



PCT

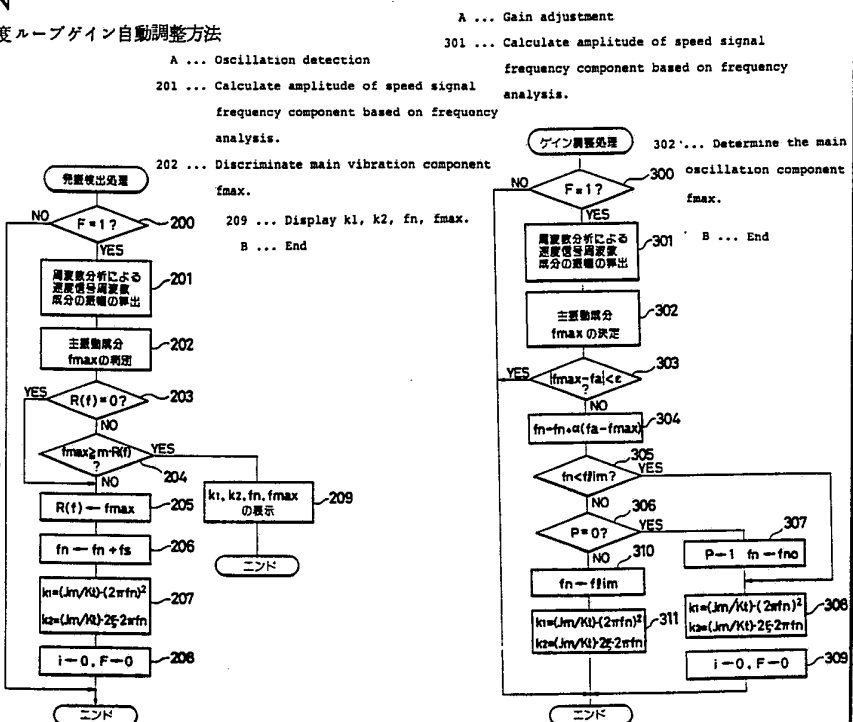
特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 G05B 13/02	A1	(11) 国際公開番号 WO 90/07735 (43) 国際公開日 1990年7月12日 (12.07.90)
(21) 国際出願番号 PCT/JP89/01296 (22) 国際出願日 1989年12月25日 (25. 12. 89) (30) 優先権データ 特願昭 63/323692 1988年12月23日(23. 12. 88) JP 特願平1/181655 1989年7月15日(15. 07. 89) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ファナック株式会社 (FANUC LTD) [JP/JP] 〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 Yamanashi, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 岩下平輔 (IWASHITA, Yasusuke) [JP/JP] 〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草3527-1 ファナック第3 ヴィラカラマツ Yamanashi, (JP) (74) 代理人 弁理士 竹本松司, 外 (TAKEMOTO, Shoji et al.) 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目1番11号 虎一ビル6階 Tokyo, (JP) (81) 指定国 AT (欧州特許), BE (欧州特許), CH (欧州特許), DE (欧州特許), ES (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許), IT (欧州特許), LU (欧州特許), NL (欧州特許), SE (欧州特許), US.	添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title: METHODS OF DETECTING OSCILLATION IN THE SERVO SYSTEM AND AUTOMATICALLY ADJUSTING THE SPEED LOOP GAIN

(54) 発明の名称 サーボ系の発振検出及び速度ループゲイン自動調整方法
(57) Abstract

The invention relates to methods of automatically detecting oscillation in the servo system and quickly, properly and automatically adjusting the speed loop gain in the servo system. The motor is rotated forward and reverse in a vibrating manner by actuating the servo system under the condition where a positional loop gain is set to a large value, and various frequency components of a speed signal (V_t) are calculated by Fourier transform while increasing the speed loop gains (k_1, k_2) in the oscillation detection process, and a main vibration component (f_{max}) having a maximum amplitude is discriminated repetitively (201, 202) out of these frequency components. When the main vibration component abruptly increases, a judgement that oscillation took place in the servo system due to resonance in the machine system is given and alarm is displayed (204, 209). In the gain adjustment, the speed loop gain is changed and the motor is vibrated under the integration-proportional control or the proportional-integration control mode. During this period, when the main vibration component assumes a value near a reference frequency (f_a), the loop gain and the control mode (P) are fixed at this moment (303). When the main vibration component does not reach the reference frequency during the proportional integration control, the loop gain that is calculated based on an upper-limit cut-off frequency (f_{lim}) is fixed (311).



(57) 要約

サーボ系の発振を自動的に検出しかつサーボ系の速度ループゲインを迅速かつ的確に自動調整する方法。

位置ループゲインを大きい値に設定した状態でサーボ系を作動させてモータを振動的に正逆転させ、発振検出処理において、速度ループゲイン (k_1, k_2) を増大させつつ速度信号 (V_t) の各種周波数成分をフーリエ変換により算出しかつこれら周波数成分のうち振幅が最大の主振動成分 (f_{max}) を判別することを繰り返し (201, 202)、主振動成分が急激に増大したときに機械系の共振に起因するサーボ系の発振が生じたと判別して警告表示する (204, 209)。ゲイン調整処理では、速度ループゲインを変化させつつ積分比例制御又は比例積分制御モード下でモータ振動させる間に主振動成分が基準周波数 (f_a) 近傍の値をとれば当該時点でのループゲイン及び制御モード (P) に確定し (303)、比例積分制御中に主振動成分が基準周波数近傍に至らなければ上限カットオフ周波数 (f_{lim}) に基づいて算出したループゲインに確定する (311)。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT オーストリア	ES スペイン	MG マダガスカル
AU オーストラリア	FI フィンランド	ML マリ
BB バルバドス	FR フランス	MR モーリタニア
BE ベルギー	GA ガボン	MW マラウイ
BF ブルキナ・ファソ	GB イギリス	NL オランダ
BG ブルガリア	HU ハンガリー	NO ノルウェー
BJ ベナン	IT イタリア	RO ルーマニア
BR ブラジル	JP 日本	SD スーダン
CA カナダ	KP 朝鮮民主主義人民共和国	SE スウェーデン
CF 中央アフリカ共和国	KR 大韓民国	SN セネガル
CG コンゴ	LI リヒテンシュタイン	SU ソビエト連邦
CH スイス	LK スリランカ	TD チャード
CM カメルーン	LU ルクセンブルグ	TG トーゴ
DE 西ドイツ	MC モナコ	US 米国
DK デンマーク		

明 細 書

サーボ系の発振検出及び速度ループゲイン自動調整方法
技 術 分 野

5 本発明は、工作機械、ロボット等の、サーボモータを
装備した各種機械に搭載されるサーボ系の発振検出及び
速度ループゲインの自動調整方法に関する。

背 景 技 術

10 一般に、サーボ系は、位置制御ループからの指令速度
と実際モータ速度との偏差に応じたトルク指令を発生さ
せるための速度制御ループを備えている。第1図に示す
典型的なサーボ系の速度制御ループは、パラメータPが
値「1」及び「0」をとるとき比例積分制御及び積分比
15 例制御を夫々行うようになっている。図中、符号Vc、
Tcは速度指令信号及び実際速度信号を、k1、k2は積
分ゲイン、比例ゲインを、Ktはトルク定数を、Jmは
ロータイナーシャを夫々示す。

20 第1図の速度制御ループは二次制御系であり、その応
答特性は速度ループゲインに応じて定まる。すなわち、
ループゲインが過小であると、サーボ系から供給される
移動指令パルスの各々にモータ回転が直ちに追従せずに
数個のパルスが蓄積して始めてモータが回転すると云う
制御遅れが生じ、モータ速度に低周波数のうねりを生じ
る。又、外乱の影響を受け易い。一方、ループゲインが
過大であると、制御安定性が損なわれる。ループゲイン
25 がさらに過大になると、サーボモータに駆動的に連結さ

れた機械系が共振してサーボ系に発振が生じるに至る。
この場合、例えば工作機械においては通常モータ速度での切削送り時にも振動が発生する。

従って、ループゲインすなわち積分ゲイン k_1 及び比
5 例ゲイン k_2 を適正に設定する必要がある、詳しくは、
サーボ系に発振が生じない範囲で両ゲイン k_1 , k_2 を大
きい値に設定しなければならない。このため、従来は、
下記第(1)式、第(2)式に示すようにゲイン k_1 が
10 ン k_2 がカットオフ周波数 f_n とダンピング定数(減衰
率) ξ との関数であることに照らして、サーボ系を装備
した機械の各々について両パラメータ f_n , ξ を試行錯
誤的に設定してループゲインの適正化を図っている。

$$k_1 = (J_m / K_t) \cdot (2\pi f_n)^2 \quad \dots (1)$$

$$15 \quad k_2 = (J_m / K_t) \cdot 2\xi \cdot 2\pi f_n \quad \dots (2)$$

このため、ループゲインの決定に多くの手間と時間を要する。

発 明 の 開 示

本発明の目的は、サーボ系の速度ループゲインを迅速
20 かつ的確に決定可能な自動調整方法を提供することにあ
る。

本発明の別の目的は、サーボ系の発振を自動的に検出
可能な検出方法を提供することにある。

上述の目的を達成するため、本発明の一つの態様によ
25 れば、サーボ系の速度ループゲイン自動調整方法は、所

定位置偏差領域でサーボ系の位置ループゲインが大きい値をとるようにサーボ系の位置偏差対位置ループゲイン特性を設定する工程（a）と、所定位置偏差領域に入る位置指令に応じてサーボ系が作動したときに発生する位置偏差パラメータを周期的に抽出する工程（b）と、位置偏差パラメータの主振動成分を決定する工程（c）と、主振動成分が所定周波数領域に入るようにサーボ系の速度ループゲインを自動調整する工程（d）とを備える。

本発明の別の態様によれば、サーボ系の発振検出方法は、上記工程（a）～（c）と、サーボ系の速度ループゲインを増大させた後に工程（b）、（c）を実行する工程と、前記主振動成分が急激に増大したとき前記サーボ系に発振が生じたと自動的に判別する工程とを備える。

上述のように、本発明によれば、所定位置偏差領域で位置ループゲインが大きい値をとるように設定した位置偏差対位置ループゲイン特性を有するサーボ系の作動中に周期的に抽出した位置偏差パラメータに基づいて決定した当該パラメータの主振動成分が所定周波数領域に入るようにサーボ系の速度ループゲインを自動調整し、また、サーボ系の速度ループゲインの増大に伴い位置偏差パラメータの主振動成分が急激に増大したときサーボ系に発振が生じたと自動的に判別するようにしたので、速度ループゲインを迅速かつ的確に決定でき、機械系に経年変化が生じ或は機械系のイナーシャが変化した場合にも最適な速度ループゲインを容易に得ることができる。

図面の簡単な説明

第1図は従来のサーボ系の速度制御ループを示す機能ブロック図、

第2図は本発明の第1の実施例による速度ループゲイン自動調整方法が適用されるサーボ系の位置制御ループ及び速度制御ループを示す機能ブロック図、

第3図は第2図の関数発生器の変換特性を示す図、

第4図は第2図のサーボ系により実行される速度ループゲイン自動調整処理を示すフローチャート、

第5図は本発明の第2の実施例における実際モータ速度検出処理及び速度制御ループ処理を示すフローチャート、

第6図は第2の実施例における発振検出処理を示すフローチャート、

第7図は第2の実施例におけるゲイン調整処理を示すフローチャート、

第8図は第2の実施例に関連する実際モータ速度の波形図、

第9図は本発明の第3の実施例における実際モータ加速度検出処理を示すフローチャート、

第10図は第3の実施例に関連する実際モータ加速度の波形図、

第11図は速度ループゲイン対電流指令特性曲線及びループゲイン対オフセット値設定曲線を示す図、および

第12図は本発明の第4の実施例におけるオフセット

値算出ステップを示す図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の第1の実施例による速度ループゲイン自動調整方法が適用されるデジタルサーボ系は、サーボ制御をソフトウェア処理で行うための数値制御装置（その機能を第2図に示す）を備え、第1図の速度制御ループと同等の機能を奏するようになっている。そして、このデジタルサーボ系は、速度ループゲインを自動調整するための、後述する関数発生機能（以下、関数発生器2と云う）を有する点に特徴がある。第2図中、符号3～7で示す要素は第1図を参照して既に説明した要素に対応するもので、その説明を一部省略する。

以下、デジタルサーボ系の作動を説明する。

デジタルサーボ系による位置制御ループ処理の実行時、積分項8においてサーボモータの実際回転位置を表す位置信号 P_r が生成される。そして、位置信号 P_r と位置指令 P_c との差（位置偏差）が、ゲインが K_p の比例項1において増幅され、位置偏差に対応する第1の速度指令 $V_c(in)$ が生成される。

サーボモータ（図示略）の通常運転時、第1の速度指令 $V_c(in)$ に応じて、後述の速度制御ループ処理が実行される。一方、ゲイン調整時には、指令 $V_c(in)$ は、第3図に示す変換特性（位置偏差対位置ループゲイン特性）を備える関数発生器2において、下記第(3)式及び第(4)式に従って、第2の速度指令 $V_c(out)$ に変換さ

れる。

$$V_c(\text{out}) = K \cdot V_c(\text{in}) + A \quad (V_c(\text{in}) \geq 0 \text{ のとき})$$

. . . (3)

$$V_c(\text{out}) = K \cdot V_c(\text{in}) - A \quad (V_c(\text{in}) < 0 \text{ のとき})$$

. . . (4)

ここで、符号 A は指令 $V_c(\text{in})$ が正方向から値「0」に近づく場合に $V_c(\text{in}) = 0$ で指令 $V_c(\text{out})$ がとるオフセット値を、 $-A$ は指令 $V_c(\text{in})$ が負方向から値「0」に近づく場合に $V_c(\text{in}) = 0$ で指令 $V_c(\text{out})$ がとるオフセット値を、K は第 3 図の特性曲線の傾きを夫々表す。

結局、速度ループゲイン調整時にあっては、通常のもータ運転時と異なり、第 1 の速度指令 $V_c(\text{in})$ すなわち位置偏差が零又はその近傍の値をとった場合にも第 2 の速度指令 $V_c(\text{out})$ は大きい値をとる。換言すれば、ゲイン調整時、位置ループゲインは、位置偏差が零又はその近傍の位置偏差領域において、通常運転時の値に比べて相当大きい値をとる。

上記位置制御ループ処理に続く速度制御ループ処理において、実際もータ速度を表す速度信号 V_t と速度指令 $V_c(\text{in})$ または $V_c(\text{out})$ との差（速度偏差）が積分項 3 で積分される。比例積分制御を行うべくパラメータ P を値「1」に設定した場合、トルク指令 T_c は、速度信号 V_t から速度指令 $V_c(\text{out})$ を減じて得た値と比例ゲイン k_2 との積を速度偏差の積分値から減じた値に等しくなる。一方、積分比例制御を行うべくパラメータ P を

値「0」に設定した場合、トルク指令は、速度信号 V_t と比例ゲイン k_2 との積を速度偏差の積分値から減じた値に等しくなる。そして、トルク指令に応じて電流制御ループ処理が実行され、サーボモータが駆動制御される。

- 5 以下、第4図を参照して、デジタルサーボ系の数値制御装置により実行される速度ループゲイン自動調整処理を詳細に説明する。

オペレータが数値制御装置のデータ入力装置（図示略）を操作してカットオフ周波数 f_n 、ダンピング定数 ξ 及びパラメータ P を初期値 f_{n0} 、 ξ_0 及び「0」に夫々設定すると共に後で詳述する基準周波数 f_a 等のゲイン調整用パラメータを夫々設定した後、数値制御装置の運転モードをゲイン自動調整モードに切換えると、数値制御装置のプロセッサは、設定値 f_{n0} 、 ξ_0 、「0」、 f_a 等を内蔵のメモリに記憶する（ステップ S1）。次に、プロセッサは、上記第（1）式及び第（2）式に従い、かつ、設定値 f_{n0} 及び ξ_0 ならびに予め夫々設定済みのトルク定数 K_t 及びロータイナーク J_m に基づいて、ループゲインすなわち積分ゲイン k_1 および比例ゲイン k_2 を夫々算出、記憶する（ステップ S2）。

その後、位置指令 P_c を値「0」に設定した状態で、数値制御装置は上述の速度制御ループ処理を開始する。このとき、位置指令 P_c が値「0」であっても、一般には正又は負の僅かな位置偏差が発生する。プロセッサは、第3図の変換特性を有する関数発生器2の機能を達成す

べく、上記第(3)式及び第(4)式に従って所要の演算を行い、上記僅かな位置偏差に対応する小さい正又は負の第1の速度指令 $V_c(in)$ を、相当に大きい正又は負の第2の速度指令 $V_c(out)$ に変換する。なお、第(3)式から明かなように、たとえ位置偏差が零であっても指令 $V_c(out)$ は大きい正の値をとる。

結果として、指令 $V_c(out)$ に応じて駆動されるサーボモータは、モータ駆動機構に発生する摩擦に抗して正方向又は負方向に回転(スティックスリップ)し、零の位置指令に対応する回転位置から相当大きく偏倚した回転位置に至り、当該到達回転位置において、当初の位置偏差と符号が反対でかつ相当大きい位置偏差が発生する。この結果、当初の速度指令 $V_c(out)$ と符号が反対の相当大きい速度指令 $V_c(out)$ が送出され、サーボモータは零の指令位置に対応する回転位置から相当大きく偏倚した回転位置まで逆回転する。結局、サーボモータは振動的に正逆回転を繰り返す(以下、モータ振動と云う)。このとき、カットオフ周波数 f_n に応じて定まる速度制御ループの周波数帯域が高域側にあるほど、すなわち速度制御ループの応答が速いほど、モータ振動周波数が高くなる。

モータ振動中、プロセッサは、実際モータ速度を表す速度信号 V_t を所定時間にわたり周期的に抽出し(ステップS3)、更に、抽出速度信号群について周波数分析例えばフーリエ変換を行う(ステップS4)。この周波

数分析において、速度信号 V_t の各種周波数成分のうち
振幅が最大である周波数成分（以下、主振動成分 f_{max}
と云う）が抽出される。すなわち、信号 V_t の、モータ
駆動系での摩擦等に起因する周波数成分が除去され、信
5 号 V_t の、速度指令 V_c (out) 及びモータ振動に対応す
る周波数成分が抽出される。

次に、プロセッサは、主振動成分 f_{max} とオペレータ
等の経験に基づいて速度ループゲイン調整上の最適値に
予め設定した基準周波数 f_a との偏差の絶対値 $|f_{max}$
10 $- f_a|$ が、約 1 Hz に予め設定したゲイン調整用の閾値
 ε よりも小さいか否かを判別し（ステップ S 5）、絶対
値 $|f_{max} - f_a|$ が閾値 ε よりも小さければ、第 4 図
のゲイン調整処理を終了する。

一般には、ステップ S 5 で絶対値 $|f_{max} - f_a|$ が
15 閾値 ε よりも大きいと判別され、カットオフ周波数 f_n
が更新される（ステップ S 6）。即ち、プロセッサは、
基準周波数 f_a から主振動成分 f_{max} を減じた値と約 0.
5 ~ 約 0.7 に予め設定した演算係数 α との積 $\alpha (f_a$
 $- f_{max})$ を現在の設定カットオフ周波数 f_n （最初は
20 初期値 f_{n0} ）に加算し、加算結果 $f_n + \alpha (f_a -$
 $f_{max})$ を新しいカットオフ周波数 f_n として設定する。

更に、プロセッサは更新後のカットオフ周波数 f_n が
速度制御ループの周波数帯域の上限を表す設定値 f_{lim}
よりも小さいか否かを判別し（ステップ S 7）、値 f_n
25 が値 f_{lim} よりも小さければ、上記ステップ S 2 に移行

してステップ S 2 以降の上述の処理を実行する。一方、
カットオフ周波数 f_n が周波数帯域の上限 f_{lim} よりも
大きければ、パラメータ P の値が「0」であるか否かを
判別する（ステップ S 8）。パラメータ P の値が「0」
5 であれば、パラメータ P 及びカットオフ周波数 f_n を値
「1」及び初期値 f_{n0} に夫々設定し（ステップ S 9）、
上記ステップ S 2 に移行する。

上記ステップ S 2 ~ S 9 の実行中、ステップ S 5 にお
いて絶対値 $|f_{max} - f_a|$ が閾値 ε よりも小さいと判
10 別すると、プロセッサは、積分ゲイン k_1 、比例ゲイン
 k_2 及びパラメータ P の現在の設定値を、これらパラメ
ータ k_1 、 k_2 、P のゲイン調整後の値として決定し、第
4 図のゲイン調整処理を終了する。

また、パラメータ P を値「0」から値「1」に変更後
15 でかつ上記ステップ S 2 ~ S 7 の処理を繰り返し実行し
ている間に絶対値 $|f_{max} - f_a|$ が閾値 ε よりも小さ
くならないうちに設定カットオフ周波数 f_n が周波数帯
域の上限 f_{lim} を上回ると、ステップ S 8 での判別結果
が否定となる。この場合、ステップ S 10 に移行してカ
20 ットオフ周波数 f_n を周波数帯域の上限 f_{lim} に設定し、
当該設定カットオフ周波数 $f_n (= f_{lim})$ に基づいて
ゲイン k_1 、 k_2 を決定し（ステップ S 11）、ゲイン調
整を終了する。上記ステップ S 5 ~ S 11 の処理を行う
結果、モータ振動周波数 f_{max} が高い場合には速度制御
25 ループに発振が生じたものとみなしてゲイン k_1 、 k_2 が

実質的に低減され、従って、斯かる場合にも速度ループゲインが過大になることがない。

ゲイン調整後のサーボモータの通常運転時、サーボ系の関数発生器 2 は非作動状態にされ、従って、第 1 の速度指令 $V_c(in)$ に対応する速度指令が位置制御ループから速度制御ループに供給される。そして、サーボ系の速度制御ループは、上述のように決定したパラメータ P の値に応じて比例積分制御または積分比例制御を、夫々上述のように決定した積分ゲイン k_1 及び比例ゲイン k_2 で
5 実行する。結果として、サーボ系に発振を生じることなくかつ大きい制御ゲインで最適な速度制御が実行される。

以下、第 5 図～第 7 図を参照して、本発明の第 2 の実施例によるサーボ系発振検出及び速度ループゲイン自動調整方法を説明する。

本実施例の方法を実施するための数値制御装置は、上記第 1 の実施例の場合と略同様に構成されている。本実施例の数値制御装置は、サーボ系の発振、特に、機械系を含むサーボ系の共振に起因して発生するサーボ系の発振を検出するための検出モードと、速度ループゲインを
15 自動調整するための調整モードとの夫々で作動自在であることに特徴がある。

以下、数値制御装置の動作を説明する。

オペレータ操作により、カットオフ周波数 f_n 、ダンピング定数 ξ 、パラメータ P の初期値 f_{n0} 、 ξ_0 、「0」
25 が設定されると、数値制御装置のプロセッサは、カット

オフ周波数 f_n , ダンピング定数 ξ , パラメータ P の初期値を内蔵のメモリに記憶し、次いで、上記第(1)式及び第(2)式に従ってループゲイン k_1 , k_2 の初期値を算出、記憶すると共に後述のフラグ F 及び指標 i の値を夫々「0」に初期化する。

次に、オペレータ操作により検出モードが選択されると、プロセッサは、第5図の、速度制御ループ処理及び実際モータ速度検出処理を所定周期で繰り返し実行する。

10 先ず、プロセッサは、フラグ F が、実際モータ速度検出処理の完了を表す値「1」であるか否かを判別し(ステップ100)、フラグ F の値が「1」でなければ、上記第1実施例の場合と同様、位置制御ループの比例項1で求めた第1の速度指令 $V_c(in)$ を第2の速度指令 $V_c(out)$ に変換する。すなわち、プロセッサは、第1の速度指令 $V_c(in)$ を読取り(ステップ101)、その値が零以上であるか否かを判別する(ステップ102)。次に、判別結果に応じて、上記第(3)式又は第(4)式に従って第2の速度指令 $V_c(out)$ を算出し、内蔵のメモリにこれを記憶する(ステップ103)。

20 そして、プロセッサは、サーボモータの実際回転速度を表す速度信号 V_t を読取り(ステップ105)、メモリの、指標 i に対応するアドレス M_i に信号 V_t を格納した後(ステップ106)、指標 i を「1」だけインクリメントする(ステップ107)。次に、指標 i が、後述の周波数分析に必要な速度信号データの数(2の冪数)

25

を表す設定値 N よりも大きいかなんかを判別する（ステップ 108）。指標 i が設定値 N よりも大きくなければ、速度指令 $V_c(\text{out})$ に基づく速度制御ループ処理を実行し（ステップ 110）、トルク指令を算出する。これにより、今回周期での第 5 図の処理を終了し、図示しない電流制御ループ処理に移行してサーボモータを駆動制御する。

その後、第 5 図の処理が繰り返し実行され、速度信号 V_t が周期的に検出されメモリの対応するアドレス M_i に夫々格納される。この間、第 1 の実施例の場合と同様、サーボモータが振動的に正逆回転する。すなわち、速度制御ループ処理の開始時点（第 1 番目の周期）で第 1 の速度指令 $V_c(\text{in})$ つまり位置偏差が零以上であれば正の指令 $V_c(\text{out})$ に応じてサーボモータが正転駆動され、次の周期では負の位置偏差に対応する負の指令 $V_c(\text{out})$ に応じてサーボモータが逆転駆動され、その後、交互に正逆転される。また、速度制御ループ処理の開始時点での位置偏差が負であればサーボモータは逆転駆動され、その後、交互に正逆転される。

そして、第 5 図の、速度制御ループ処理及び実際モータ速度検出処理を繰り返し実行している間にステップ 108 において指標 i の値が設定値 N を越えたと判別すると、プロセッサは、ステップ 109 においてフラグ F を実際モータ速度検出処理（ N 個の速度信号データの格納）の完了を表す値「1」にセットした後、ステップ 110

に移行する。実際モータ速度検出処理の完了後、第5図
に関してはステップ110の速度制御ループ処理のみが
周期的に実行される。

以下、第6図を参照して、プロセッサにより実行され
5 る発振検出処理を説明する。この発振検出処理は、上記
位置制御ループ処理、速度制御ループ処理及び電流制御
ループ処理と共に周期的に、かつ、これらの処理の実行
時間以外の時間内に実行される。

第6図の発振検出処理において、プロセッサは、フラ
10 グFの値が「1」であるか否かを先ず判別し(ステップ
200)、フラグFが実際モータ速度検出処理の完了を
表す値「1」でなければ、第6図の処理を実質的には行
わない。一方、ステップ200においてフラグFの値が
「1」であると判別すると、プロセッサは、メモリのア
15 ドレスM0~MnからN個(2の冪数)の速度信号デー
タを夫々読出して当該データ群についての周波数分析た
例えば高速フーリエ変換を行い(ステップ201)、速
度信号データ群(実際モータ速度)の各種周波数成分の
振幅を夫々算出する。この場合、市販の高速フーリエ変
20 換用アプリケーション・ソフトを利用可能である。

次に、プロセッサは、これら算出振幅の最大値を判別
し、さらに、実際モータ速度の各種周波数成分のうちの、
振幅が最大である周波数成分すなわち主振動成分 f_{max}
を判別する(ステップ202)。更に、内蔵のレジスタ
25 の記憶値R(f)が「0」であるか否かを判別する(ス

トップ 203)。このレジスタは主振動成分 f_{max} を格納するもので、初期設定時に値「0」にされる。従って、ここではステップ 203 でレジスタ値 $R(f)$ が「0」であると判別され、プロセッサはステップ 202 で求めた主振動成分 f_{max} をレジスタに格納し（ステップ 205）、現在の設定カットオフ周波数 f_n に所定値 f_s を加算してカットオフ周波数 f_n を更新する（ステップ 206）。次いで、更新後のカットオフ周波数 f_n に基づき上記第（1）式及び第（2）式に従ってゲイン k_1 , k_2 を算出、格納し（ステップ 207）、指標 i , フラグ F を値「0」に夫々リセットし（ステップ 208）、第 1 番目の周期での発振検出処理を終了する。

上記発振検出処理の終了時にフラグ F が値「0」にリセットされると、第 5 図の実際モータ速度検出処理が再開され、又、第 5 図の速度制御ループ処理は、上記発振検出処理のステップ 207 で新たに算出したゲイン k_1 , k_2 に応じて実行される。その後、第 5 図の上記 2 つの処理が周期的に実行され、ゲインを更新しつつ N 個の実際速度信号データ V_t がメモリアドレス $M_0 \sim M_n$ に格納された後にフラグ F が値「1」にセットされる度に、第 6 図の発振検出処理が再開される。この場合、プロセッサは、ステップ 203 においてレジスタ値 $R(f)$ が「0」でないと判別し、次に、ステップ 202 において新たに求めた主振動成分 f_{max} が、レジスタ値 $R(f)$ と所定値 $m (= 2 \sim 3)$ との積に等しいかこれよりも大

きいか否かを判別する（ステップ204）。主振動成分 f_{max} が積 $m \cdot R(f)$ よりも小さければ、ステップ205 およびそれ以降の上記処理を実行してゲイン k_1 , k_2 を更新して今回周期での第6図の発振検出処理を終了し、これに続いて第5図の実際モータ速度検出処理を実行する。

上述のように、第5図及び第6図の処理を交互にかつ周期的に実行している間に、第6図のステップ204において実際モータ速度の主振動成分 f_{max} が積 $m \cdot R(f)$ に等しいか又はこれよりも大きいと判別すると、プロセッサは、ゲイン k_1 , k_2 に応じて定まる速度制御ループゲインの設定値が過大になった結果、機械系を含めたサーボ系が共振してサーボ系に発振が生じたと判別する。すなわち、一般に、機械系を含むサーボ系の共振時には、実際モータ速度の主振動成分 f_{max} が、共振時以外の場合にとり得る値の数倍の値まで大幅に増大する。

サーボ系に発振を来すループゲインは明らかに不適切であるので、プロセッサは、ステップ204でサーボ系の発振を判別したとき、警告のため、当該時点でのゲイン k_1 , k_2 , カットオフ周波数 f_n , 主振動成分 f_{max} を数値制御装置の表示装置（図示略）上に表示させた後に（ステップ209）、発振検出処理を終了する。

以下、第7図を参照して、第2の実施例の数値制御装置により周期的に実行される速度ループゲイン自動調整処理を説明する。

オペレータ操作によりゲイン調整モードが選択されると、先ず、数値制御装置のプロセッサは、第5図を参照して既に説明した速度制御ループ処理及び実際モータ速度検出処理を実行する。その後、N個の速度信号データ
5 V tを周期的に抽出、格納する実際モータ速度検出処理が完了し、第5図のステップ109においてフラグFが値「1」にセットされると、検出モード選択時に実行される第6図の発振検出処理に代えて、第7図のゲイン調整処理を周期的に実行する。

10 すなわち、ステップ300においてフラグFが値「1」にセットされたと判別すると、プロセッサは、第6図のステップ201、202に対応するステップ301、302を実行する。詳しくは、メモリに格納されたN個の速度信号データを高速フーリエ変換してデータ群の各種
15 周波数成分の振幅を算出し、次いで、これら周波数成分のうちの、振幅が最大である周波数成分（主振動成分） f_{max} を決定する。

次に、プロセッサは、第1の実施例に関連する第4図のステップS5～S9及びS2に夫々対応するステップ
20 303～308を実行する。即ち、主振動成分と基準周波数との偏差の絶対値 $|f_{max} - f_a|$ が閾値 ϵ よりも小さくなければ、現在の設定カットオフ周波数 f_n を、基準周波数から主振動成分を減じた値と演算係数との積と上記設定周波数との加算値 $f_n + \alpha (f_a - f_{max})$
25 に更新する。そして、設定カットオフ周波数 f_n が速度

制御ループの周波数帯域の上限値 f_{lim} よりも小さくなくかつパラメータ P が値「0」であると判別すると、パラメータ P を値「1」に変更すると共に設定カットオフ周波数を初期値 f_{n0} にリセットした後、第(1)式及び第(2)式に従ってゲイン k_1 , k_2 を算出する。ゲイン算出ステップ 308 を終了すると、プロセッサは、指標 i 及びフラグ F を値「0」にリセットし(ステップ 309)、今回周期でのゲイン調整処理を終える。

この結果、第5図の実際モータ速度検出処理(ステップ 101 ~ 108) が再開され、また、当該検出処理が完了するまでの間、第7図のゲイン調整処理は中断する。そして、第5図の検出処理が完了すると、ゲイン調整処理が再開される。この様に、検出処理及びゲイン調整処理が交互にかつ周期的に実行される。その後、ステップ 15 303 において主振動成分と基準周波数との偏差の絶対値 $|f_{max} - f_a|$ が閾値 ε よりも小さいと判別されると、ゲイン調整が完了し、ゲイン k_1 , k_2 及びパラメータ P は当該判別時点での記憶値に確定する。一方、パラメータ P を値「1」に変更後、絶対値 $|f_{max} - f_a|$ が閾値 ε よりも小さくならない間に設定カットオフ周波数 f_n が上限値 f_{lim} を越えると、第1の実施例の場合と同様、設定カットオフ周波数 f_n を上限値 f_{lim} に変更し(ステップ 310)、この値 f_{lim} に基づいてゲイン k_1 , k_2 を算出する(ステップ 311)。結果として、25 第1の実施例の場合と同様、ゲイン k_1 , k_2 及びパラメ

ータ P が最適化される。

第 8 図は、120 Hz の周波数（約 8 msec 周期）で機械的共振が発生する機械について、主振動成分 f_{max} が 25 Hz（40 msec 周期）となるように速度制御ループゲインを調整した場合における実際モータ速度の波形を示す。

以下、第 9 図を参照して、本発明の第 3 の実施例によるサーボ系の発振検出方法及び速度制御ループゲイン自動調整方法を説明する。

本実施例の方法は、機械系の共振に起因するサーボ系の発振を早期に検出可能とした点に特徴がある。このため、数値制御装置のプロセッサは、上記第 2 の実施例での第 5 図～第 7 図に示す処理と基本的には同一の各種処理を周期的に実行する一方で、第 5 図のステップ 106 に代えて第 9 図のステップ 400～402 を実行し、換言すれば、実際モータ速度検出処理に代えて実際モータ加速度検出処理を行う。

すなわち、プロセッサは、加速度検出処理及び速度制御ループ処理において、第 5 図のステップ 100～105 を実行した後、各々の検出処理周期で検出した実際モータ速度を表す速度信号データ V_t から前回周期で検出しかつレジスタに記憶した記憶値 $R(v)$ を減じて加速度信号データ $a(i)$ を算出する（ステップ 300）。次に、レジスタ値 $R(v)$ を今回周期で検出した値 V_t に更新し（ステップ 401）、更に、加速度信号データ $a(i)$ をメモリの、対応するアドレス M_i に格納する

(ステップ402)。なお、初期設定時、レジスタは値「0」にリセットされる。次いで、第5図のステップ107及びそれ以降のステップを実行する。

その後、上述の実際モータ加速度検出処理及び速度制御ループ処理が繰り返し実行され、メモリアドレスM0
5 ~ MnにN個の加速度信号データが夫々格納されると、プロセッサは、フラグFの値を「1」にセットする。

数値制御装置の、発振検出モードでの運転時、フラグFの値が「0」から「1」に反転すると、プロセッサは
10 第4図に示すものと略同様の発振検出処理を実行する。但し、ステップ208において、指標i、フラグFを値「0」にリセットすると共に速度信号データ格納用レジスタの値R(v)を値「0」にリセットする点が異なる。

上述のように、実際速度に代えて実際加速度に基づいて発振検出処理を行う結果、機械系の共振に起因するサーボ系の発振を早期に検出できる。以下、その理由を説明する。

一般には、サーボ系により制御される機械系の共振周波数は、上述のようにサーボモータを振動的に正逆回転
20 させる場合にサーボ系において生成される基本振動周波数f0の数倍の値をとる。そこで、機械系の共振周波数をmf0(mは正の整数)で表すことができる。そして、実際サーボモータ速度Vは、下記第(5)式に示すように、時間t、基本振動周波数f0及び共振周波数mf0の
25 関数として表され、実際モータ加速度 $\omega(t)$ は、第(5)

式の両辺を時間 t で微分して得た下記第 (6) 式で表される。

$$V(t) = A_1 \cdot \sin(2\pi f_0 \cdot t) + A_2 \cdot \sin(2\pi m f_0 \cdot t + \rho) \dots (5)$$

$$\begin{aligned} \omega(t) &= dV(t)/dt \\ &= 2\pi f_0 \cdot A_1 \cdot \cos(2\pi f_0 \cdot t) \\ &\quad + 2\pi m f_0 \cdot A_2 \cdot \cos(2\pi m f_0 \cdot t + \rho) \dots (6) \end{aligned}$$

ここで、 ρ は位相遅れを表す。

10 上記第 (6) 式の右辺の第 1 項の振幅に対する第 2 項の振幅の比 $m A_2 / A_1$ は、第 (5) 式の右辺の第 1 項の振幅に対する第 2 項の振幅の比 A_2 / A_1 の m 倍である。換言すれば、実際モータ加速度変化における共振周波数 $m f_0$ の寄与分は、実際モータ速度変化における寄与分
15 よりも大きい。従って、加速度信号データ $a(i)$ を周波数分析する第 3 実施例の方法によれば、速度信号データ V_t を周波数分析する第 2 実施例の方法に比べて、機械系の共振に起因して発生するサーボ系の発振を、サーボ系発振への機械系共振の影響が顕著でない段階で、より
20 早期に検出できる。

第 10 図は、120 Hz の周波数 (約 8 msec 周期) で機械的共振が発生する機械について、主振動成分 f_{max} が 25 Hz (40 msec 周期) となるように速度制御ループゲインを調整した場合における実際モータ加速度の波形を示す。
25

以下、本発明の第4の実施例によるサーボ系の発振検出方法及び速度制御ループゲイン自動調整方法を説明する。

本実施例の方法は、発振検出処理において、関数発生器2の位置偏差対位置制御ループゲイン特性曲線を決定するオフセット値を主振動成分に応じて可変設定可能とした点に特徴がある。

以下、オフセット値を可変設定する理由を説明する。

モータが振動的に正逆回転するときの回転変位量（振動振幅）が過小であって当該回転変位量に対応する機械系の構成部品間の相対変位量がバックラッシュ量より小さい場合、又は、モータ回転時に機械系に発生する摩擦例えば摩擦トルクが大きい場合には、モータ回転（スティックスリップ）が阻害される。特に、速度ループゲインが小さくトルク指令の立ち上がりが遅い場合に、この現象が顕著となる。これを防止すべく、機械構成部品間の相対変位量がバックラッシュ量を上回るようにし、又は、モータ回転トルクを増大させるには、モータ振動時の位置偏差「0」近傍での位置ループゲインを決定する第3図のオフセット値を増大させる必要がある。特に、速度制御ループの周波数帯域が低域側にあり、速度ループゲインが小さい場合に、第11図に実線で示すゲイン対発生パルス数（オフセット値）特性で示すようにオフセット値を増大させねばならない。

一方、モータ振動振幅又は振動速度が過大であると、

換言すれば、トルク指令（モータ出力トルク）が過大であると、トルク指令がトルクリミット値に制限されて飽和し、モータが発熱し、或は、機械系に振動が発生するに至る。本発明者の実験によれば第11図に白丸を付したゲイン対トルク特性で示すように速度ループゲインの増大につれて電流指令（トルク）が増大し、従って、速度ループゲインが大きい場合に上記不具合が顕著に現れる。これを防ぐには、特に速度制御ループの周波数帯域が高域側にある場合に、第11図に実線で示すようにオフセット値を減少させねばならない。

結局、速度制御ループの周波数帯域が低域側にあるときにオフセット値を大きくし、高域側にあるときに小さくする必要がある。本実施例では、速度制御ループの周波数帯域が実際モータ速度の主振動成分 f_{max} に対応することに照らして、所定値 B を主振動成分 f_{max} で割ることによりオフセット値を算出し、また、主振動成分 f_{max} の初期値として推定値を用いる。

以下、12図を参照して、本実施例の方法を実施するための数値制御装置の作動を説明する。

数値制御装置のプロセッサは、上記第2の実施例での第5図～第7図に示す処理と基本的には同一の各種処理を周期的に実行する一方で、これらの処理を開始する前にオペレータ操作により主振動成分 f_{max} の初期値及び所定値 B が設定されると、両該設定値をメモリに格納する。更に、第6図の発振検出処理のステップ207、2

0 8 間で第 1 2 図のオフセット値算出ステップ 5 0 0 を実行する。

最初の周期での発振検出処理のステップ 5 0 0 において、プロセッサは、メモリから所定値 B 及び主振動成分
5 f_{max} の初期値を読み出し、所定値 B を初期値で割ることにより正位置偏差領域でのオフセット値 A を算出し、次いで、その符号を反転させて負位置偏差領域でのオフセット $-A$ を求める。また、第 2 番目及びそれ以降の周期でのオフセット値算出ステップ 5 0 0 において、主振動
10 成分 f_{max} の初期値に代えて各々の周期でのステップ 2 0 2 で判別した主振動成分 f_{max} を用いる。これにより、ステップ 5 0 0 で算出されるオフセット値 A, $-A$ の絶対値は、速度ループゲインが増大するにつれて減少する。

本発明は上記第 1 ~ 第 4 の実施例に限定されず、種々の
15 変形が可能である。

例えば、上記各実施例では速度ループゲイン自動調整に速度信号 V_t を位置偏差パラメータとして用いたが、モータ振動時に零の位置指令を送出する場合には、速度信号 V_t に代えて位置偏差量を用いても良い。

20 また、モータ加速度に基づいてサーボ系の発振を早期に検出可能な上記第 3 の実施例と、オフセット値を主振動成分 f_{max} に応じて可変設定して速度ループゲインを適正化する上記第 4 の実施例とを組み合わせても良い。この場合、第 5 図のステップ 1 0 6 に代えて第 9 図の
25 ステップ 4 0 0 ~ 4 0 2 を実行し、これにより、加速度信

号 a (i) に基づいて主振動成分 f_{max} を決定すると共に当該主振動成分 f_{max} に基づいてオフセット値を算出する。

上記第 2 及び第 4 実施例のゲイン調整処理 (第 7 図) において、第 4 実施例の発振検出処理 (第 1 2 図) と同様、オフセット値を可変設定しても良い。この場合、第 7 図のステップ 3 0 8, 3 0 9 間で第 1 2 図のステップ 5 0 0 を実行する。

さらに、上記第 2 ~ 第 4 実施例のゲイン調整処理 (第 7 図) において、第 2 実施例の発振検出処理 (第 6 図) の場合と同様、機械系の共振に起因するサーボ系の発振を警告するようにしても良い。この場合、第 7 図のステップ 3 0 2, 3 0 3 間で第 6 図のステップ 2 0 3, 2 0 4 及び 2 0 9 を実行する。

請 求 の 範 囲

1. 所定位置偏差領域でサーボ系の位置ループゲインが
大きい値をとるように前記サーボ系の位置偏差対位置
ループゲイン特性を設定する工程（a）と、前記所定
5 位置偏差領域に入る位置指令に応じて前記サーボ系が
作動したときに発生する位置偏差パラメータを周期的
に抽出する工程（b）と、前記位置偏差パラメータの
主振動成分を決定する工程（c）と、前記主振動成分
が所定周波数領域に入るように前記サーボ系の速度ル
ープゲインを自動調整する工程（d）とを備えるサー
10 10 ボ系の速度ループゲイン自動調整方法。
2. 位置偏差が零の近傍の値をとる領域を含むように、
前記所定位置偏差領域を設定する請求の範囲第1項記
載のサーボ系の速度ループゲイン自動調整方法。
- 15 3. 前記工程（b）において、値が零の位置指令を送出
する請求の範囲第1項記載のサーボ系の速度ループゲ
イン自動調整方法。
4. 前記位置偏差パラメータは、前記サーボ系により駆
動されるサーボモータの実際速度を表す速度信号であ
20 20 る請求の範囲第1項記載のサーボ系の速度ループゲ
イン自動調整方法。
5. 前記工程（c）において、前記位置偏差パラメータ
についての周波数分析を行うことにより前記主振動成
分を決定する請求の範囲第1項記載のサーボ系の速度
25 25 ループゲイン自動調整方法。

6. 前記周波数分析において前記位置偏差パラメータの各種周波数成分の振幅を求め、振幅が最大の周波数成分を前記主振動成分と判別する請求の範囲第5項記載のサーボ系の速度ループゲイン自動調整方法。
- 5 7. 前記工程（b）において、前記抽出位置偏差パラメータを微分し、次いで、当該微分した位置偏差パラメータの主振動成分を決定する請求の範囲第6項記載のサーボ系の発振検出方法。
8. 前記所定偏差領域での位置ループゲインを決定する
10 位置偏差対位置ループゲイン特性曲線のオフセット値が前記主振動成分に反比例するように、前記オフセット値を可変設定する請求の範囲第1項記載のサーボ系の発振検出方法。
9. 所定位置偏差領域でサーボ系の位置ループゲインが
15 大きい値をとるように前記サーボ系の位置偏差対位置ループゲイン特性を設定する工程（a）と、前記所定位置偏差領域に入る位置指令に応じて前記サーボ系が作動したときに発生する位置偏差パラメータを周期的に抽出する工程（b）と、前記位置偏差パラメータの
20 主振動成分を決定する工程（c）と、前記サーボ系の速度ループゲインを増大させた後に両前記工程（b）、（c）を実行する工程（d）と、前記主振動成分が急激に増大したとき前記サーボ系に発振が生じたと自動的に判別する工程（e）とを備えるサーボ系の発振検出
25 方法。

10. 前記工程(c)において、前記抽出位置偏差パラメータを微分し、次いで、当該微分した位置偏差パラメータの主振動成分を決定する請求の範囲第9項記載のサーボ系の発振検出方法。
- 5 11. 前記所定偏差領域での位置ループゲインを決定する位置偏差対位置ループゲイン特性曲線のオフセット値が前記主振動成分に反比例するように、前記オフセット値を可変設定する請求の範囲第9項又は第10項記載のサーボ系の発振検出方法。

FIG.1

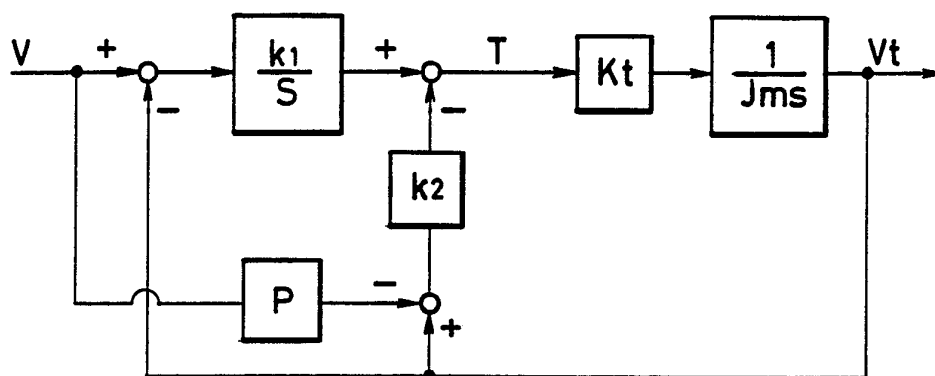


FIG.2

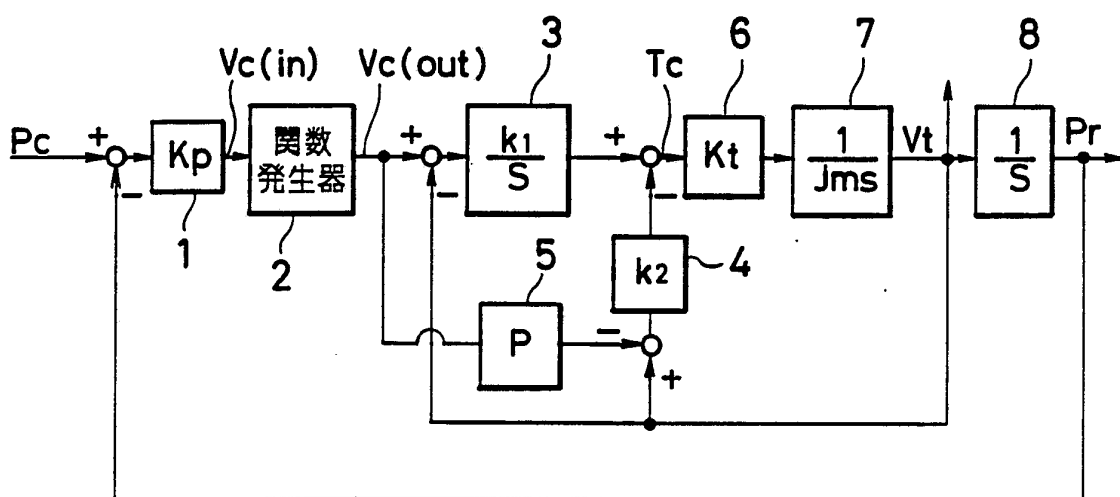


FIG.3

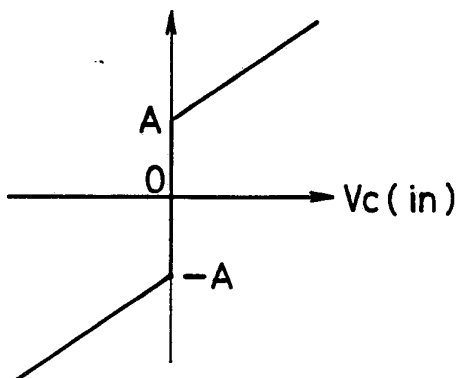


FIG.4

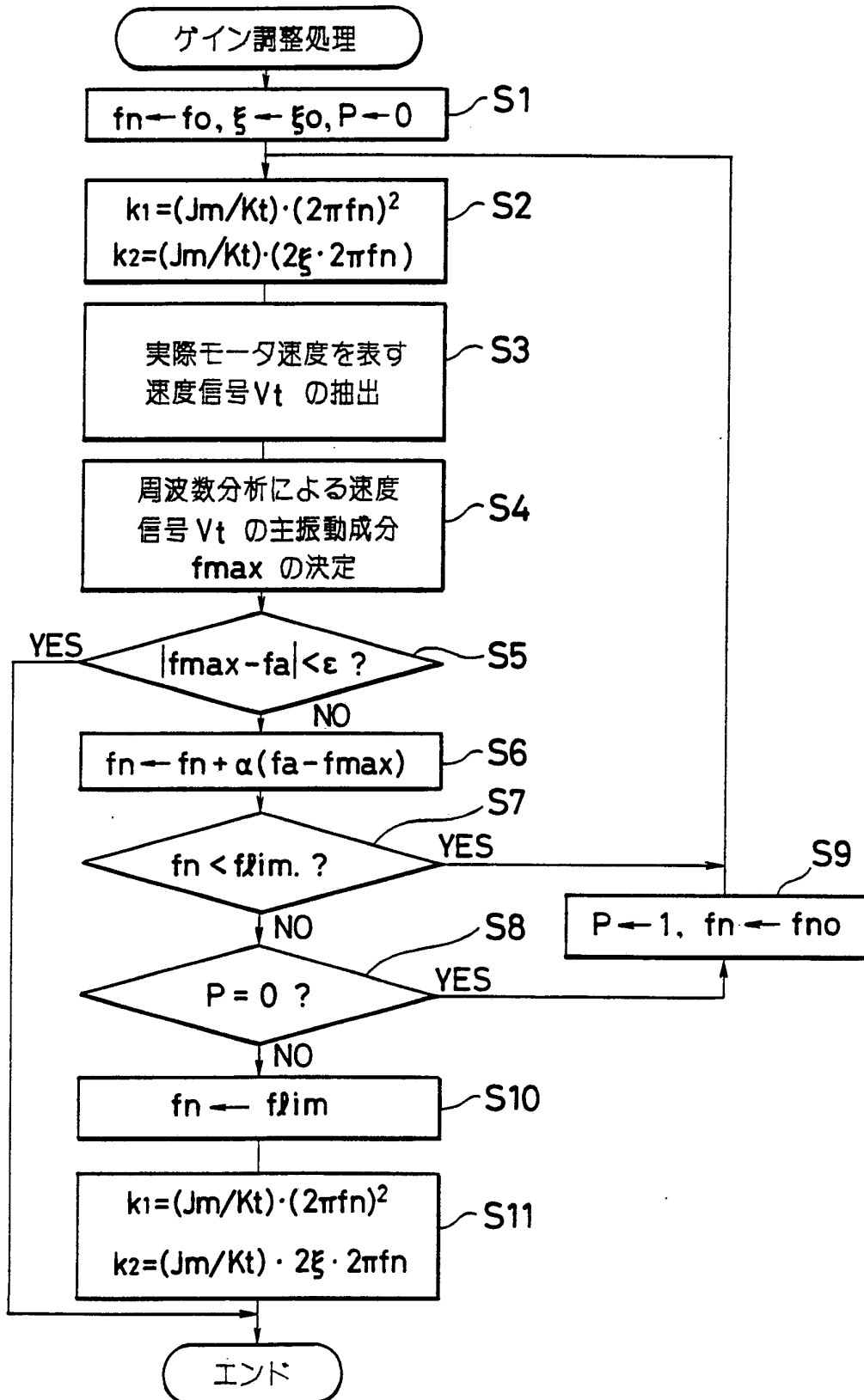


FIG.5

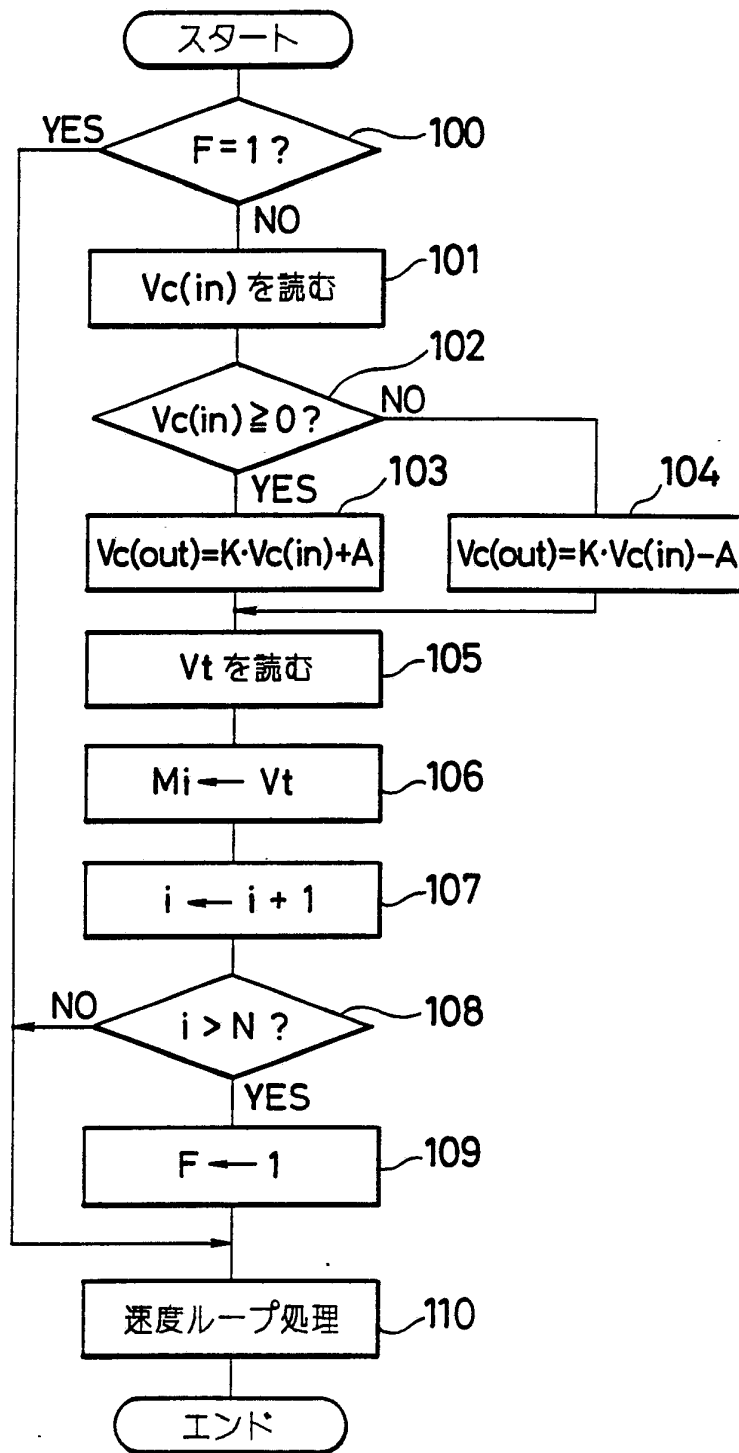


FIG.6

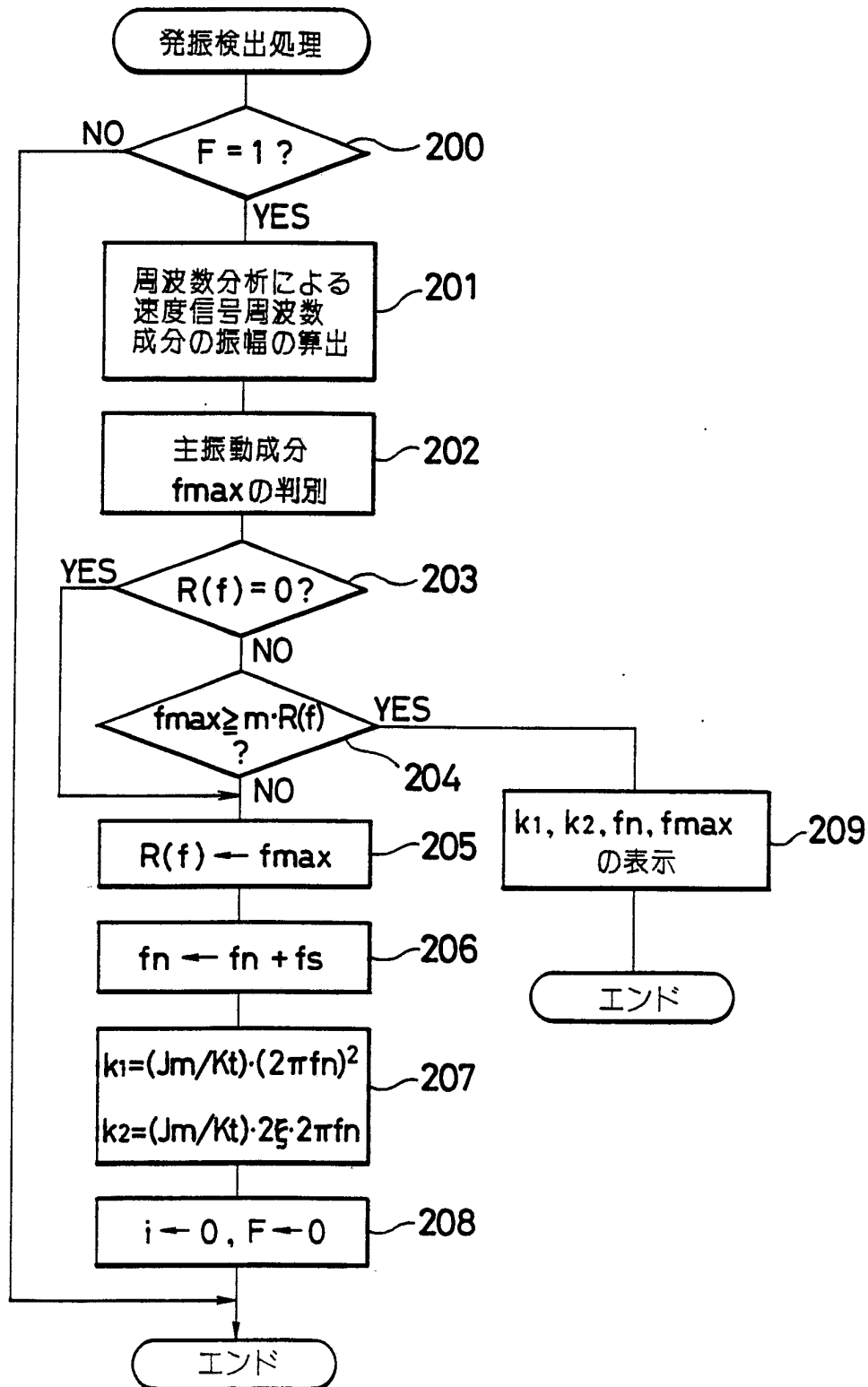


FIG. 7

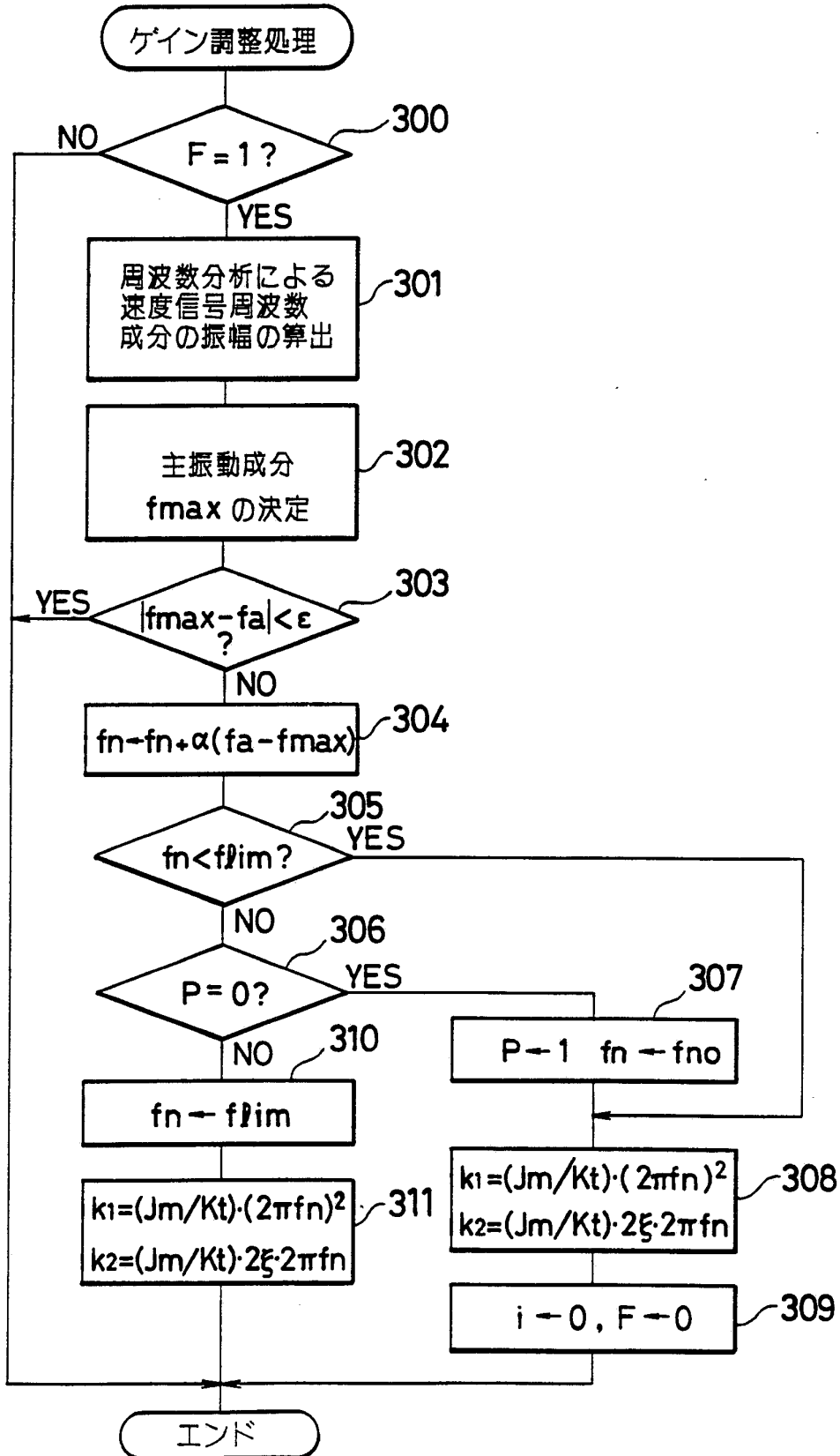


FIG.8

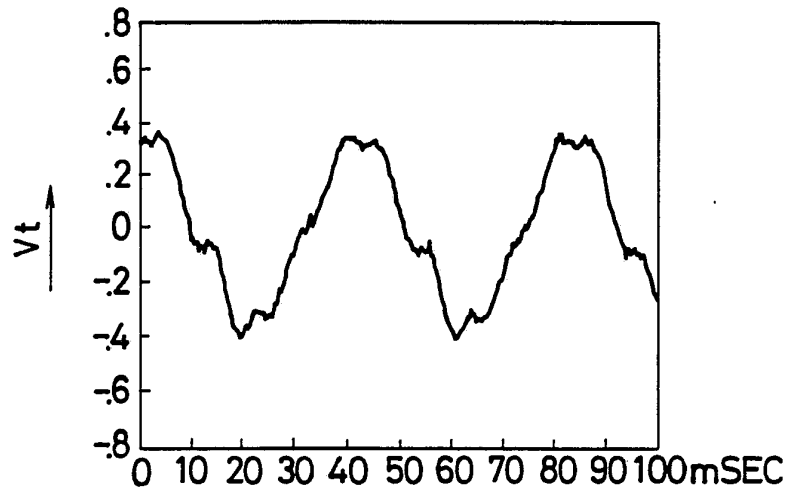


FIG.10

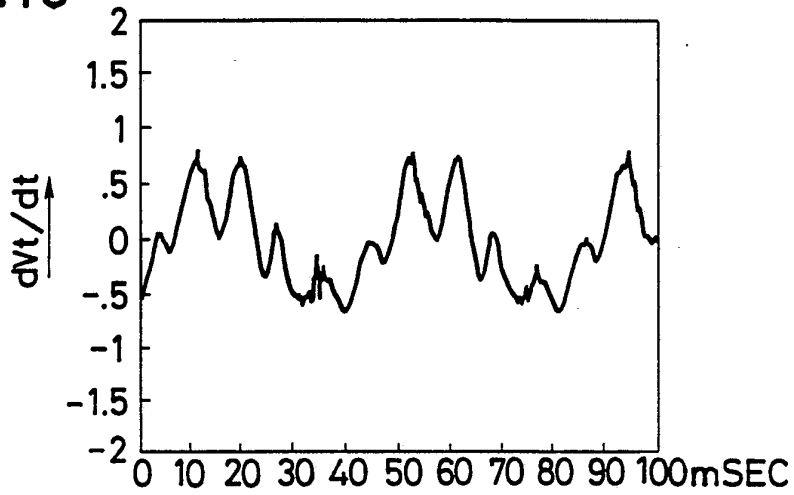


FIG.11

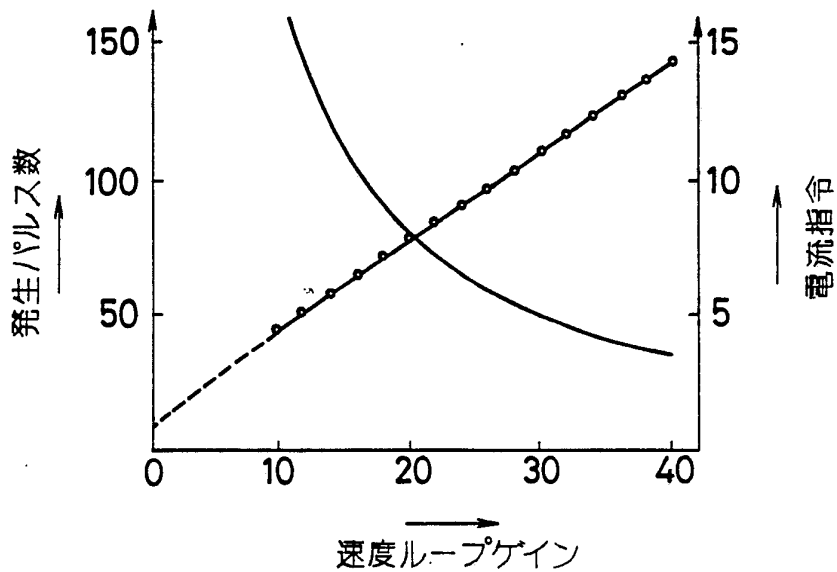


FIG.9

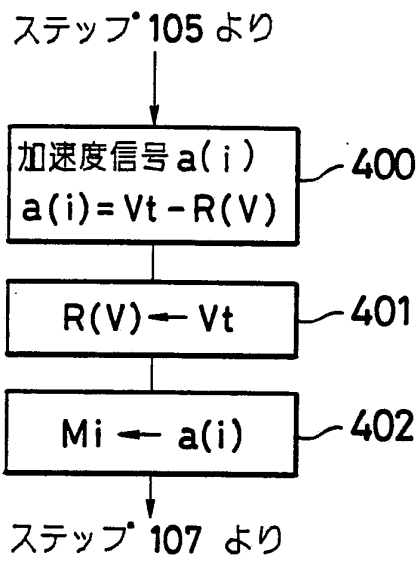
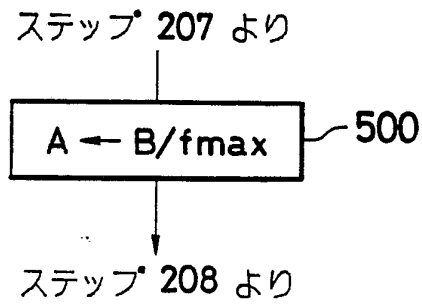


FIG.12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP89/01296

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶				
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC				
Int. Cl ⁵	G05B13/02			
II. FIELDS SEARCHED				
Minimum Documentation Searched ⁷				
Classification System	Classification Symbols			
IPC	G05B13/00 - 13/04, G05B23/02			
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸				
Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1989			
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1989			
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹				
Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³		
A	JP, A, 55-49706 (Omron Corporation), 10 April 1980 (10. 04. 80), (Family: none)	1 - 11		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> [*] Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document 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 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "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 "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 </td> </tr> </table>			[*] Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document 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 "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
[*] Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document 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 "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			
IV. CERTIFICATION				
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report			
March 8, 1990 (08. 03. 90)	April 2, 1990 (02. 04. 90)			
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer			
Japanese Patent Office				

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP 89/01296

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC) Int. Cl.⁸ G 0 5 B 1 3 / 0 2		
II. 国際調査を行った分野		
調査を行った最小限資料		
分類体系	分類記号	
I P O	G 0 5 B 1 3 / 0 0 - 1 3 / 0 4, G 0 5 B 2 3 / 0 2	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国実用新案公報 1926-1989年		
日本国公開実用新案公報 1971-1989年		
III. 関連する技術に関する文献		
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	請求の範囲の番号
A	J P, A, 5 5 - 4 9 7 0 6 (オムロン株式会社), 1 0 . 4 月 . 1 9 8 0 (1 0 . 0 4 . 8 0) (ファミリーなし)	1 - 1 1
<p>※引用文献のカテゴリー</p> <p>「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</p> <p>「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「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)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献</p> <p>「T」 国際出願日又は優先日の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</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「&」 同一パテントファミリーの文献</p>		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
0 8 . 0 3 . 9 0	0 2 . 0 4 . 9 0	
国際調査機関	権限のある職員	5 H 8 5 2 7
日本国特許庁 (ISA/JP)	特許庁審査官 嶋 野 邦 彦	Ⓜ