(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3853543号
(P3853543)
(45)発行日　平成18年12月6日(2006.12.6)　(24)登録日　平成18年9月15日(2006.9.15)

(51)Int.Cl.			F I		
G11B	7/24	(2006.01)	G11B	7/24	538C
G11B	7/004	(2006.01)	G11B	7/24	538A
G11B	7/26	(2006.01)	G11B	7/24	522R
			G11B	7/24	533J
			G11B	7/24	535D

請求項の数 23　(全 28 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平11-218722
(22)出願日　平成11年8月2日(1999.8.2)
(65)公開番号　特開2000-215516(P2000-215516A)
(43)公開日　平成12年8月4日(2000.8.4)
審査請求日　平成14年12月25日(2002.12.25)
(31)優先権主張番号　特願平10-221924
(32)優先日　平成10年8月5日(1998.8.5)
(33)優先権主張国　日本国(JP)
(31)優先権主張番号　特願平10-329890
(32)優先日　平成10年11月19日(1998.11.19)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

前置審査

(73)特許権者　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　110000040
特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
(72)発明者　北浦　英樹
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　河原　克巳
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　山田　昇
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】光学的情報記録媒体とその製造方法、その記録再生方法および記録再生装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

透明基板と、前記透明基板上に形成された多層膜とを含み、前記多層膜が、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる２状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、中間層および反射層を含み、前記上側保護層、前記中間層および前記反射層の熱伝導率が前記記録層に近い層から順に段階的に高く変わり、前記記録層の膜厚が４ｎｍ以上１６ｎｍ以下であるとともに、前記下側保護層と記録層との間、および記録層と上側保護層との間の少なくとも一方の界面に、さらに界面層を備えたことを特徴とする光学的情報記録媒体。

【請求項２】

前記記録層の膜厚が６ｎｍ以上１４ｎｍ以下である請求項１に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項３】

前記反射層が、Ａｕ、Ａｇ、ＣｕおよびＡｌから選ばれる少なくとも１つを含む請求項１または２に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項４】

前記中間層が、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｍｎ、Ｏｓ、Ａｌ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｃ、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｂ、ＳｂおよびＢｉから選ばれる少なくとも１つの元素を含む請求項１～３のいずれかに記載の光学的記録情報記録媒体。

【請求項５】

前記中間層が、酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、フッ化物、セレン化物およびテルル化合物から選ばれる少なくとも１つの化合物からなる請求項４に記載の光学的記録情報記録媒体。

【請求項６】

前記中間層が、元素間化合物からなる請求項４に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項７】

前記透明基板のトラックピッチが０．６μｍ以下である請求項１～６のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項８】

前記界面層が、厚さ１ｎｍ以上５０ｎｍ以下であり、かつＧｅ、Ｓｉ、Ｃｒ、ＴｉおよびＡｌから選ばれる少なくとも一つを含む請求項１に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項９】

前記上側保護層の膜厚が１０ｎｍ以上２００ｎｍ以下である請求項１～８のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項１０】

前記記録層が、Ｇｅ、ＳｂおよびＴｅを含む請求項１～９のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項１１】

前記記録層がＧｅ、ＳｂおよびＴｅを主成分とし、さらに６．０原子％以下のＮを含む請求項１０に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項１２】

前記上側保護層および前記下側保護層から選ばれる少なくとも一層が、６０～１００モル％のＺｎＳおよび４０～０モル％のSiO_2を含有する請求項１～１１のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項１３】

前記光ビームが記録媒体に反射される比率である反射率および記録層に吸収される比率である吸収率を、それぞれ前記記録層が結晶相である場合にはＲcryおよびＡcry、前記記録層がアモルファス相である場合にはＲamoおよびＡamoとして、反射率差（Ｒcry－Ｒamo）が５％以上であり、かつ、吸収率比（Ａcry／Ａamo）が１．０以上である請求項１～１２のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項１４】

前記透明基板と、前記透明基板上に前記透明基板に近い側から順に形成された、第１情報層、分離層および第２情報層とを含み、

前記第１情報層および前記第２情報層が、それぞれ、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる２状態間で可逆的に変化する記録層を含み、

前記第２情報層が、請求項１～１３のいずれかに記載の多層膜であることを特徴とする光学的情報記録媒体。

【請求項１５】

透明基板上に、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる２状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、中間層および反射層を含む多層膜を形成する工程を含み、前記上側保護層、前記中間層および前記反射層の熱伝導率が前記記録層に近い層から順に段階的に高く変わり、前記記録層の膜厚を４ｎｍ以上１６ｎｍ以下とし、

前記下側保護層と記録層との間、および記録層と上側保護層との間の少なくとも一方の界面に、さらに界面層を備えたことを特徴とする光学的情報記録媒体の製造方法。

【請求項１６】

透明基板上に第１情報層を形成する工程と、保護基板上に第２情報層を形成する工程と、前記透明基板と前記保護基板とを分離層を介して貼り合わせることにより、前記透明基板上に、前記第１情報層、前記分離層および前記第２情報層をこの順に形成する工程とを含み、

前記第２情報層が、前記透明基板に近い側から、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる２状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、中間層および反射層をこの順に含み、前記上側保護層、前記中間層および前記反射層の熱伝導率が前記記録層に近い層から順に段階的に高く変わり、前記記録層の膜厚が４ｎｍ以上１６ｎｍ以下となるように、前記第２情報層を前記保護基板上に形成し、

前記下側保護層と記録層との間、および記録層と上側保護層との間の少なくとも一方の界面に、さらに界面層を備えたことを特徴とする光学的情報記録媒体の製造方法。

【請求項１７】

前記記録層を２００ｎｍ／分以下の速度で成膜する請求項１５または１６に記載の光学的情報記録媒体の製造方法。

【請求項１８】

前記記録層を、不活性ガスと窒素ガスとを含み、前記記録層に窒素原子が６．０原子％以下含有されるように前記窒素ガスの含有量を調整した雰囲気中において成膜する請求項１５～１７のいずれかに記載の光学的情報記録媒体の製造方法。

【請求項１９】

請求項１～１４のいずれかに記載の光学的情報記録媒体に光ビームを透明基板側から入射させて情報を記録再生する方法であって、

前記光ビームの強度を、照射部を瞬時溶融させることができるパワーレベルP_1、照射部を瞬時溶融させることができないパワーレベルP_2およびP_3（ただし、$P_1 > P_2 \geqq P_3 \geqq 0$）、および記録層の記録マークの光学的な状態が変化せず、かつ照射により前記記録マークの再生に足りる反射が得られるパワーレベルP_0（ただし、$P_1 > P_0 > 0$）により表示したときに、

前記記録層に記録する少なくとも１つの記録マークを、光ビームをパワーレベルP_1とP_3との間で変調することにより生成させた一群のパルスからなる記録パルス列により形成し、記録マークを形成しない場合には光ビームをパワーレベルP_2に保持し、

パワーレベルP_0の光ビームを照射することにより、前記記録層に記録した情報を再生することを特徴とする光学的情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項２０】

前記記録パルス列の直後にパワーレベルP_4（ただし、$P_2 > P_4 \geqq 0$）の冷却区間を設ける請求項１９に記載の光学的情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項２１】

前記記録パルス列の少なくとも一部を、パルス幅および各パルス間の間隔が略同一となるように生成させる請求項１９または２０に記載の光学的情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項２２】

請求項１～１４のいずれかに記載の光学的情報記録媒体と、前記光学的情報記録媒体に照射される光ビームを発生させる光ビーム発生手段と、前記光ビームの強度を変調させる光ビーム強度変調手段とを備え、

前記光ビームの強度を、照射部を瞬時溶融させることができるパワーレベルP_1、照射部を瞬時溶融させることができないパワーレベルP_2およびP_3（ただし、$P_1 > P_2 \geqq P_3 \geqq 0$）、および記録層の記録マークの光学的な状態が変化せず、かつ照射により前記記録マークの再生に足りる反射が得られるパワーレベルP_0（ただし、$P_1 > P_0 > 0$）により表示したときに、

前記光ビーム強度変調手段が、記録マークを形成することにより情報を記録する場合には、光ビームをパワーレベルP_1とP_3との間で変調することにより生成させた一群のパルスからなる記録パルス列により前記記録マークの少なくとも１つを形成し、記録マークを形成しないときには光ビームの強度をパワーレベルP_2に保持し、

前記記録層に記録した情報を再生する場合には、光ビームの強度をパワーレベルP_0に保持することを特徴とする光学的情報記録媒体の記録再生装置。

【請求項２３】

透明基板と、前記透明基板上に形成された多層膜とを含み、前記多層膜が、前記透明基

板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる２状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、中間層および反射層を含み、前記上側保護層、前記中間層および前記反射層の熱伝導率が前記記録層に近い層から順に段階的に高く変わり、前記記録層の膜厚が４ｎｍ以上１６ｎｍ以下であるとともに、

前記透明基板のトラックピッチが０．６μｍ以下であることを特徴とする光学的情報記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板上に形成された薄膜に、レーザービーム等の高エネルギーの光ビームを照射することにより、信号品質の高い情報信号を記録・再生することのできる光学的情報記録媒体、その製造方法、その記録再生方法、および光学的記録再生装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

基板上に形成したカルコゲン材料等の薄膜に、照射条件を調整しながらレーザー光線を照射して局所的な加熱を行うと、照射部分を光学定数（屈折率ｎ、消衰係数ｋ）の異なる非晶質相と結晶相との間で相変化させることができる。このような相変化を利用して、特定の波長の光に対する反射光量または透過光量の差を信号として検出する高速・高密度情報記録を行う媒体とその利用方法の開発が行われてきた。

【０００３】

相変化記録においては、単一のレーザービームのみを使い、レーザー出力を記録レベルと消去レベルの２レベル間で情報信号に応じて変調し情報トラック上に照射すると、既存の信号を消去しつつ新しい信号を記録することが可能となる（例えば特開昭５６－１４５５３０号公報）。この方法は、光磁気記録に要するような磁気回路部品が不要であってヘッドを簡素化できる点、消去と記録とが同時に行えるために書換時間を短縮できる点で有利である。

【０００４】

相変化記録を高密度化するためには、記録に用いる光源の短波長化、対物レンズの高ＮＡ（開口数）化等によってより小さい記録マークを形成し、円盤状の基板における記録マークの周方向の線密度および径方向のトラック密度を向上させる手法が採用されている。また、周方向の密度向上のためには記録マークの長さに情報を持たせるマークエッジ記録が、径方向の密度向上のためには基板上に設けられたレーザー光案内用の溝であるグルーブとその案内溝間のランドの両方を記録トラックとするランド＆グルーブ記録がそれぞれ提案されている。

【０００５】

また、高密度化のみならず、情報処理速度、すなわち情報の記録再生の速度を向上させることも重要であり、そのために、同じ半径位置でも高い回転数でディスクを回転させて記録再生を行う高線速度化についても検討が進められている。

【０００６】

さらに、記録可能な情報層を分離層を介して複数積層し、容量を倍増させた記録媒体（例えば特開平９－２１２９１７号公報）、およびこのような複数の情報層のいずれか一つを選択して記録再生を行うための層認識手段や層切り換え手段（例えば特表平１０－５０５１８８号公報）が提案されている。

【０００７】

記録の高密度化を進展させると、オーバーライト歪や繰り返し劣化も問題となるが、特に、あるトラックに記録マークを記録した際に、隣のトラックの記録マークを部分的にでも消してしまう現象（以下、「クロスイレース」という）が問題となる。クロスイレースは、径方向の記録密度を向上させるためにトラックの間隔を短くするほど顕著となる。特にランド＆グルーブ記録においては、グルーブまたはランドの一方のみに記録する場合に比

べて記録マーク同士の径方向の間隔がおよそ半分となるために影響が大きくなる。
【０００８】
クロスイレースは、記録時に絞り込まれたレーザー光のスポットが記録しようとするトラックに隣接するトラックにまで影響を及ぼすために生じる。具体的には、レーザー光による隣接トラックの直接加熱、および記録しようとするトラックからの熱伝導による隣接トラックの間接加熱が、クロスイレース発生の要因となっていると考えられる。
【０００９】
また、単一ビームによるオーバーライトの場合、非晶質部と結晶部とで光吸収率が異なり、また、結晶部では融解潜熱が必要であるために、両者の間に、同じパワーのビームを照射した場合の到達温度の差が生じ、オーバーライト時にオーバーライト前の信号の影響を受けてマークエッジ位置の不揃いが生じてしまう。そして、これにより、再生信号の時間軸方向の誤差（ジッタ）の増大や消去率の低下が起きてしまう。この現象は、記録の高線速度・高密度化、とりわけマークエッジ記録方式の導入に際して大きな問題となる。
【００１０】
この問題を解決するためには、結晶部と非晶質部における、同じパワーのビームを照射した場合の到達温度を等しくする必要がある。そして、そのためには、波長λのレーザービームを照射したときの、結晶部の吸収率をＡcry、非晶質部のそれをＡamoとして、結晶部の融解潜熱分を補償するために光吸収率比Ａcry／Ａamoが１．０よりも大きいことが必要である。加えて、波長λのレーザービームを照射したときの、結晶部の反射率をＲcry、非晶質部のそれをＲamo として、高いＣ／Ｎ比を得るために反射率差ΔＲ＝Ｒcry－Ｒamoが大きいことが望ましい。
【００１１】
従来、上記のようにＡcry／ＡamoとΔＲを共に大きくする技術として、反射層を有さない３層構成（特開平３－１１３８４４号公報、特開平５－２９８７４８号公報）、反射率の低い材料を用いた反射層、あるいは膜厚が十分薄い反射層を有する４層構成（特開平４－１０２２４３号公報、特開平５－２９８７４７号公報）などが提案されている。
【００１２】
しかし、上記のような手段を用いてＡcry／ＡamoとΔＲとを共に大きくしても、十分な記録再生特性が得られるとは限らない。例えば、反射層の膜厚が薄い場合や反射層の熱伝導率が低い場合には、記録層の光吸収から生じる発熱を反射層に逃がす、いわゆる冷却能が不十分となり、非晶質化の妨げとなる。この現象は、特に非晶質であるマークの前端部分で顕著であり、マーク前端部分の幅がマーク後端部分の幅よりも小さくなるというアンバランスが生じてしまう。また、マークエッジ位置が物理的に所望の位置からずれてしまうばかりでなく、マーク幅が均一でないために、電気信号としてのエッジ位置がさらに大きくずれてしまい、その結果、ジッタの増大につながってしまう。これは、高密度・高線速度な記録において大きな問題となる。
【００１３】
【発明が解決しようとする課題】
本発明は、クロスイレースの小さい、高密度の情報の記録再生に好適な光学的情報記録媒体を提供することを目的とする。また、本発明は、高密度・高線速度のオーバーライトにおいても消去率が高く、かつ、ジッタの小さい情報の記録再生が可能な光学的情報記録媒体を提供することを目的とする。さらに、本発明は、これらの光学的情報記録媒体の製造方法および記録再生方法、ならびに上記光学的情報記録媒体を利用した光学的情報記録再生装置を提供することを目的とする。
【００１４】
【課題を解決するための手段】
上記目的を達成するために、本発明の第１の光学的情報記録媒体は、透明基板と、前記透明基板上に形成された多層膜とを含み、前記多層膜が、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる２状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、中間層および反射層を含み、前記上側保護層、前記中間層およ

び前記反射層の熱伝導率が前記記録層に近い層から順に段階的に高く変わり、前記記録層の膜厚が４ｎｍ以上１６ｎｍ以下であるとともに、前記下側保護層と記録層との間、および記録層と上側保護層との間の少なくとも一方の界面に、さらに界面層を備えたことを特徴とする。

【００１５】

このような光学的情報記録媒体とすることにより、記録層から多層膜の厚さ方向への熱伝導が促進され、クロスイレースを低減することが可能となる。記録層の膜厚については、６ｎｍ以上１４ｎｍ以下であることが好ましい。

【００１９】

本発明の別の光学的情報記録媒体は、透明基板と、前記透明基板上に形成された多層膜とを含み、前記多層膜が、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる２状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、中間層および反射層を含み、前記上側保護層、前記中間層および前記反射層の熱伝導率が前記記録層に近い層から順に段階的に高く変わり、前記記録層の膜厚が４ｎｍ以上１６ｎｍ以下であるとともに、前記透明基板のトラックピッチが０．６μｍ以下であることを特徴とする。

【００２０】

本発明の光学的情報記録媒体は、複数の記録層を備えていてもよく、記録層を含む多層膜からなる２以上の情報層を含んでいてもよい。この場合、２以上の情報層は、分離層を介して積層されていることが好ましい。このような光学的情報記録媒体は、例えば、透明基板と、前記透明基板上に前記透明基板に近い側から順に形成された、第１情報層、分離層および第２情報層を含んでいる。

【００２１】

このように２層の情報層を備えている場合、特に制限されないが、上記に説明した多層膜の各構成は第２の情報層に適用することが好ましい。レーザ光が入射する透明基板側から見て遠い第２情報層は、高感度であることが重要となる。上記多層膜では、中間層または光吸収層が、記録層と同様、レーザ光を吸収するために記録層が昇温しやすくなって良好な感度が得られる。しかも、上記多層膜では、発熱が、熱伝導率が高い反射層による速やかな冷却により解消される。このため、記録層内での熱拡散が増大せず、クロスイレース特性の劣化を抑制できる。

【００２２】

本発明の光学的情報記録媒体の第１の製造方法は、透明基板上に、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる２状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、中間層および反射層を含む多層膜を形成する工程を含み、前記上側保護層、前記中間層および前記反射層の熱伝導率が前記記録層に近い層から順に段階的に高く変わり、前記記録層の膜厚を４ｎｍ以上１６ｎｍ以下とし、前記下側保護層と記録層との間、および記録層と上側保護層との間の少なくとも一方の界面に、さらに界面層を備えたことを特徴とする。この製造方法により、クロスイレースが低減された光学的情報記録媒体を得ることができる。

【００２５】

上記各製造方法は、２以上の情報層を備えた光学的情報記録媒体にも適用できる。この場合、透明基板上に第１情報層を形成する工程と、保護基板上に第２情報層を形成する工程と、前記透明基板と前記保護基板とを分離層を介して貼り合わせることにより、前記透明基板上に、前記第１情報層、前記分離層および前記第２情報層をこの順に形成する工程とを含む製造方法とすることが好ましい。この場合、保護基板は、情報層を保護する層として機能する。この場合も、上記で説明した多層膜の各構成が第２情報層に適用されるように、保護基板上に第２情報層を形成することが好ましい。

【００２６】

本発明の光学的情報記録媒体の記録再生方法は、上記に記載した本発明の光学的情報記録媒体に光ビームを透明基板側から入射させて情報を記録再生する方法であって、前記光ビ

ームの強度を、照射部を瞬時溶融させることができるパワーレベルP_1、照射部を瞬時溶融させることができないパワーレベルP_2およびP_3（ただし、$P_1 > P_2 \geqq P_3 \geqq 0$）、および記録層の記録マークの光学的な状態が変化せず、かつ照射により前記記録マークの再生に足りる反射率が得られるパワーレベルP_0（ただし、$P_1 > P_0 > 0$）により表示したときに、
前記記録層に記録する少なくとも１つの記録マークを、光ビームをパワーレベルP_1とP_3との間で変調することにより生成させた一群のパルスからなる記録パルス列により形成し、記録マークを形成しない場合には光ビームをパワーレベルP_2に保持し、
パワーレベルP_0の光ビームを照射することにより、前記記録層に記録した情報を再生することを特徴とする。

【００２７】
このように、強度を変調させて生成させたパルス列により記録マークを形成することにより、例えば上記第１の光学情報記録媒体を用いると、クロスイレースを抑制しながら情報を記録再生することが可能となる。また例えば、上記第２または第３の光学情報記録媒体を用いると、特に長いマークを形成する場合に、過剰な熱を除いてマーク幅を均一化できる。

【００２８】
上記各記録再生方法は、２以上の情報層を備えた光学的情報記録媒体にも適用できる。この場合は、光ビームを透明基板側から入射させて、第１情報層および第２情報層に含まれる記録層の状態を変化させることが好ましい。

【００２９】
本発明の光学的情報記録媒体の記録再生装置は、上記に記載した本発明の光学的情報記録媒体と、前記光学的情報記録媒体に照射される光ビームを発生させる光ビーム発生手段と、前記光ビームの強度を変調させる光ビーム強度変調手段とを備え、
前記光ビームの強度を、照射部を瞬時溶融させることができるパワーレベルP_1、照射部を瞬時溶融させることができないパワーレベルP_2およびP_3（ただし、$P_1 > P_2 \geqq P_3 \geqq 0$）、および記録層の記録マークの光学的な状態が変化せず、かつ照射により前記記録マークの再生に足りる反射が得られるパワーレベルP_0（ただし、$P_1 > P_0 > 0$）により表示したときに、
前記光ビーム強度変調手段が、記録層に記録マークを形成することにより情報を記録する場合には、光ビームをパワーレベルP_1とP_3との間で変調することにより生成させた一群のパルスからなる記録パルス列により前記記録マークの少なくとも１つを形成し、記録マークを形成しないときには光ビームの強度をパワーレベルP_2に保持し、
前記記録層に記録した情報を再生する場合には、光ビームの強度をパワーレベルP_0に保持することを特徴とする。

【００３０】
上記各記録再生装置は、２以上の情報層を備えた光学的情報記録媒体にも適用できる。この場合、透明基板側からレーザ光が入射するように、光ビーム発生手段を記録媒体の透明基板側に配置することが好ましい。

【００３１】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の好ましい実施の形態について説明する。

【００３２】
（第１の実施形態）
本実施形態では、主として、本発明の第１の光学的情報記録媒体について説明する。本発明者は、基板上に形成する多層膜の様々な層構成を検討した結果、クロスイレースには、記録層の膜厚、および記録層より空気側（基板とは反対側）の層の熱伝導率の関係が大きく影響を及ぼすことを見い出して、この形態の媒体を完成させた。

【００３３】
上記光学的情報記録媒体においては、上側保護層の膜厚が１０ｎｍ以上であることが好ま

しい。上側保護層が薄すぎると、記録層と中間層との間の距離が短くなりすぎ、中間層自体が有する熱の影響により、結果的に記録層から中間層への熱伝導が抑制されるからである。また、上側保護層の膜厚は２００ｎｍ以下が好ましい。

【００３４】

また、上記光学的情報記録媒体においては、記録層に接するように形成された界面層をさらに含むことが好ましい。界面層は、上側保護層と記録層との間、下側保護層と記録層との間の少なくとも一方の界面に形成される。界面層としては、Ｇｅを含有する層であることが好ましい。上側保護層および／または下側保護層と、記録層との間の原子の相互拡散を抑制できるからである。界面層は、Ｇｅ、Ｓｉ、Ｃｒ、ＴｉおよびＡｌから選ばれる少なくとも一つを含むことが好ましい。

【００３５】

また、上記光学的情報記録媒体においては、記録層がＧｅ、ＳｂおよびＴｅを含むことが好ましい。記録層において消去と記録とを同時に行う場合の材料として好適だからである。記録層は、Ｇｅ、ＳｂおよびＴｅを主成分とし、さらに６．０原子％以下のＮを含むことがさらに好ましい。繰り返し特性の改善に有効だからである。

【００３６】

また、上記光学的情報記録媒体においては、上側保護層および／または下側保護層が、ＺｎＳを６０～１００モル％、SiO_2を４０～０モル％含有することが好ましい。このような保護層は、耐熱性に優れ、適当な熱伝導率を有し、さらに媒体の光学特性の調整に適当な屈折率を備えているからである。

【００３７】

また、上記光学的情報記録媒体においては、反射層がＡｕ、Ａｇ、ＣｕおよびＡｌから選ばれる少なくとも１つを含むことが好ましい。これら金属を含む合金を用いてもよい。

【００３８】

また、上記光学的情報記録媒体においては、中間層が、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｍｎ、Ｏｓ、Ａｌ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｃ、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｂ、ＳｂおよびＢｉから選ばれる少なくとも１つの元素を含むことが好ましい。さらに具体的には、上記元素から選ばれる少なくとも１つを含む酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、フッ化物、セレン化物およびテルル化物から選ばれる少なくとも１つの化合物からなることが好ましい。中間層は、その熱伝導率が上側保護層の熱伝導率と反射層の熱伝導率の間の値を有するような材料から構成される。

【００３９】

また、中間層は、例えばＧｅ－Ｃｒ、Ｓｉ－Ｗのような、上記元素の元素間化合物からなることが好ましい。なお、本明細書では、２以上の元素からなる化合物を元素間化合物という。

【００４０】

また、上記光学的情報記録媒体においては、光ビームが記録媒体に反射される比率である反射率および記録層に吸収される比率である吸収率を、それぞれ記録層が結晶相である場合にはＲcryおよびＡcry、記録層がアモルファス相である場合にはＲamoおよびＡamoとして、反射率差（Ｒcry－Ｒamo）が５％以上（％表示で５ポイント以上）であり、かつ、吸収率比（Ａcry／Ａamo）が１．０以上であることが好ましい。

【００４１】

また、この光学的情報記録媒体の製造方法では、記録層を２００ｎｍ／分以下の速度で成膜することが好ましい。記録層の膜厚精度を確保するためである。

【００４２】

また、記録層を、不活性ガスと窒素ガスとを含み、記録層に窒素原子が６．０原子％以下含有されるように上記窒素ガスの含有量を調整した雰囲気中において成膜することが好ましい。

【００４３】

この光学的情報記録媒体の記録再生方法では、記録パルス列の少なくとも一部を、パルス

幅および各パルス間の間隔が略同一となるように生成させることが好ましい。

【００４４】

また、上記光学的情報記録媒体の記録再生方法においては、記録パルス列の最後のパルスの直後にパワーレベルP_4（ただし、$P_2 > P_4 \geqq 0$）の冷却区間を設けることが好ましい。

【００４５】

以下、本実施形態を図面を参照しながら具体的に説明する。

図１および図２は、それぞれ、本実施形態の光ディスクの部分断面図および部分斜視図である。図１に示したように、この光ディスクには、透明なディスク基板１上に、下側保護層２、記録層３、上側保護層４、中間層５、反射層６が順次積層され、さらにオーバーコート層７が設けられて構成されている。また、図２に示したように、基板１には深さＤのグルーブ８が形成されているため、上記各層からなる積層膜１０の表面にも互いに平行な凹部および凸部がそれぞれグルーブ８およびランド９として形成されている。記録層３には、基板１側から光ビームとしてレーザー光が照射され、記録マーク１１が形成される。図２に示したように、高密度記録のためにはグルーブ８およびランド９の両方に記録マークを形成することが好ましい（ランド＆グルーブ記録）。

【００４６】

基板１としては、ポリカーボネイト樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリオレフィン樹脂、アートン樹脂、ガラス等の透明材料を用いることができる。なお、基板１の厚さは、特に限定されないが、０．１ｍｍ～２．０ｍｍが好ましい。

【００４７】

下側保護層２および上側保護層４は、レーザー光照射時の基板１または記録層３の熱的損傷によるノイズ増加の抑制、およびレーザー光に対する反射率、吸収率および反射光の位相調整等のために形成される。保護層２，４としては、例えば、Ｓｃ、Ｙ、Ｃｅ、Ｌａ、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｚｎ、Ａｌ、Ｓｉ、Ｔｅ等の酸化物、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｂ、Ａｌ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｂ等の窒化物、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｂ、Ａｌ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｓｉ等の炭化物、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｂ、Ｓｂ、Ｂｉ等の硫化物、セレン化物もしくはテルル化物、Ｍｇ、Ｃａ等のフッ化物、Ｃ、Ｓｉ、Ｇｅ等の単体、またはこれらの混合物からなる誘電体材料を用いることができる。

【００４８】

上側保護層４の膜厚は、１０ｎｍ以上２００ｎｍ以下が好ましい。上側保護層４が薄すぎると、上記のように中間層５自体が有する熱の影響により記録層３から中間層５への熱の逃げが悪くなる。このように層の厚さ方向への熱伝導が低下すると記録層３の面内での熱拡散が大きくなるためにクロスイレースが増大するおそれがある。上側保護層４を１０ｎｍ以上とすると、例えばトラックピッチ（隣接する一対のランドおよびグルーブの幅の平均(グルーブピッチの１／２)、グルーブのみに記録する場合にはグルーブピッチに同じ）が０．６μｍであってもクロスイレースが許容範囲に収まるようになる。上側保護層４は厚くするほど、クロスイレースを小さくすることができる。しかし、光学特性は膜厚λ／２ｎ（λはレーザー光の波長、ｎは上側保護層４の屈折率）の周期で繰り返すため、媒体の光学特性を所望の特性とするために膜厚を必要以上に厚くすることは工業的に不利である。従って、波長λおよび屈折率ｎにもよるが、膜厚は２００ｎｍ以下が好ましい。以上に説明した理由から、上側保護層４の膜厚は、１０ｎｍ以上２００ｎｍ以下、特に２０ｎｍ以上２００ｎｍ以下であることが好ましい。

【００４９】

一方、下側保護層２の膜厚は、特に限定されないが、１０ｎｍ以上２００ｎｍ以下が好ましい。下側保護層の膜厚を１０ｎｍ未満とすると、基板が熱変形するおそれがある。下側保護層を２００ｎｍ以下とすることが好ましい理由は、上側保護層を２００ｎｍ以下とすることが好ましい上記の理由と同様である。

【００５０】
記録層３としては、ＴｅやＳｅをベース材料とするカルコゲナイド、例えばＧｅ－Ｓｂ－Ｔｅ、Ｇｅ－Ｔｅ、Ｐｄ－Ｇｅ－Ｓｂ－Ｔｅ、Ｉｎ－Ｓｂ－Ｔｅ、Ｓｂ－Ｔｅ、Ａｇ－Ｉｎ－Ｓｂ－Ｔｅ、Ｇｅ－Ｓｂ－Ｂｉ－Ｔｅ、Ｇｅ－Ｓｂ－Ｓｅ－Ｔｅ、Ｇｅ－Ｓｎ－Ｔｅ、Ｇｅ－Ｓｎ－Ｔｅ－Ａｕ、Ｇｅ－Ｓｂ－Ｔｅ－Ｃｒ、Ｉｎ－Ｓｅ、Ｉｎ－Ｓｅ－Ｃｏ等を主成分とする合金を用いることができる。また、これらの合金に酸素、窒素等を添加した材料を用いてもよい。
【００５１】
記録層３の膜厚は、４ｎｍ以上１６ｎｍ以下が適当である。従来、クロスイレースがさほど問題にならない程度にトラックピッチが大きい場合には、光学的コントラストを大きくとるためには２０ｎｍ以上の膜厚が有利であった。しかし、このように記録層が厚いと記録層の面内方向への熱伝導が大きいために、トラックピッチが短くなるにつれて（例えば０．６μｍ以下）、クロスイレースが顕著となる。クロスイレースを低減するためには、記録層は薄いほうが有利である。記録層を薄くすることにより、層の面内方向への熱伝導を低減することができる。例えば記録層の膜厚を１６ｎｍ以下とすると、トラックピッチが０．６μｍであっても、クロスイレースは許容範囲に収まるようになる。ただし、記録層の膜厚を４ｎｍ未満とすると、光学的コントラストが確保できなくなるばかりか、繰り返し記録による膜厚変動の影響が大きくなってトラッキング等が不安定になるために却ってクロスイレースが大きくなる。従って、記録層の膜厚は、４ｎｍ以上１６ｎｍ以下、さらには６ｎｍ以上１４ｎｍ以下が好ましい。
【００５２】
中間層５としては、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｍｎ、Ｒｅ、Ｆｅ、Ｒｕ、Ｏｓ、Ａｌ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｃ、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｂ、ＳｂおよびＢｉから選ばれる少なくとも１つの元素（特に、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｍｎ、Ｏｓ、Ａｌ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｃ、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｂ、ＳｂおよびＢｉから選ばれる少なくとも１つの元素）を含む材料、あるいはこれら元素の酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、フッ化物、セレン化物、テルル化物および元素間化合物から選ばれる少なくとも１つの化合物を含む材料であることが好ましく、さらに具体的には、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｇｅ－Ｃｒ、Ｇｅ－Ｍｏ、Ｇｅ－Ｗ、Ｓｉ－Ｃｒ、Ｓｉ－Ｍｏ、Ｓｉ－Ｗ等を用いることができる。
【００５３】
中間層５の膜厚としては、特に限定されないが、５ｎｍ以上１００ｎｍ以下が好ましい。
【００５４】
反射層６は、レーザー光に対する反射率、吸収率および反射光の位相の調整、記録薄膜の熱負荷軽減等の目的で形成される。反射層としては、上記のように、Ａｌ、Ａｕ、Ａｇ、Ｃｕ等の比較的熱伝導率の高い金属材料、またはこれらをベースとした合金材料を用いることができる。
【００５５】
反射層６の膜厚としては、特に限定されないが、１０ｎｍ以上２００ｎｍ以下が好ましい。
【００５６】
各層に用いる材料としては、上記に例示した材料から個別に適したものを選択すればよいが、反射層６、中間層５および上側保護層４については、この順に熱伝導率が大きくなるように選択する。このように熱伝導率を設定することにより、記録層３から多層膜の膜厚方向への熱伝導が加速される。従って、記録層３の面内方向への熱伝導が相対的に抑制され、隣接トラックに影響が及びにくくなる。
【００５７】
上記光学的情報記録媒体には、図３に示したように界面層１２を設けることができる。界面層１２は、図３に示すように記録層３の両側に設けてもよいが、いずれか一方にのみ設けることとしても構わない。界面層１２を設けると、保護層２、４と記録層３との間の原

子拡散が抑制されるために、記録媒体の繰り返し特性を向上させることができる。界面層１２としては、保護層２、４に用いる材料に対して拡散防止効果を有するものを用いることができるが、Ｇｅを含有する材料が好ましく、Ｇｅの窒化物を主成分とする材料が特に優れている。

【００５８】

界面層１２の膜厚としては、特に限定されないが、１ｎｍ以上５０ｎｍ以下が好ましい。

【００５９】

上記各層２～６、１２は、例えば真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、ＣＶＤ（Chemical Vapor Deposition）法、ＭＢＥ（Molecular Beam Epitaxy）法等の気相薄膜堆積法によって形成することができる。ただし、成膜レート、製造コスト、得られる膜の品質等の観点からは、スパッタリング法が最もバランスに優れている。各層は、一般には、高真空状態のチャンバー内に不活性ガスを流しながら成膜されるが、不活性ガスに酸素、窒素等を混入させながら成膜してもよい。これにより、膜中にＯ原子、Ｎ原子等が混入し、膜の特性を調整することができる。特に記録層３においては、これらの原子の混入（例えば６．０原子％以下の窒素原子の混入）が、媒体の繰り返し特性向上やクロスイレース低減に有効となる場合がある。

【００６０】

また、上記光学的情報記録媒体は、枚葉式成膜装置により、各層２～６、１２をそれぞれ別のチャンバー内で並行して順次成膜していくことが工業的には有利である。このような成膜法を採用する場合、上記記録層は、相対的に遅い速度で成膜しても全体の成膜の能率に影響を及ぼさない。上記記録層３の膜厚は好ましくは４ｎｍ以上１６ｎｍ以下であって、例えば下側保護層２の通常膜厚（１００ｎｍ以上）の１桁程度薄いからである。記録層３の膜厚を正確に制御することは、上記のようにクロスイレース低減等のためにも重要であるから、記録層の成膜時間は最低５秒程度確保することが好ましい。従って、記録層の成膜速度は２００ｎｍ／分以下が好ましい。

【００６１】

このようにして形成された各層の上には、図１に示したように、さらにオーバーコート層７を設けてもよい。この層７は、紫外線硬化性樹脂を塗布することにより形成することが好ましい。

【００６２】

もっとも、本発明の光学的情報記録媒体は、図１に示したような単板の片面ディスクに限られず、紫外線硬化性樹脂および／またはホットメルトタイプの接着剤により、上記と同様に記録層を含む多層膜を形成した基板と膜面同士が対向するように貼り合わせて両面ディスクとしてもよい。この場合は、各々が情報層となる多層膜同士が直接接触しないように、分離層を介して、基板を貼り合わせることが好ましい。また、上記接着剤により、多層膜を形成した面をダミー基板と貼り合わせて片面ディスクとしても構わない。

【００６３】

図４は、光学的情報記録媒体の記録・再生を行うための装置の例の概略を示す図である。入力された信号に応じて半導体レーザー１３から出射されたレーザー光１０は、コリメートレンズ１４により集光されて平行光線となり、ビームスプリッター１５、１／４波長板１６、対物レンズ１７を順次通過して、光ディスク１８上に照射される。レーザー光１０は、ボイスコイル１９を上下に動かすことによってフォーカシングされる。光ディスク１８は、ターンテーブル２０上に固定されている。モーター２１によって所定速度で回転する光ディスク１８にレーザー光が照射されることにより、情報信号の記録・再生が行われる。

【００６４】

図５は、情報信号の記録を行う際のレーザー光のパルス波形の例である。図５に示したように、レーザー光の強度は、P_1、P_2、P_3およびP_4の間で変調される。ここで、P_1は、照射部を瞬時溶融させることができ、好ましくは図５に示したように当該パワーレベル以下で強度を変調しつつ照射した場合においても照射部を瞬時溶融させることができるパ

ワーレベルである。また、P_2およびP_3は、照射部を瞬時溶融させることができず、好ましくは無変調で照射した場合であっても照射部を瞬時溶融させることができないパワーレベルである。また、P_4は、最後の記録パルス列の直後に記録層を冷却するためのパワーレベルである。図５には、$P_1 > P_2 \geqq P_3 \geqq P_4 \geqq 0$となるように各パワーレベルを設定した場合の例が示されている。なお、レーザービームの強度を上記のように変調するには、半導体レーザーの駆動電流を変調して行えばよいが、電気光学変調器、音響光学変調器などの手段を用いてもよい。

【００６５】

ただし、すべての記録マークを図５に示したような記録パルス列により形成する必要はなく、マーク長が短いパルス列については、パワーレベルP_1の単一矩形パルスにより形成してもよい。しかし、長いマークを形成する場合には、繰り返し特性向上およびクロスイレース低減のために、上記のようなパワーレベルP_1をパワーピークとして含むパルス列により形成することにより、過剰な熱を抑制することが好ましい。

【００６６】

P_2は、図５に示したように光ビームをその強度に保持して照射しても記録マークを形成できないパワーレベルである。このパワーレベルは、記録マークを形成できないが記録マークを消去できるパワーレベルとしてもよい。この場合、パワーレベルP_2の光ビームが照射されている部分では、記録マークが消去される。

【００６７】

例えば、相変化型光ディスクにおいて、記録状態をアモルファス状態、消去状態を結晶状態に対応させて使用する場合、P_1を、記録層を結晶状態からアモルファス状態へと可逆的に変化させうるパワーレベル、P_2を、記録層をアモルファス状態から結晶状態へと可逆的に変化させうるパワーレベルとして設定してもよい。

【００６８】

図５に示した記録パルス列の直後には、パワーレベルP_4による冷却区間が設けられている。このように冷却のためのパワーレベルを設けると、特に熱過剰になり易いマーク後端部分の熱を除去できてクロスイレース抑制に効果がある。

【００６９】

また、図５に示した記録パルス列のように、最初および最後のパルスを除いてパルス幅および各パルス間の長さを一定とすると、単一周波数で変調できるために変調手段を簡略化することができる。

【００７０】

なお、記録マークの長さやその前後のスペースの長さ、さらには隣のマークの長さ等の各パターンによってマークエッジ位置に不揃いが生じ、ジッタ増大の原因となることがある。上記光学的情報記録媒体の記録再生方法では、これを防止し、ジッタを改善するために、上記パルス列のパルス位置またはパルスの長さをパターン毎にエッジ位置が揃うように必要に応じて調整・補償することが好ましい。

【００７１】

こうして記録された情報信号を再生する場合には、記録層３が相変化しない程度のパワーレベルP_0のレーザー光（不変調光）を光ディスクに照射し、その反射光を検出器２２に入射させ、その反射光量変化が再生信号２３として検出される。

【００７２】

以上に説明したようなレーザー光のパワーレベルの変更は、レーザーダイオードの駆動電流を制御することにより行うことができる。また、電気光学変調器または音響光学変調器等を光ビーム強度変調手段として用いてもよい。

【００７３】

（第２の実施形態）

本実施形態では、主として、本発明の第２および第３の光学的情報記録媒体について説明する。

【００７４】

上記光学的情報記録媒体においては、下側保護層と記録層との間、および記録層と上側保護層との間の少なくとも一方の界面に、さらに界面層を備えていることが好ましい。この好ましい例によれば、消去特性を向上させることができる。界面層は、Ｇｅ、Ｓｉ、Ｃｒ、ＴｉおよびＡｌから選ばれる少なくとも一つを含むことが好ましい。

【００７５】

また、上記光学的情報記録媒体においては、記録層の膜厚が４ｎｍ以上１６ｎｍ以下であることが好ましい。記録層が薄すぎると光学的コントラストや信号振幅が小さくなってしまい、厚すぎると記録層の内面方向の熱拡散が大きくなって、マーク間の熱干渉が大きくなるからである。

【００７６】

また、上記光学的情報記録媒体においては、上側保護層の膜厚が１０ｎｍ以上２００ｎｍ以下が好ましい。上側保護層が薄すぎると光吸収層の光吸収による発熱が記録層に影響を及ぼし、マーク間の熱干渉が大きくなってしまい、厚すぎると反射層による冷却効果が小さくなってしまい、マークの前後端がアンバランスになってしまうからである。特に限定されないが、本実施形態においても、下側保護層の膜厚は、１０ｎｍ以上２００ｎｍ以下が好ましい。

【００７７】

また、上記光学的情報記録媒体においては、記録層がＧｅ、ＳｂおよびＴｅを含むことが好ましく、さらに、Ｇｅ、ＳｂおよびＴｅを主成分とし、さらに６．０原子％のＮを含むことが好ましい。

【００７８】

また、上記光学的情報記録媒体においては、上側保護層および／または下側保護層が、６０～１００モル％のＺｎＳおよび４０～０モル％のSiO_2を含有することが好ましい。

【００７９】

また、上記光学的情報記録媒体においては、反射層がＡｕ、ＡｇおよびＣｕか選ばれる少なくとも１つを含むことが好ましい。

【００８０】

また、上記光学的情報記録媒体においては、光吸収層が、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｍｎ、Ｒｅ、Ｆｅ、Ｒｕ、Ｏｓ、Ａｌ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｃ、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｂ、ＳｂおよびＢｉから選ばれる少なくとも１つの元素（特に、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｍｎ、Ｏｓ、Ａｌ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｃ、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｂ、ＳｂおよびＢｉから選ばれる少なくとも１つの元素）を含むことが好ましい。さらに具体的には、上記元素から選ばれる少なくとも１つを含む酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、フッ化物、セレン化物およびテルル化物から選ばれる少なくとも１つの化合物からなることが好ましく、上記元素から選ばれる少なくとも２つからなる元素間化合物であることが好ましい。

【００８１】

また、上記光学的情報記録媒体においては、光ビームが記録媒体に反射される比率である反射率および記録層に吸収される比率である吸収率を、それぞれ記録層が結晶相である場合にはＲcryおよびＡcry、記録層がアモルファス相である場合にはＲamoおよびＡamoとして、反射率差（Ｒcry－Ｒamo）が５％以上（％表示で５ポイント以上）であり、かつ、吸収率比（Ａcry／Ａamo）が１．０以上であることが好ましい。この好ましい例によれば、オーバーライト時のマークエッジ位置の不揃いを解消することができる。

【００８２】

また、上記光学的情報記録媒体の製造方法では、記録層を２００ｎｍ／分以下の速度で成膜することが好ましい。記録層の膜厚精度を確保するためである。

【００８３】

また、記録層を、不活性ガスと窒素ガスとを含み、記録層に窒素原子が６．０原子％以下含有されるように上記窒素ガスの含有量を調整した雰囲気中において成膜することが好ましい。

【００８４】
この光学的情報記録媒体の記録再生方法では、記録パルス列の少なくとも一部を、パルス幅および各パルス間の間隔が略同一となるように生成させることが好ましい。
【００８５】
また、上記光学的情報記録媒体の記録再生方法においては、記録パルス列の最後のパルスの直後にパワーレベルP_4（ただし、$P_2 > P_4 \geqq 0$）の冷却区間を設けることが好ましい。この好ましい例によれば、特に熱過剰になり易いマーク後端部分の熱を除去することができて効果的である。
【００８６】
以下、本実施形態を図面を参照しながら具体的に説明する。
図６は本実施形態の光学的情報記録媒体を示す部分断面図であり、図７は本実施形態の光学的情報記録媒体の他の例の部分断面図である。
【００８７】
図６に示すように、基板３１上には、下側保護層３２、記録層３３、上側保護層３４、光吸収層３５、反射層３６が順次積層されており、反射層３６の上にはさらにオーバーコート層３７が設けられている。このディスクには、基板３１側からレーザービーム３８が照射され、これによりディスクの記録・再生が行われる。
【００８８】
基板３１、下側保護層３２、記録層３３および上側保護層３４の材料としては、第１の実施形態で説明した材料を適用できる。
【００８９】
光吸収層３５は、レーザービーム３８に対する反射率、吸収率および反射光の位相の調整等を目的として形成される。この層を構成する材料としては、例えばＴｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｍｎ、Ｒｅ、Ｆｅ、Ｒｕ、Ｏｓ、Ａｌ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｃ、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｂ、ＳｂおよびＢｉから選ばれる少なくとも一つを含む材料、あるいはこれらの元素の酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、フッ化物、セレン化物、テルル化物および元素間化合物から選ばれる少なくとも１つの化合物を含む材料が好ましい。さらに具体的には、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｔｅ、Ｇｅ－Ｃｒ、Ｇｅ－Ｍｏ、Ｇｅ－Ｗ、Ｓｉ－Ｃｒ、Ｓｉ－Ｍｏ、Ｓｉ－Ｗ、Ｇｅ－Ｔｅ、Ｓｎ－Ｔｅ、Ｐｂ－Ｔｅ、Ｓｂ－Ｔｅ、Ｂｉ－Ｔｅ等を用いることができる。
【００９０】
なお、上記化合物材料は、化学量論組成近傍のものを用いてもよいし、必要に応じて化学量論組成からずれた組成のものを用いてもよい。なお、この点は、第１の実施形態における中間層等においても同様である。
【００９１】
反射層３６は、レーザービーム３８に対する反射率、吸収率および反射光の位相の調整、記録薄膜の熱負荷軽減等を目的として形成される。反射層の材料としては、例えばＡｌ、Ａｕ、Ａｇ、Ｃｕ等の比較的熱伝導率の高い金属材料、なかでも波長６００ｎｍ台での屈折率が０．５より小さいＡｕ、Ａｇ、Ｃｕ、またはこれらをベースとした合金材料が好ましい。なかでも、Ａｇ合金は、熱伝導率および光学定数の面で優れており、同等の特性を有するＡｕなどに比べて安価である。特に、Ａｇに、Ｐｄ、Ｃｕ、Ｔｉなどの元素を１０原子％以内の範囲で添加した材料は腐食しにくく、耐環境性、信頼性の観点からも好ましい。
【００９２】
また、上記光学的情報記録媒体においては、図７に示すように、下側保護層３２と記録層３３との間、および／または記録層３３と上側保護層３４との間に、記録層３３の結晶化の促進を目的として、界面層３９を設けることが好ましい。界面層３９としては、下側保護層３２および上側保護層３４として用いることのできる材料中にその役割を果たす誘電体材料が幾つか存在し、これらを用いることもできるが、特にＧｅの窒化物を主成分とする材料が最も優れている。また、このような界面層３９を設けることにより、消去特性を

向上させることができる。

【００９３】

下側保護層３２、記録層３３、上側保護層３４、光吸収層３５、反射層３６および界面層３９は、第１の実施形態と同じ方法により成膜できる。

【００９４】

また、上記光学的情報記録媒体は、図６に示すように、紫外線硬化性樹脂によってオーバーコートすることにより、単板の片面ディスクとして用いることができる。また、第１の実施形態で説明したように、両面ディスクとして用いることもできる。さらには、その膜面をダミー基板と対向させて貼り合わせることにより、片面ディスクとして使用することもできる。

【００９５】

本実施形態の光学的情報記録媒体は、光吸収層３５（屈折率n_1、消衰係数k_1、膜厚d_1）および反射層３６（屈折率n_2、消衰係数k_2、膜厚d_2）の材料および膜厚の組み合わせに特徴を有する。以下、各層の役割および効果について説明する。

【００９６】

光学的には、光吸収層３５の屈折率n_1を反射層３６の屈折率n_2よりも適度に大きくすることにより、上記Ａcry／ＡamoとΔＲを共に大きくすることができる。その屈折率の差Δ$n = n_1 - n_2$は２以上６以下が好ましく、３以上５以下がより好ましい。

【００９７】

上記範囲は、以下の光学計算によって裏付けられる。すなわち、多層膜の各層の材料の屈折率、消衰係数および膜厚を決め、全ての界面に対して、エネルギー保存則に基づいて各界面における光エネルギー収支の連立方程式を立て、これを解くことにより、多層膜全体の反射率・透過率および各層の吸収率を求めることができる。この手法自体は、例えばマトリックス法として公知である（例えば久保田広等「波動光学」岩波書店、１９７１年等）。ここでは、光ビーム（波長６６０ｎｍ）の入射側から順に配置された基板３１／下側保護層３２（任意の膜厚）／記録層３３（１０ｎｍ）／上側保護層３４（任意の膜厚）／光吸収層３５（膜厚d_1）／反射層３６（８０ｎｍ）の多層構造媒体について、Ａcry／ＡamoおよびΔＲの値を計算した。

【００９８】

その際、各層の屈折率ｎおよび消衰係数ｋを、基板３１が$n = 1.6$、$k = 0.0$、下側保護層３２が$n = 2.1$、$k = 0.0$、記録層３３が非晶質状態で$n = 4.1$、$k = 1.6$、結晶状態で$n = 3.9$、$k = 4.2$、上側保護層３４が$n = 2.1$、$k = 0.0$、光吸収層３５が$n = n_1$、$k = k_1$、反射層３６が$n = n_2$、$k = k_2$として計算した。

【００９９】

様々なn_1とn_2の組み合わせについて、k_1、k_2、d_1を任意に変化させ、Ａcry／Ａamo≧１．０の範囲でのΔＲの最大値を求めた。結果を（表１）に示す。下記（表１）中、「Ａ」および「Ｂ」は、実用的な記録媒体として十分な特性が期待できるもの、「Ｃ」は十分とは言えないが、密度・線速度・記録再生方式等の仕様によっては実用的記録媒体として使用できる可能性のあるもの、「Ｄ」は実用に適さないものを示している。なお、さらに具体的には、「Ａ」は、Ａcry／Ａamo≧１．０の条件を満たすΔＲの最大値が１５％以上となる構成が存在する場合を示し、「Ｂ」は、同条件を満たすΔＲの最大値が１０％以上１５％未満となる構成が存在する場合を示し、「Ｃ」は、同条件を満たすΔＲの最大値が５％以上１０％未満となる構成が存在する場合を示し、「Ｄ」は、同条件を満たすΔＲの最大値が５％以上となる構成が存在しない場合を示す。

【０１００】

（表１）

$n_2 \backslash n_1$	1	2	3	4	5	6
1	D	D	B	A	A	A
2	D	D	D	B	A	A
3	D	D	D	C	A	A
4	D	D	D	D	C	B
5	D	D	D	D	D	C

【０１０１】
（表１）の結果からも、Δｎ＝n_1－n_2は２以上が好ましく、３以上がより好ましいことがわかる。
【０１０２】
また、光吸収層３５の膜厚が薄すぎると、光吸収層３５の光学的効果が小さくなり、光吸収層３５の膜厚が厚すぎると、反射層３６の光学的効果が小さくなる。このため、光吸収層３５の膜厚は、入射光を適度に透過・吸収するような膜厚にする必要がある。光吸収層３５の膜厚d_1は、後述する実施例などの実験結果から、入射光の波長をλとして、０．１λ／（n_1・k_1）≦d_1≦１．０λ／（n_1・k_1）の範囲が好ましく、０．２λ／（n_1・k_1）≦d_1≦０．８λ／（n_1・k_1）の範囲がより好ましいことが確認された。
【０１０３】
十分な冷却能を得るために、反射層３６として熱伝導率の大きい材料を用いており、マーク幅を均一にしてジッタを低減している。この反射層の熱伝導率としては、例えば３００Ｋ近傍の温度条件で５０Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることが好ましく、１００Ｗ／ｍ・Ｋ以上、さらには１５０Ｗ／ｍ・Ｋ以上がより好ましい。さらに十分な冷却効果を得るためには、反射層３６の膜厚d_2は、後述する実施例などの実験結果から、光吸収層３５の膜厚d_1以上であることが好ましく、d_1の１．５倍以上、さらには２倍以上がより好ましいことが確認された。
【０１０４】
本実施形態の光学情報記録媒体の製造方法、記録再生方法、記録再生装置は、第１の実施形態と同様とすればよい。
【０１０５】
なお、上記では、記録層の膜厚を１０ｎｍに設定したが、記録層の膜厚は必ずしもこの膜厚に限定されるものではない。
【０１０６】
（第３の実施形態）
本実施形態では、記録層を含む多層膜が２以上形成された光学的情報記録媒体について説明する。ここでは、各々が記録層を含む多層膜（情報層）が分離層を介して２層配置された形態について説明する。
【０１０７】
図８に示したように、本実施形態の光学的情報記録媒体では、透明基板４１上に、第１情報層４２、分離層４３、第２情報層４４および保護層４５がこの順に形成されている。第１情報層４２および第２情報層４３には、それぞれ記録層が含まれている。これらの記録層には、透明基板側から照射されるレーザ光により、情報が記録、再生される。
【０１０８】

本実施形態の第２情報層４４には、上記実施形態で説明した多層膜が適用される。また、第１情報層４２には、少なくとも、記録層と、この記録層の両側に配置された下側保護層および上側保護層とを含む多層膜を用いることが好ましい。これらの多層膜に含まれる各層および透明基板は、上記実施形態で説明した材料を用いて形成することができる。なお、第１情報層は、予め透明基板の表面上に凹凸パターンとして蓄積された情報を再生の対象とする、再生専用層であってもよい。

【０１０９】

また、第２情報層４４で情報の記録再生を行うため、第１情報層４２は照射されるレーザ光の少なくとも３０％を透過させることが好ましい。

【０１１０】

分離層４３としては、レーザ光の波長λにおいて透明であり、耐熱性および接着性に優れた材料であることが好ましく、具体的には、接着樹脂（例えば紫外線硬化性樹脂）、両面テープ、各種誘電体膜等を用いることができる。分離層４３の膜厚は、第１情報層４２および第２情報層４４のいずれか一方に情報の記録再生を行う際に、他方の情報層の情報が漏れ込まないように、２μｍ以上とすることが好ましい。一方、分離層４３の膜厚は、第１情報層４２と第２情報層４４のいずれにもレーザ光をフォーカシングするべく基板厚との合計が基板厚公差範囲となるように、１００μｍ以下とすることが好ましい。

【０１１１】

保護層４５は、第２の情報層４４を形成するための基板（保護基板）として利用してもよい。この場合は、第１の情報層４２を形成した透明基板４１と、第２の情報層４４を形成した保護基板とを、分離層４３を介して貼り合わせて光ディスクが製造される。保護基板の材料としては、透明基板４１と同様の材料を用いることができるが、必ずしも透明である必要はなく、その他の材料を用いてもよい。また、基板表面の形状も、透明基板表面の形状と同じである必要はなく、例えば、グルーブおよびランドを形成する案内溝の形状が異なっていてもよく、案内溝のスパイラル方向が逆であってもよい。さらに、分離層の第２情報層側の表面に、例えば２Ｐ法（photo-polymerization法）により案内溝を設けておけば、保護基板の表面は平面であっても構わない。また、保護層４５は、透明基板上に形成した第２情報層４４上に形成した層であってもよい。このような保護層は、例えば樹脂のスピンコートや接着剤による樹脂板の貼付により形成できる。

【０１１２】

本実施形態の製造方法の一例について説明する。それぞれに案内溝を形成した透明基板および保護基板の表面に、上記で説明したスパッタリング法などにより、各々、第１情報層および第２情報層を形成する。次いで、第１情報層または第２情報層の表面上に、紫外線硬化性樹脂を塗布して分離層とする。さらに、この分離層を介して第１情報層と第２情報層とが対向するように、透明基板と保護基板とを向かい合わせて加圧し、紫外線を照射して分離層を硬化させる。

【０１１３】

【実施例】

以下、実施例により本発明をさらに具体的に説明するが、以下の実施例は本発明を限定するものではない。

【０１１４】

（実施例１）

基板としては、厚さ０．６ｍｍのポリカーボネイト樹脂を用いた。この基板上には、ともに幅を０．６μｍとしたランドおよびグルーブを形成した。グルーブの深さは約７０ｎｍとした。

【０１１５】

この基板上に、ＺｎＳ－SiO_2（分子数比ＺｎＳ：SiO_2＝８０：２０）ターゲットを用いて約１２００ｎｍの下側保護層、Ｇｅ－Ｓｂ－Ｔｅ（原子数比Ｇｅ：Ｓｂ：Ｔｅ＝２２：２５：５３）ターゲットを用いて様々な膜厚の記録層、ＺｎＳ－SiO_2（分子数比ＺｎＳ：SiO_2＝８０：２０）ターゲットを用いて様々な膜厚の上側保護層、様々な材

料のターゲットを用いて約４０ｎｍの中間層、様々な材料のターゲットを用いて約４０ｎｍの反射層を、いずれもスパッタリング法により順次積層した。いずれの層も直径１０ｃｍ、厚さ６ｍｍのスパッタリングターゲットを用い、記録層以外はＡｒガス中で、記録層はＡｒとN_2の混合ガス（全圧２ｍＴｏｒｒ、N_2ガス分圧は約５％）中で成膜した。

【０１１６】

こうして得られた光ディスクに紫外線硬化性樹脂でオーバーコートを施した後、レーザー光でアニールすることにより全面を初期結晶化し、No.1～No.21の光ディスクとした。これらはクロスイレースの材料および膜厚構成に対する依存性を調べるために意図的に記録層、上側保護層の膜厚および中間層と反射層の材料を変えて作製したものである。

【０１１７】

表２に各光ディスクの記録層・上側保護層の膜厚、および中間層・反射層の材料を示す。

【０１１８】

これらの光ディスクを波長６６０ｎｍ、ＮＡ０．６の光学系を用い、線速６．０ｍ／ｓ（半径位置：約３２ｍｍ、回転数：約１８００ｒｐｍ）の条件でマークエッジ記録を行い、クロスイレースを測定した。

【０１１９】

具体的には、まず、グルーブに９．７ＭＨｚの３Ｔ信号を記録し、このトラックを再生して３Ｔ信号振幅A_0をスペクトラムアナライザーで測定する。次に、そのグルーブの両隣のランドに２．６ＭＨｚの１１Ｔ信号を記録し、再びグルーブを再生して３Ｔ信号振幅A_1をスペクトラムアナライザーで測定する。こうして測定した３Ｔ信号振幅の低下量$\Delta A = A_1 - A_0$をクロスイレース評価の指標とする。これと同じことをランドとグルーブとを逆にして行い、同様に３Ｔ信号振幅低下量ΔＡ’を測定する。

【０１２０】

表２には各ディスクのΔＡの値による優劣を記載する。ただし、上記測定の結果、いずれのサンプルにおいても測定トラックをグルーブとした場合が３Ｔ信号振幅の低下量が大きくなったので（ΔＡ＞ΔＡ’）、その場合の結果（ΔＡ）のみで判定した。ΔＡの値が１ｄＢ未満のものは「Ａ」、１ｄＢ以上２ｄＢ未満のものは「Ｂ」、２ｄＢ以上５ｄＢ未満のものは「Ｃ」、５ｄＢ以上のものは「Ｄ」で示した。

【０１２１】

なお、信号を記録する際のレーザー変調波形は、３Ｔ信号の場合はパルス幅５１．３ｎｓ（パワーレベルP_1）の単一矩形パルスとし、１１Ｔ信号の場合は９個のパルスからなるパルス列（パワーレベルP_1）とし、その先頭は５１．３ｎｓ、２番目以降はすべて１７．１ｎｓのパルス幅で、各パルス間の幅も１７．１ｎｓ（パワーレベルP_3）とし、最終のパルスの直後に３４．２ｎｓの冷却区間（パワーレベルP_4）を設けた。マークを記録しない部分ではパワーレベルP_2の連続光（不変調光）とした。

【０１２２】

記録パワーレベルP_1は、３Ｔ信号を記録した場合にそのＣ／Ｎ比が４５ｄＢを超えるパワーの下限値の１．５倍とし、パワーレベルP_2は消去比、すなわち３Ｔ信号を記録した上に１１Ｔ信号をオーバーライトした際の３Ｔ信号振幅の減衰比が２５ｄＢを超えるパワー範囲の中央値とし、パワーレベルP_3およびP_4は、再生パワーレベルと同じ１ｍＷとした。

【０１２３】

（表２）

No.	記録層	上側保護層	中間層材料	反射層材料	ΔA
1	4nm	15nm	Cr	Al	C
2	8nm	15nm	Cr	Al	A
3	12nm	15nm	Cr	Al	B
4	16nm	15nm	Cr	Al	C
5	20nm	15nm	Cr	Al	D
6	12nm	3nm	Cr	Al	D
7	12nm	6nm	Cr	Al	D
8	12nm	9nm	Cr	Al	C
9	12nm	12nm	Cr	Al	B
１０	12nm	18nm	Cr	Al	B
１１	12nm	21nm	Cr	Al	A
１２	12nm	15nm	PbTe	Al	A
１３	12nm	15nm	WSi_2	AL	A
１４	12nm	15nm	Ti	Al	B
１５	12nm	15nm	Cr	WSi_2	D
１６	12nm	15nm	Cr	Ti	D
１７	12nm	15nm	Al	Cr	D
１８	12nm	15nm	Al	$ZnS-SiO_2$	D
１９	12nm	15nm	Cr	$ZnS-SiO_2$	D
２０	12nm	15nm	なし	Al	D
２１	12nm	15nm	Cr	なし	D

【０１２４】

中間層および反射層に用いた各材料の熱伝導率は温度依存性があるが、おおよその値の範囲は以下のように特定できる。熱伝導率の大きい順に、Ａｌ（３０～６００℃における熱伝導率は、約１５０～２５０Ｗ／ｍ・ｋ）、Ｃｒ（５０～１００Ｗ／ｍ・ｋ）、Ｔｉ（２０～５０Ｗ／ｍ・ｋ）、WSi_2（５～２０Ｗ／ｍ・ｋ）、ＰｂＴｅ（１．０～３．０Ｗ／ｍ・ｋ）、$ZnS-SiO_2$（０．１～０．５Ｗ／ｍ・ｋ）である。

【０１２５】

表２より、まず記録層膜厚の異なるNo.1～No.5の光ディスクを比較すると、No.5ではクロスイレースが大きく、No.1およびNo.4ではクロスイレースがある程度改善され、No.3およびNo.4ではクロスイレースが十分小さかった。従って、クロスイレース低減の観点からは、記録層の膜厚は４ｎｍ以上１６ｎｍ以下が要求され、６ｎｍ以上１４ｎｍ以下が好ましい。

【０１２６】
次に、上側保護層の膜厚が異なるNo.3およびNo.6～No.11の光ディスクを比較すると、上側保護層の膜厚が厚いほどクロスイレースが小さいことがわかる。これより上側保護層の膜厚は、クロスイレース低減の観点からは１０ｎｍ以上、さらには２０ｎｍ以上が好ましいことがわかる。
【０１２７】
さらに、中間層および反射層の材料が異なるNo.3およびNo.12～No.21の光ディスクを比較する。この中で、No.3以外では、No.12～No.14がクロスイレースが小さい。これらはいずれも反射層として、今回用いた材料の中で最も熱伝導率の高いＡｌを用いており、中間層は上側保護層と反射層の間の熱伝導率を有する材料である。一方、その他のNo.15～No.21はいずれもクロスイレースが大きい。
【０１２８】
No.15～No.19はいずれも中間層の熱伝導率が反射層のそれよりも高く、特にNo.17はNo.3の中間層と反射層の材料を入れ換えたものであるが、クロスイレースの点では大きな差が認められた。また、No.20および21は、中間層または反射層のどちらか一方を省いた構成であるが、両者ともクロスイレースは大きい。
【０１２９】
以上より、記録層上に複数の層が積層されている場合、記録層から近い順に熱伝導率が低い材料から高い材料へと段階的に変わっていく構成を採用すれば、クロスイレースを抑制できることが確認できた。これは、記録層から上側保護層、中間層を経て反射層へと熱が伝達していく過程で、その伝達速度が加速されるために、記録層の面内の熱伝導が低減されて隣接トラックへの影響も抑制されるからである。
【０１３０】
また、No.3として示した構成について、図３に示したように、記録層の上下に接してＧｅ、ＯおよびＮからなる約１０ｎｍの界面層を形成した光ディスクを作製した。ＧｅＯＮ膜は、Ｇｅターゲットを用い、Ａｒ、N_2およびO_2ガス中で反応性スパッタリングにより成膜した。この光ディスクの繰り返し特性を調べるために、３Ｔおよび１１Ｔ信号を交互に１万回あるいは１０万回記録し、１０回記録後と比べて３Ｔ信号の振幅変化を測定した。
【０１３１】
その結果、１万回記録後ではNo.3も、これに界面層を挿入した光ディスクも振幅低下は０．５ｄＢ以下の誤差範囲であったが、１０万回記録後ではNo.3の光ディスクは３ｄＢ程度振幅が低下したのに対し、これに界面層を挿入した光ディスクは依然として０．５ｄＢ以下の振幅低下であった。このことから、界面層を挿入することにより、クロスイレース低減に加え、繰り返し記録特性のさらなる向上が可能になることが確認された。
【０１３２】
なお、上記光ディスクの記録層の組成をオージェ電子分光法により分析した結果、Ｎ原子の占める割合は約２．２原子％であった。ここで、さらにNo.3と同じ構成の光ディスクを、記録層成膜時のN_2ガス分圧を変化させて複数成膜したところ、記録層中のＮ原子の占める割合が、分析の結果それぞれ約０．０、０．２、０．８、４．０、７．６原子％となった。
【０１３３】
これらの光ディスクの繰り返し特性を調べるために、３Ｔおよび１１Ｔ信号を交互に１万回または１０万回記録し、１０回記録後と比べての３Ｔ信号の振幅変化を測定した。その結果、１万回記録後ではいずれのディスクも振幅低下は０．５ｄＢ以下の誤差範囲であったが、１０万回記録後では記録層中のＮ原子の占める割合が約０．０原子％のものだけが、約２ｄＢ低下していたが、約０．２原子％のものは１ｄＢ程度、その他は０．５ｄＢ以内の誤差範囲の低下であった。また、これらのディスクに３Ｔ信号を記録して３Ｔ信号の振幅を測定し、次に９０℃相対湿度８０％の環境下で１００時間保存し、その後に３Ｔ信号振幅を測定して振幅変化を調べたところ、記録層中のＮ原子の占める割合が７．６原子％のディスクは５ｄＢ以上振幅が低下したが、４．０原子％のものは２ｄＢ程度の低下で

、その他はほとんど低下しなかった。この結果より、繰り返し特性、耐湿性の観点からは、記録層中にＮ原子の占める割合は、０．０～６．０原子％、さらには０．５～４．０原子％が好ましいことが確認された。

【０１３４】

（実施例２）

基板としては、ポリカーボネイト樹脂からなり、厚さが０．６ｍｍ、グルーブおよびランドの幅がともに０．６μｍ、グルーブの深さが約７０ｎｍのものを用いた。この基板の上に、ＺｎＳ－SiO_2（ＺｎＳ：SiO_2＝８０：２０）ターゲットを用いて膜厚約１５０ｎｍの下側保護層、Ｇｅ－Ｓｂ－Ｔｅ（原子数比Ｇｅ：Ｓｂ：Ｔｅ＝２２：２５：５３）ターゲットを用いて膜厚約１０ｎｍの記録層、ＺｎＳ－SiO_2（分子数比ＺｎＳ：SiO_2＝８０：２０）ターゲットを用いて膜厚約３０ｎｍの上側保護層、様々な材料、例えばＰｂＴｅ（原子数比Ｐｂ：Ｔｅ＝５０：５０）ターゲットを用いて様々な膜厚の光吸収層、様々な材料、例えばＡｕターゲットを用いて様々な膜厚の反射層を、スパッタリング法によって順次積層した。いずれの場合においても直径１０ｃｍ、厚さ６ｍｍのターゲットを用い、記録層以外はＡｒガス中で、記録層はＡｒとN_2の混合ガス（全圧１ｍＴｏｒｒ中、N_2ガス分圧は約５％）中でスパッタした。

【０１３５】

このようにして得られたディスクの反射層の上に、紫外線硬化性樹脂を用いてオーバーコート層を形成した後、レーザービームによってアニールすることにより、全面を初期結晶化し、No.31～47のディスクを得た。これらのディスクは、記録再生特性の材料および膜厚構成に対する依存性を調べるために、意図的に、光吸収層、反射層の材料および膜厚を変えて作製したものである。下記（表３）に、各ディスクの光吸収層、反射層の材料および膜厚を示す。

【０１３６】

ここで、実測によって求めた波長６６０ｎｍにおける各層の光学定数（屈折率ｎ、消衰係数ｋ）は、基板がｎ＝１．６、ｋ＝０．０、下側保護層および上側保護層としてのＺｎＳ－SiO_2がｎ＝２．１、ｋ＝０．０、記録層としてのＧｅ－Ｓｂ－Ｔｅが非晶質状態でｎ＝４．１、ｋ＝１．６、結晶状態でｎ＝３．９、ｋ＝４．２、光吸収層および反射層としてのＰｂＴｅがｎ＝５．０、ｋ＝３．２、Ａｕがｎ＝０．３、ｋ＝３．６、Ａｌがｎ＝１．４、ｋ＝６．４、Ｐｄがｎ＝２．２、ｋ＝４．４、Ｃｒがｎ＝３．６、ｋ＝３．４、ＴｉＮがｎ＝２．５、ｋ＝１．２、ＰｄＴｅがｎ＝３．２、ｋ＝２．２、$Ge_{80}Cr_{20}$がｎ＝４．５、ｋ＝２．５、$Ag_{98}Pd_1Cu_1$がｎ＝０．３、ｋ＝４．０であった。この値に基づいて光学計算を行って、算出されたＡcry／ＡamoおよびΔＲの値を（表３）に併せて示す。

【０１３７】

これらのディスクに、波長６６０ｎｍ、開口数（ＮＡ）０．６の光学系を用いて、線速６．０ｍ／ｓ（半径位置約３２ｍｍ、回転数約１８００ｒｐｍ）の条件でマークエッジ記録を行い、以下の測定を行った。まず、グルーブおよびランドに９．７ＭＨｚの３Ｔ信号と２．６ＭＨｚの１１Ｔ信号を交互に１１回記録し、３Ｔ信号が記録された状態でこのトラックを再生して、そのＣ／Ｎ比および消去率をスペクトラムアナライザーを用いて測定した。ここでは、消去率を、３Ｔ信号の振幅A_3と１１Ｔ残留信号の振幅A_{11}との差（A_3-A_{11}）として定義した。

【０１３８】

また、（８－１６）変調のランダム信号を１１回記録し、ジッタをタイムインターバルアナライザーを用いて測定した。ここで、ジッタとは、記録の原信号と再生信号の時間軸上のズレであり、３Ｔ～１１Ｔの各信号の持つジッタの標準偏差の総和（σsum）をとり、これを信号検出のウィンドウ幅（Ｔ）で割った値（σsum／Ｔ）として表現される。例えば、ジッタが１２．８％以下であるということは、前記時間軸上のズレが正規分布になると仮定した場合、ビットエラー率が10^{-4}以下であることに相当することが知られている。

【０１３９】
なお、信号を記録する際のレーザー変調波形は、ｎＴ（ｎは整数、３≦ｎ≦１１）信号の場合、（ｎ－２）個のパルスからなるパルス列（パワーレベル$Ｐ_1$）とし、その先頭は５１．３ｎｓ、２番目以降はすべて１７．１ｎｓのパルス幅で、各パルス間の幅も１７．１ｎｓ（パワーレベル$Ｐ_3$）とし、最終のパルスの直後に３４．２ｎｓの冷却区間（パワーレベル$Ｐ_4$）を設けた。マークを記録しない部分においては、パワーレベル$Ｐ_2$の連続光とした。記録パワーレベル$Ｐ_1$は、３Ｔ信号を記録した場合にそのＣ／Ｎ比が４５ｄＢを超えるパワーの下限値の１．５倍とし、パワーレベル$Ｐ_2$は消去率が最大となるパワーとし、パワーレベル$Ｐ_3$および$Ｐ_4$は、再生パワーレベルと同じ１ｍＷとした。
【０１４０】
上記の条件で測定した結果を上記（表３）に示す。なお、表中の測定結果は、実用的な記録媒体として十分であるといえる結果を「Ｂ」、なかでも特に優れているものを「Ａ」、不十分であるが、密度・線速度・記録再生方式等の仕様によっては使用できる可能性のあるものを「Ｃ」、使用できる可能性のないものを「Ｄ」として表した。なお、さらに具体的には、Ｃ／Ｎ比について、「Ａ」は５３ｄＢ以上、「Ｂ」は５０ｄＢ以上５３ｄＢ未満、「Ｃ」は４７ｄＢ以上５０ｄＢ未満、「Ｄ」は４７ｄＢ未満にそれぞれ該当する。また、消去率については、「Ａ」は２４ｄＢ以上、「Ｂ」は２０ｄＢ以上２４ｄＢ未満、「Ｃ」は１６ｄＢ以上２０ｄＢ未満、「Ｄ」は１６ｄＢ未満にそれぞれ該当する。また、ジッタについては、「Ａ」は８％未満、「Ｂ」は８％以上１０％未満、「Ｃ」は１０％以上１３％未満、「Ｄ」は１３％以上にそれぞれ該当する。
【０１４１】

（表３）

No.	光吸収層 材料	膜厚 (nm)	反射層 材料	膜厚 (nm)	光学計算 Ac/Aa	ΔR (%)	測定結果 C/N比	消去率	ｼﾞｯﾀ
31	PbTe	20	Au	10	1.12	19.3	B	B	C
32	PbTe	20	Au	20	1.13	19.5	A	B	B
33	PbTe	20	Au	40	1.15	19.5	A	A	A
34	PbTe	20	Au	80	1.16	19.4	A	A	A
35	PbTe	5	Au	80	1.04	16.5	B	C	C
36	PbTe	10	Au	80	1.15	18.0	A	B	B
37	PbTe	40	Au	80	1.06	19.6	A	C	C
38	PbTe	60	Au	80	1.06	19.8	B	C	D
39	PbTe	20	Pd	80	1.11	19.8	B	B	B
40	PbTe	20	Cr	80	1.04	19.8	B	C	C
41	Al	20	Au	80	0.89	16.8	B	D	D
42	Pd	20	Au	80	0.97	18.5	A	D	C
43	Cr	20	Au	80	1.13	19.4	A	A	A
44	Cr	20	Al	80	1.05	19.6	B	C	C
45	Au	20	PbTe	80	0.93	17.3	B	D	D
46	TiN	60	Au	80	1.13	18.1	B	A	B
47	PbTe	40	Au	80	1.10	18.5	B	A	A
48	$Ge_{80}Cr_{20}$	40	Au	80	1.18	20.1	A	A	A
49	$Ge_{80}Cr_{20}$	40	$Ag_{98}Pd_1Cu_1$	80	1.18	20.1	A	A	A

【０１４２】
ディスクNo.31～No.38は、光吸収層としてｎの大きいＰｂＴｅ、反射層としてｎが小さく熱伝導率の大きいＡｕを用いたディスクであり、ディスクNo.31～No.34は、反射層の膜厚を変化させたディスクであり、ディスクNo.34～No.38は、光吸収層の膜厚を変化させたディスクである。

【０１４３】
ディスクNo.31～No.34を比較すると、反射層のＡｕの膜厚が厚くなるほど冷却能が上がるために、ジッタが良好となっており、反射層の膜厚が光吸収層の膜厚以上となる辺りからジッタが１０％以下となっている。

【０１４４】
ディスクNo.34～No.38を比較すると、ディスクNo.35のように光吸収層の膜厚が薄すぎるか、ディスクNo.37、No.38のように光吸収層の膜厚が厚すぎるディスクの場合、光学特性

・評価結果ともに悪くなっている。一方、ディスクNo.34、No.36の場合には、光吸収層の膜厚が適当であるために、Ｃ／Ｎ比、消去率、ジッタともに良好な値が得られている。このように、光吸収層の適当な膜厚は、０．１λ／（n_1・k_1）以上１．０λ／（n_1・k_1）以下の範囲である。

【０１４５】

また、ディスクNo.39～No.47は、光吸収層および反射層の材料を変えたディスクである。ディスクNo.34がΔｎ＝４．７であるのに対し、ディスクNo.40（Δｎ＝１．４）、ディスクNo.41（Δｎ＝１．１）、ディスクNo.42（Δｎ＝１．９）、ディスクNo.44（Δｎ＝１．４）、ディスクNo.45（Δｎ＝－４．７）などは、Δｎの値が２よりも小さいために光学特性が悪く、Ｃ／Ｎ比や消去率も低くなっており、当然ジッタも大きくなっている。ディスクNo.39（Δｎ＝２．８）、ディスクNo.43（Δｎ＝３．３）、ディスクNo.46（Δｎ＝２．２）、ディスクNo.47（Δｎ＝２．９）などは、Δｎが２以上で各特性も良好となってはいるが、やはりΔｎが小さいものほど記録再生特性は劣っており、Δｎは２．５以上、さらには３以上がより好ましいことがわかる。

【０１４６】

また、ディスクNo.34の構成について、図７に示すような、記録層３３の基板３１側および／または基板３１と反対側の面にＧｅＯＮ膜からなる膜厚約５ｎｍの界面層３９が形成されたディスクを作製した。ＧｅＯＮ膜は、Ｇｅターゲットを用い、Ａｒ、N_2およびO_2ガス中で反応性スパッタによって成膜した。これらのディスクに対し、ディスクNo.34と同様の測定を行った。その結果、いずれのディスクも、Ｃ／Ｎ比はディスクNo.34と変わらないものの、界面層３９（ＧｅＯＮ膜）を記録層３３の基板３１側のみ、基板３１と反対側のみ、基板３１側および基板３１と反対側に設けたディスクのそれぞれについて、消去率がディスクNo.34に対して、それぞれ約２ｄＢ、約４ｄＢ、約５ｄＢだけ向上し、ジッタ値についても８％未満の良好な値が得られた。このことから、界面層３９を挿入することにより、本実施形態の光学的情報記録媒体は消去特性がさらに向上することが明らかになった。

【０１４７】

【発明の効果】

以上説明したとおり、本発明によれば、クロスイレースが小さく、高密度の情報の記録再生に好適な光学的情報記録媒体を提供できる。また、本発明によれば、高密度・高線速度なオーバーライトにおいても消去率が高く、かつ、ジッタの小さい情報の記録再生が可能な光学的情報記録媒体を提供できる。また、本発明によれば、このような光学的情報記録媒体の製造方法とともに、上記媒体に好適な光学的情報記録媒体の記録再生方法、および光学的情報記録媒体の再生装置を提供するものである。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の光学的情報記録媒体の一形態（第１の実施形態）の部分断面図である。

【図２】　本発明の光学的情報記録媒体の一形態の部分斜視図である。

【図３】　本発明の光学的情報記録媒体の別の一形態（第１の実施形態）の部分断面図である。

【図４】　本発明の光学的情報記録再生装置の一形態の構成を示す図である。

【図５】　本発明の光学的情報記録媒体の記録再生方法に適用されるパルス波形の一例を示す波形図である。

【図６】　本発明の光学的情報記録媒体のまた別の一形態（第２の実施形態）の部分断面図である。

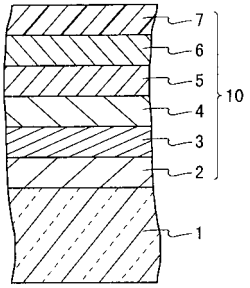
【図７】　本発明の光学的情報記録媒体のさらに別の一形態（第２の実施形態）の部分断面図である。

【図８】　本発明の光学的情報記録媒体のまた別の一形態（第３の実施形態）の部分断面図である。

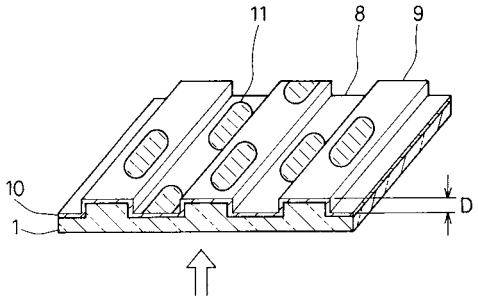
【符号の説明】

１、３１　透明基板
２、３２　下側保護層
３、３３　記録層
４、３４　上側保護層
５　　中間層
３５　　光吸収層
６、３６　反射層
７、３７　オーバーコート層
８　　グルーブ
９　　ランド
１０　　レーザー光
１１　　記録マーク
１２、３９　界面層
１３　　半導体レーザー
１４　　コリメートレンズ
１５　　ビームスプリッター
１６　　λ／４波長板
１７　　対物レンズ
１８　　光ディスク
１９　　ボイスコイル
２０　　ターンテーブル
２１　　モーター
２２　　検出器
２３　　再生信号
４１　　透明基板
４２　　第１情報層
４３　　分離層
４４　　第２情報層
４５　　保護層（保護基板）

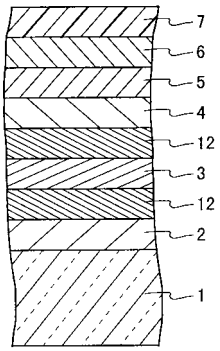
【図１】


7
6
5
4
3
2
1
10

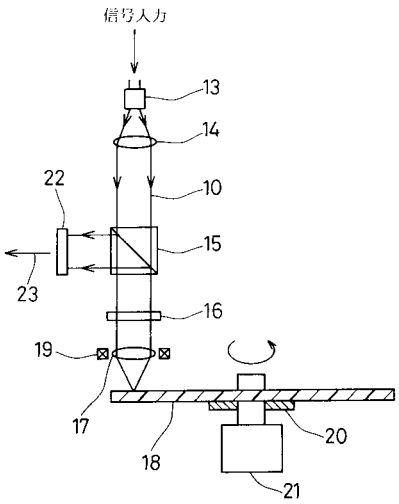
【図２】


11
8
9
10
1
D

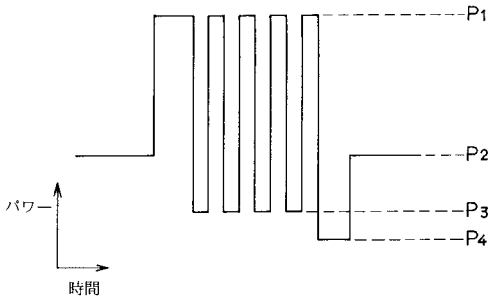
【図３】


7
6
5
4
12
3
12
2
1

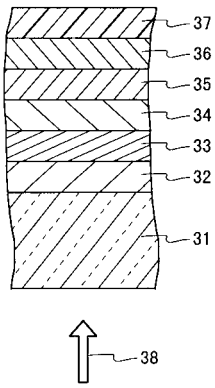
【図４】


信号入力
13
14
22
10
15
23
16
19
17
18
20
21

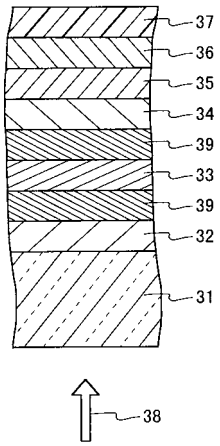
【図５】


P1
P2
P3
P4
パワー
時間

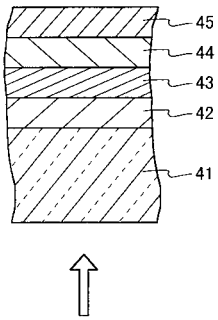
【図６】



【図７】



【図８】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.　　FI
　　G11B　7/004
　　G11B　7/26　　531

(72)発明者　大田　啓之
　　大阪府門真市大字門真１００６番地　　松下電器産業株式会社内

審査官　蔵野　雅昭

(56)参考文献　特開平０９－２６５６５８（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０８－１１５５３６（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０８－１９０７３４（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０５－１５９３６０（ＪＰ，Ａ）
　　特開平３－１２５３４３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
　　G11B　7/24
　　G11B　7/004
　　G11B　7/26