

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

低保持力の永久磁石である可変磁石を有する永久磁石電動機と、
前記永久磁石電動機を駆動するインバータと、
前記可変磁石の磁束を制御するための磁化電流を供給する磁化部と、
複数の運転モードから1つの運転モードを選択する運転モード管理部と、
前記運転モード管理部により選択された運転モードに基づき前記可変磁石の目標とする
磁束値を演算して前記磁束値に対応した磁束指令を生成する磁束指令演算部とを備え、
前記磁化部は、前記磁束指令演算部により生成された磁束指令に応じた磁化電流を供給
して前記可変磁石の磁束を制御することを特徴とする可変磁束モータドライブシステム。

10

【請求項 2】

前記運転モード管理部が有する複数の運転モードの少なくとも1つは、前記永久磁石電
動機のトルク及び回転数の少なくとも一方に基づく運転モードであることを特徴とする請
求項 1 記載の可変磁束モータドライブシステム。

【請求項 3】

前記運転モード管理部が有する複数の運転モードの少なくとも1つは、前記インバータ
の動作状態又は停止状態に基づく運転モードであることを特徴とする請求項 1 又は請求項
2 記載の可変磁束モータドライブシステム。

【請求項 4】

前記磁束指令演算部は、前記運転モード管理部により選択された運転モードに応じて、
当該可変磁束モータドライブシステムの効率改善情報、安全性改善情報、及び騒音改善情
報の少なくとも1つに基づき、前記可変磁石の目標とする磁束値を演算して前記磁束値に
対応した磁束指令を生成することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項記載
の可変磁束モータドライブシステム。

20

【請求項 5】

前記運転モード管理部により選択された運転モードに基づき前記永久磁石電動機の目標
とする回転数を演算するとともに、前記磁化部により前記可変磁石の磁束が変更される際
に前記永久磁石電動機の目標とする回転数を現在の回転数未満の値に設定するか又は停止
させる回転数指令演算部を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項
記載の可変磁束モータドライブシステム。

30

【請求項 6】

前記運転モード管理部により選択された運転モードに基づき前記永久磁石電動機の目標
とするトルクを演算するとともに、前記磁化部により前記可変磁石の磁束が変更される際
に前記永久磁石電動機の目標とするトルクを現在のトルク未満の値か又は零近傍に設定す
るトルク指令演算部を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項記載
の可変磁束モータドライブシステム。

【請求項 7】

前記運転モード管理部は、エレベータを加速させる場合の運転モードと、前記エレベ
ータを減速させる場合の運転モードと、前記エレベータを定速運転させる場合の運転モード
と、前記エレベータを停止させる場合の運転モードとを有することを特徴とする請求項 1
乃至請求項 6 のいずれか 1 項記載の可変磁束モータドライブシステム。

40

【請求項 8】

前記磁束指令演算部は、さらに前記エレベータのかご内の積載荷重に応じて前記可変磁
石の目標とする磁束値を演算して前記磁束値に対応した磁束指令を生成することを特徴と
する請求項 7 記載の可変磁束モータドライブシステム。

【請求項 9】

前記運転モード管理部は、洗濯機により洗濯物を洗う場合の運転モードと、前記洗濯機
によりすすぎを行う場合の運転モードと、前記洗濯機により脱水を行う場合の運転モード
と、前記洗濯機により乾燥を行う場合の運転モードとを有することを特徴とする請求項 1
乃至請求項 6 のいずれか 1 項記載の可変磁束モータドライブシステム。

50

【請求項 10】

前記磁束指令演算部は、さらに前記洗濯機内に收容されている洗濯物の量に応じて前記可変磁石の目標とする磁束値を演算して前記磁束値に対応した磁束指令を生成することを特徴とする請求項 9 記載の可変磁束モータドライブシステム。

【請求項 11】

前記運転モード管理部は、空調機が急速冷暖房を行う場合の加速運転の運転モードと、前記空調機が目標温度に達した後に行う定常運転の運転モードとを有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項記載の可変磁束モータドライブシステム。

【請求項 12】

前記磁束指令演算部は、さらに外気温度に応じて前記可変磁石の目標とする磁束値を演算して前記磁束値に対応した磁束指令を生成することを特徴とする請求項 11 記載の可変磁束モータドライブシステム。

10

【請求項 13】

前記運転モード管理部は、鉄道車両を加速させる場合の運転モードと、前記鉄道車両を減速させる場合の運転モードと、前記鉄道車両を定速運転させる場合の運転モードと、前記鉄道車両を惰性走行させる場合の運転モードと、前記鉄道車両を停止させる場合の運転モードとを有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項記載の可変磁束モータドライブシステム。

【請求項 14】

前記磁束指令演算部は、さらに前記鉄道車両内の積載荷重に応じて前記可変磁石の目標とする磁束値を演算して前記磁束値に対応した磁束指令を生成することを特徴とする請求項 13 記載の可変磁束モータドライブシステム。

20

【請求項 15】

前記運転モード管理部は、電気自動車又はハイブリッド自動車を加速させる場合の運転モードと、前記電気自動車又は前記ハイブリッド自動車を減速させる場合の運転モードと、前記電気自動車又は前記ハイブリッド自動車を定速運転させる場合の運転モードと、前記電気自動車又は前記ハイブリッド自動車を停止させる場合の運転モードとを有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項記載の可変磁束モータドライブシステム。

【請求項 16】

前記電気自動車又は前記ハイブリッド自動車に対するアクセル踏込量又はブレーキ踏込量に基づき前記永久磁石電動機の目標とするトルクを演算するトルク指令演算部を備え、前記運転モード管理部は、前記トルク指令演算部により演算されたトルクに応じた運転モードを選択することを特徴とする請求項 15 記載の可変磁束モータドライブシステム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可変磁石を有する可変磁束モータとこの可変磁束モータを駆動するインバータを備えた可変磁束ドライブシステムに関する。

【背景技術】

40

【0002】

従来の誘導電動機（IMモータ）に代わり、効率に優れ、小型化や低騒音化も期待できる永久磁石同期電動機（PMモータ）が普及し始めている。例えば、鉄道車両や電気自動車向けの駆動モータとしてPMモータが利用されるようになってきている。

【0003】

IMモータは、磁束自体をステータからの励磁電流によって作り出すため、励磁電流を流すことによる損失が発生する技術的な問題点がある。

【0004】

他方、PMモータは、ロータに永久磁石を備え、その磁束を利用してトルクを出力するモータであるので、このようなIMモータの抱える問題はない。しかしながら、PMモータ

50

タは、その永久磁石のために回転数に応じた誘起電圧（逆起電圧）が発生する。鉄道車両や自動車など、回転範囲が広い応用分野では、最高回転数において生じる誘起電圧によって、PMモータを駆動制御するインバータが（過電圧によって）破壊しないことが条件となる。この条件を満たすためには、インバータの耐圧を十分に高いものとするか、あるいは逆に、モータに備える永久磁石の磁束を制限する必要がある。前者は、電源側への影響もあり、後者を選択することが多い。その場合の磁束量を、IMモータの磁束量（IMモータの場合には励磁電流によって作りだすギャップ磁束量）と比較すると、1：3程度になるケースもある。この場合、同一のトルクを発生させるためには、磁束量の小さいPMモータでは、大きな（トルク）電流を流す必要がある。したがって、低速域において、同一トルクを出力する電流をIMモータとPMモータとで比較した場合に、PMモータは、

10

【0005】

このため、IMモータと比べて、PMモータを駆動するインバータの電流容量は増加する。さらに、一般に低速ではインバータ内のスイッチング素子のスイッチング周波数が高く、発生する損失は電流値に依存して増大することから、PMモータでは低速で大きな損失と発熱が生じることになる。

【0006】

電車などは走行風によって冷却を期待することもあり、低速時に大きな損失が生じることになれば、冷却能力を向上させる必要性からインバータ装置が大型化してしまう。また逆に、誘起電圧が高い場合、弱め界磁制御を行うことになるが、そのときは、励磁電流を重畳することで効率が低下してしまう。

20

【0007】

このようにPMモータは、磁石を内在するが故のメリットとデメリットがある。モータとしてはそのメリットの分が大きく、損失低減や小型化につながる面もあるが、一方では電車や電気自動車など可変速制御の場合には、従来のIMモータに比べて効率の悪い動作点も存在する。また、インバータにとっては電流容量が増大し、損失も増大することから、装置サイズが大きくなる。システムの効率自体は、モータ側が支配的であるため、PMモータの適用によって総合効率は改善するが、一方ではインバータのサイズが増加することがシステムのデメリットとなり、好ましくない。

【0008】

特許文献1には、低出力運転、高出力運転の何れにおいても電動機及びインバータを高効率で運転し、システム効率を高める電気自動車駆動用交流電動機が記載されている。この電気自動車駆動用交流電動機は、界磁磁極に埋め込んだ永久磁石による磁束と、必要に応じて励磁コイルによる磁束とにより界磁磁束を作り、電動機出力に応じて、界磁磁束発生源を永久磁石のみと永久磁石及び励磁コイル双方とに切り替えるとともに、回転変圧器を介して励磁電流を供給する。

30

【0009】

したがって、この電気自動車駆動用交流電動機は、電動機出力に応じて、例えば低出力時は永久磁石のみの運転にすることができるため、運転効率が向上する。また、電動機の低速域での電動機電圧を高くすることができるため、電流を低減でき、電動機巻線の銅損やインバータの発生損失を小さくしてシステム効率を向上させることができる。特に、低・中速域で運転されることの多い電気自動車にとってこの効果は大きく、電流利用効率の向上、一充電走行距離の延長が可能である。

40

【0010】

さらに、この電気自動車駆動用交流電動機は、永久磁石を減磁させないため、インバータ制御が簡単になるとともに、異常過電圧が発生せず、機器の保護を図ることができる。また、回転変圧器は高周波動作させることにより小形化が可能であり、電動機ないしシステム全体の小形軽量化を図ることができる。

【特許文献1】特開平5-304752号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0011】**

しかしながら、どのような装置・製品でも、通常、トルク及び回転数の異なる複数の運転モードを有する。このように異なる条件下においては、一定の永久磁石磁束を用いた従来のPMモータは、その全ての条件に対して最適な状態を維持するのは困難であり、システムの効率低下や騒音等の問題を生じる。

【0012】

これに対し、インバータによる電流によって磁石磁束を可変にすることが可能な可変磁束ドライブシステムがある。このシステムは、永久磁石の磁束量を変化させることができるため、従来の磁石固定のPMモータドライブシステムに比べて効率の向上が期待できる。また、磁石が不要な際は磁束量を小さくすることで誘起電圧を極力抑制することも可能である。

10

【0013】

本発明は可変磁束ドライブシステムを利用して上述した従来技術の問題点を解決するもので、磁石磁束を可変に制御できる可変磁束モータを適用し、自己の可変磁束モータを適用する製品・装置がトルク及び回転数の異なる複数の運転モードを有する場合でも、損失を抑えた高効率のシステムを実現しうる可変磁束モータドライブシステムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】**【0014】**

上記課題を解決するために、本発明に係る可変磁束モータドライブシステムは、低保持力の永久磁石である可変磁石を有する永久磁石電動機と、前記永久磁石電動機を駆動するインバータと、前記可変磁石の磁束を制御するための磁化電流を供給する磁化部と、複数の運転モードから1つの運転モードを選択する運転モード管理部と、前記運転モード管理部により選択された運転モードに基づき前記可変磁石の目標とする磁束値を演算して前記磁束値に対応した磁束指令を生成する磁束指令演算部とを備え、前記磁化部は、前記磁束指令演算部により生成された磁束指令に応じた磁化電流を供給して前記可変磁石の磁束を制御することを特徴とする。

20

【発明の効果】**【0015】**

本発明によれば、トルクや回転数の異なる複数の運転モードを有する装置に当該可変磁束モータドライブシステムを適用した場合においても、各運転モードに最適な磁束値を選択してシステムの高効率化や騒音抑制を図ることができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】**【0016】**

以下、本発明の可変磁束モータドライブシステムの実施の形態を、図面に基づいて詳細に説明する。

【実施例1】**【0017】**

図1は、本発明の実施例1の可変磁束モータドライブシステムの構成を示すブロック図である。図1を説明する前に、永久磁石同期電動機としての可変磁束モータについて説明する。

40

【0018】

可変磁束モータ1のイメージを図2に示す。ステータ側は従来のモータと同様と考えてよい。ロータ51側には永久磁石として、磁性体の磁束密度が固定の固定磁石FMGと、磁性体の磁束密度が可変の可変磁石VMGとがある。従来のPMモータは、前者の固定磁石FMGのみであるのに対して、本可変磁束モータ1の特徴は、可変磁石VMGが備わっていることにある。

【0019】

ここで固定磁石や可変磁石について、説明を加える。永久磁石とは、外部から電流など

50

を流さない状態において磁化した状態を維持するものであって、いかなる条件においてもその磁束密度が厳密に変化しないというわけではない。従来のPMモータであっても、インバータなどにより過大な電流を流すことで減磁したり、あるいは逆に着磁したりする。よって、永久磁石とは、その磁束量が一定不変なものではなく、通常定格運転中に近い状態ではインバータ等から供給される電流によって磁束密度が概ね変化しないものを指す。一方、前述の磁束密度が可変である永久磁石、つまり、可変磁石とは、上記のような運転条件においてもインバータ等で流し得る電流によって磁束密度が変化するものを指す。

【0020】

このような可変磁石は、磁性体の材質や構造に依存して、ある程度の範囲で設計が可能である。例えば、最近のPMモータは、残留磁束密度 B_r の高いネオジム(NdFeB)磁石を用いることが多い。この磁石の場合、残留磁束密度 B_r が1.2T程度と高いため、大きなトルクを小さい装置サイズにて出力可能であり、モータの高出力小型化が求められるハイブリッド車HEVや電車には好適である。従来のPMモータの場合、通常電流によって減磁しないことが要件であるが、このネオジム磁石(NdFeB)は約1000kA/mの非常に高い保持力 H_c を有しているため、PMモータ用に最適な磁性体である。PMモータ用には、残留磁束密度が大きく、保磁力の大きい磁石が選定されるためである。

【0021】

ここで、残留磁束密度が高く、保持力 H_c の小さいアルニコAlNiCo($H_c = 60 \sim 120$ kA/m)やFeCrCo磁石($H_c = 約60$ kA/m)といった磁性体を可変磁石とする。通常電流量(インバータによって従来のPMモータを駆動する際に流す程度の電流量という意味)によって、ネオジム磁石の磁束密度(磁束量)はほぼ一定であり、アルニコAlNiCo磁石などの可変磁石の磁束密度(磁束量)は可変となる。厳密に言えば、ネオジム磁石は可逆領域で利用しているため、微小な範囲で磁束密度が変動するが、インバータ電流がなくなれば当初の値に戻る。他方、可変磁石は不可逆領域まで利用するため、インバータ電流がなくなっても当初の値にならない。

【0022】

図2は、可変磁束モータ1を、簡単なイメージとしてモデル化したものである。同図において、可変磁石VMGであるアルニコ磁石の磁束量も、D軸方向の量の変動するだけで、Q軸方向はほぼ0である。

【0023】

図3は、可変磁束モータ1の具体的な構成例を示している。回転子(ロータ)51は、回転子鉄心52中に、ネオジム磁石(NdFeB)などの高保磁力の永久磁石54とアルニコ磁石(AlNiCo)などの低保磁力の永久磁石53とを組み合わせ配置した構成である。可変磁石VMGである低保磁力永久磁石53は、回転子鉄心52の磁極部55の両側に、それぞれ隣接する磁極部55との境界域に径方向に配置してある。固定磁石FMGである高保磁力磁石54は、回転子鉄心52の磁極部55において径に直交する方向に配置してある。この構造により、可変磁石VMGである低保磁力永久磁石53はQ軸方向とその磁化方向が直交するため、Q軸電流の影響を受けず、D軸電流によって磁化される。

【0024】

図4は、固定磁石と可変磁石のBH特性(磁束密度-磁化特性)を例示している。また、図5は、図4の第2象限のみを定量的に正しい関係にて示したものである。ネオジム磁石とアルニコ磁石の場合、それらの残留磁束密度 B_{r1} 、 B_{r2} には有意差はないが、保磁力 H_{c1} 、 H_{c2} については、ネオジム磁石(NdFeB)の H_{c2} に対し、アルニコ磁石(AlNiCo)の H_{c1} は $1/15 \sim 1/8$ 、FeCrCo磁石の H_{c1} は $1/15$ になる。

【0025】

従来のPMモータドライブシステムにおいて、インバータの出力電流による磁化領域は

、ネオジウム磁石 (NdFeB) の保磁力より十分に小さく、その磁化特性の可逆範囲で利用されている。しかしながら、可変磁石は、保磁力が上述のように小さいため、インバータの出力電流の範囲において、不可逆領域 (電流を 0 にしても、電流印加前の磁束密度 B に戻らない) での利用が可能で、磁束密度 (磁束量) を可変にすることができる。

【0026】

可変磁束モータ 1 の動特性の等価簡易モデルを、(1) 式に示す。同モデルは、D 軸を磁石磁束方向、Q 軸を D 軸に直行する方向として与えた D Q 軸回転座標系上のモデルである。

【数 1】

$$\begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} = \frac{d}{dt} \times \begin{bmatrix} L_d & 0 \\ 0 & L_q \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_1 & -\omega_1 \times L_q \\ \omega_1 \times L_d & R_1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \omega_1 \times (\Phi_{fix} + \Phi_{var}) \end{bmatrix} \quad \dots(1)$$

10

【0027】

ここに、R1 : 巻線抵抗、Ld : D 軸インダクタンス、Lq : Q 軸インダクタンス、fix : 固定磁石の磁束量、var : 可変磁石の磁束量、1 : インバータ周波数である。

【0028】

図 1 に示す可変磁束モータドライブシステムは、可変磁束モータ 1、電流検出器 2a、2b、直流電源 3、直流電力を交流電力に変換するインバータ 4、座標変換部 5、PWM 回路 6、座標変換部 7、擬似微分器 8、電圧指令演算部 10、電流基準演算部 11、回転数指令演算部 12、回転数制御器 14、回転角度センサ 18、運転モード管理部 20、磁化モード管理部 22、磁束指令演算部 31、及び磁化電流指令演算部 33 で構成されている。

20

【0029】

ここで、この可変磁束モータドライブシステムは、主回路と制御回路とに分けることができる。直流電源 3、インバータ 4、可変磁束モータ 1、モータ電流を検出するための電流検出器 2a、2b、及び可変磁束モータ 1 の回転角度を検出するための回転角度センサ 18 は、主回路を構成するものとする。また、座標変換部 5、PWM 回路 6、座標変換部 7、擬似微分器 8、電圧指令演算部 10、電流基準演算部 11、回転数指令演算部 12、回転数制御器 14、運転モード管理部 20、磁化モード管理部 22、磁束指令演算部 31、及び磁化電流指令演算部 33 は、制御回路を構成するものとする。

30

【0030】

可変磁束モータ 1 は、本発明の永久磁石電動機に対応し、低保持力の永久磁石である可変磁石 (例えばアルニコ磁石) を有する。

【0031】

インバータ 4 は、可変磁束モータ 1 を駆動する。すなわち、インバータ 4 は、直流電源 3 からの直流電力を交流電力に変換し、可変磁束モータ 1 に供給する。可変磁束モータ 1 に供給される電流 I_u 、 I_w は、電流検出器 2a、2b により検出され、座標変換部 7 に入力され、この座標変換部 7 で D 軸電流 I_d 、Q 軸電流 I_q に変換され、電圧指令演算部 10 に入力される。また、インバータ 4 は、本発明の磁化部にも対応し、可変磁束モータ 1 の有する可変磁石の磁束を制御するための磁化電流を供給する。

40

【0032】

直流電源 3 は、インバータ 4 に直流電力を供給する二次電池でもよい。本発明を電気自動車等に適用する場合には、直流電源 3 は、二次電池であると考えられる。

【0033】

また、可変磁束モータ 1 のロータ回転角度は、回転角度センサ 18 により検出され、擬似微分器 8 に出力される。

【0034】

50

次に、制御回路について説明する。ここでの入力は、運転指令 Run * である。この運転指令 Run * は、可変磁束モータ 1 に対する運転要求であり、適切な手段により出力される。

【 0 0 3 5 】

運転モード管理部 2 0 は、運転指令 Run * と回転子回転周波数 R に基づき、複数の運転モードから 1 つの運転モードを選択する。ここで、擬似微分器 8 は、回転角度センサ 1 8 により検出された角度を微分して得た回転子回転周波数 R を回転数制御器 1 4、電圧指令演算部 1 0、及び運転モード管理部 2 0 に出力する。運転モード管理部 2 0 は、擬似微分器 8 により出力された回転子回転周波数 R に基づき、インバータ 4 の出力周波数を認識することができる。さらに、運転モード管理部 2 0 は、選択した運転モードを回転数指令演算部 1 2 及び磁束指令演算部 3 1 に出力するとともに、ゲート指令 G s t を P W M 回路 6 に出力する。また、運転モード管理部 2 0 は、運転モードを変更する際等において磁化を必要とする場合には、「磁化要求」フラグを立てて磁化モード管理部 2 2 に出力する。

10

【 0 0 3 6 】

回転数指令演算部 1 2 は、運転モード管理部 2 0 により選択された運転モードに基づき、可変磁束モータ 1 の目標とする回転数を演算し、演算結果に対応した回転数指令を回転数制御器 1 4 に出力する。

【 0 0 3 7 】

回転数制御器 1 4 は、回転数指令演算部 1 2 により出力された回転数指令と、擬似微分器 8 により出力された回転子回転周波数 R とに基づき、可変磁束モータ 1 が所望のトルクになるように生成されたトルク指令 T m * を出力する。

20

【 0 0 3 8 】

磁束指令演算部 3 1 は、運転モード管理部 2 0 により選択された運転モードに基づき可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 * を生成する。磁化部であるインバータ 4 は、磁束指令演算部 3 1 により生成された磁束指令に応じた磁化電流を供給して可変磁石の磁束を制御する。

【 0 0 3 9 】

具体的には、運転モード管理部 2 0 は、現在の可変磁束又は総磁束（固定磁石磁束 + 可変磁石磁束）に対して、必要とする磁束の変化に対応した運転モードを選択する。一般的には、以下のような磁束の変化を必要とする。ただし、1 例であり、これに限らない。

30

【 0 0 4 0 】

まず、可変磁束モータ 1 の回転数が増加した場合には、運転モード管理部 2 0 は、可変磁石磁束を下げるための運転モードを選択する。可変磁束モータ 1 は、回転数が高いほど、逆起電圧が大きくなる。したがって、磁束指令演算部 3 1 は、運転モードに基づき、磁束を下げる旨の磁束指令 * を出力し、逆起電圧を下げる。

【 0 0 4 1 】

次に、トルクの増加を必要とする運転モードが選択された場合には、可変磁石磁束を下げる。可変磁束モータ 1 は、トルクが高いほど、高いモータ端子電圧を有するので、磁束指令演算部 3 1 は、運転モードに基づき、磁束を下げる旨の磁束指令 * を出力し、端子電圧を下げる。

40

【 0 0 4 2 】

なお、磁束指令演算部 3 1 は、運転モード管理部 2 0 により選択された運転モードに応じて、当該可変磁束モータドライブシステムの効率改善情報、安全性改善情報、及び騒音改善情報の少なくとも 1 つに基づき、可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令を生成することもできる。この場合には、磁束指令演算部 3 1 は、予め当該可変磁束モータドライブシステムの効率改善情報、安全性改善情報、及び騒音改善情報の少なくとも 1 つを有しており、選択された運転モードに対する最適な磁束値を演算する際に利用する。

【 0 0 4 3 】

50

電流基準演算部 11 は、回転数制御器 14 により出力されたトルク指令 T_m^* と磁束指令演算部 31 により出力された磁束指令 ψ^* とに基づき、D 軸電流基準 $I_d R$ と Q 軸電流基準 $I_q R$ とを演算する。ここで、トルクの一般式は、次式であり、 I_d 、 I_q を解くことにより決定される。

【0044】

$$\text{トルク} = \psi \times I_q + (L_d - L_q) \times I_d \times I_q \dots (2)$$

ここで、 ψ は、総磁束 (= 固定磁石磁束 + 可変磁石磁束) を示す。また、 L_d は、D 軸インダクタンスであり、 L_q は、Q 軸インダクタンスである。したがって、(2) 式は、磁束量やトルクの関数となる。実際には、 L_d 、 L_q の非線形性があるため、電流基準演算部 11 は、トルクと磁束に応じたテーブルデータを有することにより I_d 、 I_q を求める。その際、電流基準演算部 11 は、最小な電流値 ($(I_d^2 + I_q^2)$) にて、所定トルクが得られるような関係を選ぶ。

10

【0045】

磁化電流指令演算部 33 は、回転数制御器 14 により出力されたトルク指令 T_m^* と磁束指令演算部 31 により出力された磁束指令 ψ^* とに基づき、必要な磁化電流を計算し、磁化電流指令 $I_d M$ 、 $I_q M$ を生成する。一般に、磁化電流は、可変磁石のそれに至るまでの過去の磁化の履歴に依存するものである。そこで、磁化電流指令演算部 33 は、例えば過去の磁化の履歴と要求する磁束とに対する磁化電流をテーブル情報として有することにより、必要な磁化電流を算出することができる。磁化電流指令演算部 33 は、今回の磁束指令 ψ^* と可変磁石の磁化特性とに基づき、磁化電流目標値 $I_d M^*$ を算出して磁化モード管理部 22 に出力する。磁化電流を流すためには、高速かつ精度よく流すことが必要であるため、PI 制御に代わりヒステリシスコンパレータなどで実現してもよい。

20

【0046】

電圧指令演算部 10 は、電流基準演算部 11 により演算された D 軸電流基準 $I_d R$ と Q 軸電流基準 $I_q R$ とに基づき、当該基準に D 軸電流 I_d 及び Q 軸電流 I_q が一致するように電流が流れるように、D Q 軸電圧指令 V_d^* 、 V_q^* を演算して生成する。その際、電圧指令演算部 10 は、電流偏差に PI 制御を施し、D Q 軸電圧指令を求める。

【0047】

ここで、磁化する際には、磁化部であるインバータ 4 は、可変磁束モータ 1 に過大な磁化電流を短時間で精度良く流すことが必要である。上述した電圧指令演算部 10 による PI 制御は、応答性が十分でなく、可変磁束モータ 1 に過大な磁化電流を短時間で精度良く流すことが困難となることも考えられる。そこで、電圧指令演算部 10 は、例えば、磁化電流指令演算部 33 により算出された磁化電流に基づき、それぞれの D 軸電流 I_d 、Q 軸電流 I_q が一致するように、例えば、ヒステリシスコンパレータ方式等の瞬時比較制御方式を利用して、D Q 軸電圧指令を算出することもできる。

30

【0048】

なお、磁化モード管理部 22 により磁化モードのフラグが立っている場合には、電圧指令演算部 10 は、磁化電流指令演算部 33 により生成された D 軸磁化電流指令 $I_d M$ と Q 軸磁化電流指令 $I_q M$ とに基づき、当該指令に D 軸電流 I_d 及び Q 軸電流 I_q が一致するように電流が流れるように、D Q 軸電圧指令 V_d^* 、 V_q^* を演算して生成する。

40

【0049】

座標変換部 5 は、電圧指令演算部 10 により出力された D 軸電圧指令 V_d^* 、Q 軸電圧指令 V_q^* を三相の電圧指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に座標変換し、PWM 回路 6 に出力する。PWM 回路 6 は、運転モード管理部 20 により出力されたゲート指令 G_{st} 、及び入力された三相の電圧指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に基づき、インバータ 4 のスイッチング素子をオンオフ制御する。

【0050】

磁化モード管理部 22 は、運転モードに基づき可変磁石を磁化する際に、適切なタイミングで磁化電流の制御が行えるように各種フラグを出力する。磁化モード管理部 22 の詳細な動作は、後述する。

50

【 0 0 5 1 】

次に、上述のように構成された本実施の形態の作用を説明する。まずは、磁化を必要としない場合について説明する。ここでの入力は、運転指令 Run^* である。運転モード管理部 20 は、入力された運転指令 Run^* に基づき、複数の運転モードから 1 つの運転モードを選択する。

【 0 0 5 2 】

回転数指令演算部 12 は、運転モード管理部 20 により選択された運転モードに基づき、可変磁束モータ 1 の目標とする回転数を演算し、演算結果に対応した回転数指令を回転数制御器 14 に出力する。

【 0 0 5 3 】

回転数制御器 14 は、回転数指令演算部 12 により出力された回転数指令と、擬似微分器 8 により出力された回転子回転周波数 R とに基づき、可変磁束モータ 1 が所望のトルクになるように生成されたトルク指令 Tm^* を出力する。

【 0 0 5 4 】

磁束指令演算部 31 は、運転モード管理部 20 により選択された運転モードに基づき、可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 $*$ を生成する。

【 0 0 5 5 】

電流基準演算部 11 は、回転数制御器 14 により出力されたトルク指令 Tm^* と磁束指令演算部 31 により出力された磁束指令 $*$ とに基づき、D 軸電流基準 IdR と Q 軸電流基準 IqR とを演算する。

【 0 0 5 6 】

電圧指令演算部 10 は、電流基準演算部 11 により演算された D 軸電流基準 IdR と Q 軸電流基準 IqR とに基づき、当該基準に D 軸電流 Id 及び Q 軸電流 Iq が一致するように電流が流れるように、D Q 軸電圧指令 Vd^* 、 Vq^* を演算して生成する。

【 0 0 5 7 】

ここで、磁化を必要としないため、磁化モード管理部 22 による「磁化モード」フラグは L (ロー) である。したがって、電圧指令演算部 10 は、磁化電流指令演算部 33 による磁化電流指令ではなく、電流基準演算部 11 により出力された D Q 軸電流基準に基づき、D Q 軸電圧指令 Vd^* 、 Vq^* を演算して生成する。

【 0 0 5 8 】

座標変換部 5 は、電圧指令演算部 10 により出力された D 軸電圧指令 Vd^* 、Q 軸電圧指令 Vq^* を三相の電圧指令 Vu^* 、 Vv^* 、 Vw^* に座標変換し、PWM 回路 6 に出力する。PWM 回路 6 は、運転モード管理部 20 により出力されたゲート指令 Gst 、及び入力された三相の電圧指令 Vu^* 、 Vv^* 、 Vw^* に基づき、インバータ 4 のスイッチング素子をオンオフ制御する。

【 0 0 5 9 】

次に、磁化を必要とする場合について説明する。図 6 は、磁化を行う際の可変磁束モータドライブシステムの各部の状態を示すタイムチャート図である。時刻 t_0 までは、上述した磁化を必要としない場合の動作と同じである。

【 0 0 6 0 】

時刻 t_0 において、運転モード管理部 20 は、運転モードが変化した等の事情により磁化が必要であると判断し、「磁化要求」フラグを立てる。すなわち、運転モード管理部 20 は、H (ハイ) 状態の磁化要求フラグとして磁化モード管理部 22 に出力する。その際、運転モード管理部 20 は、H (ハイ) 状態の「磁化要求」フラグを出力するのは一瞬でよく、その後は、「磁化要求」フラグを L (ロー) 状態に戻して出力する。

【 0 0 6 1 】

磁化モード管理部 22 は、磁化要求フラグが入力されると、「磁化モード」フラグを立てるとともに、電圧指令演算部 10 に H (ハイ) 状態の磁化モードフラグを出力する。なお、この磁化モードフラグは、磁化の完了する時刻 t_2 まで H (ハイ) の状態を維持する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 2 】

回転数指令演算部 1 2 と回転数制御器 1 4 とは、磁化を必要としない場合と同様の動作を行うので、重複した説明を省略する。

【 0 0 6 3 】

また、磁化モード管理部 2 2 は、磁化要求フラグが入力されると、「磁化電流 UP」フラグを立てるとともに、磁化電流指令演算部 3 3 に H (ハイ) 状態の磁化電流 UP フラグを出力する。

【 0 0 6 4 】

磁束指令演算部 3 1 は、運転モード管理部 2 0 により選択された運転モードに基づき、可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 * を生成する。ここで、磁化を必要とする運転モードが選択されているため、磁束指令演算部 3 1 は、時刻 t_0 において磁束指令 * の値を増加させる。

10

【 0 0 6 5 】

磁化電流指令演算部 3 3 は、回転数制御器 1 4 により出力されたトルク指令 T_m^* と磁束指令演算部 3 1 により出力された磁束指令 * とに基づき、必要な磁化電流を計算し、磁化電流指令 $I_d M$, $I_q M$ を生成する。また、磁化電流指令演算部 3 3 は、今回の磁束指令 * と可変磁石の磁化特性とに基づき、磁化電流目標値 $I_d M^*$ を算出して磁化モード管理部 2 2 に出力する。

【 0 0 6 6 】

ここで、磁化電流指令演算部 3 3 は、H (ハイ) 状態の磁化電流 UP フラグが入力されているため、時刻 t_0 から時刻 t_1 までの間において、磁化電流すなわち D 軸の磁化電流指令 $I_d M$ を、その時刻における D 軸電流 I_d の値から磁化電流目標値 $I_d M^*$ に向けて漸増させる。なお、磁石磁束 Φ は、時刻 $t_0 - t_1$ 間において、D 軸電流増加に基づく磁化により増加する。

20

【 0 0 6 7 】

なお、磁化中 (「磁化モード」フラグが立っている間) は、磁化電流 (D 軸電流) を短時間で通常値以上に流すため、トルク変動が生じる。このトルク変動を低減するため、D 軸電流に応じて Q 軸電流を変化させる必要がある。リラクタンストルクが生じるモータでのトルク式は、上述したように (2) 式で表される。磁束量 Φ は、その時点における D 軸電流と予め把握している磁化特性から推定される。したがって、磁化電流指令演算部 3 3 は、推定 Φ と D 軸電流指令とモータ定数である D 軸インダクタンス L_d 及び Q 軸インダクタンス L_q から、トルク変動が無くトルク指令 T_m^* に一致するような磁化電流指令 $I_q M$ を演算する。

30

【 0 0 6 8 】

例えば、時刻 t_0 から時刻 t_1 までの間のように、負突極機で増磁する際には、磁化電流指令演算部 3 3 は、Q 軸電流を増加させるように磁化電流指令 $I_q M$ を演算して生成する。

【 0 0 6 9 】

磁化モード管理部 2 2 により磁化モードのフラグが立っているので、電圧指令演算部 1 0 は、磁化電流指令演算部 3 3 により生成された D 軸磁化電流指令 $I_d M$ と Q 軸磁化電流指令 $I_q M$ とに基づき、当該指令に D 軸電流 I_d 及び Q 軸電流 I_q が一致するように電流が流れるように、D Q 軸電圧指令 V_d^* 、 V_q^* を演算して生成する。

40

【 0 0 7 0 】

なお、電流基準演算部 1 1 は、時刻 t_0 において、回転数制御器 1 4 により出力されたトルク指令 T_m^* と磁束指令演算部 3 1 により出力された磁束指令 * とに基づき、D 軸電流基準 $I_d R$ と Q 軸電流基準 $I_q R$ とを演算する。D 軸電流 I_d と Q 軸電流 I_q とは、磁化が完了した際に (時刻 t_2) 、それぞれ D 軸電流基準 $I_d R$ と Q 軸電流基準 $I_q R$ とに一致するように制御される。

【 0 0 7 1 】

次に、磁化モード管理部 2 2 は、座標変換部 7 により出力された D 軸電流 I_d と磁化電

50

流指令演算部 3 3 により出力された磁化電流目標値 $I_d M^*$ とを監視し、D 軸電流 I_d が磁化電流目標値 $I_d M^*$ に達すると（時刻 t_1 ）、「磁化電流 UP」フラグを L（ロー）に落とすとともに、「磁化電流印加完了」フラグを H（ハイ）状態にする。

【0072】

ここで、磁化電流指令演算部 3 3 は、H（ハイ）状態の磁化電流印加完了フラグが入力されているため、磁化電流すなわち D 軸の磁化電流指令 $I_d M$ を、その時刻（ t_1 ）における D 軸電流 I_d の値から通常運転時の目標である D 軸電流基準 $I_d R$ に向けて漸減させる。また、この間にも、過渡トルクが生じないように、Q 軸電流を適正に流す。

【0073】

次に、磁化モード管理部 2 2 は、座標変換部 7 により出力された D 軸電流 I_d と電流基準演算部 1 1 により出力された D 軸電流基準 $I_d R$ とを監視し、D 軸電流 I_d が D 軸電流基準 $I_d R$ に達すると（時刻 t_2 ）、「磁化モード」フラグを L（ロー）に落とすとともに、「磁化完了」フラグを H（ハイ）状態にする。

10

【0074】

本実施例の可変磁束モータドライブシステムは、以上の動作をもって磁化が完了し、時刻 t_2 以降は通常制御になる。通常制御においては、上述した磁化を必要としない場合と同様であり、電圧指令演算部 1 0 は、電流基準演算部 1 1 により演算された D 軸電流基準 $I_d R$ と Q 軸電流基準 $I_q R$ とに基づき、当該基準に D 軸電流 I_d 及び Q 軸電流 I_q が一致するように電流が流れるように、D Q 軸電圧指令 V_d^* 、 V_q^* を演算して生成する。

【0075】

20

なお、本実施例における可変磁束モータドライブシステムは、時刻 t_1 以降において磁石磁束が増加したため、時刻 t_0 以前に比して時刻 t_2 以降は D 軸電流を増加させ Q 軸電流を減少させてトルクを一定に維持する。

【0076】

その他の作用は、上述した磁化を必要としない場合と同様であり、重複した説明を省略する。

【0077】

上述のとおり、本発明の実施例 1 の形態に係る可変磁束モータドライブシステムによれば、トルクや回転数の異なる複数の運転モードを有する装置に当該可変磁束モータドライブシステムを適用した場合においても、運転モード管理部 2 0 が状況に応じて運転モードを選択するとともに、磁束指令演算部 3 1 が選択された運転モードに基づいて可変磁石の目標とする磁束値を演算するので、各運転モードに最適な磁束値が選択され、システムの高効率化や騒音抑制を図ることができる。

30

【0078】

特に、磁束指令演算部 3 1 は、当該可変磁束モータドライブシステムの効率改善情報、安全性改善情報、及び騒音改善情報のいずれかを有しており、運転モード管理部 2 0 により選択された運転モードに応じて、上記情報に基づき、可変磁石の目標とする磁束値を演算する。すなわち、本実施例における可変磁束モータドライブシステムは、運転モードに応じて最適な磁束値を決定することができる。ここで、「最適」とは、様々な指標があるが、例えばシステムの効率であり、あるいは、一方のモードでは効率を優先して、他方のモードでは騒音抑制を優先するような場合がある。したがって、本システムは、適用する機器に適した「最適性」を向上することができる。

40

【実施例 2】

【0079】

図 7 は、本発明の実施例 2 の可変磁束モータドライブシステムの構成を示すブロック図である。実施例 1 の構成と異なる点は、荷重算出部 1 5 が設けられている点である。また、本実施例における可変磁束モータドライブシステムは、エレベータに適用されている。

【0080】

荷重算出部 1 5 は、エレベータのかご内の積載荷重（乗車荷重）を算出し、磁束指令演算部 3 1 a に出力する。

50

【 0 0 8 1 】

運転モード管理部 2 0 a は、エレベータを加速させる場合の運転モード（加速モード）と、エレベータを減速させる場合の運転モード（減速モード）と、エレベータを定速運転させる場合の運転モード（定速モード）と、エレベータを停止させる場合の運転モード（停止モード）とを有する。

【 0 0 8 2 】

すなわち、本実施例において、運転モード管理部 2 0 a が有する複数の運転モードの少なくとも 1 つは、可変磁束モータ 1 のトルク及び回転数の少なくとも一方に基づく運転モードであるといえる。また、停止モードを有するため、運転モード管理部 2 0 a が有する複数の運転モードの少なくとも 1 つは、インバータ 4 の動作状態又は停止状態に基づく運転モードであるといえる。

10

【 0 0 8 3 】

磁束指令演算部 3 1 a は、運転モードのみならず、さらにエレベータのかご内の積載荷重に応じて可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令を生成する。

【 0 0 8 4 】

回転数指令演算部 1 2 a は、運転モード管理部 2 0 a により選択された運転モードに基づき、可変磁束モータ 1 の目標とする回転数を演算し、演算結果に対応した回転数指令を回転数制御器 1 4、運転モード管理部 2 0 a、及び磁束指令演算部 3 1 a に出力する。

その他の構成は、実施例 1 と同様であり、重複した説明を省略する。

20

【 0 0 8 5 】

次に、上述のように構成された本実施の形態の作用を説明する。図 8 は、本実施例の可変磁束モータドライブシステムを適用したエレベータにおける制御の状態を示すタイムチャート図である。

【 0 0 8 6 】

最初に、停止しているエレベータを他の階に移すため、運転指令 Run * が運転モード管理部 2 0 a に入力される。運転モード管理部 2 0 a は、入力された運転指令 Run * に基づき、複数の運転モードから「加速モード」を選択する。また、運転モード管理部 2 0 a は、H（ハイ）状態のゲート指令 G s t を PWM 回路 6 に出力し、インバータ 4 の動作を開始させる。

30

【 0 0 8 7 】

回転数指令演算部 1 2 a は、運転モード管理部 2 0 a により選択された加速モードに基づき、可変磁束モータ 1 の目標とする回転数を演算し、演算結果に対応した回転数指令を回転数制御器 1 4、運転モード管理部 2 0 a、及び磁束指令演算部 3 1 a に出力する。

【 0 0 8 8 】

回転数制御器 1 4 は、回転数指令演算部 1 2 a により出力された回転数指令と、擬似微分器 8 により出力された回転子回転周波数 R とに基づき、可変磁束モータ 1 が所望のトルクになるように生成されたトルク指令 T m * を出力する。図 8 に示すように、加速域において、可変磁束モータ 1 は、所定のトルクで目標とする回転数に向けて徐々に回転数を上げるように制御される。

40

【 0 0 8 9 】

磁束指令演算部 3 1 a は、運転モード管理部 2 0 a により選択された運転モードと回転数指令演算部 1 2 a により出力された回転数指令と荷重算出部 1 5 により算出された乗車荷重とに基づき、可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 * を生成する。

【 0 0 9 0 】

具体的には、磁束指令演算部 3 1 a は、入力される乗車荷重を必要トルクの決定に用いる。必要トルクが大きい場合には、磁束指令演算部 3 1 a は、必要トルクに応じた大きな磁束値を磁束指令として出力する必要があるからである。なお、必要トルクの決定に際し、磁束指令演算部 3 1 a は、乗車荷重に基づき、運動系の質量及び運動系に作用する外力

50

を算出する。一般的にエレベータは、カウンターウェイトによって所定の乗車荷重で力が不要となるように設計されており、乗車荷重が増減すると、外力が必要となる。したがって、磁束指令演算部 3 1 a は、乗車荷重に基づき、運動系の質量及び運動系に作用する外力を算出して必要トルクを決定するとともに、運転モードと必要トルク（さらに必要に応じて回転数指令）に基づき、最適な磁束指令を出力する。

【0091】

ここで、「最適」とは、様々な場合が考えられるが、例えば運転による損失を最小化してモータ・インバータを含めた最高効率となるような磁束量である場合や、音が静かな磁束量である場合等である。

【0092】

磁束指令演算部 3 1 a は、運転モードと乗車荷重に基づいて磁束指令を決定する方法として、関数を用いてもよいし、テーブルを参照してもよい。なお、磁束指令演算部 3 1 a は、目標階によっては、後述する「定速モード」の回転数が異なる場合もあるため、運転モード、乗車荷重、及び回転数を入力として磁束指令を求めてもよい。また、上述したように、乗車荷重とはトルクを決定する一要素であるため、磁束指令演算部 3 1 a は、運転モード、必要トルク、及び回転数を入力として磁束指令を求めてもよい。

【0093】

なお、磁束指令演算部 3 1 a は、基本的に運転モードが変更されない限り、可変磁石の磁束値を一定に保つように制御する。したがって、磁束指令演算部 3 1 a は、運転モードのモードチェンジ時にのみ磁化（可変磁石の磁束値の変更）を行い、運転モードの変更が完了した後は、その直前のモードチェンジ時に設定された磁束値を保つように磁束指令*を出力する。以降の実施例においても同様である。

【0094】

加速モードにおけるその他の作用は、実施例 1 の磁化を必要としない場合と同様であり、重複した説明を省略する。

【0095】

運転モード管理部 2 0 a は、回転数指令演算部 1 2 a により出力された回転数指令と擬似微分器 8 により出力された回転子回転周波数 R とを監視しており、所定の回転数に達した際（時刻 t_0 ）に、定速モードを選択して出力する。

【0096】

時刻 t_0 において、運転モード管理部 2 0 a は、磁化が必要であると判断し、「磁化要求」フラグを立てる。すなわち、運転モード管理部 2 0 a は、H（ハイ）状態の磁化要求フラグとして磁化モード管理部 2 2 に出力する。

【0097】

時刻 t_0 の磁化時におけるその他の作用は、実施例 1 の磁化を必要とする場合と同様であり、重複した説明を省略する。ただし、時刻 t_0 においては、運転モードが「加速モード」から「定速モード」に変更されるため、大きなトルク値を必要とせず低トルク値でよい。特に、エレベータのかごとカウンターウェイトが釣り合う状態である場合には、定速モードにおけるトルク値は略 0 となる。また低トルクでよいから、当該可変磁束モータドライブシステムは、磁石磁束量に自由度があり、磁束値を低減して鉄損を減らすことができる。

【0098】

したがって、本実施例の時刻 t_0 における磁化時には、磁化電流は減少方向に制御されるので、磁化モード管理部 2 2 は、磁化要求フラグが入力されると、「磁化電流 UP」フラグではなく、「磁化電流 DOWN」フラグを立てる。磁化電流指令演算部 3 3 は、H（ハイ）状態の磁化電流 DOWN フラグが入力されているため、磁化電流すなわち D 軸の磁化電流指令 I_{dM} を、その時刻（ t_0 ）における D 軸電流 I_d の値から磁化電流目標値 I_{dM}^* に向けて漸減させる。

【0099】

本実施例において、可変磁束モータドライブシステムは、時刻 t_0 において瞬間的に磁

10

20

30

40

50

化が終了し磁石磁束を減少させているが、実際には実施例 1 の磁化が必要な場合と同様の動作を経ている。

【0100】

時刻 $t_0 - t_1$ に間において、運転モード管理部 20 a は、定速モードを選択して出力する。したがって、回転数指令演算部 12 a は、加速モードにおいて目標とした可変磁束モータ 1 の回転数を維持するために、対応する回転数指令を回転数制御器 14、運転モード管理部 20 a、及び磁束指令演算部 31 a に出力する。

【0101】

回転数制御器 14 は、回転数指令演算部 12 a により出力された回転数指令と、擬似微分器 8 により出力された回転子回転周波数 R とに基づき、可変磁束モータ 1 が所定の低トルク値（あるいは略 0）を維持するように生成されたトルク指令 T_m^* を出力する。図 8 に示すように、定速域において、可変磁束モータ 1 は、所定の低トルク及び所定の回転数を維持するように制御される。

10

【0102】

磁束指令演算部 31 a は、運転モード管理部 20 a により選択された運転モード（定速モード）と回転数指令演算部 12 a により出力された回転数指令と荷重算出部 15 により算出された乗車荷重とに基づき、可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 $*$ を生成する。

【0103】

具体的には、磁束指令演算部 31 a は、時刻 t_0 の磁化時において低減させた磁束値を保つように磁束指令 $*$ を生成する。

20

【0104】

運転モード管理部 20 a は、エレベータのかごが予め決められた所定距離を移動するか、あるいは定速モードにおいて所定時間が経過した際（時刻 t_1 ）に、減速モードを選択して出力する。

【0105】

時刻 t_1 において、運転モード管理部 20 a は、磁化が必要であると判断し、「磁化要求」フラグを立てる。すなわち、運転モード管理部 20 a は、H（ハイ）状態の磁化要求フラグとして磁化モード管理部 22 に出力する。

【0106】

時刻 t_1 の磁化時におけるその他の作用は、時刻 t_0 の磁化時と同様であり、重複した説明を省略する。ただし、時刻 t_1 においては、運転モードが「定速モード」から「減速モード」に変更されるため、減速させるために所定のトルク値を必要とする。なお、減速させるために必要なトルクは、加速時におけるトルクと力の方向が逆であるが、図 8 におけるトルクは、絶対値を示しているため加速時と減速時でいずれも正の値を示す。

30

【0107】

また、加速モードにおける加速度と減速モードにおける減速度が等しい場合には、両モードにおけるトルクの絶対値は等しいものとなる。ただし、本実施例においては、図 8 に示すように、トルクの絶対値は加速域の方が減速域よりも大きい。例えば、エレベータのかごの乗車荷重がカウンターウェイトよりも重い場合にエレベータを上昇させると、可変磁束モータ 1 のトルク値は、図 8 に示すような値となる。

40

【0108】

減速させるために所定のトルク値を必要とするため、当該可変磁束モータドライブシステムは、時刻 t_1 の磁化時において、磁束値を増加させる。

【0109】

時刻 t_1 以後において、運転モード管理部 20 a は、減速モードを選択して出力する。したがって、回転数指令演算部 12 a は、可変磁束モータ 1 の目標とする回転数を 0 とし、回転数指令を回転数制御器 14、運転モード管理部 20 a、及び磁束指令演算部 31 a に出力する。

【0110】

50

回転数制御器 14 は、回転数指令演算部 12 a により出力された回転数 0 を目標とする回転数指令と、擬似微分器 8 により出力された回転子回転周波数 R とに基づき、可変磁束モータ 1 が減速に必要なトルク値を維持するように生成されたトルク指令 T_m^* を出力する。図 8 に示すように、減速域において、可変磁束モータ 1 は、所定のトルクを維持して回転数を徐々に減少させるように制御される。

【0111】

磁束指令演算部 31 a は、運転モード管理部 20 a により選択された運転モード（減速モード）と回転数指令演算部 12 a により出力された回転数指令と荷重算出部 15 により算出された乗車荷重とに基づき、可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 $*$ を生成する。

10

【0112】

その後、運転モード管理部 20 a は、擬似微分器 8 により出力された回転子回転周波数 R に基づき回転数が 0 になると、停止モードを選択して出力する。可変磁束モータドライブシステムの各部は、停止に必要な処理を行った後、停止する。

【0113】

その他の作用は、実施例 1 と同様であり、重複した説明を省略する。

【0114】

上述のとおり、本発明の実施例 2 の形態に係る可変磁束モータドライブシステムによれば、実施例 1 の効果に加え、エレベータの有する「加速モード」、「減速モード」、「定速モード」、「停止モード」の 4 つのモードに対して、可変磁石の磁束値を適切な値に制御することができる。運転モード管理部 20 a が可変磁束モータ 1 のトルクや回転数、あるいはインバータ 4 の動作状態や停止状態に基づく運転モードを有するので、磁束指令演算部 31 a は、各運転モードに最適な磁束値を決定してシステムの効率化を図ることができる。

20

【0115】

具体的には、定速モードや停止モードの際のようにトルクを必要としない場合においては、磁束指令演算部 31 a は、可変磁石の磁束値を抑えて鉄損を減少させることができる。また、加速モードや減速モードにおいても、磁束指令演算部 31 a は、エレベータのかご内の乗車荷重に基づく必要トルクを考慮に入れ、磁束値に自由度がある場合には適切な磁束値に設定するので、損失を抑えてシステムの効率化を図ることができる。

30

【実施例 3】

【0116】

図 9 は、本発明の実施例 3 の可変磁束モータドライブシステムの構成を示すブロック図である。実施例 2 の構成と異なる点は、荷重算出部 15 の代わりに洗濯量算出部 16 が設けられている点である。また、本実施例における可変磁束モータドライブシステムは、洗濯機に適用されている。

【0117】

洗濯量算出部 16 は、洗濯機内の洗濯量（重量）を算出し、磁束指令演算部 31 b に出力する。

【0118】

運転モード管理部 20 b は、洗濯機により洗濯物を洗う場合の運転モード（洗いモード）と、洗濯機によりすすぎを行う場合の運転モード（すすぎモード）と、洗濯機により脱水を行う場合の運転モード（脱水モード）と、洗濯機により乾燥を行う場合の運転モード（乾燥モード）とを有する。

40

【0119】

磁束指令演算部 31 b は、運転モードのみならず、さらに洗濯機内に収容されている洗濯物の量（重量）に応じて可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令を生成する。

【0120】

回転数指令演算部 12 b は、運転モード管理部 20 b により選択された運転モードに基

50

づき、可変磁束モータ 1 の目標とする回転数を演算し、演算結果に対応した回転数指令を回転数制御器 1 4、運転モード管理部 2 0 b、及び磁束指令演算部 3 1 b に出力する。

【 0 1 2 1 】

その他の構成は、実施例 2 と同様であり、重複した説明を省略する。

【 0 1 2 2 】

次に、上述のように構成された本実施の形態の作用を説明する。図 1 0 は、本実施例の可変磁束モータドライブシステムを適用した洗濯機における制御の状態を示すタイムチャート図である。

【 0 1 2 3 】

最初に、洗濯機内に収容されている洗濯物を洗うため、運転指令 R_{un}^* が運転モード管理部 2 0 b に入力される。運転モード管理部 2 0 b は、入力された運転指令 R_{un}^* に基づき、複数の運転モードから「洗いモード」を選択する。また、運転モード管理部 2 0 b は、H (ハイ) 状態のゲート指令 G_{st} を PWM 回路 6 に出力し、インバータ 4 の動作を開始させる。

【 0 1 2 4 】

回転数指令演算部 1 2 b は、運転モード管理部 2 0 b により選択された洗いモードに基づき、可変磁束モータ 1 の目標とする回転数を演算し、演算結果に対応した回転数指令を回転数制御器 1 4、運転モード管理部 2 0 b、及び磁束指令演算部 3 1 b に出力する。

【 0 1 2 5 】

回転数制御器 1 4 は、回転数指令演算部 1 2 b により出力された回転数指令と、擬似微分器 8 により出力された回転子回転周波数 R とに基づき、可変磁束モータ 1 が所望のトルクになるように生成されたトルク指令 T_m^* を出力する。

【 0 1 2 6 】

磁束指令演算部 3 1 b は、運転モード管理部 2 0 b により選択された運転モードと回転数指令演算部 1 2 b により出力された回転数指令と洗濯量算出部 1 6 により算出された洗濯量とに基づき、可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 $*$ を生成する。

【 0 1 2 7 】

具体的には、磁束指令演算部 3 1 b は、入力される洗濯量を必要トルクの決定に用い、運転モード及び洗濯量 (必要であればさらに回転数) に基づき最適な磁束値を決定する。

【 0 1 2 8 】

ここで、「最適」とは、様々な場合が考えられるが、例えば運転による損失を最小化してモータ・インバータを含めた最高効率となるような磁束量である場合や、音が静かな磁束量である場合等である。

【 0 1 2 9 】

また、実施例 2 と同様に、洗濯量とはトルクを決定する一要素であるため、磁束指令演算部 3 1 b は、運転モード、必要トルク、及び回転数を入力として磁束指令を求めてもよい。磁束指令を求める際に、磁束指令演算部 3 1 b は、運転モードと洗濯量 (又は必要トルク) と回転数とに基づいて磁束指令を決定する方法として、関数を用いてもよいし、テーブルを参照してもよい。

【 0 1 3 0 】

洗いモードにおけるその他の作用は、実施例 2 の場合 (例えば定速モード) と同様であり、重複した説明を省略する。

【 0 1 3 1 】

運転モード管理部 2 0 b は、予め決められた所定時間を経過した際 (時刻 t_0) に、すすぎモードを選択して出力する。なお、時刻 t_0 から時刻 t_1 までの間において、洗いモードからすすぎモードへのモードチェンジが行われる。運転モード管理部 2 0 b は、モードチェンジを行うための「チェンジモード」を運転モードの 1 つとして有していてもよい。

【 0 1 3 2 】

10

20

30

40

50

時刻 $t_0 - t_1$ 間において、運転モード管理部 20b は、磁化が必要であると判断し、「磁化要求」フラグを立てる。すなわち、運転モード管理部 20b は、H (ハイ) 状態の磁化要求フラグとして磁化モード管理部 22 に出力する。

【0133】

また、回転数指令演算部 12b は、磁化部であるインバータ 4 により可変磁石の磁束が変更される際に可変磁束モータ 1 の目標とする回転数を現在の回転数未満の値に設定するか又は停止させる。また、回転数制御器 14 は、磁化部であるインバータ 4 により可変磁石の磁束が変更される際に可変磁束モータ 1 の目標とするトルクを現在のトルク未満の値か又は零近傍に設定するためのトルク指令 T_m^* を生成し出力する。すなわち、モードチェンジ中は、回転数やトルクが減少方向に制御され、その間に当該可変磁束モータドライブシステムは、磁化 (可変磁石の磁束値の増加あるいは減少) を行う。

10

【0134】

モードチェンジ中の磁化時におけるその他の作用は、実施例 1, 2 の磁化時と同様であり、重複した説明を省略する。

【0135】

その後、運転モード管理部 20b は、予め計画された時間等を考慮して、順次運転モードを「すすぎモード」、「脱水モード」、「乾燥モード」に移行する。また、運転モードを変更する際のモードチェンジ中には、当該可変磁束モータドライブシステムは、上述した洗いモードからすすぎモードへのモードチェンジ時と同様に、回転数やトルクを落とし、その間に磁化を行う。

20

【0136】

図 10 に示すように、各運転モードは、それぞれ自己のモードにおける洗濯物に対する作用に応じて、異なる回転数やトルクを有する。したがって、磁束指令演算部 31b は、モードチェンジ中の磁化時において、運転モード管理部 20b により選択された運転モードと回転数指令演算部 12b により出力された回転数指令と洗濯量算出部 16 により算出された洗濯量とに基づき、次の運転モードに最適な磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 $*$ を生成する。

【0137】

その他の作用は、実施例 2 と同様であり、重複した説明を省略する。

【0138】

上述のとおり、本発明の実施例 3 の形態に係る可変磁束モータドライブシステムによれば、実施例 1 及び実施例 2 の効果に加え、洗濯機の有する「洗いモード」、「すすぎモード」、「脱水モード」、「乾燥モード」の 4 つのモードに対して、可変磁石の磁束値を適切な値に制御することができる。

30

【0139】

また、磁化時には、過大な磁化電流を流すため、磁化部であるインバータ 4 は、定常電圧よりも大きな電圧を必要とする。したがって、回転数が高い場合には、出力電圧に余裕が無い場合、インバータ 4 は、磁化を行うための磁化電流を流すことが困難である。そこで、本実施例の可変磁束モータドライブシステムは、モードチェンジの際に回転数を下げ、電圧余裕がある状態にした後に磁化を行うので、インバータ 4 の耐圧を上げることやインバータ 4 に入力する電圧を上げる必要もなく、低コストで実現できる。

40

【0140】

さらに、トルクが 0 (あるいは零近傍) のときに磁化を行うので、トルクショックを小さくすることができる。本実施例においては、当該可変磁束モータドライブシステムは、モードチェンジの間にトルク 0 となる回転数 0 の状態にするので、磁化する際のトルクショックを抑制することができる。

【0141】

また、トルクショックを抑えることにより、装置や部品にかかるストレスを軽減して寿命や信頼性が向上するとともに、騒音を抑えることもできる。

【実施例 4】

50

【 0 1 4 2 】

図 1 1 は、本発明の実施例 4 の可変磁束モータドライブシステムの構成を示すブロック図である。実施例 3 の構成と異なる点は、洗濯量算出部 1 6 の代わりに温度測定部 1 7 が設けられている点である。また、本実施例における可変磁束モータドライブシステムは、空調機に適用されている。

【 0 1 4 3 】

温度測定部 1 7 は、外気温度を測定し、磁束指令演算部 3 1 c に出力する。

【 0 1 4 4 】

運転モード管理部 2 0 c は、空調機が急速冷暖房を行う場合の加速運転の運転モード（加速モード）と、空調機が目標温度に達した後に行う定常運転の運転モード（定常モード）と、運転モードの変更を行う場合の運転モード（モードチェンジモード）とを有する。また、運転モード管理部 2 0 c は、空調機の停止時にインバータ 4 や可変磁束モータ 1 を停止するための停止モードを有してもよい。

10

【 0 1 4 5 】

磁束指令演算部 3 1 c は、運転モードのみならず、さらに温度測定部 1 7 により測定された外気温度に応じて可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令を生成する。

【 0 1 4 6 】

回転数指令演算部 1 2 c は、運転モード管理部 2 0 c により選択された運転モードに基づき、可変磁束モータ 1 の目標とする回転数を演算し、演算結果に対応した回転数指令を回転数制御器 1 4、運転モード管理部 2 0 c、及び磁束指令演算部 3 1 c に出力する。

20

その他の構成は、実施例 3 と同様であり、重複した説明を省略する。

【 0 1 4 7 】

次に、上述のように構成された本実施の形態の作用を説明する。図 1 2 は、本実施例の可変磁束モータドライブシステムを適用した空調機における制御の状態を示すタイムチャート図である。

【 0 1 4 8 】

最初に、空調機により設定された温度に調節するため、運転指令 Run * が運転モード管理部 2 0 c に入力される。運転モード管理部 2 0 c は、入力された運転指令 Run * に基づき、複数の運転モードから「加速モード」を選択する。また、運転モード管理部 2 0 c は、H（ハイ）状態のゲート指令 G s t を PWM 回路 6 に出力し、インバータ 4 の動作を開始させる。

30

【 0 1 4 9 】

回転数指令演算部 1 2 c は、運転モード管理部 2 0 c により選択された加速モードに基づき、可変磁束モータ 1 の目標とする回転数を演算し、演算結果に対応した回転数指令を回転数制御器 1 4、運転モード管理部 2 0 c、及び磁束指令演算部 3 1 c に出力する。

【 0 1 5 0 】

回転数制御器 1 4 は、回転数指令演算部 1 2 c により出力された回転数指令と、擬似微分器 8 により出力された回転子回転周波数 R とに基づき、可変磁束モータ 1 が所望のトルクになるように生成されたトルク指令 T m * を出力する。

40

【 0 1 5 1 】

磁束指令演算部 3 1 c は、運転モード管理部 2 0 c により選択された運転モードと回転数指令演算部 1 2 c により出力された回転数指令と温度測定部 1 7 により算出された外気温度とに基づき、可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 * を生成する。

【 0 1 5 2 】

具体的には、磁束指令演算部 3 1 c は、入力される外気温度と加速モードが有する設定温度情報とを必要トルクの決定に用い、運転モード及び外気温度（必要であればさらに回転数）に基づき最適な磁束値を決定する。例えば、運転モード管理部 2 0 c により出力された運転モード（加速モード）が有する設定温度と外気温度の差が大きい場合には、高ト

50

ルクや高回転数が必要となり、磁束指令演算部 3 1 c は、状況に応じて効率が最大化するように磁束値を設定する必要がある。

【 0 1 5 3 】

また、実施例 3 と同様に、外気温度とはトルクを決定する一要素であるため、磁束指令演算部 3 1 c は、運転モード、必要トルク、及び回転数を入力として磁束指令を求めてもよい。

【 0 1 5 4 】

加速モードにおけるその他の作用は、実施例 3 の場合（例えば洗いモード）と同様であり、重複した説明を省略する。

【 0 1 5 5 】

運転モード管理部 2 0 c は、運転指令 Run * により設定された目標温度と実温度（例えば温度測定部 1 7 による外気温度）を比較し、実温度が目標温度に達した場合（時刻 t_0 ）には、複数の運転モードから「モードチェンジモード」を選択して出力し、その後「定常モード」を選択して出力する（時刻 t_2 ）。

【 0 1 5 6 】

回転数指令演算部 1 2 c は、磁化部であるインバータ 4 により可変磁石の磁束が変更される際に可変磁束モータ 1 の目標とする回転数を現在の回転数未満の値に設定するか又は停止させる。また、回転数制御器 1 4 は、磁化部であるインバータ 4 により可変磁石の磁束が変更される際に可変磁束モータ 1 の目標とするトルクを現在のトルク未満の値か又は零近傍に設定するためのトルク指令 T_m^* を生成し出力する。すなわち、モードチェンジモード（時刻 t_0 から時刻 t_2 まで）の間は、回転数やトルクが減少方向に制御され、その間に当該可変磁束モータドライブシステムは、磁化（可変磁石の磁束値の増加あるいは減少）を行う（時刻 t_1 ）。

【 0 1 5 7 】

ここで、図 1 3 は、本実施例の可変磁束モータドライブシステムを適用した空調機における制御の状態を示すタイムチャート図の別例である。図 1 2 の場合と異なるのは、モードチェンジモード（時刻 t_0 から時刻 t_2 まで）の間において、可変磁束モータ 1 の回転数およびトルクが 0 である点である。空調機においては、図 1 3 に示すようにモードチェンジ時に回転を一瞬止める方式は、局所的な冷暖房性能劣化を招くが、むしろ大局的に効く“効率”が向上するので、有効な方式である。磁化に要する時間は、せいぜい 1 秒以内であり、実用上の問題は生じない。

【 0 1 5 8 】

なお、時刻 t_0 - t_2 間において、運転モード管理部 2 0 c は、磁化が必要であると判断し、「磁化要求」フラグを立てる。すなわち、運転モード管理部 2 0 c は、H（ハイ）状態の磁化要求フラグとして磁化モード管理部 2 2 に出力する。

【 0 1 5 9 】

モードチェンジ中の磁化時（時刻 t_1 ）におけるその他の作用は、実施例 1 乃至 3 の磁化時と同様であり、重複した説明を省略する。

【 0 1 6 0 】

定常モードが選択されている間は、空調機は、設定温度に気温を保つための運転を行う。したがって、通常は軽負荷であり、回転数指令演算部 1 2 c は、可変磁束モータ 1 の回転数を所定の値（加速モードよりも低い値）に保つ。

【 0 1 6 1 】

その後、運転モード管理部 2 0 c は、外気温度の変化や外部入力による設定温度の変更等に基づき、運転モードを「加速モード」と「定常モード」との間で変更する。また、運転モードを変更する際には「モードチェンジモード」が選択され、当該可変磁束モータドライブシステムは、回転数やトルクを落とし、その間に磁化を行う。

【 0 1 6 2 】

磁束指令演算部 3 1 c は、モードチェンジ中の磁化時において、運転モード管理部 2 0 c により次に選択される運転モード（現在のモードチェンジモードの次に選択される予定

10

20

30

40

50

の運転モード)と回転数指令演算部12cにより出力された回転数指令と温度測定部17により算出された外気温度とに基づき、次の運転モードに最適な磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令*を生成する。

【0163】

その他の作用は、実施例3と同様であり、重複した説明を省略する。

【0164】

上述のとおり、本発明の実施例4の形態に係る可変磁束モータドライブシステムによれば、実施例1乃至実施例3の効果に加え、空調機の有する「加速モード」及び「定常モード」の運転モードに対して、可変磁石の磁束値を適切な値に「モードチェンジモード」時に制御することができる。

10

【0165】

また、磁化時には、過大な磁化電流を流すため、磁化部であるインバータ4は、定常電圧よりも大きな電圧を必要とする。したがって、回転数が高い場合には、出力電圧に余裕が無い場合、インバータ4は、磁化を行うための磁化電流を流すことが困難である。そこで、本実施例の可変磁束モータドライブシステムは、モードチェンジの際に回転数を下げて、磁石磁束による誘起電圧を下げて、電圧余裕がある状態にした後に磁化を行うので、インバータ4の耐圧を上げることやインバータ4に入力する電圧を上げる必要もなく、低コストで実現できる。

【0166】

さらに、トルクが0(あるいは零近傍)のときに磁化を行うので、トルクショックを小さくすることができる。磁化によるトルクショックは、トルク電流が零である方が低減できる。(2)式より、 I_q が零でない場合には、リラクタンストルクは、 I_d を増減したときに大きく変動する。これがトルクショックとなるからである。

20

【0167】

本実施例においては、当該可変磁束モータドライブシステムは、モードチェンジの間にトルク0となる回転数0の状態にするので、磁化する際のトルクショックを抑制することができる。

【0168】

また、トルクショックを抑えることにより、装置や部品にかかるストレスを軽減して寿命や信頼性が向上するとともに、騒音を抑えることもできる。

30

【実施例5】

【0169】

図14は、本発明の実施例5の可変磁束モータドライブシステムの構成を示すブロック図である。実施例4の構成と異なる点は、温度測定部17の代わりに応荷重算出部19が設けられている点と、さらにトルク指令演算部23及び切替器25が設けられている点である。また、本実施例における可変磁束モータドライブシステムは、電車で適用されている。

【0170】

応荷重算出部19は、電車の車両に対する応荷重(乗車人員の荷重)を算出し、磁束指令演算部31d及びトルク指令演算部23に出力する。

40

【0171】

トルク指令演算部23は、運転モード管理部20dにより選択された運転モードに基づき可変磁束モータ1の目標とするトルクを演算する。また、トルク指令演算部23は、磁化部であるインバータ4により可変磁石の磁束が変更される際に可変磁束モータ1の目標とするトルクを現在のトルク未満の値か又は零近傍に設定するものでもよい。

【0172】

また、切替器25は、運転モード管理部20dにより選択され出力された運転モードに応じて、トルク指令演算部23又は回転数制御器14のいずれかにより出力されたトルク指令 T_m^* を選択して、電流基準演算部11及び磁化電流指令演算部33に出力する。

【0173】

50

運転モード管理部 20 d は、鉄道車両（電車）を加速させる場合の運転モード（加速モード）と、鉄道車両を減速させる場合の運転モード（減速モード）と、鉄道車両を定速運転させる場合の運転モード（定速モード）と、鉄道車両を惰性走行させる場合の運転モード（惰行モード）と、鉄道車両を停止させる場合の運転モード（停止モード）とを有する。

【0174】

磁束指令演算部 31 d は、運転モードのみならず、応荷重算出部 19 により算出された応荷重（鉄道車両内の積載荷重）に応じて可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令を生成する。

【0175】

擬似微分器 8 は、回転角度センサ 18 により検出された角度を微分して得た回転子回転周波数 R を回転数制御器 14、トルク指令演算部 23、磁束指令演算部 31 d、電圧指令演算部 10、及び運転モード管理部 20 d に出力する。

【0176】

その他の構成は、実施例 4 と同様であり、重複した説明を省略する。

【0177】

次に、上述のように構成された本実施の形態の作用を説明する。図 15 は、本実施例の可変磁束モータドライブシステムを適用した電車における制御の状態を示すタイムチャート図である。

【0178】

最初に、時刻 t_0 において鉄道車両を加速させるため、運転士の操作に基づくノッチ（運転指令）が運転モード管理部 20 d に入力される。時刻 t_0 において実施例 1 と同様の磁化が瞬間的に行われた後、運転モード管理部 20 d は、入力されたノッチに基づき、複数の運転モードから「加速モード」を選択する。

【0179】

なお、本実施例においても今までの実施例と同様に、運転モードのモードチェンジ時において磁化が行われるが、磁束指令演算部 31 d は、様々な要素に基づき最適な磁束値を演算する。例えば、最大トルクが必要な場合には、磁束指令演算部 31 d は、最大磁石磁束に対応する磁束指令を出力するほか無いが、小中トルクでよい場合には磁石磁束量に自由度があり、最適な磁束値に制御できる。

【0180】

一般に、磁石磁束を大きくすれば、 Q 軸電流 I_q が小さくなり鉄損が増加する。逆に、磁石磁束を小さくすれば、 Q 軸電流 I_q が増加し、鉄損が減る。さらに、音については、可変磁石の磁束を大きくすると、磁歪音（騒音）が大きくなる。

【0181】

したがって、磁束指令演算部 31 d は、上述したような情報をもとに、予め当該可変磁束モータドライブシステムの効率改善情報、安全性改善情報、及び騒音改善情報の少なくとも 1 つを有しており、選択された運転モードに対する最適な磁束値を演算する際に利用する。

【0182】

また、運転モード管理部 20 d は、 H （ハイ）状態のゲート指令 G_{st} を PWM 回路 6 に出力し、インバータ 4 の動作を開始させる。さらに、切替器 25 は、「加速モード」が選択されたことにより、トルク指令演算部 23 により出力されたトルク指令 T_m^* を選択して電流基準演算部 11 及び磁化電流指令演算部 33 に出力する。

【0183】

運転モード管理部 20 d に入力されるノッチには、力行ノッチとブレーキノッチとが存在する。運転モード管理部 20 d は、力行ノッチに応じて「加速モード」を選択し、ブレーキノッチに応じて「減速モード」を選択する。車種によるが、ノッチの段数として、力行 4 段、ブレーキ 7 段等がある。

【0184】

10

20

30

40

50

ノッチは、回転数と応荷重に依存したトルクパターンを規定するものである。ただし、ノッチは、トルク指令というよりは加速度指令に相当するものである。

【0185】

トルク指令演算部23は、運転モード管理部20dにより選択された加速モードに基づき、可変磁束モータ1の目標とするトルクを演算し、演算結果に対応したトルク指令 T_m^* を切替器25に出力する。具体的には、トルク指令演算部23は、ノッチ・回転数・応荷重に応じて、トルク指令 T_m^* を生成する。すなわち、トルク指令演算部23は、ノッチに相当する加速度が得られるように、応荷重によってトルク指令 T_m^* を増減させる。

【0186】

図15に示すように、加速域において、可変磁束モータ1は、所定のトルクで徐々に回転数を上げるように制御される。

【0187】

磁束指令演算部31dは、運転モード管理部20dにより選択された運転モードと擬似微分器8により出力された回転子回転周波数 R と応荷重算出部19により算出された応荷重とに基づき、可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 $*$ を生成する。

【0188】

加速モードにおけるその他の作用は、例えば実施例2の加速モードと同様であり、重複した説明を省略する。

【0189】

運転モード管理部20dは、定速指令が入力されると(時刻 t_1)、複数の運転モードから「定速モード」を選択して出力する。

【0190】

定速モードにおいては、可変磁束モータ1は大きなトルクを必要としないが、回転数を維持する必要がある。そのため、トルク指令演算部23の代わりに回転数制御器14がトルク指令 T_m^* を出力する。すなわち、定速モードにおいては、回転数指令演算部12dと回転数制御器14が有効になる。

【0191】

したがって、切替器25は、「定速モード」が選択されたことにより、回転数制御器14により出力されたトルク指令 T_m^* を選択して電流基準演算部11及び磁化電流指令演算部33に出力する。

【0192】

また、磁束指令演算部31dは、時刻 t_1 において瞬間的に最適な磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 $*$ を生成することで磁化を行う。

【0193】

回転数指令演算部12dは、運転モード管理部20dにより選択された定速モードに基づき、可変磁束モータ1の目標とする回転数を演算し、演算結果に対応した回転数指令を回転数制御器14に出力する。

【0194】

回転数制御器14は、回転数指令演算部12dにより出力された回転数指令と、擬似微分器8により出力された回転子回転周波数 R とに基づき、可変磁束モータ1が目標回転数(速度)に一致するように生成されたトルク指令 T_m^* を切替器25に出力する。

【0195】

磁束指令演算部31dは、運転モード管理部20dにより選択された定速モードと応荷重算出部19により算出された応荷重と(必要であれば回転数と)に基づき可変磁石の目標とする磁束値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 $*$ を生成する。

【0196】

定速モードにおけるその他の作用は、他の実施例と同様であり、重複した説明を省略する。

【0197】

10

20

30

40

50

運転モード管理部 20 d は、ノッチ及び定速指令のいずれもがオフ（入力されない）の場合、複数の運転モードから「惰行モード」を選択して出力する（時刻 t_2 ）。この惰行モードは、電車の速度がある状態で、可変磁束モータ 1 の零トルク状態をつくり、惰性で走行するモードである。

【0198】

惰行モードにおいて、インバータ 4 を停止し且つ可変磁石が磁束を有する場合には、モータ端子に誘起電圧が発生する。ここで、当該可変磁束モータドライブシステムが惰行モードの場合でも、他のモータの駆動や勾配によって、車両の速度は、維持・増加する可能性がある。このような場合にインバータ 4 が停止していると、磁束値の制御を行うことができず、モータ端子間の誘起電圧は大きくなる。この誘起電圧の線間ピーク値がインバータ 4 直流電圧値以上になると、可変磁束モータ 1 に対してブレーキ力が生じて好ましくない。

10

【0199】

さらに、増大した誘起電圧は、インバータ 4 に耐圧以上の過電圧を印加して破壊する可能性もある。

【0200】

したがって、磁束指令演算部 31 d は、時刻 t_2 において瞬間的に小さな磁束量（あるいは零）に制御する旨の磁束指令 * を生成することで磁化を行う。本実施例において、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの惰行中は、例えばインバータ 4 を停止させることにより磁石磁束の値が零に保たれているので、上述した誘起電圧に起因する問題点を解決することができる。

20

【0201】

なお、惰行モードにおいてインバータ 4 を停止させる場合は、トルクが零で回転数の制御もされていないため、回転数制御器 14 あるいはトルク指令演算部 23 によるトルク指令 T_m^* の出力は不要である。

【0202】

また、惰行モードにおいてインバータ 4 動作継続させる場合には、トルク指令演算部 23 は、トルクを零に制御するためのトルク指令 T_m^* を出力する。

【0203】

惰行モードにおけるその他の作用は、他の実施例と同様であり、重複した説明を省略する。

30

【0204】

時刻 t_3 において鉄道車両を減速させるため、運転士の操作に基づくブレーキノッチ（運転指令）が運転モード管理部 20 d に入力される。時刻 t_3 において減速時に最適な磁束値への磁化が瞬間的に行われた後、運転モード管理部 20 d は、入力されたノッチに基づき、複数の運転モードから「減速モード」を選択する。

【0205】

切替器 25 は、「減速モード」が選択されたことにより、トルク指令演算部 23 により出力されたトルク指令 T_m^* を選択して電流基準演算部 11 及び磁化電流指令演算部 33 に出力する。

40

【0206】

トルク指令演算部 23 は、運転モード管理部 20 d により選択された減速モードに基づき、可変磁束モータ 1 の目標とするトルクを演算し、演算結果に対応したトルク指令 T_m^* を切替器 25 に出力する。具体的には、トルク指令演算部 23 は、ノッチ・回転数・応荷重に応じて、トルク指令 T_m^* を生成する。すなわち、トルク指令演算部 23 は、ノッチに相当する減速度が得られるように、応荷重によってトルク指令 T_m^* を増減させる。

【0207】

図 15 に示すように、加速域において、可変磁束モータ 1 は、所定のトルクで徐々に回転数を下げるように制御される。

【0208】

50

減速モードにおけるその他の作用は、例えば実施例 2 の減速モードと同様であり、重複した説明を省略する。

【0209】

その後、回転数が零になる時刻 t_4 において、磁束指令演算部 31d により磁石磁束が零又は十分小さな値に磁化された後、運転モード管理部 20d は、複数の運転モードから「停止モード」を選択する。可変磁束モータドライブシステムの各部は、停止に必要な処理を行った後、停止する。

【0210】

停止中にインバータ 4 が故障して起動できない場合、他のドライブ装置が健在であれば、電車は加速し得る。このとき、可変磁束モータ 1 の可変磁石が磁束値を有すると、誘起電圧が発生する。したがって、上述した惰行モードの場合と同様に、ブレーキ力やインバータ 4 破壊といった問題が生じる可能性があり、さらにインバータ 4 が仮に短絡している場合には、短絡電流が流れ続け、モータ・インバータが焼損する。停止モードにモードチェンジする際（時刻 t_4 ）に磁石磁束値を下げるのは、上述した問題を回避して安全性を確保するためである。

10

【0211】

なお、再び加速させる際には、磁束指令演算部 31d は、加速モードになる直前に再度磁化して磁束を立ち上げる旨の磁束指令 * を出力する。

【0212】

その他の作用は、実施例 1 乃至 4 と同様であり、重複した説明を省略する。

20

【0213】

図 16 は、本実施例の可変磁束モータドライブシステムを適用した電車における制御の状態を示すタイムチャート図の別例である。図 15 の場合と異なるのは、惰行モード（時刻 t_2 から時刻 t_3 まで）の間において、磁石磁束値が零とならずに前後の定速モード及び減速モードを通じて一定である点と、停止モード時（時刻 t_4 以降）においても磁石磁束を零とせず小さな値を維持する点である。

【0214】

この場合には、時刻 t_2 及び時刻 t_3 は磁化を行うタイミングであるが、実際には、磁化を行う必要が無い。磁束指令演算部 31d は、定速モードにモードチェンジする際（時刻 t_1 ）に、磁石磁束を低い値に磁化すればよい。

30

【0215】

図 16 は、回転数センサレス制御を適用した可変磁束モータドライブシステムを想定した図となる。通常の変速磁束モータ 1 は、発生トルクを精度良く制御するために、電動機端に回転角度センサ 18 のような速度センサを備えているが、センサとインターフェース回路のコスト、電動機取り付けスペース、部品点数削減による信頼性、及び配線・機装工数等の観点から回転数センサレス制御が行われる場合がある。

【0216】

回転数センサレス制御は、回転数に比例した誘起電圧に基づき回転数及び回転角度を推定する。したがって、再起動の際にも、回転数センサレス制御を適用した可変磁束モータドライブシステムは、誘起電圧に基づき初期位相を決定する。しかしながら、図 15 に示すように惰行モードあるいは停止モードにおいて磁石磁束を零にしてしまうと、可変磁束モータ 1 は、誘起電圧が発生せず再起動する際の安全面からも好ましくない。

40

【0217】

そこで、回転数センサレス制御を適用した可変磁束モータドライブシステムは、図 16 に示すように惰行モードあるいは停止モードにおいても、磁石磁束を零とせず小さな磁束値を保つことにより安全性に資する。

【0218】

また、上述したように、惰行モードでインバータ 4 を停止しない場合も考えられる。特に、回転数センサレス制御を適用した可変磁束モータドライブシステムは、惰行中にもインバータ 4 を停止しない場合がある。したがって、当該可変磁束モータドライブシステム

50

は、誘起電圧の情報から磁石磁束方向を推測するので、惰行中も零磁束とせず小さな磁束値を保つ。

【0219】

上述のとおり、本発明の実施例5の形態に係る可変磁束モータドライブシステムによれば、実施例1乃至実施例4の効果に加え、電車（鉄道車両）の有する「加速モード」、「定速モード」、「惰行モード」、「減速モード」、及び「停止モード」の各運転モードに対して、可変磁石の磁束値を適切な値に運転モード変更時に制御することができる。

【0220】

また、トルクを不要とする惰行モードや停止モードにおいて磁束値を零あるいは小さな値とするため、誘起電圧に起因するブレーキ力の発生やインバータ4に対する過電圧印加を防止することができるとともに、鉄損を低減し、安全面及び効率面の両方に効果がある。

10

【実施例6】

【0221】

図17は、本発明の実施例6の可変磁束モータドライブシステムの構成を示すブロック図である。実施例5の構成と異なる点は、応荷重算出部19が無い点と、トルク指令演算部23と運転モード管理部20eとの間にノッチ換算部27が設けられている点である。また、本実施例における可変磁束モータドライブシステムは、電気自動車又はハイブリッド自動車に適用されている。

【0222】

トルク指令演算部23は、電気自動車又はハイブリッド自動車に対するアクセル踏込量又はブレーキ踏込量に基づき可変磁束モータ1の目標とするトルクを演算する。

20

【0223】

ノッチ換算部27は、トルク指令演算部23により出力されたトルク指令 T_m^* に基づき、トルクを段階的にレベル分けして、対応するノッチに換算するとともに、運転モード管理部20eにノッチを出力する。本実施例にいうノッチとは、実施例5で説明した電車のノッチのように、離散化した状態量を指す。

【0224】

本実施例においては、アクセルを踏み込む際において、100%トルクから75%トルクまでをP4、75%トルクから50%トルクまでをP3、50%トルクから25%トルクまでをP2、25%トルクから0%トルクまでをP1の4段階の力行ノッチとする。

30

【0225】

また、ブレーキを踏み込む際において、0%トルクから-25%トルクまでをB1、-25%トルクから-50%トルクまでをB2、-50%トルクから-75%トルクまでをB3、-75%トルクから-100%トルクまでをB4の4段階のブレーキノッチとする。

【0226】

また、切替器25は、運転モード管理部20eにより選択され出力された運転モードに応じて、トルク指令演算部23又は回転数制御器14のいずれかにより出力されたトルク指令 T_m^* を選択して、電流基準演算部11及び磁化電流指令演算部33に出力する。

40

【0227】

運転モード管理部20eは、電気自動車又はハイブリッド自動車を加速させる場合の運転モード（加速モード）と、電気自動車又はハイブリッド自動車を減速させる場合の運転モード（減速モード）と、電気自動車又はハイブリッド自動車を定速運転させる場合の運転モード（定速モード）と、電気自動車又はハイブリッド自動車を停止させる場合の運転モード（停止モード）とを有する。

【0228】

さらに、運転モード管理部20eは、電気自動車又はハイブリッド自動車を惰性走行させる場合の運転モード（惰行モード）を有してもよい。また、運転モード管理部20eは、加速モードの中にも各ノッチに対応した「P4モード」、「P3モード」、「P2モー

50

ド」、「P1モード」を有し、減速モードの中にも各ノッチに対応した「B1モード」、「B2モード」、「B3モード」、「B4モード」を有する。

【0229】

運転モード管理部20eは、トルク指令演算部23により演算されたトルクに応じた運転モードを選択する。

【0230】

その他の構成は、実施例5と同様であり、重複した説明を省略する。

【0231】

次に、上述のように構成された本実施の形態の作用を説明する。図18は、本実施例の可変磁束モータドライブシステムを適用した電気自動車又はハイブリッド自動車における制御の状態を示すタイムチャート図である。

10

【0232】

最初に、運転者は電気自動車又はハイブリッド自動車を加速させるため、アクセルを踏み込む。ここで、運転者の踏込量が80%トルクに対応するものであるとすると、トルク指令演算部23は、対応するトルク指令 T_m^* を切替器25及びノッチ換算部27に出力する。

【0233】

ノッチ換算部27は、トルク指令 T_m^* に基づき、80%トルクに対応するノッチP4を運転モード管理部20eに出力する。

【0234】

運転モード管理部20eは、入力されたノッチP4に基づき、複数の運転モードから「P4モード」を選択する。

20

【0235】

また、運転モード管理部20eは、H(ハイ)状態のゲート指令 G_{st} をPWM回路6に出力し、インバータ4の動作を開始させる。さらに、切替器25は、「P4モード」が選択されたことにより、トルク指令演算部23により出力されたトルク指令 T_m^* を選択して電流基準演算部11及び磁化電流指令演算部33に出力する。

【0236】

図18に示すように、P4域において、可変磁束モータ1は、所定のトルクで徐々に回転数を上げるように制御される。

30

【0237】

さらに時刻 t_0 において、運転者の踏込量が60%トルクに対応するものであるとすると、トルク指令演算部23は、対応するトルク指令 T_m^* を切替器25及びノッチ換算部27に出力する。

【0238】

ノッチ換算部27は、トルク指令 T_m^* に基づき、60%トルクに対応するノッチP3を運転モード管理部20eに出力する。

【0239】

運転モード管理部20eは、入力されたノッチP3に基づき、複数の運転モードから「P3モード」を選択する。

40

【0240】

なお、本実施例においても今までの実施例と同様に、磁束指令演算部31eは、運転モードのモードチェンジ時において磁化を行う。基本的に本実施例の可変磁束モータドライブシステムは、実施例5における電車の場合と同様の制御がなされる。

【0241】

図18に示すように、P3域においては、可変磁束モータ1は、P4域のトルクより低い所定のトルクで徐々に回転数を上げるように制御される。

【0242】

磁束指令演算部31eは、運転モード管理部20eにより選択された運転モードと擬似微分器8により出力された回転子回転周波数 R とに基づき、可変磁石の目標とする磁束

50

値を演算して、磁束値に対応した磁束指令 * を生成する。

【 0 2 4 3 】

加速モードにおけるその他の作用は、実施例 5 の加速モードと同様であり、重複した説明を省略する。

【 0 2 4 4 】

運転モード管理部 2 0 e は、定速指令が入力されると（時刻 t_1 ）、複数の運転モードから「定速モード」を選択して出力する。なお、運転モード管理部 2 0 e は、回転数とノッチとに基づき、自己の判断で「定速モード」を選択するとしてもよい。

【 0 2 4 5 】

定速モードにおいては、可変磁束モータ 1 は大きなトルクを必要としないが、回転数を維持する必要がある。そのため、トルク指令演算部 2 3 の代わりに回転数制御器 1 4 がトルク指令 T_m^* を出力する。すなわち、定速モードにおいては、回転数指令演算部 1 2 e と回転数制御器 1 4 が有効になる。

10

【 0 2 4 6 】

したがって、切替器 2 5 は、「定速モード」が選択されたことにより、回転数制御器 1 4 により出力されたトルク指令 T_m^* を選択して電流基準演算部 1 1 及び磁化電流指令演算部 3 3 に出力する。

【 0 2 4 7 】

なお、回転数制御器 1 4 による回転数制御が行われるのは、定速モードの場合のみならず、自動運転の場合も考えられる。

20

【 0 2 4 8 】

定速モードにおけるその他の作用は、実施例 5 と同様であり、重複した説明を省略する。

【 0 2 4 9 】

運転モード管理部 2 0 e は、ノッチ及び定速指令のいずれもがオフ（入力されない）の場合、複数の運転モードから「惰行モード」を選択して出力する（時刻 t_2 ）。なお、自動車を運転する際にアクセルもブレーキも踏んでいない状態は想定し難いが、例えばハイブリッド自動車に当該可変磁束モータドライブシステムを適用し、且つ自動車の制御がエンジンによる制御に任されている場合に、当該可変磁束モータドライブシステムは惰行モードを選択すると考えられる。

30

【 0 2 5 0 】

惰行モードにおけるその他の作用は、実施例 5 と同様であり、重複した説明を省略する。

【 0 2 5 1 】

時刻 t_3 において運転者は、電気自動車又はハイブリッド自動車を減速させるため、ブレーキを踏み込む。ここで、運転者の踏込量が - 7 0 % トルクに対応するものであるとすると、トルク指令演算部 2 3 は、対応するトルク指令 T_m^* を切替器 2 5 及びノッチ換算部 2 7 に出力する

ノッチ換算部 2 7 は、トルク指令 T_m^* に基づき、- 7 0 % トルクに対応するノッチ B 3 を運転モード管理部 2 0 e に出力する。

40

【 0 2 5 2 】

運転モード管理部 2 0 e は、入力されたノッチ B 3 に基づき、複数の運転モードから「B 3 モード」を選択する。

【 0 2 5 3 】

また、時刻 t_3 において減速時に最適な磁束値への磁化が瞬間的に行われる。切替器 2 5 は、「減速モード」が選択されたことにより、トルク指令演算部 2 3 により出力されたトルク指令 T_m^* を選択して電流基準演算部 1 1 及び磁化電流指令演算部 3 3 に出力する。

【 0 2 5 4 】

図 1 8 に示すように、B 3 域において、可変磁束モータ 1 は、所定のトルクで徐々に回

50

転数を下げようように制御される。

【0255】

B3モード及びB4モードにおけるその他の作用は、実施例5の減速モードと同様であり、重複した説明を省略する。

【0256】

上述のとおり、本発明の実施例6の形態に係る可変磁束モータドライブシステムによれば、実施例1乃至実施例5の効果に加え、電気自動車又はハイブリッド自動車の有する「加速モード」、「定速モード」、「惰行モード」、「減速モード」の各運転モードに対して、可変磁石の磁束値を適切な値に運転モード変更時に制御することができる。

【0257】

また、アクセルやブレーキの踏込量に対応したトルクを段階的にノッチに換算するので、踏込量に応じた運転モードが選択され、当該可変磁束モータドライブシステムは、可変磁石の磁束値を運転モードに基づいて踏込量に応じた最適な磁束値に磁化することができる。

【0258】

また、本発明による可変磁束モータドライブシステムは、クリーナに対しても適用可能である。その場合には、運転モード管理部は、例えばクリーナへの指令である「強モード」と「弱モード」を有するものが考えられる。

【産業上の利用可能性】

【0259】

本発明に係る可変磁束モータドライブシステムは、洗濯機、エレベータ、鉄道車両や電気自動車等の駆動モータを使用する可変磁束モータドライブシステムに利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0260】

【図1】本発明の実施例1の形態の可変磁束モータドライブシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】可変磁束モータの簡易モデル図である。

【図3】本発明の実施例1の形態の可変磁束モータドライブシステムで使用される可変磁束モータの断面図である。

【図4】本発明の実施例1の形態の可変磁束モータドライブシステムで使用される可変磁束モータのBH特性図である。

【図5】種々の材料の永久磁石のBH特性図である。

【図6】本発明の実施例1の形態の可変磁束モータドライブシステムにおいて磁化を行う際の各部の状態を示すタイムチャート図である。

【図7】本発明の実施例2の形態の可変磁束モータドライブシステムの構成を示すブロック図である。

【図8】本発明の実施例2の形態の可変磁束モータドライブシステムを適用したエレベータにおける制御の状態を示すタイムチャート図である。

【図9】本発明の実施例3の形態の可変磁束モータドライブシステムの構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の実施例3の形態の可変磁束モータドライブシステムを適用した洗濯機における制御の状態を示すタイムチャート図である。

【図11】本発明の実施例4の形態の可変磁束モータドライブシステムの構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の実施例4の形態の可変磁束モータドライブシステムを適用した空調機における制御の状態を示すタイムチャート図である。

【図13】本発明の実施例4の形態の可変磁束モータドライブシステムを適用した空調機における制御の状態を示すタイムチャート図の別例である。

【図14】本発明の実施例5の形態の可変磁束モータドライブシステムの構成を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図15】本発明の実施例5の形態の可変磁束モータドライブシステムを適用した電車における制御の状態を示すタイムチャート図である。

【図16】本発明の実施例5の形態の可変磁束モータドライブシステムを適用した電車における制御の状態を示すタイムチャート図の別例である。

【図17】本発明の実施例6の形態の可変磁束モータドライブシステムの構成を示すブロック図である。

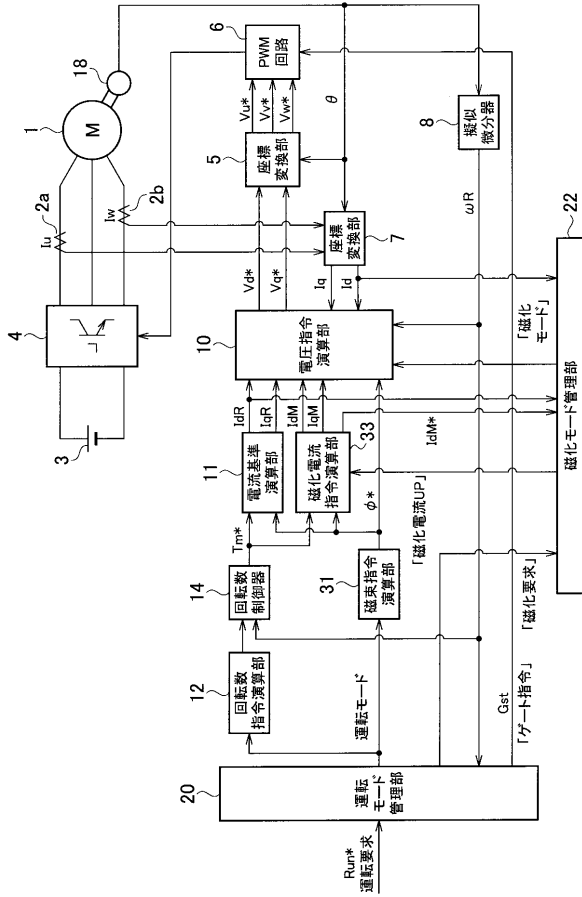
【図18】本発明の実施例6の形態の可変磁束モータドライブシステムを適用した電気自動車又はハイブリッド自動車における制御の状態を示すタイムチャート図である。

【符号の説明】

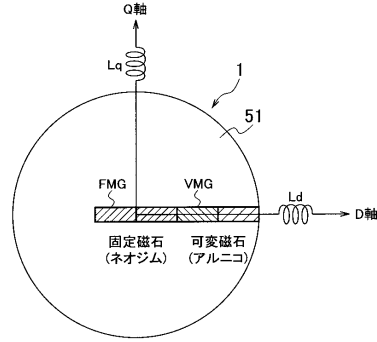
【0261】

1	可変磁束モータ	
2 a , 2 b	電流検出器	
3	直流電源	
4	インバータ	
5	座標変換部	
6	PWM回路	
7	座標変換部	
8	疑似微分器	
10	電圧指令演算部	
11	電流基準演算部	10
12 , 12 a , 12 b , 12 c , 12 d , 12 e	回転数指令演算部	
14	回転数制御器	
15	荷重算出部	
16	洗濯量算出部	
17	温度測定部	
18	回転角度センサ	
19	応荷重算出部	
20 , 20 a , 20 b , 20 c , 20 d , 20 e	運転モード管理部	
22	磁化モード管理部	
23	トルク指令演算部	20
25	切替器	
27	ノッチ換算部	
31 , 31 a , 31 b , 31 c , 31 d , 31 e	磁束指令演算部	
33	磁化電流指令演算部	
51	回転子	
52	回転子鉄心	
53	低保磁力永久磁石	
54	高保磁力永久磁石	
55	鉄心の磁極部	30

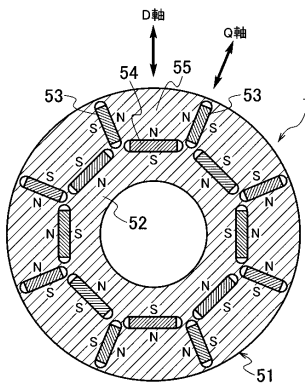
【図1】



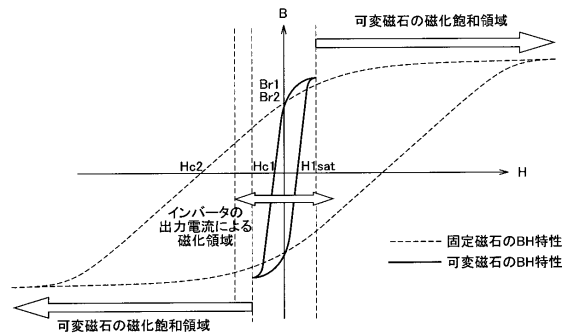
【図2】



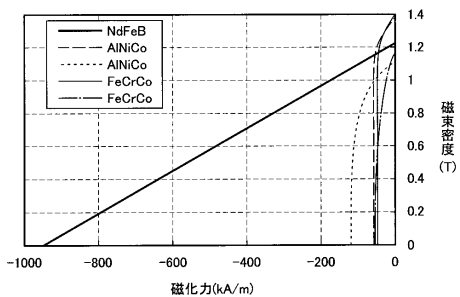
【図3】



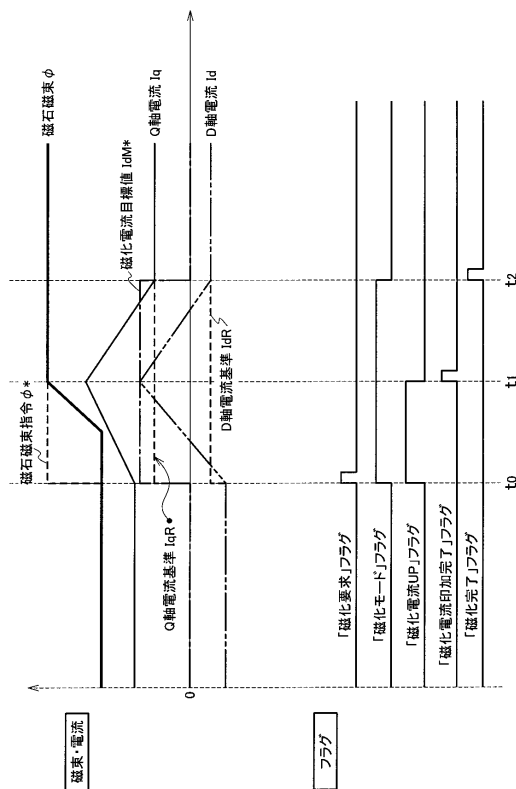
【図4】



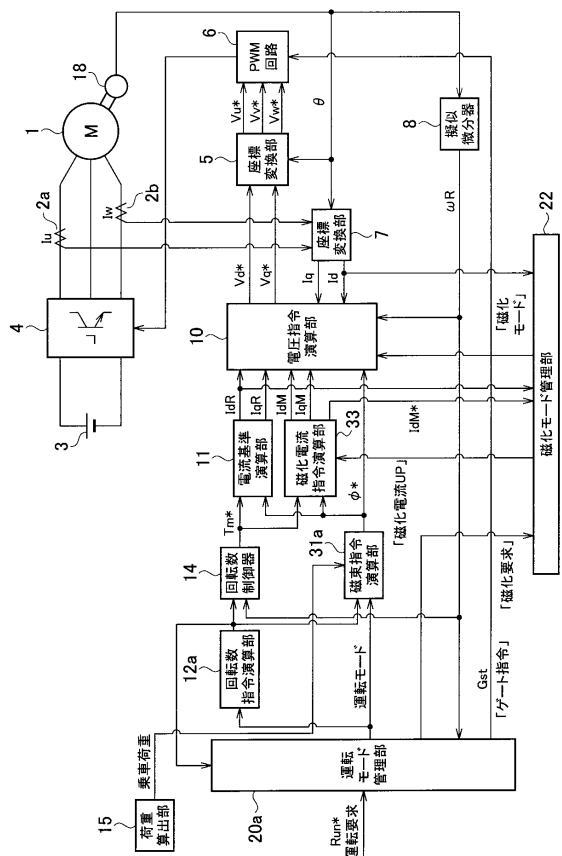
【 図 5 】



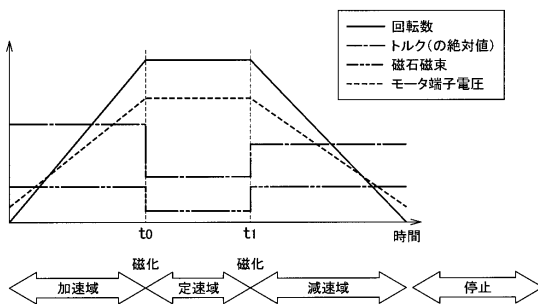
【 図 6 】



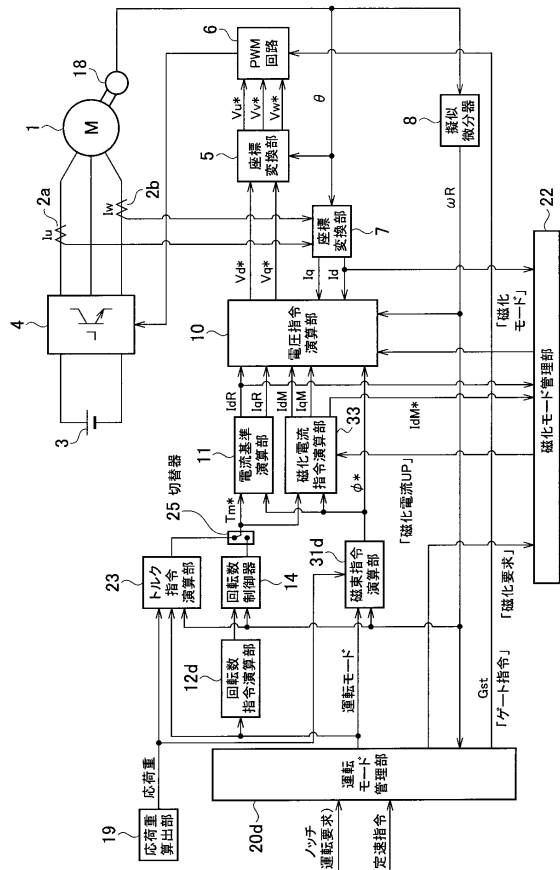
【 図 7 】



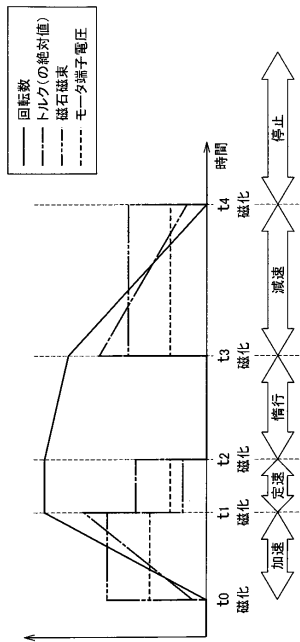
【 図 8 】



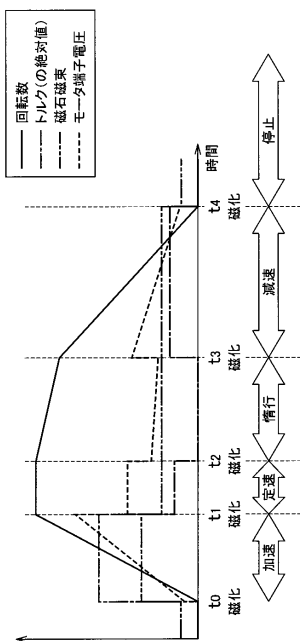
【図 14】



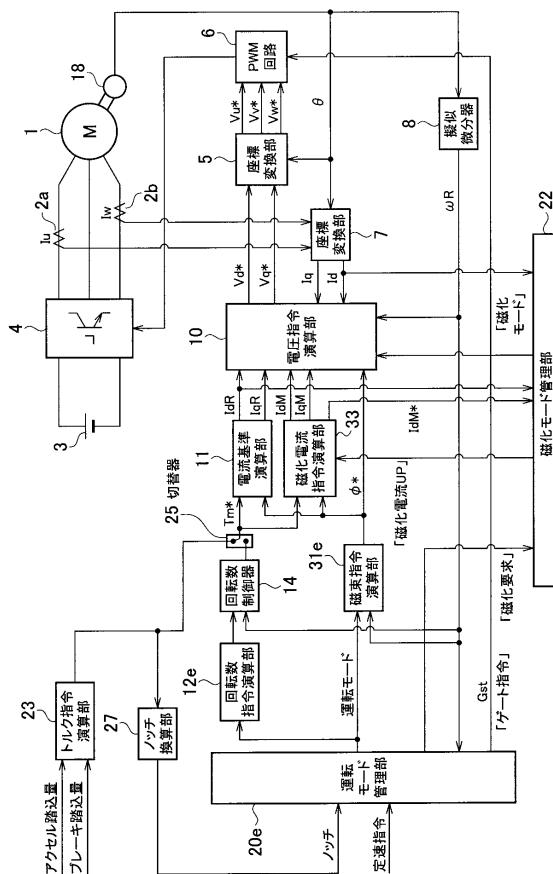
【図 15】



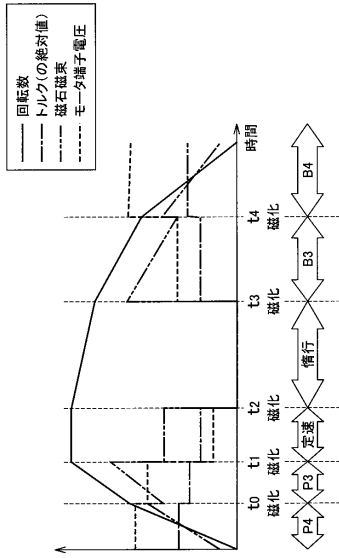
【図 16】



【図 17】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 結城 和明
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 堺 和人
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 餅川 宏
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) 5H505 AA16 AA19 AA30 BB09 EE41 GG07 HB01
5H621 BB00 GA18 HH01
5H622 AA03 CA02 CB05 DD02 DD03