

(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1月25日(25.01.2018)



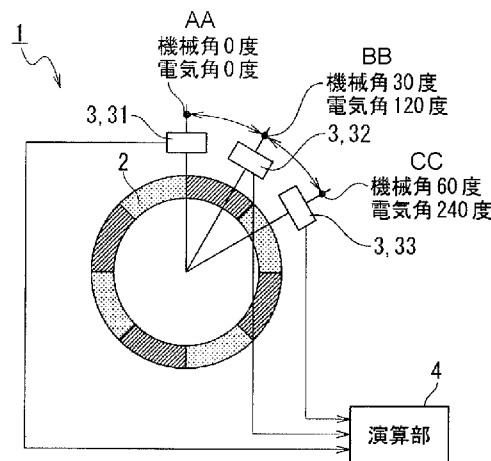
(10) 国際公開番号
WO 2018/016145 A1

- (51) 国際特許分類:
G01D 5/244 (2006.01) G01L 3/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/015716
- (22) 国際出願日: 2017年4月19日(19.04.2017)
- (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 2016-142827 2016年7月20日(20.07.2016) JP
- (71) 出願人: 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎一丁目6番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 桑原 昌樹 (KUWAHARA Masaki); 〒2518501 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 内藤 嘉昭, 外 (NAITOH Yoshiaki et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目3番1号 城山トラストタワー32階 特許業務法人日栄国際特許事務所 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, 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, 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,

(54) Title: ROTATION ANGLE DETECTOR AND TORQUE SENSOR

(54) 発明の名称: 回転角度検出器及びトルクセンサ

[図1]



- 4... CALCULATION UNIT
- AA... MECHANICAL ANGLE: 0°
ELECTRICAL ANGLE: 0°
- BB... MECHANICAL ANGLE: 30°
ELECTRICAL ANGLE: 120°
- CC... MECHANICAL ANGLE: 60°
ELECTRICAL ANGLE: 240°

(57) Abstract: A rotation angle detector (1) is provided with a multipolar magnet ring (2) that is magnetized so as to have multiple poles in the circumferential direction, at least one magnetic sensor group that comprises three magnetic sensors (3) that are disposed along the circumferential direction of the multipolar magnet ring (2) and output angle information having electrical angle phases separated by 120° phase difference intervals in accordance with the rotation of the multipolar magnet ring (2), and a calculation unit (4) for calculating the rotation angle of the multipolar magnet ring (2) on the basis of the angle information output from the three magnetic sensors (3) that compose a single magnetic sensor group.



WO 2018/016145 A1

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 :

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : 回転角度検出器 (1) は、周方向に沿って多極に磁化されている多極磁石リング (2) と、多極磁石リング (2) の周方向に沿って配置され、多極磁石リング (2) の回転に応じて、電気角で 120 度ずつ異なる位相差を有する角度情報を出力する 3 個の磁気センサ (3) からなる少なくとも一つの磁気センサ群と、一つの磁気センサ群を構成する 3 個の磁気センサ (3) から出力される角度情報に基づき多極磁石リング (2) の回転角度を算出する演算部 (4) と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 回転角度検出器及びトルクセンサ

技術分野

[0001] 本発明は、回転角度検出器及びトルクセンサに関する。

背景技術

[0002] 従来、回転角度検出器としては、例えば、多極磁石リングと、多極磁石リングの周方向に沿って配置された複数の磁気センサとを備え、各磁気センサから得られる角度情報に基づき多極磁石リングの回転角度を算出するものがある（例えば、特許文献1、2参照）。

また、この特許文献1、2に記載の技術では、角度情報から3次の高調波成分を除去するようになっている。これにより、より正確な回転角度を算出可能となっている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-189375号公報

特許文献2：特表2011-503630号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記特許文献1、2に記載の技術では、3次の高調波成分（誤差成分）を除去できるものの、角度情報から4次の誤差成分を除去しきれない可能性がある。

本発明は、上記のような点に着目し、角度情報に含まれる4次の誤差成分を削減可能な回転角度検出器及び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

[0005] 上記課題を解決するために、本発明の一態様は、周方向に沿って多極に磁化されている多極磁石リングと、多極磁石リングの周方向に沿って配置され

、多極磁石リングの回転に応じて、電気角で $360/N$ （ N は4を除く3以上の自然数）度ずつ異なる位相差を有する角度情報を出力する N 個の磁気センサからなる少なくとも一つの磁気センサ群と、一つの磁気センサ群を構成する N 個の磁気センサから出力される角度情報に基づき多極磁石リングの回転角度を算出する演算部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0006] 本発明の一態様によれば、各磁気センサの角度情報に含まれる4次の誤差成分の位相をずらすことができる。そのため、これらの角度情報を基に多極磁石リングの回転角度を算出することで、角度情報に含まれる4次の誤差成分を削減することができる。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]第1実施形態に係る回転角度検出器の構成図である。
[図2]4次の誤差成分の削減方法を説明するための図である。
[図3]第1実施形態の回転角度検出器の作用を説明するための図である。
[図4]第2実施形態に係る回転角度検出器の構成図である。
[図5]第2実施形態の回転角度検出器の作用を説明するための図である。
[図6]1次の誤差成分と4次の誤差成分との削減方法を説明するための図である。
[図7]第3実施形態に係る回転角度検出器の構成図である。
[図8]第3実施形態の回転角度検出器の作用を説明するための図である。
[図9]第3実施形態の回転角度検出器の作用を説明するための図である。
[図10]第3実施形態の変形例（1）を説明するための図である。
[図11]異常センサ判定部の動作を説明するための図である。
[図12]第3実施形態の変形例（2）を説明するための図である。
[図13]第4実施形態に係る回転角度検出器の構成図である。
[図14]第4実施形態の変形例（1）を説明するための図である。
[図15]第4実施形態の変形例（2）を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本発明の一実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

なお、以下に示す実施形態は、本発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、本発明の技術的思想は、構成部品の形状、構造、配置等を下記のものに特定するものでない。本発明の技術的思想は、請求の範囲に記載された請求項が規定する技術的範囲内において、種々の変更を加えることができる。

[0009] (第1実施形態)

(構成)

図1に示すように、第1実施形態の回転角度検出器1は、多極磁石リング2と、3個の磁気センサ3からなる少なくとも一つの磁気センサ群と、演算部4と、を備えている。図1の例では、3個の磁気センサ3からなる磁気センサ群の数は一つとなっている。

多極磁石リング2は、軸方向長さの短いリング状に形成され、周方向に沿って多極に磁化されている。各磁極の着磁方向は、外径向きとなっている。また、多極磁石リング2の極対数は、4つとなっている。さらに、4つの極対のうちの、予め定めた極対間(図1の例では、多極磁石リング2の最上部の極対間)に、機械角0度が設定されている。

[0010] 一つの磁気センサ群を構成する3個の磁気センサ3のそれぞれは、多極磁石リング2の周方向に沿って、多極磁石リング2の外周に対向させて配置されている。3個の磁気センサ3のうち、第1の磁気センサ31は機械角0度の位置、第2の磁気センサ32は機械角30度の位置、第3の磁気センサ33は機械角60度の位置に配置されている。3個の磁気センサ3としては、多極磁石リング2の回転に応じて位相を変動させる正弦波信号の該位相を角度情報として出力する、互いに同一規格のセンサICが用いられている。例えば、多極磁石リング2の回転に応じて正弦波信号(現信号)を生成する正弦波信号生成部と、生成された正弦波信号の位相を出力する位相出力部と、からなるICを採用できる。

[0011] ここで、上記のように多極磁石リング2の極対数は4つであり、各磁気セ

ンサ3の位置は機械角で30度ずつずれている。そのため、3個の磁気センサ3から出力される角度情報は、電気角で120度ずつ異なる位相差を有することになる。例えば、第1の磁気センサ31から出力される角度情報が0度である場合、第2の磁気センサ32から出力される角度情報は120度、第3の磁気センサ33から出力される角度情報は240度となる。

また、磁気センサ3が配置されている各位置では、極対数が4であるため、多極磁石リング2の1回転中に4周期分の磁界が生成される。それゆえ、磁気センサ3のそれぞれは、多極磁石リング2の1回転中に4周期分の角度情報を生成して演算部4に出力する。

[0012] ここで、3個の磁気センサ3から出力される角度情報は、図2(a)～(c)に示すように、120度ずつずれている。そのため、演算部4は、まず、そのずれ量、つまり、一つの磁気センサ群を構成する3個の磁気センサ3から出力される角度情報の位相差分をオフセットする。具体的には、図2(d)～(f)に示すように、第1の磁気センサ31から出力される角度情報の座標系を基準とし、第2の磁気センサ32から出力される角度情報の座標系に120度分の座標を加算し、第3の磁気センサ33から出力される角度情報の座標系に240度分の座標を加算して、三つの座標系をあわせる。続いて、演算部4は、オフセット後の角度情報の合計値を算出し、算出した合計値を「3」で除算して角度情報の平均値とする。そして、算出した平均値を、角度情報（電気角）の検出値（真値）として、この検出値（真値）に基づき、多極磁石リング2の回転角度（機械角）を算出する。

[0013] （作用その他）

一般に、多極磁石リング2と磁気センサ3との組み合わせで検出される角度情報は、原信号が正弦波であれば、角度誤差を小さくすることができる。しかしながら、このような角度情報には、図2(a)～(c)に示すように、電気角1周期分あたり4次の誤差成分が重畳しやすい。この4次の誤差成分の重畳が、高精度な角度情報を阻む主要因となる。

この4次の誤差が重畳する原因は、磁気センサ3が検出する原信号に3次

や5次の高調波成分が重畳しやすいためであり、改善には着磁精度や素子配置精度、検出素子特性の調整等の精密な作業が必要とされる。また、磁気センサ3を多数配置することで誤差を削減することも考えられるが、磁気センサ3の数が増加するためコストアップの要因となる。

また、3次の高調波成分の削減にはいわゆる三相二相変換の技術を用いることができる。しかしながら、この三相二相変換の技術は、5次の高調波成分の削減に寄与しない。それゆえ、3次の高調波に比べ、5次の高調波成分は小さいが、誤差の要因として残る。

[0014] これに対し、第1実施形態の回転角度検出器1では、図1、図2(a)～(c)に示すように、一つの磁気センサ群を構成する3個の磁気センサ3を、多極磁石リング2の回転に応じて電気角で120度ずつ異なる位相差を有する角度情報を出力するように配置した。それゆえ、各磁気センサ3の角度情報に含まれる4次の誤差成分の位相をずらすことができる。そのため、これらの角度情報を基に多極磁石リング2の回転角度を算出することで、磁気センサ3の角度情報に含まれる4次の誤差成分を削減することができる。

また、第1実施形態の回転角度検出器1では、磁気センサ3から出力される角度情報の位相差分をオフセットするようにした。それゆえ、オフセット後の角度情報に含まれる4次の誤差成分は、図3(a)～(c)に示すように、磁気センサ3毎に位相のずれた波形となる。それゆえ、これらの角度情報の合計値を「3」で除算して平均値を算出することで、図3(d)に示すように4次の誤差成分を互いに打ち消して削減することができる。

[0015] (第2実施形態)

次に、第2実施形態に係る回転角度検出器1について説明する。なお、第1実施形態と同様な構成等については同一の符号を使用して、その詳細は省略する。

第2実施形態は、図4に示すように、3個の磁気センサ3の位置は、3個の磁気センサ3から出力される角度情報が電気角で120度ずつ異なる位相差を有し、また多極磁石リング2の周方向に沿って等間隔となるように設定

されている点が、第1実施形態と異なる。図4の例では、第1の磁気センサ31は機械角0度の位置、第2の磁気センサ32は機械角120度の位置、第3の磁気センサ33は機械角240度の位置に配置されている。

なお、その他の構成は、第1実施形態と同様である。

[0016] (作用その他)

通常、回転角度検出器1では、例えば、図5(a)に示すように、多極磁石リング2が偏芯している場合、磁気センサ3から得られる機械角には、図5(b)に示すように、機械角全周、つまり、機械角0度~360度に対し1次の誤差成分が含まれることになる。

これに対し、第2実施形態の回転角度検出器1は、等間隔となるように、つまり、機械角で120度ずつ異なる位置に3個の磁気センサ3を配置した。それゆえ、図5(c)に示すように、各磁気センサ3から得られる機械角が含む1次の誤差成分の位相を120度ずつずらすことができる。そのため、機械角の平均値を算出することで、図5(d)に示すように、1次の誤差を打ち消すことができ、回転角度をより高精度に検出できる。

[0017] ここで、第2実施形態の回転角度検出器1では、1次の誤差成分の他にも、3の倍数以外の次数の誤差成分を打ち消すことができる。例えば、第1実施形態の電気角の誤差成分は、4次の誤差成分であるため、極対数が4である場合、機械角全周で16次の誤差成分となって現れる。それゆえ、3の倍数以外の次数であるため、打ち消すことができる。

[0018] 例えば、図6(a)~(c)に示すように、電気角で4次の誤差成分(機械角全周で16次の誤差成分)に加え、機械角全周で1次の誤差成分が含まれる場合、第2の磁気センサ32から得られる機械角の誤差成分は、第1の磁気センサ31から得られる機械角の誤差成分から120度ずれる。また、第3の磁気センサ33から得られる機械角の誤差成分は、第1の磁気センサ31から得られる機械角の誤差成分から240度ずれる。それゆえ、図6(d)、(e)に示すように、各磁気センサ3(31、32、33)の誤差成分を合成すると、1次の誤差成分と16次の誤差成分との両方を打ち消すこ

とができる。

また、第2実施形態の回転角度検出器1では、誤差成分の打ち消し効果は、ここまでに挙げた次数（機械角で1次、16次）以外の誤差成分にも適用でき、機械角で2次の誤差成分や電気角で2次の誤差成分（機械角で8次の誤差成分）等も打ち消すことができる。

[0019] なお、第1実施形態、第2実施形態では、多極磁石リング2の極対数を4とする場合について説明したが、極対数は、3個の磁気センサ3を機械角で120度ずつ異なる位置に配置した場合に、3個の磁気センサ3から出力される角度情報が電気角で120度ずつ異なる位相差を有する構成であればよい。極対数としては、例えば、4、8、10、11、13、14、16、17、19、20、22等を採用することができる。

[0020] また、一つの磁気センサ群を構成する磁気センサ3を3個とする例を示したが、他の構成を採用することもできる。例えば、N（Nは4を除く3以上の自然数）の倍数以外の次数の誤差成分を打ち消す場合には、磁気センサ3をN個とする等、誤差成分の次数に応じた個数としてもよい。この場合、各磁気センサ3から得られる機械角の誤差成分の位相を $360/N$ 度ずつずらすことができる。また、多極磁石リング2の極対数は、N個の磁気センサ3から出力される角度情報が電気角で $360/N$ 度ずつ異なる位相差を有する極対数とするものとする。そして、演算部4では、N個の磁気センサ3から得られる機械角の平均値を算出して、多極磁石リング2の回転角度の検出値（真値）とする演算を行う。なお、磁気センサ3が4個の場合、位相差が90度ずつ異なることになり、4次の誤差成分を削減することが難しいので、本発明からこの場合（Nが4の場合）を除くものとする。

[0021] （第3実施形態）

次に、第3実施形態に係る回転角度検出器1について説明する。なお、第1実施形態と同様な構成等については同一の符号を使用して、その詳細は省略する。

第3実施形態は、図7に示すように、N（Nは4を除く3以上の自然数）

個の磁気センサ3のいずれかに異常が発生したか否かを判定する異常発生判定部5を更に備える点が、第1実施形態と異なる。また、N個の磁気センサ3の位置が、第2実施形態と同様に、多極磁石リング2の周方向に沿って等間隔となるように、つまり、機械角で120度ずつずれるように設定されている。なお、図7の例では、Nは3に設定されている。

[0022] 具体的には、異常発生判定部5は、図2(a)～(f)に示すように、3個の磁気センサ3から出力される角度情報から予め想定される位相差(120度、240度)分をオフセットし、オフセット後の角度情報の合計値を算出し、算出した合計値に基づき3個の磁気センサ3のいずれかに異常が発生したか否かを判定する。例えば、オフセット後の角度情報の合計値が、第1の磁気センサ31から出力される角度情報の3倍、第2の磁気センサ32から出力される角度情報の3倍、及び第3の磁気センサ33から出力される角度情報の3倍(以下、「 $3 \cdot \alpha$ 、 $3 \cdot \beta$ 及び $3 \cdot \gamma$ 」とも呼ぶ)と等しいか否かを監視する。

[0023] ここで、3個の磁気センサ3に機能失陥がない場合、図8(a)～(d)に示すように、オフセット後の角度情報の合計値が $3 \cdot \alpha$ 、 $3 \cdot \beta$ 及び $3 \cdot \gamma$ のそれぞれと等しくなる。一方、一つまたは二つの磁気センサ3に機能失陥が発生し、角度情報がゼロ等になった場合、図9(a)、(b)に示すように、合計値が $3 \cdot \alpha$ 、 $3 \cdot \beta$ 及び $3 \cdot \gamma$ のいずれとも等しくならない。それゆえ、異常発生判定部5は、オフセット後の磁気センサ3から出力される角度情報の合計値が $3 \cdot \alpha$ 、 $3 \cdot \beta$ 及び $3 \cdot \gamma$ のいずれとも等しくないと判定した場合に、3個の磁気センサ3のいずれかに異常が発生したと判定する。これにより、3個の磁気センサのいずれかに異常が発生したことを比較的容易に確認することができる。

なお、その他の構成は、第1実施形態と同様である。

[0024] (変形例)

(1) なお、第3実施形態では、異常発生判定部5が、N個の磁気センサ3のいずれかに異常が発生したかを判定する例を示したが、他の構成を採用す

ることもできる。例えば、図10に示すように、 N (N は4を除く3以上の自然数) 個の磁気センサ3のうちから異常が発生した磁気センサ3を判定する異常センサ判定部6を更に備える構成としてもよい。なお、図10の例では、 N は3に設定されている。具体的には、異常センサ判定部6は、図2(a)～(f)に示すように、3個の磁気センサ3から出力される角度情報から予め想定される位相差(120度、240度)分をオフセットする。続いて、3個の磁気センサ3から選択される二つの磁気センサ3に対応するオフセット後の角度情報同士の差分に基づき、3個の磁気センサ3のうちから異常が発生した磁気センサ3を判定する。

[0025] より具体的には、図11(a)に示すように、オフセット後の第1の磁気センサ31の出力信号(角度情報) θ_1 と第2の磁気センサ32の出力信号(角度情報) θ_2 との差分が予め定めたしきい値より小さく、ほぼゼロ(ゼロを含む)であるかを監視する。同様に、オフセット後の第2の磁気センサ32の出力信号(角度情報) θ_2 と第3の磁気センサ33の出力信号(角度情報) θ_3 との差分がしきい値より小さく、ほぼゼロであるかを監視する。また、オフセット後の第3の磁気センサ33の出力信号 θ_3 と第1の磁気センサ31の出力信号 θ_1 との差分がしきい値より小さく、ほぼゼロであるかを監視する。

[0026] ここで、3個の磁気センサ3に機能失陥がない場合、各差分がそれぞれほぼゼロになるが、一つの磁気センサ3に機能失陥が発生し、角度情報がゼロ等になった場合、機能失陥の磁気センサ3の出力信号(角度情報)との差分のみがゼロから外れた値となる。それゆえ、異常センサ判定部6は、ゼロでない組み合わせがあると判定した場合に、ゼロでない組み合わせに基づき、3個の磁気センサ3のうちから異常が発生した磁気センサ3を判定する。これにより、異常が発生した磁気センサ3を比較的容易に確認することができる。

図11(b)の例では、第1の磁気センサ31が機能失陥した場合には、第2の磁気センサ32の出力信号(角度情報) θ_2 と第3の磁気センサ33

の出力信号（角度情報） θ_3 との差分がゼロとなるため、第1の磁気センサ31が機能失陥したことを判別できる。

[0027] (2) また、例えば、図12に示すように、回転角度検出器1は、磁気センサ群を少なくとも2系統備える構成としてもよい。例えば、磁気センサ群を構成するN個（例えば3個）の磁気センサ3を、ICパッケージ内に絶縁して2系統配置する。図12の例では、符号31、32、33で表される第1、第2及び第3の磁気センサを含む第1系統と、符号31a、32a、33aで表される第1、第2及び第3の磁気センサを含む第2系統とを有している。また、回転角度検出器1には、第1系統の第1～第3の磁気センサ31～33の電源電圧Vcc1、グランド電圧Gnd1と、第2系統の第1～第3の磁気センサ31a～33aの電源電圧Vcc2、グランド電圧Gnd2とのそれぞれが別々に設けられている。

[0028] この場合、演算部4は、2系統のうちの、一方の系統を構成する磁気センサ3の異常を判定すると、他方の系統の3個の磁気センサ3から出力される角度情報号を用いて、多極磁石リング2の回転角度（機械角）を算出する。図12の例では、第1系統及び第2系統のそれぞれで、上記した異常センサ判定部6を用いて磁気センサ3の異常の発生の判定（角度情報監視）を行っている。この角度情報監視では、磁気センサ3に異常が発生したと判定したときに、異常が発生した磁気センサ3を特定するためのフラグをセット状態とする。なお、図12の例では、異常センサ判定部6が演算部4内に設けられている。

[0029] そして、MCU（Micro Controller Unit）7で、セット状態とされたフラグを基に第1系統の磁気センサ3と第2系統の磁気センサ3とのいずれに異常が発生したのかを判定する。続いて、MCU7で、異常が発生していない系統（正常系統）の3個（N個）の磁気センサ3から出力される角度情報を用いて多極磁石リング2の回転角度（機械角）を算出する。これにより、正常系統を用いて、回転角度の検出機能を継続することができる。

[0030] （第4実施形態）

次に、第4実施形態に係る回転角度検出器1について説明する。なお、第1実施形態と同様な構成等については同一の符号を使用して、その詳細は省略する。

第4実施形態では、図13に示すように、二つの回転角度検出器1と、振れ角演算部11とを用い、トーションバーを介して連結された入力軸9と出力軸10との振れ角を検出するトルクセンサ8を構成する点が、第1実施形態と異なる。また、3個の磁気センサ3の位置が、第2実施形態及び第3実施形態と同様に、多極磁石リング2の周方向に沿って等間隔となるように、つまり、機械角で120度ずつずれるように設定されている。

[0031] 具体的には、入力軸9と出力軸10とのそれぞれに回転角度検出器1を配置する。入力軸9側の回転角度検出器1の多極磁石リング2は、入力軸9と同軸に固定され、入力軸9の回転に伴って回転する。また、出力軸10側の回転角度検出器1の多極磁石リング2は、出力軸10と同軸に固定され、出力軸10の回転に伴って回転する。これにより、回転角度検出器1のそれぞれは、入力軸9の回転角度と出力軸10の回転角度とを検出する。

[0032] そして、振れ角演算部11は、回転角度検出器1で検出された入力軸9の回転角度と出力軸10の回転角度との差分を、トルクと比例関係にある振れ角として算出する。これにより、より高精度に振れ角（トルク）を検出できる。また、電動パワーステアリング装置に適用し、入力軸9と出力軸10とのそれぞれとして、車両の操舵系の入力軸と出力軸とを用いた場合、算出した振れ角を用いて、モータの出力を制御し、ハンドル操作をアシストすることができる。この場合、車両の走行に伴い操舵系の入力軸と出力軸とに発生する振動により、多極磁石リング2が偏芯したとしても、回転角度をより高精度に検出できる。そのため、ハンドル操作のアシストを、長期的により高精度に行うことができる。

なお、その他の構成は、第1実施形態と同様である。

[0033] (変形例)

(1) なお、回転角度検出器1としては、図14に示すように、第3実施形

態及びその変形例に記載の、磁気センサ3の異常を検出可能な回転角度検出器1を用いる構成としてもよい。図14の例では、第1系統及び第2系統の演算部4と捩れ角演算部11とがMCU7内に設けられており、さらに、異常センサ判定部6が演算部4内に設けられている。

[0034] (2) また、例えば、MCU7は、磁気センサ3（センサIC）とMCU7との通信機能に磁気センサ3（センサIC）を判別可能とするIC判別機能を付加する構成としてもよい。この場合、MCU7が、通信したいIC（磁気センサ3）を指定可能な構成とする。

図15の例では、入力軸9側の第1系統の磁気センサ31、32、33とMCU7とを通信可能とする第1の共通信号線12aと、入力軸9側の第2系統の磁気センサ31a、32a、33aとMCU7とを通信可能とする第2の共通信号線12bとを備えている。

また同様に、出力軸10側の第1系統の磁気センサ31、32、33とMCU7とを通信可能とする第3の共通信号線12cと、出力軸10側の第2系統の磁気センサ31a、32a、33aとMCU7とを通信可能とする第4の共通信号線12dとを備えている。

[0035] さらに、第1系統の第1～第3の磁気センサ31、32、33に電源電圧Vcc1を供給する第5の共通信号線12e、グランド電圧Gnd1を供給する第6の共通信号線12fを備えている。また、第2系統の第1～第3の磁気センサ31a、32a、33aに電源電圧Vcc2を供給する第7の共通信号線12g、グランド電圧Gnd2を供給する第8の共通信号線12hを備えている。このような構成により、第1系統の第1～第3の磁気センサ31、32、33や、第2系統の第1～第3の磁気センサ31a、32a、33aが配置された基板13上で信号線を纏めることができ、信号線の本数を8本に省線化できる。

図15の構成は、二つの系統を1パッケージとした合計6個（入力軸9側に3個、出力軸10側に3個）の磁気センサ3対で形成できる。また、図15の例では、各系統を監視し、一方の系統に異常が発生しても機能すること

ができ、振れ角の算出及びハンドル操作のアシストを継続し、さらに、異常発生後の各システムの監視を継続することができる。

[0036] (3) また、磁気センサ3に磁極をカウントする磁極カウンタ機能をもたせるようにしてもよい。これにより、入力軸9や出力軸10の回転の計数を可能とすることができる。

(4) さらに、上記実施形態では、多極磁石リング2の着磁方向を外径向きとすると共に、磁気センサ3を多極磁石リング2の外周に対向させて配置する例を示したが、他の構成を採用することもできる。例えば、着磁方向に制限はなく、内径着磁、上側着磁、下側着磁としてもよい。この場合、磁気センサ3を着磁方向（着磁面）に対向させて配置する。

(5) また、上記実施形態では、磁気センサ3として、多極磁石リング2の1極対が電気角360度分に対応するセンサを用いる例を示したが、他の構成を採用することもできる。例えば多極磁石リング2の1極が電気角360度分に対応するセンサを用いてもよい。なお、本発明の回転角度検出器1は、上記実施形態の磁気回路以外にも適用できる。

[0037] 以上、本願が優先権を主張する日本国特許出願2016-142827（2016年7月20日出願）の全内容は、参照により本開示の一部をなす。

ここでは、限られた数の実施形態を参照しながら説明したが、権利範囲はそれらに限定されるものではなく、上記の開示に基づく各実施形態の改変は当業者にとって自明なことである。

符号の説明

- [0038] 1 回転角度検出器
2 多極磁石リング
3 磁気センサ
4 演算部
5 異常発生判定部
6 異常センサ判定部
7 MCU

- 8 トルクセンサ
- 9 入力軸
- 10 出力軸
- 11 振れ角演算部
- 31、31a 第1の磁気センサ
- 32、32a 第2の磁気センサ
- 33、33a 第3の磁気センサ

請求の範囲

- [請求項1] 周方向に沿って多極に磁化されている多極磁石リングと、
前記多極磁石リングの周方向に沿って配置され、前記多極磁石リングの回転に応じて、電気角で $360/N$ （ N は4を除く3以上の自然数）度ずつ異なる位相差を有する角度情報を出力する N 個の磁気センサからなる少なくとも一つの磁気センサ群と、
一つの前記磁気センサ群を構成する N 個の磁気センサから出力される角度情報に基づき前記多極磁石リングの回転角度を算出する演算部と、を備えることを特徴とする回転角度検出器。
- [請求項2] 前記演算部は、一つの前記磁気センサ群を構成する N 個の磁気センサから出力される角度情報の平均値を算出し、算出した平均値に基づき前記回転角度を算出することを特徴とする請求項1に記載の回転角度検出器。
- [請求項3] 前記演算部は、一つの前記磁気センサ群を構成する N 個の磁気センサから出力される角度情報の前記位相差分をオフセットし、オフセット後の角度情報の合計値を算出し、算出した合計値を N で除算して前記平均値とすることを特徴とする請求項2に記載の回転角度検出器。
- [請求項4] 前記磁気センサは、前記多極磁石リングの周方向に沿って等間隔に配置されていることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の回転角度検出器。
- [請求項5] 前記 N 個の磁気センサから出力される角度情報から前記位相差分をオフセットし、オフセット後の角度情報の合計値を算出し、算出した合計値に基づき前記 N 個の磁気センサのいずれかに異常が発生したか否かを判定する異常発生判定部を備えることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の回転角度検出器。
- [請求項6] 前記 N 個の磁気センサから出力される角度情報から前記位相差分をオフセットし、オフセット後の角度情報のうち、前記 N 個の磁気センサから選択される二つの磁気センサに対応するオフセット後の角度情

報同士の差分に基づき、前記N個の磁気センサのうちから異常が発生した磁気センサを判定する異常センサ判定部を備えることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の回転角度検出器。

[請求項7]

前記磁気センサ群を少なくとも2系統備え、

前記演算部は、前記2系統の一方の系統を構成する磁気センサの異常を判定すると、他方の系統の前記N個の磁気センサから出力される角度情報を用いて前記回転角度を算出することを特徴とする請求項5または6に記載の回転角度検出器。

[請求項8]

Nは、3であることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の回転角度検出器。

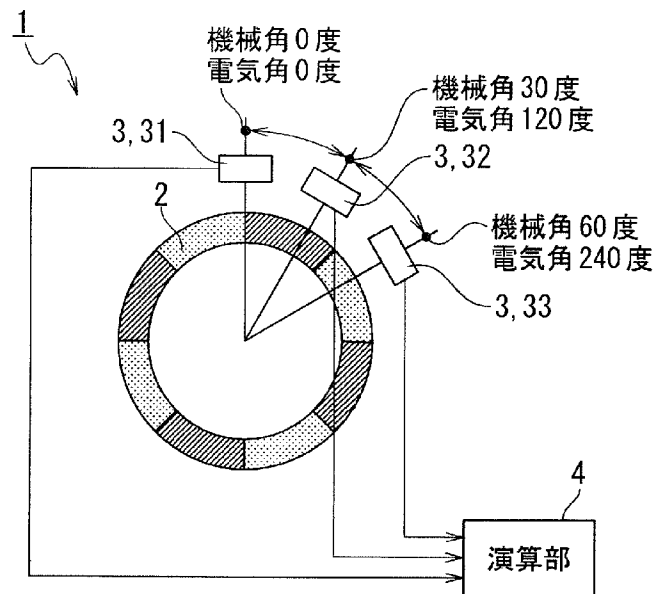
[請求項9]

トーションバーを介して連結された入力軸と出力軸とのそれぞれに請求項1から8のいずれか1項に記載の回転角度検出器を配置し、前記入力軸の回転角度と前記出力軸の回転角度とを検出し、前記回転角度検出器で検出された前記入力軸の回転角度と前記出力軸の回転角度との差分を捩れ角として算出することを特徴とするトルクセンサ。

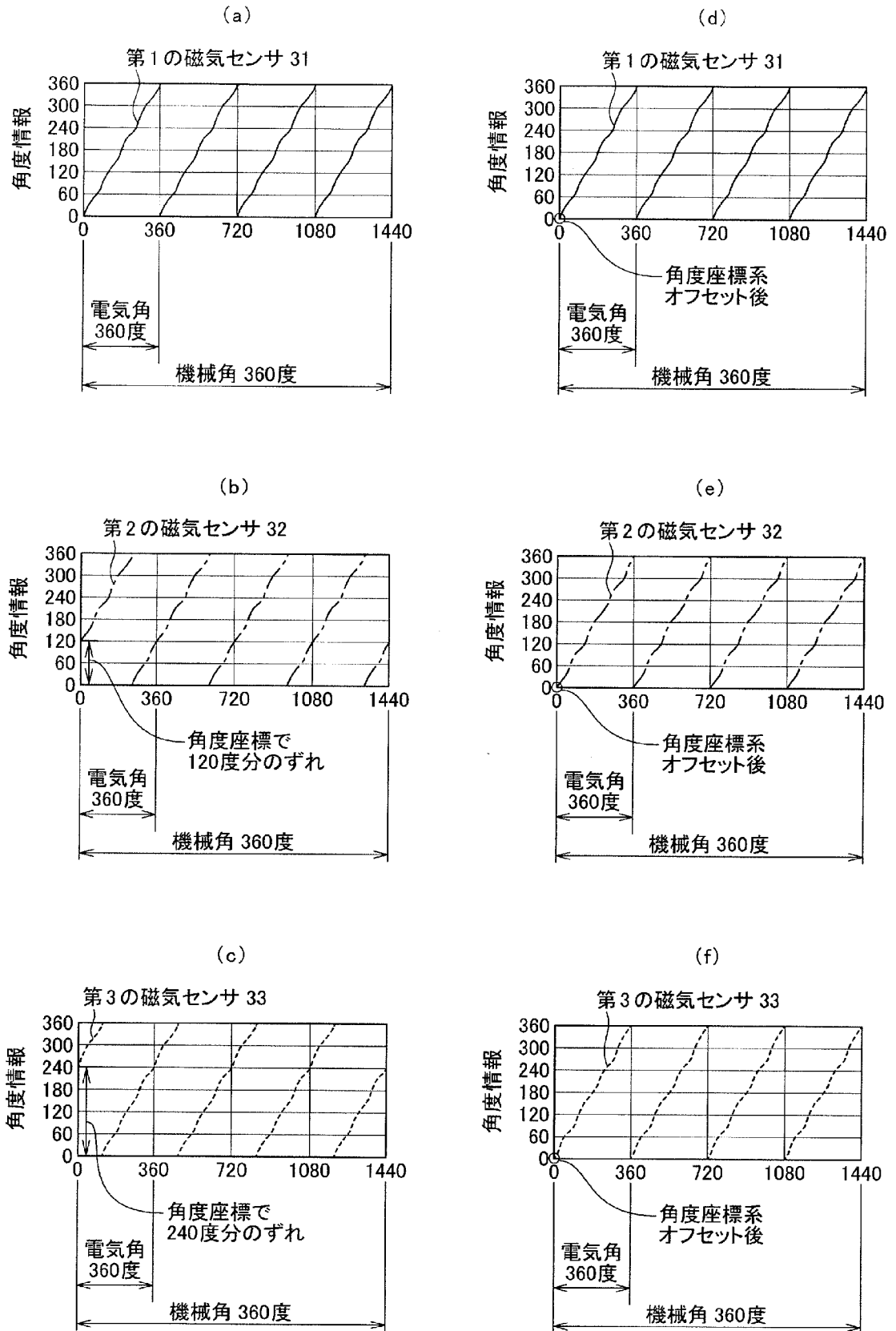
[請求項10]

前記入力軸と前記出力軸のそれぞれは、車両の操舵系の入力軸と出力軸であることを特徴とする請求項9に記載のトルクセンサ。

[図1]

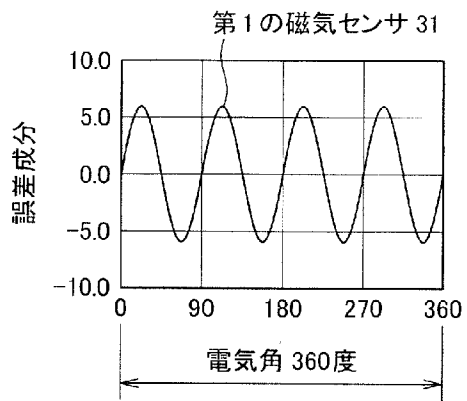


[図2]

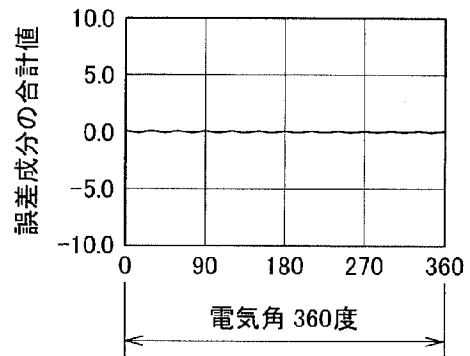


[図3]

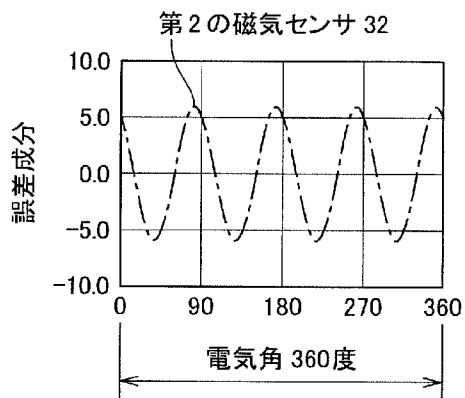
(a)



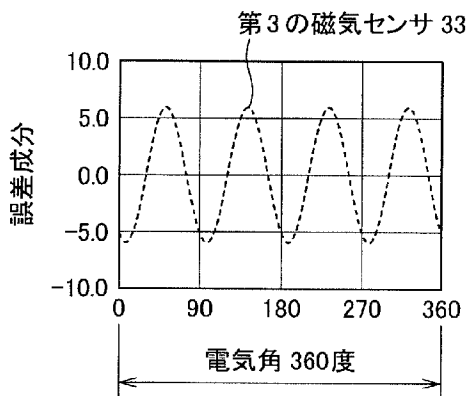
(d)



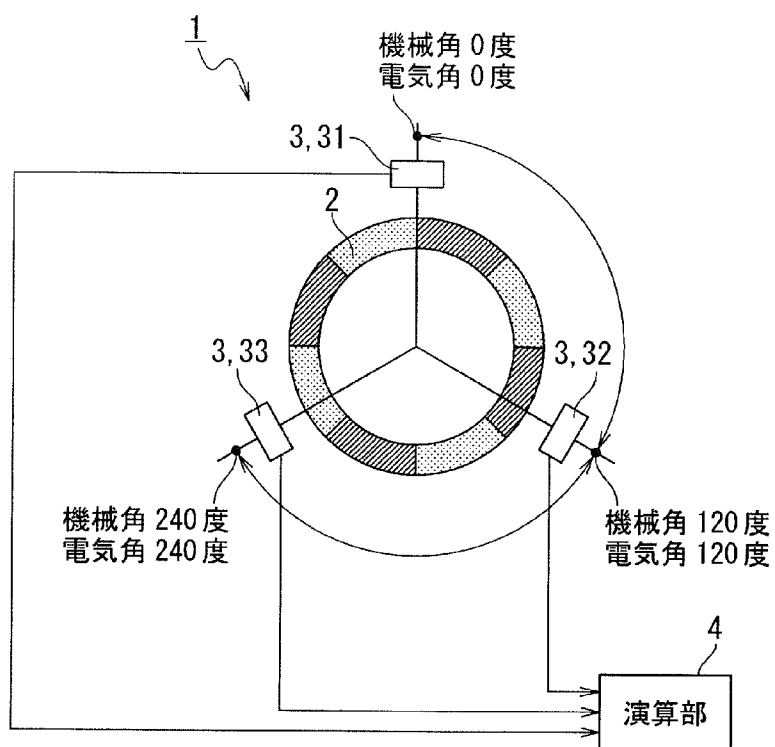
(b)



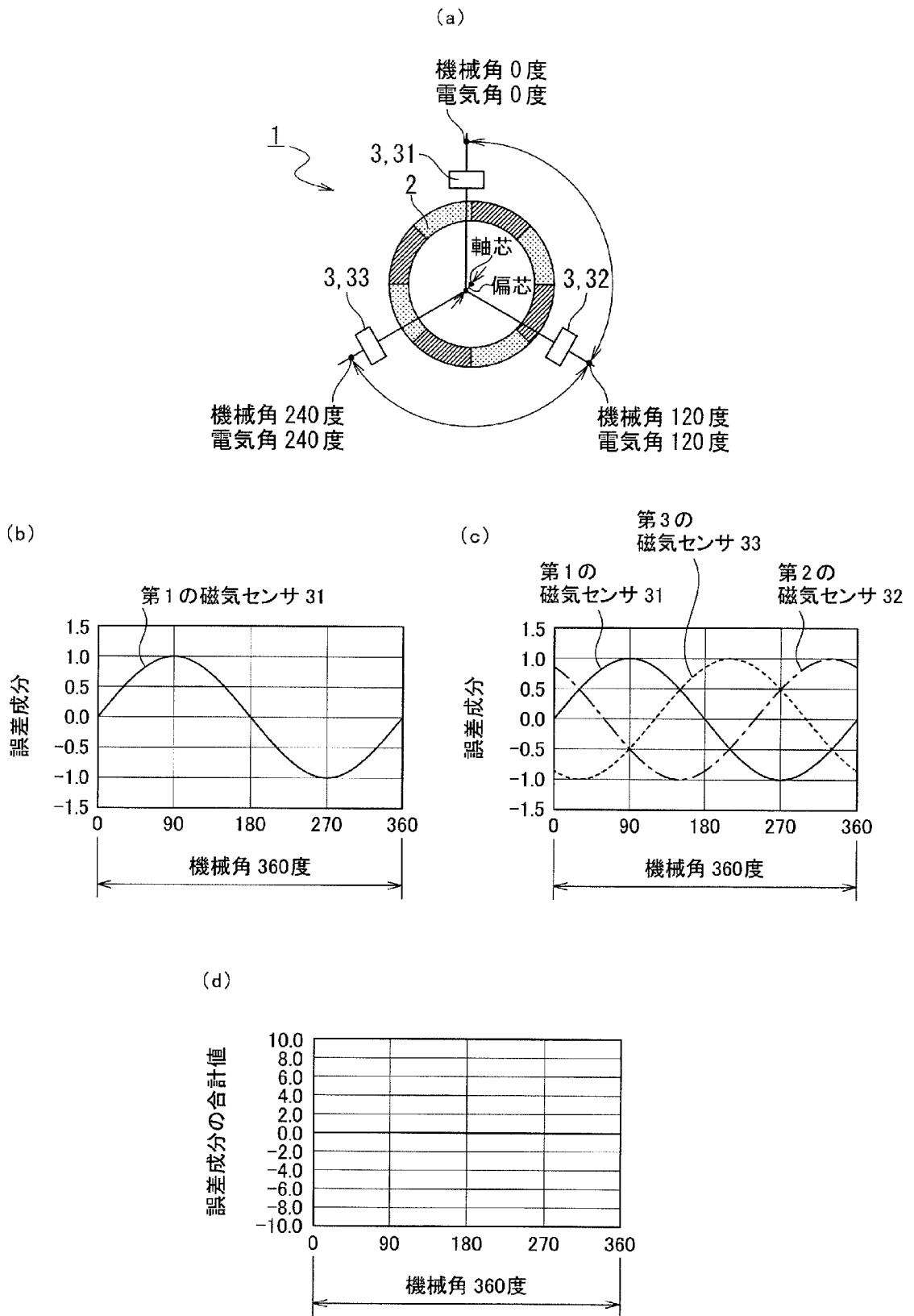
(c)



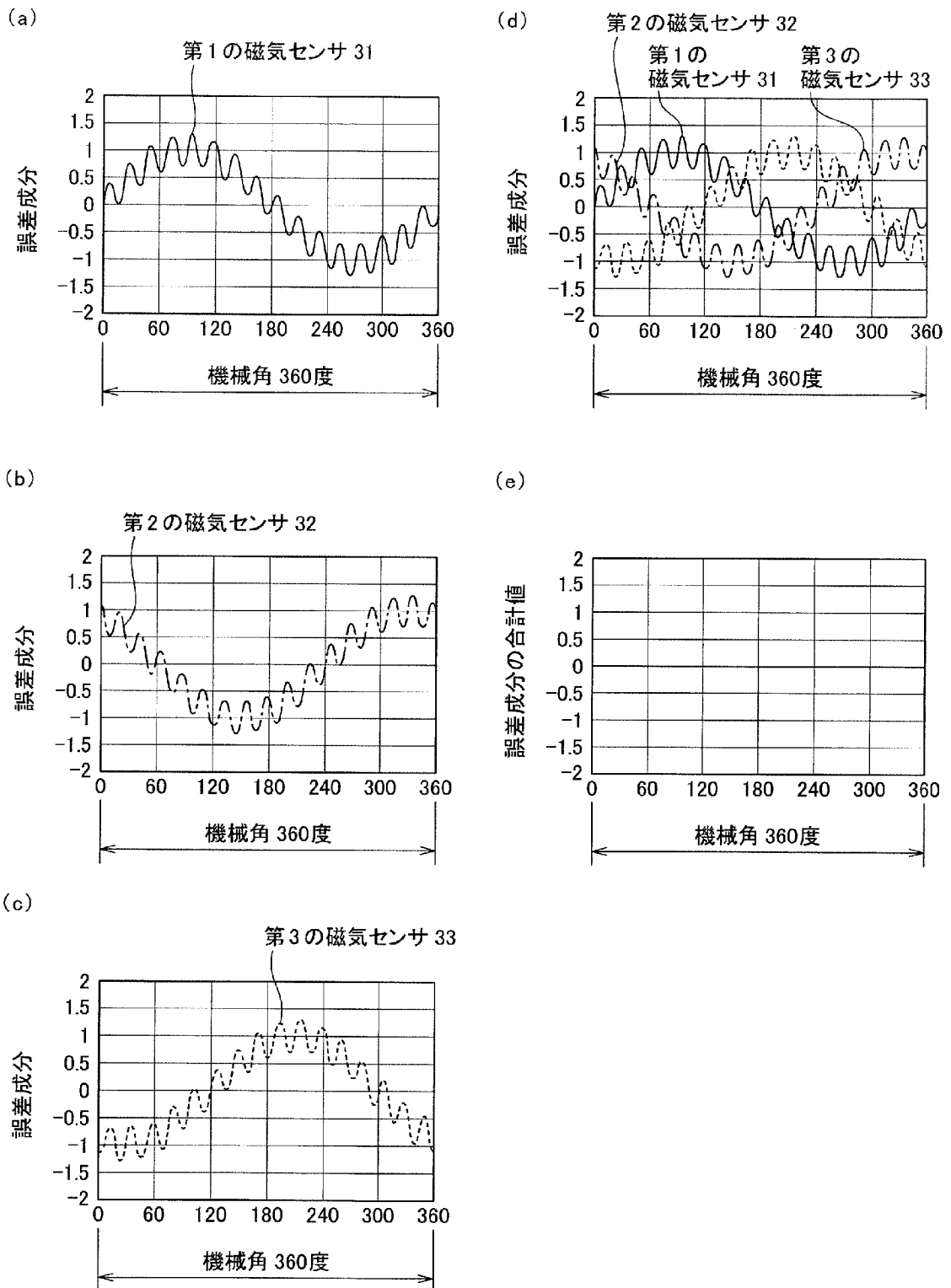
[図4]



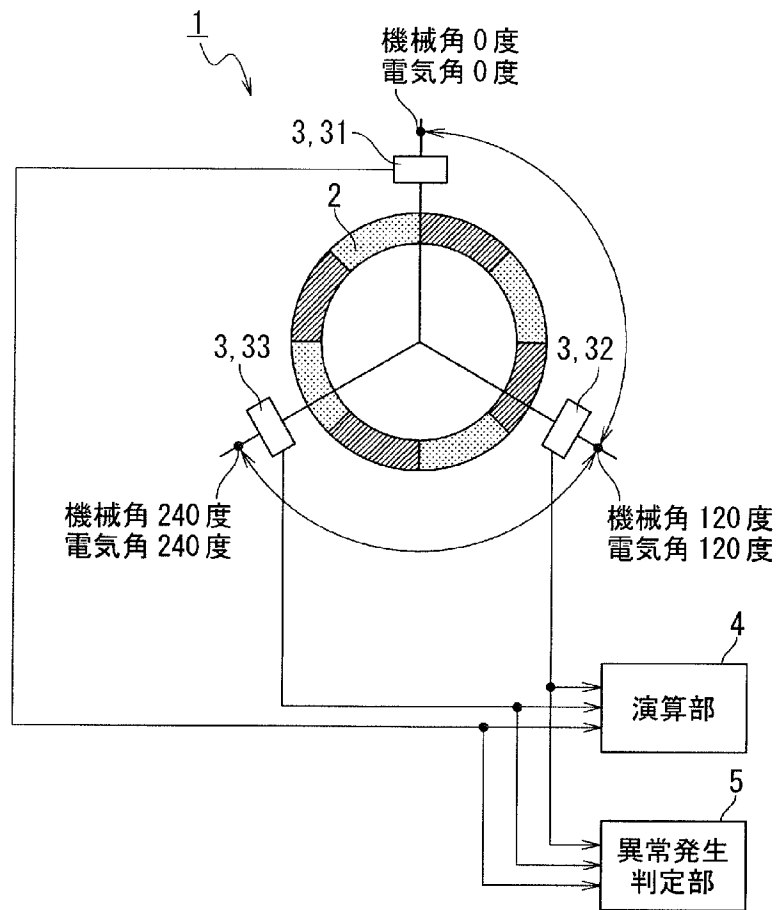
[図5]



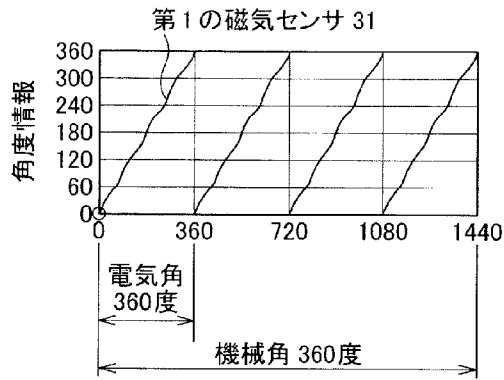
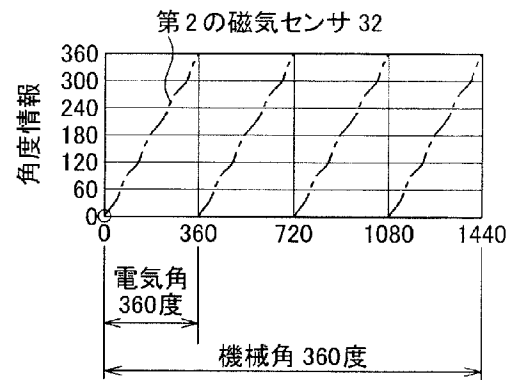
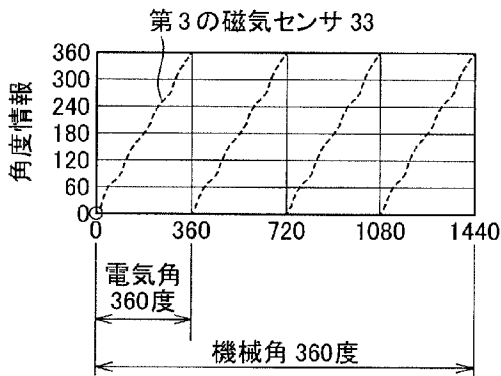
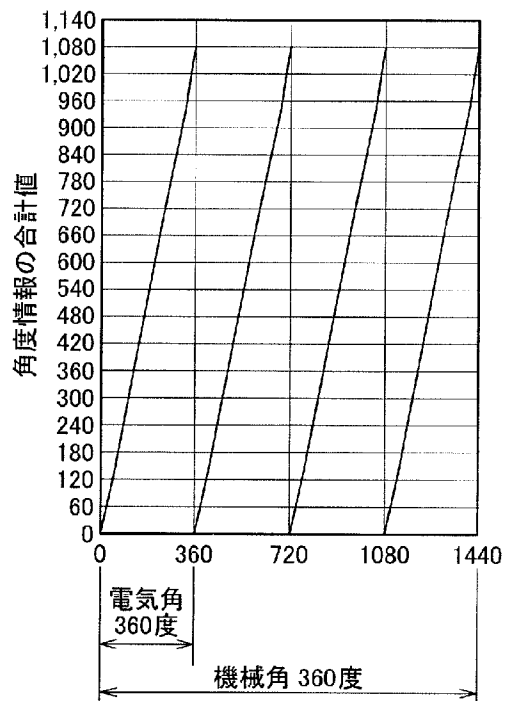
[図6]



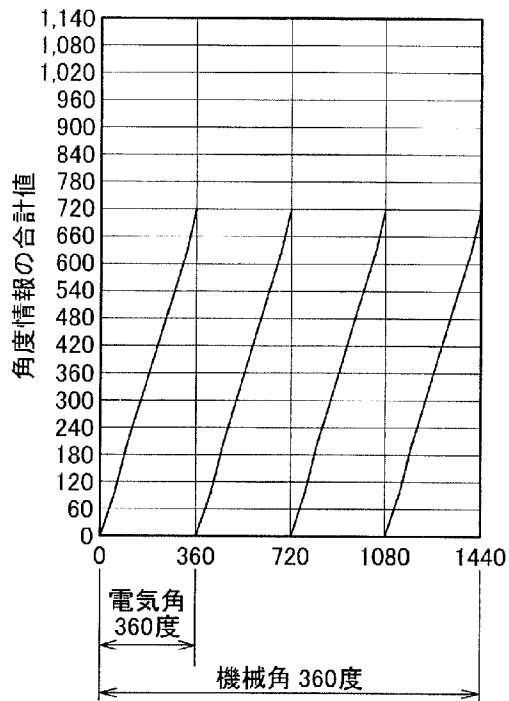
[図7]



[図8]

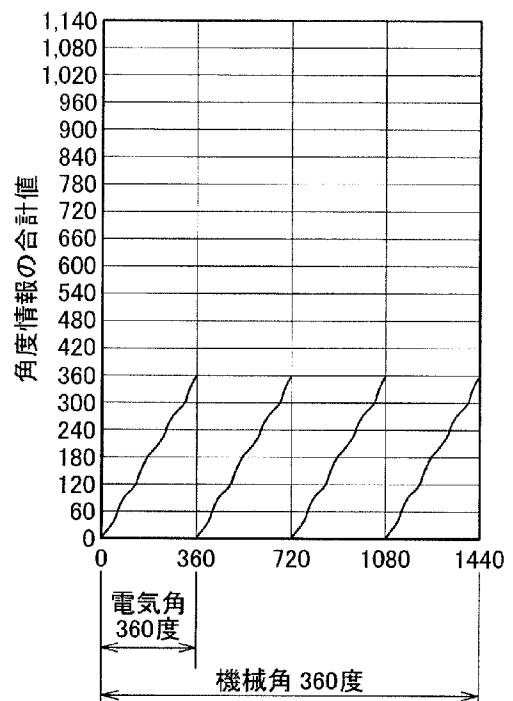
(a) 正常時のオフセット後の角度情報 α (b) 正常時のオフセット後の角度情報 β (c) 正常時のオフセット後の角度情報 γ (d) 正常時のオフセット後の
角度情報の合計値 $= 3\alpha = 3\beta = 3\gamma$

[図9]



(a)

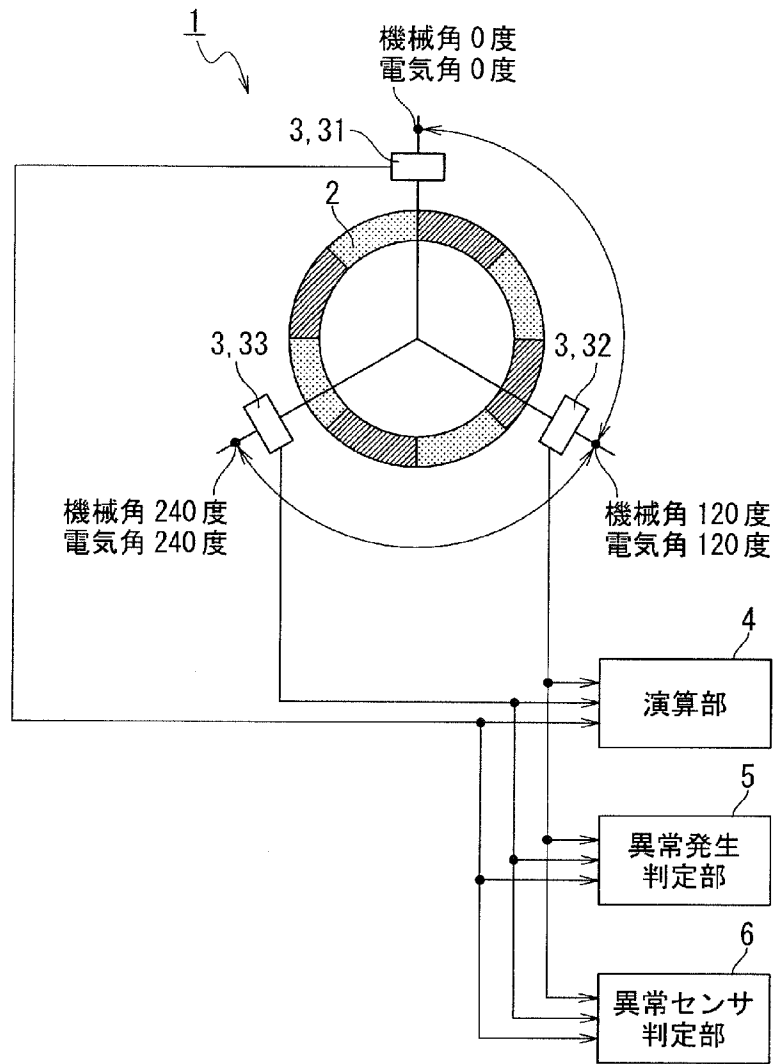
異常時（機能失陥一つ有）の
オフセット後の角度情報の合計値



(b)

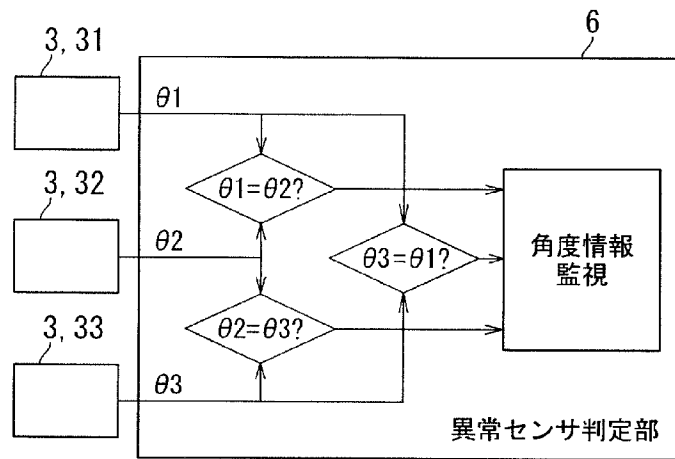
異常時（機能失陥二つ有）の
オフセット後の角度情報の合計値

[図10]

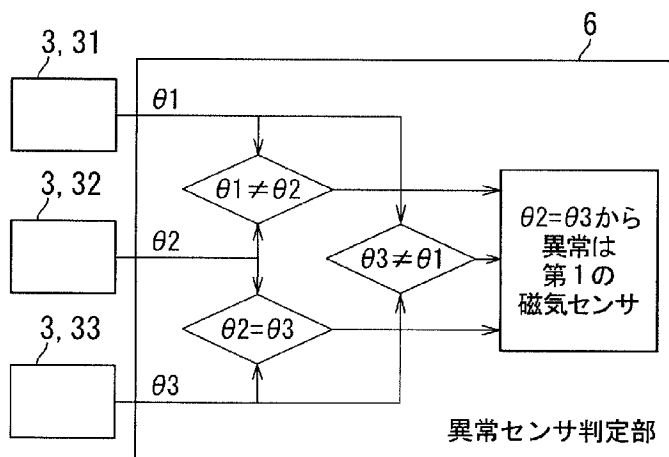


[図11]

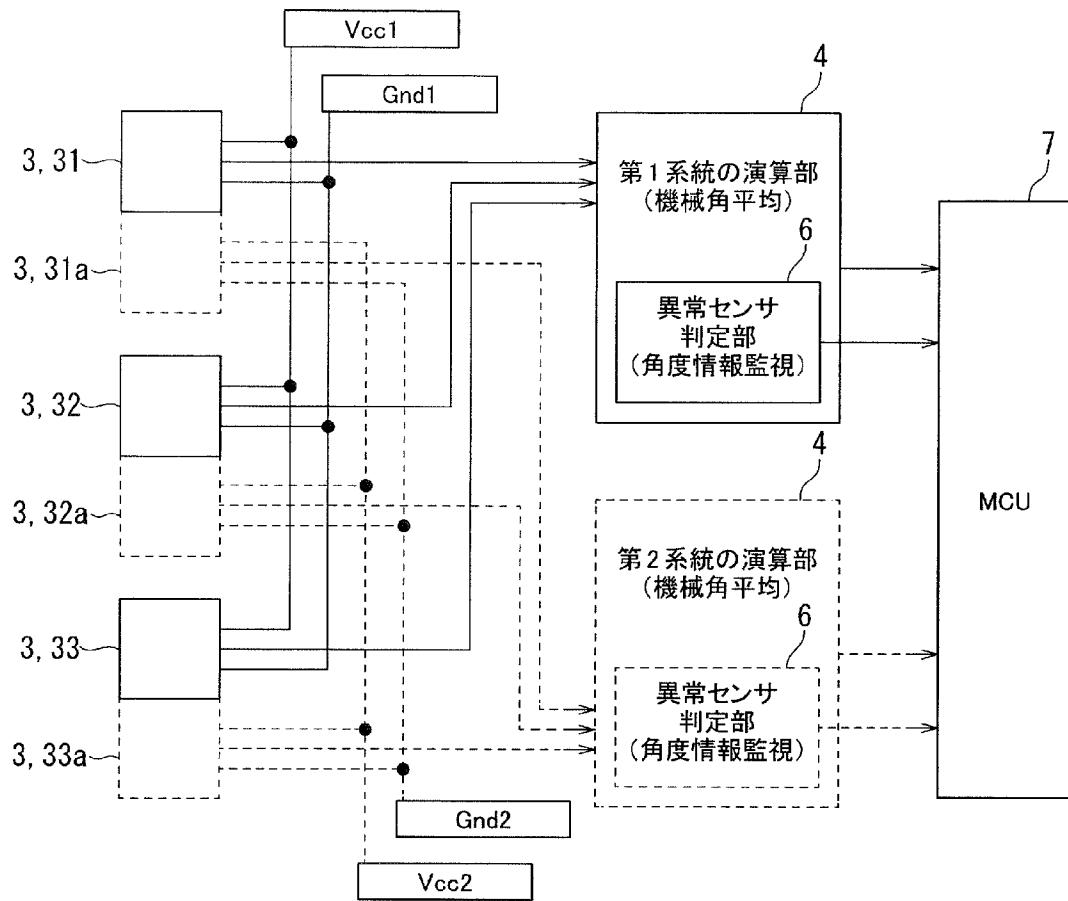
(a)



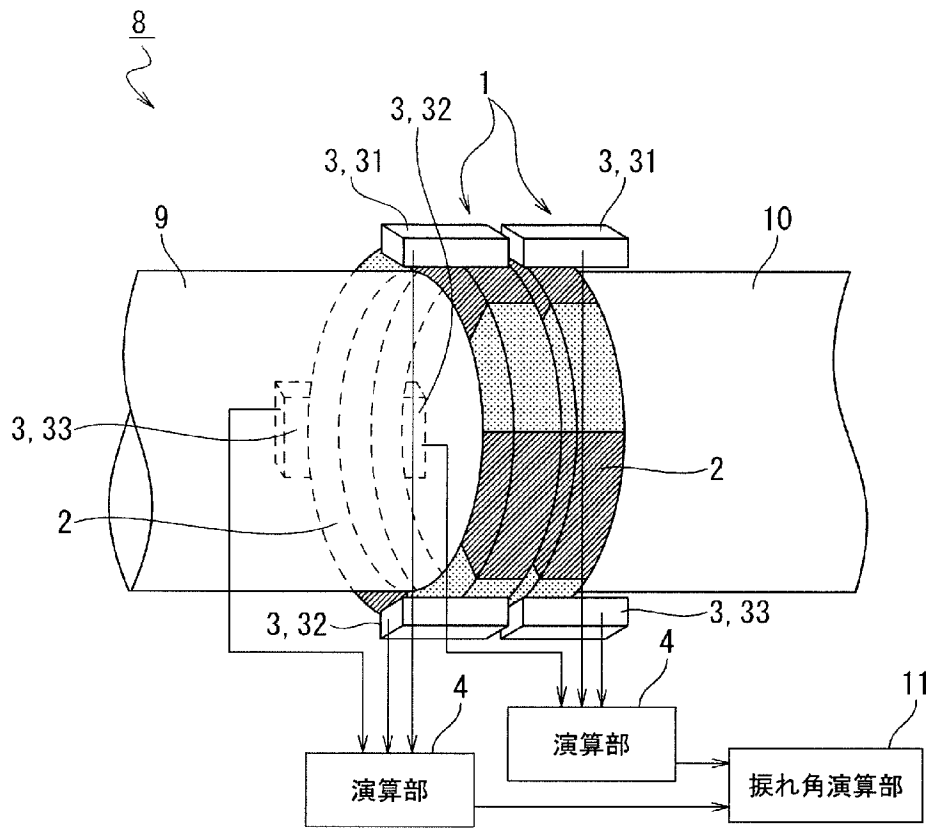
(b)



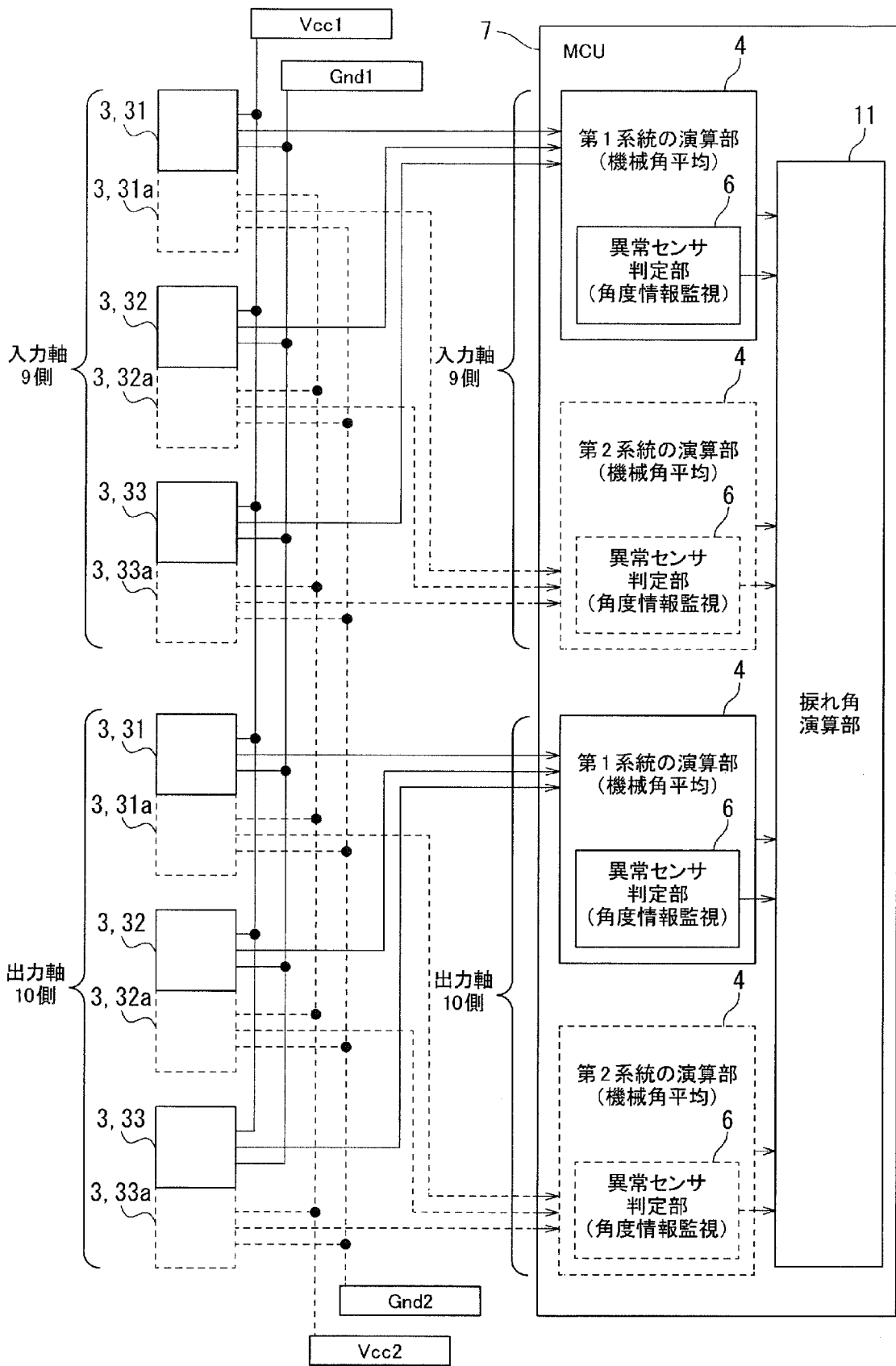
[図12]



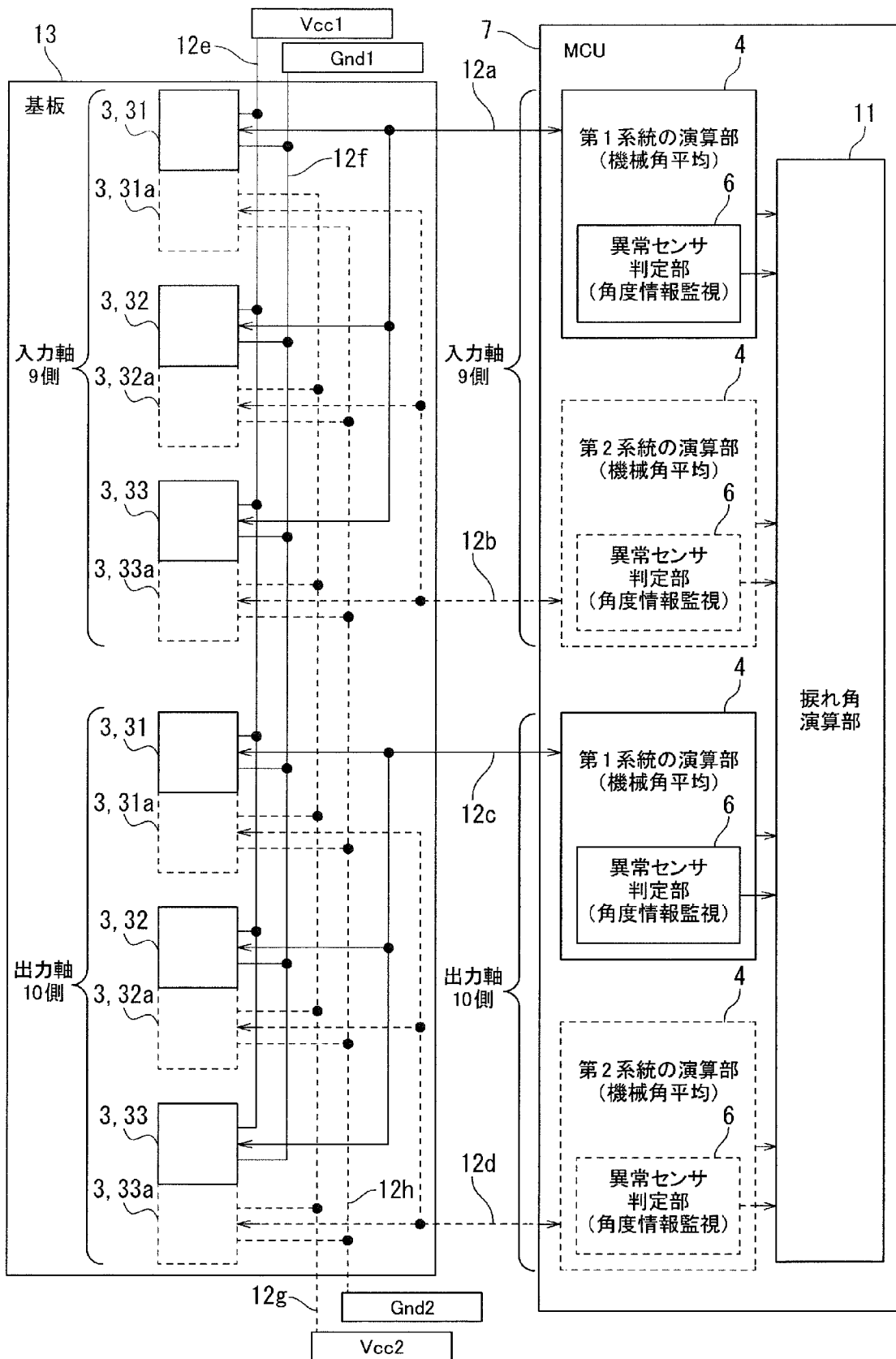
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/015716

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01D5/244(2006.01)i, G01L3/10(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)
G01D5/244, G01L3/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

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.
X Y A	JP 2012-149909 A (JTEKT Corp.), 09 August 2012 (09.08.2012), paragraphs [0025] to [0027], [0069]; fig. 1 to 3	1, 2, 4, 8 9, 10 3, 5-7
X Y	JP 2013-101023 A (Nikon Corp.), 23 May 2013 (23.05.2013), paragraphs [0010] to [0015]; fig. 1	1, 4 9, 10
Y	JP 2012-122963 A (JTEKT Corp.), 28 June 2012 (28.06.2012), paragraphs [0002] to [0004]	9, 10
A	JP 2011-220848 A (JTEKT Corp.), 04 November 2011 (04.11.2011), paragraphs [0002] to [0010]; fig. 14 to 16	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
14 July 2017 (14.07.17)

Date of mailing of the international search report
25 July 2017 (25.07.17)

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2017/015716

Cited Documents	Publication Date	Patent Family
JP 2012-149909 A	2012.08.09	US 2012/0182009 A1 paragraphs [0040] to [0042], [0100]; fig. 1 to 3 EP 2477003 A1 CN 102594230 A
JP 2013-101023 A	2013.05.23	(Family: none)
JP 2012-122963 A	2012.06.28	US 2013/0261990 A1 paragraphs [0002] to [0004] WO 2012/077803 A1 EP 2650652 A1 CN 103261842 A
JP 2011-220848 A	2011.11.04	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01D5/244(2006.01)i, G01L3/10(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. G01D5/244, G01L3/10											
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 <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2017年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2017年	日本国実用新案登録公報	1996-2017年	日本国登録実用新案公報	1994-2017年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2017年										
日本国実用新案登録公報	1996-2017年										
日本国登録実用新案公報	1994-2017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									
X Y A	JP 2012-149909 A (株式会社ジェイテクト) 2012.08.09, 段落[0025]-[0027], [0069]、図1-3	1, 2, 4, 8 9, 10 3, 5-7									
X Y	JP 2013-101023 A (株式会社ニコン) 2013.05.23, 段落[0010]-[0015]、図1	1, 4 9, 10									
Y	JP 2012-122963 A (株式会社ジェイテクト) 2012.06.28, 段落[0002]-[0004]	9, 10									
☑ 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 14.07.2017		国際調査報告の発送日 25.07.2017									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 藤田 憲二 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2 F 3488								

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 2011-220848 A (株式会社ジェイテクト) 2011. 11. 04, 段落[0002]-[0010]、図 14-16	1-10

引用文献	公表日	パテントファミリー文献
JP 2012-149909 A	2012. 08. 09	US 2012/0182009 A1, 段落[0040]-[0042], [0100]、図 1-3 EP 2477003 A1 CN 102594230 A
JP 2013-101023 A	2013. 05. 23	ファミリーなし
JP 2012-122963 A	2012. 06. 28	US 2013/0261990 A1, 段落[0002]-[0004] WO 2012/077803 A1 EP 2650652 A1 CN 103261842 A
JP 2011-220848 A	2011. 11. 04	ファミリーなし