

(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8月17日(17.08.2017)



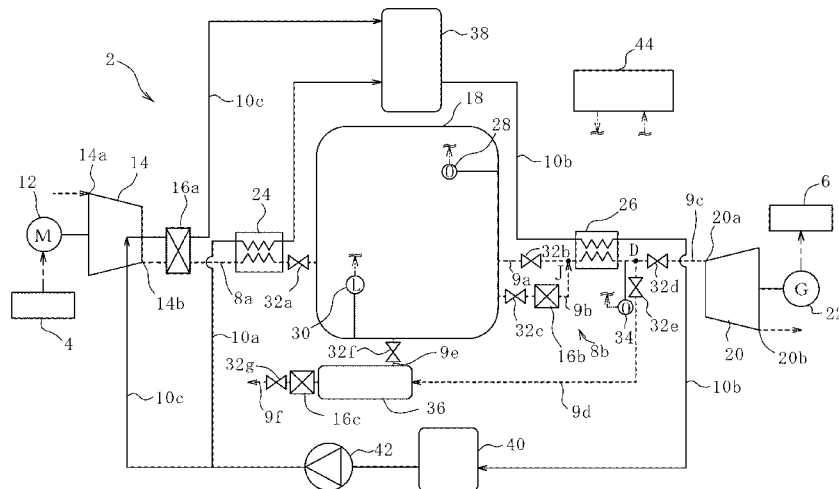
(10) 国際公開番号
WO 2017/138320 A1

- (51) 国際特許分類:
F02C 1/05 (2006.01) *H02J 3/38* (2006.01)
F01K 27/02 (2006.01) *F28D 20/00* (2006.01)
F02C 6/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/001756
- (22) 国際出願日: 2017年1月19日(19.01.2017)
- (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 2016-022120 2016年2月8日(08.02.2016) 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). 猿田 浩樹(SARUTA, Hiroki). 松隈 正樹(MATSUKUMA, Masaki). 佐藤 隆(SATO, Takashi). 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, 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, KH, 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 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 generation device 2 is provided with: a motor 12; a hydraulic compressor 14; a pressure accumulator tank 18; an expander 20; and an electric generator 22. The device 2 is also provided with a generating-air flow passageway 8b; an oil component sensor 28; a separator 16b; first switch mechanisms 32b, 32c; and a control device 44. The flow passageway 8b includes a first air flow passageway 9a and a second air flow passageway 9b which are disposed in parallel from the tank 18 to the expander 20. The sensor 28 detects an oil component in the flow passageway 8b. The separator 16b separates the oil component from the compressed air in the flow passageway 9b. The first switch mechanisms 32b, 32c switch to either a state in which the compressed air flows through the flow passageway 9a or a state in which the compressed air flows through the flow passageway 9b. The control device 44, when an oil concentration higher than or equal to a reference is detected by the sensor 28, activates the first switch mechanisms 32b, 32c to separate the oil component from the compressed air using the separator 16b. Accordingly, there is provided the compressed air energy storage generation device 2 in which the hydraulic compressor 14 is employed with environmental considerations.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/138320 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、モータ 1 2 と、油冷式圧縮機 1 4 と、蓄圧タンク 1 8 と、膨張機 2 0 と、発電機 2 2 とを備える。また、装置 2 は、発電用の空気流路 8 b と、油分センサ 2 8 と、セパレータ 1 6 b と、第 1 切替機構 3 2 b, 3 2 c と、制御装置 4 4 とを備える。流路 8 b は、タンク 1 8 から膨張機 2 0 までを並列に設けられた第 1 空気流路 9 a および第 2 空気流路 9 b を有する。センサ 2 8 は、流路 8 b 内の油分を検出する。セパレータ 1 6 b は、流路 9 b 中の圧縮空気から油分を分離する。第 1 切替機構 3 2 b, 3 2 c は、圧縮空気が流路 9 a を流れる状態または流路 9 b を流れる状態のいずれかに切り替える。制御装置 4 4 は、センサ 2 8 で基準以上の油濃度が検出されたとき、第 1 切替機構 3 2 b, 3 2 c を動作させ、セパレータ 1 6 b により圧縮空気から油分を分離する。このように、油冷式圧縮機 1 4 を使用しつつ環境性に配慮した圧縮空気貯蔵発電装置 2 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] 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、出力が変動し安定しないことがある。このような出力変動に対し、出力を平準化するシステムとして圧縮空気貯蔵（C A E S : compressed air energy storage）システムが知られている。

[0003] このC A E Sシステムを利用した圧縮空気貯蔵（C A E S）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動作させて電気エネルギーを生成して出力を平準化する。また、発電効率を向上させるために、圧縮熱を蓄熱媒体に回収し、蓄熱タンク等に貯蔵し、回収した圧縮熱を用いて膨張前の圧縮空気を加熱するシステムが知られている。これにより、圧縮時の動力増加を防止し、膨張時の回収動力を増加させると同時に、蓄圧タンク貯蔵時の熱放出を防止するものがある。

[0004] このようなC A E S発電装置として、例えば特許文献1には、熱エネルギー貯蔵システムを利用したものが開示されている。

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] 空気圧縮機には潤滑油が混入したままで空気を圧縮する油冷式と呼ばれるものと、潤滑油を用いないタイプのオイルフリー式と呼ばれるものがある。特許文献1には圧縮機の種類についての記載がないものの、C A E Sシステ

ムに用いられる圧縮機としては、圧縮空気取り扱い易さの面からオイルフリー式が用いられることが多い。C A E S 発電装置において油冷式圧縮機ないし油冷式膨張機を用いた場合、装置のコストは安価であるが、運転に潤滑油を要するため、空気と油が混合される。油分離器を使用することで空気と油の分離は可能であるが完全ではない。特に圧縮機を油冷式とした場合、油冷式圧縮機から吐出される圧縮空気は油分を含んだ状態となる。そのため、長期間蓄圧タンクに油分を含んだ圧縮空気を貯蔵した場合など、想定外に油が蓄積し、意図しない箇所に油が供給され、装置が故障する危険がある。また、蓄圧タンク内の油分が圧縮空気に混入したまま膨張機に流れて系外に排出されるのは周囲環境への影響という観点からも好ましくない。

[0007] 油冷式圧縮機を使用しつつ環境性に配慮した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電力により駆動される電動機と、前記電動機により駆動される油冷式圧縮機と、前記油冷式圧縮機により圧縮された圧縮空気を蓄える蓄圧部と、前記蓄圧部から供給される圧縮空気によって駆動される膨張機と、

前記膨張機により駆動される発電機と、前記蓄圧部から前記膨張機までを流体的に接続して圧縮空気を流通させ、並列に設けられた第1空気流路および第2空気流路を有する発電用の空気流路と、前記蓄圧部または前記発電用の空気流路内の圧縮空気中に含まれる油分を検出する第1油検出部と、前記第2空気流路中の圧縮空気から油分を分離する油分離器と、前記蓄圧部から前記膨張機に圧縮空気を供給する際、圧縮空気が前記第1空気流路を流れる状態または前記第2空気流路を流れる状態のいずれかに切り替える第1切替機構と、前記第1油検出部で基準以上の油濃度が検出されたとき、前記第1切替機構を動作させ、圧縮空気が前記第2空気流路を流れる状態に切り替え、前記油分離器により圧縮空気から油分を分離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。

- [0009] この構成によれば、第1油検出部により基準以上の油分を検出した場合、第1切替機構により圧縮空気が第2空気流路を流れる状態に切り替えて油分離器を通じて圧縮空気から油分を分離できるため、系外への油の漏出を防止できる。そのため、油冷式圧縮機を使用して装置のコストを低下しつつ、環境性に配慮したCAES発電装置を提供できる。また、第1油検出部により基準以上の油分を検出しない場合、第1切替機構により圧縮空気が第1空気流路を流れる状態に切り替えて油分離器を介することなく膨張機に圧縮空気を供給するため、油分離器での圧力損失を防止できる。
- [0010] 前記油冷式圧縮機から前記蓄圧部に供給される圧縮空気と熱媒とで熱交換する第1熱交換器と、前記第1熱交換器で熱交換された熱媒を蓄える蓄熱部と、前記蓄圧部から前記膨張機に供給される圧縮空気と前記蓄熱部から供給される熱媒とで熱交換する第2熱交換器とをさらに備えることが好ましい。
- [0011] この構成によれば、油冷式圧縮機で発生する圧縮熱を回収し、膨張前の空気に戻すことで発電効率を向上できる。具体的には、蓄圧部に貯蔵する圧縮空気の温度が大気温度よりも高い場合、熱が大気へ放出されてエネルギー損失が生じる。本構成では、これを防止するために、蓄圧部に圧縮空気が供給される前に予め第1熱交換器で熱回収している。これにより、蓄圧部の圧縮空気の温度を大気温度程度まで低下させ、蓄圧部における熱放出を防止している。第1熱交換器で回収された熱は、蓄熱部に蓄えられ、膨張前に再び圧縮空気に戻される。従って膨張効率を向上させ、発電効率を向上させている。
- [0012] 前記油分離器は、前記第2空気流路において前記蓄圧部から前記第2熱交換器の間に設けられていることが好ましい。
- [0013] 油分離器を第2空気流路において第2熱交換器の上流に設けることで、第2熱交換器に供給される空気から油を分離できるため、油による第2熱交換器の汚染を防止できる。
- [0014] 前記第2熱交換器から前記膨張機までの前記発電用の空気流路に設けられた第2検出部と、前記第2熱交換器から前記膨張機までの前記発電用の空気

流路から分岐した回収用空気流路と、前記第3空気流路が流体的に接続されたレシーバタンクと、圧縮空気が前記発電用の空気流路を流れる状態または前記第3空気流路を流れる状態のいずれかに切り替える第2切替機構とをさらに備え、前記制御装置は、前記第2油検出部で基準以上の熱媒が検出されたとき、前記第2切替機構を動作させ、前記第3空気流路を流れる状態に切り替え、前記レシーバタンクに圧縮空気および熱媒を供給することが好ましい。

[0015] 油分離器により圧縮空気から油を十分に分離できなかった場合でも、第2油検出部で油分を検出できる。その場合、第2切替機構により回収用空気流路に切り替えることで、油分を含む圧縮空気をレシーバタンクに回収でき、熱媒の漏出を防止できる。

[0016] 前記蓄圧部内の液面高さを検出する液面検出部をさらに備え、前記蓄圧部と前記レシーバタンクとは、第3切替機構を介して流体的に接続され、前記制御装置は、前記液面検出部で基準以上の値を検出したとき、前記第3切替機構を動作させ、前記蓄圧部と前記レシーバタンクを流通させることが好ましい。

[0017] 蓄圧部に油が溜まった場合、または、発電せずに蓄圧部内の油を回収する場合、第3切替機構を切り替えて蓄圧部とレシーバタンクとを流通させ、蓄圧部に溜まった油をレシーバタンクに回収できる。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、第1油検出部により基準以上の油分を検出した場合、第1切替機構により圧縮空気が第2空気流路を流れる状態に切り替えて油分離器を通じて圧縮空気から油分を分離できるため、系外への油の漏出を防止できる。そのため、油冷式圧縮機を使用して装置のコストを低下しつつ、環境性に配慮したCAES発電装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0019] [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]図1のCAES発電装置の制御方法を示すフローチャート。

[図3]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。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

[0021] (第1実施形態)

圧縮空気貯蔵 (CAES : compressed air energy storage) 発電装置2は、再生可能エネルギーを利用する発電装置4の出力変動を平準化して電力系統6に電力供給するとともに、電力系統6における電力需要の変動に合わせた電力を供給する。

[0022] 図1を参照して、CAES発電装置2の構成を説明する。本実施形態のCAES発電装置2は、空気流路 (破線参照) 8a, 8b, 9a~9fおよび熱媒流路 (実線参照) 10a~10cを有する。

[0023] まず、空気流路 (破線参照) 8a, 8b, 9a~9fについて説明する。

[0024] 空気流路8a, 8b, 9a~9fにおいて、CAES発電装置2は、モータ (電動機) 12、油冷式圧縮機 (以降、単に圧縮機という場合がある) 14、セパレータ (油分離器) 16a~16c、蓄圧タンク (蓄圧部) 18、膨張機20、発電機22、第1熱交換器24、および第2熱交換器26を備える。

[0025] 再生可能エネルギーを利用する発電装置4はモータ12と電氣的に接続されており (一点鎖線参照)、発電装置4により発電された電力はモータ12に供給される。以降、発電装置4からモータ12に供給される電力を入力電力という。この入力電力によりモータ12が駆動される。モータ12は、圧縮機14に機械的に接続されており、圧縮機14を駆動する。

[0026] 圧縮機14は、油冷式であり、潤滑油の供給により冷却および潤滑される。圧縮機14は、モータ12によって駆動されると、吸気口14aより空気を吸気し、内部で圧縮して吐出口14bより圧縮空気を吐出する。圧縮機14の吐出口14bは、蓄電用の空気流路8aを通じて蓄圧タンク18と流体的に接続されており、吐出された圧縮空気は、蓄圧タンク18に圧送される。蓄電用の空気流路8aにはバルブ32aが設けられており、バルブ32a

の開閉により圧縮機 14 から蓄圧タンク 18 への圧縮空気の供給を許容又は遮断できる。なお、圧縮機 14 の種類は油冷式であれば特に限定されず、例えば、スクリュ式、スクロール式、ターボ式、およびレシプロ式などであってもよい。

[0027] 油冷式圧縮機 14 を使用すると、吐出口 14 b から油分を含む圧縮空気が吐出される。吐出された圧縮空気から油分を分離するため、蓄電用の空気流路 8 a にはセパレータ 16 a が介設されている。

[0028] ここで、本実施形態では、圧縮空気の冷却および加熱に使用される熱媒と、圧縮機 14 および膨張機 20 を潤滑する潤滑油とに対して、同種の流体を使用している。同種の流体としては、例えば油を使用できる。本実施形態では、以降熱媒および潤滑油の両方の記載を使用する場合があるが、両者は区別されない。

[0029] セパレータ 16 a は、空気流路 8 a および熱媒流路 10 a の両方に接続されている。セパレータ 16 a では、蓄電用の空気流路 8 a 内を流れる圧縮空気から油が分離され、分離された油は熱媒として後述の熱媒流路 10 a に供給される。

[0030] また、圧縮の際に生じる圧縮熱により圧縮空気は高温となる。高温となった圧縮空気を冷却するため、蓄電用の空気流路 8 a には冷却器として第 1 熱交換器 24 が介設されている。第 1 熱交換器 24 では、熱媒と圧縮空気との熱交換により圧縮空気を冷却している。

[0031] 蓄圧タンク 18 は、圧縮空気を蓄えてエネルギーとして蓄積できる。蓄圧タンク 18 には、内部の圧縮空気に含まれる油分（油濃度）を検出する油分センサ（第 1 油検出部）28 が設けられている。また、蓄圧タンク 18 には、内部の液面高さを検出する液面センサ（液面検出部）30 が設けられている。上述のように蓄圧タンク 18 には、セパレータ 16 a により油分が分離された状態で圧縮空気が供給されるが、セパレータ 16 a による油分の分離は完全ではない場合がある。そのため、一部の油分は分離されず、蓄圧タンク 18 に流入する場合がある。従って、これらのセンサ 28, 30 により蓄

圧タンク 18 内の油分を検出している。蓄圧タンク 18 は、発電用の空気流路 8 b を通じて膨張機 20 と流体的に接続されており、蓄圧タンク 18 から送出された圧縮空気は膨張機 20 に供給される。なお、油分センサ 28 は、発電用の空気流路 8 b に設けられていてもよい。

[0032] 発電用の空気流路 8 b は、並列に設けられた第 1 空気流路 9 a および第 2 空気流路 9 b と、これらが合流した空気流路 9 c を有する。第 1 空気流路 9 a は、蓄圧タンク 18 から合流点 J まで延びている。第 1 空気流路 9 a には、バルブ 32 b が設けられている。第 2 空気流路 9 b は、蓄圧タンク 18 から合流点 J まで延びている。第 2 空気流路 9 b には、バルブ 32 c と、セパレータ 16 b とが設けられている。本実施形態のバルブ 32 b, 32 c は、本発明の第 1 切替機構を構成し、圧縮空気が第 1 空気流路 9 a または第 2 空気流路 9 b のいずれを流れるかを切り替える。第 1 切替機構の切替制御については後述するが、通常時、圧縮空気は第 1 空気流路 9 a 内を流れる。そのため、通常時、バルブ 32 b は開かれ、バルブ 32 c は閉じられている。空気流路 9 c は、合流点 J から膨張機 20 まで延びている。空気流路 9 c には、第 2 熱交換器 26、油分センサ（第 2 油検出部）34、分岐点 D、およびバルブ 32 d が設けられている。

[0033] 発電用の空気流路 8 b に設けられている要素を順に説明する。バルブ 32 b は、開閉することで第 1 空気流路 9 a の流れを許容または遮断する。合流点 J では、第 1 空気流路 9 a と第 2 空気流路 9 b が合流している。第 2 熱交換器 26 では、膨張機 20 に供給される圧縮空気が加熱されている。油分センサ 34 は、後述のようにセパレータ 16 b で十分に分離できず、発電用の空気流路 8 b 内の圧縮空気中に含まれている油分を検出する。分岐点 D では、発電用の空気流路 8 b（空気流路 9 c）から第 3 空気流路 9 d が分岐している。分岐点 D の下流において、発電用の空気流路 8 b（空気流路 9 c）および第 3 空気流路 9 d には、それぞれバルブ 32 d, 32 e が設けられている。本実施形態のバルブ 32 d, 32 e は、本発明の第 2 切替機構を構成し、圧縮空気が発電用の空気流路 8 b（空気流路 9 c）または第 3 空気流路 9

dのいずれを流れるかを切り替える。第2切替機構の切替制御については後述するが、通常時、圧縮空気は第3空気流路9d内を流れない。そのため、通常時、バルブ32dは開かれ、バルブ32eは閉じられている。

[0034] 第3空気流路9dは、レシーバタンク36に流体的に接続されている。また、レシーバタンク36は、空気流路9eを通じて蓄圧タンク18と流体的に直接接続されており、蓄圧タンク18から油を直接供給することもできる。そのため、レシーバタンク36は、熱媒および油を含む圧縮空気を貯蔵する。本実施形態では、上述のように熱媒と油は同種のものを使用しているため、これらは区別されない。また、空気流路9eには、バルブ32fが設けられており、バルブ32fの開閉により、蓄圧タンク18からレシーバタンク36への油の供給を許容または遮断できる。本実施形態のバルブ32fは、本発明の第3切替機構を構成する。また、レシーバタンク36からは空気流路9fが延びており、空気流路9fにはセパレータ16cおよびバルブ32gが設けられている。従って、セパレータ16cによって油分を分離し、バルブ32gを開くことで必要時に放気できる。

[0035] また、バルブ32cは、開閉することで第2空気流路9bの流れを許容または遮断する。セパレータ16bは、第2空気流路9bを流れる圧縮空気から油分を分離する。第2空気流路9bは、合流点Jで第1空気流路9aに合流している。

[0036] このように、圧縮空気は、第1空気流路9aと第2空気流路9bと空気流路9cとを含む発電用の空気流路8bを流れ、膨張機20に供給される。

[0037] 膨張機20は、油冷式であり、潤滑油を供給されて冷却および潤滑される。膨張機20は、発電機22と機械的に接続されており、給気口20aから圧縮空気を給気された膨張機20は、給気された圧縮空気により作動し、発電機22を駆動する。膨張された空気は、排気口20bより排気される。膨張機20の種類は、例えば、スクリュ式、スクロール式、ターボ式、およびレシプロ式などであってもよい。さらに言えば、膨張機20は油冷式に限定されず、オイルフリー式であってもよい。

- [0038] 発電機 22 は電力系統 6 に電氣的に接続されており（一点鎖線参照）、発電機 22 で発電した電力は電力系統 6 に供給される。
- [0039] 次に、熱媒流路 10 a ～ 10 c（実線参照）について説明する。
- [0040] 熱媒流路 10 a ～ 10 c には、第 1 熱交換器 24、高温蓄熱タンク（蓄熱部）38、第 2 熱交換器 26、および低温蓄熱タンク 40 が順に設けられている。熱媒はこれらの間で循環して流動している。
- [0041] 第 1 熱交換器 24 では、蓄電用の空気流路 8 a 内の圧縮空気と、低温蓄熱タンク 40 から高温蓄熱タンク 38 に延びる熱媒流路 10 a 内の熱媒とで熱交換している。具体的には、蓄電用の空気流路 8 a 内を流れる圧縮空気は、圧縮機 14 での圧縮の際に生じる圧縮熱により高温となっており、熱交換により、圧縮空気を冷却している。即ち、第 1 熱交換器 24 では圧縮空気の温度は低下し、熱媒の温度は上昇する。第 1 熱交換器 24 は熱媒流路 10 a を通じて高温蓄熱タンク 38 と流体的に接続されており、温度上昇した熱媒は高温蓄熱タンク 38 に供給され蓄えられる。
- [0042] 高温蓄熱タンク 38 は、第 1 熱交換器 24 から供給された高温の熱媒を保温して蓄える。そのため、高温蓄熱タンク 38 は断熱されていることが好ましい。高温蓄熱タンク 38 は、熱媒流路 10 b を通じて第 2 熱交換器 26 に流体的に接続されており、高温蓄熱タンク 38 で蓄えられた熱媒は第 2 熱交換器 26 に供給される。
- [0043] 第 2 熱交換器 26 では、発電用の空気流路 8 b（空気流路 9 c）内の圧縮空気と、高温蓄熱タンク 38 から低温蓄熱タンク 40 に延びる熱媒流路 10 b 内の熱媒とで熱交換している。具体的には、高温蓄熱タンク 38 内の高温の熱媒を利用して膨張機 20 による膨張の前に圧縮空気の温度を上昇させて膨張効率を向上させている。即ち、第 2 熱交換器 26 では、圧縮空気の温度は上昇し、熱媒の温度は低下する。第 2 熱交換器 26 は熱媒流路 10 b を通じて低温蓄熱タンク 40 に流体的に接続されており、温度低下した熱媒は低温蓄熱タンク 40 に供給され蓄えられる。
- [0044] 低温蓄熱タンク 40 は、第 2 熱交換器 26 から供給された低温の熱媒を蓄

える。低温蓄熱タンク４０は熱媒流路１０ｂ，１０ｃを通じて第１熱交換器２４または圧縮機１４にそれぞれ流体的に接続されており、低温蓄熱タンク４０で蓄えられた熱媒は熱媒流路１０ｂ，１０ｃを通じて第１熱交換器２４または圧縮機１４にそれぞれ供給される。

[0045] 本実施形態では、上述のように熱媒および潤滑油として同種のものを使用しているため、圧縮機１４に供給された熱媒は潤滑油として潤滑および冷却のためにも使用される。圧縮機１４は、熱媒流路１０ｃを通じて高温蓄熱タンク３８と流体的に接続されており、圧縮機１４で潤滑油として使用され、温度上昇した熱媒は熱媒流路１０ｃを通じて高温蓄熱タンク３８に供給される。

[0046] このように熱媒流路１０ａ～１０ｃでは、熱媒が循環している。熱媒の循環は、熱媒流路１０ｂに介設されたポンプ４２によりなされている。本実施形態では、ポンプ４２は低温蓄熱タンク４０の下流に設けられているが、その位置は特に限定されない。

[0047] 熱媒流路１０ａ～１０ｃにおける構成によれば、圧縮機１４で発生する圧縮熱を回収し、膨張前の空気に戻すことで発電効率を向上できる。具体的には、蓄圧タンク１８に貯蔵する圧縮空気の温度が大気温度よりも高い場合、熱が大気へ放出されてエネルギー損失が生じる。本構成では、これを防止するために、蓄圧タンク１８に圧縮空気が供給される前に予め第１熱交換器２４で熱回収している。これにより、蓄圧タンク１８の圧縮空気の温度を大気温度程度まで低下させ、蓄圧タンク１８における熱放出を防止している。第１熱交換器２４で回収された熱は、高温蓄熱タンク３８に蓄えられ、膨張前に再び圧縮空気に戻される。従って、膨張効率が向上し、発電効率を向上させている。

[0048] また、ＣＡＥＳ発電装置２は、制御装置４４を備える。制御装置４４は、シーケンサ等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４４は、入力電力及び電力系統６からの電力需要の値を監視している。制御装置４４は、これらの監視値に基づいてＣＡＥＳ

発電装置 2 を運転し、入力電力を平準化して電力系統 6 に電力を供給する。

また、本実施形態の制御装置 4 4 は、特に油分センサ 2 8、液面センサ 3 0、および油分センサ 3 4 の検出値を受け、後述のように第 1 切替機構 3 2 b、3 2 c、第 2 切替機構 3 2 d、3 2 e、および第 3 切替機構 3 2 f を制御する。

[0049] 図 2 を参照して、本実施形態の C A E S 発電装置 2 の制御方法について説明する。

[0050] 制御装置 4 4 は、制御を開始すると（ステップ S 2 - 1）、油分センサ 2 8（図 1 参照）により測定された蓄圧タンク 1 8 内の油濃度 O 1 が基準値 O t h 未満であるか否かを判断する（ステップ S 2 - 2）。油濃度 O 1 が基準値 O t h 未満でない場合、液面センサ 3 0 により測定された蓄圧タンク 1 8 内の液面レベル L 1 が基準値 L t h 未満であるかを判断する（ステップ S 2 - 3）。

[0051] 液面レベル L 1 が基準値 L t h 未満でない場合、第 3 切替機構 3 2 f を切り替え、即ちバルブ 3 2 f を開いて蓄圧タンク 1 8 からレシーバタンク 3 6 に油を回収する（ステップ S 2 - 4）。油を回収後、ステップ S 2 - 3 の処理に戻る（ステップ S 2 - 5）。

[0052] ステップ S 2 - 3 において、液面レベル L 1 が基準値 L t h 未満である場合、第 1 切替機構 3 2 b、3 2 c を切り替え、即ちバルブ 3 2 b を閉じ、バルブ 3 2 c を開く。これにより、蓄圧タンク 1 8 内の圧縮空気は、第 2 空気流路 9 b 内を流れ、セパレータ 1 6 b により油分を分離される（ステップ S 2 - 6）。

[0053] ステップ S 2 - 2 の処理において、油分 O 1 が基準値 O t h 1 未満である場合およびステップ S 2 - 6 の処理後、油分センサ 3 4 により測定された発電用の空気流路 8 b 内を流れる圧縮空気中の油濃度 O 2 が基準 O t h 2 未満であるか否かを判断する（ステップ S 2 - 7）。なお、油分 O 1 が基準値 O t h 1 未満である場合は、ミスト状の油分が存在しないことから油液も存在せず、蓄圧タンク 1 8 内に油液は溜まっていない。従って、ステップ S 2 -

3の処理のように液面センサ30で検知する必要はない。

[0054] 圧縮空気中の油濃度O₂が基準O_{t h 2}未満でない場合、第2切替機構32d, 32eを切り替え、即ちバルブ32dを閉じ、バルブ32eを開く。これにより、第2熱交換器26から流出した熱媒を含む圧縮空気は、第3空気流路9d内を流れ、レシーバタンク36に熱媒を回収する（ステップS2-8）。

[0055] 圧縮空気中の油濃度O₂が基準O_{t h 2}未満である場合、圧縮空気は膨張機20に供給され、膨張機20は駆動され、発電機22は駆動される（ステップS2-9）。これらの処理を完了後、制御を終了する（ステップS2-10）。

[0056] この構成によれば、油分センサ28により基準以上の油分を検出した場合、第1切替機構32b, 32cにより圧縮空気が第2空気流路9bを流れる状態に切り替えてセパレータ16bを通じて圧縮空気から油分を分離できるため、系外への油の漏出を防止できる。そのため、圧縮機14を油冷式として装置のコストを低下しつつ、環境性に配慮したCAES発電装置2を提供できる。また、油分センサ28により基準以上の油分を検出しない場合、第1切替機構32b, 32cにより圧縮空気が第1空気流路9aを流れる状態に切り替えてセパレータ16bを介することなく膨張機20に圧縮空気を供給するため、セパレータ16bでの圧力損失を防止できる。

[0057] 第2空気流路9bにおいてセパレータ16bを第2熱交換器26の上流に設けることで、第2熱交換器26に供給される空気から油を分離できるため、油による第2熱交換器26の汚染を防止できる。

[0058] セパレータ16bにより膨張前の圧縮空気から油を十分に分離できなかった場合でも、油分センサ34で油分を検出できる。検出した場合、第2切替機構32d, 32eにより第3空気流路9dに切り替えることで、油分を含む圧縮空気をレシーバタンク36に回収でき、油分の漏出を防止できる。

[0059] 蓄圧タンク18内に油が溜まった場合、または、発電せずに蓄圧タンク18内の油を回収する場合、第3切替機構32fを切り替えて蓄圧タンク18

とレシーバタンク 36 とを流通させ、蓄圧タンク 18 内に溜まった油をレシーバタンク 36 に回収できる。

[0060] (第 2 実施形態)

図 3 に示す第 2 実施形態の C A E S 発電装置 2 では、潤滑油と熱媒の種類が異なっている点に関する点を除いて図 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説明を省略する。

[0061] 本実施形態の C A E S 発電装置 2 は、空気流路 8 a, 8 b, 9 a ~ 9 f (破線参照)、熱媒流路 11 a, 11 b (実線参照)、および潤滑油流路 46 a, 46 b (二点鎖線参照) を有する。

[0062] まず、空気流路 (破線参照) 8 a, 8 b, 9 a ~ 9 f について説明する。

[0063] 本実施形態の C A E S 発電装置 2 は、第 1 空気流路 9 a に 2 つの第 2 熱交換器 27 a, 27 b が設けられている。従って、2 つの第 2 熱交換器 27 a, 27 b において、第 1 空気流路 9 a 内の圧縮空気は、2 段階で加熱される。

[0064] 次に、熱媒流路 11 a, 11 b (実線参照) および潤滑油流路 46 a, 46 b (二点鎖線参照) について合わせて説明する。

[0065] 本実施形態の C A E S 発電装置 2 の構成において、第 1 実施形態と異なり潤滑油と熱媒の種類が異なっているため、熱媒流路 11 a, 11 b および潤滑油流路 46 a, 46 b は別々に設けられている。換言すると、熱媒流路 11 a, 11 b および潤滑油流路 46 a, 46 b は交わることはなく、潤滑油と熱媒は混合されない。

[0066] 本実施形態の C A E S 発電装置 2 は、2 つの高温蓄熱タンク (蓄熱部) 39 a, 39 b および 2 つの低温蓄熱タンク 41 a, 41 b を備える。具体的には、2 つの高温蓄熱タンク 39 a, 39 b のうち、1 つは高温の潤滑油を貯蔵する潤滑油高温タンク 39 a であり、もう 1 つは高温の熱媒を貯蔵する熱媒高温タンク 39 b である。2 つの低温蓄熱タンク 41 a, 41 b のうち、1 つは低温の潤滑油を貯蔵する潤滑油低温タンク 41 a であり、もう 1 つ

は低温の熱媒を貯蔵する熱媒低温タンク 4 1 b である。

[0067] 熱媒流路 1 1 a, 1 1 b では、第 1 熱交換器 2 4、熱媒高温タンク 3 9 a、第 2 熱交換器 2 7 b、および熱媒低温タンク 4 1 a が流体的に接続され、これらの間を熱媒が流れている。熱媒の種類は特に限定されておらず、例えばグリコール系の熱媒を使用してもよい。

[0068] 潤滑油流路 4 6 a, 4 6 b では、圧縮機 1 4、潤滑油高温タンク 3 9 b、第 2 熱交換器 2 7 a、および潤滑油低温タンク 4 1 b が流体的に接続され、これらの間を潤滑油が流れている。潤滑油の種類は、特に限定されず、例えば鉱物油を使用してもよい。

[0069] 発電用の空気流路 8 b において、2 つの第 2 熱交換器 2 7 a, 2 7 b の配置については、潤滑油用の第 2 熱交換器 2 7 a が上流に設置され、熱媒用の第 2 熱交換器 2 7 b が下流に設置されている。第 2 熱交換器 2 7 a, 2 7 b において潤滑油と熱媒を冷却しているが、潤滑油は圧縮機 1 4 の機能に影響を及ぼすため、潤滑油を優先的に冷却することが好ましい。従って、潤滑油用の第 2 熱交換器 2 7 a を上流に配置し、熱媒用の第 2 熱交換器 2 7 b を下流に配置している。

[0070] 本実施形態では、熱媒流路 1 1 a, 1 1 b と、潤滑油流路 4 6 a, 4 6 b とに対して、それぞれポンプ 4 3 a, 4 3 b が設けられている。従って、熱媒および潤滑油は、ポンプ 4 3 a, 4 3 b によってそれぞれの流路内を循環されている。

[0071] 本実施形態の C A E S 発電装置 2 の制御方法は、図 2 に示す第 1 実施形態の制御方法と同様である。

[0072] ここで記載した各実施形態において、再生可能エネルギーによる発電の対象は、例えば、風力、太陽光、太陽熱、波力又は潮力、流水又は潮汐、及び地熱等、自然の力で定常的（もしくは反復的）に補充されるエネルギーを利用したもの全てを対象とすることが可能である。

符号の説明

[0073] 2 圧縮空気貯蔵発電装置（C A E S 発電装置）

- 4 再生可能エネルギーを利用する発電装置
- 6 電力系統
- 8 a, 8 b, 9 c, 9 e, 9 f 空気流路
- 8 c 第3空気流路（空気流路）
- 9 a 第1空気流路
- 9 b 第2空気流路
- 9 d 第3空気流路
- 10 a, 10 b, 10 c, 11 a, 11 b 熱媒流路
- 12 モータ（電動機）
- 14 油冷式圧縮機（圧縮機）
- 14 a 吸気口
- 14 b 吐出口
- 16 a, 16 b, 16 c セパレータ（油分離器）
- 18 蓄圧タンク（蓄圧部）
- 20 膨張機
- 20 a 給気口
- 20 b 排気口
- 22 発電機
- 24 第1熱交換器
- 26, 27 a, 27 b 第2熱交換器
- 28 油分センサ（第1油検出部）
- 30 液面センサ
- 32 a, 32 g バルブ
- 32 b, 32 c バルブ（第1切替機構）
- 32 d, 32 e バルブ（第2切替機構）
- 32 f バルブ（第3切替機構）
- 34 油分センサ（第2油検出部）
- 36 レシーバタンク

- 38 高温蓄熱タンク（蓄熱部）
- 39 a 高温熱媒タンク（高温蓄熱タンク）（蓄熱部）
- 39 b 高温潤滑油タンク（高温蓄熱タンク）（蓄熱部）
- 40 低温蓄熱タンク
- 41 a 低温熱媒タンク（低温熱媒タンク）
- 41 b 低温潤滑油タンク（低温熱媒タンク）
- 42, 43 a, 43 b ポンプ
- 44 制御装置
- 46 a, 46 b 潤滑油流路

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電力により駆動される電動機と、
- 前記電動機により駆動される油冷式圧縮機と、
- 前記油冷式圧縮機により圧縮された圧縮空気を蓄える蓄圧部と、
- 前記蓄圧部から供給される圧縮空気によって駆動される膨張機と、
- 前記膨張機により駆動される発電機と、
- 前記蓄圧部から前記膨張機までを流体的に接続して圧縮空気を流通させ、並列に設けられた第1空気流路および第2空気流路を有する発電用の空気流路と、
- 前記蓄圧部または前記発電用の空気流路内の圧縮空気中に含まれる油分を検出する第1油検出部と、
- 前記第2空気流路中の圧縮空気から油分を分離する油分離器と、
- 前記蓄圧部から前記膨張機に圧縮空気を供給する際、圧縮空気が前記第1空気流路を流れる状態または前記第2空気流路を流れる状態のいずれかに切り替える第1切替機構と、
- 前記第1油検出部で基準以上の油濃度が検出されたとき、前記第1切替機構を動作させ、圧縮空気が前記第2空気流路を流れる状態に切り替え、前記油分離器により圧縮空気から油分を分離する制御装置とを備える、圧縮空気貯蔵発電装置。
- [請求項2] 前記油冷式圧縮機から前記蓄圧部に供給される圧縮空気と熱媒とで熱交換する第1熱交換器と、
- 前記第1熱交換器で熱交換された熱媒を蓄える蓄熱部と、
- 前記蓄圧部から前記膨張機に供給される圧縮空気と前記蓄熱部から供給される熱媒とで熱交換する第2熱交換器と
- をさらに備える、請求項1に記載の圧縮空気貯蔵発電装置。
- [請求項3] 前記油分離器は、前記第2空気流路において前記蓄圧部から前記第2熱交換器の間に設けられている、請求項2に記載の圧縮空気貯蔵発

電装置。

[請求項4] 前記第2熱交換器から前記膨張機までの前記発電用の空気流路に設けられた第2油検出部と、

前記第2熱交換器から前記膨張機までの前記発電用の空気流路から分岐した第3空気流路と、

前記第3空気流路が流体的に接続されたレシーバタンクと、

圧縮空気が前記発電用の空気流路を流れる状態または前記第3空気流路を流れる状態のいずれかに切り替える第2切替機構と

をさらに備え、

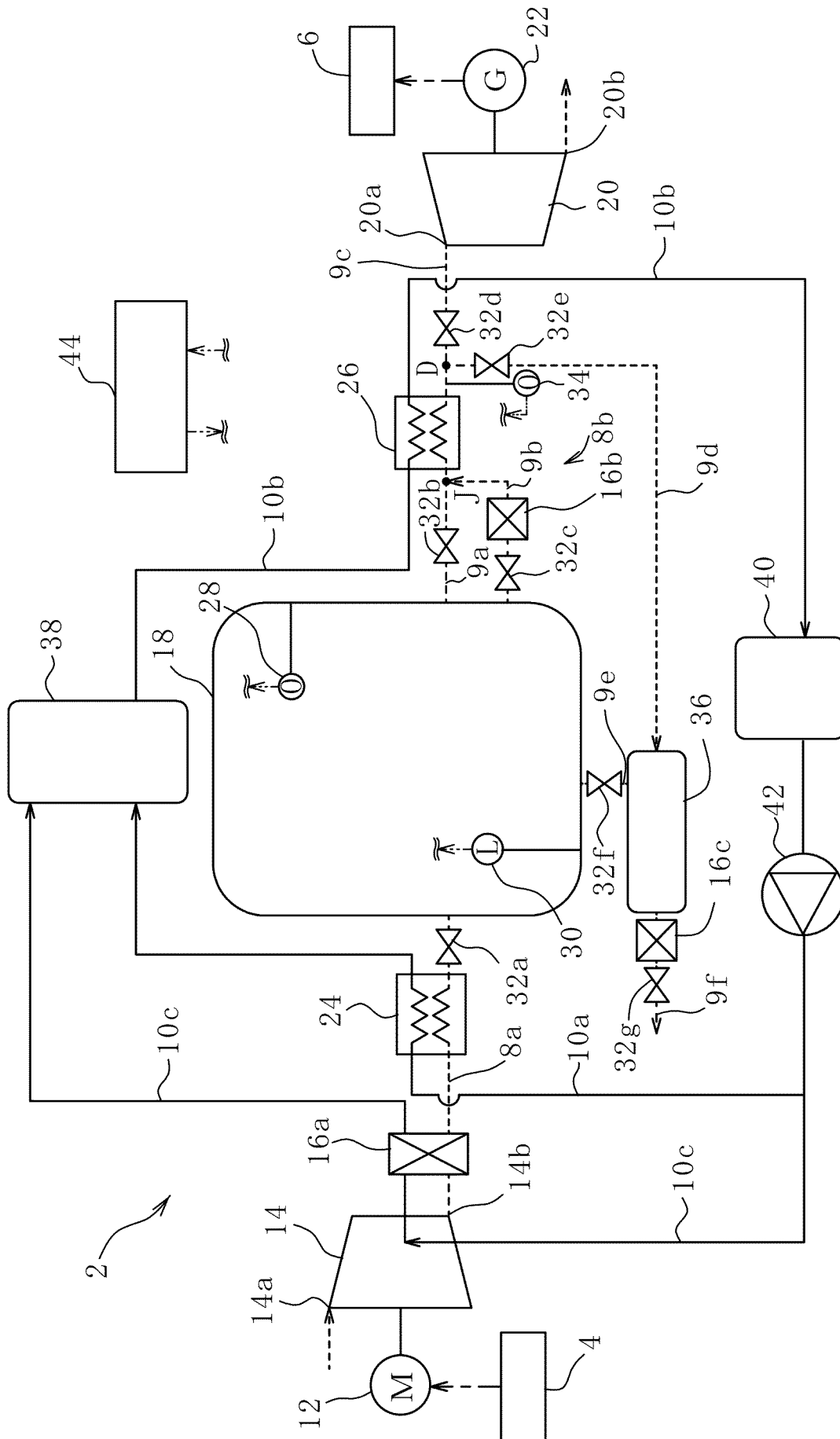
前記制御装置は、前記第2油検出部で基準以上の熱媒が検出されたとき、前記第2切替機構を動作させ、前記第3空気流路を流れる状態に切り替え、前記レシーバタンクに圧縮空気および熱媒を供給する、請求項2または請求項3に記載の圧縮空気貯蔵発電装置。

[請求項5] 前記蓄圧部内の液面高さを検出する液面検出部をさらに備え、

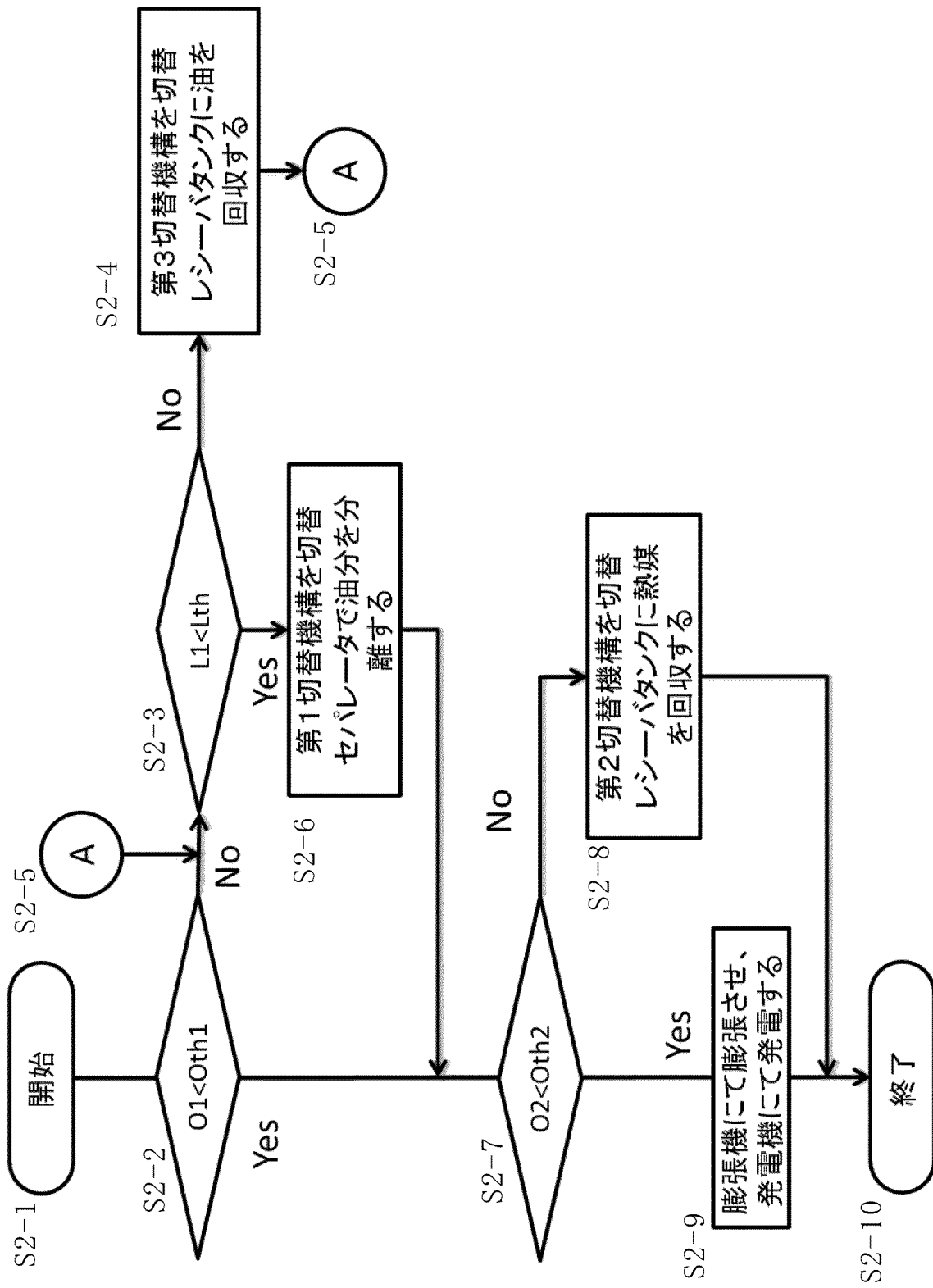
前記蓄圧部と前記レシーバタンクとは、第3切替機構を介して流体的に接続され、

前記制御装置は、前記液面検出部で基準以上の値を検出したとき、前記第3切替機構を動作させ、前記蓄圧部と前記レシーバタンクを流通させる、請求項4に記載の圧縮空気貯蔵発電装置。

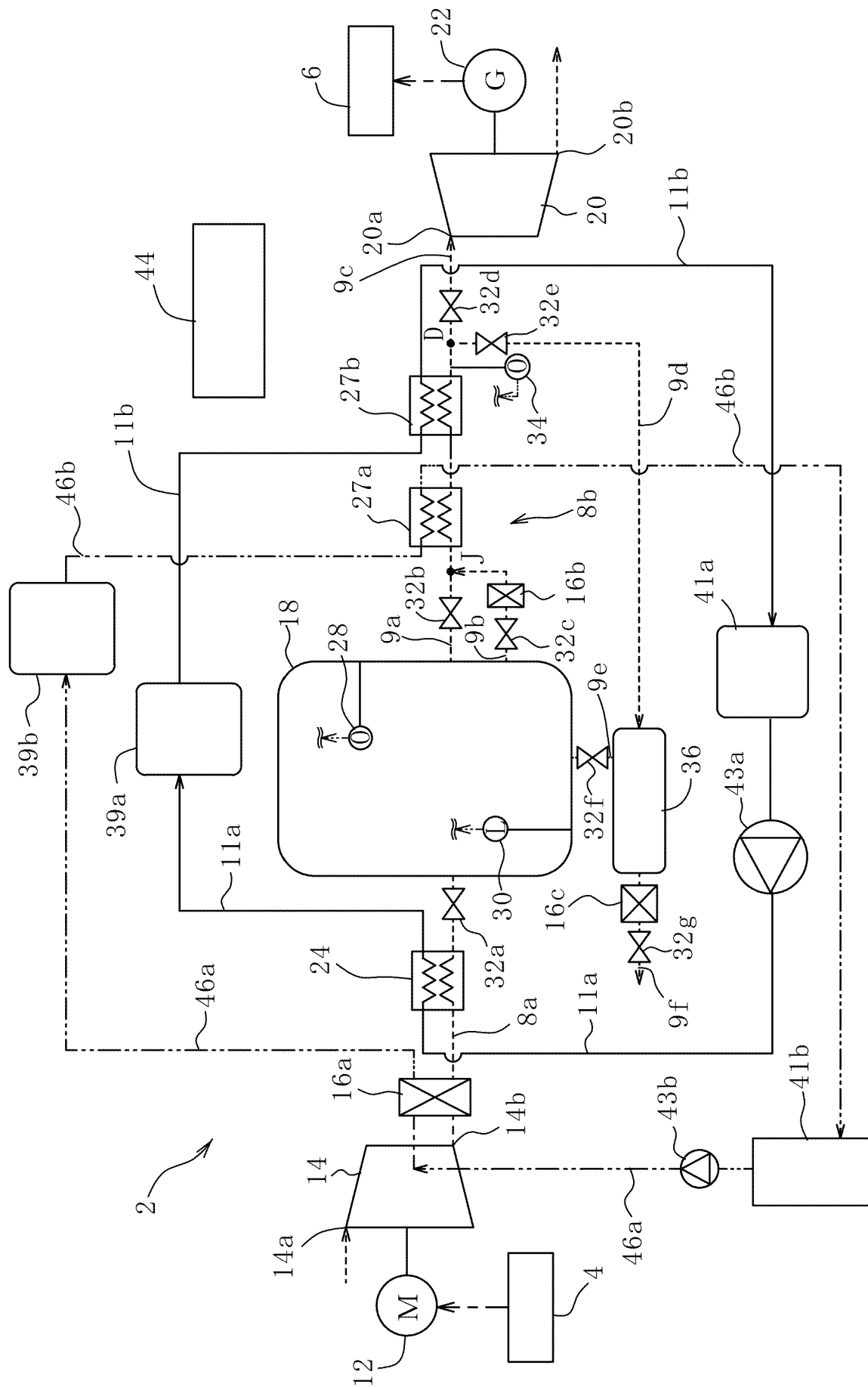
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001756

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02C1/05(2006.01)i, F01K27/02(2006.01)i, F02C6/16(2006.01)i, H02J3/38(2006.01)i, F28D20/00(2006.01)n

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, F01K27/02, F02C6/16, H02J3/38, F28D20/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2013-64399 A (Alstom Technology Ltd.), 11 April 2013 (11.04.2013), entire text; drawings & US 2013/0061591 A1 entire text; drawings & EP 2581584 A1 & CN 102953823 A	1-5
A	JP 10-238366 A (Hitachi, Ltd.), 08 September 1998 (08.09.1998), entire text; drawings & US 2001/0004830 A1 entire text; drawings & US 2003/0101728 A1 & DE 19757588 A1	1-5

☒ 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 February 2017 (14.02.17)

Date of mailing of the international search report
28 February 2017 (28.02.17)

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/JP2017/001756

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 2013-36397 A (Hitachi Industrial Equipment System Co., Ltd.), 21 February 2013 (21.02.2013), entire text; drawings (Family: none)	1-5
A	JP 4-103887 A (Hitachi, Ltd.), 06 April 1992 (06.04.1992), entire text; drawings (Family: none)	1-5
A	US 2015/0343365 A1 (INGERSOLL-RAND CO.), 03 December 2015 (03.12.2015), entire text; drawings & CN 105134605 A	1-5
A	US 2005/0271537 A1 (FIRNHABER, Mark A.), 08 December 2005 (08.12.2005), entire text; drawings (Family: none)	1-5
A	US 2004/0148922 A1 (PINKERTON, Joseph F.), 05 August 2004 (05.08.2004), entire text; drawings & WO 2004/072452 A1	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02C1/05(2006.01)i, F01K27/02(2006.01)i, F02C6/16(2006.01)i, H02J3/38(2006.01)i,
F28D20/00(2006.01)n

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, F01K27/02, F02C6/16, H02J3/38, F28D20/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2013-64399 A (アルストム テクノロジー リミテッド) 2013.04.11, 全文及び図面 & US 2013/0061591 A1, 全文及び図面 & EP 2581584 A1 & CN 102953823 A	1-5
A	JP 10-238366 A (株式会社日立製作所) 1998.09.08, 全文及び図面 & US 2001/0004830 A1, 全文及び図面 & US 2003/0101728 A1 & DE 19757588 A1	1-5

☑ 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

14.02.2017

国際調査報告の発送日

28.02.2017

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）

山崎 孔徳

3 S

4 0 2 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

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 2013-36397 A (株式会社日立産機システム) 2013.02.21, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 4-103887 A (株式会社日立製作所) 1992.04.06, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-5
A	US 2015/0343365 A1 (INGERSOLL-RAND COMPANY) 2015.12.03, 全文及び図面 & CN 105134605 A	1-5
A	US 2005/0271537 A1 (FIRNHABER, Mark A.) 2005.12.08, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-5
A	US 2004/0148922 A1 (PINKERTON, Joseph F.) 2004.08.05, 全文及び図面 & WO 2004/072452 A1	1-5