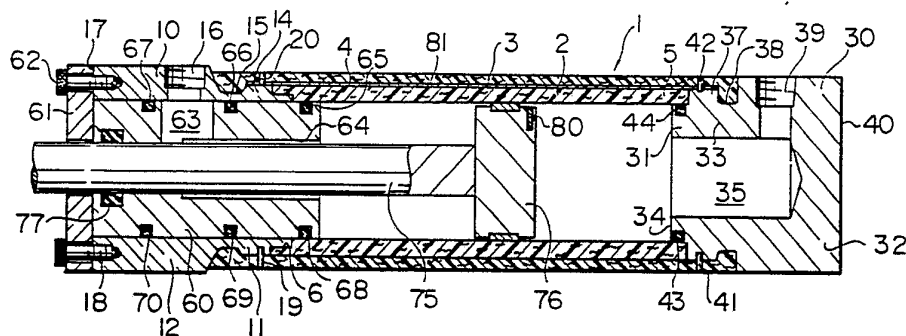




## 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>(51) 国際特許分類<sup>5</sup></b><br><b>G01B 17/00, F15B 15/28</b><br><b>F16J 10/02</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>A1</b> | <b>(11) 国際公開番号</b><br><b>WO 91/14151</b><br><br><b>(43) 国際公開日</b><br>1991年9月19日(19. 09. 1991) |
| <b>(21) 国際出願番号</b> PCT/JP90/00287<br><b>(22) 国際出願日</b> 1990年3月6日(06. 03. 90)<br><br><b>(71) 出願人</b> (米国を除くすべての指定国について)<br>日立建機株式会社<br>(HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.)<br>[JP/JP]<br>〒100 東京都千代田区大手町二丁目6番2号 Tokyo, (JP)<br><b>(72) 発明者; および</b><br><b>(75) 発明者/出願人</b> (米国についてのみ)<br>橋本久儀 (HASHIMOTO, Hisayoshi) [JP/JP]<br>〒300-12 茨城県牛久市柏田町3613-59 Ibaraki, (JP)<br>田村盛雄 (TAMURA, Morio) [JP/JP]<br>〒300 茨城県土浦市神立町2678-8 Ibaraki, (JP)<br>一柳 健 (ICHIRYUU, Ken) [JP/JP]<br>〒315 茨城県新治郡千代田村下稻吉3905 Ibaraki, (JP)<br><b>(74) 代理人</b><br>弁理士 春日 諒 (KASUGA, Yuzuru)<br>〒103 東京都中央区日本橋小伝馬町1-3<br>共同ビル(新小伝馬町)7階 Tokyo, (JP)<br><br><b>(81) 指定国</b><br>AT (欧州特許), BE (欧州特許), CH (欧州特許), DE (欧州特許),<br>DK (欧州特許), ES (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許),<br>IT (欧州特許), JP, LU (欧州特許), NL (欧州特許),<br>SE (欧州特許), US. |           | 添付公開書類<br>国際調査報告書                                                                             |

**(54) Title: CYLINDER DEVICE****(54) 発明の名称** シ リ ン ダ 装 置**(57) Abstract**

A cylinder device made of a composite material in accordance with the present invention includes a cylinder tube (1) having an inner tube (2) made of a nonmagnetic material and an outer tube (3) formed on the outer peripheral surface of the inner tube and made of a fiber-reinforced resin material, a piston (76) disposed slidably inside the cylinder tube, a rod (75) whose one end is fixed to the piston and whose other end projects outside the cylinder tube, and stroke detectors (80, 81) for detecting the stroke of the piston. The stroke detector is composed of a position indicating magnet (80) disposed in the piston and an elongated sensor (81) disposed in the cylinder tube, wherein the elongated sensor includes a thin elongated pipe (82) which extends along the cylinder tube between both of its ends and holds therein at least one magnetostriction line (87) having a large magnetostriction coefficient, a driving coil (84), which is wound on at least one of both ends of this thin elongated pipe, causes magnetostriction on the magnetostriction line by the application of a pulsed input current and generates ultrasonic wave, and a detecting coil (86) wound on the thin elongated pipe in a predetermined length separately from the driving coil and detecting as a detection signal an induced electromotive force generated by reverse magnetostriction when the ultrasonic wave passes by the position of the magnetostriction line corresponding to the position indicating magnet. This cylinder device further includes at least one pin-like magnet (20A, 42A) for correcting a measurement error due to a temperature change of the stroke detectors (80, 81), and disposed at a position adjacent to the detecting coil (86) and more inward in the axial direction than both ends of the detection coil in the proximity of both ends of the cylinder tube (1).

(57) 要約

さらに、シリンダチューブ (1) の両端付近であって、  
検出コイル (86) の両端より軸方向内方の該検出コイル  
に隣接する箇所の各々に設置された、ストローク検出  
装置 (80, 81) の温度変化による測定誤差を補正するた  
めの少なくとも 1 本のピン状の磁石 (20A, 42A) を備え  
ている。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT オーストリア  
AU オーストラリア  
BB バルバードス  
BE ベルギー  
BF ブルキナ・ファソ  
BG ブルガリア  
BJ ベナン  
BR ブラジル  
CA カナダ  
CF 中央アフリカ共和国  
CG コンゴ  
CH スイス  
CI コート・ジボアール  
CM カメルーン  
CS チェコスロバキア  
DE ドイツ  
DK デンマーク

ES スペイン  
FI フィンランド  
FR フランス  
GA ガボン  
GI ギニア  
GB イギリス  
GR ギリシャ  
HU ハンガリー  
IT イタリア  
JP 日本  
KP 朝鮮民主主義人民共和国  
KR 大韓民国  
LI リヒテンシュタイン  
LK スリランカ  
LU ルクセンブルグ  
MC モナコ  
MG マダガスカル

ML マリ  
MN モンゴル  
MR モーリタニア  
MW マラウイ  
NL オランダ  
NO ノルウェー  
PL ポーランド  
RO ルーマニア  
SD スーダン  
SE スウェーデン  
SN セネガル  
SU ソビエト連邦  
TD チャード  
TG トーゴ  
US 米国

## 明 細 書

## シリンダ装置

## 技術分野

本発明は繊維強化樹脂材料を含む非磁性材料でシリンダチューブを形成した複合材料製シリンダ装置に係わり、特に、ピストンのストロークを検出するためのストローク検出装置を内蔵した複合材料製シリンダ装置に関する。

## 背景技術

従来の複合材料製シリンダ装置のストローク検出装置には特開昭63-238415号公報に記載の磁歪効果を利用したものがある。これは、非磁性材料によって形成された内筒と、この内筒の外周面に、樹脂を含浸させた連続フィラメントのストランドからなる繊維材料を巻回して形成された外筒とでシリンダチューブを構成し、このシリンダチューブ内に摺動可能に配置されたピストンに位置指定磁石を設置し、シリンダチューブの内筒と外筒の間に、磁歪効果を利用した長尺状のセンサ本体を配置したものである。センサ本体は、内部にアモルファスリボンを収納した細長管と、細長管の一端に巻回され、パルス状の入力電流の印加

## 2

によりアモルファスリボンに磁歪現象を起こさせ、超音波を発生させる駆動コイルと、細長管に所定の長さに亘って巻回され、位置指定磁石に対応するアモルファスリボンの位置を前記超音波が通過するときに逆磁歪現象により発生する誘導起電力を検出信号として検出する検出コイルとを備えている。パルス状の入力電流を印加してから検出信号が得られるまでの時間はピストンストロークに依存するので、この時間からピストンストロークを検出することができる。

一方、超音波の音速は温度に依存するので、シリンダ装置の油温の上昇時に超音波の音速が変化し、上述した時間も変化して測定誤差を生じる。このため、上記特開昭63-238415号公報では、その測定誤差を補正するための温度補償方法が提案されている。その第1の方法は、内筒と外筒との間の所定位置に補正用の固定磁石を埋設し、この固定磁石を超音波が通過するときの逆磁歪現象により生じる誘導起電力を第2の検出信号として検出し、駆動コイルと固定磁石間の距離を温度補償用の基準距離として用い、パルス状の入力電流を印加してから第2の検出信号が得られるまでの時間とその基準距離とから位置指定磁石により生じる検出信号を補正するものである。第2の方法は、ピストンの軸方向両端に2つの磁石を配置し、1つをピストンの位置指定磁石に兼用すると共に、これら2

つの磁石により得られる誘導起電力をそれぞれ検出信号として検出し、2つの磁石間の距離を温度補償用の基準距離として用い、両検出信号間の時間とその基準距離とから位置指定磁石により生じる検出信号を補正するものである。

しかしながら、上述した従来の温度補償方法には以下のような問題点があった。

第1の方法では、検出コイルと補正用の固定磁石間の距離を温度補償用の基準距離として用いるものであるが、その基準距離は検出コイルの位置と補正用の固定磁石の位置とが分かって初めて測定できるものである。ところで、駆動コイルはそれ自身がある長さを持っており、その長さ部分のどこを駆動コイルの位置とするかは一概に決めることはできない。また、補正用の固定磁石は内筒を形成した後内筒の外表面に配置し、その後外筒を形成するものであるが、外筒を形成するため繊維材料を巻回するときに固定磁石の位置がずれ易い。さらに、駆動コイルおよび固定磁石共に内筒と外筒との間に埋設されているため、シリンダチューブ完成後それらの位置を外部から視認することができない。これらの理由により、検出コイルと固定磁石間の距離を正確に測定できず、温度補償の精度が悪いという問題があった。

また、第2の方法では、ピストンに設けられた2つ

## 4

の磁石間の距離を温度補償用の基準距離として用いるものであるが、この場合もピストンをシリンダチューブ内に組み込んだ後は、その2つの磁石を外部から視認することができない。また、補正精度はその基準距離が長くなればなる程、良好となるが、この方法ではピストン自体の長さが短いため2つの磁石間の距離も短くなり、十分な長さの基準距離を確保することができない。このような理由から、この方法でも同様に温度補償の精度が悪いという問題があった。

なお、樹脂を含浸させた連続フィラメントのストランドを巻回形成してなるシリンダチューブの従来技術として関連するものに、特開昭63-166522号および特開昭63-249628号がある。

本発明の目的は、油温等の環境温度の変化に対する温度補償の精度を向上させ、正確なピストンのストロークを測定することを可能とするストローク検出装置を備えた複合材料製シリンダ装置を提供することである。

## 発明の開示

上記目的を達成するため、本発明は、非磁性材料によって形成された内筒および前記内筒の外周面に繊維強化樹脂材料によって形成された外筒を有するシリンダチューブと、前記シリンダチューブ内に摺動可能に

配置されたピストンと、一端が前記ピストンに固定され、他端が前記シリンダチューブ外に突出したロッドと、前記ピストンのストロークを検出するストローク検出装置とを備え、前記ストローク検出装置が、前記ピストンに設けられた位置指定磁石と、前記シリンダチューブに設けられた長尺状センサ手段とを含み、前記長尺状センサ手段が、前記シリンダチューブに沿ってその両端の間に延在し、内部に磁歪係数の大きい少なくとも1本の磁歪線が収納された細長管、前記細長管の両端の少なくとも一方に巻回され、パルス状の入力電流の印加により前記磁歪線に磁歪現象を起こさせ、超音波を発生させる駆動コイル、および前記駆動コイルとは別個に前記細長管に所定の長さに亘って巻回され、前記位置指定磁石に対応する磁歪線の位置を前記超音波が通過するときに逆磁歪現象により発生する誘導起電力を検出信号として検出する検出コイルを有している複合材料製シリンダ装置において、前記シリンダチューブの両端付近であって、前記検出コイルの両端より軸方向内方の該検出コイルに隣接する箇所の各々に、前記ストローク検出装置の温度変化による測定誤差を補正するための少なくとも1本のピン状の磁石を設置したことを特徴とする複合材料製シリンダ装置を提供するものである。

好ましくは、前記ピン状の磁石は、前記内筒の対向

する軸方向端部に嵌合する 1 対の取付部材にそれぞれ径方向の突起として設けられ、前記外筒は、樹脂を含浸させた繊維材料をこの径方向の突起にガイドさせながら前記内筒の外周面に巻回することにより形成されている。

また、好ましくは、前記長尺状センサ手段は前記内筒と外筒の間に配置されている。この長尺状センサ手段は前記外筒の外周面上に配置されていてもよく、この場合は、そのさらに外側に弾性材料からなる保護層を被覆する。

また、好ましくは、前記 1 対の取付部材の少なくとも一方は、前記繊維材料がガイドされる少なくとも 1 本の径方向の別の突起をさらに有し、前記別の突起は前記駆動コイルおよび検出コイルの導線を外部に取り出すための電極手段を含む構成となっている。

さらに、好ましくは、前記磁歪線は複数本のアモルファスワイヤを含む構成となっている。

#### 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の一実施例によるシリンダ装置の断面図であり、第 2 図はシリンダチューブのロッドカバー側における外筒の形成時の説明図であり、第 3 図はシリンダチューブのボトムカバー側における外筒の形成時の説明図であり、第 4 図は第 1 図に示すシリンダ

チューブの外筒形成前の拡大断面図であり、第5図は同様に外筒形成前の平面図であり、第6図はセンサ本体の断面図であり、第7図は駆動コイルの入力電流の特性図であり、第8図はストローク検出装置の原理を説明するための検出コイルの特性図であり、第9図はストロークと検出時間との関係を示す図であり、第10図は本実施例の検出コイルの特性図であり、第11図は本発明の他の実施例の外筒形成前のシリンダチューブの平面図であり、第12図は電極を兼ねるピンの断面図であり、第13図は本発明のさらに他の実施例によるシリンダ装置の断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適実施例を図面を用いて説明する。

第1図において、本実施例の複合材料製シリンダ装置はシリンダチューブ1により本体が構成されており、シリンダチューブ1は繊維強化樹脂製の内筒2と繊維強化樹脂製の外筒3とを有している。

内筒2は、後述する外筒3の場合と同様に、樹脂を含浸させた連続フィラメントのストランドからなる繊維材料をフィラメントワインディング法等の手法を用いて一定の巻き角をもって所定の厚さになるまで張力をかけた状態で交差巻き付けした一層以上の巻回層により長尺の円筒状に形成されている。ただし、その巻

き角は外筒の場合と異なり、好ましくは中心軸線に対して90度に近い、例えば40度～89度程度の角度とする。なお、この内筒は、非磁性材料であればステンレス、アルミニウム、セラミック等の他の材料で構成してもよい。

内筒2の対向する軸方向端部4, 5の一方4の内周面には、例えば旋盤等の機械加工によって円周状の切り込み6が設けられ、段付形状が与えられている。

この段付形状を備えた内筒2の軸方向端部4には、ステンレス、アルミニウム、セラミック等の非磁性材料によって形成され、シリンダチューブのロッドカバーを兼ねる筒状の取付部材10が嵌合されている。取付部材10は、内筒2の側に位置する小径の第1の部分11と、内筒2から遠い側の大径の第2の部分12とを有している。

第1の部分11は、内筒2の軸方向端部4の上述した段付形状と相補的な段付形状を有しかつ内筒2の外周面とほぼ同一径の円筒状をした外周面を有する軸方向端部14を有し、この相補的な段付形状の部分で軸方向端部4に嵌合し、かつその嵌合面は接着剤により相互に強固に接合されている。また、第1の部分11は、第2の部分12に隣接する側の外周部分に円周状の凹所15を備えている。この凹所15は後述する外筒3の形成に際して、巻き返された連続フィラメント

のストランドを収容する繊維溜まりを提供するものである。

第2の部分12は、第1の部分11の軸方向端部14の外周面より径の大きな外周面を有し、かつその外周面に開口する、作動流体の供給または排出のための径方向のポート16が形成されている。また、第2の部分12は平坦な端面17を有し、端面17に複数の軸方向のボルト穴18が設けられている。このポート16と端面17およびボルト穴18を有する構成により、取付部材10はロッドカバーとしての機能を有する構造を提供している。

また、第1の部分11の軸方向端部14の凹所15に隣接した外周面部分には多数の径方向の小孔19が円周方向にほぼ等間隔に穿設され、これら小孔19にはピン20が嵌着され、かつ接着剤で強固に固定されている。ピン20は金属材料の高強度部材によって形成され、かつその先端部分は軸方向端部14の外周面から径方向に所定寸法突出している。ピン20のこの突出部分は後述する外筒3の形成に際して、連続フィラメントのストランドをガイドさせて巻き返すための径方向の突起を提供するものである。

内筒2の他方の軸方向端部5には、取付部材10と同様に非磁性材料によって形成され、シリンダチューブのボトムカバーを兼ねる第2の取付部材30が嵌合

## 1 0

されている。取付部材 3 0 は、内筒 2 の径方向内方に位置する小径の第 1 の部分 3 1 と、内筒 2 から遠い側に位置する大径の第 2 の部分 3 2 と、第 1 の部分と第 2 の部分との間に位置する中間径の第 3 の部分 3 3 とを有している。

第 1 の部分 3 1 は内筒 2 の軸方向端部 5 の内周面に嵌合された円筒状の外周面と、内筒 2 内に位置する端面 3 4 とを有し、端面 3 4 には軸方向に第 2 の部分 3 2 の途中まで伸びる穴 3 5 が開口している。

第 3 の部分 3 3 は、内筒 2 の外周面とほぼ同一径の外周面を有する円筒部分 3 7 を有し、第 1 の部分 3 1 と円筒部分 3 7 とで形成される段部に内筒 2 の軸方向端部 5 が嵌合し、その嵌合面は接着剤により相互に強固に接合されている。また、第 3 の部分 3 3 は、第 2 の部分 3 2 に隣接する側の外周部分に円周状の凹所 3 8 を備えている。この凹所 3 8 は前述した凹所 1 5 と同様に繊維溜まりを提供するものである。

第 2 の部分 3 2 は第 3 の部分 3 3 の円筒部分 3 7 の外周面より大きな径の外周面を有し、かつその外周面に開口し、穴 3 5 に連通する作動流体の供給または排出のための径方向のポート 3 9 が形成されている。また、第 2 の部分 3 2 は閉じられた端面 4 0 を有している。このポート 3 9 と閉じられた端面 4 0 を有する構成により、取付部材 3 0 はボトムカバーとしての機能

## 1 1

を有する構造を提供している。

また、第 3 の部分 3 3 の円筒部分 3 7 の凹所 3 8 に隣接した外周面部分には、上述した取付部材 1 0 の小孔 1 9 と同様の多数の径方向の小孔 4 1 が穿設され、かつこれら小孔 4 1 にピン 2 0 と同様の多数のピン 4 2 が嵌着され、接着剤で固定されている。ピン 4 2 の突出部分もピン 2 0 の突出部分と同様に、外筒 3 を形成する際に繊維材料をガイドさせて巻き返すための径方向の突起を提供している。

そして、第 1 の部分 3 1 の外周面には環状溝 4 3 が形成され、この環状溝 4 3 には弾性シール要素、すなわち、O リング 4 4 がその飛び出しを防止する図示しないバックアップリングと共に装着されている。この O リング 4 4 は内筒 2 の軸方向端部 5 の内周面に弾性的に接触している。この O リング 4 4 は内筒 2 の内周面と取付部材 3 0 の第 1 の部分 3 1 の外周面との間をシールし、シリンダチューブに導入された作動流体の圧力、すなわち、内圧が内筒 2 の軸方向端部 5 に作用するのを阻止するものであり、これによりシリンダチューブ 1 の対応する分部に取付部材 3 0 との剛性の違いに基づく伸びの差、すなわち、不均等歪みが発生するのを防止するものである。

内筒 2 の外周面には、樹脂を含浸させた連続フィラメントのストランドからなる繊維材料 5 0 (第 2 図お

## 1 2

よび第3図参照)を内筒2の外周面から取付部材10の第1の部分11の外周面および取付部材30の第3の部分33の外周面に亘って巻回することにより外筒3が形成されている。この外筒3は、繊維材料50をフィラメントワインディング法等の手法を用いて一定の巻き角、例えば中心軸線に対して0度に近い、5〜60度程度の巻き角をもって所定の厚さになるまで張力をかけた状態で交差巻き付けした一層以上の巻回層によりほぼ円筒状に形成されている。そして、繊維材料50は、この交差巻き付け時に第2図および第3図に示すごとく、ピン20および42の突出部分にガイドして方向を変え、凹所15および38に所定の角度、例えば180度巻き付けて巻き返し部51、52を形成し、その後再度ピン20または42にガイドして方向を変え、内筒2の外周面へと巻き返され、これによって内筒2の軸方向端部4、5に取付部材10、30を強固に一体化している。

ここで、繊維材料50は炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維、アルミナ繊維、または炭化ケイ素繊維等が用いられ、繊維材料50に含浸させる樹脂には熱硬化性と接着性を有するエポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、ポリイミド樹脂等が用いられる。なお、内筒2の素材についても同様である。

さらに、内筒2の軸方向端部4および取付部材10

## 1.3

内には、取付部材 10 と同様にステンレス、アルミニウム、セラミック材料等の非磁性材料によって円筒状に形成された剛性体 60 が挿入され、取付部材 10 の第 2 の部分 12 の端面 17 には蓋体 61 が装着され、ボルト穴 18 に螺合するボルト 62 により固定されている。剛性体 60 は図示しないボルトにより蓋体 61 に固定されている。

剛性体 60 は取付部材 10 のポート 16 に連通する作動流体の径方向の通路 63 および軸方向の通路 64 を有している。また、剛性体 60 の外周面には 3 つの環状溝 65, 66, 67 が形成され、これら環状溝 65, 66, 67 には弾性シール要素、すなわち、Ｏリング 68, 69, 70 がそれぞれその飛び出しを防止する図示しないバックアップリングと共に装着されている。Ｏリング 68 は内筒 2 の軸方向端部 4 の内周面に弾性的に接触し、Ｏリング 69 は径方向の通路 63 より軸方向内方の位置で取付部材 10 の内周面に弾性的に接触している。Ｏリング 70 は径方向の通路 63 より軸方向外方の位置で取付部材 10 の内周面に弾性的に接触している。

Ｏリング 68 は、内筒 2 の内周面と剛性体 60 の外周面との間をシールし、シリンダチューブの内圧が内筒 2 の側から内筒 2 の軸方向端部 4 に作用するのを阻止するものであり、また Ｏリング 69 は、取付部材 1

## 1 4

0の内周面と剛性体60の外周面との間をシールし、シリンダチューブの内圧が径方向の通路63の側から内筒2の軸方向端部4に作用するのを阻止するものであり、これによりシリンダチューブ1の対応する部分に取付部材10との剛性の違いに基づく伸びの差、すなわち、不均等歪みが発生するのを防止している。Oリング70は、取付部材10の内周面と剛性体60の外周面との間をシールし、シリンダチューブの内圧が径方向の通路63の側から外部に漏れるのを阻止するものである。

剛性体60と蓋体61の中心部には図示のごとくロッド75がシール77により液密的に移動可能に挿入され、ロッド75の先端に内筒2の内部を往復動するピストン76が装着されている。ピストン76は例えば短繊維を混入した繊維強化樹脂材料、ステンレス等の非磁性材料によって形成されている。

以上のように構成したシリンダ装置にはピストン76のストロークを検出するためのストローク検出装置が組み込まれている。このストローク検出装置は、概略的に、ピストン76の外周面に埋設された位置指定用の磁石80と、シリンダチューブ1の内筒2と外筒3の間に配置され、シリンダチューブ1のほぼ全長に亘って延在する長尺状のセンサ本体81とを有している。

## 1 5

位置指定用の磁石 8 0 は永久磁石片からなり、ピストン 7 6 の端面近傍の位置に、一端を内筒 2 の内周面に対面させて取り付けられている。

センサ本体 8 1 は、第 4 図および第 5 図に示すように、後述する磁歪線を収納した細長管 8 2 と、細長管 8 2 の一端の短い長さ部分に亘って巻回され、電流パルス発生回路 8 3 によりパルス状の入力電流 a (第 7 図参照) が印加される駆動コイル 8 4 と、細長管 8 2 の残りの部分のほぼ全長に亘って巻回され、自身に生じた誘導起電力 b, c, d, e (第 8 図および第 1 0 図参照) が検出信号として検出回路 8 5 に取り出される検出コイル 8 6 とからなっている。

細長管 8 2 は絶縁性を持つ材料、例えばテフロンで形成され、例えば内径が 1 mm 程度のものを使用する。また、細長管 8 2 の内部には、磁歪係数の大きな磁歪線として第 6 図に示すように約 0.1 mm 程度の径の 3 本のアモルファスワイヤ 8 7 が収納され、アモルファスワイヤ 8 7 は例えば鉄系アモルファス強磁性合金で作られている。この細長管 8 2 は内筒 2 の全長を越え、取付部材 1 0 の側においては上述したピン 2 0 の隣接する 2 つのもの 2 0 A, 2 0 A の間を通過して凹所 1 5 の近くまで延在し、取付部材 3 0 の側においても同様に、上述したピン 4 2 の隣接する 2 つのもの 4 2 A, 4 2 A の間を通過して凹所 3 8 の近くまで延在している。

## 1 6

細長管 8 2 の両端は後述する超音波の反射を防止すべく、図示しないスポンジや綿等の防振材によって封止されている。

そして、細長管 8 2 が間を通る上述した 2 つのピン 2 0 A, 2 0 A の少なくとも一方およびピン 4 2 A, 4 2 A の少なくとも一方は磁性材料、例えば鉄系金属からなり、これには磁性が与えられている。すなわち、これらピン 2 0 A, 4 2 A は永久磁石になっている。これにより、これらのピン 2 0 A, 4 2 A は上述した繊維材料 5 0 をガイドする役割を果たすと共に、その磁性によりストローク検出装置の温度変化による測定誤差を補正する温度補償用の磁石として機能する。

次に、以上のように構成されたシリンダ装置の製造方法を説明する。

まず、シリンダチューブ 1 の内径に対応する外径を有し、外周面が所定の表面精度をもって仕上げられたマンドレルを用意する。次いで、内筒 2 を形成すべく、マンドレルの外周面に、引張力をかけながら、樹脂を含浸させた連続フィラメントのストランドからなる繊維材料をフィラメントワインディング法を用いて一定の巻き角で所定の厚さになるまで交差巻付けする。このとき、繊維材料には前述した素材、例えば炭素繊維を用い、樹脂には前述した素材、例えばエポキシ樹脂を用いる。また、繊維材料の巻付け角を中心軸線に対

## 1 7

して90度に近い、例えば40～89度程度、好ましくは70度程度とするのがよく、これにより内筒2にチューブ内に発生するフープ力を受け持たせ、内圧に対する耐圧性能を高めることができる。

そして、このように繊維材料を巻き付けた状態で熱硬化炉（図示せず）に入れ、繊維材料に含浸させた樹脂を熱硬化させ、マンドレルを引き抜いた後、旋盤等の機械加工により所定の長さに切断すると共に、軸方向端部4には切り込み6を設け、段付形状を与える。また、外周面に適宜研削加工を施して所定の径にすると共に、研削面を紙やすり等を用いて粗面加工し、外筒3の接着性を高める。さらに、熱歪みを除去する適宜の処理を施してもよい。

次に、所定の形状の取付部材10, 30を用意し、この取付部材10, 30の前述した小孔19, 41に少なくとも1本の磁性を有するピン20A, 42Aを含むピン20, 42を接着剤により植設する。なお、ピン20, 20A, 40, 40Aは圧入によって植設してもよい。また、取付部材30の第1の部分31には環状溝43にOリング44をバックアップリングと共に装着する。そして、このようにピンおよびOリングを備えた取付部材10, 30を第1図に示すように内筒2の軸方向端部4, 5に嵌合し、嵌合面を接着剤で固定する。

## 1 8

次いで、その接着剤が硬化した後、第4図および第5図に示すように内筒2の全長に亘り、かつ取付部材10、30の2つのピン20A、20Aおよびピン42A、42Aの間をそれぞれ通ってセンサ本体81を配置する。この後、センサ本体81を配置した状態で内筒2の外周面および取付部材10、30の外周面に亘って、樹脂を含浸させた連続フィラメントのストランドからなる繊維材料50をピン20、20A、42、42Aにガイドさせながらフィラメントワインディング法を用いて所定の巻き角で巻回し、外筒3を形成する。このとき、繊維材料50には前述した素材、例えば炭素繊維を用い、樹脂には前述した素材、例えばエポキシ樹脂を用いる。また、繊維材料50の巻付け角を中心軸線に対して0度に近い、例えば5～60度程度とするのがよく、これにより外筒3に曲げ力や引張力を受け持たせ、シリンダチューブ1の曲げ強度および引張強度を高めることができる。

また、繊維材料50の巻付けに際して、内筒2の軸方向端部4の側では、第2図に示すように、繊維材料50を内筒2の外周面から取付部材10の第1の部分11の外周面へと所定の張力をもって伸長させつつ、ピン20、20Aにガイドさせて方向を変え、凹所15に所定の角度、例えば180度巻き付けて巻き返し部51を形成し、その後再度ピン20、20Aにガイ

## 1 9

ドさせて方向を変え、内筒 2 の外周面へと巻き返される。内筒 2 の軸方向端部 5 の側においても同様に、第 3 図に示すように取付部材 3 0 に設けられたピン 4 2、4 2 A および凹所 3 8 を用いて、繊維材料 5 0 を巻き返しつつ巻回する。

このようにピン 2 0、2 0 A、4 2、4 2 A を用いて繊維材料 5 0 を巻回することにより、内筒 2 の軸方向端部 4、5 に取付部材 1 0、3 0 は強固に一体化される。また、凹所 1 5、3 8 により繊維材料 5 0 の巻き返し部 5 1、5 2 の形成がスムーズに行われ、かつこの部分での膨らみを減少できると共に、凹所 1 5、3 8 で所定角度巻き付けることが可能となるので、ピン 2 0、2 0 A、4 2、4 2 A のみに繊維材料 5 0 を巻き付ける場合よりも、取付部材 1 0、3 0 をより安定的にかつ強固に一体化でき、シリンダチューブの強度が向上する。

また、取付部材 1 0、3 0 の繊維材料 5 0 が巻回される外周面は内筒 2 の外周面と同一径の円筒面であるため、内圧等によりシリンダチューブに軸方向の引張力が作用したとき、その引張力は繊維材料 5 0 を取付部材 1 0、3 0 の外周面から引き離す力として作用せず、当該引張力により外筒 3 が内筒 2 から剥離することが防止される。また、ピン 2 0、2 0 A、4 2、4 2 A の近傍における繊維材料 5 0 の方向換えが滑らか

## 20

になるため、繊維材料50に生じる応力集中やピン作用する負荷が緩和される。さらに、繊維材料50をピン20, 20A, 42, 42Aの根元から係合させることができるので、ピン20, 20A, 42, 42Aにピンに十分な量の繊維材料50を保持させることができ、かつピンの曲がりも最小にできる。これらにより、シリンダチューブ1の強度をさらに向上できる。

そして、内筒2の外周面および取付部材10, 30の外周面に所定の厚さの外筒3を形成した後、これを熱硬化炉（図示せず）に入れ、繊維材料50に含浸させた樹脂を熱硬化させる。次いで、必要に応じ外筒3の外周面にグラインダ等の機械加工を施し、外筒3の外周面を滑らかにかつ所定の寸法に仕上げる。このとき、ピン20, 20A, 42, 42Aの先端が外筒3に埋没している場合は、その先端が露出し、これらピンの位置を視認できるようになるまで外筒3の外周面を研削することが望ましい。このようにしてシリンダチューブ1が完成する。

次いで、所定の形状の剛性体60を用意し、位置指定磁石80を備えたピストン76を一端に固定したロッド75を剛性体60の中央穴に挿入すると共に、剛性体60の環状溝65, 66, 67にOリング68, 69, 70をバックアップリングと共に装着する。そして、この剛性体60をピストン76と共に上述した

## 2 1

シリンダチューブ 1 の取付部材 1 0 の開口部よりシリンダチューブ 1 内に挿入した後、蓋体 6 1 を取付部材 1 0 の端面 1 7 に装着し、ボルト 6 2 を用いてこれを固定する。このようにして、本実施例のシリンダ装置が完成する。

次に、本実施例のストローク検出装置の動作を説明する。まず、温度補償用の磁石として機能するピン 2 0 A, 4 2 A の作用を除いた本装置の動作原理を第 7 図～第 9 図により説明する。

まず、電流パルス発生回路 8 3 において第 7 図に示すようなパルス電流 a を例えば 1 m s e c の所定の時間間隔 t をもって発生させ、これをセンサ本体 8 1 の駆動コイル 8 4 に印加する。このパルス電流 a により駆動コイル 8 4 内の磁場は急変し、この磁場変化により細長管 8 2 内のアモルファスワイヤ 8 7 に磁歪現象に基づく超音波が発生する。この超音波は駆動コイル 8 4 の側から細長管 8 2 の他端側へと細長管 8 2 の中を例えば 5 0 0 0 ～ 6 0 0 0 m / s 程度の音速で伝播する。

一方、検出コイル 8 6 では、第 7 図に示すパルス電流 a が発生したときに相互誘導作用により第 8 図に b で示すような誘導起電力が発生する。また、アモルファスワイヤ 8 7 は位置指定磁石 8 0 に対応する部分で磁石の磁気により部分的に歪みを受けている。このた

## 2 2

め、上記超音波がこの磁石 80 に対応する部分まで伝播してくると、超音波は弾性波であり、歪みが伝播しているのと同じなので、その歪みによりアモルファスワイヤ 87 の当該部分が変位し、歪みがより大きく拡大される。このため、逆磁歪現象により磁気に変化し、検出コイル 86 に起電力が生じる。この起電力により生じた電流が第 8 図の c である。

検出回路 85 では検出コイル 86 に生じた上述の電流 b, c を検出し、これらの電流 b, c の時間差 t1 を読み取る。この時間差 t1 とピストン 76 の位置、すなわち、ピストンストロークとの間には第 9 図に示すようにリニアな比例関係が存在する。このため、時間差 t1 を読み取ることによりピストンストロークを計測できる。

なお、時間差 t1 の検出は、電流 a の印加と同時に三角波電圧を発生させ、電流 c が生じたときの三角波電圧値をホールドすることにより行うことができ、この場合は、時間差 t1 は電圧値に変換された形で検出される。また、タイマー回路で直接時間差 t1 を計測してもよい。

次に、本実施例のストローク検出装置の温度補償用の磁石として機能するピン 20 A, 42 A の作用を説明する。

ピン 20 A, 42 A は、シリンダチューブ 1 の両端

## 2 3

付近であって、検出コイル 8 6 の両端より軸方向内側の該検出コイルに隣接した箇所に位置している。このため、細長管 8 2 内のアモルファスワイヤ 8 7 はこれらピン 2 0 A, 4 2 A に対応する部分でも磁気により部分的に歪みを受けており、上記超音波がこれらピン 2 0 A, 4 2 A に対応する部分まで伝播してくると、アモルファスワイヤ 8 7 の当該部分が変位し、逆磁歪現象により検出コイル 8 6 に起電力が生じる。

この様子を第 1 0 図に示す。まず、電流パルス a により上述した電流 b が生じた後、駆動コイル 8 4 の近くのピン 4 2 A により電流 d が生じる。次いで、ピストン 7 6 の位置指定磁石 8 0 により上述した電流 c が生じた後、検出コイル 8 6 の駆動コイル 8 4 反対側の端部に隣接するピン 2 0 A により電流 e が生じる。

ここで、電流 b と電流 c との時間差  $t_1$  がピストン 7 6 のストロークに対応することは前述した通りである。また、電流 d と電流 e との時間差  $t_4 = t_2 - t_3$  はピン 2 0 A とピン 4 2 A との間の距離に相当し、この距離は一定である。本実施例においては、この距離を温度補償用の基準距離として用いるものである。

すなわち、シリンダ装置の使用、シリンダチューブ 1 に導入される圧油の温度の上昇等により環境温度が変化すると、それに伴って細長管 8 2 内の温度も変化する。超音波の音速は温度に依存する。このため、

## 2 4

環境温度の変化に伴って超音波の音速が変化し、環境温度の変化前と変化後では、同じピストン 7 6 の位置であっても上述の時間差  $t_1$  が変化する。したがって、温度補償をしない場合はピストンストロークの測定値に誤差を生じる。

本実施例では、検出回路 8 5 で時間差  $t_1$  と共に時間差  $t_4$  を読み取る。ここで、ピン 2 0 A とピン 4 2 A との間の一定距離を  $L$  とすると、時間差  $t_4$  はこの一定距離  $L$  に対応する。検出回路 8 5 にはその一定距離  $L$  を温度補償の基準距離として予め記憶しており、読み取った時間差  $t_1$  ,  $t_4$  とその一定距離  $L$  とから、

$$t_1 \times L / t_4$$

を演算する。ここで、 $L / t_4$  はそのときの超音波の単位時間当りの伝播距離であり、この値に  $t_1$  を掛ければ温度の影響のないピストンストロークが求められる。すなわち、一定距離  $L$  を基準距離とした測定値の温度補償が行われる。

ところで、上式において、超音波の単位時間当りの伝播距離  $L / t_4$  の精度は、基準距離  $L$  が長くなればなる程、また、その基準距離  $L$  の値が正確であればある程、良好となり、伝播距離  $L / t_4$  の精度が良好となれば、これに伴って温度補償の精度も向上する。本実施例では、基準距離  $L$  を与えるピン 2 0 A , 4 2 A はシリンダチューブ 1 の両端近傍に位置しており、基

## 2 5

基準距離 $L$ はピストン76のフルストローク以上の長さとなっている。また、ピン20A, 42Aは取付部材10, 30に強固に固定されているので、外筒3の形成時および熱硬化時にその位置がずれることはなく、設計通りの基準距離 $L$ を得ることが容易である。しかも、ピン20A, 42Aは外筒3の外周面に露出しているので、外部から視認することができ、製造後であっても基準距離 $L$ を容易に確認することができる。これらより、本実施例では基準距離 $L$ を極めて正確に把握することができる。

したがって、本実施例によれば、シリンダ装置の使用、油温等の環境温度が変化しても極めて精度良く温度補償を行うことができ、極めて正確にピストンストロークを検出することができる。

また、本実施例では、繊維材料50をガイドするためのピン20A, 42Aを温度補償用の磁石として利用している。このため、部品点数が減少し、構造が簡素化される。また、専用の磁石を内筒2と外筒3の間に配置する場合は、その磁石が内筒と外筒との剥離の原因となるが、ピン20A, 20Bは内筒と外筒の剥離の原因とはならず、シリンダチューブ1の耐久性を向上できる。

さらに、本実施例では、磁歪線として0.1mm程度の複数本のアモルファスファイヤ87を使用したので、

## 2 6

1条のアモルファスリボンを用いる場合に比較してセンサ本体81の細径化が可能であり、コンパクトな検出装置とすることができる。また、アモルファスワイヤ87であることから磁歪係数が高く、かつ複数本使用するためノイズが少なくなり、S/N比が向上するので、検出精度を大幅に向上できる。

なお、以上の実施例において、センサ本体81の細長管82は取付部材10の側において凹所15の近くまで延在させたが、これをさらに延長し、凹所15内に沿わせてもよい。このようにした場合は、温度補償用の磁石20Aの位置が細長管端部から離れるので、細長管端部からの超音波の反射波により温度補償用の磁石20Aの箇所で電流が生じたとしても、この電流が本来の電流eと重なることが回避され、電流eの検出がより正確に行える効果がある。

本発明の他の実施例を第11図および第12図により説明する。本実施例は繊維材料ガイド用のピンの幾つかを、さらに駆動コイルおよび検出コイルの導線を外部に取り出すための電極として用いるものである。

第11図において、取付部材10に設けられたピン20のうち、温度補償用の磁石として機能するピン20A、20Aの一方に隣接したピン20Bは電極を兼ねる構造となっており、取付部材30に設けられたピン42のうち、温度補償用の磁石として機能するピン

## 27

42A, 42Aに隣接した3本のピン42Bも同様に電極を兼ねる構造になっている。駆動コイル84の巻線端部84a, 84bは2つのピン42Bの電極にそれぞれ接続され、これら電極には電流パルス発生回路83の配線83a, 83bがそれぞれ接続され、駆動コイル84と電流パルス発生回路83を電氣的に接続している。また、検出コイル86の一方の巻線端部86aはピン20Bの電極に接続され、他方の巻線端部86bはピン42Bの電極に接続され、これら電極には検出回路85の配線85a, 85bがそれぞれ接続され、検出コイル86と検出回路85を電氣的に接続している。

電極を兼ねるピン20B, 42Bの構造をピン20Bで代表して第12図に示す。ピン20Bは、底部が閉じられかつ側壁に穴90の開けられた、合成樹脂、アスベスト、セラミック等の絶縁材からなる中空のピン本体91と、ピン本体91内に収納された上下1対の電極要素92a, 92bと、ピン本体91の頂部を閉じかつ中心に穴93を備えた、ピン本体91と同様に絶縁材からなる蓋94とからなっている。検出コイル86の巻線端部86aはピン本体91の穴90より内部に挿入され、1対の電極要素92a, 92b間に挟むことによりこれら電極要素92a, 92bに電氣的に接続されている。また、蓋94の穴93からは検

## 28

出回路 85 の配線 85 a の端部が挿入され、半田付け等により電極要素 92 b に電氣的に接続されている。

本実施例によれば、繊維材料ガイド用のピン 20 B, 42 B を駆動コイルおよび検出コイルの導線を外部に取り出すための電極として利用するので、これらコイル導線の外部への取出しが容易になりかつ外筒の形成が容易になると共に、コイル導線を外部に取り出すための配線回りが簡素化され、検出装置の信頼性を向上できる。

本発明のさらに他の実施例を第 13 図により説明する。本実施例はセンサ本体の配置位置を変えたものである。

第 13 図において、センサ本体 81 A は外筒 3 の外周面上に配置されており、その外側にはさらに弾性材料からなる保護層 97 が設けられている。弾性材料には例えば熱収縮性のシリコンゴムを用いることができ、これをチューブ状にしたものを外筒 3 の外周に挿入し、加熱することにより保護層 97 が形成される。シリコンゴムの加熱は外筒 3 の熱硬化のときに同時に行えばよい。

本実施例においても、センサ本体 81 A に隣接したピン 20 A, 42 A を第 1 の実施例と同様に温度補償用の磁石として用いる。これにより、温度補償の基準距離が長くなりかつ磁石の位置を正確に把握できるの

## 29

で、第1の実施例と同様に少ない部品点数で温度補償の精度を向上するという効果が得られる。

また、本実施例では、センサ本体81Aが外筒3の外側に配置されるので、外筒3の形成が容易になると共に、センサ本体81Aの外側には保護層97があるので、外部からのものの衝突に対して外筒3およびセンサ本体81が保護される。

さらに、保護層97は熱収縮により外筒3を内筒2に密着させるので、両者をより強固に一体化し、またピン20、20A、42、42Aの部分においては、これらピンにかかる負荷を分散させて負荷を軽減し、さらに、外筒3の樹脂が紫外線で分解するのを防止する作用もあり、結果としてシリンダチューブ1Aの耐久性を大幅に向上できる。

なお、以上の実施例において、繊維材料をガイドする突起としてピン20、42を用いたが、他の手段で突起を構成することもできる。例えば、放射状の複数の突起を設けた半割りのリングを2個用意し、取付部材に環状の溝を設け、この溝に2個の半割りリングを嵌着し、接着剤で固定することにより、半割りリングの突起を繊維材料ガイド用の突起として用いることができる。この場合、温度補償用の磁石の機能を突起に付与するためには半割りリング全体を磁化すればよい。

また、上記実施例では、内筒および外筒をフィラメ

## 3 0

ントワインディング法を用いて形成するものとしたが、これに代えて、これらをテープワインディング法、ハンドレイアップ法等の他の手法を用いて形成してもよい。また、内筒については、短繊維で強化した樹脂材料によって形成してもよいし、必要に応じ、ステンレス、アルミニウム、セラミック等の他の非磁性材料で構成してもよい。

さらに、上記実施例では、細長管の一端のみに駆動コイルを設けたが、その両端に駆動コイルを配置してもよく、この場合は、一方が故障したときに他方を使用することにより一方を補助の駆動コイルとして用いることができる。また、両駆動コイルに対してパルス電流を交互に印加することにより両駆動コイルを併用することもでき、この場合は、両者により得られるデータからストロークを計測し、その平均値を取ることで、検出精度を向上できる。

## 産業上の利用可能性

本発明によれば、シリンダチューブの両端付近にストローク検出装置の温度補償用の磁石を設置するので、温度補償用の基準距離が長くなり、またその磁石をピン状にしたので外部からの視認が容易となり、したがって、油温等の環境温度の変化に対する温度補償の精度が向上し、正確なピストンのストロークの測定が可

## 3 1

能となる効果を有する。

また、繊維材料ガイド用のピンをその温度補償用の磁石に利用することにより、構造が簡素化されると共に、内筒と外筒の間に専用の磁石を配置していた場合に生じがちな内筒と外筒との剥離を防止でき、シリンダチューブ 1 の耐久性を向上できる。

## 3 2

## 請求の範囲

1. 非磁性材料によって形成された内筒(2) および前記内筒の外周面に繊維強化樹脂材料によって形成された外筒(3) を有するシリンダチューブ(1) と、前記シリンダチューブ内に摺動可能に配置されたピストン(76)と、一端が前記ピストンに固定され、他端が前記シリンダチューブ外に突出したロッド(75)と、前記ピストンのストロークを検出するストローク検出装置(80, 81) とを備え、前記ストローク検出装置が、前記ピストンに設けられた位置指定磁石(80)と、前記シリンダチューブに設けられた長尺状センサ手段(81)とを含み、前記長尺状センサ手段が、前記シリンダチューブに沿ってその両端の間に延在し、内部に磁歪係数の大きい少なくとも1本の磁歪線(87)が収納された細長管(82)、前記細長管の両端の少なくとも一方に巻回され、パルス状の入力電流の印加により前記磁歪線に磁歪現象を起こさせ、超音波を発生させる駆動コイル(84)、および前記駆動コイルとは別個に前記細長管に所定の長さに亘って巻回され、前記位置指定磁石に対応する磁歪線の位置を前記超音波が通過するときに逆磁歪現象により発生する誘導起電力を検出信号として検出する検出コイル(86)を有している複合材料製シリンダ装置において、

## 3 3

前記シリンダチューブ(1)の両端付近であって、前記検出コイル(86)の両端より軸方向内方の該検出コイルに隣接する箇所の各々に、前記ストローク検出装置(80, 81)の温度変化による測定誤差を補正するための少なくとも1本のピン状の磁石(20A, 42A)を設置したことを特徴とする複合材料製シリンダ装置。

2. 請求の範囲第1項記載の複合材料製シリンダ装置において、前記ピン状の磁石は、前記内筒(2)の対向する軸方向端部(4, 5)に嵌合する1対の取付部材(10, 30)にそれぞれ径方向の突起(20A, 42A)として設けられ、前記外筒(3)は、樹脂を含浸させた繊維材料(50)をこの径方向の突起にガイドさせながら前記内筒の外周面に巻回することにより形成されていることを特徴とする複合材料製シリンダ装置。

3. 請求の範囲第1項または第2項記載の複合材料製シリンダ装置において、前記長尺状センサ手段(81)は前記内筒(2)と外筒(3)の間に配置されていることを特徴とする複合材料製シリンダ装置。

4. 請求の範囲第1項または第2項記載の複合材料製シリンダ装置において、前記長尺状センサ手段(81A)は前記外筒(3)の外周面上に配置され、そのさらに外側に弾性材料からなる保護層(97)を被覆したことを特徴とする複合材料製シリンダ装置。

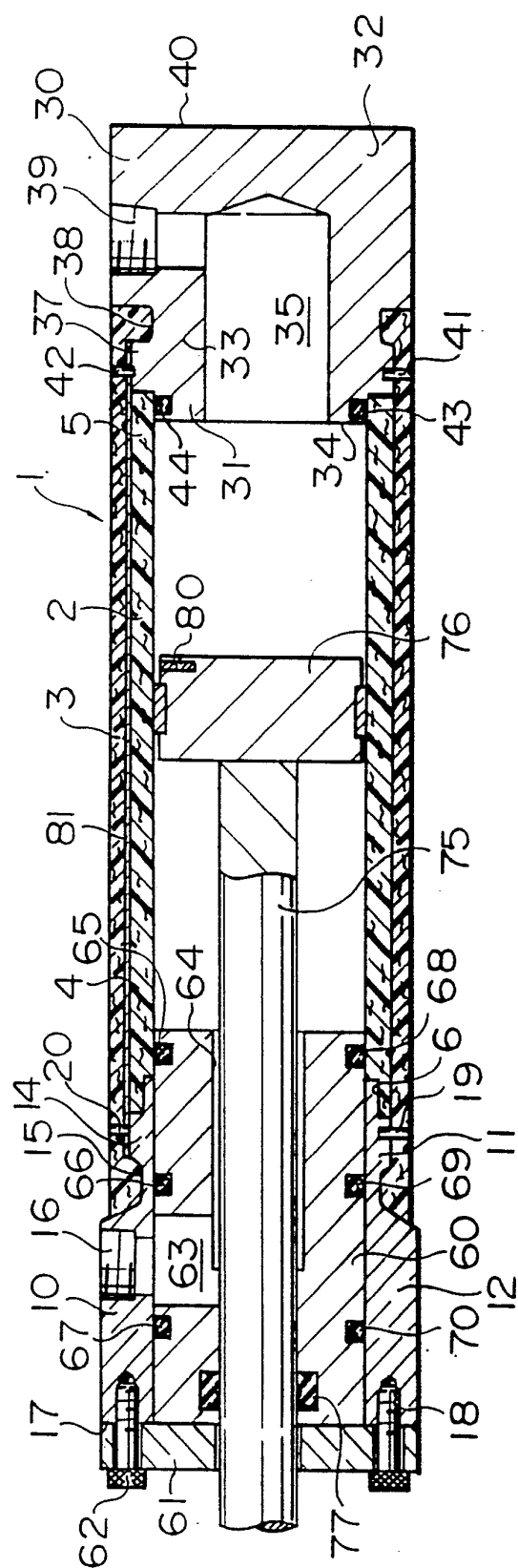
5. 請求の範囲第2項記載の複合材料製シリンダ装

## 3 4

置において、前記 1 対の取付部材 (10, 30) の少なくとも一方は、前記繊維材料 (50) がガイドされる少なくとも 1 本の径方向の別の突起 (20B, 42B) をさらに有し、前記別の突起は前記駆動コイル (84) および検出コイル (86) の導線を外部に取り出すための電極手段 (92a, 92b) を含むことを特徴とする複合材料製シリンダ装置。

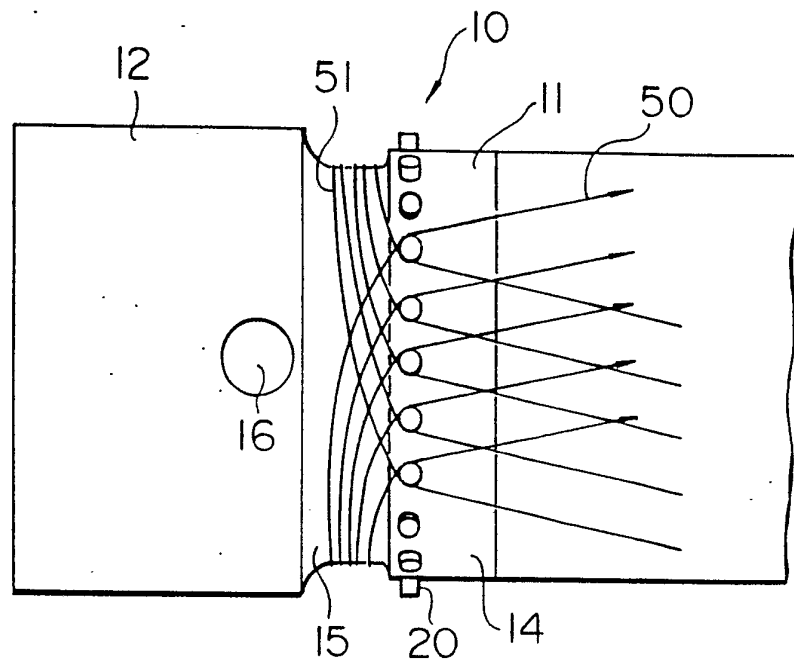
6. 請求の範囲第 1 または第 2 項記載の複合材料製シリンダ装置において、前記磁歪線は複数本のアモルファスワイヤ (87) を含むことを特徴とする複合材料製シリンダ装置。

一 抵

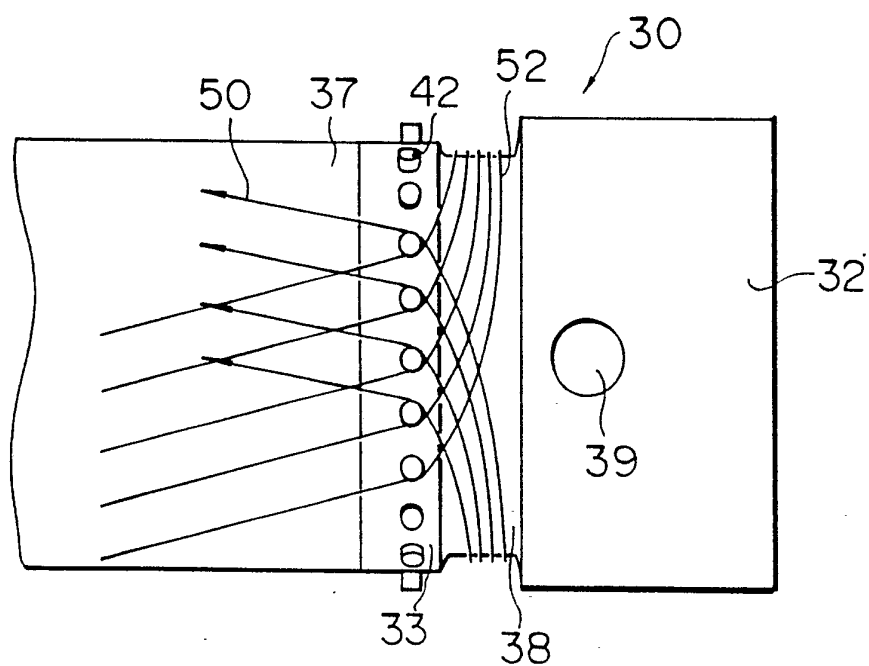


2/7

第 2 図

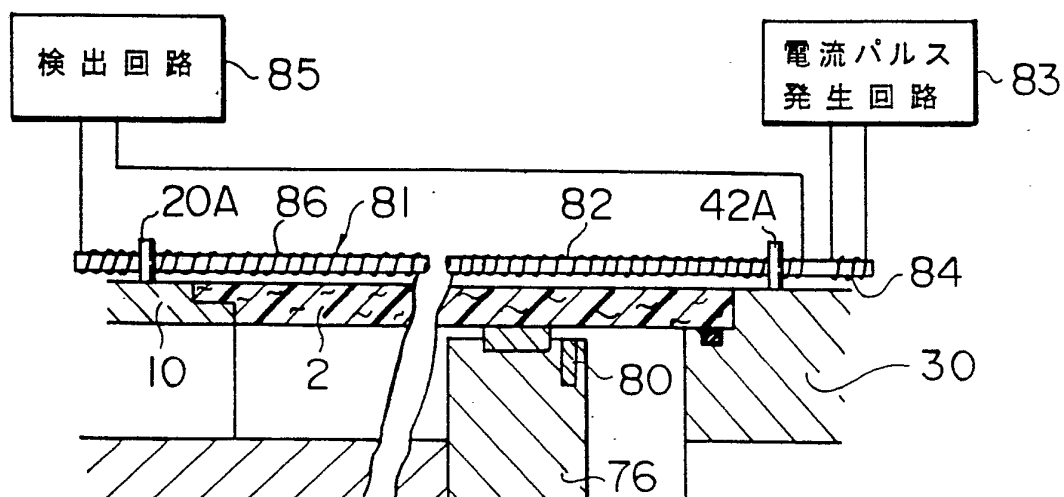


第 3 図

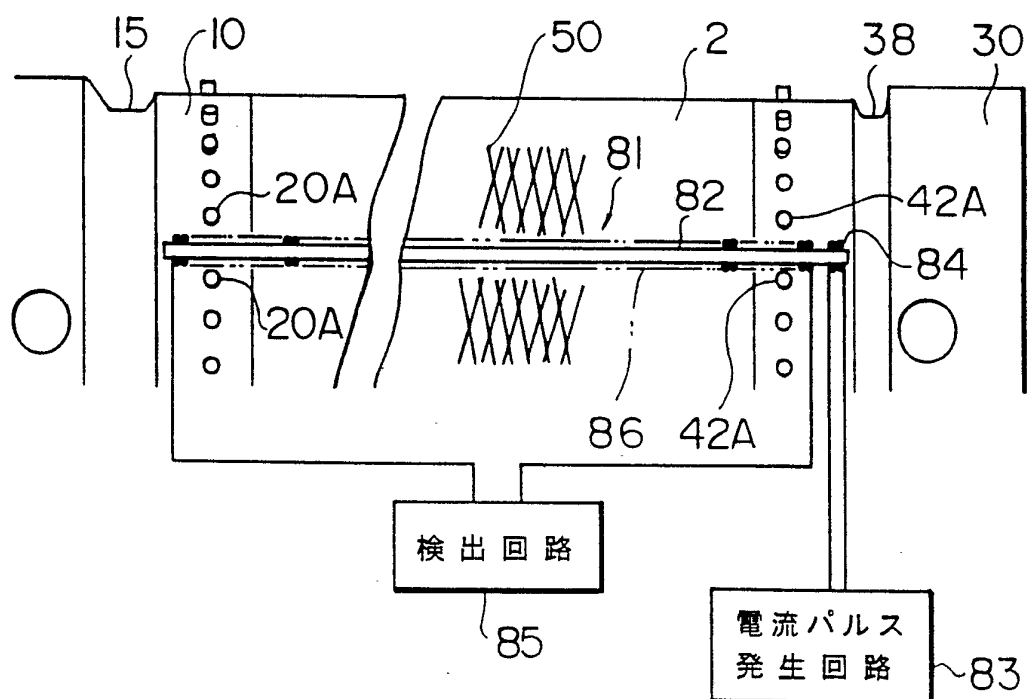


3/7

第 4 図

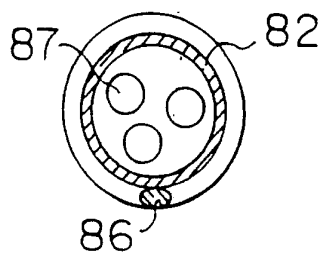


第 5 図

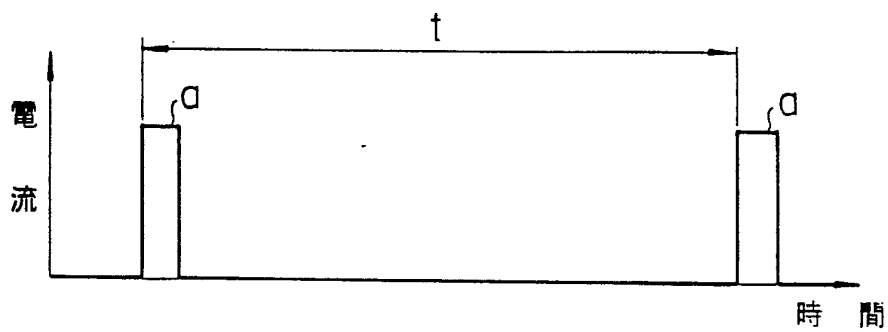


4/7

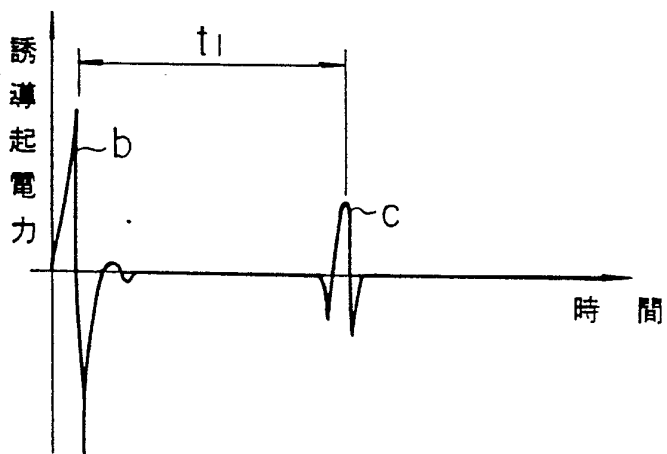
第 6 圖



第 7 圖

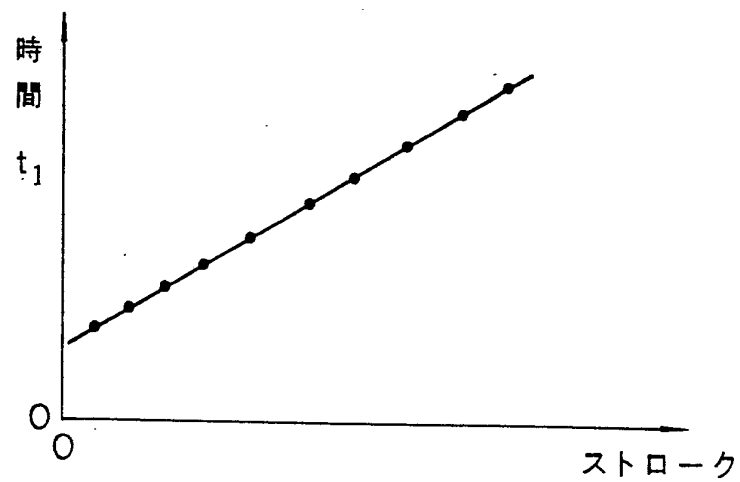


第 8 圖

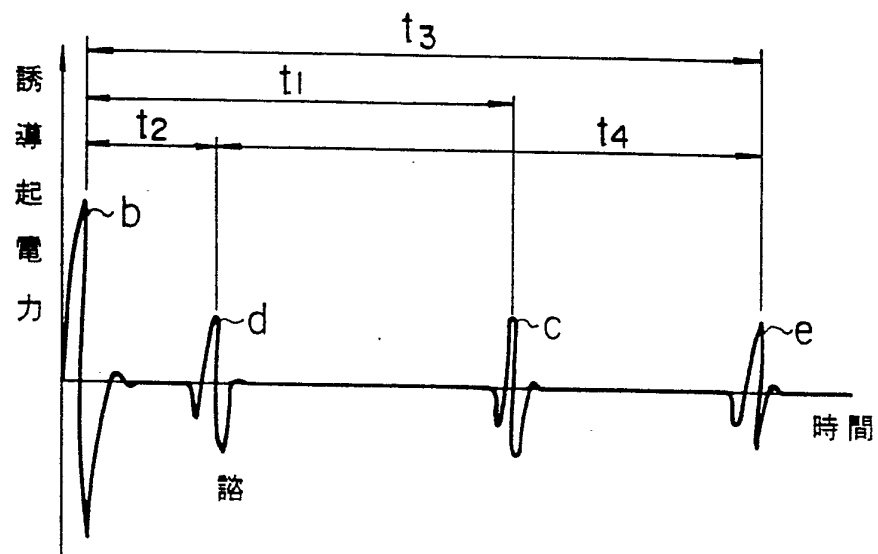


5/7

第 9 図

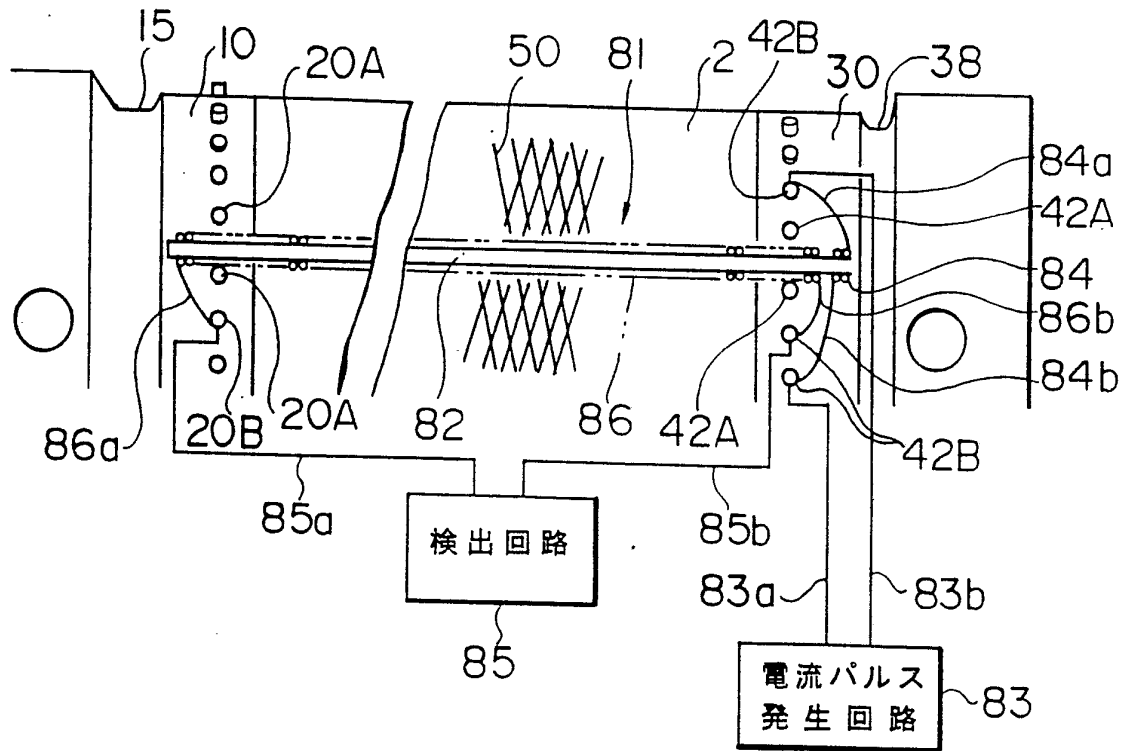


第 10 図

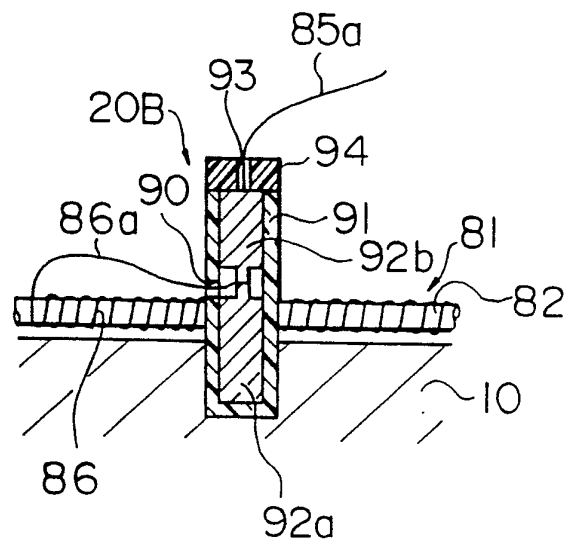


6 / 7

第 11 圖

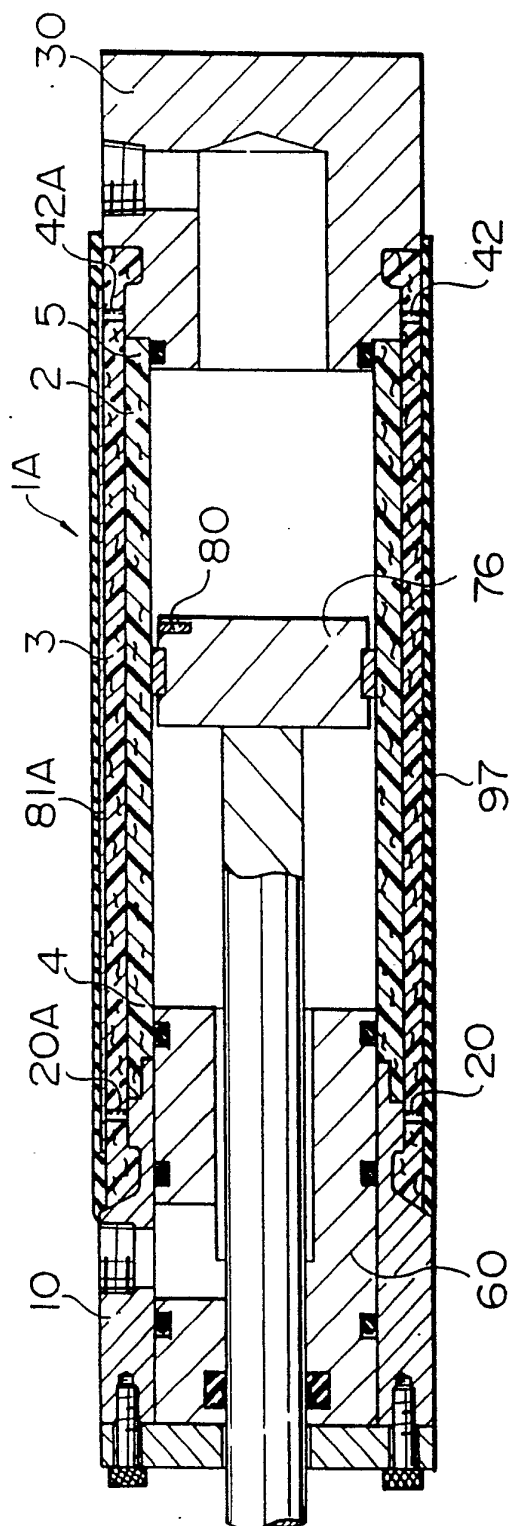


第12圖



7/7

第13図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP90/00287

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                          |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (if several classification symbols apply, indicate all) <sup>6</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| Int. Cl <sup>5</sup> G01B17/00, F15B15/28, F16J10/02                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| <b>II. FIELDS SEARCHED</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| Classification System                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Classification Symbols                                                                                                                                                                   |                                                     |
| IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | G01B17/00, F15B15/28, F16J10/02                                                                                                                                                          |                                                     |
| Documentation Searched other than Minimum Documentation<br>to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>8</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| Jitsuyo Shinan Koho                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                          | 1960 - 1989                                         |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                          | 1971 - 1989                                         |
| <b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <sup>9</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| Category *                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>                                                                           | Relevant to Claim No. <sup>13</sup>                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | JP, A, 63-238415 (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.),<br>4 October 1988 (04. 10. 88),<br>Line 17, upper left column to<br>line 14, upper right column; page 3,<br>(Family: none)  | 1 - 6                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | JP, A, 63-166522 (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.),<br>9 July 1988 (09. 07. 88),<br>Line 10, lower left column to<br>line 16, lower right column; page 2,<br>(Family: none)     | 1 - 6                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | JP, A, 63-249628 (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.),<br>17 October 1988 (17. 10. 88),<br>Line 12, lower left column to<br>line 19, lower right column; page 2,<br>(Family: none) | 1 - 6                                               |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><sup>10</sup> * Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"Z" document member of the same patent family</p> </div> </div> |                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| <b>IV. CERTIFICATION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| Date of the Actual Completion of the International Search                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                          | Date of Mailing of this International Search Report |
| April 26, 1990 (26. 04. 90)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                          | May 14, 1990 (14. 05. 90)                           |
| International Searching Authority                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                          | Signature of Authorized Officer                     |
| Japanese Patent Office                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                          |                                                     |

# 国 際 調 査 報 告

国際出願番号PCT/JP 90/00287

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                     |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| I. 発明の属する分野の分類                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                     |                    |
| 国際特許分類 (IPC) <b>Int. Cl.<sup>5</sup></b><br><b>G01B17/00, F15B15/28, F16J10/02</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                     |                    |
| II. 国際調査を行った分野                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                     |                    |
| 調 査 を 行 っ た 最 小 限 資 料                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                     |                    |
| 分 類 体 系                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 分 類 記 号                                                                                             |                    |
| <b>IPC</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>G01B17/00, F15B15/28, F16J10/02</b>                                                              |                    |
| 最小限資料以外の資料で調査を行ったもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                     |                    |
| <b>日本国実用新案公報            1960-1989年</b><br><b>日本国公開実用新案公報    1971-1989年</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                     |                    |
| III. 関連する技術に関する文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                     |                    |
| 引用文献の<br>カテゴリー ※                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                   | 請求の範囲の番号           |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>JP, A, 63-238415 (日立建機株式会社),<br/>4. 10月. 1988 (04. 10. 88),<br/>第3頁左上欄第17-右上欄第14行, (ファミリーなし)</b> | <b>1-6</b>         |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>JP, A, 63-166522 (日立建機株式会社),<br/>9. 7月. 1988 (09. 07. 88),<br/>第2頁左下欄第10-右下欄第16行, (ファミリーなし)</b>  | <b>1-6</b>         |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>JP, A, 63-249628 (日立建機株式会社),<br/>17. 10月. 1988 (17. 10. 88),<br/>第2頁左下欄12行-右下欄19行, (ファミリーなし)</b> | <b>1-6</b>         |
| ※引用文献のカテゴリー<br>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの<br>「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)<br>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献<br>「T」 国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>「&」 同一パテントファミリーの文献 |                                                                                                     |                    |
| IV. 認 証                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                     |                    |
| 国際調査を完了した日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 国際調査報告の発送日                                                                                          |                    |
| <b>26. 04. 90</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>14.05.90</b>                                                                                     |                    |
| 国際調査機関                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 権限のある職員                                                                                             | <b>2 F 8 3 0 4</b> |
| <b>日本国特許庁 (ISA/JP)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 特許庁審査官                                                                                              | <b>白 石 光 男 ®</b>   |