(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年7月5日(05.07.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/124081 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 3/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/046670

(22) 国際出願日： 2017年12月26日(26.12.2017)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2016-253414 2016年12月27日(27.12.2016) JP

(71) 出願人: 第一精工株式会社 (**DAI-ICHI SEIKO CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒6128024 京都府京都市伏見区桃山町根来１２番地の４ Kyoto (JP).

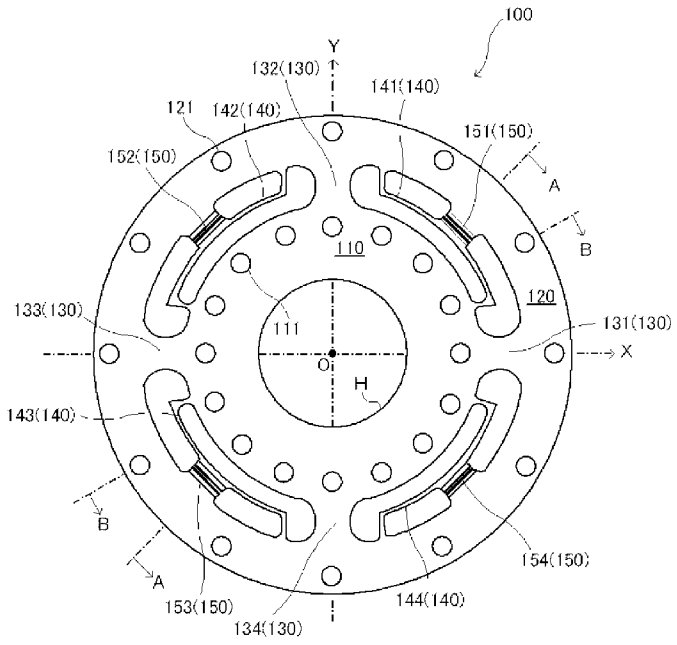
(72) 発明者: 秋葉 一人 (**AKIBA Kazuto**); 〒8380106 福岡県小郡市三沢８６３ 第一精工株式会社内 Fukuoka (JP). 上宇都 敬仁 (**KAMIUTO Takahito**); 〒8380106 福岡県小郡市三沢８６３ 第一精工株式会社内 Fukuoka (JP). 九郎丸 彰宏 (**KUROMARU Akihiro**); 〒8380106 福岡県小郡市三沢８６３ 第一精工株式会社内 Fukuoka (JP).

(74) 代理人: 木村 満 (**KIMURA Mitsuru**); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町二丁目７番地 協販ビル２階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) **Title:** TORQUE SENSOR

(54) 発明の名称： トルクセンサ



(57) **Abstract:** A connecting body (130) is disposed between an inner-side support (110) and an outer-side support (120), the connecting body (130) connecting the inner-side support (110) and the outer-side support (120). One end of a deformation body (140) is connected to the inner-side support (110) at a first position pertaining to a direction of rotation about a Z axis, and the other end of the deformation body (140) is connected to the outer-side support (120) at a second position different from the first position, the deformation body (140) being curved so as to radially deform when compression force

WO 2018/124081 A1

［続葉有］

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

or expansion force is applied between the first position and the second position. A detector (150) has a capacitive element configured from electrodes that are provided to the deformation body (140) and the outer-side support (120) so as to face each other, the detector (150) detecting elastic deformation produced in the deformation body (140) on the basis of the feature value of the capacitive element.

(57) 要約:接続体(１３０)は、内側支持体(１１０)と外側支持体(１２０)との間に配置され、内側支持体(１１０)と外側支持体(１２０)とを接続する。変形体(１４０)は、Ｚ軸を中心とする回転方向に関する第１の位置で一端が内側支持体(１１０)に接続され、第１の位置とは異なる第２の位置で他端が外側支持体(１２０)に接続され、第１の位置と第２の位置との間に圧縮力又は引張力が加わると半径方向に変形するように屈曲する。検出体(１５０)は、変形体(１４０)と外側支持体(１２０)とに対向して設けられた電極同士で構成される容量素子を有し、容量素子の特性値に基づいて、変形体(１４０)に生じた弾性変形を検出する。

明　細　書

発明の名称 ： トルクセンサ

技術分野

[0001] 本発明は、トルクセンサに関する。

背景技術

[0002] 回転軸回りに作用したトルクを検出するトルクセンサは、様々な輸送機械や産業機械に広く利用されている。例えば、下記の特許文献１には、環状の荷重検出機構部に生じる歪みをストレインゲージによって検出することにより、作用した力成分およびモーメント成分を電気信号として出力するセンサが開示されている。また、特許文献２には、剛性中央部材と剛性環状リングとの間に複数の半径方向部材を設け、この半径方向部材に生じる歪みを検出することにより、作用した力成分およびモーメント成分を電気信号として出力するセンサが開示されている。

[0003] 更に、特許文献３には、回転軸が挿通する貫通開口部を有する検出リングを、回転軸に沿った両側から支持体によって支持し、当該検出リングの弾性変形を、容量素子を利用して検出することにより、回転軸回りに作用したトルクを電気信号として出力するセンサが開示されている。また、特許文献４には、複数本の検出リングを隣接配置する構造を採用することにより、内部空間を確保しつつ、力とモーメントの検出感度のバランスを調整することが可能なセンサが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特公平６－４１８９２号公報

特許文献2：特表２００１－５００９７９号公報

特許文献3：特開２０１２－０３７３００号公報

特許文献4：特許第５６６７７２３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ロボットアームの関節部分に取り付けるような用途では、構造が単純で、厚みが薄い薄型のトルクセンサが望まれている。しかしながら、これまで提案されているトルクセンサは、構造上、薄型化が困難である。

[0006] 例えば、前掲の特許文献１に開示されているセンサでは、環状の荷重検出機構部に２本の剛体部を取り付ける必要があり、薄型化が困難である。また、特許文献２に開示されているセンサでは、半径方向部材に生じる歪みを検出するため、全体的な構造が複雑になり、薄型化には不向きである。そして、特許文献３，４に開示されているセンサでは、検出リングや支持体を積層する構造を採用しているため、薄型化を図ることが困難である。

[0007] 本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、構造が単純で、厚みを薄くした薄型のトルクセンサを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、本発明に係るトルクセンサは、

第１の対象物と第２の対象物との間に発生する回転軸回りのトルクを検出するトルクセンサであって、

前記第１の対象物を支持する第１の支持体と、

前記第２の対象物を支持し、前記回転軸を中心とする半径方向に関して前記第１の支持体よりも外側に前記第１の支持体と空間を隔てて配置された第２の支持体と、

前記第１の支持体と前記第２の支持体との間に配置され、前記第１の支持体と前記第２の支持体とを接続する複数の接続体と、

前記第１の支持体と、前記第２の支持体と、隣接する２つの前記接続体とに囲まれた空間に配置され、前記回転軸を中心とする回転方向に関する第１の位置で一端が前記第１の支持体に接続され、前記回転方向に関する前記第１の位置とは異なる第２の位置で他端が前記第２の支持体に接続され、前記第１の位置と前記第２の位置との間に圧縮力又は引張力が加わると前記半径方向に変形するように屈曲した板状の変形体と、

前記変形体と前記第１の支持体との間に設けられた検出子、または前記変形体と前記第２の支持体との間に設けられた検出子のいずれかの検出子の特性値に基づいて、前記変形体に生じた弾性変形を検出する検出体と、

を備える。

[0009] 前記検出体は、

前記変形体と前記第１の支持体とに対向して設けられた電極同士、または前記変形体と前記第２の支持体とに対向して設けられた電極同士のいずれかで構成される容量素子を有し、前記容量素子の特性値に基づいて、前記変形体に生じた弾性変形を検出する、

こととしてもよい。

[0010] この場合、前記第１の支持体、前記第２の支持体、前記接続体、前記変形体及び前記検出体が、前記回転軸に直交する２次元平面に沿って配置されている、

こととしてもよい。

[0011] 前記変形体は、

前記第１の支持体における前記第２の支持体を向いた面から前記第２の支持体に向けて突出した板状の第１の突出体と、

前記第２の支持体における前記第１の支持体を向いた面から前記第１の支持体に向けて突出した板状の第２の突出体と、

前記第１の突出体の先端と前記第２の突出体の先端とに接続され、前記回転軸の回転方向に沿って延設された板状の延設体と、

を備える、

こととしてもよい。

[0012] 前記回転方向に関して、前記第１の突出体の幅および前記第２の突出体の幅は、前記接続体の幅よりも狭い、

こととしてもよい。

[0013] 前記変形体は、

前記回転軸に直交し、前記回転軸の位置を原点とする２次元直交座標系の

第１象限に配置されている第１の変形体と、

前記２次元直交座標系の第２象限に配置されている第２の変形体と、

前記２次元直交座標系の第３象限に配置されている第３の変形体と、

前記２次元直交座標系の第４象限に配置されている第４の変形体と、

を備える、

こととしてもよい。

[0014] 前記検出体は、

前記第１の変形体の弾性変形を検出する第１の検出体と、

前記第２の変形体の弾性変形を検出する第２の検出体と、

前記第３の変形体の弾性変形を検出する第３の検出体と、

前記第４の変形体の弾性変形を検出する第４の検出体と、

を備える、

こととしてもよい。

[0015] 前記検出体は、

前記変形体に設けられた第１の電極と、

前記第１の電極に対向して前記第１の支持体に設けられた第２の電極と、

を備える、

こととしてもよい。

[0016] 前記検出体は、

前記変形体に設けられた第３の電極と、

前記第３の電極に対向して前記第２の支持体に設けられた第４の電極と、

を備える、

こととしてもよい。

[0017] 前記接続体は、前記第１の支持体との接続部分から前記第２の支持体との接続部分までの間に、前記回転方向の幅が他の部分よりも狭い部分を有する、

こととしてもよい。

[0018] 前記第１の支持体、前記第２の支持体、前記接続体及び前記変形体は、同

一の部材で構成されており、

前記第１の支持体と前記接続体とを接続する部分、前記第２の支持体と前記接続体とを接続する部分、前記第１の支持体と前記変形体とを接続する部分、前記第２の支持体と前記変形体とを接続する部分のそれぞれの外縁が、弧状に形成されている、

こととしてもよい。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、第１の支持体と第２の支持体とが複数の接続体で接続されている。また、隣接する接続体同士と第１の支持体と第２の支持体とで囲まれた空間に変形体が配置されている。そして、変形体と第１の支持体との間に又は変形体と第２の支持体との間に、検出体における検出子が設けられている。これにより、すべての構成を平面に沿って配置することが可能となり、構造が単純で、厚みを薄く抑えた薄型のトルクセンサを実現することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1A]本発明の実施の形態１に係るトルクセンサの上面図である。

[図1B]トルクセンサをＡ－Ａ平面で切断した断面図である。

[図1C]トルクセンサをＢ－Ｂ平面で切断した断面図である。

[図2]図１Ａに示すトルクセンサの基本構造体をＸＹ平面で切断した横断面図である。

[図3]基本構造体の各部を区切って示す上面図である。

[図4]トルクセンサの検出動作を示す図である。

[図5]本発明の実施の形態２に係るトルクセンサの上面図である。

発明を実施するための形態

[0021] 実施の形態１.

まず、本発明の実施の形態１について、図１Ａ～図４を参照して詳細に説明する。

[0022] 図１Ａに示すように、本実施の形態に係るトルクセンサの主たる構造部を

構成する基本構造体１００の形状は、全体的に円板状である。ここでは、説明の便宜上、図示のとおり、このトルクセンサの中心位置に原点Ｏを有するＸＹＺ三次元直交座標系を定義し、この座標系にトルクセンサが配置されているという前提で、各部の構造を述べることにする。図１Ａの場合、図の右方向にＸ軸、図の上方向にＹ軸、紙面垂直手前方向にＺ軸が定義されている。トルクセンサは、Ｚ軸を中心軸として配置されている。このトルクセンサは、Ｚ軸を回転軸として、当該回転軸回りに作用するトルクを検出する。なお、回転軸とは、検出されたトルクを定義するための仮想的な軸である。

[0023] 図１Ａに示すように、基本構造体１００は、原点Ｏに中心が位置し、第１の対象物を支持する内側支持体１１０と、その外側を取り囲むように配置され、第２の対象物を支持する外側支持体１２０と、を備える。内側支持体１１０は、中央に空洞部Ｈ（貫通孔）が形成された環状構造体であり、外側支持体１２０は、その周囲に配置された環状構造体である。外側支持体１２０は、Ｚ軸を中心とする半径方向に関して内側支持体１１０と空間を隔てて配置されている。

[0024] なお、「環」とは「円環」に限らず、「方環」や「任意形状の輪」も含むものであり、内側支持体１１０および外側支持体１２０としては、例えば「方環状」の形状のものや、「六角形の環状」や「八角形の環状」のものを用いてもかまわない。

[0025] さらに、基本構造体１００は、４つの接続体１３０を備える。各接続体１３０は、内側支持体１１０と外側支持体１２０との間に配置され、内側支持体１１０と外側支持体１２０とを接続する。具体的には、各接続体１３０は、内側支持体１１０の外側面と外側支持体１２０の内側面とを接続する。この基本構造体１００では、接続体１３０として、正側のＸ軸上に配置された第１の接続体１３１と、正側のＹ軸上に配置された第２の接続体１３２と、負側のＸ軸上に配置された第３の接続体１３３と、負側のＹ軸上に配置された第４の接続体１３４と、が設けられている。以下、適宜、単に、接続体１３１、１３２、１３３、１３４とも呼ぶ。この接続体１３１～１３４により

、平板状の基本構造体１００は、例えば、基本構造体１００を変形させようとする力に対して頑健となる。

[0026] さらに、基本構造体１００は、板状の４つの変形体１４０と、各変形体１４０にそれぞれ設けられた検出体１５０と、を備える。各変形体１４０と各検出体１５０とは、Ｚ軸回りに作用するトルクを検出するために設けられている。各変形体１４０と各検出体１５０とは、内側支持体１１０と、外側支持体１２０と、隣接する２つの接続体１３０とに囲まれた空間に配置されている。

[0027] 内側支持体１１０には、１６箇所に取付用孔部１１１が設けられている。同様に、外側支持体１２０には、１２箇所に取付用孔部１２１が設けられている。図１Ｂ及び図１Ｃに示すように、取付用孔部１１１，１２１は、空洞部Ｈと同様に上下（Ｚ軸方向）に貫通する孔である。

[0028] このトルクセンサは、ロボットアームの関節部分に取り付けるような用途に最適である。例えば、図１Ｂに示す基本構造体１００の下方（－Ｚ側）に第１のアーム部（第１の対象物）を配置し、上方（＋Ｚ側）に第２のアーム部（第２の対象物）を配置すれば、この基本構造体１００は、両アーム部を接続する関節部材として機能する。取付用孔部１１１，１２１は、この基本構造体１００を各アーム部に取り付けるためのボルト挿通用の孔部として用いられる。例えば、内側支持体１１０を、取付用孔部１１１に挿通させたボルトによって、下方に配置された第１のアーム部に取り付け、外側支持体１２０を、取付用孔部１２１に挿通させたボルトによって、上方に配置された第２のアーム部に取り付けるようにすれば、第１のアーム部と第２のアーム部との間に発生する回転軸回りのトルクを検出することができる。もちろん、取付用孔部１１１，１２１の内面には、必要に応じて、ねじ溝を形成するようにしてもかまわない。

[0029] なお、取付用孔部１１１，１２１は、このトルクセンサに必須の構成要素ではなく、動作原理上、トルク検出のために直接的な機能を果たすものではない。例えば、アーム部に対する接続を、ボルトを用いない接着方法を採用

して行うようにすれば、取付用孔部１１１，１２１は不要である。

[0030] 図２は、図１Ａに示すトルクセンサの基本構造体１００をＸＹ平面で切断した横断面図である。基本構造体１００は、円板状の１枚の構造体であり、鉄、ステンレス、アルミニウムなどの金属板に対して、ワイヤーカットによる加工を施すことにより構成されている。なお、金属板に対して切削加工（例えば、フライスによる加工）を施して、基本構造体１００を構成してもよい。本実施の形態では、この基本構造体１００の各部を、その機能に着目して、内側支持体１１０、外側支持体１２０、接続体１３０、変形体１４０、検出体１５０と呼んでいる。

[0031] 図３は、基本構造体１００の各部を点線で区切って示している。以下、この図３を参照しながら、基本構造体１００の各部の構造について、より詳細に説明する。

[0032] まず、中央に設けられた内側支持体１１０は、中心に円形の空洞部Ｈが形成された部材である。空洞部Ｈは必須のものではないが、実用上は設けておいた方が好ましい。これは、中心に空洞部Ｈを形成しておけば、必要に応じて、ここに様々な部材（例えば、電気信号を取り出すための配線）を挿通させることができるためである。

[0033] 基本構造体１００は、変形体１４０として、第１の変形体１４１と、第２の変形体１４２と、第３の変形体１４３と、第４の変形体１４４と、を備える。第１の変形体１４１は、第１の接続体１３１と第２の接続体１３２とに挟まれ、ＸＹ座標系（２次元直交座標系）の第１象限に位置している。第２の変形体１４２は、第２の接続体１３２と第３の接続体１３３とに挟まれ、ＸＹ座標系の第２象限に位置している。第３の変形体１４３は、第３の接続体１３３と第４の接続体１３４とに挟まれ、ＸＹ座標系の第３象限に位置している。第４の変形体１４４は、第４の接続体１３４と第１の接続体１３１とに挟まれ、ＸＹ座標系の第４象限に位置している。以下、適宜、単に変形体１４１、１４２、１４３、１４４とも呼ぶ。

[0034] ４組の変形体１４１，１４２，１４３，１４４は、それぞれ、Ｚ軸を中心

とする回転方向に関する第１の位置（内側支持点）Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４で一端が内側支持体１１０に接続される。また、変形体１４１，１４２，１４３，１４４は、それぞれ、Ｚ軸を中心とする回転方向に関する第１の位置Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４とは異なる第２の位置（外側支持点）Ｑ１，Ｑ２，Ｑ３，Ｑ４で他端が外側支持体１２０に接続される。変形体１４１，１４２，１４３，１４４は、第１の位置Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４と、第２の位置（外側支持点）Ｑ１，Ｑ２，Ｑ３，Ｑ４との間に圧縮力又は引張力が加わると半径方向に変形するように屈曲した形状を有している。

[0035] より詳細には、第１の変形体１４１は、第１の突出体１４１Ａと、第２の突出体１４１Ｂと、延設体１４１Ｃと、を備える。同様に、第２の変形体１４２は、第１の突出体１４２Ａと、第２の突出体１４２Ｂと、延設体１４２Ｃと、を備え、第３の変形体１４３は、第１の突出体１４３Ａと、第２の突出体１４３Ｂと、延設体１４３Ｃと、を備え、第４の変形体１４４は、第１の突出体１４４Ａと、第２の突出体１４４Ｂと、延設体１４４Ｃと、を備える。第１の突出体１４１Ａ～１４４Ａは、内側支持体１１０における外側支持体１２０を向いた面から外側支持体１２０に向けて突出した板状の部材である。第２の突出体１４１Ｂ～１４４Ｂは、外側支持体１２０における内側支持体１１０を向いた面から内側支持体１１０に向けて突出した板状の部材である。延設体１４１Ｃ～１４４Ｃは、内側支持体１１０の第１の突出体１４１Ａ～１４４Ａの先端と外側支持体１２０の第２の突出体１４１Ｂ～１４４Ｂの先端とに接続され、Ｚ軸を回転軸としたときの回転方向に沿って延設された板状の部材である。延設体１４１Ｃ～１４４Ｃは、原点Ｏを中心とする円Ｒの円周に沿って延びている。

[0036] ここで、変形体１４１は、原点Ｏを対称の中心として、変形体１４３と点対称であり、変形体１４２は、原点Ｏを対称の中心として、変形体１４４と点対称である。また、変形体１４１，１４２は、Ｘ軸を対称軸として、変形体１４４，１４３と線対称であり、変形体１４１，１４４は、Ｙ軸を対称軸として、変形体１４２，１４３と線対称である。このように変形体１４１～

１４４を配置することで、トルクセンサは、Ｚ軸回りにおいて、時計まわりのトルクおよび反時計まわりのトルクを検出できる。

[0037] Ｚ軸を回転軸とした時の回転方向に関して、第１の突出体１４１Ａ～１４４Ａの幅および第２の突出体１４１Ｂ～１４４Ｂの幅は、接続体１３０の幅よりも狭くなっている。これにより、接続体１３０よりも変形体１４１～１４４の方が変形し易くなっている。

[0038] ここで、４組の延設体１４１Ｃ，１４２Ｃ，１４３Ｃ，１４４Ｃは、上述したように半径方向の厚みが薄い板状の部材である。しかも、接続体１３０の接続もない部分であるため、トルクの作用により大きく弾性変形する。なお、延設体１４１Ｃ，１４２Ｃ，１４３Ｃ，１４４Ｃの中央部分には、原点Ｏを基準として若干外側へ向かって凸状に隆起した隆起部が形成されているが、これらの各隆起部は、後述するように、変位電極を形成する便宜を図るためのものであり、本発明の検出原理上は、必要なものではない。

[0039] もちろん、基本構造体１００は、同一の材質からなる一体構造体であり、これを、例えば鉄、ステンレス、アルミニウムなどの金属によって構成すれば、トルクの作用により、すべての部分に弾性変形が生じることになる。しかしながら、内側支持体１１０，外側支持体１２０，接続体１３０に生じる弾性変形は、各変形体１４０に生じる弾性変形に比べてわずかである。

[0040] 基本構造体１００は、検出体１５０として、４組の検出体１５１～１５４を備える。これら４組の検出体１５１～１５４は、変形体１４１～１４４に生じる弾性変形を電気的に検出する機能を有しており、いずれも容量素子によって構成されている。すなわち、検出体１５１～１５４は、変形体１４１～１４４の外側面に形成された変位電極と、外側支持体１２０の内側面に形成された固定電極と、を対向させた容量素子によって構成されている。すなわち、検出体１５１～１５４は、変形体１４１～１４４と外側支持体１２０とに対向して設けられた電極同士で構成される容量素子を有している。Ｚ軸回りのトルクは、変形体１４１～１４４に弾性変形として生じ、容量素子の特性値として表れる。

[0041] なお、内側支持体１１０と接続体１３０とを接続する部分、外側支持体１２０と接続体１３０とを接続する部分、内側支持体１１０と変形体１４０とを接続する部分、外側支持体１２０と変形体１４０とを接続する部分のそれぞれの外縁は、応力集中を緩和するために、弧状に形成されている。

[0042] 続いて、図１Ａに示すトルクセンサの検出動作について、図４を参照しながら説明する。

[0043] 延設体１４１Ｃ，１４２Ｃ，１４３Ｃ，１４４Ｃの外側面の４箇所には、それぞれ変位電極（第１の電極）Ｅ１１，Ｅ１２，Ｅ１３，Ｅ１４が設けられており、外側支持体１２０の内側面の４箇所には、それぞれ固定電極（第２の電極）Ｆ１１，Ｆ１２，Ｆ１３，Ｆ１４が設けられている。

[0044] より具体的には、延設体１４１Ｃの外側面の隆起部には変位電極Ｅ１１が設けられ、外側支持体１２０の対向面には、変位電極Ｅ１１に対向する固定電極Ｆ１１が設けられている。これら一対の電極Ｅ１１，Ｆ１１は、容量素子を構成する。第１の検出体１５１は、当該容量素子に他ならない。

[0045] また、延設体１４２Ｃの外側面の隆起部には変位電極Ｅ１２が設けられ、外側支持体１２０の対向面には、固定電極Ｆ１２が設けられて、第２の検出体１５２となる容量素子が構成される。同様に、延設体１４３Ｃの外側面の隆起部には変位電極Ｅ１３が設けられ、外側支持体１２０の対向面には、固定電極Ｆ１３が設けられて、第３の検出体１５３となる容量素子が構成される。また、延設体１４４Ｃの外側面の隆起部には変位電極Ｅ１４が設けられ、外側支持体１２０の対向面には、固定電極Ｆ１４が設けられて、第４の検出体１５４となる容量素子が構成される。以下、適宜、単に検出体１５１、１５２、１５３、１５４とも呼ぶ。

[0046] なお、延設体１４１Ｃ，１４２Ｃ，１４３Ｃ，１４４Ｃの外側面の隆起部と各変位電極Ｅ１１～Ｅ１４との間には絶縁基板（図２の白塗り部分）が挿入され、外側支持体１２０と各固定電極Ｆ１１～Ｆ１４との間にも絶縁基板（図２の白塗り部分）が挿入されている。このように、絶縁基板を介して各電極を形成しているのは、この実施の形態の場合、図２に示すように、基本

構造体１００が金属からなる一体構造体によって構成されており、個々の電極を電気的に独立させる必要があるためである。したがって、基本構造体１００を樹脂などの絶縁材料によって構成した場合は、絶縁基板を設ける必要はない。

[0047] ここで、トルクセンサの検出動作を説明するうえで、便宜上、図４に示すように、内側支持体１１０と変形体１４１，１４２，１４３，１４４との接続点である内側支持点Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４、外側支持体１２０と変形体１４１，１４２，１４３，１４４との接続点である外側支持点Ｑ１，Ｑ２，Ｑ３，Ｑ４、を定義する。

[0048] 内側支持体１１０を固定した状態において、外側支持体１２０に対して、図４に矢印で示すように、Ｚ軸を回転軸とする時計まわりのモーメント（トルク）が作用した場合に、変形体１４１，１４２，１４３，１４４にどのような変形が生じるかを考えてみる。この場合、内側支持点Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４は、内側支持体１１０に接続されているため固定点になる。一方、外側支持点Ｑ１，Ｑ２，Ｑ３，Ｑ４は、外側支持体１２０に接続されているため、外側支持体１２０に対して時計まわりのトルクが作用した場合、時計まわりの回転力の作用を受ける。

[0049] そうすると、例えば、点Ｑ１は点Ｐ１に近づくように移動するので、第１の変形体１４１（延設体１４１Ｃ）は半径方向外側に膨らむように変形する。同様に、点Ｑ３は点Ｐ３に近づくように移動するので、第３の変形体１４３（延設体１４３Ｃ）も半径方向外側に膨らむように変形する。その結果、変位電極Ｅ１１は、固定電極Ｆ１１に近づき、両電極によって構成される容量素子（第１の検出体１５１）の静電容量値Ｃ１は増加する。同様に、変位電極Ｅ１３は、固定電極Ｆ１３に近づき、両電極によって構成される容量素子（第３の検出体１５３）の静電容量値Ｃ３も増加する。

[0050] 一方、点Ｑ２は点Ｐ２から遠ざかるように移動するので、第２の変形体１４２（延設体１４２Ｃ）は半径方向内側にへこむように変形する。同様に、点Ｑ４は点Ｐ４から遠ざかるように移動するので、第４の検出体１４４（延

設体１４４Ｃ）も半径方向内側にへこむように変形する。その結果、変位電極Ｅ１２は、固定電極Ｆ１２から遠ざかり、両電極によって構成される容量素子（第２の検出体１５２）の静電容量値Ｃ２は減少する。同様に、変位電極Ｅ１４は、固定電極Ｆ１４から遠ざかり、両電極によって構成される容量素子（第４の検出体１５４）の静電容量値Ｃ４は減少する。

[0051] なお、内側支持体１１０を固定した状態において、Ｚ軸を回転軸とする反時計まわりのモーメント（トルク）が外側支持体１２０に対して作用した場合、上述とは逆となる動きが生じ、静電容量値Ｃ１～Ｃ４は、上述とは逆となる変化を示す。

[0052] このような構成をもったトルクセンサにおいて、回転軸（Ｚ軸）回りに作用したトルクの検出値を電気信号として取り出すには、以下の式を演算して検出結果Ｄとして出力する検出回路を用意すればよい。

Ｄ＝（Ｃ１＋Ｃ３）－（Ｃ２＋Ｃ４）

すなわち、この検出回路の出力は、第１の検出体１５１の静電容量値Ｃ１と、第３の検出体１５３の静電容量値Ｃ３との和「Ｃ１＋Ｃ３」と、第２の検出体１５２の静電容量値Ｃ２と第４の検出体１５４の静電容量値Ｃ４との和「Ｃ２＋Ｃ４」と、の差分である。

[0053] 例えば、図４に示すように、外側支持体１２０に対して時計まわりのトルクが作用すると、上述したとおり、静電容量値Ｃ１，Ｃ３は増加し、静電容量値Ｃ２，Ｃ４は減少するため、差分値「（Ｃ１＋Ｃ３）－（Ｃ２＋Ｃ４）」は正の値として出力される。逆に、外側支持体１２０に対して反時計まわりのトルクが作用すると、静電容量値Ｃ１，Ｃ３は減少し、静電容量値Ｃ２，Ｃ４は増加するため、差分値「（Ｃ１＋Ｃ３）－（Ｃ２＋Ｃ４）」は負の値として出力される。したがって、当該差分値の符号は、作用したトルクの向きを示すことになり、当該差分値の絶対値は、作用したトルクの大きさを示す。

[0054] このような差分検出は、検出誤差を低減する上で効果的である。例えば、温度環境の変化により、基本構造体１００の各部に膨張や収縮が生じ、各容

量素子の電極間隔が変化した場合にも、上記差分検出を行えば、そのような電極間隔の変化に基づいて生じる誤差を相殺することができる。

[0055] 以上詳細に説明したように、本実施の形態によれば、内側支持体１１０と外側支持体１２０とが複数の接続体１３０で接続されている。また、隣接する接続体１３０同士と内側支持体１１０と外側支持体１２０とで囲まれた空間に変形体１４１～１４４が配置されている。そして、変形体１４１～１４４と外側支持体１２０との間に、検出体１５１～１５４としての電極同士が対向して設けられている。これにより、すべての構成を平面に沿って配置することが可能となり、構造が単純で、厚みを薄く抑えた薄型のトルクセンサを実現することが可能になる。

[0056] また、本実施の形態では、内側支持体１１０と外側支持体１２０とはＺ軸を中心として均等配置された４つの接続体１３０で接続されている。これにより、平板状の基本構造体１００が、変形しにくくなり、比較的強いトルクに対しても耐え得る。

[0057] 本実施の形態では、内側支持体１１０と外側支持体１２０とはＺ軸を中心として均等配置された４つの接続体１３０で接続されている。これにより、トルクセンサに加えられる力が分散され、各接続体１３０に加わる力を小さくすることができるので、各接続体１３０の破損を防止することができる。

[0058] 実施の形態２.

次に、本発明の実施の形態２について、図５を参照して説明する。

[0059] 本実施の形態に係るトルクセンサの基本構造体１００の各部は、上記実施の形態１に係るトルクセンサと同じである。本実施の形態では、接続体１３１～１３４の形状が、上記実施の形態１に係る接続体１３１～１３４の形状と異なる。本実施の形態では、接続体１３１～１３４では、外側支持体１２０との接続部分における回転方向の幅が他の部分に比べて狭くなっている。

[0060] このようにすれば、平板状の基本構造体１００を変形させようとする力に対して基本構造体１００を変形しにくくすることができるうえ、内側支持体１１０と外側支持体１２０との間に発生するＺ軸回りのトルクが比較的弱い

場合であっても、変形体１４１～１４４の変形量を、実施の形態１のトルクセンサと同程度にすることができる。よって、実施の形態２のトルクセンサでは、実施の形態１のトルクセンサに適用した検出回路を流用できる。つまり、実施の形態２のトルクセンサと実施の形態１のトルクセンサとにおいて、検出回路の共通化が可能である。

[0061] なお、回転方向の幅が他の部分に比べて狭くなっている部分は、外側支持体１２０との接続部分に限られず、接続体１３１～１３４の中腹部分に形成されていてもよいし、内側支持体１１０との接続部分に形成されるようにしてもよい。

[0062] これまで、上記実施の形態１、２に係るトルクセンサについて説明したが、もちろん、本発明はこれらの実施の形態に限定されるものではない。

[0063] 例えば、上記実施の形態では、変形体１４１～１４４が、突出体１４１Ａ～１４４Ａ、突出体１４１Ｂ～１４４Ｂ、延設体１４１Ｃ～１４４Ｃから成るものとしたが、これには限られない。変形体１４０は、折れ曲がった部分を有する必要はなく、点Ｐ１等と点Ｑ１等とが圧縮力又は引張力を受けて、半径方向に変形する部材であればよい。

[0064] 例えば、上記実施の形態１は、変形体１４１～１４４の半径方向の外側に検出体１５１～１５４（変位電極Ｅ１１～Ｅ１４と固定電極Ｆ１１～Ｆ１４）を配置した。しかしながら、変形体１４１～１４４の内側面と内側支持体１１０の外側面との間に、検出体（第３の電極及び第４の電極）を設けるようにしてもよい。さらには、変形体１４１～１４４の外側面および内側面の双方に、それぞれ検出体を設けることも可能である。

[0065] 上記各実施の形態に係るトルクセンサの特徴は、ＸＹＺ三次元直交座標系のＺ軸が回転軸となるように配置したときに、内側支持体１１０、外側支持体１２０、接続体１３０、変形体１４０、検出体１５０のすべてが、ＸＹ平面に沿って配置されている点である。すなわち、内側支持体１１０、外側支持体１２０、接続体１３０、変形体１４０、検出体１５０のすべてが、ＸＹ平面を含む位置（ＸＹ平面を横切る位置）に配置されている。このようなＸ

Ｙ平面に沿った配置は、厚みを薄く抑えた薄型のトルクセンサを実現する上で重要である。

[0066] 特に、図１Ｂ及び図１Ｃを見れば明らかなように、上記各実施の形態に係るトルクセンサは、ＸＹＺ三次元直交座標系において、外側支持体１２０の上面が、方程式（Ｚ＝＋ｄ）で表される第１の平面上に位置し、外側支持体１２０の下面が、方程式（Ｚ＝－ｄ）で表される第２の平面上に位置している。また、内側支持体１１０、接続体１３０、変形体１４０、検出体１５０のすべてが、当該第１の平面と第２の平面との間に挟まれた空間内に収容され、Ｚ軸に直交する２次元平面であるＸＹ平面に沿って配置されている。

[0067] このような構成を採れば、トルクセンサ全体の厚み（Ｚ軸方向に関する寸法）を２ｄの範囲内に抑えることができ、構造が単純で、厚みを薄く抑えた薄型のトルクセンサを実現することが可能になる。もちろん、動作原理上は、各検出体１５１～１５４は、上記空間位置に配置されていれば足り、その一部分が上記空間からはみ出していても検出には支障はない。しかしながら、トルクセンサ全体の厚みを２ｄの範囲内に抑えて薄型化を図る上では、各検出体１５１～１５４を構成する容量素子も、上記空間内に収容するのが好ましい。

[0068] もっとも、このトルクセンサをロボットアームの関節部分などに取り付けて利用する場合は、各部の上面位置および下面位置に若干の修正を加えるのが好ましい。例えば、このトルクセンサをロボットアームの上腕部と下腕部との間に挿入し、外側支持体１２０を、その上方に配置されている上腕部の下面に接合し、内側支持体１１０を、その下方に配置されている下腕部の上面に接合して利用する場合を考えてみる。このような利用を前提とした場合、図１Ｂ及び図１Ｃにおいて、外側支持体１２０の上面位置を方程式（Ｚ＝＋ｄ＋δ１）で表される平面位置に修正し、内側支持体１１０の下面位置を方程式（Ｚ＝－ｄ－δ２）で表される平面位置に修正するのが好ましい。そうすれば、内側支持体１１０の上面と上腕部の下面との間に所定の空隙寸法δ１が確保され、両者間の無用な接触を避けることができ、同様に、外側支

持体１２０の下面と下腕部の上面との間に所定の空隙寸法δ２が確保され、両者間の無用な接触を避けることができる。

[0069] もちろん、外側支持体１２０の上面に段差構造を設けたり（例えば、一部分に上方へ隆起する隆起部を形成したり）、内側支持体１１０の下面に段差構造を設けたり（例えば、一部分に下方へ隆起する隆起部を形成したり）することにより、上記空隙寸法δ１，δ２を確保するようにしてもよい。このようにすれば、全体の厚みは２ｄよりも若干厚くなるが、ロボットアームの関節部分などに取り付けて利用する場合でも、無用な接触を避けることができる。

[0070] また、上記各実施の形態では、接続体１３０の数を４つとしたが、本発明はこれには限られない。接続体１３０の数は２つでもよいし、３つでもよいし、５つ以上であってもよい。力を分散する意味では、接続体１３０は、Ｚ軸を中心として、均等に配置されるのが望ましい。

[0071] なお、接続体１３０の数のほか、Ｚ軸を中心とする回転方向における接続体１３０の幅を適宜設計・調整することによって、トルクセンサは、Ｚ軸を中心とする回転方向における剛性に加えて、Ｚ軸方向における剛性も高まる。これにより、トルクセンサは、Ｚ軸を中心とする回転方向における力への耐性に加えて、Ｚ軸に沿った力への耐性も高まる。

[0072] なお、上記各実施の形態では、変形体１４０の数を４つとしたが、本発明はこれには限られない。変形体１４０の数は、２つでもよいし、３つでもよいし、５つ以上であってもよい。変形体１４０は、Ｚ軸を中心として、均等に配置されるのが望ましい。

[0073] また、上記各実施の形態では、例えば、内側支持点Ｐ１，Ｐ２および外側支持点Ｑ１，Ｑ２と、内側支持点Ｐ３，Ｐ４および外側支持点Ｑ３，Ｑ４とを、Ｘ軸に対して線対称な位置に配置したが、本発明はこれには限られない。内側支持点Ｐ１～Ｐ４、外側支持点Ｑ１～Ｑ４を、原点Ｏを中心に４回回転対称に配置するようにしてもよい。

[0074] また、上記各実施の形態では、第１の突出体１４１Ａ～１４４ＡをＸ軸の

近くに配置し、第２の突出体１４１Ｂ～１４４ＢをＹ軸の近くに配置したが、本発明はこれには限られない。第１の突出体１４１Ａ～１４４ＡをＹ軸の近くに配置し、第２の突出体１４１Ｂ～１４４ＢをＸ軸の近くに配置してもよい。

[0075] 上記各実施の形態では、容量素子を検出体として用いていた。しかしながら、本発明における検出体は、変形体に生じる弾性変形を何らかの形で検出する機能をもった素子であれば足り、必ずしも容量素子である必要はない。

[0076] 例えば、容量素子の代わりにストレインゲージを検出体（検出子）として用いてもかまわない。具体的には、変形体１４１～１４４と外側支持体１２０との間、または変形体１４１～１４４と内側支持体１１０との間に、検出体１５１～１５４として機能するストレインゲージを貼り付け、各ストレインゲージの抵抗値の変化を電気的に検出するようにしても、トルクの検出が可能である。

[0077] 実用上、本発明に係る検出体としては、容量素子を用いるのが最も適している。容量素子は、単純な電極層によって構成することができるため、非常に安価である。また、容量素子を用いれば、製造プロセスも単純化できる。例えば、実施の形態１の場合、金属の一体構造体として基本構造体１００を作成した後、電極層が形成された８組の絶縁基板を所定位置に貼り付ける作業を行えばよい。

[0078] なお、検出体を容量素子によって構成する場合、対向する一対の電極のうち、一方の面積を他方の面積よりも大きく設定するのが好ましい。これは、トルクの作用により変位電極が回転方向に若干移動し、両電極の相対位置にずれが生じた場合にも、容量素子として機能する実効対向面積を一定に維持するための配慮である。容量素子の静電容量値は、対向する一対の電極間距離だけでなく実効対向面積にも依存する。そこで、一方の面積を他方の面積よりも大きく設定しておき、変位電極の位置が多少変わっても実効対向面積が一定に保たれるようにしておけば、静電容量値は電極間距離のみに依存することになるので、より正確な検出が可能になる。

[0079] また、上記各実施の形態では、容量素子を構成する各電極を平板状の電極層によって構成しているが、電極は必ずしも平板状にする必要はなく、多少湾曲していてもかまわない。例えば、図４には、各変位電極Ｅ１１～Ｅ１４および各固定電極Ｆ１１～Ｆ１４として、いずれも平板状の電極を用いた例が描かれているが、各変位電極Ｅ１１～Ｅ１４を変形体１４０の外周面に沿った曲面とし、各固定電極Ｆ１１～Ｆ１４を外側支持体１２０の内周面に沿った曲面としてもかまわない。

[0080] また、上記各実施の形態では、変位電極Ｅ１１～Ｅ１４と固定電極Ｆ１１～Ｆ１４とをそれぞれ対とする４つの検出体１５１～１５４がトルクセンサに備えられていたが、これに限られるものではない。トルクセンサに回転軸（Ｚ軸）回りのトルクが作用したことを検出可能にするのであれば（トルクの向き、トルクの大きさは検出しないのであれば）、検出体は少なくとも１つあればよい。

[0081] この発明は、この発明の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施の形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施の形態は、この発明を説明するためのものであり、この発明の範囲を限定するものではない。すなわち、この発明の範囲は、実施の形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。そして、特許請求の範囲内及びそれと同等の発明の意義の範囲内で施される様々な変形が、この発明の範囲内とみなされる。

[0082] なお、本願については、２０１６年１２月２７日に出願された日本国特許出願２０１６－２５３４１４号を基礎とする優先権を主張し、本明細書中に日本国特許出願２０１６－２５３４１４号の明細書、特許請求の範囲、図面全体を参照として取り込むものとする。

産業上の利用可能性

[0083] 本発明は、例えば、ロボットアーム間のトルクを検出するのに適用することができる。

符号の説明

[0084] １００　基本構造体、１１０　内側支持体、１１１　取付用孔部、１２０

外側支持体、１２１　取付用孔部、１３０　接続体、１３１　第１の接続体、１３２　第２の接続体、１３３　第３の接続体、１３４　第４の接続体、１４０　変形体、１４１　第１の変形体、１４１Ａ　第１の突出体、１４１Ｂ　第２の突出体、１４１Ｃ　延設体、１４２　第２の変形体、１４２Ａ　第１の突出体、１４２Ｂ　第２の突出体、１４２Ｃ　延設体、１４３　第３の変形体、１４３Ａ　第１の突出体、１４３Ｂ　第２の突出体、１４３Ｃ　延設体、１４４　第４の変形体、１４４Ａ　第１の突出体、１４４Ｂ　第２の突出体、１４４Ｃ　延設体、１５０　検出体、１５１　第１の検出体、１５２　第２の検出体、１５３　第３の検出体、１５４　第４の検出体、Ｅ１１～Ｅ１４　変位電極、Ｆ１１～Ｆ１４　固定電極、Ｈ　空洞部、Ｐ１～Ｐ４　内側支持点（第１の位置、点）、Ｑ１～Ｑ４　外側支持点（第２の位置、点）、Ｒ　円

請求の範囲

[請求項1] 第１の対象物と第２の対象物との間に発生する回転軸回りのトルクを検出するトルクセンサであって、

前記第１の対象物を支持する第１の支持体と、

前記第２の対象物を支持し、前記回転軸を中心とする半径方向に関して前記第１の支持体よりも外側に前記第１の支持体と空間を隔てて配置された第２の支持体と、

前記第１の支持体と前記第２の支持体との間に配置され、前記第１の支持体と前記第２の支持体とを接続する複数の接続体と、

前記第１の支持体と、前記第２の支持体と、隣接する２つの前記接続体とに囲まれた空間に配置され、前記回転軸を中心とする回転方向に関する第１の位置で一端が前記第１の支持体に接続され、前記回転方向に関する前記第１の位置とは異なる第２の位置で他端が前記第２の支持体に接続され、前記第１の位置と前記第２の位置との間に圧縮力又は引張力が加わると前記半径方向に変形するように屈曲した板状の変形体と、

前記変形体と前記第１の支持体との間に設けられた検出子、または前記変形体と前記第２の支持体との間に設けられた検出子のいずれかの検出子の特性値に基づいて、前記変形体に生じた弾性変形を検出する検出体と、

を備えるトルクセンサ。

[請求項2] 前記検出体は、

前記変形体と前記第１の支持体とに対向して設けられた電極同士、または前記変形体と前記第２の支持体とに対向して設けられた電極同士のいずれかで構成される容量素子を有し、前記容量素子の特性値に基づいて、前記変形体に生じた弾性変形を検出する、

請求項１に記載のトルクセンサ。

[請求項3] 前記第１の支持体、前記第２の支持体、前記接続体、前記変形体及

び前記検出体が、前記回転軸に直交する２次元平面に沿って配置されている、

請求項１又は２に記載のトルクセンサ。

[請求項4] 前記変形体は、

前記第１の支持体における前記第２の支持体を向いた面から前記第２の支持体に向けて突出した板状の第１の突出体と、

前記第２の支持体における前記第１の支持体を向いた面から前記第１の支持体に向けて突出した板状の第２の突出体と、

前記第１の突出体の先端と前記第２の突出体の先端とに接続され、前記回転軸の回転方向に沿って延設された板状の延設体と、

を備える、

請求項１から３のいずれか一項に記載のトルクセンサ。

[請求項5] 前記回転方向に関して、前記第１の突出体の幅および前記第２の突出体の幅は、前記接続体の幅よりも狭い、

請求項４に記載のトルクセンサ。

[請求項6] 前記変形体は、

前記回転軸に直交し、前記回転軸の位置を原点とする２次元直交座標系の第１象限に配置されている第１の変形体と、

前記２次元直交座標系の第２象限に配置されている第２の変形体と、

前記２次元直交座標系の第３象限に配置されている第３の変形体と、

前記２次元直交座標系の第４象限に配置されている第４の変形体と、

を備える、

請求項１から５のいずれか一項に記載のトルクセンサ。

[請求項7] 前記検出体は、

前記第１の変形体の弾性変形を検出する第１の検出体と、

前記第２の変形体の弾性変形を検出する第２の検出体と、

前記第３の変形体の弾性変形を検出する第３の検出体と、

前記第４の変形体の弾性変形を検出する第４の検出体と、

を備える、

請求項６に記載のトルクセンサ。

[請求項8] 前記検出体は、

前記変形体に設けられた第１の電極と、

前記第１の電極に対向して前記第１の支持体に設けられた第２の電極と、

を備える、

請求項２から６のいずれか一項に記載のトルクセンサ。

[請求項9] 前記検出体は、

前記変形体に設けられた第３の電極と、

前記第３の電極に対向して前記第２の支持体に設けられた第４の電極と、

を備える、

請求項２から６のいずれか一項に記載のトルクセンサ。

[請求項10] 前記接続体は、前記第１の支持体との接続部分から前記第２の支持体との接続部分までの間に、前記回転方向の幅が他の部分よりも狭い部分を有する、

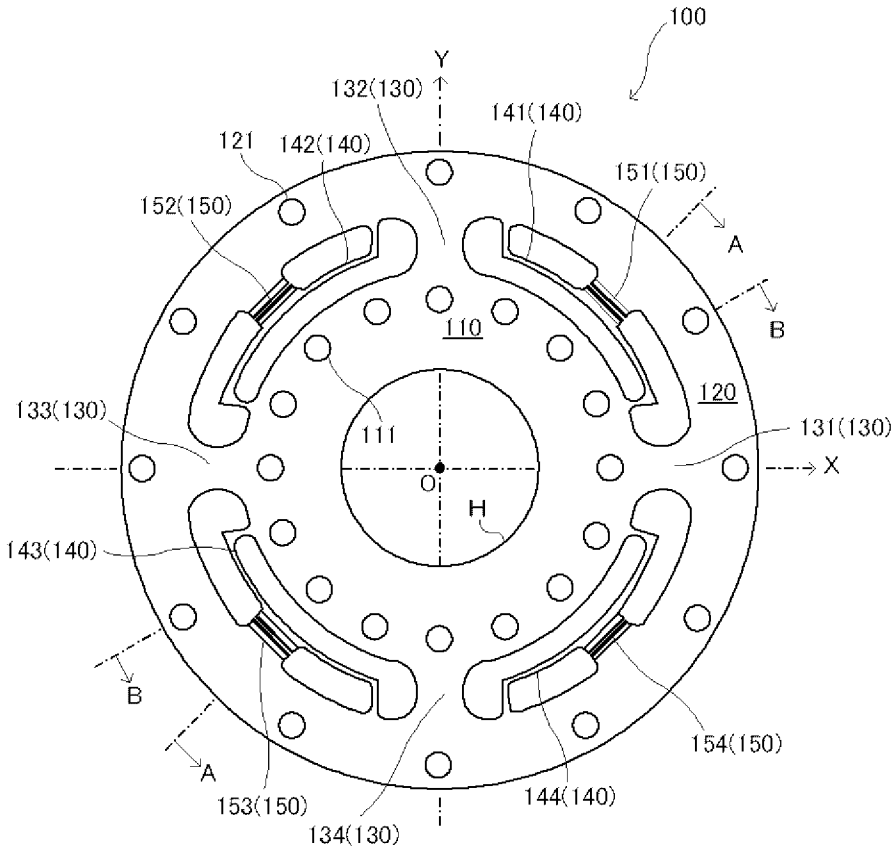
請求項１から９のいずれか一項に記載のトルクセンサ。

[請求項11] 前記第１の支持体、前記第２の支持体、前記接続体及び前記変形体は、同一の部材で構成されており、

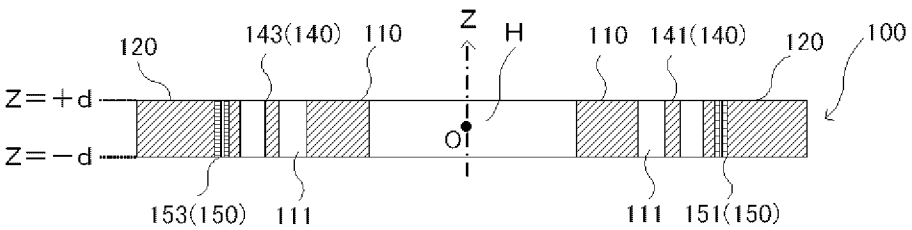
前記第１の支持体と前記接続体とを接続する部分、前記第２の支持体と前記接続体とを接続する部分、前記第１の支持体と前記変形体とを接続する部分、前記第２の支持体と前記変形体とを接続する部分のそれぞれの外縁が、弧状に形成されている、

請求項１から１０のいずれか一項に記載のトルクセンサ。

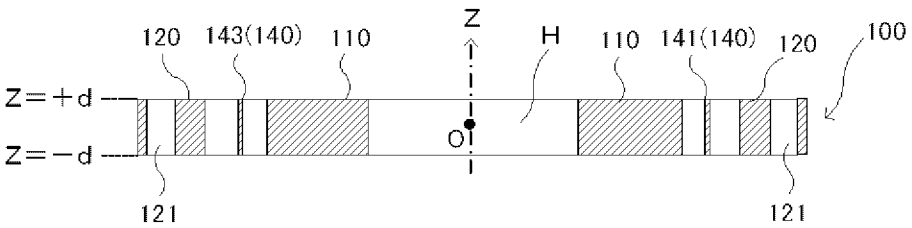
[図1A]


100
Y
132(130)
141(140)
121
142(140)
151(150)
152(150)
A
B
110
120
133(130)
111
131(130)
X
O
H
143(140)
B
A
154(150)
153(150)
144(140)
134(130)

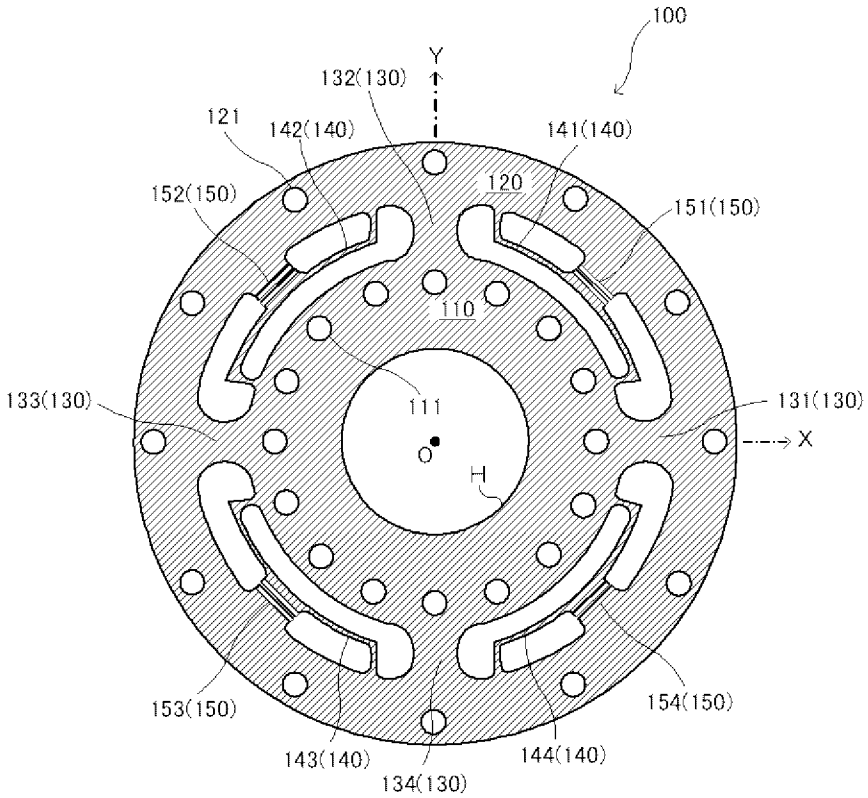
[図1B]


Z
120
143(140)
110
H
110
141(140)
120
100
Z=+d
Z=−d
O
153(150)
111
111
151(150)

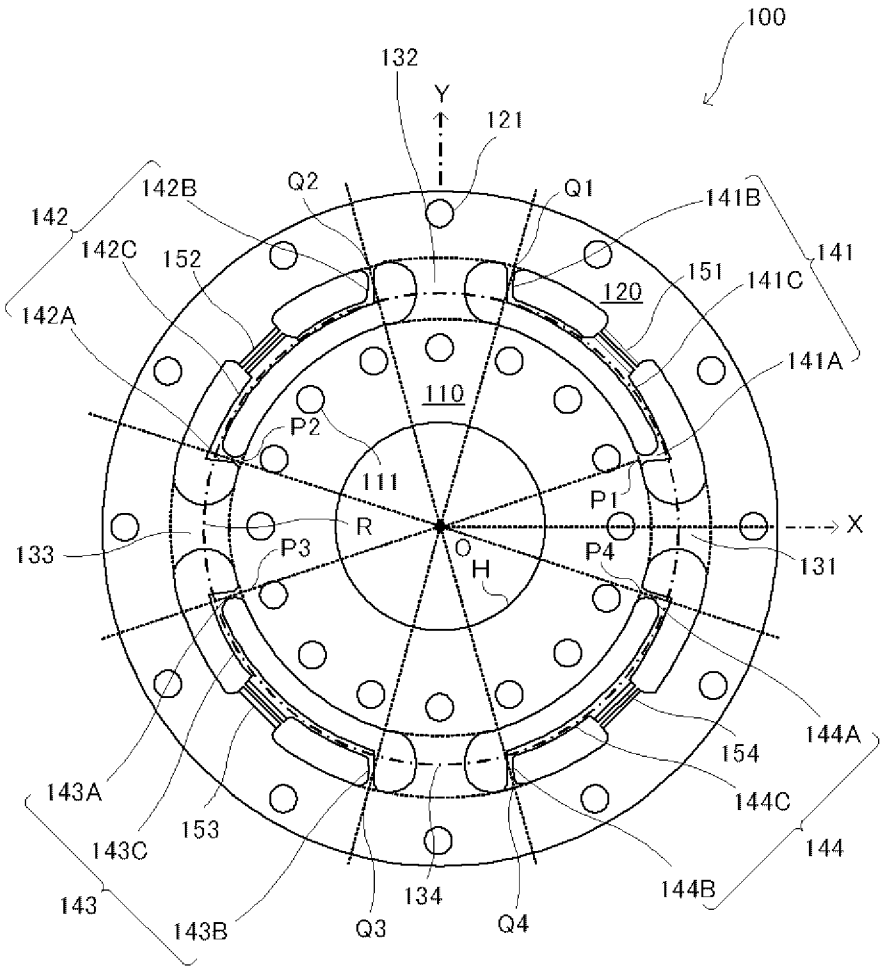
[図1C]


Z
120
143(140)
110
H
110
141(140)
120
100
Z=+d
Z=−d
O
121
121

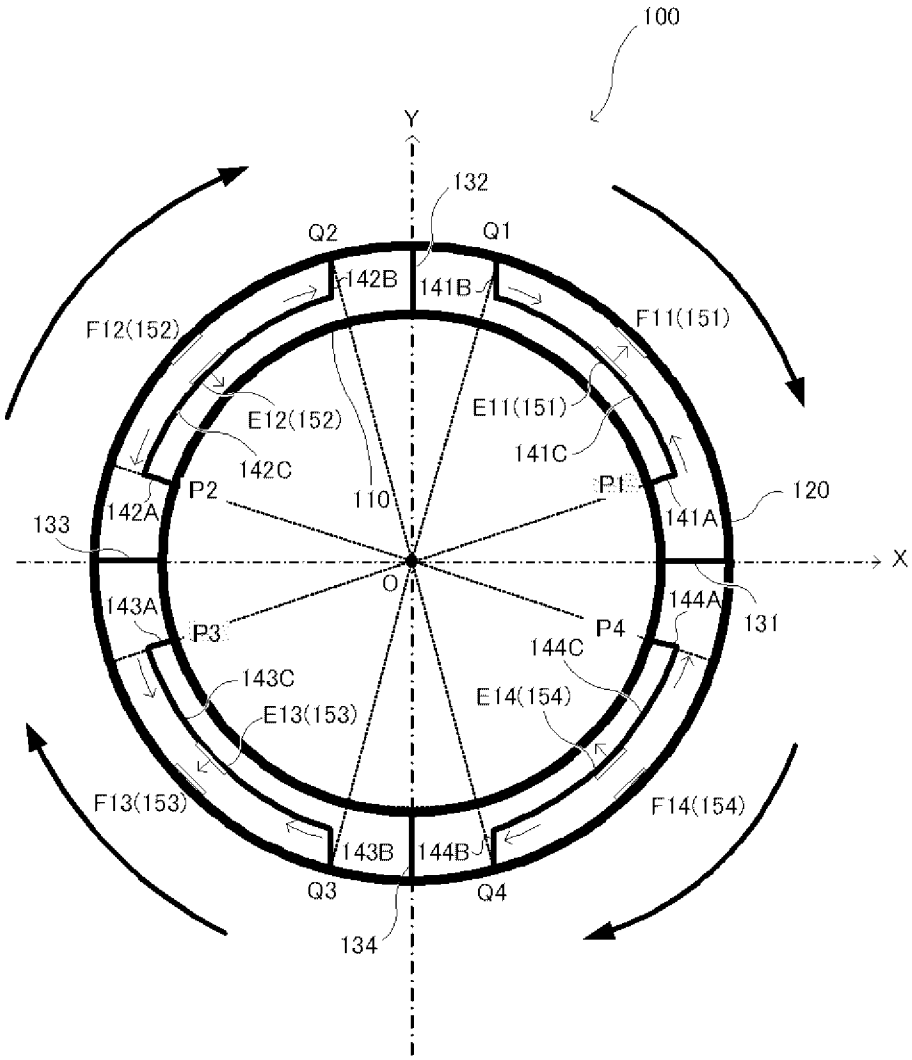
[図2]


100
Y
132(130)
121
142(140)
141(140)
152(150)
120
151(150)
110
111
133(130)
131(130)
O
X
H
153(150)
154(150)
143(140)
144(140)
134(130)

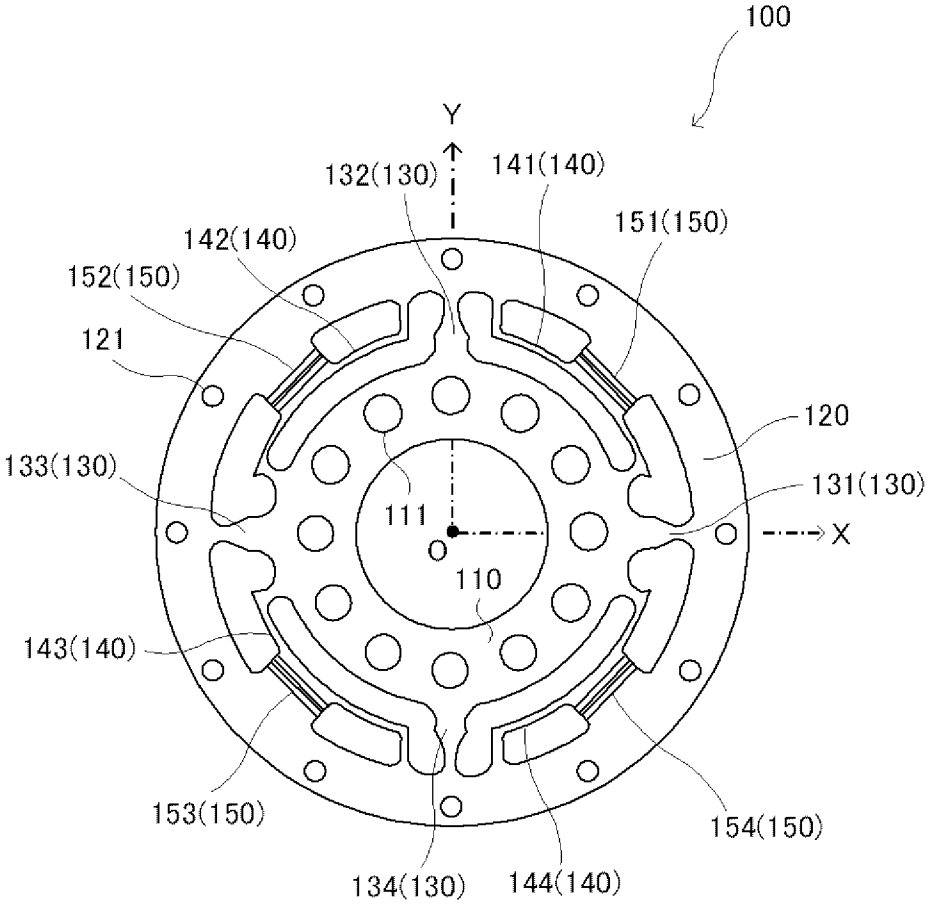
[図3]


100
132
Y
121
142B
Q2
Q1
141B
142
142C
152
141
151
141C
120
142A
141A
110
P2
111
P1
R
X
133
P3
O
P4
131
H
144A
154
143A
144C
153
144
143C
134
144B
143
143B
Q3
Q4

[図4]


100
Y
132
Q2
Q1
142B
141B
F12(152)
F11(151)
E12(152)
E11(151)
142C
141C
P2
P1
110
120
133
142A
141A
X
O
131
143A
144A
P3
P4
144C
143C
E14(154)
E13(153)
F13(153)
F14(154)
143B
144B
Q3
Q4
134

[図5]


100
Y
132(130)
141(140)
151(150)
142(140)
152(150)
121
120
133(130)
131(130)
111
X
O
110
143(140)
153(150)
154(150)
134(130)
144(140)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/046670

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G01L3/14(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. G01L3/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4397629 B2 (EDUARD BIRE GMBH & CO. KG) 13 January 2010, fig. 1 & EP 1376086 B1, fig. 1 & US 7093477 B2, fig. 1 & CN 100425962 C, fig. 1	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/046670

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4368353 B2 (ONO SOKKI CO., LTD.) 18 November 2009, fig. 1 & US 7520182 B2, fig. 1 & EP 1719991 A1, fig. 1 & WO 2005/075950 A1, fig. 1	1-11
A	US 7775128 B2 (SARIS CYCLING GROUP, INC.) 17 August 2010, fig. 8 & GB 2463135 A, fig. 8 & DE 102009043949 A1, fig. 8	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０４６６７０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L3/14(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L3/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	ＪＰ　４３９７６２９　Ｂ２ （エードゥアルト・ビレ　ＧＭＢＨ　＆　ＣＯ．　ＫＧ） ２０１０．０１．１３，【図１】 ＆ＥＰ　１３７６０８６　Ｂ１（図１） ＆ＵＳ　７０９３４７７　Ｂ２（図１） ＆ＣＮ　１００４２５９６２　Ｃ（図１）	１－１１

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１７．０１．２０１８	１３．０２．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｆ　８５０５
森　雅之
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	ＪＰ　４３６８３５３　Ｂ２（株式会社小野測器） ２００９．１１．１８，【図１】 ＆ＵＳ　７５２０１８２　Ｂ２（図１） ＆ＥＰ　１７１９９９１　Ａ１（図１） ＆ＷＯ　２００５／０７５９５０　Ａ１（図１）	１－１１
Ａ	ＵＳ　７７７５１２８　Ｂ２ （ＳＡＲＩＳ　ＣＹＣＬＩＮＧ　ＧＲＯＵＰ，ＩＮＣ．） ２０１０．０８．１７，（ＦＩＧ．８） ＆ＧＢ　２４６３１３５　Ａ（ＦＩＧ．８） ＆ＤＥ　１０２００９０４３９４９　Ａ１（ＦＩＧ．８）	１－１１