

(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
2018年9月13日(13.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/163419 A1

- (51) 国際特許分類:
F02C 7/143 (2006.01) *F02C 6/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/009767
- (22) 国際出願日: 2017年3月10日(10.03.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日揮株式会社 (JGC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい二丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 松尾 知明 (MATSUO, Tomoaki);
〒2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい2丁目3番1号 日揮株式会社内 Kanagawa

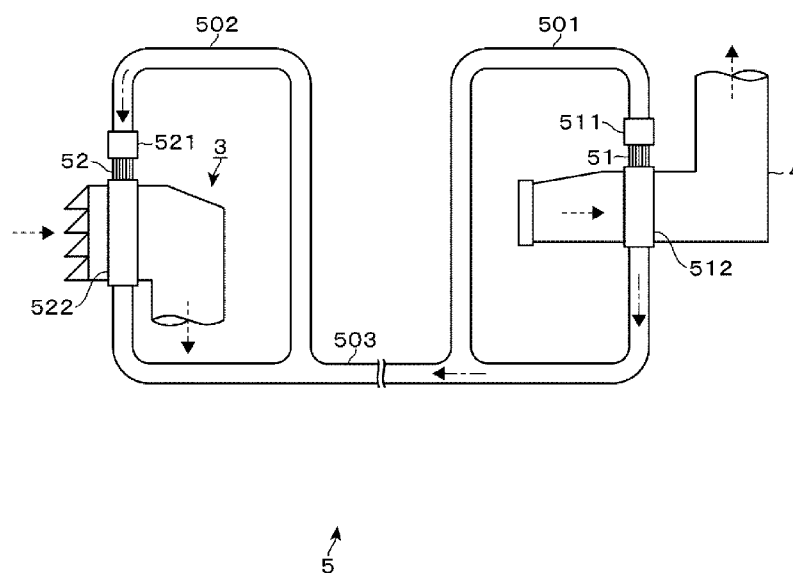
(JP). 角谷 謙(KAKUTANI, Yuzuru); 〒2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい2丁目3番1号 日揮株式会社内 Kanagawa (JP). 小巻 瑞穂(KOMAKI, Mizuho); 〒2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい2丁目3番1号 日揮株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人弥生特許事務所(YAYOY PATENT OFFICE); 〒2310058 神奈川県横浜市中区弥生町2丁目15番1号ストークタワー大通り公園3601号 Kanagawa (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,

(54) Title: INTAKE/EXHAUST DEVICE AND NATURAL GAS TREATMENT FACILITY

(54) 発明の名称: 吸気排気装置、及び天然ガス処理設備



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an intake/exhaust device capable of cooling intake air of a gas turbine by using exhaust gas of the gas turbine and having a simple configuration. [Problem] Provided is an intake/exhaust device for supplying and discharging air to and from a gas turbine 2, wherein an intake part 3 supplies outside air to an air compressor, and an exhaust flow path 4 discharges exhaust gas discharged from the gas turbine 2. A thermoacoustic engine 5 is provided with, on pipelines 501, 502 containing working gas, a first stack 51 which causes

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, 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))

the differential gas to vibrate when, relative to one end side of the first stack 51, the other end side is heated to a higher temperature, and a second stack 52 disposed on the downstream side in the direction of propagation of the vibration and forming a low-temperature part where, relative to one end side of the second stack 52, the other end side has a lower temperature. The other end side of the first stack 51 is heated by using exhaust gas flowing in the exhaust flow path 4, and the air taken in from the intake part 3 is cooled by using the low-temperature part disposed on the other end side of the second stack 52.

(57) 要約: ガスタービンの排ガスを利用してガスタービン吸気を冷却することが可能であり、且つ、簡素な構成の吸気排気装置等を提供する。【課題】ガスタービン2への空気の供給、及び排気を行う吸気排気装置において、吸気部3は、外部の空気を空気圧縮機へ供給し、排出流路4はガスタービン2から排気される排ガスの排出を行う。熱音響機関5は、作動ガスが封入された管路501、502に、その一端側よりも他端側を高い温度に加熱することにより、差動ガスに振動を発生させるための第1のスタック51と、前記振動の伝搬方向の下流側に配置され、一端側よりも他端側の温度が低い低温部を形成するための第2のスタック52とを備える。第1のスタック51の他端側は、排出流路4を流れる排ガスを利用して加熱され、吸気部3から取り込まれた空気は、第2のスタック52の他端側の低温部を利用して冷却される。

明 細 書

発明の名称： 吸気排気装置、及び天然ガス処理設備

技術分野

[0001] 本発明は、ガスタービンに燃料ガス燃焼用の空気を供給する技術に関する。

背景技術

[0002] 天然ガス（N G : Natural Gas）の液化やコンデンセートの分離、回収などを行う N G 処理設備には、N G を冷却する冷媒を圧縮する冷媒圧縮機や、N G 処理設備内で使用する電力を発電する発電機を駆動するガスタービンが設けられる場合がある。

燃料ガスを燃焼させてタービンの駆動力を得るガスタービンからは、高熱の排ガスが排出されるため、この排ガスを利用して、蒸気やホットオイルなどの高温の熱流体を発生させることができる。得られた熱流体は、N G 処理設備内に設けられている各種の加熱機器を用いた操作（例えば、N G の前処理を行う吸収液や吸着剤の再生、N G から液体重質分を分離する精留など）に利用される。

[0003] 一方でガスタービンにおいては、燃焼用の空気を圧縮する空気圧縮機に取り込まれる空気の温度が上昇すると出力が低下する特性を有するため、ガスタービンに取り込まれる空気を冷却するシステムを備えているものもある。

例えば特許文献 1 には、N G 処理設備に設けられたガスタービンに対し、吸収液としてアンモニアや臭化リチウムを用い、冷媒として水を用いた吸収式冷凍機を設け、冷媒によるガスタービン吸気の冷却と、ガスタービンの排ガスを利用した吸収液の再生とを行う技術が記載されている。

[0004] しかしながら、吸収式冷凍機は、吸収液や冷媒の送液に用いるポンプなどの動力機の設置が必要であり装置構成が大掛かりとなるため、設備コストやメンテナンス性の観点で課題がある。

なお特許文献 2 には、熱音響機関を用いて高炉の冷却排熱を回収し、モー

ター駆動の空気圧縮機の吸気を冷却する技術が記載されているが、ガスタービン吸気を冷却する技術の記載はない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：オーストラリア特許出願公開公報：AU2013203082A
1

特許文献2：特開2014-222128号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、このような背景の下になされたものであり、その目的は、ガスタービンの排ガスを利用してガスタービン吸気を冷却することが可能であり、且つ、簡素な構成の吸気排気装置、及びこの吸気排気装置を備えた天然ガス処理設備を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の吸気排気装置は、ガスタービンから排気される排ガスを利用して、前記ガスタービンに設けられた空気圧縮機へ供給される空気を冷却する吸気排気装置であって、

外部の空気を取り込んで前記空気圧縮機へ供給するための吸気部と、

前記ガスタービンから排気される排ガスを排出するための排出流路と、

作動ガスが封入された管路に、前記管路よりも細い複数の流路の集合体であるスタックであって、その一端側よりも他端側を高い温度に加熱することにより、前記差動ガスに振動を発生させるための第1のスタックと、前記第1のスタック発生した振動の伝搬方向の下流側に設けられ、当該振動の伝搬方向に沿って、その一端側よりも他端側の温度が低い低温部を形成するための第2のスタックとが設けられた熱音響機関と、を備え、

前記第1のスタックの他端側は、前記排出流路を流れる排ガスを利用して加熱され、前記吸気部に取り込まれた空気は、前記第2のスタックの他端側

の低温部を利用して冷却されることを特徴とする。

[0008] 前記吸気排気装置は以下の特徴を備えていてもよい。

(a) 前記第1のスタックの他端側には、前記排出流路を流れる排ガスと、前記管路内の作動ガスとの熱交換を行うための高温熱交換部が設けられていること。また、前記第2のスタックの他端側には、前記吸気部に取り込まれた空気と、前記低温部との熱交換を行うための低温熱交換部が設けられていること。

(b) 前記排出流路には、前記排ガスとの熱交換により熱媒を加熱するための熱媒加熱部が設けられ、前記第1のスタックの他端側には、前記熱媒加熱部にて加熱された熱媒と、前記管路内の作動ガスとの熱交換を行うための高温熱交換部が設けられていること。また、前記第2のスタックの他端側には、前記低温部との熱交換により冷媒を冷却するための低温熱交換部が設けられ、前記吸気部には、前記低温熱交換部にて冷却された冷媒との熱交換により、当該吸気部に取り込まれた空気を冷却する空気冷却部が設けられていること。

(c) 前記排ガスを利用した前記第1のスタックの他端側の加熱に係る前記排出流路である第1の排出流路と、

前記第1のスタックの他端側の加熱を行わずに前記排ガスを排出するための第2の排出流路と、

前記ガスタービンから排気される排ガスの排出先を、前記第1の排出流路と第2の排出流路との間で切り替える切替機構と、を備え、前記切替機構は、前記ガスタービンの出力が、予め設定された吸気冷却出力以上である場合には前記排ガスの排気先を第1の排出流路とし、前記ガスタービンの出力が前記吸気冷却出力よりも小さい場合には、前記排ガスの排出先を第2の排出流路とするように、排出流路の切り替えを行うこと。このとき、前記吸気冷却出力は、前記ガスタービンの定格出力の50%以上、100%未満の範囲内の値に設定されていること。

[0009] (d) 前記排ガスを利用した前記第1のスタックの他端側の加熱に係る前記

排出流路である第１の排出流路と、前記第１のスタックの他端側を加熱するための位置よりも上流側にて前記第１の排出流路から分岐し、前記排ガスにより熱流体を加熱するための排熱回収部が設けられた第２の排出流路と、前記ガスタービンから排気された排ガスを、前記第１の排出流路と第２の排出流路とに振り分ける流量調節を行う流量調節機構と、を備えたこと。

(e) (d)において、前記排熱回収部から流出した加熱後の熱流体が流れる熱流体流路と、前記熱流体流路を流れる熱流体の温度を測定する熱流体温度測定部と、を備え、前記流量調節機構は、前記熱流体温度測定部にて測定された熱流体の温度が、予め定めた目標温度に近づくように、前記ガスタービンから排気された排ガスの一部を前記第２の排出流路へ流す流量調節を行い、残りの排ガスを前記第１の排出流路へ振り分けること。

(f) (d)において、前記吸気部に取り込まれ、前記低温部を利用して冷却された空気の温度を測定する吸気温度測定部を備え、

前記流量調節機構は、前記吸気温度測定部にて測定された冷却後の空気の温度が、予め設定された下限温度を下回った場合には、前記冷却後の空気の温度が前記下限温度以上となるように前記第１の排出流路に振り分けられる排ガスを減少させ、前記排ガスを前記第２の排出流路側へ流す排ガスの流量を、前記第１の排出流路の減少分だけ増加させること。

(g) 前記ガスタービンは、天然ガスの液化、または天然ガス中の成分の分離・回収を行う天然ガス処理設備に設けられ、天然ガスを冷却する天然ガス処理用の冷媒を圧縮する冷媒圧縮機を駆動するためのものであること。

[0010] また、他の発明に係る天然ガス処理設備は、天然ガスの液化、または天然ガス中の成分の分離・回収を行う天然ガス処理設備において、天然ガスを冷却する天然ガス処理用の冷媒を圧縮する冷媒圧縮機と、前記冷媒圧縮機を駆動するガスタービンと、上述の吸気排気装置と、を備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明は、構成が簡素な熱音響機関を利用してガスタービンの排熱回収、

及び吸気冷却を行うので、低コストでメンテナンス性の良好な排熱回収／吸気冷却機構を構成することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態に係る吸気排気装置を備えたガスタービンが設けられるN G液化設備の説明図である。

[図2]前記吸気排気装置を備えたガスタービンの構成図である。

[図3]前記吸気排気装置の構成図である。

[図4]他の実施形態に係る吸気排気装置の構成図である。

[図5]ガスタービンの負荷に応じて排ガスの排出流路を切り替える切替機構の第1の動作説明図である。

[図6]前記切替機構の第2の動作説明図である。

[図7]ガスタービンの吸気温度に応じて排ガスの排出流量を振り分ける流量調節機構の構成図である。

[図8]前記流量調節機構に係る動作の流れを示す流れ図である。

発明を実施するための形態

[0013] 図1は、実施の形態に係る吸気排気装置を備えたガスタービン2が設けられるN G液化設備（天然ガス処理設備）の構成例を示している。

N G液化設備は、前処理により不純物が除去されたN Gを予冷熱交換器11にて予冷却し、スクラブカラム12にて気液分離した後、極低温主熱交換器（MCH E : Main Cryogenic Heat Exchanger）13にて液化、過冷却してL N Gを得る。また、スクラブカラム12にて気液分離された液体は、複数の精留塔を備えた精留部14にて、プロパンやブタンなどの軽質成分と、常温で液体のコンデンセートとに分離され、軽質成分はMCH E 13へ戻される。

[0014] 当該N G液化設備には、予冷熱交換器11用のC 3冷媒の圧縮を行うC 3圧縮機15や、MCH E 13にて用いられる混合冷媒（MR : Mixed Refrigerant）の圧縮を行うMR圧縮機16が設けられている。以下の説明では、C 3圧縮機15やMR圧縮機16をまとめて「冷媒圧縮機10」とも呼ぶ。

[0015] 本例のN G液化設備は、冷媒圧縮機10を駆動する動力原としてガスタービン2を備えている。図2に示すように、ガスタービン2は、燃焼用の空気を圧縮する空気圧縮機21と、圧縮空気中に供給された燃料ガスの燃焼によって回転し、冷媒圧縮機10及び空気圧縮機21の駆動力を得るタービン22とを備える。

ガスタービン2は、例えば80MW以上の定格出力を有する大型の産業形ガスタービンにより構成してもよいし、定格出力が25MW～60MW程度の比較的小型の航空機転用形ガスタービンにより構成してもよい。

[0016] 上述の構成を備えるガスタービン2は、外部から取り込んだ空気を空気圧縮機21に供給するための吸気部3と、タービン22から排気された燃焼後の排ガスを、不図示の煙突などを介して外部へ排出するための排出流路4とを備える。吸気部3や排出流路4は、本例の吸気排気装置を構成している。

N G液化設備に複数台のガスタービン2が設けられる場合には、これら複数のガスタービン2の全てに本例の吸気排気装置を設けてもよいし、複数台のガスタービン2の一部に当該吸気排気装置を設けてもよい。

[0017] 吸気部3は、例えば下面側が開口した傾斜屋根形状のフード301を上下方向に並べて配置した空気の取り込み面を備え、内部に粉じんを除去するフィルターや、消音用のサイレンサ（いずれも不図示）を収容した吸気ダクト302として構成されている。吸気ダクト302の下流側の端部は、ガスタービン2の空気圧縮機21に接続されている。

[0018] ガスタービン2のタービン22の出口側には、燃焼排ガスを排出するための排出流路4が接続されている。タービン22の出口位置における排ガスの温度は、350～600℃程度の高い温度を有している。N G液化設備には、この排ガスを利用して蒸気やホットオイルなどの高温の熱流体を得る排熱回収部（W H R U : Waste Heat Recovery Unit）が設けられている場合がある。

[0019] 本例の排出流路4は、タービン22の出口に接続された排ガスの流路を分岐させ、排ガスの一部をW H R Uに流して熱流体を得る一方、残りの排ガス

を本例の排出流路 4 に流してもよい（例えば後述の図 7 参照）。また例えば、タービン 22 の出口側に W H R U を設けて熱流体の加熱を行い、既述の 350～600℃程度の温度よりも温度が低下した排熱回収後の排ガスが流れる W H R U 出口に本例の排出流路 4 を設けてもよい。この他、タービン 22 の出口側に W H R U を設けず、排ガスの全量を排出流路 4 に流してもよい。

[0020] そして、N G 液化設備に複数台のガスタービン 2 が設けられる場合には、各ガスタービン 2 に排出流路 4 を設けてもよいし、これらの排出流路 4 から排出された排ガスが流れる流路を合流させ、複数のガスタービン 2 共通の排出流路 4 を設けてもよい。複数のガスタービン 2 に対して共通の排出流路 4 を設ける場合には、各ガスタービン 2 に対して個別に設けられた吸気部 3 と、共通化された排出流路 4 とによって各吸気排気装置が構成される。

[0021] 上述の構成を備える本例の吸気排気装置は、排出流路 4 内を流れる排ガスを利用して、吸気部 3 に取り込まれた空気を冷却する熱音響機関 5 を備えている。熱音響機関 5 は、熱音響現象を利用し、排出流路 4 を流れる排ガスが持つ熱エネルギーを振動に変換し、当該振動を管路（加熱側ループ管路 501－連結管路 503－冷却側ループ管路 502）内で伝搬させた後、振動が持つエネルギーを利用して低温部を形成し、空気の冷却を行う。

[0022] 詳細には熱音響機関 5 は、排出流路 4 を流れる排ガスを利用して振動を発生させる第 1 のスタック 51 が設けられた加熱側ループ管路 501 と、加熱側ループ管路 501 側から伝搬した振動を用いて低温部を形成する第 2 のスタック 52 が設けられた冷却側ループ管路 502 とを備える。これら加熱側ループ管路 501 と冷却側ループ管路 502 とは、連結管路 503 を介して接続されている。

[0023] 加熱側ループ管路 501、冷却側ループ管路 502、連結管路 503 は、各々、直径が数十センチメートル～数メートル程度の配管により構成され、その内部には空気やアルゴン、ヘリウムなどの作動ガスが封入されている。

例えば加熱側ループ管路 501 は、一辺が数十センチメートル～数メートル程度の角環状のループにより構成され、その一辺には、加熱側ループ管路

501よりも細い流路の集合体（スタック）である第1のスタック51が介設されている。第1のスタック51は、例えば直径が数センチメートル～数十センチメートル程度の細管を束ねた構造としてもよいし、柱状の部材の一端側から他端側へ向けて、左記の直径を有する多数の流路を形成したハニカム構造としてもよい。

[0024] 第1のスタック51の一端側には、温度調節用の流体、例えば定温の水との熱交換により、当該第1のスタック51の一端部を例えば4～20℃の範囲内の所定の温度に保つ定温熱交換部511が設けられている。複数の細管を束ねた第1のスタック51が設けられている場合には、定温熱交換部511はこれらの細管の一端部が挿入されたシェル内に、水を流すシェルアンドチューブ構造を採用する場合を例示することができる。また、ハニカム構造の第1のスタック51が設けられている場合には、流路が形成された部材の一端の外周面を、水が流れるジャケットで覆う、ジャケット構造を採用する場合を例示することができる。

[0025] 定温熱交換部511にて用いる温度調節用の水は、NG液化設備の工場内で用いられている一般的な工業用水を用いることができる。このとき、工業用水ヘッダーの圧力を利用して必要量の工業用水を供給することが可能な場合には、定温熱交換部511へ工業用水を供給するための独自のポンプ（動力機）は設けなくてもよい。なお、必要に応じて、定温熱交換部511に工業用水を供給する小型のポンプを設ける実施形態を否定するものではない。また、季節変化などに起因する長期的な周期の温度変化が発生した場合でも、第1のスタック51の一端部の温度を所定の温度に保つことが可能なように、工業用水の供給流量を増減する流量調節弁などを設けてもよい。

[0026] また、第1のスタック51の他端側には、排出流路4を流れる排ガスにより、当該他端側の温度を、前記定温熱交換部511によって一定温度に保たれた一端側の温度よりも高い温度に加熱する高温熱交換部512が設けられている。

[0027] 高温熱交換部512の構成としては、シェルアンドチューブ構造の熱交換

器を用いる場合を例示することができる。詳細には、排出流路４の本体によって、排ガスの流れ方向の上流側及び下流側から挟まれる位置に、高温熱交換部５１２の本体を成す筐体部（シェル）を設け、前記排ガスの流れ方向と交差する向きに対向して配置された当該筐体部の一面を第１のスタック５１に接続すると共に、他面を加熱側ループ管路５０１に接続する。そして、排ガスの流れ方向に沿って、前記上流側から下流側に向けて筐体部内を貫通するように排ガスが流れる熱交換用の多数本の細管（チューブ）を配置する態様を例示することができる。

[0028] 冷却側ループ管路５０２は、加熱側ループ管路５０１と同様に、一辺が数十センチメートル～数メートル程度の角環状のループにより構成され、その一辺には第２のスタック５２が介設されている。第２のスタック５２は、第１のスタック５１とほぼ同様の構成を備えるので詳細な説明を省略するが、複数の細管を束ねた構造やハニカム構造のものをを用いることができる。

[0029] 第２のスタック５２の一端側には、温度調節用の流体、工業用水などの定温の水との熱交換により、当該第２のスタック５２の一端部を例えば４～２０℃の範囲内の所定の温度に保つ定温熱交換部５２１が設けられている。定温熱交換部５２１の構成や、工業用水の供給機構については、加熱側ループ管路５０１側の定温熱交換部５１１の例と同様なので、再度の説明を省略する。

[0030] 第２のスタック５２の他端側には、当該他端部に形成される低温部との熱交換により、吸気部３に取り込まれた空気を冷却する低温熱交換部５２２が設けられている。

低温熱交換部５２２の構成例としては、例えば吸気部３を構成する吸気ダクト３０２の入口部に、高温熱交換部５１２と同様にシェルアンドチューブ構造の熱交換器を設ける例を挙げることができる。この例では、低温熱交換部５２２のシェルを成す筐体部が第２のスタック５２の低温部に位置するように吸気ダクト３０２内に配置され、吸気ダクト３０２内の空気の流れ方向に沿って筐体部内を貫通する熱交換用の多数本の細管（チューブ）と設けて

、細管内を流れる空気を冷却する。

[0031] 連結管路503は、排出流路4側に設けられた加熱側ループ管路501と、吸気部3側に設けられた冷却側ループ管路502とを接続し、第1のスタック51にて発生した振動を冷却側ループ管路502へ伝搬させる。

[0032] 上述の構成を備えた熱音響機関5において、ガスタービン2が稼働し、タービン22から排出流路4へ高温の排ガスが排気されると、定温熱交換部511により定温に保たれた第1のスタック51の一端側と、高温熱交換部512により加熱された第1のスタック51の他端側との間に温度差が生じる。このとき第1のスタック51内の作動ガスには、熱音響現象により振動が発生し、この振動が第1のスタック51の他端側から加熱側ループ管路501内に封入された作動ガスへと伝搬する。

[0033] 伝搬する振動の一部は、加熱側ループ管路501内を循環して振動を発生させるエネルギーを増幅させる。また、当該振動の一部は、連結管路503を介して冷却側ループ管路502側へ伝搬する。冷却側ループ管路502に導入された振動は、定温熱交換部521により定温に保たれた第2のスタック52の一端側に導入される、第2のスタック52を構成する流路内では、前記振動の伝搬に伴って作動ガスの放熱と収縮を繰り返し、次第に温度が低下して、低温部が形成される。この低温部に低温熱交換部522を設けることにより、吸気部3に取り込まれた空気を冷却することができる。

[0034] 吸気部3に取り込まれた空気が低温熱交換部522にて冷却されることにより、ガスタービン2の稼働効率（例えば、燃料ガスの単位消費量あたりの出力）を向上させることができる。

低温熱交換部522を通過した振動は、連結管路503側から伝搬した振動と合流し、冷却側ループ管路502内を循環して再び第2のスタック52に導入される。

[0035] 本実施の形態に係る吸気排気装置によれば以下の効果がある。基本構成として動力機の設置を必須とせず、構成が簡素な熱音響機関5を利用してガスタービン2の排熱回収、及び吸気冷却を行うので、低コストでメンテナンス

性の良好な排熱回収／吸気冷却機構を構成することができる。

[0036] ここで図3には、排出流路4に高温熱交換部512を直接組み込んで排熱の回収を行い、また吸気部3に低温熱交換部522を直接組み込んで空気の冷却を行う例を示した。

但し、高温熱交換部512にて第1のスタック51の他端側を加熱する手法や、第2のスタック52の他端側に形成された低温部を用いて吸気部3に取り込まれた空気を冷却する手法は、図3に例示した直接方式の熱交換に限定されない。

[0037] 例えば図4には、排出流路4に設けた熱媒加熱部41に熱媒を通流させ、温度上昇した熱媒を、熱媒流路411を介して高温熱交換部512に供給することにより、第1のスタック51の他端側を加熱する、間接方式の加熱を採用した熱音響機関5aの例を示している。熱媒としては、蒸気やホットオイルなどが用いられる。

[0038] さらに図4に示す熱音響機関5aは、低温熱交換部522に冷媒を通流させ、温度低下した冷媒を、吸気部3に設けられた空気冷却部31へと、冷媒流路311を介して供給することにより空気の冷却を行う、間接方式の冷却を採用した例を示している。熱媒としては、工業用水などが用いられる。

また、図3、4に示したように、排出流路4からの排熱回収と、吸気部3に取り込んだ空気の冷却とは、直接方式、または間接方式に揃えることも必須ではなく、高温熱交換部512、定温熱交換部521のいずれか一方を直接方式、他方を間接方式としてもよい。

[0039] 次に図5、6を用い、ガスタービン2の負荷に応じ、図3に示す高温熱交換部512や図4に示す熱媒加熱部41をオンライン状態として、熱音響機関5、5aを利用した吸気冷却を行う状態と、高温熱交換部512や熱媒加熱部41をオフライン状態として吸気冷却を停止する状態とを切り替える実施形態について説明する。

[0040] ガスタービン2は、定格出力で稼働している場合に最も稼働効率が高くなるように設計されている。このため、NG液化設備におけるNGの処理量の

低下などの理由で、冷媒圧縮機 10 の負荷が低下すると、冷媒圧縮機 10 の負荷低下に合わせてガスタービン 2 の出力が低下し（ターンダウン運転ともいう）、効率的な稼働を実現できない。

この状態において、熱音響機関 5、5 a を用いて吸気部 3 から取り込まれる空気を冷却すると、ガスタービン 2 の出力をさらに低下させ、稼働効率を悪化させることになってしまう。

[0041] そこで図 5、6 に示す吸気排気装置は、高温熱交換部 5 1 2（または熱媒加熱部 4 1。以下、図 5、6 の説明において同じ。）の上流側の位置にて排出流路 4 から分岐し、ガスタービン 2（タービン 2 2）から排気された排気ガスを、高温熱交換部 5 1 2 を通過させずに外部へと排出するためのバイパス流路（第 2 の排出流路）4 a を備えている。

[0042] 排出流路 4 には、高温熱交換部 5 1 2 側への排ガスの流れを停止し、例えばギロチンダンパにより構成される熱音響機関側ダンパ 4 2 と、バイパス流路 4 a 側にガスを流す際に開かれ、例えば折り畳み式のダンパにより構成されるバイパス流路側ダンパ 4 3 とを備えている。熱音響機関側ダンパ 4 2、バイパス流路側ダンパ 4 3 は不図示の駆動機構を備え、例えば N G 液化設備全体を制御する D C S（Distributed Control System、分散型制御システム）などによって構成される制御部 6 かららの制御信号に基づいて自動的に開閉動作が実行される。熱音響機関側ダンパ 4 2、バイパス流路側ダンパ 4 3 は、ガスタービン 2 から排気された排ガスの排出先を、既述の排出流路 4、バイパス流路 4 a 間で切り替える切替機構を構成している。

[0043] さらに制御部 6 は、ガスタービン 2 の出力を検出し、ガスタービン 2 の出力が、定格出力の 50% 以上、100% 未満、より好適には 50% 以上、98% 以下の予め設定された出力（「吸気冷却出力」という）以上である場合には排ガスの排気先を排出流路 4 とし、熱音響機関 5、5 a を作動させる制御を行う。

[0044] 一方、ガスタービン 2 の出力が前記吸気冷却出力よりも小さいターンダウン運転の状態の場合には、排ガスの排気先をバイパス流路 4 a に切り替える

制御を行う。この結果、熱音響機関 5、5 a が作動を停止し、空気圧縮機 2 1 に供給される空気の温度が上昇することにより、ガスタービン 2 の稼働効率を向上させ、燃焼ガスの消費量を低減することなどができる。

また、頻繁な切替動作の発生を抑制するため、熱音響機関 5 a 側に切り替えられた排ガスを熱音響機関 5 に戻す際には、吸気冷却出力に所定のオフセット値を加算し、ガスタービン 2 の出力がオフセットを加算した吸気冷却出力を上回った場合に、切替機構を作動させてもよい。

[0045] なお、図 5、6 に示す実施形態では、制御部 6 からの制御信号に基づき、排ガスの排気先を排出流路 4、バイパス流路 4 a 間で自動的に切り替える例を説明したが、切替機構の自動制御は必須の要件ではない。例えばガスタービン 2 の出力が吸気冷却出力以下の状態で安定した場合に、オペレーターが手動で熱音響機関側ダンパ 4 2、バイパス流路側ダンパ 4 3 を操作し、排出流路 4、バイパス流路 4 a の切り替えを行ってもよい。

[0046] 次いで、図 7、8 を参照しながら、熱音響機関 5 と WHRU 4 6 との間で排ガスの流量を振り分ける実施形態について説明する。

図 7 に示す吸気排気装置は、高温熱交換部 5 1 2 の上流側の位置にて排出流路 4（第 1 の排出流路）から分岐した排熱回収流路（第 2 の排出流路）4 b を備える。この排熱回収流路 4 b には、ガスタービン 2（タービン 2 2）から排気された排気ガスの排熱を利用して、熱流体であるホットオイルの加熱を行う WHRU（排熱回収部）4 6 が設けられている。

[0047] また、排出流路 4 の高温熱交換部 5 1 2 の下流側の位置には、排出流路 4 側に流れる排ガスの流量を調節する熱音響機関側流量調節ダンパ 4 4 が設けられている。他方、排熱回収流路 4 b のバイパス流路側ダンパ 4 3 の下流側の位置には、排熱回収流路 4 b 側に流れる排ガスの流量を調節する WHRU 側流量調節ダンパ 4 5 が設けられている。

[0048] さらに、WHRU 4 6 から流出した加熱後のホットオイルが流れる流路（熱流体流路）には、ホットオイルの温度を測定する熱流体温度測定部であるホットオイル温度計 4 6 1 が設けられている。また、吸気部 3 には、外部か

ら取り込まれ、低温熱交換部 5 2 2 にて冷却された後の空気の温度を測定する吸気温度測定部である吸気温度計 3 2 が設けられている。

[0049] 本実施形態において、熱音響機関側流量調節ダンパ 4 4、W H R U 側流量調節ダンパ 4 5 は、ホットオイル温度計 4 6 1 にて測定した加熱後のホットオイルの温度、及び吸気温度計 3 2 にて測定した冷却後の空気の温度（吸気温度）に応じて出力される制御部 6 からの制御信号に基づいて開閉動作（排出流路 4 及び排熱回収流路 4 b へ流れる排ガスの流量調節動作）が実行される。

[0050] ここで W H R U 4 6 にて加熱されるホットオイルは、N G 液化設備に設けられている各種の加熱機器にて利用されるところ、温度変動が少なく、所定の温度に安定的に加熱されていることが要求される。そこで、制御部 6 は、ホットオイル温度計 4 6 1 にて測定されたホットオイルの温度が予め設定された目標温度に近づくように熱音響機関側流量調節ダンパ 4 4、W H R U 側流量調節ダンパ 4 5 の開閉動作を実行する。

[0051] また、吸気部 3 に取り込まれ、低温熱交換部 5 2 2 にて冷却された空気の温度は、熱音響機関側流量調節ダンパ 4 4、W H R U 側流量調節ダンパ 4 5 の開閉動作の影響を受けて変化するばかりでなく、外気温度に応じても変化する。このとき、ガスタービン 2 の空気圧縮機 2 1 に供給される空気の温度が過剰に低下すると、機器の損傷を引き起こす要因ともなる。例えば、空気圧縮機 2 1 の入口側に設けられているインレットガイドベーン（不図示）における水分の氷結発生防止の観点からは、インレットガイドベーンに供給される空気の温度は例えば 8℃以上であることが要求されている。

[0052] 制御部 6 は、このような機器保護の観点で、吸気温度計 3 2 にて測定された冷却後の空気の温度が、予め設定された下限温度（例えば機器制約の温度に所定のマージンを加算した温度）を下回った場合に、当該冷却後の空気の温度が下限温度以上となるように熱音響機関側流量調節ダンパ 4 4、W H R U 側流量調節ダンパ 4 5 の開閉動作を実行する。

以下、図 8 を参照しながら制御部 6 による排出流路 4、排熱回収流路 4 b

への排ガスの流量の調節動作について説明する。

[0053] 始めに、ガスタービン 2 が稼働し、熱音響機関側流量調節ダンパ 4 4 及び W H R U 側流量調節ダンパ 4 5 が各々、所定の開度に調節され、排出流路 4 及び排熱回収流路 4 b に排ガスが所定流量ずつ振り分けられた状態となっているとする（スタート）。

制御部 6 は、吸気温度計 3 2 から取得した吸気温度が下限温度以上であるか否かの判断を行う（ステップ S 1 0 1）。

[0054] 吸気温度が下限温度以上となっている場合には（ステップ S 1 0 1 ; Y E S）、ホットオイル温度計 4 6 1 から取得したホットオイルの温度が、予め設定された目標温度の範囲（温度設定範囲）内であるか否かの判断を行う（ステップ S 1 0 2）。

ホットオイルの温度が温度設定範囲内である場合には（ステップ S 1 0 2 ; Y E S）、所定の時間間隔で吸気温度の確認（ステップ S 1 0 1）とホットオイルの温度の確認（ステップ S 1 0 2）とが繰り返される。

[0055] ホットオイルの温度が温度設定範囲から外れていた場合には（ステップ S 1 0 2 ; N O）、当該温度がホットオイルの上限値以上であるか、下限値以下であるかの確認を行う（ステップ S 1 0 3）。

[0056] ホットオイルの温度が上限値以上となっている場合には（ステップ S 1 0 3 ; Y E S）、W H R U 側流量調節ダンパ 4 5 を所定量だけ閉じる方向に調節を行う。また、減少分の排ガスが排出流路 4 側に流れるように熱音響機関側流量調節ダンパ 4 4 を所定量だけ開く調節を行う（ステップ S 1 0 5）。

[0057] この結果、W H R U 4 6 を通過する排ガスの流量が減少してホットオイルの温度が低下する。一方で、高温熱交換部 5 1 2 を通過する排ガスの流量が増加し、熱音響機関 5 の作用により、吸気温度が低下する。

しかる調節が行われた後、ステップ S 1 0 1 以降の動作を繰り返す。

[0058] 一方、ステップ S 1 0 3 において、ホットオイルの温度が下限値以下となっている場合には（ステップ S 1 0 3 ; N O）、W H R U 側流量調節ダンパ 4 5 を所定量だけ開く方向に調節を行う。また、増加分の排ガスが排出流路

4 側から振り替えられるように熱音響機関側流量調節ダンパ4 4 を所定量だけ閉じる調節を行う（ステップS 1 0 4）。

[0059] この結果、WHRU 4 6 を通過する排ガスの流量が増加してホットオイルの温度が上昇する。一方で、高温熱交換部 5 1 2 を通過する排ガスの流量が減少し、熱音響機関 5 を介して冷却される空気の温度（吸気温度）が上昇する。

しかる調節が行われた後、ステップS 1 0 1 以降の動作を繰り返す。

[0060] また、吸気温度計 3 2 から取得した吸気温度が下限温度未満となっている場合には（ステップS 1 0 1 ; NO）、ホットオイルの温度が温度設定範囲内であるか否かに係らず、熱音響機関側流量調節ダンパ4 4 を所定量だけ閉じる調節を行い、排出流路 4 に振り分けられる排ガスを減少させる（ステップS 1 0 4）。この結果、高温熱交換部 5 1 2 を通過する排ガスの流量が減少するため、吸気温度が上昇する。また、排出流路 4 の減少分だけ排熱回収流路 4 b 側に排ガスが流れるようにWHRU 側流量調節ダンパ4 5 を開く調節を行う（ステップS 1 0 4）。

[0061] このように、吸気温度が下限温度未満となっている場合には、ホットオイル側の温度制御を目的とした排ガスの流量調節に優先して吸気温度を低下させることにより、機器を保護することができる。なおこの場合は、WHRU 4 6 を通過する排ガスの流量が増加してホットオイルの温度が上昇し、温度上限値を超えるおそれもある。そこで、WHRU 4 6 から流出したホットオイルの流路の下流側にトリムクーラーを設け、温度上限値を超えたホットオイルについては、トリムクーラーを稼働させて目標温度まで冷却してから各機器に供給してもよい。

[0062] 図 7、8 を用いて説明した実施形態は、排出流路 4、吸気部 3 に、各々、高温熱交換部 5 1 2、低温熱交換部 5 2 2 を直接組み込んだ直接方式の加熱、冷却を行う熱音響機関 5 への適用に限定されるものではない。例えば図 4 に示す間接方式の加熱、冷却を行う熱音響機関 5 a についても当該技術は適用することができる。

[0063] また、図 8 を用いて説明した例では、熱音響機関側流量調節ダンパ 4 4、W H R U 側流量調節ダンパ 4 5 の頻繁な開閉動作の発生を避けるため、ホットオイルの温度の目標温度の範囲設定を行った例を示した。但し、ホットオイルの温度調節の手法はこの例に限定されるものではなく、例えば目標温度の値に近づくように、W H R U 側流量調節ダンパ 4 5 の開閉を行う P I D 制御を行ってもよい。

さらに、W H R U 4 6 にて発生させる熱流体はホットオイルに限定されるものではなく蒸気であってもよい。

[0064] この他、熱音響機関 5、5 a の構成については、図 3、4 に示した形状に限定されない。第 1 のスタック 5 1 における振動の発生、第 2 のスタック 5 2 における低温部の形成が可能であれば、加熱側ループ管路 5 0 1 や冷却側ループ管路 5 0 2 に替えて、直管路に第 1 のスタック 5 1 や第 2 のスタック 5 2 を設けてもよい。

[0065] そして、熱音響機関 5、5 a を用いて吸気冷却が行われるガスタービン 2 は、N G 液化設備に設けられる場合に限定されない。例えば、N G に含まれるコンデンセートなどの成分を分離し、回収する天然ガス処理設備にて用いられる冷媒を冷却する冷媒圧縮機 1 0 を駆動するガスタービン 2 や、発電機を駆動するガスタービン 2 に対して、上述の吸気排気装置を設けてもよい。

符号の説明

[0066]	1 0	冷媒圧縮機
	2	ガスタービン
	2 1	空気圧縮機
	2 2	タービン
	3	吸気部
	4	排出流路
	5 0 1	加熱側ループ管路
	5 0 2	冷却側ループ管路
	5 0 3	連結管路

5 1	第 1 のスタック
5 1 1	定温熱交換部
5 1 2	高温熱交換部
5 2	第 2 のスタック
5 2 1	定温熱交換部
5 2 2	低温熱交換部
6	制御部

請求の範囲

- [請求項1] ガスタービンから排気される排ガスを利用して、前記ガスタービンに設けられた空気圧縮機へ供給される空気を冷却する吸気排気装置であって、
- 外部の空気を取り込んで前記空気圧縮機へ供給するための吸気部と、
- 、
- 前記ガスタービンから排気される排ガスを排出するための排出流路と、
- 作動ガスが封入された管路に、前記管路よりも細い複数の流路の集合体であるスタックであって、その一端側よりも他端側を高い温度に加熱することにより、前記差動ガスに振動を発生させるための第1のスタックと、前記第1のスタック発生した振動の伝搬方向の下流側に設けられ、当該振動の伝搬方向に沿って、その一端側よりも他端側の温度が低い低温部を形成するための第2のスタックとが設けられた熱音響機関と、を備え、
- 前記第1のスタックの他端側は、前記排出流路を流れる排ガスを利用して加熱され、前記吸気部に取り込まれた空気は、前記第2のスタックの他端側の低温部を利用して冷却されることを特徴とする吸気排気装置。
- [請求項2] 前記第1のスタックの他端側には、前記排出流路を流れる排ガスと、前記管路内の作動ガスとの熱交換を行うための高温熱交換部が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の吸気排気装置。
- [請求項3] 前記第2のスタックの他端側には、前記吸気部に取り込まれた空気と、前記低温部との熱交換を行うための低温熱交換部が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の吸気排気装置。
- [請求項4] 前記排出流路には、前記排ガスとの熱交換により熱媒を加熱するための熱媒加熱部が設けられ、前記第1のスタックの他端側には、前記熱媒加熱部にて加熱された熱媒と、前記管路内の作動ガスとの熱交換

を行うための高温熱交換部が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の吸気排気装置。

[請求項5] 前記第 2 のスタックの他端側には、前記低温部との熱交換により冷媒を冷却するための低温熱交換部が設けられ、前記吸気部には、前記低温熱交換部にて冷却された冷媒との熱交換により、当該吸気部に取り込まれた空気を冷却する空気冷却部が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の吸気排気装置。

[請求項6] 前記排ガスを利用した前記第 1 のスタックの他端側の加熱に係る前記排出流路である第 1 の排出流路と、

前記第 1 のスタックの他端側の加熱を行わずに前記排ガスを排出するための第 2 の排出流路と、

前記ガスタービンから排気される排ガスの排出先を、前記第 1 の排出流路と第 2 の排出流路との間で切り替える切替機構と、を備え、

前記切替機構は、前記ガスタービンの出力が、予め設定された吸気冷却出力以上である場合には前記排ガスの排気先を第 1 の排出流路とし、前記ガスタービンの出力が前記吸気冷却出力よりも小さい場合には、前記排ガスの排出先を第 2 の排出流路とするように、排出流路の切り替えを行うことを特徴とする請求項 1 に記載の吸気排気装置。

[請求項7] 前記吸気冷却出力は、前記ガスタービンの定格出力の 50%以上、100%未満の範囲内の値に設定されていることを特徴とする請求項 6 に記載の吸気排気装置。

[請求項8] 前記排ガスを利用した前記第 1 のスタックの他端側の加熱に係る前記排出流路である第 1 の排出流路と、

前記第 1 のスタックの他端側を加熱するための位置よりも上流側にて前記第 1 の排出流路から分岐し、前記排ガスにより熱流体を加熱するための排熱回収部が設けられた第 2 の排出流路と、

前記ガスタービンから排気された排ガスを、前記第 1 の排出流路と第 2 の排出流路とに振り分ける流量調節を行う流量調節機構と、を備

えたことを特徴とする請求項 1 に記載の吸気排気装置。

[請求項9] 前記排熱回収部から流出した加熱後の熱流体が流れる熱流体流路と

、

前記熱流体流路を流れる熱流体の温度を測定する熱流体温度測定部と、を備え、

前記流量調節機構は、前記熱流体温度測定部にて測定された熱流体の温度が、予め定めた目標温度に近づくように、前記ガスタービンから排気された排ガスの一部を前記第 2 の排出流路へ流す流量調節を行い、残りの排ガスを前記第 1 の排出流路へ振り分けることを特徴とする請求項 8 に記載の吸気排気装置。

[請求項10] 前記吸気部に取り込まれ、前記低温部を利用して冷却された空気の温度を測定する吸気温度測定部を備え、

前記流量調節機構は、前記吸気温度測定部にて測定された冷却後の空気の温度が、予め設定された下限温度を下回った場合には、前記冷却後の空気の温度が前記下限温度以上となるように前記第 1 の排出流路に振り分けられる排ガスを減少させ、前記排ガスを前記第 2 の排出流路側へ流す排ガスの流量を、前記第 1 の排出流路の減少分だけ増加させることを特徴とする請求項 8 に記載の吸気排気装置。

[請求項11] 前記ガスタービンは、天然ガスの液化、または天然ガス中の成分の分離・回収を行う天然ガス処理設備に設けられ、天然ガスを冷却する天然ガス処理用の冷媒を圧縮する冷媒圧縮機を駆動するためのものであることを特徴とする請求項 1 に記載の吸気排気装置。

[請求項12] 天然ガスの液化、または天然ガス中の成分の分離・回収を行う天然ガス処理設備において、

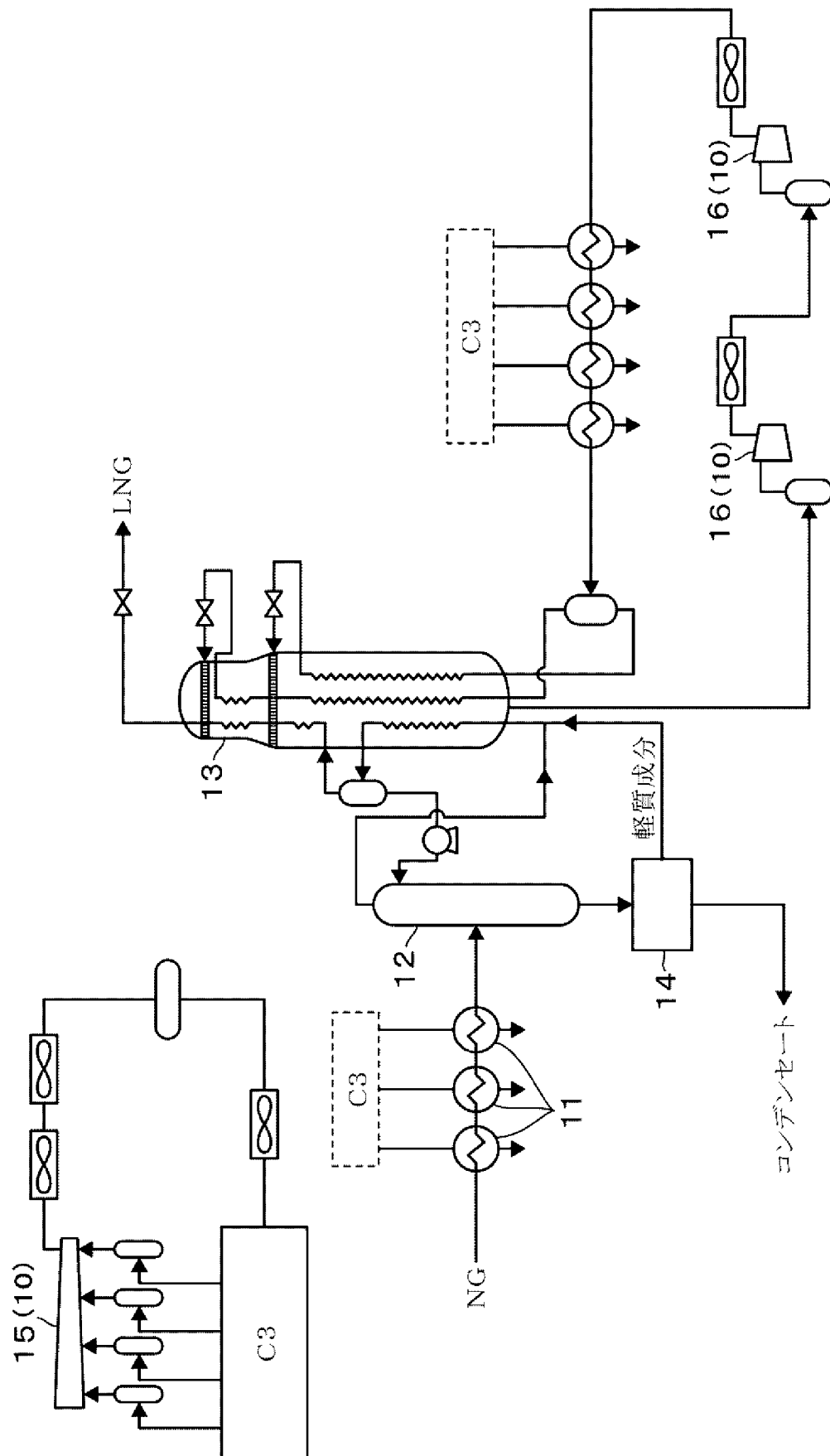
天然ガスを冷却する天然ガス処理用の冷媒を圧縮する冷媒圧縮機と、

前記冷媒圧縮機を駆動するガスタービンと、

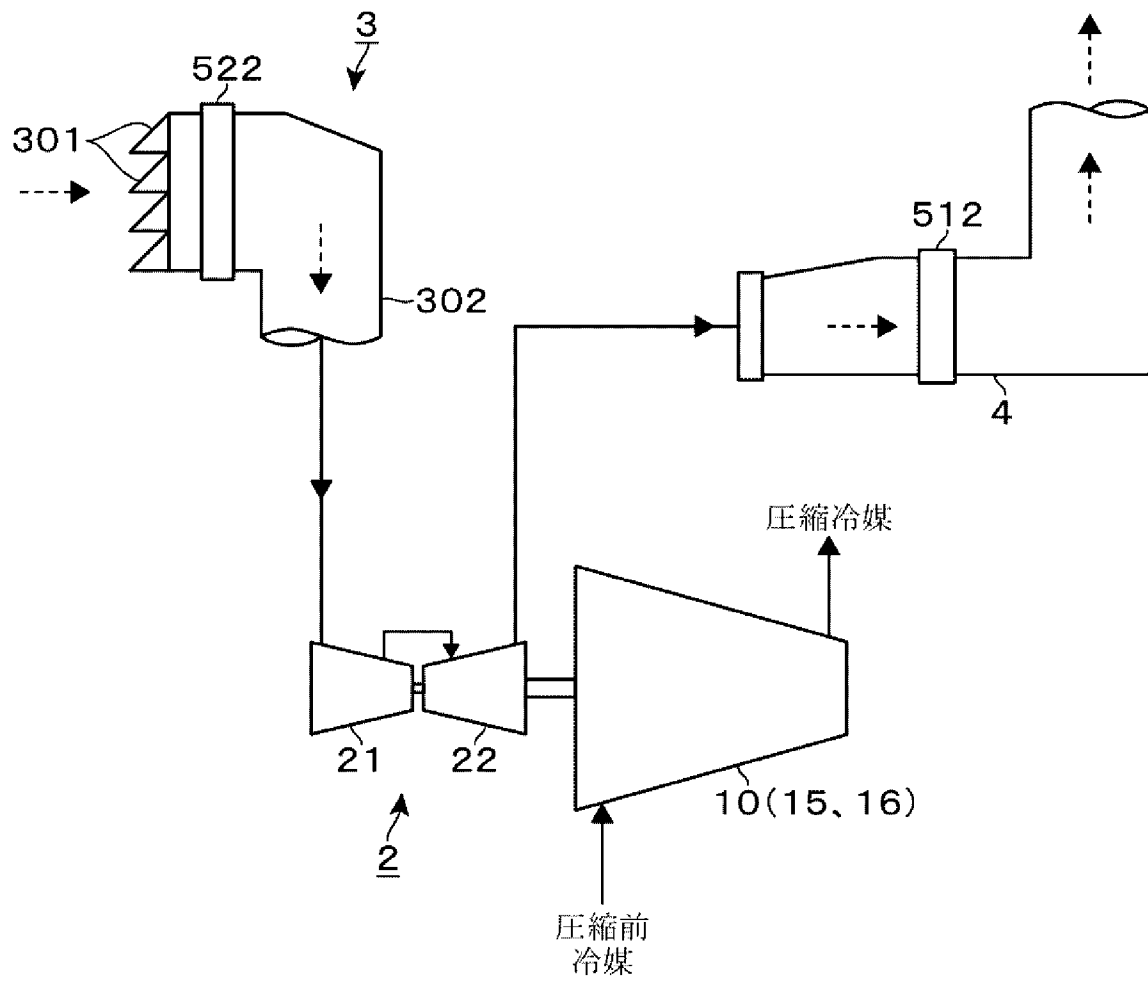
請求項 1 ないし 11 のいずれか一つに記載の吸気排気装置と、を備

えたことを特徴とする天然ガス処理設備。

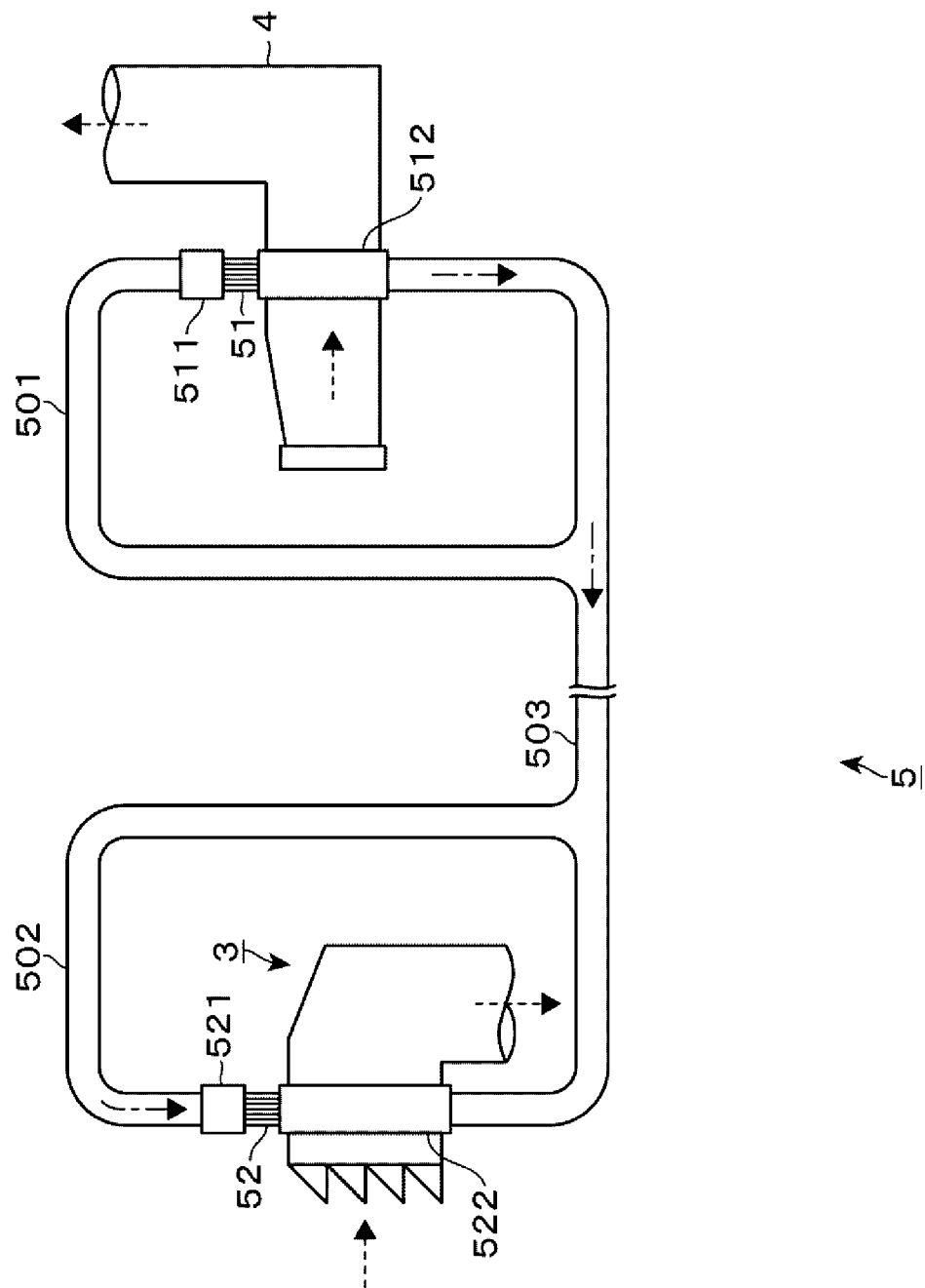
[図1]



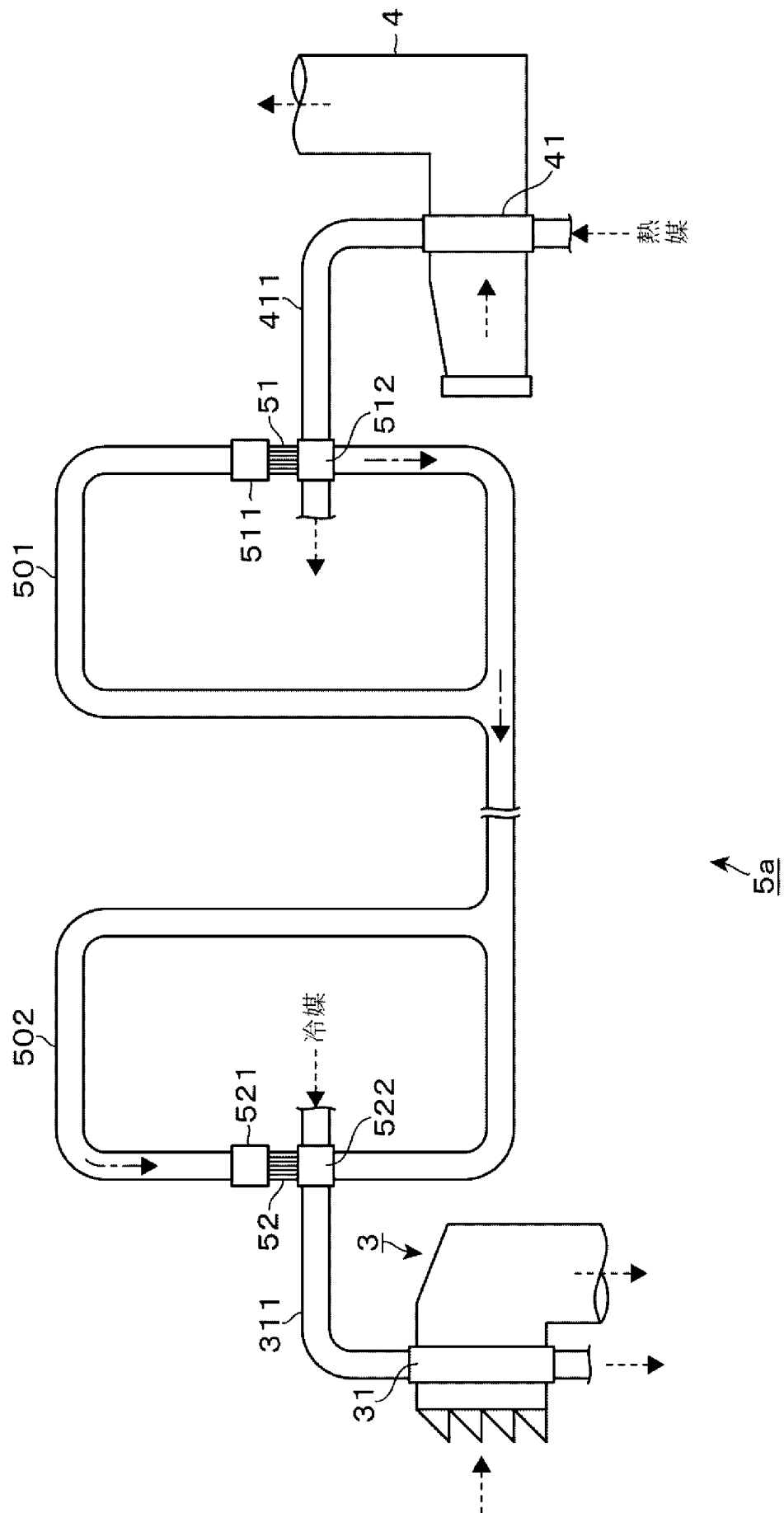
[図2]



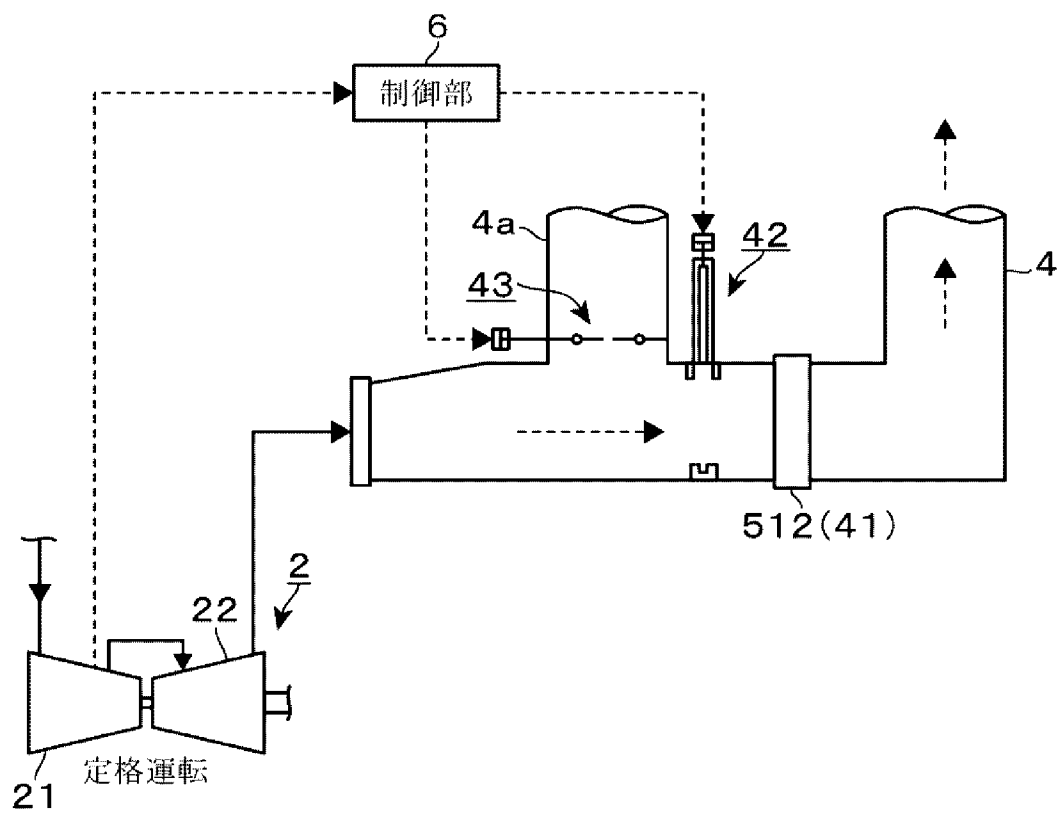
[図3]



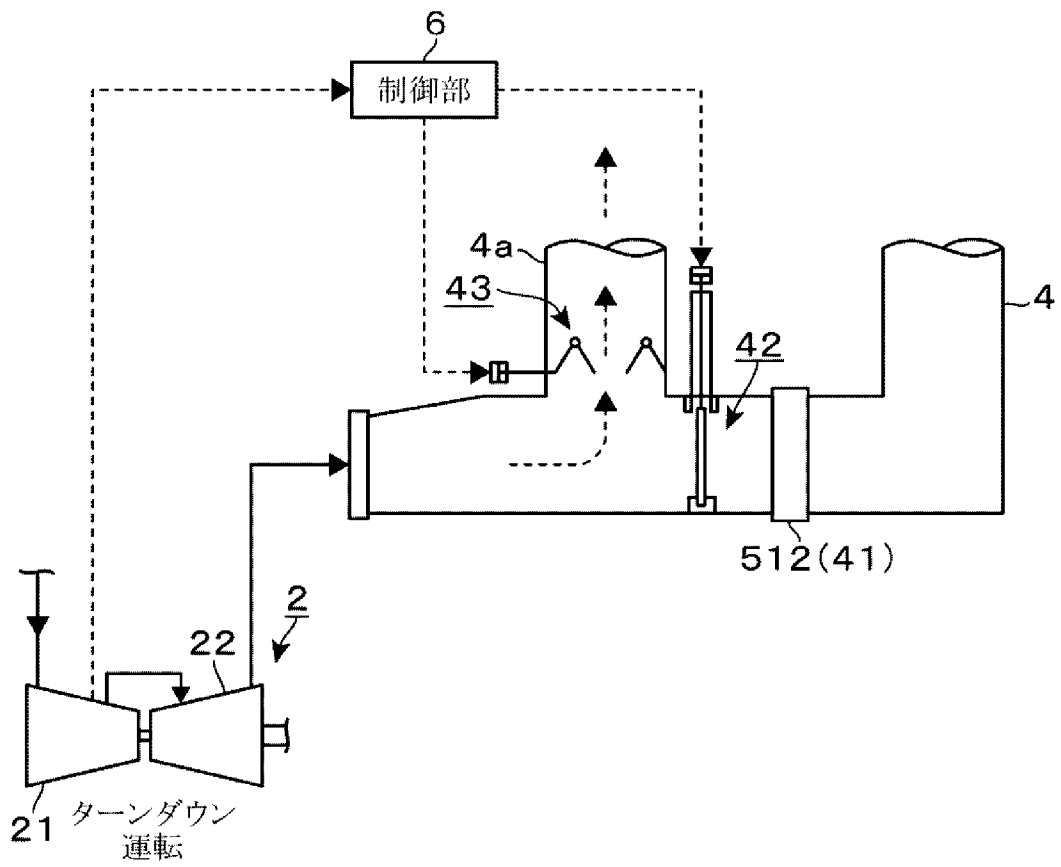
[図4]



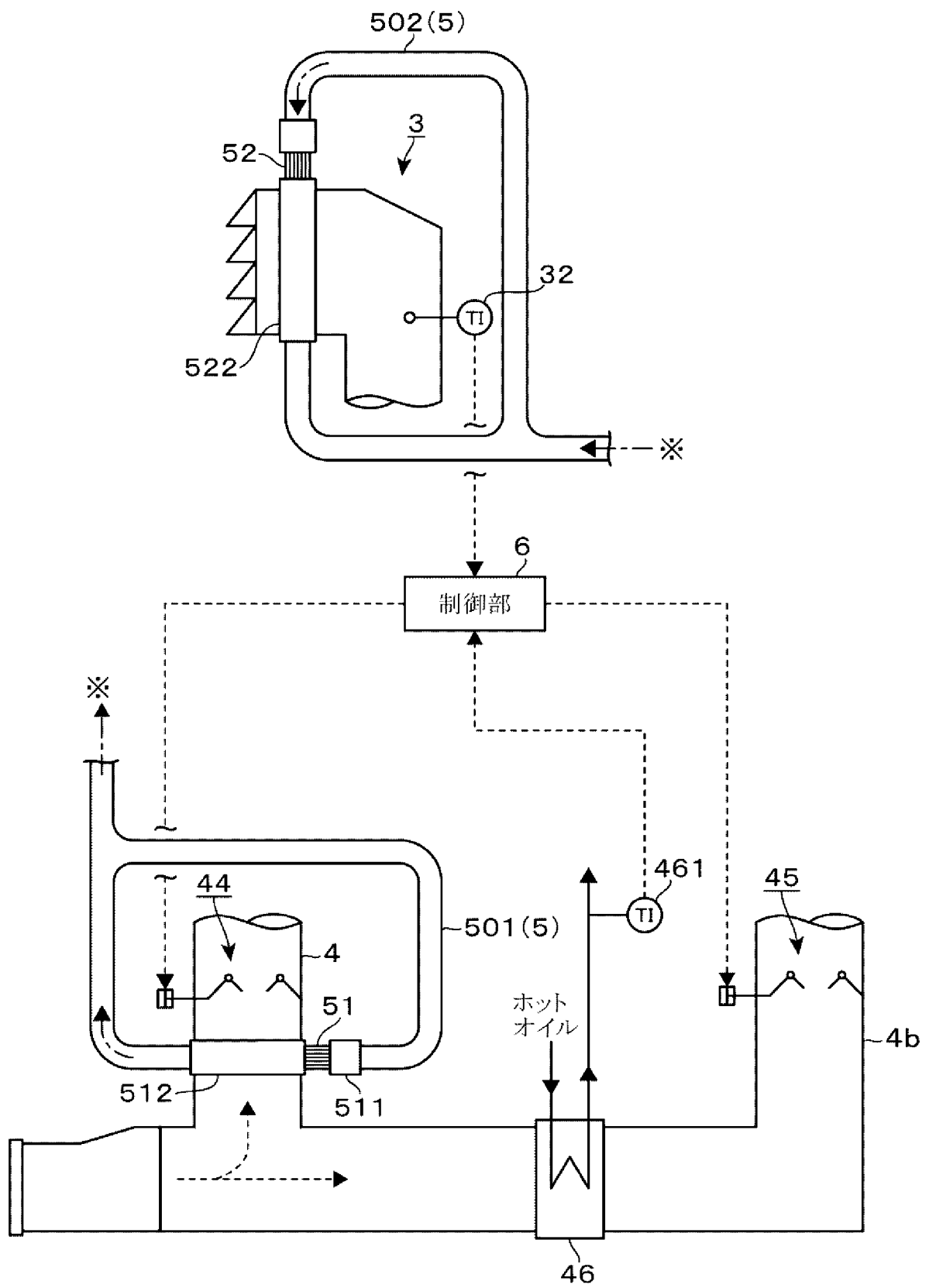
[図5]



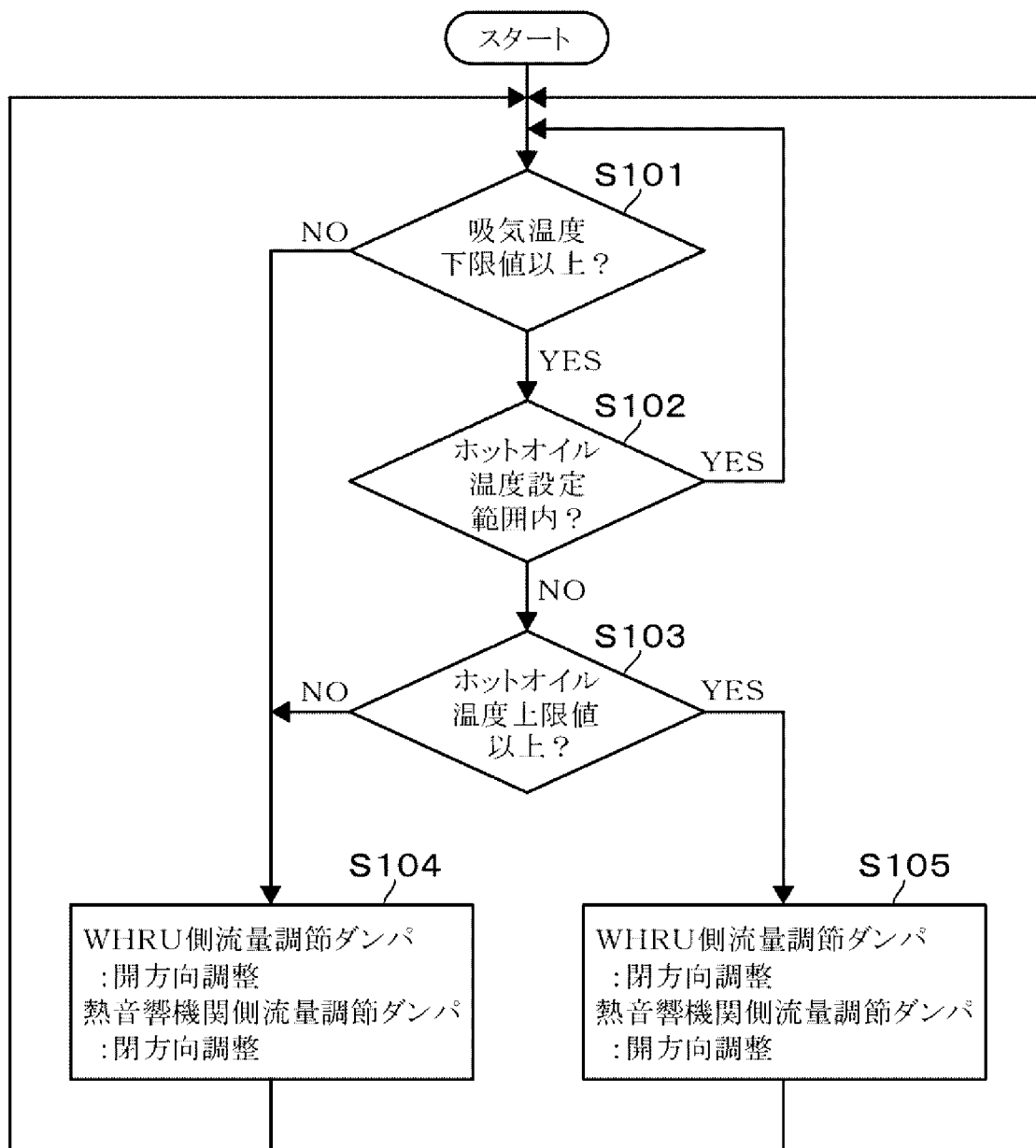
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009767

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02C7/143(2006.01)i, F02C6/18(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)

F02C6/18, F02C7/143, F02G1/043, F03G7/00, F25B9/00

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), Scopus, JSTPlus (JDreamIII),
JST7580 (JDreamIII), JSTChina (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-222128 A (JFE Steel Corp.), 27 November 2014 (27.11.2014), paragraphs [0010], [0012]; fig. 1 (Family: none)	1-12
A	JP 2016-44549 A (Toho Gas Co., Ltd.), 04 April 2016 (04.04.2016), paragraphs [0008], [0012] (Family: none)	1-12
A	CN 103121398 A (BEIQI FOTON MOTOR CO., LTD.), 29 May 2013 (29.05.2013), paragraphs [0023] to [0024]; fig. 1 (Family: none)	1-12

☒ 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
17 April 2017 (17.04.17)

Date of mailing of the international search report
25 April 2017 (25.04.17)

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/JP2017/009767

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	AU 2013203082 A1 (WOODSIDE ENERGY TECHNOLOGIES PTY LTD.), 28 November 2013 (28.11.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02C7/143(2006.01)i, F02C6/18(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. F02C6/18, F02C7/143, F02G1/043, F03G7/00, F25B9/00

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), Scopus, JSTPlus (JDreamIII), JST7580 (JDreamIII), JSTChina (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	JP 2014-222128 A (JFEスチール株式会社) 2014.11.27, 段落[0010], [0012], 図1 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2016-44549 A (東邦瓦斯株式会社) 2016.04.04, 段落[0008], [0012] (ファミリーなし)	1-12
A	CN 103121398 A (BEIQI FOTON MOTOR CO LTD) 2013.05.29, 段落[0023]-[0024], 図1 (ファミリーなし)	1-12

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

17.04.2017

国際調査報告の発送日

25.04.2017

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）

瀬戸 康平

3 S

3217

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	AU 2013203082 A1 (WOODSIDE ENERGY TECHNOLOGIES PTY LTD) 2013.11.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12