

(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 2016/181884 A1

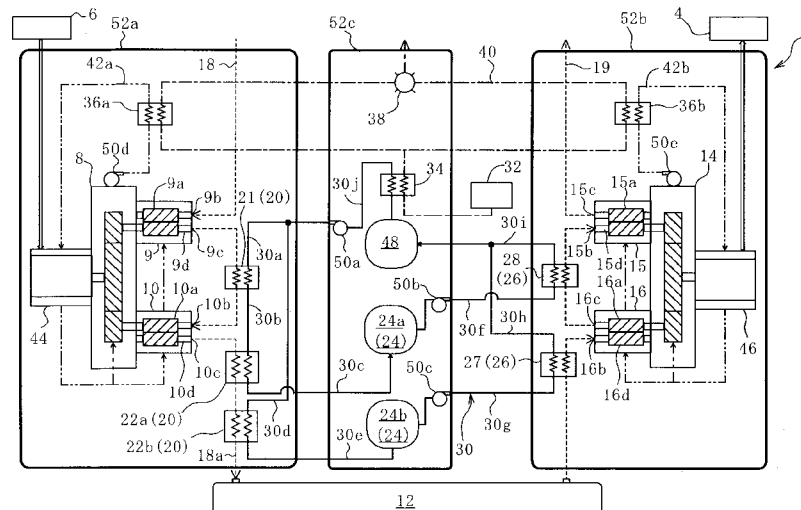
- (51) 国際特許分類:
F02C 6/16 (2006.01) *F02C 6/00* (2006.01)
F02C 1/04 (2006.01) *H02J 15/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/063577
- (22) 国際出願日: 2016 年 5 月 2 日(02.05.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-096774 2015 年 5 月 11 日(11.05.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI 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: 松隈 正樹(MATSUKUMA, Masaki). 猿田 浩樹 (SARUTA, Hiroki). 坂本 佳直美 (SAKAMOTO, Kanami). 戸島 正剛 (TOSHIMA, Masatake). 久保 洋平(KUBO, Yohei).

- (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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロパ (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),

[続葉有]

(54) Title: COMPRESSED AIR ENERGY STORAGE AND POWER GENERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 圧縮空気貯蔵発電装置



(57) Abstract: A compressed air energy storage and power generation device 2 comprises a compressor 8, a pressure accumulation tank 12, and an expander 14. The compressor 8 is two-stage, is driven by a motor 44 using renewable energy, and compresses air. The pressure accumulation tank 12 stores compressed air. The expander 14 is two-stage and is driven by the compressed air. A generator 46 is mechanically connected to the expander 14 and generates power. In addition, the device 2 comprises: a first heat exchanger 20 that recovers compression heat; a high-temperature heat storage tank 24a and a low-temperature heat storage tank 24b that store heat media by temperature; and a second heat exchanger 26. The second heat exchanger 26 comprises: an inter-heater 28 that exchanges heat, between the heat medium from the high-temperature heat storage tank 24a and compressed air flowing toward a low-pressure-stage expander main body 15, and increases the temperature of the compressed air; and a pre-heater 27 that exchanges heat, between the heat medium from the low-temperature heat storage tank 24b and compressed air flowing to a high-pressure-stage expander main body 16, and increases the temperature of the compressed air. As a result, a compressed air energy storage and power generation device 2 capable of maintaining high charge/discharge efficiency is provided.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/181884 A1



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))

圧縮空気貯蔵発電装置 2 は、圧縮機 8 と、蓄圧タンク 12 と、膨張機 14 とを備える。圧縮機 8 は、2 段型であり、再生可能エネルギーによりモータ 44 を駆動されて空気を圧縮する。蓄圧タンク 12 は、圧縮空気を貯蔵する。膨張機 14 は、2 段型であり、圧縮空気によって駆動される。膨張機 14 には発電機 46 が機械的に接続されており、電力を発電する。また、装置 2 は、圧縮熱を回収する第 1 熱交換部 20 と、熱媒を温度別に貯蔵する高温蓄熱タンク 24 a 及び低温蓄熱タンク 24 b と、第 2 熱交換部 26 とを備える。第 2 熱交換部 26 は、高温蓄熱タンク 24 a からの熱媒と低圧段膨張機本体 15 への圧縮空気とで熱交換して圧縮空気を昇温させるインターヒータ 28 と、低温蓄熱タンク 24 b からの熱媒と高圧段膨張機本体 16 への圧縮空気とで熱交換して圧縮空気を昇温させるプレヒータ 27 とを備える。このようにして、充放電効率を高く維持できる圧縮空気貯蔵発電 2 装置を提供する。

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] 太陽光発電や太陽熱発電などの太陽エネルギーを利用した発電においては、当日の日照状況に影響されて、その発電出力が大きく変動する。例えば、夜間には発電できないし、雨天や曇天の日には発電出力が大きく減少する。また、夜明けから日暮れまでの日照状況や、晴れのち曇りといった日照状況の場合、発電出力が一日のうちで大きく変動する。

[0003] また、風車を用いた風力発電においては、当日の風向や風力の変化によって、その発電出力が大きく変動する。複数の風車をまとめたウインドファームのような発電設備においては、各風車の発電出力を加算することで、短周期の発電変動は平滑化することができるが、全体としてみてもその発電出力の変動は避けることができない。

[0004] このような変動する不安定な発電出力を平滑化又は平準化する技術としては、余剰発電電力が生じた際に電気を蓄えておき電力不足時に電気を補う蓄電池がその代表的なものであるが、余剰発電電力が生じた際に電気の代わりに変換した空気圧力として蓄えておき、必要なときに空気タービン発電機等で電気に再変換する圧縮空気貯蔵（CAES：compressed air energy storage）と呼ばれる技術が知られている。一般に、比較的短周期の変動を均す場合を平滑化と呼び、比較的長周期の変動を均す場合を平準化と呼んでいるが、ここでは両者をまとめて平滑化と表すものとする。

[0005] このCAESの技術を利用した代表的な従来技術が特許文献1から特許文献3に開示されている。特許文献1から特許文献3のいずれにおいても、圧縮機による圧縮工程で発生する熱を回収することで、エネルギー貯蔵効率を高めている。

[0006] また、従来から、スクリュを高圧段と低圧段の２セット備えた２段型のスクリュ式圧縮機及び２段型のスクリュ式膨張機が知られている。２段型のスクリュ式圧縮機は、低圧段で圧縮された圧縮空気を高圧段に導入する前に冷却し、２段型のスクリュ式膨張機は、高圧段で膨張された圧縮空気を低圧段に導入する前に加熱する。このため、単段型の圧縮機又は膨張機に比べて、過昇温または過冷却になることなく圧縮または膨張できる動作範囲が広いという特徴がある。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献１：特開２０１２－９７７３７号公報
特許文献２：特表２０１３－５１２４１０号公報
特許文献３：特表２０１３－５３６３５７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] いずれの従来技術においても、基本的には遠心圧縮機を使用することを前提としたものである。従って、圧縮機にて発生する圧縮熱を回収する場合、単一の熱貯蔵ユニットに貯蔵することしか記載されておらず、貯蔵温度の異なる複数の蓄熱タンクを使用することについては何ら開示されていない。また、圧縮熱の貯蔵に関しては、複数の熱交換器を利用して貯蔵することを開示しているものはあるが、膨張機側（発電）での利用に関しては、単に膨張機に導入される圧縮空気を加熱することしか開示されていない。

[0009] 圧縮空気貯蔵発電装置においては、充電工程と放電工程におけるエネルギー損失をできるだけ小さくする（充放電効率を高くする）ことが非常に重要である。充放電効率を低下させる主な原因として、空気の圧縮・膨張に伴って発生・吸収する熱による損失がある。この熱損失を小さくするためには、システム全体での熱効率を最大限高めることができるように、熱交換器を配置する必要がある。

[0010] 本発明は、システム全体での熱効率を最大限高めることによって、充放電効率を高く維持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

[0011] 本発明は、変動する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、低圧段圧縮機本体及び高圧段圧縮機本体を有し、空気を圧縮する多段型の圧縮機と、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、低圧段膨張機本体及び高圧段膨張機本体を有し、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多段型の膨張機と、前記膨張機と機械的に接続された発電機と、前記圧縮機で圧縮された圧縮空気と熱媒とで熱交換し、熱媒を昇温させるための第1熱交換部と、前記第1熱交換部と流体的に接続され、熱媒を貯蔵する高温蓄熱タンクと、前記第1熱交換部と流体的に接続され、前記高温蓄熱タンクに貯蔵される熱媒よりも低温の熱媒を貯蔵する低温蓄熱タンクと、前記高温蓄熱タンクと流体的に接続され、前記高温蓄熱タンクから供給される熱媒と前記低圧段膨張機本体に供給される圧縮空気とで熱交換し、圧縮空気を昇温させるためのインターヒータと、前記低温蓄熱タンクと流体的に接続され、前記低温蓄熱タンクから供給される熱媒と前記高圧段膨張機本体に供給される圧縮空気とで熱交換し、圧縮空気を昇温させるためのプレヒータとを備える第2熱交換部とを備える圧縮空気貯蔵発電装置を提供する。

[0012] この構成により、温度別に貯蔵された熱媒で2段型に代表される多段型の膨張機に流入する圧縮空気を加熱することで、システム全体での熱効率を最大限高めることができ、充放電効率を高く維持できる。これは、低圧段膨張機本体に流入する圧縮空気を、より高い温度に加熱した方が、より多くの仕事量をさせることができるためである。また、スクリュ式の圧縮機又は膨張機を使用することで、変動する入力に速やかに追従することができ、発電出力も速やかに変更することができる。また、2段型のスクリュ式圧縮機と膨張機を使用し、高圧段と低圧段の間で冷却又は加熱することで、過昇温や過

冷却になることなく、発電量をより増大できる。

[0013] 前記第1熱交換部は、インタークーラと、アフタークーラとを備え、前記インタークーラは、前記低温蓄熱タンクと流体的に接続され、熱媒と、前記低压段圧縮機本体で圧縮された圧縮空気とで熱交換して熱媒を昇温させて前記低温蓄熱タンクに供給し、前記アフタークーラは、熱媒と、前記高压段圧縮機本体で圧縮された圧縮空気とで熱交換して熱媒を昇温させて前記高温蓄熱タンクに供給してもよい。

[0014] これにより、高温蓄熱タンクに高温の熱媒を貯蔵し、これより低温の熱媒を低温蓄熱タンクに貯蔵でき、即ち温度別に熱媒を貯蔵できる。従って、高温と低温で貯蔵された熱媒で2段型のスクリュ式膨張機に流入する圧縮空気を加熱可能であり、充放電効率を高く維持できる。

[0015] 前記第1熱交換部は、インタークーラと、前記インタークーラと熱媒経路で直列に接続された第1アフタークーラとを備え、前記インタークーラは、熱媒と、前記低压段圧縮機本体で圧縮された圧縮空気とで熱交換して熱媒を昇温させて前記第1アフタークーラに供給し、前記第1アフタークーラは、前記インタークーラで昇温された熱媒と、前記高压段圧縮機本体で圧縮された圧縮空気とで熱交換して熱媒をさらに昇温させて前記高温蓄熱タンクに供給してもよい。

[0016] これにより、インタークーラと第1アフタークーラとを直列接続したもので熱媒を加熱することで、熱媒をより高温に加熱することが容易で、かつ高温に加熱された熱媒の流量を増加できる。より高温に加熱された熱媒の方が、放電効率を向上するのに有利であるため、インターヒータで低压段膨張機本体に流入する前の圧縮空気を加熱することで、放電効率を一層高めることができる。

[0017] 前記第1熱交換部は、空気流路において前記第1アフタークーラの下流に配置された第2アフタークーラをさらに備え、前記第2アフタークーラは、熱媒と、前記第1アフタークーラから供給される圧縮空気とで熱交換して熱媒を昇温させて前記低温蓄熱タンクに供給してもよい。

[0018] これにより、第2アフタークーラにおいて、第1アフタークーラの加熱に使用した後の圧縮空気では熱媒を加熱することで、効率よく熱媒を加熱して低温熱媒として低温蓄熱タンクに貯蔵できる。従って、この熱媒を使用してプレヒータで2段型スクリュ式膨張機の高圧段膨張機本体に流入する圧縮空気を加熱することで、より有効に熱媒を使用でき、放電効率を高めることができる。

[0019] 前記第1熱交換部及び前記第2熱交換部と流体的に接続され、前記第2熱交換部で熱交換して降温した熱媒と、冷却水とで熱交換して熱媒を降温させる第3熱交換部と、前記第3熱交換部で熱媒と熱交換して昇温した冷却水を取り出す温水取出機構とを備えてもよい。

[0020] これにより、第3熱交換部で熱交換して昇温した冷却水を温水として取り出して利用することで、発電だけでなく温水利用もすることができる。従って、充放電効率に加えて温水利用による効率も加えることができ、システム全体の効率を高めることができる。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、温度別に貯蔵された熱媒で2段型スクリュ式膨張機に流入する圧縮空気を加熱することで、システム全体での熱効率を最大限高めることができ、充放電効率を高く維持できる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の第1実施形態に係る圧縮空気貯蔵発電装置の概略構成図。

[図2]充電時の2段型スクリュ式圧縮機のp-h線図。

[図3]放電時の2段型スクリュ式膨張機のp-h線図。

[図4]本発明の第2実施形態に係る圧縮空気貯蔵発電装置の概略構成図。

[図5]本発明の第3実施形態に係る圧縮空気貯蔵発電装置の概略構成図。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

[0024] (第1実施形態)

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。本実施形態の C A E S 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、需要先設備 4 への出力変動を平滑化するとともに、需要先設備 4 における需要電力の変動に合わせた電力を出力する。本実施形態の C A E S 発電装置 2 は、工場、ショッピングセンター、スマートビレッジ等に設置された太陽光パネルや風車などの再生可能エネルギーによる発電設備 6 から供給された電力を平滑化し、需要先設備 4 に電力を出力する。需要先設備 4 は、発電設備 6 が設置された上記施設等であってもよいし、自家発電の場合の発電設備 6 自体であってもよいし、それ以外の外部の電力系統であってもよい。

[0025] 図 1 を参照して、本発明の第 1 実施形態を説明する。C A E S 発電装置 2 は、4 種類の流体経路を備える。4 種類の流体経路とは、空気経路、熱媒経路、冷却水経路、及び潤滑油経路である。空気経路には、主に圧縮機 8 と、蓄圧タンク 1 2 と、膨張機 1 4 とが設けられており、これらが空気配管 1 8 , 1 9 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 熱交換部 2 0 と、蓄熱タンク 2 4 と、第 2 熱交換部 2 6 とが設けられており、これらが熱媒配管 3 0 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）。冷却水経路には、主に給水部 3 2 と、第 3 熱交換部 3 4 と、第 4 熱交換部 3 6 a , 3 6 b と、温水取出口（温水取出機構）3 8 とが設けられており、これらが冷却水配管 4 0 により流体的に接続され、その内部には水が流れている（図 1 の一点鎖線参照）。潤滑油経路には、主に第 4 熱交換部 3 6 a 又は 3 6 b と、圧縮機 8 又は膨張機 1 4 とが設けられており、これらが潤滑油配管 4 2 a , 4 2 b により流体的に接続され、その内部には潤滑油が流れている（図 1 の二点鎖線参照）。

[0026] 第 1 に、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、圧縮機 8 で圧縮され、蓄圧タンク 1 2 に貯蔵される。蓄圧タンク 1 2 に貯蔵された圧縮空気は膨張機 1 4 に供給され、発電機 4 6 の発電に使用される。

[0027] 圧縮機 8 は、低圧段圧縮機本体 9 及び高圧段圧縮機本体 10 を有する 2 段型のスクリュ式である。スクリュ式の圧縮機 8 を使用することで、変動する入力に速やかに追従でき、発電出力も速やかに変更できる。圧縮機 8 は、モータ（電動機）44 を備える。モータ 44 は、低圧段圧縮機本体 9 及び高圧段圧縮機本体 10 の内部の二軸式のスクリュ 9 a, 10 a に機械的に接続されている。発電設備 6 で発電された電力（入力電力）はモータ 44 に供給され（図 1 の太線矢印参照）、この電力によりモータ 44 が駆動され、スクリュ 9 a, 10 a が回転して圧縮機 8 が作動する。圧縮機 8 は、モータ 44 により駆動されると、空気配管 18 を通じて低圧段圧縮機本体 9 が吸込口 9 b より空気を吸引し、圧縮して吐出口 9 c より吐出し、空気配管 18 を通じて高圧段圧縮機本体 10 に圧縮空気を圧送する。高圧段圧縮機本体 10 は、空気配管 18 を通じて吸込口 10 b より空気を吸引し、圧縮して吐出口 10 c より吐出し、空気配管 18 a を通じて蓄圧タンク 12 に圧縮空気を圧送する。また、本実施形態では圧縮機 8 の数は 1 台であるが、並列に複数台を設置してもよい。

[0028] 蓄圧タンク 12 は、圧縮機 8 から圧送された圧縮空気を貯蔵する。従って、蓄圧タンク 12 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 12 は、空気配管 19 を通じて、膨張機 14 に流体的に接続されている。従って、蓄圧タンク 12 で貯蔵された圧縮空気は、膨張機 14 に供給される。なお、蓄圧タンク 12 に貯蔵された圧縮空気は、工場等に直接利用するエアとして供給してもよい。

[0029] 膨張機 14 は、低圧段膨張機本体 15 及び高圧段膨張機本体 16 を有する 2 段型のスクリュ式である。スクリュ式の膨張機 14 を使用することで、変動する入力に速やかに追従でき、発電出力も速やかに変更できる。膨張機 14 は、発電機 46 を備える。発電機 46 は、低圧段膨張機本体 15 及び高圧段膨張機本体 16 の内部の二軸式のスクリュ 15 a, 16 a と機械的に接続されている。高圧段膨張機本体 16 は、吸込口 16 b において空気配管 19 を通じて蓄圧タンク 12 と流体的に接続され、吸込口 16 b から圧縮空気を

供給される。高圧段膨張機本体 16 は、供給された圧縮空気により作動し、発電機 46 を駆動する。高圧段膨張機本体 16 は、吐出口 16c から空気配管 19 を通じて圧縮空気を低圧段膨張機本体 15 の吸込口 15b に供給する。低圧段膨張機本体 15 は、同様に供給された圧縮空気により作動し、発電機 46 を駆動する。低圧段膨張機本体 15 は吐出口 15c から空気配管 19 を通じて外部に膨張した空気を排気する。発電機 46 で発電した電力は、需要先設備 4 に供給される（図 1 の太線矢印参照）。また、本実施形態では膨張機 14 の数は 1 台であるが、並列に複数台を設置してもよい。

[0030] 第 2 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、第 1 熱交換部 20 において圧縮機 8 で発生した熱を熱媒に回収している。そして、熱回収した熱媒を蓄熱タンク 24（高温蓄熱タンク 24a 及び低温蓄熱タンク 24b）に貯蔵し、第 2 熱交換部 26 において膨張機 14 で膨張する前の圧縮空気に熱を戻している。第 2 熱交換部 26 において熱交換して降温した熱媒は、熱媒戻りタンク 48 に供給される。そして、熱媒戻りタンク 48 から第 1 熱交換部 20 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、例えば鉱物油やグリコール系の熱媒を使用できる。

[0031] 本実施形態の第 1 熱交換部 20 は、インタークーラ 21 と、第 1 アフタークーラ 22a と、第 2 アフタークーラ 22b とを備える。インタークーラ 21、第 1 アフタークーラ 22a、及び第 2 アフタークーラ 22b は全て、圧縮機 8 で発生した熱を熱媒に回収している。従って、インタークーラ 21、第 1 アフタークーラ 22a、及び第 2 アフタークーラ 22b では全て、圧縮空気の温度は低下し、熱媒の温度は上昇する。

[0032] インタークーラ 21 は、空気経路において低圧段圧縮機本体 9 から高圧段圧縮機本体 10 に延びる空気配管 18 に設けられている。また、熱媒経路において熱媒戻りタンク 48 から第 1 アフタークーラ 22a に延びる熱媒配管 30a、30b に設けられている。従って、インタークーラ 21 は、低圧段圧縮機本体 9 で圧縮後の圧縮空気と、第 1 アフタークーラ 22a に供給され

る熱媒とで熱交換し、低压段圧縮機本体 9 で発生した圧縮熱を熱媒に回収している。ここで昇温した熱媒は、熱媒配管 30 b を通じて第 1 アフタークーラ 22 a に供給される。このように低压段圧縮機本体 9 と高压段圧縮機本体 10 の間で冷却しているので、過昇温になることなく、より圧縮熱を回収できる。

[0033] 第 1 アフタークーラ 22 a は、空気経路において高压段圧縮機本体 10 から第 2 アフタークーラ 22 b に延びる空気配管 18 a に設けられている。また、熱媒経路においてインタークーラ 21 から高温蓄熱タンク 24 a に延びる熱媒配管 30 b, 30 c に設けられている。従って、第 1 アフタークーラ 22 a は、高压段圧縮機本体 10 で圧縮後の圧縮空気と、高温蓄熱タンク 24 a に供給される熱媒とで熱交換し、低压段圧縮機本体 9 及び高压段圧縮機本体 10 で発生した圧縮熱を熱媒に回収している。ここで昇温した熱媒は、熱媒配管 30 c を通じて高温蓄熱タンク 24 a に供給される。

[0034] 第 2 アフタークーラ 22 b は、空気経路において第 1 アフタークーラ 22 a から蓄圧タンク 12 に延びる空気配管 18 a に設けられている。また、熱媒経路において熱媒戻りタンク 48 からインタークーラ 21 の前で分岐して低温蓄熱タンク 24 b に延びる熱媒配管 30 d, 30 e に設けられている。従って、第 2 アフタークーラ 22 b は、第 1 アフタークーラ 22 a で熱交換した後の圧縮空気と、低温蓄熱タンク 24 b に供給される熱媒とで熱交換し、低压段圧縮機本体 9 及び高压段圧縮機本体 10 で発生した圧縮熱を熱媒に回収している。ここで昇温した熱媒は、熱媒配管 30 e を通じて低温蓄熱タンク 24 b に供給される。

[0035] 本実施形態の蓄熱タンク 24 は、高温蓄熱タンク 24 a 及び低温蓄熱タンク 24 b を備える。高温蓄熱タンク 24 a 及び低温蓄熱タンク 24 b は、大気と断熱された断熱材で周囲が覆われた鋼製タンクである。断熱材で覆う代わりに二重容器として真空断熱すれば、さらに断熱効果を高めることもできる。蓄熱タンク 24 (高温蓄熱タンク 24 a 及び低温蓄熱タンク 24 b) には、第 1 熱交換部 20 で昇温した熱媒が貯蔵されている。高温蓄熱タンク 2

4 a には、例えば、240℃の熱媒が貯蔵され、低温蓄熱タンク24 b には140℃の熱媒が貯蔵されている。高温蓄熱タンク24 a に貯蔵された熱媒は、熱媒配管30 f を通じてインターヒータ28に供給される。低温蓄熱タンク24 b に貯蔵された熱媒は、熱媒配管30 g を通じてプレヒータ27に供給される。本実施形態では2種の蓄熱タンク24（高温蓄熱タンク24 a 及び低温蓄熱タンク24 b）を設けたが、3種以上にしてもよいし、高温蓄熱タンク24 a 又は低温蓄熱タンク24 b の一方又は両方を2つ以上設けてもよい。さらに、物理的に1つの蓄熱タンク24の内部を仕切って高温用と低温用の熱媒を分けて貯蔵してもよい。

[0036] 温度別に貯蔵された熱媒で2段型のスクリュ式膨張機14に流入する圧縮空気を加熱することで、システム全体での熱効率を最大限高めることができ、充放電効率を高く維持できる。これは、後述するように、低压段膨張機本体15に流入する圧縮空気を、より高い温度に加熱した方が、より多くの仕事量をさせることができるためである。

[0037] 本実施形態の第2熱交換部26は、プレヒータ27と、インターヒータ28とを備える。プレヒータ27及びインターヒータ28は、膨張機14で膨張前の圧縮空気を加熱する。従って、プレヒータ27及びインターヒータ28では、圧縮空気の温度は上昇し、熱媒の温度は低下する。

[0038] プレヒータ27は、空気経路において蓄圧タンク12から高压段膨張機本体16に延びる空気配管19に設けられている。また、熱媒経路において低温蓄熱タンク24 b から熱媒戻りタンク48に延びる熱媒配管30 g, 30 h に設けられている。従って、プレヒータ27は、高压段膨張機本体16で膨張前の圧縮空気と、低温蓄熱タンク24 b から供給される熱媒とで熱交換し、高压段膨張機本体16での膨張前の圧縮空気を加熱している。ここで降温した熱媒は、熱媒配管30 h を通じて熱媒戻りタンク48に供給される。

[0039] インターヒータ28は、空気経路において高压段膨張機本体16から低压段膨張機本体15に延びる空気配管19に設けられている。また、熱媒経路において高温蓄熱タンク24 a から熱媒戻りタンク48に延びる熱媒配管3

Of, 30i に設けられている。従って、インターヒータ28は、低压段膨張機本体15で膨張前の圧縮空気と、高温蓄熱タンク24aから供給される熱媒とで熱交換し、低压段膨張機本体15での膨張前の圧縮空気を加熱している。このように高压段膨張機本体16と低压段膨張機本体15の間で加熱しているので、過冷却になることなく、より発電量も増大できる。ここで降温した熱媒は、熱媒配管30iを通じて熱媒戻りタンク48に回収される。

[0040] 熱媒戻りタンク48は、第2熱交換部26（プレヒータ27及びインターヒータ28）で熱交換して降温した熱媒を貯蔵する。従って、熱媒戻りタンク48内の熱媒は、通常、蓄熱タンク24内の熱媒よりも温度が低い。熱媒戻りタンク48に貯蔵されている熱媒は、熱媒配管30jを通じて第1熱交換部20にそれぞれ供給される。

[0041] このように本実施形態では3つの熱媒を貯蔵するタンク24a, 24b, 48を設けている。高温蓄熱タンク24aの温度T1、低温蓄熱タンク24bの温度T2、及び熱媒戻りタンク48の温度T3を比べると、T1が最も高く、次いでT2、そしてT3が最も低い。即ち、 $T1 > T2 > T3$ の関係が成立している。

[0042] 熱媒戻りタンク48から第1熱交換部20に延びる熱媒配管30jには、第3熱交換部34が設けられている。第3熱交換部34では、第1熱交換部20に供給される熱媒と、冷却水との間で熱交換して熱媒の温度を所定の温度まで低下させている。ここで、第3熱交換部34は、第1熱交換部20と第2熱交換部26との間に配置すればよく、熱媒戻りタンク48の下流側の位置に限定されない。配置位置によって、供給できる温水の温度を変更することができる。

[0043] 第1熱交換部20の上流側に配置すれば、第3熱交換部34によって第1熱交換部20に流入する熱媒の温度を所定の温度に維持できるので、第1熱交換部20における熱交換を安定的に行うことができ、充放電効率を向上できる。

[0044] 熱媒配管30j, 30f, 30gには、熱媒を流動させるためのポンプ5

0 a～5 0 c がそれぞれ設けられている。ポンプ 5 0 a は熱媒戻りタンク 4 8 下流に配置され、ポンプ 5 0 b は高温蓄熱タンク 2 4 a 下流に配置され、ポンプ 5 0 c は低温蓄熱タンク 2 4 b 下流に配置されている。ただし、ポンプ 5 0 a～5 0 c の配置は特に限定されず、熱媒配管 3 0 の任意の位置に配置してよい。

[0045] 第 3 に、図 1 を参照して冷却水経路について説明する。冷却水経路では、第 3 熱交換部 3 4 において熱媒戻りタンク 4 8 から供給される熱媒の熱を冷却水に回収している。また、第 4 熱交換部 3 6 a, 3 6 b において潤滑油の熱を冷却水に回収している。そして、熱回収した水を温水として温水取出口 3 8 から取り出して利用できる。冷却水経路には給水部 3 2 が設けられており、所定の温度の冷却水が冷却水経路に供給されている。

[0046] 第 3 熱交換部 3 4 は、冷却水経路において給水部 3 2 から第 4 熱交換部 3 6 a, 3 6 b に延びる冷却水配管 4 0 に設けられている。また、熱媒経路において熱媒戻りタンク 4 8 から第 1 熱交換部 2 0 に延びる熱媒配管 3 0 j に設けられている。従って、第 3 熱交換部 3 4 は、給水部 3 2 から供給される冷却水と、熱媒戻りタンク 4 8 から供給される熱媒とで熱交換し、冷却水を加熱している。ここで昇温した冷却水は、圧縮機 8 及び膨張機 1 4 の両方に向かって分岐した冷却水配管 4 0 を通じて第 4 熱交換部 3 6 a, 3 6 b に供給される。本実施形態では、第 3 熱交換部 3 4 は熱媒戻りタンク 4 8 の熱媒の熱を利用して冷却水を加熱しているが、さらに高温の温水や多量の温水を必要とする場合は蓄熱タンク 2 4 の熱媒の熱を利用できる構成としてもよい。

[0047] 第 4 熱交換部 3 6 a, 3 6 b は、冷却水経路において第 3 熱交換部 3 4 から温水取出口 3 8 に延びる冷却水配管 4 0 に設けられている。また、潤滑油経路において圧縮機 8 又は膨張機 1 4 と流体的に接続されている潤滑油配管 4 2 a, 4 2 b に設けられている。従って、第 4 熱交換部 3 6 a, 3 6 b は、第 3 熱交換部 3 4 から供給される冷却水と、潤滑油配管 4 2 a, 4 2 b 内の潤滑油とで熱交換し、冷却水を加熱し、潤滑油を冷却している。ここで昇

温した冷却水は、冷却水配管 40 を通じて温水取出口 38 に供給される。

[0048] 温水取出口 38 は、冷却水配管 40 を流れ、第 3 熱交換部 34 及び第 4 熱交換部 36 a, 36 b で加熱された冷却水、即ち温水を取り出して利用するためのものである。温水利用としては、工場、ショッピングセンター、スマートビレッジ等の設備に温水として供給すればよい。

[0049] このように、第 3 熱交換部 34 で熱交換して昇温した冷却水を温水として取り出して利用することで、発電だけでなく温水利用もすることができる。従って、充放電効率に加えて温水利用による効率も加えることができ、システム全体の効率を高めることができる。

[0050] 第 4 に、図 1 を参照して潤滑油経路について説明する。潤滑油経路では、圧縮機 8 又は膨張機 14 のスクリュ 9 a, 10 a 又は 15 a, 16 a の軸受 9 d, 10 d 又は 15 d, 16 d 等の潤滑に使用する潤滑油が循環している。そして、上述のように第 4 熱交換部 36 a, 36 b では潤滑油が冷却されている。

[0051] また、熱交換部を新たに設け、圧縮機 8 及び膨張機 14 におけるモータ 44 及び発電機 46 等の電氣的な熱損失や機械的な熱損失等を回収して、さらに冷却水と熱交換し、冷却水を加熱してもよい。

[0052] 潤滑油配管 42 a, 42 b には、潤滑油を流動させるためのポンプ 50 d, 50 e がそれぞれ設けられている。ポンプ 50 d は圧縮機 8 下流に配置され、ポンプ 50 e は膨張機 14 下流に配置されている。ただし、ポンプ 50 d, 50 e の配置は特に限定されず、潤滑油配管 42 a, 42 b の任意の位置にそれぞれ配置してよい。

[0053] また、本実施形態の CAES 発電装置 2 は、多くの構成要素がコンテナ 52 a ~ 52 c に収納されている。コンテナ 52 a は、圧縮機 8 と、第 1 熱交換部 20 と、第 4 熱交換部 36 a とを収納し、圧縮機能に関する設備がまとめられている。コンテナ 52 b は、膨張機 14 と、第 2 熱交換部 26 と、第 4 熱交換部 36 b とを収納し、膨張機能に関する設備がまとめられている。コンテナ 52 c は、高温蓄熱タンク 24 a と、低温蓄熱タンク 24 b と、熱

媒戻りタンク４８と、第３熱交換部３４とを収納し、蓄熱機能に関する設備がまとめられている。

[0054] このように、構成要素をコンテナ５２ａ～５２ｃに収納することにより、ＣＡＥＳ発電装置２の設置の際の工事費を大幅に抑え、運搬も容易に行うことができる。コンテナ５２ａ～５２ｃは、必ずしも３つ必要ではなく、これらの内１つ又は２つであってもよい。また、２つ以上のコンテナがまとめられてもよく、例えば収納する構成要素を全てまとめて１つのコンテナに収納してもよい。また、本発明にコンテナ５２ａ～５２ｃは必須ではなく、コンテナ５２ａ～５２ｃは設けられていなくてもよい。

[0055] 以上のように、本実施形態のＣＡＥＳ発電装置２の４種類の流体経路は、構成されている。

[0056] 図２は、充電時の２段型のスクリュ式圧縮機８のｐ－ｈ線図である。主に、縦軸は圧力、横軸は比エンタルピー及び温度を表す。図中、状態Ｃ１から状態Ｃ２は低圧段圧縮機本体９での圧縮仕事過程を示し、状態Ｃ２から状態Ｃ３はインタークーラ２１での冷却過程を示している。状態Ｃ３から状態Ｃ４は高圧段圧縮機本体１０での圧縮仕事過程を示し、状態Ｃ４から状態Ｃ５は第１アフタークーラ２２ａでの冷却過程を示し、状態Ｃ５から状態Ｃ６は第２アフタークーラ２２ｂでの冷却過程を示している。図２では、状態Ｃ１から状態Ｃ２及び状態Ｃ３から状態Ｃ４は断熱過程を想定した等エントロピー変化である。例示した状態Ｃ１から状態Ｃ５までの圧縮空気の温度の遷移を見ると、状態Ｃ１で約３０℃、状態Ｃ２で約１５０℃、状態Ｃ３で約１１０℃、状態Ｃ４で約２５０℃、状態Ｃ５で約１５０℃、そして状態Ｃ６で約７０℃である。従って、高圧段圧縮機本体１０での圧縮後（状態Ｃ４）の方が低圧段圧縮機本体９での圧縮後（状態Ｃ２）よりも圧縮空気の温度が高くなっている。なお、状態Ｃ１～Ｃ６の圧力・温度等の条件は一例であって、これに限定されるものではない。

[0057] 本実施形態の高温蓄熱タンク２４ａには、インタークーラ２１と第１アフタークーラ２２ａとを直列接続し、これらで加熱されて昇温した熱媒が貯蔵

される。これは、図2の状態C2から状態C3及び状態C4から状態C5で圧縮空気と熱交換した熱媒に対応し、熱媒温度は例えば240℃である。従って、状態C4から状態C5の1段階で熱媒を加熱するよりも、2段階の加熱で、状態C2から状態C3で予熱を与える分、より高温の熱媒にして貯蔵でき、より高温に加熱された熱媒の流量を増加できる。

[0058] また、本実施形態の低温蓄熱タンク24bには、第2アフタークーラ22bで加熱された熱媒が貯蔵される。これは、図2の状態C5から状態C6で熱交換した熱媒に対応し、熱媒温度は例えば140℃である。状態C5は状態C4よりも温度が低いため、低温蓄熱タンク24bには高温蓄熱タンク24aに貯蔵される熱媒より温度が低い熱媒が貯蔵される。このように、第2アフタークーラ22bにおいて、第1アフタークーラ22aの加熱に使用した後の圧縮空気と熱媒を加熱することで、第1アフタークーラ22aで回収しきれなかった圧縮熱を低温熱媒として回収でき、効率よく熱媒を加熱して低温蓄熱タンク24bに貯蔵できる。

[0059] 図3は、放電時の2段型スクリュ式膨張機のp-h線図である。主に、縦軸は圧力、横軸は比エンタルピー及び温度を表す。図中、状態E1から状態E2はプレヒータ27での加熱過程を示し、状態E2から状態E3は高圧段膨張機本体16での膨張仕事過程を示している。また、状態E3から状態E4はインターヒータ28での加熱過程を示し、状態E4から状態E5は低圧段膨張機本体15での膨張仕事過程を示している。図3では、状態E2から状態E3及び状態E4から状態E5は断熱過程を想定した等エントロピー変化である。高圧段膨張機本体16及び低圧段膨張機本体15における膨張仕事過程を比較すると、状態E4から状態E5の等エントロピー線の傾斜量が状態E2から状態E3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、状態E3から状態E4における低圧段膨張機本体15に供給される空気の加熱量を状態E1から状態E2における高圧段膨張機本体16に供給される空気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。例示した状態E1から状態E5ま

での圧縮空気の温度の遷移を見ると、状態E 1で約70℃、状態E 2で約130℃、状態E 3で約30℃、状態E 4で約230℃、状態E 5で約100℃である。なお、状態E 1～E 6の圧力・温度等の条件は一例であって、これに限定されるものではない。

[0060] 本実施形態では、高温蓄熱タンク24aの熱媒を使用してインターヒータ28で低压段膨張機本体15に流入する前の圧縮空気を加熱し、低温蓄熱タンク24bの熱媒を使用してプレヒータ27で低压段膨張機本体15に流入する前の圧縮空気を加熱している。従って、低压段膨張機本体15に供給される圧縮空気を高温の熱媒で大きく加熱することで、放電効率を一層高めている。

[0061] (第2実施形態)

図4は、第2実施形態のCAES発電装置2の概略構成図を示している。本実施形態のCAES発電装置2は、圧縮機8及び膨張機14の台数以外の構成は図1の第1実施形態と実質的に同様である。従って、図1に示した構成と同様の部分については同様の符号を付して説明を省略する。

[0062] 図4を参照して、本発明の第2実施形態を説明する。本実施形態では、圧縮機8が3台及び膨張機14が4台、それぞれコンテナ52a及びコンテナ52b内に設けられている。3台の圧縮機8は並列に流体的に接続され、4台の膨張機14も並列に流体的に接続されている。

[0063] このように複数台の圧縮機8及び膨張機14を備えることで、入力電力や需要電力に応じて圧縮機8及び膨張機14の駆動台数を変更できるため、幅広く効率的な平滑化が可能である。また、複数台の圧縮機8及び膨張機14を設けた場合でもコンテナ52a、52b内に収納しているため、CAES発電装置2の設置の際の工事費を大幅に抑え、運搬も容易に行うことができる。

[0064] (第3実施形態)

図5は、第3実施形態のCAES発電装置2の概略構成図を示している。本実施形態のCAES発電装置2も、第1熱交換部20に関する部分以外の

構成は図 1 の第 1 実施形態と同様である。従って、図 1 に示した構成と同様の部分については同様の符号を付して説明を省略する。

[0065] 図 5 を参照して、本発明の第 3 実施形態を説明する。本実施形態では、第 1 熱交換部 20 は、インタークーラ 21 と、アフタークーラ 22 とを備える。インタークーラ 21、及びアフタークーラ 22 は、圧縮機 8 で発生した熱を熱媒に回収している。従って、インタークーラ 21 及びアフタークーラ 22 では、圧縮空気の温度は低下し、熱媒の温度は上昇する。

[0066] インタークーラ 21 は、空気経路において低压段圧縮機本体 9 から高压段圧縮機本体 10 に延びる空気配管 18 に設けられている。また、熱媒経路において熱媒戻りタンク 48 から低温蓄熱タンク 24 b に延びる熱媒配管 30 a, 30 e に設けられている。従って、インタークーラ 21 は、低压段圧縮機本体 9 で圧縮後の圧縮空気と、低温蓄熱タンク 24 b に供給される熱媒とで熱交換し、低压段圧縮機本体 9 で発生した圧縮熱を熱媒に回収している。ここで昇温した熱媒は、熱媒配管 30 e を通じて低温蓄熱タンク 24 b に供給される。

[0067] アフタークーラ 22 は、空気経路において高压段圧縮機本体 10 から蓄圧タンク 12 に延びる空気配管 18 a に設けられている。また、熱媒経路において熱媒戻りタンク 48 から高温蓄熱タンク 24 a に延びる熱媒配管 30 d, 30 c に設けられている。従って、アフタークーラ 22 は、高压段圧縮機本体 10 で圧縮後の圧縮空気と、高温蓄熱タンク 24 a に供給される熱媒とで熱交換し、低压段圧縮機本体 9 及び高压段圧縮機本体 10 で発生した圧縮熱を熱媒に回収している。ここで昇温した熱媒は、熱媒配管 30 c を通じて高温蓄熱タンク 24 a に供給される。

[0068] これにより、高温蓄熱タンク 24 a に高温の熱媒を貯蔵し、これより低温の熱媒を低温蓄熱タンク 24 b に貯蔵でき、即ち温度別に熱媒を貯蔵できる。従って、高温と低温で貯蔵された熱媒で 2 段型のスクリュ式膨張機 14 に流入する圧縮空気を加熱可能であり、充放電効率を高く維持できる。

[0069] 第 1 から第 3 実施形態を通じて、本発明の「変動する入力電力」は再生可

能エネルギーに限定されることなく、工場設備の需要電力を平滑化したりピークカットをしたりするものであってもよい。また、圧縮機 8 及び膨張機 14 は、2 段型に限定されず、3 段以上の多段型であってもよい。

符号の説明

- [0070] 2 圧縮空気貯蔵発電装置（C A E S 発電装置）
- 4 需要先設備
- 6 発電設備
- 8 圧縮機
- 9 低圧段圧縮機本体
- 9 a スクリュ
- 9 b 吸込口
- 9 c 吐出口
- 9 d 軸受
- 10 高圧段圧縮機本体
- 10 a スクリュ
- 10 b 吸込口
- 10 c 吐出口
- 10 d 軸受
- 12 蓄圧タンク
- 14 膨張機
- 15 低圧段膨張機本体
- 15 a スクリュ
- 15 b 吸込口
- 15 c 吐出口
- 15 d 軸受
- 16 高圧段膨張機本体
- 16 a スクリュ
- 16 b 吸込口

- 16c 吐出口
- 16d 軸受
- 18, 18a, 19 空気配管
- 20 第1熱交換部
- 21 インタークーラ
- 22 アフタークーラ
- 22a 第1アフタークーラ
- 22b 第2アフタークーラ
- 24 蓄熱タンク
- 24a 高温蓄熱タンク
- 24b 低温蓄熱タンク
- 26 第2熱交換部
- 27 プレヒータ
- 28 インターヒータ
- 30a, 30b, 30c, 30d, 30e, 30f, 30g, 30h,
30i, 30j 熱媒配管
- 32 給水部
- 34 第3熱交換部
- 36a, 36b 第4熱交換部
- 38 温水取出口（温水取出機構）
- 40 冷却水配管
- 42a, 42b 潤滑油配管
- 44 モータ（電動機）
- 46 発電機
- 48 熱媒戻りタンク
- 50a, 50b, 50c, 50d, 50e ポンプ
- 52a, 52b, 52c コンテナ

請求の範囲

[請求項1]

変動する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、低压段圧縮機本体及び高压段圧縮機本体を有し、空気を圧縮する多段型の圧縮機と、
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、低压段膨張機本体及び高压段膨張機本体を有し、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多段型の膨張機と、
前記膨張機と機械的に接続された発電機と、
前記圧縮機で圧縮された圧縮空気と熱媒とで熱交換し、熱媒を昇温させるための第1熱交換部と、
前記第1熱交換部と流体的に接続され、熱媒を貯蔵する高温蓄熱タンクと、
前記第1熱交換部と流体的に接続され、前記高温蓄熱タンクに貯蔵される熱媒よりも低温の熱媒を貯蔵する低温蓄熱タンクと、
前記高温蓄熱タンクと流体的に接続され、前記高温蓄熱タンクから供給される熱媒と前記低压段膨張機本体に供給される圧縮空気とで熱交換し、圧縮空気を昇温させるためのインターヒータと、前記低温蓄熱タンクと流体的に接続され、前記低温蓄熱タンクから供給される熱媒と前記高压段膨張機本体に供給される圧縮空気とで熱交換し、圧縮空気を昇温させるためのプレヒータとを備える第2熱交換部と
を備える圧縮空気貯蔵発電装置。

[請求項2]

前記第1熱交換部は、インタークーラと、アフタークーラとを備え、
前記インタークーラは、前記低温蓄熱タンクと流体的に接続され、熱媒と、前記低压段圧縮機本体で圧縮された圧縮空気とで熱交換して熱媒を昇温させて前記低温蓄熱タンクに供給し、

前記アフタークーラは、前記高温蓄熱タンクと流体的に接続され、熱媒と、前記高圧段圧縮機本体で圧縮された圧縮空気とで熱交換して熱媒を昇温させて前記高温蓄熱タンクに供給する、請求項 1 に記載の圧縮空気貯蔵発電装置。

[請求項3]

前記第 1 熱交換部は、インタークーラと、前記インタークーラと熱媒経路で直列に接続された第 1 アフタークーラとを備え、

前記インタークーラは、熱媒と、前記低圧段圧縮機本体で圧縮された圧縮空気とで熱交換して熱媒を昇温させて前記第 1 アフタークーラに供給し、

前記第 1 アフタークーラは、前記インタークーラで昇温された熱媒と、前記高圧段圧縮機本体で圧縮された圧縮空気とで熱交換して熱媒をさらに昇温させて前記高温蓄熱タンクに供給する、請求項 1 に記載の圧縮空気貯蔵発電装置。

[請求項4]

前記第 1 熱交換部は、空気流路において前記第 1 アフタークーラの下流に配置された第 2 アフタークーラをさらに備え、

前記第 2 アフタークーラは、熱媒と、前記第 1 アフタークーラから供給される圧縮空気とで熱交換して熱媒を昇温させて前記低温蓄熱タンクに供給する、請求項 3 に記載の圧縮空気貯蔵発電装置。

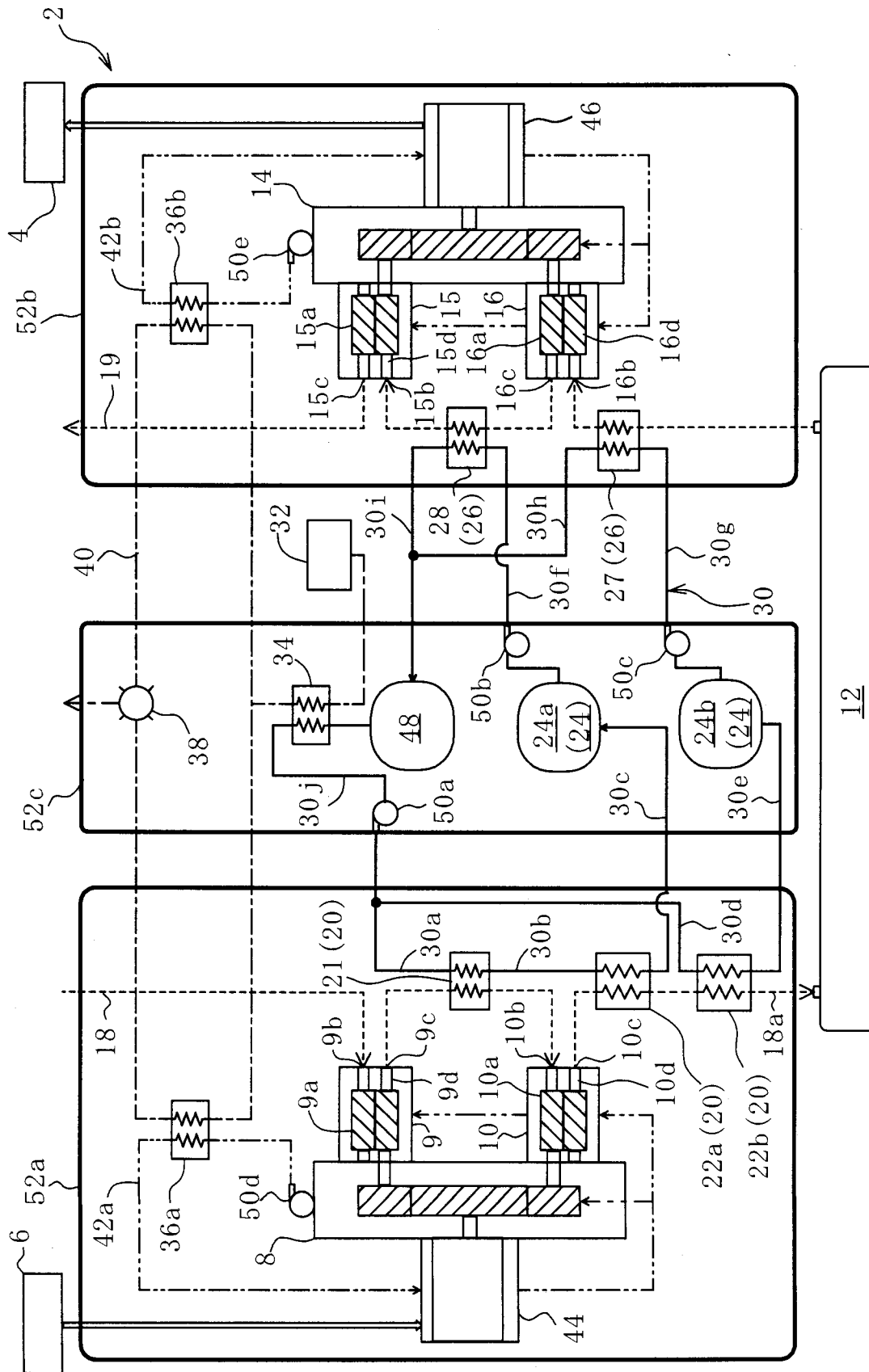
[請求項5]

前記第 1 熱交換部及び前記第 2 熱交換部と流体的に接続され、前記第 2 熱交換部で熱交換して降温した熱媒と、冷却水とで熱交換して熱媒を降温させる第 3 熱交換部と、

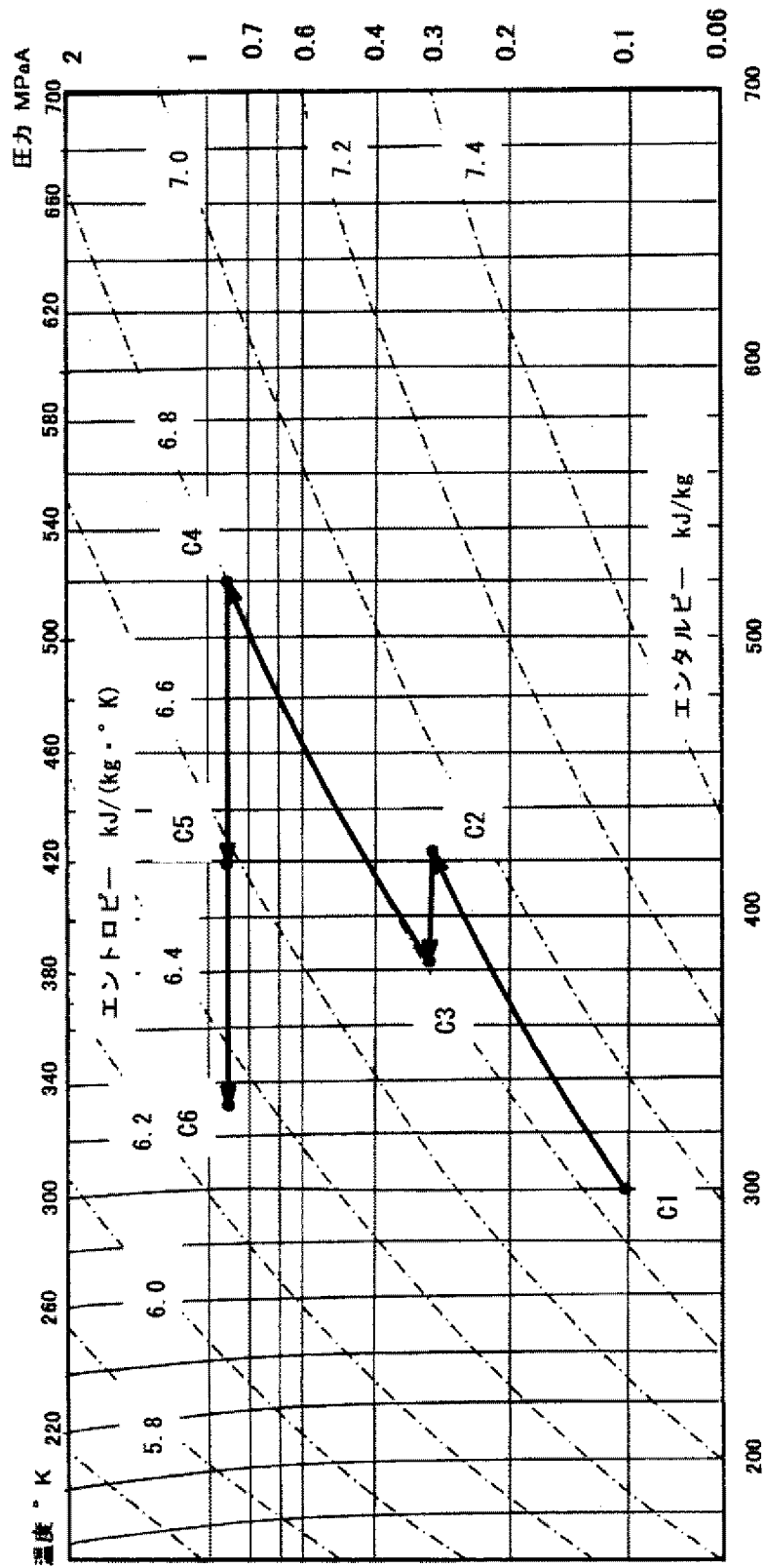
前記第 3 熱交換部で熱媒と熱交換して昇温した冷却水を取り出す温水取出機構と

を備える、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の圧縮空気貯蔵発電装置。

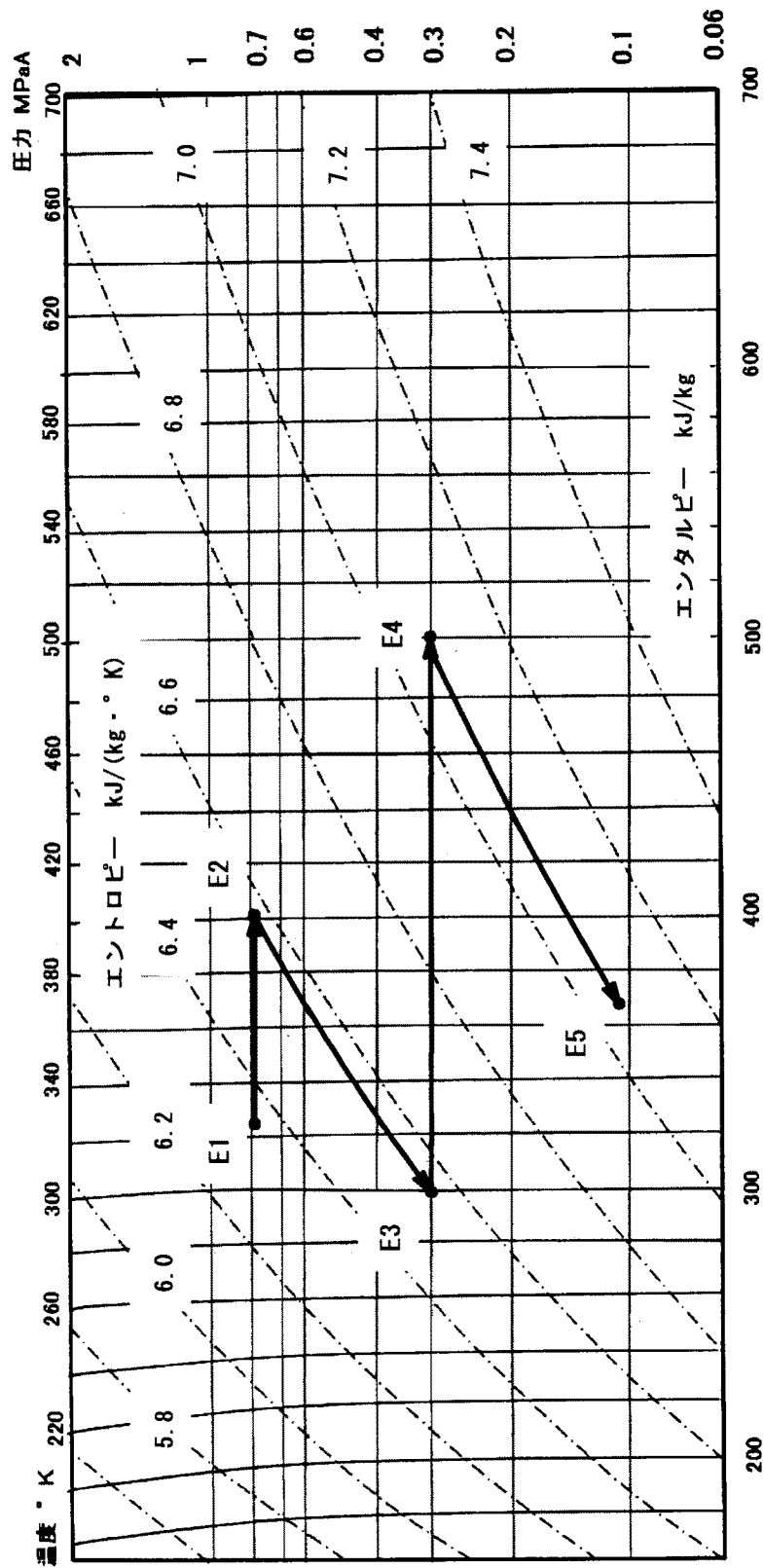
[図1]



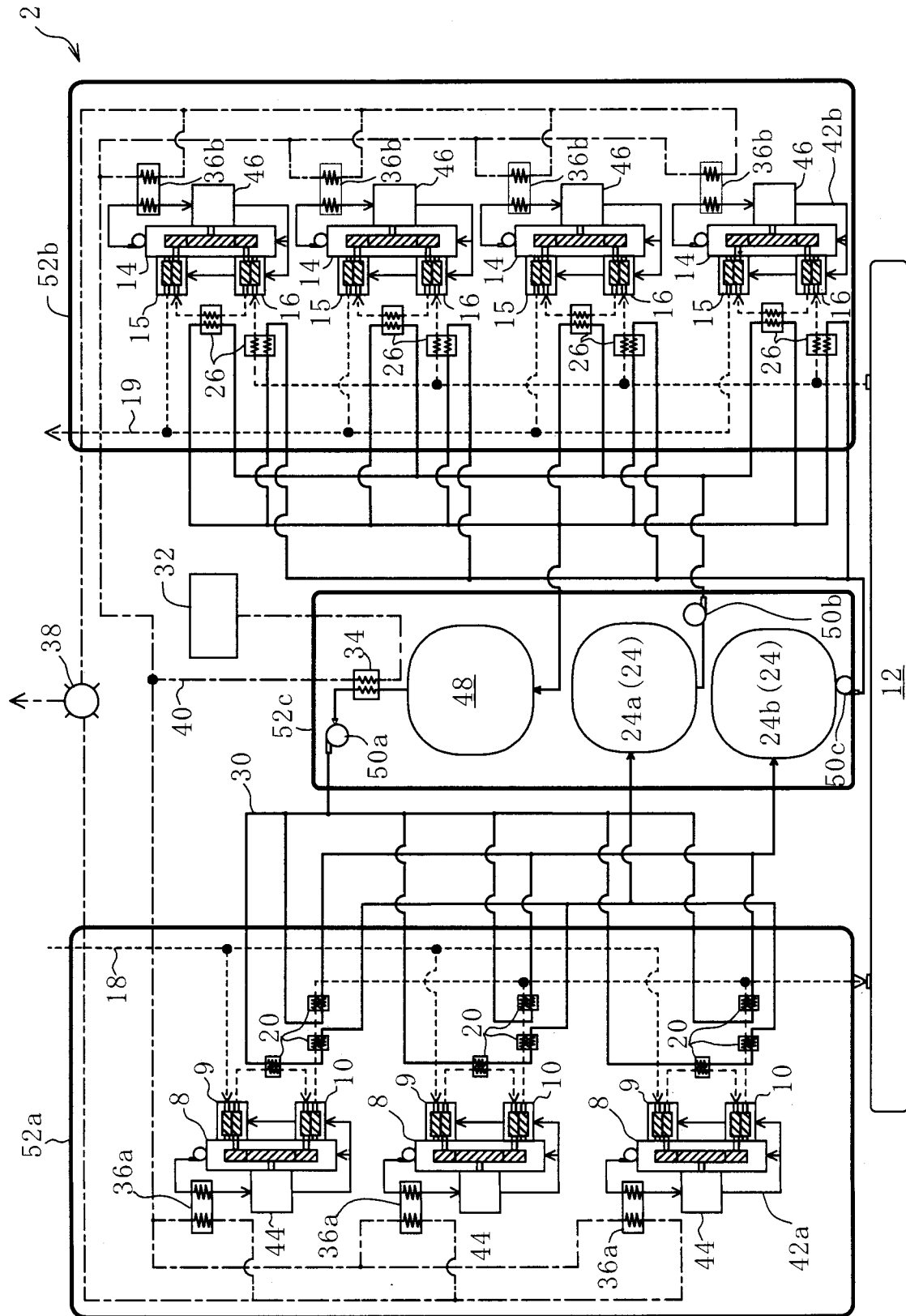
[図2]



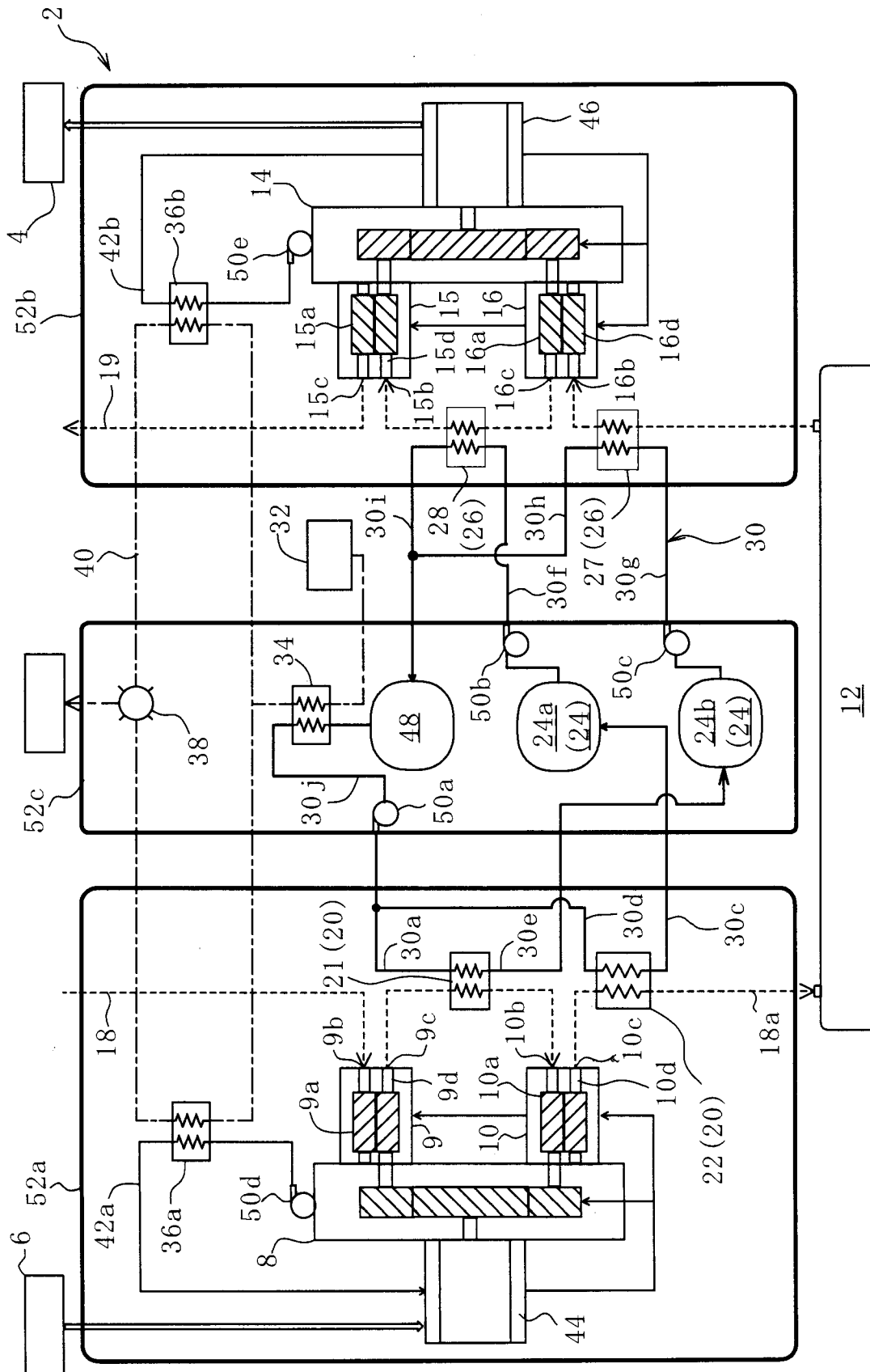
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/063577

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02C6/16(2006.01)i, F02C1/04(2006.01)i, F02C6/00(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)

F02C6/16, F02C1/04, F02C6/00, H02J15/00

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.
X Y A	JP 2013-509528 A (General Electric Co.), 14 March 2013 (14.03.2013), paragraphs [0028] to [0044]; fig. 2 & US 2011/0094231 A1 paragraphs [0034] to [0047]; fig. 2 & WO 2011/056283 A2 & EP 2494166 A & CN 102686851 A	1-2 5 3-4
Y	JP 1-170788 A (Hitachi, Ltd.), 05 July 1989 (05.07.1989), page 2, upper left column, line 8 to lower left column, line 16; fig. 1 (Family: none)	5

☐ 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
14 June 2016 (14.06.16)

Date of mailing of the international search report
28 June 2016 (28.06.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02C6/16(2006.01)i, F02C1/04(2006.01)i, F02C6/00(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（I P C））

Int.Cl. F02C6/16, F02C1/04, F02C6/00, H02J15/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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
X	JP 2013-509528 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー）	1-2
Y	2013.03.14, 段落 0 0 2 8 - 0 0 4 4、図 2	5
A	& US 2011/0094231 A1, 段落 0 0 3 4 - 0 0 4 7、図 2 & WO 2011/056283 A2 & EP 2494166 A & CN 102686851 A	3-4
Y	JP 1-170788 A（株式会社日立製作所） 1989.07.05, 第 2 頁左上欄第 8 行一同左下欄第 1 6 行、第 1 図 (ファミリーなし)	5

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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

1 4 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

山崎 孔徳

3 S

4 0 2 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 1