

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5636042号
(P5636042)

(45) 発行日 平成26年12月3日 (2014. 12. 3)

(24) 登録日 平成26年10月24日 (2014. 10. 24)

(51) Int. Cl.	F I
FO4C 25/02 (2006.01)	F O 4 C 25/02 K
FO4C 23/00 (2006.01)	F O 4 C 23/00 F
FO4B 37/16 (2006.01)	F O 4 B 37/16 D

請求項の数 7 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2012-507816 (P2012-507816)	(73) 特許権者	507261364
(86) (22) 出願日	平成22年3月31日 (2010. 3. 31)		エドワーズ リミテッド
(65) 公表番号	特表2012-525534 (P2012-525534A)		イギリス アールエイチ 10 9エルダブ
(43) 公表日	平成24年10月22日 (2012. 10. 22)		リユー ウェスト サセックス クローリ
(86) 国際出願番号	PCT/GB2010/050572		ー マナー ロイアル
(87) 国際公開番号	W02010/125368	(74) 代理人	100092093
(87) 国際公開日	平成22年11月4日 (2010. 11. 4)		弁理士 辻居 幸一
審査請求日	平成25年3月6日 (2013. 3. 6)	(74) 代理人	100082005
(31) 優先権主張番号	0907298. 4		弁理士 熊倉 禎男
(32) 優先日	平成21年4月29日 (2009. 4. 29)	(74) 代理人	100088694
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		弁理士 弟子丸 健
		(74) 代理人	100103609
			弁理士 井野 砂里
		(74) 代理人	100095898
			弁理士 松下 満

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

腐食性の流体をポンピングするためのドライ真空ポンプであって、

高真空度の流体の入口と低真空度の流体の出口の間の流体流路に沿った複数のポンピング段を有するドライポンピング機構を備え、各ポンピング段はそれぞれステーターとローターを備え、前記ポンピング段はルーツポンピング機構又はクローポンピング機構を備え、

前記流路の第1のセクションにおける前記ポンピング機構の材料は、前記第1のセクションの下流側の前記流路の第2のセクションにおける前記ポンピング機構の材料よりも耐腐食性に劣る材料である、ドライ真空ポンプ。

【請求項 2】

前記第1のセクションと前記第2のセクションの材料はそれぞれ、前記第1のセクションの腐食層の成長が前記第2のセクションの腐食層の成長と等しいか、それよりも少なくなるようになっている、請求項1記載の真空ポンプ。

【請求項 3】

前記第1のセクションと前記第2のセクションは、前記複数のポンピング段のそれぞれによって定義される、請求項1又は2記載の真空ポンプ。

【請求項 4】

前記第1のセクションは前記流体流路にそって前記第2のセクションに隣接している、請求項1ないし3のいずれか1項に記載の真空ポンプ。

【請求項 5】

前記第 2 のセクションのポンピング段はそれぞれニッケルリッチの鉄から製造された部材を備えている、請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の真空ポンプ。

【請求項 6】

前記第 1 のセクションのポンピング段はそれぞれ球状黒鉛鉄から製造された部材を備えている、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の真空ポンプ。

【請求項 7】

前記ポンピング段の部材は、腐食性気体のポンピングの間の各段における腐食層の成長がお互いにほぼ等しくなるように選択された材料で製造される、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の真空ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は真空ポンプに関し、特に腐食性の流体をポンピングするのに適した真空ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

ポンピング機構 5 2 を有する従来の真空ポンプ 5 0 を図 7 に示している。このポンピング機構は、高真空度の流体のための入口 5 8 と低真空度から大気圧ほどの流体のための出口 6 0 の間の流体流路 5 6 に沿った複数のポンピング段 5 4 を有する。5 段のポンピング段 5 4 が示されている。モーター 6 2 は各ポンピング段 5 4 内で、ステーター S に対してローター R を回転駆動する。

【0003】

くみ出される流体がフッ素のような腐食剤を含む場合、ポンピング機構 5 2 が腐食する。時間が経過すると、ポンピング機構の部材表面に腐食層が成長し、ポンピング段 5 4 のローター R とステーター S との間の運転隙間が減少してしまう。長時間にわたるポンプ動作が続くと、腐食によってポンプ段のローターとステーターが接触するようになり、ポンプが故障してしまう。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

耐腐食性の材料でポンピング機構を製造することにより、真空ポンプ内の腐食を減らすことが可能であるが、一般的にそのような材料は高価である。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、腐食性の流体をポンピングするための真空ポンプであって、高真空度の流体の入口と低真空度の流体の出口の間の流体流路に沿った複数のポンピング段を有するポンピング機構を備え、前記流路の第 1 のセクションにおける前記ポンピング機構の材料は、前記第 1 のセクションの下流側の前記流路の第 2 のセクションにおける前記ポンピング機構の材料よりも耐腐食性に劣った材料である。

【0006】

本発明のその他の好ましい及び／又は任意的な態様は付随する特許請求の範囲で定義されている。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】真空ポンプの簡略化した断面図である。

【図 2】相対的に耐腐食性に劣った材料で製造されたポンピング機構を有するポンプについて、ポンプ参照温度に対し、時間経過による腐食層の成長を示すグラフである。

【図 3】相対的に耐腐食性に優れた材料で製造されたポンピング機構を有するポンプについて、ポンプ参照温度に対し、時間経過による腐食層の成長を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図４】相対的に耐腐食性に優れた材料と相対的に耐腐食性に劣った材料とで製造されたポンピング機構を有するポンプについて、ポンプ参照温度に対し、時間経過による腐食層の成長を示すグラフである。

【図５】耐腐食性に優れた材料と耐腐食性に劣った材料の特性を示す表である。

【図６】耐腐食性に優れた材料の組成の一例を示す表である。

【図７】従来の真空ポンプの簡略化した断面図である。

【発明を実施するための形態】

【０００８】

本発明がより理解されるよう、あくまでも例示にすぎない本発明の実施形態を、図面を参照しながら説明する。

10

【０００９】

図１に腐食性の流体をポンピングするための複数段の真空ポンプ１０を示している。ポンピング機構１２は、高真空度の流体のための入口１８と低真空度から大気圧ほどの流体のための出口２０の間の流体流路１６に沿った、流体をポンピングするための複数のポンピング段１４を有している。この例では５段のポンピング段が示されている。モーター２２は各ポンピング段１４内で、ステーターＳに対してローターＲを回転駆動する。

【００１０】

本発明に至るまでに、図７に示しているような従来技術の解析が行われ、図２に従来のポンプについて、ポンプ参照温度に対する、時間経過（この例では１０００時間である）による腐食層の成長をプロットしたグラフを示している。グラフ中の第１の線は流路５６に沿った中間部のポンピング段のローター及びステーターの表面の成長を示し、第２の線は流路５６に沿った最終ポンピング段のローター及びステーターの表面の成長を示している。この例における中間ポンピング段は第３段である。腐食層の成長はミクロン単位で測定され、温度はセ氏温度で測定されている。グラフ中で使用されている温度は最終ポンピング段で測定されたポンプ参照温度である。中間ポンピング段における温度はグラフに示された温度より低い、簡略化のために示されていないことがわかる。ポンプ参照温度は動作中に上昇し、この上昇は吸引される流体のタイプやポンプにより実行される仕事、といった多くの要素に依存する。

20

【００１１】

図７において、ポンピング機構の材料は、比較的耐腐食性に劣るものである。このような材料の例として、球状黒鉛鉄（ＳＧ　ｉｒｏｎ）がある。図２から分かるように、最終段の腐食層の成長は中間のポンピング段の成長よりも相当大きく、ポンプ参照温度が２００℃のとき特に大きい。この参照温度において、中間段の腐食層の成長が５０μｍあまりにすぎないのに対し、最終段の腐食層の成長はちょうど４００μｍに満たない程になっている。

30

【００１２】

図３には、図２に示されたグラフと同等のものであるが、ポンプの材料が比較的耐腐食性に優れている場合を示している。このような材料の例としてニッケルリッチの球状黒鉛鉄（Ｎｉ－ｒｉｃｈ　ＳＧ　ｉｒｏｎ）がある。図３において、中間ポンピング段および最終ポンピング段のどちらにおいても腐食層の成長が減少しているが、中間ポンピング段における成長が約３０μｍ減少して約２０μｍとなったのにすぎないのに対し、最終ポンピング段における成長は約３００μｍ減少して、ちょうど１００μｍを下回る程度になっている。

40

【００１３】

図７に示されたポンプでは、流路５６に沿った流体の圧力は、典型的には流路に沿ってひとつのポンピング段から次のポンピング段へと圧縮比が上がっていくような各ポンピング段５４によって流体が圧縮されるため、入口５８から出口６０にかけて上昇していく。流体とポンピング機構の温度もまた流路に沿って上昇していく。

【００１４】

このため、くみ出される流体がフッ素のような腐食剤を含む場合、ポンピング機構５２

50

に生じる腐食の量は、温度や圧力が上昇するため、流路56に沿って増加する。圧力上昇によって、ポンピング機構を腐食する腐食性分子の量は増加し、温度上昇によって腐食性の反応が増加する。従って、腐食層の成長は中間のポンピング段よりも最終ポンピング段の方がより大きくなる。このため、成長が最大になるポンピング機構の最終段で運転隙間が減少し、ポンプの故障が発生してしまう。図3に示しているように耐腐食性が向上する一方で、ポンピング機構の最終段でしばしば故障が発生する。

【0015】

図1に示しているポンプにおいて、ポンピング機構は第1のセクション24と第2のセクション26とを有している。第2のセクション26は第1のセクション24の下流にある。動作の間、下流のセクション26の温度と圧力は上流のセクション24の温度と圧力よりも高くなっている。従って、腐食性の流体をポンピングするとき、セクション24の腐食はセクション26の腐食よりも少ない。セクション24のローターとステーター上への腐食層の成長はセクション26よりも少ないため、第1のセクション24は第2のセクション26よりも耐腐食性に劣ったものにする。このため、第2のセクションの材料よりも相対的に安価な材料で第1のセクションを製造することができる。

【0016】

第1のセクション24と第2のセクション26はそれぞれ複数のポンピング段14を有している。第1のセクションは流体流路に沿って第2のセクションと隣接している。図1では、第1のセクションは第1、第2、第3のポンピング段を有し、第2のセクションは第4、第5のポンピング段を有している。他の配置では、第1のセクションと第2のセクションの一方を単一のポンピング段にしてもよい。例えば、第1のセクションが第1ないし第4のポンピング段を有するようにして、第2のセクションが第5のポンピング段を有するようにしてもよい。第1ないし第4段は耐腐食性に劣った材料で製造してもよいが、最終の下流ポンピング段において温度と圧力は最大となるため、この段は耐腐食性の材料で作るのが望ましい。代替として、第1のセクションが第1のポンピング段を有し、第2のセクションが第2ないし第5のポンピング段を有するようにしてもよい。

【0017】

図2および図3に示したグラフと同等のグラフを図4に示している。このグラフは図1に示したポンプにおけるポンプ参照温度に対して腐食層の成長をプロットしたものである。図4によると、200℃においてポンピング機構の最終段の腐食層の成長が、図2に示されていた約400μmから、図3に示した耐腐食性ポンプの場合と同様にちょうど100μmを下回る程度にまで減少している。しかしながら、図4においては、中間のもしくは第3段の腐食層の成長が、図2に示した非耐腐食性のポンプについてのものと同様となっている。この点について、中間段が非耐腐食性の材料（例えば球状黒鉛鉄）で製造され、最終段が耐腐食性の材料（例えばニッケルリッチの鉄）で製造されていながらも、中間段の腐食層の成長が最終段のものよりも小さい約50μmとなっている。従って、ポンピング機構の第1のセクションと第2のセクションをともに耐腐食性の材料で製造することには利点がなく、このようにするとポンプの無用のコスト増を招くことになる。

【0018】

第1のセクションと第2のセクションの材料は、第1のセクションにおける腐食層の成長が第2のセクションにおける腐食層の成長と等しいか、それよりも小さくなるように選択すべきである。腐食性ガスをポンピングする間の各段における腐食層の成長が、各段の間で互いにほぼ等しくなるように選択された材料で、前記ポンピング段の部材が製造されるのが好ましい。このようにすると、様々なポンピング段のための材料をコスト効率よく選択することができ、同時に耐腐食性も受容できる水準を維持できる。図1では、第2のセクション26の各ポンピング段14のローターRとステーターSはニッケルリッチ鉄で製造され、第1のセクション24の各ポンピング段14のローターRとステーターSは球状黒鉛鉄（SG iron, spheroidal graphite iron）で製造されている。

【0019】

これらの材料の例を図5に示しているが、要求に応じて他の材料を選択することも可能である。例えば、ニッケルはフッ素に対する耐性があるが、くみ出される流体が他の腐食剤を含んでいるときは、適切な耐性材料を選択することが望ましい。さらに、ポンピング機構の第1のセクションは球状黒鉛鉄以外の材料で製造してもよい。

【0020】

このポンプが特に腐食性の強い流体をポンピングするのに用いられる場合、第1のセクションをニッケルリッチ球状黒鉛鉄のような耐腐食性の材料で製造してもよく、第2のセクションを鋳造ステンレス鋼やニッケル合金などの更に耐腐食性に優れた材料で製造してもよい。

【0021】

10

球状黒鉛鉄とニッケルリッチ球状黒鉛鉄の例をそれぞれ3例ずつ、図5に示している。第1のセクションの材料と第2のセクションの材料として、線膨張係数が同様の材料を選ぶのが好ましい。この点について、Ni-res D-5Sは、その線膨張係数が 12.6 m/mK と、球状黒鉛鉄の係数 12.5 m/mK と似ているため、好ましい耐腐食材料である。

【0022】

ニッケルリッチ球状黒鉛鉄材料の組成で、良好な耐腐食性を示すとともに、高温条件下で良好な強度と剛性を示すものを図6に示している。このような材料において、ニッケルの組成は24ないし32重量%と相対的に高いことがわかる。

【0023】

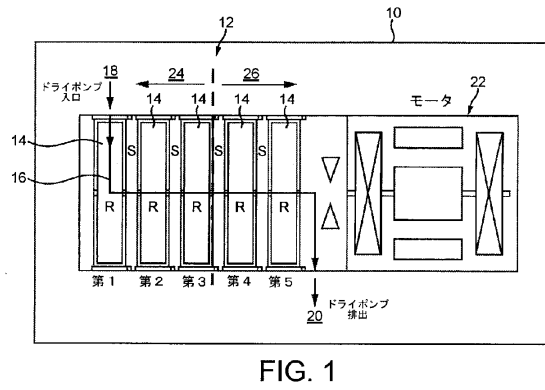
20

部材が異なる熱膨張率を有することに伴う問題を避けるため、各セクションのローターRとステーターSに、同一の又は類似した材料を用いるのが好ましい。

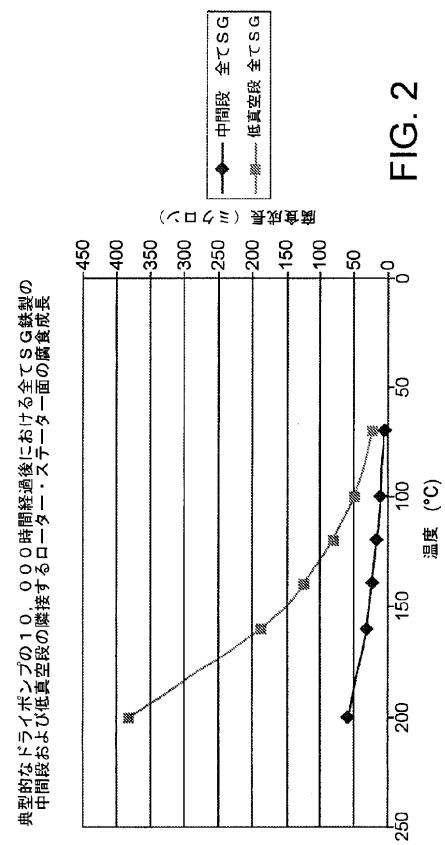
【0024】

真空ポンプ10が図1に簡略化された形で示されている。真空ポンプはクロータイプのポンピング機構を有してもよく、ルートタイプのポンピング機構やその他のタイプのドライポンピング機構、特に効率向上のためにポンピング機構の部材間の運転隙間を小さくする必要のあるポンピング機構を有するようにしてもよい。

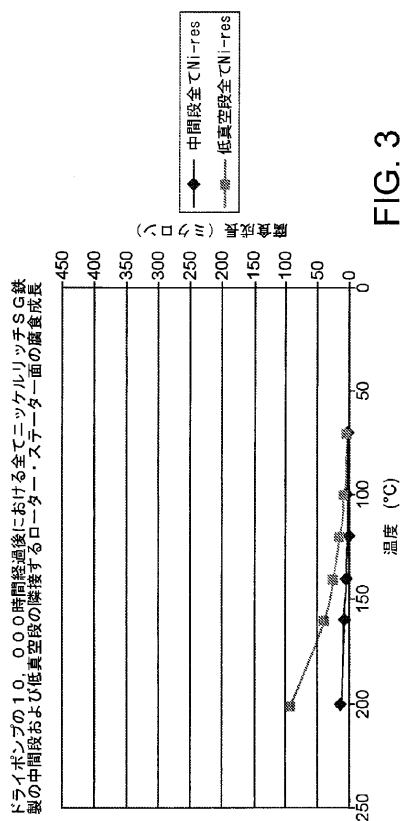
【図 1】



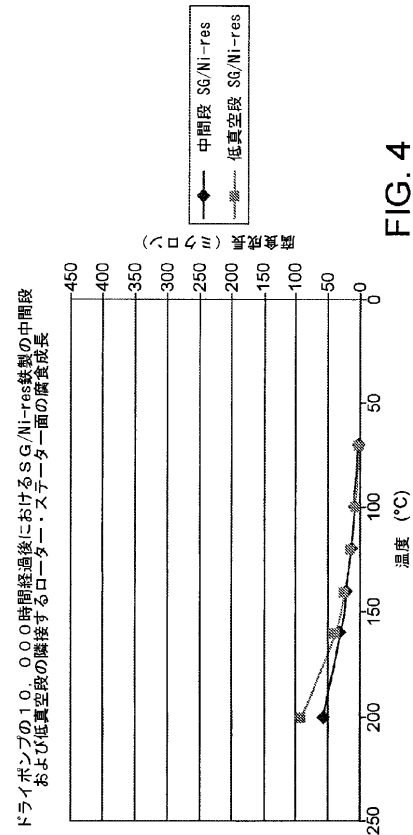
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

材料名称	材料タイプ	UTS (min) MPa	0.2% 耐力 MPa	伸び率 (min) %	線膨張 係数 □m/(m.K)	熱伝導率 W/(m.K)	弾性係数 (min) GPa
EN-GJS-400-15	SG 400-15	400	250	15	12.5	36.2	169
EN-GJS-450-10	SG 450-10	450	310	10	12.5	36.2	169
EN-GJS-500-7	SG 500-7	500	320	7	12.5	35.2	169
EN-GJSA-XNiMn23-4	Ni-res D-2M	440	210	25	14.7	12.6	120
EN-GJSA-XNiCr30-3	Ni-res D-3	370	210	7	12.6	12.6	93
EN-GJSA-XNiSiC35-5-2	Ni-res D-5S	370	210	10	15.1	12.6	130

FIG. 5

【図 6】

材料	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
新材料	max 2.5	3.0 - 4.0	2.5 - 3.5	max 0.08	0.004	0.2 - 1.0	0.4 - 1.0	24.0 - 32.0	0.13 - 0.50

FIG. 6

【図 7】

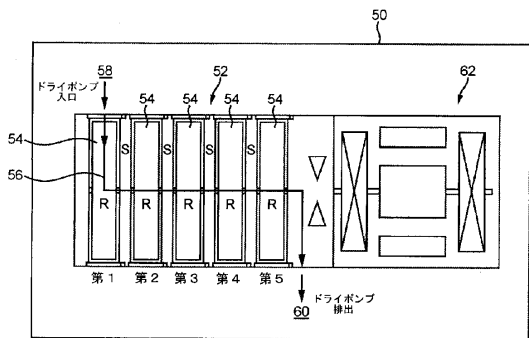


FIG. 7

フロントページの続き

(74)代理人 100098475

弁理士 倉澤 伊知郎

(74)代理人 100171675

弁理士 丹澤 一成

(72)発明者 オコローフォー エマニュエル ウゾマ

イギリス ビーエヌ43 6ピーワイ ウェスト サセックス ショアハムーパイーシー ドルフ
ィン ロード ユニット 2 エドワーズ リミテッド内

審査官 尾崎 和寛

(56)参考文献 独国特許出願公開第03710782 (DE, A1)

特開2004-100593 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04C 25/02

F04B 37/16

F04C 23/00