

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年1月25日 (25.01.2007)

PCT

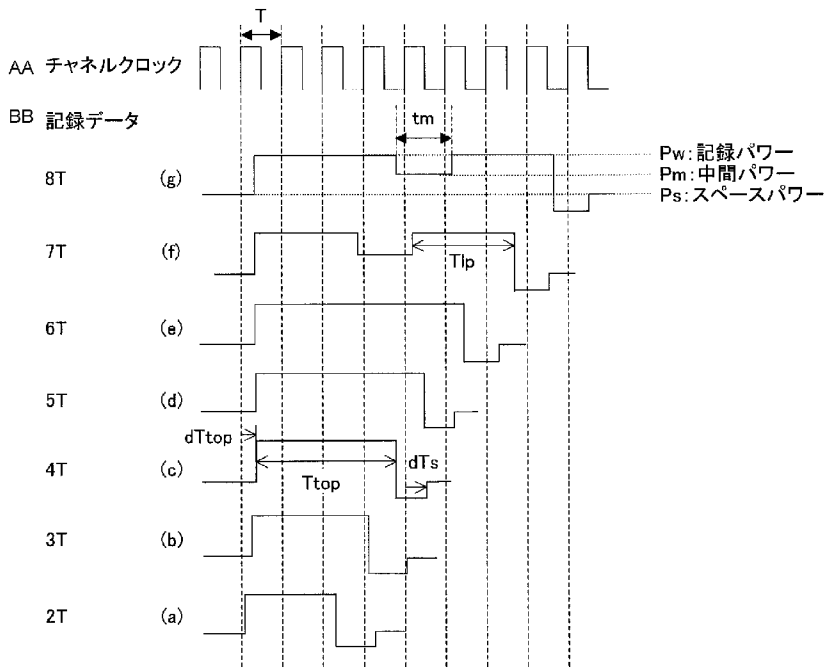
(10) 国際公開番号
WO 2007/010695 A1

- (51) 国際特許分類: *G11B 7/0045* (2006.01) *G11B 7/125* (2006.01) [JP/JP]; 〒1038272 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/312279
- (22) 国際出願日: 2006年6月20日 (20.06.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2005-207779 2005年7月15日 (15.07.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 Osaka (JP). T D K株式会社 (TDK CORPORATION)
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 榮藤 淳 (ETOH, Atsushi). 足立 佳久 (ADACHI, Yoshihisa). 石井 光夫 (ISHII, Mitsuo). 前田 茂己 (MAEDA, Shigemi). 井上 弘康 (INOUE, Hiroyasu). 青島 正貴 (AOSHIMA, Masaki).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所 (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

[続葉有]

(54) Title: RECORDING MARK FORMATION METHOD, INFORMATION RECORDING DEVICE, INFORMATION RECORDING METHOD, AND INFORMATION RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 記録マークの形成方法、情報記録装置、情報記録方法、および情報記録媒体



AA CHANNEL CLOCK
 BB RECORDING DATA
 Pw RECORDING POWER
 Pm INTERMEDIATE POWER
 Ps SPACE POWER

(57) Abstract: In an information recording/reproducing device, a pause period (t_m) is set to be constant regardless of the mark length of a recording mark and regardless of the number of divisions of a recording pulse. Accordingly, even when forming a long recording mark in an information recording device, and an information recording method, and an information recording medium, it is possible to form a recording mark of uniform width by using a low laser power and reduce the number of parameters for deciding the recording waveform.

(57) 要約: 本発明の情報記録再生装置では、休止期間 (t_m) を、記録マークのマーク長によらず一定になり、かつ、記録パルスの分割数によらず一定になるように設定している。従って、長い記録マークを形成する場合においても、低いレーザパワーを用いて幅の均一な記録マークの形成が可能で、かつ、記録波形を決定するためのパラメータを減らした情報記録装置、情報記録方法、および情報記

録媒体を提供することができる。

WO 2007/010695 A1



DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

記録マークの形成方法、情報記録装置、情報記録方法、および情報記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、高密度光ディスクに用いる記録マークの形成方法、情報記録装置、および情報記録方法、並びに高密度光ディスクである情報記録媒体に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、デジタルデータ(情報)を記録するための情報記録媒体として、赤色半導体レーザなどを光源として用いる、CDやDVDに代表される光ディスクが広く利用されている。この光ディスクには、データの追記や書き換えができないタイプ(ROM型光ディスク)と、データの記録はできるが書き換えができないタイプ(追記型光ディスク)と、データの書き換えが可能であるタイプ(書き換え型光ディスク)とが存在する。

[0003] これらの光ディスクへの情報の記録は、光ディスクに設けられている記録面上にレーザ光を照射して行われる。光ディスクの記録面上におけるレーザ光が照射される部分は、温度が上昇するために、光ディスクを構成する光記録媒体に変化が生じる。この光記録媒体の変化によって記録マークが光ディスクの記録面上に形成される。そして、この記録マークが形成される期間(マーク期間)と記録マークが形成されない期間(スペース期間)とにより、光ディスクに2値のデジタルデータが記録される。

[0004] このように記録マークを光ディスクに形成する方法として、記録マーク長の変調規則に基づいた記録マーク長 nT の記録マークに対して、記録パルス数が $(n-1)$ や $(n-2)$ の記録パルスを用いて記録マークを形成する記録方法が知られている。しかしながら、この記録方法では、記録速度を向上させた場合(高速記録の場合)に、記録レーザパワー(記録パワー)が増大するとともに、記録パルスのパルス幅を十分に確保できない。このため、この記録方法は、高速記録には適さない、という問題がある。

[0005] これに対して、高速記録に適した記録方法として、図15に示すような、記録マーク長が $2T \sim 8T$ (T ;チャンネルクロックの周期)の記録マークについて、それぞれの記録

マークを1つの記録パルスを用いて形成する、レーザパルスの制御記録方法が知られている。この制御記録方法は、記録レーザパルスのパルス幅の確保が容易であり、上記の $(n-1)$ や $(n-2)$ のパルス数を用いる記録方法に比べて、記録パワーを比較的低く設定できる。

- [0006] さらに、特許文献1(特開2004-355809号公報(公開日:2004年12月16日))には、記録マークの形状を制御する記録方法として、記録マークのマーク長により記録パルス数と休止期間とを変化させる記録方法が開示されている。ここでは、5T以下の記録マークを1つの記録パルスを用いて記録する(記録マークを形成する)一方、それ以外の記録マーク(6T以上の記録マーク)をそのマーク長によって休止期間を変えつつ、2つ以上の記録パルスを用いて記録する方法が示されている。

発明の開示

- [0007] しかしながら、上記の記録方法では、次のような問題があった。
- [0008] 図15に示す制御記録方法では、高速記録における、長記録マーク形成時に、光ディスクの記録面上に熱蓄積が起これ、記録マークにおける後端ほど情報記録媒体(媒体)の温度の上昇が大きくなる。そのため、均一な幅(トラック方向と垂直な方向の幅)の記録マークを形成することが困難であった。
- [0009] また、この制御記録方法を特許文献1の記録波形に用いた記録方法では、記録パワーを低く設定するため、記録速度の向上に伴って、単位時間当たりの媒体に注入されるエネルギー密度が低下する。そして、記録マークのマーク長が長くなればなるほど、中間パワー(記録パワーよりも低い記録パワー)の照射期間(休止期間)が長くなり、媒体に注入されるエネルギーが不足する。それゆえ、休止期間における記録マーク幅が狭くなる。従って、全体として幅の均一な記録マークの形成が難しくなる、という問題が生じる。すなわち、長マークになるほど休止期間が長くなり、媒体温度の上昇が不足する。
- [0010] 例えば、青紫色半導体レーザを用いて、線速度が 21.12m/s 、チャンネルクロックの周波数が 264MHz 、記録パワー P_w が 6.3mW 、休止期間の記録パワー $P_s(=P_m)$ が 2.8mW 、記録パルス最後のクーリング(cooling)期間のパワー P_c が 0.6mW の条件のもとで記録を行った時の再生信号(RF信号)を図16に示す。

なお、同図では、記録マークのマーク長を $7T$ として、この記録マークを2つの記録パルスにて記録する場合である。

- [0011] 図16におけるRF信号(再生信号)における、実線は従来の再生波形(休止期間を $2T$)を示しており、点線は理想的な記録波形(休止期間を $1T$)を示している。この再生波形の比較により、従来の記録波形では、記録マーク開始時より、再生信号レベルが不足しており、記録マークの形状が安定していない(記録マークの幅が均一でない)ことが分かる。
- [0012] これを防止するためには、記録マークの始端部と後端部を形成するに十分な媒体温度上昇を補償する必要があり、先端と後端にある記録パルスのレーザパワーを増大させることになる。更に、休止期間の記録パワーにおいても、媒体温度の低下を防止することが必要となり、休止期間の記録パワーも増大させる必要がある。すなわち、記録パワーレベル全体を大きくする必要がある。
- [0013] また、休止期間を記録マークのマーク長に応じて最適に設定する必要があるため、記録波形を決定するためのパラメータが増大する、という問題も生じる。
- [0014] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、長い記録マークを形成する場合においても、低いレーザパワーを用いて幅の均一な記録マークの形成が可能で、かつ、記録波形を決定するためのパラメータを減らした記録マークの形成方法、情報記録装置、情報記録方法、および情報記録媒体を提供することにある。
- [0015] 本発明の記録マークの形成方法は、マーク長が所定の長さ未満の記録マークについては、第1の記録パワーを有する1つの記録パルスで形成し、マーク長が所定の長さ以上の記録マークについては、第1の記録パワーよりも低い第2の記録パワーを有する休止期間にて第1の記録パワーを有する記録パルスを分割して記録マークを形成する記録マークの形成方法において、前記休止期間が、記録マークのマーク長によらず一定になり、かつ、記録パルスの分割数によらず一定になるように設定されていることを特徴としている。
- [0016] また、本発明の情報記録方法は、記録媒体に対して、マーク長が所定の長さ未満の記録マークについては、第1の記録パワーを有する1つの記録パルスで形成し、マ

ーク長が所定の長さ以上の記録マークについては、第1の記録パワーよりも低い第2の記録パワーを有する休止期間にて第1の記録パワーを有する記録パルスを分割して記録マークを形成する情報記録方法において、前記休止期間が、記録マークのマーク長によらず一定になり、かつ、記録パルスの分割数によらず一定になるように設定されていることを特徴としている。

[0017] また、本発明の情報記録装置は、情報記録媒体に対して、レーザ光を照射して記録マークを形成する記録マーク形成手段であって、マーク長が所定の長さ未満の記録マークについては、第1の記録パワーを有する1つの記録パルスで形成し、マーク長が所定の長さ以上の記録マークについては、第1の記録パワーよりも低い第2の記録パワーを有する休止期間にて第1の記録パワーを有する記録パルスを分割する記録マーク形成手段を備えた情報記録装置において、上記記録マーク形成手段は、前記休止期間を、記録マークのマーク長によらず一定になり、かつ、記録パルスの分割数によらず一定になるように設定することを特徴としている。

[0018] 上記構成によれば、マーク長が所定の長さ未満の記録マークは記録パワーを有する1つの記録パルスによって形成している一方、マーク長が所定の長さ以上の記録マークは前記第1の記録パワーよりもパワーが低い第2のパワーを有する休止期間と該休止期間にて分割された前記第1の記録パワーを有する複数の記録パルスとによって形成している。それゆえ、情報記録媒体の記録面上に熱蓄積が起こることを防止することができる。

[0019] 上記したように、従来の情報記録装置では、複数の記録パルスを用いて記録マークを形成する場合、記録マークが長くなるほど、休止期間が長くなっている。このため媒体の温度上昇が不足していた。従って、休止期間における記録マークの幅が狭くなり、均一な記録マークを形成することが困難であった。

[0020] これに対して、上記構成によれば、記録マークのマーク長によらず、かつ記録パルスの分割数によらず休止期間を一定にしている。このため、休止期間においても十分に媒体温度の上昇を図ることができ、休止期間における記録マークの幅を均一にすることができる。それゆえ、記録マークの幅を均一にすることができる。

[0021] さらに、休止期間を記録マークのマーク長に合わせて決定する必要がないため、記

録波形を決定するパラメータの減少を図ることができる。従って、情報記録装置に配設する回路構成を簡単にすることができる。

[0022] 従って、長い記録マークを形成する場合においても、低いレーザパワーを用いて幅の均一な記録マークの形成が可能で、かつ、記録波形を決定するためのパラメータを減らすことができる。

[0023] 本発明のさらに他の目的、特徴、および優れた点は、以下に示す記載によって十分わかるであろう。また、本発明の利益は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本実施の形態の情報記録方法におけるレーザパルスを示す波形図である。

[図2]本実施の形態の情報記録再生装置の概略構成を示すブロック図である。

[図3]本実施の形態の光ディスクの構造を概略構成を示す断面図である。

[図4(a)]レーザ光を照射する前の光ディスクの概略構成を示す断面図である。

[図4(b)]レーザ光を照射した後の光ディスクの概略構成を示す断面図である。

[図5]光ピックアップから得られる8Tの長さの記録マークの読取RF信号Srfを示す図である。

[図6]1つまたは2つの記録パルスからなるレーザパルスによって形成された記録マークにおける、記録マークの先端部と終端部の読取RF信号Srfのレベルの比を示すグラフである。

[図7(a)]本実施の形態の情報記録方法において1つの記録パルスを用いる場合の最終記録パルスの終端位置について示す図である。

[図7(b)]本実施の形態の情報記録方法において2つの記録パルスを用いる場合の最終記録パルスの終端位置について示す図である。

[図8]6Tの長さの記録マークを形成する、1つまたは2つの記録パルスの最終の記録パルスの終端位置のシフト量と記録マーク終端のジッタとの関係を示すグラフである。

[図9]7Tの長さの記録マークを形成する、1つまたは2つの記録パルスの最終の記録パルスの終端位置のシフト量と記録マーク終端のジッタとの関係を示すグラフである。

。

[図10]8Tの長さの記録マークを形成する、1つまたは2つの記録パルスの最終の記録パルスの終端位置のシフト量と記録マーク終端のジッタとの関係を示すグラフである。

[図11(a)]ジッタの記録パワー P_w に対する依存性を示す図である。

[図11(b)]ビットエラーレート(BER)の記録パワー P_w に対する依存性を示す図である。

。

[図12(a)]ジッタの記録パワー P_w に対する依存性を示す図である。

[図12(b)]ビットエラーレート(BER)の記録パワー P_w に対する依存性を示す図である。

。

[図13(a)]レーザ光の立下り時間に対して t_m が長い場合のレーザパルスを示す図である。

[図13(b)]レーザ光の立下り時間に対して t_m が短い場合のレーザパルスを示す図である。

[図14]本実施の形態の情報記録方法における、他の実施の形態によるレーザパルスの例を示す波形図である。

[図15]従来の情報記録方法における、1つの記録パルスからなるレーザパルスの例を示す図である。

[図16]従来の情報記録方法における、記録再生信号の例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0025] 本発明の一実施形態について図面を用いて説明する。

[0026] 本実施の形態の情報記録再生装置(本装置;情報記録装置)は、CDやDVDなどの光ディスク(情報記録媒体)に情報(データ;デジタルデータ)を記録し、また、光ディスクから情報を再生するための装置である。

[0027] 本装置10は、図2に示すように、光ピックアップ1と、スピンドルモータ2と、LDコントロール部3と、再生制御部4と、サーボ制御部5と、変調処理部6と、復調処理部7とを備えている。そして、本装置10に対向する位置には、光ディスク8が配されている。また、LDコントロール部3、変調処理部6、サーボ制御部5、および光ピックアップ1にて

記録マーク形成手段を形成している。

[0028] [光ディスクの構成について]

光ディスク8は、例えば、チャンネルクロックの周波数が高く、青紫色半導体レーザを用いて記録・再生を行う、次世代DVD装置を用いて使用することができる。この次世代DVD装置には、例えばBD-REなどの書き換え型光ディスク、または、追記型光ディスクを用いることができる。なお、本実施の形態の光ディスク8では、追記型光ディスクについて説明するが、これに限定されるわけではない。

[0029] 光ディスク8は、図3に示すように、基板11、反射層12、第2の誘電体層13、記録層14、第1の誘電体層15、および光透過層16がこの順に積層されて成っている。さらに、この光ディスク8の中央部分には、チャッキングのための孔17が設けられている。また、この光ディスク8には、光ピックアップ1(図2)から光ビーム(レーザビーム)L10が照射される。この光ビームL10の照射によって光ディスク8に対してデータの記録・再生が行なわれる。なお、この光ビームL10は、光ディスク8における光透過層16側から照射される。

[0030] なお、光ディスク8には、情報を記録・再生するための領域として、ユーザーエリアが設けられている。さらに、このユーザーエリアに隣接する内周側にリードインエリアを配置している一方、外周側にリードアウトエリアを配置しており、これらリードインエリアおよびリードアウトエリアが、ユーザーエリアの最内周、および最外周での記録・再生の動作を保障している。ここでは、リードインエリアに最適な記録・再生を行うために必要な記録再生条件を設定するための情報を記憶させている。但し、この情報を格納する場所としては、リードアウトエリアに設けてもよいし、リードインエリアとリードアウトエリアとの両方に設けてもよい。

[0031] 基板11は、光ディスク8に求められる機械的強度を確保するための基体(基台)としての役割を果たす。基板11の表面には凸状のグループ11aおよび凹状のランド11bが光ディスク8の内周側から外周側に向かって交互に設けられている。これらグループ11aおよびランド11bは、データの記録・再生を行う場合におけるレーザビームL10のガイドトラックとしての役割を果たす。なお、基板11の厚さは、約1.1mmである。また、基板11の材料としては、加工性などの点から、例えばポリカーボネート樹脂が

特に好ましい。

- [0032] 反射層12は、レーザビームL10を反射し、この反射ビーム(不図示)を光透過層16から出射する役割を果たす。反射層12の厚さは、例えば20nm以上200nm以下であることが特に好ましい。
- [0033] 反射層12の材料は、レーザビームL10を反射可能である限り、特に制限されず、例えば、Mg、Al、Ti、Cr、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ge、Ag、Pt、またはAuなどを用いることができる。これらのうち、高い反射率を有することから、Al、Au、Ag、Cuまたはこれらの合金(AgとCuとの合金など)などの金属材料を用いることが好ましい。
- [0034] 第1の誘電体層15および第2の誘電体層13は、これらの間に設けられる記録層14を保護する役割を果たす。記録層14は、これら第1の誘電体層15および第2の誘電体層13に挟持されている。このため、光記録後、長期間にわたって記録層14の記録情報の劣化を効果的に防止できる。
- [0035] 第1の誘電体層15および第2の誘電体層13の構成材料は、透明な誘電体であれば特に限定されず、例えば、Al₂O₃、AlN、ZnO、ZnS、GeN、GeCrN、CeO、SiO、SiO₂、SiNおよびSiCからなる群より選択される少なくとも1種の酸化物、硫化物、窒化物またはこれらの組み合わせを主成分として用いることができる。なお、第1の誘電体層15および第2の誘電体層13の層厚は、特に限定されないが、3nm以上200nm以下であることが好ましい。
- [0036] 記録層14は、記録マークM(図4(b)参照)が形成される層であり、第1の反応層31およびこれに隣接して設けられた第2の反応層32からなる。第2の反応層32は、基板11側に配置されている一方、第1の反応層31は、光透過層16側に配置されている。記録層14のうち未記録状態である領域は、図4(a)に示すように、第1の反応層31と第2の反応層32とが単に積層された状態となっている。
- [0037] この記録層14に所定以上のパワーを持つレーザビームL10が照射されると、このレーザビームL10による熱によって、図4(b)に示すように、第1の反応層31を構成する元素および第2の反応層32を構成する元素が、それぞれ部分的または全体的に拡散し、混合されて記録マークMとなる。記録層14において記録マークMの形成された混合部分とそれ以外の部分とでは再生光に対する反射率が大きく異なるため、こ

の反射率の違いを利用してデータの記録・再生を行うことができる。

- [0038] 換言すれば、光ディスク8に対して情報を記録する場合、レーザビームL10の照射により、第1の反応層31を構成する元素および第2の反応層32を構成する元素がレーザビームにより加熱され、これら元素が移動して混合される。かかる混合部分は、図4(b)に示すように、記録マークMとなる。記録マークMの形成された混合部分の反射率は、それ以外の記録層14の部分(未記録領域)の反射率と十分に異なった値となることから、これを利用してデータの記録・再生を行うことが可能となる。
- [0039] ここで、第1の反応層31および第2の反応層32は、Al、Si、Ge、C、Sn、Au、Zn、Cu、B、Mg、Ti、Mn、Fe、Ga、Zr、AgおよびPtからなる群より選ばれた互いに異なる元素を主成分とする。第1の反応層31および第2の反応層32の材料としてこのような元素を主成分とする材料を用いることにより、長期間の保存に対する信頼性を高めることが可能となる。また、記録層14の層厚は、特に限定されるものではないが、2 nm以上40nm以下に設定することが好ましい。
- [0040] 第1の反応層31および第2の反応層32それぞれの層厚は、特に限定されないが、再生信号のノイズレベルを十分に抑制し、十分な記録感度を確保し、さらに、記録前後の反射率の変化を十分に大きくするためには、いずれも1nm以上30nm以下であることが好ましく、第1の反応層31の層厚と第2の反応層32の層厚との比(第1の反応層31の層厚/第2の反応層32の層厚)は、0.2以上5.0以下であることが好ましい。
- [0041] 光透過層16は、レーザビームL10の入射面を構成するとともにレーザビームL10の光路となる層であり、その厚さとしては、50 μ m以上150 μ m以下に設定することが特に好ましい。光透過層16の材料としては特に限定されないが、紫外線硬化性のアクリル樹脂やエポキシ樹脂を用いることが好ましい。また、これらの紫外線硬化樹脂の代わりに、光透過性樹脂からなる光透過性シートと各種接着剤や粘着剤とを用いて光透過層16を形成してもよい。
- [0042] ここで、光ディスク8には、以上のような追記型光ディスク以外にも、相変化媒体、または、その他レーザ照射に伴う媒体の温度上昇を用いて記録する媒体を用いた光ディスクにおいても応用できる。

[0043] [本装置の構成について]

光ピックアップ1は、光ディスク8に対して記録ビーム(光ビーム;レーザビーム)または再生ビーム(光ビーム;レーザビーム)を照射する。スピンドルモータ2は、光ディスク8に設けられた孔17にチャッキングされた状態で、光ディスク8の回転を制御する。

[0044] LDコントロール部3は、変調処理部6によって変調処理をされた記録データ列を受け取り、光ピックアップ1内部に設けられた半導体レーザ(光源;不図示)を駆動するための駆動信号Sdを生成して、この駆動信号Sdを光ピックアップ1へ供給する。

[0045] 再生制御部4は、光ピックアップ1から出力される読取RF信号Srfを受け取り、波形等化、および2値化処理などを行って、再生データ列を生成して、この再生データ列を復調処理部7へ出力する。

[0046] サーボ制御部5は、光ピックアップ1からトラッキングエラー信号およびフォーカスエラー信号などのサーボ信号S3を受け取り、これに基づいて光ピックアップ制御信号S1を光ピックアップ1へ供給すると共に、スピンドル制御信号S2をスピンドルモータ2へ供給する。これにより、トラッキングサーボ、フォーカスサーボ、およびスピンドルサーボなどの各種サーボ処理が実行される。

[0047] 変調処理部6は、外部より入力された記録情報に対して変調処理を行って記録データ列を生成し、この記録データ列をLDコントロール部3へ出力する。復調処理部7は、再生制御部4から出力された再生データ列に対して復調処理を行って、再生情報を本装置10の外部へ出力する。なお、本実施の形態は、主として記録方法に関するものであり、再生制御、サーボ制御、変調処理および復調処理については既知の種々の方法が適用できるので、それらについての詳細な説明は省略する。また、本実施形態では、情報記録再生装置(本装置)10を例示しているが、記録専用の情報記録装置に適用することも可能である。

[0048] [本装置の動作について]

次に、本装置10を用いた情報記録時の処理(動作)について簡単に説明する。

[0049] 光ディスク8に記録する記録情報が、外部装置(不図示)から変調処理部6に入力される。変調処理部6は、この記録情報に対して、(1、7)RLL変調処理を行い、記録データ列をLDコントロール部3に供給する。

[0050] 図2に示すように、LDコントロール部3には、記録データ列とともに、そのチャンネルクロック(周期T)が入力され、記録データ列に応じて光ピックアップ1内のレーザダイオード(半導体レーザ、光源)に対して駆動制御を行う。この際、サーボ制御部5によって各種サーボ制御や、光ディスク8上における記録位置の制御も行われており、光ディスク8の所定の位置に情報が記録される。

[0051] [光ディスクへの情報記録方法]

本装置を用いた情報記録方法は、LDコントロール部3において、光ピックアップ1内のレーザダイオードに対して駆動制御を行う駆動信号Sdを、記録データ列に応じて生成し、この駆動信号に基づいて光源から光ディスク8上にレーザ光を照射して、光ディスク8に記録マークMを形成する方法である。

[0052] 光ディスク8に情報を記録する期間には、光ディスク8に記録マークMを形成する期間(マーク期間;マーク形成期間)と、光ディスク8に記録マークMを形成しない期間(スペース期間)とがあり、これらの期間によって光ディスク8に2値のデジタルデータが記録されるようになっている。高速次世代DVDに用いる情報記録装置における情報の記録では、マーク期間が7.58ns(2T)~30.30ns(8T)と非常に短い期間においてレーザパルスを制御する必要がある。

[0053] 図1は、本実施の形態の情報記録方法で用いるレーザパルスの概略を示す図である。具体的には、記録マーク長の変調記録に基づいた記録マーク長 nT (2T~8T)の記録マークMを記録パワー(第1の記録パワー) P_w 、中間パワー(第2の記録パワー) P_m 、およびスペースパワー P_s を用いて形成している。また、同図には、チャンネルクロックTの波形が示されている。同図では、縦軸はレーザパワーの大きさを表している一方、横軸は時間を表している。同図に示すように、記録マークMのマーク長が2T、3T、4T、5T、および6Tの記録マークM(短マーク群;マーク長が所定の長さ未満の記録マーク)は、記録パワー P_w を有した1つの記録パルスを用いて形成されている(波形(a)~波形(e)参照)。なお、この記録パルスは、LDコントロール部3にて生成される。

[0054] 一方、マーク長が7T以上の記録マークM(長マーク群;マーク長が所定の長さ以上の記録マーク)は、記録パワー P_w を有した2つの記録パルスを用いて形成されてい

る(波形(f)(g)参照)。なお、これらの記録パルスは、LDコントロール部3にて生成される。より具体的には、長マーク群は、記録パワー P_w よりも小さいレーザパワー(中間パワー P_m)を有する一定期間の休止期間 t_m によって2つの記録パルスに分割して形成されている。なお、 $2T$ 、 $3T$ 、 $4T$ 、および $5T$ を上記の短マーク群とする一方、 $6T$ 以上を上記の長マーク群としてもよい。

- [0055] このように、短マーク群の記録マークMの形成には1つの記録パルスを用いる一方、長マーク群の記録マークMの形成には休止期間により分割された2つの記録パルスを用いることによって、短マークの形成に必要なレーザパルス幅を確保すると共に、熱蓄積を考慮した長マークの形成が可能となる。
- [0056] また、特に注目すべきは、本実施の形態では、図1に示すように、休止期間 t_m を記録マークMのマーク長によらず、かつ、記録パルスの分割数によらず一定としている(波形(f)(g)参照)。従って、休止期間 t_m においても十分に光ディスク8の温度上昇を図ることができ、休止期間 t_m における記録マークMの幅を均一にすることができる。さらに、休止期間 t_m を記録マークMのマーク長に合わせて決定する(調整する)必要がないため、記録波形を決定するパラメータの減少を図ることができる。従って、本装置に配設する回路構成(不図示)を簡単にすることができる。
- [0057] 一般に、休止期間 t_m を設けた場合、エネルギー(パワー)が不足し、休止期間 t_m における記録マークMの幅(トラック方向と垂直な方向の幅)が減少し、記録マークMのマーク長が所望の長さよりも短くなる。これに対して、本実施の形態では、後端記録パルス(2つの記録パルスを用いた場合の2つ目の記録パルス;第2の記録パルス)のパルス幅 T_{lp} (波形(f)参照)を調整することにより、所望の記録マークMのマーク長を確保している。また、記録波形の設定については、短マーク群である1つの記録パルスで構成される記録波形は、記録パルスの開始位置 d_{Ttop} と記録パルスのパルス幅 T_{top} とクーリング期間 d_{Ts} とのパラメータで表することができる一方、長マーク群である休止期間 t_m を含む記録波形は、これらのパラメータに加えて第2の記録パルスのパルス幅 T_{lp} のみを加えた最小限のパラメータで記録波形を決定することができる。
- [0058] なお、長マーク群の記録波形においては、記録パワーによる記録マークM形成過

程における蓄熱効果を防止し、記録マーク長を安定させるために、 $2.5T \leq T_{top} \leq 4T$ 、 $2T \leq T_{lp} \leq 4T$ とすることが望ましい。

[0059] 次に、情報記録方法の詳細な検証結果を示す。なお、以下では、記録の線速度を 21.12m/s 、記録のチャネルクロックの周波数を 264MHz とする。また、記録した後、再生の線速度を 5.28m/s 、再生のチャネルクロックの周波数を 66MHz とする。また、最適なレーザパワーとしては、記録パワー P_w を 6.3mW とし、スペース期間にて設定されるスペースパワー P_s を 2.8mW とし、中間パワー P_m をスペースパワー P_s と同じにしている。なお、光波長が 406nm 、開口数(NA)が 0.85 の光ピックアップ1を用いている。このような条件の本装置10において、1つの記録パルスを用いた場合に形成される記録マークMの形状について説明する。

[0060] $n(6, 7, \text{または} 8)T$ におけるマーク期間において、チャネルクロック T 毎にサンプリングされた n 個の読取RF信号 S_{rf} のうち、前から3番目の読取RF信号 S_{rf} の信号レベル(レベル)を L_s とし、 L_s を記録マークMの先端部の幅を表す指標値として用いる。また、後ろから3番目の読取RF信号 S_{rf} のレベルを L_e とし、 L_e を記録マークMの終端部の幅を表す指標値として用いる。

[0061] 一方、 $n(nは5)T$ のマーク期間においては、チャネルクロック T 毎にサンプリングされた n 個の読取RF信号 S_{rf} のうち、前から2番目の読取RF信号 S_{rf} のレベルを L_s として記録マークMの先端部の幅を表す指標値として用いる一方、後ろから2番目の読取RF信号 S_{rf} のレベルを L_e として記録マークMの後端部の幅を表す指標値として用いる。

[0062] 図5は、 $8T$ の記録マークMを形成する場合に、光ピックアップ1から得られる読取RF信号 S_{rf} を示す図である。なお、同図では、休止期間を設けない場合、すなわち、1つの記録パルスを用いて、 $8T$ の記録マークMを形成する場合について示している。この場合、同図から分かる通り、 $L_s < L_e$ となっている。ここで、幅の均一な記録マークMを形成するためには、 $L_s = L_e$ (記録マークMの先端部と終端部との読取RF信号 S_{rf} のレベル比; 記録マークMの先端部と終端部との幅の比; $L_e/L_s = 100\%$)となることが理想的である。

[0063] $L_s > L_e$ の場合は、記録マークMの先端部の幅に比べて終端部の幅の方が細く、L

$s < L_e$ の場合は、記録マークMの先端部の幅に比べて終端部の幅の方が太いということを示している。つまり、 $L_s > L_e$ 、および $L_s < L_e$ はいずれの場合も記録マークMの線幅は一定とならない。従って、8Tの記録マークMを1つの記録パルスを用いて形成した場合には、記録マークMの先端部の幅に比べて終端部の幅が太くなっていることが分かる。

[0064] 図6は、1つの記録パルスを用いて形成された5T、6T、7T、および8Tの記録マークMの L_e/L_s (グラフH参照)と、休止期間を一定にした2つの記録パルスを用いて形成された6T、7T、および8Tの記録マークMの L_e/L_s (グラフI参照)とを測定した結果を示している。

[0065] 同図に示すように、5Tの記録マークMを1つの記録パルスで記録した場合と、6Tの記録マークMを1つの記録パルスで記録した場合は、 L_e/L_s は100%に近い値となる(ほぼ $L_e = L_s$ となっている;グラフH参照)。

[0066] これに対して、7Tの記録マークMを1つの記録パルスを用いて形成した場合には、 $L_e/L_s > 100%$ となっており、記録マークMの先端部の幅に対して記録マークMの終端部の幅が太くなっている(グラフH参照)。また、8Tの記録マークMを、1つの記録パルスを用いて形成した場合は、記録マークMの先端部の幅に対して記録マークMの終端部の幅が、7Tの記録マークMの終端部の幅に比して、さらに太くなっている(グラフH参照)。

[0067] しかし、図6に示すように、(マーク長によらず)休止期間 t_m を一定にして、休止期間 t_m により2つに分割した記録パルスを用いて、7Tまたは8Tの記録マークMの形成を行った場合、 L_e/L_s がほとんど100%になり、幅の均一な記録マークMを形成することができる(グラフI参照)。また、6Tの場合にも、休止期間 t_m を一定にして、休止期間 t_m により2つに分割した記録パルスを用いてマークの形成を行った場合、 L_e/L_s がほとんど100%になり、幅の均一な記録マークMが形成できる(グラフI参照)。

[0068] 従って、5T以下の記録マークMの形成には、1つの記録パルスを使用すると共に、6T以上の記録マークMの形成には休止期間 t_m を一定にして2つの記録パルスを使用するか、または、6T以下の記録マークMの形成には1つの記録パルスを使用する

と共に、7T以上の記録マークMの形成には休止期間 t_m を一定にして2つの記録パルスを使用することによって、均一な幅の記録マークMを形成することができる。

[0069] 次に、記録マークMを形成する際に、1つの記録パルスを用いる場合と、2つの記録パルスを用いる場合とで、最終記録パルスの終端位置の変動に対して、記録マークMの終端のジッタがそれぞれどのように変化するかを調べた。

[0070] 1つの記録パルスを用いる場合、図7(a)に示すように、この記録パルス(最終記録パルス)の終端位置 L_{1r} を動かし、ジッタがどのように変化するかを測定した。一方、2つの記録パルスを用いる場合、図7(b)に示すように、2番目の記録パルス(最終記録パルス)の終端位置 L_{2r} を動かし、ジッタがどのように変化するかを測定した。

[0071] ランダムパターンを用い、4種類の方法(第1の方法～第4の方法)にてジッタの変化を測定し、これらを比較した。第1の方法では、5T以下の記録マークMを1つの記録パルスを用いて形成し、それ以外の記録マークMを2つの記録パルスを用いて形成した。第2の方法では、6T以下の記録マークMを1つの記録パルスを用いて形成し、それ以外の記録マークMを2つの記録パルスを用いて形成した。第3の方法では、7T以上の記録マークMを1つの記録パルスを用いて形成し、それ以外の記録マークMを2つの記録パルスを用いて形成した。第4の方法では、8T以下の記録マークMを1つの記録パルスを用いて形成し、それ以外の記録マークMを2つの記録パルスを用いて形成した。

[0072] まず、第1の方法および第2の方法において、6Tの記録マークMを形成するためのレーザパルスの最終記録パルスにおける終端位置 L_{1r} ・ L_{2r} を動かした場合にそれぞれジッタがどのように変化するかを測定した。図8は、これらのジッタの測定結果を示している。同図に示すように、6Tの記録マークMを形成する場合、2つの記録パルス用いて記録マークMを形成(記録)するより、1つの記録パルスを用いて記録マークMを形成した方が、終端位置に対して広いマージンが得られる。

[0073] また、第2の方法および第3の方法において、7Tの記録マークMを形成するためのレーザパルスの最終記録パルスにおける終端位置 L_{1r} ・ L_{2r} を動かした場合にそれぞれジッタがどのように変化するかを測定した。

[0074] 図9は、これらのジッタの測定結果を示している。同図に示すように、7Tの記録マー

クMを形成する場合、1つの記録パルスを用いて記録マークMを形成した場合と、2つの記録パルスを用いて記録マークMを形成した場合とでは、終端位置L1r・L2rに対して同等のマーヅンが得られており、どちらを用いてもよいことが分かる。

[0075] また、第3の方法および第4の方法において、8Tの記録マークMを形成するためのレーザパルスの最終記録パルスにおける終端位置L1r・L2rを動かした場合にそれぞれジッタがどのように変化するかを測定した。

[0076] 図10は、これらのジッタの測定結果を示している。同図に示すように、8Tの記録マークMを形成する場合、1つの記録パルスを用いて記録マークを形成した場合と、2つの記録パルスを用いて記録マークMを形成した場合とでは、終端位置L1r・L2rに対して同等のマーヅンが得られており、どちらを用いてもよいことが分かる。

[0077] 以上より、最終記録パルスの終端位置L1r・L2rを動かしても記録マークMの終端のジッタの上昇が比較的少なくなるのは、少なくとも6T以下の記録マークMを1つの記録パルスで記録する場合であることが分かる。上記の結果から、6T以下の記録マークMには1つの記録パルスを使用し、7T以上の記録マークMには2つの記録パルスを使用するレーザパルスが、最終記録パルスの終端位置に対する十分なレーザパルスのマーヅン(設定マーヅン)が得られることができることが分かった。

[0078] 図11(a)図11(b)は、本実施の形態の記録波形において記録・再生を行った再生信号の評価結果を示している。

[0079] 図11(a)はジッタの記録パワーPwに対する依存性を示している一方、図11(b)はビットエラーレイト(BER)の記録パワーPwに対する依存性を示している。図11(a)では、横軸は記録パワーPw(mW)を、縦軸はジッタ(Jitter)を示している。一方、図11(b)では、横軸は記録パワーPw(mW)を、縦軸はビットエラーレイトを示している。

[0080] 図11(a)は、記録条件としては、後述するジッタ最良条件での各パワー比を一定にして、記録パワーPwを変化させて、記録パワーPwのマーヅンを測定した結果を示している。すなわち、細線で表されたグラフ(A)は、以下の条件(ア)にて測定した記録パワーPwのマーヅンを示している。

[0081] 条件(ア):ジッタ最良条件(記録パワーPw=6.3mW、スペースパワーPs=2.8mW)において、記録パワーPw/スペースパワーPs(パワー比)を一定にして、記録パワ

—Pwを変化させた。

[0082] 一方、太線で表されたグラフ(B)は、以下の条件(イ)にて測定した記録パワーPwのマーヅンを示している。

[0083] 条件(イ):上記条件(ア)の条件に加えて、2Tの記録マークM(最短マーク)の記録パワー $P_{wT2} = 7.3\text{mW}$ にして、さらに P_w/P_{wT2} を一定にして記録パワーPwを変化させた。

[0084] ここで、グラフ(A)に示すように、本実施の形態の記録波形により良好な記録が確保されている。また、最短マーク2Tの記録パワー P_{wT2} を、それ以外の記録パワーよりも高い 7.3mW に設定した場合には、グラフ(B)に示すように、ジッタがグラフ(A)よりもさらに改善されている。

[0085] なお、図11(b)に示すように、ビットエラーレイトは、上記のジッタ最良条件(条件(ア))にて測定された細線で表されたグラフ(C)も、条件(イ)にて測定された太線で表されたグラフ(D)もほぼ同様であった。つまり、グラフ(D)はグラフ(C)に比してビットエラーレイトにおける改善は見られなかった。これは、再生信号の復号にPRMLを用いているため、PRML復号による誤り訂正能力により、最短マークの記録改善効果がビットエラーレイトに現れていないからである。

[0086] 図12(a)図12(b)は、図11(a)図11(b)と同様に、本実施の形態の記録波形において記録再生を行った再生信号の評価結果を示している。なお、図12(a)におけるグラフ(B)および図12(b)におけるグラフ(D)は、それぞれ、上記条件(イ)にて測定した上記の図11(a)におけるグラフ(B)および図11(b)におけるグラフ(D)である。

[0087] 図12(b)に示す太線で表されたグラフ(F)は、以下の条件(ウ)にて測定した記録パワーPwのマーヅンを示している。

条件(ウ):最短マーク(2T)とこれに続く短マーク(3T)の記録パワーをこれら以外の記録パワーPwよりも高い値($P_{wT2} = P_{wT3} = 7.3\text{mW}$)に設定し、上記条件(ア)の条件に加えて、さらに P_w/P_{wT2} (但し、 $P_{wT2} = P_{wT3}$)を一定にして、他の記録パワーを変化させた。

[0088] グラフ(F)に示すように、ビットエラーレイトはグラフ(A)よりも改善されている。これは、3Tの記録マークMの記録改善効果により、3Tの記録マークMのマーク長の再

生信号のわずかなひずみの減少によるものである。

- [0089] 一方、図12(a)に示すように、ジッタについては、上記条件(ウ)にて測定した太線で表されたグラフ(E)とではあまり変わらない。これは、3Tの記録マークMの振幅は、ジッタの測定に十分な大きさを有しているため、最短マーク(2T)とそれに続く短マーク(3T)の記録改善効果がジッタに現れていないからである。
- [0090] また、2つ以上の記録パルスの間にある、記録パルスのレーザパワー(記録パワー P_w)よりも小さいレーザパワーである中間パワー P_m を有する休止期間 t_m を、レーザ光の立下り時間 t_d よりも大きくすることが好ましい。一般に、レーザパワーの大きさを切り替えるときには、図13(a)に実線で示すように、レーザパルスの形状が矩形状(矩形波)となることが理想的である。ところが、実際のレーザパルスには、同図に破線で示すように、立上り時間 t_u および立下り時間 t_d が生じる。
- [0091] 図1における2つの記録パルスを用いる場合(波形(f)(g))について説明する。休止期間 t_m は、図13(a)に示すように、レーザ光の立下り時間 t_d よりも大きくなっている。休止期間 t_m がレーザ光の立下り時間 t_d よりも大きい場合、レーザパワーは、記録パワー P_w から中間パワー P_m まで下がった後、再び記録パワー P_w に戻り、光ディスク8(図2)に与える熱量を制御することができる。従って、所望のレーザパワーのレーザパルスが得られ、光ディスク8に与える熱量を制御することができる、という効果を奏する。
- [0092] これに対して、本実施の形態の参考例である図13(b)に示すように、休止期間 t_m がレーザ光の立下り時間 t_d より小さい場合、記録パワー P_w から中間パワー P_m まで下がりきらずに、再び記録パワー P_w に戻ってしまう。このため、所望の中間パワー P_m まで下がっていないレーザパルスが得られてしまい、光ディスク8に与える熱量を制御できない。
- [0093] また、 $t_m = 1T$ にすることが好ましい。つまり、休止期間 t_m とチャネルクロック T (1T)とを等しくすることが好ましい。例えば、チャネルクロックの周波数が264MHzの場合、1Tは約3.8nsである。また、所定のレーザパワーに安定するまでのレーザ光の立下り時間 t_d は、約2nsである。よって、休止期間 t_m を、1Tにすることで、レーザ光の立下り時間 t_d よりも大きくすることができる。従って、休止期間 t_m が立下り時間 t_d よりも

大きくなるため、上記と同様の理由により、所望のレーザパワーのレーザパルスが得られ、光ディスク8に与える熱量を制御することができる。

- [0094] また、2つ以上の記録パルスの間において、 $P_m = P_s$ とすることが好ましい。すなわち、中間パワー P_m とスペースパワー P_s を等しくすることが好ましい。 $P_m = P_s$ とすることによって、使用するレーザパワーの種類を減らすことができる。つまり、情報記録装置に用いる回路の構成を簡略化することができる。
- [0095] また、上記では、(1, 7)RLL変調された記録データ列に基づいているが、その他の変調した記録データ列への拡張は容易に可能である。図14は、8/16変調に用いられる場合の記録データ列での記録波形を示している。同図に示すように、最長記録マークの増大に伴い、記録パルス数は、記録マークMのマーク長によらず休止期間 t_m を一定して、この休止期間 t_m によって2または3つに分割した記録パルスを用いることができる。
- [0096] 同図に示すように、3T~6Tの記録マークMは1つの記録パルスにて形成されており(波形(h)~波形(k)参照)、7T~9Tの記録マークMは2つの記録パルスにて形成されており(波形(l)~波形(n)参照)、10T~14Tの記録マークMは3つの記録パルスにて形成されている(波形(o)~波形(s)参照)。3つの記録パルスにて休止期間を分割した場合には、同一の記録マークMを形成するために、複数の休止期間 t_m が形成されるが、この場合、これらの休止期間は一定となる。
- [0097] なお、上記では、 $t_m = 1T$ 、 $P_m = P_s$ としたが、これら2つの条件は、必ずしも満たす必要はなく、いずれか一方のみ満たす場合でも、共に満たさない場合も十分なレーザパルスの設定マージンが得られる。これは、記録媒体の温度上昇に関して、休止期間 t_m と記録パワー P_w との関係により媒体の温度上昇を制御できるからである。
- [0098] このような制御により、長い記録マークMを比較的低いレーザパワーを用いて幅が均一で、十分なレーザパルスの設定マージンを有する記録マークMを形成できる。例えば、本光ディスク101における温度上昇は、 t_m と $(P_w - P_m)$ との積(面積)により制御することができる。
- [0099] なお、本願発明は、上記記載の各実施の形態において、追記型光ディスクによる実験を対象として説明を行ったが、相変化媒体や、その他熱エネルギーによって情

報を記録することが可能な光ディスクであれば適応することは十分可能である。

[0100] また、光記録媒体に記録する際に、チャンネルクロックの周波数が高い場合において、十分なレーザパルスの設定マージンを有し、かつ幅の均一な記録マークMの形成が可能な情報記録装置及び方法を提供する。さらに、光記録媒体にレーザ光を照射して、記録データ列に応じた記録マークMを形成する情報記録装置において、 $6T$ (T はチャンネルクロック周期)以下の長さの記録マークMを形成するために、1つの記録パルスを生成し、それ以外の長さの記録マークMを形成するために、2つ以上の記録パルスを生成する。

[0101] 情報処理装置は、情報記録媒体にレーザ光を照射して、記録データ列に応じた記録マークを形成する情報記録装置において、前記レーザ光を出射する光源と、前記記録データ列に基づいて駆動信号を生成する信号生成手段と、前記駆動信号に基づいて前記光源を駆動することにより、前記情報記録媒体上にレーザパルスを照射する記録手段とを備え、前記駆動信号は、前記記録マークを形成するための記録パワーを有した記録パルスを含むマーク期間と前記記録マークを形成しないスペース期間とを含み、前記信号生成手段は、所定の長さ未満の記録マークを形成するために1つの前記記録パルスを生成し、所定の長さ以上の記録マークを形成するために複数の前記記録パルスを生成し、前記所定の長さ以上の記録マークを形成する場合、前記信号生成手段は、前記記録パワーより低い第2の記録パワーを有した休止期間を前記記録パルス間に生成し、前記休止期間は一定であってもよい。

[0102] また、前記休止期間は少なくとも1つ設けられており、記録マークの長さによらず一定であってもよい。

[0103] 情報処理方法は、情報記録媒体にレーザ光を照射して、記録データ列に応じた記録マークを形成する情報記録方法において、前記記録データ列に基づいて駆動信号を生成する第1ステップと、前記駆動信号に基づいてレーザ光を出射する光源を駆動することにより、前記情報記録媒体上にレーザパルスを照射して記録する第2ステップとを備え、前記駆動信号は、前記記録マークを形成するための記録パワーを有した記録パルスを含むマーク期間と前記記録マークを形成しないスペース期間とを含み、前記第1ステップは、所定の長さ未満の記録マークを形成

するために1つの前記記録パルスを生成し、所定の長さ以上の記録マークを形成するために複数の前記記録パルスを生成し、前記所定の長さ以上のマークを形成する場合、前記第1ステップは、前記記録パワーより低い第2の記録パワーを有した休止期間を前記記録パルス間に生成し、前記休止期間は一定であってもよい。

[0104] また、前記休止期間は少なくとも1つ設けられており、記録マークの長さによらず一定であってもよい。

[0105] また、本発明の情報記録装置では、前記の所定の長さ未満の記録マークのマーク長は、最短マーク長以上5T以下である一方、前記所定の長さ以上の記録マークのマーク長は、6T以上最長マーク長以下であることが好ましい。

[0106] 記録マークが均一な幅になっているか否かは、記録マークの先端部および後端部におけるマークの幅を検出することによって調べることができる。そして、上記構成のように、前記所定の長さ未満の記録マークのマーク長を、最短マーク長以上5T以下にする一方、前記所定の長さ以上の記録マークのマーク長を、6T以上最長マーク長以下にすることによって、先端部と後端部とのマーク幅をほぼ等しくすることができることが本発明者らの鋭意検討の結果分かった。

[0107] また、本発明の情報記録装置では、前記所定の長さ未満の記録マークのマーク長は、最短マーク長以上6T以下である一方、前記所定の長さ以上の記録マークのマーク長は、7T以上最長マーク長以下であることが好ましい。

[0108] 従来、高速記録においては、ドライブごとに発生するレーザパルスの設定ずれ(実際の発光波形のずれ)による影響は無視できず、この影響により、実使用レベルの記録マークの形成が難しくなり、十分なレーザパルスの設定マージンが得られない、という問題が生じていた。

[0109] これに対して、本発明者らが鋭意検討を重ねた結果、上記構成によれば、最終の記録パルスの終端位置を動かしても記録マーク終端のジッタの上昇が比較的小さくなることが分かった。従って、チャンネルクロック周波数が高い場合でも、十分なレーザパルスの設定マージンを有した幅の均一な記録マークの形成が可能となる。

[0110] また、本発明の情報記録装置では、前記休止期間が前記レーザ光の立下り時間より大きくなるように設定されていることが好ましい。

- [0111] 上記構成によれば、休止期間が前記レーザ光の立下り時間より大きくなっている。このため、レーザパワーは記録パワーから中間パワーまで下がったあと、再び記録パワーに戻る。そのため、情報記録媒体に与える熱量を制御することができる。従って、レーザパルスが不適切に変形することなく、所望のレーザパルスが与えられるので、情報記録媒体上に正しい記録マークを形成することができる。
- [0112] また、本発明の情報記録装置では、前記休止期間が1Tと等しくなるように設定されていることが好ましい。
- [0113] 上記構成によれば、休止期間をレーザ光の立下り時間より確実に大きくすることができる。例えば、チャンネルクロックの周波数が264MHzの場合、1Tは約3.8nsである。また、所定のレーザパワーに安定するまでのレーザ光の立下り時間は、約2ns程度である。よって、休止期間をレーザ光の立下り時間より大きい1Tとすることで、レーザ光の立下り時間より大きくすることができる。従って、レーザパルスが不適切に変形せず、所望のレーザパルスが得られるので、情報記録媒体上に正しい記録マークを形成することができる。
- [0114] また、本発明の情報記録装置では、前記記録マークを形成しないスペース期間におけるレーザパワーであるスペースパワーと前記第2の記録パワーとが等しくなるように設定されていることが好ましい。
- [0115] 上記構成によれば、使用するレーザパワーの種類を1種類減らすことができる。従って、情報記録装置の回路構成を簡単にすることができる。
- [0116] また、本発明の情報記録装置では、最短マーク長の記録マークを形成する記録パワーが、前記最短マーク長の記録マーク以外の記録マークを形成する記録パワーよりも高く設定されていることが好ましい。
- [0117] 上記構成によれば、記録後に再生した再生信号のジッタが改善され、記録性能を向上させることができることが本発明者等の鋭意検討結果、明らかになった。
- [0118] また、本発明の情報記録装置では、さらに、上記最短マーク長の記録マークに続く短マーク長の記録マークを形成する記録パワーが、これらの記録マーク以外の記録マークを形成する記録パワーよりも高く設定されていることが好ましい。
- [0119] 上記構成によれば、記録後に再生した再生信号のジッタおよびエラーレートが改善

され、記録性能を向上させることができることが本発明者等の鋭意検討結果、明らかになった。

[0120] また、本発明の情報記録媒体は、上記いずれかの記録マークの形成方法、情報記録装置、および情報記録方法により記録されていることが好ましい。

[0121] また、本発明の情報記録媒体は、上記いずれかの記録マークの形成方法および情報記録方法で記録を行うための記録情報が記録されていることが好ましい。

[0122] 本発明の記録マーク形成方法、情報記録装置、および情報記録方法は、以上のように、休止期間が、記録マークのマーク長によらず一定になり、かつ、記録パルスの分割数によらず一定になるように設定されている。

[0123] 従って、長い記録マークを形成する場合においても、低いレーザパワーを用いて幅の均一な記録マークの形成が可能で、かつ、記録波形を決定するためのパラメータを減らすことができる、という効果を奏する。

[0124] 本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。すなわち、請求項に示した範囲で適宜変更した技術的手段を組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

産業上の利用の可能性

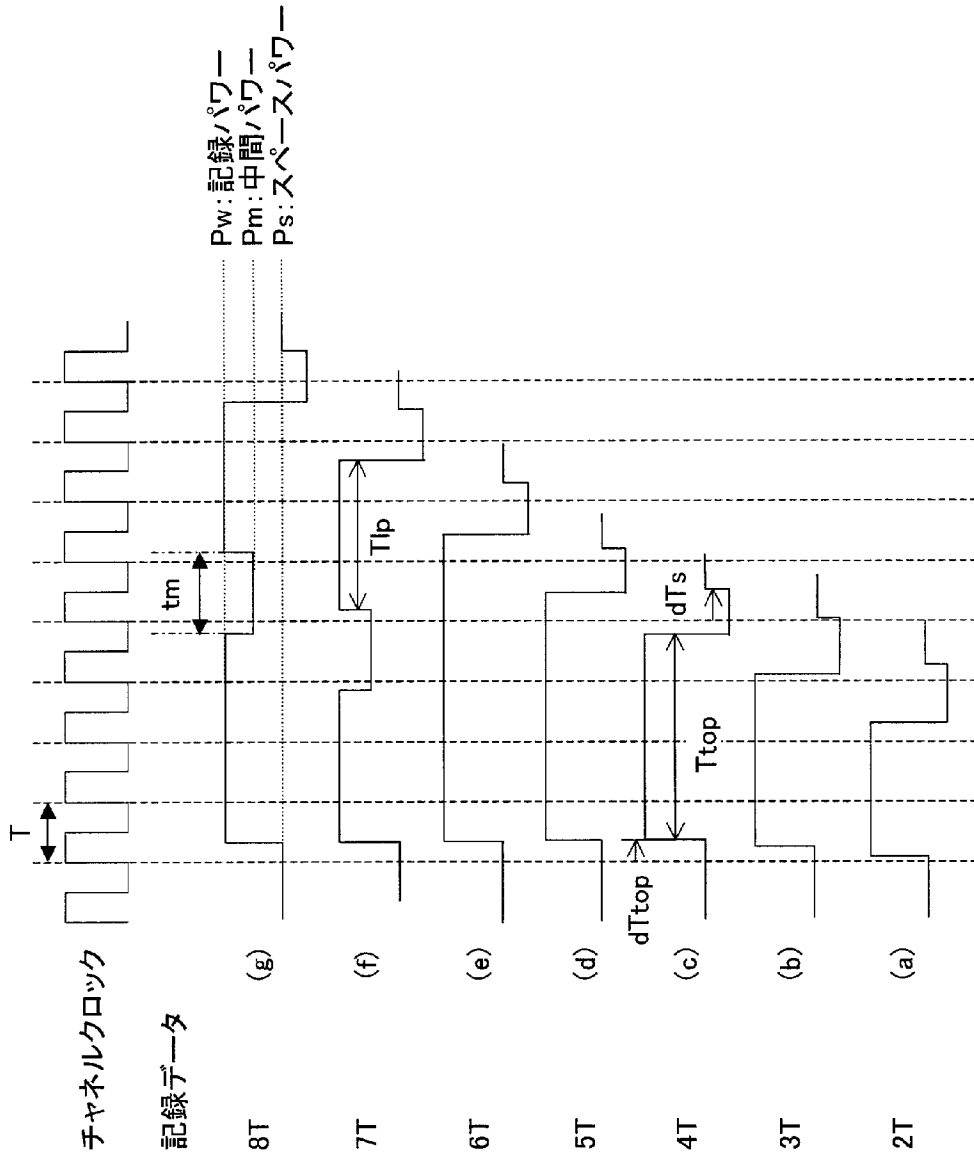
[0125] 本発明は液晶表示装置に用いることができ、特に、テレビ受像機に好適に利用することができる。

請求の範囲

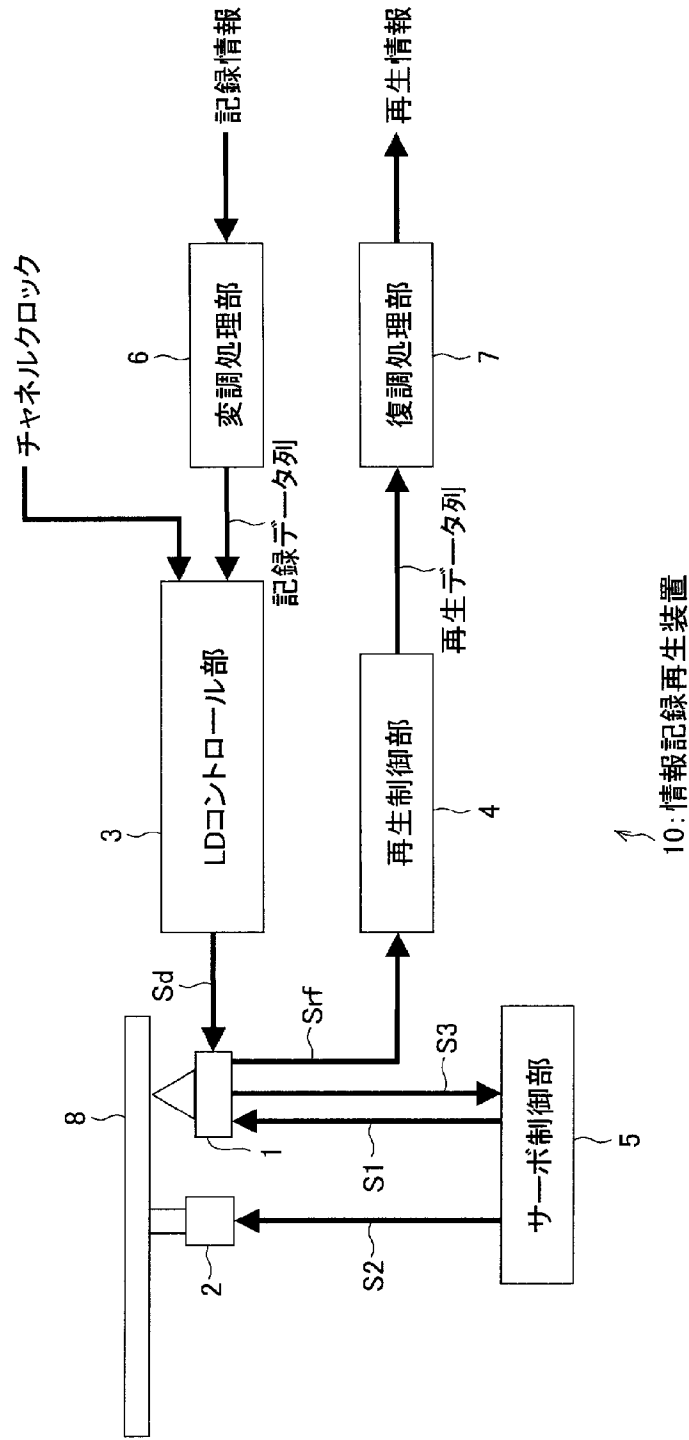
- [1] マーク長が所定の長さ未満の記録マークについては、第1の記録パワーを有する1つの記録パルスで形成し、マーク長が所定の長さ以上の記録マークについては、第1の記録パワーよりも低い第2の記録パワーを有する休止期間にて第1の記録パワーを有する記録パルスを分割して記録マークを形成する記録マークの形成方法において、
- 前記休止期間が、記録マークのマーク長によらず一定になり、かつ、記録パルスの分割数によらず一定になるように設定されていることを特徴とする記録マークの形成方法。
- [2] 記録媒体に対して、マーク長が所定の長さ未満の記録マークについては、第1の記録パワーを有する1つの記録パルスで形成し、マーク長が所定の長さ以上の記録マークについては、第1の記録パワーよりも低い第2の記録パワーを有する休止期間にて第1の記録パワーを有する記録パルスを分割して記録マークを形成する情報記録方法において、
- 前記休止期間が、記録マークのマーク長によらず一定になり、かつ、記録パルスの分割数によらず一定になるように設定されていることを特徴とする情報記録方法。
- [3] 情報記録媒体に対して、レーザ光を照射して記録マークを形成する記録マーク形成手段であって、マーク長が所定の長さ未満の記録マークについては、第1の記録パワーを有する1つの記録パルスで形成し、マーク長が所定の長さ以上の記録マークについては、第1の記録パワーよりも低い第2の記録パワーを有する休止期間にて第1の記録パワーを有する記録パルスを分割する記録マーク形成手段を備えた情報記録装置において、
- 上記記録マーク形成手段は、前記休止期間を、記録マークのマーク長によらず一定になり、かつ、記録パルスの分割数によらず一定になるように設定することを特徴とする情報記録装置。
- [4] 前記の所定の長さ未満の記録マークのマーク長は、最短マーク長以上5T以下である一方、前記所定の長さ以上の記録マークのマーク長は、6T以上最長マーク長以下であることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の情報記録装置。

- [5] 前記所定の長さ未満の記録マークのマーク長は、最短マーク長以上6T以下である一方、前記所定の長さ以上の記録マークのマーク長は、7T以上最長マーク長以下であることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の情報記録装置。
- [6] 前記休止期間が前記レーザ光の立下り時間より大きくなるように設定されていることを特徴とする請求の範囲第3項から第5項のいずれか1項に記載の情報記録装置。
- [7] 前記休止期間が1Tと等しくなるように設定されていることを特徴とする請求の範囲第3項から第6項のいずれか1項に記載の情報記録装置。
- [8] 前記記録マークを形成しないスペース期間におけるレーザパワーであるスペースパワーと前記第2の記録パワーとが等しくなるように設定されていることを特徴とする請求の範囲第3項から第7項のいずれか1項に記載の情報記録装置。
- [9] 最短マーク長の記録マークを形成する記録パワーが、前記最短マーク長の記録マーク以外の記録マークを形成する記録パワーよりも高く設定されていることを特徴とする請求の範囲第3項から第8項のいずれか1項に記載の情報記録装置。
- [10] さらに、上記最短マーク長の記録マークに続く短マーク長の記録マークを形成する記録パワーが、これらの記録マーク以外の記録マークを形成する記録パワーよりも高く設定されていることを特徴とする請求の範囲第9項に記載の情報記録装置。
- [11] 請求の範囲第3項から第10項のいずれか1項に記載の情報記録装置により記録されることを特徴とする情報記録媒体。
- [12] 請求の範囲第1項に記載の記録マークの形成方法により記録されることを特徴とする情報記録媒体。
- [13] 請求の範囲第1項に記載の記録マークの形成方法で記録を行うための記録情報が記録されていることを特徴とする情報記録媒体。
- [14] 請求の範囲第2項に記載の情報記録方法により記録されることを特徴とする情報記録媒体。
- [15] 請求の範囲第2項に記載の情報記録方法で記録を行うための記録情報が記録されていることを特徴とする情報記録媒体。

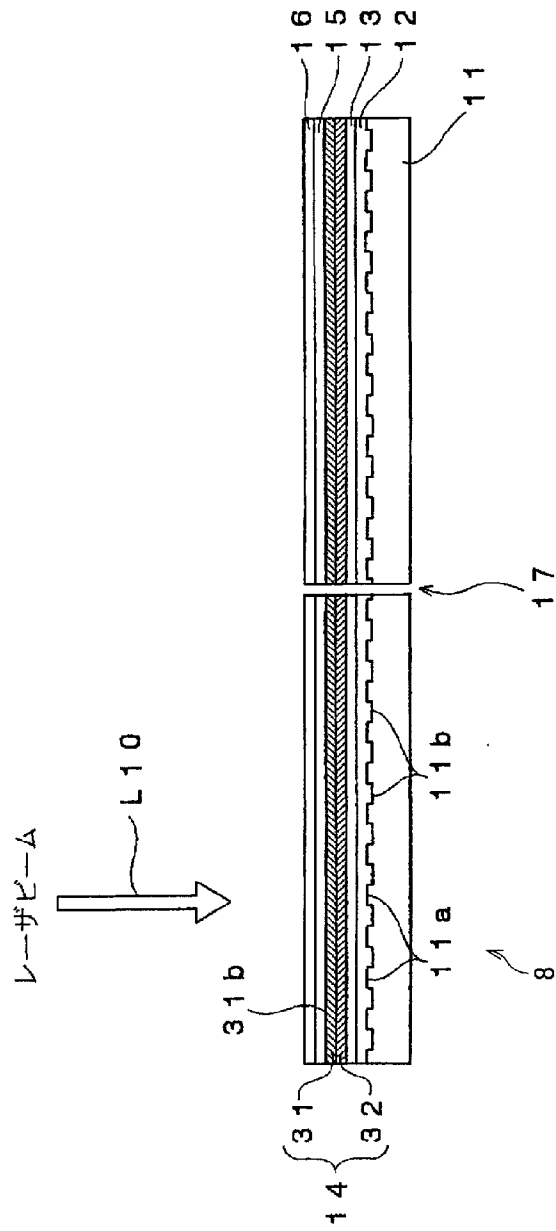
[図1]



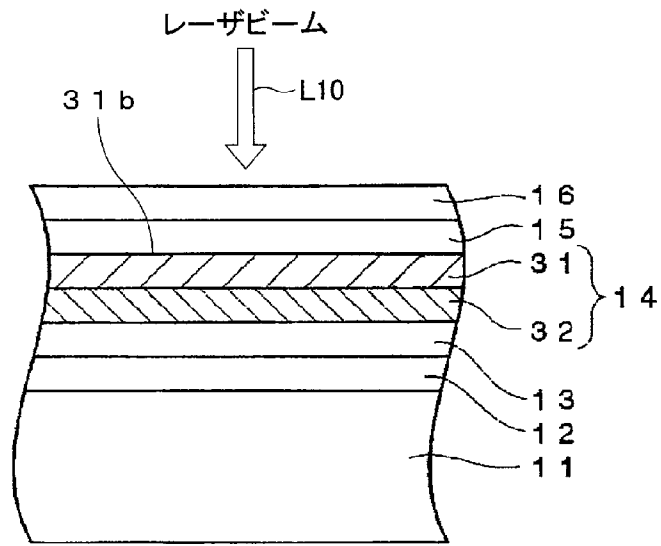
[図2]



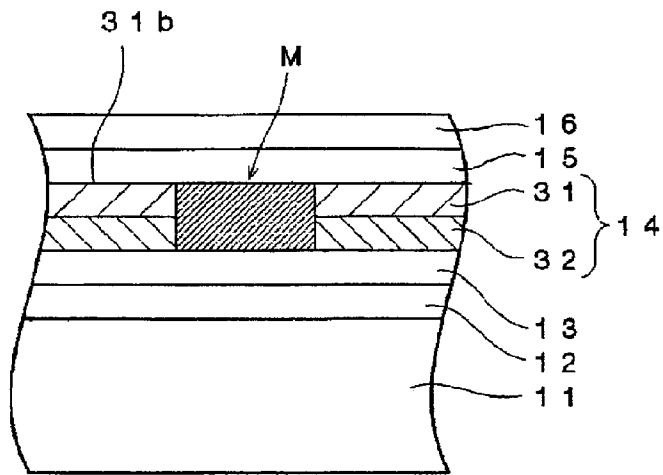
[図3]



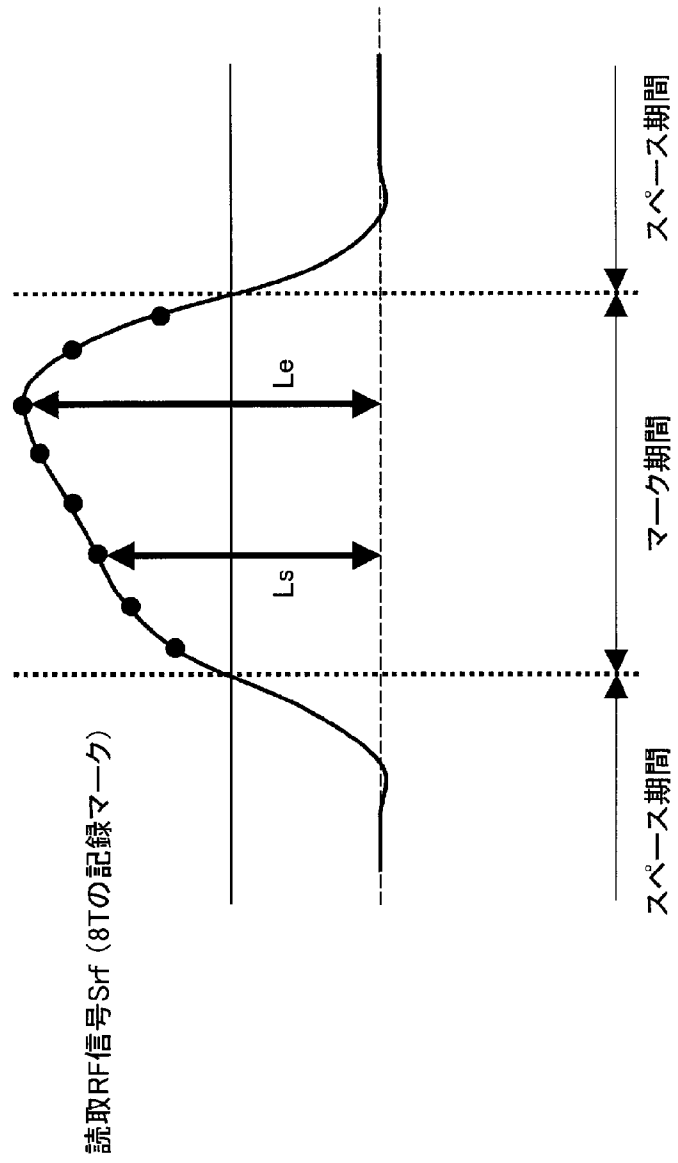
[図4(a)]



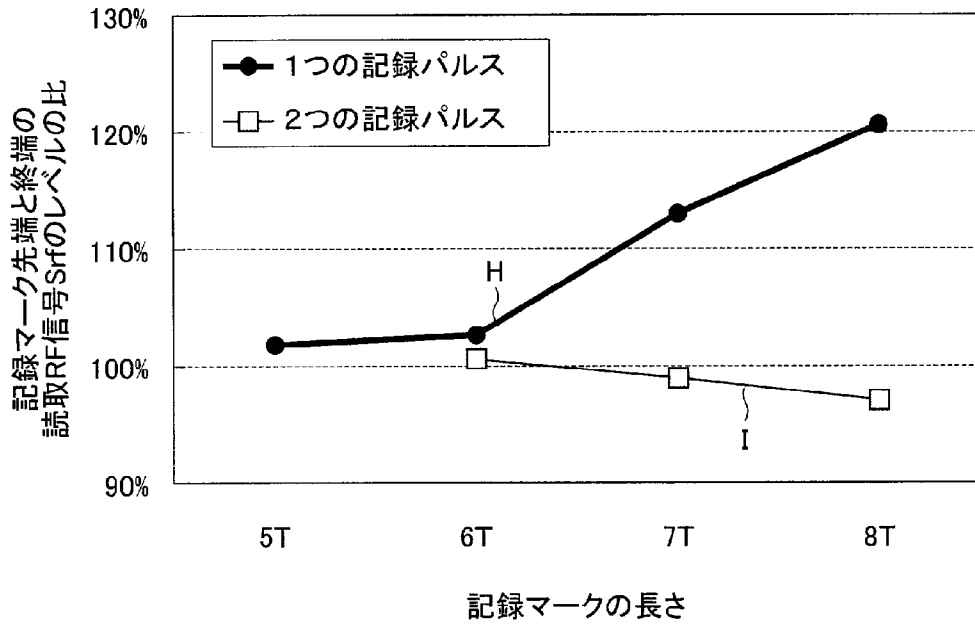
[図4(b)]



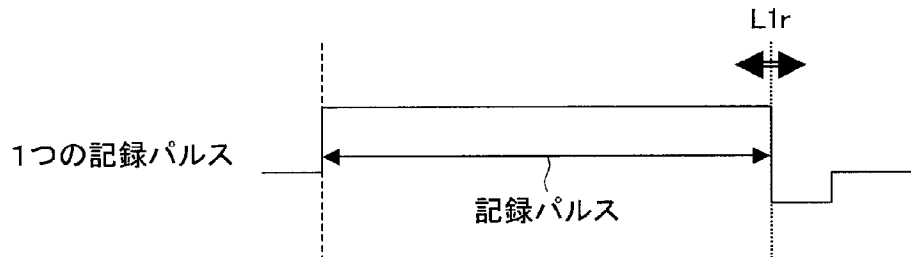
[図5]



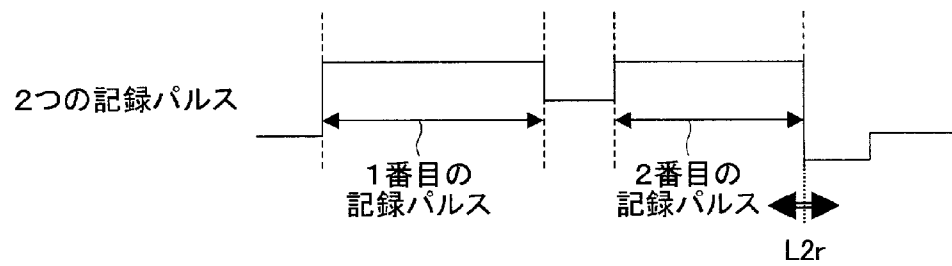
[図6]



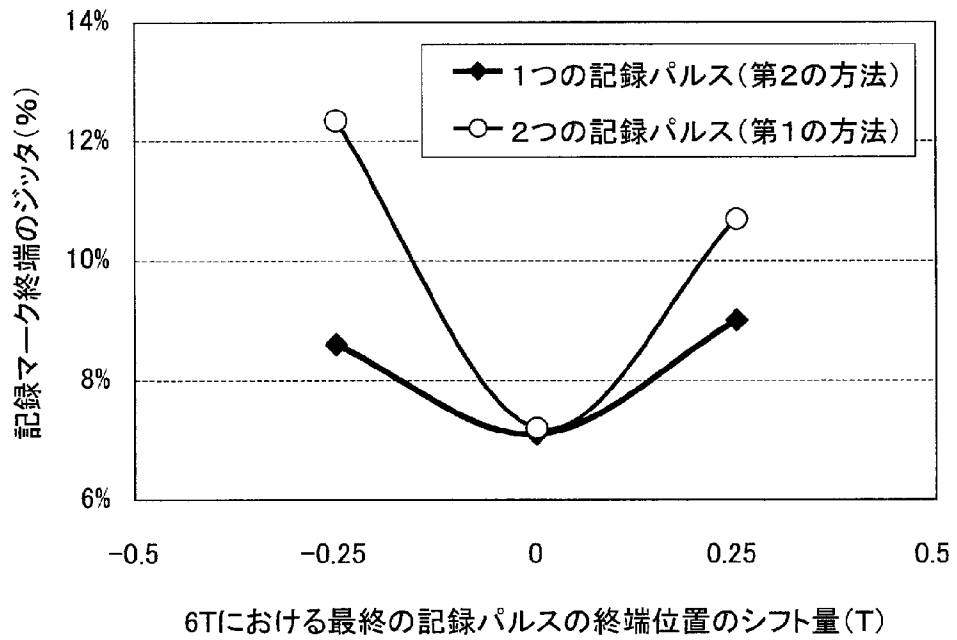
[図7(a)]



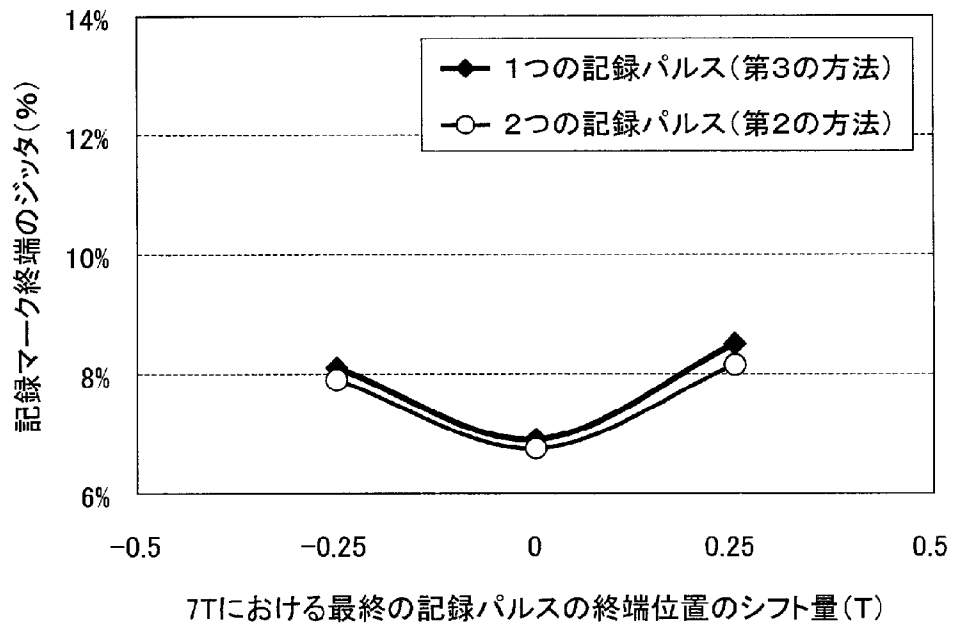
[図7(b)]



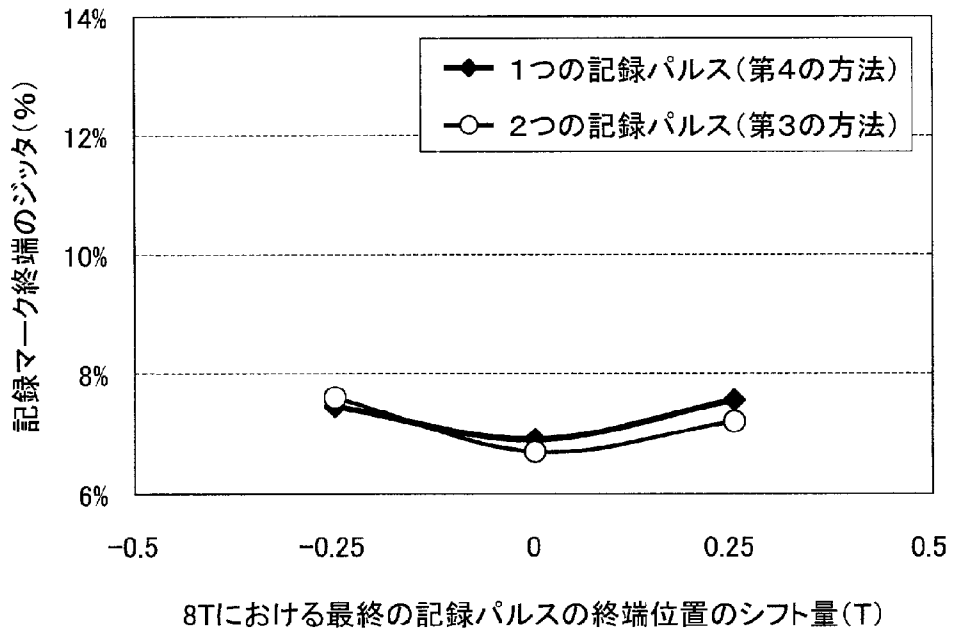
[図8]



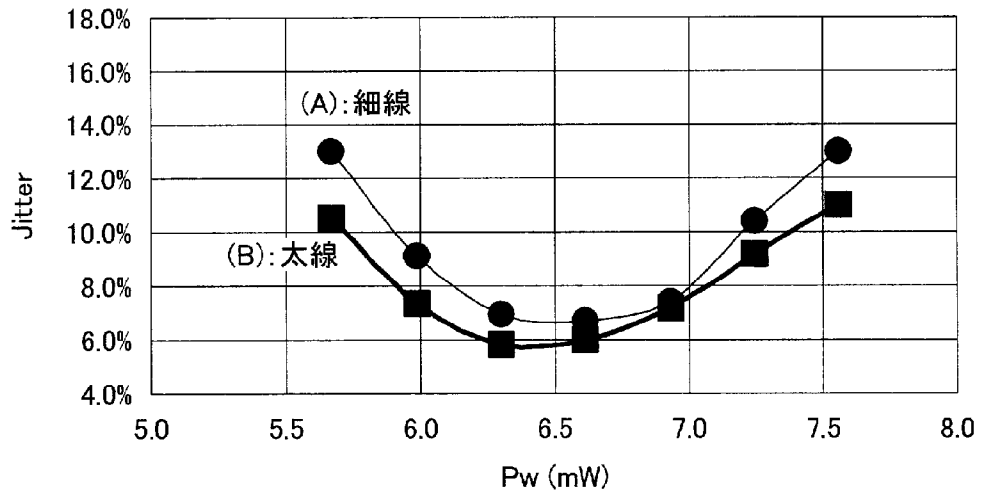
[図9]



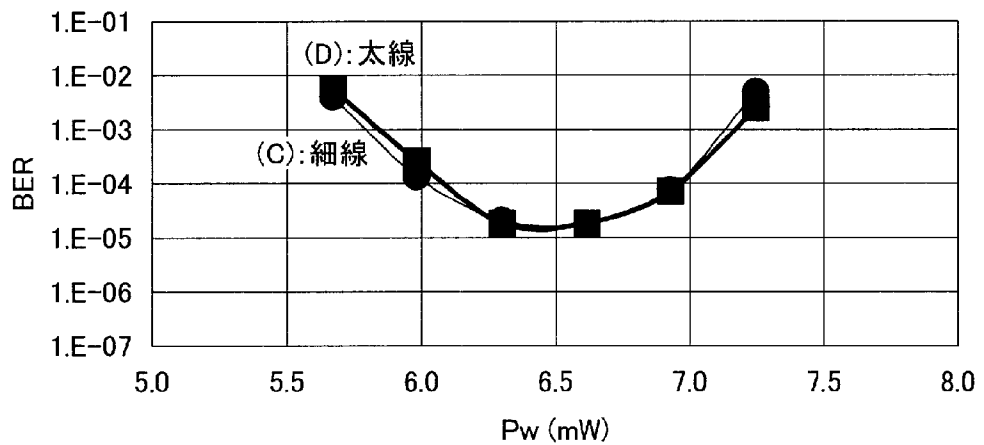
[図10]



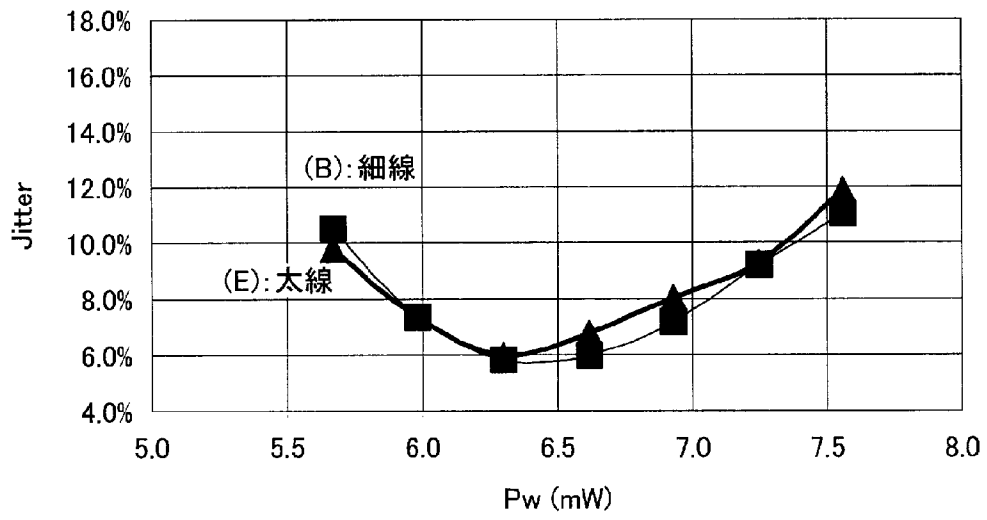
[図11(a)]



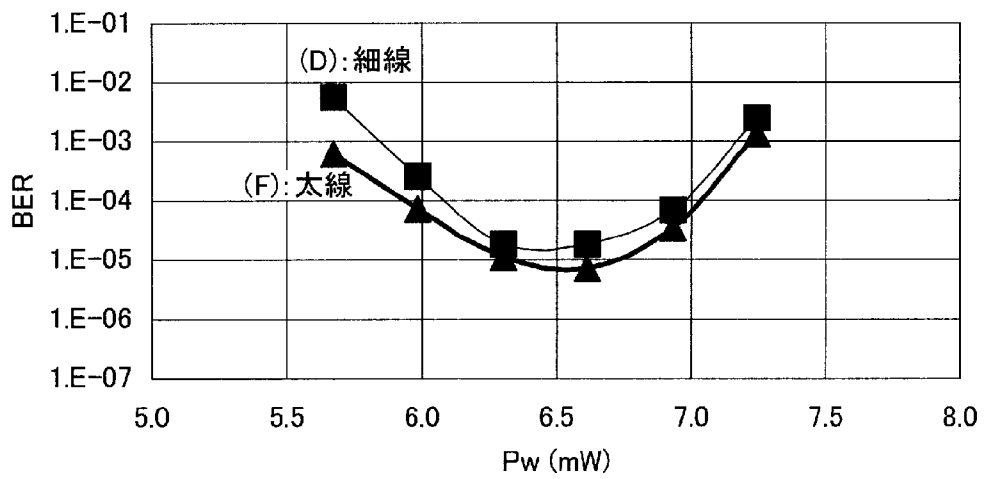
[図11(b)]



[図12(a)]

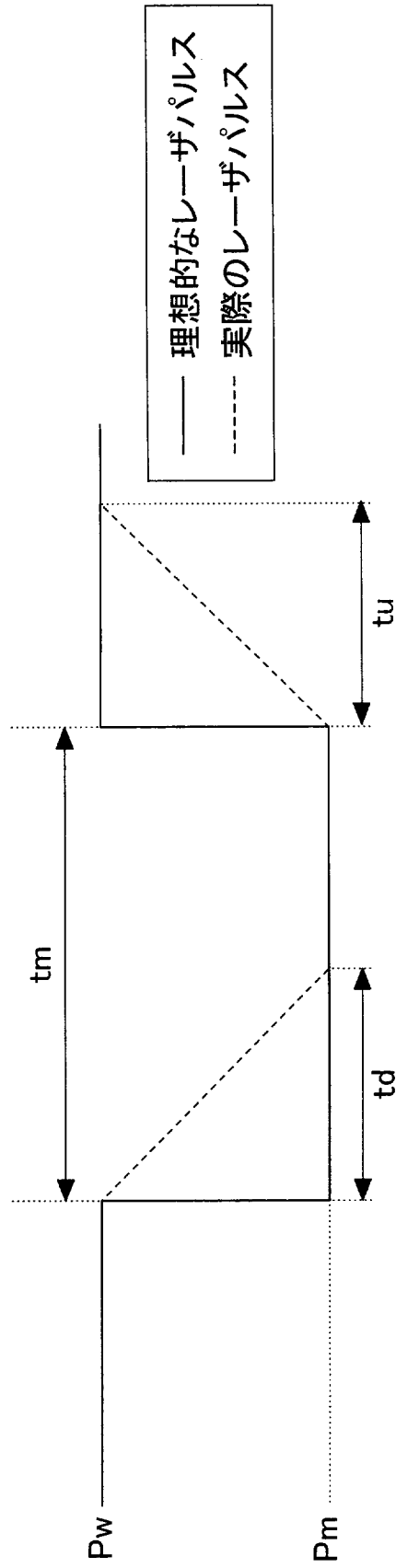


[図12(b)]



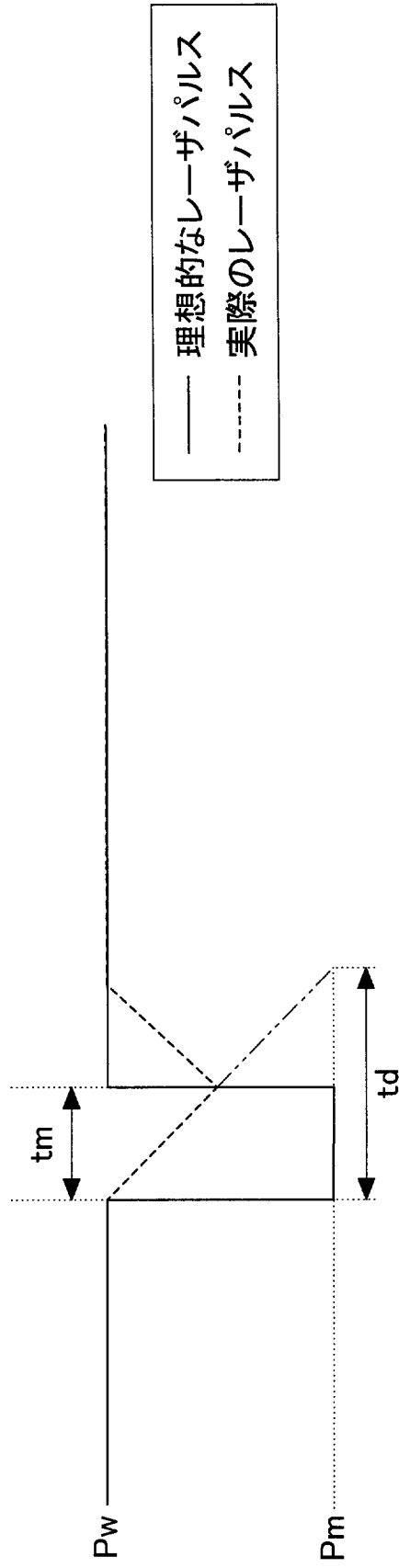
[図13(a)]

レーザー光の立下り時間に対して t_m が長い場合

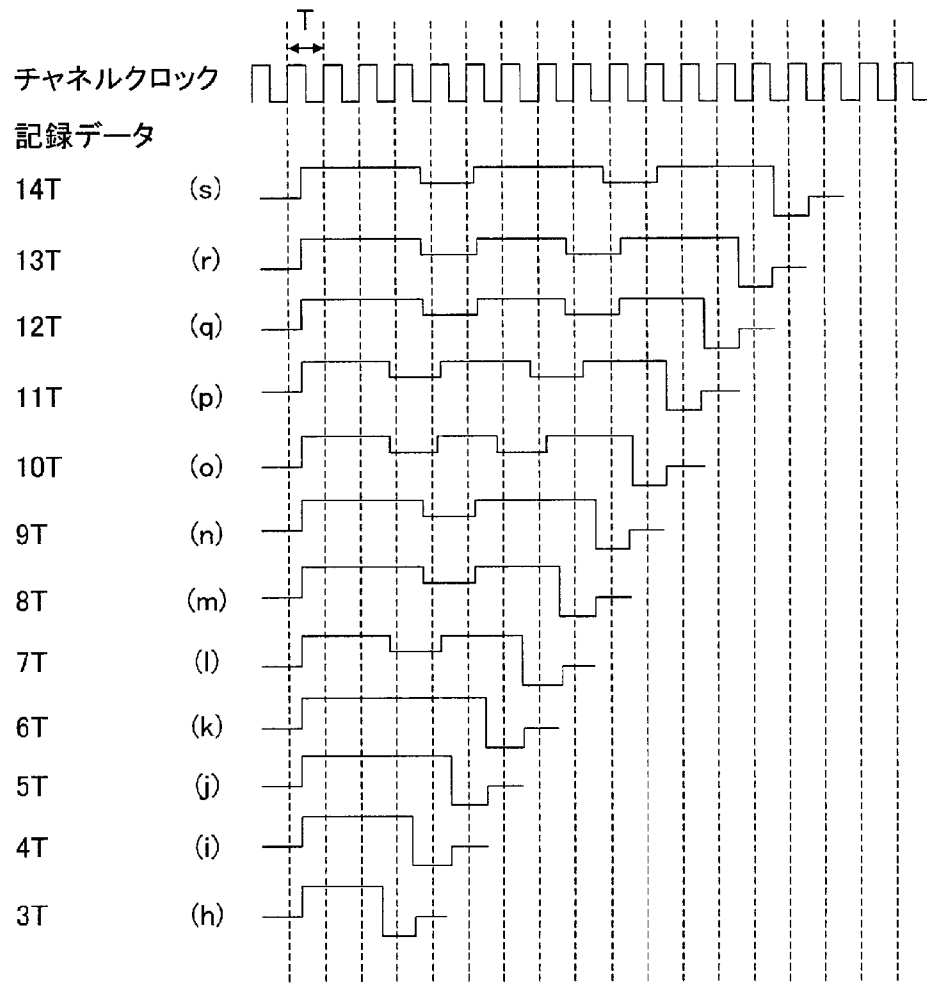


[図13(b)]

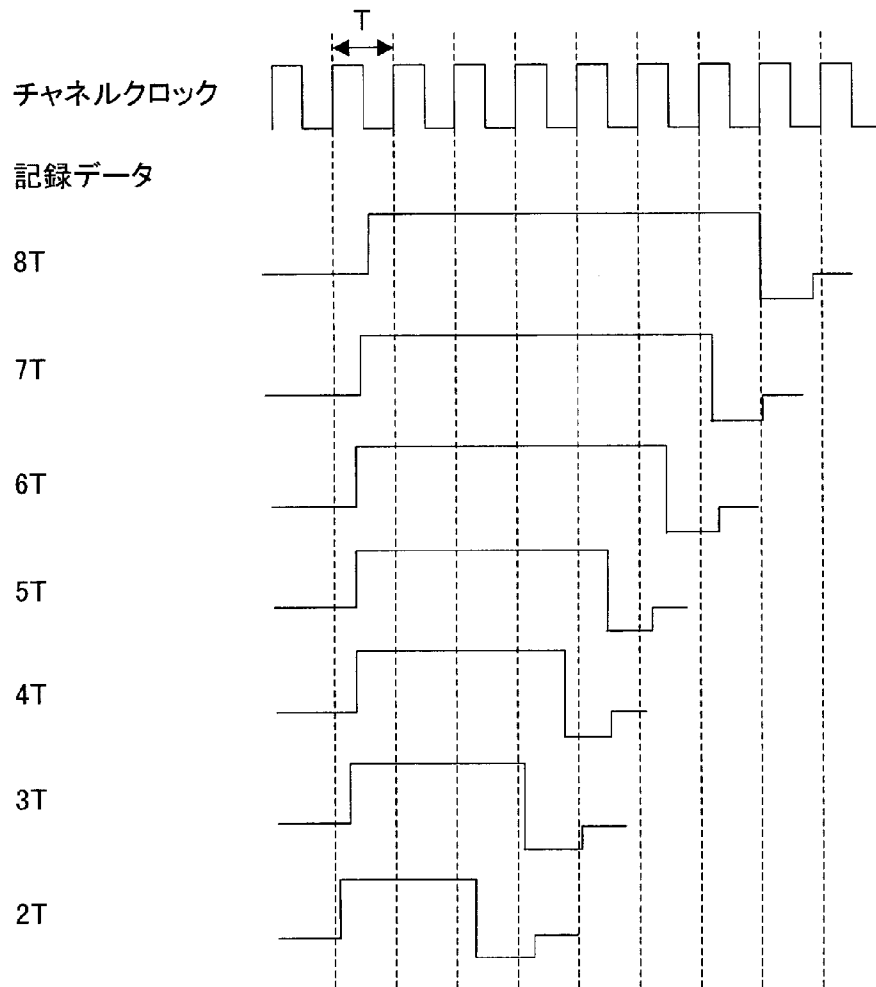
レーザー光の立下り時間に対して t_m が短い場合



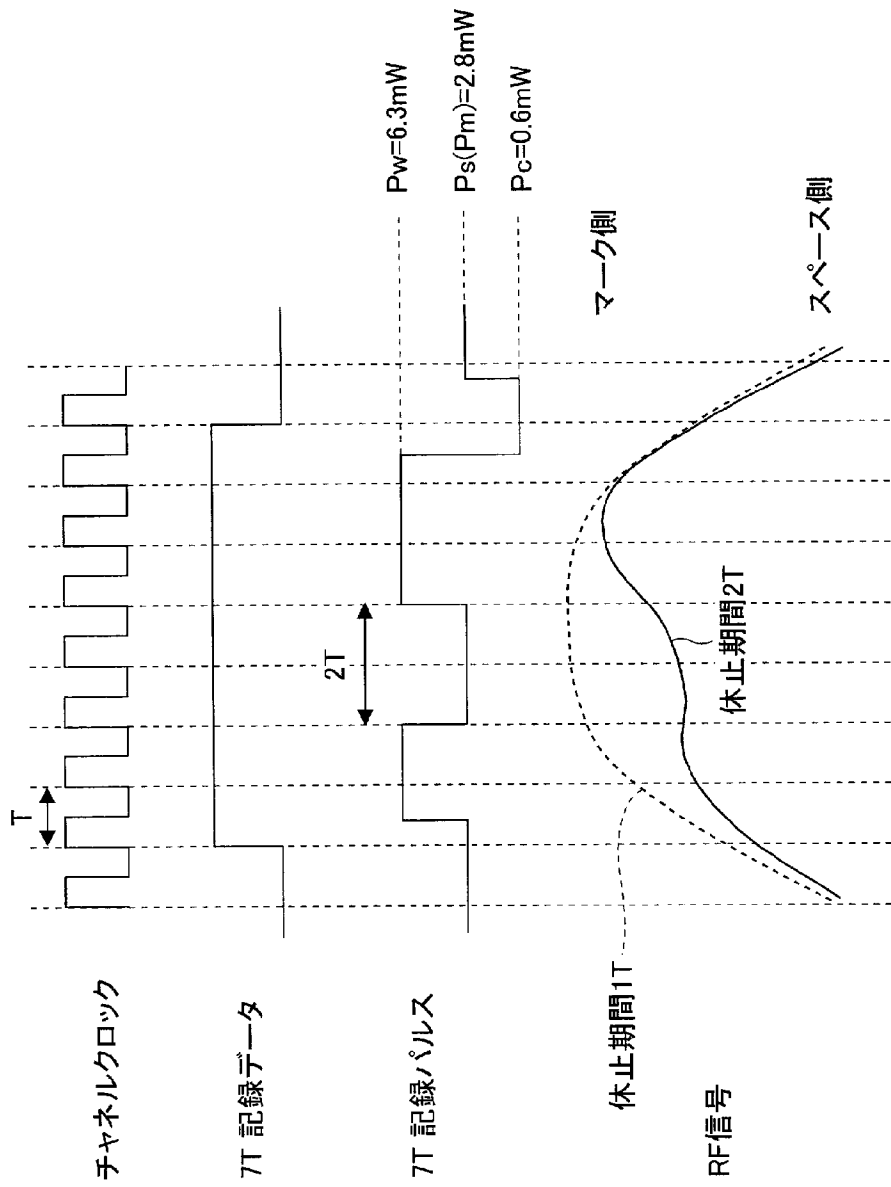
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/312279

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G11B7/0045 (2006.01), **G11B7/125** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 G11B7/0045, G11B7/125

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-171735 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 June, 2004 (17.06.04), Full text; Figs. 1 to 24	1-3, 6-8, 11-15
A	Full text; Figs. 1 to 24 & US 2005/0041552 A1 & EP 1466322 A & WO 2004/034386 A1	4-5, 9-10
X	JP 8-124161 A (Sony Corp.), 17 May, 1996 (17.05.96), Full text; Figs. 1 to 5	1-3, 6, 8, 11-15
A	Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	4-5, 7, 9-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
 15 September, 2006 (15.09.06)

Date of mailing of the international search report
 26 September, 2006 (26.09.06)

Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G11B7/0045 (2006.01), G11B7/125 (2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G11B7/0045, G11B7/125

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2 0 0 4 - 1 7 1 7 3 5 A (松下電器産業株式会社) 2 0 0 4 . 0 6 . 1 7 全文, 図1-24	1-3, 6-8, 11-15
A	全文, 図1-24 & US 2 0 0 5 / 0 0 4 1 5 5 2 A 1 & EP 1 4 6 6 3 2 2 A & WO 2 0 0 4 / 0 3 4 3 8 6 A 1	4-5, 9-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.09.2006

国際調査報告の発送日

26.09.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

五貫 昭一

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

5D

9368

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 8-124161 A (ソニー株式会社) 1996.05.17 全文, 図1-5	1-3, 6, 8, 11-15
A	全文, 図1-5 (ファミリーなし)	4-5, 7, 9-10