(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3656569号
(P3656569)
(45)発行日　平成17年6月8日(2005.6.8)　(24)登録日　平成17年3月18日(2005.3.18)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G05D 3/12	G05D	3/12	W
G11B 7/095	G05D	3/12	305Z
G11B 21/10	G11B	7/095	A
	G11B	21/10	L

請求項の数 22　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願2001-167790(P2001-167790)
(22)出願日　平成13年6月4日(2001.6.4)
(65)公開番号　特開2002-358125(P2002-358125A)
(43)公開日　平成14年12月13日(2002.12.13)
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　100064621
弁理士　山川　政樹
(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】位置決め制御装置及び位置決め制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

一定の周期をもって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、

前記目標部材と前記移動部材との相対的位置誤差を検出する位置検出器と、

この位置検出器から出力された位置誤差信号と遅延信号とを加算して出力する第１の加算手段と、

該第１の加算手段の出力を受けて前記目標部材の位置変動の周期だけ遅延させた前記遅延信号を出力する信号遅延手段と、

前記遅延信号に対してフィルタ処理を施すフィルタと、

前記位置誤差信号と前記遅延信号と前記フィルタにより処理された前記遅延信号とを加算する第２の加算手段と、

該第２の加算手段の出力に基づいた信号により前記移動部材を駆動する駆動手段と、

制御モードを切り換えるモード切換手段とを備え、

前記フィルタの周波数特性は、前記移動部材と前記位置検出器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少なくともゲイン１付近となる周波数範囲において、前記制御ループの一巡伝達関数（Ｇ）の逆特性（１／Ｇ）に略等しいことを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項２】

請求項１記載の位置決め制御装置において、

前記フィルタ処理を施すフィルタは、該フィルタの伝達特性をＦ（ｓ）、前記移動部材と前記位置検出器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）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすフィルタであることを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項３】

請求項１記載の位置決め制御装置において、

該位置決め制御装置の安定化補償あるいは偏差補償の少なくともいずれかを行う補償手段をさらに含むことを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項４】

請求項３記載の位置決め制御装置において、

前記フィルタ処理を施すフィルタは、該フィルタの伝達特性をＦ（ｓ）、前記移動部材と前記位置検出器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）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすフィルタであることを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項５】

請求項１乃至４のいずれかに記載の位置決め制御装置において、

前記モード切換手段は、前記信号遅延手段の周波数特性を変化させる手段を備えたことを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項６】

請求項１乃至４のいずれかに記載の位置決め制御装置において、

前記モード切換手段は、前記第２の加算手段への前記フィルタ出力の入力をオン／オフする手段を備えたことを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項７】

請求項１乃至４のいずれかに記載の位置決め制御装置において、

前記モード切換手段は、前記第１の加算手段への前記遅延信号の入力をオン／オフする手段と、前記第２の加算手段への前記遅延信号の入力をオン／オフする手段の少なくとも１つを備えたことを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項８】

請求項１乃至４のいずれかに記載の位置決め制御装置において、

前記モード切換手段は、前記信号遅延手段の内部状態を保持する状態保持手段を備えたことを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項９】

請求項１乃至４のいずれかに記載の位置決め制御装置において、

前記モード切換手段は、前記第１の加算手段への前記位置誤差信号の入力をオン／オフする手段を備えたことを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項１０】

請求項１乃至４のいずれかに記載の位置決め制御装置において、

前記モード切換手段は、前記信号遅延手段の周波数特性を変化させる手段と、前記第２の加算手段への前記フィルタ出力の入力をオン／オフする手段と、前記第１の加算手段への前記遅延信号の入力をオン／オフする手段と、前記第２の加算手段への前記遅延信号の入力をオン／オフする手段と、前記信号遅延手段の内部状態を保持する状態保持手段と、前記第１の加算手段への前記位置誤差信号の入力をオン／オフする手段の少なくとも１つを備えたことを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項１１】

一定の周期をもって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、

前記目標部材と前記移動部材との相対的位置誤差を検出する位置検出器と、

この位置検出器から出力された位置誤差信号と遅延信号とを加算して出力する第１の加算器と、

この第１の加算器の出力を受けて前記目標部材の位置変動の周期だけ遅延させた前記遅

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を加算して出力する第２の加算器と、
この第２の加算器の出力を入力とし、位置決め制御装置の安定化補償あるいは偏差補償の少なくともいずれかを行う補償手段と、
前記遅延信号に対して、特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のフィルタ処理を施すフィルタと、
前記補償手段の出力と前記フィルタの出力とを加算して出力する第３の加算器と、
前記第３の加算器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、
制御モードを切り換えるモード切換手段とを備えたことを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項１２】
一定の周期をもって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方法であって、
前記目標部材と前記移動部材との相対的位置誤差を検出する位置検出手順と、
この位置検出手順で検出された位置誤差信号と遅延信号とを加算して出力する第１の加算手順と、
この第１の加算手順の出力を受けて前記目標部材の位置変動の周期だけ遅延させた前記遅延信号を出力する信号遅延手順と、
前記遅延信号に対してフィルタ処理を施すフィルタ手順と、
前記位置誤差信号と前記遅延信号と前記フィルタ手順により処理された前記遅延信号とを加算して出力する第２の加算手順と、
該第２の加算手順の出力に基づいた信号により前記移動部材を駆動する駆動手順と、
制御モードを切り換えるモード切換手順を含み、
前記フィルタ手順の周波数特性は、前記移動部材と前記位置検出器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少なくともゲイン１付近となる周波数範囲において、前記制御ループの一巡伝達関数（Ｇ）の逆特性（１／Ｇ）に略等しいことを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項１３】
請求項１２記載の位置決め制御方法において、
前記フィルタ処理を施すフィルタ手順は、該フィルタの伝達特性をＦ（ｓ）、前記移動部材と前記位置検出手順と前記駆動手順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）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすことを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項１４】
請求項１２記載の位置決め制御方法において、
前記位置決め制御方法の安定化補償あるいは偏差補償の少なくともいずれかを行う補償手順をさらに含むことを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項１５】
請求項１４に記載の位置決め制御方法において、
前記フィルタ処理を施すフィルタ手順は、該フィルタの伝達特性をＦ（ｓ）、前記移動部材と前記位置検出手順と前記補償手順と前記駆動手順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）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすことを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項１６】
請求項１２乃至１５のいずれかに記載の位置決め制御方法において、
前記モード切換手順は、前記信号遅延手順の周波数特性を変化させる手順を含むことを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項１７】
請求項１２乃至１５のいずれかに記載の位置決め制御方法において、
前記モード切換手順は、前記フィルタ処理された遅延信号の前記第２の加算手順への入

力をオン／オフする手順を含むことを特徴とする位置決め制御方法。
【請求項１８】
請求項１２乃至１５のいずれかに記載の位置決め制御方法において、
前記モード切換手順は、前記第１の加算手順への前記遅延信号の入力をオン／オフする手順と、前記第２の加算手順への前記遅延信号の入力をオン／オフする手順の少なくとも１つを含むことを特徴とする位置決め制御方法。
【請求項１９】
請求項１２乃至１５のいずれかに記載の位置決め制御方法において、
前記モード切換手順は、前記信号遅延手段の内部状態を保持する状態保持手順を含むことを特徴とする位置決め制御方法。
【請求項２０】
請求項１２乃至１５のいずれかに記載の位置決め制御方法において、
前記モード切換手順は、前記第１の加算手順への前記位置誤差信号の入力をオン／オフする手順を含むことを特徴とする位置決め制御方法。
【請求項２１】
請求項１２乃至１５のいずれかに記載の位置決め制御方法において、
前記モード切換手順は、前記信号遅延手順の周波数特性を変化させる手順と、前記第２の加算手順への前記フィルタ処理された遅延信号の入力をオン／オフする手順と、前記第１の加算手順への前記遅延信号の入力をオン／オフする手順と、前記第２の加算手順への前記遅延信号の入力をオン／オフする手順と、前記信号遅延手順の内部状態を保持する状態保持手順と、前記第１の加算手順への前記位置誤差信号の入力をオン／オフする手順の少なくとも１つを含むことを特徴とする位置決め制御方法。
【請求項２２】
一定の周期をもって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方法であって、
前記目標部材と前記移動部材との相対的位置誤差を検出する位置検出手順と、
この位置検出手順で検出された位置誤差信号と遅延信号とを加算して出力する第１の加算手順と、
この第１の加算手順の出力を受けて前記目標部材の位置変動の周期だけ遅延させた前記遅延信号を出力する信号遅延手順と、
前記位置誤差信号と前記遅延信号とを加算して出力する第２の加算手順と、
この第２の加算手順の出力を入力とし、位置決め制御方法の安定化補償あるいは偏差補償の少なくともいずれかを行う補償手順と、
前記遅延信号に対して、特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のフィルタ処理を施すフィルタ手順と、
前記補償手順の出力と前記フィルタ処理された遅延信号とを加算して出力する第３の加算手順と、
前記第３の加算手順の出力信号に基づいて前記移動部材を駆動する駆動手順と、
制御モードを切り換えるモード切換手順を含むことを特徴とする位置決め制御方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、部材を目標位置に位置決め追従させる制御技術に係り、特に光ディスク装置におけるトラック追従制御装置、フォーカス追従制御装置あるいは磁気ディスク装置におけるトラッキング装置のように、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目標位置に追従させる位置決め制御装置及び位置決め制御方法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
ディスク状の記録担体に光ビームを照射して情報の記録または再生を行う光ディスク装置

においては、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またはディスクの面ブレに応答した精度の高い焦点制御（フォーカス追従）が要求される。

【０００３】

上記追従制御の精度を高めるには、一般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帯域を高くすることが図られるが、移動部材を移動させる機械系の特性には限界があり、十分な精度を確保できないことが多い。

【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ことが考えられる。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、その変動はディスクの回転に概ね同期する成分が主体である。したがって、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回転乃至数回転前の位置ずれ信号を使って、目標部材に対する移動部材（光ビームスポット）の追従性を改善することができる。

【０００５】

このような従来技術としては、例えば、特公昭６０－５７０８５号公報に記載されたものがある（以下、第１従来技術と呼ぶ）。この第１従来技術は、一定の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、その瞬時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き移動部材を駆動するものである。

【０００６】

ここで、移動部材と、目標部材と移動部材との相対的位置誤差を検出する位置検出器と、制御ループの安定化補償あるいは偏差補償の少なくとも何れかを行う補償手段と、移動部材を駆動する駆動手段とを直列に結合した系を基礎制御手段と定義する。

【０００７】

上記第１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。

【０００８】

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に近づき、周期的変動に移動部材を追従させるための信号は、殆ど信号遅延手段の出力によって与えられることになる。これにより、基礎制御手段のゲイン（Ｇ（ｓ）の絶対値）または応答周波数帯域をむやみに高くしなくとも、追従性を大幅に向上させることができる。

【０００９】

その他の従来技術として、発明者らが特願２００１－０３０５２５（出願日　２００１．０２．０７）で提案した位置決め制御装置がある（以下、第２従来技術と呼ぶ）。この第２従来技術は、上記第１従来技術の持つ、周期的位置変動であっても、誤差が圧縮されるのは１＋Ｇ（ｓ）の絶対値が、１より十分に大きい周波数領域のみであり、１＋Ｇ（ｓ）が１より小さくなるような場合には、誤差は圧縮されるどころか、逆に拡大（発散）するという問題点を改善した方法である。

【００１０】

第２従来技術は、周期的位置変動を有する目標位置と移動部材の相対位置誤差を積算蓄積する信号遅延手段の出力を、単純にその瞬間の位置誤差信号に加算した信号に基づいて移動部材を駆動することに加えて、信号遅延手段出力を特定の特性を有するフィルタで処理して得られた信号に基づいて移動部材を駆動することにより、従来制限のあった、基礎制御手段のカットオフ周波数（Ｇ（ｓ）のゲインが１＝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た。

【００１１】
上記第２従来技術によれば、前記フィルタの伝達関数をＦ（ｓ）とした時、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（ｎ）＝｛（１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ））$^{n-1}$／（１＋Ｇ（ｓ））^{n}｝・Ｘｉとなり、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）がより小さくなっていれば、残留する位置誤差Ｘｅ（ｎ）を０に近づけることができる。
【００１２】
【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、位置誤差信号の繰り返し性が必ずしも保たれない状態においては、移動部材を駆動する信号が、必ずしも位置誤差を圧縮するものでなくなり、特に位置誤差信号の位相が反転した場合、１周期後にかえって位置誤差を劣化させてしまうことになるという問題点があった。
【００１３】
例えば、上記第１従来技術での位置誤差信号の初期応答を考え、上記第１従来技術での位置決め制御開始後のディスクの回転の１周期、２周期、３周期めにおける目標部材の位置変動量を、それぞれ、Ｘｉ（１）、Ｘｉ（２）、Ｘｉ（３）とし、同様に相対的位置誤差を、それぞれＸｅ（１）、Ｘｅ（２）、Ｘｅ（３）とする。ディスクの回転の１周期めには位置誤差信号の積算蓄積が成されていないので、上記第１従来技術を用いない場合と同様に、相対的位置誤差は次式で表わされる。
Ｘｅ（１）＝Ｘｉ（１）／（１＋Ｇ（ｓ））　　・・・式（１）
【００１４】
ディスクの回転の２周期め、３周期めには、信号遅延手段内に１周期め、２周期めの位置誤差信号がそれぞれ積算蓄積されているので、それぞれ、式２、式３が成り立つ。
Ｘｅ（２）＝｛Ｘｉ（２）－Ｘｉ（１）・Ｇ（ｓ）／（１＋Ｇ（ｓ））｝／（１＋Ｇ（ｓ））　　・・・式（２）
Ｘｅ（３）＝｛Ｘｉ（３）－Ｘｉ（２）・Ｇ（ｓ）／（１＋Ｇ（ｓ））－Ｘｉ（２）・Ｇ（ｓ）／（１＋Ｇ（ｓ））^{2}｝／（１＋Ｇ（ｓ））・・・式（３）
【００１５】
目標部材の位置変動量がディスクの回転の１周期めと２周期めと３周期めとで等しい、すなわち目標部材の位置変動の周期性が保たれ、Ｘｉ（１）＝Ｘｉ（２）＝Ｘｉ（３）＝Ｘｉが成立する場合には、上記式（２）は、Ｘｅ（２）＝Ｘｉ／｛１＋Ｇ（ｓ）｝^{2} となり、上記式（３）は、Ｘｅ（３）＝Ｘｉ／｛１＋Ｇ（ｓ）｝^{3} となる。すなわち、１＋Ｇ（ｓ）が１より大きい周波数においては、ディスクの回転の周期ごとに相対的位置誤差が圧縮されてゆくこととなる。
【００１６】
しかるに、目標部材の位置変動量の位相がディスクの回転の２周期めで反転した場合、すなわち目標部材の位置変動の周期性が保たれず、Ｘｉ（１）＝Ｘｉ（３）＝Ｘｉ、Ｘｉ（２）＝－Ｘｉとなった場合、上記式（３）は次式のようになる。
Ｘｅ（３）＝Ｘｉ［｛Ｇ（ｓ）／（１＋Ｇ（ｓ））｝^{2} ＋１］／（１＋Ｇ（ｓ））　　・・・式（４）
【００１７】
式（１）と式（４）を比較すると、位置変動の位相が２周期めで反転した場合、１周期後の３周期めには、Ｇ（ｓ）が１より大きい周波数においては、位置誤差の圧縮量を半分程度まで劣化させてしまうことが分かる。式（１）から式（４）では、ディスクの回転の１周期毎の相対的位置誤差について示したが、同様に、ディスクのある一部の回転位相についてのみ目標部材の位置変動の周期性が満たされなくなった場合、ディスクの回転の１周期後の前記一部の回転位相においては、部分的に相対的位置誤差の劣化を伴うこととなる。
【００１８】

また、式（１）から式（４）では、目標部材の位置変動の位相が反転した場合に関して説明したが、相対的位置誤差の発生に係る、移動部材の移動量にディスクの回転に非同期な信号が混入したとしても等価である。ここでは、説明を簡略化するため位相が反転した場合を例示したが、必ずしも反転しなくとも、位相のずれが反転に近づくにつれ位置誤差の圧縮量は減少することとなる。位置誤差信号の繰り返し性が必ずしも保たれない状態での位置誤差の圧縮量劣化は、同様の位置誤差信号の積算蓄積手段を持つ、上記第２従来技術においても同様に発生する。

【００１９】

位置誤差信号の周期性が必ずしも満たされなくなる状況としては、例えば、制御ループが閉じられた直後が挙げられる。制御ループが閉じられた直後の位置誤差の応答は、Ｇ（ｓ）／（１＋Ｇ（ｓ））で定まる基礎制御手段の閉ループ周波数特性が概ね支配的となり、必ずしも位置変動の周期性が反映されたものでなくなる。また、制御装置に周期的位置変動に非同期な外乱振動が印加された場合等の状況も考えられる。

【００２０】

本発明は斯かる問題点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、周期性を有する位置変動に対して、いたずらに制御系伝達特性のゲインや周波数帯域を上げることなく、位置追従における相対位置誤差を低下させ、かつ位置誤差信号に前記周期性に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ない位置決め制御装置及び位置決め制御方法を提供する点にある。

【００２１】

【課題を解決するための手段】

本発明の位置決め制御装置は、目標部材（２）と移動部材（３，４，５）との相対的位置誤差を検出する位置検出器（６～８，１５）と、この位置検出器から出力された位置誤差信号（Ｘｅ）と遅延信号（ＸＬ）とを加算して出力する第１の加算手段（１０）と、該第１の加算手段の出力（１０６）を受けて前記目標部材の位置変動の周期だけ遅延させた前記遅延信号を出力する信号遅延手段（１３）と、前記遅延信号に対してフィルタ処理を施すフィルタ（１４）と、前記位置誤差信号と前記遅延信号と前記フィルタにより処理された前記遅延信号とを加算する第２の加算手段と、該第２の加算手段の出力に基づいた信号により前記移動部材を駆動する駆動手段（２６）と、制御モードを切り換えるモード切換手段とを備え、前記フィルタの周波数特性は、前記移動部材と前記位置検出器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少なくともゲイン１付近となる周波数範囲において、前記制御ループの一巡伝達関数（Ｇ）の逆特性（１／Ｇ）に略等しいものである。

また、本発明の位置決め制御装置の１構成例として、前記フィルタ処理を施すフィルタは、該フィルタの伝達特性をＦ（ｓ）、前記移動部材と前記位置検出器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）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすフィルタである。

また、本発明の位置決め制御装置の１構成例は、該位置決め制御装置の安定化補償あるいは偏差補償の少なくともいずれかを行う補償手段をさらに含むものである。

また、本発明の位置決め制御装置の１構成例として、前記フィルタ処理を施すフィルタは、該フィルタの伝達特性をＦ（ｓ）、前記移動部材と前記位置検出器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）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすフィルタである。

【００２２】

また、本発明の位置決め制御装置の１構成例として、前記モード切換手段は、前記信号遅延手段の周波数特性を変化させる手段（１２，２５）を備えるものである。

また、本発明の位置決め制御装置の１構成例として、前記モード切換手段は、前記第２の加算手段への前記フィルタ出力の入力をオン／オフする手段（２０，２５）を備えるものである。

また、本発明の位置決め制御装置の１構成例として、前記モード切換手段は、前記第１の加算手段への前記遅延信号の入力をオン／オフする手段（２２，２５）と、前記第２の加算手段への前記遅延信号の入力をオン／オフする手段（２１，２５）の少なくとも１つを備えるものである。
また、本発明の位置決め制御装置の１構成例として、前記モード切換手段は、前記信号遅延手段の内部状態を保持する状態保持手段（２２～２５）を備えるものである。
また、本発明の位置決め制御装置の１構成例として、前記モード切換手段は、前記第１の加算手段への前記位置誤差信号の入力をオン／オフする手段（２４，２５）を備えるものである。
また、本発明の位置決め制御装置の１構成例として、前記モード切換手段は、前記信号遅延手段の周波数特性を変化させる手段（１２，２５）と、前記第２の加算手段への前記フィルタ出力の入力をオン／オフする手段（２０，２５）と、前記第１の加算手段への前記遅延信号の入力をオン／オフする手段（２２，２５）と、前記第２の加算手段への前記遅延信号の入力をオン／オフする手段（２１，２５）と、前記信号遅延手段の内部状態を保持する状態保持手段（２２～２５）と、前記第１の加算手段への前記位置誤差信号の入力をオン／オフする手段（２４，２５）の少なくとも１つを備えるものである。

【００２３】

また、本発明の位置決め制御装置は、目標部材（２）と移動部材（３，４，５）との相対的位置誤差を検出する位置検出器（６～８，１５）と、この位置検出器から出力された位置誤差信号（Ｘｅ）と遅延信号（ＸＬ）とを加算して出力する第１の加算器（１０）と、この第１の加算器の出力（１０６）を受けて前記目標部材の位置変動の周期だけ遅延させた前記遅延信号を出力する信号遅延手段（１３）と、前記位置誤差信号と前記遅延信号とを加算して出力する第２の加算器（１１）と、この第２の加算器の出力を入力とし、位置決め制御装置の安定化補償あるいは偏差補償の少なくともいずれかを行う補償手段（１８）と、前記遅延信号に対して、特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のフィルタ処理を施すフィルタ（２７）と、前記補償手段の出力と前記フィルタの出力とを加算して出力する第３の加算器（３１）と、前記第３の加算器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（２６）と、制御モードを切り換えるモード切換手段とを備えるものである。

【００２４】

また、本発明の位置決め制御方法は、前記目標部材（２）と前記移動部材（３，４，５）との相対的位置誤差を検出する位置検出手順と、この位置検出手順で検出された位置誤差信号（Ｘｅ）と遅延信号（ＸＬ）とを加算して出力する第１の加算手順と、この第１の加算手順の出力（１０６）を受けて前記目標部材の位置変動の周期だけ遅延させた前記遅延信号を出力する信号遅延手順と、前記遅延信号に対してフィルタ処理を施すフィルタ手順と、前記位置誤差信号と前記遅延信号と前記フィルタ手順により処理された前記遅延信号とを加算して出力する第２の加算手順と、該第２の加算手順の出力に基づいた信号により前記移動部材を駆動する駆動手順と、制御モードを切り換えるモード切換手順を含み、前記フィルタ手順の周波数特性は、前記移動部材と前記位置検出器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少なくともゲイン１付近となる周波数範囲において、前記制御ループの一巡伝達関数（Ｇ）の逆特性（１／Ｇ）に略等しいものである。

また、本発明の位置決め制御方法の１構成例として、前記予め定められた周波数特性のフィルタ処理を施すフィルタ手順は、該フィルタの伝達特性をＦ（ｓ）、前記移動部材と前記位置検出手順と前記駆動手順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）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすものである。

また、本発明の位置決め制御方法の１構成例は、前記位置決め制御方法の安定化補償あるいは偏差補償の少なくともいずれかを行う補償手順をさらに含むものである。

また、本発明の位置決め制御方法の１構成例として、前記予め定められた周波数特性のフィルタ処理を施すフィルタ手順は、該フィルタの伝達特性をＦ（ｓ）、前記移動部材と

前記位置検出手順と前記補償手順と前記駆動手順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）｜＜｜１＋Ｇ（ｓ）｜の関係を満たすものである。

【００２５】

また、本発明の位置決め制御方法の１構成例として、前記モード切換手順は、前記信号遅延手順の周波数特性を変化させる手順を含むものである。

また、本発明の位置決め制御方法の１構成例として、前記モード切換手順は、前記フィルタ処理された遅延信号の前記第２の加算手順への入力をオン／オフする手順を含むものである。

また、本発明の位置決め制御方法の１構成例として、前記モード切換手順は、前記第１の加算手順への前記遅延信号の入力をオン／オフする手順と、前記第２の加算手順への前記遅延信号の入力をオン／オフする手順の少なくとも１つを含むものである。

また、本発明の位置決め制御方法の１構成例として、前記モード切換手順は、前記信号遅延手段の内部状態を保持する状態保持手順を含むものである。

また、本発明の位置決め制御方法の１構成例として、前記モード切換手順は、前記第１の加算手順への前記位置誤差信号の入力をオン／オフする手順を含むものである。

また、本発明の位置決め制御方法の１構成例として、前記モード切換手順は、前記信号遅延手順の周波数特性を変化させる手順と、前記第２の加算手順への前記フィルタ処理された遅延信号の入力をオン／オフする手順と、前記第１の加算手順への前記遅延信号の入力をオン／オフする手順と、前記第２の加算手順への前記遅延信号の入力をオン／オフする手順と、前記信号遅延手順の内部状態を保持する状態保持手順と、前記第１の加算手順への前記位置誤差信号の入力をオン／オフする手順の少なくとも１つを含むものである。

【００２６】

また、本発明の位置決め制御方法は、目標部材（２）と移動部材（３，４，５）との相対的位置誤差を検出する位置検出手順と、この位置検出手順で検出された位置誤差信号（Ｘｅ）と遅延信号（ＸＬ）とを加算して出力する第１の加算手順と、この第１の加算手順の出力（１０６）を受けて前記目標部材の位置変動の周期だけ遅延させた前記遅延信号を出力する信号遅延手順と、前記位置誤差信号と前記遅延信号とを加算して出力する第２の加算手順と、この第２の加算手順の出力を入力とし、位置決め制御方法の安定化補償あるいは偏差補償の少なくともいずれかを行う補償手順と、前記遅延信号に対して、特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のフィルタ処理を施すフィルタ手順と、前記補償手順の出力と前記フィルタ処理された遅延信号とを加算して出力する第３の加算手順と、前記第３の加算手順の出力信号に基づいて前記移動部材を駆動する駆動手順と、制御モードを切り換えるモード切換手順を含むようにしたものである。

【００２７】

【発明の実施の形態】

［第１の実施の形態］

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図１は本発明の第１の実施の形態となる光ディスク装置の位置決め制御装置［焦点位置制御（フォーカスサーボ）装置］の構成を示すブロック図である。本実施の形態では、移動部材と後述する位置検出器と補償手段と駆動手段とを直列に結合した、信号１１０から信号Ｘｅに至る系をもって基礎制御手段が構成されている。

【００２８】

レーザ光源８から出力された光ビームは、光ヘッド７を介して対物レンズ４で収束され、光ディスク１に照射される。光ビームの合焦位置たる光ビームスポット３は、フォーカスアクチュエータ５を駆動し対物レンズ４を光ビームの光軸方向５０に移動させることで変位する。本実施の形態においては、光ビームスポット３の移動に係るフォーカスアクチュエータ５と対物レンズ４とをもって移動部材が構成される。以下、移動部材の光軸方向の移動量をＸｏとする。

【００２９】
スピンドルモータ９は、図示しないスピンドルモータ９のコントローラに従って、光ディスク１を概略一定の周期で回転させる。光ディスク１上の情報記録位置２は、光ディスク１の回転に伴い、光ビームの光軸方向５０に概略一定の周期を持って概ね等しい位置変動を繰り返す。本実施の形態においては、情報記録位置２が目標部材を構成している。以下、目標部材の光軸方向の位置変動をＸｉとする。なお、図１において、５１はスピンドルモータ回転軸を示している。
【００３０】
光ディスク１からの戻り光信号は、対物レンズ４及び光ヘッド７を介して光検出器６で電気信号に変換され、位置誤差信号演算回路１５に出力される。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。フォーカスエラー信号の検出には、ナイフエッジ法、非点収差法等が一般に用いられる。
【００３１】
本実施の形態においては、上記フォーカスエラー信号の検出に係るレーザ光源８、光ヘッド７、光検出器６及び位置誤差信号演算回路１５をもって位置検出器が構成される。また、位置誤差信号演算回路１５の出力するフォーカスエラー信号が位置誤差信号Ｘｅを成す。本実施の形態に係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。
【００３２】
第１の加算器１０は、位置誤差信号演算回路１５から第１のスイッチ２４を介して出力された位置誤差信号Ｘｅと後述する信号遅延手段１３から第３のスイッチ２２を介して出力された遅延信号ＸＬとを加算し、この加算結果を信号１０６として出力する。信号遅延手段１３は、第１のフィルタ１２、第２のスイッチ２３、遅延素子１６、クロック発生器１９を中心にして構成されている。
【００３３】
信号遅延手段１３内の第１のフィルタ１２は、第１の加算器１０から出力された信号１０６を帯域制限処理し、帯域制限処理後の信号１０２を第２のスイッチ２３に出力する。第２のスイッチ２３は、第１のフィルタ１２から出力された信号１０２と遅延素子１６から出力された遅延信号ＸＬのうち何れか１つを選択し、選択した信号１０３を遅延素子１６に出力する。
【００３４】
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構成であってもよいが、例えば本実施の形態に示すように位置決め制御装置をアナログ制御装置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を用いるのが簡便である。
【００３５】
ＣＣＤは、クロック発生器１９の出力するクロック信号１０１に従って入力信号１０３を出力側にずらしていくもので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。
第２の加算器１１は、位置誤差信号演算回路１５から出力された位置誤差信号Ｘｅと遅延素子１６から第４のスイッチ２１を介して出力された遅延信号ＸＬとを加算して出力する。
【００３６】
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。第２のフィルタ１４の特性は、前記基礎制御手段の逆特性を持つフィルタと、基礎制御手段の極零の相対次数と次数が等しく、かつ基礎制御手段のカットオフ周波数に比して広いカットオフ周波数を持つ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。第３の加算器１７は、第２の加算器１１の出力信号と第２のフィルタ１４から第５のスイッチ２０を介して出力された出力信号とを加算し、この加算結果を信号１１０として出力する。

【００３７】
補償手段１８は、第３の加算器１７から出力された信号１１０を入力とし、光ビームスポット３が情報記録位置２に追従するようフォーカスアクチュエータ５を駆動するための駆動制御信号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構成であってもよいが、本実施の形態では、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、及び増幅器（ゲイン）によって構成している。

【００３８】
リードラグフィルタは、前記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し、ラグリードフィルタはフォーカスアクチュエータ５の共振周波数近傍の低周波数域での偏差補償を実現している。

【００３９】
駆動手段２６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に入力し、駆動制御信号１１１に従いフォーカスアクチュエータ５を駆動する。駆動手段２６としては、フォーカスアクチュエータ５を自在に駆動可能であればどのような構成であってもよいが、本実施の形態では、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で構成している。

【００４０】
フォーカスアクチュエータ５は、駆動手段２６の出力信号を受け、対物レンズ４を光ビームの光軸方向５０に移動させる。モード切替器２５は、帯域切換信号１０５を出力して、第１のフィルタ１２の制限帯域を切換制御する。また、モード切替器２５は、スイッチ制御信号１０４を出力して、光ディスク装置の動作状態に応じて第１から第５のスイッチ２４，２３，２２，２１，２０を切換制御する。

【００４１】
本実施の形態においては、信号の切換に係る第１のスイッチ２４、第２のスイッチ２３、第３のスイッチ２２、第４のスイッチ２１、第５のスイッチ２０及びモード切替器２５と、信号遅延手段１３の周波数特性変化に係る第１のフィルタ１２とをもってモード切換手段が構成される。

【００４２】
モード切換手段は、信号遅延手段１３の周波数特性を変化させる手段を含み、この周波数特性を変化させる手段は、第１のフィルタ１２とモード切替器２５により構成される。第１のフィルタ１２は、モード切替器２５の出力する帯域切換信号１０５を基に、カットオフ周波数を切り替える。第１のフィルタ１２のカットオフ周波数を変化させることで、信号遅延手段１３の周波数特性が変化することとなる。

【００４３】
第１のフィルタ１２のカットオフ周波数の切換方法は、所定のカットオフ周波数が得られればどのような方法であってもよいが、例えば本実施の形態に示すように位置決め制御装置をアナログ制御装置として構成する際には、図２の構成とするのが簡便である。

【００４４】
図２において、第１のフィルタ１２は、抵抗素子とコンデンサ素子で構成されたカットオフ周波数の異なる２つのローパスフィルタＬＰＦ１，ＬＰＦ２と、スイッチＳＷ１１とで構成される。第１のフィルタ１２への入力信号１０６をローパスフィルタＬＰＦ１，ＬＰＦ２にそれぞれ入力し、ローパスフィルタＬＰＦ１，ＬＰＦ２の各出力信号をスイッチＳＷ１１に入力する。そして、スイッチＳＷ１１に入力される前記帯域切換信号１０５により、ローパスフィルタＬＰＦ１とＬＰＦ２の出力信号のいずれかを選択して、スイッチＳＷ１１から出力し、このスイッチＳＷ１１の出力信号を第１のフィルタ１２の出力信号１０２とすればよい。

【００４５】
第１のフィルタ１２で多数のカットオフ周波数を切り換えて使用する場合には、スイッチ

ト・キャパシタ・フィルタ（ＳＣＦ）を利用したローパスフィルタを用いるのが簡便である。ＳＣＦは、内蔵するキャパシタのスイッチング周期に応じフィルタのカットオフ周波数を変化させるもので、モード切替器２５の出力する帯域切換信号１０５をＳＣＦをスイッチングするクロック信号と採り、帯域切換信号１０５のクロック周期を変化させることで、帯域切換信号１０５のクロック周期に応じたカットオフ周波数が得られる。

【００４６】

また、前記モード切換手段は、第３の加算器１７への第２のフィルタ出力の入力をオン／オフする手段を含み、このオン／オフする手段は、第５のスイッチ２０とモード切替器２５により構成される。また、前記モード切換手段は、第１の加算器１０への遅延信号ＸＬの入力をオン／オフする手段と、第２の加算器１１への遅延信号ＸＬの入力をオン／オフする手段とを含み、これらオン／オフする手段は、第３のスイッチ２２と第４のスイッチ２１とモード切替器２５により構成される。

【００４７】

また、前記モード切換手段は、信号遅延手段１３の内部状態を保持する状態保持手段を含み、この状態保持手段は、第１のスイッチ２４と第２のスイッチ２３と第３のスイッチ２２とモード切替器２５とにより構成される。第２のスイッチ２３が信号ＸＬを選択している間、遅延素子１６内に積算蓄積された位置誤差信号の情報は、前記時間Ｌの周期にて遅延素子１６内を循環する。また、遅延素子１６は、前記時間Ｌの周期で同一の信号を出力する。

【００４８】

したがって、第１のスイッチ２４をオフし、第２のスイッチ２３でＸＬを選択し、第３のスイッチ２２をオンすることで、信号遅延手段１３の内部状態は、前記時間Ｌの周期にて保持されることとなる。また、遅延素子１６は、前記時間Ｌの周期で同一の信号を出力するため、第１のフィルタ１２の内部状態も前記時間Ｌの周期にて保持されることとなる。また、信号遅延手段１３の内部状態を保持した場合、第２のフィルタ１４の内部状態も前記時間Ｌの周期で保持されることとなる。

【００４９】

本実施の形態の位置決め制御装置を起動後、信号遅延手段１３の内部状態が定常状態に達した時間を見計らい、信号遅延手段１３の内部状態を保持することで、内部状態保持後に発生した光ディスク１の回転に非同期な外乱位置誤差成分による位置決め制御系の制御性能劣化を防止できる。

【００５０】

また、前記モード切換手段は、第１の加算器１０への位置誤差信号Ｘｅの入力をオン／オフする手段を含み、このオン／オフする手段は、第１のスイッチ２４とモード切替器２５により構成される。

【００５１】

次に、以上のように構成された本発明の第１の実施の形態の動作について説明する。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２６の伝達特性は、共に近似的に１で正規化して示す。

【００５２】

本実施の形態における移動部材の伝達特性Ｐは、次式で表される２次位相遅れ系で近似できる。

$$P(s)=348/(s^2+21.9s+1.14\times10^5)$$（単位：ｍ／Ａ）

・・・式（５）

【００５３】

本実施の形態では、補償手段１８の伝達特性Ｃ（ｓ）を下記式（６）のように設定したので、前記基礎制御手段の伝達特性Ｇ（ｓ）は下記式（７）となり、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。

【００５４】

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

（ｓ＋５０２６５）｝　　・・・式（６）
Ｇ（ｓ）＝Ｃ（ｓ）Ｐ（ｓ）　　・・・式（７）
【００５５】
また、本実施の形態の基礎制御手段では、基礎制御手段の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。
【００５６】
第２のフィルタ１４の伝達特性Ｆ（ｓ）を下記式（８）のように設定することで、伝達特性Ｆ（ｓ）は、本実施の形態の基礎制御手段のカットオフ周波数近傍、及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となる。
$Ｆ（ｓ）＝Ｇ（ｓ）^{-1}×｛３．１４×１０^{5}／（ｓ＋３．１４×１０^{5}）｝^{2}$・・・式（８）
【００５７】
式（８）において、$Ｇ（ｓ）^{-1}$に含まれる移動部材の逆特性：$Ｐ（ｓ）^{-1}$は、予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。
【００５８】
本実施の形態におけるモード切替器２５は、第１のフィルタ１２の周波数特性として以下の式（９）または式（１０）に示した２つのローパスフィルタ特性のうち何れか１つを選択し、選択した結果を示す帯域切換信号１０５を出力する。第１のフィルタ１２は、帯域切換信号１０５に従って式（９）または式（１０）の何れかの周波数特性に切り替える。
$Ｆｉ（ｓ）＝３．７７×１０^{4}／（ｓ＋３．７７×１０^{4}）$　・・・式（９）
$Ｆｉ（ｓ）＝３．７７×１０^{3}／（ｓ＋３．７７×１０^{3}）$　・・・式（１０）
【００５９】
式（９）の制限帯域は、前記基礎制御手段のカットオフ周波数である２ｋＨｚより高い６ｋＨｚに設定されている。式（１０）の制限帯域は、前記基礎制御手段のカットオフ周波数である２ｋＨｚより低い６００Ｈｚに設定されている。
モード切替器２５は、位置決め制御装置（焦点制御装置）の動作状態に応じて、第１のスイッチ２４、第２のスイッチ２３、第３のスイッチ２２、第４のスイッチ２１、第５のスイッチ２０を表１に示すように切替制御する。
【００６０】
【表１】

［表１］

モード切替器による制御モードの切替制御

状態	第１のスイッチ２４	第２のスイッチ２３	第３のスイッチ２２	第４のスイッチ２１	第５のスイッチ２０
状態ａ	ＯＦＦ	信号１０２を選択	ＯＦＦ	ＯＦＦ	ＯＦＦ
状態ｂ	ＯＮ	信号１０２を選択	ＯＦＦ	ＯＦＦ	ＯＦＦ
状態ｃ	ＯＮ	信号１０２を選択	ＯＮ	ＯＮ	ＯＦＦ
状態ｄ	ＯＮ	信号１０２を選択	ＯＮ	ＯＮ	ＯＮ
状態ｅ	ＯＦＦ	信号ＸＬを選択	ＯＮ	ＯＮ	ＯＦＦ
状態ｆ	ＯＦＦ	信号ＸＬを選択	ＯＮ	ＯＮ	ＯＮ
状態ｇ	ＯＦＦ	信号ＸＬを選択	ＯＮ	ＯＦＦ	ＯＦＦ

【００６１】

以下、表１の各状態について説明する。モード切替器２５が表１の状態ａを選択すると、信号遅延手段１３の出力信号ＸＬ及び第２のフィルタ１４の出力信号を補償手段１８（位置誤差信号Ｘｅ）に加算入力することなくサーボループが構成される。また、状態ａにおいて、信号遅延手段１３及び第２のフィルタ１４の内部状態は０にクリアされる。

【００６２】

モード切替器２５が表１の状態ｂを選択すると、信号遅延手段１３の出力信号ＸＬ及び第２のフィルタ１４の出力信号を補償手段１８に加算入力することなくサーボループが構成される。また、状態ｂにおいて、信号遅延手段１３及び第２のフィルタ１４の内部状態は、信号遅延手段１３内で位置誤差を積算することなく更新される。

【００６３】

モード切替器２５が表１の状態ｃを選択すると、信号遅延手段１３の出力信号ＸＬを補償手段１８に加算入力し、かつ第２のフィルタ１４の出力信号を補償手段１８に加算入力しないサーボループが構成される。モード切替器２５が表１の状態ｄを選択すると、信号遅延手段１３の出力信号ＸＬ及び第２のフィルタ１４の出力信号を補償手段１８に加算入力するサーボループが構成される。

【００６４】

モード切替器２５が表１の状態ｅを選択すると、信号遅延手段１３内の遅延素子１６における積算位置誤差情報が保持される。また、状態ｅでは、信号遅延手段１３の出力信号Ｘ

Ｌを補償手段１８に加算入力するサーボループが構成される。モード切替器２５が表１の状態ｆを選択すると、信号遅延手段１３内の遅延素子１６における積算位置誤差情報が保持される。また、状態ｆでは、信号遅延手段１３の出力信号ＸＬ及び第２のフィルタ１４の出力信号を補償手段１８に加算入力するサーボループが構成される。

【００６５】

モード切替器２５が表１の状態ｇを選択すると、信号遅延手段１３内の遅延素子１６における積算位置誤差情報が保持される。また、状態ｇでは、信号遅延手段１３の出力信号ＸＬ及び第２のフィルタ１４の出力信号を補償手段１８に加算入力することなくサーボループが構成される。

【００６６】

モード切替器２５が状態ｄを選択したとき、本実施の形態の位置決め制御装置は、前述の第２従来技術で説明した位置決め制御装置の構成をなす。式（５）～式（９）に示した設定により、以下の式（１１）に示す上記第２従来技術における位置誤差信号の収束条件が満たされる。

｜１＋Ｇ（ｓ）｜＞｜１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）｜×｜Ｆｉ（ｓ）｜・・・式（１１）

【００６７】

式（１１）において、｜１＋Ｇ（ｓ）｜、｜１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）｜、｜Ｆｉ（ｓ）｜は、それぞれ１＋Ｇ（ｓ）、１－Ｇ（ｓ）Ｆ（ｓ）、Ｆｉ（ｓ）のゲインである。以上により、表１の状態ｄでは、基礎制御手段のカットオフ周波数（２ｋＨｚ）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効果が得られる。

【００６８】

モード切替器２５が状態ｃを選択したとき、本実施の形態の位置決め制御装置は、前述の第１従来技術で説明した位置決め制御装置の構成をなす。式（５）～式（８）及び式（１０）に示した設定により、以下の式（１２）に示す上記第１従来技術における位置誤差信号の収束条件が満たされる。

｜１＋Ｇ（ｓ）｜＞｜Ｆｉ（ｓ）｜　　・・・式（１２）

【００６９】

表１の状態ｃでは、基礎制御手段のカットオフ周波数（２ｋＨｚ）を超えた、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は得られないが、式（１０）のカットオフ周波数近傍以下の周波数範囲での光ディスク１の回転に同期した位置誤差成分の圧縮効果は得られる。

【００７０】

本実施の形態においては、モード切替器２５が状態ｃを選択したとき、式（５）～式（９）の設定を行うと、式（１２）に示す位置誤差信号の収束条件が成立しなくなるので、位置誤差信号は、信号遅延手段１３内に位置誤差の積算を重ねる毎に徐々に発散することとなる。

【００７１】

次に、本実施の形態の位置決め制御装置の動作状態と表１の各状態との関係を説明する。フォーカスサーボループが閉じられる前、モード切替器２５は、状態ａを選択し、第１のフィルタ１２の周波数特性として式（９）を選択する。モード切替器２５は、フォーカスサーボループが閉じられた後、予め定められた所定の時間Ｔ０が経過し、フォーカスサーボが整定すると、制御モードを状態ｄに切り換える。

【００７２】

フォーカスサーボ整定後に、信号遅延手段１３の出力信号ＸＬ及び第２のフィルタ１４の出力信号を補償手段１８に加算入力するので、フォーカスサーボ引き込みに伴い発生する位置誤差信号Ｘｅの過渡応答を信号遅延手段１３内に積算蓄積することがなく、位置誤差信号Ｘｅの劣化なく位置決めサーボ系を実現することができる。

【００７３】

前記所定の時間Ｔ０は、フォーカスサーボが整定するのに必要十分な時間を予め実験的に求めて設定すればよいが、基礎制御手段の閉ループ特性における時定数以上に設定するの

が望ましい。

【００７４】

モード切替器２５が状態ｄを選択した後、所定の時間Ｔ１が経過し、信号遅延手段１３内に積算蓄積される位置誤差信号が整定した後、モード切替器２５が状態ｆを選択するようにしてもよい。状態ｆの選択時、遅延素子１６内に積算蓄積された位置誤差信号は、前記時間Ｌの周期で遅延素子１６内を循環し保持されるため、モード切替器２５が状態ｆを選択した後に、位置誤差信号Ｘｅに光ディスク１の回転に非同期な外乱信号が重畳したとしても、非同期外乱信号は遅延素子１６内に積算蓄積されることが無く、非同期外乱に伴う位置誤差信号の劣化を防止することができる。

【００７５】

前記所定の時間Ｔ１は、信号遅延手段１３内に積算蓄積される位置誤差信号が整定するのに必要十分な時間を予め実験的に求めて設定すればよいが、遅延素子１６内の信号が少なくとも１回は更新される、光ディスク１の１回転周期以上の時間に設定するのが望ましい。

【００７６】

モード切替器２５は、フォーカスサーボループが閉じられた後、状態ｄを選択し、前記所定の時間Ｔ１が経過した後にフォーカスサーボループを開放する場合、サーボループを開放すると同時に、状態ｇを選択する。遅延素子１６内の位置誤差積算信号は、前記時間Ｌの周期で遅延素子１６内を循環し保持される。

【００７７】

状態ｇの選択後、再度フォーカスサーボループを閉じ、状態ｄを選択した場合、遅延素子１６内の信号は既に積算蓄積された状態にあるため、信号遅延手段１３の出力信号ＸＬ及び第２のフィルタ１４の出力信号の補償手段１８への加算入力開始後、位置誤差信号が整定するまでの所要時間を短縮することができる。

【００７８】

なお、前記所定の時間Ｔ１が経過する前にフォーカスサーボループを開放する場合、ないしは、フォーカスサーボループ開放時に光ディスク１が交換される、光ビームスポット３の在る光ディスク１上の半径位置が変更される等の理由で、フォーカスサーボ再投入後の位置誤差信号の繰返し性が、前回フォーカスサーボ投入時と異なると想定される場合には、フォーカスサーボループ開放時にモード切替器２５が再度状態ａを選択するのが望ましい。

【００７９】

モード切替器２５が状態ｄを選択した場合、位置誤差信号は基礎制御手段のカットオフ周波数を超えて圧縮される。すなわち、本実施の形態においてはフォーカスアクチュエータ５は２ｋＨｚを超える周波数で駆動されることとなり、フォーカスアクチュエータ５の駆動電流が増加する。この駆動電流の増加は、位置誤差信号の圧縮性能が最も求められる光ディスク１への情報の記録再生時には許容できるものである。

【００８０】

ただし、情報の記録再生動作を行わずに、図示しない上位の制御手段からの記録再生動作実行指令を待つ待機動作時においては、位置誤差信号の圧縮性能に対する要求が情報の記録再生時に比べて緩いので、光ディスク装置の消費電力削減及びフォーカスアクチュエータ５への負荷削減の観点から駆動電流を削減することが望ましい。そこで、モード切替器２５は、前記待機動作時には状態ｂないしは状態ｃを選択する。

【００８１】

状態ｂの選択時には、信号遅延手段１３の出力信号ＸＬ及び第２のフィルタ１４の出力信号を補償手段１８に加算入力することなくサーボループが構成されるため、基礎制御手段のカットオフ周波数を超えた残留誤差の圧縮は望めないが、フォーカスアクチュエータ５の駆動電流の増加も無い。また、信号遅延手段１３及び第２のフィルタ１４の内部状態は、信号遅延手段１３内で位置誤差信号を積算することなく更新されるため、再度状態ｄに移行する際に、状態ａから状態ｄに移行するのに要する遅延素子１６での前記時間Ｌの分

だけ、信号遅延手段１３内での位置誤差信号の積算に要する整定時間を短縮することができ、待機状態から速やかに情報の記録再生状態に移行することができる。

【００８２】

状態ｃの選択時、モード切替器２５は、併せて第１のフィルタ１２の周波数特性として式（１０）を選択する帯域切替信号１０５を出力し、信号遅延手段１３の周波数特性を切換制御する。これは、状態ｃ選択時に前記式（１２）の位置誤差の収束条件を満足させるためである。

【００８３】

状態ｃの選択時、本位置決め制御装置は、上記第１従来技術の制御装置構成を成すこととなるので、基礎制御手段のカットオフ周波数を超えた残留誤差の圧縮は望めないが、状態ｂの選択時に比べて、待機状態においても基礎制御手段のカットオフ周波数以下の位置誤差信号成分は圧縮されているため、再度状態ｄに移行する際に、状態ｄへの移行がより速やかに実施される。また、状態ｃでは、フォーカスアクチュエータ５の電流変位感度の高い低周波数側の位置追従制御に留まるため、フォーカスアクチュエータ５の駆動電流の増加も、状態ｄの選択時に比べて低減することができる。

【００８４】

本実施の形態において、モード切替器２５は、状態ｃから他の状態に切り替える際、併せて第１のフィルタ１２のカットオフ周波数を式（９）に切換制御する。

【００８５】

状態ｃの選択後、所定の時間Ｔ２が経過し、信号遅延手段１３内の位置誤差の積算蓄積が整定した後、モード切替器２５は、状態ｅに制御を切り替えるようにしてもよい。状態ｃにおいても、状態ｄと同様、光ディスク１の回転に非同期な位置誤差信号を信号遅延手段１３内に積算した場合、時間Ｌ後に信号遅延手段１３の出力が必ずしも位置誤差を圧縮するとは限らなくなる。

【００８６】

そこで、状態ｅに制御を切り替えることで、遅延素子１６内に積算蓄積された位置誤差信号は前記時間Ｌの周期で遅延素子１６内を循環し保持されるため、状態ｅ選択後に位置誤差信号Ｘｅに光ディスク１の回転に非同期な外乱信号が重畳したとしても、前記非同期外乱は遅延素子１６内に積算されることが無く、非同期外乱に伴う位置誤差信号の劣化を防止することができる。

【００８７】

［第２の実施の形態］

図３は本発明の第２の実施の形態となる光ディスク装置の位置決め制御装置の構成を示すブロック図であり、図１と同一の構成には同一の符号を付してある。第１の実施の形態では、第２のフィルタ１４の出力を第５のスイッチ２０を介して補償手段１８の入力側に加算するようにしていた。

【００８８】

これに対して、本実施の形態では、第２のフィルタ１４の代わりに第２のフィルタ２７を有し、この第２のフィルタ２７の伝達特性Ｆ（ｓ）を下記の式（１３）のように設定する。また、第３の加算器１７の代わりに第３の加算器３１を有している。

$$F(s)=P(s)^{-1}\times\{3.14\times10^{5}/(s+3.14\times10^{5})\}^{2}\cdots\text{式（13）}$$

【００８９】

そして、第２のフィルタ２７から第５のスイッチ２０を介して出力された出力信号と補償手段１８の出力信号とを第３の加算器３１を用いて加算し、この加算器３１の出力を駆動制御信号１１１として駆動手段２６に入力する点に特徴を有している。

【００９０】

式（１３）のフィルタは、基本制御手段のカットオフ周波数近傍及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持つため、第２のフィルタ２７を介した遅延信号ＸＬによってフォーカスアクチュエータ５を駆動するとした場合、移動部材

の移動量は、基本制御手段のカットオフ周波数近傍及びそれより高い周波数領域の一部の範囲において遅延信号ＸＬの示す位置変動量に等しくなる。以上のように、本実施の形態においても、第１の実施の形態と同様の位置誤差圧縮効果が得られることは明らかである。モード切替器２５による切換制御は第１の実施の形態と同様でよい。

【００９１】

なお、第１、第２の実施の形態においては、アナログ制御系での制御装置構成を例に挙げて説明したが、デジタル制御系での制御装置構成によっても同様の効果が得られる。例えば、第１の実施の形態を示す図１を引用して補足するならば、図１の制御系をデジタル制御系での制御装置構成で実現する場合、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。

【００９２】

第１のフィルタ１２、第２のフィルタ１４及び補償手段１８は、図示しないサンプリングクロック発生回路の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でき、第１のフィルタ１２のカットオフ周波数の切り換えは、図示しないシンセサイザにより第１のフィルタ１２に供給するサンプリングクロックを変化させることで実現でき、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できる。また、補償手段１８は、Ｄ／Ａ（Digital to Analog ）変換器を含み、補償演算処理後の信号をＤ／Ａ変換して出力し、この出力を駆動手段２６で電力増幅した後、フォーカスアクチュエータ５に印加入力すればよい。

【００９３】

また、第１、第２の実施の形態の位置決め制御装置をアナログ制御系とデジタル制御系の混在するハイブリット制御系で実現しても同様の効果が得られる。例えば信号遅延手段１３内の遅延素子１６のみをデジタルの制御系として構成する場合、信号１０３を図示しないＡ／Ｄ変換器でデジタルデータに変換して遅延素子１６に入力し、遅延素子１６をクロック１０１に従って入力データを出力側にシフトするシフトレジスタで実現し、この遅延素子１６の出力データを図示しないＤ／Ａ変換器でアナログ信号に変換して遅延信号ＸＬとして出力すればよい。

【００９４】

また、第１、第２の実施の形態においては、説明の都合上、光ディスク装置におけるフォーカス追従装置（焦点位置制御装置）を位置決め制御装置の例として説明したが、同様の性質を有する他の装置にも適用できることは無論であり、本発明の範囲は上記の実施の形態に限定されるものではない。

【００９５】

また、本発明が上記各実施の形態に限定されず、本発明の技術思想の範囲内において、各実施の形態は適宜変更され得ることは明らかである。また上記構成部材の数、位置、形状等は上記実施の形態に限定されず、本発明を実施する上で好適な数、位置、形状等にすることができる。

【００９６】

【発明の効果】

本発明によれば、位置検出器、第１の加算器、信号遅延手段、第２の加算器、フィルタ、第３の加算器、補償手段及び駆動手段を設けることにより、基礎制御手段（移動部材と位置検出器と補償手段と駆動手段とを直列に結合した系）のカットオフ周波数付近より高い周波数の位置誤差を従来の位置決め制御装置に比べて小さく抑えることが可能となる。また、モード切換手段によって位置決め制御装置の制御モードを切り換えることにより、従来位置誤差の劣化を招いていた、制御ループの閉成直後や目標部材の周期的な位置変動に非同期な外乱振動が位置決め制御装置に印加された場合においても、周期性を満たさない位置誤差信号を積算蓄積することがなくなり、位置誤差信号の劣化を小さく抑えることが可能となる。これにより、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の高記録密度化の達成が可能となるばかりでなく、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より顕著となるディスク回転数の高速化時にも、制御ループの周波数帯域を上げることなく追従性能を向上させることができる。また、高速回転するディスクへの位置追従性が著しく改善され、光ディスク装置や磁気ディスク装置等の高記録密度化の達成を容易にする効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の第１の実施の形態となる光ディスク装置の位置決め制御装置の構成を示すブロック図である。

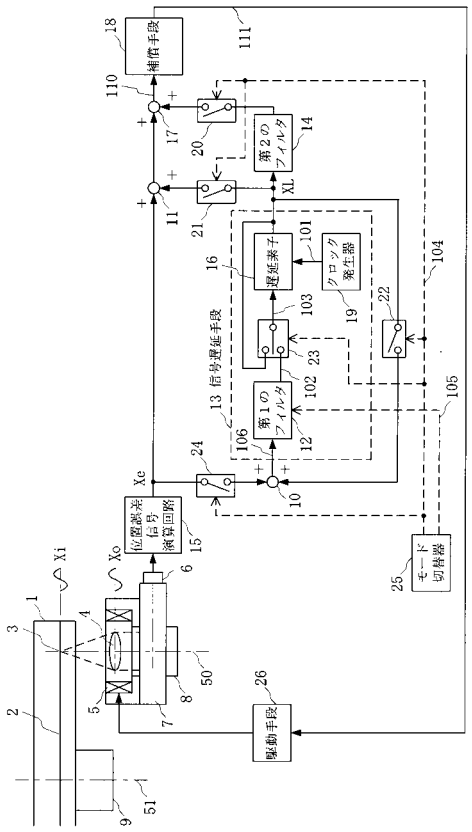
【図２】　本発明の第１の実施の形態における第１のフィルタの構成を示すブロック図である。

【図３】　本発明の第２の実施の形態となる光ディスク装置の位置決め制御装置の構成を示すブロック図である。

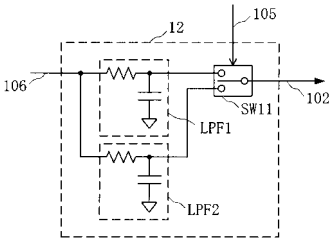
【符号の説明】

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、１０…第１の加算器、１１…第２の加算器、１２…第１のフィルタ、１３…信号遅延手段、１４、２７…第２のフィルタ、１５…位置誤差信号演算回路、１６…遅延素子、１７、３１…第３の加算器、１８…補償手段、１９…クロック発生器、２０、２１、２２、２３、２４…スイッチ、２５…モード切替器、２６…駆動手段。

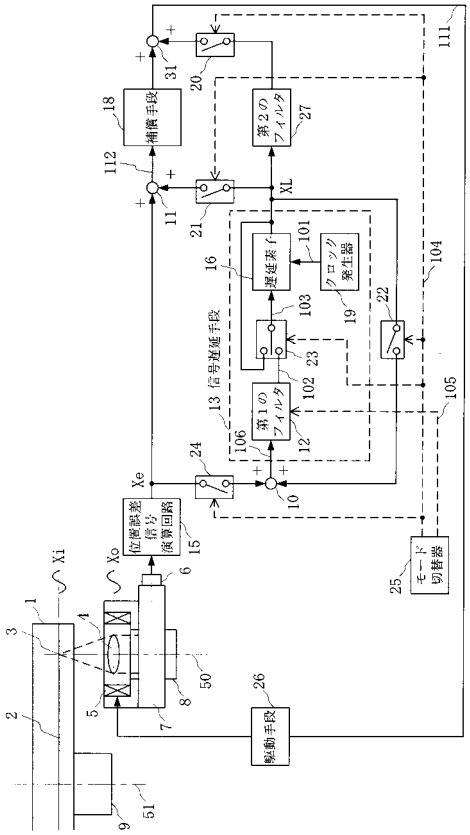
【図１】



【図２】



【図３】


111
31
20
18
補償手段
第２のフィルタ
27
112
XL
11
21
101
遅延素子
クロック発生器
16
104
103
22
19
信号遅延手段
13
23
102
105
第１のフィルタ
106
12
24
Xe
10
位置誤差符号演算回路
15
Xi
Xo
6
25
モード切替器
1
3
4
2
5
50
8
26
7
駆動手段
9
51

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２００１－１２６４２１（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