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

特許第3635783号

(P3635783)

(45)発行日　平成17年4月6日(2005.4.6)　(24)登録日　平成17年1月14日(2005.1.14)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G11B 7/0045	G11B	7/0045	A
G11B 7/125	G11B	7/125	B

請求項の数 8　(全 25 頁)

(21)出願番号　特願平8-150697
(22)出願日　平成8年6月12日(1996.6.12)
(65)公開番号　特開平10-3664
(43)公開日　平成10年1月6日(1998.1.6)
審査請求日　平成15年6月12日(2003.6.12)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　100075096
弁理士　作田　康夫
(72)発明者　宮本　真
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地
株式会社日立製作所映像情報メディア事業部内
(72)発明者　寺尾　元康
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目２８０番地
株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】情報記録方法及び情報記録装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

情報記録媒体に対して、記録用エネルギービームを、少なくとも高パワーレベルと低パワーレベルを交互に照射して、情報の記録を行う情報記録方法において、

前記交互に照射した前記高パワーレベルのパルスの後ろに、前記低パワーレベル以下のパワーレベルへの下向きパルスを有する記録波形により記録を行い、前記記録用エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が大きくなるほど、チャネルクロックに対して上記下向きパルスの幅を大きくなるように変化させることを特徴とした情報記録方法。

【請求項２】

前記下向きパルスの幅は、前記チャネルクロックの１／２の整数倍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３】

請求項１記載の情報記録方法において、前記情報記録媒体に記録された前記記録波形に関する情報に基づき情報を記録することを特徴とする情報記録方法。

【請求項４】

請求項１記載の情報記録方法において、前記情報記録媒体に記録された前記エネルギービームと情報記録媒体の相対速度に関する情報に基づき、前記下向きパルスの幅を決定して情報を記録することを特徴とする情報記録方法。

【請求項５】

情報記録媒体に対して、記録用エネルギービームを、少なくとも高パワーレベルと低パ

ワーレベルを交互に照射して、情報の記録を行う情報記録装置において、
前記交互に照射した前記高パワーレベルのパルスの後ろに、前記低パワーレベル以下のパワーレベルへの下向きパルスを有する記録波形を発生させ、前記記録用エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が大きくなるほど、チャネルクロックに対して上記下向きパルスの幅を大きくなるように変化させる記録波形発生手段を有することを特徴とした情報記録装置。
【請求項６】
前記下向きパルスの幅は、前記チャネルクロックの１／２の整数倍であることを特徴とする請求項５記載の情報記録装置。
【請求項７】
請求項５記載の情報記録装置において、前記記録波形発生手段は、前記情報記録媒体に記録された前記記録波形に関する情報に基づき記録波形を発生させることを特徴とする情報記録装置。
【請求項８】
請求項５記載の情報記録装置において、前記記録波形発生手段は、前記情報記録媒体に記録された前記エネルギービームと情報記録媒体の相対速度に関する情報に基づき、前記下向きパルスの幅を決定することを特徴とする情報記録装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、エネルギービームの照射により情報の記録が可能な情報記録媒体に対する情報記録方法に係り、特に、相変化光ディスク、あるいは光磁気ディスクなどに対し優れた効果を発揮する情報記録方法、および上記情報記録方法を用いる情報記録装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来の書き換え可能な記録膜への記録・消去方法は、例えば、特開昭６２－１７５９４８号公報に示されているような、交換結合２層膜を記録膜とした光磁気ディスクを用いた場合や、および特開昭６２－２５９２２９号公報に示されている記録するレーザ照射時間とほぼ同じ程度の時間で結晶化が行える高速消去が可能な相変化型光ディスク用記録膜を用いた場合に、１つのエネルギービームのパワーを、いずれも読み出しパワーレベルより高い少なくとも２つのレベル、すなわち少なくとも高いパワーレベルと中間のパワーレベルとの間で変化させることにより行っていた。この方法では、既存の情報を消去しながら新しい情報を記録する、いわゆるオーバーライト（重ね書きによる書き換え）が可能になるという利点がある。
【０００３】
また、特開昭６２－２５９２２９号公報、特開平３-１８５６２９号公報に示されているように、高いパワーレベルと中間のパワーレベルと、中間のパワーレベルよりも低いパワーレベルの三つのレベルの間でエネルギービームを変化させることにより、記録マークが涙滴型になる（記録マーク後方が前方に比較して幅広になる）現象を抑さえることができる。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
現在、デジタルビデオディスクの開発が最終段階にあり、相変化記録膜を用いた書き換え可能型デジタルビデオディスク（ＤＶＤ－ＲＡＭ）の開発も進んでいる。ＤＶＤ－ＲＡＭのように、相変化記録膜にマークエッジ記録を行なう光ディスク装置では、マーク形状歪みや消え残りを防ぐために、記録膜に記録マークを形成するために記録膜を融解させた領域の外縁部のどこにおいても、記録時の到達温度および冷却速度がほぼ同一であるようにする必要がある。しかしこれまで知られている各種の記録波形では、上記条件を十分に満たすことができず、実現可能記録密度に制約があった。
【０００５】

一方、近年、デジタル信号処理の高速化に伴い、情報記録装置の記録再生高速化に対する要求が高まっている。この要求に応えるため、エネルギービームと情報記録媒体の相対速度を上昇させることが重要となっている。

【０００６】

エネルギービームと情報記録媒体の相対速度を向上させることにより単位時間内により多くの情報の記録再生が行えるため、情報記録再生装置のデータ転送レートを向上させることができる。通常、情報記録媒体への記録速度は、製品の世代の進行にともない高速化する。このため、世代間の互換性を考慮し一台の情報記録再生装置を用いて高速記録対応（徐冷構造）の情報記録媒体と低速記録対応（急冷構造）の情報記録媒体の両方に対して高速の記録再生を行えることが望ましい。

【０００７】

また、特に円盤状の情報記録媒体上の、中心からの半径が大きく異なる記録トラック間を移動しての記録再生を高速化させるためには、情報記録媒体の角速度を一定にして回転させることが重要となる。エネルギービームと情報記録媒体の相対速度を一定にするための時間（角速度を変化させる時間）を省くことができるため、記録再生装置のアクセス時間を短縮することができるのである。

【０００８】

また、既に述べたように、デジタル信号処理された映像のように大容量の情報記録に対する要求も大きい。したがって、高速度で、高密度記録が可能な情報記録方法の発明も急務となっている。

【０００９】

以上のような条件を満たす情報記録装置を実現するためには、エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が大きい場合においても、様々な冷却速度の情報記録媒体に対して、エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が変化した場合においても、また、極めて高い記録密度とした場合においても、安定に記録を行える情報記録方法が要求される。

【００１０】

上記従来技術は非常に優れたアイデアであるが、媒体間の冷却速度差、およびエネルギービームと情報記録媒体との相対速度が大きい場合、およびその変化に伴う冷却速度差がある場合に対する配慮、あるいは、記録マーク間の距離がエネルギービームスポットの半分以下になるような高密度記録に対する配慮が十分とは言えないため、種々の問題が生じることが明らかとなった。

【００１１】

例えば、冷却速度が小さい情報記録媒体に対して、高パワーレベルのエネルギービームを照射して記録を行う場合、記録膜やその両側の保護膜への熱の蓄熱により、後に照射される場所ほど温度が高くなり、記録マークの後方部分が記録トラックに対して直角方向に広がり（涙滴型になり）、再生信号に歪みが生じる。上記従来技術では記録マークが涙滴型になることを防ぐため一連の高パワーパルス列の前方部分のエネルギー密度を高くしたり、高パワーパルス間のレベルを中間パワーレベルよりも小さくしてある。

【００１２】

このため、エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が上昇した場合、あるいは比較的冷却速度が大きい情報記録媒体に対して記録を行った場合には、記録マークの前方部分が後方部分と比較して大きくなる（逆涙滴型になる）傾向があり、このような部分からの信号を再生すると、再生信号に歪みがあるため、記録信号に正しく対応した再生信号が得られないなどの問題が生じた。

【００１３】

また、記録マーク間の距離がエネルギービームスポットの半分以下になるような高密度記録を行なう際には、記録マーク間の距離が小さくなるため、前後の記録マークを記録した際に発生した熱の影響（熱干渉）により、記録マークに歪みが生じる。従来技術でも、この熱干渉を抑制するために記録パルス後にエネルギービームのパワーレベル（レーザーパワーレベル）を消去パワーレベルより下げる対策を行なっているが、高速、高密度記録、

特に最短マーク長および最短スペース長が１μｍ以下、レーザービームと記録媒体の相対速度が９ｍ／ｓ以上の条件のいずれかにあてはまる場合、さらに熱干渉を抑制する技術が必要となる。

【００１４】

したがって、本発明の目的は、上記従来技術における問題点を解決し、様々な冷却速度の情報記録媒体に対して、記録密度が高い場合、および、エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が大きい場合、また、上記相対速度が変化した場合においても、正確な記録が可能となる情報の記録方法、情報記録装置を提供することにある。

【００１５】

また、高密度記録を目的とし狭トラックピッチ化の技術が開発されている。例えば情報記録媒体上に設けられた溝（グルーブ）内とランド（グルーブ間の領域）の両方に情報を記録する方法がある。この方法では、グルーブ深さ（ランドとグルーブの光学的位相差）を適当な値にすることによって、ランドからグルーブへの、あるいはグルーブからランドへの再生信号クロストークをキャンセルすることができる。

【００１６】

しかしながら、情報の記録にエネルギービームにより発生する熱を利用しているため、特に、エネルギービームの位置の制御が不安定になった場合（例えば、トラックオフセットが生じた場合）などに、隣接トラック（ランドに対する隣接グルーブ、あるいはグルーブに対する隣接ランド）への熱的な干渉が発生するため、隣接トラックに記録されている情報を消去してしまうという問題が発生する。

【００１７】

したがって、本発明のもう一つの目的は、トラックピッチが記録用エネルギービーム径以下となるような、狭トラックピッチの情報記録媒体、特にランドーグルーブ記録に対応した情報記録媒体に情報を記録する場合においても、隣接トラックの情報を消去することなく、正確な記録が可能となる情報の記録方法、情報記録装置を提供することにある。

【００１８】

【課題を解決するための手段】

上述した従来技術における問題点を解決するためには、以下の情報記録方法、情報記録装置を用いれば良い。すなわち、

（１）情報記録媒体に対して、記録用エネルギービームを、少なくとも高パワーレベルと低パワーレベルを交互に照射して、情報の記録を行う情報記録方法において、前記交互に照射した前記高パワーレベルのパルスの後ろに、前記低パワーレベル以下のパワーレベルへの下向きパルスを有する記録波形により記録を行い、前記記録用エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が大きくなるほど、チャネルクロックに対して上記下向きパルスの幅を大きくなるように変化させる情報記録方法。

【００１９】

以上の情報記録方法を用いれば、下向きパルスの幅を変化させることにより記録マーク後部の冷却速度を制御できるため、以下のような効果がある。

【００２０】

通常、エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が低い場合には記録マークが涙滴型になりやすい。この場合、記録マーク後部の冷却速度を小さくすることにより記録マーク後部の幅を狭めることができる。また、エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が大きい場合には記録マークが逆涙滴型になりやすい。この場合、記録マーク後部の冷却速度を大きくすることにより記録マーク後部の幅を拡げることができる。

【００２３】

以上の情報記録方法は結晶と非晶質との間の相変化を利用して情報が記録される情報記録媒体（いわゆる相変化記録媒体）に対する効果が特に大きい。

【００２４】

さらに、上記下向きパルスの幅を変化させることにより、前後の記録マーク記録時の熱干渉を極力抑えることが可能となるため、記録マーク間の距離を小さくすることができる。

したがって、高密度記録が可能となる。このような効果は、相変化記録媒体のみならず、光磁気ディスクなどのように、一般にエネルギービーム照射により発生する熱を利用して情報の記録を行なう情報記録媒体に対して効果が大きい。

【００２５】

また、（１）に記載の下向きパルスは、連続した高パワーパルスの最後尾のパルスと、次の連続した高パワーパルス列の先頭パルスの間に付加すれば、本発明の効果が現れるが、連続した高パワーパルス列の最後尾のパルスの直後に付加した場合、特に大きな効果が現れる。

【００２６】

なお、本発明において、連続した高パワーパルス列とは、通常はチャンネルクロックよりも短い間隔の、ほぼ等間隔で配置された一つの記録マークの形成に要する高パワーパルス列のことである。したがって、単一の高パワーパルスで、一つの記録マークを記録する場合を含む時も、これを連続した高パワーパルス列と呼ぶ。

【００２７】

また、上記下向きパルスの照射時間とエネルギービームと情報記録媒体の相対速度の積が、エネルギービームスポット径（エネルギービームの中心強度のexp(-2)以上になる領域の記録トラック方向の距離）の３分の１以下であれば再生信号の歪みは特に小さくなるため、高密度記録に最適である。上記下向きパルスの照射時間とエネルギービームと情報記録媒体の相対速度の積が、上記エネルギービームスポット径の３分の１以上の場合、中間パワーレベルによる消去（相変化記録膜の場合は結晶化）が十分に行われないため信号品質を劣化させることになる。

【００３２】

また、（２）情報記録媒体に対して、記録用エネルギービームを、少なくとも高パワーレベルと低パワーレベルを交互に照射して、情報の記録を行う情報記録装置において、前記交互に照射した前記高パワーレベルのパルスの後ろに、前記低パワーレベル以下のパワーレベルへの下向きパルスを有する記録波形を発生させ、前記記録用エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が大きくなるほど、チャネルクロックに対して上記下向きパルスの幅を大きくなるように変化させる記録波形発生手段を有する情報記録装置。

【００３３】

上記（２）に示した情報記録方法を実現することが可能となるため、エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が変化した場合においても、高密度記録が可能となる。

【００３８】

なお、上記の連続した高パワーパルスの後に付加される下向きパルスのパワーレベルは、記録マークの消去が可能な中間パワーレベルより低い場合に本発明の効果が現われる。特に、上記下向きパルスのパワーレベルとしては、中間パワーレベルより低い、情報の再生用の再生パワーレベル以下の場合、本発明の記録波形を容易に形成することが可能となるばかりか、媒体上の冷却速度を制御する効果が大きくなるため、様々な冷却速度の情報記録媒体に対して、エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が変化した場合においても高密度記録が達成する効果が大きくなる。

【００３９】

また、結晶中に非晶質の記録マークが記録され、上記記録マークの周辺に上記結晶の結晶粒よりも大きな結晶粒が存在するような情報記録媒体を用いれば、再結晶化領域の幅を到達温度および冷却速度により容易に制御することが可能となるため、記録マークが涙滴型、あるいは逆涙滴型になりにくく、記録マークの大きさの変動を極力抑えることができる。従って記録波形に忠実な再生信号が得られる。しかし、本発明は全体が大きな結晶粒で占められる記録媒体等、他の特性の記録媒体にも適用可能である。

【００４２】

さらに、連続した高パワーパルス列の後の下向きパルスの幅を、チャンネルクロックの１／２倍の整数倍とすることを特徴とした情報記録方法を用いることにより、上記記録波形発生手段の回路規模を最も小さくすることができるので好ましい。連続した高パワーパ

ルス列の後の下向きパルスの幅を、チャンネルクロックの整数倍とした場合でも、本発明の効果はあらわれるが、チャンネルクロックの幅以下の高パワーパルスを発生させることが好ましいことを考慮すると、チャンネルクロックの幅以下の分割パルスが必要となり、上記記録波形発生手段の回路規模の小型化には寄与しない。一方、連続した高パワーパルス列の後の下向きパルスの幅を、チャンネルクロックの１／３倍の整数倍、あるいは１／４倍の整数倍と、チャンネルクロック数の分割数を多くした場合、連続した高パワーパルス列の後の下向きパルスの幅を、より精度良く最適化できるため好ましいが、回路規模が大きくなる。

【００４３】

また、連続した高パワーパルス列の後の下向きパルスの幅を、チャンネルクロックの１／２倍の整数倍とする記録波形発生手段を有することを特徴とした情報記録装置により上記の情報記録方法を実現することができる。

【００４８】

また、最短マークを複数の高パワーパルスにより記録する場合には、その先頭の高パワーパルスと最後尾の高パワーパルスに投入されるエネルギービームのエネルギーが先頭と最後尾以外の高パワーパルスに投入されるエネルギーよりも大きな場合、特に低いジッター値が得られる。この効果はディスク線速度が９ｍ／ｓとなるような、高速記録の際、あるいは、最短マーク長がレーザービーム径の２／３に以下となるような高密度記録の際に顕著に現われる。

【００４９】

以上詳細に述べたように、本発明の基本は、エネルギービーム照射後の記録膜の冷却速度を精度良く制御することにある。したがって上記に示した情報記録方法、および情報記録装置は結晶と非晶質との間の相変化を利用して情報が記録される情報記録媒体（いわゆる相変化記録媒体）に対する効果が特に大きい。すなわち、相変化記録媒体に記録される記録マークの形状がエネルギービーム照射後の記録膜の冷却速度に極めて敏感に左右されるためである。

【００５０】

なお、以上に述べた高パワーパルスの幅、あるいは、連続した高パワーパルス列の後の下向きパルスの幅、等のパルスの幅は、情報記録媒体上に照射されるエネルギービームの、エネルギーの時間変化の微分値の極小値と極大値の間の時間を示しているが、より正確には、より上位の電気信号（記録波形を発生させる為のデジタル化された電気信号等）の時間微分信号の極小値と極大値の間の時間を示している。上記極小値と極大値の間の時間が量子化されている場合、量子化された幅をもって上記パルス幅と呼ぶ。なお、情報記録媒体上に照射されるエネルギービームの、エネルギーの時間変化の極小値と極大値の間の時間に微小な揺らぎがあった場合でも、それが上記したような量子化がされていると判定される程度の揺らぎである場合には、本発明の効果は失われない。

【００５１】

言うまでもなく、本発明で記述している時間とは絶対的な時間ではなく、最上位クロック（チャンネルクロック：ＥＦＭ変調器、８－１６変調器等の変調器を通過した直後の電気信号の基本クロックに相当するクロック）との相対的な時間を示している。したがって、エネルギービームと情報記録媒体の相対速度に応じて、チャンネルクロックが変化した場合には、変化したチャンネルクロックとの相対的な関係を考慮して、上記パルスの幅を定義すべきである。

【００５２】

また、上記したパワーレベルとは各パルス内（上記極小値と極大値の間の時間内）の平均的なエネルギーレベルを指しているが、上記パワーレベルが、より上位の電気信号（記録波形を発生させる為のデジタル化された電気信号等）の電圧レベルと対応している場合には、対応関係を考慮して上記平均的なエネルギーレベルを求めた方がより正確である。

【００５３】

なお、エネルギービームと情報記録媒体の相対速度に応じて、高パワーパルスの幅を変化

させた場合、情報記録媒体の記録膜の冷却速度を適当な値に制御できるため好ましいが（例えば低線速では、高パワーパルスの幅を狭める等）、記録波形発生手段の回路規模が大きくなってしまうという問題がある。一方、エネルギービームと情報記録媒体の相対速度が変化した場合においても、高パワーパルスの幅を変化させない場合、記録波形発生手段の回路規模が小さいという利点がある。この場合は連続した高パワーパルス列の後の下向きパルスの幅等を変化させれば良い。

【００５４】

【発明の実施の形態】

本発明を以下の実施例によって詳細に説明する。

【００５５】

実施例１

図１～４は、本発明の一実施例の記録波形を示す説明図である。ここで、Ｐｈ1、Ｐｈ2は記録が可能な高レベルのパワー、Ｐｍ１、Ｐｍ２は中間レベルのパワー、Ｐｌ１、Ｐｌ２は低いパワーを示す。また、Ｔはチャンネルクロックの幅を示しており、記録パルスの分割幅をＴ／２のほぼ等間隔として記録を行なっている（図１～３については、高パワーパルスの幅をほぼ、Ｔ／２とし、図４については先頭パルスの幅のみ、ほぼＴとして記録を行なっている。）。もちろん、記録パルスの分割幅はＴ／２としなければならないということではなく、Ｔ／３、Ｔ／４等、チャンネルクロックの整数分の１の整数倍であれば、本発明の効果が確認されている。ただし、高パワーパルスの幅やクーリングパルス（一連の連続した高パワーパルス列の後に付加してある下向きパルスをクーリングパルスと呼ぶ）の幅をチャンネルクロックＴの１／２倍の整数倍とした場合、記録波形発生回路の回路規模を最も小さくすることができるので好ましい。上記幅を、チャンネルクロックＴの１／３倍の整数倍、あるいは１／４倍の整数倍と、チャンネルクロック数の分割数を多くした場合、上記幅を、より精度良く最適化できるため好ましいが、回路規模が大きくなり好ましくない。

【００５６】

図１に示した記録波形の特徴は、先頭パルスＨ１のパワーレベルＰｈ２が先頭パルス以外の高パワーパルスのレベルＰｈ１とは異なる場合があり、先頭パルスＨ１の後のレベルＰｍ２が、情報の消去が可能な中間パワーレベルＰｍ１とは異なる場合があることである。また、高パワー間下向きパルスのパワーレベルＰｌ２とクーリングパルスのパワーレベルＰｌ１が異なる場合があることである。

【００５７】

ただし、Ｐｈ１とＰｈ２のレベルは情報の記録が可能なレベルであり、Ｐｍ１は情報の消去が可能なレベルであることが条件となっている。また、中間パワーレベルＰｍ２はＰｍ１以上であっても効果はあったが、Ｐｍ１以下でも効果がある。Ｐｍ１とＰｍ２が同じ場合は記録波形発生回路を単純化できるため、特に好ましい。また、Ｐｈ２がＰｈ１より大きい場合には、Ｐｍ２がＰｍ１より低いと、本発明の効果が特に現われた。また、Ｐｍ２がＰｍ１以上の場合には、Ｐｈ２がＰｈ１よりも低くても、本発明の効果が現われる場合があった。Ｐｌ１はクーリングパルスを有する記録波形の場合、Ｐｍ１よりも低いことが本発明の条件である。しかし、Ｐｌ２はＰｈ１、あるいはＰｈ２よりも低ければ効果があった。

【００５８】

なお、本発明では以上に示したように記録波形の各パルスのパワーレベルを便宜上数種類に分類しているが、各レベルのパルスは電気信号の特性上、オーバーシュート、あるいはアンダーシュートすることがあり、この範囲内で同等レベルであれば、本発明の効果は失われない。たとえば、第２番目の高パワーパルスＨ２や最後尾パルスのレベル、あるいはＨ２の後の高パワー間下向きパルスのレベルは他の同等レベルと異なることがあるが、本発明の効果は失われない。

【００５９】

以上に示した記録波形のうち、特に効果の大きかった記録波形を図２～図４に示した。

【００６０】
図２の記録波形の特徴は、
Ｐｈ２≧Ｐｈ１
Ｐｈ１＞Ｐｍ１
Ｐｍ１≧Ｐｍ２
Ｐｍ１＞Ｐｌ１
Ｐｈ１＞Ｐｌ２
である。
【００６１】
また図３の記録波形の特徴は、
Ｐｈ１＞Ｐｍ１
Ｐｈ２＞Ｐｍ１
Ｐｍ２≧Ｐｍ１
Ｐｍ１＞Ｐｌ１
Ｐｍ１＞Ｐｌ２
である。
【００６２】
また、図４の記録波形の特徴は、
Ｐｈ１＞Ｐｍ１
Ｐｈ２＞Ｐｍ１
Ｐｈ１＞Ｐｍ２
Ｐｈ２＞Ｐｍ２
Ｐｈ１＞Ｐｌ２
Ｐｈ２＞Ｐｌ２
Ｐｌ２＞Ｐｌ１
である。
【００６３】
また、Ｔはディスク線速度とともに変化させ、ディスク線速度が６ｍ／ｓの場合３６．７ｎｓ、９ｍ／ｓの場合２４．４ｎｓ、さらに１２ｍ／ｓの場合１８．３ｎｓとした。もちろん、Ｔは情報記録装置の転送レート、あるいは、情報記録媒体の記録密度等により、変化する場合がある。
【００６４】
図８は本発明の情報記録装置のブロック図である。情報記録媒体１が装着されるとモーター２により情報記録媒体１をディスク線速度一定とし６ｍ／ｓに回転させる。情報記録媒体１の最内周に設けられたリードインエリアにはあらかじめピットとして、記録可能なディスク線速域に関する情報が記録されており、光ヘッド３により読み取られた記録可能ディスク線速域情報はプリアンプ回路４を介しシステムコントローラ５に転送される。また同時に、記録波形、および最適記録パワーに関する情報も同様にシステムコントローラ５に転送される。システムコントローラ５は記録可能ディスク線速域情報と光ヘッド３の半径位置情報をもとにモーター２をコントロールし、情報記録媒体１を適当な回転数に回転させる。
【００６５】
記録波形発生回路６にはあらかじめクーリングパルス幅が０Ｔ、０．５Ｔ、１．０Ｔ、１．５Ｔ、２．０Ｔ、２．５Ｔの場合に対応できるよう回路内に記録波形がプログラムされており、システムコントローラ５を介して転送された記録波形情報により、情報記録媒体１に適したクーリングパルス幅の記録波形を発生させることができる。この記録波形発生回路６から転送された記録波形をもとにレーザ駆動回路７が光ヘッド３内の半導体レーザを発光させることにより、情報記録媒体１に記録マークが記録される。
【００６６】
まず図２の波形を用い、Ag-Ge-Sb-Te系記録膜を有する相変化記録媒体に対して、ディス

ク線速度を変化させＥＦＭ(Eight to Forteen Modulation)信号の記録を行なった。この際、エネルギービームとして、波長が６８０ｎｍのレーザービームを用いた。レーザービームを相変化記録媒体上に絞り込むための対物レンズは開口数０．５５のものを用い、レーザービーム径を約１．２μｍとした。記録パワーはディスク線速度の上昇にともない変化させたが、ディスク線速度が６ｍ／ｓの場合、各パワーレベルを

Ｐｈ１：１１ｍＷ
Ｐｈ２：１２．５ｍＷ
Ｐｍ１：４．０ｍＷ
Ｐｍ２：１．１ｍＷ
Ｐｌ１：０．５ｍＷ
Ｐｌ２：１．２ｍＷ

とした。

【００６７】

また、連続した高パワーパルス列、例えば図２の場合Ｈ１～Ｈ１０の最後尾にはクーリングパルスを設け、この幅Ｔｃを、Ｔ／２刻みに、０～２.５Ｔの間で変化させた場合のジッター値の比較を行なった。

【００６８】

図５はジッター値の線速依存性をＴｃをパラメータとして示してある。Ｔｃが０Ｔの場合、ディスク線速度が約６ｍ／ｓのときにジッター値は最低となり、ディスク線速度が８ｍ／ｓ以上の場合、ジッター値が大きく増大した。しかしながら、Ｔｃを１．５Ｔとすることにより、ディスク線速度が約１２ｍ／ｓのときにもジッター値を最低とすることができた。このように、クーリングパルス幅Ｔｃをディスク線速度の高速化に伴い増加させることにより、ディスク線速度が高速化した場合においても、良好な再生信号得ることができた。

【００６９】

実施例２

図６に本実施例に用いた冷却速度が異なる相変化記録媒体の構造を示した。ディスクＡはAg-Ge-Sb-Te記録膜とAl-Ti反射膜の間のZnS-SiO2上部保護層が薄い急冷構造の相変化記録媒体であり、ディスクＢはAl-Ti反射層とZnS-SiO2上部保護層の間にＳｉ干渉層が積層されている徐冷構造の相変化記録媒体である。

【００７０】

各ディスクに対して、実施例１と同様の記録装置を用い、図３の波形を用い、ＥＦＭ信号の記録を行った。この時、ディスク線速度を９ｍ／ｓとした。また、この際、各パワーレベルをディスクＡに対しては、

Ｐｈ１：１１．０ｍＷ
Ｐｈ２：１１．５ｍＷ
Ｐｍ１：４．０ｍＷ
Ｐｍ２：４．１ｍＷ
Ｐｌ１：０．５ｍＷ
Ｐｌ２：１．２ｍＷ

ディスクＢに対しては、

Ｐｈ１：１０．５ｍＷ
Ｐｈ２：１０．０ｍＷ
Ｐｍ１：４．０ｍＷ
Ｐｍ２：４．５Ｗ
Ｐｌ１：０．５ｍＷ
Ｐｌ２：１．２ｍＷ

とした。また、各ディスクに対して、クーリングパルス幅Ｔｃを、Ｔ／２刻みに、０～２.５Ｔの間で変化させて記録を行なった場合のジッター値を測定した。

【００７１】

図７はジッター値のＴｃ依存性を各ディスクについて示してある。急冷構造のディスクＡではＴｃが１．０Ｔの場合に、ジッター値が最低となるが、徐冷構造のディスクＢではＴｃが２．０Ｔの場合にジッター値が最低となった。このように、情報記録媒体の冷却速度に対応した幅のクーリングパルスを高パワーパルス幅の最後尾に付加することにより、冷却速度が異なった種々の情報記録媒体に対して良好な信号品質の情報を記録することができる。

【００７２】

実施例３

図８は本発明の情報記録装置のブロック図である。情報記録媒体１が装着されるとモーター２により情報記録媒体１をディスク線速度一定とし６ｍ／ｓに回転させる。情報記録媒体１の最内周に設けられたリードインエリアにはあらかじめピットとして、記録可能なディスク線速域に関する情報が記録されており、光ヘッド３により読み取られた記録可能ディスク線速域情報はプリアンプ回路４を介しシステムコントローラ５に転送される。また同時に、記録波形、および最適記録パワーに関する情報も同様にシステムコントローラ５に転送される。システムコントローラ５は記録可能ディスク線速域情報と光ヘッド３の半径位置情報をもとにモーター２をコントロールし、情報記録媒体１を適当な回転数に回転させる。

【００７３】

記録波形発生回路６にはあらかじめクーリングパルス幅が０Ｔ、０．５Ｔ、１．０Ｔ、１．５Ｔ、２．０Ｔ、２．５Ｔの場合に対応できるよう回路内に記録波形がプログラムされており、システムコントローラ５を介して転送された記録波形情報により、情報記録媒体１に適したクーリングパルス幅の記録波形を発生させることができる。この記録波形発生回路６から転送された記録波形をもとにレーザ駆動回路７が光ヘッド３内の半導体レーザを発光させることにより、情報記録媒体１に記録マークが記録される。記録波形情報が得られない場合、あるいは、記録波形情報をもとに決定されたクーリングパルス幅の記録波形を用いて記録した情報が、正常に再生できない場合には、情報記録媒体１上の試し書き領域に試し書きを行なう。例えば、図４の波形を用いる場合、高パワーレベルＰｈ1、中間パワーレベルＰｍ１、そしてクーリングパルス幅Ｔｃを試し書きパラメータとして記録を行ない、最もジッターの小さい波形を最適記録波形とする。なお、このとき、上記最適化処理を簡単にするため、Ｐｈ１＝Ｐｈ２、Ｐｍ１＝Ｐｍ２＝Ｐｌ２として、記録波形を発生するようにした。このように、最適記録波形を決定し、図６のディスクＡ，Ｂ、および市販の光磁気ディスクに対して、情報を記録した結果、これらのいずれのディスクからもジッター値１５％以下の良好な再生信号を得ることができた。なお、再生された信号のジッター値はディスクＡが１１％、ディスクＢが８％、市販の光磁気ディスクが１２％であった。

【００７４】

なお、このときの各ディスクに対する各パワーレベルは、およびクーリングパルス幅Ｔｃは、ディスクＡの場合、

Ｐｈ１：１０．５ｍＷ
Ｐｈ２：１０．５ｍＷ
Ｐｍ１：４．０ｍＷ
Ｐｍ２：４．０ｍＷ
Ｐｌ１：０．５ｍＷ
Ｐｌ２：４．０ｍＷ
Ｔｃ：０．０Ｔ

ディスクＢの場合、

Ｐｈ１：９．５ｍＷ
Ｐｈ２：９．５ｍＷ
Ｐｍ１：３．５ｍＷ
Ｐｍ２：３．５ｍＷ

Ｐｌ１：０．５ｍＷ
Ｐｌ２：３．５ｍＷ
Ｔｃ：１．０Ｔ
市販の光磁気ディスクの場合、
Ｐｈ１：１０．０ｍＷ
Ｐｈ２：１０．０ｍＷ
Ｐｍ１：４．０ｍＷ
Ｐｍ２：４．０ｍＷ
Ｐｌ１：１．２ｍＷ
Ｐｌ２：４．０ｍＷ
Ｔｃ：
であった。

【００７５】
また、図２の波形についても図４の波形の場合と同様に最適化を行ない記録を行なった結果、再生された信号のジッター値はディスクＡが８％、ディスクＢが６％、市販の光磁気ディスクが１０％であった。また、図３の波形についても同様に最適化を行なった結果、再生された信号のジッター値はディスクＡが９％、ディスクＢが７％、市販の光磁気ディスクが１０％であった。

【００７６】
従来方法との比較のため、図４の波形のＴｃ幅を変化させず、Ｔｃ＝０Ｔとして記録を行なった。この場合、ディスクＡに対しては正常な記録を行なうことができたが、ディスクＢと市販の光磁気ディスクに対しては、ジッター値がそれぞれ１６％、市販の光磁気ディスクが１８％となり、正常な記録が行なわれないため、入力信号と同じ再生信号を得ることができなかった。したがって、情報記録装置に、上記Ｔｃ幅を可変とすることが可能な記録波形発生回路を付加することにより、媒体構造の冷却速度によらず正常な記録再生が可能となることがわかった。

【００７７】
また、上記装置を用いディスク線速度９ｍ／ｓとし、同様の実験を行なった結果、図４の波形の幅を変化させず、Ｔｃ＝０Ｔとして記録を行なった場合、全てのディスクのジッター値が１５％以上となり、正常な記録を行なうことができなかったが、Ｔｃ幅を可変とし記録波形の最適化を行なった場合、全てのディスクに対して正常な記録を行なうことができた。なお、再生された信号のジッター値はディスクAが９％、ディスクＢが１０％、市販の光磁気ディスクが１２％であった。したがって、情報記録再生装置に、上記Ｔｃ幅を可変とすることが可能な記録波形整形回路を付加することにより、ディスク線速度によらず正常な記録再生が可能となることがわかった。

【００７８】
ここで、上記いくつかの実施の形態において使用した情報記録装置（ブロック構成を図８で説明済み）の主な動作に関し、図８を参照しながら図９乃至図１１を用いて、以下説明する。

【００７９】
図９は、記録波形発生回路（図８のブロック６）の構成を機能ブロックで示す図である。８ビットシフトレジスタ６－１２、８ビットデータレジスタ６－１、６－２、６－３、ライト（記録）パターン発生テーブル６－４、１６ビットデータレジスタ６－５、６－６、６－７、１６入力１出力のデータマルチプレクサ６－８、６－９、６－１０ならびに５ビットバイナリカウンタ６－１１で構成される。システムコントローラ（図８のブロック５）から送出される２倍のチャネルクロック２ｆＣＬＫは、同じく前記システムコントローラから送出される書き込み指令信号ＷＲＴＱ－Ｐが真（ハイレベル）となった瞬間からカウンタ６－１１を駆動し、該カウンタ６－１１の最下位ビットＱ０をシフトレジスタ６－１２のチャネルクロック信号として供給すると共に前記システムコントローラへ逆送信する。

【００８０】
また、前記カウンタ６－１１の下位から４ビット目の出力Ｑ３は、ハーフバイトクロック信号として各種レジスタ６－１、６－２、６－３、６－５、６－６、６－７ならびにパターン発生テーブル６－４へ供給し、また、前記カウンタ６－１１の下位から４ビットすべての出力Ｑ０、Ｑ１、Ｑ２、Ｑ３は、マルチプレクサ６－８、６－９、６－１０に対してデータ選択信号として供給する。上記状態、すなわちＷＲＴＱ－Ｐが真のときにシリアル信号入力ＷＴＤＡＴＡは、前記ＣＨＣＬＫのタイミングでシフトレジスタ６－１２へ順次記録されると共にシフトされ、該シフトが８回行われる毎（即ち前記カウンタ６－１１のＱ３出力がハイレベルからローレベルへ変化する毎）に前記し太レジスタ６－１２へ格納されている８ビットデータが第１の８ビットデータレジスタ（ＤＲＡ）６－１へ移動し、同時に前記レジスタ６－１に格納されていたデータは第２の８ビットデータレジスタ（ＤＲＢ）へ移され、同様に前記レジスタ６－２に格納されていたデータが第３の８ビットデータレジスタ（ＤＲＣ）移動する。

【００８１】
前記第１のレジスタ６－１から前記第３のレジスタ６－３格納された２４ビットデータは、原理的に不揮発性のランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）で公正されるライトパターン発生テーブル６－４のアドレス入力となり、目的別の３ワードの並列データ信号（１ワードは１６ビット構成）を出力する。前記第１の並列データ信号出力ワード（Ｙ０乃至Ｙ１５）は第１の１６ビットデータレジスタ６－５を経由し第１のマルチプレクサ６－８で順次選択されてビットシリアルデータＷＲＴＰ２－Ｐとなり、同じく前記第２の並列データ信号出力ワード（Ｙ１６乃至Ｙ３１）は第２の１６ビットデータレジスタ６－６を経由し第２のマルチプレクサ６－９で順次選択されてビットシリアルデータＷＲＴＰ１－Ｐとなり、さらに、同じく前記第３の並列データ信号出力ワード（Ｙ３２乃至Ｙ４７）は第３の１６ビットデータレジスタ６－７を経由し第３のマルチプレクサ６－１０で順次選択されてビットシリアルデータＣＯＯＬＰ－Ｎとなる。上記３種類のビットシリアルデータＷＲＴＰ２－Ｐ、ＷＲＴＰ１－ＰおよびＣＯＯＬＰ－Ｎはレーザ駆動回路（図８のブロック７、詳細後述）へ供給され、各種レーザ駆動レベルを発生する。

【００８２】
なお、前記ライトパターン発生テーブル（ＲＡＭ）６－４の内容は、システムコントローラ（図８のブロック５）のシステムコントロールバス（略称シスコンバス）５－１からのデータ転送によって逐次更新することが可能である。このことにより、クーリングパルス幅ＴＣ（図１乃至図４を参照）などを状況に応じて容易に変更することが可能となる。

【００８３】
図１０はレーザ駆動回路（図８のブロック７）の機能ブロック図である。ＡＰＣ回路７－１、３系統の駆動電流重畳回路７－２、７－３、７－４、及び４系統のＤＡコンバータ（ＤＡＣ）７－５、７－６７、７－７、７－８で構成される。システムコントローラ（図８のブロック５）のシステムコントロールバス（略称シスコンバス）５－１からのデータ転送によってＡＰＣ用ＤＡコンバータ７－５の出力値Ｖｒが設定される。

【００８４】
一方、出力電流Ｉｒを半導体レーザ３１へ供給することでレーザビームが発生し、該レーザビームの一部がモニタ用フォトダイオードに戻されることによってモニタ電流Ｉｐｄが流れ、該電流Ｉｐｄ抵抗Ｒ１とオペアンプＯＰＡ２の作用で電圧に変換（変換電圧＝－Ｉｐｄ×Ｒ１）され、抵抗Ｒ２を介してオペアンプＯＰＡ１へ入力し、これによって前記ＤＡコンバータ７－５の出力値Ｖｒとの比較演算が行われ、前記ＯＰＡ２の出力電圧（レーザビームの強さに比例している）と前記Ｖｒ（レーザ出力パワーの目標値）がバランスするように前記出力電流Ｉｒが制御される。

【００８５】
なお、前記ＡＰＣ回路のループゲインは抵抗Ｒ２とＲ３の比で決定され、ダイオードＤ１は重畳電流（後述）の逆流防止用である。一方、反転クーリングパルスＣＯＯＬＰ－Ｎがハイレベルになっていればアナログスイッチ（ＡＳＷ）ＳＷ１は閉状態であり、システム

コントローラ（図８のブロック５）のシステムコントロールバス（略称シスコンバス）５－１からのデータ転送によって設定されている第１の電流重畳用ＤＡコンバータ７－６の出力電圧Ｖｍがトランジスタ Ｑ１のベースに印加されているため、下記（式１）で示す消去パワー（Ｐｍ、図１乃至図４参照）重畳用電流△Ｉｍが前記電流Ｉｍに重畳されている。

【００８６】

△Ｉｍ＝（Ｖｃｃ－Ｖｍ－０．７）÷Ｒ４　……　（式１）

ここで、前記反転クーリングパルスＣＯＯＬＰ－Ｎがローレベルになると、前記アナログスイッチ（ＡＳＷ）ＳＷ１は開状態になるため前記トランジスタＱ１がオフされ、前記重畳電流△Ｉｍは流れなくなる。同様に記録パルス＃１（ＷＲＴＰ１－Ｐ）がハイレベルの時は重畳電流△Ｉｈ１（第１の記録用高レベルパワーＰｈ１発生用重畳電流、図１乃至図４参照）が流れ、記録パルス＃２（ＷＲＴＰ２－Ｐ）がハイレベルの時は重畳電流△Ｉｈ２（第２の記録用高レベルレーザパワーＰｈ２発生用重畳電流、図１乃至図４参照）が流れる。

【００８７】

図１１は、以上述べてきた動作をタイムチャートで示した図である。チャネルクロックＣＨＣＬＫに同期した記録波形を示すシリアル信号入力ＷＴＤＡＴＡが８ビットを単位としてデータレジスタＤＲＡに格納され、該レジスタＤＲＡの内容は次のデータレジスタＤＲＢに移され、同様に前記レジスタＤＲＢのデータはＤＲＣ移される（図９参照）状態を示している。バイナリカウンタＢＣＴ（図９の６－１１）の下位から４ビット目のハーフバイトクロックＱ３の立ち下がりエッジ毎に、前記データレジスタＤＲＢの内容に対応し、ハーフバイトクロックタイミング前のデータを保存する前記ＤＲＡとハーフバイトクロックタイミング後のデータを示すＤＲＣの内容をそれぞれ参照しながら、レーザ駆動タイミング信号ＷＲＴＰ２－ＰとＷＲＴＰ１－ＰとＣＯＯＬＰ－Ｎを発生する。上記３種類のレーザ駆動タイミング信号ＷＲＴＰ２－ＰとＷＲＴＰ１－ＰとＣＯＯＬＰ－Ｎをレーザ駆動回路（図１０で示す）へ挿入することにより、所定のレーザ駆動電流Ｉｄｌが流れ、必要とするレーザ光出力を得ることができる。

【００８８】

図１２は、本発明の実施の形態で用いた半導体レーザ（図１０の３１）のＩ－Ｐ（電流対光出力）特性図である。レーザ電流がＩｒミリアンペアの時にレーザ光出力はＰｒミリワットとなり、上記Ｉｒに対して△Ｉｍミリアンペアだけ重畳するとレーザ電流はＩｍミリアンペアとなり前記光出力はＰｍミリワット、更に△Ｉｈ１ミリアンペアを重畳すると前記レーザ電流はＩｈ１ミリアンペア流れ前記光出力がＰｈ１ミリワットとなり、同様に△Ｉｈ２ミリアンペアだけ重畳すると前記レーザ電流がＩｈ２ミリアンペア流れることになりその結果前記光出力はＰｈ２ミリワットとなることを示している。

【００８９】

以上のように、本発明の情報記録装置ではクーリングパルス幅の変更が可能な記録波形発生回路を有するため、ディスク線速度の高速化に対応しやすく、さらに、多様な冷却速度を有する情報記録媒体に対して、情報記録が可能となる。

【００９０】

実施例４

図６に本実施例に用いた冷却速度が異なる相変化記録媒体の構造を示した。ディスクＡはAg-Ge-Sb-Te記録膜とAl-Ti反射膜の間のZnS-Si02上部保護層が薄い急冷構造の相変化記録媒体であり、ディスクＢはAl-Ti反射層とZnS-Si02上部保護層の間にＳｉ干渉層が積層されている徐冷構造の相変化記録媒体である。また、これらのディスクに用いられている厚さ０．６ｍｍのポリカーボネート基板上には、０．７μｍの溝（グルーブ）が１．４８μｍピッチでスパイラル状に設けられている。グルーブの深さは約７０ｎｍのである。

【００９１】

また、ディスクの半径方向にはユーザ記録用のゾーンが２４個あり、ゾーン内一周内には１７～４０個のセクタが存在している。記録再生を行なう際のモーター制御方法としては

、記録再生を行なうゾーン毎にディスクの回転数を変化させるＺＣＬＶ（Zone Constant Lenear Velocity）方式を採用している。このフォーマットでは、各ゾーン内の最内周と最外周とではディスク線速度が異なっており、最内周と最外周のディスク線速度は、それぞれ６.０ｍ/ｓ、６.３５ｍ/ｓである。

【００９２】

図１３に示した記録装置を用いて、各ディスクに対して情報の記録を行なった。以下に本記録装置の動作を説明する。

【００９３】

記録装置外部からの情報は８ビットを１単位として、８ー１６変調器８に伝送される。ディスク１上に情報を記録する際には、情報８ビットを１６ビットに変換する変調方式、いわゆる８ー１６変調方式を用い記録を行なった。この変調方式では媒体上に、８ビットの情報に対応させた３Ｔ～１１Ｔのマーク長の情報の記録を行なっている。図中の８ー１６変調器８はこの変調を行なっている。なお、ここでＴとは情報記録時のクロックの周期を表しており、ここでは３４.２ｎｓとした。

【００９４】

８ー１６変調器８により変換された３Ｔ～１１Ｔのデジタル信号は記録波形発生回路６に転送され、図２の記録波形のうち特に記録波形発生回路６の回路規模を小さくできる図１４に示した記録波形が生成される。この際、各パワーはディスクＡに対しては、

Ｐｈ１：１２.０ｍＷ
Ｐｈ２：１２.０ｍＷ
Ｐｍ１：４.５ｍＷ
Ｐｍ２：０.５ｍＷ
Ｐｌ１：０.５ｍＷ
Ｐｌ２：０.５ｍＷ

ディスクＢに対しては、

Ｐｈ１：１０.０ｍＷ
Ｐｈ２：１０.０ｍＷ
Ｐｍ１：４.０ｍＷ
Ｐｍ２：０.５ｍＷ
Ｐｌ１：０.５ｍＷ
Ｐｌ２：０.５ｍＷ

とした。

【００９５】

なお、高パワーパルスの幅を約Ｔ／２とし、クーリングパルス幅Ｔｃは外部から変化させることができるようにした。

【００９６】

記録波形発生回路６により生成された記録波形は、レーザ駆動回路７に転送され、レーザー駆動回路７はこの記録波形をもとに、光ヘッド２内の半導体レーザを発光させる。

【００９７】

本記録装置に搭載された光ヘッド２には、情報記録用のエネルギービームとして光波長６５０ｎｍの半導体レーザが使用されている。また、このレーザー光をレンズＮＡ０.６の対物レンズにより上記ディスク１の記録膜上に絞り込み、上記記録波形に対応したエネルギーのレーザービームを照射することにより、情報の記録を行なった。この時、レーザービームの直径は約１ミクロンであり、レーザービームの偏光を円偏光とした。

【００９８】

また、本記録装置はグルーブとランド（グルーブ間の領域）の両方に情報を記録する方式（いわゆるランドーグルーブ記録方式）に対応している。本記録装置ではＬ／Ｇサーボ回路９により、ランドとグルーブに対するトラッキングを任意に選択することができる。

【００９９】

記録された情報の再生も上記光ヘッド２を用いて行なった。記録時と同じ大きさに絞り込

まれたレーザービームを記録されたマーク上に照射し、マークとマーク以外の部分からの反射光を検出することにより、再生信号を得る。この再生信号の振幅をプリアンプ回路４により増幅させ、８－１６復調器１０に転送する。８－１６復調器１０では１６ビット毎に８ビットの情報に変換する。以上の動作により、記録されたマークの再生が完了する。

【０１００】

再生信号の信号品質を評価するため、再生信号のジッターの測定を行なった。この際、クーリングパルス幅Ｔｃを、Ｔ／５刻みに、０～２．４Ｔの間で変化させて記録再生を行なった。また、この際Ｐｍ１についてはＴｃに対応させ微小に変化させるようにした。以下に上記実施例の測定値を示した。

【０１０１】

Ｔｃ	ディスクＡ	ディスクＢ
０．０	１５．５	１７．３
０．２	１７．０	１８．９
０．４	１８．２	１９．３
０．６	１４．５	１７．３
０．８	１２．２	１４．８
１．０	１０．２	１１．８
１．２	９．５	１１．０
１．４	１０．０	１０．５
１．６	１０．５	１０．０
１．８	１１．０	９．０
２．０	１２．０	１０．３
２．２	１４．５	１１．８
２．４	１７．５	１３．３

以上のように、ディスクＡではＴｃが１．２Ｔの場合に、ディスクＢではＴｃが１．８Ｔの場合にジッター値が最低となった。

【０１０２】

また、Ｔｃを０．８Ｔ～２．２Ｔの間にすることにより、ディスクＡ、ディスクＢの両方に対して１５％以下の低いジッター値が得られ、Ｔｃを１．０Ｔ～２．０Ｔの間にすることにより、ディスクＡ、ディスクＢの両方に対して１２％以下の低いジッター値が得られる。したがって、Ｔｃを０．８Ｔ～２．２Ｔ、より好ましくは１．０Ｔ～２．０Ｔにすることにより、光ディスクの冷却速度によらず、低いジッター値が得られる。

【０１０３】

記録波形発生回路の回路規模を小さくなるという点では、Ｔｃを１．０Ｔ、１．５Ｔ、２．０Ｔとした場合のようにＴ／２の整数倍とした場合に大きな効果があったが、特にＴｃを１．０Ｔとした場合にはＰｍ１のパワーマージンが広くなるという利点があった。

【０１０４】

なお、記録波形として図３の波形を用いた場合においても、Ｔｃを０．８Ｔ～２．２Ｔの間にすることにより、ディスクＡ、ディスクＢの両方に対して１５％以下の低いジッター値が得られ、Ｔｃを０．９Ｔ～１．９Ｔの間にすることにより、ディスクＡ、ディスクＢの両方に対して１０％以下の低いジッター値が得られた。したがって、Ｔｃを０．８Ｔ～２．２Ｔ、より好ましくは０．９Ｔ～１．９Ｔにすることにより、光ディスクの冷却速度によらず、低いジッター値が得られる。

【０１０５】

なお、この際、各パワーはディスクＡに対しては、

Ｐｈ１：１２．０ｍＷ
Ｐｈ２：１２．０ｍＷ
Ｐｍ１：４．５ｍＷ
Ｐｍ２：４．５ｍＷ
Ｐｌ１：０．５ｍＷ

Ｐｌ２：０.５ｍＷ
ディスクＢに対しては、
Ｐｈ１：１０.０ｍＷ
Ｐｈ２：１０.０ｍＷ
Ｐｍ１：４.０ｍＷ
Ｐｍ２：４.０ｍＷ
Ｐｌ１：０.５ｍＷ
Ｐｌ２：０.５ｍＷ
とした。なお、高パワーパルスの幅は各ディスクの場合とも約Ｔ／２とした。

【０１０６】

実施例５
実施例４で説明した図６のディスクＡに対して、図１３に示した記録装置を用い情報の記録を行なった。以下に本記録装置の動作を説明する。

【０１０７】

記録装置外部からの情報は８ビットを１単位として、８ー１６変調器８に伝送される。ディスク１上に情報を記録する際には、情報８ビットを１６ビットに変換する変調方式、いわゆる８ー１６変調方式を用い記録を行なった。この変調方式では媒体上に、８ビットの情報に対応させた３Ｔ～１１Ｔのマーク長の情報の記録を行なっている。図中の８ー１６変調器８はこの変調を行なっている。なお、ここでＴとは情報記録時のクロックの周期を表しており、ここでは３４.２ｎｓとした。なお、ディスク線速度は６ｍ／ｓとした。

【０１０８】

８ー１６変調器により変換された３Ｔ～１１Ｔのデジタル信号は記録波形発生回路６に転送され、図１の記録波形が生成される。この際、各パワーを、
Ｐｈ１：１２.０ｍＷ
Ｐｈ２：１２.０ｍＷ
Ｐｍ１：４.５ｍＷ
Ｐｍ２：可変
Ｐｌ１：０.５ｍＷ
Ｐｌ２：０.５ｍＷ
とした。

【０１０９】

なお、高パワーパルスの幅は各ディスクの場合とも約Ｔ／２とし、Ｔｃは１.５Ｔとした。また、Ｐｍ２は外部から変更可能にした。

【０１１０】

記録波形発生回路６により生成された記録波形は、レーザ駆動回路７に転送され、レーザー駆動回路はこの記録波形をもとに、光ヘッド２内の半導体レーザを発光させる。

【０１１１】

本記録装置に搭載された光ヘッド２には、情報記録用のエネルギービームとして光波長６５０ｎｍの半導体レーザが使用されている。また、このレーザー光をレンズＮＡ０.６の対物レンズにより上記ディスク１の記録膜上に絞り込み、上記記録波形に対応したエネルギーのレーザービームを照射することにより、情報の記録を行なった。この時、レーザービームの直径は約１ミクロンであり、レーザービームの偏光を円偏光とした。

【０１１２】

また、本記録装置はグルーブとランド（グルーブ間の領域）の両方に情報を記録する方式（いわゆるランドーグルーブ記録方式）に対応している。本記録装置ではＬ／Ｇサーボ回路９により、ランドとグルーブに対するトラッキングを任意に選択することができる。

【０１１３】

記録された情報の再生も上記光ヘッド２を用いて行なった。記録時と同じ大きさに絞り込まれたレーザービームを記録されたマーク上に照射し、マークとマーク以外の部分からの反射光を検出することにより、再生信号を得る。この再生信号の振幅をプリアンプ回路４

により増幅させ、８－１６復調器１０に転送する。８－１６復調器１０では１６ビット毎に８ビットの情報に変換する。以上の動作により、記録されたマークの再生が完了する。

【０１１４】

再生信号の信号品質を評価するため、再生信号のジッターの測定を行なった。この際、中間パワーレベルＰｍ２を、０．５ｍＷから１２ｍＷの間で変化させて記録を行なった。その結果、ジッター値はＰｍ２に大きく依存し、Ｐｍ２が５．０ｍＷの場合に最低となる。

【０１１５】

また、Ｐｍ２を３．０～６．５ｍＷの間にすることにより、特に低いジッター値が得られ、Ｐｍ２を４．５～５．５ｍＷの間にすることにより、１０％以下の低いジッター値が得られる。したがって、Ｐｍ２をＰｍ１の７０％以上１４０％以下、より好ましくは１００％以上１２０％以下、または、Ｐｍ２をＰｈ１、あるいはＰｈ２の２５％以上５０％以下、より好ましくは３８％以上４５％以下にすることにより、極めて低いジッター値の高品質な再生信号が得られる。

【０１１６】

実施例６

実施例４で説明した図６のディスクＢに対して、図１３に示した記録装置を用い情報の記録を行なった。以下に本記録装置の動作を説明する。

【０１１７】

記録装置外部からの情報は８ビットを１単位として、８－１６変調器８に伝送される。ディスク１上に情報を記録する際には、情報８ビットを１６ビットに変換する変調方式、いわゆる８－１６変調方式を用い記録を行なった。この変調方式では媒体上に、８ビットの情報に対応させた３Ｔ～１１Ｔのマーク長の情報の記録を行なっている。図中の８－１６変調器８はこの変調を行なっている。なお、ここでＴとは情報記録時のクロックの周期を表しており、ここでは３４．２ｎｓとした。なお、ディスク線速度は６ｍ／ｓとした。

【０１１８】

８－１６変調器８により変換された３Ｔ～１１Ｔのデジタル信号は記録波形発生回路６に転送され、以下に示す記録波形が生成される。

【０１１９】

記録波形発生回路６により生成された記録波形は、レーザ駆動回路７に転送され、レーザー駆動回路はこの記録波形をもとに、光ヘッド２内の半導体レーザを発光させる。

【０１２０】

本記録装置に搭載された光ヘッド２には、情報記録用のエネルギービームとして光波長６５０ｎｍの半導体レーザが使用されている。また、このレーザー光をレンズＮＡ０．６の対物レンズにより上記ディスク１の記録膜上に絞り込み、上記記録波形に対応したエネルギーのレーザービームを照射することにより、情報の記録を行なった。この時、レーザービームの直径は約１ミクロンであり、レーザービームの偏光を円偏光とした。

【０１２１】

また、本記録装置はグルーブとランド（グルーブ間の領域）の両方に情報を記録する方式（いわゆるランドーグルーブ記録方式）に対応している。本記録装置ではＬ／Ｇサーボ回路９により、ランドとグルーブに対するトラッキングを任意に選択することができる。

【０１２２】

記録された情報の再生も上記光ヘッド２を用いて行なった。記録時と同じ大きさに絞り込まれたレーザービームを記録されたマーク上に照射し、マークとマーク以外の部分からの反射光を検出することにより、再生信号を得る。この再生信号の振幅をプリアンプ回路４により増幅させ、８－１６復調器１０に転送する。８－１６復調器１０では１６ビット毎に８ビットの情報に変換する。以上の動作により、記録されたマークの再生が完了する。

【０１２３】

クロスイレーズ（情報記録の際、隣接トラックに記録された情報を消去してしまう現象である。なお、ここで隣接トラックとは、ランドに対する隣接グルーブ、あるいは、グルーブに対する隣接ランドのことを示している。）の影響を調べるため、あらかじめ、ランド

に情報を記録しておき、隣接グルーブにトラックオフセットを生じさせながら情報を記録した場合の、ランドからの再生信号のジッター値の変化を測定した。隣接グルーブに情報を記録する際には、記録波形のクロスイレーズに対する優位性を比較するため、以下の３種類の記録波形により、情報の記録を行なった。すなわち、
波形Ａは図１４に示した各パワーを以下のように設定したものであり、
Ｐｈ１：１０.０ｍＷ
Ｐｈ２：１０.０ｍＷ
Ｐｍ１：４.０ｍＷ
Ｐｍ２：０.５ｍＷ
Ｐｌ１：０.５ｍＷ
Ｐｌ２：０.５ｍＷ
波形Ｂは図３に示した各パワーを以下のように設定したものであり、
Ｐｈ１：１０.０ｍＷ
Ｐｈ２：１０.０ｍＷ
Ｐｍ１：４.０ｍＷ
Ｐｍ２：４.０ｍＷ
Ｐｌ１：０.５ｍＷ
Ｐｌ２：０.５ｍＷ
波形Ｃは図４に示した各パワーを以下のように設定したものである。

【０１２４】

Ｐｈ１：１０.０ｍＷ
Ｐｈ２：１０.０ｍＷ
Ｐｍ１：４.０ｍＷ
Ｐｍ２：４.０ｍＷ
Ｐｌ１：０.５ｍＷ
Ｐｌ２：４.０ｍＷ
なお、波形Ａ、Ｂに関しては高パワーパルスの幅を約Ｔ／２とし、波形Ｃに関しては高パワーパルス列の先頭パルスの幅を１Ｔとし、先頭パルス以外の高パワーパルスの幅を約Ｔ／２とした。また、クリーングパルスＴｃの幅は各波形とも１.０Ｔとした。

【０１２５】

上記実施例の結果、波形Ｃの記録波形により隣接グルーブに情報を記録した場合にはトラックオフセット量が０.１μｍ程度からランドからの再生信号のジッター値に影響が生じ始め、トラックオフセット量が０.１５μｍではジッター値が１５％以上に増大している。これに対して波形Ａ、Ｂの記録波形により隣接グルーブに情報を記録した場合には、トラックオフセット量が０.１５μｍ生じた場合においても、隣接トラックに対する影響は皆無であった。したがって、波形Ａ、Ｂは、ランドーグルーブ記録方式を採用している場合、あるいはトラックピッチがレーザービーム径以下になるような高密度記録に極めて適していることがわかる。

【０１２６】

なお、上記実施例ではクーリングパルス幅Ｔｃが１.０Ｔの場合について詳細に説明したが、０～２.０Ｔの間ではＴｃによらずクロスイレーズ低減効果があった。また、波形Ａ、ＢのＰｌ２を可変とし測定を行なった場合、Ｐｌ２がＰｍ１の１／２以下であれば効果が現われ、Ｐｌ２がＰｍ１の１／３以下であればなお大きな効果があった。波形ＣについてもＰｌ２を可変とし測定を行なったが、Ｐｌ２がＰｍ１の１／３で効果があらわれ、Ｐｌ２がＰｍ１の１／４ではトラックオフセット量が０.１５μｍ生じた場合においても、隣接トラックに対するクロスイレーズの影響が皆無となった。

【０１２７】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、情報記録時の記録波形のクーリングパルス幅を、ディスク線速度（エネルギービームと情報記録媒体の相対速度）に応じ変化させる情報記録方法およ

び情報記録装置により、ディスク線速度が変化した場合においても良好な記録を行なうことができる。

【０１２８】

また、情報記録時の記録波形のクーリングパルス幅を、情報記録媒体の冷却速度（媒体構造）に応じ変化させる情報記録方法および情報記録装置により、様々な冷却速度の情報記録媒体に対して良好な記録を行なうことができる。

【０１２９】

また、少なくとも最短マークを記録する際の記録波形を複数の高パワーパルスで構成し、先頭パルスのパワーレベルを高くする情報記録方法および情報記録装置により、高密度記録が達成される。

【０１３０】

また、少なくとも最短マークを記録する際の記録波形を複数の高パワーパルスで構成し、先頭パルス直後のパワーレベルを他の高パワーパルス直後のパワーレベルよりも高くする情報記録方法および情報記録装置により、高密度記録が達成される。特に先頭パルス直後のパワーレベルが中間パワーレベルの７０％以上１４０％以下の場合効果が大きい。

【０１３１】

また、少なくとも最短マークを記録する際の記録波形を複数の高パワーパルスで構成し、高パワーパルス間、およびクーリングパルスのパワーレベルを中間パワーレベルよりも低くし、クーリングパルス幅をチャンネルクロックの０．８倍以上２．２倍以下とする情報記録方法および情報記録装置により、様々な冷却速度の情報記録媒体に対して良好な記録を行なうことができる。特にクーリングパルス幅をチャンネルクロックの１．０倍、１．５倍、２．０倍とした場合に、記録波形発生回路の回路規模を小さくすることができる。とりわけ、クーリングパルス幅をチャンネルクロックの１．０倍とした場合には、中間パワーのパワーマージンが拡大するため、より一層好ましい。

【０１３２】

また、上記情報記録方法および情報記録装置を用いればトラックピッチが記録用エネルギービーム径以下となるような、狭トラックピッチの情報記録媒体、特にランドーグルーブ記録に対応した情報記録媒体に情報を記録する場合においても、隣接トラックの情報を消去することなく、正確な記録が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の本発明の記録波形の例を示す波形図である。

【図２】本発明の本発明の記録波形の例を示す波形図である。

【図３】本発明の本発明の記録波形の例を示す波形図である。

【図４】本発明の本発明の記録波形の例を示す波形図である。

【図５】本発明の一実施例に係るディスク線速度とジッターの関係を示すグラフ図である。

【図６】本発明の一実施例に係る情報記録媒体の断面構造図である。

【図７】本発明の一実施例に係るクーリングパルス幅とジッターの関係を示すグラフ図である。

【図８】本発明の１実施例に係る情報記録装置を示すブロック図である。

【図９】本発明の実施の形態で用いた記録波形発生回路の機能ブロック図である。

【図１０】本発明の実施の形態で用いたレーザ駆動回路の機能ブロック図である。

【図１１】本発明の実施の形態で用いた記録波形発生回路並びにレーザ駆動回路の動作状態を示すタイムチャート図である。

【図１２】本発明の実施の形態で用いた半導体レーザのＩ－Ｐ特性グラフ図である。

【図１３】本発明の１実施例に係る情報記録装置を示すブロック図である。

【図１４】本発明の本発明の記録波形の例を示す波形図である。

【符号の説明】

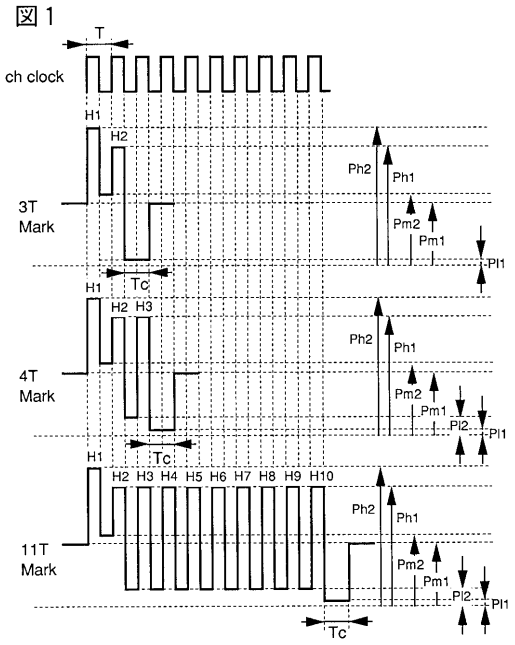
１：情報記録媒体

２：モーター

３：光ヘッド
３－１：半導体レーザ
４：プリアンプ回路
５：システムコントローラ
５－１：シスコンバス
６：記録波形発生回路
６－１：８ビットデータレジスタＤＲＡ
６－２：８ビットデータレジスタＤＲＢ
６－３：８ビットデータレジスタＤＲＣ
６－４：ライトパターン発生テーブルＷＴＧＴ
６－５：第１の１６ビットデータレジスタ
６－６：第２の１６ビットデータレジスタ
６－７：第３の１６ビットデータレジスタ
６－８：第１の１６ビット入力１ビット出力データマルチプレクサ
６－９：第２の１６ビット入力１ビット出力データマルチプレクサ
６－１０：第３の１６ビット入力１ビット出力データマルチプレクサ
６－１１：５ビットバイナリカウンタＢＣＴ
６－１２：８ビットシフトレジスタ
７：レーザ駆動回路
７－１：ＡＰＣ回路
７－２：第１のレーザ駆動電流重畳回路（△Ｉｍ用）
７－３：第２のレーザ駆動電流重畳回路（△Ｉｈ１用）
７－４：第３のレーザ駆動電流重畳回路（△Ｉｈ２用）
７－５：Ｖｒ指定用ＤＡコンバータ
７－６：Ｖｐ１指定用ＤＡコンバータ
７－７：Ｖｐ２指定用ＤＡコンバータ
８：８－１６変調器
９：Ｌ／Ｇサーボ回路
１０：８－１６復調器
Ｐｈ１：高パワーレベル
Ｐｈ２：高パワーレベル
Ｐｍ１：中間パワーレベル
Ｐｍ２：中間パワーレベル
Ｐｌ１：低いパワーレベル
Ｐｌ２：低いパワーレベル
Ｔ：記録波形発生時の基準クロック幅
Ｔｃ：クーリングパルス幅。

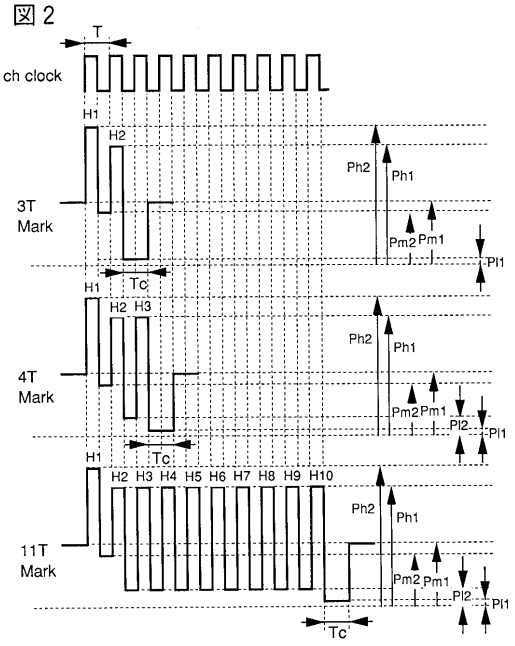
【図１】

図1



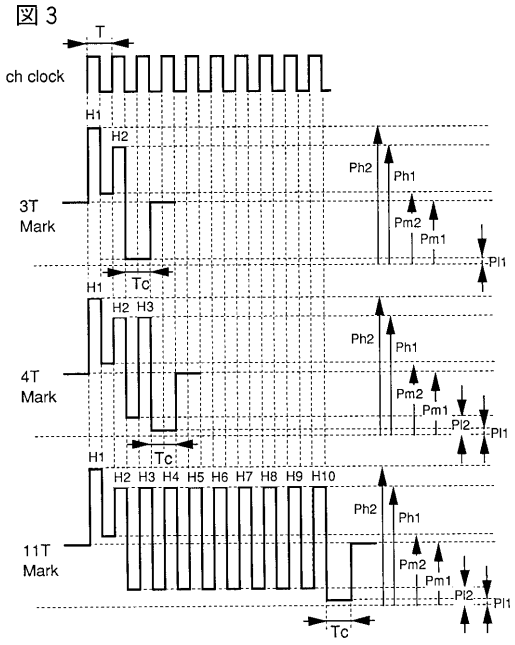
【図２】

図2



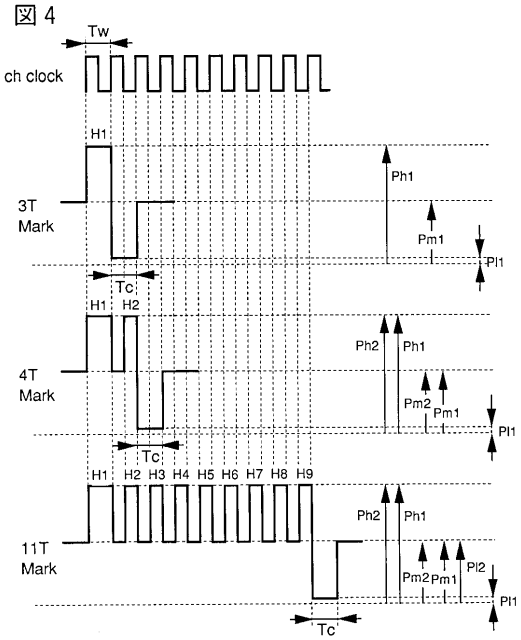
【図３】

図3



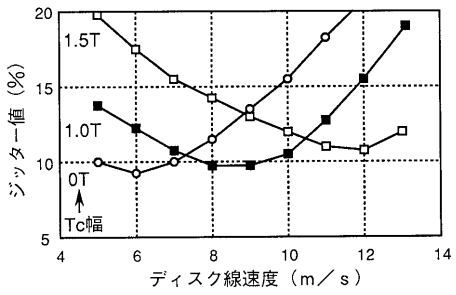
【図４】

図4



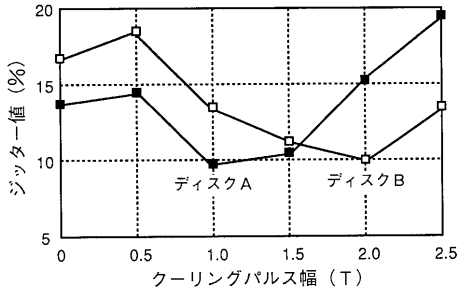
【図５】

図５



【図７】

図７



【図６】

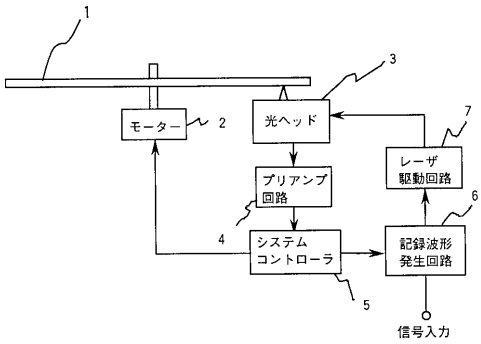
図６

紫外線硬化樹脂保護膜	
Al-Ti反射膜	100 nm
ZnS-SiO2上部保護層	20 nm
Ag-Ge-Sb-Te記録膜	20 nm
ZnS-SiO2下部保護層	80 nm
ポリカーボネート基板	

紫外線硬化樹脂保護膜	
Al-Ti反射膜	100 nm
Si干渉層	70 nm
ZnS-SiO2上部保護層	20 nm
Ag-Ge-Sb-Te記録膜	20 nm
ZnS-SiO2下部保護層	80 nm
ポリカーボネート基板	

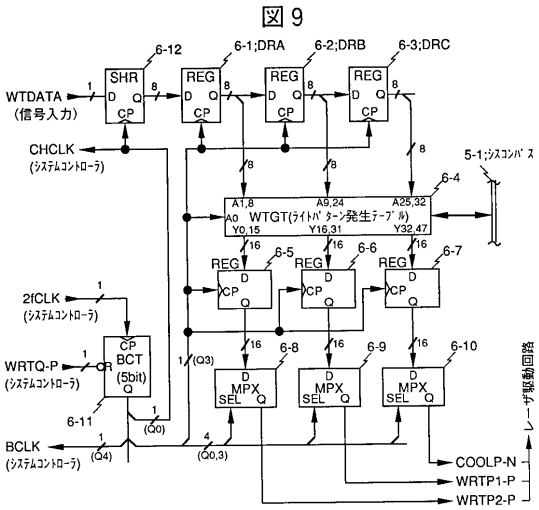
【図８】

図８



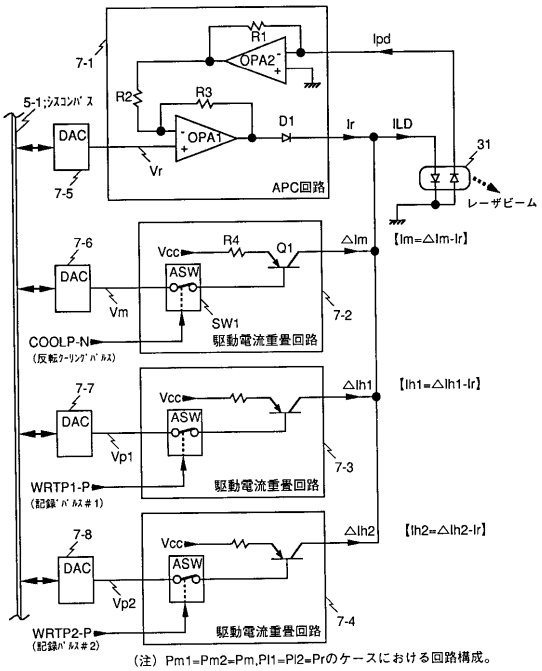
【図９】

図９



【図１０】

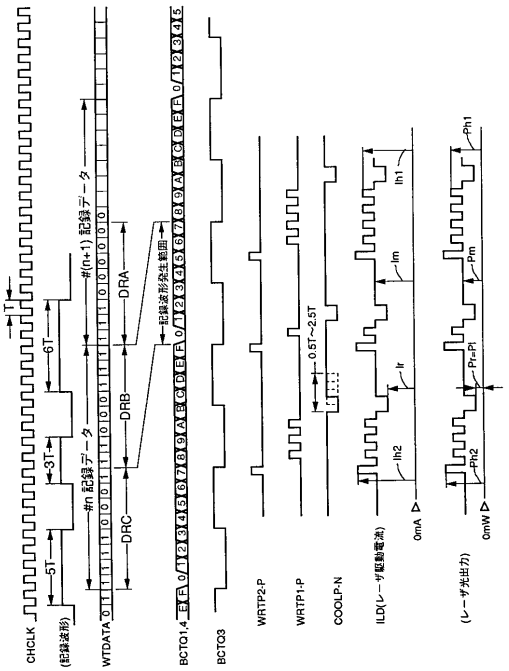
図10



（注）Pm1=Pm2=Pm,Pl1=Pl2=Prのケースにおける回路構成。

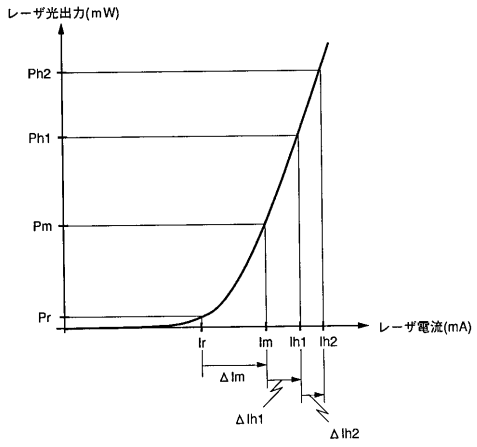
【図１１】

図11



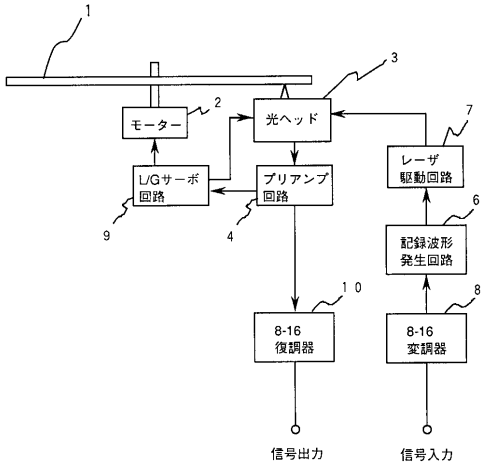
【図１２】

図12



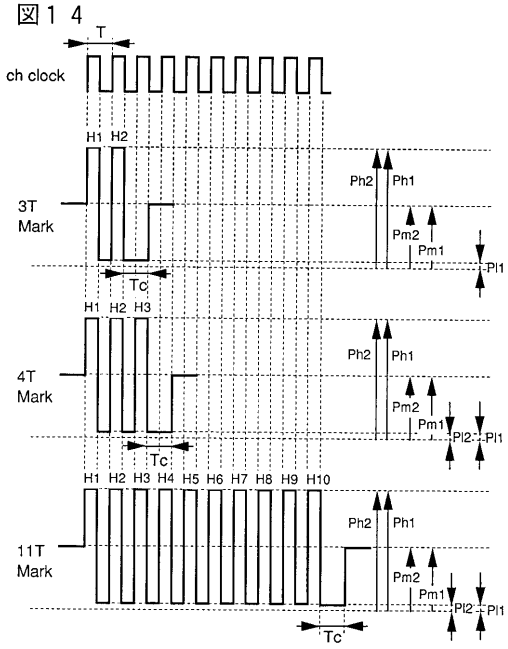
【図１３】

図13



【図１４】

図１４


T
ch clock
H1 H2
3T
Mark
Ph2
Ph1
Pm2
Pm1
Pl1
Tc
H1 H2 H3
4T
Mark
Pl2
H1 H2 H3 H4 H5 H6 H7 H8 H9 H10
11T
Mark
Tc'

フロントページの続き

(72)発明者　峯邑　浩行
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地　株式会社日立製作所映像情報メディア事業部内
(72)発明者　徳宿　伸弘
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地　株式会社日立製作所映像情報メディア事業部内
(72)発明者　杉山　久貴
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地　株式会社日立製作所映像情報メディア事業部内
(72)発明者　大竹　正利
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目２８０番地　株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者　伏見　哲也
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地　株式会社日立製作所映像情報メディア事業部内
(72)発明者　宮内　靖
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目２８０番地　株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者　福井　幸夫
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地　株式会社日立製作所映像情報メディア事業部内
(72)発明者　廣常　朱美
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目２８０番地　株式会社日立製作所中央研究所内

審査官　渡邊　聡

(56)参考文献　特開平０７－１２９９８８（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２８３０２１（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１２０６４４（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１５０３１９（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１３５３６３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G11B　7/0045
G11B　7/125