

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4940980号
(P4940980)

(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9日(2012.3.9)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 L 5/00 (2006.01) GO 1 L 5/00 Z
GO 1 N 11/08 (2006.01) GO 1 N 11/08

請求項の数 12 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-28241 (P2007-28241)	(73) 特許権者	000100768
(22) 出願日	平成19年2月7日(2007.2.7)		アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
(65) 公開番号	特開2008-191095 (P2008-191095A)		愛知県安城市藤井町高根10番地
(43) 公開日	平成20年8月21日(2008.8.21)	(74) 代理人	110000017
審査請求日	平成21年11月17日(2009.11.17)		特許業務法人アイテック国際特許事務所
		(72) 発明者	邵 長城
			愛知県安城市桜井町北阿原下48番地8
			株式会社エイ・ダブリュ・エンジニアリング内
		(72) 発明者	奥村 昭彦
			愛知県安城市桜井町北阿原下48番地8
			株式会社エイ・ダブリュ・エンジニアリング内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体力測定装置及び流体力の測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体が流通可能な測定対象の本体に挿入された挿入部材に、該本体を流通する流体が作用する力を測定する流体力測定装置であって、

前記測定対象の本体を固定する固定部と、

前記固定部に固定された本体に挿入された前記挿入部材の先端に当接し該挿入部材を支持する支持部と、

前記固定部に固定されると共に前記支持部が設けられ座標軸としてのX軸、Y軸及びZ軸の各方向へ該支持部を移動し任意の位置で該支持部を固定可能な3方向移動手段と、

前記3方向移動手段と前記支持部との間に設けられ前記X軸、Y軸及びZ軸の各方向へ前記挿入部材に前記本体を流通する流体が作用する力を測定する3分力測定手段と、

を備えた流体力測定装置。

【請求項2】

前記3方向移動手段は、前記X軸、Y軸及びZ軸の各方向の位置を測定可能な3方向マイクロメータである、請求項1に記載の流体力測定装置。

【請求項3】

前記3方向移動手段は、前記座標軸のうち前記挿入部材が前記本体に挿入される軸方向の操作量に対する移動距離が他の軸方向の操作量に対する移動距離に比して大きい、請求項1又は2に記載の流体力測定装置。

【請求項4】

10

20

前記支持部は、前記挿入部材の先端に線接触又は点接触する先端部が形成されている、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の流体力測定装置。

【請求項 5】

前記挿入部材は、その先端面に該挿入部材が前記本体に挿入される挿入方向に挿入穴が設けられ、該先端面と該挿入穴の壁面との間が連続するなめらかな曲面に形成されており、

前記支持部は、前記挿入部材に向かって尖った前記先端部が形成され該先端部が前記挿入部材の曲面に当接し該挿入部材を支持する、請求項 4 に記載の流体力測定装置。

【請求項 6】

前記支持部、前記 3 方向移動手段及び前記 3 分力測定手段は、前記挿入部材の一端側と他端側とに各々設けられている、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の流体力測定装置。

10

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の流体力測定装置であって、

前記流体の温度を調節して貯蔵する貯蔵部と前記本体へ前記流体を供給する供給部とを有する流体供給部、を備えた流体力測定装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の流体力測定装置であって、

前記 3 分力測定手段の測定結果に基づいて前記挿入部材に該本体を流通する流体が作用する前記座標軸の各方向の力を計算し、該計算結果を操作者へ出力する出力手段、を備えた流体力測定装置。

20

【請求項 9】

前記測定対象はスプール弁であり、前記挿入部材は前記スプール弁の本体に挿入され前記流体の流量および圧力を調節する摺動部が形成されたスプールである、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の流体力測定装置。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の流体力測定装置を利用した流体力の測定方法であって、

前記固定部に前記測定対象の本体を固定し、該本体に前記挿入部材を挿入し該挿入した挿入部材を予め定めた挿入方向となる所定位置で前記支持部に支持させる固定支持工程と

30

前記本体と前記挿入部材とが接触しないよう前記 3 方向移動手段を操作し前記挿入方向以外の方向への調節を行い該挿入部材を固定する調節固定工程と、

前記流体を前記本体に流通させ前記 3 分力測定手段により前記 X 軸、Y 軸及び Z 軸の各方向へ前記挿入部材に前記本体を流通する流体が作用する力を測定する測定工程と、

を含む流体力の測定方法。

【請求項 11】

前記調節固定工程では、前記挿入方向以外の方向へ前記支持部を移動するよう前記 3 方向移動手段を操作し、前記本体と前記挿入部材とが接触して生じる力を前記 3 分力測定手段によって測定し、該測定した力が値 0 となる範囲のうちいずれかの位置に前記 3 方向移動手段を固定する、請求項 10 に記載の流体力の測定方法。

40

【請求項 12】

前記測定工程の前に前記本体に流通させる流体の温度を予め調節する温度調節工程、を含む、請求項 10 又は 11 に記載の流体力の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体力測定装置及び流体力の測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、流体力測定装置としては、スプール弁を固定し、このスプール弁の本体に挿入さ

50

れ流体の流量および圧力を調節するスプールに作用する流体力を測定するものが提案されている（例えば、非特許文献1参照）。この非特許文献1に記載された装置は、スプール弁を固定し、このスプール弁の本体に流体の流量および圧力を調節する摺動部が形成されたスプールを挿入し、挿入したスプールが本体に接触しないよう静圧軸受により軸支し、このスプールの両端にロードセルを配置し、プリロードをかけてスプールを固定したのち流体を弁内に流通させ、ロードセルで計測された荷重の差分を求めることにより、スプールに作用するスプール軸方向の一方向の流体力を測定する。

【非特許文献1】スプール弁に作用する流体力の解析（第1報，弁内流れと運動量流速の周方向の非一様性）日本機械学会論文集（B編）65巻639号39～47頁（1999年11月）

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、この特許文献1に記載された流体力測定装置では、スプールの軸方向に作用する力しか測定できなかった。スプール弁など、内部を流通する流体が部材に力を作用するものでは、内部の流体の流れが三次元的になることが多く、軸方向の力を測定できるのみでは、流体の流れにより挿入部材に作用する力の解析を十分に行うことができなかった。

【0004】

本発明は、このような課題に鑑みなされたものであり、流体の流れにより挿入部材に作用する力の解析を十分に行うことができる流体力測定装置及び流体力の測定方法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】

【0005】

本発明は、上述の目的を達成するために以下の手段を採った。

【0006】

本発明の流体力測定装置は、流体が流通可能な測定対象の本体に挿入された挿入部材に、該本体を流通する流体が作用する力を測定する流体力測定装置であって、

前記測定対象の本体を固定する固定部と、

30

前記固定部に固定された本体に挿入された前記挿入部材の先端に当接し該挿入部材を支持する支持部と、

前記固定部に固定されると共に前記支持部が設けられ座標軸としてのX軸、Y軸及びZ軸の各方向へ該支持部を移動し任意の位置で該支持部を固定可能な3方向移動手段と、

前記3方向移動手段と前記支持部との間に設けられ前記X軸、Y軸及びZ軸の各方向へ前記挿入部材に前記本体を流通する流体が作用する力を測定する3分力測定手段と、

を備えたものである。

【0007】

この流体力測定装置では、測定対象の本体を固定部に固定し、この固定された本体に挿入された挿入部材の先端に支持部を当接させてこの挿入部材を支持させ、座標軸としてのX軸、Y軸及びZ軸の各方向へ移動し支持部を任意の位置で固定し、本体を流通する流体により挿入部材へ力を作用させ、この作用した力をX軸、Y軸及びZ軸の各方向について測定する。このように、X軸、Y軸及びZ軸の各方向へ挿入部材を移動可能であると共に、X軸、Y軸及びZ軸の各方向へ挿入部材に作用する力を測定可能である。したがって、流体の流れにより挿入部材に作用する力の解析を十分に行うことができる。

40

【0008】

本発明の流体力測定装置において、前記3方向移動手段は、前記X軸、Y軸及びZ軸の各方向の位置を測定可能な3方向マイクロメータであるものとしてもよい。こうすれば、マイクロメータを用いてX軸、Y軸及びZ軸の各方向に比較的容易に移動することができるし、支持部を正確に移動することができる。

50

【0009】

本発明の流体力測定装置において、前記3方向移動手段は、前記座標軸のうち前記挿入部材が前記本体に挿入される軸方向の操作量に対する移動距離が他の軸方向の操作量に対する移動距離に比して大きいものとしてもよい。こうすれば、挿入部材を固定したり、本体と挿入部材との相対位置を変更する際に、比較的小さな操作量で支持部の移動を行うことができる。

【0010】

本発明の流体力測定装置において、前記支持部は、前記挿入部材の先端に線接触又は点接触する先端部が形成されているものとしてもよい。こうすれば、挿入部材が傾いたり、3方向移動手段によって支持部を3方向に移動したりしても、支持部が挿入部材の先端に面接触するものに比して、滑らかに挿入部材を支持することができる。このとき、前記挿入部材は、その先端面に該挿入部材が前記本体に挿入される挿入方向に挿入穴が設けられ、該先端面と該挿入穴の壁面との間が連続するなめらかな曲面に形成されており、前記支持部は、前記挿入部材に向かって尖った先端部が形成され該先端部が前記挿入部材の曲面に当接し該挿入部材を支持するものとしてもよい。こうすれば、支持部の先端が挿入部材の曲面に当接して挿入部材を支持するため、比較的簡単な構成で滑らかに挿入部材を支持することができる。あるいは、前記挿入部材は、前記支持部に向かって尖った針状部が形成されており、前記支持部は、前記挿入部材側の先端面に前記針状部の一部が挿入する挿入穴が設けられ該先端面と該挿入穴の壁面との間が連続するなめらかな曲面に形成された先端部を備えており該曲面に前記挿入部材の針状部が当接し該挿入部材を支持するものとしてもよい。こうしても、支持部の曲面が挿入部材の針状部に当接して挿入部材を支持するため、比較的簡単な構成で滑らかに挿入部材を支持することができる。

【0011】

本発明の流体力測定装置において、前記支持部、前記3方向移動手段及び前記3分力測定手段は、前記挿入部材の一端側と他端側とに各々設けられているものとしてもよい。こうすれば、挿入部材の両端が3方向に移動可能であるため、自由度が高い。また、両端で挿入部材に作用する力を測定可能であるため、流体の流れにより挿入部材に作用する力の解析をより十分に行うことができる。

【0012】

本発明の流体力測定装置は、前記流体の温度を調節して貯蔵する貯蔵部と前記本体へ前記流体を供給する供給部とを有する流体供給部、を備えたものとしてもよい。こうすれば、流体の温度を調節することにより、挿入部材へ作用する力をより精度よく測定することができる。また、望みの温度の流体により、挿入部材へ作用する力を測定することができる。

【0013】

本発明の流体力測定装置は、前記3分力測定手段の測定結果に基づいて前記挿入部材に該本体を流通する流体が作用する前記座標軸の各方向の力を計算し、該計算結果を操作者へ出力する出力手段、を備えたものとしてもよい。こうすれば、出力された測定結果を利用しやすい。このとき、前記出力手段は、画像を表示する表示出力手段としてもよいし、印刷媒体に画像を印刷する印刷出力手段としてもよい。

【0014】

本発明の流体力測定装置において、前記測定対象はスプール弁であり、前記挿入部材は前記スプール弁の本体に挿入され前記流体の流量および圧力を調節する摺動部が形成されたスプールであるものとしてもよい。スプール弁は、そのスプールに流体により力が作用するものであるため、本発明を適用する意義が高い。

【0015】

本発明の流体力の測定方法は、

上述したいずれかに記載の流体力測定装置を利用した流体力の測定方法であって、

前記固定部に前記測定対象の本体を固定し、該本体に前記挿入部材を挿入し該挿入した挿入部材を予め定めた挿入方向となる所定位置で前記支持部に支持させる固定支持工程と

10

20

30

40

50

前記本体と前記挿入部材とが接触しないよう前記3方向移動手段を操作し前記挿入方向以外の方向への調節を行い該挿入部材を固定する調節固定工程と、

前記流体を前記本体に流通させ前記3分力測定手段により前記X軸、Y軸及びZ軸の各方向へ前記挿入部材に前記本体を流通する流体が作用する力を測定する測定工程と、

を含むものである。

【0016】

この流体力の測定方法では、固定部に測定対象の本体を固定し、この本体に挿入部材を挿入しこの挿入した挿入部材を予め定めた挿入方向となる所定位置で支持部に支持させ、本体と挿入部材とが接触しないよう3方向移動手段を操作し挿入方向以外の方向への調節を行いこの挿入部材を固定し、流体を本体に流通し、X軸、Y軸及びZ軸の各方向へ挿入部材に本体を流通する流体が作用する力を測定する。このように、X軸、Y軸及びZ軸の各方向へ挿入部材を移動可能であると共に、X軸、Y軸及びZ軸の各方向へ挿入部材に作用する力を測定可能である。したがって、流体の流れにより挿入部材に作用する力の解析を十分に行うことができる。なお、この流体力測定装置の使用方法において、上述した流体力測定装置の種々の態様を採用してもよいし、また、上述した流体力測定装置の各機能を実現するような工程を追加してもよい。

【0017】

本発明の流体力の測定方法において、前記調節固定工程では、前記挿入方向以外の方向へ前記支持部を移動するよう前記3方向移動手段を操作し、前記本体と前記挿入部材とが接触して生じる力を前記3分力測定手段によって測定し、該測定した力が値0となる範囲のうちいずれかの位置に前記3方向移動手段を固定するものとしてもよい。こうすれば、3方向移動手段と3分力測定手段とを利用して本体と挿入部材とが接触しないように固定することが可能であるため、本体と挿入部材とが接触しないようにするための別の構成を必要としない。また、測定した力が値0である位置に固定するため、比較的簡便に本体と挿入部材とが接触しないようにすることができる。ここで「測定した力が値0」とは、測定した力が実質的に値0と見なせる、値0を含む所定範囲としてもよい。このとき、測定した力が値0である範囲のうち中間の位置に3方向移動手段を固定することが好ましい。なお、挿入部材の両端に支持部を当接する態様を採用した流体力測定装置では、一端側でこの操作を行ったのちに他端側でもこの操作を行うことが好ましく、この一端側と他端側との操作を更に複数回行うことが、より好ましい。

【0018】

本発明の流体力の測定方法は、前記測定工程の前に前記本体に流通させる流体の温度を予め調節する温度調節工程、を含むものとしてもよい。こうすれば、流体の温度を測定前に調節しておくことにより、挿入部材へ作用する力をより精度よく測定することができる。また、望みの温度の流体により、挿入部材へ作用する力を測定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

次に、本発明を実施するための最良の形態を実施例を用いて説明する。

【実施例】

【0020】

次に、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の一実施例である流体力測定装置10の構成の概略を示す構成図であり、図1(a)が平面図、図1(b)が正面図であり、図2は、流体力測定装置10の概略構成を表すブロック図であり、図3は、測定対象であるスプール弁70の説明図である。本実施例の流体力測定装置10は、スプール弁70にオイルなどの流体を流通したときに、スプール弁70のスプールボディ71に挿入されたスプール72へ作用する力を測定する装置である。この流体力測定装置10は、図1に示すように、矩形状の平板として形成され流体力測定装置10を支える固定台としてのベース台12と、ベース台12の中央に立設され測定対象としてのスプール弁70を固定するスプール台20と、ベース台12の図1において左端側に立設されスプー

ル弁70に挿入されたスプール72の左端側を支持する左側3方向移動支持部30と、左側3方向移動支持部30とスプール72の左端との間に設けられスプール72に作用する流体力を測定する左側3分力計40と、ベース台12の図1において右端側に立設されスプール弁70に挿入されたスプール72の右端側を支持する右側3方向移動支持部50と、右側3方向移動支持部50とスプール72の右端との間に設けられスプール72に作用する流体力を測定する右側3分力計60と、を備えている。なお、本実施例では、説明の便宜によりスプール72の軸方向を「Z軸方向」、ベース台12に対して垂直方向を「Y軸方向」、Z軸及びY軸に垂直な方向を「X軸方向」とし、Z軸方向について「左」「右」を用いて説明する。

【0021】

スプール台20は、流体力の測定中などにスプール弁70が動かないようスプール弁70をしっかりと位置決めして固定する角柱状の部材である。

【0022】

左側3方向移動支持部30は、ベース台12の左端にベース台12と平行に設けられた第1Z軸マイクロメータ31と、第1Z軸マイクロメータ31上に固定された第1X軸マイクロメータ33と、第1X軸マイクロメータ33から立設された第1ブラケット35と、第1ブラケット35に固定された第1Y軸マイクロメータ36と、により構成されている。第1Z軸マイクロメータ31は、ベース台12に固定された矩形板31b上に同じく矩形板である第1Z軸ステージ32を配置し、矩形板31bの一端にZ軸方向に設けられた第1Z軸用ダイヤル31aを回転することにより、第1Z軸ステージ32が矩形板31b上をZ軸方向に移動可能に構成されている。この第1Z軸マイクロメータ31は、第1Z軸用ダイヤル31aの1回転の操作量に対して移動距離が0.5mmで最小目盛が10μmのものを採用している。第1X軸マイクロメータ33は、第1Z軸ステージ32上に固定された矩形板33b上に同じく矩形板である第1X軸ステージ34を配置し、矩形板33bの一端にX軸方向に設けられた第1X軸用ダイヤル33aを回転することにより、第1X軸ステージ34が矩形板33b上をX軸方向に移動可能に構成されている。この第1X軸マイクロメータ33は、第1X軸用ダイヤル33aの1回転の操作量に対して移動距離が0.025mmで最小目盛が1μmのものを採用している。第1Y軸マイクロメータ36は、一端が第1X軸ステージ34上に立設された第1ブラケット35の他端側にスプール72の軸方向に直交する面と平行に且つスプール台20に固定されたスプール弁70と同程度の高さに矩形板36bを固定し、この固定された矩形板36b上に同じく矩形板である第1Y軸ステージ37を配置し、矩形板36bの一端にY軸方向に設けられた第1Y軸用ダイヤル36aを回転することにより、第1Y軸ステージ37が矩形板36b上をY軸方向に移動可能に構成されている。この第1Y軸マイクロメータ36は、第1Y軸用ダイヤル36aの1回転の操作量に対して移動距離が0.025mmで最小目盛が1μmのものを採用している。このように、X軸、Y軸及びZ軸のうちスプール72がスプールボディ71に挿入されるZ軸方向の操作量に対する移動距離が他の軸方向の操作量に対する移動距離に比して大きくなっている。

【0023】

なお、右側3方向移動支持部50は、第2Z軸マイクロメータ51、第2Z軸用ダイヤル51a、矩形板51b、第2Z軸ステージ52、第2X軸マイクロメータ53、第2X軸用ダイヤル53a、矩形板53b、第2X軸ステージ54、第2ブラケット55、第2Y軸マイクロメータ56、第2Y軸用ダイヤル56a、矩形板56b、第2Y軸ステージ57により構成されるが、左側3方向移動支持部30と同様の構成であるためその説明を省略する。

【0024】

左側3分力計40は、X軸方向を直径方向とする円柱板状のユニットであり、スプール弁70側の面の中央に第1支持部42が設けられている。この左側3分力計40は、第1支持部42に作用したX軸、Y軸及びZ軸の各方向の力を測定するものである。この左側3分力計40は例えば、ひずみゲージを使用したX、Y、Zの3方向の力を計測できる分

10

20

30

40

50

力計である(株)共和電業製3分力計LSM-B-SA1などを用いることができる。第1支持部42は、スプール弁70側に向かって細く尖った形状である先端部42aが形成されている。この第1支持部42は、スプール弁70に挿入されたスプール72を、ベース台12に固定された左側3方向移動支持部30及び左側3分力計40を介して支持する。また、第1支持部42は、第1Z軸マイクロメータ31、第1X軸マイクロメータ33及び第1Y軸マイクロメータ36を操作することによりX軸、Y軸及びZ軸の各方向に移動し、これらのマイクロメータを固定することによりその位置で固定されるようになっている。

【0025】

なお、右側3分力計60は、第2支持部62を備えているが、左側3分力計40と同様の構成であるため、その説明を省略する。本明細書では、説明の便宜のため、左側3方向移動支持部30、左側3分力計40及び第1支持部42を用いて、即ち、図1の左側を主として例に用いて説明し、右側については説明を省略するが、右側でも左側と同様であるものとする。

【0026】

また、流体力測定装置10は、図2に示すように、スプール弁70へ流通するオイルの温度や流量や圧力を調節する流体恒温槽ユニット22と、流体恒温槽ユニット22の温度を制御すると共に左側3分力計40及び右側3分力計60から出力された流体力のデータを解析するデータ処理装置80とを備えている。流体恒温槽ユニット22は、スプール弁70を流通するオイルを貯蔵する貯蔵槽25と、貯蔵槽25に蓄えられたオイルを70を介して循環させる流体流路24と、貯蔵槽25に蓄えられたオイルの温度が設定温度から外れたときに加熱又は冷却を行うヒータクーラ26と、流体流路24にオイルを供給するポンプ28とを備えている。

【0027】

データ処理装置80は、各種制御を実行するCPU82と、各種制御プログラムを記憶するROM83と、データを一時記憶するRAM84と、各種アプリケーションプログラムや各種データファイルを記憶する大容量メモリであるHDD85と、流体力測定装置10などの外部機器と情報のやりとりを行う図示しない入出力ポートとを備えている。このデータ処理装置80は、インストールされたプログラムにより測定に関する指示を流体恒温槽ユニット22に送信したり、左側3分力計40や右側3分力計60で測定した情報を受信したりする。このデータ処理装置80は、各種情報を画面表示するディスプレイ88や、ユーザが各種指令を入力するキーボード等の入力装置89などを備え、ディスプレイ88に表示されたカーソル等をユーザが入力装置89を介して入力操作するとその入力操作に応じた動作を実行する機能を有している。

【0028】

スプール弁70は、図3に示すように、オイルの流路に対して垂直にスプールボディ71に設けられた貫通孔71aへ挿入されたスプール72と、スプールボディ71とスプール72との相対位置によりオイルの流量を調節するスプール72に設けられた第1摺動部73及び第2摺動部74と、流体流路24を介して供給されたオイルが流通する流路75と第1摺動部73及び第2摺動部74を通過したオイルが流通する流路76及び流路77と、を備えている。貫通孔71aの壁面と第1摺動部73及び第2摺動部74の外周面との間には、スプール72の挿入用の数十 μm のクリアランスが設けられている。このスプール弁70では、ポートAから流入したオイルが流路75を流通し第1摺動部73及び第2摺動部74を通過し流路76を介してポートA側に設けられたポートCから吐出される経路と、第1摺動部73を通過し流路77を介してポートAと反対側に設けられたポートBから吐出される経路とが設けられている。即ち、流入側と吐出側とが非対称な形状となっている。スプール72の一端の端面72aには、図1の拡大図に示すように、その軸方向に挿入穴72cが設けられており、この端面72aと挿入穴72cの内壁との間には滑らかに連続する曲面部72bが形成されている。この挿入穴72cは、第1支持部42よりも小さい直径に形成されており、この曲面部72bに第1支持部42の先端部42aが

10

20

30

40

50

線接触で当接するようになっている。なお、スプール72の他端側（第2支持部62側）についても同様である。

【0029】

次に、こうして構成された本実施例の流体力測定装置10の使用方法について説明する。図4は、操作者がスプール弁70のスプール72に作用する力を測定する際に流体力測定装置10を操作する測定操作のフローチャートである。まず、操作者は、スプール弁70へ供給するオイルの温度や流量や圧力など流体恒温槽ユニット22の条件をデータ処理装置80に入力し、データ処理装置80に流体恒温槽ユニット22を制御させる温度調節工程を行う（ステップS100）。流体恒温槽ユニット22の条件の入力は、入力装置89を操作して、ディスプレイ88上に図示しない設定画面を表示させこの設定画面に各数値を入力することにより行う。なお、この段階では、ポンプ28は駆動せず、スプール弁70へオイルの供給は行わない。

10

【0030】

次に、操作者は、スプール弁70をスプール台20に固定し、スプール72を第1支持部42と第2支持部62とで支持させる固定支持工程を行う。具体的には、スプールボディ71にスプール72を挿入したスプール弁70をスプール72がZ軸と平行になるようにスプール台20に位置決めして固定する（ステップS110）。次に、左側3方向移動支持部30、左側3分力計40及び第1支持部42をスプール72の左端に当接させると共に、右側3方向移動支持部50、右側3分力計60及び第2支持部62をスプール72の右端に当接させる（ステップS120）。このとき、第1Z軸マイクロメータ31と第2Z軸マイクロメータ51とが示す位置に基づいて、スプール弁70とスプール72との相対的な位置関係により定められるスプール弁70の開き量（図3参照）が目的とする値となるよう、第1Z軸用ダイヤル31aと第2Z軸用ダイヤル51aとを調節する。続いて、第1Z軸マイクロメータ31と第2Z軸マイクロメータ51とを締めることにより、スプール72の両端に支持力を作用させこれを支持固定する（ステップS130）。なお、このとき、左側3分力計40や右側3分力計60で大きな力が検出されたときは、第1摺動部73などが貫通孔71aの壁面に強く当たっていることが考えられるため、力が検出されないよう、第1X軸用ダイヤル33aや第1Y軸用ダイヤル36aなどを大まかに調節する。

20

【0031】

次に、操作者は、所定のクリアランスを有するスプールボディ71と第1摺動部73及び第2摺動部74とが接触しないよう左側3方向移動支持部30及び右側3方向移動支持部50を操作しスプール72を固定する調節固定工程を行う（ステップS140）。ここで、調節固定工程について説明する。図5は、調節固定工程の説明図であり、図6は、第1支持部42又は第2支持部62の移動とそのとき検出される力との関係の説明図である。なお、図5は、説明の便宜のため第1摺動部73などと貫通孔71aとのクリアランスを誇張して表現している。第1支持部42及び第2支持部62は、3次元的に移動可能であるため、図5(a)に示すように、第1摺動部73や第2摺動部74がスプールボディ71の壁面に接触することがある。このような状態では、正確な測定に支障があるため、スプールボディ71と第1摺動部73などとが接触しないように固定するのがここでの操作処理である。まず、第1支持部42側を固定した状態で、第2X軸マイクロメータ53の第2X軸用ダイヤル53a（図1参照）を操作し、図5(b)に示すように、スプール72の右端側をX軸方向に移動させる。このとき、図6に示すように、第1摺動部73などが貫通孔71aの内壁に接触すると、左側3分力計40や右側3分力計60でスプール72に作用する力が検出され、第1摺動部73などが貫通孔71aの内壁に接触しないと、左側3分力計40や右側3分力計60でスプール72に作用するX軸、Y軸方向の力が検出されない。この内壁に接触しない範囲のうち、流体力を計測したい位置（例えば中間位置など）に第2支持部62を固定する。ここで、第1支持部42の先端部42aがスプール72の曲面部72bに接触しているため、スプール72の傾きに対して自由度があり、スプール72の端部でノイズとなる反力などが生じない。次に、第2支持部62を固定

30

40

50

した状態で(図5(c))第1 X軸マイクロメータ33の第1 X軸用ダイヤル33aを操作し、第1支持部42をX軸方向に移動させ(図5(d))、そのときの力を検出する。そして、力が検出されない範囲のうち流体力を計測したい位置に第1支持部42を固定する。この操作をY軸方向についても行い、更にこれらのX軸方向とY軸方向の操作をもう一回繰り返して行う。こうすれば、確実に第1摺動部73などが貫通孔71aの内壁に接触するのを防止することができ、狙った位置に固定することができる(図5(e))。なお、スプール台20、左側3方向移動支持部30、左側3分力計40及び第1支持部42などが十分な剛性を有するため、調節固定工程を行ったあとに測定時の力をスプール72に作用させて生じる位置ずれを防止可能である。

【0032】

さて、続いて、操作者は、スプール弁70にオイルを流通させ、左側3分力計40及び右側3分力計60によりX軸、Y軸及びZ軸の各方向へスプール72にオイルが作用する力を測定する測定工程を行う。具体的には、左側3分力計40及び右側3分力計60のゼロ点セットを行い(ステップS150)、設定画面のあとディスプレイ88に表示される測定画面に測定開始の入力を行う(ステップS160)。すると、流体恒温槽ユニット22のポンプ28が駆動し、スプール弁70へオイルが流通し左側3分力計40及び右側3分力計60で測定された信号をデータ処理装置80が入力し、スプール72へX軸、Y軸及びZ軸の各方向に作用した力を測定結果としてディスプレイ88へ出力表示する。

【0033】

次に、データ処理装置80の処理について説明する。図7は、CPU82が実行する測定処理ルーチンの一例を表すフローチャートである。このルーチンは、HDD85に記憶され、操作者のプログラム起動指示のあと実行される。このルーチンが開始されると、CPU82は、まず、設定画面をディスプレイ88に表示出力し(ステップS200)、設定入力終了したか否かを、画面上の設定入力終了がクリックされたか否かに基づいて判定する(ステップS210)。設定入力終了していないときにはそのまま待機し、設定入力終了したときには、測定画面をディスプレイ88に表示出力する(ステップS220)。次に、入力された設定条件に基づいて流体恒温槽ユニット22のヒータクーラ26を制御し(ステップS230)、左側3分力計40及び右側3分力計60から測定信号を入力し(ステップS240)、入力した信号に基づいてX軸、Y軸及びZ軸の各方向のスプール72へ作用している力を計算する(ステップS250)。ここで、左側3分力計40により測定されたX軸、Y軸及びZ軸の値をそれぞれ f_{x1} 、 f_{y1} 、 f_{z1} とし、右側3分力計60により測定されたX軸、Y軸及びZ軸の値をそれぞれ f_{x2} 、 f_{y2} 、 f_{z2} とすると、X軸方向の力 F_x 、Y軸方向の力 F_y 及びZ軸方向の力 F_z は、それぞれ $F_x = f_{x1} + f_{x2}$ 、 $F_y = f_{y1} + f_{y2}$ 、 $F_z = f_{z1} + f_{z2}$ という式から求めることができる。

【0034】

続いて、CPU82は、ゼロ点セット指示があるか否かを図示しないゼロ点指示ボタンがクリックされたか否かに基づいて判定し(ステップS260)、ゼロ点セット指示されたときには、ゼロ点セットを行う(ステップS270)。ステップS270のあと、又は、ゼロ点セット指示がないときには、計算したX軸、Y軸及びZ軸の各方向に作用している力を測定画面に数値又は画像として表示出力する(ステップS280)。なお、この状態で、操作者は、上述した調節固定工程の操作を行う。次に、測定開始が指示されたか否かを、図示しない測定開始ボタンがクリックされたか否かに基づいて判定し(ステップS290)、測定開始が指示されていないときにはステップS220以降の処理を実行し、測定開始指示されたときにはポンプ28を駆動させスプール弁70にオイルを供給する(ステップS300)。続いて、測定値を記憶する指示がされたか否かを図示しない記憶ボタンがクリックされたか否かに基づいて判定し(ステップS310)、測定値の記憶が指示されたときには、現在表示している各方向の力をHDD85へ記憶する(ステップS320)。ステップS320のあと、又は、ステップS310で測定値の記憶が指示されていないときには、測定処理が終了したか否かを図示しない画面上の測定終了ボタンがクリ

10

20

30

40

50

ックされたか否かに基づいて判定し、測定処理が終了していないときには、ステップ S 220 以降の処理を実行し、測定処理が終了したときには（ステップ S 330）、そのままこのルーチンを終了する。このように、データ処理装置 80 は、流体恒温槽ユニット 22 を制御すると共に、左側 3 分力計 40 や右側 3 分力計 60 から出力されたデータをディスプレイ 88 に表示するのである。

【0035】

こうして得られた 3 次元の測定結果をもとに、スプール弁 70 の構成、例えば、第 1 摺動部 73 や流路 75 などの形状の変更や材質の選択などを行ったり、シミュレーションで解析したオイルの流通状態の解析結果が妥当であるか否かなどを判断することができる。

【0036】

ここで、本実施例の構成要素と本発明の構成要素との対応関係を明らかにする。本実施例のベース台 12 及びスプール台 20 が本発明の固定部に相当し、第 1 支持部 42 及び第 2 支持部 62 が支持部に相当し、左側 3 方向移動支持部 30 及び右側 3 方向移動支持部 50 が 3 方向移動手段に相当し、左側 3 分力計 40 及び右側 3 分力計 60 が 3 分力測定手段に相当し、貯蔵槽 25 が貯蔵部に相当し、ポンプ 28 が供給部に相当し、流体恒温槽ユニット 22 が流体供給部に相当し、CPU 82 及びディスプレイ 88 が出力手段に相当する。また、オイルが流体に相当し、スプール弁 70 が測定対象に相当し、このうちスプールボディ 71 が本体に相当し、スプール 72 が挿入部材に相当する。

【0037】

以上詳述した本実施例の流体力測定装置 10 によれば、スプール弁 70 のスプールボディ 71 をスプール台 20 に固定し、この固定されたスプールボディ 71 に挿入されたスプール 72 の先端に第 1 支持部 42 及び第 2 支持部 62 を当接させてこのスプール 72 を支持させ、座標軸（X 軸、Y 軸及び Z 軸）の各方向へ移動し第 1 支持部 42 及び第 2 支持部 62 を任意の位置で固定し、スプールボディ 71 を流通する流体によりスプール 72 へ力を作用させ、この作用した力を座標軸の各方向について測定する。このように、座標軸の各方向へスプール 72 を移動可能であると共に、座標軸の各方向へスプール 72 に作用する力を測定可能である。したがって、スプール 72 に作用する力の解析を十分に行うことができる。また、各マイクロメータを用いることにより、座標軸の各方向に比較的容易に移動することができるし、第 1 支持部 42 及び第 2 支持部 62 を正確に移動することができる。更に、第 1 Z 軸マイクロメータ 31 及び第 2 Z 軸マイクロメータ 51 は、Z 軸方向の操作量に対する移動距離が他の軸方向の操作量に対する移動距離に比して大きいため、スプール 72 を固定したり、スプールボディ 71 とスプール 72 との相対位置を変更する際に、比較的小さな操作量で第 1 支持部 42 及び第 2 支持部 62 の移動を行うことができる。更にまた、第 1 支持部 42 の先端部 42a がスプール 72 の曲面部 72b に当接しスプール 72 を支持するため、左側 3 方向移動支持部 30 や右側 3 方向移動支持部 50 によって第 1 支持部 42 及び第 2 支持部 62 が 3 方向に移動しスプール 72 が傾いたりしても、比較的簡単な構成で滑らかにスプール 72 を支持することができる。そして、第 1 支持部 42、左側 3 方向移動支持部 30 及び左側 3 分力計 40 は、スプール 72 の一端側と他端側とに各々設けられているため、調整可能な自由度が多く、両端でスプール 72 に作用する力を測定可能であり、オイルの流れがスプール 72 に作用する力の解析をより十分に行うことができる。そしてまた、流体恒温槽ユニット 22 を備えているため、オイルの温度を調節することにより、スプール 72 へ作用する力をより精度よく測定することができるし、望みの温度のオイルによりスプール 72 へ作用する力を測定することができる。そして更にまた、データ処理装置 80 が左側 3 分力計 40 及び右側 3 分力計 60 の測定結果に基づいてスプール 72 にスプールボディ 71 を流通するオイルが作用する座標軸の各方向の力を計算し、この計算結果を操作者へ表示出力するため、表示出力された測定結果を利用しやすい。また、スプール弁は、そのスプールにオイルにより力が作用するものであるため、本発明を適用する意義が高い。

【0038】

また、流体力測定装置 10 を利用した流体力の測定方法は、固定支持工程と、調節固定

10

20

30

40

50

工程と、測定工程と、を含むため、座標軸の各方向へスプール72を移動させ、座標軸の各方向へスプール72に作用する力を測定することにより、オイルの流れによりスプール72に作用する力の解析を十分に行うことができる。また、スプール台20、左側3方向移動支持部30、左側3分力計40及び第1支持部42などが十分な剛性を有するため、スプール72に圧力をかけることにより生じるスプール72の位置の変化を防止可能であり、スプールボディ71とスプール72との接触を確実に防止することができる。また、左側3方向移動支持部30及び右側3方向移動支持部50を操作し、スプールボディ71とスプール72とが接触して生じる力を左側3分力計40及び右側3分力計60によって測定し、この測定した力が値0となる範囲のうちいずれかの位置に固定するため、スプールボディ71とスプール72とが接触しないようにするための別の構成を必要としないし、比較的簡便にスプールボディ71とスプール72とが接触しないようにすることができる。このとき、スプール72の一端側でこの操作を行ったのちに他端側でもこの操作を行うことを更に複数回行うため、より確実である。また、測定工程の前に温度調節工程を含むため、オイルの温度を測定前に調節しておくことにより、スプール72へ作用する力をより精度よく測定することができる。また、望みの温度のオイルによりスプール72へ作用する力を測定することができる。

【0039】

なお、本発明は上述した実施例に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

【0040】

例えば、上述した実施例では、第1支持部42側をスプール72に向かって尖った先端部42aを形成し、スプール72の端部に曲面部72bを設け、先端部42aと曲面部72bとを当接させて第1支持部42がスプール72を支持するものとしたが、図8(a)に示すように、スプール172は、第1支持部142に向かって尖った針状部172aが形成されており、第1支持部142は、スプール172側の先端面142aに針状部172aの一部が挿入する挿入穴142cが設けられこの針状部172aと挿入穴142cの壁面との間が連続するなめらかな曲面である曲面部142bが形成されておりこの曲面部142bにスプール172の針状部172aが当接しこのスプール72を支持するものとしてもよい。つまり、尖った針状部をスプール72に設け、曲面部を第1支持部42側に設けてもよい。こうしても、第1支持部142の曲面部142bがスプール72の針状部172aに線接触で当接してスプール72を支持するため、左側3方向移動支持部30などによって第1支持部42が3方向に移動し、スプール72が傾いたりしても、比較的簡単な構成で滑らかにスプール72を支持することができる。

【0041】

上述した実施例では、第1支持部42の先端部42aがスプール72に向かって尖った形状としたが、図8(b)に示すように、第1支持部42の先端部を球形に形成した球形部242aとし、端面272aに設けた挿入穴272bをこの球形部242aが挿入可能な直径で形成し、球形部242aを挿入穴272bで受けるものとしてもよい。こうしても、スプール72が傾いたりしても、滑らかにスプール72を支持することができる。あるいは、図8(c)に示すように、スプール372の端面372aに先端部42aの先端を受ける当接穴372bを設けてもよい。即ち、スプール72の傾きなどを考慮すると、第1支持部42とスプール72とが面接触するより線接触や点接触するものとするのが好ましい。特に、点接触においては先端部42aの先端の機械的強度が十分必要であるため、第1支持部42とスプール72とが線接触するものとするのがより好ましい。

【0042】

上述した実施例では、左側3方向移動支持部30のうち第1Z軸マイクロメータ31は、第1X軸マイクロメータ33や第1Y軸マイクロメータ36に比して操作量に対する移動距離が大きいものとしたが、同じものとしてもよい。また、左側3方向移動支持部30は、マイクロメータを利用しているものとしたが、第1支持部42を3次的に移動可能であれば、どのような構成を用いてもよい。位置を把握可能であり、精密な距離を移動可

10

20

30

40

50

能であるため、マイクロメータを用いるのが好ましい。また、流体恒温槽ユニット 22 やデータ処理装置 80 を備えるものとしたが、これらを省略してもよい。こうすれば、構成を簡略化することができる。なお、流体恒温槽ユニット 22 を省略したときには、温度調節工程を省略してもよい。

【0043】

上述した実施例では、第 1 Z 軸マイクロメータ 31 など、各マイクロメータを手動で操作するものとして説明したが、モータなどを設け、設定された位置に第 1 支持部 42 などが固定されるようデータ処理装置 80 がこのモータを制御する、即ち、自動化してもよい。このとき、左側 3 分力計 40 などからの測定信号の値が所定の接触値を超えたか否かをデータ処理装置 80 が判定し、第 1 摺動部 73 などが貫通孔 71 a の内壁に接触しないよう、データ処理装置 80 がこのモータを制御するものとしてもよい。

10

【0044】

上述した実施例では、データ処理装置 80 は、測定結果をディスプレイ 88 に表示出力するものとしたが、プリンタを接続し印刷用紙に印刷出力するものとしてもよい。

【0045】

上述した実施例では、スプールボディ 71 にスプール 72 が挿入されたスプール弁 70 を測定対象として説明したが、本体に挿入部材が挿入され、本体に流体が流通し、この流体により挿入部材に力が作用するものであれば特に限定されずに測定対象とすることができる。特に、測定対象は、流路が対称的か否かにかかわらずこの流体力測定装置 10 で測定することができる。また、オイルを流体として説明したが、これに限られず、気体や液体や粉体など流通するものであれば特に限定されずに用いることができる。

20

【0046】

上述した実施例では、調節固定工程において、図 5 に示すように、左側での処理と右側での処理を 2 回繰り返すものとしたが、左側での処理と右側での処理を 3 回以上繰り返すものとしてもよいし、左側での処理と右側での処理を 1 回までとしてもよい。第 1 摺動部 73 などと貫通孔 71 a の内壁との接触の防止と操作の手間とを考慮すると、左側での処理と右側での処理を 2 回ずつ程度行うことが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図 1】流体力測定装置 10 の構成の概略を示す構成図である。

30

【図 2】流体力測定装置 10 の概略構成を表すブロック図である。

【図 3】測定対象であるスプール弁 70 の説明図である。

【図 4】スプール 72 に作用する力を測定する際に流体力測定装置 10 を操作する測定操作のフローチャートである。

【図 5】調節固定工程の説明図である。

【図 6】第 1 支持部 42 又は第 2 支持部 62 の移動とそのとき検出される力との関係の説明図である。

【図 7】測定処理ルーチンの一例を表すフローチャートである。

【図 8】他の支持部及びスプールの説明図である。

【符号の説明】

40

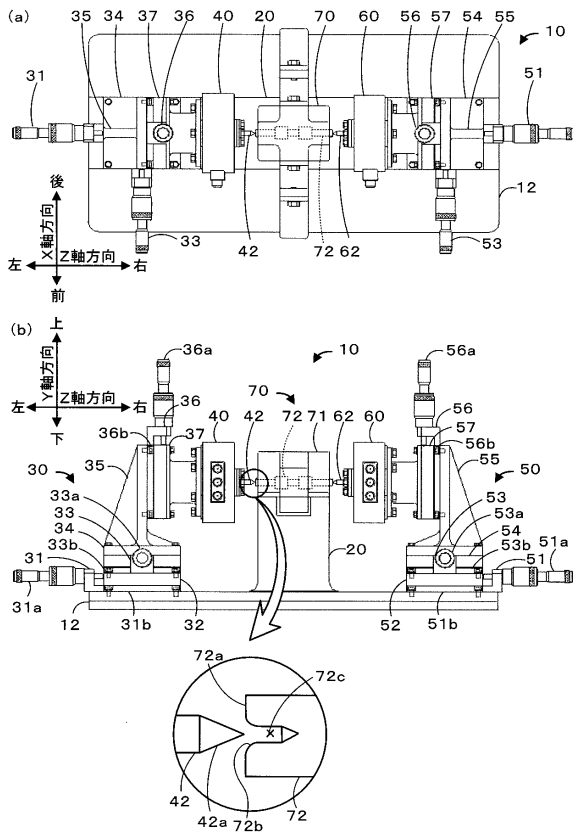
【0048】

10 流体力測定装置、12 ベース台、20 スプール台、22 流体恒温槽ユニット、24 流体流路、25 貯蔵槽、26 ヒータクーラ、28 ポンプ、30 左側 3 方向移動支持部、31 第 1 Z 軸マイクロメータ、31 a 第 1 Z 軸用ダイヤル、31 b 矩形板、32 第 1 Z 軸ステージ、33 第 1 X 軸マイクロメータ、33 a 第 1 X 軸用ダイヤル、33 b 矩形板、34 第 1 X 軸ステージ、35 第 1 ブラケット、36 第 1 Y 軸マイクロメータ、36 a 第 1 Y 軸用ダイヤル、36 b 矩形板、37 第 1 Y 軸ステージ、40 左側 3 分力計、42, 142, 242 第 1 支持部、42 a 先端部、50 右側 3 方向移動支持部、51 第 2 Z 軸マイクロメータ、51 a 第 2 Z 軸用ダイヤル、51 b 矩形板、52 第 2 Z 軸ステージ、53 第 2 X 軸マイクロメータ、5

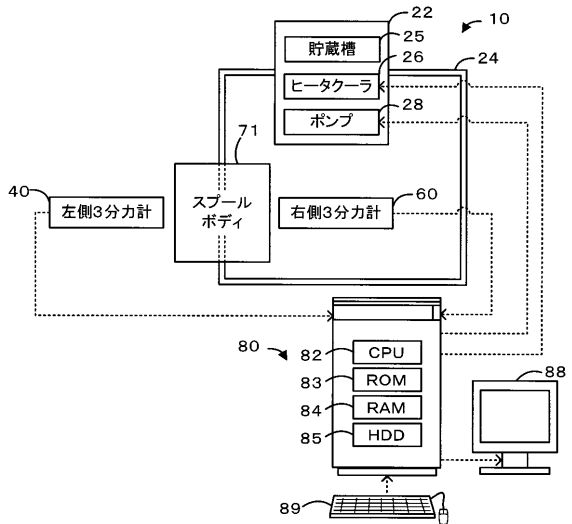
50

3 a 第2 X軸用ダイヤル、53 b 矩形板、54 第2 X軸ステージ、55 第2 ブラケット、56 第2 Y軸マイクロメータ、56 a 第2 Y軸用ダイヤル、56 b 矩形板、57 第2 Y軸ステージ、60 右側3分力計、62 第2支持部、70 スプール弁、71 スプールボディ、71 a 貫通孔、72, 172, 272, 372 スプール、72 a, 272 a 端面、72 b 曲面部、72 c, 272 b 挿入穴、73 第1摺動部、74 第2摺動部、75 流路、76 流路、77 流路、80 データ処理装置、82 CPU、83 ROM、84 RAM、85 HDD、88 ディスプレイ、89 入力装置、142 a 先端面、142 b 曲面部、172 a 針状部、242 a 球形部。

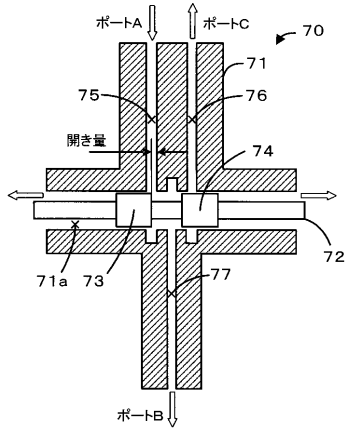
【図1】



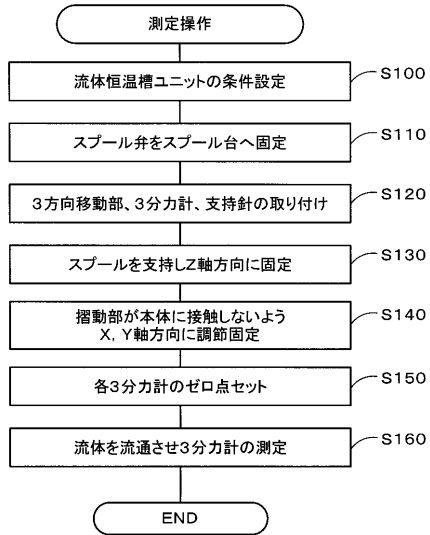
【図2】



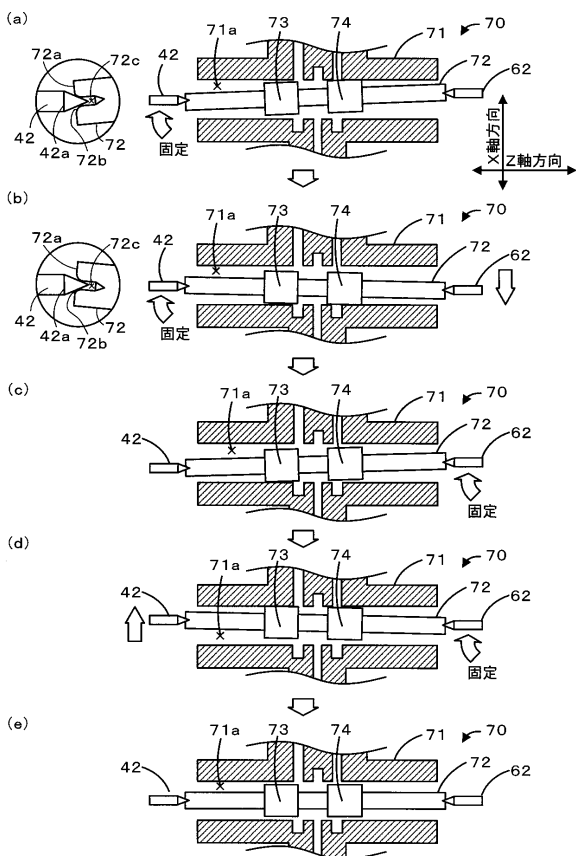
【図3】



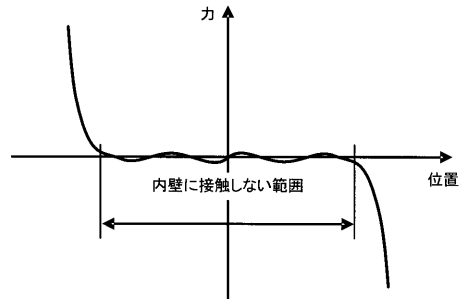
【図4】



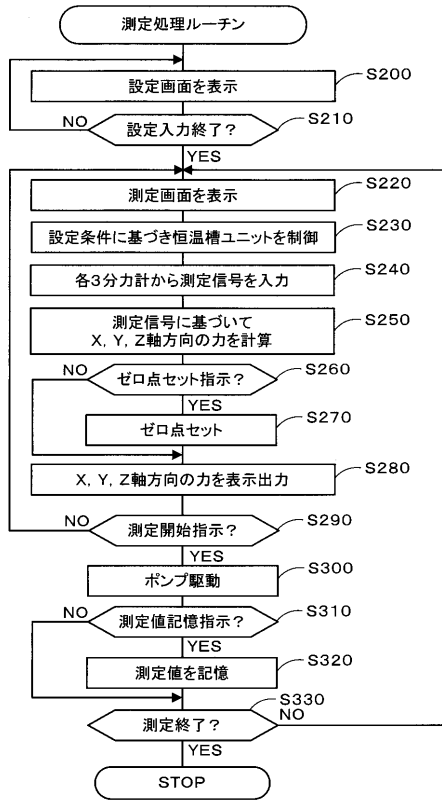
【図5】



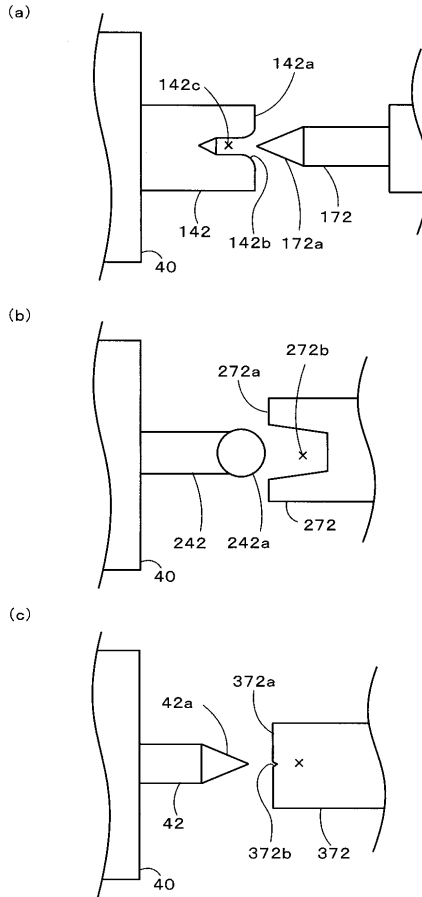
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 仁科 友宏
愛知県安城市桜井町北阿原下48番地8 株式会社エィ・ダブリュ・エンジニアリング内
- (72)発明者 加藤 利貴
愛知県安城市桜井町北阿原下48番地8 株式会社エィ・ダブリュ・エンジニアリング内
- (72)発明者 小畑 保
愛知県安城市桜井町北阿原下48番地8 株式会社エィ・ダブリュ・エンジニアリング内

審査官 公文代 康祐

- (56)参考文献 特開昭62-277534(JP,A)
特開平08-313388(JP,A)
特開昭53-064065(JP,A)
特開2003-090457(JP,A)
近藤靖裕, 外4名, “スプール弁に作用する流体力の解析(第1報, 弁内流れと運動量流束の周方向の非一様性)”, 日本機械学会論文集 B編, 日本, 社団法人 日本機械学会, 1999年1月25日, 第65巻, 第639号, p. 3577 - 3585

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L	5/00
G01F	1/20
G01F	1/32
G01M	9/00
G01M	10/00
G01M	13/00
G01N	11/08
F16K	37/00