(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3659200号

(P3659200)

(45)発行日　平成17年6月15日(2005.6.15)　(24)登録日　平成17年3月25日(2005.3.25)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G05D 3/12	G05D	3/12	305S
G05B 11/36	G05B	11/36	501E
G11B 7/085	G11B	7/085	B
G11B 7/095	G11B	7/095	A
G11B 21/10	G11B	21/10	L

請求項の数 24　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願2001-203451(P2001-203451)
(22)出願日　平成13年7月4日(2001.7.4)
(65)公開番号　特開2003-15744(P2003-15744A)
(43)公開日　平成15年1月17日(2003.1.17)
審査請求日　平成15年2月12日(2003.2.12)

(73)特許権者　000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目７番１号
(74)代理人　100084250
弁理士　丸山　隆夫
(72)発明者　窪田　雅史
東京都港区芝五丁目７番１号　日本電気株式会社内
(72)発明者　下生　茂
東京都港区芝五丁目７番１号　日本電気株式会社内
(72)発明者　岩澤　尚俊
東京都港区芝五丁目７番１号　日本電気株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】位置決め制御装置および位置決め制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

周期的に概ね等しい位置変動を繰り返す目標部材に移動部材を追従させる位置決め制御装置であって、

前記目標部材の目標位置決め位置と、前記移動部材との相対的位置誤差を検出して位置誤差信号を出力する位置検出手段と、

前記位置誤差信号と、遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する第１の加算手段と、

該第１の加算手段の出力信号のうち所定の周波数帯域のみを通過させる通過域設定手段と、

該通過域設定手段の出力信号を前記位置変動の周期分遅延させた前記遅延信号を出力する信号遅延手段と、

前記位置誤差信号と、前記遅延信号と、フィルタ手段を介した前記遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する加算手段と、

該加算手段の出力信号に基づいて、前記移動部材を駆動する駆動手段とを有し、

前記フィルタ手段の周波数特性は、少なくとも前記移動部材と前記位置検出手段と前記駆動手段とを含む位置決め制御ループの一巡伝達特性がゲイン１付近となる周波数範囲において、前記位置決め制御ループの一巡伝達特性（Ｇ）の逆特性（１／Ｇ）に概ね等しいことを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項２】

前記信号遅延手段は、前記通過域設定手段から入力される信号のうち所定の周波数帯域

のみを通過させる帯域制限手段を備えることを特徴とする請求項１記載の位置決め制御装置。

【請求項３】

前記通過域設定手段が通過させる周波数帯域は、前記帯域制限手段が通過させる周波数帯域に含まれることを特徴とする請求項２記載の位置決め制御装置。

【請求項４】

前記各加算手段は、それぞれ、入力された信号同士を加算することにより出力信号を生成することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載の位置決め制御装置。

【請求項５】

前記フィルタ手段の伝達特性Ｆ（ｓ）と通過域設定手段の伝達特性Ｆｂ（ｓ）が、前記位置決め制御ループの一巡伝達特性をＧ（ｓ）とした場合、｜Ｘ｜をＸのゲインとして、｜１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）｜・｜Ｆｂ（ｓ）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすことを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載の位置決め制御装置。

【請求項６】

前記通過域設定手段は、前記位置決め制御ループの一巡伝達特性がゲインが１付近となる周波数の周波数成分、および／または、前記一巡伝達特性がゲイン１付近となる周波数以下の所定の周波数成分を通過させる特性を有することを特徴とする請求項１乃至５のいずれか１項記載の位置決め制御装置。

【請求項７】

前記位置決め制御装置の安定化補償、および／または、偏差補償を行う補償手段をさらに含むことを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載の位置決め制御装置。

【請求項８】

前記フィルタ手段の伝達特性Ｆ（ｓ）と通過域設定手段の伝達特性Ｆｂ（ｓ）が、前記移動部材と前記位置検出手段と前記補償手段と前記駆動手段とを含む位置決め制御ループの一巡伝達特性をＧ（ｓ）とした場合、｜Ｘ｜をＸのゲインとして、｜１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）｜・｜Ｆｂ（ｓ）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすことを特徴とする請求項７に記載の位置決め制御装置。

【請求項９】

前記通過域設定手段は、前記位置決め制御ループの一巡伝達特性のゲインが１付近となる周波数の周波数成分、および／または前記一巡伝達特性のゲインが１付近となる周波数以下の所定の周波数成分を通過させる特性を有することを特徴とする請求項７又は８に記載の位置決め制御装置。

【請求項１０】

周期的に概ね等しい位置変動を繰り返す目標部材に対して移動部材を位置追従させる位置決め制御装置であって、

前記目標部材の目標位置決め位置と、前記移動部材との相対的位置誤差を検出して位置誤差信号を出力する位置検出手段と、

前記位置誤差信号と、遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する第１の加算手段と、

該第１の加算手段の出力信号のうち所定の周波数帯域のみを通過させる通過域設定手段と、

該通過域設定手段の出力信号を前記位置変動の周期分遅延させた前記遅延信号を出力する信号遅延手段と、

前記位置誤差信号と、前記遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する第２の加算手段と、

該第２の加算手段の出力信号に基づいて、当該位置決め制御装置の安定化補償、および／または偏差補償を行う補償手段と、

所定の周波数範囲において、前記移動部材の移動量を、前記遅延信号の示す位置変動量に一致させる特性を有するフィルタ手段と、

前記補償手段の出力信号と、前記フィルタ手段の出力信号とに基づいて、出力信号を生成する第３の加算手段と、

該第３の加算手段の出力信号に基づいて前記移動部材を駆動する駆動手段とを有することを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項１１】

前記所定の周波数範囲は、前記移動部材と、前記位置検出手段と、前記補償手段と、前記駆動手段とを有する位置決め制御ループの一巡伝達特性のゲインが１付近となる周波数を含むことを特徴とする請求項１０記載の位置決め制御装置。

【請求項１２】

前記第１、第２および第３の各加算手段は、それぞれ、入力された信号同士を加算することにより、出力信号を生成することを特徴とする請求項１０又は１１記載の位置決め制御装置。

【請求項１３】

周期的に概ね等しい位置変動を繰り返す目標部材に移動部材を位置追従させる位置決め制御方法であって、

前記目標部材の目標位置決め位置と、前記移動部材との相対的位置誤差を検出して位置誤差信号を出力する位置検出工程と、

前記位置誤差信号と、遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する第１の加算工程と、

該第１の加算工程の出力信号のうち所定の周波数帯域のみを通過させる通過域設定工程と、

該通過域設定工程の出力信号を前記位置変動の周期分遅延させた前記遅延信号を出力する信号遅延工程と、

前記位置誤差信号と、前記遅延信号と、フィルタ工程により処理された前記遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する加算工程と、

該加算工程の出力信号に基づいて、前記移動部材を駆動する駆動工程とを有し、

前記フィルタ工程の周波数特性は、少なくとも前記移動部材と、前記位置検出工程と、前記駆動工程とを含む位置決め制御ループの一巡伝達特性のゲインが１付近となる周波数範囲において、前記位置決め制御ループの一巡伝達特性が（Ｇ）の逆特性（１／Ｇ）に概ね等しいことを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項１４】

前記信号遅延工程において、前記通過域設定工程から入力される信号のうち所定の周波数帯域のみを通過させる帯域制限処理を行うことを特徴とする請求項１３に記載の位置決め制御方法。

【請求項１５】

前記通過域設定工程が通過させる周波数帯域は、前記帯域制限処理が通過させる周波数帯域に含まれることを特徴とする請求項１４記載の位置決め制御方法。

【請求項１６】

前記各加算工程は、それぞれ、入力された信号同士を加算することにより、出力信号を生成することを特徴とする請求項１３乃至１５のいずれか１項記載の位置決め制御方法。

【請求項１７】

前記フィルタ工程の伝達特性Ｆ（ｓ）と前記通過域設定工程の伝達特性Ｆｂ（ｓ）とが、前記位置決め制御ループの一巡伝達特性をＧ（ｓ）とした場合、｜Ｘ｜をＸのゲインとして、｜１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）｜・｜Ｆｂ（ｓ）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすことを特徴とする請求項１３乃至１６のいずれかに記載の位置決め制御方法。

【請求項１８】

前記通過域設定工程は、前記位置決め制御ループの一巡伝達特性がゲイン１が付近となる周波数の周波数成分、および／または、前記ゲイン１付近となる周波数以下の所定の周波数成分を通過させる特性を有することを特徴とする請求項１３乃至１７のいずれか１項記載の位置決め制御方法。

【請求項１９】

前記位置決め制御方法の安定化補償、および／または、偏差補償を行う補償工程をさらに含むことを特徴とする請求項１３乃至１５のいずれか１項記載の位置決め制御方法。

【請求項２０】
前記フィルタ工程の伝達特性Ｆ（ｓ）と通過域設定工程の伝達特性Ｆｂ（ｓ）とが、前記位置決め制御ループの一巡伝達特性をＧ（ｓ）とした場合、｜Ｘ｜をＸのゲインとして、｜１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）｜・｜Ｆｂ（ｓ）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすことを特徴とする請求項１９に記載の位置決め制御方法。
【請求項２１】
前記通過域設定工程は、前記位置決め制御ループの一巡伝達特性がゲイン１が付近となる周波数の周波数成分、および／または、前記ゲイン１付近となる周波数以下の所定の周波数成分を通過させる特性を有することを特徴とする請求項１９又は２０に記載の位置決め制御方法。
【請求項２２】
周期的に概ね等しい位置変動を繰り返す目標部材に移動部材を位置追従させる位置決め制御方法であって、
前記目標部材の目標位置決め位置と、前記移動部材との相対的位置誤差を検出して位置誤差信号を出力する位置検出工程と、
前記位置誤差信号と、遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する第１の加算工程と、
該第１の加算工程の出力信号のうち所定の周波数帯域のみを通過させる通過域設定工程と、
前記第１の加算工程の出力信号を前記位置変動の周期分遅延させた前記遅延信号を出力する信号遅延工程と、
前記位置誤差信号と、前記遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する第２の加算工程と、
該第２の加算工程の出力信号に基づいて、当該位置決め制御方法の安定化補償、および／または、偏差補償を行う補償工程と、
所定の周波数範囲において前記移動部材の移動量を前記遅延信号の示す位置変動量に一致させる特性を有するフィルタ工程と、
前記補償工程の出力信号と、前記フィルタ工程の出力信号とに基づいて、出力信号を生成する第３の加算工程と、
該第３の加算工程の出力信号に基づいて、前記移動部材を駆動する駆動工程とを有することを特徴とする位置決め制御方法。
【請求項２３】
前記所定の周波数範囲は、前記移動部材と、前記位置検出工程と、前記補償工程と、前記駆動工程とを含む位置決め制御ループの一巡伝達特性のゲインが１付近となる周波数を含むことを特徴とする請求項２２記載の位置決め制御方法。
【請求項２４】
前記第１、第２および第３の各加算工程は、それぞれ、入力された信号同士を加算することにより、出力信号を生成することを特徴とする請求項２２又は２３記載の位置決め制御方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、移動部材を目標位置に位置決め追従させる制御技術に関し、特に光ディスク装置あるいは磁気ディスク装置等において、ディスク状の記録担体に対して、光スポット、磁気ヘッド等の信号記録再生のためのトランスデューサを位置決め追従させる位置決め制御装置および位置決め制御方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来、ディスク状の記録担体に光ビームを照射して情報を記録または再生する光ディスク装置が広く用いられている。光ディスクの種類としては、例えばＣＤ、ＣＤ－Ｒ、ＣＤ－ＲＷ、ＤＶＤ－ＲＯＭ等がある。これらの光ディスク記憶装置は、情報の記録密度を高

めるために、情報を記録するトラックへの高精度なビーム追従が要求される。更には、ディスクの面ブレに応じて精度の高い焦点制御（フォーカス追従）が要求される。

【０００３】

一般に、追従制御の精度を高めるために、制御系のループゲインを高め、制御ループの応答周波数を高くする方法が用いられている。しかし、移動部材を移動する機械系の特性には限界があるため、この方法では十分な精度を確保できないこともある。

【０００４】

このような問題を解決するための手法として、ディスク状の記録担体の記録トラックまたは面ブレの規則性を利用して誤差を圧縮する手法が行われている。すなわち、ディスク面上の位置変動または上下動は、ディスクの回転によって引き起こされるものであり、その変動あるいは上下動の成分は、ディスクの回転と概ね同期する。従って、ディスク上の情報記録位置（目標部材）の位置変動の周期性を利用すれば、１回転から数回転前までの位置ずれ信号を用いて目標部材に対する移動部材（光ビームスポット）の追従性を改善できる。

【０００５】

従来技術の例を挙げると、例えば特公昭６０－５７０８５号公報に開示される「位置決め制御装置」がある（以下、第１の従来技術）。第１の従来技術は、一定周期をもった位置変動に対して、位置誤差信号を回転周期に同期して積算蓄積する信号遅延手段を備えている。これにより、その瞬間の位置誤差信号を加算して信号遅延手段に入力するとともに、位置誤差信号を加算した信号に基づいて移動部材を駆動するものである。

【０００６】

移動部材と、位置検出手段と、補償手段と、駆動手段とを直列結合した系を基礎制御手段と定義して説明する。第１の従来技術によれば、基礎制御手段の伝達関数をＧ（ｓ）とし、目標部材の周期的位置変動をＸｉとしたとき、周期的位置変動がｎ回繰り返されると、相対的位置誤差Ｘｅは、

$$Xe = Xi / \{1 + G(s)\}^{n}$$

となり、遅延手段出力はＸｉ／Ｇ（ｓ）に近づくことが示されている。

【０００７】

すなわち、１＋Ｇ（ｓ）の絶対値が１より大きい周波数領域においては、相対的位置誤差は０に近づく。このため、周期的変動に位置部材を追従させるための信号は、ほとんど信号遅延手段の出力によって与えられることになる。よって、基礎制御手段のゲイン（Ｇ（ｓ）の絶対値）または、応答周波数をむやみに高くしなくとも、追従性を大幅に向上できる。

【０００８】

また、第１の従来技術をさらに改良した技術が、特願２００１－０３０５２５号に提案した「位置決め制御装置及び位置決め制御方法」である（以下、第２の従来技術）。

第２の従来技術による位置決め制御装置は、周期的位置変動を有する目標位置と、移動部材との相対的誤差を積算蓄積する信号遅延手段を備えており、この信号遅延手段の出力を、その瞬間の位置誤差信号に加算する。そして、加算後の出力と、信号遅延手段の出力を特定の特性を有するフィルタを介して得られた信号とに基づき、移動部材を駆動するものである。

【０００９】

これにより、第２の従来技術は、第１の従来技術の効果が十分に得られなかった、１＋Ｇ（ｓ）が１より小さくなる場合でも適用可能である（第１の従来技術では誤差が圧縮されずに拡大（発散）してしまう）。すなわち、第２の従来技術は、基礎制御手段のカットオフ周波数（Ｇ（ｓ）のゲインが１となる、すなわち０ｄＢとなる周波数）付近より高い周波数の位置誤差を小さく抑えることを可能としている。

【００１０】

第２の従来技術によれば、フィルタの伝達関数をＦ（ｓ）とした場合、周期的位置変動がｎ回繰り返されたときの、相対的位置誤差Ｘｅは、

$Xe(n)=\{(1-G(s)F(s))^{n-1}/(1+G(s))^{n}\}\cdot Xi$

となる。

G（s）F（s）が1に近くなるような適当なフィルタ特性F（s）を設定することにより、1＋G（s）が1より小さくなる場合があっても、分子側の1－G（s）F（s）がさらに小さくなっていれば、残留する位置誤差Xe（n）を0に近づけられる。

【００１１】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来技術では、周期的位置変動の繰り返しの周波数に同期しない成分に関しては、位置誤差信号の圧縮率を劣化させてしまう場合があった。例えば、周期的位置変動の繰り返し周波数に同期しない非同期外乱が定常的に印加された場合、非同期外乱の信号成分に限ればかえって位置誤差信号を劣化させてしまうこともあった。

すなわち、上記従来技術は、基礎制御手段のゲイン、または、応答周波数をむやみに高くしなくとも追従性を向上でき、加えて、基礎制御手段のカットオフ周波数付近より高い周波数の位置誤差を小さく抑えられるが、さらなる改良を加える余地があった。

【００１２】

位置誤差信号を積算蓄積しない場合の位置誤差信号の圧縮特性Gc1（s）は、下記の式（1）で表される。また、位置誤差信号を積算蓄積する場合の位置誤差信号の圧縮特性Gc2は、下記の式（2）で表される。位置誤差信号の圧縮特性は、目標部材の位置変動から位置誤差信号に至る系の伝達特性で定義する。

$Gc1(s)=1/\{1+G(s)\}$ …（1）

$Gc2(s)=1/\{1+G(s)/(1-e^{-Ls})\}$ …（2）

ただし、s＝j×2πf、L：信号遅延手段で信号を遅延させる量（遅延量：時間）、j：虚数単位、f：周波数とする。

【００１３】

上記の式（2）は、遅延量の中間の周期近傍において極大値をとる。すなわち、式（2）における周波数fが、

$f_0=(2k+1)/2L$ （k＝0、1、2、3・・・）

となる周波数の近傍にて極大値をとる。式（2）は、周波数f＝f_0では下記の式（3）と表せる。

$Gc2'(s)=1/\{1+G(s)/2\}$ …（3）

【００１４】

式（1）と式（3）とを比較すると、G（s）が1よりも十分に大きい周波数領域（すなわち、基礎制御手段のカットオフ周波数よりも十分低い周波数領域）においては、上記従来技術を用いると、圧縮量が半分程度に劣化することが分かる。

換言すると、遅延量の中間の周期での目標部材の位置変動に関しては、上記従来技術を適用すると位置誤差信号の圧縮量が半分程度まで劣化してしまう。

【００１５】

光ディスク装置においては、位置誤差信号が持つ主要な周波数成分は、光ディスクの回転周期成分および回転周期の高調波成分であるため、位置誤差信号の繰り返しの規則性は概ね保たれる。しかし、回転周期に同期しない非同期外乱振動が、位置誤差信号に連続的に重畳する場合がある。

非同期外乱振動の例を挙げると、例えば、光ディスクを回転駆動するスピンドルモータが発するうなり振動がある。別の例としては、光ビームスポットをディスクの半径方向に移動する際にスティックスリップのような送りをすることで光ヘッドの送り機構が発生させる光ヘッド振動等があげられる。なお、スティックスリップとは、静摩擦状態から動摩擦状態の変移、およびその逆の変移を繰り返す挙動である。

【００１６】

非同期外乱振動は、ディスク面上の位置変動または上下動に対し支配的ではないが、上記従来技術を適用して回転同期成分に対する高精度追従を行った後の位置誤差信号においては支配的となってしまう。このため、非同期外乱振動によって、より高い追従精度を実

現することが妨げられる。
光ディスク装置において、非同期外乱振動は、主に基礎制御手段のカットオフ周波数に比して低い周波数成分として顕在する。よって、上記従来技術を適用する際に、基礎制御手段のカットオフ周波数に比して低い周波数領域での位置誤差信号成分に関しては、位置誤差信号を積算蓄積させないほうが良好な残留誤差信号が得られる場合がある。
【００１７】
本発明は、かかる問題に鑑みてなされたものであり、周期性を有する位置変動に対して、その周期性を活用して、いたずらに制御系伝達特性のゲインや応答周波数を増大させることなく、位置追従における相対位置誤差を低下させる位置決め装置および位置決め制御方法を提供することを目的とする。
さらに、位置誤差信号に位置変動の周期と同期しない成分が混在する場合においても、相対的位置誤差を劣化させることの少ない位置決め制御装置および位置決め制御方法を提供することを目的とする。
【００１８】
【課題を解決するための手段】
上記目的を達成するため請求項１記載の位置決め制御装置は、周期的に概ね等しい位置変動を繰り返す目標部材に移動部材を追従させる位置決め制御装置であって、目標部材の目標位置決め位置と、移動部材との相対的位置誤差を検出して位置誤差信号を出力する位置検出手段と、位置誤差信号と、遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する第１の加算手段と、該第１の加算手段の出力信号のうち所定の周波数帯域のみを通過させる通過域設定手段と、該通過域設定手段の出力信号を位置変動の周期分遅延させた遅延信号を出力する信号遅延手段と、位置誤差信号と、遅延信号と、フィルタ手段を介した遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する加算手段と、該加算手段の出力信号に基づいて、移動部材を駆動する駆動手段とを有し、フィルタ手段の周波数特性は、少なくとも移動部材と位置検出手段と駆動手段とを含む位置決め制御ループの一巡伝達特性がゲイン１付近となる周波数範囲において、位置決め制御ループの一巡伝達特性（Ｇ）の逆特性（１／Ｇ）に概ね等しいことを特徴とする。
【００１９】
請求項２の発明は請求項１記載の位置決め制御装置であって、信号遅延手段は、通過域設定手段から入力される信号のうち所定の周波数帯域のみを通過させる帯域制限手段を備えることを特徴とする。
【００２０】
請求項３の発明は請求項２記載の位置決め制御装置であって、通過域設定手段が通過させる周波数帯域は、帯域制限手段が通過させる周波数帯域に含まれることを特徴とする。
【００２１】
請求項４の発明は請求項１乃至３のいずれか１項に記載の位置決め制御装置であって、各加算手段は、それぞれ、入力された信号同士を加算することにより出力信号を生成することを特徴とする。
【００２２】
請求項５の発明は請求項１乃至４のいずれか１項に記載の位置決め制御装置であって、フィルタ手段の伝達特性Ｆ（ｓ）と通過域設定手段の伝達特性Ｆｂ（ｓ）とが、位置決め制御ループの一巡伝達特性をＧ（ｓ）とした場合、｜Ｘ｜をＸのゲインとして、｜１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）｜・｜Ｆｂ（ｓ）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすことを特徴とする。
【００２３】
請求項６の発明は請求項１乃至５のいずれか１項に記載の位置決め制御装置であって、通過域設定手段は、位置決め制御ループの一巡伝達特性がゲインが１付近となる周波数の周波数成分、および／または、一巡伝達特性がゲイン１付近となる周波数以下の所定の周波数成分を通過させる特性を有することを特徴とする。
【００２４】

請求項７の発明は請求項１乃至４のいずれか１項に記載の位置決め制御装置であって、位置決め制御装置の安定化補償、および／または、偏差補償を行う補償手段をさらに含むことを特徴とする。

【００２５】

請求項８の発明は請求項７に記載の位置決め制御装置であって、フィルタ手段の伝達特性Ｆ（ｓ）と通過域設定手段の伝達特性Ｆｂ（ｓ）とが、位置決め制御ループの一巡伝達特性をＧ（ｓ）とした場合、｜Ｘ｜をＸのゲインとして、｜１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）｜・｜Ｆｂ（ｓ）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすことを特徴とする。

【００２６】

請求項９の発明は請求項７又は８に記載の位置決め制御装置であって、通過域設定手段は、位置決め制御ループの一巡伝達特性のゲインが１付近となる周波数の周波数成分、および／または、一巡伝達特性のゲインが１付近となる周波数以下の所定の周波数成分を通過させる特性を有することを特徴とする。

【００２７】

請求項１０記載の位置決め制御装置は、周期的に概ね等しい位置変動を繰り返す目標部材に対して移動部材を位置追従させる位置決め制御装置であって、目標部材の目標位置決め位置と、移動部材との相対的位置誤差を検出して位置誤差信号を出力する位置検出手段と、位置誤差信号と、遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する第１の加算手段と、該第１の加算手段の出力信号のうち所定の周波数帯域のみを通過させる通過域設定手段と、該通過域設定手段の出力信号を位置変動の周期分遅延させた遅延信号を出力する信号遅延手段と、位置誤差信号と、遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する第２の加算手段と、該第２の加算手段の出力信号に基づいて、当該位置決め制御装置の安定化補償、および／または、偏差補償を行う補償手段と、所定の周波数範囲において、移動部材の移動量を、遅延信号の示す位置変動量に一致させる特性を有するフィルタ手段と、補償手段の出力信号と、フィルタ手段の出力信号とに基づいて、出力信号を生成する第３の加算手段と、該第３の加算手段の出力信号に基づいて移動部材を駆動する駆動手段とを有することを特徴とする。

【００２８】

請求項１１の発明は請求項１０記載の位置決め制御装置であって、所定の周波数範囲は、移動部材と、位置検出手段と、補償手段と、駆動手段とを有する位置決め制御ループの一巡伝達特性のゲインが１付近となる周波数を含むことを特徴とする。

【００２９】

請求項１２の発明は請求項１０又は１１に記載の位置決め制御装置であって、第１、第２および第３の各加算手段は、それぞれ、入力された信号同士を加算することにより、出力信号を生成することを特徴とする。

【００３０】

請求項１３記載の位置決め制御方法は、周期的に概ね等しい位置変動を繰り返す目標部材に移動部材を位置追従させる位置決め制御方法であって、目標部材の目標位置決め位置と、移動部材との相対的位置誤差を検出して位置誤差信号を出力する位置検出工程と、位置誤差信号と、遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する第１の加算工程と、該第１の加算工程の出力信号のうち所定の周波数帯域のみを通過させる通過域設定工程と、該通過域設定工程の出力信号を位置変動の周期分遅延させた遅延信号を出力する信号遅延工程と、位置誤差信号と、遅延信号と、フィルタ工程により処理された遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する加算工程と、該加算工程の出力信号に基づいて、移動部材を駆動する駆動工程とを有し、フィルタ工程の周波数特性は、少なくとも移動部材と、位置検出工程と、駆動工程とを含む位置決め制御ループの一巡伝達特性のゲインが１付近となる周波数範囲において、位置決め制御ループの一巡伝達特性が（Ｇ）の逆特性（１／Ｇ）に概ね等しいことを特徴とする。

【００３１】

請求項１４の発明は請求項１３記載の位置決め制御方法であって、信号遅延工程におい

て、通過域設定工程から入力される信号のうち所定の周波数帯域のみを通過させる帯域制限処理を行うことを特徴とする。

【００３２】

請求項１５の発明は請求項１４記載の位置決め制御方法であって、通過域設定工程が通過させる周波数帯域は、帯域制限処理が通過させる周波数帯域に含まれることを特徴とする。

【００３３】

請求項１６の発明は請求項１３乃至１５のいずれか１項に記載の位置決め制御方法であって、各加算工程は、それぞれ、入力された信号同士を加算することにより、出力信号を生成することを特徴とする。

【００３４】

請求項１７の発明は請求項１３乃至１６のいずれかに記載の位置決め制御方法であって、フィルタ工程の伝達特性Ｆ（ｓ）と通過域設定工程の伝達特性Ｆｂ（ｓ）とが、位置決め制御ループの一巡伝達特性をＧ（ｓ）とした場合、｜Ｘ｜をＸのゲインとして、｜１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）｜・｜Ｆｂ（ｓ）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすことを特徴とする。

【００３５】

請求項１８の発明は請求項１３乃至１７のいずれか１項に記載の位置決め制御方法であって、過域設定工程は、位置決め制御ループの一巡伝達特性がゲイン１が付近となる周波数の周波数成分、および／または、ゲイン１付近となる周波数以下の所定の周波数成分を通過させる特性を有することを特徴とする。

【００３６】

請求項１９の発明は請求項１３乃至１５のいずれか１項に記載の位置決め制御方法であって、位置決め制御方法の安定化補償、および／または、偏差補償を行う補償工程をさらに含むことを特徴とする。

【００３７】

請求項２０の発明は請求項１９記載の位置決め制御方法であって、フィルタ工程の伝達特性Ｆ（ｓ）と通過域設定工程の伝達特性Ｆｂ（ｓ）とが、位置決め制御ループの一巡伝達特性をＧ（ｓ）とした場合、｜Ｘ｜をＸのゲインとして、｜１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）｜・｜Ｆｂ（ｓ）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすことを特徴とする。

【００３８】

請求項２１の発明は請求項１９又は２０に記載の位置決め制御方法であって、通過域設定工程は、位置決め制御ループの一巡伝達特性がゲイン１が付近となる周波数の周波数成分、および／または、ゲイン１付近となる周波数以下の所定の周波数成分を通過させる特性を有することを特徴とする。

【００３９】

請求項２２に記載の位置決め制御方法は、周期的に概ね等しい位置変動を繰り返す目標部材に移動部材を位置追従させる位置決め制御方法であって、目標部材の目標位置決め位置と、移動部材との相対的位置誤差を検出して位置誤差信号を出力する位置検出工程と、位置誤差信号と、遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する第１の加算工程と、該第１の加算工程の出力信号のうち所定の周波数帯域のみを通過させる通過域設定工程と、第１の加算工程の出力信号を位置変動の周期分遅延させた遅延信号を出力する信号遅延工程と、位置誤差信号と、遅延信号とに基づいて、出力信号を生成する第２の加算工程と、該第２の加算工程の出力信号に基づいて、当該位置決め制御方法の安定化補償、および／または、偏差補償を行う補償工程と、所定の周波数範囲において移動部材の移動量を遅延信号の示す位置変動量に一致させる特性を有するフィルタ工程と、補償工程の出力信号と、フィルタ工程の出力信号とに基づいて、出力信号を生成する第３の加算工程と、該第３の加算工程の出力信号に基づいて、移動部材を駆動する駆動工程とを有することを特徴とする。

【００４０】

請求項２３の発明は請求項２２記載の位置決め制御方法であって、所定の周波数範囲は、移動部材と、位置検出工程と、補償工程と、駆動工程とを含む位置決め制御ループの一巡伝達特性のゲインが１付近となる周波数を含むことを特徴とする。

【００４１】

請求項２４の発明は請求項２２又は２３に記載の位置決め制御方法であって、第１、第２および第３の各加算工程は、それぞれ、入力された信号同士を加算することにより、出力信号を生成することを特徴とする。

【００４２】

〔作用〕

本発明によれば、基礎制御手段のカットオフ周波数付近より高い周波数の位置誤差を小さく抑えられる。さらには、位置誤差の劣化を招いていた、基礎制御手段のカットオフ周波数近傍以下の周波数での非同期外乱の影響を少なく抑えられる。よって、さらなる高精度の位置追従が要求されている、光ディスク装置や磁気ディスク装置等において高記録密度化が達成される。加えて、ディスク振動や、光ビームスポットのディスク半径位置送りにともなう光ヘッド振動等が特に顕著となるディスクの高速回転時にも、基礎制御手段のカットオフ周波数を上げることなく追従性能を向上できる。

【００４３】

【発明の実施の形態】

本発明による位置決め制御装置および位置決め制御方法の実施形態を、図面を用いて以下に説明する。

各実施形態において、光ビームスポットの移動に係る、対物レンズと、フォーカスアクチュエータとの構成を移動部材と定義する。また、光検出器、光ヘッド、レーザ光源、および位置誤差信号演算回路による構成を位置検出器と定義する。これにより、各実施形態においては、移動部材と、位置検出器と、補償手段と、駆動手段とを直列結合した系をもって基礎制御手段が構成される。

【００４４】

〔第１の実施形態〕

本発明による位置決め制御装置および位置決め制御方法を好適に実施した第１の実施形態について説明する。

図１に、本実施形態による位置決め制御装置を適用した光ディスク装置における、フォーカス追従（焦点位置制御）装置の構成を示す。このフォーカス追従装置は、対物レンズ４、フォーカスアクチュエータ５、光検出器６、光ヘッド７、レーザ光源８、第１の加算回路１０、第２の加算回路１１、信号遅延手段１３、第２のフィルタ１４、位置誤差信号演算回路１５、第３の加算回路１７、補償手段１８、駆動手段２０、および通過域設定手段２１を有する。

【００４５】

対物レンズ４は、レーザ光源８から出力された光ビームを収束して、光ビームスポット（合焦位置）３を形成させる。フォーカスアクチュエータ５は、駆動手段２０の出力信号に基づいて、対物レンズ４を光ビームの光軸５０に沿って移動させることで、光ビームスポット３を変位させる（移動部材の移動量Ｘｏ）。光検出器６は、対物レンズ４および光ヘッド７を介して検出した光ディスク１からの戻り光信号を電気信号に変換する。レーザ光源８は、光ディスク１に照射する光ビームを出力する。第１の加算回路１０は、位置誤差信号Ｘｅと、信号遅延手段１３の出力する遅延信号ＸＬとを加算して、通過域設定手段２１に出力する。第２の加算回路１１は、位置誤差信号Ｘｅと、遅延信号ＸＬとを加算して出力する。信号遅延手段１３は、通過域設定手段２１の出力信号を遅延させる。

【００４６】

第２のフィルタ１４は、遅延信号ＸＬを所定のフィルタ処理して出力する。例えば、第２のフィルタ１４の特性は、基礎制御手段の逆特性を持つフィルタと、基礎制限手段の極零の相対次数と次数が等しく、かつ、基礎制御手段と比べて広いカットオフ周波数を有するローパスフィルタとを直列結合することで微分動作なしで実現できる。

【００４７】
位置誤差信号演算回路１５は、光検出器６の出力信号からフォーカスエラー信号を抽出して出力する。このフォーカスエラー信号を位置誤差信号Ｘｅとする。フォーカスエラー信号の検出には、ナイフエッジ法、非点収差法等を用いるとよい。第３の加算回路１７は、第２の加算回路１１の出力と、第２のフィルタ１４の出力とを加算して出力する。
【００４８】
補償手段１８は、第３の加算回路１７の出力に基づいて、フォーカスアクチュエータ５の駆動制御信号１１１を出力する。補償手段１８は、所望の安定化補償性能あるいは偏差補償性能が得られれば、どのようなものでもよい。本実施形態による補償手段１８は、アナログ素子で構成したリードラグ（ｌｅａｄ－ｌａｇ）フィルタと、ラグリード（ｌａｇ－ｌｅａｄ）フィルタとを直列接続した位相補償フィルタおよびゲインによる構成とする。リードラグフィルタは、基礎制御手段のカットオフ周波数近傍での安定化補償を実現する。ラグリードフィルタは、フォーカスアクチュエータ５の共振周波数の近傍での偏差補償を実現する。
【００４９】
駆動手段２０は、駆動制御信号１１１を電力増幅した信号をフォーカスアクチュエータ５に入力することにより、駆動制御信号１１１に基づいてフォーカスアクチュエータ５を駆動する。駆動手段２０は、フォーカスアクチュエータ５が自在に駆動可能であればどのようなものであってもよい。本実施形態による駆動手段２０は、駆動制御信号１１１をフォーカスアクチュエータ５の駆動電流に対する基準電流信号としたパワーアンプによる構成とする。
【００５０】
通過域設定手段２１は、第１の加算回路１０の出力信号を帯域通過フィルタ処理して出力する。
【００５１】
信号遅延手段１３は、第１のフィルタ１２と、遅延素子１６と、クロック発生器１９とを有する。第１のフィルタ１２は、通過域設定手段２１の出力信号を帯域制限処理して、信号１０２として出力する。
遅延素子１６は、信号１０２をディスク１回転の周期に概ね等しい時間Ｌだけ遅らせた遅延信号ＸＬを出力する。遅延素子１６は、所定の信号遅延が得られればどのような手段であってもよい。クロック発生器１９は、クロック信号１０１を出力する。
なお、本実施形態のように、位置決め制御器をアナログ制御器として構成する際には、ＣＣＤ（Charge Coupled Device：電荷結合素子）を利用した遅延素子１６を用いると簡便でよい。ＣＣＤは、クロック発生器１９の出力するクロック信号１０１に従って、遅延素子１６の入力信号１０２を出力側にずらしていくものである。これは、一種のアナログ信号に対するシフトレジスタであるが、クロック信号１０１の周期に対応した信号遅延が得られる。
【００５２】
遅延信号ＸＬは、１回転前までの光ディスク１の位置誤差信号を、第１のフィルタ１２の制限帯域内において、通過域設定手段２１の有する通過帯域で重み付けした上で加算したものとなる。従って、遅延信号ＸＬは、通過域設定手段２１で重み付けされた第１のフィルタ１２の制限帯域内の位置誤差が０（ゼロ）になるまで、光ディスク１の１回転毎に増加して、遅延素子１６内に積算蓄積されることとなる。
【００５３】
本実施形態による光ディスク装置におけるフォーカス追従装置では、光ビームスポット３を光ディスク１上の情報記録位置２に追従させる位置決め制御系が構成される。すなわち、本実施形態における目標部材は光ディスク１上の情報記録位置２である（他の実施形態についても同様）。
光ディスク１は、スピンドルモータ回転軸５１を中心軸として、スピンドルモータ９によって概略一定の周期で回転されている。なお、スピンドルモータ９は、図示しないコン

トローラによって制御される。情報記録位置２は、光ディスク１の回転に伴って、光ビームの光軸５０の方向に、概略一定の周期をもって等しい位置変動（目標部材の位置変動Ｘｉ）を繰り返す。

【００５４】

上記の構成による第１の実施形態を適用した光ディスク装置の実施例について説明する。ただし、説明を簡便にするため、位置検出器（移動部材の移動量Ｘｏから位置誤差信号Ｘｅに至る系）の伝達特性、駆動手段２０の伝達特性はともに近似的に１で正規化して示すものとする。

【００５５】

本実施形態における移動部材の伝達特性Ｐは、本実施例では下記の式（４）で表される２次位相遅れ系で近似できる。

$$P(s)=348/(s^2+21.9s+1.14\times10^5) \quad \cdots(4)$$

（単位：ｍ／Ａ）

【００５６】

本実施例では、補償手段１８の伝達特性Ｃ（ｓ）を下記の式（５）と設定する。これによって、基礎制御手段の伝達特性Ｇ（ｓ）は、下記の式（６）となるため、２ｋＨｚ近傍に基礎制御手段のカットオフ周波数が得られることとなる。また、本実施例における基礎制御手段は、カットオフ周波数にて位相が１８０度近傍の遅れ特性を示すので、２ｋＨｚ近傍以上の周波数での位置誤差の圧縮性能は望めない。

このため、第２のフィルタ１４の伝達特性Ｆ（ｓ）を下記の式（７）と設定する。これにより、伝達特性Ｆ（ｓ）は、本実施例における基礎制御手段のカットオフ周波数近傍、およびそれより高い周波数領域の一部の範囲で基礎制御手段の逆特性に概ね等しい特性を持つことになる。下記の式（７）において、$G(s)^{-1}$に含まれる移動部材の逆特性：$P(s)^{-1}$は、あらかじめ実験的に求めた移動部材の近似特性を使用すればよい。

$$C(s)=2\times10^6\times\{(s+1741)/(s+326)\}\times\{(s+3141)/(s+50265)\} \quad \cdots(5)$$

$$G(s)=C(s)P(s) \quad \cdots(6)$$

$$F(s)=G(s)^{-1}\times\{3.14\times10^5/(s+3.14\times10^5)^2 \quad \cdots(7)$$

【００５７】

また、第１のフィルタ１２の伝達特性における制限帯域を、本実施例における基礎制御手段のカットオフ周波数である２ｋＨｚより高い、６ｋＨｚの周波数に設定することで下記の式（８）を得る。

$$Fi(s)=3.77\times10^4/(s+3.77\times10^4) \quad \cdots(8)$$

【００５８】

遅延素子１６の伝達特性ＤＬ（ｓ）を下記の式（９）に示す。

$$DL(s)=e^{-Ls} \quad \cdots(9)$$

【００５９】

通過域設定手段２１の有する通過帯域を、基礎制限手段のカットオフ周波数（本実施例では２ｋＨｚ）より低い５５０Ｈｚ近傍を中心として、１２０Ｈｚから２．５ｋＨｚ程度に設定する。これにより下記の式（１０）に示す通過域設定手段２１の伝達関数：Ｆｂ（ｓ）が得られる。ただし、式（１０）では通過帯域において最大１２ｄＢの重みを付けた構成とした。

$$Fb(s)=\{(s+3.77\times10^2)/(s+7.54\times10^2)\}^2\times\{(s+3.14\times10^4)/(s+1.57\times10^4)\}^2/2^2 \quad \cdots(10)$$

【００６０】

第２の従来技術を参照すると、本発明における位置誤差の収束条件は、下記の式（１１）で表される。ただし、｜Ｘ｜をＸのゲインと定義する。

$$|1+G(s)|>|1-G(s)F(s)|\cdot|Fi(s)|\cdot|Fb(s)| \quad \cdots$$

（１１）

式（１１）に示される収束条件は、通過域設定手段２１のゲイン｜Ｆｂ（ｓ）｜が右辺に掛け合わされている点が、第２の従来技術における位置誤差の収束条件、

｜１＋Ｇ（ｓ）｜＞｜１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）｜・｜Ｆｉ（ｓ）｜

と相違する。

すなわち、式（１０）に示した様に、通過域設定手段２１のゲインを１以下ととる限り、式（１１）において示される位置誤差の収束条件は、第２の従来技術における位置誤差の収束条件に含まれることとなる。

【００６１】

また、式（４）から式（８）を上記のように設定することで、式（１１）の収束条件が満足される。これにより、基礎制御手段のカットオフ周波数を超えて光ディスク１の回転に同期した位置誤差成分を圧縮することが可能となる。

同様に、本実施例のフォーカス追従装置の位置誤差圧縮特性（目標部材の位置変動Ｘｉから位置誤差信号Ｘｅに至る系の伝達特性）をＧｃ（ｓ）と置くと、伝達特性Ｇｃ（ｓ）は、式（１２）で表される。

$$Gc(s)=\{1-Fb(s)Fi(s)e^{-Ls}\}/\{1-Fb(s)Fi(s)e^{-Ls}+G(s)+G(s)F(s)Fb(s)Fi(s)e^{-Ls}\} \quad \cdots(12)$$

光ディスク１の回転に同期した高調波を含む位置誤差成分の圧縮特性をＧｃ３（ｓ）と置くと、圧縮特性Ｇｃ３（ｓ）は、上記の式（１２）において、

$e^{-Ls}=1$

とした場合に相当し、下記の式（１３）で表される。

$$Gc3(s)=\{1-Fb(s)Fi(s)\}/\{1-Fb(s)Fi(s)+G(s)+G(s)F(s)Fb(s)Fi(s)\} \quad \cdots(13)$$

【００６２】

信号遅延量Ｌの中間の周期での位置誤差成分の圧縮特性をＧｃ４（ｓ）と置くと、圧縮特性Ｇｃ４（ｓ）は、上記の式（１２）において、

$e^{-Ls}=-1$

とおいた場合に相当し、下記の式（１４）で表される。

$$Gc4(s)=\{1+Fb(s)Fi(s)\}/\{1+Fb(s)Fi(s)+G(s)-G(s)F(s)Fb(s)Fi(s)\} \quad \cdots(14)$$

【００６３】

本実施例におけるＧｃ１（ｓ）、Ｇｃ３（ｓ）、Ｇｃ４（ｓ）のゲイン特性をそれぞれ図２の（ｃ）、（ａ）、（ｂ）に示す。また、上記第２の従来技術でのゲイン特性を図２（ｄ）および（ｅ）に示す。

図２の（ｃ）のゲイン特性と、（ｄ）および（ｅ）のゲイン特性とを比較することによって、位置誤差を積算蓄積しない場合と、上記第２の従来技術を適用し、かつ、位置誤差を積算蓄積する場合とのゲイン特性を比較できる。

【００６４】

第２の従来技術を適用し、かつ、位置誤差を積算蓄積する場合は、光ディスク１の回転に同期した位置誤差（図２（ｄ））に関しては圧縮効果が得られるが、信号遅延量Ｌの中間での位置誤差（図２（ｅ））に関しては、特にＤＣ側の周波数領域で位置誤差の圧縮量が劣化していることが確認できる。

一方、本実施例では、通過域設定手段２１の有する通過帯域を、基礎制御手段のカットオフ周波数より低い、５５０Ｈｚ近傍を中心に設定している。よって、５５０Ｈｚ近傍の周波数では、光ディスク１の回転に同期した位置誤差の圧縮効果が得られる（図２（ａ））。また、よりＤＣ側の周波数領域では、信号遅延量Ｌの中間の周期での位置誤差の圧縮率の劣化は、６ｄＢから２ｄＢに低減されていることが確認できる（図２（ｂ））。

【００６５】

また、通過域設定手段２１の有する通過帯域で最大１２ｄＢの重みをつけるようにした

ことにより、通過帯域以外の周波数成分においても、光ディスク１の回転に同期した位置誤差成分の圧縮効果が得られる。特に、ＤＣ側の周波数成分に関しては最大３ｄＢの圧縮効果が得られている（図２（ａ））。

【００６６】

〔第２の実施形態〕

次に、本発明による位置決め制御装置および位置決め制御方法を好適に実施した第２の実施形態について説明する。

【００６７】

第１の実施形態においては、第１のフィルタ１２の伝達特性における制限帯域内に、通過域設定手段２１の有する通過帯域を設定した。通過域設定手段２１の有する通過帯域を第１のフィルタ１２の制限帯域を超えて設定することは、式（１１）に示される位置誤差の収束条件を満足する限り可能であるが、実用上は好ましくない。これは、第１のフィルタ１２の制限帯域は、余裕を持って位置誤差を収束させるために、遅延素子１６内に積算蓄積する信号の帯域の上限を規定しているためである。

よって、通過域設定手段２１の有する通過帯域の上限をフィルタ１２の制限帯域まで広げる場合、図３に示す第２の実施形態の構成を採用することが望ましい。

【００６８】

図３は、本実施形態による位置決め制御装置を適用した光ディスク装置における、フォーカス追従（焦点位置制御）装置の構成を示すブロック図である。

【００６９】

本実施形態において、第１の加算回路１０は、位置誤差信号Ｘｅと、信号遅延手段２３が出力する遅延信号ＸＬとを加算して、通過域設定手段２２に出力する。通過域設定手段２２は、第１の加算回路１０の出力信号を帯域通過フィルタ処理した後、信号１０３として出力する。ただし、通過域設定手段２２の有する通過帯域の上限は、位置誤差を余裕をもって収束させるために、遅延素子１６内に積算蓄積される信号の帯域の上限と等しく設定される。遅延素子１６は、信号１０３をディスク１回転の周期に概ね等しい時間遅延させた遅延信号ＸＬを出力する。信号遅延手段２３は、遅延素子１６およびクロック発生器１９を有する。

【００７０】

上記構成の第２の実施形態による位置決め制御装置を適用した光ディスク装置の実施例について説明する。

通過域設定手段２２の有する通過帯域を基礎制限手段のカットオフ周波数（本実施例では２ｋＨｚ）付近を中心に設定する。かつ、通過域設定手段２２は、式（８）のＦｉ（ｓ）と同じ制限帯域を持つとする。これにより、下記の式（１５）に示す本実施例での通過帯域設定手段２２の伝達特性：Ｆｂｉ（ｓ）を得る。

$$Fbi(s)=\{s/(s+4.19\times10^{3})\}\times\{3.77\times10^{4}/(s+3.77\times10^{4})\} \quad \cdots(15)$$

【００７１】

第２の従来技術を参照すると、本実施例での位置誤差の収束条件は、下記の式（１６）で表される。

$$|1+G(s)|>|1-G(s)F(s)|\cdot|Fbi(s)| \quad \cdots(16)$$

【００７２】

各条件を、式（４）から式（７）、および式（１５）と設定することにより、式（１６）の収束条件は満たされる。よって、このように条件を設定することにより、基礎制御手段のカットオフ周波数を超えて光ディスク１の回転に同期した位置誤差成分を圧縮することが可能となる。

【００７３】

第２の実施形態において、光ディスク１の回転に同期した高調波を含む位置誤差成分の圧縮特性をＧｃ５（ｓ）、信号遅延量Ｌの中間の周期での位置誤差成分の圧縮特性をＧｃ

６（ｓ）と置くと、第１の実施形態と同様にして、式（１７）および式（１８）が得られる。

Ｇｃ５（ｓ）＝｛１－Ｆｂｉ（ｓ）｝／｛１－Ｆｂｉ（ｓ）＋Ｇ（ｓ）＋Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）Ｆｂｉ（ｓ）｝　…（１７）

Ｇｃ６（ｓ）＝｛１＋Ｆｂｉ（ｓ）｝／｛１＋Ｆｂｉ（ｓ）＋Ｇ（ｓ）－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）Ｆｂｉ（ｓ）｝　…（１８）

【００７４】

本実施例におけるＧｃ５（ｓ）、Ｇｃ６（ｓ）のゲイン特性を、前述のＧｃ１（ｓ）およびＦｂ（ｓ）＝１の場合のＧｃ４（ｓ）、Ｇｃ３（ｓ）と比較すると図４に示すようになる。

【００７５】

本実施例では、通過域設定手段２２の有する通過帯域を基礎制御手段のカットオフ周波数付近を中心に設定したことにより、基礎制御手段のカットオフ周波数付近の周波数において、光ディスク１の回転に同期した位置誤差の圧縮効果が得られる（図４（ａ））。また、通過域設定手段２２でＤＣ側の周波数成分を遮断する構成としたので、ＤＣ側の周波数領域では信号遅延量の中間の周期で位置誤差信号の劣化を削減する効果が得られる（図４（ｂ））。

【００７６】

〔第３の実施形態〕

次に、本発明による位置決め制御装置および位置決め制御方法を好適に実施した第３の実施形態について説明する。

図５に、本実施形態による位置決め制御装置を適用した光ディスク装置における、フォーカス追従（焦点位置制御）装置の構成を示す。この位置決め制御装置は、第１の実施形態による位置決め制御装置における第２のフィルタ１４を、別の特性を持つ第２のフィルタ２４で置き換えたものである。第２のフィルタ２４は、第１の実施形態における第２のフィルタ１４と異なり、その出力が第４の加算器２５により、補償手段１８の出力側に加算されるように設けられている。また、第４の加算器２５の出力が駆動手段２０に入力されるように構成されている。

第２のフィルタ２４の特性を、下記の式（１９）に示す。

$$F(s)=P(s)^{-1}\times\{3.14\times10^{5}/(s+3.14\times10^{5})\}^{2} \quad \cdots(19)$$

【００７７】

式（１９）のフィルタは、基礎制御手段のカットオフ周波数近傍、およびそれより高い周波数領域の一部の範囲で、移動部材の逆特性に等しい特性を有する。よって、第２のフィルタ２４を介した遅延信号ＸＬを用いてフォーカスアクチュエータ５を駆動した場合、移動部材の移動量は、これらの周波数領域で遅延信号ＸＬの示す位置変動量に等しくなる。

このため、図５に示した、図１の等価系の位置決め制御装置によっても、同様の位置誤差圧縮効果が得られるのは明らかである。

【００７８】

なお、各実施形態においては、アナログ制御系での制御器構成を例として説明したが、本発明による位置決め制御装置は、デジタル制御系による制御器構成においても同様の効果が得られる。

【００７９】

例として、図１に示した位置決め制御装置をデジタル制御系による制御器構成で実現する場合を説明する。

この場合、位置誤差演算回路１５は、Ａ／Ｄ（Analog to Digital）変換器を含み、位置誤差信号としてＡ／Ｄ変換後の位置誤差信号データを出力するようにする。遅延素子１６は、クロック信号１０１によって動作するシフトレジスタで実現する。第１のフィルタ１２、第２のフィルタ１４、補償手段１８および通過域設定手段２１は、不図示のサン

プリングクロック発生回路が出力するサンプリングクロックに同期したデジタルフィルタで実現する。補償手段１８は、さらに、Ｄ／Ａ（Digital　to　Analog）変換器を含み、補償演算処理後の信号をＤ／Ａ変換し、駆動手段２０で電力増幅した後、フォーカスアクチュエータ５に印加入力するようにする。

このような構成とすれば、本発明による位置決め制御装置をデジタル制御系として実現できる。なお、上記の構成は、本発明による位置決め制御装置をデジタル制御系において実現した一例であり、この構成に限定されるものではない。

【００８０】

また、本発明による位置決め制御装置は、アナログ制御系と、デジタル制御系とが混在する、ハイブリッド制御系による制御器構成としても同様の効果が得られる。

【００８１】

例として、図１に示した位置決め制御装置をハイブリッド制御系による制御器構成で実現する場合を説明する。

例えば、信号遅延手段１３における遅延素子１６のみをデジタル制御系による構成とするならば、信号１０２を不図示のＡ／Ｄ変換器でデジタルデータに変換する。遅延素子１６は、Ａ／Ｄ変換後の信号１０２をクロック信号１０１に従って出力側にシフトする、シフトレジスタで実現する。遅延素子１６の出力データは、不図示のＤ／Ａ変換器によってアナログデータに変換して、遅延信号ＸＬとすればよい。

このような構成とすれば、本発明による位置決め制御装置をハイブリッド制御系として実現できる。なお、上記の構成は、本発明による位置決め制御回路をハイブリッド制御系において実現した一例であり、この構成に限定されるものではない。

【００８２】

なお、各実施形態においては、光ディスク装置におけるフォーカス追従（焦点位置制御）装置を例として説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、同様の性質を有する他の装置（例えば、磁気ディスク装置、回転系のサーボ等）に適用することができる。

また、各加算器は、入力された信号を単純に加算して出力信号を生成しているが、本発明に適用される加算手段はこれに限定されるものではない。例えば、信号を加算器に入力する前に適宜重み付けするようにしてもよい。さらに、本発明に適用される加算手段は、加算器に限定されるものではなく加算回路等を用いて同様の効果が得られる。

【００８３】

本発明は、上記の各実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術思想の範囲内において、適宜変更することができる。例えば、各実施形態に示した構成部材の数、位置、形状等に限定されるものではなく、本発明を実施する上で好適な数、位置、形状等に変更してもよい。このように、本発明の要旨を逸脱しない範囲で変形実施が可能である。

【００８４】

【発明の効果】

本発明は、各実施形態において例示したような構成をとることにより、周期性を有する位置変動に対して、その周期性を活用して、いたずらに制御系伝達特性のゲインや応答周波数を増大させることなく、基礎制御手段のカットオフ周波数付近より高い周波数の位置誤差を、小さく抑えることができる。加えて、位置変動の周期と同期しない成分が位置誤差信号に混在する場合においても位置誤差の劣化を低減できる。

【００８５】

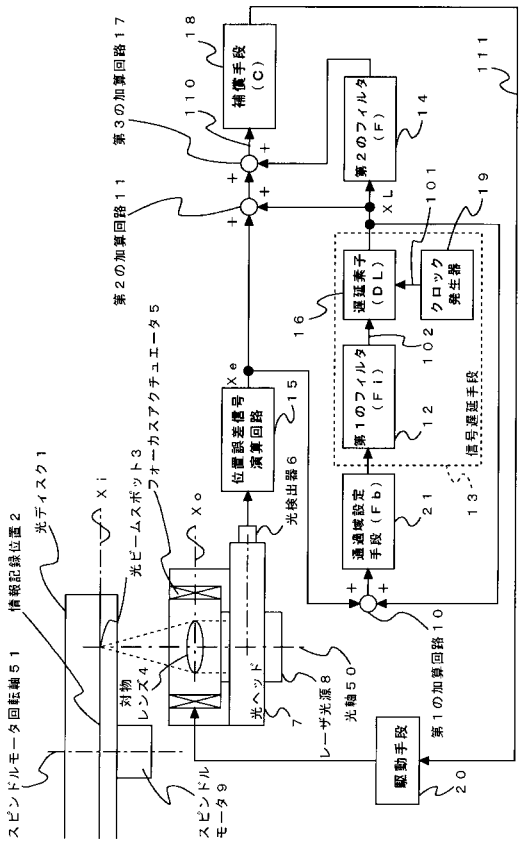
これにより、高精度の位置追従が要求される、光ディスク装置や磁気ディスク装置等において高記録密度化が達成される。さらに、ディスク振動や光ビームスポットのディスク半径位置送りに伴う光ヘッド振動が顕著になるディスクの高速回転時においても、基礎制御手段のカットオフ周波数を上げることなく追従性能を向上させることができるといった効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

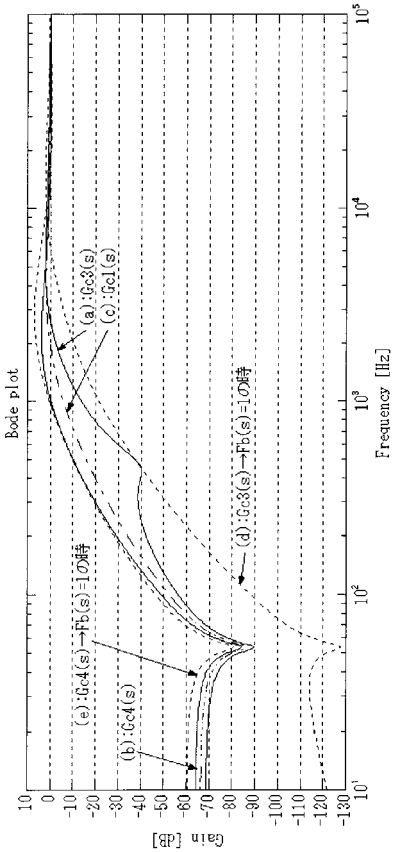
【図１】　本発明の第１の実施形態による位置決め制御装置を適用した光ディスク装置に

おけるフォーカス追従（焦点位置制御）装置の構成を示すブロック図である。
【図２】　第１の実施形態による位置決め制御装置の動作を説明するための周波数特性図である。
【図３】　本発明の第２の実施形態による位置決め制御装置を適用した光ディスク装置におけるフォーカス追従（焦点位置制御）装置の構成を示すブロック図である。
【図４】　第２の実施形態による位置決め制御装置の動作を説明するための周波数特性図である。
【図５】　本発明の第３の実施形態による位置決め制御装置を適用した光ディスク装置におけるフォーカス追従（焦点位置制御）装置の構成を示すブロック図である。
【符号の説明】
１　光ディスク
２　情報記録位置
３　光ビームスポット
４　対物レンズ
５　フォーカスアクチュエータ
６　光検出器
７　光ヘッド
８　レーザ光源
９　スピンドルモータ
１０　第１の加算回路
１１　第２の加算回路
１２　第１のフィルタ
１３、２３　信号遅延手段
１４、２４　第２のフィルタ
１５　位置誤差信号演算回路
１６　遅延素子
１７　第３の加算回路
１８　補償手段
１９　クロック発生器
２０　駆動手段
２１　通過域設定手段（Ｆｂ）
２２　通過域設定手段（Ｆｂｉ）
２５　第４の加算回路
５０　光軸
５１　スピンドルモータ回転軸
１０１　クロック信号
１０２、１０３、１１０　入力信号
１１１　駆動制御信号
Ｘｅ　位置誤差信号
Ｘｉ　目標部材の位置変動
ＸＬ　遅延信号
Ｘｏ　移動部材の移動量

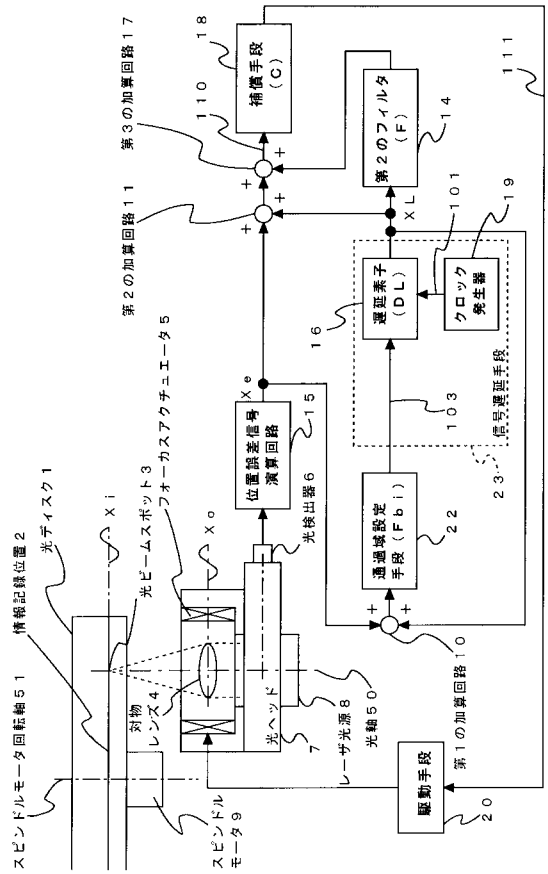
【図１】


スピンドルモータ回転軸５１
情報記録位置２
光ディスク１
Ｘｉ
光ビームスポット３
フォーカスアクチュエータ５
対物レンズ４
Ｘｏ
光ヘッド７
レーザ光源８
光軸５０
スピンドルモータ９
光検出器６
位置誤差信号演算回路１５
Ｘｅ
通過域設定手段（Ｆｂ）２１
第１の加算回路１０
駆動手段２０
信号遅延手段１３
第１のフィルタ（Ｆｉ）１２
遅延素子（ＤＬ）１６
クロック発生器１９
１０２
１０１
ＸＬ
第２の加算回路１１
第２のフィルタ（Ｆ）１４
補償手段（Ｃ）１８
１１０
第３の加算回路１７
１１１

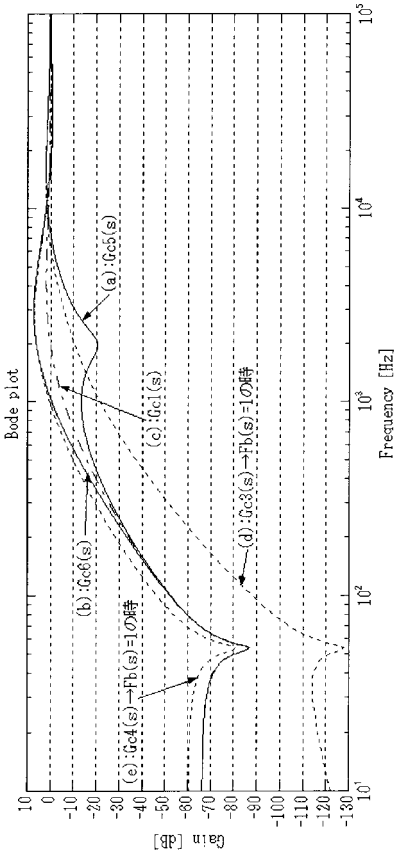
【図２】


Bode plot
Gain [dB]
Frequency [Hz]
(a):Gc3(s)
(c):Gc1(s)
(e):Gc4(s)→Fb(s)=1の時
(b):Gc4(s)
(d):Gc3(s)→Fb(s)=1の時

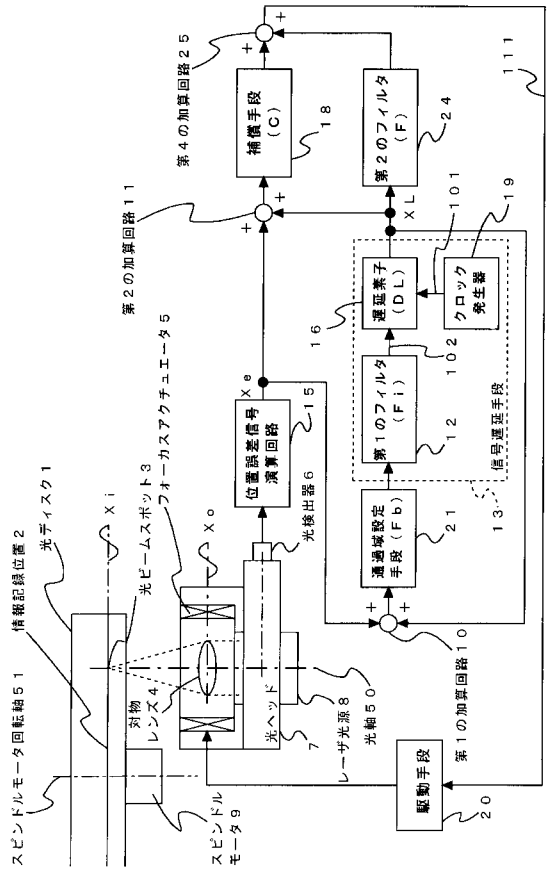
【図３】


スピンドルモータ回転軸５１
情報記録位置２
光ディスク１
Ｘｉ
光ビームスポット３
フォーカスアクチュエータ５
対物レンズ４
Ｘｏ
光ヘッド７
レーザ光源８
光軸５０
スピンドルモータ９
光検出器６
位置誤差信号演算回路１５
Ｘｅ
通過域設定手段（Ｆｂｉ）２２
第１の加算回路１０
駆動手段２０
信号遅延手段２３
遅延素子（ＤＬ）１６
クロック発生器１９
１０３
１０１
ＸＬ
第２の加算回路１１
第２のフィルタ（Ｆ）１４
補償手段（Ｃ）１８
１１０
第３の加算回路１７
１１１

【図４】


Bode plot
Gain [dB]
Frequency [Hz]
(a):Gc6(s)
(b):Gc6(s)
(c):Gc1(s)
(e):Gc4(s)→Fb(s)=1の時
(d):Gc3(s)→Fb(s)=1の時

【図５】


スピンドルモータ回転軸５１
情報記録位置２
光ディスク１
Ｘｉ
光ビームスポット３
フォーカスアクチュエータ５
対物レンズ４
Ｘｏ
スピンドルモータ９
光ヘッド７
レーザ光源８
光軸５０
光検出器６
位置誤差信号演算回路１５
Ｘｅ
第２の加算回路１１
第４の加算回路２５
補償手段（Ｃ）１８
第２のフィルタ（Ｆ）２４
ＸＬ
１０１
１９
遅延素子（ＤＬ）１６
クロック発生器
１０２
第１のフィルタ（Ｆｉ）１２
信号遅延手段
１３
通過域設定手段（Ｆｂ）２１
１１１
第１の加算回路１０
駆動手段２０

フロントページの続き

審査官　森林　克郎

(56)参考文献　特開昭５６－０６５２１１（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１３８６６３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G05D3/00-3/20、
G05B11/00-13/04、
G11B21/10、
G11B7/08-7/10