

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7166551号  
(P7166551)

(45)発行日 令和4年11月8日(2022.11.8)

(24)登録日 令和4年10月28日(2022.10.28)

(51)国際特許分類

G 0 1 L 3/10 (2006.01)

F I

G 0 1 L 3/10 3 0 1 J

請求項の数 4 (全11頁)

(21)出願番号	特願2019-108382(P2019-108382)	(73)特許権者	000203634
(22)出願日	令和1年6月11日(2019.6.11)		多摩川精機株式会社
(65)公開番号	特開2020-201135(P2020-201135 A)	(74)代理人	100110423
(43)公開日	令和2年12月17日(2020.12.17)		弁理士 曾我 道治
審査請求日	令和4年1月11日(2022.1.11)	(74)代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74)代理人	100195006
			弁理士 加藤 勇蔵
		(74)代理人	100212657
			弁理士 塚原 一久
		(72)発明者	石橋 和之
			長野県飯田市大休1879番地 多摩川
			精機株式会社内
		(72)発明者	古平 健幸
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 トルクセンサのステータ構造

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

軸(90)に付与した磁歪部(110)の周知のビラリ効果(Villari Effect)を利用したステータ構造において、

前記軸(90)の外側に設けられ、複数のコアを連設してなる磁路一体型の磁気コアブロック(10a)と、

前記各磁気コアブロック(10a)のバックヨーク(100)には、複数の溝(101、102)を介して形成された複数のティース端面と、

前記軸(90)を介して互いに対向する前記各ティース端面(260a~260c)に傾斜して形成された辺(30a~30c)と、

前記各溝(101、102)内に設けられた巻線部(105、106)と、を備え、

前記各磁気コアブロック(10a)を輪状に形成した時、前記各辺(30a~30c)同士が前記軸(90)を介して向かい合うように配置された構成とすることにより、前記軸(90)の軸方向(E)に対して斜め方向(0°より大きく90°より小さい)に傾けた主磁束を流すことができ、歪みとその方向を磁束の変化として検出する構成よりなるトルクセンサのステータ構造。

## 【請求項2】

前記各溝(101、102)は、前記軸(90)の軸方向(E)に対して非直角方向に形成されていることにより、前記各溝(101、102)に設けられた前記巻線部(105、106)から互いに異なる方向の磁束が流れるようにした構成の請求項1記載のトル

クセンサのステータ構造。

【請求項 3】

前記各磁気コアブロック ( 1 0 a ) は、3 個の前記各ティース端面 ( 2 6 0 a ~ 2 6 0 c ) 及び 2 個の前記各溝 ( 1 0 1、1 0 2 ) が前記バックヨーク ( 1 0 0 ) と共に一体製造されている構成よりなる請求項 1 又は 2 記載のトルクセンサのステータ構造。

【請求項 4】

第 1、第 2 磁束方向 ( 1 0 7、1 0 8 ) からの前記磁束は、前記各ティース端面 ( 2 6 0 a ~ 2 6 0 c ) から前記軸方向 ( E ) に対して、斜め方向 ( 0 ° より大きく 9 0 ° より小さい ) で、かつ、上下又は左右対称に形成することで、歪み方向に対して対称な複数の信号 ( V L 1、V R 1 ) を得て、その差分 ( 1 1 1 ) をとる構成からなる請求項 1、2、3 の何れか 1 項に記載のトルクセンサのステータ構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トルクセンサのステータ構造に関し、特に、軸に付与した磁歪部の周知のビラリ効果 ( V i l l a r i E f f e c t ) を利用した歪み検出センサのステータ構造に関し、特に、互いに対向するティース端面に傾斜した辺を付け、各辺同士が向かい合うように配置し、軸方向に対して斜め方向に傾き主磁束を流すことができ、歪みとその方向を磁束の変化として効率よく検出することである。

【背景技術】

【0002】

従来、用いられていたこの種のトルクセンサとしては、特許文献 1 に開示された構成を挙げることができる。すなわち、図 7 は、トルクセンサ 1 0 の構造を示す図であり、具体的には、回転軸 9 0 の軸に垂直な向きから見た断面図である。

このトルクセンサ 1 0 は、磁歪特性を利用して回転軸 9 0 に印加されるトルクを検出する。磁歪特性を利用するため、トルクセンサ 1 0 は、回転軸 9 0 の軸方向に対して + 4 5 ° の透磁率の変動を検出する図上側の第 1 の磁気コアユニット 2 0 R と、- 4 5 ° の透磁率の変動を検出する図下側の第 2 の磁気コアユニット 2 0 L とを有する。この 2 方向の透磁率変化を測定することにより、回転軸 9 0 に印加されたトルクの向き及び大きさを検出する。回転軸 9 0 は磁歪材料で形成され、例えばニッケル・クロム・モリブデン鋼で形成される。この材料は例えば自動車のエンジンにおけるクランクシャフト材として一般に使用される。

【0003】

また、第 1 の磁気コアユニット 2 0 R 全体は、一般的なハウジング ( 図示せず ) に収容されており、例えばモールド材 ( 図示せず ) を用いて固定される。また、ハウジングには、導出部が設けられ、この中に外部回路が設けられる。外部回路は、図示しない各コイルに電力を供給したり、検出された出力信号を取得する。また、ハウジングの周囲に設けられた固定用ボルト孔に固定用ボルトを貫通させ、外部の固定箇所ネジ止めすることによってハウジングが固定される。なお、第 2 の磁気コアユニット 2 0 L も、同様にハウジングに収容されている。

【0004】

図 8 に示されるものは、図 7 のトルクセンサに用いられている磁気コアの斜視図であり、巻線部 1 0 5 を構成する励磁用コイル 2 1 4 a と検出用コイル 2 1 5 a とを有するボビン 2 5 0 の軸方向両端に、貫通孔 2 7 0 を介して第 1 ティース端面 2 6 0 a 及び第 2 ティース端面 2 6 0 b が設けられている。

前記各ティース端面 2 6 0 a と 2 6 0 b は、その先端に、前記軸 9 0 の表面にならって曲折形成された第 1 辺 3 0 a 及び第 2 辺 3 0 b が形成されている。

また、前述の構成のトルクセンサ 1 0 において、励磁周波数 2 0 k H z、励磁電流 5 0 m A、励磁用コイル 1 0 0 ターン、検出用コイル 2 0 0 ターン、第 1 及び第 2 ティース端面 2 6 0 a、2 6 0 b の凸部 ( 図示せず ) と回転軸表面の空隙 ( 磁気ギャップ ) を 1 m m

10

20

30

40

50

とした。一方の磁気コアユニットは、図 9 に示すように、第 1 及び第 2 ティース端面 260a、260b の中央を結ぶ角度が 45 度となるのに対し、他方の磁気コアユニットでは -45 度となるようにした。一方の磁気コアユニットと他方の磁気コアユニットを近づけて配置する場合、同じ極性の磁気コア端面同士が近接するように配置すると（N 極同士を近接させ、S 極同士を近接させる）、磁気コアユニット間における漏洩磁束を防止できるので好ましい。

#### 【0005】

各コイルの繋げ方と巻きまわす方向については図 9 に示すものとした。図 9 はコイルの接続状態、励磁用コイルを巻き回す向きと磁束成分の向きを説明する回転軸表面の展開図、図 10 は回転軸を示す一部構成図、図 11 は軸と磁気コアとの関係を示す構成図である。

10

#### 【0006】

図 9 における 1 個目の磁気コアのティース端面 260a、260b は、おのおの図 9 の領域 S1、領域 N1 と対向し、領域 S1 及び領域 N1 間に実線矢印（太線）で示した向きの磁束が回転軸表面 90f 上に流される。2 個目の磁気コアのティース端面 260a、260b は、おのおの図 9 の領域 S2、領域 N2 と対向し、領域 S2 及び領域 N2 間に実線矢印（太線）で示した向きの磁束が回転軸表面 90f 上に流される。3 個目の磁気コアのティース端面 260a、260b は、おのおの図 9 の領域 S3、領域 N3 と対向し、領域 S3 及び領域 N3 間に実線矢印（太線）で示した向きの磁束が回転軸表面 90f 上に流される。4 個目の磁気コアのヨーク端部の端面 260a、260b は、おのおの図 9 の領域 S4、領域 N4 と対向し、領域 S4 及び領域 N4 間に実線矢印（太線）で示した向きの磁束が回転軸表面 90f 上に流される。

20

#### 【0007】

図 12 は、前記回転軸 90 が回転した時に発生するトルク T に対する出力電圧 V の関係を示しており、第 1 信号  $V_{L1}$  と第 2 信号  $V_{R1}$  の信号との差分（トルク T を表わす）である第 3 信号  $V_{O1}$  が負側と正側とで得られる。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0008】

【文献】特開 2010 - 54236

#### 【発明の概要】

30

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

従来のトルクセンサは、以上のように構成されていたため、次のような課題が存在していた。

すなわち、回転方向によって透磁率が異なる構成からなる軸の周囲に磁気コアを、わずかなギャップを介して配設し、ギャップパーミアンスによって出力される信号の測定によって、回転軸の左右トルクを測定する構成であるが、前記磁束はもっとも磁気抵抗が低い部分を主として流れるため、主磁束は第 1 ティース端面と第 2 ティース端面との距離がもっとも近いところを軸方向に対して垂直に流れ、トルク検出に寄与しないため、検出効率が悪くなっていた。

40

また、巻線部と磁歪部に磁束を流すヨークとが分離しているため、磁氣的損失が存在し、加工及び組立のばらつきにより誤差が発生する。

さらに、アッセンブリ化された磁気コアは、磁束の方向に関係なくそれぞれ分離しているため、トルクセンサの精度悪化の要因となっていた。

#### 【0010】

本発明は、以上のような課題を解決するためになされたもので、特に、軸に付与した磁歪部のピラリ効果を利用した歪み検出センサのステータ構造において、軸と対向するティース端面に傾斜した辺を付け、各辺同士が向かい合うように配置し、軸方向に対して斜め方向に傾き主磁束を流すことができ、歪みとその方向を磁束の変化として効率よく検出することができるステータ構造を提供することを目的とする。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

本発明によるステータ構造は、軸に付与した磁歪部の周知のビラリ効果 (Villari Effect) を利用したステータ構造において、前記軸の外側に設けられ、複数のコアを連設してなる磁路一体型の磁気コアブロックと、前記各磁気コアブロックのバックヨークには、複数の溝を介して形成された複数のティース端面と、前記軸を介して互いに対向する前記各ティース端面に傾斜して形成された辺と、前記各溝内に設けられた巻線部と、を備え、前記各磁気コアブロックを輪状に形成した時、前記各辺同士が前記軸を介して向かい合うように配置された構成とすることにより、前記軸の軸方向に対して斜め方向 ( $0^\circ$  より大きく  $90^\circ$  より小さい) に傾けた主磁束を流すことができ、歪みとその方向を磁束の変化として検出する構成であり、また、前記各溝は、前記軸の軸方向に対して非直角方向に形成されていることにより、前記各溝に設けられた前記巻線部から互いに異なる方向の磁束が流れるようにした構成であり、また、前記各磁気コアブロックは、3個のティース端面及び2個の溝が前記バックヨークと共に一体製造されている構成であり、また、前記第1、第2磁束方向からの磁束は、前記各ティース端面から前記軸方向に対して、斜め方向 ( $0^\circ$  より大きく  $90^\circ$  より小さい) で、かつ、上下又は左右対称に形成することで、歪み方向に対して対称な複数の信号を得て、その差分をとるようにした構成である。

10

## 【発明の効果】

## 【0012】

20

本発明によるステータ構造は、以上のように構成されているため、次のような効果を得ることができる。

すなわち、軸に付与した磁歪部の周知のビラリ効果 (Villari Effect) を利用したステータ構造において、前記軸の外側に設けられ、複数のコアを連設してなる磁路一体型の磁気コアブロックと、前記各磁気コアブロックのバックヨークには、複数の溝を介して形成された複数のティース端面と、前記軸を介して互いに対向する前記各ティース端面に傾斜して形成された辺と、前記各溝内に設けられた巻線部と、を備え、前記各磁気コアブロックを輪状に形成した時、前記各辺同士が前記軸を介して向かい合うように配置された構成とすることにより、前記軸の軸方向に対して斜め方向 ( $0^\circ$  より大きく  $90^\circ$  より小さい) に傾けた主磁束を流すことができ、歪みとその方向を磁束の変化として検出する構成よりなるため、バックヨークとティース端面とが一体に構成されているため、機械的精度が従来より大幅に向上する。

30

また、前記各溝は、前記軸の軸方向に対して非直角方向に形成されていることにより、前記各溝に設けられた前記巻線部から互いに異なる方向の磁束が流れるようにした構成により、主磁束を磁歪部の軸方向に対して斜め方向に形成されることで、検出効率 (感度) を向上させることができる。

また、前記各磁気コアブロックは、3個のティース端面及び2個の溝が前記バックヨークと共に一体製造されている構成であるため、磁氣的に効率の良い磁気コアをつくり、製造誤差を抑えることができる。

また、前記第1、第2磁束方向からの磁束は、前記各ティース端面から前記軸方向に対して、斜め方向 ( $0^\circ$  より大きく  $90^\circ$  より小さい) で、かつ、上下又は左右対称に形成することで、歪み方向に対して対称な複数の信号を得て、その差分をとる構成からなるため、同一の磁気コアにおいて、複数のティースを組み合わせることにより、磁歪部の軸方向に対して斜めの磁束を上下または左右対称に形成することで、歪み方向に対して対称な複数の信号を取得し、検出精度を向上させることができる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0013】

【図1】本発明の実施の形態に係るトルクセンサのステータ構造における1個の磁気コアブロックを示す斜視図である。

【図2】図1の磁気コアブロックの溝内に巻線部を装着した状態を示す磁歪部を示す模式

50

図である。

【図 3】トルクセンサの作動時の出力信号の説明図である。

【図 4】図 1 の磁気コアブロックを複数組み合わせ、斜めの磁束を形成するティース端面を上下及び左右対称に配置した模式図である。

【図 5】図 1 の磁気コアブロックを複数組み合わせ、磁路一体型コアの形態を示す模式図である。

【図 6】図 4 の模式図の一部の拡大図である。

【図 7】従来のトルクセンサを示す概略断面図である。

【図 8】図 7 の磁気コアを示す概略拡大断面図である。

【図 9】従来の磁気ステータの各ヨーク端部の中心が斜め  $45^\circ$  になるように配置された磁気ステータの展開図である。

【図 10】従来の軸を示す一部構成図である。

【図 11】従来の軸と磁気コアとの関係を示す構成図である。

【図 12】従来の出力電圧  $V$  とトルク  $T$  との関係を示す特定図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明によるステータ構造は、軸に付与した磁歪部のビラリ効果を利用した歪み検出センサのステータ構造において、軸と対向するティース端面に傾斜した辺を付け、各辺同士が向かい合うように配置し、軸方向に対して斜め方向に傾いた主磁束を流すことができ、歪みとその方向を磁束の変化として効率よく検出することである。

【実施例】

【0015】

以下、図面と共に本発明によるステータ構造の好適な実施の形態について説明する。

尚、従来例と同一又は同等部分には、同一符号を付して説明する。

図 1 は、本発明の実施の形態に係るトルクセンサのステータ構造の多数の磁気コアブロック 10 a の中の 1 個の磁気コアブロックを示すものである。

前記磁気コアブロック 10 a は、全体が磁性材を、例えば、金属射出成形機で一体に成形したもので、さらに詳しく言えば、基板の役目をなすバックヨーク 100 に対して一体に、第 1 ティース端面 260 a、第 2 ティース端面 260 b、及び第 3 ティース端面 260 c を形成した構成である。

【0016】

前記各ティース端面 260 a、260 b、及び 260 c 間には、第 1 溝 101 及び第 2 溝 102 が形成されており、前記各ティース端面 260 a、260 b、260 c の表面には、図 10 で示される軸 90 の周面 91 の曲面に対向する曲折面からなる第 1 辺 30 a、第 2 辺 30 b 及び第 3 辺 30 c が、軸 90 の表面からわずかなギャップを介して配設されている。

【0017】

前記各溝 101、102 には、表面側 P からみてハの字型をなすように、一对の第 1、第 2 巻線部 105、106 が配設され、第 1 磁束方向 107 及び第 2 磁束方向 108 が発生するように構成されている。

尚、前記各巻線部 105、106 は、各溝 101、102 の配設されていることが図 2 に示されているが、例えば、他の形態として、図示していないが、各ティース 260 a、260 b、260 c の周囲に巻き付けて各溝 101、102 を通る構成も可能である。

従って、図 2 の構成により、1 個の磁歪部 110 が形成されている。

【0018】

図 3 は、図 4 で示す多数の磁気コアブロック 10 a、すなわち、磁歪部 110 を筒状（図 5、図 6）に配設したステータ構造を用いて、前記軸 90 を回転させた時の第 1 磁束方向 107 から得られる第 1 信号  $V_{L1}$  と第 2 磁束方向 108（すなわち、第 1 磁束方向 107 と対称）から得られる第 2 信号  $V_{R1}$  が得られ、その差分 111 が得られる。

尚、従来の状態では、各巻線部 105 及び 106 の励磁用コイル 214 a で励磁し、軸

10

20

30

40

50

90のねじれを検出用コイル215aで出力信号を得るようにした構成であるが、本実施の形態では、前記軸90の透磁率の変化を利用し、多数の磁歪部110で出力電圧差として取り出す構成である。本実施の形態では、前述の磁歪部110を用いた周知のビラリ効果(Villari Effect)、すなわち、応力の作用下での、磁場中にある強磁性物質内における透磁率の変化を利用している。

#### 【0019】

図4は、一对の磁気コアブロック10aを用い、斜め磁束を形成するティース端面260a、260b、260cの組み合わせによって、上下及び左右対称に配置した構成図である。以下に図4の基礎となる図1の動作について説明する。

軸90に付与した磁歪部110のビラリ効果を利用した歪み検出センサ150において、軸90と対向するティース端面260a、260b、260cに傾斜した辺30a、30b、30cを付け、完成品としては、その辺同士が向かい合うように配置することにより、軸90の軸方向Eに対して斜め方向(0°より大きく90°より小さい)に傾けた主磁束を流すことができ、歪みとその方向を磁束の変化として、効率よく検出できる。磁束の傾きが45°のとき、効率最大となる。また、ティースとそれを繋ぐ巻線部105、106及びバックヨーク100を一体化させ、連続した磁性体で構成することで、磁気的な損失の少ない効率的なコアとし、一对で製造することで製造誤差を抑える。さらに、同一コアで、複数のティースを用いて軸方向に対して斜め方向(0°より大きく90°より小さい)の磁束を上下又は左右対称に形成することで、歪み方向に対して対称な複数の信号V<sub>L1</sub>、V<sub>R1</sub>を得ることができ、図3のように、その差分111をとることで、検出精度を向上させることが出来る。

#### 【0020】

図5の構成は、4個の磁気コアブロック10aを組み合わせた構成を示し、実際には、さらに5個の磁気コアブロック10aを設けて完成品とするが、ここでは4個を組み合わせた場合について述べる。

図4～図6に本発明を実施する為の構成の一例を記載する。実施の形態の磁気コアブロックの最小単位を任意のN個とし、その磁気コアブロックを軸周方向に配置する。

本実施の形態では、軸90と対向するティース端面260a、260b、260cの傾斜した辺30a、30b、30c同士を向かい合わせ、図2に示す軸方向Eに対して斜め方向に傾けた主磁束を流すことができ、歪みとその方向を磁束の変化として、効率よく検出できる。また、ティース端面260a、260b、260cとそれを繋ぐ巻線部105、106及びバックヨーク100を一体化させ、連続した磁性体で構成することにより、磁気的な損失の少ない効率的な磁気コアブロックとする。さらに、同一の磁気コアブロックにおいて、上下または左右または上下左右対称な複数のティース端面260a、260b、260cの組み合わせにより、軸方向Eに対して斜め方向の磁束を上下または左右または上下左右対称に形成することで、歪み方向に対して対称な複数の信号V<sub>L1</sub>、V<sub>R1</sub>を得ることができ、その差分111をとることで、検出精度を向上させることが出来る。

#### 【0021】

従って、主磁束を磁歪部110の軸方向Eに対して斜め方向に形成することで、検出効率(感度)を向上させることができる。ティース端面260a、260b、260cと巻線部105、106及びバックヨーク100を一体の連続した磁性体で構成することで、磁気的に効率の良い磁気コアブロックをつくり、製造誤差を抑えることができる。

同一の磁気コアブロックにおいて、複数のティース端面260a、260b、260cを組み合わせにより、磁歪部110の軸方向Eに対して斜めの磁束を上下または左右対称に形成することで、歪み方向に対して対称な複数の信号V<sub>L1</sub>、V<sub>R1</sub>を取得し、その差分111によって検出精度を向上させる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0022】

本発明は、ステータ構造に関し、特に、軸に付与した磁歪部の周知のビラリ効果(Villari Effect)を利用したステータ構造において、前記軸の外側に設けられ

10

20

30

40

50

、複数のコアを連設してなる磁路一体型の磁気コアブロックと、前記各磁気コアブロックのバックヨークには、複数の溝を介して形成された複数のティース端面と、前記軸を介して互いに対向する前記各ティース端面に傾斜して形成された辺と、前記各溝内に設けられた巻線部と、を備え、前記各磁気コアブロックを輪状に形成した時、前記各辺同士が前記軸を介して向かい合うように配置された構成とすることにより、前記軸の軸方向に対して斜め方向（ $0^\circ$ より大きく $90^\circ$ より小さい）に傾けた主磁束を流すことができ、歪みとその方向を磁束の変化として、検出する構成である。

【符号の説明】

【0023】

10 トルクセンサのステータ構造

10

10a 磁気コアブロック（磁路一体型）

30a 第1辺

30b 第2辺

30c 第3辺

90 軸

100 バックヨーク

101 第1溝

102 第2溝

105 第1巻線部

106 第2巻線部

20

107 第1磁束方向

108 第2磁束方向（第1磁束方向と対称）

110 磁歪部

111 第1、第2磁束方向の信号の差分

150 検出センサ

214a 励磁用コイル

215a 検出用コイル

260a 第1ティース端面

260b 第2ティース端面

260c 第3ティース端面

30

E 軸方向

P 表面側

V<sub>L1</sub> 第1磁束方向から得られる第1信号

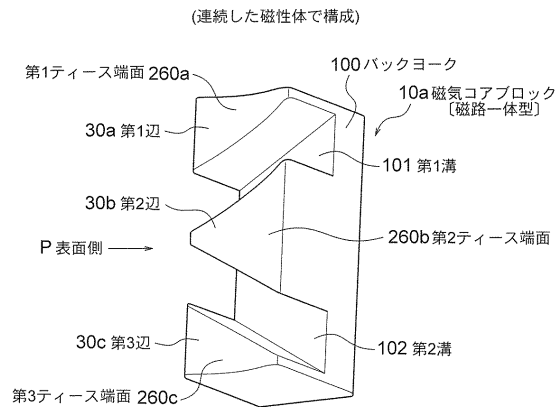
V<sub>R1</sub> 第2磁束方向108（第1磁束方向と対称）から得られる第2信号

40

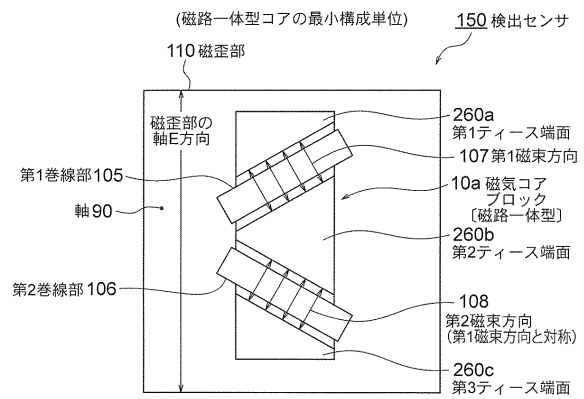
50

## 【図面】

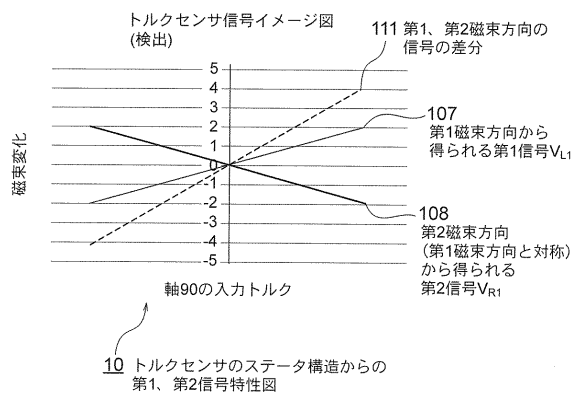
## 【図 1】



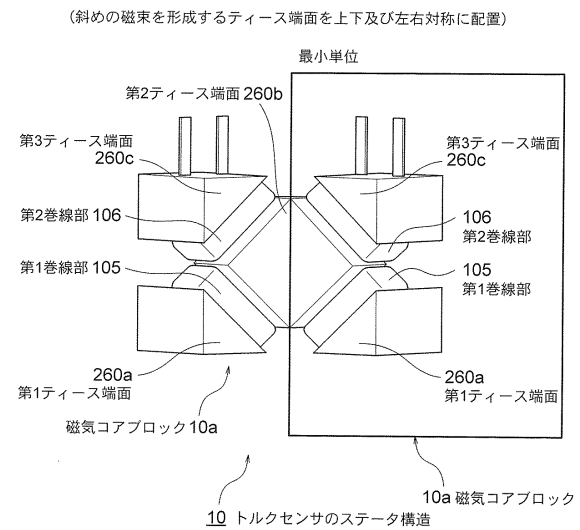
## 【図 2】



## 【図 3】



## 【図 4】



10

20

30

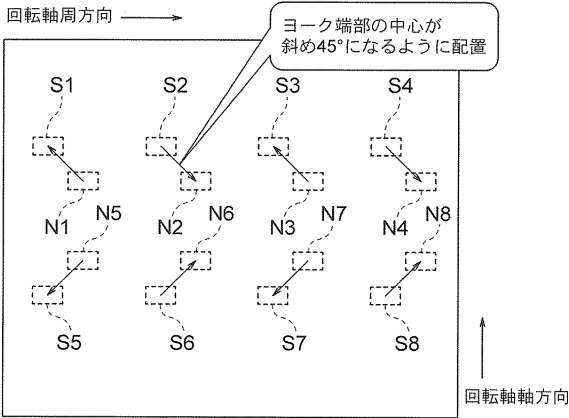
40

50

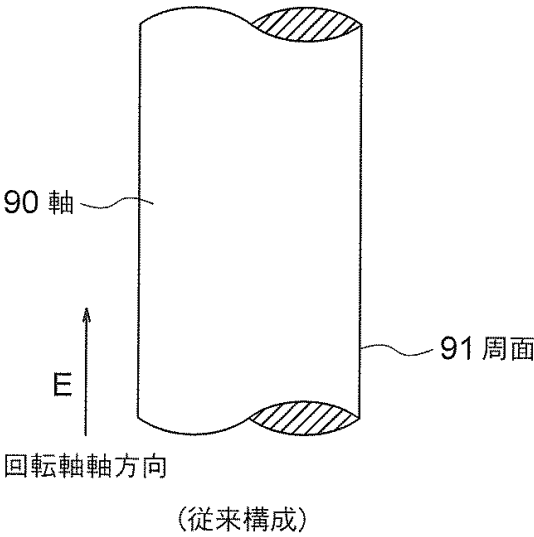




【図 9】

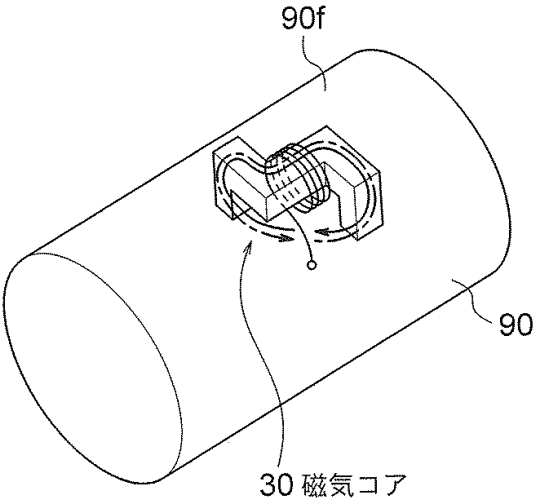


【図 1 0】

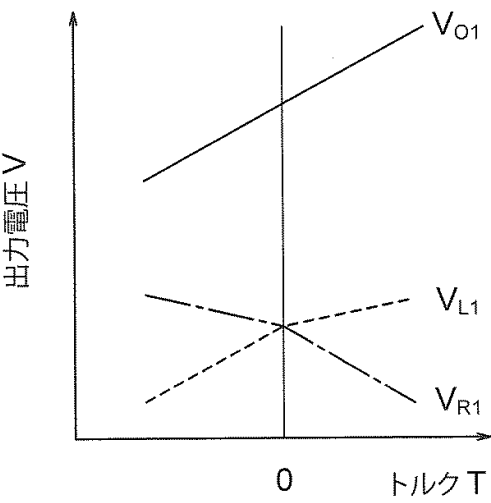


10

【図 1 1】



【図 1 2】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

長野県飯田市大休 1 8 7 9 番地 多摩川精機株式会社内  
(72)発明者 岩澤 駿弥  
長野県飯田市大休 1 8 7 9 番地 多摩川精機株式会社内  
(72)発明者 佐々木 貴広  
長野県飯田市大休 1 8 7 9 番地 多摩川精機株式会社内  
審査官 森 雅之  
(56)参考文献 特許第 5 1 7 7 6 6 1 ( J P , B 2 )  
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
G 0 1 L 3