

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年11月17日(17.11.2016)



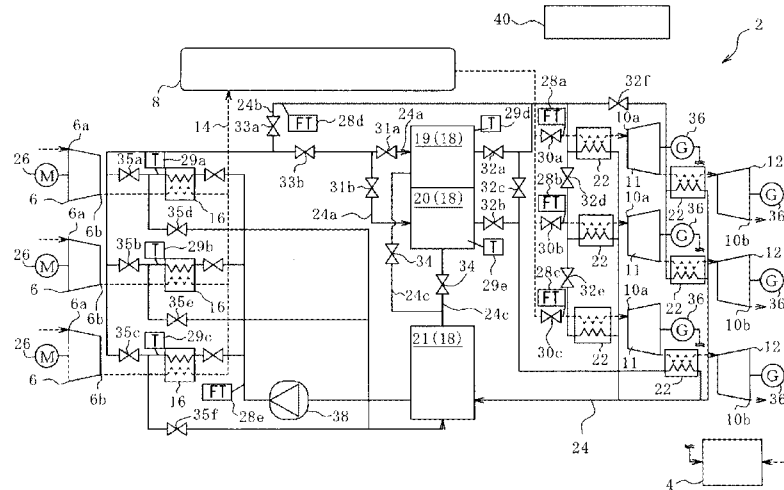
(10) 国際公開番号
WO 2016/181798 A1

- (51) 国際特許分類:
F02C 6/16 (2006.01) F02C 1/05 (2006.01)
F01K 27/00 (2006.01) F28D 20/00 (2006.01)
F01K 27/02 (2006.01) H02J 15/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/062823
- (22) 国際出願日: 2016年4月22日(22.04.2016)
- (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 2015-096773 2015年5月11日(11.05.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBELCO STEEL, LTD.))
[JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 久保 洋平(KUBO, Yohei). 戸島 正剛(TOSHIMA, Masatake). 松隈 正樹(MATSUKUMA, Masaki). 猿田 浩樹(SARUTA, Hiroki). 坂本 佳直美(SAKAMOTO, Kanami).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.);
〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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,

[続葉有]

(54) Title: COMPRESSED AIR STORAGE POWER GENERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 圧縮空気貯蔵発電装置



(57) Abstract: Provided is a compressed air storage power generation device 2 comprising a compressor 6, a pressure accumulation tank 8, and an expander 10. The compressor 6 is driven by renewable energy to compress air. The pressure accumulation tank 8 stores the air compressed by the compressor 6. The expander 10 is driven by the compressed air. A power generator 36 is mechanically connected to the expander 10 to generate power to be supplied to consumers. The compressed air storage power generation device 2 also comprises: first heat exchangers 16 that collect compression heat; temperature sensors 29a-29c that measure the temperature of a heating medium which has increased in temperature in the first heat exchangers 16; high-temperature heating medium tanks 19, 20 that store the heating medium at different temperatures; second heat exchangers 22 that heat the compressed air; a low-temperature heating medium tank 21 that stores the heating medium which has decreased in temperature in the second heat exchangers 22; and a control device 40 that switches high-temperature heat accumulation switching valves 31a, 31b depending on to which of the high-temperature heating medium tanks 19,20 the heating medium is to be supplied from the first heat exchangers 16. Due to this configuration, the compressed air storage power generation device 2 can prevent high-temperature heating medium from mixing with low-temperature heating medium.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/181798 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

圧縮空気貯蔵発電装置 2 は、圧縮機 6 と、蓄圧タンク 8 と、膨張機 10 とを備える。圧縮機 6 は、再生可能エネルギーにより駆動されて空気を圧縮する。蓄圧タンク 8 は、圧縮機 6 により圧縮された空気を貯蔵する。膨張機 10 は、圧縮空気によって駆動される。膨張機 10 には発電機 36 が機械的に接続され、需要先へ供給する電力を発電する。また、圧縮空気貯蔵発電装置 2 は、圧縮熱を回収する第 1 熱交換器 16 と、第 1 熱交換器 16 で昇温した熱媒の温度を測定する温度センサ 29 a ~ 29 c と、熱媒を温度別に貯蔵する高温熱媒タンク 19, 20 と、圧縮空気を加熱する第 2 熱交換器 22 と、第 2 熱交換器 22 で降温した熱媒を貯蔵する低温熱媒タンク 21 と、第 1 熱交換器 16 からいずれの高温熱媒タンク 19, 20 に熱媒を供給するか高温蓄熱切替弁 31 a, 31 b を切り替える制御装置 40 とを備える。これにより、圧縮空気貯蔵発電装置 2 は、高温の熱媒が低温の熱媒と混合することを防止できる。

明 細 書

発明の名称：圧縮空気貯蔵発電装置

技術分野

[0001] 本発明は、圧縮空気貯蔵発電装置に関する。

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を利用した発電は、気象条件に依存するため、出力が安定しないことがある。このため、圧縮空気貯蔵（CAES：compressed air energy storage）発電システム等のエネルギー貯蔵システムを使用して出力を平準化する必要がある。

[0003] 従来の圧縮空気貯蔵発電装置は、電力プラントのオフピーク時間中に電気エネルギーを圧縮空気として蓄圧タンクに蓄え、高電力需要時間中に圧縮空気により膨張機を駆動して発電機を作動させて電気エネルギーを生成するのが一般的である。

[0004] 特許文献1には、このようなCAES発電装置が開示されている。特許文献1のCAES発電装置は、熱媒の温度を下げるために熱媒タンクを分離している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2013-509530号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、特許文献1のCAES発電装置には、熱媒タンクを複数設けることについては記載されておらず、これにより熱媒の温度を高く維持することについても考慮されていない。

[0007] 本発明は、複数の高温熱媒タンクを備えるため、高温の熱媒が低温の熱媒と混合することを防止できる圧縮空気貯蔵発電装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、再生可能エネルギーを用いて発電した入力電力により駆動される電動機と、前記電動機と機械的に接続され、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機と流体的に接続され、前記圧縮機により圧縮された圧縮空気を貯蔵する蓄圧タンクと、前記蓄圧タンクと流体的に接続され、前記蓄圧タンクから供給される圧縮空気によって駆動される膨張機と、前記膨張機と機械的に接続され、需要先へ供給する電力を発電する発電機と、前記圧縮機で圧縮された空気と熱媒とで熱交換し、熱媒を加熱する第1熱交換器と、前記第1熱交換器で熱交換した熱媒の温度を測定する温度センサと、前記第1熱交換器と流体的に接続され、前記第1熱交換器で熱交換して昇温した熱媒を温度別に貯蔵する複数の高温熱媒タンクと、前記第1熱交換器からいずれの前記複数の高温熱媒タンクに熱媒を供給するか切り替えるための高温蓄熱切替弁と、前記複数の高温熱媒タンクと流体的に接続され、前記複数の高温熱媒タンクから供給される熱媒と前記膨張機に供給される圧縮空気とで熱交換し、圧縮空気を加熱するための第2熱交換器と、前記第1熱交換器及び前記第2熱交換器と流体的に接続され、前記第2熱交換器で熱交換して降温した熱媒を貯蔵する低温熱媒タンクと、前記温度センサ及び前記高温蓄熱切替弁と電気的に接続され、前記温度センサで測定された温度に基づいて熱媒を温度別に貯蔵するために、前記第1熱交換器からいずれの前記高温熱媒タンクに熱媒を供給するか前記高温蓄熱切替弁を切り替える制御装置とを備える圧縮空気貯蔵発電装置を提供する。

[0009] この構成によれば、複数の高温熱媒タンクを備えるため、高温の熱媒が低温の熱媒と混合することを防止できる。具体的には、第1熱交換器で昇温した熱媒の温度に基づいて高温蓄熱切替弁を切り替えることで、複数の高温熱媒タンクに温度別に熱媒を貯蔵しているため、高温熱媒タンクに貯蔵されている熱媒の温度を維持できる。

[0010] 前記第1熱交換器は、前記高温熱媒タンク及び前記第2熱交換器に対して流体的に接続され、前記制御装置に電気的に接続され、前記第1熱交換器が

ら前記高温熱媒タンク又は前記第2熱交換器のいずれに熱媒を供給するか切り替える直接流入切替弁をさらに備え、前記制御装置は、前記圧縮機の圧縮と前記膨張機の膨張が同時に行われる場合に前記直接流入切替弁を切り替えて、前記第1熱交換器から前記第2熱交換器に熱媒を直接供給することが好ましい。

[0011] これにより、高温熱媒タンクを介することなく、第1熱交換器から第2熱交換器に熱媒を直接供給できるため、高温熱媒タンクで熱媒を貯蔵している間に温度が低下して熱エネルギーの損失が生じることを防止できる。特に、再生可能エネルギーの1時間未満程度の変動である短周期変動を平準化する場合、圧縮機と膨張機が同時に駆動されることが多く、この場合熱媒の利用待機時間が短い又はゼロであるため有効である。さらに、直接流入切替弁の切り替えで、熱媒を第1熱交換器から直接第2交換器に供給できるため、従来と同様の装置を使用でき、大掛かりな装置改良を必要としないため、コストアップ及び装置の大型化を防止できる。ここで、「直接」とは、高温熱媒タンクを介することなく第1熱交換器から第2熱交換器に熱媒が供給されることを示す。

[0012] 複数の前記第2熱交換器が前記膨張機に対して直列に流体的に接続され、前記高温熱媒タンクからいずれの前記第2熱交換器に熱媒を供給するか切り替える熱交換切替弁をさらに備え、前記制御装置は、前記熱交換切替弁を切り替えて、前記高温熱媒タンクに温度別に貯蔵された熱媒のうち温度の低いものから順に上流側の前記第2熱交換器に供給することが好ましい。

[0013] この構成によれば、第2熱交換器において、低温の熱媒から高温の熱媒の順に圧縮空気と熱交換させることで、圧縮空気の温度を低下させることなく順に上昇できるため、高温の熱媒を有効に利用できる。

[0014] 前記高温熱媒タンクからいずれの前記第2熱交換器に熱媒を供給するか切り替える熱交換切替弁をさらに備え、前記膨張機は1段目膨張機本体と2段目膨張機本体を備え、前記制御装置は、前記熱交換切替弁を切り替えて、前記1段目膨張機本体と前記2段目膨張機本体のうち、 $p-h$ 線図上の等エン

トローピー線の傾斜が小さい方に対して流体的に接続された前記第2熱交換器に、前記高温熱媒タンクに温度別に貯蔵された熱媒のうち温度の高い熱媒を供給することが好ましい。

[0015] この構成によれば、1段目膨張機と2段目膨張機本体のうちエントローピー線の傾斜が小さい方に対して設置された第2熱交換器に、高温の熱媒を供給することで効率よく発電できる。エントローピー線の傾斜が小さい方の膨張機本体の方が同じ圧力の低下に対してもエンタルピーの減少が大きいいため、より大きな熱エネルギーを供給する必要があるためである。

[0016] 前記第1熱交換器から前記高温熱媒タンク又は前記低温熱媒タンクのうちのいずれに熱媒を供給するか切り替えるための低温熱媒切替弁をさらに備え、前記制御装置は、前記温度センサ及び前記低温熱媒切替弁と電氣的に接続され、前記温度センサで測定された前記第1熱交換器において圧縮熱を回収した熱媒の温度が所定の温度以下である場合、前記低温熱媒切替弁を切り替えて、前記低温熱媒タンクに熱媒を供給することが好ましい。

[0017] この構成によれば、低温熱媒切替弁を使用して高温の熱媒と低温の熱媒の混合を防止している。具体的には、第1熱交換器から高温熱媒タンクに供給される熱媒により、高温熱媒タンクに蓄熱している熱媒の温度を低下させることがないため、熱エネルギーの損失を防止できる。

[0018] また、再生可能エネルギーを用いて発電した入力電力により駆動される電動機と、前記電動機と機械的に接続され、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機と流体的に接続され、前記圧縮機により圧縮された空気を貯蔵する蓄圧タンクと、前記蓄圧タンクと流体的に接続され、前記蓄圧タンクから供給される圧縮空気によって駆動される膨張機と、前記膨張機と機械的に接続され、需要先へ供給する電力を発電する発電機と、前記圧縮機で圧縮された空気と熱媒とで熱交換し、熱媒を加熱する第1熱交換器と、前記第1熱交換器で熱交換した熱媒の温度を測定する温度センサと、前記第1熱交換器と流体的に接続され、前記第1熱交換器で昇温した熱媒を貯蔵する高温熱媒タンクと、前記高温熱媒タンクと流体的に接続され、前記高温熱媒タンクから供給さ

れる熱媒と前記膨張機に供給される圧縮空気とで熱交換し、圧縮空気を加熱する第2熱交換器と、前記第1熱交換器及び前記第2熱交換器と流体的に接続され、前記第2熱交換器で降温した熱媒を貯蔵する低温熱媒タンクと、前記第1熱交換器から前記高温熱媒タンク又は前記低温熱媒タンクのうちのいずれに熱媒を供給するか切り替えるための低温熱媒切替弁と、前記温度センサ及び前記低温熱媒切替弁と電氣的に接続され、前記温度センサで測定された前記第1熱交換器において圧縮熱を回収した熱媒の温度が所定の温度以下である場合、前記低温熱媒切替弁を切り替えて、前記低温熱媒タンクに熱媒を供給する、制御装置とを備える圧縮空気貯蔵発電装置を提供する。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、複数の高温熱媒タンクを備えるため、高温の熱媒が低温の熱媒と混合することを防止できる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の実施形態に係る圧縮空気貯蔵（CAES）発電装置の概略構成図。

[図2A]実施形態における第2熱交換器の設置パターンを示す図。

[図2B]第2熱交換器の設置パターンの代案を示す図。

[図2C]第2熱交換器の設置パターンの他の代案を示す図。

[図3]加熱を伴う多段膨張における圧力とエンタルピーの関係を示すp-h線図。

[図4]本発明の実施形態に係る圧縮空気貯蔵（CAES）発電装置の制御方法の全体を示すフローチャート。

[図5]図4の処理Aを示すフローチャート。

[図6]図4の処理Bを示すフローチャート。

[図7]図4の処理Iを示すフローチャート。

[図8]図4の処理IIを示すフローチャート。

[図9]図8の処理II-1を示すフローチャート。

[図10]図8の処理II-2を示すフローチャート。

[図11]本発明の実施形態に係る圧縮空気貯蔵（CAES）発電装置の起動時の制御方法を示すフローチャート。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

[0022] 図1は、圧縮空気貯蔵（CAES：compressed air energy storage）発電装置2の概略構成図を示している。このCAES発電装置2は、再生可能エネルギーを利用して発電する場合に、需要先である電力系統4への出力変動を平準化するとともに、電力系統4における需要電力の変動に合わせた電力を出力する。

[0023] 図1及び図2を参照して、CAES発電装置2の構成を説明する。

[0024] CAES発電装置2は、空気経路と熱媒経路を備える。空気経路には、主に圧縮機6と、蓄圧タンク8と、膨張機10とが設けられており、これらが空気配管14により流体的に接続され、その内部には空気が流れている（図1の破線参照）。熱媒経路には、主に第1熱交換器16と、熱媒タンク18と、第2熱交換器22とが設けられており、これらが熱媒配管24により流体的に接続され、その内部には熱媒が流れている（図1の実線参照）。

[0025] まず、図1を参照して空気経路について説明する。空気経路では、吸い込まれた空気は、複数の圧縮機6で圧縮され、蓄圧タンク8に貯蔵される。蓄圧タンク8に貯蔵された圧縮空気は複数の膨張機10に供給され、発電機36の発電に使用される。

[0026] 個々の圧縮機6は、モータ（電動機）26を備える。個々のモータ26は、圧縮機6に機械的に接続され、互いに電氣的に並列に接続されている。再生可能エネルギーにより発電された電力はモータ26に供給され、この電力によりモータ26が駆動され、圧縮機6が作動する。圧縮機6の吐出口6bは、空気配管14を通じて蓄圧タンク8に流体的に接続されている。圧縮機6は、モータ26により駆動されると、吸込口6aより空気を吸引し、圧縮して吐出口6bより吐出し、蓄圧タンク8に圧縮した空気を圧送する。圧縮機6は、互いに流体的に並列に複数台接続されており、本実施形態ではその

数は3台である。ただし、圧縮機6の数はこれに限定されず、1台以上であればよい。

[0027] 蓄圧タンク8は、圧縮機6から圧送された圧縮空気を貯蔵する。従って、蓄圧タンク8には、圧縮空気としてエネルギーを蓄積できる。蓄圧タンク8は、空気配管14を通じて、膨張機10に流体的に接続されている。従って、蓄圧タンク8で貯蔵された圧縮空気は、膨張機10に供給される。蓄圧タンク8から個々の膨張機10に延びる複数の空気配管14には、流量センサ28a~28c及び切替弁30a~30cがそれぞれ設けられており、膨張機10に供給される空気量を測定し、必要に応じて切替弁30a~30cを開閉し、膨張機10への圧縮空気の供給を許容又は遮断できる。

[0028] 膨張機10は、2段型であり、1段目膨張機本体11及び2段目膨張機本体12を備える。以降、1段目膨張機本体11及び2段目膨張機本体12を合わせて、単に膨張機10という場合がある。1段目膨張機本体11及び2段目膨張機本体12は、共に発電機36を備える。複数台の発電機36はそれぞれ膨張機10と機械的に接続されると共に、互いに電氣的に並列に接続されている。吸込口10aから圧縮空気を供給された膨張機10は、供給された圧縮空気により作動し、発電機36を駆動する。発電機36は外部の電力系統4に電氣的に接続されており（図1の1点鎖線参照）、発電した電力は需要先である電力系統4に供給される。また、膨張機10で膨張された空気は、吐出口10bから外部に排出される。膨張機10は、互いに流体的に並列に複数台接続されており、本実施形態ではその数は3台である。ただし、膨張機10の数はこれに限定されず、1台以上であればよい。

[0029] 次に、図1を参照して熱媒経路について説明する。熱媒経路では、圧縮機6で発生した熱を第1熱交換器16で熱媒に回収している。そして、熱回収した熱媒を熱媒タンク18（第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20）に貯蔵し、第2熱交換器22において膨張機10で膨張する前の圧縮空気に熱を戻している。第2熱交換器22において降温した熱媒は熱媒タンク18（低温熱媒タンク21）に供給される。そして、低温熱媒タンク2

1から第1熱交換器16に再び熱媒が供給され、このように熱媒は循環している。ここで、熱媒の種類は特に限定されておらず、例えば水、油などであってもよい。

[0030] 第1熱交換器16は、圧縮機6と蓄圧タンク8との間の空気配管14に設けられている。従って、この空気配管14内の圧縮空気と、熱媒配管24内の熱媒との間で熱交換し、圧縮機6による圧縮で発生した圧縮熱を熱媒に回収している。即ち、第1熱交換器16では、圧縮空気の温度は低下し、熱媒の温度は上昇する。ここで昇温した熱媒は、熱媒配管24を通じて熱媒タンク18（第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20）に供給される。

[0031] 第1熱交換器16から熱媒タンク18（第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20）までの熱媒配管24には、第1熱交換器16で熱交換して昇温した熱媒の温度を測定するための温度センサ29a~29cが設けられている。

[0032] 熱媒タンク18は、第1高温熱媒タンク19と、第2高温熱媒タンク20と、低温熱媒タンク21とを備える。各熱媒タンク19, 20, 21には、図示しない残量センサが設置され、貯蔵されている熱媒量を検出できる。例えば、残量センサは重量センサ等であってもよい。第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20には、第1熱交換器16で昇温した熱媒が温度別に貯蔵されている。より高い温度の熱媒を貯蔵するものが第1高温熱媒タンク19であり、第1高温熱媒タンク19の熱媒より低い温度の熱媒を貯蔵するものが第2高温熱媒タンク20である。第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20には、それぞれ温度センサ29d, 29eが設けられており、内部の熱媒の温度を測定できる。第1熱交換器16から第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20までの熱媒配管24（高温蓄熱切替ライン24a）には、高温蓄熱切替弁31a, 31bが設けられている。高温蓄熱切替弁31a, 31bは、高温蓄熱切替ライン24aを通じて第1高温熱媒タンク19又は第2高温熱媒タンク20のいずれに熱媒を貯蔵する

かを切り替えるためのものである。第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20に貯蔵された熱媒は、熱媒配管24を通じて第2熱交換器22に供給される。

[0033] 第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20から第2熱交換器22に延びる熱媒配管24には、熱交換切替弁32a~32fが設けられている。熱交換切替弁32a~32fは、第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20のいずれから、第2熱交換器22に熱媒を供給するか切り替えるためのものである。

[0034] このように、第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20を備えるため、高温の熱媒が低温の熱媒と混合することを防止できる。具体的には、第1熱交換器16で昇温した熱媒の温度に基づいて高温蓄熱切替弁31a, 31bを切り替えることで、第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20に温度別に熱媒を貯蔵しているため、特に第1高温熱媒タンク19に貯蔵されている熱媒の温度を維持できる。本実施形態では、高温熱媒タンク19, 20は2基であったが、その数は限定されず、3基以上であってもよい。

[0035] 第2熱交換器22は、蓄圧タンク8と膨張機10との間の空気配管14に設けられている。また、1段目膨張機本体11と2段目膨張機本体12との間にも設けられている。従って、蓄圧タンク8から1段目膨張機本体11に供給される圧縮空気及び1段目膨張機本体11と2段目膨張機本体12間の圧縮空気と、熱媒配管24内の熱媒との間で熱交換し、膨張機10による膨張の前に圧縮空気を加熱している。即ち、第2熱交換器22では、圧縮空気の温度は上昇し、熱媒の温度は低下する。ここで降温した熱媒は、熱媒配管24を通じて低温熱媒タンク21に供給される。

[0036] 第2熱交換器22は、本実施形態の設置方法以外にも様々な設置方法が考えられる。図2A~2Cは、第2熱交換器22の設置例である。図2Aは、本実施形態と同様に、2段型の膨張機10のうち、1段目膨張機本体11及び2段目膨張機本体12のそれぞれに対して第2熱交換器22が1つずつ流

体的に接続されている場合である。図 2 B は、本実施形態とは異なり単段型の膨張機 10 に 1 つの第 2 熱交換器 22 が流体的に接続されている場合である。図 2 C は、2 段型の膨張機 10 のうち、1 段目膨張機本体 11 及び 2 段目膨張機本体 12 のそれぞれに対して第 2 熱交換器 22 が 2 つずつ直列に流体的に接続されている場合である。これに加えて、第 2 熱交換器 22 は、3 つ以上が直列に流体的に接続されていてもよい。

[0037] 図 3 は、2 段型の膨張機の $p-h$ 線図である。縦軸は圧力、横軸は比エントロピーを表す。図中、状態 P1 から状態 P2 は第 2 熱交換器 22 での加熱過程を示し、状態 P2 から状態 P3 は 1 段目膨張機本体 11 での膨張仕事過程を示している。また、状態 P3 から状態 P4 は第 2 熱交換器 22 での加熱過程を示し、状態 P4 から状態 P5 は 2 段目膨張機本体 12 での膨張仕事過程を示している。図 3 では、状態 P2 から状態 P3 及び状態 P4 から状態 P5 は断熱過程を想定した等エントロピー変化である。1 段目膨張機本体 11 及び 2 段目膨張機本体 12 (図 2 A 及び図 2 C 参照) における膨張仕事過程を比較すると、状態 P4 から状態 P5 の等エントロピー線の傾斜量が状態 P2 から状態 P3 の等エントロピー線の傾斜量よりも小さいことから、より外部にしている仕事量が多い。従って、図 3 の場合には状態 P3 から状態 P4 における加熱量を状態 P1 から状態 P2 の加熱量よりも大きくすることが系の効率化の観点からは好ましい。

[0038] 低温熱媒タンク 21 は、主に第 2 熱交換器 22 で熱交換して降温した熱媒を貯蔵する。従って、低温熱媒タンク 21 内の熱媒は、通常、第 1 高温熱媒タンク 19 及び第 2 高温熱媒タンク 20 内の熱媒よりも温度が低い。低温熱媒タンク 21 に貯蔵されている熱媒は、熱媒配管 24 を通じて第 1 熱交換器 16 に供給される。

[0039] 熱媒は、低温熱媒タンク 21 の下流の熱媒配管 24 に設置されたポンプ 38 により熱媒経路を循環されている。ポンプ 38 の下流には流量センサ 28e が設けられ、ポンプ 38 による流量の増減を検出できる。ただし、ポンプ 38 の位置はこれに限定されず、熱媒経路の任意の位置に配置してよい。

[0040] また、本実施形態のCAES発電装置2は、第1熱交換器16と第2熱交換器22が高温熱媒タンク19、20を介して流体的に接続されていることに加えて、高温熱媒タンク19、20を介することなく流体的に接続されている。このため、第1熱交換器16から第2熱交換器22への熱媒の流動が高温熱媒タンク19、20を介するか否かを切り替えるための直接流入切替弁33a、33bが第2熱交換器22及び高温熱媒タンク19、20の上流の熱媒配管24（直接流入切替ライン24b）に設けられている。また、第1熱交換器16から第2熱交換器22に直接熱媒が流入する直接流入切替ライン24bには流量センサ28dが設けられている。

[0041] また、本実施形態のCAES発電装置2は、第1高温熱媒タンク19と、低温熱媒タンク21とがタンク間熱媒ライン24cにより流体的に接続されている。同様に、第2高温熱媒タンク20と、低温熱媒タンク21とがタンク間熱媒ライン24cにより流体的に接続されている。これらのタンク間熱媒ライン24cには、タンク間遮断弁34が設けられている。通常運転時は、タンク間遮断弁34によりこれらの間での熱媒の授受は遮断されているが、後述するCAES発電装置2の起動時にはタンク間遮断弁34が開弁され熱媒の授受が可能となる場合がある。同様に、第1高温熱媒タンク19と第2高温熱媒タンク20との間でも熱媒の授受が可能となる場合がある。

[0042] また、本実施形態のCAES発電装置2は、第1熱交換器16から低温熱媒タンク21に熱媒を供給可能に、流体的に接続されている。このため、高温熱媒タンク19、20、又は、前記低温熱媒タンク21のうちのいずれに前記熱媒を供給するか切り替えるための低温熱媒切替弁35a～35fが、第1熱交換器16の下流の熱媒配管24に設けられている。

[0043] 以上により、CAES発電装置2の熱媒経路は構成されている。

[0044] また、CAES発電装置2は、制御装置40を備える。制御装置40は、CPU(Central Processing Unit)、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)のような記憶装置を含むハードウェアと、それに実装されたソフトウェアにより構築されている。制御装置40は、少なくとも

個々の弁30a～35fに電氣的に接続されている。個々の弁30a～35fの動作は制御装置40で制御される。流量センサ28～28e、温度センサ29a～29e、及び熱媒タンク18の図示しない残量センサは、制御装置40に測定値を出力する。制御装置40は、これらの測定値に基づいてCAES発電装置2を制御する。

[0045] 次に、CAES発電装置2の制御方法について説明する。

[0046] 本実施形態のCAES発電装置2は、圧縮空気の貯蔵（充電）と圧縮空気を使用した発電（放電）を同時に行う充放電同時の場合と、別々に行う充放電別々の場合の2つの制御方法を有する。ここでは蓄圧タンク8に圧縮空気を貯蔵することを充電といい、蓄圧タンク8の圧縮空気を使用して発電機36で発電することを放電という。充放電同時は、再生可能エネルギーによる発電が短周期変動する場合によく使用される。充放電別々は、再生可能エネルギーによる発電が長周期変動する場合によく使用される。長周期・短周期を分ける明確な定義は無いが、長周期は数時間から数日程度の変動である。一方、短周期は数分から1時間未満程度の変動である。具体的には、例えば太陽光を利用した発電の場合、長周期の出力変動要因は日中と夜間の違いである。短周期の出力変動要因は一時的に太陽が雲に隠れる場合である。一方、風力を利用した発電の場合、長周期の出力変動は強風や無風による発電停止の場合であり、短周期の出力変動は風速の変動による場合である。

[0047] 図4を参照して、運転が開始されると（ステップS4-1）、充放電を同時に行うか否かで制御方法が分かれる（ステップS4-2）。これは、用途に応じてユーザが選択可能としてもよいし、再生可能エネルギーの長周期変動又は短周期変動に応じて決定されてもよい。充放電同時の場合（ステップS4-2）において、需要電力が発電量よりも大きく、高温熱媒タンク19、20の全熱媒が必要な場合（ステップS4-3）、処理Aを行う（ステップS4-4）。そうでない場合（ステップS4-3）、必要分の熱媒と余剰分の熱媒を分離し（ステップS4-5）、必要分の熱媒に対しては処理Aを行い（ステップS4-4）、余剰分の熱媒に対しては処理Bを行う（ステッ

プS 4 - 6)。必要分の熱媒とは、電力系統4から要求される需要電力量を、発電機36に発電可能にさせる熱媒量を表す。熱媒は流量センサ28dの測定値に基づいて分離され、分離は処理A及び処理Bで後述するように直接流入切替弁33a, 33bを切り替えて行われる。これらの処理が完了すると、再びステップS 4 - 2に戻り、処理を繰り返す。

[0048] 図5を参照して、処理Aが開始されると(ステップS 5 - 1)、直接流入切替弁33a, 33bを切り替え(ステップS 5 - 2)、即ち直接流入切替弁33aを開き、直接流入切替弁33bを閉じ、第1熱交換器16から第2熱交換器22に熱媒配管24を通じて熱媒を直接供給する(ステップS 5 - 3)。そして第2熱交換器22で圧縮空気と熱媒との間で熱交換が行われる(ステップS 5 - 4)。第2熱交換器22で熱交換して温度が低下した熱媒は、熱媒配管24を通じて低温熱媒タンク21に供給され貯蔵される(ステップS 5 - 5)。そして処理Aは終了する(ステップS 5 - 6)。

[0049] これにより、高温熱媒タンク19, 20を介することなく、第1熱交換器16から第2熱交換器22に熱媒を直接供給できるため、高温熱媒タンク19, 20で熱媒を貯蔵している間に温度が低下して熱エネルギーの損失が生じることを防止できる。特に、再生可能エネルギーの1時間未満程度の変動である短周期変動を平準化する場合、圧縮機と膨張機が同時に駆動されることが多く、この場合熱媒の利用待機時間が短い又はゼロであるため有効である。さらに、直接流入切替弁の切り替えで、熱媒を第1熱交換器から直接第2交換器に供給できるため、従来と同様の装置を使用でき、大掛かりな装置改良を必要としないため、コストアップ及び装置の大型化を防止できる。ここで、「直接」とは、高温熱媒タンク19, 20を介することなく第1熱交換器16から第2熱交換器22に熱媒が供給されることを示す。

[0050] 図6を参照して、処理Bが開始されると(ステップS 6 - 1)、第1熱交換器16で熱交換した熱媒の温度 T_1 が第1高温熱媒タンク19内の熱媒温度 T_{h1} よりも低く(ステップS 6 - 2)、さらに第2高温熱媒タンク20内の熱媒温度 T_{h2} よりも低い場合(ステップS 6 - 3)、低温熱媒切替弁

35 a～35 fを切り替え（ステップS6-4）、即ち低温熱媒切替弁35 a～35 cを閉じ、低温熱媒切替弁35 d～35 fを開き、第1熱交換器16で熱交換した熱媒を低温熱媒タンク21に供給し貯蔵する（ステップS6-5）。また、第1熱交換器16で熱交換した熱媒の温度 T_1 が第1高温熱媒タンク19内の熱媒温度 T_{h1} よりも低く（ステップS6-2）、さらに第2高温熱媒タンク20内の熱媒温度 T_{h2} 以上である場合（ステップS6-3）、高温蓄熱切替弁31 a, 31 bを切り替え（ステップS6-6）、即ち高温蓄熱切替弁31 bを開き、高温蓄熱切替弁31 aを閉じ、第1熱交換器16で熱交換した熱媒を第2高温熱媒タンク20に供給し貯蔵する（ステップS6-7）。また、第1熱交換器16で熱交換した熱媒の温度 T_1 が第1高温熱媒タンク19内の熱媒温度 T_{h1} 以上である場合、高温蓄熱切替弁31 a, 31 bを切り替え（ステップS6-8）、即ち高温蓄熱切替弁31 aを開き、高温蓄熱切替弁31 bを閉じ、第1熱交換器16で熱交換した熱媒を第1高温熱媒タンク19に供給し貯蔵する（ステップS6-8）。第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20に貯蔵されている熱媒は、熱媒配管24を通じて第2熱交換器22に供給される。このとき第2熱交換器が膨張機10に対して複数設けられている場合（ステップS6-10）、処理IIが行われ（ステップS6-11）、そうでない場合（ステップS6-10）、処理Iが行われる（ステップS6-12）。これらの処理が完了すると、処理Bは終了する（ステップS6-13）。

[0051] このように、低温熱媒切替弁35 a～35 fを使用して高温の熱媒と低温の熱媒の混合を防止している。具体的には、第1熱交換器16から高温熱媒タンク19, 20に供給される熱媒により、高温熱媒タンク19, 20に蓄熱している熱媒の温度を低下させることがないため、熱エネルギーの損失を防止できる。また、高温蓄熱切替弁31 a, 31 bを使用して第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20に温度別に熱媒を貯蔵できる。

[0052] 図7を参照して、処理Iは、膨張機10に対して第2熱交換器22が1つのみ設置されている場合である（図2B参照）。処理Iが開始されると（ス

トップS 7-1)、需要電力が発電量よりも大きく、高温熱媒タンク 19、20の全熱媒が必要な場合(ステップS 7-2)、熱交換切替弁32a~32fを切り替え(ステップS 7-3)、第1高温熱媒タンク19及び第2高温熱媒タンク20の熱媒を第2熱交換器22に供給する(ステップS 7-4)。そして第2熱交換器22で熱交換する(ステップS 7-5)。また、そうでない場合(ステップS 7-2)であって、第2高温熱媒タンク20が空である場合(ステップS 7-6)、熱交換切替弁32a~32fを切り替え(ステップS 7-7)、第1高温熱媒タンク19の熱媒を第2熱交換器22に供給する(ステップS 7-8)。そして第2熱交換器22で熱交換する(ステップS 7-9)。また、第2高温熱媒タンク20が空でない場合(ステップS 7-6)、熱交換切替弁32a~32fを切り替え(ステップS 7-10)、第2高温熱媒タンク20の熱媒を第2熱交換器22に供給する(ステップS 7-11)。そして第2熱交換器22で熱交換する(ステップS 7-12)。その後、熱交換切替弁32a~32fを切り替え(ステップS 7-13)、第1高温熱媒タンク19の熱媒を第2熱交換器22に供給する(ステップS 7-14)。そして第2熱交換器22で熱交換する(ステップS 7-15)。いずれの場合でも第2熱交換器22で熱交換して温度が低下した熱媒を低温熱媒タンク21に貯蔵する(ステップS 7-6)。そして処理Iを終了する(ステップS 7-17)。

[0053] 図8を参照して、処理IIが開始されると(ステップS 8-1)、第2熱交換器が複数直列に設置されている場合(ステップS 8-2)、処理II-2を実行し(ステップS 8-3)、そうでない場合(ステップS 8-2)、処理II-1が実行される(ステップS 8-4)。これらの処理が完了すると処理IIを終了する(ステップS 8-5)。

[0054] 図9を参照して、処理II-1は、1段目膨張機本体11及び2段目膨張機本体12に対して第2熱交換器22が1つずつ設置されている場合である(図2A参照)。処理II-1が開始されると(ステップS 9-1)、熱交換切替弁32a~32fを切り替え(ステップS 9-2)、第1高温熱媒タンク

19内の熱媒を等エントロピー線の傾斜が小さい方（図3参照）の膨張機10に対して設置された高温側第2熱交換器22aに供給し、第2高温熱媒タンク20内の熱媒を等エントロピー線の傾斜が大きい方（図3参照）の膨張機10に対して設置された低温側第2熱交換器22bに供給する（ステップS9-3）。そして高温側第2熱交換器22a及び低温側第2熱交換器22bで熱交換する（ステップS9-4）。高温側第2熱交換器22a及び低温側第2熱交換器22bで熱交換した熱媒は、熱媒配管24を通じて低温熱媒タンク21に供給され貯蔵される（ステップS9-5）。そして処理II-1を終了する（ステップS9-6）。

[0055] このように、1段目膨張機本体11と2段目膨張機本体12のうちエントロピー線の傾斜が小さい方に対して設置された第2熱交換器22に、高温の熱媒を供給することで効率よく発電できる。エントロピー線の傾斜が小さい方の膨張機本体の方が同じ圧力の低下に対してもエンタルピーの減少が大きいため、より大きな熱エネルギーを供給する必要があるためである。

[0056] 図10を参照して、処理II-2は、1段目膨張機本体11及び2段目膨張機本体12に対して第2熱交換器22が2つずつ直列に設置されている場合である（図2C参照）。処理II-2が開始されると（ステップS10-1）、熱交換切替弁32a~32fを切り替え（ステップS10-2）、第2高温熱媒タンク20内の熱媒を上流側の低温側第2熱交換器22bに供給し、第1高温熱媒タンク19内の熱媒を下流側の高温側第2熱交換器22aに供給する（ステップS10-3）。そして低温側第2熱交換器22bで熱交換し（ステップS10-4）、高温側第2熱交換器22aで熱交換する（ステップS10-5）。高温側第2熱交換器22a及び低温側第2熱交換器22bで熱交換して温度が低下した熱媒は低温熱媒タンク21に供給され貯蔵される（ステップS10-6）。そして処理II-2を終了する（ステップS10-7）。

[0057] このように、第2熱交換器22において、低温の熱媒から高温の熱媒の順に圧縮空気と熱交換させることで、圧縮空気の温度を低下させることなく順

に上昇できるため、高温の熱媒を有効に利用できる。また、第2熱交換器22が3つ以上、直列に流体的に接続されている場合でも、同様に低温の熱媒から高温の熱媒の順に圧縮空気と熱交換させればよい。

[0058] また、本実施形態のCAES発電装置2は、起動時に最適な制御を行っている。

[0059] 図11を参照して、CAES発電装置2が起動されると（ステップS11-1）、第1熱交換器16で熱交換した熱媒の温度 T_1 が第1高温熱媒タンク19内の熱媒温度 T_{h1} よりも高い場合（ステップS11-2）、タンク間遮断弁34を開弁し（ステップS11-3）、第1高温熱媒タンク19内の熱媒を低温熱媒タンク21に移動させる（ステップS11-4）。そして、第1高温熱媒タンク19内の熱媒を空にし（ステップS11-5）、タンク間遮断弁34を閉弁する（ステップS11-6）。そして高温蓄熱切替弁31a、31bを切り替え（ステップS11-7）、即ち高温蓄熱切替弁31aを開き、高温蓄熱切替弁31bを閉じ、第1熱交換器16で熱交換した熱媒を第1高温熱媒タンク19に供給し貯蔵する（ステップS11-8）。また、第1熱交換器16で熱交換した熱媒の温度 T_1 が第1高温熱媒タンク19内の熱媒温度 T_{h1} 以下である場合（ステップS11-2）であって、第1熱交換器16で熱交換した熱媒の温度 T_1 が第2高温熱媒タンク20内の熱媒温度 T_{h2} よりも高い場合（ステップS11-9）、高温蓄熱切替弁31a、31bを切り替え（ステップS11-10）、即ち高温蓄熱切替弁31bを開き、高温蓄熱切替弁31aを閉じ、第1熱交換器16で熱交換した熱媒を第2高温熱媒タンク20に供給し貯蔵する（ステップS11-11）。また、第1熱交換器16で熱交換した熱媒の温度 T_1 が第2高温熱媒タンク20内の熱媒温度 T_{h2} 以下である場合（ステップS11-9）、低温熱媒切替弁35a~35fを切り替え（ステップS11-12）、即ち低温熱媒切替弁35a~35cを閉じ、低温熱媒切替弁35d~35fを開き、第1熱交換器16で熱交換した熱媒を低温熱媒タンク21に供給し貯蔵する（ステップS11-13）。そして通常運転に移行する（ステップS11-

14)。

[0060] これにより、起動時、長時間放置されて装置全体が大気温度となり、第1高温熱媒タンク19に低温の熱媒が存在している場合でも、タンク間遮断弁34を使用してこれらの低温熱媒と、圧縮熱を回収した高温の熱媒とが混合されることを防止できる。そして高温蓄熱切替弁31a, 31bを使用して温度別に高温熱媒タンク19, 20に熱媒を貯蔵できる。従って、高温熱媒タンク19, 20に蓄熱している熱媒の温度を低下させることがないため、熱エネルギーの損失を防止できる。本実施形態では、図11のステップS11-2からステップS11-5において、所定の条件の下、第1高温熱媒タンク19内の熱媒を低温熱媒タンク21に移動させているが、熱媒の移動はこれに限定されない。即ち、例えば第1高温熱媒タンク19内の熱媒を第2高温熱媒タンク20に移動させて第1高温熱媒タンク19を空にしてもよい。

[0061] 以上により、通常運転時及び起動時において最適な制御が可能である。また通常運転時においては、充放電同時及び充放電別々の場合の制御方法を備えるため、短周期変動及び長周期変動に対応可能である。

符号の説明

- [0062]
- 2 圧縮空気貯蔵発電装置 (CAES 発電装置)
 - 4 電力系統
 - 6 圧縮機
 - 6a 吸込口
 - 6b 吐出口
 - 8 蓄圧タンク
 - 10 膨張機
 - 10a 吸込口
 - 10b 吐出口
 - 11 1段目膨張機本体
 - 12 2段目膨張機本体

- 14 空気配管
- 16 第1熱交換器
- 18 熱媒タンク
- 19 第1高温熱媒タンク（高温熱媒タンク）
- 20 第2高温熱媒タンク（高温熱媒タンク）
- 21 低温熱媒タンク
- 22 第2熱交換器
 - 22a 高温側第2熱交換器
 - 22b 低温側第2熱交換器
- 24 熱媒配管
 - 24a 高温蓄熱切替ライン
 - 24b 直接流入切替ライン
 - 24c タンク間熱媒ライン
- 26 モータ（電動機）
- 28a, 28b, 28c, 28d, 28e 流量センサ
- 29a, 29b, 29c, 29d, 29e 温度センサ
- 30a, 30b, 30c 切替弁
- 31a, 31b 高温蓄熱切替弁
- 32a, 32b, 32c, 32d, 32e, 32f 熱交換切替弁
- 33a, 33b 直接流入切替弁
- 34 タンク間遮断弁
- 35a, 35b, 35c, 35d, 35e, 35f 低温熱媒切替弁
- 36 発電機
- 38 ポンプ
- 40 制御装置

請求の範囲

- [請求項1] 再生可能エネルギーを用いて発電した入力電力により駆動される電動機と、
- 前記電動機と機械的に接続され、空気を圧縮する圧縮機と、
- 前記圧縮機と流体的に接続され、前記圧縮機により圧縮された圧縮空気を貯蔵する蓄圧タンクと、
- 前記蓄圧タンクと流体的に接続され、前記蓄圧タンクから供給される圧縮空気によって駆動される膨張機と、
- 前記膨張機と機械的に接続され、需要先へ供給する電力を発電する発電機と、
- 前記圧縮機で圧縮された空気と熱媒とで熱交換し、熱媒を加熱する第1熱交換器と、
- 前記第1熱交換器で熱交換した熱媒の温度を測定する温度センサと、
- 前記第1熱交換器と流体的に接続され、前記第1熱交換器で熱交換して昇温した熱媒を温度別に貯蔵する複数の高温熱媒タンクと、
- 前記第1熱交換器からいずれの前記複数の高温熱媒タンクに熱媒を供給するか切り替えるための高温蓄熱切替弁と、
- 前記複数の高温熱媒タンクと流体的に接続され、前記複数の高温熱媒タンクから供給される熱媒と前記膨張機に供給される圧縮空気とで熱交換し、圧縮空気を加熱するための第2熱交換器と、
- 前記第1熱交換器及び前記第2熱交換器と流体的に接続され、前記第2熱交換器で熱交換して降温した熱媒を貯蔵する低温熱媒タンクと、
- 前記温度センサ及び前記高温蓄熱切替弁と電氣的に接続され、前記温度センサで測定された温度に基づいて熱媒を温度別に貯蔵するために、前記第1熱交換器からいずれの前記高温熱媒タンクに熱媒を供給するか前記高温蓄熱切替弁を切り替える制御装置と

を備える圧縮空気貯蔵発電装置。

[請求項2] 前記第1熱交換器は、前記高温熱媒タンク及び前記第2熱交換器に対して流体的に接続され、

前記制御装置に電氣的に接続され、前記第1熱交換器から前記高温熱媒タンク又は前記第2熱交換器のいずれに熱媒を供給するか切り替える直接流入切替弁をさらに備え、

前記制御装置は、前記圧縮機の圧縮と前記膨張機の膨張が同時に行われる場合に前記直接流入切替弁を切り替えて、前記第1熱交換器から前記第2熱交換器に熱媒を直接供給する、請求項1に記載の圧縮空気貯蔵発電装置。

[請求項3] 複数の前記第2熱交換器が前記膨張機に対して直列に流体的に接続され、

前記高温熱媒タンクからいずれの前記第2熱交換器に熱媒を供給するか切り替える熱交換切替弁をさらに備え、

前記制御装置は、前記熱交換切替弁を切り替えて、前記高温熱媒タンクに温度別に貯蔵された熱媒のうち温度の低いものから順に上流側の前記第2熱交換器に供給する、請求項1又は請求項2に記載の圧縮空気貯蔵発電装置。

[請求項4] 前記高温熱媒タンクからいずれの前記第2熱交換器に熱媒を供給するか切り替える熱交換切替弁をさらに備え、

前記膨張機は1段目膨張機本体と2段目膨張機本体を備え、

前記制御装置は、前記熱交換切替弁を切り替えて、前記1段目膨張機本体と前記2段目膨張機本体のうち、 $p-h$ 線図上の等エントロピー線の傾斜が小さい方に対して流体的に接続された前記第2熱交換器に、前記高温熱媒タンクに温度別に貯蔵された熱媒のうち温度の高い熱媒を供給する、請求項1又は請求項2に記載の圧縮空気貯蔵発電装置。

[請求項5] 前記第1熱交換器から前記高温熱媒タンク又は前記低温熱媒タンク

のうちのいずれに熱媒を供給するか切り替えるための低温熱媒切替弁をさらに備え、

前記制御装置は、前記温度センサ及び前記低温熱媒切替弁と電氣的に接続され、前記温度センサで測定された前記第1熱交換器において圧縮熱を回収した熱媒の温度が所定の温度以下である場合、前記低温熱媒切替弁を切り替えて、前記低温熱媒タンクに熱媒を供給する、請求項1または請求項2に記載の圧縮空気貯蔵発電装置。

[請求項6]

再生可能エネルギーを用いて発電した入力電力により駆動される電動機と、

前記電動機と機械的に接続され、空気を圧縮する圧縮機と、

前記圧縮機と流体的に接続され、前記圧縮機により圧縮された空気を貯蔵する蓄圧タンクと、

前記蓄圧タンクと流体的に接続され、前記蓄圧タンクから供給される圧縮空気によって駆動される膨張機と、

前記膨張機と機械的に接続され、需要先へ供給する電力を発電する発電機と、

前記圧縮機で圧縮された空気と熱媒とで熱交換し、熱媒を加熱する第1熱交換器と、

前記第1熱交換器で熱交換した熱媒の温度を測定する温度センサと、

前記第1熱交換器と流体的に接続され、前記第1熱交換器で昇温した熱媒を貯蔵する高温熱媒タンクと、

前記高温熱媒タンクと流体的に接続され、前記高温熱媒タンクから供給される熱媒と前記膨張機に供給される圧縮空気とで熱交換し、圧縮空気を加熱する第2熱交換器と、

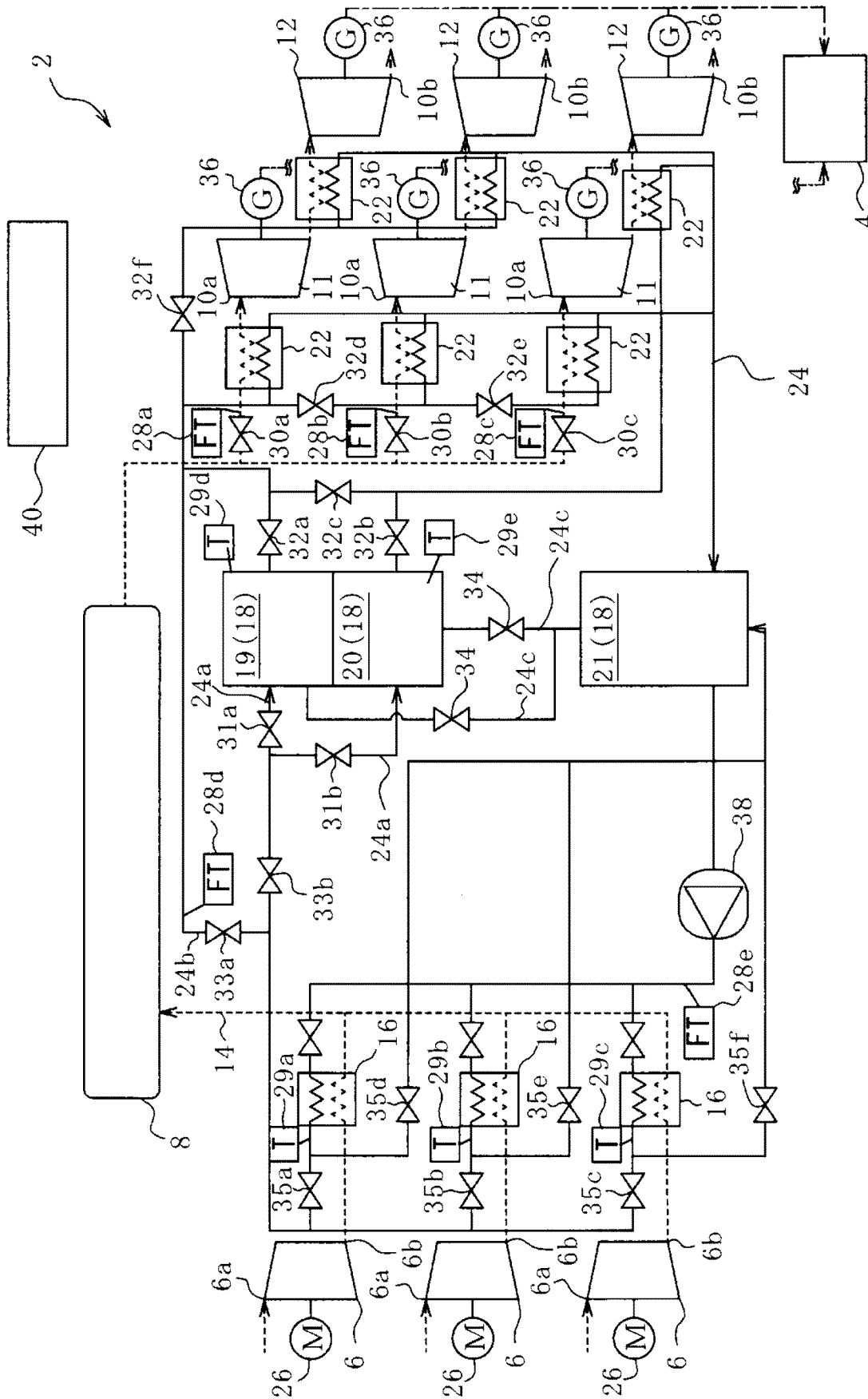
前記第1熱交換器及び前記第2熱交換器と流体的に接続され、前記第2熱交換器で降温した熱媒を貯蔵する低温熱媒タンクと、

前記第1熱交換器から前記高温熱媒タンク又は前記低温熱媒タンク

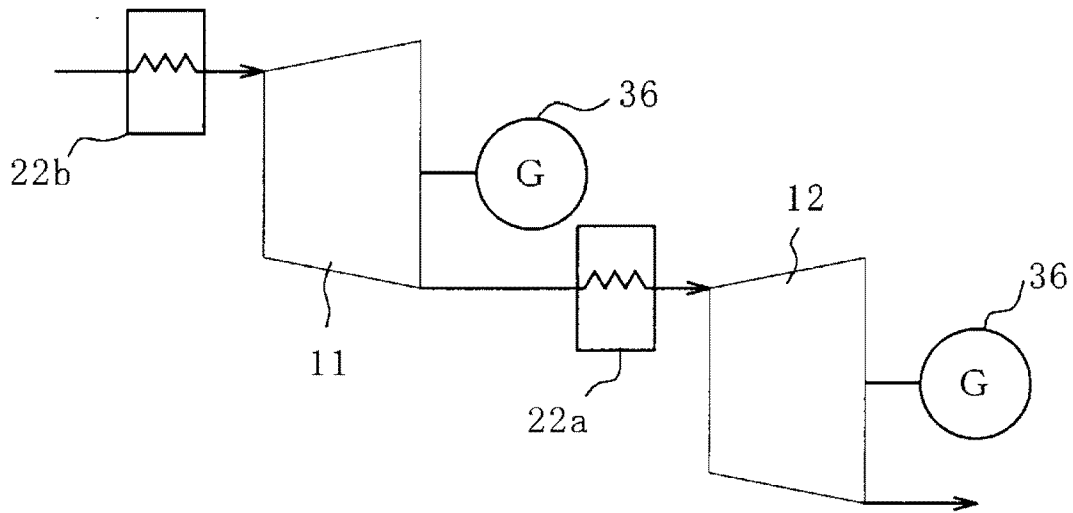
のうちのいずれに熱媒を供給するか切り替えるための低温熱媒切替弁と、

前記温度センサ及び前記低温熱媒切替弁と電氣的に接続され、前記温度センサで測定された前記第1熱交換器において圧縮熱を回収した熱媒の温度が所定の温度以下である場合、前記低温熱媒切替弁を切り替えて、前記低温熱媒タンクに熱媒を供給する、制御装置とを備える圧縮空気貯蔵発電装置。

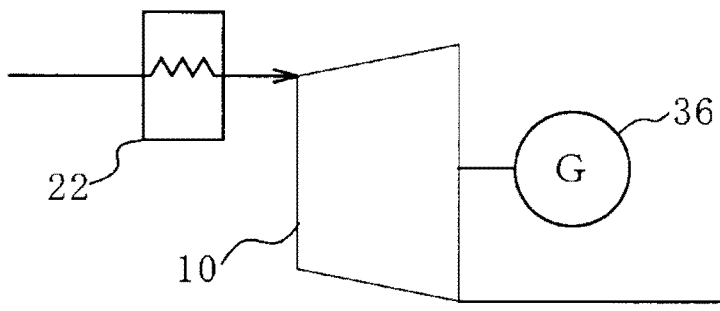
[図1]



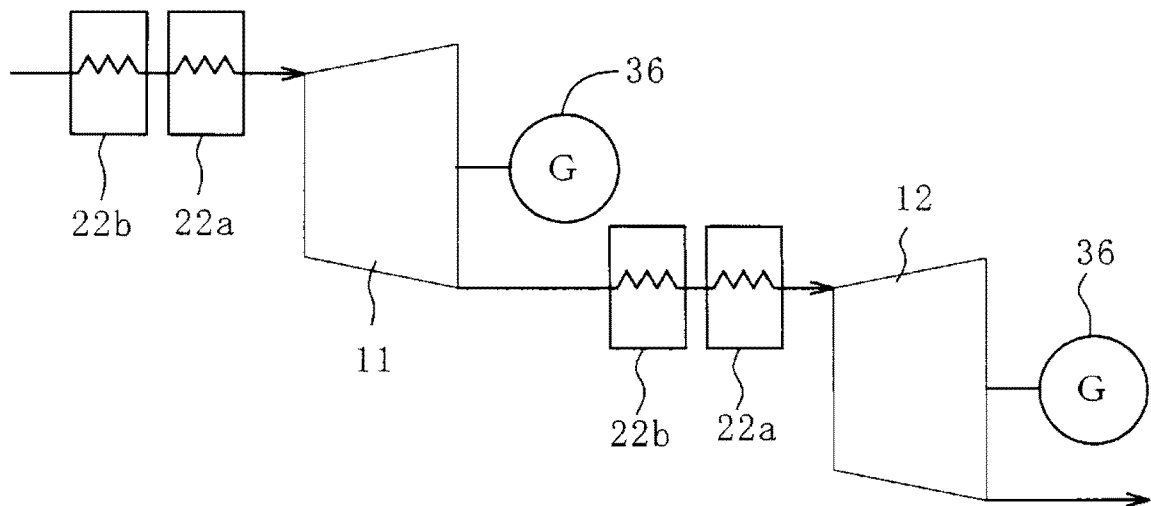
[図2A]



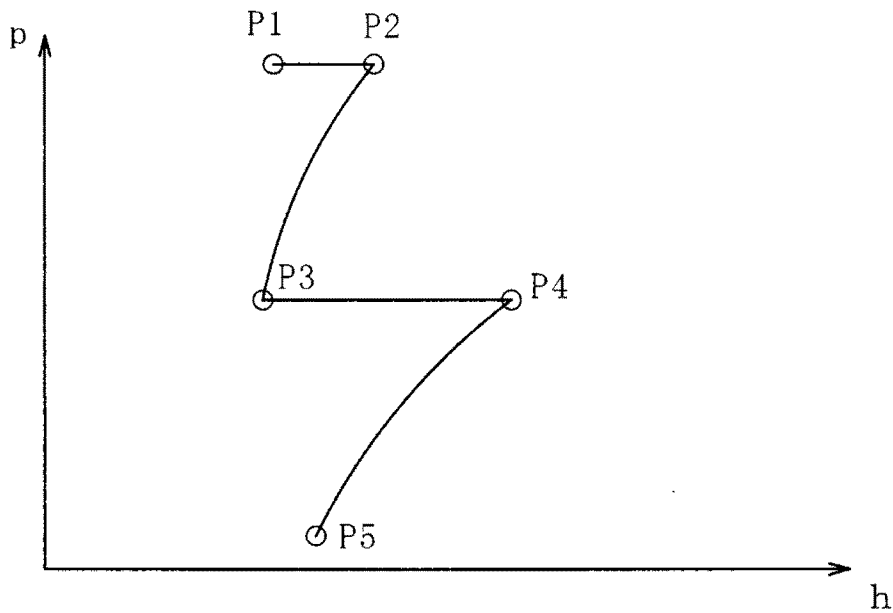
[図2B]



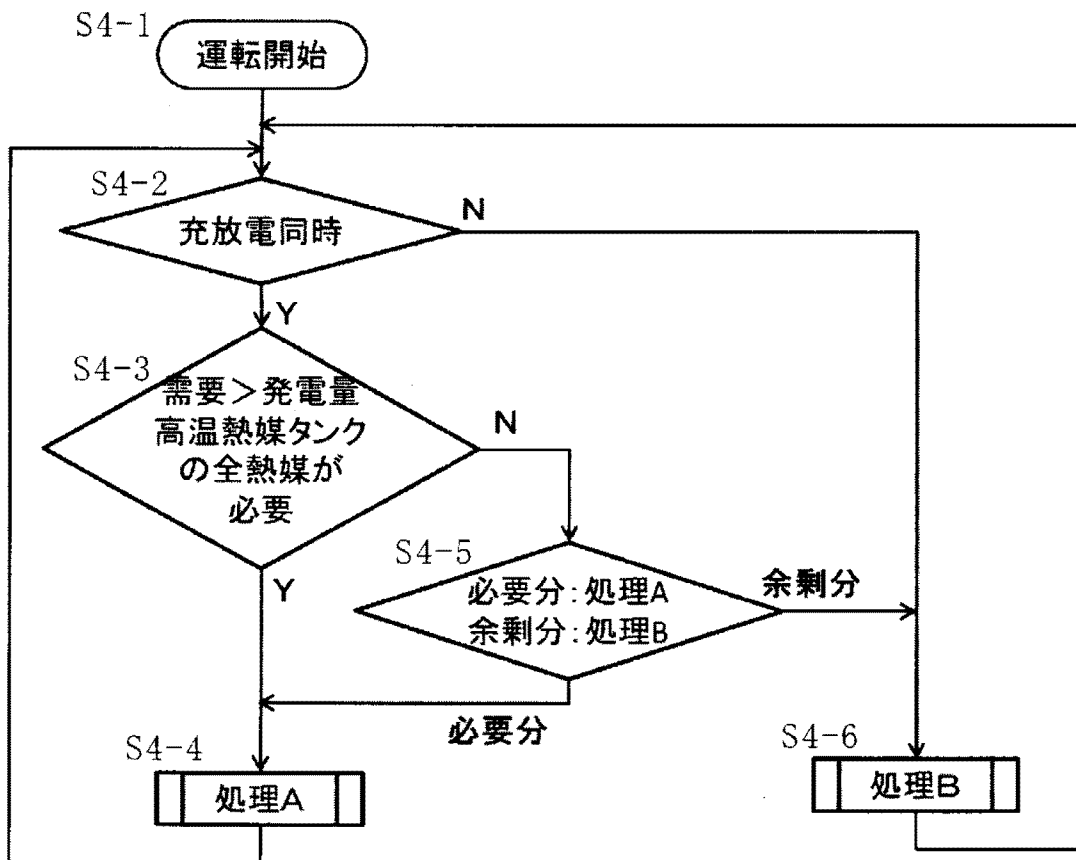
[図2C]



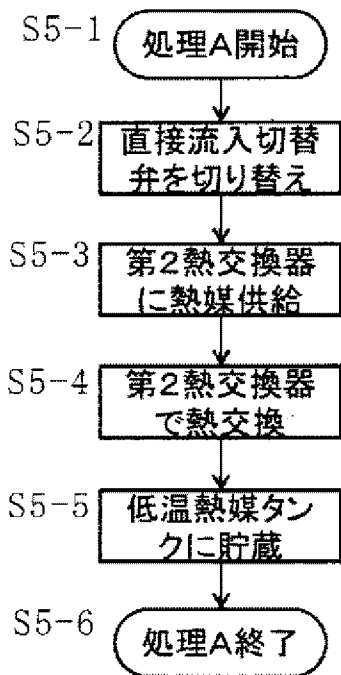
[図3]



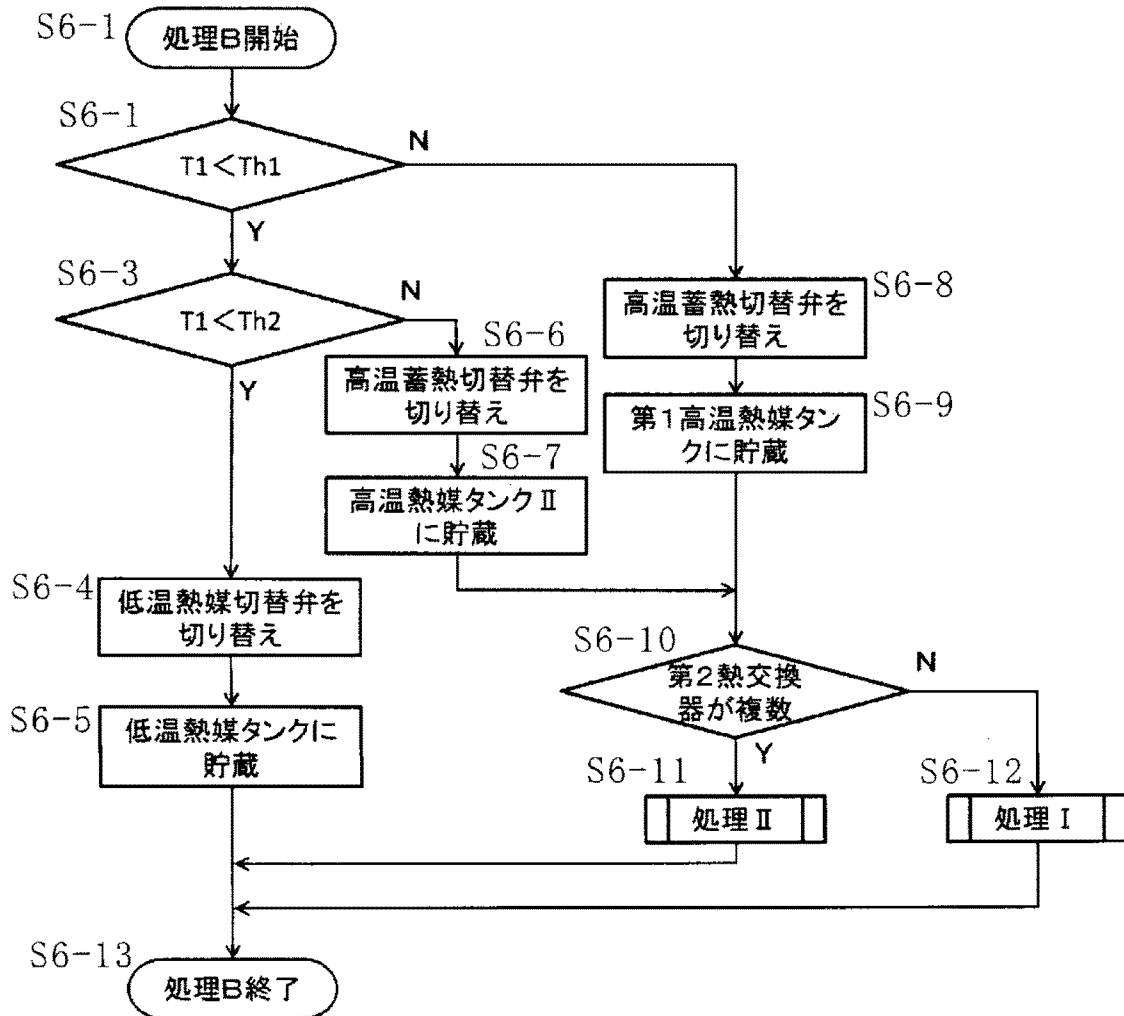
[図4]



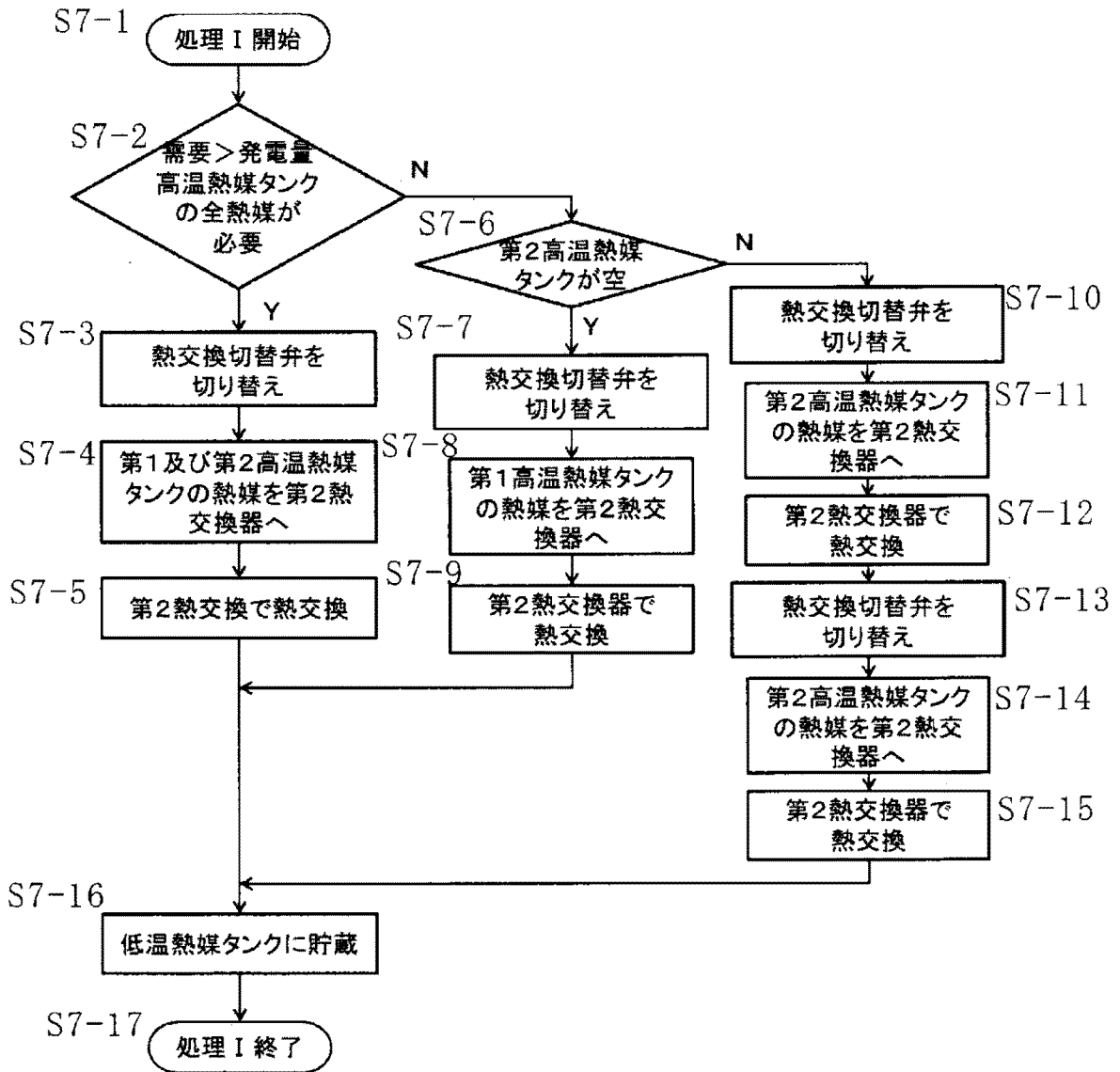
[図5]



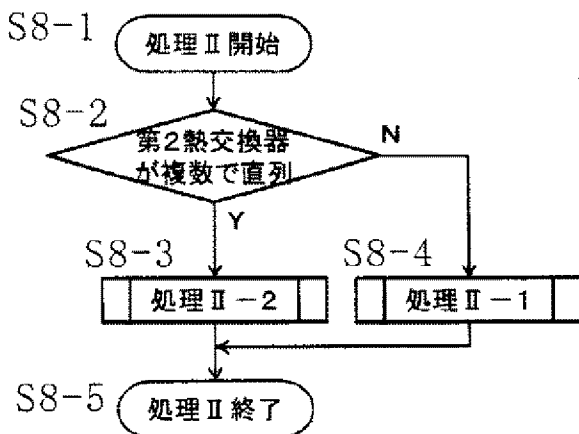
[図6]



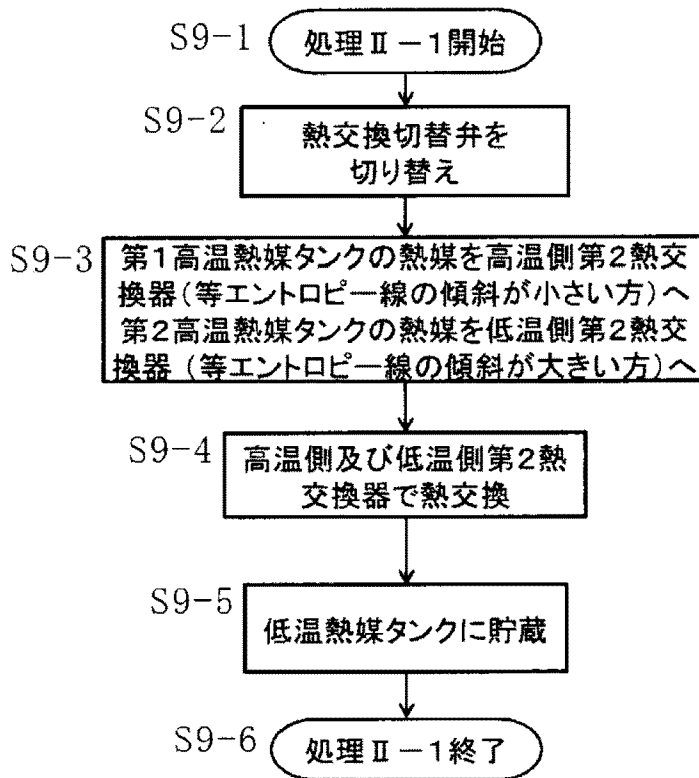
[図7]



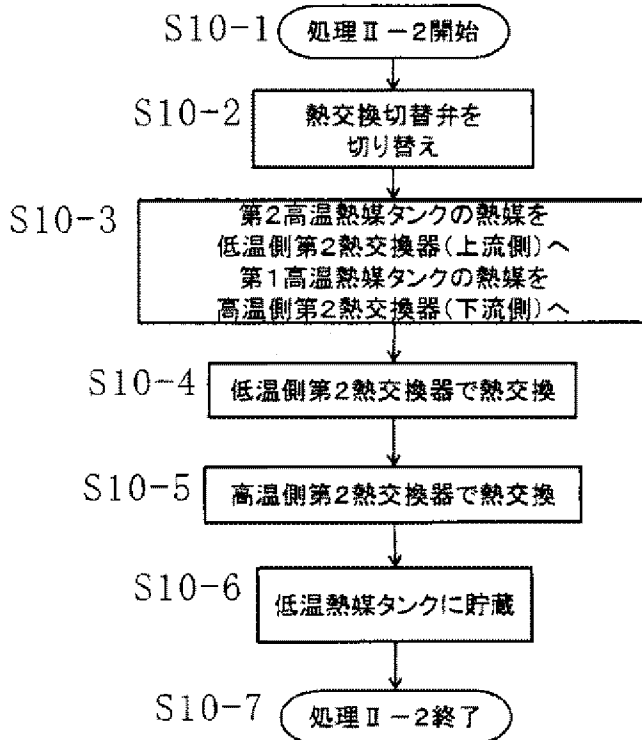
[図8]



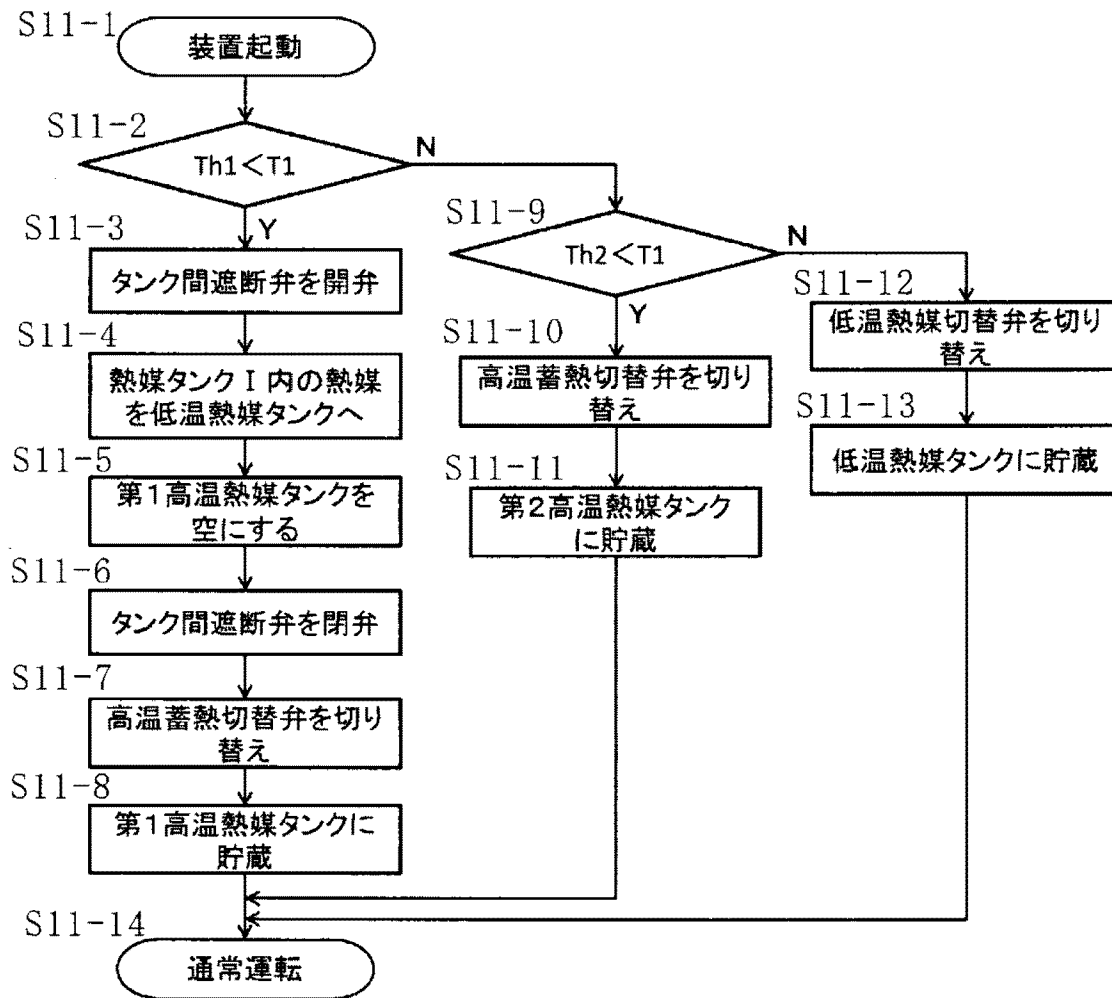
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/062823

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02C6/16(2006.01)i, F01K27/00(2006.01)i, F01K27/02(2006.01)i, F02C1/05
(2006.01)i, F28D20/00(2006.01)i, H02J15/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02C1/05, F02C6/16, F01K27/00-F01K27/02, F28D20/00, H02J15/00, F01B29/10

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)

DWPI (Thomson Innovation)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-97736 A (Nuovo Pignone S.p.A.), 24 May 2012 (24.05.2012), paragraphs [0015] to [0019]; fig. 2 & US 2012/0102987 A1 paragraphs [0024] to [0028]; fig. 2 & EP 2447505 A2 & CN 102538531 A & RU 2011143462 A	1-6
A	JP 61-55592 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 20 March 1986 (20.03.1986), page 1, right column, line 3 to page 2, upper left column, line 9; fig. 5 (Family: none)	1-6

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
29 June 2016 (29.06.16)

Date of mailing of the international search report
12 July 2016 (12.07.16)

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/JP2016/062823

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 2013-152073 A (ABB Research Ltd.), 08 August 2013 (08.08.2013), paragraphs [0001] to [0002], [0029] to [0042]; fig. 2 to 3 & US 2012/0080168 A1 paragraphs [0002] to [0003], [0033] to [0045]; fig. 2 to 3 & EP 2275649 A1 & CN 102459824 A & RU 2012101601 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02C6/16(2006.01)i, F01K27/00(2006.01)i, F01K27/02(2006.01)i, F02C1/05(2006.01)i, F28D20/00(2006.01)i, H02J15/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02C1/05, F02C6/16, F01K27/00-F01K27/02, F28D20/00, H02J15/00, F01B29/10

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)

DWPI (Thomson Innovation)

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 2012-97736 A (ヌオーヴォ ピニオーネ ソシエタ ペル アチオニ) 2012.05.24, 段落[0015]-[0019], 図2 & US 2012/0102987 A1, 段落[0024]-[0028], 図2 & EP 2447505 A2 & CN 102538531 A & RU 2011143462 A	1-6
A	JP 61-55592 A (松下電工株式会社) 1986.03.20, 第1ページ右欄第3行-第2ページ左上欄第9行, 図5 (ファミリーなし)	1-6

☑ 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

29.06.2016

国際調査報告の発送日

12.07.2016

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)

瀬戸 康平

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

3S

6210

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 2013-152073 A (アーバーバー・リサーチ・リミテッド) 2013.08.08, 段落[0001]-[0002], [0029]-[0042], 図 2-3 & US 2012/0080168 A1, 段落[0002]-[0003], [0033]-[0045], 図 2-3 & EP 2275649 A1 & CN 102459824 A & RU 2012101601 A	1-6