

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4241533号
(P4241533)

(45) 発行日 平成21年3月18日 (2009.3.18)

(24) 登録日 平成21年1月9日 (2009.1.9)

(51) Int.Cl.

F I

G 1 1 B 7/135 (2006.01)

G 1 1 B 7/135

A

G 0 2 B 13/00 (2006.01)

G 0 2 B 13/00

請求項の数 23 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-213590 (P2004-213590)
 (22) 出願日 平成16年7月21日 (2004.7.21)
 (65) 公開番号 特開2006-31901 (P2006-31901A)
 (43) 公開日 平成18年2月2日 (2006.2.2)
 審査請求日 平成19年7月17日 (2007.7.17)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100122884
 弁理士 角田 芳末
 (74) 代理人 100113516
 弁理士 磯山 弘信
 (72) 発明者 山本 健二
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
 ニー株式会社内
 (72) 発明者 前田 史貞
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
 ニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対物レンズとこれを用いた光学ピックアップ装置、光記録再生装置及び収差補正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光記録媒体の記録面に光を集光して、記録及び / 又は再生を行う光学ピックアップ装置
 に用いられる対物レンズであって、

上記光記録媒体のカバー部の厚み誤差を含む厚さの相違を M [mm] とし、前記厚さの
 相違 M で生じる 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(C)$ [rms]、 $SA5(C)$
 [rms] としたとき、

$$SA5(C) - 1.9M$$

を満足する光記録媒体に対応し、

上記対物レンズの倍率収差で発生する 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(L)$ [rms]、 $SA5(L)$ [rms] としたとき、上記対物レンズが、
 $0.1 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.9$
 を満足するように形成され、上記厚さの相違 M が ± 0.02 mm の場合に対応する
 対物レンズ。

【請求項 2】

上記対物レンズが、

$$0.65 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.35$$

を満足するように形成される請求項 1 記載の対物レンズ。

【請求項 3】

上記対物レンズが、

上記厚さの相違 M が $\pm 0.05 \text{ mm}$ の場合に対応する請求項 2 記載の対物レンズ。

【請求項 4】

前記記録及び / 又は再生を行う光の波長が 405 nm 付近である請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の対物レンズ。

【請求項 5】

上記光記録媒体が、2つの記録面を有して成り、

上記記録面の間の中間層が、 0.02 mm 以上とされる場合に対応する請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の対物レンズ。

【請求項 6】

光記録媒体の記録面に少なくとも対物レンズを用いて光を集光して、記録及び / 又は再生を行う光学ピックアップ装置であって、

上記光記録媒体のカバー部の厚み誤差を含む厚さの相違を $M [\text{mm}]$ とし、前記厚さの相違 M で生じる 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(C) [\text{rms}]$ 、 $SA5(C) [\text{rms}]$ としたとき、

$$SA5(C) - 1.9M$$

を満足する光記録媒体に対応し、

上記対物レンズの倍率収差で発生する 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(L) [\text{rms}]$ 、 $SA5(L) [\text{rms}]$ としたとき、上記対物レンズとして、

$0.1 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.9$ を満足するように形成され、上記厚さの相違 M が $\pm 0.02 \text{ mm}$ の場合に対応した対物レンズを用いる

光学ピックアップ装置。

【請求項 7】

上記対物レンズとして、

$0.65 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.35$

を満足するように形成された対物レンズを用いる請求項 6 記載の光学ピックアップ装置。

【請求項 8】

上記対物レンズとして、

上記厚さの相違 M が $\pm 0.05 \text{ mm}$ の場合に対応する対物レンズを用いる請求項 7 記載の光学ピックアップ装置。

【請求項 9】

前記記録及び / 又は再生を行う光の波長が 405 nm 付近である請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の光学ピックアップ装置。

【請求項 10】

上記光記録媒体が、2つの記録面を有して成り、

上記記録面の間の中間層が、 0.02 mm 以上とされる場合に対応する請求項 6 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の光学ピックアップ装置。

【請求項 11】

上記光記録媒体のカバー部の厚み誤差を含む厚さの相違で生じる 3 次と 5 次の球面収差を、上記対物レンズの倍率収差で発生する 3 次と 5 次の球面収差で補正するための手段として、

光軸方向に駆動され位置調整ができるコリメータレンズを有する請求項 6 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の光学ピックアップ装置。

【請求項 12】

光記録媒体の記録面に少なくとも対物レンズを用いて光を集光して、記録及び / 又は再生を行う光学ピックアップ装置を少なくとも有する光記録再生装置であって、

上記光記録媒体のカバー部の厚み誤差を含む厚さの相違を $M [\text{mm}]$ とし、前記厚さの相違 M で生じる 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(C) [\text{rms}]$ 、 $SA5(C)$

10

20

30

40

50

[rms] としたとき、

$$SA5(C) - 1.9M$$

を満足する光記録媒体に対応し、

上記対物レンズの倍率収差で発生する 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(L)$ [rms]、 $SA5(L)$ [rms] としたとき、上記対物レンズとして、

$0.1 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.9$
を満足するように形成され、上記厚さの相違 M が $\pm 0.02 \text{ mm}$ の場合に対応した対物レンズを含む光学ピックアップ装置を用いる

光記録再生装置。

【請求項 13】

上記対物レンズとして、

$$0.65 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.35$$

を満足するように形成された対物レンズを含む光学ピックアップ装置を用いる請求項 12 記載の光記録再生装置。

【請求項 14】

上記対物レンズとして、

上記厚さの相違 M が $\pm 0.05 \text{ mm}$ の場合に対応する対物レンズを用いる請求項 13 記載の光記録再生装置。

【請求項 15】

前記記録及び / 又は再生を行う光の波長が 405 nm 付近である請求項 12 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の光記録再生装置。

【請求項 16】

上記光記録媒体が、2 つの記録面を有して成り、

上記記録面の間の中間層が、 0.02 mm 以上とされる場合に対応する請求項 12 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の光記録再生装置。

【請求項 17】

上記光記録媒体が、BD (登録商標) 型の記録層を 2 層有する光記録媒体である場合に対応する請求項 12 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の光記録再生装置。

【請求項 18】

上記光学ピックアップ装置は、光軸方向に駆動され位置調整ができるコリメータレンズをさらに有し、

上記コリメータレンズを光軸方向に駆動し位置調整することで収差を補正する請求項 12 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の光記録再生装置。

【請求項 19】

光記録媒体の記録面に少なくとも対物レンズを用いて光を集光して、記録及び / 又は再生を行う際に収差を補正する収差補正方法であって、

上記光記録媒体のカバー部の厚み誤差を含む厚さの相違を M [mm] とし、前記厚さの相違 M で生じる 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(C)$ [rms]、 $SA5(C)$ [rms] としたとき、

$$SA5(C) - 1.9M$$

を満足する光記録媒体に対応し、

上記対物レンズの倍率収差で発生する 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(L)$ [rms]、 $SA5(L)$ [rms] としたとき、上記対物レンズとして、

$0.1 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.9$
を満足するように形成され、上記厚さの相違 M が $\pm 0.02 \text{ mm}$ の場合に対応した対物レンズを用いる

収差補正方法。

【請求項 20】

上記対物レンズとして、

10

20

30

40

50

$0.65 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.35$

を満足するように形成した対物レンズを用いる請求項 19 記載の収差補正方法。

【請求項 21】

上記対物レンズとして、

上記厚さの相違 M が $\pm 0.05 \text{ mm}$ の場合に対応する対物レンズを用いる請求項 20 記載の収差補正方法。

【請求項 22】

前記記録及びノ又は再生を行う光を波長 405 nm 付近の光とする請求項 19 ~ 21 のいずれか 1 項に記載の収差補正方法。

【請求項 23】

上記光記録媒体が、2 つの記録面を有して成り、

上記記録面の間の中間層が、 0.02 mm 以上とされる場合に対応する請求項 19 ~ 22 のいずれか 1 項に記載の収差補正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に開口数 NA の高い対物レンズを用いて光記録再生を行う光記録媒体に用いて好適な対物レンズとこれを用いた光学ピックアップ装置、光記録再生装置及び収差補正方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、光記録媒体において、記録密度が異なる種々のタイプの光記録媒体が開発されており、例えばディスク状の光記録媒体では、例えばレーザー光の使用波長が 780 nm 付近である CD (Compact Disc、登録商標)、使用波長が 660 nm 付近である DVD (Digital Versatile Disc、登録商標)、使用波長が 405 nm 付近である BD (Blu-ray Disc、登録商標)、同様に使用波長が 405 nm 付近である $HD DVD$ (High Definition DVD、登録商標)、 AOD (Advanced Optical Disk、登録商標) 等が挙げられる。以下、 BD (登録商標) 型の光記録媒体を第 1 の光記録媒体とし、同様に、 DVD (登録商標) 型、 CD (登録商標) 型、 $HD DVD$ (登録商標) 型の光記録媒体をそれぞれ第 2、第 3、第 4 の光記録媒体と記す。

【0003】

これらの光記録媒体においてはその構造がそれぞれ異なり、光を照射する側のカバー部、すなわち基板やカバー層の厚さが異なる。

特に、上述の第 1 の光記録媒体、第 4 の光記録媒体等のように対物レンズの開口数 NA が高く設定される場合、カバー層の厚さ変動に対する球面収差感度が高いうえに高次収差が発生する。

球面収差があると、情報記録層での光スポットの集光特性が悪くなり、情報の記録再生特性が劣化してしまう。

【0004】

このため、球面収差を補正する機構が導入されている。

例えば、ビームエキスパンダーレンズやコリメータレンズを光軸方向に駆動して対物レンズに入射するビームの発散角を変化させて球面収差を発生させて、この球面収差がカバー層の厚み誤差による球面収差と逆の極性になるようにレンズ駆動位置を調整して、収差をいわばキャンセルする方法が提案されている (例えば特許文献 1 参照)。

【0005】

この方法は、実効的に対物レンズに入射する光の発光点距離を調整していることと等価であり、対物レンズの倍率収差を利用してカバー層厚み誤差の収差をキャンセルするものである。

例えば第 1 の光記録媒体において、記録層が単層のディスク規格では、カバー層の厚み

誤差が $\pm 5 \mu m$ であり、高次の球面収差量は少なかったため、主に3次の球面収差を補正できれば問題とはならなかった。

【特許文献1】特開2000-131603号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、近年、第1の光記録媒体において記録層を2層とする多層記録構成が提案されており、この場合は2層の記録層の間の中間層は、その厚さが $25 \mu m$ 程度とされ、各層に $\pm 5 \mu m$ のカバー層厚み誤差が認められているため、補正すべき球面収差量が非常に大きくなり、低次のみではなく高次の球面収差を補正する必要も生じてきた。

10

高次の収差については、5次の収差が支配的であることから、3次と5次の球面収差を同時に補正することで高次を含む球面収差を十分に低減することができ、記録再生特性への影響を回避できると考えられる。

【0007】

このような問題に鑑みて、本発明は、カバー層の厚さ（厚み誤差を含む）の相違で生じる球面収差の3次と5次の成分を同時に補正して、球面収差補正を良好に行うことの可能な対物レンズとこれを用いた光学ピックアップ装置、光記録再生装置及び収差補正方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

20

上記課題を解決するため、本発明は、光記録媒体の記録面に光を集光して、記録及び/又は再生を行う対物レンズであって、上記光記録媒体のカバー部の厚み誤差を含む厚さの相違を $M [mm]$ とし、前記厚さの相違 M で生じる3次と5次の球面収差をそれぞれ $SA3(C) [rms]$ 、 $SA5(C) [rms]$ としたとき、

$$SA5(C) - 1.9M$$

を満足する光記録媒体に対応し、上記対物レンズの倍率収差で発生する3次と5次の球面収差をそれぞれ $SA3(L) [rms]$ 、 $SA5(L) [rms]$ としたとき、上記対物レンズが、

$$0.1 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.9$$

を満足するように形成され、上記厚さの相違 M が $\pm 0.02 mm$ の場合に対応するように形成される。

30

【0009】

また、本発明は、上述の構成において、対物レンズとして、

$$0.65 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.35$$

を満足するように形成される。

更に、本発明は、上述の各構成において、上記光記録媒体が、2つの記録面を有して成り、上記記録面の間の中間層が、 $20 \mu m$ 以上とされる。

【0010】

また、本発明は、光記録媒体の記録面に少なくとも対物レンズを用いて光を集光して、記録及び/又は再生を行う光学ピックアップ装置であって、上記光記録媒体のカバー部の厚み誤差を含む厚さの相違を $M [mm]$ とし、前記厚さの相違 M で生じる3次と5次の球面収差をそれぞれ $SA3(C) [rms]$ 、 $SA5(C) [rms]$ としたとき、

40

$$SA5(C) - 1.9M$$

を満足する光記録媒体に対応し、上記対物レンズの倍率収差で発生する3次と5次の球面収差をそれぞれ $SA3(L) [rms]$ 、 $SA5(L) [rms]$ としたとき、上記対物レンズとして、

$$0.1 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.9$$

を満足するように形成され、上記厚さの相違 M が $\pm 0.02 mm$ の場合に対応した対物レンズを用いる。

【0011】

50

また、本発明は、光記録媒体の記録面に少なくとも対物レンズを用いて光を集光して、記録及び／又は再生を行う光学ピックアップ装置を少なくとも有する光記録再生装置であって、上記光記録媒体のカバー部の厚み誤差を含む厚さの相違を M [mm] とし、前記厚さの相違 M で生じる 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(C)$ [rms]、 $SA5(C)$ [rms] としたとき、

$$SA5(C) - 1.9M$$

を満足する光記録媒体に対応し、上記対物レンズの倍率収差で発生する 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(L)$ [rms]、 $SA5(L)$ [rms] としたとき、上記対物レンズとして、

$$0.1 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.9$$

を満足するように形成され、上記厚さの相違 M が ± 0.02 mm の場合に対応した対物レンズを含む光学ピックアップ装置を用いる。

【0012】

また、本発明は、光記録媒体の記録面に少なくとも対物レンズを用いて光を集光して、記録及び／又は再生を行う際に収差を補正する収差補正方法であって、上記光記録媒体のカバー部の厚み誤差を含む厚さの相違を M [mm] とし、前記厚さの相違 M で生じる 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(C)$ [rms]、 $SA5(C)$ [rms] としたとき、

$$SA5(C) - 1.9M$$

を満足する光記録媒体に対応し、上記対物レンズの倍率収差で発生する 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(L)$ [rms]、 $SA5(L)$ [rms] としたとき、上記対物レンズとして、

$$0.1 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.9$$

を満足するように形成され、上記厚さの相違 M が ± 0.02 mm の場合に対応した対物レンズを用いる。

【0013】

上述の本発明の対物レンズ、光学ピックアップ装置、光記録再生装置及び収差補正方法によれば、対物レンズの倍率収差で発生する 3 次と 5 次の球面収差の比を、光記録媒体のカバー部の厚み誤差を含む厚さの相違で生じる 3 次と 5 次の球面収差の比に対して適切な範囲に選定することによって、確実にカバー層の厚み誤差を含む厚さの相違による球面収差を補正することができる。

【発明の効果】

【0014】

上述の本発明の対物レンズ及び収差補正方法によれば、以上説明したように、光記録媒体のカバー部の厚み誤差を含む厚さの相違で生じる 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(C)$ 、 $SA5(C)$ とし、対物レンズの倍率収差で発生する 3 次と 5 次の球面収差をそれぞれ $SA3(L)$ 、 $SA5(L)$ としたとき、対物レンズを、

$$0.1 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.9$$

として構成することによって、カバー層の厚み誤差を含む厚さの相違による球面収差を適切な範囲に抑えて、確実に球面収差を補正することができる。

更に、本発明において、対物レンズの倍率収差で生じる 3 次と 5 次の球面収差を、

$$0.65 < (SA5(L) / SA3(L)) / (SA5(C) / SA3(C)) < 1.35$$

の範囲として構成することによって、カバー層の厚み誤差を含む厚さの相違による球面収差を更に抑制することができて、より精度良く収差を補正することができる。

また、本発明の光学ピックアップ装置及び光記録再生装置によれば、確実に球面収差を補正することができることから、開口数の高い対物レンズを用いる場合においても、高次の収差による記録再生特性の低下を回避することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下本発明を実施するための最良の形態の例を説明するが、本発明は以下の例に限定さ

10

20

30

40

50

れるものではない。

先ず、本発明に適用して好適な光記録再生装置及び光学ピックアップ装置の一例について図1及び図2の概略構成図を参照して説明する。

図1に示すように、この光記録再生装置100は、外筐102内に所要の各部材及び各機構が配置されて成り、この外筐102には、図示しないが例えばディスク状の光記録媒体10の挿入口が設けられて成る。

そして外筐102内には配置されたシャーシ(図示せず)に光記録媒体10を移動させる例えばスピンドルモータが取り付けられ、このモータ軸に例えばディスクテーブル103が固定される。

シャーシには、平行なガイド軸104、104が取り付けられると共に図示しない送りモータによって回転されるリードスクリュー105が支持されている。

【0016】

この光記録再生装置100の光学ピックアップ装置40は、移動ベース107とこの移動ベース107に設けられた所要の光学部品と移動ベース107上に配置された対物レンズ駆動装置108とを有し、移動ベース107の両端部に設けられた軸受け部107a、107bがそれぞれガイド軸104、104に摺動自在に支持されている。対物レンズ駆動装置108は、可動部108aと固定部108bとを有し、可動部108aが固定部108bに図示しないサスペンションを介して移動自在に支持されている。移動ベース107に設けられた図示しないナット部材がリードスクリュー105に螺合され、送りモータによってリードスクリュー105が回転されると、ナット部材がリードスクリュー105の回転方向へ応じた方向へ送られ、光学ピックアップ装置40がディスクテーブル103に装着される光記録媒体10の半径方向に移動可能とされる。

【0017】

このような構成の光記録再生装置100において、スピンドルモータの回転に伴ってディスクテーブル103が回転されると、このディスクテーブル103に装着された光記録媒体10、すなわち第1の光記録媒体、第2の光記録媒体、第3の光記録媒体又は第4の光記録媒体等が回転され、同時に上述の機構により光学ピックアップ装置40は、光記録媒体10の半径方向へ移動されて、光記録媒体10の記録面全面に対向するように移動可能とされ、所定トラック位置において記録動作又は再生動作が行われる。このとき、対物レンズ駆動装置108の可動部108aが固定部108bに対して移動され、可動部108aに設けられた後述する対物レンズのフォーカシング調整及びトラッキング調整が行われる。

【0018】

光学ピックアップ装置40は、図2に示すように、例えば光源41、偏光ビームスプリッタ45、コリメータレンズ46、立ち上げミラー47、1/4波長板48、対物レンズ3、コンバージョンレンズ49、光軸合成素子50及び受光素子51を少なくとも備え、対物レンズ3以外は上述の図1において説明した移動ベース107に配置され、対物レンズ3は対物レンズ駆動装置108の可動部108aに設けられている。

光源41は、その内部に発光素子42を有して成り、例えば第1の光記録媒体に対応する約405nmのレーザ光が出射される。

【0019】

偏光ビームスプリッタ45は、偏光方向の違いにより入射されたレーザ光を透過又は反射させる機能を有し、往路におけるレーザ光がスプリット面45aを透過されてコリメータレンズ46に入射され、復路におけるレーザ光がスプリット面45aで反射されて受光素子51へ向かう。

コリメータレンズ46により平行光とされたレーザ光は、立ち上げミラー47により光路を略90°変換されて反射され、1/4波長板48により偏光方向を変換されて、本発明構成の対物レンズ3に入射されて、光記録媒体10の記録面に集光される。

そして、光記録媒体10から反射されたレーザ光は、対物レンズ3を介して1/4波長板48に入射されて再び偏光方向を変換され、立ち上げミラー47に反射されてコリメー

10

20

30

40

50

タレンズ 4 6 を透過した後、上述したように、偏光ビームスプリッタ 4 5 のスプリット面 4 5 a により反射されて、光軸合成素子 5 0 を介して受光素子 5 1 の所定位置に入射されて信号が検出される。

【 0 0 2 0 】

このような構成の光記録再生装置 1 0 0、光学ピックアップ装置 4 0 に用いる本発明構成の対物レンズ 3 の一例の概略構成を図 3 に示す。

図 3 の例においては、対物レンズ 3 として 2 群レンズを採用した場合を示し、光記録媒体 1 0 側から順に第 1 のレンズ 3 1 及び第 2 のレンズ 3 2 が配置される。

図 3 A においては、光記録媒体 1 0 のカバー層 1 1 の厚さ（厚み誤差を含む）の相違がない場合の光照射態様を示し、光記録媒体 1 0 に照射する記録及び／又は再生用の光 L が、光記録媒体 1 0 の記録面において集光されている状態を示す。

10

一方、図 3 B においては、光記録媒体 1 0 のカバー層 1 1 の厚さ（厚み誤差を含む）の相違がある場合の光照射態様を示し、光記録媒体 1 0 に照射する記録及び／又は再生用の光 L が、その記録面からずれて集光された状態を模式的に示す。

【 0 0 2 1 】

図 4 に、カバー層の厚さの相違と球面収差との関係を示す。図 4 において、実線 a は 3 次の収差 S A 3 (C)、2 点鎖線 b は 5 次の収差 S A 5 (C)、破線 c は 3 次と 5 次の収差の和 S A 3 (C) + S A 5 (C) を示す。

また、対物レンズの倍率と倍率収差との関係を図 5 に示す。図 5 において、実線 d は 3 次の収差 S A 3 (L)、2 点鎖線 e は 5 次の収差 S A 5 (L)、破線 f は 3 次と 5 次の収差の和 S A 3 (L) + S A 5 (L) を示す。

20

【 0 0 2 2 】

ここで、例えば図 4 において、カバー層の厚みに - 2 0 μ m の相違が生じているとすると、3 次の収差 S A 3 (C) は略 0 . 2 であることから、倍率収差として - 0 . 2 の収差補正量が必要である。このとき、カバー層の厚みに対する 5 次の収差 S A 5 (C) と、5 次の倍率収差 S A 5 (L) との和の絶対値が大きいほど、5 次の球面収差補正が十分でないこととなる。

【 0 0 2 3 】

例えば前述の第 1 の光記録媒体において 2 層構成とする場合、各層のカバー層の厚さは 7 5 μ m 以上 1 0 0 μ m 以下とされ、それぞれ ± 5 μ m の厚み誤差に設計される。したがって、カバー層の厚みとしてとりうる範囲は 7 0 ~ 1 0 5 μ m となり、この場合、± 1 7 . 5 ~ ± 2 0 μ m のカバー層の厚さの差を補正することが要求される。

30

【 0 0 2 4 】

ここで良好に収差補正を行う範囲として、本発明においては、対物レンズの倍率収差で生じる 5 次及び 3 次の球面収差の比を、以下の式 (1) の範囲に選定する。すなわち、

$0 . 1 < (S A 5 (L) / S A 3 (L)) / (S A 5 (C) / S A 3 (C)) < 1 . 9 \cdots (1)$
として対物レンズを構成する。

また更に良好に収差を補正するために、本発明においては、以下の式 (2) の範囲に選定する。すなわち、

$0 . 6 5 < (S A 5 (L) / S A 3 (L)) / (S A 5 (C) / S A 3 (C)) < 1 . 3 5 \cdots (2)$

40

として対物レンズを構成する。

【 0 0 2 5 】

これら式 (1) 又は式 (2) に示す範囲に選定することによって、以下に説明するように、良好にカバー層の厚さ（厚み誤差を含む）の相違による収差を補正することができた。

先ず、3 次の球面収差を完全に補正した場合に、5 次の球面収差の取れ残りをある程度以内とする範囲について検討した。例えば、± 0 . 0 3 5 rms 以内、すなわち Marechal 基準 (0 . 0 7 rms) の半値以内に抑える条件は、

$- 0 . 0 3 5 < S A 5 (L) + S A 5 (C) < 0 . 0 3 5 \cdots (3)$

50

となる。3 次の球面収差を完全に補正するということは、

$$-SA3(L) = SA3(C) \cdots (4)$$

とすることとなる。式(1)に式(4)を代入すると、

$$0.1 < -SA5(L) / SA5(C) < 1.9 \cdots (5)$$

となる。

【0026】

カバー層の厚さ(厚み誤差を含む)の相違をM [mm] とすると、図4に示すカバー層の厚さ(厚み誤差を含む)の相違と球面収差との関係より、5 次の球面収差SA5(C)は、

$$SA5(C) = 1.9M \cdots (6)$$

10

である。

したがって、式(5)及び(6)より、

$$0.1 < SA5(L) / (1.9M) < 1.9 \cdots (7)$$

となり、M > 0 のとき、

$$0.19M < SA5(L) < 3.61M \cdots (8)$$

となって、式(6)及び(8)より、

$$-1.71M < SA5(L) + SA5(C) < 1.71M \cdots (9)$$

が与えられる。

【0027】

一方、M < 0 のとき、

$$3.61M < SA5(L) < 0.19M \cdots (10)$$

20

となり、式(6)及び(10)より、

$$1.71M < SA5(L) + SA5(C) < -1.71M \cdots (11)$$

となる。

【0028】

上述したように、カバー層の厚み誤差を含む厚さの相違の範囲は±20 μm程度とすると、M = 0.02 [mm] のとき、式(9)より、

$$-0.0342 < SA5(L) + SA5(C) < 0.0342$$

となり、上記式(3)の条件を満足することがわかる。また、M = -0.02 [mm] のときは、上記式(11)より、

$$-0.0342 < SA5(L) + SA5(C) < 0.0342$$

30

となって、同様に上記式(3)の条件を満足することがわかる。

上記式(9)及び(11)に規定される範囲を図6において、実線g及び破線hの間の領域A及びBとしてそれぞれ示す。

以上説明したように、対物レンズの倍率収差で生じる3次及び5次の球面収差の比SA5(L)/SA3(L)を、上記式(1)の範囲に選定することによって、上記式(3)の条件を満たし、十分球面収差補正を行うことができることがわかる。

【0029】

また、対物レンズの倍率収差で生じる3次及び5次の球面収差の比SA5(L)/SA3(L)を、上記式(2)の範囲に選定することによって、より好ましく球面収差を補正することができる。以下これを説明する。

40

上述の例においては、3次の球面収差を完全に補正した場合に、5次の球面収差の取れ残りをMarechal基準の半値以内としたが、更に好適な補正条件として、±0.015 rmsの範囲とする場合を考える。この場合の条件は、

$$-0.015 < SA5(L) + SA5(C) < 0.015 \cdots (12)$$

となる。3次の球面収差を完全に補正するということは、

$$SA3(L) = SA3(C) \cdots (13)$$

とすることとなる。式(2)に式(13)を代入すると、

$$0.65 < -SA5(L) / SA5(C) < 1.35 \cdots (14)$$

となる。

50

【 0 0 3 0 】

カバー層の厚さ（厚み誤差を含む）の相違を M [mm] とすると、図 4 に示すカバー層の厚さ（厚み誤差を含む）の相違と球面収差の関係より、5 次の球面収差 $SA5(C)$ は、

$$SA5(C) = 1.9M \cdots (15)$$

である。

したがって、式 (14) 及び (15) より、

$$0.65 < SA5(L) / (1.9M) < 1.35 \cdots (16)$$

となり、 $M > 0$ のとき、

$$1.235M < SA5(L) < 2.565M \cdots (17)$$

となって、式 (15) 及び (17) より、

$$-0.665M < SA5(L) + SA5(C) < 0.665M \cdots (18)$$

が与えられる。

【 0 0 3 1 】

一方、 $M < 0$ のとき、

$$2.565M < SA5(L) < 1.235M \cdots (19)$$

となり、式 (15) 及び (19) より、

$$0.665M < SA5(L) + SA5(C) < -0.665M \cdots (20)$$

となる。

【 0 0 3 2 】

上述したように、カバー層の厚さ（厚み誤差を含む）の相違の範囲は $\pm 20 \mu m$ 程度とすると、 $M = 0.02$ [mm] のとき、式 (18) より、

$$-0.0133 < SA5(L) + SA5(C) < 0.0133$$

となり、上記式 (12) の条件を満足することがわかる。また、 $M = -0.02$ [mm] のときは、上記式 (20) より、

$$-0.0133 < SA5(L) + SA5(C) < 0.0133$$

となって、同様に上記式 (12) の条件を満足することがわかる。

上記式 (18) 及び (20) に規定される範囲を図 7 において、実線 k 及び破線 m の間の領域 C 及び D としてそれぞれ示す。

このように、対物レンズの倍率収差で生じる 3 次及び 5 次の球面収差の比 $SA5(L) / SA3(L)$ を、上記式 (2) の範囲に選定することによって、上記式 (12) の条件を満たし、十分球面収差補正を行うことができることがわかる。

【 0 0 3 3 】

なお、上述したように、上記式 (2) の条件によって、カバー層の厚さ（厚み誤差を含む）の相違 ± 0.02 [mm] の範囲において球面収差を十分良好に、すなわち 0.015 rms 以下に補正することができるが、この式 (2) の条件式を用いれば、カバー層の厚さ（厚み誤差を含む）の相違が ± 0.05 [mm] 以内の場合に、球面収差を 0.035 rms 以下とすることができる。すなわち、上記式 (2) の範囲に選定する場合には、カバー層の厚さ（厚み誤差を含む）の相違 ± 0.05 [mm] 以内において良好な収差補正特性が得られる。

【 0 0 3 4 】

以上説明したように、本発明による対物レンズ、これを用いた光学ピックアップ装置、光記録再生装置及び収差補正方法によれば、対物レンズの倍率収差で生じる 3 次及び 5 次球面収差の比を適切な範囲に選定することによって、確実にカバー層の厚さ（厚み誤差を含む）の相違によって生じる球面収差を補正することができる。

なお、本発明は、上述の例に限定されるものではなく、例えば対物レンズを 2 群レンズとすることなく、1 枚の対物レンズで本発明構成を実現することが可能である。また、その他光学ピックアップ装置、光記録再生装置において、例えば第 2 の光記録媒体、第 3 の光記録媒体等との互換性を有する構成とすることもできるなど、本発明構成を逸脱しない範囲で種々の変形、変更が可能であることはいうまでもない。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明による光記録再生装置の一例の概略構成図である。

【図2】本発明による光学ピックアップ装置の一例の概略構成図である。

【図3】本発明による対物レンズの一例の概略構成図である。

【図4】カバー層の厚さの相違と球面収差との関係を示す図である。

【図5】対物レンズの倍率と倍率収差との関係を示す図である。

【図6】カバー層の厚さの相違と5次収差の和との関係を示す図である。

【図7】カバー層の厚さの相違と5次収差の和との関係を示す図である。

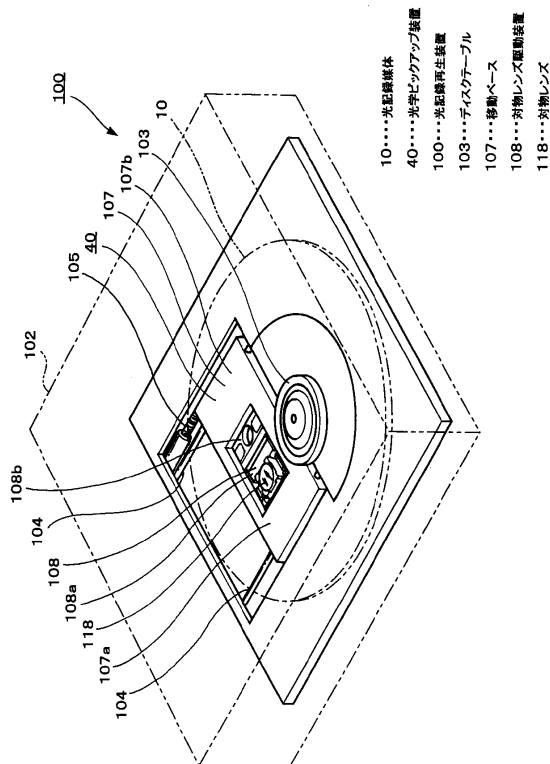
【符号の説明】

【0036】

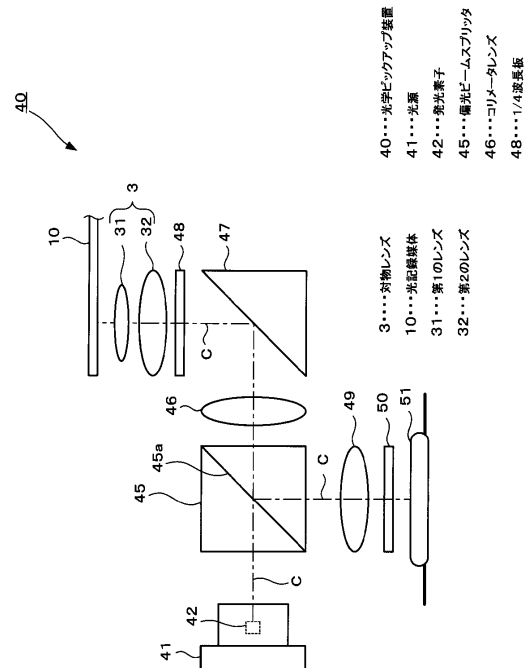
3．対物レンズ、10．光記録媒体、11．カバー層、31．第1のレンズ、32．第2のレンズ、40．光学ピックアップ装置、41．光源、41a．発光素子、45．偏光ビームスプリッタ、46．コリメータレンズ、47．立ち上げミラー、48．1/4波長板、100．光記録再生装置、102．外筐、103．ディスクテーブル、104．ガイド軸、105．リードスクリュー、107．移動ベース、107a．軸受部、107b．軸受部、108．対物レンズ駆動装置、108a．可動部、108b．固定部、118．対物レンズ

10

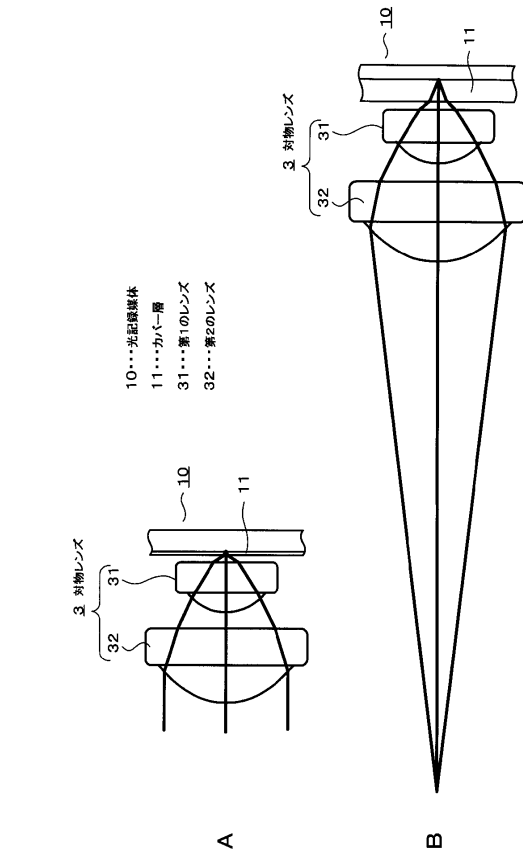
【図1】



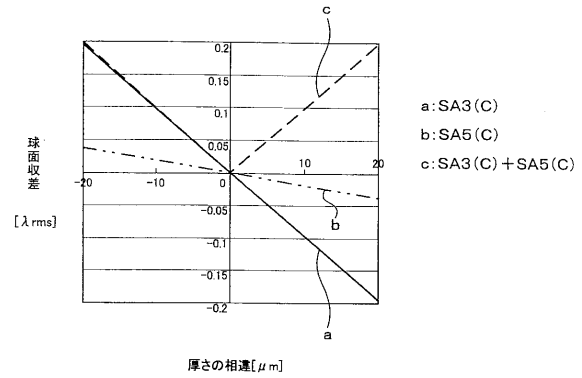
【図2】



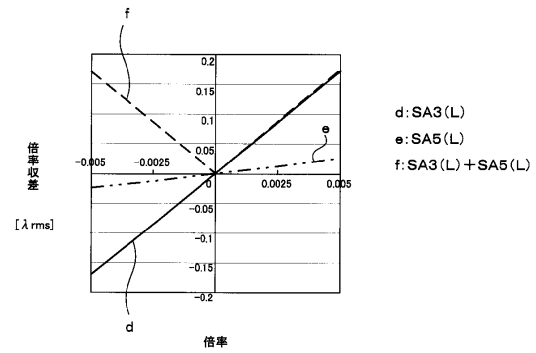
【図 3】



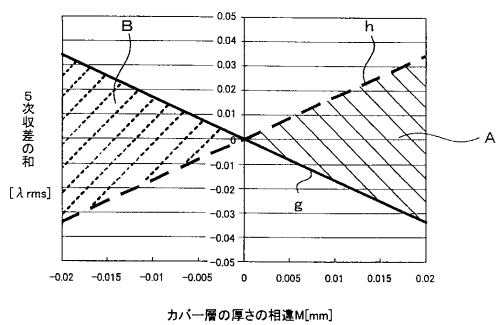
【図 4】



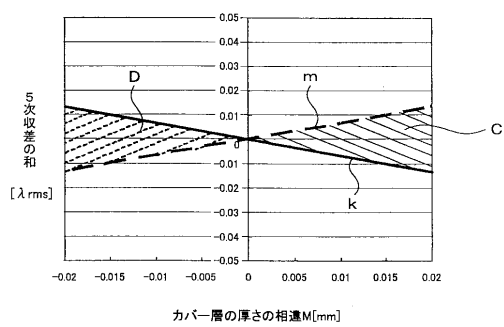
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 今井 聡
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 瀬尾 勝弘
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 加藤 義明
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 岡本 好喜
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 田村 達基
東京都品川区東五反田2丁目17番1号 ソニーイーエムシーエス株式会社内

審査官 鈴木 肇

- (56)参考文献 特開2002-333575(JP,A)
特開2002-236253(JP,A)
特開平11-259906(JP,A)
特開2002-312971(JP,A)
特開2002-373441(JP,A)
特開2004-171635(JP,A)
国際公開第03/091764(WO,A1)
特開昭63-058311(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B	7/12	-	7/22
G02B	9/00	-	17/08
G02B	21/02	-	21/04
G02B	25/00	-	25/04