

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4431827号
(P4431827)

(45) 発行日 平成22年3月17日(2010.3.17)

(24) 登録日 平成22年1月8日(2010.1.8)

(51) Int.Cl.		F I			
G 1 1 B	7/0045	(2006.01)	G 1 1 B	7/0045	B
G 1 1 B	7/125	(2006.01)	G 1 1 B	7/125	C

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2004-270195 (P2004-270195)	(73) 特許権者	000005810 日立マクセル株式会社 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号
(22) 出願日	平成16年9月16日(2004.9.16)	(73) 特許権者	501495237 三菱化学メディア株式会社 東京都港区芝四丁目1番23号
(65) 公開番号	特開2005-116153 (P2005-116153A)	(74) 代理人	100104880 弁理士 古部 次郎
(43) 公開日	平成17年4月28日(2005.4.28)	(72) 発明者	長野 秀樹 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内
審査請求日	平成19年6月6日(2007.6.6)	(72) 発明者	太田 寛紀 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2003-326552 (P2003-326552)		
(32) 優先日	平成15年9月18日(2003.9.18)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報記録方法及び記録パワー決定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

記録層を有する情報記録媒体に情報を記録する方法であって、

所定の記録マーク長を有する記録マークをレーザ光により前記記録層に記録するための第1の記録パワーを決定する第1のパワーキャリブレーション工程と、

前記第1のパワーキャリブレーション工程により決定された前記第1の記録パワーに基づき、記録マーク長が前記レーザ光のスポット径の1/2以下である記録マークを当該レーザ光により前記記録層に記録するための第2の記録パワーを決定する第2のパワーキャリブレーション工程と、を有し、

前記第1のパワーキャリブレーション工程は、前記記録層に設けられた試し書き領域に第1の試し書きを行い、当該第1の試し書きを再生し、当該第1の試し書きから再生されたRF信号の第1のアシンメトリを検出し、当該第1のアシンメトリに基づく前記第1の記録パワーを決定し、

前記第2のパワーキャリブレーション工程は、前記記録層に設けられた試し書き領域に第2の試し書きを行い、当該第2の試し書きを再生し、当該第2の試し書きから得られるRF信号の第2のアシンメトリを検出し、当該第2のアシンメトリが略ゼロになるようにキャリブレーション動作を繰り返す処理を行い、前記第1のパワーキャリブレーション工程において決定された前記第1の記録パワーに基づき、前記第2の記録パワーを決定することを特徴とする情報記録方法。

【請求項2】

10

20

前記第2のパワーキャリブレーション工程は、前記情報記録媒体に記録マークを記録する場合の記録速度に応じて、それぞれ、記録マーク長が前記レーザ光のスポット径の1/2以下である前記記録マークを記録するための前記第2の記録パワーを決定することを特徴とする請求項1記載の情報記録方法。

【請求項3】

前記第2のパワーキャリブレーション工程は、基準となる記録速度により記録した、記録マーク長がレーザ光のスポット径の1/2以下である前記記録マークの第2の記録パワーに基づき、所定の記録速度における前記第2の記録パワーを算出する処理を有することを特徴とする請求項1記載の情報記録方法。

【請求項4】

前記第2のパワーキャリブレーション工程は、情報の記録マーク長が、前記レーザ光のスポット径の1/3以下である前記記録マークを当該レーザ光により前記記録層に記録するための第2の記録パワーを決定することを特徴とする請求項1記載の情報記録方法。

【請求項5】

前記レーザ光は、所定の間隔をもって前記記録層に断続的に照射されるパルス照射であることを特徴とする請求項1記載の情報記録方法。

【請求項6】

前記レーザ光は、 $(n - 1)$ 個若しくは $(n - 2)$ 個(但し、 n が2のときは1個である。)の記録パルスを前記記録層に照射し、長さ nT (但し、 n は2以上の整数であり、 T は1チャンネルクロックである。)の記録マークを形成することを特徴とする請求項1記載の情報記録方法。

【請求項7】

前記記録層が、有機色素を含有することを特徴とする請求項1記載の情報記録方法。

【請求項8】

記録層を有する情報記録媒体に情報を記録するための記録パワーを決定する方法であって、

所定の記録マーク長を有する記録マークをレーザ光により前記記録層に記録するための第1の記録パワーを決定する第1のパワーキャリブレーション工程と、

前記第1のパワーキャリブレーション工程により決定された前記第1の記録パワーに基づき、記録マーク長が前記レーザ光のスポット径の1/2以下である記録マークを当該レーザ光により前記記録層に記録するための第2の記録パワーを決定する第2のパワーキャリブレーション工程と、

を有し、

前記第1のパワーキャリブレーション工程は、前記記録層に設けられた試し書き領域に第1の試し書きを行い、当該第1の試し書きを再生し、当該第1の試し書きから再生されたRF信号の第1のアシンメトリを検出し、当該第1のアシンメトリに基づく前記第1の記録パワーを決定し、

前記第2のパワーキャリブレーション工程は、前記記録層に設けられた試し書き領域に第2の試し書きを行い、当該第2の試し書きを再生し、当該第2の試し書きから得られるRF信号の第2のアシンメトリを検出し、当該第2のアシンメトリが略ゼロになるようにキャリブレーション動作を繰り返す処理を行い、前記第1のパワーキャリブレーション工程において決定された前記第1の記録パワーに基づき、前記第2の記録パワーを決定することを特徴とする記録パワー決定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学情報の情報記録方法等に関し、より詳しくは、高密度な光学情報の情報記録方法及び情報記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

近年、コンピュータ用情報のみならず音声や静止画像、動画像等の情報がデジタル化され、取り扱う情報量がきわめて大きくなってきている。それに伴い、これらの情報を保存するための光記録媒体もより大容量化する必要が生じている。このような光記録媒体には、再生専用情報記録媒体、追加記録が可能な追記型情報記録媒体、そして情報の書換ができる書換型情報記録媒体がある。書換型情報記録媒体としては、光磁気記録媒体や相変化型光記録媒体等が挙げられ、追記型情報記録媒体としては、例えば、記録層に有機色素を含む有機色素系光記録媒体が挙げられる。なかでも、有機色素系の光記録媒体に関しては、波長780nm近傍のレーザ光にて記録再生を行うCD-Rが全世界的に普及し、さらに最近では波長650nm近傍のレーザ光にて記録再生を行うDVD-R及びDVD+Rが、CD-Rに続いて普及の兆しが現れている。

10

【0003】

この追記型光記録媒体に情報を記録する方法は、有機色素を含む記録層に強いレーザ光を照射することにより、有機色素及びその周辺の基板材料や金属反射膜等の光学特性及び形状を変化させ、未記録状態と記録状態との反射率の差異を生じさせることにより行われる。これまでに、良好な記録品質を得るために、ストラテジ(パルス発光波形規則)を最適化する方法が数多く提案されてきた。DVD-Rの規格書等に一部示されるとおり、高密度の情報記録のためにマーク長変調記録(マーク及びスペースの信号の変調により記録する方法)において、光記録用の入射レーザ光をマルチパルス化することにより、記録マークのエッジのタイミングを制御する方法が確立されており、DVD-R、DVD+Rで実用化されている(例えば、特許文献1参照。)

20

【0004】

【特許文献1】特開2001-176072号公報(段落0017等)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

これまで光記録媒体の容量を飛躍的に増大する方法としては、レーザ光波長()を短波長化し、対物レンズの開口数(NA)を増大させることにより記録再生用レーザスポット径(レーザ波長/NA)を縮小する等の技術が行われている。このような技術により、従来のCD-Rに比べて7倍の容量を有するDVD-RAMやDVD-RWが製品化されている。今後も情報量が増大する傾向にあることから、光記録媒体の大容量化の要求として、例えば、高画質の映像情報を2時間以上記録するために、12cmのCDサイズで15GB以上の容量を持つ媒体が切望されている。このような大容量の媒体を得る方法としては、記録再生用レーザ光の発振波長の更なる短波長化が進められている。即ち、現在のDVDに用いられている波長640nm~680nmの半導体レーザ光に代えて、波長405nmのレーザ光を用いて記録再生が可能となる光記録媒体へと開発が進められている。

30

【0006】

さらに、次世代DVD技術として、1ビットのデータを7ビットのデータ列に置き換えて記録する1-7変調方式が提案されている。即ち、次世代DVD技術では、膨大な情報の記録の効率化をさらに高め、光記録媒体の大容量化の要求に応えるために、従来のCD規格に用いられているEFM(8-14)変調や、8ビットのデータを16ビットのデータ列に置き換えて記録する8-16変調方式に代え、1-7変調方式が採用されている。

40

【0007】

ところで、この1-7変調方式の場合、最短マークである2T信号のマーク長は、レーザスポット径に対し約1/3程度の大きさであるため、光記録媒体に照射された記録再生光による信号振幅を殆ど得ることができない。このため、記録された2T信号の情報の読み取りは、信号レベル、即ち、アシンメトリの変動によって行われることになる。

【0008】

さらに、1-7変調方式の場合、高密度記録を行うために、例えば、最短マークである2T信号のマーク長がレーザスポット径に対し約1/3程度の大きさであり、また、その

50

次に大きい3T信号のマーク長がレーザスポット径に対し約1/2程度の大きさとなる。このようにすることにより、記録された情報の読み取りは、信号振幅が得られない2T信号の場合は、信号レベル、即ち、アシンメトリの変動によって行われ、一方、3T以上の信号の場合は、信号振幅による読み取りが行われることにより、従来以上の高密度記録を可能にする。

【0009】

特に、有機色素記録層を備える追記型光記録媒体の場合は、相変化材料を含有する記録層と比べ、通常、短い記録マークが形成しにくい傾向がある。このため、上述したように、2T信号のように極端に小さい記録マークを形成する場合、アシンメトリが略ゼロ近傍にならず、記録された情報の読み取りエラーが発生するという問題が生じている。

10

【0010】

本発明は、かかる技術的課題を解決するためになされたものである。

即ち、本発明の目的は、光記録媒体に、信号長がレーザ光のスポット径より小さい記録マークを高密度で記録する情報記録方法を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、信号長がレーザ光のスポット径より小さい記録マークを高密度で記録することに適した情報記録媒体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

かかる目的のもと、本発明によれば、記録層を有する情報記録媒体に情報を記録する方法であって、所定の信号長を有する信号をレーザ光により記録層に記録するための記録パワーを決定するパワーキャリブレーション工程と、パワーキャリブレーション工程により決定された記録パワーに基づき、信号長がレーザ光のスポット径の1/2以下である信号をレーザ光により記録層に記録するための記録パワーの補完を行う補完工程と、を有することを特徴とする情報記録方法が提供される。

20

【0012】

本発明が適用される情報記録方法における補完工程は、信号長がレーザ光のスポット径の1/2以下である信号を、記録層に設けられた試し書き領域に予め記録し、記録された記録マークから再生されたRF信号のアシンメトリが略ゼロになるように、キャリブレーション動作を繰り返す処理を有することが好ましい。即ち、このような処理を行うことにより、信号長がレーザ光のスポット径の1/2より大きい信号を記録するためのキャリブレーションに加えて、信号長がレーザ光のスポット径の1/2以下である信号を記録するためのキャリブレーションを複数回行うことになる。

30

【0013】

また、本発明が適用される情報記録方法における補完工程は、情報記録媒体に信号を記録する場合の記録速度に応じて、それぞれ、信号長がレーザ光のスポット径の1/2以下である信号を記録するための記録パワーを補完する処理を行うことが好ましい。即ち、レーザ光の照射条件は、記録速度に応じて異なるからである。

【0014】

一方、予め、複数の記録速度について、所定の信号長を有する信号と記録パワーとのキャリブレーションを行い、例えば、2T信号と3T信号と(但し、Tは1チャンネルクロックである。)の記録パワーの比率を求めておくことが考えられる。この場合、補完工程は、基準となる記録速度により記録した、信号長がレーザ光のスポット径の1/2以下である信号の記録パワーに基づき、所定の記録速度における記録パワーを算出することが可能になる。

40

【0015】

本発明が適用される情報記録方法における補完工程は、情報の信号長が、レーザ光のスポット径の1/3以下である信号をレーザ光により記録層に記録するための記録パワーの補完を行う場合に適用すると、例えば、2T信号のように極端に小さいマークを形成するには、パルスの長さのみでは所定のアシンメトリに記録することが出来ないという問題を解消し、最短マークでも正確に形成することができる情報記録方法を提供することがで

50

きる。

【0016】

また、本発明が適用される情報記録方法において使用するレーザ光は、所定の間隔をもって情報記録媒体の記録層に断続的に照射されるパルス照射であることが好ましい。

さらに、レーザ光は、 $(n - 1)$ 個若しくは $(n - 2)$ 個（但し、 n が2のときは1個である。）の記録パルスを記録層に照射し、長さ nT （但し、 n は2以上の整数であり、 T は1チャンネルクロックである。）の記録マークを形成するものである。このようなパルス照射によれば、例えば、次世代DVD技術の一つとして考えられるレーザスポット径の $1/2$ 以下のマーク形成を行うような高密度記録に、特に有効である。

【0017】

さらに情報記録媒体が有する記録層は、有機色素を含有するものであることが好ましい。即ち、本発明が適用される情報記録方法によれば、相変化材料を含有する記録層と比べ、短い記録マークが形成しにくい有機色素層を有する追記型光記録媒体に、効率よく2T信号のように極端に小さい記録マークをも形成することができる。

【0018】

一方、本発明によれば、基板と、基板上に設けられ、レーザ光の照射により情報が記録される記録層と、を有し、信号長がレーザ光のスポット径の $1/2$ 以下である信号をレーザ光により記録層に記録するための記録パワーのデータが記録されている所定の領域を備える情報記録媒体が提供される。

このような所定の領域に、例えば、記録層を構成する有機色素の物性や基板に形成される案内溝の形状等により、ある程度予想が出来る信号長の記録マークの記録パワーの補完に関する情報を、ユーザーが使用する前に予め記録されていることにより、キャリブレーションに要する時間を短縮する手段として有効である。

【0019】

このような所定の領域には、信号長がレーザ光のスポット径の $1/2$ 以下である信号を記録するための最適記録パワーのデータが記録されていることが好ましい。

さらに、所定の領域には、レーザ光により情報を記録する場合の記録速度に応じて、それぞれ、信号長がレーザ光のスポット径の $1/2$ 以下である信号を記録するためのデータが記録されていることが好ましい。即ち、記録速度（線速度）によって、レーザ光の記録パワーが異なるので、記録速度（線速度）ごとに、信号長がレーザ光のスポット径の $1/2$ 以下である信号を記録するためのデータが、ユーザーが使用する前に予め記録されていることは、キャリブレーションに要する時間を短縮する手段として有効な方法である。

【0020】

また、所定の領域には、基準となる記録速度において、レーザ光により信号長がレーザ光のスポット径の $1/2$ 以下である信号を記録するためのデータが記録されていることが好ましい。例えば、記録速度（線速度）と基準速度との比率を用いることにより、異なる記録速度（線速度）ごとに、信号長がレーザ光のスポット径の $1/2$ 以下である信号を記録するための記録パワーの補完に関するデータを算出することができる。

【0021】

一方、本発明が適用される情報記録媒体が有する所定の領域は、記録層に形成されることが好ましい。

さらに、このような所定の領域は、情報記録媒体を製造する際に、スタンプのカッティング工程において基板に形成され、信号長がレーザ光のスポット径の $1/2$ 以下である信号を記録するためのデータが埋め込まれることが好ましい。

【0022】

さらに、本発明によれば、記録層を有する情報記録媒体に情報を記録するための記録パワーを決定する方法であって、所定の信号長を有する信号をレーザ光により記録層に記録するための記録パワーを決定するパワーキャリブレーション工程と、パワーキャリブレーション工程により決定された記録パワーに基づき、信号長がレーザ光のスポット径の $1/2$ 以下である信号をレーザ光により記録層に記録するための記録パワーの補完を行う補完

10

20

30

40

50

工程と、を有する記録パワー決定方法が提供される。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、光記録媒体に、レーザスポット径より小さい記録マーク長の光情報を高密度で記録する光情報の記録方法が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態（以下、実施の形態と記す。）について説明する。

図1は、本実施の形態が適用される情報記録方法により情報を記録する情報記録媒体を説明する図である。図1には、情報記録媒体として、有機色素を含有する記録層を設けた追記型の光記録媒体100が示されている。光記録媒体100は、ポリカーボネート樹脂製の第1基板101と、この第1基板101上に順番に形成された第1中間層102と、第1記録層103と、第1反射層104と、第1カバー層105と、を有し、さらに、同じ構成、即ち、第2基板106と、第2中間層107と、第2記録層108と、第2反射層109と、第2カバー層110と、を有するもう一枚の基板が、接着層111を介して、第1カバー層105及び第2カバー層110が向き合うように貼り合わせた構造を有している。

【0025】

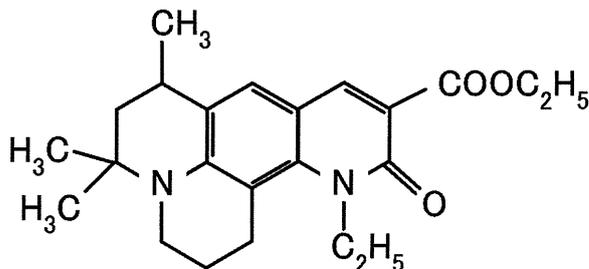
第1基板101及び第2基板106は、射出成形によって作製され、例えば、直径120mm、厚さ0.6mmのポリカーボネート樹脂板の表面に、グループ幅(WG)200nm、ランド幅(WL)225nm、トラックピッチ(W)0.425μmの溝が形成されている。第1基板101及び第2基板106には、ディスク認識情報やアドレス情報等を、溝のウォブルによってあらかじめ記録してある。これらのディスク認識情報やアドレス情報等はプリマークによっても形成可能である。尚、情報記録用のトラックとしては溝を用いた。第1中間層102及び第2中間層107は、例えば、アルゴンガス中でターゲットとしてZnS-SiO₂を用いて、厚さ20nmに形成されている。尚、第1中間層102または第2中間層107は、SiO₂を用いることもできる。

【0026】

第1記録層103及び第2記録層108は、例えば、カルボスチリル系化合物の中、下記式で表される有機色素0.5gをオクタフルオロペンタノール40gに溶解し、これを40℃下30分間超音波分散した後、0.2μmのフィルターでろ過し、回転数1300rpmでスピコートし、80℃のオーブンで30分間乾燥して形成される。

【0027】

【化1】



【0028】

尚、第1記録層103または第2記録層108に含有される有機色素としては、例えば、下記式で表される化合物を使用することができる。さらに、第1記録層103または第2記録層108は、他の記録層材料、例えば相変化型記録材料、光磁気材料等も用いることができる。

【0029】

10

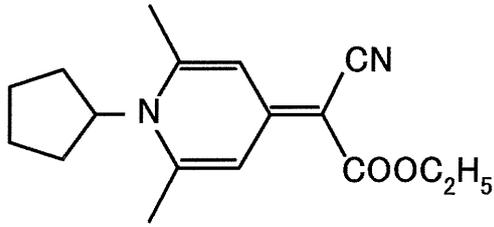
20

30

40

50

【化2】



【0030】

第1反射層104及び第2反射層109は、それぞれスパッタ法により第1記録層103と第2記録層108上に設けられる。第1カバー層105及び第2カバー層110は、例えば、それぞれ第1反射層104と第2反射層109上に、紫外線硬化樹脂の前駆体をスピコートし、紫外線照射により硬化させ、厚さ0.1mmに形成される。接着層111は、遅効性紫外線硬化型接着剤が用いられる。

【0031】

次に、光記録媒体100に情報を記録する方法について説明する。光記録媒体100に情報を記録する方法は、第1記録層103又は第2記録層108にレーザ光112のパルス照射を行うことによって情報を記録する。具体的には、長さ nT （但し、 n は2以上の整数であり、 T は1チャンネルクロックである。）の記録マークは、記録パルス（ $n-1$ ）個もしくは記録パルス（ $n-2$ ）個（但し、 n が2のときは1個である。）のパルス照射を、第1記録層103又は第2記録層108に行うことによって形成される。このようなレーザ光のパルス照射は、（ $n-1$ ）ストラテジ又は（ $n-2$ ）ストラテジと呼ばれ、有機色素を含有する追記型光記録媒体に情報の記録を行う場合、光ディスクの蓄熱効果により照射されたレーザ光のパルス幅よりも長い記録マークが形成されることを避ける方法として知られている。表1に、長さ $2T \sim 8T$ の記録マークを形成するためのパルス照射のマルチパルス列の例を示す。

【0032】

【表1】

	TSFP	Ttop	TEFP	TSMP	TEMP	Tmp	TSLP	TELP	Tlp
8T	1.0T	0.8T	1.8T	0T	0.8T	0.8T	0T	0.8T	0.8T
7T	1.0T	0.8T	1.8T	0T	0.8T	0.8T	0T	0.8T	0.8T
6T	1.0T	0.8T	1.8T	0T	0.8T	0.8T	0T	0.8T	0.8T
5T	1.0T	0.8T	1.8T	0T	0.8T	0.8T	0T	0.8T	0.8T
4T	1.0T	0.8T	1.8T	0T	0.8T	0.8T	0T	0.8T	0.8T
3T	1.0T	0.8T	1.8T	—	—	—	0T	0.8T	0.8T
2T	0.4T	1.4T	1.8T	—	—	—	—	—	—

【0033】

図2は、長さ $8T$ の記録マークを形成するパルス照射の記録制御パルスを説明する図である。図2に示した記録制御パルスは、 P_w （記録パワー）を可変にし、 P_b （バイアスパワー）は 0.2mW に設定し、記録パターンは単一パターンを用いた。図2に示すように、記録制御パルスを3つの部分に分割し、最初のパルスをFRP（先頭パルス）、このFRPに続く記録パワーのパルスの最終のパルスの1個手前までをMLP（マルチパルス

)、そして、最後のパルスをENP(最終パルス)とし、各々のパルス幅をTTop、Tmp、Tlpとする。また、各々のパルスの基準クロックとのディレイをTSFP、TSMF、TSLPとしている。

【0034】

光記録媒体100に情報を記録するための条件は、光記録媒体100の記録速度(線速度)を、4m/s、6m/s、9m/s、12m/sの4種類とし、各記録速度(線速度)における1チャンネルクロックTは、それぞれ、22.5ns(4m/s)、15ns(6m/s)、10ns(9m/s)、7.5ns(12m/s)である。使用した半導体レーザーは、波長405nmであり、N/A=0.65である。また、レーザースポット径は405/0.65=623nmである。

10

【0035】

次に、記録マークの所定の信号長とレーザー光の記録パワー(Pw)とのキャリブレーションについて説明する。

本実施の形態において、記録層を有する光記録媒体に信号を記録する際、実際の信号を記録する前に、予め試し書きを行い、その後、試し書きの部分を再生し、再生した信号の信号品位に基づき、実際の信号を記録するための最適記録パワーを得るというキャリブレーションが行われる。例えば、CD-Rの場合は、PCA(Power Calibration Area)と称する試し書き領域が、光記録媒体の最内周に設けられている。また、キャリブレーション動作をOPC(Optimum Power Control)という。このOPCを行うには、CD-Rドライブの場合、先ず、光記録媒体に設けられたPCAに、レーザー光のパワーを数段階又は連続的に変化させてテスト用信号(EFM: Eight to Fourteen Modulation)を書き込む。次に、PCAに書き込まれた部分を再生し、再生されたRF信号の信号品位から、最適な書き込みが行われた位置を求める。そして、その位置の信号を記録した時点のレーザーパワーを最適記録パワーとする。RF信号の信号品位のチェックは、RF信号のアシンメトリ(非対称性)を検出して行われる。

20

【0036】

図5は、アシンメトリ(非対称性)を説明する図である。図5(a)は、記録パワーが不足した場合であり、図5(b)は、記録パワーが適正な場合であり、図5(c)は、記録パワーが過大な場合である。図5の横軸は時間(t)であり、縦軸は高周波信号(再生信号)(HF Signal)であり、A1は上側包絡線のレベル、A2は下側包絡線のレベルを示す。再生信号は、高周波信号(HF Signal)と呼ばれる信号で検出される。

30

【0037】

アシンメトリを検出するには、光記録媒体に再生用レーザー光を照射して得られるRF信号に基づき、所定の検出回路(図示せず)により、記録パワーごとに、上側包絡線のレベルA1に達したトップピークと、下側包絡線のレベルA2に達したボトムピークを検出する。次に、所定の演算回路(図示せず)により、記録パワーごとに、次式で定義されるアシンメトリ()値が演算される。

$$= (A1 + A2) / (A1 - A2)$$

40

【0038】

図5(a)に示すように、記録パワーが不足しているときは、上側包絡線のレベルA1と下側包絡線のレベルA2とが、共に下側にシフトする。一方、図5(c)に示すように、記録パワーが過大なときは、上側包絡線のレベルA1と下側包絡線のレベルA2とが、共に上側にシフトする。上述したように、アシンメトリ()値は、シフト量を信号振幅で正規化した量として定義されるので、記録パワーが適正ならば、アシンメトリ()値は略ゼロ(0)になり、この場合の記録パワーを最適記録パワーとして決定する。従って、この最適記録パワーを用いてデータ記録領域に実記録を行えば、最良の状態で記録、再生を行うことができる。

【0039】

50

キャリブレーションは、表 1 に示したパルス照射の記録制御パルスにより光記録媒体 100 に記録した所定の信号長の記録マークを再生し、それぞれの記録マークから得られる再生信号の 8 T 信号に対するアシンメトリ () と、それぞれの記録マークを記録するための記録パワーとの関係を求めることにより行う。再生信号の測定は、ディスク特性測定機 (パルステック社製 DDU - 1000) によって行った。測定条件は光記録媒体 100 を線速 6 m/s になるように回転させ、波長 405 nm の半導体レーザ光を開口数 0.65 の対物レンズで集光させて、再生パワー 0.2 mW で再生した。再生信号は、パーソナルコンピュータからマルチシグナルジェネレーターに任意の波形データを入力することにより、目的とする信号をマルチシグナルジェネレーターから DDU - 1000 へ出力し、記録した。

10

【0040】

尚、未記録状態におけるノイズは、周波数 12 MHz における再生信号のノイズレベルをスペクトラムアナライザーにより測定した。ここで、RBW (分解能帯域幅) は 30 kHz、VBW (ビデオ帯域幅) は 100 Hz とし、その結果、ノイズレベルの測定値は -75.0 dBm である。

【0041】

図 3 は、記録速度 (線速度) 6.0 m/s における記録マークの所定の信号長とレーザ光の Pw (記録パワー) とのキャリブレーションの結果を説明するためのグラフである。図 3 (a) は、8 T 信号に対する各々の信号長を有する記録マークの信号のアシンメトリ () を、記録パワーに対してプロットしたグラフであり、図 3 (b) は、各々の信号長を有する記録マークの信号の C/N 比を、記録パワーに対してプロットしたグラフである。

20

【0042】

図 3 (a) 及び図 3 (b) によれば、レーザ光のスポット径の 1/2 よりも大きい信号長を有する 5 T ~ 8 T 信号は、C/N 比が、記録パワー 5.0 mW ~ 5.5 mW の範囲においてピークを示し、8 T 信号に対するアシンメトリ () が、全記録パワーにおいて 0% ± 5% 内で略一致している。次に、レーザ光のスポット径の 2/3 の信号長を有する 4 T 信号は、C/N 比が、記録パワー 5.0 mW ~ 5.5 mW の範囲においてピークを示し、8 T 信号に対するアシンメトリ () が、記録パワー 4.0 mW ~ 6.0 mW の範囲において 0% + 5% 内で略一致し、記録パワー 6.5 mW 以上の高パワーにおいて 10% 以上になる。

30

【0043】

一方、レーザ光のスポット径の約 1/2 以下の信号長である 3 T 信号は、C/N 比が、記録パワー 6.0 mW において最大となり、8 T 信号に対するアシンメトリ () が、記録パワー 5 mW 以下の範囲において -5% 以上に大きく変動し、記録パワー 6.0 mW においてアシンメトリ () が 0% となり、それ以上の記録パワーにおいては、アシンメトリ () はプラスに大きく変動する。さらに、レーザ光のスポット径の約 1/3 の信号長を有する 2 T 信号は、C/N 比が、7.0 mW 以上において最大であり、8 T 信号に対するアシンメトリ () が、3 T 信号と異なり、記録パワーは 6.5 mW 以上において 0% となる。

40

【0044】

図 3 (a) 及び図 3 (b) に示した結果から、レーザ光のスポット径の 1/2 以下の信号長を有する 2 T 信号及び 3 T 信号は、8 T 信号に対するアシンメトリ () が 0% になる記録パワーが、他の 4 T ~ 8 T 信号とは異なる挙動を示すことが分かる。このことは、2 T 信号及び 3 T 信号と、他の 4 T ~ 8 T 信号とを的確に記録するためには、記録マークの所定の信号長とレーザ光の記録パワーとのキャリブレーションの結果に基づき、2 T 信号及び 3 T 信号を記録するための記録パワーの補完を、各々の信号について行う必要があることを示している。

【0045】

このことより、信号長 n T の記録マークを形成する光記録装置の記録において、パルス

50

照射のトップパワーのキャリブレーションを各々の記録マークについて行い、少なくともレーザ光のスポット径の1/2よりも小さい最短マークと、その次に大きな短マークの記録パワーの補完を個別に行うことにより、記録される信号のアシンメトリ()を一致させることができ、その結果、総ての信号長 n T の記録マークを的確に記録することができる。

【0046】

次に、記録速度(線速度)を変えて同様の検証を行い、各記録速度(線速度)における2T信号および3T信号の最適記録パワーを測定した。結果を表2に示す。

【0047】

【表2】

10

記録線速 (m/s)	4.0		6.0		9.0		12.0	
信号長	2T	3T	2T	3T	2T	3T	2T	3T
最適記録パワー (mW)	5.3	4.9	6.5	6.0	8.0	7.3	9.3	8.3

【0048】

表2には、各記録速度(線速度)における、2T信号および3T信号のアシンメトリ()が約0%となる最適記録パワーを示している。表2の結果から、各記録速度(線速度)における2T信号と3T信号との最適記録パワーの比率は略同じであることが分かる。このことから、信号長がレーザ光のスポット径の1/2よりも小さいマーク(2T信号および3T信号)を記録する際には、記録パワーの補完は、基準となる記録速度(線速度)における記録パワーに基づき、所定の計算式により大まかに算出した数値を用いて行うことができることが分かる。

20

【0049】

従って、各々の記録速度(線速度)ごとに、2T信号~8T信号の総てを的確に記録するためには、所定の信号長を有する記録マークとレーザ光の記録パワーとのキャリブレーションの結果に基づき、2T信号及び3T信号を記録するための記録パワーの補完をそれぞれ行う必要があることが分かる。また、記録速度(線速度)が異なる諸条件においても、本実施の形態の記録方法が有効であることが分かる。

30

また、その具体的な方法としては、上述したように、複数の記録速度(線速度)におけるキャリブレーションを行い、2T信号及び3T信号を記録するための記録パワーの補完を行う方法と、基準となる記録速度(線速度)における記録パワーに基づき、所定の計算式により大まかに算出した数値を用いて行う方法とが有効である。

【0050】

上述したように、光記録媒体に、レーザ光のスポット径より小さい記録マーク長の光情報を高密度で記録する場合、情報の記録を行うごとに随時、記録パワーの補完のキャリブレーションを行うことが理想的である。これはドライブに搭載されているピックアップの精度誤差や環境温度等により、印加されるレーザパワーが異なったり、生産される媒体の品質のバラツキ等により統一された条件を保つことが困難である場合に有効である。

40

【0051】

尤も、記録層を構成する有機色素の物性や基板に形成される案内溝の形状等により、ある程度予想が出来るマーク長の記録パワーの補完に関する情報を、ユーザーが使用する前に予め、情報記録媒体の所定の領域に記録されていることは、キャリブレーションに要する時間を短縮する手段として有効な方法である。

また、複数の記録速度(線速度)において行ったキャリブレーションにより得られた記録パワーの補完に関する情報を総て記録させることも可能である。これにより、キャリブレーションに要する時間を更に短縮させることができる。

50

【0052】

一般に、DVD-R等では、各種媒体メーカーの記録パワーに関する情報がドライブのメモリ内に格納されており、データの書き込みを行う都度、媒体情報を読み込み、この媒体情報に応じた記録条件を初期レーザパワーとして設定し、テストエリアを使ってOPC (Optimum Power Control)を行った後、キャリブレーションにより求めた記録パワーによってデータの書き込みが行われている。

【0053】

一方、本実施の形態が適用される情報記録方法においては、信号長がレーザ光のスポット径の $1/2$ 以下である記録マーク(2T及び3T)についてのキャリブレーションをさらにを行い、2T信号および3T信号を記録するための記録パワーの補完を行うことにより、2Tマークおよび3Tマークのアシンメトリ()を約0%とすることが可能になる。

10

【0054】

このような、レーザ光のパルス照射によって記録層に情報を記録する情報記録媒体において、レーザ光のスポット径の $1/2$ 以下の信号長である記録マークの記録パワーの補完に関するデータが、予め、所定の領域に記録されている情報記録媒体を製造する方法としては、以下の2通りが挙げられる。第1の方法としては、情報記録媒体の基板を製造する際に、スタンプのカッティング工程において、上述したデータを埋め込む方法が挙げられる。第2の方法としては、記録層を有する情報記録媒体を調製した後、適当な方法により、上述したデータを記録層に記録する方法が挙げられる。

【0055】

20

図4は、本実施の形態が適用される情報記録方法による記録パワーの決定作業手順の流れを示すフローチャートである。初めに、初期条件(ディスク又はドライブに記憶されている情報)を読み込み(ステップ101)、続いて、最長マークの記録パワーを仮の決定する(ステップ102)。次に、 $(n+1)$ T信号のパワーキャリブレーションを行う。まず、 $(n+1)$ T信号のアシンメトリ()(A_1)を測定し(ステップ103)、 $(n+1)$ T信号のアシンメトリ()(A_1)が、略ゼロ($A_1 = 0$)になるまで繰り返し(ステップ104)、 $(n+1)$ T信号の記録パワー(P_1)を決定する(ステップ105)。続いて、最短マーク(n T)のパワーキャリブレーションを行う。まず、 n T信号のアシンメトリ()(A_0)を測定し(ステップ106)、 n T信号のアシンメトリ()(A_0)が、略ゼロ($A_0 = 0$)になるまで繰り返し(ステップ107)、最短マーク(n T)記録パワー(P_0)を決定する(ステップ108)。

30

【0056】

尚、各信号長を有する記録マークの記録パワーを決定した後は、実際にデータの書き込みを行う際に、書き込み状態を検出をしながら記録パワーを補正し、記録パワーを最適化することが重要である。このようにすることにより、記録マークを安定して形成することができる。書き込み状態を検出する方法としては、いわゆるランニングOPCにより、記録の戻り光を検出し、書き込み状態に応じて、記録パワーを補正をすることが有効である。この場合も、記録パワーに対する2T信号および3T信号に対する補完条件を予め設定しておけば、データ書き込み中であっても、常に、最適に2T信号および3T信号のアシンメトリ()を約0%とすることが可能になる。

40

【0057】

尚、本実施の形態においては、記録パルスが均等な位置になるように記録パルス間を調整したが、記録パルス間が異なる場合でも、良好な結果を得ることができる。また、本実施の形態においては、波長405nmのレーザ光を用いたが、より長波長のレーザ、例えば、650nm付近、780nm付近あるいは830nm付近のものを用いても同様の結果が得られる。また、本実施の形態においては、開口数0.65のものを用いたが、0.45~0.7のものを用いても同様の結果が得られる。2つ以上のレンズを組み合わせ、0.7以上の開口数を持つものを用いても同様の結果が得られる。NA=0.85のレンズと波長405nmのレーザとを組み合わせるにより、高速かつ高密度の記録が可能になる。さらに、SIL(Solid Immersion Lens)等と組み

50

合わせて実効NAを1以上とし、エバネッセント光を用いたニアフィールド記録においても、同様の効果が得られる。

【産業上の利用可能性】

【0058】

本発明の活用例としては、例えば、 1.5 bit/m 以上の高密度の記録を行う場合に有効である。また、最短マーク長が $0.20 / \text{NA} (\mu\text{m}) \sim 0.5 / \text{NA} (\mu\text{m})$ ($\text{NA} (\text{開口率}) = 0.65 \sim 0.85$ 、(記録再生波長) = $0.40 \sim 0.70 \mu\text{m}$) で定義される1 - 7変調のランダムなマーク長変調記録を行う場合に、特に有効である。

【図面の簡単な説明】

10

【0059】

【図1】本実施の形態が適用される情報記録方法により情報を記録する情報記録媒体を説明する図である。

【図2】長さ8Tの記録マークを形成するパルス照射の記録制御パルスを説明する図である。

【図3】記録マークの所定の信号長とレーザ光のPw(記録パワー)とのキャリブレーションの結果を説明するグラフである。図3(a)は、8T信号に対する各々の信号長を有する記録マークの信号のアシンメトリを、記録パワーに対してプロットしたグラフであり、図3(b)は、各々の信号長を有する記録マークの信号のC/N比を、記録パワーに対してプロットしたグラフである。

20

【図4】記録パワーの決定作業手順の流れを示すフローチャートである。

【図5】アシンメトリ(非対称性)を説明する図である。図5(a)は、記録パワーが不足した場合であり、図5(b)は、記録パワーが適正な場合であり、図5(c)は、記録パワーが過大な場合である。

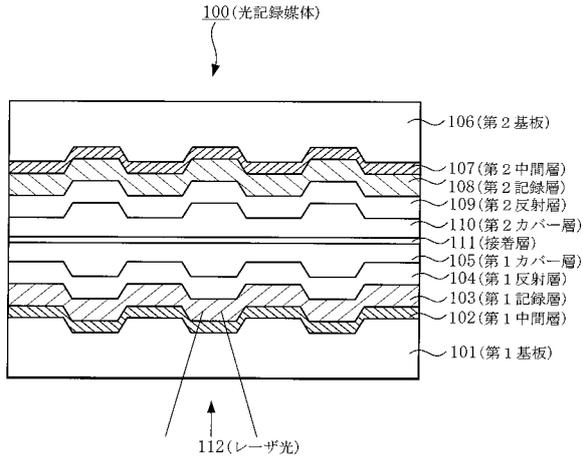
【符号の説明】

【0060】

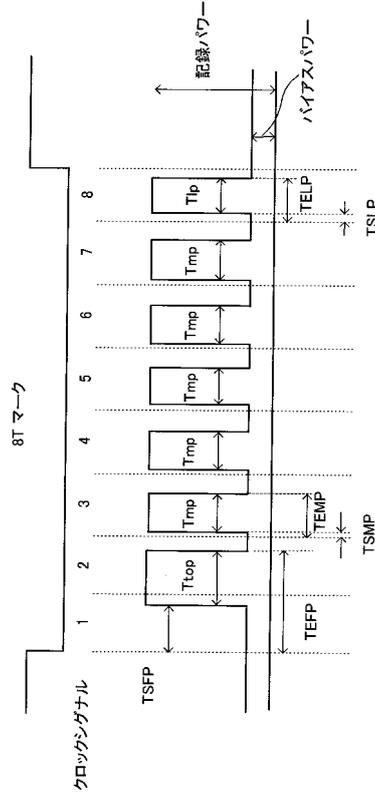
100 ... 光記録媒体、101 ... 第1基板、102 ... 第1中間層、103 ... 第1記録層、104 ... 第1反射層、105 ... 第1カバー層、106 ... 第2基板、107 ... 第2中間層、108 ... 第2記録層、109 ... 第2反射層、110 ... 第2カバー層、111 ... 接着層、112 ... レーザ光

30

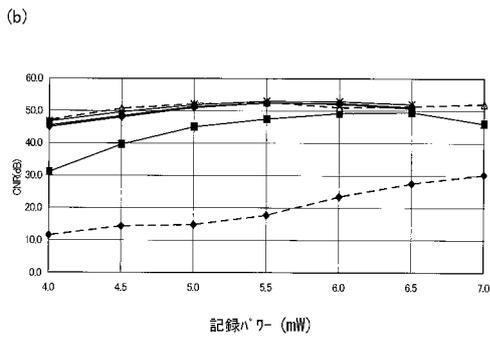
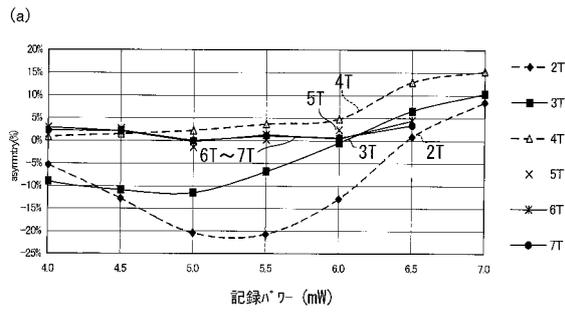
【図1】



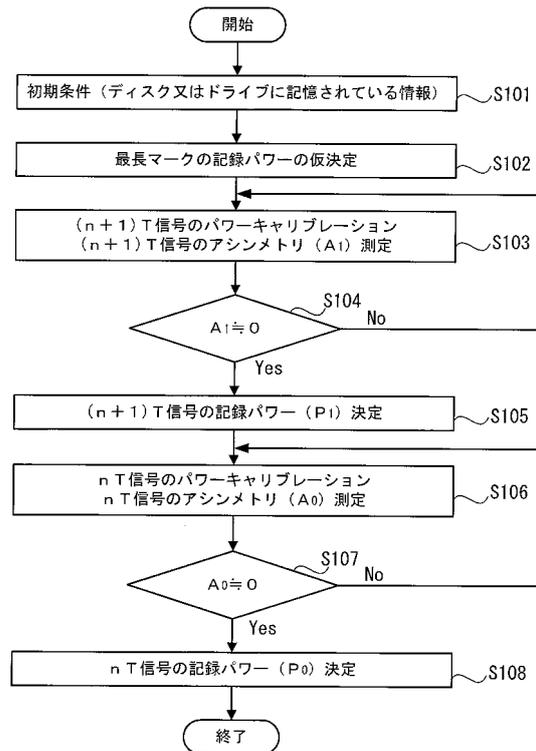
【図2】



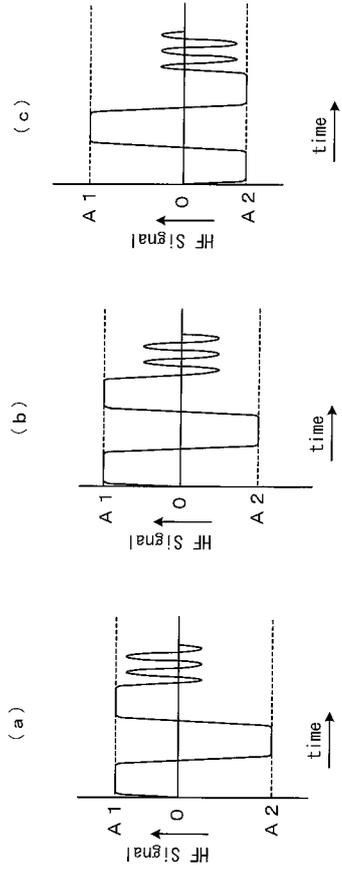
【図3】



【図4】



【 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 久保 秀之
東京都港区芝5丁目31番地19号 三菱化学メディア株式会社内
- (72)発明者 栗和田 健
東京都港区芝5丁目31番地19号 三菱化学メディア株式会社内
- (72)発明者 黒瀬 裕
東京都港区芝5丁目31番地19号 三菱化学メディア株式会社内

審査官 早川 卓哉

- (56)参考文献 特開2003-045036(JP,A)
特開平10-214423(JP,A)
特開平11-102522(JP,A)
特開平09-305971(JP,A)
特開平11-339268(JP,A)
特開2004-146040(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B7/00-7/013
G11B7/12-7/22
G11B7/28-7/30