

(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 2017/138486 A1

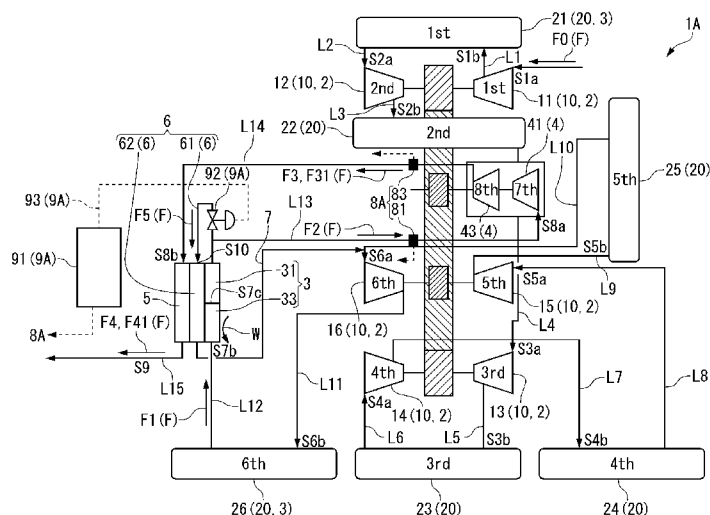
- (51) 国際特許分類:
F25J 1/00 (2006.01) *F04D 27/02* (2006.01)
F04D 17/12 (2006.01) *F04D 29/58* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/004204
- (22) 国際出願日: 2017年2月6日(06.02.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-022223 2016年2月8日(08.02.2016) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES COMPRESSOR CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080014 東京都港区芝五丁目3番6号 Tokyo (JP). 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 高木 博幸(TAKAKI, Hiroyuki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 中川 陽介(NAKAGAWA, Yosuke); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大場 充, 外(OBA, Mitsuru et al.); 〒1010032 東京都千代田区岩本町1丁目4番3号 KMビル8階 大場国際特許事務所 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, 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: PRESSURIZING SYSTEM

(54) 発明の名称: 昇圧システム



(57) Abstract: A pressurizing system 1A according to the present invention is provided with: a cooling temperature adjusting unit 9A which employs the flow rate of a supplied cooling medium to adjust the temperature of an intermediate supercritical pressure liquid generated by being cooled by a main cooling unit 31 upstream of a pump unit 4; and a pressure detecting unit which detects an inlet pressure P1 of the intermediate supercritical pressure liquid on an inlet side of the pump unit 4 and detects an outlet pressure P2 of a target supercritical fluid on an outlet side of the pump unit 4. The cooling temperature adjusting unit 9A is characterized in that the flow rate of the cooling medium is controlled on the basis of a pressure difference between the inlet pressure P1 and the outlet pressure P2, or a pressure ratio between the inlet pressure P1 and the outlet pressure P2.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/138486 A1



本発明の昇圧システム 1 A は、ポンプ部 4 の上流において主冷却部 3 1 で冷却、生成された中間超臨界圧液体の温度を、供給する冷却媒体の流量によって調整する冷却温度調整部 9 A と、ポンプ部 4 の入口側において中間超臨界圧液体の入口圧力 P_1 を検出するとともに、ポンプ部 4 の出口側において目標超臨界流体の出口圧力 P_2 を検出する圧力検出部と、を備える。冷却温度調整部 9 A は、入口圧力 P_1 と出口圧力 P_2 の圧力差、又は、入口圧力 P_1 と出口圧力 P_2 の圧力比、に基づいて、冷却媒体の流量を制御することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：昇圧システム

技術分野

[0001] 本発明は、気体の昇圧を行う昇圧システムに関する。

背景技術

[0002] 昇圧システムは、対象となる気体を目標圧力まで昇圧する装置であり、昇圧システムを利用して二酸化炭素を昇圧して液化させ、陸上又は海底の地中へ貯留することで大気中の二酸化炭素を低減する技術が検討されている。近年、温室効果ガスとして知られる二酸化炭素の排出量増大によって地球温暖化等の問題が顕在化してきており、例えば火力発電所の排気ガスに含まれる二酸化炭素を分離・回収した後に、昇圧システムによって昇圧することが検討されている。

[0003] この昇圧システムにおいては、多段に構成された圧縮機によって段階的に二酸化炭素の圧縮を行い、超臨界圧力・温度以上の状態となった二酸化炭素を冷却することで、輸送・貯留に最適な目標温度・圧力の二酸化炭素を得ている。この昇圧システムとしては、特許文献1及び特許文献2に開示されたシステムが知られている。

[0004] 特許文献1及び特許文献2に開示された昇圧システムは、主たる要素として圧縮部と、冷却部と、ポンプ部とを備える。圧縮部は、臨界圧以上、目標圧未満の中間圧まで対象気体を圧縮して中間超臨界流体を生成する。冷却部は、圧縮部で生成された中間超臨界流体を臨界温度近傍まで冷却して中間超臨界圧液体を生成する。また、ポンプ部は、冷却部で生成された中間超臨界圧液体を目標圧以上の圧力まで昇圧する。冷却部は、圧縮部で生成された中間超臨界流体の一部を抽液して冷却媒体として用いる。

特許文献2は、ポンプ部の上流に冷却温度調整部を設けることで、冷却部で生成される中間超臨界圧液体の温度を調整する。こうして、特許文献2は、ポンプ部のポンプ回転数が一定の状態であっても、冷却部で生成される中

間超臨界圧液体の温度を調整することで、最終的に生成される目標超臨界流体の圧力を調整することができる。より具体的には、特許文献2は、ポンプ部よりも下流側に設けられる加熱部によって加熱された二酸化炭素の圧力を検出する圧力検出部と、冷却部へ供給する冷却媒体（中間超臨界流体）の量を調整する流量調整弁と、を設け、圧力検出部で検出された検出値と所定の圧力範囲との偏差に基づいて、流量調整弁の開度を調整する。こうすることで、特許文献2は、冷却部で生成され、ポンプ部に吸入される中間超臨界圧液体の温度（ポンプ入口温度）を調整する。なお、特許文献2において、加熱部によって加熱された二酸化炭素の圧力は、昇圧システムの最終吐出圧力である。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第5826265号公報

特許文献2：国際公開第2015／107615号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 以上の昇圧システムにおいて、定格運転点よりも二酸化炭素の流量が少ない部分負荷による運転が行われることがある。この部分負荷運転をする場合においても、昇圧システムの最終吐出圧力を一定に維持することが求められる。

ところが、特許文献2に開示される制御方法にしたがって冷却部へ供給する冷却媒体の量を調整すると、ポンプ部へ向かう中間超臨界流体の量が変化するために、ポンプ部の入口側の二酸化炭素の温度（ポンプ入口温度）だけでなくポンプ部の入口側の二酸化炭素の圧力（ポンプ入口圧力）も変化してしまう。密度は温度及び圧力の両方の影響を受けて変化するために、圧力変化による制御動作が加わってしまい、流量調整弁が想定している制御動作と異なる動きをすることが懸念される。例えば、ポンプ部の出口側の圧力（ポ

ンプ出口圧力)、つまり最終吐出圧力が所定の圧力範囲よりも高い場合には、流量調整弁の開度を小さくして、冷却部への冷却媒体の流量を絞り、ポンプ入口温度を高くすることになる。そうすると、ポンプ出口圧力に基づく流量調整弁の制御においては、ポンプ部へ向かう中間超臨界流体の量が増えるために、ポンプ入口圧力が高くなるので、ポンプ出口圧力を低くしたいという要求と干渉してしまい、本来予定されていたポンプ入口温度の変化による二酸化炭素の密度調整ができなくなることがある。

また、例えば、圧縮部の動作を制御することによりポンプ入口圧力を一定に制御できるが、この制御とポンプ出口圧力(最終吐出圧力)の制御とが干渉してしまい、安定した運転ができなくなる。

[0007] 以上より、本発明は、運転の最中に部分負荷運転のように負荷が変動する場合にも、最終吐出圧力を安定して制御できる昇圧システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明による昇圧システムは、対象気体を臨界圧より高い目標圧以上の圧力まで昇圧する昇圧システムであって、臨界圧以上、目標圧未満の中間圧まで対象気体を圧縮して中間超臨界流体を生成する第一圧縮部と、第一圧縮部で生成された中間超臨界流体を臨界温度近傍まで冷却して中間超臨界圧液体を生成する冷却部と、冷却部で生成された中間超臨界圧液体を目標圧以上の圧力まで昇圧する第二圧縮部と、第二圧縮部の上流にて冷却部で生成された中間超臨界圧液体の温度を、供給する冷却媒体の流量によって調整する冷却温度調整部と、第二圧縮部の入口側において中間超臨界圧液体の入口圧力 P_1 を検出するとともに、第二圧縮部の出口側における目標超臨界流体の出口圧力 P_2 を検出する圧力検出部と、を備える。

[0009] そして、本発明の第一態様による冷却温度調整部は、入口圧力 P_1 と出口圧力 P_2 の圧力差、又は、入口圧力 P_1 と出口圧力 P_2 の圧力比、が所定の範囲に収まるように、冷却媒体の流量を制御する、ことを特徴とする。

[0010] 次に、本発明の第二態様に係る冷却温度調整部は、圧力検出部で検出され

る目標超臨界流体の出口圧力 P_2 が、予め設定された判定値 P_s を基準にする不感帯の範囲を超える場合に、出口圧力 P_2 と判定値 P_s との偏差 ΔP に基づいて、冷却媒体の流量を増減させる。この、冷却温度調整部は、出口圧力 P_2 が、不感帯の範囲にある場合には、冷却媒体の従前の流量を維持する。

[0011] 本発明において、第二圧縮部は、単数又は複数のポンプからなることが好ましい。

この昇圧システムによれば、前段側での圧縮を圧縮部で行い、より高圧となっている後段側での中間超臨界流体の圧送による昇圧をポンプで行って目標圧以上の圧力の液体を得ることができる。高圧となっている第二圧縮部に圧縮機を適用できるが、高圧ガスシールや高圧に対応した圧縮機ケーシングが多数必要となる。後段側にポンプを採用すれば、これら高圧に対応する要素が不要となるためコスト低減や信頼性向上が可能となる。

[0012] 本発明において、第二圧縮部で昇圧された中間超臨界圧液体を臨界温度近傍まで加熱して目標超臨界流体を生成する加熱部をさらに備えることができ、この場合、冷却部は、加熱部との間で熱交換を行って中間超臨界流体を冷却する主冷却部を備えることができる。

この昇圧システムによれば、第二圧縮部で生成された目標圧以上の圧力の液体を加熱部によって臨界温度近傍まで加熱することで目標とする圧力、温度の超臨界流体を得ることができる。

また、冷却部における主冷却部によって、中間超臨界流体の冷却の際に回収した熱を利用することで、より効率良く臨界温度近傍まで中間超臨界圧液体を加熱して目標とする圧力、温度の超臨界流体（目標超臨界流体）を得ることができる。

[0013] 本発明において、冷却温度調整部は、第一圧縮部で生成された中間超臨界流体の一部を抽液して冷却媒体として用いることができる。

そうすれば、第二圧縮部へ導入される中間超臨界圧液体自身の冷熱を有効に利用することができるため、中間超臨界流体から中間超臨界圧液体を生成

するために必要な凝縮器を別途設けることなく、第二圧縮部へ導入する中間超臨界圧液体を確実に生成できる。

[0014] 本発明において、冷却温度調整部は、冷却部へ供給する冷却媒体の流量を調整することができる。

このように、冷却媒体の流量を調整することで、冷却部で生成される中間超臨界流体の温度、圧力を所望の値に調整することができる。

[0015] 本発明において、冷却温度調整部は、冷却部へ供給する冷却媒体の流量を調整する流量調整部と、圧力検出部が検出した検出値に基づいて流量調整部を制御する制御部とを有し、制御部は、検出値が予め定められた圧力範囲に属するか否かを判定する判定部と、判定部の判定結果に基づいて、流量調整部で調整する流量を決定する流量決定部と、を備えることができる。

このように構成することで、目標超臨界圧流体の圧力をより安定的に維持することができる。

発明の効果

[0016] 本発明の第一態様に係る昇圧システムによれば、流量調整部の開度の調節を、第二圧縮部の入口圧力と出口圧力の圧力差が一定になるように制御する。つまり、本発明の昇圧システムは、入口圧力及び出口圧力の両者が考慮された圧力差に基づいて流量調整部を開度調節するので、出口圧力だけに基づいて流量調整部を調整する際に生じる制御の干渉が生じにくい。したがって、第一圧縮部の入口の弁機構又は第一圧縮部の回転数を調整して第二圧縮部の入口圧力を一定に制御する場合でも、この制御と圧力差による制御は応答性が異なるため、両者の干渉を防止できる。また、入口圧力を一定に制御していれば、最終吐出圧力も一定に制御できる。

また、本発明の第二態様に係る昇圧システムによれば、吐出圧力制御に不感帯を持たせ、出口圧力が大きく変化したときだけ流量調整部を調節するので、出口圧力の変化が小さいときには、流量調整部の開度を変化させずに従前の流量を維持する。出口圧力が判定値から大きくずれてきたときには、流量調整部の開度を調整する。こうすることにより、出口圧力の制御と第二圧

縮部、典型的にはポンプの吸入圧力の制御が同時に作用する時間が短くなるので、両者の干渉を防止できる。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]本発明の第1実施形態に係る昇圧システムの概略を示す系統図である。
- [図2]第1実施形態に係る昇圧システムに関し、二酸化炭素の状態を示すP－h線図である。
- [図3]第1実施形態に係る昇圧システムに関し、温度冷却部の構成を示す要部拡大図である。
- [図4]第1実施形態に係る昇圧システムに関し、ポンプ部に導入される流体の状態に応じたポンプ部の性能特性の変化を表すQ－H線図である。
- [図5]実施形態に係る昇圧システムに関し、圧縮部のIGV開度と、圧縮部に導入される流体の流量に応じた性能特性を表す線図である。
- [図6]本発明の第2実施形態に係る昇圧システムの概略を示す系統図である。
- [図7]第2実施形態に係る昇圧システムに関し、温度冷却部の構成を示す要部拡大図である。
- [図8]第2実施形態に係る昇圧システムに関し、制御部が備える不感帯を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0018] [第1実施形態]

以下、本発明に係る昇圧システムの第1実施形態を、添付図面を参照して説明する。

本実施形態に係る昇圧システム1Aは、対象気体として気体状態の二酸化炭素Fを臨界圧より高い目標圧以上の圧力まで昇圧するシステムである。

- [0019] 図1に示すように、昇圧システム1Aは、二酸化炭素Fを取り込んで圧縮する圧縮部2と、圧縮部2で生成された中間超臨界流体を臨界温度近傍まで冷却して中間超臨界圧液体を生成する冷却部3と、冷却部で生成された中間超臨界圧液体を目標圧以上の圧力まで昇圧するポンプ部4と、を備えている。

また、この昇圧システム 1 A は、ポンプ部 4 で昇圧された二酸化炭素 F を加熱する加熱部 5 と、冷却部 3 とポンプ部 4 との間に設けられて二酸化炭素 F を取り出す抽液減圧部 6 と、抽液減圧部 6 からの二酸化炭素 F を圧縮部 2 に返送するバイパス流路 7 と、を備えている。

加えて、この昇圧システム 1 A は、ポンプ部 4 の入口側の二酸化炭素 F の圧力（入口圧力）P 1 及び出口側の二酸化炭素 F の圧力（出口圧力）P 2 を検出する圧力検出部 8 A と、圧力検出部 8 A が検出した二酸化炭素 F の圧力値に基づいて抽液減圧部 6 によって取り出される二酸化炭素 F の流量を調整する冷却温度調整部 9 A と、を備えている。

本実施形態の昇圧システム 1 A は、圧力検出部 8 A で検出した入口圧力 P 1 及び出口圧力 P 2 に基づいて冷却温度調整部 9 A が二酸化炭素 F の流量を調整するところに特徴を有している。

以下、昇圧システム 1 A の各構成要素を説明した後に、昇圧システム 1 A の動作、昇圧システム 1 A の作用及び効果の順で説明する。

[0020] [圧縮部 2]

圧縮部 2 は、本発明の第一圧縮部をなすものであり、複数のインペラを、歯車を介して連動させた多軸多段構成のギアド圧縮機から構成される。

圧縮部 2 は、多段（本実施形態では 6 段）に設けられた複数のインペラ 10 と、相前後するインペラ 10 の間及び冷却部 3 との間に一つずつ設けられた複数の中間冷却器 20 とを有する。そして、圧縮部 2 は、取り込んだ二酸化炭素 F を導入気体 F 0 として圧縮と冷却を繰り返しながら臨界圧以上であって、目標圧未満の中間圧の圧力状態まで圧縮して中間超臨界流体 F 1 を生成する。

二酸化炭素 F の臨界圧は 7.4 [MPa] であり、目標圧としては、当該臨界圧よりも高い値として、例えば 15 [MPa] が設定される。また、圧縮部 2 で生成される中間超臨界流体 F 1 の中間圧としては、例えば 10 [MPa] が設定される。ただし、目標圧及び中間圧の値は、対象気体の臨界圧に応じて適宜決定されるものであって、本発明を限定するものでない。

[0021] ここで、圧縮部２においては、二酸化炭素Ｆが取り込まれて流通する上流側から下流側に向かって順に設けられた一段圧縮インペラ１１と、第一中間冷却器２１と、二段圧縮インペラ１２と、第二中間冷却器２２と、三段圧縮インペラ１３と、第三中間冷却器２３と、四段圧縮インペラ１４と、第四中間冷却器２４と、五段圧縮インペラ１５と、第五中間冷却器２５と、六段圧縮インペラ１６と、第六中間冷却器２６とによって構成される。そして、これらの圧縮部２の要素が管路Ｌ１、Ｌ２、Ｌ３、Ｌ４、Ｌ５、Ｌ６、Ｌ７、Ｌ８、Ｌ９、Ｌ１０、Ｌ１１によって互いに接続されている。

[0022] [冷却部３]

冷却部３は、第六中間冷却器２６の下流側に管路Ｌ１２によって接続され、圧縮部２の最終段となる六段圧縮インペラ１６から生成された中間超臨界流体Ｆ１を臨界温度近傍まで冷却して液化し、中間超臨界圧液体Ｆ２を生成する。

この冷却部３は、圧縮部２で生成された中間超臨界流体Ｆ１を予冷却する予冷却部３３と、予冷却部３３で冷却された中間超臨界流体Ｆ１をさらに冷却して中間超臨界圧液体Ｆ２を生成する主冷却部３１とを有している。

[0023] 予冷却部３３は、図示を省略する管路から供給される外部冷却媒体Ｗによって中間超臨界流体Ｆ１を予冷却する熱交換器である。

主冷却部３１は、後述する抽液減圧部６からの低温液体Ｆ５を導入し、これを冷却媒体として中間超臨界流体Ｆ１を冷却する。そして、本実施形態は、主冷却部３１で中間超臨界流体Ｆ１を冷却することで得られる熱により加熱部５での加熱を行うものであり、主冷却部３１と加熱部５とが一つの熱交換器を構成している。

[0024] 本実施形態においては、主冷却部３１は、冷却媒体として抽液減圧部６からの低温液体Ｆ５を用いるが、外部より適当な冷却媒体Ｗが得られる場合には、予冷却部３３によって予冷却することで、主冷却部３１で必要となる冷熱量の低減が可能となる。予冷却部３３の冷却能力は、予冷却部３３が外部から取り込む外部冷却媒体Ｗの温度及び流量等によって異なる。

なお、圧縮部 2 で生成された中間超臨界流体 F 1 を第六中間冷却器 2 6 のみで液体への遷移領域まで冷却し、その後、主冷却部 3 1 によって液化されて中間超臨界圧液体 F 2 を生成できるのであれば、予冷却部 3 3 を省略できる。

[0025] また、冷却部 3 で中間超臨界流体 F 1 を臨界温度近傍まで冷却する際には、好ましくは臨界温度の ± 20 [°C] となる温度まで冷却し、より好ましくは臨界温度の ± 15 [°C] となる温度まで冷却し、臨界温度の ± 10 [°C] となる温度まで冷却することが最も好ましい。

[0026] [ポンプ部 4]

ポンプ部 4 は、本発明の第二圧縮部をなすものであり、冷却部 3 の下流側に管路 L 1 3 によって接続され、冷却部 3 を通過して生成された中間超臨界圧液体 F 2 を導入して目標圧の圧力状態まで昇圧し、目標圧液体 F 3 を生成する。本実施形態では、このポンプ部 4 は、一段ポンプインペラ 4 1 及び二段ポンプインペラ 4 3 からなる二段構成を採用しているが、中間超臨界圧液体 F 2 を目標圧まで昇圧できる限り、その構成は任意である。

前述したように、管路 L 1 3 には、第一圧力センサ 8 1 が設けられている。

[0027] [加熱部 5]

加熱部 5 は、ポンプ部 4 の下流側に管路 L 1 4 によって接続され、ポンプ部 4 からの目標圧液体 F 3 を導入して、臨界温度 (31.1 [°C]) 以上の目標超臨界流体 F 4 を生成する。

上述したように、加熱部 5 は、冷却部 3 の主冷却部 3 1 とともに熱交換器を構成している。したがって、この加熱部 5 では、主冷却部 3 1 との間で熱交換を行うことにより、主冷却部 3 1 で中間超臨界流体 F 1 を冷却して得た凝縮熱によって目標圧液体 F 3 を加熱する。

管路 L 1 4 には、第二圧力センサ 8 3 が設けられている。

[0028] さらに、加熱部 5 の下流側には、管路 L 1 5 が接続されている。管路 L 1 5 には、加熱部 5 にて生成された目標超臨界流体 F 4 が流入し、下流側に接

続された外部設備に供給される。

[0029] [抽液減圧部 6]

抽液減圧部 6 は、主冷却部 3 1 とポンプ部 4 との間に設けられ、主冷却部 3 1 からの中間超臨界圧液体 F 2 の一部を抽出して得た低温液体 F 5 によって主冷却部 3 1 における中間超臨界流体 F 1 の冷却を行う。この冷却に伴って、低温液体 F 5 は自身が加熱される。

具体的にはこの抽液減圧部 6 は、主冷却部 3 1 とポンプ部 4 との間の管路 L 1 3 から分岐するように、一端がこの管路 L 1 3 に接続された分岐管路 6 1 と、この分岐管路 6 1 の他端が接続されて主冷却部 3 1 との間で熱交換を行う熱交換部 6 2 と、を有している。さらに、分岐管路 6 1 の中途位置には、流量調整部 9 2 が設けられている。流量調整部 9 2 は、その開度を調節することが可能な弁から構成され、例えば流量調節弁が採用される。

[0030] [バイパス流路 7]

バイパス流路 7 は、抽液減圧部 6 からの低温液体 F 5 を圧縮部 2 の六段圧縮インペラ 1 6 の上流側に戻す。このバイパス流路 7 は、一端が抽液減圧部 6 の熱交換部 6 2 に接続され、他端が六段圧縮インペラ 1 6 と第五中間冷却器 2 5 との間の管路 L 1 0 に接続されている。

[0031] [圧力検出部 8 A]

圧力検出部 8 A は、管路 L 1 3 の途中に設けられる第一圧力センサ 8 1 と、管路 L 1 4 の途中に設けられる第二圧力センサ 8 3 と、を有している。第一圧力センサ 8 1 は、管路 L 1 3 を流れる中間超臨界圧液体 F 2 の圧力値、つまりポンプ部 4 の入口圧力 P 1 を計測し、第二圧力センサ 8 3 は、管路 L 1 4 を流れる目標圧液体 F 3 の圧力値、つまりポンプ部 4 の出口圧力 P 2 を計測する。

圧力検出部 8 A で計測された入口圧力 P 1 及び出口圧力 P 2 は、後述する冷却温度調整部 9 A の制御部 9 1 に送信される。

[0032] [冷却温度調整部 9 A]

冷却温度調整部 9 A は、圧力検出部 8 A に電氣的に接続された制御部 9 1

と、制御信号線 9 3 によって制御部 9 1 と電氣的に接続された流量調整部 9 2 と、を有している。

流量調整部 9 2 は、開度を調節することによって抽液した中間超臨界圧液体 F 2 に対してジュールトムソン効果による減圧を行い、低温液体 F 5 を生成する。流量調整部 9 2 の開度は、制御部 9 1 によって調節される。

[0033] 制御部 9 1 は、例えば図 3 に示すように、圧力検出部 8 A に接続される判定部 9 1 a と、判定部 9 1 a に接続される流量決定部 9 1 b と、を有している。

判定部 9 1 a は、圧力検出部 8 A に電氣的に接続されるとともに、圧力検出部 8 A が検出した検出値である入口圧力 P 1 及び出口圧力 P 2 が予め設定された判定値 P s に合致するか否かの判定処理を行う。この判定値 P s は、昇圧システム 1 A によって生成される目標超臨界流体 F 4 の目標圧を含む数値範囲であって、図示を省略する入力手段を介して判定部 9 1 a に入力され、判定部 9 1 a にて記憶、保持される。

[0034] 判定部 9 1 a は、入口圧力 P 1 と出口圧力 P 2 の圧力差 $P_{2-1} = P_2 - P_1$ を算出し、この圧力差 ΔP と記憶された判定値 P s とを比較して、圧力差 P_{2-1} と判定値 P s との偏差 ΔP を算出する。判定部 9 1 a による判定結果である偏差 ΔP は、流量決定部 9 1 b に伝達される。なお、圧力差 P_{2-1} を $P_2 - P_1$ としたが、 $P_1 - P_2$ としてもよい。

[0035] 流量決定部 9 1 b は、判定部 9 1 a から取得した偏差 ΔP に基づいて所定の演算を行い、流量調整部 9 2 の開度を算出する。より詳細には、まず、圧力値の偏差 ΔP と、その偏差 ΔP を解消するために必要となる流量の増減量を所定の関係式から導出する。なお、この関係式は昇圧システム 1 A の性能要件等によって経験的に求められるものである。

[0036] 流量決定部 9 1 b は、この関係式によって導出された流量の増減量に基づいて、流量調整部 9 2 の開度を算出する。なお、流量の増減量と、流量調整部 9 2 の開度との関係は、流量調整部 9 2 に用いられる流量調整弁の性能要件等によって決定されるものである。

流量決定部 9 1 b は決定された開度の増減に係る指示情報を流量調整部 9 2 に伝達する。流量決定部 9 1 b からの指示情報を取得した流量調整部 9 2 (流量調節弁) はその指示情報に従って開度を調整する。

以上のとおりであり、制御部 9 1 は、 $P_{2-1} = P_2 - P_1$ が判定値 P_s と一致するように流量調整部 9 2 の開度、つまり中間超臨界圧液体 F 2 の流量を制御する。

なお、ここでは圧力差 P_{2-1} を用いる制御を説明したが、圧力比 $P_{2/1}$ を用いて制御することもできる。

[0037] [二酸化炭素 F の状態変化]

次に、図 2 の P-h 線図を参照して、二酸化炭素 F の状態変化の様子 (二酸化炭素 F の昇圧方法) について説明する。

圧縮部 2 において、一段圧縮インペラ 1 1 に導入された導入気体 F 0 (状態 S 1 a) は、図 2 の実線の矢印に示すように、一段圧縮インペラ 1 1 によって圧縮されて状態 S 1 a よりも高圧で高温の状態 S 1 b となる。その後、第一中間冷却器 2 1 によって等圧で冷却されて状態 S 2 a となる。そしてこのように圧縮と冷却を繰り返して、状態 S 2 b → 状態 S 3 a → 状態 S 3 b → 状態 S 4 a → 状態 S 4 b → 状態 S 5 a → 状態 S 5 b → 状態 S 6 a → 状態 S 6 b → 状態 S 7 a → 状態 S 7 b と状態変化し、臨界圧以上の圧力の中間超臨界流体 F 1 の状態となる (圧縮工程)。

[0038] その後、状態 S 7 b となった中間超臨界流体 F 1 は予冷却部 3 3 へ導入 (状態 S 7 c) される。予冷却部 3 3 では等圧状態でさらに冷却されて中間超臨界流体 F 1 の温度を下げるができる (冷却工程)。

この中間超臨界流体 F 1 は、主冷却部 3 1 によって超臨界圧のまま等圧で冷却されて、臨界温度以下の状態 S 8 a となって中間超臨界流体 F 1 は中間超臨界圧液体 F 2 へと相変化して、ポンプ部 4 へ導入される (冷却工程)。

[0039] ポンプ部 4 では、状態 S 8 a の中間超臨界圧液体 F 2 が、陸上の地中や海底の地中へ貯留可能となる目標圧まで昇圧されるとともに、温度が上昇して状態 S 8 b の目標圧液体 F 3 となる (ポンプ工程)。その後、この目標圧液

体F 3を加熱部5によって加熱することで、臨界温度以上まで等圧で昇温し、二酸化炭素Fを陸上の地中や海底の地中へ貯留可能となる最終状態S 9とする。

[0040] ここで、主冷却部31で状態S 8aとなった中間超臨界圧液体F 2の一部が冷却温度調整部9Aの流量調整部92の開度を調整することで抽液される。このとき、中間超臨界圧液体F 2の抽液される量は、流量調整部92の開度に応じて調整される。抽液された中間超臨界圧液体F 2は減圧され、状態S 10の低温液体F 5となる。この状態S 10における低温液体F 5の圧力は、六段圧縮インペラ16の上流側であって第五中間冷却器25の下流側の圧力に相当する圧力とされている。

また、この低温液体F 5は冷却部3との間で熱交換することで加熱されて等圧状態のまま気化し、六段圧縮インペラ16の上流側における状態S 6aの気体又は超臨界流体となる。この気体または超臨界流体がバイパス流路7によって六段圧縮インペラ16の上流側へ返送され、圧縮部2を流通する中間超臨界流体F 1に混入される。

[0041] [本実施形態の効果]

以下、第1実施形態に係る昇圧システム1Aの効果を説明する。昇圧システム1Aは、流量調整部92の開度の調節を、ポンプ部4の入口圧力P 1と出口圧力P 2の偏差 ΔP ($P 2 - P 1$) が一定になるように制御する。つまり、昇圧システム1Aは、入口圧力P 1及び出口圧力P 2の両者が考慮された偏差 ΔP に基づいて流量調整部92を開度調節するので、出口圧力P 2だけに基いて流量調整部92を調整する際に生じる制御の干渉が生じにくい。したがって、圧縮部2の入口の弁機構 (IGV (Inlet Guide Vane)) 又は圧縮部2の回転数を調整して入口圧力P 1を一定に制御する場合でも、この制御と偏差 ΔP による制御は応答性が異なるため、両者の干渉を防止できる。また、入口圧力P 1を一定に制御していれば、本実施形態により、最終吐出圧力も一定に制御できる。

[0042] 次に、昇圧システム1Aにおいて、仮に高圧となっている後段側の部分に

も圧縮部 2 と同様のインペラを適用した場合には、高圧ガスシールや高圧に対応した圧縮機ケーシングが多数必要となる。これに対して、昇圧システム 1 A は、高圧側でポンプ部 4 を採用している。ポンプ部 4 では液体を昇圧するため、高圧状態（約 15 ～ 60 [MPa]）まで昇圧するに際して、対象となる流体をシールすることが容易であるから、コストアップを回避できる。

[0043] ここで、図 4 はポンプ部 4 の入口圧力 P_1 と出口圧力 P_2 の偏差（揚程）と、流量の関係を表す $Q-H$ 線図である。図 4 に示すように、状態 S_{8x} における中間超臨界圧液体 F_2 の $Q-H$ 曲線は、状態 S_{8a} における中間超臨界圧液体 F_2 の $Q-H$ 曲線に比べて全体に揚程が小さくなる。すなわち、中間超臨界圧液体 F_2 の温度が上昇し、密度が低下するにつれて、ポンプ部 4 で生成される目標圧液体 F_3 の圧力は低下して、図 2 の状態 S_{8y} となる。

[0044] 状態 S_{8y} の目標圧液体 F_3 は、加熱部 5 に導入されて等圧状態で加熱されて、状態 S_{9x} の目標超臨界流体 F_4 となる。

このように、ポンプ部 4 に導入される中間超臨界圧液体 F_2 の温度を調節することで、ポンプ部 4 のポンプ回転数等を変えることなく、最終的に得られる目標超臨界流体 F_4 の圧力（目標圧）を調節することができる。

さらに、図 4 に示すように、流量が小さい条件においても、ポンプ部 4 に導入される中間超臨界圧液体 F_2 の温度を調節することで、ポンプ部 4 のポンプ回転数等を変えることなく、最終的に得られる目標超臨界流体 F_4 の圧力を一定の目標圧に調節することができる。

したがって、ポンプ部 4 に例えば可変速モータ等を設けることなく、目標の圧力を得ることができる。

[0045] さらに、本実施形態では、目標超臨界流体 F_4 の圧力は、管路 L_{13} 及び管路 L_{14} の中途位置に設けられた圧力検出部 8 A で随時検出される。検出された圧力値（入口圧力 P_1 及び出口圧力 P_2 ）は冷却温度調整部 9 A の制御部 9 1 に入力される。制御部 9 1 は、所定の演算を経て流量調整部 9 2 の開度を決定し、調整を行う。上述の動作は冷却温度調整部 9 A と圧力検出部

8 Aとによって自律的に実行されるものである。したがって、外乱要因等によって目標超臨界流体F 4の圧力に変化が生じた場合であっても、その変化に応じて流量調整部9 2の開度が自律的に調節されて、目標超臨界流体F 4の圧力は予め定められた所望の目標圧に向けて是正される。これにより、目標超臨界流体F 4の圧力を安定化した状態で供給することができる。

[0046] なお、本実施形態では、主冷却部3 1の冷却媒体として抽液減圧部6からの低温液体F 5を用いるが、外部より適当な外部冷却媒体Wが得られる場合には、予冷却部3 3によって予冷却することで、主冷却部3 1で必要となる冷熱量の低減が可能となる。例えばこの場合、状態S 7 bから状態S 7 cまでの冷却を予冷却部3 3で冷却し、状態S 7 cから状態S 8 aまでの冷却を主冷却部3 1で行うこととなる。

[0047] ここで、圧縮部2に導入される導入気体F 0の流量を調節する手段としては、例えば図示を省略するI G Vが採用される。I G Vは、管路の中途に設けられ、開度を調整することが可能な絞り弁である。I G Vの開度が小さくなるのにしたがって、圧縮部2に導入される導入気体F 0の流量が少なくなる。なお、I G Vは一段圧縮インペラ1 1の導入部に設けられることが好ましい。

[0048] 図5は、圧縮部2のI G V開度の変化に応じた性能特性を示す線図である。図5から読み取れるように、I G V開度が全開状態である100%から90%、80%と下がるにしたがって、圧縮部2に導入される流体の流量が下がる。ここで、圧縮部2の吐出圧力が高いほど、サージ限界に達する限界流量の値が高くなる。図5の例では、吐出圧力H 3と、吐出圧力H 3よりも低い吐出圧力H 4の2つの運転状態を示している。吐出圧力H 3の場合は、流量80%でサージ限界に達するが、吐出圧力H 4の場合は、サージ限界に達する流量が70%にまで拡大される。したがって、小流量下ではポンプ部4における揚程量が向上する分だけ、圧縮部2に要求される圧縮量を下げることができるので、圧縮部2の吐出圧力、すなわち圧縮部2で生成される中間超臨界流体F 1の圧力を下げることができる。

このように、IGVの開度を小さくすることで吐出圧力を低くするにしたがって、許容される流量範囲（運転範囲）を拡大することができる。

これにより、昇圧システム1Aで得られる目標超臨界流体F4の圧力範囲を広くすることができる。

[0049] [第2実施形態]

次に、本発明による第2実施形態による昇圧システム1Bを、図6～図8に基づいて説明する。

昇圧システム1Bは、圧力検出部8Bが検知する部位が相違するとともに、冷却温度調整部9Bの流量調整部92による開度の制御手法が相違することを除いて、第1実施形態の昇圧システム1Aと基本的な構成は同じである。したがって、以下では、この相違点を中心に説明する。

[0050] [圧力検出部8B]

図6及び図7に示すように、昇圧システム1Bは、管路L15の途中に圧力検出部8Bを有している。圧力検出部8Bは、管路L15を流れる目標超臨界流体F4の圧力値である出口圧力P2を計測する。

圧力検出部8Bで計測された出口圧力P2は、冷却温度調整部9Bの制御部91に送信される。

[0051] [冷却温度調整部9B]

冷却温度調整部9Bは、冷却温度調整部9Aと同様に、制御部91と流量調整部92とを有しており、流量調整部92は第1実施形態と同様にして低温液体F5を生成する。

[0052] 図7に示すように、制御部91は、判定部91aと流量決定部91bとを有しているが、以下説明するように、判定部91aの判定の内容が第1実施形態と相違する。

判定部91aは、圧力検出部8Aが検出した出口圧力P2と予め設定された判定値 P_s とを比較して偏差 $\Delta P = P_2 - P_s$ を算出する。判定部91aは、判定結果である偏差 ΔP を流量決定部91bに伝達する。

[0053] 判定部91aは、図8に示すように、判定に不感帯DBを設けており、出

口圧力 P_2 がこの不感帯 DB の範囲を超えれば判定結果である偏差 ΔP を流量決定部 $91b$ に伝達するが、不感帯 DB の範囲内に属するときには偏差 ΔP を流量決定部 $91b$ に伝達しないことにしている。この不感帯 DB に関する情報は、判定部 $91a$ に予め記憶されている。

不感帯 DB は、図8に示すように、判定値 P_s を基準にして正の所定値 P_N 及び負の所定値 N_N で挟まれる範囲として設定される。判定部 $91a$ は、出口圧力 P_2 が所定値 P_N 以下であり、かつ負の所定値 N_N 以上の値であるか否かを判定する。例えば、図8の場合、判定部 $91a$ は、期間 T_1 及び期間 T_3 には偏差 ΔP を流量決定部 $91b$ に伝達しないが、期間 T_2 には偏差 ΔP を流量決定部 $91b$ に伝達する。

[0054] 流量決定部 $91b$ は、第1実施形態と同様にして、取得した偏差 ΔP に基づいて流量調整部 92 の開度を算出し、開度の増減に係る指示情報を流量調整部 92 に伝達する。流量決定部 $91b$ からの指示情報を取得した流量調整部 92 （流量調節弁）はその指示情報に従って開度を調整する。

[0055] 以上の通りであり、吐出圧力制御に不感帯 DB を持たせ、ポンプ部4の出口圧力 P_2 が大きく変化したときだけ流量調整部 92 を調節する。これにより、出口圧力 P_2 の変化が小さいときには偏差 ΔP はゼロと見なされ、流量調整部 92 の開度を変化させずに従前の流量を維持する。出口圧力 P_2 が判定値 P_s から大きくずれてきたときには、偏差 ΔP がゼロではなくなり、このときに流量調整部 92 の開度を調整する。こうすることにより、出口圧力 P_2 の制御とポンプ部4の吸入圧力の制御が同時に作用する時間が短くなるので、両者の干渉を防止できる。

[0056] 上記以外にも、本発明の主旨を逸脱しない限り、上記実施形態で挙げた構成を取捨選択したり、他の構成に適宜変更したりすることが可能である。

例えば、上述の実施形態では、圧縮部2にギアド圧縮機を用いた例を説明したが、圧縮部2に用いられる圧縮機はギアド圧縮機に限定されず、他の方式の圧縮機を採用してもよい。

符号の説明

- [0057] 1 A 昇圧システム
- 1 B 昇圧システム
- 2 圧縮部
- 3 冷却部
- 4 ポンプ部
- 5 加熱部
- 6 抽液減圧部
- 7 バイパス流路
- 8 A 圧力検出部
- 8 B 圧力検出部
- 9 A 冷却温度調整部
- 9 B 冷却温度調整部
- 10 インペラ
- 11 一段圧縮インペラ
- 12 二段圧縮インペラ
- 13 三段圧縮インペラ
- 14 四段圧縮インペラ
- 15 五段圧縮インペラ
- 16 六段圧縮インペラ
- 20 中間冷却器
- 21 第一中間冷却器
- 22 第二中間冷却器
- 23 第三中間冷却器
- 24 第四中間冷却器
- 25 第五中間冷却器
- 26 第六中間冷却器
- 31 主冷却部
- 33 予冷却部

- 4 1 一段ポンプインペラ
- 4 3 二段ポンプインペラ
- 6 1 分岐管路
- 6 2 熱交換部
- 8 1 第一圧力センサ
- 8 3 第二圧力センサ
- 9 1 制御部
 - 9 1 a 判定部
 - 9 1 b 流量決定部
- 9 2 流量調整部
- 9 3 制御信号線

請求の範囲

- [請求項1] 対象気体を臨界圧より高い目標圧以上の圧力まで昇圧する昇圧システムであって、
- 臨界圧以上、目標圧未満の中間圧まで前記対象気体を圧縮して中間超臨界流体を生成する第一圧縮部と、
- 前記第一圧縮部で生成された中間超臨界流体を臨界温度近傍まで冷却して中間超臨界圧液体を生成する冷却部と、
- 前記冷却部で生成された前記中間超臨界圧液体を前記目標圧以上の圧力まで昇圧する第二圧縮部と、
- 前記第二圧縮部の上流において前記冷却部で生成された前記中間超臨界圧液体の温度を、供給する冷却媒体の流量によって調整する冷却温度調整部と、
- 前記第二圧縮部の入口側において前記中間超臨界圧液体の入口圧力 P_1 を検出するとともに、前記第二圧縮部の出口側における目標超臨界流体の出口圧力 P_2 を検出する圧力検出部と、を備え、
- 前記冷却温度調整部は、
- 前記入口圧力 P_1 と前記出口圧力 P_2 の圧力差、又は、前記入口圧力 P_1 と前記出口圧力 P_2 の圧力比、に基づいて、前記冷却媒体の流量を制御する、
- ことを特徴とする昇圧システム。
- [請求項2] 対象気体を臨界圧より高い目標圧以上の圧力まで昇圧する昇圧システムであって、
- 臨界圧以上、目標圧未満の中間圧まで前記対象気体を圧縮して中間超臨界流体を生成する第一圧縮部と、
- 前記第一圧縮部で生成された前記中間超臨界流体を臨界温度近傍まで冷却して中間超臨界圧液体を生成する冷却部と、
- 前記冷却部で生成された前記中間超臨界圧液体を前記目標圧以上の圧力まで昇圧する第二圧縮部と、

前記第二圧縮部の上流にて前記冷却部で生成された前記中間超臨界圧液体の温度を、供給する冷却媒体の流量によって調整する冷却温度調整部と、

前記第二圧縮部の出口側における目標超臨界流体の出口圧力 P_2 を検出する圧力検出部と、を備え、

前記冷却温度調整部は、

前記出口圧力 P_2 が、予め設定された判定値 P_s を基準にする不感帯の範囲を超える場合に、前記出口圧力 P_2 と前記判定値 P_s との偏差 ΔP に基づいて、前記冷却媒体の流量を増減させ、

前記出口圧力 P_2 が、前記不感帯の範囲にある場合には、前記冷却媒体の従前の流量を維持する、
ことを特徴とする昇圧システム。

[請求項3] 前記第二圧縮部は、単数又は複数のポンプからなる、
請求項1又は請求項2に記載の昇圧システム。

[請求項4] 前記第二圧縮部で昇圧された前記中間超臨界圧液体を臨界温度近傍まで加熱して目標超臨界流体を生成する加熱部をさらに備え、
前記冷却部は、
前記加熱部との間で熱交換を行って前記第二圧縮部で昇圧された前記中間超臨界流体を冷却する主冷却部を備える、
請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の昇圧システム。

[請求項5] 前記冷却温度調整部は、
前記第一圧縮部で生成された前記中間超臨界流体の一部を抽液して前記冷却媒体として用いる、
請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の昇圧システム。

[請求項6] 前記冷却温度調整部は、
前記冷却部へ供給する前記冷却媒体の流量を調整する、
請求項1～請求項5のいずれか一項に記載の昇圧システム。

[請求項7] 前記冷却温度調整部は、

前記冷却部へ供給する前記冷却媒体の流量を調整する流量調整部と、
前記圧力検出部が検出した検出値に基づいて前記流量調整部を制御する制御部とを有し、
前記制御部は、
前記検出値が予め定められた圧力範囲に属するか否かを判定する判定部と、
前記判定部の判定結果に基づいて、前記流量調整部で調整する流量を決定する流量決定部と、を備える、
請求項 4 に記載の昇圧システム。

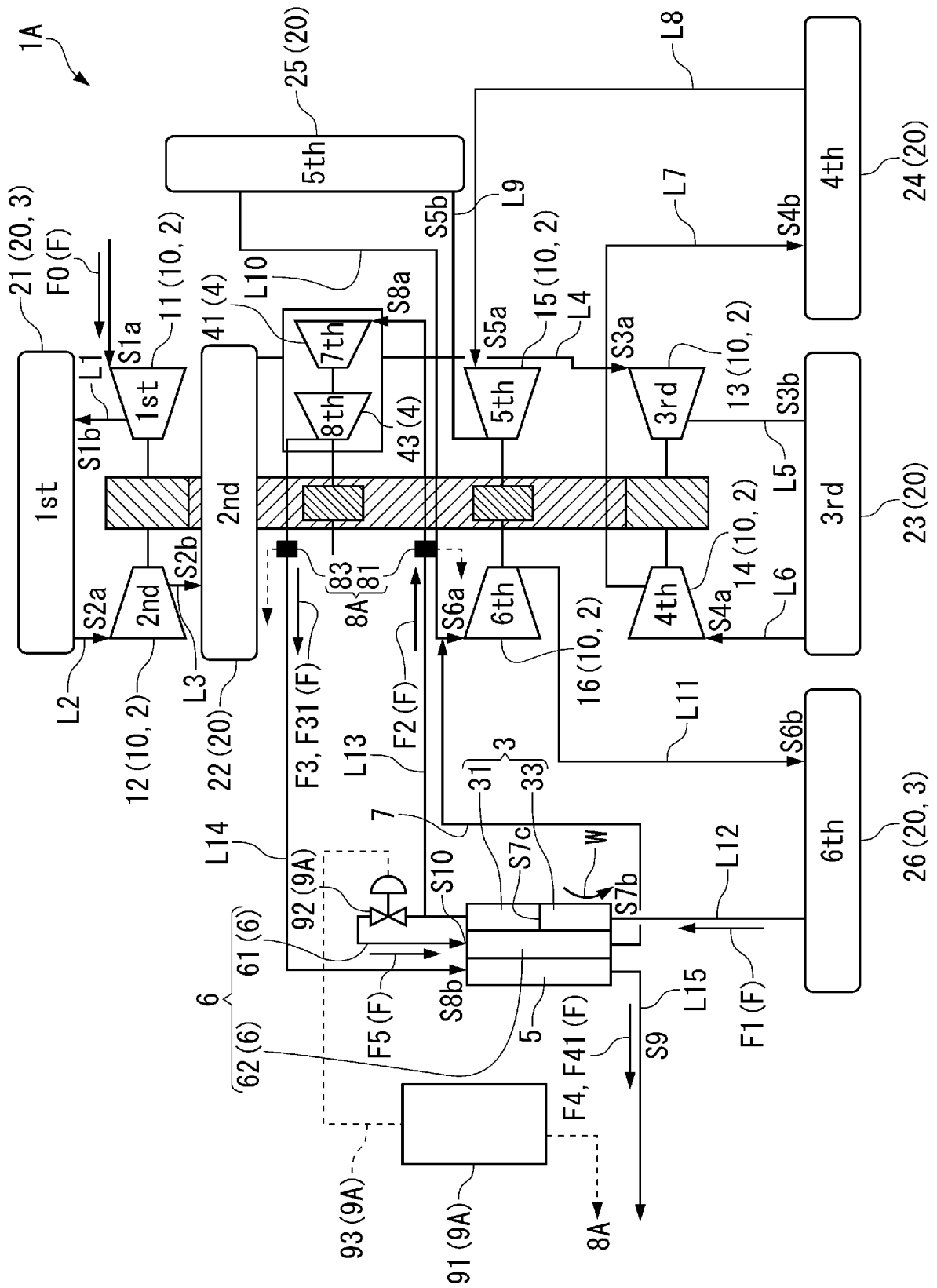
[請求項 8] 前記冷却温度調整部は、
前記入口圧力 P_1 と前記出口圧力 P_2 の圧力差に基づいて、前記冷却媒体の流量を制御する、
請求項 1 に記載の昇圧システム。

[請求項 9] 前記冷却温度調整部は、
前記入口圧力 P_1 と前記出口圧力 P_2 の圧力比に基づいて、前記冷却媒体の流量を制御する、
請求項 1 に記載の昇圧システム。

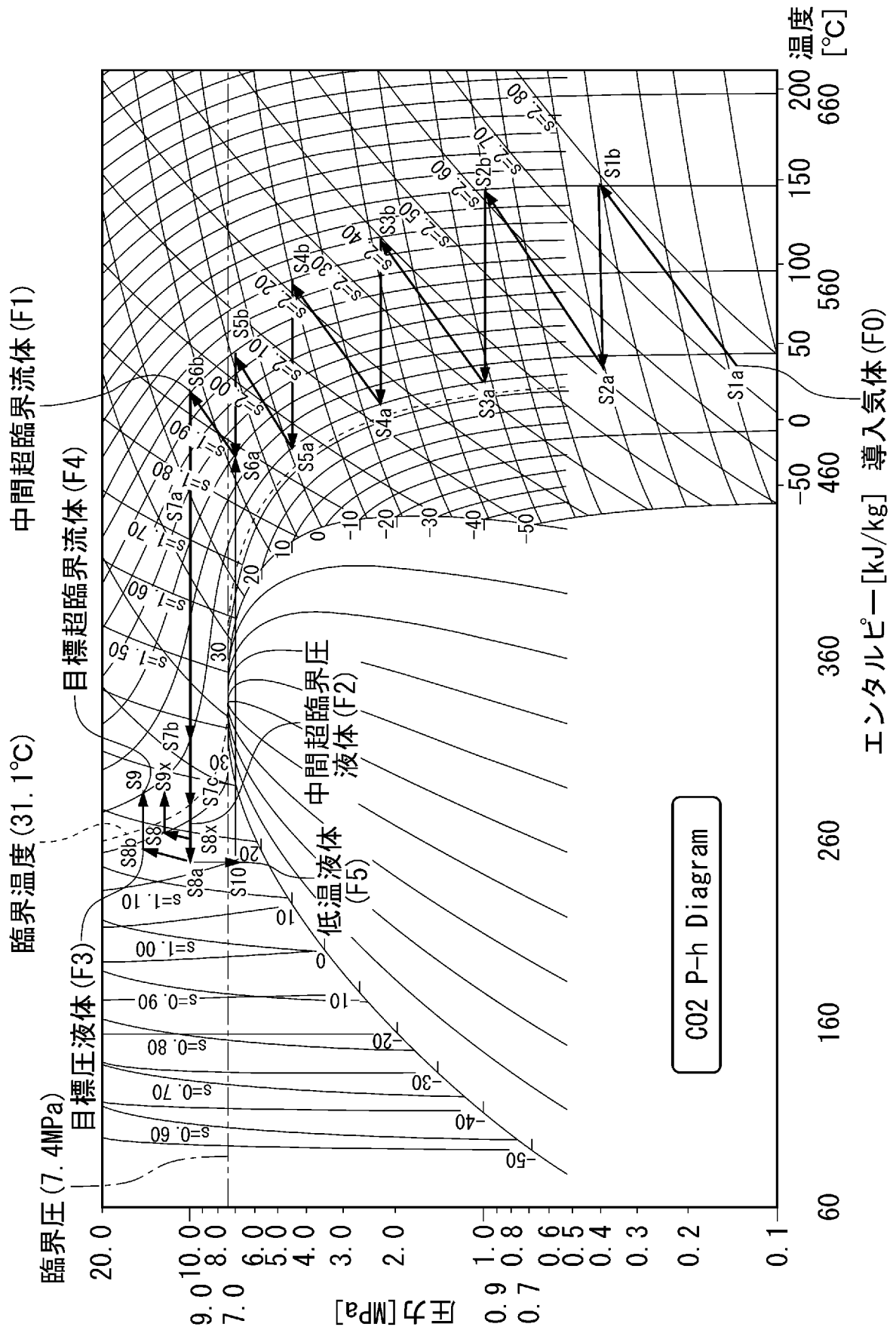
[請求項 10] 前記対象気体は二酸化炭素である、
請求項 1 に記載の昇圧システム。

[請求項 11] 前記対象気体は二酸化炭素である、
請求項 2 に記載の昇圧システム。

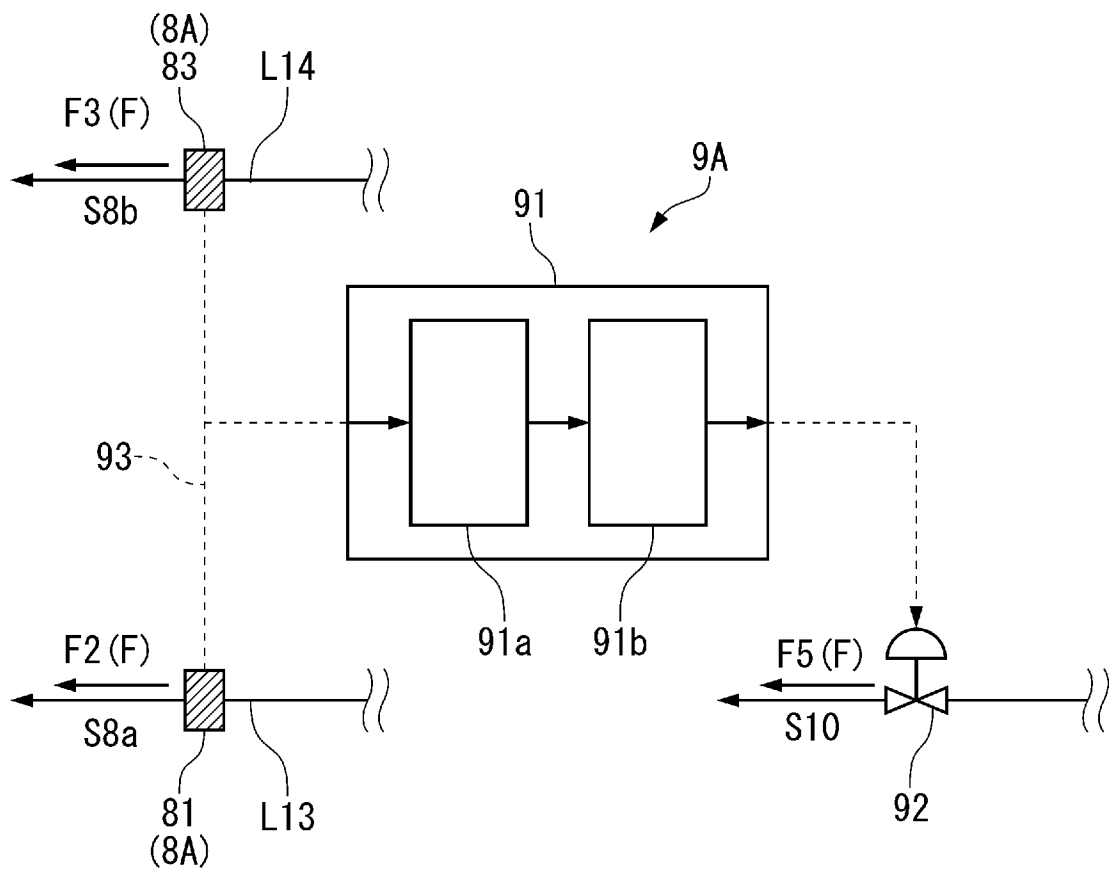
[図1]



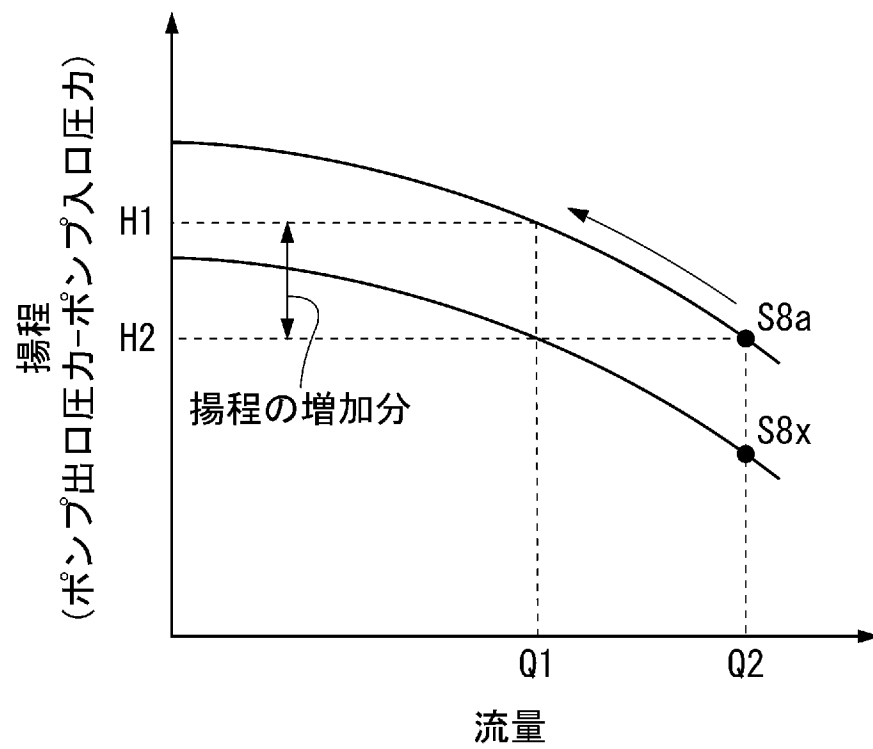
[図2]



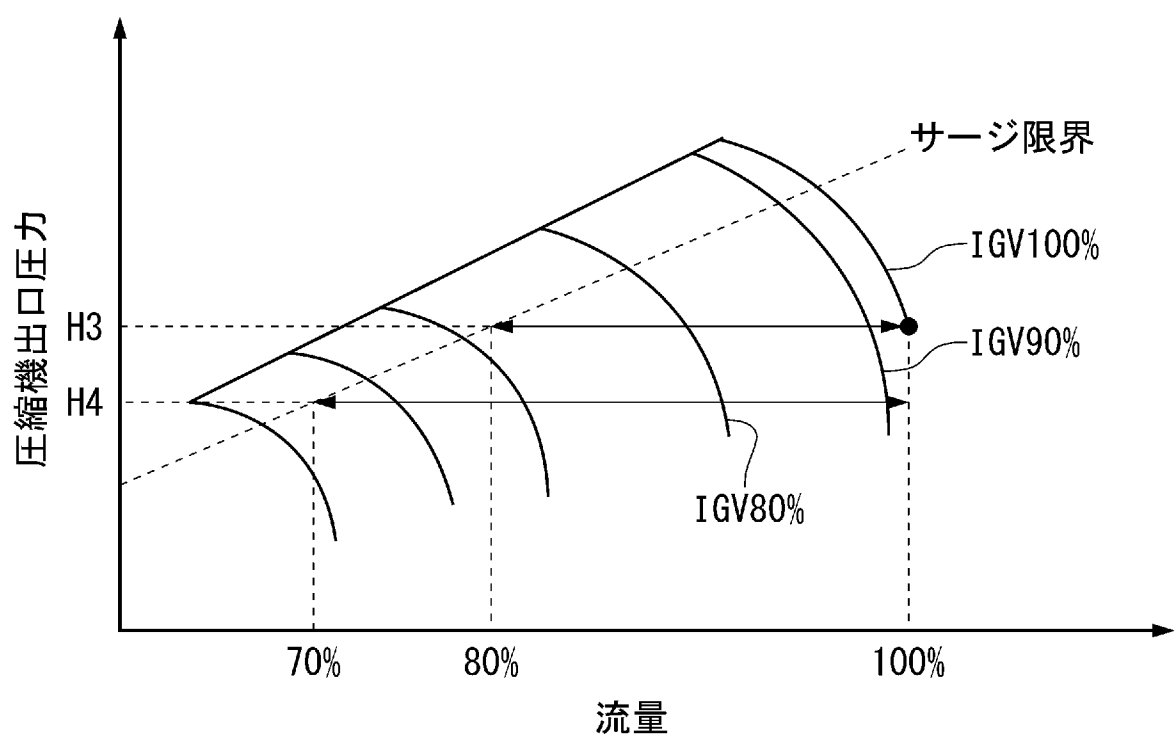
[図3]



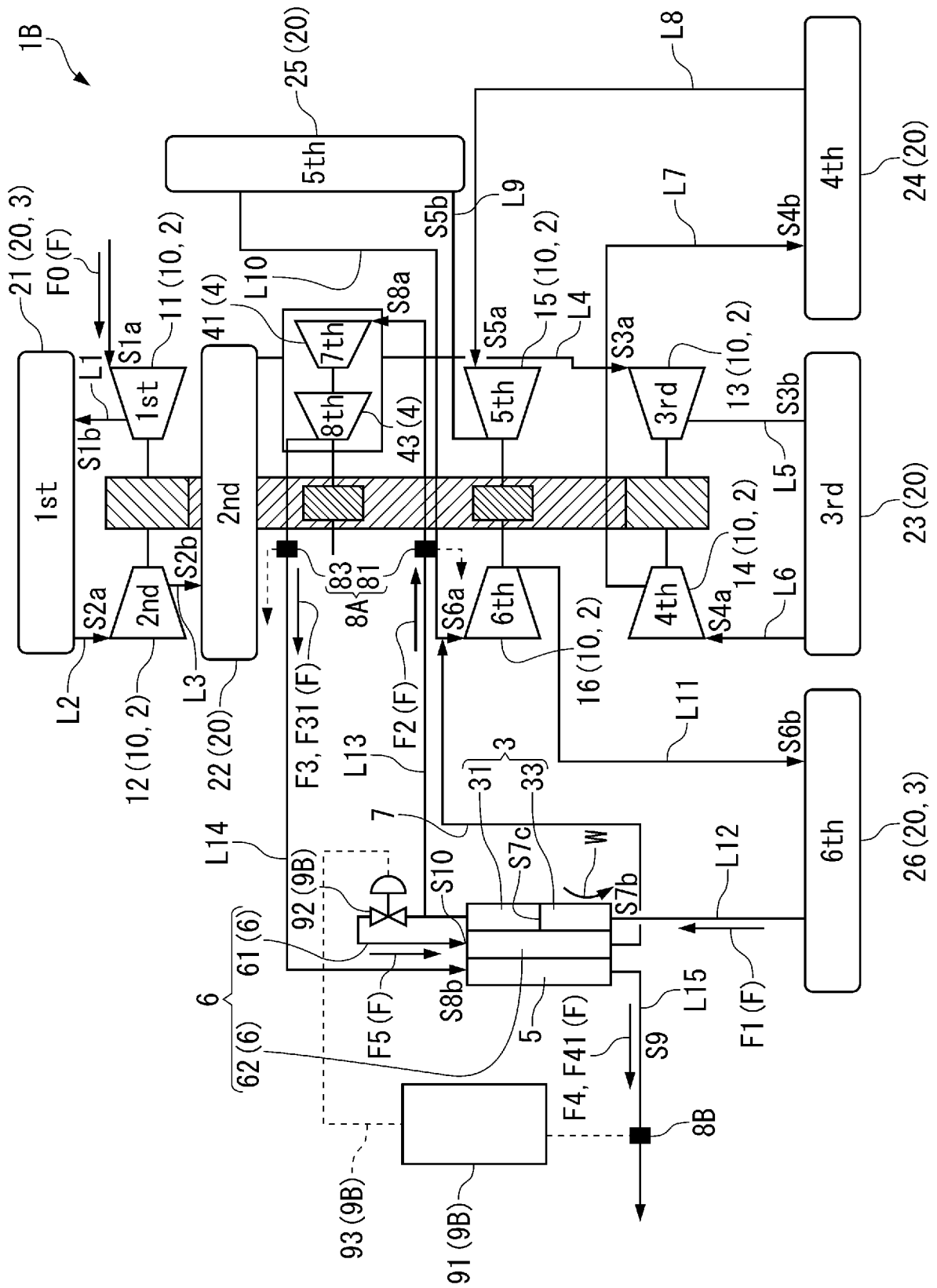
[図4]



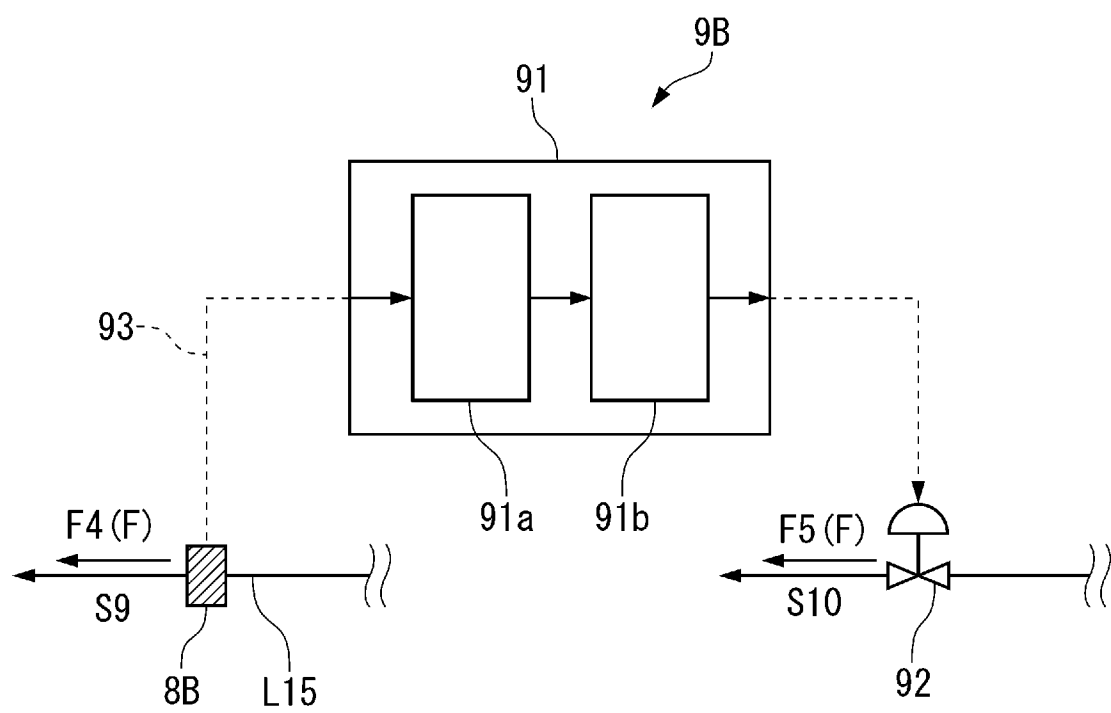
[図5]



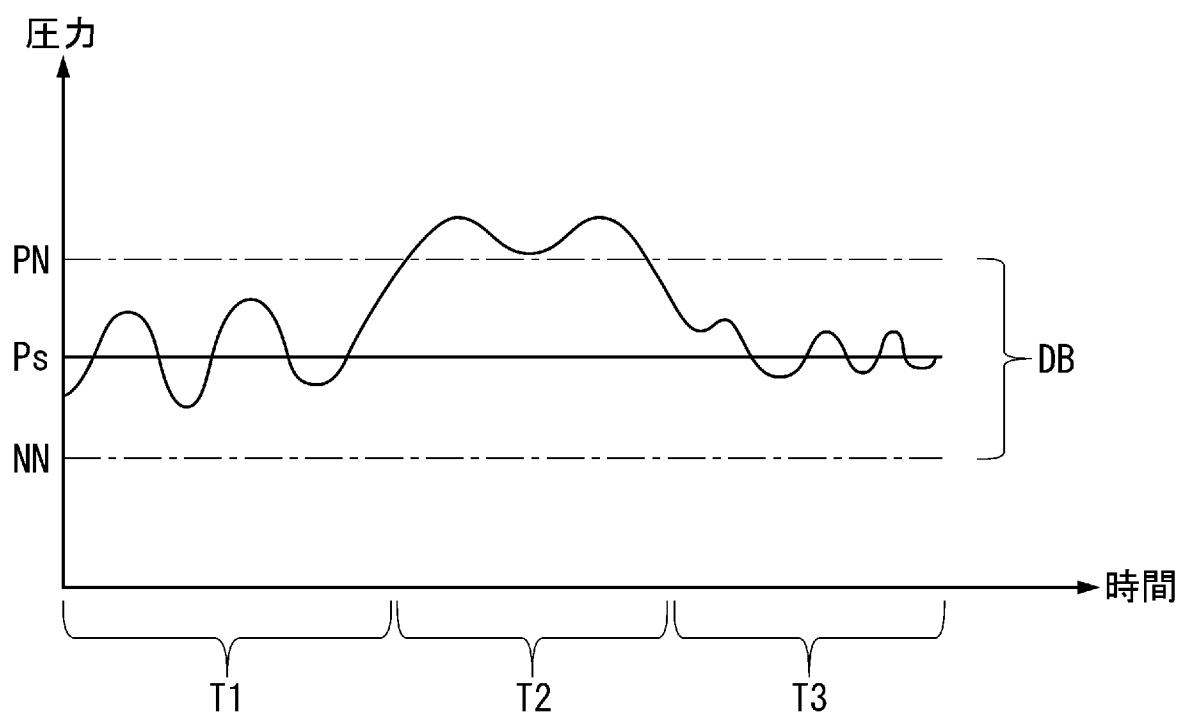
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/004204

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F25J1/00(2006.01)i, F04D17/12(2006.01)i, F04D27/02(2006.01)i, F04D29/58(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)

B01J3/00-3/04, B01J19/00, F25J1/00-5/00, F04D17/12, F04D27/02, F04D29/58

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), JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/107615 A1 (Mitsubishi Heavy Industries Compressor Corp.), 23 July 2015 (23.07.2015), claims; fig. 1 to 5 & EP 2990102 A1 claims; fig. 1 to 5	1-11
A	JP 2013-519864 A (Nuovo Pignone S.p.A.), 30 May 2013 (30.05.2013), claims; fig. 1 to 8 & WO 2011/101296 A1 claims; fig. 1 to 8 & US 2013/0156543 A1	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
10 March 2017 (10.03.17)

Date of mailing of the international search report
21 March 2017 (21.03.17)

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/JP2017/004204

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 4-203397 A (Hitachi, Ltd.), 23 July 1992 (23.07.1992), claims; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-11
A	JP 6-101654 A (Atlas Copco Energas GmbH), 12 April 1994 (12.04.1994), claims; fig. 1 to 5 & US 5290142 A1 fig. 1 to 5; columns 7 to 8 & DE 4202226 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F25J1/00(2006.01)i, F04D17/12(2006.01)i, F04D27/02(2006.01)i, F04D29/58(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. B01J3/00-3/04, B01J19/00, F25J1/00-5/00, F04D17/12, F04D27/02, F04D29/58

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), JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2015/107615 A1 (三菱重工コンプレッサ株式会社) 2015.07.23, 特許請求の範囲, 図1-5 & EP 2990102 A1, Claims, FIG.1-5	1-11
A	JP 2013-519864 A (ヌオーヴォ ピニオーネ ソシエタ ペル アチオニ) 2013.05.30, 特許請求の範囲、図1-8 & WO 2011/101296 A1, CLAIMS, FIGURE1-8 & US 2013/0156543 A1	1-11

☒ 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

10.03.2017

国際調査報告の発送日

21.03.2017

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)

神田 和輝

4Q

3439

電話番号 03-3581-1101 内線 3468

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 4-203397 A (株式会社日立製作所) 1992. 07. 23, 特許請求の範囲、 第 1 - 5 図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 6-101654 A (アトラス、コプコ、エネルガス、ゲゼルシャフト、 ミット、ベシユレンクテル、ハフツング) 1994. 04. 12, 特許請求の 範囲、図 1 - 5 & US 5290142 A1, FIG. 1-5, 第 7 - 8 欄 & DE 4202226 A1	1-11