(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年7月1日(01.07.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/132606 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 21/05 (2006.01) *F04B 49/10* (2006.01)
F04B 49/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/048850

(22) 国際出願日： 2020年12月25日(25.12.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2019-238422 2019年12月27日(27.12.2019) JP

(71) 出願人: ダイキン工業株式会社 (**DAIKIN INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西二丁目４番１２号 梅田センタービル Osaka (JP).

(72) 発明者: 鬼頭 稔(**KITOU, Minoru**); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西二丁目４番１２号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP).

小沢 仁(**OZAWA, Hitoshi**); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西二丁目４番１２号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 樋口 順英(**HIGUCHI, Masahide**); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西二丁目４番１２号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP).

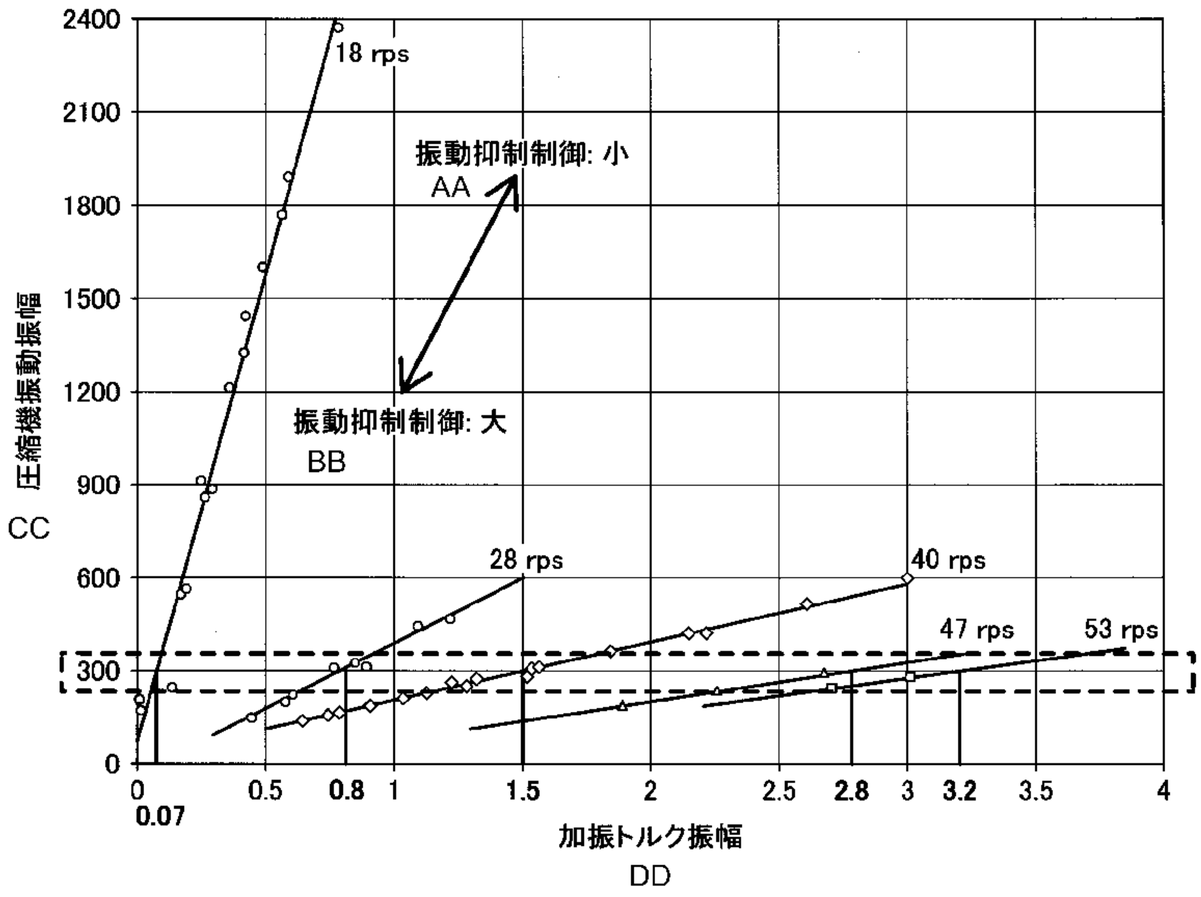
(74) 代理人: 伊東 忠重, 外(**ITOH, Tadashige** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号 丸の内 ＭＹ ＰＬＡＺＡ （明治安田生命ビル） １６階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: COMPRESSOR CONTROL METHOD

(54) 発明の名称： 圧縮機制御方法

[図2]



AA Vibration suppression control: small
BB Vibration suppression control: large
CC Compressor vibration amplitude
DD Vibration torque amplitude

(57) Abstract: This compressor control method is for controlling the vibration amplitude of a compressor provided with a motor by using the motor. The compressor is a device driven by the motor, and the compressor control method controls vibration amplitude so that the same is substantially constant in a specific operation area regardless of the load on the motor and regardless of changes in the rotational speed of the motor. On the basis of, for example, data read out from a preset table, the vibration amplitude is controlled so as to be substantially constant regardless of the aforementioned changes

[続葉有]

WO 2021/132606 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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))

(57) 要約:モータを備える圧縮機の振動振幅を前記モータで制御する圧縮機制御方法であって、前記圧縮機は前記モータによって駆動される機器であり、特定の運転エリアでは、前記モータが受ける負荷および前記モータの回転数の変化に関わらず、前記振動振幅を略一定に制御する、圧縮機制御方法。例えば、予め設定されるテーブルから読み出されるデータに基づいて、前記変化に関わらず前記振動振幅を略一定に制御する。

明　細　書

発明の名称 ： 圧縮機制御方法

技術分野

[0001]　本開示は、圧縮機制御方法に関する。

背景技術

[0002]　圧縮機の振動を抑制する技術が知られている（例えば、特許文献１参照）

。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第６１０３１２５号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　本開示では、特定の運転エリアで圧縮機の振動を抑制可能な圧縮機制御方法を提案する。

課題を解決するための手段

[0005]　第１の態様に係る圧縮機制御方法は、

モータを備える圧縮機の振動振幅を前記モータで制御する圧縮機制御方法であって、

前記圧縮機は前記モータによって駆動される機器であり、

特定の運転エリアでは、前記モータが受ける負荷および前記モータの回転数の変化に関わらず、前記振動振幅を略一定に制御する。

[0006]　第１の態様に係る圧縮機制御方法によれば、特定の運転エリアでは、前記モータが受ける負荷および前記モータの回転数の変化に関わらず、前記振動振幅が略一定に制御されるので、圧縮機の振動を抑制できる。

[0007]　第２の態様に係る圧縮機制御方法は、第１の態様において、

予め設定されるテーブルから読み出されるデータに基づいて、前記変化に関わらず前記振動振幅を略一定に制御する。

[0008] 第２の態様に係る圧縮機制御方法によれば、予め設定されるテーブルから読み出されるデータに基づいて、前記変化に関わらず前記振動振幅が略一定に制御されるので、圧縮機の振動を抑制できる。

[0009] 第３の態様に係る圧縮機制御方法は、第２の態様において、

前記モータが受ける負荷が前記モータの回転数毎に設定される第１閾値以下に低下すると、前記振動振幅を第１レベルに制御し、

前記モータが受ける負荷が前記モータの回転数毎に設定される第２閾値よりも上昇すると、前記振動振幅を第２レベルに制御し、

前記第１閾値は、前記第２閾値以下であり、

前記第２レベルは、前記第１レベルよりも低い。

[0010] 前記モータが受ける負荷が大きくなるほど、圧縮機の振動振幅は増大する傾向がある。第３の態様に係る圧縮機制御方法によれば、前記モータが受ける負荷が前記第２閾値よりも上昇すると、圧縮機の振動振幅は第１レベルよりも低い第２レベルに制御されるので、圧縮機の振動振幅の増大を抑制できる。

[0011] 第４の態様に係る圧縮機制御方法は、第３の態様において、

前記振動振幅を、前記第１レベルと前記第２レベルとの間に制御するモードをもつ。

[0012] 第４の態様に係る圧縮機制御方法によれば、圧縮機の振動振幅を前記第２レベルに何らかの要因で制御できなくても、圧縮機の振動振幅は前記第１レベルと前記第２レベルとの間で制御されるので、圧縮機の振動を抑制できる。

[0013] 第５の態様に係る圧縮機制御方法は、第１から第４のいずれかの一態様において、

前記振動振幅に応じて増減する変数に基づいて、前記変化に関わらず前記振動振幅を略一定に制御する。

[0014] 第５の態様に係る圧縮機制御方法によれば、前記振動振幅に応じて増減する変数に基づいて、前記変化に関わらず前記振動振幅が略一定に制御される

ので、圧縮機の振動振幅を抑制できる。

[0015] 第６の態様に係る圧縮機制御方法は、第５の態様において、

前記モータが受ける負荷が前記モータの回転数毎に設定される第１閾値以下に低下すると、前記振動振幅を第１レベルに制御し、

前記モータが受ける負荷が前記モータの回転数毎に設定される第２閾値よりも上昇すると、前記振動振幅を第２レベルに制御し、

前記第１閾値は、前記第２閾値以下であり、

前記第２レベルは、前記第１レベルよりも低い。

[0016] 前記モータが受ける負荷が大きくなるほど、圧縮機の振動振幅は増大する傾向がある。第６の態様に係る圧縮機制御方法によれば、前記モータが受ける負荷が前記第２閾値よりも上昇すると、圧縮機の振動振幅は第１レベルよりも低い第２レベルに制御されるので、圧縮機の振動振幅の増大を抑制できる。

[0017] 第７の態様に係る圧縮機制御方法は、第６の態様において、

前記振動振幅を、前記第１レベルと前記第２レベルとの間に制御するモードをもつ。

[0018] 第７の態様に係る圧縮機制御方法によれば、圧縮機の振動振幅を前記第２レベルに何らかの要因で制御できなくても、圧縮機の振動振幅は前記第１レベルと前記第２レベルとの間で制御されるので、圧縮機の振動を抑制できる。

[0019] 第８の態様に係る圧縮機制御方法は、第５から第７のいずれかの一態様において、

前記変数は、前記モータが受ける負荷トルクと前記モータが発生するモータトルクとの差によって発生する加振トルク、前記モータの磁極位置の変動の大きさ、又は、前記モータの回転速度の変動の大きさであり、

前記加振トルク、前記磁極位置の変動の大きさ、又は、前記回転速度の変動の大きさは、前記モータの回転数に応じて変化する。

[0020] 第８の態様に係る圧縮機制御方法によれば、前記変数は、前記加振トルク

、前記磁極位置の変動の大きさ、又は、前記回転速度の変動の大きさであり、それらは、前記モータの回転数に応じて変化するので、圧縮機の振動を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]圧縮機の振動を抑制する制御（振動抑制制御）を説明するための図である。

[図2]モータの各回転数における、加振トルクの振幅と圧縮機の振動振幅との関係を例示する図である。

[図3]圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御するための、モータの回転数と加振トルクの振幅との関係を例示する図である。

[図4]第１の実施形態における圧縮機制御方法を説明するための図である。

[図5]第２の実施形態における圧縮機制御方法を説明するための図である。

[図6]第３の実施形態における圧縮機制御方法を説明するための図である。

[図7]電動機制御装置の構成及びその周辺装置を例示するブロック図である。

[図8]第１の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第１の構成例を示すブロック図である。

[図9]補正量計算部の構成を例示するブロック図である。

[図10]第１の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第２の構成例を示すブロック図である。

[図11]第１の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第３の構成例を示すブロック図である。

[図12]第１の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第４の構成例を示すブロック図である。

[図13]第２の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第１の構成例を示すブロック図である。

[図14]第２の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第２の構成例を示すブロック図である。

[図15]第３の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第１の構成例を示すブロ

ック図である。

[図16]第３の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第２の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、実施形態を説明する。

[0023] 図１は、圧縮機の振動を抑制する制御（振動抑制制御）を説明するための図である。圧縮機は、冷媒を圧縮する機器である。圧縮機は、モータによって駆動され、例えば、空気調和機に使用される。冷媒の圧縮工程では、圧縮機のモータが受ける負荷（例えば、負荷トルク）は、図１に示すように、大きく変動する。加振トルクは、モータが出力するトルク（モータトルク）とモータが受ける負荷トルクとの差により発生するトルクを表す。この加振トルクによって、圧縮機は振動する。

[0024] 振動抑制制御は、制御可能なモータトルクを負荷トルクの変化に追従するように変化させる。これにより、加振トルクが小さくなるので、圧縮機の振動を抑制できる。しかしながら、加振トルクを低減するようにモータトルクを変動させると、モータに流す電流が大きくなるので、モータの損失が増大し、圧縮機及びモータの効率が低下する場合がある。

[0025] 本実施形態における圧縮機制御方法は、特定の運転エリアで圧縮機の振動抑制制御を行うことで、圧縮機の振動が実用上問題とならない範囲において、圧縮機の振動を抑制するとともに、圧縮機等の効率の低下を抑制するものである。

[0026] 図２は、モータの各回転数（１８，２８，４０，４７，５７ｒｐｓ）における、加振トルクの振幅と圧縮機の振動振幅との関係を例示する図である。ｒｐｓは、回転毎秒の略であり、モータの回転が１秒間に繰り返される回数を表す単位である。ｒｐｓは、s^{-1}とも表記される。なお、図２等に示す具体的な数値は、単なる例示にすぎず、本開示の技術は、これらの数値に限定されなくてよい。

[0027] 圧縮機の振動振幅を、一定のレベル（図２の場合、３００μｍ）に制御す

ることが、圧縮機の振動抑制と効率低下の抑制とを両立させる点で好ましい。圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御する加振トルクの振幅は、図２に示すように、モータの回転数（回転速度）に応じて異なる。

[0028] 図３は、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御するための、モータの回転数と加振トルクの振幅との関係を例示する図である。図３に示す関係に基づきモータの回転数に対応する振幅値に、加振トルクの振幅値を変化させる振動抑制制御を実行することによって、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御できる。例えば、図３に示す近似直線（近似曲線）を表すテーブルに基づきモータの回転数に対応する加振トルクの指令値を導出し、導出した指令値に対応する操作量に応じてモータトルクを調整する。このような振動抑制制御を特定の運転エリアで実行することで、モータが受ける負荷およびモータの回転数に変化に関わらず、圧縮機の振動振幅は略一定のレベルに制御されるので、特定の運転エリアにおいて圧縮機の振動抑制と効率低下の抑制とを実現できる。

[0029] なお、特定の運転エリアは、例えば、モータが受ける負荷が変動し得る所定の負荷変動領域と、モータの回転数が変動し得る所定の回転数領域との少なくとも一方の領域によって決まるエリアを表す。特定の運転エリアは、圧縮機の振動抑制と効率低下の抑制とを実現したい領域に応じて、適宜設定されてよい。

[0030] また、圧縮機の振動振幅に応じて増減する変数は、加振トルクに限られず、モータの磁極位置の変動の大きさでもよいし、モータの回転速度の変動の大きさでもよい。変動の大きさとは、極大値と極小値との差（変動量）を表す。加振トルクの場合と同様に、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御する磁極位置の変動の大きさ（又は、回転速度の変動の大きさ）は、モータの回転数に応じて異なる。つまり、図３の縦軸の加振トルクは、磁極位置の変動の大きさ、又は、回転速度の変動の大きさに置換可能である。

[0031] したがって、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御するための、モータの回転数と磁極位置の変動の大きさとの関係に基づいて、モータの回転数

に応じた値に磁極位置の変動の大きさを変化させることによって、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御できる。同様に、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御するための、モータの回転数と回転速度の変動の大きさとの関係に基づいて、モータの回転数に応じた値に回転速度の変動の大きさを変化させることによって、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御できる。

[0032] 次に、複数の実施形態をより詳細に説明する。

[0033] 図４は、第１の実施形態における圧縮機制御方法を説明するための図である。第１の実施形態における圧縮機制御方法は、特定の運転エリアでは、モータが受ける負荷およびモータの回転数の変化に関わらず、圧縮機の振動振幅を第１レベルに制御する。これにより、特定の運転エリアにおいて、圧縮機の振動抑制と効率低下の抑制とを実現できる。

[0034] 第１の実施形態における圧縮機制御方法は、例えば、モータが受ける負荷およびモータの回転数によって決められる第１運転エリアで圧縮機が運転している場合、モータが受ける負荷およびモータの回転数の変化に関わらず、圧縮機の振動振幅を第１レベルに制御する。一方、第１の実施形態における圧縮機制御方法は、第１運転エリアより圧縮機の振動振幅が小さい第２運転エリアで圧縮機が運転している場合、圧縮機の振動振幅を第１レベルに制御することを禁止する。これにより、第２運転エリアで圧縮機の振動振幅を第１レベルに制御する（上昇させる）ことによる振動悪化を抑制できる。

[0035] 図５は、第２の実施形態における圧縮機制御方法を説明するための図である。第２の実施形態における圧縮機制御方法は、モータが受ける負荷がモータの回転数毎に設定される第１閾値（図５の場合、閾値Ｌ１ａ，Ｌ２ａ，Ｌ３ａから構成）以下に低下すると、圧縮機の振動振幅を第１レベルに制御する第１のモードをもつ。一方、第２の実施形態における圧縮機制御方法は、モータが受ける負荷がモータの回転数毎に設定される第２閾値（図５の場合、閾値Ｌ１ｂ，Ｌ２ｂ，Ｌ３ｂから構成）よりも上昇すると、圧縮機の振動振幅を、第１レベルよりも低い第２レベルに制御する第２のモードをもつ。

第１閾値は、第２閾値以下に設定されている。モータが受ける負荷が大きくなるほど、圧縮機の振動振幅は増大する傾向がある。第２の実施形態における圧縮機制御方法によれば、モータが受ける負荷が第２閾値よりも上昇すると、圧縮機の振動振幅は第１レベルよりも低い第２レベルに制御されるので、圧縮機の振動振幅の増大を抑制できる。

[0036] 図５には、Ｒ１からＲ２までの回転数領域に設定される閾値Ｌ２ａ，Ｌ２ｂと、Ｒ２からＲ３までの回転数領域に設定される閾値Ｌ１ａ，Ｌ１ｂと、Ｒ３からＲ４までの回転数領域に設定される閾値Ｌ３ａ，Ｌ３ｂとが例示されている。閾値の個数、及び、複数の閾値の大小関係は、任意であり、適宜設定されてよい。図５の場合、閾値Ｌ１ａは閾値Ｌ１ｂよりも低く、閾値Ｌ２ａは閾値Ｌ２ｂよりも低く、閾値Ｌ３ａは閾値Ｌ３ｂよりも低い。第１閾値と第２閾値との間にこのようなヒステリシスが設けられることで、モータを受ける負荷が第１閾値又は第２閾値の近傍で上下動しても、振動振幅が制御されるレベルが第１レベル又は第２レベルに頻繁に切り替わることを抑制できる。なお、第１閾値と第２閾値とを同一値にすることでヒステリシスを設けなくてもよい。Ｒ１からＲ２までの回転数領域に、単一の閾値Ｌ２（Ｌ２ａ＝Ｌ２ｂ）が、Ｒ２からＲ３までの回転数領域に、単一の閾値Ｌ１（Ｌ１ａ＝Ｌ１ｂ）が、Ｒ３からＲ４までの回転数領域に、単一の閾値Ｌ３（Ｌ３ａ＝Ｌ３ｂ）がそれぞれ設定されてもよい。

[0037] また、第２の実施形態における圧縮機制御方法によれば、モータが受ける負荷が第１閾値以下の運転エリアでは、圧縮機の振動振幅が第２レベルよりも高い第１レベルに許容されるので、振動の抑制度合いが緩和する。したがって、モータが受ける負荷が第１閾値以下の運転エリアでは、圧縮機の振動振幅を抑制した状態で、モータが受ける負荷が第２閾値よりも大きい運転エリアに比べて圧縮機等の効率を上げることができる。

[0038] モータが受ける負荷が所定の閾値Ｌ（例えば、第１閾値）以下の運転エリアには、例えば、空気調和機が日本産業規格（ＪＩＳ）で定められた能力を発揮する運転エリアが設定される。より具体的には、ＪＩＳ　Ｂ８６１６：

２０１５で定められた８つの能力（定格冷房標準能力、中間冷房標準能力、中間冷房中温能力、最小冷房中温能力、定格暖房標準能力、中間暖房標準能力、最小暖房標準能力、最大暖房低温能力）のうち、少なくとも一つの能力が、モータが受ける負荷が所定の閾値Ｌ以下の運転エリアに設定されると好適である。これにより、特定の運転エリアでは、圧縮機の振動振幅を抑制した上で圧縮機等の効率を上げることができるので、ＪＩＳ　Ｂ８６１６：２０１５で定められた通年エネルギー消費効率（ＡＰＦ：Annual　Performance Factor）を上げることができる。

[0039] 図６は、第３の実施形態における圧縮機制御方法を説明するための図である。第３の実施形態における圧縮機制御方法は、圧縮機の振動振幅を、第１レベルと第２レベルとの間に制御する第３のモードをもつ。第３の実施形態における圧縮機制御方法によれば、圧縮機の振動振幅を第２レベルに何らかの要因（例えば、インバータのハード上の制約）で制御できなくても、圧縮機の振動振幅は第１レベルと第２レベルとの間で制御されるので、圧縮機の振動を抑制できる。

[0040] 次に、圧縮機制御方法を実行する各実施形態における電動機制御装置の構成例について説明する。

[0041] 図７は、電動機制御装置の構成及びその周辺装置を例示するブロック図である。図７に示す電動機制御装置１は、冷媒を圧縮する機器である圧縮機を駆動するモータの一例である同期電動機３を制御する。

[0042] 同期電動機３は、三相の回転電動機であり、電機子と、界磁である回転子と（いずれも不図示）を備える。技術的な常識として、電機子は、電機子巻線を有し、回転子は、電機子と相対的に回転する。界磁は、例えば界磁磁束を発生させる磁石（界磁磁石：不図示）を備え、例えば埋込磁石型が採用される。

[0043] 電圧供給源２は、例えば電圧制御型インバータ及びその制御部を備え、三相の電圧指令値［Ｖ＊］（記号［］はベクトルであることを示す）に基づいて、三相電圧を同期電動機３に印加する。これにより、同期電動機３には、

電圧供給源２から三相電流［Ｉ］が流れる。

[0044] 電動機制御装置１は、同期電動機３の一次磁束及び回転速度（以下の例では回転角速度）を制御する。一次磁束は、界磁磁石が発生する界磁磁束Λ０と、同期電動機３に（より具体的には電機子に）流れる電機子電流（これは三相電流［Ｉ］でもある）によって発生する電機子反作用の磁束との合成である。一次磁束指令Λδ＊は、実際の一次磁束の大きさΛδの指令値である。

[0045] 電動機制御装置１は、同期電動機３の一次磁束を、一次磁束の制御軸となるδｃ軸において一次磁束指令Λδ＊と一致させる方法の制御を行って、同期電動機３を制御する。δｃ軸は、回転座標系において界磁磁束Λ０の位相を示すｄ軸に対して、所定の位相差で進相する。実際の一次磁束は、δｃ軸においてδｃ軸成分λδｃを、γｃ軸においてγｃ軸成分λγｃをそれぞれ有する。γｃ軸は、δｃ軸に対して、９０度の電気角で進相する。以下、単に、一次磁束λδｃ，λγｃとの表現を用いることがある。

[0046] 通常、一次磁束の指令値は、そのγｃ軸成分が零であり、δｃ軸成分が上述の様に一次磁束指令Λδ＊に設定される。つまり、電動機制御装置１は、実際の一次磁束のγｃ軸成分λγｃを零にする制御を行って、所定の位相差を得る。このような制御は、一次磁束制御と通称され、公知である。通常、一次磁束制御での可制御量には、一次磁束と回転速度とが採用される。

[0047] 本実施の形態において、一次磁束は、推定値であっても観測値であってもよい。一次磁束を推定する技術も公知である。

[0048] 電動機制御装置１は、第１座標変換部１０１と、磁束制御部１０２と、第２座標変換部１０４と、速度指令補正装置１２とを備える。電動機制御装置１が備えるこれらの各部の機能は、メモリに読み出し可能に記憶されたプログラムによって、プロセッサ（例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit））が動作することにより実現される。

[0049] 第１座標変換部１０１は、後述するようにして求められる同期電動機３の電気角θｅに基づく三相／二相変換を行う。具体的には、三相電流［Ｉ］を

、一次磁束制御を行うδｃ－γｃ回転座標系におけるδｃ軸電流ｉδｃ、γｃ軸電流ｉγｃに変換する。この際、三相電流はその三相分の和が零となるので、二相分が得られれば、他の一相は当該二相分から推定される。図７における「３（２）」は、検出される電流が三相分であっても二相分であってもよいことを示す。δｃ軸電流ｉδｃ、γｃ軸電流ｉγｃは、それぞれ同期電動機３に流れる電流のδｃ軸成分、γｃ軸成分であると言える。

[0050] 第２座標変換部１０４は、電気角θｅに基づく二相／三相変換を行う。具体的にはδｃ－γｃ回転座標系におけるδｃ軸電圧指令値ｖδ＊、γｃ軸電圧指令値ｖγ＊を、三相の電圧指令値［Ｖ＊］へ変換する。

[0051] なお、三相の電圧指令値［Ｖ＊］に代えて、他の座標系、例えばｄ－ｑ回転座標系での電圧指令値へ、δｃ軸電圧指令値ｖδ＊、γｃ軸電圧指令値ｖγ＊を変換してもよい。他の座標系としては、αβ固定座標系、ｕｖｗ固定座標系、極座標系を採用できる。

[0052] 磁束制御部１０２は、（電気角についての）回転速度指令ωｅｏ＊から、これに対応した（機械角についての）回転速度指令ωｍ＊を求める。かかる機能は公知技術で容易に実現できるので、その詳細は省略する。

[0053] 磁束制御部１０２は、例えば積分機能を具備している。当該積分機能により、回転速度指令ωｅ＊が積分されて電気角θｅが得られる。得られた電気角θｅ及び、一次磁束のｄ軸に対する負荷角φから式（１）によって、機械角としての回転角θｍが得られる。但し、同期電動機３の極対数Ｐを導入した。

[0054] $$\theta m = (\theta e - \phi) / P \quad \cdots (1)$$

[0055] 負荷角φは、推定値であっても観測値であってもよい。負荷角φを推定する技術は、公知である。また、回転角θｍを求める方法として式（１）以外の、公知技術を採用することができる。

[0056] 磁束制御部１０２は、δｃ軸電流ｉδｃ、γｃ軸電流ｉγｃ、一次磁束λδｃ，λγｃ、一次磁束指令Λδ＊、回転速度指令ωｅ＊に基づいて、δｃ軸電圧指令値ｖδ＊、γｃ軸電圧指令値ｖγ＊を生成する。かかる機能及び

当該機能を実現するための構成、及び一次磁束λδｃ，λγｃを推定する手法は、公知であるので、ここではその詳細を省略する。

[0057] 速度指令補正装置１２は、γｃ軸電流補正部１０５（図７では「ｉγｃ補正部」と記載）、加算器１０７、減算器１０９、ハイパスフィルタ１１０を備える。

[0058] γｃ軸電流補正部１０５は、回転角θｍ、回転速度指令ωｍ＊、一次磁束λδｃ，λγｃ、δｃ軸電流ｉδｃ、γｃ軸電流ｉγｃ、及び次数ｎに基づいて、第１のγｃ軸電流補正値Δｉγｃ１を求める。第１のγｃ軸電流補正値Δｉγｃ１は、回転角θｍの基本周波数のｎ次成分（ｎは正整数）を低減する量であり、その具体的な意義及び求め方については後述する。

[0059] 加算器１０７は、γｃ軸電流ｉγｃに第１のγｃ軸電流補正値Δｉγｃ１を加算して第１の補正済みγｃ軸電流ｉγｃ１を得る。ハイパスフィルタ１１０は、第１の補正済みγｃ軸電流ｉγｃ１からその直流分を除去して角速度補正量Δωｅ＊を求める直流分除去部として機能する。図示されるように速度指令補正装置１２が定数倍部１０８を更に備え、ハイパスフィルタ１１０の出力が定数倍部１０８で所定ゲインＫｍ倍されたものとして角速度補正量Δωｅ＊が求められてもよい。

[0060] 減算器１０９は、電気角についての回転速度指令ωｅｏ＊から角速度補正量Δωｅ＊を減算し、補正済みの回転速度指令ωｅ＊を得る。

[0061] 図８は、第１の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第１の構成例を示すブロック図である。図８に示すγｃ軸電流補正部１１０５Ａは、γｃ軸電流補正部１０５（図７参照）の一例である。γｃ軸電流補正部１１０５Ａは、加振トルク抽出部１０５Ａ、出力トルク抽出部１０５Ｂ、加算器１０５ｇ、補正量計算部１０５ｈを備える。

[0062] 加振トルク抽出部１０５Ａは、角度脈動抽出部１０５ａ、ｎ次成分抽出部１０５ｂ、トルク換算部１０５ｉ、按分係数乗算部１０５ｃを有する。

[0063] 角度脈動抽出部１０５ａは、回転角θｍと回転速度指令ωｍ＊から、回転角差分Δθｍを求める。回転角差分Δθｍは、回転角θｍの、同期電動機３

の定速回転時における回転角θｍに対する脈動分を表す。

[0064] ｎ次成分抽出部１０５ｂは、回転角差分Δθｍのうち回転角θｍの基本周波数のｎ次成分Δθｍｓ（ｎ），Δθｍｃ（ｎ）を抽出する。ｎ次成分抽出部１０５ｂは、抽出すべき次数の回転角差分Δθｍの成分を、正弦値成分Δθｍｓ（ｎ）と余弦値成分Δθｍｃ（ｎ）とに分けて取り扱う。ｎ次成分抽出部１０５ｂの具体的な動作は後述する。

[0065] トルク換算部１０５ｉは、ｎ次成分Δθｍｓ（ｎ），Δθｍｃ（ｎ）をトルクに換算する。具体的には、回転角θｍにおける同期電動機３の加振トルクτｖの推定値のｎ次成分τｖｓ（ｎ），τｖｃ（ｎ）を求める。例えば、トルク換算部１０５ｉは、回転角差分Δθｍのｎ次成分Δθｍｓ（ｎ），Δθｍｃ（ｎ）に対して、機械負荷の慣性モーメントＪと回転速度指令ωｍ＊の２乗と次数ｎの２乗との積（＝－ｎ^2・Ｊ・ωｍ＊^{2}）を乗じることにより、加振トルクτｖのｎ次成分を求める。具体的には加振トルクτｖのｎ次の正弦値成分τｖｓ（ｎ）と余弦値成分τｖｃ（ｎ）とが求められる。

[0066] 加振トルクτｖは、同期電動機３の出力トルクτｅから、同期電動機３が駆動する機械負荷（不図示）の負荷トルクτｄを引いた値である。

[0067] $$\tau v = \tau e - \tau d \quad \cdots (2)$$

[0068] 負荷トルクτｄは周期性を有し、つまり同期電動機３は周期性負荷を駆動する。この機械負荷の例としては、例えば空気調和機に採用される冷媒を圧縮する圧縮機構（圧縮機）を挙げることができる。

[0069] 加振トルクτｖは、回転角θｍの周期の１／ｎの周期で変動する成分（上述の「ｎ次成分」）を次数毎に独立した振幅で有している。例えば機械負荷が１シリンダ圧縮機であれば、ｎ＝１に対応する１次成分の振幅が主となり、２シリンダ圧縮機であれば、ｎ＝２に対応する２次成分の振幅が主となる。

[0070] 出力トルク抽出部１０５Ｂは、出力トルク推定部１０５ｄ、ｎ次成分抽出部１０５ｅ、按分係数乗算部１０５ｆを有する。

[0071] 出力トルク推定部１０５ｄは、一次磁束λδｃ，λγｃと、δｃ軸電流ｉ

δｃ、γｃ軸電流ｉγｃを用い、式（７）で出力トルクτｅの推定値を求める。

[0072] τｅ＝Ｐ・（λδｃ・ｉγｃ－λγｃ・ｉδｃ） ・・・（７）

[0073] ここでは、出力トルクτｅについて推定値と実際の値との差分を取り扱わないので、出力トルクτｅ及びその推定値のいずれについても便宜的に「出力トルクτｅ」との表現を用いる。

[0074] ｎ次成分抽出部１０５ｅは、ｎ次成分抽出部１０５ｂと同様にして、出力トルクτｅのうち回転角θｍの基本周波数のｎ次成分τｅｓ（ｎ），τｅｃ（ｎ）を抽出する。

[0075] 具体的には、ｎ次成分抽出部１０５ｂ，１０５ｅは、いずれもフーリエ変換を用いることにより、入力した量の正弦値成分及び余弦値成分を得る。回転角差分Δθｍ及び出力トルクτｅは、いずれも回転角θｍの関数であって、両者のいずれをも関数Ｆ（θｍ）として表すと、式（８）が成立する。

[0076] [数1]

$$F(\theta m)=\frac{a0}{2}+\sum_{n=1}^{\infty}\{an\cdot\cos(n\cdot\theta m)+bn\cdot\sin(n\cdot\theta m)\}$$

$$(n=1,2,3,\cdots)$$

$$\begin{cases} a0=\dfrac{1}{\pi}\displaystyle\int_{-\pi}^{\pi}F(\theta m)d\theta m \\ an=\dfrac{1}{\pi}\displaystyle\int_{-\pi}^{\pi}\{F(\theta m)\cdot\cos(n\cdot\theta m)\}d\theta m \\ bn=\dfrac{1}{\pi}\displaystyle\int_{-\pi}^{\pi}\{F(\theta m)\cdot sin(n\cdot\theta m)\}d\theta m \end{cases} \quad \cdots(8)$$

[0077] ここで、値ａ０は、関数Ｆ（θｍ）の直流成分（０次成分）であり、値ａｎは、関数Ｆ（θｍ）のｎ次成分の余弦値の振幅であり、値ｂｎは、関数Ｆ（θｍ）のｎ次成分の正弦値の振幅である。上述のフーリエ変換を行うべく

、ｎ次成分抽出部１０５ｂ，１０５ｅには、次数ｎと回転角θｍとが入力される。なお、式（８）において積分変数として回転角θｍではなく、時間ｔを採用してもよい。フーリエ変換で行われる計算において、回転角θｍは、角度θｍｆ（＝ωｍａ・ｔ）で代用することができる。ωｍａは、角速度の平均値（平均角速度）を表す。

[0078] ｎ次成分抽出部１０５ｂは、回転角差分Δθｍを関数Ｆ（θｍ）として採用し、値ｂｎを回転角差分Δθｍの正弦値成分Δθｍｓ（ｎ）として出力し、値ａｎを回転角差分Δθｍの余弦値成分Δθｍｃ（ｎ）として出力する。

[0079] ｎ次成分抽出部１０５ｅは、出力トルクτｅを関数Ｆ（θｍ）として採用し、値ｂｎを出力トルクτｅの正弦値成分τｅｓ（ｎ）として出力し、値ａｎを出力トルクτｅの余弦値成分τｅｃ（ｎ）として出力する。

[0080] 按分係数乗算部１０５ｃは、次数ｎ毎に設定される按分係数Ｋ（ｎ）を、正弦値成分τｖｓ（ｎ）及び余弦値成分τｖｃ（ｎ）のいずれにも乗じる。按分係数乗算部１０５ｆは、按分係数［１－Ｋ（ｎ）］を、正弦値成分τｅｓ（ｎ）及び余弦値成分τｅｃ（ｎ）のいずれにも乗じる。但し、次数ｎのそれぞれにおいて、０≦Ｋ（ｎ）≦１が成立する。よって、按分係数乗算部１０５ｃ，１０５ｆは、所定の按分比Ｋ（ｎ）／［１－Ｋ（ｎ）］で、正弦値成分τｖｓ（ｎ）と正弦値成分τｅｓ（ｎ）とを按分し、当該按分比で余弦値成分τｖｃ（ｎ）と余弦値成分τｅｃ（ｎ）とを按分する按分部として機能する。按分係数Ｋ（ｎ），［１－Ｋ（ｎ）］は、按分係数乗算部１０５ｃ，１０５ｆに対して外部から与えられてもよい。この場合、按分係数乗算部１０５ｃ，１０５ｆは、単なる乗算器で実現される。

[0081] 加算器１０５ｇは、次数ｎ毎に、正弦値成分に関する積τｖｓ（ｎ）・Ｋ（ｎ），τｅｓ（ｎ）・［１－Ｋ（ｎ）］同士を加算し、余弦値成分に関する積τｖｃ（ｎ）・Ｋ（ｎ），τｅｃ（ｎ）・［１－Ｋ（ｎ）］同士を加算し、対を成す和を出力する。

[0082] ｎ次成分抽出部１０５ｂ，１０５ｅにおいて、抽出の対象となる次数ｎは、複数採用されてもよい。例えば次数ｎとして値１のみを採用する場合には

、加算器１０５ｇは、一対の和τｖｓ（１）・Ｋ（１）＋τｅｓ（１）・［１－Ｋ（１）］，τｖｃ（１）・Ｋ（１）＋τｅｃ（１）・［１－Ｋ（１）］を出力する。あるいは、次数ｎとして値１，２の二つを採用する場合には、加算器１０５ｇは、和τｖｓ（１）・Ｋ（１）＋τｅｓ（１）・［１－Ｋ（１）］，τｖｃ（１）・Ｋ（１）＋τｅｃ（１）・［１－Ｋ（１）］の対と、和τｖｓ（２）・Ｋ（２）＋τｅｓ（２）・［１－Ｋ（２）］，τｖｃ（２）・Ｋ（２）＋τｅｃ（２）・［１－Ｋ（２）］の対との二対を出力する。図８において矢印に付されたスラント「／」はこのような対の入出力を示す。

[0083] 負荷トルクτｄについてのｎ次の正弦値成分τｄｓ（ｎ）及び余弦値成分τｄｃ（ｎ）を導入すると、式（２）から、式（９）が得られる。

[0084] τｖｓ（ｎ）＝τｅｓ（ｎ）－τｄｓ（ｎ）

τｖｃ（ｎ）＝τｅｃ（ｎ）－τｄｃ（ｎ） ・・・（９）

[0085] よって、加算器１０５ｇは、対を成す値τｅｓ（ｎ）－Ｋ（ｎ）・τｄｓ（ｎ），τｅｃ（ｎ）－Ｋ（ｎ）・τｄｃ（ｎ）を出力できる。

[0086] 図９は、補正量計算部１０５ｈの構成を例示するブロック図である。補正量計算部１０５ｈは、ＰＩ制御部１１ｈと、合成値計算部１１ｙとを有する。ここでは、簡単のため、次数ｎが１である場合を例示する。

[0087] ＰＩ制御部１１ｈは、いずれも比例積分制御を行うＰＩ制御器１１ｈｓ，１１ｈｃを備える。ＰＩ制御器１１ｈｓは、正弦値成分に関する値について比例積分制御を行う。ＰＩ制御器１１ｈｃは、余弦値成分に関する値について比例積分制御を行う。

[0088] ＰＩ制御器１１ｈｓは、値τｅｓ（ｎ）－Ｋ（ｎ）・τｄｓ（ｎ）を入力し、これに対して比例積分制御を行った結果を出力する。ＰＩ制御器１１ｈｃは、値τｅｃ（ｎ）－Ｋ（ｎ）・τｄｃ（ｎ）を入力し、これに対して比例積分制御を行った結果を出力する。

[0089] 合成値計算部１１ｙは、ＰＩ制御器１１ｈｓで得られた正弦値成分に関する比例積分制御の結果と、ＰＩ制御器１１ｈｃで得られた余弦値成分に関す

る比例積分制御の結果とを以下の様に合成して合成値を求める。

[0090] 合成値計算部１１ｙは、乗算器１１ｊ，１１ｋ，１１ｐと、正弦値生成部１１ｑと、余弦値生成部１１ｒと、加算器１１ｓとを有している。

[0091] 乗算器１１ｐは、次数ｎと回転角θｍとを入力し、両者の積ｎ・θｍを得る。正弦値生成部１１ｑは、積ｎ・θｍを入力し、正弦値sin（ｎ・θｍ）を得る。余弦値生成部１１ｒは、積ｎ・θｍを入力し、余弦値cos（ｎ・θｍ）を得る。

[0092] 乗算器１１ｊは、ＰＩ制御器１１ｈｓで得られた結果と正弦値sin（ｎ・θｍ）との積を得る。乗算器１１ｋは、ＰＩ制御器１１ｈｃで得られた結果と余弦値cos（ｎ・θｍ）との積を得る。加算器１１ｓは、三角関数の合成を行って合成値を得る。具体的には、加算器１１ｓは、乗算器１１ｊで得られた積と、乗算器１１ｋで得られた積との和として合成値を得る。当該合成値が第１のγｃ軸電流補正値Δｉγｃ１として合成値計算部１１ｙから出力される。これは、ＰＩ制御器１１ｈｓ，１１ｈｃの各々で得られた結果をフーリエ級数の係数とし、そのフーリエ級数の結果から第１のγｃ軸電流補正値Δｉγｃ１を求めることに相当する。

[0093] 加振トルクτｖ及び出力トルクτｅのｎ次成分に基づいて求められた第１のγｃ軸電流補正値Δｉγｃ１は、加算器１０７（図７参照）によって、γｃ軸電流ｉγｃに反映される。これにより、結果的に、減算器１０９において、回転速度指令ωｅｏ＊を、加振トルクτｖの増加及び／又は出力トルクτｅの増加に対応して増加させる方向に補正することになる。このように、第１のγｃ軸電流補正値Δｉγｃ１は、加振トルクτｖや出力トルクτｅの脈動に対して比例積分制御を行って得られているので、補正済み回転速度指令ωｅ＊は、加振トルクτｖや出力トルクτｅの脈動を抑制するように制御される。

[0094] 補正量計算部１０５ｈ（図８参照）における比例積分制御を行う前に、按分係数Ｋ（ｎ），［１－Ｋ（ｎ）］で、加振トルクτｖ及び出力トルクτｅの回転速度指令ωｅｏ＊への影響を按分する。これは、比例積分制御のゲイ

ンによらずに按分比を維持できる観点でも、比例積分制御において機械角の回転速度に応じた周波数帯域は不要である観点でも、好適である。

[0095] 次数ｎを複数個にて設定する場合、補正量計算部１０５ｈは、ＰＩ制御部１１ｈと、加算器１１ｓを除いた合成値計算部１１ｙとを、その次数毎に設ける。そして、加算器１１ｓは、次数毎に設けられた合成値計算部１１ｙの出力を、全て加算して第１のγｃ軸電流補正値Δｉγｃ１として出力する。

[0096] ある次数ｎにおいて、按分係数Ｋ（ｎ）が１であるとする。この場合、按分係数乗算部１０５ｆの出力は０となり、出力トルクτｅは第１のγｃ軸電流補正値Δｉγｃ１に寄与せず、加振トルクτｖのみが回転速度指令ωｅｏ＊の補正に寄与することになる。この場合は、回転速度指令ωｅｏ＊の補正が専ら加振トルクτｖの抑制に寄与することなる。

[0097] ある次数ｎにおいて、按分係数Ｋ（ｎ）が０であるとする。この場合、按分係数乗算部１０５ｃの出力は０となり、加振トルクτｖは第１のγｃ軸電流補正値Δｉγｃ１に寄与せず、出力トルクτｅのみが回転速度指令ωｅｏ＊の補正に寄与することになる。この場合は、回転速度指令ωｅｏ＊の補正が専ら出力トルクτｅの脈動の抑制に寄与することとなり、電流［Ｉ］の振幅を一定にし易くする。

[0098] 上述のことから、加算器１０５ｇ、出力トルク抽出部１０５Ｂ、按分係数乗算部１０５ｃを省略して、γｃ軸電流補正部１０５を構成してもよい。この構成では、正弦値成分τｅｓ（ｎ）及び余弦値成分τｅｃ（ｎ）を用いずに正弦値成分τｖｓ（ｎ）及び余弦値成分τｖｃ（ｎ）を用いて（より具体的にはこれらに比例積分制御を行って）、補正量計算部１０５ｈが第１のγｃ軸電流補正値Δｉγｃ１を求める。このような構成でも、回転速度指令ωｅｏ＊の補正によって加振トルクτｖを抑制できる。

[0099] 同様にして、加算器１０５ｇ、加振トルク抽出部１０５Ａ、按分係数乗算部１０５ｆを省略して、γｃ軸電流補正部１０５を構成してもよい。この構成では、正弦値成分τｖｓ（ｎ）及び余弦値成分τｖｃ（ｎ）を用いずに正弦値成分τｅｓ（ｎ）及び余弦値成分τｅｃ（ｎ）を用いて（より具体的に

はこれらに比例積分制御を行って）、補正量計算部１０５ｈが第１のγｃ軸電流補正値Δｉγｃ１を求める。このような構成でも、回転速度指令ωｅｏ＊の補正によって出力トルクτｅの脈動を抑制できる。

[0100] このように、図８に示すγｃ軸電流補正部１１０５Ａによれば、按分係数Ｋ（ｎ）の大きさを調整することによって、圧縮機の振動抑制量を制御できる。γｃ軸電流補正部１１０５Ａは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、加振トルクの指令値のｎ次成分（加振トルク指令）を決定する。そして、γｃ軸電流補正部１１０５Ａは、決定した加振トルク指令に応じて、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御する按分係数Ｋ（ｎ）の大きさを決定する。

[0101] γｃ軸電流補正部１１０５Ａは、テーブル２３と、減算器２２と、ＰＩ制御器２１とを有する。

[0102] テーブル２３は、特定の運転エリアにおいて、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御するための、同期電動機３の回転速度と加振トルクとの関係が予め設定されたものである。テーブル２３は、上述の図３に示す近似直線（近似曲線）を表すテーブルに相当する。テーブル２３は、近似曲線を表す回帰式又はマップデータにより定義される。γｃ軸電流補正部１１０５Ａは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御する加振トルク指令をテーブル２３に基づき決定する。この加振トルク指令は、予め設定されるテーブルから読み出されるデータの一例である。予め設定されるテーブルを使用することで、演算処理の負荷を低減できる。

[0103] 減算器２２は、加振トルクの指令値のｎ次成分と加振トルクの推定値のｎ次成分との誤差を算出する。加振トルクの推定値のｎ次成分は、例えば、正弦値成分τｖｓ（ｎ）と余弦値成分τｖｃ（ｎ）である。

[0104] ＰＩ制御器２１は、減算器２２により算出された誤差をゼロに近づける按分係数Ｋ（ｎ）をＰＩ制御により導出する。按分係数Ｋ（ｎ）は、ＰＩＤ制御により算出されてもよい。ＰＩ制御又はＰＩＤ制御において、Ｐは、比例

、Ｉは、積分、Ｄは、微分を表す。

[0105] 按分係数Ｋ（ｎ）がこのように導出されることで、特定の運転エリアでは、同期電動機３が受ける負荷および同期電動機３の回転数の変化に関わらず、圧縮機の振動振幅は略一定のレベルに制御される。よって、特定の運転エリアにおいて圧縮機の振動抑制と効率低下の抑制とを実現できる。

[0106] 図１０は、第１の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第２の構成例を示すブロック図である。図１０に示すγｃ軸電流補正部１１０５Ｂは、γｃ軸電流補正部１０５（図７参照）の一例である。第２の構成例（図１０）のうち第１の構成例（図８）と同様の構成についての説明は、上述の説明を援用することで、省略する。

[0107] γｃ軸電流補正部１１０５Ｂは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、同期電動機３の磁極位置の変動の大きさの指令値のｎ次成分（磁極位置変動量指令）を決定する。そして、γｃ軸電流補正部１１０５Ｂは、決定した磁極位置変動量指令に応じて、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御する按分係数Ｋ（ｎ）の大きさを決定する。

[0108] γｃ軸電流補正部１１０５Ｂは、テーブル２４と、減算器２２と、ＰＩ制御器２１とを有する。

[0109] テーブル２４は、特定の運転エリアにおいて、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御するための、同期電動機３の回転速度と磁極位置の変動の大きさとの関係が予め設定されたものである。テーブル２４は、上述の図３に示す近似直線（近似曲線）を表すテーブルに相当する。テーブル２４は、近似曲線を表す回帰式又はマップデータにより定義される。γｃ軸電流補正部１１０５Ｂは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御する磁極位置変動量指令をテーブル２４に基づき決定する。この磁極位置変動量指令は、予め設定されるテーブルから読み出されるデータの一例である。

[0110] 減算器２２は、磁極位置の変動の大きさの指令値のｎ次成分と磁極位置の変動の大きさの推定値のｎ次成分との誤差を算出する。磁極位置の変動の大

きさの推定値のｎ次成分は、例えば、正弦値成分Δθｍｓ（ｎ）と余弦値成分Δθｍｃ（ｎ）である。ＰＩ制御器２１は、減算器２２により算出された誤差をゼロに近づける按分係数Ｋ（ｎ）をＰＩ制御等により導出する。按分係数Ｋ（ｎ）がこのように導出されることで、上述の構成例と同様に、特定の運転エリアにおいて圧縮機の振動抑制と効率低下の抑制とを実現できる。

[0111] 図１１は、第１の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第３の構成例を示すブロック図である。図１１に示すγｃ軸電流補正部１１０５Ｃは、γｃ軸電流補正部１０５（図７参照）の一例である。第３の構成例（図１１）のうち第１の構成例（図８）と同様の構成についての説明は、上述の説明を援用することで、省略する。

[0112] γｃ軸電流補正部１１０５Ｃは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、同期電動機３の回転速度の変動の大きさの指令値のｎ次成分（回転速度変動量指令）を決定する。そして、γｃ軸電流補正部１１０５Ｃは、決定した回転速度変動量指令に応じて、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御する按分係数Ｋ（ｎ）の大きさを決定する。

[0113] γｃ軸電流補正部１１０５Ｃは、テーブル２５と、ｎ次成分抽出部２６と、減算器２２と、ＰＩ制御器２１とを有する。

[0114] テーブル２５は、特定の運転エリアにおいて、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御するための、同期電動機３の回転速度と回転速度の変動の大きさとの関係が予め設定されたものである。テーブル２５は、上述の図３に示す近似直線（近似曲線）を表すテーブルに相当する。テーブル２５は、近似曲線を表す回帰式又はマップデータにより定義される。γｃ軸電流補正部１１０５Ｃは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御する回転速度変動量指令をテーブル２５に基づき決定する。この回転速度変動量指令は、予め設定されるテーブルから読み出されるデータの一例である。

[0115] ｎ次成分抽出部２６は、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に基づいて、回転速度の変動の大きさの推定値のｎ次成分を抽出する。減算器２

２は、回転速度の変動の大きさの指令値のｎ次成分と回転速度の変動の大きさの推定値のｎ次成分との誤差を算出する。ＰＩ制御器２１は、減算器２２により算出された誤差をゼロに近づける按分係数Ｋ（ｎ）をＰＩ制御等により導出する。按分係数Ｋ（ｎ）がこのように導出されることで、上述の構成例と同様に、特定の運転エリアにおいて圧縮機の振動抑制と効率低下の抑制とを実現できる。

[0116] 図１２は、第１の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第４の構成例を示すブロック図である。図１２に示すγｃ軸電流補正部１１０５Ｄは、γｃ軸電流補正部１０５（図７参照）の一例である。第４の構成例（図１２）のうち第１の構成例（図８）と同様の構成についての説明は、上述の説明を援用することで、省略する。

[0117] γｃ軸電流補正部１１０５Ｄは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御する按分係数Ｋ（ｎ）の大きさをテーブル２７に基づいて決定する。γｃ軸電流補正部１１０５Ｄは、テーブル２７を有する。

[0118] テーブル２７は、特定の運転エリアにおいて、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御するための、同期電動機３の回転速度と加振トルクと按分係数Ｋ（ｎ）との関係が予め設定されたものである。テーブル２７は、上述の図３に示す近似直線（近似曲線）を表すテーブルに按分係数Ｋ（ｎ）を組み合わせて得られるテーブルに相当する。テーブル２７は、近似曲線を表す回帰式又はマップデータにより定義される。図３に示す回転数に対する加振トルクの指令値のとおり加振トルクを制御すれば、モータが受ける負荷およびモータの回転数の変化に関わらず、振動振幅を略一定のレベルに制御できる。そのため、図１２に示す実施例では、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値と、加振トルクの推定値のｎ次成分とが、テーブル２７に入力され、テーブル２７から操作量が出力される構成が採用されている。本実施例では、操作量は按分係数Ｋ（ｎ）であり、按分係数Ｋ（ｎ）に応じてモータトルクを調整する。また、前記のとおり、図３の縦軸の加振トルクは、磁極位

置の変動の大きさ、又は、回転速度の変動の大きさに置換可能であるが、本実施例では、より望ましい加振トルクを用いている。γｃ軸電流補正部１１０５Ｄは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値と加振トルクの推定値のｎ次成分とに応じて、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御する按分係数Ｋ（ｎ）をテーブル２７に基づき決定する。この按分係数Ｋ（ｎ）は、予め設定されるテーブルから読み出されるデータの一例である。按分係数Ｋ（ｎ）がこのように導出されることで、上述の構成例と同様に、特定の運転エリアにおいて圧縮機の振動抑制と効率低下の抑制とを実現できる。

[0119] なお、テーブル２７において、加振トルクは、磁極位置の変動の大きさ又は回転速度の変動の大きさに置換されてもよい。この場合でも、按分係数Ｋ（ｎ）がテーブル２７を用いて導出されることで、特定の運転エリアにおいて圧縮機の振動抑制と効率低下の抑制とを実現できる。

[0120] 図１３は、第２の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第１の構成例を示すブロック図である。図１３に示すγｃ軸電流補正部２１０５Ａは、γｃ軸電流補正部１０５（図７参照）の一例である。第２の実施形態の第１の構成例（図１３）のうち第１の実施形態の第１の構成例（図８）と同様の構成についての説明は、上述の説明を援用することで、省略する。

[0121] γｃ軸電流補正部２１０５Ａは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、上述の第１のモードにおける加振トルクの指令値のｎ次成分（第１の加振トルク指令）をテーブル３５に基づいて決定する。同様に、γｃ軸電流補正部２１０５Ａは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、上述の第２のモードにおける加振トルクの指令値のｎ次成分（第２の加振トルク指令）をテーブル３６に基づいて決定する。

[0122] γｃ軸電流補正部２１０５Ａは、テーブル３５，３６と、減算器３３，３４と、切替部３２と、切替判断部３７と、ＰＩ制御器３１とを有する。

[0123] テーブル３５は、第１のモードにおける特定の運転エリアにおいて、圧縮機の振動振幅を第１レベルに制御するための、同期電動機３の回転速度と加振トルクとの関係が予め設定されたものである。γｃ軸電流補正部２１０５

Ａは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、圧縮機の振動振幅を第１レベルに制御する第１の加振トルク指令をテーブル３５に基づき決定する。

[0124] テーブル３６は、第２のモードにおける特定の運転エリアにおいて、圧縮機の振動振幅を第２レベルに制御するための、同期電動機３の回転速度と加振トルクとの関係が予め設定されたものである。γｃ軸電流補正部２１０５Ａは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、圧縮機の振動振幅を第２レベルに制御する第２の加振トルク指令をテーブル３６に基づき決定する。

[0125] 減算器３３は、第１のモードにおける加振トルクの指令値のｎ次成分と加振トルクの推定値のｎ次成分との第１の誤差を算出する。減算器３４は、第２のモードにおける加振トルクの指令値のｎ次成分と加振トルクの推定値のｎ次成分との第２の誤差を算出する。

[0126] 切替部３２は、切替判断部３７による判定結果に応じて、ＰＩ制御器３１に入力する誤差を、第１の誤差又は第２の誤差に切り替える。切替判断部３７は、同期電動機３が受ける負荷が同期電動機３の回転数毎に設定される第１閾値以下に低下すると、ＰＩ制御器３１に第１の誤差を入力すると判断し、同期電動機３が受ける負荷が同期電動機３の回転数毎に設定される第２閾値よりも上昇すると、ＰＩ制御器３１に第２の誤差を入力すると判断する。同期電動機３が受ける負荷には、例えば、圧力、温度などがある。圧力や温度などの負荷情報は、圧縮機の外部から供給される。

[0127] ＰＩ制御器３１は、切替部３２から入力される誤差をゼロに近づける按分係数Ｋ（ｎ）をＰＩ制御等により導出する。按分係数Ｋ（ｎ）がこのように導出されることで、同期電動機３が受ける負荷が第２閾値よりも上昇すると、圧縮機の振動振幅は第１レベルよりも低い第２レベルに制御されるので、圧縮機の振動振幅の増大を抑制できる。

[0128] なお、テーブル３５，３６において、加振トルクは、磁極位置の変動の大きさ又は回転速度の変動の大きさに置換されてもよい。この場合でも、同期

電動機３が受ける負荷が第２閾値よりも上昇すると、圧縮機の振動振幅は第１レベルよりも低い第２レベルに制御されるので、圧縮機の振動振幅の増大を抑制できる。

[0129] 図１４は、第２の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第２の構成例を示すブロック図である。図１４に示すγｃ軸電流補正部２１０５Ｂは、γｃ軸電流補正部１０５（図７参照）の一例である。第２の実施形態の第２の構成例（図１４）のうち、第１の実施形態の第４の構成例（図１２）及び第２の実施形態の第１の構成例（図１３）と同様の構成についての説明は、上述の説明を援用することで、省略する。

[0130] γｃ軸電流補正部２１０５Ｂは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、圧縮機の振動振幅を第１レベルに制御する按分係数Ｋ（ｎ）の大きさをテーブル３８に基づいて決定する。同様に、γｃ軸電流補正部２１０５Ｂは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値に応じて、圧縮機の振動振幅を第２レベルに制御する按分係数Ｋ（ｎ）の大きさをテーブル３９に基づいて決定する。γｃ軸電流補正部１１０５Ｄは、テーブル３８，３９を有する。

[0131] テーブル３８は、圧縮機の振動振幅を第１レベルに制御するための、同期電動機３の回転速度と加振トルクと按分係数Ｋ（ｎ）との関係が予め設定されたものである。γｃ軸電流補正部２１０５Ａは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値と加振トルクの推定値のｎ次成分とに応じて、圧縮機の振動振幅を第１レベルに制御する按分係数Ｋ（ｎ）をテーブル３８に基づき決定する。テーブル３９は、圧縮機の振動振幅を第２レベルに制御するための、同期電動機３の回転速度と加振トルクと按分係数Ｋ（ｎ）との関係が予め設定されたものである。γｃ軸電流補正部２１０５Ａは、同期電動機３の回転速度の検出値又は指令値と加振トルクの推定値のｎ次成分とに応じて、圧縮機の振動振幅を第２レベルに制御する按分係数Ｋ（ｎ）をテーブル３９に基づき決定する。

[0132] 切替部３２は、切替判断部３７による判定結果に応じて、按分係数Ｋ（ｎ

）を、第１レベルに制御する係数又は第２レベルに制御する係数に切り替える。切替判断部３７は、同期電動機３が受ける負荷が同期電動機３の回転数毎に設定される第１閾値以下に低下すると、第１レベルに制御する按分係数Ｋ（ｎ）を選択し、同期電動機３が受ける負荷が同期電動機３の回転数毎に設定される第２閾値よりも上昇すると、第２レベルに制御する按分係数Ｋ（ｎ）を選択する。按分係数Ｋ（ｎ）がこのように導出されることで、同期電動機３が受ける負荷が第２閾値よりも上昇すると、圧縮機の振動振幅は第１レベルよりも低い第２レベルに制御されるので、圧縮機の振動振幅の増大を抑制できる。

[0133] なお、テーブル３８，３９において、加振トルクは、磁極位置の変動の大きさ又は回転速度の変動の大きさに置換されてもよい。この場合でも、同期電動機３が受ける負荷が第２閾値よりも上昇すると、圧縮機の振動振幅は第１レベルよりも低い第２レベルに制御されるので、圧縮機の振動振幅の増大を抑制できる。

[0134] 図１５は、第３の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第１の構成例を示すブロック図である。図１５に示すγｃ軸電流補正部３１０５Ａは、γｃ軸電流補正部１０５（図７参照）の一例である。第３の実施形態の第１の構成例（図１５）のうち第１の実施形態の第１の構成例（図８）と第２の実施形態の第１の構成例（図１３）と同様の構成についての説明は、上述の説明を援用することで、省略する。

[0135] γｃ軸電流補正部３１０５Ａは、同期電動機３に印加される電圧値と同期電動機３に流れる電流値とに応じて、上述の第３のモードにおける按分係数Ｋ（ｎ）を決定する制御部４１を有する。

[0136] 制御部４１は、圧縮機の振動振幅を第１レベル以下に抑制するように、電圧供給源２内のインバータから同期電動機３に供給される電圧又は電流を制御する。制御部４１は、例えば、第２のモードにおいて圧縮機の振動振幅を第２レベルに所定時間以上維持できないことが検出された場合、圧縮機の振動振幅を第１レベル以下に抑制する按分係数Ｋ（ｎ）を生成し、圧縮機の動

作モードを切替部４２により第２のモードから第３のモードに切り替える。制御部４１は、同期電動機３に供給される電圧又は電流が、圧縮機の振動振幅を第１レベル以下に抑制する所定値以下に制限されるように、按分係数Ｋ（ｎ）を調整する。

[0137] 按分係数Ｋ（ｎ）がこのように導出されることで、圧縮機の振動振幅を第２レベルに何らかの要因で制御できなくても、圧縮機の振動振幅は第１レベルと第２レベルとの間で制御されるので、圧縮機の振動を抑制できる。

[0138] 図１６は、第３の実施形態におけるγｃ軸電流補正部の第２の構成例を示すブロック図である。図１６に示すγｃ軸電流補正部３１０５Ｂは、γｃ軸電流補正部１０５（図７参照）の一例である。第３の実施形態の第２の構成例（図１６）のうち第１の実施形態の第１の構成例（図８）と第３の実施形態の第１の構成例（図１５）と同様の構成についての説明は、上述の説明を援用することで、省略する。図１６の構成は、図１５のテーブル３５，３６を図１４のテーブル３８，３９に置換したものである。図１６の構成でも、図１５の場合と同様に、圧縮機の振動振幅を第２レベルに何らかの要因で制御できなくても、圧縮機の振動振幅は第１レベルと第２レベルとの間で制御されるので、圧縮機の振動を抑制できる。

[0139] このように、本開示の圧縮機制御方法によれば、特定の運転エリアでは、モータが受ける負荷およびモータの回転数の変化に関わらず、圧縮機の振動振幅が略一定に制御されるので、圧縮機の振動を抑制できる。

[0140] 従来、振動低減と効率低下抑制を目的として、速度変動を一定あるいは２～５０％に制限する技術（特許第３８７４８６５号、特許第４５９６９０６号）があるが、いずれも速度変動を一定に制御すると、過剰に振動抑制制御をかけることとなり、効率が低下するおそれがある。また、その制限を回転数と負荷の大きさでともに変更する技術（特許第６３６４４６３号）があるが、回転数だけでなく、負荷の大きさによって速度変動の制限幅を変更した場合、圧縮機の振動振幅を略一定のレベルに制御することはできず、同様に効率が低下するおそれがある。本願は、速度変動でなく振動振幅を略一定に

制御することに特徴があり、ある振動振幅に制御する為の回転数に対する加振トルクはリニアで簡単にチューニングでき、且つ、過剰に振動抑制制御をかけることなく、振動抑制と効率向上を実現できる。

[0141] 以上、実施形態を説明したが、特許請求の範囲の趣旨及び範囲から逸脱することなく、形態や詳細の多様な変更が可能なことが理解されるであろう。他の実施形態の一部又は全部との組み合わせや置換などの種々の変形及び改良が可能である。

[0142] 本国際出願は、２０１９年１２月２７日に出願した日本国特許出願第２０１９－２３８４２２号に基づく優先権を主張するものであり、日本国特許出願第２０１９－２３８４２２号の全内容を本国際出願に援用する。

符号の説明

[0143] １　電動機制御装置

３　同期電動機

１２　速度指令補正装置

１１０５Ａ～１１０５Ｄ，２１０５Ａ，２１０５Ｂ，３１０５Ａ，２１０５Ｂ　γｃ軸電流補正部

請求の範囲

[請求項1] モータを備える圧縮機の振動振幅を前記モータで制御する圧縮機制御方法であって、

前記圧縮機は前記モータによって駆動される機器であり、

特定の運転エリアでは、前記モータが受ける負荷および前記モータの回転数の変化に関わらず、前記振動振幅を略一定に制御する、圧縮機制御方法。

[請求項2] 予め設定されるテーブルから読み出されるデータに基づいて、前記変化に関わらず前記振動振幅を略一定に制御する、請求項１に記載の圧縮機制御方法。

[請求項3] 前記モータが受ける負荷が前記モータの回転数毎に設定される第１閾値以下に低下すると、前記振動振幅を第１レベルに制御し、

前記モータが受ける負荷が前記モータの回転数毎に設定される第２閾値よりも上昇すると、前記振動振幅を第２レベルに制御し、

前記第１閾値は、前記第２閾値以下であり、

前記第２レベルは、前記第１レベルよりも低い、請求項２に記載の圧縮機制御方法。

[請求項4] 前記振動振幅を、前記第１レベルと前記第２レベルとの間に制御するモードをもつ、請求項３に記載の圧縮機制御方法。

[請求項5] 前記振動振幅に応じて増減する変数に基づいて、前記変化に関わらず前記振動振幅を略一定に制御する、請求項１に記載の圧縮機制御方法。

[請求項6] 前記モータが受ける負荷が前記モータの回転数毎に設定される第１閾値以下に低下すると、前記振動振幅を第１レベルに制御し、

前記モータが受ける負荷が前記モータの回転数毎に設定される第２閾値よりも上昇すると、前記振動振幅を第２レベルに制御し、

前記第１閾値は、前記第２閾値以下であり、

前記第２レベルは、前記第１レベルよりも低い、請求項５に記載の

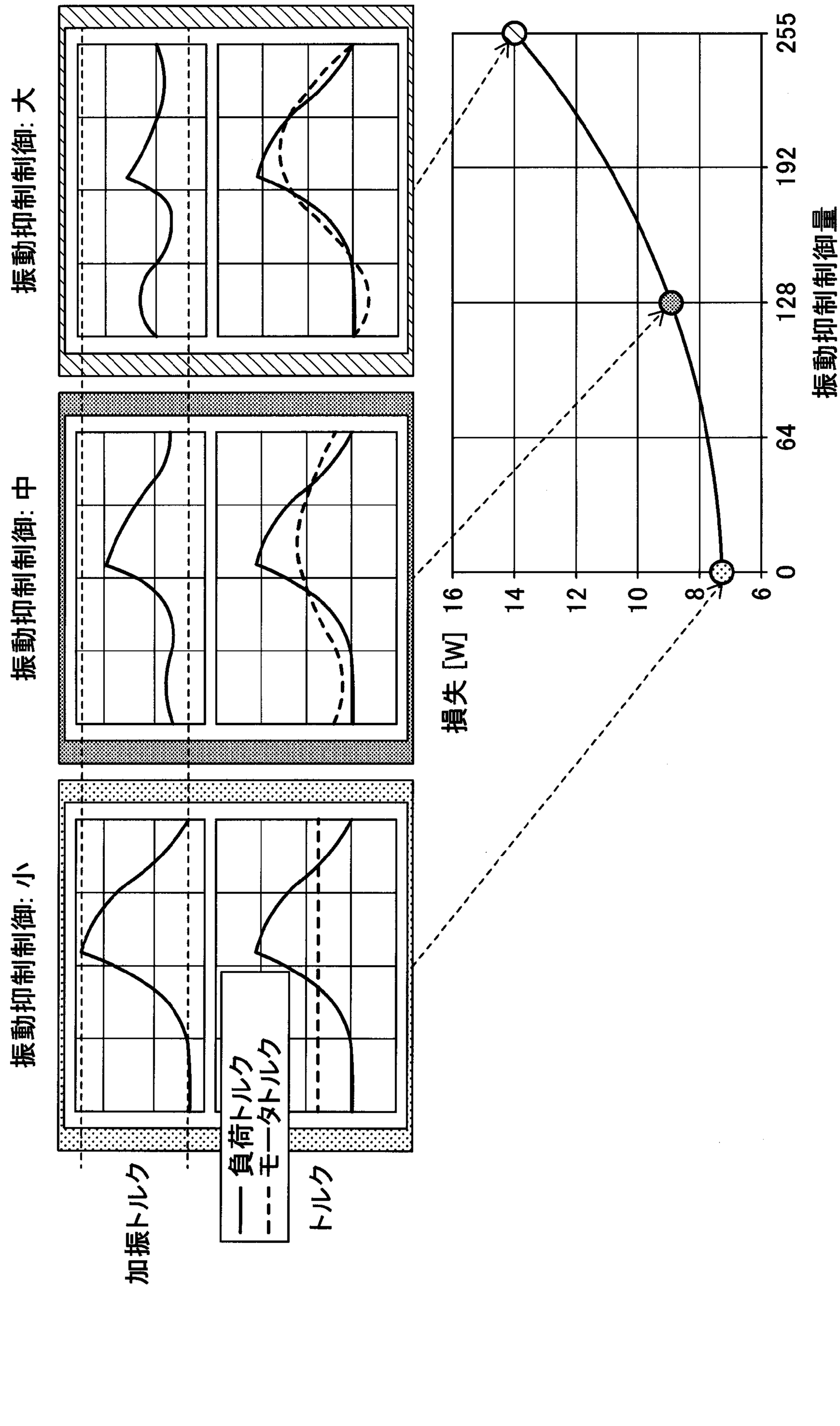
圧縮機制御方法。

[請求項7] 前記振動振幅を、前記第１レベルと前記第２レベルとの間に制御するモードをもつ、請求項６に記載の圧縮機制御方法。

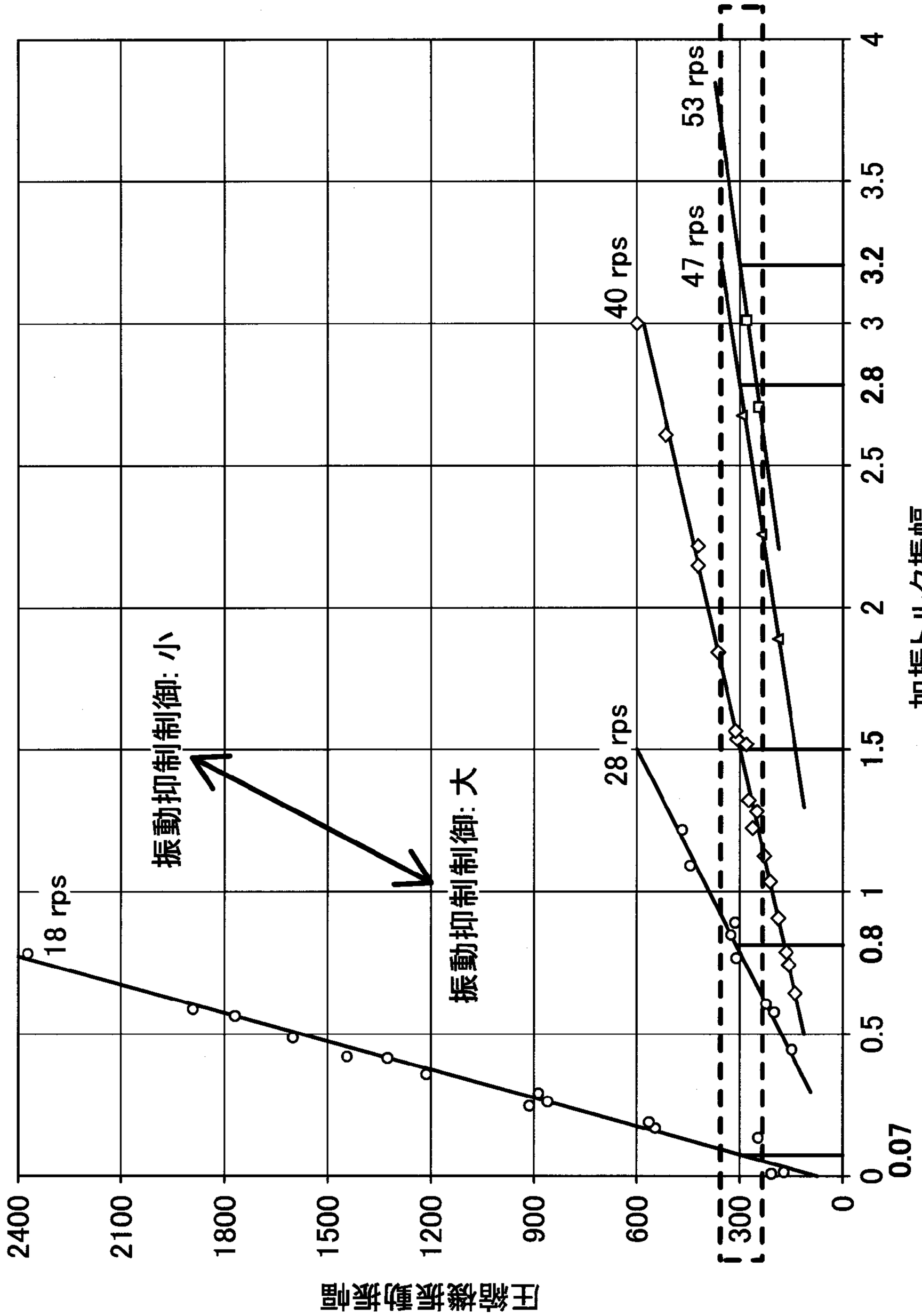
[請求項8] 前記変数は、前記モータが受ける負荷トルクと前記モータが発生するモータトルクとの差によって発生する加振トルク、前記モータの磁極位置の変動の大きさ、又は、前記モータの回転速度の変動の大きさであり、

前記加振トルク、前記磁極位置の変動の大きさ、又は、前記回転速度の変動の大きさは、前記モータの回転数に応じて変化する、請求項５から７のいずれか一項に記載の圧縮機制御方法。

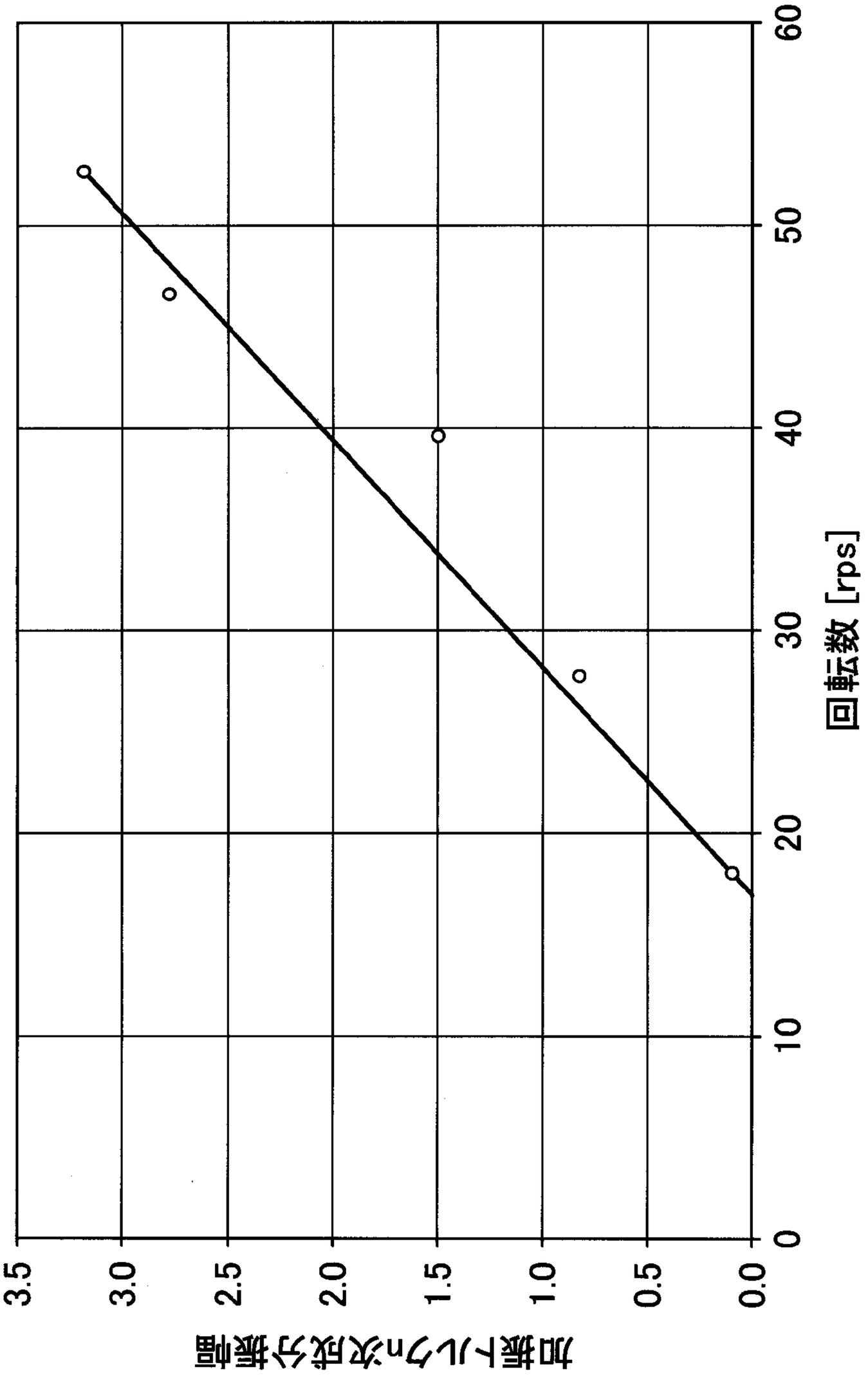
[図1]


振動抑制制御: 大
振動抑制制御: 中
振動抑制制御: 小
加振トルク
負荷トルク
モータトルク
トルク
損失 [W]
16
14
12
10
8
6
0
64
128
192
255
振動抑制制御量

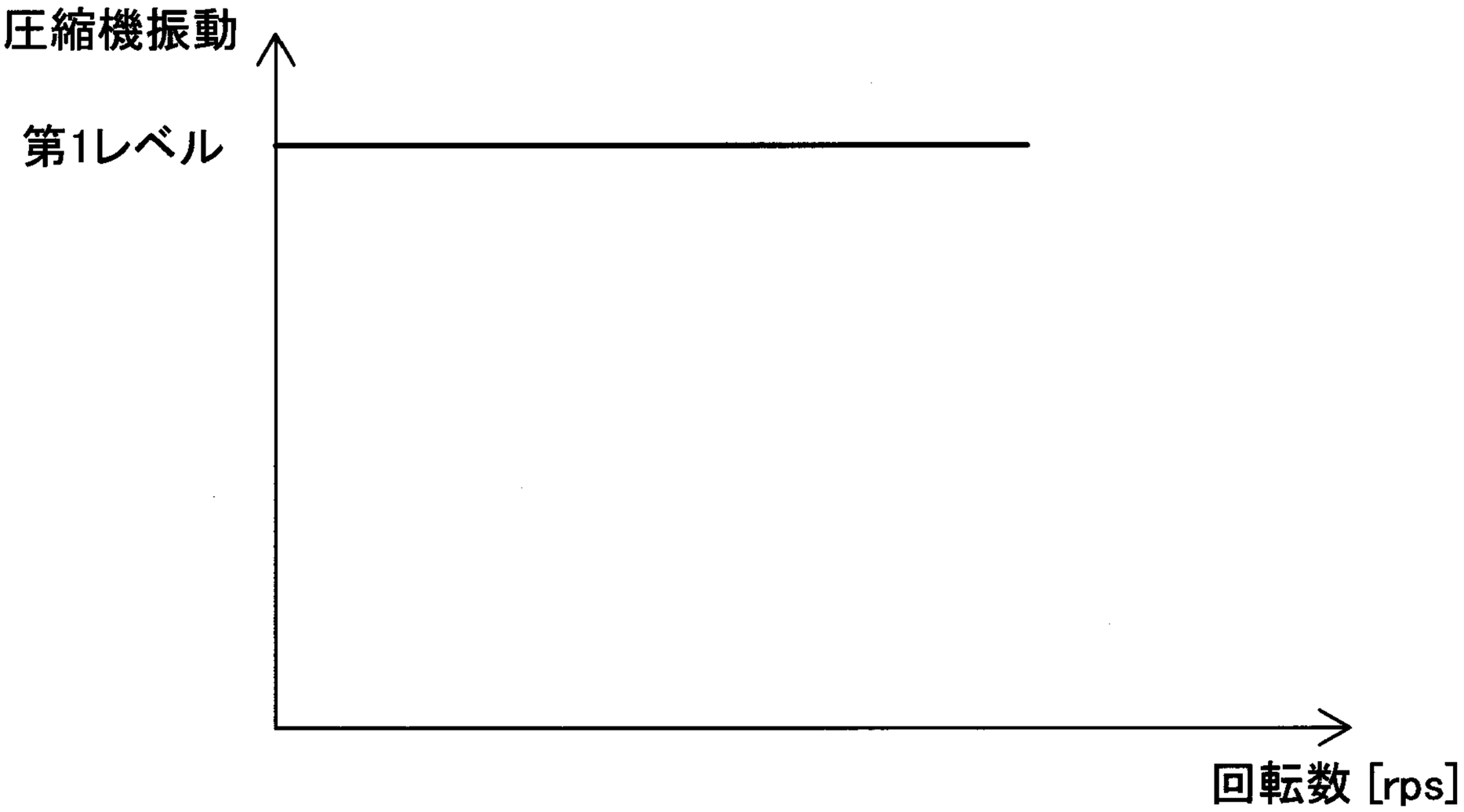
[図2]


4
3.5
3.2
3
2.8
2.5
2
1.5
1
0.8
0.5
0
0.07
加振トルク振幅
53 rps
47 rps
40 rps
28 rps
18 rps
振動抑制制御: 小
振動抑制制御: 大
300
600
900
1200
1500
1800
2100
2400
圧縮機振動振幅

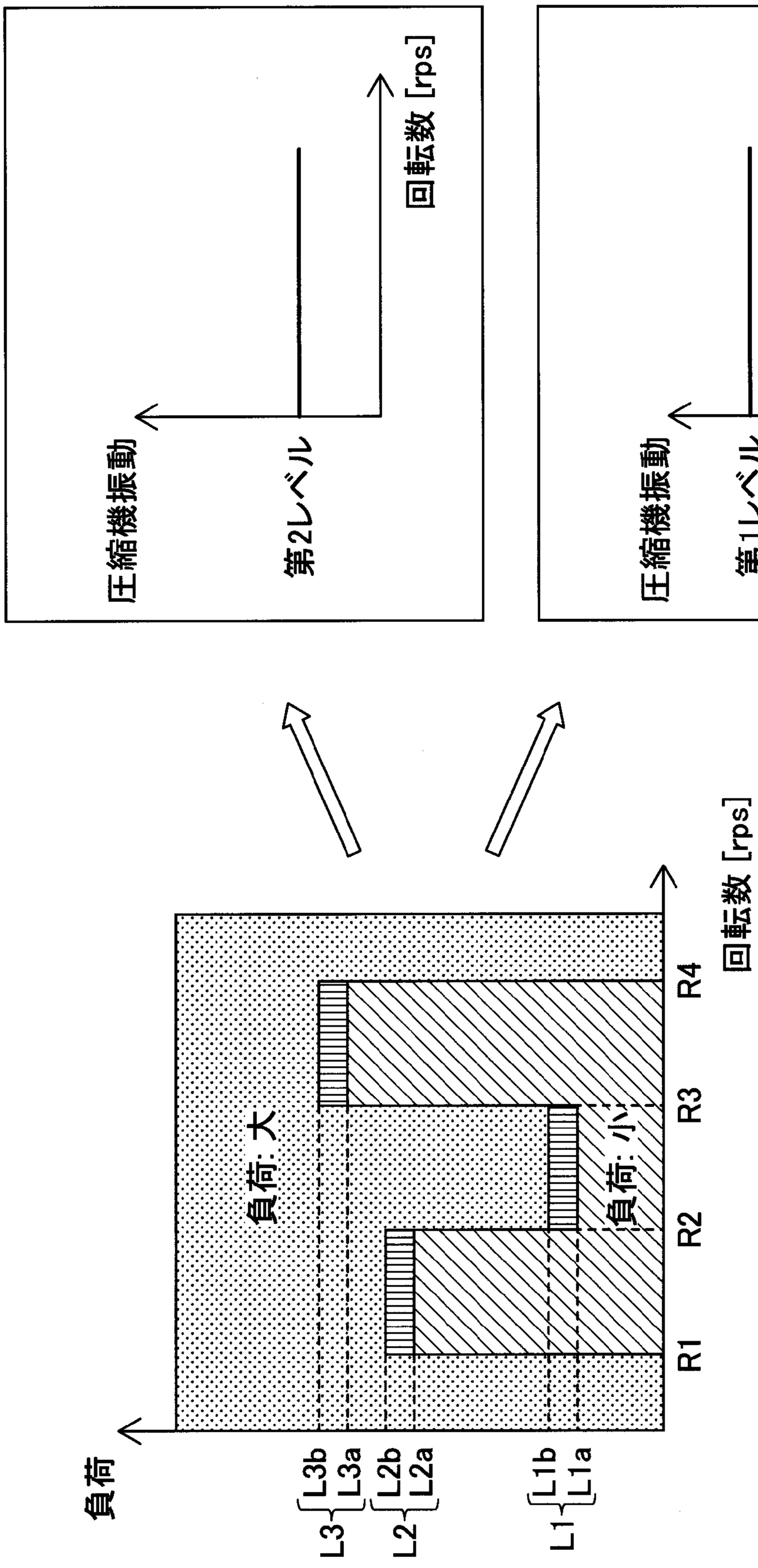
[図3]



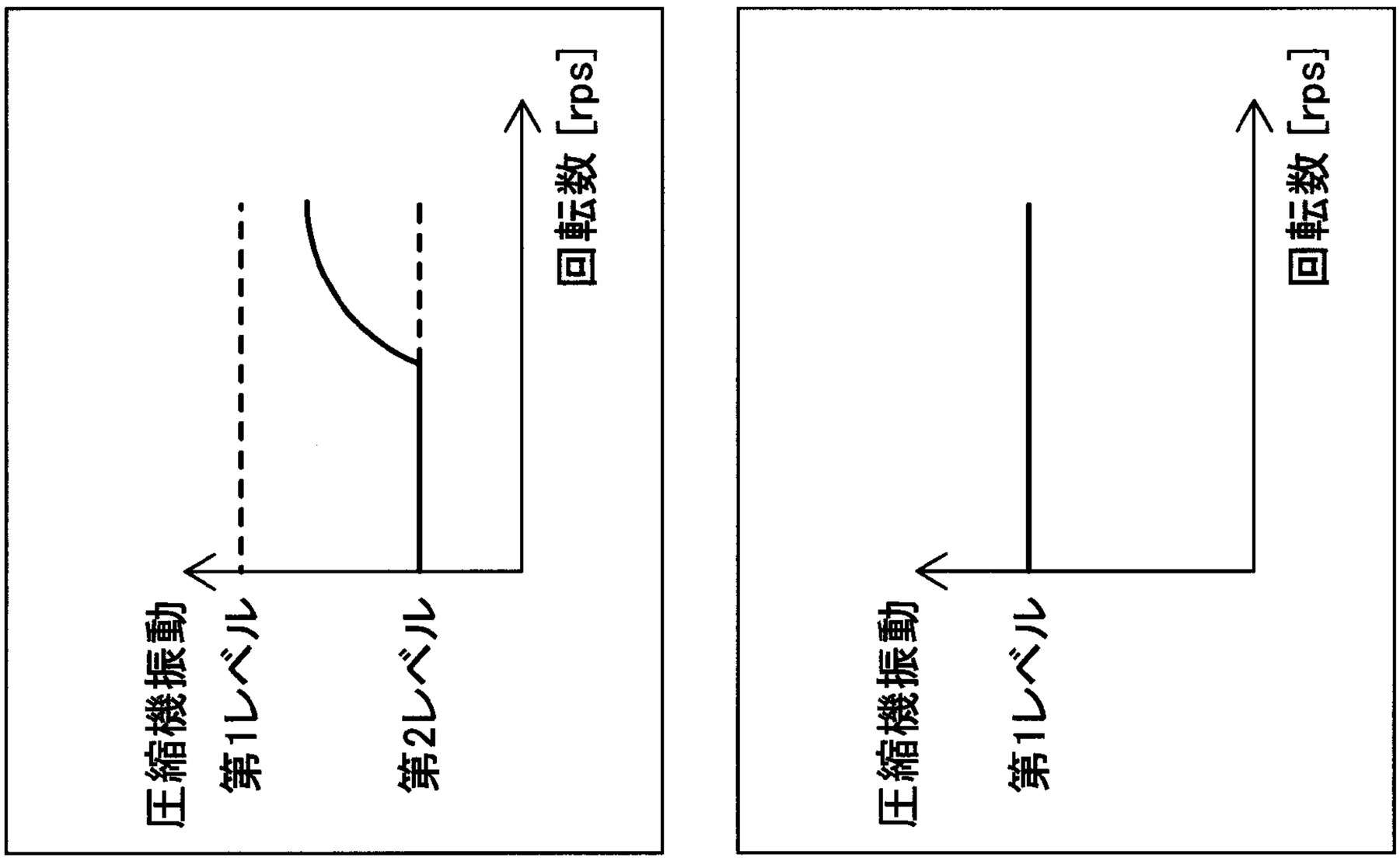
[図4]

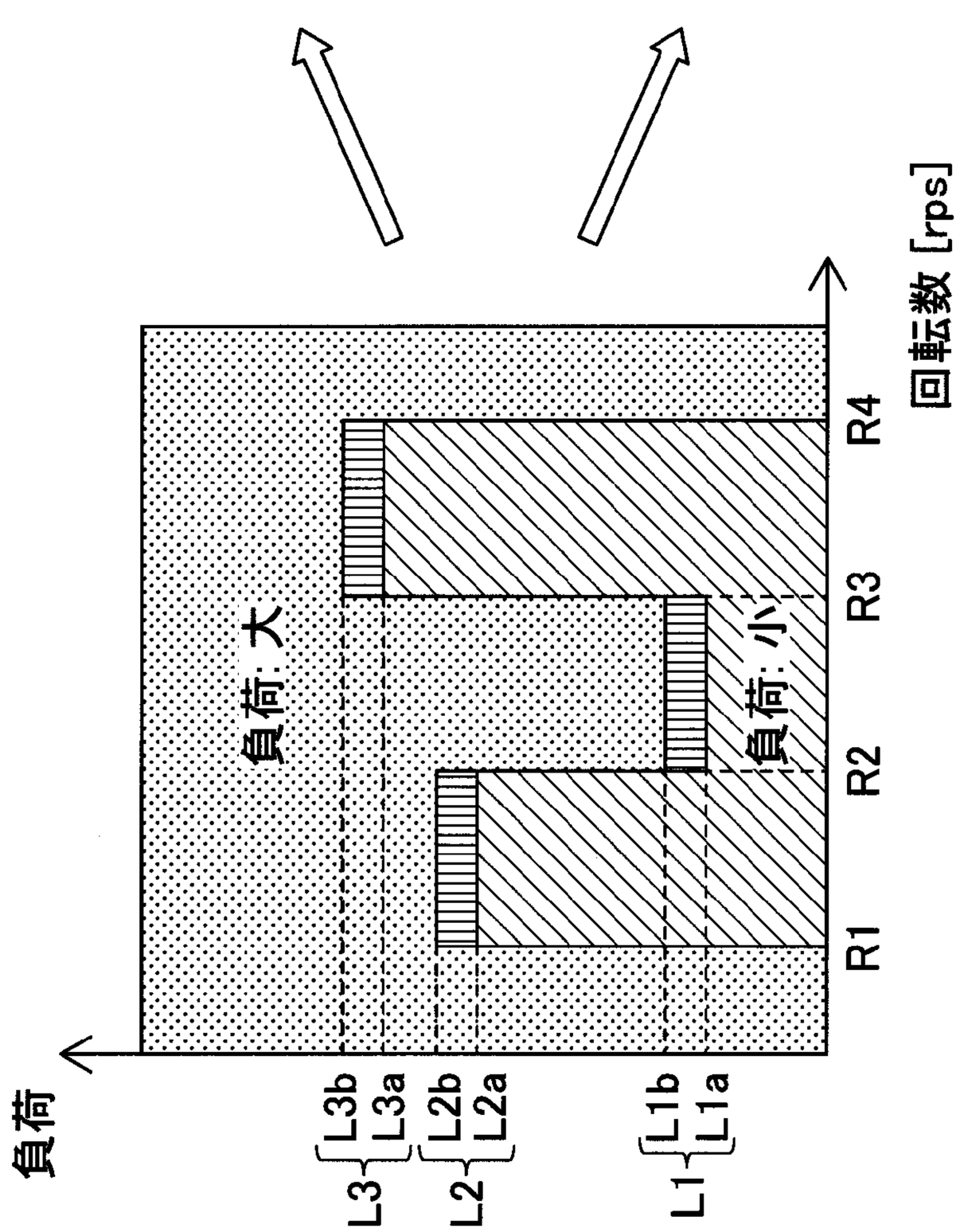


[図5]

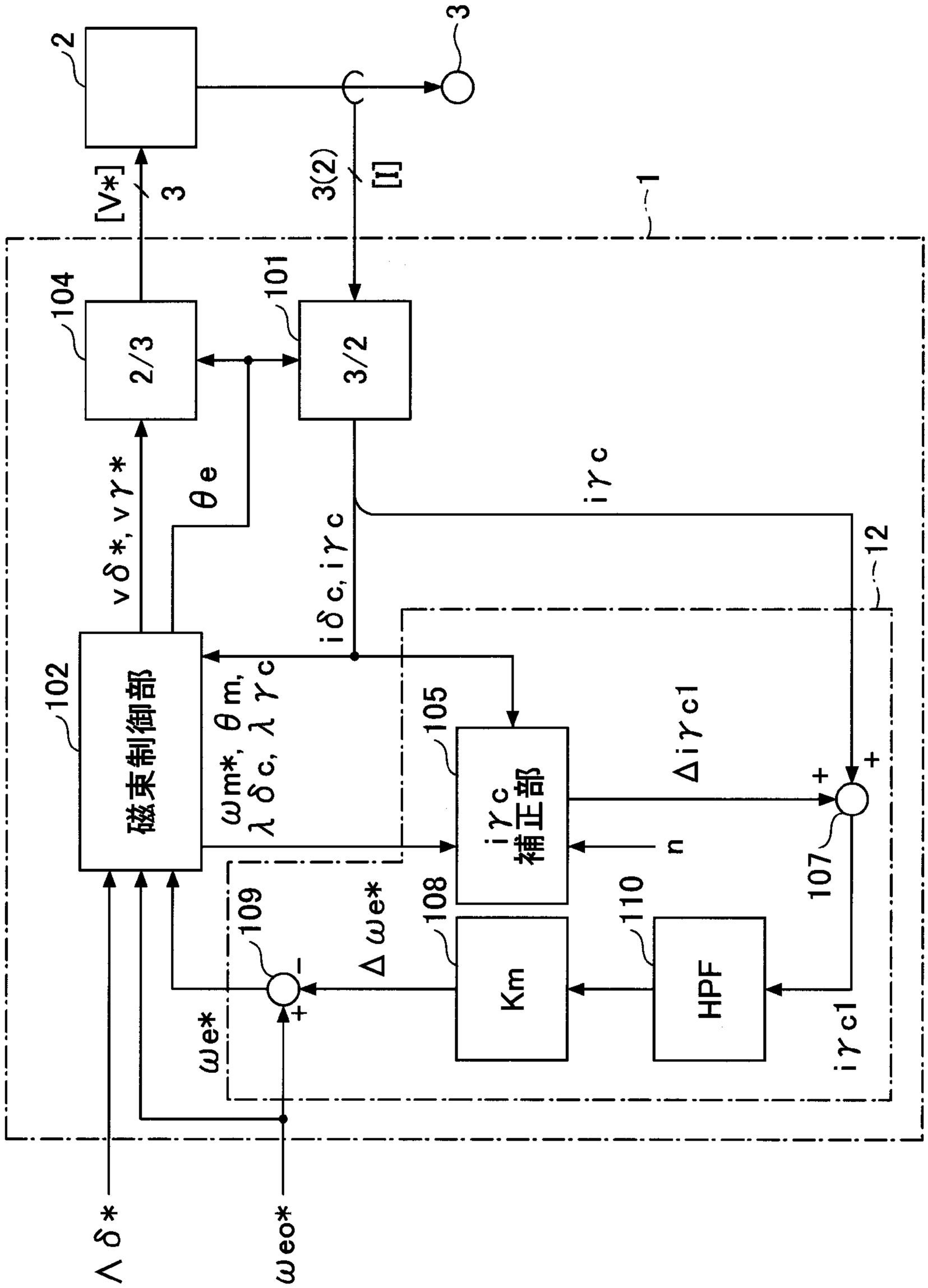

圧縮機振動
第2レベル
回転数 [rps]
圧縮機振動
第1レベル
回転数 [rps]
負荷
負荷: 大
負荷: 小
R1
R2
R3
R4
回転数 [rps]
L1
L1a
L1b
L2
L2a
L2b
L3
L3a
L3b

[図6]

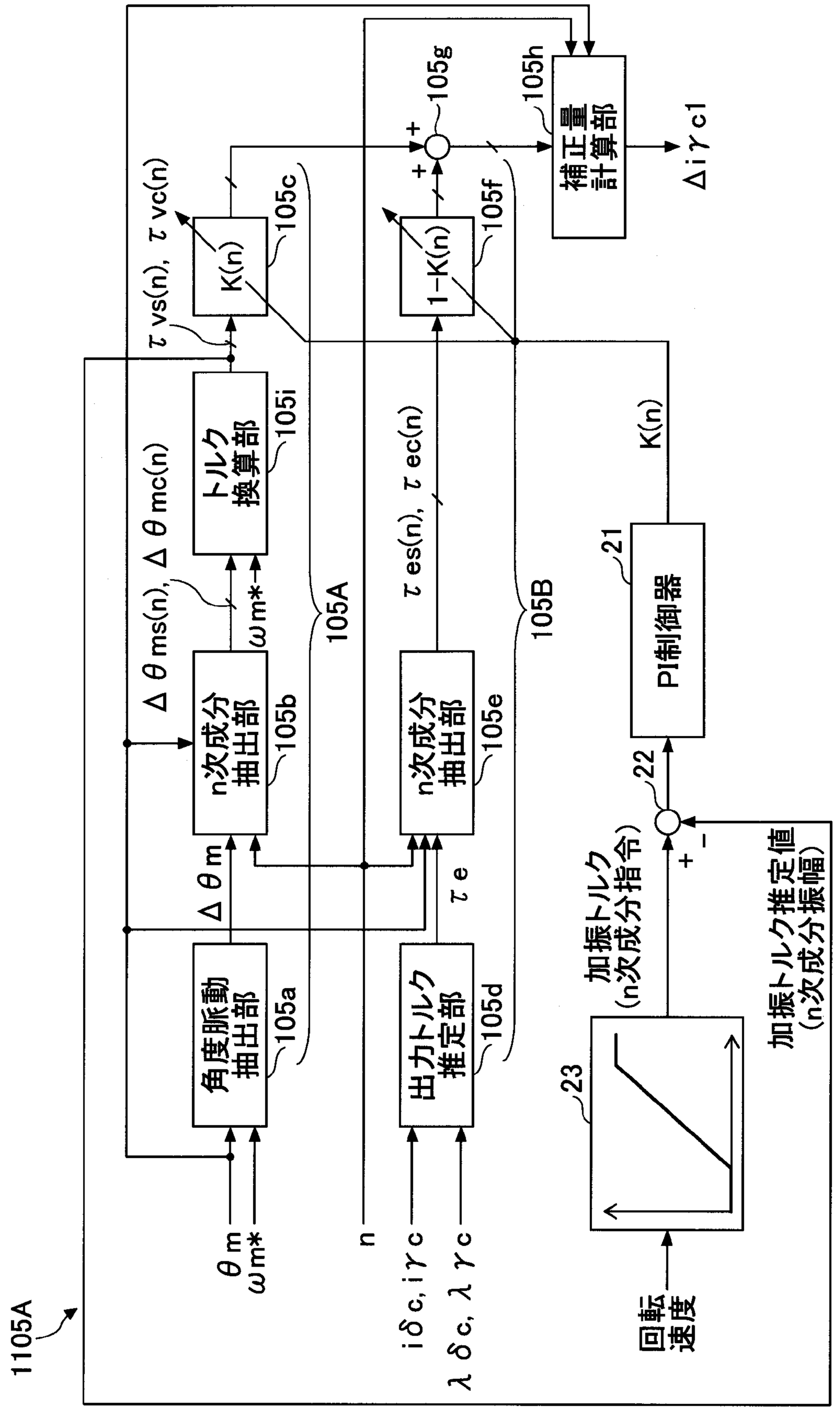

圧縮機振動
第1レベル
第2レベル
回転数 [rps]
圧縮機振動
第1レベル
回転数 [rps]


回転数 [rps]
R4
R3
R2
R1
負荷：大
負荷：小
負荷
L3b
L3a
L2b
L2a
L1b
L1a
L3
L2
L1

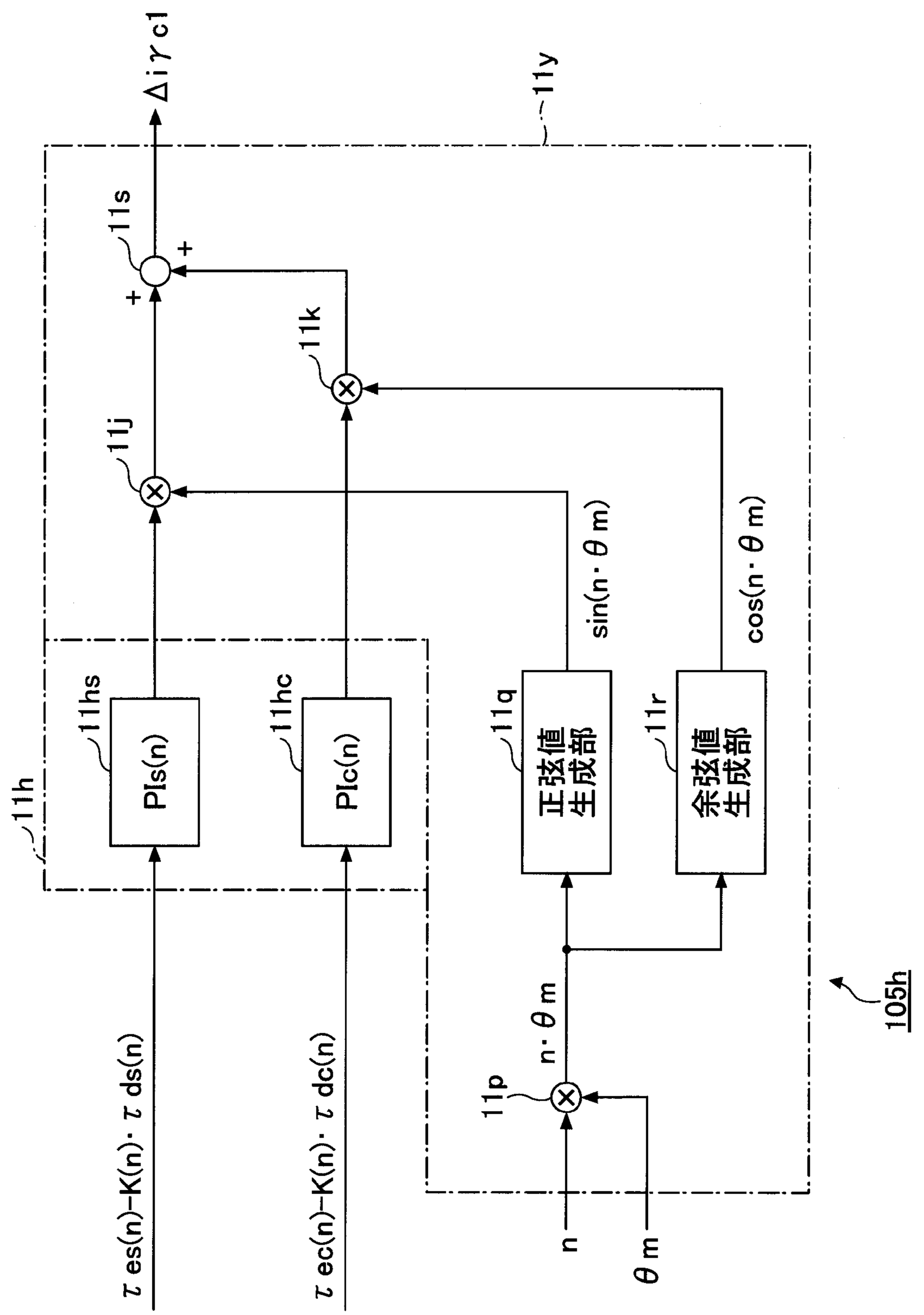
[図7]


3
2
[V*]
3
3(2)
[I]
1
104
2/3
101
3/2
vδ*, vγ*
θe
iγc
iδc, iγc
12
102
磁束制御部
ωm*, θm,
λδc, λγc
105
iγc
補正部
ΔiγcI
n
+
+
107
109
Δωe*
108
110
Km
HPF
ωe*
iγc1
vδ*
ωeo*

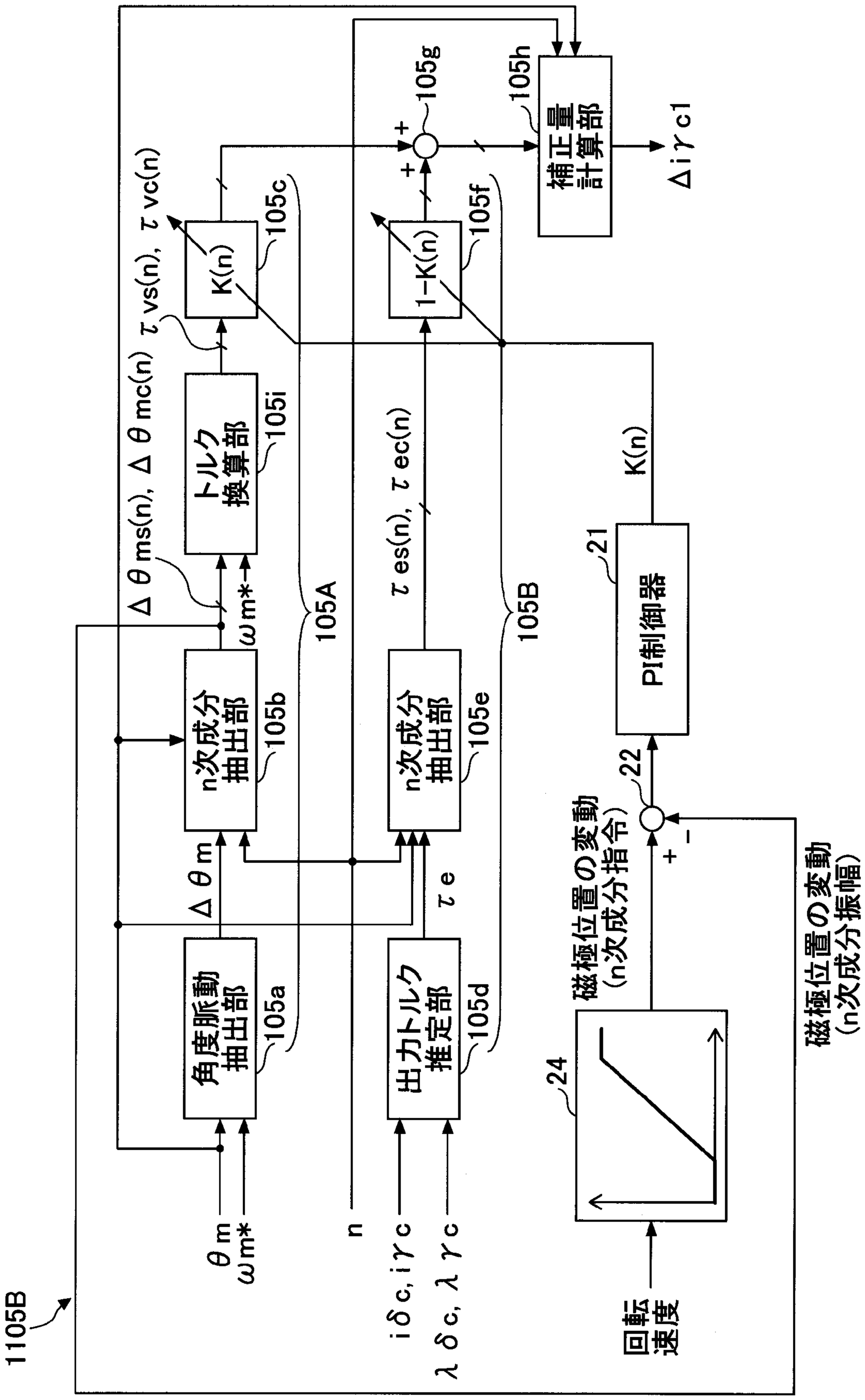
[図8]


1105A
θm
ωm*
n
iδc, iγc
λδc, λγc
回転速度
23
加振トルク
(n次成分指令)
加振トルク推定値
(n次成分振幅)
22
+
−
PI制御器
21
K(n)
105A
105B
105a
角度脈動
抽出部
105b
n次成分
抽出部
105c
K(n)
105d
出力トルク
推定部
105e
1−K(n)
105f
105g
105h
105i
トルク
換算部
補正量
計算部
Δθm
τes(n), τec(n)
Δθms(n), Δθmc(n)
ωm*
τvs(n), τvc(n)
Δiγc
τe

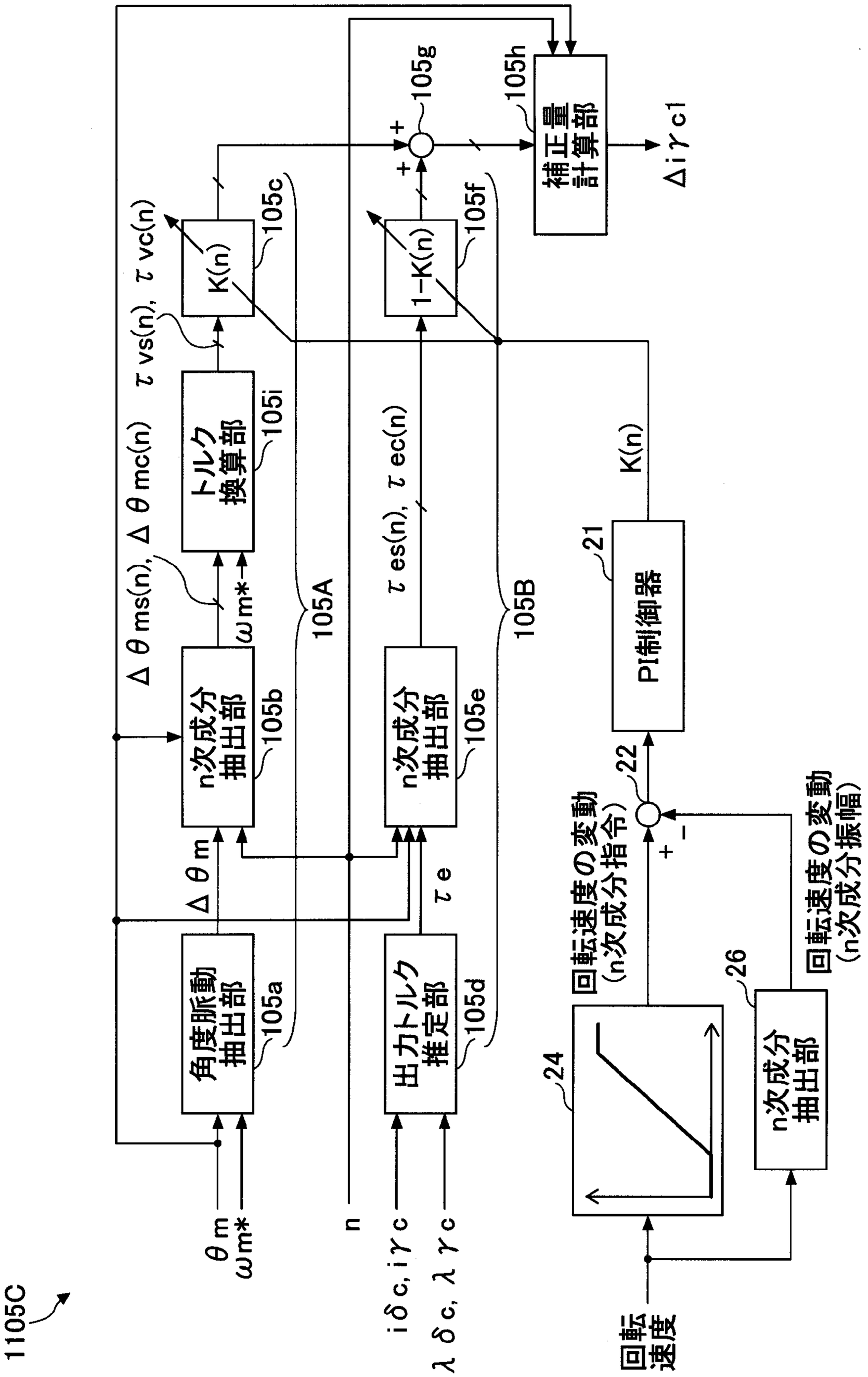
[図9]


105h
1
n
θm
n・θm
11p
正弦値
生成部
11q
sin(n・θm)
余弦値
生成部
11r
cos(n・θm)
11h
11hs
PIs(n)
11hc
PIc(n)
11j
11k
11s
+
+
Δτes(n)=K(n)・τds(n)
Δτec(n)=K(n)・τdc(n)

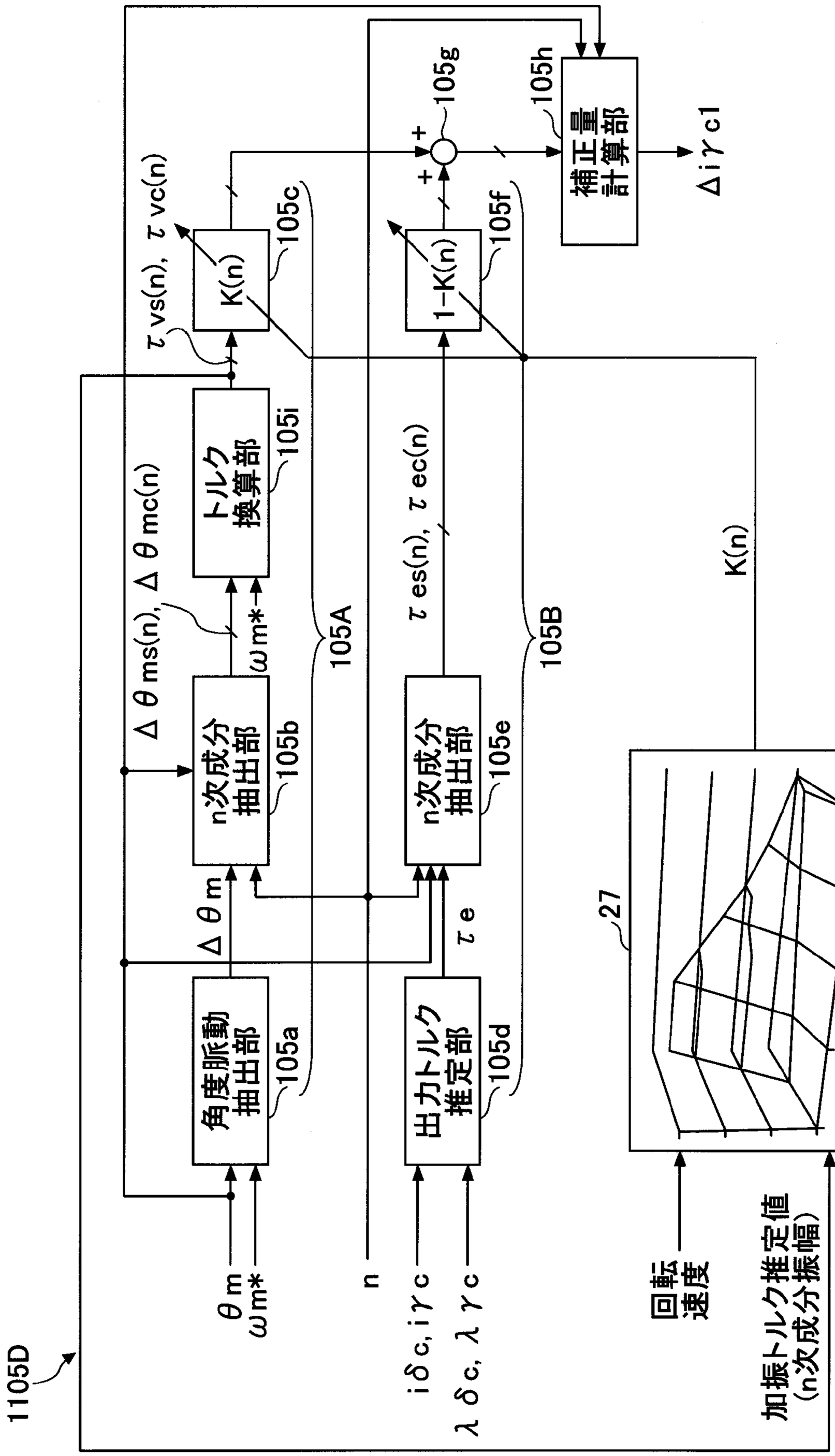
[図10]


1105B
θm
ωm*
n
iδc, iγc
λδc, λγc
回転速度
磁極位置の変動
(n次成分振幅)
磁極位置の変動
(n次成分指令)
24
22
21
PI制御器
K(n)
補正量
計算部
105h
105g
105f
105e
105d
105c
105b
105a
105i
105A
105B
n次成分
抽出部
出力トルク
推定部
角度脈動
抽出部
トルク
換算部
1−K(n)
Δθms(n), Δθmc(n)
τvs(n), τvc(n)
τes(n), τec(n)
Δθm
τe
ωm*
Δiγc1

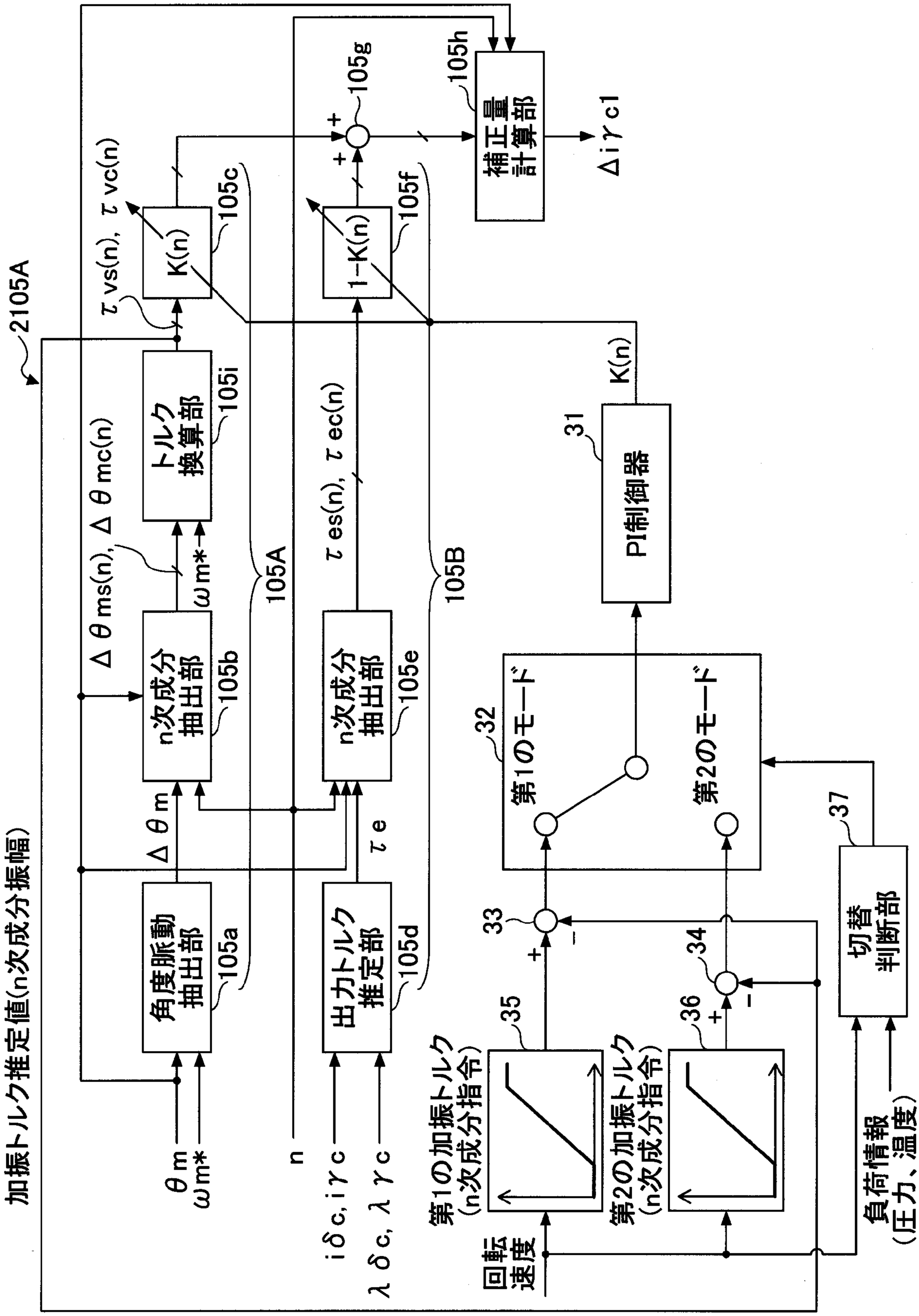
[図11]


1105C
θm
ωm*
n
iδc, iγc
λδc, λγc
回転速度
回転速度の変動
(n次成分振幅)
回転速度の変動
(n次成分指令)
24
22
26
n次成分
抽出部
PI制御器
21
K(n)
105A
105B
105c
105f
105g
105h
105i
105a
105b
105d
105e
角度脈動
抽出部
n次成分
抽出部
出力トルク
推定部
トルク
換算部
K(n)
1−K(n)
補正量
計算部
Δθms(n), Δθmc(n)
τvs(n), τvc(n)
τes(n), τec(n)
Δθm
τe
ωm*
Δiγc1

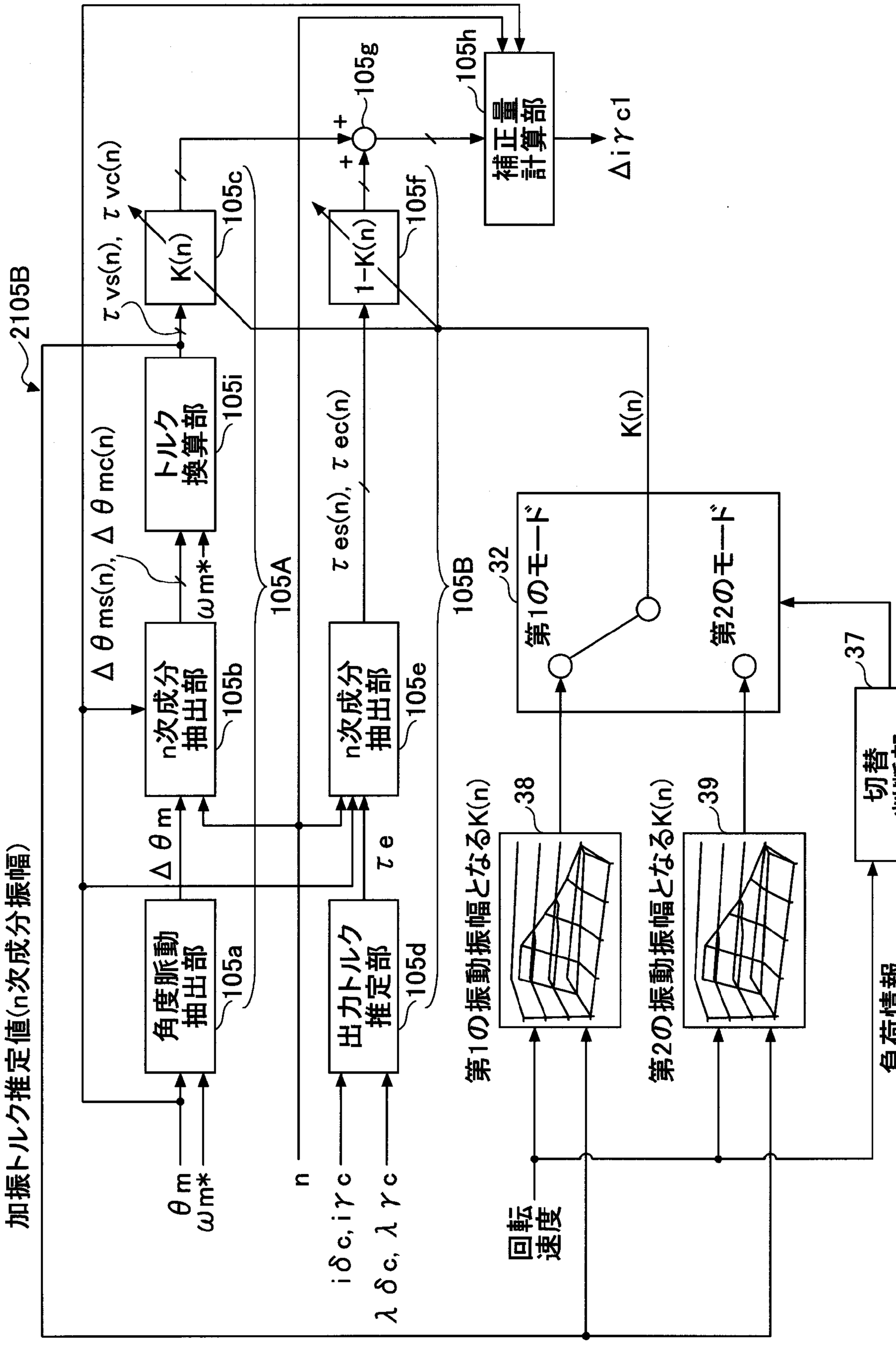
[図12]


1105D
θm
ωm*
n
iδc, iγc
λδc, λγc
回転速度
加振トルク推定値
(n次成分振幅)
27
K(n)
105A
105B
105a
角度脈動抽出部
105b
n次成分抽出部
105c
K(n)
105d
出力トルク推定部
105e
n次成分抽出部
105f
1-K(n)
105g
105h
補正量計算部
Δiγc1
105i
トルク換算部
Δθm
τe
Δθms(n), Δθmc(n)
ωm*
τvs(n), τvc(n)
τes(n), τec(n)

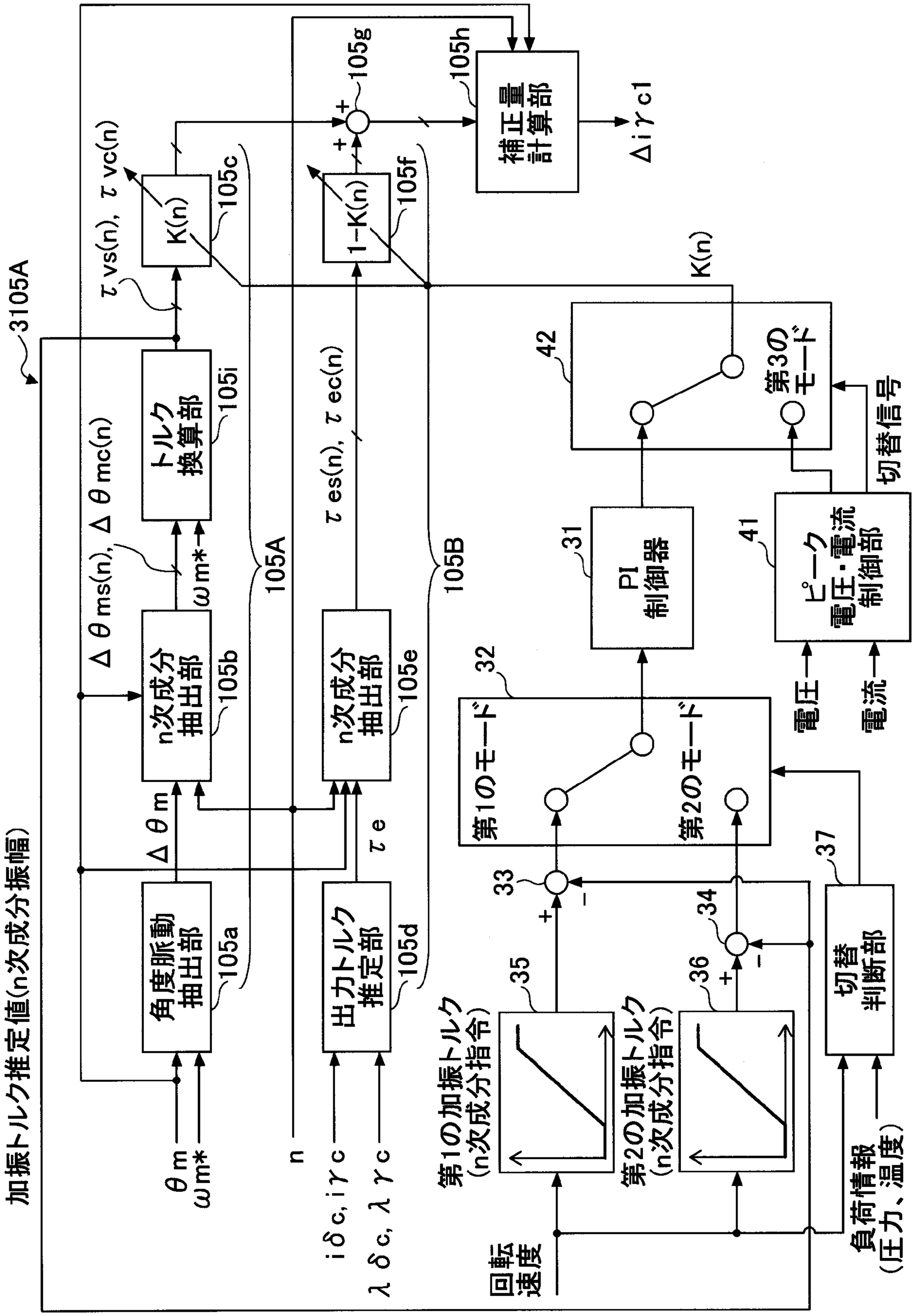
[図13]


2105A
105A
105B
105c
105f
105g
105h
105i
105a
105b
105d
105e
τ vs(n), τ vc(n)
K(n)
1−K(n)
補正量
計算部
Δiγc
トルク
換算部
τ es(n), τ ec(n)
K(n)
31
PI制御器
Δθms(n), Δθmc(n)
ωm*
Δθm
n
τe
θm
ωm*
iδc, iγc
λδc, λγc
角度脈動
抽出部
n次成分
抽出部
出力トルク
推定部
n次成分
抽出部
加振トルク推定値(n次成分振幅)
32
第1のモード
第2のモード
33
34
35
36
37
切替
判断部
第1の加振トルク指令
(n次成分指令)
第2の加振トルク指令
(n次成分指令)
回転
速度
負荷情報
(圧力、温度)

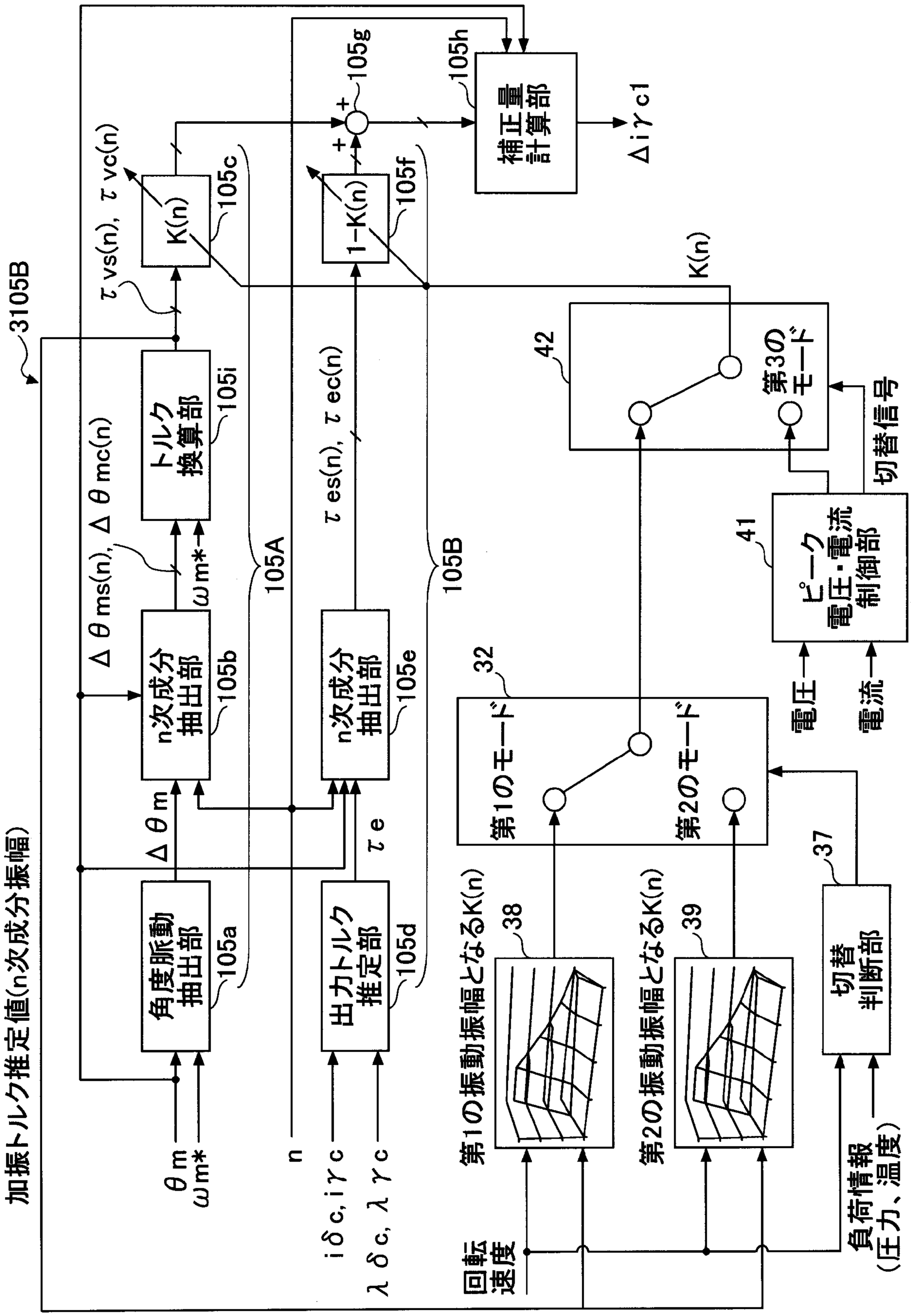
[図14]


加振トルク推定値(n次成分振幅)
2105B
105A
105B
105a
角度脈動
抽出部
105b
n次成分
抽出部
105c
K(n)
1−K(n)
105d
出力トルク
推定部
105e
105f
105g
105h
105i
トルク
換算部
補正量
計算部
Δiγc1
Δθms(n), Δθmc(n)
τvs(n), τvc(n)
τes(n), τec(n)
Δθm
τe
ωm*
θm
n
iδc, iγc
λδc, λγc
回転
速度
32
第1のモード
第2のモード
37
切替
判断部
38
39
第1の振動振幅となるK(n)
第2の振動振幅となるK(n)
負荷情報
(圧力、温度)

[図15]


3105A
105A
105B
105c
105f
105g
105h
105i
105b
105e
105d
105a
K(n)
1−K(n)
τvs(n), τvc(n)
τes(n), τec(n)
Δθms(n), Δθmc(n)
ωm*
Δθm
τe
n
iδc, iγc
λδc, λγc
θm
ωm*
回転速度
負荷情報
(圧力、温度)
トルク換算部
n次成分抽出部
角度脈動抽出部
出力トルク推定部
補正量計算部
Δiγc1
42
第3のモード
切替信号
31
PI制御器
41
ピーク電圧・電流制御部
電圧
電流
32
第1のモード
第2のモード
33
34
35
36
37
切替判断部
第1の加振トルク指令
(n次成分指令)
第2の加振トルク指令
(n次成分指令)
加振トルク推定値(n次成分振幅)

[図16]


3105B
105A
105B
105a
105b
105c
105d
105e
105f
105g
105h
105i
角度脈動抽出部
n次成分抽出部
出力トルク推定部
K(n)
1−K(n)
トルク換算部
補正量計算部
Δiγc1
Δθms(n), Δθmc(n)
τvs(n), τvc(n)
τes(n), τec(n)
Δθm
ωm*
τe
n
iδc, iγc
λδc, λγc
加振トルク推定値(n次成分振幅)
θm
ωm*
n
iδc, iγc
λδc, λγc
回転速度
負荷情報(圧力、温度)
第1のモード
第2のモード
第3のモード
切替信号
切替判断部
ピーク電圧・電流制御部
電圧
電流
32
37
38
39
41
42
第1の振動振幅となるK(n)
第2の振動振幅となるK(n)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/048850

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02P 21/05(2006.01)i; F04B 49/06(2006.01)i; F04B 49/10(2006.01)i
FI: H02P21/05; F04B49/10 331D; F04B49/06 331Z

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)
H02P21/05; F04B49/06; F04B49/10

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2019-207071 A (TOSHIBA LIFESTYLE PRODUCTS & SERVICES CORPORATION) 05 December 2019 (2019-12-05) paragraphs [0023]-[0024]	1-8
A	JP 2-164298 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 25 June 1990 (1990-06-25) claims	1-8
A	JP 2003-004352 A (HITACHI, LTD.) 08 January 2003 (2003-01-08) paragraph [0005], fig. 2	1-8

☐ 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	Date of mailing of the international search report
16 February 2021 (16.02.2021)	02 March 2021 (02.03.2021)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/048850

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-207071 A	05 Dec. 2019	CN 209484913 U	
JP 2-164298 A	25 Jun. 1990	(Family: none)	
JP 2003-004352 A	08 Jan. 2003	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/048850

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02P 21/05(2006.01)i; F04B 49/06(2006.01)i; F04B 49/10(2006.01)i
FI: H02P21/05; F04B49/10 331D; F04B49/06 331Z

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（ＩＰＣ））

H02P21/05; F04B49/06; F04B49/10

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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 2019-207071 A (東芝ライフスタイル株式会社) 05.12.2019 (2019-12-05) 段落[0023]-[0024]	1-8
A	JP 2-164298 A (三菱電機株式会社) 25.06.1990 (1990-06-25) 特許請求の範囲	1-8
A	JP 2003-004352 A (株式会社日立製作所) 08.01.2003 (2003-01-08) 段落[0005],図2	1-8

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
16.02.2021	02.03.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
佐藤　彰洋 3V 3936
電話番号 03-3581-1101 内線 3357

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/048850

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-207071 A	05.12.2019	CN 209484913 U	
JP 2-164298 A	25.06.1990	（ファミリーなし）	
JP 2003-004352 A	08.01.2003	（ファミリーなし）	