

(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2008-229151

(P2008-229151A)

(43) 公開日 平成20年10月2日(2008.10.2)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
D06F	33/02	(2006.01)	D06F	33/02	Z	3B155		
D06F	25/00	(2006.01)	D06F	25/00	A	4L019		
D06F	58/28	(2006.01)	D06F	58/28	C	5H505		
H02P	27/06	(2006.01)	H02P	5/41	302B			

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-75006 (P2007-75006)
 (22) 出願日 平成19年3月22日 (2007. 3. 22)

(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

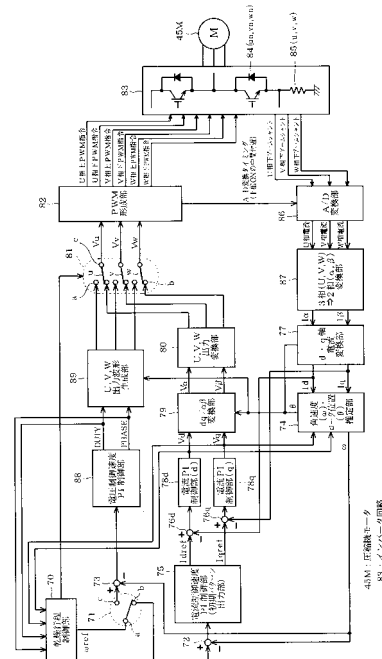
(54) 【発明の名称】 洗濯乾燥機

(57) 【要約】

【課題】乾燥運転時間をより短縮できると共に、消費電力の低減も図ることが可能な洗濯乾燥機を提供する。

【解決手段】洗濯乾燥機の内部にヒートポンプを構成し、凝縮器で加熱した空気を回転槽に導いて内部の洗濯物を乾燥させ、回転槽からの排気を蒸発器で除湿した凝縮器で再び加熱するように循環させる場合、圧縮機を駆動する圧縮機モータ45Mを制御するインバータ回路83を備え、乾燥行程制御部70は、乾燥運転の初期段階に圧縮機モータ45Mを電圧・位相制御により弱界磁運転し、その後圧縮機モータ45Mを電流により制御するベクトル制御に切り替えて全界磁運転する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷媒を圧縮機で圧縮し、凝縮器で凝縮し、蒸発器で蒸発させるように循環させるヒートポンプと、

前記凝縮器で加熱した空気を乾燥室に導いて内部の被乾燥物を乾燥させ、前記乾燥室からの排気を前記蒸発器で除湿した後前記凝縮器で再び加熱するように循環させる空気循環経路と、

前記圧縮機を駆動する圧縮機モータを制御するためのインバータ回路とを備え、

乾燥運転の初期段階は、前記圧縮機モータを電圧・位相制御により弱界磁運転し、その後、前記圧縮機モータを電流により制御するベクトル制御に切り替えて全界磁運転することを特徴とする洗濯乾燥機。 10

【請求項 2】

前記電圧・位相制御を終了する以前に前記圧縮機モータの回転数を低下させ始め、その回転数を低下させる過程の途中で、前記ベクトル制御への切り替えを行なうことを特徴とする請求項 1 記載の洗濯乾燥機。

【請求項 3】

前記乾燥運転の初期段階に、前記圧縮機モータをベクトル制御により全界磁運転した後、前記電圧・位相制御による弱界磁運転に切替えることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の洗濯乾燥機。

【請求項 4】 20

前記インバータ回路の出力電圧を、正弦波状とするように振幅変調すると共に、

前記電圧・位相制御により弱界磁運転を行う場合、前記出力電圧の振幅変調率を 1.0 よりも大にして過変調状態に制御することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の洗濯乾燥機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヒートポンプを用いて被乾燥物の乾燥を行なう機能を備えた洗濯乾燥機に関する。

【背景技術】 30

【0002】

従来技術として、被乾燥物の乾燥にコンプレッサ（圧縮機）、コンデンサ（凝縮器）及びエバポレータ（蒸発器）等を備えたヒートポンプ（冷凍サイクル）を用いた構成の洗濯乾燥機において、コンプレッサを駆動するモータを、インバータ回路を介してベクトル制御する構成が開示されている（特許文献 1 参照）。斯様な構成を採用することで、効率がよく、乾燥運転時の騒音を低減できるという効果を奏する。

【特許文献 3】特開 2006 - 116066 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】 40

ところで、上記構成の洗濯乾燥機では、乾燥運転を短時間で完了させる必要から、運転の開始後に洗濯槽内の温度を極力短時間で上昇させることが要求される。そのため、コンプレッサの回転数を急激に上昇させており、その際、コンプレッサモータの回転数をより高くする目的で弱界磁運転を行っている。

【0004】

しかしながら、ベクトル制御において弱界磁運転を行い、モータの回転数を上昇させようとする場合には、以下のような問題が発生する。ベクトル制御では、ベクトル演算の結果が出なければ、実際の駆動電圧がどの程度のレベルになるかは分からない。また、モータの負荷トルクに変動が生じた場合、そのトルク変動を抑制するように q 軸電流を制御する余裕も確保する必要があり、駆動電圧を 100% 近くにはできず、上限をより低いレベ 50

ルに設定せざるを得ない。

結果として、コンプレッサモータの回転数範囲を狭めることになり、乾燥運転に要する時間を十分に短縮することができなかった。加えて、駆動電圧が低くなる分だけ界磁を余計に弱めなければならず、モータ効率の低下も招いていた。

【0005】

本発明は、上記事情に鑑みて成されたものであり、その目的は、乾燥運転時間をより短縮できると共に、消費電力の低減も図ることが可能な洗濯乾燥機を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の洗濯乾燥機は、冷媒を圧縮機で圧縮し、凝縮器で凝縮し、蒸発器で蒸発させるように循環させるヒートポンプと、

前記凝縮器で加熱した空気を乾燥室に導いて内部の被乾燥物を乾燥させ、前記乾燥室からの排気を前記蒸発器で除湿した後前記凝縮器で再び加熱するように循環させる空気循環経路と、

前記圧縮機を駆動する圧縮機モータを制御するためのインバータ回路とを備え、

乾燥運転の初期段階は、前記圧縮機モータを電圧・位相制御により弱界磁運転し、その後、前記圧縮機モータを電流により制御するベクトル制御に切り替えて全界磁運転することを特徴とする。

【0007】

即ち、乾燥運転の初期段階において、圧縮機モータを電圧・位相制御により弱界磁運転すれば、当該モータをより高速で回転させることが可能となり、圧縮機の回転数を急激に上昇させて乾燥室内の温度を短時間で上昇させることができる。そして、乾燥室内の温度をある程度のレベルまで上昇させた後は、圧縮機モータを電流で制御するベクトル制御に切り替えて全界磁運転すれば、圧縮機において発生する負荷変動を良好に抑制することができる。

【発明の効果】

【0008】

本発明の洗濯乾燥機によれば、乾燥運転に要する時間を短縮することができると共に、圧縮機モータの効率を向上させて、電力消費を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

(第1実施例)

以下、本発明の第1実施例について図1ないし図8を参照して説明する。図2は、ドラム式(横軸形)洗濯乾燥機の縦断側面図であり、外箱1の内部に水槽2を配設し、水槽2の内部に回転槽(ドラム, 乾燥室)3が配設されている。上記水槽2及び回転槽3は共に円筒状を成すもので、前側(図中、左側)の端面部にそれぞれの開口部4, 5を有し、そのうちの水槽2の開口部4を、外箱1の前面部に形成した洗濯物出し入れ用の開口部6にベローズ7を介して連ねている。外箱1の開口部6には扉8を開閉可能に設けている。

【0010】

回転槽3における周側部(胴部)の略全域には、孔9が形成されており(一部のみ図示)、この孔9は、洗濯時及び脱水時に通水孔として機能し、乾燥時には通風孔として機能する。水槽2には、前側の端面部の上部(前記開口部4より上方の部分)に温風出口10が形成され、後側の端面部の上部に温風入口11が形成されている。また、水槽2の底部の最後部には排水口12が形成されており、この排水口12に水槽2外で排水弁13を接続し、更に排水弁13に排水ホース14を接続することで、水槽2内の水を機外に排出するようにしている。

回転槽3の後側の端面部の後面(背面)には、補強部材15が取付けられており、この補強部材15の中心部に回転軸16を取付け後方へ突出させている。回転槽3の後側端面部の中心部周りには、多数の温風導入孔17が形成されている。

【0011】

10

20

30

40

50

水槽 2 の後側端面部の中心部には、軸受ハウジング 1 8 が取付けられており、この軸受ハウジング 1 8 の中心部に上記回転軸 1 6 を挿通し、軸受 1 9 , 2 0 により回転可能に支承している。またそれにより、回転槽 3 が水槽 2 と同軸状で回転可能に支持されている。なお、水槽 2 は、図示しないサスペンションにより外箱 1 に弾性支持され、その支持形態は、水槽 2 の軸方向が前後となる横軸状で且つ前上がりの傾斜状であり、この水槽 2 に上述のように支持される回転槽 3 も、同形態となっている。

前記軸受ハウジング 1 8 には、外周に、モータ 2 1 のステータ 2 2 が取付けられており、このステータ 2 2 に、回転軸 1 6 の後端部に取付けたロータ 2 3 を外側から対向させている。従って、モータ 2 1 はアウターロータ形のブラシレス DC モータであり、回転軸 1 6 を中心に回転槽 3 をダイレクトドライブ方式で回転駆動させる。

10

【 0 0 1 2 】

水槽 2 の後側端面部の内側には、温風カバー 2 4 が装着されている。一方、前記補強部材 1 5 には、前記回転軸 1 6 を取付けた中心部の周囲部分に複数の比較的大きな温風導入口 2 5 が形成されており、この部分の外周部にシール部材 2 6 を装着し、このシール部材 2 6 を温風カバー 2 4 の前面に圧接させることで、前記温風入口 1 1 から上記温風導入口 2 5 へと気密に通じる温風通路 2 7 が構成されている。

水槽 2 の下方（外箱 1 の底面上）には、複数個のクッション 2 8 を介して台板 2 9 が配置され、この台板 2 9 上に通風ダクト 3 0 が配置されている。この通風ダクト 3 0 は、前端部の上部に吸風口 3 1 を有しており、この吸風口 3 1 に、前記水槽 2 の温風出口 1 0 が還風ダクト 3 2 及び接続ホース 3 3 を介して接続されている。なお、還風ダクト 3 2 は、前記ペローズ 7 の左側を迂回するように配管されている。

20

【 0 0 1 3 】

一方、通風ダクト 3 0 の後端部には循環用送風機 3 4 のケーシング 3 5 が接続されており、このケーシング 3 5 の出口部 3 6 が、接続ホース 3 7 及び給風ダクト 3 8 を介して、水槽 2 の温風入口 1 1 に接続されている。なお、給風ダクト 3 8 は、モータ 2 1 の左側を迂回するように配管されている。

そして、還風ダクト 3 2、接続ホース 3 3、通風ダクト 3 0、ケーシング 3 5、接続ホース 3 7、給風ダクト 3 8 により、前記水槽 2 の温風出口 1 0 と温風入口 1 1 とが接続されて通風路 3 9 が設けられている。循環用送風機 3 4 は、その通風路 3 9 を通じ回転槽 3 内の空気を回転槽 3 外に出し、再び回転槽 3 内に戻すように循環させるもので、通風路 3 9 と循環用送風機 3 4 とにより、回転槽 3 内の空気を循環させる循環装置 4 0 が構成されている。

30

【 0 0 1 4 】

なお、循環用送風機 3 4 は、例えば遠心ファンであり、ケーシング 3 5 の内部に遠心羽根車 3 4 a を有し、その遠心羽根車 3 4 a を回転させるモータ 3 4 b をケーシング 3 5 の外部に有している。

【 0 0 1 5 】

通風路 3 9 中、通風ダクト 3 0 の内部には、前部から後部へ順に、フィルタ 4 1、蒸発器 4 2、凝縮器 4 3 が配置されている。このうち、フィルタ 4 1 は、水槽 2 の温風出口 1 0 から還風ダクト 3 2 及び接続ホース 3 3 を通じ、通風ダクト 3 0 に流入する回転槽 3 内の空気により運ばれるリント（糸くず）を捕獲するものである。蒸発器 4 2 は、蛇行状を成す例えば銅製の冷媒流通パイプに、例えばアルミニウム製の伝熱フィンを多数装着して成るもので、凝縮器 4 3 も同様の構成であり、それらの伝熱フィンの各間を、通風ダクト 3 0 を流れる回転槽 3 内の空気が通るようになっている。

40

【 0 0 1 6 】

蒸発器 4 2 及び凝縮器 4 3 は、図 3 に示す圧縮機 4 5 及び絞り器 4 6 と共にヒートポンプ 4 7 を構成している。ヒートポンプ 4 7 においては、接続パイプ 4 8 によって、圧縮機 4 5、凝縮器 4 3、絞り器 4 6、蒸発器 4 2 の順にこれらをサイクル接続しており（冷凍サイクル）、圧縮機 4 5 が作動することでサイクル内に封入した冷媒を循環させる。冷媒には、例えば、高温用冷媒である R 1 3 4 a を使用する。

50

冷媒 R 1 3 4 a は、冷媒 R 4 1 0 a などに比較して高温に適した冷媒であるため、乾燥運転時の初期回転数を後述するように 1 0 0 r p s とし、短時間での急激な温度上昇を図り、乾燥運転時間を短縮化するために資することが可能である。なお、圧縮機 4 5 は、図 2 に示すように、通風ダクト 3 0 外に並設されている。絞り器 4 6 は、この場合、膨張弁（特には電子式膨張弁〔P M V : Pulse Motor Valve〕）から成っており、開度調整機能を有している。

【 0 0 1 7 】

吸風口 3 1 と蒸発器 4 2 との間における通風ダクト 3 0 の側面部で底面 3 0 a に臨む部分には、除湿水排出口 4 9 が形成されており、この除湿水排出口 4 9 は、外箱 1 の側面下部に形成した排水口 5 0 に接続パイプ 5 1 により接続されている。なお、通風ダクト 3 0 は、底面部中の、蒸発器 4 2 の直下に位置する部分 3 0 b を上記除湿水排出口 4 9 に向けて下降する傾斜面としている。

10

【 0 0 1 8 】

一方、外箱 1 内の後上部には給水弁 5 2 が配置されている。この給水弁 5 2 は、出口部を複数有するもので、それらは外箱 1 内の前側の上部に配置した給水ボックス 5 3 に接続パイプ 5 4 , 5 5 によって接続されている。更に、給水ボックス 5 3 は、詳しくは図示しないが、洗剤投入部並びに柔軟仕上剤投入部を有していて、上記給水弁 5 2 は、出口部の開放の選択により、洗い時に接続パイプ 5 4 から給水ボックス 5 3 の洗剤投入部を経て水槽 2 内に給水し、最終すすぎ時に接続パイプ 5 5 から給水ボックス 5 3 の柔軟仕上剤投入部を経て同じく水槽 2 内に給水するようにしている。

20

【 0 0 1 9 】

このほか、外箱 1 の前面部の上部の裏側には制御装置 5 6 が配置されている。この制御装置 5 6 は例えばマイクロコンピュータから成り、洗濯乾燥機の作動全般を制御する制御手段として機能する。制御装置 5 6 には、図 4 に示すように、操作パネル（図示省略）が有した各種操作スイッチから成る操作入力部 5 7 より各種操作信号が入力されると共に、水槽 2 内の水位を検知するように設けた水位センサ 5 8 から水位検知信号が入力される。

【 0 0 2 0 】

更に、制御装置 5 6 には、蒸発器 4 2 の入口及び出口、凝縮器 4 3、並びに圧縮機 4 5 の冷媒吐出部、の各温度を検知する手段である温度センサ 5 9 ~ 6 2 から夫々温度検知信号が、また、後述する A / D 変換器 8 6 より電流値検知信号が入力されるようになっている。尚、制御装置 5 6 は、温度センサ 5 9 , 6 1 を介して蒸発器 4 2 の入口、出口の温度を検出することで、入口温度が出口温度よりも少し低く（例えば、差分が 5 程度）なるように絞り器 4 6 を制御する。

30

【 0 0 2 1 】

制御装置 5 6 は、上記各種信号の入力並びに予め記憶した制御プログラムに基づいて、給水弁 5 2 と、モータ 2 1、排水弁 1 3、圧縮機 4 5、絞り器 4 6、循環用送風機 3 4 のモータ 3 4 b、ヒータ 4 4、及び圧縮機冷却用送風機 6 4 を、駆動回路 6 5 を介して制御するようになっている。なお、圧縮機冷却用送風機 6 4 は、図 4 以外には図示しないが、圧縮機 4 5 を冷却するように設けている。

【 0 0 2 2 】

図 1 は、制御装置 5 6 が、モータ 2 1 並びに圧縮機モータ 4 5 M 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、圧縮機モータ 4 5 M 側についてのみ図示する）。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るから、ここでは概略的に説明する。尚、（ 、 ）は、例えば三相 I P M (Interior Permanent Magnet) モータである圧縮機モータ 4 5 M 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座標系を示し、（ d、q ）は、圧縮機モータ 4 5 M のロータの回転に伴って回転している 2 次磁束の座標系を示す。

40

【 0 0 2 3 】

乾燥行程制御部 7 0 は、目標速度指令 ref を、切替えスイッチ 7 1 の可動接点 7 1 a

50

に出力し、固定接点 7 1 b , 7 1 c を介して減算器 7 2 , 7 3 に被減算値として出力する。また、減算器 7 2 , 7 3 には、角速度・ロータ位置推定部 7 4 によって検出されたモータ 4 5 M の検出速度 が減算値として与えられている。そして、減算器 7 2 の減算結果は、(電流制御)速度 P I (Proportional-Integral) 制御部 7 5 に与えられる。

【 0 0 2 4 】

速度 P I 制御部 7 5 は、目標速度指令 ref と検出速度 との差分量に基づいて P I (比例積分) 制御を行い、 q (quadrature) 軸電流指令値 I_{qref} と d (direct) 軸電流指令値 I_{dref} とを生成して減算器 7 6 q、7 6 d に被減算値として夫々出力する。尚、ベクトル制御を行なう場合、 d 軸電流指令値 I_{dref} は「0」をやや下回るマイナス側に設定することで、IPMモータであるモータ 4 5 M のマグネット周囲に存在する鉄心のリラクタン

10

【 0 0 2 5 】

電流 P I 制御部 7 8 q、7 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 $dq/$ 変換部 7 9 に出力する。 $dq/$ 変換部 7 9 には、角速度・ロータ位置推定部 7 4 によって検出された圧縮機モータ 4 5 M における 2 次磁束の回転位相角 (ロータ位置角) 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 、 V に変換する。

20

【 0 0 2 6 】

$dq/$ 変換部 7 9 が出力する電圧指令値 V 、 V は、UVW出力変換部 8 0 に与えられ、UVW出力変換部 8 0 は、電圧指令値 V 、 V を三相の電圧指令値 V_u 、 V_v 、 V_w に変換して出力する。上記電圧指令値は、切換スイッチ 8 1 u、8 1 v、8 1 w の一方の固定接点 8 1 u a、8 1 v a、8 1 w a に与えられており、他方の固定接点 8 1 u b、8 1 v b、8 1 w b には、電圧制御側の UVW出力波形生成部 8 9 によって出力される電圧指令値が与えられる。そして、切換スイッチ 8 1 u、8 1 v、8 1 w の可動接点 8 1 u c、8 1 v c、8 1 w c は、PWM形成部 8 2 の入力端子に接続されている。

PWM形成部 8 2 は、電圧指令値 V_u 、 V_v 、 V_w に基づいてキャリア (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 8 3 に出力するよ。PWM信号 $V_{up} \sim V_{wp}$ は、例えばモータ 4 5 M の各相巻線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。

30

【 0 0 2 7 】

インバータ回路 8 3 を構成する下アーム側 IGBT 8 4 un、8 4 vn、8 4 wn (図 1 では 1 相分のみ示す) のエミッタには、シャント抵抗 8 5 u、8 5 v、8 5 n が挿入されており、A/D変換部 8 6 は、シャント抵抗 8 5 の端子電圧を A/D変換して、電流データ I_u 、 I_v 、 I_w を 3 相 / 2 相変換部 8 7 に出力する。3 相 / 2 相変換部 8 7 は、三相の電流データ I_u 、 I_v 、 I_w を所定の演算式に従い直交座標系の 2 軸電流データ I 、 I に変換する。そして、2 軸電流データ I 、 I を $d \cdot q$ 軸電流変換部 7 7 に出力する。

40

【 0 0 2 8 】

$d \cdot q$ 軸電流変換部 7 7 は、ベクトル制御時には角速度・ロータ位置推定部 7 4 よりモータ 4 5 M のロータ位置角 を得ることで、所定の演算式に従って 2 軸電流データ I 、 I 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。そして、 d 軸電流値 I_d 、 q 軸電流値 I_q を、前述したように角速度・ロータ位置推定部 7 4 及び減算器 7 6 d、7 6 q に出力する。

【 0 0 2 9 】

角速度・ロータ位置推定部 7 4 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 及び回転速度 を推定し、各部に出力する。ここで、モータ 4 5 M は、起動時には、速度 P I 制御部 7 5 により起動パター

50

ンが印加されて強制転流が行われ、回転速度がある程度上昇してベクトル制御が開始された以降は、角速度・ロータ位置推定部74が起動されて圧縮機モータ45Mのロータの位置角及び回転速度が推定される。

【0030】

一方、減算器73による減算結果は、(電圧制御)速度PI制御部88に与えられている。速度PI制御部88は、その減算結果に基づいて電圧指令(DUTY)及び位相指令(PHASE)を生成しUVW出力変換部89に出力する。UVW出力変換部89は、速度PI制御部88が出力する指令値をU, V, Wの三相の電圧指令値に変換して、前述のように切替えスイッチ81に出力する。

【0031】

乾燥行程制御部70には、電圧指令(DUTY)及び位相指令(PHASE)とq軸, d軸電圧指令値 V_q , V_d とが入力されており、乾燥行程制御部70は、これらの指令値を参照して切換えスイッチ71及び81の切換えを行うようになっている。

尚、以上の構成において、インバータ回路83を除く構成は、制御装置(制御手段)56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。

【0032】

次に、本実施例の作用について、図5乃至図8も参照して説明する。図5は、乾燥行程制御部70による制御内容を示すフローチャートである。また、図6は、前記制御内容に対応したモータ45Mの回転数と回転槽3の内部に温風が送出される出口の温度(ドラム出口温度)、また入力電力の変化を示すタイミングチャートである。洗濯乾燥機の乾燥運転が開始されると、乾燥行程制御部70は、回転槽3内の温度を上昇させるため、圧縮機45の目標回転数を100rpsとしてモータ45Mの起動を開始する(ステップS1)。また、初期状態として、切替えスイッチ71及び81は可動接点を何れも電流制御側にしている。

【0033】

先ず、速度PI制御部75より出力する電流指令により、通電位相は固定して、電流値を8Aまで漸増させることでモータ45Mのロータ位置決めを行い(ステップS2)、それから、電流値を8Aで固定し、通電位相を回転させてモータ45Mを強制転流させる(ステップS3)。そして、乾燥行程制御部70は、モータ45Mの回転数が6rps以上となったか否かを強制転流の指令周波数に基づいて判断し(ステップS4)、6rps以上になると(YES)モータ45Mのベクトル制御を開始する(ステップS5)。以降は、角速度・ロータ位置推定部74により圧縮機モータ45Mのロータの位置角及び回転速度が推定され、その推定結果に基づきd軸, q軸電流 I_d , I_q を得て出力トルクを制御する。

【0034】

尚、例えば特開2003-181187号公報などに開示されている構成では、ステップS1~S4に相当するモータの起動処理は電圧制御側で行うようになっている。これは、駆動対象が、比較的開放された空間内に配置されている洗濯機モータであるため、騒音の発生を極力抑制する必要があることから、電流制御によるノイズの発生を回避する必要があるに基づいている。これに対して、本実施例の場合、洗濯機の外箱1内においても、更に密閉されたケースの内部に配置されている圧縮機モータ45Mが駆動対象であり、また、そのケースの周囲には遮音材も配置されているため、モータ45Mの駆動音が騒音として問題にならず、電流制御によって起動を行っている。このように、モータ45Mの起動を電流制御で行う方が、起動トルクのばらつきを少なくすることが可能である。

【0035】

ベクトル制御を開始すると、乾燥行程制御部70は、電圧指令値 V_q , V_d を合成し、インバータ回路83の出力電圧が、インバータ回路83に対して供給される直流電源電圧(例えば、約220V~280V)を基準として、-40V以上となるレベル(約180V~240V)まで上昇したか否かを判断する(ステップS6)。上記のレベルは、ベクトル制御による出力電圧の制御範囲についてトルク変動を抑制するためのマージンが無く

10

20

30

40

50

なる、と判断されるレベルである。そして、上記のレベル以上になったと判断すると (YES)、切替えスイッチ 71 及び 81 の可動接点を何れも電圧制御側に切替えて、速度 PI 制御部 88 による電圧・位相制御を行う (ステップ S7)。この場合、モータ 45 M の回転数をより高くするため、進み角制御により弱界磁運転を行う。

【0036】

即ち、図 7 に示すように、(b) がモータ 45 M の効率が最大となる通電タイミング (全界磁) である場合に、(c) に示すように位相指令 PHASE によって通電タイミングを進み位相側にシフトすることで、モータ 45 M に対する印加電圧を、速度 PI 制御部 88 が出力する電圧指令 DUTY に基づくレベルに維持したまま界磁を弱める。尚、(a) はモータ 45 M が回転する場合のステータ巻線とロータマグネットとの位置関係 (位相 P0 ~ P5) を示す。そして、速度指令値 ref が上昇するのに応じて通電進み角が大きくなるように設定し、モータ 45 M の巻線に発生する誘起電圧を抑制する。

10

【0037】

続くステップ S7 において、乾燥行程制御部 70 は、圧縮機吐出部用温度センサ 62 により圧縮機 45 からの吐出温度を監視する。そして、その温度が 110 以上になると温度上昇期間を終了し、モータ 45 M の回転数を低下させて温度安定期間に移行し、吐出温度を 110 に維持するように制御する。

【0038】

それから、乾燥行程制御部 70 は、再びインバータ回路 83 の出力電圧を参照し、インバータ回路 83 に対して供給される直流電源電圧から -60 V 以下となるレベル (160 V ~ 220 V) まで低下したか否かを判断する (ステップ S9)。尚、ステップ S6 の判定電圧をステップ S6 よりも低く設定しているのは、チャタリングを防止するためである。そして、上記レベルまで低下すると (YES)、切替えスイッチ 71 及び 81 の可動接点を何れも電流制御側に切替えて、モータ 45 M を再びベクトル制御で全界磁運転する (ステップ S10)。ここで再びベクトル制御に切替えるまでが乾燥運転の「初期段階」に対応する。以降は、モータ 45 M の回転数を略一定に維持するようにして、乾燥運転をユーザによって設定された時間まで、若しくはセンサにより洗濯物が乾燥したことを検知するまで (ステップ S11: YES) 継続する。

20

【0039】

尚、圧縮機 45 からの吐出温度を 110 とするように維持した後も、図 6 に示すドラム出口温度は上昇を続ける。

30

また、図 6 には、上記の制御を実施した場合のインバータ回路 83 に対する入力電力の変化と、同じ制御パターンを全て電流制御 (ベクトル制御) した場合の入力電力の変化とを示している (左側の縦軸指標について、 $\times 1000$ W)。本実施例のように、温度上昇期間においてモータ 45 M の回転数を上昇させている途中で、電圧制御に切替えて弱界磁運転を行うと、全てを電流制御した場合より消費電力が低下することが判る。

【0040】

また、図 8 は、本実施例の制御と、従来のように全てを電流制御で行った場合とを比較したもので、(a) はインバータ回路 83 に対する入力電力の改善効果、(b) は圧縮機モータの最高回転数の改善効果を示すものである。尚、A, B は圧縮機の種別であり、B は圧縮機モータの構成が A よりも高速回転に対応したもの (ステータコイルの巻数が少ない) となっている。

40

【0041】

図 8 (a) については、各圧縮機につき、動作条件を、起動時: $100 \text{ rps} / 1.5 \text{ N}\cdot\text{m}$, 安定時: $70 \text{ rps} / 1.7 \text{ N}\cdot\text{m}$ とした場合について示す。圧縮機 A の場合、起動時の入力電力は従来 1025 W から 990 W へと -3.4% の改善が見られ、安定時の入力電力は従来 816 W から 809 W へと -0.8% の改善が見られる。また、圧縮機 B の場合、起動時の入力電力は従来 1020 W から 990 W へと A と同様に -3.4% の改善が見られ、安定時の入力電力については従来 820 W から 821 W へ、基準より +0.6% だけ悪化している。この悪化については、圧縮機モータが A よりも高速回

50

転向きであることに起因すると推察される。

【0042】

図8(b)については、起動時の負荷トルクを $1.5\text{ N}\cdot\text{m}$ 、 $1.7\text{ N}\cdot\text{m}$ で一定とした場合について示す。圧縮機Aの場合、 $1.5\text{ N}\cdot\text{m}$ の場合の最高回転数は、従来の 115 rps から 143 rps へと $+24\%$ の改善が見られ、 $1.7\text{ N}\cdot\text{m}$ の場合の最高回転数は、従来の 102 rps から 127 rps へと $+25\%$ の改善が見られる。また、圧縮機Bの場合、 $1.5\text{ N}\cdot\text{m}$ の場合の最高回転数は、従来の 118 rps から 175 rps へと $+52\%$ の改善が見られる($1.7\text{ N}\cdot\text{m}$ の場合のデータは未取得)。尚、図8のデータを取得した場合のインバータ回路の出力電圧範囲は、図5のフローチャートに示すものと相違している。

10

【0043】

以上のように本実施例によれば、洗濯乾燥機の内部にヒートポンプ47を構成し、凝縮器43で加熱した空気を回転槽3に導いて内部の洗濯物を乾燥させ、回転槽3からの排気を蒸発器42で除湿した凝縮器43で再び加熱して循環させる場合に、圧縮機45を駆動する圧縮機モータ45Mを制御するインバータ回路83を備え、乾燥行程制御部70は、乾燥運転の初期段階に圧縮機モータ45Mを電圧・位相制御により弱界磁運転し、その後圧縮機モータ45Mを電流により制御するベクトル制御に切り替えて全界磁運転するようにした。

【0044】

従って、乾燥運転の初期段階において、圧縮機モータ45Mを従来よりも高速で回転させることが可能となり、圧縮機45の回転数を急激に上昇させて回転槽3内の温度を短時間で上昇させて、乾燥運転に要する時間を短縮することができる。そして、回転槽3内の温度をある程度のレベルまで上昇させた後は、圧縮機45において発生する負荷変動を良好に抑制することができ、圧縮機モータ45Mの効率を向上させて、電力消費を低減することができる。

20

【0045】

そして、乾燥行程制御部70は、電圧・位相制御を終了する以前に圧縮機モータ45Mの回転数を低下させ始め、その回転数を低下させる過程の途中でベクトル制御への切り替えを行なうので、切替えをスムーズに行うことができる。また、乾燥運転の初期段階では、圧縮機モータ45Mを最初にベクトル制御により全界磁運転した後、電圧・位相制御による弱界磁運転に切替えるので、回転数を上昇させる過程において圧縮機モータ45Mのトルク変動を極力抑制することができる。

30

【0046】

(第2実施例)

図9ないし図11は本発明の第2実施例を示すものであり、第1実施例と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、以下異なる部分について説明する。図1相当図である図9では、第1実施例の構成より、乾燥行程制御部70を乾燥行程制御部90に置き換えると共に、変調率制御部91及びDUTY・PHASE__Vd, Vq変換部92を加えている。そして、第2実施例では、インバータ回路83の出力電圧波形が正弦波状となるように振幅変調し、乾燥運転の初期段階に圧縮機モータ45Mを電圧・位相制御で弱界磁運転する際に、出力電圧が過変調状態となるように制御する。

40

【0047】

変調率制御部91には、d軸電流指令 $I_{d\text{ref}}$ と、d軸電流 I_d とが入力されており、変調率制御部91は、これらに基づき変調率指令を決定し、電圧制御速度PI制御部88に出力する。DUTY・PHASE__Vd, Vq変換部92は、電圧制御速度PI制御部88と、出力波形生成部89との間に挿入されており、PI制御部88より出力されるDUTY, PHASE指令をd軸電圧 V_d 、q軸電圧 V_q に変換し、出力波形生成部89と、角速度・ロータ位置推定部74に出力する。

【0048】

次に、第2実施例の作用について図10及び図11も参照して説明する。図10は、図

50

5相当図である。ステップS6に替わるステップS21において、乾燥行程制御部90は、インバータ回路83の出力電圧が、直流電源電圧の下限値に対して70%以上となるレベルまで上昇したか否かを判断する。そして、上記のレベル以上になったと判断すると(YES)、速度PI制御部88による電圧・位相制御を行う(ステップS22)。但し、第1実施例とは異なり、この時点では弱め界磁制御は行わず、モータ45Mが発生するリラクタンストルク分だけは打ち消す分だけ励磁電流を流して全界磁制御する。また、振幅変調率は、1.0以下の範囲で与える。

【0049】

続いて、乾燥行程制御部90は、インバータ回路83の出力電圧が、直流電源電圧の下限値に対して100%に達するまで待機し(ステップS23)、100%に達すると(YES)、出力電圧を過変調した電圧・位相制御を行う共に、励磁電流を負極側に増加させて弱め界磁制御を行なう(ステップS24)。ここで、図11には、インバータ回路83において2相変調による正弦波状の電圧を出力する場合に(a)、振幅変調率が1.0未満の場合(a)と、振幅変調率が1.0を超えた場合(即ち、過変調状態)(b)との波形を示す(但し、図11は包絡線だけを示しており、実際はPWM信号によって断続された波形である)。

【0050】

通常の場合、電圧・位相制御の場合、振幅変調率は最大で1.0であり、電圧波形が歪まない範囲で正弦波状の電圧を出力する。これに対して、ステップS24では、振幅変調率を1.0よりも大に設定することで、電圧波形を正弦波より歪ませた状態で出力する。尚、変調率制御部91は、上述のように、d軸電流指令 I_{dref} と、d軸電流 I_d とに基づいて変調率指令を決定する。この場合、電流ベクトル制御側には回転数指令 n_{ref} は与えられていないため、全体としては機能しない。但し、d軸電流指令 I_{dref} は、全界磁の場合と、弱め界磁の場合とで、付与する値を予め設定しておけば良く、d軸電流 I_d も、ステップS7で制御を切替えた場合に、角速度・ロータ位置推定部74を継続して動作させれば得ることが可能である。

【0051】

即ち、弱め界磁制御は、モータ45Mの回転数をより上昇させる目的で、励磁電流を負極正側により多く(リラクタンストルクとバランスさせた状態よりも)流すことを行うが、励磁電流はトルクの発生に寄与しない電流であり、より多く流すと銅損が増大するため効率が低下する。そこで、上記のように過変調制御を行うと、波形の歪により実行出力電圧がより高くなるため、弱め界磁制御を開始する時期をより遅くすることができ、効率を上昇させることが可能となる。

その後は、第1実施例と同様にステップS8を実行し、インバータ回路83の出力電圧が、直流電源電圧の下限値に対して70%以下に下がると(ステップS25, YES)、ベクトル制御側に切替える。

【0052】

図12は、第2実施例において電圧制御に過変調制御を組み合わせた場合を、第1実施例の図8に併せて示すものである。図12(a)における圧縮機Aの場合、起動時の入力電力は従来の1025Wから985Wへと-4%の改善が見られ、安定時の入力電力は従来の816Wから810Wへと-0.7%の改善が見られる。また、圧縮機Bの場合、起動時の入力電力は従来の1020Wから985WへとAと同様に-4%の改善が見られ、安定時の入力電力については従来の820Wと同じであり、比較基準から+0.5%だけ悪化している。その理由については、第1実施例において述べたものと同様である。

図12(b)については、圧縮機Aの場合、1.5N・mの場合の最高回転数は、従来の115rpsから157rpsへと+37%の改善が見られ、1.7N・mの場合の最高回転数は、従来の102rpsから137rpsへと+34%の改善が見られる。また、圧縮機Bについてのデータは未取得である。総じて、第1実施例よりも改善効果が上昇している。

【0053】

10

20

30

40

50

以上のように第2実施例によれば、インバータ回路83の出力電圧を正弦波状とするように振幅変調して、乾燥行程の初期段階で電圧・位相制御88により弱界磁運転を行う場合、出力電圧の振幅変調率を1.0よりも大にして過変調状態に制御するようにした。従って、モータ45Mに印加する実行電圧をより高くして、弱め界磁制御の開始時期をより遅くすることで、効率を上昇させることができる。

【0054】

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

電圧・位相制御を終了してベクトル制御に切替えると同時に、圧縮機モータ45Mの回転数を低下させ始めても良い。

ベクトル制御と電圧位相制御とを切替える出力電圧のレベル設定は、個別の設計に応じて適宜変更すれば良い。

モータ45Mの起動を、最初から電圧制御で行っても良い。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明の第1実施例であり、洗濯乾燥機の制御装置が圧縮機モータ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図

【図2】ドラム式洗濯乾燥機の全体構成を示す縦断側面図

【図3】ヒートポンプの構成を示す図

【図4】洗濯乾燥機の制御系を示す機能ブロック図

【図5】乾燥行程制御部による制御内容を示すフローチャート

【図6】図5の制御内容に対応したモータの回転数と回転槽(ドラム)の温風出口温度、入力電力の変化を示すタイミングチャート

【図7】電圧・位相制御における弱界磁運転を説明する図

【図8】本実施例の制御と、全てを電流制御で行った場合とを比較したもので、(a)は入力電力の改善効果、(b)は圧縮機モータの最大回転数の改善効果を示す図

【図9】本発明の第2実施例を示す図1相当図

【図10】図5相当図

【図11】インバータ回路の出力電圧波形であり、(a)は変調率が1.0未満の場合、(b)は変調率が1.0超の場合を示す図

【図12】図8相当図

【符号の説明】

【0056】

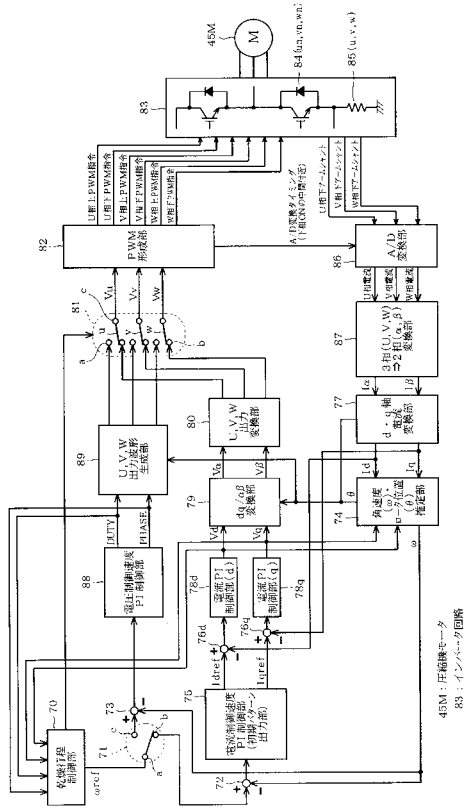
図面中、3は回転槽(乾燥室)、42は蒸発器、43は凝縮器、45は圧縮機、45Mは圧縮機モータ、47はヒートポンプ、70は乾燥行程制御部、83はインバータ回路を示す。

10

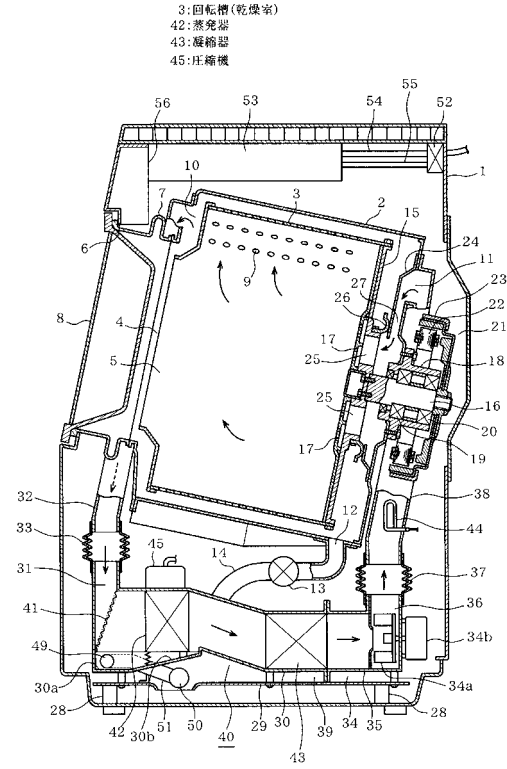
20

30

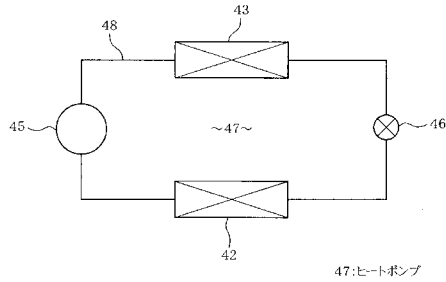
【図1】



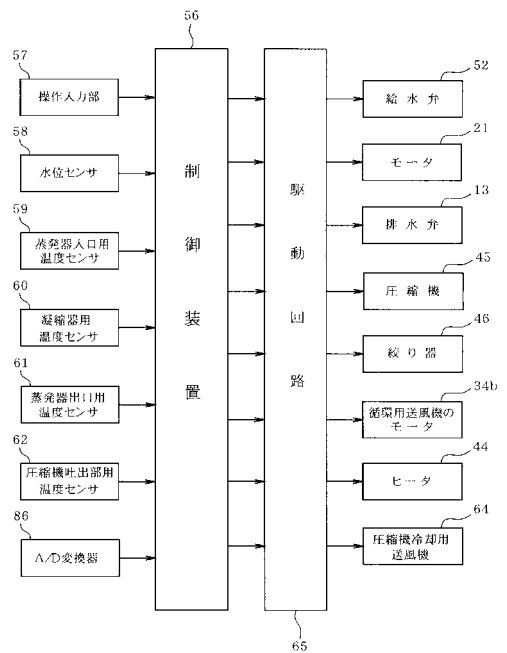
【図2】



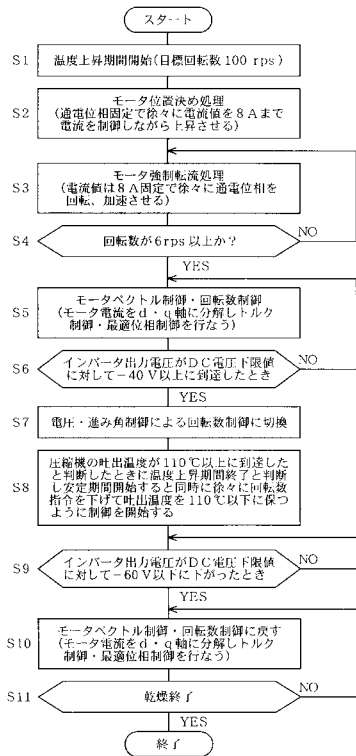
【図3】



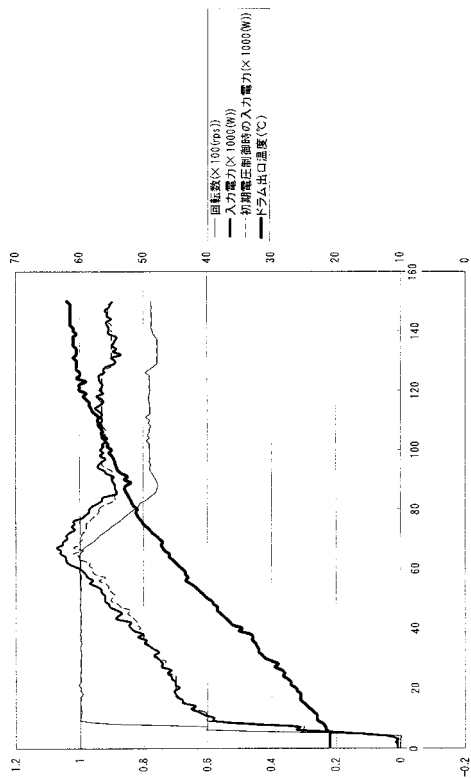
【図4】



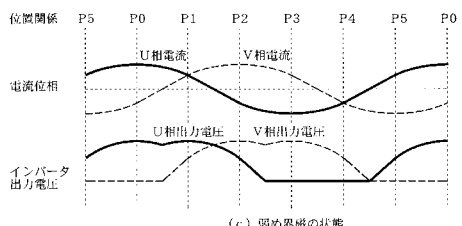
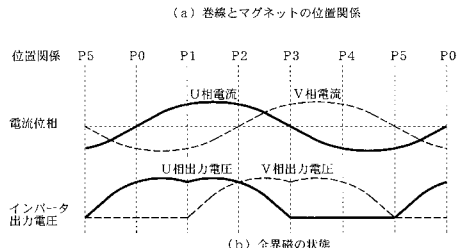
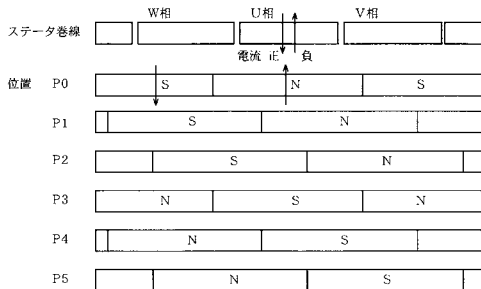
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

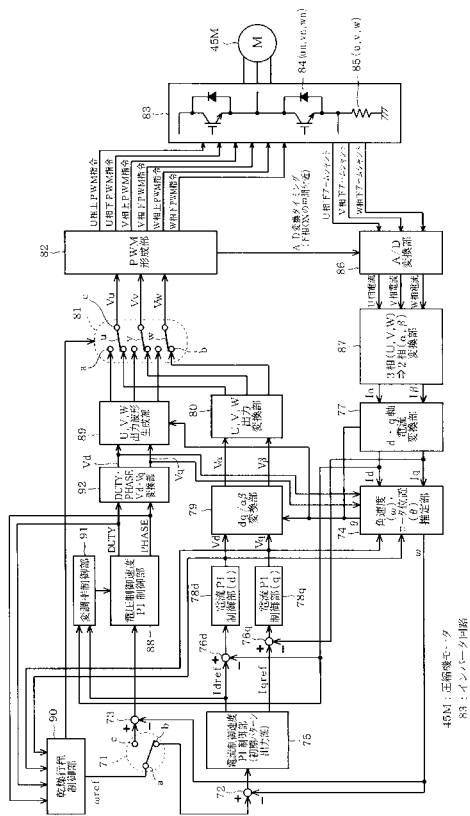
(a) 入力電力

モータ種別 (巻線種別)	動作条件	従来制御 (出力電圧160V~170V)	高速側を 電圧制御切換 (出力電圧190V~200V)
A 0.8φ, 138巻(1.09Ω)	(起動時) 100 rps 1.5N・m	1025 W (比較基準 0%)	990 W (-3.4%)
	(安定時) 70 rps 1.7N・m	816 W (比較基準 0%)	809 W (-0.8%)
B 0.9φ, 110巻(0.7Ω)	(起動時) 100 rps 1.5N・m	1020 W (-0.5%)	990 W (-3.4%)
	(安定時) 70 rps 1.7N・m	820 W (+0.5%)	821 W (+0.6%)

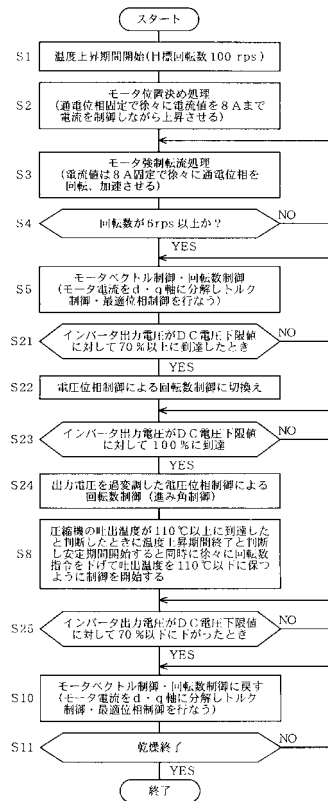
(b) 最高回転数

モータ種別 (巻線種別)	動作条件	従来制御 (出力電圧160V~170V)	高速側を 電圧制御切換 (出力電圧190V~200V)
A	1.5N・m一定負荷時	115 rps (比較基準 0%)	143 rps (+24%)
	1.7N・m一定負荷時	102 rps (比較基準 0%)	127 rps (+25%)
B	1.5N・m一定負荷時	118 rps (+3%)	175 rps (+52%)
	1.7N・m一定負荷時	—	—

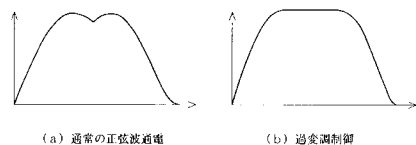
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

モータ種別 (巻線電動)	動作条件	後送制御 (出力電圧 100V) (比較基準 0%)	高送制御を 電圧制御時		高送制御を 電圧制御時	
			電圧制御時 (出力電圧 100V)	電圧制御時 (出力電圧 205V)	電圧制御時 (出力電圧 100V)	電圧制御時 (出力電圧 205V)
A 0.8φ、138巻 (1.09Ω)	(起動時) 100 rps 1.5N・m	1025 W (比較基準 0%)	950 W (-3.4%)	985 W (-4.4%)	115 rps (+24%)	157 rps (+37%)
	(安定時) 70 rps 1.7N・m	816 W (比較基準 0%)	809 W (-0.8%)	810 W (-0.7%)	127 rps (+25%)	137 rps (+34%)
	(起動時) 100 rps 1.5N・m	1020 W (-0.5%)	990 W (-3.4%)	985 W (-4.4%)	175 rps (+52%)	—
B 0.9φ、110巻 (0.7Ω)	(安定時) 70 rps 1.7N・m	820 W (+0.5%)	821 W (+0.6%)	820 W (+0.5%)	—	—
	1.5N・m一定負荷時	—	—	—	—	—
A	1.5N・m一定負荷時	—	—	—	—	—
	1.7N・m一定負荷時	—	—	—	—	—
	1.5N・m一定負荷時	—	—	—	—	—
B	1.7N・m一定負荷時	—	—	—	—	—
	1.7N・m一定負荷時	—	—	—	—	—

(a) 入力電力

(b) 最高回転数

フロントページの続き

(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 AA16 BB15 CA02 CA16 CB07 CB61 KA27 KB08 KB11 KB27
LA16 LB05 LB36 LC07 LC08 LC15 LC28 MA01 MA02 MA05
MA06 MA07 MA08
4L019 EA01 EB04 EC05 EC06
5H505 AA09 BB02 DD05 DD06 EE41 EE49 EE55 GG02 GG04 HB01
LL12