

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-293650  
(P2005-293650A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G 1 1 B 7/09

F I  
G 1 1 B 7/09 A

テーマコード(参考)  
5 D 1 1 8

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-103763 (P2004-103763)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社
(22) 出願日	平成16年3月31日(2004.3.31)	(74) 代理人	100097445 弁理士 岩橋 文雄
		(74) 代理人	100103355 弁理士 坂口 智康
		(74) 代理人	100109667 弁理士 内藤 浩樹
		(72) 発明者	萩田 洋州 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	岡村 公二 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		Fターム(参考)	5D118 AA13 BA01 BF01 CA03 CB06

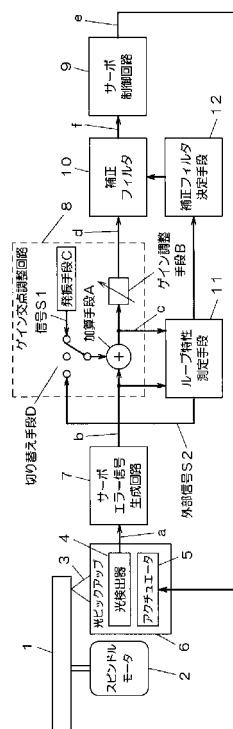
(54) 【発明の名称】 光ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 ゲイン交点付近のアクチュエータ共振の影響を補正しゲイン交点調整することで、より高域の位相交点におけるゲイン余裕を確保し、安定したサーボ系を構成する。

【解決手段】 アクチュエータ5の共振による閉ループゲイン特性の乱れを正確に検出するために、まず閉ループ特性測定手段11で閉ループゲイン特性を測定し、補正フィルタ決定手段12でゲイン交点付近にある乱れのピークレベルおよび共振周波数を近似線との差分を用いて検出された乱れのピークレベルおよび共振周波数に基づいて乱れを抑え且つ位相余裕も確保できる最適な補正フィルタ10を決定し、ゲイン交点を所定の周波数に調整するゲイン交点調整をする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光ディスクを回転させるスピンドルモータと、

前記光ディスクに光ビームを照射し、その反射光を検出し電気信号（サーボ信号）に変換する光検出器と前記光ビームのスポット位置を前記光ディスクの略面方向および前記光ビームの略光軸方向に移動させるアクチュエータとを有する光ピックアップと、

前記光ビームスポットの前記光ディスク上のトラックに対する前記光ビームの光軸方向および前記光ディスクのラジアル方向の相対位置を表すサーボエラー信号を前記サーボ信号から生成するサーボエラー信号生成回路と、

前記光ビームスポットが前記トラックを追従するように前記サーボエラー信号に基づいて前記アクチュエータを前記光ビームの光軸方向および前記光ディスクのラジアル方向に制御するサーボ制御回路と、

サーボループ系の閉ループ特性におけるゲイン交点を所定の周波数に調整するゲイン交点調整回路と、

前記サーボエラー信号のある特定の周波数をフィルタリングするための補正フィルタとを有する光ディスク装置であって、

周波数を低域から高域までスイープさせた信号を出力するスイープ信号出力手段と前記光ピックアップ、前記サーボエラー信号生成回路、前記ゲイン交点調整回路、前記補正フィルタおよび前記サーボ制御回路で構成される前記サーボループ系の閉ループゲイン特性を測定する測定手段とを備えたループ特性測定手段と、

前記補正フィルタの特性を決定する補正フィルタ決定手段とを備え、

前記ゲイン交点調整回路は、さらに前記サーボエラー信号のゲインを調整するゲイン調整手段と所定の周波数の信号を発生させる発振手段とゲイン交点調整時に前記発振手段の出力信号を、閉ループ特性測定時にはループ特性測定手段の出力信号を、ゲイン交点調整時および閉ループ特性測定時以外は信号を加算しない状態とに切り替える切り替え手段と前記サーボエラー信号に前記切り替え手段で切り替えた信号を加算する加算手段とを備え、

前記補正フィルタは、前記ループ特性測定手段によって測定された閉ループゲイン特性の乱れのピークレベルおよび共振周波数に基づいて、前記補正フィルタ決定手段によりそのフィルタ特性を決定されることを特徴とする光ディスク装置。

## 【請求項 2】

前記ループ特性測定手段は、前記サーボ制御がかかっている状態で前記スピンドルモータを停止させて閉ループ特性を測定することを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク装置。

## 【請求項 3】

前記補正フィルタ決定手段は、前記閉ループゲイン特性の乱れを含む周波数帯域の前記閉ループゲイン特性と、前記周波数帯域を決定した 2 つの周波数における前記閉ループゲイン特性上の 2 点を結ぶことによって得られる線形近似線との差分値が最大となる周波数を前記共振周波数、前記最大の差分値を前記乱れのピークレベルとして検出することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光ディスク装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光ディスク装置に関し、さらに詳しくはアクチュエータの共振によるループ特性の乱れを補正して安定性を高めた光ディスク装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

光ディスク装置に使用される光ピックアップに安定したサーボ制御をかけるためには、光ピックアップのアクチュエータの共振を抑えることが重要な設計要素となっている。しかし、近年のポータブル MD 等の光ディスク装置は小型化・薄型化を目指しており、そのためには光ピックアップの小型化・薄型化が強く要望されているが、小型化・薄型化にす

10

20

30

40

50

るにつれアクチュエータの共振を抑えた光ピックアップの設計が困難となる。そのため、アクチュエータに共振振動特性を持った光ピックアップを用いて、サーボの安定性を確保するサーボ設計が必要となっている。

#### 【0003】

その中で、特にゲイン交点付近にアクチュエータの共振点がある場合、ゲイン交点を所定の周波数に調整するためのゲイン交点調整において、系全体の閉ループ特性が変化して、ゲイン余裕が十分に確保されない問題がある。

#### 【0004】

図6は従来例1の光ディスク装置の構成図であり、スピンドルモータ2によって光ディスク1を回転させ、光ピックアップ6は光ビーム3を光ディスク1に対して照射し、光検出器4でその反射光からサーボ信号aを生成する。サーボエラー信号生成回路7は、サーボ信号aからサーボエラー信号bを生成する。ゲイン交点調整回路8において、サーボエラー信号bは加算手段Aによりサーボエラー信号cとなり、ゲイン調整手段Bによりサーボエラー信号dとなる。サーボ制御回路9において、サーボエラー信号dを基に光ビーム3が光ディスク1の盤面上の情報が記録される場所を追従するように、アクチュエータ5をアクチュエータ制御信号eで制御する。

10

#### 【0005】

ゲイン交点調整とは、発振手段Cによって発生された所定の周波数の信号S1を加算手段Aによってサーボエラー信号bに加算し、加算後のサーボエラー信号cのレベルと加算前のサーボエラー信号bのレベルが等しくなるようにゲイン調整手段Bのゲインを調整することである。また、加算手段Aにおいてサーボエラー信号bへ加算される信号は、切り替え手段Dにより、ゲイン交点調整時には発振手段Cの信号S1に、ループ特性測定時には外部信号S2に、ゲイン交点調整時およびループ特性測定時以外は何も加算しない状態に切り替えられるものとする。

20

#### 【0006】

図7は、共振点を持たない場合のアクチュエータを用いて位相余裕およびゲイン余裕を十分確保するように構成されたサーボ系の閉ループ特性図を表している。

#### 【0007】

図7の閉ループ特性図は、サーボ系を閉じた状態で加算手段Aにおいて外部信号S2をその周波数をスイープさせながらサーボエラー信号bに加算して、加算後のサーボエラー信号cと加算前のサーボエラー信号bとを比較して、各周波数におけるレベル(ゲイン)および位相を測定して、横軸を外部信号Sの周波数(Hz)、縦軸をサーボエラー信号cに対するサーボエラー信号bのレベル(ゲイン: dB)および位相(度)とした図であり、両信号のレベルが等しくなる(ゲイン0 dB)時の周波数をゲイン交点、その時の位相を位相余裕と呼び、サーボエラー信号cに対するサーボエラー信号bの位相が $-180^\circ$ になる時の周波数を位相交点、その時の0 dBまでのゲイン(レベル)をゲイン余裕と呼ぶ。一般的に、位相余裕は $40^\circ$ 以上、ゲイン余裕は10 dB以上確保すれば、そのサーボ系は安定していると言える。

30

#### 【0008】

図8は、図7が得られる系において、ゲイン交点付近に共振点がある場合のアクチュエータの閉ループゲイン特性図を表し、図中iはゲイン交点調整前、i'はゲイン交点調整後の特性図である。このように、ゲイン交点付近にアクチュエータ5の共振点がある場合、所定の周波数でゲインが0 dBになるようにゲイン交点調整を行うと、系全体の閉ループゲイン特性が変化する。つまり、ゲイン余裕を十分確保するように設計されていても、アクチュエータ5の共振が原因でi'のようにゲイン余裕がG悪化して、サーボ系が不安定になってしまうという問題がある。

40

#### 【0009】

このアクチュエータの共振による影響を補正する方法として、アクチュエータの二次以上の高次共振点を含んだ1または複数の所定周波数帯域で高次共振点の振幅ピークを減衰させる少なくとも二次以上の高次デジタルフィルタをサーボ系に構成しておく方法がある

50

(例えば、特許文献1参照)。図9はこの方法を従来例1に応用した従来例2の光ディスク装置の構成図である。補正フィルタ10aが前述の高次デジタルフィルタであり、符号1~9、a~eおよびA~Dの部分は図6の回路と同じであるので説明を省略する。

【特許文献1】特開平11-316960号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上記従来例2の高次デジタルフィルタを構成しておく方法において、アクチュエータ5の共振特性と補正フィルタ10aの減衰特性が一致した場合は補正フィルタ10aによる特性改善の効果が期待できるが、一般的に共振周波数およびそのピークレベルはアクチュエータ毎に異なるので、補正フィルタ10aを始めから構成していると、共振による閉ループゲイン特性の乱れのピークレベルが補正フィルタ10aの減衰レベルと一致しない場合が多く、補正効果が不十分で特性改善が期待できず、サーボ系の不安定化につながる、という問題点があった。

10

【0011】

本発明の光ディスク装置は、上記の課題を解消するもので、ゲイン交点付近の共振点がアクチュエータ毎に異なる場合でも、ゲイン余裕が確保できる光ディスク装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、まずサーボ系の閉ループゲイン特性を測定し、ゲイン交点付近にあるアクチュエータの共振による閉ループゲイン特性の乱れのピークレベルおよび共振周波数を検出する。次に、検出された共振周波数およびピークレベルを基に、共振を抑え且つ位相余裕も確保できる最適な補正フィルタを決定し、これを用いてサーボ系を構成し、閉ループゲインを調整することを最も主要な特徴とする。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明の光ディスク装置は、閉ループゲイン特性におけるアクチュエータの共振を補正フィルタで抑えることにより、ゲイン交点調整によるゲイン余裕の悪化を防ぎ、サーボ系の安定性が保てるという利点がある。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明の一実施形態における光ディスク装置の構成図である。ここでは、本実施形態の説明に直接関係のない部分、例えば電源回路、信号処理回路、光ディスクへの情報記録回路等は省略している。

【0015】

(実施の形態1)

図1において、補正フィルタ10は補正フィルタ決定手段12によって決定および変更することが可能な帯域通過型又は帯域阻止型のフィルタで、初期状態では何も構成されていないものとする。サーボエラー信号dは補正フィルタ10でサーボエラー信号fとなり、サーボ制御回路9でアクチュエータ制御信号eとなる。

40

【0016】

ループ特性測定手段11は、周波数をスイープさせた外部信号S2を発生させ、ゲイン交点調整回路8に加算する信号発生手段と、各周波数における外部信号S2の加算前でのサーボエラー信号bと加算後でのサーボエラー信号cのレベルおよび位相を比較してループ特性を測定する特性測定手段とを備えている。

【0017】

補正フィルタ決定手段12は、ループ特性測定手段11で得られた閉ループゲイン特性からアクチュエータ5の共振による閉ループゲイン特性の乱れのピークレベルおよび共振周波数を検出する共振検出手段と、その検出結果に基づいて乱れを補正する補正フィルタ

50

10を決定するフィルタ決定手段とを備えている。尚、ループ特性測定手段11および補正フィルタ決定手段12は、本実施形態では光ディスク装置自体には含まず外部の手段としているが、これら2つの手段を含んだ光ディスク装置を構成することも可能である。その他の部分は図6の回路と同じであるので説明を省略する。

#### 【0018】

以上のように構成された本実施形態の光ディスク装置について、以下その動作を説明する。アクチュエータ5および光ディスク1の特性に合わせたサーボ系を構成するために、まずゲイン交点を所定の周波数に調整するためのゲイン交点調整を行う。この時、補正フィルタ10は初期状態でまだ構成されていない。しかし、アクチュエータ5がゲイン交点付近に共振点を持っている場合、図8で説明したようにサーボ系全体の閉ループゲイン特性が大きく変化して、位相交点におけるゲイン余裕が十分に確保できない問題が起こる。

10

#### 【0019】

そこで、ゲイン交点調整の前にまずループ特性測定手段11においてこのサーボ系の閉ループゲイン特性を測定し、補正フィルタ決定手段12において、アクチュエータの共振による閉ループ特性の乱れを補正するフィルタの特性図である図2のように共振のない理想的な場合の閉ループゲイン特性との差分値が最大となる周波数を共振周波数とし、その時の最大差分値をアクチュエータ5の共振による閉ループゲイン特性の乱れのピークレベルとして検出する。次に、補正フィルタ決定手段12は、検出された乱れのピークレベルおよび共振周波数から、それを補正するための最適な帯域通過型または帯域阻止型の補正フィルタ10を決定する。この時ゲイン交点付近でのフィルタを構成するので、位相余裕の確保に十分注意する必要がある。

20

#### 【0020】

このように、ゲイン交点付近のアクチュエータ5の共振による閉ループゲイン特性の乱れを補正する最適な補正フィルタ10が構成された状態で、ゲイン交点調整を行うことにより系全体の閉ループゲイン特性が安定し、位相交点におけるゲイン余裕の確保が可能となり、また位相余裕の確保も維持した、安定したサーボ系を構成することができる。

#### 【0021】

図3は、図8における閉ループゲイン特性を補正フィルタ10により補正し、ゲイン交点調整した後の閉ループゲイン特性図である。G悪化していたゲイン余裕が改善され、図7のように元の十分なゲイン余裕が確保されている状態に戻っていて、系が安定になっていることが分かる。

30

#### 【0022】

##### (実施の形態2)

本実施の形態では、閉ループ特性に現れるスピンドルモータの振動による特性の乱れを除去する方法の一例として、閉ループ特性を測定する際にスピンドルモータ2を停止する手法について述べる。光ディスク装置の構成図は実施の形態1の図1と同一である。スピンドルモータ2を停止して閉ループ特性を測定することで、閉ループ特性を乱す要因となるサーボエラー信号bに現れるスピンドルモータ2の振動ノイズを容易に除去できる。また光ディスク1が停止してもサーボ制御に影響することはなく、むしろ追従個所が変動しないのでサーボ制御しやすくなる。

40

#### 【0023】

このようにスピンドルモータ2を停止した状態で閉ループ特性を測定することにより、アクチュエータ5の共振による閉ループゲイン特性の乱れをより正確に求めることができる。

#### 【0024】

##### (実施の形態3)

本実施形態では、測定された閉ループ特性から補正フィルタ決定手段12で乱れのピークレベルおよび共振周波数を検出する方法の一例として、検出を容易にするために線形近似線を用いた場合について述べる。光ディスク装置の構成図は実施の形態1の図1と同一である。

50

## 【 0 0 2 5 】

図 4 は近似線を用いた理想特性より低ゲインの共振検出方法を示した説明図である。まず図 4 ( a ) のように、ゲイン交点付近の閉ループゲイン特性の乱れが共振のない理想特性より下側に出る場合、ゲイン交点付近の共振周波数帯域  $f_a \sim f_b$  を含む周波数帯域  $f_1 \sim f_2$  を選び、その帯域における測定された閉ループ特性の線形近似線を、 $f_1$  ,  $f_2$  における 2 点を結ぶ直線として求める。

## 【 0 0 2 6 】

次に図 4 ( b ) のように、共振を含む元の閉ループ特性と求めた線形近似線との差分が最大となる周波数を共振周波数とし、その時の最大差分値をピークレベルとし、そのピークレベルと前述の周波数  $f_1$  ,  $f_2$  より補正フィルタを決定する。こうして、容易に共振周波数および乱れのピークレベルを求めることができる。

10

## 【 0 0 2 7 】

このようにして求めたフィルタにより補正された閉ループゲイン特性図を図 4 ( c ) に示す。この時、まだ閉ループゲイン特性の乱れが若干残るが、共振周波数帯域  $f_a \sim f_b$  を含むように  $f_1$  ,  $f_2$  を選んでいるので、差分値よりフィルタのゲインの方が高くなり、補正後のゲイン交点付近の閉ループゲイン特性は共振のない場合より必ずゲインが高くなる。その状態でゲイン交点を調整すると、系全体の閉ループゲイン特性はゲインが下がり、ゲイン余裕は増加の方向に変化するので、系の安定性は保たれる。

## 【 0 0 2 8 】

図 5 は近似線を用いた理想特性より高ゲインの共振検出方法を示した説明図である。図 5 ( a ) のように、閉ループ特性の乱れが共振のない理想特性より上側に出る場合、前述と同様にゲイン交点付近の共振周波数帯域  $f_a \sim f_b$  を含む周波数帯域  $f_1 \sim f_2$  を選び、その帯域における測定された閉ループ特性の線形近似線を、 $f_1$  ,  $f_2$  における 2 点を結ぶ直線として求める。

20

## 【 0 0 2 9 】

次に図 5 ( b ) のように、共振を含む元の閉ループ特性と求めた線形近似線との差分が最大となる周波数を共振周波数とし、その時の差分値をピークレベルとし、そのピークレベルと差分値が 0 になる時の周波数  $f_{a'}$  ,  $f_{b'}$  より補正フィルタを決定する。一般的に閉ループゲイン特性は周波数が上がるに連れ負の傾きが徐々に緩やかになるようなカーブを描くので、理想特性よりゲインが高い乱れの周波数帯域  $f_a \sim f_b$  より広く  $f_1 \sim f_2$  を選んで、その 2 点を結んだ線形近似線は必ず特性の乱れと 2 点で交わる。この交わる 2 点で差分値が 0 になり、その時の周波数  $f_{a'}$  ,  $f_{b'}$  は帯域  $f_a \sim f_b$  に含まれる。

30

## 【 0 0 3 0 】

このようにして求めたフィルタにより補正された閉ループゲイン特性図を図 5 ( c ) に示す。この時、帯域  $f_{a'} \sim f_{b'}$  は帯域  $f_a \sim f_b$  に含まれるので、補正されるのは理想特性より高ゲインの乱れの一部だけとなり、残りの乱れはまだ若干残る。しかし、先ほどの乱れが理想特性より低ゲインの場合の結果と同様に、補正後のゲイン交点付近の閉ループゲイン特性が理想特性よりゲインが高い状態でゲイン交点調整を調整すると、系全体の閉ループゲイン特性はゲインが下がり、ゲイン余裕は増加の方向に変化するので、系の安定性は保たれる。また、最初に  $f_1$  および  $f_2$  を充分広く選んでおくことで、共振周波数帯域  $f_a \sim f_b$  のパラツキを考慮した補正を行うことが可能になるのも一つの特徴である。

40

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 3 1 】

本発明に係る光ディスク装置は、アクチュエータごとの共振の影響を補正したサーボ系を実現するので、共振に不利になるアクチュエータの小型化が可能になる利点がある。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 3 2 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態における光ディスク装置の構成図

【 図 2 】 アクチュエータの共振による閉ループ特性の乱れを補正するフィルタの特性図

50

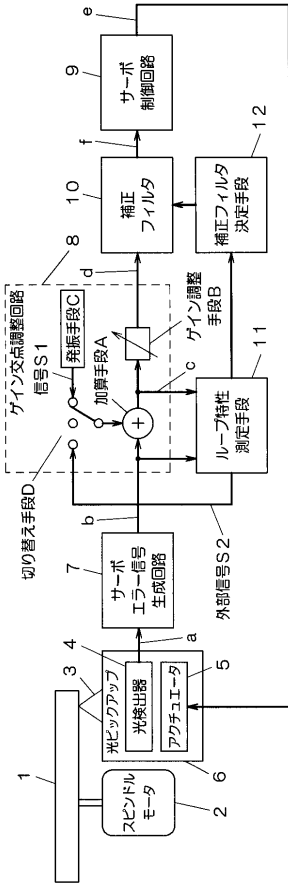
- 【図3】補正フィルタにより特性の乱れを補正された閉ループゲイン特性図
- 【図4】近似線を用いた理想特性より低ゲインの共振検出方法を示した説明図
- 【図5】近似線を用いた理想特性より高ゲインの共振検出方法を示した説明図
- 【図6】従来例1の光ディスク装置の構成図
- 【図7】高次共振点のない場合のアクチュエータの閉ループ特性図
- 【図8】ゲイン交点付近に共振点がある場合のアクチュエータの閉ループゲイン特性図
- 【図9】従来例2の光ディスク装置の構成図

## 【符号の説明】

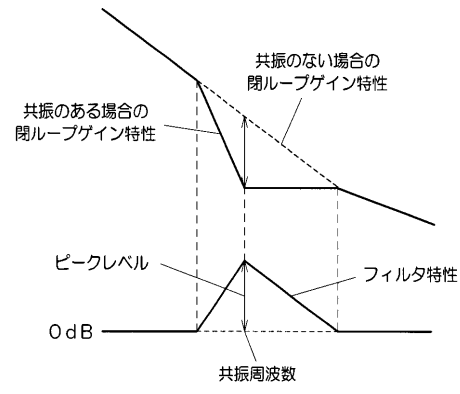
## 【0033】

- |    |                        |    |
|----|------------------------|----|
| 1  | 光ディスク                  | 10 |
| 2  | スピンドルモータ               |    |
| 3  | 光ビーム                   |    |
| 4  | 光検出器                   |    |
| 5  | アクチュエータ                |    |
| 6  | 光ピックアップ                |    |
| 7  | サーボエラー信号生成回路           |    |
| 8  | ゲイン交点調整回路              |    |
| 9  | サーボ制御回路                |    |
| 10 | 補正フィルタ                 |    |
| 11 | ループ特性測定手段              | 20 |
| 12 | 補正フィルタ決定手段             |    |
| A  | 加算手段                   |    |
| B  | ゲイン調整手段                |    |
| C  | 発振手段                   |    |
| a  | サーボ信号                  |    |
| b  | サーボエラー信号               |    |
| c  | 加算手段A後のサーボエラー信号        |    |
| d  | ゲイン調整手段B後のサーボエラー信号     |    |
| e  | アクチュエータ制御信号            |    |
| f  | 補正フィルタ10後のサーボエラー信号     | 30 |
| S1 | 発振手段Cにより発生される所定の周波数の信号 |    |
| S2 | 外部信号                   |    |

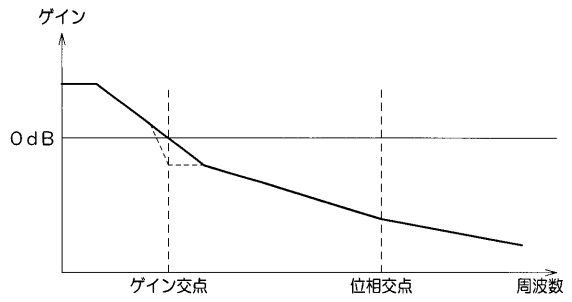
【 図 1 】



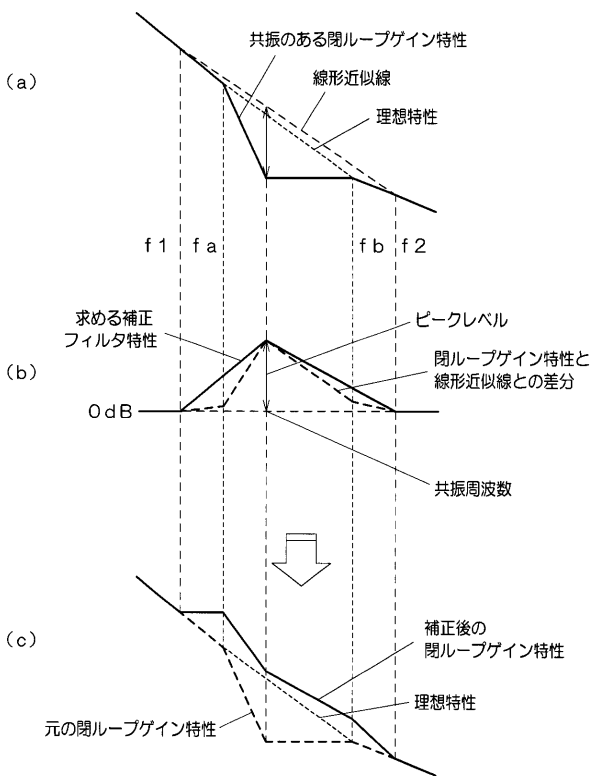
【 図 2 】



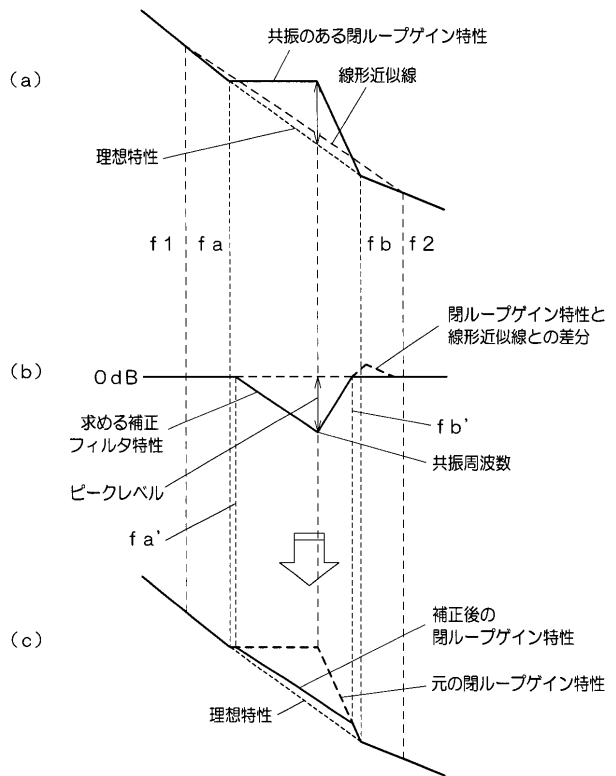
【 図 3 】



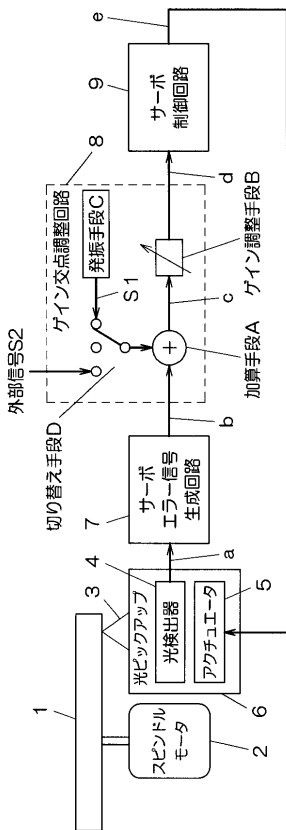
【 図 4 】



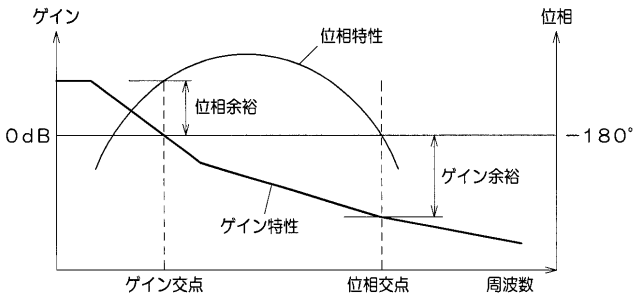
【 図 5 】



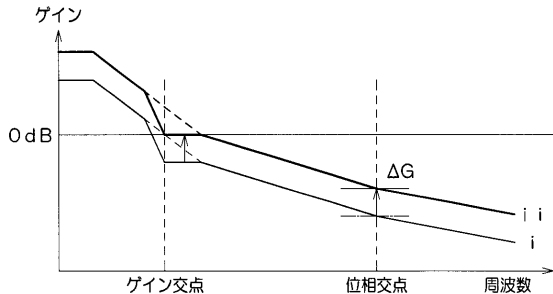
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

