

(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2016-1062

(P2016-1062A)

(43) 公開日 平成28年1月7日(2016.1.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 6 1 D	3 H 1 4 5
H 0 2 P 27/06 (2006.01)	H 0 2 P 5/41 3 0 3 Z	5 H 0 0 7
F 2 5 B 47/02 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 2 1 J	5 H 5 0 5
H 0 2 M 7/48 (2007.01)	F 2 5 B 47/02 5 7 0 Z	
F 0 4 B 49/02 (2006.01)	H 0 2 M 7/48 E	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2014-120169 (P2014-120169)
 (22) 出願日 平成26年6月11日 (2014.6.11)

(71) 出願人 314012076
 パナソニックIPマネジメント株式会社
 大阪府大阪市中央区域見2丁目1番61号
 (74) 代理人 100120156
 弁理士 藤井 兼太郎
 (74) 代理人 100106116
 弁理士 鎌田 健司
 (74) 代理人 100170494
 弁理士 前田 浩夫
 (72) 発明者 河地 光夫
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニック株式会社内
 Fターム(参考) 3H145 AA12 AA27 AA42 BA31 CA21
 CA28 DA07

最終頁に続く

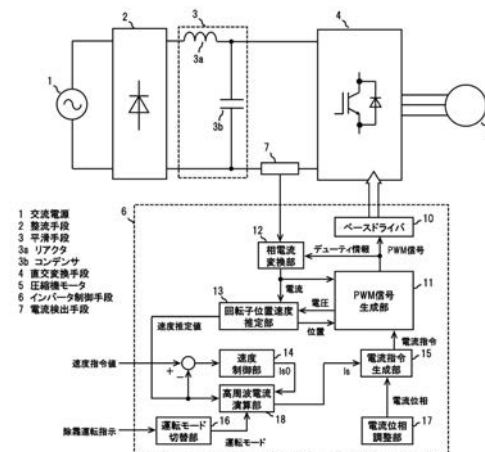
(54) 【発明の名称】 インバータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 圧縮機モータの回転駆動中に圧縮動作時の運転周波数より高い高周波電圧を重畳させることで、モータ発熱効果を高めて圧縮機内部の冷媒温度や潤滑油温度を迅速に上昇させる。

【解決手段】 圧縮機モータの出力トルクが所要のトルクとなるようにモータの電流値を制御するインバータ制御装置は、除霜運転モード時に、圧縮機の圧縮動作に必要なモータの駆動電圧に、圧縮動作時の運転周波数より高い高周波電圧を重畳させるものである。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

冷媒を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機を駆動するモータと、直流電力を交流電力に変換し、前記モータへ電力を供給するインバータと、前記モータを駆動する電流値を検出する電流検出手段を含み、前記モータの出力トルクが所要のトルクとなるように前記モータを駆動する電流値を制御するインバータ制御装置において、

除霜運転モード時に、前記圧縮機の圧縮動作に必要な前記モータの駆動電圧に、圧縮動作時の運転周波数より高い高周波電圧を重畳させることを特徴とするインバータ制御装置。

【請求項 2】

前記モータの電流位相を調整する電流位相調整手段をさらに備え、

除霜運転モード時に、前記電流位相調整手段は、前記モータの電流位相を出力トルクが最大となる位相から出力トルクが正の範囲内で進み方向に位相を調整することを特徴とする請求項 1 に記載のインバータ制御装置。

【請求項 3】

前記高周波電圧の周波数の上限値は、前記圧縮機の圧縮動作時の運転周波数の 2 4 倍以下、またはインバータのキャリア周波数の 2 分の 1 以下のうち大きいほうの周波数とし、前記モータを駆動する電流のリプルが最大となるように、前記上限値の範囲内で前記高周波電圧の周波数を設定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のインバータ制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、空気調和機等に用いられる圧縮機のモータを任意の回転数で駆動するインバータ制御装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、空気調和機に使用される圧縮機モータの制御装置として、冷媒寝込み時に圧縮機の圧縮動作時の運転周波数範囲より高い高周波交流電圧をモータに出力することで、モータに発生する銅損と鉄損により圧縮機内の冷媒を加熱するものがある（例えば特許文献 1 を参照）。

【0003】

特許文献 1 に開示された技術によれば、圧縮機の運転停止中に冷媒寝込み検出手段により寝込み状態であることを検出した場合、圧縮動作時の運転周波数（～1 kHz）より高い周波数の高周波電圧をモータに出力することで、回転トルクや振動が発生すること無く、高周波電圧の印加によるモータの鉄損と、モータ巻線に流れる電流によって発生する銅損を利用することで、効率良くモータを加熱することが可能となる。モータの加熱により圧縮機内に滞留する液冷媒が加熱されて気化し、圧縮機の外部へと漏出する。寝込み検出手段はこの冷媒漏出が所定量あるいは所定時間行われたことを判断して寝込み状態から正常状態への復帰を判別し、モータの加熱を終了する。

【0004】

さらに、高周波電圧の周波数は 1 4 kHz 以上とすればモータの鉄心の振動音がほぼ可聴範囲外となるため、騒音の低減にも効果がある。また、圧縮機が磁石埋め込み型モータの場合、高周波磁束が鎖交する回転子表面も発熱部となるため、冷媒接触面増加や圧縮機への速やかな加熱が実現されるため効率の良い冷媒の加熱が可能となる。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】特開 2 0 1 1 - 3 8 6 8 9 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

【 0 0 0 6 】

しかしながら、前記従来の構成の制御装置では、予熱運転のための一方法であり、圧縮機モータの運転停止時（回転トルクを発生させない）しか考慮されておらず、除霜運転等の圧縮機モータの回転駆動中には適用することができないという課題を有していた。

【 0 0 0 7 】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、圧縮機モータの回転駆動中に圧縮動作時の運転周波数より高い高周波電圧を重畳させることで、モータ発熱効果を高めて圧縮機内部の冷媒温度や潤滑油温度を迅速に上昇させることができるインバータ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】

10

【 0 0 0 8 】

前記従来の課題を解決するために、本発明のインバータ制御装置は、冷媒を圧縮する圧縮機と、圧縮機を駆動するモータと、直流電力を交流電力に変換し、モータへ電力を供給するインバータと、モータを駆動する電流値を検出する電流検出手段を含み、モータの出力トルクが所要のトルクとなるようにモータを駆動する電流値を制御するインバータ制御装置において、除霜運転モード時に、圧縮機の圧縮動作に必要なモータの駆動電圧に、圧縮動作時の運転周波数より高い高周波電圧を重畳させるものである。

【 0 0 0 9 】

これによって、圧縮機モータの回転駆動に要するモータの電流値に、高周波電圧の印加による高周波電流が重畳されるため、モータ電流のリプル（高周波成分の変動値）が大となることでモータの発熱量を増加させ、圧縮機内部の冷媒温度や潤滑油温度を迅速に上昇させることができる。特に、空気調和機等の除霜時において、冷媒温度を上昇させることで除霜時間を短縮することができ、迅速に暖房運転に切り替えることができる。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明のインバータ制御装置は、圧縮機モータの回転駆動中に圧縮動作時の運転周波数より高い高周波電圧を重畳させることで、モータ発熱効果を高めて圧縮機内部の冷媒温度や潤滑油温度を迅速に上昇させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

30

【図 1】本発明のインバータ制御装置を用いた冷凍サイクル装置の構成図

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態におけるインバータ制御装置のシステム構成図

【図 3】本発明の第 2 の実施の形態におけるインバータ制御装置のシステム構成図

【図 4】本発明の第 3 の実施の形態におけるインバータ制御装置のシステム構成図

【図 5】本発明のインバータ制御装置の第 1 の動作特性図

【図 6】本発明のインバータ制御装置の第 2 の動作特性図

【図 7】本発明のインバータ制御装置の第 3 の動作特性図

【図 8】電流位相に対するモータトルク特性図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

40

第 1 の発明は、冷媒を圧縮する圧縮機と、圧縮機を駆動するモータと、直流電力を交流電力に変換し、モータへ電力を供給するインバータと、モータを駆動する電流値を検出する電流検出手段を含み、モータの出力トルクが所要のトルクとなるように前記モータを駆動する電流値を制御するインバータ制御装置において、除霜運転モード時に、圧縮機の圧縮動作に必要なモータの駆動電圧に、圧縮動作時の運転周波数より高い高周波電圧を重畳させるものであり、圧縮機モータの回転駆動に要する電流値に、高周波電圧の印加による高周波電流が重畳されるため、モータ電流のリプル（高周波成分の変動値）が大となることでモータの発熱量を増加させ、圧縮機内部の冷媒温度や潤滑油温度を上昇させることができる。特に、空気調和機等の除霜時において、冷媒温度を上昇させることで除霜時間を短縮することができ、迅速に暖房運転に切り替えることができる。

50

【 0 0 1 3 】

第 2 の発明は、特に第 1 の発明のインバータ制御装置において、モータの電流位相を調整する電流位相調整手段をさらに備え、除霜運転モード時に、電流位相調整手段は、モータの電流位相を出力トルクが最大となる位相から出力トルクが正の範囲内で進み方向に位相を調整するものであり、圧縮機モータの電流位相を最適ポイントからずらす運転をしつつ、高周波電圧の印加による高周波電流を重畳させることで、モータ発熱効果を最大限高めて圧縮機内部の冷媒温度や潤滑油温度を一層迅速に上昇させることができる。

【 0 0 1 4 】

第 3 の発明は、特に第 1 または第 2 の発明のインバータ制御装置において、高周波電圧の周波数の上限値は、圧縮機の圧縮動作時の運転周波数の 2 4 倍以下、またはインバータのキャリア周波数の 2 分の 1 以下のうち大きいほうの周波数とし、モータを駆動する電流のリプルが最大となるように、上限値の範囲内で高周波電圧の周波数を設定するものであり、圧縮機モータの回転駆動を維持することが可能な高周波電圧の周波数で、モータ発熱効果を最大限高めて圧縮機内部の冷媒温度や潤滑油温度を一層迅速に上昇させることができる。

10

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、この実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

【 0 0 1 6 】

(実施の形態 1)

20

本発明のインバータ制御装置の冷凍サイクル装置の適用例として、一般家庭で使用されている空気調和機で説明を行う。図 1 は本発明のインバータ制御装置を備えた冷凍サイクル装置（空気調和機）の構成図である。

【 0 0 1 7 】

冷凍サイクル装置は、冷媒を圧縮する圧縮機 3 1、冷房暖房運転時の冷媒回路を切り替える四方弁 3 2、冷房時には凝縮器となり暖房時には蒸発器となる冷媒と外気の熱を交換する室外熱交換器 3 3、室外熱交換器 3 3 内を流れる冷媒と外気の熱交換を促進する室外ファン 3 7、冷媒を減圧する絞り装置 3 4、冷媒と室内空気の熱を交換し冷房時には蒸発器となり暖房時には凝縮器となる室内熱交換器 3 5、室内熱交換器 3 5 内を流れる冷媒と室内空気の熱交換を促進する室内ファン 3 8、圧縮機 3 1 の吸い込み側に設けられたアキュムレータ 3 6 を備えている。

30

【 0 0 1 8 】

室内機 4 1 は、室内熱交換器 3 5、室内ファン 3 8 を備えている。室外機 4 2 は、圧縮機 3 1、四方弁 3 2、室外熱交換器 3 3、絞り装置 3 4、アキュムレータ 3 6、室外ファン 3 7 を備えている。室内機 4 1 と室外機 4 2 は、液側接続管 4 3 とガス側接続管 4 4 で接続されている。

【 0 0 1 9 】

圧縮機 3 1 の内部には、圧縮機モータ 5 が設けられており、冷媒を圧縮する圧縮機構（図示せず）を回転駆動する。また、圧縮機モータ 5 は、後述するインバータ制御手段 6 に電氣的に接続されている。

40

【 0 0 2 0 】

室外機 4 2 は、四方弁 3 2、絞り装置 3 4、室外ファン 3 7 等を制御する制御装置（図示せず）を備えている。なお、後述するインバータ制御手段 6 は、制御装置内に設けられていてもよい。

【 0 0 2 1 】

このように構成された、冷凍サイクル装置について動作を説明する。まず、通常運転モードである冷房運転と暖房運転について説明する。

【 0 0 2 2 】

冷房運転時には、圧縮機 3 1 によって圧縮された冷媒は高温高压の冷媒となって四方弁 3 2 を通って室外熱交換器 3 3 に送られる。そして、室外ファン 3 7 によって外気と熱交

50

換を促進して放熱し、高圧の液冷媒となり絞り装置 3 4 に送られる。絞り装置 3 4 では減圧されて低温低圧の二相冷媒となり、液側接続管 4 3 を通って、室内熱交換器 3 5 に送られる。

【0023】

室内ファン 3 8 によって吸い込まれた室内空気は室内熱交換器 3 5 を通って冷媒と熱交換し、冷媒は室内空気の熱を吸熱し蒸発気化して低温のガス冷媒となる。このとき冷媒によって吸熱された室内空気は温度湿度が低下して室内ファン 3 8 によって室内に吹き出され室内を冷房する。

【0024】

ガス冷媒は、ガス側接続管 4 4 を通過して四方弁 3 2 に入り、アキュムレータ 3 6 を経て圧縮機 3 1 に戻る。

10

【0025】

一方、暖房運転時には、圧縮機 3 1 によって圧縮された冷媒は高温高圧の冷媒となって四方弁 3 2 を通り、ガス側接続管 4 4 に送られる。室内ファン 3 8 によって吸い込まれた室内空気は室内熱交換器 3 5 を通って冷媒と熱交換し、冷媒は室内空気へ熱を放熱し凝縮して高圧の液冷媒となる。このとき室内空気は冷媒の熱を吸熱し温度が上昇した状態で室内ファン 3 8 によって室内に吹き出され室内を暖房する。その後、冷媒は液側接続管 4 3 を通って絞り装置 3 4 に送られ、絞り装置 3 4 において減圧されて低温低圧の二相冷媒となり、室外熱交換器 3 3 に送られて、室外ファン 3 7 によって外気と熱交換を促進して蒸発気化し、四方弁 3 2 を経てアキュムレータ 3 6 を通って圧縮機 3 1 へ戻される。

20

【0026】

次に、除霜運転モードについて説明する。上述した暖房運転中に室外熱交換器 3 3 に霜が発生し、その霜が成長すると、室外熱交換器 3 3 の通風抵抗が増加して風量が減少し、室外熱交換器 3 3 内の蒸発温度が低下する。室外熱交換器 3 3 の配管温度を検出する温度センサ（図示せず）が、非着霜時に比べて、蒸発温度が低下したことを検出すると、制御装置（図示せず）から暖房運転から移行する除霜運転指示が出力される。

【0027】

暖房運転から除霜運転に移行すると、四方弁 3 2 が切り換えられ、上述した冷房運転時の冷媒の流れとなる。なお、除霜運転時には、室外ファン 3 7、室内ファン 3 8 は停止させる。これにより、圧縮機 3 1 によって圧縮された高温の冷媒は、四方弁 3 2 を介して室外熱交換器 3 3 に送られ、室外熱交換器 3 3 に発生した霜を融かすことができる。

30

【0028】

除霜運転により、霜が融け、室外熱交換器 3 3 の温度センサの検知値が上昇すると、制御装置から、再び、暖房運転（通常運転モード）へ復帰する除霜運転解除指示が出力される。

【0029】

図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態におけるインバータ制御装置のシステム構成図である。このインバータ制御装置は、商用電源等の交流電源 1 より電力を供給され、供給された電力を整流する整流手段 2 と、整流手段 2 からの出力電圧を平滑する平滑手段 3 と、平滑手段 3 からの平滑電圧を所望の周波数、電圧値の交流電圧に変換する直交変換手段 4 と、圧縮機モータ 5 を駆動するための情報を直交変換手段 4 に伝達するインバータ制御手段 6 を備える。

40

【0030】

このインバータ制御手段 6 は、マイクロコンピュータやシステム L S I 等により構成可能なもので、ベースドライバ 1 0、P W M 信号生成部 1 1、相電流変換部 1 2、回転子位置速度推定部 1 3、速度制御部 1 4、電流指令生成部 1 5、運転モード切替部 1 6、電流位相調整部 1 7、高周波電流演算部 1 8 の各機能ブロックを備えている。

【0031】

相電流変換部 1 2 では電流検出手段 7 に流れる直交変換手段 4 の直流側の母線電流を観察し、その母線電流を圧縮機モータ 5 の相電流に変換する（相電流変換部 1 2 の具体的な

50

方法については例えば特開 2 0 0 3 - 1 8 9 6 7 0 号公報等の文献を参照されたい)。

【 0 0 3 2 】

なお、電流センサ等を用いて圧縮機モータ 5 の相電流を直接検出しても良いことは言うまでもない。

【 0 0 3 3 】

回転子位置速度推定部 1 3 では、相電流変換部 1 2 により変換された圧縮機モータ 5 の相電流と、P W M 信号生成部 1 1 で演算される圧縮機モータ 5 への印加電圧の情報により、圧縮機モータ 5 の回転子磁極位置と回転速度を推定する(回転子位置速度推定部 1 3 の具体的な方法については例えば特開 2 0 0 1 - 3 7 2 8 1 号公報等の文献を参照されたい)。

10

【 0 0 3 4 】

運転モード切替部 1 6 では、外部から与えられる除霜運転指示に応じて、通常運転モードと除霜運転モードの運転モードの切り替えを行う。

【 0 0 3 5 】

本発明のインバータ制御装置では、除霜運転モード時にのみ、圧縮機の圧縮動作に必要なモータの駆動電圧に、圧縮動作時の運転周波数より高い高周波電圧を重畳させるものである。

【 0 0 3 6 】

ただし、本発明の第 1 の実施の形態におけるインバータ制御装置では、圧縮機モータの速度と電流が指令通りとなるようなベクトル制御を実施するため、電流指令値に高周波成分を重畳させることで、間接的にモータの駆動電圧に高周波電圧を重畳させる構成とする。

20

【 0 0 3 7 】

速度制御部 1 4 では、回転子位置速度推定部 1 3 で推定された圧縮機モータ 5 の速度推定値(速度推定値にはフィルタ処理や平均処理を施しても良い)と外部から与えられる速度指令値との偏差情報に基づいて圧縮機モータ 5 の回転速度が速度指令値に一致するように第 1 の電流指令値 I_{s0} (圧縮機モータ 5 の回転駆動に要する電流値で、モータの出力トルク平均値に相当する電流値)を P I 演算等を用いて導出する。

【 0 0 3 8 】

高周波電流演算部 1 8 では、運転モード切替部 1 6 から出力される運転モードが除霜運転モード時の場合には、回転子位置速度推定部 1 3 で推定された圧縮機モータ 5 の速度情報と、速度制御部 1 4 から出力される第 1 の電流指令値 I_{s0} に基づいて、第 2 の電流指令値 I_{sh} (高周波電圧の印加による高周波電流に相当する電流値)を導出し、第 1 の電流指令値 I_{s0} と第 2 の電流指令値 I_{sh} との合成値である電流指令値 I_s を出力する。

30

【 0 0 3 9 】

第 2 の電流指令値 I_{sh} は、例えば次式のように設定する。

【 0 0 4 0 】

$$I_{sh} = K \times I_{s0} \times \sin(N \times \omega_1 \times t + \delta) \quad \dots (1)$$

ここで、K は振幅倍率、N は周波数倍率(1 より大)、 ω_1 は速度推定値(速度推定値にはフィルタ処理や平均処理を施しても良い)、 δ は位相角である。ただし、振幅倍率 K や位相角 δ は圧縮機モータ 5 の仕様や負荷条件等に依存するため、例えば実機試験結果やシミュレーション解析結果等を踏まえて、予め回転数等のテーブルデータとして設定値を設けておく必要がある。

40

【 0 0 4 1 】

したがって、第 2 の電流指令値 I_{sh} が式(1)のように設定される場合には、電流指令値 I_s は次式で表される。

【 0 0 4 2 】

$$I_s = \{ 1 + K \times \sin(N \times \omega_1 \times t + \delta) \} \times I_{s0} \quad \dots (2)$$

なお、電流指令値 I_s は圧縮機モータ 5 の回転速度の N 倍の周波数成分で変動させるものであるが、式(2)のように必ずしも正弦波状に限定したものではなく、例えば方形波

50

状に変動させても良い。さらに、周波数倍率 N は整数に限定したものではない。

【0043】

なお、第1の実施の形態におけるインバータ制御装置では、速度推定値 ω_1 (速度推定値にはフィルタ処理や平均処理を施しても良い) に基づいて第2の電流指令値 I_{sh} を導出する構成としているが、速度指令値に基づいて導出する構成であっても良いことは言うまでもない。

【0044】

また、高周波電流演算部18では、運転モード切替部16から出力される運転モードが通常運転モード時の場合には、第1の電流指令値 I_{s0} をそのまま出力する(もしくは式(2)の振幅倍率 K をゼロとして電流指令値 I_s を導出しても良い)。

10

【0045】

なお、本発明のインバータ制御装置における高周波電流(間接的には高周波電圧)の周波数上限値については、圧縮機モータ5の圧縮機モータ5の回転駆動を維持することが可能な周波数(好ましくは圧縮機の圧縮動作時の運転周波数の24倍以下、またはインバータのキャリア周波数の2分の1以下のうち大きいほうの周波数)とし、その周波数上限値の範囲内で、例えば実機試験結果やシミュレーション解析結果等を踏まえて、除霜運転モード時におけるモータ相電流のリプル(高周波成分の変動値)が最大となるように、高周波電流(間接的には高周波電圧)の周波数を予め設定するものである(その周波数設定値より周波数倍率 N を決定)。

【0046】

20

電流指令生成部15では、高周波電流演算部18から出力される電流指令値 I_s と、電流位相調整部17から出力される電流位相 β_m (例えば実機試験結果やシミュレーション解析結果等を踏まえて、予め電源電圧や回転数等のテーブルデータとして電流位相設定値を設けておく)により、回転座標系の電流指令値(I_{ds} 、 I_{qs})を導出する。

【0047】

$$I_{ds} = - |I_s| \times \sin(\beta_m) \quad \dots (3)$$

$$I_{qs} = + |I_s| \times \cos(\beta_m) \quad \dots (4)$$

ここで、 $|I_s|$ は電流指令値 I_s の絶対値である。

【0048】

PWM信号生成部11では、前述のように求められた回転座標系の電流指令値(I_{ds} 、 I_{qs})と、圧縮機モータ5の電流検出値(I_d 、 I_q)(相電流変換部12より変換された圧縮機モータ5の相電流を3相/2相変換することで算出)とが一致するようにPI演算等を用いて回転座標系の電圧指令値(V_{ds} 、 V_{qs})が導出される。その回転座標系の電圧指令値(V_{ds} 、 V_{qs})を2相/3相変換することで相電圧指令値(V_{us} 、 V_{vs} 、 V_{ws})が導出され、この相電圧指令値(V_{us} 、 V_{vs} 、 V_{ws})より圧縮機モータ5を駆動するためのPWM信号が生成される。

30

【0049】

したがって、除霜運転モード時の場合には、回転座標系の電流指令値(I_{ds} 、 I_{qs})は式(2)~式(4)により圧縮機モータ5の回転速度の N 倍の高周波成分で正弦波状に変動するため、圧縮機モータ5の電流が指令通りとなるようにPI演算等を用いて導出される回転座標系の電圧指令値(V_{ds} 、 V_{qs})には高周波成分(高周波電圧に相当)が含まれることになる。この構成により、電流指令値 I_s に高周波成分を重畳させることで、間接的にモータの駆動電圧に高周波電圧を重畳させることが可能となる。

40

【0050】

前述のように求められたPWM信号は最終的にベースドライバ10に出力され、直交変換手段4を構成するスイッチング素子を駆動する。

【0051】

本発明の第1の実施の形態におけるインバータ制御装置の動作波形例を図5および図6に示す。図5は通常運転モード時の場合、図6は除霜運転モード時の場合の動作波形例で、各動作波形について、(a)は電流指令値 I_s 、(b)は回転座標系の電流指令値(I

50

$d s$ 、 $I q s$)、 (c) はモータ相電流である。

【0052】

通常運転モード時の場合には、高周波電流演算部18から出力される電流指令値 $I s$ は図5(a)のように第1の電流指令値 $I s 0$ と等しく、回転座標系の電流指令値($I d s$ 、 $I q s$)は図5(b)のように直流成分のみとなり、PWM信号生成部11において圧縮機モータ5の電流が指令通りとなるような印加電圧で圧縮機モータ5を駆動することで、モータ相電流は図5(c)のように圧縮機モータ5の回転速度に即した周波数で正弦波状に変化する動作波形となる。

【0053】

また、除霜運転モード時の場合には、高周波電流演算部18から出力される電流指令値 $I s$ は図6(a)のように第1の電流指令値 $I s 0$ (直流成分)に第2の電流指令値 $I s h$ (圧縮機モータ5の回転速度の N 倍の高周波成分)が合成されることで正弦波状に変化し、回転座標系の電流指令値($I d s$ 、 $I q s$)は図6(b)のように圧縮機モータ5の回転速度の N 倍の高周波成分で正弦波状に変動し、PWM信号生成部11において圧縮機モータ5の電流が指令通りとなるような印加電圧で圧縮機モータ5を駆動することで、モータ相電流は図6(c)のように圧縮機モータ5の回転速度に即した周波数成分で正弦波状に変化しつつ、高周波成分が重畳された動作波形となる。

【0054】

図5および図6については、所定の圧縮機モータ仕様において出力トルクの平均値が同一となるように高周波電流を重畳させたものであり、図5の場合(高周波電流の重畳なし)のモータ相電流実効値を1とすると、図6の場合(高周波電流の重畳あり)にはモータ電流実効値は約1.08倍となり、モータの発熱量として銅損は約1.17倍となり、高周波成分の重畳によりモータ電流のリプル(高周波成分の変動値)が大となることで鉄損の増加も見込まれる。

【0055】

このように、圧縮機モータの回転駆動に要する電流値に、高周波電圧の印加による高周波電流が重畳されるため、モータ電流のリプル(高周波成分の変動値)が大となることでモータの発熱量を増加させ、圧縮機内部の冷媒温度や潤滑油温度を上昇させることができる。特に、空気調和機等の除霜時において、冷媒温度を上昇させることで除霜時間を短縮することができ、迅速に暖房運転に切り替えることができる。

(実施の形態2)

図3は、本発明の第2の実施の形態におけるインバータ制御装置のシステム構成図を示すものである。図2に示す第1の実施の形態におけるインバータ制御装置と同じ構成要素は同一符号で示してあり、その説明は重複するため省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0056】

本発明の第2の実施の形態におけるインバータ制御装置では、電流指令生成部15と電流位相調整部17の2つの機能ブロックが第1の実施の形態におけるインバータ制御装置と動作が異なるため、以下その内容について説明する。

【0057】

電流位相調整部17では、運転モード切替部16から出力される運転モードの情報により、通常運転モード時と除霜運転モード時とで電流位相を切り替える。

【0058】

図8はモータ電流値が一定条件下での電流位相に対するモータトルク特性の一例を示したもので、埋め込み磁石界磁型同期モータ(IPMSM)等、リラクタンストルクを活用するモータでは、マグネットトルクとリラクタンストルクとの合成値がモータの出力トルクとなり、電流位相 $\beta m 1$ は最大となるとなる位相である。

【0059】

電流位相調整部17では、運転モード切替部16から出力される運転モードが通常運転モード時の場合には、電流位相 βm (例えば実機試験結果等を踏まえて、予め電源電圧や

10

20

30

40

50

回転数等のテーブルデータとして電流位相設定値を設けておき、消費電力低減の観点から圧縮機モータ５の動作可能な範囲で電流位相 β_{m1} （最大トルクとなる位相）を設定するのが好ましい）を出力する。

【００６０】

また、電流位相調整部１７では、運転モード切替部１６から出力される運転モードが除霜運転モード時の場合には、モータの発熱効果を最大限高めるため、電流位相 β_{m1} （最大トルクとなる位相）から出力トルクが正の範囲内で進み方向に位相を調整（電流位相 β_{m1} から 90deg 未満の範囲内で、例えば電流位相 β_{m2} を設定）することで弱め界磁制御の効果を高め、モータに過大な電流を負荷することができる。

【００６１】

電流指令生成部１５では、高周波電流演算部１８から出力される電流指令値 I_s と、電流位相調整部１７から出力される電流位相 β （通常運転モード時の場合は電流位相 β_m 、除霜運転モード時の場合は電流位相 β_{m2} ）により、回転座標系の電流指令値（ I_{ds} 、 I_{qs} ）を導出する。

【００６２】

$$I_{ds} = - |I_s| \times \sin(\beta) \quad \dots (5)$$

$$I_{qs} = + |I_s| \times \cos(\beta) \quad \dots (6)$$

ここで、 $|I_s|$ は電流指令値 I_s の絶対値である。

【００６３】

本発明の第２の実施の形態におけるインバータ制御装置の動作波形例を図７に示す。図７は除霜運転モード時の場合の動作波形例で、電流位相調整部１７から出力される電流位相 β は β_{m2} であり、各動作波形について、（ａ）は電流指令値 I_s 、（ｂ）は回転座標系の電流指令値（ I_{ds} 、 I_{qs} ）、（ｃ）はモータ相電流である。

【００６４】

図６（第１の実施の形態におけるインバータ制御装置）と同様に、高周波電流演算部１８から出力される電流指令値 I_s は図７（ａ）のように第１の電流指令値 I_{s0} （直流成分）に第２の電流指令値 I_{sh} （圧縮機モータ５の回転速度の N 倍の高周波成分）が合成されることで正弦波状に変化し、回転座標系の電流指令値（ I_{ds} 、 I_{qs} ）は図７（ｂ）のように圧縮機モータ５の回転速度の N 倍の高周波成分で正弦波状に変動し、PWM信号生成部１１において圧縮機モータ５の電流が指令通りとなるような印加電圧で圧縮機モータ５を駆動することで、モータ相電流は図７（ｃ）のように圧縮機モータ５の回転速度に即した周波数成分で正弦波状に変化しつつ、高周波成分が重畳された動作波形となる。

【００６５】

図６および図７については、所定の圧縮機モータ仕様において出力トルクの平均値が同一となるように電流位相 β を変化させたものであり、図６の場合（通常運転モード時の場合と同一の電流位相 β_m ）のモータ相電流実効値を１とすると、図７の場合（除霜運転モード時の場合の電流位相 β_{m2} ）にはモータ電流実効値は約１．３３倍となり、モータの発熱量として銅損は約１．７６倍となり、高周波成分の重畳によりモータ電流のリプル（高周波成分の変動値）が大となることで鉄損の増加も見込まれる。

【００６６】

このように、除霜運転モード時には圧縮機モータの電流位相を最適ポイントからずらす運転をしつつ、圧縮機モータの回転駆動に要する電流値に、高周波電圧の印加による高周波電流が重畳されるため、モータ発熱効果を最大限高めて圧縮機内部の冷媒温度や潤滑油温度を一層迅速に上昇させることができる。特に、空気調和機等の除霜時において、冷媒温度を上昇させることで除霜時間を短縮することができ、一層迅速に暖房運転に切り替えることができる。

（実施の形態３）

図４は、本発明の第３の実施の形態におけるインバータ制御装置のシステム構成図を示すものである。図２に示す第１の実施の形態におけるインバータ制御装置と同じ構成要素は同一符号で示してあり、その説明は重複するため省略し、ここでは異なる部分についての

10

20

30

40

50

み述べる。

【 0 0 6 7 】

本発明のインバータ制御装置では、除霜運転モード時にのみ、圧縮機の圧縮動作に必要なモータの駆動電圧に、圧縮動作時の運転周波数より高い高周波電圧を重畳させるものである。

【 0 0 6 8 】

ただし、第 1 の実施の形態におけるインバータ制御装置とは異なり、直接モータの駆動電圧に高周波電圧を重畳させる構成とする。

【 0 0 6 9 】

速度制御部 1 4 では、回転子位置速度推定部 1 3 で推定された圧縮機モータ 5 の速度推定値（速度推定値にはフィルタ処理や平均処理を施しても良い）と外部から与えられる速度指令値との偏差情報に基づいて圧縮機モータ 5 の回転速度が速度指令値に一致するように電流指令値 I_s （圧縮機モータ 5 の回転駆動に要する電流値で、モータの出力トルク平均値に相当する電流値）を P I 演算等を用いて導出する。

【 0 0 7 0 】

電流指令生成部 1 5 では、速度制御部 1 4 から出力される電流指令値 I_s と、電流位相調整部 1 7（第 2 の実施の形態におけるインバータ制御装置と同様の動作を行う）から出力される電流位相 β （通常運転モード時の場合は電流位相 β_m 、除霜運転モード時の場合は電流位相 β_{m2} ）により、回転座標系の電流指令値（ I_{ds} 、 I_{qs} ）を導出する。

【 0 0 7 1 】

$$I_{ds} = - |I_s| \times \sin(\beta) \quad \dots (7)$$

$$I_{qs} = + |I_s| \times \cos(\beta) \quad \dots (8)$$

ここで、 $|I_s|$ は電流指令値 I_s の絶対値である。

【 0 0 7 2 】

なお、電流位相調整部 1 7 は第 1 の実施の形態におけるインバータ制御装置と同様の動作を行っても良いことは言うまでもない。

【 0 0 7 3 】

高周波電圧演算部 1 9 では、運転モード切替部 1 6 から出力される運転モードが除霜運転モード時の場合には、回転子位置速度推定部 1 3 で推定された圧縮機モータ 5 の速度情報に基づいて第 2 の相電圧指令値（ V_{u2} 、 V_{v2} 、 V_{w2} ）を導出する。

【 0 0 7 4 】

$$V_{u2} = V_h \times \sin(N \times \omega_1 \times t + \delta) \quad \dots (9)$$

$$V_{v2} = V_h \times \sin(N \times \omega_1 \times t + \delta - 2\pi/3) \quad \dots (10)$$

$$V_{w2} = V_h \times \sin(N \times \omega_1 \times t + \delta + 2\pi/3) \quad \dots (11)$$

ここで、 V_h は高周波電圧振幅、 N は周波数倍率（1 より大）、 ω_1 は速度推定値（速度推定値にはフィルタ処理や平均処理を施しても良い）、 δ は位相角である。ただし、高周波電圧振幅 V_h や位相角 δ は圧縮機モータ 5 の仕様や負荷条件等に依存するため、例えば実機試験結果やシミュレーション解析結果等を踏まえて、予め回転数等のテーブルデータとして設定値を設けておく必要がある。

【 0 0 7 5 】

なお、第 2 の相電圧指令値（ V_{u2} 、 V_{v2} 、 V_{w2} ）は圧縮機モータ 5 の回転速度の N 倍の周波数成分で変動させるものであるが、式（9）～式（11）のように必ずしも正弦波状に限定したものではなく、例えば方形波状に変動させても良い。さらに、周波数倍率 N は整数に限定したものではない。

【 0 0 7 6 】

なお、第 3 の実施の形態におけるインバータ制御装置では、速度推定値 ω_1 （速度推定値にはフィルタ処理や平均処理を施しても良い）に基づいて第 2 の相電圧指令値（ V_{u2} 、 V_{v2} 、 V_{w2} ）を導出する構成としているが、速度指令値に基づいて導出する構成であっても良いことは言うまでもない。

【 0 0 7 7 】

また、高周波電圧演算部 19 では、運転モード切替部 16 から出力される運転モードが通常運転モード時の場合には、第 2 の相電圧指令値 (V_{u2} 、 V_{v2} 、 V_{w2}) をゼロとして出力する。

【0078】

なお、本発明のインバータ制御装置における高周波電圧の周波数上限値については、圧縮機モータ 5 の圧縮機モータ 5 の回転駆動を維持することが可能な周波数（好ましくは圧縮機の圧縮動作時の運転周波数の 2.4 倍以下、またはインバータのキャリア周波数の 2 分の 1 以下のうち大きいほうの周波数）とし、その周波数上限値の範囲内で、例えば実機試験結果やシミュレーション解析結果等を踏まえて、除霜運転モード時におけるモータ相電流のリプル（高周波成分の変動値）が最大となるように、高周波電圧の周波数を予め設定するものである（その周波数設定値より周波数倍率 N を決定）。

10

【0079】

PWM 信号生成部 11 では、運転モード切替部 16 から出力される運転モードが通常運転モード時の場合には、回転座標系の電流指令値 (I_{ds} 、 I_{qs}) と、圧縮機モータ 5 の電流検出値 (I_d 、 I_q)（相電流変換部 12 より変換された圧縮機モータ 5 の相電流を 3 相 / 2 相変換することで算出）とが一致するように PI 演算等を用いて回転座標系の電圧指令値 (V_{ds} 、 V_{qs}) が導出される。その回転座標系の電圧指令値 (V_{ds} 、 V_{qs}) を 2 相 / 3 相変換することで第 1 の相電圧指令値 (V_{u1} 、 V_{v1} 、 V_{w1}) が導出され、この第 1 の相電圧指令値 (V_{u1} 、 V_{v1} 、 V_{w1}) より圧縮機モータ 5 を駆動するための PWM 信号が生成される。

20

【0080】

通常運転モード時の場合には、一般的なベクトル制御と同様に、回転座標系の電圧指令値 (V_{ds} 、 V_{qs}) は概ね直流値となるため、第 1 の相電圧指令値 (V_{u1} 、 V_{v1} 、 V_{w1}) は圧縮機モータ 5 の回転速度に即した周波数成分で正弦波状に変化する。

【0081】

また、運転モード切替部 16 から出力される運転モードが除霜運転モード時の場合には、圧縮機の圧縮動作に必要な駆動電圧に高周波電圧を重畳させることで、モータの回転駆動に要する電流値に高周波電流が重畳されるため、通常運転モード時と同様の方法では回転座標系の電圧指令値 (V_{ds} 、 V_{qs}) は直流値とはならない。そこで、除霜運転モード時の場合には、回転座標系の電流指令値 (I_{ds} 、 I_{qs}) と、圧縮機モータ 5 の電流検出値のフィルタ値（あるいは平均値）(I_{df} 、 I_{qf}) とが一致するように PI 演算等を用いて回転座標系の電圧指令値 (V_{ds} 、 V_{qs}) を導出する。その回転座標系の電圧指令値 (V_{ds} 、 V_{qs}) を 2 相 / 3 相変換することで第 1 の相電圧指令値 (V_{u1} 、 V_{v1} 、 V_{w1}) が導出される。さらに、その第 1 の相電圧指令値 (V_{u1} 、 V_{v1} 、 V_{w1}) に高周波電圧演算部 19 から出力される第 2 の相電圧指令値 (V_{u2} 、 V_{v2} 、 V_{w2}) を各相毎に加算することで得られる相電圧指令値 (V_{us} 、 V_{vs} 、 V_{ws}) より圧縮機モータ 5 を駆動するための PWM 信号が生成される。

30

【0082】

除霜運転モード時の場合には、電流検出値にフィルタ処理（あるいは平均処理）を施すことで回転座標系の電圧指令値 (V_{ds} 、 V_{qs}) は概ね直流値となるため、通常運転モード時と同様に第 1 の相電圧指令値 (V_{u1} 、 V_{v1} 、 V_{w1}) は圧縮機モータ 5 の回転速度に即した周波数成分で正弦波状に変化し、第 2 の相電圧指令値 (V_{u2} 、 V_{v2} 、 V_{w2}) は圧縮機モータ 5 の回転速度の N 倍の周波数成分で正弦波状に変化するため、圧縮機モータ 5 の相電流は回転速度に即した周波数成分で正弦波状に変化しつつ、高周波成分が重畳された動作波形となる。

40

【0083】

このように、圧縮機モータの回転駆動に要する電流値に、高周波電圧の印加による高周波電流が重畳されるため、モータ電流のリプル（高周波成分の変動値）が大となることでモータの発熱量を増加させ、圧縮機内部の冷媒温度や潤滑油温度を上昇させることができる。特に、空気調和機等の除霜時において、冷媒温度を上昇させることで除霜時間を短縮

50

することができ、迅速に暖房運転に切り替えることができる。

【産業上の利用可能性】

【0084】

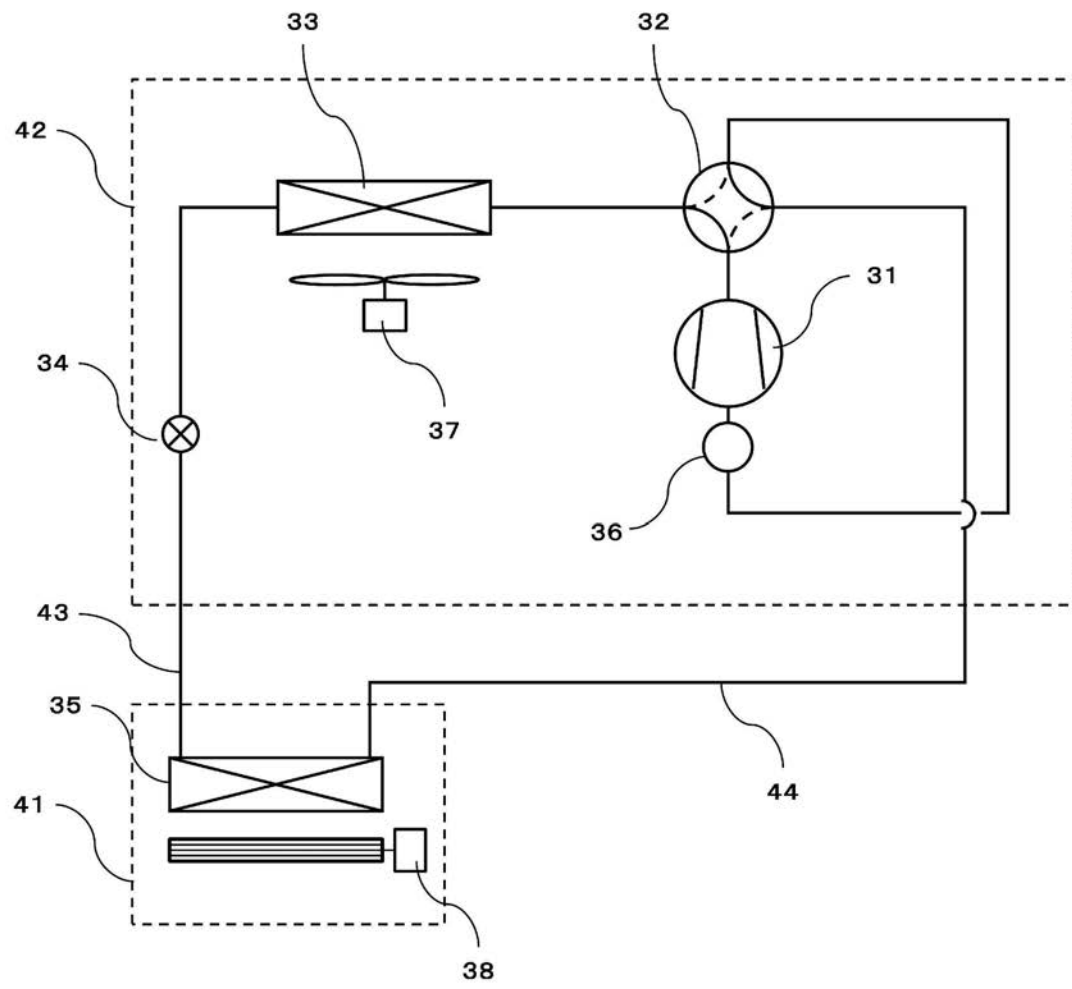
以上のように、本発明にかかるインバータ制御装置は、モータ発熱効果を最大限高めて圧縮機内部の冷媒温度や潤滑油温度を迅速に上昇させることが可能となるため、空気調和機、冷蔵庫、冷凍機、ヒートポンプ給湯機等の圧縮機モータを駆動する用途に適用できる。

【符号の説明】

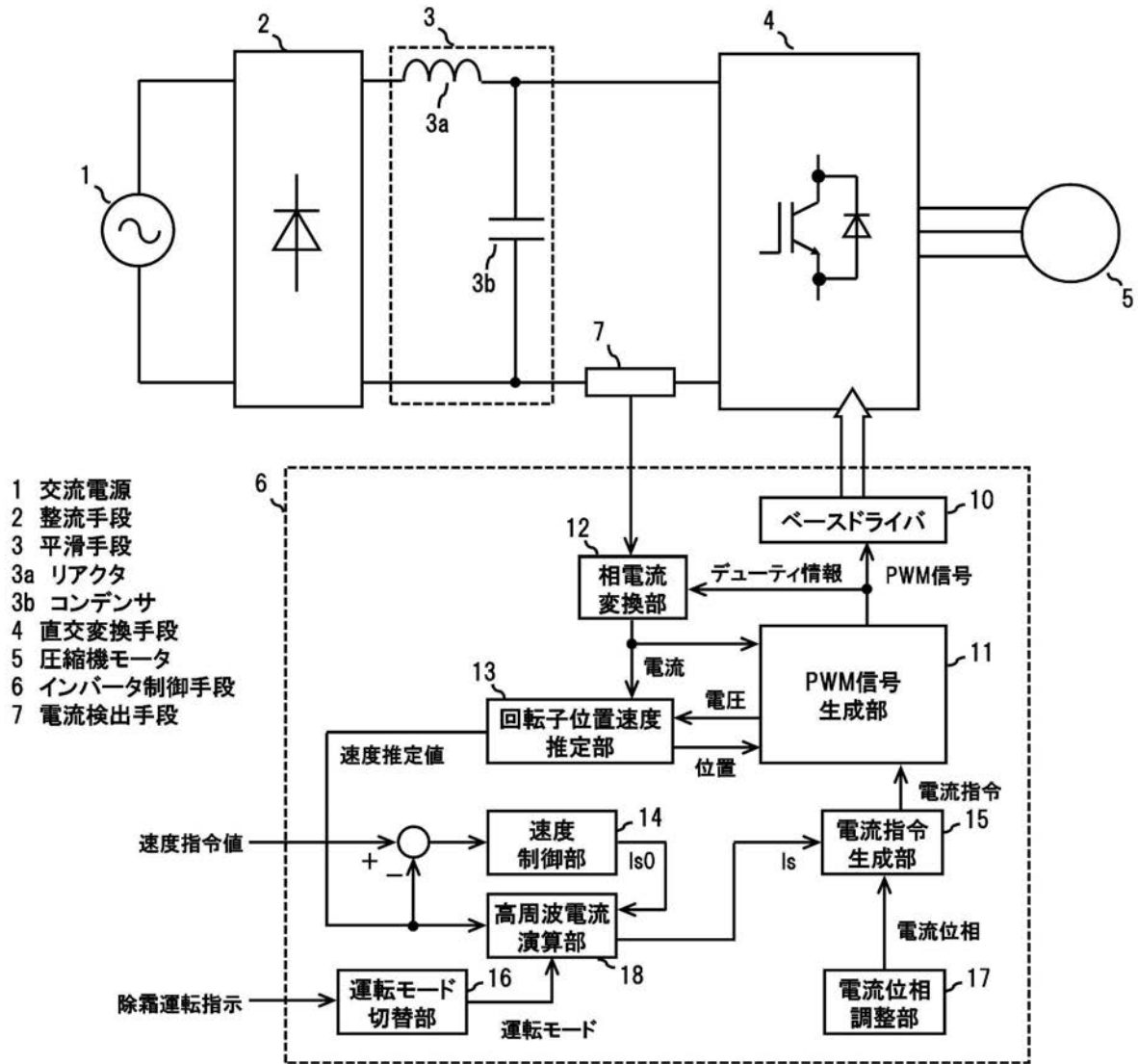
【0085】

1	交流電源	10
2	整流手段	
3	平滑手段	
3 a	リアクタ	
3 b	コンデンサ	
4	直交変換手段	
5	圧縮機モータ	
6	インバータ制御手段	
7	電流検出手段	
10	ベースドライバ	
11	PWM信号生成部	20
12	相電流変換部	
13	回転子位置速度推定部	
14	速度制御部	
15	電流指令生成部	
16	運転モード切替部	
17	電流位相調整部	
18	高周波電流演算部	
19	高周波電圧演算部	
31	圧縮機	
32	四方弁	30
33	室外熱交換器	
34	絞り装置	
35	室内熱交換器	
36	アキュムレータ	
37	室外ファン	
38	室内ファン	
41	室内機	
42	室外機	
43	液側接続管	
44	ガス側接続管	40

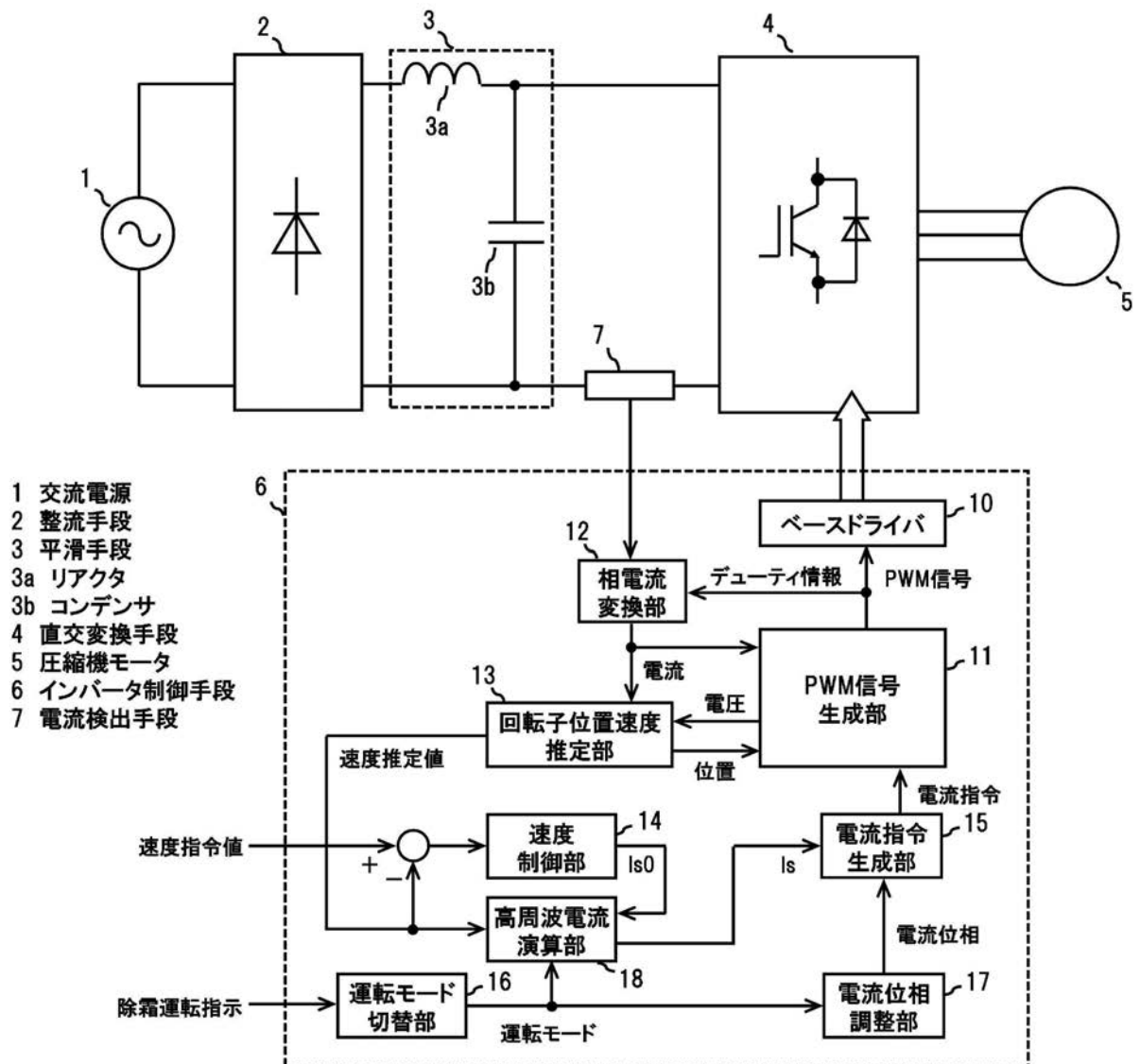
【図 1】



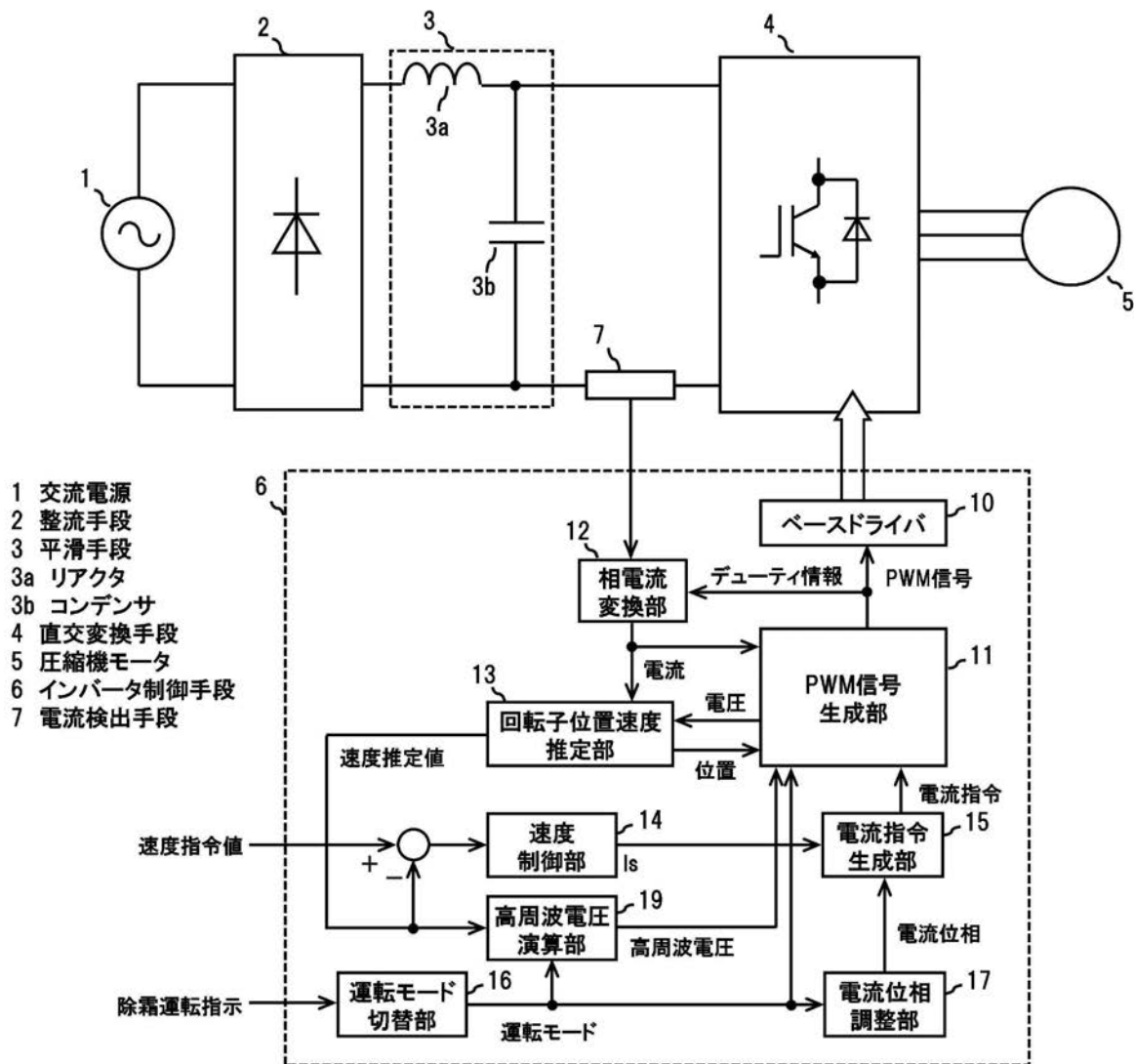
【図 2】



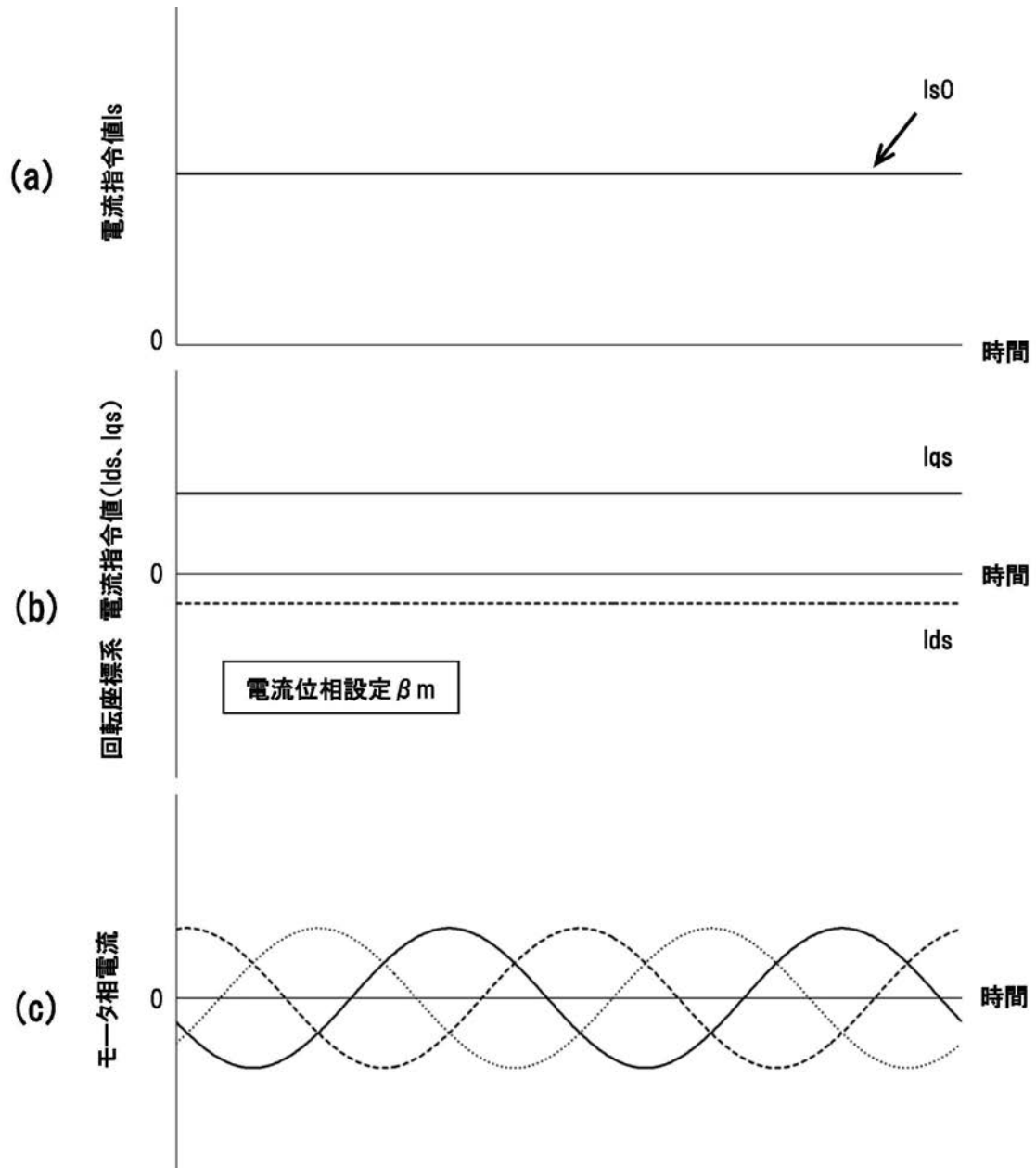
【図 3】



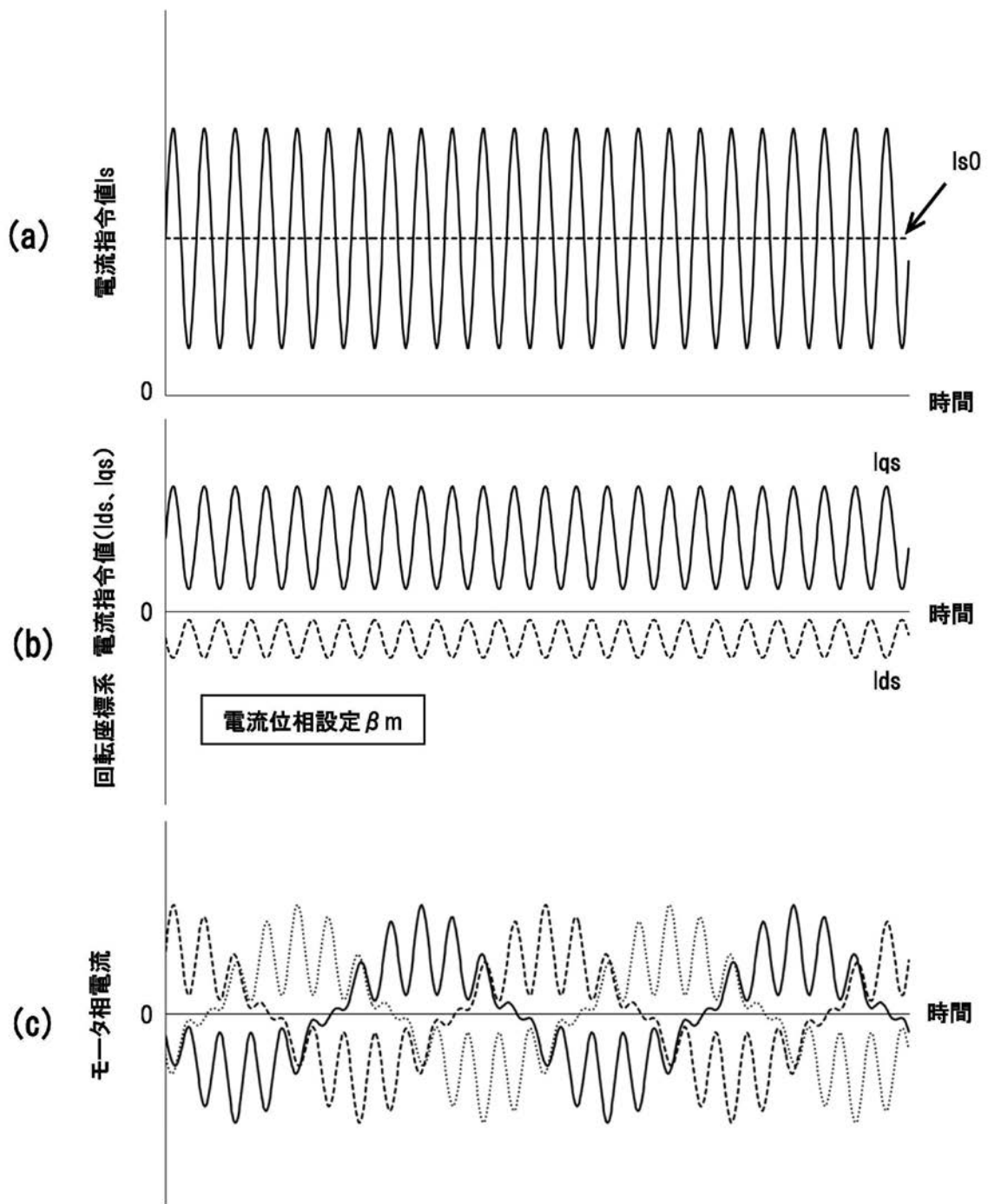
【図4】



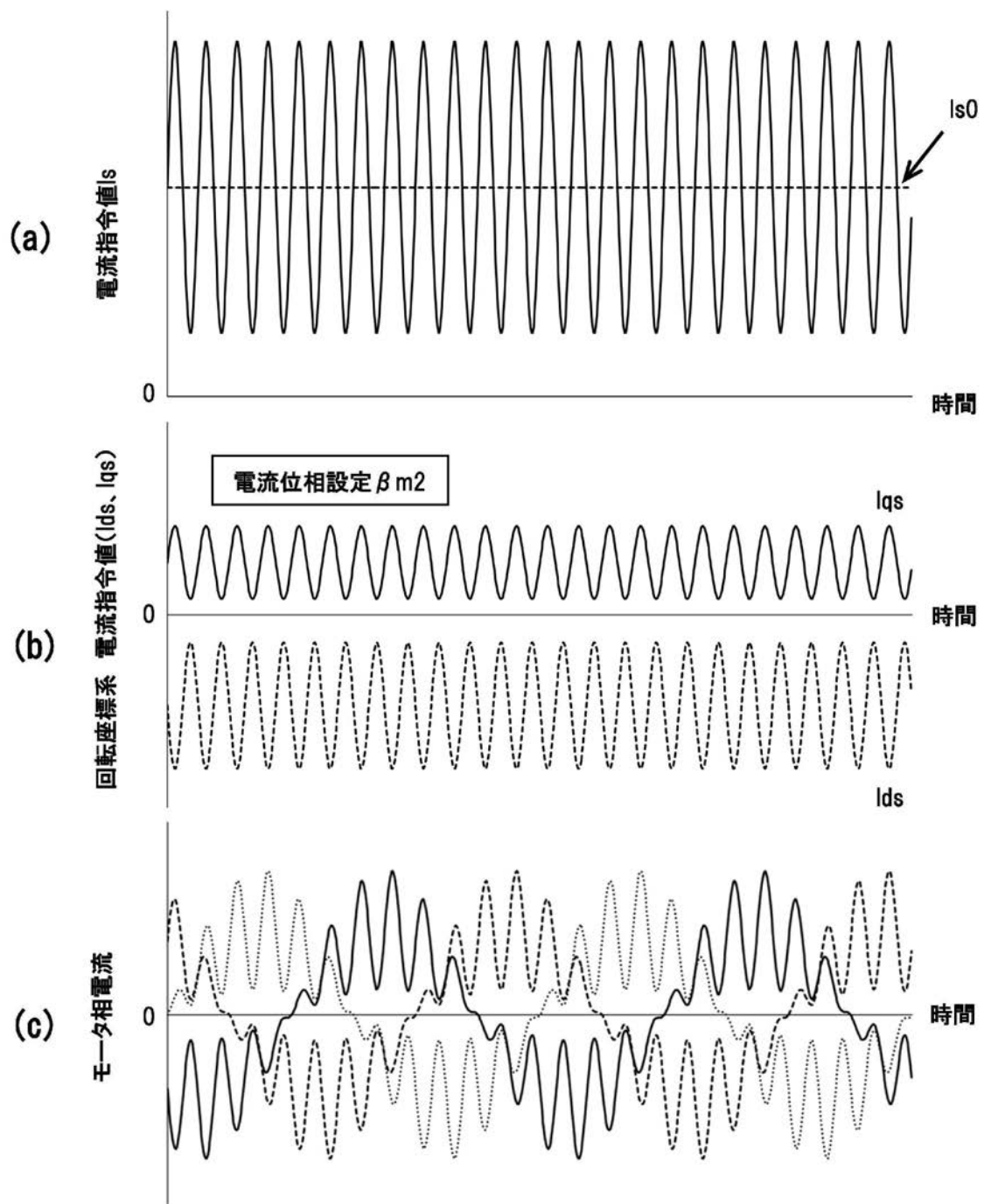
【 図 5 】



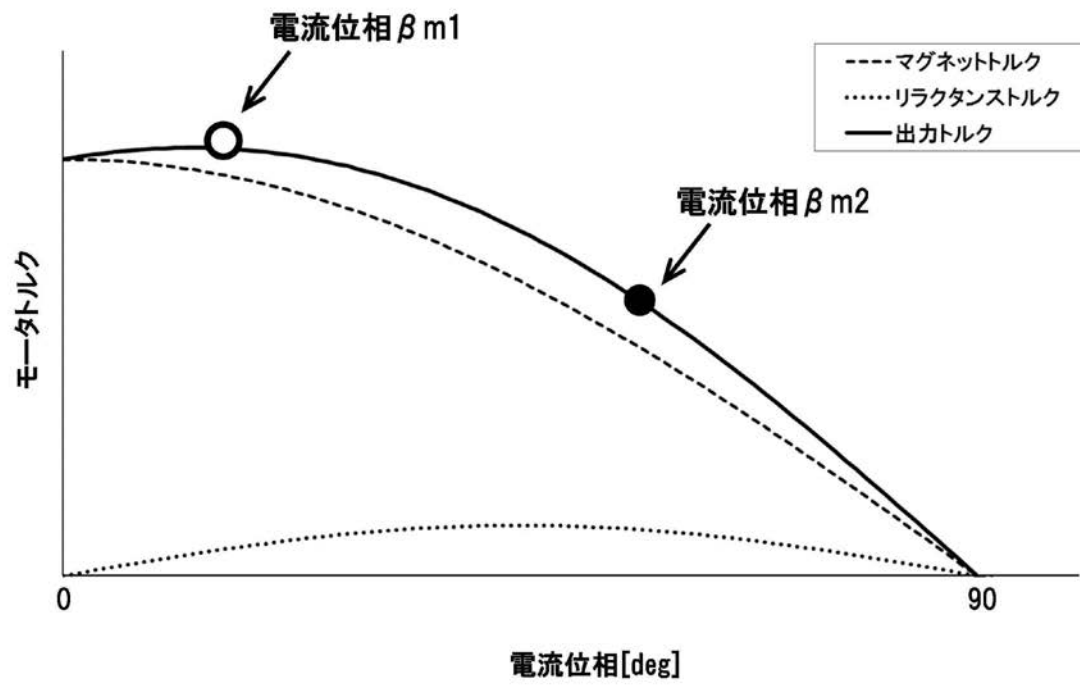
【 図 6 】



【図 7】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
F 0 4 B	49/06	(2006.01)	F 0 4 B 49/02	3 3 1 C
			F 0 4 B 49/06	3 3 1 A

F ターム (参考)	5H007	AA04	BB06	CB02	CB04	CC23	DB02	DB03	DB12	DC02	EA15
		GA01									
	5H505	AA06	DD08	EE41	EE49	FF01	GG02	HA10	HB01	JJ03	JJ17
		LL13	LL22	LL24	LL41	LL45					