

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5091555号  
(P5091555)

(45) 発行日 平成24年12月5日(2012.12.5)

(24) 登録日 平成24年9月21日(2012.9.21)

(51) Int.Cl. F I  
**G O 1 L 3/10 (2006.01)** G O 1 L 3/10 3 O 1 H  
**B 6 2 D 5/04 (2006.01)** B 6 2 D 5/04

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2007-164979 (P2007-164979)	(73) 特許権者	000005326 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
(22) 出願日	平成19年6月22日(2007.6.22)	(74) 代理人	100067356 弁理士 下田 容一郎
(65) 公開番号	特開2009-2835 (P2009-2835A)	(74) 代理人	100094020 弁理士 田宮 寛社
(43) 公開日	平成21年1月8日(2009.1.8)	(72) 発明者	原田 仁 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホン ダエンジニアリング株式会社内
審査請求日	平成21年11月26日(2009.11.26)	(72) 発明者	福田 祐一 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホン ダエンジニアリング株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁歪式トルクセンサおよび電動パワーステアリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力トルクに応じて回転するように用いられかつ磁歪膜が設けられた回転軸と、前記磁歪膜に交番磁界を印加させる励磁コイルと、前記磁歪膜の磁気特性の変化を検出する検出コイルとを有する磁歪式トルクセンサにおいて、

前記交番磁界によって生じる前記磁歪膜の磁気ヒステリシス曲線で求められる最大透磁率となる印加磁界を  $H_m (> 0)$ 、不連続磁化範囲終了となる印加磁界を  $H_n (> 0)$  であるとし、さらに前記磁歪膜による磁歪感度曲線の上で設定される感度範囲を決める印加磁界を  $H_{in} (> 0)$  であるとするとき、 $H_m < H_{in} < H_n$  でありかつ  $-H_m > -H_{in} > -H_n$  である条件を満たすようにバイアス磁界を加えることを特徴とする磁歪式トルクセンサ。

10

【請求項2】

前記磁歪膜の磁気特性に影響を与える可能性のある外乱要素に係る磁界を  $H_{ex} (> 0)$ 、地磁気による磁界を  $H_{mag} (> 0)$  とするとき、 $(H_m + H_{ex} + H_{mag}) < H_{in} < (H_n - H_{ex} - H_{mag})$  でありかつ  $-(H_m + H_{ex} + H_{mag}) > -H_{in} > -(H_n - H_{ex} - H_{mag})$  である条件を満たすようにバイアス磁界を加えることを特徴とする請求項1記載の磁歪式トルクセンサ。

【請求項3】

前記バイアス磁界は、前記交流電流にバイアス電流を加えることにより、前記励磁コイルを介して与えられることを特徴とする請求項1または2記載の磁歪式トルクセンサ。

20

## 【請求項 4】

前記バイアス磁界は他の磁界発生手段により与えられることを特徴する請求項 1 または 2 記載の磁歪式トルクセンサ。

## 【請求項 5】

ステアリング装置のステアリングシャフトに加えられる操舵トルクを操舵トルク検出部で検出し、この操舵トルク検出部で検出した操舵トルクに応じて補助トルクを前記ステアリングシャフトに与えるモータを駆動制御する制御手段を備える電動パワーステアリング装置において、

前記操舵トルク検出部に請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載された磁歪式トルクセンサを用い、前記ステアリングシャフトが前記磁歪式トルクセンサの前記回転軸となることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、磁歪式トルクセンサおよび電動パワーステアリング装置に関し、特に、磁歪膜での磁歪作用に基づく磁気変化を利用してステアリングシャフト等に加わるトルクを検出する磁歪式トルクセンサ、およびこの磁歪式トルクセンサを操舵トルク検出部として利用する電動パワーステアリング装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

20

例えば自動車の操舵系として装備される電動パワーステアリング装置では、一般的に、運転者の操舵操作によってステアリングホイールからステアリングシャフトに加えられる操舵トルクを操舵トルク検出部によって検出する。近年では、操舵トルク検出部として磁歪式トルクセンサを利用して構成するものが知られている。ステアリングシャフトは、運転者の操舵による回転力を受けて回転する回転軸であり、操舵トルク検出部でその回転軸として機能する。電動パワーステアリング装置は、操舵トルク検出部から検出されたトルク信号に応じて、操舵力を補助するためのモータを駆動制御し、運転者の操舵力を軽減して快適な操舵フィーリングを与える。

## 【0003】

図を参照して、操舵トルク検出部として機能する磁歪式トルクセンサのトルク検出原理を説明する。磁歪式トルクセンサは、実際上ではセンサ装置として構成され、本来的なトルクに感応するセンサ部分と、センサ出力信号を処理する検出用電気回路部分によって構成されている。

30

## 【0004】

磁歪式トルクセンサでは、図 10 に示すごとく、ステアリングシャフト（回転軸）101 の表面でその円周方向全周に渡ってかつ軸心に沿った例えば 2 つの箇所互いに逆向きの磁気異方性 103, 104 を有するように磁歪膜 102A, 102B が形成されている。磁歪膜 102A は正の磁歪定数を有し、磁歪膜 102B は負の磁歪定数を有している。磁歪式トルクセンサ 100 は、ステアリングシャフト 101 に矢印 105 のごとくステアリングホイールから入力トルクが作用したときに、ステアリングシャフト 101 に生じる捩れに応じた磁歪膜 102A, 102B の磁歪特性の変化をそれぞれの検出コイル 106A, 106B により非接触で検出するセンサ構成を有している。検出コイル 106A は磁歪膜 102A を囲むようにその周囲に配置されている。検出コイル 106B は磁歪膜 102B を囲むようにその周囲に配置されている。

40

## 【0005】

上記の磁歪式トルクセンサにおいて、検出コイル 106A, 106B によって対応する磁歪膜 102A, 102B の磁歪特性の変化を検出するため、検出時、例えば、検出コイル 106A, 106B は正弦波交流電流が供給されて励磁される。検出コイル 106A, 106B のそれぞれには励磁用正弦波交流電流が加えられ、それにより対応する磁歪膜 102A, 102B に交番磁界を印加している。なお、ここでは、検出コイルを励磁コイル

50

として併用する例を説明したが、検出コイルとは別途に励磁コイルを用いる構成であってもよい。いずれにせよ、磁歪膜に対して交番磁界を印加するための励磁用コイルが必要である。

#### 【0006】

図11は、磁歪式トルクセンサ100によるセンサ装置の構成に基づく入力トルクの検出原理を示す。特性VT1は検出コイル106Aからの出力信号に基づいて作られる入力トルク出力特性であり、特性VT2は検出コイル106Bからの出力信号に基づいて作られる入力トルク出力特性である。磁歪膜102A, 102Bでの磁気異方性103, 104の方向が逆になっているため、特性VT1と特性VT2の傾きは逆になる。特性VT3は、特性VT1と特性VT2の差をとることにより作られる入力トルク出力特性である。特性VT3に基づいて、ステアリングシャフトに印加された人為的な入力トルクが求められる。實際上、特性VT3の点Bを原点として設定し、その右側領域を正領域とし、左側部分を負領域として扱う。特性VT3に基づきステアリングシャフトに印加される入力トルクの回転方向と大きさについての情報が得られる。

10

#### 【0007】

従来の磁歪式トルクセンサとしては特許文献1に記載されたものがある。この特許文献1に記載された磁歪式トルクセンサは、励磁コイルが励磁されたときの検出コイルの出力と基準信号を加算し、当該加算値と基準信号を位相で比較し、その比較出力を電圧変換して得た電圧値の極性および大きさに基づいてトルク電圧軸に印加されるトルクの加わった方向と大きさを検出している。

20

【特許文献1】特開2004-191068号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

従来の磁歪式トルクセンサでは、捩りトルクによってその入力方向へ磁気モーメントが回転し、その変化がセンサ感度となる。磁歪式トルクセンサのセンサ感度は、材料磁歪定数と材料透磁率の積で決定されるが、材料や作製手法、磁歪膜を付ける下地等により、初期の磁歪膜の磁気特性は異なるため、決定されたセンサ装置で高感度でかつばらつきの少ないセンサ感度を得るためには多大なプロセス検討が必要である。さらに使用される環境によっても地磁気や踏切などの外乱により感度の変動が生じるが、それらを想定したプロセスの検討は今まで十分になされていなかった。

30

#### 【0009】

また磁歪式トルクセンサを電動パワーステアリング装置の操舵トルク検出部として使用する場合には、特に、高機能で感度ばらつきの少ない磁歪式トルクセンサが望まれる。またかかる磁歪式トルクセンサの磁歪膜は、電動パワーステアリング装置で高品位のステアリング性能、フェールセーフ時の閾値マージンなどを考慮し、SN比が高い方が望まれている。

#### 【0010】

本発明の目的は、上記の課題を解決することにより、地磁気や踏切等の外乱磁界等を考慮して高感度でかつばらつきの少ないセンサ感度を実現することができ、さらに電動パワーステアリング装置に利用されたとき高品位のステアリング性能、フェールセーフ時の閾値マージン等を考慮して高いSN比を有することができる磁歪式トルクセンサ、および当該磁歪式トルクセンサを利用して構成される電動パワーステアリング装置を提供することにある。

40

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

本発明に係る磁歪式トルクセンサおよび電動パワーステアリング装置は、上記の目的を達成するため、次のように構成される。

#### 【0012】

第1の磁歪式トルクセンサ(請求項1に対応)は、入力トルクに応じて回転するように

50

用いられかつ磁歪膜が設けられた回転軸と、磁歪膜に交番磁界を印加させる励磁コイルと、磁歪膜の磁気特性の変化を検出する検出コイルとを有する磁歪式トルクセンサであって、交番磁界によって生じる磁歪膜の磁気ヒステリシス曲線で求められる最大透磁率になる印加磁界を  $H_m (> 0)$ 、不連続磁化範囲終了となる印加磁界を  $H_n (> 0)$  であるとし、さらに磁歪膜による磁歪感度曲線の上で設定される感度範囲を決める印加磁界を  $H_{in} (> 0)$  であるとするとき、 $H_m < H_{in} < H_n$  でありかつ  $-H_m > -H_{in} > -H_n$  である条件を満たすようにバイアス磁界を加えることを特徴とする。

【0013】

上記の磁歪式トルクセンサでは、回転軸の磁歪膜に対して例えば励磁コイル等からの励磁用電流によってバイアス磁界を追加して適切なオフセット磁界を印加させることにより、磁歪膜の高透磁率領域をセンサとして使用することができ、センサ感度を検出回路のゲインを変更することなく高めることができる。これにより、磁歪式トルクセンサの検出回路側のSN比を改善することが可能となる。上記のオフセット磁界を印加させることにより、磁歪膜としての最大の感度を得ることができる。

10

【0014】

第2の磁歪式トルクセンサ（請求項2に対応）は、上記の構成において、磁歪膜の磁気特性に影響を与える可能性のある外乱要素に係る磁界を  $H_{ex} (> 0)$ 、地磁気による磁界を  $H_{mag} (> 0)$  とするとき、 $(H_m + H_{ex} + H_{mag}) < H_{in} < (H_n - H_{ex} - H_{mag})$  でありかつ  $-(H_m + H_{ex} + H_{mag}) > -H_{in} > -(H_n - H_{ex} - H_{mag})$  である条件を満たすようにバイアス磁界を加えることを特徴とする。この構成によるオフセット磁界によれば、磁界外乱要素や地磁気等の特性因子の影響を低減することが可能となり、ばらつきの小さい磁歪式トルクセンサを得ることができる。

20

【0015】

第3の磁歪式トルクセンサ（請求項3に対応）は、上記の構成において、バイアス磁界は、交流電流にバイアス電流を加えることにより、励磁コイルを介して与えられることを特徴とする。

【0016】

第4の磁歪式トルクセンサ（請求項4に対応）は、上記の構成において、バイアス磁界は他の磁界発生手段により与えられることを特徴する。

【0017】

本発明に係る電動パワーステアリング装置は（請求項5に対応）は、ステアリング装置のステアリングシャフトに加えられる操舵トルクを操舵トルク検出部で検出し、この操舵トルク検出部で検出した操舵トルクに応じて補助トルクをステアリングシャフトに与えるモータを駆動制御する制御手段を備えて成り、さらに、操舵トルク検出部に前述の第1～第4のいずれか1つの磁歪式トルクセンサを用い、ステアリングシャフトが磁歪式トルクセンサの回転軸となることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば次の効果を奏する。

本発明に係る磁歪式トルクセンサによれば、使用する磁歪膜の磁気ヒステリシス曲線から求められる  $H_m$  と  $H_n$  により規定される範囲の印加磁界に基づき当該磁歪膜としての最大感度を得ることができ、かつ踏切等の外乱磁界や地磁気等の他の特性因子の影響を低減するため、高感度でかつばらつきの小さい磁歪式トルクセンサを実現することができる。

40

本発明に係る電動パワーステアリング装置によれば、操舵トルク検出部として利用される磁歪式トルクセンサの磁歪膜のSN比を高くしたため、高品位のステアリング性能を実現でき、フェールセーフ時に閾値マージンを適切に設定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下に、本発明の好適な実施形態（実施例）を添付図面に基づいて説明する。

【0020】

50

図1と図2を参照して磁歪式トルクセンサの基本的構成について説明する。図1と図2は磁歪式トルクセンサの一構造例を示している。図1は磁歪式トルクセンサの基本的構成を示す一部断面側面図を示し、図2は磁歪式トルクセンサの基本的構成(電気回路部を含む)を概念的に示す側面図を示している。

【0021】

図1と図2に示すように磁歪式トルクセンサ10は、回転軸11と、この回転軸11の周囲に配置される1つの励磁コイル12と2つの検出コイル13A, 13Bとから構成されている。回転軸11は、図1と図2では、説明の便宜上、上部および下部を切断し省略して示している。

【0022】

回転軸11は、例えば操舵系のステアリングシャフトの一部である。回転軸11は、その軸心11aの周りに矢印Aのごとく右回転(時計回り)または左回転(反時計回り)の回転力(トルク)を受ける。回転軸11は例えばクロムモリブデン鋼材(SCM材)等の金属棒で形成されている。回転軸11には、軸(軸心)方向に沿って図1中で上下2箇所に磁歪膜14A, 14Bが設けられている。磁歪膜14A, 14Bの各々は、回転軸11の軸方向にて一定の幅(軸方向幅)を有しかつ回転軸11の円周方向の全周に渡って形成されている。各磁歪膜14A, 14Bの軸方向の幅寸法、および2つの磁歪膜14A, 14Bの間隔寸法は条件に応じて任意に設定される。磁歪膜14A, 14Bは、実際には、電解めっき加工処理等により回転軸11の表面に磁歪材めっき部として形成される。この磁歪材めっき部に磁気異方性加工を施すことにより、磁気異方性を有する磁歪膜14A, 14Bが形成される。なお図1等では磁歪膜14A, 14Bの膜厚は少し誇張して示している。

【0023】

2つの磁歪膜14A, 14Bの磁歪材にはNi(ニッケル)-Fe(鉄)合金材が用いられる。また完成した2つの磁歪膜14A, 14Bは、各々の磁気異方性は軸対称となつて、互いに逆方向であり、一方の磁歪膜は正の磁歪定数を有し、かつ他方の磁歪膜は負の磁歪定数を有するという特性を有している。以下の説明では、上側の磁歪膜14Aが正の磁歪定数を有し、下側の磁歪膜14Bが負の磁歪定数を有するものとする。

【0024】

上記の励磁コイル12と検出コイル13A, 13Bは、図1に示すごとく、回転軸11の表面に形成された2つの磁歪膜14A, 14Bのそれぞれに対応して設けられる。すなわち、図1に示されるように、磁歪膜14Aの周囲には隙間を介在させて検出コイル13Aが配置される。リング状の検出コイル13Aは、磁歪膜14Aの全周囲を囲み、かつ検出コイル13Aの軸方向の幅寸法は磁歪膜14Aの軸方向の幅寸法と略等しい。また磁歪膜14Bの周囲には隙間を介在させて検出コイル13Bが配置される。同様に、リング状の検出コイル13Bは、磁歪膜14Bの全周囲を囲み、かつ検出コイル13Bの軸方向の幅寸法は磁歪膜14Bの軸方向の幅寸法と略等しい。さらに、2つの検出コイル13A, 13Bのそれぞれの周囲にはリング状の励磁コイル12が配置される。図1では、磁歪膜14A, 14Bのそれぞれに対応して個別に励磁コイル12が設けられるように図示されているが、実際には1つの励磁コイル12の2つの部分を分けて示したものである。検出コイル13A, 13Bと励磁コイル12は、回転軸11の周囲に回転軸11を囲むように設けられたリング状の支持枠体部15A, 15Bを利用して磁歪膜14A, 14Bの周囲スペースに巻設されている。

【0025】

図2では、回転軸11の磁歪膜14A, 14Bに対して配置される励磁コイル12と検出コイル13A, 13Bを電気的關係として概念的に示している。磁歪膜14A, 14Bに対して共通に配置される励磁コイル12には、励磁用交流電流(交流正弦波電流)を常時に供給する交流電源16が接続されている。本実施形態に係る励磁コイル12の励磁電流供給のための電気回路構成では、交流正弦波電流を出力する交流電源16に加えて、直流電流であるバイアス電流( $I_0$ )を供給するバイアス電源17が設けられている。また

10

20

30

40

50

磁歪膜 14 A, 14 B のそれぞれに対応して配置される検出コイル 13 A, 13 B の各出力端子からは、検出対象であるトルクに対応する誘導電圧  $V_A$ ,  $V_B$  が出力される。

【0026】

回転軸 11 の表面に形成された磁歪膜 14 A, 14 B は、Ni - Fe めっきによる電解めっき加工処理で作られた互いに異なる磁気異方性を有する磁歪膜である。2つの磁歪膜 14 A, 14 B の各々は、互いに逆方向の磁気異方性を有するように作られている。回転軸 11 に対して回転力によるトルクが作用したとき、磁歪膜 14 A, 14 B の各々に生じる逆の磁歪特性を、磁歪膜 14 A, 14 B の周囲に配設した検出コイル 13 A, 13 B を利用して検出する。

【0027】

図3は2つの磁歪膜 14 A, 14 B のそれぞれの磁歪特性曲線 21 A, 21 B を示す図である。図3で、横軸は回転軸（ステアリングシャフト等）に加えられた操舵トルクを意味し、正側（+）が右回転に対応し、負側（-）が左回転に対応している。また図3の縦軸は電圧軸を意味する。

【0028】

磁歪膜 14 A, 14 B についての上記磁歪特性曲線 21 A, 21 B は同時に検出コイル 13 A, 13 B の検出出力特性を表している。すなわち、磁歪特性曲線 21 A, 21 B を有する磁歪膜 14 A, 14 B に対して共通の励磁コイル 12 により励磁用交流電流等を供給し、この励磁用交流電流等に感応して検出コイル 13 A, 13 B は誘導電圧を出力していることから、検出コイル 13 A, 13 B の誘導電圧の変化特性は、磁歪膜 14 A, 14 B の磁歪特性曲線 21 A, 21 B に対応している。磁歪特性曲線 21 A は検出コイル 13 A から出力される誘導電圧  $V_A$  の変化特性を示し、磁歪特性曲線 21 B は検出コイル 13 B から出力される誘導電圧  $V_B$  の変化特性を示している。

【0029】

図3で、直線 22 は、検出コイル 13 A の出力電圧として得られる磁歪特性曲線 21 A の各値から、検出コイル 13 B の出力電圧として得られる磁歪特性曲線 21 B の対応する各値を差し引いた値に基づいて作成されるグラフを示す。線 22 の特性グラフに関しては、図3の縦軸は差電圧の値を示す軸を意味している。磁歪式トルクセンサの検出出力値は前述のごとく検出コイル 13 A, 13 B から出力される誘導電圧の差（ $V_A - V_B$ ）として得られることから、直線 22 を利用することに基づいて、回転軸 11 に加えられた操舵トルク方向と大きさを検出することができる。

【0030】

上記構成を有する磁歪式トルクセンサ 10 での作用をより詳しく説明する。

【0031】

磁歪式トルクセンサ 10 において、励磁コイル 12 に供給される交流電流は略 20 ~ 100 kHz 程度の範囲に含まれる高周波の正弦波交流電流である。励磁コイル 12 が交流電流で励磁されたとき、外部から回転軸 11 に対してトルクが印加されると、回転軸 11 に生じる応力歪みに比例する透磁率の変化によって励磁コイル 12 と検出コイル 13 A, 13 B にはインダクタンスの変化による自己誘導電圧と相互誘導電圧からなる起電圧が生じ、各検出コイルの出力端にその誘導電圧（ $V_A$ ,  $V_B$ ）が微小な電圧値として出力される。この時、正弦波の交流電圧が継続して励磁コイル 12 に印加されており、励磁状態が維持される。従来の磁歪式トルクセンサでは交流電圧 0 V を中点とした正弦波の交流電圧が励磁コイルに印加されていた。しかしながら、回転軸には、その納入時から透磁率のばらつき、磁性材料からなっていることに起因する磁化の個体差によりばらつきがあり、センサ感度（透磁率）にばらつきが生じる。そのため、本実施形態に係る磁歪式トルクセンサ 10 では、励磁コイル 12 に正弦波交流電流を供給した際に生じる磁歪膜 14 A, 14 B での印加磁界を、さらにバイアス電源 17 により励磁コイル 12 に所要の直流電流（ $I_0$ ）を加えることにより、オフセットする。この所要の直流電流は前述のバイアス電流  $I_0$  であり、オフセット磁界を生じさせるためのオフセット電流である。励磁コイル 12 では、供給される上記の正弦波交流電流に基づいて交番磁界を作る。正弦波交流電流に加わ

10

20

30

40

50

る上記バイアス電流  $I_0$  は、当該交番磁界にバイアス磁界を加え、オフセット磁界を作る。なお上記バイアス電源 17 は、バイアス電圧を任意に調整するように構成することもできる。

【0032】

図4のグラフに、正弦波交流電流に基づく交番磁界 31、バイアス電流  $I_0$  に基づくバイアス磁界 32、その結果作られるオフセット磁界 33 の関係の一例を示している。

【0033】

上記において交番磁界 31 のオフセットの条件は次のように決められる。

【0034】

図5に示すごとく交番磁界 31 によって生じる磁歪膜 14A, 14B の磁気ヒステリシス曲線 34 においてここで求められる「最大透磁率になる印加磁界」を  $H_m (> 0)$ 、「不連続磁化範囲終了となる印加磁界(または磁気が飽和する印加磁界)」を  $H_n (> 0)$  であるとし、さらに、磁歪膜 14A, 14B による磁歪感度曲線の上で設定される感度範囲を決める印加磁界を  $H_{in} (> 0)$  であるとするとき、 $H_m < H_{in} < H_n$  であり、かつ  $-H_m > -H_{in} > -H_n$  である条件を満たすように上記正弦波交流電流に対してバイアス電流  $I_0$  を加えるようにする。

【0035】

上記の磁歪膜 14A, 14B での「印加磁界/規格感度変化」の特性で、「最大透磁率になる印加磁界  $H_m$ 」と「不連続磁化範囲終了となる印加磁界  $H_n$ 」を示すと、図6に示すごとくなる。図6において、「印加磁界/規格感度変化」の特性 35 で、範囲 A1 が「 $H_m < H_{in} < H_n$ 」の条件を満たす  $H_{in}$  の範囲であり、範囲 A2 が「 $-H_m > -H_{in} > -H_n$ 」の条件を満たす  $H_{in}$  の範囲である。

【0036】

上記の構成により、回転軸 11 に形成された2つの磁歪膜 14A, 14B に関して最大感度ではらつきの少なくセンサ感度特性を実現することができる。

【0037】

励磁コイル 12 へ供給される励磁電流およびバイアス電流に基づいて回転軸 11 の磁歪膜 14A, 14B に印加されるオフセット磁界 33 の設定は、初期設定時において行われる。この「初期設定時」とは、当該磁歪式トルクセンサ 10 を自動車の電動パワーステアリング装置の操舵トルク検出部に利用するとき、例えば自動車製造完成時の初期設定時における電気系回路の設定時のことである。一般的には、磁歪式トルクセンサ 10 を任意の装置に装備する場合において、当該装置を完成品として搬出する際の設定時である。

【0038】

次に、上記の磁歪式トルクセンサ 10 を自動車の電動パワーステアリング装置の操舵トルク検出部として利用する実施形態を説明する。図7は、自動車の電動パワーステアリング装置の全体的構成を模式的に示す。

【0039】

電動パワーステアリング装置 40 は、ステアリングホイール 41 に連結されるステアリングシャフト 42 に対して補助用トルクを与えるように構成される。ステアリングシャフト 42 は、上端にステアリングホイール 41 が連結された上側のステアリング軸 42a と、下端にピニオンギヤ 43 が設けられた下側のステアリングシャフト 42b と、上下のステアリングシャフト 42a, 42b を連結する自在軸継手 42c とから構成されている。下側のステアリングシャフト 42b のピニオンギヤ 43 に対して、これに噛み合うラックギヤ 44a を設けたラック軸 44 が配置されている。ピニオンギヤ 43 とラック軸 44 (ラックギヤ 44a) とによってラック・ピニオン機構 45 が形成される。ラック軸 44 の両端にはタイロッド 46 が設けられ、各タイロッド 46 の外側端には前輪 47 が取り付けられている。

【0040】

下側のステアリングシャフト 42b に対して動力伝達機構 48 を介してモータ 49 が設けられている。動力伝達機構 48 は、ウォームギヤ 50 とウォームホイール 51 によって

10

20

30

40

50

形成されている。モータ49は、操舵トルクを補助する回転力（トルク）を出力し、この回転力を、動力伝達機構48を経由してステアリングシャフト42bに与える。

【0041】

ステアリングシャフト21bには操舵トルク検出部52が設けられる。操舵トルク検出部52は、運転者がステアリングホイール41を操作してその操舵トルクをステアリングシャフト42に加えたとき、ステアリングシャフト42に加わった当該操舵トルクを検出する。

【0042】

53は自動車の車速を検出する車速検出部であり、54はコンピュータで構成される制御装置である。制御装置54は、操舵トルク検出部52から出力される操舵トルク信号Tと、車速検出部53から出力される車速信号Vとを取り入れ、操舵トルクに係る情報を車速に係る情報に基づいて、モータ49の動作を制御する駆動制御信号SG1を出力する。

【0043】

運転者がステアリングホイール41を操作して車両の走行運転中に走行方向の操舵を行うとき、ステアリングシャフト42に加えられた操舵トルクに基づく回転力はラック・ピニオン機構45を介してラック軸44の軸方向の直線運動に変換され、さらにタイロッド46を介して前輪47の走行方向を変化させる。このときに、同時に、ステアリングシャフト42に付設された操舵トルク検出部52は、ステアリングホイール41での運転者による操舵に応じた操舵トルクを検出して電気的な操舵トルク信号Tに変換し、この操舵トルク信号Tを制御装置54へ出力する。また車速検出部53は、車速を検出して車速信号Vに変換し、この車速信号Vを制御装置54へ出力する。制御装置54は、操舵トルク信号T、車速信号Vに基づいてモータ49を駆動するためのモータ電流を発生する。モータ電流によって駆動されるモータ49は、動力伝達機構48を介して補助操舵力をステアリングシャフト42bに作用させる。以上のごとくモータ49を駆動することにより、ステアリングホイール41に加えられる運転者の操舵力が軽減される。

【0044】

上記のごとく自動車の電動パワーステアリング装置40の操舵トルク検出部52として前述の磁歪式トルクセンサ10を使用する場合、使用環境は磁場環境の変化が激しい。例えば、踏切の上を通ったときや電車の高架下を通る場合などには磁界の影響を受ける。また使用する地域に応じて地磁気も変わるので、その影響も考慮する必要がある。

【0045】

そこで、磁歪式トルクセンサ10を自動車の電動パワーステアリング装置40等に使用する場合には、特に、踏切や回転軸の初期磁化等の外乱要素に係る磁界を $H_{ex} (> 0)$ 、地磁気による磁界を $H_{mag} (> 0)$ とし、上記の印加磁界 $H_{in} (> 0)$ の範囲が、好ましくは、 $(H_m + H_{ex} + H_{mag}) < H_{in} < (H_n - H_{ex} - H_{mag})$ でありかつ $-(H_m + H_{ex} + H_{mag}) > -H_{in} > -(H_n - H_{ex} - H_{mag})$ となる条件を満たすように上記の正弦波交流電流にバイアス電流を加える。前述した図6と同様な図8において、「印加磁界/規格感度変化」の特性35で、範囲B1が「 $(H_m + H_{ex} + H_{mag}) < H_{in} < (H_n - H_{ex} - H_{mag})$ 」の条件を満たす $H_{in}$ の範囲であり、範囲B2が「 $-(H_m + H_{ex} + H_{mag}) > -H_{in} > -(H_n - H_{ex} - H_{mag})$ 」の条件を満たす $H_{in}$ の範囲である。このようにオフセット磁界を設定すれば、磁界外乱要素や地磁気等の特性因子の影響を低減することが可能となり、ばらつきの小さい磁歪式トルクセンサを得ることができる。

【0046】

上記の実施形態においては、回転軸11の磁歪膜14A, 14Bにオフセット磁界（またはバイアス磁界）を印加するために励磁コイル12に直流電流（バイアス電流）を加えるようにした。当該磁歪膜14A, 14Bに所定幅のオフセット磁界（バイアス磁界）を加えるためには、例えば、図9に示すごとく他の磁界発生装置を付設することにより回転軸11に直接に磁界を印加する方法でもよい。図9は、前述した図2と同様な図であり、図2で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付し、説明を省略する。図9

10

20

30

40

50



に示した構成では、磁歪膜 1 4 A に対しては、軸方向にてその両側に、矢印 6 1 で示されるような磁界が磁歪膜表面に沿った領域で生じるようにリング状の N 極永久磁石 6 2 とリング状の S 極永久磁石 6 3 が設けられる。同様にして、磁歪膜 1 4 B に対しても、軸方向にてその両側に、矢印 6 4 で示されるような磁界が磁歪膜表面に沿った領域で生じるようにリング状の N 極永久磁石 6 5 とリング状の S 極永久磁石 6 6 が設けられる。磁界 6 1 と磁界 6 4 の向きは同じであり、回転軸 1 1 の軸方向に対して平行になっている。N 極永久磁石 6 2 , 6 5 と S 極永久磁石 6 3 , 6 6 が磁界発生装置を構成することになる。回転軸 1 1 の円周方向にリング形状で形成される N 極永久磁石 6 2 , 6 5 と S 極永久磁石 6 3 , 6 6 はその体積を変化させることによって発生磁界を調整し、最適な印加磁界を決めることができる。この構成例では、励磁コイル 1 2 に対しては交流電源 1 6 のみが接続されている。このような構成の場合には、オフセット磁界（バイアス磁界）は、励磁用のコイルとは無関係になるので、例えばコイルの巻き数や抵抗値等の影響を排除して磁界の範囲を規定することが可能となる。

10

#### 【 0 0 4 7 】

以上の実施形態で説明された構成、形状、大きさ、材質、および配置関係については本発明が理解・実施できる程度に概略的に示したものにすぎない。従って本発明は、説明された実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に示される技術的思想の範囲を逸脱しない限り様々な形態に変更することができる。

#### 【 産業上の利用可能性 】

#### 【 0 0 4 8 】

本発明は、電動パワーステアリング装置の操舵トルク検出部として使用される磁歪式トルクセンサを製造プロセスの簡略化に利用される。

20

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 4 9 】

【 図 1 】 本発明に係る磁歪式トルクセンサの基本的構造を示す一部断面側面図である。

【 図 2 】 磁歪式トルクセンサの検出用電気回路を概念的に示す側面図である。

【 図 3 】 磁歪式トルクセンサにおける各検出コイルに関する磁歪特性曲線とセンサ検出特性を示すグラフである。

【 図 4 】 交番磁界とバイアス磁界とオフセット磁界の関係を示すグラフである

【 図 5 】 磁気ヒステリシス曲線における最大透磁率になる印加磁界  $H_m$  と不連続磁化範囲終了となる印加磁界  $H_n$  を示すグラフである。

30

【 図 6 】 「印加磁界 / 規格感度変化」の特性で、「 $H_m < H_{in} < H_n$ 」の範囲と「 $-H_m > -H_{in} > -H_n$ 」の範囲を示すグラフである。

【 図 7 】 電動パワーステアリング装置の構成を示す模式図である。

【 図 8 】 「印加磁界 / 規格感度変化」の特性で、「 $(H_m + H_{ex} + H_{mag}) < H_{in} < (H_n - H_{ex} - H_{mag})$ 」の範囲と、「 $-(H_m + H_{ex} + H_{mag}) > -H_{in} > -(H_n - H_{ex} - H_{mag})$ 」の範囲を示すグラフである。

【 図 9 】 磁歪膜に対してオフセット磁界を加えるための他の変形例を示す図 2 と同様な図である。

【 図 1 0 】 従来一般的な磁歪式トルクセンサの要部構成を示す側面図である。

40

【 図 1 1 】 磁歪式トルクセンサのセンサ構成における入力トルク検出の原理を説明するための入力トルク・出力特性を示すグラフである。

#### 【 符号の説明 】

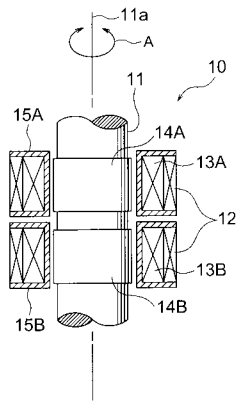
#### 【 0 0 5 0 】

1 0	磁歪式トルクセンサ
1 1	回転軸
1 2	励磁コイル
1 3 A , 1 3 B	検出コイル
1 4 A , 1 4 B	磁歪膜
2 1 A , 2 1 B	磁歪特性曲線（インピーダンス特性曲線）

50

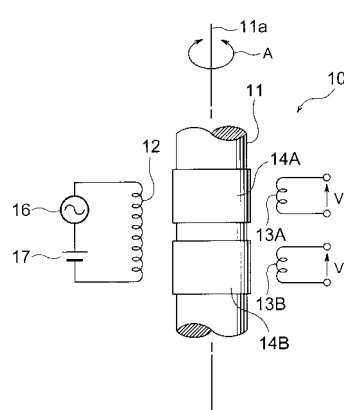
- 3 1 交番磁界
- 3 2 バイアス磁界
- 3 3 オフセット磁界
- 4 0 電動パワーステアリング装置
- 4 1 ステアリングホイール
- 5 2 操舵トルク検出部
- 5 4 制御装置
- 6 2 , 6 5 リング状N極永久磁石
- 6 3 , 6 6 リング状S極永久磁石

【図1】



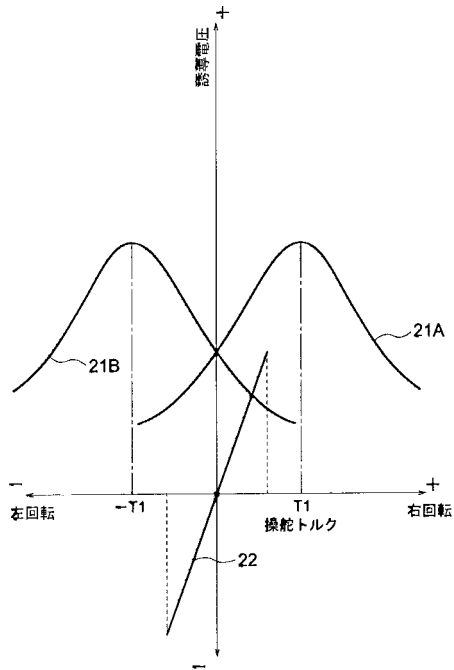
10: 磁歪式トルクセンサ  
11: 回転軸  
12: 励磁コイル  
13A, 13B: 検出コイル  
14A, 14B: 磁歪膜

【図2】

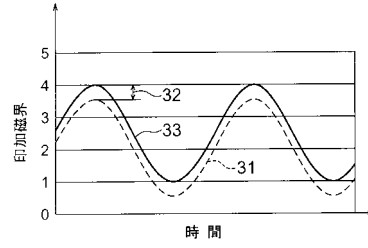


16: 交流電源  
17: バイアス電源

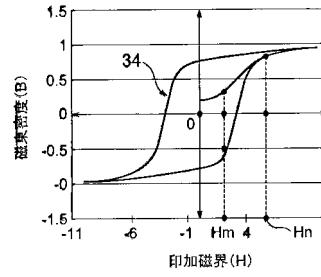
【図3】



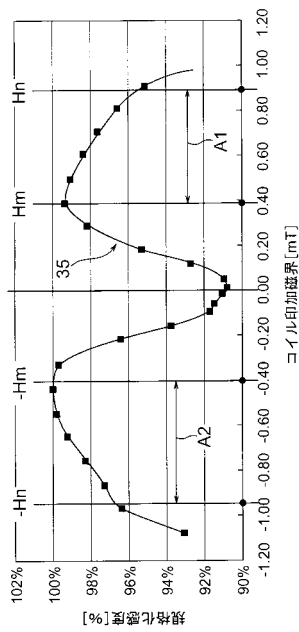
【図4】



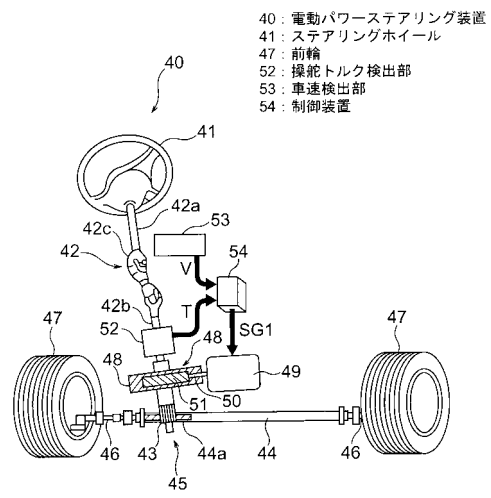
【図5】



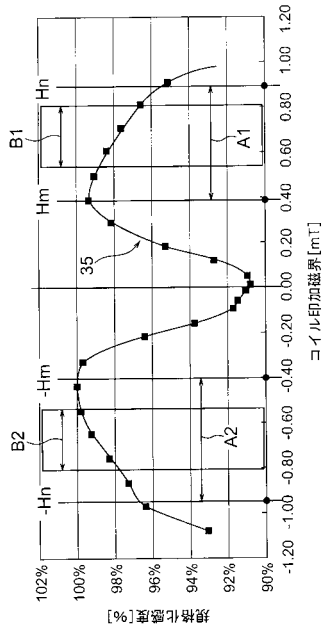
【図6】



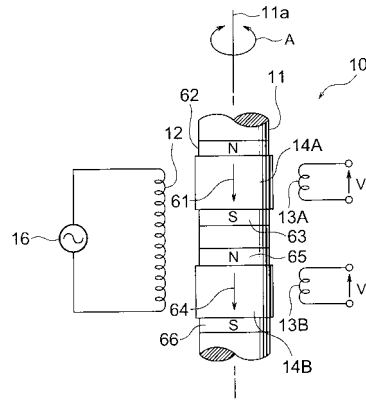
【図7】



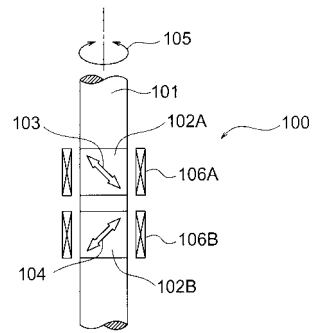
【図 8】



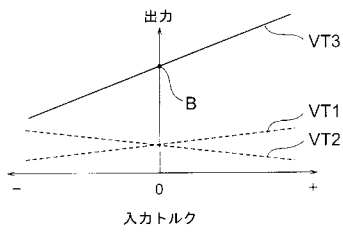
【図 9】



【図 10】



【図 11】



## フロントページの続き

- (72)発明者 榎村 之哉  
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 土肥 瑞穂  
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内

審査官 公文代 康祐

- (56)参考文献 実開昭60-145339(JP,U)  
特開2007-114088(JP,A)  
特開昭61-028830(JP,A)  
特開2000-002602(JP,A)  
特開2005-208008(JP,A)  
特開平01-187424(JP,A)  
特開平01-189971(JP,A)  
特開2000-009557(JP,A)  
特開2006-280033(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L	1/12
G01L	3/10
B62D	5/04