

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5985405号
(P5985405)

(45) 発行日 平成28年9月6日(2016.9.6)

(24) 登録日 平成28年8月12日(2016.8.12)

(51) Int. Cl.		F I	
FO4C	28/08	(2006.01)	FO4C 28/08
FO4C	25/02	(2006.01)	FO4C 25/02 F
FO4C	29/02	(2006.01)	FO4C 29/02 331Z
FO4C	29/04	(2006.01)	FO4C 29/04 E

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-13358 (P2013-13358)	(73) 特許権者	502129933
(22) 出願日	平成25年1月28日(2013.1.28)		株式会社日立産機システム
(65) 公開番号	特開2014-145273 (P2014-145273A)		東京都千代田区神田練塀町3番地
(43) 公開日	平成26年8月14日(2014.8.14)	(74) 代理人	110001689
審査請求日	平成27年7月2日(2015.7.2)		青稜特許業務法人
		(74) 代理人	110000350
			ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	山本 健太郎
			静岡県静岡市清水区村松390番地 株式
			会社日立産機システム内
		(72) 発明者	高野 正彦
			静岡県静岡市清水区村松390番地 株式
			会社日立産機システム内
		審査官	佐藤 秀之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 油冷式ガス圧縮機における排熱回収システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧縮機本体と、該圧縮機本体から吐出された圧縮ガスから油を分離する油分離器と、この油分離器で油を分離された圧縮ガスを需要先に送るためのガス配管と、前記油分離器で分離された油を前記圧縮機本体に戻すための油配管と、前記ガス配管を流れる圧縮ガスと前記油配管を流れる油の少なくとも何れかから熱回収するための排熱回収熱交換器とを備える油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムであって、

前記排熱回収熱交換器で受け取った熱を温水として貯える貯温水タンクと、

前記排熱回収熱交換器で受け取った熱を前記貯温水タンクに移動させるために、熱媒体を前記排熱回収熱交換器と前記貯温水タンクとの間に循環させる循環回路と、

この循環回路に設けられた循環用ポンプと、

前記排熱回収熱交換器で熱交換される前記油または前記圧縮ガスの温度が前記貯温水タンク内の温水温度以下の場合に、前記循環用ポンプを停止させるかその回転数を低下させるように制御する制御装置を備える

ことを特徴とする油冷式ガス圧縮機における排熱回収システム。

【請求項2】

請求項1に記載の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムであって、

前記貯温水タンク内の温水温度を検出するための温水温度センサを備え、前記制御装置は、前記排熱回収熱交換器で熱交換される前記油または前記圧縮ガスの温度が、前記温水温度センサで検出された貯温水タンク内の温水温度以下の場合に、前記循環用ポンプを停

10

20

止させるかその回転数を低下させる

ことを特徴とする油冷式ガス圧縮機における排熱回収システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムであって、

前記排熱回収熱交換器と前記貯温水タンク間の循環回路の熱媒体温度を検出する熱媒体温度センサを備え、前記制御装置は、前記排熱回収熱交換器で熱交換される前記油または前記圧縮ガスの温度が、前記熱媒体温度センサで検出された温度以下の場合に、前記循環用ポンプを停止させるかその回転数を低下させる

ことを特徴とする油冷式ガス圧縮機における排熱回収システム。

【請求項 4】

請求項 2 または 3 の何れかに記載の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムであって、

前記圧縮機本体の吐出側温度を検出する吐出温度センサ、前記排熱回収熱交換器の出口側の前記油温度を検出する油温度センサ、前記排熱回収熱交換器の出口側の前記圧縮ガスの温度を検出するガス温度センサの少なくとも何れかを備え、これら吐出温度センサ、油温度センサ、ガス温度センサの少なくとも何れかで検出された温度が、前記温水温度センサまたは前記熱媒体温度センサの何れかで検出された温度以下の場合に、前記循環用ポンプを停止させるかその回転数を低下させる

ことを特徴とする油冷式ガス圧縮機における排熱回収システム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムであって、

前記圧縮機本体の吐出側温度を検出する吐出温度センサを備えると共に、前記排熱回収熱交換器の出口側の前記油温度を検出する油温度センサまたは前記排熱回収熱交換器の出口側の前記圧縮ガスの温度を検出するガス温度センサの少なくとも何れかを備え、

前記吐出温度センサで検出された温度が、前記油温度センサまたはガス温度センサの少なくとも何れかで検出された温度よりも低い場合、前記制御装置は、前記排熱回収熱交換器で熱交換される前記油または前記圧縮ガスの温度が前記貯温水タンク内の温水温度以下になっていると判定して、前記循環用ポンプを停止させるかその回転数を低下させる

ことを特徴とする油冷式ガス圧縮機における排熱回収システム。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムであって、

前記貯温水タンク内に水対水熱交換器を設け、前記循環回路の熱媒体を前記水対水熱交換器に通過させて貯温水タンク内の水（温水）と熱交換させるように構成していることを特徴とする油冷式ガス圧縮機における排熱回収システム。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムであって、

前記循環回路を循環させる熱媒体は前記貯温水タンク内の水（温水）であることを特徴とする油冷式ガス圧縮機における排熱回収システム。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムであって、

前記貯温水タンク内の温水温度を検出するための温水温度センサを備え、前記制御装置は、前記温水温度センサで検出された貯温水タンク内の温水温度が、所定温度（要求最低温度）以上になると、供給先への温水供給が可能になるように構成されていることを特徴とする油冷式ガス圧縮機における排熱回収システム。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムであって、

前記排熱回収熱交換器の下流側に設けられ、前記ガス配管を流れる圧縮ガスと前記油配管を流れる潤滑油を冷却するための空冷熱交換器と、この空冷熱交換器に冷却風を送る冷却ファンを備え、

前記冷却ファンは前記圧縮機本体から吐出される圧縮ガスの温度が所定の範囲になるよ

10

20

30

40

50

うに回転数制御される

ことを特徴とする油冷式ガス圧縮機における排熱回収システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムに関し、特に油冷式の空気圧縮機からの排熱を回収するシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

工場全体で消費されるエネルギーのうち、空気圧縮機などのガス圧縮機によって消費される総合エネルギーは、20～25%に相当すると言われており、ガス圧縮機からの排熱を回収する効果は大きい。特に、地球温暖化問題を発端としたCO₂排出量の削減目標達成のためにも、ガス圧縮機からの排熱利用は、今後更に重要視されてくると予想される。

【0003】

ガス圧縮機は、空気などのガスを圧縮する圧縮機本体、圧縮により発生する熱を吸収する冷却系統、圧縮機の駆動力源であるモータなどにより構成される。また、ガス圧縮機では、モータ入力電力を100%とすると、冷却系統において吸収される熱量はそのうちの90%以上にも相当し、その熱量は、通常外気に放出されており、非常に多くのエネルギーが大気に排出されている。排熱量を低減するため、圧縮機本体やモータの効率化が推進されているが、その効果は数%が限界であり、ガス圧縮機からの排熱の有効利用が求め

【0004】

ガス圧縮機からの排熱の有効利用に関しては、暖房への利用、温水活用、ボイラーの給水予熱への活用などの事例がある。

なお、この種の従来技術としては特許第4329875号公報（特許文献1）や特開2012-67743号公報（特許文献2）に記載のものなどがある。

前記特許文献1のものは、蒸気を用いて圧縮機を駆動すると共に、圧縮機で発生する熱を、ボイラーに供給する水（給水）の予熱に利用して、ボイラーでの消費エネルギーを削減させるようにしたものである。

前記特許文献2のものは、油冷式ガス圧縮機に排熱回収熱交換器を設け、圧縮機を冷却して加熱された油などからの排熱回収を可能としたものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第4329875号公報

【特許文献2】特開2012-67743号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献1のものでは、空気圧縮機で発生する熱を、ボイラーの給水予熱として活用しているもので、空気圧縮機の冷却系統として1つの水冷冷却系統を有し、空気圧縮機で発生した熱を前記水冷冷却系統の水で吸収し、これにより温度上昇した水をボイラーへの給水と混合させることにより、ボイラー給水温度を上昇させ、ボイラーでの消費エネルギーを削減するものである。

【0007】

この特許文献1のものでは、空気圧縮機で発生した熱により給水タンクへの補給水の温度を上昇させることはできるが、この補給水の温度は、水量を極限まで絞った条件でも、空気圧縮機の吐出温度より数十度低い温度になる。また、圧縮機の負荷率が低くなるほど、前記補給水の温度は低くなってしまふ。

【0008】

10

20

30

40

50

従って、特許文献1に記載のような排熱回収システムでは、補給水などの水の温度を圧縮機排熱を利用して単に上昇させれば良いというシステムには利用できるが、供給する温水に要求温水温度下限がある場合や、前記要求温水温度下限が圧縮機吐出温度よりも数度しか低くないという条件では、その要求温度の温水を供給できないという課題がある。また、補給水温度を上昇させる為に水量を絞ると熱交換率も悪くなるという課題もある。

【0009】

上記特許文献2のものでは、排熱回収熱交換器で、油配管を流れる高温の油及びガス配管を流れる高温の圧縮空気と、排熱回収機器からの冷却水とを熱交換させて、冷却水を加熱するようにしているが、油冷式ガス圧縮機のアンロード運転（無負荷運転）時や停止状態となった場合における前記排熱回収熱交換器からの放熱に関しては配慮が為されていない。このため前記排熱回収機器の冷却水（温水）温度が高い場合、油冷式ガス圧縮機のアンロード運転時や停止時には前記排熱回収機器側からの放熱が生じて、排熱回収率を悪化させるという課題がある。

10

【0010】

本発明の目的は、圧縮機負荷率が低い場合でも要求温度の温水を供給することが可能であり、しかも排熱回収機器側からの放熱を抑制して排熱回収率を向上することのできる油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムを得ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するため本発明は、圧縮機本体と、該圧縮機本体から吐出された圧縮ガスから油を分離する油分離器と、この油分離器で油を分離された圧縮ガスを需要先に送るためのガス配管と、前記油分離器で分離された油を前記圧縮機本体に戻すための油配管と、前記ガス配管を流れる圧縮ガスと前記油配管を流れる油の少なくとも何れかから熱回収するための排熱回収熱交換器とを備える油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムであって、前記排熱回収熱交換器で受け取った熱を温水として貯える貯温水タンクと、前記排熱回収熱交換器で受け取った熱を前記貯温水タンクに移動させるために、熱媒体を前記排熱回収熱交換器と前記貯温水タンクとの間に循環させる循環回路と、この循環回路に設けられた循環用ポンプと、前記排熱回収熱交換器で熱交換される前記油または前記圧縮ガスの温度が前記貯温水タンク内の温水温度以下の場合に、前記循環用ポンプを停止させるかその回転数を低下させるように制御する制御装置を備えることを特徴とする。

20

30

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、圧縮機負荷率が低い場合でも要求温度の温水を供給することが可能であり、しかも排熱回収機器側からの放熱を抑制して排熱回収率を向上することのできる油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムの実施例1を示す系統図である。

【図2】図1に示すシステムにおいて、圧縮機本体から吐出される圧縮ガス温度を100とし、排熱回収熱交換器に冷却水を1度だけ通水したときの、冷却水量と、通水した冷却水の排熱回収熱交換器出口側温度との関係を示す線図である。

40

【図3】図1に示すシステムにおいて、圧縮機本体から吐出される圧縮ガス温度を100とし、排熱回収熱交換器に冷却水を1度だけ通水したときの、冷却水量と、通水した冷却水による排熱回収率との関係を示す線図である。

【図4】本発明の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムの実施例2を示す系統図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムの具体的実施例を、図面を

50

用いて説明する。各図において、同一符号を付した部分は同一或いは相当する部分を示している。

【実施例 1】

【0015】

本発明の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムの実施例 1 を図 1 に示す系統図により説明する。

図 1 において、3 は圧縮機本体で、本実施例では油冷式のスクリー空気圧縮機で構成されている。前記圧縮機本体 3 がモータ 4 により駆動されると、圧縮機ユニット 20 内に吸込まれたガス（空気）は、吸込フィルタ 1 及び吸込絞り弁 2 を介して前記圧縮機本体 3 内に吸引された後、圧縮されて吐出され、油分離器（オイルタンク）6 に流入する。5 は吐出温度センサ（圧縮機本体出口温度センサ）（T1）で、前記圧縮機本体 3 から吐出された圧縮ガス（圧縮空気）の温度を検出するものである。この吐出温度センサ 5 により温度が検出された後、前記圧縮ガスは前記油分離器 6 に流入する。

10

【0016】

この油分離器 6 に流入する前記圧縮ガスには油（潤滑油）が混合されており、前記油分離器 6 内では、圧縮ガスと油が遠心分離されて、圧縮ガスは、油分離器 6 上部のガス配管（空気配管）8 から流出して、水冷熱交換器で構成された排熱回収熱交換器 10 に流入する。前記油分離器 6 下部に溜まった油は、油配管 7 から流出し、温調弁 9 により、油温が高い場合には前記排熱回収熱交換器 10 側に流れ、油温が低い場合には前記オイルフィルタ 16 側にバイパスして流れる。前記オイルフィルタ 16 を通過した油は再び前記圧縮機

20

【0017】

前記排熱回収熱交換器 10 は、貯温水タンクユニット（排熱回収機器）23 に接続されている。この貯温水タンクユニット 23 が稼動している場合には、熱媒体（水などの流体）を循環配管（熱媒体入口配管 17 及び熱媒体出口配管 18）を介して前記排熱回収熱交換器 10 に循環させており、排熱回収熱交換器 10 への熱媒体入口配管 17 から前記熱媒体を流入させて、熱媒体出口配管 18 から温度の上昇した熱媒体として回収することで、前記圧縮機本体 3 で発生する圧縮熱の熱量を前記貯温水タンクユニット 23 で回収するように構成している。

30

【0018】

即ち、前記排熱回収熱交換器 10 では、油配管 7 を流れる高温の油及びガス配管 8 を流れる高温の圧縮ガスと、前記貯温水タンクユニット 23 からの熱媒体とが熱交換して、前記熱媒体は加熱されると共に、前記圧縮ガスと油は冷却されるように構成されている。

【0019】

前記排熱回収熱交換器 10 は、排熱回収ユニット 21 内に配置されている。また、前記貯温水タンクユニット 23 には水（水とは温水である場合も含む）を溜める貯温水タンク 19 が設けられ、この貯温水タンク 19 には水を供給するための水入口配管 27 と、貯温水タンク 19 で温度の上昇した水（温水）を温水供給先に送るための温水出口配管 28 が接続されている。また、前記貯温水タンク 19 内には水対水熱交換器 24 が設置されており、前記循環配管を流れる熱媒体と前記貯温水タンク 19 内の水（温水）とが熱交換することで貯温水タンク 19 内の水の温度を上昇させるように構成されている。

40

【0020】

また、前記循環配管には前記熱媒体を循環させるための循環ポンプ 22 が設けられている。本実施例では、前記循環ポンプ 22 は、前記貯温水タンクユニット 23 内の前記熱媒体入口配管 17 に設置されているが、前記熱媒体出口配管 18 に設置するようにしても良い。前記循環用ポンプ 22 により、前記循環配管 17, 18 を介して前記熱媒体を、前記排熱回収熱交換器 10 と前記貯温水タンク 19 とに何度も循環させることが可能となる。これにより、前記貯温水タンク 19 内の水を予め決めた所定の温度まで上昇させることが可能となる。また、空気圧縮機の負荷率が小さくなった場合でも、空気圧縮機は基本的にその負荷率に関係なく吐出温度を保つことが可能であるため、空気圧縮機の負荷率に関係

50

なく要求温度の温水供給が可能となる。従って、要求温水温度下限がある場合で、更にその要求温水温度下限が圧縮機吐出温度より数度しか低くないというような場合であっても、圧縮機の負荷率に関係なく、要求温度の温水を供給することが可能になる。

【 0 0 2 1 】

前記排熱回収熱交換器 1 0 の下流側には空冷熱交換器 1 3 が設けられており、前記排熱回収熱交換器 1 0 を通過した前記圧縮ガスと油は、この空冷熱交換器 1 3 も通過するように構成されている。即ち、前記圧縮ガスと油は、前記排熱回収熱交換器 1 0 において前記循環する熱媒体により冷却された後、或いは前記循環ポンプ 2 2 が停止している場合には熱媒体との熱交換がされない状態で前記空冷熱交換器 1 3 に流入する。この空冷熱交換器 1 3 では、冷却ファン 1 4 により送風される冷却風により前記圧縮ガスと油を冷却できるように構成されている。

10

【 0 0 2 2 】

1 5 は前記冷却ファン 1 4 を駆動するファンモータで、インバータ 2 9 により回転数制御が可能構成となっている。従って、前記排熱回収熱交換器 1 0 から出た前記圧縮ガスや油の温度が所定温度よりも高い場合にはその温度に応じて冷却ファン 1 4 の回転数を制御することにより、前記圧縮ガスや油の温度を所定の範囲にして供給することが可能な構成となっている。

【 0 0 2 3 】

前記空冷熱交換器 1 3 を出た圧縮ガスは圧縮機ユニット 2 0 外の需要先に供給され、また前記油は、前記温調弁 9 によりバイパスされた油がある場合にはその油と合流した後、前記オイルフィルタ 1 6 を介して圧縮機本体 3 に注入される。

20

【 0 0 2 4 】

次に、前記冷却ファン 1 4 の回転数を制御することにより、前記圧縮ガスや油の温度を所望の温度にして供給する制御について詳しく説明する。

3 0 は前記ファンモータ 1 5 の回転数を制御する制御装置で、この制御装置 3 0 には、前記吐出温度センサ 5 からの吐出温度情報、及び前記排熱回収熱交換器 1 0 下流側における温度センサ（ガス温度センサ）（ T A ） 1 1 からの圧縮空気（圧縮ガス）の温度情報、温度センサ（油温度センサ）（ T O ） 1 2 からの油の温度情報が入力される。

【 0 0 2 5 】

これらの温度情報に基づいて、前記制御装置 3 0 は、前記吐出温度センサ 5 で検出される圧縮空気の吐出温度が予め設定されている目標吐出温度との温度差が小さくなるように、前記インバータ 2 9 を介して前記ファンモータ 1 5 を制御し、冷却ファン 1 4 の回転数を変化させて、圧縮機本体 3 に注入される油を適正な温度に冷却する。この冷却された油はオイルフィルタ 1 6 を介して圧縮機本体 3 に注入される。

30

【 0 0 2 6 】

即ち、前記排熱回収熱交換器 1 0 での熱交換量が少ない場合には、前記空冷熱交換器 1 3 での熱交換量が増加するように、排熱回収熱交換器 1 0 での熱交換量が多い場合には、空冷熱交換器 1 3 での熱交換量が低減するように、前記冷却ファン 1 4 の回転速度は制御される。

【 0 0 2 7 】

前記排熱回収熱交換器 1 0 及び前記空冷熱交換器 1 3 でのそれぞれの熱交換器容量は、圧縮機本体 3 で発生する全熱量をそれぞれ単独で処理可能な容量に設計されている。このため、前記排熱回収熱交換器 1 0 において最大の熱回収が行われた場合、該排熱回収熱交換器 1 0 から出た潤滑油及び圧縮空気の温度は十分に冷却されているので、前記空冷熱交換器 1 3 においては前記ファンモータ 1 5 が停止される場合もある。

40

【 0 0 2 8 】

油冷式スクリュウ空気圧縮機の場合、圧縮機ユニット 2 0 に内に充填されている油の循環回数（圧縮機本体 3 から吐出された油が再び圧縮機本体に戻る循環回数）は一般に 2 ~ 5 回 / 分程度と多いため、前記冷却ファン 1 4 の回転速度が変化すると前記吐出温度センサ 5 で検出される吐出圧縮空気の温度も比較的敏感に変化する。従って、吐出温度センサ

50

5の温度に応じて、冷却ファン14の回転速度を変化させるインバータ制御を行うことにより、圧縮機本体3から吐出される圧縮空気の温度をほぼ目標吐出温度(所定範囲の吐出温度)に制御することが可能である。

【0029】

なお、本実施例では、前記温度センサ(TA)11及び前記温度センサ(TO)12も備えているので、前記空冷熱交換器13に流入する圧縮空気の温度及び油の温度が分かることから、これらの温度センサ11,12からの温度情報も考慮して前記冷却ファン14の回転速度を調整することも可能となり、圧縮機本体3から吐出される圧縮空気の温度をより迅速に精度良く目標温度に近づけることが可能となる。

【0030】

以上のように、前記冷却ファン14の回転数制御を実施することにより、前記貯温水タンクユニット23での排熱回収状況(稼働状況)に関係なく、つまり、前記排熱回収熱交換器10での熱交換量に関係なく、前記吐出温度センサ5の温度が一定となるように、圧縮機ユニット20を稼働させることが可能となる。

【0031】

前記貯温水タンクユニット23内には、前記排熱回収熱交換器10と前記貯温水タンク19との間に熱媒体を循環させる前記循環配管17,18のうち、前記熱媒体出口配管18を流れる熱媒体の温度を検出する温度センサ(熱媒体温度センサ)(Tw1)25、前記貯温水タンク19内の温水温度を検出する温度センサ(温水温度センサ)(Tw2)26、及び制御装置31が設けられている。この制御装置31には、前記温度センサ25及び前記温度センサ26の温度情報が入力され、これらの温度情報に基づいて、前記制御装置31は前記循環ポンプ22の制御を実施するように構成されている。例えば、前記温度センサ(Tw2)26で検出された温度が、予め定めた所定温度(例えば、温水供給先での要求温度)を超えた場合に、前記循環ポンプ22を停止させるか或いはその回転数を低下させるように制御する。

【0032】

また、前記温度センサ(Tw1)25で検出された温度が、前記温度センサ(Tw2)26で検出された温度よりも、低い或いは所定温度以上低い場合には、前記貯温水タンク19内の温水温度を低下させるおそれがあるので、この場合にも前記循環ポンプ22を停止させるか或いはその回転数を低下させるようにしても良い。

【0033】

また、前記制御装置31には、前記温度センサ25,26から入力された温度情報などを外部へ出力するための出力端子としての機能を持たせることができる。即ち、前記制御装置31から出力された前記温度センサ25,26の温度情報に基づいて、前記水入口配管27や温水出口配管28での温水制御に使用することができる。例えば、温度センサ(Tw2)26で検出された温度が予め定めた所定温度(温水供給先での要求温度)以上となった場合には、前記温水出口配管28に設けた弁(図示せず)を開として温水を供給先に供給し、同時に前記水入口配管27に設けた弁(図示せず)も開として、前記貯温水タンク19内に水を補給するように制御することができる。

【0034】

また、前記温度センサ25,26からの温度情報を、前記制御装置31から、外部の表示装置や、排熱回収システム全体を制御する後述する制御装置32などに出力することもできる。

【0035】

32は図1に示す油冷式ガス圧縮機における排熱回収システム全体を制御する制御装置で、この制御装置32は、前記貯温水タンクユニット23内、或いは前記圧縮機ユニット20内に設けられている。そして、この制御装置32には、前記温度センサ(TO)12で検出された油温度の情報及び前記温度センサ(Tw2)26で検出された貯温水タンク19内の温水温度の情報が入力され、前記温度センサ12で検出された温度が、前記温度センサ26で検出された温度以下となった場合、前記循環ポンプ22を停止させる、或い

10

20

30

40

50

はその回転数を下げないように制御する。

【 0 0 3 6 】

なお、この制御装置 3 2 には前記温度センサ (T A) 1 1 で検出された圧縮ガス温度の情報も前記制御装置 3 0 を介して入力可能に構成されているので、この温度センサ 1 1 で検出された温度が、前記温度センサ 2 6 で検出された温度以下となった場合に、前記循環ポンプ 2 2 を停止させる、或いはその回転数を下げないように制御しても良い。

【 0 0 3 7 】

また、前記制御装置 3 2 には、前記温度センサ (T A) 1 1、前記温度センサ (T O) 1 2、前記温度センサ (T w 2) 2 6 から入力された温度情報を外部に出力するための出力端子としての機能を持たせることもできる。

10

【 0 0 3 8 】

前記圧縮機ユニット 2 0 が停止状態や無負荷運転状態の場合、前記排熱回収熱交換器 1 0 で受け取れる排熱回収熱量は少量である。また、前記貯温水タンク 1 9 内の温水温度よりも前記排熱回収熱交換器 1 0 での油配管を流れる油の温度の方が低い場合、前記循環回路を流れる熱媒体を介して前記貯温水タンク 1 9 内の熱が前記排熱回収熱交換器 1 0 へ移動してしまうので、排熱回収率を悪化させる。

【 0 0 3 9 】

これに対し、本実施例では、上述したように、温度センサ (T O) 1 2 或いは温度センサ (T A) 1 1 で検出された温度が、温度センサ (T w 2) 2 6 で検出された温度以下となった場合、前記循環ポンプ 2 2 を例えば停止させるように制御する。従って、本実施例によれば、排熱回収率の悪化を防止することが可能となる。

20

【 0 0 4 0 】

また、前記制御装置 3 2 から外部に出力された前記温度情報を基にして、前記水入口配管 2 7 や温水出口配管 2 8 の制御に使用することもできる。即ち、温度センサ (T O) 1 2 或いは温度センサ (T A) 1 1 の検出温度が温度センサ (T w 2) 2 6 の検出温度以下となった場合、貯温水タンク 1 9 内の温水の更なる温度上昇は望めないなので、この場合にも、温水出口配管 2 8 に設けた前記弁を開として温水を活用し、水入口配管 2 7 に設けた前記弁も開いて水を貯温水タンク 1 9 内に補給するようにしても良い。

【 0 0 4 1 】

なお、図 1 に示す実施例では、前記制御装置 3 2 により、排熱回収熱交換器 1 0 で熱交換される油または圧縮ガスの温度が、温水温度センサ 2 6 で検出された貯温水タンク内の温水温度以下の場合に、前記循環用ポンプ 2 2 を停止させるかその回転数を低下させるように制御する例について述べたが、次のように制御しても良い。

30

【 0 0 4 2 】

即ち、前記制御装置 3 2 により、排熱回収熱交換器 1 0 で熱交換される油または圧縮ガスの温度が、前記熱媒体温度センサ 2 5 で検出された温度以下の場合に、前記循環用ポンプ 2 2 を停止させるかその回転数を低下させるように制御しても良い。

即ち、前記温水温度センサ 2 6 は貯温水タンク 1 9 の上方の温度を検出しているので、通常は、前記熱媒体温度センサ 2 5 で検出される温度は前記温水温度センサ 2 6 で検出される温度とほぼ近い温度になっている。従って、前記熱媒体温度センサ 2 5 で検出された温度を用いて制御しても、前記温水温度センサ 2 6 を用いて制御した場合とほぼ同様の効果が得られる。

40

【 0 0 4 3 】

また、前記圧縮機本体 3 が停止状態や無負荷運転状態の場合で、貯温水タンク 1 9 内の温水温度が、沸き上げ途中の状態では、貯温水タンク 1 9 内の温水温度が上方で高く、下方では低くなっている。このため、水対水熱交換器 2 4 で熱媒体は低温の水とも熱交換するため、熱媒体入口配管 1 7 を流れる熱媒体温度は温水温度センサ 2 6 で検出される温度よりも低下している。この状態では排熱回収熱交換器 1 0 内での油や圧縮ガスの温度が前記温水温度センサ 2 6 で検出された温度よりも低い場合もありうる。しかし、このような状態であっても、前記熱媒体温度センサ 2 5 で検出される温度が前記油温度センサ 1 2 或

50

いはガス温度センサ 1 1 で検出される温度より低い場合には、排熱回収をしていることになるので、循環ポンプ 2 2 の駆動を継続した方が良い。

【 0 0 4 4 】

一方、前記油温度センサ 1 2 或いはガス温度センサ 1 1 で検出される温度が、前記熱媒体温度センサ 2 5 で検出される温度より低い場合には、熱媒体側から油或いは圧縮ガス側に熱移動させることになるので、この場合には循環ポンプ 2 2 を停止させる。このように制御することにより、排熱回収率を向上することができる。

【 0 0 4 5 】

また、本実施例では、前記制御装置 3 2 は、温度センサ (T O) 1 2 或いは温度センサ (T A) 1 1 の検出温度と、温度センサ (T w 2) 2 6 または温度センサ (T w 1) 2 5 の検出温度を比較して制御する例を説明した。しかし、前記吐出温度センサ (T 1) 5 で検出された温度情報も前記制御装置 3 0 を介して前記制御装置 3 2 に入力されるように構成されているので、前記温度センサ (T O) 1 2 或いは温度センサ (T A) 1 1 の代わりに、前記吐出温度センサ (T 1) 5 の検出温度を用いて前記の制御をすることもでき、このようにしてもほぼ同様の効果を得ることができる。更に、前記温度センサ 5、1 1、1 2 の全ての検出温度を用いて制御すれば、より精度の高い制御が可能となる。

【 0 0 4 6 】

なお、本実施例では、前記温水温度センサ (T w 2) 2 6 を貯温水タンク 1 9 の上部に 1 個だけ設置した例を示したが、前記温水温度センサ 2 6 の設置位置は上部に限られず例えば中央部付近に設置するようにしても良い。好ましくは、前記水対水熱交換器 2 4 よりも上部に設置すると良い。また、前記温水温度センサ 2 6 を貯温水タンク 1 9 内の上下方向に複数個設置し、これら複数の温度センサを用いて制御すれば、より排熱回収率を向上させることのできる排熱回収システムとすることも可能となる。

【 0 0 4 7 】

また、前記吐出温度センサ 5 で検出された温度が、前記油温度センサ 1 2 または前記ガス温度センサ 1 1 の少なくとも何れかで検出された温度よりも低い場合には、前記排熱回収熱交換器 1 0 で熱交換される前記油または前記圧縮ガスの温度が、前記貯温水タンク 1 9 内の温水温度よりも低くなっていると考えられる。従って、制御装置 3 2 は、吐出温度センサ 5 で検出された温度が、油温度センサ 1 2 またはガス温度センサ 1 1 の少なくとも何れかで検出された温度よりも低い場合には、排熱回収熱交換器 1 0 で熱交換される油または圧縮ガスの温度が、貯温水タンク 1 9 内の温水温度よりも低くなっていると判定し、前記循環用ポンプ 2 2 を停止させるかその回転数を低下させるようにしても良い。

【 0 0 4 8 】

図 2 は図 1 に示す油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムにおいて、圧縮機本体 3 から吐出される圧縮ガス温度を約 1 0 0 (図 2 には「吐出温度 9 9 」と表記) とし、排熱回収熱交換器 1 0 に冷却水を何度も循環させるのではなく、1 度だけ通水したときの、冷却水量と、通水した冷却水の排熱回収熱交換器出口での温度上昇との関係の試験結果を示す線図である。

【 0 0 4 9 】

図 2 の試験結果を利用し、本実施例 1 による具体的な排熱回収熱交換器 1 0 での温度上昇の効果について説明する。この試験結果は、図 1 に示す排熱回収システムにおいて、貯温水タンク 1 9 が存在しない排熱回収システムで試験を行った結果である。横軸は排熱回収熱交換器 1 0 への冷却水量を示し、縦軸は排熱回収熱交換器 1 0 を通過後の温水の温度上昇を示す。また、線図は、前記排熱回収熱交換器 1 0 における油配管 7 側 (オイルクーラ O C 側) と、ガス配管 8 側 (エアクーラ A C 側) とを合せた排熱回収によって得られた冷却水の温度 (温度上昇) を示すものである。

【 0 0 5 0 】

図 2 から分かるように、冷却水量を絞るほど高い温水温度を得られるが、冷却水量が 2 L / m i n 以下では、排熱回収熱交換器 1 0 の能力の限界によって、冷却水量を更に絞っても温水温度を上昇させることができず、温水温度の上昇は 8 0 で限界となる。つまり

10

20

30

40

50

、排熱回収熱交換器 10 への通水が 1 回限りの場合（即ち、1 パス通水の場合）、圧縮機本体出口を約 100 になるよう設定した油冷式スクルー圧縮機（この例では 22 kW の容量のものを使用）からの排熱回収によって得られる温水の温度は 80 までの温度上昇が限界である。

【0051】

これに対して、図 1 に示す油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムの場合、貯温水タンク 19 と排熱回収熱交換器 10 の間を、循環配管 17, 18 を介して、水（温水）を何度でも循環させるため（1 回限りの通水ではなく何度も循環させるマルチパス通水であるため）、貯温水タンク 19 内の温度を、最終的には圧縮機吐出温度に近い温度、例えば約 93 まで上昇させることが可能となる。即ち、同じ条件での前記 1 回限りの通水（1

10

【0052】

図 3 は図 1 に示す油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムにおいて、圧縮機本体 3 から吐出される圧縮ガス温度を約 78 とし、排熱回収熱交換器 10 に冷却水を何度でも循環させるのではなく、1 度だけ通水したときの、冷却水量と、通水した冷却水による排熱回収率との関係の試験結果を示す線図である。

20

【0053】

図 3 は、図 2 と同様に、図 1 に示す排熱回収システムにおいて、貯温水タンク 19 が存在しない排熱回収システムで試験を行った結果である。横軸は排熱回収熱交換器 10 への冷却水量を示し、縦軸は排熱回収熱交換器 10 への冷却水の通水による排熱回収率を示している。また、線図は、前記排熱回収熱交換器 10 における油配管 7 側（オイルクーラ O C 側）と、ガス配管 8 側（エアクーラ A C 側）とを合わせた排熱回収による排熱回収率を示している。ここで、排熱回収率とは、排熱回収熱交換器 10 で受け取った熱量を圧縮機の総合入力で割った値であり、排熱回収率が高いほど圧縮機排熱を有効活用していることになる。

【0054】

図 3 から分かるように、冷却水量を絞るほど排熱回収率が低くなり、前述した図 2 において、最高温水温度を確保できる冷却水量 2 L/min では、図 3 に示すように、排熱回収率は 10% 程度しかなく、排熱回収の効率が非常に悪いことがわかる。つまり、1 回の通水のみで温水を生成する場合で、ある程度高温の温水が求められる場合、冷却水量を絞る必要があるので、排熱回収率は非常に低くなってしまふ。

30

【0055】

逆に、冷却水量を多くしていくと、ある程度の冷却水量以上（図 3 では 10 L/min 以上）では、排熱回収率を 80% 近くまで上昇させることができ、またそれ以上に冷却水量を増やしても、排熱回収率をそれ以上は上昇できないが高い値に維持できる。即ち、図 3 の試験結果で言えば、冷却水量を 10 L/min 以上（例えば 20 L/min）とすることにより、高い排熱回収率での熱交換をさせることができる。従って、図 1 に示す本実施例において、この冷却水量（例えば 20 L/min の循環水量）に設定することにより、高温の温水が得られるだけでなく、排熱回収率も高い排熱回収システムとすることができる。

40

【0056】

次に、本発明を、温水による洗浄設備に適用した場合の適用事例を説明する。この洗浄設備の適用事例は、従来、ヒータが 5 kW のもの 2 個を備えていてこれに通電することで、300 L の水を 20 から 80 以上まで上昇させ、その得られた温水により洗浄を行うようにした設備である。ここで、ヒータ通電の熱量が全て水の温度上昇に使用されたとして計算すると、80 以上まで温度上昇するのに要する時間は 2 時間程度となる。しか

50

し、実際の設備では、当然のことながら熱が大気に逃げるため、2.5時間以上の通電で、水を目標温度80以上の温水に上昇させていた。更に、1日8時間の作業中も、温水を80以上にキープさせるため、5kWのヒータのオン、オフを繰り返していた。これらにより、従来は、合計47kWh程度の電力を消費していた。

【0057】

上記の温水による洗浄設備への本発明の適用事例を説明する。前記洗浄設備の横には、容量が22kWの油冷式のスクリー空気圧縮機ユニット(空冷タイプ)が従来から設置されていた。そこで、この圧縮機ユニットの排熱を利用して、前記洗浄設備で使用される温水を製造するシステムを検討し、図1に示すような排熱回収システムとして、温水を製造した。図1に示す貯温水タンク19から排熱回収熱交換器10への水(温水)の循環量を20L/minとした。

10

【0058】

これにより、図3で説明したように、80%もの高い熱回収率が得られ、300Lの水を20から80以上まで上昇させるのに要する時間は120分(2時間)となり、従来のヒータを使用していたものより30分早く目標温度に到達させることができた。また、80の目標温度到達後も、圧縮機排熱により目標温度80以上をキープすることができたため、従来のヒータを利用していたときの使用電力量が1日あたり47kWhであったものを0kWhにすることができた。また、80以上の高温水を得ることが可能となった。これは、貯温水タンク内の温水を何度も排熱回収熱交換器へ循環させるという本発明の適用により成し遂げられたものであり、排熱回収熱交換器への通水が1回だけのものでは、この温度への到達は困難である。

20

【実施例2】

【0059】

本発明の油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムの実施例2を図4に示す系統図により説明する。この図4において、上記図1と同一符号を付した部分は同一或いは相当する部分であるので、図1に示す実施例1と異なる部分を中心に説明する。

【0060】

上記実施例1では、貯温水タンク19内に水対水熱交換器24を設け、循環回路17, 18を循環する熱媒体を、前記水対水熱交換器24に通過させ、前記貯温水タンク19内の水(温水)と熱交換させるようにした例について説明した。

30

これに対し、本実施例2では、図1に示す上記水対水熱交換器24を設けず、前記循環回路17, 18を循環させる熱媒体を、貯温水タンク19内の水(水とは温水である場合も含む)にしていることが異なっている。

【0061】

即ち、貯温水タンクユニット23の前記貯温水タンク19内の水をその下部から直接熱媒体入口配管17に導き、循環ポンプ22により、排熱回収ユニット21の排熱回収熱交換器(水冷熱交換器)10に送るように構成している。前記排熱回収熱交換器10に送られた前記水(熱媒体)は、該排熱回収熱交換器内の油配管7を流れる高温の油及びガス配管(空気配管)8を流れる高温の圧縮ガスと熱交換されてこれらの油及び圧縮ガスから熱を回収して加熱される。

40

【0062】

水に熱を回収されて冷却された前記油と圧縮ガスは、油配管7またはガス配管8を介して下流側に設置されている空冷熱交換器13に送られて更に冷却されるように構成されている。また、前記排熱回収熱交換器10で加熱されて温度の上昇した前記水(温水)は熱媒体出口配管18を介して、前記貯温水タンク19に戻される。このようにして、前記貯温水タンク19内の水は何度も前記排熱回収熱交換器10へ循環される。従って、貯温水タンク19内の水の温度を次第に上昇させることができる。

【0063】

これにより、前記貯温水タンク19内の水を予め決めた所定の温度まで上昇させることが可能となる。また、空気圧縮機の負荷率が小さくなった場合でもその負荷率に関係なく

50

要求温度の温水供給が可能となるから、温水の要求下限温度がある場合で、更にその要求温度が圧縮機吐出温度より数度しか低くないような場合であってもその要求温度の温水を供給することが可能になる。

【0064】

本実施例2のように構成しても上記実施例1と同様の効果が得られる。また、本実施例2では、実施例1に示すような水対水熱交換器を設ける必要がないので、構造が簡単となり安価に製作することができる共に、前記水対水熱交換器による熱交換をさせなくて良い分、排熱回収率を向上させることができる。

【0065】

また、貯温水タンク19内の最下部から水を導いて排熱回収熱交換器10で熱交換させることができるから、貯温水タンク19内の最も低い温度の水と圧縮機からの高温の油と圧縮ガスを熱交換させるので、排熱回収率を更に向上することもできる。

他の構成や制御については上記実施例1と同様であるので、説明を省略する。

【0066】

以上説明したように、本発明の各実施例によれば、ガス配管8を流れる圧縮ガスと油配管7を流れる油の少なくとも何れかから熱回収するための排熱回収熱交換器10を備え、更に、この排熱回収熱交換器10で受け取った熱を温水として貯える貯温水タンク19と、前記排熱回収熱交換器10で受け取った熱を前記貯温水タンク19に移動させるために、熱媒体（水などの流体）を前記排熱回収熱交換器10と前記貯温水タンク19との間に循環させる循環回路（循環配管17, 18）と、この循環回路に設けられた循環用ポンプ22と、前記排熱回収熱交換器で熱交換される油または圧縮ガスの温度が前記貯温水タンク内の温水温度以下の場合に、前記循環用ポンプを停止させるかその回転数を低下させるように制御する制御装置を備えている。

【0067】

従って、圧縮機負荷率が低い場合でも要求温度の温水を供給することが可能であり、しかも排熱回収機器からの放熱を抑制して排熱回収率を向上することのできる油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムを得ることができる。

【0068】

即ち、本実施例では、油冷式ガス圧縮機の冷却系統として、主たる第1の冷却系統である空冷熱交換器13に加えて、第2の冷却系統である排熱回収熱交換器10を備え、更に圧縮機ユニット20に貯温水タンクユニット（排熱回収機器）23を並設して排熱回収システムを構成し、貯温水タンク19と排熱回収熱交換器10の間を、循環配管17, 18を介して、熱媒体（上記実施例では水）を何度でも循環させるようにしている。このため、貯温水タンク19内の温水を圧縮機出口温度より数だけ低い温度（圧縮機出口温度に近い温度）まで上昇させることが可能になる。

【0069】

油冷式スクリー圧縮機の出口温度は通常100以下と低いので、その排熱により温水を製造する場合、その温度は熱交換器の限界により更に低くなってしまいが、本実施例を採用することにより、圧縮機出口温度に極めて近い温水温度を得ることができる。

【0070】

また、前記制御装置は、前記排熱回収熱交換器10で熱交換される油または圧縮ガスの温度が前記貯温水タンク19内の温水温度以下の場合に、前記循環用ポンプ22を停止させるかその回転数を低下させるように制御するので、前記循環回路を流れる熱媒体を介して前記貯温水タンク19内の熱が前記排熱回収熱交換器10へ移動して、排熱回収率が悪化するのを抑制することもできる。

【0071】

更に、本実施例によれば、前記排熱回収熱交換器10での熱交換量、即ち、前記貯温水タンクユニット（排熱回収機器）23の稼働状況に関係なく、圧縮機ユニット20内の空冷熱交換器13へ送風する冷却ファン14が回転数制御が可能構成としているので、圧縮機本体3の出口温度が一定の目標温度になるように制御することが可能である。従って

10

20

30

40

50

、前記貯温水タンクユニット（排熱回収機器）23の稼働状況と圧縮機ユニット20の稼働状況を一致させる必要のない油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムを得ることができる。

【0072】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。

例えば、上記各実施例では、油冷式ガス圧縮機として油冷式のスクリュウ空気圧縮機を例に挙げ説明したが、これには限られず、例えばスクロール圧縮機のような他の方式の圧縮機でも同様に適用できる。

【0073】

また、油冷式ガス圧縮機で圧縮される媒体も空気には限られず、他のガスを圧縮する圧縮機でも同様に適用可能である。更に、駆動源もモータ以外の他の駆動源、例えばエンジンやタービンなどでも良い。

【0074】

また、上述した実施例では、油冷式ガス圧縮機における排熱回収システムを、圧縮機ユニット20、排熱回収ユニット21及び貯温水タンクユニット23の3つのユニットを並列に配置して接続した例で説明したが、前記3つのユニットを一体化して1ユニットにしたり、或いは2ユニットの構成とすることも可能である。

また、上記した実施例は本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

【符号の説明】

【0075】

1：吸込フィルタ、2：吸込絞り弁、3：圧縮機本体、4：主モータ、

5：吐出温度センサ（圧縮機本体出口温度センサ）、

6：油分離器（オイルタンク）、

7：油配管、8：ガス配管（空気配管）、

9：温調弁、

10：排熱回収熱交換器（水冷熱交換器）

11：温度センサ（ガス温度センサ）（TA）、

12：温度センサ（油温度センサ）（TO）、

13：空冷熱交換器、14：冷却ファン、15：ファンモータ、

16：オイルフィルタ、

17, 18：循環配管（循環回路）（17：熱媒体入口配管、18：熱媒体出口配管）、

19：貯温水タンク、

20：圧縮機ユニット、21：排熱回収ユニット、

22：循環ポンプ、

23：貯温水タンクユニット（排熱回収機器）、

24：水対水熱交換器、

25：温度センサ（熱媒体温度センサ）（Tw1）、

26：温度センサ（温水温度センサ）（Tw2）、

27：水入口配管、28：温水出口配管、

29：インバータ、

30～32：制御装置。

10

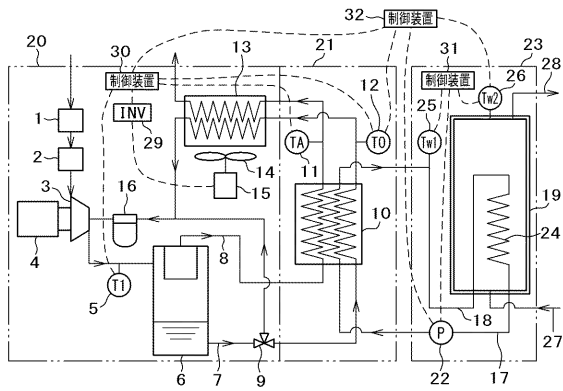
20

30

40

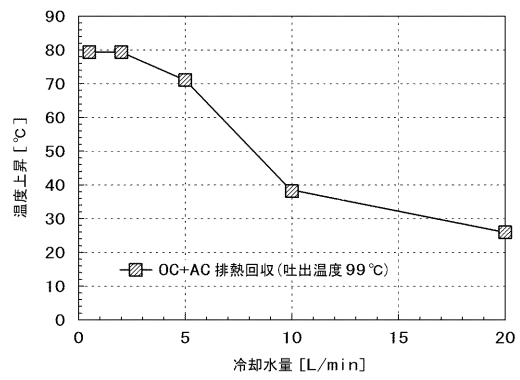
【 図 1 】

图 1



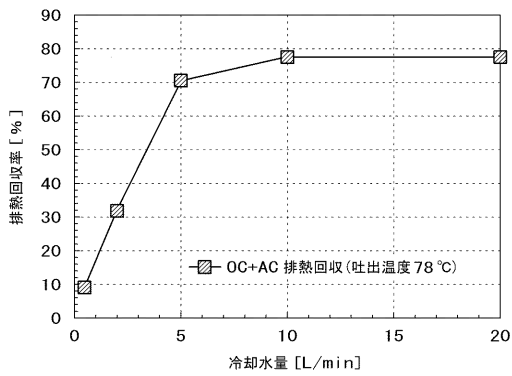
【 図 2 】

图 2



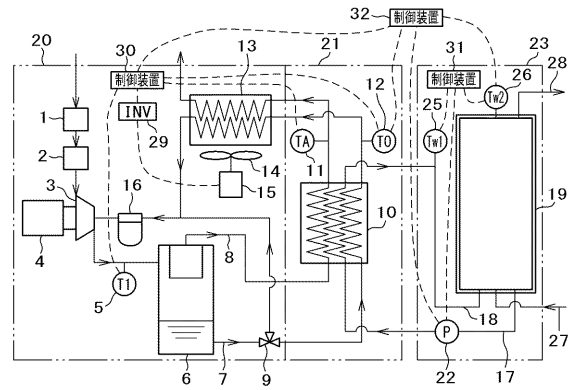
【 図 3 】

图 3



【 図 4 】

图 4



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-67743(JP,A)
実開昭61-179387(JP,U)
特開昭58-67981(JP,A)
特開2010-38385(JP,A)
特開2003-172498(JP,A)
特開2006-250523(JP,A)
国際公開第2007/114187(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04C 28/08
F04C 25/02
F04C 29/02
F04C 29/04