(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3624561号

(P3624561)

(45)発行日　平成17年3月2日(2005.3.2)　(24)登録日　平成16年12月10日(2004.12.10)

(51)Int.Cl.[7]		F I		
G02F	1/13	G02F	1/13	505
G02F	1/1333	G02F	1/1333	500
G02F	1/1337	G02F	1/1337	500
G02F	1/1343	G02F	1/1343	
G11B	7/135	G11B	7/135	A

請求項の数 5　(全 8 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平8-187779
(22)出願日　平成8年7月17日(1996.7.17)
(65)公開番号　特開平9-304750
(43)公開日　平成9年11月28日(1997.11.28)
審査請求日　平成15年5月14日(2003.5.14)
(31)優先権主張番号　特願平8-55146
(32)優先日　平成8年3月12日(1996.3.12)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000000044
旭硝子株式会社
東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号
(72)発明者　田辺　譲
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町１１５０番地　旭硝子株式会社　中央研究所内
審査官　右田　昌士

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光変調素子及び光ヘッド装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

表面に格子状の凹凸部が形成された第１の透明基板と、凹凸部に充填され光学異方性を有する液晶と、液晶の上に積層される第２の透明基板とを備えた光変調素子において、第１の透明基板と第２の透明基板とは凹凸部のストライプ方向に沿ってラビング処理がなされていて、光変調素子は光の回折機能を有するものであり、第１の透明基板及び第２の透明基板に電極を設け、少なくともいずれか一方の透明基板においては少なくともその中心部の一部には電極が設けられておらず、前記電極に電圧を印加することにより、前記回折機能によって生じた回折光に対する開口制御が可能なことを特徴する光変調素子。

【請求項２】

電極の除かれた中心部の形状がほぼ円形である請求項１記載の光変調素子。

【請求項３】

電極の外周部の形状がほぼ円形である請求項１又は２記載の光変調素子。

【請求項４】

電極の厚さが５０ｎｍ以下である請求項１、２又は３記載の光変調素子。

【請求項５】

光源からの光を、請求項１、２、３又は４記載の光変調素子を通して光記録媒体に照射することにより、光学的情報の書き込み及び／又は読み取りを行うことを特徴とする光ヘッド装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、ＣＤ（コンパクトディスク）、ＣＤ－ＲＯＭ、ビデオディスク等の光ディスク及び光磁気ディスク等に光学的情報を書き込んだり、光学的情報を読み取るための光ヘッド装置及びそれに用いられる光変調素子に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来、光ディスク及び光磁気ディスク等に光学的情報を書き込んだり、光学的情報を読み取る光ヘッド装置としては、ディスクの記録面から反射された信号光を検出部へ導光（ビームスプリット）する光学部品としてプリズム式ビームスプリッタを用いたものと、回折格子又はホログラム素子を用いたものとが知られていた。
【０００３】
従来、光ヘッド装置用の回折格子又はホログラム素子は、ガラスやプラスチック基板上に、矩形の断面を有する矩形格子（レリーフ型）をドライエッチング法又は射出成形法によって形成し、これによって光を回折しビームスプリット機能を付与していた。
【０００４】
また、光の利用効率が１０％程度の等方性回折格子よりも光の利用効率を上げようとする場合、偏光を利用することが考えられる。偏光を利用しようとすると、プリズム式ビームスプリッタにλ／４板を組み合わせて、往方向（光源側から光ディスク側へ向かう方向）及び復方向（光ディスク側から光源側及び検出器側へ向かう方向）の効率を上げて往復効率を上げる方法があった。
【０００５】
しかし、プリズム式偏光ビームスプリッタは高価であり、他の方式が模索されていた。一つの方式として$LiNbO_3$等の複屈折結晶の平板を用い、表面に異方性回折格子を形成し偏光選択性をもたせる方法が知られている。しかし、複屈折結晶自体が高価であり、民生分野への適用は困難である。またプロトン交換法により$LiNbO_3$上に格子を形成しようとすると、プロトン交換液中のプロトンが基板中に拡散しやすいため、細かいピッチの格子を形成するのが困難である
。
【０００６】
等方性回折格子は前述のように、往方向の利用効率が５０％程度、復方向の利用効率が２０％程度であるため、往復の利用効率は１０％程度が限界である。
【０００７】
また、高い光の利用効率を実現するために、ガラス基板等の透明基板上に回折格子用の凹凸を形成し、その凹凸部に液晶を充填して、液晶の光学異方性を利用した光学異方性回折格子を有する光変調素子が知られている。
【０００８】
ここで、ＤＶＤ（デジタルビデオディスク）とＣＤのように厚さの違う光ディスクを１つのレンズで読み取る場合、図４に示すように非球面レンズ（対物レンズ）２２と前記のような光変調素子２１を組み合わせ、光変調素子２１の開口径を電気的に切り替えることによって、ＤＶＤとＣＤとの併用とし、収差を低減した状態で読み取ることが試みられてきた。しかし、前記の開口径制御が可能な光変調素子２１は、例えばＴＮ（ツイステッドネマチック）液晶セル構造を有するため構造が複雑で、調整も煩雑である問題があった。
【０００９】
ここで、図４において、２３は偏光ビームスプリッタ、２４は光源の半導体レーザ、２５、２６は収束レンズ、２７は光検出器、２８は光ディスクである。
【００１０】
【発明が解決しようとする課題】
本発明は、光の利用効率が高く、安価に製造でき、また構造が簡単で、調整も容易で、開口径制御が可能な２焦点用の光変調素子及びそれを利用した光ヘッド装置を提供すること

を目的とする。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

本発明は、表面に格子状の凹凸部が形成された第１の透明基板と、凹凸部に充填され光学異方性を有する液晶と、液晶の上に積層される第２の透明基板とを備えた光変調素子において、第１の透明基板と第２の透明基板とは凹凸部のストライプ方向に沿ってラビング処理がなされていて、光変調素子は光の回折機能を有するものであり、第１の透明基板及び第２の透明基板に電極を設け、少なくともいずれか一方の透明基板においては少なくともその中心部の一部には電極が設けられておらず、前記電極に電圧を印加することにより、前記回折機能によって生じた回折光に対する開口制御が可能なことを特徴する光変調素子を提供する。

【００１２】

また、その電極の除かれた中心部の形状がほぼ円形である光変調素子、及び、それらの電極の外周部の形状がほぼ円形である光変調素子、及び、それらの電極の厚さが５０ｎｍ以下である光変調素子を提供する。

【００１３】

さらに、光源からの光を、それらの光変調素子を通して光記録媒体に照射することにより、光学的情報の書き込み及び／又は読み取りを行うことを特徴とする光ヘッド装置を提供する。

【００１４】

【発明の実施の形態】

本発明の好ましい態様では、電極の除かれた中心部の形状が円形である。このような構成によって、開口を制限したときのビーム形状が円形になり、光が収束したときのスポット形状が円形になるという点で好ましい。

【００１５】

本発明の他の好ましい態様では、電極の外周部の形状が円形である。このような構成によって、電極の存在により光ビームに光学的擾乱が発生した場合、その影響が円の中心を対称軸とする軸対称になるという点で好ましい。

【００１６】

なお、この電極の除かれた中心部の形状というのは、２枚の透明基板の電極が相対向していない部分を意味する。このため、両方の電極とも中心部を除いて同じ形状で電極が設けられていてもよく、一方はベタで中心部まで電極が設けられ他方は中心部を除いて電極が設けられていてもよい。さらには、２枚の基板の個々の電極の中心部はほぼ円形以外の形状で電極が設けられていないが、両方の電極を相対向させると電極が対向しない部分がほぼ円形になるというような形状であってもよい。

【００１７】

また、本発明ではほぼ円形と表現しているが、これは光ビームの形状を完全な円形としない場合でも同様の効果が得られるためである。たとえば、光ビームの特定の方向に長く楕円形状にしたい場合には、この電極の設けられていない部分を楕円形状にすればよい。

【００１８】

本発明の他の好ましい態様では、電極の厚さが５０ｎｍ以下である。電極としてはＩＴＯの透明電極が好ましく使用できるが、ＩＴＯは屈折率が１．９～２．０と高く光の吸収もあるため、屈折率差による反射及び光の吸収を抑えるためには、厚さを５０ｎｍ以下とすることが好ましい。

【００１９】

本発明を、図１～３を用いて具体的に説明する。ガラス基板又は透明プラスチック基板等の第１の透明基板１の上に、フォトリソグラフィ法とドライエッチング法等により格子状の凹凸部２を形成する。凹凸部２に光学異方性を有する液晶６を充填することによって、光学異方性回折格子を形成する。液晶６を挟むようにして第２の透明基板５を液晶６の上に積層し、上下の透明基板に中央部を除いたドーナツ状の電極を形成する。

【００２０】
上下の透明基板の中心部（電極のない部分）は円形であるが、周辺部は必ずしも円形であることを要しない。ビーム形状自体が円形であればよく、周辺部の形状はビーム形状には直接関係しないためである。
【００２１】
第２の透明基板５の上面（液晶と反対側の面）にλ／４フィルム７を積層する。さらにλ／４フィルム７の上面に、光変調素子の平坦性を保持し波面収差を低減させるために第３の透明基板８を積層してもよい。
【００２２】
電界非印加時には、液晶６は透明基板に略平行に配向し光変調素子９は通常の偏光ホログラム（光学異方性回折格子）として機能する。このとき、半導体レーザ１０からのＰ偏光（紙面に平行な偏光）はほぼ全量光ディスク１４側へ透過する。その後λ／４フィルム７により円偏光になり、非球面レンズ１３を透過し、光ディスク１４面で反射する。光ディスク１４面で反射した光は逆回りの円偏光になり、再びλ／４フィルム７で偏光方向が９０°直交したＳ偏光（紙面に垂直な偏光）になり、再び偏光ホログラムに入射する。このとき高い効率で光は回折し、光検出器１１に到達する。
【００２３】
一方開口径を制御するときは周辺部の液晶６に電界を印加する。このとき周辺部の液晶６は透明基板に対して略垂直な方向に配向する。周辺部の液晶６を通過する光は、往きのＰ偏光の場合はほぼ全量透過するが、戻りのＳ偏光の場合はほとんど回折せずディテクタに入射しない。そのため、中心部の光のみが回折され、実質的に開口が制限されたと同様の効果が得られる。
【００２４】
光源としては半導体レーザ、ＹＡＧレーザ等の固体レーザ、Ｈｅ－Ｎｅ等の気体レーザ等が使用でき、半導体レーザが小型軽量化、連続発振、保守点検等の点で好ましい。また、光源部に半導体レーザ等と非線形光学素子を組み込んだ第２高調波発生装置（ＳＨＧ）を使用し、青色レーザ等の短波長レーザを用いると、高密度の光情報の書き込み及び読み取りができる。
【００２５】
本発明の光記録媒体は、光により情報を書き込み及び／又は読み取りできる媒体である。その例としてはＣＤ、ＣＤ－ＲＯＭ、ビデオディスク、ＤＶＤ等の光ディスク、及び光磁気ディスク、相変化型光ディスク等が挙げられる。
【００２６】
【実施例】
［例１］
本発明の実施例を図１～３に示す。厚さ０．５ｍｍ、１０×１０ｍｍ角で、屈折率１．５２の第１の透明基板１であるガラス基板の表面に、ｐ－ＣＶＤ法によりＳｉＯＮ膜を１．４μｍ形成する。その後、フォトリソグラフィ法とドライエッチング法によりＳｉＯＮ膜をエッチングし、深さ１．４μｍ、ピッチ８μｍの断面が矩形状の格子状の凹凸部２を形成した。
【００２７】
具体的には、ＳｉＯＮ膜上にフォトレジストをスピンコート法によりコーティングする。次いで、所定のパターンを有するフォトマスクをフォトレジスト膜に密着させて紫外線で露光し、フォトレジスト現像処理することによってフォトレジストの格子状パターンを第１の透明基板１の表面に形成する。そのフォトレジストの格子状パターンをさらにマスクとして、C_2F_6 ガスを用いドライエッチングすることにより形成した。
【００２８】
第１の透明基板１の凹凸部２を形成した面の中心部の直径２．５ｍｍの円形部分を除いて、外周の直径が７ｍｍのＩＴＯ電極３Ａを厚さ２０ｎｍでスパッタリング法により形成した。その後、凹凸部２を形成した面全体に液晶配向用の配向膜としてポリイミド膜４Ａを

厚さ６０ｎｍで形成し、そのポリイミド膜４Ａを凹凸部２のストライプ方向に平行な方向に、配向のためのラビング処理を行った。

【００２９】

第２の透明基板５としてのガラス基板の一面の中心部の直径２．５ｍｍの円形部分を除いて、外周の直径が７ｍｍのＩＴＯ電極３Ｂを厚さ２０ｎｍでスパッタリング法とウエットエッチング法により形成した。さらにその上に液晶配向用の配向膜としてポリイミド膜４Ｂをスピンコート法により６０ｎｍ形成し、配向のためのラビング処理を行った。

【００３０】

第１の透明基板１の凹凸部２を形成した面と第２の透明基板５のポリイミド膜４Ｂを形成した面とを対面させ、ポリイミド膜４Ｂのラビング方向と凹凸部２のストライプ方向（ラビング方向）が同じになるようにし、さらに上下のＩＴＯ電極３Ａ、３Ｂが同じ位置で対向するようにして２つのガラス基板を積層した。

【００３１】

その際、液晶注入口を除き、２つのガラス基板の周囲をエポキシ樹脂でシールして、基板間隙が凸部で８μｍになるようにした。液晶注入口から液晶６（メルク社製商品名「ＢＬ－００２」、ネマチック液晶、常光屈折率＝１．５２５、異常光屈折率＝１．７７１）を真空注入した。前記液晶注入口を透明な接着樹脂でシールし、封止した。

【００３２】

第２の透明基板５のポリイミド膜４Ｂと反対側の面にλ／４フィルム７を透明な接着剤により積層接着し、さらにその上に波面収差を改善するためのフォトポリマー及び第３の透明基板８であるガラス基板を積層接着して、光学異方性回折格子を有する光変調素子９を作製した。光変調素子９の光源からの光の入射部、光の出射部には誘電体多層膜による反射防止膜を設けた。

【００３３】

図３に示すように、光源としての半導体レーザ１０、半導体レーザ１０に隣接して配置された２個の光検出器１１、半導体レーザ１０の光を収束し平行光にする収束レンズ１２、光変調素子９、非球面レンズ（対物レンズ）１３、光ディスク１４を用いて光ヘッド装置を作製した。

【００３４】

半導体レーザ１０からの波長６７８ｎｍのＰ波（紙面に平行な偏光）を入射させたとき、Ｐ波の透過率は全体で約８３％であった。また、光ディスク１４からの反射光（円偏光）がλ／４フィルム７によりＳ波（紙面に垂直な偏光）に変化し、このＳ波が光学異方性回折格子により回折され、＋１次回折光の回折効率は２５％で、－１次回折光の回折効率は２６％であった。この結果、電界非印加時には、往路効率約８３％、往復効率約４２％（±１次回折光検出）となった。

【００３５】

一方、電界印加時には周辺部の電極に１００Ｈｚ、５$Ｖ_{rms}$の電界をかけた。このとき、中心部を通った光は電界非印加時の場合とほぼ同じ透過率であるが、周辺部を通った光はＰ波の往路の透過率は約８２％でほとんど変わらず、復路のＳ波の＋１次の回折効率は２％、－１次の回折効率は１％で、往復効率は約２％であった。

【００３６】

［例２］

例１と同様にして、第１の透明基板１であるガラス基板の表面に、深さ１．４μｍ、ピッチ６μｍの断面が矩形状の格子状の凹凸部２を形成した。

【００３７】

この第１の透明基板１の凹凸部２を形成した面にＩＴＯ電極３Ａを厚さ４０ｎｍでスパッタリング法により形成した。その後、例１と同様にしてポリイミド膜４Ａを形成し、ラビング処理を行った。

【００３８】

第２の透明基板５としてのガラス基板にＩＴＯ膜を厚さ４０ｎｍでスパッタリング法によ

り形成し、ついでウエットエッチング法により、外周の直径が７ｍｍで中心部の直径が２．５ｍｍのドーナツ状電極を形成した。さらに、その上に液晶配向用の配向膜としてポリイミド膜４Ｂをスピンコート法により６０ｎｍ形成し、配向のためのラビング処理を行った。

【００３９】

第１の透明基板１の凹凸部２を形成した面と第２の透明基板５のポリイミド膜４Ｂを形成した面とを対面させ、ポリイミド膜４Ｂのラビング方向と凹凸部２のストライプ方向（ラビング方向）が同じになるようにし、さらにＩＴＯ電極３Ｂの中心と格子パターンの中心との面合わせを行い、２つのガラス基板を積層した。

【００４０】

その際、液晶注入口を除き２つのガラス基板の周囲をエポキシ樹脂でシールして、基板間隙が凸部で４μｍになるようにした。液晶注入口から液晶６（メルク社製商品名「ＢＬ－００９」、ネマチック液晶、常光屈折率＝１．５２７、異常光屈折率＝１．８１７）を真空注入した。前記液晶注入口を透明な接着樹脂でシールし、封止した。以下、例１と同様にして光変調素子９を作製し、図３に示すような光ヘッド装置を作製した。

【００４１】

半導体レーザ１０からの波長６７８ｎｍのＰ波（紙面に平行な偏光）を入射させたとき、Ｐ波の透過率は全体で約８５％であった。また、光ディスク１４からの反射光（円偏光）がλ／４フィルム７によりＳ波（紙面に垂直な偏光）に変化し、このＳ波が光学異方性回折格子により回折され、＋１次回折光の回折効率は２８％で、－１次回折光の回折効率は２６％であった。この結果、電界非印加時には、往路効率約８５％、往復効率約４６％（±１次回折光検出）となった。

【００４２】

一方、電界印加時には周辺部の電極に１００Ｈｚ、５$Ｖ_{rms}$の電界をかけた。このとき、中心部を通った光は電界非印加時の場合とほぼ同じ透過率であるが、周辺部を通った光はＰ波の往路の透過率は約８２％でほとんど変わらず、復路のＳ波の＋１次の回折効率は３％、－１次の回折効率は２％で、往復効率は約４％であった。

【００４３】

【発明の効果】

本発明により、２焦点光変調素子と同等の機能をもち、開口径制御が可能でビームスプリット機能を有する光変調素子及びそれを利用した光ヘッド装置が提供できる。厚さの異なるＣＤとＤＶＤとに併用できる光ヘッド装置の場合、例えばディスク内の焦点までの距離が短い（０．６ｍｍ）ＤＶＤに合わせて焦点を調整すると、ディスク内の焦点までの距離が長い（１．２ｍｍ）ＣＤに焦点を合わせようとすると光の収差が大きくなる。これに対して、本発明のように電界によって開口を制御し、例えばＣＤ用として開口を小さくしても光の収差を小さくできるという効果を有する。

【００４４】

本発明は、１つの光変調素子により上記のような開口制御と光学異方性回折格子の効果を発揮できるため、光を回折するための他の偏光ビームスプリッタ等の光学部品が不要となる。したがって、部品点数が少なく、低コストで、光の利用効率が高いという優れた効果も有する。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施例の光変調素子の断面図。

【図２】本発明の実施例の光変調素子の平面図。

【図３】本発明の実施例の光ヘッド装置の基本構成を示す側面図。

【図４】従来例の光ヘッド装置の基本構成を示す側面図。

【符号の説明】

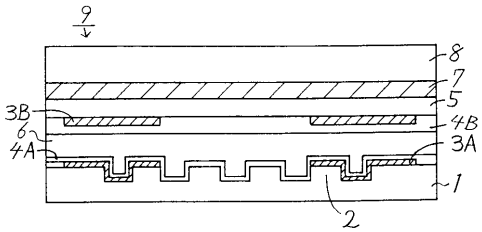
１：第１の透明基板

２：凹凸部

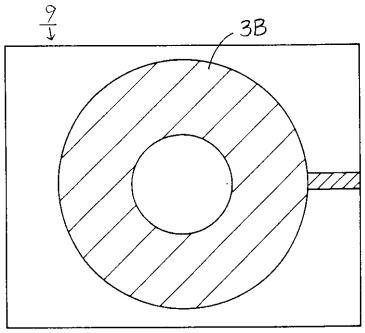
３Ａ：ＩＴＯ電極

３Ｂ：ＩＴＯ電極
４Ａ：ポリイミド膜
４Ｂ：ポリイミド膜
５：第２の透明基板
６：液晶
７：λ／４フィルム
８：第３の透明基板
９：光変調素子
１０：半導体レーザ
１１：光検出器
１４：光ディスク

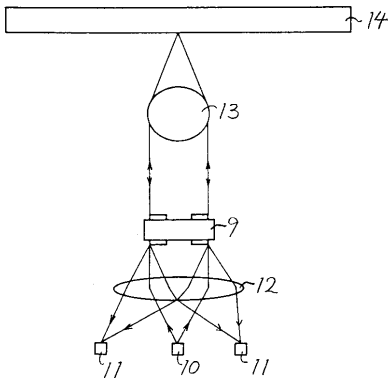
【図１】



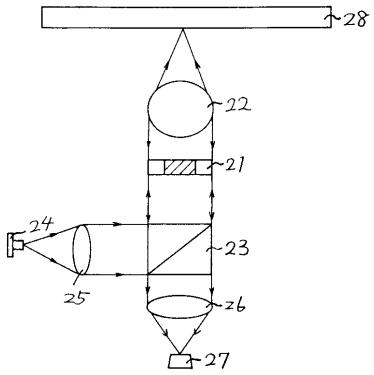
【図２】



【図３】



【図４】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7] FI
G１１B 7/135 Z

(56)参考文献 特開平０６－１２４４７７（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１２０７２０（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１０９１１１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－０８６７２７（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２０３４０６（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２０５２６９（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１９４６７９（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１０４１２８（ＪＰ，Ａ）
特表昭６３－５０３１０２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G02F 1/13 505
G02F 1/1333
G02F 1/1337
G02F 1/1343
G02F 1/1335
G11B 7/12 -7/22