

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 12 月 8 日 (08.12.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/117003 A1

(51) 国際特許分類: G11B 7/135, 7/004,
7/085, 7/095, 7/125, 7/13

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/009054

(22) 国際出願日: 2005 年 5 月 18 日 (18.05.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2004-157730 2004 年 5 月 27 日 (27.05.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中井 賢也

(NAKAI, Kenya) [JP/JP]; 〒6178550 京都府長岡京市馬場園所1番地 デジタル・エイテック株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 前田実, 外 (MAEDA, Minoru et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階 前田特許事務所 Tokyo (JP).

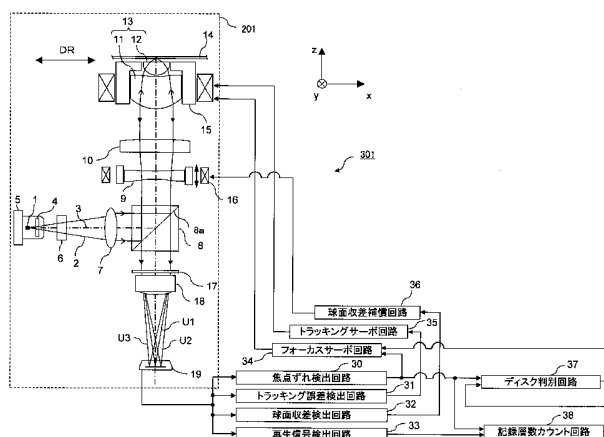
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,

/ 続葉有 /

(54) Title: OPTICAL HEAD DEVICE AND OPTICAL DISC DEVICE

(54) 発明の名称: 光ヘッド装置及び光ディスク装置



- 36 SPHERICAL ABERRATION COMPENSATING CIRCUIT
- 35 TRACKING SERVO CIRCUIT
- 34 FOCUS SERVO CIRCUIT
- 30 OUT-OF-FOCUS DETECTING CIRCUIT
- 31 TRACKING ERROR DETECTING CIRCUIT
- 32 SPHERICAL ABERRATION DETECTING CIRCUIT
- 33 REPRODUCTION SIGNAL DETECTING CIRCUIT
- 37 DISC DISCRIMINATING CIRCUIT
- 38 RECORDING LAYER NUMBER COUNTING CIRCUIT

(57) Abstract: An optical head device (201) is provided with a light source (1), an objective lens group (13), a two-dimension actuator (15), spherical aberration adding means (9, 10, 16), a hologram element (17) for splitting an optical beam from an optical disc (14) into a plurality of split beams, and a photodetector (22), which includes at least one light receiving part composed of a plurality of divided light receiving areas and outputs an electric signal corresponding to a light quantity of the split beam entered each of the plurality of divided light receiving areas or an electric signal corresponding to a combination of the light quantities of the split beams entered the plurality of divided light receiving areas. The plurality of split beams split by the hologram element (17) include one circular luminous flux (U1) and at least two annular luminous fluxes (U2, U3).

/ 続葉有 /



WO 2005/117003 A1



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

添付公開書類:

— 国際調査報告書

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

(57) 要約: 光ヘッド装置201は、光源1と、対物レンズ群13と、2次元アクチュエータ15と、球面収差付加手段9、10、16と、光ディスク14からの光ビームを複数の分割光ビームに分割するホログラム素子17と、複数の分割受光領域から構成される受光部を1つ以上含み、複数の分割受光領域のそれぞれに入射した分割光ビームの光量に応じた電気信号又は複数の分割受光領域のそれぞれに入射した分割光ビームの光量の組み合わせに応じた電気信号を出力する光検知器22とを有し、ホログラム素子17により分割された複数の分割光ビームは、1つの円形状光束U1と、少なくとも2つの輪帯状光束U2、U3とを含む。

明 細 書

光ヘッド装置及び光ディスク装置

技術分野

- [0001] 本発明は、例えば、CD (Compact Disc)、DVD (Digital Versatile Disc)、MD (Mini Disc)、及びさらに高密度記録を可能とした光ディスク等に情報を記録再生する光ヘッド装置、及び光ヘッド装置を搭載した光ディスク装置に関するものである。

背景技術

- [0002] 光ヘッド装置においては、高密度光ディスクに対応するため、照射する光の短波長化と対物レンズの高開口数(高NA)化が求められている。
- [0003] 通常、対物レンズのNAが大きくなると、光ディスクの情報記録面を覆う透明基板の厚み誤差や多層記録ディスクの記録層間の厚みなどによって発生する収差が一層大きくなる。その結果、光ディスクの記録面上に集光する光ビームの品質が劣化して記録再生品質を悪化させる他、光ディスクに対する対物レンズの焦点ずれ検出信号や、光ディスクの記録面上に集光する光ビームと光ディスク上に形成される記録トラックとのずれを検出するトラッキング誤差検出信号の品質にも大きく影響を与える。これらの検出信号の品質を保つために、収差の検出及び収差の補正、又は、収差による影響を受けにくい光学系が求められる。
- [0004] 特に、対物レンズのNAが大きい光ディスク装置では、光ディスクの基板厚み誤差や多層構造を有する光ディスクの層厚み誤差によって球面収差が大きく発生し、光ビームの集光スポットの品質が悪化する。さらに、対物レンズのNAが大きい光ディスク装置において、対物レンズの焦点ずれ検出法として代表的な方法である非点収差法又はナイフエッジ法を用いると、焦点ずれ検出信号の振幅は球面収差により著しく劣化し、その結果、焦点ずれ検出信号を用いて行なうフォーカスサーボ動作が不安定になり、また、集光スポットが記録トラックを横断することによる変調が得られなくなりシーク動作が不安定になる。
- [0005] このような問題を防ぐために、光学系に存在する球面収差を光学的に抑制又は補

正することが必要となる。球面収差を抑制又は補正するために、球面収差を発生させることのできる液晶位相補正素子を光路中に配置し、光ディスク上に集光される光ビームの球面収差を補正する提案がある(例えば、特許文献1参照)。また、球面収差を抑制又は補正するために、レンズ間距離に応じて球面収差を発生させることができるレンズ群を光路中に配置し、球面収差量に応じてレンズ間距離を変える方式も提案されている(例えば、非特許文献1参照)。

[0006] 球面収差補正を正確に行なうためには、光学系に存在する球面収差の量を検出することが重要である。球面収差の検出方法としては、光ディスクから反射された光ビームの内側光束と外側光束を別々に非点収差法で検出し、内側光束と外側光束のそれぞれから得られる焦点誤差信号の差から球面収差量を検出する提案がある(例えば、特許文献2参照)。また、光ディスクから反射された光ビームの内側光束と外側光束のそれぞれに、非点収差法に代えて、ナイフエッジ法を適用しても、内側光束と外側光束で生成される焦点ずれ信号の差から球面収差量を検出することができる(例えば、特許文献2参照)。

[0007] 特許文献1:特開平10-269611号公報(段落0021-0022、図1、図2)

特許文献2:特開2002-367197号公報(段落0010、0020-0022、図2、図3)

非特許文献1:Tohru Kimura et al., "Optical system for HD-DVD with plastic lenses", ODF2002, Tokyo, Nov. 1. 2002, Technical Digest, pp. 83-84(キムラトオル他著、「オプティカル システム フォー HD-DVD ウィズ プラスチック レンズィズ」、ODF(Optics-photonics Design and Fabrication)2002、東京、2002年11月1日、テクニカルダイジェスト、第83-84ページ)

非特許文献2:Charles S. Williams and Orville A. Becklund, "Introduction to the optical transfer function", WILEY-INTERSCIENCE, pp. 337-341

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、焦点ずれ検出法の検出光学系に球面収差が存在すると、焦点ずれ検出信

号の振幅が著しく劣化する。焦点ずれ検出信号の振幅が劣化すると、以下のような問題が生じる。

- [0009] 対物レンズを光軸方向に移動させるなどして集光スポットを光ディスクの各記録層に対してスキャンさせると、各記録層での焦点ずれ検出信号波形を連続的に検出できるので、それらの振幅レベルや波形の数を検知して光ディスクの種類判別を行なうことができる。しかし、上記のような球面収差が存在すると、球面収差の大きさによって焦点ずれ検出信号の振幅が変化するので、光ディスクの種類判別にミスが生じやすい。
- [0010] また、仮に焦点ずれ検出信号が検出できて、その焦点ずれ検出信号をもとにフォーカスサーボを動作させたとしても、焦点ずれ検出信号の劣化の度合いによっては、サーボゲインなどの回路条件が最適値から外れてしまい、フォーカスサーボ動作が不安定になる他、サーボ動作点の変動して光ディスク上での焦点ずれが大きく発生してしまうことが有り得る。
- [0011] また、光ディスク上での焦点ずれが大きくなれば、さらに記録マークやトラック案内溝による変調信号が劣化して、再生記録性能やシーク性能に悪影響を及ぼす。
- [0012] また、フォーカスサーボ動作に入る前に球面収差の検出及び補正を完了できれば、上記問題を回避できるが、たとえ球面収差補正が可能な光学構成であっても、多層記録ディスクのすべての層に対して同時に最適な球面収差を与えることは不可能である。また、目標とする球面収差の補正を正確に且つ俊敏に行なうのは困難であるため、各記録層に対して球面収差補正を随時行なって正しい焦点ずれ検出信号を得たとしても、光ディスクの種類判別や再生記録動作までの動作に多くの時間を要してしまう。
- [0013] 一方、記録済みディスク、未記録ディスク、多層記録ディスク、又は基板厚み誤差を持つ粗悪な光ディスクといった様々な種類の光ディスクが光ディスク装置に挿入されたとしても、それらの光ディスクの種類を即座に判別して所望の記録層に即座にフォーカスサーボ動作を開始できることが望まれる。
- [0014] 本発明は、上記したような従来技術の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、球面収差の発生時においても焦点ずれ検出信号の品質劣化が少ない

焦点ずれ検出を行なうことができる光ヘッド装置及びこれを搭載した光ディスク装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0015] 本発明に係る光ヘッド装置は、光ビームを放射する光源と、前記光ビームを光ディスク上に集光する集光手段と、前記集光手段によって集光される光ビームにより形成される集光スポットの焦点位置を前記光ディスクの記録面に垂直な方向に移動させる集光スポット移動手段と、前記集光手段によって集光され前記光ディスクから反射される光ビームを複数の分割光ビームに分割する光ビーム分割手段と、複数の分割受光領域から構成される受光部を1つ以上含み、前記複数の分割受光領域のそれぞれに入射した前記分割光ビームの光量に応じた電気信号又は前記複数の分割受光領域のそれぞれに入射した前記分割光ビームの光量の組み合わせに応じた電気信号を出力する光検知手段とを有し、前記光ビーム分割手段により分割された前記複数の分割光ビームは、1つの円形状光束又は1対の半円形状光束と、前記円形状光束又は前記半円形状光束の外側の光束である少なくとも2つの輪帯状光束又は少なくとも2対の半輪帯状光束とを含むことを特徴としている。

発明の効果

- [0016] 本発明に係る光ヘッド装置及び光ディスク装置によれば、全光束を用いて行なう従来の焦点ずれ検出法において球面収差が存在したときに生じていた焦点ずれ検出信号の振幅劣化を防ぐことができる。このため、例えば、フォーカスサーボ動作を安定に行なうことができる他、フォーカスサーボ動作を行うサーボ回路のゲインの再調整が不要になり、又は、球面収差の補正が不完全であっても層間フォーカスジャンプ、ラジアルシークをミスなく実施できるので、動作速度を向上させることができる。
- [0017] また、本発明に係る光ヘッド装置及び光ディスク装置によれば、全光束を用いて行なう従来の焦点ずれ検出法において球面収差が存在したときに生じていた焦点ずれ検出信号の振幅劣化を防ぐことができるので、光ディスクの記録層数の検出、及び光ディスクの種類判別をミスなく行なうことができる。
- [0018] また、本発明に係る光ヘッド装置及び光ディスク装置によれば、全光束を用いて行なう従来の焦点ずれ検出法において球面収差が存在したときに生じていた焦点ずれ

検出信号の振幅劣化を防ぐことができるので、光ディスクの記録層数をミスなくカウントすることができる。

- [0019] また、本発明に係る光ヘッド装置及び光ディスク装置は、光ディスクからの反射光の球面収差を補正する球面収差補正手段が無くても焦点ずれ検出信号の振幅劣化は発生しないので、低コスト化を図ることができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]本発明の実施の形態1に係る光ヘッド装置及び光ディスク装置の基本構成を示す図である。

[図2]実施の形態1に係る光ヘッド装置におけるホログラム素子の分割パターンを概略的に示す平面図である。

[図3]実施の形態1に係る光ヘッド装置における光検知器の3つの受光部の4分割された受光領域パターンと、各受光部上の光束を示す模式図である。

[図4]比較例の光ヘッド装置において検出される焦点ずれ検出信号の波形を示す図である。

[図5]実施の形態1に係る光ヘッド装置において輪帯状光束(ホログラム素子の分割パターンを $\alpha = 0.32$ 、 $\beta = 0.42$ とした場合)を用いて検出される焦点ずれ検出信号の波形を示す図である。

[図6]実施の形態1に係る光ヘッド装置において輪帯状光束(ホログラム素子の分割パターンを $\alpha = 0.84$ 、 $\beta = 0.94$ とした場合)を用いて検出される焦点ずれ検出信号の波形を示す図である。

[図7]実施の形態1に係る光ヘッド装置におけるホログラム素子の分割パターンを $\alpha = \beta$ として検出される2つの焦点ずれ検出信号の振幅変化を示す図である。

[図8]実施の形態1に係る光ヘッド装置におけるホログラム素子の分割パターンを $\alpha = \beta$ として検出される2つの焦点ずれ検出信号のゼロクロス点のずれ量を示す図である。

[図9]実施の形態1に係る光ヘッド装置における光束の半径に対する位相分布を示す図である。

[図10]実施の形態1に係る光ヘッド装置において輪帯状光束(ホログラム素子の分割

パターンを $\alpha = 0.63$ 、 $\beta = 0.73$ とした場合)を用いて検出される焦点ずれ検出信号の波形を示す図である。

[図11]実施の形態1に係る光ヘッド装置における焦点ずれ検出信号FES2の球面収差に対する振幅変化についてホログラム素子の第2の領域の幅の依存性を示す特性図である。

[図12]実施の形態1に係る光ヘッド装置におけるホログラム素子の第2の領域の中間半径に対する第2の焦点ずれ検出信号の振幅変化を示す図である。

[図13]実施の形態1に係る光ヘッド装置におけるホログラム素子の第2の領域の中間半径に対する第2の焦点ずれ検出信号のゼロクロス点のずれ量を示す図である。

[図14](a)は理想条件において、RF再生信号の変調成分の存在する範囲と第2の焦点ずれ検出信号のゼロクロス点は、変調成分のほぼ最大付近にゼロクロス点が存在するようになることを示す図であり、(b)は、3次の球面収差の係数と5次の球面収差が同符号又は異符号かの符号関係によって、第2の焦点ずれ検出信号のゼロクロス点は移動したときの、RF再生信号の変調成分の位置とゼロクロス点の位置関係を示す図である。

[図15](a)～(g)は、実施の形態1に係る光ヘッド装置における球面収差検出信号の生成方法を説明するための波形図である。

[図16]実施の形態1に係る光ヘッド装置における球面収差検出回路の構成を示すブロック図である。

[図17]実施の形態1に係る光ヘッド装置における第2の焦点ずれ検出信号又は第3の焦点ずれ検出信号の波形を示す概略図である。

[図18](a)～(c)は、実施の形態1に係る光ヘッド装置における光検知器上の輪帯状光束と受光領域パターン及び改良型受光領域パターンを概略的に示す平面図である。

[図19]本発明の実施の形態1に係る光ヘッド装置及び光ディスク装置の変形例の基本構成を示す図である。

[図20]本発明の実施の形態2に係る光ヘッド装置及び光ディスク装置の基本構成を示す図である。

[図21]実施の形態2に係る光ヘッド装置におけるホログラム素子の分割パターンを概略的に示す平面図である。

[図22]実施の形態2に係る光ヘッド装置における光検知器の受光領域パターンと、各受光部上の光束を示す模式図である。

[図23]本発明の実施の形態3に係る光ヘッド装置及び光ディスク装置の基本構成を示す図である。

[図24]本発明の実施の形態4に係る光ヘッド装置及び光ディスク装置の基本構成を示す図である。

[図25]本発明の実施の形態4における焦点ずれ検出信号の波形の一例を計算した結果を示す図である。

[図26]実施の形態4に係る光ヘッド装置における光検知器を4つの受光部とする場合の受光領域パターンと、各受光部上の光束を示す模式図である。

符号の説明

- [0021] 1 半導体レーザ、2 光ビーム、3 中心光軸、4 平板ガラス板、5 放熱パッケージ、6 回折格子素子、7 コリメータレンズ、8 偏向プリズム、8a 反射面、9 第1のレンズ、10 第2のレンズ、11 第3のレンズ、12 第4のレンズ、13 対物レンズ群、14 光ディスク、15 2次元アクチュエータ、16 球面収差補正手段、17 ホログラム素子、18 センサー光学素子、19 光検知器、30 焦点ずれ検出回路、31 トラッキング誤差検出回路、32 球面収差検出回路、33 再生信号検出回路、34 フォーカスサーボ回路、35 トラッキングサーボ回路、36 球面収差補償回路、37 ディスク判別回路、38 記録層数カウント回路、101 偏光型ホログラム素子、102 4分の1波長板、150 スライス回路、151 正負2値化回路、152 微分回路、120, 121 ビーム整形プリズム、122, 123 液晶位相補正素子、124 4分の1波長板、201, 201a, 202, 203 光ヘッド装置、301, 301a, 302, 303 光ディスク装置、FES1 第1の焦点ずれ検出信号、FES2 第2の焦点ずれ検出信号、FES3 第3の焦点ずれ検出信号、FES 焦点ずれ検出信号。

発明を実施するための最良の形態

[0022] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る光ヘッド装置201及びこれを搭載した光ディスク装置301の基本構成を示す図である。図1に示されるように、実施の形態1に係る光ヘッド装置201は、光源である半導体レーザ1と、半導体レーザ1から出射される光ビーム2(その中心光軸を一点鎖線3で示す。)の射出窓となる平板ガラス板4と、放熱パッケージ5とを有している。放熱パッケージ5は、半導体レーザ1と平板ガラス板4とを一体化し、且つ、半導体レーザ1の発光によって発生する熱を放熱する機能を有している。

[0023] また、実施の形態1に係る光ヘッド装置201は、光ビーム2を複数に分光するための回折素子6と、光ビーム2をほぼ平行光束ビームに変換するコリメータレンズ7と、内部に設けられた反射面8aによりコリメータレンズ7を透過した光ビーム2を偏向する偏向プリズム8と、第1のレンズ9と、第2のレンズ10と、第3のレンズ11と、第4のレンズ12とを有している。偏向プリズム8の反射面8aにより偏向された光ビーム2は、第1のレンズ9及び第2のレンズ10を透過し、その後、第3のレンズ11及び第4のレンズ12によって構成される対物レンズ群13により光ディスク14上に集光される。

[0024] また、実施の形態1に係る光ヘッド装置201は、2次元アクチュエータ15と、1次元アクチュエータ16(又は、送りモータ)とを有している。2次元アクチュエータ15は、対物レンズ群13を、その光軸方向(光ディスクの記録面にほぼ垂直な方向であり、図1におけるz軸方向である。)及び光ディスク14のラジアル方向DR(光ディスクの記録面にほぼ平行な方向であり、図1におけるx軸方向である。)に移動させることができる。1次元アクチュエータ16は、第1のレンズ9を、その光軸方向(図1におけるz軸方向)に移動させることで、第1のレンズ9と第2のレンズ10とのレンズ間距離を変えることができる。第1のレンズ9、第2のレンズ10、及び1次元アクチュエータ16により、光ビームの球面収差を補正することができる。なお、本発明の光ヘッド装置の構成は、図1に示されたものに限定されない。

[0025] 光ディスク14で反射された光ビーム2は、再び第4のレンズ12と第3のレンズ11を透過後、第2のレンズ10と第1のレンズ9を透過し、偏向プリズム8を(図1において、-z方向)に透過する。

- [0026] また、図1に示されるように、実施の形態1に係る光ヘッド装置201は、ホログラム素子17と、センサー光学素子18と、光検知器19とを有している。ホログラム素子17は、光ディスク14で反射され偏向プリズム8を透過した光ビームを少なくとも2つの光束に分割又は分光する。センサー光学素子18は、ホログラム素子17で分割又は分光された複数の光束のそれぞれを集光させるレンズ機能及び収差付加機能などを有する。光検知器19は、複数の分割受光領域(例えば、後述する図3におけるA1、B1、C1、D1)から構成される受光部(例えば、後述する図3におけるP1)を1つ以上含み、複数の分割受光領域のそれぞれに入射した光量に応じた電気信号又は複数の分割受光領域のそれぞれに入射した光量の組み合わせに応じた電気信号を出力する。センサー光学素子18によって、ホログラム素子17で分割又は分光された光束のそれぞれは、光検知器19の受光面に集光されている。なお、光利用効率を向上させるために、偏向プリズム8を偏光型プリズムとして、偏光型プリズムと第1のレンズ9との間に4分の1波長板(図示せず)を配置することにより、偏向面8aの透過効率を向上させてもよい。また、ホログラム素子17は、2次元アクチュエータ15に対物レンズ群13と共に搭載してもよい。さらにまた、ホログラム素子に代えて、入射光束の透過又は遮蔽を制御できる複数の領域を備えた液晶型アパーチャ素子を用いることもできる。
- [0027] 光検知器19で変換された電気信号は、焦点ずれ検出回路30、トラッキング誤差検出回路31、球面収差検出回路32、及び再生信号検出回路33により演算され、それぞれの検出信号を電圧信号として出力する。
- [0028] 焦点ずれ検出回路30で生成される焦点ずれ検出信号は、2次元アクチュエータ15を焦点方向(図1におけるz軸方向)に駆動させるフォーカスサーボ回路34に入力される。フォーカスサーボ回路34は、入力された焦点ずれ検出信号に基づいて2次元アクチュエータ15の動作を制御する。
- [0029] トラッキング誤差検出回路31で生成されたトラッキング誤差検出信号は、2次元アクチュエータ15を光ディスク14のラジアル方向DR(すなわち、x軸方向)に駆動させるトラッキングサーボ回路35へ入力される。トラッキングサーボ回路35は、入力されたトラッキング誤差検出信号に基づいて2次元アクチュエータ15の動作を制御する。
- [0030] 球面収差検出回路32で生成された球面収差検出信号は、球面収差補償回路36

へ入力される。球面収差検出信号は、光ディスク14の基板の厚み誤差や多層記録ディスクの層間厚み差で生じる球面収差や、光ヘッド装置の光学系で発生する不要な球面収差を補正する球面収差補正手段を構成する1次元アクチュエータ16の動作を制御するための制御信号として用いられる。1次元アクチュエータ16を動作させ、第1のレンズ9と第2のレンズ10のレンズ間距離を変化させると、第2のレンズ10から出る光ビームを平行光、発散光、又は収束光にすることができるので、2次元アクチュエータ15に搭載された対物レンズ群13へ入射する光ビームの入射条件が変化して、光ディスク14へ集光される光ビームに所望の球面収差を与えることができる。

[0031] 再生信号検出回路33は、光ディスク14に記録されたデータの再生信号を生成する。

[0032] 焦点ずれ検出回路30で生成された焦点ずれ検出信号は、特に多層記録ディスクの各記録層で検出される焦点ずれ検出信号波形の数をカウントする記録層数カウント回路38へ入力され、記録層数カウント回路38から記録層のカウント数が出力される。ディスク判別回路37は、焦点ずれ検出回路30で生成された焦点ずれ検出信号の振幅及び記録層数カウント回路38から出力される記録層のカウント数などを光ディスクの特徴として取捨選択し、光ディスク14の種類を判別する。

[0033] 図2は、ホログラム素子17の分割パターンの概略図である。図2において、ホログラム素子17上に破線で示した円50は、対物レンズ群13の有効光束の最外周を表しており、円50の内側の領域は対物レンズ群13の開口数 NA_{OBJ} に相当した範囲を意味する。図2において、×印で示す中心点51は、ホログラム素子17上における光ビームの設計中心光軸の位置であり、ホログラム素子17は、点51を中心とした同心円状の3つの領域を含む分割パターンを持つ。以下の説明においては、ホログラム素子17上の設計中心光軸51からの半径位置を、対物レンズ群13の開口数 NA_{OBJ} に相当した光束の半径による正規化半径 r （すなわち、最外周が $r=1$ となるように正規化した半径）により表し、この正規化半径 r を用いて光束範囲を定義する。

[0034] 図2に示されるように、ホログラム素子17は、第1の領域40、第2の領域41、及び第3の領域42の3つの領域を含む。第1の領域40は、設計中心光軸51から正規化半径 r が α 未満の領域（ $0 \leq r < \alpha$ ）を満たす領域、すなわち、図2における円52の内側

の領域)である。第2の領域41は、正規化半径 r が α 以上 β 未満の領域($\alpha \leq r < \beta$ を満たす領域、すなわち、図2における円52と円53の間の領域)である。第3の領域42は、正規化半径 r が β 以上の領域($\beta \leq r$ を満たす領域、すなわち、図2における円53上及びその外側の領域)である。ここで、 α 及び β は、 $0 \leq \alpha < 1$ 、 $0 < \beta \leq 1$ の値を取り得、また、 $\alpha < \beta$ を満たす。また、第2の領域41の幅を W_H で表すと、

$$W_H = \beta - \alpha$$

であり、第2の領域41の中間半径を r_0 で表すと、

$$r_0 = (\alpha + \beta) / 2$$

である。

[0035] ホログラム素子17の第1、第2、及び第3の領域40、41、及び42にはそれぞれ回折格子が形成されている。第1、第2、及び第3の領域40、41、及び42のそれぞれは、各領域内の格子間隔、格子形状、及び格子方向などの最適化によって、ホログラム素子17に入射する光ビームを、各領域の光束に分割すると同時に、それぞれ異なる方向へ回折させる。第1、第2、及び第3の領域40、41、及び42によって分割された光束のそれぞれは、センサー光学素子18によって、光検知器19の各受光部(後述する図3におけるP1、P2、及びP3)上にほぼ集光される。この分割パターンの場合、第1、第2、及び第3の領域40、41、及び42で分光及び回折される光束をそれぞれ、第1の光束U1、第2の光束U2、及び第3の光束U3とする。

[0036] 図3は、光検知器19の受光領域のパターンと、光検知器19の各受光部P1、P2、及びP3上に照射される第1、第2、及び第3の光束U1、U2、及びU3を示す概略図である。図3に示される光検知器19の各受光部P1、P2、及びP3の受光領域のパターンは、図2に示される分割パターンのホログラム素子17を用いる場合の受光領域のパターンである。

[0037] ホログラム素子17が図2に示される分割パターンを持つ場合には、図3に示されるように、光検知器19は、第1、第2、及び第3の受光部P1、P2、及びP3を持つ。第1、第2、及び第3の受光部P1、P2、及びP3のそれぞれは、4つの受光領域を持つ。ホログラム素子17で分光及び回折された光束のうち、第1、第2、及び第3の光束U1、U2、及びU3が、それぞれ第1、第2、及び第3の受光部P1、P2、及びP3によって

、図3に示されるように受光される。第1、第2、及び第3の受光部P1、P2、及びP3の分割境界線L1a、L2a、及びL3aは光ディスク14のタンジェンシャル方向(図1におけるy軸方向)にほぼ平行になり、各受光部P1、P2、及びP3の分割境界線L1b、L2b、及びL3bは光ディスク14のラジアル方向DR(図1におけるx軸方向)にほぼ平行になるように、光検知器19を配置する。第1の受光部P1は、分割境界線L1a及びL1bで分割された4つの受光領域A1、B1、C1、及びD1を有する。また、第2の受光部P2は、分割境界線L2a及びL2bで分割された4つの受光領域A2、B2、C2、及びD2を有する。さらに、第3の受光部P3は、分割境界線L3a及びL3bで分割された4つの受光領域A3、B3、C3、及びD3を有する。なお、以下の説明においては、記号A1～A3、B1～B3、C1～C3、及びD1～D3は、対応する各受光領域の検出信号の値としても用いる。

[0038] ここで、センサー光学素子18として、例えば、シリンダリカルレンズのような非点収差付加機能を有するものを用いれば、第1、第2、及び第3の光束U1、U2、及びU3のそれぞれについて、従来からよく用いられている非点収差法焦点ずれ検出と同様な焦点ずれ検出を行なうことができる。言い換えれば、焦点ずれ検出範囲に応じた大きさの非点収差を発生するセンサー光学素子18を、その焦線がx軸又はy軸方向に対して斜めの角度方向となるように配置し、且つ、第1、第2、及び第3の光束U1、U2、及びU3がそれぞれほぼ最小錯乱円となるような光軸方向(すなわち、z軸方向)の位置に受光面を配置すれば、光ディスク14上で生じる焦点ずれに対する非点収差法焦点ずれ検出信号波形を、第1、第2、及び第3の光束U1、U2、及びU3のそれぞれにより得ることができる。

[0039] このとき、第1、第2、及び第3の受光部P1、P2、及びP3のそれぞれによる第1、第2、及び第3の焦点ずれ検出信号FES1、FES2、及びFES3は、次式(1)～(3)により得ることができる。

$$FES1 = (A1 + C1) - (B1 + D1) \quad \cdots (1)$$

$$FES2 = (A2 + C2) - (B2 + D2) \quad \cdots (2)$$

$$FES3 = (A3 + C3) - (B3 + D3) \quad \cdots (3)$$

[0040] また、従来の非点収差法における焦点ずれ検出信号FESは、次式(4)により等価

的に得ることができる。

$$FES = FES1 + FES2 + FES3 \quad \dots (4)$$

[0041] 上記のような構成によれば、光学系の球面収差がほぼゼロであって、且つ光ディスク14上の焦点ずれがない状態のときに、焦点ずれ検出信号FESがゼロになるように、光検知器19を光軸方向(z軸方向)に調整しておけば、第1、第2、及び第3の光束U1、U2、及びU3の受光面上の光強度分布は概略、図3のようになる。すなわち、第1、第2、及び第3の焦点ずれ検出信号FES1、FES2、及びFES3はほぼゼロとなる。

[0042] ただし、 $\alpha = 0$ となるように構成した場合には、実質的に第1の光束U1は存在しなくなるので、第1の受光部P1を無くしてもよい。また、 $\beta = 1$ となるように構成した場合には、実質的に第3の光束U3が存在しなくなるので、第3の受光部P3を無くしてもよい。さらにまた、 $\alpha = \beta$ となるように構成した場合には、実質的に第2の光束U2が存在しなくなるので、第2の受光部P2を無くしてもよい。

[0043] また、第1、第2、及び第3の受光部P1、P2、及びP3のそれぞれのプッシュプル法による第1、第2、及び第3のトラッキング誤差検出信号TES1、TES2、及びTES3は、次式(5)～(7)により得ることができる。

$$TES1 = (A1 + D1) - (B1 + C1) \quad \dots (5)$$

$$TES2 = (A2 + D2) - (B2 + C2) \quad \dots (6)$$

$$TES3 = (A3 + D3) - (B3 + C3) \quad \dots (7)$$

[0044] トラッキング誤差検出信号TESは、次式(8)により得ることができる。

$$TES = TES1 + TES2 + TES3 \quad \dots (8)$$

[0045] また、他の方法として、第1、第2、及び第3の受光部P1、P2、及びP3のそれぞれにおいて、ラジアル方向DRに隣り合う2つの受光領域からの出力信号又は対角の受光領域から出力される2つの和信号の位相比較を用いるDPD法(位相差法)によってトラッキング誤差を検出してもよい。

[0046] ただし、通常のプッシュプル法では光ディスクのタンジェンシャル方向に相当する方向の直径で2分割される領域の受光光量差を演算するが、図1の光学構成のように非点収差法焦点ずれ検出系と共通な光路で検出を行なう場合、非点収差による最

小錯乱円において前記タンジェンシャル方向の直径の方向は90度折り返されて、図1のx軸方向になる。

[0047] 再生信号検出回路33は、次式(9)により再生信号RFを算出する。

$$\begin{aligned} \text{RF} = & (A1 + A2 + A3) + (B1 + B2 + B3) \\ & + (C1 + C2 + C3) + (D1 + D2 + D3) \quad \dots (9) \end{aligned}$$

[0048] 以上の説明では、ホログラム素子17の第1、第2、及び第3の領域40、41、及び42のそれぞれで回折される1次回折光についてのみ図示したが、他の次数の回折光についても同様に考えることができる。

[0049] また、上記の焦点ずれ検出回路30、トラッキング誤差検出回路31、球面収差検出回路32、及び再生信号検出回路33はそれぞれ、例えば、半導体集積回路によって、光検知器19内部に集積化されていてもよい。

[0050] 図4は、本発明の比較例としての光ヘッド装置において検出される焦点ずれ検出信号の波形を示す図である。図4において、横軸は光ディスク上の焦点ずれ DE_{FP} [μm]を示し、0は焦点位置が光ディスクの情報記録面上にある場合を示し、0より右側(プラス側)は焦点位置が光ディスクの情報記録面より近い位置にある場合を示し、0より左側(マイナス側)は焦点位置が光ディスクの情報記録面より遠い位置にある場合を示している。また、図4において、縦軸は焦点ずれ検出信号FESの振幅 AM_{FES} を示し、 $AM_{FES} = 0$ の点は、ゼロクロス点ZCである。図4には、従来の非点収差法によって検出される焦点ずれ検出信号FES(すなわち、 $FES1 + FES2 + FES3$ に相当する信号)の計算波形の一例が示されており、光学系に球面収差が発生した場合を示している。光学系に球面収差が存在すると、球面収差が存在しない場合(球面収差 $W_{SA} = 0$ の場合)に比べて、信号振幅は大きく減衰し劣化する。図4は、対物レンズ開口数 $NA_{OBJ} = 0.85$ 、波長 $\lambda = 405\text{nm}$ の場合を示す。このような信号劣化が生じる原因は、球面収差が存在すると、光束中心に近い内側光束と光束の最外周に近い周辺光束との結像位置に差が発生して、内側光束と周辺光束とを混在した状態で焦点ずれ検出を行うと、互いの光束が打ち消し合うためである。

[0051] 図4に示されるように、球面収差の増大に伴って焦点ずれ検出信号の振幅 AM_{FES} が減衰すると、フォーカスサーボ動作が不安定になり、また、フォーカスサーボを動作

させる際にフォーカサーボ回路34の回路ゲインを設定し直す必要が発生するなど、システムが複雑化する。

[0052] また、光ディスクには基板厚みの異なるものや、多層記録構造を有するものなど多くの種類があるため、光ヘッド装置が搭載される光ディスク装置では、上記のような光ディスクの種類を正確に判別することが必要となる。この判別は、光ビームが光ディスクの各記録層で反射されることで検出される焦点ずれ検出信号の振幅 AM_{FES} や波形の数を検出し、その特徴から行なわれるが、図4に示したような従来の非点収差法で検出された焦点ずれ検出信号を使用して上記判別を行なう際には、次のような問題が生じてしまう。

[0053] 記録層数カウント回路38では、各記録層で検出される焦点ずれ検出信号の振幅が記録層数カウント回路38の内部で、あるしきい値レベルを超えるか否かによって記録層の有無を判定するので、図4に示すように、信号振幅が劣化するとしきい値レベルを下回って、カウントミスを起こしやすくなる。

[0054] また、ディスク判別回路37においても、記録層数カウント回路38と同様なしきい値レベルを基準として振幅レベルを判定したり、サンプリングなどによって振幅レベルを計測して光ディスクの種類判別が行なわれるので、図4のような振幅劣化が発生すると判別ミスを起こしやすくなる。

[0055] 図5は、本発明の実施の形態1に係る光ヘッド装置201において輪帯状光束(ホログラム素子の分割パターンを $\alpha = 0.32$ 、 $\beta = 0.42$ とした場合の計算波形)を用いて検出される第2の焦点ずれ検出信号FES2の波形を示す図である。また、図6は、本発明の実施の形態1に係る光ヘッド装置201において輪帯状光束(ホログラム素子の分割パターンを $\alpha = 0.84$ 、 $\beta = 0.94$ とした場合の計算波形)を用いて検出される第2の焦点ずれ検出信号FES2の波形を示す図である。図5及び図6において、横軸は光ディスク上の焦点ずれ量 $DE_{FP} [\mu m]$ を示し、0は焦点位置が光ディスクの情報記録面上にある場合を示し、0より右側(プラス側)は焦点位置が光ディスクの情報記録面より近い位置にある場合を示し、0より左側(マイナス側)は焦点位置が光ディスクの情報記録面より遠い位置にある場合を示している。また、図5及び図6において、縦軸は焦点ずれ検出信号FES2の振幅 AM_{FES2} を示し、 $AM_{FES2} = 0$ の点は、ゼ

ロクロス点ZCである。図5及び図6に示される第2の焦点ずれ検出信号FES2は、ホログラム素子17の第2の領域41による第2の光束U2によって得られるものであり、図4(比較例)と同じ条件で計算したものである。

[0056] このように、焦点ずれ検出に使用する第2の光束U2の範囲を限定して光束範囲の位相変化を小さくすれば、図4(比較例)を用いて説明した打ち消し合いを少なくでき、焦点ずれ検出信号の劣化を抑制することができる。

[0057] 以上のようにして得られた第2の焦点ずれ検出信号FES2を記録層数カウント回路38又はディスク判別回路37に入力すれば、焦点ずれ検出信号FESを用いる従来の方法(図4)に比べて、球面収差による信号振幅の劣化が小さくなり(すなわち、図5及び図6において、 W_{SA} の値が増加しても、信号FES2の振幅 AM_{FES2} は低下せず)、光ディスクの判別ミス及び記録層数のカウントミスを防ぐことができる。

[0058] さらに、フォーカスサーボを動作させた後に、例えば、RF信号の品質、又はトラッキング信号、又は溝横断時の変調信号の振幅レベルなどをモニターしながら球面収差補正を実施するシステムの場合、球面収差が存在しても球面収差の調整をせずに即座にフォーカスサーボ動作を開始できることは動作の高速化の点からも望まれる。

[0059] そこで、図4の焦点ずれ検出信号FESをフォーカスサーボ回路34の入力信号とすれば、たとえ球面収差が存在しても球面収差補正を行わずに即座にフォーカスサーボ動作を開始することが可能となる。

[0060] また、 $\alpha = \beta (=r_0)$ として第2の領域41を無くしたホログラム素子17を適用した構成でも、第1の領域40及び第3の領域42で分割される第1の光束U1及び第3の光束U3で生成される第1の焦点ずれ検出信号FES1又は第3の焦点ずれ検出信号FES3を用いれば、信号振幅の劣化を低減することができる。

[0061] 図7は、実施の形態1に係る光ヘッド装置201におけるホログラム素子の分割パターンを $r_0 = \alpha = \beta$ として検出される2つの焦点ずれ検出信号の振幅変化を示す図である。図7において、横軸はホログラム素子17の正規化された半径 r を示し、縦軸は焦点ずれ検出信号FES1及びFES3の正規化された信号振幅 NAM_{FES1} 又は NAM_{FES3} を示す。言い換えれば、図7は、正規化された半径 $r(r_0 = \alpha = \beta$ の場合)を内周から外周に変化させたときの第1の焦点ずれ検出信号FES1及び第3の焦点ずれ検

出信号FES3の信号振幅 NAM_{FES1} 又は NAM_{FES3} の変化を示す図である。ここで、球面収差の大きさを、例えば、 $W_{SA} = 5.787\lambda$ とした。従来(図4)の焦点ずれ検出信号のFESに比べて、第1の焦点ずれ検出信号FES1は r を小さくするほど振幅劣化は小さくなり、例えば、 $r < 0.7$ のとき球面収差が存在しない場合の信号振幅に対して20%以上の改善が見込める。また、第3の焦点ずれ検出信号FES3については、 $r > 0.7$ で20%以上の改善が見込める。

[0062] したがって、 r を最適化することで、大きな球面収差が存在する場合でも、第1の焦点ずれ検出信号FES1又は第3の焦点ずれ検出信号FES3を用いれば、従来の非点収差法焦点ずれ検出信号FESに比べて、振幅劣化を抑制でき、光ディスクの判別や記録層数のカウントをミス無く行なうことが可能となる。

[0063] 図8は、図7の信号振幅特性の横軸に対応した焦点ずれ検出信号FES1及びFES3のゼロクロス点のずれ量を示した図である。図7において、横軸はホログラム素子17の正規化された半径 r を示し、縦軸は焦点ずれ検出信号FES1及びFES3のゼロクロス点のずれ量 $DE_{zc} [\mu m]$ を示す。ここで、ゼロクロス点のずれ量 DE_{zc} とは、球面収差の大きさが $W_{SA} = 0$ のときに対物レンズ群13によって光ディスク14へ光ビームが最も集光される位置からの距離であり、ゼロクロス点をサーボ動作点としてフォーカスサーボ動作させたときに発生する光ディスク14上での焦点ずれを示すものである。したがって、ゼロクロス点をサーボ動作点としてフォーカスサーボ動作した後に、例えば、電気的なオフセットを与えることで光ディスク14上での前記焦点ずれを抑制することができる。

[0064] また、ホログラム素子17の α 及び β の値を以下のようにして決定することで、次の効果を得ることができる。

[0065] 光ディスク14の基板厚み誤差や多層記録ディスクの層間距離差によって生じている球面収差は、3次の球面収差 W_{40} が最も支配的であると仮定すると、球面収差 W_{40} は光ビームの中心光軸からの距離 r の4乗に比例した式で一般に表される。

[0066] しかし、光ディスク14と対物レンズ群13の距離を補正などすることによって r の2次関数で表される焦点ずれ収差成分を補正して、集光スポットの品質を改善することができる。前記焦点ずれ収差成分が補正されときの収差を、次式(10)とおく場合に

ついて述べる。

[数1]

$$W_{40}(r) = W_{SA} \times (6r^4 - 6r^2 + 1) \quad \dots (10)$$

[0067] 図9は、光ビームの中心光軸からの距離である正規化半径 r を横軸にして球面収差の位相 PH_{SA} の分布を縦軸に示したものである。ここで、光ビームの最外周径を $r=1$ とし、 W_{SA} は $r=1$ における球面収差の位相量である。

[0068] 式(10)で表される球面収差の位相分布は、図9のようになる。したがって、光ディスク14と対物レンズ群13の距離を補正することによってだけでは完全に収差を無くすることはできないが、光ディスク14上での集光スポットの品質を最大限の良い状態にすることができ、光ディスク14に記録されるデータを読み出した再生信号の品質は、最大限の良い状態となる。また、集光スポットの品質が良くなれば、記録性能にも有利となる。

[0069] 次に、式(10)を r について微分すると、次式(11)になる。

[数2]

$$\frac{d}{dr} W_{40}(r) = W_{SA} \times (24r^3 - 12r) = W_{SA} \times 12r \times (2r^2 - 1) \quad \dots (11)$$

[0070] 式(11)の左辺が0になる条件は、次式(12)である。

[数3]

$$\frac{d}{dr} W_{40}(r) = 0 \quad \dots (12)$$

[0071] 式(12)を満たす条件は、次式(13)である。

[数4]

$$r = 0, \pm \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0, \pm 0.7071 \quad \dots (13)$$

- [0072] 第2の領域41の中間半径 r_0 をほぼ $1/\sqrt{2}$ であるとする。すなわち、図9の位相分布を表す関数が極値となる、すなわち、接線傾きが0となる距離 $r=1/\sqrt{2}$ 又はその近傍の光束を取り出せるようなホログラム素子17の分割パターンとする。
- [0073] 図10は、 $\alpha=0.63$ 、 $\beta=0.73$ の場合の第2の焦点ずれ検出信号FES2の計算波形を示したものである。図10において、横軸は光ディスク上での焦点ずれ量 DE_{FP} [μm]を示し、0は焦点位置が光ディスクの情報記録面上にある場合を示し、0より右側(プラス側)は焦点位置が光ディスクの情報記録面より近い位置にある場合を示し、0より左側(マイナス側)は焦点位置が光ディスクの情報記録面より遠い位置にある場合を示している。また、図10において、縦軸は焦点ずれ検出信号FES2の正規化された信号振幅 NAM_{FES2} を示し、 $AM_{FES2}=0$ の点は、ゼロクロス点ZCである。図5及び図6で示した焦点ずれ検出信号波形では、波形の上ピークと下ピークの間にあって信号レベルがゼロとなるゼロクロス点が、球面収差の大きさによってそれぞれプラス方向及びマイナス方向へ移動しているのに対して、図10に示す焦点ずれ検出信号波形のゼロクロス点ZCの位置は、球面収差の大きさによって変動しない。
- [0074] 図5、図6、及び図10の横軸(光ディスク上での焦点ずれ量 DE_{FP} を示す軸)の0に当たる位置は、対物レンズ群13によって光ディスク14へ光ビームが最も集光される位置を示している。よって、図10の波形のように、ゼロクロス点ZCが横軸の0の位置にあることが望ましく、その場合にはゼロクロス点ZCをサーボ動作点としてフォーカスサーボを動作させるだけで、光ディスク14上に光ビームを良好に集光できる。
- [0075] 図5及び図6のように、ゼロクロス点が横軸0の位置からずれている場合には、フォーカスサーボ回路により電氣的にオフセットを与えるなどしてサーボ動作点を最適な位置に調整して補償することができるが、一方、ゼロクロス点が大きくずれて焦点ずれ0となる位置が焦点ずれ検出信号の上ピークと下ピークの間から外れてしまうと、もはや前記のような電氣的オフセットを与えて補償することは不可能となる。
- [0076] ゼロクロス点の移動を防ぐ上記のような効果が得られるのは、図9に示した球面収差の位相分布を有した光束のうち、 r に対して位相変化が最も少ない $r=1/\sqrt{2}$ 付近の範囲のみを用いることにより、球面収差が焦点ずれ検出に与える影響を抑制できるようにしたためである。

- [0077] 図10のように第2の焦点ずれ検出信号FES2を2次元アクチュエータ15の制御信号として用いてフォーカスサーボを動作させれば、球面収差補正を行なわなくても(したがって、球面収差補正手段を有しなくても)、又は球面収差補正が最適な状態でなくとも、上記式(10)で表す焦点ずれ収差で補正された最大限に品質の良い集光スポットとすることが可能となる。
- [0078] したがって、光ディスクの任意の記録層にフォーカスサーボを動作させた瞬間に、上記の最大限に品質の良い光スポットが得られれば、必ずしも球面収差補正が最適な状態でなくとも記録データを再生又は書き込み可能となる他、集光スポットが光ディスク14のトラックを横断する際に得られるトラック横断変調信号、又はトラッキング誤差信号の品質を維持でき、前記トラック横断信号又はトラッキング誤差信号からトラックジャンプ数などを検知して行なう光ディスク14のラジアル方向DRへのシーク動作をより安定にできる。
- [0079] 特に多層記録ディスクを再生記録中にある層から任意の層へ層間ジャンプするような場合にも有効であり、層間ジャンプ前又は層間ジャンプ後の時点で球面収差補正を十分に行なわなくても、シークに耐えるトラック横断変調信号又はトラッキング誤差信号が得られれば即座に所望のトラックへ移動できる。球面収差補正については、上記シーク中に実施してトラック移動後に即座に再生記録動作へ移行することが可能となり、アクセス性能を良好にすることができる。
- [0080] また、 α 及び β の中点 r_0 をほぼ $1/\sqrt{2}$ に設定すれば、ゼロクロス点の位置変動を小さくできるが、 $1/\sqrt{2}$ から幾分異なった値であっても上記と同様な効果を得ることができる。
- [0081] 図5及び図6で示した波形は、ホログラム素子17の第2の領域41の幅が $|\beta - \alpha| = 0.1$ の場合であったが、第2の領域41の幅 $|\beta - \alpha|$ は0.1以外であってもよい。
- [0082] また、 $|\beta - \alpha|$ を大きくできれば、それだけ大きな光量を使って信号生成できるので、電気回路のオフセットやノイズに影響されにくい第2の焦点ずれ検出信号FES2を確保することができる。
- [0083] さらに、第2の領域41の幅を広く取れば、ホログラム素子17の分割パターンが作製

しやすくなる利点もある。

[0084] 図11は、第2の領域41の幅 $|\beta - \alpha|$ に対する第2の焦点ずれ検出信号FES2の振幅変化について計算した結果を示す図である。図11において、横軸は球面収差 $W_{SA}[\lambda]$ を示し、縦軸は焦点ずれ検出信号FES2の正規化された信号振幅 NAM_{FES2} を示す。また、図11において、黒丸を結ぶ破線 ($|\beta - \alpha| = 1.0$ の場合) は、従来の焦点ずれ検出信号FESの正規化された信号振幅に相当する。ここでは、第2の領域41の中間半径 $r_0 = 0.68$ の場合であり、式(12)をほぼ満たしたゼロクロス点のずれが少ない条件での計算である。図11より、ある同じ大きさの球面収差が存在している場合でも、 $|\beta - \alpha|$ を大きくするほど焦点ずれ検出信号の振幅劣化は大きくなる傾向を持つが、破線で示された従来の検出法の場合に比べ、振幅劣化は改善される。

[0085] 図12は、 $|\beta - \alpha|$ が0.2及び0.4である場合について、 r_0 を内周から外周に変化させたときの焦点ずれ検出信号の振幅変化を示した図である。図12において、横軸は中間半径 r_0 を示し、縦軸は焦点ずれ検出信号FES2の正規化された信号振幅 NAM_{FES2} を示す。ここでは、球面収差の大きさを、例えば、 $W_{SA} = 5.787\lambda$ とした。図12から分かるように、 r_0 を小さくしていく(すなわち、第2の領域41を内周側に移動させる)につれて、球面収差による信号振幅の劣化が小さくなる傾向を示し、 r_0 にかかわらず従来の検出法に比べて信号振幅の劣化を改善できる。また、 $|\beta - \alpha|$ が小さいほど信号振幅の劣化は抑制され、従来の検出法に比べて振幅劣化を抑制できる。

[0086] 図13は、図12の信号振幅特性の横軸に対応した焦点ずれ検出信号FES2のゼロクロス点のずれ量を示した図である。図13において、横軸は中間半径 r_0 を示し、縦軸は焦点ずれ検出信号FES2のゼロクロス点のずれ量 $DE_{ZC}[\mu m]$ を示す。ここで、球面収差の大きさが $W_{SA} = 0$ のときに、対物レンズ群13によって光ディスク14へ光ビームが最も集光される位置からの距離として縦軸に示している。 $|\beta - \alpha|$ が0.2及び0.4のいずれである場合も、 r_0 に対して同様な変化であり、ほぼ式(13)で導出される $r = 1/\sqrt{2}$ の位置で横軸と交点をもち、そこでゼロクロス点のずれ量は0となる。図13の変化は、その他の $|\beta - \alpha|$ 条件でも、また、その他の大きさの球面収差条

件でも同じような傾向(図示せず)となる。

[0087] したがって、図13の横軸の交点付近に第2の領域41の中間半径 r_0 を設定する、すなわち、前記交点付近の光束を取り出せるようなホログラム素子17の分割パターンとすることで、球面収差による焦点ずれ検出信号の振幅劣化を少なくでき、且つ前記ゼロクロス点のずれが少ない第2の焦点ずれ検出信号FES2を得ることができる。

[0088] ホログラム素子17の α 及び β は、実施の形態1の光ヘッド装置201を搭載した光ディスク装置301において発生すると想定する球面収差の大きさと、光ディスク装置301のシステム全体として許容される焦点ずれ検出信号の信号振幅の劣化量とに基づいて最適化すればよい。

[0089] ところで、図13においてゼロクロス点のずれ量が無くなる交点は、式(13)で導かれた $1/\sqrt{2}$ (≈ 0.7071)よりもやや小さい位置にあり、その交点の位置は第2の領域41の幅 $|\beta - \alpha|$ が大きくなるほどさらに小さくなる傾向を持つ。

[0090] よって、第2の領域41の幅 $|\beta - \alpha|$ に応じて、中間半径 r_0 をシフトさせることがより望ましく、より正確にゼロクロス点のずれ量をゼロに近づけることができる。このような最適となる α 及び β の設定方法を以下に述べる。

[0091] 最適となる α 及び β の設定方法では、 $r = \alpha$ 及び $r = \beta$ のそれぞれにおいて図9の位相分布の値が等しくなるような α 及び β を設定する。すなわち、次式(14)が成立する α 及び β に設定する。この方法によって、求められる α 及び β にできる限り近く設定するほど、第2の領域41の幅 $|\beta - \alpha|$ に応じた最適な中間半径 r_0 を設定できる。

$$W_{40}(\alpha) = W_{40}(\beta) \quad \dots(14)$$

[0092] よって、式(14)を満たす β は、次式(15)となる。

[数5]

$$\beta = 0, \pm \sqrt{1 - \alpha^2} \quad \dots (15)$$

[0093] したがって、第2の領域41の中間半径 r_0 は、 α によって、次式(16)のように表すことができる。

[数6]

$$r_0 = \frac{(\alpha + \beta)}{2} = \frac{\alpha + \sqrt{1 - \alpha^2}}{2} \quad \dots (16)$$

[0094] 例えば、 $|\beta - \alpha| = 0.2$ の場合であれば、式(15)及び式(16)より、以下のようになる。

$$\alpha = 0.600$$

$$\beta = 0.800$$

$$r_0 = 0.700$$

[0095] よって、 r_0 は式(13)の $1/\sqrt{2}$ (≈ 0.7071)から約0.0071だけ内周側にずれる。

[0096] また、例えば、 $|\beta - \alpha| = 0.4$ の場合には、式(15)及び式(16)より、以下のようになる。

$$\alpha = 0.480$$

$$\beta = 0.877$$

$$r_0 = 0.679$$

[0097] よって、 r_0 は式(13)の $1/\sqrt{2}$ (≈ 0.7071)から約0.029だけ内周側にずれる。

[0098] 上記の値は、図13の計算値と一致する。したがって、式(15)及び式(16)により、ホログラム素子17の分割パターンを決定することで、よりゼロクロス点のずれを抑制することができる。

[0099] また、図2の分割パターンのホログラム素子17は、光ビームを2つの輪帯状光束(第2の光束U2及び第3の光束U3)と1つの円形状光束(第1の光束U1)とに分割するが、さらに半径方向に分割数を増やした分割パターンであってもよい。この場合には、光ビームの半径方向の分割数に応じて、光検出器19の受光部の数を増加させる必要がある。光束半径が比較的小さい内側光束と、式(13)の $r = 1/\sqrt{2}$ 付近を中間半径とする輪帯光束とを利用することにより、それぞれで検出される焦点ずれ検出信号を組み合わせれば、振幅劣化が少なく且つより多くの光量を信号生成に用いることができるので、その分、回路のオフセットや回路ノイズに対して影響の少ない焦点ずれ検出信号を得ることが可能となる。

- [0100] 以上は、光学系に3次の球面収差のみが存在すると仮定した、言わば理想的な場合に、 $r=1/\sqrt{2}$ 付近に第2の領域41の中間半径を設定することで、最も効果が得られるものである。上記の理想条件においては、RF再生信号の変調成分の存在する範囲と第2の焦点ずれ検出信号FES2のゼロクロス点は、ほぼ図14(a)に示すように、変調成分のほぼ最大付近にゼロクロス点が存在するようになる。図14(a)及び(b)において、 SIG_{RF} はRF再生信号、MCはRF再生信号の変調成分、ZCはゼロクロス点を示す。好ましくは、第2の焦点ずれ検出信号FES2の最大ピーク位置と最小ピーク位置との間にRF再生信号 SIG_{RF} の変調成分の最大となる位置が存在するように、中間半径 r を設定ればよい。しかしながら、実際の光学系では、以下の要因により必ずしも前記理想的な場合とはならないことがある。
- [0101] 第1の要因は、最も大きく発生する3次の球面収差以外の、無視できない高次球面収差の存在である。光ディスクの記録情報を記録再生するために必要なスポットを形成できるために対物レンズ群13の各レンズ面形状は設計されるが、設計仕様や設計手法の違いによって光ディスクの透明基板厚み差で発生する球面収差は異なり、高次の球面収差も発生するケースがある。なお、対物レンズ群13は複数のレンズを組み合わせた構成で説明しているが、これに限るものではなく単一のレンズから構成されるものでもよい。
- [0102] 上記高次の球面収差が同時に発生している場合、第2の領域41の中間半径を前記3次の球面収差を想定することで得られた式(13)の $r=1/\sqrt{2}$ に設定しておくと、第2の焦点ずれ検出信号FES2のゼロクロス点のずれが生じてしまう。前記高次の球面収差のうち、5次の球面収差が発生するとき、この5次の球面収差は、一般に半径 r についての6次式で表される5次の球面収差と式(13)で表される3次の球面収差の和となる。ここで、5次の球面収差の6次の係数を W_{SA5} とおく。前記3次の球面収差の係数 W_{SA} と前記5次の球面収差 W_{SA5} が同符号か又は異符号かの符号関係によって、前記第2の焦点ずれ検出信号FES2のゼロクロス点は、図10で示された紙面左方向又は紙面右方向に移動し、例えば、RF再生信号の変調成分MCの位置とゼロクロス点ZCの位置関係は図14(b)のようにずれる。
- [0103] 第2の要因は、球面収差が存在するとき、光ディスク14で反射される光ビームが最

も変調を受けるために補正すべき焦点ずれ収差成分は、光ディスク14の記録面構造の空間周波数や対物レンズ群13へ入射する光ビーム2の強度分布などに影響を受ける点である。

[0104] 前記空間周波数の影響に関するデータが、例えば、上記非特許文献2(第341頁の図A. 6.)に開示されている。非特許文献2の図A. 6. は、ある大きさの球面収差が存在するときに、空間周波数ごとに最も変調が起きる最良デフォーカス量を示したものである。非特許文献2の図A. 6. によれば、比較的大きな変調が起きる条件は前記最良デフォーカス量(best focus) B^* がおよそ0.4～1.4の範囲であり、球面収差の値が大きくなるに従って上記範囲の下限值0.4はさらに小さくなっている。ただし、前記最良デフォーカス量 B^* の下限値はある値へ漸近するような変化である。また、式(10)で表される球面収差の式は、前記最良デフォーカス量 B^* が1の場合に表される球面収差の式に相当する。

[0105] よって、光ディスク14の記録面構造に含まれる空間周波数の成分に依存して前記最良デフォーカス量 B^* が1からずれる場合には、上記式(13)の $r=1/\sqrt{2}$ を第2の領域41の中間半径としたときに得られる第2の焦点ずれ検出信号FES2のゼロクロス点は、図10で示した紙面左右方向のいずれかに移動し、第1の要因の場合と同様、例えば、RF再生信号の変調成分の位置とゼロクロス点の位置関係は図14(b)のようにずれる。

[0106] 上記第1の要因及び第2の要因で生じる第2の焦点ずれ検出信号FES2のゼロクロス点の移動は、第2の領域41の中間半径を前記3次の球面収差を想定することで得られた式(13)の $r=1/\sqrt{2}$ からシフトさせることにより補正することができる。すなわち、図5及び図6で示した計算結果からも分かるように、前記第2の領域41の中間半径を小さくする、又は大きくすることで、第2の焦点ずれ検出信号FES2のゼロクロス点を任意に移動させることができる。

[0107] したがって、上記式(9)より得られるRF再生信号、又はホログラム素子17で分割される第1、第2、及び第3の光束U1、U2、及びU3により検出される受光面P1、P2、及びP3の和信号が光ディスク14の記録面による変調成分の存在する位置が前記ゼロクロス点とほぼ一致できるように $r=1/\sqrt{2}$ からシフトさせて補正することができる。

- [0108] 上記のような補正により、RF再生信号、又はホログラム素子17で分割される回折光それぞれの和信号の変調成分が最大となる位置と前記ゼロクロス点の位置が一致するように補正しておけば、前記ゼロクロス点をサーボ動作点としてフォーカスサーボを動作させたときの光ディスク上の光ビームを良好な集光状態に近づけることができる。また、少なくとも光ディスク14のすべての層において第2の焦点ずれ検出信号FES2の最大ピークとなる位置と最小ピークとなる位置との間に前記変調成分の最大となる位置が存在できるように補正することで、フォーカスサーボ動作後又は動作の事前に適正な電氣的オフセット注入をして、RF再生信号、又はホログラム素子17で分割される回折光それぞれの和信号の変調成分を最大にすることは可能となる。
- [0109] 次に、球面収差を検出する方法について説明する。まず、ホログラム素子17が、第1、第2、及び第3の領域40、41、及び42の3つの領域を持つ場合を説明する。図15(a)は再生信号検出回路33から出力されたRF信号、及び焦点ずれ検出信号回路30から出力された第2の焦点ずれ検出信号FES2、図15(b)は焦点ずれ検出信号回路30から出力された第1の焦点ずれ検出信号FES1及び第3の焦点ずれ検出信号FES3の波形を示したものであり、いずれも球面収差が存在する状態を示している。
- [0110] このような波形は、半導体レーザ1を発光させて2次元アクチュエータ15により光軸方向(z軸方向)に対物レンズ群13を駆動し、光ディスク14の記録層に対物レンズ群13で集光される集光スポットを走査させることで得られる。図16は、球面収差検出回路32の構成を示すブロック図である。
- [0111] RF信号はスライス回路150で適当に設定されたしきい電圧により図15(c)のような矩形信号 S_{RF} に変換される。
- [0112] 焦点ずれ検出回路30より出力される第1、第2、及び第3の焦点ずれ検出信号FES1、FES2、及びFES3のうち、第2の焦点ずれ検出信号FES2を、波形の正をH(ハイ)レベル、負をL(ロー)レベルに変換する正負2値化回路151により、波形 $F2_{Zero1}$ に変換する。その後、微分回路(d/dt)152により、波形 $F2_{Zero1}$ のエッジ検出された矩形波形 $F2_{Zero2}$ に変換される。
- [0113] 波形 $F2_{Zero2}$ と矩形信号 S_{RF} とを掛け合わせると、第2の焦点ずれ検出信号FES2の

ゼロクロス点位置のみを表す矩形波形 $F2_{Zero3}$ が得られる。矩形波形 $F2_{Zero3}$ を第1の焦点ずれ検出信号FES1及び第3の焦点ずれ検出信号FES3のそれぞれに掛け合わせて得られる矩形波形 $F1_{Zero}$ 及び矩形波形 $F3_{Zero}$ から、次式(17)を用いて球面収差検出信号SSAを算出する。

$$SSA = F1_{Zero} - F3_{Zero} \quad \dots (17)$$

- [0114] 球面収差検出信号SSAのレベル値をもとに球面収差補正の制御に用い、前記レベル値がゼロとなるように球面収差補正手段を制御する。すなわち、第1、第2、及び第3の焦点ずれ検出信号FES1、FES2、及びFES3のいずれか(ここではFES2)のゼロクロス点におけるその他の焦点ずれ検出信号(ここではFES1又はFES3)の出力レベルを検出することにより、前記検出レベルをゼロに追い込むように球面収差補償手段を制御する。
- [0115] また、予め求められた球面収差検出信号SSAのレベル値から、球面収差補償手段の制御量への変換係数又は変換テーブルに基づいて、一度に球面収差補償手段を制御することもでき、これによりフォーカスサーボ動作前に球面収差検出及び球面収差補償が可能となって、記録再生動作開始までの時間を短縮できる。
- [0116] また、次のように球面収差検出及び球面収差補償をしてもよい。まず、第2の焦点ずれ検出信号FES2をもとにフォーカスサーボを動作させる。球面収差が存在しているとき第2の焦点ずれ検出信号FES2のゼロクロス点付近をサーボ動作点とすれば、第1の焦点ずれ検出信号FES1及び第3の焦点ずれ検出信号FES3の信号レベルはゼロとならない。そこで、第1の焦点ずれ検出信号FES1及び第3の焦点ずれ検出信号FES3のそれぞれの信号レベル、又は、第1の焦点ずれ検出信号FES1及び第3の焦点ずれ検出信号FES3の差分信号を球面収差検出信号として、この球面収差検出信号のレベルがゼロとなるように球面収差補正手段を制御してもよい。
- [0117] なお、上記特許文献2(特開2002-367197号公報)においては、球面収差を検出するために、2つに分割される光束の光量が等しくなる条件で光束を半径方向に制御しているが、本発明の実施の形態1で説明した光束の分割方法とは根本的に異なるものである。また、上記特許文献2においては、対物レンズ群の光軸方向(z軸方向)の位置を制御する信号には、全光束で検出した焦点ずれ検出信号を用いている

ため、本発明の実施の形態1の効果を得ることはできない。

- [0118] また、本発明の実施の形態1では、焦点ずれ検出に非点収差法を用いた光学構成として説明を行なってきたが、基本的には、集光する光束によって検出を行なう焦点ずれ検出法であれば、図9に示すような位相分布が存在するとき各半径の光束の結像位置は前後し互いに打ち消し合うので、焦点ずれ検出信号は同様に劣化する。
- [0119] よって、実施の形態1は、例えば、ナイフエッジ法や、ビームサイズ法で検出する構成であってもよく、その場合にはセンサー光学素子18は非点収差を持つ必要はない。したがって、非点収差の効果によってタンジェンシャル方向とラジアル方向DRが光検知器上で入れ替わることはなくなるので、トラッキング誤差検出の演算式で差分を取る方向を図3のx方向にすればよい。さらに、ホログラム素子17の分割パターン of 各領域の回折格子を曲線状にすることでレンズ作用を付加させることができ、その場合センサー光学素子18を除去してもよい。
- [0120] 図17は、実施の形態1に係る光ヘッド装置201における第2の焦点ずれ検出信号FES2又は第3の焦点ずれ検出信号FES3の波形を示す概略図である。図17において、横軸は光ディスク上での焦点ずれ量 DE_{FP} を示し、縦軸は焦点ずれ検出信号の振幅 AM_{FES3} を示す。図17には、図5、図6及び図10の計算波形の特徴が示されているが、焦点ずれ検出信号の両側に2次波形WFが存在している。これらの2次波形は焦点ずれ検出には不要である他、その振幅が大きくなり過ぎると、誤ってこれらの2次波形によってフォーカスサーボが動作してしまうおそれがある。
- [0121] この2次波形の発生原因は、図2の第2の領域41及び第3の領域42で輪帯状に分割される光束が図18(a)のように受光領域A2及び受光領域C2にほとんど入らず、受光領域B2と受光領域D2に入り込む状態が起こるためである。また、逆に、受光領域B2及び受光領域D2にほとんど光は入らず、受光領域A2と受光領域C2に光が入り込む状態も存在する。図18(a)は第2の受光部P2について示したものであり、第3の受光部P3についても同様の現象が起こる。したがって、各受光領域を図18(b)及び図18(c)のように各受光領域の角をカット又は分割したような形状とすることで、上記で説明した状態を防ぎ、前記2次波形の発生を抑えることができる。
- [0122] 図19は、本発明の実施の形態1に係る光ヘッド装置201a及び光ディスク装置301

aの変形例の基本構成を示す図である。図19において、図1の構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。図19には、第2のレンズ10と第3のレンズ11との間に、図1のホログラム素子17と同様な分割パターンを有するホログラム素子101を配置している。さらに、光ディスク14から反射する光ビームのみに対してホログラム素子101が機能するように、ホログラム素子101を偏光ホログラムとし、ホログラム素子101と第3のレンズ11との間に4分の1波長板102を配置する。この場合、偏向プリズム8を偏光型プリズムとして、光利用効率を向上させてもよい。なお、図19のホログラム素子101及び4分の1波長板102は一体化されていてもよい。また、図19のホログラム素子101及び4分の1波長板102は、2次元アクチュエータ14に対物レンズ群13と共に搭載されていてもよい。実施の形態1の変形例において、上記以外の点は、図1の場合と同じである。

- [0123] 以上説明したように、実施の形態1に係る光ヘッド装置及び光ディスク装置によれば、全光束を用いて行なう従来の焦点ずれ検出法において球面収差が存在したときに生じていた焦点ずれ検出信号の振幅劣化を防ぐことができるので、フォーカスサーボ動作を安定に行なうことができる他、フォーカスサーボ動作を行うサーボ回路のゲインの再調整が不要になり、又は、球面収差の補正が不完全であっても層間フォーカスジャンプ、ラジアルシークをミスなく実施できるので、動作速度を向上させることができる。
- [0124] また、全光束を用いて行なう従来の焦点ずれ検出法において球面収差が存在したときに生じていた焦点ずれ検出信号の振幅劣化を防ぐことができるので、光ディスクの記録層数の検出、及び光ディスクの種類判別をミスなく行なうことができる。
- [0125] さらに、全光束を用いて行なう従来の焦点ずれ検出法において球面収差が存在したときに生じていた焦点ずれ検出信号の振幅劣化を防ぐことができるので、光ディスクの記録層数をミスなくカウントすることができる。
- [0126] さらにまた、光ディスクからの反射光の球面収差を補正する球面収差補正手段が無くても焦点ずれ検出信号の振幅劣化は発生しないので、低コスト化を図ることができる。
- [0127] 実施の形態2.

図20は、本発明の実施の形態2に係る光ヘッド装置202及び光ディスク装置302の基本構成を示す図である。図20において、図1の構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。実施の形態2に係る光ヘッド装置202は、液晶位相補正素子を球面収差補正手段とした点が、第1のレンズと第2のレンズの距離を変化させて球面収差補正を行う実施の形態1(図1)の光ヘッド装置と相違する。実施の形態2における液晶位相補正素子は、透明電極を波面形状に合わせて複数の分割領域にパターンニングしたガラス基板で液晶を挟み込んだ構成を持ち、液晶位相補正素子の電極間に電圧を印加すると、それを透過した光ビームに球面収差を与えることができる。

[0128] 半導体レーザ1から放射される光ビーム2を回折格子素子6により複数の回折光に分光し、コリメータレンズ7により平行光束としたのち、ビーム整形プリズム120及び121により楕円状の強度分布である光ビーム2を円形の強度分布に変換する。その後、光ビームは偏向プリズム8によって液晶位相補正素子122の方向へ偏向されて、液晶位相補正素子122及び123を透過後、4分の1波長板124により光ビーム2は円偏光となって、対物レンズ群13によって光ディスク14上に集光される。

[0129] 液晶位相補正素子122及び123は、電圧を印加することで透過光の位相を変化させることができ、球面収差を補正可能とする適切な電極パターンが形成されている。光ディスク14で反射された光ビームは円偏光であるが、再び4分の1波長板124を透過することによって、液晶位相補正素子122に入射前の往路の光ビームが持つ偏光方向に対して90度回転した偏光方向を持つ光ビームに変換される。

[0130] 液晶はある所定の偏光方向に対してのみ位相変調作用が発生するので、液晶位相補正素子122は前記往路にだけに、且つ液晶位相補正素子123は前記復路にだけに位相変調作用を起こすよう各液晶位相補正素子122及び123の位相変調作用光軸を互いに90度回転させて配置されている。これにより、図1の球面収差補正手段と同様、往復路両方の光ビームについて波面収差を補正できる。なお、偏向プリズム8を偏光型プリズムとすれば、光利用効率を向上できる。

[0131] 液晶位相補正素子123を透過した光ビームは、偏向プリズム8を透過した後、偏向プリズム20によって分光される。偏向プリズム20をそのまま透過した光ビームは、ホログラム素子21により分割及び分光されてセンサー光学素子18で光検知器22上に集

光される。一方、偏向プリズム20の内部に設けられた反射膜20aによって光ビーム光量の一部が反射されて、集光レンズ23によって光検知器24に収束される。光検知器24はタンジェンシャル方向及びラジアル方向DRのそれぞれに少なくとも1つの分割線を持つ受光領域パターンを有し、プッシュプル法トラッキングずれ検出又は位相差法トラッキング検出が可能な構成となっている。

[0132] 実施の形態2においては図1に示された実施の形態1と同様に非点収差法焦点ずれ検出を採用してもよいが、以下に示す実施の形態2においてはナイフエッジ法焦点ずれ検出を適用した例を説明する。

[0133] 図21は、実施の形態2に係る光ヘッド装置202におけるホログラム素子21の分割パターンを概略的に示す平面図である。図21に示されるホログラム素子1の分割パターンは、図2のホログラム素子17にラジアル方向DRの分割線を加えることによってタンジェンシャル方向に2分割したものに相当する。図21に示されるホログラム素子1の分割パターンのそれぞれの領域で分割された光束を、光検知器22上で独立に受光できるように各領域の回折格子の格子間隔、格子の溝深さ、及び格子の方向が最適化されている。

[0134] 図22は、実施の形態2に係る光ヘッド装置202における光検知器22の受光領域パターンと、各受光部上の光束を示す模式図である。図22に示されるように、光検知器22は、2分割の受光領域から構成された受光部(受光領域a11とa12の対、受光領域b11とb12の対、受光領域c11とc12の対、受光領域d11とd12、受光領域e11とe12の対、受光領域f11とf12の対、受光領域a21とa22の対、受光領域b21とb22の対、受光領域c21とc22の対、受光領域d21とd22、受光領域e21とe22の対、及び受光領域f21とf22の対)を複数個有している。光検知器22の複数の2分割の受光領域は、前記分割された光束のそれぞれを受光する。ただし、ホログラム素子21によって主に1次回折光が発生するとして、図22に高次の回折光は記載していない。また、0次回折光束については格子の溝深さを最適化することでほとんど無くすることもできる。なお、以下の説明においては、記号a11、a12、b11、b12、c11、c12、d11、d12、e11、e12、f11、f12、a21、a22、b21、b22、c21、c22、d21、d22、e21、e22、f21、及びf22は、対応する各受光領域の検出信号の値としても用いる。

- [0135] 図22には、球面収差が存在している状態の光束を模式的に示している。各光束で検出されるナイフエッジ法焦点ずれ検出信号はそれぞれ、次式(18)～(20)によって得ることができる。

$$FES1 = (a11 + d11 + a21 + d21) - (c12 + f12 + c22 + f22) \quad \dots \text{式(18)}$$

$$FES2 = (b11 + e11 + b21 + e21) - (b12 + e12 + b22 + e22) \quad \dots \text{式(19)}$$

$$FES3 = (c11 + f11 + c21 + f21) - (a12 + d12 + a22 + d22) \quad \dots \text{式(20)}$$

- [0136] また、全光束による従来のナイフエッジ法焦点ずれ検出信号は、次式(21)により得ることができる。

$$FES = FES1 + FES2 + FES3 \quad \dots \text{式(21)}$$

焦点ずれ検出信号FES1、FES2、FES3、及びFESのいずれかを、2次元アクチュエータ15の制御信号としてフォーカスサーボ回路34に入力する。

- [0137] さらに、再生信号RFは、すべての光束について受光した出力信号を合成することによって、すなわち、次式(22)によって得ることができる。

$$\begin{aligned} RF = & (a11 + a12 + a21 + a22) + (b11 + b12 + b21 + b22) \\ & + (c11 + c12 + c21 + c22) + (d11 + d12 + d21 + d22) \\ & + (e11 + e12 + e21 + e22) + (f11 + f12 + f21 + f22) \end{aligned} \quad \dots \text{式(22)}$$

- [0138] さらにまた、球面収差検出信号SSAは、第1の焦点ずれ検出信号FES1と第3の焦点ずれ検出信号FES3を用いた図1の実施の形態と同様な方法により、すなわち、次式(23)により得ることができる。

$$\begin{aligned} SSA = & (a11 + c12 + d11 + f12) + (a21 + c22 + d21 + f22) \\ & - (a12 + c11 + d12 + f11) - (a22 + c21 + d22 + f21) \end{aligned} \quad \dots \text{式(23)}$$

球面収差検出信号SSAは、球面収差補正手段の液晶位相補正素子122及び123の制御信号として球面収差補償回路36へ入力する。

[0139] 実施の形態2に係る光ヘッド装置202及び光ディスク装置302によれば、上記実施の形態1に係る光ヘッド装置201及び光ディスク装置301と同様の効果を得ることができる。なお、実施の形態2において、上記以外の点は、上記実施の形態1の場合と同じである。

[0140] 実施の形態3.

図23は、本発明の実施の形態3に係る光ヘッド装置203及び光ディスク装置303の基本構成を示す図である。図23において、図20(実施の形態2)の構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。実施の形態3に係る光ヘッド装置203は、往路のみに収差補正される構成を採用している点が、光ディスク14の反射面を境とした往路及び復路の両方で発生する球面収差を補正される実施の形態2(図20)に係る光ヘッド装置202と相違する。また、図23に示す実施の形態3は、図1の実施の形態1に搭載されるホログラム素子17と光検知器19を用いて非点収差法検出が適用されているものであるが、図20の実施の形態で用いられるナイフエッジ法検出が適用されてもよい。

[0141] したがって、前記復路で発生した球面収差が残留したままの光ビームが光検知器で受光される。その結果、球面収差補正が行なわれた場合又は球面収差補正が不完全な場合に関わらず図9で示したのと同じ球面収差の位相分布を有した光ビームによって焦点ずれ検出を行なうことになる。

[0142] 図1に示される実施の形態1と同じホログラム素子17及び光検知器19を適用すれば、焦点ずれ検出信号の劣化を抑制することが可能となる。また、ホログラム素子17の α 及び β を、実施の形態1の場合と同様に、式(12)、式(15)、及び式(16)により設定することで、焦点ずれ検出信号のゼロクロス点のずれを抑えることができ、実施の形態1に係る光ヘッド装置201及び光ディスク装置301と同様の効果を得ることができる。

[0143] さらに、実施の形態3においては、復路の球面収差を補正する液晶位相補正素子を必要としないので、往路復路に液晶位相補正素子を必要としていた構成よりも部品点数が少なくコストを低減できる効果がある。

[0144] 実施の形態4.

本発明の実施の形態4に係る光ヘッド装置及び光ディスク装置は、本発明の実施の形態1～3に係る光ヘッド装置201, 201a, 202, 203及び光ディスク装置301, 301a, 302, 303と基本的な構成は同じである。実施の形態4は、ホログラム素子17の第1の領域40(図2)により生成される第1の焦点ずれ検出信号FES1及び第3の領域42(図2)により生成される第3の焦点ずれ検出信号FES3の和である焦点ずれ検出信号 $FES13(=FES1+FES3)$ を用いることを特徴としている点が、実施の形態1～3と相違する。実施の形態4においては、フォーカス動作選択手段34aが、フォーカスサーボ回路34による集光スポット移動手段15の制御を、第1の光束の検知信号と第3の光束の検知信号との和信号FES13、又は、第2の光束の検知信号FES2のいずれかによって行うかを切り換える。また、フォーカス動作選択手段34aにより選択された第1の光束の検知信号と第3の光束の検知信号との和信号FES13の振幅、又は、第2の光束の検知信号FES2の振幅を調整するゲイン調整手段を備えてもよい。

[0145] 図24は、本発明の実施の形態4に係る光ヘッド装置201b及び光ディスク装置301bの基本構成を示す図である。実施の形態4に係る光ディスク装置301bは、実施の形態1の光ディスク装置301にフォーカス動作選択手段34aを追加して、焦点ずれ検出信号FES13を、多層記録ディスクにおいてフォーカスサーボ動作を行なう記録層(以下、これをターゲット層と呼ぶ)を抽出するための判定信号として用いている。

[0146] 実施の形態4に係る光ディスク装置301bは、焦点ずれ検出信号FES13の振幅 A_{FES13} が所定の閾値レベル TH_{FES13} より大きいか否かによって、焦点ずれ検出信号FES13がターゲット層で検出される焦点ずれ検出信号であるかどうかを判定し、ターゲット層で検出されたものであると判定された焦点ずれ検出信号波形に対してのみフォーカスサーボ動作を許可するフォーカス動作選択手段を備える。このフォーカス動作選択手段は、例えば、フォーカスサーボ回路34(図1、19、20、又は23)に含まれる(図24の符号34a参照)。所定の閾値レベル TH_{FES13} は、ターゲット層で検出される焦点ずれ検出信号振幅のみが、所定の閾値レベル TH_{FES13} を越えるように設定される。フォーカスサーボ回路34内のフォーカス動作選択手段によってターゲット層をより正確に判定することを可能とするためには、各記録層の焦点ずれ検出信号の振幅

差が重要となる。したがって、焦点ずれ検出信号の振幅差を用いて判定を行なうためには、判定マージンの確保の点から、ターゲット層で検出される焦点ずれ検出信号の振幅に対して大小の差が大きいほど有利である。すなわち、ターゲット層に比べてターゲット層以外では焦点ずれ検出信号が検出されにくいことが望まれる。

[0147] 本発明の実施の形態4において、ターゲット層に対して球面収差をほぼ補正しておけば、ターゲット層の焦点ずれ検出信号FES13の振幅は劣化しないのに対し、ターゲット層以外で検出される焦点ずれ検出信号FES13の振幅を小さくすることができ、ターゲット層へのフォーカスサーボ動作をより正確に行なうことができる。

[0148] 図25は、本発明の実施の形態4における焦点ずれ検出信号FES13の波形の一例を計算した結果を示す図である。図25において、横軸は光ディスク上の焦点ずれ量 $DE_{FP} [\mu m]$ を示し、0は焦点位置が光ディスクのターゲット層上にある場合を示し、0より右側(プラス側)は焦点位置が光ディスクのターゲット層より近い位置にある場合を示し、0より左側(マイナス側)は焦点位置が光ディスクのターゲット層より遠い位置にある場合を示している。また、図25において、縦軸は焦点ずれ検出信号FES13の振幅 AM_{FES13} を示し、 $AM_{FES13} = 0$ の点は、ゼロクロス点である。図25は、 $\alpha \div 0.65$ 、 $\beta \div 0.75$ に設定した計算例を示している。図25の $W_{sa} = 2.893 \lambda$ の場合からわかるように、球面収差が残留した状態では、従来の焦点ずれ検出信号FESに比べて実施の形態4の焦点ずれ検出信号FES13の振幅を小さくすることができ、焦点ずれ検出信号FES13を用いることによって上記の振幅差の点で有利となる。また、 α 及び β の設定値は、実施の形態4に係る光ヘッド装置の目標仕様に応じて、実施の形態1で述べた装置に適用された考え方と同様の考え方によって決定すれば、焦点ずれ検出信号FES13の振幅劣化を効率的に行なうことができる。

[0149] 以上の結果から、実施の形態4の焦点ずれ検出信号FES13は、従来の焦点ずれ検出信号FESに比べて、基板厚み差などで発生する球面収差によってその振幅が小さくなるので、ターゲット層の判定の基準となる所定の閾値レベル TH_{FES13} からのマージンが広がり正確な判定が可能となる。焦点ずれ検出信号FES13を焦点ずれ検出回路30(図1、19、20、又は23)にて生成し、本発明の実施の形態1～3と同様にフォーカスサーボ回路34へ入力しておき、上記方法によってターゲット層と判定され

たときのみフォーカスサーボ回路34のフォーカスサーボ動作を許可する構成にできる。

- [0150] さらにまた、以下のようにしてフォーカスサーボ動作の確実性を高めることもできる。所定の閾値レベル TH_{FES13} 以上の振幅を有する焦点ずれ検出信号FES13の例えばプラス側の第一のピークが検出されたときからマイナス側の第二のピークが検出されるまでの区間をH(ハイ)レベルとし、それ以外の区間をゼロレベルとするゲート信号を生成する。ただし、前記ゲート信号については、上記の方法のみにならず、例えば、全受光光量和のレベルがある所定の閾値レベル以上である区間をH(ハイ)レベルとして生成してもよい。
- [0151] 次に、前記ゲート信号と焦点ずれ検出信号FES13を掛け合わせて得られる掛け合わせ信号を生成する。前記掛け合わせ信号は、ターゲットとする記録層においてのみ信号が検出されるので、それをフォーカスサーボ用の制御信号に用いれば、ターゲット層に確実にフォーカスサーボを動作させることができる。
- [0152] 上記構成による効果は以下のとおりである。フォーカスサーボの動作中又は動作の瞬間にも、外部からの衝撃の負荷やサーボの不安定さなどが原因となりフォーカスサーボが外れる場合がある。このような場合、従来の焦点ずれ検出信号のように多層ディスクの各記録層で焦点ずれ検出信号が検出されてしまうと、サーボ回路はターゲット層の判定を無視してターゲット層以外へ不意にサーボ動作を開始する可能性がある。しかしながら、前記掛け合わせ信号は先の説明の通り、ターゲット層以外で焦点ずれ検出信号自体が出力されないため、上記のようなターゲット層以外へ不意にサーボが飛び移ったりする心配が無くなり、ターゲット層へのフォーカスサーボ動作が自ずと保証される。
- [0153] 上記の説明は、ホログラム素子17(図2)は同心円状に3つの領域に分割された場合であるが、同心円状に少なくとも4つの領域に分割された構成でもよい。例えば、第1の領域40を同心さらに同心円状に式(12)の条件を満たす $r=0$ 、すなわち、中心点51を含む最内周の円形状光束U11と円形状光束U11の外側に相当する輪帯光束U12に分割し、円形状光束U11及び輪帯光束P12は、第2の光束U2及び第3の光束U3と同様な少なくとも交差する2つの分割線によって4つの受光領域に分割

された4分割の受光部P11及びP12でそれぞれ受光され、焦点ずれ検出信号FES11と焦点ずれ検出信号FES12を検出できる構成がこれに当たる。図26は、実施の形態4に係る光ヘッド装置における光検知器を4つの受光部とする場合の受光領域パターンと、各受光部上の光束を示す模式図である。図26には、光検知器の受光領域のパターンと、光検知器の各受光部P11、P12、P2、及びP3上に照射される光束U11、U12、U2、及びU3を示す概略図である。

[0154] ホログラム素子で4つに分割又は分光された光束は、図26の光検知器の受光部P11、P12、P2、及びP3に照射される。受光部P11、P12、P2、及びP3の分割境界線L11a、L12a、L2a、及びL3aは光ディスク14のタンジェンシャル方向(図1におけるy軸方向)にほぼ平行になり、各受光部P11、P12、P2、及びP3の分割境界線L11b、L12b、L2b、及びL3bは光ディスク14のラジアル方向DR(図1におけるx軸方向)にほぼ平行になるように、光検知器19を配置する。受光部P11は、分割境界線L11a及びL11bで分割された4つの受光領域A11、B11、C11、及びD11を有する。また、受光部P12は、分割境界線L12a及びL12bで分割された4つの受光領域A12、B12、C12、及びD12を有する。さらに、受光部P2は、分割境界線L2a及びL2bで分割された4つの受光領域A2、B2、C2、及びD3を有し、受光部P3は、分割境界線L3a及びL3bで分割された4つの受光領域A3、B3、C3、及びD3を有する。ここでは、フォーカス動作選択手段(図26の符号34aに相当する。)が、フォーカスサーボ回路34による集光スポット移動手段15の制御を、光束U12の検知信号と光束U3の検知信号との和信号、又は、光束U2の検知信号のいずれかによって行うかを切り換える。また、フォーカス動作選択手段34aにより選択された光束U12の検知信号と光束U3の検知信号との和信号の振幅、又は、光束U2の検知信号の振幅を調整するゲイン調整手段39(図24)を備えてもよい。

[0155] 前記4分割の光束を用いる構成の場合、輪帯光束U12と光束U3を用いる、すなわち、焦点ずれ検出信号FES12と第3の焦点ずれ検出信号FES3の和で得られる焦点ずれ検出信号FES123を用いると、 $r=1/\sqrt{2}$ 付近の輪帯光束と同様に式(12)のもう1つの条件 $r=0$ 付近を含む円形状光束U11が除去されることとなり、焦点ずれ

検出信号FES13に比べ球面収差の発生による振幅の劣化をさらに大きく起こすことが可能となる。

[0156] 本発明の実施の形態1～4では、光ディスク14から反射されてくる光ビームを同心円状に分割し、少なくとも一つの円形状光束と2つの輪帯光束を生成させる手段としてのホログラム17と、前記同心円状に分割された円形光束と輪帯光束のそれぞれを受光する受光部とを備え、前記受光部のそれぞれで検出される複数の焦点ずれ検出信号と複数のトラッキング誤差検出信号と前記受光部のそれぞれによる複数の全光量信号を得る点で共通な構成であるので、例えば、少なくとも円形状光束U11、輪帯光束U12、第2の光束U2、第3の光束U3が同時に得られるようにホログラム17を最適設計することにより、本発明の実施の形態1～3のいずれかと、本発明の実施の形態4を共通の光学系に構成することが可能である。すなわち、本発明の実施の形態1～3で説明した球面収差によって振幅劣化が比較的小さい第2の焦点ずれ検出信号FES2と、本発明の実施の形態4で説明した球面収差によって振幅劣化が比較的大きい焦点ずれ検出信号FES13又は焦点ずれ検出信号FES123が、同時に検出可能となる。これにより、光学系の簡素化が図られる。

[0157] この場合、前記受光部で検出される複数の焦点ずれ検出信号と複数のトラッキング誤差検出信号と複数の全光量信号を選択的に切換え又は合成して出力することが可能な切換回路を介すれば、フォーカスサーボ回路34、トラッキングサーボ回路35、球面収差補償回路36、ディスク判別回路37、記録層数カウント回路38への入力信号を必要に応じて切換えが可能な構成とすることもできる。

[0158] また、フォーカスサーボ回路34、トラッキングサーボ回路35、球面収差補償回路36、ディスク判別回路37、記録層数カウント回路38への前記入力信号は、光ヘッド装置の動作状態に応じて切換えたときに前記入力信号の信号レベルが大きく変化することのないように信号レベルを変換できるゲイン調整回路をさらに介した構成としてもよい。

[0159] さらに、光ディスク14から反射されてくる光ビームを同心円状に分割するとともに少なくとも一つの円形状光束と2つの輪帯光束を生成させる手段は、前記ホログラム素子17に限るものではなく、例えば、光ビームの偏光状態を部分的に可変することが

できる液晶素子と偏光板とを組合せて構成した、透過領域と非透過領域とを外部電圧により能動的に切り替えることのできる液晶型アパーチャ素子で代用し、光ヘッド装置の動作状態によって本発明の実施の形態1～4で説明した構成を選択的に切り替えるようにしてもよい。

- [0160] 前記光ビームの分割を液晶型アパーチャ素子を用いて行うこともできる。この場合には、液晶型アパーチャ素子によって形成される分割光のパターンが、実施の形態1乃至3の場合と同様に、RF再生信号の変調成分の最大位置が焦点ずれ検出信号の最大ピーク位置と最小ピーク位置の間に存在するようにできる形状に、液晶型アパーチャ素子を形成すればよい。この光ビームの分割を液晶型アパーチャ素子を用いて行う構成では、光ビームを部分的に透過又は遮蔽できるので、複数の受光部のうちいずれかを共通化でき、受光部の構成の簡素化が図れるほかコスト面でメリットがある。

請求の範囲

- [1] 光ビームを放射する光源と、
前記光ビームを光ディスク上に集光する集光手段と、
前記集光手段によって集光される光ビームにより形成される集光スポットの焦点位置を前記光ディスクの記録面に垂直な方向に移動させる集光スポット移動手段と、
前記集光手段によって集光され前記光ディスクから反射される光ビームを複数の分割光ビームに分割する光ビーム分割手段と、
複数の分割受光領域から構成される受光部を1つ以上含み、前記複数の分割受光領域のそれぞれに入射した前記分割光ビームの光量に応じた電気信号又は前記複数の分割受光領域のそれぞれに入射した前記分割光ビームの光量の組み合わせに応じた電気信号を出力する光検知手段と
を有し、
前記光ビーム分割手段により分割された前記複数の分割光ビームは、
1つの円形状光束又は1対の半円形状光束と、
前記円形状光束又は前記半円形状光束の外側の光束である少なくとも2つの輪帯状光束又は少なくとも2対の半輪帯状光束と
を含むことを特徴とする光ヘッド装置。
- [2] 前記光ビームに球面収差を付加する球面収差付加手段をさらに有することを特徴とする請求項1に記載の光ヘッド装置。
- [3] 前記輪帯状光束又は前記半輪帯状光束は、前記集光手段の有効光束半径を1とし、前記輪帯状光束又は前記半輪帯状光束の内径の正規化半径を α とし、前記輪帯状光束又は前記半輪帯状光束の外径の正規化半径を β としとしたときに、
 $(\alpha + \beta) / 2$ がほぼ $1 / \sqrt{2}$ である輪帯状光束又は半輪帯状光束を含むことを特徴とする請求項1に記載の光ヘッド装置。
- [4] 前記輪帯状光束又は前記半輪帯状光束は、前記集光手段の有効光束半径を1とし、前記輪帯状光束又は前記半輪帯状光束の内径の正規化半径を α とし、前記輪帯状光束又は前記半輪帯状光束の外径の正規化半径を β としとしたときに、
 β が $\sqrt{1 - \alpha^2}$ にほぼ等しく、且つ、 $(\alpha + \beta) / 2$ が $1 / \sqrt{2}$ より小さい輪帯状光

束又は半輪帯状光束を含む

ことを特徴とする請求項1に記載の光ヘッド装置。

- [5] 前記光ビーム分割手段は、ホログラム素子を含むことを特徴とする請求項1に記載の光ヘッド装置。
- [6] 前記光ビーム分割手段が、前記集光スポット移動手段によって前記集光手段と共に移動可能に備えられたことを特徴とする請求項5に記載の光ヘッド装置。
- [7] 前記光ビーム分割手段が、前記球面収差付加手段と前記光検知手段の間に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の光ヘッド装置。
- [8] 前記光ビーム分割手段が、前記集光手段と前記球面収差付加手段の間に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の光ヘッド装置。
- [9] 前記光ビーム分割手段が、偏光ホログラム素子であり、
前記偏光ホログラム素子に隣接する4分の1波長板をさらに有することを特徴とする請求項8に記載の光ヘッド装置。
- [10] 前記光ビーム分割手段が、入射光束の透過又は遮蔽を制御できる複数の領域を備えた液晶型アパーチャ素子を有することを特徴とする請求項2に記載の光ヘッド装置。
- [11] 前記球面収差付加手段は、
前記光源側の第1レンズと、
前記集光手段側の第2レンズと、
前記第1レンズと前記第2レンズの光軸方向の距離を変更する駆動手段と
を有することを特徴とする請求項2に記載の光ヘッド装置。
- [12] 前記球面収差付加手段は、
前記集光手段で集光する光ビームに位相変調を与える第1の液晶位相変調素子と、
、
前記第1の液晶位相変調素子の光軸に対して90度回転した光軸を配置した第2の液晶位相変調素子と、
前記第1の液晶位相変調素子と前記集光手段との間であって、且つ、前記第2の液晶位相変調素子と前記集光手段との間に配置された4分の1波長板と

を有することを特徴とする請求項2に記載の光ヘッド装置。

- [13] 前記球面収差付加手段は、
前記集光手段により集光する光ビームに位相変調を与える第1の液晶位相変調素子と、
前記第1の液晶位相変調素子と前記集光手段との間に配置される4分の1波長板と
を有することを特徴とする請求項2に記載の光ヘッド装置。
- [14] 前記複数の分割光ビームを、前記光検知手段の複数の分割受光領域上に集光させるレンズ機能を有するセンサー光学手段をさらに有することを特徴とする請求項1に記載の光ヘッド装置。
- [15] 前記センサー光学手段は、非点収差付加機能を有し、
前記複数の受光領域は、前記受光部の受光面を互いに直交する分割線によって4分割することによって構成され、
前記分割光ビームの少なくとも1つを前記受光領域により受光して非点収差法焦点ずれ検出する
ことを特徴とする請求項14に記載の光ヘッド装置。
- [16] 前記1対の半円形状光束は、前記光ディスクのラジアル方向と実質的に平行な直径を分割線としており、
前記少なくとも2対の半輪帯状光束のそれぞれは、前記光ディスクのラジアル方向と実質的に平行な直径を分割線としており、
前記受光手段の前記受光部は、前記光ディスクのラジアル方向に実質的に平行な分割線で2分された複数の受光領域を有し、
前記光ビーム分割手段で分割された前記分割光ビームである前記半輪帯状光束又は前記半円形状光束のうちの少なくとも1つを前記受光領域により受光してナイフエッジ法焦点ずれ検出する
ことを特徴とする請求項1に記載の光ヘッド装置。
- [17] 前記各受光領域の外側4隅の頂角又は頂角の一部を除去又は分割したことを特徴とする請求項15に記載の光ヘッド装置。

- [18] 請求項1に記載の光ヘッド装置と、
前記光ヘッド装置の前記光検知手段より出力される電気信号から、前記光ディスクに対する前記集光手段の焦点位置の焦点ずれ信号を生成する焦点ずれ検出回路と、
、
前記集光スポット移動手段の位置を制御する焦点位置制御回路と
を有し、
前記焦点位置制御回路は、前記焦点ずれ信号に基づいて前記集光スポット移動手段を制御することによって前記集光手段の焦点位置を制御することを特徴とする光ディスク装置。
- [19] 請求項2に記載の光ヘッド装置を有する光ディスク装置であって、
前記1つの円形状光束又は1対の半円形状光束が、第1の光束からなり、
前記少なくとも2つの輪帯状光束又は少なくとも2対の半輪帯状光束が、第2の光束と、この第2の光束の外側の第3の光束とからなり、
前記第2の光束に応じた第2の焦点ずれ検出信号に基づいて、前記集光スポット移動手段を制御するフォーカスサーボ回路と、
前記第1の光束に応じた第1の焦点ずれ検出信号と前記第3の光束に応じた第3の焦点ずれ検出信号とに基づいて前記球面収差補正手段を制御する球面収差補償回路とを有する
ことを特徴とする光ディスク装置。
- [20] 前記球面収差補償回路による前記球面収差補正手段の制御が、前記第1の光束に応じた第1の焦点ずれ検出信号と前記第3の光束に応じた第3の焦点ずれ検出信号との差分信号である球面収差検出信号がゼロとなるように行われることを特徴とする請求項19に記載の光ディスク装置。
- [21] 請求項1に記載の光ヘッド装置と、
前記光ヘッド装置の前記光検知手段より出力される電気信号から、前記光ディスクに対する前記集光手段の焦点位置の焦点ずれ信号を生成する焦点ずれ検出回路と、
、
焦点ずれ検出回路から出力される焦点ずれ信号に基づいて、前記光ディスクの記

録層数を検出する記録層数検出回路と

を有し、

前記記録層数検出回路は、前記焦点ずれ信号の振幅レベルに基づいて光ディスクの記録層数を検出する

ことを特徴とする光ディスク装置。

[22] 請求項1に記載の光ヘッド装置と、

前記光ヘッド装置の前記受光素子より出力される電気信号から、前記光ディスクに対する前記集光手段の焦点位置の焦点ずれ信号を生成する焦点ずれ検出回路と、
前記光ディスクの種類を検出するディスク判別回路と

を有し、

前記ディスク判別回路は、前記焦点ずれ信号の振幅レベルに基づいて前記光ディスクの種類を検出する

ことを特徴とする光ディスク装置。

[23] 前記光ディスクの記録層数を検出する記録層数検出回路をさらに有し、

前記記録層数検出回路は、前記焦点ずれ信号の振幅レベルに基づいて前記光ディスクの記録総数を検出する

ことを特徴とする請求項22に記載の光ディスク装置。

[24] 前記光ヘッド装置の前記光検知手段より出力される電気信号から、前記集光手段により集光する光ビームにより形成される集光スポットの球面収差量を検出する球面収差検出回路をさらに有し、

前記球面収差検出回路は、前記焦点ずれ検出回路で生成される前記焦点ずれ信号のうちの少なくとも1つの信号レベルがゼロとなるときの他の前記焦点ずれ信号のレベルに基づいて前記球面収差量を検出する

ことを特徴とする請求項22に記載の光ディスク装置。

[25] 請求項2に記載の光ヘッド装置と、

前記光ヘッド装置の前記光検知手段より出力される電気信号から、前記光ディスクに対する前記集光手段の焦点位置の焦点ずれ信号を生成する焦点ずれ検出回路と、
、

前記光ヘッド装置の前記光検知手段より出力される電気信号から、前記集光手段により集光する光ビームにより形成される集光スポットの球面収差量を検出する球面収差検出回路と

前記球面収差検出回路から出力される検出信号に基づいて、前記球面収差付加手段の動作を制御する

ことを特徴とする光ディスク装置。

- [26] 請求項1に記載の光ヘッド装置を有する光ディスク装置であって、
前記1つの円形状光束又は1対の半円形状光束が、第1の光束からなり、
前記少なくとも2つの輪帯状光束又は少なくとも2対の半輪帯状光束が、第2の光束と、この第2の光束の外側の第3の光束とからなり、
前記第2の光束に応じた第2の焦点ずれ検出信号に基づいて、前記集光スポット移動手段を制御するフォーカサーボ回路と、
前記第1の光束に応じた第1の焦点ずれ検出信号と前記第3の光束に応じた第3の焦点ずれ検出信号とを合計した焦点ずれ検出信号の振幅が所定の閾値レベルより大きいかな否かを判定し、所定の閾値レベルより大きいと判定された焦点ずれ検出信号波形に対してのみフォーカサーボ動作を許可するフォーカス動作選択手段とを有する

ことを特徴とする光ディスク装置。

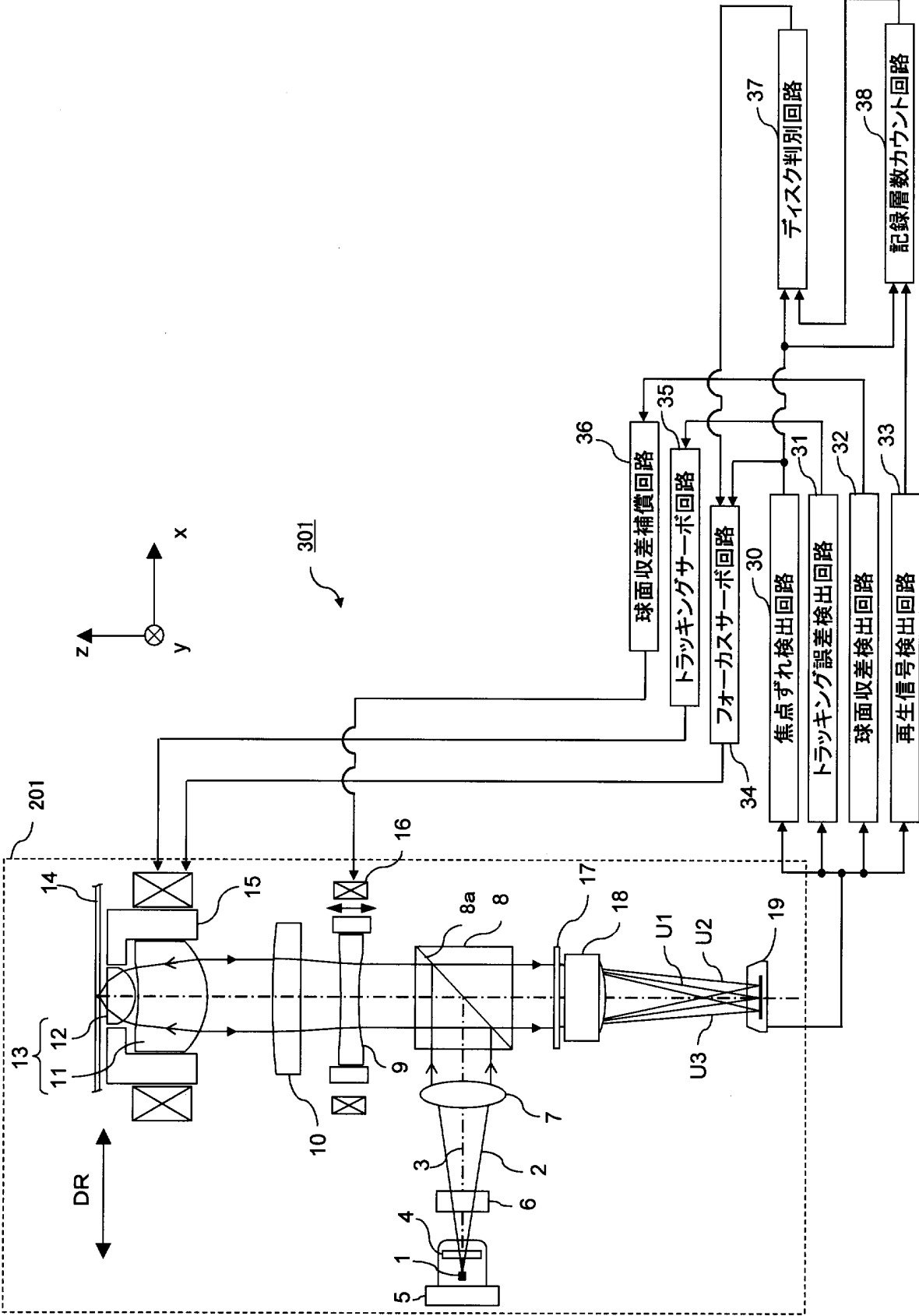
- [27] 請求項1に記載の光ヘッド装置を有する光ディスク装置であって、
前記1つの円形状光束又は1対の半円形状光束が、第1の光束からなり、
前記少なくとも2つの輪帯状光束又は少なくとも2対の半輪帯状光束が、第2の光束と、この第2の光束の外側の第3の光束とを含み、
前記光ビーム分割手段が、前記第1の光束を生成する円形の第1の領域と、前記第2の光束を生成する輪帯状の第2の領域と、前記第3の光束を生成する輪帯状の第3の領域とを有し、
前記第2の光束に応じた第2の焦点ずれ検出信号の最大ピーク位置と最小ピーク位置との間に前記光ヘッド装置による再生信号の変調成分の最大となる位置が存在するように、前記光ビーム分割手段の前記第2の領域を構成する

ことを特徴とする光ディスク装置。

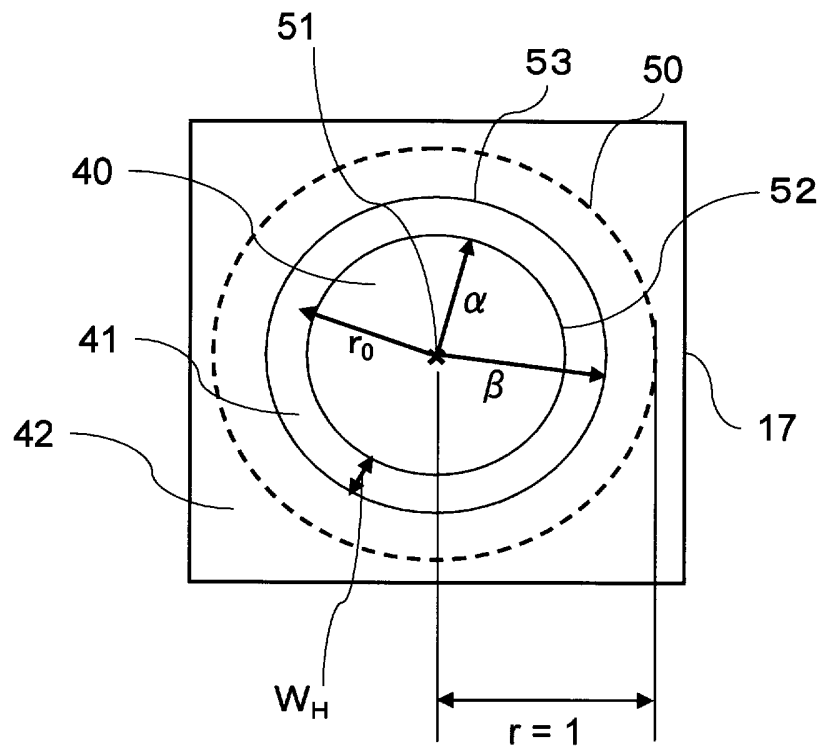
- [28] 請求項1に記載の光ヘッド装置を有する光ディスク装置であって、
前記1つの円形状光束又は1対の半円形状光束が、第1の光束からなり、
前記少なくとも2つの輪帯状光束又は少なくとも2対の半輪帯状光束が、第2の光束と、この第2の光束の外側の第3の光束とを含み、
前記第1の光束の検知信号と前記第3の光束の検知信号との和信号に基づいて、
前記集光スポット移動手段を制御するフォーカスサーボ回路と
を有することを特徴とする光ディスク装置。
- [29] 前記フォーカスサーボ回路による前記集光スポット移動手段の制御を、前記第1の光束の検知信号と前記第3の光束の検知信号との和信号、又は、前記第2の光束の検知信号のいずれかによって行うかを切り換える切換手段をさらに有することを特徴とする請求項28に記載の光ディスク装置。
- [30] 前記切換手段により選択された前記第1の光束の検知信号と前記第3の光束の検知信号との和信号の振幅、又は、前記第2の光束の検知信号の振幅を調整するゲイン調整手段をさらに有することを特徴とする請求項28に記載の光ディスク装置。
- [31] 請求項1に記載の光ヘッド装置を有する光ディスク装置であって、
前記1つの円形状光束又は1対の半円形状光束が、第1の光束からなり、
前記少なくとも2つの輪帯状光束又は少なくとも2対の半輪帯状光束が、第2の光束と、この第2の光束の外側の第3の光束と、この第3の光束の外側の第4の光束とを含み、
前記第2の光束の検知信号と前記第4の光束の検知信号との和信号に基づいて、
前記集光スポット移動手段を制御するフォーカスサーボ回路と
を有することを特徴とする光ディスク装置。
- [32] 前記フォーカスサーボ回路による前記集光スポット移動手段の制御を、前記第2の光束の検知信号と前記第4の光束の検知信号との和信号、又は、前記第3の光束の検知信号のいずれかによって行うかを切り換える切換手段をさらに有することを特徴とする請求項31に記載の光ディスク装置。
- [33] 前記切換手段により選択された前記第2の光束の検知信号と前記第4の光束の検

知信号との和信号の振幅、又は、前記第3の光束の検知信号の振幅を調整するゲイン調整手段をさらに有することを特徴とする請求項32に記載の光ディスク装置。

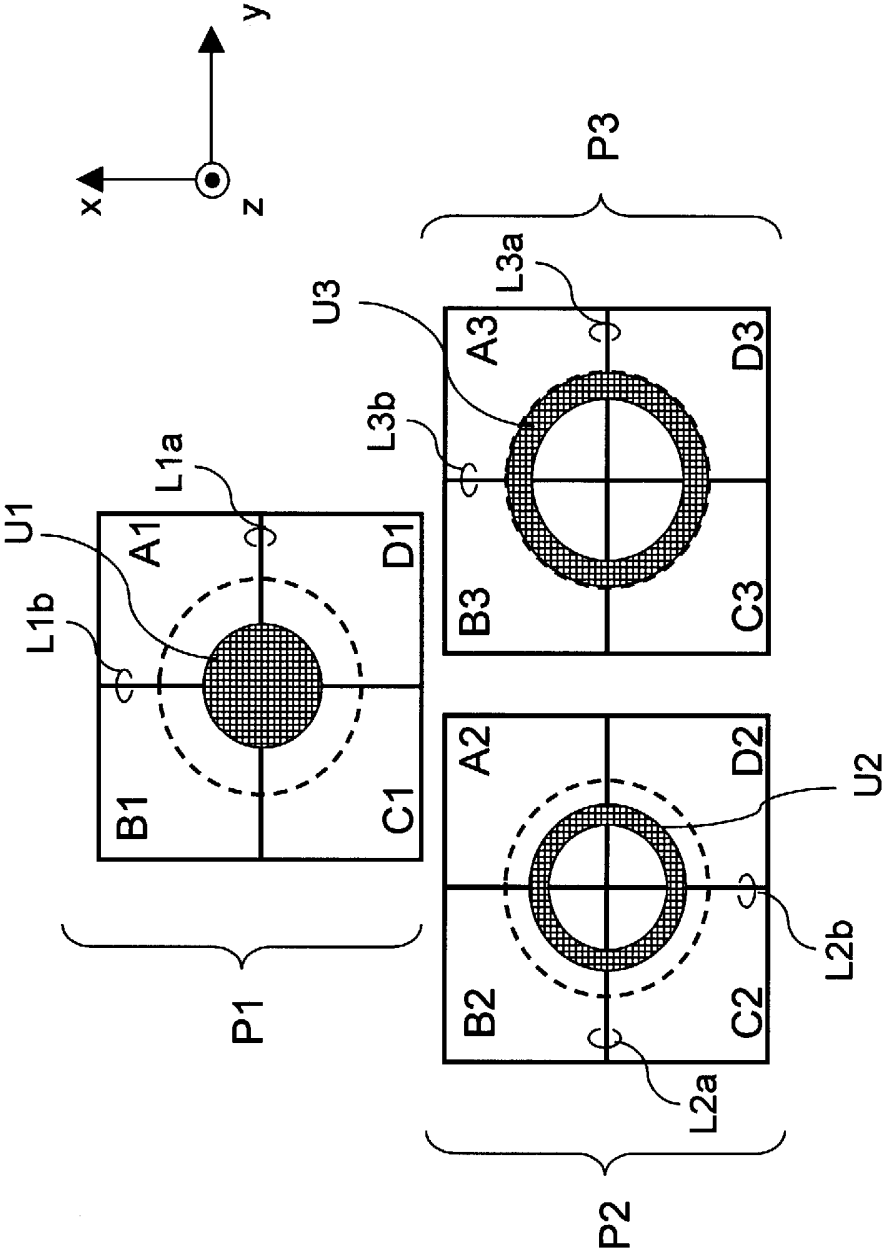
[図1]



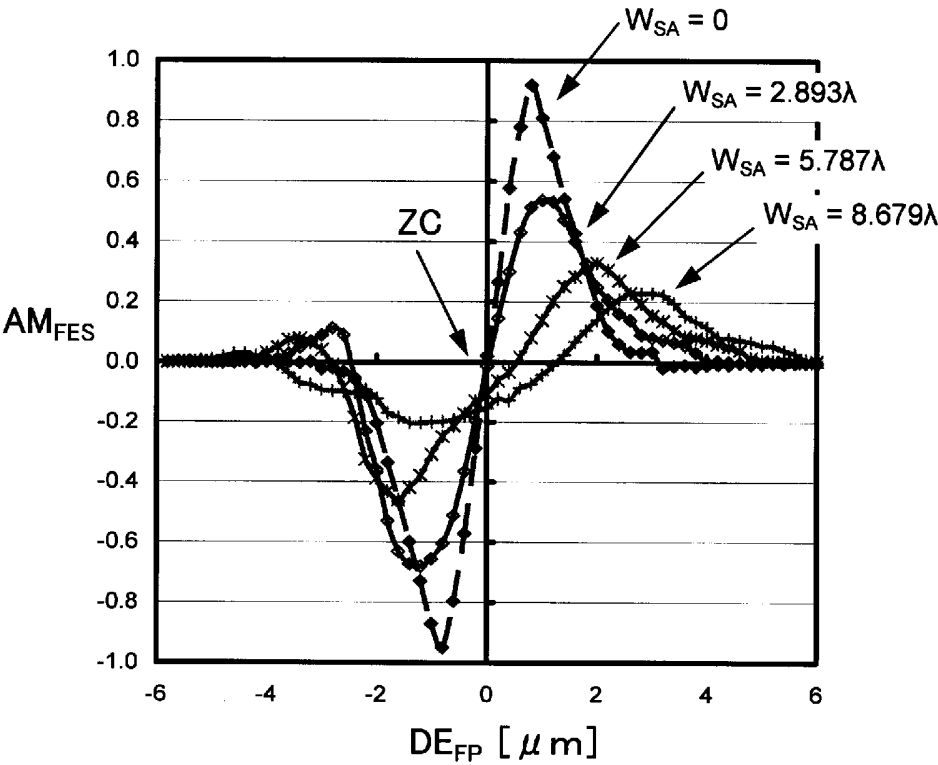
[図2]



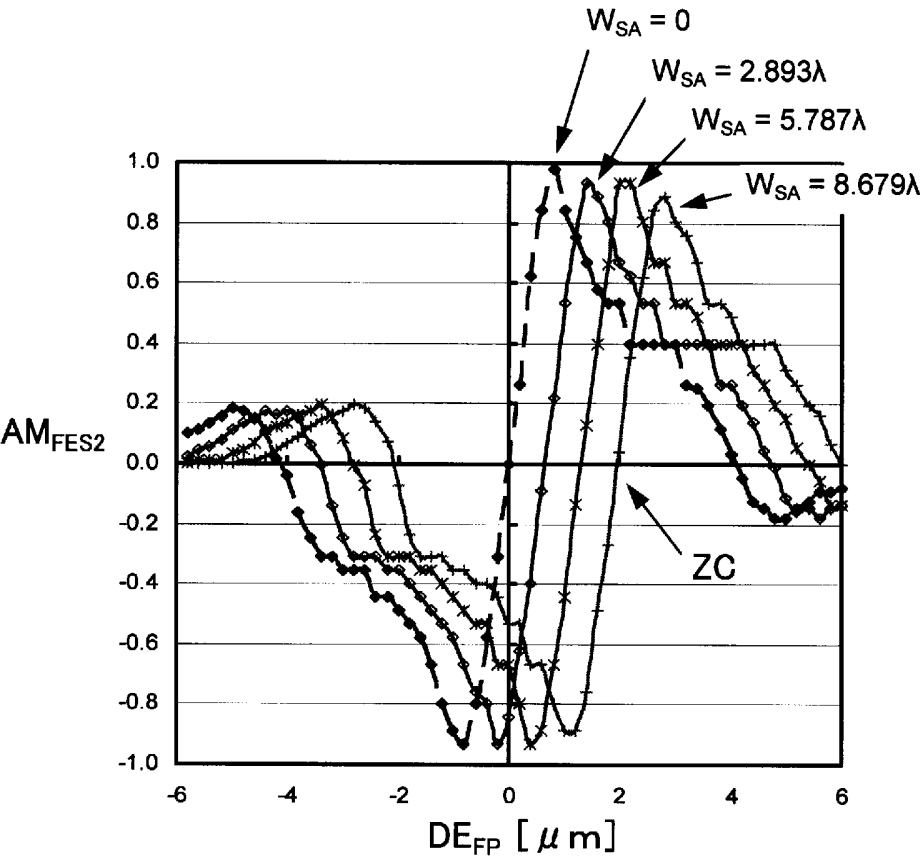
[図3]



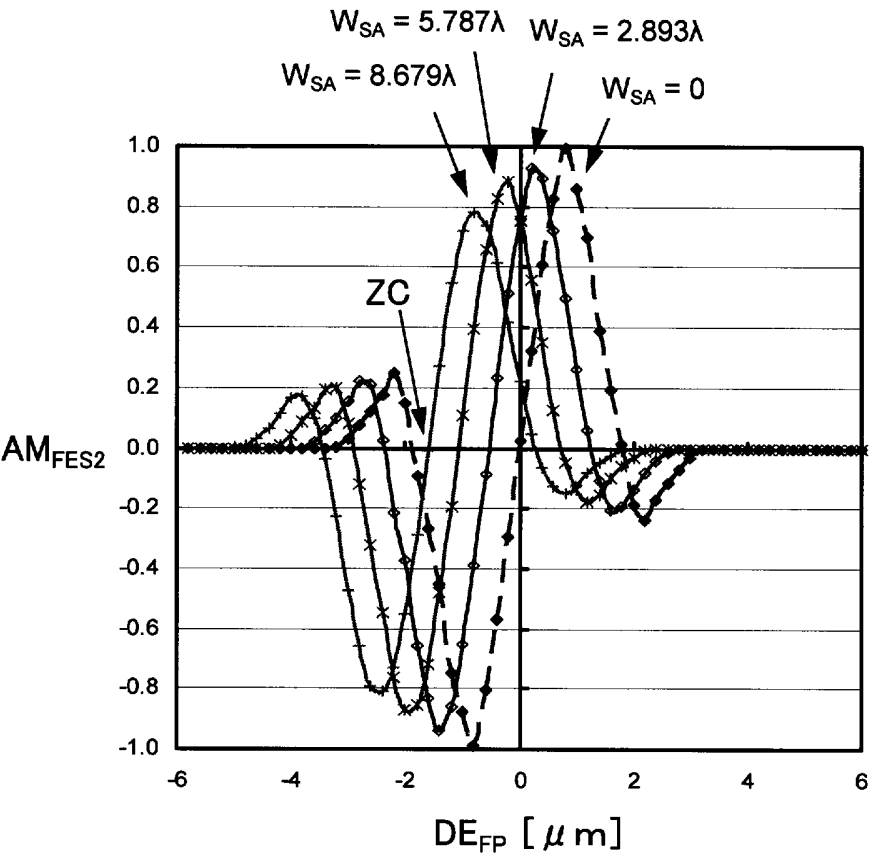
[図4]



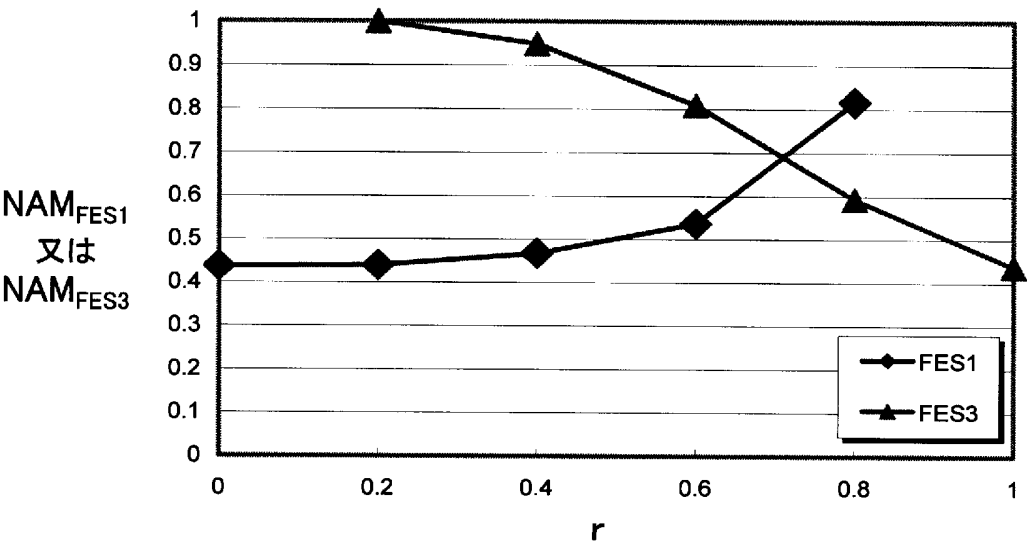
[図5]



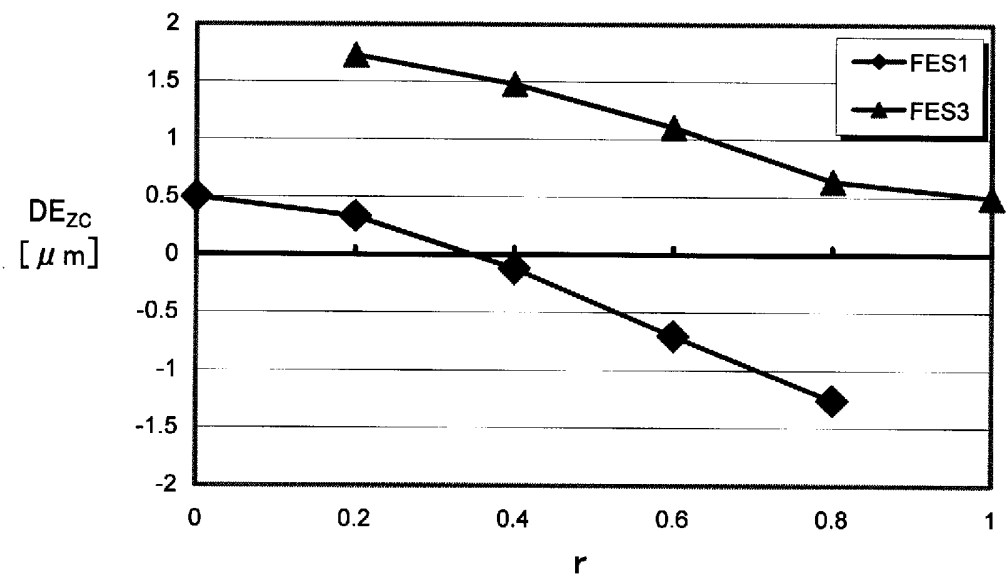
[図6]



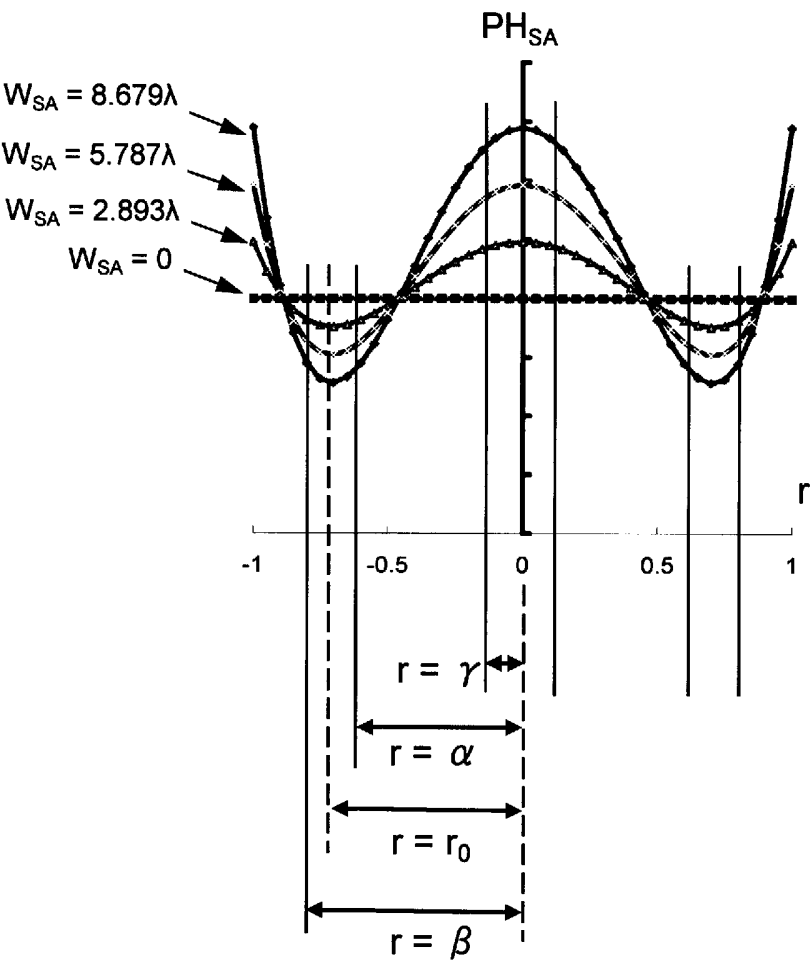
[図7]



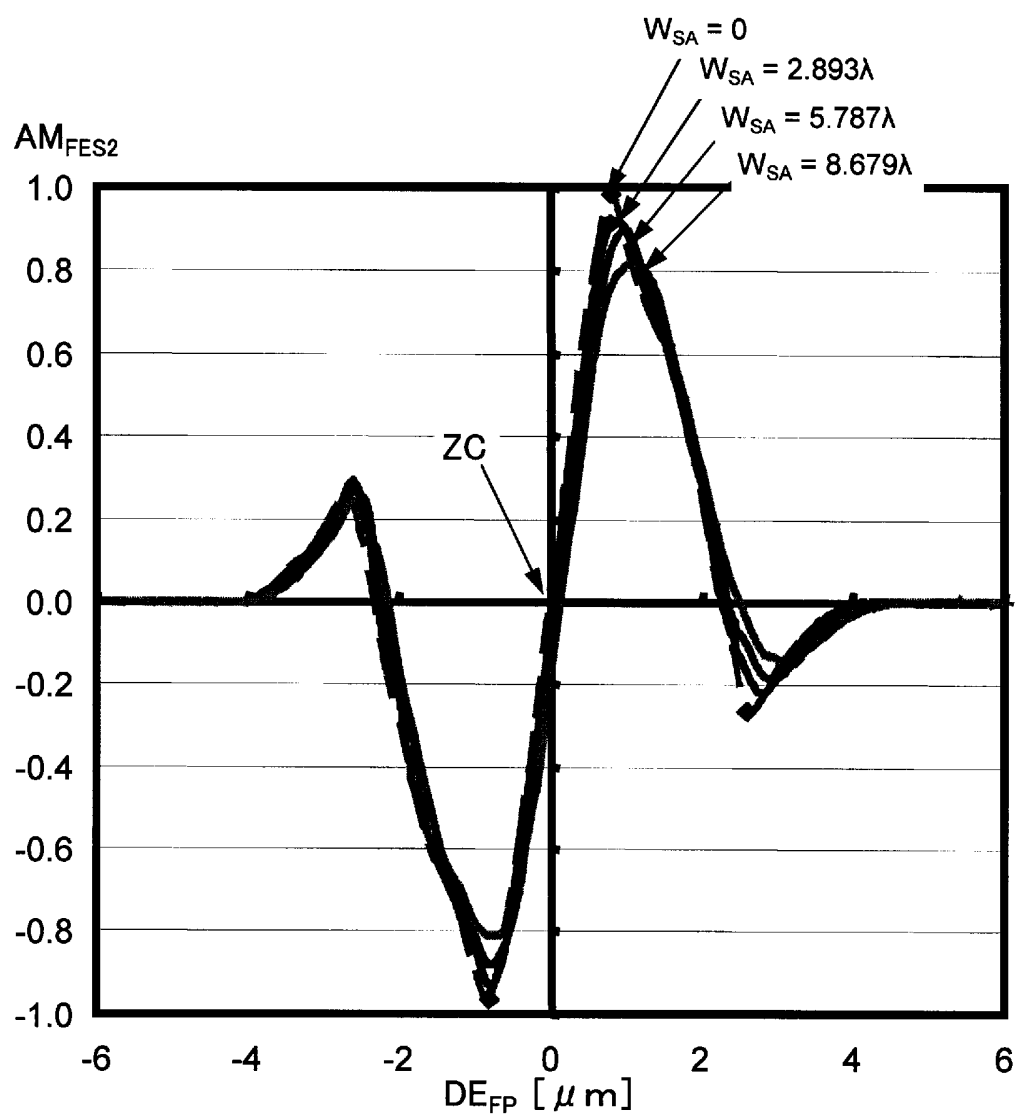
[図8]



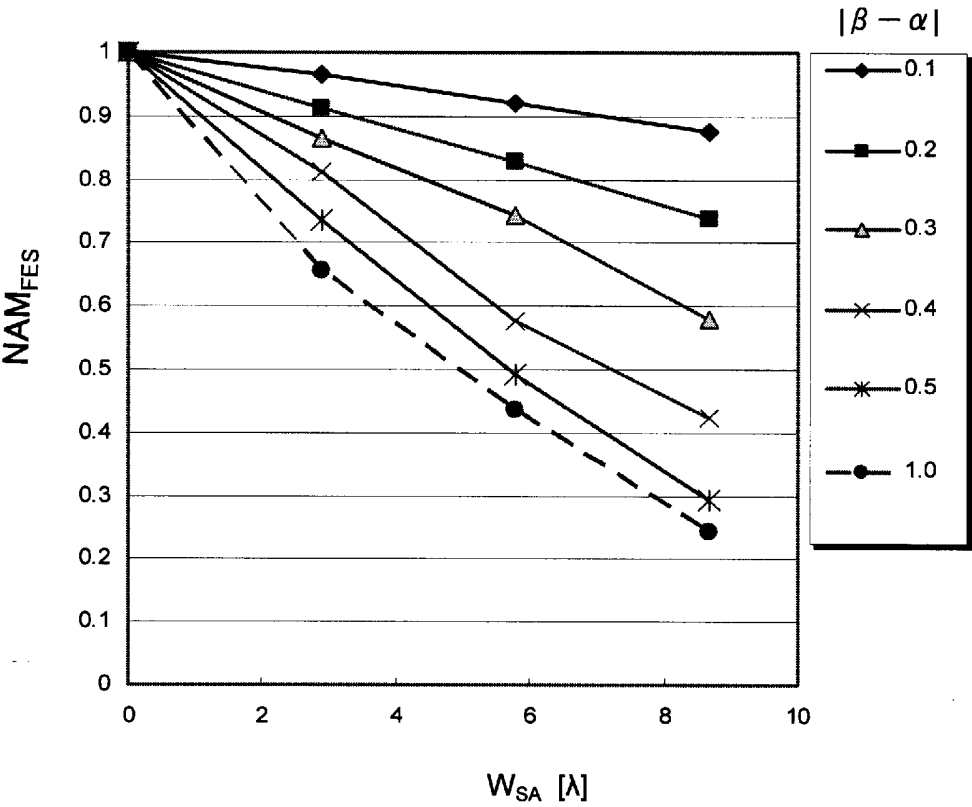
[図9]



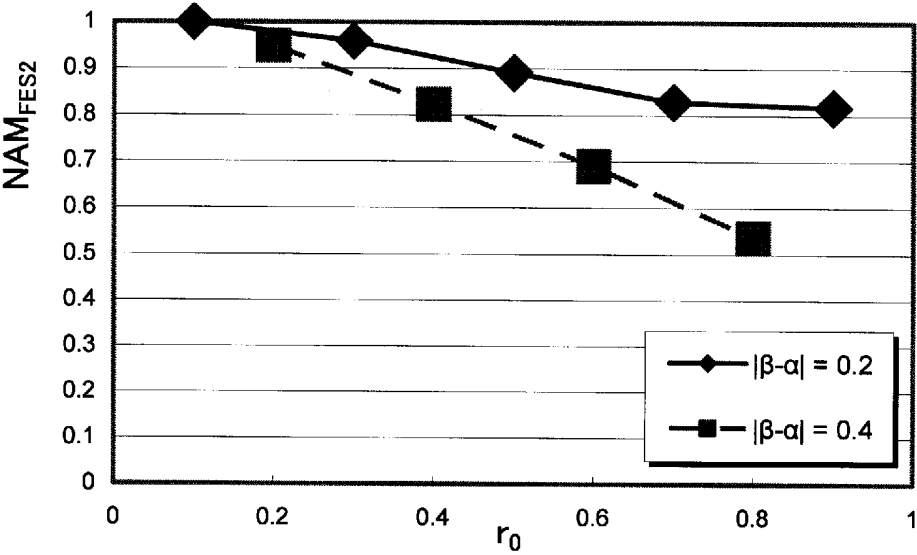
[図10]



[図11]

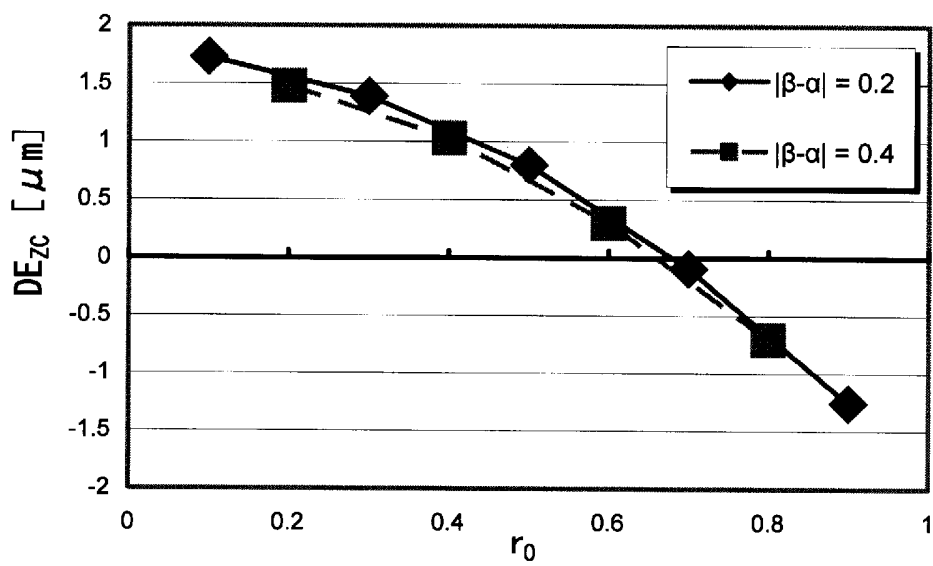


[図12]

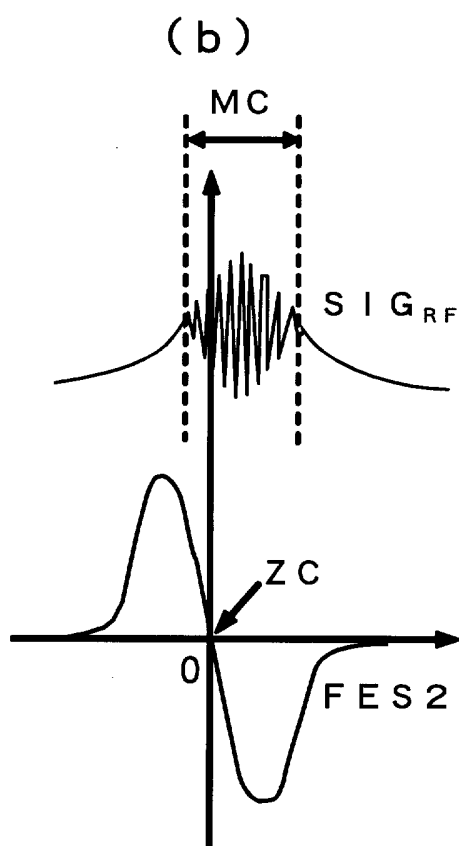
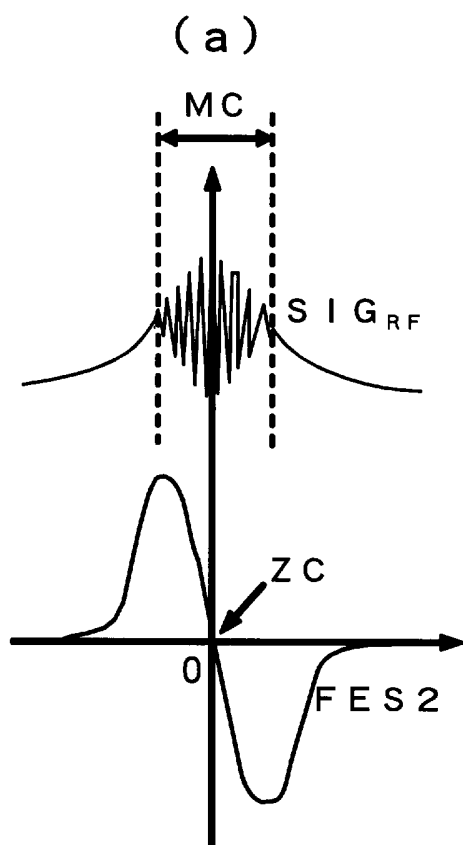


9/22

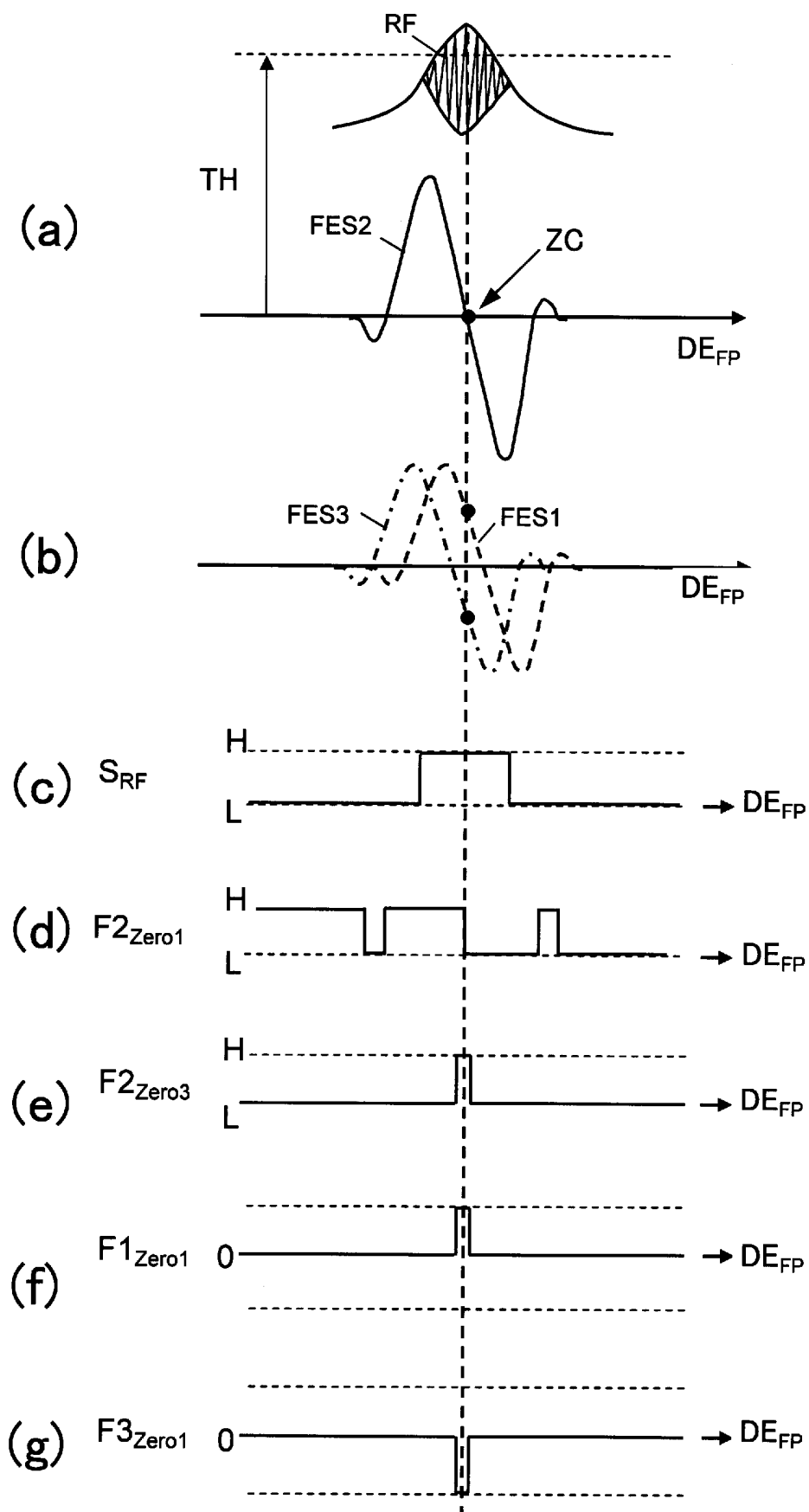
[図13]



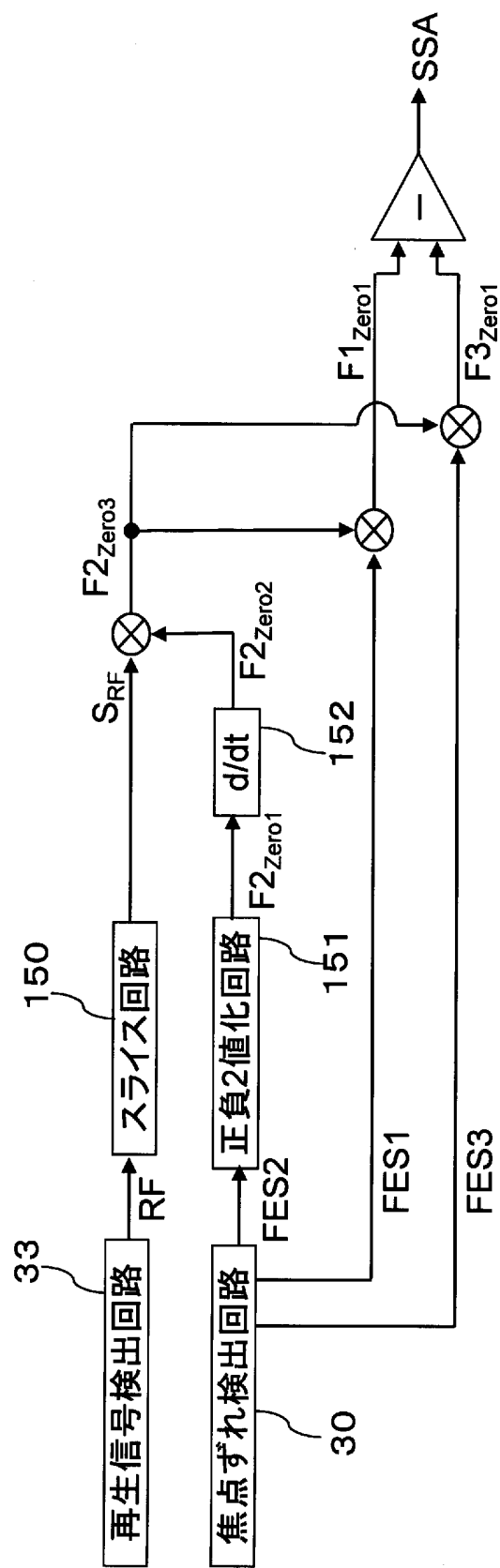
[図14]



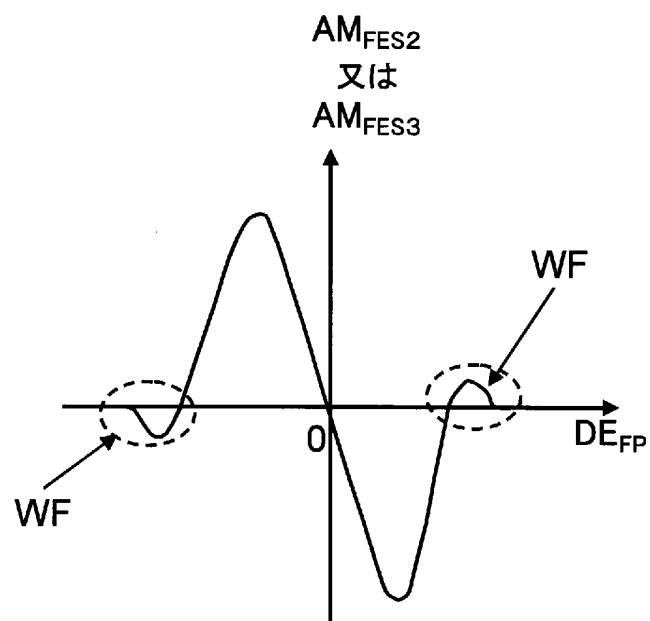
[図15]



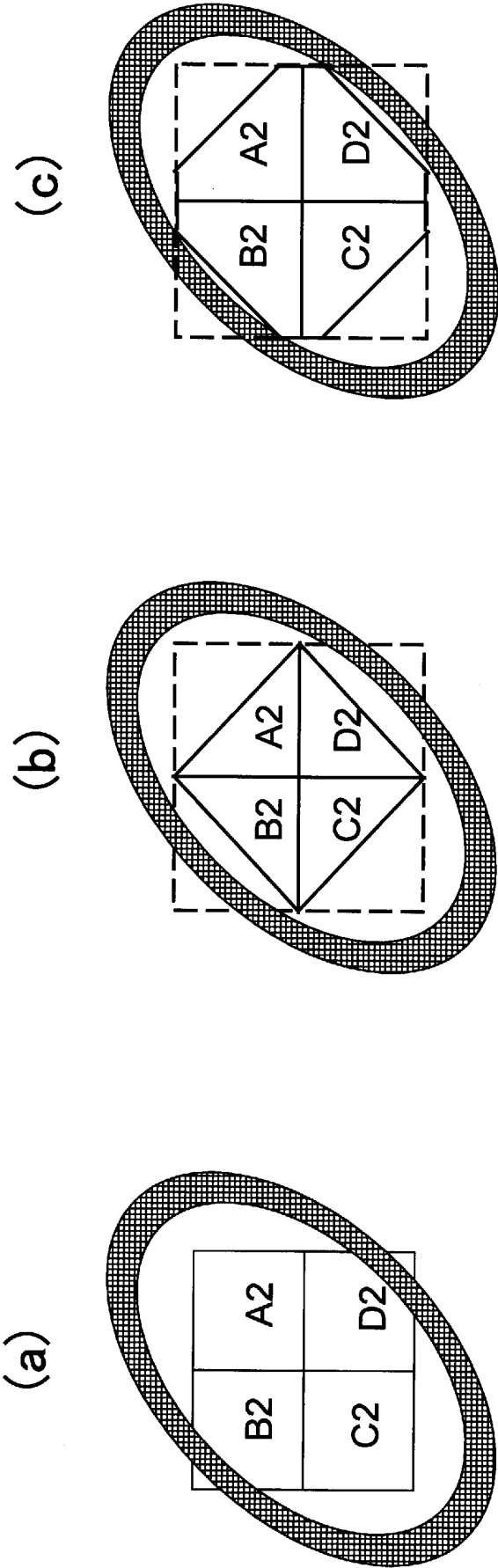
[図16]



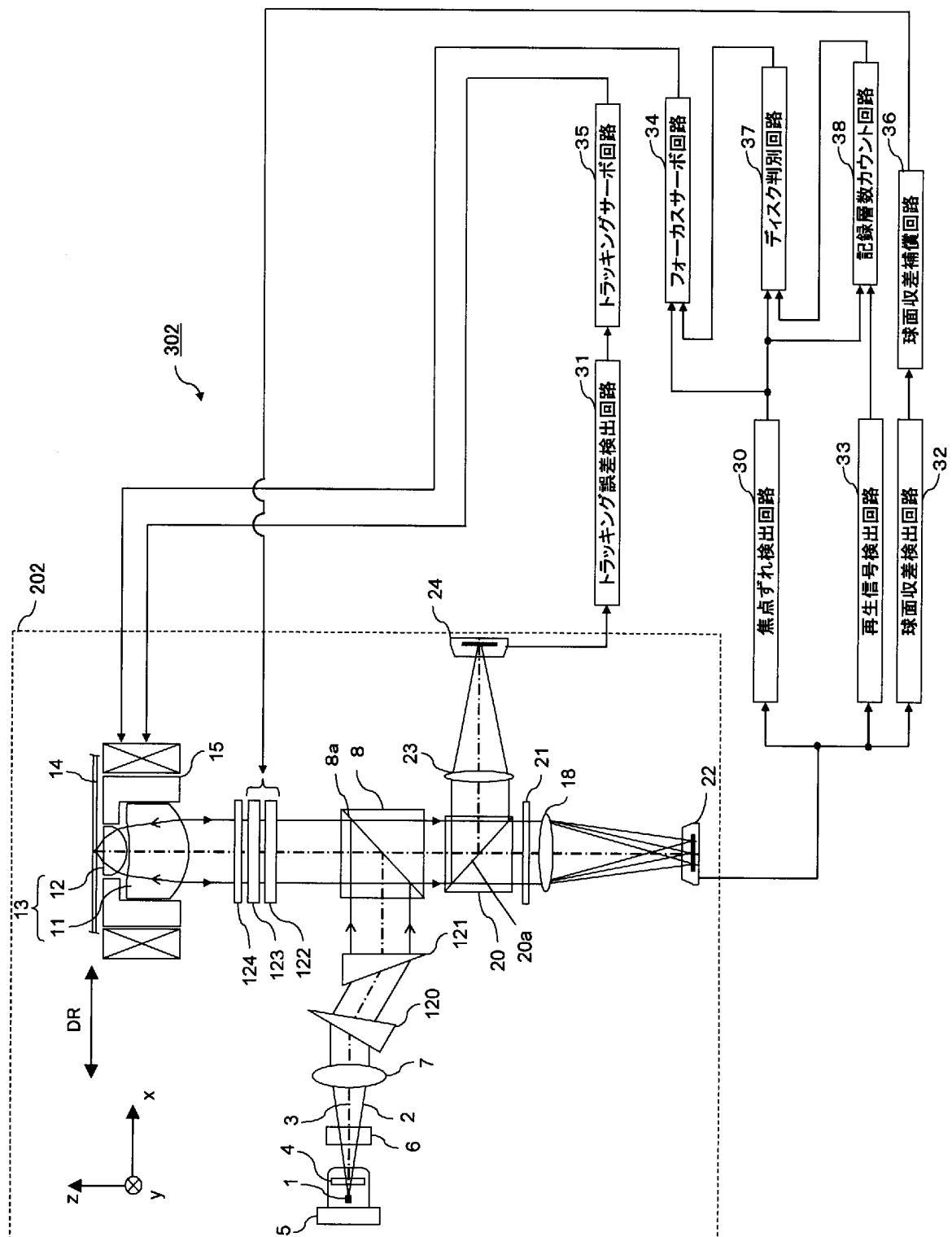
[図17]



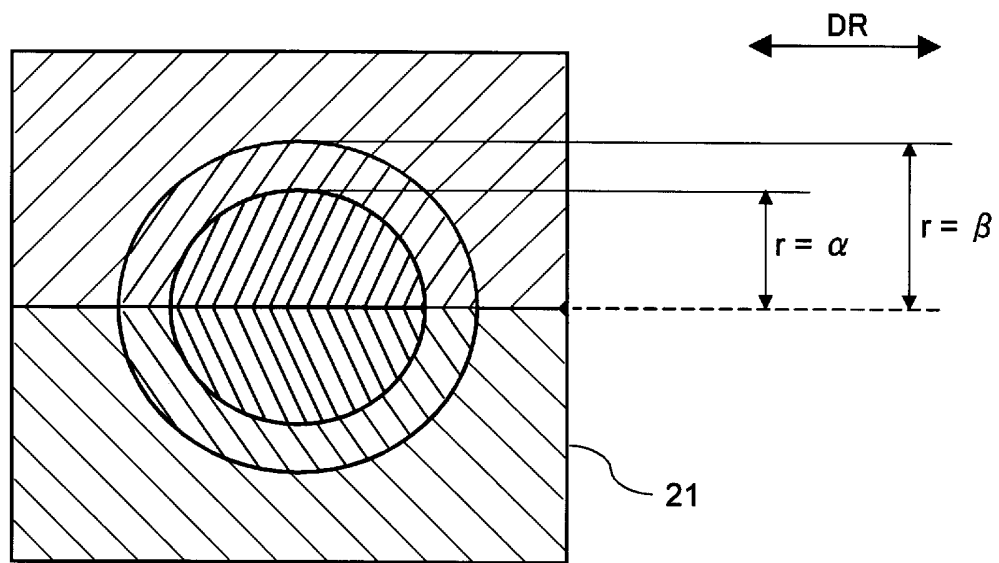
[図18]



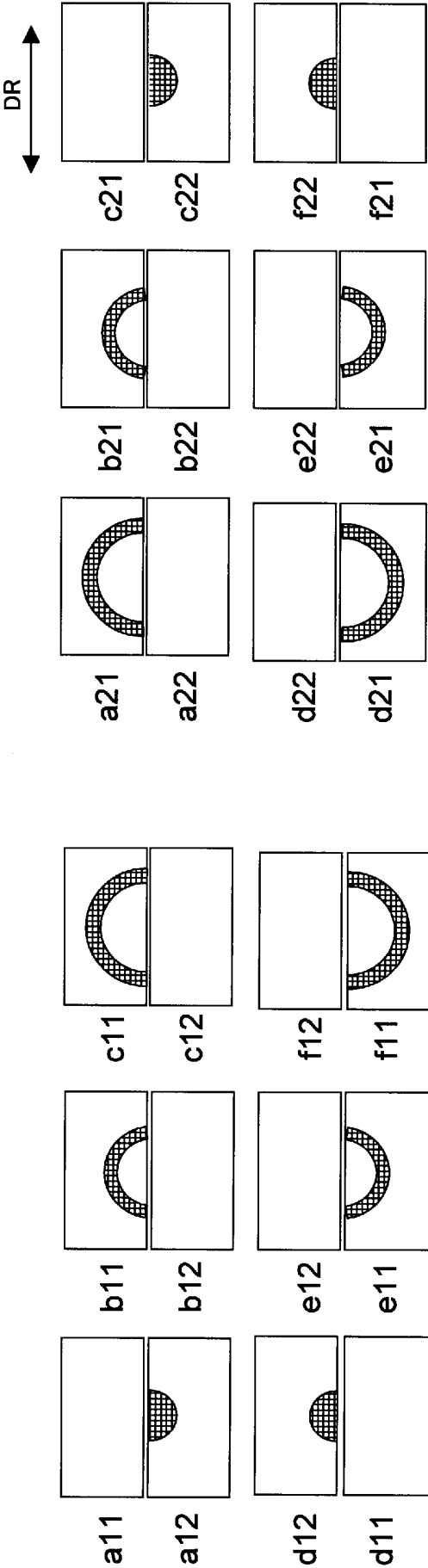
[図20]



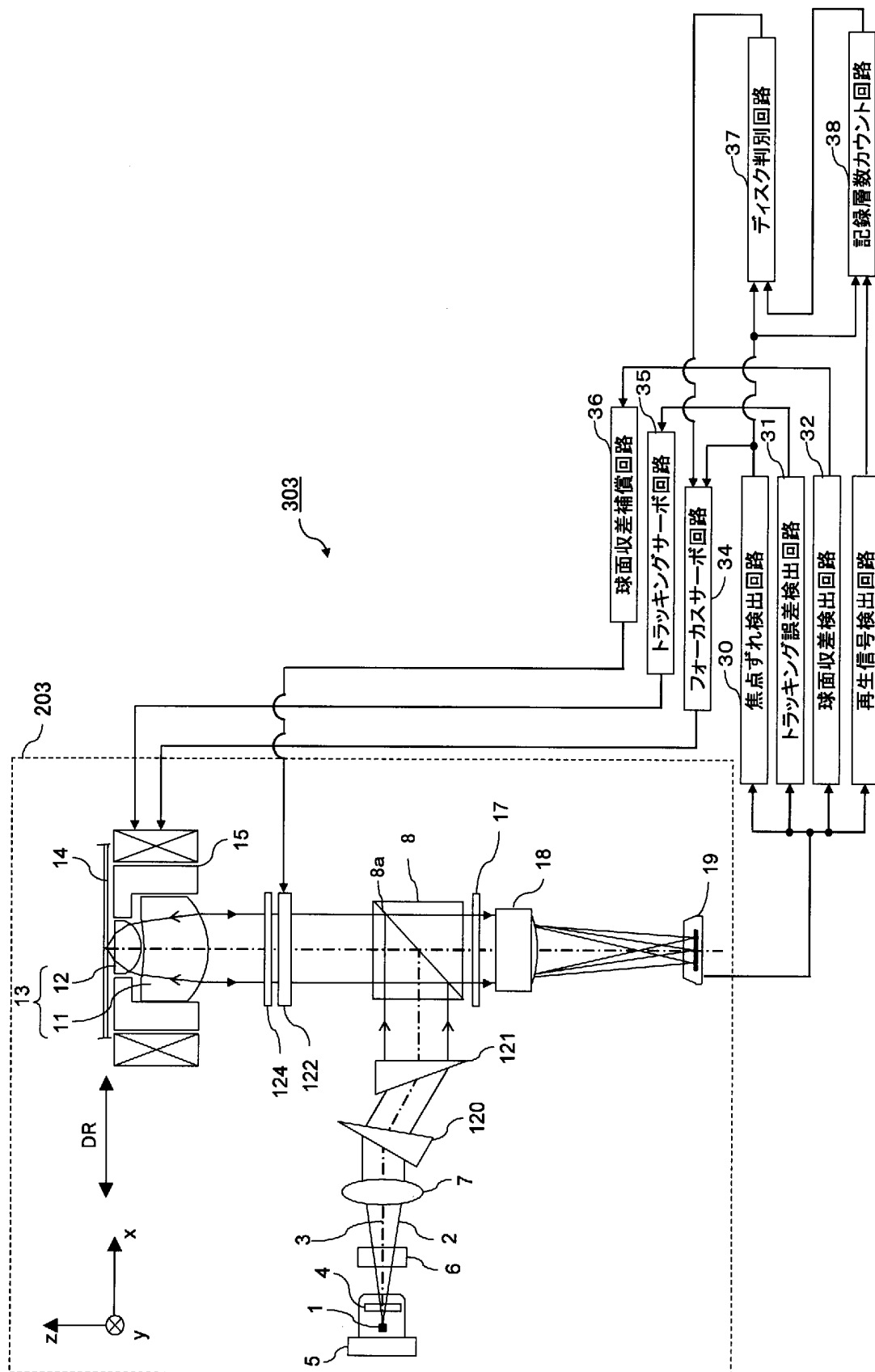
[図21]



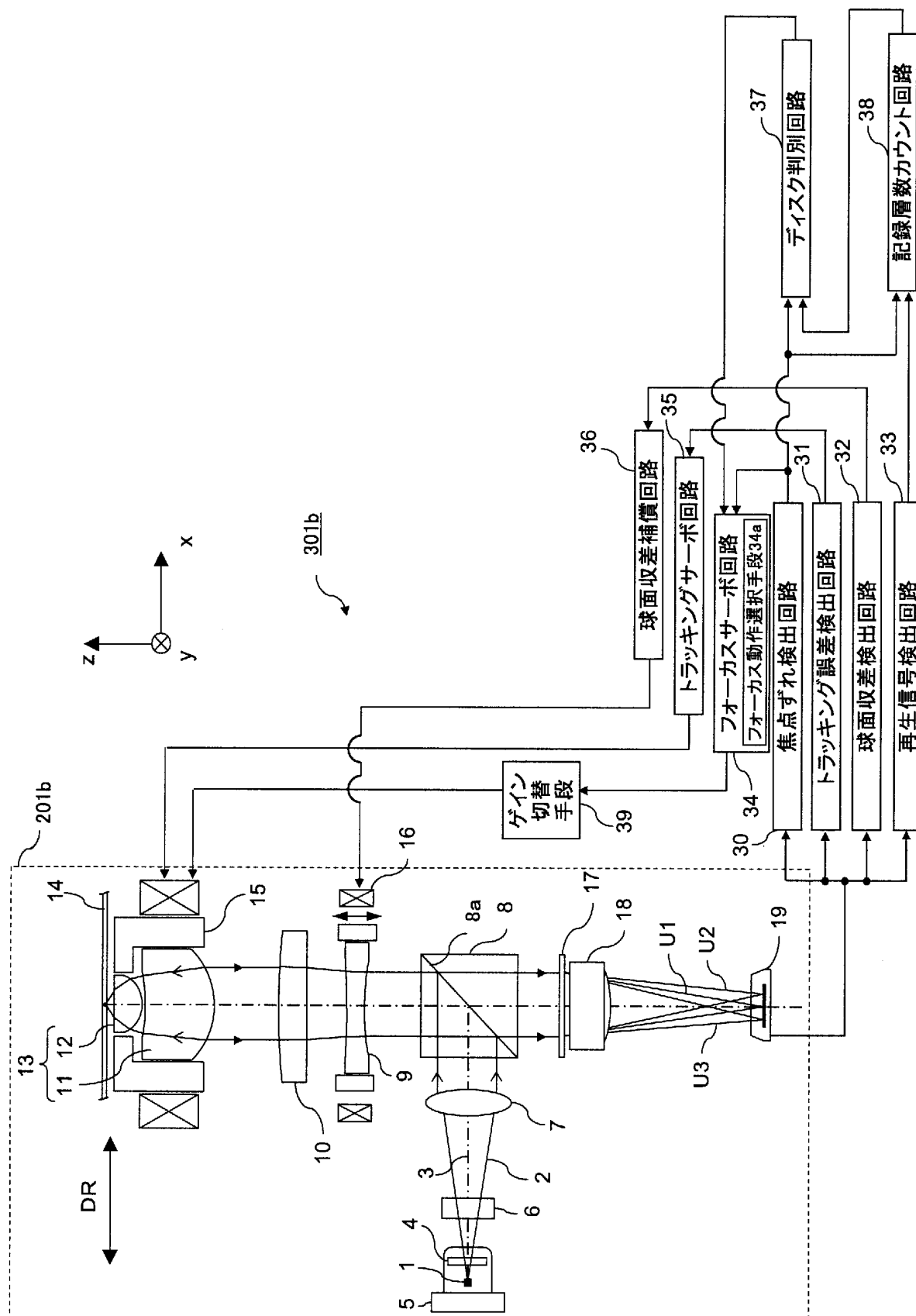
[図22]



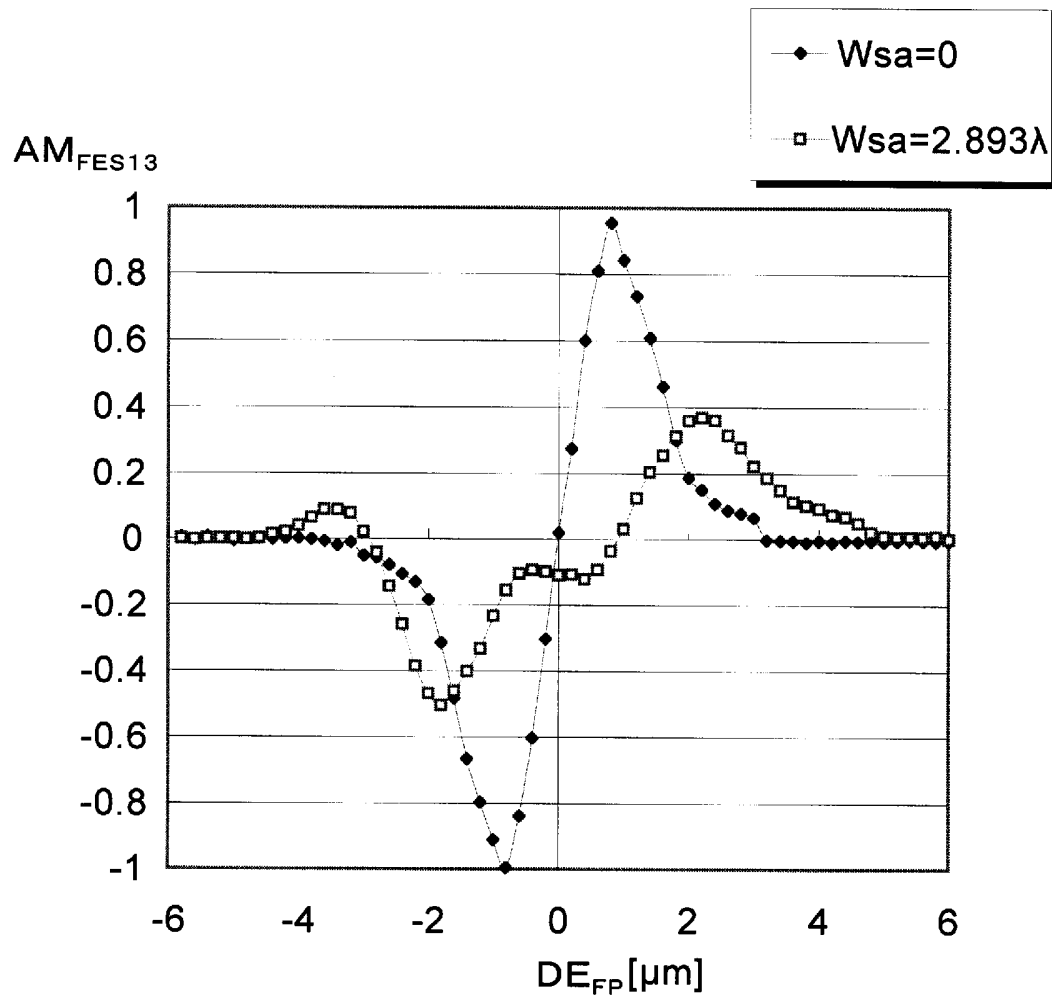
[図23]



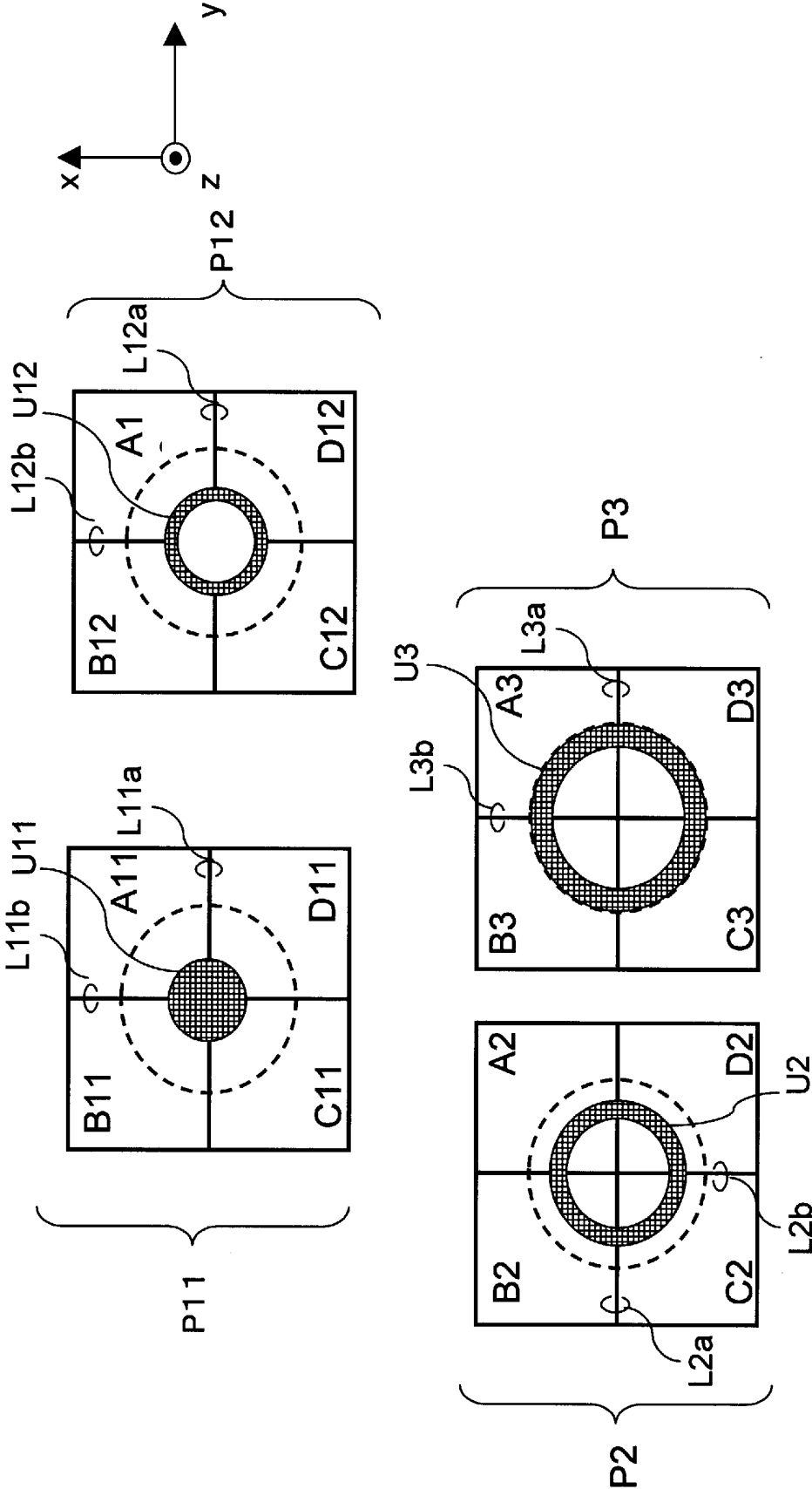
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/009054

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ G11B7/135, 7/004, 7/085, 7/095, 7/125, 7/13 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) Int.Cl. ⁷ G11B7/135, 7/004, 7/085, 7/095, 7/125, 7/13 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 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005 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.
X	JP 2003-45048 A (Pioneer Electronic Corp.), 14 February, 2003 (14.02.03), Par. Nos. [0006] to [0063]; Figs. 2 to 16 & US 2003/0035350 A1	1-11, 14-15, 18-25, 27 12-13, 16 17, 26, 28-33
Y	JP 2002-304762 A (NEC Corp.), 18 October, 2002 (18.10.02), Claims 1 to 6; Figs. 2, 4, 16, 20 & US 2002/0145965 A1	12-13
Y	JP 2002-157756 A (Sharp Corp.), 31 May, 2002 (31.05.02), Par. Nos. [0100] to [0103]; Figs. 1 to 3 & US 2002/0056802 A1	16
☒ 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 19 August, 2005 (19.08.05)		Date of mailing of the international search report 06 September, 2005 (06.09.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/009054

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2004-133999 A (Pioneer Electronic Corp.), 30 April, 2004 (30.04.04), Full text; all drawings & US 2004/0135062 A1	1-7, 14-15, 18 8-13, 16-17, 19-33

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl.⁷ G11B7/135, 7/004, 7/085, 7/095, 7/125, 7/13

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.⁷ G11B7/135, 7/004, 7/085, 7/095, 7/125, 7/13

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2003-45048 A (パイオニア株式会社) 2003.02.14, 段落0006-0063, 図2-16	1-11, 14-15, 18-25, 27
Y	& US 2003/0035350 A1	12-13, 16
A		17, 26, 28-33
Y	J P 2002-304762 A (日本電気株式会社) 2002.10.18, 請求項1-6, 図2, 図4, 図16, 図20 & US 2002/0145965 A1	12-13

☒ 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

19.08.2005

国際調査報告の発送日

06.9.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中野 浩昌

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

5D

9294

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-157756 A (シャープ株式会社) 2002. 05. 31, 段落0100-0103, 図1-3 & US 2002/0056802 A1	16
X A	JP 2004-133999 A (パイオニア株式会社) 2004. 04. 30, 全文, 全図 & US 2004/0135062 A1	1-7, 14-15, 18 8-13, 16-17; 19-33