

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5291906号  
(P5291906)

(45) 発行日 平成25年9月18日(2013.9.18)

(24) 登録日 平成25年6月14日(2013.6.14)

(51) Int.Cl.

F 1

G 11 B 7/135 (2012.01)

G 11 B 7/135

A

G 11 B 7/1392 (2012.01)

G 11 B 7/125

B

G 11 B 7/126 (2012.01)

請求項の数 10 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2007-218455 (P2007-218455)	(73) 特許権者	000005810 日立マクセル株式会社 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号
(22) 出願日	平成19年8月24日 (2007.8.24)	(74) 代理人	100091096 弁理士 平木 祐輔
(65) 公開番号	特開2009-54218 (P2009-54218A)	(74) 代理人	100105463 弁理士 関谷 三男
(43) 公開日	平成21年3月12日 (2009.3.12)	(74) 代理人	100102576 弁理士 渡辺 敏章
審査請求日	平成22年4月27日 (2010.4.27)	(72) 発明者	向尾 将樹 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
審判番号	不服2012-8738 (P2012-8738/J1)	(72) 発明者	島野 健 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
審判請求日	平成24年5月14日 (2012.5.14)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】対物光学素子及び光ヘッド装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基本記録層まで第1の基板厚を有する多層記録媒体である第1の光情報記録媒体に第1の開口数でレーザ光を集光し、前記第1の基板厚よりも厚い第2の基板厚を有する第2の光情報記録媒体に前記第1の開口数より小さな第2の開口数で前記レーザ光を集光する対物光学素子であって、

屈折レンズ部と、

収差補償素子部とを有し、

前記屈折レンズ部は、前記第2の開口数の範囲では、前記第1の基板厚と前記第2の基板厚の間の特定の基板厚に対して RMS 波面収差量が極小となるように設計され、前記第2の開口数の外側かつ前記第1の開口数の内側の環状領域では、前記第1の基板厚に対して RMS 波面収差が 0.05 以下であり、

前記収差補償素子部は、第1の透明基板と第2の透明基板で液晶を挟んだ構造を有し、前記第1の透明基板は第1の透明電極を備えており、前記第1の透明電極は、前記屈折レンズ部により前記第1の光情報記録媒体及び前記第2の光情報記録媒体に集光するときのそれぞれの RMS 波面収差を、前記第2の開口数の範囲で互いに逆の極性の電圧印加によっていずれも 1/4 以下に補償できる電極配置を有し、前記第2の透明基板は第2の透明電極を備え、当該第2の透明電極は、前記第1の光情報記録媒体の基本記録層以外の層に前記レーザ光を集光するときの RMS 波面収差を、前記第1の透明電極への前記電圧印加とともに前記第1の開口数の範囲での電圧印加によって 1/4 以下に補償できる電極配置

を有することを特徴とする対物光学素子。

【請求項 2】

請求項 1 記載の対物光学素子において、前記第 1 の透明基板に形成された前記第 1 の透明電極は前記第 2 の開口数に対応する領域に形成された同心円状のパターン電極であることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 3】

請求項 1 記載の対物光学素子において、前記特定の基板厚  $d$  は、 $100 \mu\text{m} < d < 600 \mu\text{m}$  であることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 4】

請求項 1 記載の対物光学素子において、前記第 1 の透明基板に形成された前記第 1 の透明電極は前記第 2 の開口数に対応する領域に形成された同心円状のパターン電極であり、前記第 2 の透明基板に形成された前記第 2 の透明電極は前記第 1 の開口数に対応する領域に形成された同心円状のパターン電極であることを特徴とする対物光学素子。 10

【請求項 5】

請求項 1 記載の対物光学素子において、前記第 1 の光情報記録媒体の基本記録層に前記レーザ光を集光するときは前記第 1 の透明基板に形成された前記第 1 の透明電極に電圧を印加し、前記第 1 の光情報記録媒体の基本記録層以外の層に前記レーザ光を集光するときは前記第 1 の透明基板に形成された前記第 1 の透明電極と前記第 2 の透明基板に形成された前記第 2 の透明電極に電圧を印加し、前記第 2 の光情報記録媒体に前記レーザ光を集光するときは前記第 1 の透明基板に形成された前記第 1 の透明電極に電圧を印加することを特徴とする対物光学素子。 20

【請求項 6】

レーザ光を出射するレーザ光源と、前記レーザ光を集光し球面収差補正を行う対物光学素子と、前記対物光学素子での球面収差補正量を制御する制御部とを備え、前記対物光学素子により基本記録層まで第 1 の基板厚を有する多層記録媒体である第 1 の光情報記録媒体に第 1 の開口数でレーザ光を集光し、前記第 1 の基板厚よりも厚い第 2 の基板厚を有する第 2 の光情報記録媒体に前記第 1 の開口数より小さな第 2 の開口数で前記レーザ光を集光して記録再生を行う光ヘッド装置において、

前記対物光学素子は、屈折レンズ部と収差補償素子部とを有し、前記屈折レンズ部は、前記第 2 の開口数の範囲では、前記第 1 の基板厚と前記第 2 の基板厚の間の特定の基板厚に対して RMS 波面収差量が極小となるように設計され、前記第 2 の開口数の外側でかつ前記第 1 の開口数の内側の環状領域では、前記第 1 の基板厚に対して RMS 波面収差が 0 . 05 以下であり、前記収差補償素子部は第 1 の透明基板と第 2 の透明基板で液晶を挟んだ構造を有し、前記第 1 の透明基板は第 1 の透明電極を備えており、前記第 1 の透明電極は、前記屈折レンズ部により前記第 1 の光情報記録媒体及び前記第 2 の光情報記録媒体に集光するときのそれぞれの RMS 波面収差を、前記第 2 の開口数の範囲で互いに逆の極性の電圧印加によっていずれも 1 / 4 以下に補償できる電極配置を有し、前記第 2 の透明基板は第 2 の透明電極を備え、当該第 2 の透明電極は、前記第 1 の光情報記録媒体の基本記録層以外の層に前記レーザ光を集光するときの RMS 波面収差を、前記第 1 の透明電極への前記電圧印加とともに前記第 1 の開口数の範囲での電圧印加によって 1 / 4 以下に補償できる電極配置を有することを特徴とする光ヘッド装置。 30 40

【請求項 7】

請求項 6 記載の光ヘッド装置において、前記第 1 の透明基板に形成された前記第 1 の透明電極は前記第 2 の開口数に対応する領域に形成された同心円状のパターン電極であることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 8】

請求項 6 記載の光ヘッド装置において、前記特定の基板厚  $d$  は、 $100 \mu\text{m} < d < 600 \mu\text{m}$  であることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 9】

請求項 6 記載の光ヘッド装置において、前記第 1 の透明基板に形成された前記第 1 の透 50

明電極は前記第2の開口数に対応する領域に形成された同心円状のパターン電極であり、前記第2の透明基板に形成された前記第2の透明電極は前記第1の開口数に対応する領域に形成された同心円状のパターン電極であることを特徴とする光ヘッド装置。

#### 【請求項10】

請求項6記載の光ヘッド装置において、前記第1の光情報記録媒体の基本記録層に前記レーザ光を集光するときは前記第1の透明基板に形成された前記第1の透明電極に電圧を印加し、前記第1の光情報記録媒体の基本記録層以外の層に前記レーザ光を集光するときは前記第1の透明基板に形成された前記第1の透明電極と前記第2の透明基板に形成された前記第2の透明電極に電圧を印加し、前記第2の光情報記録媒体に前記レーザ光を集光するときは前記第1の透明基板に形成された前記第1の透明電極に電圧を印加することを特徴とする光ヘッド装置。10

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、対物光学素子、及びその対物光学素子を備えた光ヘッド装置に係り、特に基板厚や開口数の異なる光情報記録媒体に適応する対物光学素子及び光ヘッド装置に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

C D (Compact Disc)、D V D (Digital Versatile Disc) や、M O (Magneto Optical Disk) 等の光情報記録媒体(以下、光ディスクと記載する)に光学的に情報を記録したり、光ディスクに記録された情報を再生したりするため(以下、記録及び再生の少なくとも一方の動作を行うことを記録／再生と記載する)、光情報記録再生装置(以下、光ディスク装置と記載する)が開発されている。また、最近では、次世代高密度光ディスクとして大容量化を図った、H D (High Definition-DVD) やB D (Blu-ray Disc) も開発されている。光ディスクは、光入射側に情報記録層が透明樹脂からなるカバー層で覆われた構造となっている。例えば、D V D用の光ディスクの情報の記録及び／又は再生において、光源として波長が660 nm帯の半導体レーザとN Aが0.6から0.65までの対物レンズが用いられている。現在、光ディスク1枚当たりの情報量を増加させるために2つのアプローチが提案されている。しかし、これら2つのアプローチいずれの場合でも、光ディスクの基板が持つ球面収差が問題となることを以下に示す。20

##### 【0003】

1つ目は、情報記録層を単層ではなく2層以上の複数層とするアプローチである。例えば、D V Dでは情報記録層が単層の光ディスク(以下、「单層光ディスク」と記載する)はカバー厚が0.6 mmであるが、情報記録層が2層の光ディスク(以下、「多層光ディスク」と記載する)は光入射側のカバー厚が0.56 mm及び0.63 mmの位置に情報記録層が形成されている。光ヘッド装置において、单層光ディスクに対して収差がゼロとなるように最適設計された対物レンズを用いて、多層光ディスクを記録及び／又は再生する場合、カバー厚の違いによって球面収差が発生し情報記録層への入射光の集光性が劣化する。特に、記録型の多層光ディスクにおいて、集光性の劣化は記録時の集光パワー密度の低下の原因となり、書き込みエラーを招くため問題となる。30

##### 【0004】

この問題に対し、非特許文献1に、多層光ディスク用途に向けた基板厚ずれによる球面収差を液晶素子にて補正する提案が行われている。この光ヘッド装置は、図1に示すように、液晶位相補償素子1と、その液晶位相補償素子を制御する為の球面収差検出回路2が存在することが特徴である。それ以外は、光ディスク3に対し、通常の光ヘッド装置と同様に、半導体レーザ4、コリメートレンズ5、偏光ビームスプリッタ6、1/4波長板7、対物レンズ8、ホログラム光学素子(H O E)9、検出用集光レンズ10、光検出器(P D)11、オートフォーカス／トラッキングサーボ回路12、R F回路13を備える構成となっており、R F信号14を出力している。40

## 【0005】

図2に、液晶位相補償素子の構成図を示す。図2(a)は電極の配置を示す図、図2(b)は液晶補償素子の断面と補償前後の波面の変化を示す図である。液晶位相補償素子は、第1の基板15と第2の基板16の間に液晶層17が挟まれた構造となっており、第1の基板15に同心円状にパターニングされた複数の電極SA1～SA4に所望の交流電圧を印加することにより、球面収差を補償することが可能である。この球面収差を補正するための電圧降下型電極パターンでは、低抵抗電極の中心と分極電極の中心は光軸上に配される。

## 【0006】

非特許文献1では、図3に示された仕様の液晶位相補償素子を用いており、それぞれの電極に印加する電圧量を制御することにより図4に示された量の球面収差を補正できる。この素子を用いて、異なる基板厚の2層ディスクを再生した結果が図5である。図5に示すように、球面収差量を一番収差補償量が狭くなる基板厚0.08mmや0.12mmの場合にも200mから50mと1/4の量に低減できている。収差補償素子により球面収差を低減できていることを確認するために対物レンズ瞳面の干渉パターンを観察した結果が図6である。図6(a)は補償前、図6(b)は補償後の干渉パターンである。波長=405nm、NA=0.45である。図6を見ると、収差補償素子が無い場合での対物レンズ瞳面中心での干渉縞の乱れが、収差補償素子駆動により干渉縞が綺麗に立っていることが確認できる。これは球面収差が補正できたことを示している。

## 【0007】

しかし、このような液晶素子による収差補償では、球面収差を完全にゼロにできない。その理由は、領域分割した液晶素子による補正技術のメカニズムに起因する。例えば、図2では各領域にある電極S1～S4に一定量の電圧を与え、その領域内では全ての場所において補正する球面収差量をある所定値とし、ステップ型の関数にて球面収差を補正する。そのため、図2に示すように、高次関数として表現できる球面収差を完全には無くすことができない。もちろん、領域分割を細かくすることで、収差補償の精度を高めることが可能であるが、一方で電圧印加のための配線数が増え、電圧制御が複雑になるだけでなく、配線の存在自体が波面に与える影響が無視できなくなる。

## 【0008】

本発明では、光学性能を示す評価指標としてRMS波面収差(root mean square)を用いている。このRMS波面収差について説明する。最初に波面収差について述べる。光は波であり、半導体レーザから出射される光は球面波面として進行する。波面収差とは、レンズを通過した同心球面波面の乱れのことである。例えば、理想的なレンズを仮定すると、理想レンズを通過した光はある一点で焦点を結ぶ。ここでレンズではなく、波面に注目し、このような外乱のない波面を理想波面と呼ぶ。一方で、実際の波面は理想波面と比べ偏差が生じる。この偏差を標準偏差で表したもの、理想波面と実際の波面の標準偏差がRMS波面収差である。また、非特許文献2に示されるように、光学設計の分野ではReileighの4分の1波長則として、射出瞳上で波面収差が1/4を超えないければ、像があまり劣化しないことが見出されている。この法則は、像の強度分布が波面収差の最大値だけではなく、様々な波面の形(収差のタイプ)に適応するため、回折焦点での強度の値を指定して、許容条件決定する必要がある。そして、考えられたのがMarechal条件である。Marechal条件とは、「回折焦点Fでの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」というものであり、これは、「波面と回折焦点に中心を持つ参照球面とのずれの標準偏差(RMS波面収差)が1/4以下になること」と等価である。光ヘッド装置では、対物光学素子のみならず、その他光学素子の組み立て調整誤差・光学素子単体の収差が発生する。そこで、光ヘッド装置は、光ヘッド装置全体としてマレーシャル条件を満たす様に設計されており、前記液晶位相補償素子の領域分割数についても、製造コスト、制御のし易さを考慮しながら、マレーシャル条件を考慮し、できるだけ少ない領域分割数となるように設計することが普通である。

## 【0009】

10

20

30

40

50

2つ目のアプローチは、情報記録層にできるだけ多く情報を書く為に、小さな記録マークを形成する方法である。これは波長が短いレーザとNAが大きい対物レンズを用いることで実現できる。そこで、光ディスクの記録密度を向上するため、光源として波長が405nm帯の半導体レーザとNAが0.85の対物レンズ、及びカバー厚が0.1mmの光ディスクがBD規格として提案されている。また、波長のみBDと同じ405nm帯の半導体レーザを用い、カバー厚がDVDと同様の0.6mm、NAが0.65の対物レンズにて構成されるHD規格も同時期に提案されている。上記2つの異なる規格のディスクに対応する場合、両者の球面収差の違いを補正する必要がある。

#### 【0010】

光ディスクは、主に配布媒体として映像・ソフトウェアコンテンツが納められたものであり、その光ディスクを再生する光ディスク装置では特に既存の光ディスクを再生できる下位互換性が要求されている。このため、BD・HD・DVD・CDといった各種光ディスクは、基板表面から記録層までの厚さや、記録・再生に使用するレーザの波長、対物レンズの開口数が異なるが、複数種類の光ディスクを1つの光ディスク装置で取り扱えるようにしたものが開発されている。

10

#### 【0011】

この2つ目のアプローチの際に生じる問題に対しては、例えば、従来から普及しているCDやDVDに対して、信号の読み書きを1つの光ピックアップ装置で実現したものが特許文献1に記載されている。特許文献1では、軸摺動型の支持手段でCD用とDVD用の二つの対物レンズを支持し、軸を中心に支持手段を回転して対物レンズを切り換えるようにしている。また、BD/HD互換となると、特許文献2に示すようなCD/DVD互換レンズと同様の設計手法で回折格子構造によるBD/HD互換レンズ設計することも可能である。更に、特許文献3にてBDもしくは、HD用の対物レンズと液晶素子による球面収差補正の組合せでBD/HDの互換を行うことが提案されている。

20

#### 【0012】

本明細書では、この「基板表面から再生するまでの記録層までの厚さ」を基板厚と表記する。このような定義を行なったとき2層のBDディスクを考えると、同一ディスクでも光入射側から見て手前側の層に注目したときの基板厚は0.0975μmであり、奥側の層に注目した基板厚は0.1μmとなる。これは同一ディスクの再生時にも異なる層を再生する際には、異なる球面収差量を補正しなければならないことを意味する。

30

#### 【0013】

【特許文献1】特開平10-172151号公報

【特許文献2】特開平7-98431号公報

【特許文献3】特開2007-26540号公報

【非特許文献1】SPIE Vol.4342 p457 (2002) 「Measuring Spherical Aberration for Dynamic Compensation of Substrate-Thickness Errors」 (Reprinted from ODS2001)

【非特許文献2】Principles of Optics I I p696 (1975) Max Born, Emil Wolf著  
草川徹, 横田英嗣 訳 (東海大学出版会)

#### 【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

#### 【0014】

特許文献1では、DVD用とCD用とで異なる対物レンズを切り換えて使用しており、光ヘッドの重量が重くなり、機械的な信頼性や生産性で更なる改善が必要となる。特許文献2に示すようなCD/DVD互換レンズと同様の設計手法でBD/HD互換レンズ設計することも可能であるが、同一波長における回折格子では光の全成分をBDとHDで分け合う設計となるため、それぞれの光利用効率が低くなってしまい、記録再生性能が低下してしまう。特許文献3であれば全ての光を利用する為、理論上はBD・HD専用の対物レンズ並の高い光利用効率が期待できる。しかし、この方法の場合、液晶素子で補正しなくてはならない球面収差量が大きいことが原因となり、液晶素子の大型化、もしくは駆動電圧の上昇が避けられない。また、液晶素子では段階状でしか位相補正ができない原理的な

50

問題がある為、大きな球面収差の補正ほどその精度が悪くなってしまう。

**【0015】**

本発明は上記事情を考慮してなされたもので、液晶素子の駆動に必要な電圧量を低減し、精度の良い収差補正を可能とし、HDとBDのように、同じ波長のレーザ光を用いるが基板厚の異なる二つの光ディスクを、1つの光ディスク装置で取り扱えるようにすると共に、多層光ディスクを再生可能とする、対物光学素子及び光ヘッド装置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】**

**【0016】**

本発明による対物光学素子は、第1の基板厚を有する第1の光情報記録媒体に第1の開口数でレーザ光を集光し、第1の基板厚よりも厚い第2の基板厚を有する第2の光情報記録媒体に第1の開口数より小さな第2の開口数で前記レーザ光を集光するものであり、屈折レンズ部と、収差補償素子部とを有する。屈折レンズ部は、第2の開口数の範囲では、第1の基板厚と第2の基板厚の間の特定の基板厚に対してRMS波面収差量が極小となるように設計され、第2の開口数の外側かつ第1の開口数の内側の環状領域では、第1の基板厚に対してRMS波面収差が0.05以下である。

10

**【0017】**

この0.05というRMS波面収差量は、第1の基板厚と第2の基板厚の間の特定の基板厚に対してRMS波面収差量が極小するように設計した領域において、第1の基板厚、または第2の基板厚のいずれの基板厚を選択したときに収差補償素子部を動作させたとしても収差補償しきれない残留収差の値を基準として定めた。上記残留収差は、収差補償素子の構造に起因する。具体的にいうと、収差補償すべき波面はなめらかな曲線なのにに対し、液晶素子は各領域に一定量の電圧印加を行い、ステップ状の補償を行う。また、各領域間には異なる電圧を印加するために、透明電極を導通させないよう離して作製する必要がある。このような素子の特性上、RMS波面収差量を完全にゼロにすることは難しく、本発明では非特許文献1にて実際に確認できた値とした。もちろん、収差補償素子の作製プロセスの改善により残留収差はこれよりも改善する可能性はあり、それは光学特性の観点からも良いことである。しかし、ここでの0.05という値は、前述のMarechal条件である1/14以下になることを満たしており、互換対物素子として問題のあるものではない。

20

**【0018】**

収差補償素子部は、第1の透明基板と第2の透明基板で液晶を挟んだ構造を有し、少なくとも第1の透明基板は透明電極を備えており、透明電極は、屈折レンズ部により第1の光情報記録媒体及び第2の光情報記録媒体に集光するときのRMS波面収差を、第2の開口数の範囲で電圧印加によっていずれも1/4以下に補償できる電極配置を有する。

30

**【0019】**

第1の透明基板に形成された透明電極は第2の開口数に対応する領域に形成された同心円状のパターン電極であり、1の光情報記録媒体にレーザ光を集光するときと第2の光情報記録媒体にレーザ光を集光するときとで透明電極に印加する電圧の実行値の極性を逆にする。

40

**【0020】**

第1の光情報記録媒体は多層記録媒体であってもよく、その場合、収差補償素子部の第2の透明基板に、第1の光情報記録媒体の基本記録層以外の層にレーザ光を集光するときのRMS波面収差を、第1の開口数の範囲で電圧印加によって1/4以下に補償できる電極配置を有する透明電極を備えるようにする。このとき、第1の透明基板に形成された透明電極は第2の開口数に対応する領域に形成された同心円状のパターン電極であり、第2の透明基板に形成された透明電極は第1の開口数に対応する領域に形成された同心円状のパターン電極である。

**【0021】**

また、第1の光情報記録媒体が多層記録媒体のとき、収差補償素子部の第1の透明基板

50

に形成された透明電極の電極配置を、第2の開口数に対応する領域の内外で次のようにしても良い。すなわち、第2の開口数に対応する領域に、第1の光情報記録媒体の各記録層にレーザ光を集光するときのRMS波面収差及び第2の光情報記録媒体にレーザ光を集光するときのRMS波面収差を電圧印加によって1/4以下に補償できる電極配置を有し、第2の開口数の外側かつ第1の開口数の内側に対応する環状領域に、第1の光情報記録媒体の各記録層にレーザ光を集光するときのRMS波面収差を電圧印加によって1/4以下に補償できる電極配置を有するものとしてもよい。

#### 【発明の効果】

#### 【0022】

本発明によれば、HDとBDのように基板厚の異なる二つの光ディスクに同じ波長の光ビームを用いて情報を記録・再生可能であり、さらに多層光ディスクにも記録・再生可能な対物光学素子と光ヘッド装置を提供することができる。10

#### 【0023】

また、本発明の対物光学素子及び光ヘッド装置を既存の技術と組み合わせることで、DVDやCDとの下位互換性を可能とすることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0024】

基板厚の異なる2種類の光ディスクとしてHDとBDを取り、本発明の対物光学素子を用いた単層HD再生、単層BD再生、2層/多層BD再生方法を、図7を用いて説明する。図7(a)は単層HD再生の説明図、図7(b)は単層BD再生の説明図、図7(c)は多層BD再生の説明図である。20

#### 【0025】

本発明の対物光学素子は、その主要構成要素として対物レンズ31、収差補償用の液晶素子32,33を備える。対物レンズ31は、開口数0.65に相当する中央部31aとその外側の環状の外周部31bからなる。中央部31aは、BDの基板厚とHDの基板厚の間の決められた基板厚に対して球面収差がなくなるように設計されている。一方、外周部31bは、BDの基板厚である0.1mmに対して球面収差がなくなるように設計されている。液晶素子32は、BDの基板厚とHDの基板厚の差による球面収差を補正するBD/HD互換用の素子であり、対物レンズ31の開口数0.65に相当する領域の波面を補正する。他方の液晶素子33は、BD多層光ディスクの層選択に基づく球面収差を補正するBD多層用の素子である。単層BDの記録層に相当する記録層を基本記録層とするとき、基本記録層以外の層に対して記録・再生するとき、この液晶素子33が用いられる。なお、図には液晶素子32,33を分離した2つの素子として描いてあるが、構造的に分離した素子である必要はない。

#### 【0026】

図7(a)に示すように、単層HD35を再生するときは、液晶素子32に電圧印加し、対物レンズ31で生じる球面収差を補償する。このとき、開口数がBDよりも小さいHD35ではレンズ外周部31bの光を使用しない。対物レンズ31は外周部31bがBDの基板厚に合う様に設計されている為、HD再生時には球面収差が非常に大きくなり、図示するようにHDディスク35上には結像されない。これは、BD/HD互換に関して言えば、レンズの持つ球面収差によって、HD再生時に開口制限が行われることを意味する。

#### 【0027】

図7(b)に示すように、BD36を再生するときは、HD再生時同様に液晶素子32に電圧印加する。ただし、HD再生のときと異なり、電圧の向き、すなわち交流電圧の実行値の符号が反対となる。これは、対物レンズ31の中央部31aをBDとHDの中間値に適合するように設定しており、補正しなければならない基板厚を正負の符号をつけて考えると、BDとHDでその符号が反転する為である。この工夫により、液晶駆動のために必要な印加電圧量を少なくすることができる。BD再生は、対物レンズ31の全面の光を使用する。レンズ中央部を通過する光は液晶素子32で球面収差が補償され、レンズ外周

10

20

30

40

50

部 3 1 b の光は、元々 B D 基板厚に合うように設計されている為、球面収差は発生しない。したがって、B D 3 6 上では球面収差が補償された状態で光が照射される。

#### 【 0 0 2 8 】

図 7 ( c ) に示すように、多層 B D 3 7 を再生するときは、液晶素子 3 2 だけでなく液晶素子 3 3 にも電圧印加を行う。液晶素子 3 3 に電圧印加を行うことにより、多層 B D の各層の層間隔に応じた球面収差を補償することが可能となる。

#### 【 0 0 2 9 】

これら本発明の対物光学素子、あるいは光ヘッド装置を用いることにより、従来の収差補償素子に比べ低電圧駆動、かつ高精度な収差補償が可能となり、B D / H D の互換に加え、B D の多層ディスクにも対応できるようになる。以下、実施例を用いて本発明をより詳細に説明する。

#### 【 実施例 1 】

#### 【 0 0 3 0 】

図 8 は、本発明による対物光学素子の一例を示す構成図である。

#### 【 0 0 3 1 】

本発明では、出射したレーザ光がディスク記録面に対物光学素子により集光されるまでの経路を往路、記録面から反射され検出器に入射するまでの経路を復路と表記する。非特許文献 1 に記載されている図 1 の球面収差補正は、往路の球面収差しか補正していない。その理由を以下で説明する。

#### 【 0 0 3 2 】

光ディスクでは、記録面に入射された直線偏光が 90° 回転することを利用し、偏光ビームスプリッタ 6 を用いて光学系を簡素化している。具体的には、半導体レーザ 4 からの直線偏光は偏光ビームスプリッタ 7 を通過し、光ディスク 3 で反射されるとき直線偏光の向きが回転する。反射された光は、今度は偏光ビームスプリッタ 7 で反射され、光検出器 11 に入射することとなる。このように偏光ビームスプリッタ 7 を配置するだけで往路・復路ともに共通部分を設定でき、光学系のサイズを小さくできる。図 1 では、偏光ビームスプリッタ 7 の通過前に液晶位相補償素子 1 を通過させているだけなので、光ディスク 3 で反射された後、つまり復路での球面収差は補正されていないことになる。

#### 【 0 0 3 3 】

往路、復路ともに球面収差を補正するためには、この液晶位相補償素子を偏光ビームスプリッタ 6 と光ディスク 3 の間に配置する必要がある。これは液晶位相補償素子を、対物レンズ 8 と同様に光ピックアップ装置の稼動部に配置することを意味する。また、液晶位相補償素子は液晶がある一方の偏光にしか作用しないという光学的な性質を有するため、往路、復路で作用させる為に異なる液晶位相補償素子が必要となる。この条件を満たす光学系が図 8 に示すものである。図 8 の詳細を以下に示す。

#### 【 0 0 3 4 】

図 8 の対物光学素子において、7 は 1 / 4 波長板、18 は屈折レンズ部、19, 20 はそれぞれ往路、復路収差補償素子部、21 はエレクトロクロミック開口制限素子、22 は C D 互換用波長選択位相シフタ、23 は D V D 互換用波長選択位相シフタである。往路・復路収差補償素子 20, 21 は、液晶の配向の方向が 90° 違うのみで、それ以外の構造等はまったく同じである。この構成によって、光ディスク入射前後の異なる向きの直線偏光両方の球面収差補償が可能となる。往路・復路収差補償素子部については、図 9 にその仕様を、図 11 にその詳細な構造を示す。図 11 に示す構造については後述する。

#### 【 0 0 3 5 】

屈折レンズ部 18 は開口数が 0 . 65 に相当する領域の中央部と外周部にて異なる基板厚を対象とした対物素子として作用するように形状が設計されている。屈折レンズ部 18 の外周部は、B D ・ H D に注目すると、この領域は開口数が大きな B D の光しか透過する必要がないため、B D の基板厚である 0 . 1 mm に対して球面収差がなくなるように設計されている。一方、屈折レンズ部 18 の中央部は、B D の基板厚と H D の基板厚の間の基板厚に対して球面収差がなくなるように設計する。本実施例では、屈折レンズ部 18 の中

10

20

30

40

50

中央部は、BDとHDの中間である基板厚0.35mmに対して球面収差がなくなるように設計されている。なお、BD・HDは単純に基板厚だけではなく、開口数も異なるため、BDとHDの中間の基板厚0.35mmにて球面収差量が半分になるわけがないことに留意されたい。しかし、球面収差量がちょうど半分とならなくても、収差補償素子部による補償量は印加電圧量で調整することが可能であるので、目安としてBD、HD単層ディスクの基板厚の中間値となる0.35mmに設定した。もちろん、本発明は上記0.35mmだけに限定されるものではない。それぞれ使用される光ディスクドライブの用途に合わせ、基板厚を設定するのが望ましい。BD、HDの利用頻度が同じ程度なら、基板厚を中間値にすべきであり、一方でBDの利用頻度が高いのであれば、設定値をBDよりにすべきである。

10

### 【0036】

また、単一のレーザ波長405nmのBDとHDの互換のみを目的とすれば、CD互換用波長選択位相シフタ22、DVD互換用波長選択位相シフタ23は必要ないが、本実施例では、既存の位相シフタを付与することにより簡単にBD/HD互換のみならずDVD/CD互換が可能となることを示すために設けた。位相シフタは、波長選択性を持たせるために、ある所定の波長の整数倍の大きさの段差を利用するものである。図10に位相シフタとして必要な位相段差と、それぞれの波長での光路長を示す。図10を見ると分かるように、BD/HDで用いる光の波長である405nmの整数倍の段差は、波長405nmの光には何も見えないが、異なる波長、例えばDVDで用いる660nmの光や、CDで用いる785nmの光ではある光路長を持って見える。そこで、405nmの整数倍のなかの、“整数”を上手く選ぶことにより、ここでは405nmと660nmの光には作用せず785nmの波長の光のみ作用する段差と、405nmと785nmの光には作用せず660nmの波長の光のみ作用する段差を設計した。前者の位相段差は $0.405 \times 5$ nm( $=2.25\mu m$ )であり、後者の位相段差は $0.405 \times 4$ nm( $=1.80\mu m$ )である。これら位相シフタのパターン形状は、一般的な蒸着法、スパッタリング法によりSiO<sub>2</sub>を製膜し、この透明膜をフォトリソ・エッチング工程を経て形成した。

20

### 【0037】

本実施例では、BD・HD・DVD・CDと4つの異なる開口に対応するために、エレクトロクロミック開口制限素子21を用いた。エレクトロクロミック開口制限素子21は、下面透明電極、エレクトロクロミック膜、固体電解質膜、上面透明電極によって形成される。この上下透明電極間に電圧印加することにより、固体電荷質膜内のH<sup>+</sup>(プロトン)もしくは陽イオンがエレクトロクロミック膜内に入り、エレクトロクロミック材料の化学構造が変わることにより着色する。このとき開口を制限する領域のみに透明電極があるようにパターニングすることにより、電圧を印加した箇所のみが光を吸収し、不要な光を透過させなくなる、つまり開口制限として作用させることが可能となる。開口制限としては、エレクトロクロミック開口制限素子21以外の機械的動作にて制御できる開口絞りを用いても良い。開口絞りはカメラ等の光学結像素子で既に用いられているものである。

30

### 【0038】

図11は本実施例における収差補正素子部の構成図、図12は本実施例における光ヘッド装置の構成図である。なお、以下では、説明を簡略するために、電極構造が、異なる波面収差を補正する為に収差補正パターンを2面有する構成例を示すが、その他収差を補正する為に新たな収差補正パターンを加えた3面以上の異なる収差補正パターンを有する構成であっても同様に構成することができることに留意されたい。

40

### 【0039】

図11(a)は本実施例の収差補償素子の断面模式図、図11(b)はBD多層補償用電極の配置図、図11(c)はBD/HD互換用電極の配置図である。図11(a)に示すように、本実施例の収差補償素子は、第1の基板15と第2の基板16を、スペーサを含んだ図示しないシールを介して形成された間隙に、液晶層17を挟持している。そして、この第1の基板15上には、図11(b)に示すように、1つ目のBD多層光ディスクの球面収差を補正するための同心円状のパターンが形成された透明電極SA1, SA2,

50

S A 3 , S A 4 が形成されている。また、第2の基板16上には、図11(c)に示すように、2つ目のB D / H D互換用の基板厚差による球面収差を補正するための異なる大きさの同心円状パターンが形成された透明電極S A 1' , S A 2' , S A 3' , S A 4' が形成されている。そして、同心円電極S A 1 , S A 2 , S A 3 , S A 4 及びS A 1' , S A 2' , S A 3' , S A 4' に所望の交流電圧を印加することにより、球面収差を補正することが可能となる。

#### 【0040】

これら透明電極のパターン形状は、一般的な蒸着法、スパッタリング法により透明導電膜であるインジウムスズ酸化物(I T O)を製膜し、この透明電極膜をフォトリソ・エッチング工程で加工して形成される。本実施例では、透明電極膜材料として代表的なI T Oを使用したが、近年、透明電極膜材料としての検討が行われている亜鉛スズ酸化物(Z n O)等の材料を用いてもよい。10

#### 【0041】

図12に、光ヘッド装置の構成図を示す。図12において、3はB D又はH Dの光ディスクである。収差補償対物光学素子24は、図8に示したような屈折レンズ部18、収差補償素子部(往路)19、収差補償素子部(復路)20、1/4波長板7、及び図示しないエレクトロクロミック開口制限素子、C D互換用波長選択位相シフタ、D V D互換用波長選択位相シフタ、アクチュエータが一体化となった構成となっている。この収差補償対物光学素子24は、対物光学素子を高速かつ高精度に動かすための機構を組み込み、アクチュエータの駆動により、対物レンズの光軸方向及び光軸と垂直方向(つまり光ディスク3の内周方向及び外周方向)の2軸に沿って変移し、対物レンズから光ディスク3への光スポットの位置制御を行う。20

#### 【0042】

半導体レーザ4から出射されたH D及びB D用の光ビームは、コリメートレンズ5、偏光ビームスプリッタ(P B S)6、収差補償対物光学素子24を経て、光ディスク3に照射される。光ディスク3で反射された光ビームは偏光ビームスプリッタ6により反射され、ホログラム光学素子にてR F信号成分と、オートフォーカス/トラッキングサーボ信号成分に分離され、検出用集光レンズ10を通して、光検出器11にて電気信号として検出される。電気回路は、球面収差検出回路2、オートフォーカス/トラッキングサーボ回路12、R F回路13の3つ回路にて構成されており、対物光学素子24から光ディスク3への光スポットの位置制御はオートフォーカス/トラッキングサーボ回路12の出力信号を用いてアクチュエータを動作させて行われる。一方、収差補償対物光学素子24に含まれる収差補償素子部(往路)19、収差補償素子部(復路)20の液晶駆動のため電圧値の設定は、球面収差検出回路2での出力信号を用いて行う。これらのサーボ動作、球面収差補正を行った上で、R F回路13よりR F信号14が出力される。30

#### 【0043】

図13に、収差補正素子部用の液晶駆動回路の構成例を示す。液晶駆動回路は、第1の基板15に形成されたB D多層光ディスクで生じる球面収差補償用のパターン電極S A 1 , S A 2 , S A 3 , S A 4 と、第2の基板16に形成されたB D / H D互換の際に生じる球面収差補償用のパターン電極S A 1' , S A 2' , S A 3' , S A 4' のそれぞれに電圧印加できるような構成となっている。B D多層光ディスク用球面収差補償回路部と、B D / H D互換用球面収差補償回路部は個別に電源を設ける必要はなく、印加電圧調整用の抵抗を用いて单一電源による駆動が可能である。更に、多層光ディスク用球面収差補償回路部と、B D / H D互換用球面収差補償回路部それぞれの内部の加算回路の重みは自由に設定可能である。40

#### 【0044】

本実施例では、開口数が大きく、また対物レンズ部の外周部に存在する多層光ディスク用球面収差補償用のパターン電極にて、波面収差の傾きが急峻であることに注目した。すなわち、これは対物レンズ外周部に印加しなければならない電圧値の勾配が中央部よりも大きいことを意味する。そこで、外周部中央部に存在するB D / H D互換用球面収差補償50

用のパターン電極と比較して内部加算回路の重みが大きくなるように調整していた。これにより、より精度の高い球面収差補正が可能となる。本実施例のB D / H D互換用球面収差補償用では最大 $\pm 3\text{ V rms}$ 、B D多層用球面収差補正用で最大 $\pm 4\text{ V rms}$ の交流電圧印加が必要になる。本実施例では図13に示した様に、B D / H D互換用では、各同心円電極領域S A 1' , S A 2' , S A 3' , S A 4' にそれぞれ $+3\text{ V rms}$ 、 $+1\text{ V rms}$ 、 $-1\text{ V rms}$ 、 $-3\text{ V rms}$ の交流電圧を印加することになる。

#### 【0045】

図14に、図11で示したB D / H D互換用電極を持つ収差補償素子に図13の液晶駆動回路を用いて電圧印加したときの波面収差形状の変化を示す。図14(a)は収差補償前の対物レンズ素子部18における波面収差形状を示す図、図14(b)は収差補償後の対物レンズ素子部における波面収差形状を示す図、図14(c)は液晶補償素子による対物レンズ素子部の波面収差補償量を示す図である。収差補償前は、屈折レンズ部18のレンズ部外周はB D基板厚に調整されているため波面収差は発生せずフラットとなっている。一方で、レンズ部内側は、B D / H D基板厚の中間に設定されているため基板厚誤差による波面収差が発生する。レンズ部内側で波面収差の極性(符号)が逆転するのは、光ディスクではディスク基板厚誤差等で発生する球面収差をレンズの光軸方向への調整(デフォーカス)にて補正しているためである。極微小な球面収差量であれば、このデフォーカスのみで補正可能であるが、今回のB D / H D互換のように非常に大きな球面収差が発生するときは、図14(a)に示したように大きな波面収差形状となるため、収差補償前の状態では記録再生が困難となっている。そこで図11に示した収差補償素子の各同心円電極領域S A 1' , S A 2' , S A 3' , S A 4' に電圧を印加すると、屈折レンズ18通過後の波面収差は図14(b)のようになり、球面収差は全体として低減されていることが分かる。それぞれの同心円電極に挟まれた液晶は、ある所定の球面収差量しか補償できないので、図14(c)に示したようにステップ状の収差補償となっている。

#### 【0046】

図15、図16を用いて本実施例における球面収差補正効果を示す。ここでは、本発明による多層光ディスクの層切り替え時に生じる球面収差よりも大きな値となるB D / H D互換時の基板厚差による球面収差の補償効果について示す。

#### 【0047】

図15(a)に既存対物光学素子のB D・H D再生時における球面収差形状を、図15(b)に本発明による対物光学素子のB D・H D再生時における球面収差形状を示す。なお、既存対物光学素子とは、B D再生用であれば開口数が0.85である対物レンズであり、H D再生用であれば開口数が0.65である対物レンズである。これら対物レンズを図12の収差補償対物光学素子24と置き換えることにより、既存対物光学素子と本発明である収差補償対物光学素子の球面収差を比較することができる。なお、ここでは、B D再生時に球面収差補償を行うために液晶に印加する電圧の向きを正とする。

#### 【0048】

図15(a)に示すように、B D専用レンズでB Dを再生する場合とH D専用レンズでH Dを再生する場合には、いずれの場合も球面収差は発生しないので、波面収差形状はフラットな状態(何もないことを示す)になる。一方で、本発明での対物レンズ部のみでB D及びH Dを再生すると、図15(b)の左側に示すように、共に開口数の小さなH Dにあたる領域、すなわち中央部ではB D、H Dいずれの場合にも波面収差が発生する。なお、外周部は元々B D専用に設計しているため、本発明の対物レンズ部のみでも波面収差形状はフラットとなる。続いて、B D専用レンズにてH Dを再生した場合、及びH D専用レンズにてB Dを再生した場合には、図15(a)に示すように、いずれの場合にも図15(b)左側の本発明による対物レンズ部のときよりも大きな球面収差が発生し、大きなうなりの形の波面収差形状となる。本発明では、対物レンズ部に加え、収差補償素子部にて球面収差を補正し、図15(b)の右側に示すように、B D・H Dのいずれの場合にも波面収差形状をできるだけフラットにするように調整を行う。これは、収差補償素子部の電極にB D再生時には正の電圧を印加し、H D再生時は負の電圧を印加することで実現でき

10

20

30

40

50

る。

#### 【0049】

次に、それぞれの専用レンズに加え収差補正素子を用いた場合と、本発明の収差補償対物素子の比較検討を行った。図16(a)に示すように、BD専用レンズでHDを再生する場合、及びHD専用レンズでBDを再生する場合、いずれの場合でも収差補償素子により、波面収差形状がフラットに近くなっている。しかし、図16(b)に示した本発明の収差補償対物素子と比較すると、フラットに近い状態でもそれぞれの波面収差の大きさが大きくなっている。これは、本発明での対物レンズ部に比べ、それぞれの専用レンズでは、異なる基板厚に対応するために相殺しなければならない球面収差が大きいためである。これは、液晶素子に印加する電圧として考えると、同様の光学的性質を持つ液晶素子に印加しなければならない電圧量が増えることも同時に意味する。したがって、本発明によると、従来技術よりも小さな電圧駆動量で、より精度の高い球面収差補償が可能となる。  
10

#### 【0050】

本実施例では、BD2層ディスクを用意し、まず光入射側からみて奥側(基板側)の層を再生するためにBD再生時、収差補償素子部に最大で4Vrms(AC)を印加し、レンズ単体では最大値で1.5あった波面収差を1/4以下である100mまで補償することができた。更に、光入射側から見て手前となる層を再生するために、図13中の動作スイッチをONにしBD多層用収差補償素子部にも電圧印加を行ったところ、RMS波面収差量にて400mあった球面収差を1/4以下である75mまで補償することができた。また、HD単層ディスクを用意し、再生するためにBD/HD再生時収差補償素子部に-2Vrms(AC)を印加し、レンズ単体では最大値で1.0あった波面収差を1/4以下である70mまで補償することができた(このとき動作スイッチはOFF)。  
20

#### 【0051】

なお、液晶層の厚さを大きくしたり、印加電圧の大きさを大きくしたりすることで低減量を大きくすることが可能であり、更にパターン電極をより細かくすることでより精度良く、言い換れば0.2より小さな波面収差量とすることが可能である。また、2層よりも層数の多い多層光ディスクに対しては、その層間に応じた電圧印加量を付与できるような複数レベル出力を持つ電気回路を追加し、スイッチにて複数レベル出力を選択することにより対応可能である。  
30

#### 【実施例2】

#### 【0052】

次に、本発明の第2の実施例について、図17から図20を参照して説明する。

#### 【0053】

図17は、本発明による対物光学素子の他の例を示す構成図である。この対物光学素子は、図8に示した構成と比較すると、対物レンズ部が組合せ対物レンズ部1(25)と組合せ対物レンズ部2(26)に分離しており、BD多層補正・BD/HD互換用一体化電極配置収差補償素子部(往路)27、BD多層補正・BD/HD互換用一体化電極配置収差補償素子部(復路)28、1/4波長板7を挟んだサンドイッチ構造として一体化レンズとなっている点が異なっている。  
40

#### 【0054】

図8の例では対物レンズ部と収差補償素子部、1/4波長板をそれぞれレンズホルダにて固定した形状となっていたが、本実施例では、上記素子を1レンズユニットとして作製した。その手順を以下に示す。まず、BD多層補正・BD/HD互換用一体化電極配置収差補償素子部(往路)27、BD多層補正・BD/HD互換用一体化電極配置収差補償素子部(復路)28を平面状に複数並べたものを用意する。続いて、28の表面にあたるガラス板に組合せ対物レンズ部2(26)をプラスチックモールド(射出成型)にて複数まとめて作成する。射出成型は熱により溶融したプラスチックを型に注入、冷却固化させ、レンズを作る手法であり、大量生産に非常に優れている。一方で、高い開口数となるレンズにはプラスチックの屈折率が光学ガラスに比べ小さいため用いることが難しい。しかし  
50

、本実施例では、高開口数のレンズを2枚の組合せ対物レンズにて実現したので、その一部をプラスチックにて作成することが可能となった。その後、複数作製した対物レンズユニットを切りはなし、別途ガラス成型にて基板上に作製した組合せ対物レンズ部1と、紫外線硬化樹脂にて貼り合わせた。これは、レンズの位置あわせ（調整）を考慮した為である。

#### 【0055】

図18(a)(b)に収差補償素子の構造を示す。図18(a)は収差補償素子の断面模式図、図18(b)はBD多層補償・BD/HD互換用一体化電極の配置を示す図である。図11に示した例と比較すると、本実施例は、第1の基板15上にBD多層光ディスクの球面収差を補正するための同心円状のパターンと、BD/HD互換用の基板厚差による球面収差を補正するための同心円状パターンとが一体化した透明電極が形成されている。本実施例では、重ね合わせた同心円状のパターンの中であまりに狭い領域となった部分を除外し、電極パターンを簡素化した。これにより、実施例1に比べ収差補償精度が多少悪くなるが、パターン電極の数を減らすことにより、収差補償素子部単体として考えると生産時の歩留まりが向上する。これは、実施例1では第1の基板15第2の基板16の位置あわせが非常に重要であったが、本実施例ではそれを考慮する必要がないためである。本実施例では、それぞれの領域に図18に示すような、SA1, SA2, SA3, SA4及びsa1, sa2, sa3, sa4, sa5の電圧を印加することにより、球面収差を補正することが可能である。ここで、新たに用いる電圧sa1, sa2, sa3, sa4, sa5は、実施例1で用いた電圧SA1', SA2', SA3', SA4'を用いて、次式(1)のように記述できる。  
10

#### 【0056】

$$\begin{aligned} sa1 &= SA1 + SA1' \\ sa2 &= SA1 + SA2' \\ sa3 &= SA2 + SA3' \quad \dots (1) \\ sa4 &= SA3 + SA4' \\ sa5 &= SA4 + SA4' \end{aligned}$$

#### 【0057】

図19に本実施例の光ピックアップ装置を示す。この光ピックアップ装置は、図12の構成と比較して図17で示したように対物光学素子24の構造が相違するが、他の素子の構成は同じであるため、詳細な説明は省略する。また、図20に本実施例における収差補正素子部用の液晶駆動回路の構成図を示す。この液晶駆動回路は、上式(1)を満たすように新たに複数の加算回路を追加したことが特徴となっている。  
30

#### 【0058】

本実施例では、BD2層ディスクを用意し、まず光入射側からみて奥側（基板側）の層を再生するために収差補償素子部に3Vrms(AC)を印加し、レンズ単体では最大値で1.5あった波面収差を1/4以下である100mまで補償することができた。更に、光入射側から見て手前となる層を再生するために、収差補償素子部に4Vrms(AC)を印加し、図20中の動作スイッチをONにしBD多層用収差補償素子部にも電圧印加を行ったところ、RMS波面収差量にて400m あった球面収差を1/4以下である100mまで補償することができた。また、HD単層ディスクを用意し、再生するために収差補償素子部に-2Vrms(AC)を印加し、レンズ単体では最大値で1.0 あった波面収差を1/4以下である70mまで補償することができた（このとき動作スイッチはOFF）。  
40

#### 【0059】

なお、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施例を適宜組み合わせ、そこに開示されている複数の構成要素から適宜な組み合せを選択することにより種々の発明を形成できる。また、上記実施例に示される全構成要素から幾つかの構成要素を適宜削除して実施してもよい。  
50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0060】

【図1】収差補正素子を用いた従来の光ヘッド装置の構成図。

【図2】従来の収差補正素子の構成図。

【図3】従来の収差補正素子の仕様を示す図。

【図4】従来の収差補正素子への印加電圧と目標とする基板厚の対応を示す図。

【図5】従来の収差補正素子による球面収差低減量を示す図。

【図6】従来の収差補正素子による球面収差低減が起ったことを示す干渉パターンの図。

【図7】本発明による単層HD・単層BD・2層/多層BD再生の説明図。

【図8】本発明の実施形態1における対物光学素子の構成図。

10

【図9】本発明の実施形態における収差補正素子部の仕様。

【図10】本発明の実施形態における位相シフタの仕様。

【図11】本発明の実施例1における収差補正素子部の構成図。

【図12】本発明の実施例1における光ヘッド装置の構成図。

【図13】本発明の実施例1における収差補正素子部用の液晶駆動回路の構成図。

【図14】本発明の実施例1における波面収差形状変化図と収差補正素子駆動による補正波面収差量の説明図。

【図15】既存対物光学素子と本発明によるBD・HD再生時における球面収差形状の説明図。

20

【図16】従来技術と本発明によるBD・HD再生時における球面収差形状の説明図。

【図17】本発明の実施例2における対物光学素子の構成図。

【図18】本発明の実施例2における収差補正素子部の構成図。

【図19】本発明の実施例2における光ヘッド装置の構成図。

【図20】本発明の実施例2における収差補正素子部用の液晶駆動回路の構成図。

## 【符号の説明】

## 【0061】

1 ... 液晶位相補償素子

2 ... 球面収差検出回路

3 ... 光ディスク

4 ... 半導体レーザ

30

5 ... コリメートレンズ

6 ... 偏光ビームスプリッタ

7 ... 1 / 4 波長板

8 ... 対物レンズ

9 ... ホログラム光学素子

10 ... 検出用集光レンズ

11 ... 光検出器

12 ... オートフォーカス / トラッキングサーボ回路

13 ... RF回路

14 ... RF信号

40

15 ... 第1の基板

16 ... 第2の基板

17 ... 液晶層

18 ... 屈折レンズ部

19 ... 収差補償素子部(往路)

20 ... 収差補償素子部(復路)

21 ... エレクトロクロミック開口制限素子

22 ... CD互換用波長選択位相シフタ

23 ... DVD互換用波長選択位相シフタ

24 ... 収差補償対物光学素子

50

2 5 ... 組合せ対物レンズ部 1

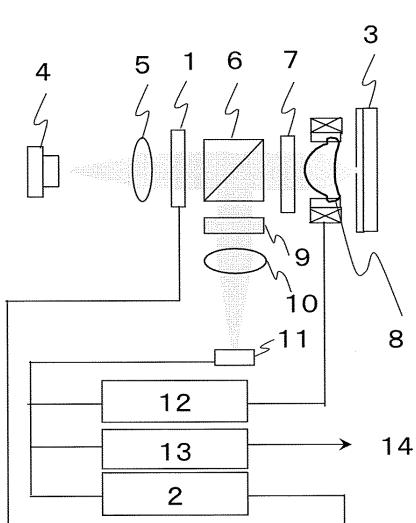
2 6 ... 組合せ対物レンズ部 2

2 7 ... BD 多層補正・BD / HD 互換用一体化電極配置収差補償素子部(往路)

2 8 ... BD 多層補正・BD / HD 互換用一体化電極配置収差補償素子部(復路)

【図1】

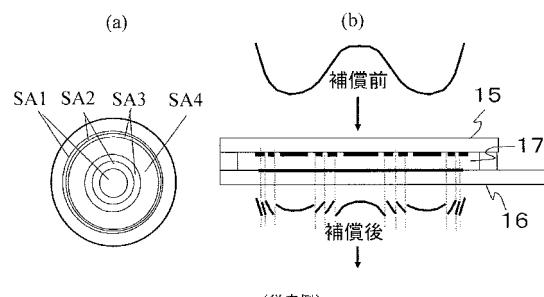
図1



(従来例)

【図2】

図2



(従来例)

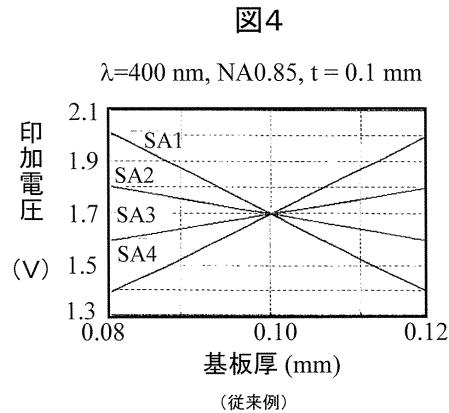
【図3】

図3

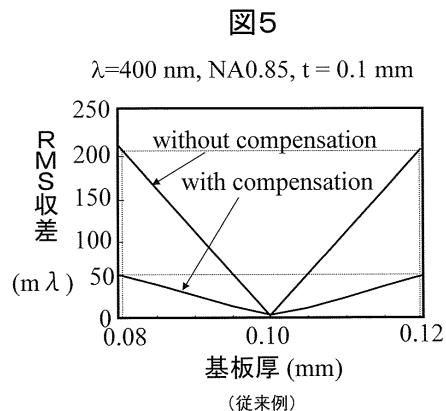
波長	405 nm
透過率	93.5%
印加電圧	1.3-2.1Vrms(AC)
収差補償範囲	0.2 λrms
収差低減比	25%
応答性	< 30 msec (20 °C)

(従来例)

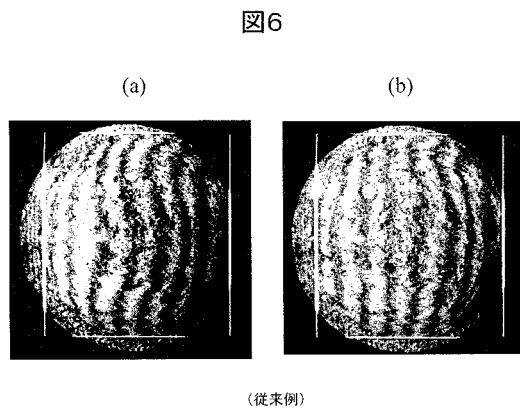
【図4】



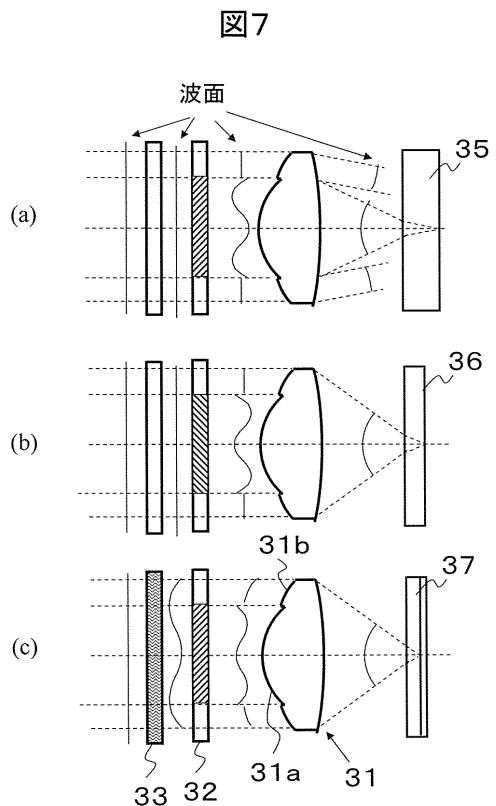
【図5】



【図6】

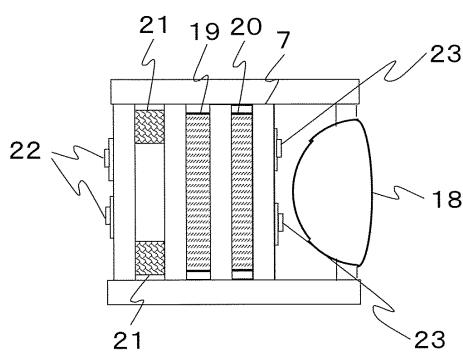


【図7】



【図8】

図8



【図9】

図9

波長	405 nm
透過率	90%
印加電圧	1-5Vrms(AC)
収差補償範囲	2.0 $\lambda$ rms
収差低減比	25%
応答性	< 50 msec (20 °C)

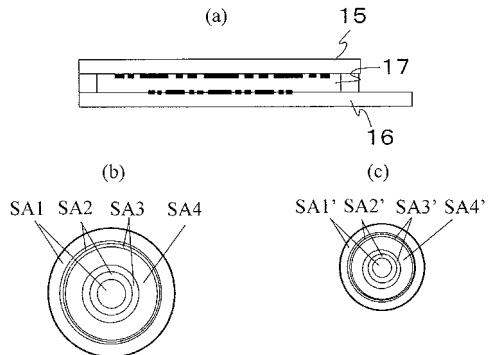
【図10】

図10

対応ディスク	BD・HD	DVD	CD
対応波長	405 nm	660nm	785nm
位相段差 (nm)	0	0.150 $\lambda$	0.030 $\lambda$
405 × 3	0	-0.110 $\lambda$	0.030 $\lambda$
<b>405 × 4</b>	<b>0</b>	<b>0.300 <math>\lambda</math></b>	0.060 $\lambda$
<b>405 × 5</b>	<b>0</b>	0.045 $\lambda$	<b>0.465 <math>\lambda</math></b>

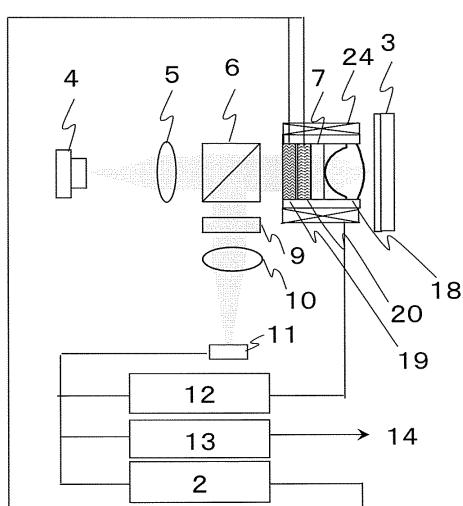
【図11】

図11



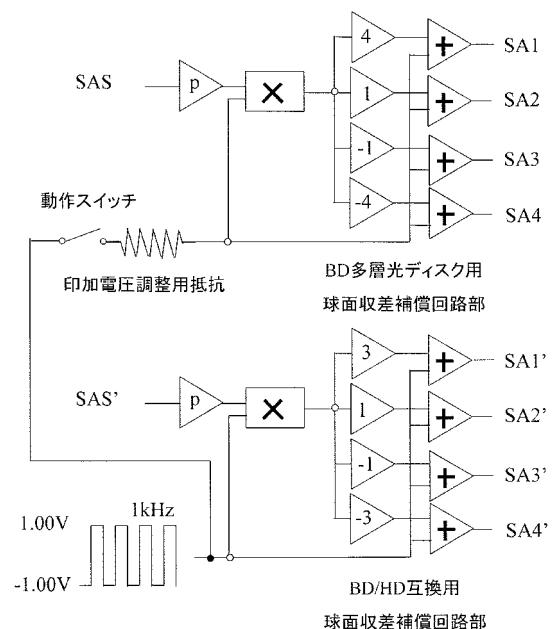
【図12】

図12



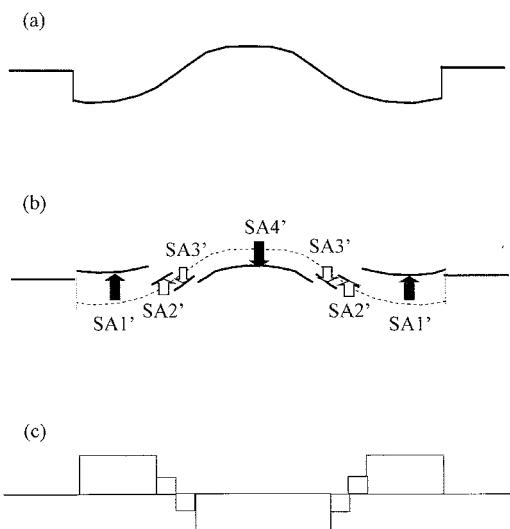
【図13】

図13



【図14】

図14



【図15】

図15

(a)

	BD専用レンズ	HD専用レンズ
BD再生	—	波形
HD再生	波形	—

(b)

	屈折レンズ部	屈折レンズ部 +収差補償素子部
BD再生	波形	波形 「収差補償あり」
HD再生	波形	波形 「収差補償あり」

【図16】

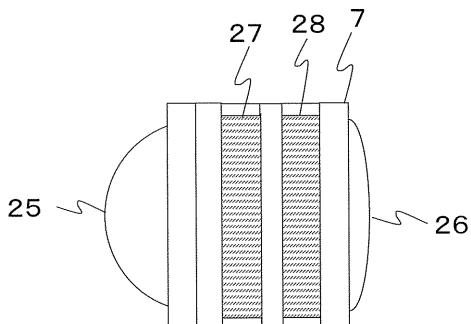
図16

(a)

	BD専用レンズ +収差補償素子	HD専用レンズ +収差補償素子
BD再生	—	波形 「収差補償あり」
HD再生	波形 「収差補償あり」	—

【図17】

図17

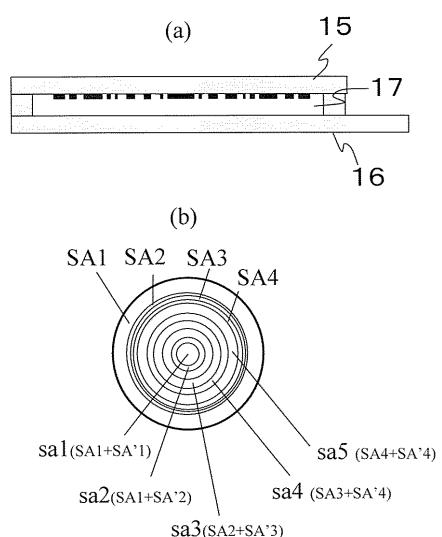


(b)

	屈折レンズ部 +収差補償素子部
BD再生	波形 「収差補償あり」
HD再生	波形 「収差補償あり」

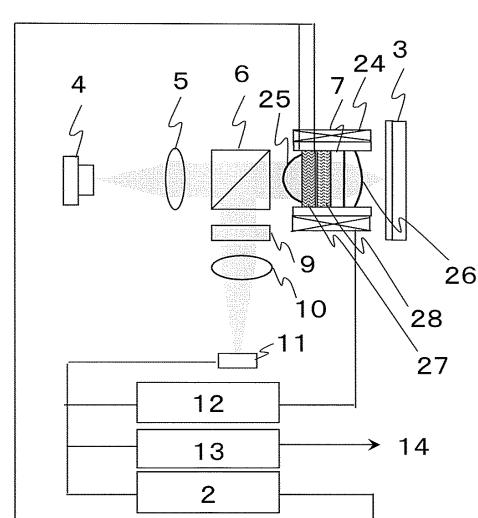
【図18】

図18



【図19】

図19

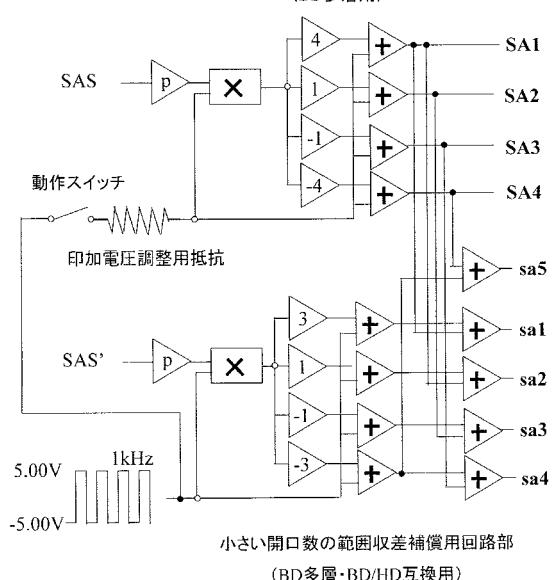


【図20】

図20

大きい開口数の範囲収差補償用回路部

(BD多層用)



---

フロントページの続き

合議体

審判長 酒井 伸芳

審判官 井上 信一

審判官 石丸 昌平

(56)参考文献 特開2006-252616(JP,A)

特開2007-26540(JP,A)

特開2005-32423(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 7/135

G11B 7/125