

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-61164
(P2009-61164A)

(43) 公開日 平成21年3月26日(2009.3.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
DO6F 33/02 (2006.01)	DO6F 33/02 E	3B155
HO2P 6/12 (2006.01)	HO2P 6/02 371P	5H560
HO2P 6/16 (2006.01)	HO2P 6/02 371N	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2007-232727 (P2007-232727)
(22) 出願日 平成19年9月7日(2007.9.7)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(71) 出願人 502285664
東芝コンシューマエレクトロニクス・ホールディングス株式会社
東京都千代田区外神田二丁目2番15号
(71) 出願人 503376518
東芝ホームアプライアンス株式会社
東京都千代田区外神田二丁目2番15号
(74) 代理人 100071135
弁理士 佐藤 強
(72) 発明者 細糸 強志
大阪府茨木市太田東芝町1番6号 東芝家電製造株式会社内

最終頁に続く

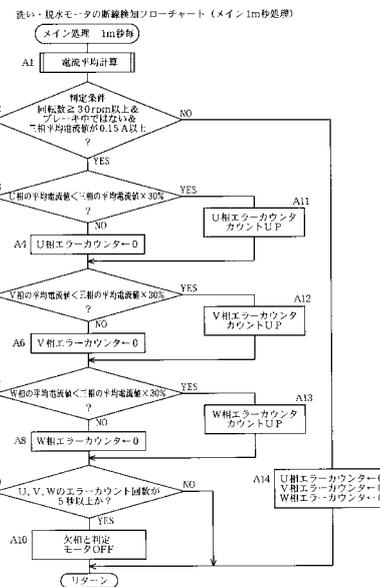
(54) 【発明の名称】ランドリー機器

(57) 【要約】

【課題】モータの欠相検出を低コストで確実に行うことができるランドリー機器を提供する。

【解決手段】洗濯乾燥機の制御回路は、インバータ回路よりドラムモータに出力される三相電流のうち、一相の電流値が他の二相の電流値に比較して所定値以下となる状態が所定継続した場合に断線を検出する(ステップA3~A13)。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

洗濯に関連した運転動作を行うための回転駆動力を発生させる三相ブラシレスDCモータと、PWM制御方式インバータと、前記モータの三相電流を個別に検出する電流検出手段と、前記モータをベクトル制御する制御手段と、前記モータの断線を検出する断線検出手段と、前記断線検出手段により断線が検出されると当該モータの回転を停止させると共に、所定条件が成立した場合は異常報知を行う異常処理手段とを備えるランドリー機器において、

前記断線検出手段は、前記三相電流のうち、一相の電流値が他の二相の電流値に比較して所定値以下となる状態が所定時間継続した場合に断線を検出することを特徴とするランドリー機器。

10

【請求項 2】

前記断線検出手段は、前記インバータのPWM出力電圧が所定値以上であり、且つ前記三相全ての電流値が所定値以下である場合に断線を検出することを特徴とする請求項1記載のランドリー機器。

【請求項 3】

洗濯に関連した運転動作を行うための回転駆動力を発生させる三相ブラシレスDCモータと、PWM制御方式インバータと、前記モータの三相電流を個別に検出する電流検出手段と、前記モータをベクトル制御する制御手段と、前記モータの断線を検出する断線検出手段と、前記断線検出手段により断線が検出されると当該モータの回転を停止させると共に、所定条件が成立した場合は異常報知を行う異常処理手段とを備えるランドリー機器において、

20

前記断線検出手段は、前記三相電流のうち、一相の電流値が他の二相の電流値に比較して所定値以下となる状態が所定時間継続した場合、又は前記インバータのPWM出力電圧が所定値以上であり、且つ前記三相全ての電流値が所定値以下である場合に断線を検出することを特徴とするランドリー機器。

【請求項 4】

前記異常処理手段は、

前記異常報知を行った場合はその異常発生情報を不揮発性メモリに記憶させ、

電源が再投入された場合は最初に前記不揮発性メモリを読み出し、前記異常発生情報が記憶されている場合は、以降の運転動作を禁止することを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載のランドリー機器。

30

【請求項 5】

前記断線検出手段は、前記電流検出手段により検出される電流値について、前記モータの回転に伴う電流の変化周期よりも長い時間に亘る平滑化処理を行った上で判定を行うことを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載のランドリー機器。

【請求項 6】

前記モータの回転が停止した場合に、当該モータの回転異常判定を行う回転異常判定手段を備え、

前記断線検出手段は、前記回転異常判定手段により回転異常が判定された場合に、断線検出を行うことを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載のランドリー機器。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、モータの断線を検出する機能を備えた、例えば洗濯機や乾燥機のようなランドリー機器に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、インバータを構成するスイッチング素子の故障やモータを含む駆動部の断線異常を検出する技術として、例えば特許文献1に開示されているように、モータの停止時

50

に各相に通電を行い、発生した電流値に基づいて異常判定するものがある。この技術は比較的単純で検知の確実性も高く、更に通常のモータ制御回路に対して特別な回路を付加する必要もないことから低コストで実施可能であり、広く実施されている。

【0003】

しかしながら、この方式では原理的に、モータが回転している状態では異常が検知できない問題がある。また、特許文献1では空気調和機に適用することを想定しているが、洗濯機などでは事情が異なり、ドラムなどの回転槽が回転している場合に発生する振動により配線が傷つく可能性が高く、動作中に断線が発生すると次回に電源を再投入して使用を開始するまでの間、そのままの状態が継続されてしまう。

【0004】

特許文献2には、コンプレッサの欠相(断線)を検出する場合、インバータ電源に三相交流電源を使用し、各相電源電流の差が所定値より大きくなると欠相異常を検出するようにしている。しかしながら、一般に家庭用を始めとする洗濯機や乾燥機は単相交流電源を使用するものが殆どであるため、特許文献2の技術は適用することができない。また、特許文献2では、検出を行うポイントがモータの欠相とは直接結び付かない電源側であるため、検出の確実性に欠ける問題がある。更に、電流を検出するためにカレントトランスのような専用の手段が必要となるため、コストアップも問題となる。

【0005】

特許文献3には、空気調和機においてインバータ回路の母線電流をカレントトランスによって検出し、そのリップル変動の大きさにより異常を検出する技術が開示されている。しかしながら、この技術では、リップル変動が比較的大きくなった場合、それが欠相のような異常要因により発生しているのか、モータの負荷変動のように正常な動作範囲の要因により発生しているのか、判別が困難であるという問題がある。

【0006】

例えば洗濯機の場合、洗い運転や脱水運転に使用されるモータは、衣類のアンバランスなどにより負荷変動が大きくなるため、特許文献3の技術は適用できない。また、乾燥機の場合も、使用されるコンプレッサは空気調和機とは異なり、冷媒がより高温・高圧の状態になってコンプレッサに還流されるため、やはり負荷変動が大きくなることから、特許文献3の技術は適用できない。

【0007】

特許文献4は、特許文献2の改良を図ったもので、インバータ回路の直流母線電流の変動を検出する際に、電流の変動を周波数に変換する回路を設け、欠相時に周波数が低下したことを捉えて検出を行うことで、特許文献2のように三相交流電源に限定される点や専用の電流検出器が必要となる問題点が解消されている。しかしながら、電流-周波数変換を行う回路が必要な点でのコストアップは避けられない。また、モータに正弦波通電を行うベクトル制御方式では、通常状態での電流変動が少なくなることから、誤検出が発生するおそれもある。

【0008】

特許文献5は、洗濯機に関するもので、異常検出を行う方式が幾つか開示されている。その中の1つに、インバータ回路を構成する下アーム側スイッチング素子がONの状態では、電流検出手段により検知される電流の値が「0」になった場合に異常と判断して、インバータの動作を停止させるものがある。

【特許文献1】特開平06-205599号公報

【特許文献2】特開昭63-228916号公報

【特許文献3】特開平04-156222号公報

【特許文献4】特開平03-261395号公報

【特許文献5】特開平10-145960号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

10

20

30

40

50

しかしながら、特許文献 5 の上記技術を実際に行って評価してみたところ、電流検知手段の S / N 比が悪く、電流値が「0」となった状態を捉えて判定を行うことはできなかった。例えば洗濯機では、洗い運転や脱水運転におけるモータの負荷範囲が広い為、電流値は数 10 mA ~ 10 A 程度まで変化する。そして、電流値が大きい場合には当然にノイズも大きくなる傾向を示すため、幅広い電流検出レンジ内で良好に検出を行うには独自の方式が必要である。

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、モータの欠相検出を低コストで確実に行うことができるランドリー機器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

請求項 1 記載のランドリー機器は、洗濯に関連した運転動作を行うための回転駆動力を発生させる三相ブラシレス DC モータと、PWM 制御方式インバータと、前記モータの三相電流を個別に検出する電流検出手段と、前記モータをベクトル制御する制御手段と、前記モータの断線を検出する断線検出手段と、前記断線検出手段により断線が検出されると当該モータの回転を停止させると共に、所定条件が成立した場合は異常報知を行う異常処理手段とを備えるものにおいて、

前記断線検出手段は、前記三相電流のうち、一相の電流値が他の二相の電流値に比較して所定値以下となる状態が所定継続した場合に断線を検出することを特徴とする。

すなわち、断線が発生した相の電流は、その他の健全な相の電流よりも減少した状態が続くことになる。したがって、各相間における電流を相対的に比較することで断線が検出可能となる。

【0011】

請求項 3 記載のランドリー機器は、洗濯に関連した運転動作を行うための回転駆動力を発生させる三相ブラシレス DC モータと、PWM 制御方式インバータと、前記モータの三相電流を個別に検出する電流検出手段と、前記モータをベクトル制御する制御手段と、前記モータの断線を検出する断線検出手段と、前記断線検出手段により断線が検出されると当該モータの回転を停止させると共に、所定条件が成立した場合は異常報知を行う異常処理手段とを備えるものにおいて、

前記断線検出手段は、前記三相電流のうち、一相の電流値が他の二相の電流値に比較して所定値以下となる状態が所定時間継続した場合、又は前記インバータの PWM 出力電圧が所定値以上であり、且つ前記三相全ての電流値が所定値以下である場合に断線を検出することを特徴とする。

すなわち、インバータの出力電圧がある程度のレベルに達しているのに対して、各相の電流値が極めて低い場合には、インバータ、モータ間が、断線の発生により高抵抗状態（ハイインピーダンス状態）にあることが推定される。したがって、請求項 1 と同様の断線検出方式と併せて、断線を多様に検出できる。

【発明の効果】

【0012】

請求項 1 記載のランドリー機器によれば、検出される電流にノイズが重畳される場合でも、インバータ、モータ間の断線を確実に検出することができる。

請求項 3 記載のランドリー機器によれば、インバータ、モータ間の断線をより多様に検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明をヒートポンプ式洗濯乾燥機（ランドリー機器）に適用した一実施例につき、図面を参照して説明する。まず、図 18 において、外箱 1 の内部には、水槽 2 が複数の支持装置 3 により弾性支持されて水平状態に配設されている。この水槽 2 の内部には、これと同軸状態で回転ドラム 4 が回転可能に配設されている。この回転ドラム 4 は、周側壁及び後壁に通風孔を兼ねる脱水孔 4a（一部のみ図示）を多数有して、洗濯槽、脱水槽及び乾燥室としても機能する。なお、回転ドラム 4 の内周面には、複数のバッフル 4

10

20

30

40

50

b (1 個のみ図示) が設けられている。

【 0 0 1 4 】

上記外箱 1、水槽 2 及び回転ドラム 4 において、いずれも前面部 (図中、右側部) には、洗濯物出し入れ用の開口部 5、6 及び 7 をそれぞれ有しており、そして開口部 5 と開口部 6 とは、弾性変形可能なベロー 8 によって水密に連通接続されている。また、外箱 1 の開口部 5 には、これを開閉する扉 9 が設けられている。また、前記回転ドラム 4 は、背面部に回転軸 10 を有しており、この回転軸 10 は、軸受 (図示せず) に支持されて、水槽 2 の背面部の外側に取付けられた運転用モータとしてのアウトロータ型の三相ブラシレス DC モータからなるドラムモータ (洗い・脱水モータ) 11 により回転駆動される。

【 0 0 1 5 】

外箱 1 の底板 1 a には、複数の支持部材 12 を介してケーシング 13 が支持されており、そのケーシング 13 の右端部上部及び左端部上部には、吐出口 13 a 及び吸入口 13 b がそれぞれ形成されている。また、底板 1 a には、ヒートポンプ (冷凍サイクル) 14 の圧縮機 15 が設置されている。更に、ケーシング 13 内には、ヒートポンプ 14 の凝縮器 16 及び蒸発器 17 が右側から左側に向け順に設置されているとともに、右端部に位置して送風ファン 18 が配設されている。図 19 には、各部を冷媒循環用のパイプ 80 で接続したヒートポンプ 14 の構成を示しており、この図では、冷媒の流量を調整する調整弁 81 も示している。なお、ケーシング 13 における蒸発器 17 の下方に位置する部位には、皿状の水受け部 13 c が形成されている。

【 0 0 1 6 】

水槽 2 において、前面部の上部には、吸気口 19 が形成され、背面部下部には、排気口 20 が形成されている。吸気口 19 は、直線状ダクト 21 及び伸縮自在な連結ダクト 22 を介してケーシング 13 の吐出口 13 a に接続されている。また、排気口 20 は、環状ダクト 23 及び伸縮自在の連結ダクト 24 を介してケーシング 13 の吸入口 13 b に接続されている。環状ダクト 23 は、水槽 2 の背面部の外側に取付けられており、ドラムモータ 11 と同心円状をなすように形成されている。すなわち、環状ダクト 23 の入口側が排気口 20 に接続され、出口側が連結ダクト 24 を介して吸入口 13 b に接続されている。そして、上記ケーシング 13、連結ダクト 22、直線状ダクト 21、吸気口 19、排気口 20、環状ダクト 23 及び連結ダクト 24 は、空気循環経路 25 を構成する。

【 0 0 1 7 】

外箱 1 内において、その後方上部には、三方弁からなる給水弁 26 が配設され、また、前方上部には、洗剤投入器 26 a が配設されている。給水弁 26 は、その入水口が給水ホースを介して水道の蛇口に接続され、第 1 の出水口が洗い用給水ホース 26 b を介して洗剤投入器 26 a の上段の入水口に接続され、第 2 の出水口がすすぎ用給水ホース 26 c を介して洗剤投入器 26 a の下段の入水口に接続されるように構成されている。そして、洗剤投入器 26 a の出水口は、水槽 2 の上部に形成された給水口 2 a に給水ホース 26 d を介して接続されている。

【 0 0 1 8 】

水槽 2 の底部の後方の部位には、排水口 2 b が形成されており、この排水口 2 b は、排水弁 27 a を介して排水ホース 27 に接続されている。なお、排水ホース 27 の一部は伸縮自在になっている。そして、ケーシング 13 の水受け部 13 c は、排水ホース 28 及び逆止弁 28 a を介して排水ホース 27 の途中部位に接続されている。

【 0 0 1 9 】

外箱 1 の前面上部には操作パネル部 29 が設けられており、この操作パネル部 29 には、図示はしないが、表示器及び各種の操作スイッチが設けられている。また、前記操作パネル部 29 の裏面には、制御回路 (制御手段、電流検出手段、断線検出手段、異常処理手段、回転異常判定手段) 30 が設けられている。制御回路 30 は、マイクロコンピュータで構成されており、操作パネル部 29 の操作スイッチの操作に応じて給水弁 26、ドラムモータ 11 及び排水弁 27 a を制御し、洗い、すすぎ及び脱水の洗濯運転や、ドラムモータ 11 及び圧縮機 15 を駆動する三相ブラシレス DC モータからなる圧縮機モータ 31 (

10

20

30

40

50

コンプレッサモータ，図 15 参照) を制御することで乾燥運転を実行する。

【 0 0 2 0 】

図 15 は、ドラムモータ 1 1 及び圧縮機モータ 3 1 の駆動系を概略的に示すものである。インバータ回路 (P W M 制御方式インバータ) 3 2 は、6 個の I G B T (半導体スイッチング素子) 3 3 a ~ 3 3 f を三相ブリッジ接続して構成されており、各 I G B T 3 3 a ~ 3 3 f のコレクタ - エミッタ間には、フライホイールダイオード 3 4 a ~ 3 4 f が接続されている。

下アーム側の I G B T 3 3 d、3 3 e、3 3 f のエミッタは、シャント抵抗 (電流検出手段) 3 5 u、3 5 v、3 5 w を介してグランドに接続されている。また、I G B T 3 3 d、3 3 e、3 3 f のエミッタとシャント抵抗 3 5 u、3 5 v、3 5 w との共通接続点は、夫々レベルシフト回路 3 6 を介して制御回路 3 0 に接続されている。尚、ドラムモータ 1 1 の巻線 1 1 u ~ 1 1 w には最大で 7 A 程度流れるので、シャント抵抗 3 5 u ~ 3 5 w の抵抗値は、例えば 0 . 2 2 Ω に設定されている。

10

【 0 0 2 1 】

レベルシフト回路 3 6 はオペアンプなどを含んで構成され、シャント抵抗 3 5 u ~ 3 5 w の端子電圧を増幅すると共にその増幅信号の出力範囲が正側に収まるように (例えば、0 ~ + 3 . 3 V) バイアスを与える。また、過電流比較回路 3 8 は、インバータ回路 3 2 の上下アームが短絡した場合、回路の破壊を防止するために過電流検出を行なう。

【 0 0 2 2 】

インバータ回路 3 2 の入力側には駆動用電源回路 3 9 が接続されている。駆動用電源回路 3 9 は、1 0 0 V の交流電源 4 0 を、ダイオードブリッジで構成される全波整流回路 4 1 及び直列接続された 2 個のコンデンサ 4 2 a、4 2 b により倍電圧全波整流し、約 2 8 0 V の直流電圧をインバータ回路 3 2 に供給する。インバータ回路 3 2 の各相出力端子は、ドラムモータ 1 1 の各相巻線 1 1 u、1 1 v、1 1 w に接続されている。

20

【 0 0 2 3 】

制御回路 3 0 は、レベルシフト回路 3 6 を介して得られるモータ 1 1 の巻線 1 1 u ~ 1 1 w に流れる電流 $I_{a u} \sim I_{a w}$ を検出し、その電流値に基づいて 2 次側の回転磁界の位相 及び回転角速度 を推定すると共に、三相電流を直交座標変換及び d q (direct - quadrature) 座標変換して励磁電流成分 I_d 、トルク電流成分 I_q を得る。

そして、制御回路 3 0 は外部より速度指令が与えられると、推定した位相 及び回転角速度 並びに電流成分 I_d 、 I_q に基づいて電流指令 $I_{d ref}$ 、 $I_{q ref}$ を生成し、それを電圧指令 V_d 、 V_q に変換すると直交座標変換及び三相座標変換を行なう。最終的には、駆動信号が P W M 信号として生成され、インバータ回路 3 2 を介してモータ 1 1 の巻線 1 1 u ~ 1 1 w に出力される。

30

【 0 0 2 4 】

第 1 電源回路 4 3 は、インバータ回路 3 2 に供給される約 2 8 0 V の駆動用電源を降圧して 1 5 V の制御用電源を生成して制御回路 3 0 及び駆動回路 4 4 に供給するようになっている。また、第 2 電源回路 4 5 は、第 1 電源回路 4 3 によって生成された 1 5 V 電源より 3 . 3 V 電源を生成し、制御回路 3 0 に供給する三端子レギュレータである。高圧ドライバ回路 4 6 は、インバータ回路 3 2 における上アーム側の I G B T 3 3 a ~ 3 3 c を駆動するために配置されている。

40

【 0 0 2 5 】

また、モータ 1 1 のロータには、起動時に使用するための回転位置センサ 8 2 が配置されており、回転位置センサ 8 2 が出力するロータの位置信号は、制御回路 3 0 に与えられている。すなわち、モータ 1 1 の起動時において、ロータ位置の推定が可能となる回転速度 (例えば、約 3 0 r p m) までは、回転位置センサ 8 2 を使用してベクトル制御を行い、上記回転速度に達した以降は、回転位置センサ 8 2 を使用しないセンサレスベクトル制御に切り替える。

【 0 0 2 6 】

そして、圧縮機モータ 3 1 については、ドラムモータ 1 1 の駆動系と対称な構成が配置

50

されている。即ち、圧縮機モータ 3 1 は、インバータ回路 (P W M 制御方式インバータ) 4 7 によって駆動され、その下アーム側にはシャント抵抗 (電流検出手段) 4 8 u ~ 4 8 w が挿入されている。それらのシャント抵抗 4 8 u ~ 4 8 w の端子電圧は、レベルシフト回路 4 9 を介して制御回路 3 0 に与えられ、また、過電流比較回路 5 0 によって過電流検出のための比較が行なわれる。制御回路 3 0 は、駆動回路 5 1 及び高圧ドライバ回路 5 2 を介してインバータ回路 4 7 を駆動する。但し、圧縮機モータ 3 1 の巻線 3 1 u ~ 3 1 w に流れる電流はドラムモータ 1 1 に比較して最大で 2 A 程度と小さいため、シャント抵抗 4 8 a ~ 4 8 c の抵抗値は例えば 0 . 0 3 3 に設定されている。

【 0 0 2 7 】

また、電源回路 3 9 の出力端子とグランドとの間には、抵抗素子 8 3 a , 8 3 b の直列回路が接続されており、それらの共通接続点は、制御回路 3 0 の入力端子に接続されている。制御回路 3 0 は、抵抗素子 8 3 a , 8 3 b により分圧されたインバータ回路 3 2 , 4 7 の入力電圧を読み込み、 P W M 信号デューティを決定するための基準とする。

【 0 0 2 8 】

図 1 6 は、制御回路 3 0 が、ドラムモータ 1 1 並びに圧縮機モータ 3 1 について行なうセンサレスベクトル制御の機能ブロックを示す図である (但し、ドラムモータ 1 1 側のみ図示する) 。この構成は、例えば特開 2 0 0 3 - 1 8 1 1 8 7 号公報などに開示されているものと同様であり、ここでは概略的に説明する。尚、図 1 6 において、 () はモータ 1 1 の各相に対応する電気角 1 2 0 度間隔の三相 (U V W) 座標系を直交変換した直交座標系を示し、 (d , q) は、モータ 1 1 のロータの回転に伴い回転している 2 次磁束の座標系を示す。

【 0 0 2 9 】

減算器 6 2 には、速度指令出力部 6 0 より目標速度指令 ref が被減算値として、エスティメータ (Estimator) 6 3 により検出されたモータ 1 1 の検出速度 v が減算値として与えられ、減算器 6 2 の減算結果は、速度 P I (Proportional-Integral) 制御部 6 5 に与えられる。速度 P I 制御部 6 5 は、目標速度指令 ref と検出速度 v との差分量に基づいて P I (比例積分) 制御を行い、 q 軸電流指令値 I_{qref} と d 軸電流指令値 I_{dref} とを生成して減算器 6 6 q 、 6 6 d に被減算値として夫々出力する。

【 0 0 3 0 】

尚、ベクトル制御を行なう場合、 d 軸電流指令値 I_{dref} は基本的に “ 0 ” に設定されて全界磁制御によりモータ 1 1 を駆動するが、脱水運転時の高速回転領域では、回転数をより上昇させるため指令値 I_{dref} を負の値に設定して弱め開示制御を行う。減算器 6 6 q 、 6 6 d には、 d/q 変換部 6 7 より出力される q 軸電流値 I_q 、 d 軸電流値 I_d が減算値として夫々与えられ、減算結果は、電流 P I 制御部 6 8 q 、 6 8 d に夫々与えられる。尚、速度 P I 制御部 6 5 における制御周期は 1 m 秒に設定されている。

【 0 0 3 1 】

電流 P I 制御部 6 8 q 、 6 8 d は、 q 軸電流指令値 I_{qref} と d 軸電流指令値 I_{dref} との差分量に基づいて P I 制御を行い、 q 軸電圧指令値 V_q 及び d 軸電圧指令値 V_d を生成して d/q 変換部 6 9 に出力する。 d/q 変換部 6 9 には、エスティメータ 6 3 によって検出された 2 次磁束の回転位相角 (ロータ位置角) θ が与えられ、その回転位相角に基づいて電圧指令値 V_d 、 V_q を電圧指令値 V_u 、 V_v に変換する。

【 0 0 3 2 】

d/q 変換部 6 9 が出力する電圧指令値 V_u 、 V_v は、 $U/V/W$ 変換部 7 0 により三相の電圧指令値 V_u 、 V_v 、 V_w に変換されて出力する。電圧指令値 V_u 、 V_v 、 V_w は、切換スイッチ 7 1 u 、 7 1 v 、 7 1 w の一方の固定接点 7 1 u a 、 7 1 v a 、 7 1 w a に与えられ、他方の固定接点 7 1 u b 、 7 1 v b 、 7 1 w b には、初期パターン出力部 7 6 より出力される電圧指令値 V_{us} 、 V_{vs} 、 V_{ws} が与えられる。切換スイッチ 7 1 u 、 7 1 v 、 7 1 w の可動接点 7 1 u c 、 7 1 v c 、 7 1 w c は、 P W M 形成部 7 3 の入力端子に接続されている。

【 0 0 3 3 】

10

20

30

40

50

PWM形成部73は、電圧指令値 V_{us} 、 V_{vs} 、 V_{ws} 又は V_u 、 V_v 、 V_w に基づいて15.6kHzのキャリア(三角波)を変調した各相のPWM信号 $V_{up}(+,-)$ 、 $V_{vp}(+,-)$ 、 $V_{wp}(+,-)$ をインバータ回路32に出力する。PWM信号 $V_{up} \sim V_{wp}$ は、例えばモータ11の各相巻線11u、11v、11wに正弦波状の電流が通電されるよう、正弦波に基づいた電圧振幅に対応するパルス幅の信号として出力される。

【0034】

A/D変換部74は、IGBT33d~33fのエミッタに現れる電圧信号をA/D変換した電流データ I_{au} 、 I_{av} 、 I_{aw} をUVW/ $\alpha\beta$ 変換部75に出力する。UVW/ $\alpha\beta$ 変換部75は、三相の電流データ I_{au} 、 I_{av} 、 I_{aw} を所定の演算式に従って直交座標系の2軸電流データ I_u 、 I_v に変換する。そして、2軸電流データ I_u 、 I_v をdq変換部67に出力する。

10

dq変換部67は、ベクトル制御時にはエスティメータ63よりモータ11のロータ位置角 θ を得ることで、所定の演算式に従って2軸電流データ I_u 、 I_v を回転座標系(d、q)上のd軸電流値 I_d 、q軸電流値 I_q に変換すると、それらを前述のようにエスティメータ63及び減算器66d、66qに出力する。

【0035】

エスティメータ63は、q軸電圧指令値 V_q 、d軸電圧指令値 V_d 、q軸電流値 I_q 、d軸電流値 I_d に基づいてロータの位置角 θ 及び回転速度 ω を推定し、各部に出力する。ここで、モータ11は、起動時には、初期パターン出力部76による起動パターンが印加され強制転流が行われる。ベクトル制御の開始以降は、エスティメータ63が起動されてドラムモータ11のロータの位置角 θ 及び回転速度 ω が推定される。

20

【0036】

切換え制御部78は、PWM形成部73より与えられるPWM信号のデューティ情報に基づいて切換スイッチ71の切換えを制御する。尚、以上の構成において、インバータ回路32を除く構成は、制御回路30のソフトウェアによって実現されている機能をブロック化したものである。ベクトル制御における電流制御周期は例えば128 μ 秒に設定されている。

【0037】

また、図17は、制御回路30により制御されるその他の周辺回路を示すブロック図である。ドア制御回路84は、ドアロック指令が与えられると扉9のロックを行う。また、扉9の開閉状態を示す信号を制御回路30に出力する。乾燥運転用のファンモータ85は、動作指令及び回転数指令に応じて送風ファン18を駆動すると共に、回転数信号を制御回路30に出力する。力率改善回路86は、図15では図示しないが全波整流回路41の入力側に配置される昇圧チョッパ回路を含んで構成され、電源回路39の電流波形が正弦波に近づくように、電流波形のゼロクロス点を基準として与えられる駆動パルスに応じてスイッチング動作を行う。

30

【0038】

基板用の冷却ファンモータ87は、制御回路30等が搭載されている回路基板を送風冷却するファンを駆動する。水位センサ88は、回転ドラム4の水位を検出してパルス信号を制御回路30に出力する。ドレインポンプ駆動回路89は、与えられる駆動指令に応じて乾燥運転時の結露水を排出するためのドレインポンプを駆動すると共に、排水時の水位検知信号を制御回路30に出力する。商用周波数生成回路90は、トライアックの駆動タイミングを得るため商用交流電源より抽出した周波数(50/60Hz)をACパルスとして制御回路30に出力する。

40

【0039】

乾燥フィルタ有無検知回路91は、空気循環経路25中に配置される糸くず等の除去用フィルタが所定位置にセットされているか否かを検知し、フィルタの有無に応じた信号を制御回路30に出力する。入力電流検出回路92は、圧縮機15側のインバータ回路47について入力が過大となった場合に保護を行うため、入力電流に応じた電圧を出力する。

冷媒系の温度検知用回路93には、凝縮器(コンデンサ)16、蒸発器(エバポレータ

50

）17の入口及び出口の温度を検知するものや、吐出管に配置されているサーミスタなどがある。また、空気系の温度検知用回路94には、外気温や循環空気のドラム4への入口及びドラム4から出口の温度を検知するものがある。これらの温度検知用回路93, 94の検知信号は、制御回路30に出力される。

【0040】

フラッシュ書き込み用通信端子95は、制御回路30が内蔵しているフラッシュROM（プログラムメモリ）に対して外部よりシリアル通信により書き込みを行うための端子である。不揮発性メモリ96は、例えばEEPROMやFRAM（登録商標）などであり、制御回路30がシリアル通信により読み書きを行う。循環ポンプ駆動回路97は、洗濯運転時において、回転ドラム4内の洗濯物に洗浄水を振りかけるため、与えられる駆動指令に応じて洗浄水を汲み上げる循環ポンプを駆動する。

10

【0041】

給水弁駆動回路98, 排水弁駆動回路99, ソフター弁駆動回路100は、与えられる開閉指令に応じて、給水弁26, 排水弁27a, 図示しない柔軟剤の投入を行うためのソフター弁をそれぞれ開閉する。風呂水くみ上げポンプ駆動回路101は、与えられる駆動指令に応じて風呂水くみ上げ用のDCモータを駆動し、冷媒流量弁駆動回路102は、与えられる流量指令に応じて流量調整弁80を駆動する。

【0042】

次に、本実施例の作用について図1乃至図14も参照して説明する。尚、洗濯運転や乾燥運転などの基本的な制御内容については、例えば特開2006-116066号公報に開示されているので省略する。以下では、本願発明の要旨である断線検知処理を、ドラムモータ11側と、圧縮機モータ31とに分けて説明する。

20

【0043】

<ドラムモータ11側の断線検出処理>

先ず、ドラムモータ11側の処理について図1乃至図7を参照して説明する。図6は、インバータ回路32とドラムモータ（洗濯・乾燥モータ）11との間の配線を、V相だけ断線させた場合に観測される三相電流波形を示すものである（0.38A/DIV）。この図から明らかなように、断線した場合でも他相のノイズの回り込みなどの影響により、電流値は「0」を示さないことが判る。また、図7は、同じ状態について、三相電流につき0.3秒間の移動平均をとった波形を示す（0.15A/DIV）。このように、V相電流の平均値も「0」にならないことが明らかである。本発明では、断線が発生した場合にインバータ回路32の出力電流に現れるこのような現象を捉えることで断線検出を行う。

30

【0044】

図1乃至図5は、制御回路30による断線検出処理を示すフローチャートである。図1は1m秒周期で実行されるメインルーチンであり、図2は、128μ秒毎に発生する割込み時に実行される電流検出処理である。図2においては、インバータ回路32の下アーム側IGBT33d~33fがONしている期間に電流を検出するため、最大出力値を示さない相がU, V相か（ステップA16）又はV, W相か（ステップA18）を判断し、ステップA16で（YES）と判断するとU, V相の電流値をA/D変換して読み込み（ステップA17）、ステップA18で（YES）と判断するとV, W相の電流値をA/D変換して読み込む（ステップA19）。また、ステップA18で「NO」と判断した場合は最大出力値を示す相がV相であるから、U, W相の電流値をA/D変換して読み込む（ステップA20）。

40

尚、ベクトル制御においては、A/D変換の対象外となる相の電流は、三相電流の和が「0」となる関係から演算により求められるが、欠相が発生した場合はその関係が成立しなくなるため、ここでの処理では実際にA/D変換した2相の電流だけを用いる。

【0045】

図1は、モータ11が回転している状態で断線が発生したことを検出することを目的とする。先ずステップA1では、各相電流の平均値を計算するが、その処理の詳細は図3に

50

示されている。ステップ A 2 1 ~ A 2 3 では、U, V, W 相の電流の平均値を、電流の絶対値の 0.3 秒間の移動平均として算出する（平滑化処理）。

ここで、移動平均期間の 0.3 秒は、電流の変化周期よりも長い期間として設定されており、電流の変化周期としては、モータ 1 1 が回転する際の電気角周期や、負荷や回転数の変動に伴うものがある。インバータ回路 3 2 の出力電流又は PWM 出力電圧が大きくなるのに伴いノイズの発生レベルも上昇するが、検出電流値を移動平均により平滑化することでノイズの発生状態に応じた適切な値が得られ、誤判定を防止できる。

【0046】

そして、最後のステップ A 2 4 では、ステップ A 2 1 ~ A 2 3 で求めた U, V, W 相の電流の平均値を加算して 1/3 にすることで、三相電流の平均値を計算する。

図 1 のステップ A 2 では、断線（欠相）を判定するための適切な条件が成立しているか否かを判断する。上記の判定条件は、

- (1) モータ 1 1 の回転数が 30 rpm 以上
- (2) モータ 1 1 のブレーキ動作中ではない
- (3) ステップ A 2 4 で求めた三相電流の平均値が 0.15 A 以上

であり、これらの 3 条件が全て成立すると「YES」と判断する。また、これらの何れか 1 つでも成立していない場合は「NO」、後述する U, V, W 各相に対応するエラーカウンタをゼロクリアして（ステップ A 1 4）処理を終了する。

【0047】

ステップ A 2 で「YES」と判断すると、U, V, W 各相電流の平均値が、三相電流の平均値の 30% よりも小さいか否かを、ステップ A 3, A 5, A 7 でそれぞれ判断する。そして、これらの各ステップで「YES」と判断すると、各相に対応するエラーカウンタをインクリメントし（ステップ A 1 1, A 1 2, A 1 3）、「NO」と判断するとエラーカウンタをゼロクリアする（ステップ A 4, A 6, A 8）。

【0048】

それから、ステップ A 9 において、U, V, W 各相に対応するエラーカウンタの何れか 1 つの値が、5 秒以上に相当するカウント値（5000 カウント）に達したか否かを判断し、「NO」と判断すれば処理を終了する。一方「YES」と判断すると、対応する相の電流値が他相の電流値に比較して低下した状態が所定時間継続したことになり、対応する相が欠相したと判定してモータ 1 1 の駆動を停止（OFF）させる（ステップ A 1 0）。すなわち、ステップ A 9 で「YES」と判断する場合は、図 7 に示した電流波形の状態（V 相が欠相）に対応するもので、欠相した相電流の平均値は、三相電流の平均値に比較して明らかに小さくなる。

【0049】

図 4 は、モータ 1 1 が停止している状態で断線を検出する処理を示す。この処理は、図 1 のメインルーチンが 20 回実行される毎に、すなわち 20 m 秒周期で実行される。先ず、モータ 1 1 について、始動不良、過電流、過電圧、欠相（ステップ A 1 0 による）、回転停止などの、何れかのエラーが発生しているかを判定する（ステップ A 3 1）。何れかのエラーが発生していれば（YES）、モータ 1 1 は回転が停止した状態にあるので、後述するステップ A 3 7 において再始動処理（リトライ）が実行される。

【0050】

続くステップ A 3 2 では、上記リトライの回数が 24 回以上に達したか否かを判断し、24 回未満であれば（NO）、エラー状態を解除してモータ 1 1 をブレーキモード（モード 1）にセットして（ステップ A 3 3）リターンする。すると、次回の実行時には、ステップ A 3 1 で「NO」、ステップ A 3 5 で「YES」と判断し、ブレーキ動作が終了していれば（ステップ A 3 6, YES）、モータ 1 1 の再始動を行うと共にリトライ回数のカウンタをインクリメントして（ステップ A 3 7）リターンする。

また、ステップ A 3 2 において、リトライの回数が 24 回以上に達した場合は（YES）、モード 2 をセットし、d 軸電流指令 Idref を 5 A の固定値にセットして（ステップ A 3 4）リターンする。すると、次回の実行時には、ステップ A 3 1, A 3 5 で「NO」、

10

20

30

40

50

ステップ A 3 8 で「 Y E S 」と判断し、断線再確認動作を行う（ステップ A 3 9）。

【 0 0 5 1 】

図 5 は、ステップ A 3 9 の詳細を示す。ここでのステップ A 4 4 ~ A 4 9 , A 5 4 ~ A 5 6 の処理は、図 1 におけるステップ A 3 ~ A 8 , A 1 1 ~ A 1 3 の処理と同様に行われるが、各相のエラーカウンタは異なるもの（エラー 2 カウンタ）となっている。そして、ステップ A 4 9 , A 5 6 の実行後は、三相の平均電流値が 1 A 未満か否かを判断して（ステップ A 5 0）、1 A 以上であれば（ N O ）全相エラー 2 カウンタをゼロクリアし（ステップ A 5 1）、1 A 未満であれば（ Y E S ）全相エラー 2 カウンタをインクリメントする（ステップ A 5 7）。

【 0 0 5 2 】

続くステップ A 5 2 では、U , V , W 各相電流並びに三相電流のエラー 2 カウンタのカウント値の何れか 1 つ以上が 2 . 5 秒以上に相当する値（ 1 2 5 カウント）に達しているか否かを判断し、達していなければリターンする。2 . 5 秒以上に達している場合は（ Y E S ）、三相電流が不平衡状態にあるか、又は三相電流の全てが低い状態にあるので欠相と判定する（ステップ A 5 3）。ここでは、モータ 1 1 の回転を停止させ、操作パネル 2 9 に対応するエラー表示を行い、不揮発性メモリ 9 6 に欠相が発生したことを示す情報を書き込んで記憶させる。そして、修理等の処置が行われなまま洗濯乾燥機に電源が再投入された場合、制御回路 3 0 は、不揮発性メモリ 9 6 を読み出して欠相の発生情報が記憶されているか否かを判断する。上記情報が記憶されている場合は、以降の洗濯運転を禁止する。

【 0 0 5 3 】

再び図 4 を参照する。ステップ A 3 9 の実行後は、モータ 1 1 に同一の通電角で通電を行い（ステップ A 4 0）、その状態で 5 秒が経過すると（ Y E S ）、通電角を 1 2 0 度ずつずらした 3 種類の角度での通電が終了したか否かを判断する（ステップ A 4 1）。3 種類の角度による通電が終了していなければ（ N O ）、次のステップ A 4 2 で通電角を + 1 2 度ずらすように設定し、リターンする。

【 0 0 5 4 】

すなわち、モータ 1 1 のエラーの原因が、たとえば回転ドラム 4 内部での洗濯物のアンバランスに起因する一時的な回転停止である場合には、リトライを実行することでモータ 1 1 は再起動する可能性がある。しかし、2 相以上の欠相が発生している場合はモータ 1 1 の再起動は不能であるから、ステップ A 4 1 において「 Y E S 」と判断され、この時点で断線が発生したことが確定される（ステップ A 4 3）。

【 0 0 5 5 】

< 圧縮機モータ 3 1 側の断線検出処理 >

次に、圧縮機モータ 3 1 側の処理について、図 8 乃至図 1 4 を参照して説明する。図 1 3 は、インバータ回路 3 2 と圧縮機モータ 3 1 との間の配線を、U 相だけ断線させた場合に観測される三相電流波形を示すものである（ 5 A / D I V ）。圧縮機モータ 3 1 の場合、検出される電流値のレベルがドラムモータ 1 1 の場合よりも高いため、S / N 比が高く、電流値の低下状態が比較的明瞭に観測される。

【 0 0 5 6 】

また、図 1 4 は、圧縮機モータ 3 1 の U , V 相を断線させた場合の三相合成の出力電圧波形と（ 1 1 0 V / D I V ）、三相合成の出力電流波形（ 0 . 7 5 A / D I V ）を示すものである。2 相が欠相すれば圧縮機モータ 3 1 の回転は停止し、三相合成電流は低下する。その電流が低下したことに応じて、制御回路 3 0 は、圧縮機モータ 3 1 の出力電圧をより高くするように電圧指令を与えるので、この時は、抵抗素子 8 3 a , 8 3 b により検出される最大電圧付近に達する。

圧縮機モータ 3 1 の場合、ドラムモータ 1 1 のように内部に回転センサ 8 2 のようなセンサを配置することができないため、断線により圧縮機モータ 3 1 の回転が停止しても、その停止状態をセンサにより直接的に検出することができない。そこで、本実施例では、図 1 3 , 図 1 4 に示す現象を捉えることで圧縮機モータ 3 1 の断線検出を行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

図 8 乃至図 1 2 は、制御回路 3 0 による断線検出処理を示すフローチャートであり、ドラムモータ 1 1 の処理を示す図 1 , 図 3 乃至図 5 に対応する。尚、電流検出処理は、図 2 と同様に 1 2 8 μ 秒毎に行われる。図 8 は 1 m 秒周期で実行されるメインルーチンであり、ステップ B 1 ~ B 1 4 は、基本的に図 1 のステップ A 1 ~ A 1 4 に対応する処理（速度制御中の処理）である。ステップ B 1 の詳細は図 9 に開示されているが、ステップ B 2 1 ~ B 2 3 では、U , V , W 相の電流の平均値を、電流の絶対値の 0 . 1 秒間の移動平均として算出しており、ステップ B 2 4 では、ステップ B 2 1 ~ B 2 3 で求めた各相電流の平均値を加算して 1 / 3 にすることで、三相電流の平均値を計算する。

【 0 0 5 8 】

続くステップ B 2 5 では、三相電圧の平均値を計算するが、ここでは、電圧指令 V_{dref} , V_{qref} の実効値について 0 . 1 秒間の移動平均を算出する。尚、ここで計算しているのは、図 1 4 に示す三相合成電圧波形と同じものであり、図 1 4 の波形は、制御回路 3 0 が演算した結果を D / A 変換して外部に出力した波形を観測したものである。

【 0 0 5 9 】

図 8 のステップ B 2 における判定条件は、

- (1) モータ 3 1 の回転数が 3 0 r p s 以上
- (2) ステップ B 2 4 で求めた三相電流の平均値が 0 . 5 A 以上

の 2 つとなっている。そして、ステップ B 1 0 , B 1 4 の実行後は、ステップ B 1 5 において、2 本以上の欠相判定処理を行う。

【 0 0 6 0 】

図 1 0 は、ステップ B 1 5 の詳細を示す。先ず、三相電圧の平均値を三相電流の平均値で除すことで、インバータ回路 4 7 の出力端子から見たモータ 3 1 の巻線を含む抵抗値を計算すると（ステップ B 3 1 ）、ステップ B 2 と同様の判定を再度行う（ステップ B 3 2 ）。条件が双方共に成立しない場合は（NO）、全相エラーカウンタをゼロクリアして（ステップ B 3 7 ）リターンする。

【 0 0 6 1 】

一方、条件が双方共に成立すると（ステップ B 3 2 , YES）、ステップ B 3 1 で計算した抵抗値が 5 以上か否かを判断し、5 未満であれば（NO）ステップ B 3 7 に移行する。抵抗値が 5 以上の場合は（YES）全相エラーカウンタをインクリメントして（ステップ B 3 4 ）、そのカウンタ値が 5 秒以上に相当する値になると（ステップ B 3 5 , YES）、欠相と判定しモータ 3 1 の回転を停止させる（ステップ B 3 6 ）。すなわち、ステップ B 3 5 で「YES」と判断する場合は、図 1 4 に示した電圧、電流波形の状態に対応する。

【 0 0 6 2 】

図 1 1 は、圧縮機モータ 3 1 を停止状態から起動する場合の「位置決め」「強制転流」期間に、1 m 秒毎に行う処理である（図 8 に対応する「速度制御」は、「強制転流」の後に実行される）。先ず、強制転流の実行中か否かを判断し（ステップ B 4 1 ）、実行前の段階であれば（NO）U , V , W 各相のエラー 2 カウンタをゼロクリアする（ステップ B 5 3 ）。強制転流の実行中であれば（YES）、U , V , W 各相電流の平均値が、d 軸電流指令値 I_{dref} の 3 0 % よりも小さいか否かを、ステップ B 4 2 , B 4 4 , B 4 6 でそれぞれ判断する。そして、これらの各ステップで「YES」と判断すると、各相に対応するエラー 2 カウンタをインクリメントし（ステップ B 5 0 , B 5 1 , B 5 2 ）、「NO」と判断するとエラー 2 カウンタをゼロクリアする（ステップ B 4 3 , B 4 5 , B 4 7 ）。

【 0 0 6 3 】

それから、ステップ B 4 8 において、U , V , W 各相に対応するエラー 2 カウンタの何れか 1 つの値が、5 秒以上に相当するカウント値に達したか否かを判断し、「NO」と判断すれば処理を終了する。一方「YES」と判断すると、対応する相が欠相したと判定してモータ 3 1 の駆動を停止させる（ステップ B 4 9 ）。すなわち、ステップ B 4 8 で「YES」と判断する場合は、図 1 3 に示した電流波形の状態（U 相が欠相）に対応する。

10

20

30

40

50

尚、図 8 のステップ B 1 0 , 図 1 1 のステップ B 4 9 の何れかで断線が判定され、モータ 3 1 が停止された場合は、例えば 1 分程度のインターバルを置いた後に「位置決め」「強制転流」を再試行する(リトライ)。

【0064】

図 1 2 は、最終的な断線判定処理を示すもので 2 0 m 秒毎に実行される。最初のステップ B 5 4 では、上記のステップ B 1 0 , B 4 9 の何れかで断線判定がなされているか否かを判断し、断線判定が有れば(Y E S)判定回数カウンタをインクリメントする(ステップ B 5 5)。

そして、上記カウンタのカウント値が 3 回以上であれば(ステップ B 5 6 , Y E S)、欠相判定を確定させて操作パネル 2 9 に対応するエラー表示を行い、不揮発性メモリ 9 6 に欠相が発生したことを示す情報を書き込んで記憶させる(ステップ B 5 7)。この場合もドラムモータ 1 1 のケースと同様に、修理等の処置が行われなまま洗濯乾燥機に電源が再投入された場合、制御回路 3 0 は、不揮発性メモリ 9 6 を読み出して欠相の発生情報が記憶されているか否かを判断し、上記情報が記憶されている場合は以降の洗濯運転を禁止する。

【0065】

以上のように本実施例によれば、洗濯乾燥機の制御回路 3 0 は、インバータ回路 3 2 よりドラムモータ 1 1 に出力される三相電流、また、インバータ回路 4 7 より圧縮機モータ 3 1 に出力される三相電流のうち、一相の電流値が他の二相の電流値に比較して所定値以下となる状態が所定時間継続した場合に断線を検出するようにした。すなわち、断線が発生した相の電流は、その他の健全な相の電流よりも減少した状態が続くので、各相間における電流を相対的に比較して、ノイズの影響を受けることなく断線を確実に検出することができる。

【0066】

そして、制御回路 3 0 は、図 1 0 のステップ B 3 1 において抵抗値を計算することにより、インバータ回路 4 7 の P W M 出力電圧(電圧指令 V_{dref} , V_{qref} の実効値の移動平均値)が所定値以上であり、且つ三相全ての電流値が所定値以下である場合に断線を検出するので、構造的にセンサを内蔵することができない圧縮機モータ 3 1 について、2 相以上の断線を確実に検出することができる。

【0067】

また、制御回路 3 0 は、断線が検出されて異常報知を行った場合はその異常発生情報を不揮発性メモリ 9 6 に記憶させ、洗濯乾燥機に電源が再投入された場合は最初に不揮発性メモリ 9 6 を読み出し、異常発生情報が記憶されている場合は、以降の運転動作を禁止するようにした。すなわち、ユーザは電気機器の正常に動作しない場合は、電源を再度投入して様子を見ることを行いがちであるが、断線が発生した後にそのような状況となった場合でも運転を確実に禁止することができる。

【0068】

更に、制御回路 3 0 は、検出される電流値について、モータ 1 1 又は 3 1 の回転に伴う電流の変化周期よりも長い時間に亘る平滑化処理を行った上で判定を行うようにしたので、ノイズの影響を極力排除した上で断線判定を行うことができる。加えて、制御回路 3 0 は、ドラムモータ 1 1 の回転が停止した場合に、当該モータ 1 1 の起動を複数回再試行し、その結果、回転異常が判定された場合に断線検出を行うようにしたので、モータ 1 1 が負荷状況などにより一時的に拘束されたため回転が停止したような場合を排除して、断線を検出することができる。

【0069】

本発明は上記し且つ図面に記載した実施例にのみ限定されるものではなく、以下のような変形または拡張が可能である。

電流値の比較は、必ずしも三相の平均値と比較する必要はなく、その他の 2 相の電流値とそれぞれ比較しても良い。

電流や電圧について移動平均値を求める期間は、個別の設計に応じて適宜変更すれば良

10

20

30

40

50

い。

電流や回転数、抵抗値などの判定閾値や判定用の所定時間についても、適宜変更して実施すれば良い。

圧縮機モータ 3 1 については、抵抗値で評価する替わりに、電圧、電流夫々の値を所定の閾値と比較して、電圧が所定位置以上で且つ三相電流の全てが所定値以下であるか否かにより判定を行っても良い。また、電流の判定は、三相電流の合計が所定値以下であるか否かを判定しても良い。

【 0 0 7 0 】

ステップ A 3 1 などでモータ 1 1 の回転異常（エラー）を判定する場合に、モータ 1 1 の誘起電圧が、回転数に比較して低下したことにより判定しても良いし、回転センサ 8 2 により検出される回転数に基づいて回転停止を判定しても良い。

ドラムモータ 1 1 についても圧縮機モータ 3 1 と同様に、図 1 0 に示すように抵抗値を計算し、インバータ回路 3 2 の P W M 出力電圧が所定値以上で、且つ三相全ての電流値が所定値以下である場合に断線を検出しても良い。

ドラム式洗濯の場合、ドラムの回転軸は必ずしも水平である必要はなく、1 0 数度～数 1 0 度仰角となるように配置しても良い。

洗濯乾燥機に限ることなく、洗濯機、若しくは乾燥機の何れか一方に適用しても良い。

洗濯機もしくは洗濯乾燥機はドラム式に限ることなく、パルセータを回転駆動するいわゆる縦型の洗濯機に適用しても良い。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 1 】

【 図 1 】 本発明を洗濯乾燥機に適用した場合の一実施例であり、制御回路によるドラムモータ側の断線検出処理を示すフローチャート

【 図 2 】 電流検出処理のフローチャート

【 図 3 】 ステップ A 1 の詳細を示すフローチャート

【 図 4 】 モータ停止状態での断線検出処理を示すフローチャート

【 図 5 】 ステップ A 3 9 の詳細を示すフローチャート

【 図 6 】 ドラムモータの配線を、V 相だけ断線させた場合に観測される三相電流波形を示す図

【 図 7 】 図 6 の状態について、三相電流につき移動平均をとった波形を示す図

【 図 8 】 圧縮機モータについての図 1 相当図

【 図 9 】 ステップ B 1 の詳細を示すフローチャート

【 図 1 0 】 テップ B 1 5 の詳細を示すフローチャート

【 図 1 1 】 圧縮機モータを停止状態から起動する場合に行う処理を示すフローチャート

【 図 1 2 】 最終的な断線判定処理を示すフローチャート

【 図 1 3 】 圧縮機モータの配線を、U 相だけ断線させた場合に観測される三相電流波形を示す図

【 図 1 4 】 圧縮機モータの U , V 相を断線させた場合の三相合成出力電圧波形と、三相合成出力電流波形を示す図

【 図 1 5 】 ドラムモータ及び圧縮機モータの駆動系を概略的に示す図

【 図 1 6 】 センサレスベクトル制御の機能ブロック図

【 図 1 7 】 制御回路により制御されるその他の周辺回路を示すブロック図

【 図 1 8 】 洗濯乾燥機の縦断側面図

【 図 1 9 】 ヒートポンプの構成を示す図

【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

図面中、4 は回転ドラム、1 1 はドラムモータ（三相ブラシレス D C モータ）、1 4 はヒートポンプ、1 5 は圧縮機、3 0 は制御回路（制御手段、電流検出手段、断線検出手段、異常処理手段、回転異常判定手段、P W M 制御方式インバータ）、3 1 は圧縮機モータ（三相ブラシレス D C モータ）、3 2 はインバータ回路（P W M 制御方式インバータ）、

10

20

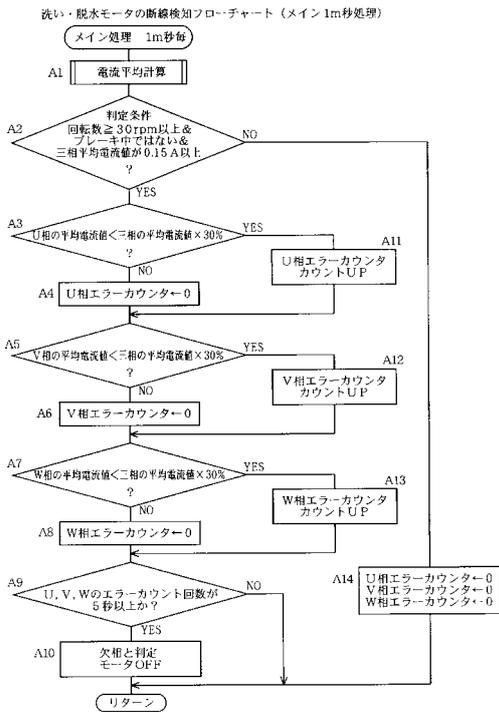
30

40

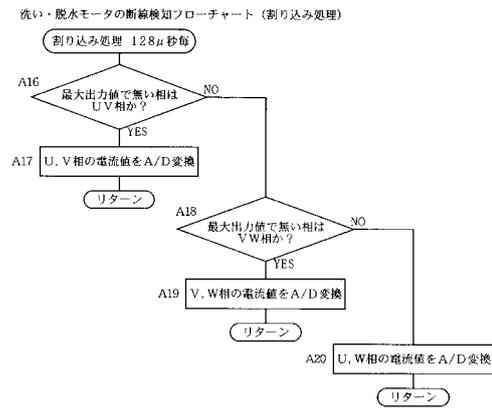
50

35はシャント抵抗(電流検出手段)、47はインバータ回路(PWM制御方式インバータ)、48はシャント抵抗(電流検出手段)、96は不揮発性メモリを示す。

【図1】

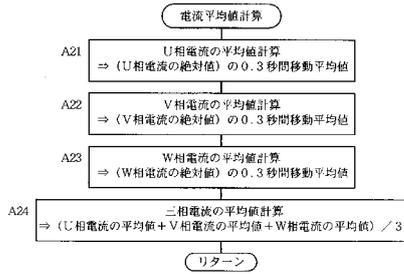


【図2】



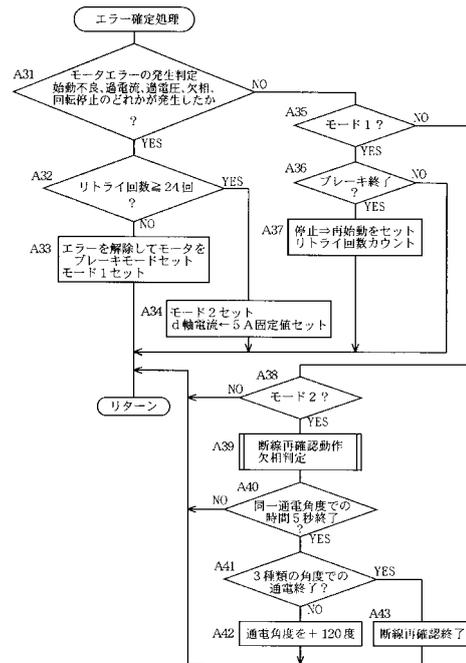
【 図 3 】

洗い・脱水モータの断線検知フローチャート（メイン1m秒処理）のサブルーチン処理



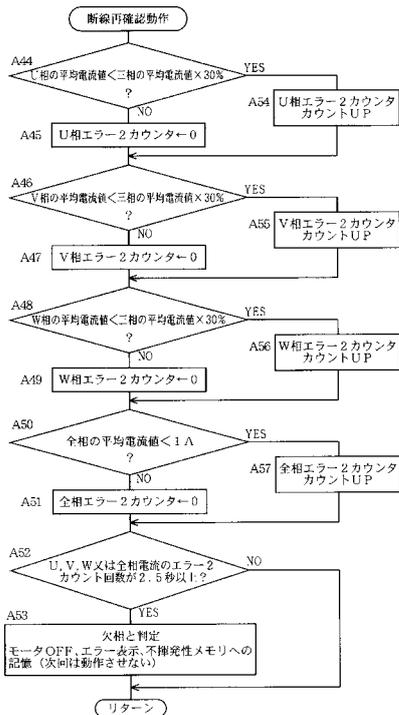
【 図 4 】

洗い・脱水モータの断線検知フローチャート（メイン20m秒処理）
エラーの確定とエラー表示、不揮発性メモリへの記憶



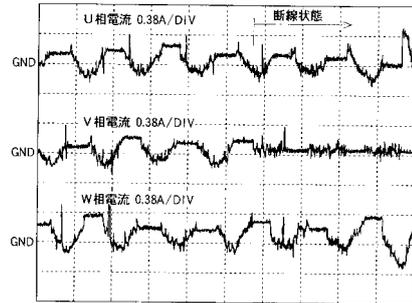
【 図 5 】

洗い・脱水モータの断線検知フローチャート（メイン20m秒処理）
エラーの確定とエラー表示、不揮発性メモリへの記憶のサブルーチン処理

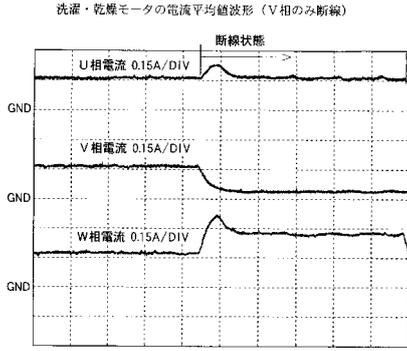


【 図 6 】

制動回路が検出した洗濯・乾燥モータの電流波形（V相のみ断線）

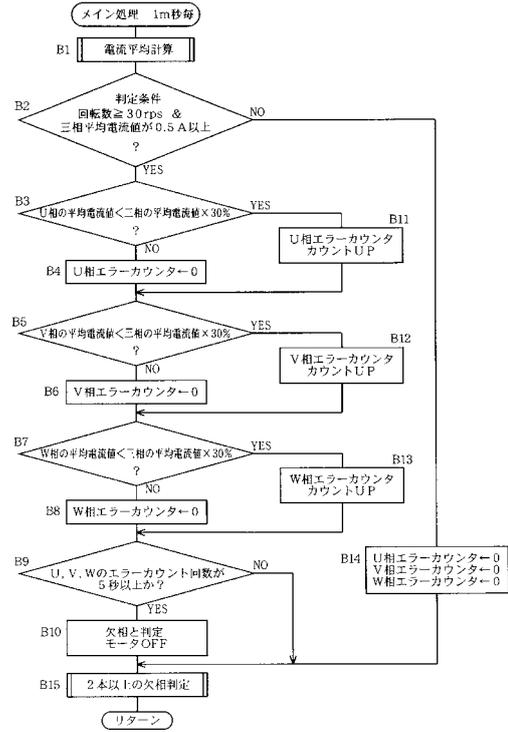


【 図 7 】



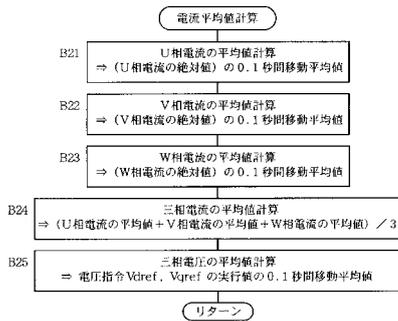
【 図 8 】

コンプレッサモータの断線検知フローチャート（メイン1m秒処理）
エラー判定、モータ停止、ただし1本のみの欠相判定用



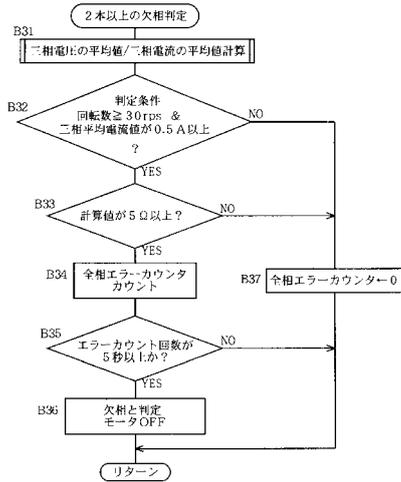
【 図 9 】

コンプレッサモータの断線検知フローチャート（メイン1m秒処理）
電流電圧の平均値計算



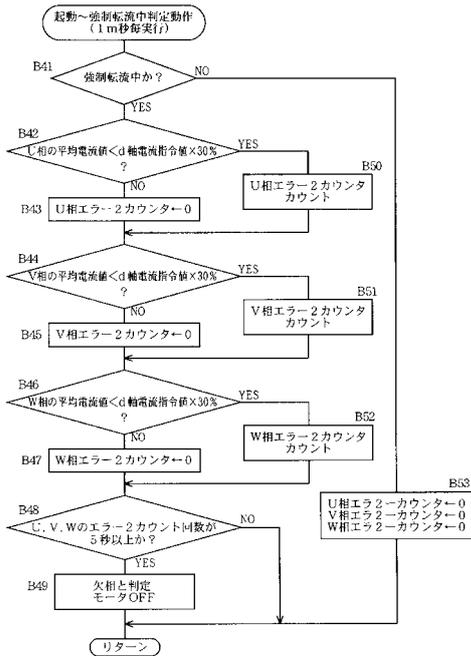
【 図 10 】

コンプレッサモータの断線検知フローチャート（メイン1m秒処理）
エラー判定、モータ停止、2本以上の欠相判定用



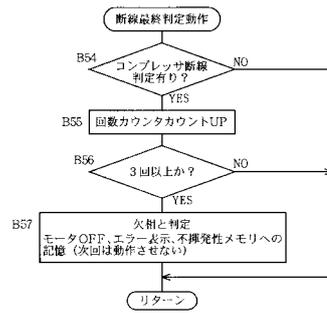
【 図 1 1 】

コンプレッサモータの断線検知フローチャート (メイン1m秒処理)
起動～強制転流中の判定



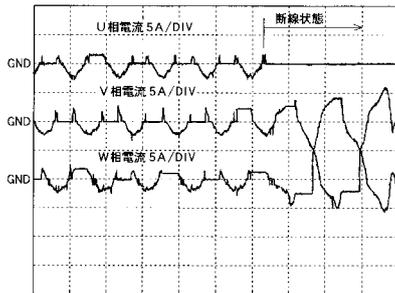
【 図 1 2 】

コンプレッサモータの断線検知フローチャート (メイン20m秒処理)
エラーの確定とエラー表示、不揮発性メモリへの記憶のサブルーチン処理



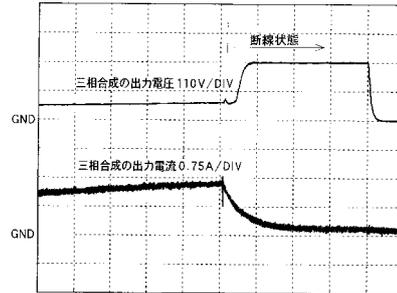
【 図 1 3 】

制御回路が検知した乾燥用コンプレッサの電流波形 (U相のみ断線)

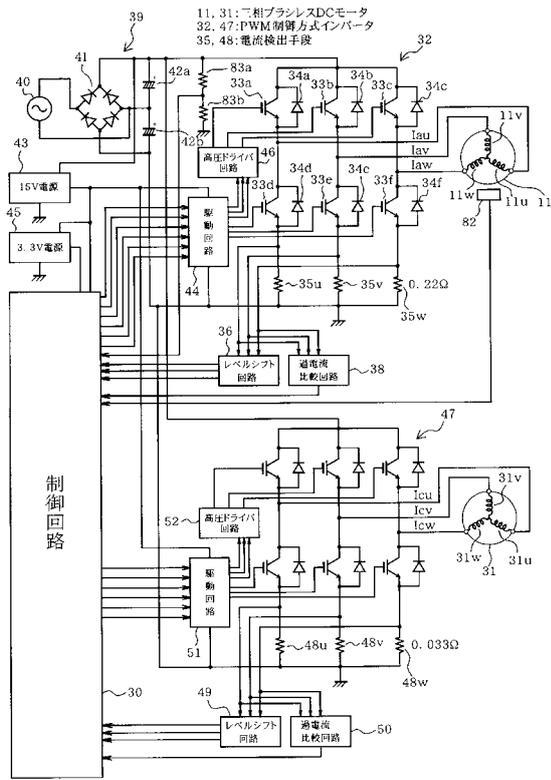


【 図 1 4 】

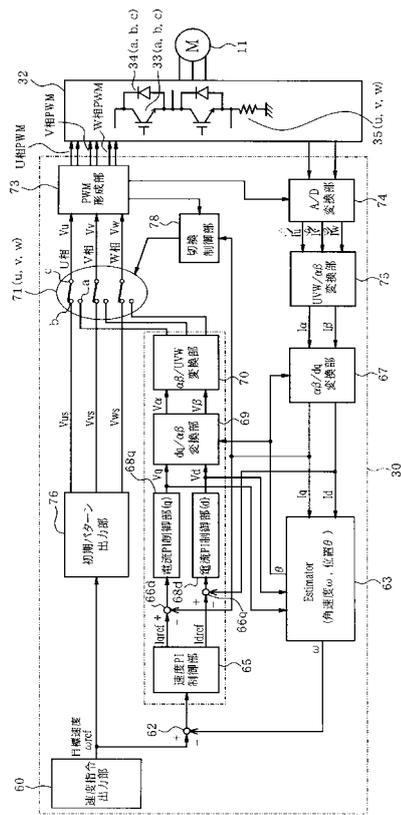
U, Vの2相同時抜きときのモータ電圧・電流波形 コンプレッサ



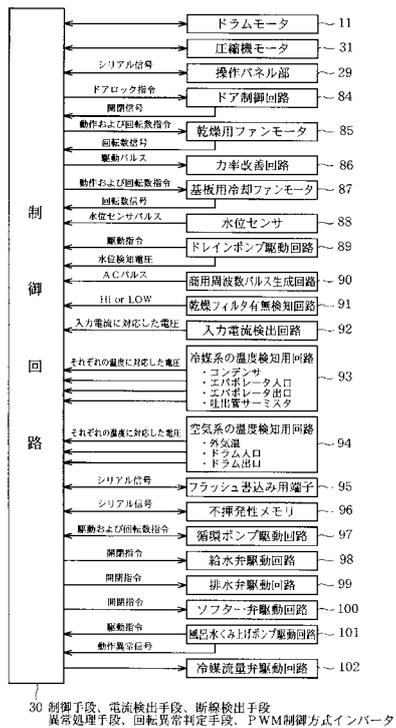
【図15】



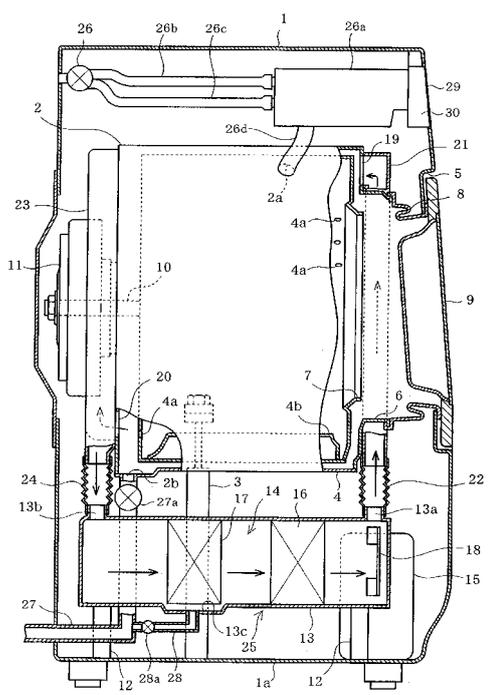
【図16】



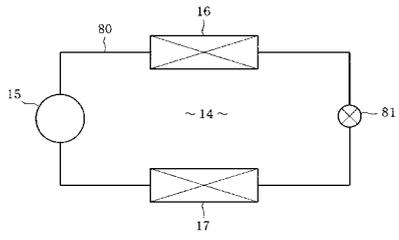
【図17】



【図18】



【 図 19 】



14 : ヒートポンプ

フロントページの続き

Fターム(参考) 3B155 AA10 BA13 BB19 CA02 CA16 CB06 CB07 CB09 CB10 HB10
JB06 KA31 KB08 KB27 LA03 LB15 LB22 LC07 LC08 LC15
LC28 MA01 MA05 MA06 MA08
5H560 AA10 DC20 EB01 GG04 JJ01 TT13