

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6262012号
(P6262012)

(45) 発行日 平成30年1月17日 (2018. 1. 17)

(24) 登録日 平成29年12月22日 (2017. 12. 22)

(51) Int. Cl.

F 1

F 2 8 F 9/02 (2006. 01)

F 2 8 F 9/02 F

F 2 8 D 7/16 (2006. 01)

F 2 8 D 7/16 A

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-27796 (P2014-27796)
 (22) 出願日 平成26年2月17日 (2014. 2. 17)
 (65) 公開番号 特開2015-152264 (P2015-152264A)
 (43) 公開日 平成27年8月24日 (2015. 8. 24)
 審査請求日 平成28年11月7日 (2016. 11. 7)

(73) 特許権者 514030104
 三菱日立パワーシステムズ株式会社
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
 番1号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (74) 代理人 100118762
 弁理士 高村 順
 (72) 発明者 北口 佳範
 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

審査官 伊藤 紀史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱交換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一次流体が流れる一次流路と、
 二次流体が流れる二次流路と、
 前記一次流路と前記二次流路とが集合した位置で一次流体と二次流体とで熱交換を行う
 と共に二次流体の流れ方向に並設された複数の熱交換部と、
 前記複数の熱交換部に流れる一次流体の流量を調整する流量調整弁と、
 を有し、
 前記複数の熱交換部は、一端部に共通の入口ヘッダが設けられ、他端部に個別の出口ヘ
 ッダが設けられ、前記一次流路は、前記入口ヘッダ及び前記出口ヘッダに接続され、前記
 出口ヘッダに接続される前記一次流路に前記流量調整弁が設けられる、
 ことを特徴とする熱交換器。

【請求項 2】

一次流体が流れる一次流路と、
 二次流体が流れる二次流路と、
 前記一次流路と前記二次流路とが集合した位置で一次流体と二次流体とで熱交換を行う
 と共に二次流体の流れ方向に並設された複数の熱交換部と、
 二次流体の流れ方向の最下流側に配置される前記熱交換部に接続される前記一次流路に
 設けられる前記複数の熱交換部に流れる一次流体の流量を調整する流量調整弁と、
 一次流体の状態を検出する状態検出センサと、

10

20

前記状態検出センサが検出した一次流体の状態に応じて前記流量調整弁の開度を調整する制御部と、

を有することを特徴とする熱交換器。

【請求項 3】

前記複数の熱交換部は、一端部に個別の入口ヘッダが設けられ、他端部に共通の出口ヘッダが設けられ、前記一次流路は、前記入口ヘッダ及び前記出口ヘッダに接続され、前記入口ヘッダに接続される前記一次流路に前記流量調整弁が設けられることを特徴とする請求項 2 に記載の熱交換器。

【請求項 4】

前記状態検出センサは、前記複数の熱交換部の出口側における一次流体の温度を検出する温度センサであり、前記制御部は、前記複数の熱交換部の出口側における一次流体の温度差が予め設定された所定温度差より大きくなったときに、前記流量調整弁の開度を小さくすることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の熱交換器。

10

【請求項 5】

前記状態検出センサは、前記複数の熱交換部の入口側における一次流体の流量を検出する流量センサであり、前記制御部は、前記複数の熱交換部の入口側における一次流体の流量が予め設定された所定流量より少なくなったときに、前記流量調整弁の開度を小さくすることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の熱交換器。

【請求項 6】

前記状態検出センサは、前記複数の熱交換部の入口側における一次流体の圧力を検出する圧力センサであり、前記制御部は、前記複数の熱交換部の入口側における一次流体の圧力が予め設定された所定圧力より大きくなったときに、前記流量調整弁の開度を小さくすることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の熱交換器。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一次流体と二次流体との間で熱交換を行う熱交換器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一次流体と二次流体との間で熱交換を行うことで、二次流体を冷却または加熱する場合、入口ヘッダと出口ヘッダを多数の伝熱管で連結して構成した熱交換器がある。このような熱交換器では、入口ヘッダに供給された二次流体が多数の伝熱管を通して出口ヘッダに流れるときに、伝熱管に接触する一次流体により冷却または加熱される。

30

【0003】

例えば、下記特許文献 1 に記載された構成の熱交換器がある。この特許文献 1 に記載された熱交換器は、低温流体を加熱または気化させる加熱・気化装置であり、熱交換パネルの両面に沿って熱媒体を流下させることで、このパネルを構成する伝熱管内を流れる低温流体を加熱または気化させる。そして、2 個のヘッダまたはマニホールドの入口手前に調節弁を設け、低温流体の供給量の変動に応じて、一部の熱交換器パネルへの低温流体の供給を停止すると共に、残りの熱交換器パネルでは定常負荷時における流量が維持されるように調節弁を操作するものである。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 052724 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

入口ヘッダと出口ヘッダを多数の伝熱管で連結した熱交換器は、各伝熱管内に二次流体を流動させる一方、各伝熱管の外部で伝熱管に直交するように一次流体を流動することで

50

、一次流体と二次流体との間で熱交換が行われる。このとき、二次流体の流量が低下すると、各伝熱管に流れる二次流体の流量が少なくなるため、特に一次流体の上流側に配置される伝熱管では、二次流体が過冷却状態または過熱状態になってしまう。このため、入口ヘッダと出口ヘッダを多数の伝熱管で連結した熱交換器においてでも、特許文献1に記載された加熱・気化装置のように低温流体の供給量の変動に応じて熱交換パネルへの低温流体の供給を停止できるような構成とし、二次流体の過冷却または過熱を抑制できることが望ましい。

【0006】

本発明は、上述した課題を解決するものであり、一次流体の流量が変動しても適正に熱交換を行うことで二次流体の過冷却または過熱を抑制することができる熱交換器を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するための本発明の熱交換器は、一次流体が流れる一次流路と、前記一次流路内で二次流体が流れる二次流路と、一次流体と二次流体とで熱交換を行うと共に二次流体の流れ方向に並設された複数の熱交換部と、前記複数の熱交換部に流れる一次流体の流量を調整する流量調整弁と、を有することを特徴とするものである。

【0008】

従って、複数の熱交換部を流れる一次流体は、二次流体と熱交換することで冷却または加熱される。複数の熱交換部を流れる一次流体の状態が変動すると、一次流体の状態に応じて流量調整弁の開度を調整するため、複数の熱交換部における二次流体の流れ方向の下流側に位置する熱交換部を流れる一次流体の流量が調整される。そのため、二次流体が各熱交換部に与える影響は少なくなり、高温化や低温化が抑制される。その結果、一次流体の状態が変動しても適正に熱交換を行うことで一次流体の過冷却または過熱を抑制することができる。

20

【0009】

また、本発明の熱交換器は、一次流体が流れる一次流路と、前記一次流路内で二次流体が流れる二次流路と、一次流体と二次流体とで熱交換を行うと共に二次流体の流れ方向に並設された複数の熱交換部と、前記複数の熱交換部に流れる一次流体の流量を調整する流量調整弁と、一次流体の状態を検出する状態検出センサと、前記状態検出センサが検出した一次流体の状態に応じて前記流量調整弁の開度を調整する制御部と、を有することを特徴とするものである。

30

【0010】

従って、複数の熱交換部を流れる一次流体は、二次流体と熱交換することで冷却または加熱される。複数の熱交換部を流れる一次流体の状態が変動すると、一次流体の状態に応じて流量調整弁の開度を調整するため、複数の熱交換部における二次流体の流れ方向の下流側に位置する熱交換部を流れる一次流体の流量が調整される。そのため、二次流体が各熱交換部に与える影響は少なくなり、高温化や低温化が抑制される。その結果、一次流体の状態が変動しても適正に熱交換を行うことで二次流体の過冷却または過熱を抑制することができる。

40

【0011】

本発明の熱交換器では、前記複数の熱交換部は、一端部に個別の入口ヘッダが設けられ、他端部に共通の出口ヘッダが設けられ、前記一次流路は、前記入口ヘッダ及び前記出口ヘッダに接続され、前記入口ヘッダに接続される前記一次流路に前記流量調整弁が設けられることを特徴としている。

【0012】

従って、複数の熱交換部における上流側に分岐した一次流路を接続し、二次流体の流れ方向の下流側に位置する熱交換部に接続される一次流路に流量調整弁を設けるので、複数の熱交換部に流れる一次流体の流量を高精度に調整することができる。

【0013】

50

本発明の熱交換器では、前記複数の熱交換部は、一端部に共通の入口ヘッダが設けられ、他端部に個別の出口ヘッダが設けられ、前記一次流路は、前記入口ヘッダ及び前記出口ヘッダに接続され、前記出口ヘッダに接続される前記一次流路に前記流量調整弁が設けられることを特徴としている。

【0014】

従って、複数の熱交換部における下流側に分岐した一次流路を接続し、二次流体の流れ方向の下流側に位置する熱交換部に接続される一次流路に流量調整弁を設けるので、複数の熱交換部に流れる一次流体の流量を高精度に調整することができる。

【0015】

本発明の熱交換器では、前記状態検出センサは、前記複数の熱交換部の出口側における一次流体の温度を検出する温度センサであり、前記制御部は、前記複数の熱交換部の出口側における一次流体の温度差が予め設定された所定温度差より大きくなったときに、前記流量調整弁の開度を小さくすることを特徴としている。

10

【0016】

従って、複数の熱交換部を流れる一次流体の温度差が所定温度差より大きくなったときに、流量調整弁の開度を小さくするため、二次流体の流れ方向の下流側に位置する熱交換部を流れる一次流体の流量が減少する。そのため、二次流体がその流れ方向の上流側に位置する熱交換部に与える影響は少なくなり、一次流体の過冷却または過熱を抑制することができる。

【0017】

20

本発明の熱交換器では、前記状態検出センサは、前記複数の熱交換部の入口側における一次流体の流量を検出する流量センサであり、前記制御部は、前記複数の熱交換部の入口側における一次流体の流量が予め設定された所定流量より少なくなったときに、前記流量調整弁の開度を小さくすることを特徴としている。

【0018】

従って、複数の熱交換部を流れる一次流体の流量が所定流量より少なくなったときに、流量調整弁の開度を小さくするため、二次流体の流れ方向の下流側に位置する熱交換部を流れる一次流体の流量が減少する。そのため、二次流体がその流れ方向の上流側に位置する熱交換部に与える影響は少なくなり、一次流体の過冷却または過熱を抑制することができる。

30

【0019】

本発明の熱交換器では、前記状態検出センサは、前記複数の熱交換部の入口側における一次流体の圧力を検出する圧力センサであり、前記制御部は、前記複数の熱交換部の入口側における一次流体の圧力が予め設定された所定圧力より大きくなったときに、前記流量調整弁の開度を小さくすることを特徴としている。

【0020】

従って、複数の熱交換部を流れる一次流体の圧力が所定圧力より大きくなったときに、流量調整弁の開度を小さくするため、二次流体の流れ方向の下流側に位置する熱交換部を流れる一次流体の流量が減少する。そのため、二次流体がその流れ方向の上流側に位置する熱交換部に与える影響は少なくなり、一次流体の過冷却または過熱を抑制することができる。

40

【0021】

本発明の熱交換器では、前記流量調整弁は、前記複数の熱交換部に対応して複数設けられ、前記制御部は、前記状態検出センサが検出した一次流体の状態に応じて前記複数の熱交換部における二次流体の流れ方向の下流側に位置する前記熱交換部を流れる一次流体の流量が減少するように前記複数の流量調整弁の開度を調整することを特徴としている。

【0022】

従って、複数の熱交換部を流れる一次流体の流量を調整することで、二次流体が各熱交換部に与える影響を少なくし、一次流体の過冷却または過熱を高精度に抑制することができる。

50

【発明の効果】

【0023】

本発明の熱交換器によれば、一次流体の状態に応じて二次流体の流れ方向の下流側に位置する熱交換部を流れる一次流体の流量を調整するので、一次流体の状態が変動しても適正に熱交換を行うことで一次流体の過冷却または過熱を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】図1は、ガスタービンを表す概略構成図である。

【図2】図2は、熱交換装置を表す概略図である。

【図3】図3は、第1実施形態の熱交換器の概略構成図である。

10

【図4】図4は、第1実施形態の変形例を表す熱交換器の概略構成図である。

【図5】図5は、第1実施形態の熱交換器の作用を表す概略図である。

【図6】図6は、第2実施形態の熱交換器の概略構成図である。

【図7】図7は、第2実施形態の変形例を表す熱交換器の概略構成図である。

【図8】図8は、第3実施形態の熱交換器の概略構成図である。

【図9】図9は、第3実施形態の変形例を表す熱交換器の概略構成図である。

【図10】図10は、第4実施形態の熱交換器の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下に添付図面を参照して、本発明に係る熱交換器の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含むものである。

20

【0026】

[第1実施形態]

図1は、ガスタービンを表す概略構成図である。

【0027】

第1実施形態において、図1に示すように、ガスタービン10は、圧縮機11と燃焼器12とタービン13により構成されている。このガスタービン10は、発電機14が連結されており、発電可能となっている。

【0028】

30

圧縮機11とタービン13は、回転軸21により一体回転可能に連結されている。圧縮機11は、空気取り込みライン22から取り込んだ空気Aを圧縮する。燃焼器12は、圧縮機11から圧縮空気供給ライン23を通して供給された圧縮空気A1と、燃料ガス供給ライン24から供給された燃料ガスLとを混合して燃焼する。タービン13は、燃焼器12から燃焼ガス供給ライン25を通して供給された燃焼ガスGにより回転する。

【0029】

また、ガスタービン10は、圧縮機11で圧縮された圧縮空気A1の一部の圧縮空気A2と、外部から取り込んだ冷却空気ACと、燃料ガスLとの間で熱交換を行う熱交換装置26が設けられている。この熱交換装置26は、燃料ガス供給ライン24と、圧縮空気A2を供給する圧縮空気分岐ライン27と、冷却空気ライン28とが集合した位置に設けられている。熱交換装置26は、圧縮空気A2を冷却空気ACにより冷却すると共に、燃料ガスLを温度上昇した加熱空気AHにより加熱する。冷却された圧縮空気A2は、タービン13の車室を通して供給され、冷却空気として翼などを冷却する。

40

【0030】

発電機14は、圧縮機11と同軸上の回転軸29により一体回転可能に連結されており、タービン13が回転することで発電することができる。

【0031】

図2は、熱交換装置を表す概略図である。

【0032】

熱交換装置26は、図2に示すように、ハウジング31内に2つの熱交換器32, 33

50

が配置されている。ハウジング 31 は、下部に空気取込口 34 が設けられ、空気取込口 34 に取込ファン 35 が設けられる一方、上部に空気排出口 36 が設けられている。

【0033】

第 1 熱交換器 32 は、圧縮機 11 で圧縮された圧縮空気 A2 と、外部から取り込んだ冷却空気 AC との間で熱交換を行う。即ち、第 1 熱交換器 32 は、常温の冷却空気 AC により圧縮空気 A2 を冷却する。また、第 2 熱交換器 33 は、圧縮空気 A2 を冷却して高温となった加熱空気 AH と燃料ガス L との間で熱交換を行う。即ち、冷却空気 AC は、圧縮空気 A2 を冷却することで高温の加熱空気 AH となり、第 2 熱交換器 33 は、この加熱空気 AH により燃料ガス L を加熱する。

【0034】

以下、第 1 実施形態の熱交換器としての第 1 熱交換器について説明する。図 3 は、第 1 実施形態の熱交換器の概略構成図である。

【0035】

第 1 実施形態の第 1 熱交換器 32 は、図 3 に示すように、一次流路としての圧縮空気分岐ライン 27 と、二次流路としての冷却空気ライン 28 と、複数（本実施形態では、2 個）の第 1 熱交換部 41 及び第 2 熱交換部 42 と、流量調整弁 43 とを有している。ここで、一次流体は、圧縮空気 A2 であり、二次流体は、冷却空気 AC である。

【0036】

圧縮空気分岐ライン 27 と冷却空気ライン 28 は、ほぼ直交するように配置されている。そして、第 1 熱交換部 41 及び第 2 熱交換部 42 は、冷却空気 AC の流れ方向に並設されており、第 1 熱交換部 41 に対して、第 2 熱交換部 42 が圧縮空気 A2 の流れ方向の下流側に配置されている。

【0037】

第 1 熱交換部 41 及び第 2 熱交換部 42 は、圧縮空気分岐ライン 27 に設けられており、圧縮空気 A2 と冷却空気 AC とで熱交換を行うものであり、並列に隣接して設けられると共に、互いに平行をなして配置されている。第 1 熱交換部 41 は、一端部に個別の入口ヘッダ 51 が設けられ、第 2 熱交換部 42 は、一端部に個別の入口ヘッダ 52 が設けられている。また、第 1 熱交換部 41 及び第 2 熱交換部 42 は、他端部に共通の出口ヘッダ 53 が設けられている。圧縮空気分岐ライン 27 は、一次流体供給路として第 1 分岐流路 54a と第 2 分岐流路 54b が分岐され、第 1 分岐流路 54a が第 1 熱交換部 41 における入口ヘッダ 51 のノズル 55 に接続され、第 2 分岐流路 54b が第 2 熱交換部 42 における入口ヘッダ 52 のノズル 56 に接続されている。また、圧縮空気分岐ライン 27 に一次流体排出路としての集合流路 54c が設けられ、出口ヘッダ 53 のノズル 57 に接続されている。

【0038】

流量調整弁 43 は、第 2 分岐流路 54b に設けられており、この第 2 分岐流路 54b を流れる圧縮空気 A2 の流量を調整するものである。

【0039】

第 1 熱交換器 32 は、通常、流量調整弁 43 の開度を 100%（全開）として運転する。即ち、圧縮空気分岐ライン 27 から第 1 分岐流路 54a 及び第 2 分岐流路 54b を介して第 1 熱交換部 41 と第 2 熱交換部 42 に供給される圧縮空気 A2 の流量は、同等となっている。圧縮空気 A2 は、第 1 熱交換部 41 と第 2 熱交換部 42 を流れるとき、冷却空気 AC と熱交換することで冷却され、排出される。

【0040】

圧縮空気分岐ライン 27 を流れる圧縮空気 A2 の流量が減少すると、流量調整弁 43 の開度を小さくする。すると、第 2 分岐流路 54b を介して第 2 熱交換部 42 に供給される圧縮空気 A2 の流量が減少する一方、第 1 分岐流路 54a を介して第 1 熱交換部 41 に供給される圧縮空気 A2 の流量が相対的に増加する。第 1 熱交換部 41 における圧縮空気 A2 の流量が増加すると、冷却空気 AC と圧縮空気 A2 とが熱交換するとき、第 2 熱交換部 42 の熱負荷に比べて第 1 熱交換部 41 の熱負荷が高くなり、過冷却が抑制される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

なお、第 1 熱交換器 3 2 の構成は、上述したものに限定されるものではない。図 4 は、第 1 実施形態の変形例を表す熱交換器の概略構成図である。

【 0 0 4 2 】

図 4 に示すように、第 1 実施形態の変形例を表す第 1 熱交換器 3 2 A は、圧縮空気分岐ライン 2 7 と、冷却空気ライン 2 8 と、第 1 熱交換部 4 1 と、第 2 熱交換部 4 2 と、流量調整弁 4 3 とを有している。

【 0 0 4 3 】

第 1 熱交換部 4 1 及び第 2 熱交換部 4 2 は、一端部に共通の入口ヘッダ 6 1 が設けられている。また、第 1 熱交換部 4 1 は、他端部に個別の出口ヘッダ 6 2 が設けられ、第 2 熱交換部 4 2 は、他端部に個別の出口ヘッダ 6 3 が設けられている。圧縮空気分岐ライン 2 7 は、一次流体供給路としての供給流路 6 4 a が設けられ、入口ヘッダ 6 1 のノズル 6 5 に接続されている。また、圧縮空気分岐ライン 2 7 は、一次流体排出路として第 1 分岐流路 6 4 b と第 2 分岐流路 6 4 c が分岐され、第 1 分岐流路 6 4 b が第 1 熱交換部 4 1 の出口ヘッダ 6 2 のノズル 6 6 に接続され、第 2 分岐流路 6 4 c が第 2 熱交換部 4 2 の出口ヘッダ 6 3 のノズル 6 7 に接続されている。

【 0 0 4 4 】

流量調整弁 4 3 は、第 2 分岐流路 6 4 c に設けられており、この第 2 分岐流路 6 4 c を流れる圧縮空気 A 2 の流量を調整するものである。

【 0 0 4 5 】

第 1 熱交換器 3 2 A は、通常、流量調整弁 4 3 の開度を 1 0 0 % (全開) として運転する。即ち、圧縮空気分岐ライン 2 7 から供給流路 6 4 a を介して第 1 熱交換部 4 1 と第 2 熱交換部 4 2 に供給される圧縮空気 A 2 の流量は、同等となっている。圧縮空気 A 2 は、第 1 熱交換部 4 1 と第 2 熱交換部 4 2 を流れるとき、冷却空気 A C と熱交換することで冷却され、排出される。

【 0 0 4 6 】

圧縮空気分岐ライン 2 7 を流れる圧縮空気 A 2 の流量が減少すると、流量調整弁 4 3 の開度を小さくする。すると、第 2 分岐流路 6 4 c を介して第 2 熱交換部 4 2 から排出される圧縮空気 A 2 の流量が減少する一方、第 1 分岐流路 6 4 b を介して第 1 熱交換部 4 1 から排出される圧縮空気 A 2 の流量が相対的に増加する。第 1 熱交換部 4 1 における圧縮空気 A 2 の流量が増加すると、冷却空気 A C と圧縮空気 A 2 とが熱交換するとき、第 2 熱交換部 4 2 の熱負荷に比べて第 1 熱交換部 4 1 の熱負荷が高くなり、過冷却が抑制される。

【 0 0 4 7 】

ここで、第 1 熱交換器 3 2 , 3 2 A の作用を説明する。図 5 は、第 1 実施形態の熱交換器の作用を表す概略図である。

【 0 0 4 8 】

図 5 に示すように、流量調整弁 4 3 の開度が全開であるとき、各入口ヘッダ 5 1 , 5 2 から各熱交換部 4 1 , 4 2 に供給される圧縮空気 A 2 の流量が同等となる。そのため、このとき、各熱交換部 4 1 , 4 2 に対して冷却空気 A C が作用すると、一点鎖線で表すように、入口部 C 1 で大気温度 T a である冷却空気 A C は、圧縮空気 A 2 を冷却することで温度が上昇し、出口部 C 3 で温度 T b となって排出される。そのため、圧縮空気 A 2 が所定温度まで冷却される。

【 0 0 4 9 】

一方、圧縮空気分岐ライン 2 7 を流れる圧縮空気 A 2 の流量が減少すると、流量調整弁 4 3 の開度を小さく (例えば、全閉) することで、入口ヘッダ 5 2 , 6 3 から第 2 熱交換部 4 2 に供給される圧縮空気 A 2 の流量に対して、入口ヘッダ 5 1 , 6 2 から第 1 熱交換部 4 1 に供給される圧縮空気 A 2 の流量が増加する。そのため、このとき、各熱交換部 4 1 , 4 2 に対して冷却空気 A C が作用すると、実線で表すように、入口部 C 1 で大気温度 T a である冷却空気 A C は、圧縮空気 A 2 を冷却することで温度が上昇し、第 1 熱交換部 4 1 と第 2 熱交換部 4 2 との間 C 2 で温度 T b となって排出される。そのため、圧縮空気

A 2 が所定温度まで冷却される。

【 0 0 5 0 】

即ち、流量調整弁 4 3 を全閉とすることで、圧縮空気分岐ライン 2 7 を流れる圧縮空気 A 2 の全量が第 1 熱交換部 4 1 に供給されるため、第 1 熱交換部 4 1 を単位時間当たり流れる圧縮空気 A 2 の流量が増加し、圧縮空気 A 2 の流速が高くなる。そのため、圧縮空気 A 2 は、第 1 熱交換部 4 1 を通過する間に冷却空気 A C により多くの熱が吸収されることとなり、冷却空気 A C は、第 1 熱交換部 4 1 と第 2 熱交換部 4 2 との間 C 2 で温度 T b となる。そのため、第 1 熱交換部 4 1 での過冷却が抑制される。一方、第 2 熱交換部 4 2 は、圧縮空気 A 2 が流れないが、温度上昇した圧縮空気 A 2 が作用するため、ここでの過冷却も抑制される。

10

【 0 0 5 1 】

このように第 1 実施形態の熱交換器にあっては、一次流体としての圧縮空気 A 2が流れる一次流路としての圧縮空気分岐ライン 2 7と、二次流体としての冷却空気 A Cが流れる二次流路としての冷却空気ライン 2 8と、冷却空気 A C と圧縮空気 A 2 とで熱交換を行うと共に冷却空気 A C の流れ方向に並設される複数の熱交換部としての第 1 熱交換部 4 1 及び第 2 熱交換部 4 2 と、複数の熱交換部 4 1 , 4 2 における冷却空気 A C の流れ方向の下流側に位置する第 2 熱交換部 4 2 を流れる圧縮空気 A 2 の流量を調整する流量調整弁 4 3 とを設けている。

【 0 0 5 2 】

従って、複数の熱交換部 4 1 , 4 2 を流れる圧縮空気 A 2 は、冷却空気 A C と熱交換することで冷却される。複数の熱交換部 4 1 , 4 2 を流れる圧縮空気 A 2 の流量が変動すると、圧縮空気 A 2 の流量に応じて流量調整弁 4 3 の開度を調整するため、複数の熱交換部 4 1 , 4 2 における冷却空気 A C の流れ方向の下流側に位置する第 2 熱交換部 4 2 を流れる圧縮空気 A 2 の流量が調整される。そのため、冷却空気 A C が各熱交換部 4 1 , 4 2 に与える影響は少なく、高温化や低温化が抑制される。その結果、圧縮空気 A 2 の流量が変動しても適正に熱交換を行うことで圧縮空気 A 2 の過冷却を抑制することができる。

20

【 0 0 5 3 】

[第 2 実施形態]

図 6 は、第 2 実施形態の熱交換器の概略構成図、図 7 は、第 2 実施形態の変形例を表す熱交換器の概略構成図である。なお、上述した実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

30

【 0 0 5 4 】

第 2 実施形態において、図 6 に示すように、第 1 熱交換器 3 2 B は、圧縮空気分岐ライン 2 7 と、冷却空気ライン 2 8 と、第 1 熱交換部 4 1 と、第 2 熱交換部 4 2 と、流量調整弁 4 3 と、状態検出センサとしての第 1 温度センサ 7 1 及び第 2 温度センサ 7 2 と、制御部 7 3 とを有している。

【 0 0 5 5 】

第 1 温度センサ 7 1 及び第 2 温度センサ 7 2 は、出口ヘッダ 5 3 に設けられている。第 1 温度センサ 7 1 は、第 1 熱交換部 4 1 から出口ヘッダ 5 3 に排出された圧縮空気 A 2 の温度（状態）を検出し、制御部 7 3 に出力する。第 2 温度センサ 7 2 は、第 2 熱交換部 4 2 から出口ヘッダ 5 3 に排出された圧縮空気 A 2 の温度（状態）を検出し、制御部 7 3 に出力する。制御部 7 3 は、第 1 温度センサ 7 1 と第 2 温度センサ 7 2 が検出した圧縮空気 A 2 の温度に応じて流量調整弁 4 3 の開度を調整する。即ち、制御部 7 3 は、各温度センサ 7 1 , 7 2 が検出した圧縮空気 A 2 の温度差が予め設定された所定温度差より大きくなったときに、流量調整弁 4 3 の開度を小さくする。そして、第 1 温度センサ 7 1 と第 2 温度センサ 7 2 が検出した圧縮空気 A 2 の温度が所定温度差内になるように流量調整弁 4 3 の開度を調整する。

40

【 0 0 5 6 】

第 1 熱交換器 3 2 B は、通常、流量調整弁 4 3 の開度を 1 0 0 %（全開）として運転する。即ち、圧縮空気分岐ライン 2 7 から第 1 分岐流路 5 4 a 及び第 2 分岐流路 5 4 b を介

50

して第1熱交換部41と第2熱交換部42に供給される圧縮空気A2の流量は、同等となっている。圧縮空気A2は、第1熱交換部41と第2熱交換部42を流れるとき、冷却空気ACと熱交換することで冷却され、排出される。

【0057】

制御部73は、第1熱交換部41から排出される圧縮空気A2の温度と、第2熱交換部42から排出される圧縮空気A2の温度との偏差が所定温度差より大きくなると、圧縮空気分岐ライン27を流れる圧縮空気A2の流量が減少したものと判断する。このとき、制御部73は、流量調整弁43の開度を小さくし、第1温度センサ71と第2温度センサ72が検出した圧縮空気A2の温度が所定温度差内になるように流量調整弁43の開度を調整する。すると、第2分岐流路54bを介して第2熱交換部42に供給される圧縮空気A2の流量が減少する一方、第1分岐流路54aを介して第1熱交換部41に供給される圧縮空気A2の流量が相対的に増加する。第1熱交換部41における圧縮空気A2の流量が増加すると、冷却空気ACと圧縮空気A2とが熱交換するとき、第2熱交換部42の熱負荷に比べて第1熱交換部41の熱負荷が高くなり、過冷却が抑制される。

【0058】

なお、第1熱交換器32Bの構成は、上述したものに限定されるものではない。図7に示すように、第1熱交換器32Cにおいて、第1温度センサ71は、第1熱交換部41における出口ヘッダ62に接続された第1分岐流路64bに設けられ、第1熱交換部41から排出された圧縮空気A2の温度を検出し、制御部73に出力する。第2温度センサ72は、第2熱交換部42における出口ヘッダ63に接続された第2分岐流路64cに設けられ、第2熱交換部42から排出された圧縮空気A2の温度を検出し、制御部73に出力する。制御部73は、第1温度センサ71及び第2温度センサ72が検出した圧縮空気A2の温度に応じて流量調整弁43の開度を調整する。即ち、制御部73は、各温度センサ71、72が検出した圧縮空気A2の温度差が予め設定された所定温度差より大きくなったときに、流量調整弁43の開度を小さくする。そして、第1温度センサ71と第2温度センサ72が検出した圧縮空気A2の温度が所定温度差内になるように流量調整弁43の開度を調整する。

【0059】

このように第2実施形態の熱交換器にあっては、冷却空気ACが流れる冷却空気ライン28と、圧縮空気A2が流れる圧縮空気分岐ライン27と、冷却空気ACと圧縮空気A2とで熱交換を行うと共に冷却空気ACの流れ方向に並設される複数の熱交換部41、42と、複数の熱交換部41、42における冷却空気ACの流れ方向の下流側に位置する第2熱交換部42を流れる圧縮空気A2の流量を調整する流量調整弁43と、圧縮空気A2の温度を検出する温度センサ71、72と、温度センサ71、72が検出した圧縮空気A2の温度に応じて流量調整弁43の開度を調整する制御部73とを設けている。

【0060】

従って、複数の熱交換部41、42を流れる圧縮空気A2は、冷却空気ACと熱交換することで冷却される。複数の熱交換部41、42を流れる圧縮空気A2の温度が変動すると、圧縮空気A2の温度に応じて流量調整弁43の開度を調整するため、複数の熱交換部41、42における冷却空気ACの流れ方向の下流側に位置する第2熱交換部42を流れる圧縮空気A2の流量が調整される。そのため、冷却空気ACが各熱交換部41、42に与える影響は少なく、高温化や低温化が抑制される。その結果、圧縮空気A2の流量が変動しても適正に熱交換を行うことで圧縮空気A2の過冷却を抑制することができる。

【0061】

第2実施形態の熱交換器では、制御部73は、複数の熱交換部41、42の出口側における圧縮空気A2の温度差が予め設定された所定温度差より大きくなったときに、流量調整弁43の開度を小さくし、圧縮空気A2の温度差が所定温度差内になるように流量調整弁43の開度を調整する。流量調整弁43の開度を小さくすると、冷却空気ACの流れ方向の下流側に位置する第2熱交換部42を流れる圧縮空気A2の流量が減少する。そのため、圧縮空気A2が冷却空気ACの流れ方向の上流側に位置する第1熱交換部41に与え

10

20

30

40

50

る影響は少なくなり、圧縮空気 A 2 の過冷却を抑制することができる。

【 0 0 6 2 】

そして、圧縮空気 A 2 の過冷却が抑制されることで、熱交換部 4 1、4 2の構成部材（例えば、伝熱管など）に大きな熱負荷が作用することはなく、板厚の増加などを不要として製造コストの増加を抑制することができる。また、圧縮空気 A 2 の過冷却が抑制されることから、第 2 熱交換部 4 2でのドレンの発生が抑制され、このドレンによる錆の発生を防止することができる。

【 0 0 6 3 】

第 1 熱交換器 3 2 B では、第 2 熱交換部 4 2 の入口ヘッダ 5 2 に接続される第 2 分岐流路 5 4 b に流量調整弁 4 3 を設けている。また、第 1 熱交換器 3 2 C では、第 2 熱交換部 4 2 の出口ヘッダ 6 3 に接続される第 2 分岐流路 6 4 c に流量調整弁 4 3 を設けている。従って、複数の熱交換部 4 1、4 2 に流れる圧縮空気 A 2 の流量を高精度に調整することができる。

【 0 0 6 4 】

[第 3 実施形態]

図 8 は、第 3 実施形態の熱交換器の概略構成図、図 9 は、第 3 実施形態の変形例を表す熱交換器の概略構成図である。なお、上述した実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【 0 0 6 5 】

第 3 実施形態において、図 8 に示すように、第 1 熱交換器 3 2 D は、圧縮空気分岐ライン 2 7 と、冷却空気ライン 2 8 と、第 1 熱交換部 4 1 と、第 2 熱交換部 4 2 と、流量調整弁 4 3 と、状態検出センサとしての流量センサ 8 1 と、制御部 7 3 とを有している。

【 0 0 6 6 】

流量センサ 8 1 は、圧縮空気分岐ライン 2 7 に設けられている。流量センサ 8 1 は、圧縮空気分岐ライン 2 7 を流れる圧縮空気 A 2 の流量（状態）を検出し、制御部 7 3 に出力する。制御部 7 3 は、流量センサ 8 1 が検出した圧縮空気 A 2 の流量に応じて流量調整弁 4 3 の開度を調整する。即ち、制御部 7 3 は、流量センサ 8 1 が検出した圧縮空気 A 2 の流量が予め設定された所定流量より少なくなったときに、流量調整弁 4 3 の開度を小さくする。

【 0 0 6 7 】

第 1 熱交換器 3 2 Dは、通常、流量調整弁 4 3 の開度を 1 0 0 %（全開）として運転する。即ち、圧縮空気分岐ライン 2 7 から第 1 分岐流路 5 4 a 及び第 2 分岐流路 5 4 b を介して第 1 熱交換部 4 1 と第 2 熱交換部 4 2 に供給される圧縮空気 A 2 の流量は、同等となっている。圧縮空気 A 2 は、第 1 熱交換部 4 1 と第 2 熱交換部 4 2 を流れるとき、冷却空気 A C と熱交換することで冷却され、排出される。

【 0 0 6 8 】

第 1 熱交換部 4 1 に供給される圧縮空気 A 2 の流量が所定流量より少なくなると、制御部 7 3 は、流量調整弁 4 3 の開度を小さくする。すると、第 2 分岐流路 5 4 b を介して第 2 熱交換部 4 2 に供給される圧縮空気 A 2 の流量が減少する一方、第 1 分岐流路 5 4 a を介して第 1 熱交換部 4 1 に供給される圧縮空気 A 2 の流量が相対的に増加する。第 1 熱交換部 4 1 における圧縮空気 A 2 の流量が増加すると、冷却空気 A C と圧縮空気 A 2 とが熱交換するとき、第 2 熱交換部 4 2 の熱負荷に比べて第 1 熱交換部 4 1 の熱負荷が高くなり、過冷却が抑制される。

【 0 0 6 9 】

なお、第 1 熱交換器 3 2 D の構成は、上述したものに限定されるものではない。図 9 に示すように、第 1 熱交換器 3 2 E において、流量センサ 8 1 は、圧縮空気分岐ライン 2 7 に設けられ、各熱交換部 4 1、4 2 に供給される圧縮空気 A 2 の流量を検出し、制御部 7 3 に出力する。制御部 7 3 は、流量センサ 8 1 が検出した圧縮空気 A 2 の流量に応じて流量調整弁 4 3 の開度を調整する。即ち、制御部 7 3 は、流量センサ 8 1 が検出した圧縮空気 A 2 の流量が予め設定された所定流量より少なくなったときに、流量調整弁 4 3 の開度

10

20

30

40

50

を小さくする。

【0070】

このように第3実施形態の熱交換器にあっては、圧縮空気A2の流量を検出する流量センサ81と、流量センサ81が検出した圧縮空気A2の流量が予め設定された所定流量より少なくなったときに、流量調整弁43の開度を小さくする制御部73とを設けている。

【0071】

従って、複数の熱交換部41, 42を流れる圧縮空気A2の流量が所定流量より少なくなったときに、流量調整弁43の開度を小さくするため、第2熱交換部42を流れる二次流体の流量が減少する。そのため、冷却空気ACが第1熱交換部41に与える影響は少なくなり、圧縮空気A2の過冷却を抑制することができる。

10

【0072】

なお、この第3実施形態では、圧縮空気分岐ライン27に流量センサ81を設け、圧縮空気分岐ライン27を流れる圧縮空気A2の流量(状態)を検出するようにしたが、この構成に限定されるものではない。例えば、圧縮空気分岐ライン27に圧力センサを設け、圧縮空気分岐ライン27を流れる圧縮空気A2の圧力(状態)を検出するようにしてもよい。そして、制御部73は、圧力センサが検出した圧縮空気分岐ライン27を流れる圧縮空気A2の圧力が予め設定された所定圧力より大きくなったときに、流量調整弁43の開度を小さくする。この場合であっても、圧縮空気A2の過冷却を抑制することができる。

【0073】

[第4実施形態]

20

図10は、第4実施形態の熱交換器の概略構成図である。なお、上述した実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0074】

第4実施形態において、図10に示すように、第1熱交換器90は、圧縮空気分岐ライン27と、冷却空気ライン28と、4個の熱交換部91, 92, 93, 94と、流量調整弁95, 96, 97, 98と、流量センサ(状態検出センサ)99と、制御部100とを有している。

【0075】

第1熱交換部91は、一端部に入口ヘッダ101が設けられ、第2熱交換部92は、一端部に入口ヘッダ102が設けられ、第3熱交換部93は、一端部に入口ヘッダ103が設けられ、第4熱交換部94は、一端部に入口ヘッダ104が設けられ、各熱交換部91, 92, 93, 94は、他端部に出口ヘッダ105が設けられている。圧縮空気分岐ライン27は、一次流体供給路として第1分岐流路105aと第2分岐流路105bと第3分岐流路105cと第4分岐流路105dが分岐され、それぞれ入口ヘッダ101, 102, 103, 104に接続されている。また、圧縮空気分岐ライン27に一次流体排出路としての集合流路105eが設けられ、出口ヘッダ105に接続されている。

30

【0076】

流量調整弁95, 96, 97, 98は、各分岐流路105a, 105b, 105c, 105dに設けられており、この分岐流路105a, 105b, 105c, 105dを流れる圧縮空気A2の流量を調整するものである。流量センサ99は、圧縮空気分岐ライン27に設けられており、圧縮空気分岐ライン27を流れる圧縮空気A2の流量(状態)を検出し、制御部100に出力する。制御部100は、流量センサ99が検出した圧縮空気A2の流量に応じて流量調整弁95, 96, 97, 98の開度を調整する。即ち、制御部100は、流量センサ99が検出した圧縮空気A2の流量が予め設定された所定流量より少なくなったときに、流量調整弁95, 96, 97, 98の開度を小さくする。

40

【0077】

第1熱交換部91に供給される圧縮空気A2の流量が所定流量より少なくなると、制御部100は、流量調整弁95, 96, 97, 98の開度を調整し、冷却空気ACの流れ方向の下流側の熱交換部92, 93, 94ほど流量が少なくなるように調整する。そのため、冷却空気ACと圧縮空気A2とが熱交換するとき、第1熱交換部91側ほど熱負荷が高

50

くなり、過冷却が抑制される。

【0078】

なお、この第4実施形態では、状態検出センサとして流量センサ99を適用したが、温度センサや圧力センサであってもよい。

【0079】

このように第4実施形態の熱交換器にあっては、流量調整弁95, 96, 97, 98を複数の熱交換部91, 92, 93, 94に対応して複数設け、制御部100は、流量センサ99が検出した圧縮空気A2の流量に応じて各熱交換部91, 92, 93, 94を流れる圧縮空気A2の流量を調整している。

【0080】

従って、複数の熱交換部91, 92, 93, 94を流れる圧縮空気A2の流量を調整することで、冷却空気ACが各熱交換部91, 92, 93, 94に与える影響を少なくし、圧縮空気A2の過冷却を高精度に抑制することができる。

【0081】

なお、上述した実施形態では、各熱交換部41, 42, 91, 92, 93, 94を直管の伝熱管により構成したが、U字形状をなす伝熱管により構成してもよい。

【0082】

また、上述した実施形態では、本発明の熱交換器をガスタービン10に適用し、冷却空気(二次流体)ACにより圧縮空気(一次流体)A2を冷却するものとしたが、この構成に限定されるものではない。即ち、本発明の熱交換器は、ガスタービン10における別の部分やガスタービン10以外の分野(例えば、ボイラなど)にも適用することができる。

【0083】

また、上述した実施形態では、二次流体により一次流体を冷却する熱交換器としたが、二次流体により一次流体を加熱する熱交換器としてもよく、この場合、熱交換器による過熱を抑制することができる。

【符号の説明】

【0084】

- 10 ガスタービン
- 11 圧縮機
- 12 燃焼器
- 13 タービン
- 14 発電機
- 24 燃料ガス供給ライン
- 26 熱交換装置
- 27 圧縮空気分岐ライン(一次流路)
- 28 冷却空気ライン(二次流路)
- 32, 32A, 32B, 32C, 32D, 32E, 90 第1熱交換器
- 33 第2熱交換器(熱交換器)
- 41, 91 第1熱交換部
- 42, 92 第2熱交換部
- 43, 95, 96, 97, 98 流量調整弁
- 71, 72 温度センサ(状態検出センサ)
- 73, 100 制御部
- 81, 99 流量センサ(状態検出センサ)
- AC 冷却空気(二次流体)
- A2 圧縮空気(一次流体)

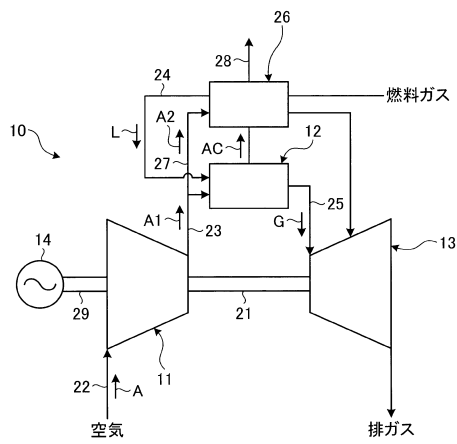
10

20

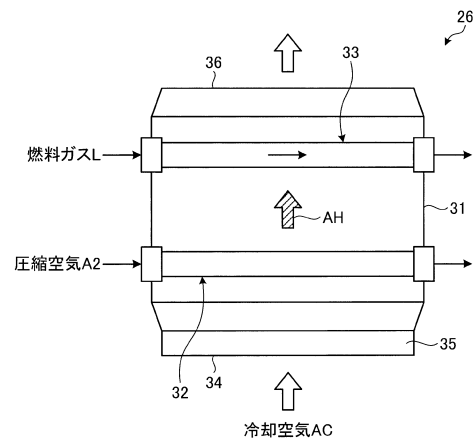
30

40

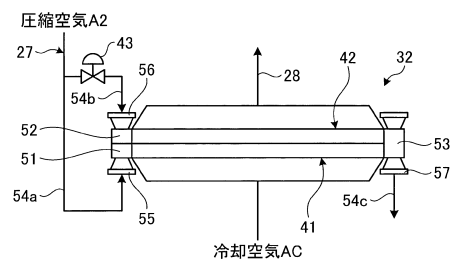
【図 1】



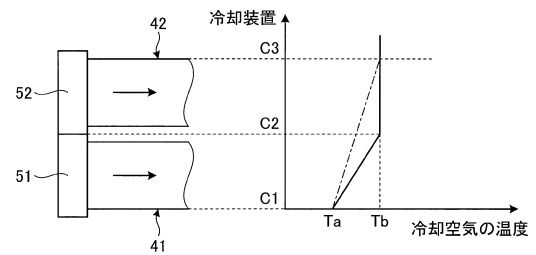
【図 2】



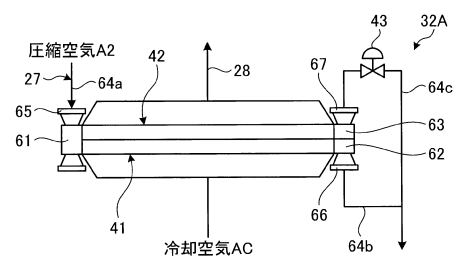
【図 3】



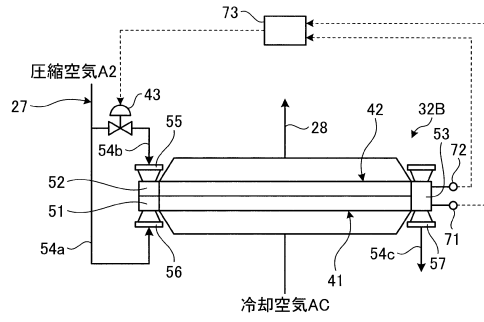
【図 5】



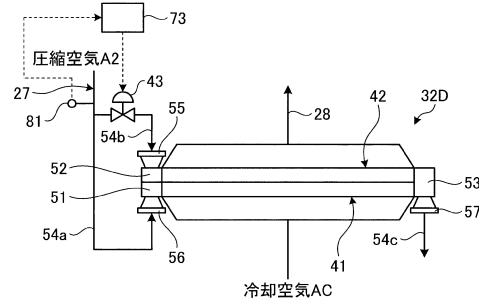
【図 4】



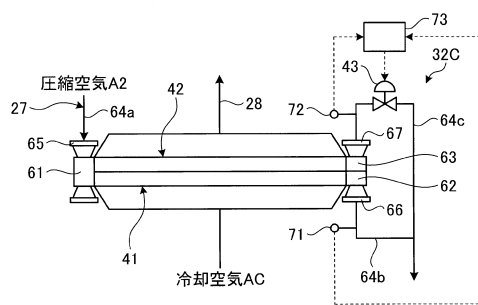
【図 6】



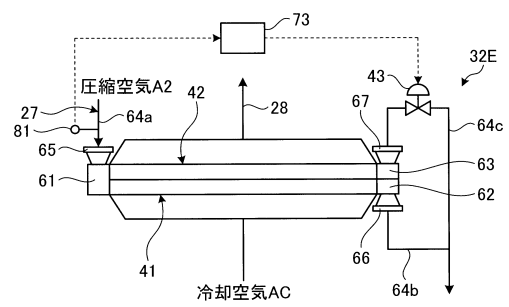
【図 8】



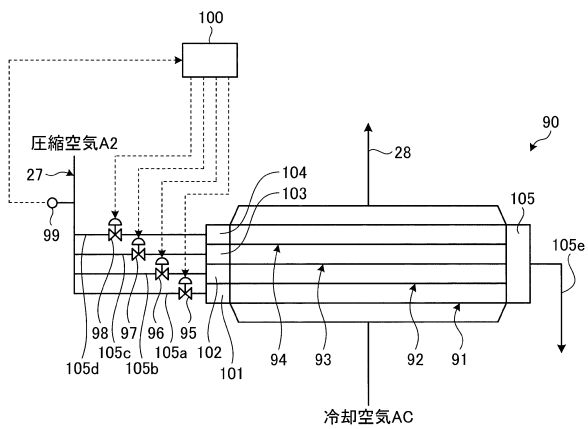
【図 7】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0183867(US, A1)

実開昭63-134292(JP, U)

特開昭58-012997(JP, A)

特開2009-127888(JP, A)

特開平04-309765(JP, A)

特開2001-091099(JP, A)

実開昭62-160170(JP, U)

実開昭56-018594(JP, U)

実開昭64-008087(JP, U)

特開昭51-013002(JP, A)

特開昭52-123541(JP, A)

特開2002-129979(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28F 9/02

F28D 7/16