

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6406298号
(P6406298)

(45) 発行日 平成30年10月17日 (2018.10.17)

(24) 登録日 平成30年9月28日 (2018.9.28)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 L 23/08 (2006.01)

G O 1 L 23/08

G O 1 L 11/00 (2006.01)

G O 1 L 11/00 T

G O 1 M 99/00 (2011.01)

G O 1 M 99/00 Z

F 1 5 B 20/00 (2006.01)

F 1 5 B 20/00 Z

F 1 5 B 15/28 (2006.01)

F 1 5 B 15/28 Z

請求項の数 15 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2016-64556 (P2016-64556)
 (22) 出願日 平成28年3月28日 (2016.3.28)
 (65) 公開番号 特開2017-72578 (P2017-72578A)
 (43) 公開日 平成29年4月13日 (2017.4.13)
 審査請求日 平成29年9月4日 (2017.9.4)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-197894 (P2015-197894)
 (32) 優先日 平成27年10月5日 (2015.10.5)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 110001128
 特許業務法人ゆうあい特許事務所
 (72) 発明者 郷古 倫央
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 谷口 敏尚
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 坂井田 敦賢
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 監視装置および異常診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋を有する対象装置における前記流体の圧力状態を監視する監視装置であって、

前記対象装置に設けられ、前記部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する熱流束センサ(10、10a、10b)と、

前記熱流束センサの検出結果に基づいて、前記流体の圧力状態を判定する判定部(12)とを備え、

前記対象装置は、流体圧を動力とする流体圧駆動機器(20、40)であり、

前記流体圧駆動機器は、内部空間を有するハウジング(22)と、前記内部空間に配置された作動部材(24)とを備え、

前記ハウジングの内部空間は、前記作動部材によって2つの部屋(222、223)に仕切られており、

前記作動部材は、前記2つの部屋の一方に供給された流体を動力として移動し、

前記熱流束センサは、前記2つの部屋の少なくとも一方の部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する監視装置。

【請求項 2】

内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋を有する対象装置における前記流体の圧力状態を監視する監視装置であって、

前記対象装置に設けられ、前記部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する熱流束セン

10

20

サ(10)と、

前記熱流束センサの検出結果に基づいて、前記流体の圧力状態を判定する判定部(12)とを備え、

前記対象装置は、前記流体を制御する流体制御機器(50)であり、

前記流体制御機器は、内部に前記流体の流路(53)を形成する流路形成部材(51)と、前記流路を開閉する弁体(52)とを備え、

前記部屋は、前記流路のうち前記弁体よりも流体流れ上流側の上流側流路(53a)である監視装置。

【請求項3】

内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋を有する対象装置における前記流体の圧力状態を監視する監視装置であって、

前記対象装置に設けられ、前記部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する熱流束センサ(10)と、

前記熱流束センサの検出結果に基づいて、前記流体の圧力状態を判定する判定部(12)とを備え、

前記対象装置は、機械の稼働部の衝撃または振動を前記流体の流体抵抗で減衰させる緩衝機器(60)であり、

前記緩衝機器は、前記流体が存在する前記部屋(67、68、69)を有する監視装置

。

【請求項4】

内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋を有する対象装置における前記流体の圧力状態を監視する監視装置であって、

前記対象装置に設けられ、前記部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する熱流束センサ(10)と、

前記熱流束センサの検出結果に基づいて、前記流体の圧力状態を判定する判定部(12)とを備え、

前記対象装置は、増圧された前記流体を蓄える圧力タンク(70)であり、

前記圧力タンクは、内部に前記流体を蓄える容器(71)を備え、

前記部屋(74)は、前記容器の内部である監視装置。

【請求項5】

前記判定部(12)は、前記熱流束センサの検出結果に基づく前記熱流束の検出値と、所定の閾値とを比較し、この比較結果に基づいて、前記流体の圧力状態を判定する請求項1ないし4のいずれか1つに記載の監視装置。

【請求項6】

内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋(222、223、53a、67、68、69、74)を有する対象装置(20、40、50、60、70)における前記流体の圧力状態を監視する監視装置であって、

前記対象装置に設けられ、前記部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する熱流束センサ(10、10a、10b)と、

前記熱流束センサの検出結果に基づいて、前記流体の圧力状態を判定する判定部(12)とを備え、

前記判定部(12)は、前記熱流束センサの検出結果に基づく前記熱流束の検出値と、所定の閾値とを比較し、この比較結果に基づいて、前記流体の圧力状態を判定する監視装置。

【請求項7】

前記閾値は、前記熱流束の正常時における変化を表す少なくとも1つの正常時変化波形と、前記熱流束の異常時における変化を表す少なくとも1つの異常時変化波形とに対応付けられている請求項5または6に記載の監視装置。

【請求項8】

前記閾値は、複数の閾値を含んでおり、また、前記少なくとも1つの異常時変化波形も

10

20

30

40

50

複数の異常時変化波形を含んでおり、前記複数の閾値はそれぞれ、前記少なくとも１つの正常時変化波形、および前記複数の異常時変化波形における対応する異常時変化波形、に対応付けられている請求項 7 に記載の監視装置。

【請求項 9】

内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋を有する対象装置の異常を診断する異常診断装置であって、

前記対象装置に設けられ、前記部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する熱流束センサ（１０、１０ａ、１０ｂ）と、

前記熱流束センサの検出結果に基づいて、前記対象装置に異常が有るか否かを判定する判定部（１２）とを備え、

前記対象装置は、流体圧を動力とする流体圧駆動機器（２０、４０）であり、

前記流体圧駆動機器は、内部空間を有するハウジング（２２）と、前記内部空間に配置された作動部材（２４）とを備え、

前記ハウジングの内部空間は、前記作動部材によって２つの部屋（２２２、２２３）に仕切られており、

前記作動部材は、前記２つの部屋の一方に供給された流体を動力として移動し、

前記熱流束センサは、前記２つの部屋の少なくとも一方の部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する異常診断装置。

【請求項 10】

内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋を有する対象装置の異常を診断する異常診断装置であって、

前記対象装置に設けられ、前記部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する熱流束センサ（１０）と、

前記熱流束センサの検出結果に基づいて、前記対象装置に異常が有るか否かを判定する判定部（１２）とを備え、

前記対象装置は、前記流体を制御する流体制御機器（５０）であり、

前記流体制御機器は、内部に前記流体の流路（５３）を形成する流路形成部材（５１）と、前記流路を開閉する弁体（５２）とを備え、

前記部屋は、前記流路のうち前記弁体よりも流体流れ上流側の上流側流路（５３ａ）である異常診断装置。

【請求項 11】

内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋を有する対象装置の異常を診断する異常診断装置であって、

前記対象装置に設けられ、前記部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する熱流束センサ（１０）と、

前記熱流束センサの検出結果に基づいて、前記対象装置に異常が有るか否かを判定する判定部（１２）とを備え、

前記対象装置は、機械の稼働部の衝撃または振動を前記流体の流体抵抗で減衰させる緩衝機器（６０）であり、

前記緩衝機器は、前記流体が存在する前記部屋（６７、６８、６９）を有する異常診断装置。

【請求項 12】

内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋を有する対象装置の異常を診断する異常診断装置であって、

前記対象装置に設けられ、前記部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する熱流束センサ（１０）と、

前記熱流束センサの検出結果に基づいて、前記対象装置に異常が有るか否かを判定する判定部（１２）とを備え、

前記対象装置は、増圧された前記流体を蓄える圧力タンク（７０）であり、

前記圧力タンクは、内部に前記流体を蓄える容器（７１）を備え、

10

20

30

40

50

前記部屋（ 7 4 ）は、前記容器の内部である異常診断装置。

【請求項 1 3】

前記判定部（ 1 2 ）は、前記熱流束センサの検出結果に基づく前記熱流束の検出値と、所定の閾値とを比較し、この比較結果に基づいて、前記対象装置に異常が有るか否かを判定する請求項 9 ないし 1 2 のいずれか 1 つに記載の異常診断装置。

【請求項 1 4】

前記閾値は、前記熱流束の正常時における変化を表す少なくとも 1 つの正常時変化波形と、前記熱流束の異常時における変化を表す少なくとも 1 つの異常時変化波形とに対応付けられている請求項 1 3 に記載の異常診断装置。

【請求項 1 5】

前記閾値は、複数の閾値を含んでおり、また、前記少なくとも 1 つの異常時変化波形も複数の異常時変化波形を含んでおり、前記複数の閾値はそれぞれ、前記少なくとも 1 つの正常時変化波形、および前記複数の異常時変化波形における対応する異常時変化波形、に対応付けられている請求項 1 4 に記載の異常診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、流体の圧力状態を監視する監視装置および対象装置の異常の有無を診断する異常診断装置に関するものである。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

熱流束を検出する熱流束センサとして、例えば、特許文献 1 に開示されたものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特許第 5 3 7 6 0 8 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

ところで、空気圧、油圧、水圧などの流体圧を動力としてピストンを往復運動させる動力シリンダがある。動力シリンダは、流体圧駆動機器とも呼ばれる。動力シリンダのうち空気圧を動力とするエアシリンダは、生産設備のアクチュエータとして用いられている。

【 0 0 0 5 】

動力シリンダは、シリンダの内部空間がピストンによって 2 つの部屋に仕切られている。2 つの部屋の一方に圧縮された流体が供給される。2 つの部屋の他方から流体が排出される。2 つの部屋に対する流体の供給と排出とが切り替えられることで、ピストンが往復運動する。2 つの部屋のそれぞれでは、流体が圧縮されたり、膨張したりして、流体の圧力状態が変化する。

【 0 0 0 6 】

このような動力シリンダの異常の有無を診断する異常診断装置として、部屋の内部の流体の圧力状態から異常の有無を診断できる異常診断装置の実現が望まれる。この実現のためには、部屋の壁に穴をあけて圧力計を取り付けることが考えられる。しかし、発明者の詳細な検討の結果、以下の課題が見出された。すなわち、圧力変化が生じる部屋の壁に穴をあけることは、部屋の内部の状態に影響が生じるため、好ましくない。このため、部屋の壁に穴をあけて計測器を取り付けなくても、部屋の内部の流体の圧力状態から異常の有無を診断できる異常診断装置の実現が望まれる。

【 0 0 0 7 】

なお、この課題は、動力シリンダを診断対象とする異常診断装置に限られず、内部で流体が圧縮または膨張される部屋を備える動力シリンダ以外の対象装置を診断対象とする異常診断装置においても、同様に言えることである。また、上記した異常診断装置と同様に

10

20

30

40

50

、内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋を有する対象装置における流体の圧力状態を監視する監視装置においても、部屋の壁に穴をあけて計測器を取り付けずに、流体の圧力状態を監視できる監視装置の実現が望まれる。

【0008】

上記点に鑑みて、本発明は、部屋の壁に穴をあけて計測器を取り付けなくても、流体の圧力状態を監視できる監視装置を提供することを目的とする。さらに、本発明は、部屋の内部の流体の状態から異常診断を行うことができる異常診断装置を提供することをも一つの目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため、請求項1～4、6に記載の発明では、
内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋（222、223、53a、67、68、69、74）を有する対象装置（20、40、50、60、70）における流体の圧力状態を監視する監視装置は、

対象装置に設けられ、部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する熱流束センサ（10、10a、10b）と、

熱流束センサの検出結果に基づいて、流体の圧力状態を判定する判定部（12）とを備える。

さらに、請求項1に記載の発明では、

対象装置は、流体圧を動力とする流体圧駆動機器（20、40）であり、

流体圧駆動機器は、内部空間を有するハウジング（22）と、内部空間に配置された作動部材（24）とを備え、

ハウジングの内部空間は、作動部材によって2つの部屋（222、223）に仕切られており、

作動部材は、2つの部屋の一方に供給された流体を動力として移動し、

熱流束センサは、2つの部屋の少なくとも一方の部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する。

また、請求項2に記載の発明では、

対象装置は、流体を制御する流体制御機器（50）であり、

流体制御機器は、内部に流体の流路（53）を形成する流路形成部材（51）と、流路を開閉する弁体（52）とを備え、

部屋は、流路のうち弁体よりも流体流れ上流側の上流側流路（53a）である。

また、請求項3に記載の発明では、

対象装置は、機械の稼働部の衝撃または振動を流体の流体抵抗で減衰させる緩衝機器（60）であり、

緩衝機器は、流体が存在する部屋（67、68、69）を有する。

また、請求項4に記載の発明では、

対象装置は、増圧された流体を蓄える圧力タンク（70）であり、

圧力タンクは、内部に流体を蓄える容器（71）を備え、

部屋（74）は、容器の内部である。

また、請求項6に記載の発明では、判定部（12）は、熱流束センサの検出結果に基づく熱流束の検出値と、所定の閾値とを比較し、この比較結果に基づいて、流体の圧力状態を判定する。

【0010】

請求項1～4、6に記載の発明において、流体の圧縮とは、圧縮前と比較して、流体の圧力が上昇し、流体の温度が上昇する現象を指している。ここでいう流体の膨張とは、膨張前と比較して、流体の圧力が低下し、流体の温度が低下する現象を指している。

【0011】

部屋の内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われて、部屋の内部の流体の圧力状態が変化すると、その状態変化に応じて、部屋の内部と外部との間の熱流束が変化する

10

20

30

40

50

。そこで、部屋の内部と外部の間の熱流束を検出し、この検出結果から流体の圧力状態を判定することができる。

【 0 0 1 2 】

そして、部屋の内部と外部との間の熱流束は、部屋の壁に穴をあけなくても検出できる。したがって、これらの監視装置によれば、部屋の壁に穴をあけて計測器を取り付けなくても、部屋の内部の流体の圧力状態を監視することができる。

【 0 0 1 3 】

また、上記目的を達成するため、請求項 9 ~ 1 2 に記載の発明では、

内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋 (2 2 2 、 2 2 3 、 5 3 a 、 6 7 、 6 8 、 6 9 、 7 4) を有する対象装置 (2 0 、 4 0 、 5 0 、 6 0 、 7 0) の異常を診断する異常診断装置は、

対象装置に設けられ、部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する熱流束センサ (1 0 、 1 0 a 、 1 0 b) と、

熱流束センサの検出結果に基づいて、対象装置に異常が有るか否かを判定する判定部 (1 2) とを備える。

さらに、請求項 9 に記載の発明では、

対象装置は、流体圧を動力とする流体圧駆動機器 (2 0 、 4 0) であり、

流体圧駆動機器は、内部空間を有するハウジング (2 2) と、内部空間に配置された作動部材 (2 4) とを備え、

ハウジングの内部空間は、作動部材によって 2 つの部屋 (2 2 2 、 2 2 3) に仕切られており、

作動部材は、2 つの部屋の一方に供給された流体を動力として移動し、

熱流束センサは、2 つの部屋の少なくとも一方の部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する。

また、請求項 1 0 に記載の発明では、

対象装置は、流体を制御する流体制御機器 (5 0) であり、

流体制御機器は、内部に流体の流路 (5 3) を形成する流路形成部材 (5 1) と、流路を開閉する弁体 (5 2) とを備え、

部屋は、流路のうち弁体よりも流体流れ上流側の上流側流路 (5 3 a) である。

また、請求項 1 1 に記載の発明では、

対象装置は、機械の稼働部の衝撃または振動を流体の流体抵抗で減衰させる緩衝機器 (6 0) であり、

緩衝機器は、流体が存在する部屋 (6 7 、 6 8 、 6 9) を有する。

また、請求項 1 2 に記載の発明では、

対象装置は、増圧された流体を蓄える圧力タンク (7 0) であり、

圧力タンクは、内部に流体を蓄える容器 (7 1) を備え、

部屋 (7 4) は、容器の内部である。

【 0 0 1 4 】

請求項 9 ~ 1 2 に記載の発明において、流体の圧縮とは、圧縮前と比較して、流体の圧力が上昇し、流体の温度が上昇する現象を指している。ここでいう流体の膨張とは、膨張前と比較して、流体の圧力が低下し、流体の温度が低下する現象を指している。

【 0 0 1 5 】

部屋の内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われて、部屋の内部の流体の圧力状態が変化すると、その状態変化に応じて、部屋の内部と外部との間の熱流束が変化する。この熱流束の変化の仕方は、対象装置が正常な場合と対象装置に異常が有る場合とで異なる。そこで、部屋の内部と外部の間の熱流束を検出し、この検出結果から対象装置に異常があるか否かを判定することができる。

【 0 0 1 6 】

そして、部屋の内部と外部との間の熱流束は、部屋の壁に穴をあけなくても検出できる。したがって、これらの異常診断装置によれば、部屋の壁に穴をあけて計測器を取り付け

10

20

30

40

50

なくとも、部屋の内部の流体の状態から異常診断を行うことができる。

【 0 0 1 7 】

なお、この欄および特許請求の範囲で記載した各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】第 1 実施形態における異常診断装置とエアシリンダを示す図である。

【図 2】図 1 中の熱流束センサの平面図である。

【図 3】図 2 の I I I - I I I 線での断面図である。

【図 4 A】第 1 実施形態の正常例 1 の期間 P 1 におけるエアシリンダの断面図である。

10

【図 4 B】第 1 実施形態の正常例 1 の期間 P 2 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 4 C】第 1 実施形態の正常例 1 の期間 P 3 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 4 D】第 1 実施形態の正常例 1 の期間 P 4 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 5】第 1 実施形態の正常例 1 における時間経過に伴う熱流束の変化を示す図である。

【図 6 A】第 1 実施形態の正常例 2 の期間 P 5 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 6 B】第 1 実施形態の正常例 2 の期間 P 6 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 6 C】第 1 実施形態の正常例 2 の期間 P 7 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 6 D】第 1 実施形態の正常例 2 の期間 P 8 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 7】第 1 実施形態の正常例 2 における時間経過に伴う熱流束の変化を示す図である。

【図 8 A】第 1 実施形態の正常例 3 の期間 P 1 1 におけるエアシリンダの断面図である。

20

【図 8 B】第 1 実施形態の正常例 3 の期間 P 1 2 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 8 C】第 1 実施形態の正常例 3 の期間 P 1 3 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 8 D】第 1 実施形態の正常例 3 の期間 P 1 4 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 9】第 1 実施形態の正常例 3 における時間経過に伴う熱流束の変化を示す図である。

【図 1 0】第 1 実施形態の異常例 1 の期間 P x 1 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 1 1】第 1 実施形態の異常例 1 における時間経過に伴う熱流束の変化を示す図である。

。

【図 1 2】第 1 実施形態の異常例 2 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 1 3】第 1 実施形態の異常例 2 における時間経過に伴う熱流束の変化を示す図である。

。

30

【図 1 4】第 1 実施形態の異常例 3 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 1 5】第 1 実施形態の異常例 3 における時間経過に伴う熱流束の変化を示す図である。

。

【図 1 6】第 1 実施形態における異常診断制御を示すフローチャートである。

【図 1 7】第 1 実施形態における異常の有無の判定方法を説明するための図である。

【図 1 8】第 1 実施形態における異常の有無の判定方法を説明するための図である。

【図 1 9】第 1 実施形態における異常の有無の判定方法を説明するための図である。

【図 2 0】第 2 実施形態における異常診断装置の一部である熱流束センサとエアシリンダを示す図である。

【図 2 1】第 2 実施形態の正常例 1 における時間経過に伴う熱流束の変化を示す図である

40

。

【図 2 2】第 3 実施形態における異常の有無の判定方法を説明するための図である。

【図 2 3】第 4 実施形態における異常の有無の判定方法を説明するための図である。

【図 2 4 A】第 5 実施形態の正常時の期間 P 2 1 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 2 4 B】第 5 実施形態の正常時の期間 P 2 2 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 2 4 C】第 5 実施形態の正常時の期間 P 2 3 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 2 4 D】第 5 実施形態の正常時の期間 P 2 4 におけるエアシリンダの断面図である。

【図 2 5】第 5 実施形態の正常時における時間経過に伴う熱流束の変化を示す図である。

【図 2 6】他の実施形態におけるボールバルブの断面図である。

【図 2 7】他の実施形態におけるボールバルブの断面図である。

50

【図 28】他の実施形態におけるショックアブソーバの断面図である。

【図 29】他の実施形態における圧力タンクの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。

【0020】

(第1実施形態)

本実施形態では、監視装置としての異常診断装置について説明する。図1に示すように、本実施形態の異常診断装置1は、対象装置としてのエアシリンダ20の異常を診断する。

10

【0021】

エアシリンダ20は、空気圧を動力として、ピストン24を往復運動させる動力シリンダである。エアシリンダ20は、シリンダ22と、ピストン24と、ピストンロッド26とを備えている。シリンダ22と、ピストン24と、ピストンロッド26とは、金属製である。

【0022】

シリンダ22は、円筒状の内部空間(すなわち、部屋)221を有するハウジングである。このため、シリンダ22は、シリンダハウジングとも呼ばれる。部屋221は、ピストン24により第1室222と第2室223の2つの部屋に仕切られている。第1室222は、ピストン24のピストンロッド26側とは反対側の部屋である。第2室223は、ピストン24のピストンロッド26側の部屋である。シリンダ22には、第1室222に連通する第1開口部224が形成されている。シリンダ22には、第2室223に連通する第2開口部225が形成されている。

20

【0023】

ピストン24は、部屋221の内部に配置されている。ピストン24の側面にはゴム製のシール部材241が取り付けられている。シール部材241によってピストン24とシリンダ22との間がシールされている。シール部材241によってピストン24がシリンダ22の内面に対して摺動する。

【0024】

ピストンロッド26は、ピストン24と連動する軸部材である。シリンダ22は、第3開口部226が形成されている。ピストンロッド26は第3開口部226を通っている。第3開口部226を構成する内壁面にゴム製のシール部材227が取り付けられている。シール部材227によってピストンロッド26とシリンダ22との間がシールされている。シール部材227によってピストンロッド26がシリンダ22の内面に対して摺動する。

30

【0025】

シリンダ22の第1開口部224および第2開口部225には、図示しない流路切替弁が接続されている。流路切替弁は、第1開口部224と第2開口部225のそれぞれに対して、図示しない空気供給流路と空気排出流路との接続を切り替えるものである。空気供給流路は、圧縮された空気の供給源である図示しない空気圧縮機に接続される。空気排出流路は、大気に開放されている。流路切替弁によって、第1室222に圧縮空気が供給されるとともに、第2室223が大気に開放された第1状態と、第1室222が大気に開放されるとともに、第2室223に圧縮空気が供給される第2状態とが切り替えられる。

40

【0026】

また、第1開口部224に連なる流路と第2開口部225に連なる流路には、それぞれ、図示しない流量調整弁が設けられている。流量調整弁は、供給される圧縮空気の流量を調整することにより、ピストン24の動作速度を変更するスピードコントローラである。

【0027】

図1に示すように、異常診断装置1は、熱流束センサ10と、制御装置12と、表示装

50

置 1 4 とを備えている。

【 0 0 2 8 】

熱流束センサ 1 0 は、シリンダ 2 2 の内部と外部との間の熱流束を検出する。熱流束センサ 1 0 は、シリンダ 2 2 の外面に取り付けられている。本実施形態では、熱流束センサ 1 0 として、第 1 熱流束センサ 1 0 a と、第 2 熱流束センサ 1 0 b とを用いている。第 1 熱流束センサ 1 0 a は、シリンダ 2 2 の外面のうち第 1 室 2 2 2 に最も近い部位に配置されている。第 1 熱流束センサ 1 0 a は、第 1 室 2 2 2 の内部と外部との間の熱流束を検出する。第 2 熱流束センサ 1 0 b は、シリンダ 2 2 の外面のうち第 2 室 2 2 3 に最も近い部位に配置されている。第 2 熱流束センサ 1 0 b は、第 2 室 2 2 3 の内部と外部との間の熱流束を検出する。熱流束センサ 1 0 は、平板形状である。熱流束センサ 1 0 の内部構造については後述する。熱流束センサ 1 0 は、制御装置 1 2 の入力側に接続されている。

10

【 0 0 2 9 】

制御装置 1 2 は、エアシリンダ 2 0 の異常診断制御を行う。この異常診断制御は、熱流束センサ 1 0 の検出結果に基づいて、エアシリンダ 2 0 に異常が有るか否かを判定するものである。したがって、制御装置 1 2 が、熱流束センサ 1 0 の検出結果に基づいて、装置に異常があるか否かを判定する判定部を構成している。

【 0 0 3 0 】

制御装置 1 2 の出力側には、表示装置 1 4 が接続されている。制御装置 1 2 は、異常が有るときに、異常が有ることを表示装置 1 4 に表示させる。制御装置 1 2 は、マイクロコンピュータ、記憶装置等を有して構成される。

20

【 0 0 3 1 】

表示装置 1 4 は、異常が有ることをユーザに報知するための報知装置である。表示装置 1 4 としては、液晶ディスプレイ等が用いられる。

【 0 0 3 2 】

図 2、3 に示すように、熱流束センサ 1 0 は、絶縁基材 1 0 0、表面保護部材 1 1 0、裏面保護部材 1 2 0 が一体化され、この一体化されたものの内部で第 1、第 2 層間接続部材 1 3 0、1 4 0 が交互に直列に接続された構造を有する。なお、図 2 では、表面保護部材 1 1 0 を省略している。絶縁基材 1 0 0、表面保護部材 1 1 0、裏面保護部材 1 2 0 は、フィルム状であって、熱可塑性樹脂等の可撓性を有する樹脂材料で構成されている。絶縁基材 1 0 0 は、その厚さ方向に貫通する複数の第 1、第 2 ピアホール 1 0 1、1 0 2 が形成されている。第 1、第 2 ピアホール 1 0 1、1 0 2 に互いに異なる金属や半導体等の熱電材料で構成された第 1、第 2 層間接続部材 1 3 0、1 4 0 が埋め込まれている。絶縁基材 1 0 0 の表面 1 0 0 a に配置された表面導体パターン 1 1 1 によって第 1、第 2 層間接続部材 1 3 0、1 4 0 の一方の接続部が構成されている。絶縁基材 1 0 0 の裏面 1 0 0 b に配置された裏面導体パターン 1 2 1 によって第 1、第 2 層間接続部材 1 3 0、1 4 0 の他方の接続部が構成されている。

30

【 0 0 3 3 】

熱流束センサ 1 0 の厚さ方向にて、熱流束が熱流束センサ 1 0 を通過すると、第 1、第 2 層間接続部材 1 3 0、1 4 0 の一方の接続部と他方の接続部に温度差が生じる。これにより、ゼーベック効果によって第 1、第 2 層間接続部材 1 3 0、1 4 0 に熱起電力が発生する。熱流束センサ 1 0 は、この熱起電力（例えば、電圧）をセンサ信号として出力する。

40

【 0 0 3 4 】

次に、エアシリンダ 2 0 が正常に動作するときの時間経過に伴う熱流束変化について説明する。

（正常例 1）

正常例 1 は、図 4 A ~ 4 D に示すように、エアシリンダ 2 0 の伸縮方向（すなわち、ピストン 2 4 の移動方向）が左右方向であって、エアシリンダ 2 0 が縮んだ状態から伸びた状態に変わる場合である。この場合の熱流束変化は、図 5 に示す波形となる。図 5 の横軸は、エアシリンダ 2 0 への圧縮空気の供給開始からの経過時間である。図 5 の縦軸は、第

50

1 熱流束センサ 10 a、第 2 熱流束センサ 10 b が検出する熱流束の大きさを示している。部屋の内部から外部に向かう熱流束を + 側としている。部屋の外部から内部に向かう熱流束を - 側としている。また、図 5 中の期間 P 1、P 2、P 3、P 4 は、それぞれ、エアシリンダ 20 の状態が図 4 A、4 B、4 C、4 D に示す状態のときに対応している。

【0035】

期間 P 1 では、図 4 A に示すように、エアシリンダ 20 が縮んだ状態から伸びた状態となるために、第 1 室 222 に圧縮空気が供給され、第 2 室 223 は大気開放される。このとき、第 2 室 223 は、伸びた状態から縮んだ状態となる際に供給された圧縮空気が存在する状態から大気開放された状態となる。期間 P 1 では、シール部材 241、227 の静止摩擦により、ピストン 24 は動き出さない。第 1 室 222 の圧力が上昇することで、第 1 室 222 の空気が圧縮され加熱される。このため、第 1 室 222 の内部から外部に向かう熱流束が増加する。これにより、第 1 熱流束センサ 10 a が検出する熱流束（以下、第 1 熱流束という）は、+ 側で増加する。一方、第 2 室 223 は、大気開放によって減圧することで、第 1 室 222 の空気が膨張し冷却される。このため、外部から第 2 室 223 の内部に向かう熱流束が増加する。これにより、第 2 熱流束センサ 10 b が検出する熱流束（以下、第 2 熱流束という）は、-（マイナス）の値となり、- 側で絶対値が増加する。

10

【0036】

期間 P 2 では、図 4 B に示すように、第 1 室 222 と第 2 室 223 の圧力差が高まり、ピストン 24 が動き始める。ピストン 24 が動き始めることで、第 1 室 222 の空気が膨張し、第 1 室 222 の圧力が低下する。このため、第 1 室 222 の空気が冷却される。これにより、第 1 熱流束が減少する。逆に、第 2 室 223 は、空気が圧縮されるため、減圧状態が緩やかになる。このため、第 2 熱流束の変化が緩やかになる。

20

【0037】

期間 P 3 では、図 4 C に示すように、図示しないストッパによって、ピストン 24 が停止する。このため、第 1 室 222 の空気の膨張が止まり、再び、第 1 室 222 の圧力が上昇する。空気が圧縮されて加熱されることにより、第 1 熱流束が + 側で増加する。一方、ピストン 24 の停止により、第 2 室 223 の空気の圧縮も止まる。このため、第 2 室 223 の減圧がより進む。これにより、第 2 熱流束の - 側での絶対値の増加が急になる。

【0038】

期間 P 4 では、図 4 D に示すように、第 1 室 222 が所定の圧力となるまで、圧縮空気が供給される。第 1 室 222 が所定の圧力になると、圧縮空気の供給が停止された状態となる。これにより、第 1 室 222 の空気の加熱が飽和し、第 1 熱流束が徐々に小さくなって 0 に近づいていく。第 2 室 223 は、大気圧の状態に近づいていく。これにより、第 2 熱流束が徐々に小さくなって 0 に近づいていく。

30

（正常例 2）

正常例 2 は、図 6 A ~ 6 D に示すように、エアシリンダ 20 の伸縮方向が左右方向であって、エアシリンダ 20 が伸びた状態から縮んだ状態に変わる場合である。この場合の熱流束変化は、図 7 に示す波形となる。図 7 の横軸は、エアシリンダ 20 への圧縮空気の供給開始からの経過期間を示している。図 7 の縦軸は、図 5 の縦軸と同じである。また、図 7 中の期間 P 5、P 6、P 7、P 8 は、それぞれ、エアシリンダ 20 の状態が図 6 A、6 B、6 C、6 D に示す状態のときに対応している。

40

【0039】

期間 P 5 では、図 6 A に示すように、エアシリンダ 20 が伸びた状態から縮んだ状態となるために、第 2 室 223 に圧縮空気が供給され、第 1 室 222 は大気開放される。期間 P 6 では、図 6 B に示すように、第 1 室 222 と第 2 室 223 の圧力差が高まり、ピストン 24 が動き始める。期間 P 7 では、図 6 C に示すように、図示しないストッパによって、ピストン 24 が停止する。期間 P 8 では、図 6 D に示すように、第 2 室 223 が所定の圧力となるまで、圧縮空気が供給される。第 2 室 223 が所定の圧力になると、圧縮空気の供給が停止された状態となる。

【0040】

50

正常例 2 でのピストン 24 の動きは、正常例 1 でのピストン 24 の動きと反対の動きとなる。このため、図 7 に示すように、第 1 熱流束の波形と第 2 熱流束の波形は、正常例 1 での第 1 熱流束の波形と第 2 熱流束の波形と反対の関係となる。すなわち、正常例 2 の第 1 熱流束の波形は、正常例 1 の第 2 熱流束の波形と同じである。正常例 2 の第 2 熱流束の波形は、正常例 1 の第 1 熱流束の波形と同じである。

(正常例 3)

正常例 3 は、図 8 A ~ 8 D に示すように、エアシリンダ 20 の伸縮方向が左右方向であって、エアシリンダ 20 が伸びる際に、ワーク 30 を押す仕事をする場合である。この場合の熱流束変化は、図 9 に示す波形となる。図 9 の横軸と縦軸は、それぞれ、図 5 の縦軸と横軸と同じである。また、図 9 中の期間 P 1 1、P 1 2、P 1 3、P 1 4 は、それぞれ、エアシリンダ 20 の状態が図 8 A、8 B、8 C、8 D に示す状態のときに対応している。

10

【 0 0 4 1 】

期間 P 1 1 では、図 8 A に示すように、正常例 1 の期間 P 1 と同様に、第 1 室 2 2 2 に圧縮空気が供給され、第 2 室 2 2 3 は大気開放される。そして、正常例 1 の期間 P 1 と同様に、ピストン 24 が動き始める。したがって、期間 P 1 1 では、第 1 熱流束および第 2 熱流束は、正常例 1 の期間 P 1、P 2 と同様の波形を描く。

【 0 0 4 2 】

期間 P 1 2 では、図 8 B に示すように、ピストンロッド 26 がワーク 30 に突き当たり、ピストン 24 が停止する。ワーク 30 が静止摩擦によって停止の状態を維持し続けている間、第 1 室 2 2 2 の圧力が上昇する。このため、第 1 室 2 2 2 の空気が圧縮され加熱される。これにより、第 1 熱流束が + 側で増加する。一方、第 2 室 2 2 3 は、大気解放による減圧がより進む。このため、第 2 熱流束の - 側での絶対値の増加が急になる。

20

【 0 0 4 3 】

期間 P 1 3 では、図 8 C に示すように、ワーク 30 が動き始める。ワーク 30、すなわち、ピストン 24 が動き始めることで、第 1 室 2 2 2 の空気が膨張し、第 1 室 2 2 2 の圧力が低下する。このため、第 1 室 2 2 2 の空気が冷却される。これにより、第 1 熱流束が減少する。逆に、第 2 室 2 2 3 は、空気が圧縮されるため、減圧状態が緩やかになる。このため、第 2 熱流束の変化が緩やかになる。

【 0 0 4 4 】

30

期間 P 1 4 では、正常例 1 の期間 P 3 と同様に、図示しないストッパによって、ピストン 24 が停止する。その後、正常例 1 の期間 P 4 と同様に、圧縮空気の供給が停止された状態となる。したがって、期間 P 1 4 では、第 1 熱流束および第 2 熱流束は、正常例 1 の期間 P 3、P 4 と同様の波形を描く。

【 0 0 4 5 】

次に、エアシリンダ 20 の動作に異常が生じたときの時間経過に伴う熱流束の変化について説明する。

(異常例 1)

異常例 1 は、正常例 1 に対応する異常例である。異常例 1 は、図 10 に示すように、エアシリンダ 20 が縮んだ状態から伸びた状態に変わる途中で異物 30 A に衝突した場合である。この場合の熱流束変化は、図 11 に示す波形となる。

40

【 0 0 4 6 】

図 11 の期間 P x 1 では、図 10 に示すように、ピストンロッド 26 が異物に衝突する。このとき、第 1 室 2 2 2 の圧力が上昇する。すなわち、空気が圧縮され加熱される。このため、期間 P x 1 では、第 1 熱流束が + 側で増大する。一方、第 2 室 2 2 3 は、大気開放により、減圧が進む。すなわち、空気の膨張による冷却が急に進む。このため、第 2 熱流束は、- 側で絶対値が増大する。

【 0 0 4 7 】

したがって、図 11 に示すように、異常例 1 での熱流束の波形は、図 5 に示す正常例 1 の波形とは異なる。

50

(異常例 2)

異常例 2 は、正常例 1 に対応する異常例である。異常例 2 は、図 1 2 に示すように、エアシリンダ 2 0 が可動プレート 3 1 を動かす場合に、摺動摩擦抵抗によってピストン 2 4 の動作が遅延する異常例である。

【0048】

可動プレート 3 1 は、リニアブッシュ 3 2、3 3 を介して、2 本のロッド 3 4、3 5 に沿って移動するように構成されている。リニアブッシュ 3 2、3 3 は、直線状部材である 2 本のロッドに沿って動くガイド部材である。リニアブッシュ 3 2、3 3 は、可動プレート 3 1 に固定されている。可動プレート 3 1 は、ピストンロッド 2 6 に固定されている。ピストンロッド 2 6 が移動することで、可動プレート 3 1 が移動する。

10

【0049】

リニアブッシュ 3 2、3 3 と 2 本のロッド 3 4、3 5 との間には、潤滑剤が塗布されている。この潤滑剤が劣化すると、リニアブッシュ 3 2、3 3 の摺動摩擦抵抗が大きくなる。このため、ピストン 2 4 の動作が遅延する。

【0050】

この場合の熱流束変化は、図 1 3 に示す波形となる。摺動摩擦抵抗が大きくなると、ピストン 2 4 が移動することによる第 1 室 2 2 2 での空気の膨張冷却の効果が小さくなる。また、エアシリンダ 2 0 が伸びきるまでの時間が長くなる。図 1 3 の期間 $P \times 2$ では、第 1 熱流束の変化は、正常例 1 と比較して、緩やかになるとともに、第 1 熱流束の増加が生じる時間が遅くなる。また、第 2 熱流束の変化は、正常例 1 と比較して、第 2 熱流束の絶対値の増加が生じる時間が遅くなる。

20

【0051】

したがって、図 1 3 に示すように、異常例 2 での熱流束の波形は、図 5 に示す正常例 1 の波形とは異なる。

(異常例 3)

異常例 3 は、正常例 3 に対応する異常例である。異常例 3 は、図 1 4 に示すように、エアシリンダ 2 0 が伸びてワーク 3 0 を押す場合において、設備の何らかの異常により、押すはずのワーク 3 0 が存在しない場合である。この場合の熱流束変化は、図 1 5 に示す波形となる。

【0052】

30

図 1 5 中の期間 $P \times 3$ では、ワーク 3 0 が存在しないので、第 1 熱流束と第 2 熱流束の変化は、それぞれ、正常例 1 と同様の波形となる。

【0053】

次に、制御装置 1 2 が行う異常診断制御について説明する。

【0054】

制御装置 1 2 は、図 1 6 に示すように、熱流束センサ 1 0 の検出結果に基づいて、異常診断を行う。なお、図 1 6 中に示した各ステップは、各種機能を実現する機能実現部を構成するものである。また、図 1 6 に示す異常診断制御は、第 1 熱流束センサ 1 0 a と第 2 熱流束センサ 1 0 b に対して別々に行われる。第 1 熱流束センサ 1 0 a を用いた異常診断制御と、第 2 熱流束センサ 1 0 b を用いた異常診断制御は、実質的に同じである。したがって、以下では、第 1 熱流束センサ 1 0 a を用いた異常診断制御について説明する。

40

【0055】

具体的には、ステップ S 1 で、第 1 熱流束センサ 1 0 a の検出値を取得する。このとき、第 1 熱流束センサ 1 0 a から入力されたセンサ信号から熱流束の値を算出する。算出した熱流束値を検出値として用いる。なお、検出値として、熱流束値を用いる代わりに、熱流束センサ 1 0 から出力された電圧の値を用いてもよい。

【0056】

続いて、ステップ S 2 で、検出値と閾値とを比較して、異常が有るか否かを判定する。このとき、エアシリンダ 2 0 への圧縮空気の供給開始から経過時間が所定時間のときの検出値と、その所定時間での閾値と比較する。この閾値は、所定時間に応じて設定される判

50

定基準である。そして、検出値が閾値を超えたとき、または、検出値が閾値を下回ったときに、異常があると判定する。

【0057】

例えば、異常例1を検出するためには、図17に示すように、所定時間としての時間T1の検出値 q_x と、時間T1における閾値 q_{th1} とを比較する。図17では、図11に示す異常例1の第1熱流束の波形と、正常例1の第1熱流束の波形を示している。異常があると、時間T1での検出値 q_x は閾値 q_{th1} を超える。したがって、検出値 q_x が閾値 q_{th1} を超えた場合に、異常があると判定する。

【0058】

また、異常例2を検出するためには、図18に示すように、所定時間としての時間T2の検出値 q_x と、時間T2における閾値 q_{th2} とを比較する。図18では、図13に示す異常例2の第1熱流束の波形と、正常例1の第1熱流束の波形を示している。異常があると、時間T2での検出値 q_x は閾値 q_{th2} を下回る。したがって、検出値 q_x が閾値 q_{th2} を下回った場合に、異常があると判定する。

【0059】

また、異常例3を検出するためには、図19に示すように、所定時間としての時間T3の検出値 q_x と、時間T3における閾値 q_{th3} とを比較する。図19では、図15に示す異常例3の第1熱流束の波形と、正常例1の第1熱流束の波形を示している。異常があると、時間T3での検出値 q_x は閾値 q_{th3} を下回る。したがって、検出値 q_x が閾値 q_{th3} を下回った場合に、異常があると判定する。

【0060】

なお、ステップS2の判定においては、複数の異なる所定時間での検出値を閾値と比較して判定してもよい。このとき、所定時間を異常の原因毎に設定することが好ましい。これにより、異常の原因を特定することが可能となる。例えば、図17の時間T1のときの検出値が閾値よりも高いか否かを判定する。図18の時間T2のときの検出値が閾値よりも低いかなかを判定する。この両方の判定を行うことで、異常がある場合には、異常の原因が異常例1と異常例2のどちらであるかの特定が可能となる。

【0061】

異常があると判定した場合、ステップS3で、表示装置14に異常があることの表示をさせるための制御信号を出力する。これにより、保守作業員に異常を報知する。この結果、保守作業員が必要な措置を施すことができる。

【0062】

以上の説明の通り、本実施形態の異常診断装置1は、第1熱流束センサ10aと、第2熱流束センサ10bと、制御装置12とを備えている。制御装置12は、第1熱流束センサ10aの検出結果と判定基準とを比較して、エアシリンダ20に異常があるか否かを判定する。制御装置12は、第2熱流束センサ10bの検出結果と判定基準とを比較して、エアシリンダ20に異常があるか否かを判定する。

【0063】

上述の通り、エアシリンダ20の稼働中では、第1室222および第2室223の内部で、空気が圧縮または膨張されて空気の状態が変化する。この空気の状態の変化に応じて、第1室222の内部と外部との間の熱流束および第2室223の内部と外部との間の熱流束が変化する。そこで、第1室222の内部と外部との間の熱流束を第1熱流束センサ10aで検出する。第2室223の内部と外部との間の熱流束を第2熱流束センサ10bで検出する。そして、これらの検出結果と判定基準とを比較することで、エアシリンダ20に異常があるか否かを判定することができる。なお、検出結果と判定基準とを比較して判定することは、第1室222の内部および第2室223の内部の空気の圧力状態を判定していることに等しい。

【0064】

また、第1室222と第2室223のそれぞれの部屋の内部と外部との間の熱流束は、部屋の壁に穴をあけなくても、部屋の外に設置した第1熱流束センサ10aおよび第2熱

10

20

30

40

50

流束センサ 10b によって検出できる。したがって、本実施形態の異常診断装置 1 によれば、計測器の取り付けのために、部屋の壁に穴をあけなくてもよい。

【0065】

ところで、本実施形態の異常診断装置 1 とは異なる方法で異常診断を行うものとして、ピストン 24 の位置を検出する位置センサを用いる方法が考えられる。この位置センサは、磁気センサであり、一般的にオートスイッチと呼ばれる。具体的には、オートスイッチとタイマーによって、ピストンが動き始めてから停止位置に到達するまでの時間を測定する。測定時間を予め設定された所定時間と比較する。測定時間が所定時間よりも長い、または、短いときに異常と判定する。

【0066】

しかし、この位置センサを用いる方法では、ピストンの動作途中に異常があっても、ピストンが停止位置に到達する時間が正常時と変わらない場合、異常と判定することができない。

【0067】

これに対して、本実施形態の異常診断装置 1 は、熱流束センサ 10 の検出結果に基づいて、異常の有無を診断する。ピストン 24 の動作途中に異常があれば、正常時と比較して、熱流束の変化の仕方が変わる。したがって、本実施形態の異常診断装置 1 によれば、ピストンの動作途中に異常があっても、ピストンが停止位置に到達する時間が正常時と変わらない場合であっても、異常と判定することができる。

【0068】

また、本実施形態の異常診断装置 1 が行う異常診断は、エアシリンダ 20 の初期設定の適正判定に利用可能である。例えば、故障したエアシリンダ 20 を新たなエアシリンダ 20 に交換した場合、ピストンの動作速度を交換前と一致させるために、流量調整弁を調整する必要がある。そこで、流量調整弁の調整後に、上記した異常診断を行う。これにより、流量調整弁の調整具合が適正か否かを判定することができる。このため、ピストン 24 の移動速度の再現性を得ることができる。

【0069】

また、本実施形態の異常診断装置 1 が行う異常診断は、エアシリンダ 20 によって摺動機構を動かす装置における摺動機構の組み付けの適正判定に利用できる。例えば、異常例 2 で説明したエアシリンダ 20 が可動プレートを動かす装置の組み付けにおいては、2 本のロッドの平行度を出す必要がある。この平行度が出ていないと、2 本のロッドとリニアブッシュとの間の摺動抵抗が大きくなる。このため、熱流束の変化は、異常例 2 の波形となる。そこで、組み付け後に、上記した異常診断を行う。これにより、組み付けが適正に行われたか否かを判定することができる。

【0070】

(第 2 実施形態)

本実施形態の異常診断装置 1 は、熱流束センサ 10 の取り付け位置が、第 1 実施形態の異常診断装置 1 と異なる。

【0071】

図 20 に示すように、本実施形態の異常診断装置 1 は、エアシリンダとしてのロッドレスシリンダ 40 を診断対象としている。ロッドレスシリンダ 40 は、シリンダ 22 に接続された第 1 ジョイントブロック 41 および第 2 ジョイントブロック 42 を備えている。第 1 ジョイントブロック 41 は、第 1 開口部 224 と図示しない配管とを接続する。第 2 ジョイントブロック 42 は、第 2 開口部 225 と図示しない配管とを接続する。第 1 ジョイントブロック 41 および第 2 ジョイントブロック 42 は、金属製である。

【0072】

第 1 熱流束センサ 10a は、第 1 ジョイントブロック 41 の外面に取り付けられている。第 2 熱流束センサ 10b は、第 2 ジョイントブロック 42 の外面に取り付けられている。正常例 1 の場合の第 1 熱流束の変化および第 2 熱流束の変化は、図 21 に示す波形となる。図 21 に示すように、熱流束センサ 10 をシリンダ 22 の部屋 221 から離れた箇所

10

20

30

40

50

に設けても、熱流束の変化を検出することができる。

【0073】

このように、部屋221の内部と外部との間の熱流束は、熱が伝わる範囲内であれば、部屋221から離れた場所でも測定できる。このため、熱流束センサ10を用いる異常診断装置1は、熱流束センサ10の取付場所に自由度がある。

【0074】

(第3実施形態)

本実施形態の異常診断装置1は、異常診断制御における図16のステップS2での判定の仕方が第1実施形態の異常診断制御と異なる。

【0075】

本実施形態では、熱流束センサ10の検出結果として、ステップS1で取得した検出値が閾値に到達した時間を用いる。到達時間は、タイマーによって測定される。測定した到達時間を予め定められた判定時間と比較する。

【0076】

例えば、異常例2を検出するために、図22に示すように、熱流束センサ10の検出値が閾値 q_{th} に到達した到達時間 T_x と判定時間 T_{th} とを比較する。判定時間 T_{th} は、正常例1の熱流束波形に基づいて設定される。到達時間 T_x が判定時間 T_{th} よりも遅い場合、異常があると判定する。

【0077】

このようにして、エアシリンダ20に異常が有るか否かを判定することもできる。

【0078】

(第4実施形態)

本実施形態の異常診断装置1は、異常診断制御における図16のステップS2での判定の仕方が第1、第3実施形態の異常診断制御と異なる。

【0079】

本実施形態では、図23に示すように、熱流束センサ10の検出結果として、エアシリンダ20の1サイクル全体にわたる時間に対する熱流束の変化を示す熱流束波形を用いる。1サイクルとは、ピストン24の一方の停止位置から他方の停止位置までの移動期間である。また、判定基準として、正常時の波形に基づいて設定される判定領域を用いる。この領域は、正常時の波形に対して、縦軸の検出値を所定値だけ大きくした上限波形と、正常時の波形に対して、縦軸の検出値を所定値だけ小さくした下限波形との間の判定領域である。そして、検出した熱流束波形が判定領域をはみ出した場合に、異常があると判定する。このようにして、エアシリンダ20に異常が有るか否かを判定することもできる。

【0080】

なお、判定の仕方を次のように変更してもよい。すなわち、検出した熱流束波形と正常時の熱流束波形の各時間における差の積分値を算出する。積分値を判定値と比較して、積分値が判定値を超えた場合に、異常があると判定する。(第5実施形態)

本実施形態の異常診断装置1は、図24A~24Dに示すように、異常診断対象のエアシリンダ20の伸縮方向が上下方向である点が、第1実施形態と異なる。

【0081】

エアシリンダ20が上下方向に伸縮する場合の正常時の熱流束変化は、図25に示す波形となる。図25の横軸は、第1室222への圧縮空気の供給開始からの経過時間である。図25の横軸は、エアシリンダ20が伸びた後、縮んで元の状態に戻るまでの1サイクルの期間を示している。図25の縦軸は、図5の横軸と同じである。また、図25中の期間P21、P22、P23、P24は、それぞれ、エアシリンダ20の状態が図24A、24B、24C、24Dに示す状態のときに対応している。

【0082】

図25の期間P21では、図24Aに示すように、エアシリンダ20が縮んだ状態から下方向に伸びた状態となるために、第1室222に圧縮空気が供給され、第2室223は大気開放される。そして、第1室222の圧力上昇とピストン24およびピストンロッド

10

20

30

40

50

26の自重とによって、ピストン24が下方方向に動き出す。第1室222は、ピストン24が動き始めるまで、空気が圧縮され加熱される。第1室222は、ピストン24が動き始めると、空気が膨張し冷却される。このため、第1熱流束は、+側で急激に増加した後、減少する。第2室223は、ピストン24が下がることで、空気が、一瞬、圧縮され加熱される。その後、第2室223は、大気開放によって減圧が進み、空気が膨張して冷却される。このため、第2熱流束は、+側で増加した後、減少し、-の値に転じる。

【0083】

期間P22では、図24Bに示すように、図示しないストッパによって、ピストン24が停止する。そして、第1室222は、所定の圧力で一定となる。これにより、第1室222の空気の加熱が飽和する。このため、第1熱流束が徐々に小さくなって0に近づいていく。第2室223は、大気圧の状態となる。このため、第2熱流束が徐々に小さくなって0に近づいていく。

10

【0084】

期間P23では、図24Cに示すように、エアシリンダ20が伸びた状態から縮んだ状態となるために、第2室223に圧縮空気が供給され、第1室222は大気開放される。第2室223の圧力上昇によってピストン24が上に動き出す。第2室223は、ピストン24が動き始めるまで、空気が圧縮され加熱される。第2室223は、ピストン24が動き始めると、空気が膨張し冷却される。このため、第2熱流束は、+側で急激に増加した後、減少する。第1室222は、大気開放によって減圧が進み、空気が膨張して冷却される。このため、第1熱流束は、-側で絶対値が増加する。

20

【0085】

期間P24では、図24Dに示すように、図示しないストッパによって、ピストン24が停止する。そして、第2室223は、所定の圧力で一定となる。これにより、第2室223の空気の加熱が飽和する。このため、第2熱流束が徐々に小さくなって0に近づいていく。第1室222は、大気圧の状態となる。このため、第1熱流束の絶対値が徐々に小さくなって0に近づいていく。

【0086】

本実施形態においても第1実施形態と同様に、制御装置12が異常診断制御を行う。すなわち、制御装置12は、上記した正常時の熱収束変化に基づいて予め設定された判断基準を用いて、熱流束センサの検出結果と判断基準とを比較して、エアシリンダ20に異常が有るか否かを判定する。このようにして、エアシリンダ20の異常診断を行うことができる。

30

【0087】

(他の実施形態)

本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、下記のように、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能である。

【0088】

(1)上記各実施形態では、熱流束センサ10として、第1熱流束センサ10aと第2熱流束センサ10bを用いていたが、第1熱流束センサ10aと第2熱流束センサ10bの一方のみを用いるようにしてもよい。エアシリンダ20の異常時では、第1室222と第2室2223のどちらにおいても、時間に対する熱流束変化が正常時と異なるからである。

40

【0089】

(2)上記各実施形態では、異常診断の対象である対象装置が、エアシリンダ、すなわち、直線動作を行う空気圧駆動機器であったが、対象装置は、空気圧によって作動部材が直線動作以外の動作を行う空気圧駆動機器であってもよい。直線動作以外の動作を行う空気圧駆動機器は、エアシリンダと同様に、内部空間を有するハウジングと、この内部空間に配置された作動部材とを備える。ハウジングの内部空間は、作動部材によって2つの部屋に仕切られている。作動部材は、作動部材を挟む2つの部屋的一方に供給された圧縮空気を動力として移動する。

50

【 0 0 9 0 】

また、駆動機器は、空気圧を動力とする場合に限られず、油圧、水圧等の空気圧以外の流体圧を動力とする流体圧駆動機器であってもよい。この流体圧駆動機器は、作動部材を挟む2つの部屋の一方に供給された流体を動力として、作動部材が移動するものである。部屋に供給された流体が圧縮または膨張されることで、部屋の内部と外部との間の熱流束が変化する。そこで、この熱流束の変化を熱流センサで検出することで、駆動機器の異常の有無を診断することができる。

【 0 0 9 1 】

また、対象装置は、流体圧駆動機器に限られない。内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋を有する装置は、部屋の内部と外部との間の熱流束が変化する。したがって、上記した異常診断装置1は、内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋を有する対象装置に対して、異常診断を行うことができる。

10

【 0 0 9 2 】

このような対象装置としては、例えば、流体バルブ、ショックアブソーバ、圧力タンクが挙げられる。

【 0 0 9 3 】

流体バルブは、流体を通したり、止めたり、制御したりするため、流体の流路を開閉することのできる可動機構を持つ機器である。流体バルブとしては、ボールバルブがある。

【 0 0 9 4 】

図26、27に示すように、ボールバルブ50は、ボデー51と、ボール52とを備える。ボデー51は、内部に流体の流路53を形成する流路形成部材である。ボール52は、流路53を開閉する球状の弁体である。また、ボールバルブ50は、図示しないシール材を備える。

20

【 0 0 9 5 】

ボール52が軸心54を中心に90度回転することで、流路53が開閉される。図26に示すように、ボール52が流路53を開いた状態から閉じた状態に切り替えられると、流路53のうちボール52よりも上流側の上流側流路53aでは、切替前と比較して、流体の圧力が増大する。このため、流体が圧縮される。その反対に、図27に示すように、ボール52が流路53を閉じた状態から開いた状態に切り替えられると、上流側流路53aでは、切替前と比較して、流体の圧力が減少する。このため、流体が膨張する。

30

【 0 0 9 6 】

このように、上流側流路53aでは、ボールバルブ50の開閉の切替動作によって、流体の圧縮や膨張が行われる。このため、上流側流路53aとボデー51の外部との間の熱流束が変化する。したがって、ボールバルブ50では、上流側流路53aが、流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋に相当する。上流側流路53aは、弁体によって仕切られた部屋の1つである。

【 0 0 9 7 】

ここで、ボールバルブ50に代表される流体バルブは、弁体の破損、異物の噛みこみ、シール材の劣化などが原因で動作不良、すなわち、異常が生じる場合がある。この異常の有無を診断するためには、流路途中に圧力計や流量計などの計測器を設ける場合が考えられる。

40

【 0 0 9 8 】

この場合、流体バルブに対して後付けで計測器を設けるために、流路を構成する壁に穴をあけることが考えられる。しかし、気密性が重要な場合には、穴をあけて計測器を設けることが許されない。また、圧力計や流量計などの計測器を設ける場合、計測器が流体に触れるため、流体の種類によっては、耐薬品性の関係で使用できる計測器が限られる。または、流体の種類によっては、計測器を設けることができない。

【 0 0 9 9 】

そこで、ボデー51の外面のうち上流側流路53aに近い部位に、熱流束センサ10が設置される。熱流束センサ10は、上流側流路53aとボデー51の外部との間の熱流束

50

を検出する。制御装置 12 は、この熱流束の検出結果に基づいて、ボールバルブ 50 に異常が有るか否かを判定する。

【0100】

これによれば、ボデー 51 に穴をあけて計測器を取り付けなくても、異常の有無を診断することができる。また、熱流束センサ 10 はボデー 51 の外部に取り付けられる。このため、熱流束センサ 10 は流体に触れなくてすむ。これにより、流体の種類にかかわらず、ボールバルブ 50 の異常の有無を診断することができる。

【0101】

ショックアブソーバは、機械の稼働部の衝撃、振動を減衰させ、騒音、損傷を軽減する緩衝機器である。ショックアブソーバとしては、ツインチューブ式のショックアブソーバがある。

10

【0102】

図 28 に示すように、ツインチューブ式のショックアブソーバ 60 は、アウターチューブ 61 と、インナーチューブ 62 と、ピストン 63 と、ピストンロッド 64 と、オイル 65 と、ガス 66 とを備える。

【0103】

インナーチューブ 62 は、アウターチューブ 61 の内部に配置されている。インナーチューブ 62 は、底部に設けられたベースバルブ 62a を有している。ピストン 63 は、インナーチューブ 62 の内部に配置されている。ピストン 63 は、ピストンバルブ 63a を有している。ピストンロッド 64 は、ピストン 63 に連なっている。

20

【0104】

オイル 65 は、インナーチューブ 62 の内部およびアウターチューブ 61 とインナーチューブ 62 との間に配置されている。したがって、インナーチューブ 62 の内部が、オイル 65 が存在するオイル室 67 である。アウターチューブ 61 とインナーチューブ 62 との間のうちオイル 65 が存在する部屋がオイル室 68 である。ガス 66 は、アウターチューブ 61 とインナーチューブ 62 との間に配置されている。したがって、アウターチューブ 61 とインナーチューブ 62 との間のうちガス 66 が存在する部屋が、ガス室 69 である。

【0105】

ショックアブソーバ 60 の減衰力は、オイル 65 がピストンバルブ 63a およびベースバルブ 62a を通過するときの流体抵抗によって発生する。ピストンロッド 64 が衝撃を受けて下降すると、オイル 65 がピストンバルブ 63a およびベースバルブ 62a を通過することで、衝撃が減衰される。このとき、オイル 65 およびガス 66 の圧力が増大する。すなわち、オイル 65 およびガス 66 が圧縮される。また、ピストンロッド 64 が上昇すると、オイル 65 およびガス 66 の圧力が減少する。すなわち、オイル 65 およびガス 66 が膨張する。したがって、オイル室 67、68 およびガス室 69 のそれぞれが、流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋に相当する。

30

【0106】

ここで、ショックアブソーバ 60 は、シール材の劣化などが原因のガス漏れにより動作不良、すなわち、異常が生じる場合がある。この異常の有無を診断するために、アウターチューブ 61 に穴をあけて圧力計を設けることが考えられる。しかし、アウターチューブ 61 の内部の圧力は、ショックアブソーバ 60 が想定される衝撃力を吸収できるように、設定されている。このため、アウターチューブ 61 に穴をあけて後付けで圧力計を設けることは好ましくない。

40

【0107】

そこで、アウターチューブ 61 の外面のうちオイル室 67、68 に近い部位に、熱流束センサ 10 が設置される。熱流束センサ 10 は、オイル室 67、68 と外部との間の熱流束を検出する。または、アウターチューブ 61 の外面のうちガス室 69 に近い部位に、熱流束センサ 10 が設置される。熱流束センサ 10 は、ガス室 69 の内部と外部との間の熱流束を検出する。制御装置 12 は、熱流束センサ 10 の検出結果に基づいて、ショックア

50

ブソーバ 60 に異常が有るか否かを判定する。

【0108】

これによれば、アウターチューブ 61 に穴をあけて圧力計を取り付けなくても、ショックアブソーバ 60 の異常の有無を診断することができる。

【0109】

圧力タンクは、増圧された空気やオイルなどの流体を蓄えるための機器である。図 29 に示すように、圧力タンク 70 は、内部に流体を蓄える容器 71 を備える。容器 71 は、流体の入口 72 および出口 73 を有する。容器 71 の内部が、流体を蓄える部屋 74 である。また、圧力タンク 70 は、図示しないが、容器 71 の接続部等を封止するシール材を備える。

10

【0110】

部屋 74 の圧力変化により、流体が圧縮または膨張する。したがって、部屋 74 が、流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋に相当する。

【0111】

ここで、圧力タンク 70 は、シール材の劣化などが原因で、内部の流体のもれ、すなわち、異常が生じる場合がある。この異常の有無を診断するために、容器 71 に穴をあけて圧力計を設けることが考えられる。しかし、容器 71 の気密性が重要な場合には、容器 71 に穴をあけて圧力計を設けることが許されない。また、流体の種類によっては耐薬品性の関係で使用できる計測器が限られたりする。

【0112】

20

そこで、容器 71 の外面に、熱流束センサ 10 が設置される。熱流束センサ 10 は、部屋 74 の内部と外部との間の熱流束を検出する。制御装置 12 は、この熱流束の検出結果に基づいて、圧力タンク 70 に異常が有るか否かを判定する。

【0113】

これによれば、容器 71 に穴をあけて圧力計を取り付けなくても、異常の有無を診断することができる。また、熱流束センサ 10 は容器 71 の外部に取り付けられる。このため、流体の種類にかかわらず、圧力タンク 70 の異常の有無を診断することができる。

【0114】

(3) 上記各実施形態では、異常診断装置に本発明の特徴的構成を適用したが、異常診断装置以外の他の監視装置に本発明の特徴的構成を適用してもよい。すなわち、上記各実施形態では、制御装置 12 が、熱流束センサ 10 の検出結果に基づいて、対象装置に異常が有るか否かを判定していた。これに対して、制御装置 12 が、熱流束センサ 10 の検出結果に基づいて、対象装置における流体の圧力状態を判定するようにしてもよい。

30

【0115】

流体の圧力状態を判定することには、流体の圧力状態が複数の所定状態のいずれかに変化する場合において、流体の圧力状態が複数の所定状態のいずれに該当するかを判定することが含まれる。

【0116】

例えば、第 1 実施形態で説明したエアシリンダ 20 において、空気の圧力状態が、図 4 A に示す状態、図 4 B に示す状態、図 4 C に示す状態の順に変化する場合、上述の通り、図 5 の期間 P1、P2、P3 に示すように、熱流束が変化する。そこで、制御装置 12 は、熱流束センサ 10 の検出結果に基づいて、空気の圧力状態が、図 4 A に示す状態、図 4 B に示す状態、図 4 C に示す状態のいずれに該当するかを判定することができる。そして、制御装置 12 は、この判定結果と、空気の圧力状態とピストン 24 の位置との関係とに基づいて、ピストン 24 の位置を検出することができる。

40

【0117】

(4) 上記各実施形態では、熱流束センサ 10 として、図 2、3 に示す構造のものを用いたが、他の構造のものを用いてもよい。

【0118】

(5) 上記各実施形態では、報知装置として、表示装置 14 を用いたが、ブザー等の音

50

の発生装置を用いてもよい。

【0119】

(6) 上記各実施形態は、互いに無関係なものではなく、組み合わせが明らかに不可な場合を除き、適宜組み合わせが可能である。また、上記各実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

(まとめ)

上記各実施形態の一部または全部で示された第1の観点によれば、監視装置は、熱流束センサと、判定部とを備える。監視装置は、内部で流体の圧縮と膨張の少なくとも一方が行われる部屋を有する対象装置における流体の圧力状態を監視する。熱流束センサは、対象装置に設けられる。熱流速センサは、部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する。判定部は、熱流束センサの検出結果に基づいて、流体の圧力状態を判定する。

10

【0120】

また、第2の観点によれば、監視装置の対象装置は、内部空間を有するハウジングと、その内部空間に配置された作動部材とを備える。ハウジングは、その内部空間が作動部材によって2つの部屋に仕切られている。作動部材は、2つの部屋の一方に供給された流体を動力として移動する。熱流束センサは、2つの部屋の少なくとも一方の部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する。監視装置は、このような具体的な構成を有する対象装置における流体の圧力状態を監視できる。

【0121】

20

また、第3の観点によれば、異常診断装置は、熱流束センサと、判定部とを備える。熱流束センサは、内部で流体が圧縮または膨張される部屋を有する対象装置に設けられる。熱流束センサは、部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する。判定部は、熱流束センサの検出結果に基づいて、対象装置に異常が有るか否かを判定する。

【0122】

また、第4の観点によれば、異常診断装置の対象装置は、内部空間を有するハウジングと、その内部空間に配置された作動部材とを備える。ハウジングは、その内部空間が作動部材によって2つの部屋に仕切られている。作動部材は、2つの部屋の一方に供給された流体を動力として移動する。熱流束センサは、2つの部屋の少なくとも一方の部屋の内部と外部との間の熱流束を検出する。異常診断装置は、このような具体的な構成を有する対象装置の異常診断を行うことができる。

30

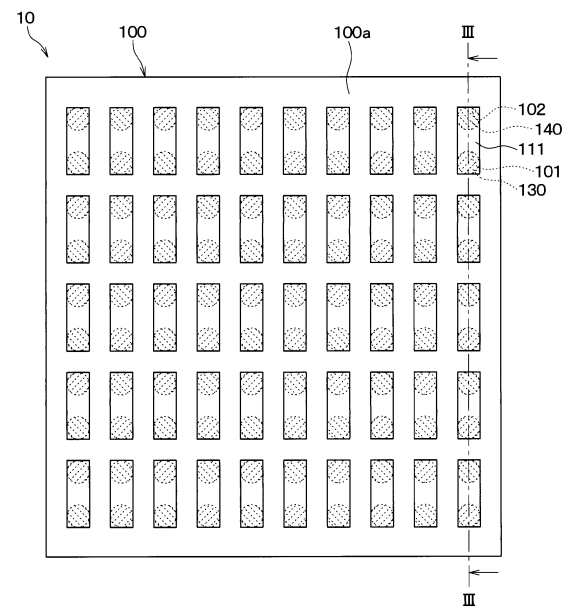
【符号の説明】

【0123】

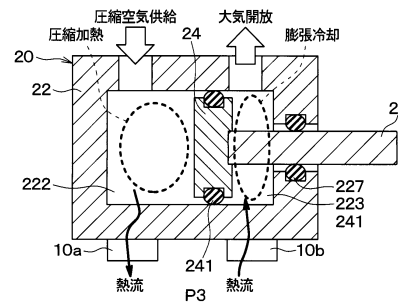
- 1 異常診断装置
- 10 熱流束センサ
- 12 制御装置
- 20 エアシリンダ
- 22 シリンダ
- 24 ピストン
- 40 ロッドレスシリンダ

40

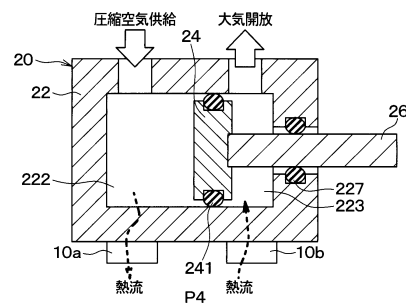
【 図 2 】



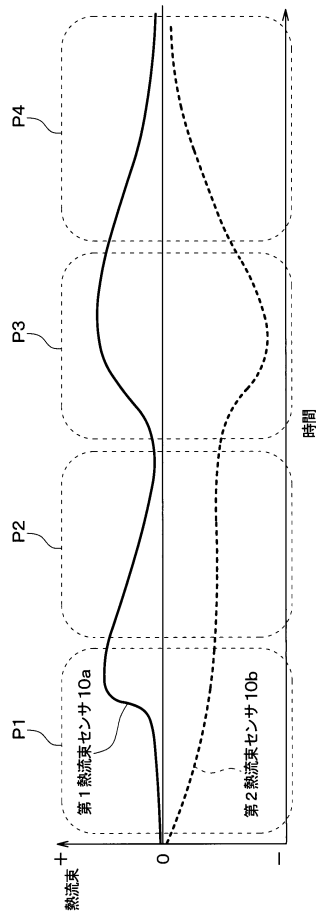
【 図 4 C 】



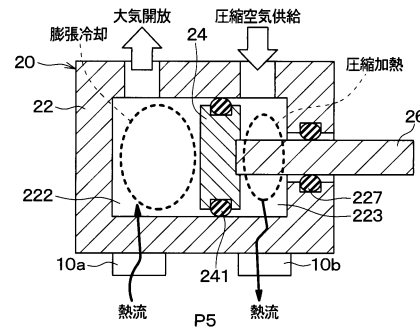
【 図 4 D 】



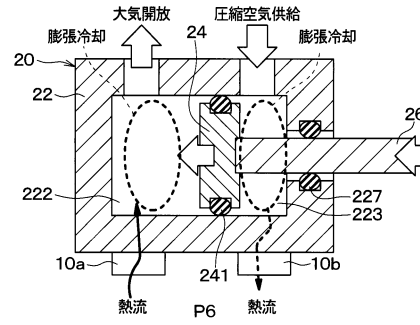
【図 5】



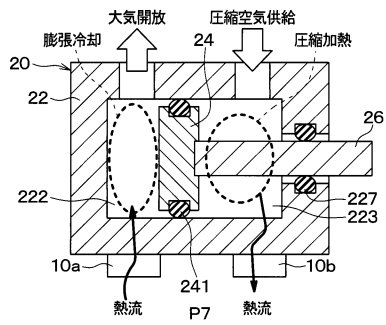
【図 6 A】



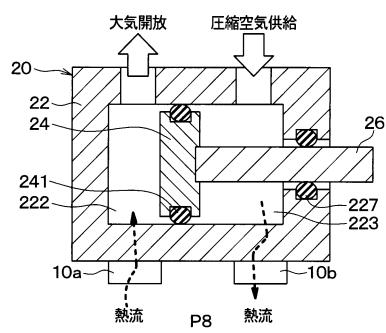
【図 6 B】



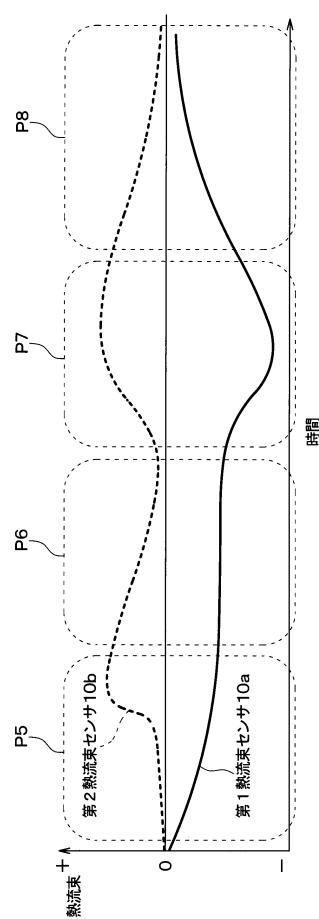
【図 6 C】



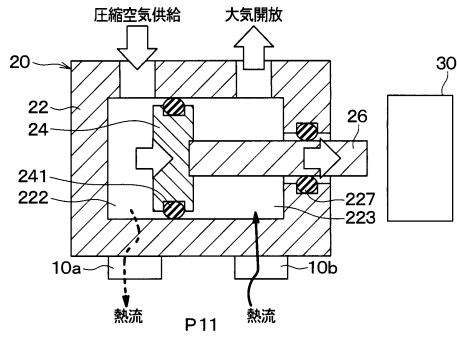
【図 6 D】



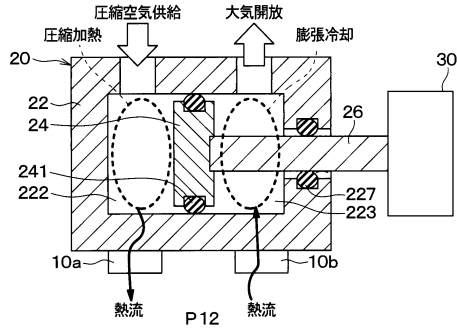
【図 7】



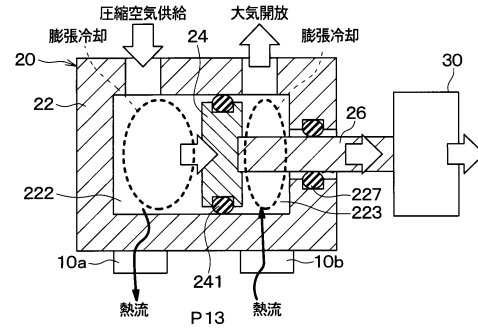
【図 8 A】



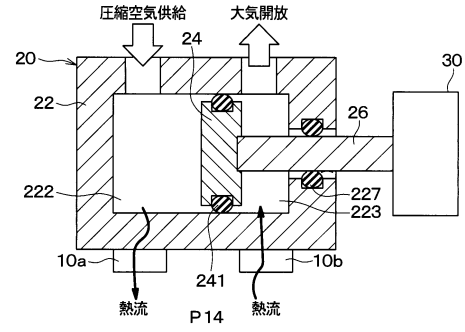
【図 8 B】



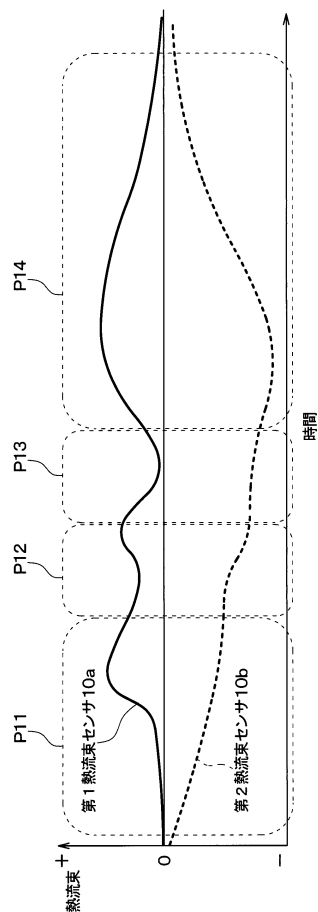
【図 8 C】



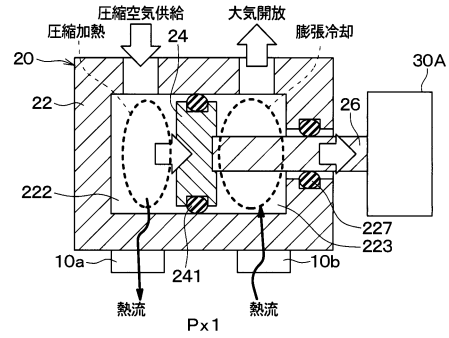
【図 8 D】



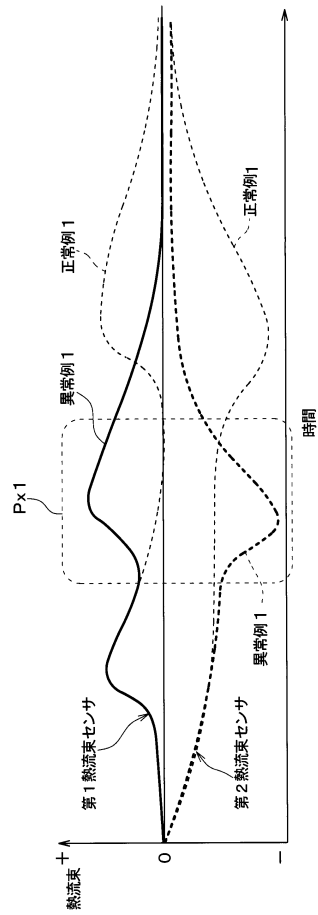
【図 9】



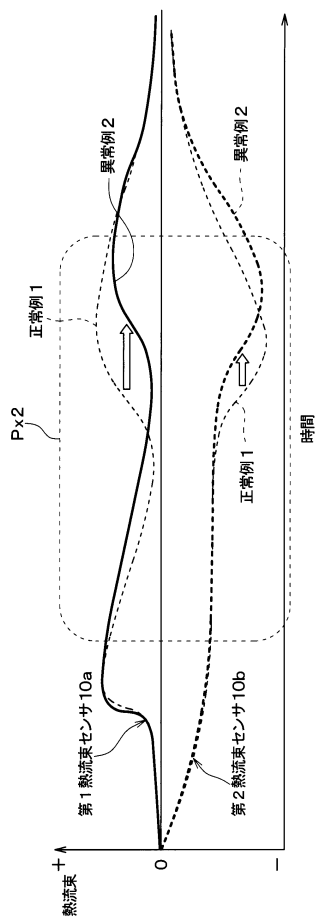
【図 10】



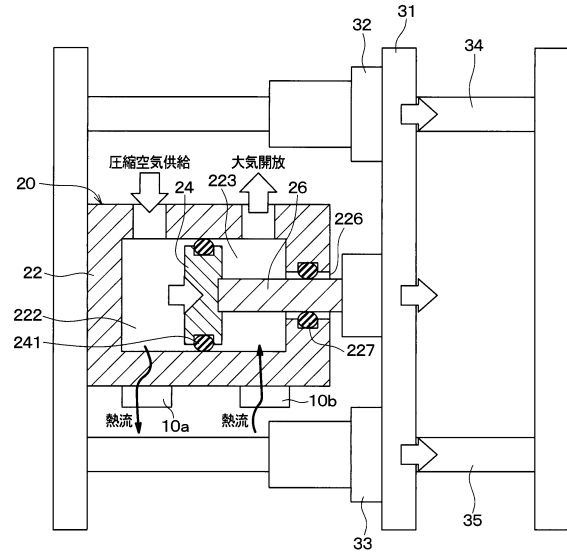
【図 1 1】



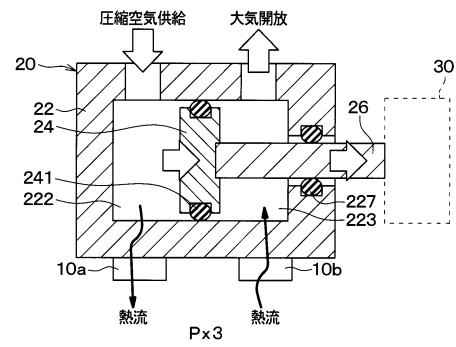
【図 1 3】



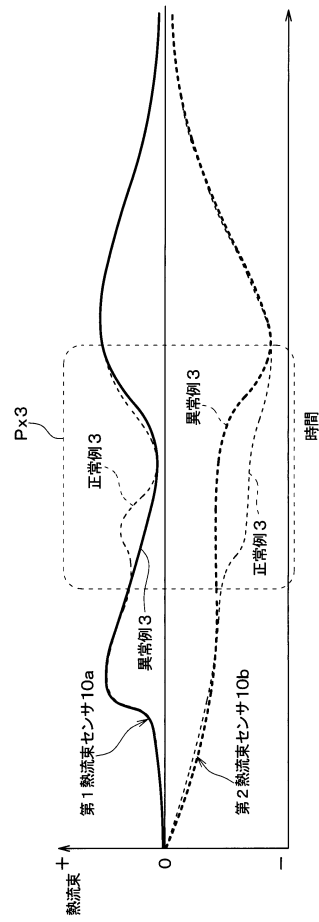
【図 1 2】



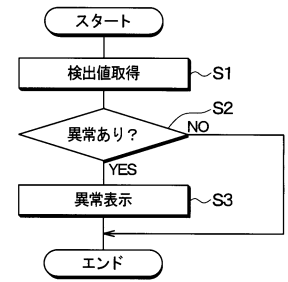
【図 1 4】



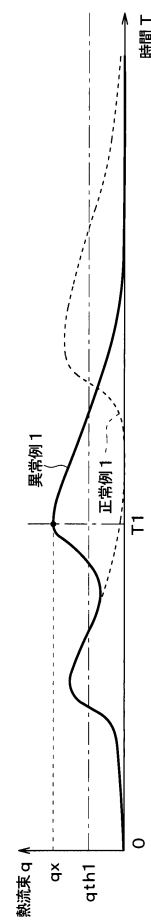
【図 15】



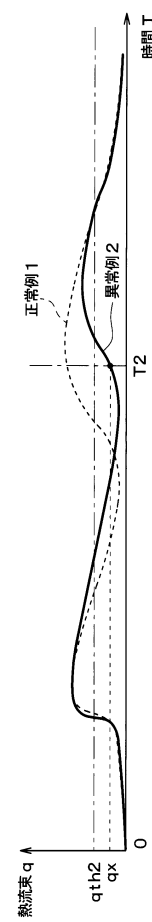
【図 16】



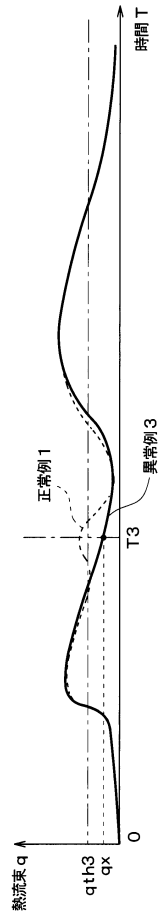
【図 17】



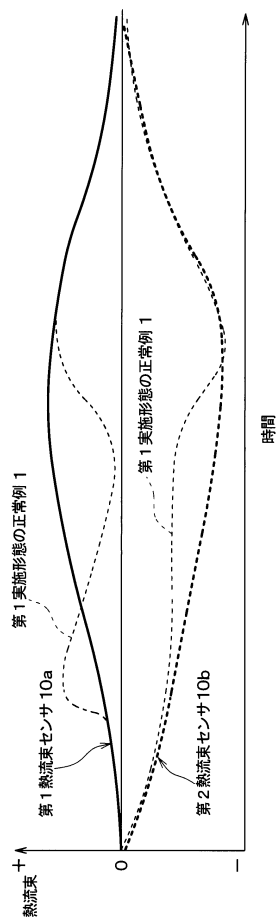
【図 18】



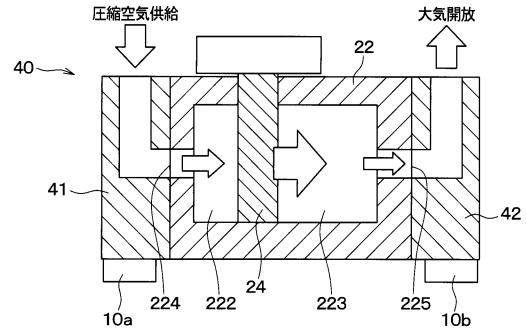
【図 19】



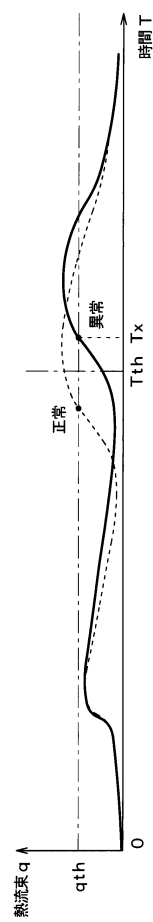
【図 21】



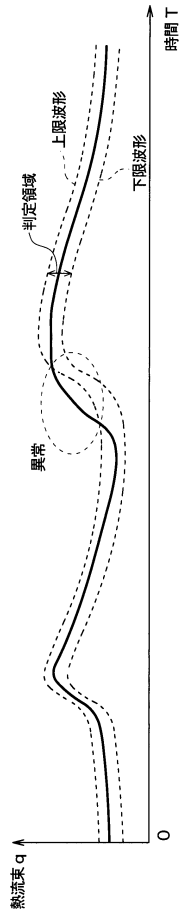
【図 20】



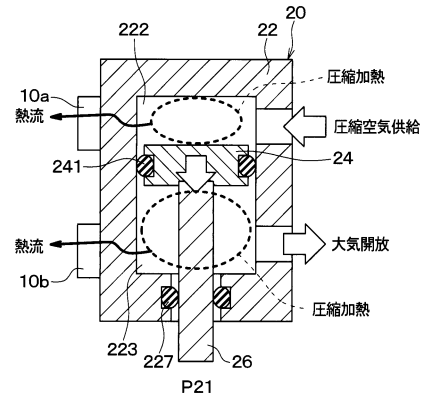
【図 22】



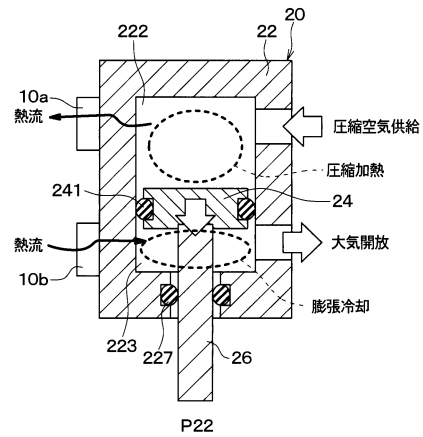
【図 2 3】



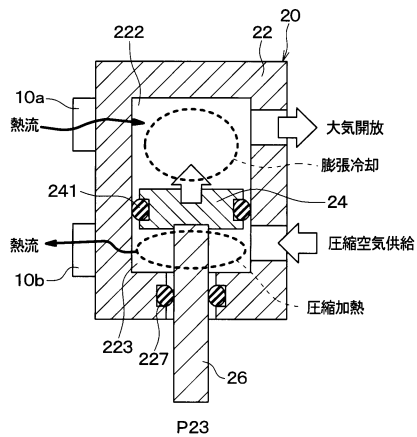
【図 2 4 A】



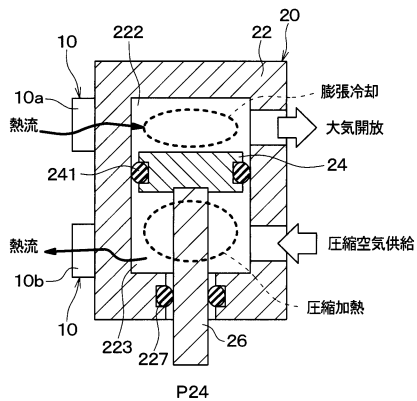
【図 2 4 B】



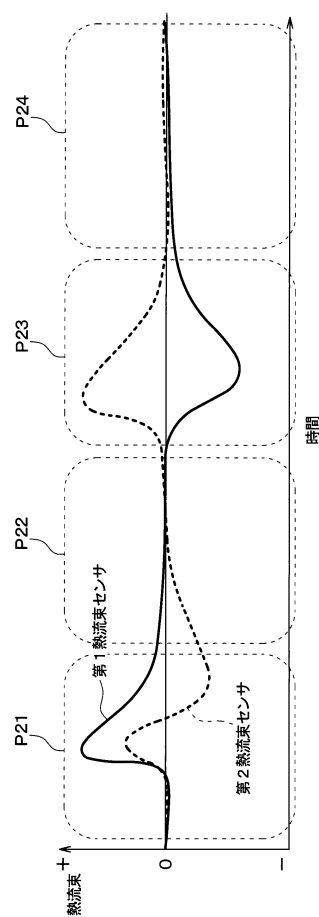
【図 2 4 C】



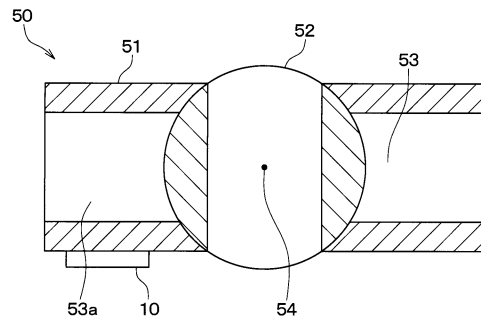
【図 2 4 D】



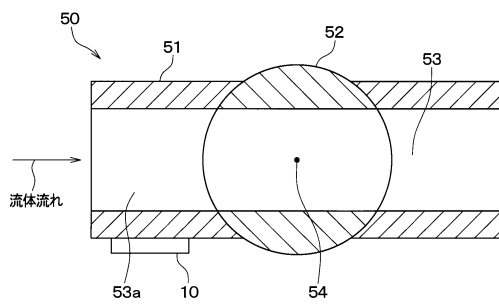
【図 2 5】



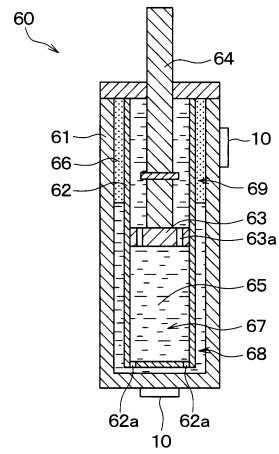
【図 26】



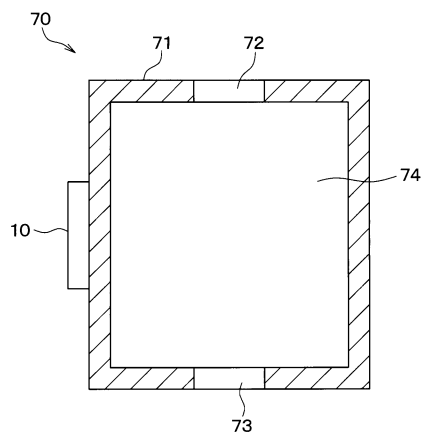
【図 27】



【図 28】



【図 29】



フロントページの続き

- (72)発明者 岡本 圭司
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 白石 芳彦
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 公文代 康祐

- (56)参考文献 特開2005-330837(JP,A)
特開昭63-072467(JP,A)
特開2015-014585(JP,A)
特開2011-102652(JP,A)
米国特許出願公開第2005/0217841(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------------------|
| G01L | 11/00, 23/08 |
| F02D | 35/00, 45/00 |
| F15B | 5/00, 15/00, 20/00 |
| G01M | 99/00 |