

(11) 特許出願公開番号

特開2008-148490

(P2008-148490A)

(43) 公開日 平成20年6月26日(2008.6.26)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

H02P 6/16 (2006.01)

H02P 6/02 341N

3 B 1 5 5

HO2P 21/00 (2006.01)

H02P 5/408

5H505

H02P 27/04 (2006.01)

DO 6 F 33/02

5H560

DO6F 33/02 (2006.01)

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2006-334421 (P2006-334421)

(22) 出願日 平成18年12月12日 (2006.12.12)

(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

(74) 代理人 100071135

弁理士 佐藤 強

(72) 発明者 前川 佐理

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
東芝内

Fターム(参考) 3B155 AA10 BA02 BB15 BB19 CA02

CA16 CB07 HB02 HB10 KB08

KB11 LA03 LB05 LB18 LC03

LC07 LC15 MA01 MA02 MA05

MA06 MA08

BRUCE BRUCE

[最終頁に続く](#)

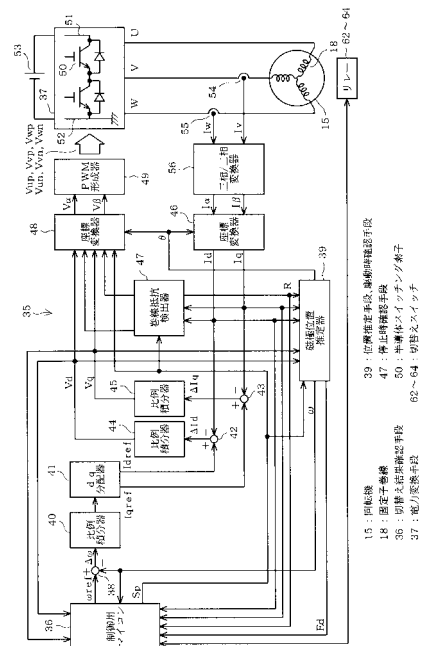
(54) 【発明の名称】 回転機駆動システム及び洗濯機並びに回転機の巻線切替え結果確認方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】回転機における巻線の接続状態が切替わったかどうかを判定できる回転機駆動システム、及びそのシステムを備えて構成される洗濯機、並びに回転機の巻線切替え結果確認方法を提供する。

【解決手段】モータ１５の固定子巻線１８の接続状態をリレー６２～６４により変化させて巻線１８の誘起電圧定数を切替える場合に、制御用マイコン３６は、巻線１８の接続状態が変化したことを確認する。具体的には、モータ１５の停止時には、リレーを作動させる前後における巻線１８の抵抗値の変化を比較し、モータ１５の回転時には、リレー６２～６４を作動させる前後において磁極位置推定器３９によって推定される誘起電圧 E_d の変化を比較する。

【選択図】図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

固定子巻線の接続状態を変化させることで、複数の誘起電圧定数を有するように構成される回転機と、

前記巻線の接続状態を変化させる切替えスイッチと、

この切替えスイッチの開閉を制御すると共に、当該制御により前記巻線の接続状態が変化したことを確認するための切替え結果確認手段とを備えることを特徴とする回転機駆動システム。

【請求項 2】

前記切替え結果確認手段は、前記回転機の停止中に確認を行う停止時確認手段と、前記回転機の駆動中に確認を行う駆動時確認手段とで構成されることを特徴とする請求項 1 記載の回転機駆動システム。

10

【請求項 3】

前記停止時確認手段は、前記切替えスイッチを作動させる前後における、前記巻線の抵抗値の変化を比較することで切替え結果を確認することを特徴とする請求項 2 記載の回転機駆動システム。

【請求項 4】

前記巻線の電流を検出し、その電流に基づき当該巻線に発生する誘起電圧を推定することで前記回転機の回転子位置を推定する位置推定手段を備え、

前記駆動時確認手段は、前記切替えスイッチを作動させる前後において、前記位置推定手段により推定される前記巻線の誘起電圧の変化を比較することで切替え結果を確認することを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の回転機駆動システム。

20

【請求項 5】

半導体スイッチング素子を有し、前記固定子巻線に対しそのスイッチング状態に応じた電圧を出力する電力変換手段を備え、

前記駆動時確認手段は、

前記電力変換手段に対する入力電圧と、前記誘起電圧との差が所定値以内であれば、その時点の前記回転機の誘起電圧（切替前電圧）を参照してから、前記電力変換手段を構成する半導体スイッチング素子を OFF させ、

前記巻線電流がゼロになったことを検知すると、前記切替えスイッチの開閉状態を変化させ、

30

再び、前記巻線電流がゼロになったことを検知するとその時点の前記回転機の誘起電圧（切替後電圧）を参照し、

前記切替前電圧と、前記切替後電圧とを比較することを特徴とする請求項 4 記載の回転機駆動システム。

【請求項 6】

前記駆動時確認手段は、前記切替前電圧、前記切替後電圧を参照する際に、その時点の前記回転機の回転数も参照し、

前記切替前電圧とその時点の回転数の比と、前記切替後電圧とその時点の回転数の比とを比較することを特徴とする請求項 5 記載の回転機駆動システム。

40

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の回転機駆動システムを備え、前記回転機が発生する駆動力により洗濯運転及び脱水運転を行うことを特徴とする洗濯機。

【請求項 8】

前記巻線の接続状態を、前記洗濯運転時と、前記脱水運転時とで切り替えることを特徴とする請求項 7 記載の洗濯機。

【請求項 9】

前記巻線の接続状態を、前記脱水運転時における低速回転領域と、高速回転領域とで切り替えることを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の洗濯機。

【請求項 10】

50

固定子巻線の接続状態を切替えスイッチにより変化させることで、複数の誘起電圧定数を有するように構成される回転機について、

前記回転機の回転が停止している場合に、前記切替えスイッチを作動させる前後における、前記巻線の抵抗値の変化を比較することで切替え結果を確認することを特徴とする回転機の巻線切替え結果確認方法。

【請求項 1 1】

固定子巻線の接続状態を切替えスイッチにより変化させることで、複数の誘起電圧定数を有するように構成される回転機について、

前記回転機を駆動制御するため、当該回転機が回転している場合に前記巻線の電流を検出し、その電流に基づき当該巻線に発生する誘起電圧を推定することで前記回転機の回転子位置を推定する場合に、

前記切替えスイッチを作動させる前後において、推定された前記巻線の誘起電圧の変化を比較することで切替え結果を確認することを特徴とする回転機の巻線切替え結果確認方法。

【請求項 1 2】

半導体スイッチング素子を有し、前記固定子巻線に対しそのスイッチング状態に応じた電圧を出力する電力変換手段を備える場合に、

駆動電源電圧と、前記誘起電圧との差が所定値以内であれば、その時点の前記回転機の誘起電圧（切替前電圧）を参照してから、前記電力変換手段を構成する半導体スイッチング素子を OFF させ、

前記巻線電流がゼロになったことを検知すると、前記切替えスイッチの開閉状態を変化させ、

再び、前記巻線電流がゼロになったことを検知するとその時点の前記回転機の誘起電圧（切替後電圧）を参照し、

前記切替前電圧と、前記切替後電圧とを比較することを特徴とする請求項 1 1 記載の回転機の巻線切替え結果確認方法。

【請求項 1 3】

前記前記切替前電圧，前記切替後電圧を参照する際に、その時点の前記回転機の回転数も参照し、

前記切替前電圧とその時点の回転数の比と、前記切替後電圧とその時点の回転数の比とを比較することを特徴とする請求項 1 2 記載の回転機の巻線切替え結果確認方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固定子巻線の接続状態を変化させることで、複数の誘起電圧定数を有するように構成される回転機を駆動するシステム，及びそのシステムを備えて構成される洗濯機，並びに回転機の巻線切替え結果確認方法に関する。

【背景技術】

【0002】

洗濯機や洗濯乾燥機に使用されるモータの駆動状態は、図 5 に示すように、洗い時には高トルクかつ低回転数になり、脱水や乾燥時には低トルクかつ高回転数となる。しかし、民生機器である洗濯機等では、電源の規格によって電流を大きくするのには限界がある。そのため、誘起電圧定数は、本来電流を多く必要とする高トルクかつ低回転数となる駆動状態について、電流の不足を補うように大きく設定する必要がある。ところが、モータの誘起電圧定数を大きく設定すると、今度は脱水時等には高回転数を得にくくなるという問題が発生する。

【0003】

特に、ダイレクトドライブ方式の洗濯機では、洗い時と脱水時とのモータの回転数差が極めて大きくなるため、モータの電氣的定数と負荷の駆動状態との不整合が消費電力の増加或いは効率の低下に与える影響も大きくなることから、無視することができない問題と

10

20

30

40

50

なっていた。

斯様な問題を解決するため、特許文献 1 では、モータの駆動状態に対応して誘起電圧定数が最適となるように、固定子巻線の接続を切り替えるようにしている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 1 8 8 7 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

ここで、モータの固定子巻線の接続を切り替えるには、具体的にはリレーなどのスイッチを使用するのが一般的である。しかしながら、リレーには接点の溶着などが発生することがあるため、例えば、マイクロコンピュータが接点切替の通電指令を出力したとしても、実際に接点が切替わっていない可能性は否定できない。

10

本発明は、上記事情に鑑みて成されたものであり、回転機における巻線の接続状態が切替わったかどうかを判定できる回転機駆動システム、及びそのシステムを備えて構成される洗濯機、並びに回転機の巻線切替え結果確認方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

請求項 1 記載の回転機駆動システムは、固定子巻線の接続状態を変化させることで、複数の誘起電圧定数を有するように構成される回転機と、

前記巻線の接続状態を変化させる切替えスイッチと、

この切替えスイッチの開閉を制御すると共に、当該制御により前記巻線の接続状態が変化したことを確認するための切替え結果確認手段とを備えることを特徴とする。

20

斯様に構成すれば、切替え結果確認手段が、切替えスイッチの開閉に応じて、回転機における固定子巻線の接続状態が変化したか否かを確認できる。

【0 0 0 6】

請求項 6 記載の洗濯機は、請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の回転機駆動システムを備え、前記回転機が発生する駆動力により洗濯運転及び脱水運転を行うことを特徴とする。即ち、洗濯機の洗い又はすすぎ運転では、モータを低速回転で高出力トルクで駆動することが要求され、脱水運転では、モータを高速回転で低出力トルクで駆動することが要求される。従って、夫々の駆動状態について最適に対応するには、固定子巻線に異なる誘起電圧定数を設定するように切替えることが望ましいので、本発明の適用が有効となる。

30

【発明の効果】

【0 0 0 7】

請求項 1 記載の回転機駆動システムによれば、固定子巻線の接続状態が変化したか否かを確認できるので、実際に接続状態が変化しないまま回転機を運転してしまうことを防止できる。

請求項 6 記載の洗濯機によれば、1 つのモータを使用して洗い又はすすぎ運転や脱水運転を最適に行う構成において、モータの固定子巻線の接続状態変化を確認して正常に運転を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0 0 0 8】

40

以下、本発明の回転機制御システムをドラム式洗濯機に適用した場合の一実施例について図 1 乃至図 4 を参照しながら説明する。まず、ドラム式洗濯機の全体構成を図 3 を用いて説明する。ドラム式洗濯機 1 の外殻をなす外箱（筐体）2 の前面部には、中央部に扉 3 が設けられ、上部に、多数のスイッチや表示部（何れも図示せず）を備えた操作パネル 4 が設けられている。扉 3 は、外箱 2 の前面中央部に形成された洗濯物出し入れ口 5 を開閉するものである。

【0 0 0 9】

外箱 2 の内部には、円筒状をなす水槽 6 が配設されている。この水槽 6 は、その軸方向が前後方向（図 3 では左右方向）となる横軸状で且つ前上がりの傾斜状に配設され、弾性支持装置 7 により弾性的に支持されている。水槽 6 の内部には、円筒状をなすドラム 8 が

50

水槽 6 と同軸状に配設されている。このドラム 8 は、洗濯の他、脱水および乾燥に共用の槽として機能するもので、胴部のほぼ全域に小孔 9 が多数形成され（図 3 には一部のみ示す）、胴部の内周部にはパッフル 10 が複数設けられている（図 3 には一つのみ示す）。

【 0 0 1 0 】

水槽 6 およびドラム 8 は、それぞれ前面部に洗濯物出し入れ用の開口部 11、12 を有し、水槽 6 の開口部 11 は前記洗濯物出し入れ口 5 にベロー 13 により水密に連ねられ、ドラム 8 の開口部 12 はその水槽 6 の開口部 11 に臨んでいる。ドラム 8 の開口部 12 の周囲部には、バランスリング 14 が設けられている。

上記水槽 6 の背面部には、ドラム 8 を回転駆動するモータ 15（回転機に相当）が配設されている。モータ 15 はアウトロータ形のブラシレス DC モータ（永久磁石同期モータ）であり、そのステータ（固定子）16 が、水槽 6 の背部中央部に取り付けられた軸受ハウジング 17 の外周部に取り付けられている。ステータ 16 には、三相の巻線 18（固定子巻線に相当）が巻回されている。

【 0 0 1 1 】

モータ 15 のロータ（回転子）19 は、ステータ 16 を外側から覆うように配置され、中心部に取り付けられた回転軸 20 が上記軸受ハウジング 17 に軸受 21 を介して回転可能に支承されている。軸受ハウジング 17 から突出した回転軸 20 の前端部はドラム 8 の背部の中央部に連結されている。即ち、モータ 15 のロータ 19 が回転すると、ロータ 19 と一体にドラム 8 も回転する構成（いわゆるダイレクトドライブ方式）となっており、ドラム 8 内に収容された洗濯物に対して回転力を作用させることで、洗い運転、濯ぎ運転、脱水運転を行う。

【 0 0 1 2 】

水槽 6 の下面部には水溜部 22 が設けられており、この水溜部 22 の内部に洗濯水加熱用のヒータ 23 が配設され、水溜部 22 の後部に、排水弁 24 を介して排水ホース 25 が接続されている。

水槽 6 の上部には温風生成装置 26 が設けられ、背部には熱交換器 27 が設けられている。温風生成装置 26 は、ケース 28 内に配設された温風用ヒータ 29、ケーシング 30 内に配設されたファン 31、ファン 31 をベルト伝動機構 32 を介して回転駆動するファンモータ 33 で構成され、ケース 28 とケーシング 30 とは連通されている。ケース 28 の前部にはダクト 34 が接続され、ダクト 34 の先端部は、水槽 6 内の前部に突出してドラム 8 の開口部 12 に臨んでいる。

【 0 0 1 3 】

ここで、温風用ヒータ 29 とファン 31 とにより温風が生成され、その温風はダクト 34 を通してドラム 8 内に供給される。ドラム 8 内に供給された温風はドラム 8 内の洗濯物を加熱する共に水分を奪い、熱交換器 27 側へ排出される。

熱交換器 27 は、上部が上記ケーシング 30 内と連通し、下部が水槽 6 内と連通しており、水が上部から注ぎ入れられて流下することで、内部を通る空気中の水蒸気を冷却し凝縮させて除湿する水冷式である。この熱交換器 27 を通った空気は再び温風生成装置 26 に戻され、温風化されて循環する。

【 0 0 1 4 】

図 1 は、モータ 15 の回転をベクトル制御する制御装置 35 の構成を示す機能ブロック図である。ここで、後述する制御用マイコン 36 とインバータ回路 37 を除く構成部分は、DSP（Digital Signal Processor）が実行するソフトウェア処理により実現されている。また、制御用マイコン 36 と DSP とにより回転駆動制御手段が実現されている。DSP には、入出力ポート、シリアル通信回路、電流検出信号などのアナログ信号を入力するための A/D コンバータ、PWM 処理を行うためのタイマなどが具備されている。

【 0 0 1 5 】

洗濯機 1 の運転全般を制御する制御用マイコン（切替え結果確認手段、停止時確認手段、駆動時確認手段）36 は、洗濯コースに応じて洗い運転、濯ぎ運転および脱水運転を制御し、その洗濯コースに応じた運転モードに従った指令回転速度 ref を出力するように

10

20

30

40

50

なっている。減算器 38 は、その指令回転速度 ω_{ref} と後述する磁極位置推定器（駆動時確認手段）39 から得られるモータ 15 の検出回転速度 ω_{det} との減算結果である回転速度偏差 ω_{err} を出力するようになっている。

【0016】

比例積分器 40 は、回転速度偏差 ω_{err} を入力として比例積分演算を行い、 d 軸電流指令値 I_d^* と q 軸電流指令値 I_q^* とを生成するようになっている。ここで、 d 軸電流、 q 軸電流は、それぞれ静止座標系（ d 座標系）に対して回転位相角 θ を有して回転する回転座標系で表される励磁分電流、トルク分電流である。

【0017】

減算器 42、43 は、それぞれ電流指令値 I_d^* 、 I_q^* と座標変換器 46 から出力される d 軸電流値 I_d 、 q 軸電流値 I_q との減算結果である電流偏差 I_{derr} 、 I_{qerr} を出力するものである。比例積分器 44、45 は、この電流偏差 I_{derr} 、 I_{qerr} をそれぞれ入力して比例積分演算を行い、 d 軸電圧指令値 V_d^* 、 q 軸電圧指令値 V_q^* を生成するようになっている。

【0018】

巻線抵抗検出器 47（停止時確認手段、巻線抵抗検出手段に相当）は、制御用マイコン 36 がモータ 15 を起動する時に、モータ 15 の巻線 18 に対し一定の電圧を印加し、その印加する d 軸電圧指令値 V_d^* 、 q 軸電圧指令値 V_q^* と、座標変換器 46 から出力される d 軸電流値 I_d 、 q 軸電流値 I_q とから巻線 18 の抵抗 R を算出するようになっている。制御用マイコン 36 は、モータ 15 の起動時において、指令回転速度 ω_{ref} が 0 の状態で巻線抵抗検出許可信号 S_p （以下、許可信号 S_p と称す）を H レベルにして有効化し、巻線抵抗 R の検出が終了した後に許可信号 S_p を L レベルにして無効化し、その後、指令回転速度 ω_{ref} を正方向（正転時）または負方向（逆転時）に徐々に増加するようになっている。

【0019】

座標変換器 48 は、許可信号 S_p が H レベルの時には巻線抵抗検出器 47 から電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を入力し、許可信号 S_p が L レベルの時には比例積分器 44、45 から電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を入力する。そして、回転位相角 θ に基づいて、入力した回転座標系の電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を静止座標系の電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* に変換するようになっている。PWM 形成器 49 は、二相 - 三相変換により電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* を電圧指令値 V_{u0} 、 V_{v0} に変換し、それらに基づいて PWM 信号 V_{up} 、 V_{un} 、 V_{vp} 、 V_{vn} 、 V_{wp} 、 V_{wn} をインバータ回路 37 に出力するようになっている。

【0020】

そのインバータ回路 37（電力変換手段に相当）は、6 個の IGBT 50（半導体スイッチング素子に相当）が三相フルブリッジ接続された構成を備えており、その直流電源線 51、52 にはコンバータ 53 から 100V の交流電源を倍電圧全波整流した直流電圧が印加されるようになっている。

【0021】

電流検出器 54、55（電流検出手段に相当）は、インバータ回路 37 の出力線に設けられたホール CT であって、3 相のうちの何れか 2 相例えば V 相、 W 相の電流 I_v 、 I_w を検出するようになっている。この電流検出器 54、55 からの電流検出信号は、DSP 内部の A/D 変換器（図示せず）に入力されてデジタルデータに変換される。三相 / 二相変換器 56 は、電流 I_v 、 I_w から U 相の電流 I_u を演算し、それら三相の電流 I_u 、 I_v 、 I_w を二相の電流 I_{d0} 、 I_{q0} に変換するようになっている。そして、座標変換器 46 は、磁極位置推定器 39 から出力される回転位相角 θ に基づいて、静止座標系の電流 I_{d0} 、 I_{q0} を回転座標系の電流 I_d 、 I_q に変換するようになっている。

【0022】

磁極位置推定器 39（回転位置推定手段に相当）は、モータ 15 の回転時において、座標変換器 46 から出力される d 軸電流値 I_d と q 軸電流値 I_q 、比例積分器 44、45 か

10

20

30

40

50

ら出力される d 軸電圧指令値 V_d と q 軸電圧指令値 V_q 、およびモータ定数 R 、 L_d 、 L_q に基づいてロータ 19 の磁極位置すなわち回転位相角 並びに回転速度 を推定するものである。モータ定数のうち巻線抵抗 R は、巻線抵抗検出器 47 において検出された値を使用し、インダクタンス L_d 、 L_q は、予め測定された値または設計値を使用する。

【0023】

磁極位置推定器 39 は、以下の (1) 式、(2) 式により誘起電圧推定値 E_{ds} 、 E_{qs} を求める。ここで、 p は微分演算子である。

$$E_{ds} = V_d - R \cdot I_d - L_d \cdot p I_d + L_q \cdot I_q \quad \dots (1)$$

$$E_{qs} = V_q - L_d \cdot I_d - R \cdot I_q - L_q \cdot p I_q \quad \dots (2)$$

そして、次の (3) 式により回転速度 を求め、その回転速度 を積分して回転位相角 を求める。ここで、 G_1 はモータ 15 の誘起電圧定数の逆数であり、 G_2 はゲイン定数である。

$$= G_1 \cdot E_{qs} - G_2 \cdot E_{ds} \quad \dots (3)$$

この推定演算によれば、誘起電圧推定値 E_{qs} から回転速度 が得られるとともに、誘起電圧推定値 E_{ds} が 0 に収束するように制御されるので、回転位相角 (磁極位置) がロータ 19 の実際の回転位置に一致するように作用する。

【0024】

なお、磁極位置推定器 39 は、許可信号 S_p が H レベルの時 (モータ停止時) に、巻線抵抗検出器 47 から出力される電圧指令値 V_d 、 V_q に対応して定まるロータ 19 の磁極位置 0 を出力するようになっている。

【0025】

また、制御用マイコン 36 は、巻線抵抗検出器 47 が算出した抵抗 R を読み込むと共に、磁極位置推定器 39 の内部で算出される誘起電圧 E_d 並びに回転速度 も読み込むようになっている。更に、制御用マイコン 36 は、比例積分器 44、45 より d 軸電圧指令値 V_d 、q 軸電圧指令値 V_q を読み込むと共に、座標変換器 46 より d 軸電流値 I_d 、q 軸電流値 I_q を読み込むようになっている。そして、これらの値に基づいて、後述するように、モータ 15 の固定子巻線 18 の接続切替えを行うために配置されているリレー (切替スイッチ) 62 ~ 64 の切替制御を行う。

【0026】

図 2 は、モータ 15 の固定子巻線 18 部分の構成を示すものである。固定子巻線 18 は、インバータ回路 37 から供給される三相交流電源の夫々に対応した巻線 61U、61V、61W を備えている。即ち、インバータ回路 37 の U、V、W 各相出力端子は、巻線 61U、61V、61W の一端に夫々接続されている。

【0027】

一方、巻線 61U、61V、61W の他端は、リレー (切替スイッチに相当) 62、63、64 の可動接点に夫々接続されている。尚、これらリレー 62、63、64 は、一方の固定接点が Y (スター) 結線側、他方の固定接点が (デルタ) 結線側となっている。また、各リレー 62 ~ 64 の接点の切替えは、第 1 実施例の各リレーと同様、制御用マイコン 36 により制御されるようになっている。各リレー 62 ~ 64 の Y 結線側接点は、夫々共通に接続されている。一方、各リレー 62、63、64 の 結線側接点については、インバータ回路 37 の W 相、U 相、V 相出力端子に夫々接続されている。

【0028】

次に、本実施例の作用について図 4 も参照して説明する。図 4 は、制御用マイコン 36 による制御内容を、本発明の要旨に係る部分について示すフローチャートである。制御用マイコン 36 は、電源投入時の初期状態では、図 2 (a) に示すように各リレー 82 ~ 84 の可動接点を Y 結線側接点に接続させており、モータ 15 の巻線 61U ~ 61W を Y 結線接続にしている。その状態で、洗濯運転を開始する。

【0029】

< 洗い又はすすぎ運転 脱水運転への移行 >

制御用マイコン 36 は、許可信号 S_p を L レベル (インアクティブ) にしており、指令

10

20

30

40

50

回転速度 ω_{ref} を 0 から徐々に増加させてモータ 15 を起動する。モータ 15 を起動した後、磁極位置推定器 39 は、座標変換器 46 から出力される d 軸電流値 I_d と q 軸電流値 I_q 、比例積分器 44、45 から出力される d 軸電圧指令値 V_d と q 軸電圧指令値 V_q 、モータ定数 L_d 、 L_q および巻線抵抗検出器 47 で得られた巻線抵抗 R を用い、上述の (1) 式 ~ (3) 式に基づいて回転速度 ω と回転位相角 θ を求める。そして、制御用マイコン 36 は、洗い運転や濯ぎ運転において、ドラム 8 (つまりモータ 15) を所定のパターンに従って正逆運転する。

【0030】

洗濯運転が終了すると、制御用マイコン 36 は巻線切替指令を発行し (ステップ S1)、モータ 15 の回転が停止したか (回転速度 $\omega = 0$ 、又は誘起電圧 $E_d = 0$) 否かを判断する (ステップ S2)。そして、回転停止を検知すると (「YES」)、巻線抵抗検出器 47 が所定電圧を巻線に通電して (ステップ S3) 切替前の状態で巻線抵抗 R を求める (ステップ S4)。

【0031】

ここで、永久磁石同期モータ 15 の電圧電流方程式は、d 軸について次の (4) 式で表される。

$$E_d = V_d - R \cdot I_d + \frac{d}{dt} L_q \cdot I_q \quad \dots (4)$$

モータ 15 が停止している時には、回転速度 $\omega = 0$ 、d 軸誘起電圧 $E_d = 0$ であるため、(4) 式から次の (5) 式が得られる。

$$R = V_d / I_d \quad \dots (5)$$

つまり、モータ 15 が停止している時に、d 軸電圧 V_d と d 軸電流 I_d とを検出することにより巻線抵抗 R を求めることができる。

【0032】

即ち、ステップ S3 において、制御用マイコン 36 は許可信号 S_p を H レベルにする。すると、巻線抵抗検出器 47 は、所定の大きさの d 軸電圧指令値 V_d と q 軸電圧指令値 V_q を出力する。但し、q 軸電圧指令値 V_q を 0 としている。座標変換器 48 は、この巻線抵抗検出器 47 から電圧指令値 V_d 、 V_q を入力し、磁極位置推定器 39 から出力された磁極位置 θ_0 に基づいて回転座標変換を行う。その結果、インバータ回路 37 を介してモータ 15 の巻線 18 に d 軸電圧指令値 V_d に応じた電流が流れる。

【0033】

このようにして巻線 18 に d 軸電流を流すと、ロータ 19 が所定の位置に固定されてモータ 15 を起動し易くなる効果も生じる。巻線抵抗検出器 47 は、ロータ 19 が固定された状態で、座標変換器 46 から d 軸電流値 I_d を入力し、上記 (5) 式により巻線抵抗 R を求める。このときの d 軸電流検出値 I_d は、1 回の A/D 変換値のみを用いて求めてもよいが、ノイズの影響により A/D 変換値に誤差が生じる虞がある場合には、複数の A/D 変換値の平均値を用いて求めることが好ましい。ステップ S4 で得られた巻線の抵抗値は R_B とする。

【0034】

続いて、制御用マイコン 36 は脱水運転を開始するため、図 2 (b) に示すように各リレー 62 ~ 64 の可動接点を結線側接点に接続させて、巻線 61U ~ 61W を結線接続する (ステップ S5)。このように、巻線 61U ~ 61W の結線状態を Y 結線から結線に切替えることで、巻線 61U ~ 61W に生じる誘起電圧の発生に寄与する巻線数は、3 : 1 となる。従って、モータ 15 は、ステップ S1 における洗濯運転時には誘起電圧の発生に寄与する巻線数が多くなり、低速高トルク駆動に適した状態で回転駆動される。また、モータ 15 は、脱水運転時には誘起電圧の発生に寄与する巻線数が少なくなり、高速低トルク駆動に適した状態で回転駆動される。

【0035】

但し、実際に脱水運転を開始する前に、制御用マイコン 36 は、再度巻線抵抗 R の測定を、ステップ S3、S4 と同様に行い (ステップ S6、S7)、ここで得られた抵抗値を R_A とする。それから、ステップ S4、S6 で得られた抵抗値 R_B 、 R_A を比較して (ス

10

20

30

40

50

ステップS 8)、両者の間に所定の差があるかどうかを判定する(ステップS 9)。即ち、固定子巻線18をY結線接続から結線接続に切替えたことで、その切替え前後の抵抗値を比較すれば、 $R_B > R_A$ となっているはずある。従って、制御用マイコン36は、上記抵抗値の比較結果に応じて、実際に固定子巻線18がY結線から結線に切り換わっているか否かを判定する。

【0036】

ステップS 9において、抵抗値 R_B 、 R_A に十分な差がある場合は(「不一致」,「YES」)固定子巻線18が結線切り換わっていることを示すので、制御用マイコン36は、切替処理を終了して(ステップS 10)脱水運転を開始する。一方、抵抗値 R_B 、 R_A に十分な差がなければ(「NO」)、固定子巻線18は、例えばリレー62~64の故障等により結線に切り換わっていないと推定される。従って、この場合はエラー処理を行うようにする(「切替エラー」,ステップS 11)。それから、ステップS 1に戻って再度巻線切替指令を発行し、巻線切替を再試行する。ここでの『エラー処理』とは、例えば、操作パネル4の表示部に「巻線切替え異常」を示すエラーコードを表示させるなどの処理である。

10

【0037】

＜脱水運転：低速領域 高速領域への移行＞

この場合は、上記の例とは異なり、巻線切替をモータ15の停止中に行わず、脱水運転を開始した途中において、モータ15の回転速度が低速領域から高速領域に移行する間に切替えを行う。その切替閾値は、例えば100rpm程度に設定する。即ち、モータ15の回転速度が100rpmに達すると、制御用マイコン36はステップS 1で巻線切替指令を発行し、ステップS 2で「YES」と判定してステップS 12に移行する。

20

【0038】

尚、実際の洗濯機では、1つの製品において巻線切替えを行うとすればモータ15の停止中、回転中の何れか一方となるが、本発明の回転機駆動システムの汎用性を示すため、図4のフローでは双方のケースを統合して記載している。

【0039】

ステップS 12において、制御用マイコン36は、コンバータ53により生成出力されるDC電圧 V_{DC} と、その時点の誘起電圧 E_d とを比較し、 $V_{DC} > E_d$ であれば(ステップS 13,「YES」)ステップS 14に移行する。一方、 $V_{DC} \leq E_d$ であれば(「NO」)、モータ15に何らかの異常があると推定されるので巻線切替は不可と判断し(ステップS 25)、エラー処理を行う(ステップS 26)。

30

【0040】

ステップS 14において、制御用マイコン36は、その時点の誘起電圧 E_d を演算(参照)して $E_d \cdot B$ とすると共に、モータ15の回転数 B を取得すると、インバータ回路37を構成する6個のIGBT50を全てOFFにする(ステップS 15)。すると、磁極位置推定器39によるロータ位置の推定は不能となる(ステップS 16)。

【0041】

続いて、制御用マイコン36は、リレー62~64を保護するため、検出されるモータ電流 I_v 、 I_w がゼロになるまで(ステップS 17,「YES」)待機すると、ステップS 5と同様に、各リレー62~64の可動接点を結線側接点に接続させて、巻線61U~61WをY結線接続から結線接続に切り替える(ステップS 18)。それから、インバータ回路37によるスイッチング制御を再開し、電流指令値 I_{qref} 、 I_{dref} をゼロとして、検出電流 I_d 、 I_q との偏差がなくなるまでPI制御(比例積分制御)を行い、モータ電流をゼロに制御する(ステップS 19)。

40

【0042】

すると、磁極位置推定器39によるロータ位置の推定が可能となり(ステップS 20)、制御用マイコン36は、その時点の誘起電圧 E_d を演算して $E_d \cdot A$ とすると共に、モータ15の回転数 A を取得する(ステップS 21)。そして、巻線18の切替前後における誘起電圧とモータ回転数との比 E_d / A を比較する(ステップS 22)。

50

$E_d \text{ — } B / B$ $E_d \text{ — } A / A$ であれば(ステップS23,「YES」)巻線の切替は正常に行なわれたと判断されるので切り替え処理を終了する(ステップS24)。一方、 $E_d \text{ — } B / B$ $E_d \text{ — } A / A$ であれば(ステップS23,「NO」)巻線の切替は行なわれていないと判断されるのでステップS26に移行する。即ち、同一構成のモータであれば、誘起電圧 E_d は回転数について線形を示す関数となるので、誘起電圧と回転数との比を比較している。

【0043】

以上のように本実施例によれば、モータ15の固定子巻線18の接続状態をリレー62～64により変化させて、巻線18の誘起電圧定数を切替える場合に、制御用マイコン36は、巻線18の接続状態が変化したことを確認するようにした。具体的には、モータ15の停止時には、リレー62～64を作動させる前後における、巻線18の抵抗値の変化を比較することで切替え結果を確認し、モータ15の回転時には、リレー62～64を作動させる前後において、磁極位置推定器39によって推定される誘起電圧 E_d の変化を比較して確認する。

従って、何れの場合も、巻線18の接続状態が変化したか否かを確認することができ、実際に接続状態が変化しないままモータ15を運転してしまうことを防止できる。そして、1つのモータを使用して洗い又はすすぎ運転や脱水運転を行なう洗濯機に適用することで、夫々の運転を正常に行うことができる。

【0044】

また、制御用マイコン36は、モータ15の回転中には、インバータ部37に入力されるDC電圧とその時点の誘起電圧 E_d との差が所定値以内であれば、モータ15の回転数 B 及び切替前誘起電圧 $E_d \text{ — } B$ を取得してから、インバータ部37を構成するIGBT50を全てOFFさせ、モータの巻線電流がゼロになったことを検知すると、リレー62～64の開閉状態を変化させ、前記巻線電流が再びゼロとなるように制御して、その時点の回転数 A 及び切替後誘起電圧 $E_d \text{ — } A$ を取得し、 $E_d \text{ — } B / B$ と $E_d \text{ — } A / A$ とを比較することで切替確認を行なう。従って、モータ15が回転中であっても、切替結果の確認を確実に行うことができる。

【0045】

そして、誘起電圧と回転数との比を比較して、その比が不一致か否かを判定するので、巻線18の切替後において、電流をゼロにするまでに要する時間や、モータ15の慣性モーメントの大きさによりモータ15の回転速度が大きく変化するような場合でも、巻線18の切替え判定をより正確に行うことができる。

更に、巻線18の接続状態を、洗濯運転時と脱水運転時とで切り替えるので、夫々の運転特性に応じて最適となるように、巻線18の誘起電圧定数を変更することができる。加えて、巻線18の接続状態を、脱水運転時における低速回転領域と、高速回転領域とでも切り替えるようにしたので、脱水運転時における広い範囲の回転変化について、実際に高速回転となる領域で巻線18の誘起電圧定数を適切に変更することができる。

【0046】

本発明は、上記実施例にのみ限定されるものではなく、次のように変形または拡張できる。

複数の巻線を直列に接続する数を変化させても良い。また、1つの巻線について選択するタップを切替えるようにしても良い。

モータの停止中に切替えを行う方式と、回転中に切替えを行う方式とを何れか一方だけ実施しても良い。

巻線18の切替後において、モータ15の回転速度が大きく変化しないことが想定される場合は、図4のステップS14とS21とにおいて、誘起電圧 $E_d \text{ — } B$ 、 $E_d \text{ — } A$ のみを検出し、ステップS22、S23では、誘起電圧 $E_d \text{ — } B$ 、 $E_d \text{ — } A$ を比較して両者が不一致かどうかを判定しても良い。

半導体スイッチング素子には、その他パワーMOSFETやパワートランジスタなどを用いても良い。

10

20

30

40

50

巻線の誘起電圧定数を、3段階以上に変化させても良い。

ドラム式に限ることなく、縦型の洗濯機に適用しても良い。

また、洗濯機に限ることなく、回転機の駆動特性を大きく変更する必要がある装置であれば広く適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明をドラム式洗濯機に適用した場合の一実施例であり、制御装置の構成を示す機能ブロック図

【図2】巻線の切替状態を示す図

【図3】ドラム式洗濯機の全体構成を示す図

【図4】制御用マイコンによる制御内容を、本発明の要旨に係る部分について示すフローチャート

【図5】洗濯機の各運転状態と、それらについてモータに要求される特性とを示す図

【符号の説明】

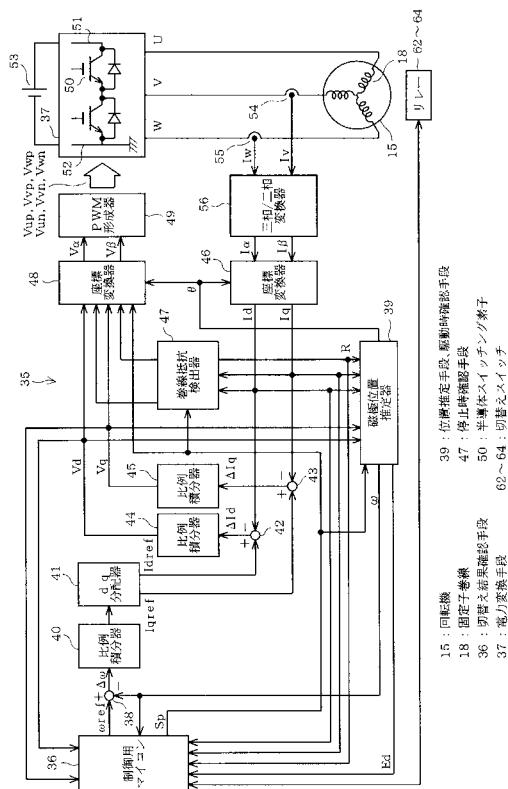
【0048】

図面中、1は洗濯機、15はモータ（回転機）、18は固定子巻線、19はロータ（回転子）、36は制御用マイコン（切替え結果確認手段、停止時確認手段、駆動時確認手段）、37はインバータ回路（電力変換手段）、39は磁極位置推定器（駆動時確認手段、位置推定手段）、47は巻線抵抗検出器（停止時確認手段）、50はIGBT（半導体スイッチング素子）、62～64はリレー（切替えスイッチ）を示す。

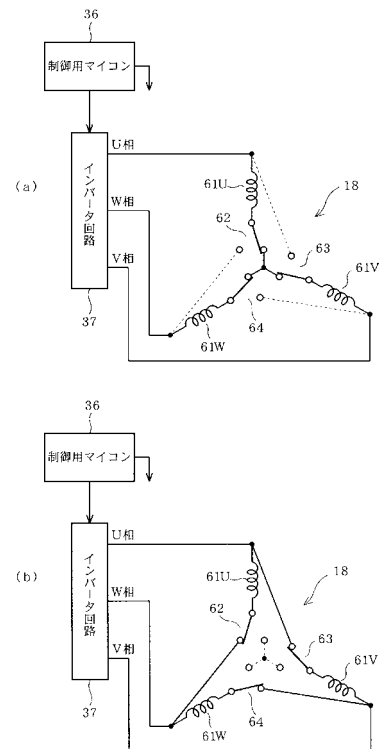
10

20

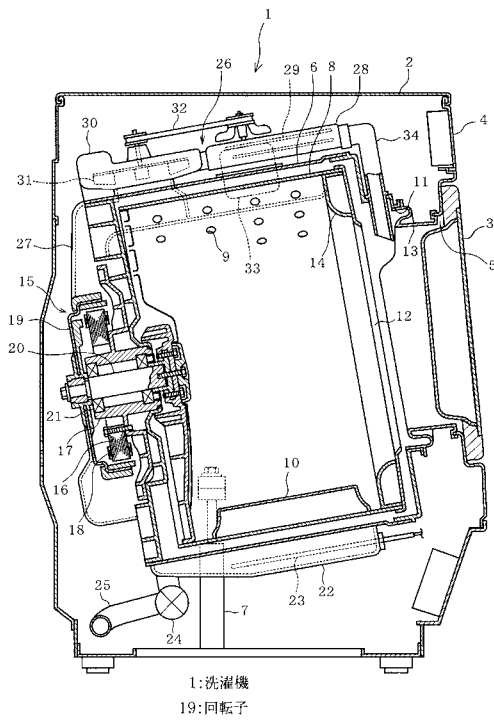
【図1】



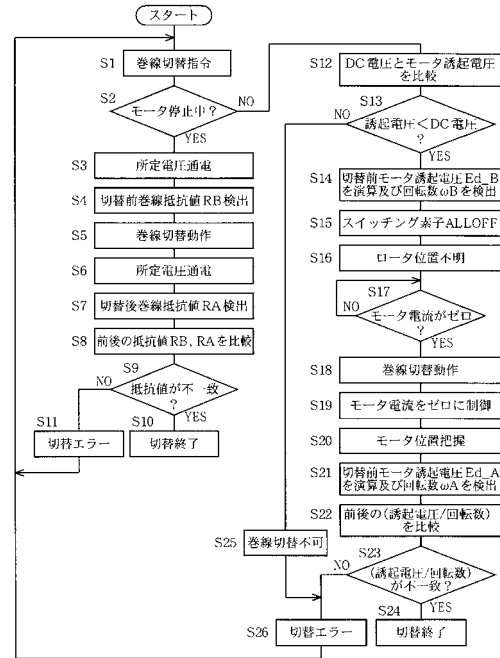
【図2】



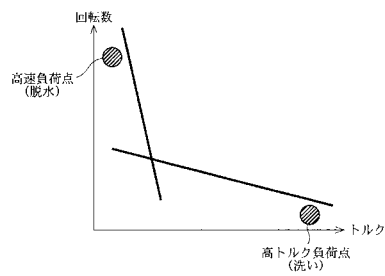
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H505 AA09 BB02 BB06 BB08 DD03 DD08 EE07 EE41 EE49 FF07
FF08 GG02 GG04 HA06 HA10 HB02 JJ03 JJ04 JJ24 LL16
LL22 LL39 LL41 LL55 MM12
5H560 AA10 BB04 BB07 BB12 DA14 DB14 DB20 DC12 DC20 EB01
JJ19 RR05 RR07 TT15 UA06 XA02 XA04 XA12 XA13