

(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2017-123701

(P2017-123701A)

(43) 公開日 平成29年7月13日(2017.7.13)

(51) Int.Cl.
H02P 27/06 (2006.01)

F I
H02P 7/63 302S

テーマコード(参考)
5H505

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-80(P2016-80)
(22) 出願日 平成28年1月4日(2016.1.4)

(71) 出願人 501137636
東芝三菱電機産業システム株式会社
東京都中央区京橋三丁目1番1号
(74) 代理人 100082175
弁理士 高田 守
(74) 代理人 100106150
弁理士 高橋 英樹
(72) 発明者 諸墨 享
東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内
Fターム(参考) 5H505 AA21 BB06 DD03 DD05 EE21
JJ03 JJ04 JJ08 JJ17 LL43
LL56

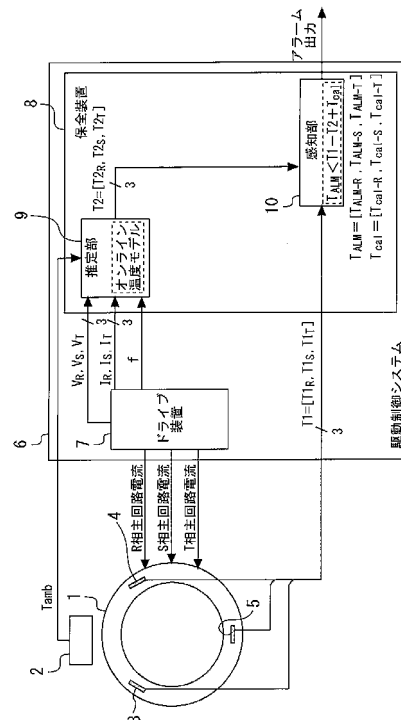
(54) 【発明の名称】 モータの保全装置およびモータシステム

(57) 【要約】

【課題】モータの異常を確実に感知することができるモータの保全装置を提供する。

【解決手段】モータの保全装置は、モータの動作状況に応じて変化するパラメータを入力として前記モータの動作中に前記モータの一部における温度の推定値を演算する推定部と、前記モータの一部における温度の測定値の入力を温度測定器から受け付け、前記モータの一部における温度の推定値の入力を前記推定部から受け付け、前記モータの一部における温度の測定値と推定値との比較結果に基づいて前記モータの異常を感知する感知部と、を備えた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

モータの動作状況に応じて変化するパラメータを入力として前記モータの動作中に前記モータの一部における温度の推定値を演算する推定部と、

前記モータの一部における温度の測定値の入力を温度測定器から受け付け、前記モータの一部における温度の推定値の入力を前記推定部から受け付け、前記モータの一部における温度の測定値と推定値との比較結果に基づいて前記モータの異常を感知する感知部と、を備えたモータの保全装置。

【請求項 2】

前記感知部は、前記モータの一部における温度の測定値と推定値との差の時間的变化に基づいて前記モータの異常の前兆を感知する請求項 1 に記載のモータの保全装置。

10

【請求項 3】

前記感知部は、前記モータの一部における温度の測定値の勾配と推定値の勾配との比較結果に基づいて前記モータの異常を感知する請求項 1 または請求項 2 に記載のモータの保全装置。

【請求項 4】

動作状況に応じて温度を変化させるモータと、

前記モータの一部における温度の測定値の入力を温度測定器から受け付け、前記モータの動作状況に応じて変化するパラメータを入力として前記モータの動作中に前記モータの一部における温度の推定値を演算し、前記モータの一部における温度の測定値と推定値との比較結果に基づいて前記モータの異常を感知する保全装置と、を備えたモータシステム。

20

【請求項 5】

前記保全装置は、前記モータの一部における温度の測定値と推定値との差の時間的变化に基づいて前記モータの異常の前兆を感知する請求項 4 に記載のモータシステム。

【請求項 6】

前記保全装置は、前記モータ 1 の一部における温度の測定値の勾配と推定値の勾配との比較結果に基づいて前記モータの異常を感知する請求項 4 または請求項 5 に記載のモータシステム。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】**【0001】**

この発明は、モータの保全装置およびモータシステムに関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 は、モータの温度推定装置を開示する。当該温度推定装置は、数式で表された温度モデルに基づいてモータの温度を推定する。この際の数式は、抵抗、インダクタンス、磁束、電圧、電流といった電気的な要素を主なパラメータとする。

【先行技術文献】**【特許文献】**

40

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 230486 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

特許文献 1 に記載の温度推定装置において、温度モデルは、モータの内部の物理的な構造の情報に基づいていない。このため、モータの温度を正確に測定することができない。その結果、モータの異常の感知を適切に行うことができない。

【0005】

この発明は、上述の課題を解決するためになされた。この発明の目的は、モータの異常

50

を確実に感知することができるモータの保全装置およびモータシステムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明に係るモータの保全装置は、モータの動作状況に応じて変化するパラメータを入力として前記モータの動作中に前記モータの一部における温度の推定値を演算する推定部と、前記モータの一部における温度の測定値の入力を温度測定器から受け付け、前記モータの一部における温度の推定値の入力を前記推定部から受け付け、前記モータの一部における温度の測定値と推定値との比較結果に基づいて前記モータの異常を感知する感知部と、を備えた。

10

【0007】

この発明に係るモータシステムは、動作状況に応じて温度を変化させるモータと、前記モータの一部における温度の測定値の入力を温度測定器から受け付け、前記モータの動作状況に応じて変化するパラメータを入力として前記モータの動作中に前記モータの一部における温度の推定値を演算し、前記モータの一部における温度の測定値と推定値との比較結果に基づいて前記モータの異常を感知する保全装置と、を備えた。

【発明の効果】

【0008】

これらの発明によれば、モータの異常は、モータの一部における温度の測定値と推定値との比較結果に基づいて感知される。このため、モータの異常を確実に感知することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】この発明の実施の形態1におけるモータシステムの構成図である。

【図2】この発明の実施の形態1におけるモータシステムによるモータの内部温度の解析方法を説明するための図である。

【図3】この発明の実施の形態1におけるモータシステムによるモータの低負荷時における異常の感知方法を説明するための図である。

【図4】この発明の実施の形態1におけるモータシステムによるモータの経年変化の監視方法を説明するための図である。

30

【図5】この発明の実施の形態1におけるモータシステムの保全装置のハードウェア構成図である。

【図6】この発明の実施の形態2におけるモータシステムの構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

この発明を実施するための形態について添付の図面に従って説明する。なお、各図中、同一又は相当する部分には同一の符号が付される。当該部分の重複説明は適宜に簡略化ないし省略する。

【0011】

実施の形態1

40

図1はこの発明の実施の形態1におけるモータシステムの構成図である。

【0012】

図1に示すように、モータシステムは、モータ1と周囲温度測定器2とR相巻線温度測定器3とS相巻線温度測定器4とT相巻線温度測定器5と駆動制御システム6とを備える。

【0013】

例えば、モータ1は、圧延ラインに設けられる。例えば、モータ1は、三相誘導電動機である。モータ1が三相誘導電動機の場合、モータ1は、R相とS相とT相とを備える。

【0014】

周囲温度測定器2は、モータ1の周囲に設けられる。R相巻線温度測定器3は、モータ

50

1のR相の巻線に設けられる。S相巻線温度測定器4は、モータ1のS相の巻線に設けられる。T相巻線温度測定器5は、モータ1のT相の巻線に設けられる。

【0015】

駆動制御システム6は、ドライブ装置7と保全装置8とを備える。

【0016】

ドライブ装置7の出力部は、モータ1の入力部に接続される。

【0017】

保全装置8は、推定部9と感知部10とを備える。

【0018】

推定部9の入力部は、周囲温度測定器2の出力部とドライブ装置7の出力部とに接続される。感知部10の入力部は、R相巻線温度測定器3の出力部とS相巻線温度測定器4の出力部とT相巻線温度測定器5の出力部と推定部9の出力部とに接続される。

10

【0019】

モータシステムにおいて、ドライブ装置7は、R相の主回路とS相の主回路とT相の主回路とに流れる電流を制御することによりモータ1の回転を制御する。モータ1の温度はモータ1の動作状況に応じて変化する。

【0020】

この際、ドライブ装置7は、R相の電圧の設定値 V_R を出力する。ドライブ装置7は、S相の電圧の設定値 V_S を出力する。ドライブ装置7は、T相の電圧の設定値 V_T を出力する。ドライブ装置7は、R相の電流の設定値 I_R を出力する。ドライブ装置7は、S相の電流の設定値 I_S を出力する。ドライブ装置7は、T相の電流の設定値 I_T を出力する。ドライブ装置7は、周波数の設定値 f を出力する。

20

【0021】

周囲温度測定器2は、モータ1の周囲の温度を測定する。周囲温度測定器2は、モータ1の周囲温度の測定値 T_{amb} を出力する。R相巻線温度測定器3は、R相の巻線の温度を測定する。R相巻線温度測定器3は、R相の巻線の温度の測定値 T_{1R} を出力する。S相巻線温度測定器4は、S相の巻線の温度を測定する。S相巻線温度測定器4は、S相の巻線の温度の測定値 T_{1S} を出力する。T相巻線温度測定器5は、T相の巻線の温度を測定する。T相巻線温度測定器5は、T相の巻線の温度の測定値 T_{1T} を出力する。

【0022】

保全装置8において、推定部9は、モータ1の周囲温度の測定値 T_{amb} の入力を周囲温度測定器2から受け付ける。推定部9は、R相の電圧の設定値 V_R とS相の電圧の設定値 V_S とT相の電圧の設定値 V_T とR相の電流の設定値 I_R とS相の電流の設定値 I_S とT相の電流の設定値 I_T と周波数の設定値 f との入力をドライブ装置7から受け付ける。

30

【0023】

推定部9は、モータ1の周囲温度の測定値 T_{amb} とR相の電圧の設定値 V_R とS相の電圧の設定値 V_S とT相の電圧の設定値 V_T とR相の電流の設定値 I_R とS相の電流の設定値 I_S とT相の電流の設定値 I_T と周波数の設定値 f とに基づいて各相の巻線の温度の推定値 T_2 を演算する。具体的には、推定部9は、各相の巻線の温度の推定値 T_2 としてR相の巻線の温度の推定値 T_{2R} とS相の巻線の温度の推定値 T_{2S} とT相の巻線の温度の推定値 T_{2T} とをオンライン温度モデルを用いて演算する。

40

【0024】

保全装置8において、感知部10は、各相の巻線における温度の測定値 T_1 の入力をR相巻線温度測定器3とS相巻線温度測定器4とT相巻線温度測定器5とから受け付ける。具体的には、感知部10は、各相の巻線における温度の測定値 T_1 としてR相の巻線の温度の測定値 T_{1R} とS相の巻線の温度の測定値 T_{1S} とT相の巻線の温度の測定値 T_{1T} との入力を受け付ける。

【0025】

感知部10は、各相の巻線における温度の推定値 T_2 の入力を推定部9から受け付ける。具体的には、感知部10は、各相の巻線における温度の推定値 T_2 の入力としてR相の

50

巻線の温度の推定値 T_{2R} と S 相の巻線の温度の推定値 T_{2S} と T 相の巻線の温度の推定値 T_{2T} との入力を受け付ける。

【0026】

感知部 10 は、各相の巻線の温度の測定値 T_1 と推定値 T_2 とを比較する。感知部 10 は、各相の巻線の温度の測定値 T_1 と推定値 T_2 との比較結果に基づいてモータ 1 の異常を感知する。

【0027】

具体的には、感知部 10 は、R 相の巻線の温度の測定値 T_{1R} と推定値 T_{2R} との比較結果に基づいて R 相の異常を感知する。例えば、感知部 10 は、S 相の巻線の温度の測定値 T_{1S} と推定値 T_{2S} との比較結果に基づいて S 相の異常を感知する。例えば、感知部 10 は、T 相の巻線の温度の測定値 T_{1T} と推定値 T_{2T} との比較結果に基づいて S 相の異常を感知する。

10

【0028】

例えば、感知部 10 は、各相の巻線の温度の測定値 T_1 から推定値 T_2 を差し引いた値に予め設定されたキャラレーション項 T_{cal} を付加した値と予め設定された温度推定アラーム値 T_{ALM} とを比較する。

【0029】

具体的には、感知部 10 は、R 相の巻線の温度について測定値 T_{1R} から推定値 T_{2R} を差し引いた値にキャラレーション項 T_{cal-R} を付加した値と温度推定アラーム値 T_{ALM-R} とを比較する。感知部 10 は、S 相の巻線の温度について測定値 T_{1S} から推定値 T_{2S} を差し引いた値にキャラレーション項 T_{cal-S} を付加した値と温度推定アラーム値 T_{ALM-S} とを比較する。感知部 10 は、T 相の巻線の温度について測定値 T_{1T} から推定値 T_{2T} を差し引いた値にキャラレーション項 T_{cal-T} を付加した値と温度推定アラーム値 T_{ALM-T} とを比較する。

20

【0030】

例えば、各相の巻線の温度の測定値 T_1 から推定値 T_2 を差し引いた値にキャラレーション項 T_{cal} を付加した値が温度推定アラーム値 T_{ALM} よりも大きい場合、感知部 10 は、モータ 1 の異常を感知するアラームを出力する。

【0031】

具体的には、R 相の巻線の温度について測定値 T_{1R} から推定値 T_{2R} を差し引いた値にキャラレーション項 T_{cal-R} を付加した値が温度推定アラーム値 T_{ALM-R} よりも大きい場合、感知部 10 は、R 相の異常を感知するアラームを出力する。S 相の巻線の温度について測定値 T_{1S} から推定値 T_{2S} を差し引いた値にキャラレーション項 T_{cal-S} を付加した値が温度推定アラーム値 T_{ALM-S} よりも大きい場合、感知部 10 は、S 相の異常を感知するアラームを出力する。T 相の巻線の温度について測定値 T_{1T} から推定値 T_{2T} を差し引いた値にキャラレーション項 T_{cal-T} を付加した値が温度推定アラーム値 T_{ALM-T} よりも大きい場合、感知部 10 は、T 相の異常を感知するアラームを出力する。

30

【0032】

次に、図 2 を用いて、モータ 1 の内部温度の解析方法を説明する。

40

図 2 はこの発明の実施の形態 1 におけるモータシステムによるモータの内部温度の解析方法を説明するための図である。

【0033】

オンライン温度モデルは、オフライン温度モデルの作成後に行われる。

【0034】

オフライン温度モデルに関し、モータ 1 の内部温度解析技術は、モータ 1 の設計の基本である。このため、モータ 1 の内部温度解析の手法は確立されている。例えば、モータ 1 の内部温度解析は、有限要素法を用いて行われる。有限要素法によれば、構造物は、有限な要素で区切られる。数値計算は、要素ごとに繰り返される。このため、複雑な構造物に対して解析的なアプローチが困難な場合でも、数値解が得られる。

50

【 0 0 3 5 】

図 2 に示すように、有限要素法における解析は、温度測定器が取り付けられる位置の温度に注目して行われる。この際、モータ 1 の動作状況に応じて変化するパラメータが外部入力として設定される。例えば、モータ 1 の周囲温度の測定値 T_{amb} と R 相の電圧の設定値 V_R と S 相の電圧の設定値 V_S と T 相の電圧の設定値 V_T と R 相の電流の設定値 I_R と S 相の電流の設定値 I_S と T 相の電流の設定値 I_T と周波数の設定値 f とが外部入力として設定される。

【 0 0 3 6 】

オンライン温度モデルは、オフライン温度モデルに基づいて作成される。オンライン温度モデルは、モータ 1 の周囲温度の測定値 T_{amb} と R 相の電圧の設定値 V_R と S 相の電圧の設定値 V_S と T 相の電圧の設定値 V_T と R 相の電流の設定値 I_R と S 相の電流の設定値 I_S と T 相の電流の設定値 I_T と周波数の設定値 f とに対する R 相の巻線の温度の推定値 T_{2R} と S 相の巻線の温度の推定値 T_{2S} と T 相の巻線の温度の推定値 T_{2T} との関係を示すモデルである。

10

【 0 0 3 7 】

例えば、オンライン温度モデルは、オフライン温度モデルの解析結果から一意的な関係式で示される。具体的には、R 相の巻線の温度の推定値 T_{2R} と S 相の巻線の温度の推定値 T_{2S} と T 相の巻線の温度の推定値 T_{2T} とは、次の (1) 式から (3) 式で示される。

【 0 0 3 8 】

【 数 1 】

$$T_{2R} = f_R(V_R, I_R, f, T_{amb}) \quad (1)$$

【 0 0 3 9 】

【 数 2 】

$$T_{2S} = f_S(V_S, I_S, f, T_{amb}) \quad (2)$$

【 0 0 4 0 】

【 数 3 】

$$T_{2T} = f_T(V_T, I_T, f, T_{amb}) \quad (3)$$

20

30

【 0 0 4 1 】

例えば、オンライン温度モデルは、外部入力に対するオフライン温度モデルの解析結果を代表的にプロットしたグラフに対して隣接したプロットの間を補間した関係式で示される。

【 0 0 4 2 】

例えば、オンライン温度モデルは、外部入力に対するオフライン温度モデルの解析結果をテーブル化した関係で示される。

【 0 0 4 3 】

次に、図 3 を用いて、モータ 1 の低負荷時における異常の感知方法を説明する。

40

図 3 はこの発明の実施の形態 1 におけるモータシステムによるモータの低負荷時における異常の感知方法を説明するための図である。

【 0 0 4 4 】

図 3 の (1) の上段は、R 相の巻線の温度の測定値 T_{1R} を示す。図 3 の (1) の下段は、R 相の巻線の温度の推定値 T_{2R} を示す。図 3 の (2) の上段は、S 相の巻線の温度の測定値 T_{1S} を示す。図 3 の (2) の下段は、S 相の巻線の温度の推定値 T_{2S} を示す。図 3 の (3) の上段は、T 相の巻線の温度の測定値 T_{1T} を示す。図 3 の (3) の下段は、T 相の巻線の温度の推定値 T_{2T} を示す。

【 0 0 4 5 】

図 3 の (1) の A 点において、R 相の異常が発生した際、R 相の巻線の温度の測定値 T

50

1_R は急激に大きくなる。この際、測定値 T 1_R は標準アラーム値よりも小さい。このため、通常アラームは出力されない。

【0046】

しかしながら、図3の(1)のB点において、R相の巻線の温度の推定値 T 2_R は大きくなる。この際、R相の巻線の温度について測定値 T 1_R から推定値 T 2_R を差し引いた値にキャリブレーション項 T_{cal-R} を付加した値が温度推定アラーム値 T_{ALM-R} よりも大きくなる。このため、感知部10は、R相の異常を感知するアラームを出力する。

【0047】

次に、図4を用いて、モータ1の経年変化の監視方法を説明する。

10

図4はこの発明の実施の形態1におけるモータシステムによるモータの経年変化の監視方法を説明するための図である。

【0048】

図4の(1)は、モータ1の稼働開始直後におけるモータ1の温度を示す。図4の(2)は、モータ1が長時間稼働した後におけるモータ1の温度を示す。

【0049】

図4の(1)に示すように、モータ1の稼働開始直後において、各相の巻線の温度の測定値 T 1 と推定値 T 2 との差はほぼない。

【0050】

図4の(2)に示すように、モータ1が長時間稼働した後において、モータ1の負荷状況が同じであっても、各相の巻線の温度の測定値 T 1 は、モータ1の経年変化の影響を受ける。これに対し、各相の巻線の温度の推定値 T 2 は、モータ1の経年変化の影響を受けない。このため、各相の巻線の温度の測定値 T 1 と推定値 T 2 との差は、時間の経過とともに広がる。

20

【0051】

保全装置8において、感知部10は、各相の巻線の温度の測定値 T 1 と推定値 T 2 との差を長期間監視する。感知部10は、各相の巻線の温度の測定値 T 1 と推定値 T 2 との差に基づいてモータ11の予防保全を行う。例えば、感知部10は、各相の巻線の温度の測定値 T 1 と推定値 T 2 との差の時間的变化に基づいてモータ1の異常の前兆を感知する。

30

【0052】

以上で説明した実施の形態1によれば、モータ1の動作中において、モータ1の異常は、各相の巻線の温度の測定値 T 1 と推定値 T 2 との比較結果に基づいて感知される。このため、モータ1の異常を確実に感知することができる。

【0053】

また、モータ1の異常の前兆は、各相の巻線の温度の測定値 T 1 と推定値 T 2 との差の時間的变化に基づいて行われる。このため、モータ1の異常の前兆を確実に感知することができる。

【0054】

また、各相の巻線の温度の測定値 T 1 と推定値 T 2 とを比較すれば、オンライン温度モデルのキャリブレーションを容易に行うことができる。

40

【0055】

次に、図5を用いて、保全装置8の例を説明する。

図5はこの発明の実施の形態1におけるモータシステムの保全装置のハードウェア構成図である。

【0056】

保全装置8の各機能は、処理回路により実現される。例えば、処理回路は、少なくとも1つのプロセッサ11aと少なくとも1つのメモリ11bとを備える。例えば、処理回路は、少なくとも1つの専用のハードウェア12を備える。

【0057】

50

処理回路が少なくとも1つのプロセッサ11aと少なくとも1つのメモリ11bとを備える場合、保全装置8の各機能は、ソフトウェア、ファームウェア、又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェアおよびファームウェアの少なくとも一方は、プログラムとして記述される。ソフトウェアおよびファームウェアの少なくとも一方は、少なくとも1つのメモリ11bに格納される。少なくとも1つのプロセッサ11aは、少なくとも1つのメモリ11bに記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、保全装置8の各機能を実現する。少なくとも1つのプロセッサ11aは、CPU(Central Processing Unit)、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、DSPともいう。例えば、少なくとも1つのメモリ11bは、RAM、ROM、フラッシュメモリ、EPROM、EEPROM等の、不揮発性又は揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD等である。

10

【0058】

処理回路が少なくとも1つの専用のハードウェア12を備える場合、処理回路は、例えば、単回路、複回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC、FPGA、又はこれらを組み合わせたものである。例えば、保全装置8の各機能は、それぞれの処理回路で実現される。例えば、保全装置8の各機能は、まとめて処理回路で実現される。

【0059】

保全装置8の各機能について、一部を専用のハードウェア12で実現し、他部をソフトウェア又はファームウェアで実現してもよい。例えば、推定部9の機能については専用のハードウェア12としての処理回路で実現し、感知部10の機能については少なくとも1つのプロセッサ11aが少なくとも1つのメモリ11bに格納されたプログラムを読み出して実行することによって実現してもよい。

20

【0060】

このように、処理回路は、ハードウェア12、ソフトウェア、ファームウェア、又はこれらの組み合わせによって、保全装置8の各機能を実現する。

【0061】

実施の形態2 .

図6はこの発明の実施の形態2におけるモータシステムの構成図である。なお、実施の形態1と同一又は相当部分には、同一符号が付される。当該部分の説明は省略される。

30

【0062】

図6において、実施の形態1の保全装置8は、各相の巻線の温度の測定値 T_1 と推定値 T_2 とを比較する。これに対し、実施の形態2の保全装置8は、各相の巻線の温度の測定値 T_1 の勾配 T_1' と推定値 T_2 の勾配 T_2' とを比較する。

【0063】

具体的には、実施の形態2の保全装置8は、実施の形態1の保全装置8に第1勾配演算部13と第2勾配演算部14とを付加したものである。

【0064】

第1勾配演算部13は、各相の巻線における温度の測定値 T_1 の離散データに後退差分を施すことにより勾配 T_1' を演算する。第2勾配演算部14は、各相の巻線における温度の推定値 T_2 の離散データに後退差分を施すことにより勾配 T_2' を演算する。

40

【0065】

第1勾配演算部13と第2勾配演算部14とにおいて、サンプリング周期は、適宜設定される。当該サンプリング周期は、ドライブ装置7による制御周期と異なってもよい。当該サンプリング周期は、モータ1の温度監視に必要な周期であればよい。

【0066】

実施の形態2において、感知部10は、各相の巻線の温度の測定値 T_1 の勾配 T_1' と推定値 T_2 の勾配 T_2' とを比較する。感知部10は、各相の巻線の温度の測定値 T_1 の勾配 T_1' と推定値 T_2 の勾配 T_2' との比較結果に基づいてモータ1の異常を感知する

50

。

【0067】

具体的には、感知部10は、R相の巻線の温度の測定値 T_{1R} の勾配 $T_{1'R}$ と推定値 T_{2R} の勾配 $T_{2'R}$ との比較結果に基づいてR相の異常を感知する。例えば、感知部10は、S相の巻線の温度の測定値 T_{1S} の勾配 $T_{1'S}$ と推定値 T_{2S} の勾配 $T_{2'S}$ との比較結果に基づいてS相の異常を感知する。例えば、感知部10は、T相の巻線の温度の測定値 T_{1T} の勾配 $T_{1'T}$ と推定値 T_{2T} の勾配 $T_{2'T}$ との比較結果に基づいてS相の異常を感知する。

【0068】

例えば、感知部10は、各相の巻線の温度の測定値 T_1 の勾配 T_1' から推定値 T_2 の勾配 T_2' を差し引いた値に予め設定されたキャラレーション項 T'_{cal} を付加した値と予め設定された温度推定アラーム値 T'_{ALM} とを比較する。

10

【0069】

具体的には、感知部10は、R相の巻線の温度について測定値 T_{1R} の勾配 $T_{1'R}$ から推定値 T_{2R} の勾配 $T_{2'R}$ を差し引いた値にキャラレーション項 T'_{cal-R} を付加した値と温度推定アラーム値 T'_{ALM-R} とを比較する。感知部10は、S相の巻線の温度について測定値 T_{1S} の勾配 $T_{1'S}$ から推定値 T_{2S} の勾配 $T_{2'S}$ を差し引いた値にキャラレーション項 T'_{cal-S} を付加した値と温度推定アラーム値 T'_{ALM-S} とを比較する。感知部10は、T相の巻線の温度について測定値 T_{1T} の勾配 $T_{1'T}$ から推定値 T_{2T} の勾配 $T_{2'T}$ を差し引いた値にキャラレーション項 T'_{cal-T} を付加した値と温度推定アラーム値 T'_{ALM-T} とを比較する。

20

【0070】

例えば、各相の巻線の温度の測定値 T_1 の勾配 T_1' から推定値 T_2 の勾配 T_2' を差し引いた値にキャラレーション項 T'_{cal} を付加した値が温度推定アラーム値 T'_{ALM} よりも大きい場合、感知部10は、モータ1の異常を感知するアラームを出力する。

【0071】

具体的には、R相の巻線の温度について測定値 T_{1R} の勾配 $T_{1'R}$ から推定値 T_{2R} の勾配 $T_{2'R}$ を差し引いた値にキャラレーション項 T'_{cal-R} を付加した値が温度推定アラーム値 T'_{ALM-R} よりも大きい場合、感知部10は、R相の異常を感知するアラームを出力する。S相の巻線の温度について測定値 T_{1S} の勾配 $T_{1'S}$ から推定値 T_{2S} の勾配 $T_{2'S}$ を差し引いた値にキャラレーション項 T'_{cal-S} を付加した値が温度推定アラーム値 T'_{ALM-S} よりも大きい場合、感知部10は、S相の異常を感知するアラームを出力する。T相の巻線の温度について測定値 T_{1T} の勾配 $T_{1'T}$ から推定値 T_{2T} の勾配 $T_{2'T}$ を差し引いた値にキャラレーション項 T'_{cal-T} を付加した値が温度推定アラーム値 T'_{ALM-T} よりも大きい場合、感知部10は、T相の異常を感知するアラームを出力する。

30

【0072】

以上で説明した実施の形態2によれば、モータ1の異常は、各相の巻線の温度の測定値 T_1 の勾配 T_1' と推定値 T_2 の勾配 T_2' との比較結果に基づいて感知される。このため、モータ1の周囲の温度を測定することなく、モータ1の異常を確実に感知することができる。この際の絶対値温度に対する保護は従来方法を用いればよい。

40

【0073】

なお、実施の形態1および実施の形態2において、温度の測定箇所および推定箇所は、適宜設定してよい。モータ1において、異常感知の対象となる一部における温度の測定値と推定値とを比較すれば、より適切にモータ1の異常を感知することができる。

【0074】

また、実施の形態1および実施の形態2において、有限要素法による数値解は、計算誤差、繰り返しの演算の処理等の点で解析解よりも劣るもののオフラインでの解析においては問題とならない。

【0075】

50

また、オンラインでの数値解析においては、処理速度が遅くなる。このため、オンラインで数値解析により温度の推定値を得ることができないことは現実的でない。

【0076】

また、実施の形態1および実施の形態2の保全装置8を様々なモータに適用してもよい。例えば、保全装置8を同期機に適用してもよい。例えば、保全装置8を直流機に適用してもよい。例えば、保全装置8を小型のモータに適用してもよい。例えば、保全装置8を大型のモータに適用してもよい。

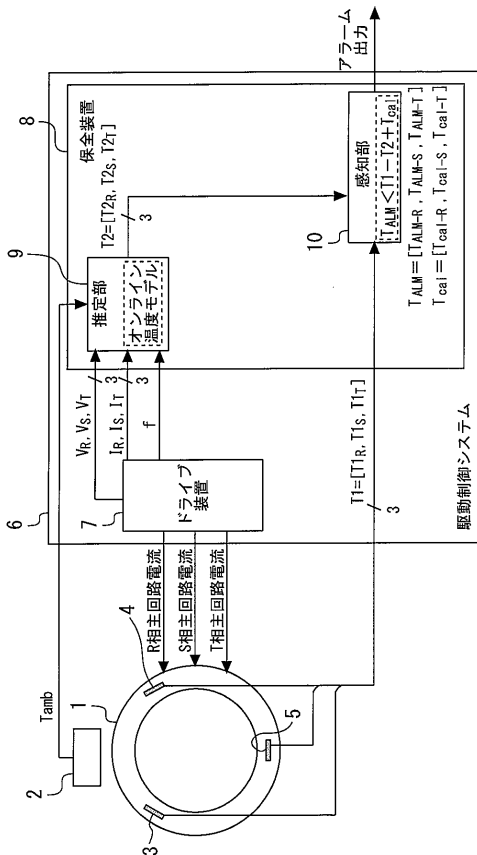
【符号の説明】

【0077】

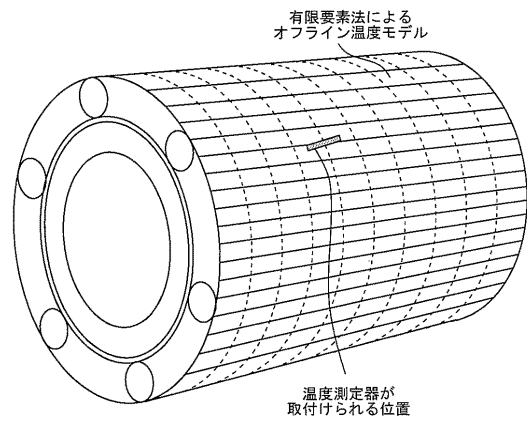
1 モータ、 2 周囲温度測定器、 3 R相巻線温度測定器、 4 S相巻線温度測定器、 5 T相巻線温度測定器、 6 駆動制御システム、 7 ドライブ装置、 8 保全装置、 9 推定部、 10 感知部、 11a プロセッサ、 11b メモリ、 12 ハードウェア、 13 第1勾配演算部、 14 第2勾配演算部

10

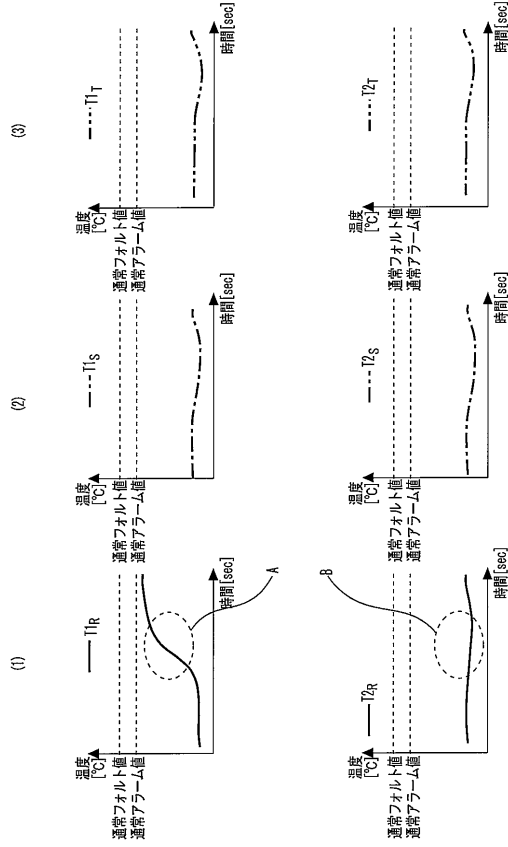
【図1】



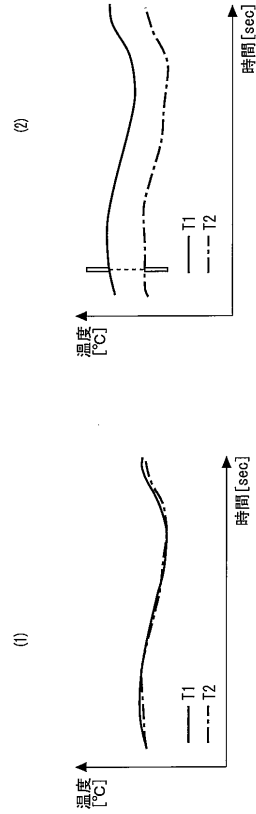
【図2】



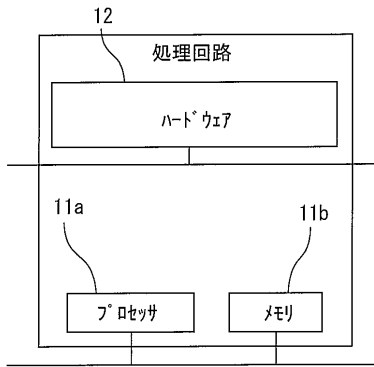
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

