

(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
2020年7月16日(16.07.2020)



(10) 国際公開番号

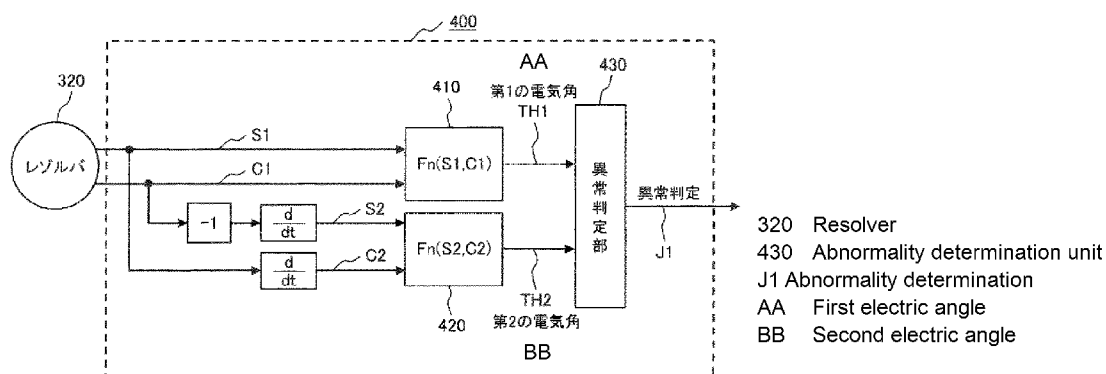
WO 2020/145069 A1

- (51) 国際特許分類:
G01D 5/20 (2006.01) H02P 21/06 (2016.01)
G01D 5/244 (2006.01) H02P 29/024 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/049747
- (22) 国際出願日: 2019年12月19日(19.12.2019)
- (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 2019-001585 2019年1月9日(09.01.2019) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 佐藤 弘明(SATO Hiroaki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 安島 俊幸(AJIMA Toshiyuki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 岸本 永呉(KISHIMOTO Eigo); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 明円 恒平(MYOEN Kohei); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(54) Title: ABNORMALITY DIAGNOSTIC DEVICE OF ROTATION ANGLE SENSOR OF THE MOTOR, AND MOTOR CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: モータの回転角センサの異常診断装置並びにモータ制御装置

図 2



(57) Abstract: This abnormality diagnostic device of a rotation angle sensor determines whether or not there is an abnormality in a rotation angle sensor (320) provided in the motor on the basis of a first sine signal (S1) or a first cosine signal (C1) extracted from the output signal of the rotation angle sensor, and is provided with: a first electric angle calculation unit (410) which calculates a first electric angle (TH1) on the basis of the first sine signal and/or the first cosine signal; a second electric angle calculation unit (420) which calculates a second electric angle (TH2) on the basis of a second cosine signal (C2) calculated from the first sine signal, and/or a second sine signal (S2) calculated from the first cosine signal; and an abnormality determination unit (430) which determines an abnormality in the rotation angle sensor on the basis of the first and second electric angles. In this way, it is possible to improve the accuracy and reliability of failure detection in the rotation angle sensor of the motor.

(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, JO, 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))

(57) 要約: 回転角センサの異常診断装置は、モータに設けられる回転角センサ(320)の出力信号から抽出される第1の正弦信号(S1)または第1の余弦信号(C1)に基づいて回転角センサの異常の有無を判定し、第1の正弦信号と第1の余弦信号の少なくとも一方の信号に基づいて第1の電気角(TH1)を演算する第1の電気角演算部(410)と、第1の正弦信号から演算される第2の余弦信号(C2)と第1の余弦信号から演算される第2の正弦信号(S2)の内の少なくとも一方の信号に基づいて第2の電気角(TH2)を演算する第2の電気角演算部(420)と、第1および第2の電気角に基づいて、回転角センサの異常を判定する異常判定部(430)とを備える。これにより、モータの回転角センサの故障検出の精度や信頼性を向上できる。

明 細 書

発明の名称：

モータの回転角センサの異常診断装置並びにモータ制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、モータの回転角を検出する回転角センサの異常を診断する異常診断装置並びにこれを備えるモータ制御装置に関する。

背景技術

[0002] 電動化車両における主機モータでは、モータの回転角を検出するためにレゾルバなどのセンサが設けられている。

[0003] レゾルバを使用したモータの回転角検出システムでは、レゾルバの故障を早期に検知することが要求される。レゾルバの故障としては、レゾルバ出力巻線である正弦・余弦巻線の断線故障の比率が高い。一般に、レゾルバの正弦・余弦巻線の断線故障は、正弦・余弦信号の二乗和平方根の計算結果から検知したり、レゾルバとは別に、回転角を推定する手段を設け、両者を比較することにより検知したりする（例えば、特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 0 9 - 1 8 3 0 3 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] レゾルバの正弦・余弦巻線の断線故障検知に対しては、レゾルバの製造ばらつきやモータの運転状態に依らず確実に検知できることや、誤検知しないことが要求される。

[0006] これに対し、前述の特許文献 1 に記載の従来技術では、ヒルベルト変換器を使用して、正弦・余弦巻線から出力される正弦・余弦信号の位相を 9 0 度遅らせた（あるいは進ませた）信号から回転角を推定して、レゾルバの異常を検知する。このため、断線故障の検知に時間を要する。また、あらゆるモ

ータの回転数において、ヒルベルト変換により、正確に振幅を保存したまま位相を90度ずらすことは難しい。このため、レゾルバの製造ばらつきやモータの運転状態によって、故障検知の精度が低下したり、誤検知が発生したりする。

[0007] そこで、本発明は、レゾルバなどのモータ回転角センサの故障検出の精度や信頼性を向上できる回転角センサの異常診断装置並びにこれを備えるモータ制御装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本発明による回転角センサの異常診断装置は、モータに設けられる回転角センサから出力される2相信号から抽出される第1の正弦信号または第1の余弦信号に基づいて回転角センサの異常の有無を判定するものであって、第1の正弦信号と第1の余弦信号の内の少なくとも一方の信号に基づいて、第1の電気角を演算する第1の電気角演算部と、第1の正弦信号から演算される第2の余弦信号と、第1の余弦信号から演算される第2の正弦信号の内の少なくとも一方の信号に基づいて、第2の電気角を演算する第2の電気角演算部と、第1の電気角および第2の電気角に基づいて、回転角センサの異常の有無を判定する異常判定部と、を備える。

[0009] また、上記課題を解決するために、本発明によるモータ制御装置は、モータと、モータに設けられる回転角センサと、モータに電力を与えるインバータと、回転角センサから出力される2相信号に基づいて、インバータを制御する制御部と、を備えるものであって、回転角センサから出力される2相信号から抽出される第1の正弦信号または第1の余弦信号に基づいて回転角センサの異常の有無を判定する異常診断装置を備え、異常診断装置は上記本発明による回転角センサの異常診断装置である。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、モータの回転角センサの故障検出の精度や信頼性を向上できる。

[0011] 上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明により明

らかにされる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]一実施形態であるモータ制御装置の構成を示す。

[図2]図 1 における異常検知部の構成を示す。

[図3]異常検知部における各信号の波形例を示す。

[図4]異常検知部における各信号の波形例を示す。

[図5]図 2 における異常判定部の構成例を示す。

[図6]図 5 に示す異常判定部を含む異常検知部の動作を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。各図において、参照番号が同一のものは同一の構成要件あるいは類似の機能を備えた構成要件を示している。

[0014] 図 1 は、本発明の一実施形態であるモータ制御装置の構成を示す。

[0015] モータ制御装置 500 は、モータ 300 とモータ駆動装置 100 と異常検知部 400 を有している。

[0016] モータ駆動装置 100 は、電流検出部 120、電流制御部 110、インバータ 130、回転位置検出部 150、励磁部 160 を有している。

[0017] バッテリ 200 は、モータ駆動装置 100 の直流電圧源である。バッテリ 200 に蓄電される直流電力は、モータ駆動装置 100 のインバータ 130 によって、可変電圧・可変周波数の 3 相交流電力に変換される。インバータ 130 は、この 3 相交流電力をモータ 300 に供給する。

[0018] モータ 300 は、3 相交流電力の供給により回転駆動される同期モータである。なお、モータ 300 として、例えば、永久磁石同期モータが適用される。

[0019] モータ 300 には、モータ 300 の誘起電圧の位相に合わせて 3 相交流電圧の位相を制御するために、回転角センサとしてレゾルバ 320 が取り付けられている。レゾルバ 320 は、励磁部 160 からの励磁信号 ($\sin\omega t$) を

受けて、互いに位相が 90° ずれた2相の信号 ($\sin\theta \sin\omega t$ 、 $\cos\theta \sin\omega t$) を出力する (θ : モータの回転角)。なお、図中において各信号を示す数式では、信号の振幅は省略している。

[0020] レゾルバ320は、鉄心と巻線とから構成されるので、耐使用環境性に優れているが、回転角センサとしては、GMRセンサや、ホール素子を用いたセンサを適用してもよい。

[0021] モータ駆動装置100は、モータ300の出力を制御するための電流制御機能を有しているが、本実施形態では、次のように、いわゆるベクトル制御が適用される。

[0022] 電流検出部120は、電流センサ（例えば、CT (Current Transformer)）によって検出される3相のモータ電流値 (I_u 、 I_v 、 I_w) を、後述する回転位置検出部150によって検出されるモータの回転角度 θ に応じてd-q変換して、d-q軸電流検出値 (I_d 、 I_q) を出力する。電流制御部110は、d-q軸電流検出値 (I_d 、 I_q) と、上位制御装置（図示せず）にて作成されるd-q軸電流指令値 (I_d^* 、 I_q^*) とが一致するように、d-q軸電圧指令 (V_d^* 、 V_q^*) を作成して出力する。

[0023] インバータ130においては、d-q軸電圧指令 (V_d^* 、 V_q^*) を回転角度 θ に応じて3相のモータ電圧指令 (V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^*) に変換し、3相のモータ電圧指令を変調波とするパルス幅変調 (PWM) により作成されるドライブ信号が作成される。このドライブ信号によって、インバータ130における主回路を構成する半導体スイッチ素子をオン／オフ制御することにより、インバータ130は、モータ電圧指令に応じて3相の電圧 (V_u 、 V_v 、 V_w) を出力する。

[0024] レゾルバ320の二つの出力信号 ($\sin\theta \sin\omega t$ 、 $\cos\theta \sin\omega t$) に応じて回転位置検出部150に入力される信号S1およびC1は、振幅をそれぞれCおよびSとすると、本実施形態においては、通常状態では $C = S (= A)$ であるため、 $S1 = S \sin\theta = A \sin\theta$ 、 $C1 = C \cos\theta = A \cos\theta$ である。回転位置検出部150は、S1およびC1に基づいて、モータの回転角 θ を算

出する。なお、回転位置検出部 150 は、公知の手段、例えば、PLL (Phase Locked Loop) を用いる手段、三角関数 ($\sin$, $\cos$, $\tan$) の数値データを用いる手段、アークタンジェント ($\tan^{-1}$) を算出する手段などを用いて、モータの回転角 θ を算出する。

[0025] なお、信号 S1, C1 は、励磁信号 ($\sin \omega t$) における電気角にして $\pi/2$ の奇数倍のタイミング ($\pi/2$, $3\pi/2$, $5\pi/2$, ...) で、レゾルバ 320 の 2 相の出力信号をサンプリングすることにより抽出される。信号 S1, C1 の抽出には、例えば、サンプル・ホールド回路が適用できる。

[0026] 異常検知部 400 は、レゾルバ 320 の出力信号から抽出される 2 つの信号 S1, C1 を受信し、これらの信号に基づいてレゾルバ 320 における異常の有無を検知する。異常検知部 400 は、異常を検知すると、上位制御装置 (図示せず) にレゾルバ 320 の異常を通知する異常判定信号 J1 を出力する。上位制御装置は、異常検知部 400 から異常判定信号 J1 を受けると、モータ駆動装置 100 に対して異常停止指令信号を送信する。モータ駆動装置 100 は、異常停止指令信号を受けると、インバータ 130 の駆動を停止したり、バッテリー 200 とインバータ 130 の電氣的接続を遮断したりすることにより、モータ 300 を停止させる。

[0027] 図 2 は、図 1 における異常検知部 400 の構成を示す。

[0028] 図 2 に示すように、異常検知部 400 は、第 1 の電気角演算部 410 と、第 2 の電気角演算部 420 と、異常判定部 430 とを備えている。

[0029] 第 1 の電気角演算部 410 は、レゾルバ 320 の出力信号から抽出された信号 S1 および C1 に基づいて、第 1 の電気角 TH1 を演算する。

[0030] 第 2 の電気角演算部 420 は、信号 S1 を時間微分した信号 (C2) と、信号 C1 に「-1」を乗じて正負を反転してから時間微分した信号 (S2) を入力し、入力した信号 S2 および C2 に基づいて第 2 の電気角 TH2 を演算する。

[0031] 異常判定部 430 は、第 1 の電気角 TH1 と、第 2 の電気角 TH2 とを入力信号とし、これらの信号に基づいてレゾルバ 320 の異常の有無を判定し

、判定結果である異常判定信号 J 1 を出力する。

[0032] 本実施形態において、第 1 の電気角演算部 4 1 0 は、アークタンジェント ($\tan^{-1}$) 演算部である。すなわち、第 1 の電気角演算部 4 1 0 は、信号 S 1 ($= A \sin \theta$ (正常時)) および C 1 ($= A \cos \theta$ (正常時)) に基づいて、アークタンジェント演算によって回転角 θ を演算して、演算した θ を第 1 の電気角 T H 1 として出力する。例えば、第 1 の電気角演算部 4 1 0 は、 $S 1 / C 1$ ($= \tan \theta$ (正常時)) を演算し、演算した $S 1 / C 1$ に基づいて、予め設定されるアークタンジェントの演算式や、 θ と $\tan \theta$ の関係を示す表データなどを用いて、 θ ($= \tan^{-1}(S1/C1)$) を演算する。

[0033] 本実施形態において、第 2 の電気角演算部 4 2 0 は、アークタンジェント ($\tan^{-1}$) 演算部である。すなわち、第 2 の電気角演算部 4 2 0 は、信号 S 2 ($= d(-C1)/dt = d(-A \cos \theta)/dt = A (d\theta/dt) \cdot \sin \theta = A \omega_m \sin \theta$ (正常時) (ω_m はモータの角速度) および C 2 ($= d(S1)/dt = d(A \sin \theta)/dt = A (d\theta/dt) \cdot \cos \theta = A \omega_m \cos \theta$ (正常時)) に基づいて、アークタンジェント演算によって回転角 θ を演算して、演算した θ を第 2 の電気角 T H 2 として出力する。例えば、第 1 の電気角演算部 4 1 0 は、 $S 2 / C 2$ ($= \tan \theta$) を演算し、演算した $S 2 / C 2$ に基づいて、予め設定されるアークタンジェントの演算式や、 θ と $\tan \theta$ の関係を示す表データなどを用いて、 θ ($= \tan^{-1}(S2/C2)$) を演算する。

[0034] レゾルバ 3 2 0 が正常に動作している場合、信号 S 1 の振幅 (S) と信号 C 1 の振幅 (C) は等しく ($S = C = A$ (正常時))、第 1 の電気角 T H 1 と第 2 の電気角 T H 2 は一致する。また、レゾルバ 3 2 0 が異常に動作している場合、信号 S 1 の振幅 (S) と信号 C 1 の振幅 (C) は異なるため (後述の図 3 参照)、第 1 の電気角 T H 1 と第 2 の電気角 T H 2 は異なる。そこで、異常判定部 4 3 0 は、第 1 の電気角 T H 1 と第 2 の電気角 T H 2 は一致するか否かを判定することによって、レゾルバ 3 2 0 の異常の有無を判定する。

[0035] すなわち、異常判定部 4 3 0 は、第 1 の電気角 T H 1 と第 2 の電気角 T H

2 が一致する場合、レゾルバ 320 は正常であると判定し、正常を示す異常判定信号 J1 を出力する。また、異常判定部 430 は、第 1 の電気角 TH1 と第 2 の電気角 TH2 が一致せず異なる場合、レゾルバ 320 は異常であると判定し、異常を示す異常判定信号 J1 を出力する。

[0036] ここで、レゾルバ 320 に異常が発生する場合における、異常検知部 400 における各信号 (S1, C1, S2, C2, TH1, TH2) の状態について説明する。

[0037] 図 3 は、異常検知部 400 における各信号 (S1, C1, S2, C2, TH1, TH2) の波形例を示す。なお、図 3 中の時刻 T1 において、レゾルバ 320 の sin 巻線 (正常時に信号 $\sin\theta \sin\omega t$ (振幅省略)) を出力する巻線) に断線故障が発生している。

[0038] 図 3 に示すように、時刻 T1 までは、レゾルバ 320 は正常に動作しているので、S1 は $A \sin\theta$ 、C1 は $A \cos\theta$ である。この場合、C1 の時間微分である S2 は $A \omega_m \sin\theta$ となり、S1 の時間微分である C2 は $A \omega_m \cos\theta$ となる。このとき、第 1 の電気角 TH1、第 2 の電気角 TH2 はともに $\tan^{-1}(\sin\theta / \cos\theta)$ となり、図 3 中の「角度 TH」が示すように、TH1 と TH2 は一致している。

[0039] 断線故障が発生した時刻 T1 以降、S1 は、例えば $B \sin\theta + C$ のように、正常時とは振幅が異なるとともに、オフセットを有する。なお、C1 は、正常時と同様に $A \cos\theta$ である。したがって、 $TH1 = \tan^{-1}(S1/C1) = \tan^{-1}\{(B \sin\theta + C)/(A \cos\theta)\}$ となる。また、C1 の時間微分である S2 は $A \omega_m \sin\theta$ となり、S1 の時間微分である C2 は $B \omega_m \cos\theta$ となる。したがって、 $TH2 = \tan^{-1}(S2/C2) = \tan^{-1}\{(A \sin\theta)/(B \cos\theta)\}$ となり、TH2 は TH1 とは一致しない。この場合、図 3 中の「角度 TH」が示すように、TH1 と TH2 は一致せず、異なる波形を描く。

[0040] 図 3 に示すように、レゾルバ 320 が正常である場合、第 1 の電気角 TH1 と第 2 の電気角 TH2 は一致するが、断線故障が発生すると、即座に、TH1 と TH2 との間に不一致が生じる。したがって、異常判定部 430 は、

TH1とTH2は一致するか否かに応じてレゾルバ320の異常の有無を判定することにより、レゾルバ320に異常が発生した場合には早期に異常を検知することができる。これにより、レゾルバ320に異常が発生した場合、早期にモータ制御装置500を停止させることができる。

[0041] また、 $S2/C2=(dC1/dt)/(dS1/dt)$ であるから、レゾルバの異常時に、C1およびS1の振幅やオフセットが、互いに異なれば、 $S1/C1$ と $S2/C2$ は異なる。したがって、使用するレゾルバごとに、製造ばらつきによる出力信号の大きさにばらつきがあっても、同じレゾルバであれば、異常時に、 $S1/C1$ と $S2/C2$ は異なる。これにより、本実施形態によれば、レゾルバの製造ばらつきがあっても、確実に異常を検知することができる。

[0042] なお、レゾルバ320のcos巻線およびsin巻線の出力信号に応じた信号C1、S1においては、正常時であっても、回転角に依存して振幅が変化する場合がある。次に、このようなレゾルバ320に異常が発生する場合における、異常検知部400における各信号(S1、C1、S2、C2、TH1、TH2)の状態について説明する。

[0043] 図4は、異常検知部400における各信号(S1、C1、S2、C2、TH1、TH2)の波形例を示す。本波形例では、レゾルバの正常時において、回転角に応じてS1、C1の振幅が±10%の範囲内で変動する場合を示している。なお、図4中の時刻T1において、レゾルバ320のsin巻線(正常時に信号 $\sin\theta\sin\omega t$ (振幅省略)を出力する巻線)に断線故障が発生している。

[0044] 図4に示すように、正常時において、信号S1の振幅が±10%の範囲内で変動する場合、S1を時間微分した信号C2も±10%の範囲内で変動する。信号C1およびS2についても同様である。このため、図4中の「角度TH」が示すように、正常時において、第1の電気角TH1と第2の電気角TH2は一致する。なお、断線故障時においては、図3の場合と同様に、第1の電気角TH1と第2の電気角TH2は一致せず、互いに異なる。したがって、正常時において、信号S1およびC1の振幅の大きさが時間的に変動

する場合においても、本実施形態における異常検知部400によって、高精度かつ確実にレゾルバの異常の有無を検知することができる。

[0045] 次に、レゾルバの異常の有無を判定するとともに、誤検知を防止する手段を備えた異常判定部430の構成およびこの異常判定部430を含む異常検知部400の動作について説明する。

[0046] 図5は、図2における異常判定部430の構成例を示す。

[0047] 異常判定部430は、絶対値算出部431と、閾値判定部432と、正常回数および異常回数カウント部433とを備える。

[0048] 絶対値算出部431は、第1の電気角 $TH1$ と第2の電気角 $TH2$ の差分の絶対値を算出する。

[0049] 閾値判定部432は、絶対値算出部431によって算出される $TH1$ と $TH2$ の差分の絶対値が所定の閾値以上であるかを判定する。

[0050] 正常回数および異常回数カウント部433は、閾値判定部432の判定結果に基づいて、レゾルバが正常であると検知された回数と、レゾルバが異常であると検知された回数とを計数（カウント）する。正常回数および異常回数カウント部433は、異常であると検知された回数が所定の閾値以上であると判定すると、レゾルバ320が異常であることを示す異常判定信号 $J1$ を出力する。

[0051] 図6は、図5に示す異常判定部430を含む異常検知部400の動作を示すフローチャートである。

[0052] ステップS1において、異常検知部400は、レゾルバ320の異常の有無を検知する動作を開始する。

[0053] 次に、ステップS2において、異常検知部400は、正弦信号（ $\sin\theta$ と関係）である信号 $S1$ と余弦信号（ $\cos\theta$ と関係）である信号 $C1$ を取得する。さらに、取得された $S1$ 、 $C1$ に基づいて、異常検知部400における第1の電気角演算部410は、第1の電気角 $TH1$ を算出する。

[0054] 次に、ステップS3において、異常検知部400は、 $C1$ に「 -1 」を乗じてから微分器によって「 $-C1$ 」を時間微分することにより、正弦信号で

ある信号 S 2 を算出する。また、異常検知部 4 0 0 は、他の微分器によって、S 1 を時間微分することにより、余弦信号である信号 C 2 を算出する。

[0055] 次に、ステップ S 4 において、ステップ S 3 で算出された S 2, C 2 に基づいて、異常検知部 4 0 0 における第 2 の電気角演算部 4 2 0 は、第 2 の電気角 T H 2 を算出する。

[0056] 次に、ステップ S 5 において、異常検知部 4 0 0 における異常判定部 4 3 0 が備える絶対値算出部 4 3 1 は、T H 1 と T H 2 との差分の絶対値 ($|T H 1 - T H 2|$) を算出する。

[0057] 次に、ステップ S 6 において、異常判定部 4 3 0 が備える閾値判定部 4 3 2 は、ステップ S 6 で算出された T H 1 と T H 2 との差分の絶対値が、予め設定される閾値以上であるかを判定する。この絶対値が閾値以上であれば (ステップ S 6 の Y E S)、次にステップ S 7 が実行され、閾値よりも小さければ (ステップ S 6 の N O)、次にステップ S 1 0 が実行される。

[0058] ステップ S 7 において、異常判定部 4 3 0 が備える正常回数および異常回数カウンタ部 4 3 3 は、ステップ S 6 で T H 1 と T H 2 との差分の絶対値が閾値以上であると判定されているので、レゾルバ 3 2 0 が異常であると判定されたとして、異常回数 (異常判定回数) を 1 回カウントアップするとともに、現時点ですでにカウントされている正常回数 (正常判定回数) をリセットする。ステップ S 7 が実行されると、次にステップ S 8 が実行される。

[0059] ステップ S 8 において、正常回数および異常回数カウンタ部 4 3 3 は、現時点ですでにカウントされている異常回数 (異常判定回数) が予め設定される閾値以上であるかを判定する。異常回数が閾値以上であれば (ステップ S 8 の Y E S)、次にステップ S 9 が実行され、閾値よりも小さければ (ステップ S 8 の N O)、異常検知部 4 0 0 は一連の動作を終了する。

[0060] ステップ S 9 において、正常回数および異常回数カウンタ部 4 3 3 は、ステップ S 8 で異常回数が閾値以上であると判定したので、レゾルバ 3 2 0 の異常の発生が確定されたとして、異常停止処理としてレゾルバ 3 2 0 の異常を示すと異常判定信号 J 1 を上位制御装置へ送信する。ステップ S 9 が実行

されると、異常検知部400は一連の動作を終了する。

[0061] ステップS10において、正常回数および異常回数カウント部433は、ステップS6でTH1とTH2との差分の絶対値が閾値よりも小さいと判定されているので、レゾルバ320が正常であると判定されたとして、正常回数（正常判定回数）を1回カウントアップする。ステップS10が実行されると、次にステップS11が実行される。

[0062] ステップS11において、正常回数および異常回数カウント部433は、現時点ですでにカウントされている正常回数（正常判定回数）が予め設定される閾値以上であるかを判定する。正常回数が閾値以上であれば（ステップS11のYES）、次にステップS12が実行され、閾値よりも小さければ（ステップS11のNO）、異常検知部400は一連の動作を終了する。

[0063] ステップS12において、正常回数および異常回数カウント部433は、ステップS11で正常回数が閾値以上であると判定したので、レゾルバ320が正常であることが確定されたとして、現時点ですでにカウントされている異常回数（異常判定回数）をリセットする。ステップS12が実行されると、次にステップS8が実行される。異常検知部400は一連の動作を終了する。

[0064] 図5に示した異常判定部430の構成および図6に示した異常検知部400の動作によれば、異常が検知された回数および正常が検知された回数をそれぞれカウントし、これら回数に基づいて、レゾルバ320の異常および正常が確定される。これにより、異常の誤検知が防止され、確度の高い異常検知ができる。

[0065] 上述のように、本実施形態によれば、余弦信号および正弦信号からそれぞれ正弦信号および余弦信号を演算できることから、レゾルバが出力する2相信号から抽出される第1の正弦信号S1（例えば、 $A \sin \theta$ （正常時）、 $B \sin \theta + C$ （異常時）： $A \neq B$ ）と第1の余弦信号C1（例えば、 $A \cos \theta$ （正常時）、 $B \cos \theta + C$ （異常時）： $A \neq B$ ）の内の少なくとも一方の信号に基づいて、第1の電気角TH1を演算する第1の電気角演算部410と、S1

から時間微分によって演算される第2の余弦信号C2と、C1から時間微分によって演算される第2の正弦信号S2の内の少なくとも一方の信号に基づいて、第2の電気角TH2を演算する第2の電気角演算部420と、TH1およびTH2に基づいて、レゾルバ320の異常の有無を判定する異常判定部430とを備えることにより、レゾルバの異常の有無を高精度で、もしくは高い信頼性で検知することができる。

[0066] なお、時間微分に替えて、所定の時間幅に対する余弦信号の差分、および所定の時間幅に対する正弦信号の差分を用いてもよい。

[0067] また、各電気角は、アークタンジェント ($\tan^{-1}$: 逆正接) 演算に限らず、アークサイン ($\sin^{-1}$: 逆正弦) 演算やアークコサイン ($\cos^{-1}$: 逆余弦) 演算を用いてもよい。アークサイン ($\sin^{-1}$: 逆正弦) 演算やアークコサイン ($\cos^{-1}$: 逆余弦) 演算を用いる場合は、C1およびS1の正常時における振幅の大きさを示す情報(A)を取得し、例えば、 $TH1 = \cos^{-1}(C1/A)$ と $TH2 = \cos^{-1}(C2/A)$ に基づいてレゾルバ320の異常の有無を判定したり、 $TH1 = \sin^{-1}(S1/A)$ と $TH2 = \sin^{-1}(S2/A)$ に基づいてレゾルバ320の異常の有無を判定したりする。

[0068] また、本実施形態は、レゾルバ320に限らず、2相信号を出力する回転角センサに適用できる。例えば、本実施形態は、GMRセンサなどにも適用できる。

[0069] なお、本発明は前述した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、前述した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置き換えをすることが可能である。

[0070] 例えば、上記実施形態では、第1および第2の電気角が演算されたが、電気角に限らず、S1とC1に応じた物理量を演算するマップや、その他の関数でも良い。

[0071] また、モータは、巻線界磁型の同期モータでもよい。

符号の説明

[0072] 100…モータ駆動装置、110…電流制御部、120…電流検出部、
130…インバータ、150…回転位置検出部、160…励磁部、
200…バッテリー、300…モータ、320…レゾルバ、
400…異常検知部、410…第1の電気角演算部、420…第2の電気角
演算部、
430…異常判定部、431…絶対値算出部、432…閾値判定部、
433…正常回数および異常回数カウント部、500…モータ制御装置

請求の範囲

- [請求項1] モータに設けられる回転角センサから出力される2相信号から抽出される第1の正弦信号または第1の余弦信号に基づいて前記回転角センサの異常の有無を判定する回転角センサの異常診断装置において、
- 前記第1の正弦信号と前記第1の余弦信号の内の少なくとも一方の信号に基づいて、第1の電気角を演算する第1の電気角演算部と、
- 前記第1の正弦信号から演算される第2の余弦信号と、前記第1の余弦信号から演算される第2の正弦信号の内の少なくとも一方の信号に基づいて、第2の電気角を演算する第2の電気角演算部と、
- 前記第1の電気角および前記第2の電気角に基づいて、前記回転角センサの異常の有無を判定する異常判定部と、を備えることを特徴とする回転角センサの異常診断装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の回転角センサの異常診断装置において、
- 前記第1の電気角演算部は前記第1の正弦信号に基づいて、前記第1の電気角を演算し、かつ前記第2の電気角演算部は前記第2の正弦信号に基づいて、前記第2の電気角を演算するか、もしくは、
- 前記第1の電気角演算部は前記第1の余弦信号に基づいて、前記第1の電気角を演算し、かつ前記第2の電気角演算部は前記第2の余弦信号に基づいて、前記第2の電気角を演算することを特徴とする回転角センサの異常診断装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の回転角センサの異常診断装置において、
- 前記第1の電気角演算部は前記第1の正弦信号および前記第1の余弦信号に基づいて、前記第1の電気角を演算し、かつ前記第2の電気角演算部は前記第2の正弦信号および前記第2の余弦信号に基づいて、前記第2の電気角を演算することを特徴とする回転角センサの異常診断装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の回転角センサの異常診断装置において、
- 前記第2の余弦信号は、前記第1の正弦信号の時間微分によって演

算され、前記第2の正弦信号は、前記第1の余弦信号の時間微分によって演算されることを特徴とする回転角センサの異常診断装置。

[請求項5] 請求項1に記載の回転角センサの異常診断装置において、
前記異常判定部は、
前記第1の電気角と前記第2の電気角が一致する場合、前記回転角センサが正常であると判定し、
前記第1の電気角と前記第2の電気角が異なる場合、前記回転角センサが異常であると判定することを特徴とする回転角センサの異常診断装置。

[請求項6] 請求項5に記載の回転角センサの異常診断装置において、
前記第1の正弦信号の振幅と前記第1の余弦信号の振幅は、前記回転角センサが正常の場合、大きさが同じであり、前記回転角センサが異常の場合、大きさが異なることを特徴とする回転角センサの異常診断装置。

[請求項7] 請求項1に記載の回転角センサの異常診断装置において、
前記異常判定部は、前記回転角センサの異常判定回数をカウントし、前記異常判定回数が所定の閾値以上である場合、前記回転角センサが異常であることを示す異常判定信号を出力することを特徴とする回転角センサの異常診断装置。

[請求項8] 請求項7に記載の回転角センサの異常診断装置において、
前記異常判定部は、前記回転角センサの正常判定回数をカウントし、前記正常判定回数が所定の閾値以上である場合、前記異常判定回数をリセットすることを特徴とする回転角センサの異常診断装置。

[請求項9] 請求項3に記載の回転角センサの異常診断装置において、
前記第1の正弦信号、前記第1の余弦信号、前記第2の正弦信号および前記第2の余弦信号を、それぞれ、 $S1$ 、 $C1$ 、 $S2$ および $C2$ とすると、前記第1の電気角演算部は、 $\tan^{-1}(S1/C1)$ により前記第1の電気角を演算し、前記第2の電気角演算部は、 $\tan^{-1}(S2/C2)$ により

前記第2の電気角を演算することを特徴とする回転角センサの異常診断装置。

[請求項10] 請求項9に記載の回転角センサの異常診断装置において、
前記S2は、 $dC1/dt$ に基づいて演算され、前記C2は、 $dS1/dt$ に基づいて演算されることを特徴とする回転角センサの異常診断装置。

[請求項11] 請求項2に記載の回転角センサの異常診断装置において、
前記第1の電気角演算部は、前記第1の正弦信号に基づいて、逆正弦演算を用いて前記第1の電気角を演算し、かつ前記第2の電気角演算部は前記第2の正弦信号に基づいて、前記逆正弦演算を用いて前記第2の電気角を演算するか、もしくは、

前記第1の電気角演算部は前記第1の余弦信号に基づいて、逆余弦演算を用いて前記第1の電気角を演算し、かつ前記第2の電気角演算部は前記第2の余弦信号に基づいて、前記逆余弦演算を用いて前記第2の電気角を演算することを特徴とする回転角センサの異常診断装置。

[請求項12] 請求項11に記載の回転角センサの異常診断装置において、
前記第2の余弦信号は、前記第1の正弦信号の時間微分によって演算され、前記第2の正弦信号は、前記第1の余弦信号の時間微分によって演算されることを特徴とする回転角センサの異常診断装置。

[請求項13] 請求項1に記載の回転角センサの異常診断装置において、
前記回転角センサはレゾルバであることを特徴とする回転角センサの異常診断装置。

[請求項14] モータと、
前記モータに設けられる回転角センサと、
前記モータに電力を与えるインバータと、
前記回転角センサから出力される2相信号に基づいて、前記インバータを制御する制御部と、を備えるモータ制御装置において、
前記回転角センサから出力される前記2相信号から抽出される第1

の正弦信号または第1の余弦信号に基づいて前記回転角センサの異常の有無を判定する異常診断装置を備え、

前記異常診断装置は、

前記第1の正弦信号と前記第1の余弦信号の内の少なくとも一方の信号に基づいて、第1の電気角を演算する第1の電気角演算部と、

前記第1の正弦信号から演算される第2の余弦信号と、前記第1の余弦信号から演算される第2の正弦信号の内の少なくとも一方の信号に基づいて、第2の電気角を演算する第2の電気角演算部と、

前記第1の電気角および前記第2の電気角に基づいて、前記回転角センサの異常の有無を判定する異常判定部と、を備えることを特徴とするモータ制御装置。

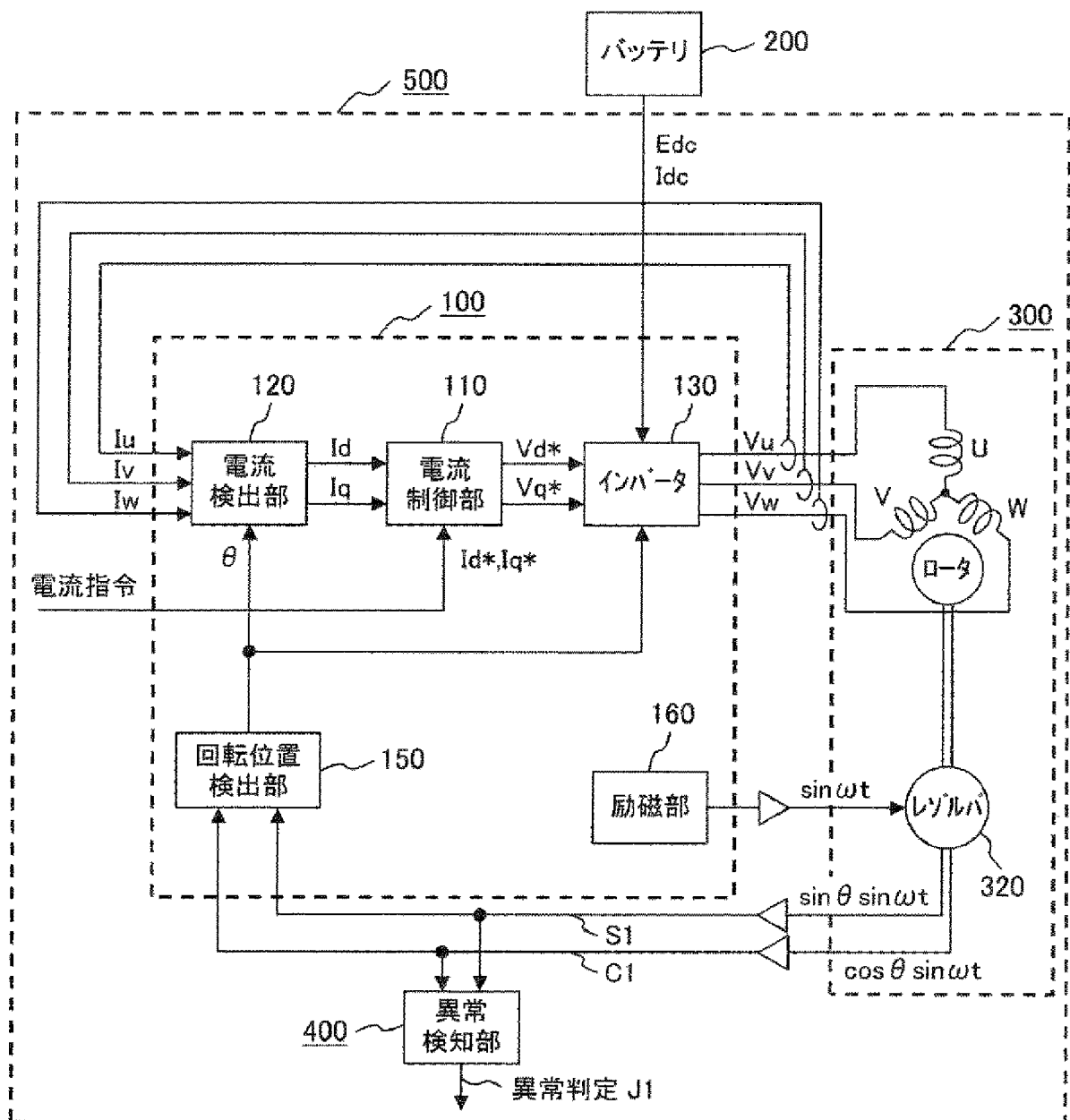
[請求項15]

請求項14に記載のモータ制御装置において、

前記異常診断装置が、前記回転角センサが異常であると判定すると、前記モータを停止させせることを特徴とするモータ制御装置。

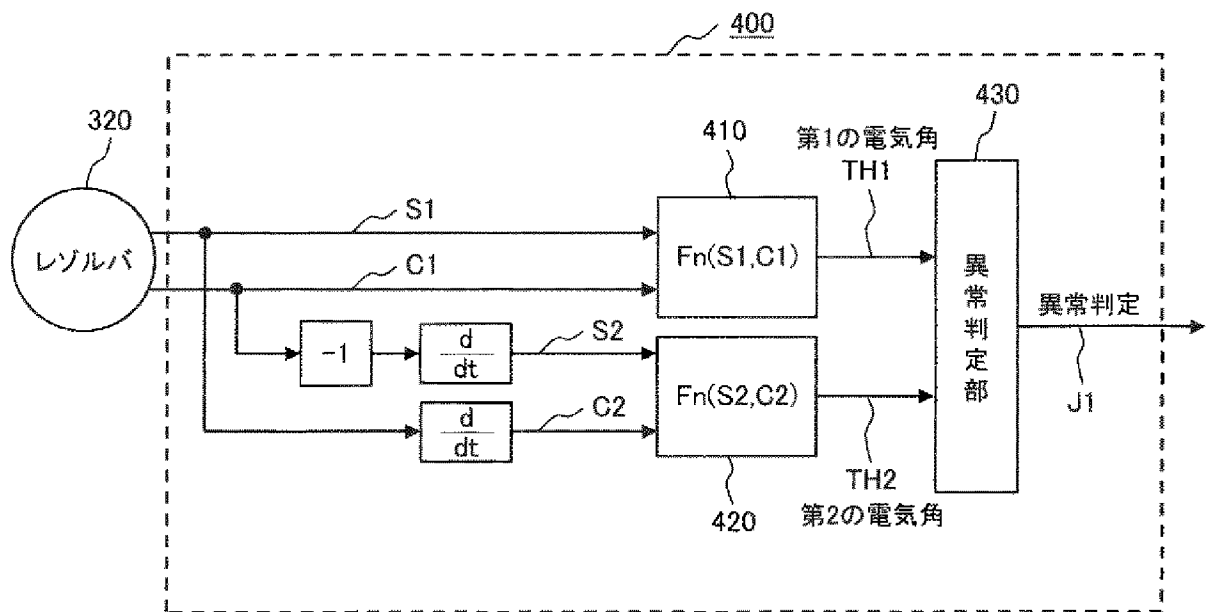
[図1]

図 1



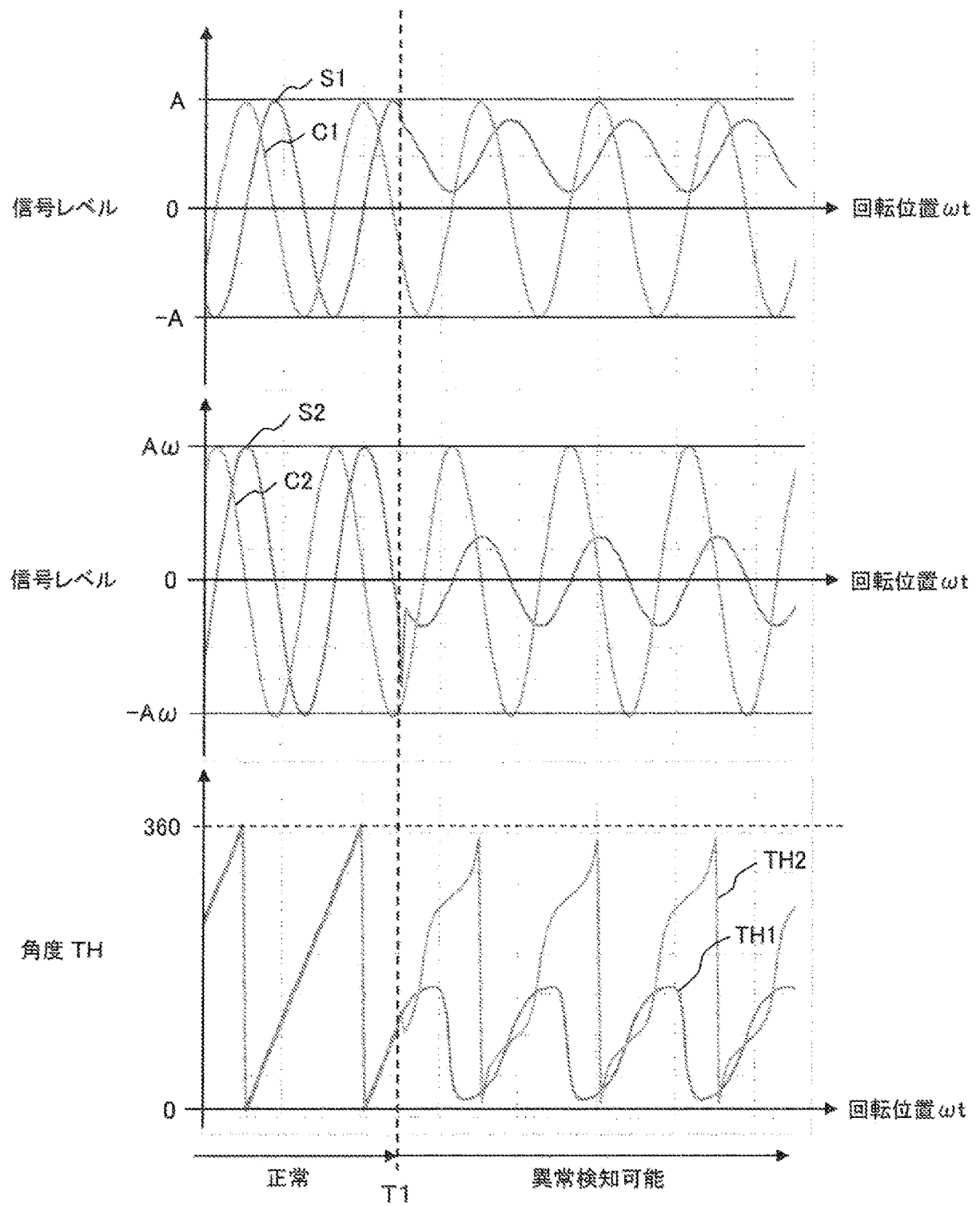
[図2]

図 2



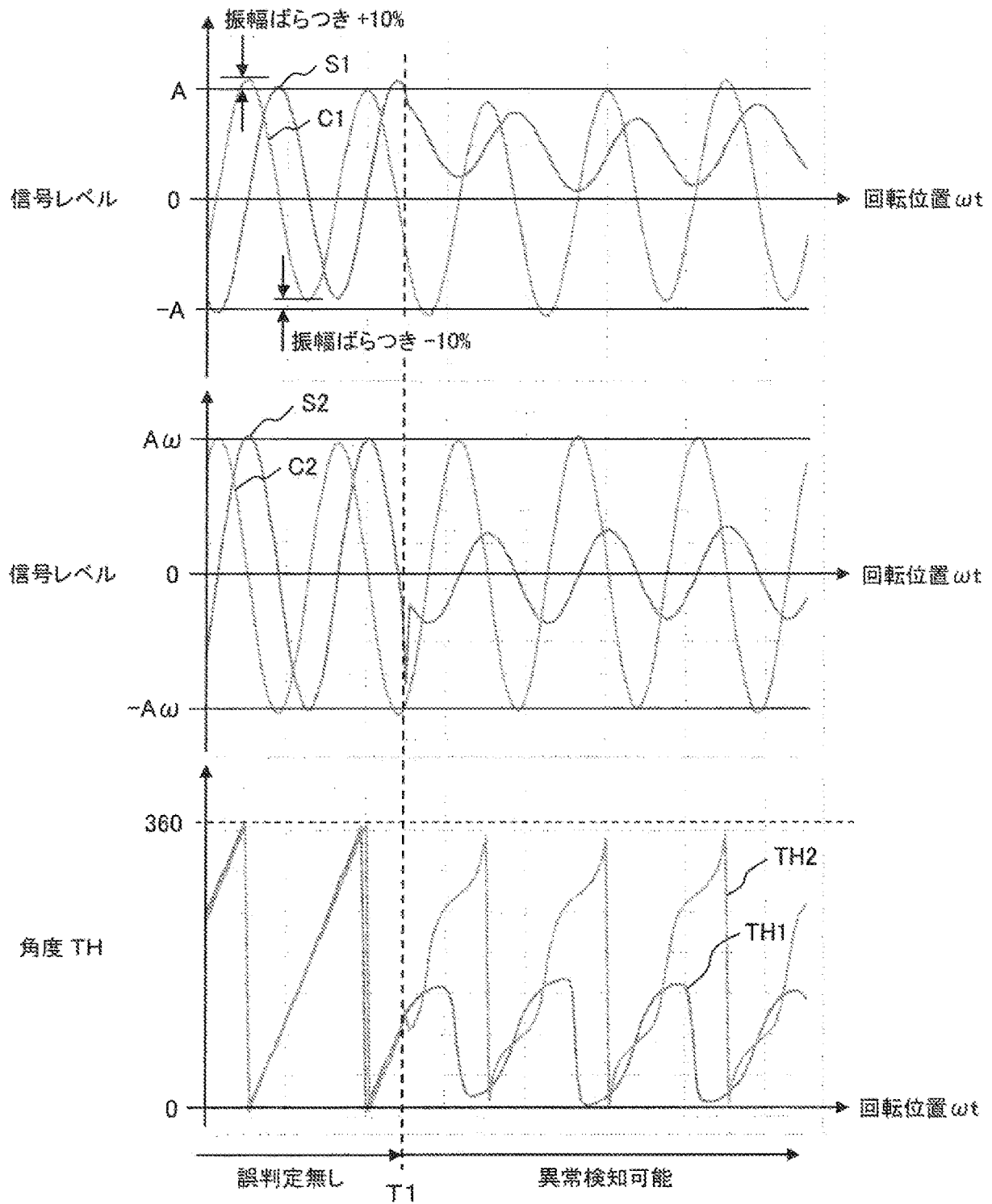
[図3]

図 3



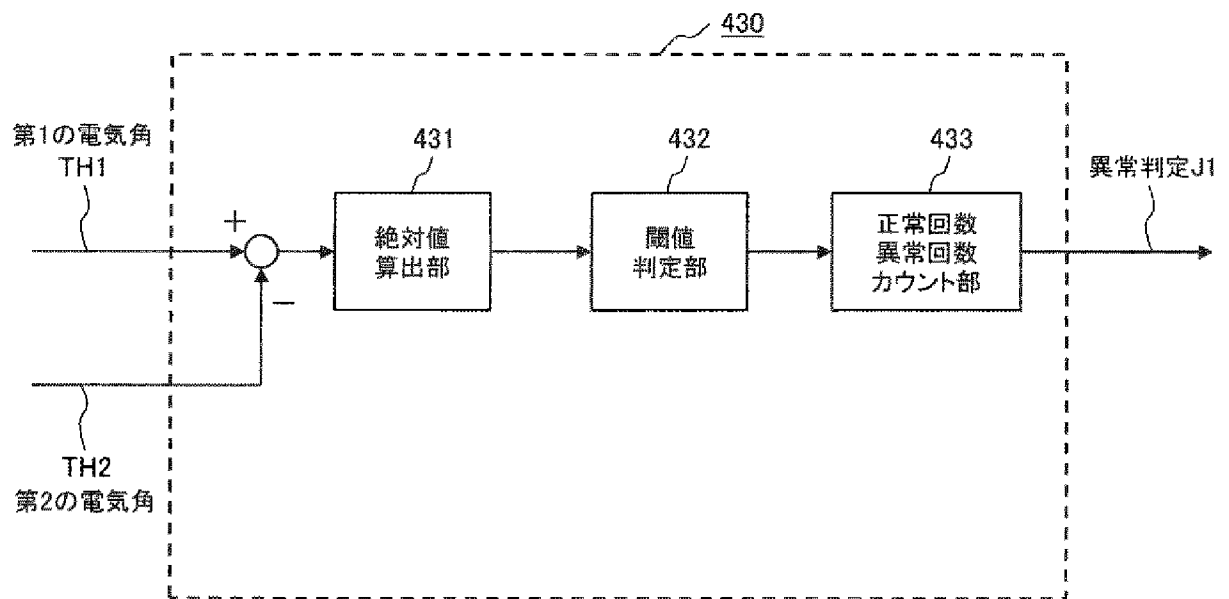
[図4]

図 4



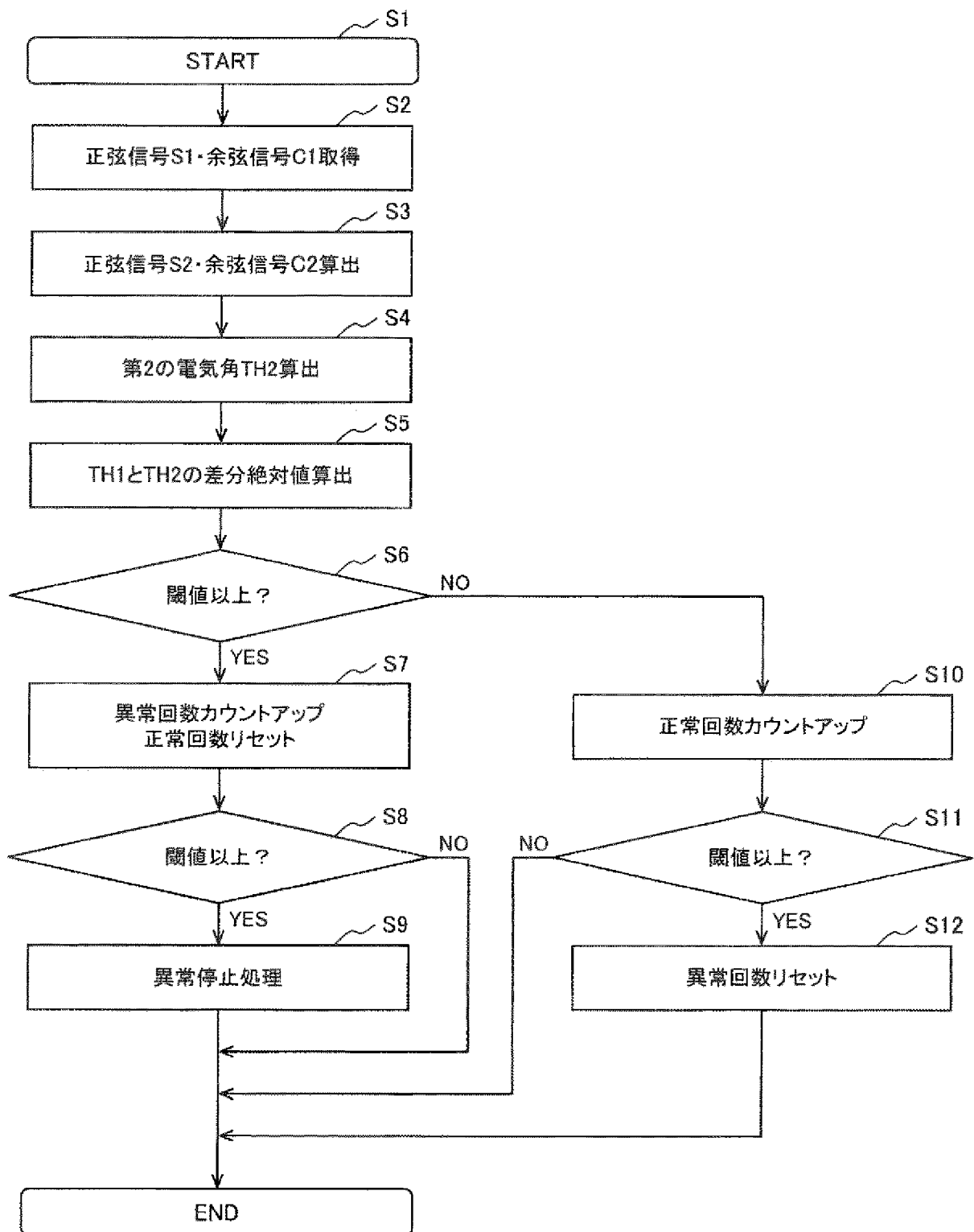
[図5]

図 5



[図6]

図 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/049747

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01D 5/20 (2006.01) i; G01D 5/244 (2006.01) i; H02F21/06 (2016.01) i;
H02F29/024 (2016.01) i

FI: H02F29/024; G01D5/244 K; G01D5/20; H02F21/06

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)

H02F29/024

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2008-37398 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 21.02.2008 (2008-02-21) paragraphs [0021]-[0155], fig. 1-15	1-15
A	JP 2018-189619 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 29.11.2018 (2018-11-29) paragraphs [0008]-[0014], fig. 1	1-15
A	JP 11-337373 A (HITACHI, LTD.) 10.12.1999 (1999- 12-10) entire text, all drawings	1-15

☐ 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
18 March 2020 (18.03.2020)

Date of mailing of the international search report
31 March 2020 (31.03.2020)

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/JP2019/049747

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2008-37398 A	21 Feb. 2008	US 2008/0040001 A1 paragraphs [0041]- [0169], fig. 1-15 DE 102007013953 A1 FR 2904802 A1 KR 10-0792108 B1 (Family: none)	
JP 2018-189619 A	29 Nov. 2018	(Family: none)	
JP 11-337373 A	10 Dec. 1999	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01D 5/20(2006.01)i; G01D 5/244(2006.01)i; H02P 21/06(2016.01)i; H02P 29/024(2016.01)i FI: H02P29/024; G01D5/244 K; G01D5/20; H02P21/06														
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）） G01D5/20; G01D5/244; H02P21/06; H02P29/024														
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 border="0"> <tr> <td>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 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020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 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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 2008-37398 A（三菱電機株式会社）21.02.2008（2008 - 02 - 21） 段落[0021]-[0155], 図1-15	1-15												
A	JP 2018-189619 A（三菱電機株式会社）29.11.2018（2018 - 11 - 29） 段落[0008]-[0014], 図1	1-15												
A	JP 11-337373 A（株式会社日立製作所）10.12.1999（1999 - 12 - 10） 全文, 全図	1-15												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 18.03.2020	国際調査報告の発送日 31.03.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 池田 貴俊 3V 9256 電話番号 03-3581-1101 内線 3357													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/049747

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2008-37398	A	21.02.2008	US 2008/0040001 A1 段落[0041]-[0169], 図1-15 DE 102007013953 A1 FR 2904802 A1 KR 10-0792108 B1	
JP	2018-189619	A	29.11.2018	(ファミリーなし)	
JP	11-337373	A	10.12.1999	(ファミリーなし)	