



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：電動コンプレッサの制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、電動コンプレッサの制御装置に関する。

背景技術

[0002] 電動コンプレッサ等のモータを制御する場合に、モータの回転子の回転位置や回転速度を、位置センサや速度センサ等のセンサを用いて検出することでモータの制御が行われている。この場合、高温環境や断線等に伴う信頼性の低下、装置の大型化（モータの外枠寸法、特に軸長）、高コスト化等を招くことから、最近ではセンサレスの制御が適用されるようになってきている。センサレスの制御は、速度推定特性の影響を受けるため、振動の抑制は困難なものとなる。そこで、この対策として、特許文献1に記載のものが知られている。

[0003] この特許文献1に記載の従来の電動コンプレッサの制御装置は、コンプレッサのモータをセンサレスで制御するため、目標回転速度と実回転速度との回転速度偏差を小さくする第1指令電流を設定する第1指令電流設定部と、コンプレッサの機械的な変動要因から設定した負荷変動周波数に基づいてモータの第2指令電流を設定する第2電流設定部と、第1指令電流と第2指令電流とからモータの第3指令電流を設定する第3指令電流計算部と、少なくとも第3指令電流および実回転速度（モータ・インバータから推定）からモータの駆動指令を生成するインバータ・スイッチング・パターン生成部と、を備えている。

[0004] また、上記第2指令電流設定部では、負荷変動周波数をピーク周波数とするピーク・フィルタに回転速度偏差が入力され、次式で示す伝達関数を用いて得たピーク・フィルタの出力を、第2指令電流として設定するようにしている。

すなわち、ピーク・フィルタの伝達関数は、

$$\text{ピーク・フィルタ}(s) = k \omega / (s^2 + \omega^2)$$

ここで、 ω はピーク周波数（rad/s）で、負荷変動周波数として決定される。 s はラプラス演算子、また k はゲインである。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開 2 0 1 0－8 8 2 0 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記従来の電動コンプレッサの制御装置には以下に説明するような問題がある。

すなわち、上記従来の制御装置にあっては、ピーク・フィルタを用いて回転速度の変動を減らすようにしてコンプレッサの振動を低下させるようにしている。

しかしながら、ピーク・フィルタは、対応可能な周波数の範囲が狭いため、この範囲からずれた周波数が入ってくると、推定誤差が生じてしまい、回転速度の推定精度が悪化してしまうといった問題がある。

とりわけ、実際の負荷変動は複数の周波数成分を有しているため、ピーク・フィルタを用いる場合、対応周波数が異なるピーク・フィルタを並列接続して使用することが必要になるが、その場合、チューニングが複雑で難しいといった問題がある。

[0007] 本発明は、上記問題に着目してなされたもので、その目的とするところは、センサレス方式のモータ制御であっても、複雑な周波数成分を有する負荷変動に対応してコンプレッサの駆動モータを良好に制御することができるようにした電動コンプレッサの制御装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] この目的のため、本発明による電動コンプレッサの制御装置は、コンプレッサを駆動するモータの目標回転速度を設定する目標回転速度設

定部と、

モータの推定回転速度を算出する推定回転速度算出部と、

目標回転速度と推定回転速度との回転速度差をなくすように電動モータの駆動指令信号を生成する駆動指令信号生成部と、

回転速度差が入力され、コンプレッサの1周期前の回転速度差を用いて繰り返し動作を行って回転速度差を減少させていく繰り返し制御部と、

コンプレッサの圧力値を検知する圧力検出部と、

コンプレッサの圧力値が入力され、この圧力値を元にコンプレッサの負荷変動の所定部分の数をカウントしてコンプレッサの1回転のタイミングを算出して、このタイミングに応じて繰り返し制御部へリセット信号を出力するリセット信号生成部と、

を備えた、

ことを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明の電動コンプレッサの制御装置にあっては、繰り返し制御部で1周期前の目標回転速度と推定回転速度との回転速度差を利用して回転速度差が減少するように繰り返し動作を行って外乱分を抑制するが、その場合、繰り返し制御部での周期の切り替えのタイミングを、コンプレッサの圧力変動に応じて決定するようにしたので、センサレス方式のモータ制御であっても、複雑な周波数成分を有する負荷変動に対して、コンプレッサの駆動モータを良好に制御することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施例1の電動コンプレッサの制御装置の構成を示すブロック図である。

[図2]実施例1の電動コンプレッサの制御装置を構成する繰り返し制御部の構成を示すブロック図である。

[図3]繰り返し制御部で実行される繰り返し制御処理のフローチャートを示す図である。

[図4] 1 周期分のデータ値dの繰り返し制御部での格納方法を説明する図である。

[図5] 1 周期を超える場合のデータ値dの繰り返し制御部での格納方法を説明する図である。

[図6] $i=0$ の場合における繰り返し制御部での信号Vとデータ値dとの関係を説明する図である。

[図7] $i=1$ の場合における繰り返し制御部での信号Vとデータ値dとの関係を説明する図である。

[図8] $i=2$ の場合における繰り返し制御部での信号Vとデータ値dとの関係を説明する図である。

[図9] 繰り返し制御部におけるデータ値dとメモリの格納位置との関係を示す図である。

[図10] 繰り返し制御部で、周期を切り替えるためのリセット信号を生成する方法を説明する図である。

[図11] 従来通常の繰り返し制御による外乱シミュレーション結果を示す図である。

[図12] 実施例 1 の繰り返し制御による外乱シミュレーション結果を示す図である。

[図13] 従来通常の繰り返し制御と実施例 1 の繰り返し制御との外乱シミュレーション結果を比較して示す図である。

[図14] 繰り返し制御でリセットのタイミングを正確に 1 回転ごとに行わなければならないのかを説明する図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施の形態を、図面に示す実施例に基づき詳細に説明する。

実施例 1

[0012] 実施例 1 の電動コンプレッサの制御装置は、車両用空調装置のコンプレッサを駆動する内部永久磁石同期モータ(IPMSM: Interior Permanent Magnet S

ynchronous Motor)の制御をセンサレス制御で行う。

[0013] ここで、上記制御にあっては、コンプレッサの回転により信号が周期的になることから、周期的な外乱の抑圧に有利な繰り返し制御を用いる。

ただし、本実施例の繰り返し制御では、回転速度差の外乱分を抑制するにあたって、繰り返し動作の周期を切り替えるためのリセット信号を、従来通常の方法とは異ならせてある。すなわち、本発明、したがって実施例1にあっては、コンプレッサの圧力信号を用いてリセット信号を生成するようにしている。

[0014] 以下に、実施例1の電動コンプレッサの制御装置の全体構成を説明する。

図1に示すように、実施例1の電動コンプレッサの制御装置は、コンプレッサ圧力検出部1と、目標回転速度設定部2と、減算器3と、リセット信号生成部4と、繰り返し制御部5と、ローパス・フィルタ (LPF: Low-Pass Filter) 6と、推定回転速度算出部7と、を備えている。

[0015] コンプレッサ圧力検出部1は、図示しないコンプレッサの圧力の大きさを検出するもので、ここで検出した圧力波形の圧力値をリセット信号生成部4へ出力する。

[0016] 一方、目標回転速度設定部2は、制御目標としてのモータの目標回転速度 ω_{ref} を演算・設定する。

すなわち、車両の空調装置の図外のエバポレータを通過した後の空気温度が所望の値となるように、検出した実際の空気温度と目標空気温度とを比較して、比例積分 (PI) 制御にてモータの目標回転速度 ω_{ref} を設定する。この目標回転速度 ω_{ref} は、減算器3に入力する。

[0017] 減算器3は、目標回転速度設定部2から入力された目標回転速度 ω_{ref} から推定回転速度算出部7で算出した推定回転速度 ω_{est} を減算して制御偏差としての回転速度差を算出する。

[0018] リセット信号生成部4は、コンプレッサ圧力検出部1から入力された圧力値に基づき、コンプレッサの圧力変動について、吸入圧あるいは吐出圧に応じた所定部分をカウントしてコンプレッサの1回転 (繰り返し制御部5での繰り返し)

返し動作の1周期分に相当)のタイミングを決定し、このタイミングに応じてリセット信号を繰り返し制御部5へ出力する。

なお、このリセット信号の生成の詳細については、後で説明する。

[0019] 繰り返し制御部5は、むだ時間系の一種であって、設定された1周期前の制御偏差を利用して繰り返し動作を行い、周期的な目標入力に追従させるものである。

すなわち、繰り返し制御を動作させる最低回転数を W_{ref_min} 、またサンプリング周期を T_s とすると、繰り返し制御部5は、図2に示すように、 $2\pi / (W_{ref_min} \times T_s)$ で決まる N 個の遅延器5a(同図中の z は z 変換)と、加算器5bと、係数器5cとを有する。

[0020] N 個の遅延器5aは、直列接続し、最後尾にある遅延器からの信号 V_0 を加算器5bに出力する。なお、最前の遅延器5aの上流側から最後尾の遅延器5aの下流側までこれらの位置に対応させて、これらの順に、同図に示すように、信号 $V_N \sim V_0$ を定義する。

加算器5bは、減算器3で算出した回転速度差と信号 V_0 の値を加算して最前にある遅延器5aへ出力する。

係数器5cは、信号 V_α が入力されて係数 β をかけた値を繰り返し制御部5の出力 u としてLPF6へ出力する。なお、信号 V_α は図2に示してあるように、最後尾の遅延器5aから上流側へ数えた α 番目と $\alpha + 1$ 番目の遅延器5a間の位置の信号である。

[0021] 繰り返し制御部5では、図3に示すフローチャートが実行される。

まず、ステップS1では、サンプリング周期 T_s ごとに偏差 e (実施例1では回転数差)を観測する。

次いで、ステップS2へ進む。

[0022] ステップS2では、前の1周期分(N 個)に格納された値 d のうちの i 番目の値 d_i にステップS1で観測した偏差 e を加算して得た値を、新たな値 d_i として格納する。

次いで、ステップS3へ進む。

[0023] ステップS3では、係数 β に $i + \alpha$ 番目の $d_{i+\alpha}$ を掛けた値を出力 u とする。すなわち、 $u = \beta d_{i+\alpha}$ である。

ただし、後で説明するように、 $i + \alpha > N$ の場合には、 $u = \beta d_{i+\alpha-N}$ としてこの出力値を係数器3cへ出力する。ここで、 $d_{i+\alpha-N}$ とは、1周期前のデータの後の周期で得られた値 $d_{i+\alpha}$ である。これについては、後で説明する。

次いで、ステップS4へ進む。

[0024] ステップS4では、 $i + 1$ を i として d の値を、1個分、位置を下流側へシフトする。

次いで、ステップS5へ進む。

[0025] ステップS5では、リセット信号生成部4から新たなリセット信号入力されたか否かを判断する。YESであればステップS6へ進み、NOであればステップS1へ戻る。

[0026] ステップS6では、 i を0としてリセットしてステップS1に戻り、新たな次の周期の計算を行う。

これらのステップは、モータの制御が行われている間、繰り返し実行される。

[0027] ここで、上記ステップS3での出力について、以下にさらに詳細に説明する。

ここでは $\alpha = 2$ 、 $N = 100$ の場合を例にとって説明する。

したがって、図4に示すように、値 d は順に d_1 から d_{100} までの前回の1周期分の値が記憶されていることになる。

ここで $i = 1$ すなわち d_1 のときには、 $i + \alpha = i + 2 = 3$ であるから、 d_3 の位置の値を取り出し、この値に係数 β を掛けた値が出力 u になる。

[0028] 同様に、 $i = 4$ すなわち d_4 のときには、 $i + 2 = 4 + 2 = 6$ であるから d_6 の位置から値を取り出して、出力 u の算出に用いられることになる。

以下同様に、 $i = 5, 6, 7, \dots$ では、 $d_7, d_8, d_9, \dots$ の値を取り出すことになる。

しかしながら、 $i = 99$ のとき（すなわち、 $i + \alpha > N$ の上記条件が満たされる

とき)には、 d_{101} は存在しない。この場合、実際の値 d の格納動作にあっては、図5に示すように、前の1周期の値 d_{100} の後に順次、次の値 d が d_1 、 d_2 、 $\cdot$
 $\cdot$ としてつながっていくため、 d_{101} はこの次の d_1 の値を取り出すことになる。

[0029] 上記の動作を図2の各遅延器5aと対比させながら示すと、図6、図7、図8で示すブロック線図のようになる。ただし、これらの図では、見やすくするため、 $N=3$ の場合での角度領域での流れとする。

$i=0$ (すなわち d_0)のときは、図6のようになる。すなわち、各信号 $V_0 \sim V_3$ はブロック線上では不変の信号としてそれらの位置が固定されており、これらの信号 $V_0 \sim V_3$ に各値 d が対応する。すなわち、 $V_2=d_2$ 、 $V_1=d_1$ 、 $V_0=d_0$ であり、 V_3 は、加算器3bで V_0 の d_0 と減算器3から入力された偏差 e (回転数差)とが加算されて新たに得られた値 d_0 となる。

これらの値 d は、サンプルの都度、順次、下流側(同図中、右側)へシフトしていく。

これにより、各信号 $V_0 \sim V_3$ の値 d も順次入れ替わっていくことになる。

[0030] $i=1$ (すなわち、 d_1)のときは、図7に示すように、 V_2 、 V_1 、 V_0 では、これらに対応する値 d が、図6の状態から右側にそれぞれ1個ずつシフトする。すなわち、 V_2 は上記新たな d_0 、 V_1 は d_2 、 V_0 は d_1 となる。一方、 V_3 は、加算器3bで V_0 の値 d_1 と偏差 e とが加算されて新たに得られた値 d_1 となる。

[0031] $i=2$ (すなわち、 d_2)のときは、図8に示すように、各値 d を図7の状態から同図中の右側へ1個ずつシフトする。すなわち、 V_2 は先ほど新たに得た d_1 、 V_1 は d_0 、 V_0 は d_2 となる。一方、 V_3 は、加算器3bで V_0 の d_2 と偏差 e とが加算されて新たに得られた値 d_2 となる。

[0032] 以上から理解できるように、信号 V は固定位置の変数であるのに対し、 i を1つ増やすごとに、それらの信号 V に対応してメモリに格納される値 d は、順次図4～8中、右側へシフトしていく。そして、信号 V と値 d との間では、次式が成り立つ。

[数1]

$$\left\{ \begin{array}{l} V_N = e + d_i \\ V_{N-1} = d_{i-1} \\ V_{N-2} = d_{i-2} \\ \vdots \\ V_1 = e + d_{i-N+1} = d_{i+1} \\ V_2 = e + d_{i-N} = d_i \end{array} \right.$$

なお、値 d_i については以下のように定義している。

[数2]

$$\cdots = d_{i-N} = d_i = d_{i+N} = d_{i+2N} = \cdots$$

すなわち、たとえば $N=3$ の場合は図9に示すように、値 d が d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 、 d_5 、 $\cdots$ と順次得られた場合、上段の前の周期の値 d が下段の次の周期の値 d に対応させられて書き換えられていく。この結果、 $d_0+N=d_{0+3}=d_3$ であり、 d_3 は同じメモリで見れば、 d_0 と同じ位置のメモリに格納することになる。

[0033] このように、繰り返し制御部5は、1周期前の偏差 e を利用して繰り返し動作を続けて行くことにより、偏差 e が減少していく一種の学習制御系となっている。

この周期の切り替えは、上述したように、リセット信号生成部4から出力されるリセット信号が繰り返し制御部5に入力されたときに行う。

このリセット信号は、実施例1では、コンプレッサの圧力波形を利用して生成する。

[0034] リセット信号生成部4でのリセット信号の生成について、図10に基づいて説明する。

この例では、コンプレッサの1回転間にその吐出圧力が10回変動する場合の例を示す。

同図(a)は、コンプレッサ圧力検出部1で検出した圧力波形である。このように、コンプレッサの圧力は、吸い込み工程、圧縮工程、吐き出し工程と周期的に変動する圧力波形となる。

次いで、上記のようにして得た圧力信号のうちDC成分を、同図(b)で示すよ

うに、ハイパス・フィルタにて図中の点線部分より下の部分をカットする。

ハイパス・フィルタを通過した圧力信号は、同図(c)に示すように、その値が0を超えるタイミングでカウントアップしていく。カウントが9から10になったタイミングで、カウントアップをリセットする。

そのため、同図(d)に示すように、上記リセット時（図中、時刻 t_a 、 t_b で示す）ごとにリセット信号生成部4がリセット信号を生成して繰り返し制御部5へ出力し、ここでの周期を切り替えるようにする。

[0035] ローパス・フィルタ6は、高周波分の偏差まで目標回転数に追従制御する必要はないことから、繰り返し制御部5の出力信号 u のうち高周波分をカットして加算器8へ出力する。

[0036] 本実施例では、推定回転速度算出部7でモータの回転速度を推定するのに、モータの回転に関する誤差を一度演算した後に回転速度を推定するようにし、この誤差を利用することで、繰り返し制御部5の適用を可能として、推定回転速度 ω_{est} の推定精度を向上させている。

この回転に関する誤差として、本実施例では角度誤差を用いる。

このような狙いのもとに、推定回転速度算出部7は、磁束オブザーバ7aと角度誤差演算部7bと、速度演算部7cと、で構成する。

[0037] 磁束オブザーバ7aでは、モータ・モデル13から出力されたd,q軸電流値 i_{dq} と、電流比例積分制御器11から出力された指令d,q軸電圧値 v_o を基に、モータの数学モデルを用いた同定を行い、 γ 軸、 δ 軸のモータ電流磁束推定誤差 $\Delta\lambda_\gamma$ 、 $\Delta\lambda_\delta$ を算出して、角度誤差演算部7bに入力する。

角度誤差演算部7bは、磁束オブザーバ7aから入力されたモータ電流磁束推定誤差 $\Delta\lambda_\gamma$ 、 $\Delta\lambda_\delta$ を基に、角度推定誤差演算を行って角度推定誤差 θ_{est} を算出する。

速度演算部7cは、角度誤差演算部7bから入力された角度推定誤差 θ_{est} を基にPI制御することで推定回転速度値 ω_{est} を得て、これを減算器3に入力する。

[0038] 加算器8は、LPF6からの出力値と減算器3からの回転速度差（偏差 e ）とを加算してこの値を速度比例積分制御器（速度PI制御器）9へ出力する。

速度比例積分制御器9は、加算器8の出力値に比例ゲインと積分ゲイン定数とを用いてPI制御することで、駆動指令信号（トルク指令値信号と同じ）である指令モータ電流 i_c を算出し、この値を減算器10へ出力する。

[0039] 減算器10は、指令モータ電流 i_c からモータ・モデル13からの出力値 i_{dq} を減算して電流比例積分制御器（電流PI制御器）11へ出力する。

電流比例積分制御器11は、減算器10から出力された補正指令モータ電流に基づき、d軸の指令電流およびq軸の指令電流と分けて比例ゲインと積分ゲイン定数とを用いてPI制御し、軸電圧指令値 v_c を推定回転速度算出部7と減算器12とインバータ20へ出力する。

なお、電流比例積分制御器11と速度比例積分制御器9は、本発明の駆動指令信号生成部に相当する。

[0040] 減算器12は、電流比例積分制御器11からの出力値から推定回転数にトルク定数Kを掛けた値を減算してモータ電圧 V_c' を算出し、モータ・モデル13へ出力する。

モータ・モデル13は、モータのコイルのインダクタンスLと巻線抵抗Rからモータの特性を表すため用いられ、減算器12の出力 V_c' とL、Rから実モータ電流 i_c' （モータトルクと同じ）を算出し加算器14へ出力する。なお、Kはトルク定数である。

[0041] 加算器14は、モータ・モデル13の出力値とsin関数生成器19からの出力値とを加算して、負荷変動成分を含んだモータトルクTとして負荷モデル15へ出力する。

負荷モデル15は、モータ軸の全慣性モーメントJと粘性摩擦係数Dから電動コンプレッサの負荷特性を表すため用いられ、出力値TとJ、Dから、モータの運動方程式に基づき推定回転速度 ω_{out} を得る。

この推定回転速度 ω_{out} は、フィードバック・ゲイン部16と、積分器17とへそれぞれ出力される。

[0042] フィードバック・ゲイン部16は、推定回転速度 ω_{out} にトルク定数Kを掛けて補正電圧 V_c'' を算出し、減算器12へ出力する。

一方、積分器17は、推定回転速度 ω_{out} を積分し、回転位置(回転角度)へ変換して係数倍器18へ出力する。

[0043] 係数倍器18は、積分器17で得られた回転位置に n (回転変動の次数) を掛けてsin関数生成器19へ出力する。

sin関数生成器19では、係数倍器18で得られた回転角度に応じたsin関数を生成し、電動コンプレッサの負荷変動成分として加算器14へ出力する。

[0044] また、電流比例積分制御器11で得られたモータのd軸の指令電圧およびq軸の指令電圧は、周知のインバータ20へ出力されてモータを駆動制御する。

[0045] 次に、上記のように構成した電動コンプレッサの制御装置に外乱を与えて回転誤差が生じたシミュレーションを行った結果を説明する。

外乱信号 n_d として1rad/sのノイズ信号を、負荷モデル15の遅れ時間生成で得た推定回転速度 ω_{out} に付与して回転誤差を有する推定回転速度とした。

回転変動の次数 n を10次、 W_{ref} 、 W_{ref_min} を $2\pi \times 10$ rad/s、サンプリング周期 T_s を 1.0×10^{-4} sとした。また、遅延器5aの段数 N は1,000とし、従来の繰り返す制御部では、このリセット信号は、 i が1,000になったとき出力されるものとして比較した。

なお、抵抗係数 R は 0.85Ω 、インダクタンス L は1.2mH、粘性摩擦係数 D は 8.34×10^{-5} 、慣性モーメント J は 0.7×10^{-4} 、トルク係数 K は 0.076 Nm/Aとした。

[0046] 図11～図13にその結果を示す。なお、これらの図において横軸には経過時間、縦軸には推定回転速度 ω_{out} を表した。

図11は、従来通常の繰り返し制御によるもので、20秒後から繰り返し制御を開始し、30秒で $n_d = 1$ rad/secの速度推定誤差を付与した結果である。30秒以降、600rpmを中心に約+65rpmから-65rpmの範囲で推定回転数 ω_{out} が変動していることが分かる。

[0047] 一方、実施例1の繰り返し制御では、上記従来通常のものと同じ設定でシミュレーションを行うと、図12に示すように、30秒で600rpmを中心に約+5rpmから-5rpmの範囲で推定回転数 ω_{out} が変動するが、わずかな時間で約+1.7rpmから-1.7rpmの範囲に収まることが分かる。すなわち、実施例1のものに

あつては、当初から従来のももの1/10以下の変動で済んでいる。

なお、比較を見やすくするため、図13に従来通常のもものと実施例1のもとのシミュレーション結果を重ね合わせて示す。薄い部分が従来通常のももの結果、濃い部分が実施例1の結果である。

[0048] 次に、実施例1においてリセットのタイミングが正確に1回転ごとにしなければならないのかについて図14に基づき説明する。

同図において、横軸は経過時間、縦軸は回転速度、横細線は指令回転速度、実線は推定回転速度（実回転速度として扱う）、破線は補正後の指令回転速度である。

前回の1回転での指令回転速度と推定回転速度の偏差をもとに、次の1回転での指令速度を破線のように補正する。指令回転速度に対して推定回転速度が小さい場合には指令回転速度の値を増加側に、またこの逆の場合には減少側に指令回転速度を補正すれば、次第に推定回転速度の値が指令回転速度に一致してきて、補正量が変化しなくなる。

[0049] このため、繰り返し制御は周期的な変動に対してしか適用できず、リセットのタイミングが1回転ごとではないようになると（すなわち、負荷変動周期に一致しなくなると）、上記補正が良好に作用しなくなるため、正確に1回転ごとにリセットしなければならない。

実施例1では、周期的な負荷変動が生じるコンプレッサにあって、この圧力波形から正確に1回転を決定することができるので、繰り返し制御の適用がうまく行くことになる。

[0050] 以上のように、実施例1の電動コンプレッサの制御装置は、以下の効果を得ることができる。

すなわち、実施例1の電動コンプレッサの制御装置にあっては、繰り返し制御部5で1周期前の目標回転速度 ω_{ref} と推定回転速度 ω_{out} との回転速度差を利用して回転速度差が減少するように繰り返し動作を行って外乱分を抑制するが、その場合、繰り返し制御部5での周期の切り替えのタイミングを、リセット信号生成部4でコンプレッサの圧力変動に応じて決定するようにしたので

、センサレス方式のモータ制御であっても、複雑な周波数成分を有する負荷変動に対して、コンプレッサの駆動モータを良好に制御することが可能となる。

[0051] また、リセット信号生成部4では、コンプレッサの吐出圧の部分を検出してコンプレッサの負荷変動の数をカウントするようにしたので、1周期のタイミングを容易かつ確実に検出することができるようになる。

[0052] 以上、本発明を上記各実施例に基づき説明してきたが、本発明はこれらの実施例に限られず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で設計変更等があった場合でも、本発明に含まれる。

[0053] たとえば、リセット信号生成部4では、コンプレッサの吐出圧の部分を検出してコンプレッサの負荷変動の数をカウントするようにしたが、これに代えてコンプレッサの吸い込み圧の部分を検出してコンプレッサの負荷変動の数をカウントするようにして1周期のタイミングを決めるようにしてもよい。

[0054] また、本発明の電動コンプレッサの制御装置は、車両用空調装置のコンプレッサの制御装置に限られず、他のコンプレッサの制御装置に適用するようにしてもよい。

[0055] なお、本出願は、2012年11月7日付で出願された日本特許出願（特願2012-245009号）に基づいており、その全体が引用により援用される。また、ここに引用されるすべての参照は全体として取り込まれる。

符号の説明

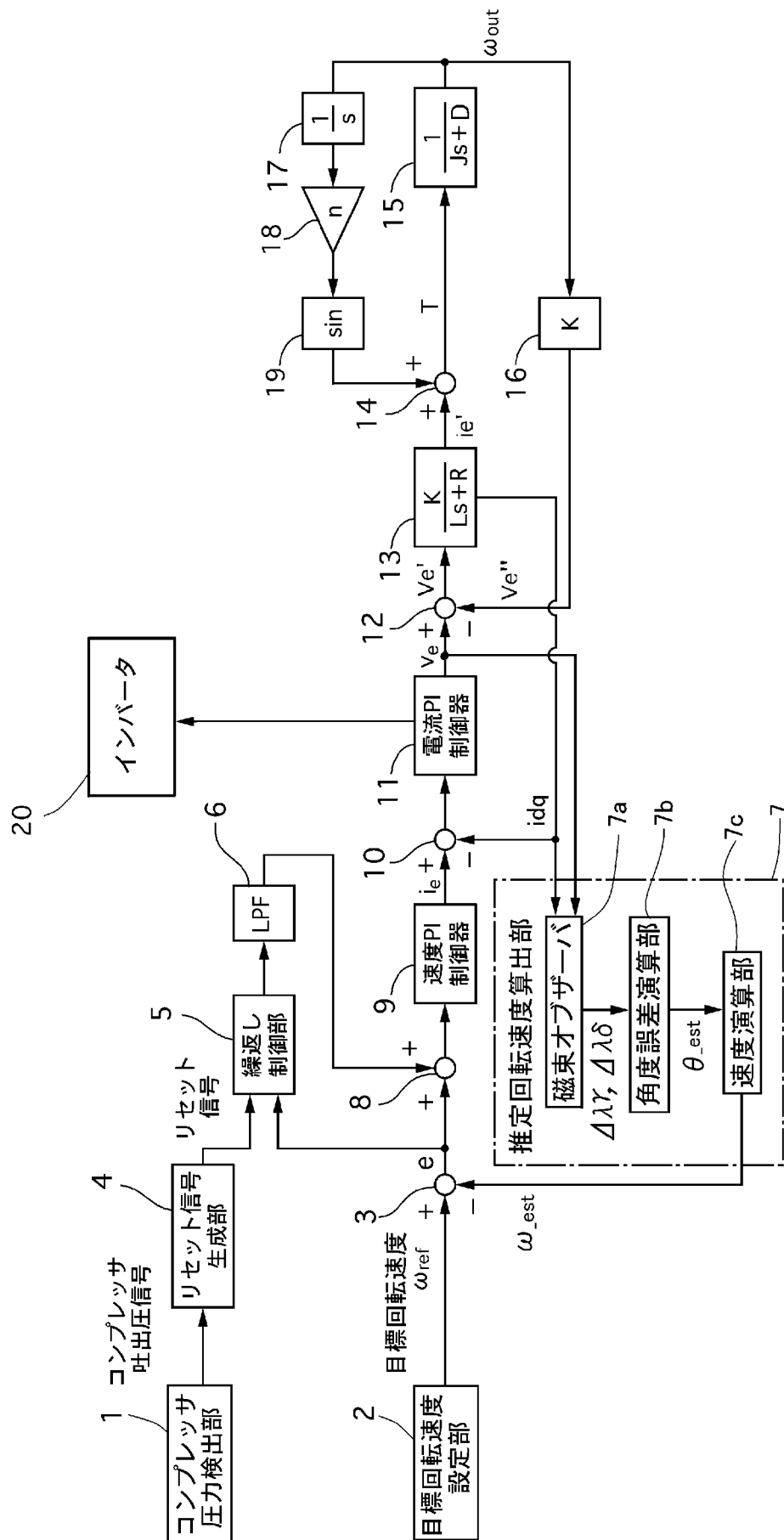
- [0056]
- 1 コンプレッサ圧力検出部
 - 2 目標回転速度設定部
 - 3 減算器
 - 4 リセット信号生成部
 - 5 繰り返し制御部
 - 5a 遅延器
 - 5b 加算器
 - 5c 係数倍器

- 6 ローパス・フィルタ
- 7 推定回転速度算出部
- 7a 磁束オブザーバ
- 7b 角度誤差演算部
- 7c 速度演算部
- 8 加算器
- 9 速度比例積分制御器（速度PI制御器）
- 10 減算器
- 11 電流比例積分制御器（電流PI制御器）
- 12 減算器
- 13 モータ・モデル
- 14 加算器
- 15 負荷モデル
- 16 フィードバック・ゲイン器
- 17 積分器
- 18 係数倍器
- 19 sin関数生成器
- 20 インバータ

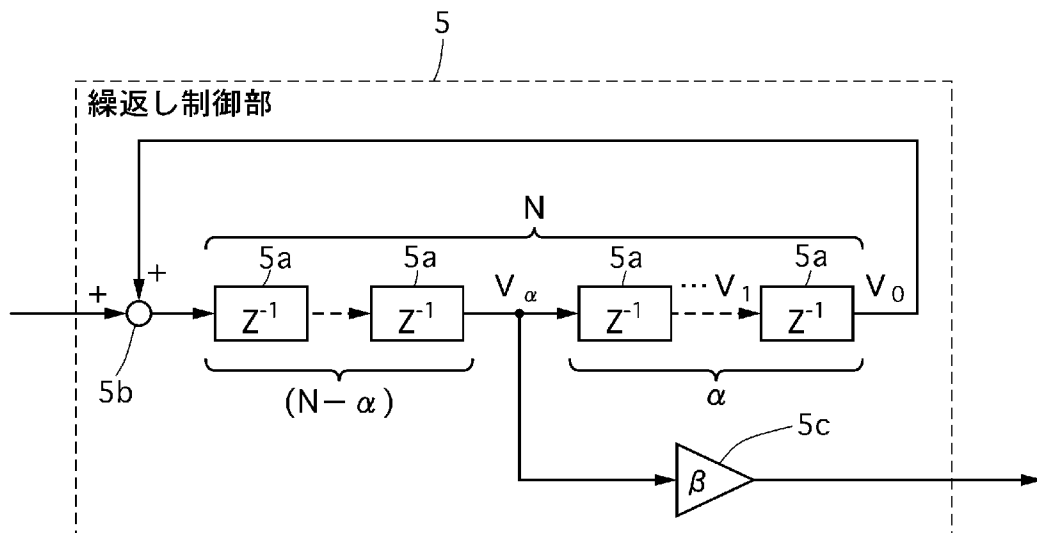
請求の範囲

- [請求項1] コンプレッサを駆動するモータの目標回転速度を設定する目標回転速度設定部と、
- 前記モータの推定回転速度を算出する推定回転速度算出部と、
- 前記目標回転速度と前記推定回転速度との回転速度差をなくすように電動モータの駆動指令信号を生成する駆動指令信号生成部と、
- 前記回転速度差が入力され、前記コンプレッサの1周期前の回転速度差を用いて繰り返し動作を行って、前記回転速度差を減少させていく繰り返し制御部と、
- 前記コンプレッサの圧力値を検知する圧力検出部と、
- 前記コンプレッサの圧力値が入力され、該圧力値を元に前記コンプレッサの負荷変動の所定部分の数をカウントして前記コンプレッサの1回転のタイミングを算出して、該タイミングに応じて前記繰り返し制御部へリセット信号を出力するリセット信号生成部と、
- を備えた、
- ことを特徴とする電動コンプレッサの制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電動コンプレッサの制御装置において、
- 前記リセット信号生成部は、前記コンプレッサの吸入圧の部分または吐出圧の部分を検出して前記コンプレッサの負荷変動の数をカウントする、
- ことを特徴とする電動コンプレッサの制御装置。

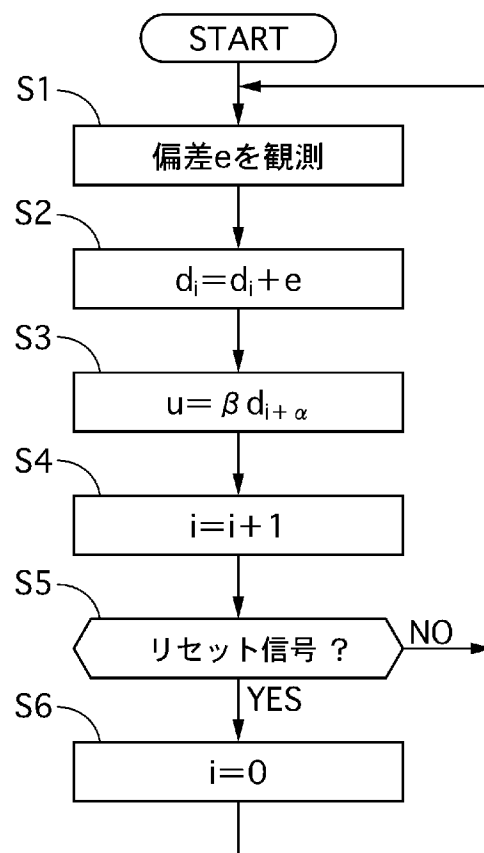
[図1]



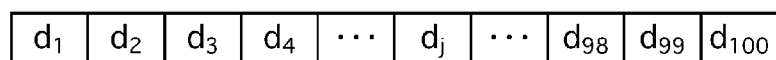
[図2]



[図3]



[図4]



$$\cdots \begin{bmatrix} d_1 & d_2 & \cdots & d_{99} & d_{100} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 & d_2 & \cdots & d_{99} & d_{100} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 & d_2 & \cdots & d_{99} & d_{100} \end{bmatrix} \cdots$$

Diagram illustrating a three-stage digital filter structure with feedback loops. The input signal e is summed with a feedback signal v_3 to produce v_3 . This signal passes through a delay block z^{-1} to produce v_2 , which is then summed with a feedback signal d_2 to produce v_1 . This signal passes through another delay block z^{-1} to produce v_0 , which is summed with a feedback signal d_1 to produce the output d_0 . The output d_0 is summed with a feedback signal d_0 to produce v_3 . The diagram is labeled with '5a' above each delay block.

Equations defining the signals:

$$\begin{aligned} v_3 &= e + d_0 \\ v_2 &= d_2 \\ v_1 &= d_1 \\ v_0 &= d_0 \end{aligned}$$

Feedback loop equation:

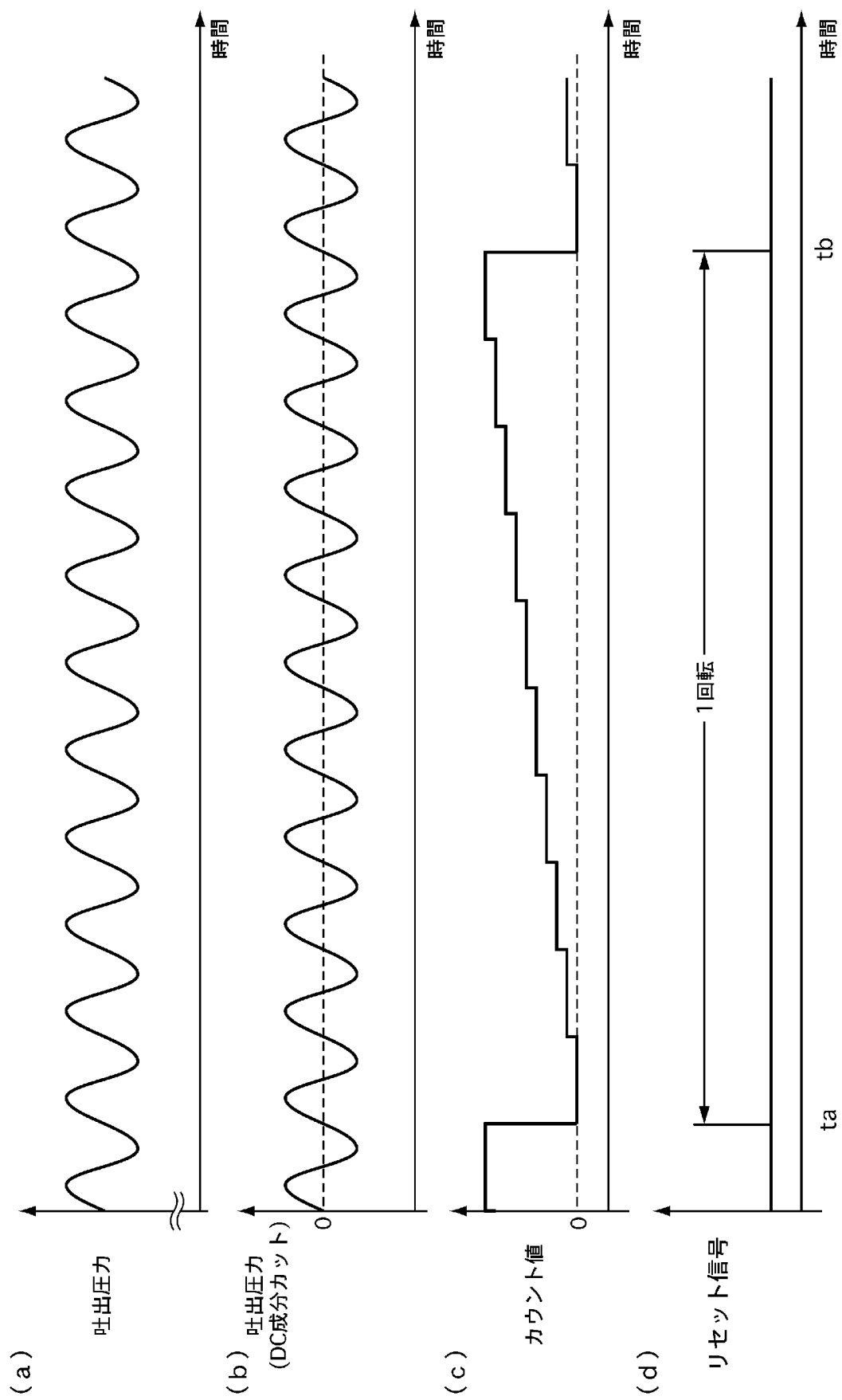
$$v_3 = e + d_0 \rightarrow d_0$$

$v_3 = e + d_1$
 $v_2 = d_0$
 $v_1 = d_2$
 $v_0 = d_1$

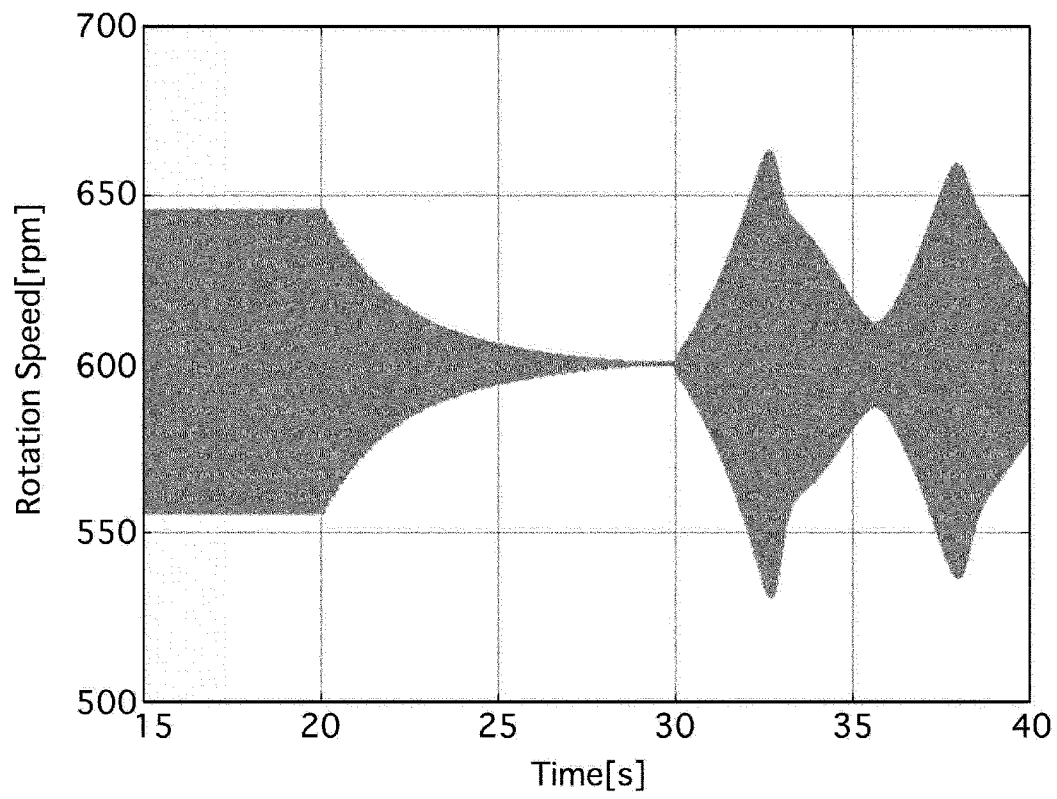
$v_3 = e + d_2$
 $v_2 = d_1$
 $v_1 = d_0$
 $v_0 = d_2$

d_0	d_1	d_2
d_3	d_4	d_5

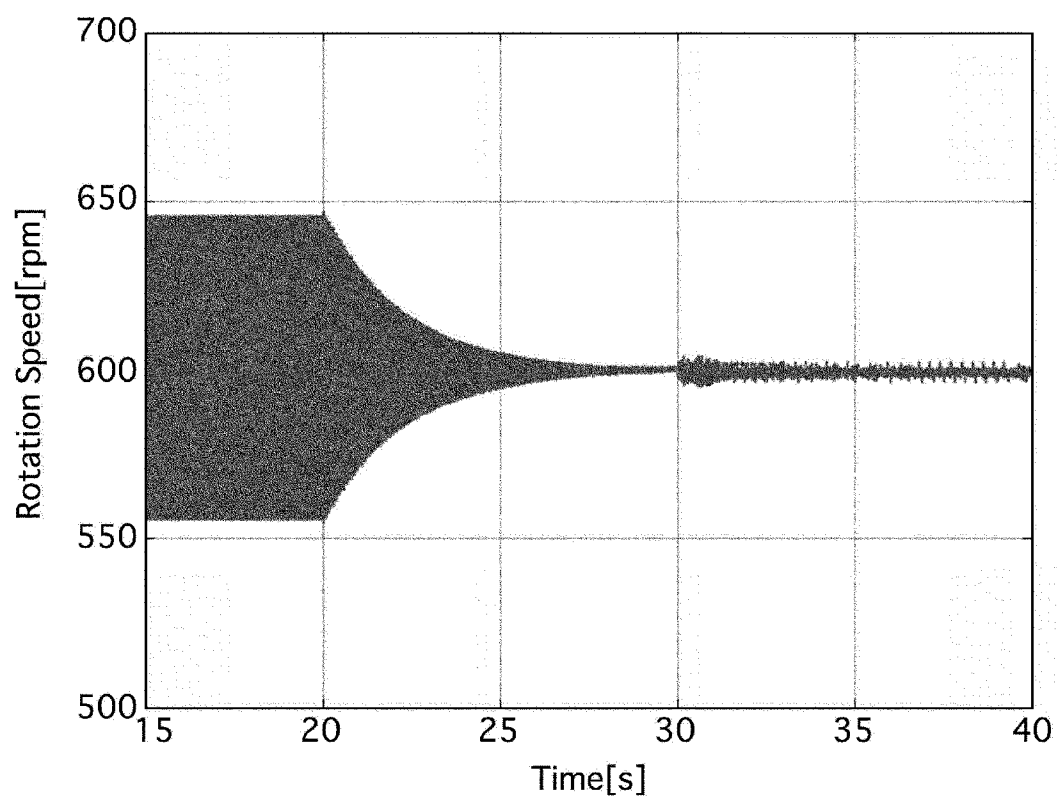
[図10]



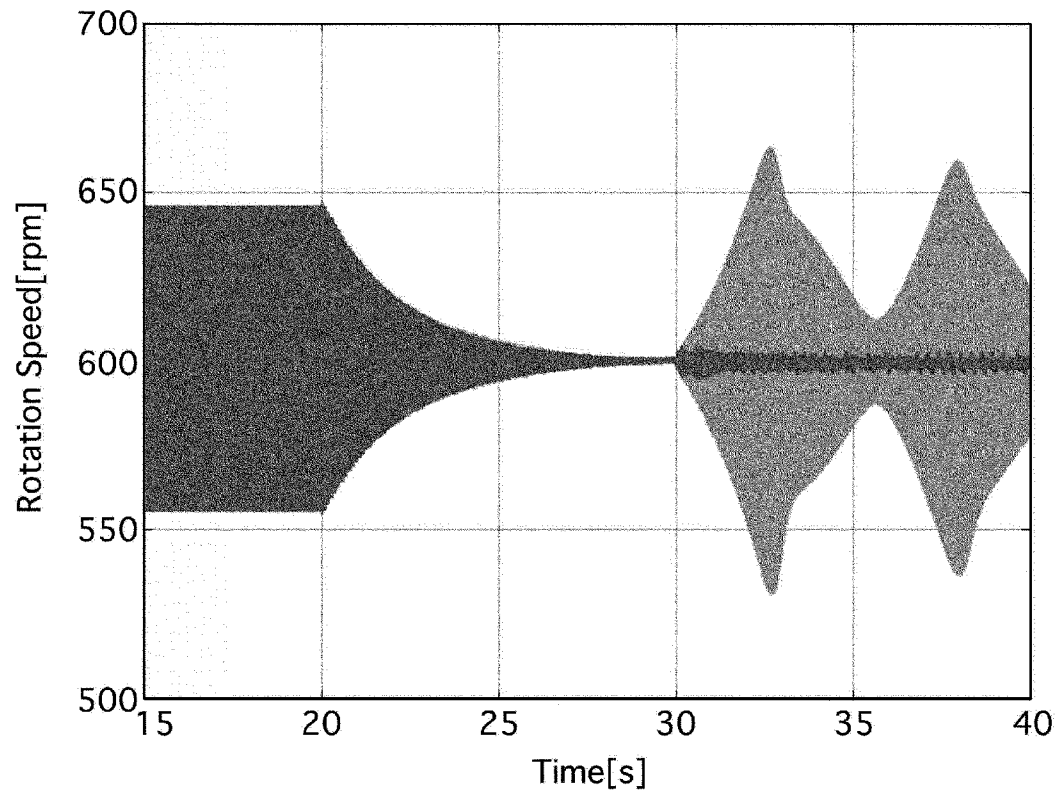
[図11]



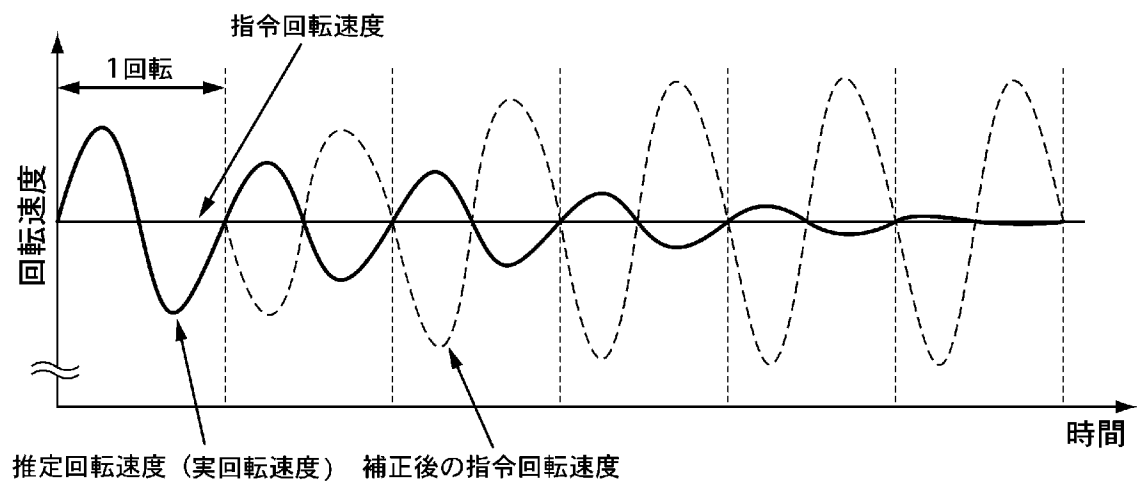
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078543

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P27/06(2006.01)i, H02P29/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P27/06, H02P29/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-323705 A (Fanuc Ltd.), 12 November 1992 (12.11.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-2
A	JP 2010-88200 A (Calsonic Kansei Corp.), 15 April 2010 (15.04.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-2
A	JP 9-201086 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 31 July 1997 (31.07.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 November, 2013 (26.11.13)

Date of mailing of the international search report
03 December, 2013 (03.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078543

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-92718 A (Meidensha Corp.), 17 April 2008 (17.04.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02P27/06(2006.01)i, H02P29/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02P27/06, H02P29/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 4-323705 A（フアナツク株式会社）1992. 11. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 2
A	JP 2010-88200 A（カルソニックカンセイ株式会社）2010. 04. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 2

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 6 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 3 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

森本 哲也

3 V

4 0 2 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 9-201086 A (松下電器産業株式会社) 1997. 07. 31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 2
A	JP 2008-92718 A (株式会社明電舎) 2008. 04. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 2