



(43) 国際公開日
2006 年 9 月 14 日 (14.09.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/095707 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 7/09 (2006.01) G11B 21/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/304315
- (22) 国際出願日: 2006 年 3 月 7 日 (07.03.2006)
- (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2005-065102 2005 年 3 月 9 日 (09.03.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 横山 英二

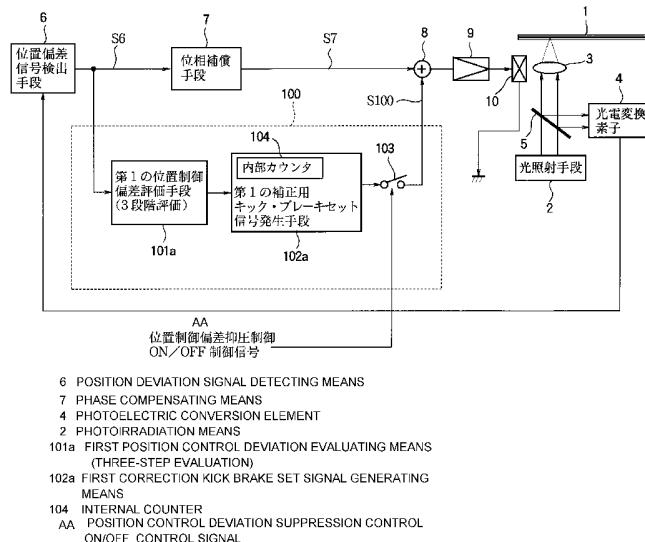
(YOKOYAMA, Eiji) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 前田 実, 外 (MAEDA, Minoru et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木 2 丁目 1 6 番 2 号 甲田ビル 4 階 前田特許事務所 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL DISC APPARATUS

(54) 発明の名称: 光ディスク装置



(57) Abstract: There are provided a means (101a) for evaluating a position control deviation and a means (102a) for outputting, based on a result of the evaluation, a correction signal, in which a kick brake function signal is set, to an actuator (10), thereby performing a control such that a position deviation signal does not exceed a predetermined value. Even in a case where the control deviation otherwise would increase during reproducing an optical disc having disc physical distortions, such as eccentric wobbling and shock disturbance at the occurrence of a shake or collision affecting an optical disc apparatus, it can be suppressed without losing the stability of control. Thus, stable recording/reproducing operations can be achieved at all times.

(57) 要約: 位置制御偏差を評価する手段 (101a) と評価結果を基にキック・ブレーキ機能信号がセットとなった補正信号をアクチュエータ (10) に対して出力する手段 (102a) を設け、位置偏差信号が所定値を越えないように制御を行う。光ディスク装置に作用する振動や衝突時の衝撃外乱、あるいは偏心面振れ等のディスク物理歪を有する光ディスクを再生する際、制御偏差が増大する場合においても、制御の安定性を失うことなく制御偏差を抑圧し、常に安定な記録再生を可能にする。



WO 2006/095707 A1



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

光ディスク装置

技術分野

- [0001] 本発明は光ディスク装置に関し、特に光ディスク装置に作用する振動外乱に対する制御偏差の増大、あるいは物理歪(ここではフォーカス方向の面振れ、トラック方向の偏心を指す。以下物理歪と略称する。)の大きい光ディスクに対する残留位置偏差の増大に対して、これらの位置制御偏差の増大を防止し、光ピックアップの制御外れを抑圧する位置制御偏差抑圧制御方式に関するものである。

背景技術

- [0002] 従来の光ディスク装置において、振動条件下での光ディスク上の情報の記録あるいは読み込みの際、再生信号の連続性を保つ方策は種々考えられている。例えば特許文献1では、再生された信号を格納するメモリを増設し、高速読み出しを行い、再生信号を一旦メモリに記憶させた後、順次に読み出す構成であり、振動等によって光ピックアップのサーボが外れても、外れている期間はメモリに貯めた情報を読み、メモリの情報が無くなるまでに制御のリトライ動作を行うことで、振動時においても連続な再生を可能としている。また、特許文献2には、加速度センサを増設して振動を検出し、検出振動情報を光ピックアップのサーボループに加算することで外乱振動が光ピックアップ制御に及ぼす影響をキャンセルさせる方法が記載されている。

特許文献1:特開平5-101565号公報(第1-7頁、第1図)

特許文献2:特開平9-27164号公報(第1-5頁、第1図)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0003] 前記のような従来の振動対策では、例えば特許文献1では、半導体メモリを必要とし、さらに特許文献2においても、加速度センサを必要とするので装置が高価になるという問題点があった。

課題を解決するための手段

- [0004] この発明は、光ディスクに光スポットを形成するために光を照射する光照射手段と、

駆動制御信号に基づき対物レンズを前記光ディスクに関して所定の操作を行う駆動手段と、前記光ディスクからの反射光に関連した反射光情報を検出する光電変換手段と、前記反射光情報を基に前記対物レンズと前記光ディスクとの相対位置誤差を検出する位置偏差信号検出手段と、前記位置偏差信号検出手段から得た位置偏差信号に基づき、前記所定の操作における制御量を規定した制御信号を発生する制御信号発生手段と、前記位置偏差信号を評価する位置制御偏差評価手段と、前記位置制御偏差評価手段の評価結果に基づいて前記駆動手段に対してキック信号とそれに連続したブレーキ信号とから構成される補正用キック・ブレーキセット信号を出力する補正用キック・ブレーキセット信号発生手段と、前記補正用キック・ブレーキセット信号と前記制御信号を加算する加算手段と、前記補正用キック・ブレーキセット信号発生手段と前記加算手段の間に設けられた前記制御信号に対して前記補正用キック・ブレーキセット信号の加算をオン／オフするスイッチ手段とを具備することを特徴とする光ディスク装置を提供する。

発明の効果

- [0005] 本発明の光ディスク装置は、偏心面振れ等のディスク物理歪に起因する残留偏差のみならずシステム外部から作用する衝撃波を含む加速度外乱に起因する残留偏差を小さく抑圧するように機能し、結果として信号の記録再生を安定に行うことができる。また、本発明は、所定サンプリング周波数のディジタルロジック回路にて機能が実現されるので、制御LSI内部でハードロジック回路として機能を実現することが可能で、また汎用マイコンのF/W(ファームウェア)としても構成することも可能であり、ハード的なコストアップ無しに効果的に位置制御偏差を抑圧することができる。

図面の簡単な説明

- [0006] [図1]この発明の実施の形態1を示すブロック図である。
- [図2]この発明の実施の形態における位置偏差信号検出手段6の位置偏差検出特性を示す図である。
- [図3]この発明の実施の形態1及び2における第1の位置制御偏差評価手段101aの動作状態を説明する図である。
- [図4]この発明の実施の形態1及び2における第1の補正用キック・ブレーキセット信

号発生手段102aのモード遷移を示すバブルチャートである。

[図5]この発明の実施の形態1及び2における第1の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102aの動作機能を示す動作表である。

[図6](a)及び(b)は、この発明の実施の形態1における効果を示す図である。

[図7]この発明の実施の形態1における動作と効果を示す図である。

[図8](a)及び(b)は、この発明の実施の形態1における効果を示す図である。

[図9]この発明の実施の形態2を示すブロック図である。

[図10]この発明の位相進手段107を示すブロック図である。

[図11](a)～(e)は、この発明の位相進み手段107の効果を示す図である。

[図12](a)及び(b)は、この発明の実施の形態2における効果を示す図である。

[図13](a)及び(b)は、この発明の実施の形態2における効果を示す図である。

[図14](a)及び(b)は、この発明の実施の形態における駆動手段の周波数特性を示す図である。

[図15](a)及び(b)は、この発明の実施の形態3における効果を示す図である。

[図16]この発明の実施の形態3を示すブロック図である。

[図17]この発明の実施の形態3及び4における第2の位置制御偏差評価手段101bの動作状態を説明する図である。

[図18]この発明の実施の形態3及び4における第2の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102bのモード遷移を示すバブルチャートである。

[図19]この発明の実施の形態3及び4における第2の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102bの動作機能を示す動作表である。

[図20](a)及び(b)は、この発明の実施の形態3における効果を示す図である。

[図21](a)及び(b)は、この発明の実施の形態3における効果を示す図である。

[図22]この発明の実施の形態4を示すブロック図である。

[図23](a)及び(b)は、この発明の実施の形態4における効果を示す図である。

[図24](a)及び(b)は、この発明の実施の形態4における効果を示す図である。

符号の説明

[0007] 1 光ディスク、 2 光照射手段、 3 対物レンズ、 4 光電変換素子、 5 ハー

フミラー、6 位置偏差信号検出手段、7 位相補償手段、8 加算手段、9 ドライバアンプ、10 アクチュエータ駆動コイル、100 位置制御偏差抑圧制御手段、101a 第1の位置制御偏差評価手段、101b 第2の位置制御偏差評価手段、102a 第1の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段、102b 第2の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段、103 スイッチ手段、104 内部カウンタ、105 内部カウンタ、107 位相進み手段、107a レジスタ、107b 減算手段、107c 増幅手段、107d 加算手段。

発明を実施するための最良の形態

[0008] 本発明の光ディスクの特徴部分である位置制御偏差抑圧制御装置を、デジタル演算回路としてデジタル演算機能素子内に実現した例について述べる。

実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1の光ディスク装置を示すブロック図である。

[0009] データ記録時あるいはデータ再生時に半導体レーザを含む光照射手段2から出射されるレーザ光はハーフミラー5及び対物レンズ3を介して光ディスク1上で集光される。データ再生時にはまた、ディスク1から反射される光はハーフミラー5を経て光電変換素子4に入力される。

[0010] 対物レンズ3にアクチュエータ駆動コイル10が剛体接続(一体的に動くようにしっかりと接続)され、駆動コイル10は磁気回路中に設置されており、駆動コイル10によって対物レンズ3をディスク1に対して垂直方向あるいは水平方向に移動させることができる。対物レンズ3とアクチュエータ駆動コイル10は上記のように剛体接続され一体になっているため、以下総称して、単に駆動手段と呼ぶことがある。駆動手段は光ディスクに対して所定の操作を行う。

[0011] 位置偏差信号検出手段6は、光電変換素子4から得られる光電変換信号(反射光情報)に基づき、対物レンズ3の目標追従位置である光ディスク1と実際の対物レンズ3の位置との相対位置誤差である位置偏差信号S6を位相補償手段7と第1の位置制御偏差評価手段101aに出力する。その検出特性は、フォーカスエラー検出系ならびにトラックエラー検出系ともに非線形な特性をしている。一例として、図2にフォーカスエラー検出系の検出特性を示す。同図で横軸は、実際の位置偏差($\times 10^{-5}$ m)、

縦軸は位置偏差検出系出力(V)である。位相補償手段7は入力される信号に基づき駆動手段制御信号S7を加算手段8に出力する。加算手段8は駆動手段制御信号S7と後述する選択スイッチ103出力とを加算した信号を出力する。加算手段8の出力は、ドライバアンプ9に入力され、その出力はアクチュエータ駆動コイル10に供給され、これにより上記所定の操作が行われる。上記のうち、符号1乃至10で示される機能ブロックは、一般的な位置制御ループを構成するものである。

[0012] 本実施の形態の光ディスク装置は、上記の一般的な位置制御ループに以下の構成要素を付加したものである。

[0013] 第1の位置制御偏差評価手段101aは、位置偏差信号S6の振幅情報を評価する機能を持ち、詳しくはS6の振幅の絶対値が所定値未満であるか否かについて判定・評価を行う。なお評価結果は、S6の振幅絶対値が所定値以上の場合、プラス側(正側)の閾値を超えたのか、マイナス側(負側)の閾値を超えたのかの識別も可能である。

[0014] 第1の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102aは、第1の位置制御偏差評価手段101aの評価結果に基づいて、位置制御偏差評価手段101aの評価結果がS6の振幅の絶対値が所定値未満になる方向に、かつ位置制御偏差評価手段101aの評価結果がS6の振幅の絶対値が所定値未満となるまでの期間、所定の振幅で補正キック信号を出力するとともに、補正キック信号の印加時間を測定する。さらに補正キック信号の印加終了直後、逆極性の所定振幅の補正ブレーキ信号を補正キック信号の印加時間以下の期間印加する。

[0015] 選択スイッチ103は、位置偏差抑圧制御ON/OFF(オン/オフ)制御信号に基づいて、既に説明した加算手段8に第1の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102a出力である補正用キック・ブレーキセット信号の供給を制御する。この選択スイッチ103の機能は、従来の位置制御ループが閉じていない場合において、補正用キック・ブレーキセット信号が駆動手段に供給されるのを防止することにある。位置偏差抑圧制御ON/OFF制御信号は、少なくとも機能ブロック1~10にて構成される一般的な位置制御ループが閉じ、位置制御ループが機能しているときにスイッチオンを指示する内容のものとなるものであり、図示しない全体制御部から供給される。以上説

明した機能ブロック101a～103をまとめて、単に位置制御偏差抑圧制御手段100と呼ぶことがある。

[0016] 図3に、第1の位置制御偏差評価手段101aの動作機能を説明する図を、図4に第1の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102aにおけるモード遷移を示すバブルチャートを、図5に第1の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102aの各状態における動作を説明する機能表を示す。

[0017] 図3は、第1の位置制御偏差評価手段101aの動作機能を説明する図であり、入力信号である位置偏差信号S6を3つの状態に分類、判定する機能を持つ。同図は、位置偏差信号S6の時間変化の一例を示した図である。第1の位置制御偏差評価手段101aは、基準電位(位置制御系の制御偏差が零になる電位)に対して高い値に設定されたプラス側閾値と、前記基準電位に対して低い値に設定されたマイナス側閾値を持つ。第1の位置制御偏差評価手段101aは、図3の最下の判定結果が示すように、

S6がプラス側閾値未満で、かつマイナス側閾値より大きい場合は第1の状態(以下「状態“0”」と言う)と判定し、状態“0”を示す判定結果“ST0”を出力する。

S6がプラス側閾値以上の場合は第2の状態(以下「状態“+”」と言う)と判定し、状態“+”を示す判定結果“ST1+”を出力する。

S6がマイナス側閾値以下の場合は第3の状態(以下「状態“-”」と言う)と判定し、状態“-”を示す判定結果“ST1-”を出力する。

[0018] 図4は、第1の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102aにおけるモード遷移を示すバブルチャートである。モードは全部で5つあり、この5つのモード遷移には、第1の位置制御偏差評価手段101aの判定結果と、内部カウンタ104のカウント値“COUNTER1”が用いられる。この内部カウンタ104の動作は、後に図5を参照して説明するが、その前にモード遷移の動作について述べる。

[0019] 初期モードはアイドル・モード(以下、“idle_mode”と言う)である。このモードでは、第1の位置制御偏差評価手段101aの判定結果が“ST1+”となれば1+キック・モード(以下、“1+kick_mode”と言う)に、“ST1-”となれば1-キック・モード(以下、“1-kick_mode”と言う)にモード遷移する。

- [0020] “1+kick_mode”では、第1の位置制御偏差評価手段101aの判定結果が“ST0”となれば1+ブレーキ・モード(以下、“1+brake__mode”と言う)にモード遷移する。
- [0021] “1-kick_mode”では、第1の位置制御偏差評価手段101aの判定結果が“ST0”となれば1-ブレーキ・モード(以下、“1-brake__mode”と言う)にモード遷移する。
- [0022] “1+brake_mode”では、“COUNTER1”が零以下になれば“idle__mode”にモード遷移する。
- [0023] “1-brake_mode”では、“COUNTER1”が零以下になれば“idle__mode”にモード遷移する。
- [0024] 図5は、第1の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102aの動作説明表である。各遷移モードにおける内部COUNTER1の動作と出力を示している。COUNTER1は、“idle__mode”ではリセット(RESET)され、初期化され、“1+kick__mode”では1サンプリング周期毎に1ずつカウントアップ、“1+brake__mode”では1サンプリング周期毎にn(nは1以上の定数)ずつカウントダウンする。また、COUNTER1は、“1-kick__mode”では1サンプリング周期毎に1ずつカウントアップ、“1-brake__mode”では1サンプリング周期毎にn(nは1以上の定数)ずつカウントダウンする。
- [0025] 第1の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102aの出力は、“idle__mode”では出力せず、“1+kick__mode”ならびに“1-brake__mode”では所定振幅の信号nl__outを出力し、“1+brake__mode”ならびに“1-kick__mode”では-nl__outを出力する。
- [0026] 上記のような構成によって、位置偏差信号S6の振幅が所定の閾値(ここではプラス側閾値とマイナス側閾値)を超えると、直ちにそのS6の振幅を小さくする方向に補正用キック信号(振幅nl__out)をS6が閾値未満になるまで出力し、さらにS6が閾値未満になった直後、補正用キック信号と逆極性の補正用ブレーキ信号(この例では振幅-nl__out)を補正用キック信号の印加時間以下の所定時間印加することが可能となる。なお、補正用ブレーキ信号の機能は、補正用キック信号にて加速された位置偏差速度を零にすることにあり、補正用ブレーキ信号は、補正用キック信号と振幅が同じで極性が逆である本実施の形態の場合、その印加時間は、補正用キック信号印

加時間の $1/2$ ($n=2$)となる。

[0027] 図6(a)及び(b)に、本発明の動作波形を示す。同図(a)は、本発明の位置制御偏差抑圧制御をオフ(OFF)した従来の位置制御系の場合であり、同図(b)は本発明の位置制御偏差抑圧制御をオン(ON)した場合である。同図上から印加加速度(G)、位置偏差信号 $S6$ (V)、補正用キック・ブレーキセット信号 $S100$ (V)である。本データは、位置制御の一例としてフォーカス制御の例であり、印加加速度はフォーカス制御系にとって外乱として作用する目的で印加され、周波数600Hz振幅10G(G は重力加速度)であり、位置偏差信号 $S6$ はフォーカスエラー信号を表す。また、本発明の位置制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数は、600kHzである。本発明の位置制御偏差抑圧制御が無い場合は、印加加速度に対して $\pm 1V$ の偏差が生じている。図2に、位置偏差信号検出手段6の検出特性を示す。同図より、実際の位置偏差に対し、位置偏差信号検出手段6の位置検出特性は、検出範囲が限られた非線形な特性をしており、この例では、約12ミクロンの検出可能範囲を持っており、約 $6\mu m$ の偏差で1Vの最大出力が得られる特性となっている。この特性から、実際の制御系で用いることができる位置偏差の範囲は -6 ミクロンから $+6$ ミクロンまでであり、これを超えると位置制御偏差検出手段6の検出感度が低くなり、制御ループゲインが低くなるため制御外れなどの破綻を起こす。したがって図6(a)及び(b)の従来例では、制御偏差量が大きく結果として再生信号品質の劣化や記録時については記録信号の劣化が引き起こされただけではなく、制御系が破綻を起こす(制御外れ)限界状態となっていることが判る。同条件において本発明の位置制御偏差抑圧制御を動作させれば、補正用キック・ブレーキセット信号 $S100$ が位置偏差信号 $S6$ を小さくするように作用することがわかる。結果として偏差信号の振幅を $\pm 0.05V$ 程度に抑えることができる。これは実際の偏差量に換算すれば $\pm 0.191\mu m$ 以下にしていることになる。この効果は図6(a)及び(b)に示した例だけでなく、位置制御ループのクロスオーバー周波数より低い任意の周波数における印加加速度について同様に作用する。印加加速度は、振動等の加速度外乱のみならずディスクの物理歪によって発生するディスク加速度についても同様である。

[0028] 図7は、本発明の動作を、さらにわかりやすく説明するための図であり、図6(a)及び

(b)の真中のデータである位置制御偏差S6の図の縦軸を拡大したものである。同図中、位置制御偏差S6のグラフ中に、プラス側閾値とマイナス側閾値が実線で記入しており、さらに両閾値を越えた時間タイミングが同図下に示した補正信号グラフ側に点線で記入してある。同図中、真中の位置制御偏差S6がマイナス側閾値以下になると、その期間中、同図下の補正用キック信号が所定振幅(図中ではB)マイナス側に出力され、その結果、瞬時に位置制御偏差S6の増加を抑えていることが判る。さらに、補正用キック信号の直後の所定振幅(図中ではA)の補正用ブレーキ信号によって、位置偏差信号S6の時間微分である位置偏差速度が零となり(補正用ブレーキ信号印加後の、同図位置偏差信号の傾きが零となっている)、補正用キック信号によって生じた速度によるオーバシュートを防止する機能が確認できる。一方位置制御偏差S6がプラス側閾値以上になると、その期間中、補正用キック信号が所定振幅(図中ではB)プラス側に出力され、その結果、瞬時に位置制御偏差S6の増加を抑えていることが判る。さらに、補正用キック信号の直後の所定振幅(図中ではA)の補正用ブレーキ信号によって、位置偏差信号S6の時間微分である位置偏差速度が零となり(補正用ブレーキ信号印加後の、同図位置偏差信号の傾きが零となっている)、補正用キック信号によって生じた速度によるオーバシュートを防止する機能が確認できる。さらに位置制御偏差S6がマイナス側閾値とプラス側閾値の間にある場合、補正用キック・ブレーキ信号S100は出力されず、通常の従来からある安定な位置制御系の動作となる。

- [0029] このように本発明は、位置制御偏差S6がマイナス側閾値とプラス側閾値の間にある場合は機能せず、従来の位置制御と変わらない動作となる。過大なディスク物理歪や、過大な外乱加速度など、従来の位置制御系では抑圧不可能な条件で、結果として位置制御偏差S6が増大し、閾値を越えた場合にのみ本発明の制御偏差抑圧制御は機能し、位置制御偏差が閾値を越えないように補正用キック信号を、さらに補正用キック信号による位置偏差速度を零にするように補正用ブレーキ信号を補正用キック信号の直後に印加するので、位置制御偏差S6は安定に閾値を越えないように動作する。結果として、過大なディスク物理歪や、過大な外乱加速度など、従来の位置制御系では抑圧不可能な条件においても、本発明によれば、位置偏差の増大を防止

することが可能となり、安定した記録再生が実現する。

[0030] 図8(a)及び(b)は、光ディスク装置が外部剛体と衝突したときに生じる衝撃加速度を模擬し、この衝撃が加わった場合の位置制御偏差の挙動を調べた解析結果である。同図(a)は従来の位置制御方式による衝撃印加時の時間挙動、(b)は本発明による衝撃印加時の時間挙動である。(動作サンプリング周波数は600kHzである。)図中上から印加加速度(G)、位置偏差信号S6(V)、実際の位置制御偏差(m)、補正用キック・ブレーキセット信号S100(V)である。この解析は、一例として、印加加速度は振幅200G、時間幅20 μ secの矩形波を想定、位置制御系として、フォーカス制御を想定している。従来の位置制御系では、衝撃が印加されることによって位置制御偏差が増え、その偏差が位置制御偏差検出系の検出限界を越えてしまうために制御が外れる事が解る。同図(b)に示すように、同図(a)と印加加速度を同条件で、本発明の実施の形態1による制御偏差抑圧制御を施した場合においては、衝撃印加後の位置制御偏差は、従来と比較して減少し、位置制御偏差検出系の検出限界範囲以内に収まっている。

[0031] このように、衝撃による外乱加速度が過大であって、従来の位置制御系では制御不能となる条件においても本発明の制御偏差抑圧制御は機能し、位置制御偏差が位置偏差検出系の検出限界を越えないように動作する。結果として、従来の位置制御系では抑圧不可能な衝撃外乱が印加された条件においても、本発明によれば、位置偏差の増大を防止することが可能となり、安定した記録再生が実現する。なお、本説明では、位置制御偏差抑圧制御手段100の構成を、図3～図5に示すような事例としたが、これに限定されるものではない。本説明と同様の出力形態が得られる構成であれば、いかなる手段・構成でも良いことは言うまでもない。

[0032] 実施の形態2.

実施の形態1では、位置制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数が600kHzと、比較的高い周波数に選択した例であった。600kHzのサンプリング周波数は、制御LSIのハードロジック回路にて本発明の機能を実現した場合、十分実現可能な値であるが、汎用マイコンのファームウェアとして本発明の機能を実現する場合、このサンプリング周波数は100kHz程度が限界となる場合が多い。そこで、実施

の形態2では、位置制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数を低く設定しても、効果を発揮できる構成について説明する。

[0033] 図9は、本発明の実施の形態2における、制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数を低く設定した場合におけるブロック図である。制御偏差抑圧制御手段100の入力信号は位置偏差信号S6、出力信号は補正用キック・ブレーキセット信号S100である。入力信号である位置制御偏差S6は、所定のサンプリング周期で所定の量子化分解能にてA/D変換を行うA/D変換手段(例えば、位置制御偏差抑圧制御手段100の入力端に設けてあるものであり、図示していない)にてデジタルデータとして変換され、変換されたデータは、位相進み手段107にて離散化による時間遅れを補償する。なお、機能ブロック101～103は、本発明の実施の形態1で説明した機能と同一なので、その説明を省略する。

[0034] 要するに実施の形態2においては、実施の形態1における制御偏差抑圧制御手段100のサンプリングによる時間遅れを補償するため、新たに位相進み手段107を増設した構造となっている。図10は、位相進み手段107を実現する一例として、予測型ホールドを用いた例について示したものである。位相進み手段107の入力をIN(k)、出力をOUT(k)、時間予測係数をKと定義し、位相進み手段107を予測型ホールドとすると、位相進み手段107は以下のように定式化できる。

$$\text{out}(k) = \text{in}(k) + k \{ \text{in}(k) - \text{in}(k-1) \}$$

(ここで、

out(n)は出力、

in(n)は入力、

(nは任意の自然数)

Kは時間予測係数

である。)

である。

上式をサンプリングタイミング毎に逐次計算していくことで、入力信号の位相が進んで出力される。

[0035] 図10の構成要素は、以下の通りである。A/D変換手段(図示しない)の出力であ

るデジタルデータとなった位置制御偏差S6が入力信号であり、入力信号はシフトレジスタ107aと、減算手段107bのプラス演算側に入力、ならびに加算手段107dに入力される。シフトレジスタ107a出力は、減算手段107bのマイナス演算側に入力、減算手段107bの出力は増幅手段107cによって時間予測係数倍されて加算手段107dに入力される。加算手段107d出力は、位相進み手段107の出力となる。

[0036] 図11(a)～(e)に、位相進み手段107の効果について説明したデータを示す。本データは、サンプリング周波数が10kHzの場合の事例である。同図(a)は、制御偏差抑圧制御手段100の入力信号であり、A/D変換手段の入力、すなわち位置偏差S6である。同図(b)は、時間予測係数が零、すなわち位相進み手段107を機能させず、これを無視した場合の波形である。同図(c)、(d)、(e)は、それぞれ時間予測係数を0.5、1.0、1.5に設定した場合の波形である。なお、比較対照のため、(b)～(e)には、入力信号が点線で記入してある。(b)を見ると、A/D変換によって、入力信号は零次ホールドされるので、出力信号の位相は入力に対してサンプリング周期の1/2程度遅れているが、(c)を見れば、上記位相遅れは解消されている。(d)、(e)と、時間予測係数を大きくしすぎると、入力信号に対して位相が進み、振幅も大きくなることが解る。このように時間予測係数の設定は、適用するシステムのサンプリング周波数等によって最適な所定値に設定すれば良いことが判る。

[0037] 図12(a)及び(b)に、本発明の動作波形を示す。図12(a)及び(b)は、光ディスク装置が外部剛体と衝突したときに生じる衝撃加速度を模擬し、この衝撃が加わった場合の位置制御偏差の挙動を調べた解析結果である。衝撃は擬似インパルス波形なので、全ての帯域の外乱印加条件となるため、外乱として印加された制御ループにとって外乱に対してもっとも弱い周波数成分が残留偏差として現れる。したがって外乱に対する安定性の評価として、衝撃応答を用いるのが簡便である。同図(a)は実施の形態1のシステム構成で位置制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数を100kHzに設定した場合の衝撃印加時の時間挙動、(b)は本発明の実施の形態2(K=0.5)による衝撃印加時の時間挙動である。図中上から印加加速度(G)、位置偏差信号S6(V)、実際の位置制御偏差(m)、補正用キック・ブレーキセット信号S100(V)である。この解析は、一例として、実施の形態1の図8(a)及び(b)と

同じ条件である、印加加速度は振幅200G、時間幅20 μ secの矩形波を想定、位置制御系として、フォーカス制御を想定している。実施の形態1のシステムでは、衝撃が印加されることによって位置制御偏差S6が発振し、その偏差が位置制御偏差検出系の検出限界を越えてしまうために制御が外れる事が解る。同図(b)に示すように、同図(a)と印加加速度を同条件で、本発明の実施の形態2による制御偏差抑圧制御を施した場合においては、衝撃印加後の位置制御偏差は、位置制御偏差検出系の検出限界範囲以内に収まり、最終的には零に収束している。このように、本発明の実施の形態2において追加した機能ブロックである位相進み手段107の効果によって、動作サンプリング周波数を小さくしても安定な位置制御偏差抑圧制御手段100の制御動作が可能となる。

[0038] 図13(a)及び(b)に本発明の実施の形態1における図6(a)及び(b)と同じ条件による、本発明の実施の形態2の動作波形を示す。なお、時間予測係数の値は $K=0.5$ である。同図(a)が本発明の位置制御偏差抑圧制御をOFFした従来の位置制御系の場合であり、同図(b)が本発明の位置制御偏差抑圧制御をONした場合である。同図上から印加加速度(G)、位置偏差信号S6(V)、補正用キック・ブレーキセット信号S100(V)である。本データは、位置制御の一例としてフォーカス制御の例であり、印加加速度はフォーカス制御系にとって外乱として作用する目的で印加され、周波数600Hz振幅10G(Gは重力加速度)であり、位置偏差信号S6はフォーカスエラー信号を表す。また、本発明の位置制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数は、100kHzである。本発明の位置制御偏差抑圧制御が無い場合は、印加加速度に対して $\pm 1V$ の偏差が生じている。同条件において本発明の位置制御偏差抑圧制御を動作させれば、補正用キック・ブレーキセット信号S100が位置偏差信号S6を小さくするように作用することがわかる。結果として偏差信号の振幅を $\pm 0.05V$ 程度に抑えることができる。これは実際の偏差量に換算すれば $\pm 0.191 \mu m$ 以下にしていることになる。この効果は図13(a)及び(b)に示した例だけでなく、位置制御ループのクロスオーバー周波数より低い任意の周波数における印加加速度について同様に作用する。印加加速度は、振動等の加速度外乱のみならずディスクの物理歪によって発生するディスク加速度についても同様である。

[0039] 上記の説明のように、実施の形態2では、位置制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数が低い場合においても、位置制御偏差抑圧制御手段100の入力段に設置した位相進み手段107によって、サンプリングによる位相遅れを補償し、実施の形態1で説明した効果と同様な効果が得られる。なお、本説明では、位置制御偏差抑圧制御手段100の構成を、図3～図5、さらに位相進み手段の構成を図10に示すような事例としたが、これに限定されるものではない。本説明と同様の出力形態や機能が得られる構成であれば、いかなる手段・構成でも良いことは言うまでもない。

[0040] 実施の形態3.

実施の形態1および実施の形態2では、駆動手段の(位置)/(駆動電圧)の周波数特性が、10kHz以上の帯域において位相廻り量が180度(DEG)となるような例であった。実際の駆動手段は、10kHz以上の高次共振特性による2次ローパスフィルタ特性によって、高域動作特性が劣化する場合がある。そこで実施の形態3では、このような高次共振特性による高域動作特性が劣化した駆動手段を用いても、効果を発揮できる構成について説明する。

[0041] 図14(a)及び(b)は、駆動手段における高次共振を有する機構要素の(位置)/(力)の周波数特性である。同図(a)、(b)ともに10kHz以上の帯域において高次共振を有していることが確認できる。同図(a)は、高次共振と1次共振の間に反共振があるタイプの特性であり、(b)はそれが無いタイプの特性である。ここでは(a)のタイプを反共振型、(b)のタイプを順共振型と呼ぶ。

[0042] 反共振型は、高次共振周波数近傍で局所的にゲインと位相特性が変化するだけで、高次共振周波数より高い帯域においては、高次共振が無い特性と等価となる。したがって高次共振の無い、理想的な駆動手段と動特性がほぼ等しく、10kHz以上の帯域においても劣化なく高速駆動が可能である。一方、順共振型は、高次共振周波数以上の帯域において高次共振の無い理想的な駆動手段の特性に対して2次のLPFを直列接続した特性となる。したがって高次共振以上の帯域において、動特性が著しく劣化し、高速駆動が不可能となる。

[0043] 順共振型の駆動手段を用いた場合、従来の位置制御系ではループ帯域が高次共

振未満に設定されるため、問題にならないが、本発明の場合はインパルス状の補正用キック・ブレーキ信号によって駆動手段を高速駆動することによって機能を実現するので、これが性能劣化の大きな要因の一つとなる。

[0044] 図15(a)及び(b)は、図8(b)で示した実施の形態1と同条件で、駆動手段が図14(b)で示した順共振型の場合の結果である。駆動手段が反共振型の場合は、図8(b)と同様な結果となるが、順共振型の場合は、衝撃外乱が印加された後、図15(a)のように位置偏差が収束せず、発振していることがわかる。これは駆動手段の周波数特性によって、高域において時間遅れが生じたことが原因である。発振は補正用キック・ブレーキセット信号S100が過制御となり、ハンチングを起こしているからであり、これを防止するには補正用キック・ブレーキセット信号S100の振幅を小さく設定すればよい。図15(b)に、補正用キック・ブレーキセット信号S100の振幅絶対値を同図(a)の64%(0.64V)に設定した場合の結果を示す。発振は無くなり、安定に収束しているが、図8(b)に比べ、衝撃印加後の位置偏差量が $2.1\mu\text{m}$ から $4\mu\text{m}$ と大きくなっている。このように、駆動手段に順共振型のものを用いた場合は、反共振型に比べ、補正用キック・ブレーキセット信号S100の振幅が制限されるため、位置制御偏差抑圧効果が劣化する問題がある。本発明の実施の形態3は、順共振型の駆動手段を用いた場合においても、位置制御偏差抑圧効果の劣化が小さい構成の実現を目的にする。

[0045] 図16は、本発明の実施の形態3におけるブロック図である。図1で示した本発明の実施の形態1における第1の位置制御偏差評価手段101aが第2の位置制御偏差評価手段101bに置き換わり、第1の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102aが第2の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102bに置き換わった構成となっている。なお、その他の機能ブロックは、実施の形態1で説明した機能と同一なので、その説明を省略する。

[0046] 図17は、第2の位置制御偏差評価手段101bの動作機能を説明する図であり、入力信号である位置偏差信号S6を5つの状態に分類、判定する機能を持つ。同図は、位置偏差信号S6の時間変化の一例を示した図である。第2の位置制御偏差評価手段101bは、基準電位(位置制御系の制御偏差が零になる電位)に対して高い値に

設定された第1のプラス側閾値(以下、「プラス側閾値1」と言う)と、前記プラス側閾値1よりも高い値に設定された第2のプラス側閾値(以下、「プラス側閾値2」と言う)と、前記基準電位に対して低い値に設定された第1のマイナス側閾値(以下、「マイナス側閾値1」と言う)、さらに前記マイナス側閾値1よりも低い値に設定された第2のマイナス側閾値(以下、「マイナス側閾値2」と言う)を持つ。第2の位置制御偏差評価手段101bは、図17の最下の判定結果が示すように、

S6がプラス側閾値1未満で、かつマイナス側閾値1より大きい場合は第1の状態(以下、「状態“0”」と言う)と判定し、状態“0”を示す判定結果“ST0”を出力する。

S6がプラス側閾値1以上でかつプラス側閾値2未満の場合は第2の状態(以下、「状態“+”」と言う)と判定し、状態“+”を示す判定結果“ST1+”を出力する。

S6がマイナス側閾値1以下でかつマイナス側閾値2より大きい場合は第3の状態(以下、「状態“-”」と言う)と判定し、状態“-”を示す判定結果“ST1-”を出力する。

S6がプラス側閾値2以上の場合は第4の状態(以下、「状態“++”」と言う)と判定し、状態“++”を示す判定結果“ST2+”を出力する。

S6がマイナス側閾値2以下の場合は第5の状態(以下、「状態“-”」と言う)と判定し、状態“-”を示す判定結果“ST2-”を出力する。

[0047] 図18は、第2の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102bにおけるモード遷移を示すバブルチャートである。モードは全部で9つあり、この9つのモード遷移には、第2の位置制御偏差評価手段101bの判定結果と、第1の内部カウンタ104のカウント値“COUNTER1”と第2の内部カウンタ105のカウント値

“COUNTER2”が用いられる。第1及び第2の内部カウンタ104及び105の動作は、後に図19を参照して説明するが、その前にモード遷移の動作について述べる。

[0048] 初期モードは“idle_mode”である。このモードでは、第2の位置制御偏差評価手段101bの判定結果が“ST1+”または“ST2+”となれば“1+kick_mode”に、“ST1-”または“ST2-”となれば“1-kick_mode”にモード遷移する。

[0049] “1+kick_mode”では、第2の位置制御偏差評価手段101bの判定結果が“ST0”となれば“1+brake_mode”に、判定結果が“ST2+”となれば2+キック・モード(以下、“2+kick_mode”と言う)にモード遷移する。

- [0050] “2+kick__mode”では、第2の位置制御偏差評価手段101bの判定結果が“ST
1+”または“ST0”となれば2+ブレーキ・モード(以下、“2+brake__mode”と言う)
にモード遷移する。
- [0051] “1-kick__mode”では、第2の位置制御偏差評価手段101bの判定結果が“ST0
”となれば“1-brake__mode”に、判定結果が“ST2-”となれば2-キック・モード(
以下、“2-kick__mode”と言う)にモード遷移する。
- [0052] “2-kick__mode”では、第2の位置制御偏差評価手段101bの判定結果が“ST1
-”または“ST0”となれば2-ブレーキ・モード(以下、“2-brake__mode”言う)
にモード遷移する。
- [0053] “1+brake__mode”では、“COUNTER1”が零以下になれば“idle__mode”に
モード遷移する。
- [0054] “2+brake__mode”では、“COUNTER2”が零以下になれば“idle__mode”に
モード遷移する。
- [0055] “1-brake__mode”では、“COUNTER1”が零以下になれば“idle__mode”に
モード遷移する。
- [0056] “2-brake__mode”では、“COUNTER2”が零以下になれば“idle__mode”に
モード遷移する。
- [0057] 図19は、第2の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102bの動作説明表で
ある。各遷移モードにおける内部COUNTER1ならびに内部COUNTER2の動作
と出力を示している。COUNTER1は、“idle__mode”または“2+kick__mode”ま
たは“2+brake__mode”または“2-kick__mode”または“2-brake__mode”でリ
セット(RESET)され、初期化され、“1+kick__mode”または“1-kick__mode”で
1サンプリング周期毎に1ずつカウントアップ、“1+brake__mode”または“1-brake
__mode”で1サンプリング周期毎にn(nは1以上の定数)ずつカウントダウンする。

COUNTER2は、“idle__mode”または“1+kick__mode”または“1+brake__m
ode”または“1-kick__mode”または“1-brake__mode”でリセット(RESET)され
、初期化され、“2+kick__mode”または“2-kick__mode”で1サンプリング周期毎
に1ずつカウントアップ、“2+brake mode”または“2-brake mode”で1サンプ

リング周期毎に n (n は1以上の定数) ずつカウントダウンする。

- [0058] 第2の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102bの出力は、“idle__mode”では出力せず、“1+kick__mode”ならびに“1-brake__mode”では所定振幅 nl_out を出力し、“1+brake__mode”ならびに“1-kick__mode”では $-nl_out$ を出力する。さらに“2+kick__mode”ならびに“2-brake__mode”では所定振幅 $nl_out * B$ を出力し、“2+brake__mode”ならびに“2-kick__mode”では $-nl_out * B$ を出力する。なお、 B は1以上の定数である。
- [0059] 上記のような構成によって、位置偏差信号 $S6$ の振幅が第1の所定の閾値(ここではプラス側閾値1とマイナス側閾値1)を超えると、直ちにその $S6$ の振幅を小さくする方向に第1の補正用キック信号(振幅 nl_out)を $S6$ が閾値未満になるまで出力し、さらに $S6$ が閾値未満になった直後、第1の補正用キック信号と逆極性の第1の補正用ブレーキ信号(この例では振幅 $-nl_out$)を第1の補正用キック信号の印加時間以下の所定時間印加することが可能となる。なお、第1の補正用ブレーキ信号の機能は、第1の補正用キック信号にて加速された位置偏差速度を零にすることにあり、第1の補正用ブレーキ信号は、第1の補正用キック信号と振幅が同じで極性が逆である本実施の形態の場合、その印加時間は、第1の補正用キック信号印加時間の $1/n$ ($n=2$ なら $1/2$)となる。ここまでの動作は実施の形態1と同様であるが、以下の機能の追加によって駆動手段等の高域特性劣化を補償する。
- [0060] 位置偏差信号 $S6$ の振幅が第2の所定の閾値(ここではプラス側閾値2とマイナス側閾値2)を超えると、直ちにその $S6$ の振幅を小さくする方向に第2の補正用キック信号(振幅 $nl_out * B$)を $S6$ が閾値未満になるまで出力する。 B は1以上の定数であるから、 $S6$ の振幅が大きくなったときは、それに対応した大きな第2の補正用キック信号にて対応し、 $S6$ の振幅がこれ以上大きくなるのを防止することができる。もちろん、 B を1に選択すれば、実施の形態1における補正用キック信号と同じ動作となる。さらに $S6$ が閾値未満になった直後、第2の補正用キック信号と逆極性の第2の補正用ブレーキ信号(この例では振幅 $-nl_out * B$)を第2の補正用キック信号の印加時間以下の所定時間印加する。なお、この第2の補正用ブレーキ信号の機能は、第2の補正用キック信号にて加速された位置偏差速度を零にすることにあり、第2の補正用

ブレーキ信号は第2の補正用キック信号と振幅が同じで極性が逆である本実施の形態の場合、その印加時間は、第2の補正用キック信号印加時間の $1/n$ ($n=2$ なら $1/2$)となる。さらにこの第2のブレーキ信号の機能は、実施の形態1に対して、早い時間タイミングでブレーキ処理に移行できることにある。実施の形態1では、制御対象である駆動手段の高域特性劣化により、10kHz以上の帯域において位相が廻り、かつ動きにくくなる。したがってパルス状の駆動力を与えても、高周波域では時間遅れが生じ、結果としてブレーキタイミングが遅れて、いわゆるハンチング状態に陥る可能性がある。本実施の形態では、第2のブレーキ信号が第1のブレーキ信号よりも早いタイミングで動作するので、実施の形態1よりも安定に動作させることができる。

[0061] 図20(a)及び(b)に、本発明の実施の形態3の動作波形を示す。同図は、図15(a)及び(b)と同じ印加加速度条件における位置制御偏差の挙動を調べた結果である。図20(a)は、図1と同じ構成、すなわち実施の形態1と同じ構成(但し、nl_out、-nl_outに対応する補正用キック・ブレーキセット信号S100の振幅が実施の形態1の64%)の場合の挙動であり、図15(b)と同じ波形である。図20(b)は、同じ加速度印加条件における本発明の実施の形態3の挙動である。補正用キック・ブレーキセット信号の振幅は、前述の通り同図(a)の場合絶対値は0.64Vであったが、同図(b)は第1のキック・ブレーキセット信号の振幅絶対値を0.44V、さらに第2のキック・ブレーキセット信号の振幅絶対値を0.88にすることが可能となる。この結果、(a)に比べて補正用キック・ブレーキセット信号S100の信号の振幅を大きく設定できるので、衝撃印加後の位置制御偏差S6の値は、(a)に比べて小さくなっていることが確認できる。

[0062] 図21(a)及び(b)に本発明の実施の形態1における図6(a)及び(b)と同じ条件による、本発明の実施の形態3の動作波形を示す。なお、駆動手段の特性は図14(b)のような順共振型である。図21(a)が本発明実施の形態1の位置制御系を使用した場合であり、図21(b)が本発明の実施の形態3における位置制御偏差抑圧制御をONした場合である。同図上から印加加速度(G)、位置偏差信号S6(V)、補正用キック・ブレーキセット信号S100(V)である。本データは、位置制御の一例としてフォーカス制御の例であり、印加加速度はフォーカス制御系にとって外乱として作用する目

的で印加され、周波数600Hz振幅10G (Gは重力加速度)であり、位置偏差信号S6はフォーカスエラー信号を表す。また、本発明の位置制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数は、600kHzである。本発明の実施の形態1の位置制御偏差抑圧制御では、印加加速度に対して $\pm 0.3V$ の位置偏差が生じている。同条件において本発明の位置制御偏差抑圧制御を動作させれば、全4値からなる補正用キック・ブレーキセット信号S100が位置偏差信号S6を小さくするように作用することがわかる。結果として偏差信号の振幅を $\pm 0.25V$ 程度に抑えることができる。これは実際の偏差量に換算すれば $\pm 0.955 \mu m$ 以下にしていることになる。この効果は図21(a)及び(b)に示した例だけでなく、位置制御ループのクロスオーバー周波数より低い任意の周波数における印加加速度について同様に作用する。印加加速度は、振動等の加速度外乱のみならずディスクの物理歪によって発生するディスク加速度についても同様である。

[0063] 上記の説明のように、実施の形態3では、駆動手段の周波数特性が、高速動作が難しい順共振型の高次共振特性を有している場合においても、位置制御偏差評価手段ならびに補正用キック・ブレーキセット信号発生手段を、実施の形態1の3段階評価2値制御に対して、5段階評価4値制御としたことにより、駆動手段の位相遅れによる性能劣化を防止する効果が得られる。なお、本説明では、位置制御偏差抑圧制御手段100の構成を、図17～図19に示すような事例としたが、これに限定されるものではない。本説明と同様の出力形態や機能が得られる構成であれば、いかなる手段・構成でも良いことは言うまでもない。

[0064] 実施の形態4.

実施の形態3では、高速動作が難しい構成の駆動手段を用いた事例であったが、位置制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数が600kHzと、比較的高い周波数に選択していた。600kHzのサンプリング周波数は、制御LSIのハードロジック回路にて本発明の機能を実現した場合、十分実現可能な値であるが、汎用マイコンのファームウェアとして本発明の機能を実現する場合、このサンプリング周波数は100kHz程度が限界となる場合が多い。そこで、実施の形態4では、実施の形態3と同じ駆動手段を用い、さらに位置制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング

周波数を低く設定しても、効果を発揮できる構成について説明する。

- [0065] 図22は、本発明の実施の形態4における、高速動作が難しい構成の駆動手段を用い、さらに制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数を低く設定した場合におけるブロック図である。入力信号である位置制御偏差S6は、所定のサンプリング周期で所定の量子化分解能にてA/D変換を行うA/D変換手段(図示しない)にてデジタルデータとして変換され、変換されたデータは、位相進み手段107にて離散化による時間遅れを補償する。なお、機能ブロック101b~103は、本発明の実施の形態3で説明した機能と同一なので、その説明を省略する。
- [0066] 要するに実施の形態4においては、実施の形態3における制御偏差抑圧制御手段100のサンプリングによる時間遅れを補償するため、新たに実施の形態2で示した位相進み手段107を増設した構造となっている。位相進み手段107の構成と動作、機能については、実施の形態2と同様なので、その説明を省略する。
- [0067] 図23(a)及び(b)に、本発明の実施の形態4の動作波形を示す。同図は、図20(a)及び(b)と同じ印加加速度条件で、位置制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数を100kHzに設定した場合における位置制御偏差の挙動を調べた結果である。図23(a)は、図16と同じ構成、すなわち実施の形態3と同じ構成の場合の挙動である。図23(b)は、同じ加速度印加条件における本発明の実施の形態4の挙動である。なお、同図(b)は時間予測係数($K=1.2$)による衝撃印加時の時間挙動である。図中上から印加加速度(G)、位置偏差信号S6(V)、実際の位置制御偏差(m)、補正用キック・ブレーキセット信号S100(V)である。この解析は、一例として、実施の形態3の図20(a)及び(b)と同じ条件である、印加加速度は振幅200G、時間幅 $20\mu\text{sec}$ の矩形波を想定、位置制御系として、フォーカス制御を想定している。実施の形態3のシステムでは、衝撃が印加されることによって位置制御偏差S6が発振し、その偏差が位置制御偏差検出系の検出限界を越えてしまうために制御が外れる事が解る。同図(b)に示すように、同図(a)と印加加速度を同条件で、本発明の実施の形態4による制御偏差抑圧制御を施した場合においては、衝撃印加後の位置制御偏差は、位置制御偏差検出系の検出限界範囲以内に収まり、最終的には零に収束している。このように、本発明の実施の形態4において追加した機能ブロックである位

相進み手段107の効果によって、動作サンプリング周波数を小さくしても安定な位置制御偏差抑圧制御手段100の制御動作が可能となる。

[0068] 図24(a)及び(b)に本発明の実施の形態3における図21(a)及び(b)と同じ条件による、本発明の実施の形態4の動作波形を示す。なお、時間予測係数の値は $K=1.2$ である。図24(a)が本発明の実施の形態3における位置制御系の場合であり、図24(b)が本発明の実施の形態4における位置制御偏差抑圧制御をONした場合である。同図上から印加加速度(G)、位置偏差信号 $S6(V)$ 、補正用キック・ブレーキセット信号 $S100(V)$ である。本データは、位置制御の一例としてフォーカス制御の例であり、印加加速度はフォーカス制御系にとって外乱として作用する目的で印加され、周波数600Hz振幅10G(G は重力加速度)であり、位置偏差信号 $S6$ はフォーカスエラー信号を表す。また、位置制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数は、右図は600kHz、左図は100kHzである。本発明の実施の形態4では、左図の実施の形態3に対して、動作サンプリング周波数を低く設定しているにもかかわらず、位置偏差信号の振幅を $\pm 0.25V$ 程度と同等に抑えることができる。これは実際の偏差量に換算すれば $\pm 0.955 \mu m$ 以下にしていることになる。この効果は図24(a)及び(b)に示した例だけでなく、位置制御ループのクロスオーバー周波数より低い任意の周波数における印加加速度について同様に作用する。印加加速度は、振動等の加速度外乱のみならずディスクの物理歪によって発生するディスク加速度についても同様である。

[0069] 上記の説明のように、実施の形態4では、実施の形態3と同じ駆動手段を用い、さらに位置制御偏差抑圧制御手段100の動作サンプリング周波数が低い場合においても、位置制御偏差抑圧制御手段100の入力段に設置した位相進み手段107によって、サンプリングによる位相遅れを補償し、実施の形態3で説明した効果と同様な効果が得られる。なお、本説明では、位置制御偏差抑圧制御手段100の構成を、図17～図19、さらに位相進み手段の構成を図10に示すような事例としたが、これに限定されるものではない。本説明と同様の出力形態や機能が得られる構成であれば、いかなる手段・構成でも良いことは言うまでもない。

産業上の利用可能性

[0070] 本発明の活用例として、光ディスク装置の光ピックアップ制御だけでなく、ハードディスク装置のトラッキング制御装置等に適用できる。

請求の範囲

- [1] 光ディスクに光スポットを形成するために光を照射する光照射手段と、
駆動制御信号に基づき対物レンズを前記光ディスクに関して所定の操作を行う駆動手段と、
前記光ディスクからの反射光に関連した反射光情報を検出する光電変換手段と、
前記反射光情報を基に前記対物レンズと前記光ディスクとの相対位置誤差を検出する位置偏差信号検出手段と、
前記位置偏差信号検出手段から得た位置偏差信号に基づき、前記所定の操作における制御量を規定した制御信号を発生する制御信号発生手段と、
前記位置偏差信号を評価する位置制御偏差評価手段と、
前記位置制御偏差評価手段の評価結果に基づいて前記駆動手段に対してキック信号とそれに連続したブレーキ信号とから構成される補正用キック・ブレーキセット信号を出力する補正用キック・ブレーキセット信号発生手段と、
前記補正用キック・ブレーキセット信号と前記制御信号を加算する加算手段と、
前記補正用キック・ブレーキセット信号発生手段と前記加算手段の間に設けられた前記制御信号に対して前記補正用キック・ブレーキセット信号の加算をオン／オフするスイッチ手段と
を具備することを特徴とする光ディスク装置。
- [2] 前記位置制御偏差評価手段は、前記を入力とし、判定閾値として前記位置偏差信号の基準電位に対し所定のプラス側閾値と所定のマイナス側閾値を持ち、前記入力に対して、
前記入力が前記マイナス側閾値と前記プラス側閾値の間にある第1の状態、
前記入力が前記プラス側閾値以上である第2の状態、
前記入力が前記マイナス側閾値以下である第3の状態のいずれであるかを判定する機能を有することを特徴とする請求項1に記載の光ディスク装置。
- [3] 前記補正用キック・ブレーキセット信号発生手段は、前記第位置制御偏差評価結果を入力とし、前記判定結果が前記第2の状態あるいは前記第3の状態であれば、前記駆動手段に対して、前記位置偏差信号で表される位置制御偏差が小さくなる方

向に所定高さの補正キック信号を前記判定結果が前記第1の状態になるまで印加し、さらに前記第2の状態或いは前記第3の状態であった期間を記憶し、前記第1の状態になった直後に前記駆動手段に対して位置偏差速度を零とする機能を有する所定高さの補正ブレーキ信号を、前記記憶された期間以下の期間印加する機能を有することを特徴とする請求項1に記載の光ディスク装置。

- [4] 前記位置制御偏差評価手段が、前記位置偏差信号を5段階に評価するものであることを特徴とする請求項1に記載の光ディスク装置。

- [5] 前記位置制御偏差評価手段は、前記位置偏差信号を入力とし、判定閾値として前記位置偏差信号の基準電位に対し、第1のプラス側閾値と、前記第1のプラス側閾値よりも大きい第2のプラス側閾値と、第1のマイナス側閾値と、前記第1のマイナス側閾値よりも小さい第2のマイナス側閾値とを持ち、

前記入力に対して、

前記入力が前記第1のプラス側閾値と前記第1のマイナス側閾値との間にある第1の状態、

前記入力が前記第1のプラス側閾値以上で前記第2のプラス側閾値よりも小さい第2の状態、

前記入力が前記第1のマイナス側閾値以下で前記第2のマイナス側閾値よりも大きい第3の状態、

前記入力が前記第2のプラス側閾値以上である第4の状態、

前記入力が前記第2のマイナス側閾値以下である第5の状態

のいずれであるかを判定する機能を有することを特徴とする請求項1に記載の光ディスク装置。

- [6] 前記補正用キック・ブレーキセット信号発生手段は、前記位置制御偏差評価結果を入力とし、前記判定結果が前記第2の状態あるいは前記第3の状態であれば、前記駆動手段に対して位置制御偏差が小さくなる方向に第1の所定高さの補正キック信号を前記判定結果が前記第1の状態になるまで印加し、さらに前記第2の状態或いは前記第3の状態であった第1の期間を記憶し、前記第1の状態になった直後に前記駆動手段に対して位置偏差速度を零とする機能を有する前記第1の所定高さの補

正ブレーキ信号を、前記記憶された第1の期間以下の期間印加する機能を有し、

前記判定結果が前記第4の状態あるいは前記第5の状態であれば、前記駆動手段に対して

前記位置偏差信号で表される位置制御偏差が小さくなる方向に、その振幅が前記第1の所定高さの補正キック信号以上に設定された第2の所定高さの補正キック信号を、前記判定結果がそれぞれ前記第2の状態又は前記第3の状態になるまで印加し、さらに前記第4の状態あるいは前記第5の状態であった第2の期間を記憶し、それぞれ第2の状態と第3の状態になった直後に前記駆動手段に対して

位置偏差速度を零とする機能を有する前記第2の所定高さの補正ブレーキ信号を前記記憶された第2の期間以下の期間印加する機能を有することを特徴とする請求項5に記載の光ディスク装置。

[7] 前記位置制御偏差評価手段の前段に設けられ、離散化された位置偏差信号の離散化周波数付近の高域成分を増幅する機能を持った位相進み手段をさらに有することを特徴とする請求項1に記載の光ディスク装置。

[8] 前記位相進み手段は、式

$$\text{out}(k) = \text{in}(k) + k \{ \text{in}(k) - \text{in}(k-1) \}$$

(ここで、

$\text{out}(n)$ は出力、

$\text{in}(n)$ は入力、

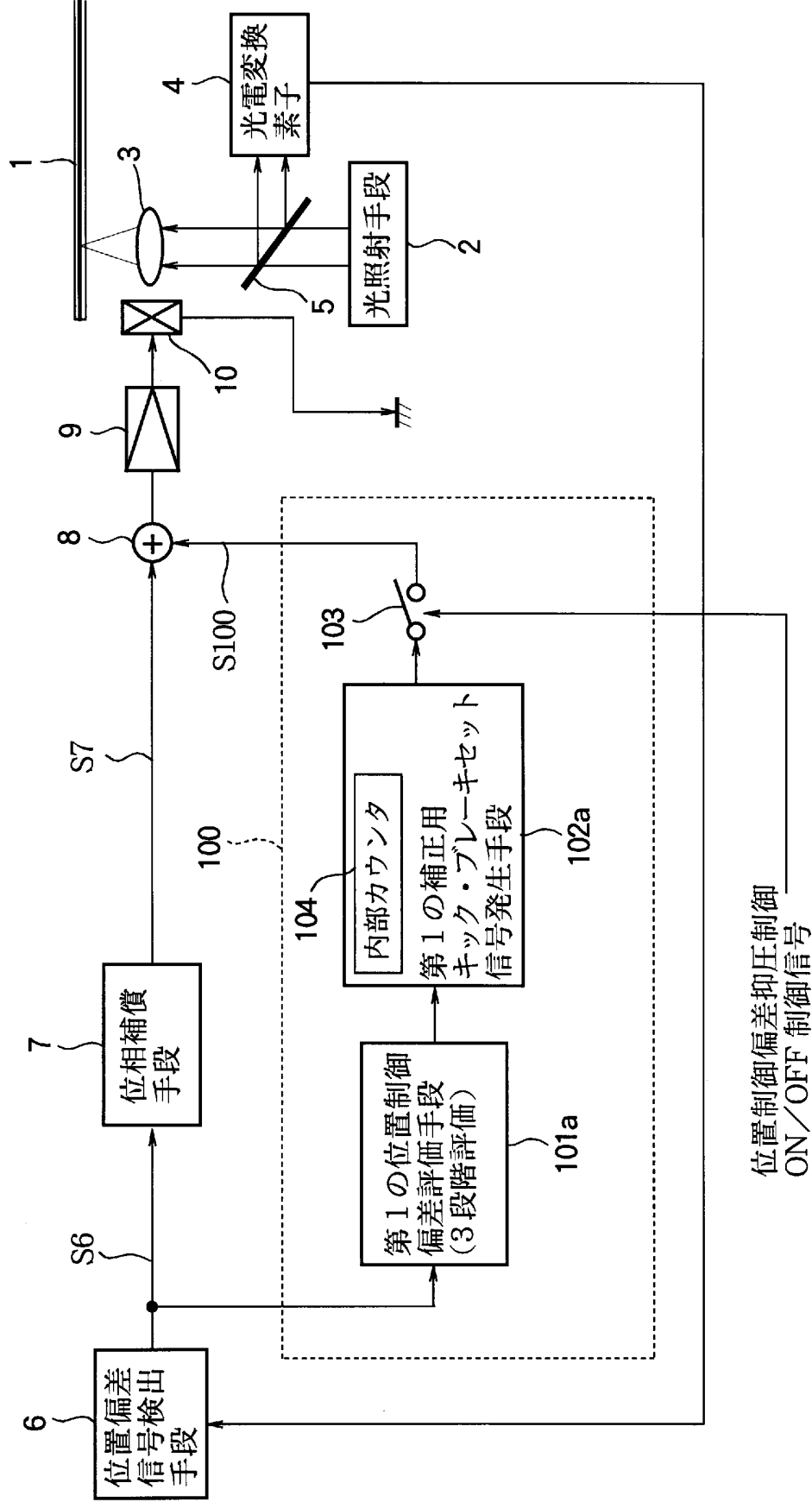
(n は任意の自然数)

K は時間予測係数

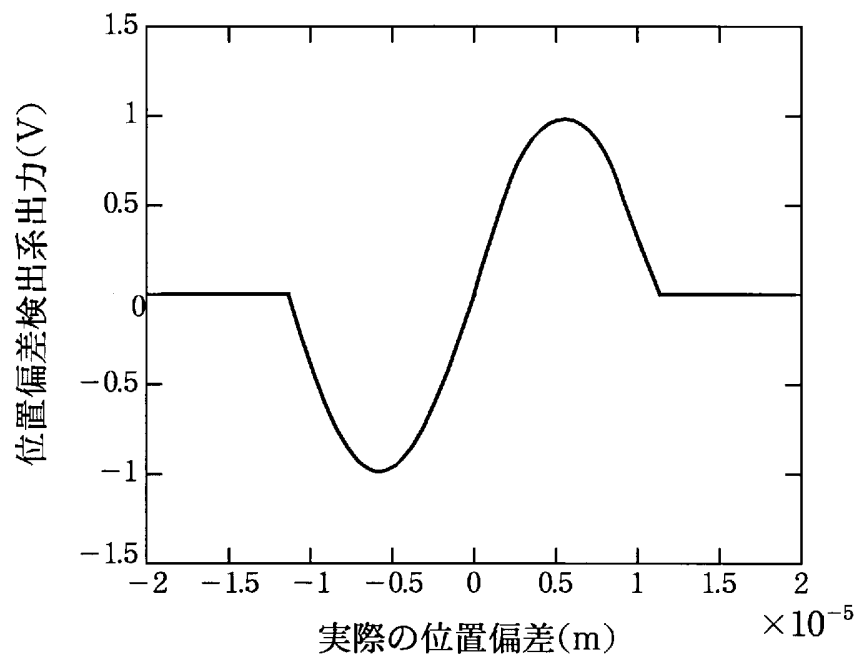
である。)

で示される演算を行う予測型ホールド手段であることを特徴とする請求項7に記載の光ディスク装置。

[図1]

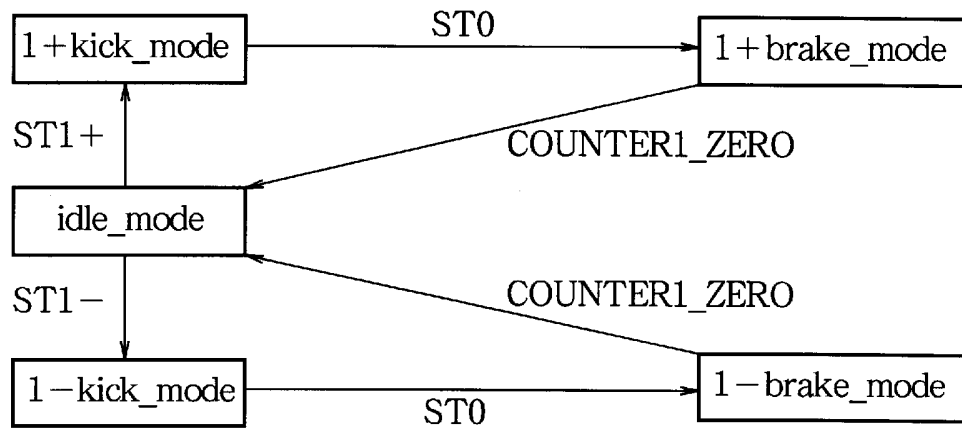


[図2]



位置偏差信号検出手段6の検出特性

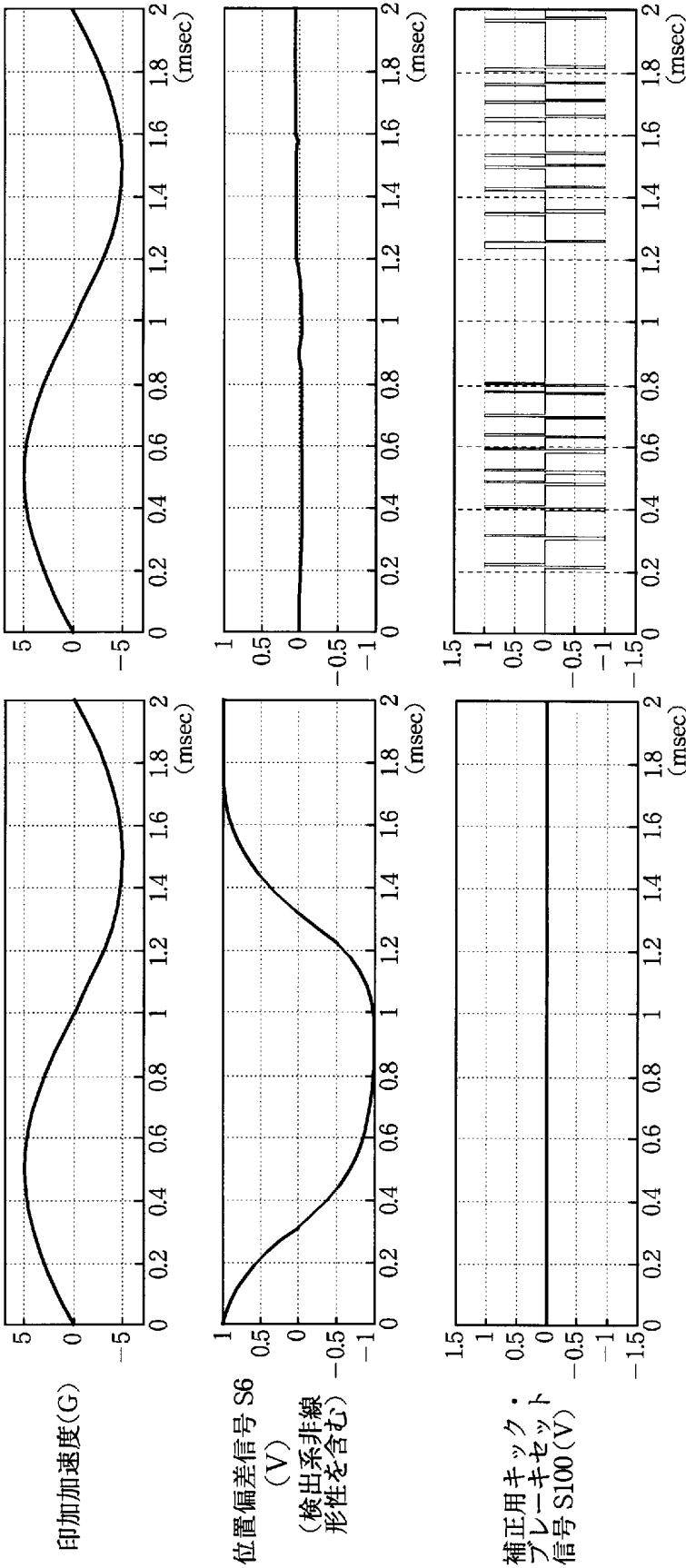
[図4]



第1の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102aの動作説明表(評価値3段階)

状態遷移モード名	状態遷移条件	COUNTER1	出力	動作中の評価値
idle_mode	COUNTER_ZERO	reset	0	ST0
1+kick_mode	ST1+	up	nl_out	ST1+
1+brake_mode	ST0	down (n 倍 step)	-nl_out	ST1+又はST0
1-kick_mode	ST1-	up	-nl_out	ST1-
1-brake_mode	ST0	down (n 倍 step)	nl_out	ST1-又はST0

[図6]



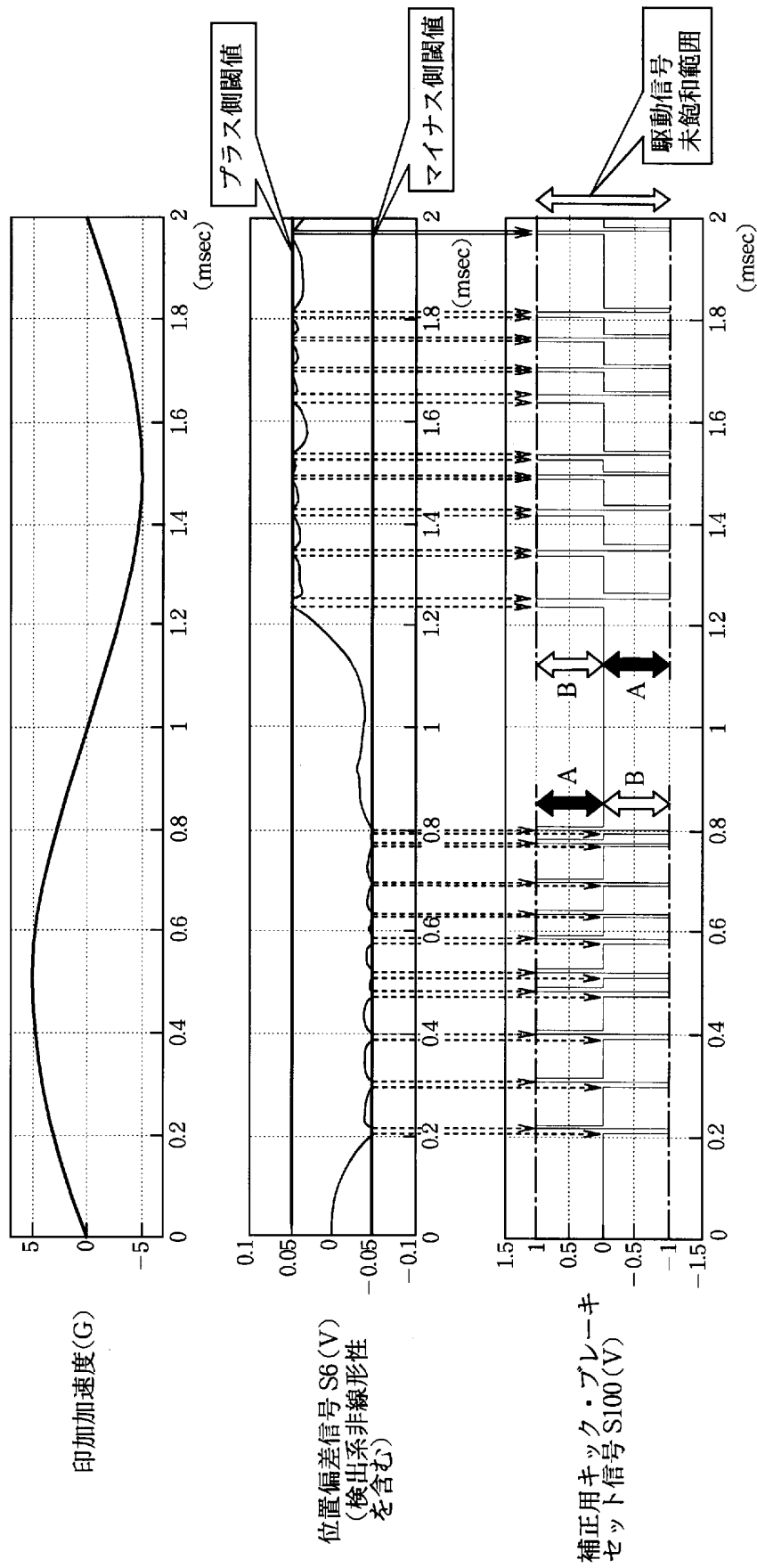
本発明の位置制御系の動作
(位置制御偏差抑圧制御 ON)

(b)

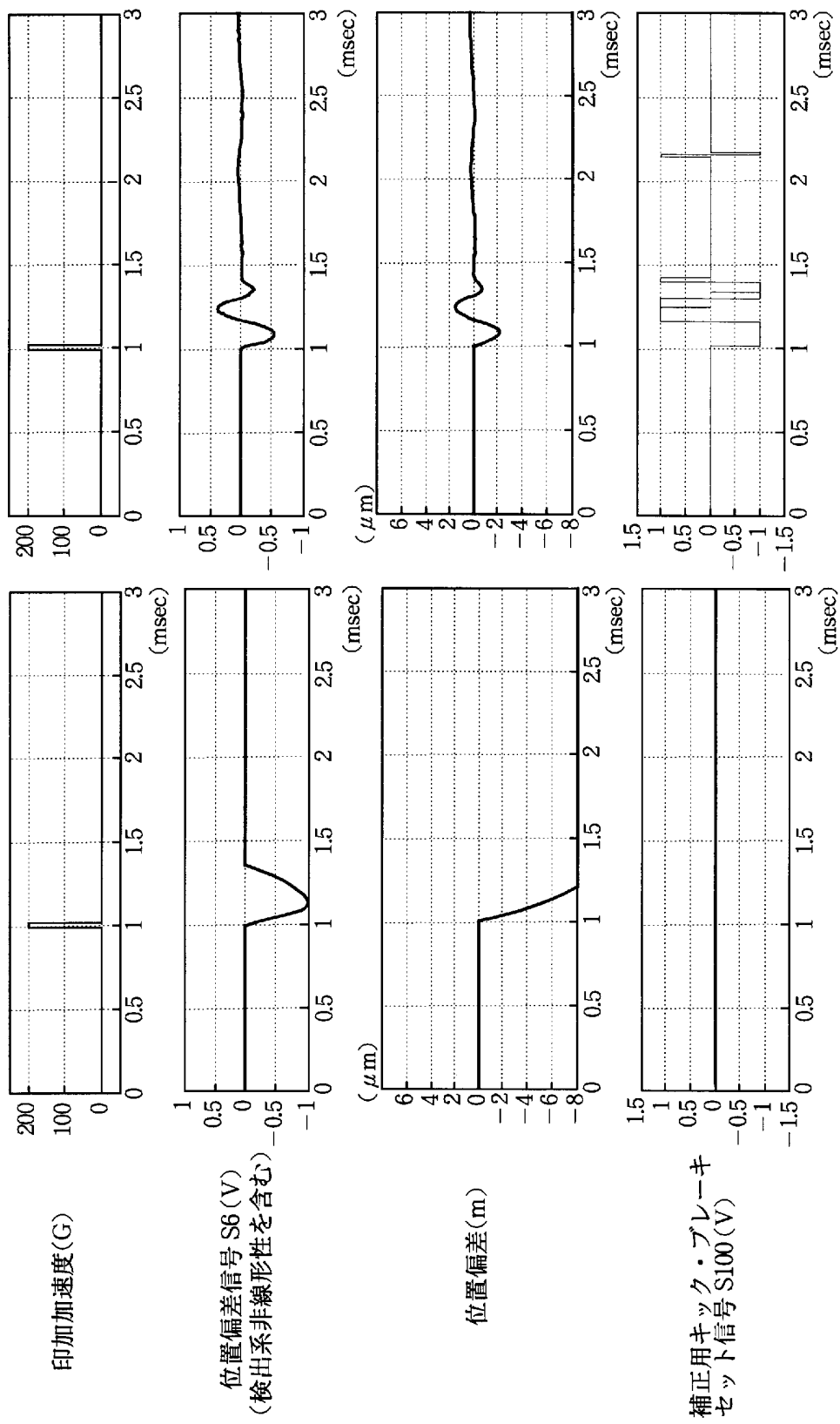
従来の位置制御系の動作
(位置制御偏差抑圧制御 OFF)

(a)

[図7]



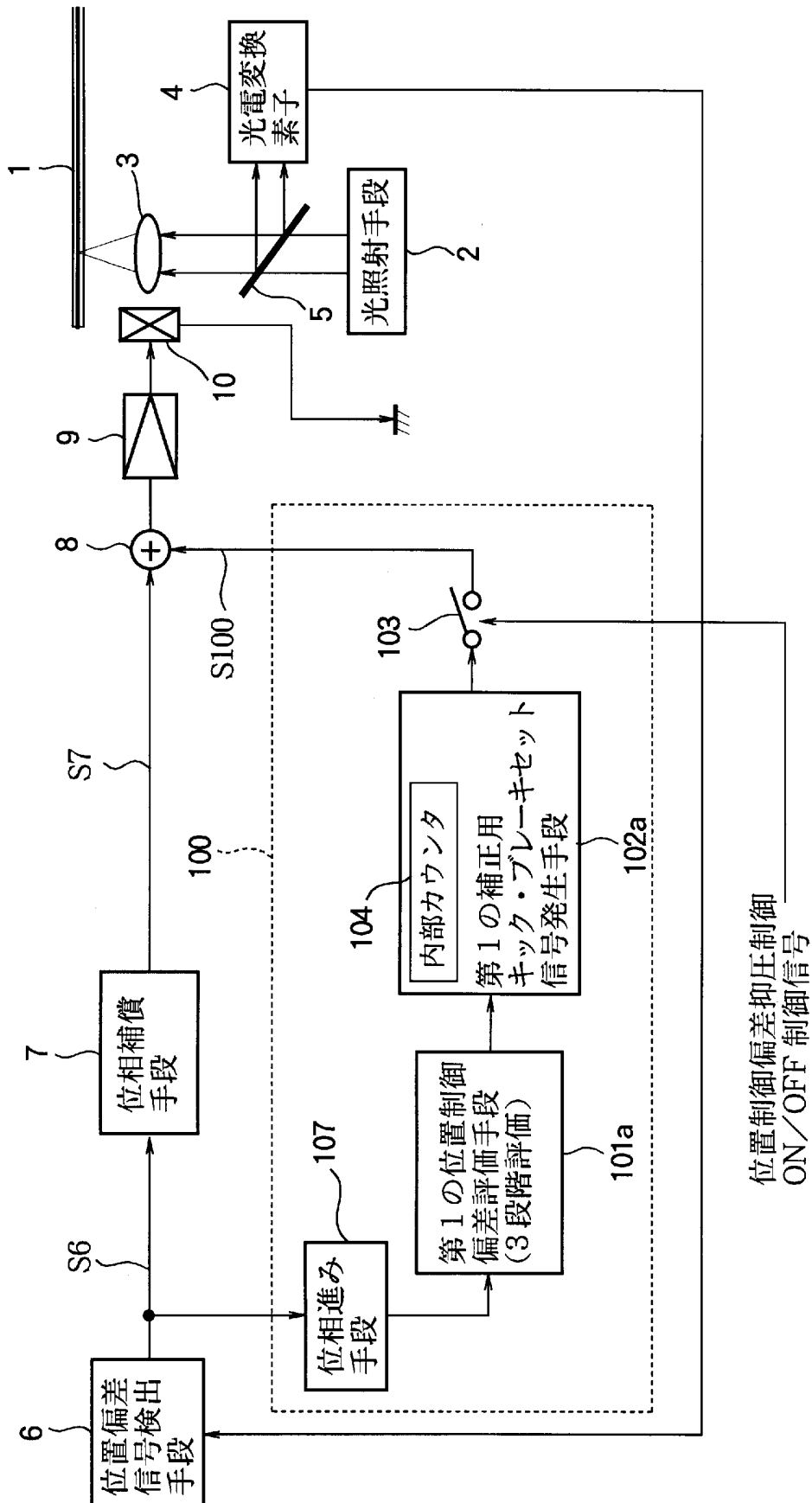
[図8]



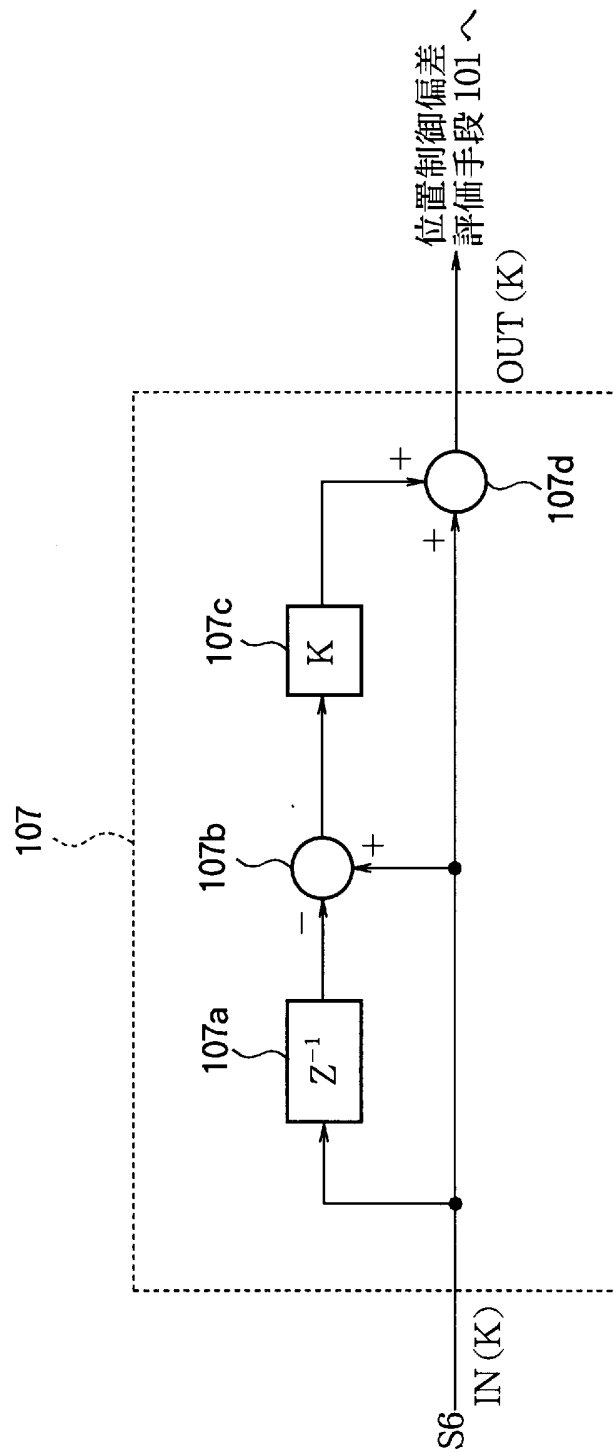
(a)

(b)

[図9]

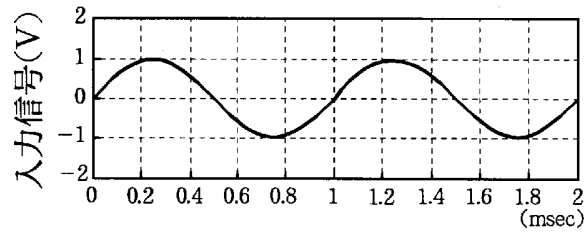
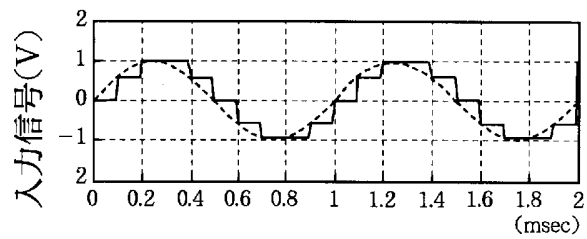
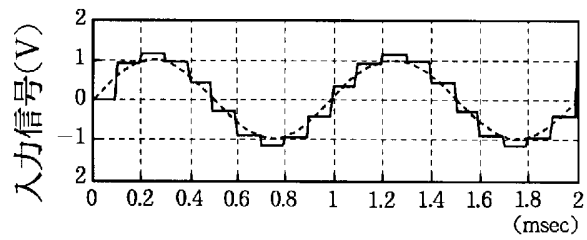
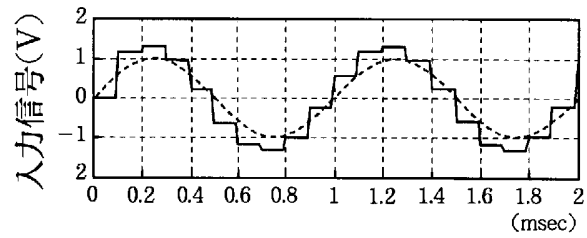
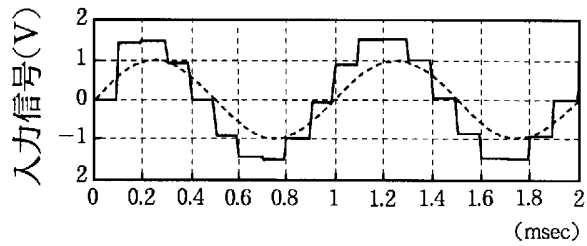


[図10]

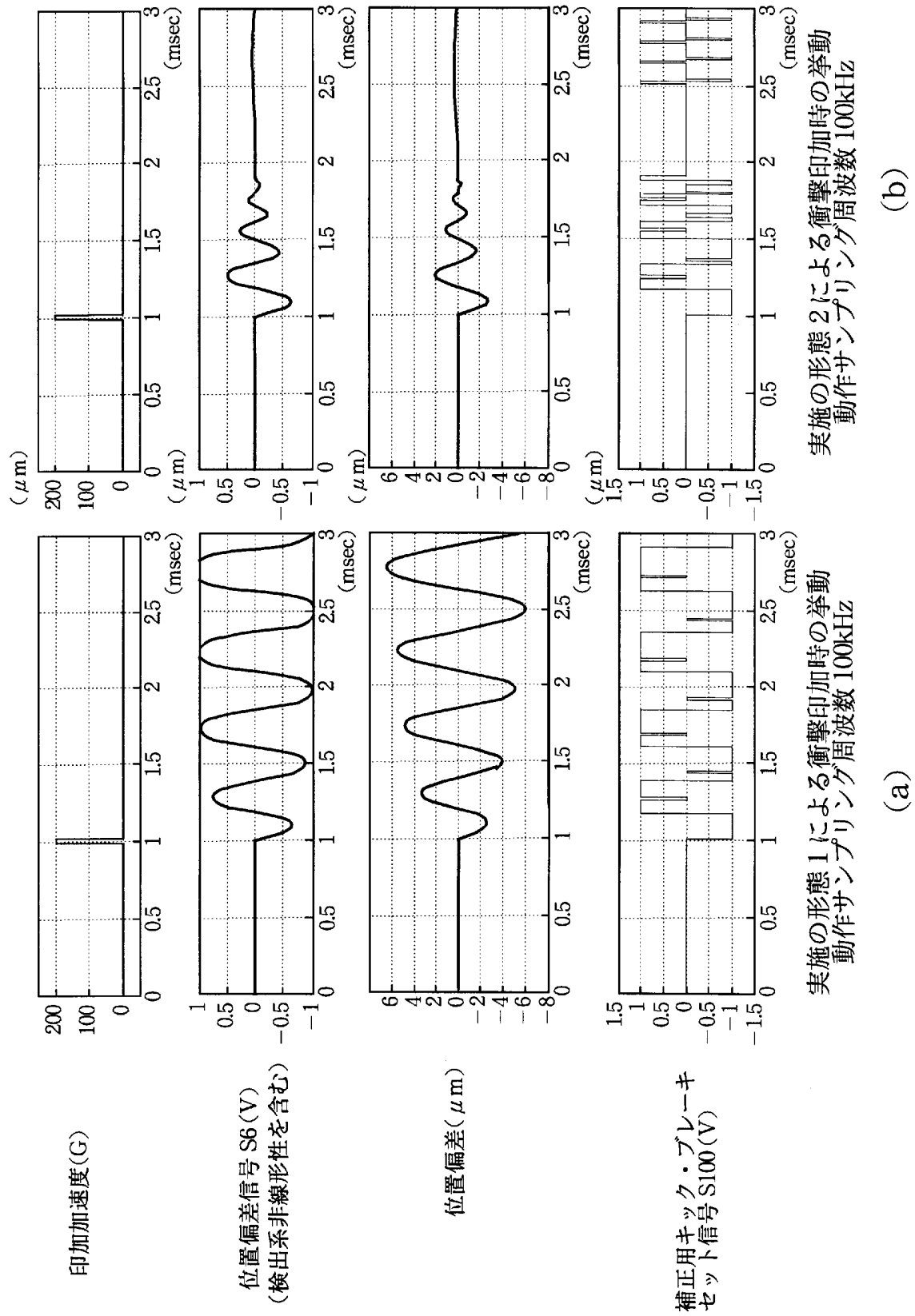


[図11]

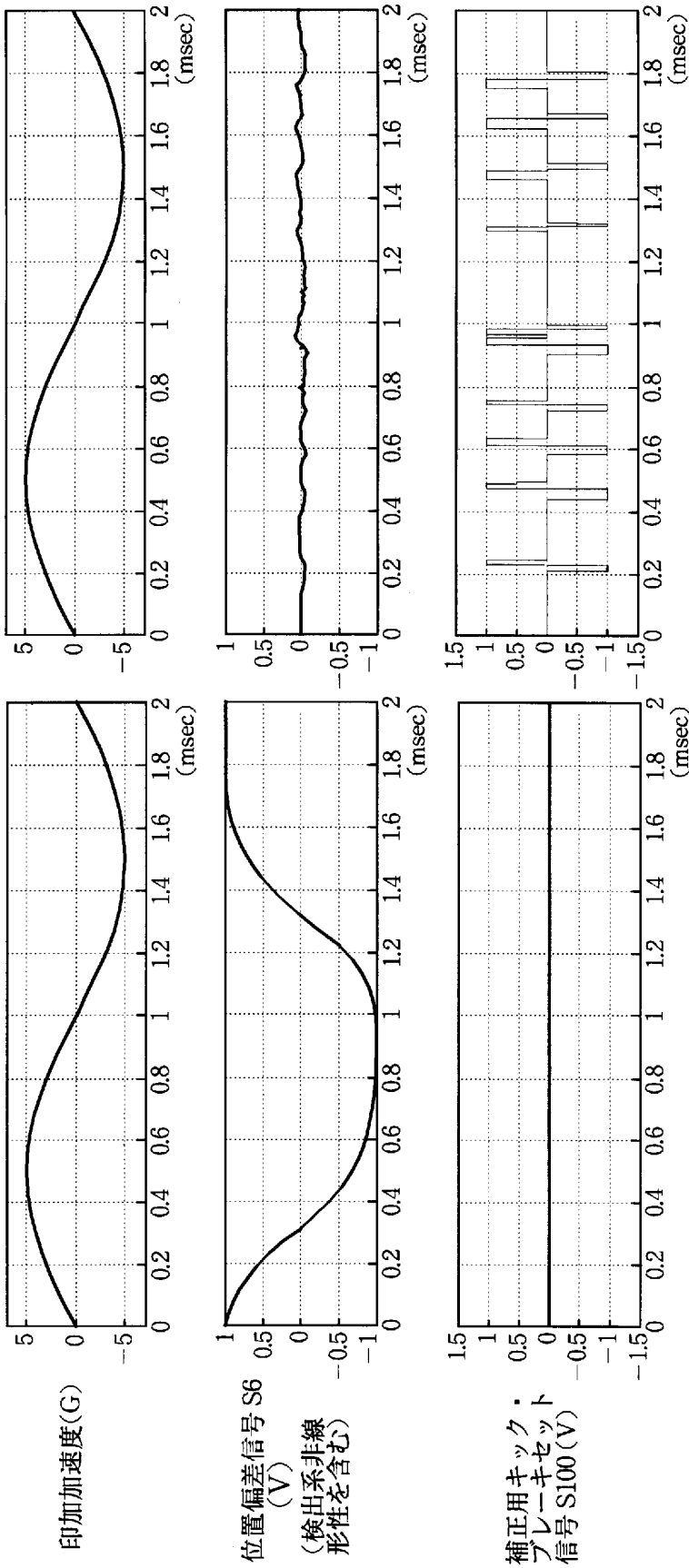
(a) 入力信号

(b) $k=0$ (零次ホールド)(c) $K=0.5$ (d) $K=1.0$ (e) $K=1.5$ 

[図12]



[図13]



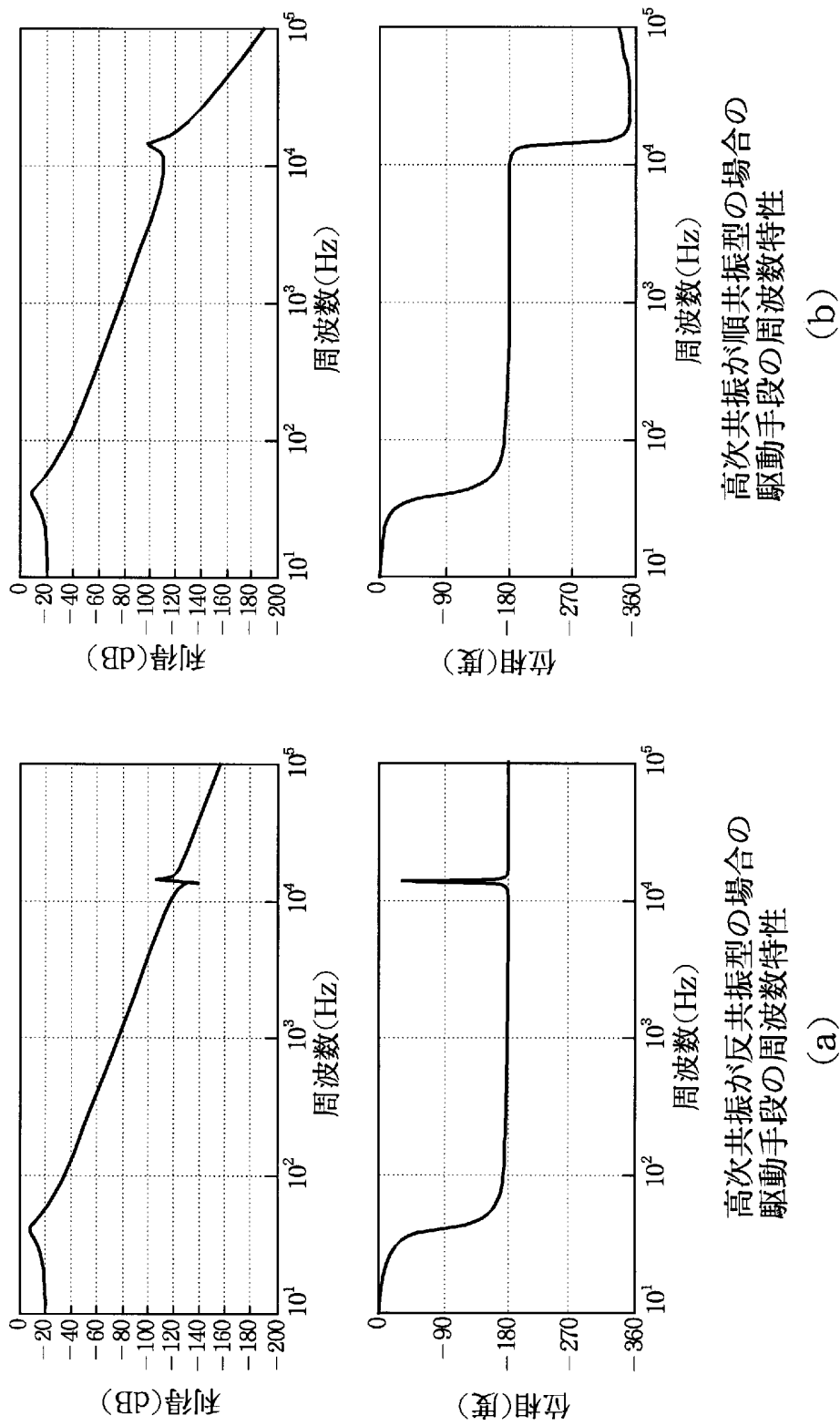
実施の形態 2 による位置制御系の動作
動作サンプリング周波数 100kHz

(b)

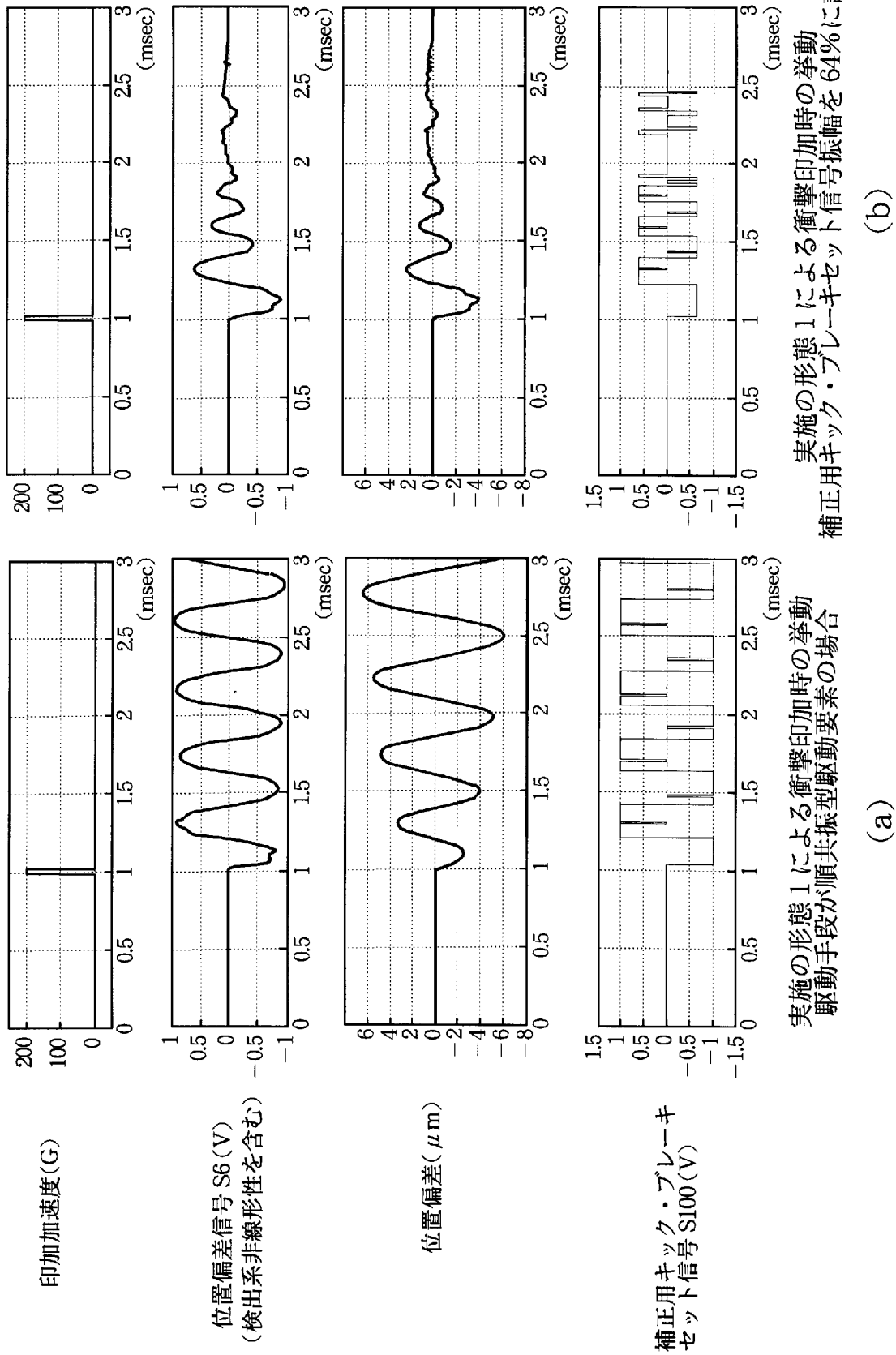
従来の位置制御系の動作

(a)

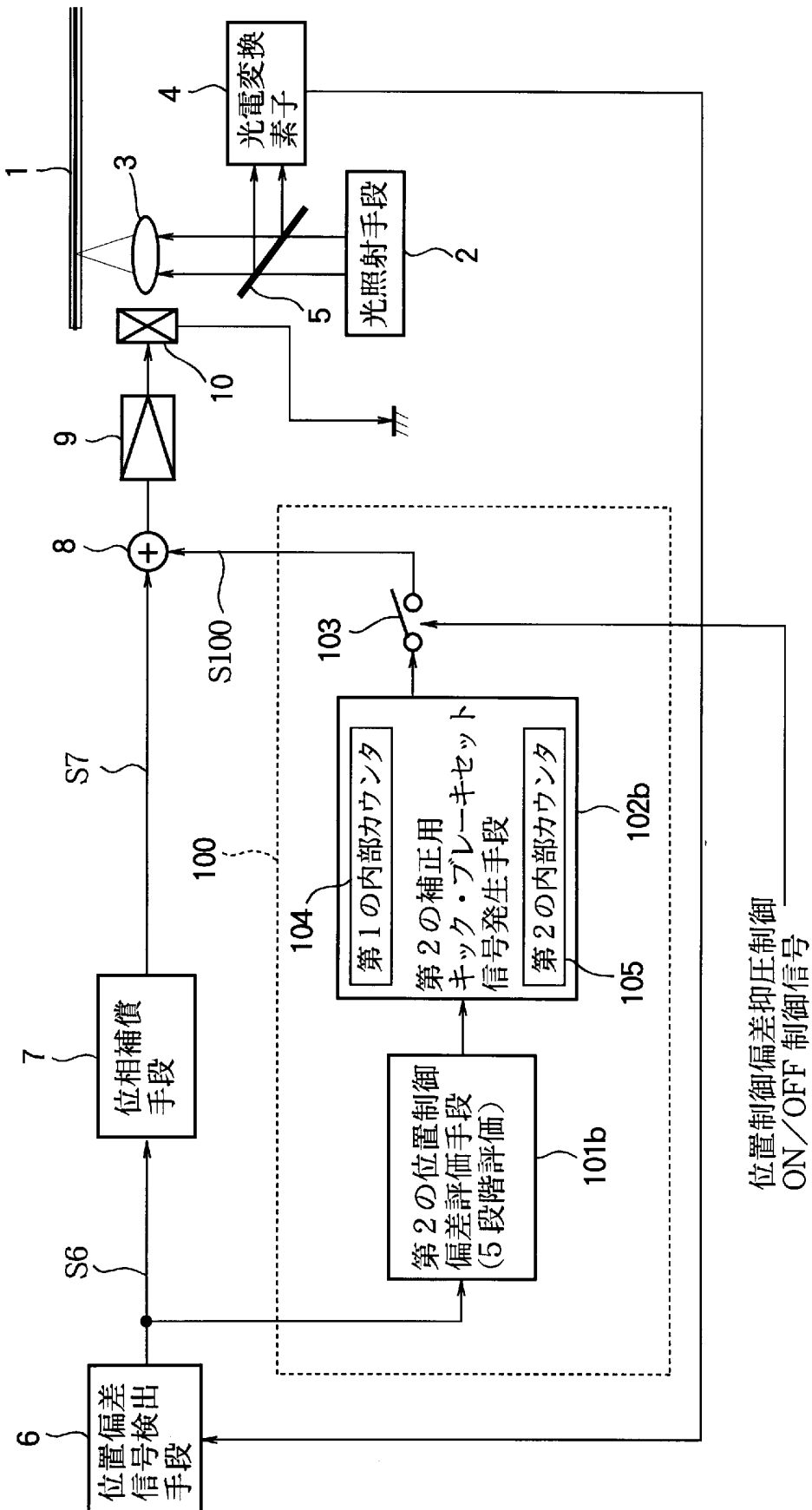
[図14]



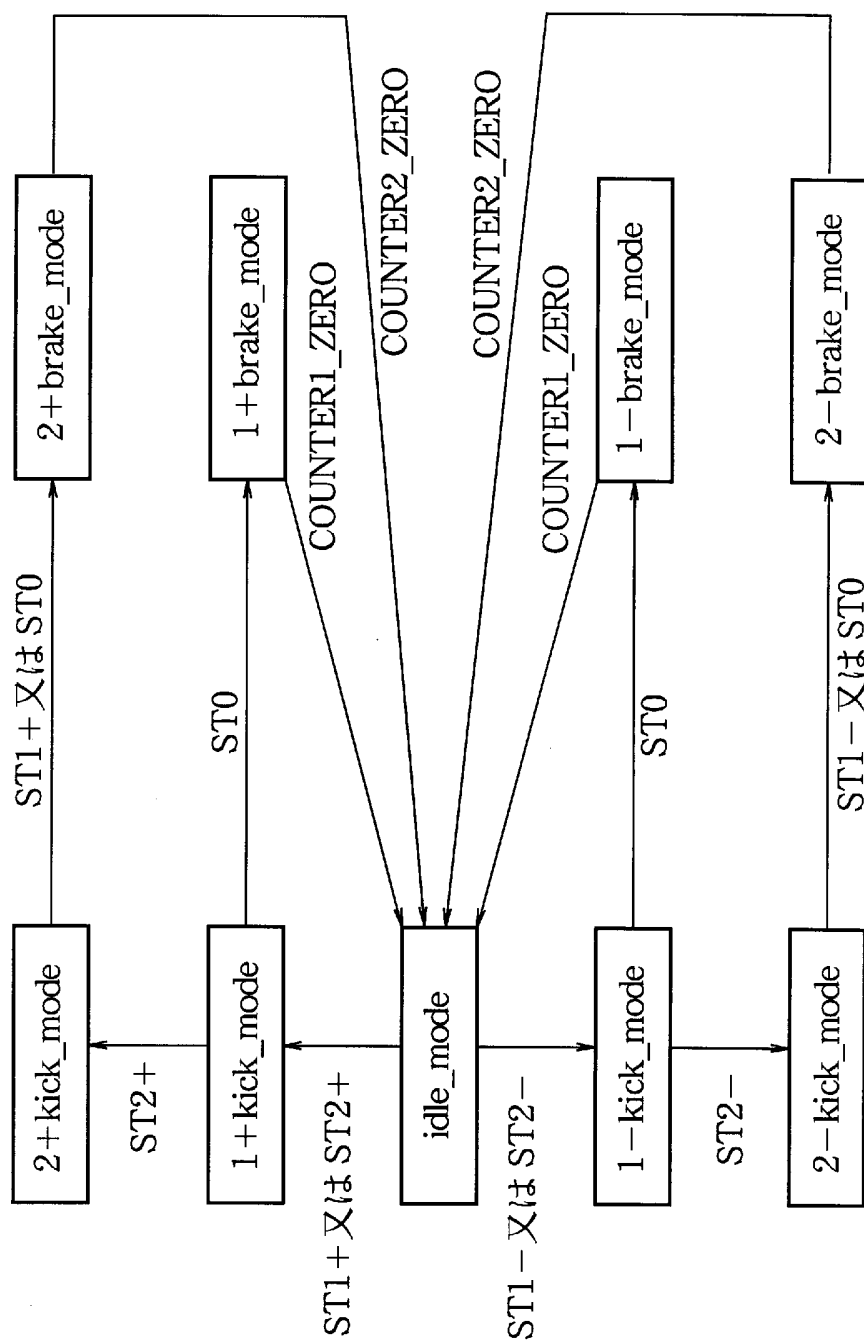
[図15]



[図16]



[図18]

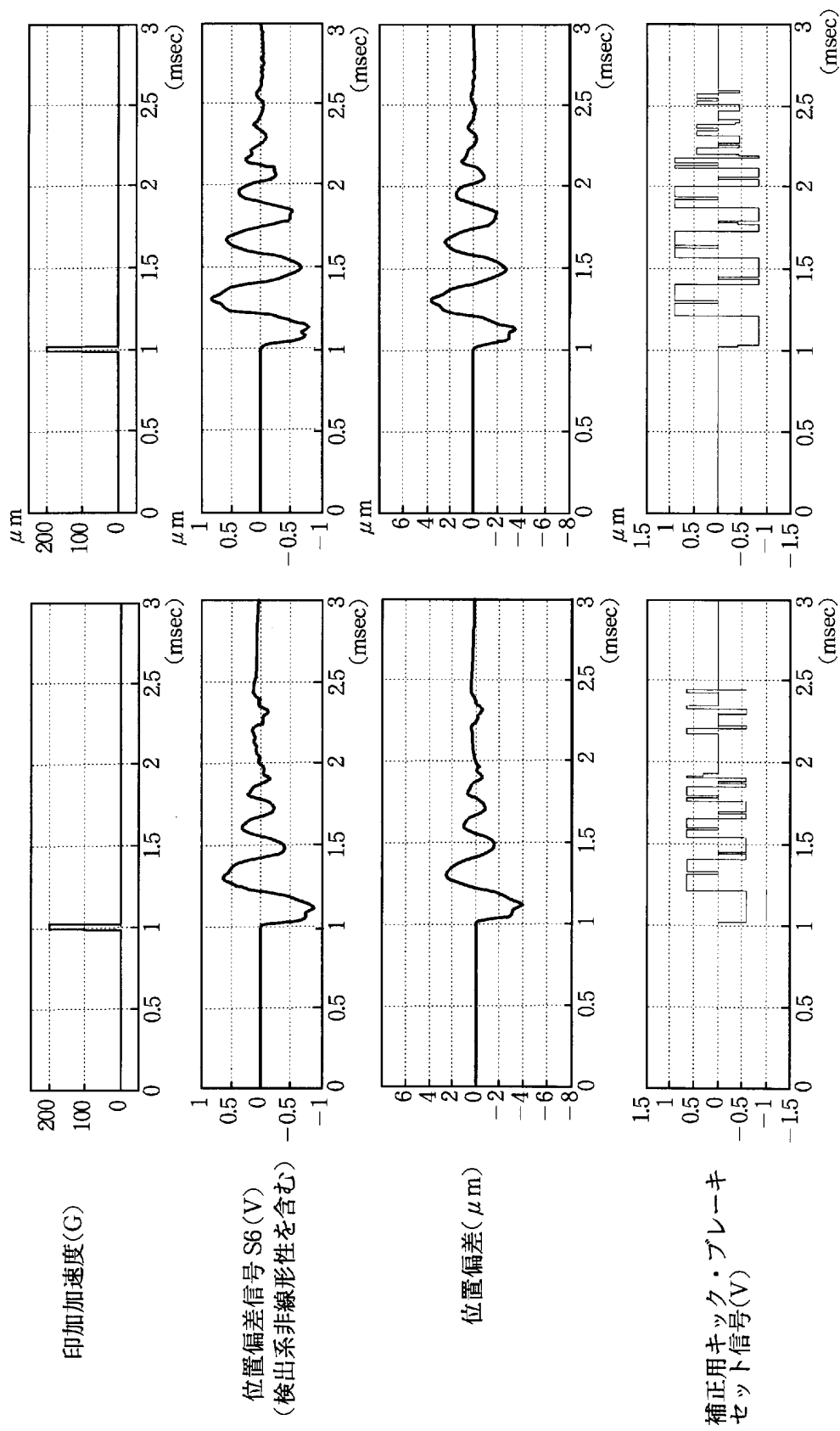


[図19]

第2の補正用キック・ブレーキセット信号発生手段102bの動作説明表(評価値5段階)

状態遷移モード名	状態遷移条件	COUNTER1	COUNTER2	出力	動作中の評価値
idle_mode	COUNTER_ZERO	reset	reset	0	ST0
1+kick_mode	ST1+又はST2+	up	reset	nl_out	ST1+又はST2+
2+kick_mode	ST2+	reset	up	-nl_out*B	ST2+
1+brake_mode	ST0	down (n 倍 step)	reset	-nl_out	ST1+ 又は ST0
2+brake_mode	ST1+ 又は ST0	reset	down (n 倍 step)	-nl_out*B	ST2+ 又は ST1+ 又は ST0
1-kick_mode	ST1- 又は ST2-	up	reset	-nl_out	ST1- 又は ST2+
2-kick_mode	ST2-	reset	up	-nl_out*B	ST2-
1-brake_mode	ST0	down (n 倍 step)	reset	nl_out	ST1- 又は ST0
2-brake_mode	ST1- 又は ST0	reset	down (n 倍 step)	nl_out*B	ST2- 又は ST1- 又は ST0

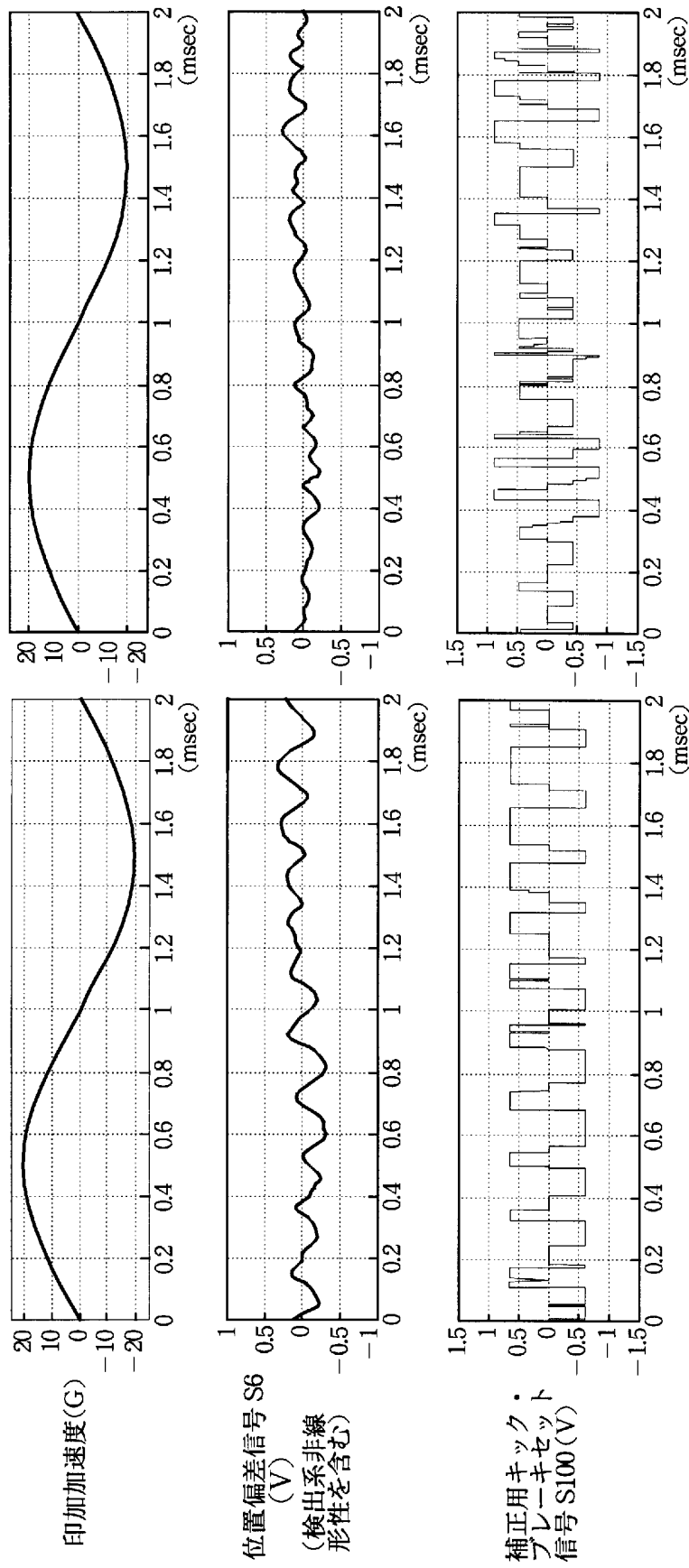
[図20]



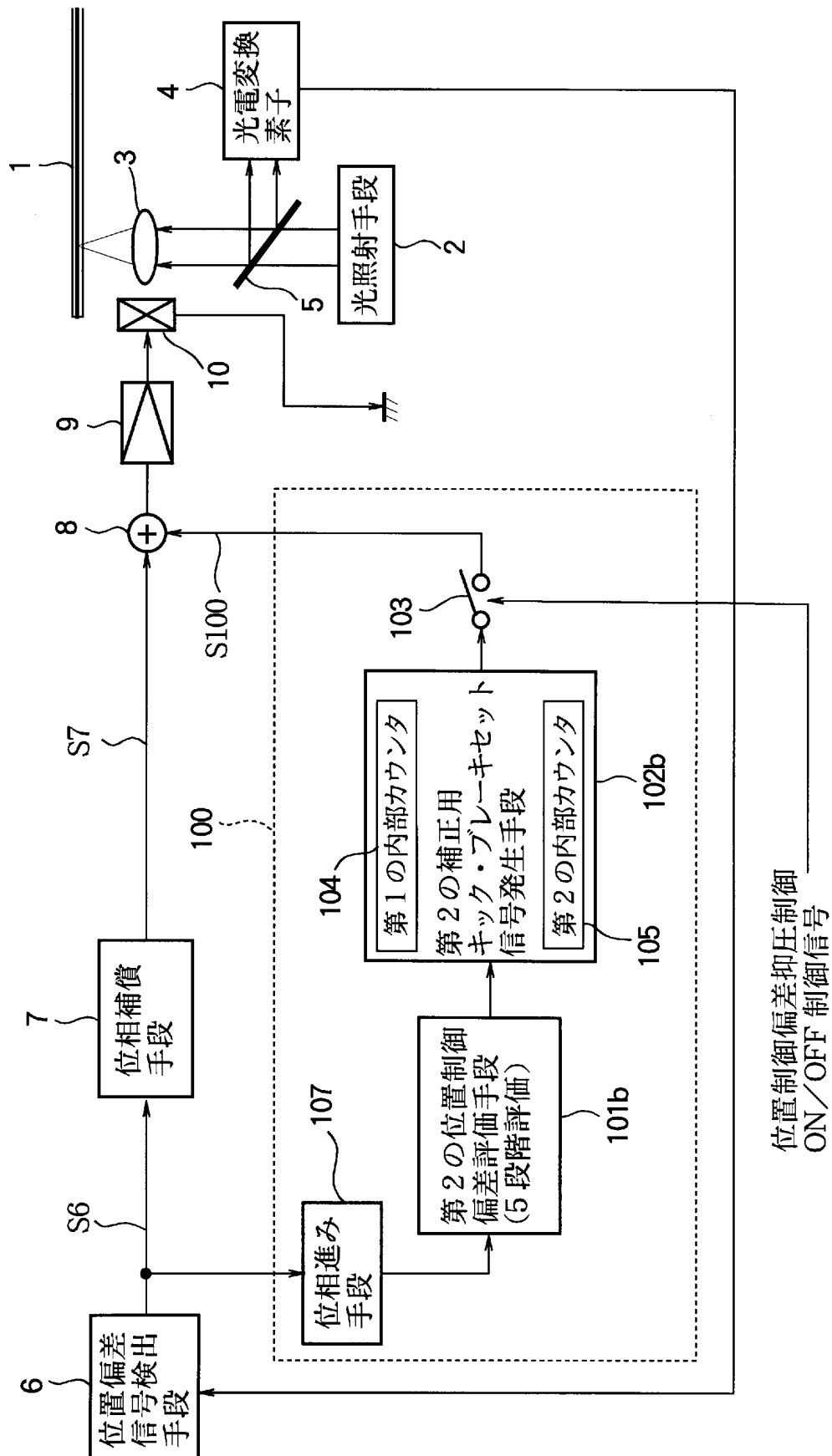
(a)

(b)

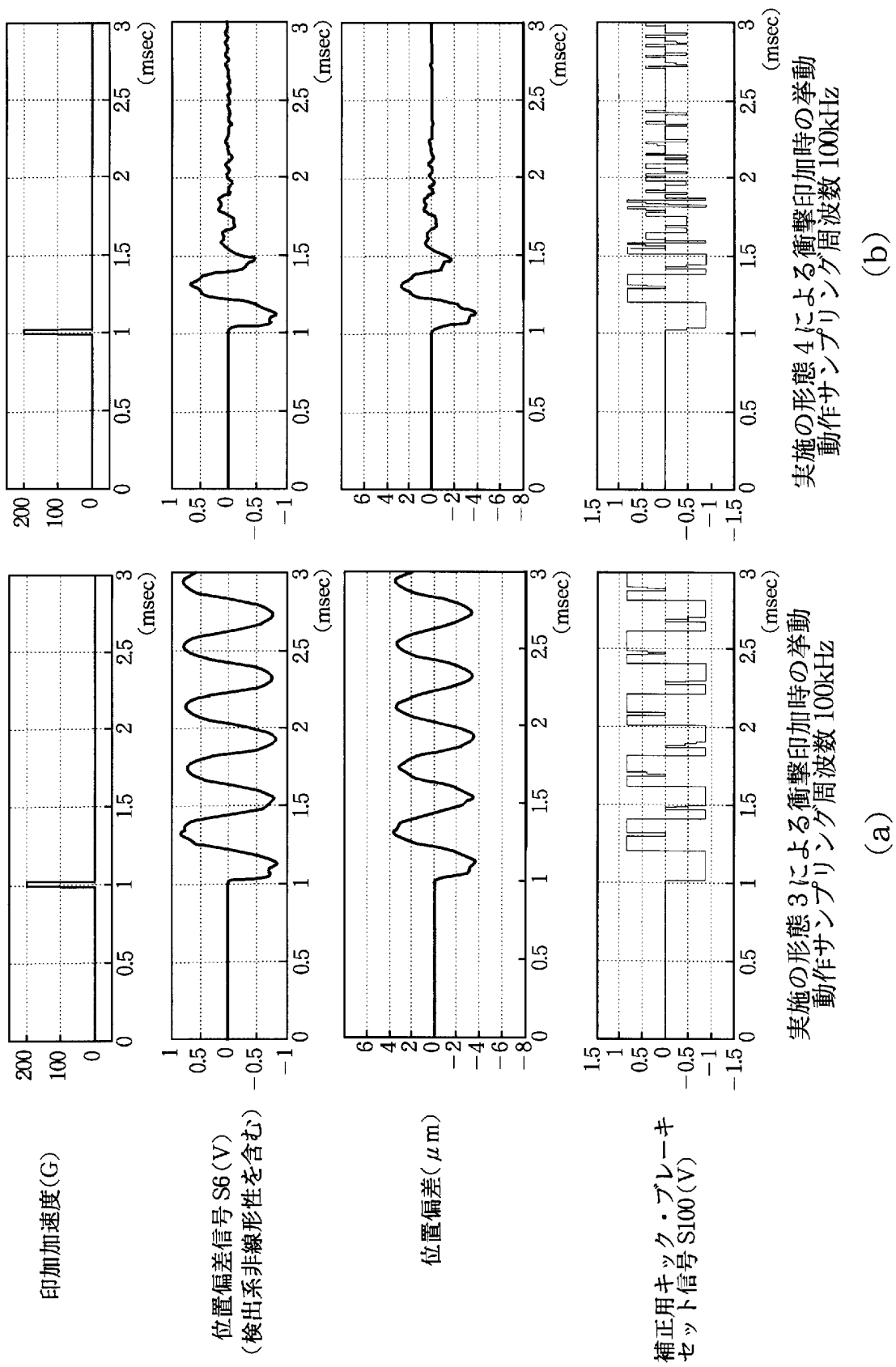
[図21]



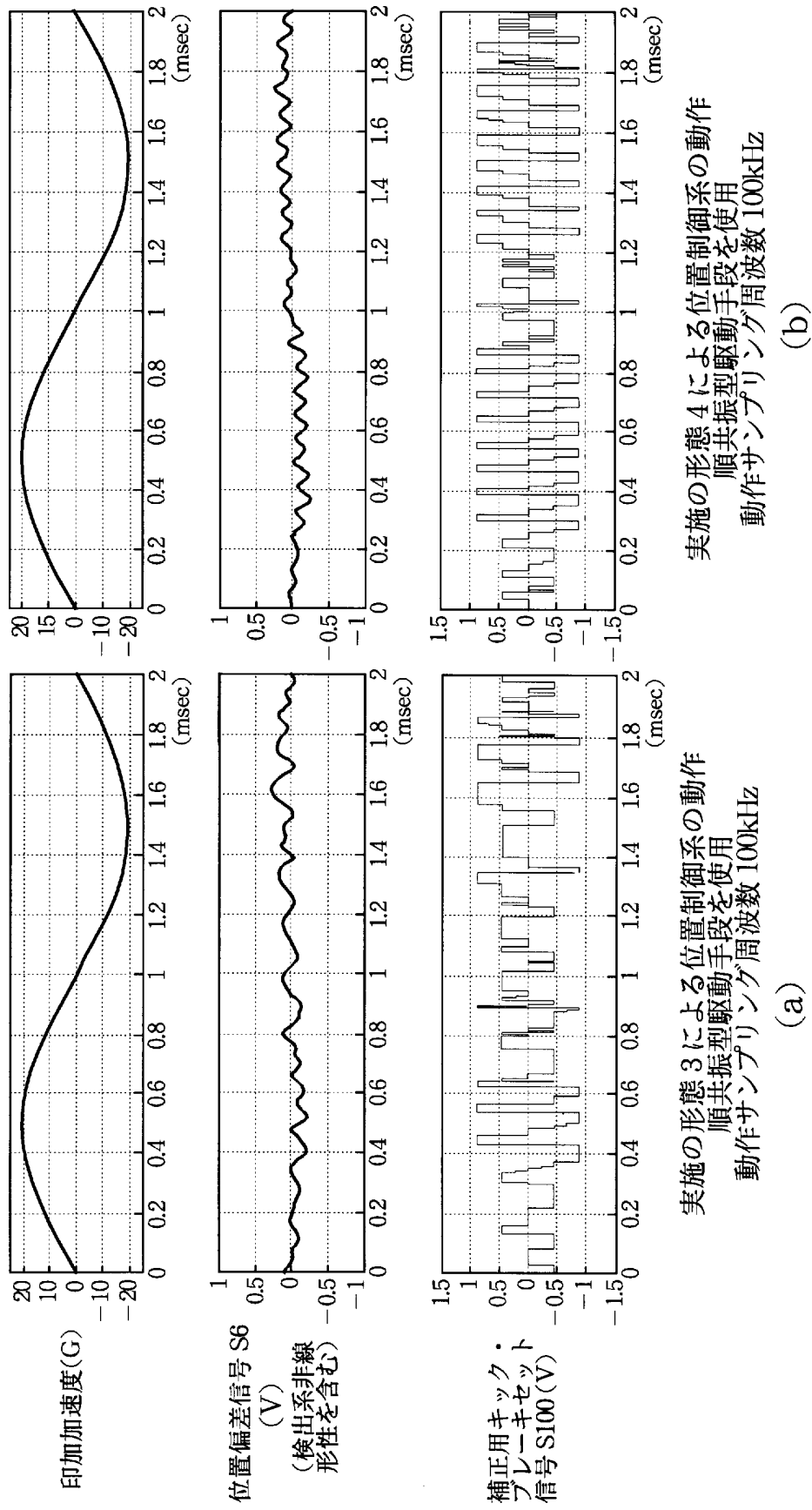
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/304315

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G11B7/09(2006.01) , G11B21/10(2006.01)		
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) G11B7/08(2006.01) - G11B7/10(2006.01) , G11B21/10(2006.01)		
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 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006		
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 3-235226 A (Marantz Japan, Inc.), 21 October, 1991 (21.10.91), Page 2, upper right column, line 9 to page 4, upper left column, line 9; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-8
A	JP 3-235227 A (Marantz Japan, Inc.), 21 October, 1991 (21.10.91), Page 2, lower left column, line 1 to page 5, upper left column, line 11; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-8
A	JP 11-175984 A (Hitachi, Ltd.), 02 July, 1999 (02.07.99), Par. Nos. [0001] to [0038]; Figs. 1 to 6 (Family: none)	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 05 June, 2006 (05.06.06)		Date of mailing of the international search report 13 June, 2006 (13.06.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G11B7/09(2006.01), G11B21/10(2006.01)															
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）） Int.Cl. G11B7/08(2006.01) - G11B7/10(2006.01), G11B21/10(2006.01)															
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2006年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2006年	日本国実用新案登録公報	1996-2006年	日本国登録実用新案公報	1994-2006年				
日本国実用新案公報	1922-1996年														
日本国公開実用新案公報	1971-2006年														
日本国実用新案登録公報	1996-2006年														
日本国登録実用新案公報	1994-2006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 請求の範囲の番号													
A	J P 3-235226 A（日本マランツ株式会社）1991.10.21, 第2頁右上欄第9行-第4頁左上欄第9行, 第1-2図（ファミリーなし）	1-8													
A	J P 3-235227 A（日本マランツ株式会社）1991.10.21, 第2頁左下欄第1行-第5頁左上欄第11行, 第1-2図（ファミリーなし）	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。															
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>の日の後に公表された文献</td> </tr> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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）</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&」同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>				* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献	「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	「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	「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	「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	「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）	「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	「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献	「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	
* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献														
「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	「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														
「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	「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														
「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）	「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														
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献														
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願															
国際調査を完了した日 05.06.2006		国際調査報告の発送日 13.06.2006													
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 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） 古河 雅輝	5D 3242												
		電話番号 03-3581-1101	内線 3551												

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 請求の範囲の番号
A	J P 1 1 - 1 7 5 9 8 4 A (株式会社日立製作所) 1 9 9 9 . 0 7 . 0 2 , 段落【0 0 0 1】 - 【0 0 3 8】 , 図 1 - 6 (ファミリーなし)	1-8