

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5072902号  
(P5072902)

(45) 発行日 平成24年11月14日(2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

(51) Int.Cl. F I  
**F O 4 B 51/00 (2006.01)** F O 4 B 51/00

請求項の数 9 (全 14 頁)

|              |                                     |           |   |
|--------------|-------------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号    | 特願2009-112359 (P2009-112359)        | (73) 特許権者 | 593222137   |
| (22) 出願日     | 平成21年5月1日(2009.5.1)                 |           | フロー インターナショナル コーポレイ<br>ション                                  |
| (62) 分割の表示   | 特願2000-512006 (P2000-512006)<br>の分割 |           | アメリカ合衆国 ワシントン州 9803<br>2 ケント シックスティフォース アベ<br>ニュー サウス 23500 |
| 原出願日         | 平成10年9月16日(1998.9.16)               | (74) 代理人  | 100078282   |
| (65) 公開番号    | 特開2009-168036 (P2009-168036A)       |           | 弁理士 山本 秀策   |
| (43) 公開日     | 平成21年7月30日(2009.7.30)               | (74) 代理人  | 100062409   |
| 審査請求日        | 平成21年5月1日(2009.5.1)                 |           | 弁理士 安村 高明   |
| (31) 優先権主張番号 | 08/931, 248                         | (74) 代理人  | 100113413   |
| (32) 優先日     | 平成9年9月16日(1997.9.16)                |           | 弁理士 森下 夏樹   |
| (33) 優先権主張国  | 米国 (US)                             |           |   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高圧流体ポンプの特定の構成部品の状態を診断する装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高圧ポンプの入口逆止弁組立体、該高圧ポンプの出口逆止弁組立体及び該高圧ポンプのプランジャの周りに設けられたシールをモニターする診断システムであって、

第 1 の温度センサによって検知される温度が、該シールの誤動作および該入口逆止弁組立体の誤動作によって影響を受ける場所で、該ポンプに結合された該第 1 の温度センサと

、  
 第 2 の温度センサによって検知される温度が該出口逆止弁組立体の誤動作および該入口逆止弁組立体の誤動作によって影響を受ける場所で、該ポンプに結合された該第 2 の温度センサと、

該第 1 及び第 2 の温度センサに作動的に結合されていて、それぞれの第 1 及び第 2 の温度入力信号を受け取るプロセッサと

を備え、

該プロセッサは、該第 1 及び第 2 の入力信号と第 1 及び第 2 の基準温度とをそれぞれ比較することにより、該入口逆止弁、該出口逆止弁及び該シールのうちどれが誤動作を起こしているかを特定し、該第 1 及び第 2 の基準温度は通常運転時の温度の代表である、診断システム。

【請求項 2】

前記プロセッサは、前記第 1 及び第 2 の入力信号が前記第 1 及び第 2 の基準温度よりも大きいとき、前記入口逆止弁が誤動作を起こしていると判定する請求項 1 に記載の診断シス

テム。

【請求項 3】

前記プロセッサは、前記第 1 の入力信号が前記第 1 の基準温度にほぼ等しく且つ前記第 2 の入力信号が前記第 2 の基準温度よりも大きいとき、前記出口逆止弁が誤動作を起こしていると判定する請求項 1 記載の診断システム。

【請求項 4】

前記プロセッサは、前記第 1 の入力信号が前記第 1 の基準温度よりも大きく且つ前記第 2 の入力信号が前記第 2 の基準温度にほぼ等しいとき、シールが誤動作を起こしているとして判定する請求項 1 に記載の診断システム。

【請求項 5】

マルチヘッド型高圧ポンプであって、

第 1 の加圧室、該第 1 の加圧室内に受け入れられた第 1 のプランジャ、該第 1 の加圧室に結合された第 1 の入口逆止弁、該第 1 の加圧室と第 1 の出口室との間に結合された第 1 の出口逆止弁、及び該第 1 のプランジャの周りに設けられた第 1 のシール、を有する第 1 のポンプヘッドと、

第 2 の加圧室、該第 2 の加圧室内に受け入れられた第 2 のプランジャ、該第 2 の加圧室に結合された第 2 の入口逆止弁、該第 2 の加圧室と第 2 の出口室との間に結合された第 2 の出口逆止弁、及び該第 2 のプランジャの周りに設けられた第 2 のシール、を有する第 2 のポンプヘッドと、

第 3 の加圧室、該第 3 の加圧室内に受け入れられた第 3 のプランジャ、該第 3 の加圧室に結合された第 3 の入口逆止弁、該第 3 の加圧室と第 3 の出口室との間に結合された第 3 の出口逆止弁、及び該第 3 のプランジャの周りに設けられた第 3 のシール、を有する第 3 のポンプヘッドと、

第 1 の温度センサによって検知される温度が該第 1 のシールの誤動作および該第 1 の入口逆止弁の誤動作によって影響を受ける場所で、該第 1 のポンプヘッドに結合された該第 1 の温度センサ、第 2 の温度センサによって検知される温度が該第 1 の出口逆止弁の誤動作および該第 1 の入口逆止弁の誤動作によって影響を受ける場所で、該第 1 のポンプヘッドに結合された該第 2 の温度センサ、第 3 の温度センサによって検知される温度が該第 2 のシールの誤動作および該第 2 の入口逆止弁の誤動作によって影響を受ける場所で、該第 2 のポンプヘッドに結合された該第 3 の温度センサ、第 4 の温度センサによって検知される温度が該第 2 の出口逆止弁の誤動作および該第 2 の入口逆止弁の誤動作によって影響を受ける場所で、該第 2 のポンプヘッドに結合された該第 4 の温度センサ、第 5 の温度センサによって検知される温度が該第 3 のシールの誤動作および該第 3 の入口逆止弁の誤動作によって影響を受ける場所で、該第 3 のポンプヘッドに結合された該第 5 の温度センサ、第 6 の温度センサによって検知される温度が該第 3 の出口逆止弁の誤動作および該第 3 の入口逆止弁の誤動作によって影響を受ける場所で、該第 3 のポンプヘッドに結合された該第 6 の温度センサ、及び各温度センサに結合されたプロセッサを有する診断システムと、を備え、

該プロセッサは、該温度センサからの入力信号を、通常運転時の温度の代表である基準温度と比較して、該第 1 の入口逆止弁、該第 1 の出口逆止弁、該第 1 のシール、該第 2 の入口逆止弁、該第 2 の出口逆止弁、該第 2 のシール、該第 3 の入口逆止弁、該第 3 の出口逆止弁、及び該第 3 のシールのうちどれが誤動作を起こしているかを特定するポンプ。

【請求項 6】

加圧室、該加圧室に結合された入口逆止弁、プランジャーの周りのシール、及び該加圧室に接続された出口逆止弁を有する高圧ポンプの構成部品の故障を予測する方法であって、該方法は、

該シールの誤動作および該入口逆止弁の誤動作によって影響を受ける場所で、第 1 の温度を測定する段階と、

該出口逆止弁の誤動作および該入口逆止弁の誤動作によって影響を受ける場所で、第 2 の温度を測定する段階と、

10

20

30

40

50

該測定した第 1 及び第 2 の測定温度と第 1 及び第 2 の基準温度をそれぞれ比較する段階であって、該第 1 及び第 2 の基準温度は通常運転時の温度の代表である、段階と、

該入口逆止弁、該出口逆止弁及び該のシールのどれが誤動作を起こしているかを診断する段階とを包含する方法。

【請求項 7】

前記診断段階では、前記第 1 及び第 2 の温度がそれぞれ前記第 1 及び第 2 の基準温度よりも高いとき、前記入口逆止弁が誤動作を起こしていると判定することを含む請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記診断段階では、前記第 1 の温度が前記第 1 の基準温度にほぼ等しく且つ前記第 2 の温度が前記第 2 の基準温度よりも高いとき、前記出口逆止弁が誤動作を起こしていると判定することを含む請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

前記診断段階では、前記第 1 の温度が前記第 1 の基準温度よりも高く且つ前記第 2 の温度が前記第 2 の基準温度にほぼ等しいとき、該シールが誤動作を起こしていると判定することを含む請求項 6 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高圧流体ポンプに関する。特に、本発明の一実施形態は、高圧流体ポンプの特定の構成部品の動作状態を診断する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

高圧ポンプは、水又は他の流体を加圧して高圧流体の流れを生じさせ、この高圧流体の流れを用いると材料（例えば、薄板金や繊維 - セメントでできた羽目）、駆動アクチュエータ及び高圧流体が有用な他の装置を切断することができる。代表的な高圧ポンプは、加圧室、加圧室内に設けられたプランジャ、加圧室に結合された入口逆止弁及び加圧室と出口室との間に結合された出口逆止弁を有する。プランジャは、加圧室内を往復動して吸込みストロークでは入口逆止弁を経て流体を加圧室内へ引き込んだり、加圧ストロークでは出口逆止弁を通して流体を出口室内に押し込む。出口逆止弁は選択的に流体が十分な圧力で出口室に流入できるようにする。高圧ポンプは一般には 1000 p s i で、多くの用途では 50,000 p s i ~ 100,000 p s i 以上で動作する。

【0003】

高圧ポンプはかかる高圧で動作するので、ポンプはポンプの性能を損ない又は故障を引き起こす場合のある流体の漏れを生じる。ポンプが漏れを起こしているかどうかをモニターする従来方法の一つは、ポンプヘッドを手で触ってその動作温度が正常な動作温度を越えているかどうかを評価することである。ポンプをモニターするもう一つの従来方法は、ポンプヘッドから見て下流側に位置する加圧流体の温度を測定することである。しかしながら、後述するように、高圧ポンプの状態をモニターする従来方法には幾つかの欠点がある。

【0004】

従来型モニター方法に関する一つの問題は、ポンプが前兆なしに故障する場合のあることである。たとえば、手作業によるモニターの場合、触って分かるほどのポンプヘッドの温度上昇が生じるのは一般に、構成部品が完全に故障して破損したり圧力の著しい低下を招いた後だけである。同様に、ポンプヘッドから見て下流側の温度を測定することによりポンプヘッドが誤動作を起こしている又は異常状態であるかどうかを判定することは困難である。というのは、ポンプヘッド内の加圧流体の温度に影響を及ぼす要因は多く存在するからである。かくして、多量の漏れを発見して始めて構成部品が破損したり、高圧作動条件下で他の壊損を引き起こしていることが分かる。

10

20

30

40

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

従来のモニター方法に関する別の問題は、誤動作を起こしている特定の構成部品がどれであるかが分からないことである。従来方法では、ポンプヘッド中の構成部品が故障しているという大まかな指示が得られるに過ぎない。したがって、故障したポンプを修理するには、ポンプヘッドを分解して入口逆止弁、出口逆止弁又はプランジャの周りに設けられたプランジャシールをそれぞれ点検して故障している構成部品を突き止める。これら構成部品のそれぞれを点検すると、労務費が嵩み、しかもポンプの修理に関連した運転停止時間が長くなることは理解されよう。したがって、従来方法は、高い費用効果で高圧ポンプ

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明は、高圧ポンプの構成部品及び高圧流体装置の他の構成部品を診断する方法及び装置に関する。本発明の方法及び装置は好ましくは、構成部品の故障前に誤動作を起こしている特定の構成部品を識別する。一実施形態では、本発明の診断システムを組み込んだ高圧ポンプヘッドは、加圧室及び加圧室内に少なくとも部分的に受け入れられた加圧部材を有する。加圧部材は、吸込み動作で流体を加圧室内へ引き込み、加圧動作で加圧室内の流体を圧縮するよう加圧室内で運動できる。入口流体制御組立体が、加圧室に結合されていて、流体が吸込み動作の際に入口ポートを通して加圧室に流入することができるように

20

## 【0007】

ポンプヘッドは、入口流体制御組立体、加圧流体制御組立体及び加圧動作の際にポンプヘッド中を通る流体の流れに関して入口流体制御組立体から見て上流側に位置するポンプヘッドの他の構成部品のそれぞれの動作状態を指示する診断システムを更に有するのがよい。一実施形態では、診断システムは、流体の流れ方向に関して入口流体制御組立体から見て上流側でポンプヘッドに結合された第1の温度センサと、加圧流体制御組立体から見て下流側でポンプヘッドに結合された第2の温度センサとを有する。第1及び第2の温度

30

## 【0008】

一実施形態では、入口流体制御組立体は入口逆止弁であり、加圧流体制御組立体は出口逆止弁であり、入口流体制御組立体から見て上流側に位置したポンプヘッドの構成部品は加圧部材の周りに設けられたシールである。第1の温度センサをシールに近接してポンプヘッドに結合すると共に第2の温度センサを出口室を収容するエンドキャップのところでポンプヘッドに結合するのがよい。第1及び第2の温度センサにより測定された第1の及び第2の温度を第1及び第2の基準温度と比較すると、ポンプヘッドの深刻な故障が引き

40

## 【0009】

1. 入口逆止弁の場合：第1の温度と第2の温度の両方が、第1の基準温度及び第2の基準温度よりも高い。

## 【0010】

2. 出口逆止弁の場合：第1の温度が第1の基準温度にほぼ等しく且つ第2の温度が第2の基準温度よりも高い。

## 【0011】

50

3. シールの場合：第1の温度が第1の基準温度よりも高く且つ第2の温度が第2の基準温度にほぼ等しい。

【0012】

本発明の一実施形態では、第1及び第2の温度センサは、第1の温度と第1の基準温度を比較すると共に第2の温度と第2の基準温度を比較するプロセッサに結合されている。すると、プロセッサは上述の方法を実施して入口逆止弁が誤動作を起こしているか、出口逆止弁が誤動作を起こしているか、シールが誤動作を起こしているかを判定する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の診断システムを備えた高圧ポンプヘッドの断面図である。

10

【図2】本発明の一実施形態の2センサ式診断システムを用いて入口逆止弁、出口逆止弁及びシールの状態を診断する方法のフローチャートである。

【図3】本発明の一実施形態の診断システムを備えたマルチヘッド型高圧ポンプの正面図である。

【図4】本発明の別の実施形態の診断システムを用いてマルチヘッド型高圧ポンプの入口逆止弁、出口逆止弁及びシールの状態を診断する方法のフローチャートである。

【図5】本発明の一実施形態のマルチヘッド型高圧ポンプに用いられた2センサ式診断システムの温度出力であって、入口逆止弁の故障を指示する温度出力のグラフ図である。

【図6】本発明の一実施形態の診断システムを備えた高圧流体装置の略図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0014】

本発明は、高圧ポンプ又は高圧流体装置の構成部品を診断して構成部品がいつ誤動作を起こしているか又は異常状態であるかを指示すると共に誤動作を起こしている構成部品を突き止める方法及び装置に関する。適当な高圧ポンプとしては、ワシントン州セント所在のフロー・インターナショナル・コーポレーションによって製造されたイーグル（Eagle）、クーガー（Cougar）及びハスキー（Husky）ポンプが挙げられるが、これらには限定されない。本発明の実施形態の十分な理解が得られるよう本発明の実施形態の具体的詳細は以下の説明及び図1～図5に記載されていることが理解されよう。しかしながら、当業者であれば、本発明はこれら細部を備えていない状態で実施できる追加の実施形態があることは理解されよう。

30

【0015】

図1は、本発明の高圧ポンプのポンプヘッド10の一実施形態を示している。ポンプヘッド10は、ハウジング14に結合されたエンドキャップ12及び基部16を有している。複数本の貫通ボルト17をエンドキャップ12を貫通して基部16内にねじ込み、それによりエンドキャップ12、ハウジング14及び基部16を互いに保持するのがよい。ポンプヘッド10の基部16は、ポンプヘッド10に動力を与えるためのモータ組立体18に取り付けられている。

【0016】

具体的に説明すると、ハウジング14は、加圧室20を構成するブッシュ15を支持したシリンダであるのがよく、エンドキャップ12は出口室70を構成するキャビティを有するのがよい。加圧室20と出口室70は、入口通路32及び出口通路34を備えた弁体30によって分離されている。入口通路32はそれぞれ、加圧室20に向けた入口ポート33を有し、入口通路32は、入口室36を介して入口ライン37に結合されている。低圧流体源が、入口通路32に流体の連続供給を行うために入口ライン37に取り付けられている。加圧部材又はプランジャ24が、加圧室20内に位置する第1の端部及び基部16内に収容された駆動組立体29を介してモータ組立体18に結合された第2の端部を有している。加圧室20の下端部とプランジャ24は一次シール又はプランジャシール50によって密封されている。モータ組立体18は、吸込みストロークの際は流体を加圧室20内に引き込み、次に加圧ストローク中は加圧室20内の流体を加圧するためにプランジャ24を往復動させる。以下に説明するように、弁体30の一端のところに設けられた入

40

50

口流体制御組立体により、流体は加圧室 20 に流入することができ、弁体 30 の別の端に設けられた加圧流体制御組立体により、加圧流体が選択的に加圧室 20 から出口室 70 に流れることができる。

【 0017 】

入口流体制御組立体は、弁体 30 の一端のところに設けられた入口逆止弁 40 及び固定シール 48 を有するのがよい。入口逆止弁 40 は、入口ポート 33 を開閉し、固定シール 48 は入口室 36 を加圧室 20 の上端部から密封する。図 1 に示す入口逆止弁 40 は、プッシュ 15 内のポペット案内 43 に沿って摺動する入口ポペット 42 及び入口ポペット 42 を弁体 30 に押し付けるばね 44 を有している。出口流体制御組立体は、弁体 30 の他端のところに設けられた出口逆止弁 60 及び出口室 70 を密封するために弁体 30 とエンドキャップ 12 との間に設けられた固定シール 68 を有するのがよい。出口逆止弁 60 は、リテーナ 61 を有し、このリテーナ 61 内で、出口弁ポペット 62 が保持された状態ではばね 64 によって弁体 30 に下方に押し付けられる。リテーナ 61 はまた、複数の吐出ポート 66 を有し、加圧流体がこれら吐出ポート 66 を通って弁体 30 の出口通路 34 から出口室 70 に流入する。

【 0018 】

ポンプヘッド 10 内の流体を加圧するために、モータ組立体 18 はプランジャ 24 をプッシュ 15 内で吸込みストローク 25 に沿って引っ張る。プランジャ 24 の吸込みストローク 25 により、入口ポペット 42 はポペット案内 43 に沿って下に引き寄せられて開放位置に至り、それにより流体を入口通路 32 を通って入口ポート 33 を介して加圧室 20 内に流入させることができる。このポンプヘッド 10 の動作のこの時点において、流体は比較的低い圧力（例えば、50 ~ 150 psi）の状態にある。モータ 18 は次にプランジャ 24 を加圧ストローク 27 に沿って駆動して加圧室 20 内の流体を圧縮する。加圧ストローク 27 の間、加圧室 20 内の流体の上向きの流れ及びばね 44 は、ポペット 42 を弁体 30 に押し付けて入口ポート 33 を閉じる。プランジャ 24 が引き続き加圧ストローク 27 に沿って移動すると、加圧流体は出口通路 34 を通って出口ポペット 62 に流れる。圧力が所望レベルに達すると、出口ポペット 62 はリテーナ 61 内で上方に動いて加圧流体が吐出ポート 66 を通って出口室 70 内へ流れることができるようにする。加圧流体は、出口室 70 から吐出ポート 72 を通ってマニホールド 80 に流れる。マニホールド 80 のところの加圧流体は、マニホールド 80 の出口ポート 82 に取り付けられた工具を介してオペレータによっていつでも使用可能な状態にある。

【 0019 】

ポンプヘッド 10 の構成部品がいつ誤動作を起こしているかを指示し、誤動作を起こしている構成部品を突き止めるための診断システム 90 がポンプヘッド 10 に結合されている。診断システム 90 は、ポンプヘッド 10 の選択された構成部品をモニターするために選択された位置でポンプヘッド 10 に結合された 1 又は 2 以上の温度センサ 92（符号 92a ~ 92c で示されている）を有している。診断システム 90 は、温度センサ 92 に結合されていて、温度センサ 92 から得られたデータを分析して選択された構成部品のうちのひとつがいつ誤動作を起こしているかを指示するプロセッサ 94 を更に有するのがよい。

【 0020 】

診断システム 90 の一実施形態では、単一の温度センサ 92 が、プランジャシール 50（第 1 の温度センサ 92 a で示されている）、エンドキャップ 12（第 2 の温度センサ 92 b で示されている）又は入口逆止弁 40（第 3 の温度センサ 92 c で示されている）の何れかに近接してポンプヘッド 10 に結合される。別の実施形態では、2 つの温度センサを有し、この場合、第 1 の温度センサ 92 a が入口逆止弁 40 から見て上流側でポンプヘッド 10 に取り付けられ、第 2 の温度センサ 92 b が出口逆止弁 60 から見て下流側でエンドキャップ 12 に取り付けられている。「上流側」及び「下流側」という用語は、プランジャ 24 の加圧ストローク 27 中におけるポンプヘッド 10 を通る流体の流れに関して

いることは理解されよう。2 つのセンサを用いる診断システム 90 の好ましい実施形態で

10

20

30

40

50

は、第1の温度センサ92 aは、プランジャシール50に近接してハウジング14に取り付けられ、第2の温度センサ92 bがエンドキャップ12の頂部に取り付けられている。診断システム90の更に別の実施形態では、3つの温度センサがポンプヘッド10に取り付けられており、即ち、第1の温度センサ92 aがプランジャシール50に近接してハウジング14に取り付けられ、第2の温度センサ92 bがエンドキャップ12の頂部に取り付けられ、第3の温度センサ92 cが入口逆止弁40に近接してハウジング14に取り付けられている。温度センサ92は、温度の僅かな変化を正確に測定するサーミスタ又は他の形態の温度プローブであるのがよい。適当な回路構成を備えた適当なサーミスタは、温度に対応した電気信号を発生し、これら信号を送信ライン93（参照符号93 a～93 cで示されている）に沿ってプロセッサ94に送る。例えば、アイダホ州ボイズ所在のクオリティ・サーミスターズ社によって製造されたQT06007-007をマサチューセッツ州トートン所在のキースリー・メトラバイト社によって製造されたA/Dデータ収集ボードを介してPentium（登録商標）プロセッサ内蔵コンピュータに結合するのがよい。

10

#### 【0021】

診断システム90は、温度センサ92を特定の構成部品に近接して配置し、又は一緒になって幾つかのポンプヘッド構成部品の状態を指示する複数の温度センサを選択された位置に設けておくことにより、構成部品が誤動作を起こしていることを指示し、この誤動作を起こしている構成部品を突き止める。温度センサによってモニターされる構成部品のうち1つから加圧流体が漏れると、漏れを起こしている流体の温度が増大し、それによりポンプヘッドの対応箇所の温度又はポンプヘッド内の流体の温度を上昇させる。診断システム90はそれに応じて、漏れによって引き起こされた熱流速によって影響されている温度センサ92を突き止め、温度センサが単独で又は他の温度センサと組み合わせた状態で熱流速源を隔離するようにする。かくして、診断システム90は図1に示す実施形態に限られず、温度センサが高圧流体用途における誤動作を起こしている構成部品を正確に突き止めることができる場所に1又は2以上の温度センサが配置されている用途に使用できる。

20

#### 【0022】

図2は、2センサ式診断システムを用いて入口逆止弁40、プランジャシール50及び（又は）出口逆止弁60の状態を診断するためにプロセッサ94内へプログラムされたソフトウェアプロセス又はオペレータによって用いられるマニュアルプロセスの一例を示している。図2に示すプロセスは好ましくは、第1の温度センサ92 aがプランジャシール50に近接してハウジング14に取り付けられると共に第2のセンサ92 bがエンドキャップ12に取り付けられている診断システム90（図1に示されている）に適用される。

30

#### 【0023】

プロセスは、オペレータ又はプロセッサ94が第1の温度センサ92 a及び第2の温度センサ92 bのところでポンプヘッド10の正常な動作温度に相当する第1の基準温度（TR1）及び第2の基準温度（TR2）を示すステップ100で始まる。プロセスはステップ102に進み、このステップ102では、第1の測定温度（T1）が第1の温度センサ92 aから得られ、第2の測定温度（T2）が第2の温度センサ92 bから得られる。次に、プロセッサ94は、ステップ104、ステップ106及びステップ108において、第1の測定温度センサT1及び第2の温度センサT2と第1の基準温度TR1及び第2の基準温度TR2と比較して入口逆止弁40、プランジャシール50又は出口入口弁60のいずれが誤動作を起こしているか（又は、異常状態であるか）が判定される。

40

#### 【0024】

例えば、ステップ104では、プロセッサ94は第1の測定温度T1が第1の基準温度TR1よりも大きいかどうか及び第2の測定温度T2が第2の基準温度TR2よりも大きいかが分析される。もし第1の測定温度T1及び第2の測定温度T2が両方とも第1の基準温度TR1及び第2の基準温度TR2よりも高ければ、プロセッサはステップ105に進み、このステップ105において、入口逆止弁が誤動作を起こしていること（又は、異常状態であること）が指示される。しかしながら、もしステップ104のパラメータが満たされていないならば、プロセッサ94はステップ106に進み、このステップ106において

50

、第1の測定温度T1が第1の基準温度TR1よりも大きいかどうか及び第2の測定温度T2が第2の基準温度TR2にほぼ等しいかが分析される。もしステップ106の判断基準が満たされると、プロセッサは、ステップ107に進み、このステップ107において、プランジャシール50が誤動作を起こしていること(又は、異常状態であること)が指示される。しかしながら、もしステップ106のパラメータが満たされなければ、プロセッサ94はステップ108に進み、このステップ108において、第1の測定温度T1が第1の基準温度TR1にほぼ等しいかどうか及び第2の測定温度T2が第2の基準温度TR2よりも高いかが分析される。もしステップ108の問合せ事項が満たされると、プロセッサは、ステップ109に進み、このステップ109において、出口逆止弁60が誤動作をおこなっていること(又は、異常状態であること)が指示される。もしステップ108の問合せ事項が満たされなければ、プロセッサ94はステップ110に進み、このステップ110において、ポンプヘッド10が使用可能であることが指示される。

10

**【0025】**

ステップ110に達した後、プロセッサ94は第1の測定温度T1及び第2の測定温度T2の分析によりプロセッサがステップ105、ステップ107又はステップ109の何れかに進むまでステップ102、ステップ104、ステップ106、ステップ108及びステップ110をずっと繰り返す。かくして、診断システム90は、入口逆止弁、出口逆止弁及びプランジャシールのうちどれがいつ誤動作を起こしているかを指示するとともにこれを突き止めるようポンプヘッド10を連続的に診断する。

**【0026】**

20

図1及び図2に記載すると共に上述した診断システム90の実施形態は、摩耗し又は破損したポンプヘッドを補修するための費用及び作動停止時間を減少させる。従来型モニター方法とは異なり、診断システム90はポンプヘッド10内の誤動作を起こしている特定の構成部品を突き止める。誤動作を起こしている構成部品に対応する1つ又は複数の温度センサのところにおける温度の上昇により、ポンプヘッド10がまさに破損しようとしていることが指示されるだけでなく技術者が問題を迅速に認識してポンプヘッドを補修できるよう誤動作を起こしている構成部品が突き止められる。かくして、従来型モニター方法と比べて、図1及び図2に示す診断システム90の実施形態は、ポンプヘッドを補修する上での費用及び作動停止時間を減少させる。

**【0027】**

30

上述の診断システム90の実施形態は、入口逆止弁40が誤動作を起こしているか、出口逆止弁60が誤動作を起こしているか、或いはプランジャシール50が誤動作を起こしているかを2つのセンサだけを用いて具体的に指示することもできる。第1の温度センサ92aは、伝熱状態がプランジャシール50又は入口逆止弁40のいずれかのところの漏れにより影響を受けている位置にあるポンプヘッド10の第1の部分をモニターする。第2の温度センサ92bは、伝熱状態が入口逆止弁40又は出口逆止弁60のいずれかのところの漏れによって影響を受けている位置にあるポンプヘッド10の第2の部分をモニターする。入口逆止弁40のところの漏れは第1の温度センサ92aと第2の温度センサ92bの両方に影響を及ぼすが、プランジャシール50及び出口逆止弁60のところの漏れはそれぞれ第1の温度センサ92a及び第2の温度センサ92bだけにそれぞれ影響を及ぼすに過ぎないので、入口逆止弁40、出口逆止弁60又はプランジャシール50の各々の動作状態を2つの温度センサだけで別々に判定することができる。その結果、診断システム90の好ましい実施形態では、最も誤動作を起こしやすい構成部品のうち3つをモニターするためには温度センサを2つだけ取り付けて維持する必要があるだけである。

40

**【0028】**

図1及び図2に示す診断システム90の実施形態は、ポンプヘッド10の完全な破壊又は壊損を引き起こす前にポンプヘッド10の構成部品が誤動作を起こしているかどうかを指示することもできる。診断システム90では、温度センサが最も誤動作を起こしそうなポンプヘッド10の構成部品に近接して配置されているので、診断システム90は、対応の温度センサのところの比較的僅かな温度上昇だけでもポンプヘッド10が破損しそうな

50

ことを正確に指示することができる。したがって、比較的大きな温度上昇後にポンプヘッドの作動を停止させるしか術がない従来型モニターシステムと比べて、診断システム90は、漏れがポンプヘッド10の壊損を引き起こす恐れが生じる前にポンプヘッド10の作動を停止させることができる。

#### 【0029】

図3は、単一のモータ組立体18に取り付けられた3つのポンプヘッド10a, 10b, 10cを備えるマルチヘッド型ポンプ99を示している。第1の温度センサ92a(参照番号92a1, 92a2, 92a3で示されている)が対応の入口逆止弁(図示せず)から見て上流側で各ポンプヘッドに取り付けられ、第2の温度センサ92b(参照番号92b1, 92b2, 92b3で示されている)が対応の出口逆止弁(図示せず)から見て下流側で各ポンプヘッドに取り付けられている。例えば、第1の温度センサ92a1, 92a2, 92a3を、対応のプランジャシール(図示せず)に近接してハウジング14a, 14b, 14cに取り付けるのがよい。同様に、第2の温度センサ92b1, 92b2, 92b3をエンドキャップ12a, 12b, 12cの頂部に取り付けるのがよい。第1の温度センサ92a及び第2の温度センサ92bのすべてから第1及び第2の測定温度を受け入れて処理するために第1の温度センサ92a及び第2の温度センサ92bの各々にプロセッサが結合されている。後述するように、プロセッサ94は、各ポンプヘッド10a~10cの入口逆止弁、プランジャシール及び出口逆止弁を連続的にモニターする。

#### 【0030】

図4は、図3のマルチヘッド型ポンプ99aをモニターするためにプロセッサ94によって用いられるソフトウェアプロセスを示すフローチャートである。図4のプロセスは、図2に関して上述したプロセスと実質的に同一であるが、異なる点は、プロセッサ94が、ポンプヘッド10a, 10b又は10cのうち1つ(「評価されるポンプヘッド」又は「評価対象ポンプヘッド」)についてステップ102、ステップ104、ステップ106、ステップ108及びステップ110を実施し、次にステップ112に進み、このステップ112において、プロセッサは他の2つのポンプヘッドのうち一方を選択してステップ102で始めるかどうかを評価する。もう1つの相違点は、プロセッサがステップ103を実施することであり、このステップ103では、第1の基準温度TR1及び第2の基準温度TR2が、ステップ102~ステップ110の特定の繰り返しについて評価対象ポンプヘッドではない2つのポンプヘッドからの第1及び第2の温度を平均することによって定められる。例えば、第1のポンプヘッド10aが評価対象ポンプヘッドであるとき、プロセッサ94はステップ102において各ポンプヘッドから第1の測定温度T1及び第2の測定温度T2を得て、次に(1)第2のポンプヘッド10b及び第3のポンプヘッド10cからの第1の測定温度T1を平均することにより第1の基準温度TR1を計算し、(2)第2のポンプヘッド10b及び第3のポンプヘッド10cからの第2の測定温度T2を平均することにより第2の基準温度TR2を計算する。ステップ103において第1の基準温度TR1及び第2の基準温度TR2を計算した後、プロセッサはステップ104~ステップ110に進んで第1のポンプヘッド10aの構成部品を評価する。もしプロセッサ94が第1のポンプヘッド10aについてステップ110に進むと、プロセッサは次にステップ112を実行し、このステップ112において評価対象ポンプヘッドを第2のポンプヘッド10bに切り替える。

#### 【0031】

第2のポンプヘッド10b及び第3のポンプヘッド10cの構成部品を診断するため、プロセッサ94は、構成部品のうち1つが故障又は破損モードになるまで各ポンプヘッドについてステップ102、ステップ104、ステップ106、ステップ108、ステップ110及びステップ112を繰り返す。例えば、第2のポンプヘッド10bを診断するため、プロセッサ94はステップ102に進んで再び、各ポンプヘッドについての第1の測定温度及び第2の測定温度を得る。プロセッサ94はステップ103に進み、このステップ103において、第1のポンプヘッド10a及び第3のポンプヘッド10cの第1の測定温度T1及び第2の測定温度T2を平均することにより第2のポンプヘッド10bについ

10

20

30

40

50

て第1の基準温度TR1及び第2の基準温度TR2を計算する。もし第2のポンプヘッド10bが使用可能であれば、プロセッサ94は次に偶数番号のステップ104～110の全てを実行し、ステップ112において評価対象ポンプヘッドを第3のポンプヘッド10cに切り替える。プロセッサ94は同様に、第1のポンプヘッド10a及び第2のポンプヘッド10bからの第1の基準温度TR1及び第2の基準温度TR2を計算することにより第3のポンプヘッド10cを診断する。

#### 【0032】

図4は又、図3のマルチヘッド型ポンプ99をモニターするためにプロセッサ94によって用いられるソフトウェアプロセスの別の実施形態を示している。この実施形態では、プロセッサ94は、特定のポンプ構成部品の測定温度が特定の期間又は特定のサイクル数についてその対応の基準温度よりも高くなった後にステップ105、ステップ107又はステップ109に進むに過ぎない。プロセッサ94はそれに応じて、特定の測定温度がサイクルの試料の大きさSについて対応の基準温度よりも高い場合の数「n」をカウントする。ステップ104aでは、例えば、プロセッサは、不正確な温度の読み又は他の誤差とは異なり、特定の構成部品の温度上昇により構成部品が誤動作を起こしていることを指示していることが見込まれる $n_{MAX}/S$ についての値と $n/S$ を比較する。もし $n/S$ が $n_{MAX}/S$ よりも大きければ、プロセッサはステップ105に進んで入口逆止弁が誤動作を起こしていることを指示する。ステップ106a、108aは、ステップ104aと類似しているが、異なる点は、プロセッサがステップ107又はステップ109の何れかに進んでプランジャシール又は出口逆止弁が誤動作を起こしていることを指示することにある。したがって、高圧ポンプ又は流体装置用の診断システムの好ましい実施形態では、プロセッサは、誤差のある読みを減少させるのに十分な期間、特定の構成部品の温度がその対応の基準温度よりも高くなった後に、構成部品が誤動作を起こしていることを指示するために続行するだけである。

#### 【0033】

図2及び図4に示すプロセスは、適当なコンピュータ及び市販のソフトウェアを用いると、コンピュータプログラミングの当業者であれば過度の実験を行わなくても実行することができる。例えば、ソフトウェアは、キースリー・メトラバイト社製のビジュアル・テスト・エクステンション(VisualTestExtension)ソフトウェア及びワシントン州デッドモンド所在のマイクロソフト・コーポレイション製のマイクロソフト(Microsoft:登録商標)ビジュアル・ベーシック(VisualBasic)を用いてこれらプロセスを実行するために開発されたものである。

#### 【0034】

図5は、3つのポンプヘッドを用いる高圧ポンプの各ポンプヘッドのところに2つのセンサが設けられた診断システム90の出力の一例を表示するグラフ図である。参照符号120、122、124によって示された線は、それぞれポンプヘッド10a～10cのプランジャシールに近接して設けられた第1の温度センサ92aの第1の測定温度T1を表している。参照符号140、142、144によって示された線は、それぞれポンプヘッド10a～10cのエンドキャップ12の第2の測定温度に回答している。図5に示すように、ほぼ午前1時半のところでは、第1のポンプヘッド10aの第1の測定温度120及び第2の測定温度140は、急激に増大して第1のポンプヘッド10aの入口逆止弁が誤動作を起こしていることを示している。したがって、プロセッサ94は、特定のポンプヘッドの特定の構成部品がいつ誤動作を起こすかを目で見て分かるようにするディスプレイを有するのがよい。

図6は、マルチヘッド型高圧ポンプ99が高圧ライン110を介して複数の工具120及びノズル130に結合された高圧流体装置100の実施形態を示す略図である。高圧流体装置のための適当なスイベル及び弁は、008344-1スイベル及び001322-1オンオフ弁であり、これらは両方ともフロー・インターナショナル・コーポレーションによって製造されたものである。ポンプ99は図3に関して上述したポンプ99と類似したものであるのがよく、かくして温度センサ92は、各ポンプヘッドの種々の構成部品に取

り付けられた複数の温度プローブを表している。工具 120 は、回転要素 122、例えば高速又はパワースイベルを備えた回転工具であるのがよく、温度センサ又は温度プローブ 92 を各工具 120 に結合するのがよい。ノズル 130 は好ましくは、弁 132 によって制御され、温度センサ 92 を各弁 132 に結合するのがよい。温度センサ 92 は、ライン 93 を介してプロセッサ 94 に接続されている。作用を説明すると、各温度センサ又はプローブ 92 は、高圧システム 100 の別個の構成部品の測定温度を検出する。プロセッサ 94 は次に、測定温度とこれに対応した基準温度を比較することによって測定温度を評価する。例えば、各ポンプヘッド構成部品についての基準温度を、図 4 に関して上述したように決定するのがよい。同様に、工具 120 の基準温度を、工具 120 の温度を平均し又は比較することによって定めるのがよく、弁 132 についての基準温度を弁 132 の温度を平均し又は比較することによって定めるのがよい。したがって、プロセッサ 94 は上述したように、構成部品がいつ誤動作を起こしているかを指示し、誤動作を起こしている特定の構成部品を突き止める。

【産業上の利用可能性】

【0035】

上述したことから、本発明の特定の実施形態を例示の目的で説明したが、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく種々の設計変更例を想到できることは理解されよう。例えば、診断システムは、上述したのと異なる数の温度センサを用いてもよく、また診断システムを異なる高圧流体機器に用いることができる。一般に、本発明の範囲に属する診断システム又は高圧装置は、高圧装置の一部分から別の部分への流体の流れを止め又は制御する構成部品に近接して設けられた温度センサを有する。したがって、本発明の範囲は、請求の範囲の記載にのみ基づいて定められる。

【符号の説明】

【0036】

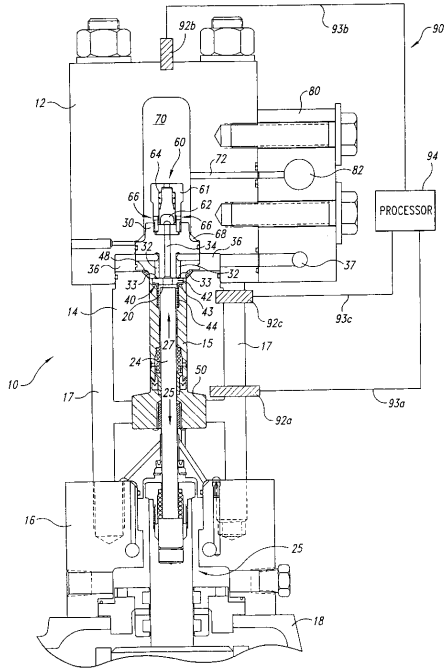
- 10 高圧ポンプのポンプヘッド
- 12 エンドキャップ
- 14 ハウジング
- 15 プッシュ
- 16 基部
- 20 加圧室
- 24 ブランジャ

10

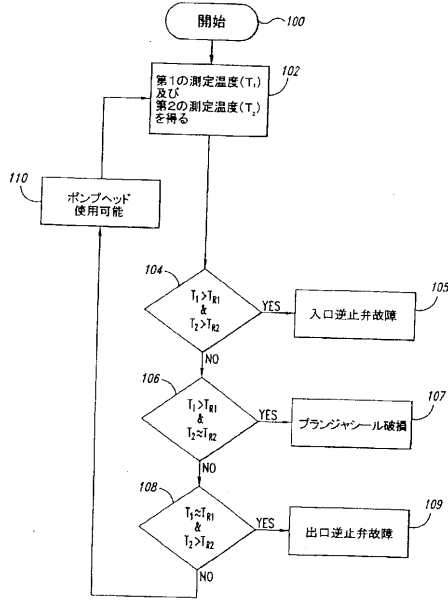
20

30

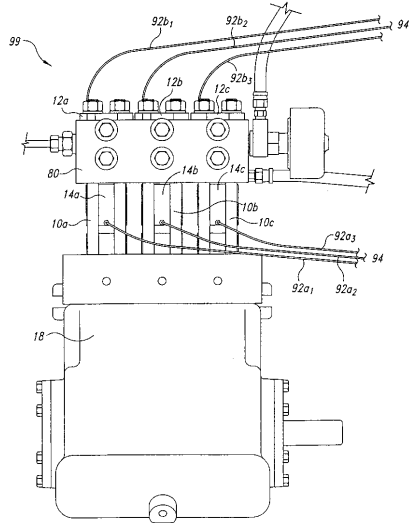
【図1】



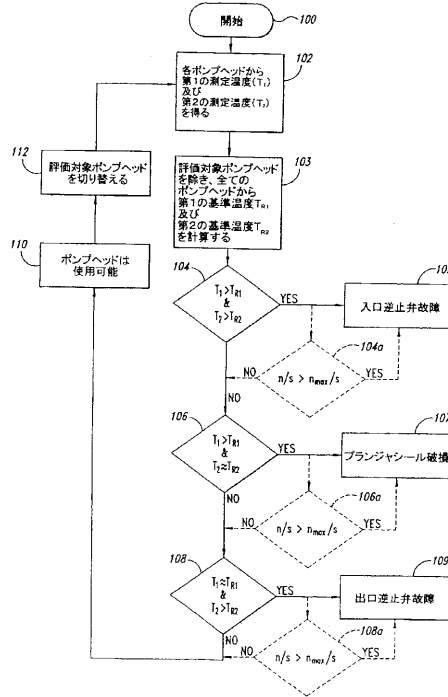
【図2】



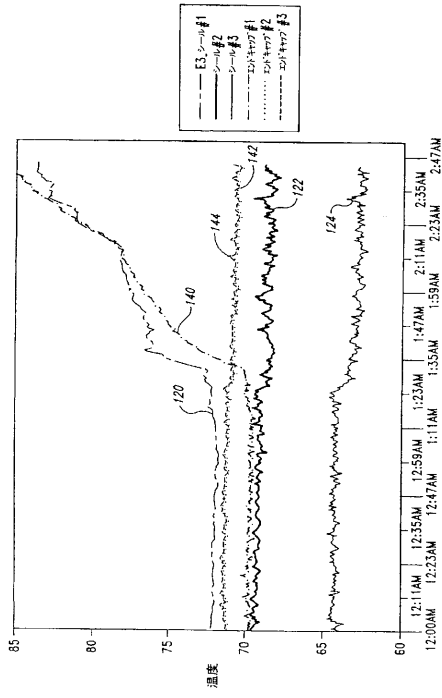
【図3】



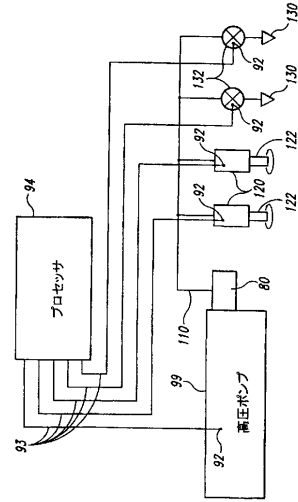
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 エドモンド ワイ ティン  
アメリカ合衆国 ワシントン州 98031 ケント サウスイースト ワンハンドレッドアンド  
トゥエンティサード プレイス 23642
- (72)発明者 チダムバラム ラガーヴァン  
アメリカ合衆国 ワシントン州 98031 ケント サウスイースト ワンハンドレッドアンド  
トゥエンティシックス アベニュー 20813
- (72)発明者 オリヴァー エル トレモレット ジュニア  
アメリカ合衆国 ワシントン州 98026 エドモンズ アンドーヴァー ストリート 183  
34

審査官 田谷 宗隆

(56)参考文献 米国特許第03921435 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F04B 51/00