

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4908904号
(P4908904)

(45) 発行日 平成24年4月4日(2012.4.4)

(24) 登録日 平成24年1月20日(2012.1.20)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 1 L 3 / 1 0 (2 0 0 6 . 0 1) G 0 1 L 3 / 1 0 3 0 1 L

請求項の数 3 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-113252 (P2006-113252)</p> <p>(22) 出願日 平成18年4月17日 (2006.4.17)</p> <p>(65) 公開番号 特開2007-285862 (P2007-285862A)</p> <p>(43) 公開日 平成19年11月1日 (2007.11.1)</p> <p>審査請求日 平成20年11月27日 (2008.11.27)</p> <p>前置審査</p>	<p>(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</p> <p>(74) 代理人 100064414 弁理士 磯野 道造</p> <p>(74) 復代理人 100111545 弁理士 多田 悦夫</p> <p>(72) 発明者 米田 篤彦 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研 研究所内</p> <p>(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 研究所内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 磁歪式トルクセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電源と、シャフトに設けられた磁気特性変化部材と、この磁気特性変化部材の磁気特性変化を検出する4つの検出コイルと、制御手段により駆動されるスイッチング素子と、前記各検出コイルと、前記スイッチング素子により所定電圧に変換された励磁信号を印加する励磁信号発生手段とを有し、

前記電源と前記スイッチング素子との間に2つの前記検出コイルが直列接続され、一方の直列接続された前記検出コイルの接続点の電圧と、他方の直列接続された前記検出コイルの接続点の電圧とを差動増幅回路に入力し、前記差動増幅回路の出力に基づいて、センサ出力を得る磁歪式トルクセンサにおいて、

前記スイッチング素子により発生する前記励磁信号の電圧を前記差動増幅回路の出力以外の場所で監視する励磁電圧監視手段を設けたことを特徴とする磁歪式トルクセンサ。

【請求項2】

前記磁気特性変化部材は、前記シャフトに設けられた第1磁気特性変化部材及び第2磁気特性変化部材に分割されており、

前記複数の検出コイルは、前記第1磁気特性変化部材に対向配置された第1検出コイルと、前記第2磁気特性変化部材に対向配置された第2検出コイルとから構成されており、電源と、トルク検出部とをさらに備え、

前記電源の出力端と接地との間に、直列に、前記第1検出コイル、前記第2検出コイル、及び前記スイッチング素子の順で接続し、前記第1検出コイル、及び前記第2検出コ

ルに、前記スイッチング素子により所定電圧に変換された励磁信号を印加し、

前記トルク検出部は、前記第 1 検出コイルと前記第 2 検出コイルとの接続点の電位に基づき、前記シャフトにされるトルクを検出することを特徴とする請求項 1 に記載の磁歪式トルクセンサ。

【請求項 3】

前記磁気特性変化部材は、前記シャフトの軸方向の近接する 2 箇所に着された第一の磁歪膜および第二の磁歪膜であり、

前記第一の磁歪膜と前記第二の磁歪膜とは、互いに逆方向の異方性を有し、

前記複数の検出コイルは、前記第一の磁歪膜および前記第二の磁歪膜を着するシャフトに離間して配置されることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の磁歪式トルクセンサ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シャフトに着された磁気特性変化部材の磁気特性変化を検出する磁歪式トルクセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

車両に搭載される電動パワーステアリング装置は、運転者の操舵によってステアリング軸（シャフト）に加えらるトルクをトルクセンサが検出するように構成されている。そして、このトルクセンサからのトルク信号に応じた操舵補助力が付与されるように構成されている。このようなトルクセンサとして磁歪式トルクセンサが開示され（特許文献 1、特許文献 2）、この技術はシャフトの表面に磁気異方性を備えた磁歪膜を着させている。そして、シャフトに外部からトルクが加えられたときには、捩れに応じた磁歪膜の透磁率変化を検出コイルのインピーダンス特性の変化として検出するようになっている。また、特許文献 2、3 には、パルス状の励磁電圧を印加して、検出コイルのインピーダンス特性の変化を検出している技術が開示されている。この技術は、パルス状の励磁電圧を印加することによって、検出コイルに流れる増加電流の最大値が所定範囲に納まるようになっている。

20

【特許文献 1】特開 2004 - 239652 号公報（図 4）

30

【特許文献 2】特開 2005 - 331456 号公報（図 11，図 12）

【特許文献 3】特開 2005 - 321316 号公報（図 4，図 5，図 9）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところが、これら各特許文献に記載のトルクセンサは、スイッチング素子が短絡する ON 故障について考慮されていない。ここで、2 個の検出コイルとスイッチング素子との直列回路に励磁電圧を印加する場合の、2 個の検出コイルの接続点の電位状態、特に、トルクが加えられない場合の電位状態を検討する。正常時には、検出コイルの接続点には励磁電圧の中間電位が現れる。一方、ON 故障時の場合には、検出コイルの内部抵抗と印加直

40

流電圧によって規定される直流電流が検出コイルに流れ、検出コイルの接続点には中間電位が現れる。すなわち、正常時であっても、ON 故障時であっても、検出コイルの接続点には印加電圧の中間電位が現れ、正常時と ON 故障時とを区別することが困難である。また、OFF 故障時と正常時とを区別できることが好ましい。

【0004】

そこで、本発明は、スイッチング素子の正常時と故障時とを区別することができる磁歪式トルクセンサを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記課題を解決するため、請求項 1 に係る発明の磁歪式トルクセンサは、電源と、シャ

50

フトに設けられた磁気特性変化部材と、この磁気特性変化部材の磁気特性変化を検出する4つの検出コイルと、制御手段により駆動されるスイッチング素子と、前記各検出コイルに、前記スイッチング素子により所定電圧に変換された励磁信号を印加する励磁信号発生手段とを有し、前記電源と前記スイッチング素子との間に2つの前記検出コイルが直列接続され、一方の直列接続された前記検出コイルの接続点の電圧と、他方の直列接続された前記検出コイルの接続点の電圧とを差動増幅回路に入力し、前記差動増幅回路の出力に基づいて、センサ出力を得る磁歪式トルクセンサにおいて、前記スイッチング素子により発生する前記励磁信号の電圧を前記差動増幅回路の出力以外の場所で監視する励磁電圧監視手段を設けたことを特徴とする。

【0006】

これによれば、シャフトに加えられたトルクによって、磁気特性変化部材の磁気特性が変化する。また、励磁信号発生手段は、複数の検出コイルに、励磁信号を印加する。これにより、複数の検出コイルの接続点の電圧に基づいて、この磁気特性変化が検出される。このとき、駆動状態監視手段は、スイッチング素子により発生する前記励磁信号の電圧が監視されるので、スイッチング素子のON故障による過大電流、断線の回避が容易となる。

【0007】

また、請求項2に係る発明は、請求項1に記載の磁歪式トルクセンサにおいて、前記磁気特性変化部材は、前記シャフトに設けられた第1磁気特性変化部材及び第2磁気特性変化部材に分割されており、前記複数の検出コイルは、前記第1磁気特性変化部材に対向配置された第1検出コイルと、前記第2磁気特性変化部材に対向配置された第2検出コイルとから構成されており、電源と、トルク検出部とをさらに備え、前記電源の出力端と接地との間に、直列に、前記第1検出コイル、前記第2検出コイル、及び前記スイッチング素子の順で接続し、前記第1検出コイル、及び前記第2検出コイルに、前記スイッチング素子により所定電圧に変換された励磁信号を印加し、前記トルク検出部は、前記第1検出コイルと前記第2検出コイルとの接続点の電位に基づき、前記シャフトに入力されるトルクを検出することを特徴とする。

さらに、請求項3に係る発明は、請求項1又は請求項2に記載の磁歪式トルクセンサにおいて、前記磁気特性変化部材は、前記シャフトの軸方向の近接する2箇所に被着された第一の磁歪膜および第二の磁歪膜であり、前記第一の磁歪膜と前記第二の磁歪膜とは、互いに逆方向の異方性を有し、前記複数の検出コイルは、前記第一の磁歪膜および前記第二の磁歪膜を被着するシャフトに離間して配置されることを特徴とする。

【0008】

これによれば、シャフトの軸方向の近接する2箇所に被着された第一の磁歪膜および第二の磁歪膜は、互いに逆方向の異方性を有しているので、トルク印加前の検出電位である中間電位と、検出電位とを比較することにより、トルク方向を検出することができ、温度特性の補償を行うことができる。また、スイッチング素子の駆動状態が監視される。この駆動状態の監視には、スイッチング素子の両端の電圧監視が含まれる。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、スイッチング素子の正常時と故障時とを区別することができる磁歪式トルクセンサを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

(第1実施形態)

本発明の一実施形態である磁歪式トルクセンサユニットについて説明する。

図1に示される磁歪式トルクセンサユニット100は、後記する電動パワーステアリング装置のステアリング軸に加えられるトルクを検出するために使用されるものである。また、磁歪式トルクセンサユニット100は、シャフト(ステアリング軸)20の近接する軸方向2箇所に被着されている磁歪膜30a, 30bと、直列接続されている検出コイル

10

20

30

40

50

40 a, 40 bと、逆方向に直列接続されている検出コイル40 c, 40 dと、検出コイル40 a, 40 bの接続点VS 1および検出コイル40 c, 40 dの接続点VS 2の差分電圧を演算する差動増幅器50と、検出コイル40 a, 40 bに励磁電圧を印加するスイッチング素子15 aと、検出コイル40 c, 40 dに励磁電圧を印加するスイッチング素子15 bと、差動増幅器50の出力電圧を信号処理してトルク信号Tを出力するCPU 60とを備えている。また、CPU 60は、スイッチング素子15 a, 15 bを制御する励磁信号を生成し、スイッチング素子15 a, 15 bの監視を行う監視信号A, 監視信号Bが入力される。CPU 60は、この監視信号A, Bの状態を判定して、スイッチング素子15 a, 15 bの駆動状態を監視する駆動状態監視手段(励磁電圧監視手段)として機能する。また、検出コイル40 a, 40 b, 40 c, 40 dは、磁歪膜30 a, 30 bの磁気特性変化を検出する検出手段として機能する。

10

【0011】

磁歪膜30 a, 30 bは、例えば、Fe-Ni系やFe-Cr系の磁気異方性を有する膜状の磁気特性変化部材であり、シャフト20の近接する軸方向2箇所に各々逆方向の異方性となるように被着されている。このため、シャフト20にトルクが一方向に加えられると、磁歪膜30 a, 30 bには、透磁率差が現れ、トルクが逆方向に加えられると逆方向の透磁率差が現れる。

【0012】

ここで、磁歪膜30 a, 30 bの被着方法および異方性の付与方法について説明する。まず、シャフト20に、ロックウェル硬さがHRC 40~65となる熱処理を施した後、シャフト20の軸方向2箇所の外周面に、上下に離間して磁歪膜30 a, 30 bをメッキや蒸着によって被着する。次に、シャフト20を擦ることにより、磁歪膜30 aに対し反時計廻りのトルクT(例えば、10 kgf・m(98 N・m)程度)を加え、この状態でコイルを用いて磁歪膜30 aを高い周波数で振動させることにより、磁歪膜30 aを約300で数秒加熱して冷却した後反時計廻りのトルクTを取り除くと、磁歪膜30 aには異方性が付与される。次に、逆方向へとシャフト20を擦ることにより、磁歪膜30 bに対し時計廻りのトルクT(例えば、10 kgf・m(98 N・m)程度)を加え、この状態でコイルを用いて磁歪膜30 bを磁歪膜30 aと同様に高い周波数で振動させることにより、磁歪膜30 bを約300で加熱する。この結果、磁歪膜30 bには磁歪膜30 aとは逆方向の異方性が付与される。

20

30

【0013】

検出コイル40 aの一端と検出コイル40 bの一端と差動増幅器50の非反転入力(+)とが接続され、検出コイル40 cの一端と検出コイル40 dの一端と差動増幅器50の反転入力(-)とが接続されている。言い換えれば、検出コイル40 a, 40 bの直列回路の接続点VS 1と検出コイル40 c, 40 dの直列回路の接続点VS 2との電圧信号が差動増幅器50に入力されている。また、検出コイル40 aの他端と検出コイル40 dの一端とが検出コイル電源に接続されている。

【0014】

また、スイッチング素子15 a, 15 bは、トランジスタであり、検出コイル40 a, 40 b, 40 c, 40 dに励磁電圧を印加するものであり、励磁信号発生手段として機能する。スイッチング素子15 aのコレクタと検出コイル40 bの他端とが接続され、この接続点の電圧信号が監視信号BとしてCPU 60に入力される。さらに、スイッチング素子15 bのコレクタと検出コイル40 dの他端とが接続され、この接続点の電圧信号が監視信号AとしてCPU 60に入力される。なお、スイッチング素子15 a, 15 bのエミッタは接地され図示しない転流ダイオードが接続されている。

40

【0015】

検出コイル40 a, 40 bの直列回路あるいは検出コイル40 c, 40 dの直列回路は、磁歪膜30 a, 30 bの透磁率差をインダクタンス差として検出するものである。直列回路の両端に励磁電圧が印加されると、磁歪膜30 a, 30 bの透磁率差の変動が接続点VS 1, VS 2の電位変動となって検出される。すなわち、検出コイル40 a, 40 b,

50

40c, 40dの各接続点の電位と、トルク変化前の電位である中点電位との差によってトルク変化が検出される。このとき、検出コイル40c, 40dは逆方向に接続されているので、接続点VS1の電位と接続点VS2の電位とは逆方向に変動する。すなわち、何れか一方の接続点の電位のみを検出する場合よりも2倍の感度が得られる。

【0016】

差動増幅器50は、接続点VS1と接続点VS2との電位差を増幅するものである。CPU60は、A/D変換器60aが内蔵されており、差動増幅器50のアナログ出力電圧をデジタル信号に変換して信号処理する。さらに、CPU60は、シャフト20に加えられたトルクの強度と方向を算出して、トルク信号Tを生成する。また、CPU60は、矩形波信号である励磁信号を生成し、この励磁信号(電流信号)はスイッチング素子15a, 15bのゲートに入力される。なお、差動増幅器50はOP Amp電源により駆動され、CPU60はCPU電源により駆動され、双方の電源共に5Vである。

10

【0017】

次に、図2を参照して各部の波形を説明する。図2(a)は、励磁信号の波形(であり、デューティ1/2の矩形波信号である。この励磁信号によりスイッチング素子15a, 15b(図1参照)がON/OFF制御される。すなわち、励磁信号(電流信号)がHighレベルのとき、スイッチング素子15a, 15bがON状態となり、コレクタ電圧が接地電位となる。また、励磁信号がLowレベルのとき、スイッチング素子15a, 15bがOFF状態となり、コレクタ電圧が電源電位となる。なお、OFF状態に遷移する時、検出コイル40a, 40bあるいは検出コイル40c, 40dに蓄積されていた磁気エネルギーは転流ダイオードを介して放電される。これにより、スイッチング素子15a, 15bの破壊は免れる。図2(b)は、監視信号Aの波形であり、正常時は、スイッチング素子15bのコレクタ電圧波形そのものの矩形波信号が時間的に継続するが、スイッチング素子15bの故障時には、接地電位が継続する。したがって、監視信号A, Bの状態が継続的に接地電位になっているか否かを判定することによってスイッチング素子15a, 15bの駆動状態が判定される。

20

【0018】

図2(c)は検出コイル電圧の波形であり、正常時には検出コイル40a, 40bおよび検出コイル40c, 40dには検出コイル電源の電源電圧を最大値とする矩形波電圧が印加される。一方、異常時であるON故障時には、電源電圧が常時印加される。

30

【0019】

図2(d)は、検出コイル電流の波形であり、検出コイル40a, 40bあるいは検出コイル40c, 40dに検出コイル電源の電源電圧が印加されると、検出コイルのインダクタンスの逆数を比例係数として電流が単調増加する。但し、磁歪膜30a, 30bの透磁率は非線形特性を有するので電流は比例しない。なお、最大電流は励磁信号のパルス幅により制限される。一方、スイッチング素子15a, 15bがOFF状態に遷移した時、転流ダイオードを介して磁気エネルギーが放電するので、OFF状態では検出コイル40a, 40bあるいは検出コイル40c, 40dには電流が流れない。

【0020】

また、故障時の検出コイル40a, 40bあるいは検出コイル40c, 40dには、電源電圧が印加され続けるので、電流が増加し続ける。これにより、検出コイル40a, 40bあるいは検出コイル40c, 40dの内部抵抗で制限される定常電流Isが流れ、あるいは、過大電流が流れる。

40

【0021】

以上説明したように、本実施形態によれば、スイッチング素子15a, 15bの両端の電圧信号である監視信号A, BをCPU60に入力させて、監視信号A, Bが継続的に接地電位になったときにスイッチング素子15a, 15bがON故障したと判定している。これにより、検出コイル40a, 40b, 40c, 40dに過大電流が流れることを防止することができ、ひいては断線を防止することができる。

【0022】

50

(第2実施形態)

前記第1実施形態は、スイッチング素子15a, 15bを用いて検出コイル40a, 40bあるいは検出コイル40c, 40dに正電圧の矩形波電圧を印加したが、ブリッジ回路を用いて矩形波交流電圧を印加することができる。

以下、図3を参照して、本発明の第2実施形態である磁歪式トルクセンサユニット150について説明するが、シャフト20、磁歪膜30a, 30b、差動増幅器50、および、CPU60については、第1実施形態と同様であるので相違点のみ説明する。

【0023】

ブリッジ回路10は、4個のスイッチング素子10a, 10b, 10c, 10dを備えており、スイッチング素子10a, 10cはpチャネルMOSFETであり、スイッチング素子10b, 10dはnチャネルMOSFETである。スイッチング素子10aおよびスイッチング素子10cのドレインが検出コイル電源に接続され、スイッチング素子10bおよびスイッチング素子10dのソースが接地されている。また、スイッチング素子10aのソースとスイッチング素子10bのドレインと端子S1とが接続され、スイッチング素子10cのソースとスイッチング素子10dのドレインと端子S2とが接続されている。また、スイッチング素子10aのゲートとスイッチング素子10bとゲート端子G1とが接続され、スイッチング素子10cのゲートとスイッチング素子10dのゲートとゲート端子G2とが接続されている。これにより、スイッチング素子10a, 10bあるいはスイッチング素子10c, 10dは、ゲート端子G1, G2を電源電位にすると端子S1, S2が接地電位になり、ゲート端子G1, G2を接地電位にすると端子S1, S2が電源電位になるインバータ回路を構成する。

【0024】

検出コイル40a, 40b, 40c, 40d自体は第1実施形態と同様であるが、接続方法が第1実施形態と異なる。すなわち、検出コイル40bの一端と検出コイル40cの一端とブリッジ回路10の端子S1とが接続され、この接続点の電位が監視信号AとしてCPU60に入力されている。同様に、検出コイル40aの一端と検出コイル40dの一端とブリッジ回路10の端子S2とが接続され、この接続点の電位が監視信号BとしてCPU60に入力されている。また、検出コイル40aの他端と検出コイル40bの他端との接続点VS1が差動増幅器50の非反転入力(+)に接続され、検出コイル40cの他端と検出コイル40dの他端との接続点VS2が差動増幅器50の反転入力(-)に接続されている。また、インバータ55は、励磁信号Iを用いてその反転信号を生成するものである。励磁信号Iがブリッジ回路10のゲート端子G2に入力され、その反転信号がゲート端子G1に入力されている。

【0025】

この構成によれば、ブリッジ回路10は、端子G1を接地電位にすることにより端子S1が電源電位になり、ゲート端子G1を検出コイル電源の電源電位にすることにより端子S1が接地電位になる。同様に、ゲート端子G2を接地電位にすることにより端子S2が電源電位になり、ゲート端子G2を電源電位にすることにより端子S2が接地電位になる。

【0026】

図4は、シャフト20に、検出コイル40a, 40b, 40c, 40dが巻回された様子を示した図である。シャフト20の近接する軸方向2箇所磁歪膜30a, 30bが被着され、検出コイル40a, 40cが磁歪膜30bの表面の軸方向2箇所、シャフト20に離間して挿入され、検出コイル40b, 40dが磁歪膜30aの表面の軸方向2箇所、シャフト20に離間して挿入されている。なお、巻線の巻回方向は、同一方向であり磁界H1, H2, H3, H4を打ち消していない。また、検出コイル40a, 40dと検出コイル40b, 40cとの間には矩形波電圧が印加され、検出コイル40aと検出コイル40bとの接続点VS1が引き出され、検出コイル40cと検出コイル40dとの接続点VS2が引き出されている。

【0027】

10

20

30

40

50

次に、図5を参照して、本実施形態の各部の波形を説明する。図5(a)は、励磁信号の波形であり、パルス幅 T_1 、デューティ $1/2$ の矩形波の連続信号である。図5(b)は、監視信号Aの波形であり、正常時にはブリッジ回路10の端子S1の矩形波電圧波形が現れ、スイッチング素子10bがON故障する故障時には、接地電位が継続する。図5(c)は、監視信号Bの波形であり、正常時にはブリッジ回路10の端子S2の矩形波電圧波形が現れ、スイッチング素子10dがON故障する故障時には、接地電位が継続する。

【0028】

図5(d)は、検出コイル電圧の波形である。励磁信号Iのハイレベル信号がブリッジ回路10のゲート端子G2に印加され、この反転信号であるローレベル信号がゲート端子G1に印加されると、端子S2が接地電位になり、端子S1が電源電位となる。一方、励磁信号Iのローレベル信号がゲート端子G2に印加され、この反転信号であるハイレベル信号がゲート端子G1に印加されると、端子S1が接地電位になり、端子S2が電源電位になる。これにより、検出コイル40a, 40bの直列回路、および、検出コイル40c, 40dの直列回路には、正および負の電圧に交互に反転する矩形波交流電圧が印加される。一方、スイッチング素子10b, 10dあるいはスイッチング素子10a, 10cがON故障する故障時には、検出コイル40a, 40b, 40c, 40dには電圧が印加されない。

【0029】

図5(e)は、検出コイル電流の波形である、検出コイル40a, 40b, 40c, 40dに正の電圧が印加されると、インダクタンスの逆数を比例係数として時間的に単調増加する電流が流れる。また、検出コイル40a, 40b, 40c, 40dに負の電圧が印加されると時間的に単調減少する電流が流れる。このとき、増加電流あるいは減少電流は、パルス幅 T_1 により制限され、飽和電流は流れない。なお、インダクタンスを規定する透磁率は非線形特性を有するので、電流は直線的には変化しない。一方、スイッチング素子10b, 10dあるいはスイッチング素子10a, 10cがON故障する故障時には、電流が流れない。また、励磁信号が5Vに張り付いた状況では、ゲート端子G1の電位が0Vであり、ゲート端子G2の電位が5Vとなり、スイッチング素子10a, 10dが常に導通状態になる。この場合は、検出コイル電源からの電流が常に検出コイルに供給されることになる。

【0030】

なお、波形を図示しないが、スイッチング素子10aがON故障すると端子S1すなわち監視信号Aが電源電位となり、検出コイル40a, 40b, 40c, 40dには電源電位と接地電位との間で矩形波電圧が印加される。また、スイッチング素子10cがON故障すると端子S2すなわち監視信号Bが電源電位となり、検出コイル40a, 40b, 40c, 40dには電源電位と接地電位との間で矩形波電圧が印加される。すなわち、本実施形態によれば、監視信号A, Bが接地電位あるいは電源電位で継続している否かを判定することによってスイッチング素子10a, 10b, 10c, 10dがON故障しているか否かが判定される。

【0031】

(使用例)

次に、前記実施形態の磁歪式トルクセンサユニット100, 150が使用される電動パワーステアリング装置について、図6を参照して説明する。

電動パワーステアリング装置200は、操向ハンドル210を回転させると操向ハンドル210に直結するステアリング軸であるシャフト20は、ラックピニオン機構270を構成するピニオン260を回転し、これによってラック軸250を移動させて転舵輪220の方向を変える。このとき、検出コイル40を用いて磁歪式トルクセンサユニット100, 150が検出したトルク信号Tに応じて、制御装置230が電動機240を駆動制御する。電動機240は、動力伝達機構280を介してピニオン260を回転させ、操向ハンドル210の操舵トルクを軽減するように動作する。なお、運転者の操舵トルクをTH

10

20

30

40

50

とし、ピニオン 260 に伝達されるトルクを TP とし、電動機 240 による補助トルクの大きさに関連した定数を KA とすると、 $TH = TP / (1 + KA)$ の関係が成立する。また、磁歪式トルクセンサユニット 100, 150 は、操向ハンドル 210 と転舵輪 220 とが機械的に切り離されたステアバイワイヤ (Steer_By_Wire) にも適用可能である。

【0032】

(比較例)

次に、本発明に関連する比較例について説明する。

図 7 に記載のトルク検出回路は、抵抗器 R1 と、検出コイル 40a と、検出コイル 40b と、抵抗器 R2 とがこの順番で直列接続されている。すなわち、検出コイル 40a, 40b が直列接続されている点で前記各実施形態と一致するが、抵抗器 R1, R2 も直列接続されている点で相違する。スイッチング素子 15c は、トランジスタであり、コレクタが検出コイル 40a と検出コイル 40b との接続点に接続されており、エミッタが接地され、ベースには励磁信号 (電流信号) が入力されている。また、抵抗器 R1 の一端と抵抗器 R2 の一端とが検出コイル電源に接続され、抵抗器 R1 の他端と検出コイル 40a との接続点 VS1 が引き出され、抵抗器 R2 の他端と検出コイル 40b との接続点 VS2 が引き出されている。

10

【0033】

通常時に、High レベルの励磁信号が入力され、スイッチング素子 15c が ON 状態になると、検出コイル 40a, 40b、および、抵抗器 R1, R2 には、指数関数的に増加する電流が流れる。このとき増加電流の最大値は励磁信号のパルス幅によって制限され、接続点 VS1, VS2 の最大電圧を測定すれば、検出コイル 40a, 40b のインダクタンスを測定することができる。また、Low レベルの励磁信号が入力され、スイッチング素子 15c が OFF 状態になると、増加した電流が指数関数的に減少する。そして、検出コイル 40a, 40b のインダクタンスが変化すると、接続点 VS1, VS2 の電位が変動する。

20

【0034】

一方、スイッチング素子 15c が ON 故障する異常時には、コレクタ電位が接地電位に維持され、検出コイル 40a, 40b、および、抵抗器 R1, R2 には、電流が指数関数的に増加し、抵抗器 R1, R2 の抵抗値によって制限される最大電流が定常的に流れる。このとき、接続点 VS1, VS2 の電位は継続的に接地電位となるので、異常状態として検出することができる。

30

【0035】

(変形例)

本発明は前記した実施形態に限定されるものではなく、例えば、以下のような種々の変形が可能である。

(1) 前記第 1 実施形態は、検出コイル 40a, 40b, 40c, 40d と直列接続されたスイッチング素子 15a, 15b の両端電圧を監視したが、検出コイル 40a, 40b, 40c, 40d に流れる電流を監視することもでき、電流監視も駆動状態監視手段に含まれる。

(2) 前記各実施形態では、検出コイル 40c, 40d を検出コイル 40a, 40b の逆方向に接続して接続点 VS1 と接続点 VS2 との差動出力を得たが、同方向に接続するとトルク印加により同方向に電位変動し、差動出力はゼロ点近傍になる。言い換えれば、異常が発生するとゼロ点でなくなるので、これを検出して異常検出手段とすることができる。

40

(3) 前記第 1 実施形態では、スイッチング素子 15a, 15b にトランジスタを用いたが FET, IGBT 等を用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図 1】本発明の一実施形態である磁歪式トルクセンサユニットの構成図である。

【図 2】本発明の一実施形態である磁歪式トルクセンサユニットの各部の波形を示す図で

50

ある。

【図3】本発明の他の実施形態である磁歪式トルクセンサユニットの構成図である。

【図4】シャフトに検出コイルが巻回された状態および接続方法を示した図である。

【図5】本発明の他の実施形態である磁歪式トルクセンサユニットの各部の波形を示す図である。

【図6】電動パワーステアリング装置の構成図である。

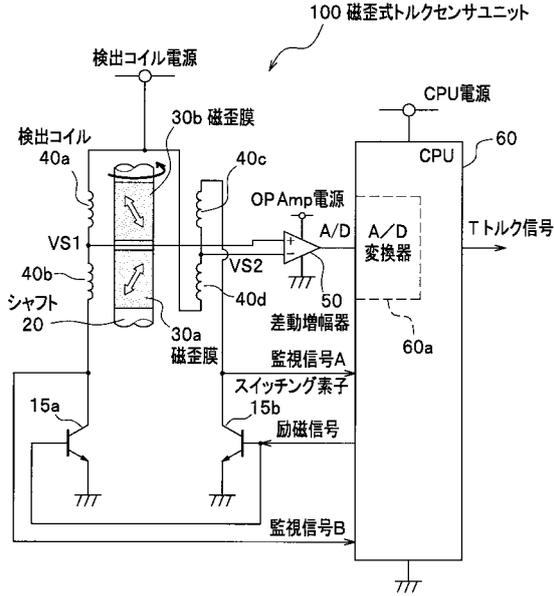
【図7】比較例であるトルク検出回路の構成図である。

【符号の説明】

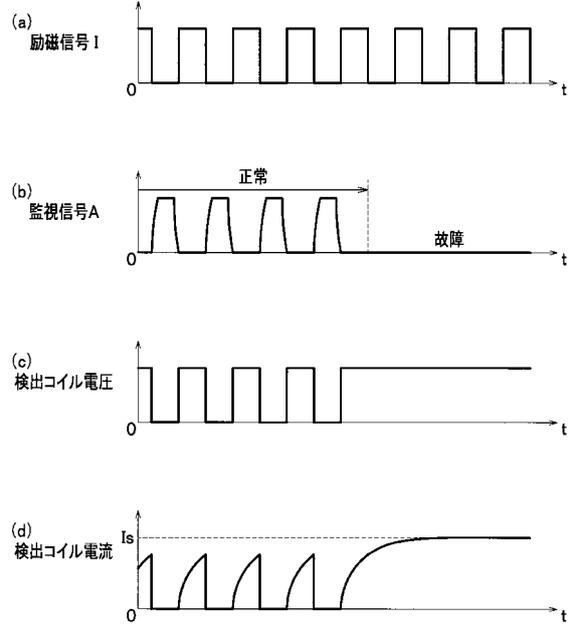
【0037】

10	ブリッジ回路	10
10a, 10b, 10c, 10d	スイッチング素子	
15a, 15b, 15c	スイッチング素子	
20	シャフト(ステアリング軸)	
30a, 30b	磁歪膜(磁気特性変化部材)	
40, 40a, 40b, 40c, 40d	検出コイル(検出手段)	
50	差動増幅器	
55	インバータ	
60	CPU	
60a	A/D変換器	
100, 150	磁歪式トルクセンサユニット	20
200	電動パワーステアリング装置	
210	操向ハンドル	
220	転舵輪	
230	制御装置	
240	電動機	
250	ラック軸	
260	ピニオン	
270	ラックピニオン機構	
280	動力伝達機構	
R1, R2	抵抗器	30
VS1, VS2	接続点	

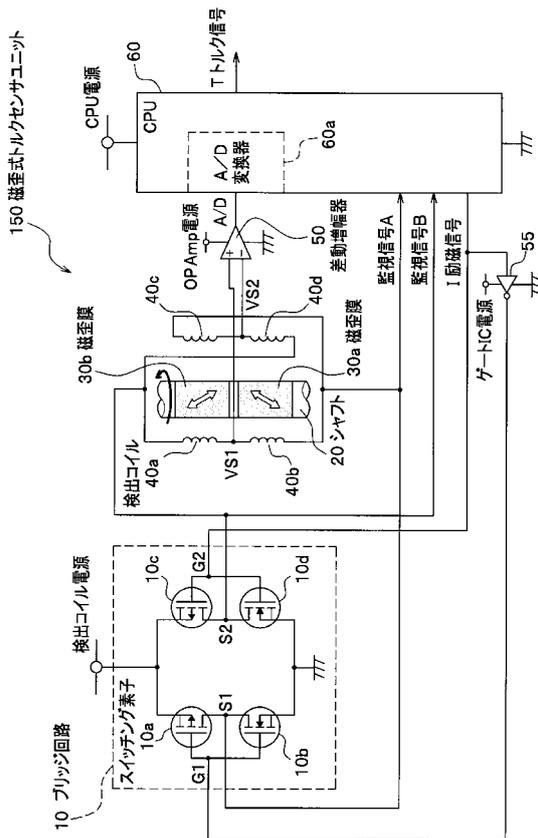
【 図 1 】



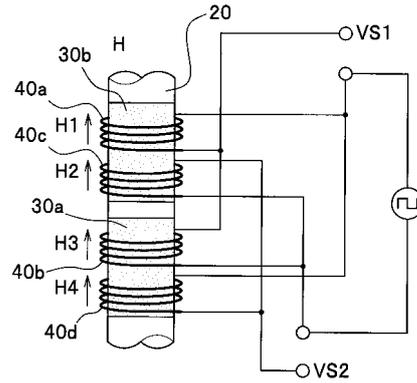
【 図 2 】



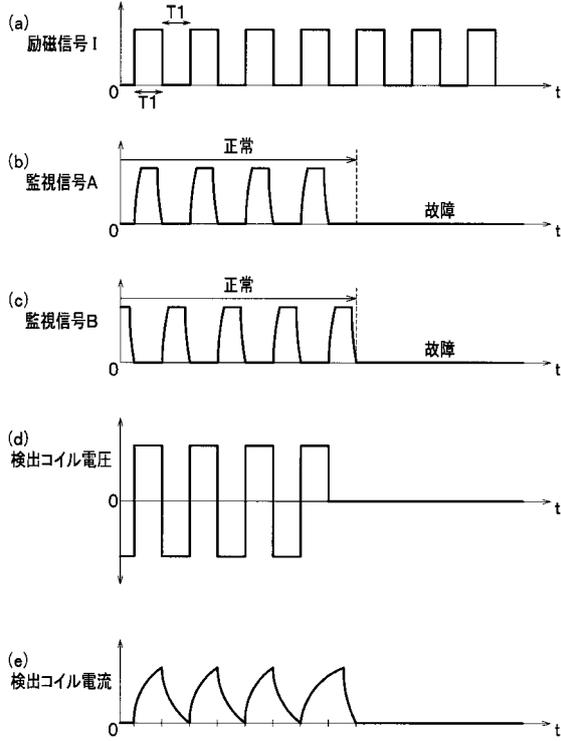
【 図 3 】



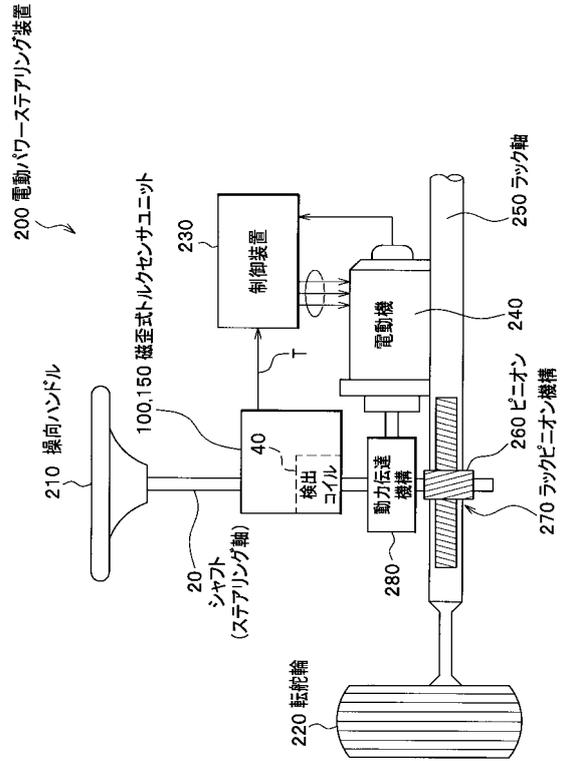
【 図 4 】



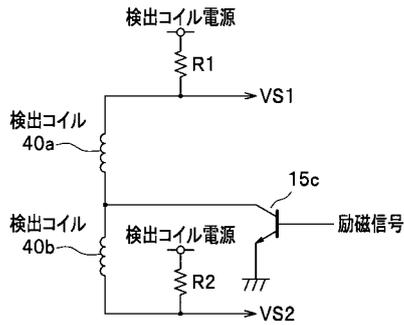
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 末吉 俊一郎
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 大庭 吉裕
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 有村 豊
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 三好 尚
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

審査官 上田 正樹

- (56)参考文献 特開2004-020199(JP,A)
特開2005-321316(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01L 3/10