制御サイクル n で負荷 $1-m$ に供給された電力の値である電力測定値 q_{mn} チルダを算出する処理を実施する。なお、出力電力測定部 16 は電力測定手段を構成している。

図 1 では、電力測定値として、“ $\sim$ ” の記号が上部に付されている q_{mn} を表記しているが、電子出願の関係上、明細書の文章中では、“ $\sim$ ” の記号を q_{mn} の上部に付することができないため、「 q_{mn} チルダ」のように表記している。

制御サイクル n 毎に、出力電力測定部 16 から、制御サイクル n の冒頭でピーク電力抑制演算部 24 に出力される値は、前回の制御サイクル ($n-1$) で測定された電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダとなる。

[0024] オン電力推定部 17 は例えば CPU を実装している半導体集積回路、あるいは、ワンチップマイコンなどから構成されており、以前、負荷 $1-m$ に対して電力が供給されているときに、出力電力測定部 16 により測定されたオン時の電力測定値を記憶しておき、その電力測定値に基づいて、制御サイクル n の単位時間中に、負荷 $1-m$ に対して電力が供給された場合の電力値を推定し、その電力推定値 $q_{m \circ n}$ チルダを出力する処理を実施する。なお、オン電力推定部 17 は電力推定手段を構成している。

[0025] 調整係数算出用積算値算出部 18 は加算器 18a-1 ~ 18a-M から構成されており、中間積算電力値算出部 25 により前回の制御サイクル ($n-1$) で算出された電力差積算値 $s_{m(n-1)}$ と、制御サイクル n の冒頭で目標電力値算出処理部 14-m により算出された制御サイクル n の目標電力値 x_{mn} を加算することで、負荷 $1-m$ の調整係数算出用積算値 s_{mn}' ハットを算出する処理を実施する。

図 1 では、調整係数算出用積算値として、“ $\wedge$ ” の記号が上部に付されている s_{mn}' を表記しているが、電子出願の関係上、明細書の文章中では、“ $\wedge$ ” の記号を s_{mn}' の上部に付することができないため、「 s_{mn}' ハット」のように表記している。

[0026] 総調整係数算出用積算値算出部 19 は調整係数算出用積算値算出部 18 により算出された負荷 $1-1 \sim 1-M$ の調整係数算出用積算値 s_{mn}' ハットの総和である総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットを算出する処理を実施する。

電力上限値記憶部 20 は例えば RAM などのメモリから構成されており、予め設定された電力上限値 s_J を記憶している。

[0027] 電力値調整係数算出部 21 は例えば CPU を実装している半導体集積回路、あるいは、ワンチップマイコンなどから構成されており、総調整係数算出用積算値算出部 19 により算出された総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットと電力上限値記憶部 20 により記憶されている電力上限値 s_J を比較し、その総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットが電力上限値 s_J より大きければ ($\Sigma s_n' \text{ ハット} > s_J$)、その総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットと電力上限値 s_J の比 $K_n (= s_J / \Sigma s_n' \text{ ハット})$ を電力値調整係数 K_n として算出し、その総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットが電力上限値 s_J より小さければ ($\Sigma s_n' \text{ ハット} \leq s_J$)、その電力値調整係数 K_n を“1”に設定する処理を実施する。

[0028] バッファ (Z^{-1}) 22 は前回への時間シフトを意味する演算子として作用し、前回の制御サイクル ($n-1$) において、電力値調整係数算出部 21 の電力値調整係数算出処理 $n-1$ で算出された電力値調整係数 $K_{(n-1)}$ を制御サイクル n の測定電力調整部 23 で使用することを示している。

測定電力調整部 23 は例えば乗算器から構成されており、出力電力測定部から出力された前回の制御サイクル ($n-1$) で測定された電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダに対して、その電力値調整係数 $K_{(n-1)}$ を乗算することで、前記電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダを調整する処理を実施する。

なお、調整係数算出用積算値算出部 18、総調整係数算出用積算値算出部 19、電力上限値記憶部 20、電力値調整係数算出部 21、バッファ (Z^{-1}) 22 及び測定電力調整部 23 から調整手段が構成されている。

[0029] ピーク電力抑制演算部 24 はオン電力推定部 17、測定電力調整部 23、

中間積算電力値算出部 25 及びオンオフ機器制御部 26 から構成されている。

中間積算電力値算出部 25 は減算器 25 a - 1 ~ 25 a - M、加算器 25 b - 1 ~ 25 b - M やバッファ (Z^{-1}) 25 c - 1 ~ 25 c - M から構成されており、前回の制御サイクル ($n-1$) で算出している中間積算電力値 $S_{m(n-1)}$ ハットから測定電力調整部 23 により調整された電力測定値 $q_{m(n-1)}$ ' チルダを減算することで、前回の制御サイクル ($n-1$) での電力差積算値 $s_{m(n-1)}$ ($= s_{m(n-1)} \text{ ハット} - q_{m(n-1)} \text{ ' チルダ}$) を算出するとともに、その電力差積算値 $S_{m(n-1)}$ と目標電力値算出処理部 14 - m により算出された目標電力値 x_{mn} を加算することで、最新の中間積算電力値 s_{mn} ハットを算出する処理を実施する。なお、中間積算電力値算出部 25 は中間積算電力値算出手段を構成している。

[0030] オンオフ機器制御部 26 は負荷 1 - 1 ~ 1 - M の中で、中間積算電力値算出部 25 により算出された中間積算電力値 s_{mn} ハットが大きい負荷 1 - m から順番に、中間積算電力値算出部 25 により算出された負荷 1 - 1 ~ 1 - M における最新の中間積算電力値 s_{mn} ハットの中で、中間積算電力値 s_{mn} ハットが大きい負荷 1 - m から順番に、当該負荷 1 - m の中間積算電力値 s_{mn} ハットが所定の閾値 s_{th} より大きく、かつ、オン電力推定部 17 により推定された負荷 1 - m の電力推定値 $q_{m \circ n}$ チルダと、オン電力推定部 17 により推定された負荷 1 - 1 ~ 1 - M の電力推定値 $q_{1 \circ n}$ チルダ ~ $q_{M \circ n}$ チルダであって、次の制御サイクルでオンすると決定している負荷の電力推定値 $q_{m \circ n}$ チルダとの総和が電力上限値 s_j より高くならない電力供給条件を満足すれば、当該負荷 1 - m の電力供給オンオフ機器 15 - m を入り状態 (オン) に制御し、その電力供給条件を満足しなければ、当該負荷 1 - m の電力供給オンオフ機器 15 - m を切り状態 (オフ) に制御する処理を繰り返し行い、総ての負荷について次の制御サイクルにおける電力供給オンオフ機器 15 の入切を制御する。なお、オンオフ機器制御部 26 は制御手段を構成している。

[0031] 図 1 の例では、電力制御装置の構成要素である目標電力値算出部 11、電

力供給オンオフ機器 15-1 ~ 15-M、出力電力測定部 16、オン電力推定部 17、調整係数算出用積算値算出部 18、総調整係数算出用積算値算出部 19、電力上限値記憶部 20、電力値調整係数算出部 21、バッファ (Z^{-1}) 22、測定電力調整部 23、中間積算電力値算出部 25 及びオンオフ機器制御部 26 のそれぞれが専用のハードウェアで構成されているものを想定しているが、電力制御装置の全部又は一部がコンピュータで構成されていてもよい。

例えば、電力制御装置の全部をコンピュータで構成する場合、電力上限値記憶部 20 及びバッファ (Z^{-1}) 22 をコンピュータのメモリ上に構成するとともに、目標電力値算出部 11、電力供給オンオフ機器 15-1 ~ 15-M、出力電力測定部 16、オン電力推定部 17、調整係数算出用積算値算出部 18、総調整係数算出用積算値算出部 19、電力値調整係数算出部 21、測定電力調整部 23、中間積算電力値算出部 25 及びオンオフ機器制御部 26 の処理内容を記述しているプログラムをコンピュータのメモリに格納し、当該コンピュータの CPU が当該メモリに格納されているプログラムを実行するようにすればよい。

図 2 はこの発明の実施の形態 1 による電力制御装置が電力値調整係数を算出するまでの処理内容を示すフローチャートである。

また、図 3 はこの発明の実施の形態 1 による電力制御装置が負荷に供給する電力を制御する処理内容を示すフローチャートである。

[0032] 次に動作について説明する。

ここでは、 n 回目の制御サイクルでの電力制御について説明する。図 4 は電力制御装置の処理タイミングを示す説明図である。 n 回目の制御サイクルの処理は ($n-1$) 回目の制御サイクルと n 回目の制御サイクルの境目付近で実行されることを示している。以後、 n 回目の制御サイクルの冒頭で、 n 回目の制御サイクルの処理を実施する場合で動作の説明をする。

また、電力供給オンオフ機器 15- m ($m=1, 2, \dots, M$) は、ピーク電力抑圧演算部 25 のオンオフ機器制御部 27 の指示の下、負荷 1- m

に供給する電力の入切（オン／オフ）を制御するが、 n 回目の制御サイクルの処理で、負荷 $1-m$ の電力供給オンオフ機器 $15-m$ に対するオンオフ機器制御部 27 の指示がオンであれば、 n 回目の制御サイクル中、負荷 $1-m$ に電力が供給される。

一方、 n 回目の制御サイクルの処理で、負荷 $1-m$ の電力供給オンオフ機器 $15-m$ に対するオンオフ機器制御部 26 の指示がオフであれば、 n 回目の制御サイクル中、負荷 $1-m$ には電力が供給されない。

[0033] 出力電力測定部 16 は、負荷 $1-m$ に印加された電圧 $V_{m(n-1)}$ を計測する電圧測定手段と、負荷 $1-m$ に流れている電流 $I_{m(n-1)}$ を計測する電流測定手段とから構成されており、 $n-1$ 回目の制御サイクルにおいて、前記電圧測定手段により計測された電圧 $V_{m(n-1)}$ と、前記電流測定手段により計測された電流 $I_{m(n-1)}$ とから、負荷 $1-m$ に供給された電力の値である電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダを n 回目の制御サイクルの冒頭で算出する（図 2 のステップ $ST1$ ）。

[0034] [数1]

$$\tilde{q}_{m(n-1)} = V_{m(n-1)} \times I_{m(n-1)} \quad (1)$$

[0035] オン電力推定部 17 は、負荷 $1-1 \sim 1-M$ に電力が供給されたときに、出力電力測定部 16 により測定された電力測定値を記憶しており（負荷毎の電力測定値を記憶している）、 n 回目の制御サイクルでは、 n 回目の制御サイクルの冒頭で算出された電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダがゼロでなければ（負荷 $1-m$ には電力が供給されている場合）、その記憶している電力測定値を更新する（ステップ $ST2$ ）。($n-1$) 回目の制御サイクルで測定された電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダがゼロであれば、その記憶している電力測定値を更新しない。

また、オン電力推定部 17 は、 n 回目の制御サイクルにおいて、その記憶しているオン電力測定値に基づいて、 n 回目の制御サイクルの単位時間中に、負荷 $1-m$ に電力が供給された場合の電力値を n 回目の制御サイクルの冒頭で推定し、その電力推定値 $q_{m \circ n}$ チルダをオンオフ機器制御部 26 に出力す

る（ステップS T 2）。

[0036] 例えば、（ $n-1$ ）回目の制御サイクルで負荷1-mに電力が供給されている場合、 n 回目の制御サイクルの冒頭で算出された電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダを負荷1-mの電力推定値 $q_{m \circ n}$ チルダとしてオンオフ機器制御部26に出力する。

また、例えば、（ $n-1$ ）回目の制御サイクルで負荷1-mに電力が供給されていないが、（ $n-2$ ）回目の制御サイクルで負荷1-mに電力が供給されている場合、（ $n-1$ ）回目の制御サイクルの冒頭で算出された電力測定値 $q_{m(n-2)}$ チルダを負荷1-mの電力推定値 $q_{m \circ n}$ チルダとしてオンオフ機器制御部26に出力する。

[0037] 測定電力調整部23は、 n 回目の制御サイクルの冒頭で算出された電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダを受けると、（ $n-1$ ）回目の制御サイクルでの電力値調整係数 $K_{(n-1)}$ （電力値調整係数 K_n については後述する）を電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダに乗算することで、その電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダを調整し、調整後の電力測定値 $q_{m(n-1)}'$ チルダを中間積算電力値算出部25に出力する（ステップS T 3）。

[0038] [数2]

$$\widetilde{q}_{m(n-1)}' = K_{(n-1)} \times \widetilde{q}_{m(n-1)} \quad (2)$$

[0039] 中間積算電力値算出部25の減算器25a-mは、 n 回目の制御サイクルにおいて、測定電力調整部23から調整後の電力測定値 $q_{m(n-1)}'$ チルダを受けると、前回への時間シフトを意味するバッファ（ Z^{-1} ）25c-mを通した値、即ち、（ $n-1$ ）回目の制御サイクルで算出された中間積算電力値 $s_{m(n-1)}$ ハットから調整後の電力測定値 $q_{m(n-1)}'$ チルダを減算することで、（ $n-1$ ）回目の制御サイクルまでの電力差積算値 $s_{m(n-1)}$ を算出し、その電力差積算値 $s_{m(n-1)}$ を調整係数算出用積算値算出部18及び加算器25b-mに出力する。（ステップS T 4）

[0040] [数3]

$$s_{m(n-1)} = \widehat{s}_{m(n-1)} - \widetilde{q}_{m(n-1)}', \quad (3)$$

[0041] 目標電力値算出部 1 1 の出力目標値入力部 1 2 は、 n 回目の制御サイクルの冒頭において、調節計 2 - m から出力された負荷 1 - m に供給する電力の出力目標値 A_{mn} を入力し、その出力目標値 A_{mn} を目標電力値算出処理部 1 4 - m に出力する。

目標電力値算出部 1 1 の目標電力値算出処理部 1 4 - m は、 n 回目の制御サイクルにおいて、出力目標値入力部 1 2 から出力目標値 A_{mn} を受けると、その出力目標値 A_{mn} を対して、基準電力値記憶部 1 3 により記憶されている基準電力値 q_m を乗算することで、負荷 1 - m の目標電力値 x_{mn} を算出し、その目標電力値 x_{mn} をピーク電力抑制演算部 2 4 及び調整係数算出用積算値算出部 1 8 に出力する（ステップ S T 5）。ここでは、基準電力値 q_m が、負荷 1 - m の定格電力であるものを想定しているが、負荷 1 - m の定格電力に限るものではない。

$$x_{mn} = A_{mn} \times q_m \quad (4)$$

[0042] 中間積算電力値算出部 2 5 の加算器 2 5 b - m は、 n 回目の制御サイクルにおいて、減算器 2 5 a - m が $(n - 1)$ 回目の制御サイクルまでの電力差積算値 $s_{m(n-1)}$ を算出すると、その電力差積算値 $s_{m(n-1)}$ と、後述する目標電力値算出処理部 1 4 - 1 ~ 1 4 - M により算出された目標電力値 x_{mn} を加算することで、 n 回目の制御サイクルでの中間積算電力値 s_{mn} ハットを算出し、その中間積算電力値 s_{mn} ハットをオンオフ機器制御部 2 6 及びバッファ (Z^{-1}) 2 5 c - m に出力する（ステップ S T 6）。なお、バッファ (Z^{-1}) 2 5 c - m の Z^{-1} は、前回へ時間シフトを意味する演算子であり、その出力は $n - 1$ 回目の制御サイクルで算出した中間積算電力値 $s_{m(n-1)}$ ハットとなる。

[0043] [数4]

$$\hat{s}_{mn} = s_{m(n-1)} + x_{mn} \quad (5)$$

[0044] ピーク電力抑制演算部 2 4 のオンオフ機器制御部 2 6 は、 n 回目の制御サイクルにおける電力供給オンオフ機器 1 5 - m の入切（オン／オフ）を決定する（ステップ S T 7）。

オンオフ機器制御部 26 の処理内容の詳細は後述する。

[0045] 調整係数算出用積算値算出部 18 の加算器 18a-m は、n 回目の制御サイクルにおいて、中間積算電力値算出部 25 の減算器 25a-m から (n-1) 回目の制御サイクルまでの電力差積算値 $s_{m(n-1)}$ を受け、目標電力値算出部 11 から負荷 1-m の目標電力値 x_{mn} を受けると、その電力差積算値 $s_{m(n-1)}$ と目標電力値 x_{mn} を加算することで、負荷 1-m の調整係数算出用積算値 s_{mn}' ハットを算出し、その調整係数算出用積算値 s_{mn}' ハットを総調整係数算出用積算値算出部 19 に出力する (ステップ ST8)。

[0046] [数5]

$$\widehat{s_{mn}'} = s_{m(n-1)} + x_{mn} \quad (6)$$

[0047] 総調整係数算出用積算値算出部 19 は、n 回目の制御サイクルにおいて、調整係数算出用積算値算出部 18 から負荷 1-1 ~ 1-M の調整係数算出用積算値 s_{1n}' ハット ~ s_{Mn}' ハットを受けると、その調整係数算出用積算値 s_{1n}' ハット ~ s_{Mn}' ハットの総和である総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットを算出し、その総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットを電力値調整係数算出部 21 に出力する (ステップ ST9)。

なお、この実施の形態 1 では、調整係数算出用積算値 s_{mn}' ハットは中間積算電力値 s_{mn} ハットと同じ値であるので、調整係数算出用積算値 s_{mn}' ハットではなく、中間積算電力値算出部 25 から中間積算電力値 s_{mn} ハットを受けて、総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットを算出するようにしてもよい。

[0048] 電力値調整係数算出部 21 は、n 回目の制御サイクルにおいて、総調整係数算出用積算値算出部 19 から総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットを受けると、その総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットと電力上限値記憶部 20 により記憶されている電力上限値 s_j を比較する (ステップ ST10)。

電力値調整係数算出部 21 は、その総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットが電力上限値 s_j より大きければ ($\Sigma s_n'$ ハット $> s_j$)、その総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットと電力上限値 s_j の比 $K_n (= s_j / \Sigma s_n'$ ハット)

を電力値調整係数 K_n として算出し、その電力値調整係数 K_n をバッファ（ Z^{-1} ）22に出力する（ステップST11）。

[0049] [数6]

$$K_n = \frac{s_j}{\sum_{m=1}^M \widehat{s_{mn}}}, \quad (7)$$

[0050] 一方、その総調整係数算出用積算値 $\sum s_n'$ ハットが電力上限値 s_j より小さければ（ $\sum s_n' \text{ハット} \leq s_j$ ）、その電力値調整係数 K_n を“1”に設定し、そのバッファ（ Z^{-1} ）22に出力する（ステップST12）。

$n-1$ 回目の制御サイクルの冒頭で算出した電力値調整係数 K_{n-1} は、バッファ（ Z^{-1} ）22で示されるように次の制御サイクルの処理で使用される。 n 回目の制御サイクルの冒頭では、上述したように、（ $n-1$ ）回目の制御サイクルでの電力値調整係数 $K_{(n-1)}$ が測定電力調整部23に出力される。

電力値調整係数算出部21により算出又は“1”に設定された電力値調整係数 K_n は、次の制御サイクルで使用するために保存される（ステップST13）。

[0051] 以下、図3のフローチャートを参照しながら、ピーク電力抑制演算部24のオンオフ機器制御部26の処理内容を具体的に説明する。

ピーク電力抑制演算部24のオンオフ機器制御部26は、制御サイクル毎に初期化处理として、後述する総電力推定値 $\sum q_{on}$ をクリアする（図3のステップST21）。

[0052] オンオフ機器制御部26は、 n 回目の制御サイクルにおいて、中間積算電力値算出部25から負荷1-1～1-Mにおける中間積算電力値 s_{1n} ハット～ s_{Mn} ハットを受けると、 M 個の中間積算電力値 s_{1n} ハット～ s_{Mn} ハットを比較して、値が大きい順に M 個の中間積算電力値 s_{1n} ハット～ s_{Mn} ハットをソートして、値が大きい中間積算電力値に係る負荷1-mから順番に制御対象に設定する。

即ち、未だ制御対象に設定されていない負荷1-mの中で、最も中間積算電力値 s_{mn} ハットが大きい負荷1-mを制御対象に設定する（ステップST

22)。

例えば、負荷の数が3個であるとき、中間積算電力値 s_{1n} ハット $>$ 中間積算電力値 s_{2n} ハット $>$ 中間積算電力値 s_{3n} ハットであれば、制御対象を「負荷 1-1」 $\rightarrow$ 「負荷 1-2」 $\rightarrow$ 「負荷 1-3」の順番に設定する。

また、例えば、中間積算電力値 s_{3n} ハット $>$ 中間積算電力値 s_{1n} ハット $>$ 中間積算電力値 s_{2n} ハットであれば、制御対象を「負荷 1-3」 $\rightarrow$ 「負荷 1-1」 $\rightarrow$ 「負荷 1-2」の順番に設定する。

[0053] オンオフ機器制御部 26 は、制御対象を負荷 1-m に設定すると、その負荷 1-m の中間積算電力値 s_{mn} ハットと所定の閾値 s_{th} の大きさを比較して（ステップ S T 23）、その負荷 1-m の中間積算電力値 s_{mn} ハットが所定の閾値 s_{th} より大きい場合には、後述する総電力推定値 Σq_{on} に当該負荷 1-m の電力推定値 q_{mon} チルダを加算したオンオフ判断用総電力推定値 $\Sigma q_{on}'$ を算出する（ステップ S T 24）。

オンオフ機器制御部 26 は、制御対象を負荷 1-m に設定すると、その負荷 1-m の中間積算電力値 s_{mn} ハットが所定の閾値 s_{th} より大きく（ステップ S T 23）、かつ、オンオフ判断用総電力推定値 $\Sigma q_{on}'$ が電力上限値 s_j より高くない電力供給条件を満足しているか否かを判定する（ステップ S T 25）。即ち、下記の式（8）（9）が成立しているか否かを判定する。

[0054] [数7]

$$s_{mn} > s_{th} \quad (8)$$

$$\Sigma q_{on}' \leq s_j \quad (9)$$

[0055] オンオフ機器制御部 26 は、式（8）（9）が成立している場合、上記の電力供給条件を満足しているので、その負荷 1-m の電力供給オンオフ機器 15-m を入り状態（オン）に制御する（ステップ S T 26）。これにより、負荷 1-m に電力が供給される。

オンオフ機器制御部 26 は、式（8）または式（9）の少なくとも一方が成立しない場合、上記の電力供給条件を満足していないので、その負荷 1-m の電力供給オンオフ機器 15-m を切り状態（オフ）に制御する（ステッ

プ S T 2 7)。これにより、負荷 1 - m には電力が供給されない。

オンオフ機器制御部 2 6 は、n 回目の制御サイクルにおいて、オン電力推定部 1 7 により推定された負荷 1 - 1 ~ 1 - M の電力推定値 $q_{m.o.n}$ チルダの総和（以下、「総電力推定値 $\Sigma q_{o.n}$ 」と称する）を算出する（ステップ S T 2 8）。

オンオフ機器制御部 2 6 は、値が大きい中間積算電力値に係る負荷 1 - m から順番に制御対象に設定して、全ての負荷 1 - m に対する制御が完了するまで上記の制御処理（ステップ S T 2 2 ~ S T 2 8 の処理）を繰り返し実施する（ステップ S T 2 9）。

[0056] ここで、図 5 は電力制御装置による各制御サイクルでの制御例を示す説明図である。

図 5 では、負荷の定格電力を 1 0 0 % として、目標電力値、中間積算電力値、実電力値（電力測定値）及び電力差積算値を % で表現している。

例えば、目標電力値が負荷の定格電力の 3 0 % に設定されている場合、図 5 (a) を示すように、実電力値（電力測定値）の平均値が 3 0 % に制御されていることが分かる。

また、目標電力値が負荷の定格電力の 5 5 % に設定されている場合、図 5 (b) を示すように、実電力値（電力測定値）の平均値が 5 5 % に制御されていることが分かる。

[0057] 図 6 は目標電力値（目標出力電力）及び電力測定値（平均出力電力）と、目標出力電力に対する平均出力電力の制御負荷 1 - 1 ~ 1 - M 毎の達成率とを示す説明図である。

特に (a) は実施の形態 1 の電力制御装置、(b) は従来の電力制御装置に係るものであり、両者を比較すると明らかなように、従来の電力制御装置では、各負荷（制御チャンネル c h）の目標出力電力に対する平均出力電力の達成率が不均一になっているが、この実施の形態 1 の電力制御装置では、各負荷（制御チャンネル c h）の目標出力電力に対する平均出力電力の達成率が均一になっている。

[0058] 以上が n 回目の制御サイクルでの電力制御であるが、以下、目標電力値 x_{mn} の積算値と電力測定値 q_{mn} チルダの積算値とが一致する原理について説明する。

図 1 の電力制御装置では、負荷 $1-m$ の中間積算電力値 s_{mn} ハットが閾値 s_{th} を越えることで電力供給条件を満足すると、負荷 $1-m$ の電力供給オンオフ機器 15-m がオンになり、負荷 $1-m$ の中間積算電力値 s_{mn} ハットから電力測定値 q_{mn} チルダが減算されるため、負荷 $1-m$ の電力差積算値 s_{mn} は、閾値 s_{th} から電力測定値 q_{mn} チルダが減算された値と、その閾値 s_{th} との間の有限な値になる。

一方、負荷 $1-m$ の電力差積算値 s_{mn} は、目標電力値 x_{mn} の積算値と、電力測定値 q_{mn} チルダの積算値とに分けることができるが、オンオフ機器制御部 26 によるオンオフ処理が繰り返され、その繰り返し回数 n が十分に大きな値になると、目標電力値 x_{mn} の積算値及び電力測定値 q_{mn} チルダの積算値が非常に大きな値になる。

この結果、目標電力値 x_{mn} の積算値及び電力測定値 q_{mn} チルダの積算値と比較して、電力差積算値 s_{mn} は十分小さな値になるため、目標電力値 x_{mn} の積算値と電力測定値 q_{mn} チルダの積算値とはほぼ等しい値になる。

[0059] 繰り返し回数 n を無限大にしたときに、目標電力値 x_{mn} と電力測定値 q_{mn} チルダが一致することを数式で示すと以下ようになる。

[0060] [数8]

$$\begin{aligned}
 s_{mn} &= \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^n x_{mi} \cdot q - \sum_{i=1}^n \tilde{q}_{mi} \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^n x_{mi} \cdot q \right) - \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^n \tilde{q}_{mi} \right) \\
 \therefore s_{th} - \tilde{q}_{mn} &\leq \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^n x_{mi} \cdot q \right) - \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^n \tilde{q}_{mi} \right) \leq s_{th} \\
 \text{また、} \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^n x_{mi} \cdot q \right) &= \infty, \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^n \tilde{q}_{mi} \right) = \infty \\
 \therefore \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^n x_{mi} \cdot q \right) &\approx \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^n \tilde{q}_{mi} \right) \quad (10)
 \end{aligned}$$

[0061] この実施の形態 1 では、総電力推定値 Σq_{on} が電力上限値 s_j より高くない電力供給条件を満足する場合に、負荷 $1-m$ の電力供給オンオフ機器 1

5-mを入り状態（オン）に制御することで、各々の制御サイクルの単位時間において、電力測定値 q_{mn} チルダの総和が電力上限値 s_j 以下になるように抑制している。

以下、電力測定値 q_{mn} チルダの総和が電力上限値 s_j 以下に抑制される理由について説明する。

[0062] まず、全負荷の目標電力値 x_{mn} の合計値（以降、「総目標電力値」と称する）が電力上限値 s_j を越えると、電力測定値 q_{mn} チルダの総和が電力上限値 s_j 以下に抑制されるため、各負荷の電力差積算値 s_{mn} は徐々に増加して、電力差積算値 s_{mn} の計算上の上限値で飽和することになる。

この様な状態になると、各負荷の電力差積算値 s_{mn} は、順次計算上の飽和値になり、中間積算電力値 s_{mn} ハットは、前の単位時間毎の電力差積算値 $s_{m(n-1)}$ の飽和値に対して、現単位時間の目標電力値 x_{mn} を加算したことになり、目標電力値 x_{mn} が大きい負荷ほど、中間積算電力値 s_{mn} ハットは大きな値になる。

ピーク電力演算を適切に実施するためには、中間積算電力値 s_{mn} ハットが大きい順に時分割制御演算を行う必要があるため、中間積算電力値 s_{mn} ハットが飽和値になると、ピーク電力抑制演算の処理順序が適切に決定できなくなり、各負荷の目標電力値 x_{mn} に対する電力測定値 q_{mn} チルダの割合（以降、「出力達成率」と称する）が負荷毎に不均一な値になる問題がある。

[0063] この問題を回避する方法として、この実施の形態1では、制御対象である負荷に供給した電力の実測値である電力測定値 q_{mn} チルダに対して電力値調整係数 K_n を乗算することで、電力差積算値 s_{mn} の減少要因である電力測定値 q_{mn} チルダを見かけ上大きな値にするようにしている。

これにより、電力差積算値 s_{mn} 及び中間積算電力値 s_{mn} ハットが計算上の飽和値になる現象が防止されるため、総目標電力値が電力上限値 s_j を越える場合においても、時分割制御の処理順序が適切に決定されて、出力達成率が負荷毎に不均一になる現象が防止される。

[0064] ここで、電力値調整係数 K_n の決定方法として、総目標電力値と電力上限値

s_j の比を電力値調整係数 K_n とする方法があるが、この方法では、電力値調整係数 K_n をかけた総出力電力測定値が必ず電力上限値 s_j より小さい値になるように、オンするチャンネル数が制限されるピーク電力抑制制御が行われるので、同時に制御対象である負荷に供給される電力の合計値が離散的な値になる。

[0065] 以上のことから、総目標電力値と電力上限値 s_j の比を電力値調整係数 K_n とする方法では、電力値調整係数 K_n をかけた電力測定値 q_{mn} チルダの総和は必ず総目標電力値より小さな値になる。

このため、電力値調整係数 K_n を電力測定値 q_{mn} チルダに乘算した値を目標電力値から減算した値の積算値である電力差積算値 s_{mn} は徐々に増加して、電力差積算値 s_{mn} が計算上の上限値で飽和する現象を防止することができない。

そこで、この実施の形態1では、総電力差積算値に総目標電力値を加算した値である総中間電力積算値と電力上限値の比を電力値調整係数 K_n としている。

[0066] 総中間電力積算値と電力上限値 s_j で割った値である電力値調整係数 K_n を電力測定値 q_{mn} チルダにかけた値で電力差積算値 s_{mn} を算出することで、電力値調整係数 K_n をかけた電力測定値 q_{mn} チルダが調整不足の場合には、中間積算電力値 s_{mn} ハットが大きな値となるため電力値調整係数 K_n は大きくなる。

その結果として、電力値調整係数 K_n を電力測定値 q_{mn} チルダにかけた値は大きくなるため、各負荷の中間積算電力値 s_{mn} ハットは減少傾向になり、電力値調整係数 K_n は小さくなる方向になり、中間積算電力値 s_{mn} ハットの飽和を防止することができる。

また、逆に、電力値調整係数が小さ過ぎて調整過剰である場合には、出力電力測定値の調整値が小さいため、総中間積算値が小さくなり電力値調整係数 K_n が小さくなる。このため、電力値調整係数 L を電力測定値 q_{mn} チルダにかけた値が小さくなり、中間積算電力値 s_{mn} ハットは増加傾向になり、電力

値調整係数 K_n が一方的に小さくなることもなく、適切な値に維持される（いわば平衡状態になる）。

[0067] 以上から、総中間電力積算値と電力上限値 s_J の比を電力値調整係数 K_n にすることにより、中間積算電力値 s_{mn} ハットを適切な値で平衡状態にすることができ、ピーク電力抑制制御の処理順序を適切に決定することが可能になる。このため、総目標電力値が電力上限値 s_J を越えた場合でも出力達成率が負荷毎に不均一になる現象を防止することができる。

また、目標電力値 s_J を調整する方法においても、電力値調整係数 K_n による調整は有効である。例えば、電力上限値 s_J を総中間電力積算値で割った値を電力値調整係数 K_n として、目標電力値を電力値調整係数 K_n によって調整して小さな値にすることにより、総目標電力値が電力上限値 s_J を越えた場合でも、中間積算電力値 s_{mn} ハットの飽和を防止できるため、出力達成率が負荷毎に不均一になる現象を防止することができる。

[0068] また、電力値調整係数 K_n をかける場合においても、電力上限値 s_J を総目標電力値で割った値を電力値調整係数 K_n とする方法が考えられるが、上述したように、この方法では、電力差積算値 s_{mn} の飽和を防止することができない。

以上の電力上限値 s_J と総中間電力積算値から電力値調整係数 K_n を求める方法の一例を数式で表すと、上記の式（7）のようになる。

[0069] 以上で明らかなように、この実施の形態1によれば、負荷1-mに供給された電力の値である電力測定値を測定する出力電力測定部16と、各々の負荷1-m毎に、電力が供給されているときに出力電力測定部16により測定された電力測定値から、次の制御サイクルの単位時間中に電力が供給された場合の電力値を推定するオン電力推定部17と、前回の制御サイクル（ $n-1$ ）で算出している中間積算電力値 $S_{m(n-1)}$ ハットから測定電力調整部23により調整された電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダを減算することで、前回の制御サイクル（ $n-1$ ）での電力差積算値 $s_{m(n-1)}$ を算出するとともに、その電力差積算値 $S_{m(n-1)}$ と目標電力値算出処理部14-mにより算出された目

標電力値 x_{mn} を加算することで、最新の中間積算電力値 s_{mn} ハットを算出する中間積算電力値算出部 25 とを設け、オンオフ機器制御部 26 が、各々の負荷 $1-m$ 毎に、中間積算電力値算出部 25 により算出された当該負荷 $1-m$ の中間積算電力値が所定の閾値より大きく、かつ、オン電力推定部 17 により推定された負荷 $1-m$ の電力推定値 $q_{m.on}$ チルダと、オン電力推定部 17 により推定された負荷 $1-1 \sim 1-M$ の電力推定値 $q_{1.on}$ チルダ $\sim q_{M.on}$ チルダであって、次の制御サイクルで既にオンすると決定した負荷の電力推定値との総和が電力上限値 s_j より高くない電力供給条件を満足すれば、当該負荷 $1-m$ の電力供給オンオフ機器 15-m を入り状態（オン）に制御し、その電力供給条件を満足しなければ、当該負荷 $1-m$ の電力供給オンオフ機器 15-m を切り状態（オフ）に制御するように構成したので、電源電圧の変動や負荷変動などが発生しても、負荷 $1-m$ に供給する電力の変動を抑えることができるとともに、全負荷に対する総供給電力量を電力上限値以内に抑えることができる効果を奏する。

[0070] また、この実施の形態 1 によれば、各々の負荷 $1-m$ 毎に、中間積算電力値算出部 25 により算出された中間積算電力値と電力測定値との差分を目標電力値算出部 11 により算出された目標電力値に加算することで調整係数算出用積算値を算出し、各負荷 $1-m$ の調整係数算出用積算値の総和が電力上限値より大きければ、その調整係数算出用積算値の総和と電力上限値の比を電力値調整係数として算出する一方、その調整係数算出用積算値の総和が電力上限値より小さければ、その電力値調整係数を 1 に設定し、各々の負荷 $1-m$ 毎に、当該電力値調整係数を用いて、電力測定値を調整するように構成したので、電力の目標値と供給電力量の比が、負荷毎に異なる状況を防止することができる効果を奏する。

[0071] 実施の形態 2.

図 7 はこの発明の実施の形態 2 による電力制御装置を示す構成図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

電力値調整係数算出部 31 は例えば CPU を実装している半導体集積回路、あるいは、ワンチップマイコンなどから構成されており、総調整係数算出用積算値算出部 19 により算出された総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットと電力上限値記憶部 20 により記憶されている電力上限値 s_J を比較し、その総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットが電力上限値 s_J より大きければ ($\Sigma s_n'$ ハット $> s_J$)、その総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットと電力上限値 s_J の比 K_n ($= \Sigma s_n'$ ハット / s_J) を電力値調整係数 K_n として算出し、その総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットが電力上限値 s_J より小さければ ($\Sigma s_n'$ ハット $\leq s_J$)、その電力値調整係数 K_n を “1” に設定する処理を実施する。

[0072] 目標電力調整部 32 は例えば乗算器から構成されており、目標電力値算出部 11 の目標電力値算出処理部 14-m により算出された目標電力値 x_{mn} に対して、電力値調整係数算出部 31 により算出された電力値調整係数 K_n を乗算することで、その目標電力値 x_{mn} を調整する処理を実施する。

なお、調整係数算出用積算値算出部 18、総調整係数算出用積算値算出部 19、電力上限値記憶部 20、電力値調整係数算出部 31 及び目標電力調整部 32 から調整手段が構成されている。

[0073] 図 7 の例では、電力制御装置の構成要素である目標電力値算出部 11、電力供給オンオフ機器 15-1 ~ 15-M、出力電力測定部 16、オン電力推定部 17、調整係数算出用積算値算出部 18、総調整係数算出用積算値算出部 19、電力上限値記憶部 20、電力値調整係数算出部 31、目標電力調整部 32、中間積算電力値算出部 25 及びオンオフ機器制御部 26 のそれぞれが専用のハードウェアで構成されているものを想定しているが、電力制御装置の全部又は一部がコンピュータで構成されていてもよい。

例えば、電力制御装置の全部をコンピュータで構成する場合、電力上限値記憶部 20 をコンピュータのメモリ上に構成するとともに、目標電力値算出部 11、電力供給オンオフ機器 15-1 ~ 15-M、出力電力測定部 16、オン電力推定部 17、調整係数算出用積算値算出部 18、総調整係数算出用

積算値算出部 19、電力値調整係数算出部 31、目標電力調整部 32、中間積算電力値算出部 25 及びオンオフ機器制御部 26 の処理内容を記述しているプログラムをコンピュータのメモリに格納し、当該コンピュータの CPU が当該メモリに格納されているプログラムを実行するようにすればよい。

図 8 はこの発明の実施の形態 2 による電力制御装置が電力値調整係数を算出するまでの処理内容を示すフローチャートである。

電力制御装置が負荷に供給する電力を制御する処理内容は、上記実施の形態 1 における図 2 と同様である。

[0074] 上記実施の形態 1 では、測定電力調整部 23 が、 n 回目の制御サイクルにおいて、出力電圧測定部 16 から $(n-1)$ 回目の制御サイクルで測定された電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダを受けると、バッファ (Z^{-1}) 22 で示されるように $n-1$ 回目の制御サイクルで算出された電力値調整係数 $K_{(n-1)}$ を電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダに乘算することで、その電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダを調整するものを示したが、図 7 に示すように、測定電力調整部 23 の代わりに目標電力調整部 32 を実装し、目標電力調整部 32 が、目標電力値算出部 11 の目標電力値算出処理部 14-m により算出された目標電力値 x_{mn} に対して、 $n-1$ 回目の制御サイクルで、電力値調整係数算出部 31 により算出された電力値調整係数 $K_{(n-1)}$ を乗算することで、その目標電力値 x_{mn} を調整するようにしてもよく、上記実施の形態 1 と同様の効果を奏することができる。

[0075] 以下、図 7 の電力制御装置の処理内容を説明するが、図 1 の電力制御装置の処理内容と同一の部分は省略し、相違する部分だけを説明する。

電力値調整係数算出部 31 は、 n 回目の制御サイクルにおいて、総調整係数算出用積算値算出部 19 から総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットを受けると、図 1 の電力値調整係数算出部 21 と同様に、その総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハットと電力上限値記憶部 20 により記憶されている電力上限値 s_j を比較する（図 8 のステップ ST32）。

電力値調整係数算出部 31 は、その総調整係数算出用積算値 $\Sigma s_n'$ ハット

が電力上限値 s_J より大きければ ($\sum s_n' \text{ ハット} > s_J$)、図 1 の電力値調整係数算出部 2 1 と異なり、その総調整係数算出用積算値 $\sum s_n' \text{ ハット}$ と電力上限値 s_J の比 $K_n (= \sum s_n' \text{ ハット} / s_J)$ を電力値調整係数 K_n として算出し、その電力値調整係数 K_n を目標電力調整部 3 2 に出力する (ステップ S T 3 3)。

[0076] [数9]

$$K_n = \frac{\sum_{m=1}^M \widehat{s_{mn}}'}{s_J} \quad (11)$$

[0077] 一方、その総調整係数算出用積算値 $\sum s_n' \text{ ハット}$ が電力上限値 s_J より小さければ ($\sum s_n' \text{ ハット} \leq s_J$)、その電力値調整係数 K_n を“1”に設定し、その電力値調整係数 K_n を目標電力調整部 3 2 に出力する (ステップ S T 3 4)。

[0078] 目標電力調整部 3 2 は、 n 回目の制御サイクルで算出した電力値調整係数 K_n を次の制御サイクルで使用するために保存する (ステップ S T 3 5)。

また、目標電力調整部 3 2 は、 n 回目の制御サイクルにおいて、電力値調整係数算出部 3 1 から前回の出力サイクルの電力値調整係数 $K_{(n-1)}$ を受けると、その電力値調整係数 $K_{(n-1)}$ を目標電力値算出部 1 1 の目標電力値算出処理部 1 4 - m により算出された目標電力値 x_{mn} に乗算することで、その目標電力値 x_{mn} を調整し、調整後の目標電力値 x_{mn}' をピーク電力抑制演算部 2 4 の中間積算電力値算出部 2 5 に出力する (ステップ S T 3 1)。

$$x_{mn}' = K_{(n-1)} \times x_{mn} \quad (12)$$

[0079] この実施の形態 2 のように、目標電力調整部 3 2 が目標電力値 x_{mn} を調整する場合でも、上記実施の形態 1 と同様に、電源電圧の変動や負荷変動などが発生しても、負荷 1 - m に供給する電力の変動を抑えることができるとともに、全負荷に対する総供給電力量を電力上限値以内に抑えることができる。

この実施の形態 2 では、各々の負荷 1 - m 毎に、電力値調整係数 K_n を用いて、目標電力値 x_{mn} を調整するように構成したので、電力の目標値と供給電

力量の比が、負荷毎に異なる状況を防止することができる効果を奏する。

[0080] 実施の形態 3.

上記実施の形態 1, 2 では、目標電力値算出部 11 により算出された負荷 1-m の目標電力値 x_{mn} 及び出力電力測定部 16 により測定された電力測定値 q_{mn} チルダが、正規化値ではなく、実電力として、各種の演算が行われるものを示したが、目標電力値 x_{mn} 及び電力測定値 q_{mn} チルダを正規化値に変換し、正規化値として、各種の演算を行うようにしてもよい。

[0081] 図 9 はこの発明の実施の形態 3 による電力制御装置を示す構成図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

目標電力値算出部 41 は制御サイクル n 毎に、調節計 2-m から負荷 1-m の正規化目標電力値（正規化された目標電力値）を入力し、その正規化目標電力値を負荷 1-m の目標電力値 x_{mn} として出力する処理を実施する。なお、目標電力値算出部 41 は目標電力値算出手段を構成している。

正規化目標電力値入力部 41a-1 ~ 41a-M は調節計 2-1 ~ 2-M に対するインタフェース機器であり、調節計 2-m から出力された正規化目標電力値を負荷 1-m の目標電力値 x_{mn} として出力する処理を実施する。

[0082] 基準電力値記憶部 42 は例えば RAM などのメモリから構成されており、負荷 1-m の基準電力値 q_m （例えば、定格電力）を記憶している。

電力正規化部 43 は例えば除算器から構成されており、出力電圧測定部 16 から出力された前回の制御サイクル ($n-1$) で測定された電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダを基準電力値記憶部 42 により記憶されている基準電力値 q_m で除算することで、その電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダを正規化値に変換し、正規化後の電力測定値 $q_{m(n-1)}$ チルダを測定電力調整部 23 に出力する処理を実施する。なお、電力正規化部 43 は電力測定手段を構成している。

[0083] 電力値変換部 44 は例えば乗算器から構成されており、調整係数算出用積算値算出部 18 により算出された正規化値である負荷 1-m の調整係数算出用積算値 s_{mn}' ハットに対して、基準電力値記憶部 42 により記憶されてい

る基準電力値 q_m を乗算することで、正規化値である調整係数算出用積算値 s_{mn}' ハットを実電力に変換し、実電力変換後の調整係数算出用積算値 s_{mn}' ハットを総調整係数算出用積算値算出部 19 に出力する処理を実施する。なお、電力値変換部 44 は調整手段を構成している。

[0084] 電力制御装置を図 9 のように構成することで、調整係数算出用積算値算出部 18、測定電力調整部 23 及びピーク電力抑制演算部 24 での演算が正規化値で行われることになる。この場合も、上記実施の形態 1 と同様の効果を行うことができる。

[0085] また、図 10 はこの発明の実施の形態 3 による電力制御装置を示す構成図であり、図において、図 7 及び図 9 と同一符号は同一または相当部分を示している。

図 10 の電力制御装置は、図 7 の電力制御装置が正規化値を取り扱うようにしたものであるが、この場合も、上記実施の形態 2 と同様の効果を行うことができる。

符号の説明

[0086] 1-1 ~ 1-M 負荷、2-1 ~ 2-M 調節計、11 目標電力値算出部（目標電力値算出手段）、12 出力目標値入力部、13 基準電力値記憶部、14-1 ~ 14-M 目標電力値算出部、15-1 ~ 15-M 電力供給オンオフ機器（スイッチング制御手段）、16 出力電力測定部（電力測定手段）、17 オン電力推定部（電力推定手段）、18 調整係数算出用積算値算出部（調整手段）、18a-1 ~ 18a-M 加算器、19 総調整係数算出用積算値算出部（調整手段）、20 電力上限値記憶部（調整手段）、21, 31 電力値調整係数算出部（調整手段）、22 バッファ (Z^{-1})（調整手段）、23 測定電力調整部（調整手段）、24 ピーク電力抑制演算部、25 中間積算電力値算出部（中間積算電力値算出手段）、25a-1 ~ 25a-M 減算器、25b-1 ~ 25b-M 加算器、25c-1 ~ 25c-M バッファ (Z^{-1})、26 オンオフ機器制御部（制御手段）、31 電力値調整係数算出部（調整手段）、32 目標電力調整

部（調整手段）、4 1 目標電力値算出部（目標電力値算出手段）、4 1 a
- 1 ~ 4 1 a - M 正規化目標電力値入力部、4 2 基準電力値記憶部、4
3 電力正規化部（電力測定手段）、4 4 電力値変換部（調整手段）。

請求の範囲

[請求項1]

各々の制御対象に供給する電力の入切を所定の単位時間毎に切り換える複数のスイッチング制御手段と、

前記各々の制御対象に供給する電力の目標値である目標電力値を算出する目標電力値算出手段と、

前記各々の制御対象に供給された電力の値である電力測定値を測定する電力測定手段と、

前記各々の制御対象毎に、電力が供給されているときに前記電力測定手段により測定された電力測定値から、次の制御サイクルの単位時間中に制御対象に電力を供給した場合の電力値を推定する電力推定手段と、

前記各々の制御対象毎に、前記目標電力値算出手段により算出された目標電力値の加算と前記電力測定手段により測定された電力測定値の減算を制御サイクル毎に繰り返すことで電力差積算値を算出し、前回の制御サイクルまでの電力差積算値と前記目標電力値算出手段により算出された次の制御サイクルの目標電力値を加算することで、最新の間積算電力値を算出する中間積算電力値算出手段と、

各々の制御対象の中で、前記中間積算電力値算出手段により算出された中間積算電力値が大きい制御対象から順番に、当該制御対象の中間積算電力値が所定の閾値より大きく、かつ、当該制御対象に対する電力の供給を行うとした場合に、前記電力推定手段により推定された当該制御対象の電力値と、前記電力推定手段により推定された電力値であって、次の制御サイクルで電力の供給を行うことを決定している他の制御対象の電力値との総和が所定の電力上限値より高くない電力供給条件を満足すれば、当該制御対象のスイッチング制御手段を入り状態に制御し、前記電力供給条件を満足しなければ、当該制御対象のスイッチング制御手段を切り状態に制御する処理を繰り返し行い、総ての制御対象について次の制御サイクルにおける前記スイッチン

グ制御手段の入切を制御する電力制御手段と
を備えた電力制御装置。

[請求項2] 前記目標電力値又は前記電力測定値を調整する調整手段を設け、
前記調整手段は、

前記各々の制御対象毎に、前記中間積算電力値算出手段により算出された前回の制御サイクルまでの電力差積算値と前記目標電力値算出手段により算出された目標電力値を加算することで最新の調整係数算出用積算値を算出し、

前記各々の制御対象の調整係数算出用積算値の総和が前記電力上限値より大きければ、前記調整係数算出用積算値の総和と前記電力上限値の比を電力値調整係数として算出する一方、前記調整係数算出用積算値の総和が前記電力上限値より小さければ、前記電力値調整係数を1に設定し、

前記各々の制御対象毎に、前記電力値調整係数を用いて、前記目標電力値又は前記電力測定値を調整することを特徴とする請求項1記載の電力制御装置。

[請求項3] 前記中間積算電力値算出手段は、前記調整手段により電力測定値が調整された場合、各々の制御対象毎に、前回の制御サイクルで算出している中間積算電力値から前記電力値調整係数で調整した前回の制御サイクルの電力測定値を減算して前回の制御サイクルまでの電力差積算値を算出し、前記電力差積算値と前記目標電力値算出手段により算出された次の制御サイクルの目標電力値を加算することで、最新の中間積算電力値を算出し、

前記電力制御手段は、各々の制御対象の中で、前記中間積算電力値算出手段により算出された中間積算電力値が大きい制御対象から順番に、当該制御対象の中間積算電力値が所定の閾値より大きく、かつ、当該制御対象に対する電力の供給を行うとした場合に、前記電力推定手段により推定された当該制御対象の電力値と、前記電力推定手段に

より推定された電力値であって、次の制御サイクルで電力の供給を行うことを決定している他の制御対象の電力値との総和が所定の電力上限値より高くない電力供給条件を満足すれば、当該制御対象のスイッチング制御手段を入り状態に制御し、前記電力供給条件を満足しなければ、当該制御対象のスイッチング制御手段を切り状態に制御する処理を繰り返し行い、総ての制御対象について次の制御サイクルにおける前記スイッチング制御手段の入切を制御することを特徴とする請求項2記載の電力制御装置。

[請求項4]

前記中間積算電力値算出手段は、前記調整手段により目標電力値が調整された場合、各々の制御対象毎に、前回の制御サイクルで算出している中間積算電力値から、前回の制御サイクルの電力測定値を減算して、前回の制御サイクルまでの電力差積算値を算出し、前記電力値調整係数で調整した次の制御サイクルの目標電力値と前記電力差積算値とを加算することで、最新の中間積算電力値を算出し、

前記電力制御手段は、各々の制御対象の中で、前記中間積算電力値算出手段により算出された中間積算電力値が大きい制御対象から順番に、当該制御対象の中間積算電力値が所定の閾値より大きく、かつ、当該制御対象に対する電力の供給を行うとした場合に、前記電力推定手段により推定された当該制御対象の電力値と、前記電力推定手段により推定された電力値であって、次の制御サイクルで電力の供給を行うことを決定している他の制御対象の電力値との総和が所定の電力上限値より高くない電力供給条件を満足すれば、当該制御対象のスイッチング制御手段を入り状態に制御し、前記電力供給条件を満足しなければ、当該制御対象のスイッチング制御手段を切り状態に制御する処理を繰り返し行い、総ての制御対象について次の制御サイクルにおける前記スイッチング制御手段の入切を制御することを特徴とする請求項2記載の電力制御装置。

[請求項5]

前記目標電力値算出手段は、前記各々の制御対象毎に、他の機器か

ら当該制御対象の出力目標値を入力して、その出力目標値を所定の基準電力値に乗算し、その乗算結果を当該制御対象の目標電力値に設定することを特徴とする請求項1から請求項4のうちのいずれか1項記載の電力制御装置。

[請求項6] 前記目標電力値算出手段は、前記各々の制御対象に供給する電力の目標値として、他の機器から正規化された目標値を入力して、前記正規化された目標値を目標電力値に設定し、

前記電力測定手段は、前記各々の制御対象の電力測定値を基準電力値で正規化値に変換して出力する

ことを特徴とする請求項1から請求項4のうちのいずれか1項記載の電力制御装置。

[請求項7] 複数のスイッチング制御手段が、各々の制御対象に供給する電力の入切を所定の単位時間毎に切り換える複数のスイッチング処理ステップと、

目標電力値算出手段が、前記各々の制御対象に供給する電力の目標値である目標電力値を算出する目標電力値算出処理ステップと、

電力測定手段が、前記各々の制御対象に供給された電力の値である電力測定値を測定する電力測定処理ステップと、

電力推定手段が、前記各々の制御対象毎に、電力が供給されているときに前記電力測定処理ステップで測定された電力測定値から、次の制御サイクルの単位時間中に制御対象に電力を供給した場合の電力値を推定する電力推定処理ステップと、

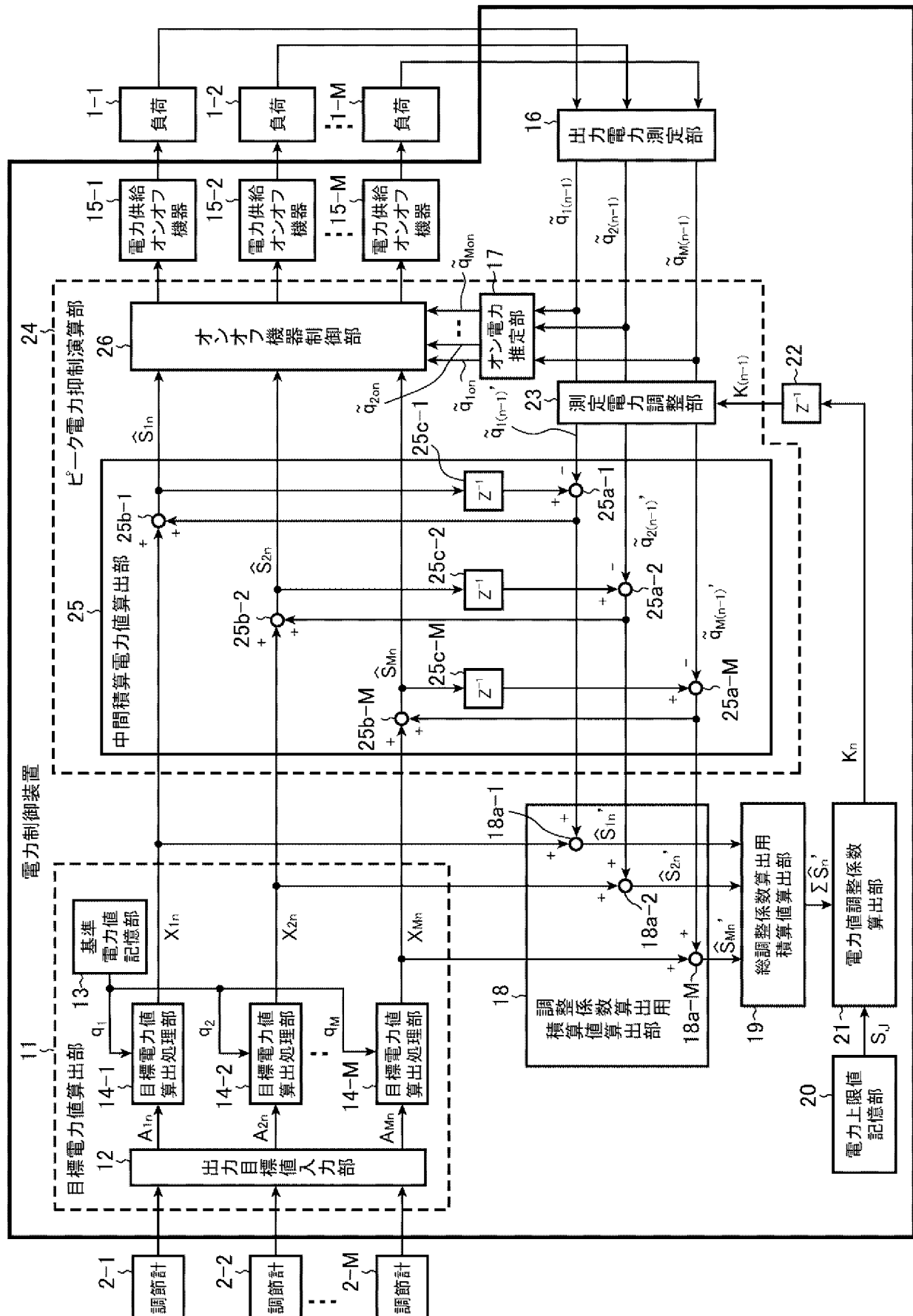
中間積算電力値算出手段が、前記各々の制御対象毎に、前記目標電力値算出処理ステップで算出された目標電力値の加算と前記電力測定処理ステップで測定された電力測定値の減算を制御サイクル毎に繰り返すことで電力差積算値を算出し、前回の制御サイクルまでの電力差積算値と前記目標電力値算出処理ステップで算出された次の制御サイクルの目標電力値を加算することで、最新の中間積算電力値を算出す

る中間積算電力値算出処理ステップと、

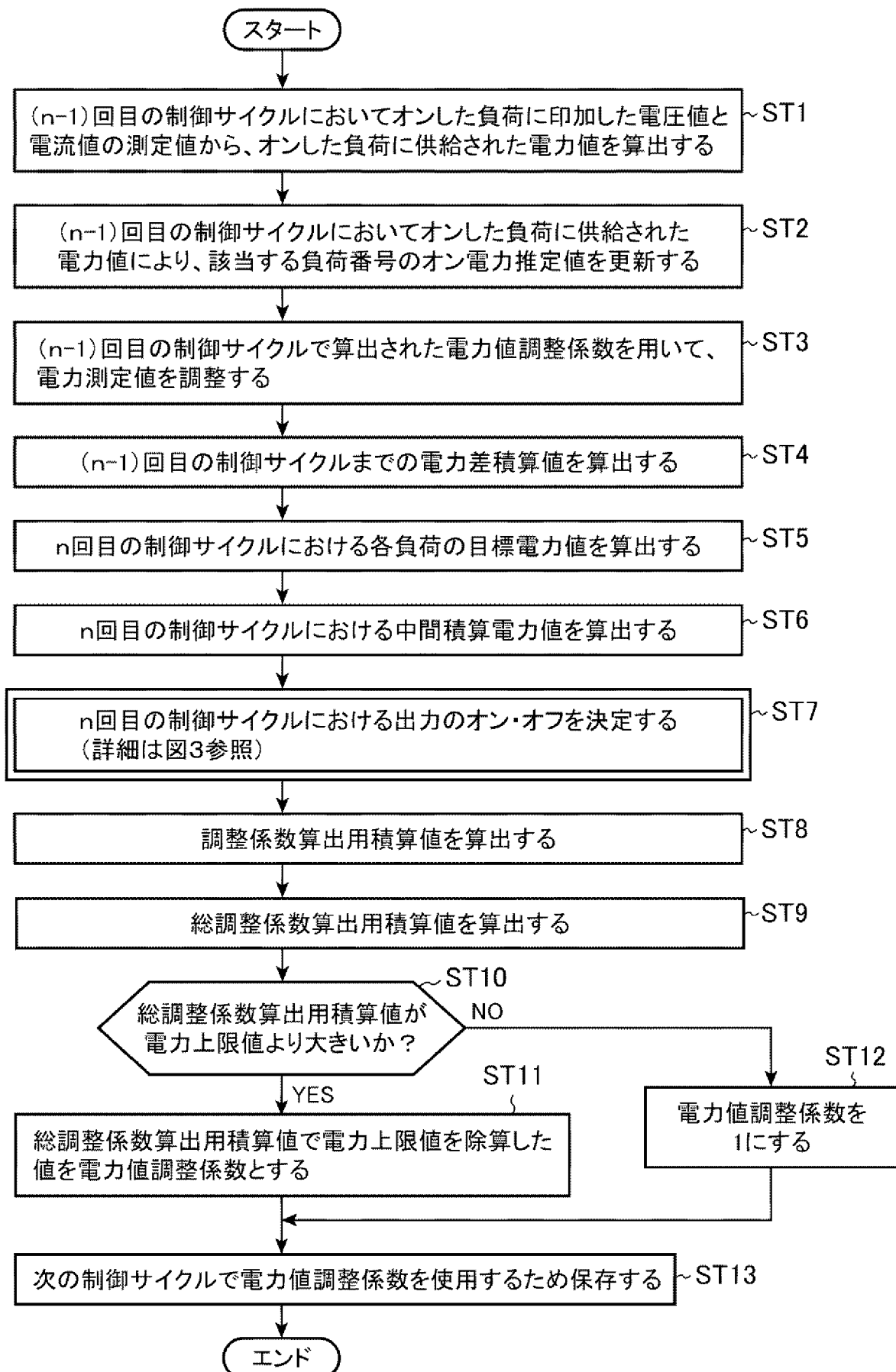
電力制御手段が、各々の制御対象の中で、前記中間積算電力値算出処理ステップで算出された中間積算電力値が大きい制御対象から順番に、当該制御対象の中間積算電力値が所定の閾値より大きく、かつ、当該制御対象に対する電力の供給を行うとした場合に、前記電力推定処理ステップで推定された当該制御対象の電力値と、前記電力推定処理ステップで推定された電力値であって、次の制御サイクルで電力の供給を行うことを決定している他の制御対象の電力値との総和が所定の電力上限値より高くない電力供給条件を満足すれば、当該制御対象のスイッチング制御手段を入り状態に制御し、前記電力供給条件を満足しなければ、当該制御対象のスイッチング制御手段を切り状態に制御する処理を繰り返し行い、総ての制御対象について次の制御サイクルにおける前記スイッチング制御手段の入切を制御する電力制御処理ステップと

を備えた電力制御方法。

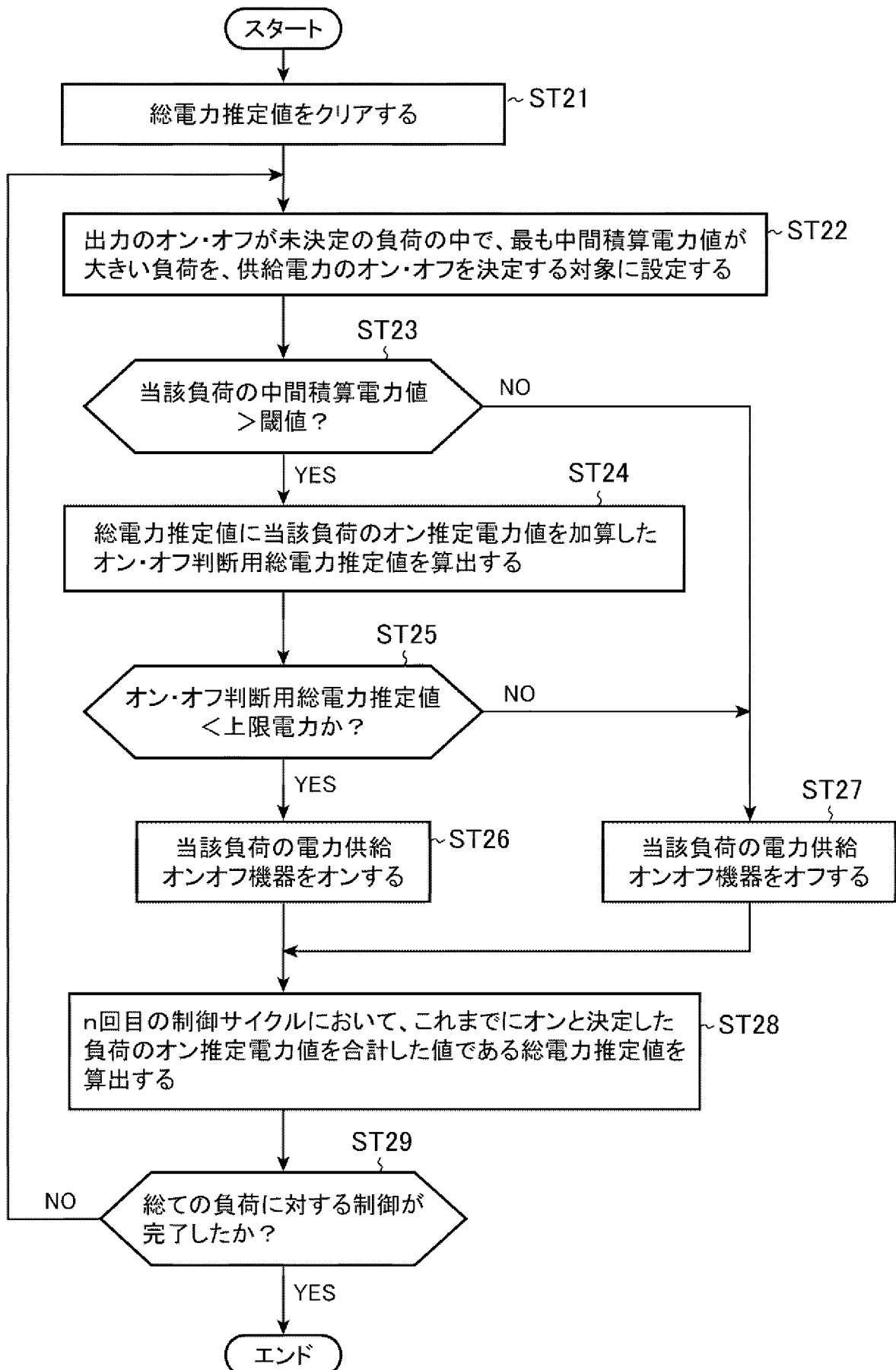
[図1]



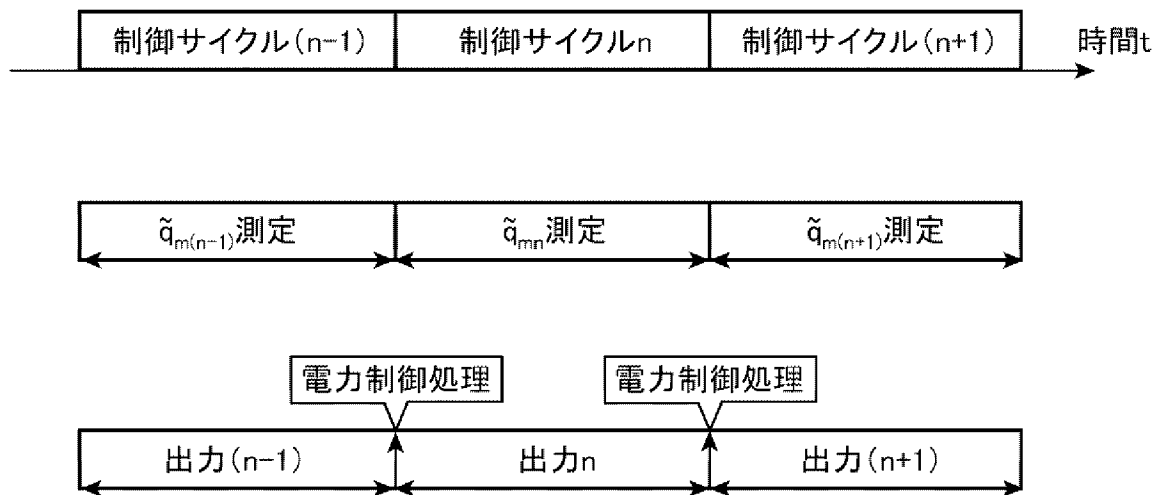
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

(c)

制御 サイクル	目標 電力値	中間 積算 電力値	閾値	実 電力値	電力差 積算値
1	5	5	0	100	-95
2	10	-85	0	0	-85
3	15	-70	0	0	-70
4	20	-50	0	0	-50
5	25	-25	0	0	-25
6	30	5	0	100	-95
7	35	-60	0	0	-60
8	40	-20	0	0	-20
9	45	25	0	100	-75
10	50	-25	0	0	-25
11	45	20	0	100	-80
12	40	-40	0	0	-40
13	35	-5	0	0	-5
14	30	25	0	100	-75
15	25	-50	0	0	-50
16	20	-30	0	0	-30
17	15	-15	0	0	-15
18	10	-5	0	0	-5
19	5	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
平均値	25			25	

(b)

制御 サイクル	目標 電力値	中間 積算 電力値	閾値	実 電力値	電力差 積算値
1	55	55	0	100	-45
2	55	10	0	100	-90
3	55	-35	0	0	-35
4	55	20	0	100	-80
5	55	-25	0	0	-25
6	55	30	0	100	-70
7	55	-15	0	0	-15
8	55	40	0	100	-60
9	55	-5	0	0	-5
10	55	50	0	100	-50
11	55	5	0	100	-95
12	55	-40	0	0	-40
13	55	15	0	100	-85
14	55	-30	0	0	-30
15	55	25	0	100	-75
16	55	-20	0	0	-20
17	55	35	0	100	-65
18	55	-10	0	0	-10
19	55	45	0	100	-55
20	55	0	0	0	0
平均値	55			55	

(a)

制御 サイクル	目標 電力値	中間 積算 電力値	閾値	実 電力値	電力差 積算値
1	30	30	0	100	-70
2	30	-40	0	0	-40
3	30	-10	0	0	-10
4	30	20	0	100	-80
5	30	-50	0	0	-50
6	30	-20	0	0	-20
7	30	10	0	100	-90
8	30	-60	0	0	-60
9	30	-30	0	0	-30
10	30	0	0	0	0
11	30	30	0	100	-70
12	30	-40	0	0	-40
13	30	-10	0	0	-10
14	30	20	0	100	-80
15	30	-50	0	0	-50
16	30	-20	0	0	-20
17	30	10	0	100	-90
18	30	-60	0	0	-60
19	30	-30	0	0	-30
20	30	0	0	0	0
平均値	30			30	

Figure 10 consists of four bar charts arranged in a 2x2 grid, comparing the power generation performance of the proposed method (□) and the reference method (■) across 16 channels (ch). The top row (a) shows the average power generation rate (出力達成率) in percentage, and the bottom row (b) shows the average power generation rate (出力達成率) in percentage. The left column shows the results for the proposed method (□), and the right column shows the results for the reference method (■).

(a) Top Row: Average Power Generation Rate (出力達成率)

Channel (ch)	Proposed Method (□) (%)	Reference Method (■) (%)
1	~95	~95
2	~95	~95
3	~95	~95
4	~95	~95
5	~95	~95
6	~95	~95
7	~95	~95
8	~95	~95
9	~95	~95
10	~95	~95
11	~95	~95
12	~95	~95
13	~95	~95
14	~95	~95
15	~95	~95
16	~95	~95

(a) Bottom Row: Average Power Generation Rate (出力達成率)

Channel (ch)	Proposed Method (□) (%)	Reference Method (■) (%)
1	~55	~55
2	~65	~65
3	~75	~75
4	~75	~75
5	~75	~75
6	~75	~75
7	~75	~75
8	~75	~75
9	~75	~75
10	~75	~75
11	~75	~75
12	~75	~75
13	~75	~75
14	~75	~75
15	~75	~75
16	~75	~75

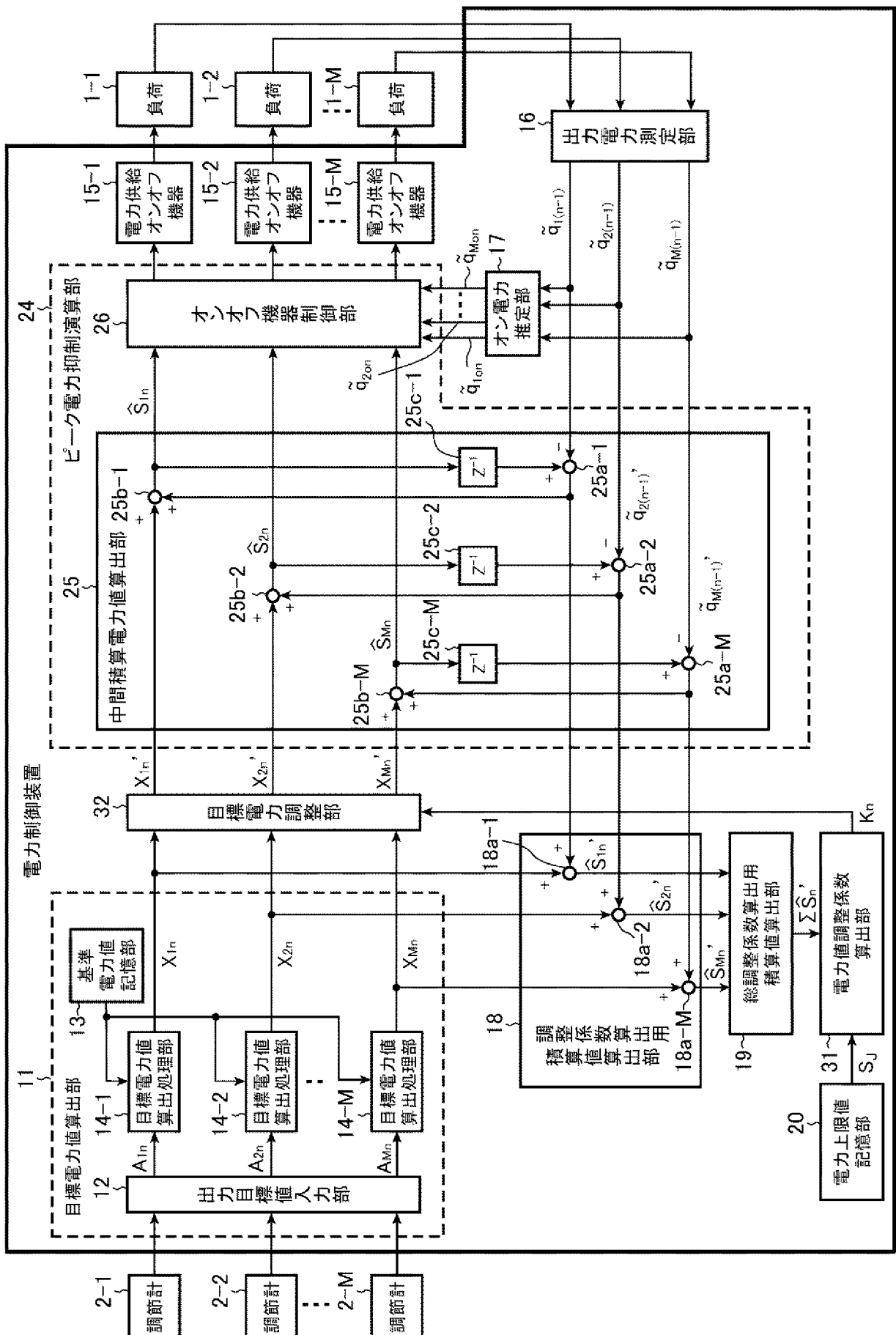
(b) Top Row: Average Power Generation Rate (出力達成率)

Channel (ch)	Proposed Method (□) (%)	Reference Method (■) (%)
1	~10	~10
2	~20	~20
3	~30	~30
4	~30	~30
5	~30	~30
6	~30	~30
7	~30	~30
8	~30	~30
9	~30	~30
10	~30	~30
11	~30	~30
12	~30	~30
13	~30	~30
14	~30	~30
15	~30	~30
16	~30	~30

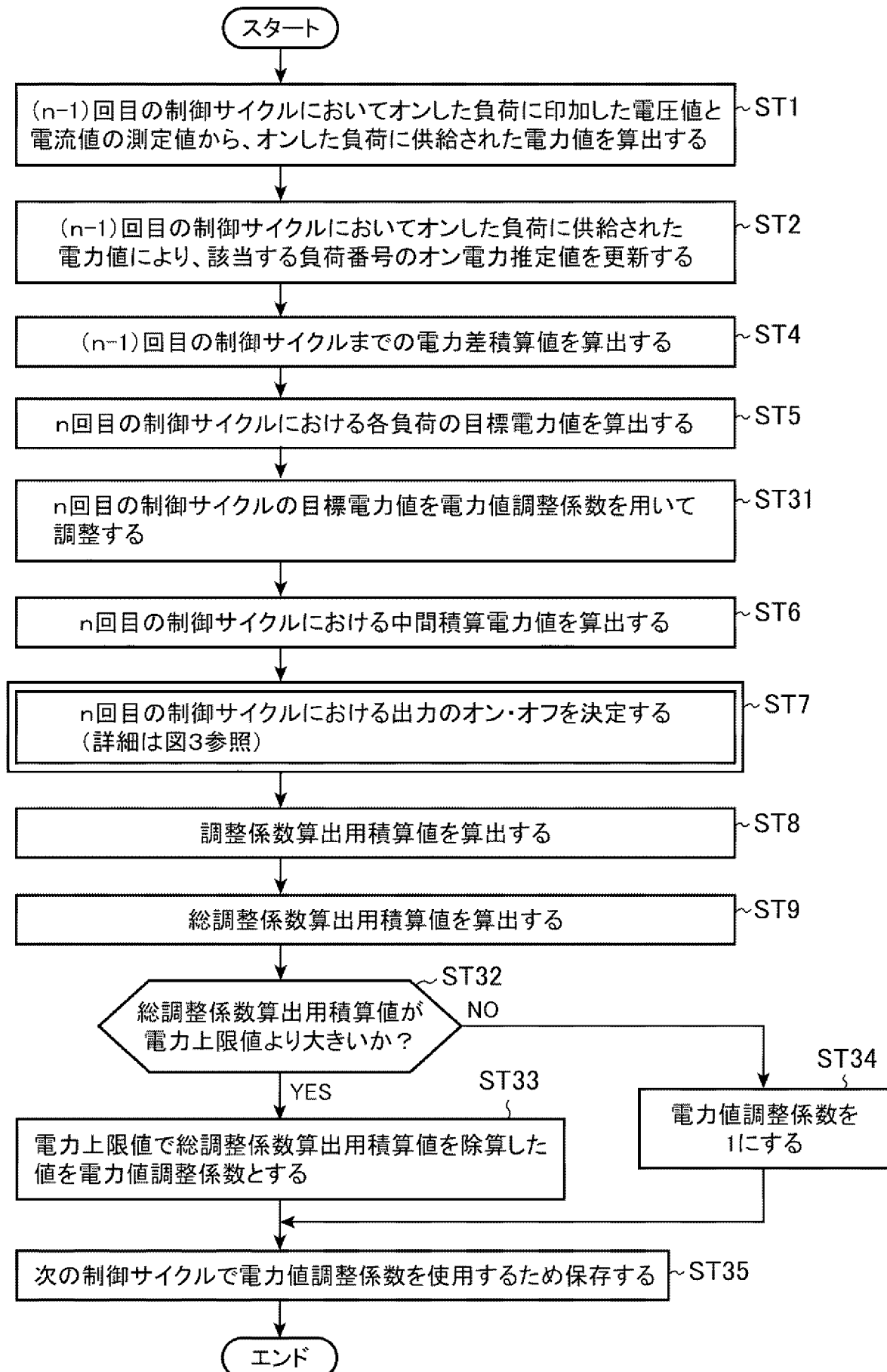
(b) Bottom Row: Average Power Generation Rate (出力達成率)

Channel (ch)	Proposed Method (□) (%)	Reference Method (■) (%)
1	~10	~10
2	~20	~20
3	~30	~30
4	~30	~30
5	~30	~30
6	~30	~30
7	~30	~30
8	~30	~30
9	~30	~30
10	~30	~30
11	~30	~30
12	~30	~30
13	~30	~30
14	~30	~30
15	~30	~30
16	~30	~30

[図7]

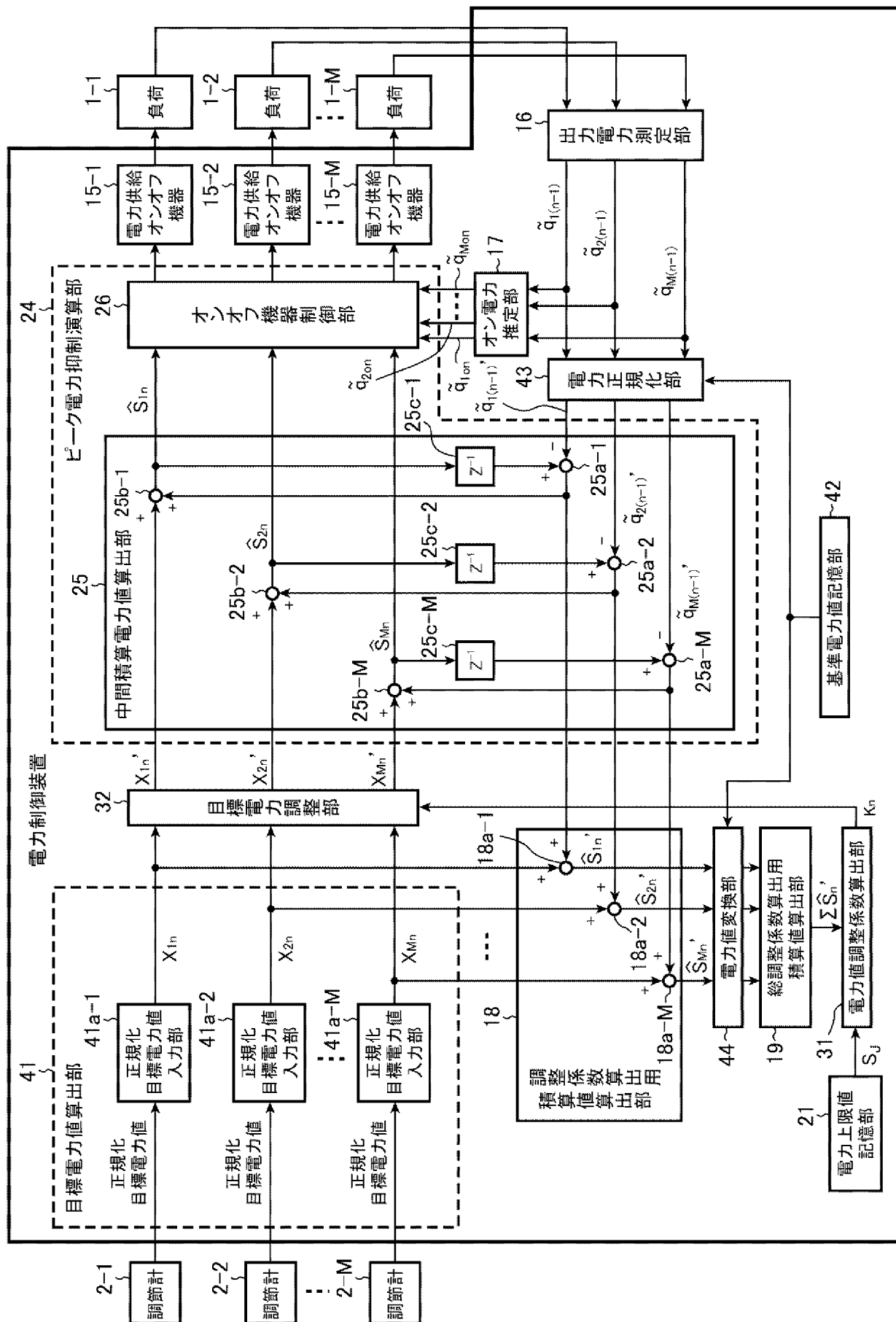


[図8]



[illegible]

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/068675

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05F1/45 (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)

G05F1/45

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	WO 2011/118103 A1 (RKC INSTRUMENT INC.), 29 September 2011 (29.09.2011), & JP 2011-205731 A	1-7
A	JP 4529153 B1 (RKC Instrument Inc.), 25 August 2010 (25.08.2010), & JP 2011-113379 A	1-7
A	JP 2004-164431 A (RKC Instrument Inc.), 10 June 2004 (10.06.2004), & JP 3794574 B2	1-7
A	JP 2004-164432 A (RKC Instrument Inc.), 10 June 2004 (10.06.2004), & JP 3674951 B2	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
25 September, 2012 (25.09.12)

Date of mailing of the international search report
09 October, 2012 (09.10.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/068675

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-262174 A (Tokyo Electron Ltd.), 24 September 1999 (24.09.1999), & JP 3467401 B2	1-7
A	JP 6-309043 A (RKC Instrument Inc.), 04 November 1994 (04.11.1994), & JP 3022051 B2	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G05F1/45(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. G05F1/45

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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	WO 2011/118103 A1 (RKC INSTRUMENT INC) 2011. 09. 29, & JP 2011-205731 A	1-7
A	JP 4529153 B1 (理化工業株式会社) 2010. 08. 25, & JP 2011-113379 A	1-7
A	JP 2004-164431 A (理化工業株式会社) 2004. 06. 10, & JP 3794574 B2	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。

* 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

25. 09. 2012

国際調査報告の発送日

09. 10. 2012

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100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

杉田 恵一

5 T

8936

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-164432 A (理化工業株式会社) 2004. 06. 10, & JP 3674951 B2	1-7
A	JP 11-262174 A (東京エレクトロン株式会社) 1999. 09. 24, & JP 3467401 B2	1-7
A	JP 6-309043 A (理化工業株式会社) 1994. 11. 04, & JP 3022051 B2	1-7