

(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2017-158239

(P2017-158239A)

(43) 公開日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(51) Int.Cl.
H02P 3/18 (2006.01)

F I
H02P 3/18 I O I Z

テーマコード (参考)
5H530

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-37465 (P2016-37465)
(22) 出願日 平成28年2月29日 (2016.2.29)

(71) 出願人 390008235
ファナック株式会社
山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
〇番地
(74) 代理人 100099759
弁理士 青木 篤
(74) 代理人 100092624
弁理士 鶴田 準一
(74) 代理人 100114018
弁理士 南山 知広
(74) 代理人 100165191
弁理士 河合 章
(74) 代理人 100151459
弁理士 中村 健一

最終頁に続く

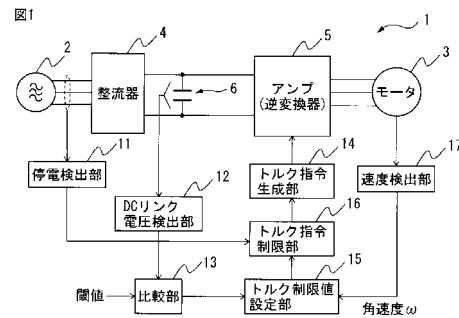
(54) 【発明の名称】 トルク指令制限部を有するモータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】電源停電後の低電圧アラームの発生を回避しながら、モータの停止距離を短くすることができるモータ制御装置を実現する。

【解決手段】工作機械または産業機械におけるモータ3を制御するモータ制御装置1は、モータ3を駆動するための電力を供給する電源2の停電を検出する停電検出部11と、モータ3を駆動するアンプ5に印加されるDCリンク電圧の値を検出するDCリンク電圧検出部12と、DCリンク電圧の値と所定の閾値とを比較する比較部13と、モータ3を駆動するためのトルク指令を生成するトルク指令生成部14と、比較部13の比較結果に応じて、トルク制限値を設定するトルク制限値設定部15と、停電検出部11による停電検出時にトルク指令をトルク制限値に制限するトルク指令制限部16とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

工作機械または産業機械におけるモータを制御するモータ制御装置であって、
 モータを駆動するための電力を供給する電源の停電を検出する停電検出部と、
 モータを駆動するアンブに印加される DC リンク電圧の値を検出する DC リンク電圧検出部と、
 前記 DC リンク電圧の値と所定の閾値とを比較する比較部と、
 モータを駆動するためのトルク指令を生成するトルク指令生成部と、
 前記比較部の比較結果に応じて、トルク制限値を設定するトルク制限値設定部と、
 前記停電検出部による停電検出時に前記トルク指令を前記トルク制限値に制限するトルク指令制限部と、
 を備えることを特徴とするモータ制御装置。

10

【請求項 2】

前記トルク制限値設定部は、前記比較部の比較結果、前記 DC リンク電圧の値が前記所定の閾値未満の場合は第 1 のトルク制限値を設定し、前記 DC リンク電圧の値が前記所定の閾値以上の場合は前記第 1 のトルク制限値よりも大きい第 2 のトルク制限値を設定する、請求項 1 に記載のモータ制御装置。

【請求項 3】

前記所定の閾値は、予め設定された固定値である、請求項 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 4】

前記 DC リンク電圧検出部が所定の周期ごとに検出した DC リンク電圧の値を保持する保持部をさらに備え、
 前記所定の閾値は、前記比較部の比較に用いられる DC リンク電圧が検出された時の周期よりも前の周期に検出されて前記保持部に保持されていた DC リンク電圧の値である、請求項 2 に記載のモータ制御装置。

20

【請求項 5】

駆動されるモータの角速度を検出する速度検出部をさらに備え、
 トルク制限値設定部は、前記 DC リンク電圧の値が前記所定の閾値未満の場合の前記第 1 のトルク制限値として、前記速度検出部により検出された角速度に基づいて求められる DC リンク電圧の減少が抑制されるトルク制限値を設定する、請求項 2 に記載のモータ制御装置。

30

【請求項 6】

前記トルク制限値設定部は、駆動されるモータの逆起電力係数を K_v 、トルク定数を K_T 、巻線抵抗を R 、角速度を ω としたとき、

【数 1】

$$T_{upper} = \frac{K_v K_T \omega}{R}$$

40

に基づいて算出される値 T_{upper} 以下の値となるように、前記第 1 のトルク制限値を設定する、請求項 5 に記載のモータ制御装置。

【請求項 7】

前記トルク制限値設定部は、駆動されるモータに許容される最大トルク以下の値となるように、前記 DC リンク電圧の値が前記所定の閾値以上の場合の前記第 2 のトルク制限値を設定する、請求項 2 に記載のモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ制御装置に関し、特に、電源の停電時にモータのトルクを制限して減

50

速させるモータ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

工作機械や産業機械内のモータを制御するモータ制御装置においては、交流電源側の交流電力を直流電力に変換してDCリンクへ出力した後、アンプにてさらに交流電力に変換してこれをモータの駆動電力として供給している。

【0003】

モータを駆動するための電力を供給する電源が停電した場合、工作機械の送り軸等を駆動するモータを緊急停止させる必要がある。

【0004】

例えば、送り軸を駆動する送り軸モータと主軸を駆動する主軸モータとを有する工作機械において、交流電源側の停電発生時に、DCリンク電圧の値に応じて主軸モータを加減速することで、過電圧アラームもしくは低電圧アラームを回避する方法が知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【0005】

また例えば、送り軸を駆動する送り軸モータと主軸を駆動する主軸モータとを有する工作機械において、交流電源側で停電が発生しても、送り軸モータの動作が所定の判定条件を満たすとき、上位制御手段により指令されていた励磁電流よりも大きい励磁電流が主軸モータへ出力されるよう指令することで、送り軸モータを確実に早期停止することができるとともに、通常運転時には主軸モータの発熱を抑制する方法が知られている（例えば、特許文献2参照。）。

【0006】

また例えば、停電後の過電圧アラームを回避しながら、速やかに送り軸を駆動するモータを停止するモータ制御装置が知られている（例えば、特許文献3参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許第5612058号公報

【特許文献2】特許第5746276号公報

【特許文献3】特開2016-25828号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

モータを減速させる方法として、モータに減速トルクを発生させる方法（以下、「制御による減速」と称する。）と、モータに抵抗を接続してこれに電流を流すことでエネルギーを消費させることでダイナミックブレーキをかける方法（以下「ハードウェアによる減速」と称する。）がある。停電が発生すると電源からモータへの電力供給が遮断されるので、「制御による減速」はDCリンクに蓄積された電力を用いて行われる。一般に、「制御による減速」の方が「ハードウェアによる減速」よりも、モータが停止するまでの距離（いわゆる制動距離）が短いことから、停電によりモータを緊急停止させるためには、限られた電力内で「制御による減速」の時間を長く確保することが好ましい。

【0009】

通常は、モータの減速の際には、回生動作により、運動エネルギーが低下して電力（電気エネルギー）が増加するので、停電発生時のモータの緊急停止において、限られた電力内で「制御による減速」の時間を長く確保することができる。

【0010】

しかしながら、モータの諸元によっては、「制御による減速」において減速トルクを大きくしすぎると、回生ではなく、電力を消費する力行となり、限られた電力を消費してしまう事態が発生する。図5は、モータの1相あたりの等価回路を示す回路図である。また、図6は、モータの巻線電流と電力との関係を示す図である。モータの巻線電流を i [A

10

20

30

40

50

〕、モータの端子電圧を V [V]、モータの角速度を $\omega(t)$ [rad / sec]、1相当たりのモータの巻線抵抗を R [Ω]、1相当たりのインダクタンスを L [H]、モータの逆起電力係数を K_v [V × sec / rad] としたとき、モータの電力 P [W] は式 1 のように表される。

【 0 0 1 1 】

【 数 1 】

$$P = Vi$$

$$= Ri^2 + Li \frac{di}{dt} - K_v \omega(t) i \quad \dots (1)$$

10

【 0 0 1 2 】

式 1 において、電流一定 ($di/dt = 0$) とし、モータの巻線電流 i について整理すると式 2 のようになる。

【 0 0 1 3 】

【 数 2 】

$$P = R \left(i - \frac{K_v \omega}{2R} \right)^2 - \frac{K_v^2 \omega^2}{4R} \quad \dots (2)$$

20

【 0 0 1 4 】

式 2 に示すように、モータの電力 P はモータの巻線電流 i の 2 次関数で表され、これをグラフにすると図 6 のようになる。図 6 において、横軸はモータの巻線電流 i を示し、縦軸はモータの電力 P を示す。図 6 から分かるように、モータの巻線電流 i が K_v / R 未満のときはモータの減速により電力の回生が行われるが、モータの巻線電流 i が K_v / R 以上のときはモータの減速により電力の消費が行われる。モータのトルクは、モータの巻線電流に比例するので、式 2 および図 6 から、モータの諸元によっては、「制御による減速」において減速トルクを大きくしすぎると、回生ではなく、電力を消費する力行動作が行われることが分かる。

30

【 0 0 1 5 】

停電発生時のモータの緊急停止において、「制御による減速」において減速トルクを大きくしすぎて電力の消費が行われ、DC リンクにおける電力が低下すると、電源を供給する装置（共通電源）が電力を供給することができなくなり、アンプ（逆変換器）において低電圧アラームが発生する。低電圧アラームが発生すると、「制御による減速」から「ハードウェアによる減速（ダイナミックブレーキ）」に切り換わる。この切り換わりが早く行われると、モータが停止するための距離（制動距離）が長くなってしまふ。

【 0 0 1 6 】

本発明の目的は、電源停電後の低電圧アラームの発生を回避しながら、モータの停止距離を短くすることができるモータ制御装置を提供することにある。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 7 】

上記目的を実現するために、本発明においては、工作機械または産業機械におけるモータを制御するモータ制御装置は、モータを駆動するための電力を供給する電源の停電を検出する停電検出部と、モータを駆動するアンプに印加される DC リンク電圧の値を検出する DC リンク電圧検出部と、DC リンク電圧の値と所定の閾値とを比較する比較部と、モータを駆動するためのトルク指令を生成するトルク指令生成部と、比較部の比較結果に応じて、トルク制限値を設定するトルク制限値設定部と、停電検出部による停電検出時にト

50

ルク指令をトルク制限値に制限するトルク指令制限部と、を備える。

【0018】

ここで、トルク制限値設定部は、比較部の比較結果、DCリンク電圧の値が所定の閾値未満の場合は第1のトルク制限値を設定し、DCリンク電圧の値が所定の閾値以上の場合は第1のトルク制限値よりも大きい第2のトルク制限値を設定するようにしてもよい。

【0019】

また、上記所定の閾値は、予め設定された固定値としてもよい。

【0020】

また、モータ制御装置は、DCリンク電圧検出部が所定の周期ごとに検出したDCリンク電圧の値を保持する保持部をさらに備え、上記所定の閾値は、比較部の比較に用いられるDCリンク電圧が検出された時の周期よりも前の周期に検出されて保持部に保持されていたDCリンク電圧の値としてもよい。

10

【0021】

モータ制御装置は、駆動されるモータの角速度を検出する速度検出部をさらに備え、トルク制限値設定部は、DCリンク電圧の値が所定の閾値未満の場合の第1のトルク制限値として、速度検出部により検出された角速度に基づいて求められるDCリンク電圧の減少が抑制されるトルク制限値を設定してもよい。

【0022】

また、トルク制限値設定部は、駆動されるモータの逆起電力係数を K_v 、トルク定数を K_T 、巻線抵抗を R 、角速度を ω としたとき、

20

【数3】

$$T_{upper} = \frac{K_v K_T \omega}{R} \quad \dots (3)$$

に基づいて算出される値 T_{upper} 以下となるように、第1のトルク制限値を設定するようにしてもよい。

【0023】

また、トルク制限値設定部は、駆動されるモータに許容される最大トルク以下の値となるように、DCリンク電圧の値が所定の閾値以上の場合の第2のトルク制限値を設定するようにしてもよい。

30

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、工作機械または産業機械におけるモータを制御するモータ制御装置において、電源停電後の低電圧アラームの発生を回避しながら、モータの停止距離を短くすることができる。本発明によれば、DCリンクに蓄積された電力に比較的余裕がある場合は、大きいトルク制限値にてモータを減速し、DCリンクに蓄積された電力に余裕がない場合は、小さいトルク制限値にてDCリンク電圧の減少が抑制される程度でモータを減速するといった柔軟な減速動作が可能となるので、低電圧アラームの発生を回避しながら、モータの停止距離を短くする（モータを短時間で停止する）ことができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施形態によるモータ制御装置のブロック図である。

【図2】本発明の他の実施形態によるモータ制御装置のブロック図である。

【図3】本発明の実施形態によるモータ制御装置の動作フローを示すフローチャートである。

【図4】モータの角速度とモータの電力回生もしくは電力消費との関係を説明する図である。

【図5】モータの1相あたりの等価回路を示す回路図である。

50

【図 6】モータの巻線電流と電力との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

図 1 は、本発明の実施形態によるモータ制御装置のブロック図である。以降、異なる図面において同じ参照符号が付されたものは同じ機能を有する構成要素であることを意味するものとする。

【0027】

本発明の実施形態によるモータ制御装置 1 は、交流電源（以下、単に電源と称することがある）2 から供給される交流電力をモータ 3 の駆動に適した電力に変換してモータ 3 へ供給する。モータ 3 は、例えば工作機械の送り軸や主軸、あるいは産業機械、産業用ロボットのアーム等の駆動源として用いられる。なお、モータ制御装置 1 によって駆動されるモータ 3 の種類は、本発明を限定するものではなく、誘導モータや同期モータのような交流モータであっても、あるいは直流モータであってもよい。本実施形態では一例としてモータ 3 が交流モータである場合について説明する。また、図示の例では、交流電源 2 の相数を三相としたが、相数も本発明を特に限定するものではなく、三相の他に、例えば単相やその他の多相の交流電源であってもよい。交流電源 2 の一例を挙げると、三相交流 400 V 電源、三相交流 200 V 電源、三相交流 600 V 電源、単相交流 100 V 電源などがある。

【0028】

モータ制御装置 1 において、交流電源 2 側から入力された交流電力は整流器 4 により直流電力に変換されて DC リンクへ出力される。DC リンクには、整流器 4 の直流出力の脈動分を抑えることと直流電力を蓄積することを目的として DC リンクコンデンサ 6 が設けられる。DC リンクにおける電圧（以下、「DC リンク電圧」）は、モータ 3 を駆動するインバータ 5 に印加される。インバータ 5 は、半導体スイッチング素子のフルブリッジ回路からなる逆変換器（インバータ）で構成され、トルク指令に基づいて生成されたスイッチング指令に応じてスイッチング素子がオンオフ駆動されることで DC リンク電圧を交流電圧に変換し、モータ 3 に駆動電力を供給する。またインバータ 5 は、後述するようにモータ 3 で回生された交流電力を直流電力に変換して DC リンクへ出力することができる。なお、整流器 4 およびインバータ 5 の種類や構成は本発明を特に限定するものではない。

【0029】

本実施形態によるモータ制御装置 1 は、停電検出部 11 と、DC リンク電圧検出部 12 と、DC リンク電圧と所定の閾値とを比較する比較部 13 と、トルク指令生成部 14 と、トルク制限値設定部 15 と、トルク指令制限部 16 と、速度検出部 17 とを備える。

【0030】

停電検出部 11 は、モータ 3 を駆動するための電力を供給する交流電源 2 の停電を検出する。停電検出の方法自体は、本発明を特に限定するものではないが、例えば、整流器 4 の交流電源 2 側の三相交流入力電圧をそれと等価な二相座標上の電圧ベクトルに座標変換し、そのベクトルの振幅を計算することによって、電源電圧の振幅値を算出し、その振幅値が所定の基準電圧値を下回る状態が所定の基準時間継続したことをもって停電を検出する方法などがある。停電検出部 11 が交流電源 2 の停電を検出すると、停電を検出したことを示す停電検出信号がトルク指令制限部 16 へ送られる。

【0031】

DC リンク電圧検出部 12 は、モータ 3 を駆動するインバータ 5 に印加される DC リンク電圧の値を検出する。DC リンク電圧検出部 12 が検出した DC リンク電圧の値は、比較部 13 へ送られる。

【0032】

比較部 13 は、DC リンク電圧検出部 12 が検出した DC リンク電圧の値と所定の閾値とを比較する。閾値の詳細については後述する。

【0033】

トルク指令生成部 14 は、モータ 3 を駆動するためのトルク指令を生成する。インバータ (

10

20

30

40

50

逆変換器) 5 は、モータ 3 がトルク指令に応じたトルクで回転動作を行うことができるよう、交流電力をモータ 3 に対して出力するか(電力供給動作)もしくは交流電力がモータ 3 から入力される(電力回生動作)。例えばアンプ 5 が PWM 制御方式のインバータである場合、トルク指令生成部 14 で生成されたトルク指令は、アンプ 5 内の各半導体スイッチング素子のスイッチング動作を PWM 制御するための PWM 制御信号に変換され、アンプ 5 内の各半導体スイッチング素子に送られる。

【0034】

トルク制限値設定部 15 は、比較部 13 の比較結果に応じて、トルク制限値を設定する。トルク制限値の詳細については後述する。トルク制限値設定部 15 で設定されたトルク制限値は、トルク指令制限部 16 に送られる。

10

【0035】

トルク指令制限部 16 は、停電検出部 11 による停電検出時に、トルク指令生成部 14 が生成するトルク指令をトルク制限値に制限する。すなわち、停電検出時は、トルク指令生成部 14 からトルク指令としてのトルク制限値が出力され、当該トルク制限値は、アンプ 5 内の各半導体スイッチング素子のスイッチング動作を制御するためのスイッチング指令に変換され、アンプ 5 内の各半導体スイッチング素子に送られ、アンプ 5 はこれに基づいて電力変換動作を行うことになる。

【0036】

速度検出部 17 は、駆動されるモータ 3 の角速度を検出する。速度検出部 17 で検出された角速度は、トルク制限値設定部 15 に送られる。

20

【0037】

次に、本実施形態によるモータ制御装置 1 の動作原理について説明する。

【0038】

図 5 および図 6 を参照して説明したように、モータ 3 に減速トルクを発生させて減速する際(「制御による減速」)、減速トルクの大きさに応じてモータ 3 が電力を回生するか消費するかが切り換わる。図 6 から分かるように、モータ 3 の巻線電流 i が K_v / R 未満のときはモータ 3 に減速トルクを発生させると電力の回生が行われ、モータ 3 の巻線電流 i が K_v / R 以上のときはモータ 3 に減速トルクを発生させると電力の消費が行われる。また、トルク定数 K_T [N/A rms] としたとき、モータ 3 の巻線電流 i とトルク T の間で式 4 に示す関係式が成り立つ。

30

【0039】

【数 4】

$$T = K_T i \quad \dots (4)$$

【0040】

したがって、モータ 3 のトルク T が $K_v K_T / R$ 未満のときはモータ 3 に減速トルクを発生させると電力の回生が行われ、モータ 3 のトルク T が $K_v K_T / R$ 以上のときはモータ 3 に減速トルクを発生させると電力の消費が行われる。整流器 4 の交流電源 2 側で停電が発生すると、整流器 4 からは直流電力は出力されなくなるので、この間にモータ 3 に減速トルクを発生させて減速する「制御による減速」は、DC リンクに蓄積された電力を用いて行う必要がある。減速トルクが大きいほど、モータ 3 の停止距離(制動距離)が短くなる利点があるが、トルク T が $K_v K_T / R$ 以上になると、モータ 3 の減速にもかかわらずモータ 3 で電力が消費されることになるので、DC リンク電圧が低下してアンプ 5 において低電圧アラームが発生する恐れがある。一方で、減速トルクが小さいほど、モータ 3 の停止距離(制動距離)が長くなる欠点があるが、トルク T が $K_v K_T / R$ 未満であれば、モータ 3 の減速によりモータ 3 から電力が回生されるので、DC リンク電圧は低下せず、低電圧アラームは発生しない。そこで、本発明では、交流電源 2 が停電したとき、低電圧アラームの発生を回避しながらモータ 3 をできるだけ短時間で停止させるために、DC

40

50

リンク電圧の値が所定の閾値未満の場合は第 1 のトルク制限値 T_{lim1} を設定し、DC リンク電圧の値が所定の閾値以上の場合は第 1 のトルク制限値 T_{lim1} よりも大きい第 2 のトルク制限値 T_{lim2} を設定する。すなわち、「第 1 のトルク制限値 $T_{lim1} <$ 第 2 のトルク制限値 T_{lim2} 」の関係が成り立つ。交流電源 2 が停電したときは、DC リンク電圧の値に応じて第 1 のトルク制限値 T_{lim1} または第 2 のトルク制限値 T_{lim2} のいずれかのトルク制限値を設定し、トルク指令を当該トルク制限値にて制限することで、低電圧アラームの発生を回避しながら、モータ 3 の停止距離（制動距離）ができるだけ短くなるように（すなわちモータ 3 ができるだけ短時間で停止できるように）する。第 1 のトルク制限値 T_{lim1} にするか第 2 のトルク制限値 T_{lim2} にするかの設定は、トルク制限値設定部 15 において行われる。また、トルク指令生成部 14 で生成されるトルク指令をトルク制限値に制限する処理は、トルク指令制限部 16 によって行われる。

10

【0041】

DC リンク電圧の値が所定の閾値未満の場合の第 1 のトルク制限値 T_{lim1} として、速度検出部 17 により検出された角速度に基づいて求められる DC リンク電圧の減少が抑制されるトルク制限値を設定する。上述のようにトルク T が $K_v K_t / R$ 未満であればモータ 3 の減速によりモータ 3 から電力が回生されることから、 $K_v K_t / R (= T_{upper})$ 以下の値となるように第 1 のトルク制限値 T_{lim1} を設定しておけば、トルク指令を第 1 のトルク制限値 T_{lim1} に制限しても DC リンク電圧は減少することはない。換言すれば、第 1 のトルク制限値 T_{lim1} の上限値 T_{upper} は $K_v K_t / R$ となる。

20

【0042】

一方、DC リンク電圧の値が所定の閾値以上の場合の第 2 のトルク制限値 T_{lim2} は、上述の第 1 のトルク制限値 T_{lim1} より大きい値に設定すればよいが、その上限値はモータ 3 に許容される最大トルクである。DC リンク電圧の値が所定の閾値以上の場合である場合は、DC リンクに蓄積された電力は比較的余裕がある状態にあるといえるので、モータ 3 に減速トルクを発生させて減速する「制御による減速」を、モータ 3 に許容される最大トルクを超えない範囲で実行すればよい。

【0043】

このように、本発明では、交流電源 2 が停電したとき、低電圧アラームの発生を回避しながらモータ 3 をできるだけ短時間で停止させるために、DC リンク電圧の値に応じてトルク制限値の値を切り換える。

30

【0044】

ここで、上記所定の閾値を、予め設定された固定値として設定してもよい。

【0045】

またあるいは、上記所定の閾値を、比較部 13 の比較に用いられる DC リンク電圧が検出された時の周期よりも前の周期に検出された DC リンク電圧の値を設定してもよい。図 2 は、本発明の他の実施形態によるモータ制御装置のブロック図である。DC リンク電圧検出部 12 は所定の周期で DC リンク電圧の値を検出するが、DC リンク電圧検出部 12 が検出した DC リンク電圧の値を一旦保持する保持部 18 を設けることで、比較部 13 において、DC リンク電圧検出部 12 が検出した DC リンク電圧の値と、当該 DC リンク電圧が検出された時の周期よりも前の周期に検出された DC リンク電圧の値（すなわちこれを閾値とする）とを比較することができるようになる。保持部 18 を設けることで、比較部 13 において DC リンク電圧が上昇傾向にあるのか下降傾向にあるかを判定することができるので、より確実に、低電圧アラームの発生を回避しながらモータ 3 をできるだけ短時間で停止させることができるようになる。例えば、DC リンク電圧の値が、当該 DC リンク電圧が検出された時の周期よりも前の周期に検出された DC リンク電圧の値（すなわち保持部 18 に閾値として保持されていた値）未満の場合は、DC リンク電圧が下降傾向にあるので、第 1 のトルク制限値 T_{lim1} を設定し、DC リンク電圧の値が、当該 DC リンク電圧が検出された時の周期よりも前の周期に検出された DC リンク電圧の値（すなわち保持部 18 に閾値として保持されていた値）以上の場合、DC リンク電圧が上昇傾向にあるので、第 1 のトルク制限値 T_{lim1} よりも大きい第 2 のトルク制限値 T_{lim2} を設定する

40

50

。

【 0 0 4 6 】

図 3 は、本発明の実施形態によるモータ制御装置の動作フローを示すフローチャートである。

【 0 0 4 7 】

モータ制御装置 1 によりモータ 3 を制御している場合において、まずステップ S 1 0 1 において、停電検出部 1 1 は、交流電源 2 の停電の発生の有無を検出する。停電検出部 1 1 が交流電源 2 の停電を検出すると、停電を検出したことを示す停電検出信号がトルク制限値設定部 1 5 へ送られ、ステップ S 1 0 2 へ進む。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 1 0 2 において、比較部 1 3 は、DC リンク電圧検出部 1 2 が検出した DC リンク電圧の値が所定の閾値以上であるか否かを判定する。DC リンク電圧の値が所定の閾値以上である場合はステップ S 1 0 3 へ進み、DC リンク電圧の値が所定の閾値未満である場合はステップ S 1 0 4 へ進む。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 1 0 3 において、トルク制限値設定部 1 5 は、第 2 のトルク制限値 T_{lim2} を設定する。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 1 0 4 において、トルク制限値設定部 1 5 は、第 1 のトルク制限値 T_{lim1} を設定する。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 1 0 5 において、トルク指令制限部 1 6 は、トルク指令生成部 1 4 が生成するトルク指令を、ステップ S 1 0 3 において設定された第 2 のトルク制限値 T_{lim2} もしくはステップ S 1 0 4 において設定された第 1 のトルク制限値 T_{lim1} へ制限する。

【 0 0 5 2 】

アンプ（逆変換器）5 は、設定されたトルク制限値に基づいて作成されたスイッチング指令にて、アンプ 5 内の各半導体スイッチング素子のスイッチング動作を制御し、モータ 3 に減速トルクが発生するような電力変換動作を行う。これにより、モータ 3 に減速トルクが発生し、減速する（ステップ S 1 0 6 ）。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 1 0 7 では、モータ 3 が完全に停止したか否かを判定する。この判定は、例えばトルク指令制限部 1 6 あるいは上位制御装置（図示せず）にて、速度検出部 1 7 が検出する角速度に基づいて行えばよい。モータ 3 が完全に停止していない場合はステップ S 1 0 2 に戻る。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 1 0 1 において交流電源 2 の停電が検出された後は、ステップ S 1 0 7 においてモータ 3 が完全に停止したと判定されるまで、ステップ S 1 0 2 ~ S 1 0 7 の処理が繰り返し実行される。この間、DC リンク電圧の値に応じて、第 1 のトルク制限値 T_{lim1} もしくは第 2 のトルク制限値 T_{lim2} に切り換えられ、設定されたトルク制限値に制限されたトルク指令に応じた減速トルクがモータ 3 に発生するようになる。本実施形態によれば、DC リンクに蓄積された電力に比較的余裕がある場合は、大きい第 2 のトルク制限値 T_{lim2} にて一気に減速し、DC リンクに蓄積された電力に余裕がない場合は、小さい第 1 のトルク制限値 T_{lim1} にて DC リンク電圧の減少が抑制される程度の減速を行うといった柔軟な減速が可能となるので、アンプ 5 における低電圧アラームの発生を回避しながら、モータ 3 の停止距離（制動距離）を短くすることができる。

【 0 0 5 5 】

図 4 は、モータの角速度とモータの電力回生もしくは電力消費との関係を説明する図である。図 4 において、横軸はモータ 3 の巻線電流 i を示し、縦軸はモータ 3 の電力 P を示す。図 5 および図 6 を参照して説明したように、モータ 3 に減速トルクを発生させて減速する際（「制御による減速」）、減速トルクの大きさに応じてモータ 3 が電力を回生する

10

20

30

40

50

が消費するかが切り換わる。モータ3の巻線電流 i が K_V / R 未満のときはモータ3に減速トルクを発生させると電力の回生が行われ、モータ3の巻線電流 i が K_V / R 以上のときはモータ3に減速トルクを発生させると電力の消費が行われる。モータ3の角速度が低いほど、電力消費から電力回生へ切り換わるモータ3の巻線電流の値 K_V / R は小さくなる。モータ3の諸元によっては、交流電源2の停電が発生してからしばらくの間（モータ3の角速度が未だ比較的高い間）は、電力回生しか行われない場合がある。しかしながら、モータ3の減速が続いてモータ3の角速度がある程度低くなると、電力消費から電力回生へ切り換わるモータ3の巻線電流の値 K_V / R が小さくなるので、「モータ3の減速にもかかわらずモータ3で電力が消費される」といった状態は発生し得る。したがって、本発明によるモータ制御装置1は、モータ3の諸元がどのようなパラメータであっても、電源停電後の低電圧アラームの発生を回避しながら、モータ3の停止距離を短くすることができる。

10

【0056】

なお、上述した比較部13、トルク指令生成部14、トルク指令制限部15およびトルク制限値設定部16は、例えばソフトウェアプログラム形式で構築されてもよく、あるいは各種電子回路とソフトウェアプログラムとの組み合わせで構築されてもよい。例えばこれらをソフトウェアプログラム形式で構築する場合は、モータ制御装置1内にある演算処理装置をこのソフトウェアプログラムに従って動作させることで、上述の各部の機能を実現することができる。またあるいは、比較部13、トルク指令生成部14、トルク指令制限部15およびトルク制限値設定部16を、各部の機能を実現するソフトウェアプログラムを書き込んだ半導体集積回路として実現してもよい。

20

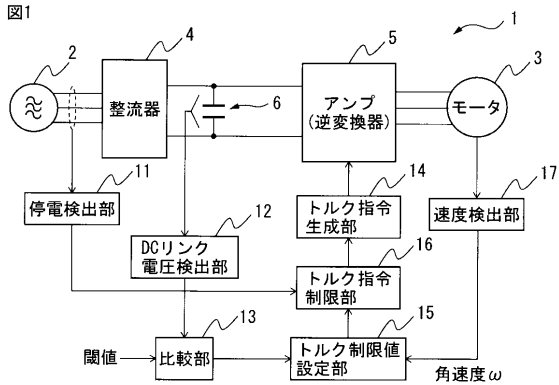
【符号の説明】

【0057】

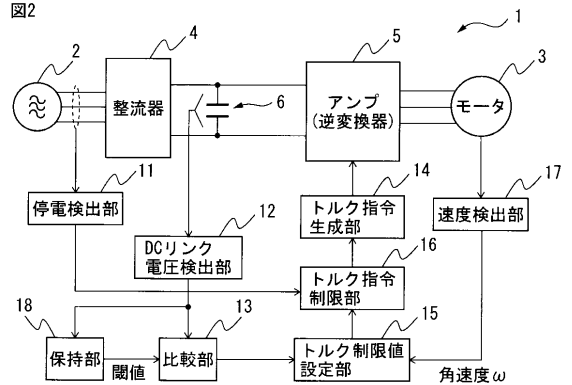
- 1 モータ制御装置
- 2 交流電源
- 3 モータ
- 4 整流器
- 5 アンプ
- 6 DCリンクコンデンサ
- 11 停電検出部
- 12 DCリンク電圧検出部
- 13 比較部
- 14 トルク指令生成部
- 15 トルク制限値設定部
- 16 トルク指令制限部
- 17 速度検出部
- 18 保持部

30

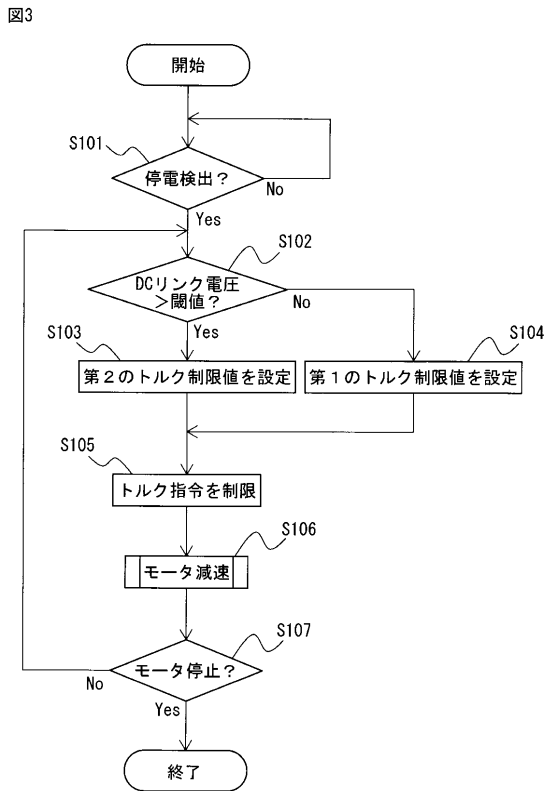
【 図 1 】



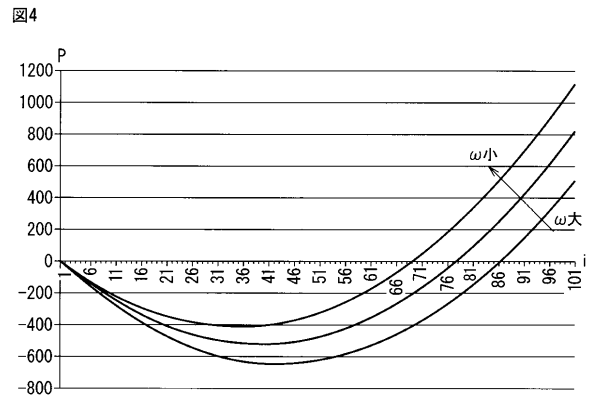
【 図 2 】



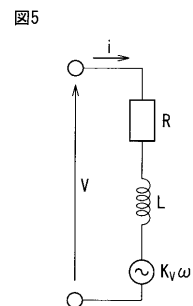
【 図 3 】



【 図 4 】

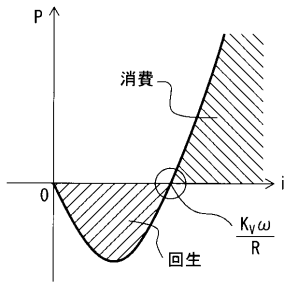


【 図 5 】



【 图 6 】

图6



フロントページの続き

(72)発明者 猪飼 聡史

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 熊本 裕樹

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

Fターム(参考) 5H530 AA03 AA06 AA12 BB32 CC06 CD21 CD34 CE15 CE16 CE23
CF13 DD03 DD28 EE05 EF04