

(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
2023年7月27日(27.07.2023)



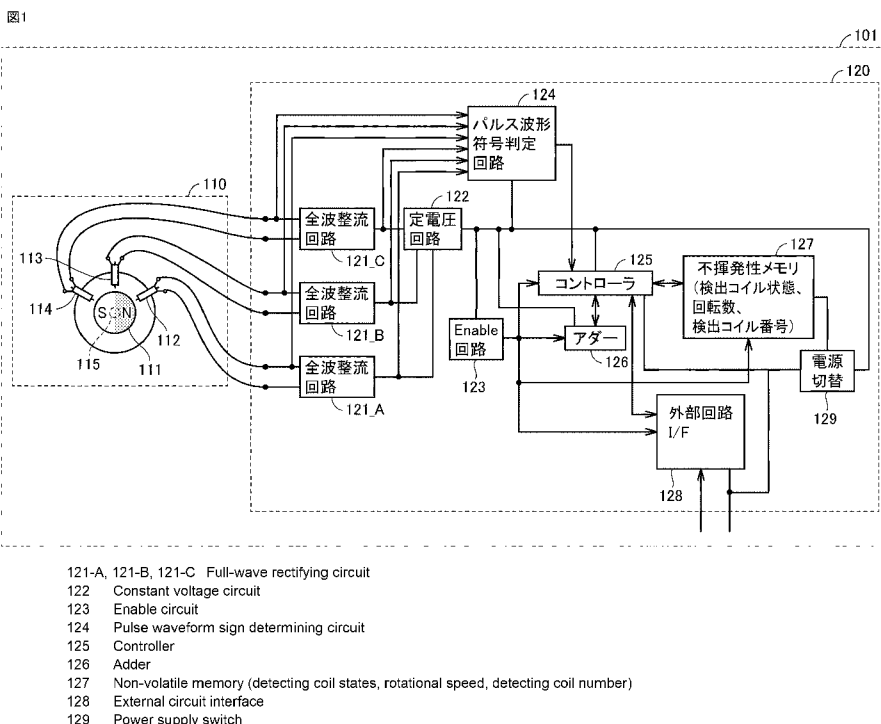
(10) 国際公開番号

WO 2023/140000 A1

- (51) 国際特許分類:
G01D 5/244 (2006.01) G01D 5/245 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/046666
- (22) 国際出願日: 2022年12月19日(19.12.2022)
- (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 2022-006271 2022年1月19日(19.01.2022) JP
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 澤井 隆二 (SAWAI, Takatsugu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 樋口 昭彦 (HIGUCHI, Akihiko); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: ROTATION DETECTOR

(54) 発明の名称: 回転検出器



(57) Abstract: Detecting coils (112 to 114) generate a positive or negative voltage pulse. Each time a voltage pulse is generated, a controller (125) receives electric power of the voltage pulse, and operates to acquire states of the detecting coils, information relating to the detecting coil that generated the voltage pulse, and a rotational speed of a rotating shaft (115), and updates a non-volatile memory (127). During the update, the controller (125) detects a pulse omission with reference to information relating to the current voltage pulse, a history of the states of the detecting coils when the last

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, 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, ME, 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))

voltage pulse and the last-but-one voltage pulse were generated, and a history of information relating to the detecting coil that generated the last-but-one voltage pulse, said histories being held in the non-volatile memory (127), and corrects the states of the detecting coils and the rotational speed, held in the non-volatile memory (127).

(57) 要約: 検出コイル (1 1 2 ~ 1 1 4) は、正または負の電圧パルスが発生する。コントローラ (1 2 5) は、電圧パルスが発生する毎に、当該電圧パルスの電力を受けて動作し、検出コイルの状態、当該電圧パルスが発生した検出コイルの情報および回転軸 (1 1 5) の回転数を取得して不揮発性メモリ (1 2 7) を更新する。当該更新時に、コントローラ (1 2 5) は、今回の電圧パルスの情報と、不揮発性メモリ (1 2 7) に保持される、前回および前々回の電圧パルスが発生したときの検出コイルの状態、および、前々回の電圧パルスが発生した検出コイルの情報の履歴とを参照してパルス抜けを検知し、不揮発性メモリ (1 2 7) に保持される検出コイルの状態および回転数を補正する。

明 細 書

発明の名称：回転検出器

技術分野

[0001] 本開示は、回転検出器に関する。

背景技術

[0002] 国際公開第2013/157279号（特許文献1）には、外部からの電力供給を受けることなく、回転軸の回転方向および回転数を検出して保持するバッテリーレス方式の回転検出器が開示されている。

[0003] 特許文献1に記載される回転検出器は、回転軸と同期して回転する磁石と、各々が磁石からの磁界を受けて電圧パルスが発生する複数の検出コイルと、電圧パルスから電力の供給を受けて動作する信号処理回路とを備えている。特許文献1では、複数の検出コイルの何れかが電圧パルスが発生する毎に、当該電圧パルスから推定される磁石の回転位置を不揮発性メモリに保持する。現在の磁石の回転位置だけでなく前回の回転位置を不揮発性メモリに保持することにより、信号処理回路は、回転軸の回転方向が反転した直後に電圧パルスが欠落する「パルス抜け」が発生したことを検知し、それを考慮した正しい回転位置を推定することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2013/157279号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に記載される回転検出器では、回転軸の回転方向が反転した直後のパルス抜けには対応することができるが、それ以外の要因で発生するパルス抜けには対応できないという課題がある。例えば、検出コイルなどの電圧パルスが発生する部品の品質上のトラブルによって電圧パルスが発生しない、または、電圧パルスの電圧レベルが著しく低

下するという事態が考えられる。あるいは、電圧パルスを検出する回路が故障する事態が考えられる。

[0006] このような事態が発生した場合、特許文献 1 に記載される回転検出器は、想定外の動作となるために回転位置を推定することができず、結果的にエラーを出力する。一度エラーが発生すると、エンコーダを組み込んだ装置の稼働を継続させることができなくなるため、装置を止めて復旧させる作業が必要となる。そのため、装置を稼働できないことによる損害が発生することが懸念される。

[0007] 本開示は、かかる課題を解決するためになされたものであり、本開示の目的は、検出コイルから発生する電圧パルスに基づいて回転軸の回転数を検出する回転検出器において、電圧パルスの検出抜けに対する回転数の補正精度を高めることである。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示に従う回転検出器は、回転軸の回転方向および回転数を検出する回転検出器であって、回転軸に取り付けられて回転軸の回転を検出する回転検出機構と、回転検出機構と電気的に接続される信号処理回路とを備える。回転検出機構は、磁石と、 L 個（ L は 3 以上の自然数）の検出コイルとを含む。磁石は、回転軸と同期して回転するように構成され、回転方向に配置された N 個（ N は 2 以上の自然数）の磁極を有する。 L 個の検出コイルは、磁石の回転方向に沿って予め定められた位相だけ互いにずれた位置に配置される。 L 個の検出コイルの各々は、磁石から印加される磁界を受けて磁石の回転周期の半周期毎に正または負の極性の電圧パルスを発生するように構成される。信号処理回路は、電圧パルスが発生する毎に、当該電圧パルスの電力から電源電圧を生成する定電圧回路と、電源電圧を受けて動作するコントローラおよび不揮発性メモリとを含む。不揮発性メモリは、電圧パルスが発生したときの L 個の検出コイルの状態、回転軸の回転数、および、当該電圧パルスを発生した検出コイルの情報の履歴を記憶するように構成される。コントローラは、電圧パルスが発生する毎に、 L 個の検出コイルの状態、当該電圧

パルスが発生した検出コイルの情報、および回転軸の回転数を取得して前記不揮発性メモリを更新する処理を実行するように構成される。更新する処理において、コントローラは、今回の電圧パルスの情報と、不揮発性メモリに保持されている、前回の電圧パルスが発生したときのL個の検出コイルの状態、前々回の電圧パルスが発生したときのL個の検出コイルの状態、および、前々回の電圧パルスが発生した検出コイルの情報の履歴とを参照することにより、電圧パルスが欠落するパルス抜けを検知するとともに、不揮発性メモリに保持されるL個の検出コイルの状態および回転軸の回転数を補正する。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、検出コイルから発生する電圧パルスに基づいて回転軸の回転数を検出する回転検出器において、電圧パルスの欠落に対する回転数の補正精度を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態1に従う回転検出器の全体構成を示す図である。

[図2]回転検出機構の構成例を示す図である。

[図3]外部磁界に対する磁性ワイヤの磁化の関係を模式的に示す図である。

[図4]回転する磁石から検出コイルに加わる外部磁界と、検出コイルから出力される電圧パルスとの関係を示す図である。

[図5]検出コイルから発生する電圧パルスの波形図である。

[図6]磁石が回転している場合のA相検出コイル、B相検出コイルおよびC相検出コイルの状態信号の変化を示す図である。

[図7]信号処理回路のハードウェア構成を示す図である。

[図8]実施の形態1に従う更新処理に用いられる変換テーブルを示す図である。

[図9]実施の形態1に従う更新処理に用いられる変換テーブルを示す図である。

。

[図10]パルス抜けの発生パターンの一例を説明する図である。

[図11]実施の形態2に従う回転検出器の全体構成を示す図である。

[図12]実施の形態2に従う更新処理に用いられる変換テーブルを示す図である。

[図13]実施の形態2に従う更新処理に用いられる変換テーブルを示す図である。

[図14]実施の形態3に従う回転検出器の全体構成を示す図である。

[図15]実施の形態4に従う回転検出器の全体構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0012] 実施の形態1.

(回転検出器の全体構成)

図1は、実施の形態1に従う回転検出器の全体構成を示す図である。実施の形態1に従う回転検出器101は、バッテリーレス方式の回転検出器であり、外部からの電力供給を受けることなく、回転体の回転方向および回転数を検出して保持するように構成される。

[0013] 図1に示すように、回転検出器101は、回転検出機構110と、信号処理回路120とを備える。信号処理回路120は回転検出機構110と電気的に接続されている。

[0014] 回転検出機構110は、回転軸115に取り付けられ、回転軸115の回転を検出するように構成される。回転軸115は、例えば、モーターの出力軸である。なお、回転検出機構110は、回転軸115に限定されず、軸回り方向に回転可能な回転体に適用することが可能である。

[0015] 回転検出機構110は、磁石111と、検出コイル112, 113, 114とを有する。磁石111は、円板の形状を有しており、回転軸115に同心状に取り付けられる。磁石111は、半円周ずつ2つの磁極(N極、S極)を有している。磁石111は、回転軸115とともに、CW(Clock Wise

：時計回り）方向またはＣＣＷ（Counter Clock Wise：反時計回り）方向に回転する。ＣＷ（時計回り）方向とは、回転軸１１５から見て右回転方向（正転）であり、ＣＣＷ（反時計回り）方向とは、回転軸１１５から見て左回転方向（逆転）である。

[0016] 図１の例では、回転軸１１５および磁石１１１を同心状に配置しているが、回転軸１１５の回転に同期して磁石１１１が回転する構成であればよい。また、磁石１１１の磁極の数は２以上であってもよい。

[0017] 検出コイル１１２，１１３，１１４は、磁石１１１の外周を囲むように、磁石１１１の回転方向に間隔をあけて配置される。検出コイル１１２，１１３，１１４の各々は、大バルクハウゼン効果を有する磁性ワイヤで形成されている。磁性ワイヤは、ワイヤ内部にハード磁性体を用い、かつ、ワイヤの外部にソフト磁性体を用いて構成される。以下の説明では、検出コイル１１２を「Ａ相検出コイル」とも称し、検出コイル１１３を「Ｂ相検出コイル」とも称し、検出コイル１１４を「Ｃ相検出コイル」とも称する。なお、検出コイルの数は３に限定されず、３以上であればよい。

[0018] （回転検出機構の構成）

次に、図１に示した回転検出機構１１０の構成および動作について説明する。

[0019] 図２は、回転検出機構１１０の構成例を示す図である。図２を用いて、磁石１１１と検出コイル１１２，１１３，１１４との位置関係について説明する。さらに、回転検出機構１１０を用いた回転軸１１５の回転数の検出ロジックについて説明する。

[0020] 図２に示すように、検出コイル１１２，１１３，１１４は、磁石１１１の回転方向に予め定められた位相だけ互いにずれた位置において、磁石１１１の径方向に延在するように配置される。図２の例では、磁石１１１の中心角において、Ｂ相検出コイル１１３からＣＷ方向に６０°の位置にＡ相検出コイル１１２が配置され、Ｂ相検出コイル１１３からＣＣＷ方向に６０°の位置にＣ相検出コイル１１４が配置されている。ただし、検出コイル１１２，

1 1 3, 1 1 4 の配置位置はこれに限定するものではない。

[0021] そして、検出コイル 1 1 2, 1 1 3, 1 1 4 の配置に応じて、磁石 1 1 1 の周方向に沿って、「原点位置 (0°)」を基準とした 6 つの角度領域が形成される。具体的には、B 相検出コイル 1 1 3 の配置位置を「原点位置」として、CW 方向に 60° 毎に「領域 1」から「領域 6」が形成される。また、磁石 1 1 1 において、CW 方向に S 極から N 極に変化する角度位置を「磁石基準」とする。

[0022] 検出コイル 1 1 2, 1 1 3, 1 1 4 の各々を構成する磁性ワイヤにおいて、ソフト磁性体は、図 3 に示すような磁化特性を有している。図 3 は、外部磁界 H に対する磁性ワイヤの磁化 M の関係を模式的に示す図である。図 3 に示すように、磁性ワイヤは、外部磁界 H の強度がある値を超えたときに磁化 M が急激に反転する振る舞い（大バルクハウゼン効果）を示す。このときの磁化 M の反転速度は、外部磁界 H の加え方によらず、常に一定となる。そこで、本実施の形態では、この磁化特性を利用して、回転軸 1 1 5 とともに回転する磁石 1 1 1 の外周に磁性ワイヤからなる検出コイルを配置することにより、回転軸 1 1 5（すなわち、磁石 1 1 1）の回転速度に依存せずに、常に一定の電圧パルスを検出コイルから発生させることが可能となる。

[0023] 図 4 は、回転する磁石 1 1 1 から検出コイルに加わる外部磁界と、検出コイルから出力される電圧パルスとの関係を示す図である。図 4 の上段には、磁石 1 1 1 が CW 方向に回転しているときの外部磁界（破線）と電圧パルス（実線）との関係が示される。図 4 の下段には、磁石 1 1 1 が CCW 方向に回転しているときの外部磁界（破線）と電圧パルス（実線）との関係が示される。

[0024] 図 4 に示すように、回転軸 1 1 5 とともに磁石 1 1 1 が一定速度で回転している場合、検出コイルに加わる外部磁界は、磁石 1 1 1 が 1 回転する時間を 1 周期とする正弦波状の波形となる。

[0025] 検出コイルは、外部磁界の半周期ごとに 1 つの電圧パルスを発生する。検出コイルは、外部磁界の正の半周期において正の電圧パルスを発生し、外部

磁界の負の半周期において負の電圧パルスが発生する。したがって、この電圧パルスを検出することによって、回転検出器 101 は、回転軸 115 の回転数をカウントすることが可能となる。また、この電圧パルスの電力を利用することにより、バッテリーレス方式の回転検出器 101 を実現することができる。

[0026] なお、磁石 111 の回転方向によって、正および負の電圧パルスの発生タイミングが異なっている。図 4 では、CW 方向での電圧パルスの発生位置と、CCW 方向での電圧パルスの発生位置とは角度 ϕ だけずれている。

[0027] 図 2 に戻って、磁石 111 の外周に配置された検出コイル 112, 113, 114 の各々は、磁石 111 (回転軸 115) の回転に応じて、正および負の電圧パルスが発生する。図 5 は、検出コイル 112, 113, 114 から発生する電圧パルスの波形図である。図 5 (a) は、磁石 111 が CW 方向に回転しているときに検出コイル 112, 113, 114 が発生する電圧パルスの波形図である。図 5 (b) は、磁石 111 が CCW 方向に回転しているときに検出コイル 112, 113, 114 が発生する電圧パルスの波形図である。なお、各図において、「A 相パルス」は A 相検出コイル 112 の電圧パルスを示し、「B 相パルス」は B 相検出コイル 113 の電圧パルスを示し、「C 相パルス」は C 相検出コイル 114 の電圧パルスを示す。

[0028] 図 5 (a) には、磁石 111 が CW 方向に 1 回転したとき、すなわち、磁石基準の位置が 0° (原点位置) から 360° まで変化したときの A 相パルス、B 相パルスおよび C 相パルスの波形が示されている。なお、図 2 の例では、A 相検出コイル 112 は 60° の位置に配置され、B 相検出コイル 113 は原点位置 (0°) に配置され、C 相検出コイル 114 は 300° の位置に配置されている。

[0029] 図 4 で説明したように、検出コイル 112, 113, 114 の各々は、磁石 111 の回転周期の半周期ごとに正または負の電圧パルスが発生する。ただし、各電圧パルスの発生位置は、対応する検出コイルの配置位置ではなく、当該配置位置から角度 $\phi/2$ だけずれた位置となる。例えば、正の A 相パ

ルスの発生位置は、A相検出コイル112の配置位置 60° に対してCW方向に $\phi/2$ だけずれている。また、負のA相パルスの発生位置は、A相検出コイル112の配置位置 60° と対称の位置 240° に対してCW方向に $\phi/2$ だけずれている。これは、図3に示したように、磁石111による外部磁界が反転した後、外部磁界がある一定の強度（以下、閾値とも称する）に達しないと、磁性ワイヤの磁化Mの反転が生じないためである。このように磁石111の回転方向がCW方向の場合には、各電圧パルスの発生位置は、対応する検出コイルの配置位置からCW方向にずれた位置となる。

[0030] 図5（b）には、磁石111がCCW方向に1回転したとき、すなわち、磁石基準の位置が 360° から 0° （原点位置）まで変化したときのA相パルス、B相パルスおよびC相パルスの波形が示されている。

[0031] 図5（b）においても、図5（a）と同様に、A相パルス、B相パルスおよびC相パルスの各々の発生位置は、対応する検出コイルの配置位置ではなく、当該配置位置から角度 $\phi/2$ だけずれた位置となる。ただし、磁石111の回転方向がCCW方向の場合には、電圧パルスの発生位置は、対応する検出コイルの配置位置からCCW方向にずれた位置となる。

[0032] 以上に述べたように、A相検出コイル112、B相検出コイル113およびC相検出コイル114の各々は、磁石111の回転に応じて正および負の電圧パルスを発生する。回転検出機構110は、各相検出コイルから出力される電圧パルスを信号処理回路120に伝送する。信号処理回路120は、回転検出機構110から伝送される電圧パルスの電力を利用して信号処理回路120の電源電圧を生成する。また、信号処理回路120は、当該電圧パルスに基づいて回転軸115の回転方向および回転数を検出する。

[0033] ここで、回転軸115の回転数を検出するためには、まず、A相検出コイル112、B相検出コイル113およびC相検出コイル114の状態を示す状態信号を生成する必要がある。各相検出コイルの状態信号は、各相検出コイルが発生する電圧パルスに基づいて生成することができる。

[0034] 具体的には、各相検出コイルの状態信号は、正の電圧パルスを発生したと

きにL（論理ロー）レベルからH（論理ハイ）レベルに立ち上がり、かつ、負の電圧パルスが発生したときにHレベルからLレベルに立ち下がるように生成することができる。すなわち、各相検出コイルの状態信号は、対応する検出コイルが正の電圧パルスが発生してから負の電圧パルスが発生するまでの間Hレベルに保持され、負の電圧パルスが発生してから正の電圧が発生するまでの間Lレベルに保持されることとなる。これによると、各相検出コイルの状態信号は、対応する検出コイルが発生した最後の電圧パルスの極性を表す信号となる。

[0035] 図6は、磁石111が回転している場合のA相検出コイル112、B相検出コイル113およびC相検出コイル114の状態信号の変化を示す図である。図6（a）は磁石111がCW方向に回転しているときの各相検出コイルの状態信号の変化を示し、図6（b）は磁石111がCCW方向に回転しているときの各相検出コイルの状態信号の変化を示している。図6（a）および図6（b）に示すように、何れの状態信号も180°（半周期）ごとにHレベルとLレベルとの間で交互に変化する。

[0036] ここで、図2に示した「原点位置」付近で回転数データを変化させる場合（すなわち、回転数をカウントする場合）を考える。具体的には、磁石基準が原点位置にある状態（図2）から磁石111がCW方向に回転し、再び磁石基準が原点位置を通過したときに、回転数（カウント値）を+1増加（カウントアップ）させることとする。また、磁石基準が原点位置にある状態から磁石111がCCW方向に回転し、再び磁石基準が原点位置を通過したときに、回転数（カウント値）を-1減少（カウントダウン）させることとする。

[0037] この場合、図6（a）によると、A相検出コイル112の状態信号がHレベルであって、B相検出コイル113の状態信号がHレベルからLレベルに立ち下がったことが検出されたときには、磁石基準が原点位置をCW方向に通過したものと判断されるため、回転数を+1増加させる。また、図6（b）によると、A相検出コイル112の状態信号がHレベルであって、B相検

出コイル 1 1 3 の状態信号が L レベルから H レベルに立ち上がったことが検出されたときには、磁石基準が原点位置を C C W 方向に通過したものと判断されるため、回転数を - 1 減少させる。

[0038] あるいは、C 相検出コイル 1 1 4 の状態信号が L レベルであって、B 相検出コイル 1 1 3 の状態信号の立ち下がりが検出されたときには回転数を + 1 増加させ、C 相検出コイル 1 1 4 の状態信号が L レベルであって、B 相検出コイル 1 1 3 の状態信号の立ち上がりが検出されたときには回転数を - 1 減少させる構成とすることができる。

[0039] あるいは、A 相検出コイル 1 1 2 の状態信号が H レベルであり、C 相検出コイル 1 1 4 の状態信号が L レベルであり、かつ、B 相検出コイル 1 1 3 の状態信号の立ち下がりが検出されたときには回転数を + 1 増加させ、A 相検出コイル 1 1 2 の状態信号が H レベルであり、C 相検出コイル 1 1 4 の状態信号が L レベルであり、かつ、B 相検出コイル 1 1 3 の状態信号の立ち上がりが検出されたときには回転数を - 1 減少させる構成とすることができる。

[0040] さらに、各相検出コイルの状態信号を見ることによって、磁石基準がどの領域に位置するのか、すなわち、磁石 1 1 1 の回転位置を推定することが可能となる。例えば、A 相検出コイル 1 1 2 の状態信号が H レベルであり、B 相検出コイル 1 1 3 の状態信号が L レベルであり、C 相検出コイル 1 1 4 の状態信号が L レベルであるときには、磁石基準が領域 1 に位置していると推定することができる。これによると、磁石基準が領域 6 から領域 1 に移動したときには磁石 1 1 1 が C W 方向に 1 回転したと判断して、回転数を + 1 増加させ、磁石基準が領域 1 から領域 6 に移動したときには磁石 1 1 1 が C C W 方向に 1 回転したと判断して、回転数を - 1 減少させることができる。

[0041] （信号処理回路の構成）

次に、図 1 に示した信号処理回路 1 2 0 の構成および動作について説明する。

[0042] 図 7 は、信号処理回路 1 2 0 のハードウェア構成を示す図である。図 7 に示すように、信号処理回路 1 2 0 は、C P U (Central Processing Unit)

10と、RAM (Random Access Memory) 11と、ROM (Read Only Memory) 12と、I/F (Interface) 装置13と、記憶装置14とを含む。CPU10、RAM11、ROM12、I/F装置13および記憶装置14は、通信バス15を通じて各種データを遣り取りする。

[0043] CPU10は、ROM12に格納されているプログラムをRAM11に展開して実行する。ROM12に格納されているプログラムには、信号処理回路120によって実行される処理が記述されている。

[0044] I/F装置13は、回転検出機構110および外部機器と信号およびデータを遣り取りするための入出力装置である。I/F装置13は、回転検出機構110から検出コイル112, 113, 114が出力した電圧パルスを受信する。

[0045] 記憶装置14は、各種情報を記憶するストレージであって、回転検出機構110の情報、回転体の情報等を記憶する。また、記憶装置14は、回転検出機構110から受信した電圧パルスから取得される情報（検出コイルの状態、回転軸115の回転数等）を記憶するための、更新可能な不揮発性メモリを有している。不揮発性メモリについては、後ほど詳しく説明する。

[0046] なお、CPU10がプログラムを実行することで実現される機能の全部または一部を、集積回路などのハードワイヤード回路 (hard-wired circuit) を用いて実現してもよい。例えば、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array) またはCPLD (Complex Programmable Logic Device) などを用いて実現してもよい。

[0047] 図1に戻って、信号処理回路120の機能構成を説明する。信号処理回路120は、全波整流回路121__A, 121__B, 121__Cと、定電圧回路122と、Enable (イネーブル) 回路123と、パルス波形符号判定回路124と、コントローラ125と、アダー126と、不揮発性メモリ127と、外部回路I/F128と、電源切替回路129とを含む。このうちの少なくともコントローラ125およびアダー126は、図7に示すCP

U 1 0（図 7 参照）がプログラムを実行することによって実現される。

[0048] 信号処理回路 1 2 0 は、回転検出機構 1 1 0 にて検出コイル 1 1 2, 1 1 3, 1 1 4 の何れかが電圧パルスを出力する毎に、以下に述べる一連の動作を実行する。

[0049] 全波整流回路 1 2 1 __ A は、A 相検出コイル 1 1 2 と電氣的に接続されており、A 相検出コイル 1 1 2 から出力される電圧パルス（A 相パルス）を全波整流し、整流された電圧パルスを定電圧回路 1 2 2 へ出力する。

[0050] 全波整流回路 1 2 1 __ B は、B 相検出コイル 1 1 3 と電氣的に接続されており、B 相検出コイル 1 1 3 から出力される電圧パルス（B 相パルス）を全波整流し、整流された電圧パルスを定電圧回路 1 2 2 へ出力する。

[0051] 全波整流回路 1 2 1 __ C は、C 相検出コイル 1 1 4 と電氣的に接続されており、C 相検出コイル 1 1 4 から出力される電圧パルス（C 相パルス）を全波整流し、整流された電圧パルスを定電圧回路 1 2 2 へ出力する。

[0052] 定電圧回路 1 2 2 は、全波整流回路 1 2 1 __ A, 1 2 1 __ B, 1 2 1 __ C のうちの何れかから与えられる電圧パルスから一定電圧を生成し、生成した一定電圧を電源電圧として E n a b l e 回路 1 2 3、パルス波形符号判定回路 1 2 4、コントローラ 1 2 5、アダー 1 2 6、および不揮発性メモリ 1 2 7 へ供給する。

[0053] なお、電源切替回路 1 2 9 は、コントローラ 1 2 5 および不揮発性メモリ 1 2 7 に対する電力の供給源を、定電圧回路 1 2 2 と回転検出器 1 0 1 の外部に設けられた図示しない外部電源との間で切り替え可能に構成される。外部電源は回転体を駆動するための主電源である。これによると、コントローラ 1 2 5 および不揮発性メモリ 1 2 7 に対しては、回転軸 1 1 5 の停止中においても電力を供給し続けることができる。

[0054] 不揮発性メモリ 1 2 7 は、電圧パルスが生じたときの各相検出コイルの状態、回転軸 1 1 5 の回転数、および、電圧パルスを発生した検出コイルの情報（検出コイル番号）を記憶する。これらの情報は、検出コイル 1 1 2, 1 1 3, 1 1 4 の何れかが電圧パルスを発生する毎に取得されて不揮発性メモ

リ 1 2 7 に記憶される。不揮発性メモリ 1 2 7 はさらに、後述する変換テーブル（図 8 および図 9 参照）を記憶する。

[0055] なお、不揮発性メモリ 1 2 7 は、各相検出コイルの状態、および電圧パルスが発生した検出コイルの情報については、少なくとも、前回の電圧パルスが生じたときの各相検出コイルの状態および前回の電圧パルスが発生した検出コイルの情報、ならびに、前々回の電圧パルスが生じたときの各相検出コイルの状態および前々回の電圧パルスを出した検出コイルの情報を保持するように構成される。これらの情報は、電圧パルスが発生する毎にコントローラ 1 2 5 によって更新される。

[0056] Enable 回路 1 2 3 は、定電圧回路 1 2 2 から供給される電圧が安定したことが確認されると、パルス波形符号判定回路 1 2 4、コントローラ 1 2 5、アダー 1 2 6、および不揮発性メモリ 1 2 7 に対し、動作を開始させるためのトリガ信号を送信する。

[0057] パルス波形符号判定回路 1 2 4 は、Enable 回路 1 2 3 からトリガ信号を受けて動作を開始する。パルス波形符号判定回路 1 2 4 は、A 相検出コイル 1 1 2 から出力される電圧パルス（A 相パルス）に基づいて A 相検出コイル 1 1 2 の検出信号を生成し、B 相検出コイル 1 1 3 から出力される電圧パルス（B 相パルス）に基づいて B 相検出コイル 1 1 3 の検出信号を生成し、C 相検出コイル 1 1 4 から出力される電圧パルス（C 相パルス）に基づいて C 相検出コイル 1 1 4 の検出信号を生成する。

[0058] 各相検出コイルの検出信号は、各相検出コイルからの電圧パルスの発生の有無、および、発生した電圧パルスの極性を示す信号である。検出信号は、対応する検出コイルが正の電圧パルスが発生したときに H レベルとなり、負の電圧パルスが発生したときに L レベルとなり、電圧パルスが発生していないときには 0 となる。すなわち、検出信号は、各相検出コイルが発生する電圧パルスの情報を履歴として残すものである。パルス波形符号判定回路 1 2 4 は、生成した検出信号をコントローラ 1 2 5 に送信する。

[0059] コントローラ 1 2 5 は、パルス波形符号判定回路 1 2 4 から受信した各相

検出コイルの検出信号をアダー 1 2 6 へ送信する。コントローラ 1 2 5 は、さらに、不揮発性メモリ 1 2 7 にアクセスすることにより、前回の電圧パルスが生じたときの回転軸 1 1 5 の回転数と、前回の電圧パルスが生じたときの各相検出コイルの状態および当該電圧パルスを発生した検出コイルの情報と、前々回の電圧パルスが生じたときの各相検出コイルの状態および当該電圧パルスを出した検出コイルの情報とを不揮発性メモリ 1 2 7 から読み出す。コントローラ 1 2 5 は、読み出したこれらの情報をアダー 1 2 6 へ送信する。

[0060] アダー 1 2 6 は、コントローラ 1 2 5 から受信した情報（今回の電圧パルスが生じたときの各相検出コイルの状態信号、および不揮発性メモリ 1 2 7 から読み出した情報）に基づいて、後述する変換テーブル（図 8 および図 9 参照）を用いて、各相検出コイルの状態および回転数を、最新の各相検出コイルの状態および回転数にそれぞれ更新する。アダー 1 2 6 は、更新された最新の各相検出コイルの状態および回転数をコントローラ 1 2 5 に送信する。

[0061] コントローラ 1 2 5 は、アダー 1 2 6 からの情報を受信すると、再び不揮発性メモリ 1 2 7 にアクセスし、最新の各相検出コイルの状態および回転数と、今回の電圧パルスを発生した検出コイルの情報とを不揮発性メモリ 1 2 7 に書き込む。

[0062] 信号処理回路 1 2 0 は、上述した一連の動作を、検出コイル 1 1 2, 1 1 3, 1 1 4 の何れかが電圧パルスを出力する毎に、当該電圧パルスから生成される電源電圧を用いて実行することにより、信号処理回路 1 2 0 は、バッテリレスで回転軸 1 1 5 の回転数を検出することができる。

[0063] なお、回転検出器 1 0 1 の外部から回転軸 1 1 5 の回転数を読み取る場合には、外部回路 1 / F 1 2 8 およびコントローラ 1 2 5 を経由して不揮発性メモリ 1 2 7 にアクセスすることにより、回転数を読み取ることができる。このとき、上述した回転数更新のための一連動作を、外部からの回転数の読み取り動作とバッティングしないように、コントローラ 1 2 5 は、外部から

不揮発性メモリ 127 へのアクセスを制限するように構成される。

[0064] また、外部から不揮発性メモリ 127 にアクセスする場合には、電源切替回路 129 は、外部電源（主電源）からコントローラ 125 および不揮発性メモリ 127 へ電源電圧を供給する。さらに、外部回路 I/F 128 に対して外部電源から直接に電源電圧を供給する。したがって、電圧パルスの電力に依らずに、回転数を読み取ることができる。

[0065] これにより、外部電源からの電力供給時には、信号処理回路 120 に内蔵されるレジスタ（図示せず）に不揮発性メモリ 127 に記憶される情報を呼び出しておき、電力供給が終了したことが検知された時点で、レジスタから不揮発性メモリ 127 に情報を格納する構成とすることにより、不揮発性メモリ 127 へのアクセスがバッティングすることを回避することが可能となる。

[0066] （更新処理）

上述したように、アダー 126 は、磁石 111 の回転に応じて検出コイル 112, 113, 114 の各々から出力される電圧パルスに基づいて、不揮発性メモリ 127 に記憶される各相検出コイルの状態および回転軸 115 の回転数を更新する処理を実行する。ただし、磁石 111 の回転中、少なくとも 1 つの検出コイルにおいて電圧パルスが欠落する現象（以下、「パルス抜け」とも称する）が発生した場合には、アダー 126 は、更新処理の際に、欠落した電圧パルスを補うための補正処理を実行するように構成される。この補正を含む更新処理は、図 8 および図 9 に示す変換テーブルに従って実行される。

[0067] 図 8 および図 9 に示す変換テーブルは、磁石 111 の回転に伴う各相検出コイルの状態および磁石基準が位置する領域の遷移を表している。この変換テーブルにおいて、「現在のステータス」は、前回の電圧パルスが生じてから今回の電圧パルスが生じるまでの各相検出コイルの状態、および当該各相検出コイルの状態から推定される磁石基準が位置する領域を示している。

[0068] 「前回のステータス」は、前々回の電圧パルスが生じてから前回の電圧パ

ルスが生じるまでの各相検出コイルの状態、および当該各相検出コイルの状態から推定される磁石基準が位置する領域を示している。なお、現在のステータスおよび前回のステータスの各々は、今回の電圧パルスが生じたことに応じて更新される。

[0069] また、変換テーブルにおいて、「更新前」とは、今回の電圧パルスによって状態が更新される前を意味し、「更新後」とは、今回の電圧パルスによって状態が更新された後を意味する。更新前の情報には、「現在のステータス」および「前回のステータス」に加えて、前々回の電圧パルスを発生した検出コイルの情報（「前々回検出コイル番号」と表記）が含まれている。

[0070] 更新後の情報には、「現在のステータス」および「前回のステータス」に加えて、回転軸 115 の回転数のカウント値の補正量（「カウント」と表記）が含まれている。なお、値「0」は回転数を補正しないことを示し、値「1」は回転数を+1増加させることを示し、値「-1」は回転数を-1減少させることを示す。

[0071] 変換テーブルには、さらに、検出コイル 112, 113, 114 の各々の検出信号（「発電素子入力」と表記）が示されている。この検出信号は、上述したパルス波形符号判定回路 124（図 1）にて生成される信号である。

「H」は検出コイルが正の電圧パルスを発生したことを示し、「L」は検出コイルが負の電圧パルスを発生したことを示し、「0」は検出コイルが電圧パルスを発生していないことを示す。なお、検出信号を不揮発性メモリ 127 に保持する場合には、「0」、「H」、「L」に代えて、検出信号をエンコードすることによって情報を圧縮してもよい。

[0072] 信号処理回路 120 は、変換テーブルに表示されていない状態遷移が現れた場合には、想定されるパルス抜けとは異なる現象が発生していると判断して、エラーを出力する。

[0073] 以下に、アダー 126 により実行される補正処理を含む更新処理について説明する。

ここで、「パルス抜け」には、磁石 111 の回転方向が反転した直後のタ

イミングで生じるパルス抜けと、上記タイミング以外のタイミングで生じるパルス抜けとが存在する。アダー１２６は、これら２種類のパルス抜けの各々に対して補正処理を実行する。

[0074] 最初に、回転軸１１５の回転方向が反転した直後のタイミングで生じるパルス抜けに対する補正処理について説明する。

[0075] 検出コイルから電圧パルスが発生させた直後に磁石１１１の回転方向が反転した場合には、磁石１１１の反転によって上記電圧パルスが発生させた磁界とは逆極性の磁界が検出コイルに印加される。この印加される磁界の強度が閾値を上回ったときであっても、検出コイルから発生する電圧パルスの電圧レベルが小さくなるという現象が起きることがある。電圧パルスの電圧レベルの低下が著しい場合には、信号処理回路１２０は、電圧パルスの電力を受けて動作することができず、パルス抜けが発生する。その結果、実際の磁石基準の位置と、不揮発性メモリ１２７に保持されている各相検出コイルの状態から推定される磁石基準の位置とが一致しない現象が発生してしまう。

[0076] ここで、「第１の例」として、原点位置にＢ相検出コイル１１３が配置され、磁石基準が原点位置にある状況（図２参照）から、磁石基準がＣＷ方向に領域６から領域１へ移動し、Ｂ相検出コイル１１２に印加される磁界の強度が閾値を超えた場合を想定する。これにより、Ｂ相検出コイル１１２から電圧パルスが発生する。その後、電圧パルスの発生直後に磁石１１１の回転がＣＣＷ方向に反転したことによって、磁石基準が領域１から領域６に戻ったものとする。

[0077] このとき、回転検出器１０１において、磁石１１１がＣＣＷ方向に回転することにより、Ｂ相検出コイル１１３に印加される逆極性の磁界の強度が閾値を超える。しかしながら、Ｂ相検出コイル１１３が発生する電圧パルスの電圧レベルが小さく、信号処理回路１２０が動作しないために、「パルス抜け」が発生する。その結果、コントローラ１２５は、不揮発性メモリ１２７に保持される各相検出コイルの状態および磁石基準の位置を更新することなく、磁石基準が領域１に位置することを示す各相検出コイルの状態を保持す

る。

[0078] 磁石 1 1 1 が C C W 方向にさらに回転を続けると、C 相検出コイル 1 1 4 に印加される磁界の強度が閾値を超えることにより、C 相検出コイル 1 1 4 が電圧パルスが発生する。しかしながら、上述のように、不揮発性メモリ 1 2 7 は、磁石基準が領域 1 に位置するときの各相検出コイルの状態を保持している。一方、磁石基準が領域 1 から領域 6 または領域 2 に移動したときに電圧パルスが発生するのは B 相検出コイル 1 1 3 または A 相検出コイル 1 1 2 だけであり、C 相検出コイル 1 1 4 ではないため、アダー 1 2 6 は、パルス抜けが発生したことを検知することができる。

[0079] 上記第 1 の例のように、磁石基準が領域 1 に位置するときの各相検出コイルの状態を保持しているときに C 相検出コイル 1 1 4 が電圧パルスが発生するという状況は、磁石基準が C C W 方向に領域 2 から領域 1 へ移動し、その直後に磁石 1 1 1 の回転方向が反転した場合にも発生し得る。この場合を「第 2 の例」と称する。

[0080] 第 2 の例では、磁石基準が領域 1 から領域 2 へ戻ったときに、A 相検出コイル 1 1 2 のパルス抜けが発生し、さらに磁石 1 1 1 が C W 方向に回転を続けることで、磁石基準が領域 3 に移動すると、C 相検出コイル 1 1 4 が電圧パルスが発生する。第 2 の例においても、第 1 の例と同様に、磁石基準が領域 1 に位置する状態から、C 相検出コイル 1 1 4 が電圧パルスが発生する領域への磁石基準の移動が存在しないため、アダー 1 2 6 は、パルス抜けが発生したことを検知することができる。

[0081] ここで、第 1 の例と第 2 の例とは何れも、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態から推定される磁石基準の位置が領域 1 であるため、第 1 の例と第 2 の例とを区別することができない。そのため、パルス抜けを検知することができても、磁石基準の位置および回転数を補正することができない。

[0082] 一方、不揮発性メモリ 1 2 7 に保持されている、前々回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態から推定される磁石基準の位置は、第 1

の例が領域 6 であるのに対して第 2 の例が領域 2 であり、両者は異なっている。したがって、第 1 の例と第 2 の例とを区別することができる。具体的には、第 1 の例では、磁石基準が領域 1 から領域 6 に移動する際にパルス抜けが発生し、その後、磁石基準が領域 6 から領域 5 に移動する際に C 相検出コイル 1 1 4 が電圧パルスが発生したものと推定することができる。したがって、不揮発性メモリ 1 2 7 に保持されている、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態（現在のステータス）について、磁石基準が領域 1 から C C W 方向に 1 領域跳んだ領域 5 に位置するときの各相検出コイルの状態に補正するとともに、回転数を -1 減らす補正をすることができる。図 8 の変換テーブルでは、この補正処理が「第 1 の例」で示されている。

[0083] 第 2 の例においても、第 1 の例と同様に、不揮発性メモリ 1 2 7 に保持されている、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態（現在のステータス）および回転数を補正することができる。具体的には、第 2 の例では、磁石基準が領域 1 から領域 2 に移動する際にパルス抜けが発生し、その後、磁石基準が領域 2 から領域 3 に移動する際に C 相検出コイル 1 1 4 が電圧パルスが発生したものと推定することができる。したがって、不揮発性メモリ 1 2 7 に保持されている、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態（現在のステータス）について、磁石基準が領域 1 から C W 方向に 1 領域跳んだ領域 3 に位置するときの各相検出コイルの状態に補正することができる。ただし、第 2 の例では回転数の補正は行われない。図 8 の変換テーブルでは、この補正処理が「第 2 の例」で示されている。

[0084] このように、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態、前々回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態、および、今回の電圧パルス（極性および検出コイル）を参照することにより磁石基準の位置の遷移を推定することができる。その結果、不揮発性メモリ 1 2 7 に保持されている各相検出コイルの状態および回転数を補正することが可能となる。

[0085] 次に、回転軸 1 1 5 の回転方向が反転した直後のタイミング以外のタイミ

ングで生じるパルス抜けに対する補正処理について、図 10 を用いて説明する。

[0086] 上述した第 1 の例および第 2 の例とは異なり、検出コイルが電圧パルスを発生させた直後に磁石 111 の回転方向が反転せずに回転し続ける状況、または、磁石 111 の回転方向が反転した直後にパルス抜けが発生し、その後回転し続ける状況においても、発電部品および検出部品の品質トラブルまたはノイズの影響により、電圧パルスの電圧レベルが低下してパルス抜けが発生する場合が考えられる。この場合においても、電圧パルスの電力を受けて信号処理回路 120 は動作することができないため、パルス抜けが発生する。その結果、実際の磁石基準の位置と、不揮発性メモリ 127 に保持されている各相検出コイルの状態から推定される磁石基準の位置とが一致しない現象が発生し得る。

[0087] ここで、「第 3 の例」として、図 10 に示すように、原点位置に B 相検出コイル 113 が配置され、磁石基準が原点位置にある状況から、磁石基準が CW 方向に領域 6 から領域 1、領域 2、領域 3、領域 4 の順に移動する場合を想定する。図中の実線矢印は実際の磁石 111 の回転動作を示し、破線矢印は信号処理回路 120 が認識する磁石 111 の回転動作を示している。

[0088] まず、磁石基準が CW 方向に領域 6 から領域 1 へ移動すると、B 相検出コイル 113 から負の電圧パルスが発生する。それに伴い、アダー 126 は、回転数を +1 増加させる。

[0089] 続いて、磁石基準が領域 1 から領域 2 へ移動したときに、A 相検出コイル 112 において、磁界の強度が閾値を超えても、品質トラブルまたはノイズ等に起因して電圧パルスが発生しなかったものとする。

[0090] さらに磁石基準が領域 2 から領域 3 へ移動したときに、C 相検出コイル 114 が正の電圧パルスを発生する。

[0091] この一連の電圧パルスの発生パターンは、上記第 1 の例における電圧パルスの発生パターンと同じとなる。そのため、アダー 126 は、第 1 の例に倣って、回転軸 115 の回転方向が CCW 方向に反転した直後にパルス抜けが

生じたものと推定し、不揮発性メモリ 1 2 7 に保持されている、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態（現在のステータス）を、磁石基準が領域 5 に位置するときの各相検出コイルの状態に補正するとともに、前々回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態（前回のステータス）を、磁石基準が領域 6 に位置するときの各相検出コイルの状態に補正する。さらに、アダー 1 2 6 は、回転数を -1 減らす補正をする。ただし、図 1 0 から明らかなように、この推定および補正は、実際の磁石 1 1 1 の回転動作とは異なるものである。

[0092] 続いて、磁石基準がCW方向に領域 3 から領域 4 へ移動したときに、B相検出コイル 1 1 3 が正の電圧パルスが発生する。この電圧パルスの発生パターンは、磁石基準が領域 5 に位置していた場合には通常発生しないパターンである。また、この発生パターンは、CW方向にてパルス抜けが発生した場合、および、CCW方向への反転直後に生じたパルス抜けの後に、続けてパルス抜けが発生した場合においても、生じ得ないパターンである。

[0093] そこで、アダー 1 2 6 は、不揮発性メモリ 1 2 7 に保持されている、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態、前々回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態に加えて、前回および前々回の電圧パルスが発生した検出コイルの情報（検出コイル番号）の履歴を参照する。

[0094] 具体的には、前々回の電圧パルスがB相検出コイル 1 1 3 から発生し、かつ、前回の電圧パルスがC相検出コイル 1 1 4 から発生していた場合には、アダー 1 2 6 は、磁石 1 1 1 がCW方向に回転しており、前回の電圧パルスの発生時にパルス抜けが発生したものと推定する。そして、アダー 1 2 6 は、前々回の電圧パルスが発生したときの磁石基準の位置を領域 5 ではなく、領域 3 であると推定するとともに、前回の電圧パルスが発生したときの磁石基準の位置を領域 4 に更新させる。具体的には、アダー 1 2 6 は、不揮発性メモリ 1 2 7 に保持されている、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態（現在のステータス）について、磁石基準が領域 4 に位置するときの各相検出コイルの状態に補正するとともに、前々回の電圧パルスを

発生したときの各相検出コイルの状態（前回のステータス）について、磁石基準が領域3に位置するときの各相検出コイルの状態に補正する。さらに、アダー126は、回転数を+1増加させる補正を行い、不揮発性メモリ127に格納する。図9の変換テーブルでは、この補正処理が「第3の例」で示されている。

[0095] なお、上記パターンにおいて、前々回の電圧パルスがB相検出コイル113以外から発生していた場合には、推定される動きではないことが分かるため、アダー126は補正を行わず、エラーを出力する。

[0096] 次に、「第4の例」として、磁石111の回転方向が反転した直後にパルス抜けが発生し、これに連続してパルス抜けが発生した場合を想定する。例えば、原点位置にB相検出コイル113が配置され、磁石基準が原点位置にある状況から、磁石基準がCW方向に領域6から領域1に移動し、その後、回転方向の反転により、磁石基準がCCW方向に領域6、領域5、領域4の順に移動する場合を想定する。

[0097] まず、磁石基準がCW方向に領域6から領域1へ移動すると、B相検出コイル113から負の電圧パルスが発生する。それに伴い、アダー126は、回転数を+1増加させる。

[0098] 続いて、磁石111の回転方向が反転し、磁石基準がCCW方向に領域1から領域6へ戻るときに、B相検出コイル113においてパルス抜けが発生した場合には、不揮発性メモリ127は、磁石基準が領域1に位置するときの各相検出コイルの状態を保持する。

[0099] 続いて、磁石基準がCCW方向に領域6から領域5へ移動したときに、C相検出コイル114において、磁界の強度が閾値を超えても、品質トラブルまたはノイズ等に起因して電圧パルスが発生しなかったものとする。

[0100] さらに磁石基準がCCW方向に領域5から領域4へ移動したときに、A相検出コイル112が負の電圧パルスを発生する。この電圧パルスの発生パターンは、磁石基準がCW方向に領域1から領域2へ移動したときと同じ発生パターンとなる。そのため、アダー126は、磁石基準が領域2に位置する

ものと推定し、不揮発性メモリ 127 に、現在のステータスとして、磁石基準が領域 2 に位置するときの各相検出コイルの状態を保持する。

[0101] さらに続けて、磁石基準が CCW 方向に領域 4 から領域 3 へ移動したときに、B 相検出コイル 113 が負の電圧パルスが発生する。この電圧パルスの発生パターンは、磁石基準が領域 2 に位置していた場合には通常生じないパターンである。そこで、アダー 126 は、不揮発性メモリ 127 に保持されている、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態、および、前々回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態に加えて、前回および前々回の電圧パルスが発生した検出コイル（検出コイル番号）の履歴を参照する。

[0102] 具体的には、前々回の電圧パルスが B 相検出コイル 113 から発生していた場合には、アダー 126 は、磁石 111 が実際には CCW 方向に回転しており、前回の電圧パルスの発生時にパルス抜けが発生したものと推定する。この場合、アダー 126 は、前々回の電圧パルスが発生したときの磁石基準の位置を領域 2 ではなく、領域 4 であると推定するとともに、前回の電圧パルスが発生したときの磁石基準の位置を領域 3 に更新させる。具体的には、アダー 126 は、不揮発性メモリ 127 に保持されている、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態（現在のステータス）を、磁石基準が領域 3 に位置するときの各相検出コイルの状態に補正するとともに、前々回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態（前回のステータス）を、磁石基準が領域 4 に位置するときの各相検出コイルの状態に補正する。さらに、アダー 126 は、回転数を -1 減少させる補正を行い、不揮発性メモリ 127 に格納する。図 8 の変換テーブルでは、この補正処理が「第 4 の例」で示されている。

[0103] なお、前回の電圧パルスが発生した検出コイル（検出コイル番号）と同じ検出コイルから電圧パルスが発生し、かつ、両者の電圧パルスの極性も同じである場合には、更新後の磁石基準が位置する領域と、更新前の磁石基準が位置する領域とが同じとなる。この場合、コントローラ 125 は、電圧パル

スを発生した検出コイルの情報（検出コイル番号）の履歴を更新し、それ以外の情報は不揮発性メモリ 127 から読み出した情報をそのまま不揮発性メモリ 127 に書き込むこととする。これは、検出コイルの情報（検出コイル番号）の履歴を更新すると、補正時に参照される、前々回の電圧パルスを検出した検出コイルの情報が更新されるため、補正が可能なパターンであっても、変換テーブル（図 8 および図 9 参照）に示される変換パターンに合致しなくなり、エラーが出力されることになるためである。

[0104] また、パルス抜けが発生した直後から実際に補正が実行されるまでの期間は、磁石基準が実際に位置する領域と、不揮発性メモリ 127 に保持されている、現在のステータスにおける磁石基準が位置する領域とが異なることとなる。そのため、当該期間中に回転数の読み出し動作が行われると、読み出された回転数が実際の回転数に一致していない場合が起こり得る。

[0105] ただし、外部電源から電力が供給されている状態で回転数が読み出されることから、外部電源を用いた別の手段（例えば、光学式、機械式または磁気式のエンコーダなど）によって磁石基準の位置を正確に確認することができる。これによると、磁石基準が位置する領域と、不揮発性メモリ 127 に記憶されている磁石基準が位置する領域とを比較し、不一致の場合にはエラーを出力する構成とすることにより、補正前の回転数が読み出されることを防ぐことができる。なお、不一致を判断するときには、回転方向の反転によるパルス抜けが発生した場合も考慮し、現在の磁石基準が位置する領域だけでなく、前回の磁石基準が位置する領域も一致するか否かを判断することが望ましい。さらに、検出コイルのヒステリシス特性（図 3 参照）を考慮し、電圧パルスが発生するときの位相が一致するか否かを判断することが望ましい。

[0106] なお、磁石 111 の回転方向が反転せずにパルス抜けが 2 回連続して発生する状況、および、磁石 111 の回転方向が反転した後にパルス抜けが 3 回連続して発生する状況は非常に限定的ではあるが、仮にこれらの状況が発生した場合には、前回の電圧パルスを発生した検出コイルと、今回の電圧パル

スを発生した検出コイルとが同じであると見なされる。一方、実際に磁石基準が位置する領域は、電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態から推定される磁石基準が位置する領域とは対称となる領域に移動している。そのため、これ以降の磁石基準の移動によって生じる電圧パルスは、推定される磁石基準の移動によって生じる電圧パルスとは反対の極性となる。この場合、前々回の電圧パルスが発生した検出コイルの情報（検出コイル番号）を参照することにより、図8および図9の変換テーブルに記載される何れの変換パターンにも該当しないため、エラーが出力されることとなる。したがって、磁石基準が位置する領域が実際に磁石基準が位置する領域とは異なる領域に補正されることがない。その結果、誤った補正に起因する回転数の誤検出を回避することができるため、回転軸115が停止位置を行き過ぎてしまう過走、および回転軸115の位置ずれ等の重大な事故を未然に防ぐことが可能となる。

[0107] なお、前回の電圧パルスが発生したときに磁石基準が位置する領域は、磁石基準がCW／CCWの何れの方で現在の位置に移動したかの情報を有することによって、一意に決定することができる。そのため、磁石基準の移動方向を示す情報を用いることにより、不揮発性メモリ127に記憶される情報量を削減することが可能となる。

[0108] さらに、前々回の電圧パルスが発生した検出コイルの情報は、前回の磁石基準が位置する領域と前々回の磁石基準が位置する領域との差から求めることができるため、当該差の情報を用いてもよい。

[0109] なお、反転パルスが検知された場合でも、コントローラ125は、不揮発性メモリ127の情報を更新せず、次に発生する電圧パルスの処理において、反転パルス抜けが発生した場合と同じように扱うことも可能である。

[0110] 以上説明したように、実施の形態1に従う回転検出器によれば、今回の電圧パルス（極性および検出コイル）、並びに、不揮発性メモリ127に保持されている、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態、前々回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態、および、前回お

よび前々回の電圧パルスが発生した検出コイルの情報（検出コイル番号）の履歴を参照することにより、磁石 1 1 1 の回転方向が反転した直後のタイミングで生じるパルス抜けだけでなく、上記タイミング以外のタイミングで生じるパルス抜けを検知することができる。そして、何れのパルス抜けに対しても、上記の情報を用いて、不揮発性メモリ 1 2 7 に保持される各相検出コイルの状態（磁石基準の位置）および回転軸 1 1 5 の回転数を補正することができる。その結果、パルス抜けに対する回転数の補正精度を高めることが可能となる。

[0111] 実施の形態 2.

図 1 1 は、実施の形態 2 に従う回転検出器の全体構成を示す図である。図 1 1 に示すように、実施の形態 2 に従う回転検出器 1 0 1 A は、信号処理回路 1 2 0 に代えて信号処理回路 1 2 0 A を備える点が図 1 に示した回転検出器 1 0 1 とは異なる。

[0112] 信号処理回路 1 2 0 A は、図 1 に示した信号処理回路 1 2 0 におけるコントローラ 1 2 5、アダー 1 2 6 および不揮発性メモリ 1 2 7 を、コントローラ 1 2 5 A、アダー 1 2 6 A および不揮発性メモリ 1 2 7 A にそれぞれ置き換えたものである。

[0113] 不揮発性メモリ 1 2 7 A は、回転軸 1 1 5 の回転数、電圧パルスが生じたときの各相検出コイルの状態、および電圧パルスが発生した検出コイルの情報（検出コイル番号）の履歴に加えて、前回の更新処理で補正が実施されたことを示す「補正実施フラグ」を記憶するように構成される。不揮発性メモリ 1 2 7 A は、さらに、図 1 2 および図 1 3 に示す変換テーブルを記憶する。

[0114] 補正実施フラグは、図 1 2 および図 1 3 に示す変換テーブルにおいて、更新後の情報に追加されている。補正実施フラグは、前回の更新処理において補正が実施された場合に「1」に設定され、補正が実施されなかった場合に「0」に設定される。

[0115] コントローラ 1 2 5 A は、不揮発性メモリ 1 2 7 A にアクセスし、前回の

電圧パルスが生じたときの回転軸 1 1 5 の回転数と、前回の電圧パルスを発生したときの各相検出コイルの状態および当該電圧パルスを出力した検出コイルの情報と、前々回の電圧パルスを発生したときの各相検出コイルの状態および当該電圧パルスを出力した検出コイルの情報と、補正実施フラグとを不揮発性メモリ 1 2 7 A から読み出す。コントローラ 1 2 5 は、読み出したこれらの情報をアダー 1 2 6 へ送信する。

[0116] アダー 1 2 6 A は、コントローラ 1 2 5 A から受信した情報（今回の電圧パルスの情報および不揮発性メモリ 1 2 7 A から読み出した情報）に基づいて、変換テーブル（図 1 2 および図 1 3 参照）を用いて、更新処理を実行する。この更新処理において、アダー 1 2 6 A は、不揮発性メモリ 1 2 7 A に保持されている各相検出コイルの状態（磁石基準の位置）を補正する処理を行った場合には、補正実施フラグを 1 に設定する。また、アダー 1 2 6 A は、更新処理において、不揮発性メモリ 1 2 7 A から読み出した補正実施フラグが 1 であり、かつ、磁石基準の位置を補正するような更新処理が行われた場合には、エラーを出力する。

[0117] コントローラ 1 2 5 A は、再度不揮発性メモリ 1 2 7 A にアクセスし、アダー 1 2 6 A から受信した情報および更新後の検出コイルの情報の履歴を不揮発性メモリ 1 2 7 A に書き込む。

[0118] 実施の形態 2 では、補正実施フラグが 1 の状態で、次の更新処理でも補正を実施するようなパターンが発生した場合にはエラーを出力するように構成される。これによると、装置の稼働を継続できなくなるが、誤った回転数の読み出しを回避することができる。以下、実施の形態 2 に従う更新処理について説明する。

[0119] ここで、「第 5 の例」として、原点位置に B 相検出コイル 1 1 3 が配置され、磁石基準が領域 5 にある状況から、磁石基準が CW 方向に領域 5 から領域 6、領域 1、領域 2 へ順に移動し、その後、磁石 1 1 1 の回転方向が反転して磁石基準が C C W 方向に領域 2 から領域 1 へ移動した場合を想定する。

[0120] 最初に、磁石基準が CW 方向に領域 5 から領域 6 へ移動したときに、C 相

検出コイル 1 1 4 が負の電圧パルスが発生する。さらに、磁石基準がCW方向に領域 6 から領域 1 に移動したときに、B相検出コイル 1 1 3 が負の電圧パルスが発生する。これに伴い、アダー 1 2 6 A は、回転数を + 1 増加させる。

[0121] その後、磁石基準がCW方向に領域 1 から領域 2 に移動するが、品質トラブルまたはノイズ等に起因してA相検出コイル 1 1 2 の電圧パルスが発生しないパルス抜けが生じたものとする。このパルス抜けによって、不揮発性メモリ 1 2 7 A は、磁石基準の位置が領域 1 であるときの各相検出コイルの状態を保持する。

[0122] その後、磁石 1 1 1 の回転方向がCCW方向に反転し、磁石基準が領域 2 から領域 1 へ戻ったときに、A相検出コイル 1 1 2 は正の電圧パルスが発生する。この電圧パルスの発生パターンは、磁石基準が領域 1 に位置する場合には、通常起こり得ないパターンである。そこで、アダー 1 2 6 A は、図 1 2 および図 1 3 の変換テーブルに従って、前々回の電圧パルスをC相検出コイル 1 1 4 が発生したという情報を用いて補正を行う。このとき、アダー 1 2 6 A は、補正実施フラグを 1 に設定する。

[0123] この場合、アダー 1 2 6 A は、前々回の電圧パルスが発生したときの磁石基準の位置を領域 1 ではなく、領域 4 であると推定するとともに、前回の電圧パルスが発生したときの磁石基準の位置を領域 5 に更新させる。具体的には、アダー 1 2 6 A は、不揮発性メモリ 1 2 7 A に保持されている、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態（現在のステータス）を、磁石基準が領域 5 に位置するときの各相検出コイルの状態に補正するとともに、前々回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態（前回のステータス）を、磁石基準が領域 4 に位置するときの各相検出コイルの状態に補正する。さらに、アダー 1 2 6 A は、回転数を - 1 減少させる補正を行い、補正実施フラグ (= 1) とともに不揮発性メモリ 1 2 7 A に格納する。ただし、この処理は、実際の磁石基準の位置に補正する処理ではなく、誤った補正となる。

[0124] この後、磁石基準がC C W方向にさらに移動し、磁石基準が領域 1 から領域 6 に移動したときに、B 相検出コイル 1 1 3 が正の電圧パルスが発生する。この電圧パルスの発生パターンは、磁石基準が領域 5 に位置する場合には、通常起こり得ないパターンである。図 1 2 および図 1 3 の変換テーブルに従った場合、磁石基準が領域 5 ではなく領域 1 に位置したものと推定し、更新後の領域を領域 6 に移動させるとともに、回転数を - 1 減少させる。しかしながら、上記 2 つの補正処理によって磁石基準の位置は最終的に実際の位置に戻ることもなるが、回転数が実際の回転数に対して 1 足りない状態になってしまう。

[0125] そこで、実施の形態 2 では、補正実施フラグが 1 である状態で更新処理を行うときに、さらに続けて補正を行う処理となる場合には、エラーを出力することとする。これにより、装置の稼働を継続できなくなるが、誤った回転数の読み出しを回避することができる。

[0126] 以上説明したように、実施の形態 2 に従う回転検出器によれば、検出コイルのパルス抜けと複数回の回転方向の反転動作とが組み合わさった場合に生じる回転数の誤検出を、補正実施フラグを参照することによって回避することができる。その結果、回転軸 1 1 5 の回転方向に対する制約をなくすることが可能となる。

[0127] 実施の形態 3.

図 1 4 は、実施の形態 3 に従う回転検出器の全体構成を示す図である。図 1 4 に示すように、実施の形態 3 に従う回転検出器 1 0 1 B は、信号処理回路 1 2 0 に代えて信号処理回路 1 2 0 B を備える点が図 1 に示した回転検出器 1 0 1 とは異なる。

[0128] 信号処理回路 1 2 0 B は、図 1 に示した信号処理回路 1 2 0 におけるコントローラ 1 2 5 を、コントローラ 1 2 5 B に置き換えたものである。

[0129] コントローラ 1 2 5 B は、不揮発性メモリ 1 2 7 にアクセスし、前回の電圧パルスが生じたときの回転軸 1 1 5 の回転数と、前回の電圧パルスが生じたときの各相検出コイルの状態および当該電圧パルスを出した検出コイル

の情報（検出コイル番号）と、前々回の電圧パルスが生じたときの各相検出コイルの状態および当該電圧パルスを出力した検出コイルの情報（検出コイル番号）とを不揮発性メモリ 127 から読み出す。コントローラ 125 B は、読み出したこれらの情報をアダー 126 へ送信する。

[0130] アダー 126 により更新処理が実行された後、コントローラ 125 B は、不揮発性メモリ 127 に再びアクセスし、アダー 126 からの情報および更新後の検出コイルの情報を不揮発性メモリ 127 に書き込む。

[0131] このとき、コントローラ 125 B は、前回の電圧パルスを発生した検出コイルの情報と、今回の電圧パルスを発生した検出コイルの情報とが同じであるか否かを判定する。これら 2 つの情報が同じである場合には、コントローラ 125 B は、不揮発性メモリ 127 に保持される情報を更新することなく、不揮発性メモリ 127 から読み出した情報をそのまま書き込む。あるいは、不揮発性メモリ 127 が非破壊読み出しメモリである場合には、コントローラ 125 B は、書き込みをせずに前回値を保持する。一方、上記 2 つの情報が異なる場合には、コントローラ 125 B は、通常の更新処理を行い、各相検出コイルの状態、回転数、および検出コイルの情報を不揮発性メモリ 127 に書き込む。

[0132] 実施の形態 3 では、上述した実施の形態 1 および 2 では補正することができなかったパターンでも補正を行い、回転検出器 101 B の動作を継続させることが可能となる。以下、実施の形態 3 に従う更新処理について説明する。

[0133] ここで、「第 6 の例」として、原点位置に B 相検出コイル 113 が配置され、磁石基準が原点位置にある状況から、磁石基準が CW 方向に領域 6 から領域 1、領域 2、領域 3 へ順に移動し、その後、磁石 111 の回転方向が反転して磁石基準が CCW 方向に領域 3 から領域 2、領域 1 へ順に移動した場合を想定する。

[0134] 最初に、磁石基準が CW 方向に領域 6 から領域 1 へ移動したときに、B 相検出コイル 113 が負の電圧パルスを発生する。これに伴い、アダー 126

は、回転数を+1増加させる。

[0135] 続いて、磁石基準がCW方向に領域1から領域2に移動するが、品質またはノイズ等に起因してA相検出コイル112の電圧パルスが発生しないパルス抜けが生じたものとする。このパルス抜けによって、不揮発性メモリ127は、磁石基準の位置が領域1であるときの各相検出コイルの状態を保持する。

[0136] その後、磁石基準がCW方向に領域2から領域3へ移動したときに、C相検出コイル114が正の電圧パルスが発生する。この電圧パルスの発生パターンは、実施の形態1で説明した「第1の例」と同じ発生パターンとなる。このため、アダー126は、回転方向が反転した直後にパルス抜けが発生したものと推定し、前回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態（現在のステータス）を、磁石基準が領域5に位置するときの各相検出コイルの状態に補正するとともに、前々回の電圧パルスが発生したときの各相検出コイルの状態（前回のステータス）を、磁石基準が領域6に位置するときの各相検出コイルの状態に補正する。さらに、アダー126は、回転数を-1減少させる。

[0137] その後、磁石111の回転方向がCCW方向に反転し、磁石基準が領域3から領域2へ戻ったときに、C相検出コイル114が負の電圧パルスが発生する。このとき、前回の電圧パルスが発生した検出コイルと今回の電圧パルスが発生した検出コイルが同じC相検出コイル114であるため、アダー126は、磁石基準の領域および検出コイルの情報を更新しない。

[0138] その後、磁石111がCCW方向に回転し、磁石基準が領域2から領域1に移動したときに、A相検出コイル112が正の電圧パルスが発生する。この電圧パルスの発生パターンは、磁石基準が領域5に位置する場合には、通常起こり得ないパターンである。そこで、アダー126は、電圧パルスが発生した検出コイルの情報の履歴を参照する。前々回の電圧パルスをA相検出コイル112が発生していた場合には、アダー126は、実際の前回の電圧パルスの発生時ではなく、不揮発性メモリ127に保持されている前回の電

圧パルスの発生時において、反転抜けとは異なるパルス抜けが発生しており、実際には磁石基準がCW方向に移動していたものと推定する。

[0139] この場合、アダー126は、前々回の電圧パルスを発生したときの磁石基準の位置が領域5ではなく領域3であり、そこから回転方向が反転した直後にパルス抜けが発生し、そのまま磁石基準がCCW方向へ移動したものと推定する。そこで、アダー126は、不揮発性メモリ127に保持されている、前回の電圧パルスを発生したときの磁石基準の位置を領域1に移動させるとともに、回転数を+1増加させる補正を行う。具体的には、アダー126は、前回の電圧パルスを発生したときの各相検出コイルの状態（現在のステータス）を、磁石基準が領域1に位置するときの各相検出コイルの状態に補正するとともに、前々回の電圧パルスを発生したときの各相検出コイルの状態（前回のステータス）を、磁石基準が領域2に位置するときの各相検出コイルの状態に補正して、不揮発性メモリ127に格納する。さらに、アダー126は、回転数を+1増加させる補正を行い、不揮発性メモリ127に格納する。

[0140] ここで、上記の第6の例において、実施の形態1に従う更新処理を実行する場合を考える。磁石基準がCCW方向に領域3から領域2に移動したときに、不揮発性メモリ127に保持される、回転軸115の回転数、前回および前々回の電圧パルスを生じたときの各相検出コイルの状態、および電圧パルスを出力した検出コイルの情報（検出コイル番号）が更新される。このとき、前回の電圧パルスが生じたときの磁石基準の位置が領域6とされ、前々回の電圧パルスが生じたときの磁石基準の位置が領域5とされる。また、前回の電圧パルスをC相検出コイル114が発生し、前々回の電圧パルスをC相検出コイル114が発生したとされる。その後、磁石基準がCCW方向に領域2から領域1へ移動したときに発生する電圧パルスは、磁石基準が領域6に位置するときには通常発生しないパターンとなる。前々回の電圧パルスを発生した検出コイルが一致しないため、何れの補正パターンにも該当せず、結果的にエラーが出力されることとなる。

[0141] 一方、実施の形態３に従う更新処理では、上述したように補正が実行されるため、装置の稼働を継続させることが可能となる。

[0142] 実施の形態４．

図１５は、実施の形態４に従う回転検出器の全体構成を示す図である。図１５に示すように、実施の形態４に従う回転検出器１０１Ｃは、信号処理回路１２０に代えて信号処理回路１２０Ｃを備える点が図１に示した回転検出器１０１とは異なる。

[0143] 信号処理回路１２０Ｃは、図１に示した信号処理回路１２０におけるコントローラ１２５、アダー１２６、および不揮発性メモリ１２７を、コントローラ１２５Ｃ、アダー１２６Ｃ、および不揮発性メモリ１２７Ｃにそれぞれ置き換えたものである。

[0144] 不揮発性メモリ１２７Ｃは、回転軸１１５の回転数、電圧パルスが生じたときの各相検出コイルの状態、および電圧パルスを発生した検出コイルの情報（検出コイル番号）の履歴に加えて、補正履歴の情報を記憶するように構成される。補正履歴の情報には、補正が実施されたときの各相検出コイルの状態、および検知されたパルス抜けに関する情報が含まれている。補正が実施されるごとに、補正履歴が更新される。

[0145] 不揮発性メモリ１２７Ｃは、補正実施カウンタ、およびパルス検出カウンタを有している。補正実施カウンタは、補正が実施された回数をカウントして記憶するように構成される。パルス検出カウンタは、電圧パルスが発生した回数をカウントして記憶するように構成される。

[0146] コントローラ１２５Ｃは、不揮発性メモリ１２７Ｃにアクセスし、前回の電圧パルスが生じたときの回転軸１１５の回転数、前回の電圧パルスを発生したときの各相検出コイルの状態および当該電圧パルスを出力した検出コイルの情報と、前々回の電圧パルスを発生したときの各相検出コイルの状態および当該電圧パルスを出力した検出コイルの情報と、補正実施カウンタおよびパルス検出カウンタのカウント値と、補正履歴とを不揮発性メモリ１２７Ｃから読み出す。コントローラ１２５Ｃは、読み出したこれらの情報をアダ

ー 1 2 6 C へ送信する。

[0147] アダー 1 2 6 C は、コントローラ 1 2 5 C から受信した情報（今回の電圧パルスの情報および不揮発性メモリ 1 2 7 C から読み出した情報）に基づいて、変換テーブル（図 1 2 および図 1 3）を用いて、更新処理を実行する。この更新処理において、アダー 1 2 6 C は、パルス検出カウンタのカウント値を 1 増加（インクリメント）する。

[0148] アダー 1 2 6 C はさらに、更新処理において、不揮発性メモリ 1 2 7 C に格納されている各相検出コイルの状態（磁石基準の位置）を補正する処理を行った場合には、補正実施カウンタのカウント値を 1 増加（インクリメント）するとともに、補正履歴として、補正したときの各相検出コイルの状態、およびパルス抜けが生じたと推定されたときの検出コイルの情報を取得する。

[0149] 続いて、アダー 1 2 6 C は、パルス検出カウンタのカウント値と補正実施カウンタのカウント値とを比較する。パルス検出カウンタのカウント値に対する補正実施カウンタのカウント値の割合（補正実施カウンタのカウント値／パルス検出カウンタのカウント値）が予め定められた閾値を超える場合には、環境および部品などに異常が発生していることが懸念されるため、アダー 1 2 6 C はエラーを出力する。

[0150] アダー 1 2 6 C は、例えば、各カウンタのカウント値が 2 進数である場合には、上記割合が閾値として 2 の 2 0 乗分の 1 を超えたことに応じて、エラーを出力する。なお、上記割合が閾値に至る前にパルス検出カウンタのカウント値が上限に達した場合には、パルス検出カウンタおよび補正実施カウンタの各々は、カウント値を 1 ビット右シフトすることにより、カウント値を半減させて、カウントアップを継続する。なお、カウント値を調整する方法は、上述した右シフトに限定されず、各カウンタを初期化したり、カウント値を任意の値に調整する方法などを適用することができる。

[0151] コントローラ 1 2 5 C は、再度不揮発性メモリ 1 2 7 C にアクセスし、アダー 1 2 6 C から受信した情報（カウント値および補正履歴を含む）、およ

び更新後の検出コイルの情報の履歴を不揮発性メモリ 127C に書き込む。

[0152] 以上のように、実施の形態 4 では、実施の形態 1 および 3 で述べた補正を実施できる場合であっても、アダー 126C がエラーを出力するように構成される。これによると、装置の稼働を継続できなくなるが、補正できないような異常が生じる前に装置を安全に停止させることができる。また、補正履歴の情報を不揮発性メモリ 127C に記憶しておくことで、要因箇所の特定に繋がる情報を得ることができる。

[0153] なお、アダー 126C がエラーを出力するか否かの判定基準は、上記割合に限定されるものではない。例えば、不揮発性メモリ 127C にパルス検出カウンタを実装せず、補正実施カウンタのみを実装しておき、補正実施カウンタのカウント値が予め定められた閾値を超えた場合に、アダー 126C がエラーを出力する構成とすることができる。

[0154] また、アダー 126C は、エラーを出力する構成に代えて、装置の稼働を継続しつつ、外部機器を通じて装置の保守点検を促す警告を報知する構成としてもよい。さらに、アダー 126C は、不揮発性メモリ 127C から補正履歴の情報を読み出すことなく、不揮発性メモリ 127C の所定のアドレスに補正履歴の情報を書き込むことも可能である。

[0155] 本開示は、その発明の範囲内において、各実施の形態を組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。また、上記実施の形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。

[0156] 今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示により示される技術的範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0157] 10 CPU、11 RAM、12 ROM、13 I/F 装置、14 記憶装置、15 通信バス、101, 101A, 101B, 101C 回転

検出器、110 回転検出機構、111 磁石、112 A相検出コイル、
113 B相検出コイル、114 C相検出コイル、115 回転軸、12
0, 120A, 120B, 120C 信号処理回路、121__A, 121__
B, 121__C 全波整流回路、122 定電圧回路、123 Enabl
e回路、124 パルス波形符号判定回路、125, 125A, 125B,
125C コントローラ、126, 126A, 126C アダー、127,
127A, 127C 不揮発性メモリ、128 外部回路I/F、129
電源切替回路。

請求の範囲

[請求項1]

回転軸の回転方向および回転数を検出する回転検出器であって、
前記回転軸に取り付けられ、前記回転軸の回転を検出する回転検出機構と、

前記回転検出機構と電氣的に接続される信号処理回路とを備え、

前記回転検出機構は、

前記回転軸と同期して回転するように構成され、回転方向に配置されたN個の磁極を有する磁石と、

前記磁石の回転方向に沿って予め定められた位相だけ互いにずれた位置に配置されるL個の検出コイルとを含み、Nは2以上の自然数であり、Lは3以上の自然数であり、

前記L個の検出コイルの各々は、前記磁石から印加される磁界を受けて正または負の極性の電圧パルスが発生するように構成され、

前記信号処理回路は、

電圧パルスが発生する毎に、当該電圧パルスの電力から電源電圧を生成する定電圧回路と、

前記電源電圧を受けて動作するコントローラおよび不揮発性メモリとを含み、

前記不揮発性メモリは、電圧パルスが発生したときの前記L個の検出コイルの状態、前記回転軸の回転数、および、当該電圧パルスが発生した検出コイルの情報の履歴を記憶するように構成され、

前記コントローラは、電圧パルスが発生する毎に、前記L個の検出コイルの状態、前記回転軸の回転数、および、当該電圧パルスが発生した検出コイルの情報を取得して前記不揮発性メモリを更新する処理を実行するように構成され、

前記更新する処理において、前記コントローラは、

今回の電圧パルスの情報と、前記不揮発性メモリに保持されている、前回の電圧パルスが発生したときの前記L個の検出コイルの状態、

前々回の電圧パルスが発生したときの前記L個の検出コイルの状態、および、前記前々回の電圧パルスが発生した検出コイルの情報の履歴とを参照することにより、電圧パルスが欠落するパルス抜けを検知するとともに、前記不揮発性メモリに保持される前記L個の検出コイルの状態および前記回転軸の回転数を補正する、回転検出器。

[請求項2] 前記コントローラは、前記L個の検出コイルの各々の状態を、正の極性の電圧パルスが発生したときに第1の論理レベルに変化させ、かつ、負の極性の電圧パルスが発生したときに第2の論理レベルに変化させるとともに、前記L個の検出コイルの状態から前記磁石の回転位置を推定するように構成され、

前記更新する処理において、前記コントローラは、

前記不揮発性メモリに保持されている前記前回の電圧パルスが発生したときの前記L個の検出コイルの状態および前記前々回の電圧パルスが発生したときの前記L個の検出コイルの状態の各々から推定される前記磁石の回転位置と、前記前々回の電圧パルスが発生した検出コイルの情報の履歴とを参照することにより、前記パルス抜けを検知するとともに、前記磁石の回転位置の遷移を推定し、

推定された前記磁石の回転位置の遷移に基づいて、前記不揮発性メモリに保持される前記L個の検出コイルの状態および前記回転軸の回転数を補正する、請求項1に記載の回転検出器。

[請求項3] 前記コントローラは、前記不揮発性メモリに保持されている、前回の電圧パルスが発生したときの前記L個の検出コイルの状態、前々回の電圧パルスが発生したときの前記L個の検出コイルの状態、および、前記前々回の電圧パルスが発生した検出コイルの情報の履歴とを参照することにより、前記回転軸が第1の回転方向に回転しているときに発生した前記パルス抜けを検知して、前記不揮発性メモリに保持される前記L個の検出コイルの状態および前記回転軸の回転数を補正する、請求項1または2に記載の回転検出器。

- [請求項4] 前記コントローラは、前記不揮発性メモリに保持されている、前回の電圧パルスを発生したときの前記Ｌ個の検出コイルの状態、前々回の電圧パルスを発生したときの前記Ｌ個の検出コイルの状態、および、前記前々回の電圧パルスを発生した検出コイルの情報の履歴とを参照することにより、前記回転軸が第１の回転方向から第２の方向に反転した後に少なくとも２回連続して発生した前記パルス抜けを検知して、前記不揮発性メモリに保持される前記Ｌ個の検出コイルの状態および前記回転軸の回転数を補正する、請求項１または２に記載の回転検出器。
- [請求項5] 前記不揮発性メモリは、さらに、前回の前記更新する処理において前記補正を実施したか否かを示す情報を保持するように構成され、
前記コントローラは、今回の前記更新処理において前記補正を行う場合において、前回の前記更新処理において前記補正を実施していたときには、エラーを出力する、請求項１から４のいずれか１項に記載の回転検出器。
- [請求項6] 前記信号処理回路は、前記補正が実施された回数をカウントするカウンタを有しており、
前記コントローラは、前記カウンタのカウント値が閾値を超えたときに、エラーを出力する、請求項１から４のいずれか１項に記載の回転検出器。
- [請求項7] 前記信号処理回路は、電圧パルスが発生した回数をカウントする第１のカウンタと、前記補正が実施された回数をカウントする第２のカウンタとを有しており、
前記コントローラは、前記第１のカウンタのカウント値に対する前記第２のカウンタのカウント値の比率が閾値を超えたときに、エラーを出力する、請求項１から４のいずれか１項に記載の回転検出器。
- [請求項8] 前記不揮発性メモリは、さらに、前記補正を実施したときの前記Ｌ個の検出コイルの状態、および、前記パルス抜けに関する情報を保持

するように構成され、

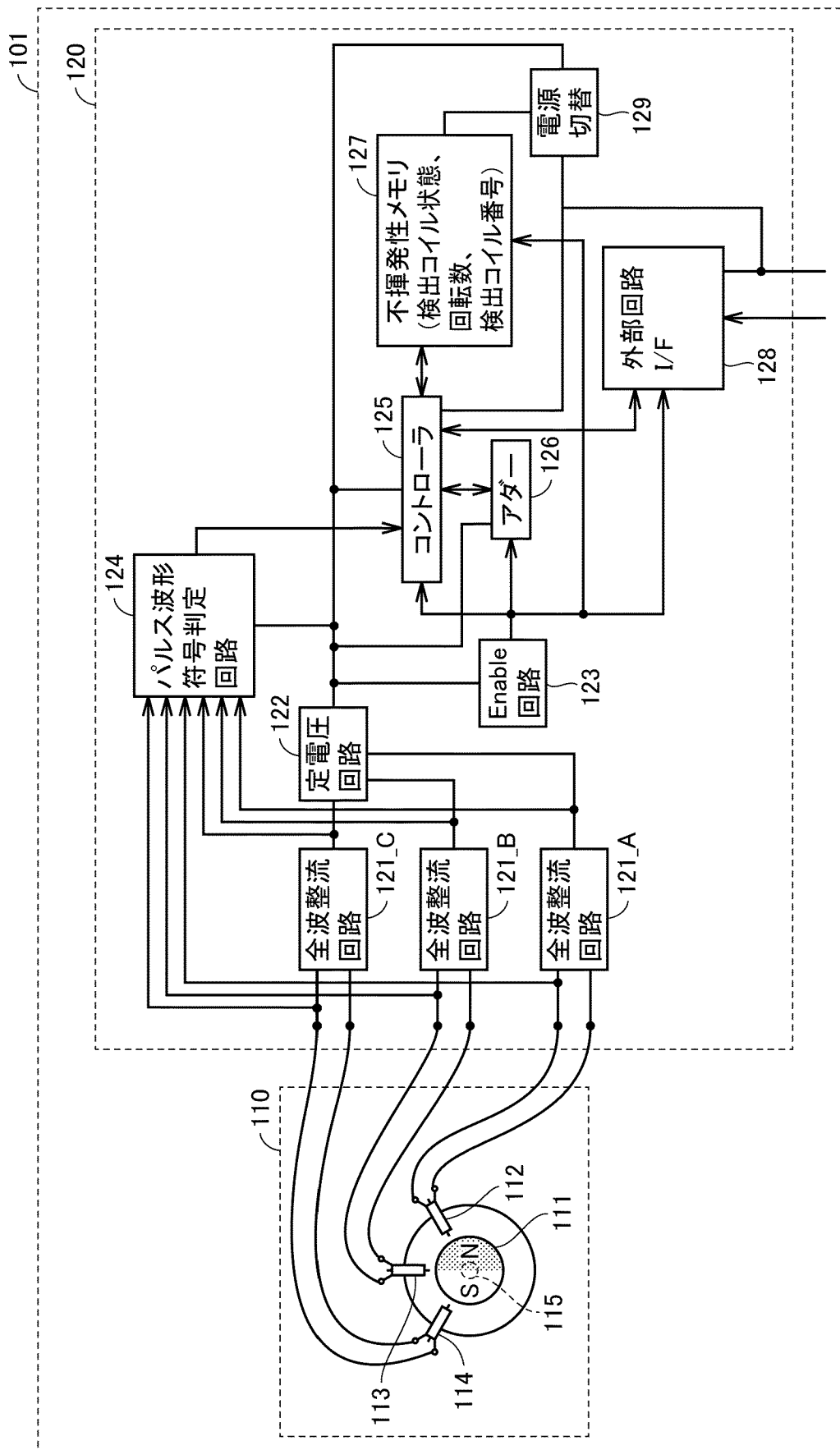
前記コントローラは、前記補正が実施されたときには、前記補正履歴を更新する、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の回転検出器。

[請求項9]

前記コントローラは、前記前回の電圧パルスが発生した検出コイルと、前記前々回の電圧パルスが発生した検出コイルとが同一であった場合には、前記不揮発性メモリを更新しない、請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の回転検出器。

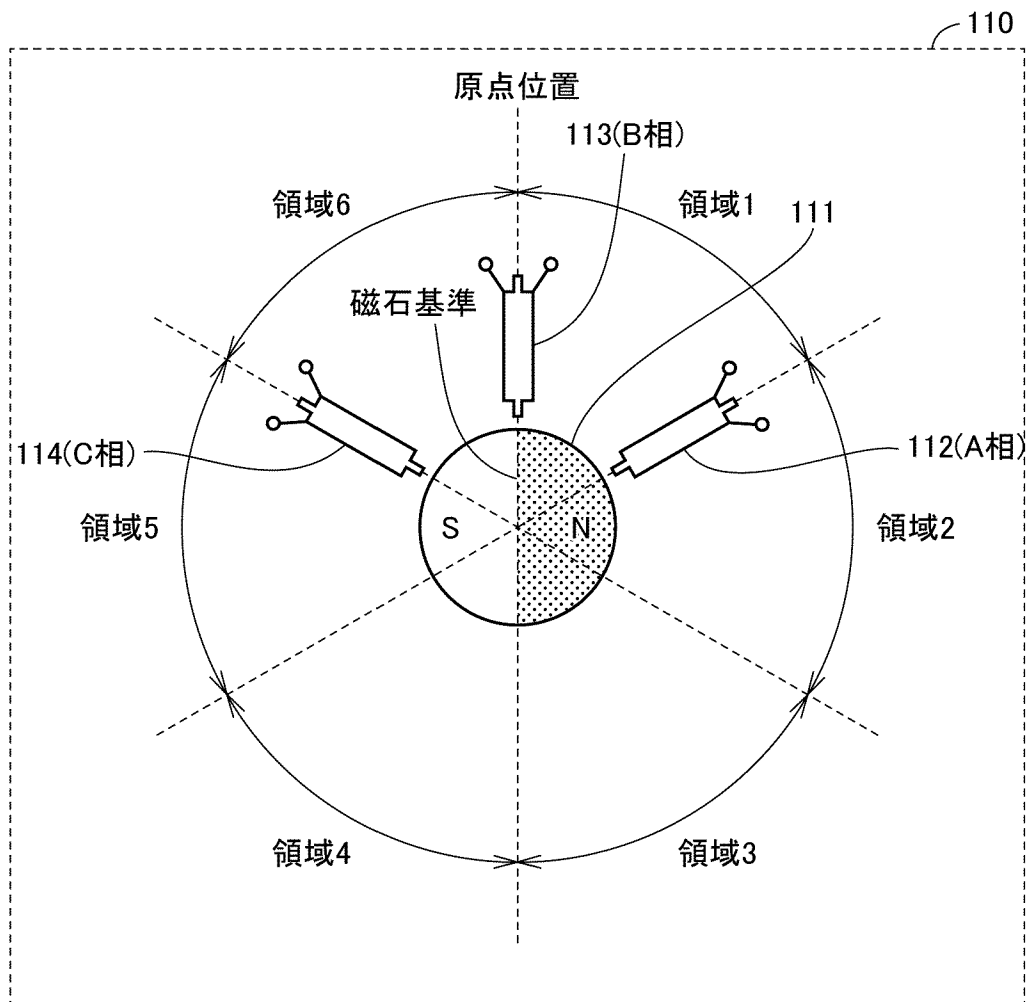
[図1]

図1



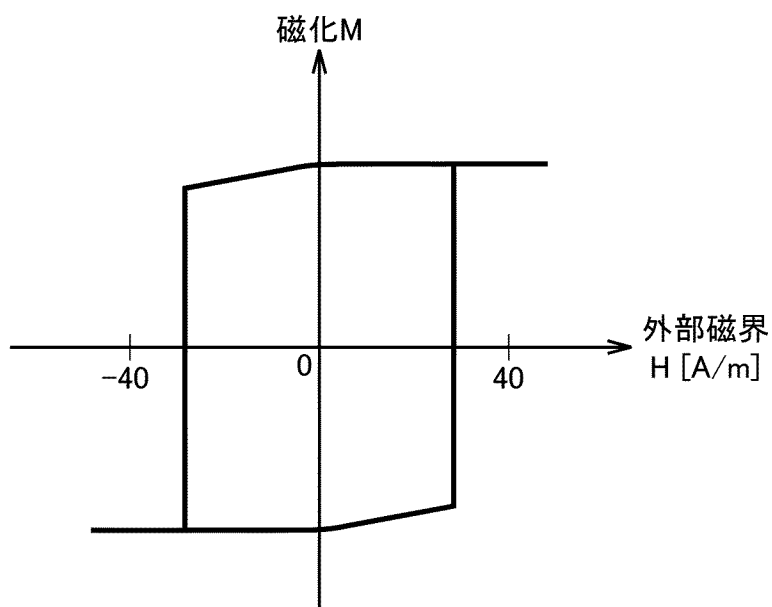
[図2]

図2



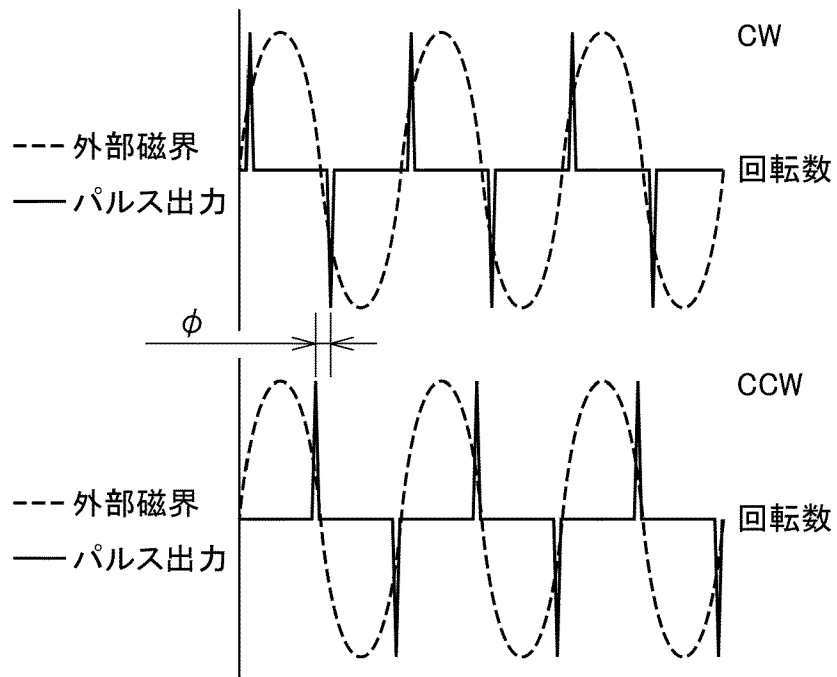
[図3]

図3



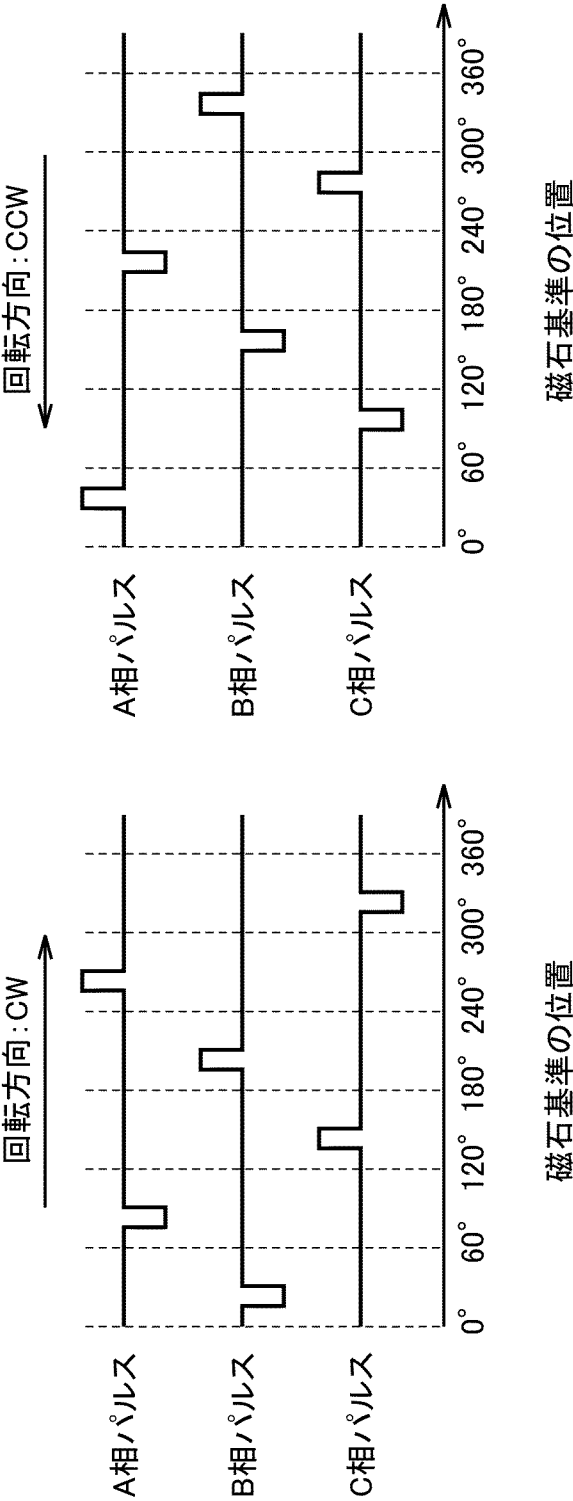
[図4]

図4



[図5]

図5

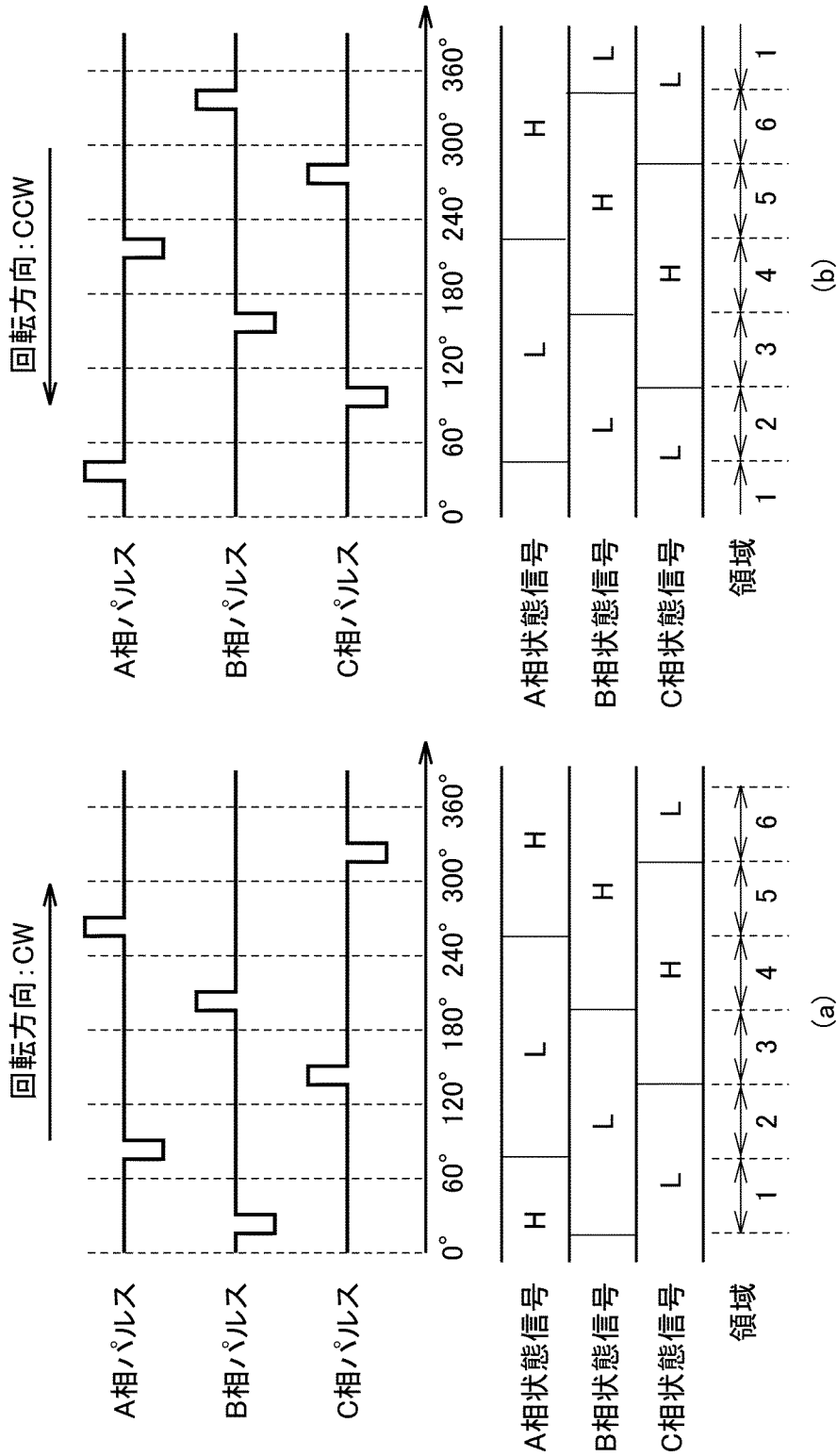


(b)

(a)

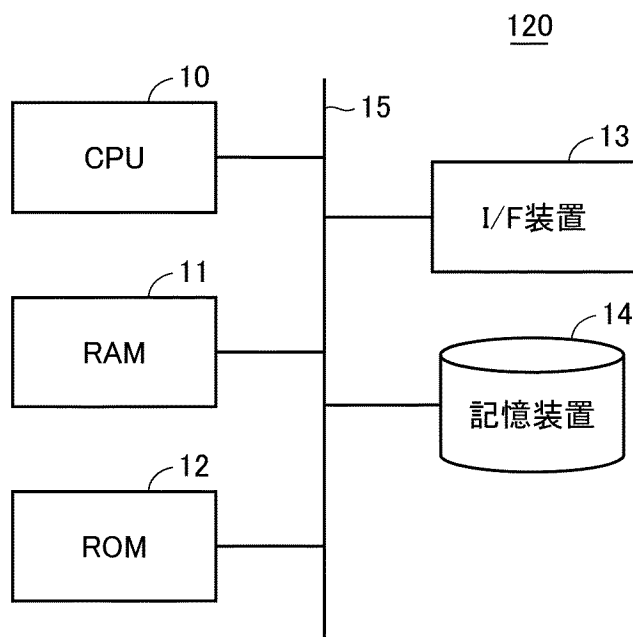
[図6]

図6



[図7]

図7



[図8]

図8

更新前										更新後				状態説明					
現在のステータス			前回のステータス			前々回検出 コイル番号		発電素子入力		多回転		現在のステータス			前回のステータス				
領域	状態A	状態B	状態C	領域	状態A	状態B	状態C	領域	状態A	状態B	状態C	領域	状態A		状態B	状態C	領域	状態A	状態B
1	H	L	L	6	H	H	L	C相	L	0	0	2	L	L	L	1	H	L	L
				2	L	L	L												
				6	H	H	L		0	H	0	6	H	L	1	H	L	L	
				2	L	L	L		0	L	0	1	H	L	6	H	H	L	
				6	H	H	L		0	L	0	3	L	L	4	L	H	H	
				2	L	L	L		H	0	0	1	H	L	2	L	L	L	
2	L	L	L	6	H	H	L	C相	0	0	0	5	H	H	4	L	H	H	
				2	L	L	L		0	0	H	3	L	L	2	L	L	L	
				6	H	H	L		0	0	0	3	L	L	6	H	H	L	
				2	L	L	L		0	0	0	1	H	L	4	L	H	H	
				6	H	H	L		0	0	0	5	H	H	6	H	H	L	
				2	L	L	L		0	0	0	1	H	L	2	L	L	L	
3	L	H	H	6	L	L	L	B相	0	L	0	3	L	L	4	L	H	H	
				2	L	L	L		0	0	0	1	H	L	2	L	L	L	
				6	L	L	L		0	0	0	3	L	L	6	H	H	L	
				2	L	L	L		0	0	0	1	H	L	4	L	H	H	
				6	L	L	L		0	0	0	5	H	H	6	H	H	L	
				2	L	L	L		0	0	0	1	H	L	2	L	L	L	

[図9]

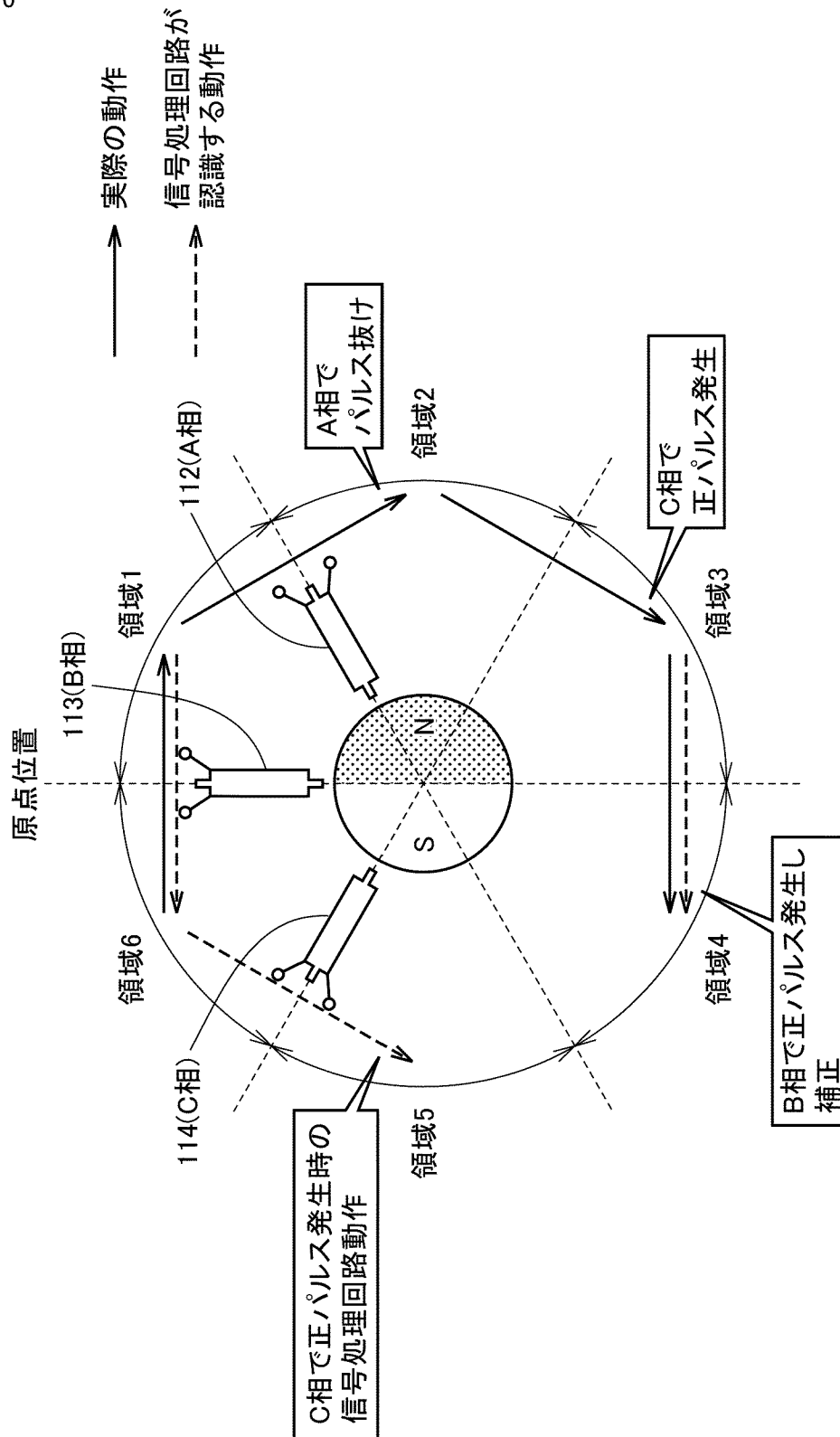
図9

更新前										更新後			状態説明																				
現在のステータス			前回のステータス			前々回検出			発電素子入力		現在のステータス			前回のステータス																			
領域	状態A	状態B	状態C	領域	状態A	状態B	状態C	領域	状態A	状態B	状態C	領域		状態A	状態B	状態C	領域	状態A	状態B	状態C													
4	L	H	H	3	L	L	H		H	0	0	5	H	H	H	4	L	H	H														
				5	H	H	H			0	L	0	3	L	L	H	H	H															
				3	L	L	H																										
	5	H	H	H																													
				3	L	L	H		0	H	0	4	L	H	H	3	L	L	H														
				5	H	H	H		C相	L	0	0	6	H	L	1	H	L	L														
				5	H	H	H																										
	3	L	L	H	3	L	L	H												5	H	H	H	H	H								
				3	L	L	H		L	0	0	6	H	L	5	H	H	H	H	H													
				5	H	H	H														C相	0	0	L	0	2	L	L	3	L	L	H	H
				5	H	H	H																										
				3	L	L	H		0	0	H	0	5	H	H	L	5	H	H	H													
5				H	H	H	C相														-1	5	H	H	H	6	H	H	L	L	L		
5				H	H	H																										1	3
5	H	H	H	4	L	H		H		0	0	L	0	6	H	H	L	5	H	H												H	
				6	H	H	L			L	0	0	4	L	H	H	5	H	H	H	H												
				4	L	H	H																										
	6	H	H	L		H	0		0													5	H	H	H	4	L	L	H	H			
	4	L	H	H				B相		0	1	H	L	L	2	L	L	L	L	L													
	6	H	H	L																											0	0	H
	4	L	H	H	B相	0	L		0													3	L	L	L	6	H	H	L	L			
	6	H	H	L						0	L	0	3	L	L	H	4	L	H	H													
	4	L	H	H																	B相										0	H	0
	6	H	H	L		1	4		L													H	H	3	L	L	L	H	L	L			
	5	H	H	L						1	1	H	L	L	6	H	H	L	H	L													
	6	H	H	L																											-1	6	H
6	H	H	L		1	4	L		H													H	3	L	L	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	1	H	L	L	6	H	H	L	H	L													
6	H	H	L																												1	4	L
6	H	H	L		1	1	H		L													L	6	H	H	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	4	L	H	H	3	L	L	L	H	L													
6	H	H	L																												1	1	H
6	H	H	L		1	4	L		H													H	3	L	L	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	1	H	L	L	6	H	H	L	H	L													
6	H	H	L																												1	4	L
6	H	H	L		1	1	H		L													L	6	H	H	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	4	L	H	H	3	L	L	L	H	L													
6	H	H	L																												1	1	H
6	H	H	L		1	4	L		H													H	3	L	L	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	1	H	L	L	6	H	H	L	H	L													
6	H	H	L																												1	4	L
6	H	H	L		1	1	H		L													L	6	H	H	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	4	L	H	H	3	L	L	L	H	L													
6	H	H	L																												1	1	H
6	H	H	L		1	4	L		H													H	3	L	L	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	1	H	L	L	6	H	H	L	H	L													
6	H	H	L																												1	4	L
6	H	H	L		1	1	H		L													L	6	H	H	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	4	L	H	H	3	L	L	L	H	L													
6	H	H	L																												1	1	H
6	H	H	L		1	4	L		H													H	3	L	L	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	1	H	L	L	6	H	H	L	H	L													
6	H	H	L																												1	4	L
6	H	H	L		1	1	H		L													L	6	H	H	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	4	L	H	H	3	L	L	L	H	L													
6	H	H	L																												1	1	H
6	H	H	L		1	4	L		H													H	3	L	L	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	1	H	L	L	6	H	H	L	H	L													
6	H	H	L																												1	4	L
6	H	H	L		1	1	H		L													L	6	H	H	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	4	L	H	H	3	L	L	L	H	L													
6	H	H	L																												1	1	H
6	H	H	L		1	4	L		H													H	3	L	L	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	1	H	L	L	6	H	H	L	H	L													
6	H	H	L																												1	4	L
6	H	H	L		1	1	H		L													L	6	H	H	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	4	L	H	H	3	L	L	L	H	L													
6	H	H	L																												1	1	H
6	H	H	L		1	4	L		H													H	3	L	L	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	1	H	L	L	6	H	H	L	H	L													
6	H	H	L																												1	4	L
6	H	H	L		1	1	H		L													L	6	H	H	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	4	L	H	H	3	L	L	L	H	L													
6	H	H	L																												1	1	H
6	H	H	L		1	4	L		H													H	3	L	L	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	1	H	L	L	6	H	H	L	H	L													
6	H	H	L																												1	4	L
6	H	H	L		1	1	H		L													L	6	H	H	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	4	L	H	H	3	L	L	L	H	L													
6	H	H	L																												1	1	H
6	H	H	L		1	4	L		H													H	3	L	L	L	H	L	L	L			
6	H	H	L							1	1	H	L	L	6	H	H	L	H	L													
6	H	H	L																												1	4	L
6	H	H	L		1	1	H		L													L	6	H	H	L	H	L	L	L			
6	H																																

パルス抜け例(第3の例)

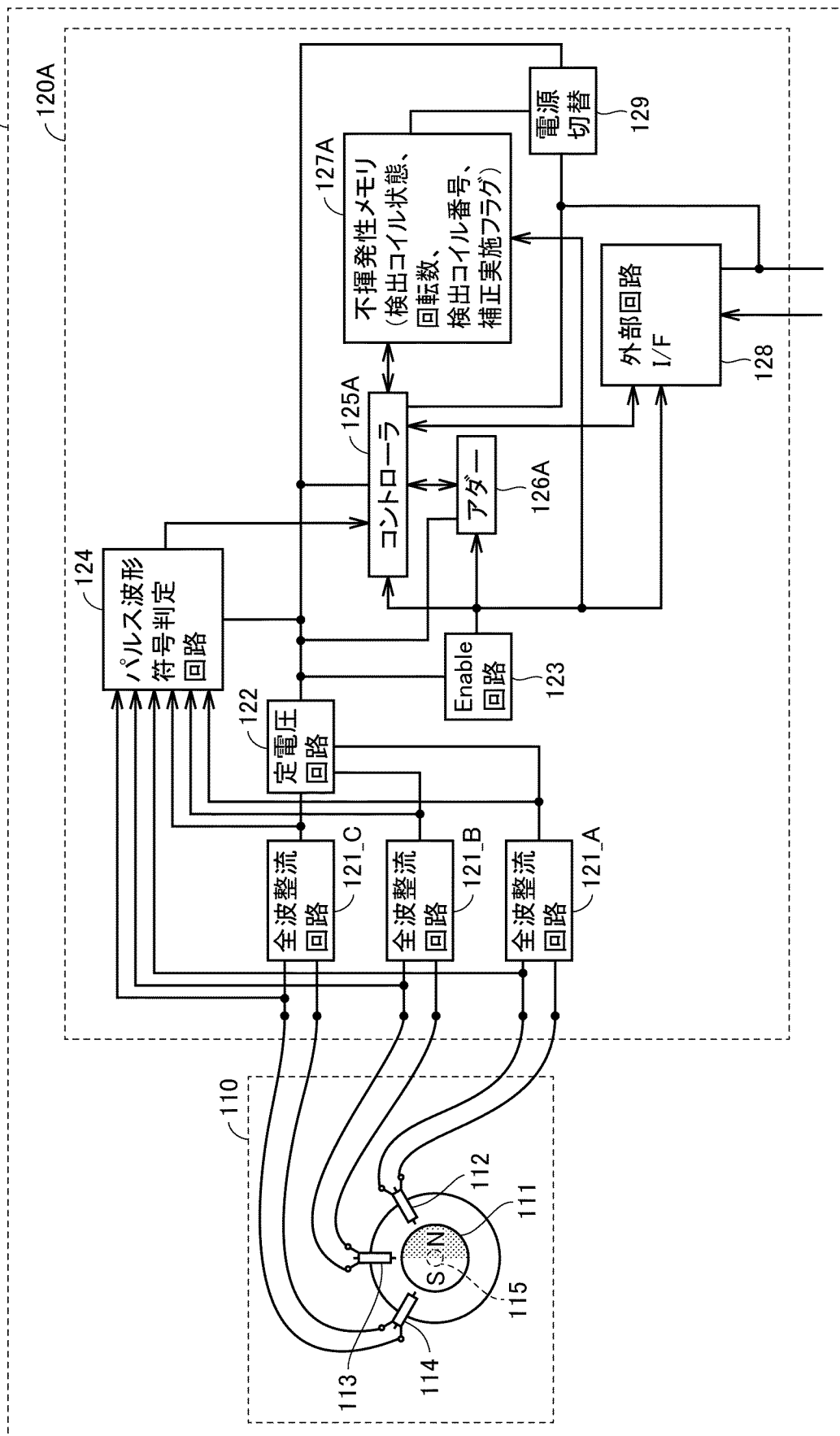
[図10]

図10



[図11]

図11



[図12]

図12

更新前					更新後					状態説明										
現在のステータス		前回のステータス		前々回検出 コイル番号	発電素子入力		多回転 カウンタ	補正実施 フラグ	現在のステータス			前回のステータス								
領域	状態A	状態B	状態C	領域	状態A	状態B	状態C	A相	B相	C相	領域	状態A	状態B	状態C	領域	状態A	状態B	状態C		
1	H	L	L	6	H	H	L	L	0	0	0	2	L	L	L	1	H	L	L	
				2	L	L	L													
				6	H	H	L													
				2	L	L	L													
				6	H	H	L													
				2	L	L	L	C相												
				2	L	L	L													
				6	H	H	L	C相												
				2	L	L	L													
				6	H	H	L	C相												
				2	L	L	L													
				6	H	H	L	C相												
2	L	L	L	2	L	L	L	L	0	0	L									
				1	H	L	L													
				3	L	L	H													
				1	H	L	L													
				3	L	L	H													
				1	H	L	L													
				3	L	L	H													
				1	H	L	L													
				3	L	L	H													
				1	H	L	L	B相												
				3	L	L	H													
				1	H	L	L													
3	L	L	H	3	L	L	H	L	0	L	0	1	H	L	L	6	H	H	L	
				2	L	L	L													
				4	L	H	H													
				2	L	L	L													
				4	L	H	H													
				2	L	L	L													
				4	L	H	H	A相												
				2	L	L	L													
				4	L	H	H													
				2	L	L	L	A相												
				4	L	H	H													
				2	L	L	L													

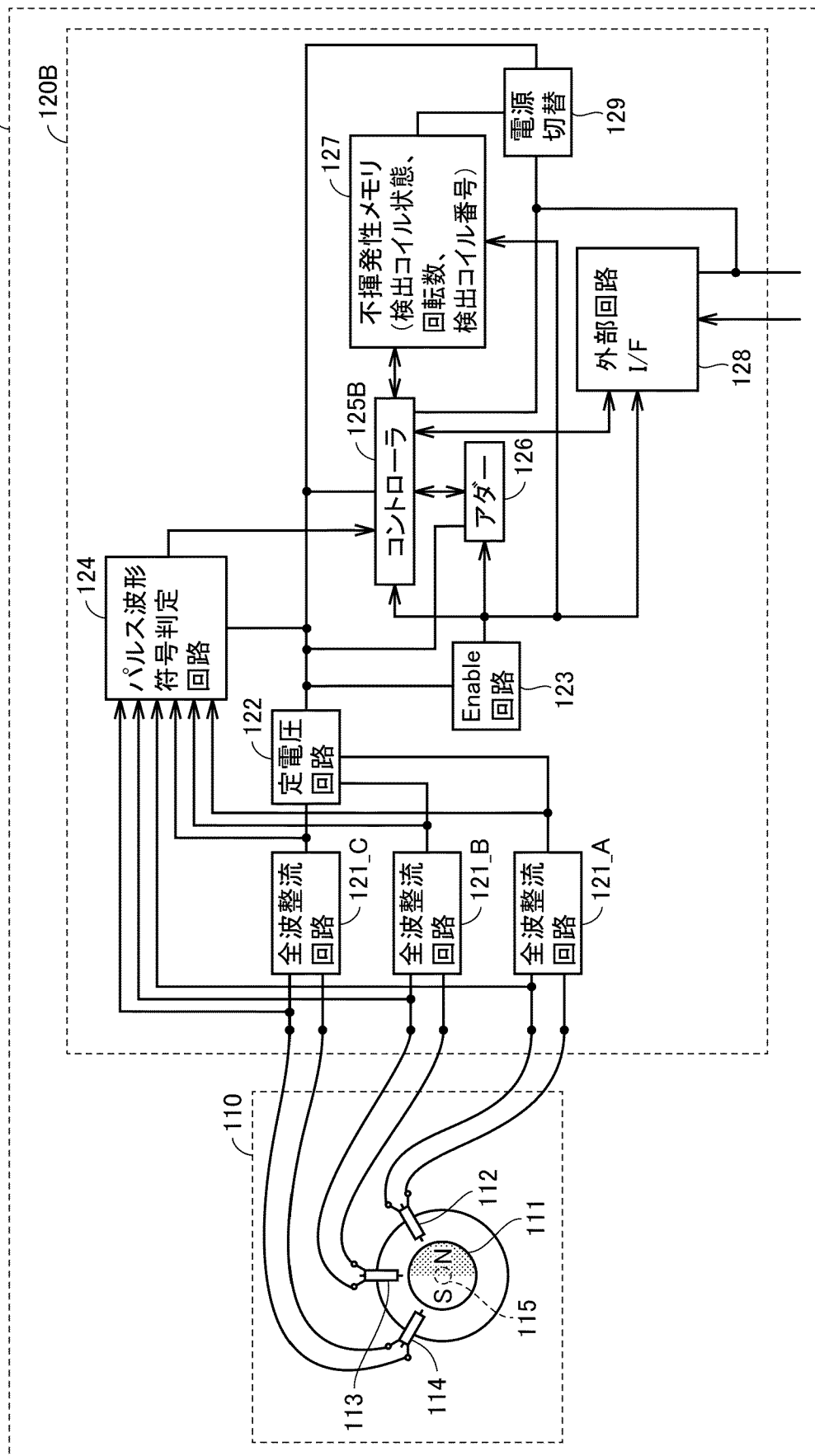
[図13]

図13

更新前										更新後						状態説明								
現在のステータス				前回のステータス				発電素子入力		多回転		補正実施		現在のステータス			前回のステータス							
領域	状態A	状態B	状態C	前回検査 コイル番号	領域	状態A	状態B	状態C	A相	B相	C相	カウンタ	フラグ	領域	状態A		状態B	状態C	領域	状態A	状態B	状態C		
4	L	H	H	3	L	L	H	H	H	0	0	0	0	0	5	H	H	H	4	L	H	H		
				5	H	H	H																	
				3	L	L	H					0	L	0	0	0	3	L			4	L		H
				5	H	H	H																	
				3	L	L	H					0	H	0	0	0	4	L	H	H	3	L	L	H
				5	H	H	H	C相	0	H	H				0	1	6	H	H	L	1	H	L	L
				5	H	H	H					L	0	0	0	0	4	L	H	H	5	H	H	H
				3	L	L	H	C相							0	1	2	L	L	L	1	H	L	L
				5	H	H	H					0	0	L	0	0	6	H	H	L	5	H	H	H
				3	L	L	H					0	0	0	0	0	2	L	L	L	3	L	L	H
				5	H	H	H	C相	0	0	H				-1	1	5	H	H	H	6	H	H	L
				5	H	H	H	C相	1	1					1	1	3	L	L	L	2	L	L	L
5	H	H	H	4	L	H	H	H		0	0	L	0	0	6	H	H	L	5	H	H	H		
				6	H	H	L																	
				4	L	H	H					L	0	0			4	L	H	H	5	H	H	H
				6	H	H	L								0	0	5	H	H	H	4	L	H	H
				4	L	H	H	B相	H	0	0				0	1	1	H	L	L	2	L	L	L
				6	H	H	L					0	0	H	0	0	5	H	H	H	6	H	H	L
				4	L	H	H	B相	0	0	H				0	1	3	L	L	H	2	L	L	L
				6	H	H	L					0	L	0	1	0	1	H	L	L	6	H	H	L
				4	L	H	H								0	0	3	L	L	L	4	L	H	H
				4	L	H	H	B相	0	H	0				-1	1	6	H	H	L	1	H	L	L
				6	H	H	L	B相	1	1				1	1	4	L	H	H	3	L	L	H	
				6	H	H	L					0	L	0	1	0	1	H	L	L	6	H	H	L
6	H	L	L	5	H	H	H		0	0	H	0	1	0	1	H	L	L	6	H	H	L		
				1	H	L	L																	
				5	H	H	H					0	0	H	0	0	5	H			6	H		L
				1	H	L	L					0	0	L	0	1	0	1	H	L	6	H		L
				5	H	L	L					0	0	L	0	0	6	H	H		6	H		L
				1	H	L	L	A相	0	0	L				0	0	6	H	H	L	5	H	H	H
				1	H	L	L					0	H	0	0	0	6	H	H	L	1	H	L	L
				5	H	H	H	A相	0	0	L				1	0	2	L	L	L	1	H	L	L
				1	H	L	L					L	0	0	1	0	4	L	H	H	5	H	H	H
				5	H	H	H					H	0	0	0	1	1	H	L	L	2	L	L	L
				1	H	L	L	A相	1	1				1	1	5	H	H	H	4	L	H	H	

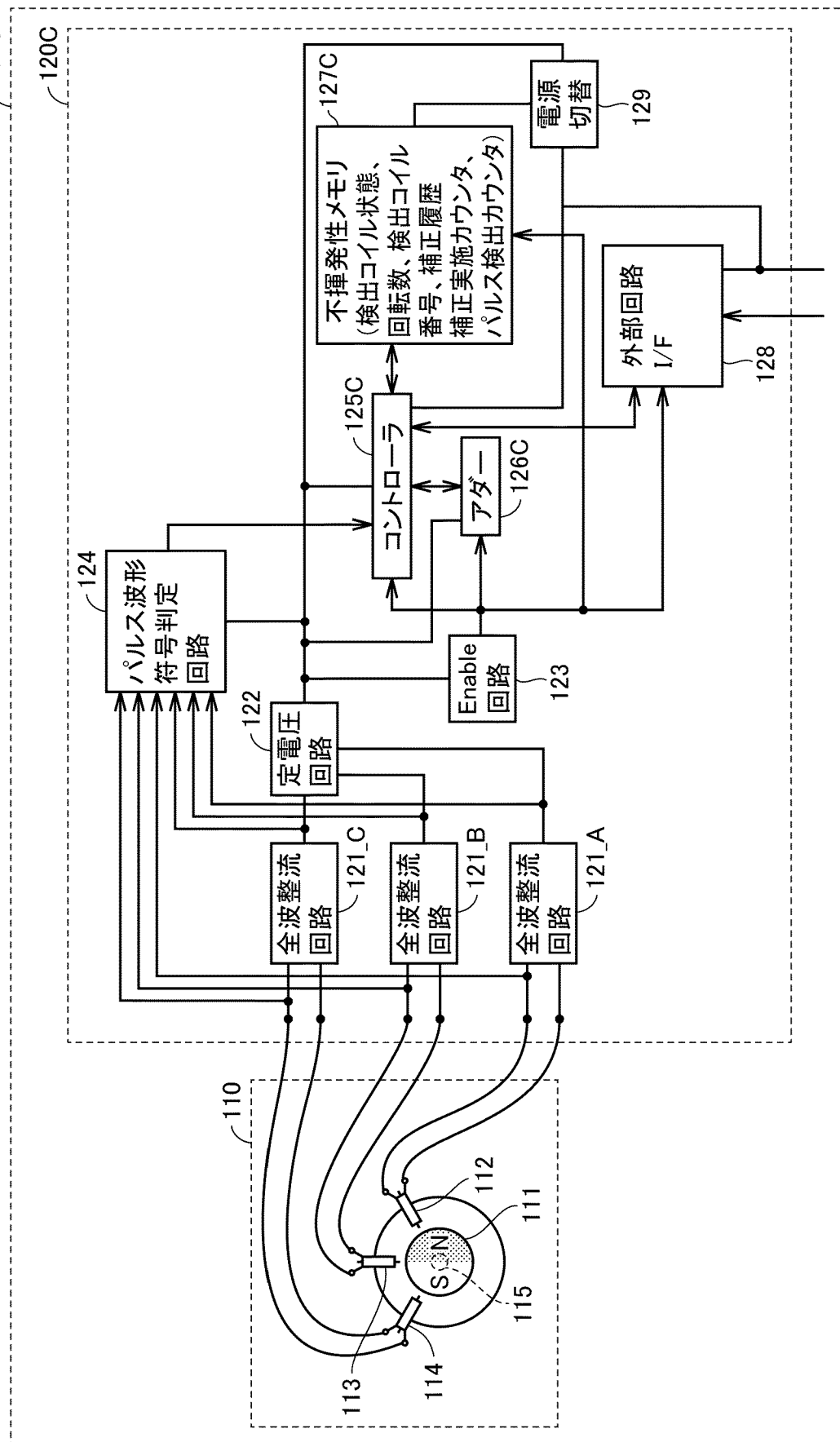
[図14]

図14



[図15]

図15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/046666

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01D 5/244**(2006.01)i; **G01D 5/245**(2006.01)i

FI: G01D5/244 K; G01D5/245 110L; G01D5/245 W

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)

G01D5/00-5/252,5/39-5/62

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2013/157279 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 24 October 2013 (2013-10-24)	1-9
A	JP 2013-44606 A (HIROSE ELECTRIC CO LTD) 04 March 2013 (2013-03-04)	1-9
A	WO 2016/002437 A1 (HIROSE ELECTRIC CO LTD) 07 January 2016 (2016-01-07)	1-9
A	JP 2015-219096 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 07 December 2015 (2015-12-07)	1-9



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

27 January 2023

Date of mailing of the international search report

14 February 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

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/JP2022/046666

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2013/157279	A1	24 October 2013	US	2015/0015245	A1	
				CN	104246444	A	
				KR	10-2014-0143404	A	
JP	2013-44606	A	04 March 2013	(Family: none)			
WO	2016/002437	A1	07 January 2016	US	2017/0115135	A1	
				CN	106489065	A	
JP	2015-219096	A	07 December 2015	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01D 5/244(2006.01)i; G01D 5/245(2006.01)i FI: G01D5/244 K; G01D5/245 110L; G01D5/245 W										
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）） G01D5/00-5/252, 5/39-5/62										
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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023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 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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	WO 2013/157279 A1（三菱電機株式会社）24.10.2013（2013 - 10 - 24）	1-9								
A	JP 2013-44606 A（ヒロセ電機株式会社）04.03.2013（2013 - 03 - 04）	1-9								
A	WO 2016/002437 A1（ヒロセ電機株式会社）07.01.2016（2016 - 01 - 07）	1-9								
A	JP 2015-219096 A（三菱電機株式会社）07.12.2015（2015 - 12 - 07）	1-9								
☐ 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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </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 “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 “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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 “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 27.01.2023	国際調査報告の発送日 14.02.2023									
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） 平野 真樹 2F 4631 電話番号 03-3581-1101 内線 3216									

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/JP2022/046666

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2013/157279	A1	24.10.2013	US	2015/0015245	A1	
				CN	104246444	A	
				KR	10-2014-0143404	A	
JP	2013-44606	A	04.03.2013	(ファミリーなし)			
WO	2016/002437	A1	07.01.2016	US	2017/0115135	A1	
				CN	106489065	A	
JP	2015-219096	A	07.12.2015	(ファミリーなし)			