(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 11 月 27 日(27.11.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/188532 A1

(51) 国際特許分類:
G11B 7/09 (2006.01) *G11B 7/135* (2012.01)
G11B 7/13 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/064185

(22) 国際出願日: 2013 年 5 月 22 日(22.05.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日立コンシューマエレクトロニクス株式会社 **(HITACHI CONSUMER ELECTRONICS CO., LTD.)** [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目２番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 黒川 貴弘 **(KUROKAWA Takahiro)**; 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目２８０番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 井手 達朗**(IDE Tatsuro)**; 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目２８０番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 田中 幸修**(TANAKA Yukinobu)**; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 平木 祐輔, 外**(HIRAKI Yusuke** et al.); 〒1056232 東京都港区愛宕２丁目５番１号 愛宕グリーンヒルズＭＯＲＩタワー３２階 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

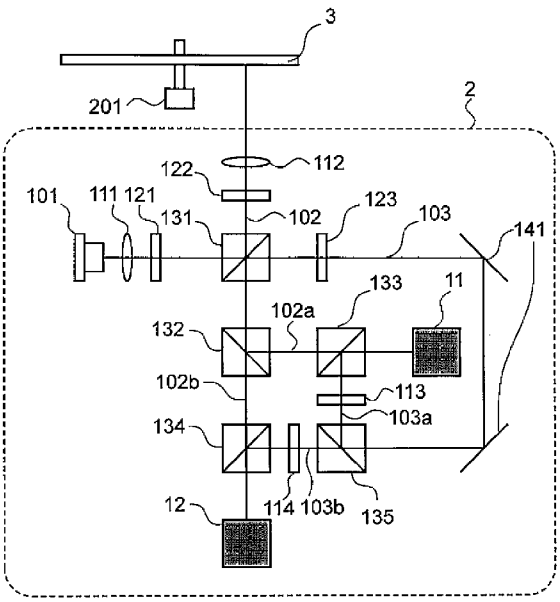
[続葉有]

(54) **Title**: OPTICAL INFORMATION REPRODUCTION DEVICE

(54) 発明の名称 : 光情報再生装置

[図1]

図１



(57) **Abstract**: The present invention provides an optical information reproduction device for detecting an interference-type optical information signal, the optical information reproduction device allowing the optical path difference between two rays of light to be easily adjusted and a high signal amplification effect to be produced. A beam emitted from a light source is divided into signal light and into reference light not concentrated on an optical information recording medium, and optical interference is created in a state of mutually different phase relations between the signal light and the reference light. In one example, the reference light is defocused forward and backward relative to the signal light to obtain detected signals Sig1 and Sig2, and a focus error signal is obtained from the difference between the two signals. At this time, the imbalance between Sig1 and Sig2 is corrected by multiplying the two signals by a coefficient and subtracting one signal from the other.

(57) 要約: ２つの光の光路差の調整が容易で、信号増幅効果が高い、干渉型の光情報信号の検出を行う光情報再生装置を提供する。光源から出射した光束を、信号光と光情報記録媒体には集光しない参照光とに分割し、信号光と参照光の間の位相関係が互いに異なる状態で光学的に干渉させる。一例では、信号光に対して参照光を前後にデフォーカスさせて検出信号 Sig1 と Sig2 を得、それらの差信号からフォーカス誤差信号を得る。その際、Sig1 と Sig2 に係数を掛けて減算することにより、Sig1 と Sig2 間のアンバランスを補正する。

WO 2014/188532 A1

(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 光情報再生装置

技術分野

[0001] 本発明は、レーザを用いて光情報記録媒体から情報を再生する光情報再生装置に関する。

背景技術

[0002] 光ディスクは、青色半導体レーザと、ＮＡＯ．８５の高ＮＡ対物レンズを用いるブルーレイディスク（ＢＤ）の製品化に至って、光学系の分解能としてはほぼ限界に達し、さらなる大容量化に向けては、今後、記録層の多層化が有力になると考えられる。近年、記録層を２層ないし３層有するブルーレイディスクが市販されており、レコーダの映像保存媒体やパソコンのデータ保存媒体として用いられている。

[0003] このような多層光ディスクにおいては各記録層からの検出光量がほぼ同等となる必要性から、記録層の数を増やすのに伴いそれぞれの記録層の反射率は小さくせざるを得ない。このため、各記録層からの検出信号のＳ／Ｎ比が低下するという課題がある。

[0004] そこで、検出信号の増幅技術が開発されている。この増幅技術の一例として、特許文献１には、下記の技術が述べられている。光ディスクからの微弱な反射光（信号光）を、光ディスクに照射する前に分岐した光ディスクに照射しない光（参照光）と合波して干渉によって増幅する。この時、合波光を無偏光ビームスプリッタで２つに分岐してそれぞれλ／２板又はλ／４板を透過させた後、偏光ビームスプリッタの透過光と反射光の差動検出を行うことで、分岐した２つの光の位相関係が異なる４つの干渉光を検出する。光ディスク回転時の面ぶれによって信号光の光路長が変化し４つの干渉光の出力が変動するのにかかわらず、４つの出力を選択的に演算することにより、再生信号の安定した増幅が得られるようにしている。

[0005] また、ＢＤにおいて、今後更なる大容量化を目指し、更なる記録層を有す

る光ディスクの開発が行われると予想されるが、物理的な溝構造を持つ層を多数、積層していくことはディスクの製造上、困難を伴う。そこで、記録層を多数積層する場合でも製造が容易となるように、アドレッシング、トラッキングサーボ制御を行うためのアドレスを含む物理的な溝構造を持つ層（以下、ガイド層と記す）を設け、ランド／グルーブ構造と言った物理的な溝構造を持たない記録再生を行う層（以下、記録層と記す）からなる光ディスク（以下、グルーブレスディスクと記す）が特許文献２で提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００８－３１０９４２号公報

特許文献2：特開２０１０－４００９３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献１では、信号光と参照光との干渉光から生成する高Ｓ／Ｎ比の再生信号、フォーカス誤差信号に対して１６個の検出器が必要であり、検出器の数が非常に多く、結果としてアンプノイズやショットノイズの影響でＳ／Ｎ比が低下してしまう。

[0008] 本発明は、２つの光の光路差の調整が容易で、信号増幅効果が高い、干渉型の光情報信号の検出を行う光情報再生装置を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明では、光源から出射した光束を、光情報記録媒体に集光する信号光と光情報記録媒体に集光しない参照光とに分割し、信号光と参照光の間の位相関係が互いに異なる状態で光学的に干渉させて検出する光情報記録装置であって、信号光又は参照光の一方を前後にデフォーカスさせて、それらの差信号からフォーカス誤差信号を得るようにする構成とした。

[0010] より、具体的に説明すると、下記の通りである。

[0011] 光源と、光源から出射した光束を光情報記録媒体に集光する信号光と光情

報記録媒体に集光しない参照光とに分割する分割手段と、光情報記録媒体から反射された信号光と参照光の干渉光を検出する検出器と、検出器上で信号光と参照光を両者の位相関係が互いに異なる状態で光学的に干渉させる手段と、光情報記録媒体の所定の記録層に焦点合わせされた信号光と参照光の一方を第１の光束とし他方を第２の光束として、第１の光束を検出器上に収束させる手段及び第２の光束を検出器上から前後にデフォーカスさせて収束させる手段と、を有し、

検出器は、第１の光束と前側にデフォーカスさせた第２の光束との干渉光を検出する第１の検出器と、第１の光束と後側にデフォーカスさせた第２の光束との干渉光を検出する第２の検出器とを有し、第１の検出器は、４つの検出器を有しており、第１の光束と第２の光束の間の位相関係は４つの検出器上で互いにほぼ９０度ずつ異なっており、位相がほぼ１８０度異なる検出器の対で干渉光をそれぞれ差動検出してSig11，Sig12を得、第２の検出器は、４つの検出器を有しており、第１の光束と第２の光束の間の位相関係は４つの検出器上で互いにほぼ９０度ずつ異なっており、位相がほぼ１８０度異なる検出器の対で干渉光をそれぞれ差動検出してSig21，Sig22を得、Sig11、Sig12のそれぞれの２乗を加算して和信号Sig1を得、Sig21、Sig22のそれぞれの２乗を加算して和信号Sig2を得、和信号Sig1の極大値Sig1（ｚ＝０）及び前記和信号Sig2の極大値Sig2（ｚ＝０）から

$$k_1 \cdot Sig1(z=0) - k_2 \cdot Sig2(z=0) = 0$$
$$k_1^2 + k_2^2 = 1$$

によりk_1，k_2を求め、

$$FES2 = k_1 \cdot Sig1 - k_2 \cdot Sig2$$

によりフォーカス誤差信号FES2を得、フォーカス誤差信号FES2を用いて光情報記録媒体にフォーカス制御をかけることとした。

[0012] このように、第１の検出器では、信号光が光情報記録媒体の所定の層に対して前側に所定の量だけデフォーカスした時に、信号Sig1の干渉による増幅効果が最大となる。また、第２の検出器では、信号光が光情報記録媒体の所

定の層に対して後ろ側に所定の量だけデフォーカスした時に、信号Sig2の干渉による増幅効果が最大となる。すなわち、各々の検出器から、光情報記録媒体の所定の層に対して前後に所定の量だけデフォーカスした時に出力が最大となる２つの信号Sig1，Sig2が得られる。そこで、この２つの信号の和をとることによって、デフォーカスがゼロの時に出力が最大となる再生ＲＦ信号が得られる。また、この２つの信号の差をとることによって、デフォーカスがゼロの時に出力がゼロとなり、デフォーカスの符号に応じて出力の符号の異なるフォーカス誤差信号が得られ、Ｓ／Ｎ比の高い再生ＲＦ信号とフォーカス誤差信号を同時に生成することができる。

[0013] また、光学系や装置の状態によって２つの信号Sig1，Sig2にアンバランスが生じたとしても、上記のように係数k_1，k_2を求め、それによって２つの信号Sig1，Sig2の相対強度を補正することにより、２つの信号のアンバランスに起因するフォーカス誤差信号のオフセットを解消して、安定したフォーカス誤差信号及び再生ＲＦ信号を得ることが可能になる。

[0014] 和信号Sig1の極大値Sig1（ｚ＝０）及び和信号Sig2の極大値Sig2（ｚ＝０）は、例えば次のようにして求めることができる。すなわち、所定の記録層から反射された信号光を検出する第３の検出器と、第３の検出器の出力からフォーカス誤差信号FES1を生成する手段を備え、フォーカス誤差信号FES1を用いて光情報記録媒体の所定の記録層にフォーカス制御をかけた状態で得られる和信号Sig1及び和信号Sig2をそれぞれSig1（ｚ＝０）及びSig2（ｚ＝０）とする。あるいは、信号光の焦点位置を光情報記録媒体の記録層を横切る方向に移動させた時に得られる和信号Sig1及び和信号Sig2の極大値をそれぞれSig1（ｚ＝０）及びSig2（ｚ＝０）とする。

[0015] また、上記係数k_1，k_2を用いて次式

$$RF2 = k_1 \cdot Sig1 + k_2 \cdot Sig2$$

により再生ＲＦ信号RF2を得、この再生ＲＦ信号RF2を用いて光情報記録媒体の情報を再生するようにした。

[0016] また、本発明では、複数の記録層とトラッキング制御のための案内溝を有

するガイド層とを備えるグルーブレス光ディスクを再生するための光情報再生装置であって、第１の波長の光束を出射する第１の光源と、第１の波長より長波長の第２の波長の光束を出射する第２の光源と、対物レンズと、第１の光源から出射した光束を光情報記録媒体に集光する信号光と光情報記録媒体に集光しない参照光とに分割する分割手段と、信号光を対物レンズにより集光してグルーブレス光ディスクに照射する第１の光学系と、第２の光源から出射した光束を対物レンズにより集光してグルーブレス光ディスクに照射する第２の光学系と、第１の光学系の光路中に配置された第１の焦点位置制御素子と、第１の光学系の光路中に配置された第２の焦点位置制御素子と、第１の焦点位置制御素子を光軸方向に駆動する第１のアクチュエータと、第２の焦点位置制御素子を光軸方向に駆動する第２のアクチュエータと、光情報記録媒体から反射された信号光と参照光との干渉光を検出する検出器と、検出器上で信号光と参照光を両者の位相関係が互いに異なる状態で光学的に干渉させる手段と、光情報記録媒体の所定の記録層に焦点合わせされた信号光と参照光の一方を第１の光束とし他方を第２の光束として、第１の光束を検出器上に収束させる手段及び第２の光束を検出器上から前後にデフォーカスさせて収束させる手段と、を有し、

検出器は、第１の光束と前側にデフォーカスさせた第２の光束との干渉光を検出する第１の検出器と、第１の光束と後側にデフォーカスさせた第２の光束との干渉光を検出する第２の検出器とを有し、第１の検出器は、４つの検出器を有しており、第１の光束と第２の光束の間の位相関係は４つの検出器上で互いにほぼ９０度ずつ異なっており、位相がほぼ１８０度異なる検出器の対で干渉光をそれぞれ差動検出してSig11，Sig12を得、第２の検出器は、４つの検出器を有しており、第１の光束と第２の光束の間の位相関係は４つの検出器上で互いにほぼ９０度ずつ異なっており、位相がほぼ１８０度異なる検出器の対で干渉光をそれぞれ差動検出してSig21，Sig22を得、Sig11、Sig12のそれぞれの２乗を加算して和信号Sig1を得、Sig21，Sig22のそれぞれの２乗を加算して和信号Sig2を得、和信号Sig1の極大値Sig1（ｚ＝０）及び

和信号Sig2の極大値Sig2（ｚ＝０）から

$$k_1 \cdot Sig1(z=0) - k_2 \cdot Sig2(z=0) = 0$$
$$k_1^2 + k_2^2 = 1$$

によりk_1，k_2を求め、

$$FES2 = k_1 \cdot Sig1 - k_2 \cdot Sig2$$

により第２のフォーカス誤差信号FES2を得、

更に、グルーブレス光ディスクのガイド層から反射された第２の波長の光束を検出する第３の検出器と、第３の検出器の出力から第１のフォーカス誤差信号FES1を生成する手段と、を備え、

対物レンズを、第１のフォーカス誤差信号FES1に基づいて駆動することにより第２の波長の光束の焦点をガイド層に追従させ、第１の焦点位置制御素子を駆動することにより信号光の焦点を所定の記録層の付近まで移動させ、第２の焦点位置制御素子を第２のフォーカス誤差信号FES2に基づいて駆動することにより、信号光の焦点を所定の記録層に高精度に追従させることとした。

[0017] ここで、第１のアクチュエータは、第２のアクチュエータと比較して、焦点移動ストロークが大きく、かつ駆動周波数帯域が低いこととした。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、従来の光ディスク装置と同等のサイズで作製可能で、信号増幅効果が高く、安価な干渉型の光学的情報検出方法を用いた光情報再生装置が実現される。特に、複数の記録層を有する多層光ディスクに対して高Ｓ／Ｎ比の検出信号を得ることができる。具体的には、従来技術（特許文献１）は信号光と参照光との干渉光から生成する高Ｓ／Ｎ比の再生信号とフォーカス誤差信号に対して１６個の検出器を必要とするのに対し、本発明では２組又は３組のＮ個（Ｎは３以上）の検出器で足り、検出器の数を６個（２組×Ｎが３の場合）以上、１２個（３組×Ｎが４の場合）以下に減らすことができる。

[0019] 上記した以外の、課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明

らかにされる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の光情報検出方法を実現する光ピックアップの構成例を示す図。

[図2]本発明の光情報記録再生装置の構成例を表す概略図。

[図3]参照光光路長調整部のフローを示す図。

[図4]光ピックアップの検出光学系の構成例を示す図。

[図5]信号光と参照光の偏光方向と検出光の偏光方向を示す図。

[図6]本発明の光ピックアップ光学系と信号演算方法の一実施例を示す図。

[図7]再生信号とフォーカス誤差信号のシミュレーション結果を示す図。

[図8]参照光に付与するデフォーカス波面収差量と、再生信号振幅及びフォーカス誤差信号の引込範囲のシミュレーション結果を示す図。

[図9]本発明の実施例による２層ＢＤの再生信号とフォーカス誤差信号のシミュレーション結果を示す図。

[図10]本発明のフォーカス制御のフローを示す図。

[図11]本発明の光情報検出方法を実現する光ピックアップの別の構成例を示す図。

[図12]信号Sig1，Sig2、フォーカス誤差信号の例を示す図。

[図13]前後デフォーカス波面収差を光に付与する構成例を示す図。

[図14]本発明に従う光ディスク装置の一実施例を示すブロック構成図。

[図15]光ディスクの構造例を示す図。

[図16]光ディスク装置に光ディスクを挿入した時の処理フローを示した図。

[図17]フォーカス制御フローを示した図。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

実施例 1

[0022] 実施例１では、参照光に対して、異符号のデフォーカスを与える例について説明する。

[0023] ［光ピックアップ光学系の構成］

図１は、本発明の光信号検出方法を実現する光ピックアップ２の光学系の構成例を示す概略図である。本実施例の光ピックアップ光学系は、半導体レーザから出射された光を光ディスクに導き反射させ、反射光（信号光）と参照光とを干渉させて干渉光を生成するための干渉光学系と、生成された干渉光を分離し、分離された各々の干渉光に位相差を付与して複数の検出器で検出するための検出光学系とにより構成される。

[0024] ＜信号光と参照光の生成＞

半導体レーザ１０１から出射した光は、コリメートレンズ１１１によって平行光にされ、λ／２板１２１を透過し、偏光ビームスプリッタ１３１に入射し、第１の光束１０２と第２の光束１０３に分離される。偏光ビームスプリッタは分離面に入射するｐ偏光（以降、水平偏光と呼ぶ）をほぼ１００％透過し、ｓ偏光（以降、垂直偏光と呼ぶ）をほぼ１００％反射させる機能を有している。半導体レーザ１０１から出射した光の偏光状態はｐ偏光となっており、λ／２板１２１の光軸周りの回転角度を調整することにより、λ／２板１２１を透過する光の偏光方向を任意に変更し、偏光ビームスプリッタ１３１での透過光と反射光との強度比を任意に調整することができる。

[0025] ＜信号光の２分割検出＞

偏光ビームスプリッタ１３１によって反射された垂直偏光の第１の光束１０２は、λ／４板１２２を透過することによって円偏光に変換された後、対物レンズ１１２で集光され、１ないし複数の情報記録層を有する光ディスク３に照射される。回転モータ２０１によって回転させられている光ディスク３で反射した第１の光束１０２（以降、信号光と呼ぶ）は、対物レンズ１１２で再び平行光に戻され、λ／４板１２２で直線偏光に戻されるが、ディスク面での反射によって円偏光の回転方向が反転するため、直線偏光の方向は元の光と直交する水平偏光となる。このため、λ／４板１２２を透過した水平偏光の信号光１０２は偏光ビームスプリッタ１３１を透過してハーフミラーであるビームスプリッタ１３２へ向かう。

[0026] ビームスプリッタ１３２に入射した信号光１０２は、第１の信号光１０２

ａと第２の信号光１０２ｂとに分割される。ビームスプリッタ１３２で反射した第１の信号光１０２ａは、偏光ビームスプリッタ１３３を透過し、検出光学系１１へ向かう。また、ビームスプリッタ１３２を透過した第２の信号光１０２ｂは、偏光ビームスプリッタ１３４を透過し、検出光学系１２へ向かう。

[0027] ＜デフォーカス参照光の２分割検出＞

一方、λ／２板１２１と偏光ビームスプリッタ１３１を透過した水平偏光の第２の光束１０３（以降、参照光と呼ぶ）は、λ／２板１２３によって垂直偏光に変換された後、参照光反射部１４１で反射され、ハーフミラーであるビームスプリッタ１３５へ向かう。

[0028] ビームスプリッタ１３５に入射した参照光１０３は、第１の参照光１０３ａと第２の参照光１０３ｂとに分割される。ビームスプリッタ１３５で反射した第１の参照光１０３ａは、第１のレンズ１１３を透過してある所定のデフォーカス波面収差W_{20}を付与された後、偏光ビームスプリッタ１３３で反射され、検出光学系１１へ向かう。また、ビームスプリッタ１３５を透過した第２の参照光１０３ｂは、第２のレンズ１１４を透過して第１のレンズ１１３で第１の参照光１０３ａに付与されるのとは反対符号のデフォーカス波面収差$-W_{20}$を付与された後、偏光ビームスプリッタ１３４で反射され、検出光学系１２へ向かう。

[0029] このとき、第１の信号光１０２ａと第１の参照光１０３ａとは検出光学系１１で、第２の信号光１０２ｂと第２の参照光１０３ｂとは検出光学系１２で、互いに偏光方向が直交した状態、すなわち信号光は水平偏光、参照光は垂直偏光の状態で合成されている。

[0030] 第１のレンズ１１３で第１の参照光１０３ａに付与されるデフォーカス波面収差と第２のレンズ１１４で第２の参照光１０３ｂに付与されるデフォーカス波面収差の絶対値は略等しいことが望ましい。あるいは、光ディスクで反射されて検出光学系１１，１２へ向かう信号光１０２に対して、第１の参照光１０３ａと第２の参照光１０３ｂは光束の規格化半径をｒ（光軸はｒ＝

０、周辺光束はｒ＝１）として、それぞれ＋W_{20}ｒ^2，－W_{20}ｒ^{2}のデフォーカス波面収差が付与され、信号光１０２に対して前後にデフォーカスされることが望ましい。例えば第１のレンズ１１３は焦点距離ｆ$_0$の凸レンズとし、第２のレンズ１１４は焦点距離－ｆ$_0$の凹レンズとする。

[0031] ［光情報記録再生装置の全体構成］

図２は、本発明の光信号検出方法を実現する光情報記録再生装置の全体的な構成の一例を示したものである。

[0032] ＜ドライブ全体構成、制御機構＞

光情報記録再生装置１は、光ピックアップ２と回転モータ２０１を備えており、光ディスク３は回転モータ２０１によって回転可能な構成となっている。

[0033] 光ピックアップ２は、光を光ディスク３に照射してデジタル情報を記録及び／又は再生する役割を果たす。光ピックアップ２で検出された再生光は電流電圧（ＩＶ）変換された後、信号処理回路２０３に入力される。信号処理回路２０３によって再生信号やサーボ信号が生成され、コントローラ２０２に送られる。コントローラ２０２はサーボ信号に基づき、サーボ制御回路２０４やアクセス制御回路２０５、自動位置制御部２０６を制御する。サーボ制御回路２０４は後述する光ピックアップ２の対物レンズやビームエキスパンダの位置制御などを、アクセス制御回路２０５はアクチュエータ２ａにより光ピックアップ２の位置制御を、自動位置制御部２０６は回転モータ２０１により光ディスク３の回転制御を行う。これにより光ディスク３の任意の位置に光スポット１０２ｓを位置づける。また、コントローラ２０２は再生か記録かによって、またディスクの種類によってレーザドライバ２０７を制御し、光ピックアップ２に含まれる半導体レーザを適当なパワー／波形で発光させる。また、後述の通り、記録時には光ピックアップ２の信号光１０２に多くの光量が必要となる一方、再生時は参照光の光量によって再生光の増幅率が決まるため、記録・再生時ともにサーボ制御回路２０４で回転アクチュエータ１２１ａを制御し、λ／２板１２１の光軸周りの回転角度を適当に

調整する。

[0034] ＜信号光と参照光の生成＞

光ピックアップ２上に搭載された波長４０５ｎｍの青色半導体レーザ１０１から出射した光は、コリメートレンズ１１１によって平行光にされ、λ／２板１２１を透過し、偏光ビームスプリッタ１３１によって第１の光束１０２と第２の光束１０３に分離される。

[0035] 偏光ビームスプリッタ１３１で反射された垂直偏光の第１の光束１０２は、偏光性のビームスプリッタ１３６を透過し、λ／４板１２２を透過することによって円偏光に変換された後、１ないし複数の情報記録層を有する光ディスク３の基板厚の変化により発生する球面収差を補正するビームエキスパンダ１１５を透過し、ＮＡ０．８５の対物レンズ１１２で集光され、光ディスク３に照射される。光ディスク３で反射された信号光は、対物レンズ１１２、ビームエキスパンダ１１５、λ／４板１２２を透過し、水平偏光となる。ビームスプリッタ１３６は垂直偏光を１００％透過し、水平偏光の一部を反射、一部を透過するという性質を持つように設計されており、一部の信号光はビームスプリッタ１３６で反射され、残りは透過する。

[0036] ＜信号光の検出＞

ビームスプリッタ１３６で反射された一部の信号光１０２は、集光レンズ１１６で集光され、シリンドリカルレンズ１１７により非点収差を与えられて検出器１３へと導かれる。検出器１３の出力信号から信号処理回路２０３によってフォーカス誤差信号（FES）やトラッキング誤差信号（TES）のサーボ信号や、再生ＲＦ信号を出力する。該サーボ信号、かつ／又は後述の検出光学系１１，１２の出力信号から信号処理回路２０３によって生成されるフォーカス誤差信号に基づきコントローラ２０２はサーボ制御回路２０４を介して、ビームエキスパンダ１１５の光軸方向の位置を変えるレンズアクチュエータ１１５ａや、対物レンズ１１２の光軸方向や光ディスク半径方向の位置を変える対物レンズアクチュエータ１１２ａを制御し、光ディスク３の任意の位置に光スポット１０２ｓを位置づける。

[0037] ＜信号光、参照光の検出＞

ビームスプリッタ１３６を透過した残りの信号光１０２は、前述の通り偏光ビームスプリッタ１３１を透過し、ビームスプリッタ１３２で第１の信号光１０２ａと第２の信号光１０２ｂとに分離され、水平偏光の状態で検出光学系１１と検出光学系１２へ向かう。一方で、λ／２板１２１と偏光ビームスプリッタ１３１を透過した水平偏光の第２の光束１０３（以降、参照光と呼ぶ）は、前述の通りλ／２板１２３によって垂直偏光に変換された後、参照光反射部１４１によって反射され、ビームスプリッタ１３５で第１の参照光１０３ａと第２の参照光１０３ｂとに分離され、第１のレンズ１１３、第２のレンズ１１４によってそれぞれ所定のデフォーカスを付与された後、垂直偏光の状態で検出光学系１１と検出光学系１２へ向かう。第１の信号光１０２ａと第１の参照光１０３ａとは検出光学系１１で、第２の信号光１０２ｂと第２の参照光１０３ｂとは検出光学系１２で、互いに偏光方向が直交した状態で合成されている。そして具体的には後述するように、検出光学系１１，１２の出力信号から信号処理回路２０３によってフォーカス誤差信号（FES）のサーボ信号や、再生ＲＦ信号を出力する。

[0038] 以降、検出器１３の出力信号から得られる、信号光１０２のみから生成される再生ＲＦ信号とフォーカス誤差信号を、後述する検出光学系１１，１２から得られる、信号光１０２と参照光１０３の干渉光から生成されるそれらと区別するため、検出器１３から得られる信号をそれぞれRF1，FES1、検出光学系１１，１２から得られる信号をそれぞれRF2，FES2と記す。

[0039] ＜参照光光路長調整部１４１の制御＞

ここで、コントローラ２０２はサーボ信号に基づきサーボ制御回路２０４で対物レンズアクチュエータ１１２ａを制御すると同時に、参照光光路長調整部１４１ａを制御し、対物レンズ１１２の移動に伴う信号光の光路長の変化に合わせて、参照光光路長調整部１４１ａによって参照光反射部１４１の位置を制御し、参照光１０３と信号光１０２との光路長の差が常に半導体レーザ１０１のコヒーレンス長以下になるようにする。これにより、参照光と

信号光は常にほぼ完全コヒーレントな状態が保たれる。又は、コントローラ２０２は図３に示すように後述する再生ＲＦ信号RF2をモニタしながら信号光１０２と参照光１０３の干渉度が最大となるように参照光光路長調整部１４１ａを制御する。これにより、参照光による信号光の安定した増幅が得られる。

[0040] ＜λ／２板１２１回転の別例＞

本実施例では、偏光ビームスプリッタ１３１に入射する光束の偏光方向をλ／２板１２１の回転により制御しているが、例えば代わりに、電圧の印加によって光の偏光方向が切り替わる液晶素子板を用いて光束の偏光方向を制御してもよい。

[0041] ＜第１の光束と第２の光束の別例＞

本実施例ではビームスプリッタ１３１の反射光（垂直偏光）を第１の光束（信号光）として、透過光（水平偏光）を第２の光束（参照光）として用いているが、その逆でも構わない。この場合も、検出光学系１１，１２において信号光１０２と参照光１０３の偏光方向が直交するようにすればよい。

[0042] ＜ビームエキスパンダ１１５の別例＞

本実施例において球面収差補正機構として２枚組エキスパンダレンズの一部を動かす例を示しているが、これは例えばコリメートレンズ１１１をアクチュエータに搭載して動かしてもよい。また、電圧駆動の液晶可変位相変調素子を用いて波面を直接変調してもよい。

[0043] ＜ビームスプリッタ１３６の別例＞

ビームスプリッタ１３６は、垂直偏光を１００％反射し、水平偏光の一部を反射、一部を透過するという性質を持っていてもよい。この時、λ／４板１２２、ビームエキスパンダ１１５、対物レンズ１１２、光ディスク３は、ビームスプリッタ１３６による垂直偏光の反射光路中に配置される。また、集光レンズ１１６、シリンドリカルレンズ１１７、検出器１３は、光ディスク３によって反射された信号光１０２のビームスプリッタ１３６の透過光路中に配置される。

[0044] ＜サーボ方式の別例＞

本実施例では、光ディスク３で反射した信号光１０２からフォーカス誤差信号を取得するため、集光レンズ１１６で収束光とされた信号光にシリンドリカルレンズ１１７で非点収差を付与し、非点収差法を用いて検出器１３でフォーカス誤差信号FES1を取得しているが、例えばスポットサイズ法、ナイフエッジ法などを用いても構わない。この場合にはシリンドリカルレンズ１１７は不要となる。また、トラッキング誤差信号の取得には、一般的な光ピックアップで用いられるプッシュプル法やＤＰＤ（Differential Phase Detection）法などを用いればよい。また、複数の受光部から成る検出器１３で検出され、ＩＶ変換された各信号出力の和から、光ディスク強度信号RF1を得ることができる。

[0045] ［光ピックアップ検出光学系の構成］

図４は、光ピックアップ２の検出光学系１１の光学系構成の一例を示したものである。検出光学系１２についても構成と機能は同じであるので説明は割愛する。

[0046] 検出光学系１１に入射した水平偏光の信号光１０２と垂直偏光の参照光１０３の合成光はレンズ３０１で集光され、ハーフミラーであるビームスプリッタ３０２によって２つに分割される。

[0047] ＜合成光の検出＞

ビームスプリッタ３０２を透過した合成光は、λ／２板３０３によって偏光方向を４５度回転させられた後、偏光ビームスプリッタ３０５によって直交する直線偏光に分離され、第１の検出器３０７ａ（PD1）と第２の検出器３０７ｂ（PD2）によって検出される。本実施例では検出器３０７ａ，３０７ｂはレンズ３０１による信号光１０２の焦点位置に配置される。２つの検出器PD1，PD2で検出される光の偏光成分Ｐ，Ｓと、信号光の偏光方向（E_{sig}）と参照光の偏光方向（E_{ref}）の関係を示したのが図５である。検出器PD1ではＰ偏光すなわちE_{sig}とE_{ref}のＰ偏光方向の射影成分が検出され、検出器PD2ではＳ偏光すなわちE_{sig}とE_{ref}のＳ偏光方向の射影成分が検出される。Ｓ偏光方向の

射影成分では、この図の場合、E_{ref}の符号が反転して見える。検出光学系１１の検出器PD1，PD2で検出される信号を式で表すと、それぞれ次のようになる。

［式１］

$$I_{PD1} = \left|\frac{1}{2}E_{sig}+\frac{1}{2}E_{ref}\right|^2 = \frac{1}{4}\left|E_{sig}\right|^2+\frac{1}{4}\left|E_{ref}\right|^2+\frac{1}{2}\left|E_{sig}\right|\left|E_{ref}\right|\cos\left(\varphi_{sig}-\varphi_{ref}\right)$$

［式２］

$$I_{PD2} = \left|\frac{1}{2}E_{sig}-\frac{1}{2}E_{ref}\right|^2 = \frac{1}{4}\left|E_{sig}\right|^2+\frac{1}{4}\left|E_{ref}\right|^2-\frac{1}{2}\left|E_{sig}\right|\left|E_{ref}\right|\cos\left(\varphi_{sig}-\varphi_{ref}\right)$$

[0048] ここで、絶対値の二乗になっているのは、検出されるのは光のエネルギーであるからである。ここでは簡単のためにE_{sig}とE_{ref}は完全コヒーレンスであることを仮定している。

[0049] ＜他方の合成光の検出＞

ビームスプリッタ３０２で反射された合成光は、λ／４板３０４によって円偏光に変換される。このとき信号光１０２と参照光１０３で元の偏光方向が９０度異なるため、逆の回転方向の円偏光に変換される。これらの円偏光が、偏光ビームスプリッタ３０６によって直交する直線偏光に分離され、第３の検出器３０７ｃ（PD3）と第４の検出器３０７ｄ（PD4）によって検出される。本実施例では検出器３０７ｃ，３０７ｄはレンズ３０１による信号光１０２の焦点位置に配置される。２つの検出器PD3，PD4で検出される光の偏光成分Ｐ，Ｓと、信号光の偏光方向（E_{sig}）と参照光の偏光方向（E_{ref}）の関係も同様に図５で表されるが、E_{sig}とE_{ref}の間に９０度の位相差がついているのが、PD1とPD2の例とは異なる。検出光学系１１の検出器PD3，PD4で検出される信号を式で表すと、それぞれ次のようになる。

［式３］

$$I_{PD3} = \left|\frac{1}{2}\exp\left(-i\frac{\pi}{4}\right)E_{sig}+\frac{1}{2}\exp\left(+i\frac{\pi}{4}\right)E_{ref}\right|^2$$
$$= \frac{1}{4}\left|E_{sig}\right|^2+\frac{1}{4}\left|E_{ref}\right|^2+\frac{1}{2}\left|E_{sig}\right|\left|E_{ref}\right|\sin\left(\varphi_{sig}-\varphi_{ref}\right)$$

［式４］

$$I_{PD4} = \left|\frac{1}{2}\exp\left(+i\frac{\pi}{4}\right)E_{sig}+\frac{1}{2}\exp\left(-i\frac{\pi}{4}\right)E_{ref}\right|^2$$
$$= \frac{1}{4}\left|E_{sig}\right|^2+\frac{1}{4}\left|E_{ref}\right|^2-\frac{1}{2}\left|E_{sig}\right|\left|E_{ref}\right|\sin\left(\varphi_{sig}-\varphi_{ref}\right)$$

[0050] 式中のexp(±ｉπ／４)は、λ／４板によってE_{sig}，E_{ref}で±４５度（９０度の差）の位相差がつけられていることを表している。ビームスプリッタ３０２、偏光ビームスプリッタ３０５，３０６によって分割された信号光１０２と参照光１０３の位相差は、式（１）～（４）に示すように、検出光学系１１の４つの検出器PD1，PD2，PD3，PD4上でそれぞれ、０°，１８０°，９０°，２７０°と互いに異なっている。

[0051] ＜信号の差動検出＞

このようにして、各々の検出器で検出される信号には、光ディスク３上の情報には無関係な成分｜E_{ref}｜^{2}が含まれているため、検出光学系１１の差動回路３０８ａ，３０８ｂでそれぞれPD1とPD2、PD3とPD4の出力の差動信号をとると、

［式５］

$$Sig11 = I_{PD1}-I_{PD2} = \left|E_{sig}\right|\left|E_{ref}\right|\cos\left(\varphi_{sig}-\varphi_{ref}\right)$$

［式６］

$$Sig12 = I_{PD3}-I_{PD4} = \left|E_{sig}\right|\left|E_{ref}\right|\sin\left(\varphi_{sig}-\varphi_{ref}\right)$$

となり、信号光振幅強度と参照光振幅強度の積の形の信号が得られる。これは、参照光の強度を大きくすれば大きな信号出力を得られることを示している。即ち信号光の強度を増幅できることを示している。

[0052] このようにして検出光学系１１で生成された差動信号Sig11とSig12は、信号処理回路２０３に入力される。そして、後述のようにフォーカス誤差信号

（FES）のサーボ信号や、再生ＲＦ信号が生成され、コントローラ２０２に送られる。

[0053] ＜２組の２乗和信号生成＞

ここで、式（５）及び式（６）にはsin，cosが付随しており、これは信号光と参照光との間の位相差を表している。ところが参照光と信号光は別の光路を通り、ディスクの回転に合わせてフォーカスサーボにより対物レンズ１１２が上下して追随するため、信号光の光路長は絶え間なく変化することになる。したがって、式（５）及び式（６）の位相項が確定せず、この方式で得られる信号は大きく変化してしまう。

[0054] そこで、信号演算回路２０３により検出光学系１１で生成された差動信号Sig11とSig12の二乗和の演算を行って信号Sig1を得ることとした。

［式７］

$$Sig1=(Sig11)^2+(Sig12)^2=|E_{sig}|^2|E_{ref}|^2$$

[0055] このように演算を行うことにより、信号光と参照光の位相が変化した場合でも、安定して確実に一定の信号を得ることができる。式（７）のように二乗加算の演算を行うことにより出力Sig1は信号光強度｜E_{sig}｜^{2}に比例した信号が得られるため、再生ＲＦ信号は従来のＣＤ，ＤＶＤ，ＢＤと同じ信号波形が得られる。またその増幅率は｜E_{ref}｜^{2}であり、参照光強度を強くすることにより、増幅率を上げることができることがわかる。また、二乗和の後平方根を取って再生ＲＦ信号としても良い。平方根を取る演算を行うと、信号光強度の平方根に比例した出力となるため、再生ＲＦ信号は従来の光磁気ディスクと同じ信号波形となる。

[0056] 図１の検出光学系１２においても検出光学系１１と同様に、４つの検出器PD1A，PD2A，PD3A，PD4A（３０７Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ）の各出力から、差動回路によって式（５）（６)のように２つの差動信号Sig21，Sig22を生成し、さらに式（８）の二乗和演算によりSig2を得ることとする。

［式８］

$$Sig2=(Sig21)^2+(Sig22)^2$$

[0057] ＜２組の２乗和信号Sig1，Sig2からＲＦ信号とFESを得る方法＞

ここで、図１の検出光学系１１に入射する第１の参照光１０３ａは第１のレンズ１１３によってある所定のデフォーカス波面収差W_{20}を付与されており、対物レンズ１１２で集光された信号光１０２が光ディスク３の情報記録層に合焦した時の第１の信号光１０２ａに対して前側にデフォーカスしている。検出光学系１１で検出される再生光は、第１の信号光１０２ａと第１の参照光１０３ａの干渉光であるので、再生光が最も増幅される、すなわち干渉の効果が最も強くなるのは、光ディスク３が回転モータ２０１によって回転されてディスクの面ぶれが起きている最中で、光ディスク３の前記情報記録層が信号光１０２の焦点位置からある量Δだけ光軸方向にずれて光ディスク３で反射された信号光１０２が第１の参照光１０３ａと同様に前側にW_{20}だけデフォーカスした時である。

[0058] 一方、図１の検出光学系１２に入射する第２の参照光１０３ｂは第２のレンズ１１４によってある所定のデフォーカス波面収差$-W_{20}$を付与されており、対物レンズ１１２で集光された信号光１０２が光ディスク３の情報記録層に合焦した時の第２の信号光１０２ｂに対して後ろ側にデフォーカスしている。検出光学系１２で検出される再生光は、第２の信号光１０２ｂと第２の参照光１０３ｂの干渉光であるので、再生光が最も増幅される、すなわち干渉の効果が最も強くなるのは、光ディスク３が回転モータ２０１によって回転されてディスクの面ぶれが起きている最中で、光ディスク３の前記情報記録層が信号光１０２の焦点位置からある量$-\Delta$だけ光軸方向にずれて光ディスク３で反射された信号光１０２が第２の参照光１０３ｂと同様に後ろ側にW_{20}だけデフォーカスした時である。

[0059] このように、２つの検出光学系１１，１２において、再生光が最も増幅される対物レンズ１１２と光ディスク３の情報記録層の相対位置関係を、信号光１０２の前記情報記録層への合焦時に比べて同程度だけ前後にずらすことができる。そこで、この２つの信号の差分を取ることにより、すなわち

［式９］

$$FES2 = Sig1 - Sig2$$

により、フォーカス誤差信号を得ることとした。また、２つの信号の和を取る、すなわち

［式１０］

$$RF2 = Sig1 + Sig2$$

により、参照光１０３によって増幅された信号光１０２の強度信号を得ることとした。信号光１０２と参照光１０３から再生ＲＦ信号RF2及びフォーカス誤差信号FES2を得るための検出光学系１１（検出器３０７ａ，ｂ，ｃ，ｄ）、検出光学系１２（検出器３０７Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ）を含む光学系及び信号処理回路２０３で行われる信号演算方法のブロック図を図６に纏める。図６の１２０１は２乗演算回路、１２０２は加算回路、１２０３は差動回路を示す。

[0060] ＜２組の２乗和信号Sig1，Sig2からＲＦ信号とFESを得る実例＞

図７は、本発明による再生ＲＦ信号及びフォーカス誤差信号を計算機シミュレーションにより確認した結果である。シミュレーションではスカラー回折理論に基づき、光検出器上の光強度分布をフーリエ積分により求めた。計算条件は波長λ＝４０５ｎｍ、対物レンズ開口数ＮＡ＝０．８５、検出系集光レンズＮＡ０．０８５（復路倍率１０倍）、検出器サイズは５０μｍ角とし、光ディスクは基板厚０．１ｍｍの単層ＢＤを想定した。第１のレンズ１１３及び第２のレンズ１１４で付与されるデフォーカス波面収差量W_{20}は０．１λ（５７．７ｍλｒｍｓ）とし、図７（ａ）は２組の２乗和信号Sig1（実線）、Sig2（破線）、図７（ｂ）はこれらの和信号から得られる式（１０）に示す再生ＲＦ信号RF2（実線）、図７（ｃ）はこれらの差信号から得られる式（９）に示すフォーカス誤差信号FES2の結果を示す。図７（ａ）（ｂ）には参考のためにW_{20}＝０λの場合の結果も合わせて点線で示す。

[0061] 図７（ａ）に示すように、出力が最大となるデフォーカスがゼロの位置に対して、前後にずれた２つの信号Sig1，Sig2が生成できる。そして図７（ｂ）に示すように、これらの和信号を取ることにより、デフォーカスがゼロ、

すなわち、対物レンズ１１２で集光された信号光１０２が光ディスク３の情報記録層に合焦した時に最大となる再生ＲＦ信号が得られる。また図７（ｃ）に示すように、これらの差信号を取ることにより、デフォーカスに対してＳ字の形をした、フォーカス誤差信号が得られる。

[0062] 図８に、デフォーカス波面収差量W_{20}と再生ＲＦ信号の増幅率（W_{20}＝０の時で正規化）及びフォーカス誤差信号の引込範囲の関係を示すシミュレーション結果を示す。これによると、デフォーカス波面収差量W_{20}によってフォーカス誤差信号の引込範囲を制御することができる。一方で、デフォーカス波面収差量W_{20}が大きいと再生信号の増幅率が低下し、フォーカス誤差信号のゼロ点付近での線形性が悪くなるため、本実施例では第１のレンズ１１３及び第２のレンズ１１４で付与されるデフォーカス波面収差量W_{20}は０．４λ以下であることが望ましい。

[0063] 図９に、層間隔が５μｍの２層ディスクに本発明を適用した時の（ａ）再生ＲＦ信号RF2及び（ｂ）フォーカス誤差信号FES2のシミュレーション結果を実線で示す。比較のため、光検出器１３の出力から得られる再生ＲＦ信号RF1及びフォーカス誤差信号FES1のシミュレーション結果を合わせて点線で示す。RF1及びFES1の計算条件は波長λ＝４０５ｎｍ、対物レンズ開口数をＮＡ＝０．８５、有効光束径は３ｍｍ、検出系集光レンズ開口数をＮＡ２＝０．０８５（復路倍率１０倍）、シリンドリカルレンズ１１７により付与される非点隔差は検出系において１ｍｍ、検出器は５０μｍ角の４分割光検出器とし、光ディスクの基板厚は手前から０．０９５ｍｍ、０．１ｍｍとした。２層ディスクの層間隔が５μｍと従来の２層ＢＤに比べて非常に狭いため、検出器１３から得られる再生信号RF1は各層からの反射光が殆ど分離できておらず、フォーカス誤差信号FES1も記録層０μｍの位置でゼロクロスしていない。一方で、検出光学系１１，１２から得られる再生信号RF2は各層からの反射光がきれいに分離しており、フォーカス誤差信号FES2も分離した２つのＳ字信号が得られている。したがって、参照光との干渉光を検出することにより、信号光のみの強度信号を検出するより、光ディスク３の面ぶれによる信号光

のデフォーカスに対して非常に選択性の高い信号が得られ、結果として多層光ディスクの層間クロストークに強い再生ＲＦ信号及びフォーカス誤差信号が得られる。

[0064] ＜前後デフォーカス量とSig1，Sig2からＲＦ信号とFESを得る別例＞

本実施例に記載の効果を得るための、第１のレンズ１１３により第１の参照光１０３ａに付与されるデフォーカス波面収差W_1と第２のレンズ１１４により第２の参照光１０３ｂに付与されるデフォーカス波面収差W_2とは、上記のとおり異符号で絶対値が略同じであるとは限らず、原理的にはW_1とW_2の絶対値が異なってもよい。このとき、式（９）（１０）に示すＲＦ信号とフォーカス誤差信号の別の演算として、式（７）（８）の２乗和信号Sig1，Sig2に係数を乗算し、それぞれを加算又は減算することによって信号出力を得てもよい。すなわち、式（１１）（１２）によってRF2，FES2を得ることとした。

［式１１］

$$RF2 = a_1 \cdot Sig1 + a_2 \cdot Sig2$$
$$a_1^2 + a_2^2 = 1$$

［式１２］

$$FES2 = b_1 \cdot Sig1 - b_2 \cdot Sig2$$
$$b_1^2 + b_2^2 = 1$$

[0065] 係数a_1とa_2は、対物レンズ１１２で集光される信号光１０２が光ディスク３の情報記録層に合焦した時に、RF2が略最大となるように設定する必要がある。そこで例えば係数a_1とa_2は式（１３）の演算によって求める。

［式１３］

$$a_1 = \frac{\overline{Sig2}}{\sqrt{\overline{Sig1}^2 + \overline{Sig2}^2}}$$
$$a_2 = \frac{\overline{Sig1}}{\sqrt{\overline{Sig1}^2 + \overline{Sig2}^2}}$$

[0066] ここで、上線は平均値を表す。すなわち２つの信号Sig1，Sig2を数１０ナ

ノ秒から数１００マイクロ秒にわたって平均化し、その平均出力を用いて、式（１３）により係数を求め、乗算器に設定し、式（１１）の係数加算演算によって最終的な信号出力を得る。式（１１）の係数a_1，a_2は$a_1^2+a_2^2=1$となるように規格化している。又は、ＲＦ信号振幅は図８に示すようにデフォーカス波面収差W_{20}に対して$W_{20}<0.2\lambda$の範囲でほぼ線形の関係にあるので、各波面収差の絶対値によって式（１４）に示すように係数a_1，a_2を決定してもよい。

［式１４］

$$a_{1,2}=1-cW_{1,2}$$

[0067] 例えば、図８に示すように、λ＝４０５ｎｍ、対物レンズ開口数ＮＡ＝０．８５の光学系においてｃ＝９．１６である。

[0068] 係数b_1とb_2は、対物レンズ１１２で集光される信号光１０２が光ディスク３の情報記録層に合焦した時に、FES2＝０、すなわちb_1Sig1とb_2Sig2とが等しくなるように設定する必要がある。そこで、例えば光情報記録再生装置１の初期調整時に、単層の光ディスク３に対して検出器１３で生成されるフォーカス誤差信号FES1を用いてフォーカス制御を行い、FES2＝０となるように係数b_1とb_2を求めればよい。式（１２）の係数b_1，b_2は$b_1^2+b_2^2=1$となるように規格化している。

[0069] ＜フォーカス誤差信号の切り替え＞

本実施例では信号光１０２のみを検出する検出器１３と、信号光１０２と参照光１０３の合成光を検出する検出光学系１１，１２の出力から各々フォーカス誤差信号FES1，FES2を生成することができる。FES2はFES1に比べて図９で示した通り層間クロストークの影響が小さいが、対物レンズ１１２の焦点位置から離れた層からのＳ字のフォーカス誤差信号が小さくなり、多層光ディスクの層数を数えたり、記録層の切り替え（層間ジャンプ）を行ったりするのには不向きである可能性がある。そこで、図１０に示すように、例えば層数の少ない光ディスクを再生する時や、光ディスク３を光情報記録再生装置１にセットして層数をカウントするなど光情報記録再生装置１の初期調

整を行う時、多層光ディスクの記録層切り替え（層間ジャンプ）を行う時など、記録層だけでなく記録層以外のＳ字のフォーカス誤差信号も必要な時はフォーカス誤差信号としてFES1を用い、層間クロストークの影響をできるだけ受けずに多層光ディスクの記録再生を行う時はフォーカス誤差信号としてFES2を用いるように、図１に示す光情報記録再生装置１のコントローラ２０２でフォーカス誤差信号を切り替えてもよい。コントローラ２０２からサーボ制御回路２０４を介して対物レンズアクチュエータ１１２ａにFES1＝０又はFES2＝０となるようにフィードバック制御することで、対物レンズ１１２のフォーカス制御が可能となる。

[0070] ＜検出光学系１１，１２の別例＞

なお、図４に示す本実施例の光ピックアップ２の検出光学系では、ビームスプリッタ３０２の前にレンズ３０１を配置し、合成光を４つの検出器３０７ａ～３０７ｄに集光しているが、レンズ３０１の代わりにビームスプリッタ３０２と偏光ビームスプリッタ３０５及び３０６との間に、又は偏光ビームスプリッタ３０５と検出器３０７ａ，３０７ｂ及び偏光ビームスプリッタ３０６と検出器３０７ｃ，ｄとの間に別々のレンズを配置してもよい。

[0071] ＜半導体レーザ１０１の別例＞

半導体レーザ１０１に例えばＤＦＢレーザなどのコヒーレンス長が数ｃｍ～数ｍと非常に長いレーザを用いてもよい。この場合、コヒーレンス長がディスクの面ぶれによる信号光の光路長変化（～数１００μｍ）よりも十分長いため、参照光光路長調整部１４１が不要となり、光情報記録再生装置１の構成が簡易となる。

実施例 2

[0072] 実施例１では、図１に示すように、第１の参照光１０３ａと第２の参照光１０３ｂに対して、第１のレンズ１１３と第２のレンズ１１４によって符号の異なるデフォーカスを付与したが、本発明の別の実施形態として、図１１に示すように、符号の異なるデフォーカスを付与するのは第１の信号光１０２ａと第２の信号光１０２ｂでも構わない。図１１の光ピックアップ２のう

ち、既に説明した図１に示された同一の符号を付された構成と、同一の機能を有する部分については、説明を省略する。

[0073] λ／２板１２１と透過し偏光ビームスプリッタ１３１を透過した参照光１０３は、前述の通りλ／２板１２３によって垂直偏光に変換された後、参照光反射部１４１によって反射され、ビームスプリッタ１３５で第１の参照光１０３ａと第２の参照光１０３ｂとに分離され、垂直偏光の状態で検出光学系１１と検出光学系１２へ向かう。一方、光ディスク３で反射され偏光ビームスプリッタ１３１を透過した信号光１０２は、ビームスプリッタ１３２で第１の信号光１０２ａと第２の信号光１０２ｂとに分離され、第１のレンズ１１３、第２のレンズ１１４によってそれぞれ所定のデフォーカスを付与された後、水平偏光の状態で検出光学系１１と検出光学系１２へ向かう。第１の信号光１０２ａと第１の参照光１０３ａとは検出光学系１１で、第２の信号光１０２ｂと第２の参照光１０３ｂとは検出光学系１２で、互いに偏光方向が直交した状態で合成されている。検出光学系１１，１２の光学系構成は図４に示したものと同じであるが、本実施例では検出器３０７ａ～３０７ｄはレンズ３０１による参照光１０３の焦点位置に配置される。これにより、実施例１と同様の発明の効果が得られる。

実施例 3

[0074] 実施例１，２において、２つの信号Sig1，Sig2から例えば式（９）（１０）を用いて再生ＲＦ信号RF2とフォーカス誤差信号FES2を得る方法を示したが、光学系や装置の状態が理想的な状態からずれているときに、図１２（ａ）に示すようにSig1とSig2でアンバランスが生じてしまい、結果として図１２（ｂ）に示すようにフォーカス誤差信号にオフセットが生じて、本来の効果が得られなくなってしまう可能性がある。理想的な状態からのずれを生じる主な原因としては、光学系におけるハーフビームスプリッタ（例えば図１の１３２，１３５や図４の３０２）の分岐比や偏光に対する遅延量の違い、偏光ビームスプリッタ（例えば図１の１３３，１３４や図４の３０５，３０６）の偏光に対する反射率／透過率の違い、波長板（例えば図４の３０３，３

０４）の設定角度、光学部品の透過率、光検出器１１，１２の量子効率の誤差、などが挙げられる。しかし、これらの誤差の全てを無視できる程度に抑えることは一般に難しく、仮に光学系の組み立て時に誤差を抑えることができたとしても、温度変化や経時変化などにより再び誤差が発生するため、本来の効果を安定に得ることは難しい。また、図１２（ａ）におけるSig1とSig2波形のピークはディスク回転による面ぶれに対して異なるタイミング（ディスク高さ）で現れるため、両者のアンバランスを簡易に調整する手段が別途必要となる。

[0075] 本実施例では、上記課題を解決して、図１２（ｃ）（ｄ）のように安定した信号Sig1，Sig2，FES2を得るために、以下の手段を用いた。

[0076] 図２に示す光情報記録再生装置１において、光ディスク１０３で反射した信号光１０２を検出する光検出器１３の出力から生成するフォーカス誤差信号FES1を用いて、まず光ディスク１０３にフォーカス制御をかける。この時、光検出器１１，１２からは、図１２（ａ）で横軸のデフォーカス（ディスク回転時の面ぶれによる光ディスク３の記録層と対物レンズ１１２の焦点位置のずれ）が０の時の信号Sig1（ｚ＝０），Sig2（ｚ＝０）が得られる。これらの信号は、上記の諸要因によりずれている可能性があるため、以下の式でFES2＝０となるようにk_1，k_2を求める。

［式１５］

$$k_1 \cdot Sig1(z=0) - k_2 \cdot Sig2(z=0) = 0$$
$$k_1^2 + k_2^2 = 1$$

[0077] ここで得たk_1，k_2を用いて、再生ＲＦ信号、フォーカス誤差信号を以下の数により得る。

［式１６］

$$RF2 = k_1 \cdot Sig1 + k_2 \cdot Sig2$$
$$FES2 = k_1 \cdot Sig1 - k_2 \cdot Sig2$$

これにより、装置構成部品のばらつきの影響を回避することができ、安定した再生ＲＦ信号及びフォーカス誤差信号を得ることが可能になる。

[0078] なお、本実施例でk_1，k_2を求める際には、用いる信号光１０２はディスクに記録された信号情報の影響を受けないことが望ましい。例えば単層の光ディスクを用いて、情報の記録されていない未記録部で調整を行ってもよい。これにより、安定してk_1，k_2を求めることができる。

[0079] 本実施例におけるk_1，k_2の調整は、例えば光ピックアップ２の初期組立時に行ってもよい。又は、係数k_1，k_2の情報を光ピックアップ２に記憶させておき、光情報記録再生装置１で光ディスクの記録再生時にこの情報を元に調整を行ってもよい。

[0080] なお、上記信号Sig1（ｚ＝０），Sig2（ｚ＝０）は、上記のようにフォーカス誤差信号FES1を用いて光ディスク１０３にフォーカス制御をかけることなく、信号光の焦点位置を光情報記録媒体の記録層を横切る方向に移動させ、そのときの和信号Sig1及び和信号Sig2の変化波形を観察することによって求めることも可能である。すなわち、信号光の焦点位置を光情報記録媒体の記録層を横切る方向に移動させたとき、得られる和信号Sig1及び和信号Sig2の変化波形の極大値がそれぞれSig1（ｚ＝０）及びSig2（ｚ＝０）に対応する。

実施例 4

[0081] 実施例３では、信号光１０２ａ，１０２ｂ又は参照光１０３ａ，１０３ｂに前後デフォーカス波面収差を付与した状態でSig1，Sig2の係数k_1，k_2を調整することとしたが、前後デフォーカスを加えない状態で係数k_1，k_2の調整を行い、その後に信号光１０２ａ，１０２ｂ又は参照光１０３ａ，１０３ｂに前後デフォーカス波面収差を付与してから、記録再生を行ってもよい。信号光１０２ａ，１０２ｂ又は参照光１０３ａ，１０３ｂにデフォーカス波面収差を加える手段は、例えば図１３（ａ）～（ｃ）に示すように、２枚組のレンズ５２０２，５２０３や液晶素子５２０４、集光レンズ５２０７と反射ミラー５２０８、とする。

[0082] 図１３（ａ）の例では、対象となる光５２０１（信号光１０２ａ，１０２ｂや参照光１０３ａ，１０３ｂ）に加わる波面収差が略０となるようレンズ

５２０３の位置を調整する。その後、実施例３に記載の方法と同様に、光検出器１３の出力から生成するフォーカス誤差信号FES1を用いて光ディスク３にフォーカス制御をかける。その後、式（１５）を用いて、係数k_1，k_2を求める。係数k_1，k_2を求めた後、アクチュエータ５２０３ａでレンズ５２０３の位置を光軸方向に動かし、光５２０１に所定の前後デフォーカス波面収差を付与する。

[0083] 図１３（ｂ）の例では、液晶素子５２０４に電圧を印加せずに加わる波面収差が略０の状態で係数k_1，k_2の調整を行う。その後液晶素子５２０４に電圧を印加して光５２０１に所定の前後デフォーカス波面収差を付与する。

[0084] 図１３（ｃ）の例では、対象となる光５２０１を偏光ビームスプリッタ５２０５、１／４波長板５２０６を通過させて、レンズ５２０７で反射ミラー５２０８に集光する。まずはミラー５２０８をレンズ５２０７の焦点位置に移動し光５２０１に加わる波面収差が略０の状態で係数k_1，k_2の調整を行う。その後アクチュエータ５２０８ａで反射ミラーを光軸方向に動かし、光５２０１に所定の前後デフォーカス波面収差を付与する。

[0085] 本実施例では、係数k_1，k_2調整時にデフォーカス波面収差が加わっていないため、ディスク回転時の信号増幅効果が最も大きいディスク面ぶれの位置がSig1，Sig2で略同じであり、フォーカス制御時のSig1，Sig2の振幅が揃うように係数を設定することで、調整が容易となる。

実施例 5

[0086] 実施例３，４における信号Sig1，Sig2の係数k_1，k_2を調整する方法として、光ディスク３の記録層の記録再生に用いる領域に光スポット１０２ｓを導き調整を行う代わりに、光ディスク３の記録層内周又は外周側に調整用のミラー反射部を設け、光ディスク３に情報を記録／再生する際は、まず初めに光情報記録再生装置１において光スポット１０２ｓを該ミラー反射部に導いてから調整を行ってもよい。光ディスク３が複数の記録層を有する場合、調整用のミラー反射部は必ずしも全部の層に設ける必要はなく、記録層のいずれかの層、例えば１層だけに設けてもよい。また、記録層を複数有する光デ

ィスクにおいては、各記録層からの反射信号光を得るために各記録層の反射率が非常に低い可能性がある。この場合、信号光量が弱く調整が困難な可能性があるため、調整用の信号光１０２として十分な光量を得ることを目的に該ミラー部の反射率は記録層の記録領域に比べて高くしてもよい。

[0087] これにより、Sig1，Sig2が記録層にある溝やピットなどの構造に影響を受けず、また十分な光量の信号が得られるため、安定した調整が可能となる。

実施例 6

[0088] 実施例３，４，５に示した係数k_1，k_2の調整は、光ディスク３を光情報記録再生装置１に挿入した際の初期調整だけでなく、装置の経時変化や温度変化等によって再生信号品質が著しく劣化した時に再度行ってもよい。すなわち，再生信号品質が劣化したとき，これが係数k_1，k_2の最適値の変化によるものと判断して係数k_1，k_2の再調整を行う。具体的には，光情報記録再生装置の動作中に再生信号をモニタし，再生信号品質の指標，例えばジッタやエラー率を測定し，これらが所定の値を超えたときに係数k_1，k_2の再調整を行う。または，データの読み出しエラーが生じた場合，係数k_1，k_2を再調整してから再びデータの読み出しを試みるようにしてもよい。

[0089] これにより、信号増幅効果が高く、その効果を安定に持続させることができる光情報記録再生装置を提供することができる。

実施例 7

[0090] 更に、実施例３，４，５に示した係数k_1，k_2は、光情報記録再生装置１で求める代わりに、予め決定された係数k_1，k_2の値を参照し、式（１６）に適用することで直接フォーカス誤差信号FES2を求めてもよい。具体的には、光ピックアップの製造時に初期調整を行って係数k_1，k_2の値を決定し、図２に示すように光ピックアップ内に備えた不揮発メモリ２０８にそれらの値を格納しておき、光情報記録再生装置の動作時に参照する。

[0091] これにより、光情報記録再生装置において係数k_1，k_2の値を求める場合と同等の効果が得られるため、光情報記録再生装置の動作を簡略化することができる。

実施例 8

[0092] 図１４は、本発明に従う光情報記録再生装置の一実施例を示すブロック構成図である。

[0093] 光ディスク装置５０１は装置に装着された光ディスク５０２にレーザ光を照射することで情報の記録又は再生を行い、ＳＡＴＡ（Serial Advanced Technology Attachment）などのインターフェースを通じてＰＣ（Personal Computer）などのホスト５０３と通信を行う。

[0094] 光ディスク５０２の構造を図１５に例示する。光ディスク５０２はトラック（ガイド溝）の構造を持つガイド層と、トラックの構造を持たないＮ個の記録層（Ｎ≧１，Ｎは自然数）を有する。光ディスク装置５０１は対物レンズ７１１によって、記録層とガイド層にそれぞれレーザスポットＬＳｗ及びＬＳｇを生じることができる。

[0095] 光ディスク装置５０１は、コントローラ６０１と信号処理部６０２と、光ピックアップ６０３と、光ピックアップ６０３を光ディスク５０２の半径方向に移動するスライダモータ６０４と、スライダモータ６０４を駆動するスライダ駆動部６０５と、光ピックアップ６０３中に備えられたリレーレンズ７０９を駆動するためのリレーレンズ駆動部６０６と、光ディスク５０２を回転するためのスピンドルモータ６０７と、スピンドルモータ６０７を回転させるための回転信号を生成するスピンドル制御部６０８と、スピンドル制御部６０８が生成する回転信号に応じてスピンドルモータ６０７を駆動すると共にスピンドルモータ６０７の回転速度に対応した周波数のＦＧ信号を生成するスピンドル駆動部６０９と、光ディスク５０２の記録層とレーザスポットＬＳｗの焦点位置とのずれ量を示す記録層フォーカス誤差信号を生成するフォーカス誤差信号生成部６１１と、記録層フォーカス誤差信号に応じてフォーカス駆動信号を生成するフォーカス制御部６１２と、フォーカス駆動信号に応じて光ピックアップ６０３中に備えられたアクチュエータ８０６を駆動するフォーカス駆動部６１３と、記録層トラックと記録層上のレーザスポットＬＳｗの位置のずれ量を示す記録層トラッキング誤差信号を生成する

トラッキング誤差信号生成部６１４と、光ディスク５０２のガイド層トラックとガイド層上のレーザスポットＬＳｇとの位置ずれ量を示すガイド層トラッキング誤差信号を生成するトラッキング誤差信号生成部６１０と、記録層トラッキング誤差信号或いはガイド層トラッキング誤差信号に応じてトラッキング駆動信号を生成するトラッキング制御部６１５と、トラッキング駆動信号に応じてアクチュエータ７１２を駆動するトラッキング駆動部６１６と、光ディスク５０２のガイド層とレーザスポットＬＳｇの焦点位置とのずれ量を示すガイド層フォーカス誤差信号を生成するフォーカス誤差信号生成部６１７と、ガイド層フォーカス誤差信号に応じたフォーカス駆動信号を生成するフォーカス制御部６１８と、フォーカス駆動信号に応じて対物レンズ７１１を駆動するフォーカス駆動部６１９を備えている。

[0096] 光ピックアップ６０３はガイド層にサーボ制御を行うとともに、ディスク上の位置に対応したアドレス及びディスク固有の情報を再生するためのガイド層光学系と、ガイド層からの距離が異なる複数の記録層にデータを記録・再生するための記録層光学系で構成されている。

[0097] まず、記録層光学系の動作について説明する。レーザドライバ７０１は、コントローラ６０１によって制御されており、レーザダイオード７０２を駆動する電流を出力する。この駆動電流は、レーザノイズを抑制するために数百ＭＨｚの高周波重畳が印加されている。レーザダイオード７０２は、駆動電流波形に応じた光強度で例えば波長４０５ｎｍのレーザ光ＬＢｗを出射する。出射されたレーザ光はコリメータレンズ７０３にて平行光となり、ビームスプリッタ７０４で一部が反射し、集光レンズ７０５によってパワーモニタ７０６に集光する。パワーモニタ７０６は、レーザ光の強度に応じた電流又は電圧をコントローラ６０１にフィードバックする。これによって光ディスク５０２の記録層に集光するレーザ光ＬＢｗの強度が、たとえば２ｍＷなど所望の値に保持される。

[0098] 一方、ビームスプリッタ７０４を透過したレーザ光ＬＢｗはビームスプリッタ８０１にて一部が反射して参照光８０２として後述するフォーカス誤差

信号検出光学系に導かれる。ビームスプリッタ８０１を透過したレーザ光は信号光８０３として偏光ビームスプリッタ７０７にて反射し、リレーレンズ駆動部６０６にて駆動されるリレーレンズ７０９によって収束・発散が制御され、ダイクロイックミラー７０８を透過する。ダイクロイックミラー７０８は特定の波長の光を反射し、その他の波長の光を透過する光学素子である。ここでは波長４０５ｎｍの光を透過し、６５０ｎｍの光を反射するものとする。ダイクロイックミラー７０８を透過したレーザ光ＬＢｗは、１／４波長板７１０にて円偏光となり、対物レンズ７１１によって光ディスク５０２の記録層にレーザスポットＬＳｗとして集光する。ここで、リレーレンズ７０９はコントローラ６０１からリレーレンズ駆動部６０６を介してグルーブレスディスクの記録層に応じた所定の位置となるように制御が行われる。

[0099] 光ディスク５０２によって反射したレーザ光ＬＢｗは、光ディスク５０２に記録された情報に応じて強度が変調される。１／４波長板７１０にて直線偏光となり、ダイクロイックミラー７０８を経てリレーレンズ７０９を透過する。透過したレーザ光ビームスプリッタ８０４にて一部が反射し、信号光８０７として後述するフォーカス誤差信号検出光学系に導かれる。ビームスプリッタ８０４を透過したレーザ光ＬＳｗは集光レンズ７１３によってディテクタ７１４に集光する。ディテクタ７１４はレーザ光ＬＢｗの強度を検出し、これに応じた信号を信号処理部６０２に出力する。またフォーカス誤差信号生成部６１１は、フォーカス誤差信号検出光学系から出力された信号から、記録層に対する記録層フォーカス誤差信号を生成する。フォーカス制御部６１２はコントローラ６０１からの指令信号により、フォーカス誤差信号に対応したフォーカス駆動信号をフォーカス駆動部６１３に出力する。フォーカス駆動部６１３はフォーカス駆動信号に応じてアクチュエータ８０６を駆動することで光軸の方向に集光レンズ８０５の位置を変位させ、記録層にレーザ光ＬＢｗが合焦するように記録層フォーカスサーボ制御を行う。ディテクタ７１４から出力された信号はトラッキング誤差信号生成部６１４にも入力され、記録層に対する記録層トラッキング誤差信号を生成する。トラッ

キング制御部６１５では、コントローラ６０１からの制御信号により、トラッキング誤差信号生成部６１４或いはトラッキング誤差信号生成部６１０の出力に対応したトラッキング駆動信号をトラッキング駆動部６１６に出力する。

[0100] 次に、ガイド層光学系について説明する。記録層光学系と同様に、レーザドライバ７０１はコントローラ６０１によって制御されており、レーザダイオード７１５を駆動する電流を出力する。レーザダイオード７１５は例えば波長６５０ｎｍのレーザ光ＬＢｇを出射する。レーザ光ＬＢｇの一部は、コリメータレンズ７１６、ビームスプリッタ７１７、集光レンズ７１８を経て、パワーモニタ７１９にてパワーがモニタされる。モニタしたパワーをコントローラ６０１にフィードバックすることで、光ディスク５０２のガイド層に集光するレーザ光ＬＢｇの強度が、たとえば３ｍＷなど所望のパワーに保持される。ビームスプリッタ７１７を透過したレーザ光ＬＢｇは、偏光ビームスプリッタ７２０を透過し、ダイクロイックミラー７０８にて反射し、１／４波長板７１０を経て、対物レンズ７１１により光ディスク５０２のガイド層にレーザスポットＬＳｇとして集光する。光ディスク５０２にて反射したレーザ光ＬＢｇは偏光ビームスプリッタ７２０にて反射し、集光レンズ７２２にてディテクタ３２３に集光する。

[0101] ディテクタ７２３ではレーザ光の強度を検出し、これに応じた信号を信号処理部６０２に出力する。信号処理部６０２は、ディテクタ７２３から出力されるガイド層にウォブルして形成されたトラックに対応した信号により光ディスク５０２の回転を制御するための同期信号、記録或いは再生を行う際の基準となるクロック信号を生成するとともに、レーザスポットＬＳｇが追従しているディスク上の位置に対応したアドレスを再生してコントローラ６０１に出力する。信号処理部６０２から出力される同期信号とスピンドル駆動部６０９から出力されるＦＧ信号はスピンドル制御部６０９に入力される。スピンドル制御部６０９ではコントローラ６０１からの制御信号により、光ディスク５０２を角速度一定で回転させる場合にはスピンドルモータ６０

７の回転速度に対応した周波数のＦＧ信号に基づいたスピンドル駆動信号を出力し、光ディスク５０２を線速度一定で回転させる場合にはガイド層から再生された同期信号に基づいたスピンドル駆動信号を出力する。スピンドル駆動部６１２ではスピンドル駆動信号に応じてスピンドルモータ６０７を駆動することで光ディスクの回転数が所定の値となるようにスピンドル制御が行われる。

[0102] フォーカス誤差信号生成部６１７はディテクタ７２３から出力された信号から光ディスク５０２のガイド層とレーザスポットＬＳｇの合焦位置とのずれに対応したガイド層フォーカス誤差信号を生成し、フォーカス制御部６１８はガイド層フォーカス誤差信号に応じたフォーカス駆動信号を生成する。フォーカス駆動部６１９はフォーカス駆動信号に応じて対物レンズ７１１を駆動することで、レーザスポットＬＳｇがガイド層で合焦するようにガイド層フォーカスサーボ制御を行う。

[0103] また、トラッキング誤差信号生成部６１０は、ディテクタ７２３から出力された信号から、光ディスク５０２のガイド層のトラックとレーザスポットＬＳｇの位置のずれに対応したガイド層トラッキング誤差信号を生成し、トラッキング制御部６１５に出力する。トラッキング制御部６１５ではコントローラ６０１からの制御信号によりトラッキング誤差信号生成部６１４或いはトラッキング誤差信号生成部６１０の出力に対応したトラッキング駆動信号をトラッキング駆動部６１６に出力する。

[0104] 記録層に記録を行う際には、フォーカス誤差信号生成部６１１から出力される記録層フォーカス誤差信号に基づいて生成されたフォーカス駆動信号によりアクチュエータ８０６を駆動することでレーザスポットＬＳｗが記録層で合焦するように記録層フォーカスサーボ制御が行われ、フォーカス誤差信号生成部６１７から出力されるガイド層フォーカス誤差信号に基づいて生成されたフォーカス駆動信号により対物レンズ７１１を駆動することでガイド層にレーザスポットＬＳｇが合焦するようにガイド層フォーカスサーボ制御が行われる。

[0105] また、コントローラ６０１からの制御信号により、トラッキング制御部６１５からはトラッキング誤差信号生成部６１０から出力されるガイド層トラッキング誤差信号に基づいて生成されたトラッキング駆動信号がトラッキング駆動部６１６に出力される。トラッキング駆動部６１６はトラッキング駆動信号に応じてアクチュエータ７１２を駆動することでガイド層のトラックをレーザスポットＬＳｇが追従するようにトラッキングサーボ制御が行われる。また、コントローラ６０１からの制御信号を受けたスライダ制御部６２０では、トラッキング駆動信号の平均値に基づいてスライダモータ６０４を駆動するスライダ駆動信号を出力する。このスライダ駆動信号に従ってスライダ駆動部６０５によりスライダモータ６０４を駆動し、アクチュエータ７１２がディスク半径方向可動範囲の中心位置近傍で動作するように光ピックアップ６０３をディスク半径方向に移送する。

[0106] ホスト５０３から入力された記録層に記録するデータ及びデータを記録するディスク上の位置に対応したアドレス情報がコントローラ６０１から信号処理部６０２に出力される。信号処理部６０２では入力されたデータ及びアドレス情報をガイド層から再生された基準クロック信号に基づいて所定の方式で変調し、レーザドライバ７０１に出力する。レーザドライバ７０１は信号処理部６０２の出力に応じた駆動電流をレーザダイオード７０２に出力し、レーザダイオード７０２が対応した強度でレーザ光ＬＢｗを出射することで光ディスク５０２の記録層に記録が行われる。これにより、ガイド層に形成されたトラックに追従しながら記録層に記録を行うため、ガイド層のトラックのスパイラルと同じ軌跡で記録層に情報の記録が行われる。例えばガイド層のトラックが内周から外周に向かってスパイラル状に形成されていると、記録層により記録される軌跡は全ての層が同じように内周から外周に向かってスパイラル状に形成される。

[0107] 記録層に記録された情報を再生する場合には、フォーカス誤差信号生成部６１１から出力される記録層フォーカス誤差信号に基づいて生成されたフォーカス駆動信号によりアクチュエータ８０６を駆動することでレーザスポッ

トＬＳｗが記録層で合焦するように記録層フォーカスサーボ制御が行われ、フォーカス誤差信号生成部６１７から出力されるガイド層フォーカス誤差信号に基づいて生成されたフォーカス駆動信号により対物レンズ７１１を駆動することでガイド層にレーザスポットＬＳｇが合焦するようにガイド層フォーカスサーボ制御が行われる。

[0108] また、記録層に記録された情報の軌跡からなるトラックと記録層に照射されたレーザスポットＬＳｗとのずれに対応したトラッキング誤差信号がトラッキング誤差検出部６１４から出力される。コントローラ６０１からの制御信号により、トラッキング制御部６１５からはトラッキング誤差信号生成部６１４から出力される記録層トラッキング誤差信号に基づいて生成されたトラッキング駆動信号がトラッキング駆動部６１６に出力される。トラッキング駆動部６１６はトラッキング駆動信号に応じてアクチュエータ７１２を駆動することで記録層に記録された情報の軌跡からなるトラックをレーザスポットＬＳｗが追従するようにトラッキングサーボ制御が行われ、ディテクタ７１４から記録層からの再生信号が出力される。

[0109] また、コントローラ６０１からの制御信号を受けたスライダ制御部６２０ではトラッキング駆動信号の平均値に基づいてスライダモータ６０４を駆動するスライダ駆動信号を出力する。このスライダ駆動信号に従ってスライダ駆動部６０５によりスライダモータ６０４を駆動し、アクチュエータ７１２がディスク半径方向可動範囲の中心位置近傍で動作するように光ピックアップ６０３をディスク半径方向に移送する。信号処理部６０２では入力された再生信号から光ディスク５０２の回転を制御するための同期信号、再生を行う際の基準となるクロック信号を生成する。また、信号処理部６０２は再生信号に対して増幅、等化、復号などの処理を行い、復号したデータ及びデータのディスク上の位置に対応したアドレス情報をコントローラ６０１に出力する。コントローラ６０１は再生したデータをホスト５０３に出力する。

[0110] なお、ここではレーザダイオード７０２とレーザダイオード７１５を駆動するために同一のレーザドライバ７０１を用いたが、それぞれのレーザダイ

オードに固有のレーザドライバを備えても良い。また、リレーレンズ７０９は、４０５ｎｍの光学系及び６５０ｎｍの光学系の両方に影響する位置に配置されてもよく、たとえば１／４波長板７１０とダイクロイックミラー７０８の間に設置しても良い。

[0111] 図１６に光ディスク装置５０１に光ディスク５０２を挿入した時の処理フローを示した。

[0112] Ｓ１１で光ディスク５０２を光ディスク装置５０１に挿入すると、Ｓ１２で光ディスク装置５０１はディスクの有無の確認やディスク種別の確認を行う。このとき、たとえば光ディスク装置５０１は光ディスク５０２にレーザ光を照射して、反射光によって認識を行うことができる。

[0113] 次にＳ１３では、挿入された光ディスク５０２に対して、光ディスク装置５０１内の各種パラメータを好適化するための調整処理を行う。各種パラメータとは、たとえばフォーカス制御部６１２やトラッキング制御部６１５内に含まれる増幅器の増幅率を光ディスク５０２の反射率にあわせて調節することなどが挙げられる。

[0114] 各種調整を行った後、Ｓ１４で光ディスク５０２の管理情報を読み出す。

[0115] Ｓ１５まで処理が進むと、記録又は再生可能な状態となり、ホスト５０３からのコマンドに応じて記録又は再生を行うことができる。

[0116] 調整処理Ｓ１３のタイミングはこれに限るものではなく、一部の調整処理を管理情報読み出しＳ１４の後などに行ってもよい。

実施例 9

[0117] 次に、記録層光学系におけるレーザスポットＬＳｗのフォーカス制御方法について、再び図１４を用いて具体的に説明する。

[0118] 記録層光学系に配置されたリレーレンズ７０９は凸レンズ１枚と凹レンズ１枚の組み合わせによって構成され、一方又は両方をステッピングモータ等のアクチュエータを用いて光軸方向に駆動することにより両レンズの間隔を変化させ、この素子を通過するレーザ光束に対して収束・発散の制御を行う。これにより、レーザスポットＬＳｗとレーザスポットＬＳｇの間隔を変化

させる。レーザスポットＬＳｇが対物レンズによってガイド層に合焦するようにフォーカス制御されているときにＬＳｗとＬＳｇの間隔を変化させることにより、レーザスポットＬＳｗがフォーカス対象の記録層の付近に位置するように制御する。また、光ディスクの光入射面とフォーカス制御対象の記録層との間の透明層の厚さに比例してレーザスポットＬＳｗに生じる球面収差を補正する。ここで光ディスク５０２において、最奥記録層（L_0）から最手前記録層（L_{n-1}）までのトータルの厚さは最大で数１００μｍに及ぶため、リレーレンズ７０９のレンズを駆動するアクチュエータには、レーザスポットＬＳｗを光ディスク中で数１００μｍ移動させることができる程度に長い焦点移動ストロークが要求される。但し、この駆動制御は静的制御であるので駆動周波数帯域は低くてもよい。

[0119] また、フォーカス誤差信号生成部６１１から出力される記録層フォーカス誤差信号に基づいて生成されたフォーカス駆動信号によりアクチュエータ８０６を駆動することで集光レンズ８０５を光軸方向に駆動し、レーザスポットＬＳｗが記録層で合焦するように記録層フォーカスサーボ制御が行われる。ここでは前記リレーレンズによってレーザスポットＬＳｗを位置制御した後の残差分（主に記録層の凹凸など）に追従することになるため、アクチュエータ８０６には、リレーレンズ７０９を駆動するアクチュエータと比較して高い駆動周波数帯域が要求される。但し、記録層の凹凸は最大で数μｍ程度であるため、焦点移動ストロークは短くてもよい。

実施例 10

[0120] 次に、記録層光学系におけるフォーカス誤差信号生成部６１１において記録層フォーカス誤差信号を生成する方法を具体的に説明する。

[0121] 図１４に示した信号光８０７及び参照光８０２は、それぞれフォーカス誤差信号検出光学系に導かれる。ここで、フォーカス誤差信号検出光学系の構成は具体的には図６に示したフォーカス誤差信号検出光学系２０４と同じであり、図１４の信号光８０７及び参照光８０２がそれぞれ図６の信号光１０２及び参照光１０３に対応している。フォーカス誤差信号検出光学系では、

実施例１又は実施例２に示した方法に従って干渉光の検出信号が出力される。フォーカス誤差信号検出光学系から出力された検出信号は図１４のフォーカス誤差信号生成部６１１に送られる。ここで、フォーカス誤差信号生成部６１１の構成は具体的には図６に示した信号処理回路２０３と同じである。フォーカス誤差信号生成部６１１では、実施例１に示した方法に従って、入力された検出信号に所定の信号処理を施すことによりフォーカス誤差信号FES2が生成される。フォーカス誤差信号FES2は記録層フォーカス誤差信号としてフォーカス制御部６１２に送られ、アクチュエータ８０６によるレーザスポットＬＳｗのフォーカス制御に用いられる。

実施例 11

[0122] 次に、実施例９及び実施例１０の構成を用いて、所定の記録層にフォーカスサーボを引き込む際の具体的な手順について説明する。

[0123] 図１７は、その手順を示したフローチャートである。ステップＳ２１では、レーザスポットＬＳｇをガイド層にフォーカス制御する。具体的には、ガイド層光学系を用いてガイド層から取得したガイド層フォーカス誤差信号に基づきアクチュエータ７１２を用いて対物レンズ７１１を駆動制御することにより、レーザスポットＬＳｇがガイド層上に合焦するようにフィードバック制御する。続いてステップＳ２２では、リレーレンズ７０９を駆動することによりレーザスポットＬＳｇとＬＳｗの間隔を変化させ、レーザスポットＬＳｗをフォーカス制御対象の記録層の付近まで移動させる。続いてステップＳ２３では、レーザスポットＬＳｗをフォーカス制御対象層に合焦するようにフォーカス制御する。具体的にはフォーカス誤差信号検出光学系を用いて取得した記録層フォーカス誤差信号に基づきアクチュエータ８０６によって集光レンズ８０５を駆動制御することにより、レーザスポットＬＳｗが所望の記録層上に合焦するようにフィードバック制御する。以上の手順によりレーザスポットＬＳｇ及びＬＳｗがそれぞれガイド層及び記録層にフォーカス制御され、光ディスクに対して記録再生動作が可能な状態となる。

[0124] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例

が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0125] １　光情報記録再生装置

２　光ピックアップ

３　光ディスク

１１，１２　検出光学系

１３　検出器

１０１　半導体レーザ

１０２　第１の光束（信号光）

１０３　第２の光束（参照光）

１１１　コリメートレンズ

１１２　対物レンズ

１１３　第１のレンズ

１１４　第２のレンズ

１１５　ビームエキスパンダ

１１６　集光レンズ

１１７　シリンドリカルレンズ

１２１，１２３　λ／２板

１２２　λ／４板

１３１，１３３，１３４，１３６，１３９　偏光ビームスプリッタ

１３２，１３５　ビームスプリッタ

１４１　参照光反射部

２０１　回転モータ

２０８　不揮発メモリ

３０１　レンズ

３０２　ビームスプリッタ

３０３　λ／２板

３０４　λ／４板

３０５，３０６　偏光ビームスプリッタ

５０１　光ディスク装置

５０２　光ディスク

６０３　光ピックアップ

７０２　レーザダイオード

７０９　リレーレンズ

７１１　対物レンズ

７１２　アクチュエータ

７１４　ディテクタ

７１５　レーザダイオード

７２３　ディテクタ

８０１　ビームスプリッタ

８０２　参照光

８０４　ビームスプリッタ

８０５　集光レンズ

８０６　アクチュエータ

８０７　信号光

請求の範囲

［請求項1］ 光源と、

前記光源から出射した光束を、光情報記録媒体に集光する信号光と、前記光情報記録媒体に集光しない参照光とに分割する分割手段と、

前記光情報記録媒体から反射された前記信号光と前記参照光の干渉光を検出する検出器と、

前記検出器上で、前記信号光と前記参照光を両者の位相関係が互いに異なる状態で光学的に干渉させる手段と、

前記光情報記録媒体の所定の記録層に焦点合わせされた信号光と前記参照光の一方を第１の光束とし他方を第２の光束として、前記第１の光束を前記検出器上に収束させる手段及び前記第２の光束を前記検出器上から前後にデフォーカスさせて収束させる手段と、を有し、

前記検出器は、前記第１の光束と前側にデフォーカスさせた前記第２の光束との干渉光を検出する第１の検出器と、前記第１の光束と後側にデフォーカスさせた前記第２の光束との干渉光を検出する第２の検出器とを有し、

前記第１の検出器は、４つの検出器を有しており、前記第１の光束と前記第２の光束の間の位相関係は前記４つの検出器上で互いにほぼ９０度ずつ異なっており、位相がほぼ１８０度異なる検出器の対で前記干渉光をそれぞれ差動検出してSig11，Sig12を得、

前記第２の検出器は、４つの検出器を有しており、前記第１の光束と前記第２の光束の間の位相関係は前記４つの検出器上で互いにほぼ９０度ずつ異なっており、位相がほぼ１８０度異なる検出器の対で前記干渉光をそれぞれ差動検出してSig21，Sig22を得、

前記Sig11、Sig12のそれぞれの２乗を加算して和信号Sig1を得、

前記Sig21、Sig22のそれぞれの２乗を加算して和信号Sig2を得、

前記和信号Sig1の極大値Sig1（ｚ＝０）及び前記和信号Sig2の極大値Sig2（ｚ＝０）から

$$k_1 \cdot Sig1(z=0) - k_2 \cdot Sig2(z=0) = 0$$
$$k_1^2 + k_2^2 = 1$$

によりk_1，k_2を求め、

$$FES2 = k_1 \cdot Sig1 - k_2 \cdot Sig2$$

によりフォーカス誤差信号FES2を得、

前記フォーカス誤差信号FES2を用いて光情報記録媒体にフォーカス制御をかけることを特徴とする光情報再生装置。

[請求項2] 請求項１記載の光情報再生装置において、

前記所定の記録層から反射された信号光を検出する第３の検出器と、前記第３の検出器の出力からフォーカス誤差信号FES1を生成する手段を備え、

前記フォーカス誤差信号FES1を用いて前記光情報記録媒体の所定の記録層にフォーカス制御をかけた状態で得られる前記和信号Sig1及び前記和信号Sig2をそれぞれ前記Sig1（ｚ＝０）及び前記Sig2（ｚ＝０）とすることを特徴とする光情報再生装置。

[請求項3] 請求項１記載の光情報再生装置において、

前記信号光の焦点位置を前記光情報記録媒体の記録層を横切る方向に移動させた時に得られる前記和信号Sig1及び前記和信号Sig2の極大値をそれぞれ前記Sig1（ｚ＝０）及び前記Sig2（ｚ＝０）とすることを特徴とする光情報再生装置。

[請求項4] 請求項１記載の光情報再生装置において、

$$RF2 = k_1 \cdot Sig1 + k_2 \cdot Sig2$$

により再生ＲＦ信号RF2を得、

前記再生ＲＦ信号RF2を用いて前記光情報記録媒体の情報を再生することを特徴とする光情報再生装置。

[請求項5] 請求項１記載の光情報再生装置において、

前記k_1，k_2を前記第２の光束に前記前後のデフォーカスを加えない状態で求めることを特徴とする光情報再生装置。

[請求項6] 請求項１記載の光情報再生装置において、

前記ｋ$_1$，ｋ$_2$の値が記憶された不揮発メモリを備え、

前記不揮発メモリから読み出したｋ$_1$，ｋ$_2$を用いて式

$$FES2 = k_1 \cdot Sig1 - k_2 \cdot Sig2$$

により前記フォーカス誤差信号FES2を得ることを特徴とする光情報再生装置。

[請求項7] 請求項１記載の光情報再生装置において、

前記第１の光束は信号光であり、前記第２の光束は参照光であることを特徴とする光情報再生装置。

[請求項8] 請求項１記載の光情報再生装置において、

前記第１の光束は参照光であり、前記第２の光束は信号光であることを特徴とする光情報再生装置。

[請求項9] 請求項４記載の光情報再生装置において、

前記再生ＲＦ信号RF2の信号品質をモニタし、信号品質が所定の基準値を満たさないとき、前記ｋ$_1$，ｋ$_2$を求め直すことを特徴とする光情報再生装置。

[請求項10] 複数の記録層とトラッキング制御のための案内溝を有するガイド層とを備えるグルーブレス光ディスクを再生するための光情報再生装置であって、

第１の波長の光束を出射する第１の光源と、

前記第１の波長より長波長の第２の波長の光束を出射する第２の光源と、

対物レンズと、

前記第１の光源から出射した光束を、光情報記録媒体に集光する信号光と、前記光情報記録媒体に集光しない参照光とに分割する分割手段と、

前記信号光を前記対物レンズにより集光して前記グルーブレス光ディスクに照射する第１の光学系と、

前記第２の光源から出射した光束を前記対物レンズにより集光して前記グルーブレス光ディスクに照射する第２の光学系と、

前記第１の光学系の光路中に配置された第１の焦点位置制御素子と、

前記第１の光学系の光路中に配置された第２の焦点位置制御素子と、

前記第１の焦点位置制御素子を光軸方向に駆動する第１のアクチュエータと、

前記第２の焦点位置制御素子を光軸方向に駆動する第２のアクチュエータと、

前記光情報記録媒体から反射された信号光と前記参照光との干渉光を検出する検出器と、

前記検出器上で、前記信号光と前記参照光を両者の位相関係が互いに異なる状態で光学的に干渉させる手段と、

前記光情報記録媒体の所定の記録層に焦点合わせされた信号光と前記参照光の一方を第１の光束とし他方を第２の光束として、前記第１の光束を前記検出器上に収束させる手段及び前記第２の光束を前記検出器上から前後にデフォーカスさせて収束させる手段と、を有し、

前記検出器は、前記第１の光束と前側にデフォーカスさせた前記第２の光束との干渉光を検出する第１の検出器と、前記第１の光束と後側にデフォーカスさせた前記第２の光束との干渉光を検出する第２の検出器とを有し、

前記第１の検出器は、４つの検出器を有しており、前記第１の光束と前記第２の光束の間の位相関係は前記４つの検出器上で互いにほぼ９０度ずつ異なっており、位相がほぼ１８０度異なる検出器の対で前記干渉光をそれぞれ差動検出してSig11，Sig12を得、

前記第２の検出器は、４つの検出器を有しており、前記第１の光束と前記第２の光束の間の位相関係は前記４つの検出器上で互いにほぼ

９０度ずつ異なっており、位相がほぼ１８０度異なる検出器の対で前記干渉光をそれぞれ差動検出してSig21，Sig22を得、

前記Sig11、Sig12のそれぞれの２乗を加算して和信号Sig1を得、

前記Sig21，Sig22のそれぞれの２乗を加算して和信号Sig2を得、

前記和信号Sig1の極大値Sig1（ｚ＝０）及び前記和信号Sig2の極大値Sig2（ｚ＝０）から

$$k_1 \cdot Sig1(z=0) - k_2 \cdot Sig2(z=0) = 0$$
$$k_1^2 + k_2^2 = 1$$

によりk_1，k_2を求め、

$$FES2 = k_1 \cdot Sig1 - k_2 \cdot Sig2$$

により第２のフォーカス誤差信号FES2を得、

更に、前記グルーブレス光ディスクの前記ガイド層から反射された前記第２の波長の光束を検出する第３の検出器と、

前記第３の検出器の出力から第１のフォーカス誤差信号FES1を生成する手段と、を備え、

前記対物レンズを、前記第１のフォーカス誤差信号FES1に基づいて駆動することにより前記第２の波長の光束の焦点を前記ガイド層に追従させ、

前記第１の焦点位置制御素子を駆動することにより前記信号光の焦点を前記所定の記録層の付近まで移動させ、

前記第２の焦点位置制御素子を前記第２のフォーカス誤差信号FES2に基づいて駆動することにより、前記信号光の焦点を前記所定の記録層に高精度に追従させることを特徴とする光情報再生装置。

［請求項11］ 請求項１０記載の光情報再生装置において、

前記第１のアクチュエータは、前記第２のアクチュエータと比較して、焦点移動ストロークが大きく、かつ駆動周波数帯域が低いことを特徴とする光情報再生装置。

［請求項12］ 請求項１０記載の光情報再生装置において、

前記所定の記録層から反射された信号光を検出する第３の検出器と、前記第３の検出器の出力からフォーカス誤差信号FES1を生成する手段を備え、

前記フォーカス誤差信号FES1を用いて前記光情報記録媒体の所定の記録層にフォーカス制御をかけた状態で得られる前記和信号Sig1及び前記和信号Sig2をそれぞれ前記Sig1（ｚ＝０）及び前記Sig2（ｚ＝０）とすることを特徴とする光情報再生装置。

[請求項13] 請求項１０記載の光情報再生装置において、

前記信号光の焦点位置を前記光情報記録媒体の記録層を横切る方向に移動させた時に得られる前記和信号Sig1及び前記和信号Sig2の極大値をそれぞれ前記Sig1（ｚ＝０）及び前記Sig2（ｚ＝０）とすることを特徴とする光情報再生装置。

[請求項14] 請求項１０記載の光情報再生装置において、

$$RF2 = k_1 \cdot Sig1 + k_2 \cdot Sig2$$

により再生ＲＦ信号RF2を得、

前記再生ＲＦ信号RF2を用いて前記光情報記録媒体の情報を再生することを特徴とする光情報再生装置。

[請求項15] 請求項１０記載の光情報再生装置において、

前記k_1，k_2の値が記憶された不揮発メモリを備え、

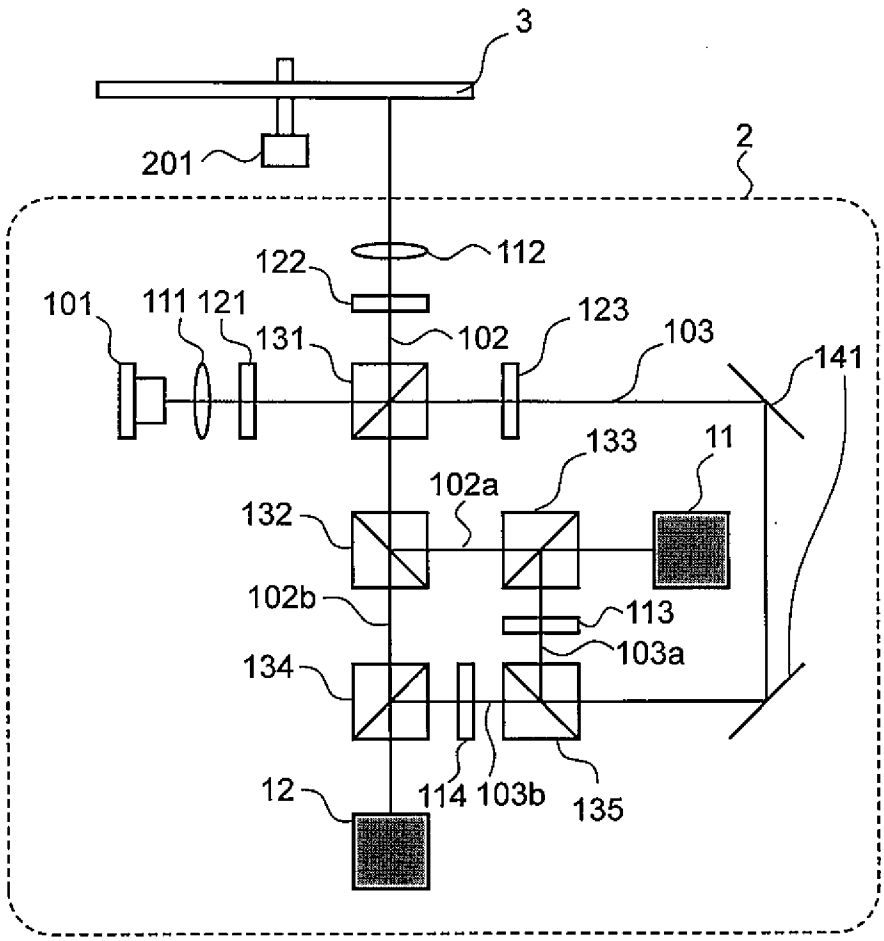
前記不揮発メモリから読み出したk_1，k_2を用いて式

$$FES2 = k_1 \cdot Sig1 - k_2 \cdot Sig2$$

により前記フォーカス誤差信号FES2を得ることを特徴とする光情報再生装置。

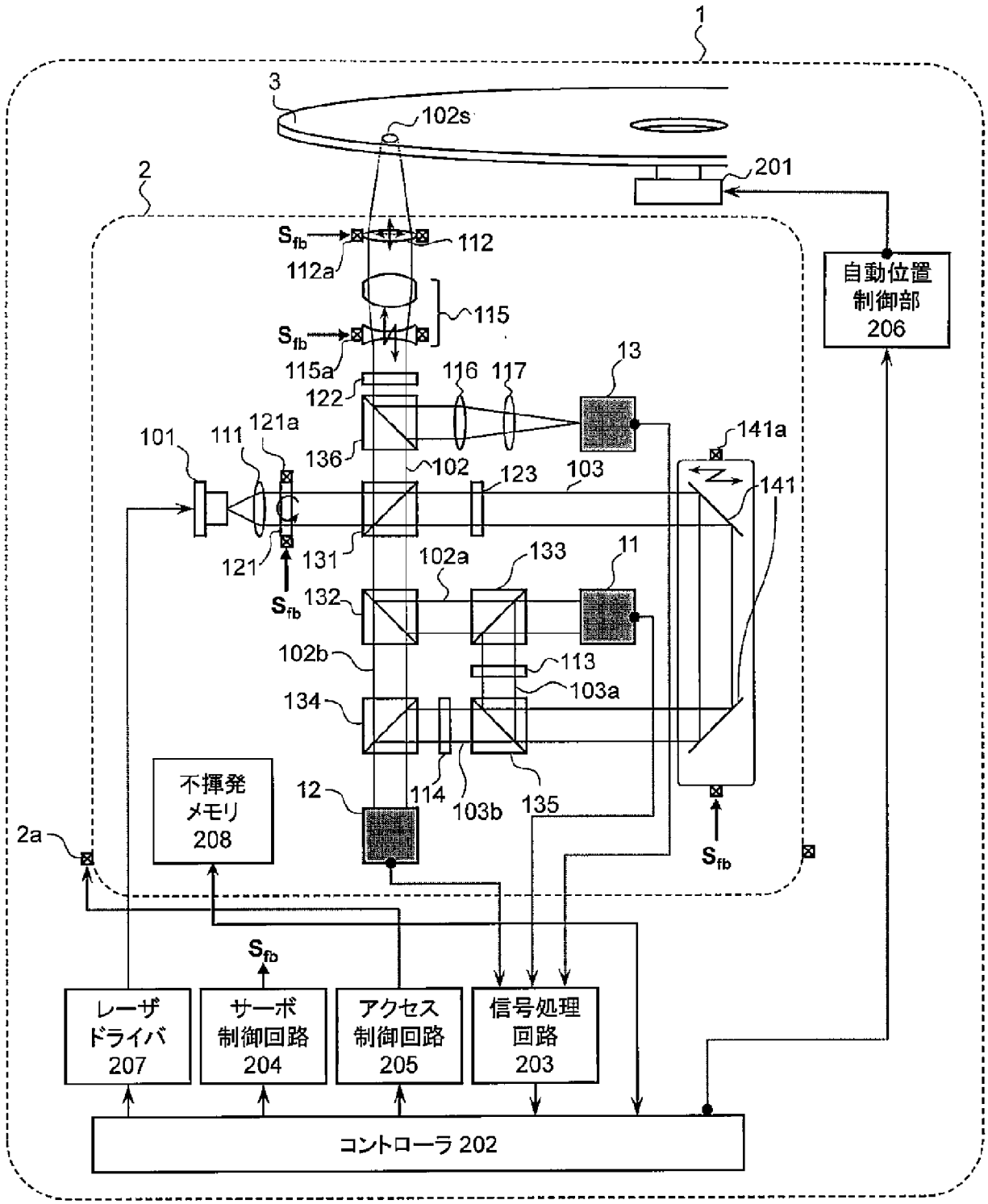
[図1]

図1


3
201
2
122
112
101
111
121
131
102
123
103
141
133
11
102a
132
102b
113
103a
134
12
114
103b
135

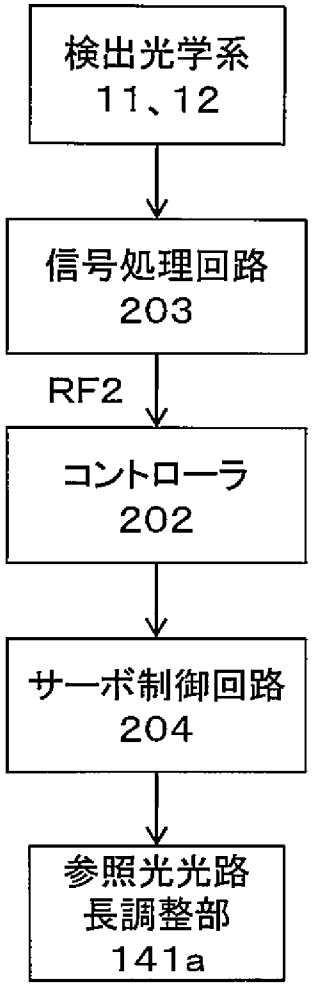
[図2]

図2


1
3
102s
201
2
S_{fb}
112
112a
115
115a
116
117
13
122
101
111
121a
136
102
123
103
141a
141
121
131
102a
133
11
132
102b
113
103a
134
114
103b
135
12
2a
不揮発
メモリ
208
自動位置
制御部
206
レーザ
ドライバ
207
サーボ
制御回路
204
アクセス
制御回路
205
信号処理
回路
203
コントローラ 202

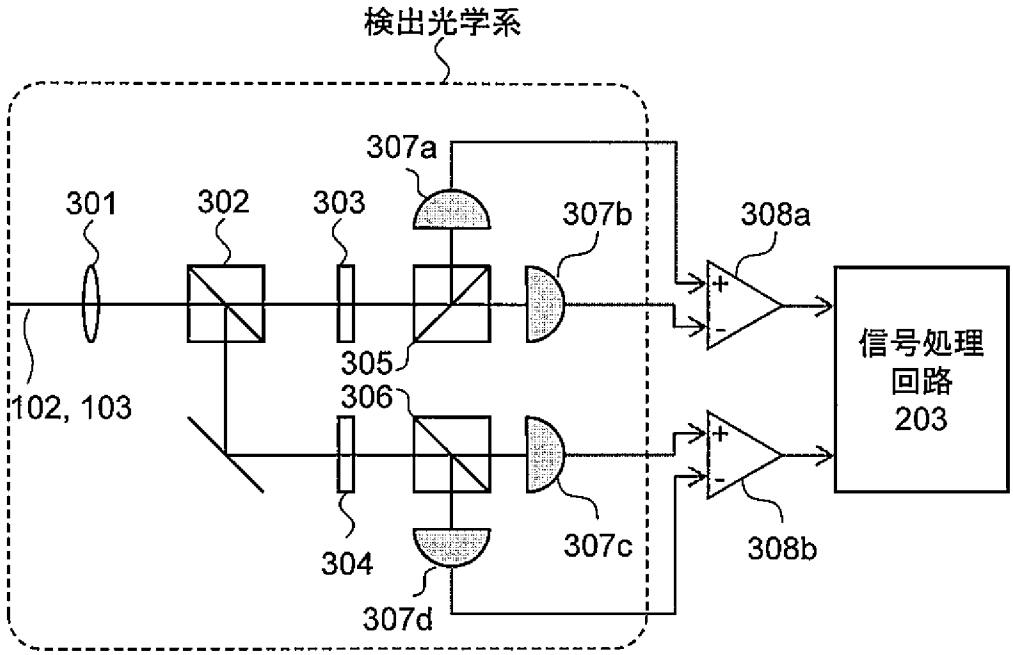
[図3]

図3


検出光学系
11、12
信号処理回路
203
RF2
コントローラ
202
サーボ制御回路
204
参照光光路
長調整部
141a

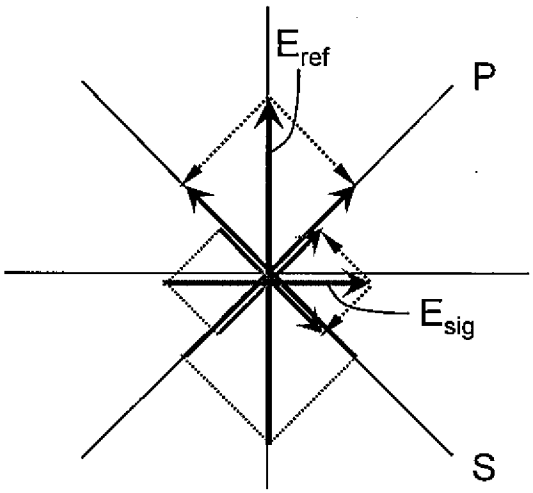
[図4]

図4


検出光学系
307a
301
302
303
307b
308a
305
306
102, 103
信号処理
回路
203
304
307c
308b
307d

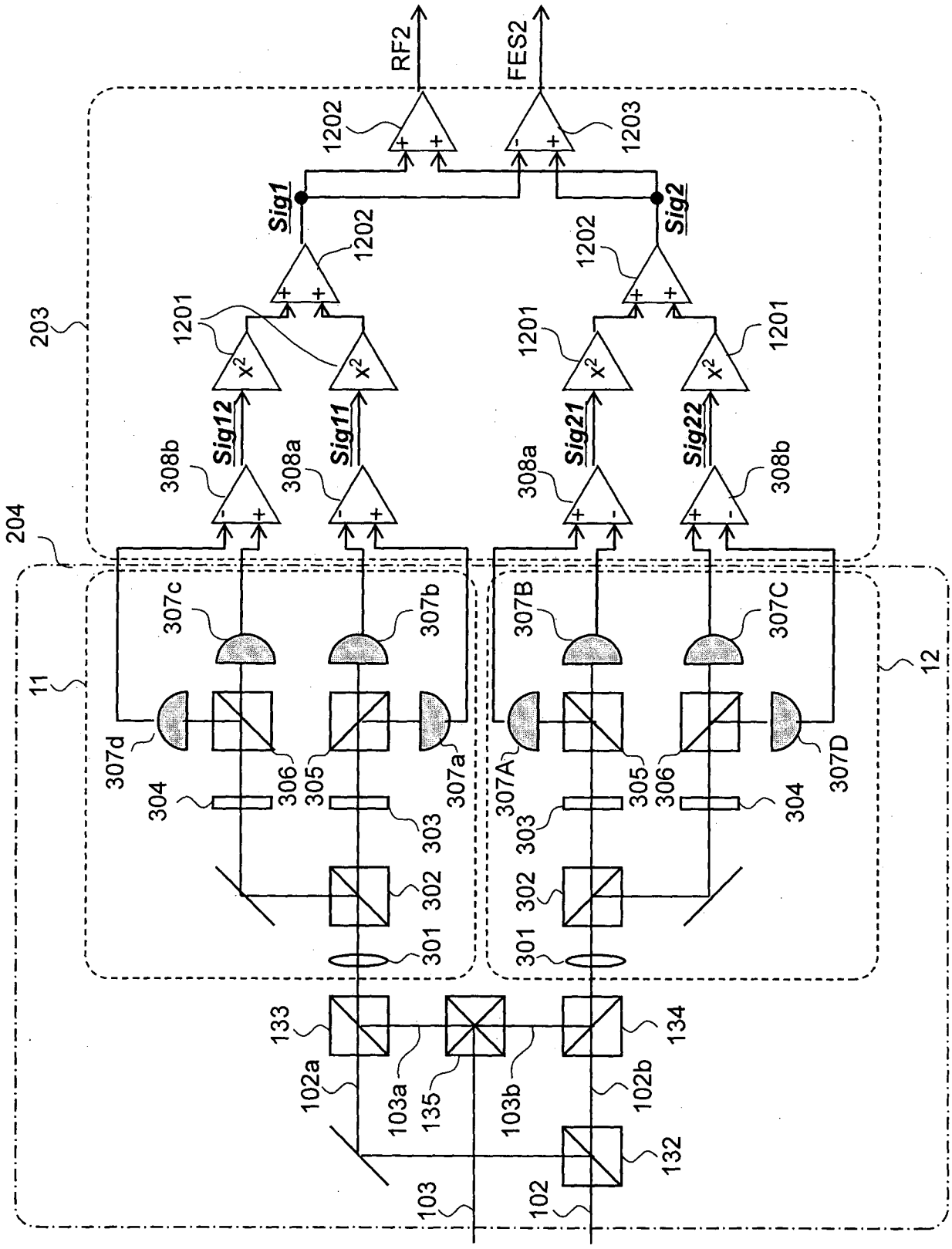
[図5]

図5


E_ref
P
E_sig
S

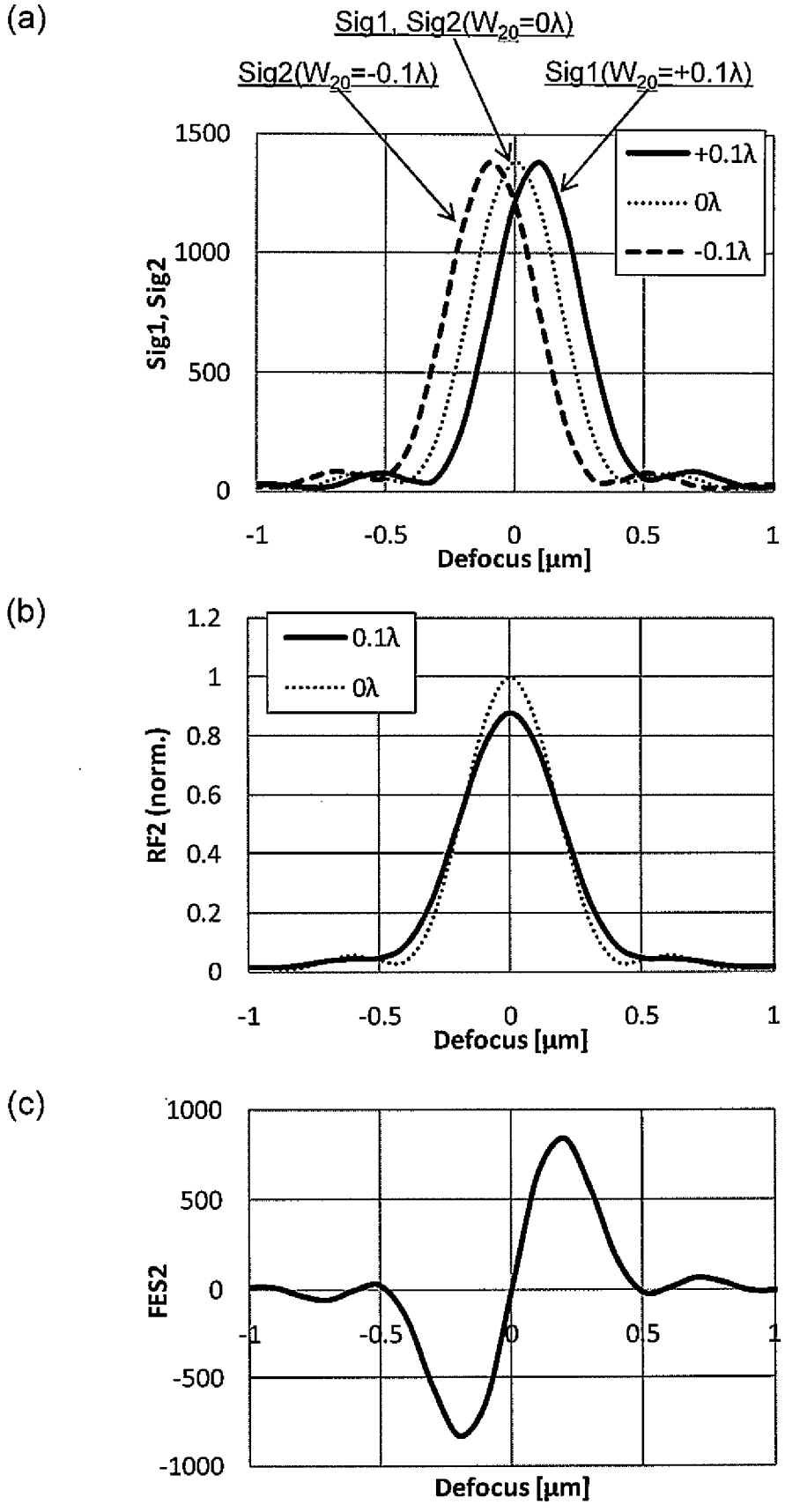
[図6]

図6


RF2
FES2
1202
1203
Sig1
Sig2
1201
x2
Sig12
Sig11
Sig21
Sig22
308b
308a
203
204
11
12
307c
307b
307B
307C
307d
307a
307A
307D
304
306
305
303
302
301
133
134
132
102a
102b
103a
103b
135
103
102

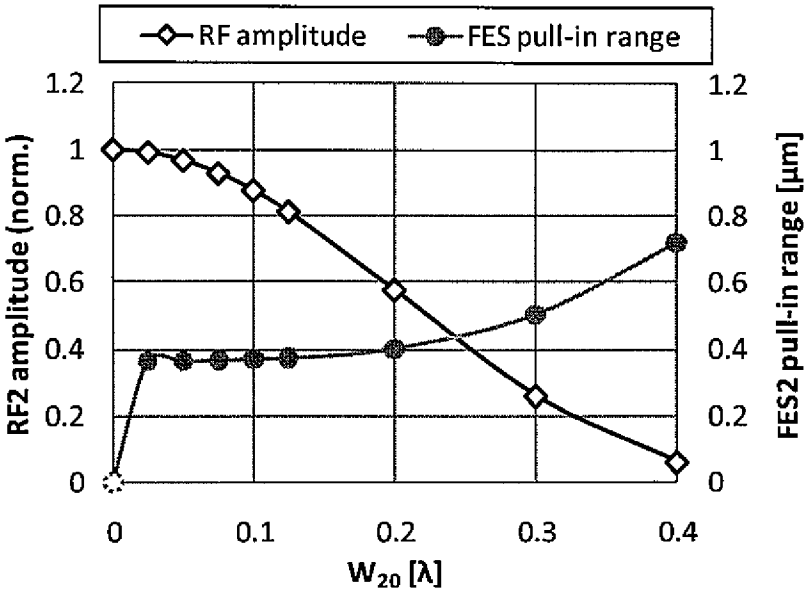
[図7]

図7


(a)
Sig1, Sig2(W20=0λ)
Sig2(W20=-0.1λ)
Sig1(W20=+0.1λ)
+0.1λ
0λ
-0.1λ
Sig1, Sig2
Defocus [μm]
(b)
0.1λ
0λ
RF2 (norm.)
Defocus [μm]
(c)
FES2
Defocus [μm]

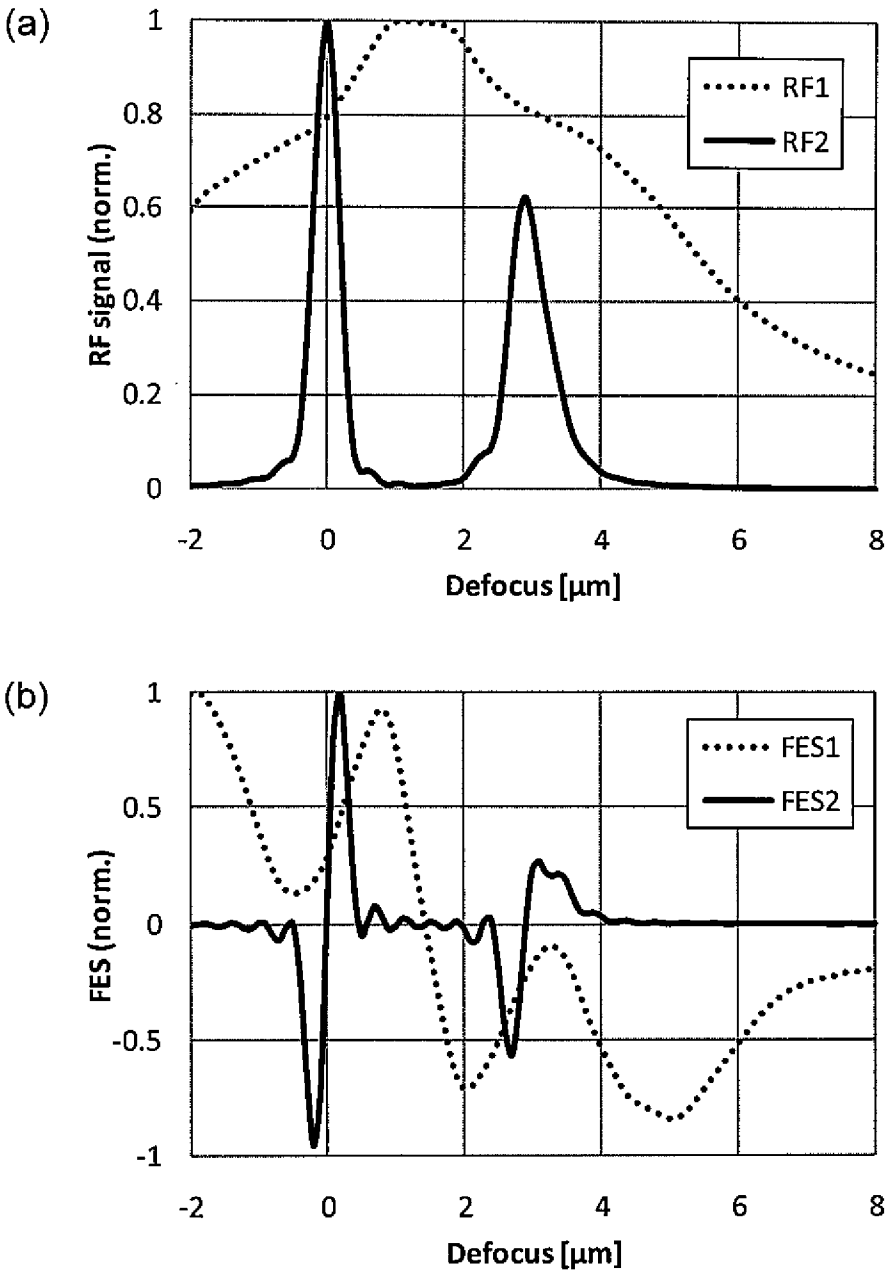
[図8]

図8


RF amplitude
FES pull-in range
RF2 amplitude (norm.)
FES2 pull-in range [μm]
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
W20 [λ]

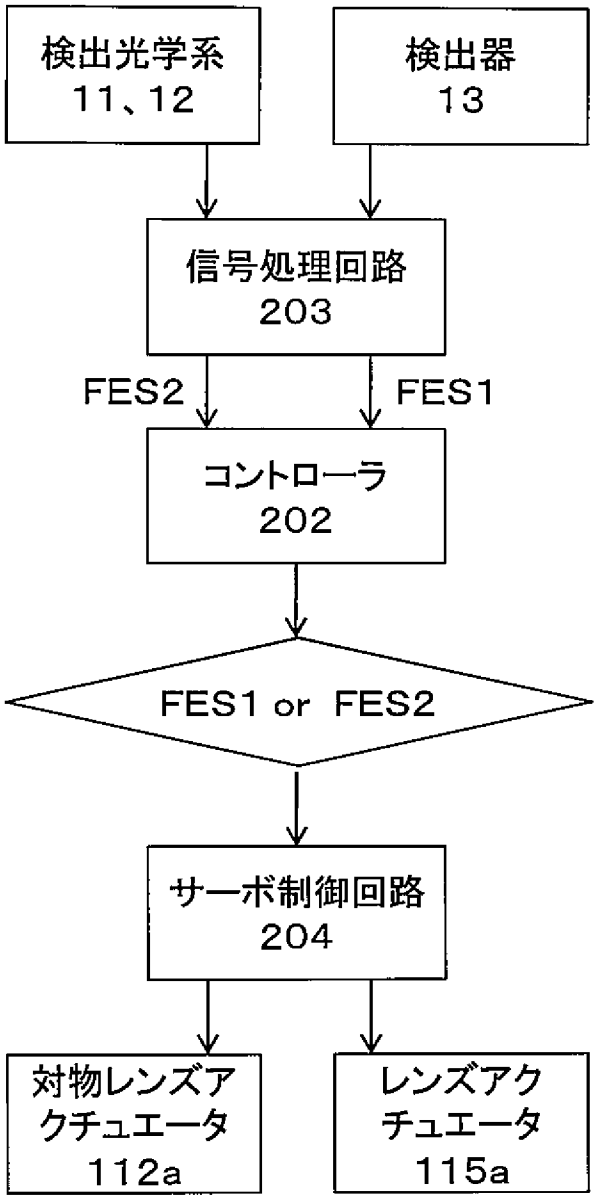
[図9]

図9


(a)
RF signal (norm.)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-2
0
2
4
6
8
Defocus [μm]
RF1
RF2
(b)
FES (norm.)
1
0.5
0
-0.5
-1
-2
0
2
4
6
8
Defocus [μm]
FES1
FES2

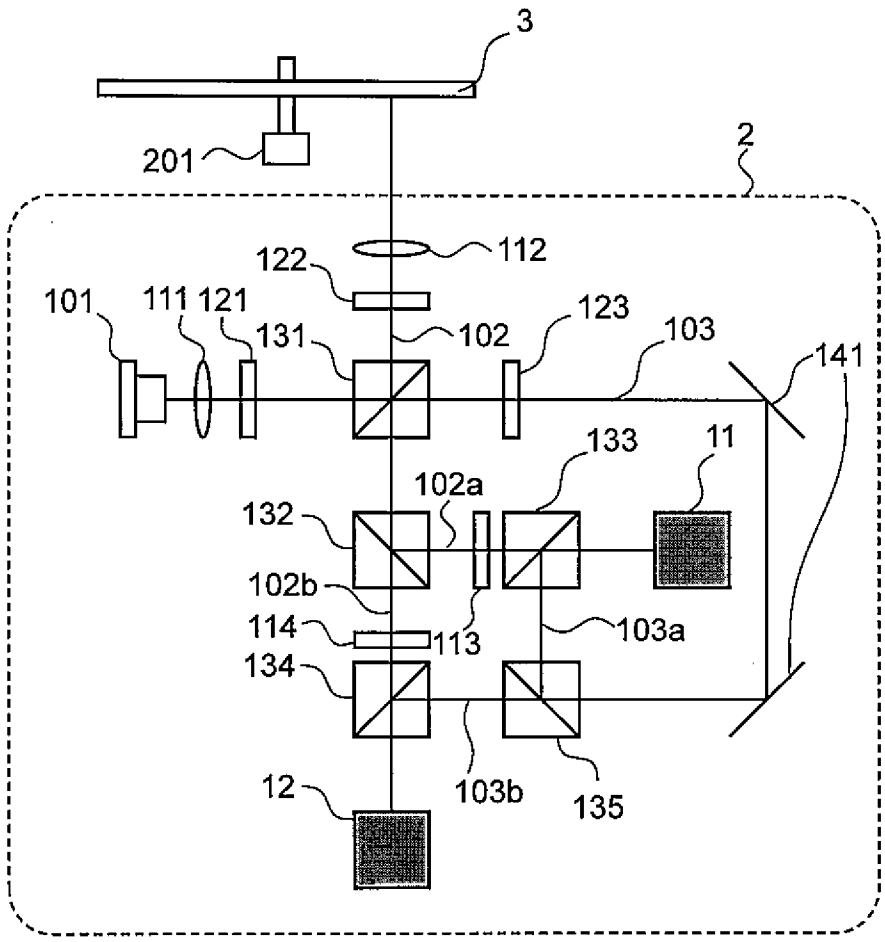
[図10]

図10


検出光学系
11、12
検出器
13
信号処理回路
203
FES2
FES1
コントローラ
202
FES1 or FES2
サーボ制御回路
204
対物レンズア
クチュエータ
112a
レンズアク
チュエータ
115a

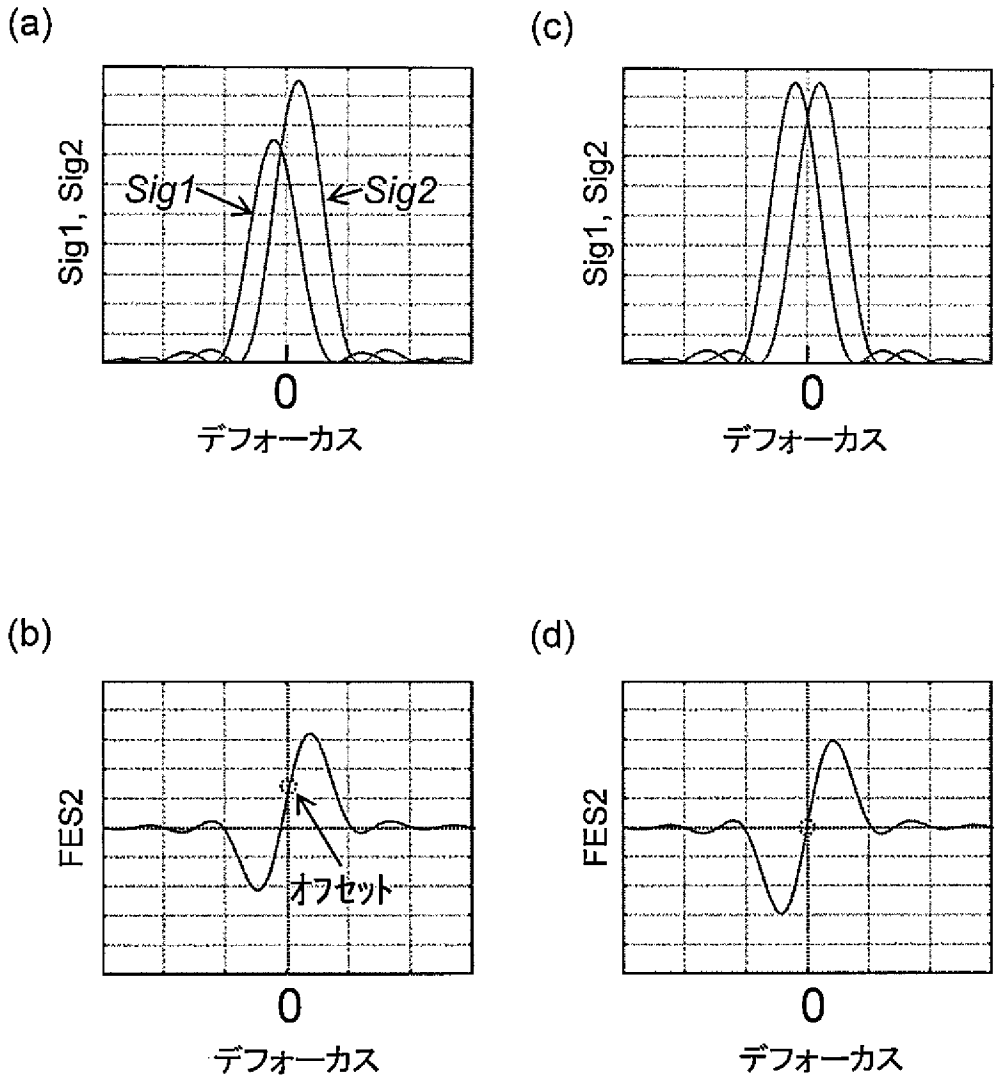
[図11]

図11


3
201
2
112
122
101
111
121
131
102
123
103
141
133
11
102a
132
102b
114
113
103a
134
12
103b
135

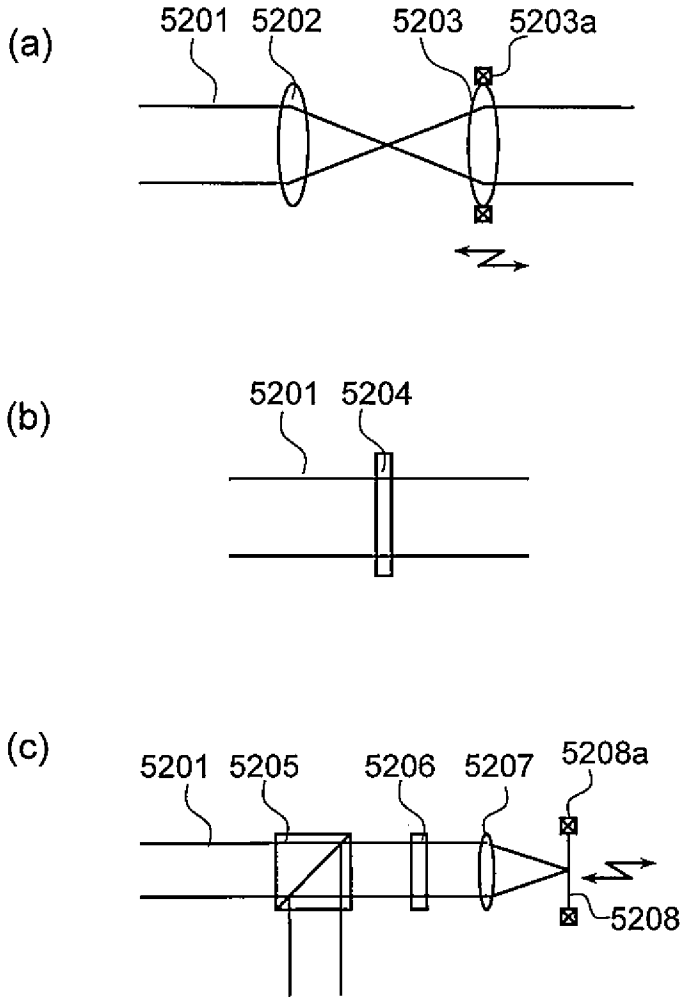
[図12]

図12


(a)
Sig1, Sig2
Sig1
Sig2
0
デフォーカス
(c)
Sig1, Sig2
0
デフォーカス
(b)
FES2
オフセット
0
デフォーカス
(d)
FES2
0
デフォーカス

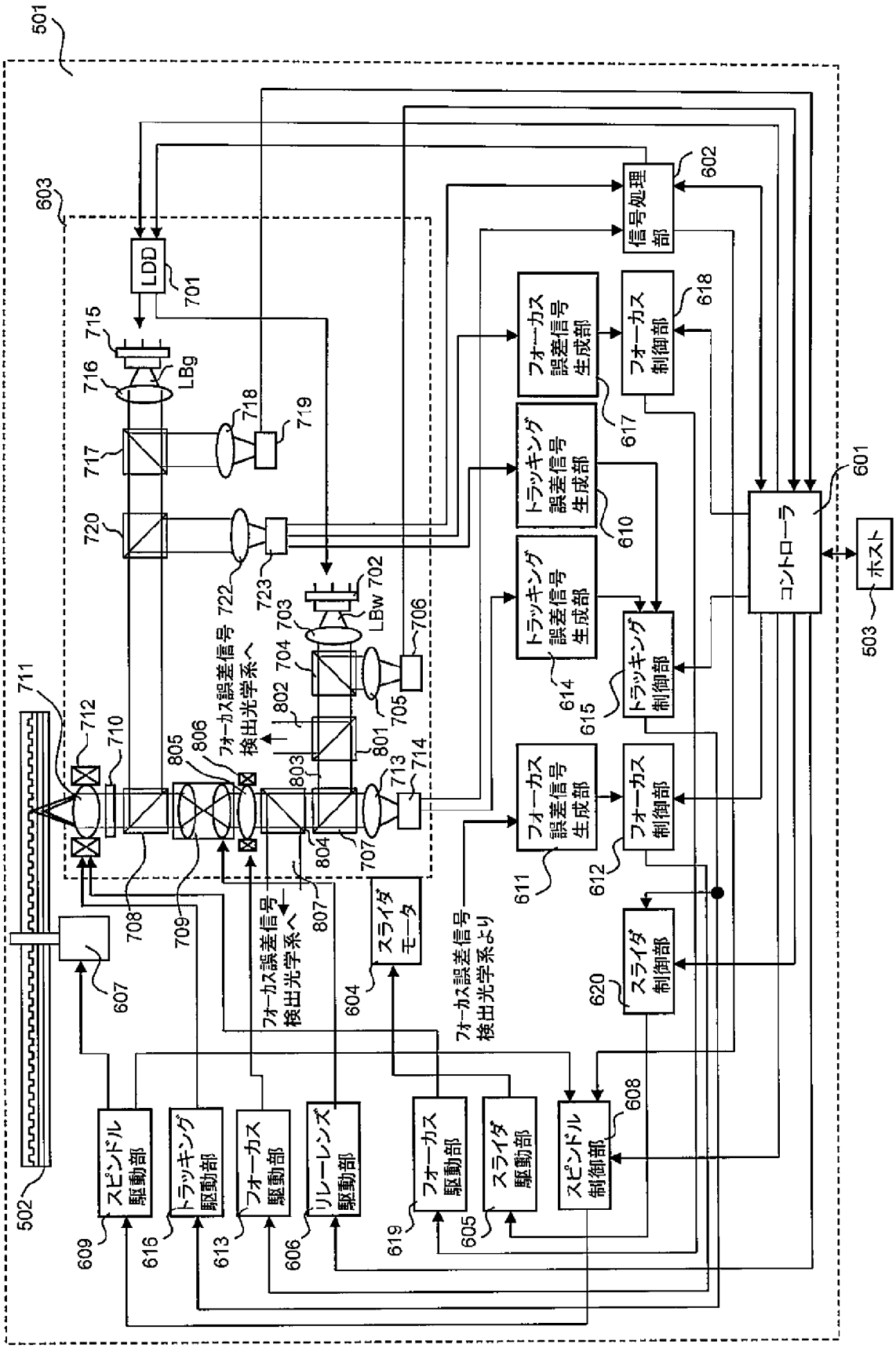
[図13]

図13


(a)
5201
5202
5203
5203a
(b)
5201
5204
(c)
5201
5205
5206
5207
5208a
5208

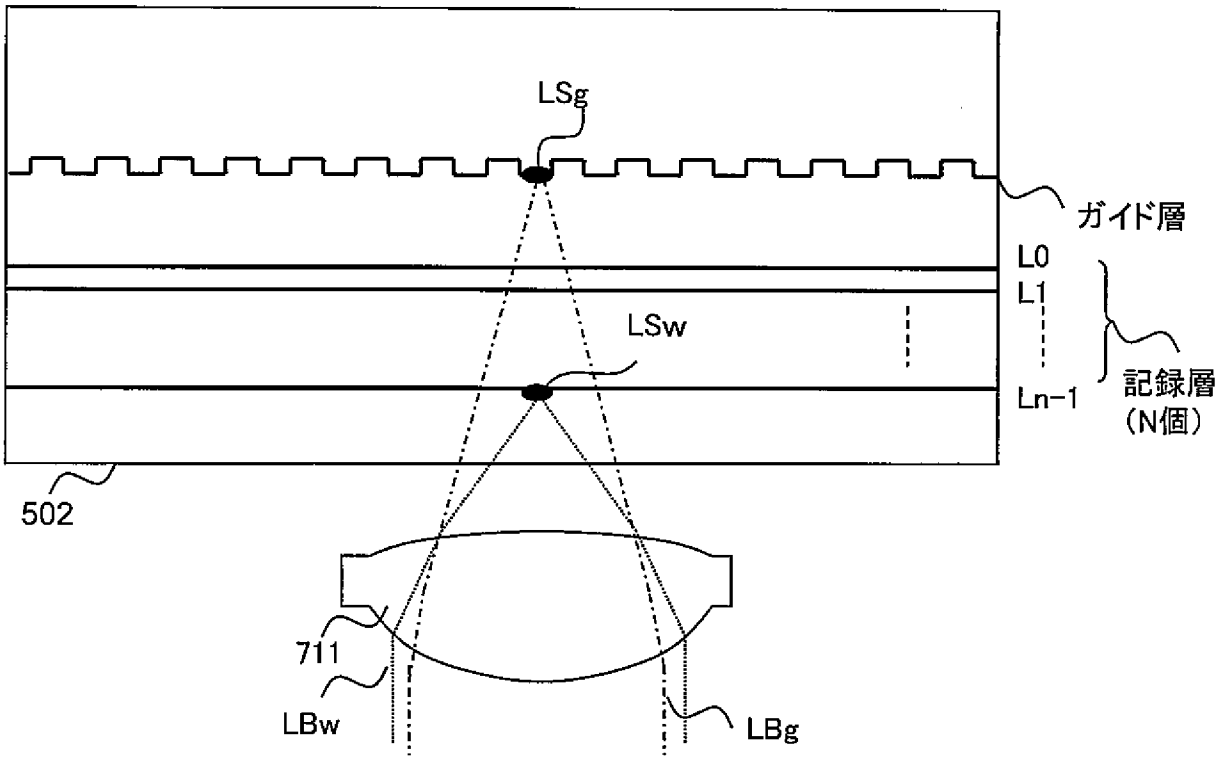
[図14]

図14


501
603
LDD
701
715
716
LBg
718
719
717
720
722
723
LBw 702
703
704
706
705
801
802
803
804
707
714
713
711
712
710
805
806
フォーカス誤差信号
検出光学系へ
708
709
607
502
フォーカス誤差信号
検出光学系へ
807
スライダ
モータ
604
フォーカス誤差信号
検出光学系より
信号処理部
602
フォーカス誤差信号生成部
611
フォーカス制御部
612
618
617
トラッキング誤差信号生成部
610
トラッキング誤差信号生成部
614
トラッキング制御部
615
コントローラ
601
ホスト
503
スピンドル駆動部
609
トラッキング駆動部
616
フォーカス駆動部
613
リレーレンズ駆動部
606
フォーカス駆動部
619
スライダ駆動部
605
スピンドル制御部
608
スライダ制御部
620

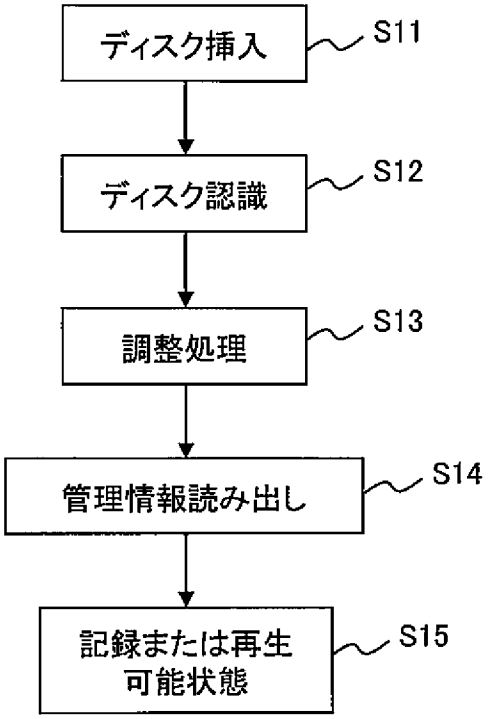
[図15]

図15



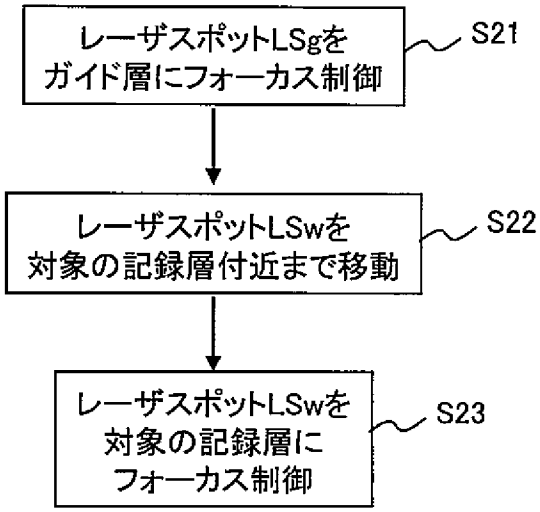
[図16]

図16



[図17]

図17


レーザスポットLSgを
ガイド層にフォーカス制御
S21
レーザスポットLSwを
対象の記録層付近まで移動
S22
レーザスポットLSwを
対象の記録層に
フォーカス制御
S23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/064185

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G11B7/09(2006.01)i, *G11B7/13*(2012.01)i, *G11B7/135*(2012.01)i

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)
G11B7/09, G11B7/13, G11B7/135

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	WO 2010/103962 A1 (Hitachi Consumer Electronics Co., Ltd.), 16 September 2010 (16.09.2010), entire text; all drawings & JP 2010-218591 A	1-15
A	JP 2010-170616 A (Hitachi, Ltd.), 05 August 2010 (05.08.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 2010-44832 A (Hitachi Media Electronics Co., Ltd.), 25 February 2010 (25.02.2010), entire text; all drawings & US 2010/0039917 A1 & CN 101650953 A	1-15

☒ 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	Date of mailing of the international search report
28 June, 2013 (28.06.13)	09 July, 2013 (09.07.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/064185

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-252337 A (Hitachi, Ltd.), 29 October 2009 (29.10.2009), entire text; all drawings & US 2009/0316539 A1 & CN 101556808 A	1-15
A	JP 2008-310942 A (Hitachi, Ltd.), 25 December 2008 (25.12.2008), entire text; all drawings & US 2008/0205246 A1 & CN 101252005 A & TW 200839755 A	1-15

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０６４１８５

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)i, G11B7/13(2012.01)i, G11B7/135(2012.01)i

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.　G11B7/09, G11B7/13, G11B7/135

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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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	関連する請求項の番号
A	WO 2010/103962 A1 (日立コンシューマエレクトロニクス株式会社) 2010.09.16, 全文,全図 & JP 2010-218591 A	1-15
A	JP 2010-170616 A (株式会社日立製作所) 2010.08.05, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2010-44832 A (株式会社日立メディアエレクトロニクス) 2010.02.25, 全文,全図 & US 2010/0039917 A1 & CN 101650953 A	1-15

☑　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。

＊　引用文献のカテゴリー
「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
「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
「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）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「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
「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
「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
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２８．０６．２０１３	国際調査報告の発送日 ０９．０７．２０１３
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　５Ｄ　９２９４ 中野　浩昌 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	関連する請求項の番号
A	JP 2009-252337 A (株式会社日立製作所) 2009.10.29, 全文,全図 & US 2009/0316539 A1 & CN 101556808 A	1-15
A	JP 2008-310942 A (株式会社日立製作所) 2008.12.25, 全文,全図 & US 2008/0205246 A1 & CN 101252005 A & TW 200839755 A	1-15