

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4120268号
(P4120268)

(45) 発行日 平成20年7月16日(2008.7.16)

(24) 登録日 平成20年5月9日(2008.5.9)

(51) Int.Cl.

F 1

G 11 B	7/24	(2006.01)	G 11 B	7/24	501 A
G 11 B	7/243	(2006.01)	G 11 B	7/24	511
G 11 B	7/244	(2006.01)	G 11 B	7/24	516
G 11 B	7/0045	(2006.01)	G 11 B	7/24	522 A

G 11 B 7/24 522 P

請求項の数 12 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2002-151713 (P2002-151713)

(22) 出願日

平成14年5月27日 (2002.5.27)

(65) 公開番号

特開2003-346378 (P2003-346378A)

(43) 公開日

平成15年12月5日 (2003.12.5)

審査請求日

平成17年1月7日 (2005.1.7)

(73) 特許権者 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74) 代理人 100100310

弁理士 井上 学

(72) 発明者 寺尾 元康

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

(72) 発明者 宮本 治一

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

(72) 発明者 新谷 俊通

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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】情報記録媒体および情報記録方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を照射することによって、情報を記録する情報記録媒体であって、
基板と、前記基板上に形成された、電圧の印加で着色し、電圧印加中に所定の強度の光
を照射することでエレクトロクロミック作用を失うエレクトロクロミック材料を有する複
数の積層された記録層とを有し、

各記録層は両側を透明な第1及び第2の電極で挟まれていることを特徴とする情報記録
媒体。

【請求項 2】

前記エレクトロクロミック材料を有する記録層が、少なくとも1層のエレクトロクロミ
ック材料層と、照射される光に対して透明な固体電解質層とからなることを特徴とする請
求項1記載の情報記録媒体。

【請求項 3】

前記エレクトロクロミック材料を有する記録層が、印加される電圧によって光吸収率が
変化し、該光吸収率の変化により記録感度が変化する記録層であることを特徴とする請
求項1記載の情報記録媒体。

【請求項 4】

前記エレクトロクロミック材料を有する記録層が、印加される電圧によって光吸収率が
変化し、該光吸収率の変化により読み出し信号強度が変化する記録層であることを特徴と
する請求項1記載の情報記録媒体。

10

20

【請求項 5】

前記情報記録媒体は円形であり、前記情報記録媒体の半径方向に細長く、前記第1の電極または前記第2の電極に電流を供給するための第3の電極が設けられていることを特徴とする請求項1記載の情報記録媒体。

【請求項 6】

少なくとも前記第1の電極と第2の電極の一方が複数に分割して形成されていることを特徴とする請求項1記載の記録媒体。

【請求項 7】

前記第1の電極と前記第2の電極との間の容量は0.01F以上0.1F以下であることを特徴とする請求項1記載の記録媒体。 10

【請求項 8】

前記エレクトロクロミック材料は、酸化タングステンまたはチオフェン系有機材料の重合体からなることを特徴とする請求項1記載の情報記録媒体。

【請求項 9】

基板と、前記基板上に形成された、電圧の印加で着色し、電圧印加中に所定の強度の光を照射することでエレクトロクロミック作用を失うエレクトロクロミック材料を有する複数の記録層を有し、各記録層は透明な電極に挟まれている情報記録媒体の、記録目標とする記録層を挟む電極間に電圧を印加して前記記録層を着色するステップと、

着色された前記記録層に光を照射してエレクトロクロミック作用を失わせて電圧を印加しても発色しないように、または記録前とは異なる吸収スペクトルを持つように変化させて情報を記録するステップとを有することを特徴とする情報記録方法。 20

【請求項 10】

前記着色された記録層への光照射のステップの後に、前記着色された記録層を挟む電極間へ続けて電圧を印加することを特徴とする請求項9記載の情報記録再生方法。

【請求項 11】

基板と、前記基板上に形成された、電圧の印加で着色し、電圧印加中に所定の強度の光を照射することでエレクトロクロミック作用を失うエレクトロクロミック材料を有する複数の積層された記録層とを有し、各記録層は両側を透明な第1及び第2の電極で挟まれている情報記録媒体と、

当該情報記録媒体の回転に関する回転部材を通して、前記情報記録媒体の複数の記録層から所望の記録層を選択する層選択信号を伝達し、前記情報記録媒体に電圧を印加する手段と、 30

前記層選択信号に基づいて、前記情報記録媒体が有する電極を選択し、所望の電極に電圧を印加する手段とを有することを特徴とする情報記録装置。

【請求項 12】

基板と、前記基板上に形成された、電圧の印加で着色し、電圧印加中に所定の強度の光を照射することでエレクトロクロミック作用を失うエレクトロクロミック材料を有する複数の積層された記録層とを有し、各記録層は両側を透明な第1及び第2の電極で挟まれている情報記録媒体と、

当該情報記録媒体の回転に関する回転部材を通して、前記情報記録媒体の複数の記録層から所望の記録層を選択する層選択信号を伝達し、前記情報記録媒体に電圧を印加する手段と、 40

前記層選択信号に基づいて、前記情報記録媒体が有する電極を選択し、所望の電極に電圧を印加する際、前記回転部材が、前記各電極と1対1で対応する電圧伝達手段とを有することを特徴とする情報記録装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、光を用いて情報を記録、再生する情報記録媒体、情報記録方法、及び情報記録装置に関する。 50

【0002】**【従来の技術】**

光ディスクでは、記録媒体（ディスク）を記録再生装置から外せることと、記録媒体が安価であることが大きな特長になっている。従って光ディスク装置では、この特徴を失わずに高速・高密度化するのが望ましい。

【0003】

記録膜に光を照射して情報を記録する原理は種々知られているが、そのうちで膜材料の相変化（相転移、相変態とも呼ばれる）など、熱による原子配列変化を利用するものは多数回書換え可能な情報記録媒体が得られるという長所を持つ。例えば、特開2001-344807号に記載されている通り、これら相変化光ディスクの場合の基本構成は基板上に保護層、GeSbTe系等の記録膜、保護層、反射層という構成からなる。10

【0004】

一方、記録膜に電界を印加した状態でレーザ光を照射することによって、相変化記録膜に情報の記録を行う、電界効果型光ディスクが知られている。これは、上下の電極間にGeSbTe系などの相変化記録層をサンドイッチにした素子構造で使用される。この電界効果型光ディスクは、例えば、特開昭63-122032号に記載されている。記録膜に電界がかかることにより、レーザー光照射だけよりも相変化（結晶化）が促進されることを狙ったものである。構成を図1に示す。光9はレンズ8で集光され、光入射側から、基板7、透明電極1、UV樹脂案内溝層2、記録膜3、断熱電極4、A1電極5、保護層6の層を有し、透明電極とA1電極に電圧が印加される。この表面に案内溝を有するUV樹脂層2は、比抵抗が $10^6 \cdot \text{cm}$ の絶縁物であって、電界バッファ層としての機能と、案内溝を形成するための機能とを有している。20

【0005】

また、本願発明者らの論文：M.Terao, H.Yamamoto and E. Maruyama : Highly Sensitive Amorphous Optical Memory: supplement to the J. of the Japan Society of Applied Physics Vol.42, pp233-238 には、光伝導体と相変化記録膜を透明電極で挟み、この透明電極で電圧を印加しながら光を照射すると、光照射だけの場合に比べて2桁近く弱いレーザー光で記録できる実験結果が報告されている。一方、有機材料を記録層とした光ディスクで実用化しているものには、CD-RやDVD-Rがある。これらは、記録光源の波長に吸収を有する色素を含む記録層と、それに接する基板表面をレーザー照射で変質させて記録を行う。30

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

高速化が重要であるが、光ディスクはディスクを装置に着脱できるのと、記録媒体にプラスチック基板を用いて低価格であるのが特徴であるから、ディスクの外周部の上下振れや偏心は避け難い。上下振れや偏心は回転数を上げると高周波となるので、オートフォーカスやトラッキングの追従が困難となる。従って装置の機械的振動追従の限界を越えて高速化するには、特に影響が出やすい記録時に、記録媒体がトラッキングズレなどに寛容である必要がある。

【0007】

本願発明者らの上記supplement to the J. of the Japan Society of Applied Physics Vol.42の論文の技術、及び、特開昭63-122032号に記載の電界効果型媒体では、ランド部もグループ部もほぼ同じ電圧、同じ光吸収となるため、ランド、グループのどちらか一方だけ記録しやすい状況にはない。従ってトラッキング外れに対する許容度は大きくなく、十分な高速記録を行えない。一方、CD-RやDVD-Rもランド部とグループ部分の光吸収に実質的な差は無く、電流による記録の補助も困難である。40

【0008】

本発明の目的はこれらの問題点を解決し、安定な大容量超高速記録を達成することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の問題点を解決するための本発明の構成を以下に述べる。

【0010】

ただし、本発明では、基板の凹部で溝となっている部分をグループと呼ぶ。グループとグループの間をランドと呼ぶ。光が基板を通して膜に入射する場合は、入射側から見てグループは凸に見える。このため、光を基板と反対の側から入射させる方式でも、同様に入射側から見て凸となっている側がグループと呼ばれる場合もある。この部分は、基板だけに注目したときは凸部であってグループとグループの間のランド部分であるから、この呼び方は本発明の定義とは逆ということになる。ランドとグループの一方だけに記録する、いわゆるイングループ記録の場合、光入射が基板側からの場合も基板と反対側からの場合も光入射側から見て凸部に記録した方が記録特性が良い場合が多いが、大きな差ではないので光入射側から見て凹部に記録しても良い。

本発明の構成は、具体的には、以下のとおりである。

(1) 基板上に、第1の電極、エレクトロクロミック材料、第2の電極が設けられ、第1の領域ではエレクトロクロミック材料層が発色し、第2の領域ではエレクトロクロミック材料層が発色しない構成とする。ここで、第1の領域はランド部、第2の領域はグループ部に相当し、第1または第2の領域だけに光吸収することから、記録されやすい範囲が特定される。従って、光スポットの位置や集光度が多少変わっても同じように記録され、AF, トランシングのズレに寛容で、高速記録が可能となる。さらに、高密度記録を達成できる。

【0011】

ここで、この構成を図2に示す。ここでは、理解しやすくするため、光は図面の上側から入射するように図示した。媒体は、光入射側から、基板17, 保護層11, 第1の電極(透明電極)12、エレクトロクロミック材料層13、第2の電極14、UV硬化樹脂層14、保護基板16から構成され、18はグループ部、19はランド部に相当する。エレクトロクロミック材料13は、グループ部分で膜厚が大きく、ランド部分で膜厚が小さくなっている。記録層(エレクトロクロミック材料層)と第1の電極または第2の電極との間に他の層、例えば薄い絶縁物層や界面層と呼ばれる層が介在してもよい。厚さは20nm以下が望ましい。

【0012】

あるいは、基板上に、第1の電極と、第1の電極上に貫通する開口部を有する絶縁膜と、その開口部から絶縁膜上にわたって形成された、情報を記録する記録膜と、その記録膜上に形成された、第2の電極とを有する構成とする。図3では、絶縁層25の表面を平坦化しているため、ランドではほとんど膜が形成されておらず、結果として、実質的に電流が流れる開口部となっている。ここで、ランド部とグループ部の一方は、絶縁膜の開口部となっており、ランド部とグループ部の他方は、絶縁膜が形成された領域となるようにする。そうすると、グループ部(またはランド部)だけが絶縁層の開口部となっていて上下の電極が近接し電流が流れるが、一方で、ランド部(またはグループ部)には絶縁層が設けられていてほとんど電流が流れない。従って、電流の流れる範囲が限られ記録されやすい範囲が限定される。

【0013】

従って、光スポットの位置や集光度が多少変わっても同じように記録され、AF, トランシングのズレに寛容で、高速記録が可能となる。さらに、高密度記録を達成できる。

【0014】

エレクトロクロミック記録層と第1または第2の電極との間に相変化記録層(たとえばGe2Sb2Te5の層)を設けても良い。光入射側と反対側に設けるのが光学的により好ましい。この場合、エレクトロクロミック層は記録しきい値が高いもの、相変化記録層にはSb4Te3S2など硫黄を含む低融点のものを選んで相変化記録層にのみ記録が起こるようにするか、エレクトロクロミック層を除去してもよい。

【0015】

10

20

30

40

50

(2) また、図3の通り、第1または第2の電極22と記録膜24との間に、光導電体層23を設けた構成としても良い。光導電体層は記録膜より光入射側の電極寄りに設けるのが良い。この場合には、光照射によって光導電体層23で発生したフォトキャリアが移動することによって光導電体層の抵抗が下がり、記録層24にかかる電圧と電流が急激に増大し、光照射部分の記録層の温度が上昇する。これにより記録層を記録状態にする。キャリアをアバランシェ増倍効果により増加させてもよい。このように、光導電体膜を設けると高密度電流を記録膜に流すことができるため、光照射のエネルギーを小さくできる。エレクトロクロミック材料層が光導電体層を兼ねても良い。

【0016】

但し、記録層が光導電体層を兼ねている、あるいは、記録層が温度上昇により電気抵抗が低下するタイプのものであってもよい。Ge - Sb - Teなどのカルコゲナイト材料やボリチオフェンなどの有機導電性材料が温度上昇により電気抵抗が低下するタイプに該当する。なお、図中、21は保護層、22は透明電極、25は絶縁体層、26は第2の電極。27は張り合わせ基板である。UV接着剤層はここでは省略している。

【0017】

(3) 円形の情報記録媒体を用い、第1、第2の電極に電流を供給するために、情報記録媒体の半径方向に細長く、第1の電極または第2の電極に電流を供給するための第3の電極を設けると良い。このように第3の電極を設けると、外周まで同じ電圧を印加できる。

【0018】

(4) 第1の電極と第2の電極との間に電圧を印加しながら光を照射し、光照射が終わった後にも電圧を印加すると良い。第1の電極と第2の電極との間に電圧を印加しながら光を照射すると、図8に示したように、照射した場所付近の電流が増大する。そして、光照射が終わってからも電圧を印加し続けた場合、励起キャリアの減少や記録膜自身の融解や、原子・分子配列の乱れや分解による抵抗増大で自動的に電流が低下し、元の電流値に戻った後には記録層の状態変化が観測される。これにより、ディスク状媒体の場合、内周でも外周でも記録のための通電・加熱時間がほぼ同じになるため、CAV(constant angular velocity)記録にも適合しやすい。また、記録媒体全体に電流が流れて大電流となり、電流を供給しきれないことや、記録膜の状態変化や損傷領域が大きくなりすぎることを防止できる。このためには、装置としては、電圧だけで記録が起きる電圧の80%以下に印加電圧を抑える制御回路を設ければよい。

【0019】

(5) 第1の電極と第2の電極のうち、少なくとも一方の電極を複数に分割して形成すると良い。放射状に複数に分割すればCAV(constant angular velocity)記録にも適合しやすく、電極間容量を小さくできるので応答速度を向上できる。

【0020】

(6) 本願発明は、更に記録密度の向上を図るために、多層記録も好適である。実効的記録密度(実効的面密度)を高めるには多層化が望ましいが、従来の媒体では、各層の透過率と記録感度とがトレードオフの関係にあり、3層以上では再生信号品質か記録感度か、どちらかが犠牲にならざるを得なかった。透明有機材料に厚さ方向も含めて3次元記録するものも知られているが、2光子吸収を利用するものでは記録感度が非常に悪く、光重合を利用するものでは保存安定性と記録感度が悪い。

【0021】

しかしながら、本願では、記録層を2層以上設け、光入射側から最も遠い記録層以外の記録層は、両側を透明電極で挟むことによって、各層の透過率が高くなるため、記録感度も再生信号品質も共に向上できる。光入射側から最も遠い記録層は、両側を透明電極で挟まれていても良いし、そのような構成でなくても良い。

【0022】

そして、記録層が2層以上ある多層記録の場合、光入射側から最も遠い記録層以外の記

10

20

30

40

50

録層は、記録層を挟む電極間に電圧を印加すると記録用あるいは読み出し用レーザー光の吸収率が増大するようになるのが好ましい。光入射側から最も遠い記録層は、吸収率が増大しても良いし、そのような構成でなくても良い。これにより、他の層の干渉が無いのですべての層を絞込みレンズの焦点深度内に配置することもでき、従来の複数層ディスクより多層・大容量化できる。このようにするために、記録層、あるいは記録層に隣接する層として、有機または無機のエレクトロクロミック材料またはエレクトロルミネッセント材料とフォトクロミック材料との混合材料層あるいは積層膜を用いれば良い。これにより任意の層だけ光吸収し、他の層はほとんど光吸収が無いようにできる。もちろん、一部の層が焦点深度内に入らず、焦点位置を動かして記録・再生してもよい。その場合、多層積層するとアドレス情報を表わすピットや溝が変形する場合があるが、場合によってはピットや溝を転写した層を再度設けることにより、移動した焦点位置で焦点深度内の少なくとも一部の層のアドレスが読めるようにしておく必要がある。エレクトロクロミック材料としては、例えば酸化タンゲステン、チオフェン系有機分子の重合体が挙げられる。10

【0023】

さらにエレクトロクロミック材料としては、産業図書（株）平成3年6月28日初版発行の「エレクトロクロミックディスプレイ」に述べられている各種材料など、現時点で論文発表されている多くのエレクトロクロミック材料が使用可能である。

【0024】

(7) そして記録の際は、上記(1)の媒体に対し、記録線速度15m/s以上の条件でも記録レーザーパワーを0.2mW以上2mW以下に設定することも可能となる。このように高感度化することにより、高線速度記録の場合でも、また、記録媒体上の複数の場所に同時に光照射を行う手段として、アレイレーザーや面発光レーザーを用いた場合でもパワー不足とならずに高い転送速度を実現できる。また、消去領域もパルス状光照射を行い、パルス幅を記録マーク形成用パルスより広くするのも良い。これにより、消去領域でも消去幅が広くなり過ぎずに良好な書換えが行える。記録媒体の複数の電極対に対し、少なくとも2対同時に電圧を印加しても良い。これは、低い維持電圧を印加しておかないと色が変化する材料を用いた場合に必要となる。20

【0025】

そして記録層を複数有する記録媒体を用い、多くの電極対間に電圧を印加するが、記録または、消去、または読み出し時に、それらを行う層の両側の電極間だけに他の電極間とは異なった電圧を印加するようにしても良い。30

【0026】

(8) 装置としては、ディスク回転モーターの回転軸または回転軸に取付けられたディスク受け部品の、ディスク中心穴と接する部分に複数の電極が配置され、ディスク取り付け時にディスクの中心穴部の所定の各電極と相対するように位置決めする手段、および回転軸側電極とディスク側電極が接触する手段とを設ける。これによって、各電極に所定の電圧を印加することができる。

【0027】

そして、ディスクがセットされる高さの部分に複数に分割された電極が付加されているディスク回転モーターの回転軸または回転軸に取付けられたディスク受け部品の側面の円周方向の少なくとも1ヶ所に、上下方向にテーパーの付いた突起が設けられていることを特徴とする情報記録装置とする。これによってディスクの回転方向の位置決めができる多層の電極に正確に給電することができる。40

【0028】

本発明は2.6GB DVD-RAMの規格以上の記録密度（トラックピッチ、ピットピッチ）の場合に効果を発揮し、4.7GB DVD-RAMの規格以上の記録密度の場合に特に効果を発揮する。光源の波長が660nm付近でない場合や、集光レンズの開口数（NA）が0.6でない場合は、これらから半径方向、円周方向ともに波長比、NA比で換算した記録密度以上で効果を発揮する。

【0029】

50

なお、本明細書では、結晶一非晶質間の相変化ばかりでなく、融解（液相への変化）と再結晶化、結晶状態一結晶状態間の相変化も含むものとして「相変化」という用語を使用する。

【0030】

また、本発明においてエレクトロクロミック材料層とは、電圧印加（電流が流れる）によって直接発色する（吸収スペクトルが変化する）材料の層という通常の定義のほかに、電圧印加（電流が流れる）によって発光する領域とその光を受けて発色または消色する領域を有する層も含むものとする。

【0031】

また、本発明のエレクトロクロミック材料が導電性を持つとは、直径80mm以上のディスクの第1と第2の電極間に2Vの電圧を印加した時、0.1mA以上の電流が定常的に流れることで定義する。 10

【0032】

【発明の実施の形態】

<実施例1>

(構成、製法)

図4と図5は、この発明の第1実施例のディスク状情報記録媒体の構造を示す図である。図4はディスクの1/4の構造図を示し、図5は、さらにその1部分の拡大図を示す。図4の上部の放射状透明電極は、同じ形状のものがディスク面を埋め尽くすように多数有るが、そのうち2本だけを描いている。記録・再生光は上方から基板を通して入射するが、図では最上部の基板は省略している。図5にはディスクの一部の拡大図を示す。図5でも、わかりやすくするために最上部の基板と絶縁物層を省略して描いている。図5中、符号45は反射型電極、符号43は記録層、符号44は絶縁層、符号42は光導電体層、符号41は透明電極である。なお、符号46と50は光スポット、47はグループ部、48はランド部である。通常は光スポットから見て凸の、グループと呼ばれる部分に記録・再生する場合が多いが、本実施例ではランド部に記録する場合を示す。図5の手前に見えている切り口は、図4のA-A'断面の1部であり、図5の上部の電極の切れ目は、図4の放射状電極の間の隙間に對応している。A-A'断面の全体は、既に示した図3のようになっている。 20

【0033】

この媒体は次のようにして製作された。まず、図6に示すとおり、直径12cm、厚さ0.6mmで表面にトラックピッチが0.45ミクロンで深さ23nmのイングループ記録（ここでは光スポットから見てランド記録）用のトラッキング用の溝（幅0.25ミクロン）を有し、溝のウォブルによってアドレスが表現されたポリカーボネイト基板57上に、(In₂O₃)₉₀(SnO₂)₁₀の組成の透明電極(ITO)52を膜厚30nmに形成した。基板表面への溝パターンの転写は、原盤のフォトレジストにメッキしたニッケルマスターから一度転写したマザーを用いて行った。フォトレジストに露光した溝がランドに対応するようにするためである。図6は基板上に製膜してゆくプロセスを示しているので、図4および図5とは上下が逆になっているので注意。さらに光導電体層であるAs₃Se₉7の層52を厚さ50nmに形成した。次にGe-Sb-Te記録層54を平均膜厚10nmに形成した。この透明電極はマスクをしてスパッタリングで形成することにより、記録セクターに対応して放射状の20の領域に分離されている。次に絶縁層55であるSiO₂層を120nm形成した。次に図6の最上部に示したようにアクリル樹脂層56を平均膜厚25nmに塗布し、波長254nmの紫外光を照射してランド部上の相対的に薄い樹脂層が無くなるまでエッティングした。この後、リアクティブイオンエッティングを行うと、ランド部上のSiO₂層を除去し、記録層53を露出させることができた。すなわち、絶縁層に貫通する開口部を作ることができた。このように一部の層の膜厚をランドとグループで変えてランドとグループの一方で記録感度を高くし、トラッキングやAFズレに対する許容度を高めることは、電圧印加を行わず、光だけで記録する記録媒体の場合も効果がある。次に、アクリル樹脂をプラズマアッシャーでほぼ完全に除去した。こ 40

10

20

30

40

50

のようにして、図3の構成を得た。本実施例の記録媒体では絶縁層の有り無しで電極間に挟まれた部分の総膜厚に2倍以上の差が有り、 SiO_2 層の抵抗値は他の層の抵抗値よりも大きいので、電極間の全層の抵抗値は開口部と開口部以外の部分で1:2以上の比となっている。記録層が相変化記録層である場合には、既知の、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 、 $\text{Ge}_5\text{Sb}_{70}\text{Te}_{25}$ などのGe-Sb-Te系記録材料や、Ag-In-Sb-Te系記録材料を用いた。記録層が実施例2で詳しく述べるポリチオフェン系などのエレクトロクロミック材料であってもよい。次に $\text{W}_{80}\text{Ti}_{20}$ 膜よりなる反射層兼第2の電極層45を膜厚50nmに形成した。積層膜の形成は、マグネットロン・スパッタリング装置を用いて行った。

【0034】

10

透明電極のシート抵抗の影響や、グループの凹凸の角の部分で透明電極に膜厚の薄い部分ができるとの影響で、外周部に電圧がかかりにくくなることを防ぐために、基板上に透明電極を付ける前に、放射状透明電極より幅の狭い、半径方向の平均の幅が約100ミクロン、膜厚50nmから200nmの内周から外周に向かう細い金属(A1やAgが好ましい)電極39,40を、各放射状透明電極について1本または2本ずつ設けるのが、より好ましい。この電極は、記録媒体にマスクを付けてスパッタリングによって形成した。記録・再生はこの電極の部分を避けて行う。

【0035】

本実施例とは逆に光スポットから見てグループに見える状態で記録するには、透明電極と反射層兼電極を逆にし、張り合わせ基板側から光を入射させればよい。この場合、基板の成形はマザーでなく、ニッケルマスターを用いて行った。またこの場合、張り合わせ基板を0.1mm程度に薄くして、絞込みレンズのNAを0.85と大きくしても良い。そうすればトラックピッチは約3/4の0.33ミクロン程度にできる。

20

【0036】

なお、ここでは、光導電体層を用いた例を示したが、記録膜が光導電体層を兼ねる場合には、光導電体層を設けず、例えばエレクトロクロミック材料層一層あるいは相変化記録層一層でも良い。このような場合、絶縁層も必要無く、断面構造は図2に示したようになる。エレクトロクロミック材料層については実施例2で詳しく述べるが、ここではポリチオフェン系材料を用いた。実施例2で述べる他の材料も使用可能である。エレクトロクロミック材料層は実施例2で詳しく述べるように中味は3層からなっており、塗布または真空蒸着または電界重合で付けるが、そのうち少なくとも分子量の比較的大きいポリマー層は塗布によって形成するので、図2からわかるように基板のランド部では膜厚が薄くなり、グループ部では厚くなる。エレクトロクロミック材料層は透明電極層と電極層との間に電圧をかけることによって発色するが、ランド部の方が電極間距離が小さいため早く発色する。電圧を印加してランド部が発色し、グループ部はまだ十分発色しない時間後、電圧を切るか、電圧を下げるが進まず、状態をほぼ維持する低い電圧に制御すると、ランド部だけ光吸収が大きいので、記録時や読出し時にディスク回転数が速いなどの理由でトランкиングオフセットが生じても、記録や読出しあはば正確に行えるという効果がある。

30

【0037】

なお、記録層と光導電体層との間には相互拡散・反応を抑制するため、導電体層(金属層や透明電極層)を極めて薄く設ければ、繰返し書換え時に信頼性が増す。ただし、光導電体層で発生したフォトキャリアが突き抜けるように、1nm以上10nm以下の平均膜厚にする必要がある。縞状や網目状の不連続膜であっても良い。例えば記録層と光導電体層との間に厚さ5nmの $\text{W}_{80}\text{Ti}_{20}$ 電極層を設けると、界面での電位の均一化、書換え時の記録層と光導電体層との間での相互拡散を防止して書換え可能回数を1桁向上させることができた。

40

【0038】

透明電極は複数の扇形透明電極に分離せず、ディスク全体が一電極でもよい。ただし、分離した方が電極間容量が小さくなるので、電圧の立上り、立下りが早くなつて好ましい。発色、消色に要する時間と電流が実用的な範囲であるために電極間容量は0.1F以下が

50

特に望ましいが、素子の特性が良好であるためには、0.01F以上となる構造とするのが良い。透明電極は複数の扇形電極に分離せず、金属電極の方を分離してもよい。また、上下の両電極を分離してもよい。この場合、上下の電極の切れ目の位置は一致していても良いが、一致していなくてもよい。

【0039】

反射層兼電極と上記透明電極には、それぞれの最内周部に引き出し電極を設け、この引き出し電極はディスク最内周部まで達しており、図4に示すように、記録再生装置のディスク回転軸上のそれぞれ別の電極に接続するため、ディスク中心穴の端面の複数の電極35、36に接続されている。図7に示したように、ディスク受け用円板68を貫通するディスク回転モーターの回転軸61の側面のディスクがセットされる高さの部分には、実施例2で述べるような多層ディスクの場合5層までに対応できるように6個の分離した電極が接着されており（図では電極6個中3個65、66、67を示している）、また、回転軸の円周上の一カ所では上下方向にテープーのついた突起70または凹部があり、ディスクの中心穴の一カ所の凹部または凸部とのはめ合いで位置決めでき、所定の電極同士が接触する。ディスク回転軸の各電極には複数のブラシとリング62、63、64との組み合わせにより、記録装置の回路基板より給電される。給電方法は他の方法を用いても良い。

【0040】

なお、上記ディスク部材の膜表面には紫外線硬化樹脂を塗布して、同じ形状のもう一枚の基板と貼り合わせ、ディスク状情報記録媒体を得た。

【0041】

また、記録・再生レーザー光は、基板側から入射させた。最後に付ける電極層を透明電極とし、透明電極側、すなわち張り合せ基板側からレーザー光を入射させても良い。ただし、この場合、反射率が約10%となり、読み出しのコントラスト比が得られるように記録膜膜厚を決めた。

【0042】

(初期結晶化)

前記のようにして製作したディスクの相変化記録層には次のようにして初期結晶化を行った。ディスクを回転させ、スポット形状が媒体の半径方向に長い長円形の半導体レーザ（波長約810nm）のレーザ光パワーを800mWにして基板28を通して記録層24に照射した。スポットの移動は、媒体の半径方向のスポット長の1/4ずつずらした。こうして、初期結晶化を行った。この初期結晶化は1回でもよいが2回繰り返すと初期結晶化によるノイズ上昇を少し低減できた。

【0043】

(記録・消去・再生)

上記記録媒体に対して、情報の記録再生を行った。以下に、図9を用いて、本情報記録再生の動作を説明する。まず、記録再生を行う際のモーター制御方法としては、記録再生を行うゾーン毎にディスクの回転数を変化させるZCAV（Zoned Constant Linear Velocity）方式を採用したものについて述べる。

【0044】

記録装置外部からの情報は8ビットを1単位として、8-16変調器8-8に伝送される。情報記録媒体（以下、光ディスクと呼ぶ）8-1上に情報を記録する際には、情報8ビットを16ビットに変換する変調方式、いわゆる8-16変調方式を用い記録が行われた。この変調方式では媒体上に、8ビットの情報に対応させた3T～14Tのマーク長の情報の記録を行っている。図中の8-16変調器8-8はこの変調を行っている。なお、ここでTとは情報記録時のクロックの周期を表している。ディスクは光スポットとの相対速度が15m/sの線速度となるよう回転させた。

【0045】

8-16変調器8-8により変換された3T～14Tのデジタル信号は記録波形発生回路8-6に転送され、マルチパルス記録波形が生成される。

【0046】

10

20

30

40

50

この際、記録マークを形成するためのパワーレベルを 5 mW、記録マークの消去が可能な中間パワーレベルを 2 mW、パワーを下げたパワーレベルを 0 . 1 mWとした。記録マーク形成のレーザーパワーは、印加電圧を上げてゆくと下げることができ、0 . 5 mW以上 5 mW以下の範囲で良好な記録が行えた。線速度を 15 m / s から変えても、この範囲に大きな変化は無かった。読み出しは、電圧を印加せずに 1 mWで行う。0 . 2 mW以上 2 mW以下の範囲で実用的な読み出しが行えた。2 mWを越えるパワーで長時間読みむと、記録されているデータの劣化が生じた。また、上記記録波形発生回路内において、3 T ~ 14 T の信号を時系列的に交互に「0」と「1」に対応させるようにしている。この際、高パワーレベルのパルスが照射された領域は非晶質（マーク部）に変化する。また、上記記録波形発生回路 8 - 6 内は、マーク部を形成するための一連の高パワーパルス列を形成する際に、マーク部の前後のスペース部の長さに応じてマルチパルス波形の先頭パルス幅と最後尾のパルス幅を変化させる方法（適応型記録波形制御）に対応したマルチパルス波形テーブルを有しており、これによりマーク間に発生するマーク間熱干渉の影響を極力排除できるマルチパルス記録波形を発生している。

【 0 0 4 7 】

記録波形発生回路 8 - 6 により生成された記録波形は、レーザー駆動回路 8 - 7 に転送され、レーザー駆動回路 8 - 7 はこの記録波形をもとに、光ヘッド 8 - 3 内の半導体レーザーを発光させる。

【 0 0 4 8 】

本記録装置に搭載された光ヘッド 8 - 3 には、情報記録用のレーザービームとして光波長 400 nm の半導体レーザーが使用されている。また、このレーザー光をレンズ N A 0 . 65 の対物レンズにより上記光ディスク 8 - 1 の記録層上に絞り込み、レーザービームを照射することにより情報の記録を行った。

【 0 0 4 9 】

また、相変化記録層の場合、媒体の反射率は結晶状態の方が高く、記録され非晶質状態になった領域の反射率が低くなっている。レーザー光照射による記録の間、記録層の上下の電極間には 5 ボルトの電圧が継続的に印加される。パルスレーザー光照射によって、光導電体である Se - As の層にはフォトキャリア（電子、正孔対）が発生し、電気抵抗が低下するので、この部分の記録層にかかる電圧が増大し、記録層中に電流パスが形成され、電流のジュール熱によって記録層に融点を越える領域が形成される。融解後、この領域は電気抵抗が増大するので電流パスが消滅し、冷却されて非晶質状態になる。これによって記録層の屈折率と消衰係数も変化するので、光学的に信号を読み出し可能である。情報信号に従ってこのパルスレーザー光照射を繰り返してゆけば、非晶質記録マーク列が形成される。記録を高速で行うと、レーザー光照射位置は高速で移動して行き、図 8 に電流の時間的变化を示したように、照射後も記録層が融解して高抵抗になるまで電流は流れ続けるので、複数の場所に同時に電流が流れ、先に流れ始めた場所から順次電流が止まって行く。

【 0 0 5 0 】

このようなメカニズムで記録が行われるので、光スポットの通過時間は記録トラックの半径によって異なるが、電流が流れる時間は半径によらずほぼ一定になる。従って、通常相変化光ディスクでは難しい一定回転数（C A V）での記録が容易である。分離した透明電極には、光スポットが照射されている領域の電極に順次電圧を印加してゆく。

【 0 0 5 1 】

高感度であるから複数光スポット同時記録ができ、また、光吸収量が少なくてよいので高反射率あるいは高透過率にでき、読み出しが高 S / N で行える。また、読み出し時には電圧を印加しないようにすれば、高い読み出しパワーで読み出しができるので高い S / N が得られる。

【 0 0 5 2 】

本実施例の記録媒体構造では、グループの部分だけで上下の電極が近接しているため、記録膜に高電界がかかる範囲が狭い。従って、光スポットの位置や集光度が多少変わっても同じように記録され、A F , トラッキングのズレに寛容で、光に対して高感度であるだけ

10

20

30

40

50

でなく、この面でも高速回転記録に適している。

【0053】

本実施例の記録媒体では、記録マークとそれ以外の部分とで約2:1の光反射率のコントラスト比が得られた。コントラスト比がこれ以下になると、再生信号のノイズによる搖らぎが上限値の9%を越えてしまい、実用的な再生信号品質の範囲を外れる。透明電極にSiO₂を含有させて(SiO₂)₄₀(In₂O₃)₅₅(SnO₂)₅とすると、屈折率が低下して光学的に有利になり、コントラスト比は2.5:1以上にできた。

【0054】

上記のような記録原理であるから、同一、または別々の記録トラックに、単一の光ヘッドからまたは複数の光ヘッドから複数の光スポットを形成し、同時に記録することも容易に行える。

10

【0055】

消去は、印加電圧を下げ、レーザー光を連続照射することによって非晶質領域を結晶化させて行う。消去もパルスレーザー照射を行い、どの記録パルスよりも広いパルスを繰りかえして消去しても良い。

また、本記録装置はグループとランドのうちランドに情報を記録する方式（いわゆるイングループ記録方式の変則版）に対応している。

【0056】

記録された情報の再生も上記光ヘッドを用いて行った。レーザービームを記録されたマーク上に照射し、マークとマーク以外の部分からの反射光を検出することにより、再生信号を得る。この再生信号の振幅をプリアンプ回路により増大させ、8-16復調器8-10では16ビット毎に8ビットの情報に変換する。以上の動作により、記録されたマークの再生が完了する。

20

以上の条件でマークエッジ記録を行った場合、最短マークである3Tマークのマーク長は約0.20μm、最長マークである14Tマークのマーク長は約1.96μmとなる。記録信号には、情報信号の始端部、終端部に4Tマークと4Tスペースの繰り返しのダミーデータが含まれている。始端部にはVFOも含まれている。

【0057】

(マークエッジ記録)

DVD-RAMおよびDVD-RWには高密度記録が実現できるマークエッジ記録方式が採用されている。マークエッジ記録とは、記録膜に形成する記録マークの両端の位置をデジタルデータの1に対応させるもので、これにより、最短記録マークの長さを基準クロック1個ではなく2~3個分に対応させて高密度化することもできる。DVD-RAMでは8-16変調方式を採用しており、基準クロック3個分に対応させている。マークエッジ記録方式は、円形記録マークの中心位置をデジタルデータの1に対応させるマークポジション記録に比べると、記録マークを極端に小さくしなくても高密度記録できるという長所がある。ただし、記録マークの形状歪みが小さいことが記録媒体に要求される。

30

【0058】

(ZCLV記録方式、CAV記録方式)

相変化記録媒体では、記録波形を変えない場合、良好な記録再生特性を得るのに結晶化速度に対応した最適線速度で記録するのが望ましい。しかし、ディスク上の半径の異なる記録トラック間をアクセスする時、線速度を同じにするために回転数を変えるのには時間がかかる。そこでDVD-RAMでは、アクセス速度が小さくならないようにディスクの半径方向を24のゾーンに分け、ゾーン内では一定回転数とし、別のゾーンにアクセスしなければならない時だけ回転数を変えるZCLV(Zoned Constant Linear Velocity)方式を採用している。この方式では、ゾーン内の1番内周のトラックと一番外周のトラックで線速度が少し異なるので記録密度も少し異なるが、ディスク全域にわたってほぼ最大の密度で記録することができる。

40

【0059】

一方、半径方向に大きくアクセスしても回転数を変えなくても良い点では回転数一定のCAV

50

A V 記録方式が好ましく、回転数を変える際の電力消費を抑制できるのでモバイル機器にも適している。本発明は既に述べたように半径方向位置によらず一定の加熱時間が得られるので、C A V 記録も容易にする効果が有る。

【0060】

再結晶化の防止も重要である。記録時の記録膜融解後の周辺部からの再結晶化で非晶質記録マークとして残る部分が狭まる場合は所定の大きさの記録マークを形成するのにより広い領域を融解させる必要が有り、隣接トラックの温度が上昇しやすくなるからである。本発明では透明電極の熱伝導率が低いので、面内方向の熱拡散が少なく、再結晶化も防止できる。記録マーク形成時に中央部の熱が横方向に拡散して融解領域周辺部の冷却が遅くなり、結晶化しやすくなるのを防げるからである。

10

(トラッキング余裕)

本実施例では、ランド部では上部電極と記録膜が直接接しており、グループ部では間に絶縁層である SiO_2 層が入っているので、ランド部とグループ部の電極間距離の比は 60 : 180、すなわち 1 : 3 である。通常はディスクの内径、外径の偏心によりトラッキングオフセットが発生し、回転数を上げるほどオフセットが大きくなるが、本発明の場合、ランド領域だけで電極・記録膜が接するか、発色が起き、発熱が大きくなる構造であるから、記録のオフセットは縮小された。電極との間に界面層を設ける場合は、例えば界面層の厚さを 5 nm とすると、ランド部とグループ部の電極間距離の比は、65 : 145 である。距離の比と、トラッキングオフセットが通常の上限値を越えてトラックピッチの 1 / 10 のとき、隣接トラックの既記録領域が部分的に消去されて信号レベルが低下してしまうクロスイレーズとの関係は、図 10 に示したように以下の通りである。

20

電極間距離の比

信号レベル低下量

1 : 3	- 0 . 1 dB
1 : 1 . 5	- 0 . 5 dB
1 : 1 . 4	- 1 dB
1 : 1 . 3	- 2 dB
1 : 1 . 1	- 3 dB
1 : 1 . 05	- 4 dB

上記から、距離の比は 1 : 1 . 1 以上であるのが好ましく、1 : 1 . 4 以上であればさらに好ましい。また、電圧印加を行わず高パワーの光照射だけで記録する場合も同様な効果が有った。

30

【0061】

(記録層)

記録層材料としては、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, $\text{Ge}_4\text{Sb}_2\text{Te}_7$, $\text{Ge}_5\text{Sb}_{70}\text{Te}_2$ などの組成の Ge - Sb - Te 系材料や、 $\text{Ag}_4\text{In}_6\text{Sb}_{65}\text{Te}_{25}$ などの組成の Ag - In - Sb - Te 系材料など、光ディスクで知られている各種材料が、要求される記録速度や他の特性に応じて使用可能である。記録メカニズムは、相変化のほか、多数回書換え可能ではなくなるが、記録層（エレクトロクロミック材料層や相変化材料層など）自身の穴形成や、発色能の破壊、色の変化、隣接する光導電体層や基板の変形・変形でも良い。

40

【0062】

多数回書換えが要求されない用途には有機材料も使用可能であって、実施例 2 で詳しく述べる各種有機導電性材料や、CD - R, DVD - R で用いられる必ずしも導電性の高くなき色素や、フォトクロミック色素やその他の既知の色素が使用可能である。これらの場合、記録メカニズムとしては、光および／または電流の作用による有機材料自身および／または光導電体層および／または基板表面の構造変化による光学的变化、または穴形成を利用する。導電率が高くなき材料の場合は、最初から膜に顕著な穴があかない範囲で膜厚を薄くする必要がある。

【0063】

(光導電体層)

50

光導電体層としては、上記の A s - S e 系材料のほか、高温熱処理が必要なため基板材質が制約されるが C d T e , C d S , C d S e などの既知の無機光導電性材料、実施例 2 で詳しく述べるポリチオフェンなどの既知の各種有機導電性材料も、着色した状態で光導電材料として使用することができる。

(界面層)

結晶核形成速度と結晶成長速度を増大させ、結晶化速度を速くさせるために、好ましくは、記録膜と電極との間に、界面層を設ける。界面層の材料としては、下記より成るグループ、すなわち、T a₂O₅などのT a酸化物、C r₂O₃などのC r酸化物、A l₂O₃などのA l酸化物、S i O₂などのS i酸化物、G e O₂などのG e酸化物、S n O₂などのS n酸化物、Z r O₂などのZ r酸化物、C o , N i の酸化物、C r , G e , T i , A l , S i , T a , Z r , B , H f の窒化物うちの、単独、または2者以上の混合物，が好ましい。この中で、C r₂O₃は多数回書き換え時の反射率レベルの変動を5%以下に押さえられ、ジッターを減少でき、より好ましい。C o O , C r₂O , N i O は初期結晶化時の結晶粒径が均一になり、書き換え初期のジッター上昇が小さくより好ましい。また，A 1 N , T a N , T i N , Z r N , B N , C r N , C r₂N , G e N , H f N , あるいはS i₃N₄、A 1 - S i - N系材料(例えばA 1 S i N₂)、A l - T i - N系材料、S i - T i - N系材料、S i - O - N系材料や、これら窒化物の混合物も接着力が大きくなり、外部衝撃による情報記録媒体の劣化が小さく、より好ましい。また、C r₈Ge₂などのC r - G e系材料や、C r と G e の酸化物あるいは窒化物が60mol%以上含まれていると保存寿命が向上し、高温高湿の環境におかれても高性能の記録媒体を維持できる。1020

【0064】

(電極材料)

電極材料として好ましいものは、用途によって異なる。多数回書き換えを要求される場合は、タンゲステン、またはモリブデン、あるいはその少なくともいずれかを含み、チタンなどの他の金属元素を50原子%未満含むものが好ましい。

【0065】

一方、1回だけ記録する追記型や少数回の書き換えでよい場合は、光学特性や熱拡散率を重視した、光ディスク用に好ましい金属を電極として用いるのが良い。反射率と熱伝導率が高い金属層は、A lあるいはA l合金の場合、C r , T i などの添加元素が4原子%以下の高熱伝導率材料であるのが、基板表面の温度上昇を防止する効果があって好ましい。次いで、A u , A g , C u , N i , F e , C o , C r , T i , P d , P t , W , T a , M o , S b , B i , D y , C d , M n , M g , V の元素単体、またはA u合金、A g合金、C u合金、P d合金、P t合金、S b - B i , S U S , N i - C r , などこれらを主成分とする合金、あるいはこれら同志の合金よりなる層を用いてもよい。このように、電極兼反射層は、金属元素、半金属元素、これらの合金、混合物、からなる。この中で、C u , A g , A u 単体あるいはC u合金、A g合金、特にP d , C uなどの添加元素が8原子%以下のもの、A u合金等のように熱伝導率が大きいものは、有機材料の熱劣化を抑制する。透明電極の材料としては、(I n₂O₃)_x(S nO₂)_{1-x}の組成で、xが5%から99%の範囲の材料、抵抗値の面でより好ましくは、xが90%から98%の範囲の材料、これにモル%で50%以下のS i O₂を添加したもの、S nO₂にモル%で2から5%のS b₂O₃などの他の酸化物を添加したもの、などの既知の透明電極材料、および実施例2で詳しく述べるポリチオフェン、ポリアセチレンなどの導電性有機材料が使用可能である。3040

【0066】

(絶縁物層)

記録層の周辺の絶縁物層の融点は600以上であることが好ましい。600より融点が低い材料を絶縁物層として用いた場合、記録時に記録層で発生した熱及び絶縁物層自体による発熱により劣化し、光学特性が変化してS / Nが低下する場合がある。前記各層の膜厚、材料についてはそれぞれ単独の好ましい範囲をとるだけでも記録・再生特性等が向50

上するが、それぞれの好ましい範囲を組み合わせることにより、さらに効果が上がる。絶縁物層の材料としては、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Ta_2O_5 、 GeO_2 、 GeN 、 Si_3N_4 、これらの組成比が異なるものなど、多くの酸化物、窒化物が使用可能である。絶縁性の有機材料を用いても良い。

【0067】

絶縁物層や光伝導体層や記録層を真空蒸着や塗布、特に塗布で形成する有機材料とした場合、ランドとグループの絶縁物層に膜厚差を付けるプロセスを用いなくても層を形成しただけで電極間距離に差ができ、電流集中の効果を得ることができる。

【0068】

(基板)

10

本実施例では、表面に直接、トラッキング用の溝を有するポリカーボネート基板77を用いているが、トラッキング用の溝を有する基板とは、基板表面全面または一部に、記録・再生波長をとしたとき、 $/15n$ (n は基板材料の屈折率) 以上の深さの溝を持つ基板である。溝は一周で連続的に形成されていても、途中分割されていてもよい。溝深さが約 $/12n$ の時、トラッキングとノイズのバランスの面で好ましいことがわかった。また、その溝幅は場所により異なっていてもよい。溝部とランド部の両方に記録・再生ができるフォーマットを有する基板でも、どちらか一方に記録を行うフォーマットの基板でも良い。グループのみに記録するタイプでは、トラックピッチが波長/絞込みレンズのNAの0.7倍付近、グループ幅がその1/2付近のものが好ましい。

【0069】

20

(記録レーザパワー)

本実施例の記録媒体では、記録時に電流を流すことによって、記録媒体に低いレーザーパワーで記録できる。例えば、記録線速度 15 m/s 以上の条件では、通常の記録媒体では記録レーザーパワーが 10 mW を越えるが、記録レーザーパワーを 0.2 mW 以上 2 mW 以下に設定することができる。最適記録パワーは、流す電流の値によって異なる。

【0070】

(読み出しレーザパワー)

一方、本発明では、レーザーのパワーには余裕が有り、記録密度を高めても良好な再生信号S/Nを得たい場合には読み出し時に読み出しレーザパワーを高くしてレーザーノイズやシステムノイズの影響を受けにくくすることもできる。本実施例の記録媒体では、記録時に電流を流すことによって、記録層の光吸収が少ない、あるいは熱拡散が大きくて低い記録感度の記録媒体に記録できるので、読み出し時に読み出しレーザパワーを高くしても記録状態の読み出し破壊が起きにくいためである。例えば、記録レーザーパワー 2 mW で読み出しレーザーパワーを 3 mW にすることもできる。

30

【0071】

レーザー光源に、例えば4素子のアレーレーザーを用いた場合、データ転送速度を4倍近く高速化することができた。

【0072】

<実施例2>

本実施例は多層構造記録媒体およびそれを用いる記録装置に関するものである。

40

【0073】

図16に、本実施例の場合の記録装置の回転軸付近の構造を示した。図15に回路のブロック図を示したように、記録装置からは、回転軸の3本のスリップリング72, 73, 74に、プラスとマイナスの電圧と、記録媒体の層の選択信号が供給される。記録する時間に比べ発色・消色させる時間は短いので、一たんコンデンサーに充電することによって、高速発色・消色させる場合も記録装置の回路基板から回転軸への給電最大電流が少なくて済む。コンデンサーを含む図15の回路はディスク受け部品78の中空内部に内蔵されており、印加電圧切替え・制御回路を経て回路ブロック図の右端の各層への配線は、回転軸の電極75, 76, 77に接続されている。電極は8本有るが、他の5本は回転軸の見えない面にあるので省略してある。これにより、発色させるべき層にはプラス電圧、消色

50

する際にはマイナス電圧が印加される。記録装置の回路基板から回転軸への給電はプラス電圧だけにして、ディスク受け部品内蔵の回路で正負の電圧を生成しても良い。

【0074】

記録媒体は、実施例1と基本構造は同じであるが、記録層には、電圧印加により発色するエレクトロクロミック材料を用いる。図11に示したように、直径12cm、厚さ0.6mmで表面にトラックピッチが0.45ミクロンで深さ23nm、溝幅0.23ミクロンのイングループ記録用のトラッキング用の溝を有し、アドレス情報を上記溝のウォブルとして有するポリカーボネート基板89上に、Ag₉₄Pd₄Cu₂半透明反射層81、ITO透明電極82、エレクトロクロミック材料層83、ITO透明電極84、ZnS·SiO₂熱絶縁層85、ITO透明電極86、エレクトロクロミック材料層87、ITO透明電極88、ZnS·SiO₂熱絶縁層、ITO透明電極、エレクトロクロミック材料層、ITO透明電極、ZnS·SiO₂熱絶縁層、ITO透明電極、エレクトロクロミック材料層、ITO透明電極の順にエレクトロクロミック材料記録層を4層積層した。さらにこの上に直径120mm厚さ0.6mmのポリカーボネート基板90を貼り付けた。光はこの張り合せ基板側から入射させた。エレクトロクロミック材料層は3層または2層より成り、3層の場合、酸化発色型第1発色層であるIrO_xまたはNiO_x(xは1未満の正の数)の層150nm、固体電解質層であるTa₂O₅の層300nm、還元発色型第2発色層であるWO₃の層200nmの3層、2層の場合、Cr₂O₃より成るOHイオン貯蔵層200nm、WO₃より成る発色材料層200nmの2層である。なお、光入射側から最も遠い透明電極の代わりにW-Tiなどの金属電極を用いてもよい。エレクトロクロミック材料層を塗布によって形成する場合、積層によって少しずつグループが埋まり、記録層の両側の電極間距離はランド部の方がグループ部より近いが、実施例1のように一方の電極がほぼ平らになる程に、また、いずれかの層が貫通開口を持つ絶縁物層となるほどに電極間距離に差をつけてはいない。10

【0075】

上記積層膜の上に紫外線硬化樹脂によるオーバーコート層を形成し、同様なもう1枚のディスクと張り合わせた。

【0076】

波長400nmのレーザー光を照射しながら、記録または読出しをしたい記録層の両側の透明電極に電圧を印加すると、その層だけが着色し、レーザー光を吸収、反射するようになるので、選択的に情報の記録や読出しができる。電圧印加は必ず1つの記録層だけに限定する必要は無く、アレーレーザーで複数記録層に同時に記録する場合は、複数対の電極間に電圧を印加する。また、記録しない記録層の電極間の電圧を0にしないで有限の値にしておけば、電極間容量や着色する材料の応答速度により、着色に時間がかかるのを防ぐことができた。また、電圧を除去して消色させる場合逆電圧を印加すると、消色に要する時間を1/2以下に短縮することができた。30

【0077】

記録はレーザー光、および/または電流の作用によって、膜のエレクトロクロミック作用を失わせ、電圧を印加しても発色しない、あるいは記録前と異なる吸収スペクトルを持つようにして行う。別 の方法として、熱または電流による物理的变化(相変化など)、または化学变化(例えばLiイオンとの反応)によって屈折率、消衰係数のうちの少なくとも一方が変化する有機、あるいは無機材料の層を別の層として積層し、この層の変化によって記録を行ってもよい。例えば、相変化記録膜として、In₅₀Se₄₅Tl₅の組成のものを用いると波長780nmあるいは660nmの光、特に波長780nmの光に対して透過率が高いので好ましい。記録時にはエレクトロクロミック材料層の光吸収によって間接的に加熱される。エレクトロクロミック材料層は材料によって大小が有るもののが導電性を持つので、フォトキャリアの電流による加熱効果も生じる。相変化記録層を設けた場合は、加熱により、記録膜は結晶化、あるいは非晶質化の相変化を起こす。相変化による屈折率変化がエレクトロクロミック層の着色時に特に反射率差として見えやすいように光学設計しておくことにより、多層の記録膜のそれぞれをほぼ独立に読み出すことができ4050

る。透明電極から透明電極までの光学的膜厚が読み出し光の波長に対してほぼ1波長分になるようにすると、どの記録層も光学的に等価となるので好ましい。

【0078】

電圧印加を複数層に同時に、あるいは順次行って記録時、および／または再生時に複数層が発色するようにしても良い。各層の透明電極から透明電極までの厚さを絞込みレンズの焦点深度程度の厚さにし、光吸収係数が奥の層ほど大きくなるように発色させると焦点位置を深さ方向に振って高密度記録するのに好都合である。また、各層の膜厚をもう少し薄くすると、ボリュームホログラム記録などに有利である。各層の光吸収係数をほぼ同じにして膜厚は薄くし、高パワー照射では奥の層まで、低パワー照射では入射側に近い層だけが記録されるようにして多値記録してもよい。記録時と再生時の各層の光吸収係数の分布を変えられるのも本発明の特徴である。記録時には、単層で測定した時の吸収率が光入射側から20%、30%、40%、50%と奥ほど大きくなるように各層への発色電圧印加時間を変え、再生時にはどの層も20%で均一とすると、Ag-Pd-Cu層で反射して来た光には各層の情報が均一に含まれるので好都合である。10

【0079】

全積層をいくつかにグループ化し、例えば本実施例の場合では4層を2層ずつのグループにして同一グループのエレクトロクロミック層は同時に発色、消色させるようすれば、発色、消色に要する時間を短くすることができる。同一グループ内では上記のように光入射側から遠い層の方の光吸収率が高くなるように電圧や、エレクトロクロミック材料のアクリル系ポリマーなどの希釈程度を調整すると、より良好な記録特性が得られる。20

【0080】

発色・消色に要する時間が記録・再生速度の制約要因にならないようにする他の方法として、光入射側から見て奥の層から順次発色させ、消色は手前の層から順次消色させるのが有効である。このようにすれば、一つの層の発色中に隣接する層に電圧をかけ始めて発色を準備することができ、スピードアップできる。

【0081】

エレクトロクロミック材料層に用いる材料としては、WO₃のほか、チオフェン系有機物のオリゴマーやポリマーなどの、代表的な例を図12に示した有機材料が使用可能である。特に、導電性有機材料が好ましい。ただし、チオフェン系分子の重合体の場合、レーザーの波長は660nmとし、トラックピッチは約2倍の0.6μmとした。チオフェン系材料の重合体は真空蒸着または電解重合によって形成する。電解重合では、モノマーとしてはチオフェン誘導体であるポリ(3-メチルチオフェン)を用い、支持電解質としてLiBF₄、溶媒としてベンゾニトリルを用いる。30

【0082】

層構成は、Helmut W. Heuer氏らの、Advanced Functional Materials vol.12, No.2 pp89-94 (Feb. 2002) 記載の、electrochromic Window Based on conducting Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)-Poly(styrene sulfonate)の論文に着色制御窓ガラス材料として述べられている材料と層構成のうち、(CeO₂)_{6.7}(TiO₂)_{3.3}より成るイオン貯蔵兼暗電流プロック層、アクリル系紫外線硬化樹脂にLiトリフレート(正式名Liトリフロロメタンスルフォネート,Li trifluoromethanesulfonate:CF₃SO₃Li)と可塑剤を混合した材料の固体電解質層、およびPEDT/PSSの層、すなわちpoly(3,4-ethylenedioxythiophene)とpoly(styrene sulfonate)との混合材料よりなる電子活性導電性ポリマー発色材料層の3層である。チオフェン系ポリマーの層を形成する前に、チオフェン系分子ポリマーの端部にシアノ基(-NC)、チオール基(-SH)、S-アセチル基(-SAc)のいずれかを付ける処理を行った。チオフェン系分子ポリマーの長手方向がなるべく膜厚方向に向いて、膜厚方向の電流が流れやすいようにするためである。有機固体電解質層としてはポリエチレンオキサイド-チオシアノ酸カリウム系も好ましい。40

【0083】

上記PEDT/PSS層の代わりに、Fei Wang氏他著のMicromolecules vol.33 pp2083-2091(2000)のElectrochromic Linear and StarBranched poly(3,4-ethylenedioxythiophene

ne-didodecyloxybenzene) Polymers の論文に記載されているエレクトロクロミック発色ポリチオフェン系ポリマー材料である S P E B を用いると、発色・消色が速く、良好な特性が得られた。ポリマーの合成方法、膜の形成方法などは論文と同様であるが、電解質には上記固体電解質を用いた。

【 0 0 8 4 】

固体電解質層と電子活性導電性ポリマー発色材料層は、チオフェン系ポリマー層を電界重合によって形成し、例えば L i トリフレートのようなドーパントを膜中に取り込んでしまうことにより、一層化することもできる。このような有機材料層を用いる場合のメリットは、導電性が有り、導電率は温度上昇とともに高くなり、また、光導電性も持たせることができるのでフォトキャリアーを電界によって加速し、温度上昇により記録感度を高めることができること、 W O₃ のように発色消色に膜中への水分の出入りを必要としないことである。着色は分子中に電子が与えられることにより光で励起状態にできるようになることによって起こる。この電子移動を中和するために L i などのイオンが移動する。デメリットは、製膜速度が遅く、大面積の製膜が容易でないことがある。この欠点を改良するため、モノマー、または数分子が結合しただけの低分子量のものを高速真空蒸着し、基板上でオリゴマーにするのが好ましい。基板上でオリゴマーにするには、真空蒸着中に青色または近紫外光を照射して分子を励起状態にする。チオフェン系ポリマー（略してポリチオフェン）のほか、 L u - ジフタロシアニンなどの金属フタロシアニン、ヘプチルビオロゲン、タンゲステン亜酸錯体、スチリル系化合物である 3,3ジメチル-2-(P-ジメチルアミノスチリル)インドリノ [2 , 1 - b] オキサゾリン (I R P D M) (光源波長 5145 nm) や 3,3ジメチル-2-(P-ジメチルアミノシンナミリデンビニル)インドリノ [2 , 1 - b] オキサゾリンなども使用可能である。10

【 0 0 8 5 】

さらに、光導電効果をもたらすために、 T C N Q (7 , 7 , 8 , 8 - T e t r a c y a n o q u i n o d i m e t h a n e) の層を形成してもよい。

これら有機物を用いる場合も、ディスクの他の部分は上記実施例と同様とした。

【 0 0 8 6 】

W O₃ に代わる無機物の材料としては鉄のシアン化物であるブルシャンブルー (K_x F e_I^I y F e_I^I z (C N)₆ 、 M o O₃ , N b₂ O₅ , V₂ O₅ , T i O₂ , N i O O H , C o O O H , R h₂ O₃ , I r O x (x は 1 未満の正の数) 、 Z r N C l , I n N , S n N x (x は 1 未満の正の数) 、 M n O x (x は 2 未満の正の数) , W O₃ - M o O₃ 複合（混合）薄膜なども使用可能である。30

【 0 0 8 7 】

エレクトロクロミック材料では、電流によって L i などの金属や水素などの陽イオンが所定の場所から動いてしまったり光スポット内の基底状態にある電子のほとんどが励起されてしまうと、自動的に光吸収が減ったり電流が流れにくくなるので、ディスク全体に大きな電流が流れたり、光スポット照射部分で過大な電流が流れ記録マークが大きくなりすぎるのが防止できる。すなわち現象としては、第 1 の電極と第 2 の電極との間に電圧を印加しながら光を照射すると、照射した場所付近の電流が増大し、光照射が終わってからも電圧を印加し続けた場合、一定時間後に電流が低下し、記録層（エレクトロクロミック層など）の状態変化が観測される。光照射中に自動的に電流が低下する場合もある。40

【 0 0 8 8 】

エレクトロクロミック層の代わりにエレクトロルミネッセント (E L) 材料とフォトクロミック材料の混合材料を用いても良い。 E L 材料が発する光によって、フォトクロミック材料の色が変化し、記録あるいは読み出し光の波長に対して光吸収が生じるようにする。 E L 材料としては Z n O などの無機材料や有機材料を用いることができるが、有機材料については、例えば豊田中央研究所 R & D レビューの V o l . 33 , N o . 2 (1 9 9 8 年 6 月) の 3 ページから 22 ページの解説に述べられている有機 E L 材料のうち、ジアリルエテン、フルギドなどのフォトクロミック材料を変色させるのに発光波長が適合するものを当該フォトクロミック材料と組み合わせて用いる。これら有機材料の層の場合は、真空蒸着

、気相成長、塗布などの方法で形成する。塗布の場合は溶媒で十分に希釈して、グループ部分とグループ間の部分で膜厚差が大きくなり過ぎないようにした。有機EL材料は電子またはホール輸送層材料と発光層材料と、効率を向上させたい場合はドーピング材料からなり、ホール輸送層材料としては、トリフェルアミンを星形分子にしたスターバーストアミン(m - M T D A T A)膜厚 60 nm , 発光層材料としてはベンゾオキサゾール Zn 錯体(Zn (B O X) 2)膜厚 40 nm を用いて青色発光する。

【 0 0 8 9 】

フォトクロミック材料としては、図 12 に示したフルギド、ジアリールエテンなどが使用できる。フルギドの場合、青色光照射によって波長 500 nm 付近に吸収が生じるので、波長 514.5 nm の Kr レーザーで記録可能である。

10

【 0 0 9 0 】

シート抵抗が大きいことがあまり問題とならない小型の記録媒体では、透明電極もポリアセチレン、ポリチオフェンなどの導電性ポリマーで形成することが可能である。その場合、無機物透明電極に比べてエレクトロクロミック層との屈折率差が小さく、界面で反射した光の干渉などの悪影響を避けることができる点で好ましい。下地層として疎水性表面処理剤、シランカップリング剤、または平均 0.5 から 3 nm の膜厚の薄い銅族元素(Cu , Ag , Au)層を設けても良い。

【 0 0 9 1 】

さらに、断熱層も有機材料とすれば上記と同じ理由で光学的に好ましい。断熱層は導電性が有っても良いが、無い方がより好ましく、アクリル系オリゴマー、ポリマー、金属フタロシアニンの真空蒸着膜など、多くの材料が使用可能である。

20

【 0 0 9 2 】

この他、EPD、すなわち電気泳動表示媒体に使われる有機材料、または電流昇温で吸収端が変化する導電性有機材料層を用いてもよい。

【 0 0 9 3 】

記録層に相変化材料層を用いても良い。例えばレーザー光源が赤色の場合、In - Se 系、In - Se - Tl 系などのSeを30原子%以上含む相変化記録層は光吸収が少なく、エレクトロクロミック材料層の光吸収による間接加熱および / または電流の作用で相変化する。相変化記録層は屈折率が高いので界面での反射を防ぐために透明電極層の膜厚を反射防止効果を持つように選ぶのが良い。

30

【 0 0 9 4 】

多層膜はすべて絞り込みレンズの焦点深度内に有っても良いが、厚さ 20 ~ 40 ミクロンのスペーサー層を数層毎(例えば 3 層おき)に挟んで焦点位置を変えて各層に記録・再生してもよい。この場合、スペーサー層を 2 層以上用いる場合は、光学系に球面収差を補償する素子を設けた方が良い。

【 0 0 9 5 】

記録・再生方法などは実施例 1 と同様である。

【 0 0 9 6 】

< 実施例 3 >

本実施例では、図 14 に示したように、レーザー 91 の光 93 をミラー駆動モーター 95 の回転軸に対し直角より少し傾いた面で取り付けられ、高速回転するミラー 94 で方向が円または楕円運動するように反射され、MEMS 技術の一つであるシリコン単結晶から形成した 4 × 6 の反射鏡アレー 97 によって光スポットを形成し、記録媒体を高速で移動させることなく高速度の記録を行う。なお、図中 92 はレンズ、96 は列選択ミラー、98 は Si ウエハー、99 は記録積層膜の断面である。全体の形状は円板状ではなく、長方形の形状とした。各ミラーは、その下部のトランジスタアレーにより、静電力または電磁力により駆動される。

40

【 0 0 9 7 】

記録媒体の基板表面には、通常の光ディスクの原盤形成プロセスと同様にして縦、横に規則正しく配列したスリバチ状の多数の窪みを形成した。窪みの直径は 1 μm 、深さは 0 .

50

4 μm、窪みの中心間の距離は1.5 μmとした。窪みの基板に平行な面による断面形状は円形でなく少し楕円形でも良い。この基板上に、厚さ50nmの熱拡散用Ag₉₄Pd₄Cu₂層、厚さ50nmのZnS·SiO₂保護層、厚さ30nmのGe-Sb-Te記録層、厚さ50nmのZnS·SiO₂保護層の4層をスパッタリングによって2回繰返し積層し、最後にAl₉₈Ti₂電極層を70nmの厚さに形成した。その上に紫外線硬化樹脂を挟んで厚さ100μmのポリカーボネートシートを貼り、紫外線硬化樹脂を硬化・接着した後シートを引き剥がすと、平坦部の積層膜は除去され、スリバチ部分だけに積層膜が残って、積層膜の断面99が露出した。この断面に記録を行うことができる。基板表面を紫外線照射によって活性化しておくと、積層膜の第1層のAg合金層だけは基板の平坦部上を含めて全体を基板上に残すことが可能で、電極として使用できる。断面99を露出させた後、厚さ30nmのSiO₂層と厚さ70nmのITO透明導電膜を形成すると、窪みに落ち込む傾斜部ではSiO₂層がほとんど付かず、透明導電膜が直接最上部の電極層に接するので、最下部のAg合金膜と最上部のITO層との間に電圧を印加して断面への光照射による記録を補助ことができる。また、上部の絶縁層と透明電極を付けない場合、断面の保護層を希酸で短時間エッチングした後、断面にTiO₂層を厚く形成すると、TiO₂層がカマボコ状の媒体作り付けソリッドイメージョン円柱レンズとなって、光を十分集光して記録層断面に照射することができる。
10

【0098】

Ge-Sb-Te記録層の代わりに、実施例2で述べたチオフェン系ポリマーまたはWO₃系のエレクトロクロミック材料層の積層膜を設けても良好な特性が得られた。記録は、熱によりエレクトロクロミック材料層の発色能を破壊することによって行う。
20

【0099】

一方、基板表面に従来の光ディスクのようなグループを形成し、グループ上に記録を行うこともできる。グループは8本形成し、その方向は反射鏡アレーの配列方向と平行とした。反射鏡アレーの配列周期はグループの周期の2倍になっており、ミラーの角度を変えることによって2つのグループのいずれかに記録が行える。通常は一方のグループに記録した後、他方のグループに移って記録する。記録媒体は実施例2と同じ多層構造になっている。各層に使用する材料は実施例2で述べたように有機材料でも無機材料でも良い。グループは直線状でなく、各ミラーの下に同心円または螺旋状に設けても良い。
30

【0100】

上記のいずれの場合も、ミラーアレーでなく移動するミラーで各部分に照射しても良い。

【0101】

レーザー光源に、例えば4素子のアレーレーザーを用いた場合、上部の4つのミラーに同時にレーザー光を送ってデータ転送速度を4倍近く高速化することができる。

【0102】

反射鏡アレーは、大容量が要求される用途では1000×1000程度まで数を増すことができる。

【0103】

なお、記録・再生方法は、実施例1と同様である。

【0104】

【発明の効果】

本発明の情報記録媒体では、高電界が印加される範囲が狭いので、オートフォーカス、トラッキングのズレに寛容で高速回転が可能であり、高速記録、高密度記録が可能となる。また、従来より大幅に多層化可能であり、実効的記録密度を上げ、記録媒体1枚あたりの記録容量を大幅に大容量化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来例の情報記録媒体の構成図である。

【図2】本発明の一実施例の情報記録媒体の断面図である。

【図3】本発明の他の一実施例の情報記録媒体の断面図である。

【図4】本発明の一実施例の情報記録媒体の1/4分割図である。
40

【図5】本発明の一実施例の情報記録媒体の1部を切り出したものの鳥瞰図である。
 【図6】本発明の一実施例の情報記録媒体の絶縁層をエッティングする予備工程の記録媒体の断面図である。

【図7】本発明の一実施例の情報記録媒体をセットするディスクホルダー部分の電極を示す図。

【図8】本発明の情報記録媒体の1つの記録点に流れる電流の時間変化を示す図。

【図9】本発明の情報記録装置の構成を示す図。

【図10】電極間距離の比とトラッキングオフセットによる信号レベル低下量との関係を示す図。

【図11】本発明の多層ディスクの積層構造を示す図。

10

【図12】有機エレクトロクロミック材料の例の分子構造を示す図。を示す図。

【図13】有機フォトクロミック材料の例の分子構造を示す図。

【図14】本発明の実施例の情報記録媒体の構造および光学系を示す図。

【図15】本発明の実施例の印加電圧制御回路のブロック図。

【図16】本発明の一実施例の情報記録媒体をセットするディスクホルダー部分の電極を示す図。

【符号の説明】

1 : 透明電極

20

2 : UV樹脂レプリカ層

3 : 保護層

4 : 記録層

5 : 保護層

6 : 電極

7 : 基板

8 : 絞込みレンズ

9 : レーザー光

10 : DC電源

11 : 保護層

12 : 透明電極層(電極1)

30

13 : エレクトロクロミック材料層

14 : 電極1

15 : 紫外線硬化樹脂層

16 : 張り合せ基板

17 : 基板

18 : グループ部

19 : ランド部

20 : 入射レーザー光

21 : 保護層

22 : 透明電極

23 : 光導電体層

40

24 : 記録層

25 : 絶縁体層

26 : 第1の電極

27 : 張り合せ基板

28 : 基板

29 : グループ部

30 : ランド部

31 : 張り合せ基板

32 : 積層膜

33, 34 : 透明電極

50

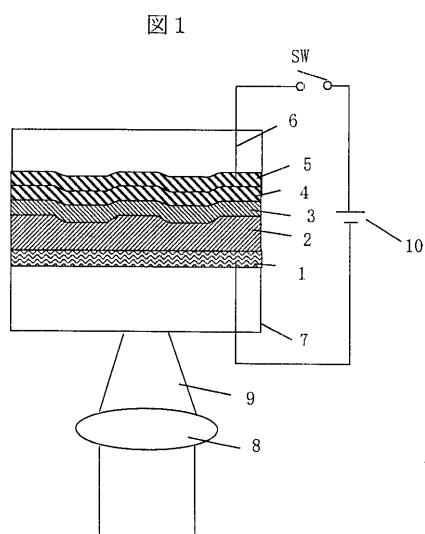
3 5 , 3 6 : 透明電極からの引出し電極	
3 7 : ディスク中心	
3 8 : 電極間スペース	
3 9 , 4 0 : 細い金属電極	
4 1 : 透明電極	
4 2 : 光導電体層	
4 3 : 記録層	
4 4 : 絶縁体層	
4 5 : 第1の電極	10
4 6 : 光スポット	
4 7 : グループ部	
4 8 : ランド部	
4 9 : 電極間スペース	
5 0 : マルチビーム記録の場合の第2の光スポット	
5 1 : 絶縁体層	
5 2 : 透明電極	
5 3 : 光導電体層	
5 4 : 記録層	
5 5 : 絶縁体層	
5 6 : 塗布有機材料層	20
5 7 : 基板	
5 8 : ランド部の塗布が薄い部分	
5 9 : ランド部	
6 0 : グループ部	
6 1 : 回転軸	
6 2 : 第1のスリップリング	
6 3 : 第2のスリップリング	
6 4 : 第3のスリップリング	
6 5 : 第1の接触電極	
6 6 : 第2の接触電極	30
6 7 : 第3の接触電極	
6 8 : ディスク受け部品	
6 9 : 絶縁体	
7 0 : 位置決め用凸部	
8 1 : <u>薄いAg合金反射層</u>	
8 2 : <u>透明電極</u>	
8 3 : エレクトロクロミック層	
8 4 : <u>透明電極</u>	
8 5 : <u>熱絶縁層</u>	
8 6 : <u>透明電極</u>	40
8 7 : <u>エレクトロクロミック層</u>	
8 8 : <u>透明電極</u>	
8 9 : <u>基板</u>	
9 0 : <u>基板</u>	
9 1 : レーザー	
9 2 : レンズ	
9 3 : レーザービーム	
9 4 : 回転ミラー	
9 5 : ミラー駆動モーター	
9 6 : 列選択ミラー	50

97：行選択ミラー

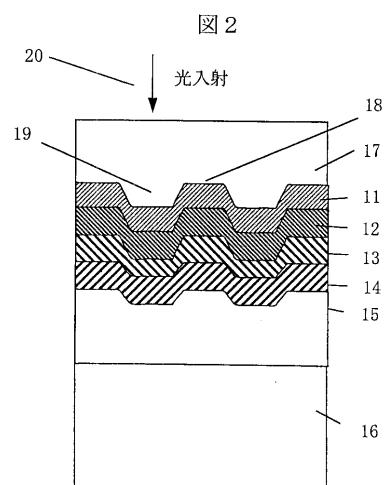
98：Siウェハー

99：記録積層膜の断面。

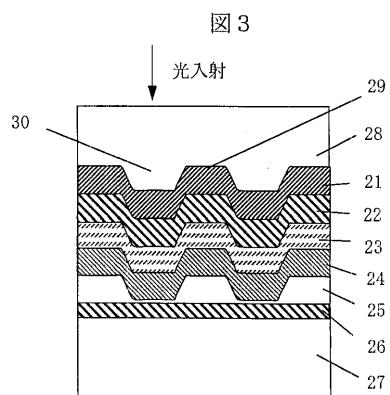
【図1】



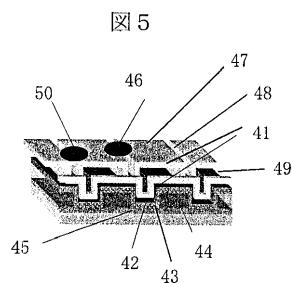
【図2】



【図3】

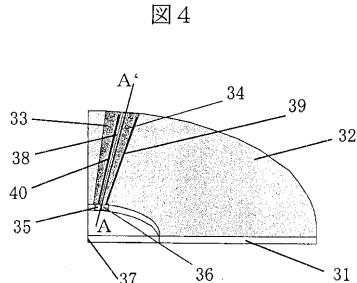


【図5】



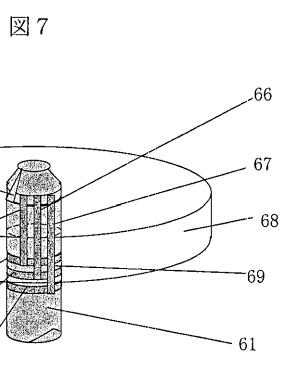
【 四 6 】

【図4】

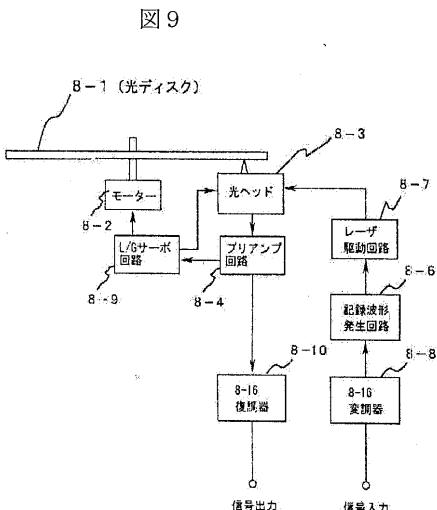


A cross-sectional diagram of a memory cell structure. It shows a stack of layers. From top to bottom, the layers are labeled: 55, 58, 59, 60, 51, 52, 53, 54, 55, 56, and 57. Layer 56 is at the very top, followed by layer 55. Below them is a thick, hatched layer 58. Layer 60 is positioned below layer 58. Layer 59 is located between layer 60 and layer 58. Layer 51 is situated between layer 59 and layer 58. Layer 52 is above layer 51. Layer 53 is above layer 52. Layer 54 is above layer 53. Layer 55 is at the very bottom. Layer 57 is at the very bottom, below layer 55.

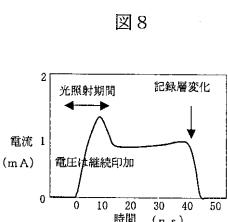
【 図 7 】



【 四 9 】

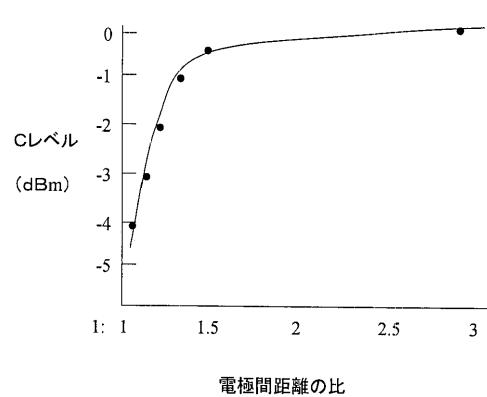


〔 8 〕



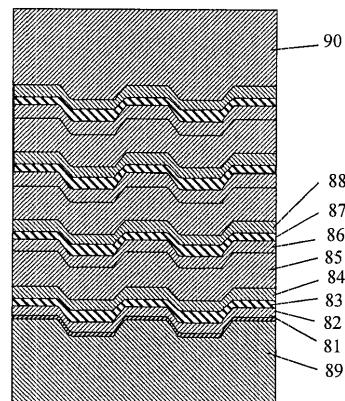
【図10】

図10



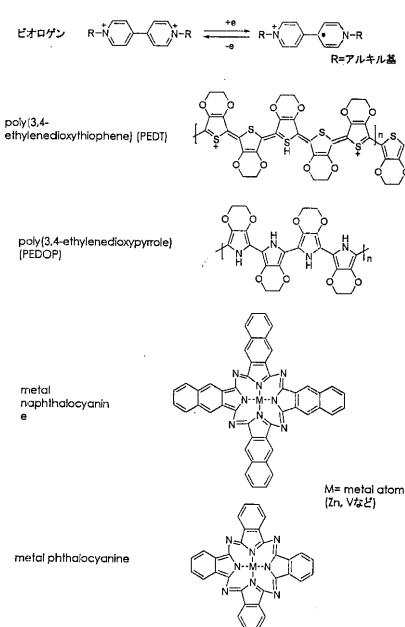
【図11】

図11



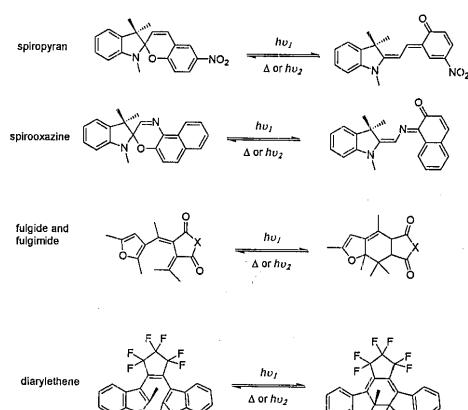
【図12】

図12

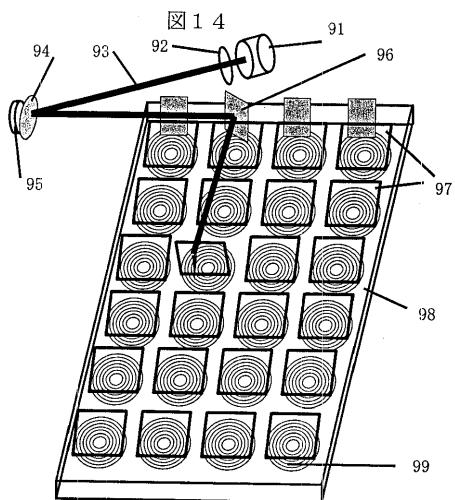


【図13】

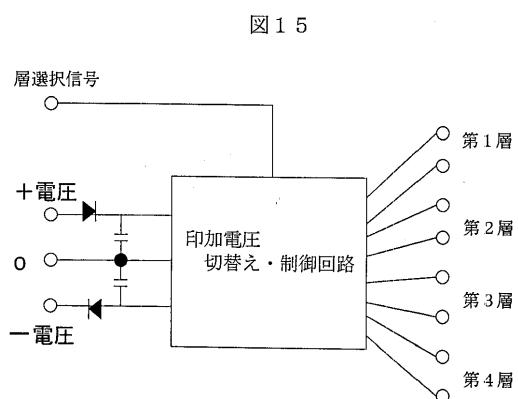
図13



【図14】

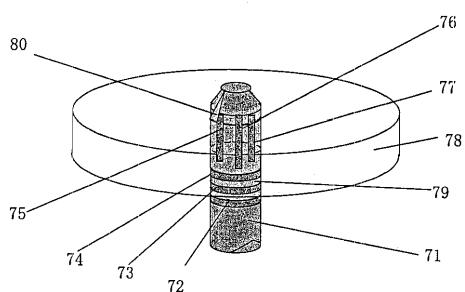


【図15】



【図16】

図16



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 1 1 B 7/0045

Z

(72)発明者 小島 恭子

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

(72)発明者 土屋 裕子

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

審査官 山下 達也

(56)参考文献 特開昭60-236119 (JP, A)

特開平03-100524 (JP, A)

特開平04-319545 (JP, A)

特開平10-260432 (JP, A)

特開昭62-204486 (JP, A)

実開昭63-168624 (JP, U)

特開平02-043090 (JP, A)

特開平11-185288 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 7/24-7/26

G11B 7/004-7/0055