

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-304018

(P2007-304018A)

(43) 公開日 平成19年11月22日(2007.11.22)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
G O 1 L	3/10	(2006.01)	G O 1 L 3/10	3 O 1 A
B 6 2 D	5/04	(2006.01)	G O 1 L 3/10	3 O 1 D
			B 6 2 D 5/04	

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2006-134333 (P2006-134333)	(71) 出願人	000005326
(22) 出願日	平成18年5月12日 (2006.5.12)		本田技研工業株式会社
			東京都港区南青山二丁目1番1号
		(74) 代理人	100071870
			弁理士 落合 健
		(74) 代理人	100097618
			弁理士 仁木 一明
		(72) 発明者	清水 康夫
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		(72) 発明者	渡辺 勝治
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内

最終頁に続く

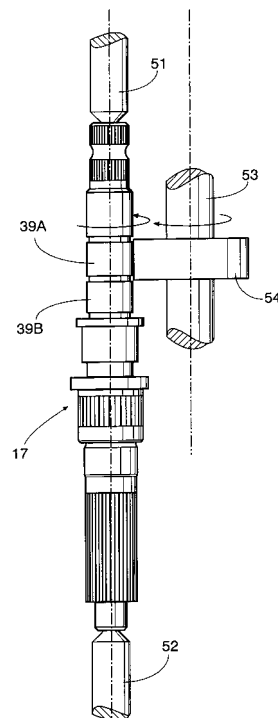
(54) 【発明の名称】 磁歪式トルクセンサおよび磁歪膜を有する回転軸の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 磁歪式トルクセンサの一对の磁歪膜の磁気特性の差を機械的に補償する。

【解決手段】 電動パワーステアリング装置の磁歪式トルクセンサは、ピニオンシャフト17の表面に形成された一对の磁歪膜39A、39Bの周囲をコイルで囲繞し、前記磁歪膜39A、39Bの磁気特性の変化を前記コイルで検出することでピニオンシャフト17に加えられたトルクを検出する。ピンシャフト17の一对の磁歪膜39A、39Bの磁気特性が異なるとき、一方の磁歪膜39A、39Bの表面に加圧ローラ54を圧接して歪みを与えることで磁気特性を均一化する。加圧ローラ54を圧接する代わりに、ポンチで一方の磁歪膜39A、39Bの表面を叩いて歪みを与えても良い。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸（１７）の表面に形成された磁歪膜（３９Ａ，３９Ｂ）の周囲をコイル（４０Ａ，４０Ｂ；４１Ａ，４１Ｂ）で囲繞し、前記磁歪膜（３９Ａ，３９Ｂ）の磁気特性の変化を前記コイル（４０Ａ，４０Ｂ；４１Ａ，４１Ｂ）で検出することで前記回転軸（１７）に加えられたトルクを検出する磁歪式トルクセンサにおいて、

前記回転軸（１７）の表面に前記磁歪膜（３９Ａ，３９Ｂ）を形成した後に、前記磁歪膜（３９Ａ，３９Ｂ）に機械的圧力を加えて磁気特性を調整することを特徴とする磁歪式トルクセンサ。

【請求項 2】

請求項 1 の磁歪式トルクセンサの磁歪膜を有する回転軸の製造方法であって、

回転軸（１７）の表面に磁歪膜（３９Ａ，３９Ｂ）を形成する第 1 工程と、

前記磁歪膜（３９Ａ，３９Ｂ）に磁気異方性を付与する第 2 工程と、
を含むことを特徴とする磁歪膜を有する回転軸の製造方法。

【請求項 3】

前記第 2 工程は、

前記回転軸（１７）に所定のトルクを付与しながら該回転軸（１７）を加熱する工程と、

前記回転軸（１７）を冷却する工程と、

前記回転軸（１７）のトルクを解放する工程と、

前記磁歪膜（３９Ａ，３９Ｂ）に機械的圧力を付加する工程と、

を含むことを特徴とする、請求項 2 に記載の磁歪膜を有する回転軸の製造方法。

【請求項 4】

前記第 2 工程で前記回転軸（１７）を加熱する加熱用コイル（５５）は、巻き始め位置と巻き終り位置とが近接するとともに、巻き終り位置が巻き始め位置を僅かに超えた位置にあることを特徴とする、請求項 3 に記載の磁歪膜を有する回転軸の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転軸の表面に形成された磁歪膜の周囲をコイルで囲繞し、前記磁歪膜の磁気特性の変化を前記コイルで検出することで前記回転軸に加えられたトルクを検出する磁歪式トルクセンサと、その磁歪式トルクセンサに好適に用いられる磁歪膜を有する回転軸の製造方法とに関する。

【背景技術】

【0002】

電動パワーステアリング装置のステアリングホイールに入力される操舵トルクを検出する操舵トルクセンサが、ステアリング軸の外周に相互に逆方向の磁気異方性を有するように形成された一対の磁歪膜と、各々の磁歪膜の外周を囲む励磁コイルおよび検出コイルとを備え、ステアリング軸の捩じれ変形に応じて変化する一対の磁歪膜の透磁率の変化を前記励磁コイルおよび検出コイルの交流抵抗の変化に基づいて検出することで、ステアリング軸に入力される操舵トルクを検出するものが、下記特許文献 1 により公知である。

【特許文献 1】特開 2004-333449 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、かかる操舵トルクセンサの一対の磁歪膜を均一に製造することは難しく、その磁気特性の差によって操舵トルクの検出精度が低下してしまう可能性がある。そこで従来は、一対の磁歪膜の磁気特性の差を電氣的に調整していたが、磁歪膜毎の磁気特性のばらつき等を考慮して全てを電氣的に調整しようとする調整範囲が広くなり、調整分解能が低下して正確な調整が困難になるという問題があった。

10

20

30

40

50

【0004】

本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、磁歪式トルクセンサの一对の磁歪膜の磁気特性の差を機械的に補償すること、および一对の磁歪膜の磁気特性の差を機械的に補償した回転軸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】

【0005】

上記目的を達成するために、請求項1に記載された発明によれば、回転軸の表面に形成された磁歪膜の周囲をコイルで囲繞し、前記磁歪膜の磁気特性の変化を前記コイルで検出することで前記回転軸に加えられたトルクを検出する磁歪式トルクセンサにおいて、前記回転軸の表面に前記磁歪膜を形成した後に、前記磁歪膜に機械的圧力を加えて磁気特性を調整することを特徴とする磁歪式トルクセンサが提案される。 10

【0006】

また請求項2に記載された発明によれば、請求項1の磁歪式トルクセンサの磁歪膜を有する回転軸の製造方法であって、回転軸の表面に磁歪膜を形成する第1工程と、前記磁歪膜に磁気異方性を付与する第2工程とを含むことを特徴とする磁歪膜を有する回転軸の製造方法が提案される。

【0007】

また請求項3に記載された発明によれば、請求項2の構成に加えて、前記第2工程は、前記回転軸に所定のトルクを付与しながら該回転軸を加熱する工程と、前記回転軸を冷却する工程と、前記回転軸のトルクを解放する工程と、前記磁歪膜に機械的圧力を付加する工程とを含むことを特徴とする磁歪膜を有する回転軸の製造方法が提案される。 20

【0008】

また請求項4に記載された発明によれば、請求項3の構成に加えて、前記第2工程で前記回転軸を加熱する加熱用コイルは、巻き始め位置と巻き終り位置とが近接するとともに、巻き終り位置が巻き始め位置を僅かに超えた位置にあることを特徴とする磁歪膜を有する回転軸の製造方法が提案される。

【0009】

尚、実施の形態のピニオンシャフト17は本発明の回転軸に対応し、実施の形態第1、第2磁歪膜は本発明の磁歪膜に対応し、実施の形態第1、第2励磁コイル40A、40Bおよび第1、第2検出コイル41A、41Bは本発明のコイルに対応する。 30

【発明の効果】

【0010】

請求項1の構成によれば、磁歪式トルクセンサの回転軸の表面に磁歪膜を形成した後に、その磁歪膜に機械的圧力を加えることで磁気特性を任意に調整することができる。これにより磁歪膜の磁気特性のばらつきを電氣的に補償する必要が、あるいは補償する範囲を狭くする必要がなくなり、インターフェース回路を簡素化することができる。

【0011】

また請求項2の構成によれば、回転軸の表面に磁歪膜を形成した後に、その磁歪膜に磁気異方性を付与するので、磁歪膜の磁気特性の調整が容易になる。

【0012】

また請求項3の構成によれば、表面に磁歪膜を形成した回転軸に所定のトルクを付与しながら加熱・冷却してトルクを解放した後に、その磁歪膜に機械的圧力を付加することで、磁歪膜の磁気特性を任意に調整することができる。これにより磁歪膜の磁気特性のばらつきを電氣的に補償する必要がなくなり、インターフェース回路の簡素化することができる。 40

【0013】

また請求項4の構成によれば、回転軸の加熱用コイルは、巻き始め位置と巻き終り位置とが近接するとともに、巻き終り位置が巻き始め位置を僅かに超えた位置にあるので、回転軸の表面に形成した磁歪膜が加熱用コイルの巻き始め位置および巻き終り位置の近傍で加熱不足になるのを防止し、磁歪膜を全周に亘って均一に加熱することができる。 50

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態を添付の図面に基づいて説明する。

【0015】

図1～図8は本発明の第1の実施の形態を示すもので、図1は電動パワーステアリング装置の全体斜視図、図2は図1の2-2線拡大断面図、図3は図2の3-3線断面図、図4は操舵トルクに対する検出コイルのインピーダンス特性を示す図、図5は操舵トルクに対するトルク検出信号の変化特性を示す図、図6は加圧ローラによる磁気特性の調整工程を示す図、図7は磁歪膜を形成する工程を示すフローチャート、図8は加熱用コイルの斜視図である。

10

【0016】

図1に示すように、ステアリングホイール11と一体に回転する上部ステアリングシャフト12は、上部ユニバーサルジョイント13、下部ステアリングシャフト14および下部ユニバーサルジョイント15を介して、減速機16から上方に突出するピニオンシャフト17に接続される。減速機16の下端に接続されたステアリングギヤボックス18の左右両端から突出するタイロッド19、19が、左右の車輪WL、WRの図示せぬナックルに接続される。減速機16にはモータMが支持されており、このモータMの作動が、減速機16の内部に収納した操舵トルクセンサStからの信号が入力される電子制御ユニットUにより制御される。

【0017】

20

図2および図3に示すように、減速機16はステアリングギヤボックス18と一体の下部ケース21と、その上面にボルト22…で結合された中間ケース23と、その上面にボルト24…で結合された上部ケース25とを備えており、ステアリングギヤボックス18および上部ケース25にボールベアリング26、27で前記ピニオンシャフト17が回転自在に支持される。ピニオンシャフト17の下端に設けられたピニオン28が、ステアリングギヤボックス18の内部に左右移動自在に支持したラックバー29に設けられラック30に嚙合する。ステアリングギヤボックス18に形成した貫通孔18aに押圧部材31が摺動自在に収納されており、貫通孔18aを閉塞するナット部材32との間に配置したスプリング33で押圧部材31をラックバー29の背面に向けて付勢することで、ラックバー29の撓みを抑制してラック30をピニオン28に正しく嚙合させることができる。

30

【0018】

減速機16の内部に延びるモータMの回転軸34は、一対のボールベアリング35、36で下部ケース21に回転自在に支持される。モータMの回転軸34に設けられたウォーム37は、ピニオンシャフト17に固定されたウォームホイール38に嚙合する。

【0019】

ステアリングホイール11に入力される操舵トルクを検出する操舵トルクセンサStは、ピニオンシャフト17の表面を所定幅で覆うように形成された、例えばNi-Feメッキよりなる第1、第2磁歪膜39A、39Bと、第1磁歪膜39Aの周囲を圍繞する第1励磁コイル40Aおよび第1検出コイル41Aと、第2磁歪膜39Bの周囲を圍繞する第2励磁コイル40Bおよび第2検出コイル41Bと、第1励磁コイル40Aおよび第1検出コイル41Aを囲む第1ヨーク42Aと、第2励磁コイル40Bおよび第2検出コイル41Bを囲む第2ヨーク42Bとを備える。第1、第2検出コイル41A、41Bにはそれぞれ第1、第2変換回路43A、43Bが接続され、第1、第2変換回路43A、43Bにはアンプ44が接続される。

40

【0020】

ピニオンシャフト17にトルクが作用して捩じれ変形すると第1、第2磁歪膜39A、39Bの透磁率が変化するため、第1、第2励磁コイル40A、40Bに高周波の交流電圧を印可することで、第1、第2磁歪膜39A、39Bの透磁率の変化を第1、第2検出コイル41A、41Bのインピーダンスの変化(図4参照)として検出することができる。

50

。上記第 1、第 2 検出コイル 4 1 A, 4 1 B のインピーダンスの変化を第 1、第 2 変換回路 4 3 A, 4 3 B でそれぞれ電圧信号 V T 1, V T 2 に変換し、アンプ 4 4 が二つの電圧信号 V T 1, V T 2 の差を増幅率 k で増幅し、それに所定のバイアス電圧 V b (例えば、2. 5 V) を加えたトルク検出信号 V T 3 を出力する。このトルク検出信号 V T 3 はピニオンシャフト 1 7 に入力されるトルクに応じて変化する。

【0 0 2 1】

$$V T 3 = k (V T 1 - V T 2) + V b$$

このようにして、ステアリングホイール 1 1 に入力される操舵トルクによりピニオンシャフト 1 7 が第 1、第 2 磁歪膜 3 9 A, 3 9 B と共に捩じれ変形すると、第 1、第 2 磁歪膜 3 9 A, 3 9 B および第 1、第 2 ヨーク 4 2 A, 4 2 B で構成される二つの磁路に沿う磁束密度が変化することで、その磁束密度の変化に基づいて操舵トルクを検出することができる。

10

【0 0 2 2】

ところで、図 5 (A) に示すように、トルクが 0 のときの電圧信号 V T 1, V T 2 が一致していれば、トルクが 0 のときのトルク検出信号 V T 3 はバイアス電圧 V b に一致する。しかしながら、第 1、第 2 磁歪膜 3 9 A, 3 9 B の磁気特性は膜厚のばらつき、歪みの付与状態あるいは母材の影響を受けて必ずしも一致しないため、図 5 (B) に示すように、トルクが 0 のときのトルク検出信号 V T 3 がバイアス電圧 V b に一致しない場合がある。この不一致を電氣的に補正しようとしても、第 1、第 2 磁歪膜 3 9 A, 3 9 B の磁気特性のばらつきが大きいと調整しきれない場合があり、また前記不一致を全て電氣的に調整しようとするインターフェース回路が複雑化するだけでなく、調整範囲を広くする必要があるので調整分解能が低下して正確な調整が困難になる問題があった。

20

【0 0 2 3】

そこで本出願人は、第 1、第 2 磁歪膜 3 9 A, 3 9 B の磁気特性を機械的に調整することで一致させる方法を見いだした。具体的には、図 4 において、第 1、第 2 検出コイル 4 1 A, 4 1 B のインピーダンスが大きくなる側 (例えば、第 2 磁歪膜 3 9 B) の磁歪膜の磁気特性を調整して該インピーダンスを減少させ、第 1、第 2 検出コイル 4 1 A, 4 1 B のインピーダンスを一致させることでトルクが 0 のときに電圧信号 V T 1, V T 2 を一致させる方法を採用する。

【0 0 2 4】

即ち、図 6 に示すように、ピニオンシャフト 1 7 の両端を第 1、第 2 センタ 5 1, 5 2 で回転自在に支持し、駆動源に接続されて回転するローラ軸 5 3 に設けた加圧ローラ 5 4 を第 1 磁歪膜 3 9 A あるいは第 2 磁歪膜 3 9 B に押し付け、回転させながら圧力を加えて歪みを与えることで磁気特性を変化させ、対応する検出コイルのインピーダンスを減少方向に調整する手法を案出した。

30

【0 0 2 5】

次に、図 7 のフローチャートに基づいて第 1、第 2 磁歪膜 3 9 A, 3 9 B の形成方法を説明する。

【0 0 2 6】

先ずステップ S 1 でピニオンシャフト 1 7 の第 1、第 2 磁歪膜 3 9 A, 3 9 B を形成すべき位置を所定の膜厚 (例えば、3 0 μm) で N i - F e メッキする。続くステップ S 2 でピニオンシャフト 1 7 に一方向の捩じりトルクを加え、ステップ S 3 で前記捩じりトルクを加えた状態のまま、第 1 磁歪膜 3 9 A の周囲を取り囲む加熱用コイル 5 5 (図 8 参照) に高周波電流を流して加熱する。そしてステップ S 4 でピニオンシャフト 1 7 を冷却し、ステップ S 5 で前記捩じりトルクを解放する。前記ステップ S 2 ~ S 5 の工程により第 1 磁歪膜 3 9 A に磁気異方性を付与する。

40

【0 0 2 7】

続くステップ S 6 でピニオンシャフト 1 7 に他方向の捩じりトルクを加え、ステップ S 7 で前記捩じりトルクを加えた状態のまま、第 2 磁歪膜 3 9 B の周囲を取り囲む加熱用コイル 5 5 (図 8 参照) に高周波電流を流して加熱する。そしてステップ S 8 でピニオンシ

50

シャフト 17 を冷却し、ステップ S 9 で前記捩じりトルクを解放する。前記ステップ S 6 ～ S 9 の工程により第 2 磁歪膜 39 B に、第 1 磁歪膜 39 A とは逆方向の磁気異方性を付与する。

【0028】

図 8 に示すように、加熱用コイル 55 の巻き数は概ね 1 ターンであって、軸方向一端側に設けられた巻き始めの端子 55 a と、軸方向他端側に設けられた巻き終りの端子 55 b とを円周方向に僅かにずらすことにより、円周方向に距離 d だけオーバーラップしている。その結果、巻き始めの端子 55 a および巻き終りの端子 55 b の近傍で加熱用コイル 55 が存在しない部分が発生するのを防止し、第 1、第 2 磁歪膜 39 A、39 B を全周に亘って均等に加熱することができる。

10

【0029】

図 7 のフローチャートに戻り、ステップ S 10 で、第 1、第 2 磁歪膜 39 A、39 B の一方（対応する検出コイルのインピーダンスが高い方）の表面に、図 6 に示す加圧ローラ 54 を圧接して磁気特性を調整する。

【0030】

以上のように、本実施の形態によれば、磁歪式トルクセンサ S t のピニオンシャフト 17 の表面に第 1、第 2 磁歪膜 39 A、39 B を形成した後に、何れか一方の磁歪膜に機械的圧力を加えて磁気特性を調整するので、第 1、第 2 磁歪膜 39 A、39 B の磁気特性のばらつきを電氣的に補償する必要がなくなる。これにより、磁歪式トルクセンサ S t のインターフェース回路を簡素化することができ、しかも経年変化により調整後にずれることもない。

20

【0031】

次に、図 9 に基づいて本発明の第 2 の実施の形態を説明する。

【0032】

第 1 の実施の形態では加圧ローラ 54 を第 1、第 2 磁歪膜 39 A、39 B に圧接して磁気特性を調整しているが、第 2 の実施の形態では支持台 56、56 上に載置したピニオンシャフト 17 の第 1、第 2 磁歪膜 39 A、39 B をポンチ 57 で叩いて圧力を加えることで磁気特性を調整する。第 1、第 2 磁歪膜 39 A、39 B の磁気特性は、ポンチ 57 の形状、叩く強さ、叩く回数により任意に調整することができる。

【0033】

この第 2 の実施の形態によれば、加圧ローラ 54 を回転させる駆動源が不要になって製造コストの削減が可能になる。

30

【0034】

次に、図 10 に基づいて本発明の第 3 の実施の形態を説明する。

【0035】

第 1 の実施の形態では加熱用コイル 55 は 1 ターンであるが、第 3 の実施の形態の加熱用コイル 55 は複数ターン（例えば、3 ターン）である。この場合も、巻き始めの端子 55 a および巻き終りの端子 55 b を円周方向に僅かにずらして距離 d だけオーバーラップさせることで、巻き始めの端子 55 a および巻き終りの端子 55 b の近傍で加熱用コイル 55 が一部存在しない部分が発生するのを防止することができる。

40

【0036】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことが可能である。

【0037】

例えば、実施の形態では操舵トルクセンサ S t を例示したが、本発明は回転軸に入力されるトルクを検出する任意の用途のトルクセンサに適用することができる。

【0038】

また第 1、第 2 磁歪膜 39 A、39 B をメッキにより形成する代わりに、蒸着や塗装により形成することができる。

【0039】

50

また第1、第2磁歪膜39A、39Bを形成する際に、第1、第2磁歪膜39A、39Bの中間部分にトルクを付与し、加熱・冷却後にトルクを解放するようにしても良い。このようにすれば、第1、第2磁歪膜39A、39Bの両方に一度で磁気異方性を付与することができる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】第1の実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の全体斜視図

【図2】図1の2-2線拡大断面図

【図3】図2の3-3線断面図

【図4】操舵トルクに対する検出コイルのインピーダンス特性を示す図

10

【図5】操舵トルクに対するトルク検出信号の変化特性を示す図

【図6】加圧ローラによる磁気特性の調整工程を示す図

【図7】磁歪膜を形成する工程を示すフローチャート

【図8】加熱用コイルの斜視図

【図9】第2の実施の形態に係るポンチによる磁気特性の調整工程を示す図

【図10】第3の実施の形態に係る加熱コイルを示す図

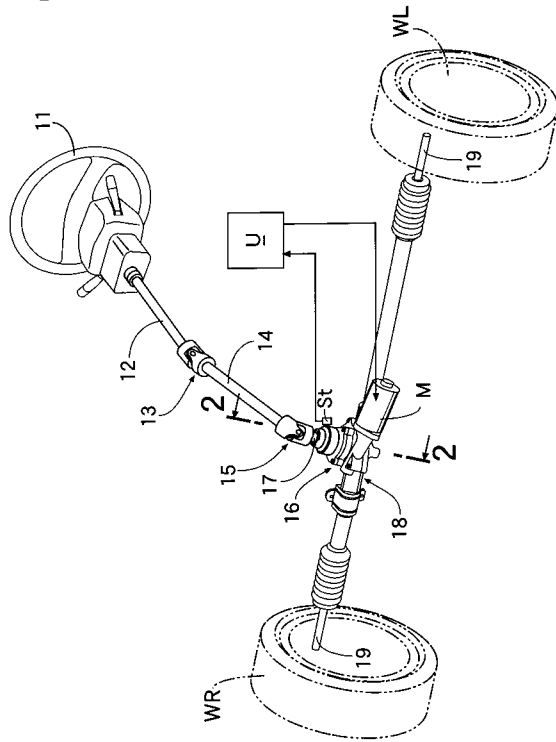
【符号の説明】

【0041】

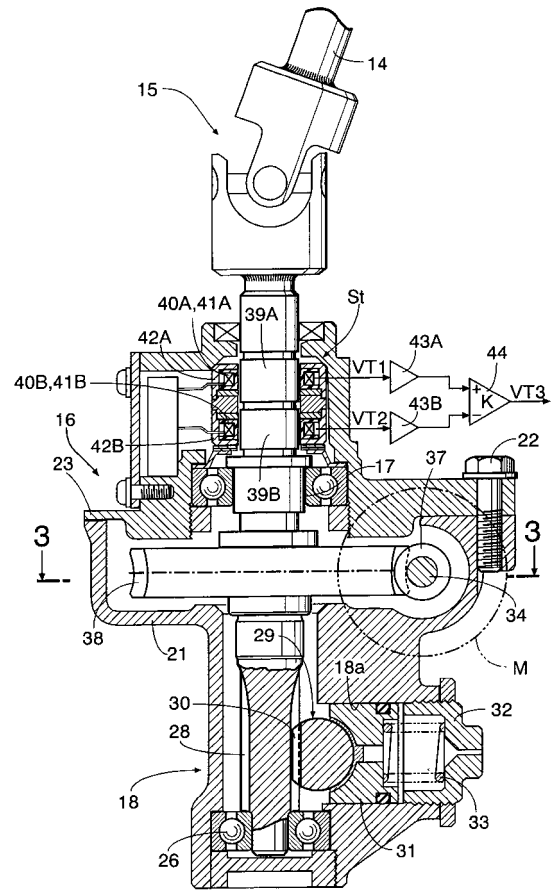
17	ピニオンシャフト（回転軸）
39A	第1磁歪膜（磁歪膜）
39B	第2磁歪膜（磁歪膜）
40A	第1励磁コイル（コイル）
40B	第2励磁コイル（コイル）
41A	第1検出コイル（コイル）
41B	第2検出コイル（コイル）
55	加熱用コイル

20

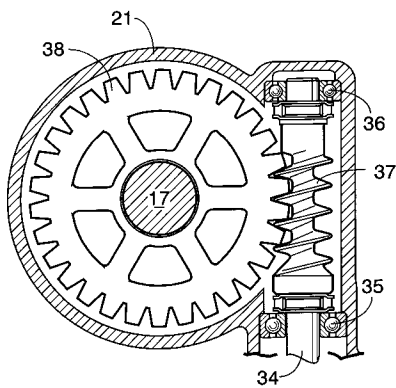
【図 1】



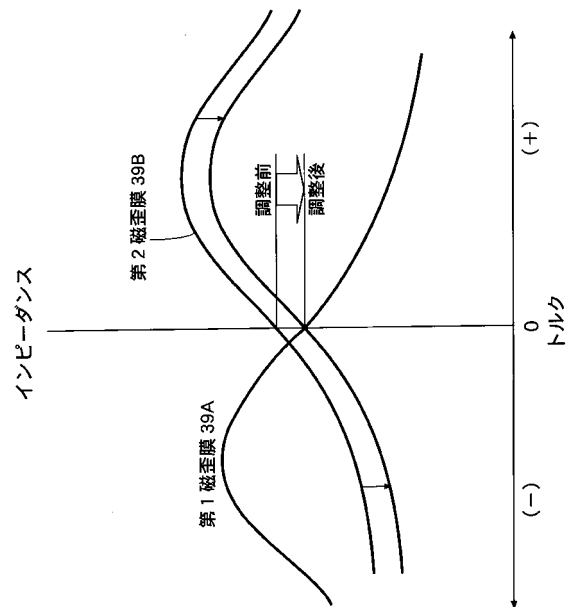
【図 2】



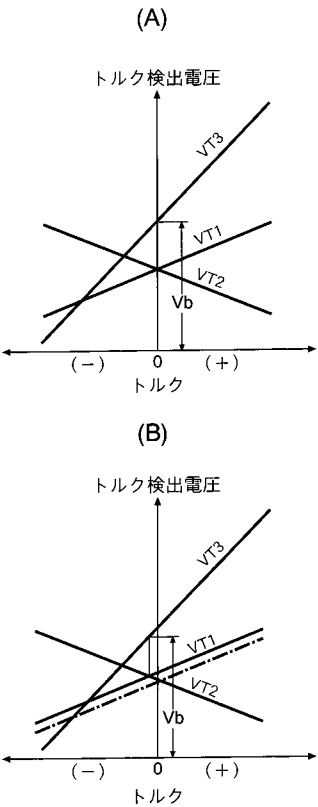
【図 3】



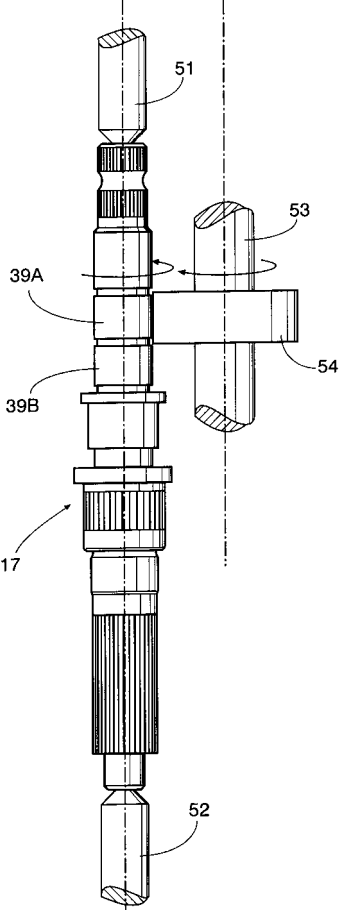
【図 4】



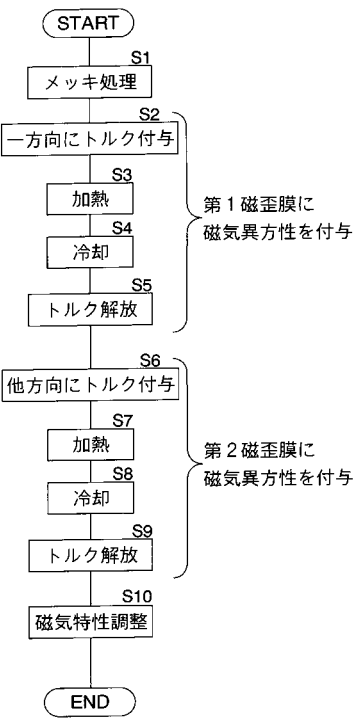
【図 5】



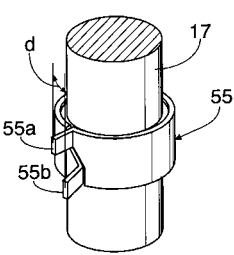
【図 6】



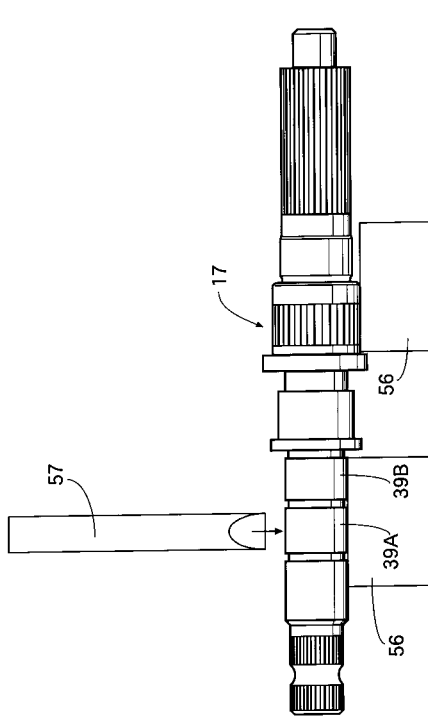
【図 7】



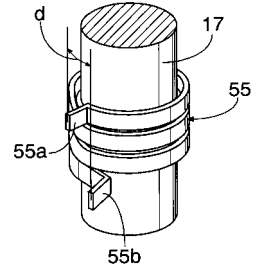
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 向坊 長嗣

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

Fターム(参考) 3D233 CA02 CA16 CA28