

(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2007-274779  
(P2007-274779A)

(43) 公開日 平成19年10月18日(2007. 10. 18)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)		
HO2P 6/10 (2006.01)	HO2P	6/02	351G	5H505		
HO2P 6/08 (2006.01)	HO2P	6/02	371E	5H560		
HO2P 21/00 (2006.01)	HO2P	5/408	ZHVC			
HO2P 27/04 (2006.01)						

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2006-94854 (P2006-94854)	(71) 出願人	000100768 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社 愛知県安城市藤井町高根10番地
(22) 出願日	平成18年3月30日 (2006. 3. 30)	(74) 代理人	100096426 弁理士 川合 誠
		(74) 代理人	100089635 弁理士 清水 守
		(74) 代理人	100116207 弁理士 青木 俊明
		(72) 発明者	西村 圭亮 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内

最終頁に続く

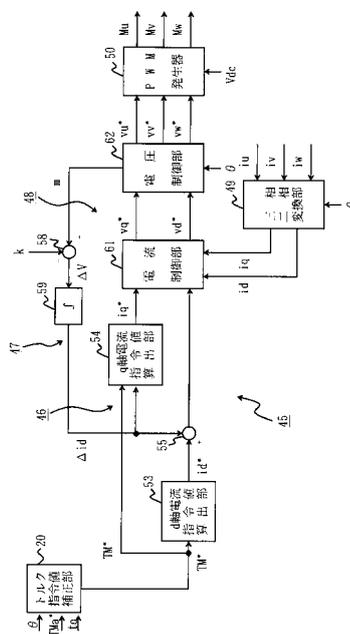
(54) 【発明の名称】 電動駆動制御装置及び電動駆動制御方法

(57) 【要約】

【課題】トルクリプルが発生するのを十分に抑制することができるようにする。

【解決手段】電動機械のトルクの目標値を表す電動機械目標トルクを算出する電動機械目標トルク算出処理手段と、前記電動機械の磁極位置 に対応させて、所定の振幅及び位相の高調波トルク指令値を算出する高調波トルク指令値算出処理手段と、前記電動機械の所定の箇所の温度に基づいて前記高調波トルク指令値を補正する高調波トルク指令値温度補正処理手段と、前記補正された高調波トルク指令値に基づいて電動機械目標トルクを補正するトルク指令値補正処理手段とを有する。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電動機械のトルクの目標値を表す電動機械目標トルクを算出する電動機械目標トルク算出処理手段と、前記電動機械の磁極位置に対応させて、所定の振幅及び位相の高調波トルク指令値を算出する高調波トルク指令値算出処理手段と、前記電動機械の所定の箇所の温度に基づいて前記高調波トルク指令値を補正する高調波トルク指令値温度補正処理手段と、前記補正された高調波トルク指令値に基づいて電動機械目標トルクを補正するトルク指令値補正処理手段とを有することを特徴とする電動駆動制御装置。

## 【請求項 2】

前記高調波トルク指令値算出処理手段は、前記電動機械目標トルクで電動機械を駆動したときに発生するトルクリプルに対して逆位相の高調波トルク指令値を算出する請求項 1 に記載の電動駆動制御装置。

10

## 【請求項 3】

前記電動機械目標トルク算出処理手段は、前記電動機械目標トルク及び磁極位置に基づいて高調波トルク指令値を算出する請求項 1 に記載の電動駆動制御装置。

## 【請求項 4】

前記高調波トルク指令値算出処理手段は、前記所定の箇所の温度と標準温度との温度差に対応させて設定された補正係数に基づいて高調波トルク指令値を算出する請求項 1 に記載の電動駆動制御装置。

## 【請求項 5】

前記高調波トルク指令値算出処理手段は、前記所定の箇所の温度が標準温度より高い場合に、前記温度差に応じて高調波トルク指令値の振幅を小さくし、前記所定の箇所の温度が標準温度より低い場合に、温度差に応じて高調波トルク指令値の振幅を大きくする請求項 1 に記載の電動駆動制御装置。

20

## 【請求項 6】

前記所定の箇所の温度に基づいて、電動機械目標トルクを補正するトルク指令値補正処理手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の電動駆動制御装置。

## 【請求項 7】

前記所定の箇所の温度は電動機械の磁石温度である請求項 1 に記載の電動駆動制御装置。

30

## 【請求項 8】

前記磁石温度は、電動機械を冷却するオイル温度に基づいて推定される請求項 7 に記載の電動駆動制御装置。

## 【請求項 9】

電動機械のトルクの目標値を表す電動機械目標トルクを算出し、前記電動機械の磁極位置に対応させて、所定の振幅及び位相の高調波トルク指令値を算出し、前記電動機械の所定の箇所の温度に基づいて前記高調波トルク指令値を補正し、前記補正された高調波トルク指令値に基づいて電動機械目標トルクを補正することを特徴とする電動駆動制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

40

## 【0001】

本発明は、電動駆動制御装置及び電動駆動制御方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、電気自動車、ハイブリッド型車両等の電動車両において、電動機械として配設された駆動モータ又は発電機には、回転自在に配設され、N極及びS極の永久磁石から成る磁極対を備えたロータ、該ロータより径方向外方に配設され、U相、V相及びW相のステータコイルを備えたステータ等が配設される。

## 【0003】

そして、駆動モータ又は発電機を駆動し、駆動モータのトルクである駆動モータトルク

50

、又は発電機のトルクである発電機トルクを発生させるために、電動駆動装置が配設される。また、駆動モータを駆動するために駆動モータ制御装置が、発電機を駆動するために発電機制御装置が、電動機械制御装置として配設され、該電動機械制御装置において発生させられたU相、V相及びW相のパルス幅変調信号をインバータに送り、該インバータにおいて発生させられた相電流、すなわち、U相、V相及びW相の電流を前記各ステータコイルに供給することによって、前記駆動モータトルクを発生させたり、発電機トルクを発生させたりするようになっている。

**【0004】**

前記駆動モータ制御装置においては、ロータにおける磁極対の方向にd軸を、該d軸と直角の方向にq軸をそれぞれ採ったd-q軸モデル上でベクトル制御演算によるフィードバック制御が行われる。そのために、前記駆動モータ制御装置は、各ステータコイルに供給される電流、ロータの磁極位置、インバータの入口の直流電圧等を検出し、検出された電流、すなわち、検出電流を磁極位置に基づいてd軸電流及びq軸電流に変換し、続いて、電流指令値マップを参照してd軸電流及びq軸電流の目標値を表すd軸電流指令値及びq軸電流指令値を算出し、前記d軸電流とd軸電流指令値との偏差、q軸電流とq軸電流指令値との偏差、及び駆動モータのパラメータに基づいてd軸電圧指令値及びq軸電圧指令値を算出するようにしている。

10

**【0005】**

そして、前記電流指令値マップには、駆動モータトルクの目標値を表す駆動モータ目標トルク、前記直流電圧及び駆動モータの回転速度を表す角速度に対応させて、d軸電流指令値及びq軸電流指令値が記録される。なお、前記パラメータは、逆起電圧定数 $M I f$ 、各ステータコイルの巻線抵抗 $R a$ 、インダクタンス $L d$ 、 $L q$ 等から成る。

20

**【0006】**

また、同様に、発電機制御装置においても、d-q軸モデル上でベクトル制御演算によるフィードバック制御が行われる。

**【0007】**

ところで、例えば、駆動モータにおいては、ロータに永久磁石が配設され、ステータのコアに複数の歯が形成され、該歯にコイルが巻装されるようになっているので、ロータが回転するのに伴って、磁束分布が変化し、磁石トルクが変化するとともに、リラクタンストルクが変化して、トルクリプルが発生する。そこで、前記駆動モータ制御装置において、駆動モータに逆位相のトルクを生じさせる高調波の電流指令値を算出し、駆動モータ又は発電機を駆動して、トルクリプルが発生するのを抑制するようにしている(例えば、特許文献1参照)。

30

【特許文献1】特開2004-64909号公報

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

しかしながら、前記従来 of 駆動モータ制御装置においては、駆動モータを駆動する際に発生させられる磁束が温度に依存するので、温度が変化するのに伴ってトルクリプルの量も変化する。したがって、電動車両に搭載される駆動用モータのように、極低温から高温までの温度条件で駆動する必要がある場合には、トルクリプルが発生するのを十分に抑制することができない。

40

**【0009】**

本発明は、前記従来 of 駆動モータ制御装置の問題点を解決して、極低温から高温までの温度条件で電動機械を駆動する必要がある場合に、トルクリプルが発生するのを十分に抑制することができる電動駆動制御装置及び電動駆動制御方法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】****【0010】**

そのために、本発明の電動駆動制御装置においては、電動機械のトルクの目標値を表す

50

電動機械目標トルクを算出する電動機械目標トルク算出処理手段と、前記電動機械の磁極位置に対応させて、所定の振幅及び位相の高調波トルク指令値を算出する高調波トルク指令値算出処理手段と、前記電動機械の所定の箇所の温度に基づいて前記高調波トルク指令値を補正する高調波トルク指令値温度補正処理手段と、前記補正された高調波トルク指令値に基づいて電動機械目標トルクを補正するトルク指令値補正処理手段とを有する。

【0011】

本発明の他の電動駆動制御装置においては、さらに、前記高調波トルク指令値算出処理手段は、前記電動機械目標トルクで電動機械を駆動したときに発生するトルクリプルに対して逆位相の高調波トルク指令値を算出する。

【0012】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、さらに、前記電動機械目標トルク算出処理手段は、前記電動機械目標トルク及び磁極位置に基づいて高調波トルク指令値を算出する。

【0013】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、さらに、前記高調波トルク指令値算出処理手段は、前記所定の箇所の温度と標準温度との温度差に対応させて設定された補正係数に基づいて高調波トルク指令値を算出する。

【0014】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、さらに、前記高調波トルク指令値算出処理手段は、前記所定の箇所の温度が標準温度より高い場合に、前記温度差に応じて高調波トルク指令値の振幅を小さくし、前記所定の箇所の温度が標準温度より低い場合に、温度差に応じて高調波トルク指令値の振幅を大きくする。

【0015】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、さらに、前記所定の箇所の温度に基づいて、電動機械目標トルクを補正するトルク指令値補正処理手段を有する。

【0016】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、さらに、前記所定の箇所の温度は電動機械の磁石温度である。

【0017】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、さらに、前記磁石温度は、電動機械を冷却するオイル温度に基づいて推定される。

【0018】

本発明の電動駆動制御方法においては、電動機械のトルクの目標値を表す電動機械目標トルクを算出し、前記電動機械の磁極位置に対応させて、所定の振幅及び位相の高調波トルク指令値を算出し、前記電動機械の所定の箇所の温度に基づいて前記高調波トルク指令値を補正し、前記補正された高調波トルク指令値に基づいて電動機械目標トルクを補正する。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、電動駆動制御装置においては、電動機械のトルクの目標値を表す電動機械目標トルクを算出する電動機械目標トルク算出処理手段と、前記電動機械の磁極位置に対応させて、所定の振幅及び位相の高調波トルク指令値を算出する高調波トルク指令値算出処理手段と、前記電動機械の所定の箇所の温度に基づいて前記高調波トルク指令値を補正する高調波トルク指令値温度補正処理手段と、前記補正された高調波トルク指令値に基づいて電動機械目標トルクを補正するトルク指令値補正処理手段とを有する。

【0020】

この場合、電動機械の所定の箇所の温度に基づいて高調波トルク指令値が補正され、該補正された高調波トルク指令値に基づいて電動機械目標トルクが補正されるので、磁束の変化を考慮して電動機械目標トルクを発生させることができる。したがって、前記所定の箇所の温度が変化しても、電動機械目標トルクを安定させることができる。

10

20

30

40

50

## 【0021】

その結果、電動機械が電動車両に搭載され、極低温から高温までの温度条件で駆動されても、トルクリプルが発生するのを十分に抑制することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0022】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。この場合、電動車両としての電気自動車、ハイブリッド型車両等に搭載された電動駆動装置、及び該電動駆動装置を作動させるための電動駆動制御装置について説明する。また、電動機械としての駆動モータ31について、電動機械制御装置としての駆動モータ制御装置について説明する。

10

## 【0023】

図1は本発明の実施の形態における駆動モータ制御装置のブロック図、図2は本発明の実施の形態における電動駆動装置の概念図、図3は本発明の実施の形態における最大駆動モータ目標トルクマップを示す図、図4は本発明の実施の形態における第1の電流指令値マップを示す図、図5は本発明の実施の形態における第2の電流指令値マップを示す図である。なお、図3において、横軸に角速度 $\omega$ を、縦軸に最大駆動モータ目標トルク $T_{Mmax}$ を、図4において、横軸に駆動モータ31のトルクである駆動モータトルク $T_M$ の目標値を表す駆動モータ目標トルク $T_M^*$ を、縦軸にd軸電流指令値 $i_d^*$ を、図5において、横軸にd軸電流指令値 $i_d^*$ を、縦軸にq軸電流指令値 $i_q^*$ を採っている。

## 【0024】

20

図において、31は駆動モータであり、該駆動モータ31は、例えば、電気自動車の駆動軸等に取り付けられ、回転自在に配設された図示されないロータ、及び該ロータより径方向外方に配設されたステータを備える。前記ロータは、ロータコア、及び該ロータコアの円周方向における複数箇所に等ピッチで配設された永久磁石を備え、該永久磁石のS極及びN極によって磁極対が構成される。また、前記ステータは、円周方向における複数箇所に、径方向内方に向けて突出させて複数の歯が形成されたステータコア、並びに前記複数の歯に巻装されたU相、V相及びW相のコイルとしてのステータコイル11～13を備える。

## 【0025】

前記ロータの出力軸に、該ロータの磁極位置を検出するための磁極位置検出部として磁極位置センサ21が配設され、該磁極位置センサ21は、センサ出力として磁極位置信号SGを発生させ、電動機械制御装置としての駆動モータ制御装置45に送る。なお、磁極位置検出部として、前記磁極位置センサ21に代えてレゾルバを配設し、該レゾルバによって磁極位置信号を発生させることができる。

30

## 【0026】

そして、前記駆動モータ31を駆動して電気自動車を走行させるために、バッテリー14からの直流の電流が、電流発生装置としてのインバータ40によって相電流、すなわち、U相、V相及びW相の電流 $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$ に変換され、該各相の電流 $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$ はそれぞれ各ステータコイル11～13に供給される。

## 【0027】

40

そのために、前記インバータ40は、6個のスイッチング素子としてのトランジスタ $T_{r1}$ ～ $T_{r6}$ を備え、ドライブ回路51において発生させられた駆動信号を各トランジスタ $T_{r1}$ ～ $T_{r6}$ に送り、各トランジスタ $T_{r1}$ ～ $T_{r6}$ を選択的にオン・オフさせることによって、前記各相の電流 $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$ を発生させることができるようになっていいる。前記インバータ40として、2～6個のスイッチング素子を一つのパッケージに組み込むことによって形成されたIGBT等のパワーモジュールを使用したり、IGBTにドライブ回路等を組み込むことによって形成されたIPMを使用したりすることができる。

## 【0028】

前記バッテリー14からインバータ40に電流を供給する際の入口側に電圧検出部としての電圧センサ15が配設され、該電圧センサ15は、インバータ40の入口側の直流電圧

50

V d c を検出し、駆動モータ制御装置 4 5 に送る。なお、直流電圧 V d c としてバッテリー電圧を使用することもでき、その場合、前記バッテリー 1 4 に電圧検出部としてバッテリー電圧センサが配設される。

【 0 0 2 9 】

そして、前記駆動モータ 3 1、インバータ 4 0、ドライブ回路 5 1、図示されない駆動輪等によって電動駆動装置が構成される。また、1 6 は駆動モータ 3 1 を冷却するための潤滑用の油の温度、すなわち、オイル温度 t o を検出する温度検出部としての温度センサ、1 7 はコンデンサである。

【 0 0 3 0 】

ところで、前記ステータコイル 1 1 ~ 1 3 はスター結線されているので、各相のうちの二つの相の電流の値が決まると、残りの一つの相の電流の値も決まる。したがって、各相の電流 I u、I v、I w を制御するために、例えば、U 相及び V 相のステータコイル 1 1、1 2 のリード線に、U 相及び V 相の電流 I u、I v を検出する電流検出部としての電流センサ 3 3、3 4 が配設され、該電流センサ 3 3、3 4 によって検出された電流は、検出電流 i u、i v として駆動モータ制御装置 4 5 に送られる。

10

【 0 0 3 1 】

該駆動モータ制御装置 4 5 には、コンピュータとして機能する図示されない C P U のほかに、データを記録したり、各種のプログラムを記録したりするための R A M、R O M 等の図示されない記録装置が配設され、該記録装置に第 1、第 2 の電流指令値マップが設定される。なお、C P U に代えて M P U を使用することができる。

20

【 0 0 3 2 】

そして、前記 R O M には、各種のプログラム、データ等が記録されるようになっているが、プログラム、データ等を、外部記憶装置として配設された図示されないハードディスク等の他の記録媒体に記録することもできる。その場合、例えば、前記駆動モータ制御装置 4 5 にフラッシュメモリを配設し、前記記録媒体から前記プログラム、データ等を読み出してフラッシュメモリに記録する。したがって、外部の記録媒体を交換することによって、前記プログラム、データ等を更新することができる。

【 0 0 3 3 】

次に、前記駆動モータ制御装置 4 5 の動作について説明する。

【 0 0 3 4 】

まず、前記駆動モータ制御装置 4 5 の図示されない位置検出処理手段は、位置検出処理を行い、前記磁極位置センサ 2 1 から送られた磁極位置信号 S G を読み込み、該磁極位置信号 S G に基づいて磁極位置を検出する。また、前記位置検出処理手段の回転速度算出処理手段は、回転速度算出処理を行い、前記磁極位置信号 S G に基づいて駆動モータ 3 1 の角速度を算出する。なお、前記回転速度算出処理手段は、磁極数を p としたとき、前記角速度に基づいて駆動モータ 3 1 の回転速度である駆動モータ回転速度 N M

30

$$N M = 6 0 \cdot ( 2 / p ) \cdot \quad / 2$$

も算出する。該駆動モータ回転速度 N M によって電動機械回転速度が構成される。

【 0 0 3 5 】

また、前記駆動モータ制御装置 4 5 の図示されない検出電流取得処理手段は、検出電流取得処理を行い、前記検出電流 i u、i v を読み込んで取得するとともに、前記検出電流 i u、i v に基づいて検出電流 i w

40

$$i w = - i u - i v$$

を算出することによって取得する。

【 0 0 3 6 】

次に、前記駆動モータ制御装置 4 5 の図示されない駆動モータ制御処理手段は、駆動モータ制御処理を行い、駆動モータ目標トルク T M、検出電流 i u、i v、i w、磁極位置、直流電圧 V d c 等に基づいて駆動モータ 3 1 を駆動する。なお、駆動モータトルク T M によって電動機械トルクが、駆動モータ目標トルク T M によって電動機械目標トルクが構成される。また、本実施の形態においては、前記駆動モータ制御装置 4 5 において

50

、ロータにおける磁極対の方向に d 軸を、該 d 軸と直角の方向に q 軸をそれぞれ採った d - q 軸モデル上でベクトル制御演算によるフィードバック制御が行われるようになっている。

【0037】

そのために、前記駆動モータ制御装置 45 の図示されない車速検出処理手段は、車速検出処理を行い、前記駆動モータ回転速度  $NM$  に基づいて、駆動モータ回転速度  $NM$  に対応する車速  $V$  を検出し、検出された車速  $V$  を、電気自動車の全体の制御を行う図示されない車両制御装置に送る。そして、該車両制御装置の車両用指令値算出処理手段は、車両用指令値算出処理を行い、前記車速  $V$  及びアクセル開度を読み込み、該車速  $V$  及びアクセル開度に基づいて車両要求トルク  $T O^*$  を算出し、前記車両制御装置の電動機械目標トルク算出処理手段としての駆動モータ目標トルク算出処理手段は、電動機械目標トルク算出処理としての駆動モータ目標トルク算出処理を行い、前記車両要求トルク  $T O^*$  に対応させて駆動モータ目標トルク  $T M a^*$  を算出し、前記駆動モータ制御装置 45 に送る。

10

【0038】

次に、前記駆動モータ制御処理手段は、駆動モータ目標トルク  $T M a^*$ 、検出電流  $i u$ 、 $i v$ 、 $i w$ 、磁極位置、直流電圧  $V d c$  等に基づいて駆動モータ 31 を駆動する。

【0039】

そのために、前記駆動モータ制御処理手段は、トルク指令値補正処理手段としてのトルク指令値補正部 20、電流指令値算出・調整処理手段としての電流指令値算出部 46、弱め界磁制御処理手段としての弱め界磁制御処理部 47、電圧指令値算出処理手段としての電圧指令値算出処理部 48、第 1 の相変換処理手段としての三相二相変換部 49、及び出力信号発生処理手段としての PWM 発生器 50 を備え、ロータにおける磁極対の方向に d 軸を、該 d 軸と直角の方向に q 軸をそれぞれ採った d - q 軸モデル上でベクトル制御演算によるフィードバック制御を行う。

20

【0040】

前記トルク指令値補正部 20 は、前記駆動モータ目標トルク算出処理手段から駆動モータ目標トルク  $T M a^*$  が送られると、トルク指令値補正処理を行い、前記磁極位置、オイル温度  $t o$  及び駆動モータ目標トルク  $T M a^*$  を読み込み、磁極位置及びオイル温度  $t o$  に基づいて、トルクリプルが発生するのを抑制することができるように駆動モータ目標トルク  $T M a^*$  を補正し、補正後の駆動モータ目標トルク  $T M^*$  を d 軸電流指令値算出部 53 に送る。

30

【0041】

前記電流指令値算出部 46 は、電流指令値算出・調整処理を行うために、第 1 の電流指令値算出処理手段としての d 軸電流指令値算出部 53 及び減算器 55、並びに第 2 の電流指令値算出処理手段としての q 軸電流指令値算出部 54 を備え、前記 d 軸電流指令値算出部 53 及び減算器 55 は、第 1 の電流指令値算出処理を行い、d 軸電流  $i d$  の目標値を表す第 1 の電流指令値としての d 軸電流指令値  $i d^*$  を算出し、q 軸電流指令値算出部 54 は、第 2 の電流指令値算出処理を行い、q 軸電流  $i q$  の目標値を表す第 2 の電流指令値としての q 軸電流指令値  $i q^*$  を算出する。なお、前記 d 軸電流指令値算出部 53 によって最大トルク制御処理手段が、q 軸電流指令値算出部 54 によって等トルク制御処理手段が、減算器 55 によって電流指令値調整処理手段が構成される。

40

【0042】

また、弱め界磁制御処理部 47 は、電圧飽和指標算出処理手段としての減算器 58、及び電圧飽和判定処理手段としての、かつ、調整値算出処理手段としての積分器 59 を備え、弱め界磁制御処理を行い、直流電圧  $V d c$  (又はバッテリー電圧) が低くなったり、角速度 (又は駆動モータ回転速度  $NM$ ) が高くなると、自動的に弱め界磁制御を行う。

【0043】

そして、前記電圧指令値算出処理部 48 は、電圧指令値算出処理を行うために、電流制御処理手段としての電流制御部 61、及び電圧制御処理手段としての電圧制御部 62 を備え、前記電流制御部 61 は電流制御処理を行い、第 1、第 2 の軸電圧指令値としての d 軸

50

電圧指令値  $v_d^*$  及び q 軸電圧指令値  $v_q^*$  を算出し、前記電圧制御部 62 は電圧制御処理を行い、第 1 ~ 第 3 の相電圧指令値としての電圧指令値  $v_u^*$ 、 $v_v^*$ 、 $v_w^*$  を算出する。なお、前記 d 軸電圧指令値  $v_d^*$ 、q 軸電圧指令値  $v_q^*$  及び各電圧指令値  $v_u^*$ 、 $v_v^*$ 、 $v_w^*$  によって電圧指令値が構成される。

【0044】

次に、前記駆動モータ制御処理手段の動作について説明する。

【0045】

まず、前記駆動モータ制御装置 45 の図示されない運転条件算出処理手段は、運転条件算出処理を行い、直流電圧  $V_{dc}$  を角速度 で除算することによって、d 軸電流指令値  $i_d^*$  を制限するための運転条件を表す電流制限パラメータ (電圧速度比)  $V_{dc} /$  を算出する。

10

【0046】

そして、前記電流指令値算出部 46 は、駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  及び電流制限パラメータ  $V_{dc} /$  を読み込み、d 軸電流指令値  $i_d^*$  及び q 軸電流指令値  $i_q^*$  を算出する。

【0047】

そのために、前記 d 軸電流指令値算出部 53 は、第 1 の電流指令値算出処理を行い、前記トルク指令値制限部 22 において制限された駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  を読み込み、前記記録装置に設定された図 4 に示される第 1 の電流指令値マップを参照し、前記駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  に対応する d 軸電流指令値  $i_d^*$  を読み込み、該 d 軸電流指令値  $i_d^*$  を減算器 55 に送る。

20

【0048】

この場合、前記第 1 の電流指令値マップにおいて、d 軸電流指令値  $i_d^*$  は、駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  を達成するために電流振幅指令値の絶対値が最も小さくなるように設定される。

【0049】

そして、前記第 1 の電流指令値マップにおいて、駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  が正の値を採るのに対して、d 軸電流指令値  $i_d^*$  は負の値を採る。また、駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  が零 (0) である場合、d 軸電流指令値  $i_d^*$  は零にされ、駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  が大きくなるに伴って d 軸電流指令値  $i_d^*$  は負の方向に大きくなるように設定される。

30

【0050】

ところで、前記駆動モータ 31 においては、ロータが回転するのに伴って逆起電力が発生するが、直流電圧  $V_{dc}$  (又はバッテリー電圧) 及び角速度 (又は駆動モータ回転速度  $N_M$ ) によって決まる駆動モータ 31 の端子電圧が閾値を超えると、電圧飽和が発生し、駆動モータ 31 による出力が不可能になってしまう。

【0051】

そこで、前記電圧制御部 62 の図示されない変調率算出処理手段は、変調率算出処理を行い、前記 d 軸電圧指令値  $v_d^*$ 、q 軸電圧指令値  $v_q^*$ 、直流電圧  $V_{dc}$ 、及び磁極位置 を読み込み、電圧振幅  $|v|$

40

【0052】

【数 1】

$$|v| = \sqrt{v_d^{*2} + v_q^{*2}} \quad \dots\dots (1)$$

【0053】

を、理論上の最大の電圧  $V_{max}$

$$V_{max} = 0.78 \times V_{dc}$$

によって除算することによって、変調率  $m$

50

【 0 0 5 4 】

【 数 2 】

$$m = |v| / V_{max}$$

$$= \sqrt{v_d^{*2} + v_q^{*2}} / V_{max} \quad \dots\dots (2)$$

【 0 0 5 5 】

を算出して減算器 5 8 に送る。なお、前記変調率  $m$  は、電圧飽和の程度を表す値であり、電圧飽和判定指標を構成する。

10

【 0 0 5 6 】

前記減算器 5 8 は、電圧飽和指標算出処理を行い、前記変調率  $m$  を読み込むとともに、あらかじめ算出された変調率  $m$  の指令値、すなわち、変調率指令値  $k$  を読み込み、電圧飽和の程度を表す指標である電圧飽和指標  $m$

$$m = m - k$$

を算出し、電圧飽和指標  $m$  を積分器 5 9 に送る。

【 0 0 5 7 】

続いて、該積分器 5 9 は、電圧飽和判定処理及び弱め界磁電流算出処理を行い、制御タイミングごとに前記電圧飽和指標  $m$  を積算し、積算値  $m$  を算出し、該積算値  $m$  が正の値を採るかどうかによって電圧飽和が生じているかどうかを判断し、積算値  $m$  が正の値を採り、電圧飽和が生じている場合、積算値  $m$  に比例定数を乗算して弱め界磁制御を行うための調整値としての弱め界磁電流  $i_d$  を算出して設定し、減算器 5 5 及び  $q$  軸電流指令値算出部 5 4 に送る。そして、積算値  $m$  が零以下の値を採り、電圧飽和が生じていない場合、積分器 5 9 は、前記弱め界磁電流  $i_d$  を零にする。

20

【 0 0 5 8 】

そして、減算器 5 5 は、電流指令値調整処理を行い、弱め界磁電流  $i_d$  を受け、前記  $d$  軸電流指令値  $i_d^*$  から弱め界磁電流  $i_d$  を減算することによって  $d$  軸電流指令値  $i_d^*$  を調整し、 $d$  軸電流指令値  $i_d^*$  を電流制御部 6 1 に送る。

【 0 0 5 9 】

この場合、弱め界磁電流  $i_d$  が零の値を採る場合、実質的に  $d$  軸電流指令値  $i_d^*$  の調整は行われず、弱め界磁制御も行われない。一方、弱め界磁電流  $i_d$  が正の値を採る場合、 $d$  軸電流指令値  $i_d^*$  は調整されて値が負の方向に大きくされ、弱め界磁制御が行われる。

30

【 0 0 6 0 】

このようにして、 $d$  軸電流指令値  $i_d^*$  が算出されると、前記  $q$  軸電流指令値算出部 5 4 は、駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  を読み込み、前記第 1 の電流指令値マップを参照し、 $d$  軸電流指令値  $i_d^*$  を読み込む。続いて、 $q$  軸電流指令値算出部 5 4 は、駆動モータ目標トルク  $T_M^*$ 、弱め界磁電流  $i_d$  等を読み込み、前記記録装置に設定された図 5 に示される第 2 の電流指令値マップを参照し、駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  及び  $d$  軸電流指令値  $i_d^*$  に対応する  $q$  軸電流指令値  $i_q^*$  を算出し、該  $q$  軸電流指令値  $i_q^*$  を前記電流制御部 6 1 に送る。

40

【 0 0 6 1 】

なお、前記第 2 の電流指令値マップにおいて、駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  が大きくなるほど  $d$  軸電流指令値  $i_d^*$  が負の方向に、 $q$  軸電流指令値  $i_q^*$  が正の方向に大きくなり、駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  が小さくなるほど  $d$  軸電流指令値  $i_d^*$  が負の方向に、 $q$  軸電流指令値  $i_q^*$  が正の方向に小さくなるように設定される。また、駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  が一定の場合、 $d$  軸電流指令値  $i_d^*$  が負の方向に大きくなると、 $q$  軸電流指令値  $i_q^*$  が正の方向に小さくなる。

【 0 0 6 2 】

したがって、前記弱め界磁電流  $i_d$  が零であり、弱め界磁制御が行われない場合、弱

50

め界磁電流  $i_d$  は零であるので、例えば、図 5 に示されるように、d 軸電流指令値算出部 53 から減算器 55 及び q 軸電流指令値算出部 54 に送られた d 軸電流指令値  $i_d^*$  の値が  $i_{da}^*$  である場合、d 軸電流指令値  $i_d^*$  は、値  $i_{da}^*$  のまま電流制御部 61 に送られ、前記 q 軸電流指令値算出部 54 において q 軸電流指令値  $i_q^*$  の値は  $i_{qa}^*$  になる。これに対して、弱め界磁電流  $i_d$  が正の値を採り、弱め界磁制御が行われる場合、例えば、減算器 55 に送られた d 軸電流指令値  $i_d^*$  の値が  $i_{da}^*$  である場合、減算器 55 において、d 軸電流指令値  $i_d^*$  は、負の方向に弱め界磁電流  $i_d$  だけ大きい値  $i_{db}^*$  にされ、q 軸電流指令値算出部 54 に送られ、q 軸電流指令値算出部 54 において q 軸電流指令値  $i_q^*$  は値  $i_{qa}^*$  より正の方向に小さくされて、値  $i_{qb}^*$  になる。

【0063】

このように、電圧飽和が発生するようになると、前記 d 軸電流指令値  $i_d^*$  は、弱め界磁電流  $i_d$  の分だけ負の方向に大きくされ、弱め界磁制御領域で駆動モータ 31 を駆動することができ、駆動モータ 31 の運転領域を拡大することができる。

【0064】

ところで、前記三相二相変換部 49 は、第 1 の相変換処理としての三相二相変換を行い、磁極位置を読み込み、検出電流  $i_u$ 、 $i_v$ 、 $i_w$  をそれぞれ d 軸電流  $i_d$  及び q 軸電流  $i_q$  に変換し、該 d 軸電流  $i_d$  及び q 軸電流  $i_q$  を実電流として算出し、電流制御部 61 に送る。そして、該電流制御部 61 は、減算器 55 及び q 軸電流指令値算出部 54 から弱め界磁制御処理が行われた後の d 軸電流指令値  $i_d^*$  及び q 軸電流指令値  $i_q^*$  を受け、三相二相変換部 49 から前記 d 軸電流  $i_d$  及び q 軸電流  $i_q$  を受けると、フィードバック制御を行う。

【0065】

そのために、電流制御部 61 は、前記 d 軸電流指令値  $i_d^*$  と d 軸電流  $i_d$  との電流偏差  $i_{d\Delta}$ 、及び q 軸電流指令値  $i_q^*$  と q 軸電流  $i_q$  との電流偏差  $i_{q\Delta}$  を算出し、各電流偏差  $i_{d\Delta}$ 、 $i_{q\Delta}$  に基づいて、比例制御及び積分制御を行う。

【0066】

すなわち、前記電流制御部 61 は、電流偏差  $i_{d\Delta}$  に基づいて比例成分の電圧指令値を表す電圧降下  $V_{zd\Delta p}$ 、及び積分成分の電圧指令値を表す電圧降下  $V_{zd\Delta i}$  を算出し、電圧降下  $V_{zd\Delta p}$ 、 $V_{zd\Delta i}$  を加算して、電圧降下  $V_{zd}$

$$V_{zd} = V_{zd\Delta p} + V_{zd\Delta i}$$

を算出する。

【0067】

また、前記電流制御部 61 は、角速度  $\omega$  及び q 軸電流  $i_q$  を読み込み、角速度  $\omega$ 、q 軸電流  $i_q$  及び q 軸インダクタンス  $L_q$  に基づいて、q 軸電流  $i_q$  によって誘起される誘起電圧  $e_d$

$$e_d = \omega \cdot L_q \cdot i_q$$

を算出するとともに、前記電圧降下  $V_{zd}$  から誘起電圧  $e_d$  を減算し、出力電圧としての d 軸電圧指令値  $v_d^*$

$$\begin{aligned} v_d^* &= V_{zd} - e_d \\ &= V_{zd} - \omega \cdot L_q \cdot i_q \end{aligned}$$

を算出する。

【0068】

また、電流制御部 61 は、電流偏差  $i_{q\Delta}$  に基づいて比例成分の電圧指令値を表す電圧降下  $V_{zq\Delta p}$ 、及び積分項の電圧指令値を表す電圧降下  $V_{zq\Delta i}$  を算出し、電圧降下  $V_{zq\Delta p}$ 、 $V_{zq\Delta i}$  を加算して、電圧降下  $V_{zq}$

$$V_{zq} = V_{zq\Delta p} + V_{zq\Delta i}$$

を算出する。

【0069】

また、電流制御部 61 は、角速度  $\omega$  及び d 軸電流  $i_d$  を読み込み、角速度  $\omega$ 、逆起電圧定数  $MIf$ 、d 軸電流  $i_d$  及び d 軸上のインダクタンス  $L_d$  に基づいて、d 軸電流  $i_d$  に

10

20

30

40

50

よって誘起される誘起電圧  $e_q$

$$e_q = (M I_f + L_d \cdot i_d)$$

を算出するとともに、電圧降下  $V_{zq}$  に誘起電圧  $e_q$  を加算し、出力電圧としての  $q$  軸電圧指令値  $v_q^*$

$$\begin{aligned} v_q^* &= V_{zq} + e_q \\ &= V_{zq} + (M I_f + L_d \cdot i_d) \end{aligned}$$

を算出する。

【0070】

続いて、前記電圧制御部 62 の図示されない第 2 の相変換処理手段としての二相三相変換部は、第 2 の相変換処理を行い、前記  $d$  軸電圧指令値  $v_d^*$ 、 $q$  軸電圧指令値  $v_q^*$  及び磁極位置を読み込み、 $d$  軸電圧指令値  $v_d^*$  及び  $q$  軸電圧指令値  $v_q^*$  を電圧指令値  $v_u^*$ 、 $v_v^*$ 、 $v_w^*$  に変換し、該電圧指令値  $v_u^*$ 、 $v_v^*$ 、 $v_w^*$  を PWM 発生器 50 に送る。

10

【0071】

該 PWM 発生器 50 は、出力信号発生処理を行い、前記各相の電圧指令値  $v_u^*$ 、 $v_v^*$ 、 $v_w^*$  及び前記直流電圧  $V_{dc}$  に基づいて、前記  $d$  軸電流指令値  $i_d^*$  及び  $q$  軸電流指令値  $i_q^*$  に対応するパルス幅を有する各相のパルス幅変調信号  $M_u$ 、 $M_v$ 、 $M_w$  を出力信号として発生させ、前記ドライブ回路 51 に送る。

【0072】

該ドライブ回路 51 は、前記各相のパルス幅変調信号  $M_u$ 、 $M_v$ 、 $M_w$  を受けて 6 個の駆動信号を発生させ、該駆動信号をインバータ 40 に送る。該インバータ 40 は、前記パルス幅変調信号  $M_u$ 、 $M_v$ 、 $M_w$  に基づいて、トランジスタ  $Tr_1 \sim Tr_6$  をスイッチングして各相の電流  $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$  を発生させ、該各相の電流  $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$  を前記駆動モータ 31 の各ステータコイル 11 ~ 13 に供給する。

20

【0073】

このように、駆動モータ目標トルク  $T_M^*$  に基づいてトルク制御が行われ、駆動モータ 31 が駆動されて電気自動車が行走させられる。

【0074】

次に、前記駆動モータ 31 について説明する。

【0075】

図 6 は本発明の実施の形態における駆動モータの要部を示す断面図である。

30

【0076】

図において、31 は駆動モータであり、該駆動モータ 31 は、ロータ 65 及びステータ 66 を備え、前記ロータ 65 は、コア 67 を備え、該コア 67 の外周面の近傍に永久磁石 68 が配設される。前記コア 67 は、8 極構造を有し、コア 67 の円周方向における 8 箇所、永久磁石 68 が N 極及び S 極を交互に置いて埋設される。また、ステータ 66 は、コア 67 を備え、該コア 67 の内周の近傍に 48 個の歯 69 が、円周方向に、かつ、ロータ 65 側に向けて突出させて、等ピッチで形成され、各歯 69 間に 48 個のスロット 70 が形成される。そして、前記各二つの歯 69 ごとに、図示されない U 相、V 相及び W 相の各巻線が巻装される。

40

【0077】

ところで、駆動モータ 31 を駆動し、ロータ 65 を矢印方向に回転させると、前記永久磁石 68 も同じ方向に回転させられることになる。そして、例えば、ロータ 65 の回転に伴って、S 極が  $45 [^\circ]$  の角度だけ回転させられる（図 6 の左側の S 極が右側の S 極の位置に移動する）と、S 極は、ステータ 66 側において、6 個（本実施の形態においては、スロット 70 の数を極対数、すなわち、8 で除算して得られる数）の相を通過することになり、永久磁石 68 による磁束分布が 6 回変化し、磁石トルクが 6 回変化する。また、S 極が  $45 [^\circ]$  の角度だけ回転させられる間に、リラクタンストルクは、ロータ 65 における鉄心突極の数だけ、本実施の形態においては、2 回変化する。

【0078】

50

そこで、本実施の形態においては、駆動モータ 31 に逆位相のトルクを生じさせ、磁石トルク及びリラクタンストルクが変化するのに伴ってトルクリプル（本実施の形態においては、6次高調波）が発生するのを抑制するようにしている。

【0079】

図7は本発明の実施の形態におけるトルク指令値補正部のブロック図、図8は本発明の実施の形態における高調波トルク指令値算出部の動作を示すタイムチャート、図9は本発明の実施の形態におけるトルク係数マップを示す図、図10は本発明の実施の形態における回転速度係数マップを示す図である。なお、図9において、横軸に駆動モータ目標トルク  $T M^*$  を、縦軸にトルク係数  $T$  を、図10において、横軸に駆動モータ回転速度  $N M$  を、縦軸に回転速度係数  $N$  を採っている。

10

【0080】

図7において、20はトルク指令値補正部であり、該トルク指令値補正部20は、高調波トルク指令値算出処理手段としての高調波トルク指令値算出部81、温度推定処理手段としての温度推定部82、第1の温度補正処理手段としての高調波トルク指令値温度補正部83、及び第2の温度補正処理手段としてのトルク指令値補正部84を備える。

【0081】

前記高調波トルク指令値算出部81は、高調波トルク指令値算出処理を行い、磁極位置及び駆動モータ目標トルク  $T M a^*$  を読み込み、磁極位置、駆動モータ目標トルク  $T M a^*$  等に基づいて高調波トルク指令値  $T M^*$  を算出する。そのために、前記高調波トルク指令値算出部81の図示されない振幅算出処理手段は、振幅算出処理を行い、駆動モータ目標トルク  $T M a^*$  を読み込むとともに、記録装置に設定された図9のトルク係数マップを参照して、駆動モータ目標トルク  $T M a^*$  に対応するトルク係数  $T$  を読み出し、さらに、記録装置に設定された図10に示される回転速度係数マップを参照して、駆動モータ回転速度  $N M$  に対応する回転速度係数  $N$  を読み出し、高調波トルク指令値  $T M^*$  の振幅  $v a$

20

$$v a = k 1 \cdot T M a^* \cdot T \cdot N$$

を算出する。なお、 $k 1$  は係数である。

【0082】

続いて、前記高調波トルク指令値算出部81の図示されない位相算出処理手段は、位相算出処理を行い、あらかじめ設定され、記録装置に記録された高調波トルク指令値  $T M^*$  の位相  $\theta$  を読み出すことによって算出する。

30

【0083】

そして、前記高調波トルク指令値算出部81の図示されない指令値算出処理手段は、指令値算出処理を行い、前記振幅  $v a$ 、磁極位置、位相  $\theta$  及び磁極対数、本実施の形態においては、6を読み込み、高調波トルク指令値  $T M^*$

$$T M^* = v a \cdot \sin(6 \times \theta - 1)$$

を算出する。このようにして、図8に示されるように、磁極位置に対応させて、所定の形状を有し、トルクリプルに対して逆位相の高調波トルク指令値  $T M^*$  を発生させることができる。

【0084】

なお、前記トルク係数マップにおいて、図9に示されるように、駆動モータ目標トルク  $T M^*$  が0以上であり、かつ、設定値  $T 1$  未満の範囲で、トルク係数  $T$  は1にされ、駆動モータ目標トルク  $T M^*$  が1以上になると、駆動モータ目標トルク  $T M^*$  が大きくなるほどトルク係数  $T$  は小さくされ、駆動モータ目標トルク  $T M^*$  が上限値  $T 2$  に到達すると、トルク係数  $T$  は0にされる。

40

【0085】

また、前記回転速度係数マップにおいて、図10に示されるように、駆動モータ回転速度  $N M$  が0以上であり、かつ、設定値  $N 1$  未満の範囲で、回転速度係数  $N$  は1にされ、駆動モータ回転速度  $N M$  が1以上になると、駆動モータ回転速度  $N M$  が大きくなるほど回転速度係数  $N$  は小さくされ、駆動モータ回転速度  $N M$  が上限値  $N 2$  に到達すると、回転

50

速度係数  $N$  は 0 にされる。

【0086】

一方、温度推定部 82 は、温度推定処理を行い、オイル温度  $t_o$  を読み込み、オイル温度  $t_o$  に遅延部材としての図示されないローパスフィルタを掛けることによって、駆動モータ 31 の所定の箇所の温度、本実施の形態においては、永久磁石 68 の温度を表す磁石温度  $t_m$  を推定する。

【0087】

そして、高調波トルク指令値温度補正部 83 は、第 1 の温度補正処理を行い、前記磁石温度  $t_m$  に基づいて前記高調波トルク指令値  $T M^*$  を補正する。そのために、前記高調波トルク指令値温度補正部 83 は、高調波トルク指令値  $T M^*$  及び磁石温度  $t_m$  を読み込み、補正係数 1 に基づいて、高調波トルク指令値  $T M^*$

$$T M^* = 1 \cdot T M^* \cdot t_m$$

を算出する。なお、前記補正係数 1 は、磁石温度  $t_m$  と、通常、永久磁石 68 が置かれる温度である標準温度  $t_{re}$  との温度差  $t$  が高調波トルク指令値  $T M^*$  に与える影響を無くすために設定される。本実施の形態においては、高調波トルク指令値  $T M^*$  は、温度差  $t$  に対応させず、一定の値にされるが、温度差  $t$  に対応させて設定することができる。その場合、高調波トルク指令値算出処理手段は、磁石温度  $t_m$  が標準温度  $t_{re}$  より高い場合に、温度差  $t$  に応じて高調波トルク指令値  $T M^*$  の振幅  $v_a$  を小さくし、磁石温度  $t_m$  が標準温度  $t_{re}$  より低い場合に、温度差  $t$  に応じて高調波トルク指令値  $T M^*$  の振幅  $v_a$  を大きくする。

【0088】

また、トルク指令値補正部 84 は、トルク指令値補正を行い、高調波トルク指令値  $T M^*$  及び磁石温度  $t_m$  に従って駆動モータ目標トルク  $T M a^*$  を補正する。そのために、前記トルク指令値補正部 84 は、駆動モータ目標トルク  $T M a^*$ 、高調波トルク指令値  $T M^*$ 、及び磁石温度  $t_m$  を読み込み、補正係数 2 に基づいて、駆動モータ目標トルク  $T M^*$

$$T M^* = 2 \cdot t_m \cdot (T M a^* + T M^*)$$

を算出する。なお、前記補正係数 2 は、磁石温度  $t_m$  と標準温度  $t_{re}$  との温度差  $t$  が駆動モータ目標トルク  $T M^*$  に与える影響を無くすために設定される。本実施の形態においては、温度差  $t$  に対応させず、一定の値にされるが、温度差  $t$  に対応させて設定

【0089】

このように、本実施の形態においては、トルクリプルに対して逆位相の高調波トルク指令値  $T M^*$  が発生させられ、該高調波トルク指令値  $T M^*$  が磁石温度  $t_m$  に従って補正されるので、磁束の変化を考慮して駆動モータ目標トルク  $T M^*$  を発生させることができる。したがって、磁石温度  $t_m$  が変化しても、駆動モータ目標トルク  $T M^*$  を安定させることができる。

【0090】

その結果、駆動モータ 31 が、電気自動車に搭載され、極低温から高温までの温度条件下で駆動されても、トルクリプルが発生するのを十分に抑制することができる。

【0091】

また、前記補正係数 1 は、磁石温度  $t_m$  と標準温度  $t_{re}$  との温度差が高調波トルク指令値  $T M^*$  に与える影響を表し、前記補正係数 2 は、磁石温度  $t_m$  の標準温度  $t_{re}$  からの乖離（かいり）量が駆動モータ目標トルク  $T M a^*$  に与える影響を表すので、単純な計算で高調波トルク指令値  $T M^*$  及び駆動モータ目標トルク  $T M^*$  を算出することができるだけでなく、駆動モータ制御装置 45 の CPU に加わる負荷を小さくすることができる。

【0092】

そして、磁極位置 に基づいて高調波トルク指令値  $T M^*$  が算出されるので、磁石温度  $t_m$  が変化し、磁束分布が変化してトルクリプルが変化したときに、高調波トルク指令

値  $T M^*$  をトルクリプルに応じて算出することができる。

【0093】

また、駆動モータ31を冷却する油の温度を検出するための温度センサ16を使用することができ、永久磁石68の温度を直接に検出するための温度センサを配設する必要がない。したがって、駆動モータ制御装置45のコストを低くすることができる。

【0094】

そして、高調波トルク指令値  $T M^*$  及び駆動モータ目標トルク  $T M^*$  のいずれも、磁石温度  $t_m$  によって補正することができるので、駆動モータ目標トルク  $T M^*$  を精度を高くすることができる。

【0095】

本実施の形態においては、駆動モータ31を駆動する場合について説明しているが、本発明を電動機械としての発電機を駆動する場合、並びに第1の電動機械としての駆動モータ、及び第2の電動機械としての発電機を駆動する場合に適用することができる。

【0096】

なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々変形させることが可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図1】本発明の実施の形態における駆動モータ制御装置のブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態における電動駆動装置の概念図である。

【図3】本発明の実施の形態における最大駆動モータ目標トルクマップを示す図である。

【図4】本発明の実施の形態における第1の電流指令値マップを示す図である。

【図5】本発明の実施の形態における第2の電流指令値マップを示す図である。

【図6】本発明の実施の形態における駆動モータの要部を示す断面図である。

【図7】本発明の実施の形態におけるトルク指令値補正部のブロック図である。

【図8】本発明の実施の形態における高調波トルク指令値算出部の動作を示すタイムチャートである。

【図9】本発明の実施の形態におけるトルク係数マップを示す図である。

【図10】本発明の実施の形態における回転速度係数マップを示す図である。

【符号の説明】

【0098】

- 20 トルク指令値補正部
- 45 駆動モータ制御装置
- 81 高調波トルク指令値算出部
- 82 温度推定部
- 83 高調波トルク指令値温度補正部
- $t_m$  磁石温度
- $T M^*$  駆動モータ目標トルク
- $t_o$  オイル温度
- $t_{re}$  標準温度
- $T M^*$  高調波トルク指令値
- $t$  温度差
- 磁極位置
- 1 位相
- 1、2 補正係数

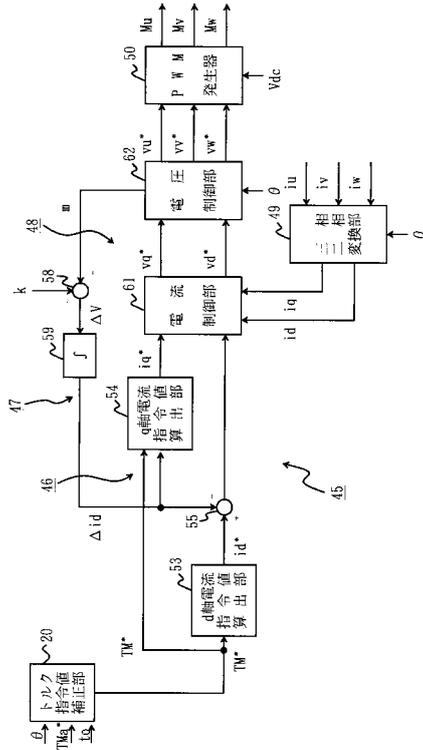
10

20

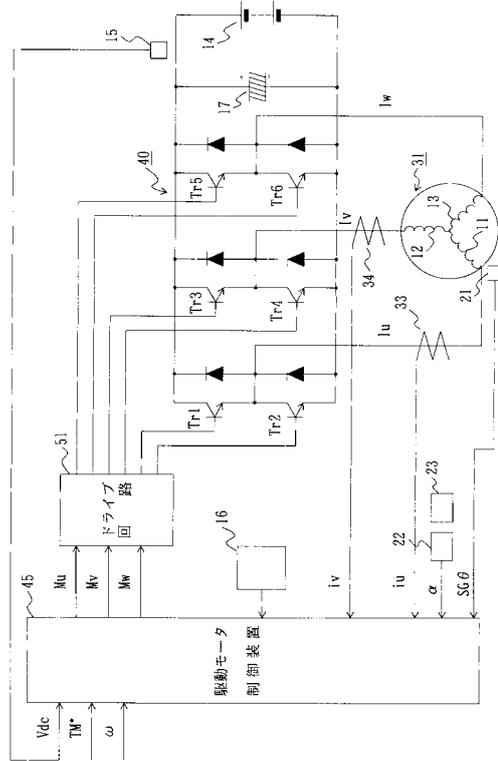
30

40

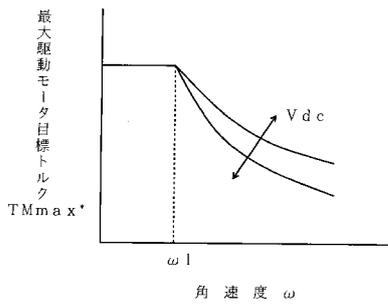
【 図 1 】



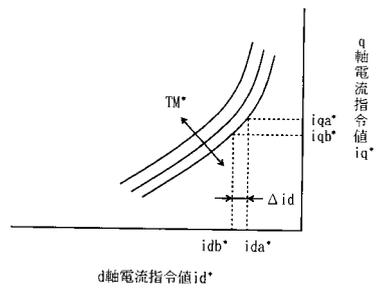
【 図 2 】



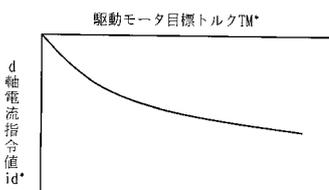
【 図 3 】



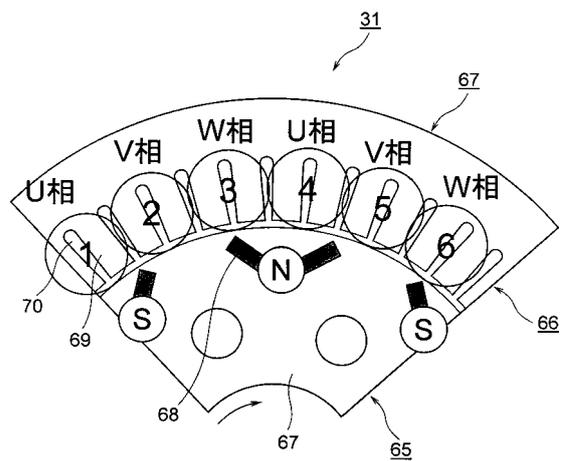
【 図 5 】



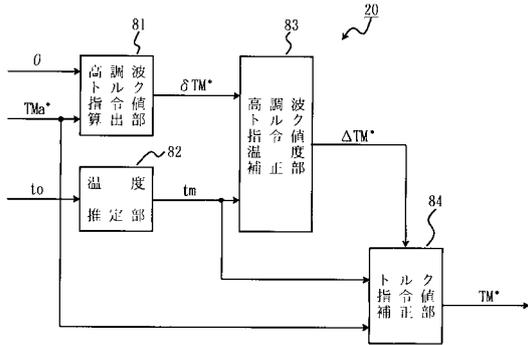
【 図 4 】



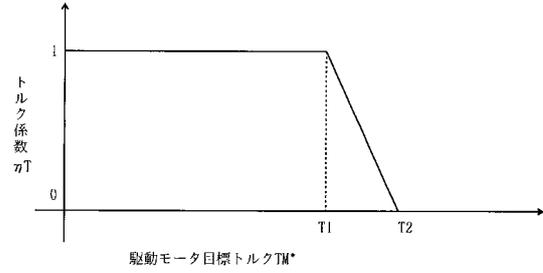
【 図 6 】



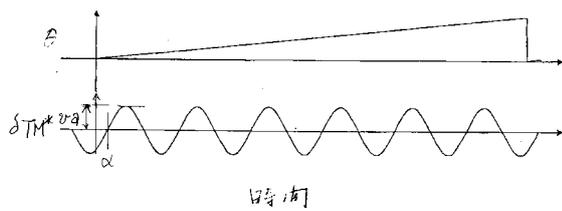
【 図 7 】



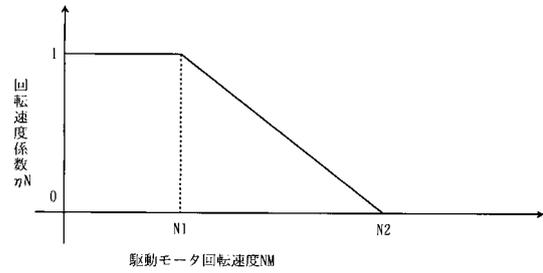
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】



【 手続 補正 書 】

【 提出 日 】 平成 18 年 4 月 10 日 (2006.4.10)

【 手続 補正 1 】

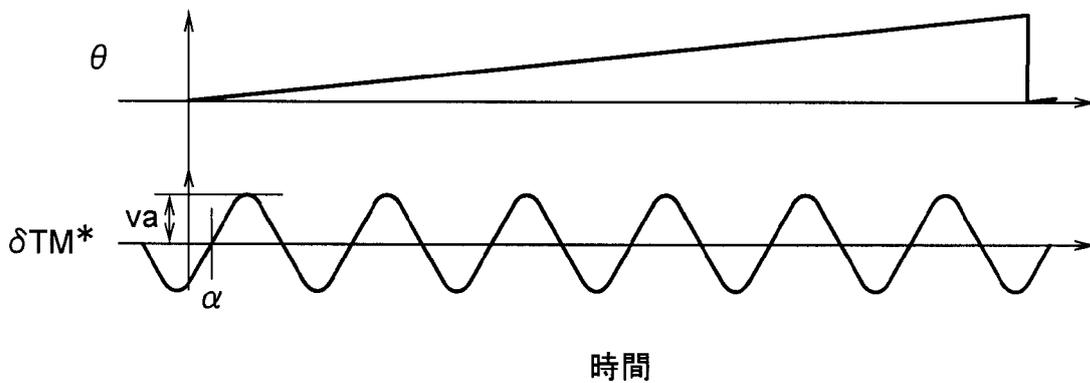
【 補正 対象 書類 名 】 図 面

【 補正 対象 項目 名 】 図 8

【 補正 方法 】 変 更

【 補正 の 内 容 】

【 図 8 】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 5H505 AA16 BB04 CC04 DD03 DD08 EE41 EE49 GG04 HA08 HB02  
JJ03 JJ17 LL02 LL22 LL24 LL41 LL43 LL58  
5H560 AA08 BB04 BB07 BB17 DA01 DA10 DA17 DB20 DC05 DC12  
DC13 EB01 RR01 SS02 TT11 TT15 UA03 XA02 XA12 XA13