

(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2006-136102

(P2006-136102A)

(43) 公開日 平成18年5月25日(2006.5.25)

(51) Int. Cl.		F I				テーマコード (参考)
HO2P	6/08	(2006.01)	HO2P	6/02	351J	5H560
HO2P	6/18	(2006.01)	HO2P	6/02	371S	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2004-321149 (P2004-321149)	(71) 出願人	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成16年11月4日 (2004. 11. 4)	(74) 代理人	100106149 弁理士 矢作 和行
		(72) 発明者	天野 拓司 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		(72) 発明者	栗林 信和 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		Fターム(参考)	5H560 AA02 BB04 DA14 DC12 DC13 EB01 JJ01 RR10 SS07 TT15 UA06 XA12

(54) 【発明の名称】 モータの駆動制御装置

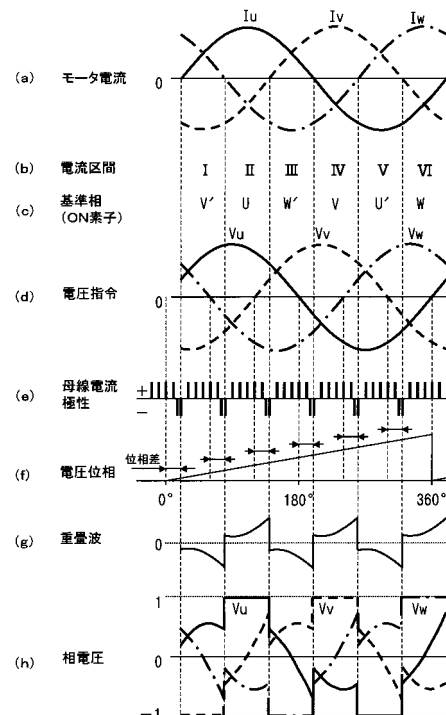
(57) 【要約】

【課題】 インバータ回路から直流側の母線に還流する電流によってコンデンサの寿命が低下することを防止することが可能なモータの駆動制御装置を提供すること。

【解決手段】 モータ制御部は、電流ゼロクロスが予想される区間のみ一時的に進んだ電圧ベクトルを出力し、(e)に示すように、電流のゼロクロス前後での母線電流の極性変化に基づいてゼロクロスを検出する。

そして、(d)、(e)、(f)に示すように、電流と電圧の位相差を検出するとともに、(c)、(g)、(h)に示すように、速やかに固定相を切り替えることで、できる限り直流側へ還流する電流を発生させないようにしている。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数相のモータコイルに、インバータ回路(16)の前記複数相に対応したスイッチング素子(161)のスイッチングに基づいて、直流電圧をPWM変調により交流に変換して印加し、モータ(12)を駆動するモータの駆動制御装置であって、

前記モータコイルに流れる電流が、前記インバータ回路(16)に前記直流電圧を印加するための母線(15)に還流することを抑制するように、前記複数相のうちスイッチング素子(161)のオンオフ状態を固定する相を決定することを特徴とするモータの駆動制御装置。

【請求項 2】

前記固定する相は、前記モータコイルに流れる電流の絶対値が最大の相とすることを特徴とする請求項1に記載のモータの駆動制御装置。

【請求項 3】

前記複数相のモータコイル電流のいずれかがゼロクロスしたときに、前記固定する相を切り替えることを特徴とする請求項2に記載のモータの駆動制御装置。

【請求項 4】

前記母線(15)に流れる電流の極性情報に基づいて、前記ゼロクロスを検出することを特徴とする請求項3に記載のモータの駆動制御装置。

【請求項 5】

前記モータコイル電流の絶対値が最大の相の電圧が、前記複数相のうちで最大値もしくは最小値でない場合には、前記モータコイル電流の絶対値が前記最大の相に次いで大きい相を、前記固定する相とすることを特徴とする請求項2ないし請求項4のいずれか1つに記載のモータの駆動制御装置。

【請求項 6】

前記モータコイル電流の絶対値が最大の相の電圧が、前記複数相のうちで最大値もしくは最小値でない場合には、電圧の絶対値が最大の相を、前記固定する相とすることを特徴とする請求項2ないし請求項4のいずれか1つに記載のモータの駆動制御装置。

【請求項 7】

前記モータ(12)の運転負荷が所定値より小さいときには、電圧の絶対値が最大の相を、前記固定する相とすることを特徴とする請求項2ないし請求項6のいずれか1つに記載のモータの駆動制御装置。

【請求項 8】

前記インバータ回路(16)における変調率が所定値より大きいときには、電圧の絶対値が最大の相を、前記固定する相とすることを特徴とする請求項2ないし請求項6のいずれか1つに記載のモータの駆動制御装置。

【請求項 9】

複数相のモータコイルに、インバータ回路(16)の前記複数相に対応したスイッチング素子(161)のスイッチングに基づいて、直流電圧をPWM変調により交流に変換して印加し、モータ(12)を駆動するモータの駆動制御装置であって、

前記インバータ回路(16)に前記直流電圧を印加するための母線(15)に流れる電流の極性情報に基づいて、前記モータコイルに印加される電圧と前記モータコイルに流れる電流との位相差を検出することを特徴とするモータの駆動制御装置。

【請求項 10】

複数相のモータコイルに、インバータ回路(16)の前記複数相に対応したスイッチング素子(161)のスイッチングに基づいて、直流電圧をPWM変調により交流に変換して印加し、モータ(12)を駆動するモータの駆動制御装置であって、

前記インバータ回路(16)に前記直流電圧を印加するための母線(15)に流れる電流の極性情報に基づいて、前記モータ(12)への回転数指令に応じて前記モータコイルに流す目標電流位相と、前記モータコイルに流れる実電流位相との位相偏差を検出することを特徴とするモータの駆動制御装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記母線(15)に流れる電流の極性情報は、前記母線(15)に設けたシャント抵抗部(152)に発生する電圧をコンパレータ回路(130)で検出することを特徴とする請求項1ないし請求項10のいずれか1つに記載のモータの駆動制御装置。

【請求項 1 2】

複数回路を同一パッケージに内蔵したオペアンプ(124a、130a)を用いて、前記母線(15)に流れる電流の極性情報を検出する回路(130)と、前記モータ(12)の運転負荷情報を検出する回路(124)とを構成したことを特徴とする請求項1ないし請求項11のいずれか1つに記載のモータの駆動制御装置。

【請求項 1 3】

前記モータ(12)は同期モータ(12)であって、
位置センサを用いることなく、前記モータコイルに印加される電圧と前記モータコイルに流れる電流との位相差に基づいて、前記同期モータ(12)を駆動制御することを特徴とする請求項1ないし請求項12のいずれか1つに記載のモータの駆動制御装置。

【請求項 1 4】

前記モータ(12)が運転する負荷は、圧縮機構(11)であることを特徴とする請求項13に記載のモータの駆動制御装置。

【請求項 1 5】

前記モータ(12)が運転する負荷は、送風ファン(51)であることを特徴とする請求項13に記載のモータの駆動制御装置。

【請求項 1 6】

前記モータ(12)が運転する負荷は、流体を圧送するポンプ機構(90)であることを特徴とする請求項13に記載のモータの駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータの駆動制御装置に関し、特に、インバータ回路を用いたモータ駆動を制御するためのモータ駆動制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来技術として、下記特許文献1に開示された同期モータの駆動制御装置がある。このモータ駆動制御装置では、インバータ回路の各アームのスイッチング素子を全てオフとする回生モードを有し、モータコイルに流れる電流を、インバータ回路に直流電圧を入力する一対の母線間に設けられたコンデンサに回生するようになっている。

【特許文献1】特開2004-104861号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上記従来技術のモータ駆動制御装置では、コンデンサの内部インピーダンスが大きい場合には、逆にリップル電流による損失が大きく、効率が悪化するとともに、コンデンサ内部の温度上昇により、コンデンサ寿命の低下を招くという問題がある。

【0004】

本発明は、上記点に鑑みてなされたものであり、インバータ回路から直流側の母線に還流する電流によってコンデンサの寿命が低下することを防止することが可能なモータの駆動制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、
複数相のモータコイルに、インバータ回路(16)の前記複数相に対応したスイッチング素子(161)のスイッチングに基づいて、直流電圧をPWM変調により交流に変換し

10

20

30

40

50

て印加し、モータ(12)を駆動するモータの駆動制御装置であって、

モータコイルに流れる電流が、インバータ回路(16)に直流電圧を印加するための母線(15)に還流することを抑制するように、前記複数相のうちスイッチング素子(161)のオンオフ状態を固定する相を決定することを特徴としている。

【0006】

これによると、複数相のモータコイルに対応したスイッチング素子(161)のうち、オンオフ状態を固定する相を、母線(15)に還流する電流を抑制するように決定する。したがって、母線(15)間にコンデンサ(151)を設けていても、コンデンサ寿命の低下を招き難い。このようにして、インバータ回路(16)から直流側の母線(15)に還流する電流によってコンデンサ(151)の寿命が低下することを防止することができる。

10

【0007】

また、請求項2に記載の発明では、オンオフ状態を固定する相は、前記モータコイルに流れる電流の絶対値が最大の相とすることを特徴としている。

【0008】

これによると、インバータ回路(16)から直流側の母線(15)に還流する電流を抑制することが容易である。また、スイッチング損失を低減することができる。

【0009】

また、請求項3に記載の発明では、前記複数相のモータコイル電流のいずれかがゼロクロスしたときに、オンオフ状態を固定する相を切り替えることを特徴としている。

20

【0010】

これによると、モータコイルに流れる電流の絶対値が最大の相を速やかに固定する相とすることが容易である。

【0011】

また、請求項4に記載の発明のように、母線(15)に流れる電流の極性情報に基づいて、モータコイル電流のゼロクロスを容易に検出することができる。

【0012】

また、請求項5に記載の発明では、モータコイル電流の絶対値が最大の相の電圧が、複数相のうちで最大値もしくは最小値でない場合には、モータコイル電流の絶対値が前記最大の相に次いで大きい相を、固定する相とすることを特徴としている。

30

【0013】

これによると、モータコイルへの印加電圧とモータコイル電流との位相差が大きくなり、モータコイル電流の絶対値最大相を固定する相とすると相間電圧が設定できなくなる場合であっても、モータコイル電流の絶対値比較に基づいて固定する相を決定して対応することができる。

【0014】

また、請求項6に記載の発明では、モータコイル電流の絶対値が最大の相の電圧が、複数相のうちで最大値もしくは最小値でない場合には、電圧の絶対値が最大の相を、固定する相とすることを特徴としている。

【0015】

これによると、モータコイルへの印加電圧とモータコイル電流との位相差大きくなり、モータコイル電流の絶対値最大相を固定する相とすると相間電圧が設定できなくなる場合であっても、モータコイル印加電圧絶対値に基づいて固定する相を決定して対応することができる。

40

【0016】

また、請求項7に記載の発明では、モータ(12)の運転負荷が所定値より小さいときには、電圧の絶対値が最大の相を、固定する相とすることを特徴としている。

【0017】

これによると、モータコイル電流の絶対値最大相が入れ替わったか否かを判断し難い場合には、モータコイル印加電圧絶対値に基づいて固定する相を決定し、誤動作を防止する

50

ことができる。

【0018】

また、請求項8に記載の発明では、インバータ回路(16)における変調率が所定値より大きいときには、電圧の絶対値が最大の相を、固定する相とすることを特徴としている。

【0019】

これによると、過変調制御時に、モータコイル電流の絶対値最大相を固定する相とすると相間電圧の歪みが大きくなってしまう場合であっても、モータコイル印加電圧絶対値に基づいて固定する相を決定して対応することができる。

【0020】

また、請求項9に記載の発明では、

複数相のモータコイルに、インバータ回路(16)の前記複数相に対応したスイッチング素子(161)のスイッチングに基づいて、直流電圧をPWM変調により交流に変換して印加し、モータ(12)を駆動するモータの駆動制御装置であって、

インバータ回路(16)に直流電圧を印加するための母線(15)に流れる電流の極性情報に基づいて、モータコイルに印加される電圧とモータコイルに流れる電流との位相差を検出することを特徴としている。

【0021】

これによると、モータコイル印加電圧と、母線電流極性情報に基づくモータコイル電流のゼロクロス検出とから、モータコイル印加電圧とモータコイル電流との位相差を検出することができる。したがって、この位相差に基づいて、ロータ位置センサを用いないモータの駆動制御が可能である。

【0022】

また、請求項10に記載の発明では、

複数相のモータコイルに、インバータ回路(16)の前記複数相に対応したスイッチング素子(161)のスイッチングに基づいて、直流電圧をPWM変調により交流に変換して印加し、モータ(12)を駆動するモータの駆動制御装置であって、

インバータ回路(16)に直流電圧を印加するための母線(15)に流れる電流の極性情報に基づいて、モータ(12)への回転数指令に応じてモータコイルに流す目標電流位相と、モータコイルに流れる実電流位相との位相偏差を検出することを特徴としている。

【0023】

これによると、回転数指令に基づく目標電流位相と、母線電流極性情報に基づくモータコイル実電流位相との位相偏差を検出することができる。したがって、この位相偏差に基づいて、ロータ位置センサを用いないモータの駆動制御が可能である。

【0024】

また、請求項11に記載の発明のように、母線(15)に流れる電流の極性情報は、母線(15)に設けたシャント抵抗部(152)に発生する電圧をコンパレータ回路(130)で検出することで、容易に得ることができる。

【0025】

また、請求項12に記載の発明では、複数回路を同一パッケージに内蔵したオペアンプ(124a、130a)を用いて、母線(15)に流れる電流の極性情報を検出する回路(130)と、モータ(12)の運転負荷情報を検出する回路(124)とを構成したことを特徴としている。

【0026】

これによると、両情報検出回路(124、130)を同一パッケージ内のオペアンプ(124a、130a)を用いて構成することで、部品点数を減少することが可能である。

【0027】

また、請求項13に記載の発明では、モータ(12)は同期モータ(12)であって、位置センサを用いることなく、モータコイルに印加される電圧とモータコイルに流れる電流との位相差に基づいて、同期モータ(12)を駆動制御することを特徴としている。

10

20

30

40

50

【0028】

このように、本発明は、モータコイル印加電圧とモータコイル電流との位相差に基づいて同期モータ(12)の位置センサレス駆動制御を行なう制御装置に適用することができる。

【0029】

また、請求項14に記載の発明では、モータ(12)が運転する負荷は、圧縮機構(11)であることを特徴としている。

【0030】

このように、圧縮機構(11)により圧縮される被圧縮流体の漏れ抑止を考慮するとロータ位置センサを設け難いコンプレッサモータの駆動制御装置に、本発明を適用することができる。

10

【0031】

また、請求項15に記載の発明では、モータ(12)が運転する負荷は、送風ファン(51)であることを特徴としている。

【0032】

また、請求項16に記載の発明では、モータ(12)が運転する負荷は、流体を圧送するポンプ機構(90)であることを特徴としている。

【0033】

これらのように、送風ファン(51)やポンプ機構(90)を運転するモータを位置センサレス駆動制御する駆動制御装置に本発明を適用することも可能である。

20

【0034】

なお、上記各手段に付した括弧内の符号は、後述する実施形態記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。

【0036】

本実施形態は、本発明に係るモータ駆動制御装置を、二酸化炭素を冷媒とするヒートポンプ式給湯装置のヒートポンプサイクル1中の電動圧縮機10の制御装置として適用したものであり、図1は、本実施形態に係るヒートポンプ給湯装置の概略要部構成を示す模式図である。また、図2は、本実施形態におけるモータの位置センサレス駆動制御装置である電動圧縮機10の同期モータ12のモータ駆動制御部120概略構成を示すブロック図である。

30

【0037】

図1に示すように、ヒートポンプサイクル1は、圧縮機10、給湯用熱交換器(水冷媒熱交換器)20、エジェクタ(減圧手段)30、アキュムレータ40、室外熱交換器(熱源用熱交換器)50、内部熱交換器60、およびこれらを環状に接続する冷媒配管70で構成されている。

【0038】

圧縮機10は、内蔵する同期モータ(本実施形態におけるモータ)12(図2参照)によって圧縮機構11(図2参照)が運転されて、気相冷媒を臨界圧力以上まで圧縮して吐出する電動コンプレッサである。

40

【0039】

給湯用熱交換器20は、圧縮機10の吐出口より吐出された高温高圧の冷媒によって水を湯に昇温させる水-冷媒熱交換器であり、冷媒が流通する冷媒通路部と水が流通する水通路部とにより構成されている。給湯用熱交換器20の冷媒通路部は冷媒流路管により構成され、冷媒通路部が水通路部の表面に熱交換可能に密着するように配置された熱交換構造となっている。

【0040】

給湯用熱交換器20の水通路部は、給水を流通する給水通路(流水路)80の一部を構

50

成しており、ポンプ（ポンプ機構）90の作動により給水通路80内を流れる水を、給湯用熱交換器20内で高温高圧冷媒との熱交換によって給湯用の高温の湯とするようになっている。

【0041】

室外熱交換器（蒸発器）50は、外気と液相冷媒とを熱交換させて液相冷媒を蒸発させることにより外気から吸熱するための熱交換器である。また、エジェクタ30は給湯用熱交換器20から流出する冷媒を減圧膨張させて室外熱交換器50にて蒸発した気相冷媒を吸引するとともに、膨張エネルギーを圧力エネルギーに変換して圧縮機10の吸入圧を上昇させるものである。

【0042】

ここで、エジェクタ30は、給湯用熱交換器20から流出した高圧冷媒の圧力エネルギーを速度エネルギーに変換して冷媒を略等エントロピ的に減圧膨張させるノズル部と、ノズル部から噴射する高い速度の冷媒流により室外熱交換器50にて蒸発した気相冷媒を吸引しながら、ノズル部から噴射する冷媒流と混合する混合部、およびノズル部から噴射する冷媒と室外熱交換器50から吸引した冷媒とを混合させながら速度エネルギーを圧力エネルギーに変換して冷媒の圧力を昇圧させるディフューザ等の昇圧部からなるものである。

10

【0043】

エジェクタ30のノズル部は、ノズル開度を調節するための図示しないニードル弁を有しており、ニードル弁は図示しないステッピングモータの作動によりノズル部の軸線方向

20

【0044】

また、アキュムレータ40は、エジェクタ30から流出した冷媒が流入するとともに、その流入した冷媒を気相冷媒と液相冷媒とに分離して冷媒を蓄える気液分離器であり、分離された気相冷媒は内部熱交換器60を介して圧縮機10に吸引され、分離された液相冷媒は室外熱交換器50側に吸引されるようになっている。

【0045】

内部熱交換器60は、アキュムレータ40から導出され室外熱交換器50の一部において外気と熱交換した低圧気相冷媒と、エジェクタ30にて減圧される前の高圧側の冷媒とを熱交換する熱交換器であり、この内部熱交換器60により圧縮機10吸入側での冷媒のエンタルピを上昇させて、超臨界ヒートポンプサイクル1の能力を向上させている。

30

【0046】

また、ヒートポンプサイクル1には、圧縮機10の吐出側と室外熱交換器50の上流側とを連通する連通配管78と、この連通配管78の経路を開閉する電磁弁79が設けられている。この連通配管78は除霜用の冷媒配管であって、電磁弁79が開弁すると、連通配管78を介して高温冷媒が室外熱交換器50に導入され、室外熱交換器50の除霜を行なうことができるようになっている。

【0047】

図1に示すように、冷媒配管70には、圧縮機10の吐出冷媒温度を検出する吐出温サーミスタ71、給湯用熱交換器20下流側の冷媒温度を検出する冷媒出口サーミスタ72、室外熱交換器50上流側の冷媒温度を検出するエバ入口サーミスタ73、室外熱交換器50下流側の冷媒温度を検出するフロストサーミスタ74、およびエジェクタ30上流側においてヒートポンプサイクル1の高圧側冷媒圧力を検出する圧力センサ75が設けられている。

40

【0048】

また、室外熱交換器50の空気流れ上流側面には、電動ファン（送風ファン）51の作動により室外熱交換器50を通過する前の外気の温度を検出する外気サーミスタ52が設けられている。

【0049】

一方、給水通路80には、給湯用熱交換器20上流側の水温を検出する給水サーミスタ

50

8 1、および給湯用熱交換器 2 0 下流側の水温を検出する給湯サーミスタ 8 2 が設けられている。

【 0 0 5 0 】

上記各サーミスタ 5 2、7 1 ~ 7 4、8 1、8 2 から温度情報、および圧力センサ 7 5 からの圧力情報は、制御ユニット 1 0 0 に入力される。そして、この制御ユニット 1 0 0 は、上記各情報および図示しない操作手段や検出手段からの入力信号に基づいて、圧縮機 1 0、エジェクタ 3 0、電動ファン 5 1、電磁弁 7 9、ポンプ 9 0 等を作動制御するようになっている。

【 0 0 5 1 】

図 2 に示すように、圧縮機 1 0 は、同期モータ 1 2 により負荷としての圧縮機構 1 1 を回転運動させ、冷媒を圧縮して吐出するものであり、本実施形態の同期モータ 1 2 は、磁石を埋設したロータを回転駆動する 4 極 3 相コイルを有する同期モータである。

10

【 0 0 5 2 】

外部電源 1 9 からの交流電圧が入力線 1 3 を介して A C / D C コンバータ回路 1 4 に入力され、直流電圧に変換されて母線 1 5 を介してインバータ回路 1 6 に入力される。インバータ回路 1 6 は、後述する制御ユニット 1 0 0 のモータ制御部 1 2 0 からの信号に基づいて同期モータ 1 2 のステータコイルの各相 (U、V、W 相) に電圧を印加し、ロータが回転駆動される。

【 0 0 5 3 】

なお、一對の母線 1 5 間には、コンデンサ (例えば、直流側の平滑手段としての電解コンデンサやスナバコンデンサとしてのフィルムコンデンサ) 1 5 1 が設けられている。

20

【 0 0 5 4 】

制御ユニット 1 0 0 は、共通のマイコン内に、ヒートポンプサイクル 1 を含むヒートポンプ式給湯装置本体部を制御するための給湯器制御部 1 1 0 と、本実施形態における同期モータの位置センサレス駆動制御装置としてのモータ制御部 1 2 0 とを備えている。

【 0 0 5 5 】

モータ制御部 1 2 0 は、本実施形態における目標位相差設定手段としての目標位相差制御部 1 2 1、目標電流位相設定手段としての目標位相制御部 1 2 2、位相偏差検出手段としての位相偏差検出部 1 2 3、負荷情報検出手段としての負荷情報検出部 1 2 4、印加電圧設定手段としての電圧振幅制御部 1 2 5 およびモータ印加電圧波形生成部 1 2 6、母線電流極性検出手段としての極性検出部 1 3 0 を備えている。

30

【 0 0 5 6 】

負荷情報検出部 1 2 4 は、図 3 に示すように、母線 1 5 に接続した負荷情報検出回路 (積分回路) からなり、母線 1 5 に流れる電流に基づいて負荷情報を検出するようになっている。

【 0 0 5 7 】

また、極性検出部 1 3 0 は、図 3 に示すように、母線 1 5 に接続したコンパレータ回路からなり、母線 1 5 に設けたシャント抵抗部 1 5 2 との構成により、母線 1 5 に流れる電流の極性情報を検出するようになっている。

【 0 0 5 8 】

なお、図示は省略しているが、負荷情報検出部 1 2 4 に用いられているオペアンプ 1 2 4 a と、極性検出部 1 3 0 に用いられているオペアンプ 1 3 0 a とは、同一パッケージ内に集積されたオペアンプのうち 2 つとしている。このように、コンパレータにオペアンプを使用した場合、センサレスの力率角制御に必要な負荷情報を検出するための積分回路と、同一パッケージのオペアンプを使用することで安価に構成でき、安価な回路と、安価なマイコンで、位置センサレスの正弦波駆動が実現できる。

40

【 0 0 5 9 】

目標位相差制御部 1 2 1 では、上位制御部である給湯器制御部 1 1 0 からの回転数指令と負荷情報検出部 1 2 4 からの負荷情報に基づいて、ROM に格納したマップもしくは演算式 (本例ではマップ) により、同期モータ 1 2 の駆動制御におけるコイルへの印加電圧

50

とモータコイル電流との目標位相差が設定される。

【0060】

また、目標位相制御部122では、給湯器制御部110からの回転数指令に応じて目標電流位相が更新される。そして、位相偏差検出部123では、目標位相制御部122で更新された目標電流位相に基づくゼロクロス（目標ゼロクロス）と、極性検出部130が検出した母線電流極性情報に基づく実ゼロクロス（検出ゼロクロス）とから、位相偏差を検出する。

【0061】

電圧振幅制御部125では、給湯器制御部110からの回転数指令に基づいて基底電圧振幅を設定するとともに、位相偏差検出部123で検出された位相偏差が所定値（本例では0）になるように印加電圧振幅を制御する。

10

【0062】

モータ印加電圧波形生成部126では、目標位相差制御部121において設定された目標位相差、目標位相制御部122において更新された目標電流位相、および電圧振幅制御部125において設定された印加電圧振幅、極性検出部130において検出された母線電流極性情報に基づく検出ゼロクロスから、モータ12への印加電圧波形情報を生成し、前述のインバータ回路16に出力する。

【0063】

インバータ回路16は、図3に示すように周知の構造をなしており、モータ12のステータコイルに対応したU、V、W相の3相分のアームからなる。

20

【0064】

U相のアームは、スイッチング素子161とダイオード162とを逆並列接続した上アームU1と、同じくスイッチング素子161とダイオード162とを逆並列接続した下アームU2とを直列接続して構成され、上アームU1と下アームU2との接続部がモータコイルに接続されている。

【0065】

V相アームおよびW相アームも、スイッチング素子161とダイオード162とにより同様に構成されている。

【0066】

ここで、モータ印加電圧波形生成部126におけるインバータ回路16の制御について説明する。図4は、モータ印加電圧波形生成部126の制御動作を説明するためのフローチャートである。

30

【0067】

モータ印加電圧波形生成部126は、まず、極性検出部130からの入力に基づいていずれかの相の電流のゼロクロスを検出したら（ステップS100）、電流区間を更新する（ステップS110）。

【0068】

そして、次に、負荷情報検出部124において検出した負荷（モータ12の運転負荷）がモータコイル電流2A相当以下であるか否か判断する（ステップS120）。図2では、負荷情報検出部124からモータ印加電圧波形生成部126への入力図示を省略している。

40

【0069】

ステップS120において、負荷が2A相当以下であると判断した場合には、電流ゼロクロスの信頼性が低いと判断して、ステップS180へ進む。ステップS120において、負荷が2A相当を越えると判断した場合には、変調率が1.15471以上であるか否か（過変調であるか否か）判断する（ステップS130）。ステップS130において、過変調であると判断した場合には、ステップS180へ進む。

【0070】

ステップS130において過変調でないと判断した場合には、電流の絶対値が最大の相をその電流区間における基準相とする（ステップS140）。そして、基準相と他相との

50

電圧指令を比較し、基準相の電圧が最大値もしくは最小値であるか否か判断する（ステップ S 1 5 0）。

【 0 0 7 1 】

基準相の電圧が最大値もしくは最小値でない場合、すなわち、基準相の電圧が正の場合には基準相より他相が大きいとき、もしくは基準相の電圧が負の場合には基準相より他相が小さいときには、ステップ S 1 7 0 へ進む。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 5 0 において基準相の電圧が最大値もしくは最小値であると判断した場合には、ステップ S 1 6 0 へ進み、基準相のスイッチング素子 1 6 1 のオンオフ状態を固定する。

10

【 0 0 7 3 】

ステップ S 1 5 0 において基準相の電圧が最大値もしくは最小値でないと判断した場合には、ステップ S 1 7 0 において電流の絶対値が最大の相に次いで大きい相を固定相とし、この相のスイッチング素子 1 6 1 のオンオフ状態を固定する。なお、ステップ S 1 7 0 では、電圧指令絶対値が最大の相を固定相としてもよい。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 1 2 0 で電流ゼロクロス信頼性が低いと判断した場合、およびステップ S 1 3 0 で過変調であると判断した場合には、ステップ S 1 8 0 において電圧の絶対値が最大の相を固定相とし、この相のスイッチング素子 1 6 1 のオンオフ状態を固定する。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 1 6 0、S 1 7 0、S 1 8 0 のいずれかを実行したらステップ S 1 0 0 へリターンする。

20

【 0 0 7 6 】

上述の構成および制御動作によれば、スイッチングに伴う損失を低減することができる。スイッチング素子 1 6 1 の 1 回の ON / OFF で生じる損失 w は、下記の数式 1 のようになり、電流値にほぼ比例する。

【 0 0 7 7 】

（数式 1）

$$w = (1/2) E \times I_{on} \times t_{on} + (1/2) E \times I_{off} \times t_{off}$$

ただし、 E は直流側電圧、 I_{on} は電流、 t_{on} 、 t_{off} はスイッチング時間である

30

【 0 0 7 8 】

したがって、図 5 に示すように、電流の絶対値が高い相を固定とすることで、スイッチング損失を低減することができる。

【 0 0 7 9 】

ちなみに、図 5 において、(a) はモータ 1 2 の各相に流れる電流、(b) は電流のゼロクロスに応じて更新される電流区間である。(c) は図 4 のステップ S 1 4 0 で更新される基準相を示しており、 U は、基準相が固定相となる場合の上アーム U_1 が ON、下アーム U_2 が OFF の状態を示し、 \bar{U} は、上アーム U_1 が OFF、下アーム U_2 が ON の状態を示すものである。 V および \bar{V} 、 W および \bar{W} も同様である。

40

【 0 0 8 0 】

また、(d) は電圧指令（比較波形の原型）、(e) は極性検出部 1 3 0 が検出する母線電流極性、(f) はモータコイルへの印加電圧と電流との位相差である。(g) は基準相を固定相とするための重畳波であり、(h) は電圧指令に重畳波を重畳して生成された相電圧（2 相変調の実質的な比較波形）である。

【 0 0 8 1 】

インバータ回路 1 6 の各スイッチング素子 1 6 1 のスイッチング周期は、基本的に図 6 に示すように、 60° の空間を囲む 2 つの電圧ベクトルと、零ベクトル $E(000)$ もしくは $E(111)$ とで構成される。図 6 に例示する電圧ベクトル e 、電流ベクトル i の状態では、電圧ベクトル $E(101)$ と $E(100)$ ならびに零ベクトル $E(000)$ の電

50

圧パターンで構成される。

【0082】

ここで、電圧ベクトルのON、OFFパターンの表示は、括弧内に順にU相、V相、W相の各アームのスイッチング素子の状態を示しており、1は上アームがONかつ下アームがOFF、0は上アームがOFFかつ下アームがONの状態を示している。

【0083】

図6に例示する電圧ベクトル e 、電流ベクトル i の状態は、電流区間Iで、各素子のON/OFF状態と、電流の向きは、図7(a)、(b)、(c)に示すようになる。この状態から時間が経過し、W相の電流極性が反転、すなわち電流区間IIとなると、各素子のON/OFF状態と、電流の向きは、図8(a)、(b)、(c)となる。

10

【0084】

ここで、W相の電流極性が反転するときに、電圧ベクトル e を 120° の空間を囲む2つの電圧ベクトル $E(101)$ と $E(110)$ ならびに零ベクトル $E(000)$ の電圧パターンで構成すると、図7(d)のように、電圧ベクトル $E(110)$ 出力時に電流区間Iでは、負荷に流れる電流から直流側への回生(還流)が発生する。一方、図8(d)のように、電流区間IIでは、負荷に流れる電流から直流側への回生(還流)は発生しない。

【0085】

このように、電流のゼロクロスが予想される区間のみ、一時的に進んだ電圧ベクトルを出力することで、図5(e)に示すように、電流のゼロクロス前後で母線電流の極性が変化するため、母線電流極性からゼロクロスを検出することができる。

20

【0086】

このとき、図5(d)、(e)、(f)に示すように、母線電流極性変化が検出されたときの電圧位相から、電流と電圧の位相差を検出するとともに、図5(c)、(g)、(h)に示すように、速やかに固定相を切り替えることで、できる限り回生電流(直流側へ還流する電流)を発生させないようにする。

【0087】

このように、回生電流を発生させないようにすることで、モータ電流のリプルが抑えられ、モータ鉄損やノイズを低減することができるとともに、直流側のコンデンサ151(平滑手段である電解コンデンサやスナバコンデンサ)へのリプル電流が減少し、特に

30

【0088】

また、電解コンデンサのリプル電流の低減は、コンデンサ内部温度の低減にもなり、コンデンサ151の長寿命化を図ることができる。

【0089】

また、電流位相を基準として固定相を決める場合、電圧と電流の位相差が $\pm 30^\circ$ 以上(電流位相に対して電圧位相が進んでいる場合の位相差を正とする)になると、固定したい相(基準相)の電圧が最大または最小の相ではなくなり、固定したい相を1または-1にすると、1または-1以上となる相が発生し、電圧歪みを生じる。

【0090】

このような歪みは、電流波形を歪ませ、トルク変動による不安定な挙動につながり、これが著しくなると、電流ゼロクロスの誤検知 電流区間の誤判定 固定相の誤り モータ脱調となる。

40

【0091】

電流位相を基準とした従来の技術(例えば、特開2004-104861号公報開示技術)では、一般に負荷の力率は1に近くなるので問題にならないとし、 $+30^\circ$ 以上になった場合、強制的にステージ(通常時の電流区間に当たる)を進めることで、予め不確定要素として排除する仕組みとしている。しかし、弱め界磁制御を実施した場合、位相差は -30° 以下となる。

【0092】

50

また、過変調制御を実施した場合、電流位相を基準としたまま固定相を決め、ピークカットをすると相間電圧の歪みが大きくなってしまう。

【0093】

さらに、負荷（電流）が小さくなると、電流ゼロクロスの検出が不安定になり、誤った固定相判定により、著しい電圧歪み モータ脱調となるリスクが高い。

【0094】

ところが、本実施形態では、図4のフローチャートに示すように、負荷が所定値以上に小さくなった場合および変調率が所定値以上に大きくなった場合には、ステップS180において電圧の絶対値の最大相を固定相としている。これにより、図10に過変調時のモータ電流、電流区間、基準相、電圧指令、固定相、重畳波、相電圧を例示するように制御

10

【0095】

ここで、負荷の所定値は、電流ゼロクロスの検出が不安定にならない範囲で、位相差が $\pm 90^\circ$ 以上とならないような値にしており、変調率の所定値は、1.5471以下で、位相差が $\pm 90^\circ$ 以上にならないような値にしている。

【0096】

また、上記以外の場合にも、従来技術（前述の特開2004-104861号公報開示技術）のように電流区間を強制的に進めることはせず、各区間で、固定したい相（基準相）とその他の相の電圧を比較して、最終的に固定する相を決めている。これにより、図9に位相差が -60° 時のモータ電流、電流区間、基準相、電圧指令、固定相、重畳波、相電圧を例示するように制御される。

20

【0097】

ちなみに、ステップS160を実行するときには、図5に例示するように制御される。

【0098】

位相差が $\pm 30^\circ$ 以上で固定したい相（基準相）が最終的に固定する相にできない場合、電流の絶対値が次に大きな相が固定相となるようにすることで、損失増加を最小限に抑制することができる。

【0099】

このように、本実施形態のモータ駆動制御によれば、弱め界磁制御や過変調制御においても、簡易かつ安定に動作させることができる。

30

【0100】

また、力率角制御との組み合わせにおいて、簡易かつ安定した動作を、処理負荷の少ないロジックで実現でき、比較的安価なマイコンで位置センサレス制御を実現することができる。

【0101】

（他の実施形態）

上記一実施形態では、母線電流極性に基づく電流ゼロクロス検出によって、固定相の切り替えをおこなっているが、これに限定されるものではなく、磁極位置推定演算によって、電流位相を検出して、その角度により切り替えをおこなってもよいし、ホール素子などの位置センサによって検出されるロータ回転位置に基づいて切り替えをおこなってもよい。

40

【0102】

また、上記一実施形態では、電流ゼロクロス検出は、母線電流極性に基づいて検出していたが、モータ電流から検出するものであってもよい。また、電流ゼロクロス検出は、電流位相検出としてもかまわない。

【0103】

また、上記一実施形態では、負荷情報検出部124が検出し、運転負荷の判定に用いる情報は、モータ電流でなく入力電流であってもよい。

【0104】

また、上記一実施形態では、負荷情報検出部124を構成する負荷情報検出回路は、積

50

分回路であったが、ピークホールド回路でもよい。

【0105】

また、上記一実施形態では、電圧と電流の位相差は、電圧位相を基準として電流ゼロクロス時の位相差を求めるものであったが、これに限定されるものではなく、電流位相を基準として、位相偏差を求めるものでもよい。

【0106】

また、上記一実施形態では、モータは、同期モータ（PMモータ、リラクタンスモータなど）であったが、誘導モータであってもかまわない。弱め界磁制御は同期モータ固有の制御であるが、誘導モータに対する過変調制御等においては本発明を適用することができる。

10

【0107】

また、正弦波変調PWMの方法（サブハーモニック変調方式、空間ベクトル方式など）を限定するものでもない。

【0108】

また、上記一実施形態では、同期モータ12は、二酸化炭素を冷媒とするヒートポンプサイクル1の圧縮機構11を運転するモータであったが、これに限定されるものではない。冷媒が二酸化炭素以外のヒートポンプサイクル（冷凍サイクル）の圧縮機モータであってもよいし、負荷は圧縮機構ではなく電動ファン（送風ファン）51やポンプ（ポンプ機構）90等であってもよい。モータを駆動制御する場合に、本発明は広く適用して有効である。

20

【0109】

また、上記一実施形態では、母線電流極性情報に基づいて電流ゼロクロスを検出して電流区間を更新し、基準相の更新や固定相の決定を行っていたが、母線電流情報に基づいて、モータコイル印加電圧とモータコイル電流との位相差、もしくは目標電流位相と実電流位相との位相偏差を検出し、この位相差もしくは位相偏差に基づいて、ロータ位置センサを用いないモータの駆動制御を行なうことが可能である。

【0110】

例えば、図11に示すように、電流位相と無関係に（上記一実施形態における基準相とは無関係に）下側に固定した場合（各相の下アームを順次ON状態に固定した場合）や、図12に示すように、電流位相と無関係に上下交互に固定した場合においても、母線電流極性に基づいて電圧と電流の位相差を検出し、この位相差に基づいてモータの位置センサレス制御を行なうことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0111】

【図1】本発明を適用した一実施形態におけるヒートポンプ給湯装置の概略要部構成を示す模式図である。

【図2】モータ駆動制御部120概略構成を示すブロック図である。

【図3】インバータ回路16、負荷情報検出部124、極性検出部130の接続関係を示す回路図である。

【図4】モータ印加電圧波形生成部126の概略制御動作を説明するためのフローチャートである。

40

【図5】ステップS160が実行された場合における、（a）モータ電流、（b）電流区間、（c）基準相、（d）電圧指令、（e）母線電流極性、（f）電圧と電流との位相差、（g）重畳波、（h）相電圧の関係例を示すグラフである。

【図6】空間ベクトル法によるベクトル図である。

【図7】電流区間Iにおける電流ベクトルと電流の状態を示す図である。

【図8】電流区間IIにおける電流ベクトルと電流の状態を示す図である。

【図9】ステップS170が実行された場合における、（a）モータ電流、（b）電流区間、（c）基準相、（d）電圧指令、（e）固定相、（f）重畳波、（g）相電圧の関係例を示すグラフである。

50

【図10】ステップS180が実行された場合における、(a)モータ電流、(b)電流区間、(c)基準相、(d)電圧指令、(e)固定相、(f)重畳波、(g)相電圧の関係例を示すグラフである。

【図11】他の実施形態における母線電流極性に基づく位相差検出例を示すグラフである。

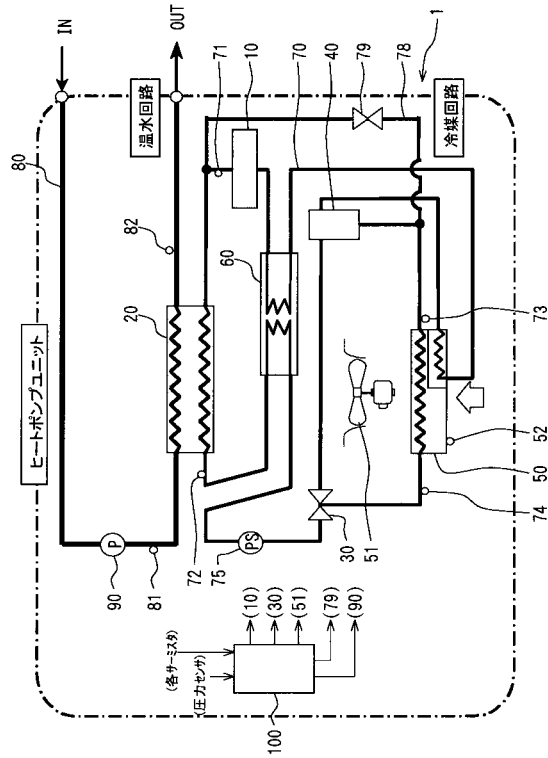
【図12】他の実施形態における母線電流極性に基づく位相差検出例を示すグラフである。

【符号の説明】

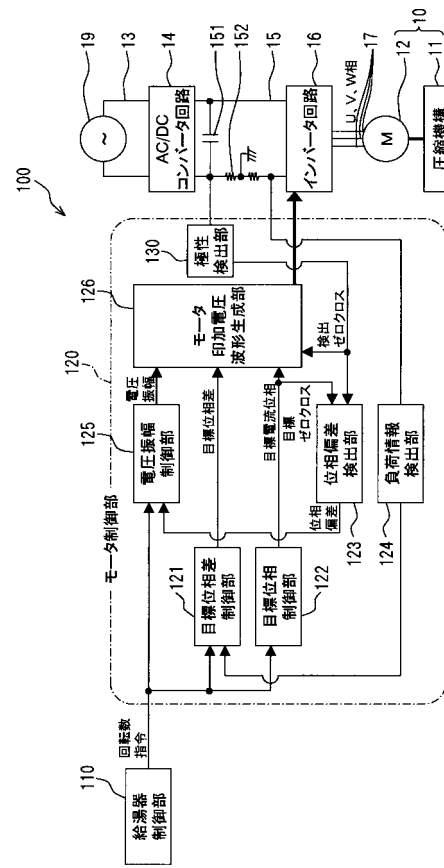
【0112】

- | | | |
|-----------|--------------------------------------|----|
| 1 | ヒートポンプサイクル | 10 |
| 10 | 圧縮機 | |
| 11 | 圧縮機構(負荷) | |
| 12 | 同期モータ(モータ) | |
| 15 | 母線 | |
| 16 | インバータ回路 | |
| 51 | 電動ファン(送風ファン) | |
| 90 | ポンプ(ポンプ機構) | |
| 120 | モータ制御部(モータ駆動制御部、同期モータの位置センサレス駆動制御装置) | |
| 124 | 負荷情報検出部(負荷情報検出手段) | 20 |
| 126 | モータ印加電圧波形生成部 | |
| 130 | 極性検出部(コンパレータ回路) | |
| 124a、130a | オペアンプ | |
| 151 | コンデンサ | |
| 152 | シャント抵抗部 | |
| 161 | スイッチング素子 | |
| U1、V1、W1 | 上アーム | |
| U2、V2、W2 | 下アーム | |

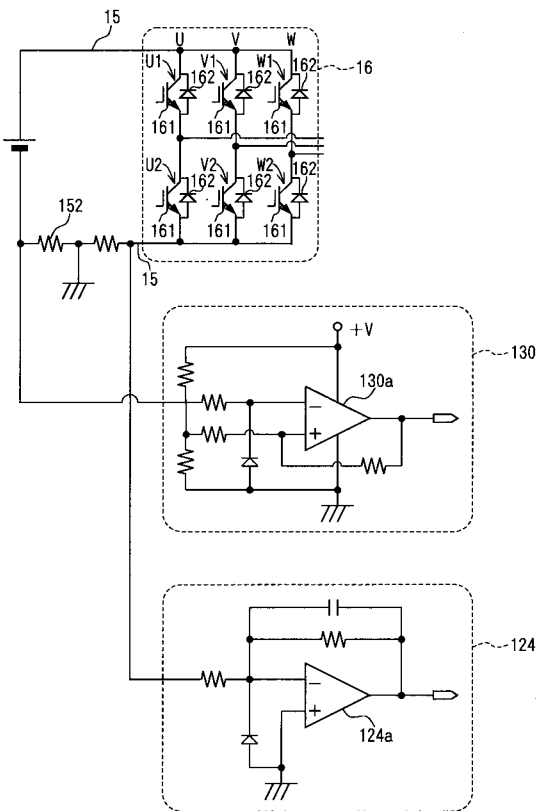
【図1】



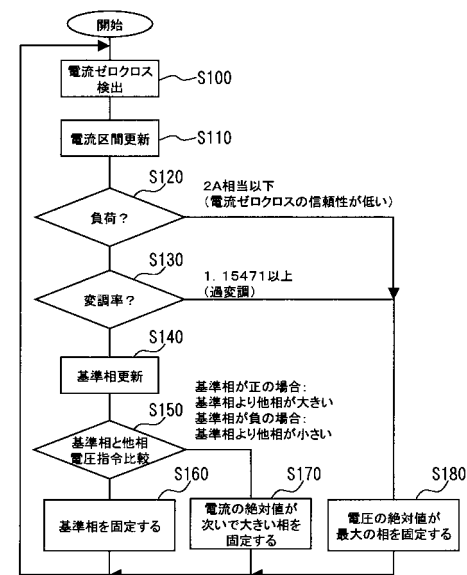
【図2】



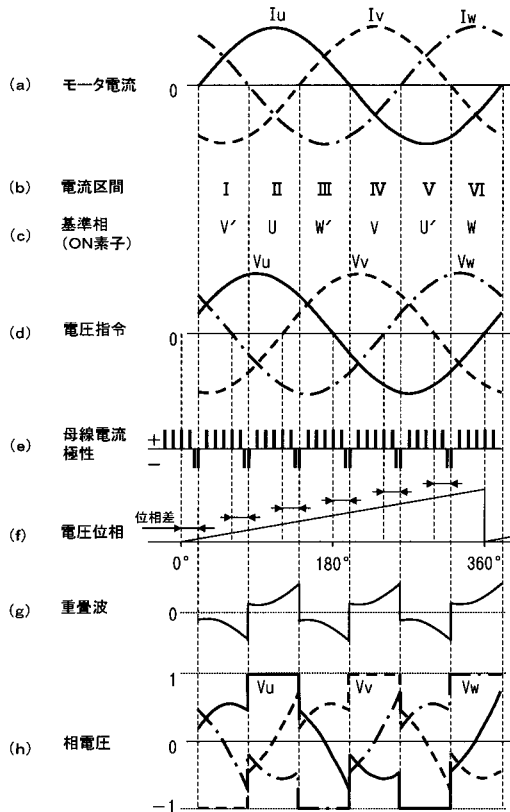
【図3】



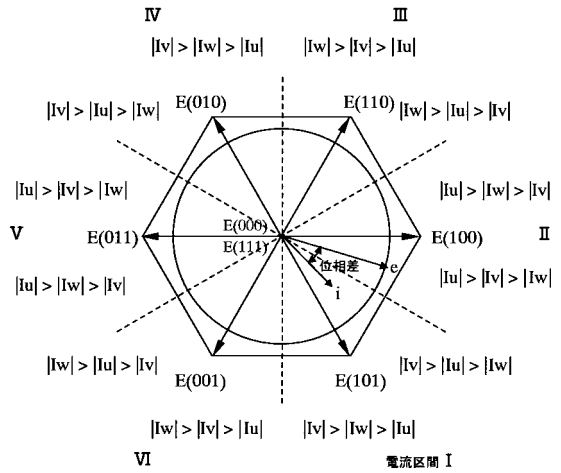
【図4】



【 図 5 】

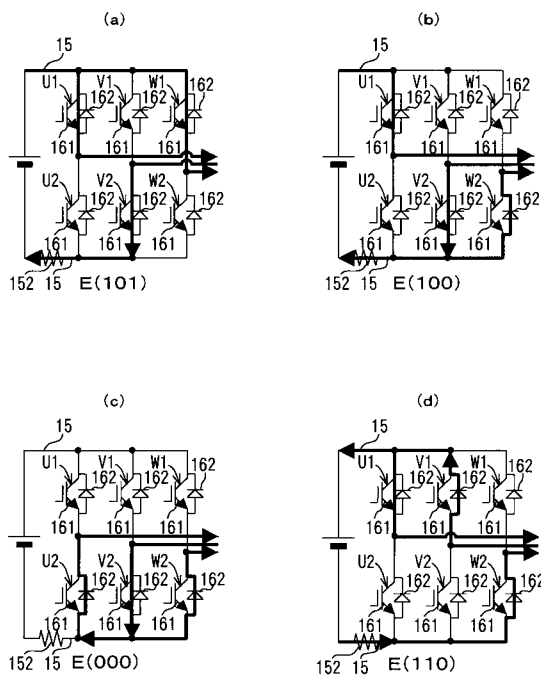


【 図 6 】



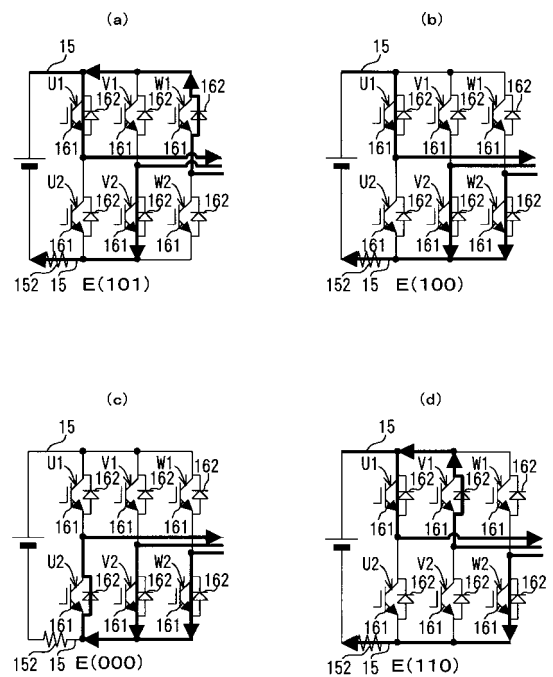
【 図 7 】

電流区間 I $|Iv| > |Iu| > |Iw|$

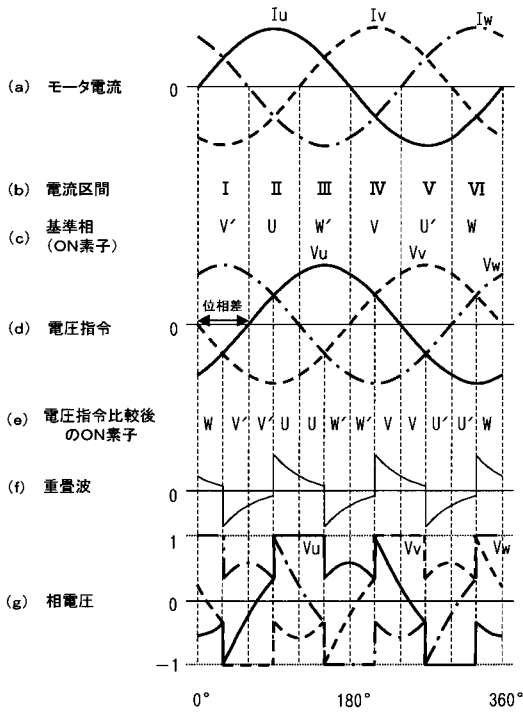


【 図 8 】

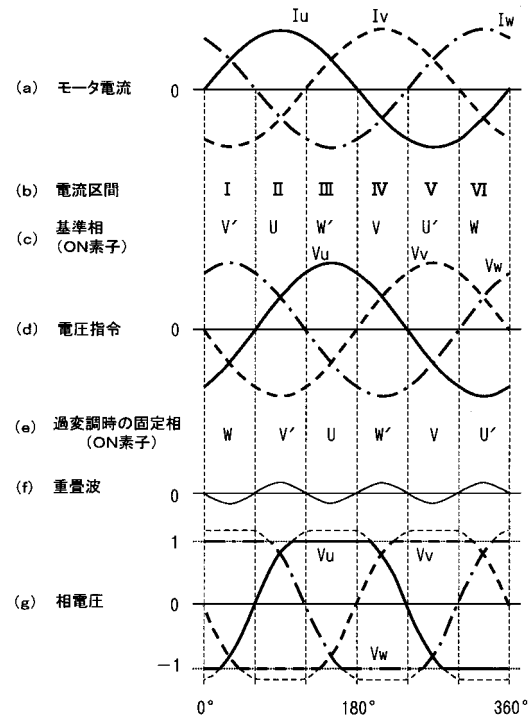
電流区間 II $|Iu| > |Iv| > |Iw|$



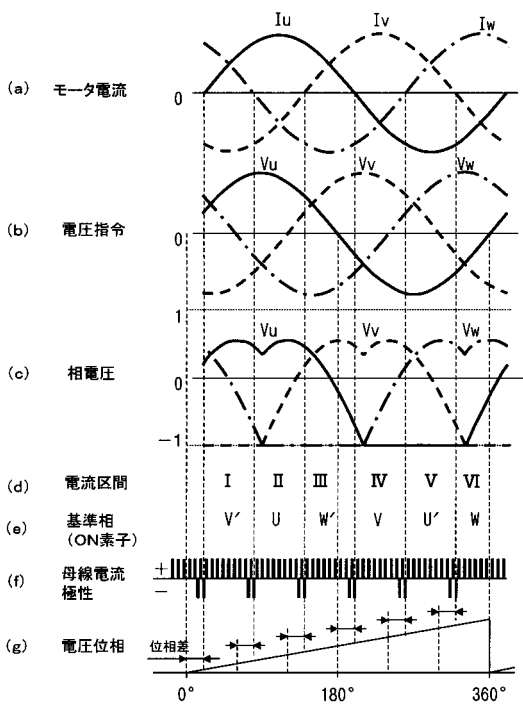
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】

