

(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
2015年9月17日(17.09.2015)



(10) 国際公開番号

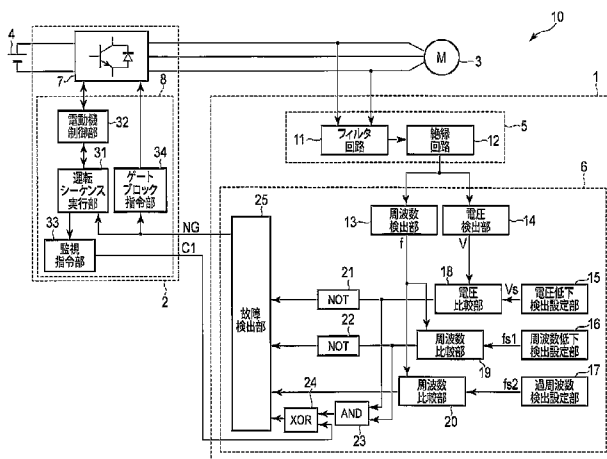
WO 2015/136699 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/056967
- (22) 国際出願日: 2014年3月14日(14.03.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 東芝三菱電機産業システム株式会社 (TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 高村 晴久(TAKAMURA, Haruhisa); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 土井 信明(DOI, Nobuaki); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 川上 和人(KAWAKAMI, Kazuto); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人スズエ国際特許事務所(S & S INTERNATIONAL PPC); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目12番9号 スズエ・アンド・スズエビル 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, 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, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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

[続葉有]

(54) Title: POWER CONVERSION APPARATUS MONITORING APPARATUS

(54) 発明の名称: 電力変換装置の監視装置



- 11 Filter circuit
12 Insulating circuit
13 Frequency detection unit
14 Voltage detection unit
15 Voltage deterioration detection setting unit
16 Frequency deterioration detection setting unit
17 Overfrequency detection setting unit
18 Voltage comparison unit
19 Frequency comparison unit
20 Failure detection unit
25 Failure detection unit
31 Operation sequence execution unit
32 Motor control unit
33 Monitor command unit
34 Gate block command unit

(57) Abstract: Disclosed is a monitoring apparatus (1), which is configured from a hardware independent from a control system of an inverter apparatus (2), and which monitors the inverter apparatus (2). The monitoring apparatus detects an output voltage (V) of the inverter apparatus (2), monitors the output voltage (V) on the basis of the detected output voltage (V), detects an output abnormality of the inverter apparatus (2) on the basis of the monitoring of the output voltage (V), receives monitor command signals (C1) that indicate whether the inverter apparatus (2) is in a state of being to be monitored or not, and detects a monitor abnormality on the basis of the monitoring of the output voltage (V) and the monitor command signals (C1).

(57) 要約: インバータ装置(2)の制御系から独立したハードウェアで構成され、インバータ装置(2)を監視する監視装置(1)であって、インバータ装置(2)の出力電圧(V)を検出し、検出した出力電圧(V)に基づいて、出力電圧(V)を監視し、出力電圧(V)の監視に基づいて、インバータ装置(2)の出力異常を検出し、インバータ装置(2)が監視される状態にあるか否かを示す監視指令信号(C1)を受信し、出力電圧(V)の監視及び監視指令信号(C1)に基づいて、監視異常を検出する。

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：電力変換装置の監視装置

技術分野

[0001] 本発明は、電力変換装置を監視する電力変換装置の監視装置に関する。

背景技術

[0002] 一般に、インバータなどの電力変換装置には、故障を検出する故障検出機能を備えている。

[0003] 例えば、電動機制御装置の制御回路から時系列に入力される故障信号及び履歴データ記録用信号を受信して、表示用トレンドデータを作成する監視装置が開示されている（特許文献1参照）。

[0004] また、複数の電力変換装置を関連付けて故障解析を行うプラントドライブの監視システムが開示されている。この監視システムでは、電力変換装置は、それぞれ自らの故障信号で自らのトレンドデータを保存し、プロセスコントローラは、故障信号を受信すると、故障信号を送信した電力変換装置のトレンドデータを受信し、さらに周辺の電力変換装置のトレンドデータを受信して、収集したトレンドデータを編集する（特許文献2参照）。

[0005] しかしながら、自身の故障を検出する電力変換装置では、故障検出回路自体の異常又はシステムクロックの上昇などのように電力変換装置自体に異常の原因がある場合、故障を検出できない可能性がある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-280699号公報

特許文献2：特開2006-141088号公報

発明の概要

[0007] 本発明の目的は、電力変換装置に生じる故障の検出率を高めた電力変換装置の監視装置を提供することにある。

[0008] 本発明の観点に従った電力変換装置の監視装置は、電力変換装置の制御系

から独立したハードウェアで構成され、前記電力変換装置を監視する電力変換装置の監視装置であって、前記電力変換装置の出力を検出する出力検出手段と、前記出力検出手段により検出された前記電力変換装置の出力に基づいて、前記電力変換装置の出力を監視する出力監視手段と、前記出力監視手段による監視に基づいて、前記電力変換装置の出力異常を検出する出力異常検出手段と、前記電力変換装置が監視される状態にあるか否かを示す監視信号を受信する監視信号受信手段と、前記出力監視手段による監視及び前記監視信号受信手段から受信した前記監視信号に基づいて、監視異常を検出する監視異常検出手段とを備える。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係るドライブシステムの構成を示す構成図である。

[図2]図2は、第1の実施形態に係るフィルタ回路の機能を示す概略図である。

[図3]図3は、本発明の第2の実施形態に係るドライブシステムの構成を示す構成図である。

[図4]図4は、本発明の第3の実施形態に係るドライブシステムの構成を示す構成図である。

[図5]図5は、本発明の第4の実施形態に係るドライブシステムの構成を示す構成図である。

[図6]図6は、本発明の第5の実施形態に係るドライブシステムの構成を示す構成図である。

[図7]図7は、本発明の第6の実施形態に係るドライブシステムの構成を示す構成図である。

[図8]図8は、本発明の第7の実施形態に係るドライブシステムの構成を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0010] (第1の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係るドライブシステム 10 の構成を示す構成図である。なお、図面における同一部分には同一符号を付して重複する説明を適宜省略し、異なる部分について主に述べる。

[0011] ドライブシステム 10 は、監視装置 1、インバータ装置 2、電動機 3、及び直流電源 4 を備える。例えば、ドライブシステム 10 は、速度センサを取り付けることができない速度センサレスドライブシステムである。

[0012] 直流電源 4 は、インバータ装置 2 に接続されている。直流電源 4 は、インバータ装置 2 に直流電力を供給する。直流電源 4 は、発電機、電池、又は電力変換装置など直流電力を出力するものであれば何でもよい。

[0013] インバータ装置 2 は、直流電源 4 から供給された直流電力を三相交流電力に変換する電力変換装置である。インバータ装置 2 の交流側には、電動機 3 が接続されている。インバータ装置 2 は、変換した交流電力を電動機 3 に出力することで、電動機 3 の駆動を制御する。インバータ装置 2 は、電動機 3 の V/F （電圧／周波数）比を一定に維持する VVF (variable voltage variable frequency) 制御をする。 V/F 比は、電動機 3 の磁束を一定にするための電圧と周波数の比率である。

[0014] 監視装置 1 は、インバータ装置 2 及び電動機 3 から独立したハードウェアで構成される装置である。監視装置 1 は、インバータ装置 2 から出力される三相交流電圧の相間電圧を取り込む配線で、インバータ装置 2 から電動機 3 に交流電力が供給される電気経路に接続されている。監視装置 1 は、情報を伝送する伝送路で、インバータ装置 2 の制御装置 8 と接続されている。監視装置 1 は、インバータ装置 2 から出力される相間電圧を検出し、制御装置 8 と情報の送受信をすることで、インバータ装置 2 の状態を監視する。

[0015] インバータ装置 2 は、インバータ回路 7 及び制御装置 8 を備える。

[0016] インバータ回路 7 は、直流電源 4 から供給された直流電力を三相交流電力に変換する電気回路である。インバータ回路 7 は、半導体素子であるスイッチング素子などにより構成されている。インバータ回路 7 は、PWM (pulse width modulation) 制御されることにより、電力変換を行う。

- [0017] 制御装置 8 は、インバータ装置 2 に内蔵された装置である。制御装置 8 は、各種情報を受信して、ドライブシステム 10 を制御する。主に、制御装置 8 は、インバータ回路 7 から出力される交流電力を制御することで、電動機 3 を駆動する。具体的には、制御装置 8 は、ゲート信号を出力して、インバータ回路 7 のスイッチング素子を駆動することで、インバータ回路 7 から出力される交流電力を制御する。これにより、電動機 3 を駆動する。
- [0018] 制御装置 8 は、運転シーケンス実行部 31、電動機制御部 32、監視指令部 33、及びゲートブロック指令部 34 を備える。
- [0019] 運転シーケンス実行部 31 は、電動機制御部 32 から電動機 3 及びインバータ回路 7 の状態などを把握する情報、及び監視装置 1 により検出された故障信号 NG を受信する。運転シーケンス実行部 31 は、これらの受信した情報に基づいて、予め決められた運転シーケンスに従って、インバータ回路 7 及び電動機 3 に対して行う制御を決定する。運転シーケンス実行部 31 は、運転シーケンスにより決定された制御を実行するために、電動機制御部 32 又は監視指令部 33 に各種の情報を出力する。運転シーケンス実行部 31 は、監視装置 1 から故障信号 NG を受信すると、運転シーケンスに従って、インバータ回路 7 及び電動機 3 の動作を制限又は停止するような制御を行う。
- [0020] 電動機制御部 32 は、インバータ回路 7 又は電動機 3 などに設けられた各種センサから電圧又は電流などの情報を受信し、インバータ回路 7 又は電動機 3 の状態を判断する。電動機制御部 32 は、運転シーケンス実行部 31 により決定された制御を実行するために、判断した状態に基づいて、インバータ回路 7 の出力電力を制御して、電動機 3 を駆動する。電動機制御部 32 は、運転シーケンス実行部 31 の運転シーケンスで必要な情報を運転シーケンス実行部 31 に出力する。
- [0021] 監視指令部 33 は、運転シーケンス実行部 31 から入力された情報に基づいて、監視条件が成立しているか否かを判断する。監視条件が成立するか否かは、インバータ装置 2 が監視される状態にあるか否かで決定される。監視装置 1 による監視が正常に行えないような要因がインバータ装置 2 側に無け

れば、監視条件は成立する。例えば、インバータ回路 7 が正常に動作していない場合（インバータ回路 7 の出力が正常でない場合）は、監視条件は不成立となる。監視条件が成立している場合は、監視指令部 33 は、監視装置 1 に監視指令を出力する。監視条件が成立していない場合は、監視指令部 33 は、監視装置 1 に監視指令を出力しない。例えば、監視指令は、インバータ装置 2 が自己診断により動作が正常の場合に出力するようにしてもよい。監視指令部 33 は、監視指令を出力する場合は、監視指令信号 C1 を '1' にして送信し、監視指令を出力しない場合は、監視指令信号 C1 を '0' にして送信する。

[0022] ゲートブロック指令部 34 は、監視装置 1 により検出された故障信号 NG を受信すると、インバータ回路 7 のスイッチング素子をゲートブロックする。これにより、インバータ回路 7 の変換動作は停止する。

[0023] 監視装置 1 は、電圧検出器 5 及び監視回路 6 を備える。

[0024] 電圧検出器 5 は、インバータ装置 2 から出力される交流電圧の 3 相のうち 2 つの相の間の電圧（相間電圧）を検出して、監視回路 6 に出力する。電圧検出器 5 は、フィルタ回路 11 及び絶縁回路 12 を備える。

[0025] 図 2 は、フィルタ回路 11 の機能を示す概略図である。フィルタ回路 11 は、矩形波の電圧を正弦波の電圧に成形する。PWM 制御されるインバータ回路 7 から出力される電圧波形は、1 パルス又はマルチパルスの矩形波である。フィルタ回路 11 にインバータ回路 7 の出力電圧を通すことで、フィルタ回路 11 に入力された波形は、矩形波から正弦波に成形される。フィルタ回路 11 から出力される正弦波の電圧は、絶縁回路 12 を介して監視回路 6 に出力される。絶縁回路 12 を用いることにより、監視回路 6 は、ドライブシステム 10 の主回路と絶縁される。

[0026] 監視回路 6 は、電圧検出器 5 により検出された出力電圧及びインバータ装置 2 から受信する信号に基づいて、ドライブシステム 10 を監視する。

[0027] 監視回路 6 は、周波数検出部 13、電圧検出部 14、電圧低下検出設定部 15、周波数低下検出設定部 16、過周波数検出設定部 17、電圧比較部 1

8、周波数比較部 19、周波数比較部 20、NOT 演算回路 21、NOT 演算回路 22、AND 演算回路 23、XOR 演算回路 24、及び故障検出部 25 を備える。

[0028] 周波数検出部 13 は、電圧検出器 5 により検出された電圧波形に基づいて、周波数 f を演算する。具体的には、図 2 に示すように、正弦波のゼロクロス点間の時間 T を計測する。周波数検出部 13 は、次式を用いて、計測した時間 T から周波数 f を求める。周波数検出部 13 は、演算した周波数 f を周波数比較部 19 及び周波数比較部 20 に出力する。

[0029] $f = 1 / 2 T$ [Hz]

電圧検出部 14 は、電圧検出器 5 により検出された電圧の瞬時値（サンプリング値）に基づいて、次式により、電圧 V を演算する。電圧検出部 14 は、演算した電圧 V を電圧比較部 18 に出力する。

[数1]

$$V = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^{i=m} V_i^2} \quad [V]$$

[0030] ここで、 m はサンプリング数、 i はサンプリング回数、 V_i はサンプリングした電圧の瞬時値を示している。

[0031] 電圧低下検出設定部 15 には、インバータ装置 2 の出力電圧 V の低下が大きいことを検出する閾値となる電圧低下設定値 V_s が設定されている。電圧低下検出設定部 15 は、電圧低下設定値 V_s を電圧比較部 18 に出力する。

[0032] 周波数低下検出設定部 16 には、インバータ装置 2 の出力周波数 f の低下が大きいことを検出する閾値となる周波数低下設定値 f_{s1} が設定されている。周波数低下検出設定部 16 は、周波数低下設定値 f_{s1} を周波数比較部 19 に出力する。

[0033] 過周波数検出設定部 17 には、インバータ装置 2 の出力周波数 f の過度な上昇を検出する閾値となる過周波数設定値 f_{s2} が設定されている。過周波数検出設定部 17 は、過周波数設定値 f_{s2} を周波数比較部 20 に出力する。

。

[0034] 電圧比較部 18 は、電圧検出部 14 により検出された電圧 V と電圧低下検出設定部 15 に設定されている電圧低下設定値 V_s を比較し、電圧 V が電圧低下設定値 V_s よりも低いか否かを判断する。電圧比較部 18 は、判断結果に基づいて、NOT 演算回路 21 及びAND 演算回路 23 に信号を出力する。電圧 V が電圧低下設定値 V_s よりも低い場合、電圧比較部 18 は、電圧低下異常として '0' を示す信号を出力する。電圧 V が電圧低下設定値 V_s 以上の場合、電圧比較部 18 は、正常として '1' を示す信号を出力する。

[0035] NOT 演算回路 21 は、入力された信号を反転（論理否定）して、故障検出部 25 に出力する。従って、故障検出部 25 には、電圧低下異常の場合は '1' が入力され、正常の場合は '0' が入力される。

[0036] 周波数比較部 19 は、周波数検出部 13 により検出された周波数 f と周波数低下検出設定部 16 に設定されている周波数低下設定値 f_{s1} を比較し、周波数 f が周波数低下設定値 f_{s1} よりも低いか否かを判断する。周波数比較部 19 は、判断結果に基づいて、NOT 演算回路 22 及びAND 演算回路 23 に信号を出力する。周波数 f が周波数低下設定値 f_{s1} よりも低い場合、周波数比較部 19 は、周波数低下異常として '0' を示す信号を出力する。周波数 f が周波数低下設定値 f_{s1} 以上の場合、周波数比較部 19 は、正常として '1' を示す信号を出力する。

[0037] NOT 演算回路 22 は、入力された信号を反転（論理否定）して、故障検出部 25 に出力する。従って、故障検出部 25 には、周波数低下異常の場合は '1' が入力され、正常の場合は '0' が入力される。

[0038] 周波数比較部 20 は、周波数検出部 13 により検出された周波数 f と過周波数検出設定部 17 に設定されている過周波数設定値 f_{s2} を比較し、周波数 f が過周波数設定値 f_{s2} よりも高いか否かを判断する。周波数比較部 20 は、判断結果に基づいて、故障検出部 25 に信号を出力する。周波数 f が過周波数設定値 f_{s2} よりも高い場合、周波数比較部 20 は、過周波数異常として '1' を示す信号を出力する。周波数 f が過周波数設定値 f_{s2} 以下

の場合、周波数比較部 20 は、正常として '0' を示す信号を出力する。

[0039] AND 演算回路 23 には、電圧比較部 18 及び周波数比較部 19 からそれぞれ信号が入力される。AND 演算回路 23 は、入力された 2 つの信号の論理積を XOR 演算回路 24 に出力する。従って、入力された 2 つの信号がいずれも '1' の場合（入力された 2 つの信号がいずれも '正常' を示す場合）、AND 演算回路 23 は、'1' を示す信号を出力する。そうでない場合（入力された 2 つの信号のうち少なくとも 1 つが '異常' を示す場合）、'0' を示す信号を出力する。

[0040] XOR 演算回路 24 には、AND 演算回路 23 から出力された信号及びインバータ装置 2 の監視指令部 33 から送信された信号が入力される。XOR 演算回路 24 は、2 つの信号の排他的論理和を故障検出部 25 に出力する。XOR 演算回路 24 は、入力された 2 つの信号が一致しない場合、監視異常として '1' を示す信号を出力し、一致する場合、正常として '0' を示す信号を出力する。

[0041] 具体的には、電圧低下異常及び周波数低下異常のいずれも発生しておらず、かつインバータ装置 2 から監視指令を受信していない場合、XOR 演算回路 24 は、監視異常と判断して、'1' を示す信号を出力する。この異常は、監視装置 1 では正常に監視できている状態なのに、インバータ装置 2 側では監視条件が成立していないことを意味する。また、電圧低下異常又は周波数低下異常のいずれかが発生しており、かつインバータ装置 2 から監視指令を受信している場合、XOR 演算回路 24 は、異常と判断して、'1' を示す信号を出力する。この異常は、インバータ装置 2 側では監視条件が成立しており、監視装置 1 では異常を検出している状態であることを意味する。

[0042] 故障検出部 25 は、周波数比較部 20、NOT 演算回路 21、NOT 演算回路 22、及び XOR 演算回路 24 のそれぞれから受信する信号に基づいて、故障を検出する。故障検出部 25 は、受信した信号のうちいずれかが '1' を示す信号（即ち、異常を示す信号）であれば故障と判断する。故障検出部 25 は、故障を検出すると、故障信号 NG をインバータ装置 2 に出力する。

。

[0043] 本実施形態によれば、ドライブシステム 10 において、インバータ装置 2 の制御系から独立したハードウェアで監視装置 1 を構成することで、インバータ装置 2 の内部で異常が生じた場合でも、インバータ装置 2 の異常による影響を受けずに、監視装置 1 は、インバータ装置 2 を監視することができる。例えば、インバータ装置 2 の内部で故障検出をする場合、故障検出回路自体の故障又はシステムクロックの上昇などの故障を検出するのは困難であるが、インバータ装置 2 から独立した監視装置 1 であれば容易に検出することができる。従って、ドライブシステム 10 を信頼性の高いシステムにすることができる。

[0044] また、インバータ装置 2 に監視指令部 33 を設け、監視条件が成立すると、監視指令を監視装置 1 に送信するようにすることで、監視装置 1 は、より信頼性の高い監視をすることができる。例えば、インバータ装置 2 から送信された監視指令と監視装置 1 で検出している監視状況を比較することで、インバータ装置 2 の外部からでは検出することができない異常でも検出することができる。例えば、監視装置 1 は、インバータ装置 2 の出力電圧 V に変化が現れないような異常でも検出することができる。

[0045] さらに、インバータ装置 2 の出力電圧及び出力周波数を監視することで、ドライブシステム 10 の運転に直接的に影響を及ぼすインバータ装置 2 の出力異常を検出することができる。

[0046] (第 2 の実施形態)

図 3 は、本発明の第 2 の実施形態に係るドライブシステム 10 A の構成を示す構成図である。

[0047] ドライブシステム 10 A は、図 1 に示す第 1 の実施形態に係るドライブシステム 10 において、監視装置 1 を監視装置 1 A に代えたものである。監視装置 1 A は、第 1 の実施形態に係る監視装置 1 の監視回路 6 を、故障検出部 25 から故障検出部 25 A に代え、周波数変化分設定部 26、周波数変化分比較部 27、前回値メモリ 28、及び減算器 29 を追加した監視回路 6 A に

代えたものである。その他の点は、第１の実施形態と同様である。

[0048] 周波数変化分設定部２６には、インバータ装置２の出力周波数の大幅な変化を検出する閾値となる周波数変化分設定値 f_{s3} が設定されている。周波数変化分設定部２６は、周波数変化分設定値 f_{s3} を周波数変化分比較部２７に出力する。

[0049] 前回値メモリ２８には、周波数検出部１３により検出された周波数 f が入力される。前回値メモリ２８は、周波数 f が入力されると、前回記憶された前回周波数 f_p を減算器２９に出力し、入力された周波数 f を新たに前回周波数 f_p として記憶する。

[0050] 減算器２９には、周波数検出部１３により検出された周波数 f 及び前回値メモリ２８に記憶された前回周波数 f_p が入力される。減算器２９は、前回周波数 f_p から周波数 f を引いた周波数変化分 f_d を周波数変化分比較部２７に出力する。

[0051] 周波数変化分比較部２７は、減算器２９により演算された周波数変化分 f_d の絶対値を演算する。周波数変化分比較部２７は、演算した周波数変化分 f_d の絶対値と周波数変化分設定部２６に設定されている周波数変化分設定値 f_{s3} を比較し、周波数変化分 f_d の絶対値が周波数変化分設定値 f_{s3} よりも大きいかな否かを判断する。周波数変化分比較部２７は、判断結果に基づいて、故障検出部２５Ａに信号を出力する。周波数変化分 f_d の絶対値が周波数変化分設定値 f_{s3} よりも大きい場合、周波数変化分比較部２７は、周波数変化異常として、‘１’を示す信号を出力する。周波数変化分 f_d の絶対値が周波数変化分設定値 f_{s3} 以下の場合、周波数変化分比較部２７は、正常として‘０’を示す信号を出力する。

[0052] 故障検出部２５Ａは、周波数比較部２０、NOT演算回路２１、NOT演算回路２２、XOR演算回路２４、及び周波数変化分比較部２７のそれぞれから受信する信号に基づいて、故障を検出する。故障検出部２５Ａは、受信した信号のうちいずれかが‘１’を示す信号（即ち、異常を示す信号）であれば故障と判断する。故障検出部２５Ａは、故障を検出すると、故障信号N

Gをインバータ装置2に出力する。

[0053] 本実施形態によれば、第1の実施形態による作用効果に加え、インバータ装置2の出力周波数の変化を監視することで、出力周波数の大幅な変化などの異常を検出することができる。

[0054] (第3の実施形態)

図4は、本発明の第3の実施形態に係るドライブシステム10Bの構成を示す構成図である。

[0055] ドライブシステム10Bは、図1に示す第1の実施形態に係るドライブシステム10において、監視装置1を監視装置1Bに代え、インバータ装置2をインバータ装置2Bに代えたものである。監視装置1Bは、第1の実施形態に係る監視装置1の監視回路6を、故障検出部25から故障検出部25Bに代え、電圧基準差設定部41、周波数基準差設定部42、電圧基準比較部43、電圧基準演算部44、周波数基準比較部45、及び2つの減算器46、47を追加した監視回路6Bに代えたものである。インバータ装置2Bは、第1の実施形態に係るインバータ装置2の制御装置8を、周波数基準出力部35を加えた制御装置8Bに代えたものである。その他の点は、第1の実施形態と同様である。

[0056] 周波数基準出力部35には、インバータ回路7を制御している現在の周波数基準 f_r が運転シーケンス実行部31から入力される。周波数基準 f_r は、制御装置8Bによる制御で用いられ、インバータ回路7の出力周波数を制御する基準である。周波数基準出力部35は、周波数基準 f_r を監視装置1Bに出力する。

[0057] 電圧基準演算部44には、インバータ装置2Bの周波数基準出力部35から周波数基準 f_r が入力される。電圧基準演算部44は、入力された周波数基準 f_r に、予め設定されている V/F 比を掛けて、電圧基準 V_r を演算する。電圧基準演算部44は、演算した電圧基準 V_r を減算器46に出力する。

[0058] 電圧基準差設定部41には、インバータ装置2Bの出力電圧 V と電圧基準

演算部 44 により演算された電圧基準 V_r との差が大きいことを検出する閾値となる電圧基準差設定値 V_{sr} が設定されている。電圧基準差設定部 41 は、電圧基準差設定値 V_{sr} を電圧基準比較部 43 に出力する。

[0059] 周波数基準差設定部 42 には、インバータ装置 2B の出力周波数 f とインバータ装置 2B から入力された周波数基準 f_r との差が大きいことを検出する閾値となる周波数基準差設定値 f_{sr} が設定されている。周波数基準差設定部 42 は、周波数基準差設定値 f_{sr} を周波数基準比較部 45 に出力する。

[0060] 減算器 46 には、電圧検出部 14 により検出された電圧 V 及び電圧基準演算部 44 により演算された電圧基準 V_r が入力される。減算器 46 は、電圧基準 V_r から電圧 V を引いた電圧誤差 V_e を演算する。減算器 46 は、演算した電圧誤差 V_e を電圧基準比較部 43 に出力する。

[0061] 減算器 47 には、インバータ装置 2B から出力された周波数基準 f_r 及び周波数検出部 13 により検出された周波数 f が入力される。減算器 47 は、周波数基準 f_r から周波数 f を引いた周波数誤差 f_e を演算する。減算器 47 は、演算した周波数誤差 f_e を周波数基準比較部 45 に出力する。

[0062] 電圧基準比較部 43 は、減算器 46 により演算された電圧誤差 V_e の絶対値を演算する。電圧基準比較部 43 は、演算した電圧誤差 V_e の絶対値と電圧基準差設定部 41 に設定されている電圧基準差設定値 V_{sr} を比較し、電圧誤差 V_e の絶対値が電圧基準差設定値 V_{sr} よりも大きいか否かを判断する。電圧基準比較部 43 は、判断結果に基づいて、故障検出部 25B に信号を出力する。電圧誤差 V_e の絶対値が電圧基準差設定値 V_{sr} よりも大きい場合、電圧基準比較部 43 は、電圧基準異常として、‘1’を示す信号を出力する。電圧誤差 V_e の絶対値が電圧基準差設定値 V_{sr} 以下の場合、電圧基準比較部 43 は、正常として ‘0’を示す信号を出力する。

[0063] 周波数基準比較部 45 は、減算器 47 により演算された周波数誤差 f_e の絶対値を演算する。周波数基準比較部 45 は、演算した周波数誤差 f_e の絶対値と周波数基準差設定部 42 に設定されている周波数基準差設定値 f_{sr}

を比較し、周波数誤差 f_e の絶対値が周波数基準差設定値 f_{sr} よりも大きいか否かを判断する。周波数基準比較部 45 は、判断結果に基づいて、故障検出部 25B に信号を出力する。周波数誤差 f_e の絶対値が周波数基準差設定値 f_{sr} よりも大きい場合、周波数基準比較部 45 は、周波数基準異常として、‘1’ を示す信号を出力する。周波数誤差 f_e の絶対値が周波数基準差設定値 f_{sr} 以下の場合、周波数基準比較部 45 は、正常として ‘0’ を示す信号を出力する。

[0064] 故障検出部 25B は、周波数比較部 20、NOT 演算回路 21、NOT 演算回路 22、XOR 演算回路 24、電圧基準比較部 43、及び周波数基準比較部 45 のそれぞれから受信する信号に基づいて、故障を検出する。故障検出部 25B は、受信した信号のうちいずれかが ‘1’ を示す信号（即ち、異常を示す信号）であれば故障と判断する。故障検出部 25B は、故障を検出すると、故障信号 NG をインバータ装置 2B に出力する。

[0065] 本実施形態によれば、第 1 の実施形態に係る作用効果に加え、以下の作用効果を得ることができる。

[0066] インバータ装置 2B から受信する周波数基準 f_r と、監視装置 1B で検出するインバータ装置 2B の出力周波数 f を比較することで、インバータ装置 2B の出力周波数の制御の異常を検出することができる。

[0067] また、周波数基準 f_r に V/F 比を掛けて電圧基準 V_r を求め、電圧基準 V_r とインバータ装置 2B の出力電圧 V を比較することで、 VVF 制御によるインバータ装置 2B の出力異常を検出することができる。

[0068] （第 4 の実施形態）

図 5 は、本発明の第 4 の実施形態に係るドライブシステム 10C の構成を示す構成図である。

[0069] ドライブシステム 10C は、図 1 に示す第 1 の実施形態に係るドライブシステム 10 において、監視装置 1 を監視装置 1C に代えたものである。監視装置 1C は、電圧検出器 5C 及び監視回路 6C を備える。監視回路 6C は、第 1 の実施形態に係る監視回路 6 において、電圧比較部 18、周波数比較部

19、周波数比較部20、及び故障検出部25を、電圧比較部18C、周波数比較部19C、周波数比較部20C、及び故障検出部25Cにそれぞれ代え、相順設定部51、相順比較部52、及び3つの多数決判定回路53、54、55を追加したものである。その他の点は、第1の実施形態と同様である。

[0070] 電圧検出器5Cは、インバータ装置2から出力される3つの相間電圧を検出する点以外は、第1の実施形態に係る電圧検出器5と同様である。なお、ここでは、電圧検出器5Cは、相間電圧を検出する構成について説明するが、相電圧を検出する構成でもよい。電圧検出器5Cは、フィルタ回路11C及び絶縁回路12Cを備える。フィルタ回路11Cは、3つの相間電圧について、矩形波から正弦波に成形する。その他の点は、第1の実施形態に係るフィルタ回路11と同様である。絶縁回路12は、3つの相間電圧について、監視回路6Cをドライブシステム10Cの主回路から絶縁する。その他の点は、第1の実施形態に係る絶縁回路12と同様である。

[0071] 周波数検出部13Cは、第1の実施形態に係る周波数検出部13と同様に、電圧検出器5Cにより検出された各相間電圧の波形に基づいて、各周波数 f_{uv} 、 f_{vw} 、 f_{wu} を検出する。ここで、周波数 f_{uv} は、U相とV相の間の電圧の周波数を、周波数 f_{vw} は、V相とW相の間の電圧の周波数を、周波数 f_{wu} は、W相とU相の間の電圧の周波数をそれぞれ表しているものとする。周波数検出部13Cは、演算した各相間電圧の周波数 f_{uv} 、 f_{vw} 、 f_{wu} を周波数比較部19C及び周波数比較部20Cに出力し、周波数 f_{uv} 、 f_{vw} 、 f_{wu} を演算するために検出した各相間電圧のゼロクロス点に関する情報を相順比較部52に出力する。

[0072] 電圧検出部14Cは、第1の実施形態に係る電圧検出部14と同様に、電圧検出器5Cにより検出された電圧の瞬時値に基づいて、各相間電圧 V_{uv} 、 V_{vw} 、 V_{wu} を演算する。ここで、相間電圧 V_{uv} は、U相とV相の間の電圧を、相間電圧 V_{vw} は、V相とW相の間の電圧を、相間電圧 V_{wu} は、W相とU相の間の電圧をそれぞれ表しているものとする。電圧検出部14

Cは、演算した相間電圧 V_{uv} 、 V_{vw} 、 V_{wu} を電圧比較部18Cに出力する。

[0073] 相順設定部51には、相順設定値 S_{qs} が設定されている。相順とは、インバータ装置2の出力電圧 V でゼロクロス点が発生する相の順番である。相順設定部51は、相順を相順比較部52に出力する。ここでは、相順は、U相、V相、W相の順番とし、相順設定値 S_{qs} も同じ順番で設定されているものとする。

[0074] 相順比較部52には、周波数検出部13Cから出力された各相間電圧のゼロクロス点に関する情報及び相順設定部51に設定されている相順設定値 S_{qs} が入力される。相順比較部52は、各相間電圧のゼロクロス点に基づいて決定された相順 S_q が相順設定値 S_{qs} と一致しているか否かを判断する。一致している場合は、相順比較部52は、故障検出部25Cに正常として‘0’を示す信号を出力する。一致していない場合は、相順比較部52は、故障検出部25Cに相順異常として‘1’を示す信号を出力する。なお、各相間電圧のゼロクロス点から相順 S_q を決定する演算は、周波数検出部13Cで行ってもよい。

[0075] 電圧比較部18Cは、電圧検出部14Cにより検出された各相間電圧 V_{uv} 、 V_{vw} 、 V_{wu} と電圧低下検出設定部15に設定されている電圧低下設定値 V_s を、それぞれ第1の実施形態と同様に比較する。電圧比較部18Cは、各相間電圧 V_{uv} 、 V_{vw} 、 V_{wu} についての比較結果を多数決判定回路53に出力する。

[0076] 多数決判定回路53～55は、入力された複数の情報のうち過半数以上の情報を出力する回路である。例えば、多数決判定回路53～55は、‘0’か‘1’をとる二値変数を示す3つの信号が入力される場合、2つ以上の信号が‘1’を示していれば、‘1’を出力し、そうでない場合、‘0’を出力する。

[0077] 多数決判定回路53は、電圧比較部18Cから入力された比較結果に基づいて、電圧低下異常か否かについて判断する。多数決判定回路53は、3つ

の相間電圧 V_{uv} , V_{vw} , V_{wu} のうち少なくとも 2 以上が電圧低下設定値 V_s よりも低ければ、電圧低下異常と判断する。即ち、下記の 3 つの不等式のうち 2 つ以上が成り立てば、電圧低下異常と判断し、そうでなければ、正常と判断する。多数決判定回路 53 は、電圧低下異常と判断した場合は、‘0’を示す信号を、正常と判断した場合は、‘1’を示す信号を、NOT 演算回路 21 及び AND 演算回路 23 に出力する。

$$[0078] \quad V_{uv} < V_s, \quad V_{vw} < V_s, \quad V_{wu} < V_s$$

周波数比較部 19C は、周波数検出部 13C により検出された各相間電圧の周波数 f_{uv} , f_{vw} , f_{wu} と周波数低下検出設定部 16 に設定されている周波数低下設定値 f_{s1} を、それぞれ第 1 の実施形態と同様に比較する。周波数比較部 19C は、各周波数 f_{uv} , f_{vw} , f_{wu} についての比較結果を多数決判定回路 54 に出力する。

[0079] 多数決判定回路 54 は、周波数比較部 19C から入力された比較結果に基づいて、周波数低下異常であるか否かについて判断する。多数決判定回路 54 は、3 つの周波数 f_{uv} , f_{vw} , f_{wu} のうち少なくとも 2 以上が周波数低下設定値 f_{s1} よりも低ければ、周波数低下異常と判断し、そうでなければ、正常と判断する。即ち、下記の 3 つの不等式のうち 2 つ以上が成り立てば、周波数低下異常と判断し、そうでなければ、正常と判断する。多数決判定回路 54 は、周波数低下異常と判断した場合は、‘0’を示す信号を、正常と判断した場合は、‘1’を示す信号を、NOT 演算回路 22 及び AND 演算回路 23 に出力する。

$$[0080] \quad f_{uv} < f_{s1}, \quad f_{vw} < f_{s1}, \quad f_{wu} < f_{s1}$$

周波数比較部 20C は、周波数検出部 13C により検出された各相間電圧の周波数 f_{uv} , f_{vw} , f_{wu} と過周波数検出設定部 17 に設定されている過周波数設定値 f_{s2} を、それぞれ第 1 の実施形態と同様に比較する。周波数比較部 20C は、各周波数 f_{uv} , f_{vw} , f_{wu} についての比較結果を多数決判定回路 55 に出力する。

[0081] 多数決判定回路 55 は、周波数比較部 20C から入力された比較結果に基

づいて、過周波数異常であるか否かについて判断する。多数決判定回路 55 は、3つの周波数 f_{uv} 、 f_{vw} 、 f_{wu} のうち少なくとも2以上が過周波数設定値 f_{s2} よりも高ければ、過周波数異常と判断し、そうでなければ、正常と判断する。即ち、下記の3つの不等式のうち2つ以上が成り立てば、過周波数異常と判断し、そうでなければ、正常と判断する。多数決判定回路 55 は、過周波数異常と判断した場合は、‘1’を示す信号を、正常と判断した場合は、‘0’を示す信号を、故障検出部 25 に出力する。

[0082] $f_{uv} > f_{s2}$ 、 $f_{vw} > f_{s2}$ 、 $f_{wu} > f_{s2}$

故障検出部 25C は、NOT 演算回路 21、NOT 演算回路 22、XOR 演算回路 24、相順比較部 52、及び多数決判定回路 55 のそれぞれから受信する信号に基づいて、故障を検出する。故障検出部 25C は、受信した信号のうちいずれかが‘1’を示す信号（即ち、異常を示す信号）であれば故障と判断する。故障検出部 25C は、故障を検出すると、故障信号 NG をインバータ装置 2 に出力する。

[0083] 本実施形態によれば、第1の実施形態に係る作用効果に加え、以下の作用効果を得ることができる。

[0084] 検出した各相のゼロクロス点に基づいて決定される相順 S_q が予め設定されている相順設定値 S_{qs} と一致しているか否かを監視することで、インバータ装置 2 の異常を検出することができる。また、多数決判定回路 53～55 を用いて、異常を判断することで、異常の誤検出を抑えることができる。これらにより、監視装置 1C による異常検出の信頼性を高めることができる。

[0085] (第5の実施形態)

図6は、本発明の第5の実施形態に係るドライブシステム 10D の構成を示す構成図である。

[0086] ドライブシステム 10D は、図1に示す第1の実施形態に係るドライブシステム 10 において、監視装置 1 を監視装置 1D に代えたものである。監視装置 1D は、3台の監視装置 1、101、102 を配置し、多数決回路 56

を追加したものである。その他の点は、第１の実施形態と同様である。監視装置１０１、１０２は監視装置１と同じ装置である。多数決回路５６は、第４の実施形態に係る多数決回路５３～５５と同じものである。

[0087] ３台の監視装置１、１０１、１０２は、電圧検出器５に、異なる線間電圧を入力し、別々に監視を行う。各監視装置１、１０１、１０２の故障検出部２５の故障出力信号ＮＧ１～ＮＧ３を多数決判定回路５６に入力する。多数決判定回路５６は、３つの故障検出部２５の出力のうち少なくとも２以上が‘１’を示す信号（即ち、異常を示す信号）であれば故障と判断する。多数決判定回路２６は故障信号ＮＧをインバータ装置２に出力する。

[0088] 本実施形態によれば、第１の実施形態に係る作用効果に加え、以下の作用効果を得ることができる。

[0089] 検出した相間電圧ごとに監視装置１、１０１、１０２を別々に配置し、多数決判定回路５６を用いて、異常を判断することで、異常の誤検出を抑えることができる。これらにより、監視装置１Ｄによる異常検出の信頼性を高めることができる。

[0090] （第６の実施形態）

図７は、本発明の第６の実施形態に係るドライブシステム１０Ｅの構成を示す構成図である。

[0091] ドライブシステム１０Ｅは、図１に示す第１の実施形態に係るドライブシステム１０において、監視装置１を監視装置１Ｅに代えたものである。監視装置１Ｅは、第４の実施形態に係る電圧検出器５Ｃ、及び監視回路６Ｅを備える。監視回路６Ｅは、第１の実施形態に係る監視回路６において、故障検出部２５を故障検出部２５Ｅに代え、周波数検出部１３及び電圧検出部１４を第４の実施形態に係る周波数検出部１３Ｃ及び電圧検出部１４Ｃにそれぞれ代え、電圧比較部１８、周波数比較部１９、及び周波数比較部２０を、電圧比較部１８Ｅ、周波数比較部１９Ｅ、及び周波数比較部２０Ｅにそれぞれ代え、第４の実施形態に係る相順設定部５１及び相順比較部５２、電圧変動検出設定部６１、周波数変動検出設定部６２、電圧差比較部６３、及び周波

数差比較部 64 を追加したものである。その他の点は、第 1 の実施形態と同様である。

[0092] 電圧比較部 18 E は、電圧検出部 14 C により検出された各相間電圧 V_{uv} , V_{vw} , V_{wu} と電圧低下検出設定部 15 に設定されている電圧低下設定値 V_s をそれぞれ比較して、少なくとも 1 つの相間電圧 V_{uv} , V_{vw} , V_{wu} が電圧低下設定値 V_s よりも低ければ、電圧低下異常と判断する。その他の点は、第 1 の実施形態に係る電圧比較部 18 と同様である。

[0093] 周波数比較部 19 E は、周波数検出部 13 C により検出された各周波数 f_{uv} , f_{vw} , f_{wu} と周波数低下検出設定部 16 に設定されている周波数低下設定値 f_{s1} をそれぞれ比較して、少なくとも 1 つの周波数 f_{uv} , f_{vw} , f_{wu} が周波数低下設定値 f_{s1} よりも低ければ、周波数低下異常と判断する。その他の点は、第 1 の実施形態に係る周波数比較部 19 と同様である。

[0094] 周波数比較部 20 E は、周波数検出部 13 C により検出された各周波数 f_{uv} , f_{vw} , f_{wu} と過周波数検出設定部 17 に設定されている過周波数設定値 f_{s2} をそれぞれ比較して、少なくとも 1 つの周波数 f_{uv} , f_{vw} , f_{wu} が過周波数設定値 f_{s2} よりも高ければ、過周波数異常と判断する。その他の点は、第 1 の実施形態に係る周波数比較部 20 と同様である。

[0095] 相順設定部 51 及び相順比較部 52 による相順異常の検出方法は、第 4 の実施形態と同様である。

[0096] 電圧変動検出設定部 61 には、インバータ装置 2 の出力相間電圧 V_{uv} , V_{vw} , V_{wu} の相互間の大きな変動を検出する閾値となる電圧変動設定値 V_{sv} が設定されている。電圧変動検出設定部 61 は、電圧変動設定値 V_{sv} を電圧差比較部 63 に出力する。

[0097] 周波数変動検出設定部 62 には、インバータ装置 2 の出力相間電圧の周波数 f_{uv} , f_{vw} , f_{wu} の相互間の大きな変動を検出する閾値となる周波数変動設定値 f_{sv} が設定されている。周波数変動検出設定部 62 は、周波数変動設定値 f_{sv} を周波数差比較部 64 に出力する。

[0098] 電圧差比較部 63 は、電圧検出部 14C により検出された相間電圧 V_{uv} 、 V_{vw} 、 V_{wu} の相互間の電圧差の絶対値を演算する。電圧差比較部 63 は、演算した 3 つの電圧差の絶対値と電圧変動検出設定部 61 に設定されている電圧変動設定値 V_{sv} を比較して、電圧変動異常か否かについて判断する。これらの電圧差の絶対値のうち少なくとも 1 つが電圧変動設定値 V_{sv} よりも大きければ、電圧変動異常と判断する。即ち、下記の 3 つの不等式のうち少なくとも 1 つが成り立てば、電圧変動異常と判断し、そうでなければ、正常と判断する。電圧変動異常と判断した場合、電圧差比較部 63 は、‘1’を示す信号を故障検出部 25E に出力する。正常と判断した場合、電圧差比較部 63 は、‘0’を示す信号を故障検出部 25E に出力する。

$$[0099] \quad |V_{uv} - V_{vw}| > V_{sv}, \quad |V_{vw} - V_{wu}| > V_{sv}, \\ |V_{wu} - V_{uv}| > V_{sv}$$

周波数差比較部 64 は、周波数検出部 13C により検出された相間電圧の周波数 f_{uv} 、 f_{vw} 、 f_{wu} の相互間の周波数差の絶対値を演算する。周波数差比較部 64 は、演算した 3 つの周波数差の絶対値と周波数変動検出設定部 62 に設定されている周波数変動設定値 f_{sv} を比較して、周波数変動異常か否かについて判断する。これらの周波数差の絶対値のうち少なくとも 1 つが周波数変動設定値 f_{sv} よりも大きければ、周波数変動異常と判断する。即ち、下記の 3 つの不等式のうち少なくとも 1 つが成り立てば、周波数変動異常と判断し、そうでなければ、正常と判断する。周波数変動異常と判断した場合、周波数差比較部 64 は、‘1’を示す信号を故障検出部 25E に出力する。正常と判断した場合、周波数差比較部 64 は、‘0’を示す信号を故障検出部 25E に出力する。

$$[0100] \quad |f_{uv} - f_{vw}| > f_{sv}, \quad |f_{vw} - f_{wu}| > f_{sv}, \\ |f_{wu} - f_{uv}| > f_{sv}$$

故障検出部 25E は、周波数比較部 20E、NOT 演算回路 21、NOT 演算回路 22、XOR 演算回路 24、相順比較部 52、電圧差比較部 63、及び周波数差比較部 64 のそれぞれから受信する信号に基づいて、故障を検

出する。故障検出部 25 E は、受信した信号のうちいずれかが '1' を示す信号（即ち、異常を示す信号）であれば故障と判断する。故障検出部 25 E は、故障を検出すると、故障信号 NG をインバータ装置 2 に出力する。

[0101] 本実施形態によれば、第 1 の実施形態による作用効果に加え、以下の作用効果を得ることができる。

[0102] 相間電圧 V_{uv} , V_{vw} , V_{wu} の相互間の電圧差及び相間電圧の周波数 f_{uv} , f_{vw} , f_{wu} の相互間の周波数差を監視することで、相間電圧 V_{uv} , V_{vw} , V_{wu} を別々に監視しても検出することのできない異常を検出することができる。

[0103] (第 7 の実施形態)

図 8 は、本発明の第 7 の実施形態に係るドライブシステム 10 F の構成を示す構成図である。

[0104] ドライブシステム 10 F は、図 1 に示す第 1 の実施形態に係るドライブシステム 10 において、監視装置 1 を監視装置 1 F に代え、上位システム 9 を追加したものである。監視装置 1 F は、第 1 の実施形態に係る監視装置 1 の監視回路 6 を、故障検出部 25 から故障検出部 25 F に代え、OR 演算回路 7 1 及び XOR 演算回路 7 2 を追加した監視回路 6 F に代えたものである。その他の点は、第 1 の実施形態と同様である。

[0105] 上位システム 9 は、インバータ装置 2 の制御装置 8 の上位制御系のシステムである。上位システム 9 は、運転指令部 9 1 及び監視指令部 9 2 を備える。

[0106] 運転指令部 9 1 は、インバータ装置 2 の制御装置 8 にドライブシステム 10 F の制御内容などを含む運転指令を送信する。運転指令部 9 1 は、制御装置 8 の運転シーケンス実行部 3 1 と情報の送受信することで、ドライブシステム 10 F の現在の運転状態を把握する。運転指令部 9 1 は、ドライブシステム 10 F の運転状態に基づいて、運転指令の内容を決定する。制御装置 8 は、運転指令部 9 1 から受信した運転指令に従って、ドライブシステム 10 F を制御する。

[0107] 監視指令部 9 2 は、監視条件が成立している場合に、監視装置 1 F に監視指令を出力する。監視条件が成立しているかどうかは、インバータ装置 2 の監視指令部 3 3 と同様に、インバータ装置 2 が監視される状態にあるか否かで決定される。監視条件は、監視装置 1 F による監視が正常に行えないような要因が無ければ成立する。例えば、監視指令部 9 2 は、運転指令部 9 1 から受信するインバータ装置 2 及び電動機 3 の運転状態に基づいて、監視条件が成立しているか否かを判断する。監視条件が成立している場合は、監視指令部 9 2 は、監視装置 1 F に監視指令を出力する。監視条件が成立していない場合は、監視指令部 9 2 は、監視装置 1 F に監視指令を出力しない。ここで、監視指令部 9 2 は、監視指令を出力する場合は、監視指令信号 C 2 を ‘1’ にして送信し、監視指令を出力しない場合は、監視指令信号 C 2 を ‘0’ にして送信する。

[0108] OR 演算回路 7 1 には、インバータ装置 2 から受信した監視指令信号 C 1 及び上位システム 9 から受信した監視指令信号 C 2 が入力される。OR 演算回路 7 1 は、入力された 2 つの監視指令信号 C 1, C 2 の論理和を XOR 演算回路 2 4 に出力する。従って、入力された 2 つの監視指令信号 C 1, C 2 のうち少なくとも 1 つが ‘1’ の場合（上位システム 9 又はインバータ装置 2 のうち少なくとも一方が監視指令を出力している場合は、XOR 演算回路 2 4 に ‘1’ が入力され、そうでない場合は、XOR 演算回路 2 4 に ‘0’ が入力される。

[0109] XOR 演算回路 7 2 には、インバータ装置 2 から受信した監視指令信号 C 1 及び上位システム 9 から受信した監視指令信号 C 2 が入力される。XOR 演算回路 7 2 は、入力された 2 つの監視指令信号 C 1, C 2 の排他的論理和を故障検出部 2 5 F に出力する。これにより、インバータ装置 2 から受信した監視指令信号 C 1 と上位システム 9 から受信した監視指令信号 C 2 が一致しない場合、XOR 演算回路 7 2 は、不一致異常として ‘1’ を示す信号を出力し、そうでない場合、正常として ‘0’ を示す信号を出力する。この異常検出では、インバータ装置 2 又は上位システム 9 のいずれか一方に異常が

あるような場合に、この異常を検出できる。

[0110] 故障検出部 25 F は、周波数比較部 20、NOT 演算回路 21、NOT 演算回路 22、XOR 演算回路 24、及び XOR 演算回路 72 のそれぞれから受信する信号に基づいて、故障を検出する。故障検出部 25 F は、受信した信号のうちいずれかが '1' を示す信号（即ち、異常を示す信号）であれば故障と判断する。故障検出部 25 F は、故障を検出すると、故障信号 NG をインバータ装置 2 に出力する。

[0111] 本実施形態によれば、第 1 の実施形態による作用効果に加え、以下の作用効果を得ることができる。

[0112] インバータ装置 2 に、上位システム 9 のような上位制御系の装置がある場合、インバータ装置 2 に内蔵する制御装置 8 による制御と上位システム 9 の制御との整合性を外部装置である監視装置 1 で監視することができる。これにより、ドライブシステム 10 F の制御の信頼性を高めることができる。

[0113] なお、各実施形態において、異常の検出方法については、任意に組み合わせてもよい。監視装置の運用環境に応じて適切な異常検出方法を選択することができる。また、第 4 の実施形態では、多数決判定回路を用いたが、その他の実施形態でも、任意の異常検出で多数決判定回路を用いてもよい。さらに、第 7 の実施形態に係る上位システム 9 は、他の実施形態に適用してもよい。

[0114] 各実施形態では、電圧を検出（測定）する電圧検出器 5、5 C を用いた構成で説明したが、監視対象から出力される電力変換装置の出力を検出するのであれば、出力電流若しくは出力電力などの電気量（大きさ又は周波数など）、又は電力変換装置の出力で動作する電動機の回転数若しくはトルクなどの動作量など、どのような出力量を検出してもよい。

[0115] 各実施形態では、インバータ装置 2、2 B は、監視装置 1 ~ 1 F により検出された故障信号 NG を受信した場合、インバータ回路 7 をゲートブロックしたが、ゲートブロック以外の他の保護動作を実行してもよい。例えば、監視装置 1 ~ 1 F により故障が検出された場合、インバータ装置 2、2 B の出

力を止めるように、直流側又は交流側に設けられた遮断器をトリップするようにしてもよい。

[0116] 多数決判定回路 53～56 は、入力された複数の情報のうち過半数以上の情報を入力する回路としたが、全数が異常の場合のみ異常を入力するようにしてもよい。各実施形態では、インバータを用いて電動機を制御するシステムについて説明したが、電力変換装置（インバータを含む）の出力を制御するシステムであれば、どのような監視対象のシステム及び監視装置でもよい。

[0117] なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 電力変換装置の制御系から独立したハードウェアで構成され、前記電力変換装置を監視する電力変換装置の監視装置であって、
- 前記電力変換装置の出力を検出する出力検出手段と、
- 前記出力検出手段により検出された前記電力変換装置の出力に基づいて、前記電力変換装置の出力を監視する出力監視手段と、
- 前記出力監視手段による監視に基づいて、前記電力変換装置の出力異常を検出する出力異常検出手段と、
- 前記電力変換装置が監視される状態にあるか否かを示す監視信号を受信する監視信号受信手段と、
- 前記出力監視手段による監視及び前記監視信号受信手段から受信した前記監視信号に基づいて、監視異常を検出する監視異常検出手段とを備えることを特徴とする電力変換装置の監視装置。
- [請求項2] 前記出力検出手段は、前記電力変換装置から出力される電気量を検出し、
- 前記出力異常検出手段は、前記出力検出手段により検出された電気量の大きさ及び周波数の異常を検出すること
- を特徴とする請求項1に記載の電力変換装置の監視装置。
- [請求項3] 前記出力異常検出手段は、前記周波数の変化が所定値よりも大きい場合、周波数変化異常を検出すること
- を特徴とする請求項2に記載の電力変換装置の監視装置。
- [請求項4] 前記出力異常検出手段は、前記電気量の前記大きさと前記周波数の比が異常であることを検出すること
- を特徴とする請求項2に記載の電力変換装置の監視装置。
- [請求項5] 前記出力検出手段は、前記電力変換装置から出力される少なくとも3つの電気量を検出し、
- 前記出力異常検出手段は、前記出力検出手段により検出された前記少なくとも3つの電気量のうち過半数、または全数の電気量が異常で

ある場合、前記出力異常を検出すること

を特徴とする請求項 2 に記載の電力変換装置の監視装置。

[請求項6] 前記出力検出手段は、前記電力変換装置から出力される少なくとも 3 つの電氣量を検出し、

前記出力異常検出手段は、前記電氣量ごとの前記出力異常の過半数、または全数が異常である場合、前記出力異常を検出すること
を特徴とする請求項 2 に記載の電力変換装置の監視装置。

[請求項7] 前記出力検出手段は、前記電力変換装置から出力される 3 つの電氣量を検出し、

前記出力異常検出手段は、前記出力検出手段により検出された前記 3 つの電氣量の相互間の差に基づいて、前記出力異常を検出すること
を特徴とする請求項 2 に記載の電力変換装置の監視装置。

[請求項8] 前記電力変換装置の上位制御系から前記電力変換装置が監視される状態にあるか否かを示す上位制御系信号を受信する上位制御系信号受信手段と、

前記監視信号受信手段により受信した前記監視信号の内容と前記上位制御系信号受信手段により受信した前記上位制御系信号の内容が一致しない場合、不一致異常を検出する不一致異常検出手段と
を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置の監視装置。
。

[請求項9] 電力変換装置の制御系から独立したハードウェアで構成され、前記電力変換装置を監視する電力変換装置の監視方法であって、

前記電力変換装置の出力を検出し、

検出した前記電力変換装置の出力に基づいて、前記電力変換装置の出力を監視し、

前記監視に基づいて、前記電力変換装置の出力異常を検出し、

前記電力変換装置が監視される状態にあるか否かを示す監視信号を受信し、

前記監視及び受信した前記監視信号に基づいて、監視異常を検出すること

を含むことを特徴とする電力変換装置の監視方法。

[請求項10]

監視対象の電力変換装置と、

前記電力変換装置の制御系から独立したハードウェアで構成され、
前記電力変換装置を監視する監視装置とを備え、

前記監視装置は、

前記電力変換装置の出力を検出する出力検出手段と、

前記出力検出手段により検出された前記電力変換装置の出力に基づいて、前記電力変換装置の出力を監視する出力監視手段と、

前記出力監視手段による監視に基づいて、前記電力変換装置の出力異常を検出する出力異常検出手段と、

前記電力変換装置が監視される状態にあるか否かを示す監視信号を受信する監視信号受信手段と、

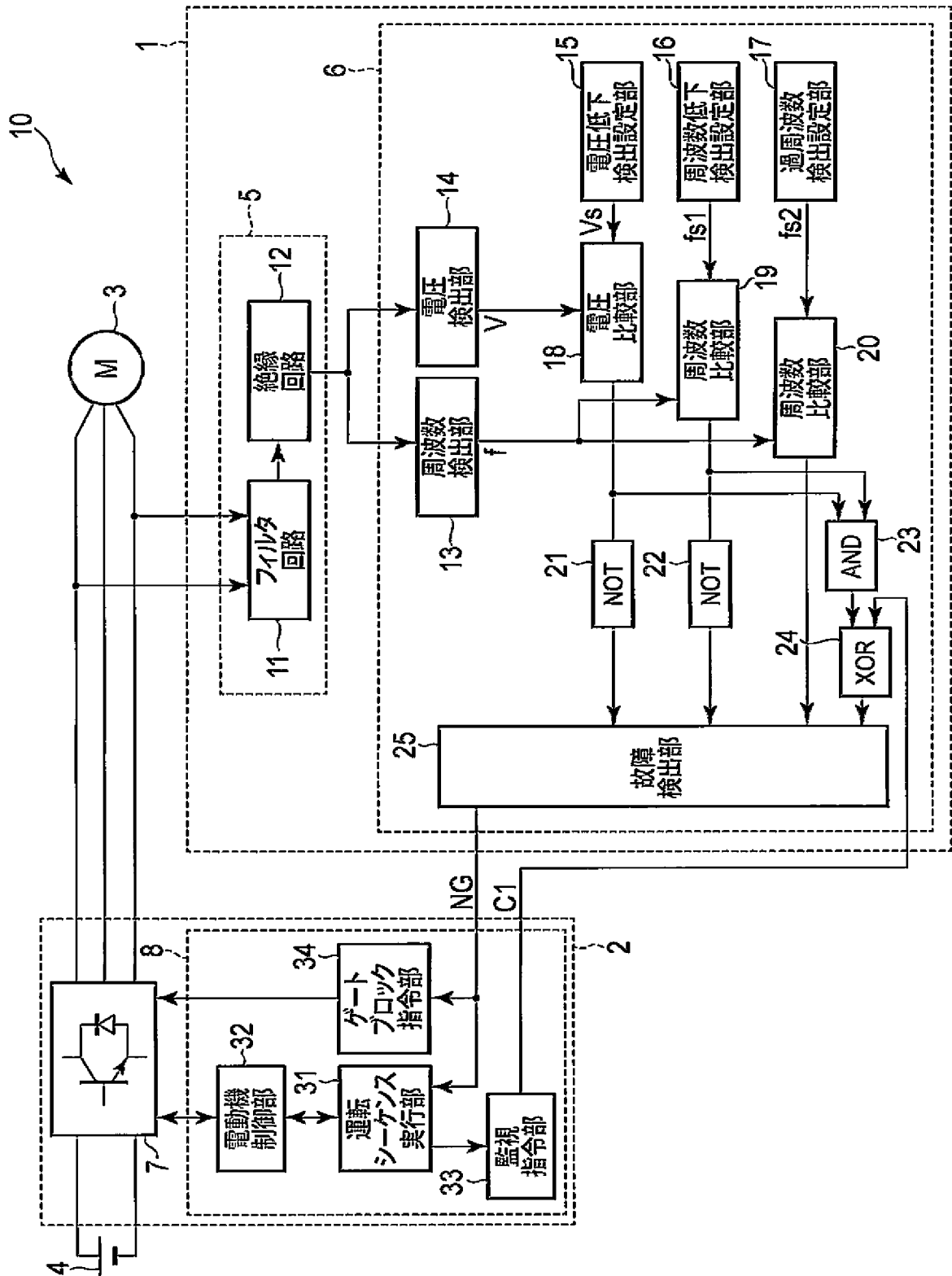
前記出力監視手段による監視及び前記監視信号受信手段から受信した前記監視信号に基づいて、監視異常を検出する監視異常検出手段とを備えること

を特徴とする監視システム。

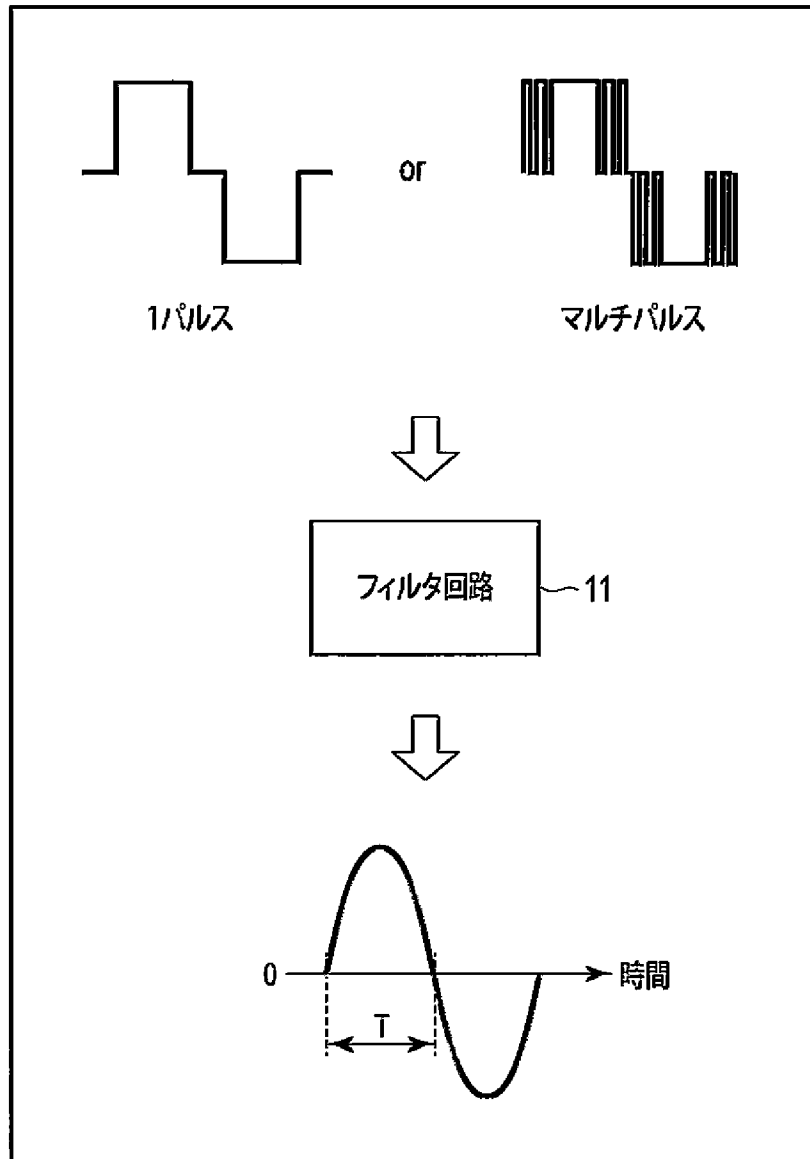
[請求項11]

前記電力変換装置から出力される交流電力により駆動する電動機を備えることを特徴とする請求項10に記載の監視システム。

[図1]

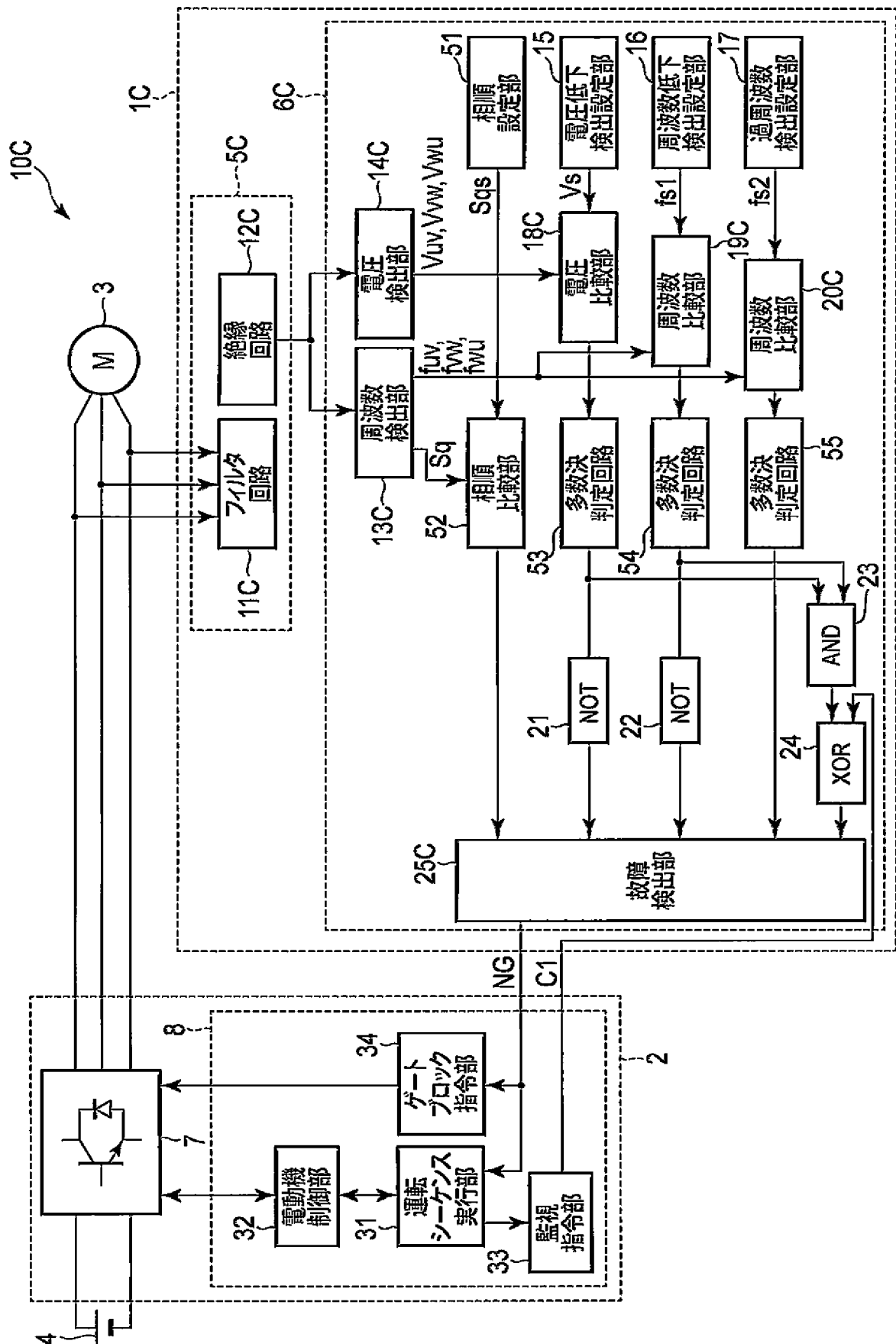


[図2]

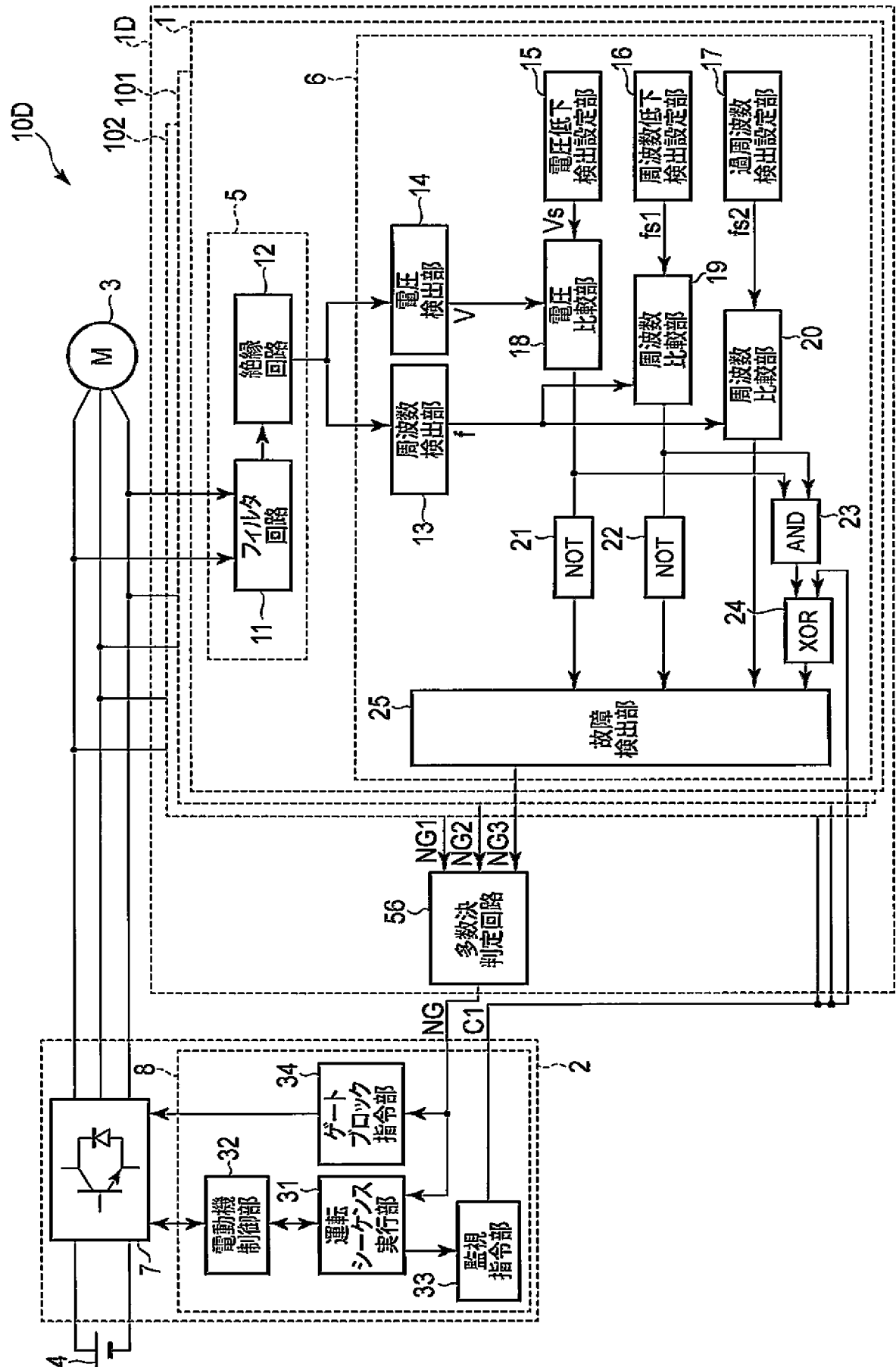


[illegible]

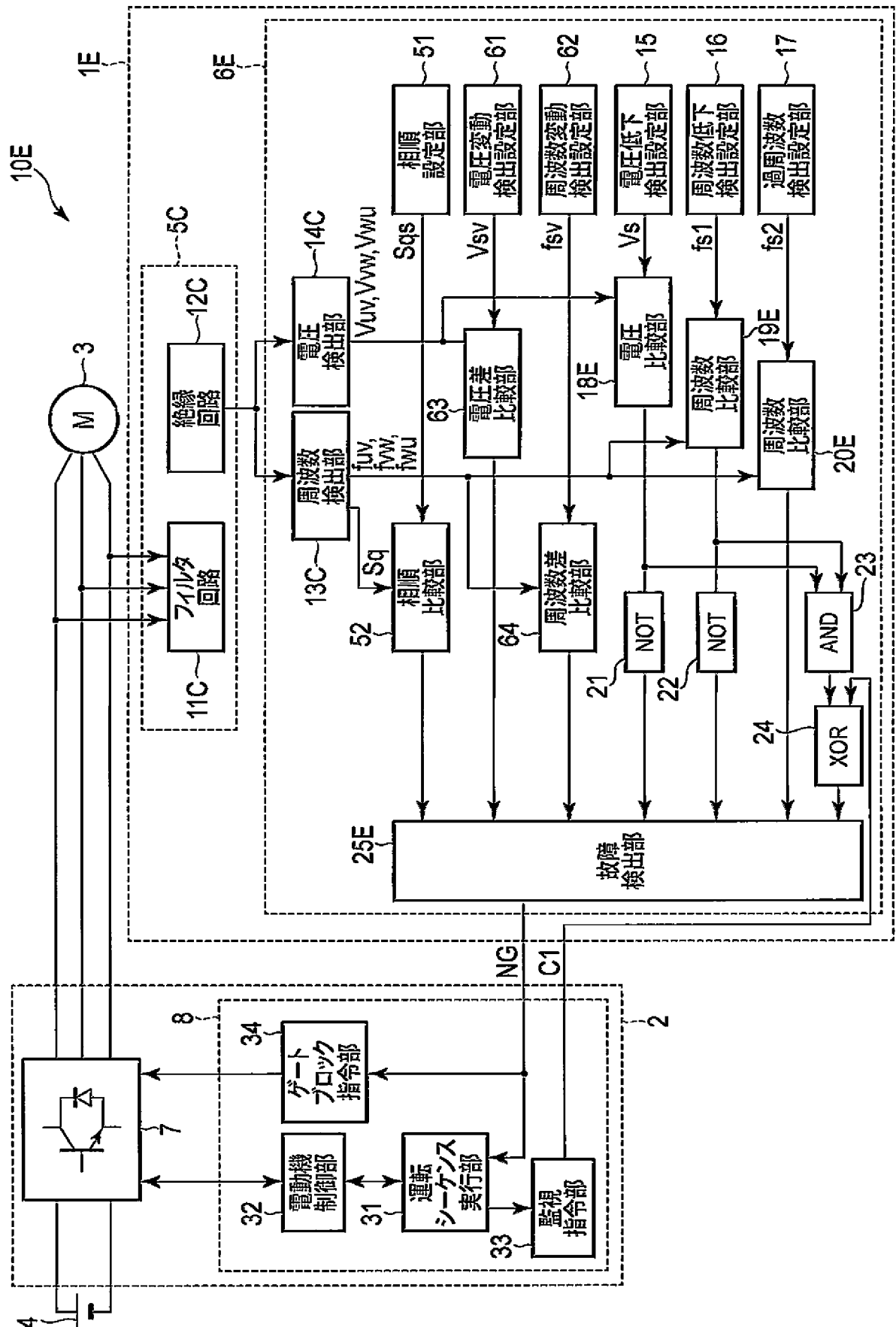
[図5]



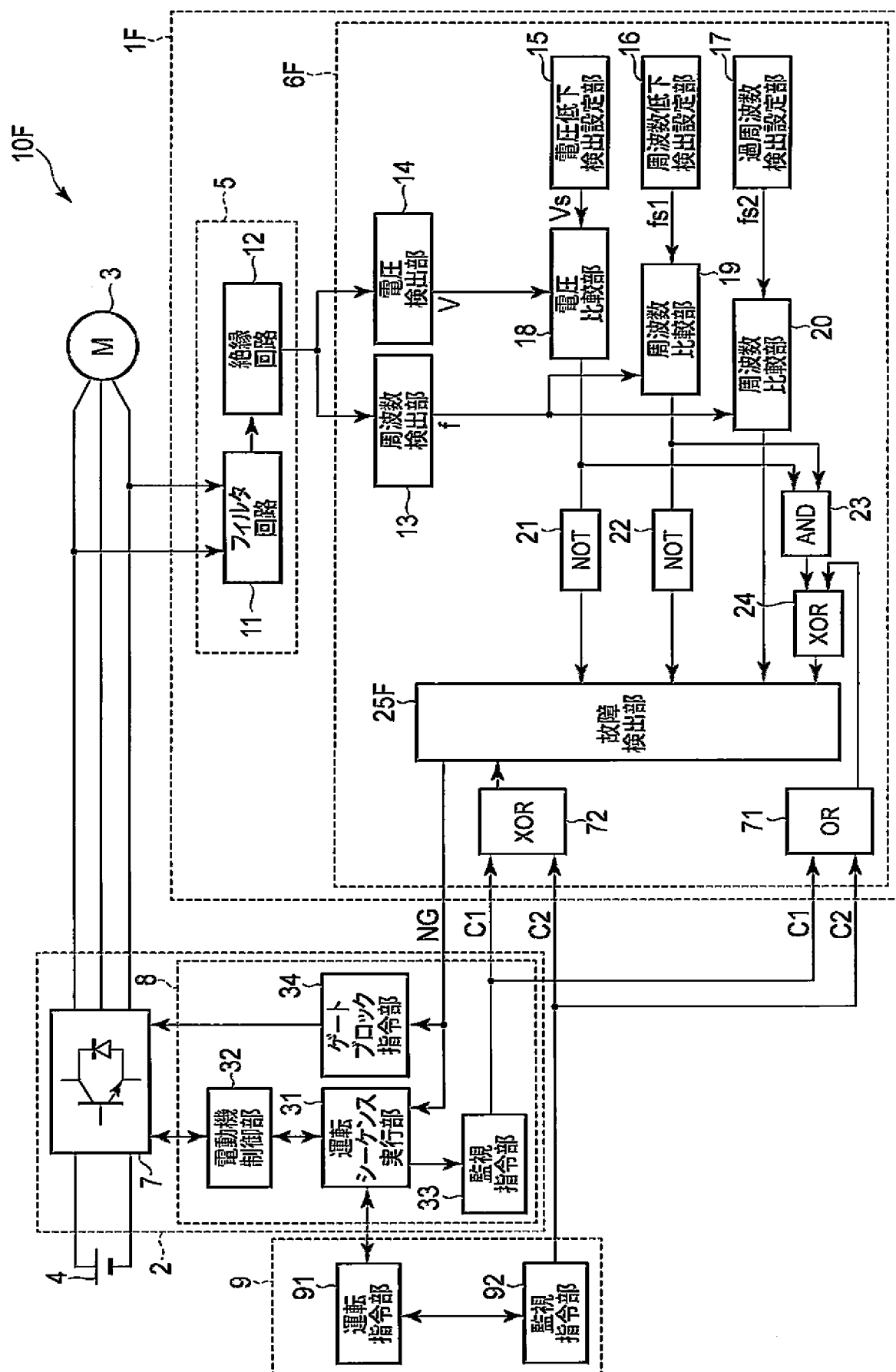
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M7/48 (2007.01) 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)

H02M7/48

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y A	JP 8-223937 A (Toyo Densan Kabushiki Kaisha), 30 August 1996 (30.08.1996), paragraphs [0007] to [0021], [0024]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-7, 9-11 8
Y	JP 2-254923 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 15 October 1990 (15.10.1990), claims; page 2, lower left column, line 2 to page 3, upper left column, line 19; fig. 1 (Family: none)	1-7, 9-11
Y	JP 2013-132135 A (Aisin AW Co., Ltd.), 04 July 2013 (04.07.2013), paragraphs [0037] to [0058]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-7, 9-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 May, 2014 (28.05.14)

Date of mailing of the international search report
10 June, 2014 (10.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056967

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-115094 A (Toshiba Corp.), 20 May 2010 (20.05.2010), paragraphs [0002] to [0006]; fig. 4 (Family: none)	2-7
Y	JP 2001-37242 A (Toshiba Corp.), 09 February 2001 (09.02.2001), paragraphs [0036] to [0044]; fig. 3 (Family: none)	5-7
A	JP 2005-175741 A (Mitsubishi Electric Corp.), 30 June 2005 (30.06.2005), paragraphs [0083] to [0086] & US 2005/0128671 A1	8
A	JP 2012-5229 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 05 January 2012 (05.01.2012), paragraphs [0049] to [0052] & US 2011/0310644 A1 & EP 2398141 A2 & CN 102291082 A	8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M7/48(2007.01)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（I P C））

Int.Cl. H02M7/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
Y A	JP 8-223937 A（東洋電産株式会社）1996.08.30, 【0007】 - 【0021】, 【0024】, 第1-3図（ファミリーなし）	1 - 7, 9 - 1 1 8
Y	JP 2-254923 A（富士電機株式会社）1990.10.15, 特許請求の範囲, 第2ページ左下欄第2行-第3ページ左上欄第19行, 第1図（ファミリーなし）	1 - 7, 9 - 1 1

☒ 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

2 8 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

西山 智宏

3 V

3 1 1 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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
Y	JP 2013-132135 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2013. 07. 04, 【0037】 - 【0058】, 第 1-7 図 (ファミリーなし)	1 - 7 , 9 - 1 1
Y	JP 2010-115094 A (株式会社東芝) 2010. 05. 20, 【0002】 - 【0006】, 第 4 図 (ファミリーなし)	2 - 7
Y	JP 2001-37242 A (株式会社東芝) 2001. 02. 09, 【0036】 - 【0044】, 第 3 図 (ファミリーなし)	5 - 7
A	JP 2005-175741 A (三菱電機株式会社) 2005. 06. 30, 【0083】 - 【0086】 & US 2005/0128671 A1	8
A	JP 2012-5229 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2012. 01. 05, 【0049】 - 【0052】 & US 2011/0310644 A1 & EP 2398141 A2 & CN 102291082 A	8