

(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
2009年12月10日(10.12.2009)



(10) 国際公開番号
WO 2009/147805 A1

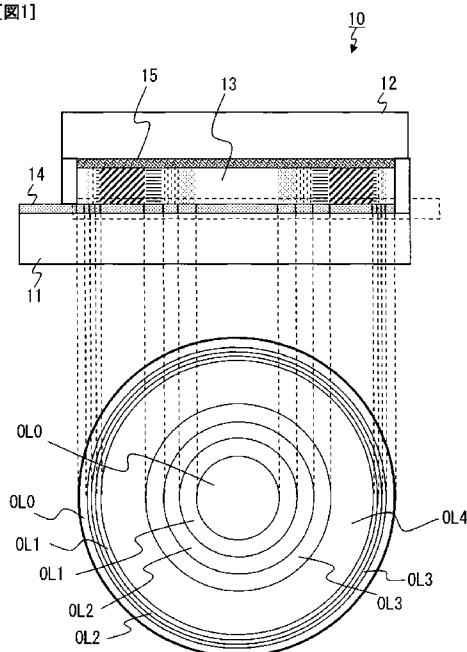
- (51) 国際特許分類:
G11B 7/135 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/002369
- (22) 国際出願日: 2009年5月28日(28.05.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-149662 2008年6月6日(06.06.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日立マクセル株式会社 (Hitachi Maxell, Ltd.) [JP/JP]; 〒5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 向尾将樹 (MUKOH, Masaki) [JP/JP]; 〒5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号日立マクセル株式会社内 Osaka (JP). 金井友範 (KANAI, Tomonori) [JP/JP]; 〒5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号日立マクセル株式会社内 Osaka (JP). 島野健 (SHIMANO, Takeshi) [JP/JP]; 〒5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号日立マクセル株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 家入健 (IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目33番8アサヒビルディング10階 響国際特許事務所 Kana-gawa (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, 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, 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, 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 (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, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: LIQUID CRYSTAL OPTICAL ELEMENT DRIVE METHOD, OPTICAL HEAD DEVICE, AND LIQUID CRYSTAL OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 液晶光学素子の駆動方法、光ヘッド装置、及び、液晶光学素子

[図1]



(57) Abstract: A liquid crystal optical element (10) includes a liquid crystal layer (13) divided into a plurality of regions by coaxially arranged circular transparent electrodes of different sizes. The transparent electrodes are formed by an electrode pattern to reduce the spherical aberration based on a cover layer thickness difference of respective information recording layers of a multi-layer BD. When an objective optical element is defocused and voltage is applied to the transparent electrodes so that a phase difference applied to a light flux passing through the liquid crystal optical element (10) by the aforementioned regions becomes smaller from the center of the liquid crystal optical element (10) toward the outer circumference, the regions apply to a light flux passing through the liquid crystal optical element (10), a phase difference to reduce the spherical aberration based on the cover layer thickness difference of the respective information recording layers of the multi-layered HD.

(57) 要約: 液晶光学素子10は、同心円状に並べられた大きさの異なる円形状の複数の透明電極により複数の領域に分割された液晶層13を備え、複数の透明電極は、多層BDの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような電極パターンで形成されている。そして、対物光学素子をデフォーカスし、複数の領域が液晶光学素子10を透過する光束に付与する位相差が、液晶光学素子10の中心から外周に向かって小さくなるように、複数の透明電極に電圧が印加された場合に、複数の領域は、液晶光学素子10を透過する光束に、多層HDの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与する。

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：

液晶光学素子の駆動方法、光ヘッド装置、及び、液晶光学素子

技術分野

[0001] 本発明は、液晶光学素子の駆動方法、光ヘッド装置、及び、液晶光学素子に関し、特に、1種類の波長の光束を複数種類の光ディスクに集光させる場合に、光ディスクの記録層までのカバー層の厚みと対物レンズの対応カバー層厚とのズレに基づく収差補正を行う液晶光学素子の駆動方法、光ヘッド装置、及び、液晶光学素子に関する。

背景技術

[0002] 従来、CD (Compact Disc)、DVD (Digital Versatile Disc)、MO (Magnetic Optical Disk) などの光ディスク (光記録媒体) に光学的に情報を記録し、当該光ディスクに記録された情報を再生する光ディスク装置 (光情報記録再生装置) が開発されている。また、最近では、HD (High Definition DVD) やBD (Blu-ray Disc) などの大容量の高密度光ディスクも開発されている。これらの光ディスクは、情報記録層の光が入射する側がカバー層に覆われた構造を有する。カバー層は、透明樹脂からなる。例えば、DVDの記録/再生において、波長が660nm帯である半導体レーザが光源として用いられる。また、DVDの記録/再生において、NA (開口数) が0.6から0.65である対物レンズが用いられる。現在、光ディスク1枚当たり所定の記録容量のデータを記録させるために、情報記録層に、必要な大きさの記録マークが形成されている。波長の短い光束を出射する光源と、NAの大きい対物レンズを用いることにより、情報記録層にさらに小さな記録マークを形成することができる。そして、波長が405nmである半導体レーザと、NAが0.85である対物レンズとを用いて記録/再生を行うBD規格が提案されている。また、波長が405nmである半導体レーザと、NAが0.65である対物レンズとを用いて記録/再生を行うHD規格が提案

されている。BDのカバー層の厚さは0.1mmであり、HDのカバー層の厚さは0.6mmである。そのため、BDとHDのカバー層厚は異なる。

そのため、1台の光ディスク装置によりBDとHDの両方の光ディスクを記録／再生する場合、BDとHDのカバー層厚の違いに基づく球面収差を補正する必要がある。

[0003] また、さらに、光ディスクの記録容量を向上するため、情報記録層を複数有する光ディスク（以下、多層光ディスクと称する。）が提案されている。例えば、BD 2層規格、HD 3層規格などが提案されている。多層光ディスクでは、それぞれの情報記録層までの実施的なカバー層厚は異なる。そのため、多層光ディスクを記録／再生するためには、各情報記録層のカバー層厚に応じて、複数の対応カバー層厚を有するように、光ディスク装置に搭載される対物レンズなどの光学系を構築する必要がある。

[0004] 従って、現在、カバー層厚の異なる複数種類の光ディスク間の互換を行う互換技術と、多層光ディスクにおける複数の情報記録層間の互換を行う互換技術との両方の互換技術を備えた光ディスク装置の開発が望まれている。

[0005] そして、カバー層厚の異なる複数種類の光ディスク間の互換を行う互換技術として、DVDとCDとの互換を行う互換技術が提案されている。例えば、特許文献1に記載の光ディスク装置は、DVD専用レンズとCD専用レンズを回動型の2レンズアクチュエータに搭載している。そして、DVD専用レンズとCD専用レンズとを切り替えることにより、DVDとCDとの互換を行っている。

[0006] また、特許文献2に記載の光ディスク装置は、赤色半導体レーザから出射された光束の一部を0次光として透過させ、赤色半導体レーザから出射された光束の一部を1次回折光として透過させるホログラム素子に対物レンズと一体に構成している。そして、ホログラム素子と一体化された対物レンズが0次光をDVDに集光し、ホログラム素子と一体化された対物レンズが1次回折光をCDに集光するように、ホログラム素子の回折パターンを設計している。具体的には、ホログラム素子は、CDとDVDとのカバー層厚差によ

って生じる球面収差を補正するように、赤色半導体レーザから出射された光束の一部を1次回折光として透過させる。これにより、1つの波長でカバー層厚とNAの異なる2種類の光ディスクの再生互換を実現している。

[0007] 今日、CD・DVD互換再生用光ピックアップには、赤色半導体レーザと、波長780nmの赤外半導体レーザとが搭載されている。CD-Rでは、赤色半導体レーザ光の反射率が著しく低下して再生することができない。そのため、CDの再生には、赤外半導体レーザが用いられる。そして、CD・DVD互換再生用光ピックアップでは、CDとDVDとでは、再生に用いる光源波長が異なることを利用した互換再生方式が用いられている。しかし、DVD再生用光ピックアップの開発当初では、CD-Rの再生が必須とされていなかったため、赤色半導体レーザのみを用いるDVDとCDの互換再生方式が検討されていた。したがって、DVD再生用光ピックアップの開発当初に検討された赤色半導体レーザのみを用いるDVDとCDの互換再生方式の技術を応用することにより、青色半導体レーザのみを用いるBDとHDの互換再生方式を開発できる可能性がある。

[0008] 例えば、特許文献3では、CDに集光するために必要なNAの範囲における対物レンズの形状をDVDとCDとの中間のカバー層厚に最適に集光するように形成し、CDに集光するために必要なNAの範囲より外縁側のDVDに集光するために必要なNAの範囲内における対物レンズの形状をDVDに最適に集光するように形成している。これにより、CDとDVDとの互換を図っている。

[0009] また、特許文献4では、収差補正用素子として液晶光学素子を用いている。そして、液晶光学素子により、収差補正と光量制御を同時に行っている。

また、特許文献5、6では、収差補正用素子として液晶光学素子を用いている。そして、液晶光学素子により、カバー層厚差に基づく球面収差を低減している。これにより、カバー層厚の異なる複数種類の光ディスク間の互換を図っている。

[0010] また、特許文献7では、赤色半導体レーザ光源とコリメータレンズとの間

隔を可変となるように構成している。そして、CDとDVDとで、赤色半導体レーザ光源とコリメータレンズとの間隔を変えることにより、対物レンズに入射する光の発散度合いを変えて、CDとDVDとのカバー層厚の違いによる球面収差を補正している。これにより、CDとDVDとの互換を図っている。

[0011] また、特許文献8では、1つのガラス基板に2層以上の透明電極パターンを形成した液晶光学素子が記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0012] 特許文献1：特開平9－198677号公報
特許文献2：特開平7－98431号公報
特許文献3：特開平9－184975号公報
特許文献4：特開2005－257821号公報
特許文献5：特開2006－079669号公報
特許文献6：特開2007－026540号公報
特許文献7：特開平9－17023号公報
特許文献8：特開2005－275185号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] しかしながら、上記従来技術を組み合わせて、BDとHDとの互換を行う互換技術や、多層光ディスクにおける複数の情報記録層間の互換を行う互換技術を構成することは難しい。具体的には、特許文献1乃至3及び特許文献5に記載の何れかの技術と、特許文献4又は特許文献7に記載の技術を組み合わせることにより、BDとHDとの互換を行う互換技術、及び、多層光ディスクにおける複数の情報記録層間の互換を行う互換技術を構成することは可能である。しかし、実用上、大きな問題がある。

[0014] 例えば、特許文献7に記載の技術では、レーザ光源とコリメータレンズと

の間隔を変えるため、コリメータレンズを移動させるビームエキスパンダ（レンズ移動機構）を備える必要がある。ビームエキスパンダはサイズが大きい。また、ビームエキスパンダを使用する場合には、レンズを高い精度で組み合わせなければならない。そのため、特許文献 7 に記載の技術と特許文献 1 に記載の技術とを組み合わせると、BD 用のレンズ及び HD 用のレンズのそれぞれにビームエキスパンダを設ける必要がある。そのため、ビームエキスパンダを 2 つ設けることとなり、サイズ及びコストの点から現実的ではない。

また、特許文献 7 に記載の技術と、特許文献 2、3、5 の何れかに記載の技術とを組み合わせると、既に、組み合わせレンズの使用によりサイズが大きくなってしまっている光ヘッド装置がさらに大きくなってしまう。

[0015] また、特許文献 4 に記載の技術を用いて、BD と HD との互換を行う互換技術、及び、多層光ディスクにおける複数の情報記録層間の互換を行う互換技術を構成すると、液晶を駆動する透明電極の本数を多くする必要がある。具体的には、BD 用の電極パターンと、HD 用の電極パターンの 2 種類の透明電極が必要となる。そして、2 つのガラス基板にそれぞれの電極パターンを形成すると、2 つの電極パターンの位置合わせを精度良く行う必要がある。また、駆動する透明電極の本数が増えてしまう。また、1 つのガラス基板に、複数層の電極パターンを形成してもよいが、駆動する透明電極の本数が増えてしまうことには変わりがない。

[0016] 本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、液晶光学素子の透明電極を増やすことなく、複数種類の多層光ディスクにおける複数の情報記録層間の互換を行うことができる液晶光学素子の駆動方法、光ヘッド装置、及び、液晶光学素子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

[0017] 本発明にかかる液晶光学素子の駆動方法は、第 1 のカバー層厚を有する第 1 の多層光ディスクに光源からの光束を第 1 の開口数で集光させる光ヘッド装置における液晶光学素子の駆動方法である。前記光ヘッド装置は、前記光

源からの光束を前記第 1 の多層光ディスクに集光させる対物光学素子と、同心円状に並べられた大きさの異なる円形状の複数の透明電極により複数の領域に分割された液晶層を備える液晶光学素子と、前記対物光学素子をデフォーカスさせるアクチュエータと、を備えている。また、前記複数の透明電極は、前記複数の領域が、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第 1 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与するような電極パターンで形成されている。そして、本発明にかかる液晶光学素子の駆動方法は、前記アクチュエータにより前記対物光学素子をデフォーカスし、前記複数の領域によって前記液晶光学素子を透過する光束に付与される位相差が、前記液晶光学素子の中心から外周に向かって小さくなるように、前記複数の透明電極に電圧を印加するものである。そして、この場合に、前記複数の領域は、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第 1 のカバー層厚よりも厚い前記第 2 のカバー層厚を有し、前記第 1 の開口数より小さい第 2 の開口数で前記光源からの光束が集光される第 2 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与するものである。

[0018] また、本発明にかかる光ヘッド装置は、第 1 のカバー層厚を有する第 1 の多層光ディスクに光源からの光束を第 1 の開口数で集光させる光ヘッド装置である。また、本発明にかかる光ヘッド装置は、前記光源からの光束を前記第 1 の多層光ディスクに集光させる対物光学素子と、同心円状に並べられた大きさの異なる円形状の複数の透明電極により複数の領域に分割された液晶層を備える液晶光学素子と、前記対物光学素子をデフォーカスさせるアクチュエータと、を備えるものである。また、前記複数の透明電極は、前記複数の領域が、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第 1 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与するような電極パターンで形成されている。そして、前記アクチュエータにより前記対物光学素子がデフォーカスされ、前記複数の領域が前記液晶光学素子を透過する光束に付与する位相差が、前記液晶光学素子の中心から

外周に向かって小さくなるように、前記複数の透明電極に電圧が印加された場合に、前記複数の領域は、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第 1 のカバー層厚よりも厚い前記第 2 のカバー層厚を有し、前記第 1 の開口数より小さい第 2 の開口数で前記光源からの光束が集光される第 2 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与するものである。

[0019] また、本発明にかかる液晶光学素子は、同心円状に並べられた大きさの異なる円形状の複数の透明電極と、前記複数の透明電極により複数の領域に分割された液晶層と、を備える。また、前記複数の透明電極は、前記複数の領域が、前記液晶光学素子を透過する光束に、第 1 のカバー層厚を有し、第 1 の開口数で光源からの光束が集光される第 1 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与するような電極パターンで形成されている。そして、前記複数の領域が前記液晶光学素子を透過する光束に付与する位相差が、前記液晶光学素子の中心から外周に向かって小さくなるように、前記複数の透明電極に電圧が印加された場合に、前記複数の領域は、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第 1 のカバー層厚よりも厚い前記第 2 のカバー層厚を有し、前記第 1 の開口数より小さい第 2 の開口数で前記光源からの光束が集光される第 2 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与するものである。

[0020] 本発明においては、第 1 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するように形成された透明電極を用いて、第 2 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減することができる。これにより、液晶光学素子の透明電極を増やすことなく、複数種類の多層光ディスクにおける複数の情報記録層間の互換を行うことができる。

[0021] また、前記液晶光学素子は、複数の第 1 の透明電極と、複数の第 2 の透明電極とを備える。また、前記複数の第 1 の透明電極は、大きさの異なる円形

状の複数の透明電極が同心円状に並べられ、前記液晶層を複数の第 1 の領域に分割する。また、前記複数の第 2 の透明電極は、大きさの異なる円形状の複数の透明電極が同心円状に並べられ、前記液晶層を複数の第 2 の領域に分割する。そして、前記複数の第 1 の領域は、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第 1 のカバー層厚を有し、前記第 1 の開口数で前記光源からの光束が集光される第 1 の光ディスクと、前記第 1 のカバー層厚よりも厚い前記第 2 のカバー層厚を有し、前記第 1 の開口数より小さい第 2 の開口数で前記光源からの光束が集光される第 2 の光ディスクとのカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与することが好ましい。また、前記複数の第 2 の領域は、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第 1 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与することが好ましい。また、前記複数の第 2 の領域は、前記アクチュエータにより前記対物光学素子がデフォーカスされ、前記複数の第 2 の領域が前記液晶光学素子を透過する光束に付与する位相差が、前記液晶光学素子の中心から外周に向かって小さくなるように、前記複数の第 2 の透明電極に電圧が印加された場合に、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第 2 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与することが好ましい。

これにより、カバー層厚差の異なる複数種類の光ディスクの間の互換を行うことができる。

[0022] また、前記対物光学素子は、前記第 1 のカバー層厚と前記第 2 のカバー層厚との間の所定のカバー層厚を有する光ディスクに光束を良好に集光する面形状を有していることが好ましい。また、前記複数の第 1 の領域は、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記所定のカバー層厚と、前記第 1 のカバー層厚又は前記第 2 のカバー層厚とのカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与することが好ましい。

これにより、対物光学素子が第 1 のカバー層厚を有する光ディスクに集光させる際に発生する球面収差の符号と、対物光学素子が第 2 のカバー層厚を

有する光ディスクに集光させる際に発生する球面収差の符号とが反対になる。そのため、何れか一方の光ディスクに光束を集光させる際に、当該液晶光学素子により当該光束に付与する位相差を、当該球面収差を低減するために付与すべき位相差から 1λ ずらすことにより、液晶光学素子に印加すべき電圧の幅を狭くすることができる。

[0023] さらに、前記複数の第1の領域は、前記第2の開口数の範囲において、前記液晶光学素子を透過する光束に、略 $(m/n)\lambda$ (ただし、 $n \geq 2$ を満たす自然数、 m は、 $|m| \leq n/2$ を満たす整数、 λ は、前記光源の波長) の位相差を付与する。そして、前記複数の第1の領域は、前記第1の光ディスクに前記光源からの光を集光する場合と、前記第2の光ディスクに前記光源からの光を集光する場合とで、前記位相差の符号を変えて、当該位相差を加えることが好ましい。

[0024] また、前記液晶光学素子は、アクチュエータにより、前記対物光学素子と一体的に保持されていることが好ましい。

これにより、レンズシフトが発生しても、液晶光学素子に対するレンズシフトの影響を低減することができる。

[0025] さらに、また、前記対物光学素子は、前記第1のカバー層厚を有する第1の光ディスクに前記光源からの光束を前記第1の開口数で良好に集光する対物レンズと、ガラス基板に挟持された液晶層と、液晶層を駆動する透明電極とを備える液晶レンズと、を備える。そして、前記液晶レンズの前記透明電極に電圧が印加された場合に、前記液晶レンズの前記液晶層は、前記液晶レンズを透過した光束が前記対物レンズにより前記第2のカバー層厚を有する第2の光ディスクに前記第2の開口数で集光されるように、前記液晶レンズを透過する光束の発散角度を調整することが好ましい。

[0026] また、前記液晶レンズは、前記液晶層を2つ備え、前記液晶レンズの1の前記液晶層の配向方向と他の前記液晶層の配向方向は直交していることが好ましい。

これにより、液晶レンズは、光ディスクに入射する入射光と光ディスクか

ら反射される反射光との両方に対して作用することができる。

[0027] さらに、前記対物光学素子は、前記第 1 のカバー層厚を有する第 1 の光ディスクに前記光源からの光束を前記第 1 の開口数で良好に集光する第 1 の対物レンズと、前記第 2 のカバー層厚を有する第 2 の光ディスクに前記光源からの光束を前記第 2 の開口数で良好に集光する第 2 の対物レンズと、を備える。また、前記液晶光学素子と前記対物光学素子との間に、前記液晶光学素子から出射された光束を前記第 1 の対物レンズ又は前記第 2 の対物レンズへと導く光路切替機構を備えることが好ましい。

[0028] また、前記液晶光学素子は、前記液晶層を 2 つ備え、前記液晶光学素子の一の前記液晶層の配向方向と他の前記液晶層の配向方向は直交していることが好ましい。

これにより、液晶光学素子は、光ディスクに入射する入射光と光ディスクから反射される反射光との両方に対して作用することができる。

発明の効果

[0029] 本発明により、液晶光学素子の透明電極を増やすことなく、複数種類の多層光ディスクにおける複数の情報記録層間の互換を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1] 本発明にかかる液晶光学素子の一例を示したものである。

[図2] 比較例 1 にかかる液晶光学素子の一例を示したものである。

[図3A] 比較例 1 にかかる液晶光学素子を用いて 2 層 B D に光束を集光させた場合の球面収差を表すグラフである。

[図3B] 比較例 1 にかかる液晶光学素子を用いて 2 層 H D に光束を集光させた場合の球面収差を表すグラフである。

[図4] 本発明にかかる液晶光学素子を用いて 2 層 H D に光束を集光させた場合の球面収差と、デフォーカス量との関係を表すグラフである。

[図5] 本発明にかかる液晶光学素子を用いて 2 層 H D に光束を集光させた場合の様々なデフォーカス量における球面収差を表すグラフである。

[図6] 本発明にかかる液晶光学素子を用いて 2 層 H D に光束を集光させた場合

の様々なデフォーカス量における球面収差を表すグラフである。

[図7]本発明にかかる液晶光学素子を用いて2層HDに光束を集光させた場合の様々なデフォーカス量における球面収差を表すグラフである。

[図8]本発明にかかる液晶光学素子を用いて2層HDに光束を集光させた場合の様々なデフォーカス量における球面収差を表すグラフである。

[図9]本発明にかかる液晶光学素子を用いて2層HDに光束を集光させた場合の様々なデフォーカス量における球面収差を表すグラフである。

[図10]本発明にかかる液晶光学素子の各領域の液晶層において付与する位相差量と、デフォーカス量との関係を表すグラフである。

[図11A]本発明にかかる液晶光学素子の動作を説明する図である。

[図11B]本発明にかかる液晶光学素子の動作を説明する図である。

[図12A]本発明にかかる液晶光学素子の動作を説明する図である。

[図12B]本発明にかかる液晶光学素子の動作を説明する図である。

[図13]実施例1にかかる液晶光学素子の一例を示す断面図である。

[図14]実施例1にかかる光ヘッド装置の一例を示す模式図である。

[図15]実施例2にかかる液晶レンズの一例を示す断面図である。

[図16]実施例2にかかる液晶光学素子の一例を示す断面図である。

[図17]実施例2にかかる光ヘッド装置の一例を示す模式図である。

[図18A]実施例2にかかる液晶レンズの動作を説明する図である。

[図18B]実施例2にかかる液晶レンズの動作を説明する図である。

[図19]実施例3にかかる光ヘッド装置の一例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0031] 以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明は、以下の実施の形態に限定されるものではない。

まず、本発明の実施の形態では、光学性能を示す指標として、RMS (root mean square) 波面収差を用いる。ここで、波面収差とは、レンズを透過した光束の波面形状の、理想的なレンズを透過した光束の波面形状からの偏差

である。そして、この偏差を標準偏差で表したものをRMS波面収差という。

[0032] また、Max Born, Emil Wolf、草川 徹、“Prinsiples of Optics”、第7版、東海大学出版会、p. 686に示されるように、射出瞳上で波面収差が $\lambda/14$ を超えなければ、像があまり劣化しない（Reileighの4分の1波長則）。像の強度分布は、波面収差の最大値だけでなく、様々な波面の形（収差のタイプ）に適応する。そのため、この法則を用いる場合には、回折焦点における強度の値を指定して、許容条件を決定する必要がある。そこで、Marechal条件というものが考案された。Marechal条件とは、「回折焦点Fにおいて正規化された強度が0.8以上の場合、系は十分に補正されている」というものである。これは、「波面と回折焦点に中心を有する参照球面とのズレの標準偏差（RMS波面収差）が $\lambda/14$ 以下となること」と等価である。

[0033] 従って、光ヘッド装置を開発する場合には、光ヘッド装置全体においてMarechal条件を満たすように設計する必要がある。また、製造コスト、制御性等の他に、Marechal条件を考慮して、液晶光学素子の領域分割数を設計する必要がある。

[0034] 図1の上側に、本発明の実施の形態にかかる液晶光学素子10を模式的に示す断面図を示す。また、図1の下側に、液晶光学素子10の電極配置を示す平面図を示す。

図1に示すように、液晶光学素子10は、第1の基板11、第2の基板12、液晶層13、上面透明電極14、下面透明電極15等を備えている。

[0035] 液晶層13は、第1の基板11と第2の基板12との間に挟持されている。具体的には、液晶層13は、液晶が、第1の基板11、第2の基板12、及び、スペーサとしてのシールにより形成される空間に封入されてなる。

[0036] 上面透明電極14は、第1の基板11の液晶層側の面上に形成されている。また、下面透明電極15は、第2の基板12の液晶層側の面上に形成されている。従って、液晶層13は、上面透明電極14と下面透明電極15とにより挟まれている。

[0037] 上面透明電極 14 の電極パターンと下面透明電極 15 の電極パターンは同じである。また、上面透明電極 14 及び下面透明電極 15 の電極パターンは、2 層 BD（第 1 の多層光ディスク）の球面収差を補正するための電極パターンである。具体的には、図 1 に示すように、上面透明電極 14 及び下面透明電極 15 の電極パターンは、複数の大きさの異なる円形状に形成された透明電極が同心円状に並べられたパターンとなっている。

円形状の各透明電極には、異なる電圧が印加される。そのため、各透明電極により駆動される液晶の配向方向は異なる。従って、各透明電極により駆動された液晶層 13 を透過する光束に発生する位相差も異なる。

[0038] 具体的には、図 1 に示すように、液晶層 13 の両面には、9 本の大きさの異なる円形状に形成された透明電極が同心円状に並べられている。そして、当該 9 本の透明電極により、液晶層 13 は、9 個の領域に分割されている。一番内側の領域は円形の領域となっている。また、その他の 8 個の領域は、輪帯状となっている。そして、透明電極によって駆動されることにより、1 番内側の領域と 1 番外側の領域の液晶層 13 は、当該領域を透過する光束に、OL0 という位相差を発生させる。また、透明電極によって駆動されることにより、中心から 2 番目の領域と 6 番目の領域の液晶層 13 は、当該領域を透過する光束に、OL1 という位相差を発生させる。また、透明電極によって駆動されることにより、中心から 3 番目の領域と 7 番目の領域の液晶層 13 は、当該領域を透過する光束に、OL2 という位相差を発生させる。また、透明電極によって駆動されることにより、中心から 4 番目の領域と 8 番目の領域の液晶層 13 は、当該領域を透過する光束に、OL3 という位相差を発生させる。また、透明電極によって駆動されることにより、中心から 5 番目の領域の液晶層 13 は、当該領域を透過する光束に、OL4 という位相差を発生させる。そして、液晶光学素子 10 を透過する光束に、OL0～OL4 の 5 種類の位相差を発生させることにより、液晶光学素子 10 は、2 層 BD の各情報記録層のカバー層厚の違いに基づく球面収差を補正している。

[0039] また、透明電極は、一般的な蒸着法、スパッタリング法などにより、第 1

の基板 1 1 及び第 2 の基板 1 2 上に形成される。具体的には、まず、第 1 の基板 1 1 及び第 2 の基板 1 2 上に、インジウムスズ酸化物（ITO）などの透明電極膜を成膜する。次に、当該透明電極膜をフォトリソ・エッチング法などにより、所望のパターンにエッチングする。なお、透明電極膜材料としては、亜鉛スズ酸化物（ZnO）等の他の材料が用いられてもよい。

[0040] 図 2 の真ん中に、比較例 1 にかかる液晶光学素子 2 0 を模式的に示す断面図を示す。また、図 2 の上側に、液晶光学素子 2 0 の上面透明電極 2 4 の電極配置を示す平面図を示し、図 2 の下側に、液晶光学素子 2 0 の下面透明電極 2 5 の電極配置を示す平面図を示す。なお、比較例 1 にかかる液晶光学素子 2 0 は、従来技術を適用して、BD と HD との互換と、多層 BD の各情報記録層間の互換及び多層 HD の各情報記録層間の互換とを行う液晶光学素子として想定されるものである。

[0041] 図 2 に示すように、比較例 1 にかかる液晶光学素子 2 0 は、第 1 の基板 2 1、第 2 の基板 2 2、液晶層 2 3、上面透明電極 2 4、下面透明電極 2 5 等を備えている。そして、比較例 1 にかかる液晶光学素子 2 0 は、上面透明電極 2 4 の構成のみが、本発明の液晶光学素子 1 0 と異なる。比較例 1 にかかる液晶光学素子 2 0 のその他の構成は、本発明の液晶光学素子 1 0 とほぼ同一であるため、その説明を省略する。

[0042] 比較例 1 にかかる液晶光学素子 2 0 では、本発明にかかる液晶光学素子 1 0 と異なり、上面透明電極 2 4 の電極パターンと下面透明電極 2 5 の電極パターンが異なる。

[0043] 下面透明電極 2 5 の電極パターンは、本発明にかかる液晶光学素子 1 0 の下面透明電極 1 5 と同様に、2 層 BD の球面収差を補正するための電極パターンである。

具体的には、図 2 に示すように、下面透明電極 2 5 の電極パターンは、複数の大きさの異なる円形状に形成された透明電極が同心円状に並べられたパターンとなっている。また、当該複数の透明電極により、液晶層 2 3 は、複数の領域に分割されている。そして、各領域の液晶層 2 3 は、それぞれ、当

該領域を透過する光束に、OL0、OL1、OL2、OL3、OL4という位相差を発生させる。そして、液晶光学素子20を透過する光束に、OL0～OL4の5種類の位相差を発生させることにより、液晶光学素子20は、2層BDの各情報記録層のカバー層厚の違いに基づく球面収差を補正している。

[0044] 上面透明電極24の電極パターンは、複数の大きさの異なる円形状に形成された透明電極が同心円状に並べられたパターンとなっている。また、当該複数の透明電極により、液晶層23は、複数の領域に分割されている。

具体的には、液晶層23の第1の基板21側の面（上面）には、2本の大きさの異なる円形状に形成された透明電極が同心円状に並べられている。そして、当該2本の透明電極により、液晶層23は、3つの領域に分割されている。一番内側の領域は円形の領域となっている。また、その他の2つの領域は、輪帯状となっている。そして、透明電極によって駆動されることにより、1番内側の領域と1番外側の領域の液晶層23は、当該領域を透過する光束に、OL00という位相差を発生させる。また、透明電極によって駆動されることにより、中心から2番目の領域の液晶層23は、当該領域を透過する光束に、OL01という位相差を発生させる。そして、液晶光学素子20を透過する光束に、OL00、OL01の2種類の位相差を発生させることにより、液晶光学素子20は、2層HD（第2の多層光ディスク）の各情報記録層のカバー層厚の違いに基づく球面収差を補正している。

[0045] HDの開口数（第2の開口数）は、BDの開口数（第1の開口数）よりも小さい。そのため、位相差を発生させなければならない液晶層23の範囲が液晶層13に比べて狭い。また、一般的に、球面収差は、開口数の4乗に比例する。そのため、2層HDの各情報記録層のカバー層厚の違いに基づく球面収差は、2層BDの各情報記録層のカバー層厚の違いに基づく球面収差よりも小さい。従って、上面透明電極24の電極パターンが、上面透明電極14の電極パターンに比べて簡素でも、液晶光学素子20は、十分に球面収差を補正することができる。

[0046] 次に、比較例 1 にかかる液晶光学素子 20 を用いて 2 層 BD 又は 2 層 HD に光束を集光させた場合に発生する球面収差と、対物光学素子（図示省略）のデフォーカスとの関係について説明する。ここで、対物光学素子は、比較例 1 にかかる液晶光学素子 20 の他に、対物レンズ等を有する。図 3 A に、2 層 BD に光束を集光させた場合に発生する球面収差を示し、図 3 B に、2 層 HD に光束を集光させた場合に発生する球面収差を示す。図 3 A、図 3 B のグラフにおいて、縦軸は波面収差（ λ ）を示し、横軸は、規格化動径半径位置（ ρ ）を示す。波面収差は、液晶光学素子 20 を用いて 2 層 BD 又は 2 層 HD に光束を集光させた場合に発生する球面収差の大きさを表す。また、図 3 A、図 3 B のグラフにおいて、実線は、液晶光学素子 20 を駆動していないときの波面収差を示し、○印のプロット点は、液晶光学素子 20 を駆動しているときの波面収差を示す。

[0047] 通常、光ヘッド装置では、対物光学素子をデフォーカスさせることにより、情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減する。しかし、図 3 A、図 3 B に示すように、対物光学素子をデフォーカスさせても、2 層 BD では RMS 波面収差が $128\text{ m}\lambda$ 、2 層 HD では RMS 波面収差が $46.5\text{ m}\lambda$ であり、Marechal 条件（ $\lambda/14$ 以下、即ち、 $35\text{ m}\lambda$ 以下）を満たさない。そして、このデフォーカス位置において、液晶光学素子 20 を駆動すると、2 層 BD では RMS 波面収差が $25.9\text{ m}\lambda$ 、2 層 HD では RMS 波面収差が $22.5\text{ m}\lambda$ に低減する。

[0048] 従って、比較例 1 にかかる液晶光学素子 20 によっても、BD と HD との互換、及び、2 層 BD 及び 2 層 HD のそれぞれにおける情報記録層間の互換を行うことができる。しかし、比較例 1 にかかる液晶光学素子 20 では、上面透明電極 24 と下面透明電極 25 の電極パターンが異なる。そのため、2 種類の電極パターンの位置合わせの精度が非常に高いことが必要である。また、各透明電極に電圧を印加するための引き出し電極が多くなってしまう。

そこで、本発明の実施形態では、2 層 BD の情報記録層間の互換を行う電極パターンを用いて、2 層 HD の情報記録層間の互換も行える液晶光学素子

10を提供する。

[0049] 次に、本発明にかかる液晶光学素子10を用いて2層HD（多層光ディスク）に光束を集光させた場合に発生する球面収差と、対物光学素子（図示省略）のデフォーカス量との関係について説明する。ここで、本発明にかかる対物光学素子は、液晶光学素子10の他に、対物レンズなどを備えている。図4は、当該球面収差と当該デフォーカス量との関係を表すグラフである。図4に示すグラフにおいて、縦軸は、RMS波面収差量（ λ ）を示し、横軸は、対物光学素子のデフォーカス量を示す。ここで、RMS波面収差量は、液晶光学素子10を用いて2層HDに光束を集光させた場合に発生する球面収差の大きさを表す。

なお、図4において、紙面に向かって一番右側のプロット点（デフォーカス量が -0.0010 mm であるプロット点）は、液晶光学素子10の透明電極に電圧を印加していない状態（液晶光学素子10を駆動していない状態）におけるRMS波面収差量を表している。その他のプロット点は、液晶光学素子10の透明電極に電圧を印加した状態におけるRMS波面収差量を表している。

[0050] 図4に示すように、対物光学素子のデフォーカス量を変化させると、RMS波面収差量が変化する。具体的には、対物光学素子をデフォーカスさせるにつれて、RMS波面収差量は、徐々に減少して極小となった後、徐々に増加する。RMS波面収差量が極小となるのは、デフォーカス量が -0.00145 mm の時である。図4に示す各プロット点のデフォーカス量における液晶光学素子10の波面収差を図5～図9に示す。図5～図9のグラフにおいて、縦軸は波面収差（ λ ）を示し、横軸は、規格化動径半径位置（ ρ ）を示す。波面収差は、液晶光学素子10を用いて2層HDに光束を集光させた場合に発生する球面収差の大きさを表す。また、図5～図9のグラフにおいて、実線は、液晶光学素子10を駆動していないときの波面収差を示し、○印のプロット点は、液晶光学素子10を駆動しているときの波面収差を示す。また、図5、図6、図7、図8、図9におけるデフォーカス量は、それぞれ

れ、約 -0.0010 mm 、約 -0.0013 mm 、約 -0.0015 mm 、約 -0.0018 mm 、約 -0.0020 mm である。

[0051] 図5～図9に示すように、対物光学素子をデフォーカスさせても、波面収差が最適な値となるように液晶光学素子10を駆動すれば、RMS波面収差量をほぼ $30\text{ m}\lambda$ 以下に抑制することができる。また、対物光学素子をデフォーカスさせるにつれて、液晶光学素子10を駆動していないときの波面収差の形状の勾配が緩やかとなっている。本発明では、この点に注目し、隣接する透明電極間の液晶層13において光束に付与する位相量を、液晶光学素子10の中心から外周に向かうにつれて少なくすることにより、球面収差の補正可能量が大きくなることを見出した。

[0052] 図10に、2層HDに光束を集光させる場合に、隣接する透明電極間の液晶層13において光束に付与する位相量と、対物光学素子のデフォーカス量との関係を示す。図10のグラフにおいて、縦軸は、隣接する透明電極間の液晶層13において光束に付与する位相量（すなわち、液晶層13の各領域により光束に付与される位相量）を示し、横軸に、対物光学素子のデフォーカス量を示す。また、図10の紙面に向かって一番左側には、比較例1にかかる液晶光学素子20を用いて2層HDに光束を集光させる場合に、隣接する透明電極間の液晶層23において光束に付与する位相量を示す。

[0053] 図10に示すように、比較例1にかかる液晶光学素子20では、隣接する透明電極間の液晶層23において光束に付与する位相量が略同じとなるように、上面透明電極24のパターンが設計されている。

一方、本発明の実施の形態にかかる液晶光学素子10では、デフォーカスさせるとともに、隣接する透明電極間の液晶層13において光束に付与する位相量を、液晶光学素子10の中心から外周に向かうにつれて少なくしている。これにより、本発明の実施の形態にかかる液晶光学素子10は、2層HDの情報記録層間の互換を行うための電極パターンを有さなくても、2層HDに光束を集光させる場合のRMS波面収差を約 $20\text{ m}\lambda$ 程度に低減することができる。換言すれば、本発明では、デフォーカス量と液晶光学素子10

の駆動電圧とを調整することにより、液晶光学素子 10 は、2 層 BD の情報記録層間の互換を行うための電極パターンを用いて、2 層 HD の情報記録層間の互換を行うことができる。

[0054] さらに、2 層 BD の情報記録層間の互換及び 2 層 HD の情報記録層間の互換の他に、BD と HD との互換を行う場合について説明する。図 11A、図 11B、図 12A、図 12B に、本発明にかかる対物光学素子 90 の一例を示す。図 11A、図 11B、図 12A、図 12B に示すように、対物光学素子 90 は、液晶光学素子 10、液晶光学素子 30、対物レンズ 6 等を備えている。液晶光学素子 30 は、BD と HD とのカバー層厚差に基づく球面収差を補正する。即ち、BD と HD との互換を行う場合には、BD と HD とのカバー層厚差に基づく球面収差を補正する液晶光学素子 30 を対物光学素子 90 に追加すればよい。

[0055] 液晶光学素子 10 は、レーザ光源（図示省略）側に配置される。また、液晶光学素子 30 は、液晶光学素子 10 と対物レンズ 6 との間に配置される。なお、液晶光学素子 10 と液晶光学素子 30 とは、一体的に構成されていてもよい。

[0056] 対物レンズ 6 の液晶光学素子 30 側の面は、中央部 6A と外周部 6B とに分割されている。中央部 6A は、HD の NA（開口数）と略同一の大きさの円形の領域である。また、外周部 6B は、中央部 6A の外周側に設けられた輪帯状の領域である。中央部 6A は、BD のカバー層厚（第 1 のカバー層厚）と HD のカバー層厚（第 2 のカバー層厚）との間の所定のカバー層厚の光ディスクに対して良好に光束を集光させる面形状を有している。また、外周部 6B は、カバー層厚 0.1 mm の BD に対して光束を良好に集光させる面形状を有している。

[0057] 液晶光学素子 30 は、液晶光学素子 10 と略同様の構成を備えている。そして、液晶光学素子 30 は、対物レンズ 6 の中央部 6A を透過する光束が良好に集光する光ディスクの所定のカバー層厚と、BD 又は HD のカバー層厚とのカバー層厚差に基づく球面収差を補正する。

[0058] 図 1 1 A は、単層 H D 7 1 に光束を集光させる対物光学素子 9 0 を示し、図 1 1 B は、多層 H D 7 2 に光束を集光させる対物光学素子 9 0 を示し、図 1 2 A は、単層 B D 7 3 に光束を集光させる対物光学素子 9 0 を示し、図 1 2 B は、多層 B D 7 4 に光束を集光させる対物光学素子 9 0 を示している。また、図 1 1 A、図 1 1 B、図 1 2 A、図 1 2 B において、光束の進行方向を破線で示す。また、図 1 1 A、図 1 1 B、図 1 2 A、図 1 2 B において、実線 L 1、L 2、L 3、L 4 は、光束の波面形状を示している。

[0059] 図 1 1 A に示すように、単層 H D 7 1 に光束を集光させる場合、液晶光学素子 3 0 のみを駆動し、液晶光学素子 1 0 は駆動しない。また、対物レンズ 6 の外周部 6 B を透過した光束は、単層 H D 7 1 に集光しない。外周部 6 B は、外周部 6 B を透過する光束を単層 B D 7 3 に対して良好に集光させるような面形状を有する。そのため、外周部 6 B を透過した光束は、単層 H D 7 1 上では大きな球面収差を有する。従って、外周部 6 B を透過した光束は、単層 H D 7 1 上には集光しない。

[0060] そして、液晶光学素子 3 0 を駆動することにより、液晶光学素子 3 0 の H D の N A に相当する範囲を透過する光束に、位相差が発生する。これにより、液晶光学素子 3 0 の H D の N A に相当する範囲を透過した光束の波面形状は、液晶光学素子 3 0 の H D の N A に相当する範囲外を透過した光束の波面形状とは異なる。

そして、当該位相差は、対物レンズ 6 の中央部 6 A を透過する光束が良好に集光する光ディスクの所定のカバー層厚と、H D のカバー層厚とのカバー層厚差に基づく球面収差を補正するような大きさとなっている。従って、液晶光学素子 3 0 は、液晶光学素子 3 0 の H D の N A に相当する範囲を透過する光束に当該位相差が発生させることにより、光束を単層 H D 7 1 の情報記録面上に良好に集光させる。

[0061] 図 1 1 B に示すように、多層 H D 7 2 に光束を集光させる場合、液晶光学素子 1 0 及び液晶光学素子 3 0 の両方を駆動する。単層 H D 7 1 に光束を集光させる場合と同様に、対物レンズ 6 の外周部 6 B を透過した光束は、多層

H D 7 2 に集光しない。

また、単層 H D 7 1 に光束を集光させる場合と同様に、液晶光学素子 3 0 を駆動することにより、液晶光学素子 3 0 の H D の N A に相当する範囲を透過する光束に、位相差を発生させる。また、当該位相差は、対物レンズ 6 の中央部 6 A を透過する光束が良好に集光する光ディスクの所定のカバー層厚と、H D のカバー層厚とのカバー層厚差に基づく球面収差を補正するような大きさとなっている。

[0062] また、多層 H D 7 2 に光束を集光させる場合には、対物光学素子 9 0 を適度にデフォーカスさせる。具体的には、図 4 における R M S 波面収差量が 3 0 m λ 未満となり、且つ、図 5 ~ 図 9 における波面収差の波面形状の勾配が緩やかとなるように、対物光学素子 9 0 をデフォーカスさせる。このように対物光学素子 9 0 をデフォーカスさせた後、隣接する透明電極間の液晶層 1 3 において光束に付与する位相量が、液晶光学素子 1 0 の中心から外周に向かうにつれて少なくなるように、液晶光学素子 1 0 の各透明電極に、電圧を印加する。これにより、多層 B D 7 4 の各情報記録層間の互換を行うための電極パターンを有する液晶光学素子 1 0 を利用して、多層 H D 7 2 の各情報記録層間の互換を行うことができる。

[0063] 図 1 2 A に示すように、単層 B D 7 3 に光束を集光させる場合、液晶光学素子 3 0 のみを駆動し、液晶光学素子 1 0 は駆動しない。そして、液晶光学素子 3 0 を駆動することにより、液晶光学素子 3 0 を透過する光束に、位相差が発生する。当該位相差は、対物レンズ 6 の中央部 6 A を透過する光束が良好に集光する光ディスクの所定のカバー層厚と、B D のカバー層厚とのカバー層厚差に基づく球面収差を補正するような大きさとなっている。従って、液晶光学素子 3 0 は、液晶光学素子 3 0 を透過する光束に当該位相差を発生させることにより、光束を単層 B D 7 3 の情報記録面上に良好に集光させる。

なお、外周部 6 B は、外周部 6 B を透過する光束を単層 B D 7 3 に対して良好に集光させるような面形状を有する。そのため、外周部 6 B を透過した

光束は、単層BD73上で球面収差をほぼ有さない。従って、対物レンズ6の全面を透過した光束は、単層BD73上に集光する。

[0064] ここで、対物レンズ6の中央部6Aを透過する光束が良好に集光する光ディスクの所定のカバー層厚が、BDのカバー層厚とHDのカバー層厚との中間のカバー層厚となっている場合、当該対物レンズ6によりBDに光束を集光させるときに発生する球面収差と、当該対物レンズ6によりHDに光束を集光させるときに発生する球面収差は、符号が逆転するのみで絶対値が等しい。何れか一方の球面収差を補正するために、液晶光学素子30を透過した光束に位相差を発生させる場合には、付与すべき位相差を 1λ ずらして付与することにより、液晶光学素子30を駆動するのに必要な電圧量を低減することができる。波動光学においては、 1λ の位相遅れ及び位相進みは、位相遅れ及び位相進みが生じていないのと同じであるためである。

[0065] 例えば、対物レンズ6の中央部6Aを透過する光束が良好に集光する光ディスクの所定のカバー層厚が、BDのカバー層厚とHDのカバー層厚との中間のカバー層厚となっている場合、対物レンズ6によりHDに光束を集光させるときに発生する球面収差を補正するために、液晶光学素子30を透過する光束に付与する位相差の符号がプラスである場合、対物レンズ6によりBDに光束を集光させるときに発生する球面収差を補正するために、液晶光学素子30を透過する光束に付与すべき位相差の符号はマイナスとなる。そこで、対物レンズ6によりBDに光束を集光させるときに発生する球面収差を補正するために、液晶光学素子30を透過する光束に発生させる位相差を、付与すべき位相差から $+1\lambda$ ずらす。より具体的には、単層HD71に光束を集光させる場合に液晶光学素子30を透過する光束に付与する位相差が 0.4λ である場合、単層BD73に光束を集光させる場合に液晶光学素子30を透過する光束に付与すべき位相差は、 -0.4λ である。そこで、単層BD73に光束を集光させる場合には、液晶光学素子30により、当該光束に 0.6λ の位相を発生させる。これにより、BDとHDとの互換を行う液晶光学素子30を駆動するために印加すべき電圧の範囲を狭めることができ

る。これにより、液晶光学素子 30 を駆動するのに必要な電圧量を低減することができる。

[0066] 図 12B に示すように、多層 BD74 に光束を集光させる場合、液晶光学素子 10 及び液晶光学素子 30 の両方を駆動する。

また、単層 BD73 に光束を集光させる場合と同様に、液晶光学素子 30 を駆動することにより、液晶光学素子 30 を透過する光束に、位相差を発生させる。また、当該位相差は、対物レンズ 6 を透過する光束が良好に集光する光ディスクの所定のカバー層厚と、BD のカバー層厚とのカバー層厚差に基づく球面収差を補正するような大きさとなっている。なお、単層 BD73 に光束を集光させる場合と同様に、対物レンズ 6 の全面を透過した光束は、多層 BD74 上に集光する。

また、液晶光学素子 10 の各透明電極に、電圧を印加する。これにより、多層 BD74 の各情報記録層間の互換を行うことができる。

実施例 1

[0067] 図 13 は、本発明の実施例 1 にかかる液晶光学素子 40 の一例を示す断面図である。実施例 1 にかかる液晶光学素子 40 は、第 1 の基板 41、第 2 の基板 42、第 3 の基板 43、第 1 の液晶層 44、第 2 の液晶層 45、第 1 の透明電極 46（第 2 の透明電極）、第 2 の透明電極 47（第 1 の透明電極）、第 3 の透明電極 48（第 1 の透明電極）、第 4 の透明電極 49（第 2 の透明電極）、1/4 波長板 50 等を備えている。

[0068] なお、本明細書では、レーザ光源（光源）から出射された光束が対物光学素子により、光ディスクの情報記録層に集光されるまでの光路を第 1 の光路と呼ぶ。また、光ディスクの情報記録層により反射された光束が光検出器に検出されるまでの光路を第 2 の光路と呼ぶ。

[0069] 第 1 の液晶層 44 は、第 1 の基板 41 と第 2 の基板 42 との間に挟持されている。具体的には、第 1 の液晶層 44 は、液晶が、第 1 の基板 41、第 2 の基板 42、及び、スペーサとしてのシールにより形成される空間に封入されてなる。

第2の液晶層45は、第2の基板42と第3の基板43との間に挟持されている。具体的には、第2の液晶層45は、液晶が、第2の基板42、第3の基板43、及びシールにより形成される空間に封入されてなる。

[0070] また、第1の液晶層44の配向方向と第2の液晶層45配向方向とは、互いに直交する向きとなっている。

通常、光ディスクの光ヘッド装置では、偏光ビームスプリッタをレーザ光源と対物光学素子との間に配置する。これにより、第1の光路と第2の光路を一部重複することができ、光学系を小さくすることができる。

具体的には、光ディスクにおいて反射される際に、光束の偏光方向は、90度回転する。即ち、入射光（第1の光路の光束）の偏光方向と反射光（第2の光路の光束）の偏光方向とは互いに直交している。そして、偏光ビームスプリッタは、レーザ光源から出射された光束を透過させて対物光学素子に入射させる。一方、偏光ビームスプリッタは、光ディスクから反射され、対物光学素子を透過した光束を反射させて、光検出器へと導く。

[0071] 従って、入射光と反射光とが対物光学素子を透過する。即ち、入射光と反射光の両方が液晶光学素子を透過する。

また、液晶層は、一の偏光方向の光束のみに対して作用する。そのため、光ヘッド装置が1層の液晶層を有する液晶光学素子を備える場合、入射光と反射光との何れか一方に対しては補正を行うことができるが、他方に対しては補正を行うことができない。

本実施例1にかかる液晶光学素子40では、第1の液晶層44と第2の液晶層45とを備え、第1の液晶層44の配向方向と第2の液晶層45配向方向とは互いに直交しているため、入射光及び反射光の両方に対して補正を行うことができる。

[0072] そして、第1の液晶層44の配向方向は、入射光に対して作用するような配向方向となっている。また、第2の液晶層45の配向方向は、反射光に対して作用するような配向方向となっている。

[0073] 第1の透明電極46は、第1の基板41の第1の液晶層44側に形成され

ている。また、第4の透明電極49は、第3の基板43の第2の液晶層45側に形成されている。そして、第1の透明電極46及び第4の透明電極49の電極パターンは、多層BD74の各情報記録層間の互換を行うための電極パターンを有する。

[0074] 具体的には、第1の透明電極46及び第4の透明電極49の電極パターンは、液晶光学素子10の上面透明電極14及び下面透明電極15の電極パターンと略同じとなっている。即ち、第1の透明電極46及び第4の透明電極49は、9本の大きさの異なる円形状に形成された複数の透明電極が同心円状に並べられたパターンを有している。また、当該複数の透明電極により、第1の液晶層44及び第2の液晶層45は、9個の領域（第2の領域）に分割されている。そして、第1の液晶層44及び第2の液晶層45の各領域は、それぞれ、当該領域を透過する光束に、OL0、OL1、OL2、OL3、OL4という位相差を発生させる。そして、液晶光学素子40を透過する光束に、OL0～OL4の5種類の位相差を発生させることにより、2層BDの各情報記録層のカバー層厚の違いに基づく球面収差を補正している。

[0075] 第2の透明電極47は、第2の基板42の第1の液晶層44側に形成されている。また、第3の透明電極48は、第2の基板42の第2の液晶層45側に形成されている。そして、第2の透明電極47及び第3の透明電極48の電極パターンは、BDとHDとのカバー層厚差に基づく球面収差を補正するような電極パターンとなっている。具体的には、第2の透明電極47及び第3の透明電極48は、液晶光学素子10の光ディスク側に備えられる対物レンズが光束を良好に集光する光ディスクの所定のカバー層厚と、BD又はHDとのカバー層厚とのカバー層厚差に基づく球面収差を補正するような電極パターンとなっている。

[0076] より具体的には、第2の透明電極47及び第3の透明電極48は、大きさの異なる円形状に形成された複数の透明電極が同心円状に並べられたパターンを有している。また、当該複数の透明電極により、第1の液晶層44及び第2の液晶層45は、複数の領域（第1の領域）に分割されている。そして

、第1の液晶層44及び第2の液晶層45の各領域は、それぞれ、当該領域を透過する光束に、BD又はHDとのカバー層厚とのカバー層厚差に基づく球面収差を補正するような位相差を発生させる。

[0077] 具体的には、第2の透明電極47及び第3の透明電極48により分割されてなる複数の領域は、HDの開口数の範囲において、液晶光学素子40を透過する光束に、略 $(m/n)\lambda$ （ただし、 $n \geq 2$ を満たす自然数、 m は、 $|m| \leq n/2$ を満たす整数、 λ は、前記光源の波長）の位相差を付与する。

[0078] そして、第1の液晶層44は、第1の透明電極46及び第2の透明電極47により駆動される。第1の透明電極46により駆動された場合、第1の液晶層44は、入射光に対して、多層BD74の各情報記録層間のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を発生させる。また、後述するアクチュエータ106により対物光学素子104（後述）がデフォーカスされた場合には、第1の透明電極46により駆動された第1の液晶層44は、入射光に対して、多層HD72の各情報記録層間のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を発生させる。

[0079] また、第1の液晶層44は、第2の透明電極47により駆動された場合、入射光に対して、BDとHDとのカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を発生させる。

[0080] また、第2の液晶層45は、第3の透明電極48及び第4の透明電極49により駆動される。そして、第2の液晶層45は、第3の透明電極48により駆動された場合、反射光に対して、BDとHDとのカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を発生させる。

[0081] また、第4の透明電極49により駆動された場合、第2の液晶層45は、反射光に対して、多層BD74の各情報記録層間のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を発生させる。また、対物光学素子104（後述）がデフォーカスされた場合には、第4の透明電極49により駆動された第2の液晶層45は、反射光に対して、多層HD72の各情報記録層間の

カバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を発生させる。

[0082] 1／4波長板50は、第3の基板43の対物レンズ105（後述）側の面に、固定されている。なお、実施例1において、液晶光学素子40の第1の基板41側がレーザ光源101（後述）側であり、液晶光学素子40の第3の基板43側が光ディスク75（後述）側である。

[0083] 図14に、実施例1にかかる光ヘッド装置100の一例を示す。図14に示すように、光ヘッド装置100は、レーザ光源101、コリメータレンズ102、偏光ビームスプリッタ103、対物光学素子104、アクチュエータ106、ホログラム光学素子107、検出用集光レンズ108、光検出器109、オートフォーカス／トラッキング回路110、RF回路111、液晶駆動回路112等を備えている。

[0084] 図14に示すように、対物光学素子104は、液晶光学素子40、対物レンズ105などを備えている。また、液晶光学素子40と対物レンズ105とは、アクチュエータ106により一体的に保持されている。そして、液晶光学素子40と対物レンズ105とは、アクチュエータ106により一体的に駆動される。

[0085] アクチュエータ106は、対物光学素子104を高速かつ高精度に駆動するための機構を備えている。また、アクチュエータ106は、対物レンズ105の光軸方向と、当該光軸方向に対して垂直な方向との2軸に沿って、対物光学素子104を移動させる。これにより、アクチュエータ106は、対物光学素子104をデフォーカスさせる。また、アクチュエータ106は、対物レンズ105によって形成される光スポットの光ディスク75上における位置を制御する。

[0086] レーザ光源101から出射された光束（入射光）は、コリメータレンズ102、偏光ビームスプリッタ103、液晶光学素子40、対物レンズ105を透過して、光ディスク75に入射する。また、光ディスク75から反射された光束（反射光）は、対物レンズ105及び液晶光学素子40を透過した後、ホログラム光学素子107に入射する。

[0087] ホログラム光学素子 107 は、光ディスク 75 から反射された反射光を、オートフォーカス／トラッキングサーボ成分と RF 成分とに分離する。

ホログラム光学素子 107 を透過した反射光は、検出用集光レンズ 108 により集光され、光検出器 109 において検出され、電気信号に変換される。

光検出器 109 により検出されたオートフォーカス／トラッキング成分信号は、オートフォーカス／トラッキング回路 110 に入力される。オートフォーカス／トラッキング回路 110 は、オートフォーカス／トラッキング成分信号に基づいて制御信号を出力する。そして、オートフォーカス／トラッキング回路 110 から出力された制御信号に基づいて、アクチュエータ 106 が制御される。

[0088] 光検出器 109 により検出された RF 成分信号は、RF 回路 111 に入力される。RF 回路 111 は、RF 成分信号に基づいて RF 信号を出力する。

また、液晶駆動回路 112 は、駆動信号を第 1 の透明電極 46、第 2 の透明電極 47、第 3 の透明電極 48、第 4 の透明電極 49 に入力する。そして、液晶駆動回路 112 は、第 1 の液晶層 44 及び第 2 の液晶層 45 の動作環境が変化した際に、第 1 の透明電極 46、第 2 の透明電極 47、第 3 の透明電極 48、第 4 の透明電極 49 に印加する電圧量を調節する。例えば、温度や液晶素子の経時変化により、第 1 の液晶層 44 及び第 2 の液晶層 45 の電圧応答性が変化した場合に、第 1 の透明電極 46、第 2 の透明電極 47、第 3 の透明電極 48、第 4 の透明電極 49 に印加する電圧量を調節する。このような調整は、第 1 の液晶層 44 及び第 2 の液晶層 45 の動作開始時に行うだけでもよいし、動作中においても行われてもよい。

[0089] 対物レンズ 105 の液晶光学素子 40 側の面は、中央部と外周部とに分割されている。中央部は、HD の $NA = 0.65$ と略同一の大きさの円形の領域である。また、外周部は、中央部の外周側に設けられた輪帯状の領域である。中央部は、BD のカバー層厚と HD のカバー層厚との中間のカバー層厚 $= 0.35 \text{ mm}$ の光ディスクに対して良好に光束を集光させる面形状を有し

ている。そのため、中央部が光束をBDに集光させる際の球面収差の符号とHDに集光させる際の球面収差の符号とは反対となる。

また、外周部は、カバー層厚0.1mmのBDに対して光束を良好に集光させる面形状を有している。

[0090] なお、BDとHDは、カバー層厚だけでなくNAも異なる。そのため、対物レンズ105の中央部がBDとHDの間のカバー層厚の光ディスクに光束を集光させる際の球面収差を低減する面形状を有しているからといって、当該中央部が光束をBD又はHDに集光させる際の球面収差の絶対値が等しくなるとは限らない。しかし、液晶光学素子40による補正量は、各透明電極46～49に印加する電圧を調整することにより、制御することができる。そのため、BDにおける球面収差とHDにおける球面収差との絶対値が等しくならなくても、当該球面収差を好適に低減することが可能となる。

[0091] 実施例1にかかる光ヘッド装置100を用いて、2層BD及び2層HDに対して光束を集光させた。まず、液晶光学素子40を駆動せずに、2層BDの各情報記録層に光スポットを形成した。次に、2層BDの情報記録層のうち、球面収差の大きい（即ち、光スポットの乱れが大きい）方の情報記録層にフォーカスを合わせた。そして、2層BDの情報記録層のうち、対物レンズ105側の情報記録層（即ち、カバー層側の情報記録層）に対して光束を集光させた。その際、液晶光学素子40を駆動しない場合には、RMS波面収差は、最大で約200mλであった。しかし、液晶光学素子40を駆動することにより、RMS波面収差を30mλまでに低減することができた。即ち、液晶光学素子40を駆動することにより、波面収差を駆動前の1/4以下に低減することができた。

[0092] 同様に、液晶光学素子40を駆動させずに、2層HDの各情報記録層に光スポットを形成した。次に、2層HDの情報記録層のうち、球面収差の大きい方の情報記録層にフォーカスを合わせた。そして、2層HDの情報記録層のうち、対物レンズ105側の情報記録層に対して光束を集光させた。その際、液晶光学素子40を駆動しない場合には、RMS波面収差は、最大で約

100mλであった。しかし、液晶光学素子40を駆動することにより、RMS波面収差を35mλまでに低減することができた。即ち、液晶光学素子40を駆動することにより、波面収差を駆動前の1/4以下に低減することができた。

- [0093] なお、液晶層の厚さを厚くしたり、印加電圧の大きさを大きくしたりすることにより、液晶光学素子40による収差補正量を大きくすることが可能である。また、透明電極の電極パターンをより細かくすることにより、補正の精度を向上させることができる。例えば、液晶光学素子40を駆動することにより、0.2λ以下の波面収差量とすることができる。また、補正する位相量をカバー層厚誤差に応じて増減させることにより、2層よりも層数が多い多層光ディスクにおける情報記録層間の互換を行うことができる。

実施例 2

- [0094] 図15は、本発明の実施例2にかかる液晶レンズ60の一例を示す断面図である。実施例2にかかる液晶レンズ60は、第1の基板61、第2の基板62、第3の基板63、第1の液晶層64、第2の液晶層65、第1の透明電極66、66、第2の透明電極67、67、1/4波長板51等を備えている。

- [0095] 第1の液晶層64は、第1の基板61と第2の基板62との間に挟持されている。第2の液晶層65は、第2の基板62と第3の基板63との間に挟持されている。また、第1の液晶層64の配向方向と第2の液晶層65配向方向とは、互いに直交する向きとなっている。

- [0096] そして、第1の液晶層64の配向方向は、反射光に対して作用するような配向方向となっている。また、第2の液晶層65の配向方向は、入射光に対して作用するような配向方向となっている。

- [0097] 第1の透明電極66、66は、第2の基板62の第1の液晶層64側及び第2の液晶層65側に形成されている。

また、第2の透明電極67、67は、第1の基板61の第1の液晶層64側及び第3の基板63の第2の液晶層65側に形成されている。

[0098] また、第１の基板６１の第１の液晶層６４側には、ブレード格子６８が形成されている。同様に、第２の基板６２の第２の液晶層６５側には、ブレード格子６８が形成されている。

[0099] そして、第１の液晶層６４は、第１の透明電極６６及び第２の透明電極６７により駆動された場合、第１の液晶層６４を透過する光束に対してブレード格子６８を作用させ、ＢＤとＨＤとのカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような発散角度で、当該光束を出射する。

具体的には、第１の透明電極６６及び第２の透明電極６７に電圧を印加することにより、第１の液晶層６４の液晶素子が配向する。これにより、第１の液晶層６４の屈折率が変化する。そして、ブレード格子６８が、第１の液晶層６４を透過する光束に対して、作用する。

[0100] 同様に、第２の液晶層６５は、第１の透明電極６６及び第２の透明電極６７により駆動された場合、第２の液晶層６５を透過する光束に対してブレード格子６８を作用させ、ＢＤとＨＤとのカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような発散角度で、当該光束を出射する。

[0101] １／４波長板５１は、第３の基板６３の対物レンズ２０５（後述）側の面に、固定されている。なお、実施例２において、液晶レンズ６０の第１の基板６１側がレーザ光源１０１側であり、液晶レンズ６０の第３の基板６３側が光ディスク７５側である。

[0102] 図１６は、本発明の実施例２にかかる液晶光学素子７０の一例を示す断面図である。実施例２にかかる液晶光学素子７０は、第１の基板７１、第２の基板７２、第３の基板７３、第１の液晶層７４、第２の液晶層７５、第１の透明電極７６、第２の透明電極７７等を備えている。

[0103] 第１の液晶層７４は、第１の基板７１と第２の基板７２との間に挟持されている。第２の液晶層７５は、第２の基板７２と第３の基板７３との間に挟持されている。また、第１の液晶層７４の配向方向と第２の液晶層７５配向方向とは、互いに直交する向きとなっている。

[0104] そして、第１の液晶層７４の配向方向は、入射光に対して作用するような

配向方向となっている。また、第２の液晶層７５の配向方向は、反射光に対して作用するような配向方向となっている。

[0105] 第１の透明電極７６は、第２の基板７２の第１の液晶層７４側に形成されている。また、第２の透明電極７７は、第２の基板７２の第２の液晶層７５側に形成されている。そして、第１の透明電極７６及び第２の透明電極７７の電極パターンは、多層ＢＤ７４の各情報記録層間の互換を行うための電極パターンを有する。

具体的には、第１の透明電極７６及び第２の透明電極７７の電極パターンは、実施例１にかかる液晶光学素子４０の第１の透明電極４６及び第４の透明電極４９の電極パターンと略同じとなっている。

[0106] そして、第１の透明電極７６により駆動された場合、第１の液晶層７４は、入射光に対して、多層ＢＤ７４の各情報記録層間のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を発生させる。また、後述するアクチュエータ２０６により対物光学素子２０４（後述）がデフォーカスされた場合には、第１の透明電極７６により駆動された第１の液晶層７４は、入射光に対して、多層ＨＤ７２の各情報記録層間のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を発生させる。

[0107] また、第２の透明電極７７により駆動された場合、第２の液晶層７５は、反射光に対して、多層ＢＤ７４の各情報記録層間のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を発生させる。また、対物光学素子２０４（後述）がデフォーカスされた場合には、第２の透明電極７７により駆動された第２の液晶層７５は、反射光に対して、多層ＨＤ７２の各情報記録層間のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を発生させる。

[0108] 実施例２にかかる液晶光学素子７０では、同一の基板（第２の基板７２）に、第１の透明電極７６及び第２の透明電極７７が形成されている。そのため、第１の透明電極７６及び第２の透明電極７７の位置合わせの精度が高くなる。

[0109] なお、実施例２において、液晶光学素子７０の第１の基板７１側がレーザ

光源 101 側であり、液晶光学素子 70 の第 3 の基板 73 側が光ディスク 75 側である。

[0110] 図 17 に、実施例 2 にかかる光ヘッド装置 200 の一例を示す。図 17 に示すように、実施例 2 にかかる光ヘッド装置 200 は、液晶光学素子 70、対物光学素子 204、アクチュエータ 206、液晶駆動回路 212 の構成のみが、実施例 1 にかかる光ヘッド装置 100 と異なるので、同一の構成については、同一の符号を付すとともに、その説明を省略する。

[0111] 図 17 に示すように、対物光学素子 204 は、液晶レンズ 60、対物レンズ 205 などを備えている。また、液晶レンズ 60 と対物レンズ 205 とは、アクチュエータ 206 により一体的に保持されている。そして、液晶レンズ 60 と対物レンズ 205 とは、アクチュエータ 206 により一体的に駆動される。

[0112] アクチュエータ 206 は、対物光学素子 204 を高速かつ高精度に駆動するための機構を備えている。また、アクチュエータ 206 は、対物レンズ 205 の光軸方向と、当該光軸方向に対して垂直な方向との 2 軸に沿って、対物光学素子 204 を移動させる。これにより、アクチュエータ 206 は、対物光学素子 204 をデフォーカスさせる。また、アクチュエータ 206 は、対物レンズ 205 によって形成される光スポットの光ディスク 75 上における位置を制御する。

[0113] 液晶駆動回路 212 は、液晶レンズ 60 の第 1 の透明電極 66、66、第 2 の透明電極 67、67、液晶光学素子 70 の第 1 の透明電極 76、第 2 の透明電極 77 に駆動信号を入力する。そして、液晶駆動回路 212 は、液晶レンズ 60 の第 1 の液晶層 64 及び第 2 の液晶層 65 の動作環境が変化した場合に、液晶レンズ 60 の第 1 の透明電極 66、66、第 2 の透明電極 67、67 に印加する電圧量を調節する。また、液晶駆動回路 212 は、液晶光学素子 70 の第 1 の液晶層 74 及び第 2 の液晶層 75 の動作環境が変化した場合に、液晶光学素子 70 の第 1 の透明電極 76、第 2 の透明電極 77 に印加する電圧量を調節する。

[0114] 対物レンズ 205 は、BD 専用レンズである。そして、対物レンズ 205 は、BD の情報記録層に、光束を良好に収束する。

[0115] 液晶光学素子 70 は、対物光学素子 204 と偏光ビームスプリッタ 103 との間に設けられている。液晶光学素子 70 もアクチュエータ 206 に搭載する方が、レンズシフトが発生した場合の影響を低減することができる。しかし、アクチュエータに多くのものを搭載すると、信号品質や高速動作において問題が生じる。

また、液晶光学素子 70 により補正すべき収差量は、液晶レンズ 60 に比べて少ない。そのため、レンズシフトにより生じるコマ収差の量も小さい。また、レンズシフトにより生じたコマ収差を液晶光学素子 70 により補正することも可能である。

[0116] 実施例 2 にかかる液晶レンズ 60 による BD と HD との互換動作について、図 18 を参照しながら、説明する。図 18 は、対物光学素子 204 と光ディスク 75 の断面図である。図 18 では、液晶レンズ 60 の対物レンズ側のみを図示する。光ディスク 75 として、単層 HD 71 及び単層 BD 73 を例示する。図 18 A に、単層 HD 71 に光スポットを形成する場合を示し、図 18 B に、単層 BD 73 に光スポットを形成する場合を示す。

[0117] 図 18 A に示すように、単層 HD 71 上に光スポットを形成する場合には、液晶レンズ 60 を駆動する。液晶レンズ 60 の第 1 の透明電極 66 及び第 2 の透明電極 67 に電圧を印加すると、液晶レンズ 60 の第 2 の液晶層 65 を透過する光束に対してブレイズ格子 68 が作用する。そして、液晶レンズ 60 は、液晶レンズ 60 を透過した光束が単層 HD 71 に HD の NA で集光するように、当該光束の発散角度を調整する。これにより、第 2 の液晶層 65 を透過する光束は、単層 BD 73 と単層 HD 71 とのカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような発散角度で発散して対物レンズ 205 に入射する。そのため、対物レンズ 205 は、液晶レンズ 60 から出射された光束を単層 HD 71 上に良好に集光する。

[0118] 図 18 B に示すように、単層 BD 73 上に光スポットを形成する場合には

、液晶レンズ60を駆動しない。そのため、液晶レンズ60を透過する光束は発散角度が変化することなく対物レンズ205に入射する。そのため、対物レンズ205は、BD専用レンズであるため、液晶レンズ60から出射された光束を単層BD73上に良好に集光する。

[0119] 実施例2にかかる光ヘッド装置200を用いて、2層BD及び2層HDに対して光束を集光させた。まず、液晶光学素子70を駆動せずに、2層BDの各情報記録層に光スポットを形成した。次に、2層BDの情報記録層のうち、球面収差の大きい（即ち、光スポットの乱れが大きい）方の情報記録層にフォーカスを合わせた。そして、2層BDの情報記録層のうち、対物レンズ205側の情報記録層（即ち、カバー層側の情報記録層）に対して光束を集光させた。その際、液晶光学素子70を駆動しない場合には、RMS波面収差は、最大で約180mλであった。しかし、液晶光学素子70を駆動することにより、RMS波面収差を25mλまでに低減することができた。即ち、液晶光学素子70を駆動することにより、波面収差を駆動前の1/4以下に低減することができた。

[0120] 同様に、液晶レンズ60を駆動させるとともに、液晶光学素子70を駆動させずに、2層HDの各情報記録層に光スポットを形成した。次に、2層HDの情報記録層のうち、球面収差の大きい方の情報記録層にフォーカスを合わせた。そして、2層HDの情報記録層のうち、対物レンズ205側の情報記録層に対して光束を集光させた。その際、液晶レンズ60のみを駆動し、液晶光学素子70を駆動しない場合には、RMS波面収差は、最大で約140mλであった。しかし、液晶レンズ60だけでなく液晶光学素子70を駆動することにより、RMS波面収差を30mλまでに低減することができた。即ち、液晶光学素子70を駆動することにより、波面収差を駆動前の1/4以下に低減することができた。

[0121] なお、実施例1では、液晶レンズ60にブレイズ格子68を設けたが、他の構成により液晶レンズ60を形成してもよい。例えば、大きさの異なる円形状に形成された複数の透明電極を同心円状に並べて、液晶層を複数の輪帯

状の領域に分け、各領域の液晶層の屈折率を段階的に変化させることにより、液晶レンズ60を構成してもよい。しかし、この場合には、透明電極の引き出し線が多くなってしまう。

実施例 3

[0122] 図19に実施例3にかかる光ヘッド装置300を示す。図19に示すように、実施例3にかかる光ヘッド装置300は、液晶光学素子80、対物光学素子304、BD/HDD光路切替機構306（光路切替機構）、アクチュエータ307、液晶駆動回路312の構成のみが、実施例1にかかる光ヘッド装置100と異なるので、同一の構成については、同一の符号を付すとともに、その説明を省略する。

[0123] 液晶光学素子80は、実施例2にかかる液晶光学素子70の光ディスク側に1/4波長板52を設けたものである。そして、液晶光学素子80は、駆動されることにより、液晶光学素子80を透過する光束に、多層BD及び多層HDにおける情報記録層間のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を発生させる。

[0124] 対物光学素子304は、第1の対物レンズ308、第2の対物レンズ309などを備えている。第1の対物レンズ308及び第2の対物レンズ309は、レンズの光軸方向に垂直な方向に並べられている。そして、第1の対物レンズ308及び第2の対物レンズ309は、アクチュエータ307により一体的に保持されている。

第1の対物レンズ308は、BD専用レンズである。また、第2の対物レンズ309は、HD専用レンズである。

[0125] BD/HDD光路切替機構306は、液晶光路切替素子（図示省略）などを備えている。液晶光路切替素子は、偏光を利用して、第1の対物レンズ308へ向かう光路と、第2の対物レンズ309に向かう光路との何れかを選択する。

なお、BD/HDD光路切替機構306は、ミラーを駆動させることによって、光路を選択するものであってもよい。

- [0126] アクチュエータ 307 は、対物光学素子 304 を高速かつ高精度に駆動するための機構を備えている。また、アクチュエータ 307 は、第 1 の対物レンズ 308 及び第 2 の対物レンズ 309 の光軸方向と、当該光軸方向に対して垂直な方向との 2 軸に沿って、対物光学素子 304 を移動させる。これにより、アクチュエータ 307 は、対物光学素子 304 をデフォーカスさせる。また、アクチュエータ 307 は、第 1 の対物レンズ 308 によって形成される光スポットの BD73 (74) 上における位置を制御する。同様に、アクチュエータ 307 は、第 2 の対物レンズ 309 によって形成される光スポットの HD71 (72) 上における位置を制御する。
- [0127] 液晶駆動回路 312 は、液晶光学素子 80 に駆動信号を入力する。そして、液晶駆動回路 312 は、液晶光学素子 80 の液晶層の動作環境が変化した際に、液晶光学素子 80 の透明電極に印加する電圧量を調節する。
- [0128] 実施例 3 にかかる光ヘッド装置 300 を用いて、2 層 BD74 及び 2 層 HD72 に対して光束を集光させた。まず、液晶光学素子 80 を駆動せずに、2 層 BD74 の各情報記録層に光スポットを形成した。次に、2 層 BD74 の情報記録層のうち、球面収差の大きい（即ち、光スポットの乱れが大きい）方の情報記録層にフォーカスを合わせた。そして、2 層 BD74 の情報記録層のうち、第 1 の対物レンズ 308 側の情報記録層（即ち、カバー層側の情報記録層）に対して光束を集光させた。その際、液晶光学素子 80 を駆動しない場合には、RMS 波面収差は、最大で約 160 mλ であった。しかし、液晶光学素子 80 を駆動することにより、RMS 波面収差を 25 mλ までに低減することができた。即ち、液晶光学素子 80 を駆動することにより、波面収差を駆動前の 1/4 以下に低減することができた。
- [0129] 同様に、液晶光学素子 80 を駆動させずに、2 層 HD72 の各情報記録層に光スポットを形成した。次に、2 層 HD72 の情報記録層のうち、球面収差の大きい方の情報記録層にフォーカスを合わせた。そして、2 層 HD72 の情報記録層のうち、第 2 の対物レンズ 309 側の情報記録層に対して光束を集光させた。その際、液晶光学素子 80 を駆動しない場合には、RMS 波

面収差は、最大で約90mλであった。しかし、液晶光学素子80を駆動することにより、RMS波面収差を20mλまでに低減することができた。即ち、液晶光学素子80を駆動することにより、波面収差を駆動前の1/4以下に低減することができた。

[0130] 実施例3にかかる光ヘッド装置300では、BD/HDD光路切替機構306が必要となる。また、2枚のレンズを用いるため、レンズ重量や大きさが増加し、アクチュエータの負担が増加してしまう。また、2枚のレンズを用いるため、レンズシフトが発生すると著しく信号が劣化してしまう。

しかし、BD専用レンズである第1の対物レンズ308及びHD専用レンズである第2の対物レンズを用いるため、波面収差をより低減することができる。具体的には、BD73(74)とHD71(72)のカバー層厚差に基づく球面収差の発生を防止している。

[0131] なお、本発明は、球面収差低減方法を述べており、多層光ディスクにおける各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差も、フォーカスずれに基づく微少な球面収差も、同様に低減可能である。

また、本発明の実施形態では、2種類の多層光ディスクとして2層BD及び2層HDを例に挙げたが、本発明の範囲はこれに限られるものではない。本発明は、DVD、CDにも適用可能である。この場合には、光学系に用いられる光源の波長において、DVD又はCDの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差量が発生する。そこで、当該球面収差量に応じて、デフォーカス量と液晶光学素子の透明電極に印加する電圧量とを調節する。これにより、BD及びHDだけでなく、DVD又はCDの球面収差を低減することが可能となる。

産業上の利用可能性

[0132] 液晶光学素子の透明電極を増やすことなく、複数種類の多層光ディスクにおける複数の情報記録層間の互換を行うことができる。

符号の説明

[0133] 10、30、40、70、80 液晶光学素子

- 1 3 液晶層（液晶光学素子の液晶層）
- 1 4 上面透明電極（透明電極）
- 1 5 下面透明電極（透明電極）
- 4 4、4 5 第 1 の液晶層（液晶光学素子の液晶層）
- 4 6 第 1 の透明電極（第 2 の透明電極）
- 4 7 第 2 の透明電極（第 1 の透明電極）
- 4 8 第 3 の透明電極（第 1 の透明電極）
- 4 9 第 4 の透明電極（第 2 の透明電極）
- 6 0 液晶レンズ
- 6 4、6 5 液晶層（液晶レンズの液晶層）
- 6 8 ブレーズ格子
- 7 1 単層HD（第 2 の光ディスク）
- 7 2 多層HD（第 2 の多層光ディスク）
- 7 3 単層BD（第 1 の光ディスク）
- 7 4 多層BD（第 1 の多層光ディスク）
- 7 4、7 5 第 2 の液晶層（液晶光学素子の液晶層）
- 7 6 第 1 の透明電極（第 2 の透明電極）
- 7 7 第 2 の透明電極（第 2 の透明電極）
- 1 0 0、2 0 0、3 0 0 光ヘッド装置
- 9 0、1 0 4、2 0 4、3 0 4 対物光学素子
- 1 0 5、2 0 5 対物レンズ
- 3 0 6 BD／HD光路切替機構（光路切替機構）
- 3 0 8 第 1 の対物レンズ
- 3 0 9 第 2 の対物レンズ
- 1 0 6、2 0 6、3 0 7 アクチュエータ
- 1 1 2、2 1 2、3 1 2 液晶駆動回路

請求の範囲

[請求項1]

第1のカバー層厚を有する第1の多層光ディスクに光源からの光束を第1の開口数で集光させる光ヘッド装置における液晶光学素子の駆動方法であって、

前記光ヘッド装置は、

前記光源からの光束を前記第1の多層光ディスクに集光させる対物光学素子と、

同心円状に並べられた大きさの異なる円形状の複数の透明電極により複数の領域に分割された液晶層を備える液晶光学素子と、

前記対物光学素子をデフォーカスさせるアクチュエータと、
を備え、

前記複数の透明電極は、前記複数の領域が、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第1の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与するような電極パターンで形成され、

前記アクチュエータにより前記対物光学素子をデフォーカスし、前記複数の領域によって前記液晶光学素子を透過する光束に付与される位相差が、前記液晶光学素子の中心から外周に向かって小さくなるように、前記複数の透明電極に電圧を印加した場合に、前記複数の領域は、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第1のカバー層厚よりも厚い前記第2のカバー層厚を有し、前記第1の開口数より小さい第2の開口数で前記光源からの光束が集光される第2の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与する液晶光学素子の駆動方法。

[請求項2]

第1のカバー層厚を有する第1の多層光ディスクに光源からの光束を第1の開口数で集光させる光ヘッド装置であって、

前記光源からの光束を前記第1の多層光ディスクに集光させる対物光学素子と、

同心円状に並べられた大きさの異なる円形状の複数の透明電極により複数の領域に分割された液晶層を備える液晶光学素子と、

前記対物光学素子をデフォーカスさせるアクチュエータと、
を備え、

前記複数の透明電極は、前記複数の領域が、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第 1 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与するような電極パターンで形成され、

前記アクチュエータにより前記対物光学素子がデフォーカスされ、前記複数の領域が前記液晶光学素子を透過する光束に付与する位相差が、前記液晶光学素子の中心から外周に向かって小さくなるように、前記複数の透明電極に電圧が印加された場合に、前記複数の領域は、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第 1 のカバー層厚よりも厚い前記第 2 のカバー層厚を有し、前記第 1 の開口数より小さい第 2 の開口数で前記光源からの光束が集光される第 2 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与する光ヘッド装置。

[請求項3]

前記液晶光学素子は、複数の第 1 の透明電極と、複数の第 2 の透明電極とを備え、

前記複数の第 1 の透明電極は、大きさの異なる円形状の複数の透明電極が同心円状に並べられ、前記液晶層を複数の第 1 の領域に分割し、

前記複数の第 2 の透明電極は、大きさの異なる円形状の複数の透明電極が同心円状に並べられ、前記液晶層を複数の第 2 の領域に分割し、

前記複数の第 1 の領域は、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第 1 のカバー層厚を有し、前記第 1 の開口数で前記光源からの光束が集光される第 1 の光ディスクと、前記第 1 のカバー層厚よりも厚い

前記第2のカバー層厚を有し、前記第1の開口数より小さい第2の開口数で前記光源からの光束が集光される第2の光ディスクとのカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与し、

前記複数の第2の領域は、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第1の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与するとともに、

前記アクチュエータにより前記対物光学素子がデフォーカスされ、前記複数の第2の領域が前記液晶光学素子を透過する光束に付与する位相差が、前記液晶光学素子の中心から外周に向かって小さくなるように、前記複数の第2の透明電極に電圧が印加された場合に、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第2の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与する請求項2に記載の光ヘッド装置。

[請求項4]

前記対物光学素子は、前記第1のカバー層厚と前記第2のカバー層厚との間の所定のカバー層厚を備える光ディスクに光束を良好に集光する面形状を有しており、

前記複数の第1の領域は、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記所定のカバー層厚と、前記第1のカバー層厚又は前記第2のカバー層厚とのカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与する請求項3に記載の光ヘッド装置。

[請求項5]

前記複数の第1の領域は、前記第2の開口数の範囲において、前記液晶光学素子を透過する光束に、略 $(m/n)\lambda$ (ただし、 $n \geq 2$ を満たす自然数、 m は、 $|m| \leq n/2$ を満たす整数、 λ は、前記光源の波長) の位相差を付与し、

前記複数の第1の領域は、前記第1の光ディスクに前記光源からの光を集光する場合と、前記第2の光ディスクに前記光源からの光を集光する場合とで、前記位相差の符号を変えて、当該位相差を加える請求項3又は4に記載の光ヘッド装置。

[請求項6] 前記液晶光学素子は、アクチュエータにより、前記対物光学素子と一体的に保持されている請求項2乃至5の何れか一項に記載の光ヘッド装置。

[請求項7] 前記対物光学素子は、
前記第1のカバー層厚を有する第1の光ディスクに前記光源からの光束を前記第1の開口数で良好に集光する対物レンズと、
ガラス基板に挟持された液晶層と、液晶層を駆動する透明電極とを備える液晶レンズと、
を備え、
前記液晶レンズの前記透明電極に電圧が印加された場合に、前記液晶レンズの前記液晶層は、前記液晶レンズを透過した光束が前記対物レンズにより前記第2のカバー層厚を有する第2の光ディスクに前記第2の開口数で集光されるように、前記液晶レンズを透過する光束の発散角度を調整する請求項2に記載の光ヘッド装置。

[請求項8] 前記液晶レンズは、前記液晶層を2つ備え、前記液晶レンズの—oneの前記液晶層の配向方向と他の前記液晶層の配向方向は直交している請求項7に記載の光ヘッド装置。

[請求項9] 前記対物光学素子は、
前記第1のカバー層厚を有する第1の光ディスクに前記光源からの光束を前記第1の開口数で良好に集光する第1の対物レンズと、
前記第2のカバー層厚を有する第2の光ディスクに前記光源からの光束を前記第2の開口数で良好に集光する第2の対物レンズと、
を備え、
前記液晶光学素子と前記対物光学素子との間に、前記液晶光学素子から出射された光束を前記第1の対物レンズ又は前記第2の対物レンズへと導く光路切替機構を備える請求項2に記載の光ヘッド装置。

[請求項10] 前記液晶光学素子は、前記液晶層を2つ備え、前記液晶光学素子—oneの前記液晶層の配向方向と他の前記液晶層の配向方向は直交してい

る請求項 2 乃至 9 の何れか一項に記載の光ヘッド装置。

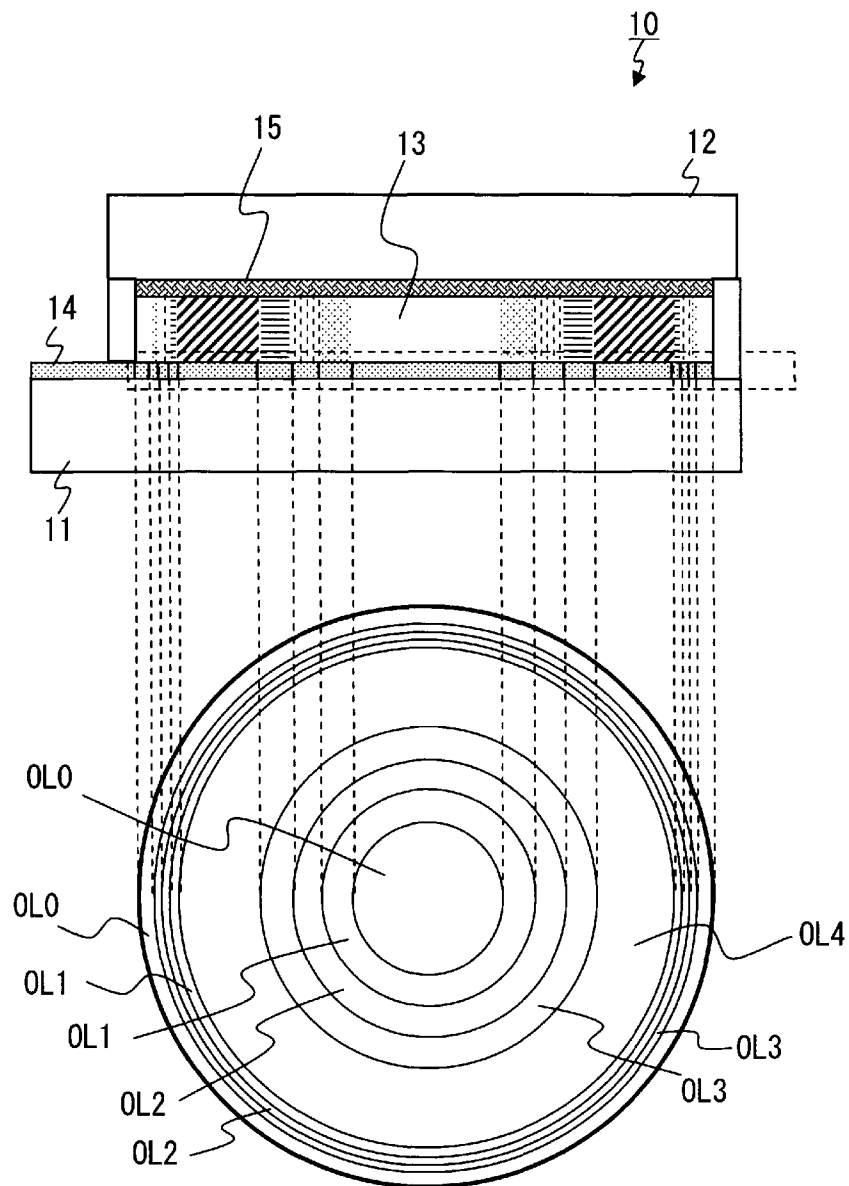
[請求項 11]

同心円状に並べられた大きさの異なる円形状の複数の透明電極と、
前記複数の透明電極により複数の領域に分割された液晶層と、
を備え、

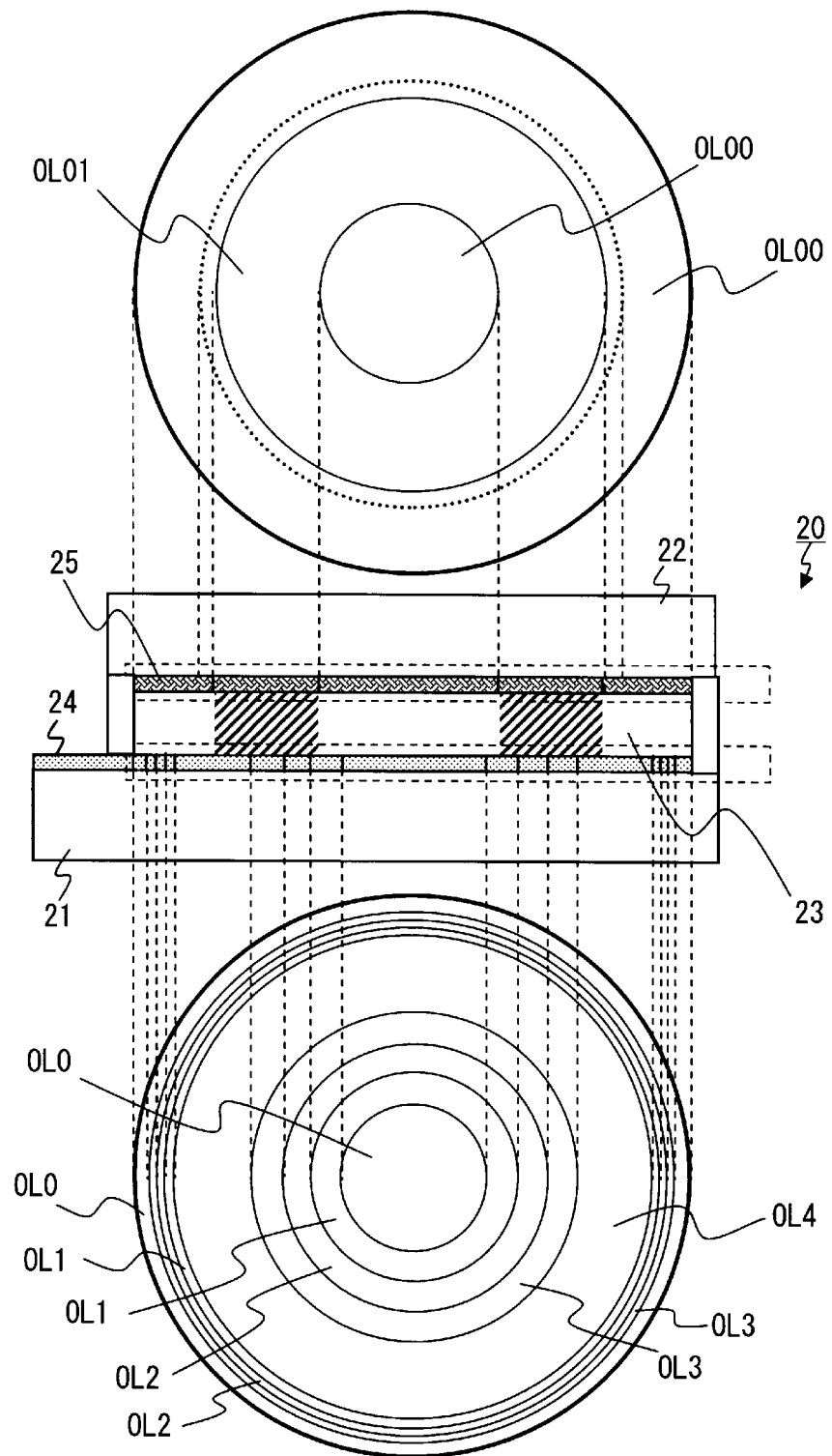
前記複数の透明電極は、前記複数の領域が、前記液晶光学素子を透過する光束に、第 1 のカバー層厚を有し、第 1 の開口数で光源からの光束が集光される第 1 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与するような電極パターンで形成され、

前記複数の領域が前記液晶光学素子を透過する光束に付与する位相差が、前記液晶光学素子の中心から外周に向かって小さくなるように、前記複数の透明電極に電圧が印加された場合に、前記複数の領域は、前記液晶光学素子を透過する光束に、前記第 1 のカバー層厚よりも厚い前記第 2 のカバー層厚を有し、前記第 1 の開口数より小さい第 2 の開口数で前記光源からの光束が集光される第 2 の多層光ディスクの各情報記録層のカバー層厚差に基づく球面収差を低減するような位相差を付与する液晶光学素子。

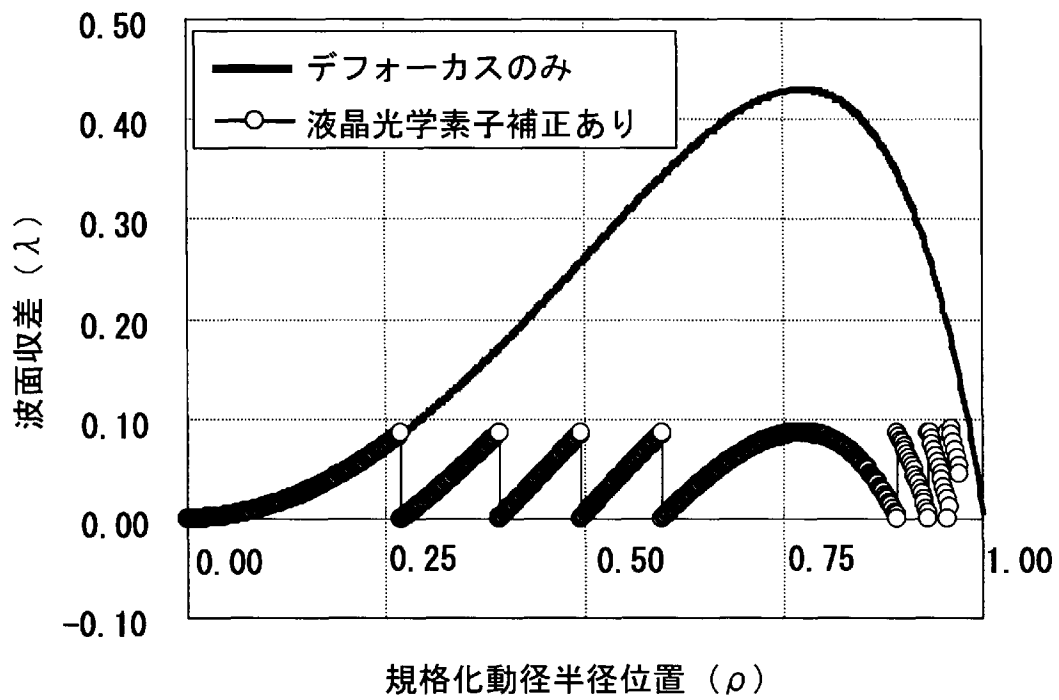
[図1]



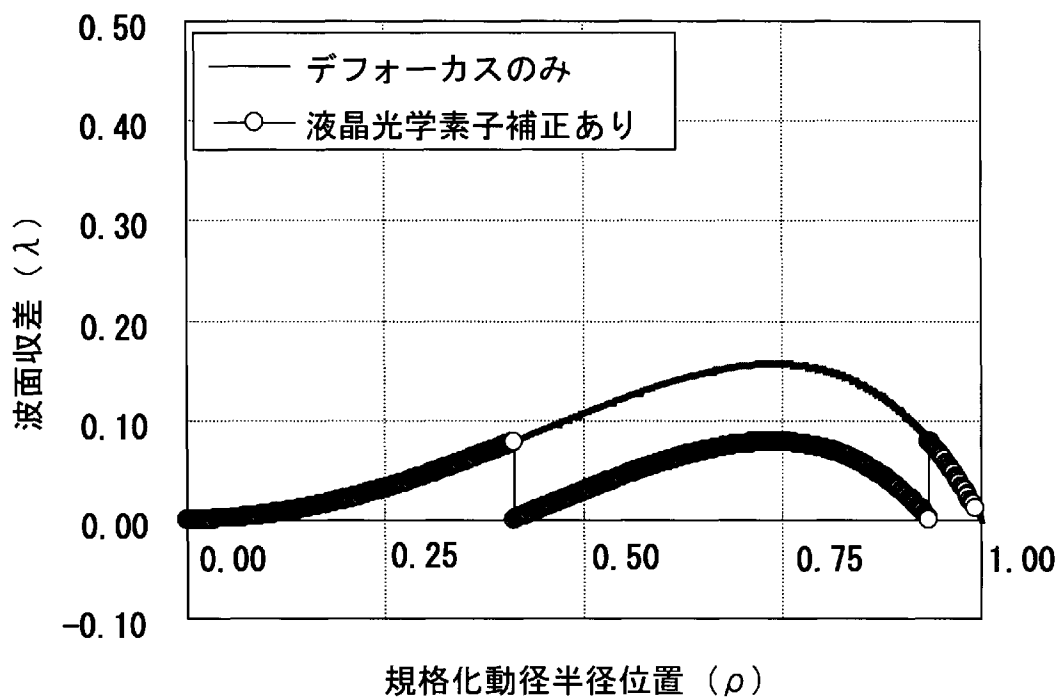
[図2]



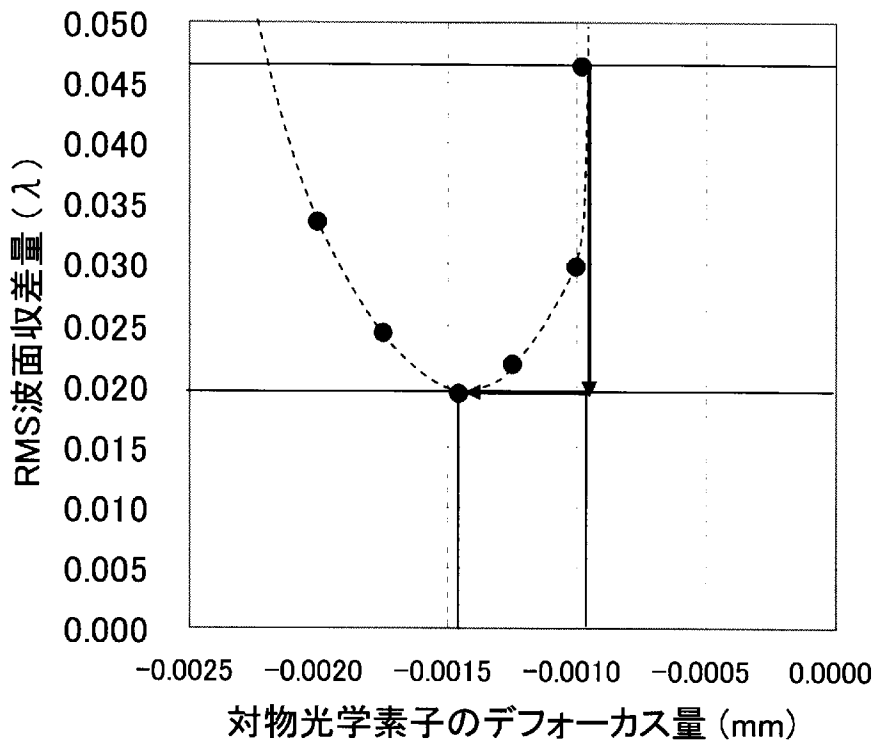
[図3A]



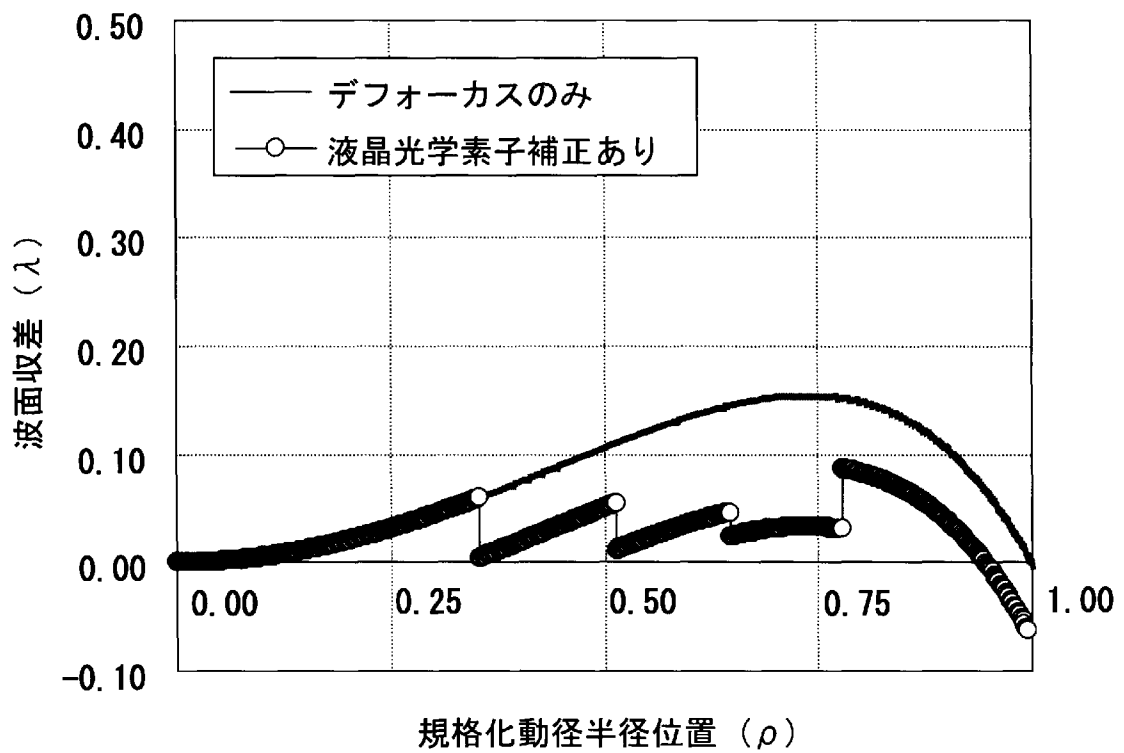
[図3B]



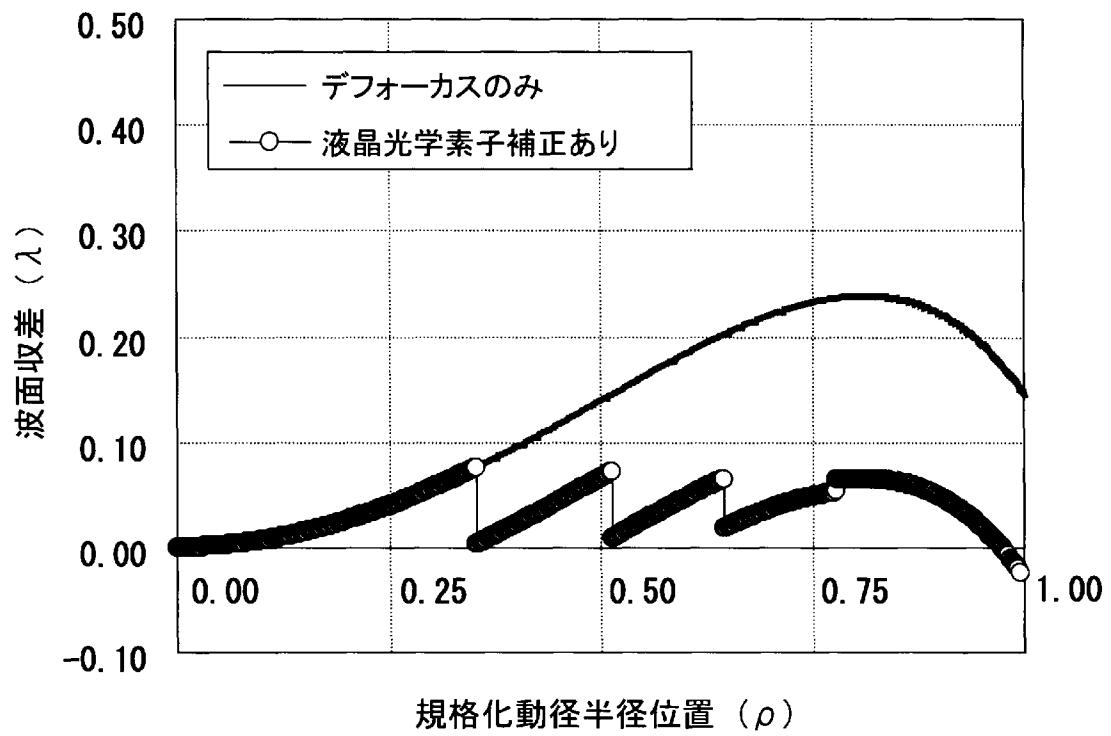
[図4]



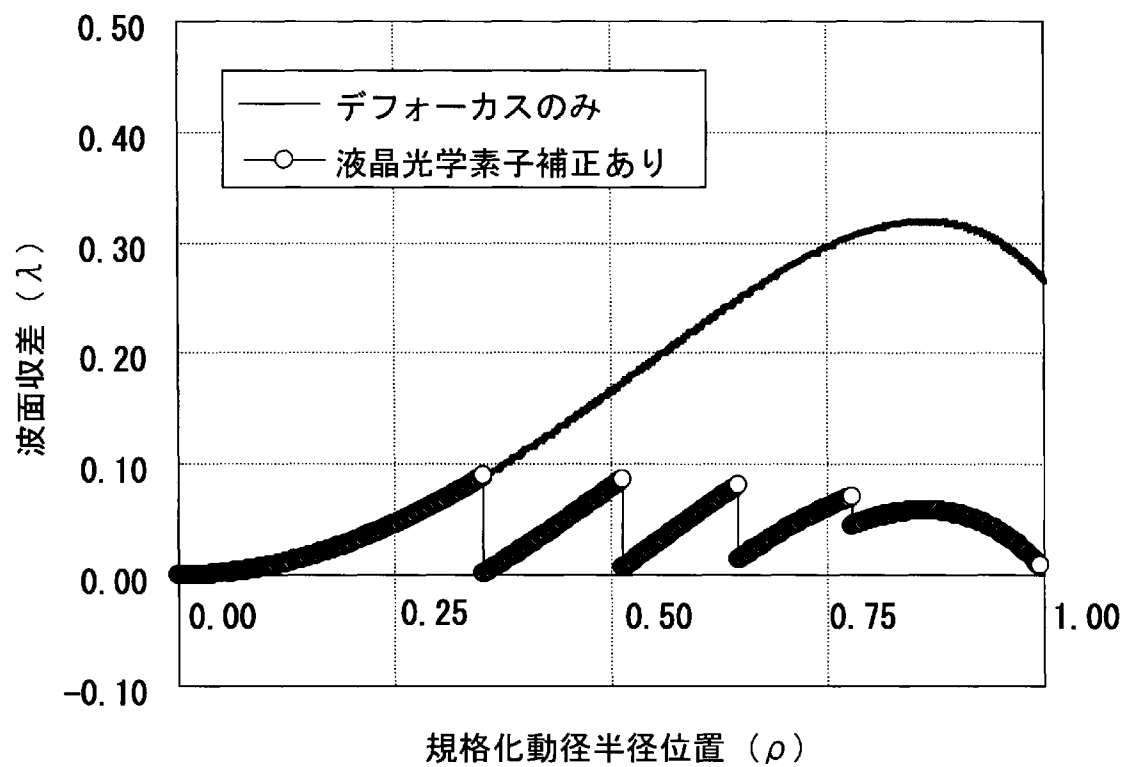
[図5]



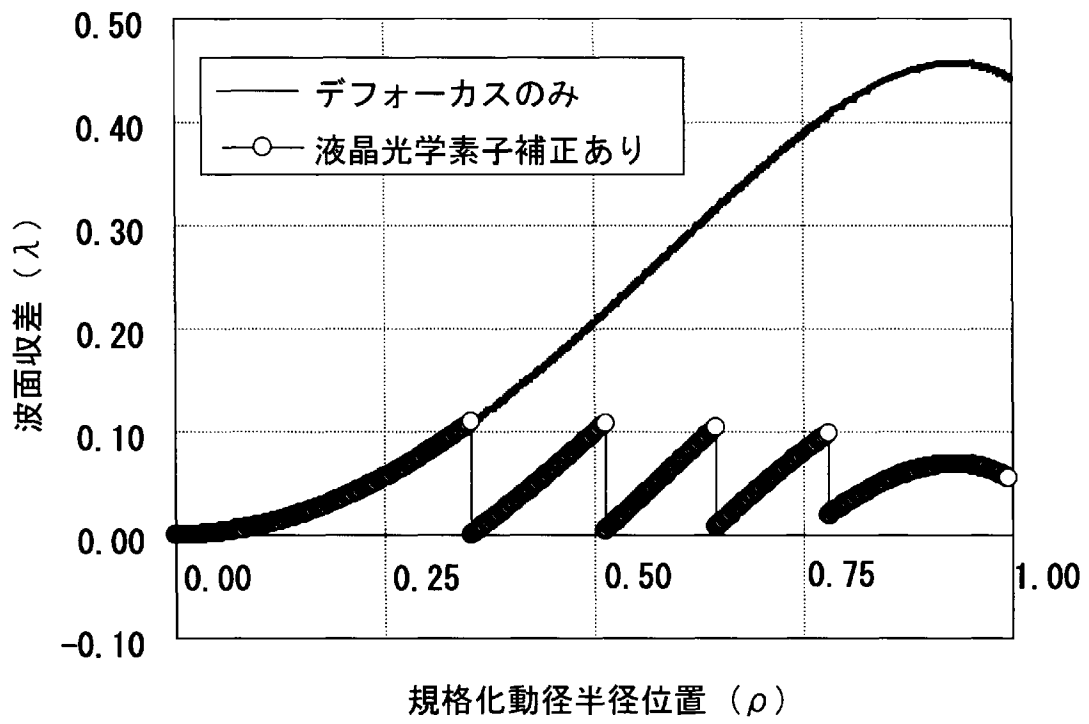
[図6]



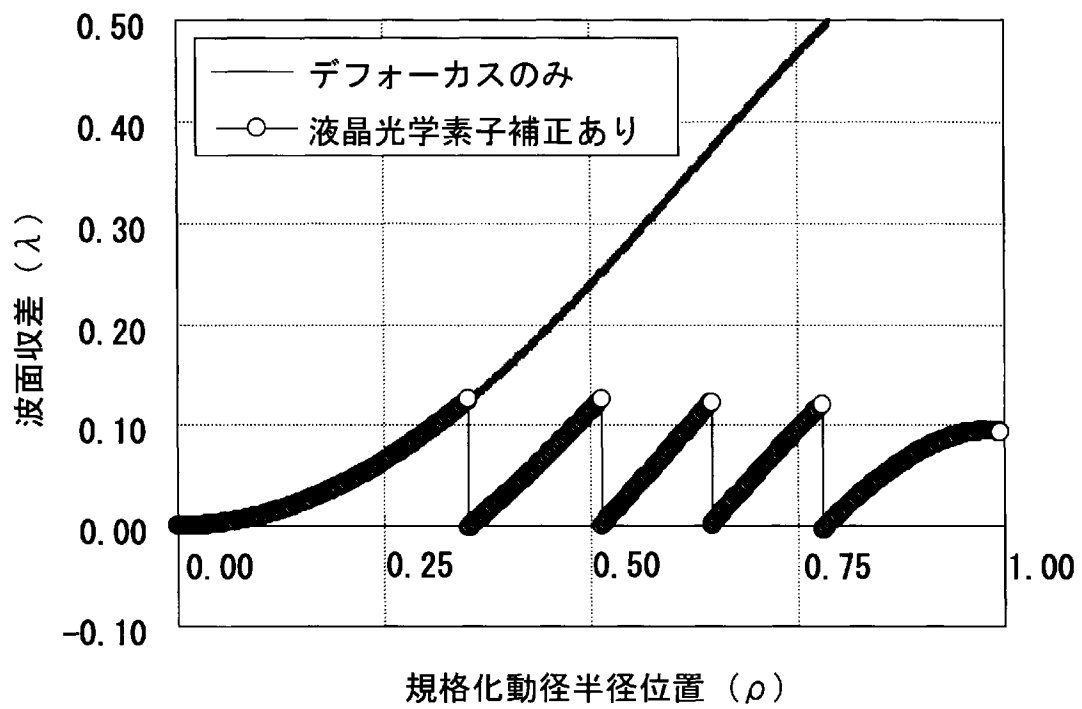
[図7]



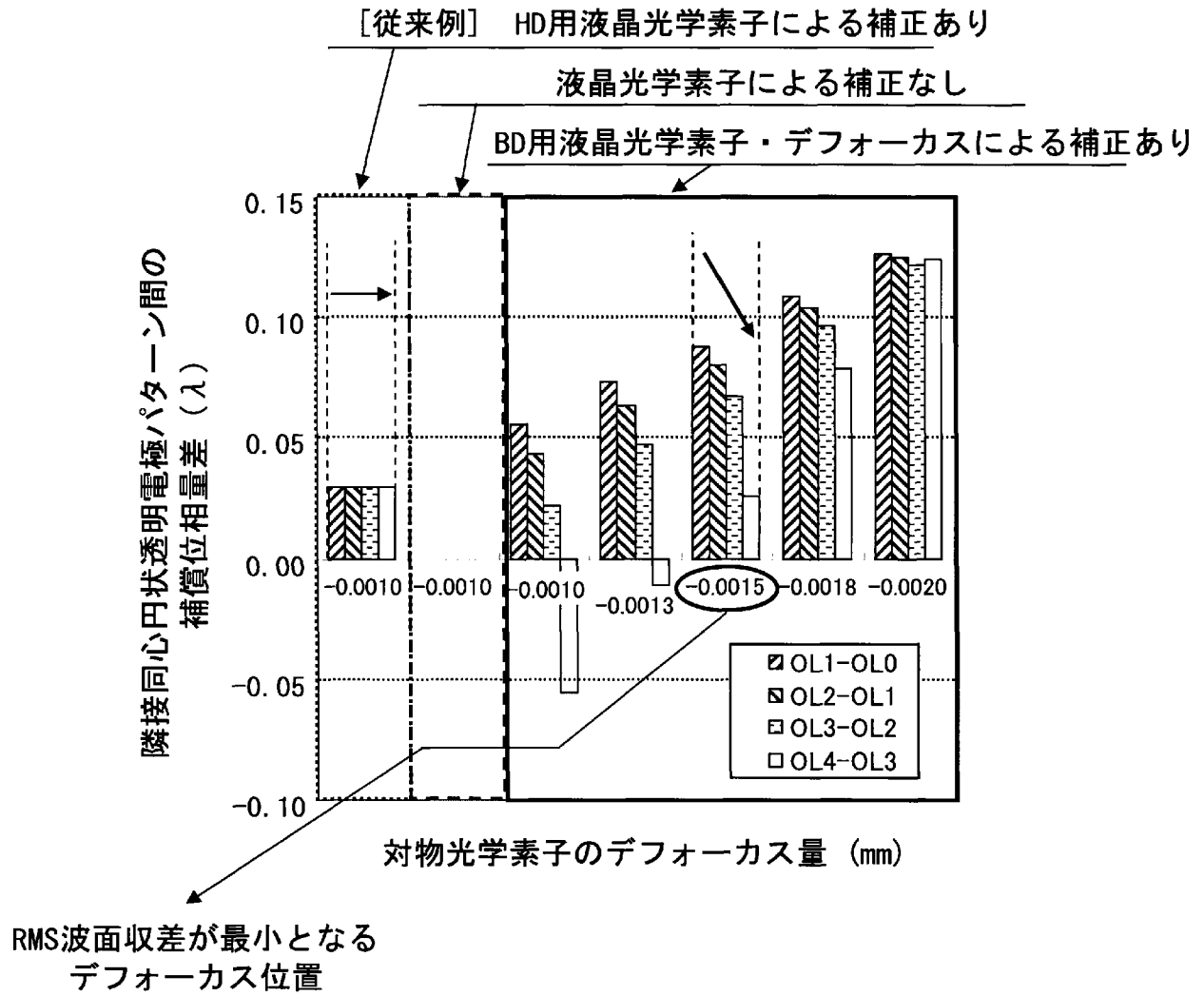
[図8]



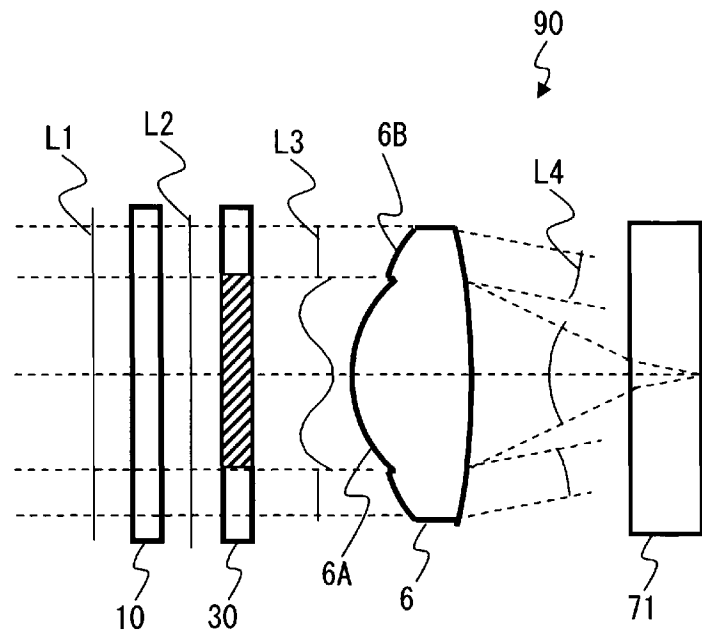
[図9]



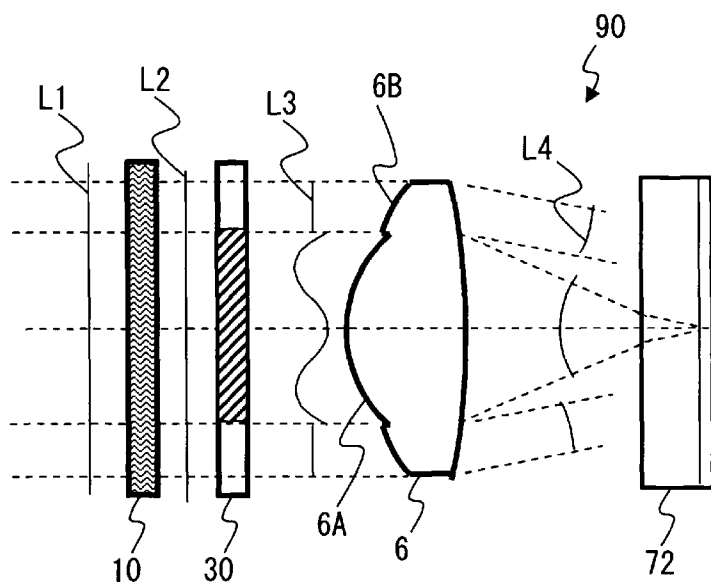
[図10]

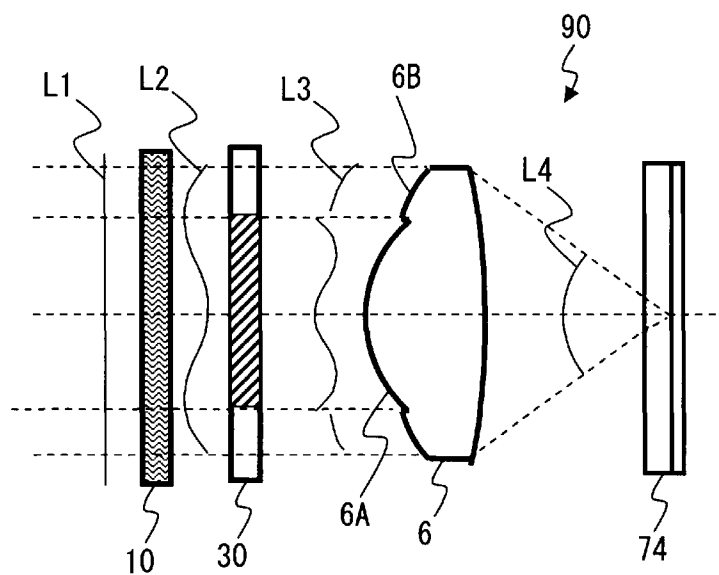
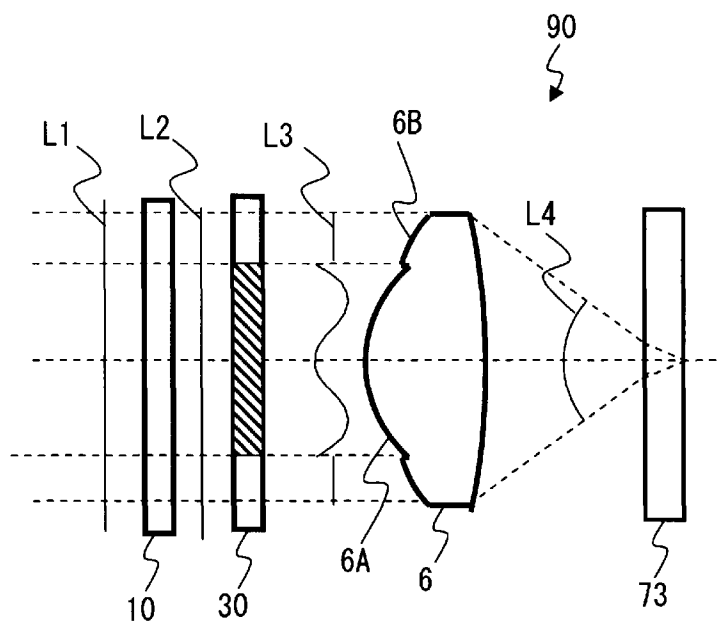


[図11A]

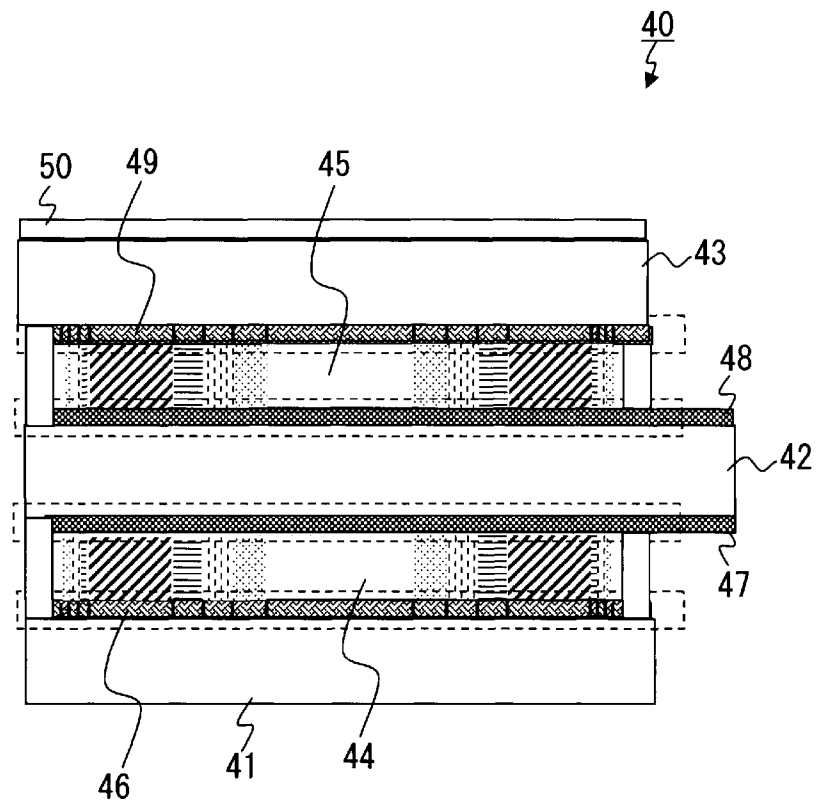


[図11B]

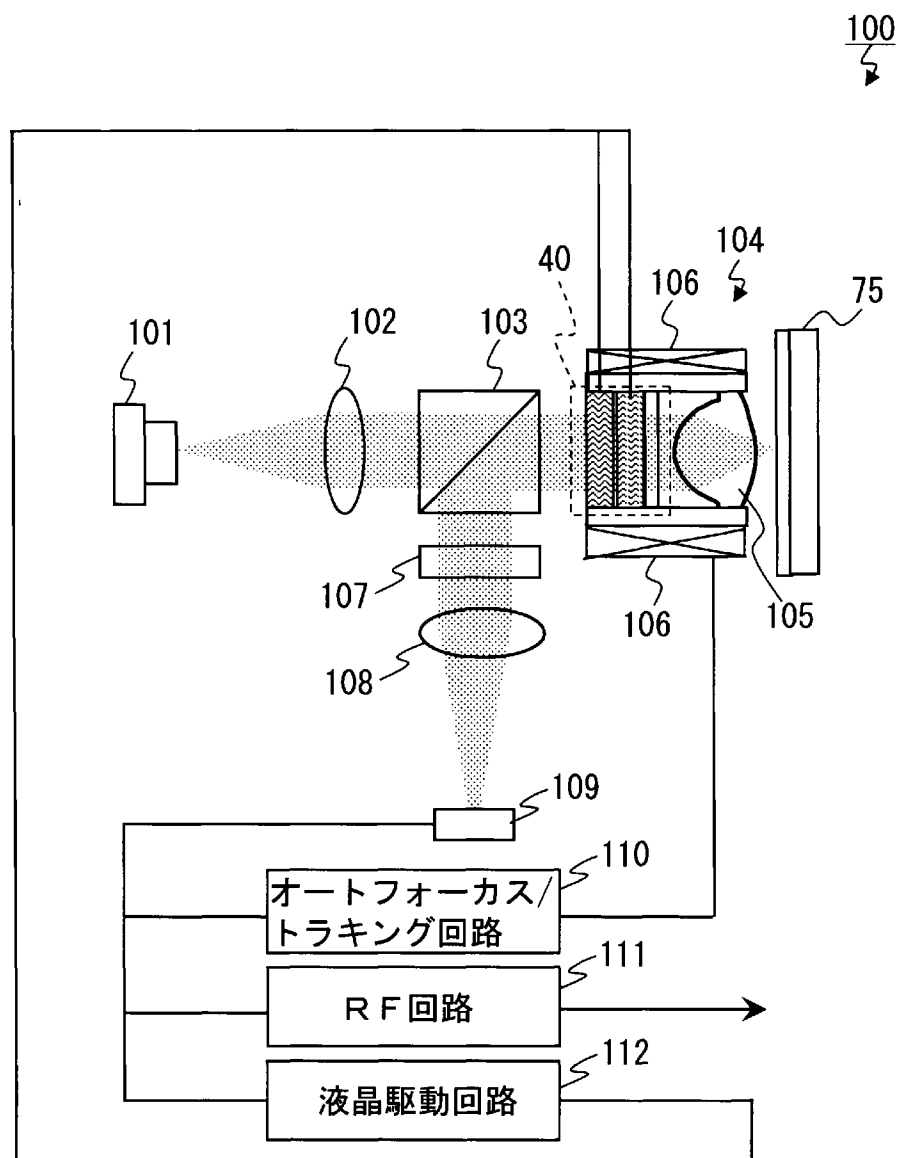




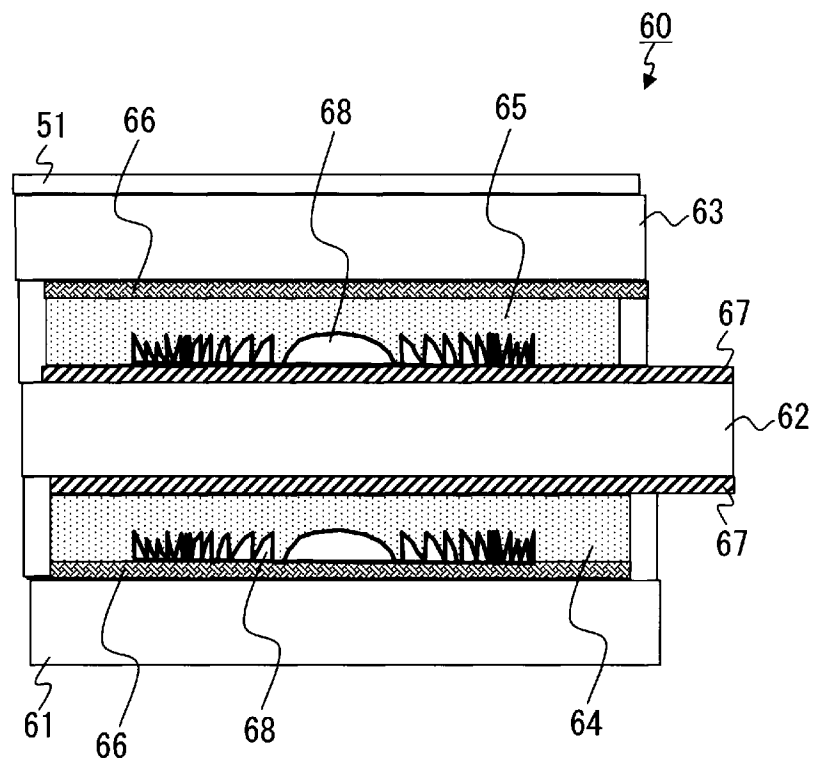
[図13]



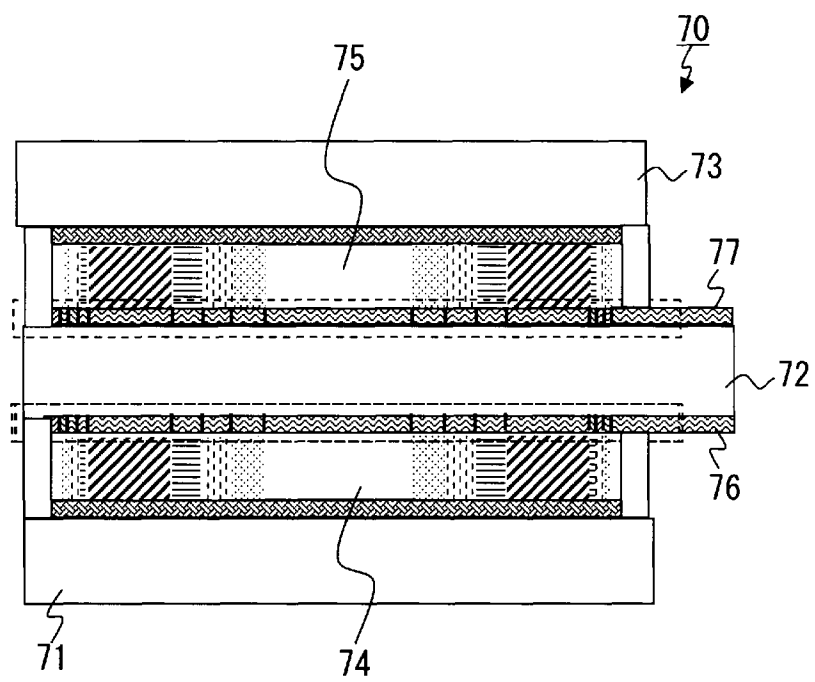
[図14]



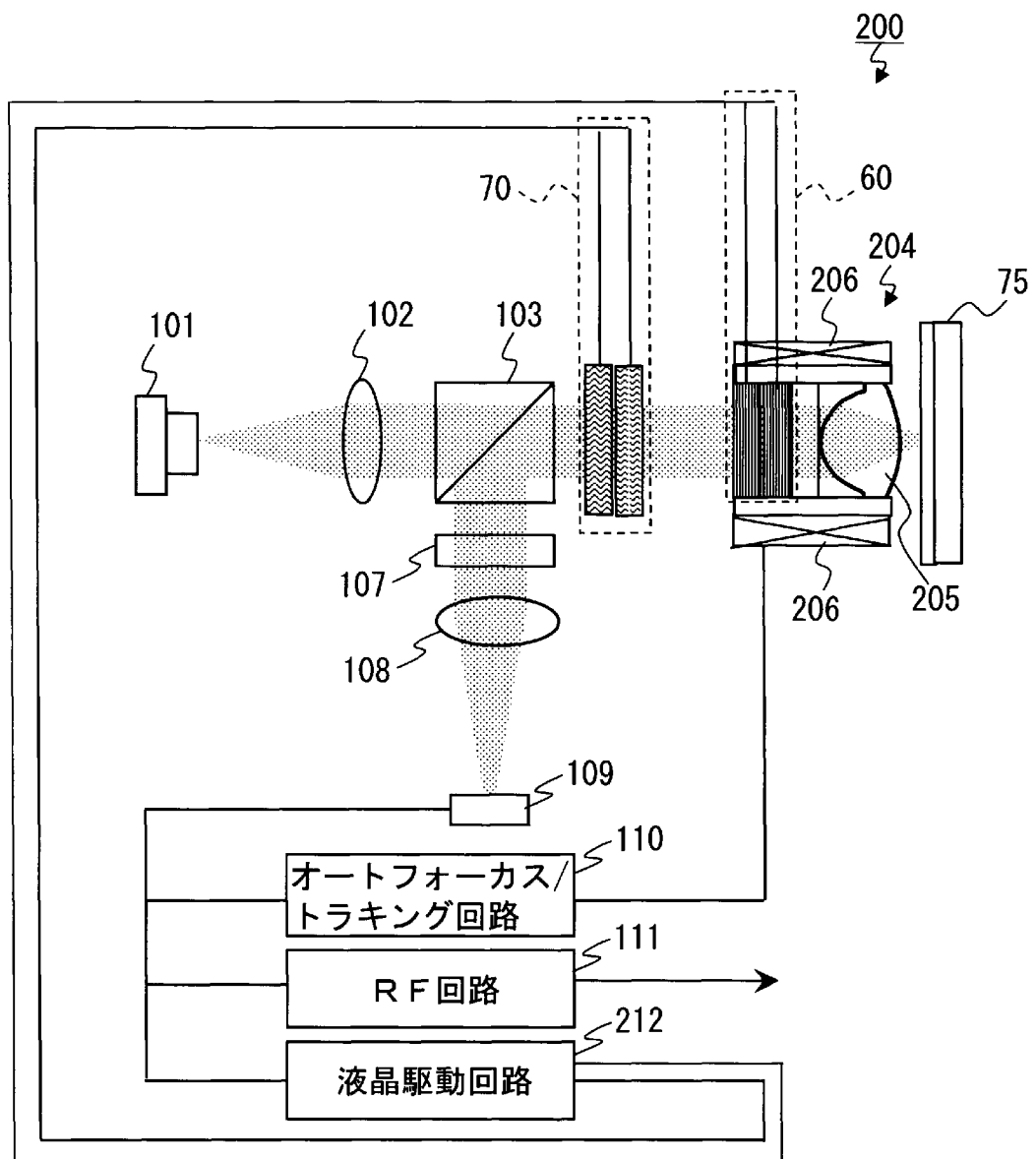
[図15]



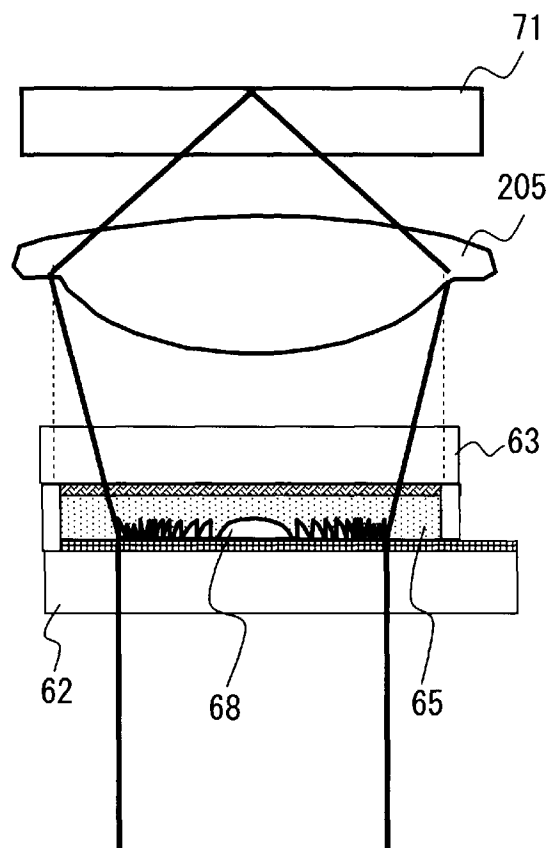
[図16]



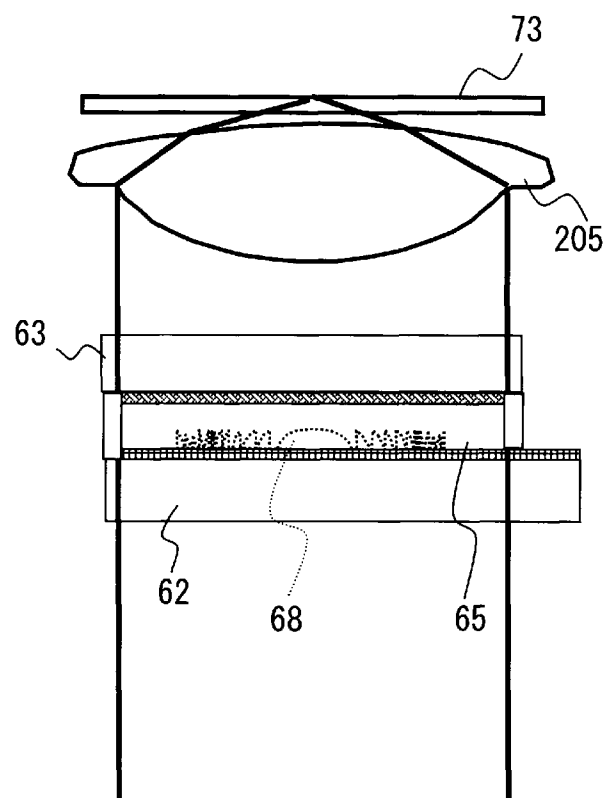
[図17]



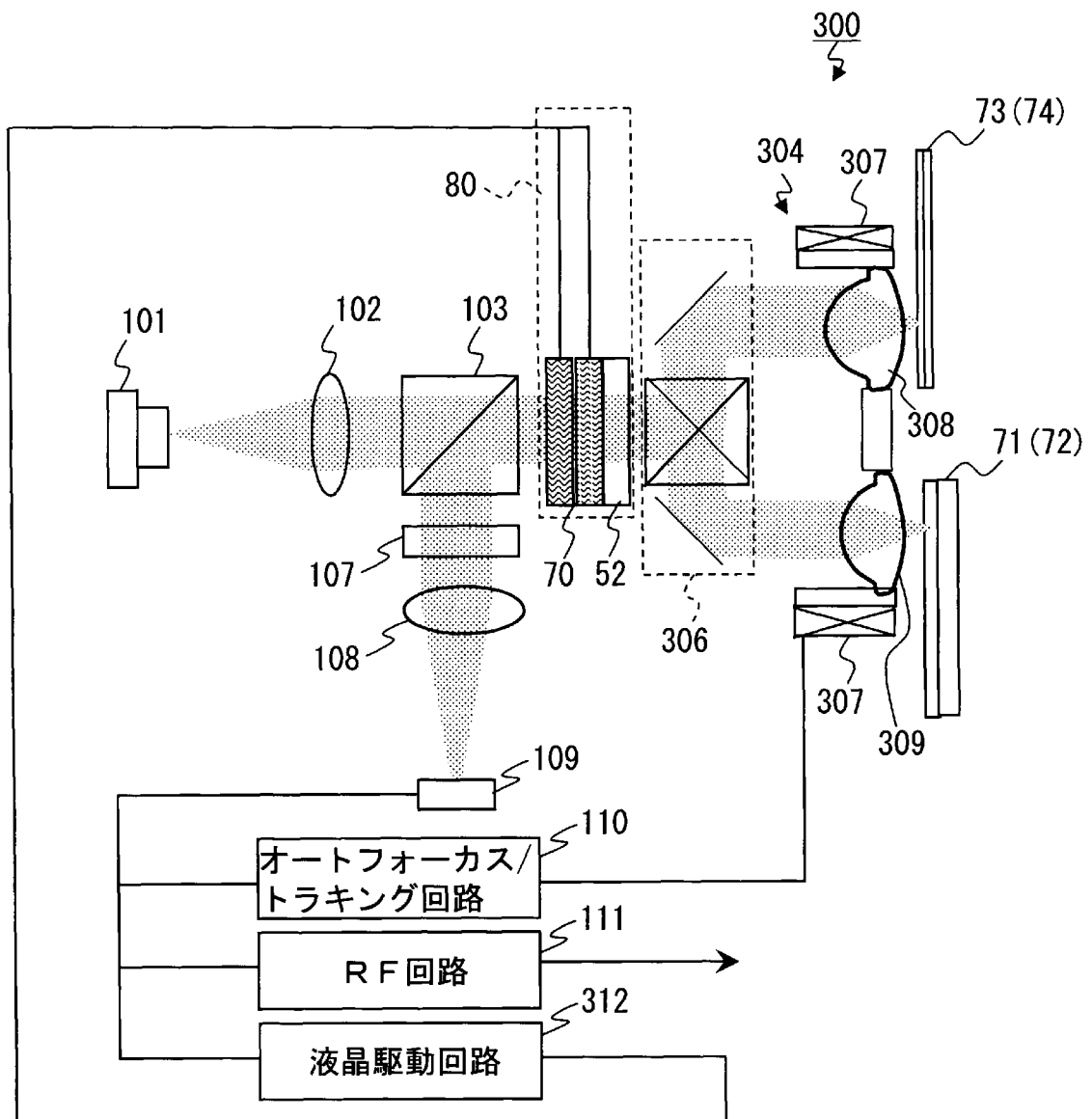
[図18A]



[図18B]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/002369

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/135 (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

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.
A	JP 2007-26540 A (Toshiba Samsung Storage Technology Corp.), 01 February, 2007 (01.02.07), Full text; all drawings & US 2007/0014222 A1 & EP 1744311 A2 & EP 1975933 A1	1-11
A	JP 2006-85801 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 30 March, 2006 (30.03.06), Full text; all drawings & US 2007/0183293 A1 & EP 1785991 A1 & WO 2006/013901 A1	1-11
A	JP 2002-319172 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 31 October, 2002 (31.10.02), Full text; all drawings (Family: none)	10

☒ 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
20 August, 2009 (20.08.09)

Date of mailing of the international search report
01 September, 2009 (01.09.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/002369

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2008-293600 A (Funai Electric Co., Ltd.), 04 December, 2008 (04.12.08), Full text; all drawings & US 2008/0291808 A1 & EP 1995725 A1	1-11
P, A	JP 2009-54218 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 12 March, 2009 (12.03.09), Full text; all drawings & US 2009/0052303 A1	1-11

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

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

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
A	J P 2 0 0 7 - 2 6 5 4 0 A (東芝サムスン ストレージ・テクノロジー株式会社) 2 0 0 7 . 0 2 . 0 1 , 全文, 全図 & U S 2 0 0 7 / 0 0 1 4 2 2 2 A 1 & E P 1 7 4 4 3 1 1 A 2 & E P 1 9 7 5 9 3 3 A 1	1 - 1 1
A	J P 2 0 0 6 - 8 5 8 0 1 A (旭硝子株式会社) 2 0 0 6 . 0 3 . 3 0 , 全文, 全図 & U S 2 0 0 7 / 0 1 8 3 2 9 3 A 1	1 - 1 1

☒ 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 0 . 0 8 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

0 1 . 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)

井上 信一

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

5 D

9 0 5 8

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 P, A P, A	& EP 1785991 A1 & WO 2006/013901 A1 JP 2002-319172 A (旭硝子株式会社) 2002. 10. 31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	10
	JP 2008-293600 A (船井電機株式会社) 2008. 12. 04, 全文, 全図 & US 2008/0291808 A1 & EP 1995725 A1	1-11
	JP 2009-54218 A (日立マクセル株式会社) 2009. 03. 12, 全文, 全図 & US 2009/0052303 A1	1-11