

(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
2011 年 1 月 13 日(13.01.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/004461 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 7/135 (2006.01) G11B 7/085 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/062383
- (22) 国際出願日: 2009 年 7 月 7 日(07.07.2009)
- (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 (米国を除く全ての指定国について): パイオニア株式会社 (PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松井 裕 (MATSUI, Yutaka) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 2 号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 加藤 正浩 (KATO, Masahiro) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 2 号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 川野 英作 (KAWANO, Eisaku) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 2 号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 田中 博之 (TANAKA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 2 号 パイオニア

株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 鐘江 徹 (KANEHAE, Toru) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 2 号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 堀田 正憲 (HORITA, Masanori) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 2 号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP).

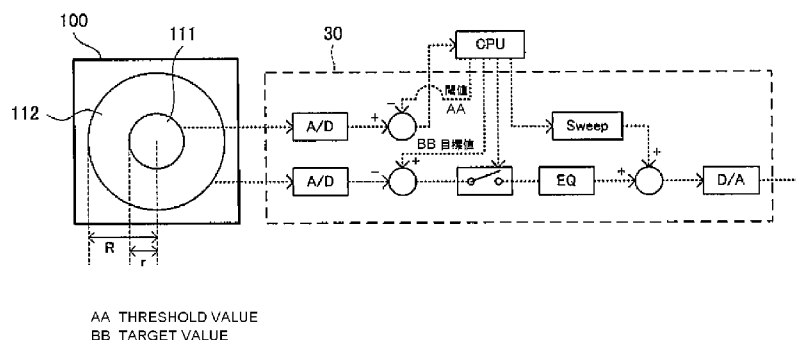
- (74) 代理人: 江上 達夫, 外 (EGAMI, Tatsuo et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目 1 6 番 1 0 号 オークビル京橋 3 階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: LIGHT DETECTOR, OPTICAL PICKUP AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 光検出器及び光ピックアップ、並びに制御方法

[図2]



(57) Abstract: A light detector (100) is provided in an optical pickup (20) wherein a lens (210) which can emit evanescent light to a recording medium (10) is arranged. The light detector is provided with a first detecting region (111), which detects a first portion of reflection light reflected by a surface on a recording medium side of a lens on a light receiving surface of the light detector; and a second detecting region (112) which at least partially surrounds the first detecting region and detects a second portion of the reflection light different from the first portion. When the first detecting region is set so that light equivalent to that obtained with an NA of less than 1 is received, the light detector can detect with high sensitivity that the lens is brought close to a near field region.

(57) 要約: 光検出器 (100) は、記録媒体 (10) に対してエバネッセント光を発生可能なレンズ (210) を備える光ピックアップ (20) に設けられている。該光検出器は、当該光検出器の受光面に、レンズの記録媒体側の面で反射された反射光の第1部分を検出する第1検出領域 (111) と、該第1検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第1部分とは異なる前記反射光の第2部分を検出する第2検出領域 (112) とを備える。第1検出領域を、NAが1未満に相当する光を受光するように設定すれば、レンズがニアフィールド領域に接近したことを感度よく検出することができる。



(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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, 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： 光検出器及び光ピックアップ、並びに制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えばエバネッセント光を介した情報の記録又は再生を行う装置等が備える光検出器、及び該光検出器を備える光ピックアップ、並びに該光ピックアップの制御方法の技術分野に関する。

背景技術

[0002] エバネッセント光を介した情報の記録又は再生を行う装置では、情報の記録又は再生を行う際に、例えば固体浸レンズ（Solid Immersion Lens：SIL）等のレンズが、例えば光ディスク等の記録媒体から、例えば数十nm（ナノメートル）等の所定距離だけ離れた位置まで近づけられる。該装置では、光検出器から出力される信号に基づいて検出された、レンズと記録媒体との間の距離に応じて、レンズが制御されることが多い。

[0003] この種の光検出器として、例えば特許文献1には、中心部分に円形の不感帯が設けられた4分割光検出器が記載されている。ここでは特に、不感帯の径をビーム径の2分の1とすることで、検出感度を向上させる技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平6－60404号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に記載の技術は、エバネッセント光の発生しないファーフールド光学系を対象としており、エバネッセント光が発生するニアフィールド光学系には、直接適用することが困難であるという技術的課題点がある。

[0006] 本発明は、例えば上記問題点に鑑みてなされたものであり、ニアフィールド光学系に用いることができ、且つ検出感度を向上させることができる光検出器及び光ピックアップ、並びに制御方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の光検出器は、上記課題を解決するために、記録媒体に対してエバネッセント光を発生可能なレンズを備える光ピックアップに設けられた光検出器であって、当該光検出器の受光面に、前記レンズの前記記録媒体側の面で反射された反射光の第1部分を検出する第1検出領域と、前記第1検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第1部分とは異なる前記反射光の第2部分を検出する第2検出領域とを備える。

[0008] 本発明の光検出器によれば、当該光検出器は、記録媒体に対してエバネッセント光を発生可能な、例えば固体浸レンズ等のレンズを備える光ピックアップに設けられている。即ち、当該光検出器は、該光ピックアップの一部を構成している。当該光検出器は、例えばレンズの記録媒体側の面で反射された反射光を受光し、該受光された光の光量に応じた信号を出力する。尚、当該光検出器は、レンズの記録媒体側の面で反射された反射光に加えて、記録媒体で反射された反射光も受光してよい。

[0009] 当該光検出器は、該光検出器の受光面に、反射光の第1部分を検出する第1検出領域と、該第1検出領域を少なくとも部分的に包囲し、該第1部分とは異なる反射光の第2部分を検出する第2検出領域とを備える。即ち、当該光検出器は、分割型光検出器である。

[0010] 尚、「反射光の第1部分」及び「反射光の第2部分」は、夫々、「反射光のうち第1検出領域に入射する光」及び「反射光のうち第2検出領域に入射する光」を意味する。

[0011] 第1検出領域は、例えば、当該光検出器上に形成される光のスポットの形状に合わせて円領域であってもよいし、環状領域又は円弧領域であってもよい。第2検出領域は、第1検出領域を部分的に包囲する、例えば円弧領域等であってもよいし、第1検出領域を包囲する、例えば環状領域等であってもよい。

よい。或いは、当該光検出器の受光面のうち第1検出領域以外の領域であってもよい。

[0012] 尚、第2検出領域に係る信号のS/N比（Signal to Noise ratio）の観点から、第2検出領域は、環状領域又は円弧領域であることが望ましい。また、第2検出領域は、第1検出領域に隣接してなくてよい、即ち、第2検出領域と第1検出領域との間に空隙があってもよい。

[0013] 本願発明者の研究によれば、以下の事が判明している。即ち、エバネッセント光を介した情報の記録又は再生を行うためには、記録媒体から、該記録媒体に照射される光の波長の2分の1以下の距離（例えば、数十nm）まで、レンズを近づけなければならない。この際、オーバーシュートやサーボの誤差等により、レンズが記録媒体に接触するおそれがある。レンズが記録媒体に接触することを回避するためには、例えばレンズの移動速度、サーボループをクローズ状態とするタイミング等を適切に設定する、即ち、レンズと記録媒体との間の距離に対応する信号を適切に検出する必要がある。

[0014] 他方で、レンズと記録媒体との間の距離が縮まるにつれて、光検出器の受光面における光のスポットが変化する。具体的には例えば、レンズがニアフィールド領域に侵入する直前では、開口数（Numerical Aperture : NA）が1未満に相当する光の光量が増加し、レンズがニアフィールド領域に侵入した直後では、NAが1近傍に相当する光の光量が減少する。しかしながら、光検出器の受光面の全面で光量を検出する場合、前述の光量の変化量は小さく、例えばレンズがニアフィールド領域に侵入したか否かを判定することは困難である。

[0015] しかるに本発明では、受光面上に、反射光の第1部分を検出する第1検出領域と、該第1検出領域を少なくとも部分的に包囲し、第1部分とは異なる反射光の第2部分を検出する第2検出領域とを備える。即ち、本発明では、反射光を検出する検出領域を複数備えることにより、各検出領域における光量の変化量を相対的に大きくして、当該光検出器のS/N比（又は検出感度）を向上させることができる。

- [0016] 更に、第1検出領域を、 NA が1に相当する光が形成する円に対応する円領域又は環状領域とすれば、該第1検出領域で受光した光（即ち、 NA が1未満に相当する光）の光量が増加したことを条件に、レンズがニアフィールド領域に達することを検出することができる。また、第2検出領域の内縁を、 NA が1に相当する光が形成する円に対応する円とすれば、第2検出領域で受光した光（即ち、 NA が1以上に相当する光）の光量が減少したことを条件に、レンズがニアフィールド領域に侵入したことを検出することができる。
- [0017] 以上の結果、本発明の光検出器によれば、比較的容易にして、レンズがニアフィールド領域に侵入したか否かを判定することができる。従って、例えばレンズの移動速度、サーボループをクローズ状態とするタイミング等を適切に設定することができる。
- [0018] 本発明の光検出器の一態様では、前記第1検出領域の外縁及び前記第2検出領域の内縁の各々は、前記第1検出領域の中心を共有する同心円の少なくとも一部を構成する。
- [0019] この態様によれば、比較的容易にして、当該光検出器の受光面における光のスポットの変化から、レンズと記録媒体との間の距離に対応する信号を検出することができる。尚、当該光検出器は、典型的には、当該光検出器に入射する光のスポットの中心と第1検出領域の中心とが一致するように設置される。
- [0020] 本発明の光検出器の他の態様では、前記受光面上に、前記第2検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第1及び第2部分とは異なる前記反射光の第3部分を検出する第3検出領域と、前記第3検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第1乃至第3部分とは異なる前記反射光の第4部分を検出する第4検出領域とを更に備える。
- [0021] この態様によれば、当該光検出器は、第1検出領域及び第2検出領域に加えて、該第2検出領域を少なくとも部分的に包囲し、第1及び第2部分とは異なる反射光の第3部分を検出する第3検出領域と、該第3検出領域を少な

くとも部分的に包囲し、第 1 乃至第 3 部分とは異なる反射光の第 4 部分を検出する第 4 検出領域とを備える。

[0022] 尚、「反射光の第 3 部分」及び「反射光の第 4 部分」は、夫々、「反射光のうち第 3 検出領域に入射する光」及び「反射光のうち第 4 検出領域に入射する光」を意味する。

[0023] 第 3 検出領域は、第 2 検出領域を部分的に包囲する、例えば円弧領域等であってもよいし、第 2 検出領域を包囲する、例えば環状領域等であってもよい。同様に、第 4 検出領域は、第 3 検出領域を部分的に包囲する、例えば円弧領域等であってもよいし、第 3 検出領域を包囲する、例えば環状領域等であってもよい。尚、第 4 検出領域は、当該光検出器の受光面のうち第 1 乃至第 3 検出領域以外の領域であってもよい。

[0024] ここで、第 4 検出領域を、当該光検出器の受光面上のスポットの最外周に対応する外縁と、該外縁から所定距離だけ内側の内縁とを有する環状領域又は該環状領域の一部である円弧領域とすれば、第 4 検出領域で受光した光の光量が減少したことを条件に、レンズが記録媒体に接触するおそれがある程近づいたこと（即ち、過接近状態であること）を検出することができる。この結果、比較的容易にして、レンズが記録媒体に接触することを回避することができる。

[0025] 尚、本願発明者の研究によれば、過接近状態では、光検出器の受光面における光のスポットの最外周近傍の光量が減少することが判明している。

[0026] この態様では、前記第 1 検出領域の外縁、前記第 2 検出領域の外縁及び前記第 3 検出領域の外縁の各々は、前記第 1 検出領域の中心を共有する同心円の少なくとも一部を構成してよい。

[0027] このように構成すれば、比較的容易にして、当該光検出器の受光面における光のスポットの変化から、レンズと記録媒体との間の距離に対応する信号を検出することができる。

[0028] 本発明の光ピックアップは、上記課題を解決するために、記録媒体に光を照射する光源と、前記照射された光の光路に配置され、前記記録媒体に対し

てエバネッセント光を発生可能なレンズと、前記照射された光のうち少なくとも前記レンズの前記記録媒体側の面で反射された反射光を受光する光検出器と、前記レンズを駆動可能な駆動手段と、前記光検出器から出力される信号に基づいて、前記レンズを駆動するように前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、前記光検出器は、前記光検出器の受光面に、前記反射光の第 1 部分を検出する第 1 検出領域と、前記第 1 検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第 1 部分とは異なる前記反射光の第 2 部分を検出する第 2 検出領域とを有する。

[0029] 本発明の光ピックアップによれば、例えば半導体レーザ等である光源は、例えば光ディスク等の記録媒体に光を照射する。記録媒体に対してエバネッセント光を発生可能な、例えば固体浸レンズ等であるレンズは、照射された光の光路に配置される。光検出器は、照射された光のうちレンズの記録媒体側の面又は記録媒体で反射された特定の偏光状態の反射光を受光する。ここで、記録媒体で反射された特定の偏光状態の反射光とは、 NA が 1 未満の光のうち、入射角の大きな光に係る反射光の偏光状態が、 s 偏光成分と p 偏光成分との反射率の違いに起因して反射光の s 偏光成分と p 偏光成分との間に振幅差が生じることにより、レンズの記録媒体側の面で反射された光と同じ偏光状態になった反射光を指す。

[0030] 光検出器は、該光検出器の受光面上に、反射光の第 1 部分を検出する第 1 検出領域と、該第 1 検出領域を少なくとも部分的に包囲し、第 1 部分とは異なる反射光の第 2 部分を検出する第 2 検出領域とを有している。

[0031] 例えばレンズアクチュエータ等である駆動手段は、レンズを駆動可能である。制御手段は、光検出器から出力される信号に基づいて、レンズを駆動するように駆動手段を制御する。具体的には例えば、第 1 検出領域を NA が 1 に相当する光が形成する円に対応する円領域として、該第 1 検出領域で受光した光の光量が増加したことを条件に、制御手段は、レンズの記録媒体に近づく速度が低下するように駆動手段を制御する。或いは、第 2 検出領域の内縁を、 NA が 1 に相当する光が形成する円に対応する円とし、第 2 検出領域

で受光した光の光量が減少したことを条件に、制御手段は、サーボループをクローズ状態として、レンズが記録媒体に追従するように駆動手段を制御する。

[0032] 以上の結果、本発明の光ピックアップによれば、例えばレンズの移動速度、サーボループをクローズ状態とするタイミング等を適切に設定することができる。

[0033] 本発明の光ピックアップの一態様では、前記第 1 検出領域の外縁は、前記反射光のうち開口数が 1 に相当する光が前記受光面に形成する円の外縁に対応する。

[0034] この態様によれば、第 1 検出領域で受光した光の光量に基づいて、比較的容易にして、レンズがニアフィールド領域に達するか否かを判定することができる。

[0035] 或いは、本発明の光ピックアップの他の態様では、前記第 2 検出領域の内縁は、前記反射光のうち開口数が 1 に相当する光が前記受光面に形成する円の外縁に対応する。

[0036] この態様によれば、第 2 検出領域で受光した光の光量に基づいて、比較的容易にして、適切にサーボループをクローズ状態とすることができる。

[0037] 本発明の第 1 の制御方法は、上記課題を解決するために、記録媒体に光を照射する光源と、前記照射された光の光路に配置され、前記記録媒体に対してエバネッセント光を発生可能なレンズと、前記照射された光のうち少なくとも前記レンズの記録媒体側の面で反射された反射光を受光する光検出器と、前記レンズを駆動可能な駆動手段とを備え、前記光検出器は、前記光検出器の受光面に、前記反射光の第 1 部分を検出する第 1 検出領域と、前記第 1 検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第 1 部分とは異なる前記反射光の第 2 部分を検出する第 2 検出領域とを有する光ピックアップの制御方法であって、前記第 1 検出領域の受光量に応じて、前記レンズの前記記録媒体に近づく速度を低下させるように前記駆動手段を制御する減速工程を備える。

[0038] 本発明の第 1 の制御方法によれば、減速工程において、第 1 検出領域の受

光量に応じて、レンズの記録媒体に近づく速度を低下させるように駆動手段が制御される。この結果、駆動手段に対し停止要求があった場合に、慣性によりレンズが移動する距離を比較的短くすることができる。従って、レンズが記録媒体に衝突することを回避することができる。

[0039] 本発明の第1の制御方法の一態様では、前記減速工程の後、前記第2検出領域の受光量に応じて、サーボループをクローズ状態とするクローズ工程を更に備える。

[0040] この態様によれば、減速工程の後、クローズ工程において、第2検出領域の受光量に応じて、サーボループがクローズ状態とされる。ここで、第2検出領域の内縁を、NAが1に相当する光が形成する円に対応する円とすれば、第2検出領域で受光した光の光量に基づいてレンズがニアフィールド領域に侵入したことを検出することができる。この結果、ニアフィールド領域において、適切にサーボループをクローズ状態とすることができる。

[0041] 或いは、本発明の第1の制御方法の他の態様では、前記減速工程の後、前記第2検出領域の受光量が第1閾値より小さいことを条件に、前記レンズの前記記録媒体に近づく速度をより低下させるように前記駆動手段を制御する第2減速工程と、前記第2減速工程の後、前記第2検出領域の受光量が第2閾値より小さいことを条件に、サーボループをクローズ状態とするクローズ工程とを更に備える。

[0042] この態様によれば、減速工程の後、第2減速工程において、第2検出領域の受光量が第1閾値より小さいことを条件に、レンズの記録媒体に近づく速度をより低下させるように駆動手段が制御される。第2減速工程の後、クローズ工程において、第2検出領域の受光量が第2閾値より小さいことを条件にサーボループがクローズ状態とされる。このため、レンズと記録媒体との距離がより短い状態で、サーボループをクローズ状態とすることができる。

[0043] 本発明に係る「第1閾値」は、レンズの記録媒体に近づく速度をより低下させるように駆動手段を制御するか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定され

る。このような第1閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第2検出領域の受光量と、レンズ及び記録媒体間の距離との関係を求め、該求められた関係に基づいて、駆動手段に対し停止要求があった際に慣性によりレンズが移動する距離と、レンズ及び記録媒体間の距離とが等しくなる受光量として、又は該受光量よりも所定量だけ大きい受光量として設定すればよい。

[0044] 本発明に係る「第2閾値」は、サーボループをクローズ状態とするか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような第2閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第2検出領域の受光量と、レンズ及び記録媒体間の距離との関係を求め、該求められた関係に基づいて、サーボループをクローズ状態とすべき距離に対応する受光量として設定すればよい。

[0045] 本発明の第2の制御方法は、上記課題を解決するために、記録媒体に光を照射する光源と、前記照射された光の光路に配置され、前記記録媒体に対してエバネッセント光を発生可能なレンズと、前記照射された光のうち少なくとも前記レンズの前記記録媒体側の面で反射された反射光を受光する光検出器と、前記レンズを駆動可能な駆動手段とを備え、前記光検出器は、前記光検出器の受光面に、前記反射光の第1部分を検出する第1検出領域と、前記第1検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第1部分とは異なる前記反射光の第2部分を検出する第2検出領域とを有する光ピックアップの制御方法であって、前記第1検出領域の受光量と前記第2検出領域の受光量との差分を演算する演算工程と、前記演算された差分が一旦減少した後に増加したことを条件に、前記レンズの前記記録媒体に近づく速度を低下させるように前記駆動手段を制御する減速工程とを備える。

[0046] 本発明の第2の制御方法によれば、演算工程において、第1検出領域の受光量と第2検出領域の受光量との差分（本発明では、典型的には、第2検出領域の受光量から第1検出領域の受光量を引くことによって得られる差分）

が演算される。尚、演算工程は、例えば所定期間毎に周期的に実施される。減速工程において、演算された差分が一旦減少した後に増加したことを条件に、レンズの記録媒体に近づく速度を低下させるように駆動手段が制御される。

[0047] この結果、上述した本発明の第1の制御方法と同様に、駆動手段に対し停止要求があった場合に、慣性によりレンズが移動する距離を比較的短くすることができる。従って、レンズが記録媒体に衝突することを回避することができる。

[0048] 尚、本願発明者の研究によれば、レンズがニアフィールド領域に侵入する直前では、第1検出領域の受光量が一旦増加し、その後減少することが判明している。このため、第2検出領域の受光量から第1検出領域の受光量を引くことによって得られる差分は、レンズがニアフィールド領域に侵入する直前に、一旦減少した後に増加することとなる。

[0049] 本発明の第3の制御方法は、上記課題を解決するために、記録媒体に光を照射する光源と、前記照射された光の光路に配置され、前記記録媒体に対してエバネッセント光を発生可能なレンズと、前記照射された光のうち少なくとも前記レンズの前記記録媒体側の面で反射された反射光を受光する光検出器と、前記レンズを駆動可能な駆動手段とを備え、前記光検出器は、前記光検出器の受光面に、前記反射光の第1部分を検出する第1検出領域と、前記第1検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第1部分とは異なる前記反射光の第2部分を検出する第2検出領域と、前記第2検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第1及び第2部分とは異なる前記反射光の第3部分を検出する第3検出領域と、前記第3検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第1乃至第3部分とは異なる前記反射光の第4部分を検出する第4検出領域とを有する光ピックアップの制御方法であって、前記第4検出領域の受光量に応じて、前記レンズが前記記録媒体に衝突しないように前記駆動手段を制御する衝突回避工程を備える。

[0050] 本発明の第3の制御方法によれば、衝突回避工程において、第4検出領域

の受光量に応じて、レンズが記録媒体に衝突しないように駆動手段が制御される。具体的には例えば、レンズを記録媒体から遠ざけるように駆動手段が制御される。この結果、比較的容易にして、レンズが記録媒体に接触することを回避することができる。

[0051] 本発明の作用及び他の利得は次に説明する実施するための形態から明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0052] [図1]第1実施形態に係る光ピックアップの構成を示すブロック図である。

[図2]第1実施形態に係るGE用受光素子及びギャップエラーサーボ回路の構成を示すブロック図である。

[図3]受光比とギャップとの関係を示すシミュレーション結果の一例である。

[図4]第1実施形態に係るギャップエラーサーボ回路が実行するレンズアクチュエータの制御方法を示すフローチャートである。

[図5]第1実施形態に係るGE用受光素子の変形例を示す模式図である。

[図6]第1実施形態の変形例に係るGE用受光素子及びギャップエラーサーボ回路の構成を示すブロック図である。

[図7]受光比とギャップとの関係を示すシミュレーション結果の他の例である。

[図8]第1実施形態の変形例に係るギャップエラーサーボ回路が実行するレンズアクチュエータの制御方法を示すフローチャートである。

[図9]第2実施形態に係るGE用受光素子を示す模式図である。

[図10]第2実施形態に係るGE用受光素子及びギャップエラーサーボ回路の構成を示すブロック図である。

[図11]受光比とギャップとの関係を示すシミュレーション結果の他の例である。

[図12]第2実施形態に係るギャップエラーサーボ回路が実行するレンズアクチュエータの制御方法を示すフローチャートである。

[図13]第2実施形態に係るギャップエラーサーボ回路が、ギャップサーボル

ープクローズ中に実行するレンズアクチュエータの制御方法を示すフローチャートである。

[図14] 第2実施形態の変形例に係るギャップエラーサーボ回路が実行するレンズアクチュエータの制御方法を示すフローチャートである。

[図15] 第3実施形態に係るGE用受光素子を示す模式図である。

[図16] 遷移領域における受光比の変化を光軸のずれ量毎に示したシミュレーション結果の一例である。

[図17] ギャップが200nm近傍である場合の受光比の変化を光軸のずれ量毎に示したシミュレーション結果の一例である。

[図18] 過接近領域における受光比の変化を光軸のずれ量毎に示したシミュレーション結果の一例である。

[図19] 第4実施形態に係るGE用受光素子を示す模式図である。

[図20] 第4実施形態に係るGE用受光素子及びギャップエラーサーボ回路の構成を示すブロック図である。

[図21] 遷移領域における受光比の変化を光軸のずれ量毎に示したシミュレーション結果の他の例である。

[図22] 第4実施形態に係るギャップエラーサーボ回路が実行するレンズアクチュエータの制御方法を示すフローチャートである。

[図23] 第4実施形態に係るギャップエラーサーボ回路が、ギャップサーボループクローズ中に実行するレンズアクチュエータの制御方法を示すフローチャートである。

[図24] 第4実施形態の変形例に係るギャップエラーサーボ回路が実行するレンズアクチュエータの制御方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0053] 以下、本発明の光検出器及び光ピックアップ、並びに制御方法に係る実施形態を図面に基づいて説明する。

[0054] <第1実施形態>

本発明の光検出器に係る第1実施形態を、図1乃至図4を参照して説明す

る。

[0055] 先ず、本実施形態に係る光検出器を備える光ピックアップの構成について、図1を参照して説明する。図1は、本実施形態に係る光ピックアップの構成を示すブロック図である。尚、図中の点線Lは光路を示している。

[0056] 図1において、光ピックアップ20は、半導体レーザ201、コリメータレンズ202、回折格子203、無偏光ビームスプリッタ204、偏光ビームスプリッタ205、ビーム拡大器206、4分の1波長板207、ミラー208、固体浸レンズ210（以下、適宜“SIL”と称する）を有するSILアセンブリ209、レンズ211及び213、RF（Radio Frequency）用受光素子212、GE（Gap Error）用受光素子100、フロントモニタ（FM）214、レンズアクチュエータ220並びにギャップエラー（GE）サーボ回路30を備えて構成されている。

[0057] 本実施形態に係る光ピックアップ20は、例えば、エバネッセント光を介して光ディスク10に情報の記録を行う又は光ディスク10に記録された情報の再生を行う、記録再生装置に搭載される。

[0058] 半導体レーザ201から出射された光Lは、コリメータレンズ202を介して回折格子203に入射する。該回折格子203によって複数の回折光に分離された光Lは、無偏光ビームスプリッタ204、偏光ビームスプリッタ205、ビーム拡大器206、4分の1波長207及びミラー208を介して、SILアセンブリ209に入射する。尚、半導体レーザ201からは、例えば波長400nmの光Lが出射される。

[0059] 尚、無偏光ビームスプリッタ205に入射した光Lの一部は、フロントモニタ214によって受光される。該フロントモニタ214には、例えば、図示しないパワー比較回路等が電氣的に接続されている。該パワー比較回路では、フロントモニタ214から送信された光Lの強度を示す信号と基準信号とが比較される。パワー比較回路は、該比較の結果を示す信号を、図示しないレーザドライバに送信する。該レーザドライバは、送信された信号に基づいて半導体レーザ201の出力を制御する。

[0060] S I L 2 1 0に入射した光Lの一部は、エバネッセント光として光ディスク10に出射され、他の一部はS I L 2 1 0の底部で反射される。光ディスク10からの反射光は、再びS I L 2 1 0に入射し、ミラー208、4分の1波長板207及びビーム拡大器206を介して、偏光ビームスプリッタ205に入射する。ここで、半導体レーザ201から出射される光Lの偏光方向と、光ディスク10からの反射光の偏光方向とは互いに90度異なっているため、光ディスク10からの反射光は、レンズ211を介してRF用受光素子212に入射する。尚、RF用受光素子212は、例えば2分割又は4分割受光素子である。

[0061] 尚、RF用受光素子212には、例えば、図示しないRF信号生成回路が電氣的に接続されており、RF用受光素子212に入射した反射光に起因するRF信号が生成される。該生成されたRF信号は、図示しない、例えば復調回路、エラー訂正回路、デコード回路等を含んで構成される再生信号処理部に送信される。或いは、図示しないトラッキングサーボ回路に送信される。該トラッキングサーボ回路によってトラッキングエラー信号が生成され、該生成されたトラッキングエラー信号に基づいて、光ディスク10上のスポットの位置が所定の位置となるように、レンズアクチュエータ220が制御される。

[0062] 他方、S I L 2 1 0の底部で反射した光は、ミラー208、4分の1波長板207、ビーム拡大器206及び偏光ビームスプリッタ205を介して、無偏光ビームスプリッタ204に入射する。S I L 2 1 0の底部で反射した光の一部は、レンズ213を介して、GE用受光素子100に入射する。

[0063] GE用受光素子214には、ギャップエラーサーボ回路30が電氣的に接続されている。該ギャップエラーサーボ回路30は、S I L 2 1 0の底部及び光ディスク10の表面間の距離（即ち、ギャップ）が所定距離となるように、レンズアクチュエータ220を制御する。

[0064] 尚、本実施形態に係る「光ディスク10」、「ギャップエラーサーボ回路30」、「GE用受光素子100」、「半導体レーザ201」、「S I L 2

10」及び「レンズアクチュエータ220」は、夫々、本発明に係る「記録媒体」、「制御手段」、「光検出器」、「光源」、「レンズ」及び「駆動手段」の一例である。また、本実施形態に係る「SIL210の底部」は、本発明に係る「レンズの記録媒体側の面」の一例である。

[0065] 次に、GE用受光素子100及びギャップエラーサーボ回路30について、図2を参照して説明する。図2は、本実施形態に係るGE用受光素子及びギャップエラーサーボ回路の構成を示すブロック図である。

[0066] 図2において、まず、GE用受光素子100は、その受光面上に、第1検出領域111と、該第1検出領域111をその外縁側から包囲する第2検出領域112とを備えて構成されている。図2に示すように、第1検出領域111の外縁と、第2検出領域112の外縁とは、第1検出領域111の中心を共有する同心円である。

[0067] 第1検出領域111は、半径 r の円領域である。ここで、半径 r は、NAが1に相当する光が、GE用受光素子100上に形成する円の半径に相当する。第1検出領域111は、半導体レーザ201から出射された光 L のうち、NAが1未満に相当する光、例えば $\theta_B \leq \theta \leq \theta_C$ の入射角でSIL210の底面に入射した光、の反射光を受光する。尚、“ θ_B ”及び“ θ_C ”は、夫々“ブリュースター角”及び“臨界角”を示している。

[0068] 第2検出領域112は、内径 r 、外径 R の環状領域である。ここで、外径 R は、SIL210の最大開口数に相当する光が、GE用受光素子100上に形成する円の半径に相当する。尚、本実施形態では、SIL210の最大開口数は、例えば2.26である。第2検出領域112は、半導体レーザ201から出射された光 L のうち、SIL210の底面で全反射された光（即ち、NAが1以上に相当する光）を受光する。

[0069] 次に、ギャップエラーサーボ回路30は、例えば図2に示すような構成となっている。本実施形態では特に、第1検出領域111から出力される該第1検出領域111で受光された光の受光量を示す信号に基づいて、SILアッセンブリ209が光ディスク10に近づく速度が制御されている。また、

第2検出領域112から出力される該第2検出領域112で受光された光の受光量を示す信号に基づいて、ギャップエラー信号が生成される。

[0070] ここで、第1検出領域111及び第2検出領域112の各々における受光量と、SIL210の底部及び光ディスク10の表面間のギャップとの関係について、図3を参照して説明する。図3は、受光比とギャップとの関係を示すシミュレーション結果の一例である。

[0071] 尚、図3(a)は、本実施形態に係るGE用受光素子のシミュレーション結果の一例であり、図3(b)は、本実施形態の比較例に係るGE用受光素子のシミュレーション結果の一例である。また、本実施形態に係る受光比(Detected light ratio)とは、検出領域の面積に対する受光面積の比を意味する。また、図3(a)の破線は、第1検出領域111に係る受光比を示し、実線は、第2検出領域112に係る受光比を示している。

[0072] 先ず、本実施形態に係るGE用受光素子100に係る受光比について説明する。図3(a)に示すように、SIL210の底部及び光ディスク10の表面間のギャップ(以下、適宜“ギャップ”と称する)が1000nm以上では、第1検出領域111では光が検出されない。これは、NAが1未満に相当する光は、SIL210の底面を透過して光ディスク10で反射され、上述の如く、偏光ビームスプリッタ205によりRF用受光素子212に入射するためである。他方、NAが1以上に相当する光は、SIL210の底面で全反射されるので、第2検出領域112では光が検出される。

[0073] ギャップが200nmから1000nmまで(以下、適宜“遷移領域”と称する)では、第1検出領域111及び第2検出領域112の両方において光が検出される。これは、光ディスク10で反射された光の一部が、偏光ビームスプリッタ205によりRF用受光素子212側に反射されずに、GE用受光素子100の第1検出領域111に入射するためである。

[0074] ギャップが200nm以下(即ち、ニアフィールド領域)では、第1検出領域111では光が検出されない。また、第2検出領域112に係る受光比

が、ギャップが小さくなるにつれ低下する。これは、本実施形態に係る光学系のニアフィールド領域にS I L 2 1 0が侵入したことに起因して、エバネッセント光が発生するためである。

[0075] 図3 (a) に示すように、遷移領域では、第1検出領域1 1 1に係る受光比が顕著に増加するので、第1検出領域1 1 1に係る受光比に応じて、S I L 2 1 0がニアフィールド領域に接近したことを検出することができる。

[0076] 次に、本実施形態の比較例に係るG E用受光素子に係る受光比について説明する。尚、比較例に係るG E用受光素子は、受光面が分割されていない受光素子である。図3 (b) に示すように、遷移領域において、受光比が緩やかに増加する。また、ギャップが2 0 0 n m以下において、受光比はギャップが小さくなるにつれ低下する。

[0077] しかしながら、図3 (b) に示すように、遷移領域における受光比の増加量は比較的小さいため、実践上、S I L 2 1 0がニアフィールド領域に接近したことを検出することは困難である。

[0078] このように、本実施形態に係るG E用受光素子1 0 0は、第1検出領域1 1 1及び第2検出領域1 1 2に分割されているため、ニアフィールド領域において、ダイナミックレンジが、未分割受光素子（即ち、本実施形態の比較例に係る受光素子）に比べて大きくなっている。この結果、ギャップエラー信号のS / N比を向上させることができる。加えて、遷移領域において、第1検出領域1 1 1に係る受光比が比較的大きく変動しているため、S I L 2 1 0がニアフィールド領域に接近したことを適切に検出することができる。

[0079] 次に、以上のように構成された本実施形態に係る光ピックアップ2 0において、ギャップエラーサーボ回路3 0が実行するレンズアクチュエータ2 2 0の制御方法について、図4のフローチャートを参照して説明する。

[0080] 図4において、まず、ギャップエラーサーボ回路3 0は、S I Lアッセンブリ2 0 9を光ディスク1 0に近づけるようにレンズアクチュエータ2 2 0を制御する（ステップS 1 0 1）。

[0081] 上記ステップS 1 0 1と並行して、ギャップエラーサーボ回路3 0は、G

GE用受光素子100の第1検出領域111で受光された光の受光量を検出する（ステップS102）。尚、第1検出領域111に係る受光量の検出は、連続して又は周期的に実行されてよい。

[0082] 続いて、ギャップエラーサーボ回路30は、検出された受光量が閾値以上であるか否かを判定する（ステップS103）。検出された受光量が閾値以上であると判定された場合（ステップS103：Yes）、ギャップエラーサーボ回路30は、SILアッセンブリ209が光ディスク10に近づく速度を低下するようにレンズアクチュエータ220を制御する（ステップS104）。他方、検出された受光量が閾値未満であると判定された場合（ステップS103：No）、ギャップエラーサーボ回路30は、ステップS101の処理を実行する。

[0083] 尚、本実施形態に係る「閾値」は、SILアッセンブリ209の光ディスク10に近づく速度をより低下させるようにレンズアクチュエータ220を制御するか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第1検出領域111に係る受光量を示す信号レベルと、ギャップとの関係を求め、該求められた関係に基づいて設定すればよい。

[0084] 尚、本実施形態に係るGE用受光素子100は、図2に示した形態に限られない。GE用受光素子100は、例えば図5（a）に示すような、円弧状の第2検出領域112を有していてもよいし、図5（b）に示すような、GE用受光素子100の受光面のうち第1検出領域111以外の領域が第2検出領域112であってもよい。或いは、GE用受光素子100は、例えば図5（c）に示すような、環状の第1検出領域111を有していてもよい。ここに、図5は、本実施形態に係るGE用受光素子の変形例を示す模式図である。

[0085] <変形例>

次に、本実施形態の変形例について、図6乃至図8を参照して説明する。

図6は、図2と同趣旨の、本変形例に係るGE用受光素子及びギャップエラーサーボ回路の構成を示すブロック図である。

- [0086] 本変形例では特に、第2検出領域112から出力される該第2検出領域112で受光された光の受光量を示す信号から、第1検出領域111から出力される該第1検出領域111で受光された光の受光量を示す信号を引いた差分信号に基づいて、SILアッセンブリ209が光ディスク10に近づく速度の制御、及びギャップエラー信号の生成が行われている。
- [0087] ここで、差分信号により示される受光比とギャップとの関係について、図7を参照して説明する。図7は、図3と同趣旨の、受光比とギャップとの関係を示すシミュレーション結果の他の例である。
- [0088] 本変形例では特に、図7に示すように、遷移領域において、SILアッセンブリ209が光ディスク10に近づくにつれて、受光比が低下し、その後上昇している。このため、受光比が低下した後に上昇するという現象を検出することによって、SILアッセンブリ209がニアフィールド領域に接近したことを検出することができる。
- [0089] 次に、以上のように構成された本変形例に係る光ピックアップ20において、ギャップエラーサーボ回路30が実行するレンズアクチュエータ220の制御方法について、図8のフローチャートを参照して説明する。
- [0090] 図8において、まず、ギャップエラーサーボ回路30は、SILアッセンブリ209を光ディスク10に近づけるようにレンズアクチュエータ220を制御する（ステップS201）。
- [0091] 上記ステップS201と並行して、ギャップエラーサーボ回路30は、第2検出領域112で受光された光の受光量を検出する（ステップS202）と共に、第1検出領域111で受光された光の受光量を検出する（ステップS203）。続いて、ギャップエラーサーボ回路30は、検出された第2検出領域112に係る受光量から、検出された第1検出領域に係る受光量を引いて、差分光量を計算する（ステップS204）。尚、ステップS202及びS203の処理は、連続して又は周期的に実行されてよい。

- [0092] 次に、ギャップエラーサーボ回路30は、計算された差分光量が閾値以下であるか否かを判定する（ステップS205）。計算された差分光量が閾値以下であると判定された場合（ステップS205：Yes）、ギャップエラーサーボ回路30は、引き続き、SILアッセンブリ209を光ディスク10に近づけるようにレンズアクチュエータ220を制御する（ステップS206）。他方、計算された差分光量が閾値より大きいと判定された場合（ステップS205：No）、ギャップエラーサーボ回路30は、ステップS201の処理を実行する。
- [0093] ギャップエラーサーボ回路30は、上記ステップS206と並行して、第2検出領域112で受光された光の受光量を検出する（ステップS207）と共に、第1検出領域111で受光された光の受光量を検出する（ステップS208）。続いて、ギャップエラーサーボ回路30は、検出された第2検出領域112に係る受光量から、検出された第1検出領域に係る受光量を引いて、差分光量を計算する（ステップS209）。尚、ステップS207及びS208の処理は、連続して又は周期的に実行されてよい。
- [0094] 次に、ギャップエラーサーボ回路30は、計算された差分光量が閾値以上であるか否かを判定する（ステップS210）。計算された差分光量が閾値以上であると判定された場合（ステップS210：Yes）、ギャップエラーサーボ回路30は、SILアッセンブリ209が光ディスク10に近づく速度を低下するようにレンズアクチュエータ220を制御する（ステップS111）。他方、計算された差分光量が閾値未満であると判定された場合（ステップS210：No）、ギャップエラーサーボ回路30は、ステップS206の処理を実行する。
- [0095] このように、本変形例に係る制御方法では、差分光量が、閾値以下になった後に閾値以上となったことを検出することによって、図7に示した、受光比が低下した後に上昇するという現象を検出している。
- [0096] 尚、本変形例に係る「閾値」は、受光比が低下した後に上昇するという現象を確実に検出できる値として設定されている。尚、上記ステップS205

における閾値と、ステップS 2 1 0における閾値とは、同じであってもよいし、互いに異なってもよい。

[0097] <第2実施形態>

本発明の光検出器に係る第2実施形態を、図9乃至図14を参照して説明する。第2実施形態では、GE用受光素子及びギャップエラーサーボ回路の構成が一部異なる以外は、第1実施形態の構成と同様である。よって、第2実施形態について、第1実施形態と重複する説明を省略すると共に、図面上における共通箇所には同一符号を付して示し、基本的に異なる点についてのみ、図9乃至図14を参照して説明する。

[0098] 先ず、本実施形態に係るGE用受光素子100及びギャップエラーサーボ回路30について、図9及び図10を参照して説明する。図9は、本実施形態に係るGE用受光素子を示す模式図である。また、図10は、図2と同趣旨の、本実施形態に係るGE用受光素子及びギャップエラーサーボ回路の構成を示すブロック図である。

[0099] 図9において、GE用受光素子100は、その受光面に、第1検出領域121と、該第1検出領域121をその外縁側から包囲する第2検出領域122と、該第2検出領域122をその外縁側から包囲する第3検出領域123と、該第3検出領域123をその外縁側から包囲する第4検出領域124とを備えて構成されている。図9に示すように、第1検出領域121の外縁、第2検出領域122の外縁、第3検出領域123の外縁及び第4検出領域124の外縁は、第1検出領域121の中心を共有する同心円である。

[0100] 第1検出領域121は、半径 r の円領域である。第2検出領域122は、内径 r 、外径 $(1 + \Delta N) r$ の環状領域である。ここで、“ ΔN ”は、例えば0.2等の値である。第3検出領域123は、内径 $(1 + \Delta N) r$ 、外径 $R - \Delta N \cdot r$ の環状領域である。第4検出領域124は、内径 $R - \Delta N \cdot r$ 、外径 R の環状領域である。

[0101] ここで、SIL210がニアフィールド領域に侵入すると、エバネッセント光が発生することに起因して、NAが1以上に相当する光の光量が減少す

る。特に、ギャップが小さくなるにつれ、NAの低い光からGE用受光素子100に入射しなくなる（即ち、スポットの中央部に生じる暗部が徐々に広がる）。

[0102] このため、図9に示したように、上述の第1実施形態に係る第2検出領域112に相当する領域を、複数の検出領域に分割することによって、例えばSIL210がニアフィールド領域に侵入したこと、SIL210が光ディスク10に接近し過ぎであること等を検出することができる。

[0103] 図10において、ギャップエラーサーボ回路30は、第1検出領域121から出力される該第1検出領域121で受光される光の受光量を示す信号、第2検出領域122から出力される該第2検出領域122で受光される光の受光量を示す信号、及び第4検出領域124から出力される該第4検出領域124で受光される光の受光量を示す信号に基づいて、SILアッセンブリ209が光ディスク10に近づく速度の制御、サーボループをクローズ状態とするタイミングの制御、及び衝突回避処理を行う。

[0104] また、ギャップエラーサーボ回路30は、第2検出領域122から出力される該第2検出領域122で受光される光の受光量を示す信号、第3検出領域123から出力される該第3検出領域123で受光される光の受光量を示す信号、及び第4検出領域124から出力される該第4検出領域124で受光される光の受光量を示す信号の和を示す信号に基づいて、ギャップエラー信号を生成する。

[0105] 次に、第1検出領域121、第2検出領域122及び第4検出領域124の各々における受光量と、ギャップとの関係について、図11を参照して説明する。図11は、図3と同趣旨の、受光比とギャップとの関係を示すシミュレーション結果の他の例である。尚、図11（a）は、第1検出領域121に係る受光比を示しており、図11（b）は、第2検出領域122に係る受光比を示しており、図11（c）は、第4検出領域124に係る受光比を示している。

[0106] 遷移領域において、光ディスク10で反射された光の一部が、GE用受光

素子 100 の第 1 検出領域 121 に入射する。このため、図 11 (a) に示すように、第 1 検出領域 121 に係る受光比が増加する。

[0107] ギャップが 200 nm 以下（即ち、ニアフィールド領域）になった直後では、エバネッセント光が発生することに起因して、NA が 1 近傍に相当する光の光量が減少する。このため、図 11 (b) に示すように、第 2 検出領域 122 に係る受光比が減少する。

[0108] SIL210 が光ディスク 10 に接触するおそれがある程近づいた場合（即ち、過接近状態）では、GE 用受光素子 100 上のスポットの最外周の光量が減少する。このため、図 11 (c) に示すように、第 4 検出領域 124 に係る受光比が減少する。

[0109] このように、本実施形態に係る GE 用受光素子 100 は、第 1 検出領域 121、第 2 検出領域 122、第 3 検出領域 123 及び第 4 検出領域 124 に分割されている。このため、第 1 検出領域 121 に係る受光量に基づいて SIL210 がニアフィールド領域に接近したことを検出することができる。また、第 2 検出領域 122 に係る受光量に基づいて SIL210 がニアフィールド領域に侵入したことを検出することができる。また、第 4 検出領域 124 に係る受光量に基づいて SIL210 が過接近状態であることを検出することができる。

[0110] 本実施形態では特に、図 11 に示したように、受光比の上昇の傾き又は下降の傾きが比較的大きい。このため、ギャップを高感度に検出することができる。具体的には例えば、遷移領域においては、第 1 検出領域 121 に係る受光比の 1 % の変化により、16.05 nm のギャップの変化を検出することができる。また、ギャップが 200 nm 近傍では、第 2 検出領域 122 に係る受光比の 1 % の変化により、0.32 nm のギャップの変化を検出することができる。また、ギャップが 0 nm 近傍（以下、適宜“過接近領域”と称する）では、第 4 検出領域 124 に係る受光比の 1 % の変化により、0.32 nm のギャップの変化を検出することができる。これは、GE 用受光素子 100 に、未分割受光素子を適用した場合の感度に対して、最大約 25 倍

の感度である。

- [0111] 次に、以上のように構成された本実施形態に係る光ピックアップ20において、ギャップエラーサーボ回路30が実行するレンズアクチュエータ220の制御方法について、図12及び図13のフローチャートを参照して説明する。
- [0112] 図12において、まず、ギャップエラーサーボ回路30は、SILアッセンブリ209を光ディスク10に近づけるようにレンズアクチュエータ220を制御する（ステップS301）。
- [0113] 上記ステップS301と並行して、ギャップエラーサーボ回路30は、GE用受光素子100の第1検出領域121で受光された光の受光量を検出する（ステップS302）。尚、第1検出領域121に係る受光量の検出は、連続して又は周期的に実行されてよい。
- [0114] 続いて、ギャップエラーサーボ回路30は、検出された受光量が閾値以上であるか否かを判定する（ステップS303）。検出された受光量が閾値以上であると判定された場合（ステップS303：Yes）、ギャップエラーサーボ回路30は、SILアッセンブリ209が光ディスク10に近づく速度を低下させるようにレンズアクチュエータ220を制御する（ステップS304）。他方、検出された受光量が閾値未満であると判定された場合（ステップS303：No）、ギャップエラーサーボ回路30は、ステップS301の処理を実行する。
- [0115] ステップS304の処理の後、ギャップエラーサーボ回路30は、SILアッセンブリ209を光ディスク10に近づけるようにレンズアクチュエータ220を制御する（ステップS305）。
- [0116] 上記ステップS305の処理と並行して、ギャップエラーサーボ回路30は、第2検出領域122で受光された光の受光量を検出する（ステップS306）。尚、第2検出領域122に係る受光量の検出は、連続して又は周期的に実行されてよい。
- [0117] 続いて、ギャップエラーサーボ回路30は、検出された受光量が閾値以下

であるか否かを判定する（ステップS 3 0 7）。検出された受光量が閾値以下であると判定された場合（ステップS 3 0 7：Y e s）、ギャップエラーサーボ回路3 0は、ギャップサーボループをクローズ状態とする（ステップS 3 0 8）。他方、検出された受光量が閾値より大きいと判定された場合（ステップS 3 0 7：N o）、ギャップエラーサーボ回路3 0は、ステップS 3 0 5の処理を実行する。

[0118] 尚、本実施形態に係るステップS 3 0 3の処理における「閾値」は、S I Lアセンブリ2 0 9の光ディスク1 0に近づく速度をより低下させるようにレンズアクチュエータ2 2 0を制御するか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第1検出領域1 2 1に係る受光量を示す信号レベルと、ギャップとの関係を求め、該求められた関係に基づいて設定すればよい。

[0119] また、本実施形態に係るステップS 3 0 7の処理における「閾値」は、ギャップサーボループをクローズ状態とするか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第2検出領域1 2 2に係る受光量を示す信号レベルと、ギャップとの関係を求め、該求められた関係に基づいて設定すればよい。

[0120] 次に、ギャップエラーサーボ回路3 0が実行する衝突回避処理について説明する。尚、衝突回避処理は、主に、ギャップサーボループがクローズ状態である場合に実行される。

[0121] 図1 3において、まず、ギャップエラーサーボ回路3 0は、G E用受光素子1 0 0の第4検出領域1 2 4で受光された光の受光量を検出する（ステップS 4 0 1）。続いて、ギャップエラーサーボ回路3 0は、検出された受光量が閾値以下であるか否かを判定する（ステップS 4 0 2）。

- [0122] 検出された受光量が閾値以下であると判定された場合（ステップS402：Yes）、ギャップエラーサーボ回路30は、衝突回避処理を実行する（ステップS403）。ここで、衝突回避処理とは、例えば、SILアッセンブリ209を光ディスク10から遠ざける、ギャップサーボを中断する等の、SILアッセンブリ209と光ディスク10との衝突を回避するための処理を意味する。
- [0123] 他方、ステップS402において、検出された受光量が閾値より大きいと判定された場合（ステップS402：No）、ギャップエラーサーボ回路30は、GE用受光素子100の第2検出領域122で受光された光の受光量を検出する（ステップS404）。続いて、ギャップエラーサーボ回路30は、検出された受光量が閾値以下であるか否かを判定する（ステップS405）。
- [0124] 検出された受光量が閾値以上であると判定された場合（ステップS405：Yes）、ギャップエラーサーボ回路30は、ギャップサーボをオフ状態にする（ステップS406）。他方、検出された受光量が閾値より小さいと判定された場合（ステップS405：No）、ギャップエラーサーボ回路30は、ステップS401の処理を実行する。
- [0125] 尚、本実施形態に係るステップS402の処理における「閾値」は、衝突回避処理を実行するか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第4検出領域124に係る受光量を示す信号レベルと、ギャップとの関係を求め、該求められた関係に基づいて設定すればよい。
- [0126] また、本実施形態に係るステップS405の処理における「閾値」は、ギャップサーボをオフ状態にするか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第2検出領域122に係る受光量を示す信号レベルと、ギャッ

プとの関係を求め、該求められた関係に基づいて設定すればよい。

[0127] <変形例>

次に、本実施形態の変形例について、図 14 のフローチャートを参照して説明する。

[0128] 図 14 において、まず、ギャップエラーサーボ回路 30 は、S I L アッセンブリ 209 を光ディスク 10 に近づけるようにレンズアクチュエータ 220 を制御する（ステップ S 501）。

[0129] 上記ステップ S 501 と並行して、ギャップエラーサーボ回路 30 は、G E 用受光素子 100 の第 1 検出領域 121 で受光された光の受光量を検出する（ステップ S 502）。続いて、ギャップエラーサーボ回路 30 は、検出された受光量が閾値以上であるか否かを判定する（ステップ S 503）。

[0130] 検出された受光量が閾値以上であると判定された場合（ステップ S 503 : Y e s）、ギャップエラーサーボ回路 30 は、S I L アッセンブリ 209 が光ディスク 10 に近づく速度を低下するようにレンズアクチュエータ 220 を制御する（ステップ S 504）。他方、検出された受光量が閾値未満であると判定された場合（ステップ S 503 : N o）、ギャップエラーサーボ回路 30 は、ステップ S 501 の処理を実行する。

[0131] ステップ S 504 の処理の後、ギャップエラーサーボ回路 30 は、S I L アッセンブリ 209 を光ディスク 10 に近づけるようにレンズアクチュエータ 220 を制御する（ステップ S 505）。

[0132] 上記ステップ S 505 の処理と並行して、ギャップエラーサーボ回路 30 は、第 2 検出領域 122 で受光された光の受光量を検出する（ステップ S 506）。続いて、ギャップエラーサーボ回路 30 は、検出された受光量が第 1 閾値以下であるか否かを判定する（ステップ S 507）。

[0133] 検出された受光量が第 1 閾値以下であると判定された場合（ステップ S 507 : Y e s）、ギャップエラーサーボ回路 30 は、S I L アッセンブリ 209 が光ディスク 10 に近づく速度をより低下するようにレンズアクチュエータ 220 を制御する（ステップ S 508）。他方、検出された受光量が第

1 閾値より大きいと判定された場合（ステップ S 5 0 7 : N o）、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、ステップ S 5 0 5 の処理を実行する。

[0134] ステップ S 5 0 8 の処理の後、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、S I L アッセンブリ 2 0 9 を光ディスク 1 0 に近づけるようにレンズアクチュエータ 2 2 0 を制御する（ステップ S 5 0 9）。

[0135] 上記ステップ S 5 0 9 の処理と並行して、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、第 2 検出領域 1 2 2 で受光された光の受光量を検出する（ステップ S 5 1 0）。続いて、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、検出された受光量が第 2 閾値以下であるか否かを判定する（ステップ S 5 1 1）。

[0136] 検出された受光量が第 2 閾値以下であると判定された場合（ステップ S 5 1 1 : Y e s）、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、ギャップサーボループをクローズ状態とする（ステップ S 5 1 1）。他方、検出された受光量が第 2 閾値より大きいと判定された場合（ステップ S 5 1 1 : N o）、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、ステップ S 5 0 9 の処理を実行する。

[0137] このようにすれば、上述した第 2 実施形態に比べて、ギャップがより小さい状態でギャップサーボループをクローズ状態とすることができる。

[0138] 尚、本変形例に係るステップ S 5 0 3 の処理における「閾値」は、上述した第 2 実施形態に係るステップ S 3 0 3 の処理における「閾値」と同様に設定すればよい。

[0139] 本変形例に係るステップ S 5 0 7 における「第 1 閾値」は、S I L アッセンブリ 2 0 9 の光ディスク 1 0 に近づく速度をより低下させるようにレンズアクチュエータ 2 2 0 を制御するか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような第 1 閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第 2 検出領域 1 2 2 に係る受光量とギャップとの関係を求め、該求められた関係に基づいて、レンズアクチュエータ 2 2 0 に対し停止要求があった際に慣性により S I L アッセンブリ 2 0 9 が移動する距離と、ギャップとが等しくなる受光量として、又は該受光量よりも所定量だけ大

きい受光量として設定すればよい。

[0140] 本変形例に係る「第2閾値」は、ギャップサーボループをクローズ状態とするか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような第2閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第2検出領域122に係る受光量とギャップとの関係を求め、該求められた関係に基づいて、ギャップサーボループをクローズ状態とすべき距離に対応する受光量として設定すればよい。

[0141] <第3実施形態>

本発明の光検出器に係る第3実施形態を、図15乃至図18を参照して説明する。第3実施形態では、GE用受光素子の構成が一部異なる以外は、第2実施形態の構成と同様である。よって、第3実施形態について、第2実施形態と重複する説明を省略すると共に、図面上における共通箇所には同一符号を付して示し、基本的に異なる点についてのみ、図15乃至図18を参照して説明する。

[0142] 図15は、図9と同趣旨の、本実施形態に係るGE用受光素子を示す模式図である。

[0143] 図15において、GE用受光素子100は、その受光面に、第1検出領域131と、該第1検出領域131をその外縁側から包囲する第2検出領域132と、該第2検出領域132をその外縁側から包囲する第3検出領域133と、該第3検出領域133をその外縁側から包囲する第4検出領域134とを備えて構成されている。図15に示すように、第1検出領域131の外縁、第2検出領域132の外縁、第3検出領域133の外縁及び第4検出領域134の外縁は、第1検出領域131の中心を共有する同心円である。

[0144] 本実施形態に係るGE用受光素子100は、光軸ずれに適切に対応できるように、各検出領域が次のように設定されている。第1検出領域131は、半径 $r - S$ の円領域である。第2検出領域132は、内径 $r - S$ 、外径 $(1 + \Delta N) r + S$ の環状領域である。第3検出領域133は、内径 $(1 + \Delta N$

) $r + S$ 、外径 $R - \Delta N \cdot r - S$ の環状領域である。第 4 検出領域 134 は、内径 $R - \Delta N \cdot r - S$ 、外径 $R + S$ の環状領域である。

[0145] ここで、“S”は、GE用受光素子100上における光軸ずれの想定される上限値を意味する。“S”は、例えば $0.2r$ （尚、“r”は、上述の如く、NAが1に相当する光が、GE用受光素子100上に形成する円の半径に相当する）であり、当該GE用受光素子100を備える光ピックアップの光学系等に応じて設定すればよい。

[0146] 次に、本実施形態に係るGE用受光素子100と、上述した第2実施形態に係るGE用受光素子との各々における光軸ずれの影響を、図16乃至図18を参照して説明する。図16は、遷移領域における受光比の変化を光軸のずれ量毎に示したシミュレーション結果の一例である。図17は、ギャップが 200nm 近傍である場合の受光比の変化を光軸のずれ量毎に示したシミュレーション結果の一例である。図18は、過接近領域における受光比の変化を光軸のずれ量毎に示したシミュレーション結果の一例である。

[0147] 尚、図16(a)、図17(a)及び図18(a)は、本実施形態に係るGE用受光素子100のシミュレーション結果である。また、図16(b)、図17(b)及び図18(b)は、第2実施形態に係るGE用受光素子のシミュレーション結果である。

[0148] また、図16乃至図18における「光軸ずれ量」は、光軸がGE用受光素子100の中心からどの程度ずれているかを示している。例えば「光軸ずれ量0」とは、光軸ずれが生じていないことを示している。また、「光軸ずれ量 $0.05r$ 」とは、光軸がGE用受光素子100の中心から $0.05r$ だけずれていることを示している。

[0149] 図16に示すように、本実施形態に係るGE用受光素子100は（図16(a)参照）、ギャップが 400nm 近傍で受光比が変化するものの、それ以外の領域では光軸ずれの影響を受けていない。他方、第2実施形態に係るGE用受光素子は（図16(b)参照）、光軸ずれに起因して受光比が大きく変化している。

[0150] 図 17 に示すように、本実施形態に係る GE 用受光素子 100 は（図 17（a）参照）、光軸ずれの影響を受けていない。他方、第 2 実施形態に係る GE 用受光素子は（図 17（b）参照）、光軸ずれに起因して受光比が大きく変化している。特に、受光比の傾きが大きく変化しているため、感度を一定に保つことが困難である。

[0151] 図 18 に示すように、本実施形態に係る GE 用受光素子 100 は（図 18（a）参照）、光軸ずれの影響を受けていない。他方、第 2 実施形態に係る GE 用受光素子は（図 18（b）参照）、光軸ずれに起因して受光比が大きく変化している。この場合も、受光比の傾きが大きく変化しているため、感度を一定に保つことが困難である。

[0152] このように、本実施形態に係る GE 用受光素子 100 では、光軸ずれの影響を無くす又は抑制することができ、実用上非常に有利である。

[0153] <第 4 実施形態>

本発明の光検出器に係る第 4 実施形態を、図 19 乃至図 23 を参照して説明する。第 4 実施形態では、GE 用受光素子及びギャップエラースーボ回路の構成が一部異なる以外は、第 3 実施形態の構成と同様である。よって、第 4 実施形態について、第 3 実施形態と重複する説明を省略すると共に、図面上における共通箇所には同一符号を付して示し、基本的に異なる点についてのみ、図 19 乃至図 23 を参照して説明する。

[0154] 図 19 は、図 15 と同趣旨の、本実施形態に係る GE 用受光素子を示す模式図である。本実施形態では特に、遷移領域における光軸ずれの影響（図 16（a）参照）を無くすために、第 3 実施形態に係る GE 用受光素子の第 2 領域 132 に相当する領域を分割している。

[0155] 図 19 において、GE 用受光素子 100 は、その受光面に、第 1 検出領域 141 と、該第 1 検出領域 141 をその外縁側から包囲する第 2 1 検出領域 142 と、該第 2 1 検出領域 142 をその外縁側から包囲する第 2 2 検出領域 143 と、該第 2 2 検出領域をその外縁側から包囲する第 3 検出領域 144 と、該第 3 検出領域 144 をその外縁側から包囲する第 4 検出領域 145

とを備えて構成されている。尚、本実施形態に係る「第 2 1 検出領域 1 4 2」及び「第 2 2 検出領域 1 4 3」は、本発明に係る「第 2 検出領域」の一例である。

[0156] 第 1 検出領域 1 4 1 は、半径 $r - S$ の円領域である。第 2 1 検出領域 1 4 2 は、内径 $r - S$ 、外径 $r + S$ の環状領域である。第 2 2 検出領域 1 4 3 は、内径 $r + S$ 、外径 $(1 + \Delta N) r + S$ の環状領域である。第 3 検出領域 1 4 4 は、内径 $(1 + \Delta N) r + S$ 、外径 $R - \Delta N \cdot r - S$ の環状領域である。第 4 検出領域 1 4 5 は、内径 $R - \Delta N \cdot r - S$ 、外径 $R + S$ の環状領域である。

[0157] 次に、本実施形態に係るギャップエラーサーボ回路 3 0 について図 2 0 を参照して説明する。図 2 0 は、図 1 0 と同趣旨の、本実施形態に係る G E 用受光素子及びギャップエラーサーボ回路の構成を示すブロック図である。

[0158] 図 2 0 において、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、第 1 検出領域 1 4 1 から出力される該第 1 検出領域 1 4 1 で受光される光の受光量を示す信号、及び第 2 1 検出領域 1 4 2 から出力される該第 2 1 検出領域 1 4 2 で受光される光の受光量を示す信号の和を示す信号に基づいて、S I L アセンブリ 2 0 9 が光ディスク 1 0 に近づく速度の制御を行う。また、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、第 2 1 検出領域 1 4 2 から出力される該第 2 1 検出領域 1 4 2 で受光される光の受光量を示す信号、及び第 2 2 検出領域 1 4 3 から出力される該第 2 2 検出領域 1 4 3 で受光される光の受光量を示す信号の和を示す信号に基づいて、サーボループをクローズ状態とするタイミングの制御を行う。

[0159] また、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、第 4 検出領域 1 4 5 から出力される該第 4 検出領域 1 4 5 で受光される光の受光量を示す信号に基づいて、衝突回避処理を行う。また、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、第 2 1 検出領域 1 4 2 から出力される該第 2 1 検出領域 1 4 2 で受光される光の受光量を示す信号、第 2 2 検出領域 1 4 3 から出力される該第 2 2 検出領域 1 4 3 で受光される光の受光量を示す信号、第 3 検出領域 1 4 4 から出力される該

第3検出領域144で受光される光の受光量を示す信号、及び第4検出領域145から出力される該第4検出領域145で受光される光の受光量を示す信号の和を示す信号に基づいて、ギャップエラー信号を生成する。

[0160] 次に、本実施形態に係るGE用受光素子100における光軸ずれの影響を、図21を参照して説明する。図21は、図16と同趣旨の、遷移領域における受光比の変化を光軸のずれ量毎に示したシミュレーション結果の他の例である。

[0161] 図21に示すように、本実施形態に係るGE用受光素子100は、遷移領域においても光軸ずれの影響を受けていない。尚、図16に示す受光比は、第1検出領域141及び第21検出領域142の合計の面積に対する受光面積の比を示している。

[0162] 尚、ギャップが200nm近傍における受光比（本実施形態では、第21検出領域142及び第22検出領域143の合計の面積に対する受光面積の比）の変化は、図17（a）と同様となる。また、過接近領域における受光比の変化は、図18（a）と同様となる。

[0163] 従って、本実施形態に係るGE用受光素子100では、光軸ずれの影響を無くすことができ、実用上非常に有利である。

[0164] 次に、以上のように構成された本実施形態に係る光ピックアップ20において、ギャップエラーサーボ回路30が実行するレンズアクチュエータ220の制御方法について、図22及び図23のフローチャートを参照して説明する。

[0165] 図22において、まず、ギャップエラーサーボ回路30は、SILアセンブリ209を光ディスク10に近づけるようにレンズアクチュエータ220を制御する（ステップS601）。

[0166] 上記ステップS601と並行して、ギャップエラーサーボ回路30は、GE用受光素子100の第1検出領域141及び第21検出領域142で受光された光の受光量を検出する（ステップS602）。尚、第1検出領域141及び第2検出領域142に係る受光量の検出は、連続して又は周期的に実

行されてよい。

- [0167] 続いて、ギャップエラーサーボ回路30は、検出された受光量の和が閾値以上であるか否かを判定する（ステップS603）。検出された受光量の和が閾値以上であると判定された場合（ステップS603：Yes）、ギャップエラーサーボ回路30は、SILアッセンブリ209が光ディスク10に近づく速度を低下するようにレンズアクチュエータ220を制御する（ステップS604）。他方、検出された受光量の和が閾値未満であると判定された場合（ステップS603：No）、ギャップエラーサーボ回路30は、ステップS601の処理を実行する。
- [0168] ステップS604の処理の後、ギャップエラーサーボ回路30は、SILアッセンブリ209を光ディスク10に近づけるようにレンズアクチュエータ220を制御する（ステップS605）。
- [0169] 上記ステップS605の処理と並行して、ギャップエラーサーボ回路30は、第21検出領域142及び第22検出領域143で受光された光の受光量を検出する（ステップS606）。尚、第22検出領域143に係る受光量の検出は、連続して又は周期的に実行されてよい。
- [0170] 続いて、ギャップエラーサーボ回路30は、検出された受光量の和が閾値以下であるか否かを判定する（ステップS607）。検出された受光量の和が閾値以下であると判定された場合（ステップS607：Yes）、ギャップエラーサーボ回路30は、ギャップサーボループをクローズ状態とする（ステップS608）。他方、検出された受光量の和が閾値より大きいと判定された場合（ステップS607：No）、ギャップエラーサーボ回路30は、ステップS605の処理を実行する。
- [0171] 尚、本実施形態に係るステップS603の処理における「閾値」は、SILアッセンブリ209の光ディスク10に近づく速度をより低下させるようにレンズアクチュエータ220を制御するか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレー

ションによって、例えば第 1 検出領域 1 4 1 及び第 2 1 検出領域 1 4 2 に係る受光量の和を示す信号レベルと、ギャップとの関係を求め、該求められた関係に基づいて設定すればよい。

[0172] また、本実施形態に係るステップ S 6 0 7 の処理における「閾値」は、ギャップサーボループをクローズ状態とするか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第 2 1 検出領域 1 4 2 及び第 2 2 検出領域 1 4 3 に係る受光量を示す信号レベルと、ギャップとの関係を求め、該求められた関係に基づいて設定すればよい。

[0173] 次に、ギャップエラーサーボ回路 3 0 が実行する衝突回避処理について説明する。尚、衝突回避処理は、主に、ギャップサーボループがクローズ状態である場合に実行される。

[0174] 図 2 3 において、先ず、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、G E 用受光素子 1 0 0 の第 4 検出領域 1 4 5 で受光された光の受光量を検出する（ステップ S 7 0 1）。続いて、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、検出された受光量が閾値以下であるか否かを判定する（ステップ S 7 0 2）。

[0175] 検出された受光量が閾値以下であると判定された場合（ステップ S 7 0 2 : Y e s）、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、衝突回避処理を実行する（ステップ S 7 0 3）。他方、検出された受光量が閾値より大きいと判定された場合（ステップ S 7 0 2 : N o）、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、G E 用受光素子 1 0 0 の第 2 1 検出領域 1 4 2 及び第 2 2 検出領域 1 4 3 で受光された光の受光量を検出する（ステップ S 7 0 4）。

[0176] 続いて、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、検出された受光量の和が閾値以上であるか否かを判定する（ステップ S 7 0 5）。検出された受光量の和が閾値以上であると判定された場合（ステップ S 7 0 5 : Y e s）、ギャップエラーサーボ回路 3 0 は、ギャップサーボをオフ状態にする（ステップ S 7 0 6）。他方、検出された受光量の和が閾値より小さいと判定された場合

(ステップS 7 0 5 : N o)、ギャップエラーサーボ回路3 0は、ステップS 7 0 1の処理を実行する。

- [0177] 尚、本変形例に係るステップS 7 0 2の処理における「閾値」は、上述した第2実施形態に係るステップS 4 0 2の処理における「閾値」と同様に設定すればよい。本実施形態に係るステップS 7 0 5の処理における「閾値」は、ギャップサーボをオフ状態にするか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第2 1検出領域1 4 2及び第2 2検出領域1 4 3に係る受光量の和を示す信号レベルと、ギャップとの関係を求め、該求められた関係に基づいて設定すればよい。

- [0178] <変形例>

次に、本実施形態の変形例について、図2 4のフローチャートを参照して説明する。

- [0179] 図2 4において、先ず、ギャップエラーサーボ回路3 0は、S I Lアッセンブリ2 0 9を光ディスク1 0に近づけるようにレンズアクチュエータ2 2 0を制御する(ステップS 8 0 1)。
- [0180] 上記ステップS 8 0 1と並行して、ギャップエラーサーボ回路3 0は、G E用受光素子1 0 0の第1検出領域1 4 1及び第2 1検出領域1 4 2で受光された光の受光量を検出する(ステップS 8 0 2)。続いて、ギャップエラーサーボ回路3 0は、検出された受光量の和が閾値以上であるか否かを判定する(ステップS 8 0 3)。
- [0181] 検出された受光量の和が閾値以上であると判定された場合(ステップS 8 0 3 : Y e s)、ギャップエラーサーボ回路3 0は、S I Lアッセンブリ2 0 9が光ディスク1 0に近づく速度を低下するようにレンズアクチュエータ2 2 0を制御する(ステップS 8 0 4)。他方、検出された受光量の和が閾値未満であると判定された場合(ステップS 8 0 3 : N o)、ギャップエラーサーボ回路3 0は、ステップS 8 0 1の処理を実行する。

- [0182] ステップS 8 0 4 の処理の後、ギャップエラーサーボ回路3 0 は、S I L アッセンブリ2 0 9 を光ディスク1 0 に近づけるようにレンズアクチュエータ2 2 0 を制御する（ステップS 8 0 5）。
- [0183] 上記ステップS 8 0 5 の処理と並行して、ギャップエラーサーボ回路3 0 は、第2 1 検出領域1 4 2 及び第2 2 検出領域1 4 3 で受光された光の受光量を検出する（ステップS 8 0 6）。続いて、ギャップエラーサーボ回路3 0 は、検出された受光量の和が第1 閾値以下であるか否かを判定する（ステップS 8 0 7）。
- [0184] 検出された受光量の和が第1 閾値以下であると判定された場合（ステップS 8 0 7 : Y e s）、ギャップエラーサーボ回路3 0 は、S I L アッセンブリ2 0 9 が光ディスク1 0 に近づく速度をより低下するようにレンズアクチュエータ2 2 0 を制御する（ステップS 8 0 8）。他方、検出された受光量の和が第1 閾値より大きいと判定された場合（ステップS 8 0 7 : N o）、ギャップエラーサーボ回路3 0 は、ステップS 8 0 5 の処理を実行する。
- [0185] ステップS 8 0 8 の処理の後、ギャップエラーサーボ回路3 0 は、S I L アッセンブリ2 0 9 を光ディスク1 0 に近づけるようにレンズアクチュエータ2 2 0 を制御する（ステップS 8 0 9）。
- [0186] 上記ステップS 8 0 9 の処理と並行して、ギャップエラーサーボ回路3 0 は、第2 1 検出領域1 4 2 及び第2 2 検出領域1 4 3 で受光された光の受光量を検出する（ステップS 8 1 0）。続いて、ギャップエラーサーボ回路3 0 は、検出された受光量の和が第2 閾値以下であるか否かを判定する（ステップS 8 1 1）。
- [0187] 検出された受光量の和が第2 閾値以下であると判定された場合（ステップS 8 1 1 : Y e s）、ギャップエラーサーボ回路3 0 は、ギャップサーボループをクローズ状態とする（ステップS 8 1 1）。他方、検出された受光量の和が第2 閾値より大きいと判定された場合（ステップS 8 1 1 : N o）、ギャップエラーサーボ回路3 0 は、ステップS 8 0 9 の処理を実行する。
- [0188] 尚、本変形例に係るステップS 8 0 3 の処理における「閾値」は、上述し

た第4実施形態に係るステップS603の処理における「閾値」と同様に設定すればよい。

[0189] 本変形例に係るステップS807における「第1閾値」は、SILアセンブリ209の光ディスク10に近づく速度をより低下させるようにレンズアクチュエータ220を制御するか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような第1閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第21検出領域142及び第22検出領域143に係る受光量の和とギャップとの関係を求め、該求められた関係に基づいて、レンズアクチュエータ220に対し停止要求があった際に慣性によりSILアセンブリ209が移動する距離と、ギャップとが等しくなる受光量として、又は該受光量よりも所定量だけ多き受光量として設定すればよい。

[0190] 本変形例に係る「第2閾値」は、ギャップサーボループをクローズ状態とするか否かを決定する値であり、予め固定値として、或いは何らかの物理量又はパラメータに応じた可変値として設定される。このような第2閾値は、実験的若しくは経験的に、又はシミュレーションによって、例えば第21検出領域142及び第22検出領域に係る受光量の和とギャップとの関係を求め、該求められた関係に基づいて、ギャップサーボループをクローズ状態とすべき距離に対応する受光量として設定すればよい。

[0191] 尚、本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨、或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う光検出器及び光ピックアップ並びに制御方法もまた、本発明の技術的範囲に含まれるものである。

符号の説明

[0192] 10 光ディスク
20 光ピックアップ
30 ギャップエラーサーボ回路
100 GE用受光素子

1 1 1、1 2 1、1 3 1、1 4 1 第 1 検出領域

1 1 2、1 2 2、1 3 2 第 2 検出領域

1 2 3、1 3 3、1 4 4 第 3 検出領域

1 2 4、1 3 4、1 4 5 第 4 検出領域

1 4 2 第 2 1 検出領域

1 4 3 第 2 2 検出領域

2 0 1 半導体レーザ

2 0 9 S I L アッセンブリ

2 1 0 S I L

2 2 0 レンズアクチュエータ

請求の範囲

- [請求項1] 記録媒体に対してエバネッセント光を発生可能なレンズを備える光ピックアップに設けられた光検出器であって、
 当該光検出器の受光面に、
 前記レンズの前記記録媒体側の面で反射された反射光の第1部分を
 検出する第1検出領域と、
 前記第1検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第1部分とは
 異なる前記反射光の第2部分を検出する第2検出領域と
 を備えることを特徴とする光検出器。
- [請求項2] 前記第1検出領域の外縁及び前記第2検出領域の内縁の各々は、前
 記第1検出領域の中心を共有する同心円の少なくとも一部を構成する
 ことを特徴とする請求項1に記載の光検出器。
- [請求項3] 前記受光面に、
 前記第2検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第1及び第2
 部分とは異なる前記反射光の第3部分を検出する第3検出領域と、
 前記第3検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第1乃至第3
 部分とは異なる前記反射光の第4部分を検出する第4検出領域と
 を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の光検出器。
- [請求項4] 前記第1検出領域の外縁、前記第2検出領域の外縁及び前記第3検
 出領域の外縁の各々は、前記第1検出領域の中心を共有する同心円の
 少なくとも一部を構成することを特徴とする請求項3に記載の光検出
 器。
- [請求項5] 記録媒体に光を照射する光源と、
 前記照射された光の光路に配置され、前記記録媒体に対してエバネ
 ッセント光を発生可能なレンズと、
 前記照射された光のうち少なくとも前記レンズの前記記録媒体側の
 面で反射された反射光を受光する光検出器と、
 前記レンズを駆動可能な駆動手段と、

前記光検出器から出力される信号に基づいて、前記レンズを駆動するように前記駆動手段を制御する制御手段と

を備え、

前記光検出器は、前記光検出器の受光面に、前記反射光の第 1 部分を検出する第 1 検出領域と、前記第 1 検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第 1 部分とは異なる前記反射光の第 2 部分を検出する第 2 検出領域とを有する

ことを特徴とする光ピックアップ。

[請求項6] 前記第 1 検出領域の外縁は、前記反射光のうち開口数が 1 に相当する光が前記受光面に形成する円の外縁に対応することを特徴とする請求項 5 に記載の光ピックアップ。

[請求項7] 前記第 2 検出領域の内縁は、前記反射光のうち開口数が 1 に相当する光が前記受光面に形成する円の外縁に対応することを特徴とする請求項 5 に記載の光ピックアップ。

[請求項8] 記録媒体に光を照射する光源と、前記照射された光の光路に配置され、前記記録媒体に対してエバネッセント光を発生可能なレンズと、前記照射された光のうち少なくとも前記レンズの前記記録媒体側の面で反射された反射光を受光する光検出器と、前記レンズを駆動可能な駆動手段とを備え、前記光検出器は、前記光検出器の受光面に、前記反射光の第 1 部分を検出する第 1 検出領域と、前記第 1 検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第 1 部分とは異なる前記反射光の第 2 部分を検出する第 2 検出領域とを有する光ピックアップの制御方法であって、

前記第 1 検出領域の受光量に応じて、前記レンズの前記記録媒体に近づく速度を低下させるように前記駆動手段を制御する減速工程を備えることを特徴とする制御方法。

[請求項9] 前記減速工程の後、前記第 2 検出領域の受光量に応じて、サーボループをクローズ状態とするクローズ工程を更に備えることを特徴とす

る請求項 8 に記載の制御方法。

[請求項10]

前記減速工程の後、前記第 2 検出領域の受光量が第 1 閾値より小さいことを条件に、前記レンズの前記記録媒体に近づく速度をより低下させるように前記駆動手段を制御する第 2 減速工程と、

前記第 2 減速工程の後、前記第 2 検出領域の受光量が第 2 閾値より小さいことを条件に、サーボループをクローズ状態とするクローズ工程と

を更に備えることを特徴とする請求項 8 に記載の制御方法。

[請求項11]

記録媒体に光を照射する光源と、前記照射された光の光路に配置され、前記記録媒体に対してエバネッセント光を発生可能なレンズと、前記照射された光のうち少なくとも前記レンズの前記記録媒体側の面で反射された反射光を受光する光検出器と、前記レンズを駆動可能な駆動手段とを備え、前記光検出器は、前記光検出器の受光面に、前記反射光の第 1 部分を検出する第 1 検出領域と、前記第 1 検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第 1 部分とは異なる前記反射光の第 2 部分を検出する第 2 検出領域とを有する光ピックアップの制御方法であって、

前記第 1 検出領域の受光量と前記第 2 検出領域の受光量との差分を演算する演算工程と、

前記演算された差分が一旦減少した後に増加したことを条件に、前記レンズの前記記録媒体に近づく速度を低下させるように前記駆動手段を制御する減速工程と

を備えることを特徴とする制御方法。

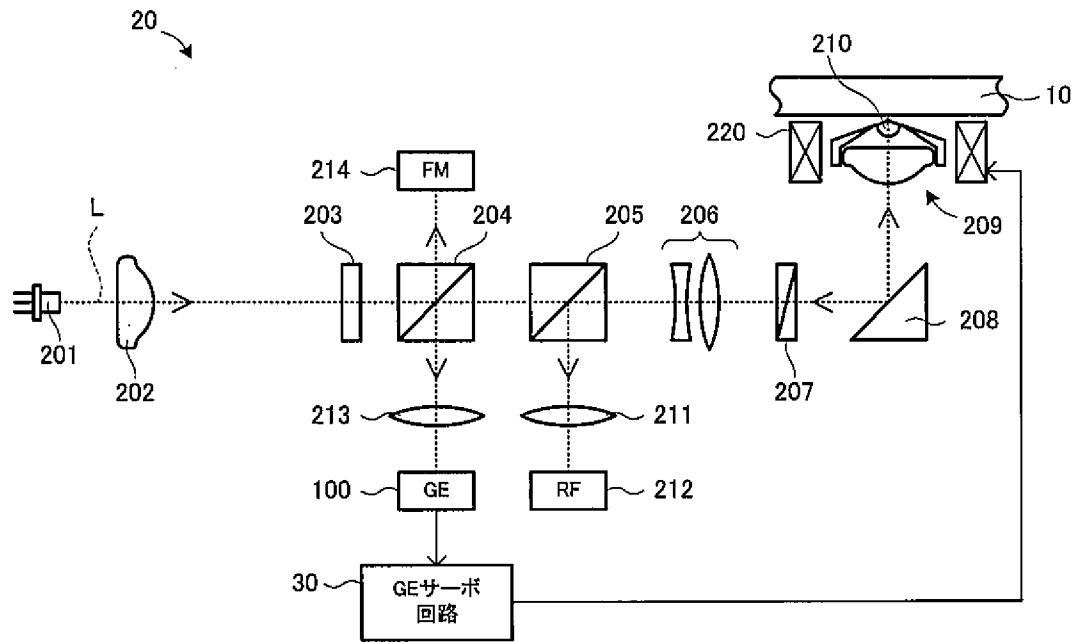
[請求項12]

記録媒体に光を照射する光源と、前記照射された光の光路に配置され、前記記録媒体に対してエバネッセント光を発生可能なレンズと、前記照射された光のうち少なくとも前記レンズの前記記録媒体側の面で反射された反射光を受光する光検出器と、前記レンズを駆動可能な駆動手段とを備え、前記光検出器は、前記光検出器の受光面に、前記

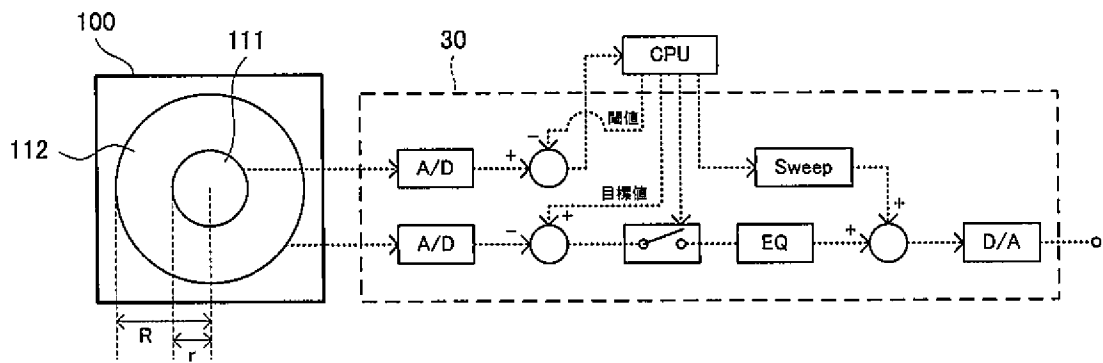
反射光の第 1 部分を検出する第 1 検出領域と、前記第 1 検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第 1 部分とは異なる前記反射光の第 2 部分を検出する第 2 検出領域と、前記第 2 検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第 1 及び第 2 部分とは異なる前記反射光の第 3 部分を検出する第 3 検出領域と、前記第 3 検出領域を少なくとも部分的に包囲し、前記第 1 乃至第 3 部分とは異なる前記反射光の第 4 部分を検出する第 4 検出領域とを有する光ピックアップの制御方法であって、

前記第 4 検出領域の受光量に応じて、前記レンズが前記記録媒体に衝突しないように前記駆動手段を制御する衝突回避工程を備えることを特徴とする制御方法。

[図1]

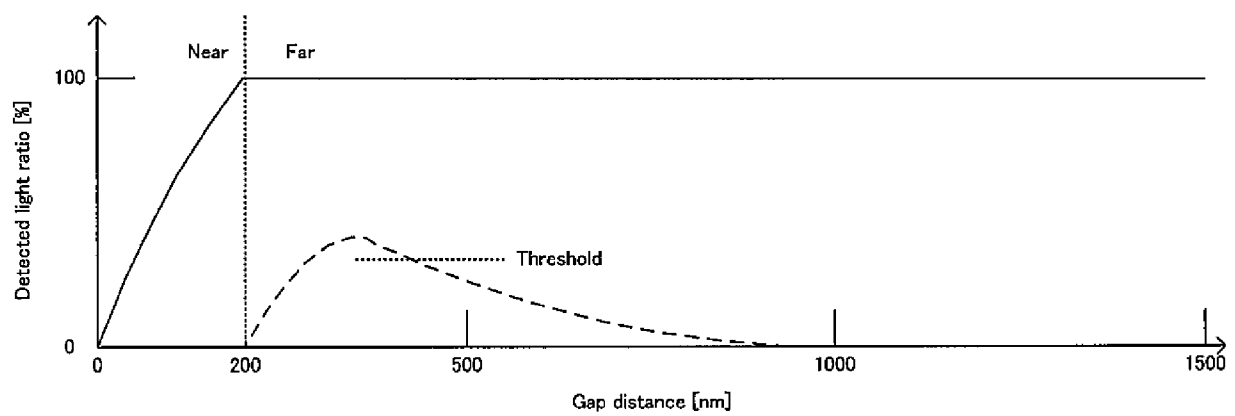


[図2]

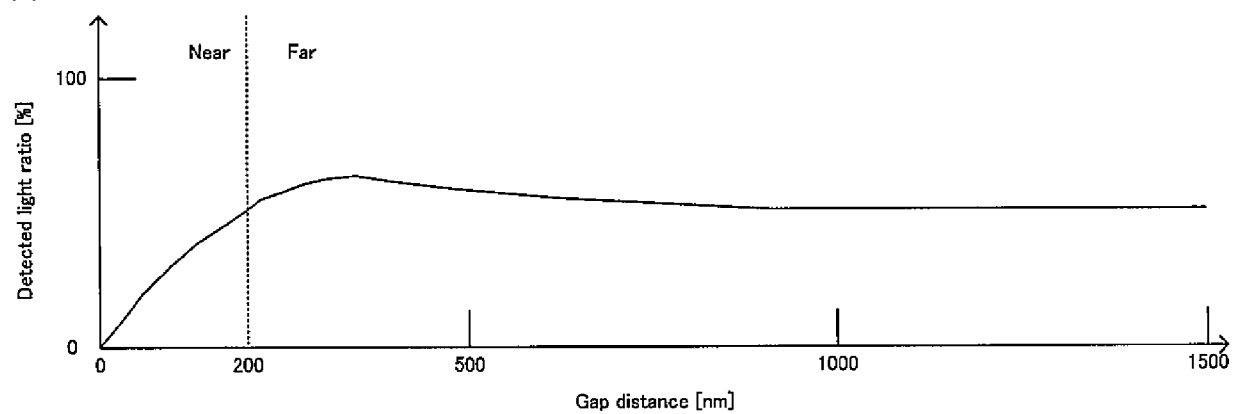


[図3]

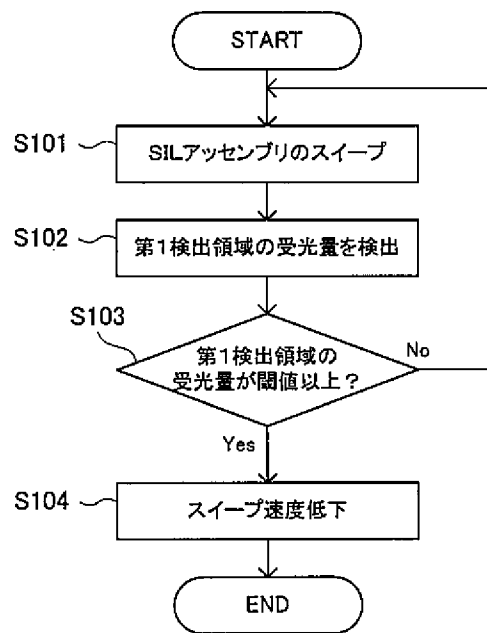
(a)



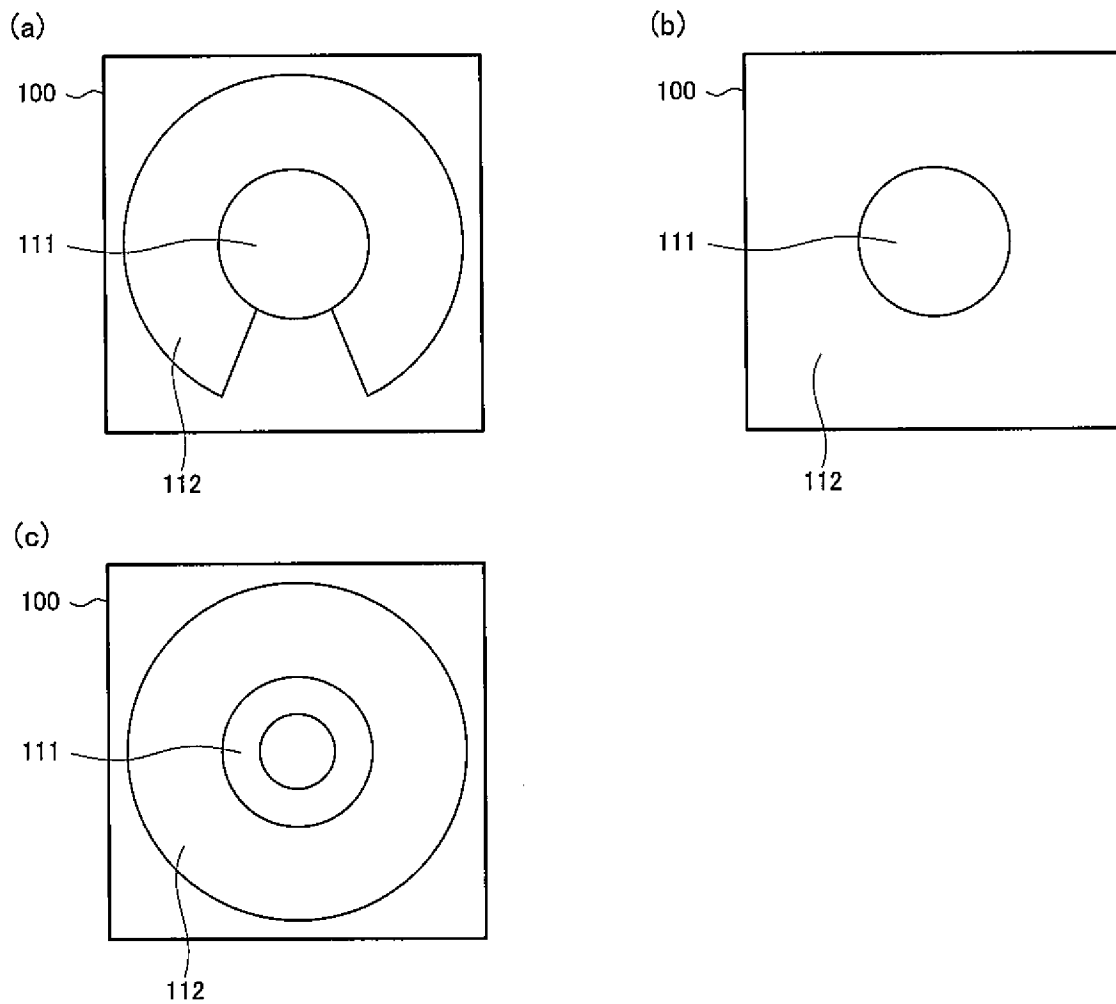
(b)



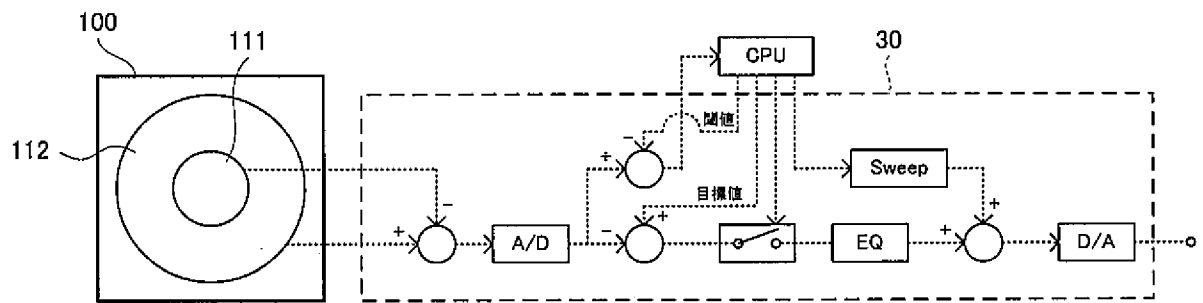
[図4]



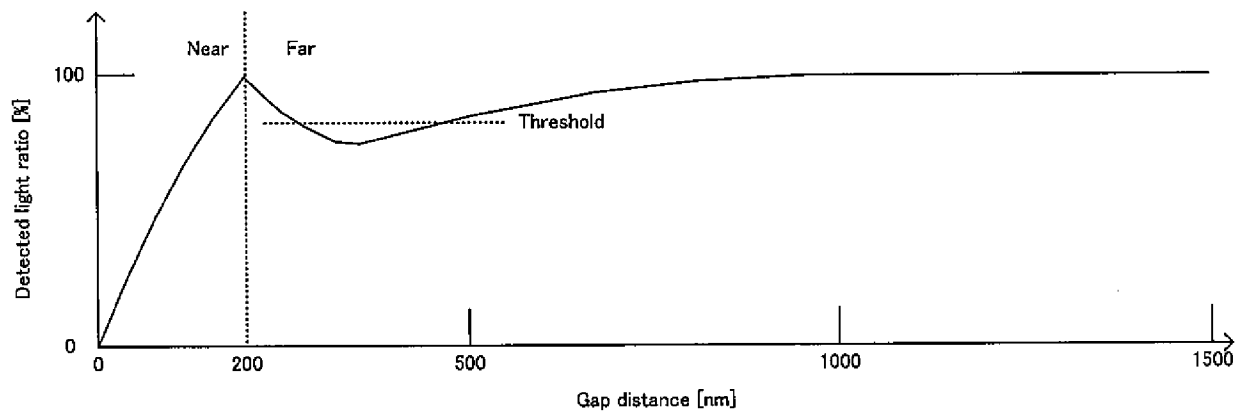
[図5]



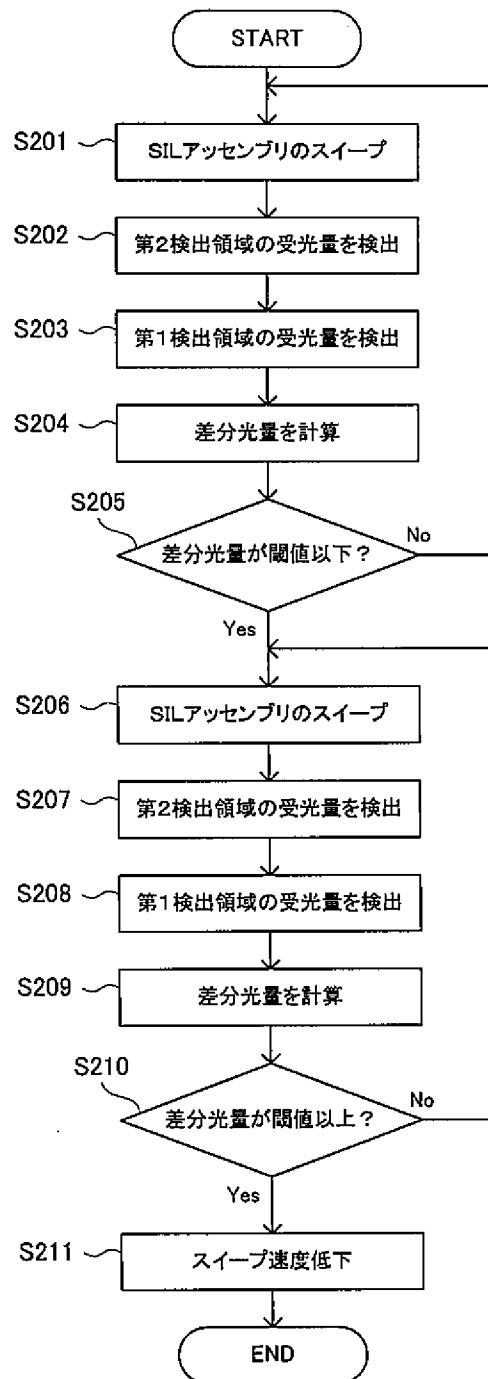
[図6]



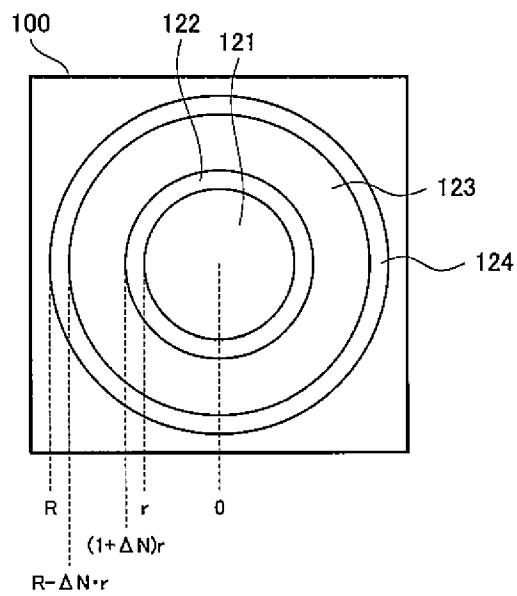
[図7]



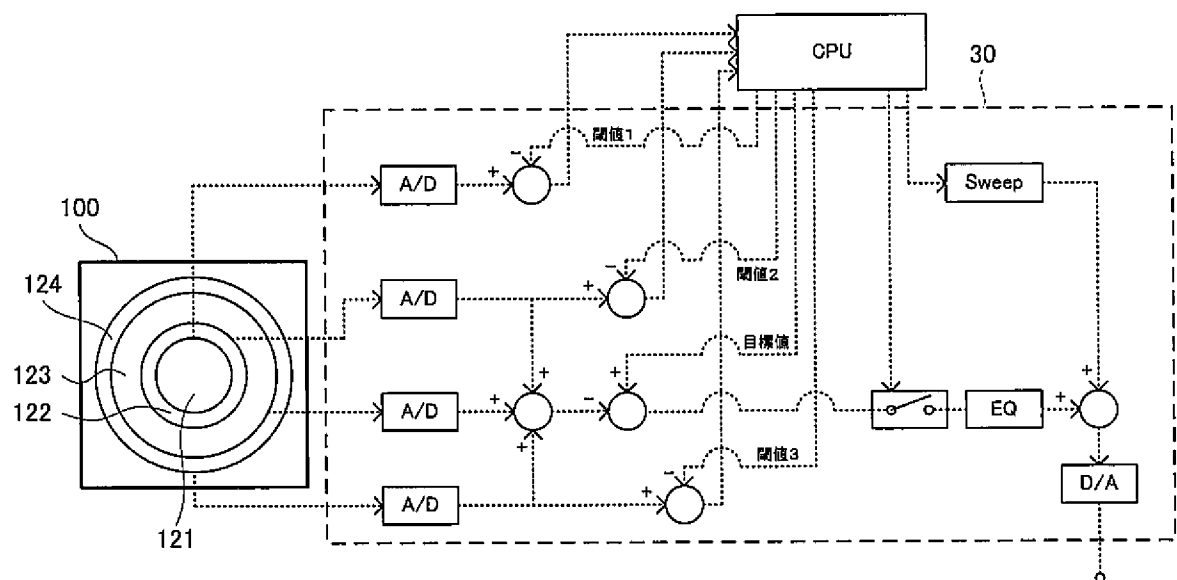
[図8]



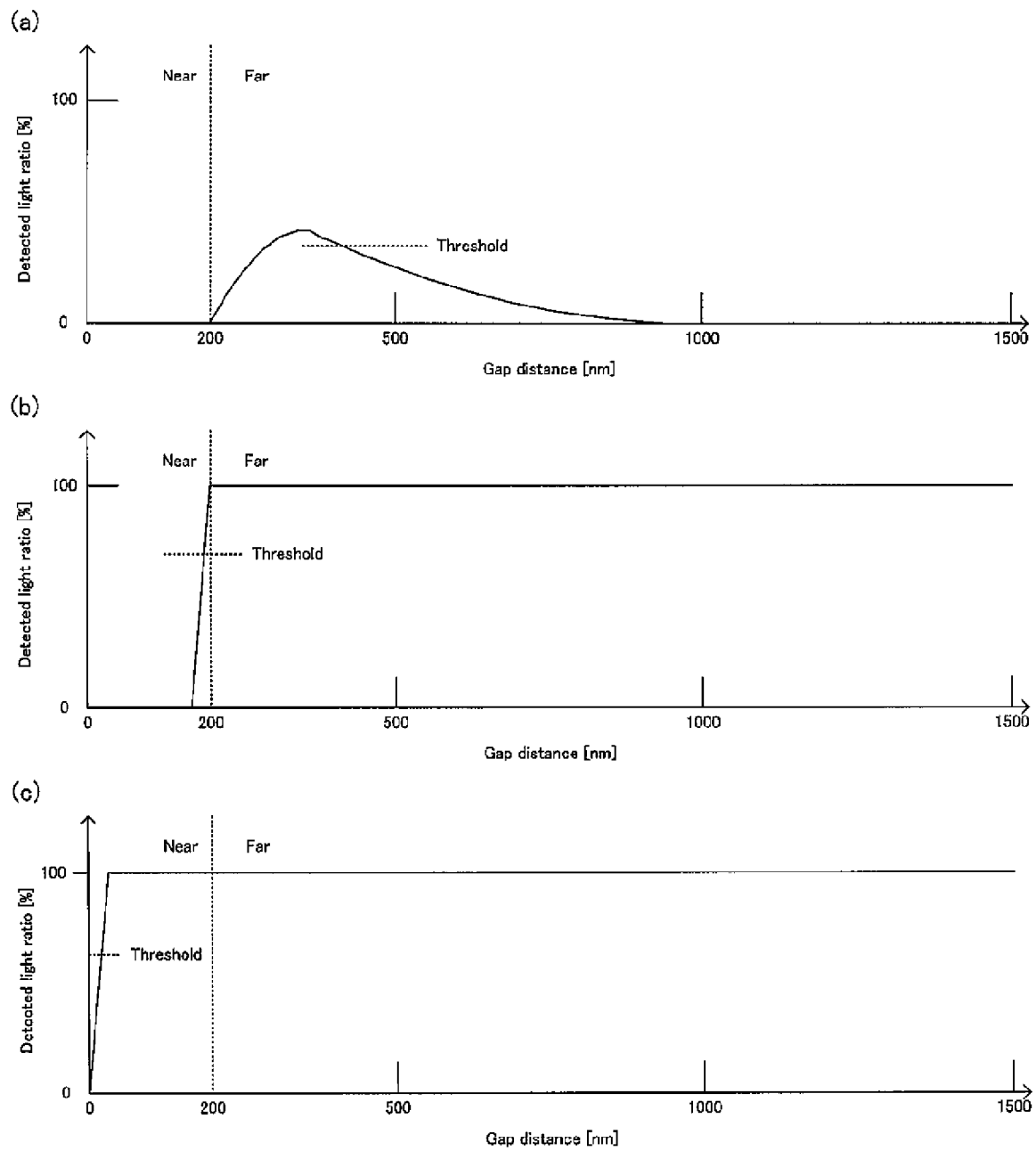
[図9]



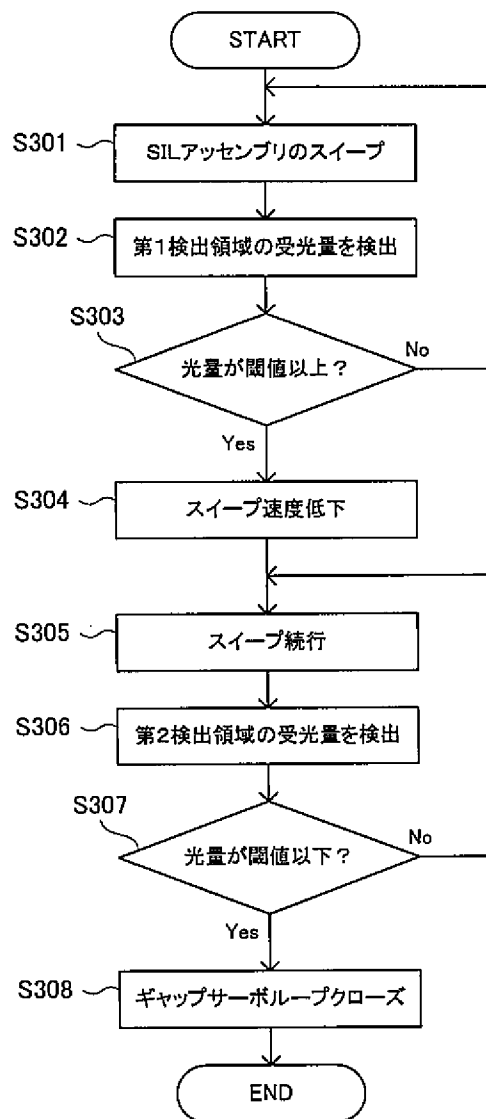
[図10]



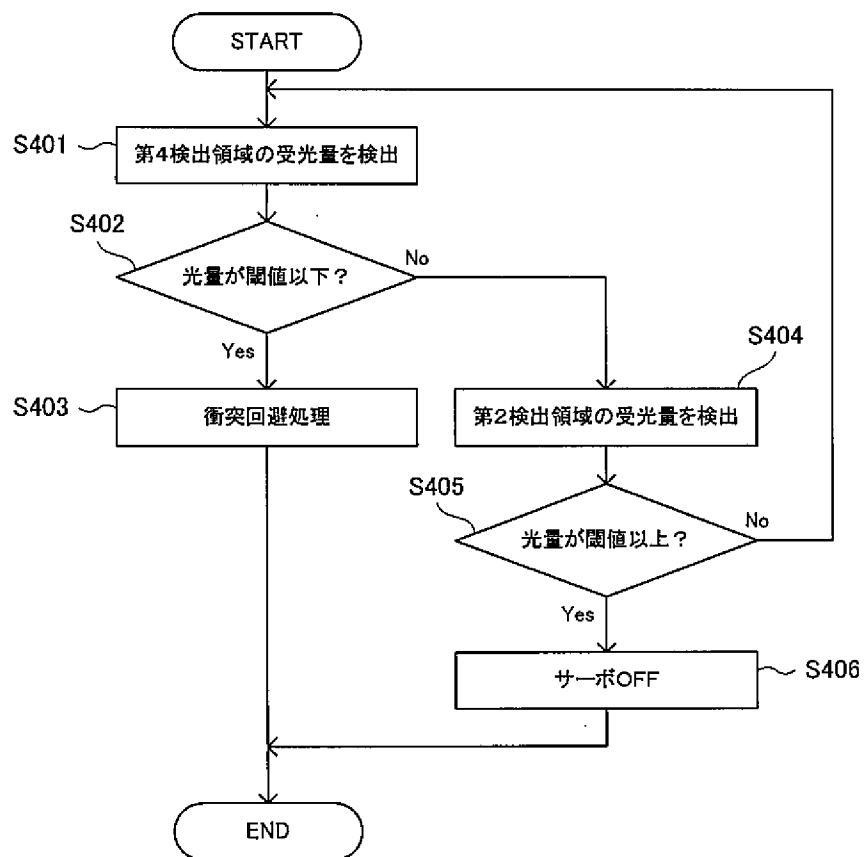
[図11]



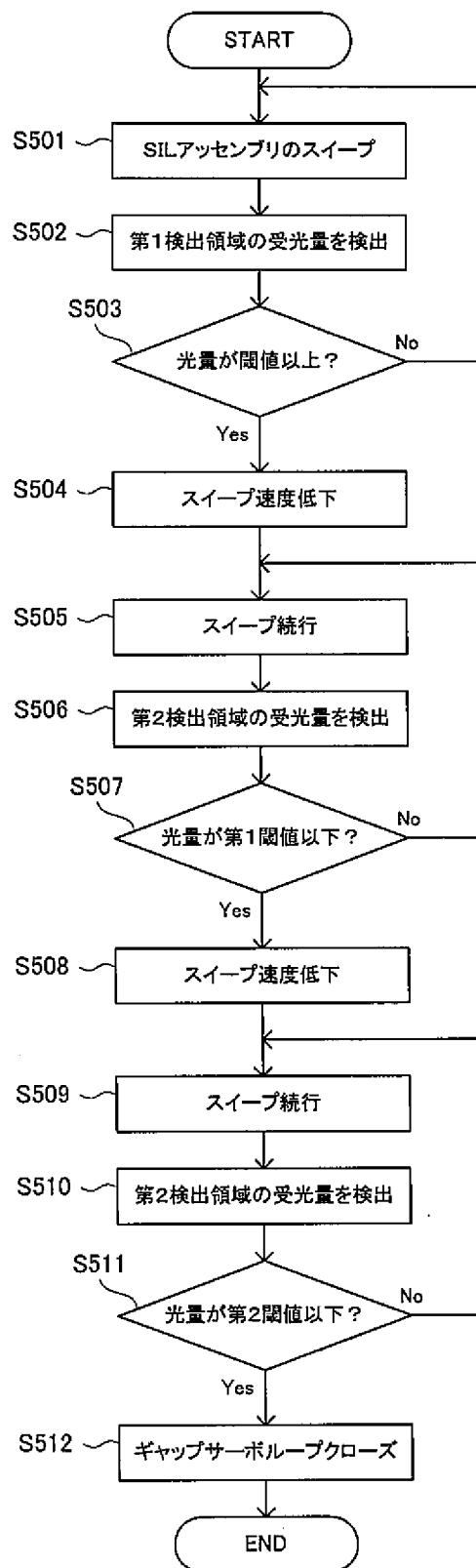
[図12]



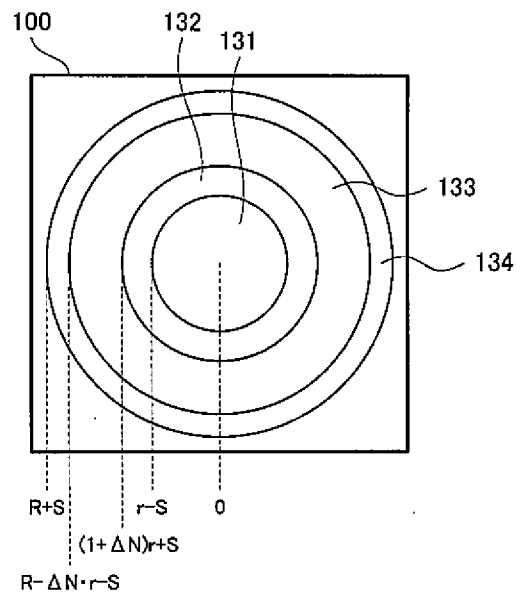
[図13]



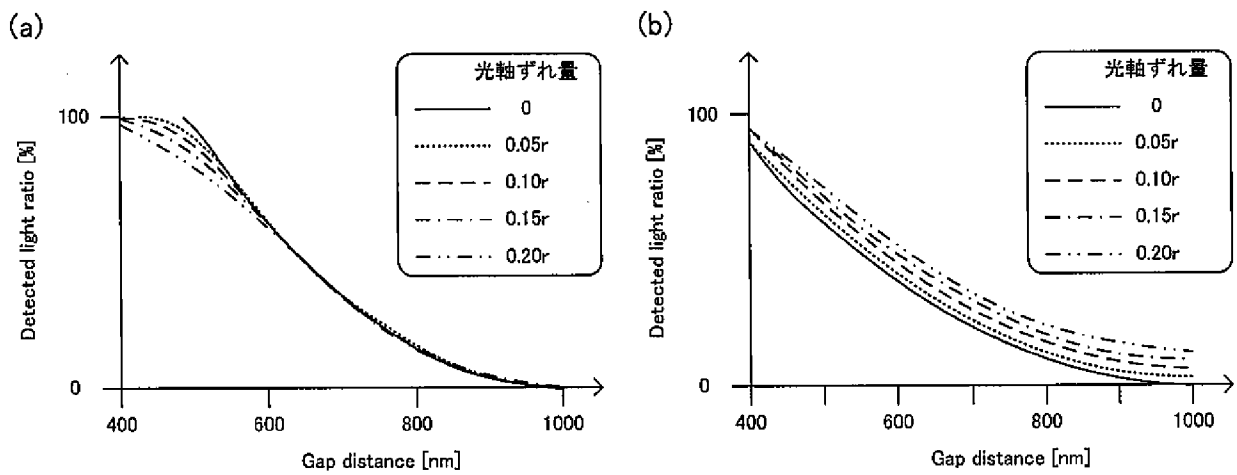
[図14]



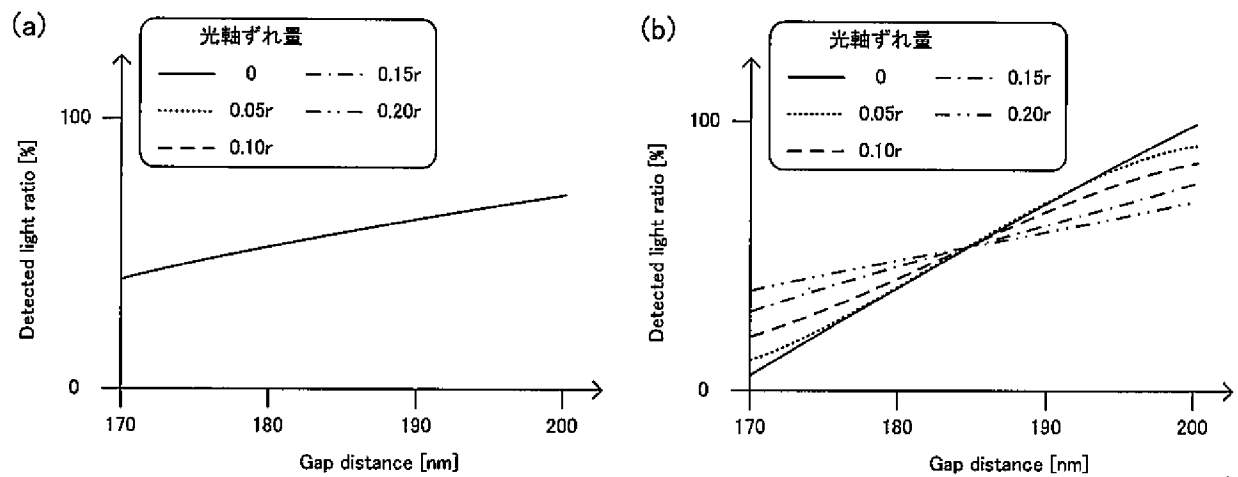
[図15]



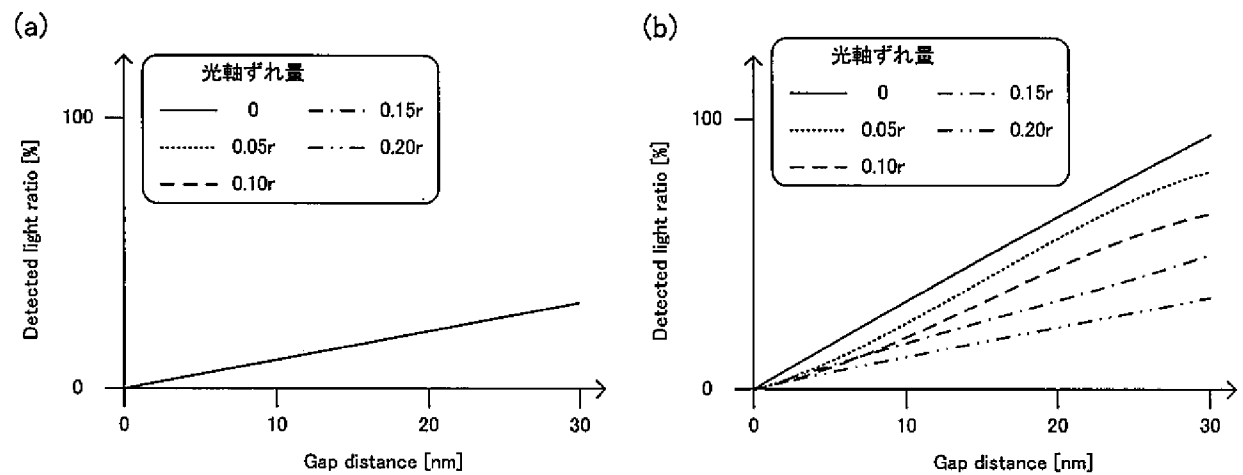
[図16]



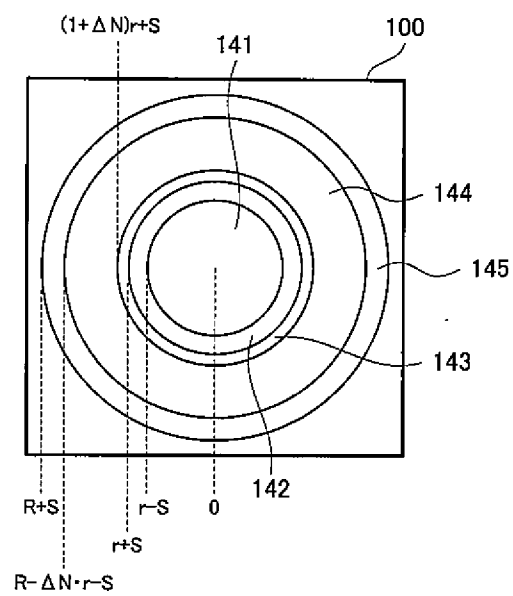
[図17]



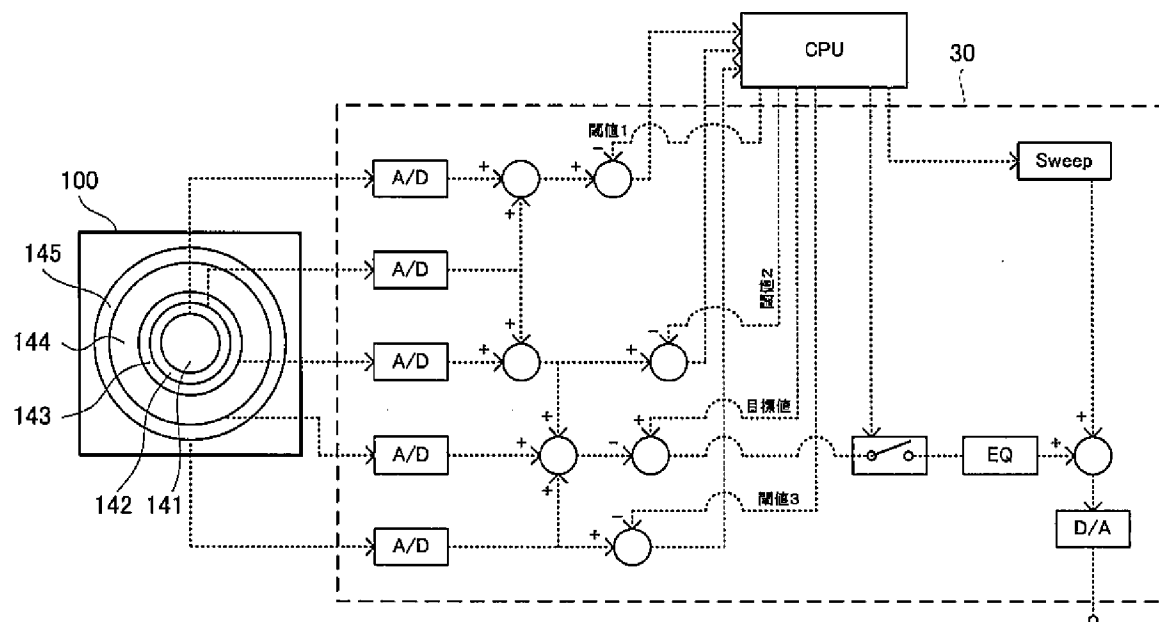
[図18]



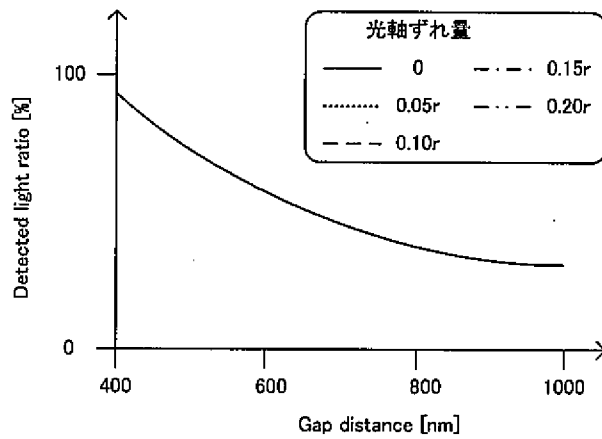
[図19]



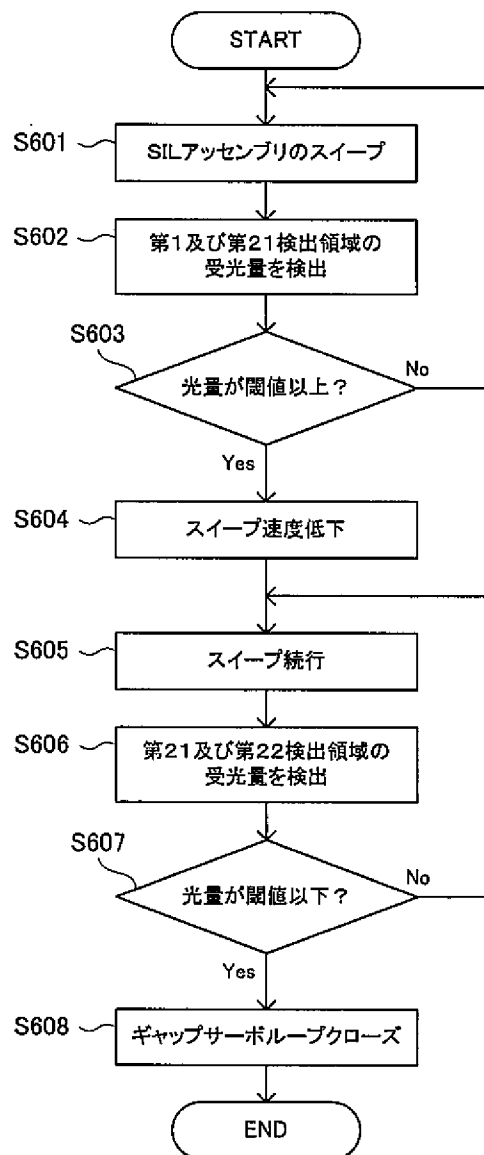
[図20]



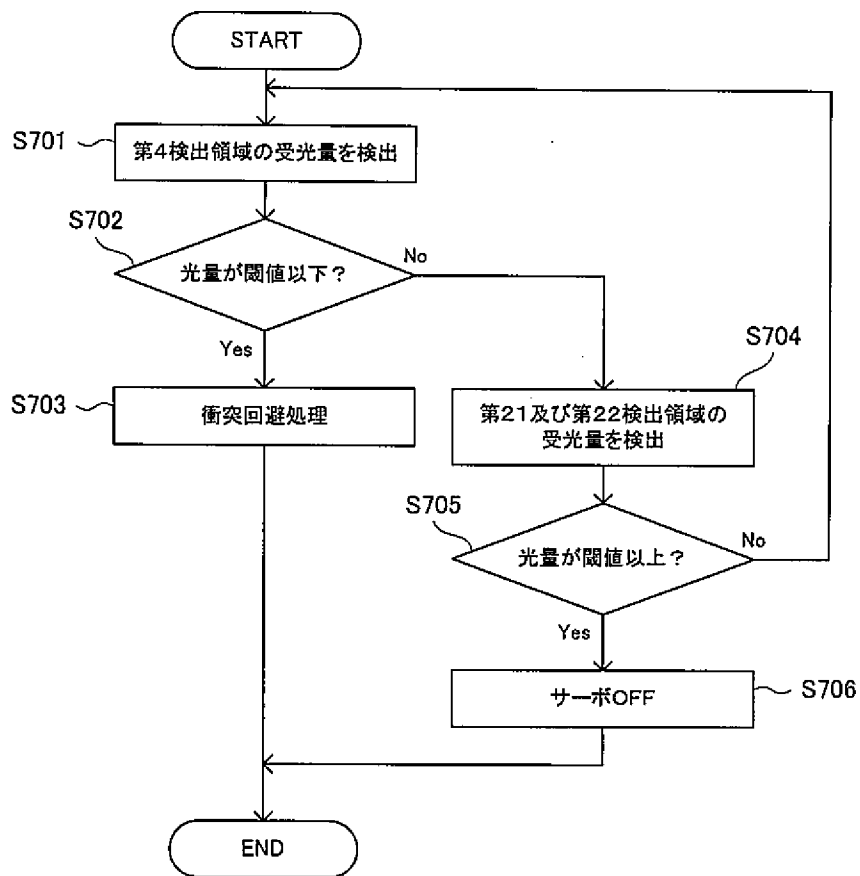
[図21]



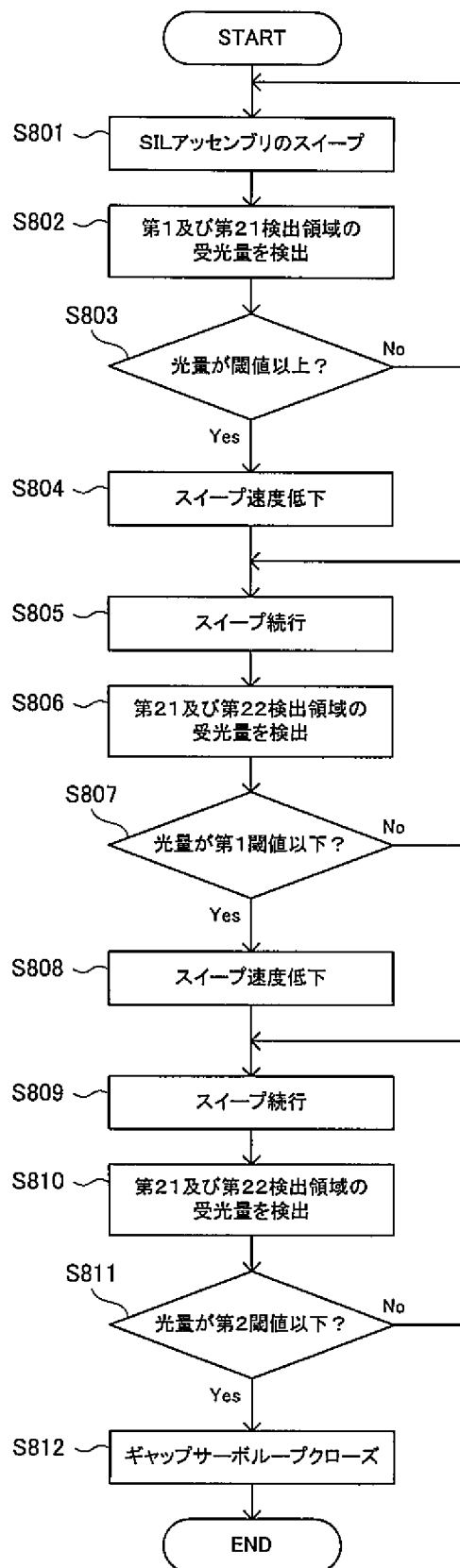
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/062383

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/135(2006.01) i, G11B7/085(2006.01) 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)

G11B7/135, G11B7/085

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 2009-093745 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 30 April, 2009 (30.04.09), Par. Nos. [0035] to [0050], [0067] to [0072]; Figs. 3, 4, 9, 10 (Family: none)	1-12
X A	WO 2008/114406 A1 (Pioneer Corp.), 25 September, 2008 (25.09.08), Par. Nos. [0058] to [0067]; Fig. 5 (Family: none)	1-7 8-12
A	JP 2008-511090 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 10 April, 2008 (10.04.08), Full text; all drawings & WO 2006/021898 A1 & EP 1784825 A	1-12

☐ 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
28 August, 2009 (28.08.09)

Date of mailing of the international search report
08 September, 2009 (08.09.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/135 (2006.01)i, G11B7/085 (2006.01)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 (I P C))

Int.Cl. G11B7/135, G11B7/085

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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
X	J P 2 0 0 9 - 0 9 3 7 4 5 A (三洋電機株式会社) 2 0 0 9 . 0 4 . 3 0 , 段落【0 0 3 5】 - 【0 0 5 0】 , 【0 0 6 7】 - 【0 0 7 2】 , 図3, 4, 9, 1 0 (ファミリーなし)	1 - 1 2
X	WO 2 0 0 8 / 1 1 4 4 0 6 A 1 (パイオニア株式会社) 2 0 0 8 . 0 9 . 2 5 , 段落【0 0 5 8】 - 【0 0 6 7】 , 図5	1 - 7
A	(ファミリーなし)	8 - 1 2

☒ 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

2 8 . 0 8 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 9 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

小山 和俊

5 D

4 0 6 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

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 2008-511090 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ) 2008. 04. 10, 全文、全図 & WO 2006/021898 A1 & EP 1784825 A	1-12