

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4939582号
(P4939582)

(45) 発行日 平成24年5月30日(2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月2日(2012.3.2)

(51) Int.Cl. F I
F O 4 B 39/00 (2006.01) F O 4 B 39/00 1 O 7 J
F O 4 B 53/14 (2006.01) F O 4 B 21/04 B

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-206061 (P2009-206061)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成21年9月7日(2009.9.7)		三菱重工株式会社
(62) 分割の表示	特願2005-293867 (P2005-293867) の分割		東京都港区港南二丁目16番5号
原出願日	平成17年10月6日(2005.10.6)	(74) 代理人	100112737
(65) 公開番号	特開2009-287570 (P2009-287570A)		弁理士 藤田 考晴
(43) 公開日	平成21年12月10日(2009.12.10)	(74) 代理人	100118913
審査請求日	平成21年9月7日(2009.9.7)		弁理士 上田 邦生
		(72) 発明者	中道 憲治
			長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号
			三菱重工株式会社 長崎研究所内
		(72) 発明者	木村 誠一郎
			長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号
			三菱重工株式会社 長崎研究所内

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成17年5月17日付け 平成17年度、18年度、19年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「水素安全利用等基盤技術開発/水素インフラに関する研究開発/液体水素直接高圧ガス化昇圧ポンプの開発」委託研究、産業技術力特別強化法第19条の適用を受けるもの)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低温流体用昇圧ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外周面に複数本のリング溝が形成されたピストンと、前記リング溝内に配置される複数本のピストンリングと、これらピストンおよびピストンリングをその内部に形成されたシリンダ内に収容するシリンダブロックとを備えた低温流体用昇圧ポンプであって、

前記ピストンリングが、低温流体を圧縮する前記ピストンの一端面側から前記ピストンの他端面側にかけて、その漏れ抵抗が徐々に大きくなるように構成されており、

各ピストンリングにおける漏れ抵抗は、各ピストンリングの半径方向内側に配置されたバックアップリングとの組み合わせで調整されていることを特徴とする低温流体用昇圧ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、低温流体用昇圧ポンプに関するものであり、特に、低温の流体を圧縮して昇圧させる低温流体用昇圧ポンプに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、低温(例えば、-253 から -100)の流体(例えば、水素や窒素、LNG等)を圧縮して昇圧させる低温流体用昇圧ポンプとしては、ピストンの外周面にピストンリングを有するものが知られている(たとえば、非特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】遠藤拓也ほか著、「新エネルギー自動車」、山海堂、1995年1月、p. 221 - 222

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、このような従来の低温流体用昇圧ポンプでは、気密性を保つために、ピストンリングの外周面がシリンダの内周面に押しつけられながら摺動するようになっており、これらピストンリングとシリンダとの摩擦により発熱し、その熱により低温流体が温められて気化してしまい、ポンプ効率が低下してしまうといった問題点があった。特に、高圧を得ようとする場合には、ピストンリングの内周面側に流れ込んだ高圧の低温流体が、ピストンリングの外周面をシリンダの内周面にさらに強く押しつけられるように作用するため、これらピストンリングとシリンダとの摩擦が激しくなり、摩擦による発熱が著しく増加してしまうといった問題点があった。

10

【0005】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、ピストンリングがシリンダの内壁面に沿って摺動することにより発生する摩擦熱を低減させることができる低温流体用昇圧ポンプを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用した。

本発明による低温流体用昇圧ポンプは、外周面に複数本のリング溝が形成されたピストンと、前記リング溝内に配置される複数本のピストンリングと、これらピストンおよびピストンリングをその内部に形成されたシリンダ内に収容するシリンダブロックとを備えた低温流体用昇圧ポンプであって、前記ピストンリングが、低温流体を圧縮する前記ピストンの一端面側から前記ピストンの他端面側にかけて、その漏れ抵抗が徐々に大きくなるように構成されており、各ピストンリングにおける漏れ抵抗は、各ピストンリングの半径方向内側に配置されたバックアップリングとの組み合わせで調整されている。

30

このような低温流体用昇圧ポンプによれば、低温流体を圧縮するピストンの一端面（図9において下側の端面）に最も近いところに位置するピストンリングの漏れ抵抗が最も小さくなり、このピストンリングの一端面（図9において下側の端面）側の圧力 P_1' と、他端面（図9において上側の端面）側の圧力 P_2' との差が、従来のものよりも大幅に低減されることとなるので、このピストンリングの外周面をシリンダの内周面に押し付ける面圧を低減させることができ、ピストンリングがシリンダの内壁面に沿って摺動することにより発生する摩擦熱を大幅に低減させることができる。

また、このように、ピストンリングおよびシリンダ（すなわち、シリンダブロック）の発熱が抑制されることとなるので、シリンダ内に吸入された（流入した）低温流体の蒸発（気化）を抑制することができ、ポンプ効率を向上させることができる。

40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、ピストンリングがシリンダの内壁面に沿って摺動することにより発生する摩擦熱を低減させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明によるピストンリングの第1参考実施形態を示す図であって、ピストンリングの一部を切開した斜視図である。

【図2】本発明によるピストンリングの第2参考実施形態を示す図であって、ピストンリングの一部を切開した斜視図である。

50

【図3】本発明によるピストンリングの第3参考実施形態を示す図であって、ピストンリングの一部を切開した斜視図である。

【図4】本発明によるピストンリングの第4参考実施形態を示す図であって、ピストンリングの一部を切開した斜視図である。

【図5】本発明によるピストンリングの第5参考実施形態を示す図であって、ピストンリングの一部を切開した斜視図である。

【図6】本発明によるピストンリングの第6参考実施形態を示す図であって、ピストンリングの一部を切開した斜視図である。

【図7】本発明によるピストンリングの第7参考実施形態を示す図であって、ピストンリングの一部を切開した斜視図である。

【図8】本発明に係る低温流体用昇圧ポンプと、従来の低温流体用昇圧ポンプとを比較するための図であって、(a)はピストンリングの位置と漏れ抵抗との関係を示すグラフ、(b)はピストンリングの位置と圧力との関係を示すグラフである。

【図9】本発明による低温流体用昇圧ポンプの概略縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明による低温流体用昇圧ポンプのピストンリング(以下、「ピストンリング」という。)第1参考実施形態について、図1および図9を参照しながら説明する。図1は、本実施形態に係るピストンリングの一部を切開した斜視図であり、図9は、本発明によるピストンリングを具備した低温流体用昇圧ポンプの概略縦断面図である。

【0010】

図9に示すように、低温流体用昇圧ポンプ1は、図示しない駆動部と、この駆動部により駆動されるポンプ部2とを主たる要素として構成されたものである。

ポンプ部2は、ピストン3と、ピストンロッド4と、シリンダブロック5とを備えたものである。

ピストン3は、例えば、銅からなる、シリンダブロック5の内部に形成されたシリンダ6内に往復動可能に収容された概略円筒状を呈する部材であり、その一端面(図9において下側の端面)により低温流体(例えば、液体水素、液体窒素、液化炭酸ガス、液化天然ガス、液化プロパンガス等)が圧縮され得るようになっている。

また、ピストン3の外周面(すなわち、シリンダ6の内周面(シリンダ壁)と対向する面)には、周方向に沿って複数本(本実施形態では3本)のリング溝7が形成されるとともに、これらリング溝7内には、ピストンリング8がそれぞれ配置されている。

【0011】

ピストンロッド4は、断面視円形を呈する概略棒状の部材であり、その一端部は、ピストン3の他端面中央部に連結されるとともに、その他端部は、図示しない駆動部の動力伝達部に接続されている。

動力伝達部は、駆動源からの動力によりピストンロッド4を、例えば、2mmのストロークで上下方向に直線的に往復動させるものである(図1中の実線矢印参照)。

【0012】

シリンダブロック5は、その内部に概略中空円筒状のシリンダ6を有する部材である。シリンダ6の底面(図9において下側の面)には、大気圧状態の低温流体が流入する流体流入口9と、ピストン3の一端面により圧縮された(40MPa程度に昇圧された)低温流体が流出する流体流出口10とが設けられている。これら流体流入口9および流体流出口10には配管11がそれぞれ接続されており、流体流入口9の上流側近傍および流体流出口10の下流側近傍に位置する配管11にはそれぞれ逆止弁(チェック弁)12, 13が設けられている。

また、シリンダ6の上面(図9において上側の面)には、ピストンロッド4が貫通する貫通穴14が設けられているとともに、ピストンロッド4と貫通穴14の間にはシール15が設けられている。

【0013】

10

20

30

40

50

以上の構成により、低温流体用昇圧ポンプ 1 では、駆動源からの動力により上下方向へ直線的に往復動するピストンロッド 4 により、このピストンロッド 4 の一端部に接続されたピストン 3 がシリンダ 6 内を往復動し、流体流入口 9 からシリンダ 6 内に吸入された低温流体が、ピストン 3 の一端面により圧縮されて、所望の圧力（例えば、1.3 MPa 程度）に加圧（昇圧）された後、流体流出口 10 からシリンダブロック 5 の外部に導き出されるようになっている。

【0014】

つぎに、ピストンリング 8 ついて、図 1 を用いてさらに詳しく説明する。

ピストンリング 8 は、樹脂（例えば、ポリ 4 フッ化エチレン）からなり、その外周面には、周方向に沿って複数本（本実施形態では 3 本）の周溝 8 a が設けられている。これら周溝 8 a は、例えば、ピストンリング 8 の高さ方向（図 1 において上下方向）における中間点から一側（図 1 において上側）にかけて、所定深さだけ彫り込まれるように形成されている。

なお、図 1 中の符号 8 b は、ピストンリング 8 の合口（段付合口）を示している。

【0015】

本実施形態によるピストンリング 8 によれば、その外周面に複数本の周溝 8 a が設けられているので、ピストンリング 8 の外周面とシリンダ 6 の内周面との接触面積を低減させることができ、ピストンリング 8 がシリンダ 6 の内壁面に沿って摺動することにより発生する摩擦熱を低減させることができる。

また、このようなピストンリング 8 を備えた低温流体用昇圧ポンプ 1 によれば、ピストンリング 8 およびシリンダ 6（すなわち、シリンダブロック 5）の発熱が抑制されることとなるので、シリンダ 6 内に吸入された（流入した）低温流体の蒸発（気化）を抑制することができ、ポンプ効率を向上させることができる。

さらに、ピストンリング 8 の外周面とシリンダ 6 の内周面との間を、ピストンリング 8 の他側（図 1 において下側）から一側（図 1 において上側）に向かって、低温流体の一部が通過していくこととなるので、ピストンリング 8 およびシリンダ 6（すなわち、シリンダブロック 5）の発熱をさらに抑制することができ、シリンダ 6 内に吸入された（流入した）低温流体の蒸発（気化）をさらに抑制することができ、ポンプ効率をさらに向上させることができる。

さらにまた、ピストンリング 8 の外周面とシリンダ 6 の内周面との間を、ピストンリング 8 の他側（図 1 において下側）から一側（図 1 において上側）に向かって漏れていく低温流体は、周溝 8 a が設けられていない狭い部分と、周溝 8 a が設けられている広い部分とを交互に通過していくことになる。周溝 8 a が設けられていない狭い部分では、圧力が低下し、速度が増加する。周溝 8 a が設けられている広い部分では、渦流れが起こり、速度が減少する。これにより、ピストンリング 8 の外周面とシリンダ 6 の内周面との間を通過していく低温流体の圧力は、徐々に低下させられることになる。すなわち、ラビリンス（labyrinth）効果を得ることができる。

さらにまた、周溝 8 a の断面形状、配置、数等を変更するだけで、ピストンリング 8 の外周面とシリンダ 6 の内周面との間を、ピストンリング 8 の他側（図 1 において下側）から一側（図 1 において上側）に向かって通過していく低温流体の量を容易に調整することができる。

【0016】

本発明によるピストンリングの第 2 参考実施形態を、図 2 を用いて説明する。

本実施形態におけるピストンリング 20 は、その外周面に周溝 8 a が形成された周溝加工部 21 と、この周溝加工部 21 が取り付けられることにより一本のピストンリング 20 を形成するピストンリング本体 22 とを備えているという点で前述した第 1 参考実施形態のものとは異なる。

なお、前述した第 1 参考実施形態と同一の部材には同一の符号を付し、ここではそれらについての説明は省略する。

【0017】

10

20

30

40

50

周溝加工部 2 1 は、(加工性に優れた)金属からなり、その外周面には、周方向に沿って複数本(本実施形態では 3 本)の周溝 8 a が設けられている。また、周溝加工部 2 1 の外周面(少なくともシリンダ 6 の内周面と接触する部分)には、樹脂(例えば、ポリ 4 フッ化エチレン)あるいは金属(例えば、二硫化モリブデン)によるコーティングが施されている。

ピストンリング本体 2 2 は、樹脂(例えば、ポリ 4 フッ化エチレン)からなり、その周縁部には、ピストンリング 2 0 の高さ方向における中間点から一側(図 2 において上側)にかけて、周溝加工部 2 1 を受け入れる(取り付ける)ための段部 2 2 a が設けられている。

【0018】

本実施形態によるピストンリング 2 0 によれば、周溝加工部 2 1 と、ピストンリング本体 2 2 とが別部材とされ、周溝加工部 2 1 が、樹脂よりも加工性に優れた(富んだ)金属により作製されることとなるので、ピストンリング 2 0 の生産性を向上させることができ、製造コストの低減化を図ることができる。

その他の作用効果は、前述した第 1 参考実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0019】

本発明によるピストンリングの第 3 参考実施形態を、図 3 を用いて説明する。

本実施形態におけるピストンリング 3 0 は、周溝 8 a の代わりに縦溝 3 0 a が形成されているという点で前述した第 1 参考実施形態のものと異なる。

【0020】

ピストンリング 3 0 は、樹脂(例えば、ポリ 4 フッ化エチレン)からなり、その外周面には、高さ方向(図 3 において上下方向)に沿って複数本の縦溝 3 0 a が設けられている。これら縦溝 3 0 a は、例えば、ピストンリング 3 0 の高さ方向における中間点から一側(図 3 において上側)にかけて、所定深さだけ彫り込まれるように形成されている。

なお、図 3 においては、ピストンリング 3 0 の合口(段付合口)を省略し、図示していない。

【0021】

本実施形態によるピストンリング 3 0 によれば、その外周面に複数本の縦溝 3 0 a が設けられているので、ピストンリング 3 0 の外周面とシリンダ 6 の内周面との接触面積を低減させることができ、ピストンリング 3 0 がシリンダ 6 の内壁面に沿って摺動することにより発生する摩擦熱を低減させることができる。

また、これら縦溝 3 0 a は、周溝 8 a を加工するよりも容易に加工することができるので、ピストンリング 3 0 の生産性をさらに向上させることができ、製造コストの低減化をさらに図ることができる。

さらに、このようなピストンリング 3 0 を備えた低温流体用昇圧ポンプ 1 によれば、ピストンリング 3 0 およびシリンダ 6 (すなわち、シリンダブロック 5)の発熱が抑制されることとなるので、シリンダ 6 内に吸入された(流入した)低温流体の蒸発(気化)を抑制することができ、ポンプ効率を向上させることができる。

さらにまた、ピストンリング 3 0 の外周面とシリンダ 6 の内周面との間を、ピストンリング 3 0 の他側(図 3 において下側)から一側(図 3 において上側)に向かって、低温流体の(極)一部が通過していくこととなるので、ピストンリング 3 0 およびシリンダ 6 (すなわち、シリンダブロック 5)の発熱をさらに抑制することができ、シリンダ 6 内に吸入された(流入した)低温流体の蒸発(気化)をさらに抑制することができ、ポンプ効率をさらに向上させることができる。

さらにまた、縦溝 3 0 a の断面形状、配置、数等を変更するだけで、ピストンリング 3 0 の外周面とシリンダ 6 の内周面との間を、ピストンリング 3 0 の他側(図 3 において下側)から一側(図 3 において上側)に向かって通過していく低温流体の量を容易に調整することができる。

【0022】

10

20

30

40

50

本発明によるピストンリングの第4参考実施形態を、図4を用いて説明する。

本実施形態におけるピストンリング40は、縦溝30aの代わりに斜め溝40aが形成されているという点で前述した第3参考実施形態のものと異なる。

【0023】

ピストンリング40は、樹脂（例えば、ポリ4フッ化エチレン）からなり、その外周面には、高さ方向（図4において上下方向）に沿って複数本の斜め溝40aが設けられている。これら斜め溝40aは、例えば、ピストンリング40の高さ方向における中間点から一側（図4において上側）にかけて、所定深さだけ彫り込まれるように形成されている。

なお、図4においては、ピストンリング40の合口（段付合口）を省略し、図示していない。

10

【0024】

本実施形態によるピストンリング40によれば、その外周面に複数本の斜め溝40aが設けられているので、ピストンリング40の外周面とシリンダ6の内周面との接触面積を低減させることができ、ピストンリング40がシリンダ6の内壁面に沿って摺動することにより発生する摩擦熱を低減させることができる。

また、これら斜め溝40aは、周溝8aを加工するよりも容易に加工することができるので、ピストンリング40の生産性を向上させることができ、製造コストの低減化を図ることができる。

さらに、このようなピストンリング40を備えた低温流体用昇圧ポンプ1によれば、ピストンリング40およびシリンダ6（すなわち、シリンダブロック5）の発熱が抑制されることとなるので、シリンダ6内に吸入された（流入した）低温流体の蒸発（気化）を抑制することができ、ポンプ効率を向上させることができる。

20

さらにまた、ピストンリング40の外周面とシリンダ6の内周面との間を、ピストンリング40の他側（図4において下側）から一側（図4において上側）に向かって、低温流体の（極）一部が通過していくこととなるので、ピストンリング40およびシリンダ6（すなわち、シリンダブロック5）の発熱をさらに抑制することができ、シリンダ6内に吸入された（流入した）低温流体の蒸発（気化）をさらに抑制することができ、ポンプ効率をさらに向上させることができる。

さらにまた、ピストンリング40の外周面とシリンダ6の内周面との間を、ピストンリング40の他側から一側に向かって進む低温流体の流れを阻害するように斜め溝40aが設けられているので、ピストンリング40の外周面とシリンダ6の内周面との間を、ピストンリング40の他側から一側に向かって進む低温流体の流動抵抗を、縦溝30aのものよりも増加させることができる。

30

さらにまた、斜め溝40aの断面形状、配置（角度）、数等を変更するだけで、ピストンリング40の外周面とシリンダ6の内周面との間を、ピストンリング40の他側（図4において下側）から一側（図4において上側）に向かって通過していく低温流体の量を容易に調整することができる。

【0025】

本発明によるピストンリングの第5参考実施形態を、図5を用いて説明する。

本実施形態におけるピストンリング50は、斜め溝40aの代わりに反転溝50aが形成されているという点で前述した第4参考実施形態のものと異なる。

40

【0026】

ピストンリング50は、樹脂（例えば、ポリ4フッ化エチレン）からなり、その外周面には、高さ方向（図5において上下方向）に沿って複数本の反転溝50aが設けられている。これら斜め溝50aは、例えば、ピストンリング50の高さ方向における中間点から一側（図5において上側）にかけて、一方向に（図5において左上から右下に向かって）所定深さだけ彫り込まれるように形成されており、ピストンリング50の高さ方向における中間点から他側（図5において下側）にかけて、他方向に（図5において左下から右上に向かって）所定深さだけ彫り込まれるように形成されている。

なお、図5においては、ピストンリング50の合口（段付合口）を省略し、図示してい

50

ない。

【0027】

本実施形態によるピストンリング50によれば、その外周面に複数本の反転溝50aが設けられているので、ピストンリング50の外周面とシリンダ6の内周面との接触面積を低減させることができ、ピストンリング50がシリンダ6の内壁面に沿って摺動することにより発生する摩擦熱を低減させることができる。

また、これら反転溝50aは、周溝8aを加工するよりも容易に加工することができるので、ピストンリング50の生産性を向上させることができ、製造コストの低減化を図ることができる。

さらに、このようなピストンリング50を備えた低温流体用昇圧ポンプ1によれば、ピストンリング50およびシリンダ6（すなわち、シリンダブロック5）の発熱が抑制されることとなるので、シリンダ6内に吸入された（流入した）低温流体の蒸発（気化）を抑制することができ、ポンプ効率を向上させることができる。

さらにまた、ピストンリング50の外周面とシリンダ6の内周面との間を、ピストンリング50の他側（図5において下側）から一側（図5において上側）に向かって、低温流体の（極）一部が通過していくこととなるので、ピストンリング50およびシリンダ6（すなわち、シリンダブロック5）の発熱をさらに抑制することができ、シリンダ6内に吸入された（流入した）低温流体の蒸発（気化）をさらに抑制することができ、ポンプ効率をさらに向上させることができる。

さらにまた、ピストンリング50の外周面とシリンダ6の内周面との間を、ピストンリング50の他側から一側に向かって進む低温流体の流れを阻害するように反転溝50aが設けられているので、ピストンリング50の外周面とシリンダ6の内周面との間を、ピストンリング50の他側から一側に向かって進む低温流体の流動抵抗を、斜め溝40aのものよりも増加させることができる。

さらにまた、反転溝50aの断面形状、配置（角度）、数等を変更するだけで、ピストンリング50の外周面とシリンダ6の内周面との間を、ピストンリング50の他側（図5において下側）から一側（図5において上側）に向かって通過していく低温流体の量を容易に調整することができる。

【0028】

本発明によるピストンリングの第6参考実施形態を、図6を用いて説明する。

本実施形態におけるピストンリング60は、その内部に熱伝導率の高い材料61が包含されているという点で前述した実施形態のものと異なる。

【0029】

ピストンリング60は、樹脂（例えば、ポリ4フッ化エチレン）からなり、その内部には、図6中に黒点（ドット）で示すように、熱伝導率の高い材料（例えば、粉末状の銅等）61が、例えば、60wt%程度包含（含浸）されている。また、この熱伝導率の高い材料61は、図6に示すように、半径方向内側の一面側（図6において上側）により多く分布するように配置されている。

なお、図6における符号62は、バックアップリングを示している。

【0030】

本実施形態によるピストンリング60によれば、このピストンリング60に生じた熱（すなわち、ピストンリング60がシリンダ6の内壁面に沿って摺動することにより発生した摩擦熱）が、ピストンリング60の内部に包含された熱伝導率の高い材料61を介して、熱容量の大きいピストン3に伝達されることとなるので、ピストンリング60の温度上昇を低減させることができる。

また、このようなピストンリング60を備えた低温流体用昇圧ポンプ1によれば、ピストンリング60の発熱が抑制されることとなるので、シリンダ6内に吸入された（流入した）低温流体の蒸発（気化）を抑制することができ、ポンプ効率を向上させることができる。

【0031】

本発明によるピストンリングの第7参考実施形態を、図7を用いて説明する。

本実施形態におけるピストンリング70は、その内部に包含された熱伝導率の高い材料61を、半径方向内側の一面側(図6において上側)により多く分布するように配置させる代わりに、伝熱材71が設けられているという点で前述した実施形態のものと異なる。

【0032】

ピストンリング70は、樹脂(例えば、ポリ4フッ化エチレン)からなり、その内部には、図7中に黒点(ドット)で示すように、熱伝導率の高い材料(例えば、粉末状の銅等)61が、例えば、60wt%程度包含(含浸)されている。また、この熱伝導率の高い材料61は、図7に示すように、全体にわたって略均一になるように配置されている。

なお、図7における符号62は、バックアップリングを示している。

伝熱材71は、熱伝導率の高い材料(例えば、銅やインジウム等)から作り出された平面視輪状の板状部材であり、ピストンリング70の、半径方向内側の一面側(図7において上側)に密着して配置されている。

【0033】

本実施形態によるピストンリング70によれば、このピストンリング70に生じた熱(すなわち、ピストンリング70がシリンダ6の内壁面に沿って摺動することにより発生した摩擦熱)が、ピストンリング70の内部に包含された熱伝導率の高い材料61および伝熱材71を介して、熱容量の大きいピストン3に伝達されることとなるので、ピストンリング70の温度上昇を低減させることができる。

また、このようなピストンリング70を備えた低温流体用昇圧ポンプ1によれば、ピストンリング70の発熱が抑制されることとなるので、シリンダ6内に吸入された(流入した)低温流体の蒸発(気化)を抑制することができ、ポンプ効率を向上させることができる。

【0034】

つぎに、本発明による低温流体用昇圧ポンプの一実施形態について、図8および図9を参照しながら説明する。図8は、本実施形態に係る低温流体用昇圧ポンプと、従来の低温流体用昇圧ポンプとを比較するための図であって、(a)はピストンリングの位置と漏れ抵抗との関係を示すグラフ、(b)はピストンリングの位置と圧力との関係を示すグラフである。

図9に示す低温流体用昇圧ポンプ1については、先に詳しく述べたので、ここではその説明を省略する。

【0035】

さて、図8中における第1のピストンリング、第2のピストンリング、および第3のピストンリングはそれぞれ、図9中において、ピストン3の一端面(図9において下側の端面)側に位置するピストンリング、中間に位置するピストンリング、ピストン3の他端面(図9において上側の端面)側に位置するピストンリングのことである。

本実施形態に係る低温流体用昇圧ポンプでは、図8(a)に示すように、第1のピストンリングにおける漏れ抵抗が最も小さくなり、第2のピストンリング、第3のピストンリングにいくに従って漏れ抵抗が徐々に大きくなるように構成されている。これにより、図8(b)に示すように、第1のピストンリングの一端面(図9において下側の端面)側の圧力 P_1' が最も大きくなり、第1のピストンリングの他端面(図9において上側の端面)側の圧力 P_2' 、第2のピストンリングの他端面(図9において上側の端面)側の圧力 P_3' 、第3のピストンリングの他端面(図9において上側の端面)側の圧力 P_4' が順次小さくなるようになっている。

【0036】

各ピストンリングにおける漏れ抵抗は、例えば、各ピストンリングの半径方向内側に配置されたバックアップリングとの組み合わせで調整することが可能である。

また、各ピストンリングにおける漏れ抵抗は、第1のピストンリングとして、例えば、段付合口(ステップ合口)等の漏れ抵抗の小さいものを使用し、第3のピストンリングとして、例えば、二重段付合口(ダブルアングル合口)等の漏れ抵抗の大きいものを使用し

10

20

30

40

50

、第2のピストンリングとして、これら第1のピストンリングと第3のピストンリングとの略中間程度の漏れ抵抗を有するものを使用して調整することもできる。

さらに、第1のピストンリング、第2のピストンリング、および第3のピストンリングが、同じ形状の合口、例えば、段付合口（ステップ合口）を有するものである場合には、合口の開き具合が、第1のピストンリングにおいて最も開き気味になり、第3のピストンリングにおいて最も閉じ気味になるようにして、各ピストンリングにおける漏れ抵抗を調整することも可能である。

【0037】

本実施形態による低温流体用昇圧ポンプ1によれば、低温流体を圧縮するピストン3の一端面（図9において下側の端面）に最も近いところに位置するピストンリングの漏れ抵抗が最も小さくなり、このピストンリングの一端面（図9において下側の端面）側の圧力 $P1'$ と、他端面（図9において上側の端面）側の圧力 $P2'$ との差が、従来のものよりも大幅に低減されることとなるので、このピストンリングの外周面をシリンダ6の内周面に押し付ける面圧を低減させることができ、ピストンリングがシリンダ6の内壁面に沿って摺動することにより発生する摩擦熱を大幅に低減させることができる。

10

また、このように、ピストンリングおよびシリンダ6（すなわち、シリンダブロック5）の発熱が抑制されることとなるので、シリンダ6内に吸入された（流入した）低温流体の蒸発（気化）を抑制することができ、ポンプ効率を向上させることができる。

【符号の説明】

【0038】

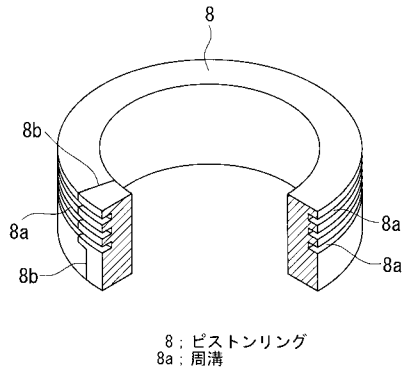
20

- 1 低温流体用昇圧ポンプ
- 3 ピストン
- 5 シリンダ
- 6 シリンダブロック
- 7 リング溝
- 8 ピストンリング
- 8 a 周溝
- 20 ピストンリング
- 21 周溝加工部
- 22 ピストンリング本体
- 30 ピストンリング
- 30 a 縦溝
- 40 ピストンリング
- 40 a 斜め溝
- 50 ピストンリング
- 50 a 反転溝
- 60 ピストンリング
- 61 熱伝導率の高い材料
- 70 ピストンリング
- 71 伝熱材

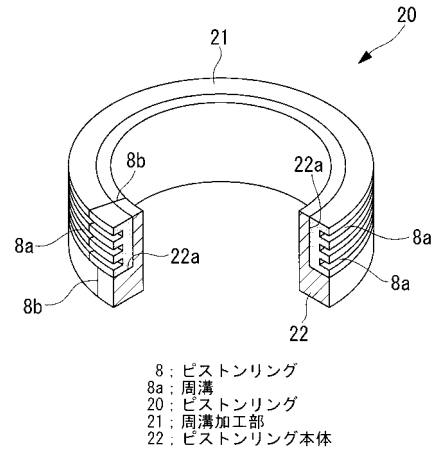
30

40

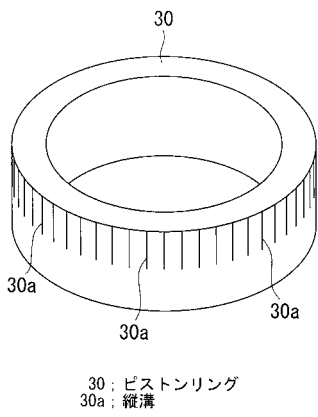
【図1】



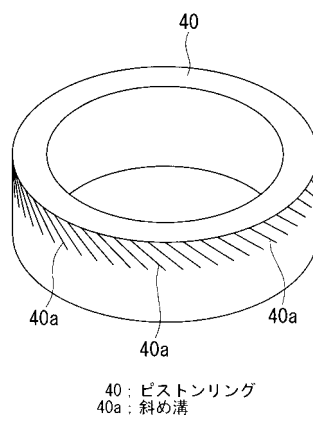
【図2】



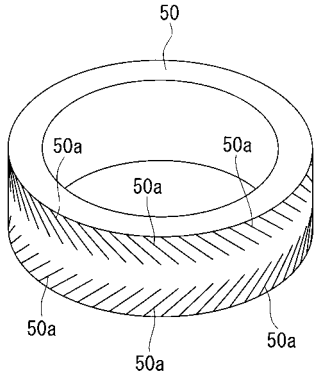
【図3】



【図4】

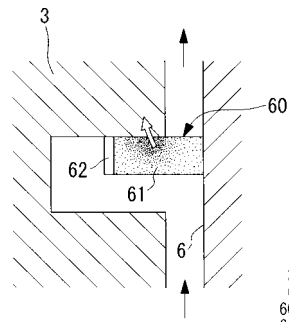


【図5】



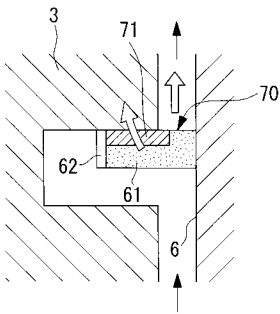
50: ピストンリング
 50a: 反転溝

【図6】



3: ピストン
 6: シリンダブロック
 60: ピストンリング
 61: 熱伝導率の高い材料

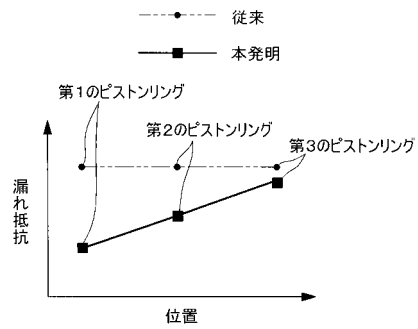
【図7】



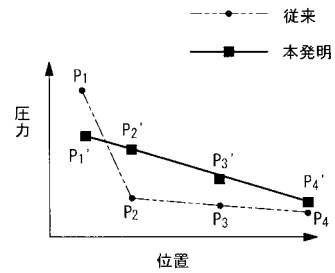
3: ピストン
 6: シリンダブロック
 61: 熱伝導率の高い材料
 70: ピストンリング
 71: 伝熱材

【図8】

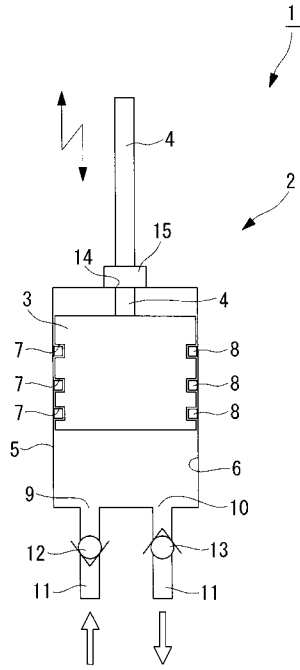
(a)



(b)



【図9】



- 1: 低温流体用昇圧ポンプ
- 3: ピストン
- 5: シリンダ
- 6: シリンダブロック
- 7: リング溝
- 8: ピストンリング

フロントページの続き

- (72)発明者 木原 勇一
長崎県長崎市深堀町五丁目7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内
- (72)発明者 湯下 篤
長崎県長崎市深堀町五丁目7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内
- (72)発明者 林 慎之
長崎県長崎市深堀町五丁目7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内

審査官 熊谷 健治

- (56)参考文献 特開昭60-075776(JP,A)
特開昭52-113453(JP,A)
実開昭50-107861(JP,U)
実開平04-041153(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04B 39/00 - 39/16
F04B 9/00 - 15/08
F04B 21/00 - 23/14
F16J 1/00 - 1/24
F16J 7/00 - 10/04