

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-517947

(P2005-517947A)

(43) 公表日 平成17年6月16日(2005.6.16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 L 3/10

F I

G 0 1 L 3/10 3 0 1 H

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2003-570091 (P2003-570091)  
 (86) (22) 出願日 平成15年2月24日 (2003.2.24)  
 (85) 翻訳文提出日 平成16年10月20日 (2004.10.20)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2003/001908  
 (87) 国際公開番号 W02003/071232  
 (87) 国際公開日 平成15年8月28日 (2003.8.28)  
 (31) 優先権主張番号 0204213.3  
 (32) 優先日 平成14年2月22日 (2002.2.22)  
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

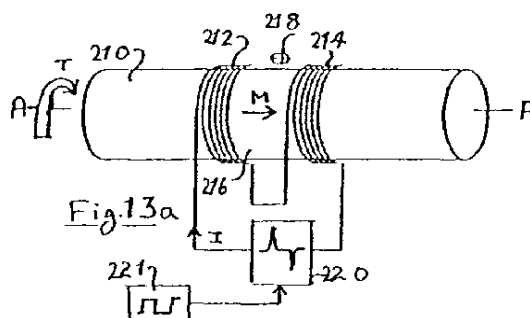
(71) 出願人 504318197  
 ファスト テクノロジー アクチェンゲゼ  
 ルシャフト  
 ドイツ連邦共和国, 85521 オットブ  
 ルン, ゲベルベゲビート リーメルリンク  
 , オットーハーナーシュトラッセ 24  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100092624  
 弁理士 鶴田 準一  
 (74) 代理人 100102819  
 弁理士 島田 哲郎  
 (74) 代理人 100108383  
 弁理士 下道 晶久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コイル及び磁界センサを用いた (接線方向、周方向における) パルス化されたトルク、力又は一般の測定

## (57) 【要約】

例えば、シャフト (210) の部分におけるトルクを測定する方法であって、トルクが印加される軸の回りに巻かれた少なくとも1つのコイル (212) が、トルク依存の成分を放射する交番の極性の磁界をその部分に生成するように AC 活性化される。磁界センサ配置 (218) が、放射された成分にตอบสนองしてトルクを示す信号を生成する。少なくとも1つのコイルは、交番の極性で、相対的に小さいデューティサイクルを有する活性化電流パルス列 (220) により活性化される。センサ配置は、活性化パルスに対応する交番のセンサパルスを生成し、そしてセンサパルスは、ピーク・ツー・ピークの形で測定されて、トルクを表す出力信号を生成する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

例えば、シャフトの部分におけるトルクを測定する方法であって、前記部分の軸の回りのトルクが印加される軸の回りに巻かれた少なくとも 1 つのコイルが、トルク依存の成分を放射する交番の極性の磁界を前記部分に生成するように A C 活性化され、磁界センサ配置が前記放射された成分に应答してトルクを示す信号を生成し、

前記少なくとも 1 つのコイルは、交番の極性で、相対的に小さいデューティサイクルを有する活性化電流パルス列により活性化され、

前記センサ配置は、前記活性化パルスに対応する交番のセンサパルスを生成し、そして

前記センサパルスは、ピーク・ツー・ピークの形で測定されて、トルクを表す出力信号を生成する方法。 10

## 【請求項 2】

前記活性化パルスは、例えば長方形（正方形を含む）の波形のようなスイッチング波形を微分することにより発生される請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記スイッチング波形は、容量を通して少なくとも 1 つのコイルに印加される請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記活性化パルス列は、スイッチングブリッジ回路により発生され、前記スイッチングブリッジ回路の入力対角に D C 入力印加され、前記スイッチングブリッジ回路の出力対角に前記少なくとも 1 つのコイルが前記ブリッジ回路のスイッチングに起因する A C 波形を受けると接続される請求項 1 に記載の方法。 20

## 【請求項 5】

前記少なくとも 1 つのコイルが活性化される前記回路の経路は、直列容量を有する請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記直列容量は、前記出力対角に接続される前記少なくとも 1 つのコイルと直列に接続されている請求項 5 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記少なくとも 1 つのコイルは、第 1 及び第 2 の軸方向に離れたコイルを備え、前記部分の変換器領域が前記第 1 と第 2 のコイルの間に規定される請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の方法。 30

## 【請求項 8】

前記第 1 と第 2 のコイルは、直列に接続され、前記変換器領域内の軸方向を向いた磁界を付加的に生成する請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記センサ配置は、磁界の接線方向又は周方向を向いた成分を検出するように向けられたセンサデバイスを備える請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記センサ配置は、磁界の接線方向又は周方向を向いた成分の検出のために、単一の位置で作用する単一センサデバイスを備える請求項 9 に記載の方法。 40

## 【請求項 11】

前記センサ配置は、前記部分のボディ形状の外に配置されたセンサデバイスを備える請求項 7 又は 8 に記載の方法。

## 【請求項 12】

前記センサ配置は、前記部分のボディ形状の実質的に内部に配置されるように、前記部分の切り欠き、窪み又は空洞内に配置されたセンサデバイスを備える請求項 7 又は 8 に記載の方法。

## 【請求項 13】

前記センサ配置は、単一の位置で動作し、前記磁界の接線方向又は周方向に向いた成分 50

を検出するように向けられた単一センサデバイスを備える請求項 1 1 又は 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

例えば、シャフトの部分においてその回りに印加されるトルクを測定する装置であって

、  
前記部分の軸の回りに巻かれた少なくとも 1 つのコイルと、

前記少なくとも 1 つのコイルを交流で活性化して、前記部分内のトルク依存の成分を放射する交番の極性の磁界を前記部分に生成する活性化手段と、

前記放射された成分に応答してトルクを示す信号を生成する磁界センサ配置を含む処理手段とを備え、

前記活性化手段は、前記少なくとも 1 つのコイル内に、交番の極性で、相対的に小さいデューティサイクルを有する活性化電流パルス列を発生するように動作し、

前記センサ配置は、前記電流パルス列に対応する、交番の極性のトルク依存信号パルス列を提供するように動作し、

前記信号処理手段は、前記信号パルス列に응答して、前記信号パルス列のピーク・ツー・ピークの値に依存するトルクを表す出力信号を生成する装置。

【請求項 1 5】

前記活性化手段は、DC 電源から例えば長方形（正方形を含む）の波形のようなスイッチング波形を発生する手段と、前記少なくとも 1 つのコイルに印加するために前記波形を微分する手段とを備える請求項 1 4 に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記微分手段は、前記少なくとも 1 つのコイルが活性化される回路経路に直列な容量を備える請求項 1 5 に記載の装置。

【請求項 1 7】

前記スイッチング波形を発生する手段は、各アームに制御スイッチを有する全波ブリッジ回路を備え、前記少なくとも 1 つのコイルは、活性化電流源が接続可能な他の対角を横切る前記ブリッジ回路の 1 つの対角を横切って接続される請求項 1 4、1 5 又は 1 6 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 1 8】

前記活性化手段は、各アームに制御スイッチを有する全波ブリッジ回路を備え、前記少なくとも 1 つのコイルは、活性化電流源が接続可能な他の対角を横切る前記ブリッジ回路の 1 つの対角を横切って容量と直列に接続される請求項 1 4 に記載の装置。

【請求項 1 9】

前記少なくとも 1 つのコイルは、前記部分の変換器領域が規定される間に第 1 及び第 2 の軸方向に離れたコイルを備える請求項 1 4 から 1 8 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 2 0】

前記第 1 及び第 2 のコイルは、直列に接続され、前記変換器領域内の軸方向を向いた磁界を付加的に生成する請求項 1 9 に記載の装置。

【請求項 2 1】

前記センサ配置は、磁界の接線方向又は周方向を向いた成分を検出するように向けられたセンサデバイスを備える請求項 1 4 から 2 0 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 2 2】

前記センサ配置は、磁界の接線方向又は周方向を向いた成分の検出のために、単一の位置で作用する単一センサデバイスを備える請求項 2 に記載の装置。

【請求項 2 3】

前記センサ配置は、前記部分のボディ形状の外に配置されたセンサデバイスを備える請求項 2 1 又は 2 2 に記載の装置。

【請求項 2 4】

前記センサ配置は、前記部分のボディ形状の実質的に内部に配置されるように、前記部分の切り欠き、窪み又は空洞内に配置されたセンサデバイスを備える請求項 2 1 又は 2 2

10

20

30

40

50

に記載の装置。

【請求項 25】

前記センサ配置は、単一の位置で動作し、前記磁界の接線方向又は周方向に向いた成分を検出するように向けられた単一センサデバイスを備える請求項 23 又は 24 に記載の装置。

【請求項 26】

前記少なくとも 1 つのコイルは単一のコイルを備え、前記センサ配置は、前記単一コイルの一方の端に近接して配置され、前記磁界の接線方向又は周方向に向いた成分にตอบสนองするように配置される請求項 1 に記載の方法又は請求項 14 に記載の装置。

【請求項 27】

シャフト又は他の部分（合わせて「シャフト」と称する）におけるトルクを、  
長手軸の回りのトルクの印加のために取り付けられたシャフトであって、前記シャフトの少なくとも 1 領域は強磁性体材料であるシャフトと、  
前記領域の回りに巻かれ、前記領域内で軸方向の磁化を呈するように活性化可能なコイルと、

前記コイル及び前記領域に隣接して巻き付けられた少なくとも 1 つのセンサデバイスを備え、前記センサデバイスが前記領域の外部の磁界の接線方向（周方向）に向いた成分を検出するように向けられているセンサ配置とを備える変換器手段により、

測定する方法であって、

前記コイルは、交番の極性で、相対的に小さいデューティサイクルを有する活性化電流パルス列で活性化され、

前記センサ配置は、前記活性化パルスに対応する交番の極性のセンサパルスを生成し、

前記センサパルスは、ピーク・ツー・ピークの形で測定されて、トルクを表す出力信号を生成する方法。

【請求項 28】

細長い部材に印加される力を、

前記細長い部材をその長手軸の回りに角度的に傾げるか又は曲げる力の印加を受けるように取り付けられ、前記傾き又は曲げが起きる部分に少なくとも強磁性体材料の領域を有する細長い部材と、

前記領域の回りに取り付けられ、前記領域内に軸方向に向いた磁化を呈するように活性化可能なコイルと、

前記コイル及び前記領域に隣接して巻き付けられた少なくとも 1 つのセンサデバイスを備え、前記センサデバイスが前記領域の外部の磁界の接線方向（周方向）に向いた成分を検出するように向けられているセンサ配置とを備える変換器手段により、

測定する方法であって、

前記コイルは、交番の極性で、相対的に小さいデューティサイクルを有する活性化電流パルス列で活性化され、

前記センサ配置は、前記活性化パルスに対応する交番の極性のセンサパルスを生成し、

前記センサパルスは、ピーク・ツー・ピークの形で測定されて、トルクを表す出力信号を生成する方法。

【請求項 29】

前記コイル及び前記少なくとも 1 つのセンサデバイスは、単一の変換器アセンブリ内に較正される請求項 27 又は 28 に記載の方法。

【請求項 30】

前記活性化パルスは、例えば長方形（正方形を含む）の波形のようなスイッチング波形を微分することにより発生される請求項 28、29 又は 30 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 31】

前記スイッチング波形は、容量を通して前記少なくとも 1 つのコイルに印加される請求項 30 に記載の方法。

10

20

30

40

50

**【請求項 3 2】**

前記活性化パルス列は、スイッチングブリッジ回路により発生され、前記スイッチングブリッジ回路の入力対角に D C 入力印加され、前記スイッチングブリッジ回路の出力対角に前記少なくとも 1 つのコイルが前記ブリッジ回路のスイッチングに起因する A C 波形を受けるように接続される請求項 2 7、2 8 又は 2 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

**【請求項 3 3】**

前記少なくとも 1 つのコイルが活性化される前記回路の経路は、直列容量を有する請求項 3 2 に記載の方法。

**【請求項 3 4】**

前記直列容量は、前記出力対角に接続される前記少なくとも 1 つのコイルと直列に接続されている請求項 3 3 に記載の方法。 10

**【請求項 3 5】**

軸の回りに巻かれ、軸の空洞を有し、前記空洞内で受けることが可能なシャフト又は他の細長い部材の強磁性体の部分に軸方向に向いた磁界を生成するように活性化されるコイルと、

前記コイルを交流で活性化して、前記部分内のトルク依存の成分を放射する交番の極性の磁界を前記部分に生成し、相対的に小さなデューティサイクルを有する交番の極性の電流パルス列を前記コイル内に発生する活性化手段と、

前記空洞内で受けた強磁性体材料の部分に関する磁界成分を検出するように、前記コイルの端及び前記空洞に隣接して配置された少なくとも 1 つのセンサデバイスを備え、前記センサデバイスは、前記軸に対して接線（周）方向の磁界成分を検出するように向けられており、前記電流パルス列に対応した交番の極性のトルク依存信号パルス列を提供するように動作するセンサ配置と、 20

前記信号パルス列に応答して、前記信号パルス列のピーク・ツー・ピークの値に依存するトルクを表す出力信号を生成する信号処理手段とを備える変換器アセンブリ。

**【請求項 3 6】**

前記活性化手段は、D C 電源から例えば長方形（正方形を含む）の波形のようなスイッチング波形を発生する手段と、前記コイルに印加するために前記波形を微分する手段とを備える請求項 3 5 に記載の変換器アセンブリ。

**【請求項 3 7】**

前記微分手段は、前記コイルが活性化される回路経路に直列な容量を備える請求項 3 6 に記載の変換器アセンブリ。 30

**【請求項 3 8】**

前記スイッチング波形を発生する手段は、各アームに制御スイッチを有する全波ブリッジ回路を備え、前記コイルは、活性化電流源が接続可能な他の対角を横切る前記ブリッジ回路の 1 つの対角を横切って接続される請求項 3 5、3 6 又は 3 7 のいずれか 1 項に記載の変換器アセンブリ。

**【請求項 3 9】**

前記活性化手段は、各アームに制御スイッチを有する全波ブリッジ回路を備え、前記コイルは、活性化電流源が接続可能な他の対角を横切る前記ブリッジ回路の 1 つの対角を横切って容量と直列に接続される請求項 3 5 に記載の変換器アセンブリ。 40

**【請求項 4 0】**

前記コイル及び前記少なくとも 1 つのセンサは、単一アセンブリである請求項 3 5 から 3 9 のいずれか 1 項に記載の変換器アセンブリ。

**【請求項 4 1】**

前記シャフトは、前記シャフトの長手軸の回りのトルクの印加のために取り付けられ、前記シャフトの少なくとも 1 領域は強磁性体材料であり、

前記少なくとも 1 つのコイルは、前記領域の回りに巻かれ、前記領域内で軸方向の磁化を呈するように活性化可能であり、

前記センサ配置は、前記コイル及び前記領域に隣接して巻き付けられた少なくとも 1 つ 50

のセンサデバイスを備え、前記センサデバイスが前記領域の外部の磁界の接線方向（周方向）を向いた成分を検出するように向けられているセンサ配置とを備える請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4 2】

前記シャフトは、前記シャフトの長手軸の回りのトルクの印加のために取り付けられ、前記シャフトの少なくとも 1 領域は強磁性体材料であり、

前記少なくとも 1 つのコイルは、前記領域の回りに巻かれ、前記領域内で軸方向の磁化を呈するように活性化可能であり、

前記センサ配置は、前記コイル及び前記領域に隣接して巻き付けられた少なくとも 1 つのセンサデバイスを備え、前記センサデバイスが前記領域の外部の磁界の接線方向（周方向）を向いた成分を検出するように向けられているセンサ配置とを備える請求項 1 4 に記載の装置。 10

【請求項 4 3】

前記センサ配置は、それぞれが磁界の検出の最大感度の軸を有する第 1 及び第 2 のセンサデバイスを備え、前記第 1 及び第 2 のセンサデバイスは、それらの最大感度軸が互いにある角度を有して、当該角度内に組み合わせた応答軸が存在し、好ましくは前記応答軸が当該角度を 2 等分するように配置される請求項 1、2 7 又は 2 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 4 4】

前記センサ配置は、それぞれが磁界の検出の最大感度の軸を有する第 1 及び第 2 のセンサデバイスを備え、前記第 1 及び第 2 のセンサデバイスは、それらの最大感度軸が互いにある角度を有して、当該角度内に組み合わせた応答軸が存在し、好ましくは前記応答軸が当該角度を 2 等分するように配置される請求項 1 4 に記載の装置。 20

【請求項 4 5】

前記センサ配置は、それぞれが磁界の検出の最大感度の軸を有する第 1 及び第 2 のセンサデバイスを備え、前記第 1 及び第 2 のセンサデバイスは、それらの最大感度軸が互いにある角度を有して、当該角度内に組み合わせた応答軸が存在し、好ましくは前記応答軸が当該角度を 2 等分するように配置される請求項 3 5 に記載の変換器アセンブリ。

【請求項 4 6】

前記少なくとも 1 つのコイルは、そのそれぞれの側に対して軸方向に配置され、前記変換器領域の回りの前記コイルの磁界の逆極性の磁界を生成するように活性化されるように接続されるそれぞれ別のコイルを有する請求項 1、2 7 又は 2 8 のいずれか 1 項に記載の方法。 30

【請求項 4 7】

前記少なくとも 1 つのコイルは、そのそれぞれの側に対して軸方向に配置され、前記変換器領域の回りの前記コイルの磁界の逆極性の磁界を生成するように活性化されるように接続されるそれぞれ別のコイルを有する請求項 1 4 に記載の装置。

【請求項 4 8】

前記少なくとも 1 つのコイルは、そのそれぞれの側に対して軸方向に配置され、前記変換器領域の回りの前記コイルの磁界の逆極性の磁界を生成するように活性化されるように接続されるそれぞれ別のコイルを有する請求項 3 5 に記載の変換器アセンブリ。 40

【請求項 4 9】

前記最初に言及したコイルと同軸の軸の回りにそれぞれ巻かれた第 1 及び第 2 の別のコイルを更に配置し、前記最初に言及したコイルと共通の軸に沿って、前記第 1 及び第 2 の別のコイルの間に離れて配置された軸方向の空洞を有し、3 個すべてのコイルを通して伸びるシャフト又は他の細長い部材の強磁性体部分を前記空洞で受ける請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 5 0】

前記最初に言及したコイルと同軸の軸の回りにそれぞれ巻かれた第 1 及び第 2 の別のコイルを更に備え、前記最初に言及したコイルと共通の軸に沿って、前記第 1 及び第 2 の別 50

のコイルの間に離れて配置された軸方向の空洞を有し、3個すべてのコイルを通して伸びるシャフト又は他の細長い部材の強磁性体部分を前記空洞で受ける請求項47に記載の装置。

【請求項51】

前記最初に言及したコイルと同軸の軸の回りにそれぞれ巻かれた第1及び第2の別のコイルを更に備え、前記最初に言及したコイルと共通の軸に沿って、前記第1及び第2の別のコイルの間に離れて配置された軸方向の空洞を有し、3個すべてのコイルを通して伸びるシャフト又は他の細長い部材の強磁性体部分を前記空洞で受ける請求項48に記載の変換器アセンブリ。

【請求項52】

3個すべてのコイルは直列に接続され、前記第1及び第2の別のコイルは、前記最初に言及したコイルにより発生される磁界と逆極性の磁界を発生するように活性化される請求項51に記載の変換器アセンブリ。

【請求項53】

3個すべてのコイルは直列に接続され、前記第1及び第2の別のコイルは、前記最初に言及したコイルにより発生される磁界と逆極性の磁界を発生するように活性化される請求項50に記載の装置。

【請求項54】

3個すべてのコイルは直列に接続され、前記第1及び第2の別のコイルは、前記最初に言及したコイルにより発生される磁界と逆極性の磁界を発生するように活性化される請求項49に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シャフトのような部分におけるトルクを測定する方法及び装置に関する。本発明は、更に延びた部材にチルト（傾き）又はスキュー（曲げ）を与えるような力を測定する方法及び装置に関する。本発明は、更に変換器アセンブリ、特に磁気に基づく変換器及び変換器アセンブリに関する。

【背景技術】

【0002】

磁気変換器技術は、シャフトにおけるトルク又はトルク変換のための他の部品を測定するために広く受け入れられている。磁気に基づくトルク変換器は、特に長軸の回りを回転するシャフトの非接触トルクセンサに応用を見出している。1つ以上の変換器要素として使用される1つ以上の磁気領域が、シャフトの内又は表面に生成され、シャフトの外にトルク依存の磁界成分が放射され、それがシャフトに接触しないセンサ配置により検出される。

【0003】

以下の記載は、シャフトに関連して行われるが、他の関連を示さなくても、一般の部品におけるトルクの測定に適用可能であることが理解できるであろう。

【0004】

トルク変換器における変換要素として使用される磁気領域の1つの種類は自己励起であり、それは外部のトルク依存磁界を放射する永久又は記憶磁化の領域である。変換器領域はしばしば「コード化されている」として言及され、磁化の所定の構成がその中に記憶されている。

【0005】

変換器要素は、シャフト又は部品の強磁性体の一体化領域において記憶又は永久（残留）磁化の領域において生成される。この種の変換器要素は、公開された国際出願W099/56099, W001/13081, W001/79801に開示されている。記憶された磁化は、W099/56099に開示されたような強磁性体シャフトの一体化領域における周方向として知られている種類のもの、又は米国特許第5,351,555に開示されたようなシャフトに取り付けられた周方向に磁化さ

10

20

30

40

50

れたリングである。周方向の磁化は、シャフトの回りに閉じた周辺ループを形成し、印加されたトルクに応答して軸方向に向かう外部磁界を生成する。記憶された磁化の他の形はシャフトの一体化部分であり、そこでは、記憶された磁化がシャフトの軸の回りの環をしており、長軸方向、すなわちシャフト軸の方向に向いている。長軸磁化の1つの種類は、周方向（接線方向）検出の長軸磁化として知られており、W001/13081に開示されている。他の種類は、W001/79801に開示されているようなプロフィールシフトの長軸磁化として知られている。

#### 【0006】

変換器磁化のこれらすべての形式は、それらが永久磁石に記憶された残留磁気により発生される単極磁束で動作するという点で、「直流（DC）磁化」である。

10

#### 【0007】

自己励起変換器要素で使用するセンサデバイスは、ホール効果、磁気抵抗、又は飽和コア型のものである。これらのセンサデバイスは、方向に対して感度を有する。それらは、最大応答軸と、最小応答の垂直軸とを有する。

#### 【0008】

磁気変換器領域の他の種類は、領域の回りの励起されたコイル巻線により外部から活性化される。外部活性化変換器の1つの形式は、領域が励起巻線をセンサ巻線に連結し、連結がトルクに依存するトランス型である。例えば、変換器要素の透磁率はトルクに依存する。トランス型変換器は、AC活性化である。トランス型変換器の1つの例は、EP-A-0321662に開示されており、変換器領域は表面において所望の磁気異方性を有するように特別

20

#### 【0009】

トルクの伝達が強打、衝撃又は他の鋭利なパルスになるような厳しい機械的なストレスの状況下では、記憶された磁化は劣化し、変換器の動作は不満足になる。更に、トルクの測定は、大部分が不明で予測不能な形の干渉磁界のある状況でなされる必要がある。このような磁界は、製造プラント及びそのような完了で生じ易い。磁界干渉は、単極磁界、スパイク状のノイズ、局所的な電力線周波数における「AC」磁界などから生じ得る。

#### 【0010】

外部励起変換器要素の他の形式はW001/27584に開示されており、そこでは、シャフトの領域の磁化は、印加されたトルクが測定されるシャフトに同軸に取り付けられる1つ以上のコイルの励起から生じる。コイルは、軸方向に離れており、それらの間に変換器領域として規定される。コイルは直列に接続され、コイルの間に変換器領域において同じ方向で磁界を発生する。コイルは、所定の極性の長軸磁界を生成するように活性化される。変換器領域における長軸磁界は、シャフトに印加されたトルクに応じた量だけ方向が変えられ、トルクの関数である外部周方向（接線方向）の磁界成分を生成する。磁界の軸方向の成分は、周方向の成分の測定に対する参照基準を提供するように別々に検出される。もしコイルがDC活性化されるならば、その結果生じる磁界は、トルクが測定されるシャフトに沿って伸びる磁界のような他の局所的な磁界により干渉される。

30

#### 【0011】

W001/27584に開示されたトルク測定システムにおいては、離されたコイルの組は、主電力周波数のようなノイズ周波数から分離可能なように選択された周波数で活性化され、センサ出力は周波数選択方法でも検出される。トルク依存の「AC」又は交番極性（AP）の磁界成分が検出される。AC活性化を使用することにより、干渉するDC磁界はそれに対して識別でき、AC周波数は例えば50又は60Hzの局所的な電力線又は供給周波数としての干渉に対して識別するように選択できる。検出は、AC活性化に同期してもよい。検出される外部磁界は、変換器領域に取り付けられた磁性材料の離れたつばの組により、変換器領域内の長軸磁界の外部成分がつばの間の窪み内で確立するのを助成するように高められる。周方向（接線方向）配置においてトルク依存の磁界に応答するセンサ配置は、窪み内に位置する。

40

#### 【発明の開示】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0012】

これまで説明した変換器は、変換器領域が記憶された磁化でコード化されなくてもよいという利点を有する。それにもかかわらず、変換器領域は、離れた1組のコイルの間に規定されなければならない。コード化が必要でなく、小型の形状で実現でき、トルクが印加されるシャフト又は他の部品に配置するのに容易である変換器アセンブリを提供することは、利点がある。

## 【0013】

従来技術は、電位測定誤差を相殺して、干渉する磁界の影響をゼロにするのを補助するために、2つ以上のセンサデバイスを使用する各種の磁界センサ配置も開示している。小さいけれども、そのようなセンサ配置はスペースが最重要である状況では収容するのが難しい。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0014】

本発明は、干渉磁界に対する耐性がより高い磁気ベースの変換器を実現できる技術を提供することを目的とする。それは、トルクに依存する磁界成分を検出するための単一センサデバイスを使用する小型の形で実現できる。この結果、変換器要素は、離れたコイルの組又は単一コイルの活性化により生じるトルク依存の磁界を有する。変換器領域は、交番の極性の短期間の磁気パルスを受け、センサ配置により検出されるに従って微分測定がこれらのパルスに対して行われる。特に、微分測定は、ピーク・ツー・ピーク測定である。このような測定は、単一位置で作用する単一センサデバイスを利用して満足の行く程度に実現される。

## 【0015】

以下説明するように、本発明は、衝撃を受けたり、予想できない性質の干渉磁界が起きるような悪い環境で具体化できる。

## 【0016】

本発明の態様及び特徴は以下の説明を伴う特許請求の範囲に示される。

## 【0017】

本発明の1つの態様は、もしコイルがトルクを受ける強磁性体のシャフトの回りに配置され、コイルが電流で活性化されるならば、磁界は、少なくとも表面に隣接したシャフトの環状領域に現れるという考察から導出された。この磁界は、一般的に軸方向を向いている。コイルが位置するシャフトの領域におけるこのような磁界は、トルクにより歪まされ、周（接線）方向の磁界成分を発生する。この磁界成分の大きさ及び方向は、トルクの大きさ及び方向に依存する。磁界はコイル内のシャフト領域内で主として発生されるが、所望のトルク依存特性を示す十分な外部磁界がコイルの各端に非常に近接して見出され、コイルに近接したセンサにより検出できる。シャフトの外径は、シャフト上に支持されるコイルの内径に非常に近く、シャフトはコイル内を回転可能であるが、コイルにより発生された磁界がシャフトを貫通するのを可能にする。更に、長手方向又は軸方向の成分のようなコイルによって発生された磁界成分を検出するように第2センサを配置することができ、それはトルクによっては影響されないか又は実質的にそのようになる。第2センサからの信号は、トルク依存磁界成分が測定される時の基準信号を生成するのにも使用できる。

## 【0018】

本発明の他の態様は、もしコイルが強磁性体の細長い部材の回りに部材の軸に対して横方向の力を受けるように配置され、コイルが電流で活性化されるならば、少なくとも表面に隣接したシャフトの環状領域内には磁界が発生されるという考察から導出された。この磁界は、一般に軸方向を向いている。コイルが配置される部材の領域内のこのような磁界は、細長い部材に印加される横方向の力により歪まされ、力は細長い部材の軸をコイルの軸に対し傾けるか又は曲げるように働く。この力は、周（接線）方向において磁界成分を発生させ、その大きさ及び方向は傾き又は曲げの大きさ及び方向、及びそれを起こした力の大きさ及び方向に依存している。磁界の大きさは、コイル内の細長い部材の領域内に発

生されるが、所望の力に依存する特性を示す十分な外部磁界がコイルの各端に非常に近接して見出され、コイル内に近接して配置されたセンサにより検出できる。細長い部材の外部断面は、部材上に支持されたコイルの内部断面に十分に近似しており、細長い部材がコイル内で傾き又は曲がるの（変形）が可能であるが、コイルにより発生された磁界がシャフト内を貫通するのを可能にする。細長い部材は印加された力に起因する曲げモーメントを受ける。いずれにしろ、それは、印加力に応じてピボットの回りを角度変位可能であるようにピボット可能に取り付けられる。更に、第2センサは、長手方向又は軸方向の成分のようなコイルによって発生された磁界成分を検出するように第2センサを配置することができ、それはトルクによっては影響されないか又は実質的にそのようになる。第2センサからの信号は、トルク依存磁界成分が測定される時の基準信号を生成するのにも使用できる。 10

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明及びその実施例が、付属の図面を参照して説明される。

【0020】

トルク測定

図1は、円形の断面であると仮定され、長軸A-Aの回りを回転するように取り付けられたシャフト10を示す。シャフト10は、連続して回転し、ある限界角度範囲を越えて回転し、他方の端にトルクが印加されても一方の端に保持される。トルクTは端12に印加され、端14に接続された負荷（図示せず）を駆動するように示される。 20

【0021】

コイルL<sub>0</sub>は、シャフトのトルクを測定するための変換器領域として動作するシャフトの領域20の回りに取り付けられる。少なくともシャフトの変換器領域は強磁性体材料である。変換器領域は、シャフトの材料内に所望の磁界を形成し、いくつかの実用的な応用で起きるコイルに対するシャフトの軸変位を可能にするのに十分な軸長を有す必要がある。領域20は、破線により概念的な限界が示されている。コイルL<sub>0</sub>は、らせんコイルであり、単層又は多層であり、シャフト軸Aに対して同軸であり、又は巻枠の上に重ね巻きされている。コイルは、電源22により活性化され、それについては以下に更に説明される。少なくとも1つのセンサデバイス23は、コイルL<sub>0</sub>と領域20に非常に近接して取り付けられる。すなわち、デバイス23は、シャフトが受けられる軸の空隙に非常に近接している。デバイス23は、最大感度の軸が接線方向又は周方向になるように向けられている。少なくとも1つのセンサデバイス24は、最大感度の軸が接線方向又は周方向になるように、コイルに近接して取り付けられる。センサ23及び24の機能は、W0/27584の図8aにそれぞれ示されたセンサ23及び24に対応する。センサは、ホール効果又は磁気抵抗型であればよいが、公開された国際出願W098/52063に開示されたような信号調整回路に接続された飽和コア型であることが望ましい。飽和コア型センサは、8の字応答を有し、その最大応答はコア軸に沿っており、その最小応答はこの軸に垂直である。3次元応答は、最大感度の軸の回りの8の字の回転である。コイルL<sub>0</sub>を活性化する電源22は、以下により詳しく説明する。電源はコイルL<sub>0</sub>の活性化レベルを制御するように調整可能であることが望ましい。 30 40

【0022】

W001/27584は、その図8aにおいて、シャフトの回りに巻かれた2つの離れたコイルの間に細長い磁界をどのように発生させるかを開示している。変換器領域は、2つのコイルの間の部分である。これに対して、図1の実施例において、変換器領域は励起コイルL<sub>0</sub>内にあり、それを越えて伸びている。図2は、コイルL<sub>0</sub>に印加された電流により発生される外部磁界30の一般的な形を示す。それは軸A-Aの回りの環内に伸びている。それは、変換器領域20内の軸方向の磁化（長軸磁化）の環内に伸びている。この環は、シャフト表面から内部に伸びている。内部磁界は図2には示していない。最高の結果としては、コイルL<sub>0</sub>は強磁性体の変換器領域20にできるだけ近接して接続される必要がある。コイルは、シャフト10によく適合している巻枠に巻かれるが、巻枠内のシャフトの回転 50

は可能である。コイル  $L_0$  に及び領域 20 に非常に近接している磁界 30 は、トルクに感度があり、トルクがあると周方向の成分を提供し、その極性及び強度は軸 A - A に印加されるトルクの方角及び強度に依存している。センサ 23 はこの周方向の成分にตอบสนองするように配置される。センサ 24 は、コイル  $L_0$  により発生される磁界の全体レベルを表す信号を提供するように配置され、好ましくはトルクによっては実質的に影響されない軸成分を提供する。

#### 【0023】

図 3 a は、コイル  $L_0$  が巻かれた近接適合している巻棒 32 が取り付けられたシャフト 10 の斜視図を示す。巻棒 32 はそれに非常に近接している端ほお（チーク）34 a 及び 34 b を有し、シャフト表面にはセンサデバイス 23 a 及び 23 b が、最大感度の軸がシャフトに対して周方向になるように取り付けられている。配置は図 3 b に示され、そこでは、デバイス 23 a 及び 23 b は飽和コアに巻かれたインダクタンスとして表されている。既に説明したように、コイル 24 は、コイル  $L_0$  の近傍の、軸方向の磁界成分のあるどのような点にも取り付けることができ、そこから参照信号を発生させることができ、その参照信号に対してセンサ 23 a 及び 23 b からのトルク依存の信号が測定でき、又はその参照信号を他の方法で変換器の利得を制御するのに使用できる。

#### 【0024】

図 4 は、どのようにして各センサデバイス 23 a、23 b が、軸の反対側のセンサデバイスの組を備えるセンサ配置として提供できるかを示す。図 4 は、変換器領域を通る断面図を示し、シャフト 10 の変換器領域 20 の反対側に巻かれたデバイス 23 a 1 及び 23 a 2 の組を備えるセンサ配置であるセンサ 23 a を示し、すなわち軸 A - A に対する直径方向を示す。変換器アセンブリの残りの部分は図示していない。図 4 の断面図において、 $M_s$  で示されるトルク依存の磁界成分は、領域 20 の直径の反対側で逆方向に向けられ、それぞれのデバイスコイル 23 a 1 及び 23 a 2 はトルク依存成分  $M_s$  として加算されるように直列に接続され、両方のセンサデバイスに共通に作用する外部磁界  $E$  を相殺するように減算的に接続される。センサデバイス 23 a 1 及び 23 a 2 は、トルクを表す出力信号  $V_T$  が得られる信号調整回路 36 に直列に接続される。

#### 【0025】

シャフト 10 は、変換器領域 20 において軸 A - A からの偏向を生じる曲げモーメントを受けるようになっている。シャフトは、その回転においてその軸の揺れも受けるようになっている。もしシャフトが、矢印  $s$  の方向に垂直に、すなわちセンサデバイスの一方に向かい他方から離れる方向に偏向するならば、一方のデバイスは他方より大きな信号出力を提供する。出力は加算的に接続されているので、そのような偏向は少なくともある程度は相殺される。相殺は、デバイスにより検出される磁界強度がシャフト表面からの距離の二乗法則関数であるため正確ではない。しかし通常はそのような偏向は小さいことが期待でき、高度の相殺が行える。

#### 【0026】

もし偏向が矢印  $s$  の（又はそれと反対の）方向であり、偏向が小さくセンサデバイスの側方検出範囲内、すなわちデバイスで分解不能であるならば、混合した信号出力は影響されない。偏向が減少するに従って、各センサデバイス 23 a 1、23 a 2 はより小さいトルク信号出力を生成する。しかしながら、たとえシャフトが回転していなくても、偏向自体に起因する信号が各デバイスに発生される。偏向は、共通のモード効果であり、2つのデバイスの接続により相殺される。この主題は、特に図 7 を参照して更に以下で説明される。

#### 【0027】

コイル  $L_0$  の一方の端に近接しているセンサ配置は、更に拡張できる。例えば、図 5 は、変換器領域 20 に対して互いに直径の逆側及び逆の放射方向に、デバイス 23 a 1、23 a 2 に対して直角方向に取り付けられた 1 組のセンサデバイス 23 a 3 及び 23 a 4 を付加したものを示す。デバイス 23 a 1、23 a 2 は、トルク依存磁界成分については互いに及びセンサデバイス 23 a 3 及び 23 a 4 に対して加算するように、磁界成分  $E'$  に

については減算するように接続されている。

【 0 0 2 8 】

図 3 a 及び図 3 b のセンサデバイスとして、センサデバイスの 1 つ以上の組を同じに適用するのが適当である。更に、シャフトの回りに配置されるセンサデバイス 2 3 a 及び 2 3 b、またはそのより複雑なセンサ配置は必要でないことが重要である。各センサデバイスはそれぞれの検出回路及び必要に応じて組み合わせられる個別の回路の出力に接続できるのも好ましいことである。

【 0 0 2 9 】

ここまで行われた説明はコイルの D C 活性化を仮定していた。これは D C 磁界と呼ばれるものになる。D C 磁界の使用における応答の信頼性のため、上記の W001/79801 に記載されているように、シャフト 1 0 は消磁又は磁気除去方法を受けていることが望ましい。上記で説明したセンサ配置においては、D C 磁界の適用は現在使用している回路の最速のトルク信号応答をもたらす。すなわち回路全体が信号変化に対して最高のバンド幅を示す。しかしながら、A C 活性化を採用してもよい。A C 活性化は、いくつかの利点を有するが、他の要因も考慮しなければならない。A C 変換器システム 4 0 が図 6 に示されており、W001/27584 の図 1 2 に示されたものと比較される。A C 電源 4 2 は、周波数  $f$  でコイル  $L_D$  を活性化する。電源は両極性のパルス電源である。センサ配置 2 4 に接続される信号調整回路 4 4 は、フィルタ機能 4 6 を備えており、センサ配置 2 4 により検出された周波数  $f$  における磁界成分を取り出す。フィルタは、電源 4 2 から駆動され、破線で示されるように、フィルタ 4 6 が電源周波数  $f$  を追跡するのを保証する。回路 4 4 における検出器が電源 4 2 からの信号により駆動される同期検出が使用される。同様に、センサ配置 2 3 は、フィルタ機能 5 0 を有する周波数選択的信号調整回路 4 8 に接続され、トルク依存の磁界成分を表す出力を提供する。この成分は、回路 4 4 から得られた参照レベル成分と一緒に、信号処理回路 5 2 に印加され、そこからトルクを表す出力  $V_T$  が得られる。フィルタリング及び信号処理機能は、ハードウェア又はソフトウェアで実行され、フィルタリングは全信号経路における各種の点で実行されることが理解される。電源 / フィルタシステムの動作周波数  $f$  は、例えば電源 (メイン) 周波数などの電位干渉電源の周波数と十分に識別可能なように選択されることが望ましい。

【 0 0 3 0 】

飽和コア型のセンサは、1 0 k H z まで又はそれ以上で動作可能であるが、センサの応答を考慮するのに加えて、コイル  $L_D$  を駆動する性能における電源周波数応答を考慮しなければならない。他にも考慮しなければならない周波数依存特性があり、特に変換器領域がシャフトの一体部分である時には考慮しなければならない。

【 0 0 3 1 】

コイル磁界の変換器領域の材料内への浸透深さは、周波数に依存する。それはゼロ周波数、すなわち直流で最大であり、駆動周波数が増加するに従って減少する。例えば、直径 1 8 m m の F V 2 5 0 B スチールシャフトは、D C 活性化コイルによっては完全に浸透されるが、1 0 0 H z の等価な A C 電流によっては完全には浸透されない。トルク依存応答は表面に近接した環状ゾーンに集中される傾向にあるため、変換器領域の全断面の浸透は本質的ではない。しかしながら、周波数が増加するに従って、印加トルクに対するトルク依存信号出力である伝達関数の利得又は傾きは減少する傾向にあることが分かった。

【 0 0 3 2 】

上記の変換器及び変換器アセンブリは、次の利点を提供する。

【 0 0 3 3 】

( 巻枠付きの ) コイルのアセンブリ及びセンサ配置又は配置は、シャフトに取り付け可能な単体要素として作ることができ、単体構造は信号調整及び処理回路も備えることができる。

【 0 0 3 4 】

製造プロセスは、変換器領域に永久磁化を作るためのどのようなコード化方法も必要としない。同質のシャフトにおいては、どこに変換器領域を作るかは自由であり、シャフト

の所定の領域に対する変換器アセンブリの特別な配向は必要ない。

【0035】

永久磁石で起き得る時間による変換器領域の磁化の劣化はない。

【0036】

変換器の伝達関数の利得又は傾きは、変換器コイルへの駆動電流の関数である。非線形応答を生成する活性化電流のレベル、応答感度の不足は、前述のプロフィールシフト磁化により達成されるより実質的に大きくできる。

【0037】

変換器は、変換器コイル/センサアセンブリに対する変換器領域の軸変位に対して感度を有さない。

10

【0038】

選択された周波数でのACのように動作する機能は、雑音環境内での動作を可能にし、シャフト内の迷磁気に対して変換器をより耐性があるようにする。

【0039】

DCとACの両方の適用に対して考慮される他の要因は図7に示され、シャフト10、活性化コイルL及び周方向のトルク依存成分を検出するように向けられたセンサデバイス23を示す。センサデバイス23の軸B-Bの最大感度は、シャフトの軸A-Aに対して角度 $\alpha$ で配置されている。軸A-Aは図の平面内にあり、軸B-Bは図の平面に平行で、その上にある。角度 $\alpha$ は、図の平面に投影された軸B-Bとの間の角度であり、理想的には90°である。永久的に磁化された変換器領域のいくつかの形状と比較して、変換器領域が一体化される長さに沿って同質であるシャフトを有する場合のように、変換器領域が同質なシャフト材料により区切られるならば、上記の変換器アセンブリは変換器領域の軸シフトに対して感度がない。しかしながら、変換器アセンブリ(コイルにセンサ配置を加えたもの)は、角度 $\alpha$ に影響するアセンブリに対するシャフト軸の曲がり又は傾きに対して感度がある。

20

【0040】

軸の曲がりに対して感動を与え、それを柔らげることに注目する。上記の変換器アセンブリは、加えられた力の測定を可能にする好ましい方法において、軸の曲がりを使用するように適用できることも示される。

【0041】

再び図7を参照して、シャフト10にはトルクはないが、シャフト軸はコイルL<sub>0</sub>の軸に対して角度 $\alpha$ が90°でないように傾いている場合を考える。コイルが活性化される。

30

【0042】

その結果、コイルL<sub>0</sub>により発生された磁界の横方向の成分が、センサデバイス23により検出される。もし図4に示したようなセンサ配置が使用されるならば、矢印Sにより示される曲がり、両方のセンサ23a1及び23a2に対して同じ方向である。検出された磁界について、曲がり、共通モード成分として作用し、共通の外部磁界Eに類似した出力内で相殺される。この共通モード拒絶は、シャフトがトルクの下にある時に同じように得られる。トルクがある時、矢印Sと直交する曲がり、センサデバイス23a1では成分M<sub>s</sub>を増加させ、結合された出力信号V<sub>r</sub>にはほとんど影響しないセンサ23a2では成分M<sub>s</sub>を減少させる。回転中のシャフト10の揺れに対しては、一般的にこのようになる。この前述の理由は、方向Sに直交する曲がりについて、図5のセンサ配置に拡張できる。

40

【0043】

他の方法は、図7で参照番号23で示したような個別のセンサの曲がりに対する感度を低下させることで適用できる。これは図8に示され、そこでは単一のセンサデバイス23が、デバイス62及び64の組を備えるセンサユニット60により置き換えられるように示されている。そのようなシャフトは、示されていないが、その軸A-Aは示されている。B-Bは、センサ60の応答軸であり、軸A-Aに対して角度 $\alpha = 90^\circ$ にあることが望ましい。2つのセンサデバイスは、軸B-Bの各側に対して角度 $\theta$ 傾いており、すなわ

50

ち、それぞれの最大感度軸  $B_1$ 、 $B_2$  は、角度  $2\theta$  で V 字型に離れている。

#### 【0044】

両方のセンサデバイスに実質的に等しく影響するトルク依存の磁界成分の測定において、 $90^\circ$  から  $\alpha$  だけ動く傾きがあれば、一方のデバイスにより検出される磁界は増加するが、他方により検出される磁界は減少する。もし 2 つのデバイスがドットの端からドットのない端に加算するように接続されていれば、その結果得られる信号は、特に  $90^\circ$  から  $\alpha$  の小さな変位に対しては、単一デバイスの場合より角度の曲がり又は傾きにはるかに影響されなくなる。これは通常の場合である。変位の角度は角度  $\theta$  を超えないようにする。

#### 【0045】

##### 力の測定

直ぐ前の説明は、変換器コイルアセンブリ及びその関係するセンサに対するシャフトの角度傾き又は曲がりがある場合におけるトルクの測定に関係していた。そのような曲がり又は傾きが生じる 1 つの状況は、トルクが測定されるシャフトが横方向の力を受けるならば、変換器領域の位置におけるシャフト内の曲げ運動になる。補償の測定が行われない場合、どのような軸傾き又は曲がりに対する感度も、印加される力を測定するのに使用可能である。更に、この力の測定は、トルクが伝えられるシャフトへの力の印加に限定されない。力の測定は、印加される力に起因する曲げ運動を受ける長い部材、又は印加される力に応答して回転軸の回りを回転するように回転可能に取り付けられた長い部材にも適用可能である。長い部材は、これまで説明した変換器アセンブリを有するが変形したセンサ配置も有する変換器領域を、部材内に支持又は組み込むことが可能である。

#### 【0046】

図 9 は、一方の端 72 が固定され、他方の端部分 74 が自由に動ける細長い部材 70 を示しており、部材 70 の長軸 A - A に垂直に力 F が印加される状態を示す。部材 70 は、弾力があり、比較的硬く、力 F により印加された曲げモーメントに対して中間部分 76 で曲がり、曲がりの程度は印加された力の関数である。少なくとも中間部分は、強磁性体材料で作られており、変換器アセンブリ 78 のための変換器領域を提供する。変換器アセンブリ 78 は、領域 76 の回りの励起コイルと、変換器アセンブリのコイル軸に対する部材 70 の曲げにตอบสนองするように構成されたセンサ配置とを備え、コイル軸は力 F が印加されない時の歪んでいない部材 70 の軸 A - A に一致するように配置されている。変換器アセンブリは前述のように、特に傾き又は曲げの検出を行うように構成される。細長い部材の曲げの効果は、既に説明した角度的な傾き又は曲げの効果であり、シャフト 10 はもはやトルク伝達部分ではなく、曲げ可能な細長い部材 70 により置き換えられる。

#### 【0047】

例えば、図 9 のアセンブリ 78 内のセンサ配置が図 4 に示した直径の反対側の 1 組のセンサデバイスを使用するならば、センサデバイス 23a1 及び 23a2 を回路 36 に接続し、そこでデバイスの 1 つが例えばドットの端からドットの端に逆に接続され、接続は図 9 の力 F に起因する曲げ又は傾き S を相殺しないが、S に起因するセンサデバイスからの寄与を付加して、図 9 の力を表す信号  $V_F$  を提供する。もし状況がそのようであれば、シャフト内のトルクによる干渉無しにシャフト 10 の曲げ又は傾き S を測定することが望ましく、図 4 のセンサデバイス 23a1 及び 23a2 の接続の逆転は、曲げ又は傾きに対する加算的な応答を提供するだけでなく、トルク成分  $M_S$  を相殺する。

#### 【0048】

図 8 のコイル配置を有する図 9 の変換器アセンブリは、1 つのセンサデバイスの接続を逆にすることにより、部材 70 の力に依存する偏向を測定するのに適用可能であり、デバイス 62 及び 64 は例えばドットのある端からドットのある端に接続される。これで得られる出力は傾き角度  $\theta$  を表す。

#### 【0049】

図 9 は、印加力 F に対して弾性が働き、内部の曲げモーメントが測定可能な曲げ又は傾きを生じる細長い部材の使用を示すが、等価な結果が図 10 に示した変形例により達成でき、そこでは図の平面内で回転するように 92 に回転可能に取り付けられたアーム 90 が

10

20

30

40

50

その自由端 94 に印加され、測定される力を有する。この力は弾性手段 96 により抗され、弾性手段 96 はバネ又は磁力復元手段であり、それは特にアーム 90 全体が強磁性材料である場合に特に有用である。印加される力  $F$  がゼロであるなら、アーム 90 の軸 A - A は、上記のように構成される変換器アセンブリの軸に一致するように配置され、力を表す信号  $V_F$  を提供する。

#### 【0050】

上記の変換器及び変換器アセンブリの力又は曲げモーメントの測定への応用の 1 つの例が、図 11 に示される。この図は、織機又は他の繊維機械に見られるような走行する系のテンションを測定するためのシステムを示す。このシステムは、図 9 又は図 10 に示された力測定変換器を使用する。

10

#### 【0051】

図 11 において、系 110 はプリー又はローラー 112 と 114 の上の経路を移動し、プリー又はローラー 112 と 114 の間で、経路は図 9 (図 10) の細長い部材 70 (90) の端の部分 74 (94) により導入されるオフセットにより V 形にされる。細長い部材 70 (90) は、少なくとも図の平面に実質的に垂直な軸 A - A を有するように取り付けられる。端の部分 74 (94) は、その上を糸が自由に走行可能なように構成される。部分 74 (94) により糸の経路に導入される角度は、上記のように図 9 の変換器により測定される部分 74 (94) 上に働く力  $F$  になる。

#### 【0052】

図 12 は、上記の変換器及び変換器アセンブリの実施例の変形例を示し、そこでは変換器領域が取り付けられるシャフト又は細長い部材における棒磁石の生成を妨げるようにされる。これは、特に DC 活性化変換器に適用されるが、AC 活性化変換器内に生じる残留磁化を低減するのに適用できる。

20

#### 【0053】

図 12 は、励起コイル  $L_D$  が変換器領域 122 の回りに取り付けられたシャフト又は細長い部材 120 を示す。センサ配置は示していない。コイル  $L_D$  の各側に、それぞれコイル  $L_{CL}$  及び  $L_{CR}$  が取り付けられている。コイル  $L_{CL}$  及び  $L_{CR}$  は、図 12 に示すように直列に接続されたコイル  $L_D$  より同時に活性化され、コイル  $L_D$  により発生されたのと逆極性の磁界を発生する。コイル  $L_{CL}$  及び  $L_{CR}$  は、コイル  $L_D$  から十分に離れており、所望の変換器領域を既に説明した方法で発生及び検出することが可能である。

30

#### 【0054】

特に、3つのコイルのそれぞれは、図 2 に示したように個別の磁界を生成する。コイル  $L_{CL}$  を例とすると、コイル  $L_D$  に向かう磁界は、コイル  $L_{CL}$  に向かうコイル  $L_D$  の磁界と同じ極性である。すなわち、磁界は互いに反撥する。同じ状態が、コイル  $L_D$  とコイル  $L_{CR}$  の間でも起きる。コイル  $L_{CC}$  及び  $L_{CR}$  は、コイル  $L_D$  に対して測定しようとしているトルク又は力依存の磁界に逆に影響するほどは近づいていない。シャフト又は細長い部材 120 での棒磁石の形成を低減する上でのコイル  $L_{CL}$  及び  $L_{CR}$  の有効性は、コイル  $L_{CL}$  及び  $L_{CR}$  の外側に伸びる軸磁界を検出するように配置されたセンサにより判定される。この磁界は、実質的にゼロにまで低減される必要がある。実験によれば、そのような結果は、コイル  $L_D$  のアンペア回数の半分を生成できるコイル  $L_{CL}$  及び  $L_{CR}$  を有することにより達成でき、共通の電流で示した直列接続について、コイル  $L_{CL}$  及び  $L_{CR}$  はコイル  $L_D$  の巻数の半分を有することが示された。

40

#### 【0055】

変換器領域が生成されるシャフト又は細長い部材は、使用する前に消磁方法を受ける。このような方法は、公開された国際出願 W001/79801 に説明されている。

#### 【0056】

図 13 a 及び図 13 b は、本発明を具体化したトルク変換器の物理的な配置を示す。それは、トルク  $T$  が印加可能な細長い軸 A - A の回りに回転可能に取り付けられたシャフトに適用される。トルクは時計回り (CW) 又は反時計回り (CCW) である。シャフトは、必ずしも連続して又はまったく回転する必要はない。シャフト 210 は、軸 A - A が中

50

心である円断面であると仮定する。シャフト又は少なくとも変換器動作に関係するその部分は、強磁性体材料である。２つのコイル２１２及び２１４は、シャフトの回りに巻き付けられ、シャフト内に軸方向を向いた（長手方向の）磁界を生成するように活性化される。複数のコイルは離れており、その間にシャフトの変換器領域を規定する。図示した実施例では、コイルは活性化電流Ｉを受けるように直列に接続され、一般に矢印Ｍで示される領域２１６内の長手方向の磁界を協働して生成するように加算的に直列に接続される。発生された磁界を以下に説明する。磁界Ｍの方向は、電流Ｉの極性に依存する。長手方向の磁界Ｍは、変換器領域内の軸Ａ－Ａの回りで働くトルクＴにより偏向される。磁界は主としてシャフトの材料内に限定されるが、非接触センサ配置による磁界の検出の可能性を与える外部磁界成分が生じる。トルクの下での偏向は、強度及び方向がトルク方向及び強度の関数である接線方向又は周方向に向けられた磁界を生成する。この成分は、磁界センサデバイス２１８により検出可能であり、それは、図１３ａ及び図１３ｂに示されるように、周方向に向けられた又は接線方向の成分に対して感度があるように接線方向に向けられる。共通に利用可能なセンサデバイスは、広い最大応答の軸と、その軸に直角な、特にその軸に直角な平面内にある最小軸とを有する。使用する磁界検出デバイスは、ホール効果、磁気抵抗、及びインダクタ（飽和コア）型を含む。それらは小さなユニットで利用できる。満足に使用できる１つの特定のデバイスは、W098/52063に開示された種類の信号調整回路に接続される飽和コア型デバイスである。以下に説明するように、単一センサデバイスは、この発明を実行する時に使用され、そこでは地磁気のような干渉する磁界の操作のために従来の磁気変換器が２つ以上必要である。これは、スペース（空間）が重要な位置に変換器アセンブリを配置する助けになる。例を以下の図１９に示す。

10

20

#### 【００５７】

変換器を更に小型にするために、図１４ａ及び図１４ｂは、センサデバイスをシャフト２１０の外形又は形状の限界内に位置させる変形例を示す。図１３ａ及び図１３ｂでは、デバイス２１８はシャフト２１０の円筒状の外形の外であるのに対して、図１４ａ及び図１４ｂでは、変換器領域２１６（コイルは図示せず）は切り込み又は窪み２１７を有し、その中にセンサデバイス２１８がシャフトの円形の輪郭線内に窪むように配置される。デバイスはシャフト内の空洞内に配置される。シャフトの外形内又は実質的にそのようであるセンサデバイス２１８の容器の変形例は、デバイスがより強い磁界内にあるようにするという付帯する利点ももたらす。

30

#### 【００５８】

図１４ａの配置は、シャフト２１０が所定の角度に渡って連続して回転するか又は回転可能な場合、例えば、シャフトが固定のセンサデバイス２１８に対して前後に移動する場合、又はセンサデバイス２１８がシャフト２１０の回りをどのような角度に渡って回転する場合でも、付加的な測定を必要とする。

#### 【００５９】

センサデバイスが固定されて保持されている場合、切り欠き又は窪み２１７は、図１４ａにおいて２１７ａで示すようにシャフトの回り全体に又は部分的に溝を形成する必要がある限り伸ばすことができる。この測定は、センサデバイスがハウジング２５０の壁に固定して取り付けられるような、図１９のトルク駆動又はアダプタユニットに適用される。この場合においては、センサデバイスを信号処理回路に接続するのはより簡単である。それにもかかわらず、センサデバイスをシャフトに取り付け、その回りを回転することが可能である。例えば、図１４ａ及び図１４ｂの実施例において、図示のように窪みに取り付けられたセンサデバイス２１８は、シャフトの回りに伸び固定した接触により噛み合わされるスリップリングに接続できる。この接続は、適当な信号取り出し点までシャフト内の軸方向の空洞に沿って伸ばすことができる。センサデバイスは、切り欠き又は窪み２１８内に取り付けられた完全内包ユニット内に収めて、誘導カップリング（磁気カップリング）又は電磁放射又はリモート通信リンクが確立されるようないかなる手段によっても、分離した受信機にトルク依存信号を放射するように設計できる。

40

#### 【００６０】

50

図 1 3 a に戻ると、直列に接続されたコイル 2 1 2 と 2 1 4 に活性化電流を供給する電源 2 2 0 が示されている。この発明の重要な特徴は、活性化電流の波形が、スパイク状パルスのような、低デューティの、例えば短期間の両極性パルスであることである。このような波形の適用は、例えば両極性の方形波のような基本的に 1 0 0 % デューティサイクルの両極性パルス波形の使用に比べて、重要な動作的な利点になる。本発明の実行に適した活性化電流波形が図 1 5 a に示される。磁界パルス波形は電流波形に従って生成される。そのような電流波形は両極性の方形波を微分することにより発生できる。しかしながら、正確な波形もそれを発生する手段も、微分両極性方形波に限定されない。しかしながら、それは変換器領域 2 1 6 内に発生される交番する極性 ( A P ) の磁界パルスの短期間のスパイク状のパルス波の特性を示すように働く。電流パルス発生源 2 2 0 は、周波数源 2 2 1 により周波数が制御されるが、もちろんこれら 2 つの源を単一のユニットで実現することも可能である。源 2 2 1 は、局所的な電源 ( メイン ) 周波数に関係しない周波数での周波数安定方形波源であることが望ましい。

10

20

30

40

50

#### 【 0 0 6 1 】

図 1 6 は、コイル 2 1 2 及び 2 1 4 が接続される駆動源 2 2 0 の簡略化した回路を示す。コイルは容量 C と直列に接続され、スイッチング全波ブリッジ回路 2 2 4 の 1 つの対角を越えて、D C 電源が接続される他の対角 2 2 6 に接続される。ブリッジのそれぞれのアームにおける制御可能なスイッチ S 1 - S 4 は、対角 2 2 2 を越えて両極性の波形を発生するように制御され、その波形は容量 C により提供される微分特性を受けて、直列コイル 2 1 2 、 2 1 4 内に低デューティサイクルの短い電流パルスを発生させる。スイッチ S 1 - S 4 は、実際には、半導体装置のような適当な種類の制御可能なスイッチ装置により実現される。スイッチ装置は、図 1 3 の源 2 2 1 から導出される所望の周波数で、スイッチング制御信号 B 及び N O T - B を受けるための個別の制御入力を有し、スイッチ対 S 1 及び S 4 は、交互にそしてスイッチ対 S 2 及び S 3 と逆にオン及びオフする。

#### 【 0 0 6 2 】

図 1 6 は、( スイッチ S 2 及び S 3 がオンで、スイッチ S 1 及び S 4 がオフの ) 半サイクルの動作におけるブリッジ 2 3 4 を示す。スイッチ S 2 及び S 3 は閉じており、電流 I は、矢印で示されるように、ブリッジ及びコイル 2 1 2 及び 2 1 4 を通して駆動される。容量 C は、高初期電流パルスがコイルを通過するのを可能にする。容量は S 2 との結点が正に充電される。回路パラメータは、制御信号 B 、 N O T - B のスイッチング周期に対して短くなるように選択される。図 1 6 a は、S 1 及び S 4 が閉じ、S 2 及び S 3 が開放している次の半サイクルにおける、逆極性の電流パルスの発生を示す。この図から、パルスの発生は、容量の逆極性への充電を含むだけでなく、前の半サイクルに獲得した電荷の放電が先行することが分かる。

#### 【 0 0 6 3 】

シャフトにおける磁気パルスの形は、対角 2 2 2 を超えて印加される電圧波形よりむしろコイルにおける電流に従う。電流波形の正確な形は、コイルのインダクタンスに依存しており、オイルは電流における突然の変化に対抗し、実質的に抵抗に対するインダクタンスの比率に依存する。電流内、特にコイルが接続された対角に位置する直列容量の使用は、2 つの利点をもたらし、1 つは、電流波形が図 1 5 a 及び 1 5 b に示した容量 C により主として制御されることであり、もう 1 つは、パルス周期 ( ここでは、1 組の交番の極性パルスの間の間隔 ) に対する有効時間定数の提供であり、それは次のパルスが発生される前に最初のパルスによる電流がほぼゼロ近くまで減少するように短い。従って、コイルの中をまだ流れている大きな電流の中断に起因するスイッチングスパイクは生じない。容量回路は、例えば図 1 5 b における等強度の  $V_{T1}$  及び  $V_{T2}$  のような対称な交番パルスを発生させるのも補助し、切り換えられた波形自体に起因するシャフト内の単極残留磁化を作る可能性も最小にする。

#### 【 0 0 6 4 】

パルス電流レベルは、適切な信号出力及び信号 / 雑音比を提供するが、シャフト材料内に過度のレベルの残留磁化を生じないように選択される。これは、図 1 5 b の所望のパル

ス波形を得ることと一致する。実際の電流レベル又は特にシャフト上に及ぼされる磁界のアンペア回数は、シャフトの大きさ（直径）及び特別な磁気特性を有するようにされた材料に依存する。例えば、F V 2 5 0 B のような量産型の鉄鋼の 1 5 - 2 0 m m の範囲のシャフトでは、シャフトに非常に近接して働く残留長手磁界は、約 3 m T （ 3 0 ガウス ） を越えることはない。

#### 【 0 0 6 5 】

全波ブリッジ 2 3 4 は、グランド基準に対して単一極性の単極電源又は双極性電源から両極性パルスが発生するのを可能にすることが理解される。

#### 【 0 0 6 6 】

変換器の動作は、図 1 7 a - 1 7 c に更に示され、それは接線方向に向いた飽和コアインダクタセンサデバイス 2 1 8 ' を有する変換器領域 2 1 6 を示している。これらの図において、コイル 2 1 2 及び 2 1 4 （図示せず）により発生される長手磁界 M は、多数の平行な矢印で示される。図 1 7 a 及び 1 7 b は、トルクの無い状態（ $T = 0$ ）で一方又は他方の極性のパルスでそれぞれ発生される磁界を示す。磁界は軸方向に向いており、デバイス 2 1 8 ' により検出される接線磁界成分は無い。図 1 7 c 及び 1 7 d は、図 1 7 a 及び 1 7 b に対応するが、印加されたトルクがある場合である。磁界 M は、印加されたトルク T の検出に応じた方向に、トルクの強度に応じた量だけ傾けられるか又は曲げられる。その結果の接線方向の磁界成分は、センサデバイス 2 1 8 ' により検出され、パルス化された出力信号  $V_T$  が、コイルのパルスと同期して、図 1 5 b に示すようにセンサ回路により発生される。出力パルスは、交番の極性で、印加トルクに応じて強度を有する。対向して検出される印加トルクについては、出力パルスの検出は同様に逆である。出力パルスはトルク無し（ $T = 0$ ）の下で調整され、トルク条件（ $T \neq 0$ ）は図 1 5 b において左右にそれぞれ示される。

#### 【 0 0 6 7 】

個別の出力パルスの振幅は、トルクの測定値であるが、未知の及び予測不能の干渉磁界からの誤差を受ける。まず DC 又は単極磁界を考えると、センサ 2 1 8 ' により検出され、トルク依存信号  $V_T$  が重ねられている静止磁界の未知のレベルになる。このように、信号  $V_T$  の単一出力パルスのピーク値の測定は、誤差になり易い。どのような DC 干渉成分も相殺するように働くトルクの改良された測定は、例えば  $V_{T1} - V_{T2}$  の逆の極性の連続した出力パルスの間の  $V_{pp}$  ピーク・ツー・ピーク測定  $V_{pp}$  を行うことにより得られる。このピーク・ツー・ピーク測定技術は、地磁気の磁界のような磁界からの干渉無しに使用される単一配置での単一センサデバイスを可能にする。従って、地磁気の磁界の相殺は、少なくとも 2 つのセンサデバイスを必要とする。生じる可能性のある局所的な雑音スパイクを除くための第 2 のステップは、印加された電流波形と同期してピーク測定を限定（ゲート）することであり、ピーク測定ゲートは各トルク信号出力パルスが期待される期間だけ開けられる。同様の問題に対する他の方法は、駆動電流波形に同期した位相感知の検出配置を行うことである。

#### 【 0 0 6 8 】

図 1 8 は、センサ出力信号  $V_T$  の処理回路のブロック図を示す。センサデバイス 2 1 8 （ 2 1 8 ' ）は、トルク依存出力信号  $V_T$  （図 1 5 b ）を生成する信号調整回路 2 3 0 に接続される。この出力は、（コイル駆動電流波形から導出される制御を含む）周波数源 2 2 1 により制御されるゲート回路 2 3 2 に送られる。ゲートは、駆動パルスに関係し、トルク依存出力パルスが期待される時  $t_g$  に開く。ゲート 2 3 2 により通過されたパルスはピーク・ツー・ピーク検出器 2 3 4 に印加され、そのトルク依存のピーク・ツー・ピーク出力信号  $V_{pp}$  が所望のトルク出力信号として使用され、スムージング又は他の必要な処理が行われる。

#### 【 0 0 6 9 】

ゲートする技術は、ランダムな磁気雑音スパイクに対する識別を補助する。例えばブリッジ 2 2 4 などの源 2 2 0 の動作周波数の選択により、付加的な識別が局所的な電源（メイン）周波数に係する雑音に対して得ることができる。

## 【 0 0 7 0 】

本発明の1つの特別な応用は、パワートルク工具のシャフトと締められるか又は緩められるナット又はボルトヘッドとの間で作用するトルクレンチアダプタに対して行われる。そのようなアダプタが図19に示される。アダプタ240は、パワー工具の一致キー化されている出力シャフトを受ける所定の形状の入力窪みを有する上側の円形円筒ボディ242を有する。ボディ242から下がると、直径の小さなボディ246になり、それは下側の端で一致するナット又はボルトヘッドと噛み合うキー248の形で終わる短いシャフトの形をしている。アダプタは、磁界センサデバイスを受ける若干の余裕があるハウジング250内に受け入れられる。多くの組立産業においては、アダプタ240により噛み合っているナット又はボルトに実際に働くトルクを測定できることが主たる関心事である。アダプタは、特に衝撃動作パワー工具の場合には、通常パワー工具から増加するトルクの一連の衝撃を受け、連続した衝撃の特性は、記憶された磁気に応じたシャフト246の領域の回りに適合し且つ変換器要素として使用される磁気ベースのトルク変換器アセンブリに対して有害である。アダプタが受ける猛烈な衝撃を別にすれば、パワー工具と製品の間でアダプタを通して設定される干渉磁界の可能性が常に存在し、それは特にメイン電源に関係する一般的な雑音環境として作用する。

10

## 【 0 0 7 1 】

本発明は、上記の内容をシャフトボディ246のトルクを測定するのに適用することにより、そのような悪い環境において有益に使用されることが考えられる。更に、本発明を具体化した変換器アセンブリは、限られた空間で利用可能なように組み立てることができる。コイルは、シャフト246の回りのシャフトの外部の少しだけの空間があればよい。センサ配置は、1つのセンサデバイスのみを必要とし、それは図13bの配置を適用することによりシャフトの外形内に配置される。

20

## 【 0 0 7 2 】

単一の接線方向に向いたセンサデバイスと動作する機能は、環境が保証される場合、複数のそのようなセンサデバイスの適用を除外しない。付加的に配置及び接続される1組のセンサデバイスを使用することによりどのような「DC」磁界も相殺することにおいては、測定されるトルクについては有益であるが、相殺される干渉磁界については逆である。このようなセンサ配置は、上記で言及された従来技術内で議論された。

## 【 0 0 7 3 】

本発明の変換器アセンブリを、図13から図19に示したように、1組のコイルの間で規定した変換器要素を参照しながら説明した。図1から図12を参照して上記に説明したように、接線方向又は周方向に向いたトルク依存磁界成分は、単一コイルで得られる。図20は、このようなアセンブリの原理を示す。シャフト210の変換器領域216'は、単一コイル212'の位置により規定される。コイルの活性化(I)は、シャフトの回りに環状に伸びる付属する外部長手磁界217を有する領域216'内の軸方向の磁界を生成する。シャフトがトルクを受ける時、接線方向又は周方向に向いた成分が生じ、それは接線方向に向いたセンサ218''により検出可能である。センサは、この場合コイルにより発生される磁界内に入るようにコイルに非常に近接して取り付けられる。それは、図14a及び図14bに示すように、シャフトの外形内に収容される。

30

40

## 【 0 0 7 4 】

図1から図12を参照してより詳しく説明したように、図20の変換器アセンブリは、矢印FFにより破線で示されるようなシャフト又は他の細長い部材の軸を傾けるか又は曲げるように作用する力の印加に起因するコイルの軸に対するシャフトの軸A-Aの傾き又は曲げの測定に適用することもできる。

## 【 0 0 7 5 】

図20は、第2の軸方向に向いたセンサデバイス又はデバイス219を、長手方向の磁化の外部の軸方向に向いた成分を検出するために使用することの可能性も示す。この特徴は、前に説明した2つのコイルの実施例でも採用できる。このようなセンサデバイスは、コイル又は複数のコイルにより発生された磁界の強度を表す基準信号を提供するのに使用

50

できる。望ましいピーク・ツー・ピーク信号は、基準レベルに対して測定又は校正できる。基準レベルは、変換器の伝達関数の利得ファクターを制御するのに使用できる。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1】図1は、変換器アセンブリが取り付けられるシャフトを概略的に示す。

【図2】図2は、図1のアセンブリの励起されたコイルにより発生される検出可能な外部磁界を示す。

【図3a】図3aは、コイルのそれぞれの側にセンサデバイスを有するシャフトに取り付けられた単一変換器アセンブリを備える変換器の斜視図を示す。

【図3b】図3bは、基準センサデバイスを付加した図3a変換器の概略図である。

10

【図4】図4は、余分な磁界を相殺するように配置された2つの誘導型センサデバイス（飽和型コアセンサ）を有するセンサ配置を示す。

【図5】図5は、余分な磁界を相殺する4つのセンサのセンサ配置を示す。

【図6】図6は、AC活性化された変換器システムを概略的に示す。

【図7】図7は、変換器アセンブリに対するシャフトの移動に関して考慮される要因を示す。

【図8】図8は、変換器領域の軸に対する変換器アセンブリの軸曲がり又は傾きに対する感度を低減するための1つのセンサ配置を示す。

【図9】図9は、傾き又は曲げに対する感度を利用することにより、力の測定において変換器を使用する1つの実施例を示す。

20

【図10】図10は、力の測定の第2実施例を示す。

【図11】図11は、走行する系又は他の類似の長い形状で移動する柔軟なものの張力測定において、図9又は図10の力の測定の実施例の適用を示す。

【図12】図12は、変換器領域において残留磁化を確立する可能性を低減するためのコイルを更に有する変換器アセンブリの変形例を示す。

【図13a】図13aは、シャフトに適用する本発明を具体化する場合の変換器要素とセンサデバイスの変換器アセンブリの斜視図を示す。

【図13b】図13bは、図13aのシャフト及び変換器アセンブリの端の図を示す。

【図14a】図14aは、シャフトの形状内にセンサデバイスを収容するようにしたシャフトの変形例の斜視図を示す。

30

【図14b】図14bは、シャフトの形状内にセンサデバイスを収容するようにしたシャフトの変形例の端の図を示す。

【図15a】図15aは、変換器アセンブリのコイルの両極性のパルス駆動電流波形を示す。

【図15b】図15bは、センサデバイスにより検出されるトルク依存の磁界成分を表す出力波形を示す。

【図16】図16は、変換器を活性化するコイルが接続される駆動回路を示し、動作の半サイクルにおける回路を示す。

【図16a】図16aは、次の半サイクルにおける駆動回路を示す。

【図17a】図17aは、トルク無しとトルク有りのそれぞれの条件での連続した半サイクルにおけるシャフトの変換器領域における磁界を示す。

40

【図17b】図17bは、トルク無しとトルク有りのそれぞれの条件での連続した半サイクルにおけるシャフトの変換器領域における磁界を示す。

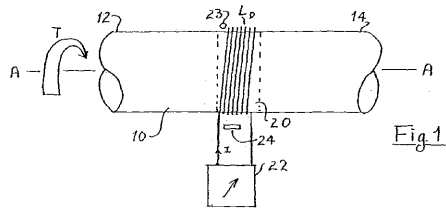
【図17c】図17cは、トルク無しとトルク有りのそれぞれの条件での連続した半サイクルにおけるシャフトの変換器領域における磁界を示す。

【図18】図18は、センサデバイス信号の信号処理回路のブロック図である。

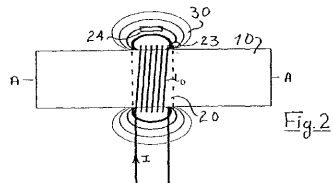
【図19】図19は、トルクレンチアダプタにおける本発明の適用を示す。

【図20】図20は、単一活性化コイルを使用する本発明の変換器アセンブリの変形例を示す。

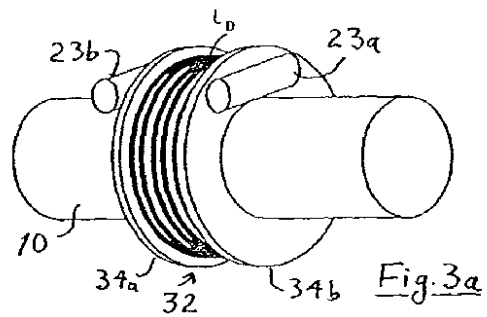
【図 1】



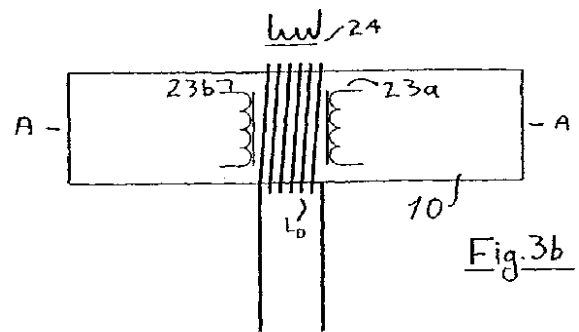
【図 2】



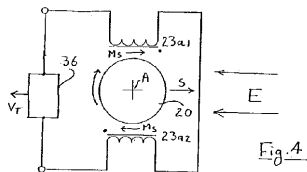
【図 3 a】



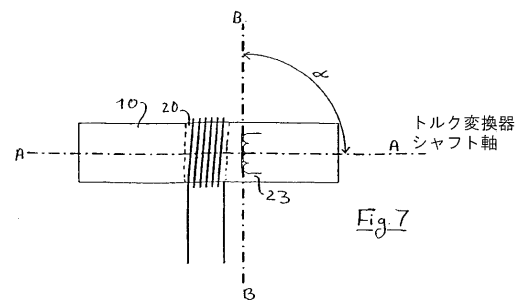
【図 3 b】



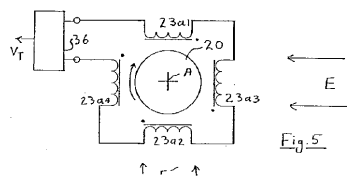
【図 4】



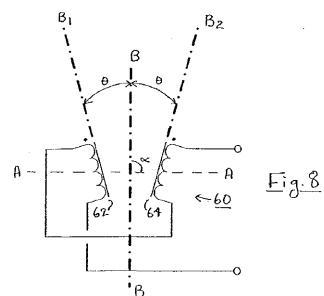
【図 7】



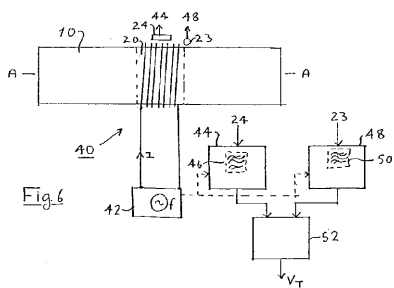
【図 5】



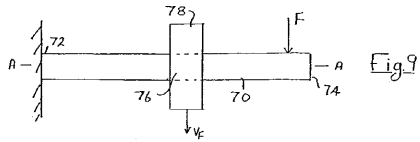
【図 8】



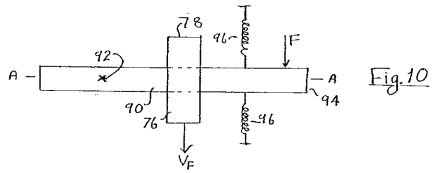
【図 6】



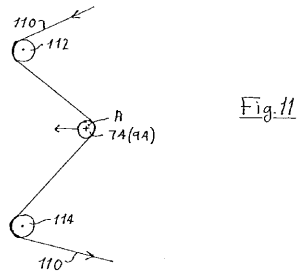
【図 9】



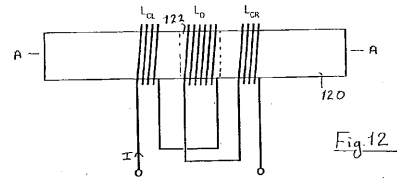
【図 10】



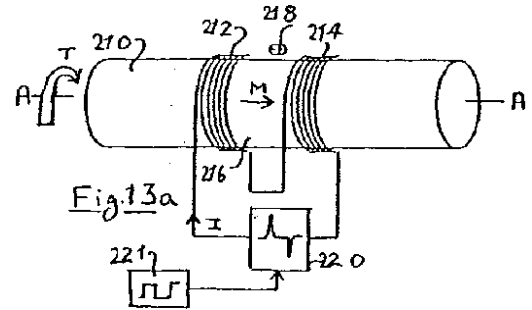
【図 11】



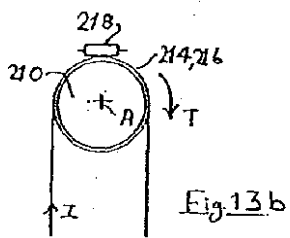
【図 12】



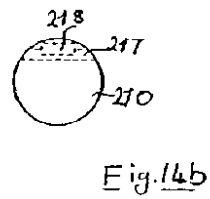
【図 13 a】



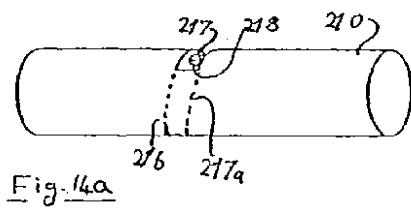
【図 13 b】



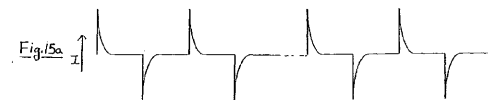
【図 14 b】



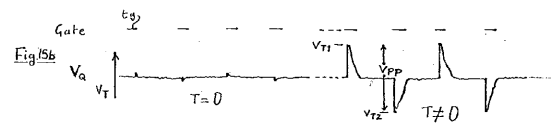
【図 14 a】



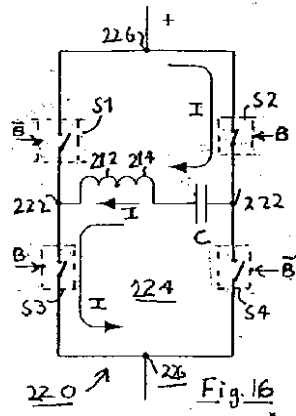
【図 15 a】



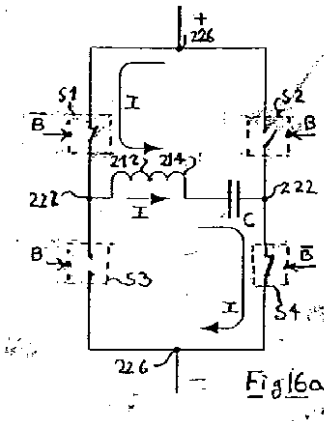
【図 15 b】



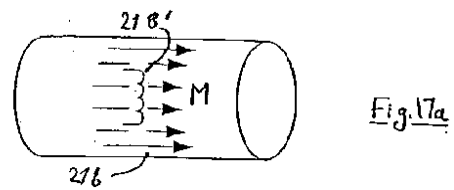
【図 16】



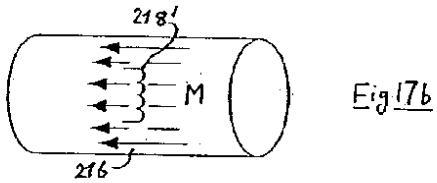
【図 16 a】



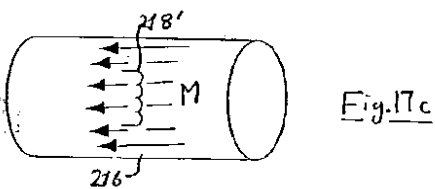
【図 17 a】



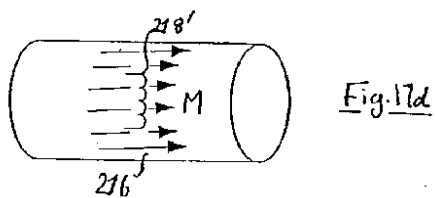
【図 17 b】



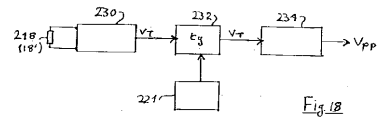
【図 17 c】



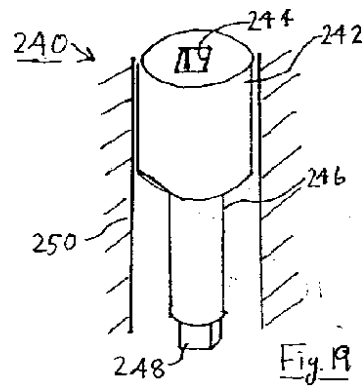
【図 17 d】



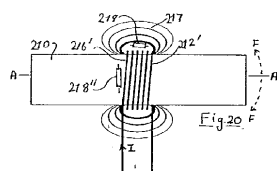
【図 18】



【図 19】



【図 20】



## 【手続補正書】

【提出日】平成16年10月26日(2004.10.26)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

例えば、シャフトの部分におけるトルクを測定する方法であって、前記部分の軸の回りのトルクが印加される軸の回りに巻かれたコイルが、トルク依存の成分を放射する交番の極性の磁界を前記部分に生成するように A C 活性化され、磁界センサ配置が前記放射された成分にตอบสนองしてトルクを示す信号を生成し、

前記コイルは、交番の極性で、相対的に小さいデューティサイクルを有する活性化電流パルス列により活性化され、

前記センサ配置は、前記活性化パルスに対応する交番のセンサパルスを生成し、そして前記センサパルスは、ピーク・ツー・ピークの形で測定されて、トルクを表す出力信号を生成する方法。

## 【請求項 2】

前記活性化パルスは、例えば長方形（正方形を含む）の波形のようなスイッチング波形を微分することにより発生される請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記スイッチング波形は、容量を通して前記コイルに印加される請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記活性化パルス列は、スイッチングブリッジ回路により発生され、前記スイッチングブリッジ回路の入力対角にDC入力が印加され、前記スイッチングブリッジ回路の出力対角に前記コイルが前記ブリッジ回路のスイッチングに起因するAC波形を受けるように接続される請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記コイルが活性化される前記回路の経路は、直列容量を有する請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記直列容量は、前記出力対角に接続される前記コイルと直列に接続されている請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記コイルは、第1及び第2の軸方向に離れたコイルを備え、前記部分の変換器領域が前記第1と第2のコイルの間に規定される請求項1から6のいずれか1項に記載の方法。

【請求項8】

前記第1と第2のコイルは、直列に接続され、前記変換器領域内の軸方向を向いた磁界を付加的に生成する請求項7に記載の方法。

【請求項9】

前記センサ配置は、磁界の接線方向又は周方向を向いた成分を検出するように向けられたセンサデバイスを備える請求項1から8のいずれか1項に記載の方法。

【請求項10】

前記センサ配置は、磁界の接線方向又は周方向を向いた成分の検出のために、単一の位置で作用する単一センサデバイスを備える請求項9に記載の方法。

【請求項11】

前記センサ配置は、前記部分のボディ形状の外に配置されたセンサデバイスを備える請求項7又は8に記載の方法。

【請求項12】

前記センサ配置は、前記部分のボディ形状の実質的に内部に配置されるように、前記部分の切り欠き、窪み又は空洞内に配置されたセンサデバイスを備える請求項7又は8に記載の方法。

【請求項13】

前記センサ配置は、単一の位置で動作し、前記磁界の接線方向又は周方向に向いた成分を検出するように向けられた単一センサデバイスを備える請求項11又は12に記載の方法。

【請求項14】

前記シャフトは、長手軸の回りにトルクが印加されるように取り付けられ、前記シャフトの少なくとも1つの領域は、強磁性体材料であり、

前記コイルは、前記領域の回りに取り付けられ、前記領域内に軸方向を向いた磁化を生じるように活性化され、

前記センサ配置は、前記コイル及び前記領域に近接して取り付けられた少なくとも1つのセンサデバイスを備え、前記センサデバイスは前記領域の磁界の接線方向（周方向）の成分を検出するように向けられている請求項1に記載の方法。

【請求項15】

例えば、シャフトの部分においてその回りに印加されるトルクを測定する装置であって、

前記部分の軸の回りに巻かれたコイルと、

前記コイルを交流で活性化して、前記部分内のトルク依存の成分を放射する交番の極性の磁界を前記部分に生成する活性化手段と、

前記放射された成分に応答してトルクを示す信号を生成する磁界センサ配置を含む処理手段とを備え、

前記活性化手段は、前記コイル内に、交番の極性で、相対的に小さいデューティサイク

ルを有する活性化電流パルス列を発生するように動作し、

前記センサ配置は、前記電流パルス列に対応する、交番の極性のトルク依存信号パルス列を提供するように動作し、

前記信号処理手段は、前記信号パルス列に応答して、前記信号パルス列のピーク・ツー・ピークの値に依存するトルクを表す出力信号を生成する装置。

【請求項 16】

前記活性化手段は、DC 電源から例えば長方形（正方形を含む）の波形のようなスイッチング波形を発生する手段と、前記少なくとも 1 つのコイルに印加するために前記波形を微分する手段とを備える請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

前記微分手段は、前記コイルが活性化される回路経路に直列な容量を備える請求項 16 に記載の装置。

【請求項 18】

前記スイッチング波形を発生する手段は、各アームに制御スイッチを有する全波ブリッジ回路を備え、前記コイルは、活性化電流源が接続可能な他の対角を横切る前記ブリッジ回路の 1 つの対角を横切って接続される請求項 15、16 又は 17 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 19】

前記活性化手段は、各アームに制御スイッチを有する全波ブリッジ回路を備え、前記コイルは、活性化電流源が接続可能な他の対角を横切る前記ブリッジ回路の 1 つの対角を横切って容量と直列に接続される請求項 15 に記載の装置。

【請求項 20】

前記コイルは、前記部分の変換器領域が規定される間に第 1 及び第 2 の軸方向に離れたコイルを備える請求項 15 から 19 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 21】

前記第 1 及び第 2 のコイルは、直列に接続され、前記変換器領域内の軸方向を向いた磁界を付加的に生成する請求項 20 に記載の装置。

【請求項 22】

前記センサ配置は、磁界の接線方向又は周方向を向いた成分を検出するように向けられたセンサデバイスを備える請求項 15 から 21 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 23】

前記センサ配置は、磁界の接線方向又は周方向を向いた成分の検出のために、単一の位置で作用する単一センサデバイスを備える請求項 22 に記載の装置。

【請求項 24】

前記センサ配置は、前記部分のボディ形状の外に配置されたセンサデバイスを備える請求項 22 又は 23 に記載の装置。

【請求項 25】

前記センサ配置は、前記部分のボディ形状の実質的に内部に配置されるように、前記部分の切り欠き、窪み又は空洞内に配置されたセンサデバイスを備える請求項 22 又は 23 に記載の装置。

【請求項 26】

前記センサ配置は、単一の位置で動作し、前記磁界の接線方向又は周方向に向いた成分を検出するように向けられた単一センサデバイスを備える請求項 24 又は 25 に記載の装置。

【請求項 27】

前記コイルは単一のコイルを備え、前記センサ配置は、前記単一コイルの一方の端に近接して配置され、前記磁界の接線方向又は周方向に向いた成分に応答するように配置される請求項 1 に記載の方法又は請求項 15 に記載の装置。

【請求項 28】

前記シャフトは、長手軸の回りにトルクが印加されるように取り付けられ、前記シャフ

トの少なくとも１つの領域は、強磁性体材料であり、

前記コイルは、前記領域の回りに取り付けられ、前記領域内に軸方向を向いた磁化を生じるように活性化され、

前記センサ配置は、前記コイル及び前記領域に近接して取り付けられた少なくとも１つのセンサデバイスを備え、前記センサデバイスは前記領域の磁界の接線方向（周方向）の成分を検出するように向けられている請求項１５に記載の装置。

【請求項２９】

前記センサ配置は、それぞれが磁界の検出の最大感度の軸を有する第１及び第２のセンサデバイスを備え、前記第１及び第２のセンサデバイスは、それらの最大感度軸が互いにある角度を有して、当該角度内に組み合わせた応答軸が存在し、好ましくは前記応答軸が当該角度を２等分するように配置される請求項１５に記載の装置。

【請求項３０】

前記少なくとも１つのコイルは、そのそれぞれの側に対して軸方向に配置され、前記変換器領域の回りの前記コイルの磁界の逆極性の磁界を生成するように活性化されるように接続されるそれぞれ別のコイルを有する請求項１５に記載の装置。

【請求項３１】

前記最初に言及したコイルと同軸の軸の回りにそれぞれ巻かれた第１及び第２の別のコイルを更に備え、前記最初に言及したコイルと共通の軸に沿って、前記第１及び第２の別のコイルの間に離れて配置された軸方向の空洞を有し、３個すべてのコイルを通して伸びるシャフト又は他の細長い部材の強磁性体部分を前記空洞で受ける請求項３０に記載の装置。

【請求項３２】

３個すべてのコイルは直列に接続され、前記第１及び第２の別のコイルは、前記最初に言及したコイルにより発生される磁界と逆極性の磁界を発生するように活性化される請求項３１に記載の装置。

【請求項３３】

シャフト又は他の部分（合わせて「シャフト」と称する）におけるトルクを、

長手軸の回りのトルクの印加のために取り付けられたシャフトであって、前記シャフトの少なくとも１領域は強磁性体材料であるシャフトと、

前記領域の回りに巻かれ、前記領域内で軸方向の磁化を呈するように活性化可能なコイルと、

前記コイル及び前記領域に隣接して巻き付けられた少なくとも１つのセンサデバイスを備え、前記センサデバイスが前記領域の外部の磁界の接線方向（周方向）を向いた成分を検出するように向けられているセンサ配置とを備える変換器手段により、

測定する方法であって、

前記コイルは、交番の極性で、相対的に小さいデューティサイクルを有する活性化電流パルス列で活性化され、

前記センサ配置は、前記活性化パルスに対応する交番の極性のセンサパルスを生成し、

前記センサパルスは、ピーク・ツー・ピークの形で測定されて、トルクを表す出力信号を生成する方法。

【請求項３４】

細長い部材に印加される力を、

前記細長い部材をその長手軸の回りに角度的に傾けるか又は曲げる力の印加を受けるように取り付けられ、前記傾き又は曲げが起きる部分に少なくとも強磁性体材料の領域を有する細長い部材と、

前記領域の回りに取り付けられ、前記領域内に軸方向を向いた磁化を呈するように活性化可能なコイルと、

前記コイル及び前記領域に隣接して巻き付けられた少なくとも１つのセンサデバイスを備え、前記センサデバイスが前記領域の外部の磁界の接線方向（周方向）を向いた成分を検出するように向けられているセンサ配置とを備える変換器手段により、

測定する方法であって、

前記コイルは、交番の極性で、相対的に小さいデューティサイクルを有する活性化電流パルス列で活性化され、

前記センサ配置は、前記活性化パルスに対応する交番の極性のセンサパルスを生成し、

前記センサパルスは、ピーク・ツー・ピークの形で測定されて、トルクを表す出力信号を生成する方法。

【請求項 35】

前記コイル及び前記少なくとも 1 つのセンサデバイスは、単一の変換器アセンブリ内に較正される請求項 33 又は 34 に記載の方法。

【請求項 36】

前記活性化パルスは、例えば長方形（正方形を含む）の波形のようなスイッチング波形を微分することにより発生される請求項 33、34 又は 35 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 37】

前記スイッチング波形は、容量を通して前記コイルに印加される請求項 36 に記載の方法。

【請求項 38】

前記活性化パルス列は、スイッチングブリッジ回路により発生され、前記スイッチングブリッジ回路の入力対角に DC 入力印加され、前記スイッチングブリッジ回路の出力対角に前記コイルが前記ブリッジ回路のスイッチングに起因する AC 波形を受けるように接続される請求項 33、34 又は 35 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 39】

前記コイルが活性化される前記回路の経路は、直列容量を有する請求項 38 に記載の方法。

【請求項 40】

前記直列容量は、前記出力対角に接続される前記コイルと直列に接続されている請求項 39 に記載の方法。

【請求項 41】

前記センサ配置は、それぞれが磁界の検出の最大感度の軸を有する第 1 及び第 2 のセンサデバイスを備え、前記第 1 及び第 2 のセンサデバイスは、それらの最大感度軸が互いにある角度を有して、当該角度内に組み合わせた応答軸が存在し、好ましくは前記応答軸が当該角度を 2 等分するように配置される請求項 1、33 又は 34 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 42】

前記コイルは、そのそれぞれの側に対して軸方向に配置され、前記変換器領域の回りの前記コイルの磁界の逆極性の磁界を生成するように活性化されるように接続されるそれぞれ別のコイルを有する請求項 1、33 又は 34 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 43】

前記最初に言及したコイルと同軸の軸の回りにそれぞれ巻かれた第 1 及び第 2 の別のコイルを更に配置し、前記最初に言及したコイルと共通の軸に沿って、前記第 1 及び第 2 の別のコイルの間に離れて配置された軸方向の空洞を有し、3 個すべてのコイルを通して伸びるシャフト又は他の細長い部材の強磁性体部分を前記空洞で受ける請求項 42 に記載の方法。

【請求項 44】

3 個すべてのコイルは直列に接続され、前記第 1 及び第 2 の別のコイルは、前記最初に言及したコイルにより発生される磁界と逆極性の磁界を発生するように活性化される請求項 43 に記載の方法。

【請求項 45】

軸の回りに巻かれ、軸の空洞を有し、前記空洞内で受けることが可能なシャフト又は他の細長い部材の強磁性体の部分に軸方向に向いた磁界を生成するように活性化されるコイ

ルと、

前記コイルを交流で活性化して、前記部分内のトルク依存の成分を放射する交番の極性の磁界を前記部分に生成し、相対的に小さなデューティサイクルを有する交番の極性の電流パルス列を前記コイル内に発生する活性化手段と、

前記空洞内で受けた強磁性体材料の部分に関する磁界成分を検出するように、前記コイルの端及び前記空洞に隣接して配置された少なくとも1つのセンサデバイスを備え、前記センサデバイスは、前記軸に対して接線（周）方向の磁界成分を検出するように向けられており、前記電流パルス列に対応した交番の極性のトルク依存信号パルス列を提供するように動作するセンサ配置と、

前記信号パルス列に応答して、前記信号パルス列のピーク・ツー・ピークの値に依存するトルクを表す出力信号を生成する信号処理手段とを備える変換器アセンブリ。

【請求項46】

前記活性化手段は、DC電源から例えば長方形（正方形を含む）の波形のようなスイッチング波形を発生する手段と、前記コイルに印加するために前記波形を微分する手段とを備える請求項45に記載の変換器アセンブリ。

【請求項47】

前記微分手段は、前記コイルが活性化される回路経路に直列な容量を備える請求項46に記載の変換器アセンブリ。

【請求項48】

前記スイッチング波形を発生する手段は、各アームに制御スイッチを有する全波ブリッジ回路を備え、前記コイルは、活性化電流源が接続可能な他の対角を横切る前記ブリッジ回路の1つの対角を横切って接続される請求項45、46又は47のいずれか1項に記載の変換器アセンブリ。

【請求項49】

前記活性化手段は、各アームに制御スイッチを有する全波ブリッジ回路を備え、前記コイルは、活性化電流源が接続可能な他の対角を横切る前記ブリッジ回路の1つの対角を横切って容量と直列に接続される請求項45に記載の変換器アセンブリ。

【請求項50】

前記コイル及び前記少なくとも1つのセンサは、単一アセンブリである請求項45から49のいずれか1項に記載の変換器アセンブリ。

【請求項51】

前記センサ配置は、それぞれが磁界の検出の最大感度の軸を有する第1及び第2のセンサデバイスを備え、前記第1及び第2のセンサデバイスは、それらの最大感度軸が互いにある角度を有して、当該角度内に組み合わせた応答軸が存在し、好ましくは前記応答軸が当該角度を2等分するように配置される請求項45に記載の変換器アセンブリ。

【請求項52】

前記コイルは、そのそれぞれの側に対して軸方向に配置され、前記変換器領域の回りの前記コイルの磁界の逆極性の磁界を生成するように活性化されるように接続されるそれぞれ別のコイルを有する請求項45に記載の変換器アセンブリ。

【請求項53】

前記最初に言及したコイルと同軸の軸の回りにそれぞれ巻かれた第1及び第2の別のコイルを更に備え、前記最初に言及したコイルと共通の軸に沿って、前記第1及び第2の別のコイルの間に離れて配置された軸方向の空洞を有し、3個すべてのコイルを通して伸びるシャフト又は他の細長い部材の強磁性体部分を前記空洞で受ける請求項52に記載の変換器アセンブリ。

【請求項54】

3個すべてのコイルは直列に接続され、前記第1及び第2の別のコイルは、前記最初に言及したコイルにより発生される磁界と逆極性の磁界を発生するように活性化される請求項53に記載の変換器アセンブリ。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP 03/01908

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>IPC 7 G01D5/12 G01L3/10 G01B7/00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                           |                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                           |                                                                      |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>IPC 7 G01D G01L G01B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                           |                                                                      |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                           |                                                                      |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)<br>EP0-Internal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                           |                                                                      |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                           |                                                                      |
| Category *                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                        | Relevant to claim No.                                                |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | WO 01 27584 A (FAST)<br>19 April 2001 (2001-04-19)<br>cited in the application<br>page 9, line 15 - line 19<br>page 12, line 2; claim 9; figure 8A<br>--- | 1,14,27,<br>28,35                                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | EP 0 992 765 A (MAHR)<br>12 April 2000 (2000-04-12)<br>column 4, line 18 - line 23<br>column 1, line 47 - line 51; figures 4,1<br>---                     |                                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | US 4 803 885 A (TOYOTA)<br>14 February 1989 (1989-02-14)<br>column 12, line 35 - line 45; figure 1<br>---                                                 |                                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | US 4 825 157 A (MR. P.J. MIKAN)<br>25 April 1989 (1989-04-25)<br>column 2, line 45 - line 63; figure 1<br>---                                             |                                                                      |
| -/--                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                           |                                                                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                           |                                                                      |
| * Special categories of cited documents :<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier document but published on or after the international filing date<br>"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)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"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<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"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<br>"&" document member of the same patent family |                                                                                                                                                           |                                                                      |
| Date of the actual completion of the international search<br><br>5 June 2003                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                           | Date of mailing of the international search report<br><br>17/06/2003 |
| Name and mailing address of the ISA<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo.nl<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                           | Authorized officer<br><br>Mielke, W                                  |

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP 03/01908

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                      |                       |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category *                                           | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                   | Relevant to claim No. |
| A                                                    | DE 40 30 882 C (HOESCH STAHL)<br>16 January 1992 (1992-01-16)<br>column 1, line 46 - line 58; figure 1<br>-----      |                       |
| A                                                    | DE 199 33 668 A (MR. O. DRUBEL)<br>11 January 2001 (2001-01-11)<br>column 1, line 45 - line 53; figures 2,3<br>----- |                       |

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP 03/01908

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)                                        | Publication<br>date                                  |
|-------------------------------------------|---|---------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| WO 0127584                                | A | 19-04-2001          | AU 1136601 A<br>WO 0127584 A1<br>EP 1221030 A1<br>JP 2003511691 T | 23-04-2001<br>19-04-2001<br>10-07-2002<br>25-03-2003 |
| EP 992765                                 | A | 12-04-2000          | DE 19846539 A1<br>EP 0992765 A1<br>JP 2000121307 A                | 20-04-2000<br>12-04-2000<br>28-04-2000               |
| US 4803885                                | A | 14-02-1989          | JP 2545365 B2<br>JP 62249026 A                                    | 16-10-1996<br>30-10-1987                             |
| US 4825157                                | A | 25-04-1989          | NONE                                                              |                                                      |
| DE 4030882                                | C | 16-01-1992          | DE 4030882 C1                                                     | 16-01-1992                                           |
| DE 19933668                               | A | 11-01-2001          | DE 19933668 A1                                                    | 11-01-2001                                           |

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN, GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC, EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,M X,MZ,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72)発明者 メイ, ルッツ アクセル

ドイツ連邦共和国, 8 2 5 3 8 ゲルティンク, バルフラツハウザー シュトラーセ 2 3 アー