

明 細 書

発明の名称：洗濯機

技術分野

[0001] 本開示は、洗濯機に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、この種の洗濯機は、布量判定を以下のように行っている。布量判定とは洗濯機に入っている布の量を量ることで、水位や回転数を布量に応じた洗い方にすることが提案されている。布量判定を行う際の精度を向上させるために、洗濯槽の回転の加速時と減速時の加速度を一定割合にしたときの電流値から布量判定する（例えば、特許文献1参照）。

[0003] また、従来、この種の洗濯機は、水流見直し制御を以下のように行っている。攪拌開始初期の一定周期間の電流により、洗濯槽内からの洗濯水の飛び散りを予測し、電流が大きいときは飛び散ると予測し、予め弱い水流に変更して飛び散りを防止する方法が提案されている（例えば、特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-54498号公報

特許文献2：特開2006-68275号公報

発明の概要

[0005] しかしながら、このような従来の洗濯機は、洗濯槽を回転させるため、布が偏っている場合にアンバランスの影響を受けやすく、そのアンバランスを解消しようとする時間がかかるという課題を有していた。また、回転数検知に位置センサを用いるため、高価になり、構造上の制約をうけるという課題を有していた。

[0006] 本開示は、位置センサなしであっても、容易に精度よく布量を検知することができる洗濯機を提供する。

- [0007] 本開示における洗濯機は、洗濯兼脱水槽に回転自在に配設した攪拌翼と、永久磁石と巻線を有する電動機と、電動機に電流を供給する電源回路と、電動機の電流を検知する電流検知部と、を備える。また、電動機のトルクを攪拌翼に伝える伝達機構と、電動機を所定回転数に制御する回転数制御部と、電動機を加速制御、一定速制御、または休止制御を順次、左右交互に所定回数回、実行する制御部と、を備える。さらに、制御部は、一定速制御の期間中の電流平均値、あるいは休止制御の期間中の回転角度から、洗濯物の量を検知する布量検知部を設ける。
- [0008] 本開示における洗濯機は、位置センサなしであっても、容易に精度よく布量を検知することができる。
- [0009] さらに、従来の洗濯機は、洗濯物が大きい場合に電流が大きくなり、水流を弱めてしまうため、洗濯物が大きいと洗浄時間がかかり、洗浄性能の満たさないという課題を有していた。また、洗濯水の飛び散りを防止するための水流の見直しに位置センサを用いたため、高価になり、構造上の制約をうけるという課題を有していた。
- [0010] 本開示は、位置センサなしであっても、水飛びしない程度に通常水流で制御することで、洗浄性能を確保ができる洗濯機を提供する。
- [0011] 本開示における洗濯機は、洗濯兼脱水槽に回転自在に配設した攪拌翼と、永久磁石と巻線を有する電動機と、電動機に電流を供給する電源回路と、電動機の電流を検知する電流検知部と、をそなえる。また、電動機のトルクを攪拌翼に伝える伝達機構と、電動機を所定回転数に制御する回転数制御部と、電動機を加速制御、一定速制御、または休止制御を順次、左右交互に所定回数回、実行する制御部と、を備える。さらに、制御部は、休止制御期間中の回転角度に応じて、洗濯の水流を見直す。
- [0012] 本開示における洗濯機は、洗濯物の量によらず、洗濯水の飛び散りを予測できる。また、位置センサなしであっても、水飛びしない程度に通常水流で制御することで、洗浄性能を確保し、水飛びする場合は水流を弱めて、水飛びを未然に防ぐ。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、第1の実施の形態における洗濯機の要部断面図である。

[図2]図2は、第1の実施の形態における洗濯機のモータの駆動系のブロック図である。

[図3]図3は、第1の実施の形態における洗濯機のモータの等価回路図である。

[図4]図4は、第1の実施の形態における洗濯機のモータの位相推定時の制御ブロック図である。

[図5]図5は、第1の実施の形態における洗濯機のモータの速度位相推定部の詳細ブロック図である。

[図6A]図6Aは、第1の実施の形態における洗濯機のモータの位相推定時の推定座標が遅れ状態のベクトル図である。

[図6B]図6Bは、第1の実施の形態における洗濯機のモータの位相推定時の推定座標が進み状態のベクトル図である。

[図7]図7は、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知制御のフローチャートである。

[図8]図8は、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知加速制御のフローチャートである。

[図9]図9は、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知一定速制御のフローチャートである。

[図10]図10は、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知減速制御のフローチャートである。

[図11]図11は、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知判定出力のフローチャートである。

[図12A]図12Aは、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知判定出力の平均 $|q|$ と布量判定値の関係図である。

[図12B]図12Bは、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知判定出力の積算回転角と布量判定値の関係図である。

[図13]図13は、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知での I_q 、回転角度を検知するタイムチャートである。

[図14]図14は、第1の実施の形態における洗濯機のモータ速度制御処理のフローチャートである。

[図15]図15は、第1の実施の形態における洗濯機のモータ休止制御処理のフローチャートである。

[図16]図16は、第1の実施の形態における洗濯機のモータ電流制御処理のフローチャートである。

[図17]図17は、第2の実施の形態における洗濯機の布量検知一定速制御のフローチャートである。

[図18]図18は、第2の実施の形態における洗濯機の布量検知での I_q を検知するタイムチャートである。

[図19]図19は、第3の実施の形態における洗濯機の水flow見直し制御のフローチャートである。

[図20]図20は、第3の実施の形態における洗濯機の水flow見直しの加速制御のフローチャートである。

[図21]図21は、第3の実施の形態における洗濯機の水flow見直しの一定速制御のフローチャートである。

[図22]図22は、第3の実施の形態における洗濯機の水flow見直しの減速制御のフローチャートである。

[図23]図23は、第3の実施の形態における洗濯機の水flow見直し制御の判定出力の積算回転角と水flow見直し制御での判定水flowの関係図である。

[図24]図24は、第3の実施の形態における洗濯機の水flow見直し制御の回転角度を検知するタイムチャートである。

[図25]図25は、第3の実施の形態における洗濯機のモータ速度制御処理のフローチャートである。

[図26]図26は、第3の実施の形態における洗濯機のモータ休止制御処理のフローチャートである。

[図27]図27は、第3の実施の形態における洗濯機のモータ電流制御処理のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。また、この実施の形態によって本開示が限定されるものではない。

[0015] (第1の実施の形態)

図1は、第1の実施の形態における洗濯機の要部断面図である。

[0016] 底部に衣類攪拌用のパルセータ1を左右回転自在に配した洗濯兼脱水槽2は、脱水回転自在に水受け槽3の内部に構成される。水受け槽3の外底部にはモータ4を固定し、モータ4の回転は、モータプーリ31とベルト5とインペラプーリ32、および減速機構兼クラッチ6を介して、パルセータ1または洗濯兼脱水槽2を回転駆動させたり、ブレーキさせたりする。

[0017] モータプーリ31とインペラプーリ32間では減速比(例えば、1/4)を持ち、モータ4のモータ軸(図示せず)に取り付けられているモータプーリ31が4回転するときに、減速機構兼クラッチ6のインペラ軸(図示せず)に取り付けられているインペラプーリ32(または、洗濯兼脱水槽2)が1回転する関係にある。

[0018] 同様に、インペラプーリ32とパルセータ1の間にある減速機構兼クラッチ6は減速比(例えば、1/6)を持ち、インペラ軸に取り付けられているインペラプーリ32が6回転するときにパルセータ軸(図示せず)に取り付けられているパルセータ1は1回転する関係にある。

[0019] ブレーキはモータ4に逆トルクがかかるように制御する方法のほか、ギヤードモータ7を作動させ、ブレーキベルト8を回転部に接触させることで機械的に洗濯兼脱水槽2を制動させる方法がある。洗濯機外枠9の上方に配したパネル部10の上面には開閉自在に蓋11を設け、パネルの前方内方には、洗濯機行程全般を制御すると共に、表示部12を有する制御装置13を配する。

[0020] 制御装置13は、モータ4、給水弁14、排水弁15などの動作を制御し

、洗い、すすぎ、脱水などの一連の行程を逐次制御するマイクロコンピュータからなる制御部20を有する。制御部20は、使用者が所望の洗濯コース設定や運転開始、一時停止などを操作する入力設定部からの情報を基に、LEDやLCD等の発光素子からなる表示部12で、行程進捗の表示や各種情報を表示して使用者に知らせる。入力設定部により運転開始が設定されると、水位検知部等からのデータに応じて、ギヤードモータ7、給水弁14、排水弁15の動作を制御して洗濯運転を行う。

[0021] 図2は、第1の実施の形態における洗濯機のモータの駆動系のブロック図である。

[0022] 交流電源は、整流回路16に交流電力を加え、整流回路16は倍電圧整流回路で構成し、インバータ回路17に倍電圧直流電圧を加える。インバータ回路17は、6個のパワースイッチング半導体と逆並列ダイオードよりなる3相フルブリッジインバータ回路により構成し、通常、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（IGBT）と逆並列ダイオードおよびその駆動回路と保護回路を内蔵したインテリジェントパワーモジュール（以下、IPMという）で構成している。インバータ回路17の出力端子にモータ4を接続し、駆動する。

[0023] 電流検出部18は、インバータ回路17の負電圧端子と整流回路16の負電圧端子間にシャント抵抗を接続し、このシャント抵抗の両端電圧から算出したインバータ回路17の入力電流をもとに、モータ4の相電流 I_u 、 I_v 、 I_w を検出する。インバータ回路17に加わる直流電圧が、交流電源からの入力以外に、モータ回転により発生する回生エネルギーにより、重畳することもあるため、常に検知している。

[0024] PWM制御部19は制御部20からの3相モータ駆動制御電圧指令 V_{us} 、 V_{vs} 、 V_{ws} に応じ、インバータ回路17のIGBTのスイッチングさせるPWM信号を制御し、インバータ回路の出力電圧 V_u 、 V_v 、 V_w により、モータ4を駆動する。

[0025] 図3は、第1の実施の形態における洗濯機のモータの等価回路図である。

[0026] ここでは説明を簡単にするため、機械角 1 回転が電気角 1 回転となる 2 極構成としている。極数が 4 極、8 極、・・・に変わった場合、機械角 1 回転が電気角 2 回転、4 回転、・・・の関係に変わる。モータ 4 は、三相同期モータであり、U、V、W の三相の巻線 4 a、4 b、4 c と、回転軸中心回りに回転するロータである永久磁石 4 d を有する等価回路により構成される。この等価回路において永久磁石の N 極側を正方向として貫く軸を d 軸 (d i r e c t - a x i s) と定義し、それに直交する軸を q 軸 (q u a d r a t u r e - a x i s) と定義する。このように定義するとモータのトルクを主に支配するのは q 軸方向の磁界となる。また、位相 (電気角) は U 相巻線を貫く軸と d 軸との回転角 θ となる。以下、記載する位相は全て電気角である。なお、d 軸方向に磁界を生じるように電圧を印加した場合の巻線のインダクタンスを L_d とし、同じく q 軸方向についてのインダクタンスを L_q とする。

[0027] 埋込磁石型三相同期モータは、 $L_d < L_q$ の関係にある。また後で説明する制御部 20 は、最初は回転子の位置を正確に検出できていないため、図 3 に示す通り、位相 θ_c であると想定しており、現実の位相 θ とは誤差 $\Delta \theta$ を生じている。つまり、マイコンが位相 θ_c と想定して制御を行う軸を、実際のモータの d 軸、q 軸に対し、 γ 軸 (推定 d 軸)、 δ 軸 (推定 q 軸) となる。以降、マイコン内のトルクに対応した電流成分を δ 軸電流 I_δ 、マイコン内の磁束に対応した電流成分を γ 軸電流 I_γ 、マイコン内のトルクに対応した電圧成分を指令 δ 軸電圧 $V_{\delta s}$ 、マイコン内の磁束に対応した電圧成分を指令 γ 軸電圧 $V_{\gamma s}$ とする。

[0028] 図 4 は、第 1 の実施の形態における洗濯機のモータの位相推定時の制御ブロック図である。

[0029] 制御部 20 は、マイクロコンピュータ (マイコン) と、マイコンに内蔵したインバータ制御タイマ (タイマ)、A/D 変換、メモリ回路、速度位相推定部 21、3 相 2 相変換器 22、 I_δ 誤差増幅器 23、 I_γ 誤差増幅器 24、2 相 3 相変換器 25、速度誤差増幅器 26、弱め界磁設定部 27 等より構

成され、以下のように、インバータ制御を行う。

[0030] 速度位相推定部 21 の詳細は後で記載する。速度位相推定部 21 は、 δ 軸電流 I_δ 、 γ 軸電流 I_γ 、指令 γ 軸電圧 $V_{\gamma s}$ を入力し、速度（電気角速度） ω と、推定位相 θ を出力する。以下、記載する速度は全て電気角速度である。

[0031] 3 相 2 相変換器 22 は、電気角 θ と相電流 I_u 、 I_v 、 I_w と、静止座標系から回転座標系に変換するのに必要な正弦波データ（ $\sin$ 、 $\cos$ データ）から、 γ 軸電流 I_γ と δ 軸電流 I_δ を、数式 1 のように演算する。

[0032] [数1]

$$\begin{bmatrix} I_\gamma \\ I_\delta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \times \begin{bmatrix} \cos\theta & \cos\left(\theta - \frac{2}{3}\pi\right) & \cos\left(\theta - \frac{4}{3}\pi\right) \\ -\sin\theta & -\sin\left(\theta - \frac{2}{3}\pi\right) & -\sin\left(\theta - \frac{4}{3}\pi\right) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_u \\ I_v \\ I_w \end{bmatrix}$$

[0033] I_δ 誤差増幅器 23 は、速度誤差増幅器 26 で求めた δ 軸電流指令 $I_{\delta s}$ と 3 相 2 相変換器 22 で求めた δ 軸電流 I_δ から δ 軸電流の指令値 $I_{\delta s}$ に対する誤差 ΔI_δ が入力され、比例成分と積分成分の和として指令 δ 軸電圧 $V_{\delta s}$ を出力する。

[0034] 同様に I_γ 誤差増幅器 24 は、弱め界磁設定部 27 で求めた γ 軸電流指令 $I_{\gamma s}$ と 3 相 2 相変換器 22 で求めた γ 軸電流 I_γ から γ 軸電流の指令値 $I_{\gamma s}$ に対する誤差 ΔI_γ が入力され、比例成分と積分成分の和として指令 γ 軸電圧 $V_{\gamma s}$ を出力する。

[0035] δ 軸電流 I_δ と γ 軸電流 I_γ に分解してそれぞれ独立に制御するのでベクトル制御と呼ばれる。

[0036] 2 相 3 相変換器 25 は、位相 θ と指令 δ 軸電圧 $V_{\delta s}$ と指令 γ 軸電圧 $V_{\gamma s}$ と、回転座標系から静止座標系に逆変換するのに必要な正弦波データ（ $\sin$ 、 $\cos$ データ）から、正弦波状の指令である 3 相電圧 V_{us} 、 V_{vs} 、 V_{ws} を、数式 2 のように演算する。

[0037]

[数2]

$$\begin{bmatrix} V_{us} \\ V_{vs} \\ V_{ws} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \times \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \cos\left(\theta - \frac{2}{3}\pi\right) & -\sin\left(\theta - \frac{2}{3}\pi\right) \\ \cos\left(\theta - \frac{4}{3}\pi\right) & -\sin\left(\theta - \frac{4}{3}\pi\right) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} V_{\gamma s} \\ V_{\delta s} \end{bmatrix}$$

[0038] 速度誤差増幅器26は、速度指令 ω_s と速度位相推定部21で演算された速度 ω から速度指令 ω_s に対する誤差 $\Delta\omega$ が入力され、比例成分と積分成分の和の δ 軸電流指令 $I_{\delta s}$ を出力する。

[0039] 弱め界磁設定部27は速度位相推定部21で演算された速度 ω とインバータ回路に入力される直流電圧 V_{dc} から負の方向の γ 軸電流指令 $I_{\gamma s}$ を演算し、弱め磁束制御を行う。

[0040] 図5は、第1の実施の形態における洗濯機のモータの速度位相推定部の詳細ブロック図である。

[0041] モータ4のパラメータとなる巻線4a、4b、4cの抵抗値 R_a とインダクタンス値 L を用いて推定位相 θ を算出する。

[0042] 速度位相推定部21は、 γ 軸誘起電圧計算器28、 γ 軸誘起電圧誤差増幅器29からなる。

[0043] γ 軸誘起電圧計算器28は、インダクタンス値 L と抵抗値 R_a と δ 軸電流 I_{δ} 、 γ 軸電流 I_{γ} 、指令 γ 軸電圧 $V_{\gamma s}$ および推定速度 ω から γ 軸誘起電圧 $V_{e\gamma}$ を数式3のように演算する。

[0044] [数3]

$$V_{e\gamma} = V_{\gamma s} - (R_a \times I_{\gamma} - \omega \times L \times I_{\delta})$$

[0045] γ 軸誘起電圧指令 $V_{e\gamma s} = 0$ として、 γ 軸誘起電圧指令 $V_{e\gamma s}$ に対する誤差 $\Delta V_{e\gamma}$ が γ 軸誘起電圧誤差増幅器29に入力される。

[0046] γ 軸誘起電圧誤差増幅器29は、積分ゲイン K_{ω} から演算した推定速度 ω を出力し、比例ゲイン K_{θ} から演算した値に、推定速度 ω を加算し、積分器で時間積分して推定位相 θ を出力する。

[0047] ただし、 γ 軸誘起電圧計算器28は必ずしも数式3を用いるものに限定されるものではなく、時間微分項を加えた数式4で演算してもよい。

[0048] [数4]

$$V_{e\gamma} = V_{\gamma s} - (R_a \times I_\gamma + L \times (dI_\gamma/dt) - \omega \times L \times I_\delta)$$

[0049] なお、上記した各数式でのインダクタンス L は、 $L_d = L_q$ となる特性のモータ4であれば同一となる L 値が使用できるが、 $L_d \neq L_q$ となるモータ4でも一定の L 値(= L_q)として演算できる。

[0050] 図6Aは、第1の実施の形態における洗濯機のモータの位相推定時の推定座標が遅れ状態(モータ4の $d-q$ 座標に対して $\gamma-\delta$ 座標(推定 $d-q$ 座標)がやや遅れている)のベクトル図、図6Bは、第1の実施の形態における洗濯機のモータの位相推定時の推定座標が進み状態(モータ4の $d-q$ 座標に対して $\gamma-\delta$ 座標(推定 $d-q$ 座標)がやや進んでいる)のベクトル図である。

[0051] γ 軸誘起電圧誤差 $\Delta V_{e\gamma}$ は、ベクトル図では、モータ4の入力電圧 V_a から、 R_a および ωL に流れる電流のドロップを差し引いた推定の誘導電圧ベクトル V_e (= $\omega \times \Psi_a$)の γ 軸成分となる。誘導電圧ベクトル V_e は常に q 軸上になるため、推定位相誤差 $\Delta \theta$ ($d-q$ 座標に対して反時計回りに $\gamma-\delta$ 座標が来る状態を正とする)が0のときは、 q 軸が δ 軸と一致する。図6Aでは推定位相誤差 $\Delta \theta$ が負($\Delta \theta < 0$)となり、図6Bでは推定位相誤差 $\Delta \theta$ が正($\Delta \theta > 0$)となる。

[0052] γ 軸誘起電圧誤差増幅器29により、図6Aの場合には推定速度 ω を増やし、 θ をより進め、図6Bの場合には推定速度 ω を減らし、 θ を遅らせることで、 γ 軸誘起電圧誤差 $\Delta V_{e\gamma}$ および推定位相誤差 $\Delta \theta$ が0になるように、フィードバック制御をしている。このように、位相推定は誘起電圧 V_e のあるモータ回転状態を前提としているため、誘起電圧が低い起動時や停止時の低速域は、位相推定が安定しない系行為にあり、低速域は位相推定をしないオープンループ制御が使われる。

[0053] 上記構成において、図7～図16、表1～表3を用いて、第1の実施の形

態における洗濯機の布量検知制御について、記載する。

[0054] 図7は、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知制御のフローチャートである。

[0055] ステップS100より布量検知制御を開始する。ステップS101で反転回数 n を0にクリアする。ステップS102でモータ指令回転数 ω_s を0にクリアする。ステップS103で布量検知加速制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS104で布量検知一定速制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS105で布量検知減速制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。

[0056] ステップS106で反転回数 n を+1加算する。ステップS107で反転回数 n が設定判定回数 n_s （例えば、4回）より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS108に移行し、同等または小さい（NO）ならステップS109に移行する。ステップS108で布量検知判定出力処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS109で回転方向をCW（Clock Wise）ならCCW（Counter Clock Wise）に変更し、CCWならCWに変更する。ステップS110は他の処理ルーチンの「A」から移行してくる。ステップS111で布量判定値として最大（例えば、10kg）が出力される。ステップS112で布量検知制御を終了する。

[0057] 図8は、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知加速制御のフローチャートである。

[0058] ステップS200より布量検知加速制御を開始する。ステップS201でモータ加速度 α （例えば、3000（r/min）/s）を呼出す。ステップS202でモータ指定回転数 ω_s をモータ加速度 α に応じて加算する。ステップS203でモータ速度制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS204でモータ指定回転数 ω_s がモータ指令最大回転数 ω_{max} （例えば、2160r/min）以上かを確認して、以上（YES）ならステップS205に移行し、未滿（NO）ならステップS201に移

行する。ステップS205で布量検知加速制御を終了する。

[0059] 図9は、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知一定速制御のフローチャートである。

[0060] ステップS300より布量検知一定速制御を開始する。ステップS301でON時限タイマ T_{ontm} を0にクリアする。

[0061] ステップS302で反転回数 n が0かを確認して、0 (YES) ならステップS303に移行し、0でない (NO) ならステップS305に移行する。ステップS303で積算 $|q|q_{integral}$ を0にクリアする。ステップS304で積算回数 $integral_n$ を0にクリアする。ステップS305でモータ速度制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS306でON時限タイマ T_{ontm} にモータ速度制御処理時間（例えば、1ms）を加算する。

[0062] ステップS307でON時限タイマ T_{ontm} が積算遅延時間 T_{delay} （例えば、0.3s）より小さいかを確認して、小さい (YES) ならステップS310に移行し、同等または大きい (NO) ならステップS308に移行する。ステップS308で積算 $|q|q_{integral}$ に $|q|q$ を加算する。ステップS309で積算回数 $integral_n$ に1を加算する。ステップS310でON時限タイマ T_{ontm} がON時限 T_{on} より大きいかを確認して、大きい (YES) ならステップS311に移行し、同等または小さい (NO) ならステップS305に移行する。ステップS311で布量検知一定速制御を終了する。

[0063] 図10は、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知減速制御のフローチャートである。

[0064] ステップS400より布量検知減速制御を開始する。ステップS401で反転回数 n が0かを確認して、0 (YES) ならステップS402に移行し、0でない (NO) ならステップS404に移行する。

[0065] ステップS402でOFF時限タイマ T_{offtm} を0にクリアする。ステップS403で積算回転角 $\theta_{integral}$ を0にクリアする。ス

テップS404でモータ速度休止制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS405で角度閾値 θ_limit （以降、角度はモータ電気角とする）がモータ回転角度 θ より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS406に移行し、同等または小さい（NO）ならステップS407に移行する。ステップS406でOFF時限タイマ T_off_tm にモータ休止制御処理時間（例えば、1ms）を加算する。ステップS407では「A」（図7参照）に移行する。

[0066] ステップS408でモータ回転数 ω が最低検知回転数 ω_min （例えば、100r/min）より小さいかを確認して、小さい（YES）ならステップS410に移行し、同等または大きい（NO）ならステップ409に移行する。ステップS409で積算回転角 $\theta_integral$ にモータ回転角度 θ を加算する。ステップS410でOFF時限タイマ T_off_tm がOFF時限 T_off より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS411に移行し、同等または小さい（NO）ならステップS404に移行する。ステップS411で布量検知減速制御を終了する。

[0067] 図11は、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知判定出力のフローチャートである。

[0068] ステップS500より布量検知判定出力を開始する。ステップS501で平均 I_q を数式5のように演算する。

[0069] [数5]

$$I_{q_average} = \frac{I_{q_integral}}{integral_n}$$

[0070] ステップS502で判定値出力を行う。判定方法については、図12A、図12B、表1～表3に詳細を記載する。ステップS503で布量検知判定出力を終了する。

[0071] 図12Aは、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知判定出力の平均 I_q と布量判定値の関係図、図12Bは、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知判定出力の積算回転角と布量判定値の関係図である。図12A、

図 1 2 B 中の点は各布量（例えば、2 k g、4 k g、6 k g、8 k g、1 0 k g）における評価値（それぞれ平均 I_q 、積算回転角）で、破線はこの点を結んだ近似線になる。矢印の線のように、評価値から各布量判定値（例えば、0～3 k g、3～5 k g、5～7 k g、7～9 k g、9 k g～）に判定する閾値を決定する。各布量で複数回行い、評価値のばらつきも考慮した閾値に設定する。

[0072] 表 1 は、第 1 の実施の形態における洗濯機の布量検知判定出力の平均 I_q から判定される布量判定値、表 2 は、第 1 の実施の形態における洗濯機の布量検知判定出力の積算回転角から判定される布量判定値、表 3 は、第 1 の実施の形態における洗濯機の布量検知判定出力の平均 I_q と積算回転角から判定される布量判定値である。

[0073] [表1]

平均 I_q	布量判定値
～0.2A	0～3kg
0.2～0.5A	3～5kg
0.5～0.9A	5～7kg
0.9～1.4A	7～9kg
1.4A～	9kg～

[0074] [表2]

積算回転角	布量判定値
112rev～	0～3kg
64～112rev	3～5kg
40～64rev	5～7kg
24～40rev	7～9kg
～24rev	9kg～

[0075] [表3]

平均 I_q	積算回転角	布量判定値
~0.5A	112rev~	0~3kg
	~112rev	3~5kg
0.5~0.9A		5~7kg
0.9~1.4A		7~9kg
1.4A~		9kg~

[0076] 図12Aのように、平均 I_q と布量判定値は比例に近い関係にあるため、多い布量まで平均 I_q で閾値を引くことができる。よって、平均 I_q から例えば表1の布量判定値を設定できる。

[0077] 一方、図12Bのように、積算回転角と布量判定値は反比例に近い関係にあるため、多い布量では積算回転角の変化が小さく閾値が密になるが、少ない布量では積算回転角の変化が大きく閾値を引きやすい。そのため、低い布量での判定を得意とする傾向にある。よって、積算回転角から例えば表2の布量判定値を設定できる。

[0078] さらに、表3は、これらの特徴を活かして、多い布量は平均 I_q で判定し、少ない布量は積算回転角で判定する。つまり、平均 I_q が0.5A未満なら、積算回転角が112rev以上か、112rev未満かにより、布量判定値を0~3kgか、3~5kgを判定する。また、平均 I_q が0.5A以上なら、0.9A未満か、0.9A以上、1.4A以上により、布量判定値を5~7kgか、7~9kgか、9kg~を判定する。

[0079] 表1と表2のように布量検知判定出力される場合は、一つの評価値のみで簡単に布量検知できる。一方、表3のように、布量検知判定出力される場合は、それぞれの評価値の特徴を活かした精度の良い布量検知できる。

[0080] 図13は、第1の実施の形態における洗濯機の布量検知での I_q 、回転角度を検知するタイムチャートである。

[0081] 図13の(a)は、指定回転数(点線)、実際の回転数(実線)の時間毎

の変化、図13の(b)は、 I_q (実線)の時間毎の変化を表す。加速制御期間と一定速制御期間からなるON時限と減速制御期間からなるOFF期間がある。

[0082] 図13の(b)の一定速制御で積算遅延時間経過から一定速制御の終了までの間、 I_q で積算する(斜線部分)。この積算 I_q から布量検知の判定に使う平均 I_q を算出する。ここで、 I_q は回転数変化の影響を受け、変動しやすいので、積算遅延時間後に I_q を測定することで変動を抑え、平均 I_q のばらつきを抑えている。

[0083] また、図13の(a)の減速制御で最低検知回転数までの回転角度を合計した積算する(斜線部分)する。回転数を検知しにくい低回転での回転角度を除くため、回転角度の積算は最低検知回転数までに限定して、積算回転角の精度を改善している。

[0084] この図では一回一方向の攪拌のみで判定しているが、回転方向を変えながら、偶数回(例えば、4回)分の積算を I_q 、回転角度で行うことで、回転方向による影響を抑え、平均 I_q や積算回転角の精度を改善している。

[0085] 図14は、第1の実施の形態における洗濯機のモータ速度制御処理のフローチャートである。

[0086] ステップS600よりモータ速度制御処理を開始する。ステップS601でモータ回転数 ω がモータ指令回転数 ω_s より大きいかを確認し、大きい(YES)ならステップS602に進み、同等または小さい(NO)ならステップS603に進む。ステップS602で指令 δ 軸電流 $I_{\delta s}$ を減らす。ステップS603で指令 δ 軸電流 $I_{\delta s}$ を増やす。ステップS601~S603で速度誤差増幅器26により指令 δ 軸電流 $I_{\delta s}$ を設定するときに、変動要素が大きく制御が安定しないため、通常は平均化などの積分要素を加えた比例積分制御を行う。

[0087] ステップS604で電流制御タイム $T_{e_t m}$ を0にクリアする。ステップS605で電流制御処理ルーチン(詳細は後で記載する)に移行する。ステップS606で電流制御タイム $T_{e_t m}$ に電流制御処理時間(例えば、

0.1 ms)を加算する。ステップS607で電流制御タイマ T_{e_tm} が電流制御周期 T_{e_cycle} より大きいかを確認して、大きい(YES)ならステップS608に移行し、同等または小さい(NO)ならステップS605に移行する。ステップS608でモータ速度制御処理を終了する。

[0088] 図15は、第1の実施の形態における洗濯機のモータ休止制御処理のフローチャートである。ステップS700よりモータ休止制御処理を開始する。ステップS701で指令 δ 軸電流 $I_{\delta s}$ に0または固定値を代入する。指令 δ 軸電流 $I_{\delta s}$ はトルクを発生させないように0を用いる方法と、回生電圧が問題にならない程度にブレーキトルクを発生させブレーキ時間を短くする負の固定値を用いる方法と、回転を減速させる方向に働く摩擦力などより確実に停止する微少な駆動トルクで積算回転角の差を大きくし布量検知時の判別を容易にする微少な正の固定値を用いる方法がある。布量や洗濯機の構成に応じて、使いやすい方法を選べる。

[0089] 以降は図14に示すモータ速度制御処理のステップS604～S608と同じ処理を行う。ステップS702で電流制御タイマ T_{e_tm} を0にクリアする。ステップS703で電流制御処理ルーチン(詳細は後で記載する)に移行する。ステップS704で電流制御タイマ T_{e_tm} に電流制御処理時間(例えば、0.1 ms)を加算する。ステップS705で電流制御タイマ T_{e_tm} が電流制御周期 T_{e_cycle} より大きいかを確認して、大きい(YES)ならステップS706に移行し、同等または小さい(NO)ならステップS703に移行する。ステップS706でモータ休止制御処理を終了する。

[0090] 図16は、第1の実施の形態における洗濯機のモータ電流制御処理のフローチャートである。

[0091] ステップS800よりモータ電流制御処理を開始し、ステップS801で電流検出部18により相電流 I_u 、 I_v 、 I_w を検知する。ステップ802で相電流 I_u 、 I_v 、 I_w のいずれか1つが相電流閾値 I_limit より大きいかを確認して、大きい(YES)ならステップS803に移行し、同

等または小さい（NO）ならステップS804に移行する。

[0092] ステップS803で3相2相変換器22により数式1のように、 δ 軸電流 I_{δ} を演算する。ステップS804で「A」（図7参照）に移行する。ステップS805で δ 軸電流 I_{δ} が指令 δ 軸電流 $I_{\delta s}$ より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS806に移行し、同等または小さい（NO）ならステップS807に移行する。ステップS806で指令 δ 軸電圧 $V_{\delta s}$ を減らす。ステップS807で指令 δ 軸電圧 $V_{\delta s}$ を増やす。

[0093] ステップS805～S807で I_{δ} 誤差増幅器23により、指令 δ 軸電圧 $V_{\delta s}$ を設定するときに、変動要素が大きく制御が安定しないため、通常は平均化などの積分要素を加えた比例積分制御を行う。

[0094] 以降、 δ 軸同様に γ 軸もステップS808～S811で電圧を演算する。ステップS808で3相2相変換器22により数式1のように、 γ 軸電流 I_{γ} を演算する。ステップS809で γ 軸電流 I_{γ} が指令 γ 軸電流 $I_{\gamma s}$ より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS810に移行し、同等または小さい（NO）ならステップS811に移行する。ステップS810で指令 γ 軸電圧 $V_{\gamma s}$ を減らす。ステップS811で指令 γ 軸電圧 $V_{\gamma s}$ を増やす。ステップS809～S811で I_{γ} 誤差増幅器24により、指令 γ 軸電圧 $V_{\gamma s}$ を設定するときに、変動要素が大きく制御が安定しないため、通常は平均化などの積分要素を加えた比例積分制御を行う。

[0095] ステップS812で2相3相変換器25により数式2のように、印可電圧 V_{us} 、 V_{vs} 、 V_{ws} を演算する。ステップS813でPWM制御部19、インバータ回路17を介して、モータ4に電圧印加する。ステップS814でモータ電流制御処理を終了する。

[0096] （第2の実施の形態）

第1の実施の形態と同様の構成ではあるが、制御内容が異なる第2の実施の形態における洗濯機の布量検知制御について、図17、図18を用いて説明する。第1の実施の形態の布量検知一定速制御内の I_q 積算条件（図9に示すステップS307）を変更する。

[0097] 図17は、第2の実施の形態における洗濯機の布量検知一定速制御のフローチャートである。図9のステップS307をステップS307aに変更している。

[0098] 変更されるステップS307aでは、モータ回転数 ω とモータ指令回転数 ω_s の差が収束回転数 $\omega_{converge}$ （例えば、 10 r/min ）より小さく、かつ、完全に収束したかを確認して、大きい、または、完全に収束してない（NO）ならステップS310に移行し、小さく、かつ、完全に収束した（YES）ならステップS308に移行する。

[0099] 図18は、第2の実施の形態における洗濯機の布量検知での I_q を検知するタイムチャートである。

[0100] 図18の（a）は、指定回転数（点線）、実際の回転数（実線）の時間毎の変化、図18の（b）は、 I_q （実線）の時間毎の変化を表す。加速制御期間と一定速制御期間からなるON時限と減速制御期間からなるOFF期間がある。

[0101] 図18の（a）の一定速制御の指定回転数+収束回転数と指定回転数-収束回転数の間（斜線部分）を閾値とし、現在回転数の変曲点が収まっているかどうかで、完全に収束しているかを判定する。現在回転数の左側の5つの変曲点（×）は閾値に入っていないが6つ目以降の変曲点（○）から閾値に入るため、 I_q を測定し、積算を開始する。

[0102] 閾値に収まるため、回転数の変動が少ない。この回転数の変動が少ない期間に、 I_q を測定するため、 I_q の変動も少なく、平均 I_q のばらつきも抑えている。

[0103] そのほかは実施の形態1と同じである。

[0104] （作用等）

以上のように、第1の実施の形態における洗濯機および第2の実施の形態における洗濯機は、洗濯兼脱水槽に回転自在に配設した攪拌翼と、永久磁石と巻線を有する電動機と、電動機に電流を供給する電源回路と、電動機の電流を検知する電流検知部と、を備える。また、電動機のトルクを攪拌翼に伝

える伝達機構と、電動機を所定回転数に制御する回転数制御部と、電動機を加速制御、一定速制御、または休止制御を順次、左右交互に所定回数回、実行する制御部と、を備える。さらに、制御部は、一定速制御の期間中の電流平均値、あるいは休止制御の期間中の回転角度から、洗濯物の量を検知する布量検知部を設ける。

[0105] この構成により、布量検知を一定速制御の期間中の電流平均値か、休止制御の期間中の回転角度のいずれかを測定することにより、容易に布量を検知することができる。

[0106] また、布量検知部が、一定速制御の期間中の電流平均値と、休止制御の期間中の回転角度の両方から、洗濯物の量を検知するようにしてもよい。

[0107] この構成により、布量が少ないときには変化の大きい回転角度から布量を検知し、布量の多いときには少ないときと同様に变化する電流平均値から布量を検知することができ、精度よく布量を検知することができる。

[0108] また、布量検知部が、一定速制御の期間に移行してから、所定時間経過後から一定速制御の期間が終了するまでの電流平均値から洗濯物の量を検知するようにしてもよい。

[0109] この構成により、測定毎の電流平均値のばらつきを抑えることができ、容易に精度よく布量を検知することができる。

[0110] また、布量検知部が、一定速制御の期間で目標回転数と現在回転数の変動が所定値以下に完全に収束してから、所定時間経過後から一定速制御の期間が終了するまでの電流平均値から洗濯物の量を検知するようにしてもよい。

[0111] この構成により、測定毎の電流平均値のばらつきの原因である回転数の変動を抑えた状態から電流平均値を演算できるので、精度よく布量を検知することができる。

[0112] また、布量検知部が、休止制御の期間中にトルクを0または、一定にしたときの回転角度から洗濯物の量を検知するようにしてもよい。

[0113] この構成により、休止制御の期間中は一定トルクを与え続けるので、トルク変動による回転角度のばらつきを抑えることができ、容易に精度よく布量

を検知することができる。また、PWM出力を完全にオフせずに惰性回転させることでセンサレスでも回転角度を検知することができる。

[0114] また、休止制御の期間開始から現在回転数が所定回転数になるまでの回転角度から洗濯物の量を検知するようにしてもよい。

[0115] この構成により、正確に回転数を検知できる高回転領域でのみで回転角度を積算することで、精度よく布量を検知することができる。

[0116] さらに、制御部は、モータ電流が所定値を超えたとき、または回転角度が所定値未満のときに、洗濯物の量が最大として、布量検知を終えるようにしてもよい。

[0117] この構成により、布量検知シーケンスをすべて行わなくても布量が多いことがわかるので、布量検知シーケンスの時短や省エネすることができる。

[0118] (他の実施の形態)

以上のように、本開示の技術の例示として、第1および第2の実施の形態を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されない。

[0119] そこで、以下、他の実施の形態を例示する。

[0120] 第1および第2の実施の形態は、ベルト5により、モータプーリ31とインペラプーリ32を接続し、減速機構兼クラッチ6によりパルセータ1または、洗濯兼脱水槽2に結合するパルセータ式の縦型洗濯機を例に説明しているが、洗濯兼脱水槽とモータが同軸となるダイレクトドライブ方式の洗濯機においても、容易に精度よく布量を検知することができる。

[0121] また、第1および第2の実施の形態はパルセータ式縦型洗濯機を例にとって説明しているが、アジテータ式縦型洗濯機においても、容易に精度よく布量を検知することができる。

[0122] (第3の実施の形態)

以下、第3の実施の形態における洗濯機の水量見直し制御について説明する。

[0123] なお、第3の実施の形態における洗濯機の構成は、図1～図6A、図6Bに示す第1の実施の形態における洗濯機と同様であり、同じ符号を付して説

明は省略する。

[0124] 上記構成において、図19～図27を用いて、第3の実施の形態における洗濯機の水flow見直し制御について、記載する。

[0125] 図19は、第3の実施の形態における洗濯機の水flow見直し制御のフローチャートである。

[0126] ステップS1100より水flow見直し制御を開始する。ステップS1101で反転回数 n を0にクリアする。ステップS1102でモータ指令回転数 ω_s を0にクリアする。ステップS1103で水flow見直し加速制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS1104で水flow見直し一定速制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS1105で水flow見直し減速制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS1106で反転回数 n を+1加算する。ステップS1107で反転回数 n が設定判定回数 n_s （例えば、22回）より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS1108に移行し、小さい（NO）ならステップS1109に移行する。ステップS1108で水flow見直し制御判定出力処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS1109で回転方向をCWならCCW、CCWならCWに変更する。ステップS1110は他の処理ルーチンの「B」から移行してくる。ステップS1111で水flow見直し制御判定値として最大（例えば、微弱水flow）が出力される。ステップS1112で水flow見直し制御を終了する。

[0127] 図20は、第3の実施の形態における洗濯機の水flow見直し加速制御のフローチャートである。

[0128] ステップS1200より水flow見直し加速制御を開始する。ステップS1201でモータ加速度 α （例えば、3000（r/min）/s）を呼出す。ステップS1202でモータ指定回転数 ω_s をモータ加速度 α に応じて加算する。ステップS1203でモータ速度制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS1204でモータ指定回転数 ω_s がモータ指令最大回転数 ω_{max} （例えば、2160 r/min）以上かを確認して、

以上（YES）ならステップS 1 2 0 5に移行し、未満（NO）ならステップS 1 2 0 1に移行する。ステップS 1 2 0 5で水流見直し加速制御を終了する。

[0129] 図21は、第3の実施の形態における洗濯機の水 flow 見直し一定速制御のフローチャートである。

[0130] ステップS 1 3 0 0より水流見直し一定速制御を開始する。ステップS 1 3 0 1でON時限タイマ T_{on_tm} を0にクリアする。ステップS 1 3 0 2でモータ速度制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS 1 3 0 3でON時限タイマ T_{on_tm} にモータ速度制御処理時間（例えば、1ms）を加算する。ステップS 1 3 0 4でON時限タイマ T_{on_tm} がON時限 T_{on} より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS 1 3 0 5に移行し、同等または小さい（NO）ならステップS 1 3 0 2に移行する。ステップS 1 3 0 5で水流見直し一定速制御を終了する。

[0131] 図22に第3の実施の形態における洗濯機の水 flow 見直し減速制御のフローチャートを示す。

[0132] ステップS 1 4 0 0より水流見直し減速制御を開始する。ステップS 1 4 0 1で反転回数 n が0かを確認して、0（YES）ならステップS 1 4 0 2に移行し、0でない（NO）ならステップS 1 4 0 4に移行する。ステップS 1 4 0 2でOFF時限タイマ T_{off_tm} を0にクリアする。ステップS 1 4 0 3で積算回転角 $\theta_{integral}$ を0にクリアする。ステップS 1 4 0 4でモータ速度休止制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS 1 4 0 5で角度閾値 θ_{limit} （以降、角度はモータ電気角とする）がモータ回転角度 θ より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS 1 4 0 6に移行し、同等または小さい（NO）ならステップS 1 4 0 7に移行する。ステップS 1 4 0 6でOFF時限タイマ T_{off_tm} にモータ休止制御処理時間（例えば、1ms）を加算する。ステップS 1 4 0 7で「B」（図19参照）に移行する。

[0133] ステップS 1 4 0 8でモータ回転数 ω が最低検知回転数 ω_{min} （例え

ば、 100 r/min より小さいかを確認して、小さい（YES）ならステップS1410に移行し、同等または大きい（NO）ならステップS1409に移行する。ステップS1409で積算回転角 θ_{integral} にモータ回転角度 θ を加算する。ステップS1410でOFF時限タイマ $T_{\text{off tm}}$ がOFF時限 T_{off} より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS1411に移行し、同等または小さい（NO）ならステップS1404に移行する。ステップS1411で水流見直し減速制御を終了する。

[0134] 図23は、第3の実施の形態における洗濯機の水 flow 見直し制御の判定出力の積算回転角と水流見直し制御での判定水流の関係図である。

[0135] 図23中の点は一定水位で各水流（例えば、弱水流、微弱水流、標準水流）における評価値（それぞれ積算回転角）で、破線はこの点を結んだ近似線になる。矢印の線のように、評価値から各水流判定値（例えば、65L水位で、弱水流、微弱水流、標準水流）に判定する閾値を決定する。各水流で複数回行い、評価値のばらつきも考慮した閾値に設定する。

[0136] 表4は、第3の実施の形態における洗濯機の水 flow 見直し制御判定出力の積算回転角から判定される水流を示している。

[0137] [表4]

積算回転角	判定される水流
130rev~	弱水流
75~130rev	微弱水流
75rev~	標準水流

[0138] 図23のように、積算回転角と水流見直し制御水流判定値は反比例に近い関係にあるため、一定の水位で、標準水流では積算回転角の変化が小さく閾値が密になるが、微弱水流では積算回転角の変化が大きく閾値を引きやすい。よって、積算回転角から、例えば表4の水流見直し制御水流判定値を設定できる。

[0139] 表5は、例として判定される水流の時限を示している。例えば、標準水流は1.4秒ON/1.0秒OFF、微弱水流は1.0秒ON/1.0秒OFF、弱水流は0.5秒ON/1.2秒OFFである。

[0140] [表5]

判定される水流	水流時限(例)
弱水流	0.5 秒 ON/1.2 秒 OFF
微弱水流	1.0 秒 ON/1.2 秒 OFF
標準水流	1.4 秒 ON/1.0 秒 OFF

[0141] 図24は、第3の実施の形態における洗濯機の水 flow 見直し制御での回転角度を検知するタイムチャートである。

[0142] この図は指定回転数（点線）、実際の回転数（実線）の時間毎の変化を表す。加速制御期間と一定速制御期間からなるON時限と減速制御期間からなるOFF期間がある。

[0143] また、減速制御で最低検知回転数までの回転角度を合計した積算する（斜線部分）する。回転数を検知しにくい低回転での回転角度を除くため、回転角度の積算は最低検知回転数までに限定して、積算回転角の精度を改善している。

[0144] この図では一回一方向の攪拌のみで判定しているが、回転方向を変えながら、偶数回（例えば、22回）分の積算を回転角度で行うことで、回転方向による影響を抑え、平均積算回転角の精度を改善している。

[0145] 図25は、第3の実施の形態における洗濯機のモータ速度制御処理のフローチャートを示す。

[0146] ステップS1500よりモータ速度制御処理を開始する。ステップS1501でモータ回転数 ω がモータ指令回転数 ω_s より大きいかを確認し、大きい（YES）ならステップS1502に進み、同等または小さい（NO）ならステップS1503に進む。ステップS1502で指令 δ 軸電流 $I_{\delta s}$ を減らす。ステップS1503で指令 δ 軸電流 $I_{\delta s}$ を増やす。ステップS1

501～S1503で速度誤差増幅器26により指令 δ 軸電流 $I_{\delta s}$ を設定するときに、変動要素が大きく制御が安定しないため、通常は平均化などの積分要素を加えた比例積分制御を行う。

[0147] ステップS1504で電流制御タイマ T_{e_tm} を0にクリアする。ステップS1505で電流制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS1506で電流制御タイマ T_{e_tm} に電流制御処理時間（例えば、0.1ms）を加算する。ステップS1507で電流制御タイマ T_{e_tm} が電流制御周期 T_{e_cycle} より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS1508に移行し、同等または小さい（NO）ならステップS1505に移行する。ステップS1508でモータ速度制御処理を終了する。

[0148] 図26は、第3の実施の形態における洗濯機のモータ休止制御処理のフローチャートである。

[0149] ステップS1600よりモータ休止制御処理を開始する。ステップS1601で指令 δ 軸電流 $I_{\delta s}$ に0または固定値を代入する。指令 δ 軸電流 $I_{\delta s}$ はトルクを発生させないように0を用いる方法と、回生電圧が問題にならない程度にブレーキトルクを発生させブレーキ時間を短くする負の固定値を用いる方法と、回転を減速させる方向に働く摩擦力などより確実に停止する微少な駆動トルクで積算回転角の差を大きくし水飛び検知時の判別を容易にする微少な正の固定値を用いる方法がある。布量や洗濯機の構成に応じて、使いやすい方法を選べる。

[0150] 以降はモータ速度制御処理のステップS1504～S1508と同じ処理を行う。ステップS1602で電流制御タイマ T_{e_tm} を0にクリアする。ステップS1603で電流制御処理ルーチン（詳細は後で記載する）に移行する。ステップS1604で電流制御タイマ T_{e_tm} に電流制御処理時間（例えば、0.1ms）を加算する。ステップS1605で電流制御タイマ T_{e_tm} が電流制御周期 T_{e_cycle} より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS1606に移行し、同等または小さい（NO

）ならステップS 1 6 0 3に移行する。ステップS 1 6 0 6でモータ休止制御処理を終了する。

[0151] 図27は、第3の実施の形態における洗濯機のモータ電流制御処理のフローチャートである。

[0152] ステップS 1 7 0 0よりモータ電流制御処理を開始し、ステップS 1 7 0 1で電流検出部18により相電流 I_u 、 I_v 、 I_w を検知する。ステップS 1 7 0 2で3相2相変換器22により数式1のように、 δ 軸電流 I_δ を演算する。ステップS 1 7 0 3で δ 軸電流 I_δ が指令 δ 軸電流 $I_{\delta s}$ より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS 1 7 0 4に移行し、同等または小さい（NO）ならステップ705に移行する。ステップS 1 7 0 4で指令 δ 軸電圧 $V_{\delta s}$ を減らす。ステップS 1 7 0 5で指令 δ 軸電圧 $V_{\delta s}$ を増やす。

[0153] ステップS 1 7 0 3～S 1 7 0 5で I_δ 誤差増幅器23により、指令 δ 軸電圧 $V_{\delta s}$ を設定するときに、変動要素が大きく制御が安定しないため、通常は平均化などの積分要素を加えた比例積分制御を行う。

[0154] 以降、 δ 軸同様に γ 軸もステップS 1 7 0 6～S 1 7 0 9で電圧を演算する。ステップS 1 7 0 6で3相2相変換器22により数式1のように、 γ 軸電流 I_γ を演算する。ステップS 1 7 0 7で γ 軸電流 I_γ が指令 γ 軸電流 $I_{\gamma s}$ より大きいかを確認して、大きい（YES）ならステップS 1 7 0 8に移行し、同等または小さい（NO）ならステップS 1 7 0 9に移行する。ステップS 1 7 0 8で指令 γ 軸電圧 $V_{\gamma s}$ を減らす。ステップS 1 7 0 9で指令 γ 軸電圧 $V_{\gamma s}$ を増やす。ステップS 1 7 0 7～S 1 7 0 9で I_γ 誤差増幅器24により、指令 γ 軸電圧 $V_{\gamma s}$ を設定するときに、変動要素が大きく制御が安定しないため、通常は平均化などの積分要素を加えた比例積分制御を行う。

[0155] ステップS 1 7 1 0で2相3相変換器25により数式2のように、印可電圧 V_{us} 、 V_{vs} 、 V_{ws} を演算する。ステップS 1 7 1 1でPWM制御部19、インバータ回路17を介して、モータ4に電圧印加する。ステップS

1 7 1 2 でモータ電流制御処理を終了する。

[0156] (作用等)

以上のように、本実施の形態における洗濯機は、洗濯兼脱水槽に回転自在に配設した攪拌翼と、永久磁石と巻線を有する電動機と、電動機に電流を供給する電源回路と、電動機の電流を検知する電流検知部と、を備える。また、電動機のトルクを攪拌翼に伝える伝達機構と、電動機を所定回転数に制御する回転数制御部と、電動機を加速制御、一定速制御、または休止制御を順次、左右交互に所定回数回、実行する制御部と、を備える。さらに、制御部は、休止制御の期間中の回転角度に応じて、洗濯中の水流見直し制御を行う。

[0157] この構成により、回転角度が大きい場合に洗濯水の飛び散りが発生すると予測し、予め水飛びしないように調整された水流で制御することで、洗浄性を確保しつつ、洗濯水の飛び散りを未然に防ぐ。

[0158] また、水流見直し制御において、休止制御期間に移行してから、現在の回転数が所定回転数になるまでの回転角度に応じて、洗濯の水流変更ができるように制御にしてもよい。

[0159] この構成により、回転角度の誤差が生じやすい低速での検知をせず、中高速領域に絞った回転角度を検知できるので、精度のよい回転角度を検知できる。

[0160] また、水流見直し制御において、休止制御の期間の開始から所定時間経過後までの回転角度に応じて、洗濯中の水流を変更できるようにしてもよい。

[0161] この構成により、回転角度の誤差が生じやすい低速になる前の中高速領域に絞った回転角度を検知することで、容易に精度のよい回転角度を検知できる。

[0162] また、水流見直し制御において、休止制御の期間中にトルクを0または、一定にしたときの回転角度に応じて、洗濯中の水流を変更するようにしてもよい。

[0163] この構成により、休止制御期間中は一定トルクを与え続けるので、トルク

変動による回転角度のばらつきを抑えることができ、精度よく水流見直し制御することができる。また、PWM出力を完全にオフせずに惰性回転させることでセンサレスでも回転角度を検知することができる。

[0164] さらに、制御部は、水流見直し制御において、回転角度が所定値以上のときに、水流変更の検知工程を終了させ、以降の水流が弱くしてもよい。

[0165] この構成により、水流変更の検知工程を完了しなくても、洗濯水の飛び散りが発生すると予測し、水流を弱くすることで、水流変更の検知工程の時短や時短による省エネ動作が実現できる。

[0166] (他の実施の形態)

以上のように、本開示の技術の例示として、第3の実施の形態を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されない。

[0167] そこで、以下、他の実施の形態を例示する。

[0168] 第3の実施の形態は、ベルト5により、モータプーリ31とインペラプーリ32を接続し、減速機構兼クラッチ6によりパルセータ1または、洗濯兼脱水槽2に結合するパルセータ式の縦型洗濯機を例に説明しているが、洗濯兼脱水槽とモータが同軸となるダイレクトドライブ方式の洗濯機においても、容易に精度よく水流見直し制御することができる。

[0169] また、第3の実施の形態はパルセータ式縦型洗濯機を例にとって説明しているが、アジテータ式縦型洗濯機においても、水飛びしない程度に通常水流で制御することで、洗浄性能を確保し、水飛びする場合は水流を弱めて、水飛びを未然に防ぐ。

産業上の利用可能性

[0170] 本開示は、位置センサなしであっても、容易に精度よく布量を検知することができる。具体的には、パルセータ式縦型洗濯機、アジテータ式縦型洗濯機に、本開示は適用可能である。

[0171] また、本開示は、位置センサなしであっても、水飛びしない程度に通常水流で制御することで、洗浄性能を確保し、水飛びする場合は水流を弱めて、水飛びを未然に防ぐ。具体的には、パルセータ式縦型洗濯機、アジテータ式

縦型洗濯機に、適用可能である。

符号の説明

- [0172]
- 1 パルセータ（攪拌翼）
 - 2 洗濯兼脱水槽
 - 3 水受け槽
 - 4 モータ（電動機）
 - 4 a 巻線
 - 4 b 巻線
 - 4 c 巻線
 - 4 d 永久磁石（ロータ）
 - 5 ベルト（伝達機構）
 - 6 減速機構兼クラッチ（伝達機構）
 - 7 ギヤードモータ
 - 8 ブレーキベルト
 - 9 洗濯機外枠
 - 10 パネル部
 - 11 蓋
 - 12 表示部
 - 13 制御装置
 - 14 給水弁
 - 15 排水弁
 - 16 整流回路
 - 17 インバータ回路（電源回路）
 - 18 電流検出部
 - 19 PWM制御部
 - 20 制御部
 - 21 速度位相推定部
 - 22 3相2相変換器

- 2 3 δ 誤差増幅器
- 2 4 γ 誤差増幅器
- 2 5 2相3相変換器
- 2 6 速度誤差増幅器
- 2 7 弱め界磁設定部
- 2 8 γ 軸誘起電圧計算器
- 2 9 γ 軸誘起電圧誤差増幅器
- 3 1 モータプーリ（伝達機構）
- 3 2 インペラプーリ（伝達機構）