

(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5月31日(31.05.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/096757 A1

(51) 国際特許分類:

F01K 23/10 (2006.01) F02C 7/18 (2006.01)
F02C 7/141 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/031726

(22) 国際出願日: 2017年9月4日(04.09.2017)

(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 2016-228779 2016年11月25日(25.11.2016) JP

(71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).

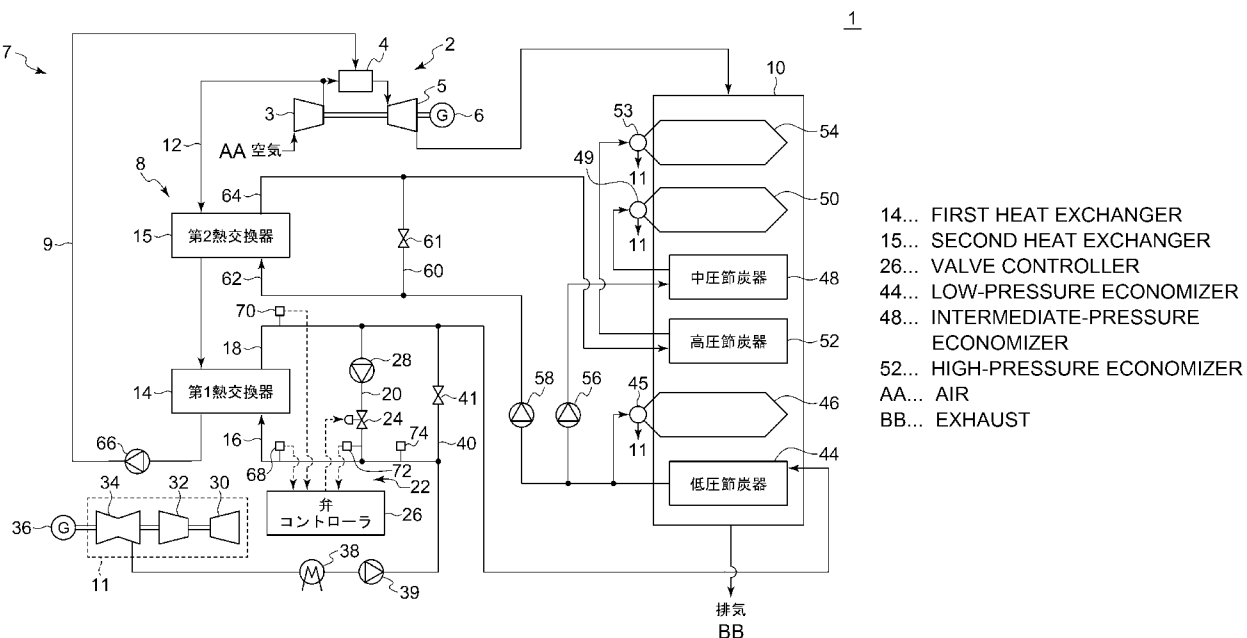
(72) 発明者: 篠 直希 (SHINO, Naoki); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 中本 行政 (NAKAMOTO, Yukimasa); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 松見 勇 (MATSUMI, Isamu); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 窪田 充志 (KUBOTA, Atsushi); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人 (SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区

(54) Title: HEAT EXCHANGE SYSTEM AND OPERATING METHOD THEREFOR, COOLING SYSTEM AND COOLING METHOD FOR GAS TURBINE, AND GAS TURBINE SYSTEM

(54) 発明の名称: 熱交換システム及びその運転方法、ガスタービンの冷却システム及び冷却方法、並びにガスタービンシステム

[図1]



(57) Abstract: The heat exchange system (8) is provided with: a gas line (12) through which gas to be cooled flows; a first heat exchanger (14) disposed on the gas line (12) and configured so as to cool the gas by performing heat exchange with a cooling medium; a cooling medium introduction line (16) for introducing the cooling medium into the first heat exchanger



三田三丁目13番16号 三田43M
Tビル13階 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, JO, 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))
- 補正された請求の範囲(条約第19条(1))

(14); a cooling medium discharge line (18) for discharging the cooling medium from the first heat exchanger (14) after the gas is cooled; a recirculation line (20) for causing at least a portion of the cooling medium flowing in the cooling medium discharge line (18) to recirculate into the cooling medium introduction line (16); and a flow rate adjustment unit (22) for adjusting the flow rate of the cooling medium flowing in the recirculation line (20) such that the temperature of the cooling medium introduced into the first heat exchanger (14) from the cooling medium introduction line (16) reaches a threshold value or higher.

(57) 要約: 熱交換システム(8)は、冷却対象のガスが流れるガスライン(12)と、前記ガスライン(12)に設けられ、冷却媒体との熱交換により前記ガスを冷却するように構成された第1熱交換器(14)と、前記第1熱交換器(14)に前記冷却媒体を導入するための冷媒導入ライン(16)と、前記ガスを冷却した後の前記冷却媒体を前記第1熱交換器(14)から排出するための冷媒排出ライン(18)と、前記冷媒排出ライン(18)を流れる前記冷却媒体の少なくとも一部を前記冷媒導入ライン(16)に再循環させるための再循環ライン(20)と、前記冷媒導入ライン(16)から前記第1熱交換器(14)に導入される前記冷却媒体の温度が閾値以上となるように前記再循環ライン(20)を流れる前記冷却媒体の流量を調節するための流量調節部(22)と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

熱交換システム及びその運転方法、ガスタービンの冷却システム及び冷却方法、並びにガスタービンシステム

技術分野

[0001] 本開示は、熱交換システム及びその運転方法、ガスタービンの冷却システム及び冷却方法、並びにガスタービンシステムに関する。

背景技術

[0002] ガスと冷却媒体とを熱交換させることによりガスを冷却することがある。

例えば、特許文献1には、ガスタービンの圧縮機で圧縮された圧縮空気と、外部から取り込まれた常温の冷却空気とを熱交換器で熱交換することにより、圧縮空気を冷却することが記載されている。この熱交換器では、冷却対象の圧縮空気の過冷却又は過熱を抑制するために、熱交換器を流れる圧縮空気の流量を調節されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2015-152264号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、熱交換器でガスを冷却する場合、熱交換器に供給する冷却媒体の温度が低いと、冷却対象のガスが露点以下の温度となる過冷却が起こりやすくなり、特に、冷却対象のガスと冷却媒体との熱交換が行われる熱交換器の伝熱面の近傍で、局所的にガスの過冷却が起こりやすくなる。このように過冷却が生じると、冷却対象のガス中に含まれる水分からドレン（凝縮水分）が生じ、ガスが流れる配管に腐食等の損傷が生じる場合がある。

この点、特許文献1に記載の熱交換器では、熱交換器を流れる圧縮空気の

流量（熱負荷）を調節して圧縮空気の過冷却を抑制するようになってはいるが、伝熱面の近傍における局所的な過冷却を防止するための具体的な構成は記載されていない。

[0005] 上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、冷却対象のガスが流れるガスラインにおけるドレンの発生を抑制可能な熱交換システム及びその運転方法、ガスタービンの冷却システム及び冷却方法、並びにガスタービン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

[0006] (1) 本発明の少なくとも一実施形態に係る熱交換システムは、
冷却対象のガスが流れるガスラインと、
前記ガスラインに設けられ、冷却媒体との熱交換により前記ガスを冷却するように構成された第1熱交換器と、
前記第1熱交換器に前記冷却媒体を導入するための冷媒導入ラインと、
前記ガスを冷却した後の前記冷却媒体を前記第1熱交換器から排出するための冷媒排出ラインと、
前記冷媒排出ラインを流れる前記冷却媒体の少なくとも一部を前記冷媒導入ラインに再循環させるための再循環ラインと、
前記冷媒導入ラインから前記第1熱交換器に導入される前記冷却媒体の温度が閾値以上となるように前記再循環ラインを流れる前記冷却媒体の流量を調節するための流量調節部と、
を備える。

[0007] 上記(1)の構成によれば、再循環ラインを介して冷媒排出ラインから冷媒導入ラインへと戻す高温の冷却媒体の流量（冷却媒体の再循環流量）を流量調節部により調節するようにしたので、第1熱交換器に流入する冷却媒体の温度を閾値以上に保持することができる。これにより、第1熱交換器の伝熱面の近傍における局所的なガスの過冷却を防止し、ガスラインにおけるドレンの発生を抑制可能となる。よって、ガスラインの配管腐食を抑制することができる。

- [0008] (2) 幾つかの実施形態では、上記(1)の構成において、
前記流量調節部は、
前記再循環ラインに設けられた流量調節弁と、
前記第1熱交換器に導入される前記冷却媒体の前記温度と前記閾値以上の目標温度との偏差に基づいて、前記流量調節弁を制御するように構成された弁コントローラと、
を含む。
- [0009] 上記(2)の構成によれば、第1熱交換器に流入する冷却媒体の温度と目標温度との偏差に基づいて弁コントローラによる制御下で流量調節弁を作動させることで、第1熱交換器に流入する冷却媒体の温度を適切に調節し、ガスラインにおけるドレンの発生を効果的に抑制できる。
- [0010] (3) 幾つかの実施形態では、上記(1)又は(2)の構成において、前記熱交換システムは、前記再循環ラインに設けられる再循環ポンプをさらに備える。
- [0011] 上記(3)の構成によれば、再循環ラインに再循環ポンプを設けたので、第1熱交換器における圧力損失の分だけ冷媒排出ラインよりも高圧である冷媒導入ラインへの冷却媒体の再循環が可能となる。
- [0012] (4) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(3)の何れかの構成において、前記ガスラインは、ガスタービンの圧縮機から該ガスタービンの冷却対象部に圧縮空気を供給するように構成される。
- [0013] 上記(4)の構成によれば、ガスタービンの圧縮機で生成した圧縮空気を第1熱交換器にて冷却した後、ガスタービンの冷却対象部に供給することができる。また、上記(1)で述べたように、再循環ラインおよび流量調節部の働きによりガスラインにおけるドレンの発生を抑制可能であるから、ガスラインからガスタービンへのドレンの持ち込みを防止して、ドレンに起因したガスタービンの効率低下を抑制できる。
- [0014] (5) 幾つかの実施形態では、上記(4)の構成において、前記熱交換システムは、前記冷媒導入ラインには、前記ガスタービンとともにG T C Cを構

成する蒸気タービンの復水器からの復水の一部が供給されるように構成される。

[0015] 上記（５）の構成によれば、復水を利用した熱交換により圧縮空気を冷却することが可能になる。また、上記（１）で述べた再循環ラインおよび流量調節部の働きにより、比較的溫度が低い復水そのものを冷却媒体として第１熱交換器に流入させる場合とは異なり、ガスラインにおけるドレンの発生を抑制可能である。

[0016] （６）幾つかの実施形態では、上記（４）又は（５）の構成において、前記熱交換システムは、前記ガスラインの前記第１熱交換器よりも上流側に設けられた第２熱交換器をさらに備える。

[0017] 上記（６）の構成によれば、第１熱交換器とその上流側の第２熱交換器とを用いて、ガスタービン圧縮機からの高温の圧縮空気を、ガスタービンの冷却対象部を冷却するのに適した溫度域まで段階的に降温させることができる。この場合、下流側の第１熱交換器ではガスラインにおけるドレン発生リスクが相対的に高くなるが、上記（１）で述べたように、再循環ラインおよび流量調節部の働きにより、第１熱交換器内におけるガスラインでのドレン発生を抑制することができる。

[0018] （７）幾つかの実施形態では、上記（６）の構成において、前記第２熱交換器は、前記ガスタービンを含むG T C Cの高圧給水と前記ガスとを熱交換させて前記ガスを冷却するように構成される。

[0019] 上記（７）の構成によれば、第２熱交換器にて圧縮空気を高圧給水により冷却することで、ガスタービン圧縮機からの高温の圧縮空気の熱エネルギーを高圧給水に回収させることでG T C Cの熱効率を向上させることができる。

[0020] （８）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（７）の何れかの構成において、前記流量調節部は、前記冷媒導入ラインから前記第１熱交換器に導入される前記冷却媒体の溫度を T [°C] とし、前記ガスの露点を T_d [°C] としたとき、 $(T_d - 15) \leq T \leq (T_d + 5)$ の関係を満たすように前記再循環ラ

インを流れる前記冷却媒体の流量を調節するように構成される。

[0021] 上記（８）の構成によれば、冷媒導入ラインから第１熱交換器に導入される冷却媒体の温度 T を適度な温度範囲内に維持することで、ガスラインにおける局所的なドレン発生を抑制しながら、第１熱交換器における熱交換を効率的に行うことができる。

[0022] （９）本発明の少なくとも一実施形態に係るガスタービンの冷却システムは、

ガスタービンの圧縮機からの圧縮空気を冷却するように構成された上記（１）乃至（８）の何れかに記載の熱交換システムと、

前記熱交換システムにより冷却した前記圧縮空気を前記ガスタービンの冷却対象部に供給するための冷却空気供給ラインと、を備える。

[0023] 上記（９）の構成によれば、ガスタービンの圧縮機で生成した圧縮空気を熱交換システムにて冷却した後、ガスタービンの冷却対象部に供給することができる。また、上記（１）で述べたように、再循環ラインおよび流量調節部の働きによりガスラインにおけるドレンの発生を抑制可能であるから、ガスラインからガスタービンへのドレンの持ち込みを防止して、ドレンに起因したガスタービンの効率低下を抑制できる。

[0024] （１０）幾つかの実施形態では、上記（９）の構成において、前記ガスタービンの冷却システムは、前記冷却空気供給ラインに設けられる空気圧縮機をさらに備える。

[0025] 上記（１０）の構成によれば、熱交換システムにより冷却された圧縮空気を空気圧縮機で昇圧するようにしたので、ガスタービンの冷却対象部に比較的低温の圧縮空気（冷却空気）を円滑に供給することができる。

[0026] （１１）本発明の少なくとも一実施形態に係るガスタービンシステムは、ガスタービンと、

前記ガスタービンを冷却するように構成された上記（９）又は（１０）に記載の冷却システムと、

を備える。

[0027] 上記（１１）の構成によれば、ガスタービンの圧縮機で生成した圧縮空気を熱交換システムにて冷却した後、ガスタービンの冷却対象部に供給することができる。また、上記（１）で述べたように、再循環ラインおよび流量調節部の働きによりガスラインにおけるドレンの発生を抑制可能であるから、ガスラインからガスタービンへのドレンの持ち込みを防止して、ドレンに起因したガスタービンの効率低下を抑制できる。

[0028] （１２）本発明の少なくとも一実施形態に係る熱交換システムの運転方法は、

第１熱交換器において、冷却媒体との熱交換により冷却対象のガスを冷却するステップと、

前記ガスを冷却した後の前記冷却媒体を前記第１熱交換器から排出するための冷媒排出ラインから、前記第１熱交換器に前記冷却媒体を導入するための冷媒導入ラインに、前記冷却媒体の一部を再循環させるステップと、を備え、

前記再循環させるステップでは、前記冷媒導入ラインから前記第１熱交換器に導入される前記冷却媒体の温度が閾値以上となるように、前記冷媒排出ラインから前記冷媒導入ラインに再循環させる前記冷却媒体の流量を調節する。

[0029] 上記（１２）の方法によれば、冷媒排出ラインから冷媒導入ラインへと戻す高温の冷却媒体の流量（冷却媒体の再循環流量）を調節するようにしたので、第１熱交換器に流入する冷却媒体の温度を閾値以上に保持することができる。これにより、第１熱交換器の伝熱面の近傍における局所的なガスの過冷却を防止し、冷却対象のガスが流れるガスラインにおけるドレンの発生を抑制可能となる。よって、ガスラインの配管腐食を抑制することができる。

[0030] （１３）幾つかの実施形態では、上記（１２）の方法において、前記再循環させるステップでは、前記冷媒導入ラインから前記第１熱交換器に導入される前記冷却媒体の温度を T [°C] とし、前記ガスの露点を T_d [°C] としたとき、 $(T_d - 15) \leq T \leq (T_d + 5)$ の関係を満たすように、前記冷媒排出

ラインから前記冷媒導入ラインに再循環させる前記冷却媒体の流量を調節する。

[0031] 上記（１３）の方法によれば、冷媒導入ラインから第１熱交換器に導入される冷却媒体の温度 T を適度な温度範囲内に維持することで、冷却対象のガスが流れるガスラインにおける局所的なドレン発生を抑制しながら、第１熱交換器における熱交換を効率的に行うことができる。

[0032] （１４）本発明の少なくとも一実施形態に係るガスタービンの冷却方法は、
上記（１２）又は（１３）に記載の方法により熱交換システムを運転し、
ガスタービンの圧縮機からの圧縮空気を冷却するステップと、
前記熱交換システムにより冷却した前記圧縮空気を前記ガスタービンの冷却対象部に供給するステップと、
を備える。

[0033] 上記（１４）の方法によれば、ガスタービンの圧縮機で生成した圧縮空気を熱交換システムにて冷却した後、ガスタービンの冷却対象部に供給することができる。また、上記（１２）で述べたように、再循環ステップにおいて再循環させる冷却媒体の流量を調節することにより、冷却対象のガスが流れるガスラインにおけるドレンの発生を抑制可能である。よって、ガスラインからガスタービンへのドレンの持ち込みを防止して、ドレンに起因したガスタービンの効率低下を抑制できる。

発明の効果

[0034] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、冷却対象のガスが流れるガスラインにおけるドレンの発生を抑制可能な熱交換システム及びその運転方法、ガスタービンの冷却システム及び冷却方法、並びにガスタービンシステムが提供される。

図面の簡単な説明

[0035] [図１]一実施形態に係るガスタービンシステムの全体構成例を示す図である。
[図２]熱交換器を構成する伝熱管近傍の温度分布の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0036] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。
- ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。
- [0037] 以下、一実施形態に係る熱交換システムが適用されるガスタービンシステムの一例として、ガスタービンを含むコンバインドサイクル発電プラントについて説明する。本発明に係る熱交換システムの適用先は、コンバインドサイクル発電プラントに限定されず、ガスを冷却する熱交換器一般に適用できる。
- [0038] 図1は、一実施形態に係るガスタービンシステムであるガスタービンを含むコンバインドサイクル発電プラント（以下、G T C C 発電プラントと称する）の全体構成例を示す図である。図1に示すように、G T C C 発電プラント1は、主として、ガスタービン2と、蒸気タービン11と、排熱回収ボイラ10と、ガスタービン2を冷却するための冷却システム7と、を備えている。
- [0039] なお、G T C C 発電プラント1は、図1に示すような、ガスタービン2及び蒸気タービン11のロータが互いに独立である多軸型であってもよいし、あるいは、ガスタービン2及び蒸気タービン11のロータが共通である1軸型であってもよい。
- [0040] ガスタービン2は、空気を圧縮するための圧縮機3と、燃料（例えば天然ガス等）を燃焼させて燃焼ガスを発生させるための燃焼器4と、燃焼ガスにより回転駆動されるように構成されたタービン5と、を備える。
- 燃焼器4には、圧縮機3で圧縮された圧縮空気が送り込まれるようになっているとともに、該圧縮空気とは別のライン（不図示）を介して燃料が供給されるようになっている。圧縮空気は、燃焼器4において燃料が燃焼する際の酸化剤としての役割を有する。
- [0041] 燃焼器4における燃料の燃焼によって生成した燃焼ガスはタービン5に供給され、タービン5を駆動する。タービン5には回転シャフトを介して発電

機 6 が連結されており、タービン 5 の回転エネルギーによって発電機 6 が駆動されて電力が生成されるようになっている。

タービン 5 で仕事を終えてタービン 5 から排出された燃焼ガス（排ガス）は、排熱回収ボイラ 10 に導かれて、排熱回収ボイラ 10 における蒸気生成用熱源として利用された後、煙突（不図示）等から排気される。

[0042] なお、圧縮機 3 で生成される圧縮空気の一部は、後述する冷却システム 7 に導かれ、冷却器（第 1 熱交換器 14 及び／又は第 2 熱交換器 15）を含む熱交換システム 8 によって冷却された後、ガスタービン 2 を冷却するために用いられる。

[0043] 排熱回収ボイラ 10 には、低压節炭器 44、低压蒸発器 46、中圧節炭器 48、中圧蒸発器 50、高压節炭器 52 及び高压蒸発器 54 が設けられている。なお、低压蒸発器 46、中圧蒸発器 50 及び高压蒸発器 54 には、それぞれ、低压ドラム 45、中圧ドラム 49 及び高压ドラム 53 が附属されている。

[0044] 蒸気タービン 11 は、高压タービン 30、中圧タービン 32 及び低压タービン 34 を備えている。高压タービン 30 には、高压ドラム 53 からの飽和蒸気を排熱回収ボイラ 10 内の高压過熱器（不図示）で過熱した高压蒸気が供給される。高压タービン 30 に供給された高压蒸気は、高压タービン 30 で仕事をした後、排熱回収ボイラ 10 内の再熱器（不図示）に送られる。

[0045] 排熱回収ボイラ 10 の再熱器には、高压タービン 30 で仕事をした後の高压蒸気（再熱前の低温蒸気）に加えて、中圧ドラム 49 からの飽和蒸気を排熱回収ボイラ 10 内の中圧過熱器（不図示）で過熱した蒸気も供給される。そして、再熱器で昇温された蒸気は、再熱蒸気として、中圧タービン 32 に供給される。中圧タービン 32 に供給された再熱蒸気は、中圧タービン 32 で仕事をした後、低压タービン 34 に供給される。

[0046] 低压タービン 34 には、中圧タービン 32 で仕事をした後の再熱蒸気に加えて、低压ドラム 45 からの飽和蒸気を排熱回収ボイラ 10 内の低压過熱器（不図示）で過熱した蒸気も供給される。

- [0047] 高圧タービン 30、中圧タービン 32 及び低圧タービン 34 には、回転シャフトを介して発電機 36 が連結されており、各タービン（30、32、34）の回転エネルギーによって発電機 36 が駆動されて電力が生成されるようになっている。
- [0048] なお、ガスタービン 2 と蒸気タービン 11 とは、共通の発電機を駆動するように構成されていてもよい。すなわち、ガスタービン 2 により駆動される発電機 6 と、蒸気タービン 11 によって駆動される発電機 36 は、同一の発電機であってもよい。
- [0049] 低圧タービン 34 からの排気（蒸気）は、復水器 38 に導かれて復水される。復水器 38 で生成された水は、低圧給水ポンプ 39 により、低圧節炭器 44 に導入される。低圧節炭器 44 を通過した水は、一部が低圧ドラム 45 に給水され、残りは中圧給水ポンプ 56 及び高圧給水ポンプ 58 に導かれる。中圧給水ポンプ 56 は、中圧節炭器 48 を介して中圧給水を中圧ドラム 49 に供給する。また、高圧給水ポンプ 58 は、高圧節炭器 52 を介して高圧給水を高圧ドラム 53 に供給する。高圧ドラム 53、中圧ドラム 49 及び低圧ドラム 45 に導かれた給水は、それぞれ、高圧蒸発器 54、中圧蒸発器 50 及び低圧蒸発器 46 において、ガスタービン 2 のタービン 5 からの排ガスと熱交換されて蒸発し、各ドラム（53、49、45）に飽和蒸気として溜まるようになっている。
- [0050] 冷却システム 7 は、ガスタービン 2 の冷却対象部（例えば燃焼器 4、又は、タービン 5 の動翼又は静翼等）を冷却するように構成されている。
- 冷却システム 7 は、ガスタービン 2 の圧縮機 3 からの圧縮空気を冷却するように構成された熱交換システム 8 と、熱交換システム 8 により冷却した圧縮空気をガスタービン 2 の冷却対象部に供給するための冷却空気供給ライン 9 と、を備えている。
- [0051] なお、図 1 に示す例では、熱交換システム 8 により冷却された圧縮空気は、冷却空気供給ライン 9 を介して冷却対象部としての燃焼器 4 に供給されるようになっているが、冷却対象部は燃焼器 4 に限定されず、ガスタービン 2

の各コンポーネント（例えばタービン 5 の動翼又は静翼等）が冷却対象部となり得る。

[0052] 冷却空気供給ライン 9 には、熱交換システム 8 により冷却された圧縮空気を昇圧させるための空気圧縮機 6 6 が設けられていてもよい。熱交換システム 8 により冷却された空気圧縮機 6 6 によって圧縮空気を昇圧することにより、ガスタービン 2 の冷却対象部に比較的低温の圧縮空気（冷却空気）を円滑に供給することができる。

[0053] 以下、幾つかの実施形態に係る熱交換システム 8 について、より詳細に説明する。

幾つかの実施形態では、熱交換システム 8 は、図 1 に示すように、冷却対象のガスが流れるガスライン 1 2 と、ガスライン 1 2 に設けられる第 1 熱交換器 1 4 と、第 1 熱交換器 1 4 に接続される冷媒導入ライン 1 6 及び冷媒排出ライン 1 8 と、を備えている。図 1 に示す例示的な実施形態において、冷却対象のガスは、ガスタービン 2 の圧縮機 3 で生成された圧縮空気の一部であり、この圧縮空気の一部が、ガスライン 1 2 を介して冷却システム 7 に導かれるようになっている。

[0054] 第 1 熱交換器 1 4 には、冷媒導入ライン 1 6 から冷却媒体が導入されるようになっており、ガスライン 1 2 を流れる冷却対象のガスと、冷却媒体との熱交換により、冷却対象のガスを冷却するように構成される。

図 1 に示す実施形態では、蒸気タービン 1 1 からの排気（蒸気）を復水器 3 8 で凝縮することにより得られる復水が、冷却媒体として第 1 熱交換器 1 4 に導入される。そして、第 1 熱交換器 1 4 において、冷却媒体である復水と、ガスライン 1 2 を流れる圧縮空気との熱交換により、圧縮空気が冷却されるようになっている。

[0055] 図 1 に示す実施形態では、復水器 3 8 からの復水の一部が、冷却媒体として冷媒導入ライン 1 6 を介して第 1 熱交換器 1 4 に供給されるようになっている。復水器 3 8 からの復水の残部は、復水器 3 8 と排熱回収ボイラ 1 0 の低圧節炭器 4 4 との間に設けられる復水主流ライン 4 0 を介して、第 1 熱交

換器 14 を経由せずに低圧節炭器 44 に導かれるようになっている。すなわち、図 1 に示す実施形態において、冷媒導入ライン 16 は、復水主流ライン 40 から分岐して設けられている。

[0056] なお、冷媒導入ライン 16 を介して第 1 熱交換器 14 に導かれる冷却媒体としての復水の流量は、例えば復水主流ライン 40 に設けられたバルブ 41 等によって調節するようになっていてもよい。

[0057] 第 1 熱交換器 14 に導入された復水（冷却媒体）は、第 1 熱交換器 14 での熱交換により圧縮空気（冷却対象のガス）を冷却した後、冷媒排出ライン 18 を介して第 1 熱交換器 14 から排出される。冷媒排出ライン 18 を介して排出された復水（冷却媒体）は、復水主流ライン 40 を流れる復水と合流し、排熱回収ボイラ 10 の低圧節炭器 44 へと導かれる。

[0058] 熱交換システム 8 は、冷媒導入ライン 16 と、冷媒排出ライン 18 との間に設けられる再循環ライン 20 をさらに備えている。再循環ライン 20 は、冷媒排出ライン 18 を流れる復水（冷却媒体）の一部を冷媒導入ライン 16 に再循環させる（戻す）ように構成される。

[0059] また、熱交換システム 8 は、再循環ライン 20 を流れる復水（冷却媒体）の流量を調節するための流量調節部 22 をさらに備えている。図 1 に示す実施形態において、流量調節部 22 は、再循環ライン 20 に設けられた流量調節弁 24 を含む。

流量調節部 22 は、冷媒導入ライン 16 から第 1 熱交換器 14 に導入される復水の温度が閾値 T_s 以上となるように、再循環ライン 20 を流れる復水の流量を調節するように構成される。例えば、冷媒導入ライン 16 から第 1 熱交換器 14 に導入される復水の温度が閾値 T_s 以上となるように、流量調節弁 24 の開度が調節されるようになっている。

[0060] ここで、図 2 は、第 1 熱交換器 14 を構成する伝熱管 13 近傍の温度分布の一例を示す図である。図 2 に示す例において、第 1 熱交換器 14 に導入される冷却媒体（図 1 に示す実施形態では復水）の温度（バルク温度）は T であり、第 1 熱交換器 14 に導入される冷却対象のガス（図 1 に示す実施形態

では圧縮空気)の温度(バルク温度)は T_a である。

[0061] 典型的には、伝熱管13の近傍では、冷却媒体の温度 T と冷却対象のガスの温度 T_a との温度差や、冷却媒体及び冷却対象のガスの伝熱係数等に応じて、図2に示すような温度分布となる。すなわち、伝熱面13a(伝熱管13の表面)の近傍で冷却媒体及び冷却対象のガスの温度勾配が大きく、伝熱面13aに近づくにつれて冷却対象のガスの温度は低くなる。ここで、冷却媒体の温度 T が低いほど、伝熱面13a近傍における冷却対象のガスの温度が低くなり、伝熱面13aの近傍で局所的にガスの過冷却が起こりやすくなる。このように過冷却が生じると、冷却対象のガス中に含まれる水分からドレン(凝縮水分)が生じ、ガスが流れる配管に腐食等の損傷が生じる場合がある。

[0062] この点、図1に示す第1熱交換器14において、冷却媒体である復水は圧縮空気との熱交換により熱を受け取るので、第1熱交換器14から冷媒排出ライン18に排出される復水は、冷媒導入ライン16を流れる復水よりも高温である。

よって、再循環ライン20を介して、冷媒排出ライン18を流れる復水(冷却媒体)の一部を冷媒導入ライン16に再循環させることにより、冷媒導入ライン16から第1熱交換器14に導入される復水(冷却媒体)の温度を上昇させることができる。

また、再循環ライン20を介して冷媒排出ライン18から冷媒導入ライン16へと戻す高温の復水の流量(冷却媒体の再循環流量)を流量調節部により調節することにより、第1熱交換器14に流入する復水(冷却媒体)の温度を閾値以上に保持することができる。

よって、第1熱交換器14の伝熱面の近傍における局所的なガスの過冷却を防止し、ガスライン12におけるドレンの発生を抑制することができる。これにより、ガスライン12の配管腐食を抑制することができる。

[0063] 幾つかの実施形態では、流量調節部22は、図1に示すように、流量調節弁24を制御するための弁コントローラ26をさらに備えていてもよい。な

お、弁コントローラ 26 等による流量調節部 22 における流量制御については、後で説明する。

[0064] 再循環ライン 20 には、再循環ポンプ 28 が設けられていてもよい。再循環ポンプ 28 を再循環ライン 20 に設けることにより、第 1 熱交換器 14 における圧力損失の分だけ冷媒排出ライン 18 よりも高圧である冷媒導入ライン 16 への復水（冷却媒体）の再循環が可能となる。

[0065] 幾つかの実施形態では、熱交換システム 8 は、図 1 に示すように、ガスライン 12 の第 1 熱交換器 14 よりも上流側に設けられた第 2 熱交換器 15 をさらに備えている。

この場合、第 1 熱交換器 14 よりも上流側の第 2 熱交換器 15（すなわち、一段目の冷却器）と、第 1 熱交換器 14（すなわち、二段目の冷却器）とを用いて、ガスタービン 2 の圧縮機 3 からの高温の圧縮空気を、ガスタービン 2 の冷却対象部（例えば燃焼器 4）を冷却するのに適した温度域まで段階的に降温させることができる。

[0066] 第 2 熱交換器 15 において冷却対象のガス（図 1 に示す実施形態では、ガスタービン 2 の圧縮機 3 で生成された圧縮空気）を冷却するための冷却媒体としては、例えば、復水器 38 からの復水、あるいは、排熱回収ボイラ 10 の低圧蒸発器 46、中圧蒸発器 50 又は高圧蒸発器 54 に供給される低圧給水、中圧給水又は高圧給水を利用してもよい。

[0067] 図 1 に示す例示的な実施形態では、第 2 熱交換器 15 は、GTCC 発電プラント 1 における高圧給水と、ガスライン 12 を流れる圧縮空気とを熱交換させて、圧縮空気を冷却するように構成されている。

[0068] 図 1 に示すように、高圧給水ポンプ 58 からの高圧給水は、高圧給水主流ライン 60 を介して高圧節炭器 52 に導かれるようになっている。そして、高圧給水ポンプ 58 からの高圧給水の一部が、高圧給水主流ライン 60 から分岐する高圧給水導入ライン 62 を介して、冷却媒体として第 2 熱交換器 15 に供給されるようになっている。

[0069] 第 2 熱交換器 15 での熱交換により圧縮空気を冷却した高圧給水（冷却媒

体)は、高圧給水排出ライン64を介して第2熱交換器15から排出される。高圧給水排出ライン64を介して排出された高圧給水(冷却媒体)は、高圧給水主流ライン60を流れる高圧給水と合流し、排熱回収ボイラ10の高圧節炭器52へと導かれる。

[0070] なお、高圧給水導入ライン62を介して第2熱交換器15に導かれる冷却媒体としての高圧給水の流量は、例えば高圧給水主流ライン60に設けられたバルブ61等によって調節するようになっていてもよい。

[0071] このように、第2熱交換器15にて圧縮空気を高圧給水により冷却することで、ガスタービン2の圧縮機3からの高温の圧縮空気の熱エネルギーを高圧給水に回収させることで、GTCC発電プラント1の熱効率を向上させることができる。

[0072] 次に、熱交換システム8における、冷媒排出ライン18から再循環ライン20を介して冷媒導入ライン16に再循環させる復水(第1熱交換器14における冷却媒体)の流量(以下、再循環流量と称する)の制御について説明する。

なお、冷却媒体の再循環流量の制御は、流量調節部22によって行われてもよく、弁コントローラ26で流量調節弁24の開度を制御することにより行われてもよい。

[0073] 幾つかの実施形態では、復水(冷却媒体)の再循環流量は、冷媒導入ライン16から第1熱交換器14に導入される復水(冷却媒体)の温度 T と、上述の閾値 T_s 以上の目標温度 T_g との偏差に基づいて制御される。

このように、第1熱交換器14に流入する復水(冷却媒体)の温度 T と目標温度 T_g との偏差に基づいて、例えば弁コントローラによる制御下で流量調節弁を作動させることにより、再循環流量を調節することで、第1熱交換器14に流入する復水(冷却媒体)の温度 T を適切に調節し、ガスライン12におけるドレンの発生を効果的に抑制できる。

[0074] 復水(冷却媒体)の再循環流量は、ガスライン12を流れる圧縮空気(冷却対象のガス)の温度が、第1熱交換器14の伝熱面13a(図2参照)に

において、該圧縮空気の露点よりも高くなるように調節されてもよい。

[0075] あるいは、幾つかの実施形態では、復水（冷却媒体）の再循環流量は、冷媒導入ライン 16 から第 1 熱交換器 14 に導入される復水（冷却媒体）の温度 T [°C] とし、ガスライン 12 を流れる圧縮空気（冷却対象のガス）の露点を T_d [°C] としたとき、 $(T_d - 15) \leq T \leq (T_d + 5)$ の関係を満たすように調節される。

[0076] このように、冷媒導入ライン 16 から第 1 熱交換器 14 に導入される復水（冷却媒体）の温度 T を適度な温度範囲内に維持することで、ガスライン 12 における局所的なドレン発生を抑制しながら、第 1 熱交換器 14 における熱交換を効率的に行うことができる。

[0077] なお、弁コントローラ 26 には、復水（冷却媒体）が流れる各ラインに設けられた各種センサの検出結果に基づいて、上述の再循環流量の制御を行うようになっていてもよい。

[0078] 図 1 に示す例示的な実施形態では、冷媒導入ライン 16 には、第 1 熱交換器 14 に導入される復水（冷却媒体）の温度 T を検出する温度センサ 68 が設けられ、冷媒排出ライン 18 には、第 1 熱交換器 14 から排出される復水（冷却媒体）の温度を検出する温度センサ 70 が設けられている。また、再循環ライン 20 には、冷媒導入ライン 16 に再循環させる復水（冷却媒体）の流量を検出するための流量センサ 72 が設けられている。さらに、冷媒導入ライン 16 には、復水主流ライン 40 と冷媒導入ライン 16 とが分岐する分岐点よりも下流側かつ再循環ライン 20 が冷媒導入ライン 16 に合流する合流点よりも上流側において、復水器 38 からの復水のうち、冷却媒体として冷媒導入ライン 16 に流入する復水の流量を検出する流量センサ 74 が設けられている。

[0079] 弁コントローラ 26 は、例えば、温度センサ 68、温度センサ 70、流量センサ 72、又は流量センサ 74 の少なくとも 1 つの検出結果に基づいて、復水（冷却媒体）の再循環流量の制御を行うように構成されていてもよい。

[0080] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態

に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

[0081] 本明細書において、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

また、本明細書において、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

また、本明細書において、一の構成要素を「備える」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

符号の説明

- [0082]
- | | |
|----|----------------|
| 1 | G T C C 発電プラント |
| 2 | ガスタービン |
| 3 | 圧縮機 |
| 4 | 燃焼器 |
| 5 | タービン |
| 6 | 発電機 |
| 7 | 冷却システム |
| 8 | 熱交換システム |
| 9 | 冷却空気供給ライン |
| 10 | 排熱回収ボイラ |

- 1 1 蒸気タービン
- 1 2 ガスライン
- 1 4 第 1 熱交換器
- 1 5 第 2 熱交換器
- 1 6 冷媒導入ライン
- 1 8 冷媒排出ライン
- 2 0 再循環ライン
- 2 2 流量調節部
- 2 4 流量調節弁
- 2 6 弁コントローラ
- 2 8 再循環ポンプ
- 3 0 高圧タービン
- 3 2 中圧タービン
- 3 4 低圧タービン
- 3 6 発電機
- 3 8 復水器
- 3 9 低圧給水ポンプ
- 4 0 復水主流ライン
- 4 1 バルブ
- 4 4 低圧節炭器
- 4 5 低圧ドラム
- 4 6 低圧蒸発器
- 4 8 中圧節炭器
- 4 9 中圧ドラム
- 5 0 中圧蒸発器
- 5 2 高圧節炭器
- 5 3 高圧ドラム
- 5 4 高圧蒸発器

- 5 6 中圧給水ポンプ
- 5 8 高圧給水ポンプ
- 6 0 高圧給水主流ライン
- 6 1 バルブ
- 6 2 高圧給水導入ライン
- 6 4 高圧給水排出ライン
- 6 6 空気圧縮機
- 6 8 温度センサ
- 7 0 温度センサ
- 7 2 流量センサ
- 7 4 流量センサ

請求の範囲

- [請求項1] 冷却対象のガスが流れるガスラインと、
 前記ガスラインに設けられ、冷却媒体との熱交換により前記ガスを冷却するように構成された第1熱交換器と、
 前記第1熱交換器に前記冷却媒体を導入するための冷媒導入ラインと、
 前記ガスを冷却した後の前記冷却媒体を前記第1熱交換器から排出するための冷媒排出ラインと、
 前記冷媒排出ラインを流れる前記冷却媒体の少なくとも一部を前記冷媒導入ラインに再循環させるための再循環ラインと、
 前記冷媒導入ラインから前記第1熱交換器に導入される前記冷却媒体の温度が閾値以上となるように前記再循環ラインを流れる前記冷却媒体の流量を調節するための流量調節部と、
 を備えることを特徴とする熱交換システム。
- [請求項2] 前記流量調節部は、
 前記再循環ラインに設けられた流量調節弁と、
 前記第1熱交換器に導入される前記冷却媒体の前記温度と前記閾値以上の目標温度との偏差に基づいて、前記流量調節弁を制御するように構成された弁コントローラと、
 を含むことを特徴とする請求項1に記載の熱交換システム。
- [請求項3] 前記再循環ラインに設けられる再循環ポンプをさらに備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の熱交換システム。
- [請求項4] 前記ガスラインは、ガスタービンの圧縮機から該ガスタービンの冷却対象部に圧縮空気を供給するように構成されることを特徴とする請求項1乃至3の何れか一項に記載の熱交換システム。
- [請求項5] 前記冷媒導入ラインには、前記ガスタービンとともにG T C Cを構成する蒸気タービンの復水器からの復水の一部が供給されるように構成されたことを特徴とする請求項4に記載の熱交換システム。

- [請求項6] 前記ガスラインの前記第1熱交換器よりも上流側に設けられた第2熱交換器をさらに備えることを特徴とする請求項4又は5に記載の熱交換システム。
- [請求項7] 前記第2熱交換器は、前記ガスタービンを含むG T C Cの高圧給水と前記ガスとを熱交換させて前記ガスを冷却するように構成されたことを特徴とする請求項6に記載の熱交換システム。
- [請求項8] 前記流量調節部は、前記冷媒導入ラインから前記第1熱交換器に導入される前記冷却媒体の温度を T [°C]とし、前記ガスの露点を T_d [°C]としたとき、 $(T_d - 15) \leq T \leq (T_d + 5)$ の関係を満たすように前記再循環ラインを流れる前記冷却媒体の流量を調節するように構成されたことを特徴とする請求項1乃至7の何れか一項に記載の熱交換システム。
- [請求項9] ガスタービンの圧縮機からの圧縮空気を冷却するように構成された請求項1乃至8の何れか一項に記載の熱交換システムと、
前記熱交換システムにより冷却した前記圧縮空気を前記ガスタービンの冷却対象部に供給するための冷却空気供給ラインと、を備えることを特徴とするガスタービンの冷却システム。
- [請求項10] 前記冷却空気供給ラインに設けられる空気圧縮機をさらに備えることを特徴とする請求項9に記載のガスタービンの冷却システム。
- [請求項11] ガスタービンと、
前記ガスタービンを冷却するように構成された請求項9又は10に記載の冷却システムと、
を備えることを特徴とするガスタービンシステム。
- [請求項12] 第1熱交換器において、冷却媒体との熱交換により冷却対象のガスを冷却するステップと、
前記ガスを冷却した後の前記冷却媒体を前記第1熱交換器から排出するための冷媒排出ラインから、前記第1熱交換器に前記冷却媒体を導入するための冷媒導入ラインに、前記冷却媒体の一部を再循環させ

るステップと、を備え、

前記再循環させるステップでは、前記冷媒導入ラインから前記第 1 熱交換器に導入される前記冷却媒体の温度が閾値以上となるように、前記冷媒排出ラインから前記冷媒導入ラインに再循環させる前記冷却媒体の流量を調節する

ことを特徴とする熱交換システムの運転方法。

[請求項13]

前記再循環させるステップでは、前記冷媒導入ラインから前記第 1 熱交換器に導入される前記冷却媒体の温度を T [°C] とし、前記ガスの露点を T_d [°C] としたとき、 $(T_d - 15) \leq T \leq (T_d + 5)$ の関係を満たすように、前記冷媒排出ラインから前記冷媒導入ラインに再循環させる前記冷却媒体の流量を調節する

ことを特徴とする請求項 12 に記載の熱交換システムの運転方法。

[請求項14]

請求項 12 又は 13 に記載の方法により熱交換システムを運転し、ガスタービンの圧縮機からの圧縮空気を冷却するステップと、

前記熱交換システムにより冷却した前記圧縮空気を前記ガスタービンの冷却対象部に供給するステップと、

を備えることを特徴とするガスタービンの冷却方法。

補正された請求の範囲
[2018年1月23日 (23.01.2018) 国際事務局受理]

- [請求項1] (補正後) 冷却対象のガスが流れるガスラインと、
前記ガスラインに設けられ、冷却媒体との熱交換により前記ガスを冷却するように構成された第1熱交換器と、
前記第1熱交換器に前記冷却媒体を導入するための冷媒導入ラインと、
前記ガスを冷却した後の前記冷却媒体を前記第1熱交換器から排出するための冷媒排出ラインと、
前記冷媒排出ラインを流れる前記冷却媒体の少なくとも一部を前記冷媒導入ラインに再循環させるための再循環ラインと、
前記冷媒導入ラインから前記第1熱交換器に導入される前記冷却媒体の温度が閾値以上となるように前記再循環ラインを流れる前記冷却媒体の流量を調節するための流量調節部と、
を備え、
前記ガスラインは、ガスタービンの圧縮機から該ガスタービンの冷却対象部に圧縮空気を供給するように構成されることを特徴とする熱交換システム。
- [請求項2] 前記流量調節部は、
前記再循環ラインに設けられた流量調節弁と、
前記第1熱交換器に導入される前記冷却媒体の前記温度と前記閾値以上の目標温度との偏差に基づいて、前記流量調節弁を制御するように構成された弁コントローラと、
を含むことを特徴とする請求項1に記載の熱交換システム。
- [請求項3] 前記再循環ラインに設けられる再循環ポンプをさらに備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の熱交換システム。
- [請求項4] (削除)
- [請求項5] (補正後) 前記冷媒導入ラインには、前記ガスタービンとともにG T C Cを構成する蒸気タービンの復水器からの復水の一部が供給され

るように構成されたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の熱交換システム。

[請求項6] (補正後) 前記ガスラインの前記第 1 熱交換器よりも上流側に設けられた第 2 熱交換器をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 3 及び 5 の何れか一項に記載の熱交換システム。

[請求項7] 前記第 2 熱交換器は、前記ガスタービンを含む G T C C の高圧給水と前記ガスとを熱交換させて前記ガスを冷却するように構成されたことを特徴とする請求項 6 に記載の熱交換システム。

[請求項8] (補正後) 前記流量調節部は、前記冷媒導入ラインから前記第 1 熱交換器に導入される前記冷却媒体の温度を T [°C] とし、前記ガスの露点を T_d [°C] としたとき、 $(T_d - 15) \leq T \leq (T_d + 5)$ の関係を満たすように前記再循環ラインを流れる前記冷却媒体の流量を調節するように構成されたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 及び 5 乃至 7 の何れか一項に記載の熱交換システム。

[請求項9] (補正後) ガスタービンの圧縮機からの圧縮空気を冷却するように構成された請求項 1 乃至 3 及び 5 乃至 8 の何れか一項に記載の熱交換システムと、

前記熱交換システムにより冷却した前記圧縮空気を前記ガスタービンの冷却対象部に供給するための冷却空気供給ラインと、を備えることを特徴とするガスタービンの冷却システム。

[請求項10] 前記冷却空気供給ラインに設けられる空気圧縮機をさらに備えることを特徴とする請求項 9 に記載のガスタービンの冷却システム。

[請求項11] ガスタービンと、
前記ガスタービンを冷却するように構成された請求項 9 又は 10 に記載の冷却システムと、
を備えることを特徴とするガスタービンシステム。

[請求項12] (補正後) 熱交換システムを運転し、ガスタービンの圧縮機からの圧縮空気を冷却する運転ステップと、

前記熱交換システムにより冷却した前記圧縮空気を前記ガスタービ

ンの冷却対象部に供給するステップと、
を備えるガスタービンの冷却方法であって、
前記運転ステップは、

第1熱交換器において、冷却媒体との熱交換によりガスタービンの圧縮機からの圧縮空気を冷却するステップと、

前記圧縮空気を冷却した後の前記冷却媒体を前記第1熱交換器から排出するための冷媒排出ラインから、前記第1熱交換器に前記冷却媒体を導入するための冷媒導入ラインに、前記冷却媒体の一部を再循環させるステップと、を含み、

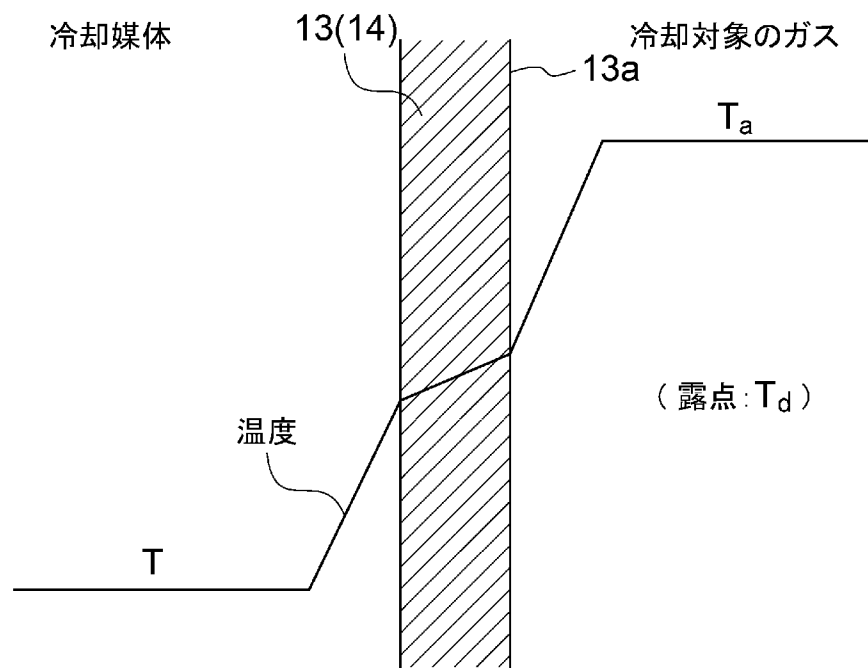
前記再循環させるステップでは、前記冷媒導入ラインから前記第1熱交換器に導入される前記冷却媒体の温度が閾値以上となるように、前記冷媒排出ラインから前記冷媒導入ラインに再循環させる前記冷却媒体の流量を調節する

ことを特徴とするガスタービンの冷却方法。

[請求項13] (補正後) 前記再循環させるステップでは、前記冷媒導入ラインから前記第1熱交換器に導入される前記冷却媒体の温度を T [°C]とし、前記圧縮空気の露点を T_d [°C]としたとき、 $(T_d - 15) \leq T \leq (T_d + 5)$ の関係を満たすように、前記冷媒排出ラインから前記冷媒導入ラインに再循環させる前記冷却媒体の流量を調節することを特徴とする請求項12に記載のガスタービンの冷却方法。

[請求項14] (削除)

[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/031726

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01K23/10(2006.01)i, F02C7/141(2006.01)i, F02C7/18(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)

F01K23/10, F02C7/141, F02C7/18

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 11-173161 A (Hitachi, Ltd.), 29 June 1999 (29.06.1999), paragraph [0015]; fig. 14 to 15 & US 6318089 B1 column 7, line 51 to column 8, line 32; fig. 9 to 10	1-3, 12 1-14
X Y	JP 2015-183590 A (Mitsubishi Hitachi Power Systems, Ltd.), 22 October 2015 (22.10.2015), paragraphs [0141] to [0142], [0223] to [0242]; fig. 7, 16 & US 2017/0152765 A1 paragraphs [0167] to [0168], [0260] to [0279]; fig. 7, 16 & WO 2015/146786 A1 & KR 10-2016-0122258 A & CN 106133279 A	1, 4-5, 9-12, 14 10

☒ 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
16 October 2017 (16.10.17)

Date of mailing of the international search report
14 November 2017 (14.11.17)

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/JP2017/031726

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 9-195797 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 29 July 1997 (29.07.1997), paragraphs [0009] to [0015]; fig. 1 (Family: none)	1, 8, 12-13 8, 10, 13
Y	JP 9-119321 A (ABB Management AG.), 06 May 1997 (06.05.1997), paragraphs [0007] to [0023]; fig. 1 to 2 & US 5758485 A column 1, line 48 to column 4, line 10; fig. 1 to 2 & EP 761944 A1 & DE 19531562 A1 & CN 1148662 A	8, 10, 13
Y	JP 2003-201862 A (Toshiba Corp.), 18 July 2003 (18.07.2003), paragraphs [0021] to [0055]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F01K23/10(2006.01)i, F02C7/141(2006.01)i, F02C7/18(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. F01K23/10, F02C7/141, F02C7/18

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）

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 Y	JP 11-173161 A（株式会社日立製作所） 1999.06.29, 段落 [0015]、図14-15 & US 6318089 B1, 第7欄第51行-第8欄第32行, FIGS. 9-10	1-3, 12 1-14
X Y	JP 2015-183590 A（三菱日立パワーシステムズ株式会社） 2015.10.22, 段落 [0141] - [142], [0223] - [0242], 図7, 16 & US 2017/0152765 A1, 段落[0167]-[0168], [0260]-[0279], FIGS. 7, 16 & WO 2015/146786 A1 & KR 10-2016-0122258 A & CN 106133279 A	1, 4-5, 9-12, 14 10

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

16.10.2017

国際調査報告の発送日

14.11.2017

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）

倉田 和博

3S

9627

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
X	JP 9-195797 A (三菱重工業株式会社)	1, 8,
Y	1997.07.29, 段落 [0009] - [0015], 図1 (ファミリーなし)	12-13 8, 10, 13
Y	JP 9-119321 A (エー ビー ビー マネージメント アクチエンゲ ゼルシャフト) 1997.05.06, 段落 [0007] - [0023], 図1-2 & US 5758485 A, 第1欄第48行-第4欄第10行, FIGS. 1-2 & EP 761944 A1 & DE 19531562 A1 & CN 1148662 A	8, 10, 13
Y	JP 2003-201862 A (株式会社東芝) 2003.07.18, 段落 [0021] - [0055], 図1-3 (ファミリーなし)	1-14