

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4201196号
(P4201196)

(45) 発行日 平成20年12月24日(2008.12.24)

(24) 登録日 平成20年10月17日(2008.10.17)

(51) Int.Cl.	F I
G 1 1 B 7/135 (2006.01)	G 1 1 B 7/135 A
G 1 1 B 7/09 (2006.01)	G 1 1 B 7/135 Z
	G 1 1 B 7/09 C

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2004-164262 (P2004-164262)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成16年6月2日(2004.6.2)		パナソニック株式会社
(62) 分割の表示	特願2003-293771 (P2003-293771) の分割		大阪府門真市大字門真1006番地
原出願日	平成8年5月27日(1996.5.27)	(74) 代理人	100101454
(65) 公開番号	特開2004-281050 (P2004-281050A)		弁理士 山田 卓二
(43) 公開日	平成16年10月7日(2004.10.7)	(74) 代理人	100081422
審査請求日	平成16年6月2日(2004.6.2)		弁理士 田中 光雄
(31) 優先権主張番号	特願平7-131360	(74) 代理人	100098280
(32) 優先日	平成7年5月30日(1995.5.30)		弁理士 石野 正弘
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	金馬 慶明
前置審査			大阪府門真市大字門真1006番地 松下 電器産業株式会社内
		(72) 発明者	水野 定夫
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下 電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ヘッド装置および光ディスク装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の厚さの基板を有する第1の情報媒体と、第2の厚さの基板を有する第2の情報媒体
に対して情報の記録又は再生を行う光ヘッド装置であり、

光源と、

前記光源から出射される光を受けて、前記第1の情報媒体又は前記第2の情報媒体の情報
記録面上に光を集光させる対物レンズと、

前記第1の情報媒体又は前記第2の情報媒体で反射した光を受けて、電気信号に変換す
る光検出器と、を具備し、

前記対物レンズは、基板を有する情報媒体の情報記録面上に、前記基板を介して光を集光
させる対物レンズであって、屈折型レンズと、収差補正作用を持つホログラムレンズとを
具備し、

前記ホログラムレンズは、複数の領域を具備し、

前記複数の領域は、第1領域と、前記第1領域に比して前記対物レンズの光軸に近い第
2領域とを含み、

前記ホログラムレンズは前記屈折型レンズの曲率の大きい方の面すなわち曲率半径の小
さい方の面に一体形成しており、

前記第1領域を通過した光と、前記第2領域を通過した光の両方を、第1の厚さの基板
を有する第1の情報媒体の情報記録面上に、前記第1の厚さの基板を介して集光させ、

前記第2領域を通過した光のみを、第2の厚さの基板を有する第2の情報媒体の情報記

10

20

録面上に、前記第 2 の厚さの基板を介して集光させ、

前記第 1 の厚さは、前記第 2 の厚さに比して薄く、

前記第 1 の厚さの基板を介して光が集光するための開口数は、前記第 2 の厚さの基板を介して光が集光するための開口数に比して大きく、

前記光源は、非点隔差をもつ半導体レーザーであって、

前記光源から前記対物レンズへと至る光路中に、光強度補正素子を具備し、

前記光強度補正素子は液晶セルによって構成され、前記液晶セルが収差を低減することを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 2】

前記ホログラムレンズは、同心円状のレリーフ形状からなることを特徴とする請求項 1 に記載の光ヘッド装置。

10

【請求項 3】

前記光源から出射される光を、

前記第 1 の厚さの基板を有する前記第 1 の情報媒体の情報記録面上に、前記第 1 の厚さの基板を介して集光させた場合と、

前記第 2 の厚さの基板を有する前記第 2 の情報媒体の情報記録面上に、前記第 2 の厚さの基板を介して集光させた場合と、

いずれの場合も共通の光検出器によって光を受けて電気信号に変換することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光ヘッド装置。

【請求項 4】

20

前記第 1 の厚さの基板を有する前記第 1 の情報媒体と、前記第 2 の厚さの基板を有する前記第 2 の情報媒体に対して情報の記録又は再生を行う請求項 1 から 3 のいずれかに記載の光ヘッド装置を用いて、

前記光源から出射した光を、前記第 1 の情報媒体又は前記第 2 の情報媒体の情報記録面上に集光し、

前記第 1 の情報媒体又は前記第 2 の情報媒体から反射して戻る光を前記光検出器で受光することによってトラッキングエラー信号を検出し、

前記第 1 の情報媒体又は前記第 2 の情報媒体の情報再生を行うことを特徴とする光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ディスクあるいは光カードなど、光媒体もしくは光磁気媒体（情報媒体）上に記憶される情報の記録・再生あるいは消去を行う光ヘッド装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

高密度・大容量の記憶媒体として、ピット状パターンを有する光ディスクを用いる光メモリ技術は、デジタルオーディオディスク、ビデオディスク、文書ファイルディスク、さらにはデータファイルと用途を拡張しつつ、実用化されてきている。微小に絞られた光ビームを介して光ディスクへの情報の記録再生が高い信頼性のもとに首尾よく遂行されるメカニズムは、ひとえにその光学系によっている。その光学系の主要部である光ヘッド装置の基本的な機能は、回折限界の微小スポットを形成する集光性、前記光学系の焦点制御とトラッキング制御、及び、ピット信号の検出に大別される。これらは、目的、用途に応じて、各種の光学系ならびに光電変換検出方式の組合せによって現わされている。

40

【0003】

近年、光学系設計技術の進歩と光源である半導体レーザーの短波長化により、従来以上の高密度の記憶容量を持つ光ディスクの開発が進んでいる。高密度化のアプローチとしては、光ディスク上へ光ビームを微小に絞る集光光学系の光ディスク側開口数（NA）を大きくすることが検討されている。その際、問題となるのが光軸の傾き（いわゆるチルト）による収差の発生量の増大である。開口数 NA を大きくすると、チルトに対して発生する収

50

差量が大きくなる。これを防ぐためには、光ディスクの基板の厚み（基材厚）を薄くすれば良い。例えば $NA = 0.5$ 、基板の厚み $t_1 = 1.2 \text{ mm}$ の時と同じ量のチルト許容度を得るためには、 $NA = 0.6$ の時には基板の厚み $t_2 = 0.6 \text{ mm}$ にすれば良い。上記の理由から、高密度の光ディスクでは基板の厚みを薄くすることが望ましい。このため、既に市販されているコンパクトディスク（CD）を初めとした多くの在来光ディスクよりも、次世代の高密度光ディスクの基板の厚みは薄くなると考えられる。当然、在来光ディスクと次世代の高密度光ディスクとの両方を記録再生できる光ディスク装置が必要になる。そのためには、異なる基板の厚みの光ディスク上に、回折限界まで光ビームを集光することのできる集光光学系を備えた光ヘッド装置が必要である。

【0004】

本発明者は、基板の厚みの異なる複数の光ディスクに対して使用できる光ヘッドを既に提案している（特開平第7-98431号公報）。光ヘッドにおいて、光源からの光ビームを平行光にし、対物レンズにより微小スポットに集光して光ディスク上を照射する。光ディスクからの反射光は、もとの光路を逆にたどるが、ビームスプリッタで反射され、光検出器により検出される。ここで、基板の厚みの異なる複数の光ディスクに対して光ヘッドを使用するために、対物レンズと、入射光の1部を回折するホログラムレンズとを組み合わせた2焦点レンズを用い、異なる厚みの光ディスク上にそれぞれ回折限界まで集光される集光スポットを形成する。ホログラムレンズは、入射光の1部を回折するため、たとえば、同心円状の格子パターンを備え、透過光（0次回折光）も十分な強度を有する。ホログラムレンズにより回折された光と回折されない光とは、光軸上の異なる焦点位置に集光される。したがって、異なる厚みの基板上に微小スポットを形成できる。ここで、ホログラムレンズはレンズ作用を有するので、2つの焦点の光軸方向の位置は異なり、一方の焦点で情報の記録再生をしているときには、他方の焦点を集光点とする光ビームは大きく広がっており光強度は小さく、記録再生には影響を与えない。

【特許文献1】特開平第7-98431号公報

【特許文献2】特開昭第61-189504号公報

【特許文献3】特開昭第63-241735号公報

【特許文献4】特開昭第58-85944号公報

【特許文献5】特開昭第62-67737号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述した2焦点レンズを用いた光ヘッド装置には、改良、発展すべき点がある。たとえば、2焦点レンズを、対物レンズとホログラムレンズとを組み合わせる構成が考えられる。特に、光ヘッド装置を小型化するために、光源としては半導体レーザーを用いることが望ましいが、半導体レーザーを用いることによる問題もある。図1に示すように、半導体レーザーは、光ビームを活性層2001の端面近傍の発光点2002から出射する。ここで、光ビームの遠視野像は、活性層2001に平行なX方向の広がり角度 θ_x よりも、活性層2001に直交するY方向の広がり角度 θ_y の方が広い。図2は、半導体レーザーから出射する光ビーム（光ビーム径が4mmの場合）のX方向(a)とY方向(b)の光強度分布2003を示す。上述のように、両方向で分布が大きく異なっている。この光ビームを、入射光の1部を回折する上述のホログラムレンズに入射させると、斜線部分にそれぞれ示すように、X方向(a)とY方向(b)において外周部の光強度のほうが内周部よりも強くなる。Y方向の広がり角が広いので、特に、Y方向の外周部の光強度が、内周部の光強度よりも強くなる。

【0006】

ここでサイドローブについて、説明する。図3は、入射光の1部を回折するホログラムレンズを用いた場合の、基板厚の薄い情報媒体上での集光スポットのX方向(a)とY方向(b)での光強度分布の計算結果を示したものである。ここに、光強度は、メインローブ380の最大値を100として規格化した。メインローブ380が記録再生に必要な光量で

あり、サイドローブ 381 は記録ピット形状や再生信号を劣化させる原因となる不要な光量である。メインローブ 380 の光強度の最大値を 100 として規格化したときのサイドローブ 381 の光強度は、X 方向は約 1 % であり十分に低い、Y 方向は約 4 % であり、やや高い。サイドローブの高さが 4 % 程度あっても、情報信号の読み取りは十分に可能であるが、振動や温度変化などの外乱に対してより安定に情報信号を読み取るためには、サイドローブをより低くするなどの方法によって、その影響を緩和するほうが望ましい。

【0007】

本発明の第 1 の目的は、透過光も十分な強度であるホログラムレンズを利用することによって基板厚みの異なる情報媒体（光ディスク）上に回折限界まで光ビームを集光することができ、さらに、外周部の光強度が高くなることの影響を緩和して、より安定な情報信号を得ることのできる光ヘッド装置を提供することである。

10

本発明の第 2 の目的は、透過光も十分な強度であるホログラムレンズを利用することによって基板厚みの異なる情報媒体（光ディスク）上に回折限界まで光ビームを集光することができる改良された光ヘッド装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る光ヘッド装置は、第 1 の厚さの基板を有する第 1 の情報媒体と、第 2 の厚さの基板を有する第 2 の情報媒体に対して情報の記録又は再生を行う光ヘッド装置であり、

光源と、前記光源から出射される光を受けて、前記第 1 の情報媒体又は前記第 2 の情報媒体の情報記録面上に光を集光させる対物レンズと、前記第 1 の情報媒体又は前記第 2 の情報媒体で反射した光を受けて、電気信号に変換する光検出器と、を具備する。前記対物レンズは、基板を有する情報媒体の情報記録面上に、前記基板を介して光を集光させる対物レンズであって、屈折型レンズと、収差補正作用を持つホログラムレンズとを具備し、前記ホログラムレンズは、複数の領域を具備し、前記複数の領域は、第 1 領域と、前記第 1 領域に比して前記対物レンズの光軸に近い第 2 領域とを含む。前記ホログラムレンズは前記屈折型レンズの曲率の大きい方の面すなわち曲率半径の小さい方の面に一体形成しており、前記第 1 領域を通過した光と、前記第 2 領域を通過した光の両方を、第 1 の厚さの基板を有する第 1 の情報媒体の情報記録面上に、前記第 1 の厚さの基板を介して集光させ、前記第 2 領域を通過した光のみを、第 2 の厚さの基板を有する第 2 の情報媒体の情報記録面上に、前記第 2 の厚さの基板を介して集光させる。前記第 1 の厚さは、前記第 2 の厚さに比して薄く、前記第 1 の厚さの基板を介して光が集光するための開口数は、前記第 2 の厚さの基板を介して光が集光するための開口数に比して大きい。前記光源は非点隔差をもつ半導体レーザーであって、前記光源から前記対物レンズへと至る光路中に、光強度補正素子を具備し、前記光強度補正素子は液晶セルによって構成され、前記液晶セルが収差を低減する。

20

30

【0009】

前記光ヘッド装置において、好ましくは、前記ホログラムレンズは、同心円状のレリーフ形状からなる。

【0012】

前記第 2 の光ヘッド装置は、好ましくは、前記回折格子部を、光軸に近づく方向に回折する 1 次回折光の強度が強くなる方向にブレイズ化する。

40

【0013】

前記光ヘッドにおいて、好ましくは、前記光源から出射される光を、前記第 1 の厚さの基板を有する前記第 1 の情報媒体の情報記録面上に、前記第 1 の厚さの基板を介して集光させた場合と、前記第 2 の厚さの基板を有する前記第 2 の情報媒体の情報記録面上に、前記第 2 の厚さの基板を介して集光させた場合と、いずれの場合も共通の光検出器によって光を受けて電気信号に変換する。

【0014】

本発明に係る光ディスク装置は、前記第 1 の厚さの基板を有する前記第 1 の情報媒体と、前記第 2 の厚さの基板を有する前記第 2 の情報媒体に対して情報の記録又は再生を行う

50

前記光ヘッド装置を用いて、前記光源から出射した光を、前記第1の情報媒体又は前記第2の情報媒体の情報記録面上に集光し、前記第1の情報媒体又は前記第2の情報媒体から反射して戻る光を前記光検出器で受光することによってトラッキングエラー信号を検出し、前記第1の情報媒体又は前記第2の情報媒体の情報再生を行う。

【0018】

本発明に係る光ディスク装置は、上述のいずれかの光ヘッド装置を用いて、放射光源から出射した光を情報媒体上に集光し、前記情報媒体から反射して戻る光を光検出器で受光することによってトラッキングエラー信号を検出し、情報媒体の情報再生を行う。

【発明の効果】

【0019】

本発明では以下のような効果が得られる。

(1) 入射光の一部を回折するホログラムレンズと対物レンズとを組み合わせることによって、異なる基板厚(t_1 と t_2)の光ディスク(情報媒体)上に、それぞれ回折限界にまで集光される集光スポットを形成する事のできる2焦点レンズを実現でき、この2焦点レンズを用いて少ない部品点数で小型、軽量、低コストの光ヘッド装置でありながら、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を一つの光ヘッド装置で行うことができる。

(2) 補正ホログラムあるいは補正フィルタ等の光強度補正手段を具備することにより、情報媒体上で光ビーム(集光スポット)のサイドローブがより一層低くなり、優良な特性の再生信号を得ることができる。

(3) 補正ホログラムあるいは補正フィルタ等の光強度補正手段の0次回折効率あるいは透過率の高い部分を厚くし、光路長を長くすることによって、光源として半導体レーザーを用いる場合に、半導体レーザーの非点隔差の悪影響を取り除くか、あるいは、軽減できる。

(4) 補正ホログラムあるいは補正フィルタ等の光強度補正手段と組み合わせ、サーボ信号検出用の光検出器の周囲に大きな(望ましくは1mm以上)光検出器を設けて、外周の光を受光し、両光検出器の和を情報信号とすることにより、さらに、一層S/N比を向上し、また、周波数特性の向上を図ることもできる。

(5) 補正ホログラムあるいは補正フィルタ等の光強度補正手段を対物レンズあるいはコリメートレンズの表面に形成し、部品点数を削減し、より低価格化を図ることもできる。

(6) ホログラムレンズを対物レンズ表面に形成する際に、格子パターンの格子の平均面と格子パターンのない面との表面を連続的につなぎ、かつ、格子パターンの格子の平均面と格子パターンのない面との表面を光ビームをほぼ回折限界に集光できるように設計することにより、良好な集光特性を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、添付の図面を用いて本発明の実施形態のうち、補正ホログラムまたは補正フィルタ、及び、異なる2つの位置に光ビームを集光する光学系について、まず説明する。

図4は、本発明の第1の実施形態の光ヘッド装置を示す。この光ヘッド装置の特徴は、対物レンズ4とホログラムレンズ107から2焦点レンズを構成することと、外周部の光量を低下させる補正ホログラム1221を設けることである。この光ヘッド装置において、半導体レーザーなどの放射光源2から出射した光ビーム3は、コリメートレンズ122によって略平行光になり、補正ホログラム1221を通過して外周部の光強度が低下する。光ビームは、さらに、偏光ビームスプリッタ42を透過し、1/4波長板15によって円偏光になる。次に、光ビームは、ホログラムレンズ107と対物レンズ4とに入射し、異なった焦点位置に位置される厚い情報媒体5または薄い情報媒体51の上に集光される。情報媒体5は、基板の厚み $t_1 = 1.2\text{ mm}$ の光ディスクであり、情報媒体51は、基板の厚み $t_2 = 0.6\text{ mm}$ の光ディスクである。ここで、「基板の厚み」とは、情報媒体に光ビームの入射する面から情報記録面までの厚みを指す。また、ここで「集光」という言葉を用いたが、「集光」とは、「発散光または平行光を回折限界の微小スポットにまで収束すること」と定義する。

10

20

30

40

50

【0021】

ホログラムレンズ107は、図5と図6に図式的に示すように、光ビーム3に対して透明な基板9に形成されていて、中央部の輪帯状の格子パターン107aと、その周囲の格子パターンのない領域107bとからなる。格子パターン107aは、同心円状であり、その中心すなわち光軸は対物レンズ4と組立誤差内で一致している。

【0022】

ホログラムレンズ107の+1次回折光の回折効率は100%未満であり、ホログラムレンズ107は、光ビーム3aの透過光(0次回折光)61aも、十分な強度を有するように設計する。これは、ホログラムレンズ107を例えば図4に示したように凹凸形状によって作製する場合には、(レリーフ型)凹凸の高さhを $h < \lambda / (n - 1)$ というよう

10

【0023】

なお、ホログラムレンズ107が格子パターン107aと、格子パターンのない領域107bからなる。格子パターン107aの0次回折光(透過光)の位相は、格子パターン107aによって与えられる位相変調量の平均値となる。これに対し、格子パターンのない領域107bの透過光の位相を同じぐらいに合わせることによって、集光性能を向上さ

20

【0024】

情報媒体5または51で反射した光ビームは、もとの光路を逆にたどる。透過光61は、実線で示したようにホログラムレンズ107を再び透過し、また、+1次回折光64は、破線のようにホログラムレンズ107で再び+1次回折光として回折し、どちらも初めに偏光ビームスプリッタ42を通った後と同じ光路を通り、偏光ビームスプリッタ42で反射される。反射された光は、収束レンズ121によって集光され、シリンドリカルレンズ131などの波面変換手段によってフォーカスエラー信号やトラッキングエラー信号な

30

【0025】

ホログラムレンズ107は、例えば図4に示したようにブレース化することによって、後述のように2焦点の光ビームを形成する透過光と+1次回折光との光量とを大きくすることができ、光の利用効率を高くできるという効果がある。

【0026】

対物レンズ4は、図8の(a)に示すように、ホログラムレンズ107を回折されずに透過した光ビーム61が入射したときに、開口数NAが0.6以上で、基板37の厚みt

40

【0027】

他方、図8の(b)は、低NAで基板37の厚い(厚さt1)情報媒体5上に、回折限界に集光スポット38bを集光できることを示す。ホログラムレンズ107で回折された+1次回折光64は、対物レンズ4によって情報媒体5上に集光される。ここで+1次回折光64は、厚さt1の基板37を通して回折限界まで絞れるように収差補正を施されて

50

いる。このような収差補正作用を有するホログラムレンズ 107 の設計方法は、例えば集光スポット 38 b から発散する球面波が、厚さ t_1 の基板 37 を透過した後、対物レンズ 4 を透過し、ホログラムレンズ 107 を形成している透明基板 9 を透過した光ビームと、図 8 の (b) の光ビーム 3 の位相の正負を反転した光ビームの干渉パターン (ホログラムレンズの格子パターン 107 a) を計算すればよい。そして、例えばコンピューター・ジェネレイティッド・ホログラム (CGH) の手法などによって、容易にホログラムレンズ 107 を作製できる。このように、入射光の一部を回折するホログラムレンズ 107 と対物レンズ 4 とを組み合わせることによって、異なる基板厚 (t_1 と t_2) の光ディスク上に、それぞれ回折限界にまで集光される集光スポットを形成する事のできる 2 焦点レンズを実現できる。

10

【0028】

ここで、ホログラムレンズ 107 はレンズ作用を有するので、2 つの焦点の光軸方向の位置は異なり、一方の焦点スポットで情報の記録再生をしているときには、他方の焦点を集光点とする光ビームは大きく広がっており、光強度が小さく記録再生には影響を与えない。例えば図 8 の (a) のように、情報媒体 51 に対して集光スポット 38 a が合焦点位置にあるときは、+1 次回折光 64 は情報媒体 51 の情報記録面上では大きく広がっており、記録再生には影響を与えない。これは図 8 の (b) の場合もまた同様である。

【0029】

この 2 つの焦点位置の差は、一方の焦点スポットで情報の記録再生をしているときに、他方の焦点を集光点とする光ビームが大きく広がって光強度が小さく記録再生に影響を与えないようにするためには、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上でなるべく大きくすることが望ましい。また、コンパクトディスク (CD) やレーザーディスク (LD) などの基板厚 t_1 が 1.2 mm 程度で、高密度光ディスクの基板厚 t_2 は $0.4\text{ mm} \sim 0.8\text{ mm}$ が適当と考えられることから、対物レンズのフォーカスサーボ動作を担うアクチュエータの可動範囲を考えて、2 焦点位置の差は t_1 と t_2 との差 0.8 mm 程度を大きく越えないことが望ましい。従って、図 8 の (a) のように、高 NA で薄い基板に対応した集光スポット 38 a の焦点距離を短くする場合、2 焦点位置の差は $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上 1 mm 以下にする。

20

【0030】

本実施形態において、対物レンズ 4 は、図 4 に示すように、ホログラムレンズ 107 を回折されずに透過した光ビーム 61 が入射したときに、基板の厚み (t_2) の薄い光ディスク上に回折限界の集光スポットを形成できるよう設計されている。また、本実施形態のホログラムレンズ 107 の格子パターン 107 a は、対物レンズ 4 によって決まる開口よりも小さな径の中にだけ形成されている。従って、ホログラムレンズ 107 の格子パターン 107 b の形成されていない部分では回折が全く起こらない。このように、入射光の一部を回折するホログラムレンズ 107 と対物レンズ 4 とを組み合わせることによって、異なる基板厚 (t_1 と t_2) の光ディスク上に、それぞれ回折限界にまで集光される集光スポットを形成することのできる 2 焦点レンズを実現できる。

30

【0031】

情報媒体 5、51 により反射されたホログラムレンズ 107 をふたたび通った上記の透過光 61 と上記の +1 次回折光とは、偏光ビームスプリッタ 42 を初めに通ったときと同じ光路を通して偏光ビームスプリッタ 42 で反射され、次に、収束レンズ 121 によって集光される。この集光された光ビームを用いて光検出器 71 によりサーボ信号の検出を行う。従って、2 焦点から反射してきた光ビームの光検出器側での集光点 39 は、放射光源 2 の出射点と共役関係にある点で一致する。このため、サーボ信号検出手段も光検出器 71 も単一のものを共通に用いることができ、少ない部品点数で小型、軽量、低コストの光ヘッド装置でありながら、異なる基板の厚みの光ディスクの記録再生を一つの光ヘッド装置で行うことができるという効果を有する。

40

【0032】

フォーカスエラー信号の検出方式は、スポットサイズディテクション法 (SSD 法：特開平 2 - 185722 号公報) や、非点収差法や、ナイフエッジ法など任意の方法を用い

50

ることができる。また、トラッキングエラー信号は、プッシュプル法、ヘテロダイン法、3ビーム法など、やはり任意の方法を採用可能である。

【0033】

本発明の特徴の1つは、補正ホログラム1221や補正フィルタ1225のような光強度を外周部で部分的に補正する素子を用いる点にある。光は強さと位相をもっているが、これらの素子は、光量と位相の変調素子であり、これを光学系に具備して光量と位相を所望どおりに変化させ、外周部での光強度を低下させる。

【0034】

図9に、放射光源2から対物レンズ4へと至る往路の光学系を示す。補正ホログラム1221は、例えば(b)に示すように、光軸3000に近いところには、光を全透過する透過部1223を設け、光軸3000から離れたところには、回折格子部1222を設ける。そして、(a)に示したように、往路において、放射光源2から出射した光ビーム3の光軸付近の光を全て透過し、光軸から離れた部分の光は一部を回折して透過率を低くする。

【0035】

ここで、回折格子部1222の0次回折光(透過光)の位相は、回折格子部1221によって与えられる位相変調量の平均値となる。これに対して、格子パターンのない領域1223の透過光の位相を同じぐらいに合わせることによって、対物レンズ4による集光性能を向上させることが望ましい。そこで、例えば図9の(b)に示すように、ホログラムの格子パターンをレリーフ型にする場合は、回折格子部1222の凹凸の平均(頂上部と底部の平均)ぐらいのレベルに透過部1223の表面の高さを合わせる。

【0036】

ただし、放射光源2に半導体レーザーを用い、かつ、その半導体レーザーが非点隔差を持つ場合(図1参照)は、図10に示すように、光軸3000を含む中央部の透過部1223aの表面の高さを回折格子部1222の平均より高くする。いいかえれば、透過部1223aの厚みを回折格子部1222よりも厚くし、光路長を長くする。これによって、半導体レーザーの非点隔差の悪影響を減らし、光学系の集光特性をより良くすることもできる。半導体レーザーが非点隔差を持った場合、出射光の広がり角の狭い方向の平面内での集光点が、半導体レーザーの活性層内部へ入り込んでいる。従って、これと直角方向、つまり、出射光の広がり角の広い方向に光学系の凸レンズ作用をより大きくすることによって両方向の集光位置を一致させると、波面収差を低減できる。後述のように、図10のY方向を広がり角の広い方向に一致させることが望ましいので、このY方向に凸レンズ作用を持たせることが望ましい。これが、透過部1223aを厚くするとよい理由である。

【0037】

また、補正ホログラム1221から回折する回折光1224は、不要な迷光になる。そこで、対物レンズ4の開口内に入らないようにするか、あるいは、情報媒体5または51で反射した後に、光検出器71に入射しないように設計することが望ましい。

【0038】

回折光1224を対物レンズ4の開口内に入らないようにするには、回折格子部1222の格子ピッチを5 μ m以下、望ましくは2 μ m以下にするか、図9の(b)に示したように、光軸から離れる方向に回折する回折光強度が強くなる方向に回折格子部1222をブレード化した上で、格子ピッチを20 μ m以下、望ましくは12 μ m以下にする。

【0039】

他の方法として、回折光1224が情報媒体5または51で反射した後に、光検出器71に入射しないように設計するためには、回折格子部の格子ピッチを30 μ m以下、望ましくは10 μ m以下にする。

【0040】

また逆に、この回折光を情報媒体上に集光し、情報媒体からの反射光を光検出器で受光してその出力から、いわゆる3ビーム法によるトラッキングエラー信号を得ることも可能である。この場合は、上述の場合とは逆に光軸に近づく方向に回折する回折光強度が強く

10

20

30

40

50

なる方向に回折格子部 1 2 2 2 をブレース化することが望ましい。

【 0 0 4 1 】

図 1 1 は、補正ホログラム 1 2 2 1 を図 9 の光軸 3 0 0 0 の方向、すなわち Z 方向から見た例を示す。光軸 3 0 0 0 を表す丸と、光ビーム有効径 1 2 2 4 を表す円は、説明のために仮想的に描いたもので、補正ホログラム 1 2 2 1 には実際には形成しない。座標軸は、図 1 や図 9 と共通である。光ビームの広がり角度の広い方向、すなわち図 1 の Y 方向に光軸から離れた部分の光量を下げするため、図 1 1 においても、Y 方向に光軸から離れた部分を回折格子部 1 2 2 2 にすることが望ましい。

【 0 0 4 2 】

また、遠視野像 (F F P) の光強度の等高線は楕円形状であるので、回折格子部 1 2 2 2 と透過部 1 2 2 3 との境界線を光軸 3 0 0 0 から外側に向かって凸にすることにより、光量を有効に利用できるという効果を得ることができる。

【 0 0 4 3 】

図 1 2 は、補正ホログラム 1 2 2 1 の 0 次回折効率 (透過率) の Y 軸方向の変化の例を示す。原点は、光軸 3 0 0 0 と補正ホログラム 1 2 2 1 との交点である。外周ほど 0 次回折効率を低くする。このように、補正ホログラム 1 2 2 1 を具備することにより、ホログラムレンズ 1 0 7 を通過した光ビームの遠視野像は、図 1 3 のようになる。

【 0 0 4 4 】

図 1 3 は、X 方向 (a) と Y 方向 (b) の光強度の分布を示す。補正ホログラム 1 2 2 1 によって Y 方向の光強度を低減することによって、Y 方向の光強度分布 (b) が、図 2 と異なっている。すなわち、Y 方向の外周部の光強度が内周部よりも低くなっている。

【 0 0 4 5 】

なお、Y 方向の外周部の光強度を内周部よりも低くするためには、補正ホログラム 1 2 2 1 の回折格子部 1 2 2 2 の 0 次回折効率を、ホログラムレンズ 1 0 7 の 0 次回折効率より低くすることが望ましい。

【 0 0 4 6 】

図 1 3 の (b) の破線は、遠視野像を計算する際に用いた補正ホログラム 1 2 2 1 の 0 次回折効率分布であり、図 1 2 の例とは少し異なっている。

【 0 0 4 7 】

この時の情報媒体 5 1 上での集光スポットプロファイルを計算した結果を図 1 4 に示す。(a) X 方向、(b) Y 方向共にサイドローブ 3 8 1 の高さはメインローブ 3 8 0 の最大値の 1 % 程度に納まっている。すなわち、情報媒体上で光ビーム (集光スポット) のサイドローブ 3 8 1 がより一層低くなり、優良な特性の再生信号を得ることができるという効果を得ることができる。

【 0 0 4 8 】

なお、図 4 のようにコリメートレンズ 1 2 2 を具備する構成では、図 1 5 に示したように、補正ホログラム 1 2 2 1 をコリメートレンズ 1 2 2 の表面の周辺部に形成することによって部品点数を削減し、より安価に光ヘッド装置を構成することができる。

【 0 0 4 9 】

なお、以上の実施形態では、補正ホログラムはレリーフ型として説明してきたが、特開昭第 6 1 - 1 8 9 5 0 4 号公報や、特開昭第 6 3 - 2 4 1 7 3 5 号公報にも開示されているように、ニオブ酸リチウム基板の一部をプロトン交換したり、液晶セルを利用しても、同様に位相変調型の補正ホログラムを作製することができる。

【 0 0 5 0 】

また、補正ホログラム 1 2 2 1 において、回折格子部 1 2 2 2 は透過率を低減するために設けているので、回折格子部の代わりに金属膜や誘電体膜を形成して透過率を低減しても良い。この場合、たとえば図 1 6 に示すように、補正ホログラムを設ける代わりに、図 1 7 に示す補正フィルタ 1 2 2 5 が、偏光ビームスプリッタ 4 2 の表面に備えられる。この補正フィルタ 1 2 2 5 は、金属膜または誘電体膜を両側に透過率低減部 1 2 2 6 として設け、その間の中央に透過部 1 2 2 7 を設けたものである。図 1 6 と図 1 7 に挿入した X

10

20

30

40

50

軸とZ軸は共通である。光ビームの有効径1224は、透過部1227の幅より広くする。このようにビームスプリッタ42の表面に補正フィルタ1225を直接形成することにより、部品点数を低減できると共に、光学部品の面の数を低減でき、反射による光量の損失を避けることができるという効果を得ることができる。また、金属膜としては、安定なクロム等で形成することが望ましい。

【0051】

なお、ビームスプリッタの表面に代えて、コリメートレンズ122において、表面に透過率低減部を設けても同様の効果を得ることができる。なお、反射光が半導体レーザーへの戻り光となって戻りノイズを誘発しないために、上記補正フィルタ表面の法線を光軸に対して傾けるとよい。特に図16のように補正フィルタ1225をビームスプリッタ42の表面に備える場合はビームスプリッタ42を傾ける。さらに、前述の回折格子を用いた実施形態と同様に、補正フィルタ1225の透過部1227を図18に示すように厚くし、光路長を長くすることによって、半導体レーザーの非点隔差の悪影響を取り除くことができるという効果をも得ることができる。

【0052】

本実施形態に用いる補正ホログラムまたは補正フィルタと一見似たものが特開昭第58-85944号公報及び特開昭第62-67737号公報に開示されている。前者には、光軸の傾きによるクロストークを減少させるため、たとえば透明な中央部と、光を吸収または反射する縁部とからなる放射減衰素子が光路中に設置され、縁部での放射強度を低減させる。また、後者では、主ビームの他に2本の副ビームを形成するため、光分割手段を光路中に設置する。ここで、サイドローブによるクロストークを減少するため、光分割手段は、主ビームの光強度分布を周辺部で小さくする。しかし、これらは、いずれも、通常の光ビームについて、周辺で光強度を低減させ、光ビームのサイドローブを小さくさせるものである。これに対し、本発明は、入射光の1部を回折するホログラムレンズ107を用いた2焦点レンズ特有の問題点を解決するものである。この場合、光量分布が図2の(b)に示したように特にy方向の外周部で大きく、情報読み取りが不安定になる可能性がある。そこで、本発明は、補正ホログラム(あるいは補正フィルタ)を用いて通常の平坦な光強度分布に戻すものである。これにより、本発明は、上述の従来技術よりもサイドローブ低減の効果が大きく、かつ、異なる基材厚に適した光ビームを1つのレンズで形成できるという顕著な効果を得ることができるものである。

【0053】

図19に示すように、本光ヘッド装置では、情報記録面上に集光されて情報を読みとった光の一部は光検出器上で大きく広がる。例えば、ホログラムレンズ107を用いた本発明の光ヘッド装置で、情報媒体51(基板の厚みがt2の時)の再生を行うとき、情報記録面上に集光されて情報を読みとった光が、ホログラムレンズ107を透過した光を用いてサーボ信号や情報信号を読み出す。ここで、情報記録面上に集光されて情報を読みとった光がホログラムレンズ107で回折された光は、図19に示した1次回折光430の様に大きく広がる。そこで、サーボ信号検出用の光検出器75の周囲に大きな(望ましくは1mm以上の大きさの)光検出器75cを設けて、これらの光を受光し、光検出器75の出力と、光検出器75cの出力の和を情報信号とする。これにより、さらに、S/Nを向上し、また、周波数特性の向上を図ることもできるという効果を得ることができる。

【0054】

次に、添付の図面を用いて本発明の実施の形態のうち、ホログラムレンズと屈折型レンズとを一体成形する実施形態を説明する。

本実施形態で用いる対物レンズは、光を屈折する対物レンズ4と光の一部を回折するホログラムレンズ107との組み合わせで基本的に構成されている。そこで、ホログラムレンズ107と対物レンズ4とを、図20に示すように、対物レンズ4上にホログラムレンズの格子パターンを直接作製することにより一体化してもよい。こうすることによって、ホログラムレンズと対物レンズとの光軸ずれを小さくすることができ、ホログラムレンズの+1次回折光の軸外収差をより小さくでき、かつ、一層の軽量化と低コスト化を図るこ

ともできるという効果がある。

【 0 0 5 5 】

さらにまた、設計上ホログラムレンズが光軸に対して傾くと収差が発生するような場合は、図 20 に示すように、ホログラムレンズ 107 の格子パターンを対物レンズ 4 の曲率の大きな（曲率半径の小さな）面、すなわち情報媒体（光ディスク）の逆側に形成することにより、ホログラムレンズの光軸に対する収差を抑圧することができるという効果を得ることもまた可能である。

【 0 0 5 6 】

なお、図 20 の格子パターン 107 a の 0 次回折光（透過光）の位相は、格子パターン 107 a によって与えられる位相変調量の平均値となる。従って、格子パターン 107 a の格子の凹凸の高さの平均の面 107 0（点線で表示）と、格子パターンのない面 107 1 との表面を連続的につなぎ、かつ、格子パターン 107 a の格子の平均面 107 0 と格子パターンのない面 107 1 との表面を、基板厚 t_2 を通して光ビームをほぼ回折限界に集光できるように設計する。

【 0 0 5 7 】

さらに、次の実施形態として、ホログラムレンズ 107 を凸レンズ型に設計し、+1 次回折光を、基板厚み t_2 に対して集光し、0 次光を基板厚み t_1 に対して集光することも可能である。この時、外周部の +1 次回折効率ほぼ 100% とし、内周部の回折効率は 100% より小さくする。そして、上述の実施形態の説明中、ホログラムレンズ 107 の 0 次回折効率を +1 次回折効率と読み換え、ホログラムレンズ 107 の +1 次回折効率を 0 次回折効率と読み代えることにより、補正ホログラム 1221 は、同様の構成で同様の効果を得ることができる。そして、この実施形態では基板厚 t_2 に対して、色収差が低減される、あるいは、発生しなくなるという効果がある。また逆に、この回折光を情報媒体上に集光し、情報媒体からの反射光を光検出器で受光して、その出力から、いわゆる 3 ビーム法によるトラッキングエラー信号を得ることも可能である。この場合は、上述とは逆に、光軸に近づく方向に回折する回折光強度が強くなる方向に回折格子部 1222 をブレード化することが望ましい。

【 0 0 5 8 】

なお、図 21 は、光ヘッド装置の別の実施形態の概略を示す。この光ヘッド装置が図 4 に示す光ヘッド装置と異なる点は、有限光学系を用いている点と、ビームスプリッタ 363 が平板である点である。この差異により、部品点数の低減とコストダウンの効果がある。放射光源 2 からの光ビーム 3 は、補正ホログラム 1221 により外周部の光強度を変化された後、ビームスプリッタ 363 により 90° 反射されて、ホログラムレンズの格子パターン 107 を備えた対物レンズ（2 焦点レンズ）4（図 20 参照）により、情報媒体 5、51 上に集光される。情報媒体 5、51 からの反射光は、ビームスプリッタ 363 を透過して、光検出器 71 に入射する。

【 0 0 5 9 】

光量と位相の変調素子（補正フィルタなど）は、簡単に製造できることが望ましい。補正フィルタ 1225 は、透過率低減部 1226 と段差の 2 種のパターンを形成する必要があるが、以下に例示する製法においては、パターニングのためのマスキング工程は 1 回だけ行えばよく、簡単かつ安価に製造可能である。以下、透過率低減部 1226 は、クロムなどの金属膜を例にとって説明するが、誘電体膜に代えることもできる。図 22 は、補正フィルタ 1225 の製造法を示す。

【 0 0 6 0 】

まず、（a）に示すように、透明基板 12252 を洗浄したのち、レジスト膜 12251 をその表面にコートする。基板 12252 は、図 16 に示した例のように、ビームスプリッタ 42 の表面に補正フィルタ 1225 を作成する場合は、ビームスプリッタそのものである。

【 0 0 6 1 】

次に、（b）に示すように、基板 12254 上の 1 部に光を遮るマスク材料（一般的に

10

20

30

40

50

クロム) 1 2 2 5 5 を形成したフォトマスク 1 2 2 5 3 がレジスト膜 1 2 2 5 1 の上に載せられる。このフォトマスク 1 2 2 5 3 を通してレジスト膜 1 2 2 5 1 をパターニングのために露光する。

【 0 0 6 2 】

次に、(c) に示すように、フォトマスク 1 2 2 5 3 を除いて、レジスト膜 1 2 2 5 1 を現像する。これにより、補正フィルタ 1 2 2 5 の透過部 1 2 2 7 に相当する部分のみにレジスト膜が残る。

【 0 0 6 3 】

次に、(d) に示すように、残ったレジスト膜 1 2 2 5 1 をマスクにしてエッチングを行なう。これにより、基板 1 2 2 5 2 の表面のうち、レジスト膜 1 2 2 5 1 のない部分のみがエッチングされる。こうして、レジスト膜 1 2 2 5 1 を上に載せた段差が形成される。

10

【 0 0 6 4 】

次に、(e) に示すように、金属膜 1 2 2 6 1 を蒸着またはスパッタにより形成する。金属膜 1 2 2 6 1 の厚さは、段差の高さより小さい。

【 0 0 6 5 】

最後に、(f) に示すように、レジスト膜 1 2 2 5 1 を有機溶剤などにより除去する。このとき、レジスト膜 1 2 2 5 1 上に形成された金属膜も同時に除去できる(リフトオフ)。こうして、補正フィルタ 1 2 2 5 が完成する。

20

【 0 0 6 6 】

図 2 3 は、補正フィルタ 1 2 2 5 の別の製造法を示す。まず、(a) に示すように、透明基板 1 2 2 5 2 を洗浄したのち、基板 1 2 2 5 1 の表面上に金属膜 1 2 2 6 1 を蒸着する。

【 0 0 6 7 】

次に、(b) に示すように、さらにレジスト膜 1 2 2 5 1 を金属膜 1 2 2 6 1 上に塗布する。

【 0 0 6 8 】

次に、(c) に示すように、基板 1 2 2 5 4 上の 1 部に光を遮るマスク材料(一般的にクロム) 1 2 2 5 5 を形成したフォトマスク 1 2 2 5 3 がレジスト膜 1 2 2 5 1 の上に載せられる。マスク材料 1 2 2 5 5 は、中央部以外に形成される。このフォトマスク 1 2 2 5 3 を通してレジスト膜 1 2 2 5 1 をパターニングのために露光する。

30

【 0 0 6 9 】

次に、フォトマスク 1 2 2 5 3 を取り除き、レジスト膜 1 2 2 5 1 を現像する。こうして、(d) に示すように、レジスト膜 1 2 2 5 1 は、露光されない部分にのみ残る。

次に、残ったレジスト膜 1 2 2 5 1 をマスクにして金属膜 1 2 2 6 1 をエッチする。こうして、(e) に示すように、透過部 1 2 2 7 に相当する部分の金属膜 1 2 2 6 1 が除去される。

【 0 0 7 0 】

次に、(f) に示すように、 SiO_2 などの透明な膜 1 2 2 6 2 を形成する。この膜 1 2 2 6 2 の厚さは、金属膜 1 2 2 6 1 の厚さより大きい。

40

【 0 0 7 1 】

次に、(g) に示すように、レジスト膜 1 2 2 5 1 を溶剤で溶かすなどして除去する。このとき、レジスト膜 1 2 2 5 1 の上に載っている SiO_2 は、同時に除去される(リフトオフ)。こうして、補正フィルタ 1 2 2 5 が完成する。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 7 2 】

本発明に係る対物レンズの設計方法、光ヘッド装置及び光ディスク装置は、光媒体もしくは光磁気媒体(情報媒体)上に記憶される情報の記録・再生あるいは消去に利用される。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 7 3 】

【図 1】半導体レーザーの出射光の広がり様子を説明するための斜視図である。

【図 2】光ビームの光量分布のグラフであり、(a)はX方向の光量分布を示し、(b)はY方向の光量分布を示す。

【図 3】情報媒体上での集光スポットの光量分布のグラフであり、(a)は、X方向の光量分布を示し、(b)は、Y方向の光量分布を示す。

【図 4】本発明の実施形態の光ヘッド装置の概略断面図である。

【図 5】ホログラムレンズのホログラムパターンを表す平面図である。

【図 6】ホログラムレンズの断面図である。

【図 7】情報媒体上での集光スポットの光量分布のグラフである。

10

【図 8】2つの焦点での透過光の集光状況を説明するための複合対物レンズの断面図であり、(a)は、ホログラムレンズの格子パターン以外にも透過光が透過する場合、(b)はホログラムレンズの格子パターン以内のみに透過光が透過する場合を示す。

【図 9】補正ホログラムの作用を説明するための図であり、(a)は、補正ホログラムにより外周部での光強度抑制を説明する概略を示し、(b)は、補正ホログラムを示す。

【図 10】補正ホログラムを備える光ヘッド装置の図式的断面図である。

【図 11】補正ホログラムの図式的平面図である。

【図 12】Y方向の透過率分布を示すグラフである。

【図 13】補正ホログラムを備えるときの光ビームの光量分布のグラフであり、(a)は、X方向の光量分布を、(b)は、Y方向の光量分布を示す。

20

【図 14】情報媒体上での集光スポットの光量分布のグラフであり、(a)は、X方向の光量分布を、(b)は、Y方向の光量分布を示す。

【図 15】補正ホログラムを備えたコリメートレンズの断面図である。

【図 16】光ヘッド装置の断面図である。

【図 17】補正フィルタの平面図である。

【図 18】補正フィルタの断面図である。

【図 19】光検出器上での光の様子を説明するための斜視図である。

【図 20】複合対物レンズの概略断面図である。

【図 21】複合対物レンズを備えた光ヘッド装置の別の実施形態の断面図である。

【図 22】補正フィルタの製造法を示す図である。

30

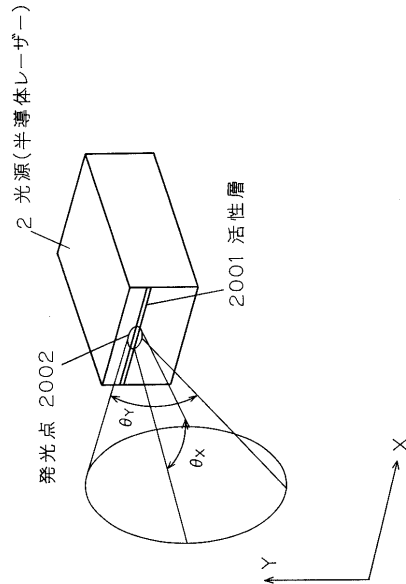
【図 23】補正フィルタの別の製造法を示す図である。

【符号の説明】

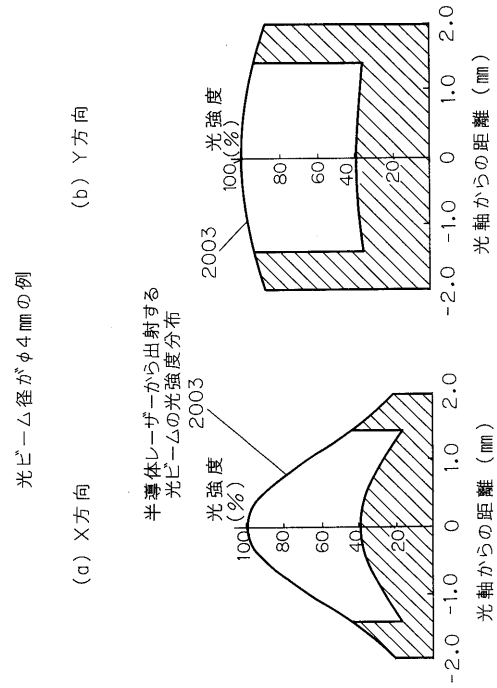
【 0 0 7 4 】

2 放射光源、 3 光ビーム、 4 対物レンズ、 5、51 情報媒体、
71 光検出器、 36 ビームスプリッタ、 107 ホログラムレンズ、
121 収束レンズ、 122 コリメートレンズ、 1221 補正ホログラム、
1225 補正フィルタ。

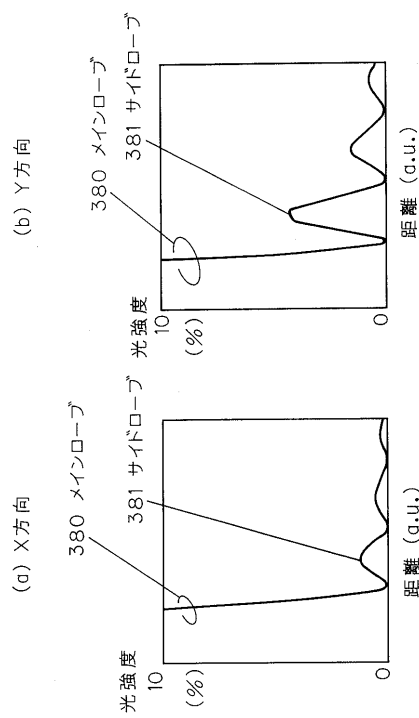
【図 1】



【図 2】

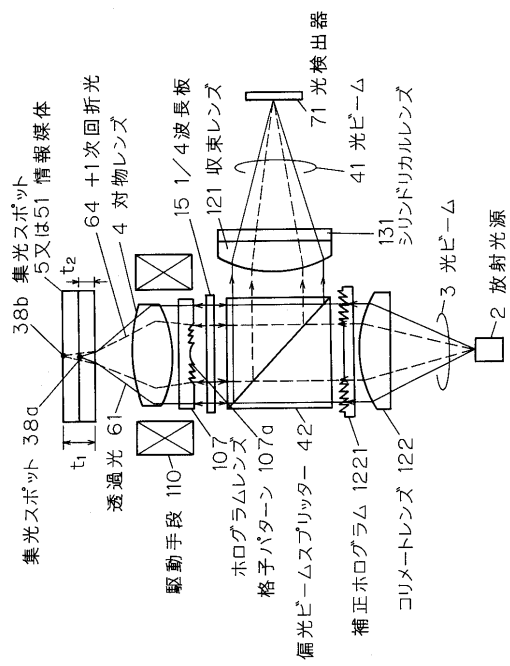


【図 3】

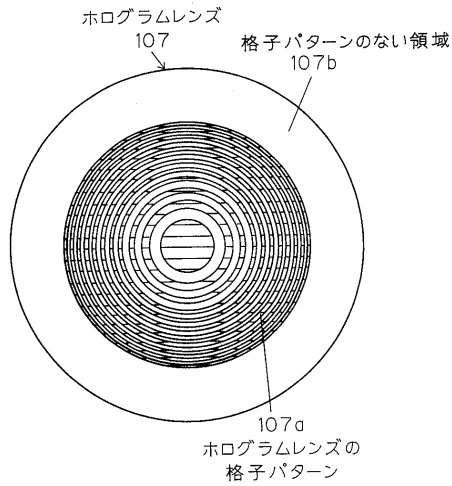


光強度はメインローブ 8 の最大値を 100 として規格化した。

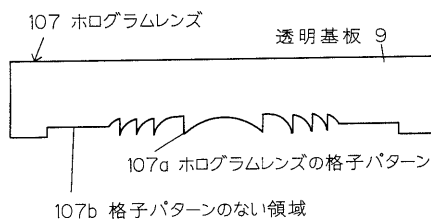
【図 4】



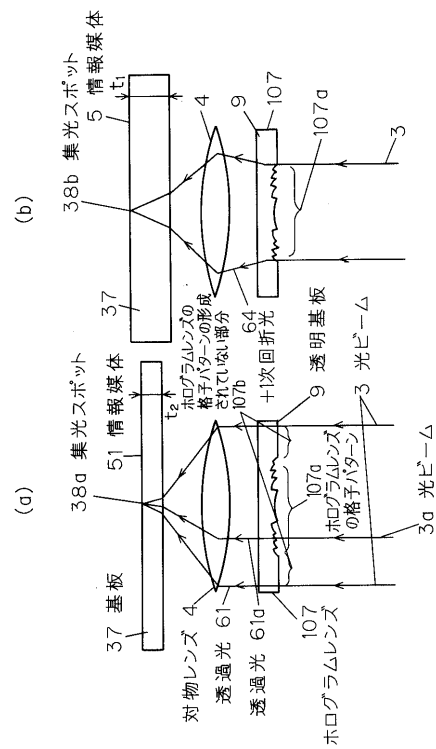
【図 5】



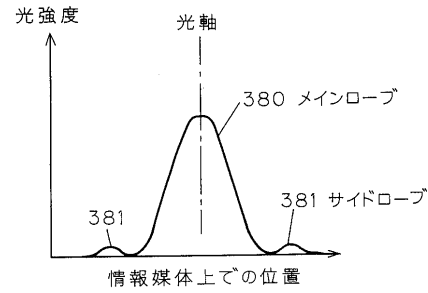
【図 6】



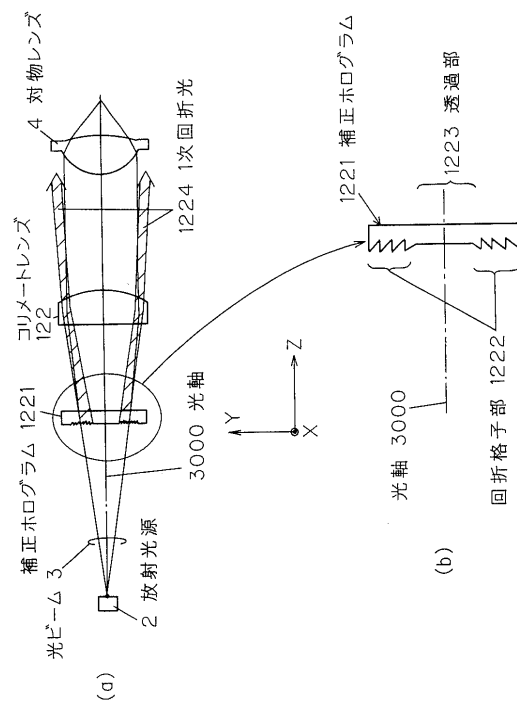
【図 8】



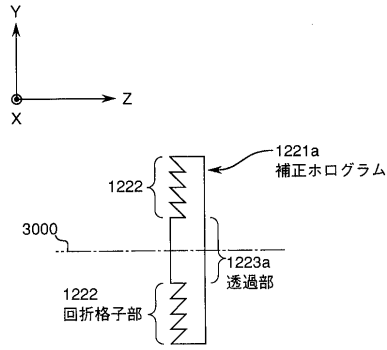
【図 7】



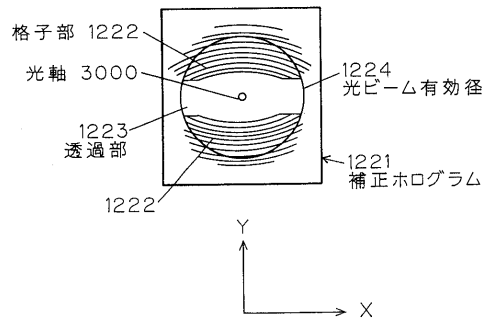
【図 9】



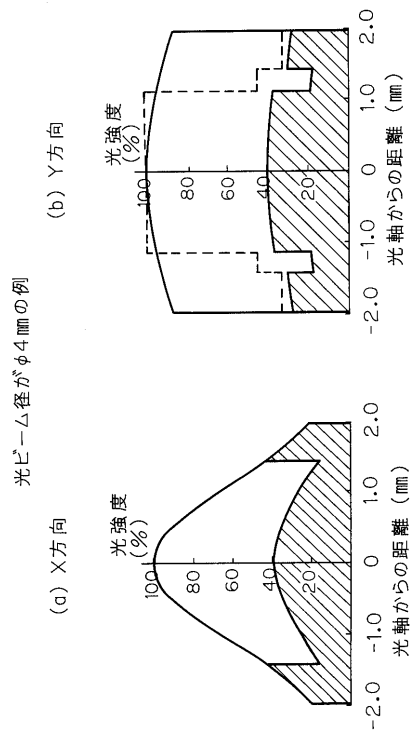
【図 10】



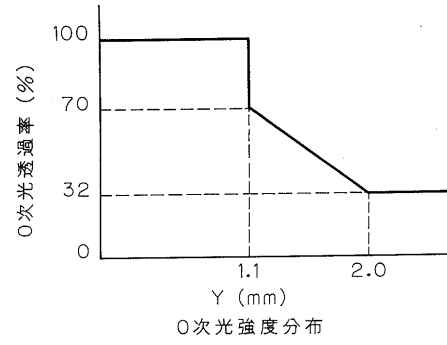
【図 11】



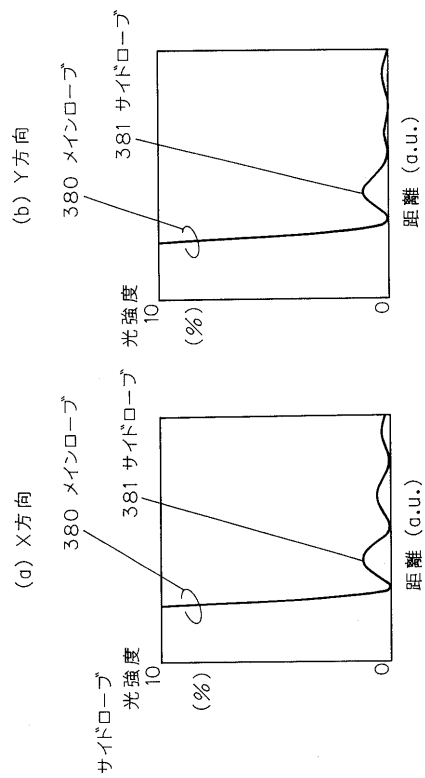
【図 13】



【図 12】

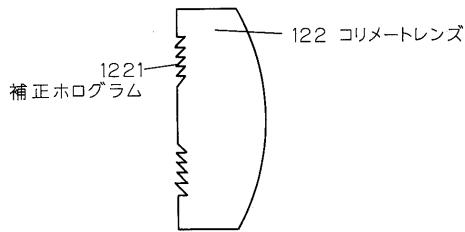


【図 14】

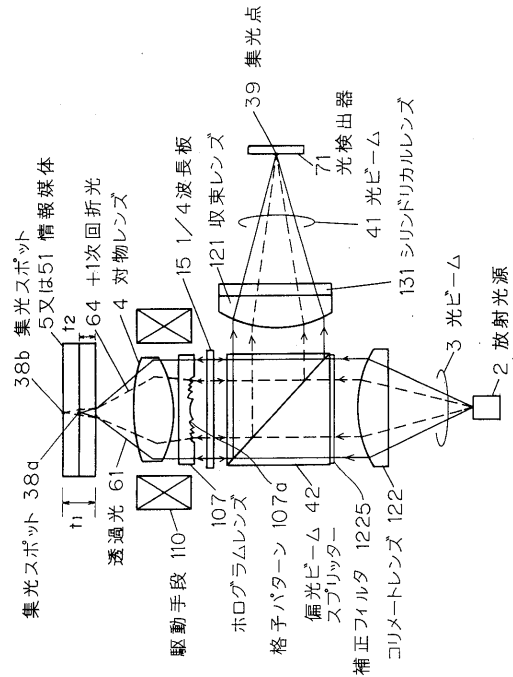


光強度はメインローブの中心強度を100%とする。

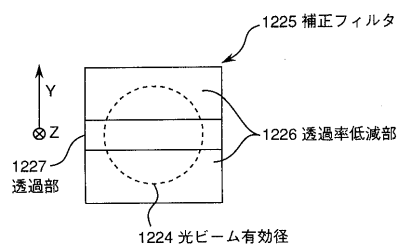
【図 15】



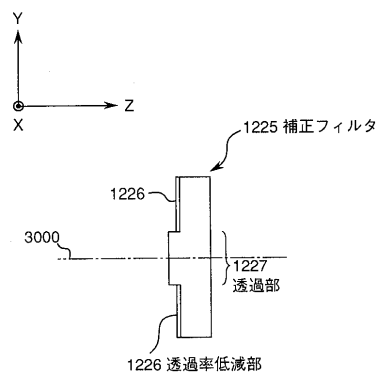
【図 16】



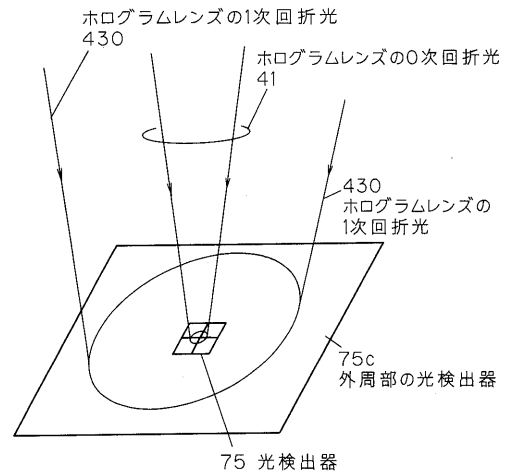
【図 17】



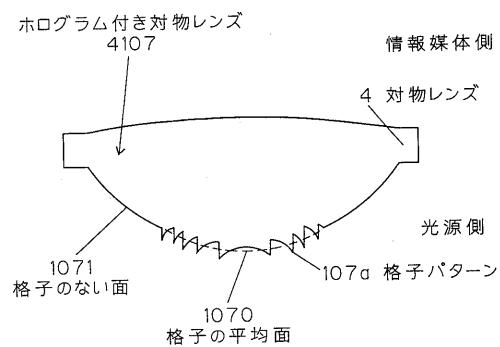
【図 18】



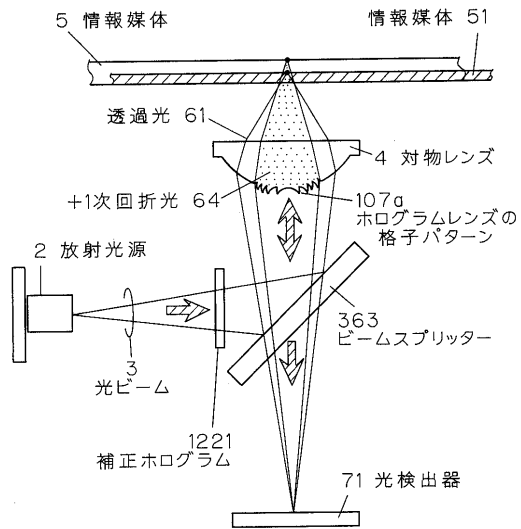
【図 19】



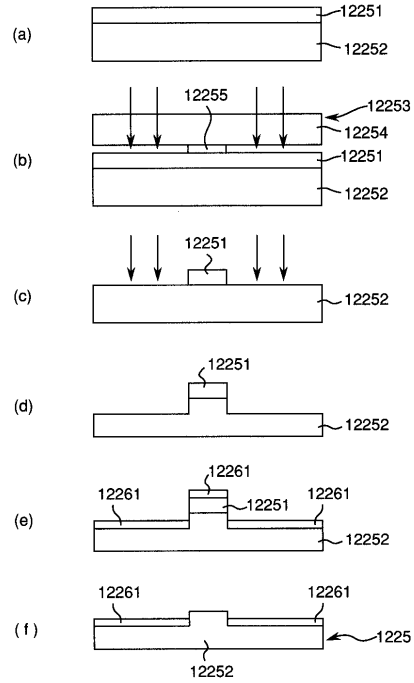
【図 20】



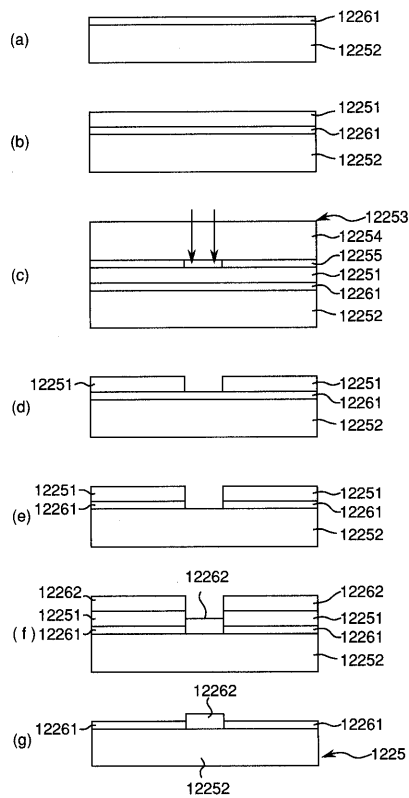
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 浦入 賢一郎
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 林 秀樹
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

審査官 中野 浩昌

- (56)参考文献 特開平 0 7 - 0 9 8 4 3 1 (J P , A)
特開平 0 9 - 0 5 0 6 4 8 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 1 1 B 7 / 0 9 - 7 / 2 2