

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6342755号  
(P6342755)

(45) 発行日 平成30年6月13日(2018.6.13)

(24) 登録日 平成30年5月25日(2018.5.25)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>FO1K</b>	<b>27/02</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1K 27/02 A
<b>FO1D</b>	<b>17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D 17/00 J
<b>FO1D</b>	<b>17/08</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D 17/08 A
<b>FO1D</b>	<b>21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D 21/00 R

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2014-180814 (P2014-180814)	(73) 特許権者	000001199 株式会社神戸製鋼所
(22) 出願日	平成26年9月5日(2014.9.5)		兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
(65) 公開番号	特開2016-56686 (P2016-56686A)	(74) 代理人	100067828 弁理士 小谷 悦司
(43) 公開日	平成28年4月21日(2016.4.21)	(74) 代理人	100115381 弁理士 小谷 昌崇
審査請求日	平成28年9月1日(2016.9.1)	(74) 代理人	100137143 弁理士 玉串 幸久
		(72) 発明者	橋本 宏一郎 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスを圧縮する圧縮機と、  
 作動媒体を用いたランキンサイクルを利用することによって前記圧縮機から吐出された圧縮ガスの熱エネルギーを回収する熱エネルギー回収部と、  
 を備え、  
 前記熱エネルギー回収部が、  
 圧縮ガスと作動媒体とを熱交換させることにより圧縮ガスの熱を回収する熱交換器と、  
 前記熱交換器において圧縮ガスと熱交換した作動媒体を膨張させる膨張機と、  
 前記膨張機からの動力を回収する動力回収部と、  
 前記膨張機から流出した作動媒体を凝縮させる凝縮器と、  
 前記凝縮器から流出した作動媒体を前記熱交換器へ送るポンプと、  
 前記熱交換器、前記膨張機、前記凝縮器及び前記ポンプを接続する循環流路と、  
 前記膨張機をバイパスするように前記循環流路に接続されたバイパス流路と、  
 を備え、  
 前記熱交換器に圧縮ガスが流入している間において、前記バイパス流路に作動媒体が流れるためのバイパス条件が成立したときに、膨張機の駆動状態によらず、前記ポンプの駆動が継続され、作動媒体が前記バイパス流路を介して前記循環流路を循環し、前記熱交換器において前記圧縮機にて吐出された圧縮ガスを冷却し、  
 前記バイパス条件が成立したときに、前記熱交換器から流出した作動媒体の過熱度が 0

10

20

以上の数である予め定められた下限値以上、かつ、予め定められた上限値以下となるように前記熱交換器への作動媒体の流入量を調整する流入量制御部をさらに備える、圧縮装置

【請求項 2】

請求項 1 に記載の圧縮装置において、

前記バイパス条件が、予め定められた前記膨張機の停止条件を含み、前記停止条件が成立したときに、前記膨張機を停止するとともに、作動媒体を前記バイパス流路を介して前記循環流路を循環させる、圧縮装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の圧縮装置において、

前記熱交換器が、

前記圧縮機から吐出された圧縮ガスが通過するガス流路と、

作動媒体が流れるとともに当該作動媒体と圧縮ガスとの熱交換が可能な位置に配置された第 1 流路と、

圧縮ガスを冷却するための冷却流体が流れるとともに当該冷却流体と圧縮ガスとの熱交換が可能となる位置に配置された第 2 流路と、

を備え、

前記第 1 流路は、前記熱交換器内において前記第 2 流路よりも上流側に配置されている、圧縮装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の圧縮装置において、

前記ガス流路が前記熱交換器の筐体の内部空間であり、

前記第 1 流路及び前記第 2 流路が、前記内部空間にて蛇行しつつ延びるチューブであり、

前記第 1 流路の外表面及び前記第 2 流路の外表面には、複数のフィンが形成されている、圧縮装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧縮装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、圧縮機から吐出された圧縮ガスが有する熱エネルギーを回収する圧縮装置が知られている。例えば、特許文献 1 には、圧縮機本体と、圧縮機本体から吐出された圧縮空気と作動流体とを熱交換させる熱交換器と、熱交換器から流出した作動流体を膨張させる膨張機と、膨張機に接続された発電機と、膨張機から流出した作動流体を凝縮させる凝縮器と、凝縮器から流出した作動流体を熱交換器へ送る循環ポンプと、を備える圧縮機が開示されている。この圧縮機では、熱交換器において作動媒体が圧縮空気から受け取った熱エネルギーが膨張機及び発電機で回収される一方、圧縮空気は、熱交換器において作動流体によって冷却されてから外部に供給される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011 - 012659 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献 1 に記載の圧縮機では、膨張機のメンテナンス時等に膨張機の駆動が停止されると、作動流体が熱交換器と膨張機とを結ぶ流路内を循環することができず、熱交換器において作動流体による圧縮空気の冷却が十分に行われなくなる。その結果、圧縮機も

10

20

30

40

50

停止させなければならない可能性が生じる。

【0005】

同様に、膨張機の低速回転時においても、作動流体が上記流路内を十分に循環することができないため、熱交換器において圧縮空気の十分な冷却が行われなくなる。

【0006】

本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、膨張機の駆動状態によらず熱交換器において作動媒体による圧縮ガスの冷却を行うことを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記課題を解決するための手段として、本発明は、ガスを圧縮する圧縮機と、作動媒体を用いたランキンサイクルを利用することによって前記圧縮機から吐出された圧縮ガスの熱エネルギーを回収する熱エネルギー回収部と、を備え、前記熱エネルギー回収部が、圧縮ガスと作動媒体とを熱交換させることにより圧縮ガスの熱を回収する熱交換器と、前記熱交換器において圧縮ガスと熱交換した作動媒体を膨張させる膨張機と、前記膨張機からの動力を回収する動力回収部と、前記膨張機から流出した作動媒体を凝縮させる凝縮器と、前記凝縮器から流出した作動媒体を前記熱交換器へ送るポンプと、前記熱交換器、前記膨張機、前記凝縮器及び前記ポンプを接続する循環流路と、前記膨張機をバイパスするように前記循環流路に接続されたバイパス流路と、を備え、前記バイパス流路に作動媒体が流れるためのバイパス条件が成立したときに、作動媒体が前記バイパス流路を介して前記循環流路を循環し、前記熱交換器において前記圧縮機にて吐出された圧縮ガスを冷却する、圧縮装置を提供する。

【0008】

本発明では、圧縮機の駆動中においてバイパス条件が成立したときに、膨張機の駆動状態によらず作動媒体がバイパス流路を介して膨張機を迂回しながら循環流路内を循環し続けるので、熱交換器において作動媒体による圧縮ガスの冷却を行うことができる。

【0009】

この場合において、前記バイパス条件が成立したときに、前記熱交換器から流出した作動媒体の過熱度が0以上の数である予め定められた下限値以上、かつ、予め定められた上限値以下となるように前記熱交換器への作動媒体の流入量を調整する流入量制御部をさらに備えることが好ましい。

【0010】

このようにすれば、液相にて熱交換器に流入した作動媒体が飽和蒸気又は過熱蒸気の状態にて熱交換器から流出する。すなわち、作動媒体の潜熱を利用することができ、顕熱のみを利用する場合に比べて効率的に圧縮ガスの冷却を行うことができる。また、過熱度の上昇を抑えることにより作動媒体の顕熱量を抑え、より効率的に圧縮ガスを冷却することができる。

【0011】

また、本発明において、前記バイパス条件が、予め定められた前記膨張機の停止条件を含み、前記停止条件が成立したときに、前記膨張機を停止するとともに、作動媒体を前記バイパス流路を介して前記循環流路を循環させることが好ましい。

【0012】

このようにすれば、膨張機が停止した状態であっても、作動媒体が循環流路を循環することができ、圧縮ガスを冷却することができる。

【0013】

また、本発明において、前記熱交換器が、前記圧縮機から吐出された圧縮ガスが通過するガス流路と、作動媒体が流れるとともに当該作動媒体と圧縮ガスとの熱交換が可能な位置に配置された第1流路と、圧縮ガスを冷却するための冷却流体が流れるとともに当該冷却流体と圧縮ガスとの熱交換が可能となる位置に配置された第2流路と、を備え、前記第1流路は、前記熱交換器内において前記第2流路よりも上流側に配置されていることが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【0014】

このようにすれば、ガス流路を流れる圧縮ガスが第1流路を流れる作動媒体によって冷却され、さらに第2流路を流れる冷却流体によっても冷却される。さらに、この態様では、第2流路を流れる冷却流体で圧縮ガスが冷却される前に当該圧縮ガスの有する熱エネルギーが第1流路を流れる作動媒体により有効に回収されるので、作動媒体が圧縮ガスからより多くのエネルギーを回収することが可能となる。

## 【0015】

この場合において、前記ガス流路が前記熱交換器の筐体の内部空間であり、前記第1流路及び前記第2流路が、前記内部空間にて蛇行しつつ延びるチューブであり、前記第1流路の外面及び前記第2流路の外面には、複数のフィンが形成されていることが好ましい。

10

## 【0016】

この態様では、熱交換器がいわゆるフィンチューブ式であり、圧縮ガスが筐体の内部空間を通るため、圧縮ガスを配管に通す場合に比べて圧縮ガスに生じる圧力損失を低減することができる。さらに、第1流路及び第2流路が蛇行して延びるチューブであることから、圧縮ガスからの熱回収を効率よく行うことができる。また、フィンが設けられることにより、圧縮ガスと第1流路との接触面積及び圧縮ガスと第2流路との接触面積がそれぞれ大きくなるので、圧縮ガスの冷却効率がより向上する。

## 【発明の効果】

## 【0017】

以上のように、本発明によれば、膨張機の駆動状態によらず熱交換器において作動媒体による圧縮ガスの冷却を行うことができる。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0018】

【図1】本発明の一実施形態の圧縮装置の構成の概略を示す図である。

【図2】制御部の制御内容を示すフローチャートである。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0019】

本発明の一実施形態の圧縮装置1について、図1及び図2を参照しながら説明する。

## 【0020】

図1に示されるように、本圧縮装置1は、ガス(本実施形態では空気)を圧縮する圧縮機10と、熱エネルギー回収部20と、を備えている。

30

## 【0021】

熱エネルギー回収部20は、作動媒体を用いたランキンサイクルを利用することによって圧縮機10から吐出された圧縮ガスの有する熱エネルギーを回収する。具体的に、熱エネルギー回収部20は、熱交換器30と、膨張機42と、動力回収部である発電機43と、凝縮器44と、ポンプ46と、循環流路48と、バイパス流路49と、バイパス弁V1と、遮断弁V2と、制御部50と、を備えている。本実施形態では、作動媒体として水よりも低沸点の有機流体が利用される。

## 【0022】

熱交換器30は、フィンチューブ式であり、圧縮ガスが通過するガス流路32と、第1流路34と、第2流路36と、を備えている。熱交換器30の筐体39内にガス流路32、第1流路34及び第2流路36が収容される。ガス流路32は筐体39に形成された内部空間であり、第1流路34及び第2流路36は当該内部空間にて蛇行しつつ延びるチューブである。第1流路34の外面には、複数のフィン35が形成されている。第2流路36の外面には、複数のフィン37が形成されている。第2流路36は、ガス流路32中の圧縮ガスの流れ方向において第1流路34よりも下流側に配置されている。

40

## 【0023】

第1流路34の端部には、循環流路48が接続されており、第2流路36の端部には、冷却流体流路60が接続されている。循環流路48内を作動媒体が循環し、冷却流体流路60内を圧縮ガスを冷却するための冷却流体(本実施形態では冷却水)が流れる。このた

50

め、圧縮機 10 から吐出された圧縮ガスは、ガス流路 32 において、第 1 流路 34 を流れる作動媒体と熱交換することにより冷却された後、第 2 流路 36 を流れる冷却流体と熱交換することによりさらに冷却されてから外部に供給される。なお、冷却流体は冷却水以外であってもよい。

【 0 0 2 4 】

循環流路 48 は、熱交換器 30、膨張機 42、凝縮器 44 及びポンプ 46 をこの順に直列に接続している。

【 0 0 2 5 】

膨張機 42 は、循環流路 48 のうち熱交換器 30 の下流側の部位に設けられている。本実施形態では、膨張機 42 として、熱交換器 30 から流出した気相の作動媒体の膨張エネルギーにより回転駆動される一対のスクリュロータを有するスクリュ膨張機が用いられている。なお、膨張機 42 としては、遠心式のものやスクロールタイプのもの等が用いられてもよい。

10

【 0 0 2 6 】

発電機 43 は、膨張機 42 に接続されている。発電機 43 には、出力を調整するインバータやコンバータ等の電子機器が付帯設備として設けられている。発電機 43 は、膨張機 42 の一対のスクリュロータのうちの少なくとも一方に接続された回転軸を有している。発電機 43 は、前記回転軸が前記スクリュロータの回転に伴って回転することにより電力を発生させる。

【 0 0 2 7 】

20

凝縮器 44 は、循環流路 48 のうち膨張機 42 の下流側の部位に設けられている。凝縮器 44 は、作動媒体を冷却流体で冷却することにより凝縮（液化）させる。本実施形態では、凝縮器 44 において作動媒体と熱交換する流体として熱交換器 30 にて使用される冷却流体が用いられる。凝縮器 44 と熱交換器 30 との間にて冷却流体を共有することにより、圧縮装置 1 を小型化することができる。

【 0 0 2 8 】

ポンプ 46 は、循環流路 48 における凝縮器 44 の下流側の部位（凝縮器 44 と熱交換器 30 との間の部位）に設けられている。ポンプ 46 は、凝縮器 44 で凝縮された液相の作動媒体を所定の圧力まで加圧して熱交換器 30 へと送り出す。ポンプ 46 としては、インペラをロータとして備える遠心ポンプや、ロータが一対のギアからなるギアポンプ、スクリュポンプ、トロコイドポンプ等が用いられる。

30

【 0 0 2 9 】

バイパス流路 49 は、膨張機 42 をバイパスするように循環流路 48 に接続されている。具体的に、バイパス流路 49 の一端（上流側の端部）は、循環流路 48 のうち熱交換器 30 と膨張機 42 との間の部位に接続されており、バイパス流路 49 の他端（下流側の端部）は、循環流路 48 のうち膨張機 42 と凝縮器 44 との間の部位に接続されている。

【 0 0 3 0 】

バイパス弁 V1 は、バイパス流路 49 上に設けられている。バイパス弁 V1 として開閉弁や流量調整弁が利用される。膨張機 42 の定格回転時（すなわち、熱エネルギー回収部 20 の通常の運転時）には、バイパス弁 V1 は閉じられており、バイパス弁 V1 が開かれた場合には作動媒体がバイパス流路 49 を介して凝縮器 44 に流入する。

40

【 0 0 3 1 】

遮断弁 V2 は、循環流路 48 のうち当該循環流路 48 とバイパス流路 49 の上流側の端部との接続部よりも下流側でかつ膨張機 42 よりも上流側の部位に設けられている。膨張機 42 の定格回転時には、遮断弁 V2 は開放されており、遮断弁 V2 が閉じられた場合には作動媒体の膨張機 42 への流入が遮断される。

【 0 0 3 2 】

制御部 50 は、膨張機 42 の駆動を制御する膨張機制御部 51 と、バイパス弁 V1 及び遮断弁 V2 の開閉を制御する弁制御部 52 と、熱交換器 30 への液相の作動媒体の流入量を制御する流入量制御部 53 と、を有する。

50

## 【 0 0 3 3 】

流入量制御部 5 3 は膨張機 4 2 の定格回転時にポンプ 4 6 の回転数を制御する。これにより、熱交換器 3 0 へ流入する液相の作動媒体の流入量が調整され、熱交換器 3 0 から流出する気相の作動媒体の過熱度が一定に維持される。本実施形態では、循環流路 4 8 のうち熱交換器 3 0 と膨張機 4 2 との間に設けられた温度センサ 5 5 及び圧力センサ 5 6 の検出値に基づいて作動媒体の過熱度が算出される。

## 【 0 0 3 4 】

膨張機制御部 5 1 は、予め定められた膨張機 4 2 又は発電機 4 3 の停止条件が成立したときに膨張機 4 2 を停止する。具体的に、操作者により停止指示が圧縮装置 1 に入力されたときに膨張機制御部 5 1 により膨張機 4 2 が停止される。さらに、膨張機 4 2 に流入する作動媒体の圧力もしくは温度、膨張機 4 2 もしくは発電機 4 3 の回転数、発電機 4 3 から出力される電力の周波数、又は、発電機 4 3 内の温度の少なくとも一つが、それぞれの所定の許容範囲を超えたときにも膨張機制御部 5 1 により膨張機 4 2 が停止される。ただし、発電機 4 3 に付帯するインバータやコンバータなどの電子機器の故障を示す信号が制御部 5 0 にて検知されたとき、操作者により非常停止が指示されたとき、凝縮器 4 4 内（または、液レシーバを伴う場合は当該液レシーバ内）の作動媒体の液面が設定値未満となったとき、膨張機 4 2 や発電機 4 3 に使用される軸受が磨耗したことが検知されたときにおいても、膨張機 4 2 が停止されてよい。

## 【 0 0 3 5 】

圧縮装置 1 の駆動時には、圧縮機 1 0 によるガスの圧縮が行われ、高温の圧縮ガスが熱交換器 3 0 に流入する。熱エネルギー回収部 2 0 では、圧縮機 1 0 の起動に併せてポンプ 4 6 が起動され、循環流路 4 8 内を作動媒体が循環する。また、冷却流体が凝縮器 4 4 及び熱交換器 3 0 に送出される。なお、圧縮機 1 0 の起動、ポンプ 4 6 の起動及び冷却流体の熱交換器 3 0 への送出は必ずしも同時に行われる必要はない。熱交換器 3 0 に流入した液相の作動媒体は圧縮ガスとの熱交換により、加熱されて気相の作動媒体として膨張機 4 2 に流入する。一方、圧縮ガスは作動媒体との熱交換及び冷却流体との熱交換により冷却されて需要先へと流れる。

## 【 0 0 3 6 】

膨張機 4 2 では、作動媒体の膨張によりスクリュロータが駆動され、発電機 4 3 にて発電が行われる。膨張機 4 2 から流出した作動媒体は凝縮器 4 4 にて凝縮し、ポンプ 4 6 により熱交換器 3 0 へと再び送出される。

## 【 0 0 3 7 】

圧縮機 1 0 が駆動している間、より正確には熱交換器 3 0 に圧縮ガスが流入している間において、バイパス流路 4 9 に作動媒体を流すためのバイパス条件が成立した場合には、弁制御部 5 2 によりバイパス弁 V 1 が開かれ、遮断弁 V 2 が閉じられる。本実施形態では、前記バイパス条件は、前記停止条件と同じとされる。すなわち、弁制御部 5 2 は、圧縮機 1 0 の駆動中において停止条件が成立したときにバイパス弁 V 1 を開くとともに遮断弁 V 2 を閉じる。熱エネルギー回収部 2 0 では、膨張機 4 2 が停止した状態であっても、ポンプ 4 6 の駆動が継続され、バイパス流路 4 9 を介して循環流路 4 8（より正確には、循環流路 4 8 のうち凝縮器 4 4、ポンプ 4 6 及び熱交換器 3 0 を結ぶ流路部分）を作動媒体が循環する。また、凝縮器 4 4 への冷却流体の供給も継続される。以下の説明では、バイパス弁 V 1 が開放された状態における循環流路 4 8 内での作動媒体の循環を「強制循環」という。

## 【 0 0 3 8 】

次に、強制循環時における制御部 5 0 の制御内容を図 2 を参照しながら説明する。

## 【 0 0 3 9 】

既述のように、前記停止条件が成立すると、膨張機制御部 5 1 は膨張機 4 2 を停止し、弁制御部 5 2 はバイパス弁 V 1 を開くとともに遮断弁 V 2 を閉じる（ステップ S 1 0）。なお、弁制御部 5 2 による制御は、膨張機制御部 5 1 の制御と同時に進行されてもよく、あるいは膨張機制御部 5 1 の制御に前後して行われてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 0 】

そして、流入量制御部 5 3 は、温度センサ 5 5 及び圧力センサ 5 6 の各検出値に基づいて過熱度 S を導出し (ステップ S 1 1)、前記過熱度 S が 0 以上か否かを判定する (ステップ S 1 2)。この結果、前記過熱度 S が 0 未満である (ステップ S 1 2 で N O)、すなわち、熱交換器 3 0 への液相の作動媒体の流入量が多く熱交換器 3 0 から液相の作動媒体が流出していると判定されると、流入量制御部 5 3 がポンプ 4 6 の回転数を下げ (ステップ S 1 3)、ステップ S 1 1 に戻る。このときのポンプ 4 6 の回転数の減少量は、予め用意したテーブルに基づいて決定される。

## 【 0 0 4 1 】

一方、前記過熱度 S が 0 以上であると判定されると (ステップ S 1 2 で Y E S)、前記過熱度 S が予め設定された上限値 S 1 以下か否かが判定される (ステップ S 1 4)。

10

## 【 0 0 4 2 】

過熱度 S が上限値 S 1 よりも大きい場合 (ステップ S 1 4 で N O)、すなわち、熱交換器 3 0 への作動媒体の流入量が少なく気相の作動媒体の温度が過度に上昇している場合、流入量制御部 5 3 はポンプ 4 6 の回転数を上げ (ステップ S 1 5)、ステップ S 1 1 に戻る。このときのポンプ 4 6 の回転数の増加量は、予め用意したテーブルに基づいて決定される。

## 【 0 0 4 3 】

過熱度 S が 0 以上かつ上限値 S 1 以下である場合 (ステップ S 1 4 で Y E S) には、ポンプ 4 6 の回転数を変更することなくステップ S 1 1 に戻る。

20

## 【 0 0 4 4 】

以上に説明した流入量制御部 5 3 の制御により、強制循環時に作動媒体の過熱度が下限値である 0 以上かつ上限値である S 1 以下の一定範囲内に維持される。これにより、作動媒体の潜熱を多く利用することができ、液相の作動媒体が熱交換器 3 0 から流出してしまう場合や、温度が過度に高い気相の作動媒体が熱交換器 3 0 から流出してしまう場合に比べて、効率的に圧縮ガスの冷却を行うことができる。ただし、過熱度が 0 よりも僅かに高い状態で気相の作動媒体が熱交換器 3 0 から流出すると、膨張機 4 2 に至るまでの途上で作動媒体が放熱することにより気液二相の状態となり膨張機 4 2 に流入してしまう場合がある。このため、ステップ S 1 2 では、気液二相状態となることを考慮して 0 よりも僅かに高い数が上記下限値として設定されてもよい。

30

## 【 0 0 4 5 】

以上、圧縮装置 1 の構造及び動作について説明したが、圧縮機の駆動中に停止条件が成立して膨張機が停止してしまうと、作動媒体が膨張機を介して循環流路を循環することができない。これに対し、圧縮装置 1 では、膨張機 4 2 が停止してしまっても、作動媒体がバイパス流路 4 9 を介して循環流路 4 8 を循環し続ける。これにより、熱交換器 3 0 において作動媒体による圧縮ガスの冷却を継続することができる。

## 【 0 0 4 6 】

圧縮装置 1 では、停止条件が成立したときにバイパス弁 V 1 を開放するのであれば、膨張機 4 2 は完全に停止している必要はない。膨張機 4 2 が僅かに回転しているため作動媒体の一部が膨張機 4 2 を流れ、作動媒体の大部分がバイパス流路 4 9 を流れることとなる。この場合においても、流入量制御部 5 3 により熱交換器 3 0 に流入した作動媒体の過熱度が下限値以上かつ上限値 S 1 以下となるようにポンプ 4 6 の回転数が調整される。

40

## 【 0 0 4 7 】

本実施形態では、第 1 流路 3 4 は、熱交換器 3 0 内において第 2 流路 3 6 よりも上流側に配置されているので、第 2 流路 3 6 を流れる冷却流体で圧縮ガスが冷却される前に当該圧縮ガスの有する熱エネルギーが第 1 流路 3 4 を流れる作動媒体により有効に回収される。よって、作動媒体が圧縮ガスからより多くのエネルギーを回収することが可能となる。

## 【 0 0 4 8 】

熱交換器 3 0 では、圧縮ガスが筐体 3 9 の内部空間を通るため、圧縮ガスを配管に通す場合に比べて圧縮ガスに生じる圧力損失を低減することができる。さらに、第 1 流路 3 4

50

及び第2流路36が蛇行して延びるチューブであることから、圧縮ガスからの熱回収を効率よく行うことができる。さらに、第1流路34の外周及び第2流路36の外周には、複数のフィン35, 37が形成されているので、圧縮ガスと第1流路34との接触面積及び圧縮ガスと第2流路36との接触面積がそれぞれ大きくなり、これにより圧縮ガスの冷却効率が向上する。なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

【0049】

例えば、熱エネルギー回収部20の起動時、より具体的には、膨張機42が定格回転時よりも回転数が低い低速回転時にバイパス弁V1が開放され、作動媒体がバイパス流路49を介して循環流路48を循環してもよい。なお、作動媒体の一部は膨張機42を通過する。この場合においても、流入量制御部53により熱交換器30に流入した作動媒体の過熱度が下限値以上かつ上限値S1以下となるようにポンプ46の回転数が調整される。

【0050】

このように、バイパス流路49に作動媒体を流すためのバイパス条件は必ずしも上述の停止条件と同じである必要はなく、膨張機42の停止時又は低速回転時、すなわち、作動媒体が膨張機42を介して循環流路48を十分に循環できないときをバイパス条件として設定してよい。その結果、膨張機42の駆動状態によらず熱交換器30において作動媒体により圧縮ガスが冷却される。

【0051】

また、上記実施形態では、バイパス流路49にバイパス弁V1に加えて膨張弁が設けられてもよい。このようにすれば、膨張機42の停止時に膨張弁の開度を調整して気相の作動媒体を膨張させることにより、冷却能力が低い凝縮器44を用いた場合であっても、確実に作動媒体を凝縮させることができる。

【0052】

また、上記実施形態では、強制循環時に流入量制御部53は、ポンプ46の回転数を制御することにより液相の作動媒体の熱交換器30への流入量を調整する例が示されたが、当該流入量の調整の仕方はこれに限られない。例えば、ポンプ46をバイパスするように循環流路48に接続された戻し流路と、この戻し流路に設けられた戻し弁と、が設けられ、流入量制御部53は、戻し弁の開度を調整することにより液相の作動媒体の熱交換器30への流入量を調整してもよい。

【0053】

また、上記実施形態では、圧縮装置1が単一の圧縮機10及び単一の熱交換器30を有する例が示されたが、圧縮装置1は、圧縮機及び熱交換器をそれぞれ2以上有してもよい。例えば、圧縮機及び熱交換器がそれぞれ2つ設けられる場合、第1の圧縮機から吐出された圧縮ガスが、第1の熱交換器で冷却された後に第2の圧縮機でさらに圧縮され、第2の熱交換器で冷却されてから外部に供給されるようにガスの流路が設けられる。各熱交換器は、作動媒体の循環流路上48において直列に配置されてもよく、並列に配置されてもよい。

【0054】

上記実施形態では、第1流路34及び第2流路36が異なる熱交換器内に形成されてもよい。作動媒体により圧縮ガスが十分に冷却される場合には、熱交換器30から第2流路36が省略されてもよい。

【0055】

バイパス流路49における作動媒体の流れを制御するバイパス弁として、熱交換器30からバイパス流路49への作動媒体の流れと、熱交換器30から膨張機42への作動媒体の流れとを切り替える切替弁が利用されてもよい。上記実施形態では、動力回収部として回転機械が膨張機42に接続されてもよい。

【0056】

10

20

30

40

50

冷却流体流路 6 0 上において、熱交換器 3 0 の第 2 流路 3 6 及び凝縮器 4 4 ( の冷却流体が流れる通路 ) が並列に配置されてもよい。また、冷却流体流路 6 0 上において、凝縮器 4 4 が第 2 流路 3 6 の下流に位置してもよい。

【 0 0 5 7 】

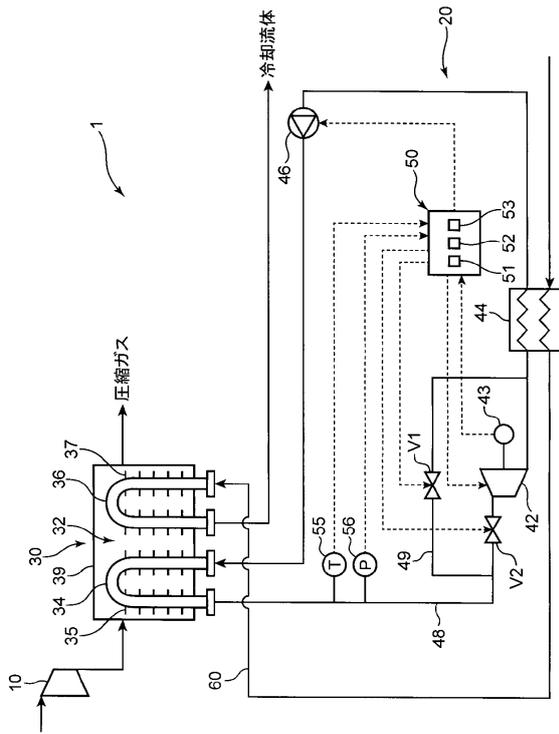
熱交換器 3 0 として、プレート式など他の熱交換器が利用されてもよい。発電機 4 3 には必ずしもインバータやコンバータが設けられる必要はない。

【 符号の説明 】

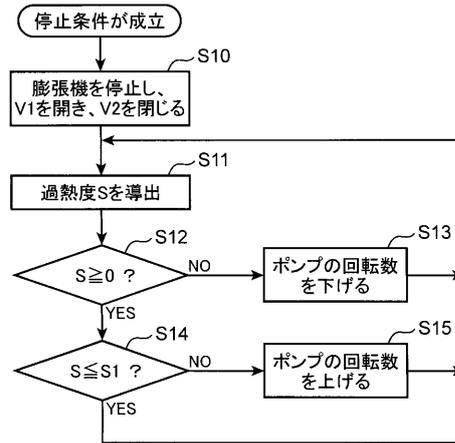
【 0 0 5 8 】

1 0	圧縮機	
2 0	熱エネルギー回収部	10
3 0	熱交換器	
3 2	ガス流路	
3 4	第 1 流路	
3 5	フィン	
3 6	第 2 流路	
3 7	フィン	
3 9	筐体	
4 2	膨張機	
4 3	動力回収部 ( 発電機 )	
4 4	凝縮器	20
4 6	ポンプ	
4 8	循環流路	
4 9	バイパス流路	
5 0	制御部	
5 1	膨張機制御部	
5 2	バイパス弁制御部	
5 3	流入量制御部	
V 1	バイパス弁	
V 2	遮断弁	

【図1】



【図2】



## フロントページの続き

- (72)発明者 西村 和真  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
- (72)発明者 足立 成人  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
- (72)発明者 成川 裕  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
- (72)発明者 松田 治幸  
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
- (72)発明者 垣内 哲也  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
- (72)発明者 壺井 昇  
兵庫県加古郡播磨町新島4番地 株式会社神戸製鋼所播磨汎用圧縮機工場内
- (72)発明者 福原 一徳  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内

審査官 金田 直之

- (56)参考文献 特表2013-526682(JP,A)  
特開2005-030727(JP,A)  
国際公開第2014/087639(WO,A1)  
特開2012-132454(JP,A)  
特開2014-058877(JP,A)  
特開2013-057256(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 17/00 - 21/20  
F01K 23/00 - 27/02  
F02G 5/00