

(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
2017年6月29日(29.06.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/110344 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 3/32 (2006.01) H02J 3/38 (2006.01)
H02J 3/30 (2006.01) H02J 3/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084478
- (22) 国際出願日: 2016年11月21日(21.11.2016)
- (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 2015-250359 2015年12月22日(22.12.2015) JP
- (71) 出願人: ナブテスコ株式会社(NABTESCO CORPORATION) [JP/JP]; 〒1020093 東京都千代田区平河町二丁目7番9号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 笹島 己喜朗(SASAJIMA Mikio); 〒1020093 東京都千代田区平河町二丁目7番9号 ナブテスコ株式会社内 Tokyo (JP). 石井 統文(ISHII Nobutake); 〒1020093 東京都千代田区平河町二丁目7番9号 ナブテスコ株式会社内 Tokyo (JP). 遠藤 勇樹(ENDO Yukio); 〒1020093 東京都千代田区平河町二丁目7番9号 ナブテスコ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 永井 浩之, 外(NAGAI Hiroshi et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号

日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所
Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

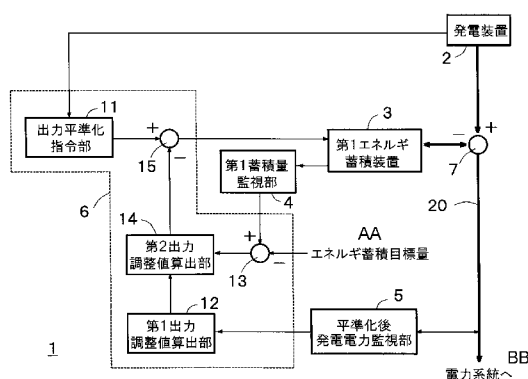
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ENERGY STABILIZATION DEVICE

(54) 発明の名称: エネルギー安定化装置

[図1]



- 2 Power generation device
3 First energy storage device
4 First stored amount monitoring unit
5 Leveled generated power monitoring unit
11 Output leveling command unit
12 First output adjustment value calculation unit
14 Second output adjustment value calculation unit
AA Energy storage target amount
BB To power system

(57) Abstract: [Problem] To keep the stored energy amount of a storage device within a reference range and perform leveling of generated power on the basis of past performance data. [Solution] An energy stabilization device 1 that minimizes variation in generated power output by a renewable energy-type power generation device connected to a power system, said energy stabilization device 1 being provided with: a first energy storage device 3 that is capable of storing energy corresponding to generated power output from a power generation device 2 and that is capable of supplying power corresponding to stored energy together with generated power to the power system; a first stored amount monitoring unit 4 that monitors the stored energy amount of the first energy storage device; a leveled generated power monitoring unit 5 that monitors leveled generated power; and a storage control unit 6 that uses the stored energy amount of the first energy storage device monitored by the first stored amount monitoring unit and the leveled generated power monitored by the leveled generated power monitoring unit as a basis to keep the stored energy amount of the first energy storage device within a first reference range and to control a variation value for the leveled generated power within a predetermined period so as to be equal to or less than a predetermined value, said leveled generated power being set on the basis of past performance data.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/110344 A1



【課題】蓄積装置のエネルギー蓄積量を基準範囲内に収めるとともに、過去の実績データに基づいて発電電力の平準化を行う。【解決手段】電力系統に連系した再生可能エネルギーの発電装置が出力する発電電力の変動を抑制するエネルギー安定化装置 1 は、発電装置 2 から出力される発電電力に応じたエネルギーを蓄積可能で、蓄積されたエネルギーに応じた電力を発電電力と合わせて電力系統に供給可能な第 1 エネルギー蓄積装置 3 と、第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を監視する第 1 蓄積量監視部 4 と、平準化後発電電力を監視する平準化後発電電力監視部 5 と、第 1 蓄積量監視部が監視する第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量と、平準化後発電電力監視部が監視する平準化後発電電力と、に基づいて、第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を第 1 基準範囲内に収めて、かつ過去の実績データに基づいて設定される平準化後発電電力の所定期間内の変動値を所定値以下に制御する蓄積制御部 6 と、を備える。

明 細 書

発明の名称：エネルギー安定化装置

技術分野

[0001] 本発明は、発電装置からの発電電力を電力系統に安定的に供給するエネルギー安定化装置に関する。

背景技術

[0002] 風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーは、二酸化炭素などの温室効果ガスを軽減できて、地球温暖化を防止でき、放射能汚染の問題もないことから、今後益々利用が進むものと考えられている。

[0003] ところが、再生可能エネルギーは、一般に、発電量が時間に応じて大きく変動するため、再生可能エネルギーを電力系統に連系させようとすると、系統電圧や周波数が大きく変動するおそれがある。

[0004] このため、再生可能エネルギーを蓄積するエネルギー蓄積装置を設けて、エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を必要に応じて増減させることで、系統電圧や周波数の変動を抑制する技術が提案されている（特開2015-80378号公報参照）。

[0005] 上記公報には、発電装置の出力電力を、時定数を調整可能なフィルタにて長周期成分と短周期成分に分けて、それぞれ異なる蓄電装置にエネルギーを蓄積する電力安定化装置が記載されている。

発明の開示

[0006] 発電電力を電力系統で用いる場合、電力系統における系統電力が発電によって大きく変動しないように、発電電力を監視して、発電電力の急激な変動を抑制（以下、発電電力を平準化）する必要がある。

[0007] 発電電力を平準化するには、発電電力の電力レベルが下がると、蓄電装置からの放電量を増大させ、発電電力の電力レベルが上がると、蓄電装置への蓄電量を増大させる必要がある。しかしながら、上記公報の装置では、蓄電装置の現在の蓄電量を監視していないため、発電電力の平準化のために、蓄

電装置の充電または放電を行おうとしても、蓄電装置の蓄電量によっては、充電または放電ができないおそれがある。このように、上記公報の装置では、発電電力の平準化を行えない場合が起こりえる。

[0008] 本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、蓄積装置のエネルギー蓄積量を基準範囲内に収めるとともに、過去の実績データに基づいて発電電力の平準化を行うことができるエネルギー安定化装置を提供するものである。

[0009] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様では、電力系統に連系した再生可能エネルギーの発電装置が出力する発電電力の変動を抑制するエネルギー安定化装置であって、

前記発電装置から出力される発電電力に応じたエネルギーを蓄積可能で、蓄積されたエネルギーに応じた電力を発電電力と合わせて前記電力系統に供給可能な第 1 エネルギー蓄積装置と、

前記第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を監視する第 1 蓄積量監視部と、

前記電力系統における平準化後発電電力を監視する平準化後発電電力監視部と、

前記第 1 蓄積量監視部が監視する前記第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量と、前記平準化後発電電力監視部が監視する平準化後発電電力と、に基づいて、前記第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を第 1 基準範囲内に収めて、かつ過去の実績データに基づいて設定される前記平準化後発電電力の所定期間内の変動値を所定値以下に制御する蓄積制御部と、を備えるエネルギー安定化装置が提供される。

[0010] 前記蓄積制御部は、前記第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量が前記第 1 基準範囲内の上限に近づくと、前記平準化後発電電力の前記所定期間内の変動値が前記所定値を超えない範囲で、前記第 1 エネルギー蓄積装置に蓄積されたエネルギーを発電電力と合わせて前記電力系統に放出させ、前記第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量が前記第 1 基準範囲内の下限に近づくと、前

記平準化後発電電力の前記所定期間内の変動値が前記所定値を超えない範囲で、前記第 1 エネルギー蓄積装置に蓄積されるエネルギーを増大させてもよい。

[0011] 前記発電装置から出力される発電電力に応じたエネルギーを蓄積可能で、蓄積されたエネルギーに応じた電力を発電電力と合わせて前記電力系統に供給可能で、前記第 1 エネルギー蓄積装置よりもエネルギー蓄積容量が小さい第 2 エネルギー蓄積装置と、

前記第 2 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を監視する第 2 蓄積量監視部と、を備えてもよく、

前記蓄積制御部は、前記第 1 蓄積量監視部で監視する前記第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量と、前記第 2 蓄積量監視部で監視する前記第 2 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量と、前記平準化後発電電力監視部で監視する平準化後発電電力の電力レベルと、に基づいて、前記第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を第 1 基準範囲内に収めて、かつ前記平準化後発電電力の所定期間内の変動値を所定値以下に制御し、かつ前記第 2 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を制御してもよい。

[0012] 前記蓄積制御部は、前記発電装置から出力される発電電力のうち第 1 周波数未満の周波数成分の電力に応じたエネルギーを前記第 1 エネルギー蓄積装置に蓄積する制御を行い、前記第 1 周波数以上の周波数成分の電力に応じたエネルギーを前記第 2 エネルギー蓄積装置に蓄積する制御を行ってもよい。

[0013] 前記蓄積制御部は、前記発電装置から出力される発電電力のうち前記第 1 周波数未満かつ第 2 周波数以上の周波数成分の電力に応じたエネルギーを前記第 1 エネルギー蓄積装置に蓄積する制御を行い、前記第 1 周波数以上の周波数成分の電力に応じたエネルギーを前記第 2 エネルギー蓄積装置に蓄積する制御を行ってもよい。

[0014] 前記発電装置から出力される発電電力に応じた発電状態信号をフィルタリングするフィルタを備えてもよく、

前記蓄積制御部は、前記第 1 蓄積量監視部で監視する前記第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量と、前記第 2 蓄積量監視部で監視する前記第 2 エネ

ルギ蓄積装置のエネルギー蓄積量と、に基づいて、前記フィルタの周波数特性を決定する時定数を可変制御して、前記第1周波数と前記第2周波数とを設定してもよい。

[0015] 前記第1エネルギー蓄積装置におけるエネルギーの蓄積／放出の制限回数は、前記第2エネルギー蓄積装置におけるエネルギーの蓄積／放出の制限回数よりも少なくてもよい。

[0016] 前記第1エネルギー蓄積装置におけるエネルギーの蓄積／放出の応答速度は、前記第2エネルギー蓄積装置におけるエネルギーの蓄積／放出の応答速度よりも遅くてもよい。

[0017] 前記第1エネルギー蓄積装置は、化学電池であってもよい。

[0018] 前記第2エネルギー蓄積装置は、前記発電装置の発電電力を回転エネルギーに変換して蓄積するフライホイール装置、または前記発電電力に応じた電荷を蓄積するキャパシタであってもよい。

[0019] 前記第1エネルギー蓄積装置および前記第2エネルギー蓄積装置は、互いに種類の異なる化学電池であってもよい。

[0020] 本発明によれば、蓄積装置のエネルギー蓄積量を基準範囲内に収めるとともに、過去の実績データに基づいて発電電力の平準化を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]第1の実施形態によるエネルギー安定化装置の概略構成を示すブロック図。

[図2]系統電力の電力レベルが時間に応じて変化する様子を示すグラフ。

[図3]第2の実施形態によるエネルギー安定化装置の概略構成を示すブロック図。

[図4]フライホイール装置の原理を説明する模式的なブロック図。

[図5]発電電力の周波数特性を示す図。

[図6]第3の実施形態によるエネルギー安定化装置の概略構成を示すブロック図。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。

[0023] (第1の実施形態)

図1は第1の実施形態によるエネルギー安定化装置1の概略構成を示すブロック図である。図1のエネルギー安定化装置1は、電力系統に連系した再生可能エネルギーの発電装置2が出力する発電電力の変動を抑制するものである。以下では、発電装置2が風力発電装置である例を中心に説明する。風力発電装置2は、発電電力が時間に応じて大きく変動することが知られている。本実施形態では、発電装置2の発電電力が時間に応じて大きく変動しても、発電電力の平準化を図るものである。

[0024] 図1のエネルギー安定化装置1は、第1エネルギー蓄積装置3と、第1蓄積量監視部4と、平準化後発電電力監視部5と、蓄積制御部6と、第1電力分岐／合流部7とを備えている。

[0025] 第1エネルギー蓄積装置3は、発電装置2から出力される発電電力に応じたエネルギーを蓄積可能である。第1エネルギー蓄積装置3に蓄積されたエネルギーに応じた電力は、発電電力と合わせて電力系統に供給可能である。第1エネルギー蓄積装置3は、例えば、リチウムイオン電池のようなエネルギー蓄積容量の大きい二次電池が望ましい。ただし、後述するように、本実施形態では、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積量を監視して、必要に応じて第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積と放出を制御するため、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積容量をそれほど大きくする必要はない。これにより、設備コストを抑制できる。

[0026] なお、第1エネルギー蓄積装置3は、エネルギー蓄積と放出の双方を行えるものであればよく、その種類は特に問わない。よって、リチウムイオン電池やNAS電池、レドックスフロー電池などの化学電池を用いてもよいし、大容量キャパシタなどの化学電池以外の種々のエネルギー蓄積装置を用いてもよい。

[0027] 第1蓄積量監視部4は、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積量を監視する。平準化後発電電力監視部5は、電力系統に供給される平準化後発電電

力 20 を監視する。第 1 蓄積量監視部 4 と平準化後発電電力監視部 5 による監視は、常時あるいは定期的に行われる。

[0028] 蓄積制御部 6 は、第 1 蓄積量監視部 4 が監視する第 1 エネルギー蓄積装置 3 のエネルギー蓄積量と、平準化後発電電力監視部 5 が監視する平準化後発電電力 20 の電力レベルと、に基づいて、第 1 エネルギー蓄積装置 3 のエネルギー蓄積量を第 1 基準範囲内に収めるとともに、過去の実績データに基づいて設定される平準化後発電電力 20 の所定期間内の変動値を所定値以下に制御する。

[0029] より具体的には、蓄積制御部 6 は、第 1 エネルギー蓄積装置 3 のエネルギー蓄積量が第 1 基準範囲内の上限に近づくと、平準化後発電電力 20 の所定期間内の変動値が所定値を超えない範囲で、第 1 エネルギー蓄積装置 3 に蓄積されたエネルギーを発電電力と合わせて電力系統に放出させ、第 1 エネルギー蓄積装置 3 のエネルギー蓄積量が第 1 基準範囲内の下限に近づくと、平準化後発電電力 20 の所定期間内の変動値が所定値を超えない範囲で、第 1 エネルギー蓄積装置 3 に蓄積されるエネルギーを増大させる。

[0030] 第 1 電力分岐／合流部 7 は、平準化後発電電力 20 の一部を第 1 エネルギー蓄積装置 3 に蓄積する電力制御と、第 1 エネルギー蓄積装置 3 に蓄積されたエネルギーを平準化後発電電力 20 に合流する電力制御とを行う。

[0031] 蓄積制御部 6 は、より詳細には、出力平準化指令部 11 と、第 1 出力調整値算出部 12 と、第 1 差分生成器 13 と、第 2 出力調整値算出部 14 と、第 2 差分生成器 15 とを有する。

[0032] 出力平準化指令部 11 は、発電電力が平準化するように、発電電力に基づいて、第 1 エネルギー蓄積装置 3 に対してエネルギー蓄積または放出を指令する第 1 指令信号を生成して出力する。

[0033] 第 1 出力調整値算出部 12 は、平準化後発電電力監視部 5 が監視する系統平準化後発電電力 20 に応じた第 1 出力調整値を生成して出力する。

[0034] 第 1 差分生成器 13 は、第 1 蓄積量監視部 4 が監視する第 1 エネルギー蓄積装置 3 のエネルギー蓄積量と、予め定めた第 1 エネルギー蓄積装置 3 のエネルギー

蓄積目標量との差分である第1差分値を生成して出力する。

[0035] 第2出力調整値算出部14は、第1出力調整値と第1差分値とに基づいて、第2出力調整値を生成して出力する。

[0036] 第2差分生成器15は、出力平準化指令部11から出力される第1指令信号と、第2出力調整値算出部14から出力される第2出力調整値とに基づいて、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積または放出を指令する第2指令信号を生成して出力する。第1エネルギー蓄積装置3は、第2指令信号に基づいて、発電装置2からの発電電力に応じたエネルギーを蓄積、若しくは蓄積されたエネルギーを発電電力と合わせて電力系統に放出する。

[0037] 図2は系統電力の電力レベルが時間に応じて変化する様子を示すグラフであり、横軸は時刻[分]、縦軸は系統電力の有効電力[W]である。発電電力が急激に変動すると、それに応じて系統電力も変動するおそれがある。本実施形態のように、発電電力を蓄積する第1エネルギー蓄積装置3を設けていても、第1エネルギー蓄積装置3へのエネルギー蓄積と第1エネルギー蓄積装置3からのエネルギー放出にはタイムラグが生じるため、系統電力の多少の変動は避けられない。さらには、電力系統からの系統電力を使用する不図示の負荷が変動すると、やはり、系統電力が変動してしまう。

[0038] 本実施形態では、平準化後発電電力監視部5にて、常時または定期的に平準化後発電電力20を監視する。蓄積制御部6は、所定期間（例えば20分間）内での平準化後発電電力20の変動率が例えば10%を超えないように、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積量を制御する。所定期間および変動率の数值は、過去の実績データに基づいて任意に調整しても構わない。

[0039] また、蓄積制御部6は、第1蓄積量監視部4が監視する第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積量が第1基準範囲内に収まるように、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積量を制御する。第1基準範囲も、過去の実績データに基づいて設定してもよい。例えば、第1基準範囲は、第1エネルギー蓄積装置3の全エネルギー蓄積容量に対して40～60%である。蓄積制御部6は、第1蓄積量監視部4を用いて、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積量が4

0%を下回りそうになることがわかると、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積量を増やすべく、第1エネルギー蓄積装置3への発電電力のエネルギー蓄積処理を行う。第1エネルギー蓄積装置3へのエネルギー蓄積量を増やすと、一般には、供給される電力が減り、平準化後発電電力20は低下する。よって、蓄積制御部6は、第1エネルギー蓄積装置3へのエネルギー蓄積量を増やす際には、平準化後発電電力監視部5を用いて平準化後発電電力20を監視し、平準化後発電電力20の所定期間内の変動率が所定値を超えないように、第1エネルギー蓄積装置3へのエネルギー蓄積量を制御する。

[0040] 逆に、蓄積制御部6は、第1蓄積量監視部4を用いて、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積量が60%を上回りそうになることがわかると、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積量を減らすべく、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー放出量を増やす。エネルギー放出量を増やすと、一般には、平準化後発電電力20は上昇する。よって、蓄積制御部6は、第1エネルギー蓄積装置3からのエネルギー放出量を増やす際には、平準化後発電電力監視部5を用いて平準化後発電電力20を監視し、平準化後発電電力20の所定期間内の変動率が所定値を超えないように、第1エネルギー蓄積装置3へのエネルギー蓄積量を制御する。

[0041] このように、第1の実施形態では、発電電力に応じたエネルギーを蓄積および放出可能な第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積量を第1蓄積量監視部4で監視するとともに、平準化後発電電力20を平準化後発電電力監視部5で監視し、これらの監視結果に基づいて、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積量を第1基準範囲内に収めて、かつ平準化後発電電力20の所定期間内の変動値を所定値以下に制御する。これにより、第1エネルギー蓄積装置3にエネルギーを蓄積できない、若しくは第1エネルギー蓄積装置3からエネルギーを放出できないことを理由に、平準化後発電電力20が平準化目標を満たさないという不具合が生じなくなる。すなわち、本実施形態によれば、常に第1エネルギー蓄積装置3に、エネルギーのさらなる蓄積および放出の余裕を持たせているため、急激に発電電力が変動する、若しくは電力系統の負荷が

急激に変動しても、平準化後発電電力20は平準化目標の維持を継続して行うことができる。

[0042] (第2の実施形態)

第2の実施形態は、第1エネルギー蓄積装置3とは別個に、第2エネルギー蓄積装置を設けるものである。

[0043] 図3は第2の実施形態によるエネルギー安定化装置1の概略構成を示すブロック図である。図3では、図1と共通する構成部分には同一符号を付しており、以下では相違点を中心に説明する。

[0044] 図3のエネルギー安定化装置1は、図1の構成に加えて、第2エネルギー蓄積装置8と、第2蓄積量監視部9と、第2電力分岐／合流部10と、を備えている。

[0045] 第2エネルギー蓄積装置8は、発電装置2から出力される発電電力に応じたエネルギーを蓄積可能である。第2エネルギー蓄積装置8に蓄積されたエネルギーに応じた電力は、発電電力と合わせて電力系統に供給可能である。第2エネルギー蓄積装置8は、第1エネルギー蓄積装置3よりもエネルギー蓄積容量が小さい。

[0046] 第2エネルギー蓄積装置8は、例えば、フライホイール装置8である。フライホイール装置8は、発電電力を機械的な回転運動のエネルギーに変換して蓄積する。

[0047] 図4はフライホイール装置8の原理を説明する模式的なブロック図である。図4のフライホイール装置8は、インバータ21と、インバータ21に接続されたモータ／発電機22と、モータ／発電機22の回転軸23とともに回転するフライホイール24と、を有する。インバータ21は、フライホイール24を高速回転させるために、発電装置2から出力される発電電力（平準化後発電電力20）の周波数を変換する交流－交流変換装置である。モータ／発電機22は、インバータ21の出力電力により、回転軸23を回転させる。このとき、モータ／発電機22はモータとして機能する。回転軸23にはフライホイール24が接続されているため、回転軸23が回転すること

により、フライホイール 24 も回転する。これにより、発電電力をフライホイール 24 の回転エネルギーに変換することができる。フライホイール 24 の回転エネルギーは、必要に応じて、回転軸 23 を介してモータ／発電機 22 を駆動する電気エネルギーとして使用可能である。このとき、モータ／発電機 22 は発電機として機能する。モータ／発電機 22 にて生成された発電電力は、平準化後発電電力 20 として用いられる。

[0048] なお、図 3 の第 2 エネルギー蓄積装置 8 は、必ずしもフライホイール装置 11 に限定されるものではない。例えば、発電電力を電荷として蓄積可能な大容量のキャパシタでもよい。また、第 2 エネルギー蓄積装置 8 は、各種の二次電池（化学電池）でもよい。代表的な二次電池としては、例えば、リチウムイオン電池やレドックスフロー電池などが考えられる。第 2 エネルギー蓄積装置 8 は、第 1 エネルギー蓄積装置 3 と同一種類でもよいし、別々の種類でもよい。例えば、第 1 エネルギー蓄積装置 3 と第 2 エネルギー蓄積装置 8 として、互いに異なる種類の化学電池を用いてもよい。

[0049] 第 2 蓄積量監視部 9 は、第 2 エネルギー蓄積装置 8 のエネルギー蓄積量を監視する。本実施形態では、第 2 エネルギー蓄積装置 8 は第 1 エネルギー蓄積装置 3 よりもエネルギー蓄積容量が小さいことを想定しており、第 2 エネルギー蓄積装置 8 は第 1 エネルギー蓄積装置 3 よりも満蓄状態になりやすい。よって、蓄積制御部 6 は、第 2 蓄積量監視部 9 を用いて、第 2 エネルギー蓄積装置 8 のエネルギー蓄積量を制御する。

[0050] 第 2 電力分岐／合流部 10 は、平準化後発電電力 20 の一部を第 2 エネルギー蓄積装置 8 に蓄積する電力制御と、第 2 エネルギー蓄積装置 8 に蓄積されたエネルギーを系統平準化後発電電力 20 に合流する電力制御とを行う。

[0051] 図 3 のエネルギー安定化装置 1 内の蓄積制御部 6 は、図 1 の構成に加えて、機能を追加した出力平準化指令部 11 と、第 3 差分生成器 16 と、第 3 出力調整値算出部 17 と、第 4 差分生成器 18 と、第 5 差分生成器 19 とを有する。

[0052] 出力平準化指令部 11 は、発電電力が平準化するように、発電電力に基づ

いて、発電電力に含まれる周波数成分ごとに、第1エネルギー蓄積装置3または第2エネルギー蓄積装置8へのエネルギー蓄積または放出を指令する指令信号を生成して出力する。

[0053] 第3差分生成器16は、第2蓄積量監視部9が監視する第2エネルギー蓄積装置8のエネルギー蓄積量と、予め定めた第2エネルギー蓄積装置8のエネルギー蓄積目標値との差分である第2差分値を生成して出力する。

[0054] 第3出力調整値算出部17は、第2差分値に応じた第3出力調整値と第4出力調整値を生成して出力する。第4差分生成器19は、出力平準化指令部11から出力された第2エネルギー蓄積装置8に対する第2指令信号と、第3出力調整値との差分である第3差分値を生成して出力する。第2エネルギー蓄積装置8は、第3差分値に基づいて、発電電力に応じたエネルギーを蓄積するか、あるいは蓄積エネルギーを放出させて発電電力と合わせて電力系統に供給する。

[0055] 第5差分生成器18は、出力平準化指令部11から出力された第1エネルギー蓄積装置3に対する第3指令信号と、第4出力調整値との差分である第4差分値を生成して出力する。第1エネルギー蓄積装置3は、第4差分値に基づいて、発電電力に応じたエネルギーを蓄積するか、あるいは蓄積エネルギーを放出させて発電電力と合わせて電力系統に供給する。

[0056] 本実施形態では、第1エネルギー蓄積装置3は、発電装置2から出力される発電電力のうち、第1周波数未満の周波数成分（以下、長周期成分）の電力に応じたエネルギーを主に蓄積する。第1エネルギー蓄積装置3は、第1周波数未満のすべての周波数成分ではなく、第1周波数未満で、かつ第2周波数成分以上の周波数成分の電力に応じたエネルギーを主に蓄積してもよい。

[0057] 第1エネルギー蓄積装置3は、例えば、大容量化が容易なリチウムイオン電池や鉛蓄電池等の二次電池（化学電池）である。このように、第1エネルギー蓄積装置3には、発電電力の長周期成分が主に蓄積されるため、第1エネルギー蓄積装置3は、第2エネルギー蓄積装置8よりもエネルギーの蓄積／放出の制限回数が少なくても構わない。例えば、リチウムイオン電池は、充放電回数

が数百回程度に制限されるが、上述した第1エネルギー蓄積装置3は、頻繁には充放電を行わないことを想定しているため、リチウムイオン電池のような充放電回数が制限される二次電池を使用することができる。

[0058] 第2エネルギー蓄積装置8は、発電装置2から出力される発電電力のうち、第1周波数以上（以下、短周期成分）の電力に応じたエネルギーを主に蓄積する。第2エネルギー蓄積装置8としては、応答性に優れたフライホイール装置などが用いられる。

[0059] 図5は発電電力の周波数特性を示す図であり、横軸は周波数、縦軸は発電電力の出力信号レベルである。図5のTFは第1周波数、THは第2周波数である。蓄積制御部6は、発電電力に含まれる第1周波数TF以上の周波数成分に応じたエネルギーを第2エネルギー蓄積装置8に蓄積し、発電電力に含まれる第1周波数TF未満で第2周波数TH以上の周波数成分に応じたエネルギーを第1エネルギー蓄積装置3に蓄積する制御を行う。

[0060] より具体的には、蓄積制御部6は、第2エネルギー蓄積装置8のエネルギー蓄積量が満容量以下の所定範囲内になるように、第1周波数TFと第2周波数THを制御する。第2エネルギー蓄積装置8は、第1エネルギー蓄積装置3よりもエネルギー蓄積容量が小さいが、第1エネルギー蓄積装置3よりもエネルギーの蓄積／放出の制限回数が多く、かつ応答性に優れている。よって、発電装置2から出力された発電電力のうち、短周期成分に応じたエネルギーはできるだけ第2エネルギー蓄積装置8に蓄積するのが望ましい。これにより、第1エネルギー蓄積装置3でのエネルギーの蓄積／放出の回数を削減でき、第1エネルギー蓄積装置3の寿命を向上できる。

[0061] このように、第2の実施形態では、第1エネルギー蓄積装置3と第2エネルギー蓄積装置8を備えているため、第1エネルギー蓄積装置3の空き容量が少なくなると、第2エネルギー蓄積装置8にエネルギーを蓄積できる。これにより、第1エネルギー蓄積装置3のエネルギー蓄積量を第1基準範囲内に収め、かつ平準化後発電電力20の所定期間内の変動値を所定値以下にする制御を行いやすくなる。また、エネルギー蓄積容量が小さくて応答性に優れた第2エネルギー

蓄積装置 8 を、発電電力の短周期成分を蓄積するために利用し、エネルギー蓄積容量が大きい第 1 エネルギー蓄積装置 3 を、発電電力の長周期成分を蓄積するために利用するため、第 1 エネルギー蓄積装置 3 のエネルギー蓄積／放出の頻度を抑制でき、第 1 エネルギー蓄積装置 3 の高寿命化を図ることができる。

[0062] (第 3 の実施形態)

第 3 の実施形態は、蓄積制御部 6 の内部にフィルタを設けるものである。

[0063] 図 6 は第 3 の実施形態によるエネルギー安定化装置 1 の概略構成を示すブロック図である。図 6 のエネルギー安定化装置 1 は、出力平準化指令部 11 の内部にフィルタ 11 a を設けるとともに、蓄積制御部 6 の内部にフィルタ 11 a の時定数を設定するための時定数設定部 30 を設けた以外は、図 3 と共通する。

[0064] フィルタ 11 a は、発電装置 2 からの発電状態信号に基づいて、発電装置 2 から出力された発電電力を第 1 エネルギー蓄積装置 3 と第 2 エネルギー蓄積装置 8 に割り振る制御信号を生成する。発電状態信号は、発電装置 2 から出力される発電量を示す信号である。出力平準化指令部 11 は、フィルタ 11 a からの制御信号に基づいて、発電電力に含まれる周波数成分ごとに、第 1 エネルギー蓄積装置 3 または第 2 エネルギー蓄積装置 8 へのエネルギー蓄積を指令する指令信号を生成し出力する。

フィルタ 11 a は、等価的な伝達関数で表現でき、その伝達関数の時定数を制御することで、図 5 の T F と T H を任意に調整することができる。そこで、蓄積制御部 6 内の時定数設定部 30 は、第 1 エネルギー蓄積装置 3 と第 2 エネルギー蓄積装置 8 のエネルギー蓄積量に基づいて、フィルタ 11 a の伝達関数の時定数を制御し、これにより、図 5 の T F と T H を調整する。これにより、蓄積制御部 6 は、発電電力に含まれる第 1 周波数 T F 以上の周波数成分に応じたエネルギーを第 2 エネルギー蓄積装置 8 に蓄積し、発電電力に含まれる第 1 周波数 T F 未満で第 2 周波数 T H 以上の周波数成分に応じたエネルギーを第 1 エネルギー蓄積装置 3 に蓄積する制御を行う。

[0065] このように、第 3 の実施形態では、時定数を調整可能なフィルタ 11 a を

設けることで、第1エネルギー蓄積装置3と第2エネルギー蓄積装置8に蓄積する発電電力の周波数成分を任意に調整できる。よって、第1エネルギー蓄積装置3と第2エネルギー蓄積装置8のエネルギー蓄積量と、平準化後発電電力20の電力レベルとに応じて、時定数設定部30にてフィルタ11aの時定数を調整することで、第1エネルギー蓄積装置3と第2エネルギー蓄積装置8のエネルギー蓄積量を適正な量に調整しつつ、発電電力の平準化も図ることができる。

[0066] 本発明の態様は、上述した個々の実施形態に限定されるものではなく、当業者が想到しうる種々の変形も含むものであり、本発明の効果も上述した内容に限定されない。すなわち、特許請求の範囲に規定された内容およびその均等物から導き出される本発明の概念的な思想と趣旨を逸脱しない範囲で種々の追加、変更および部分的削除が可能である。

符号の説明

[0067] 1 エネルギー安定化装置、2 発電装置、3 第1エネルギー蓄積装置、4 第1蓄積量監視部、5 平準化後発電電力監視部、6 蓄積制御部、7 第1電力分岐／合流部、11 出力平準化指令部、11a フィルタ、12 第1出力調整値算出部、13 第1差分生成器、14 第2出力調整値算出部、15 第2差分生成器、20 平準化後発電電力、21 インバータ、22 モータ／発電機、23 回転軸、24 フライホイール、30 時定数設定部

請求の範囲

- [請求項1] 電力系統に連系した再生可能エネルギーの発電装置が出力する発電電力の変動を抑制するエネルギー安定化装置であって、
- 前記発電装置から出力される発電電力に応じたエネルギーを蓄積可能で、蓄積されたエネルギーに応じた電力を発電電力と合わせ前記電力系統に供給可能な第1エネルギー蓄積装置と、
- 前記第1エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を監視する第1蓄積量監視部と、
- 前記電力系統における平準化後発電電力を監視する平準化後発電電力監視部と、
- 前記第1蓄積量監視部が監視する前記第1エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量と、前記平準化後発電電力監視部が監視する平準化後発電電力と、に基づいて、前記第1エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を第1基準範囲内に収めて、かつ過去の実績データに基づいて設定される前記平準化後発電電力の所定期間内の変動値を所定値以下に制御する蓄積制御部と、を備えるエネルギー安定化装置。
- [請求項2] 前記蓄積制御部は、前記第1エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量が前記第1基準範囲内の上限に近づくと、前記平準化後発電電力の前記所定期間内の変動値が前記所定値を超えない範囲で、前記第1エネルギー蓄積装置に蓄積されたエネルギーを発電電力と合わせ前記電力系統に放出させ、前記第1エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量が前記第1基準範囲内の下限に近づくと、前記平準化後発電電力の前記所定期間内の変動値が前記所定値を超えない範囲で、前記第1エネルギー蓄積装置に蓄積されるエネルギーを増大させる請求項1に記載のエネルギー安定化装置。
- [請求項3] 前記発電装置から出力される発電電力に応じたエネルギーを蓄積可能で、蓄積されたエネルギーに応じた電力を発電電力に合わせ前記電力系統に供給可能で、前記第1エネルギー蓄積装置よりもエネルギー蓄積容量

が小さい第 2 エネルギー蓄積装置と、

前記第 2 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を監視する第 2 蓄積量監視部と、を備え、

前記蓄積制御部は、前記第 1 蓄積量監視部で監視する前記第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量と、前記第 2 蓄積量監視部で監視する前記第 2 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量と、前記平準化後発電電力監視部で監視する平準化後発電電力の電力レベルと、に基づいて、前記第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を第 1 基準範囲内に収めて、かつ前記平準化後発電電力の所定期間内の変動値を所定値以下に制御し、かつ前記第 2 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を制御する請求項 1 または 2 に記載のエネルギー安定化装置。

[請求項4] 前記蓄積制御部は、前記発電装置から出力される発電電力のうち第 1 周波数未満の周波数成分の電力に応じたエネルギーを前記第 1 エネルギー蓄積装置に蓄積する制御を行い、前記第 1 周波数以上の周波数成分の電力に応じたエネルギーを前記第 2 エネルギー蓄積装置に蓄積する制御を行う請求項 3 に記載のエネルギー安定化装置。

[請求項5] 前記蓄積制御部は、前記発電装置から出力される発電電力のうち前記第 1 周波数未満かつ第 2 周波数以上の周波数成分の電力に応じたエネルギーを前記第 1 エネルギー蓄積装置に蓄積する制御を行い、前記第 1 周波数以上の周波数成分の電力に応じたエネルギーを前記第 2 エネルギー蓄積装置に蓄積する制御を行う請求項 4 に記載のエネルギー安定化装置。

[請求項6] 前記発電装置から出力される発電電力に応じた発電状態信号をフィルタリングするフィルタを備え、

前記蓄積制御部は、前記第 1 蓄積量監視部で監視する前記第 1 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量と、前記第 2 蓄積量監視部で監視する前記第 2 エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量と、に基づいて、前記フィルタの周波数特性を決定する時定数を可変制御して、前記第 1 周波

数と前記第 2 周波数とを設定する請求項 5 に記載のエネルギー安定化装置。

[請求項 7] 前記第 1 エネルギー蓄積装置におけるエネルギーの蓄積／放出の制限回数は、前記第 2 エネルギー蓄積装置におけるエネルギーの蓄積／放出の制限回数よりも少ない請求項 3 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のエネルギー安定化装置。

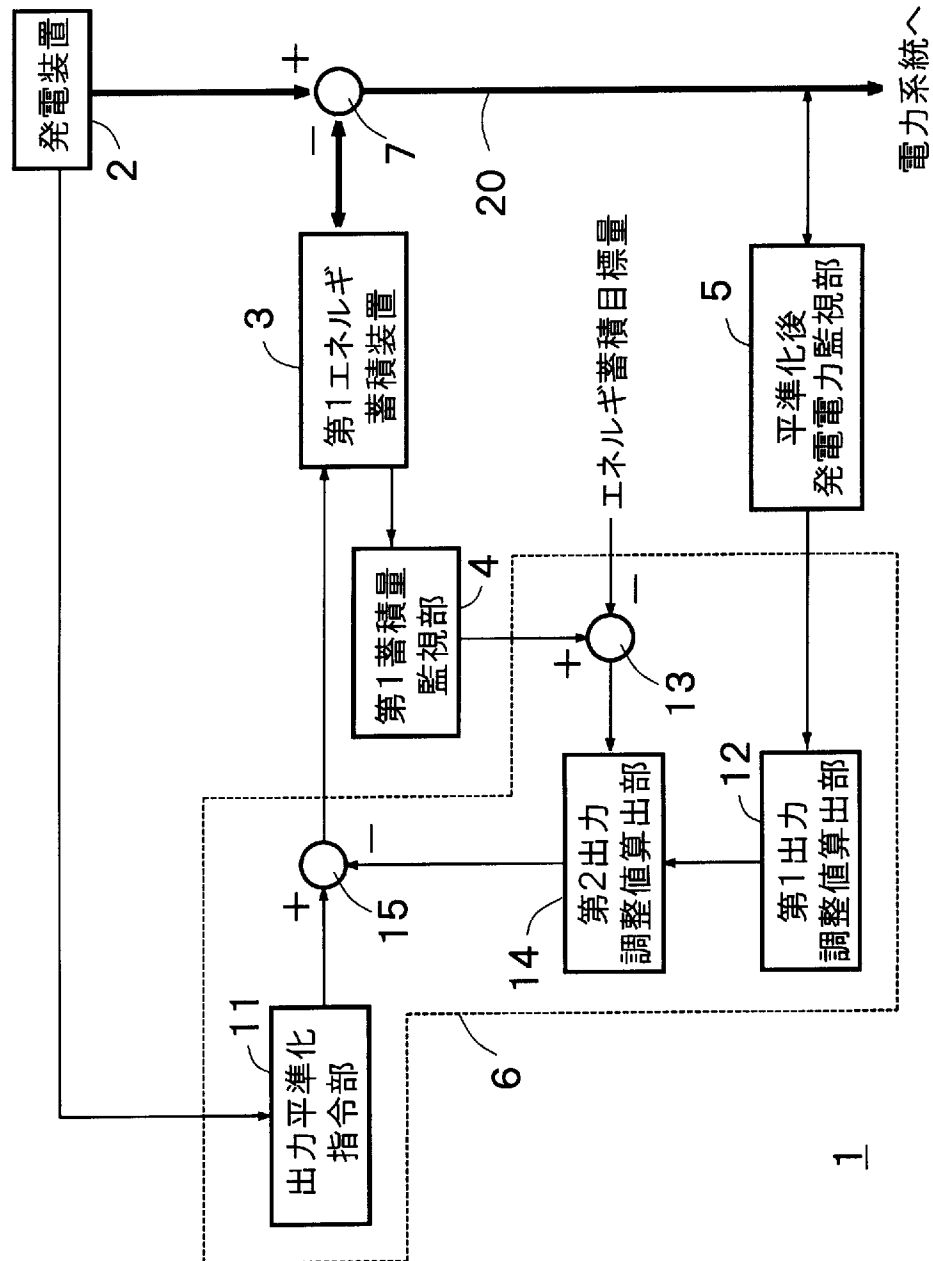
[請求項 8] 前記第 1 エネルギー蓄積装置におけるエネルギーの蓄積／放出の応答速度は、前記第 2 エネルギー蓄積装置におけるエネルギーの蓄積／放出の応答速度よりも遅い請求項 3 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のエネルギー安定化装置。

[請求項 9] 前記第 1 エネルギー蓄積装置は、化学電池である請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のエネルギー安定化装置。

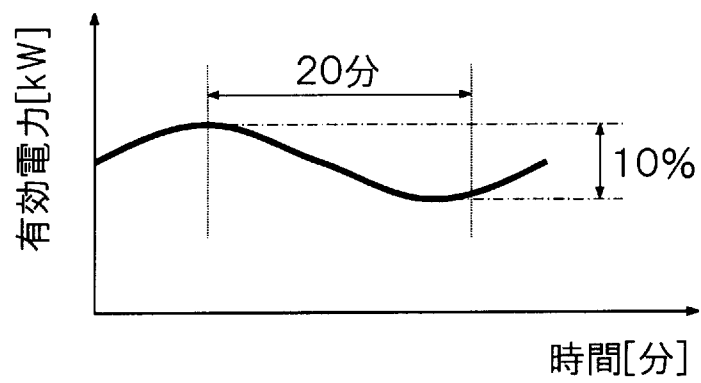
[請求項 10] 前記第 2 エネルギー蓄積装置は、前記発電装置の発電電力を回転エネルギーに変換して蓄積するフライホイール装置、または前記発電電力に応じた電荷を蓄積するキャパシタである請求項 3 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のエネルギー安定化装置。

[請求項 11] 前記第 1 エネルギー蓄積装置および前記第 2 エネルギー蓄積装置は、互いに種類の異なる化学電池である請求項 3 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のエネルギー安定化装置。

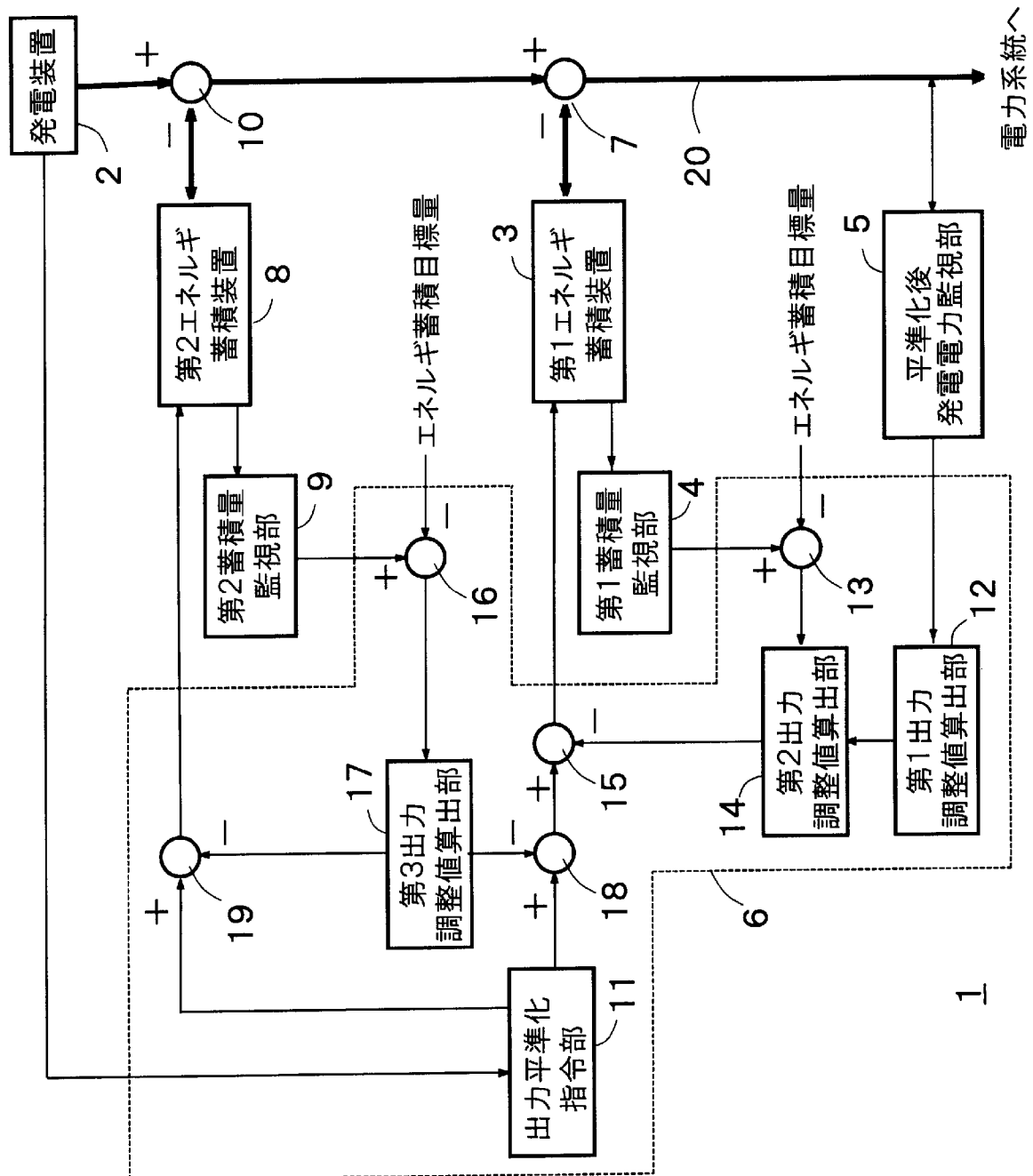
[図1]



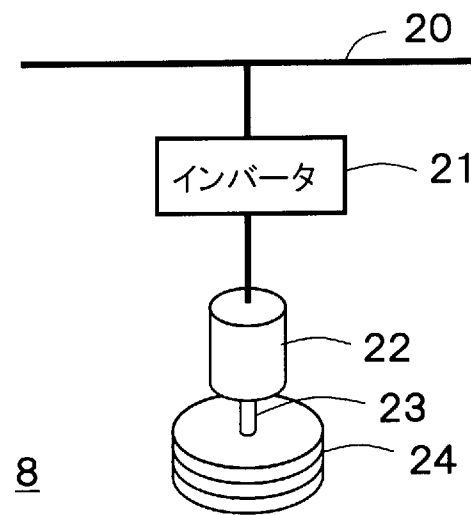
[図2]



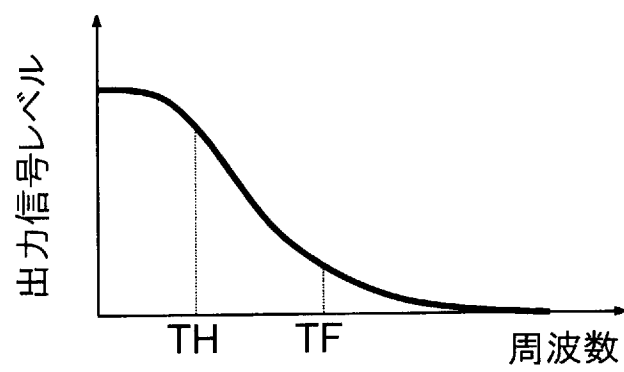
[図3]



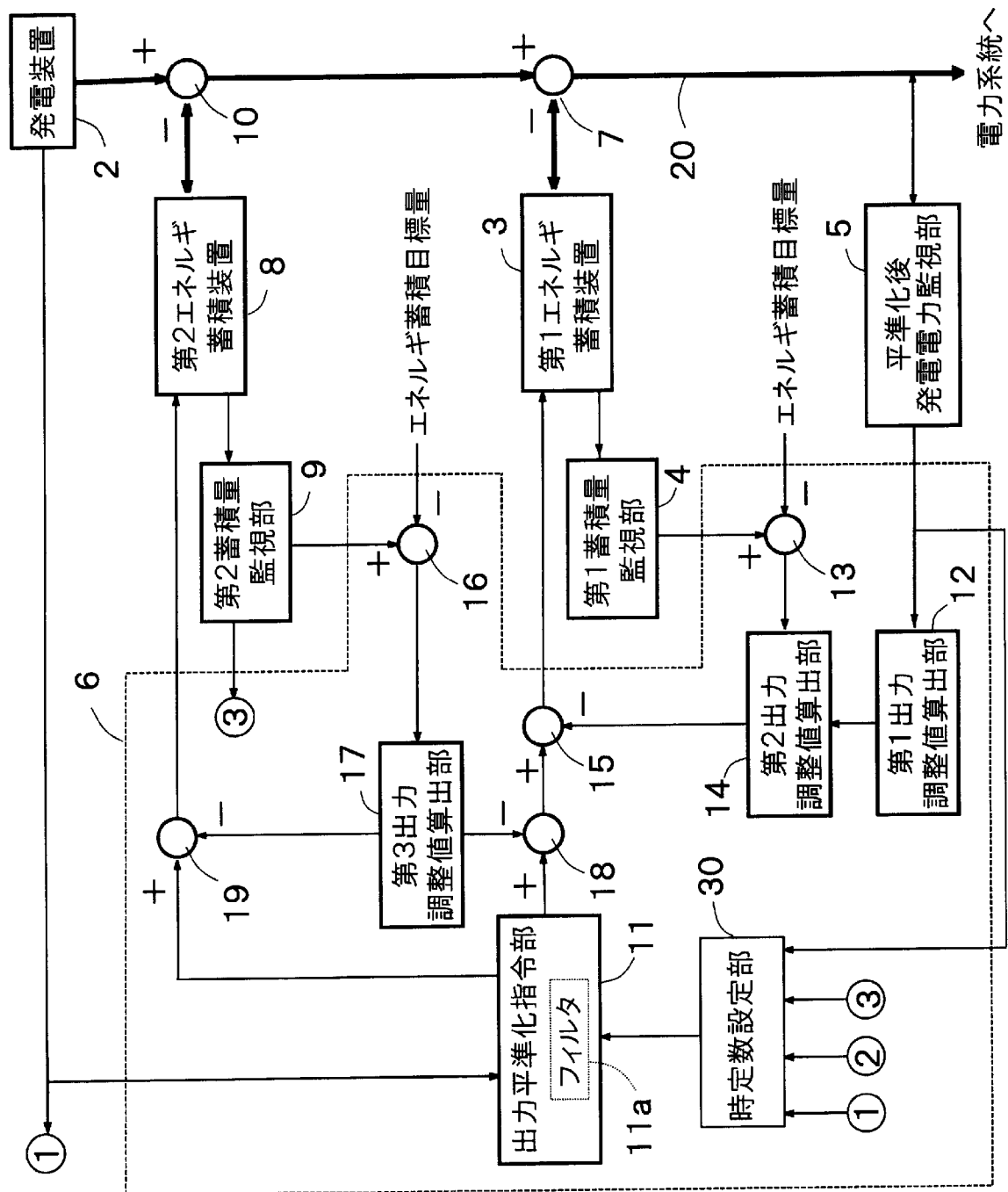
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084478

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J3/32(2006.01)i, H02J3/30(2006.01)i, H02J3/38(2006.01)i, H02J3/46(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)

H02J3/32, H02J3/30, H02J3/38, H02J3/46

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2012-157106 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 16 August 2012 (16.08.2012), fig. 5; paragraphs [0061] to [0066] & WO 2012/101911 A1	1-11
Y	JP 2014-138546 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 28 July 2014 (28.07.2014), fig. 1; claim 2; paragraphs [0036], [0039], [0042] (Family: none)	1-11

☒ 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
06 December 2016 (06.12.16)

Date of mailing of the international search report
14 February 2017 (14.02.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084478

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-80378 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 23 April 2015 (23.04.2015), Background Art; Problems that the Invention is to solve (Family: none)	4-6, 8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02J3/32(2006.01)i, H02J3/30(2006.01)i, H02J3/38(2006.01)i, H02J3/46(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02J3/32, H02J3/30, H02J3/38, H02J3/46

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2012-157106 A（三洋電機株式会社）2012.08.16, 図5、【0061】～【0066】 & WO 2012/101911 A1	1-11
Y	JP 2014-138546 A（三菱重工業株式会社）2014.07.28, 図1、【請求項2】、【0036】、【0039】、【0042】（ファミリーなし）	1-11
Y	JP 2015-80378 A（三菱重工業株式会社）2015.04.23, 【背景技術】、【発明が解決しようとする課題】（ファミリーなし）	4-6, 8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.12.2016

国際調査報告の発送日

14.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

坂東 博司

5 T

4 2 3 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3568