

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7014561号

(P7014561)

(45)発行日 令和4年2月1日(2022.2.1)

(24)登録日 令和4年1月24日(2022.1.24)

(51)国際特許分類

F I

F 1 6 C 23/08 (2006.01)

F 1 6 C 23/08

F 1 6 C 19/06 (2006.01)

F 1 6 C 19/06

F 1 6 C 9/03 (2006.01)

F 1 6 C 9/03

F 1 6 C 33/58 (2006.01)

F 1 6 C 33/58

請求項の数 1 (全9頁)

(21)出願番号 特願2017-200492(P2017-200492)
 (22)出願日 平成29年10月16日(2017.10.16)
 (65)公開番号 特開2019-74137(P2019-74137A)
 (43)公開日 令和1年5月16日(2019.5.16)
 審査請求日 令和2年6月11日(2020.6.11)
 (出願人による申告)平成20年度 防衛省 試作研究
 請負契約 産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許
 出願
 前置審査

(73)特許権者 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
 (74)代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72)発明者 梅田 彰彦
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱
 重工業株式会社内
 (72)発明者 諫山 秀一
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱
 重工業株式会社内
 (72)発明者 谷 寛之
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱
 重工業株式会社内
 (72)発明者 森 茂之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 転がり軸受

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

固定体に支持される外輪と、回転軸が支持される内輪と、前記外輪の内溝と前記内輪の外溝との間に配置される転動体とを備える転がり軸受において、
 前記外輪の内溝または前記内輪の外溝のうちの少なくとも前記内溝の曲率半径Rを、前記転動体の半径rに対して、 $2r \times 0.53 \leq R \leq 2r \times 0.55$ の範囲に設定し、
 前記内輪は、負荷側において、前記転動体が前記外輪の前記内溝に接触する接触部を中心にして傾斜あり、傾斜角が 1×10^{-2} [rad] 以上であり、
前記内溝は、肩部の曲率半径が他の部分よりも曲率半径よりも小さいことを特徴とする
 転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転軸を支持する転がり軸受に関し、特に、回転軸を片持ちで支持するために大荷重を受ける転がり軸受に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献1に記載の転がり軸受は、自動車エンジンのクランクシャフトなどを支持するものとして、エンジンハウジングの加工精度に起因した取り付け不良などで軸受に許容される傾き角以上のミスアライメントが発生する場合に、回転トルクが急激に増大する

ことを解消するためのものである。この転がり軸受は、内方部材の外周面および外方部材の内周面に形成された各軌道面間に転動体が配置され、かつラジアル荷重が負荷された状態で内方部材および外方部材の互いの軸芯が $0.1 [deg]$ 以上傾いた状態で使用可能な転がり軸受であり、ラジアル隙間 $\Delta [mm]$ が、ピッチ円直径を $d_m [mm]$ とすると、 $d_m \times 10^{-3} < \Delta < 2 d_m \times 10^{-3}$ の関係を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2008-196691号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の転がり軸受は、例えば、回転軸を片持ちで支持することで大荷重を受け、過大なラジアル荷重が生じる環境で使用することを想定している。このような環境において、上述した特許文献1に記載の転がり軸受では、軸芯の傾きがより大きいため、上記のごとく設定されたラジアル隙間であっても、回転トルクの増大を解消することが難しい。

【0005】

本発明は上述した課題を解決するものであり、過大なラジアル荷重により回転軸の軸芯が大きく傾いた場合であっても、回転トルクの増大を解消することのできる転がり軸受を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述の目的を達成するために、本発明の転がり軸受は、固定体に支持される外輪と、回転軸が支持される内輪と、前記外輪の内溝と前記内輪の外溝との間に配置される転動体とを備える転がり軸受において、前記外輪の内溝または前記内輪の外溝のうちの少なくとも前記内溝の曲率半径 R を、前記転動体の半径 r に対して、 $2r \times 0.53 \leq R \leq 2r \times 0.55$ の範囲に設定することを特徴とする。

【0007】

この転がり軸受によれば、少なくとも内溝と転動体とが接触する接触楕円の面積が比較的小さくなるため、転動体が拘束された状態での内溝および外溝との接触が緩和される。この結果、回転トルク（摩擦トルク）の増大を解消することができる。

【0008】

上述の目的を達成するために、本発明の転がり軸受は、固定体に支持される外輪と、回転軸が支持される内輪と、前記外輪の内溝と前記内輪の外溝との間に配置される転動体とを備える転がり軸受において、前記外輪の内溝または前記内輪の外溝のうちの少なくとも前記内溝の曲率半径 R を、前記転動体のピッチ径を半径とした軌跡に沿って設定することを特徴とする。

【0009】

この転がり軸受によれば、少なくとも内溝の曲率半径 R が、負荷側において転動体が内溝に接触する接触部を中心にして内輪が傾斜する半径と同等になり、転動体が内溝に沿って移動するため、当該転動体が拘束されない。この結果、回転トルク（摩擦トルク）の増大を解消することができる。

【0010】

上述の目的を達成するために、本発明の転がり軸受は、固定体に支持される外輪と、回転軸が支持される内輪と、前記外輪の内溝と前記内輪の外溝との間に配置される転動体とを備える転がり軸受において、前記内輪の回転角度が設定されており、反負荷側となる前記転動体を弾性部材で形成することを特徴とする。

【0011】

この転がり軸受によれば、転動体が弾性変形することで、拘束による荷重が緩和される。この結果、回転トルク（摩擦トルク）の増大を解消することができる。

10

20

30

40

50

【0012】

上述の目的を達成するために、本発明の転がり軸受は、固定体に支持される外輪と、回転軸が支持される内輪と、前記外輪の内溝と前記内輪の外溝との間に配置される転動体とを備える転がり軸受において、前記内輪の回転角度が設定されており、反負荷側となる前記転動体を除くことを特徴とする。

【0013】

この転がり軸受によれば、反負荷側において拘束される転動体が除かれている。この結果、回転トルク（摩擦トルク）の増大を解消することができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、回転軸の軸芯が傾いた場合の回転トルクの増大を解消することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、本発明の実施形態1に係る転がり軸受の概略図である。

【図2】図2は、本発明の実施形態2に係る転がり軸受の概略図である。

【図3】図3は、本発明の実施形態3に係る転がり軸受の概略図である。

【図4】図4は、本発明の実施形態4に係る転がり軸受の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下に、本発明に係る実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

【0017】

【実施形態1】

図1は、本実施形態に係る転がり軸受の概略図である。図1に示すように、転がり軸受1は、固定体11に支持されるリング状の外輪2と、回転軸12が支持されるリング状の内輪3と、外輪2の内周面に設けられた内溝2aと内輪3の外周面に設けられた外溝3aとの間で外輪2および内輪3のリング状に沿って複数配置される球状の転動体4とを備える。すなわち、図1で示す転がり軸受1は、玉軸受として構成されている。また、図には明示しないが、転がり軸受1は、各転動体4を所定間隔に保持する保持器が設けられている。また、図には明示しないが、回転軸12は、モータなどの駆動部が接続されている。

【0018】

このような、転がり軸受1において、外輪2の内溝2aおよび内輪3の外溝3aは、その曲率半径Rが、転動体4の半径rに対して、 $2r \times 0.53 \leq R \leq 2r \times 0.55$ の範囲に設定されている。一般的な転がり軸受にあっては、曲率半径Rと半径rとの関係が、 $2r \times 0.51 \leq R \leq 2r \times 0.52$ の範囲程度であり、本実施形態の転がり軸受1は、一般よりも曲率半径Rが大きく設定されている。曲率半径Rと半径rとの関係を、 $2r \times 0.53 \leq R \leq 2r \times 0.55$ とするにあたっては、一般よりも曲率半径Rを大きくするか、または半径rを小さくする。

【0019】

通常では、図1(a)に示すように、回転軸12の軸芯Cが、転がり軸受1のラジアル方向の軸Sに直交する関係である。この状態から、図1(b)に示すように、回転軸12の自重や、回転軸12により回転される構造物の重量や、回転軸12に作用する外力などにより、回転軸12が矢印D方向に傾斜する。これは、回転軸12を片持ちで支持した場合に生じやすい。すると、回転軸12の傾斜に伴い、負荷側において転動体4が内溝2aに接触する接触部を中心にして内輪3が傾斜し、反負荷側において、外輪2における内溝2aの肩部と、内輪3における外溝3aの肩部との間で転動体4が挟まって拘束されることで、回転トルク（摩擦トルク）が増大することになる。

【0020】

そこで、本実施形態の転がり軸受1は、上述したように、外輪2の内溝2aおよび内輪3

10

20

30

40

50

の外溝 3 a が、一般よりも曲率半径 R が大きく設定されている。このため、外輪 2 の内溝 2 a および内輪 3 の外溝 3 a と転動体 4 とが接触する接触楕円の面積が一般よりも小さくなる。このため、転動体 4 が拘束された状態での内溝 2 a および外溝 3 a との接触が緩和される。この結果、回転トルクの増大を解消することが可能になる。

【0021】

特に、本実施形態の転がり軸受 1 は、設置スペースが限られたもので、大型化により回転トルクの増大を解消することができないものにおいて顕著な効果を得ることができる。

【0022】

なお、接触楕円の面積を小さくすると、外輪 2 の内溝 2 a および内輪 3 の外溝 3 a と転動体 4 とが接触する接触面圧が増大する。本実施形態の転がり軸受 1 では、最大接触面圧 4 [GPa] または 5 [GPa] 以上となる転がり軸受を想定している。また、本実施形態の転がり軸受 1 では、内輪 3 の傾斜角 θ が 1×10^{-2} [rad] 以上となる転がり軸受を想定している。

【0023】

なお、上述した実施形態では、外輪 2 の内溝 2 a および内輪 3 の外溝 3 a の曲率半径 R を設定しているが、外輪 2 の内溝 2 a または内輪 3 の外溝 3 a の少なくとも内溝 2 a について曲率半径 R を設定しても、内溝 2 a 側において転動体 4 が接触する接触楕円の面積が小さくなり、転動体 4 が拘束された状態での内溝 2 a との接触を緩和することができるため、回転トルクの増大を解消することが可能である。

【0024】

また、曲率半径 R を設定する内溝 2 a および外溝 3 a は、周方向全体であってもよいが、転動体 4 が拘束されるのは反負荷側であることから、当該反負荷側において内溝 2 a または外溝 3 a の少なくとも内溝 2 a の曲率半径 R を設定してもよい。

【0025】

また、上述した実施形態では、曲率半径 R と半径 r との関係を、 $2r \times 0.53 \leq R \leq 2r \times 0.55$ の範囲としたが、内溝 2 a 側において転動体 4 が接触する接触楕円の面積を極力小さくする観点から、 $2r \times 0.53 \leq R$ の範囲としてもよい。ただし、内溝 2 a および外溝 3 a の肩部から転動体 4 が外れないように、当該肩部のみ曲率半径 R を小さく形成するなど、溝形状を設定する。つまり、曲率半径 R と半径 r との関係を、 $2r \times 0.53 \leq R \leq 2r \times 0.55$ の範囲とすることで、内溝 2 a および外溝 3 a の肩部から転動体 4 が外れる事態を防ぐことが可能である。

【0026】

〔実施形態 2〕

図 2 は、本実施形態に係る転がり軸受の概略図である。図 2 に示すように、転がり軸受 1 は、固定体 11 に支持されるリング状の外輪 2 と、回転軸 12 が支持されるリング状の内輪 3 と、外輪 2 の内周面に設けられた内溝 2 a と内輪 3 の外周面に設けられた外溝 3 a との間で外輪 2 および内輪 3 のリング状に沿って複数配置される球状の転動体 4 とを備える。すなわち、図 2 で示す転がり軸受 1 は、玉軸受として構成されている。また、図には明示しないが、転がり軸受 1 は、各転動体 4 を所定間隔に保持する保持器が設けられている。また、図には明示しないが、回転軸 12 は、モータなどの駆動部が接続されている。

【0027】

このような、転がり軸受 1 において、外輪 2 の内溝 2 a および内輪 3 の外溝 3 a は、その曲率半径 R が、転動体 4 のピッチ径 L を半径とした軌跡に沿って設定されている。ここで、転動体 4 のピッチ径 L とは、図 2 (a) に示すように、外輪 2 および内輪 3 に組まれた複数の転動体 4 におけるラジアル方向の差し渡し寸法である。

【0028】

通常では、図 2 (a) に示すように、回転軸 12 の軸芯 C が、転がり軸受 1 のラジアル方向の軸 S に直交する関係である。この状態から、図 2 (b) に示すように、回転軸 12 の自重や、回転軸 12 により回転される構造物の重量や、回転軸 12 に作用する外力などにより、回転軸 12 が矢印 D 方向に傾斜する。これは、回転軸 12 を片持ちで支持した場合

10

20

30

40

50

に生じやすい。すると、従来では、回転軸 1 2 の傾斜に伴い、負荷側において転動体 4 が内溝 2 a に接触する接触部を中心にして内輪 3 が傾斜し、反負荷側において、外輪 2 の内溝 2 a 肩部と、内輪 3 の外溝 3 a 肩部との間で転動体 4 が挟まって拘束されることで、回転トルク（摩擦トルク）が増大することになる。

【0029】

そこで、本実施形態の転がり軸受 1 は、上述したように、外輪 2 の内溝 2 a および内輪 3 の外溝 3 a の曲率半径 R が、転動体 4 のピッチ径 L を半径とした軌跡に沿って設定されている。すなわち、外輪 2 の内溝 2 a および内輪 3 の外溝 3 a の曲率半径 R が、負荷側において転動体 4 が内溝 2 a に接触する接触部を中心にして内輪 3 が傾斜する半径と同等である。このため、転動体 4 が内溝 2 a に沿って移動し、当該転動体 4 が拘束されない。この結果、回転トルクを増大を解消することが可能になる。

10

【0030】

特に、本実施形態の転がり軸受 1 は、設置スペースが限られたもので、大型化により回転トルクを増大を解消することができないものにおいて顕著な効果を得ることができる。

【0031】

なお、外輪 2 の内溝 2 a および内輪 3 の外溝 3 a の曲率半径 R を、転動体 4 のピッチ径 L を半径とした軌跡に沿って設定すると、外輪 2 の内溝 2 a および内輪 3 の外溝 3 a と転動体 4 とが接触する接触楕円の面積が一般よりも小さくなる。接触楕円の面積を小さくすると、外輪 2 の内溝 2 a および内輪 3 の外溝 3 a と転動体 4 とが接触する接触面圧が増大する。本実施形態の転がり軸受 1 では、最大接触面圧 4 [GPa] 以上で 6 [GPa] を超えない範囲となる転がり軸受を想定している。また、本実施形態の転がり軸受 1 では、内輪 3 の傾斜角 θ が 1×10^{-2} [rad] 以上となる転がり軸受を想定している。

20

【0032】

なお、上述した実施形態では、外輪 2 の内溝 2 a および内輪 3 の外溝 3 a の曲率半径 R を、転動体 4 のピッチ径 L を半径とした軌跡に沿って設定しているため、内溝 2 a および外溝 3 a の肩部から転動体 4 が外れないように、当該肩部のみ曲率半径 R を小さく形成するなど、溝形状を設定する。

【0033】

なお、上述した実施形態では、外輪 2 の内溝 2 a および内輪 3 の外溝 3 a の曲率半径 R を設定しているが、外輪 2 の内溝 2 a または内輪 3 の外溝 3 a の少なくとも内溝 2 a について曲率半径 R を設定しても、転動体 4 が内溝 2 a に沿って移動するため、回転トルクを増大を解消することが可能である。

30

【0034】

また、曲率半径 R を設定する内溝 2 a および外溝 3 a は、周方向全体であってもよいが、転動体 4 が拘束されるのは反負荷側であることから、当該反負荷側において内溝 2 a または外溝 3 a の少なくとも内溝 2 a の曲率半径 R を設定してもよい。

【0035】

〔実施形態 3〕

図 3 は、本実施形態に係る転がり軸受の概略図である。図 3 に示すように、転がり軸受 1 は、固定体 1 1 に支持されるリング状の外輪 2 と、回転軸 1 2 が支持されるリング状の内輪 3 と、外輪 2 の内周面に設けられた内溝 2 a と内輪 3 の外周面に設けられた外溝 3 a との間で外輪 2 および内輪 3 のリング状に沿って複数配置される球状の転動体 4 とを備える。すなわち、図 3 で示す転がり軸受 1 は、玉軸受として構成されている。また、図には明示しないが、転がり軸受 1 は、各転動体 4 を所定間隔に保持する保持器が設けられている。また、図には明示しないが、回転軸 1 2 は、モータなどの駆動部が接続されている。

40

【0036】

このような、転がり軸受 1 においては、内輪 3 の回転角度が設定されている。すなわち、回転軸 1 2 が所定の範囲（例えば、 $-30^\circ \sim 30^\circ$ ）で揺動する構成とされている。この構成において、転がり軸受 1 は、負荷領域から外れて反負荷側となる転動体 5 が弾性部材で形成されている。

50

【0037】

通常では、図3(a)に示すように、回転軸12の軸芯Cが、転がり軸受1のラジアル方向の軸Sに直交する関係である。この状態から、図3(b)に示すように、回転軸12の自重や、回転軸12により回転される構造物の重量や、回転軸12に作用する外力などにより、回転軸12が矢印D方向に傾斜する。これは、回転軸12を片持ちで支持した場合に生じやすい。すると、従来では、回転軸12の傾斜に伴い、負荷側において転動体4が内溝2aに接触する接触部を中心にして内輪3が傾斜し、反負荷側において、外輪2の内溝2a肩部と、内輪3の外溝3a肩部との間で転動体4が挟まって拘束されることで、回転トルク(摩擦トルク)が増大することになる。

【0038】

そこで、本実施形態の転がり軸受1は、上述したように、反負荷側となる転動体5が弾性部材で形成されている。このため、転動体5が弾性変形することで、拘束による荷重が緩和される。この結果、回転トルクの増大を解消することが可能になる。

【0039】

特に、本実施形態の転がり軸受1は、設置スペースが限られたもので、大型化により回転トルクの増大を解消することができないものにおいて顕著な効果を得ることができる。

【0040】

なお、本実施形態の転がり軸受1では、外輪2の内溝2aおよび内輪3の外溝3aと転動体4とが接触する最大接触面圧が4[GPa]以上となる転がり軸受を想定している。また、本実施形態の転がり軸受1では、内輪3の傾斜角 θ が 1×10^{-2} [rad]以上となる転がり軸受を想定している。

【0041】

[実施形態4]

図4は、本実施形態に係る転がり軸受の概略図である。図4に示すように、転がり軸受1は、固定体11に支持されるリング状の外輪2と、回転軸12が支持されるリング状の内輪3と、外輪2の内周面に設けられた内溝2aと内輪3の外周面に設けられた外溝3aとの間で外輪2および内輪3のリング状に沿って複数配置される球状の転動体4とを備える。すなわち、図4で示す転がり軸受1は、玉軸受として構成されている。また、図には明示しないが、転がり軸受1は、各転動体4を所定間隔に保持する保持器が設けられている。また、図には明示しないが、回転軸12は、モータなどの駆動部が接続されている。

【0042】

このような、転がり軸受1においては、内輪3の回転角度が設定されている。すなわち、回転軸12が所定の範囲(例えば、 $-30^{\circ} \sim 30^{\circ}$)で揺動する構成とされている。この構成において、転がり軸受1は、負荷領域から外れて反負荷側となる転動体4が除かれている。そして、本実施形態の転がり軸受1は、転動体4を除いた部分に、外輪2および内輪3に非接触なスペーサ6が配置される。このスペーサ6は、例えば、上述した保持器がある。

【0043】

通常では、図4(a)に示すように、回転軸12の軸芯Cが、転がり軸受1のラジアル方向の軸Sに直交する関係である。この状態から、図4(b)に示すように、回転軸12の自重や、回転軸12により回転される構造物の重量や、回転軸12に作用する外力などにより、回転軸12が矢印D方向に傾斜する。これは、回転軸12を片持ちで支持した場合に生じやすい。すると、従来では、回転軸12の傾斜に伴い、負荷側において転動体4が内溝2aに接触する接触部を中心にして内輪3が傾斜し、反負荷側において、外輪2の内溝2a肩部と、内輪3の外溝3a肩部との間で転動体4が挟まって拘束されることで、回転トルク(摩擦トルク)が増大することになる。

【0044】

そこで、本実施形態の転がり軸受1は、上述したように、反負荷側となる転動体4が除かれているため、転動体4が拘束されない。この結果、回転トルクの増大を解消することが可能になる。

10

20

30

40

50

【0045】

特に、本実施形態の転がり軸受1は、設置スペースが限られたもので、大型化により回転トルクの増大を解消することができないものにおいて顕著な効果を得ることができる。

【0046】

なお、本実施形態の転がり軸受1では、外輪2の内溝2aおよび内輪3の外溝3aと転動体4とが接触する最大接触面圧が4 [GPa]以上となる転がり軸受を想定している。また、本実施形態の転がり軸受1では、内輪3の傾斜角 θ が 1×10^{-2} [rad]以上となる転がり軸受を想定している。

【符号の説明】

【0047】

- 1 転がり軸受
- 2 外輪
- 2a 内溝
- 3 内輪
- 3a 外溝
- 4 転動体
- 5 転動体
- 6 スペーサ
- 11 固定体
- 12 回転軸
- C 回転軸の軸芯
- L ピッチ径
- R 曲率半径
- r 半径
- S ラジアル方向の軸

10

20

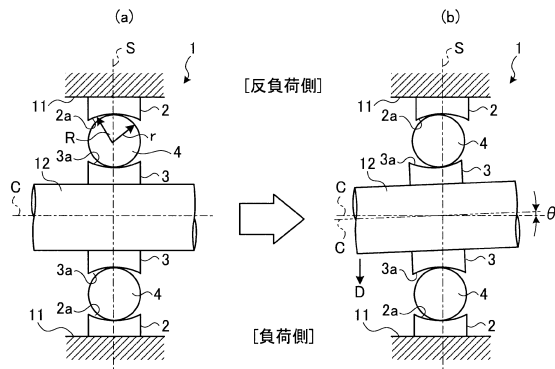
30

40

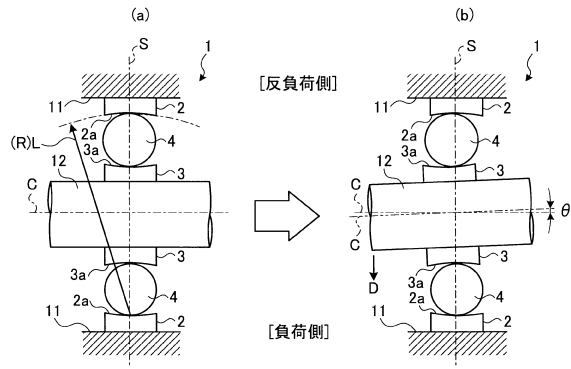
50

【図面】

【図 1】

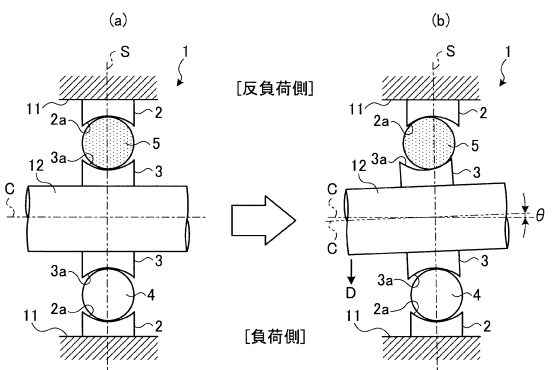


【図 2】

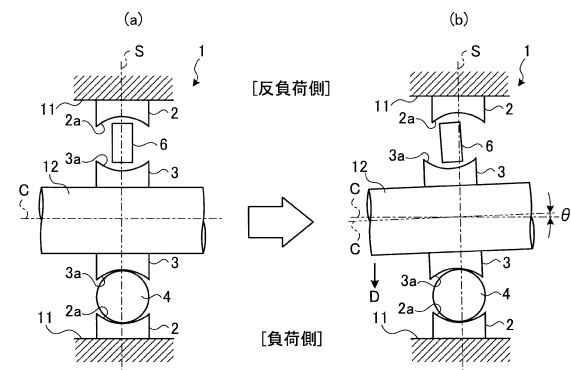


10

【図 3】



【図 4】



20

30

40

50

フロントページの続き

- 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
(72)発明者 中村 真也
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
(72)発明者 大前 年弘
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
審査官 日下部 由泰
(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 2 1 1 4 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 1 3 8 4 0 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 8 1 0 3 7 (J P , A)
特開平 8 - 3 2 0 0 1 7 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
F 1 6 C 2 3 / 0 8
F 1 6 C 1 9 / 0 6
F 1 6 C 9 / 0 3
F 1 6 C 3 3 / 5 8