

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-258308

(P2011-258308A)

(43) 公開日 平成23年12月22日(2011.12.22)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|---------------------------------|------------------|-------------|
| G 1 1 B 7/0045 (2006.01) | G 1 1 B 7/0045 A | 5D090 |
| G 1 1 B 7/125 (2006.01) | G 1 1 B 7/125 C | 5D789 |

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 20 頁)

| | | | |
|--------------|-------------------------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2011-182607 (P2011-182607) | (71) 出願人 | 000005821 パナソニック株式会社 |
| (22) 出願日 | 平成23年8月24日 (2011. 8. 24) | | 大阪府門真市大字門真1006番地 |
| (62) 分割の表示 | 特願2007-512511 (P2007-512511) の分割 | (74) 代理人 | 110000202 新樹グローバル・アイピー特許業務法人 |
| 原出願日 | 平成18年3月27日 (2006. 3. 27) | (72) 発明者 | 古宮 成 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2005-102155 (P2005-102155) | | 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内 |
| (32) 優先日 | 平成17年3月31日 (2005. 3. 31) | Fターム(参考) | 5D090 AA01 BB03 BB04 BB12 CC01 DD03 DD05 EE02 KK04 5D789 AA23 BA01 BB02 BB03 BB13 DA01 HA45 HA60 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | | |

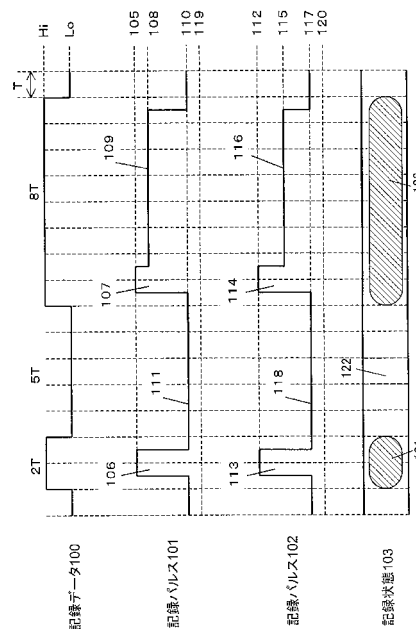
(54) 【発明の名称】 光ディスク記録装置、光ディスクへのデータ記録方法、半導体集積回路、及び光ディスク

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】記録層や線速度の相違に関わらずマークの歪みを抑えることで記録品質の更なる向上を実現する光ディスク記録装置、及びそのデータ記録方法を提供をする。

【解決手段】第1の記録パワーに対応する先頭パルスと、それに続く、第2の記録パワーに対応する中間パルスと、の組み合わせ、及び、第3の記録パワーに対応するスペースパルス、を含む記録パルス、を生成し、記録パルスに基づいて光ディスクへデータを記録する方法であり、第3の記録パワーを、マークの形成に必要なパワーの下限未満で、かつその下限の半値以上の範囲に収める。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の記録パワーに対応する先頭パルスと、それに続く、第 2 の記録パワーに対応する中間パルスと、の組み合わせ、及び、第 3 の記録パワーに対応するスペースパルス、を含む記録パルス、を生成し、前記記録パルスに基づいて光ディスクヘデータを記録する方法であり、

前記第 3 の記録パワーを、マークの形成に必要なパワーの下限未満で、かつその下限の半値以上の範囲に収める、光ディスクへのデータ記録方法。

【請求項 2】

前記光ディスクの線速度が前記光ディスクに固有の最適値より低い場合、前記第 3 の記録パワーが前記範囲に収められる、請求項 1 に記載の、光ディスクへのデータ記録方法。

10

【請求項 3】

前記光ディスクが前記記録層を複数含む場合、前記第 3 の記録パワーが前記記録層ごとに決定される、請求項 1 に記載の、光ディスクへのデータ記録方法。

【請求項 4】

前記記録パルスが、前記先頭パルス、前記中間パルス、及び、それに続くラストパルスの組み合わせ、を含む、請求項 1 に記載の、光ディスクへのデータ記録方法。

【請求項 5】

前記記録パルスが末尾に冷却パルスを含む、請求項 1 に記載の、光ディスクへのデータ記録方法。

20

【請求項 6】

前記第 3 の記録パワーを表すデータを前記光ディスクに記録するステップ、を有する、請求項 1 に記載の、光ディスクへのデータ記録方法。

【請求項 7】

第 1 の記録パワーに対応する先頭パルスと、それに続く、第 2 の記録パワーに対応する中間パルスと、の組み合わせ、及び、第 3 の記録パワーに対応するスペースパルス、を含む記録パルス、を生成し、前記記録パルスに基づいてデータを記録する光ディスク記録装置であり、

前記第 3 の記録パワーを、マークの形成に必要なパワーの下限未満で、かつその下限の半値以上の範囲に収める、光ディスク記録装置。

30

【請求項 8】

第 1 の記録パワーに対応する先頭パルスと、それに続く、第 2 の記録パワーに対応する中間パルスと、の組み合わせ、及び、第 3 の記録パワーに対応するスペースパルス、を含む記録パルス、を生成し、前記記録パルスに基づいてデータを記録する光ディスク記録装置、に搭載される半導体集積回路であり、

前記第 3 の記録パワーを、マークの形成に必要なパワーの下限未満で、かつその下限の半値以上の範囲に収める、半導体集積回路。

【請求項 9】

第 1 の記録パワーに対応する先頭パルスと、それに続く、第 2 の記録パワーに対応する中間パルスと、の組み合わせ、及び、第 3 の記録パワーに対応するスペースパルス、を含む記録パルス、を生成し、前記記録パルスに基づいてデータを記録する光ディスク記録装置、によりデータが記録される光ディスクであり、

40

マークの形成に必要なパワーの下限未満で、かつその下限の半値以上の範囲に設定された前記第 3 の記録パワー、を表すデータが記録された領域、を有する光ディスク。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、追記型又は書換型の光ディスクにデータを記録する装置/方法、半導体集積回路、及び光ディスクに関し、特にそれらで利用される記録パワー条件に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

光ディスクに対する最新の規格としてブルーレイディスク (Blu-ray Disc (BD) ; 登録商標) が知られている。BDでは近年、書換型光ディスクとして、標準速度用のBD-R Eが実用化されつつある。BD-R Eの片面容量は、単層では25GBであり、2層では50GBである。BDでは更に、追記型光ディスクとして、BD-Rが開発中である。

【 0 0 0 3 】

従来のBDでは、次のような光ディスクへのデータ記録方法が知られている (図11参照)。図11の上段は、光ディスクに記録されるべきデジタルデータ (以下、記録データという) の一例900を示す。記録データ900は、パルス幅2T (記録クロック周期Tの2倍) のハイレベル (Hi) 信号、パルス幅5Tのローレベル (Lo) 信号、及びパルス幅8TのHi信号を順番に含む。図11の中段は、記録データ900に従って生成される記録パルス901の一例を示す。記録パルス901のレベルが光ディスクに照射されるべきレーザ光のパワーに対応する。図11の下段は、光ディスクの記録トラック903の記録状態902を示す。記録トラック903にはレーザ光が、記録パルス901に対応するパワーで照射される。記録トラック903では、所定の下限以上のパワー (ピークレベル906) でレーザ光が照射された部分を含む加熱部分にマーク904が形成され、その下限未満のパワーでレーザ光が照射された部分にスペース905が形成される。図11の例では、マーク904とスペース905との間の境界が記録データ900のレベルの変換点に対応する。

【 0 0 0 4 】

記録パルス901は一般に、トップパルス907、マルチパルス909、クーリングパルス910、及びスペースパルスを含む (図11参照)。トップパルス907のレベルがピークレベル906である。マルチパルス909では、各パルスのレベルがピークレベル906とボトムレベル908との二値に切り替わる。クーリングパルス910のレベルはボトムレベル908に等しい。スペースパルスは、クーリングパルス910の後端から次のトップパルス907の先端まで維持されたバイアスレベル911に相当する。ピークレベル906に対応するレーザ光のピークパワーは記録トラック903でのマークの形成に必要なパワーの下限より高く、ボトムレベル908に対応するレーザ光のボトムパワーはその下限より低い。更に、バイアスレベル911に対応するレーザ光のバイアスパワーは上記の下限より低く、かつボトムパワーより高い。記録トラック903では、トップパルス907やマルチパルス909に対応するパワーでレーザ光が照射された部分にマーク904が形成され、バイアスパワーでレーザ光が照射された部分にスペース905が形成される。ここで、マーク904の長さは、マルチパルス909の有無、及びそれに含まれているパルスの数で決まる。記録パルス901の波形に対するこのような条件は一般に、ライトストラテジと呼ばれる。ライトストラテジは記録パワー条件と記録パルス条件とに大別される。記録パワー条件は、ピークパワー、ボトムパワー、及びバイアスパワーを規定する。記録パルス条件は、トップパルス907、マルチパルス909、及びクーリングパルス910の各時間的な条件 (例えば、各パルス幅やエッジ位置) を規定する。ライトストラテジを適切に設定することで、特にマークが適正な形状で形成される。

【特許文献1】特開2001-351239号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

光ディスクへのデータ記録速度を更に高めるには、記録クロック周波数を標準値の2倍~16倍程度に高くすることが望ましい。しかし、従来の光ディスク記録装置で利用されるライトストラテジによれば、例えば図11に示されているように、標準速度用のマルチパルス909に含まれている各パルスの幅が記録クロック周期Tの半分に等しい。記録クロック周期Tは記録クロック周波数の上昇に反比例して短縮されるので、高速のデータ記録時に正確なマルチパルス909を生成するには、レーザ光の立ち上がりが更に高速でなければならない。しかし、レーザ光の立ち上がりの更なる高速化は容易ではない。

【 0 0 0 6 】

本件出願の発明者らは、「細い幅のマルチパルスを用いることなく、長マークの歪みを

10

20

30

40

50

低減できる光ディスクへのデータ記録技術」を検討してきた（例えば特許文献1参照）。この技術では次のライトストラテジが利用される。最短マークの形成では、記録パルスが単一の矩形パルスで構成される。長マークの形成では、記録パルスが、前半パルスとそれに続く後半パルスとの二つのパルスの組み合わせで構成される。特に後半パルスのレベルが前半パルスのレベルより低い。この技術は、DVDだけでなくBDに対しても適用可能であることが分かってきた。しかし、複数の記録層を含む多層ディスクにデータを上記の技術で記録する場合、記録層ごとに放熱条件が異なるので、全ての記録層でマークの歪みを抑えることが困難であった。更に、上記の技術でのデータ記録時に光ディスクの線速度を変化させる場合、線速度ごとに記録層の熱特性が変化するので、全ての線速度でマークの歪みを抑えることが困難であった。例えば、高い線速度での記録時にレーザ光のパワーを最適化した場合、低い線速度での記録時にはレーザ光のパワーが過大であるので、特に長マークの拡大が回避できなかった。逆に、低い線速度での記録時にレーザ光のパワーを最適化した場合、高い線速度での記録時にはレーザ光のパワーが不足するので、特に最短マークの縮小が回避できなかった。これらのマークの歪みは記録品質の更なる向上を妨げるので問題である。

10

【0007】

本発明は、記録層や線速度の相違に関わらずマークの歪みを抑えることで記録品質の更なる向上を実現する光ディスク記録装置、及びそのデータ記録方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一つの観点による光ディスク記録装置、及びそれを用いた光ディスクへのデータ記録方法は、好ましくは、

20

第1の記録パワーに対応する先頭パルスと、それに続く、第2の記録パワーに対応する中間パルスと、の組み合わせを含む記録パルス、

を生成し、その記録パルスに基づいて光ディスクにデータを記録する。この光ディスク記録装置及びそのデータ記録方法は特に、多層構成の光ディスク（以下、多層ディスクという）へデータを記録する場合、第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率を記録層ごとに決定する。ここで、更に好ましくは、その光ディスク記録装置に搭載された半導体集積回路がその決定を行う。その決定により、記録層ごとに放熱条件が異なっても、全ての記録層でマークの歪みが十分に抑えられる。例えば、多層ディスクでは一般に、ヘッドから最も遠い記録層が最も厚い反射層に近いので、他の記録層と比べて熱が逃げやすい。それ故、好ましくは、ヘッドから最も遠い記録層では他の記録層より、第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比が高い。それにより、ヘッドから最も遠い記録層に、特に長マークを形成する場合、マークに対応する記録パルスの部分でレベルが高く維持される。その結果、マークを形成すべき記録トラックの部分では、照射されるレーザ光のパワーが高く維持され、放熱量の増大に伴う蓄熱量の低減が相殺される。こうして、他の記録層に形成される長マークと同じ形状/サイズの長マークが確実に形成される。

30

【0009】

本発明の一つの観点による光ディスクは、好ましくは、

複数の記録層、及び、

40

記録層ごとに設定された第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比、を表すデータが記録された領域、を有する。ここで、本発明による上記の光ディスク記録装置が光ディスクにそのデータを記録しても良い。更に好ましくは、本発明による上記の光ディスク記録装置が本発明によるこの光ディスクにデータを記録するとき、その光ディスクから第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比を予め読み出す。それにより、レーザ光のパワーが更に速やかに調節される。

【0010】

本発明の別の観点による光ディスク記録装置、及びそれを用いた光ディスクへのデータ記録方法は、好ましくは、

第1の記録パワーに対応する先頭パルスと、それに続く、第2の記録パワーに対応する

50

中間パルスと、の組み合わせを含む記録パルス、
を生成し、その記録パルスに基づいて光ディスクヘデータを記録する。この光ディスク記録装置及びそのデータ記録方法は特に、同一の光ディスクに対して異なる線速度でデータを記録する場合、第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率を線速度ごとに決定する。ここで、更に好ましくは、その光ディスク記録装置に搭載された半導体集積回路がその決定を行う。その決定により、線速度ごとに光ディスクに対する加熱条件（特に、レーザ光による加熱領域の移動速度と記録層での伝熱速度との間の関係）が変化しても、全ての線速度でマークの歪みが十分に抑えられる。好ましくは、光ディスクの線速度が高いほど、第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比が高い。それにより、高い線速度で、特に長マークを形成する場合、マークに対応する記録パルスの部分でレベルが高く維持される。その結果、マークを形成すべき記録トラックの部分では、照射されるレーザ光のパワーが高く維持され、線速度の上昇に伴う伝熱速度の相対的な低下が相殺される。それ故、線速度が低いときに形成される長マークと同じ形状/サイズの長マークが確実に形成される。

【0011】

本発明の別の観点による光ディスクは、好ましくは、線速度ごとに設定された第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比、を表すデータが記録された領域、を有する。ここで、本発明による上記の光ディスク記録装置が光ディスクにそのデータを記録しても良い。更に好ましくは、本発明による上記の光ディスク記録装置が本発明によるこの光ディスクにデータを記録するとき、その光ディスクから第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比を予め読み出す。それにより、レーザ光のパワーが更に速やかに調節される。

【0012】

本発明の他の観点による光ディスク記録装置、及びそれを用いた光ディスクへのデータ記録方法は、好ましくは、

第1の記録パワーに対応する先頭パルスと、それに続く、第2の記録パワーに対応する中間パルスと、の組み合わせ、及び、第3の記録パワーに対応するスペースパルス、を含む記録パルス、
を生成し、その記録パルスに基づいて光ディスクヘデータを記録する。この光ディスク記録装置及びそのデータ記録方法は特に、第3の記録パワーを、マークの形成に必要なパワーの下限未満で、かつその下限の半値以上の範囲に収める。ここで、更に好ましくは、その光ディスク記録装置に搭載された半導体集積回路が第3の記録パワーをその範囲に収める。好ましくは、線速度が光ディスクに固有の最適値より低い場合、第3の記録パワーがその範囲に収められる。それにより、マークに歪みを与えることなく、第1の記録パワーの下げ幅が線速度の低減に伴う下げ幅より増大する。その結果、高い記録品質を維持したまま、更なる省電力化が実現可能である。

【0013】

本発明の他の観点による光ディスクは、好ましくは、マークの形成に必要なパワーの下限未満で、かつその下限の半値以上の範囲内の値に設定された第3の記録パワー、を表すデータが記録された領域、を有する。ここで、本発明による上記の光ディスク記録装置が光ディスクにそのデータを記録しても良い。更に好ましくは、本発明による上記の光ディスク記録装置が本発明によるこの光ディスクにデータを記録するとき、その光ディスクから第3の記録パワーを予め読み出す。それにより、レーザ光のパワーが更に速やかに調節される。

【0014】

本発明の更に別の観点による光ディスク記録装置、及びそれを用いた光ディスクへのデータ記録方法は、好ましくは、

第1の記録パワーに対応する先頭パルスと、それに続く、第2の記録パワーに対応する中間パルスと、の組み合わせ、及び、第3の記録パワーに対応するスペースパルス、を含む記録パルス、
を生成し、その記録パルスに基づいて光ディスクヘデータを記録する。この光ディスク記

録装置及びそのデータ記録方法は特に、多層ディスクヘデータを記録する場合、第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率を記録層ごとに決定する。ここで、更に好ましくは、その光ディスク記録装置に搭載された半導体集積回路がその決定を行う。その決定により、記録層ごとに放熱条件が異なっても、全ての記録層でマークの歪みが十分に抑えられる。好ましくは、ヘッドから最も遠い記録層では他の記録層より、第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比が高い。それにより、ヘッドから最も遠い記録層では他の記録層より、スペースを形成すべき記録トラックの部分に照射されるレーザ光のパワーが高いので、放熱量の増大に伴う余熱量の低減が相殺される。その結果、スペースに与えられた余熱がマークの拡張を適度に抑制するので、特に最短マークの形状/サイズが、他の記録層に形成される最短マークの形状/サイズと確実に等しい。

10

【0015】

本発明の更に別の観点による光ディスクは、好ましくは、複数の記録層、及び、

記録層ごとに設定された第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比、を表すデータが記録された領域、を有する。ここで、本発明による上記の光ディスク記録装置が光ディスクにそのデータを記録しても良い。更に好ましくは、本発明による上記の光ディスク記録装置が本発明によるこの光ディスクにデータを記録するとき、その光ディスクから第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比を予め読み出す。それにより、レーザ光のパワーが更に速やかに調節される。

20

【0016】

本発明の更に異なる観点による光ディスク記録装置、及びそれを用いた光ディスクへのデータ記録方法は、好ましくは、

第1の記録パワーに対応する先頭パルスと、それに続く、第2の記録パワーに対応する中間パルスと、の組み合わせ、及び、第3の記録パワーに対応するスペースパルス、を含む記録パルス、

を生成し、その記録パルスに基づいて光ディスクヘデータを記録する。この光ディスク記録装置及びそのデータ記録方法は特に、同一の光ディスクに対して異なる線速度でデータを記録する場合、第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率を線速度ごとに決定する。ここで、更に好ましくは、その光ディスク記録装置に搭載された半導体集積回路がその決定を行う。その決定により、線速度ごとに光ディスクに対する加熱条件（特に、レーザ光による加熱領域の移動速度と記録層での伝熱速度との間の関係）が変化しても、全ての線速度でマークの歪みが十分に抑えられる。好ましくは、光ディスクの線速度が高いほど、第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比が低い。すなわち、高い線速度では、スペースを形成すべき記録トラックの部分に照射されるレーザ光のパワーが低く維持される。その結果、スペースに与えられた余熱とマークに与えられた熱との間のコントラストが高いので、特に最短マークの形状/サイズが、低い線速度で形成されるときに形状/サイズと確実に等しい。

30

【0017】

本発明の更に異なる観点による光ディスクは、好ましくは、線速度ごとに設定された第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比、を表すデータが記録された領域、を有する。ここで、本発明による上記の光ディスク記録装置が光ディスクにそのデータを記録しても良い。更に好ましくは、本発明による上記の光ディスク記録装置が本発明によるこの光ディスクにデータを記録するとき、その光ディスクから第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比を予め読み出す。それにより、レーザ光のパワーが更に速やかに調節される。

40

【発明の効果】

【0018】

本発明による光ディスク記録装置、及びそのデータ記録方法は上記の通り、光ディスクが複数の記録層を含む場合や、記録時に光ディスクの線速度がその光ディスクに固有の最適値とは異なっている場合でも、マークの歪みを更に抑え、記録品質の更なる向上を達成

50

できる。従って、本発明は、次世代光ディスクの更なる大容量化、及びデータ記録の更なる高速化に有利である。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の実施形態1による光ディスクへのデータ記録方法で利用される記録データと記録パルスとの波形図、及び記録トラック上に形成されるマークの形状を示す拡大平面図である。

【図2】本発明の実施形態による光ディスク、及びその積層構造を示す図である。

【図3】本発明の実施形態による光ディスク記録装置の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の実施形態1について、等化再生信号の波形と記録トラック上のマークの形状との間の関係を示す図である。

10

【図5】本発明の実施形態2による光ディスクのデータ記録方法で利用される記録データと記録パルスとの波形図である。

【図6】本発明の実施形態3による光ディスクのデータ記録方法で利用される記録データと記録パルスとの波形図、及び記録トラック上に形成されるマークの形状を示す拡大平面図である。

【図7】本発明の実施形態4による光ディスクのデータ記録方法で利用される記録データと記録パルスとの波形図である。

【図8】本発明の実施形態4について、等化再生信号と記録トラック上のマークの形状との間の関係を示す図である。

20

【図9】本発明の実施形態による記録条件セットのフォーマットを示す図である。

【図10】本発明の他の実施形態による光ディスクへのデータ記録方法で利用される記録データと記録パルスとの波形図、及び記録トラック上に形成されるマークの形状を示す拡大平面図である。

【図11】従来のデータ記録方法による記録データと記録パルスとの波形図、及び記録トラック上に形成されるマークの形状を示す拡大平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の最良の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

図3は、本発明の実施形態による光ディスク記録再生装置の構成を示す。後述される実施形態1～4ではこの光ディスク記録再生装置1000が共通に利用される。光ディスク記録再生装置1000は、記録パワー設定部1、記録データ生成部2、記録パルス生成部4、モータ10、ヘッド7、及び読み出し部30を有する。好ましくは、記録パワー設定部1、記録データ生成部2、記録パルス生成部4、及び読み出し部30が一つの半導体集積回路40に統合されている。

30

【0021】

記録パワー設定部1は記録パワー条件5を生成する。ここで、記録パワー条件5は、後述の実施形態1～4の通り、光ディスク9の記録層ごとに、又は線速度ごとに異なる。記録パワー設定部1は特に、データを記録すべき光ディスク9の記録層を判別し、又は光ディスク9の線速度を判別し、判別結果に応じて適切な記録パワー条件を生成する。記録データ生成部2は記録対象のデータに基づき、光ディスク9に記録されるべき記録データ3を生成する。記録データ3はデジタル信号であり、ハイレベル(Hi)信号とローレベル(Lo)信号との二つから構成される。記録データ3のフォーマットでは好ましくは、ランレングス制限の最小値が記録クロック周期Tの2倍(=2T)に設定され、最大値が8倍(=8T)に設定される。尚、ランレングス制限がその他の値に設定されても良い。記録パルス生成部4は、所定のライトストラテジ(記録パワー条件5を含む)に従い、記録データ3に対応する記録パルス6を生成する。ここで、記録データ3のHi信号の期間がマークに対応し、Lo信号の期間がスペースに対応する。記録パルス6は特に、光ディスク9に照射されるべきレーザ光8のパワーを示す。

40

【0022】

50

モータ10は光ディスク9を所定の線速度で回転させる。ヘッド7は、パワーが可変なレーザを含む。レーザは、回転している光ディスク9にレーザ光8を照射する。レーザ光8は光ディスク9の記録トラックの上にフォーカスされる。ヘッド7は、記録パルス6に従ってレーザ光8のパワーを生成する。それにより、記録データ3のHi信号の期間では光ディスク9の記録層にマークが形成され、Lo信号の期間ではスペースが形成される。ヘッド7は更に、上記の下限未満の所定のパワー（以下、再生パワーという）でレーザ光8を光ディスク9の記録層に照射し、その反射光の強度変化を検出する。

【0023】

読み出し部30は、ヘッド7により再生パワーのレーザ光8を光ディスク9の記録層に照射させてその反射光の強度変化を検出させる。読み出し部30は更に、検出された反射光の強度変化から光ディスク9に記録されたデータを解読する。読み出し部30は、好ましくは、イコライザ12、2値化部14、ジッタ測定部16、及び波形測定部18を含む。イコライザ12は、ヘッド7により検出された反射光の強度変化を示すアナログ再生信号11を受信し、その高域の周波数成分の減衰を補正し、等化再生信号13として出力する。2値化部14は、所定のスライスレベルを境にして等化再生信号13を二値化し、デジタル再生信号15として出力する。ジッタ測定部16は、デジタル再生信号15の立ち上がりのエッジ、又は立ち下がりのエッジを検出し、そのエッジの時間ずれ量や揺らぎの大きさを測定する。波形測定部18は、等化再生信号13の波形や振幅を測定する。

【0024】

光ディスク9は好ましくは書換型又は追記型光ディスクであり、更に好ましくはBDである。光ディスク9では、基板又は中間層にスパイラル状の記録トラックが形成され、その記録トラックに相変化膜や色素膜等の記録層が成膜されている。レーザ光8が照射された記録層の領域が、レーザ光8のパワーに応じて物理的に、又は化学的に変化する。その結果、記録トラックにマークやスペースが形成される。図2には光ディスク9の積層構造の一例が示されている。光ディスク9は好ましくは、三層構成の光ディスク（3層ディスク）であり、三つの記録層202、205、208を含む。三つの記録層202、205、208はいずれも厚さが5nm～20nm程度である。光ディスク9が相変化光ディスクである場合、三つの記録層202、205、208は好ましくは、テルル-酸素-パラジウム合金やゲルマニウム-ビスマス-テルル合金を含む。その他に、三つの記録層202、205、208が有機系色素材料を含んでも良い。これらの色素がレーザ光8の熱で非可逆的に変化する。三つの記録層202、205、208のそれぞれは更に、両面が界面層や誘電体層等でサンドイッチされた多層構造であっても良い。

【0025】

光ディスク9は上記三つの記録層202、205、208の他に、基板200、三つの反射層201、204、207、二つの中間層203、206、及びカバー層209を含む（図2参照）。特に、基板200の上に、反射層201、記録層202、中間層203、反射層204、記録層205、中間層206、反射層207、記録層208、及びカバー層209が順番に積層されている。ここで、レーザ光8はカバー層209の外面（図2では光ディスク9の下面）から光ディスク9内に入射する。基板200は光ディスク9の機械的な強度を維持する。基板200は好ましくは、厚さが1.1mm程度であり、ポリカーボネート樹脂を含む。基板200の上に形成された反射層201は他の反射層204、207より光反射率が高く、記録層202を透過したレーザ光8を全て反射する。反射層201は好ましくは、厚さ100nm程度の金属膜である。一方、他の反射層204、207はいずれも半透明であり、それぞれの上に形成された記録層205、208を透過したレーザ光8の一部を反射し、残りを透過させる。他の反射層204、207は好ましくは、厚さ10nm程度の金属膜である。このように、基板200に最も近い反射層201は他の反射層204、207より厚いので、他の反射層204、207より熱容量が大きい。中間層203、206はいずれも、好ましくは、厚さが0.02mm程度であり、透明度の高い樹脂を含む。カバー層209は、反射層、記録層、及び中間層から成る上記の積層構造を保護している。カバー層209は好ましくは、厚さが0.02mm～0.1mm程度であり、硬質で透明度の高い樹脂を含む。以上の積層構造全体の厚さは好ましくは、1.2mm程度である。

10

20

30

40

50

【0026】

好ましくは、記録トラックのエッジにウォブルが形成されている。その他に、記録トラックの一部、又は近傍にピットが形成されていても良い。ウォブルやピットには、好ましくは、記録トラックの物理アドレス等、永続的に使用される（書き換えや追記が不要な）データが記録されている。特に、ディスクの内周部のウォブルやピットには、読出専用領域が設けられている。光ディスク9が光ディスク記録再生装置1000にローディングされた時、読出専用領域に記録されたデータが最初に読み込まれる。光ディスク9がBDである場合、読出専用領域がPIC領域（PIC（パーマネント・インフォメーション・コントロール）データが記録された領域）とも呼ばれ、特にDI領域（DI（ディスク・インフォメーション）が記録された領域）を含む。更に、DI領域は、記録トラックの各所のウォブルに設けられた補助データ領域にも含まれている。

10

【0027】

光ディスク9の読出専用領域には好ましくは、その光ディスク9に固有の記録条件を表すデータ（以下、記録条件セットという）が記録されている（図9参照）。記録条件セットは好ましくは、記録層ごとに、かつ記録速度（データ記録時の光ディスク9の線速度）ごとに、例えば100バイト程度に整理されている。記録条件セットは例えば、ヘッダに、対象とする記録層に割り当てられた番号（層番号：1バイト）と、その記録条件セットに割り当てられた番号（条件セット番号：1バイト）とを含む。記録条件セットは更に、対象とする記録層へのデータ記録に使用可能な、記録速度（1バイト）、記録パワー条件5、及び記録パルス条件を含む。光ディスク記録再生装置1000では好ましくは、光ディスク9がローディングされたときに、記録条件セットが読出専用領域から読み出される。光ディスク記録再生装置1000は、読み出された記録条件セットに基づき、光ディスク9の記録層ごとに、又は光ディスク9の線速度ごとに、記録パワー条件や記録パルス条件を決定する。尚、記録条件セットは読出専用領域以外の、追記又は書き換え可能な領域に、書き換え可能なデータとして記録されても良い。

20

【0028】

本発明による光ディスクへのデータ記録方法は好ましくは、上記の光ディスク記録再生装置1000と光ディスク9とを利用する。その場合、本発明による光ディスクへのデータ記録方法には好ましくは、以下の四つの実施形態1～4がある。

【0029】

30

《実施形態1》

例えば、上記の光ディスク記録再生装置1000が基板200に最も近い（すなわち最深の）記録層202と中間の記録層205とのいずれか（図2参照）にデータを記録する場合に、本発明の実施形態1による光ディスクへのデータ記録方法が利用される。

【0030】

図1では記録データ100が、パルス幅2T（記録クロック周期Tの2倍）のハイレベル（Hi）信号、パルス幅5Tのローレベル（Lo）信号、及びパルス幅8TのHi信号を順番に含む。パルス幅2TのHi信号が長さ2Tの最短マーク121に対応し、パルス幅5TのLo信号が長さ5Tのスペース122に対応し、パルス幅8TのHi信号が長さ8Tの長マーク123に対応する。記録データ100の書き込み先が最深の記録層202である場合、記録パルス生成部4は最深の記録層202用の記録パワー条件と記録パルス条件とに従い、記録データ100に対応する記録パルス101を生成する。一方、記録データ100の書き込み先が中間の記録層205である場合、記録パルス生成部4は中間の記録層205用の記録パワー条件と記録パルス条件とに従い、記録データ100に対応する記録パルス102を生成する。二つの記録パルス101、102のそれぞれでは、先頭パルス106、113が最短マーク121に対応し、スペースパルス111、118が長さ5Tのスペースに対応し、先頭パルスとそれに続く中間パルスとの組み合わせ（107、109）、（114、116）が長さ8Tの長マーク123に対応する。基準レベル119、120に対し、先頭パルス106、107、113、114のレベル105、112が第1の記録パワーを示し、中間パルス109、116のレベル108、115が第2の記録パワーを示し、スペースパルス111、118のレベル110、117が第3の記録パワーを示す。ここで、第1の記録パワーは、光ディスク9の各記録層

40

50

202、205にマークを形成するために必要なパワーの下限より十分に高い。第2の記録パワーは、第1の記録パワーより低く、上記の下限以上である。第3の記録パワーは、上記の下限未満である。

【0031】

二つの記録パルス101、102の間では特に、先頭パルスのレベルに対する中間パルスのレベルの比率、すなわち、第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が異なる。図1では、記録パルス101での先頭パルス107のレベル105に対する中間パルス109のレベル108の比率が、記録パルス102での先頭パルス114のレベル112に対する中間パルス116のレベル115の比率より高い。従って、記録パルス101での第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が、記録パルス102での比率より高い。

10

【0032】

最深の記録層202と中間の記録層205との間で第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率を上記のように変える理由は次の通りである。最深の記録層202に隣接する反射層201は、上記の通り、中間の記録層205に隣接する反射層204よりかなり厚い(図2参照)。その結果、最深の記録層202では中間の記録層205より熱が逃げやすい。しかし、上記の通り、最深の記録層202では中間の記録層205より、第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が高い。図1では、長マーク123に対応する記録パルス101の部分107、109でレーザ光のパワーが高く維持される。その結果、長マーク123を形成すべき記録トラックの領域では、最深の記録層202での放熱量の増大に伴う蓄熱量の低減が相殺される。こうして、最深の記録層202と中間の記録層205とのいずれでも、同じ高品質の記録状態103(特に長マーク123の適正な形状/サイズ)が確実に実現する。

20

【0033】

この効果は、以下の手順で実際に確認された。

まず、記録パルス101に含まれている先頭パルス107と中間パルス109との組み合わせ(図1参照)に従ったパワーでレーザ光が最深の記録層202と中間の記録層205との両方に照射された。次に、読み出し部30(図3参照)が、そのレーザ光で照射された記録層202、205の各部分を再生パワーのレーザ光で走査し、その反射光からデータを再生した。図4は、読み出し部30の波形測定部18(図3参照)により測定された等化再生信号の波形とマークの形状との間の関係を示す。最深の記録層202から得られた等化再生信号では、図4の(a)に示されているように、パルス400の幅が正しい値8Tであり、パルス400の全体が平坦で、かつ正しいレベル401に維持されていた。このことから、最深の記録層202では、記録トラック403の上に形成された長マーク402が、長さ方向で一様に適正な幅に維持されて歪みを含まず、かつ正しい位置にエッジを持つことがわかった(図4の(b)参照)。一方、中間の記録層205から得られた等化再生信号では、図4の(c)に示されているように、パルス幅8Tのパルス404の後半部が傾斜し、そのレベルが正しい値405から大きく外れていた。このことから、中間の記録層205では、記録トラック407の上に形成された長マーク406の後半部が肥大化していること、特にマークの幅が過大であり、かつエッジ位置が後に外れていることがわかった。

30

【0034】

続いて、記録パルス102に含まれている先頭パルス114と中間パルス116との組み合わせ(図1参照)に従ったパワーでレーザ光を中間の記録層205に照射した。更に、読み出し部30が、そのレーザ光で照射された中間の記録層205の部分からデータを再生した。そのとき、読み出し部30の波形測定部18により測定された等化再生信号では、図4の(a)に示されている波形と同様に、パルスの良好な形状と適正なレベルとが維持されていた。このことから、中間の記録層205では、記録トラックの上に適正な長マークが形成されたことがわかった。

40

【0035】

以上の通り、本発明の実施形態1によるデータ記録方法では、光ディスク9の記録層ごとに第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が決定される。それにより、上記の通り、記録層間での放熱条件の差が相殺される。その結果、いずれの記録層でも、特に

50

長マークの歪みが抑えられる。こうして、記録品質の更なる向上が実現可能である。

【0036】

好ましくは、光ディスク9の読出専用領域に、記録層ごとに設定された第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が記録されている。その比率は好ましくは、記録条件セットに含まれている記録パワー条件で表される(図9参照)。記録条件セットでは好ましくは、記録パワー条件が、基準パワー、第1パワー係数、第2パワー係数、及び第3パワー係数で表されている。基準パワーはレーザ光のパワーの基準値そのものを表す。第1パワー係数は、基準パワーに対する第1の記録パワーの比率を表す。第2パワー係数は、第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率を表す。第3パワー係数は、第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率を表す。記録パワー条件はその他に、第1~第3の記録パワーの値そのものを含んでも良い。更に、第1~第3パワー係数がそれぞれ、基準パワーに対する第1~第3の記録パワーの比率を表しても良い。本発明の実施形態1による光ディスク9では、最深の記録層202に対する記録条件セットで表されている第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が、他の記録層205、208に対する記録条件セットで表されている比率より高い。

10

【0037】

本発明の実施形態1による光ディスク記録再生装置1000では好ましくは、光ディスク9がローディングされたときに、記録パワー設定部1が読み出し部30により、光ディスク9の読出専用領域から記録条件セットを読み出す。更に、読み出された記録条件セットから抽出された情報に基づき、記録パワー設定部1が第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率を記録層ごとに決定する。その他に、記録パワー設定部1が、記録条件セットから抽出された情報に基づいてレーザのパワー校正を行い、特に第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率を記録層ごとに最適化しても良い。その場合、好ましくは、記録パワー設定部1により記録層ごとに最適化された第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が光ディスク9に記録される。次の記録時では、記録パワー設定部1がその最適化された比率を参照する。それにより、レーザ光のパワーが更に速やかに調節される。

20

【0038】

《実施形態2》

例えば、上記の光ディスク記録再生装置1000が記録速度(データ記録時の光ディスク9の線速度)を通常値(光ディスク9に固有の最適値(例えば標準速))、又はそれより高い値(例えば2倍速)のいずれかに設定してデータを中間の記録層205(図2参照)に記録する場合に、本発明の実施形態2による光ディスクへのデータ記録方法が利用される。ここで、光ディスク記録再生装置1000は、光ディスク9に記録されたデータを通常速度(例えば標準速)で再生する。

30

【0039】

例えば図5では、標準速での記録時に記録データ500が、パルス幅 $2T$ (標準速での記録クロック周期 T の2倍)の H_i 信号、パルス幅 $5T$ の L_o 信号、及びパルス幅 $8T$ の H_i 信号を順番に含む。記録速度が標準速である場合、記録パルス生成部4(図3参照)は標準速用の記録パワー条件と記録パルス条件とに従い、記録データ500に対応する記録パルス501を生成する。記録パルス501では、先頭パルス503が長さ $2T$ の最短マークに対応し、スペースパルス508が長さ $5T$ のスペースに対応し、先頭パルスとそれに続く中間パルスとの組み合わせ504、506が長さ $8T$ の長マークに対応する。基準レベル509に対し、先頭パルス503、503のレベル502が第1の記録パワーを示し、中間パルス506のレベル505が第2の記録パワーを示し、スペースパルス508のレベル507が第3の記録パワーを示す。ここで、第1の記録パワーは、中間の記録層205にマークを形成するために必要なパワーの下限より十分に高い。第2の記録パワーは、第1の記録パワーより低く、上記の下限以上である。第3の記録パワーは、上記の下限未満である。

40

【0040】

一方、2倍速での記録時には記録データ510が、パルス幅 $2T_H$ (2倍速での記録クロック周期 T_H の2倍)の H_i 信号、パルス幅 $5T_H$ の L_o 信号、及びパルス幅 $8T_H$ の H_i 信号を順番

50

に含む(図5参照)。ここで、2倍速での記録クロック周期 T_H が標準速での記録クロック周期 T の半分であるので、記録データ510の各パルス幅が記録データ500の対応するパルス幅の半分である。記録速度が2倍速である場合、記録パルス生成部4は2倍速用の記録パワー条件と記録パルス条件とに従い、記録データ510に対応する記録パルス511を生成する。記録パルス511では、先頭パルス513が長さ $2T_H$ の最短マークに対応し、スペースパルス518が長さ $5T_H$ のスペースに対応し、先頭パルスとそれに続く中間パルスとの組み合わせ514、516が長さ $8T_H$ の長マークに対応する。基準レベル520に対し、先頭パルス513、514のレベル512が第1の記録パワーを示し、中間パルス516のレベル515が第2の記録パワーを示し、スペースパルス518のレベル517が第3の記録パワーを示す。

【0041】

二つの記録パルス501、511の間では特に、先頭パルスのレベルに対する中間パルスのレベルの比率、すなわち第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が異なる。図5では、記録パルス511での先頭パルス514のレベル512に対する中間パルス516のレベル515の比率が、記録パルス501での先頭パルス504のレベル502に対する中間パルス506のレベル505の比率より高い。従って、記録パルス511での第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が、記録パルス501での比率より高い。

【0042】

標準速と2倍速との間で第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率を上記のように変える理由は次の通りである。2倍速での記録に利用されるレーザ光の実際のパルス幅は、標準速での記録に利用される実際のパルス幅の半分である(図5参照)。一方、2倍速での記録では標準速での記録よりレーザ光のパワーが高く設定される。従って、光ディスク9に伝わる熱量が同程度に維持される。しかし、光ディスク9では線速度ごとにレーザ光による加熱領域の移動速度と記録層での伝熱速度との間の関係が変化するので、第1の記録パワーと第2の記録パワーの間では必要なパワーの上げ幅が異なる。特に、線速度の上昇に伴って伝熱速度が相対的に低下するので、第1の記録パワーの上げ幅が第2の記録パワーの上げ幅より小さく設定されねばならない。本発明の実施形態2では上記の通り、2倍速での第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が標準速での比率より高い。図5では、長マークに対応する記録パルス511の部分514、516でレーザ光のパワーが高く維持される。その結果、線速度の上昇に伴う伝熱速度の相対的な低下が相殺されるので、標準速での記録と2倍速での記録の間では記録トラックの上に形成される長マークの形状/サイズが確実に揃う。尚、この効果は、実施形態1の効果と同様に、実際に確認された。

【0043】

以上の通り、本発明の実施形態2によるデータ記録方法では、記録速度ごとに第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が決定される。それにより、上記の通り、異なる記録速度間での放熱条件の差が相殺される。その結果、いずれの記録速度でも、特に長マークの歪みが抑えられる。更に好ましくは、記録速度と第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率との間の関係が記録層ごとに決定される。それにより、実施形態1と同様に、記録層間での放熱条件の差が記録速度ごとに相殺される。こうして、いずれの記録層でも、記録速度にかかわらず、記録品質の更なる向上が実現可能である。

【0044】

好ましくは、光ディスク9の読出専用領域に、記録速度ごとに設定された第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が記録されている。その比率は好ましくは、記録条件セットに含まれている記録パワー条件で表される(図9参照)。本発明の実施形態2による光ディスク9では、高い記録速度が記録された記録条件セットで表されている第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が、低い記録速度が記録された記録条件セットで表されている比率より高い。

【0045】

本発明の実施形態2による光ディスク記録再生装置1000では好ましくは、光ディスク9がローディングされたときに、記録パワー設定部1が読み出し部30により、光ディスク9の

10

20

30

40

50

読出専用領域から記録条件セットを読み出す。更に、読み出された記録条件セットから抽出された情報に基づき、記録パワー設定部1が第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率を記録速度ごとに決定する。その他に、記録パワー設定部1が、記録条件セットから抽出された情報に基づいてレーザのパワー校正を行い、特に第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率を記録速度ごとに最適化しても良い。その場合、好ましくは、記録パワー設定部1により記録速度ごとに最適化された第1の記録パワーに対する第2の記録パワーの比率が光ディスク9に記録される。次の記録時では、記録パワー設定部1がその最適化された比率を参照する。それにより、レーザ光のパワーが更に速やかに調節される。

【0046】

《実施形態3》

好ましくは、上記の光ディスク記録再生装置1000がノートPC等の携帯情報機器に搭載される場合に、本発明の実施形態3による光ディスクへのデータ記録方法が利用される。その場合、光ディスク記録再生装置1000は携帯情報機器の動作状態(AC電源への接続の有無、電池の残量、処理中のタスクの量/優先順位等)に応じ、記録速度を設定する。特に、消費電力を抑える必要がある場合は一般に、記録速度が光ディスク9に固有の最適値より低く設定される。それにより、レーザの消費電力(特に第1の記録パワー)が抑えられる。

【0047】

例えば図6では記録速度が標準速に設定され、記録データ600が、パルス幅2TのHi信号、パルス幅5TのLo信号、及びパルス幅8TのHi信号を順番に含む。記録パルス生成部4は所定の記録速度(図6では標準速)に対応する記録パワー条件と記録パルス条件とに従い、記録データ600に対応する記録パルスを生成する。ここで、従来の光ディスク記録再生装置では記録パルス601が生成されるのに対し、本発明の実施形態3による光ディスク記録再生装置1000では記録パルス602が生成される。二つの記録パルス601、602のそれぞれでは、先頭パルス606、613が最短マーク621に対応し、スペースパルス611、618が長さ5Tのスペースに対応し、先頭パルスとそれに続く中間パルスとの組み合わせ(607、609)、(614、616)が長さ8Tの長マーク623に対応する。基準レベル619、620に対し、先頭パルス606、607、613、614のレベル605、612が第1の記録パワーを示し、中間パルス609、616のレベル608、615が第2の記録パワーを示し、スペースパルス611、618のレベル610、617が第3の記録パワーを示す。ここで、第1の記録パワーは、光ディスク9の記録層208にマークを形成するために必要なパワーの下限より十分に高い。第2の記録パワーは第1の記録パワーより低く、上記の下限以上である。第3の記録パワーは上記の下限未満である。

【0048】

二つの記録パルス601、602の間では特に、各基準レベルに対する先頭パルスのレベルとスペースパルスのレベル、すなわち第1の記録パワーと第3の記録パワーとが異なる。図6では、記録パルス602の基準レベル620に対する先頭パルス613、614のレベル612が、記録パルス601の基準レベル619に対する先頭パルス606、607のレベル605より低い。一方、記録パルス602の基準レベル620に対するスペースパルス618のレベル617が、記録パルス601の基準レベル619に対するスペースパルス611のレベル610より高い。従って、記録パルス602での第1の記録パワーは記録パルス601での第1の記録パワーより低く、記録パルス602での第3の記録パワーは記録パルス601での第3の記録パワーより高い。ここで、記録パルス602での第3の記録パワーは好ましくは、記録層208にマークを形成するために必要なパワーの下限未満で、かつその下限の半値以上の範囲に収められる。それにより、スペースを形成すべき部分にマークを形成することが回避される。

【0049】

本発明の実施形態3によるデータ記録方法では上記の通り、従来の方法とは異なり、特に記録速度が光ディスク9に固有の最適値より低く設定された場合、第1の記録パワーが下がる一方、第3の記録パワーが上がる。第1の記録パワーの下降によりレーザの消費電

10

20

30

40

50

力が低減する。一方、第3の記録パワーの上昇により、スペースに照射されたレーザ光が記録トラックの全体に十分な余熱を与えるので、第1の記録パワーで照射されるレーザ光による加熱が補われる。その結果、マークの適正な形状が維持されたまま、第1の記録パワーの下げ幅が更に拡大可能である。特に光ディスク9が高速記録に対応している場合でも、装置の省電力化を目的として記録速度を光ディスク9に固有の最適値より低く設定できる。こうして、本発明の実施形態3によるデータ記録方法では、従来の方法より更に効果的な省電力化が可能であると同時に、従来の方法で得られる記録状態と遜色ない高品質の記録状態が実現可能である。尚、この効果は、実施形態1の効果と同様に、実際に確認された。

【0050】

好ましくは、光ディスク9の読出専用領域に、記録速度ごとに設定された第3の記録パワーが記録されている。その値は好ましくは、記録条件セットに含まれている記録パワー条件で表される(図9参照)。特に、光ディスク9に固有の最適値より低い記録速度が記録された記録条件セットでは、第3の記録パワーが、光ディスク9の記録層にマークを形成するために必要なパワーの下限未満で、かつその下限の半値以上に収まっている。

【0051】

本発明の実施形態3による光ディスク記録再生装置1000では好ましくは、光ディスク9がローディングされたときに、記録パワー設定部1が読み出し部30により、光ディスク9の読出専用領域から記録条件セットを読み出す。更に、読み出された記録条件セットから抽出された情報に基づき、記録パワー設定部1が第3の記録パワーを記録速度ごとに決定する。その他に、記録パワー設定部1が、記録条件セットから抽出された情報に基づいてレーザのパワー校正を行い、特に第3の記録パワーを記録速度ごとに最適化しても良い。その場合、好ましくは、記録パワー設定部1により記録速度ごとに最適化された第3の記録パワーが光ディスク9に記録される。次の記録時では、記録パワー設定部1がその最適化された第3の記録パワーを参照する。それにより、レーザ光のパワーが更に速やかに調節される。

【0052】

《実施形態4》

例えば、上記の光ディスク記録再生装置1000が記録速度を通常値(光ディスク9に固有の最適値(例えば標準速))より高い値(例えば2倍速)に設定してデータを記録層208(図2参照)に記録する場合に、本発明の実施形態4による光ディスクへのデータ記録方法が利用される。ここで、光ディスク記録再生装置1000は、光ディスク9に記録されたデータを通常速度(例えば標準速)で再生する。

【0053】

例えば図7では記録データ700が、パルス幅 $2T_H$ (2倍速での記録クロック周期 T_H の2倍)のHi信号、パルス幅 $5T_H$ のLo信号、及びパルス幅 $8T_H$ のHi信号を順番に含む。記録速度が2倍速である場合、記録パルス生成部4は2倍速用の記録パワー条件と記録パルス条件とに従い、記録データ700に対応する記録パルスを生成する。ここで、従来の光ディスク記録再生装置では記録パルス701が生成されるのに対し、本発明の実施形態4による光ディスク記録再生装置1000では記録パルス702が生成される。二つの記録パルス701、702のそれぞれでは、先頭パルス706、713が最短マークに対応し、スペースパルス711、718が長さ $5T_H$ のスペースに対応し、先頭パルスとそれに続く中間パルスとの組み合わせ(707、709)、(714、716)が長さ $8T_H$ の長マークに対応する。基準レベル719、720に対し、先頭パルス706、707、713、714のレベル705、712が第1の記録パワーを示し、中間パルス709、716のレベル708、715が第2の記録パワーを示し、スペースパルス711、718のレベル710、717が第3の記録パワーを示す。ここで、第1の記録パワーは、光ディスク9の記録層208にマークを形成するために必要なパワーの下限より十分に高い。第2の記録パワーは第1の記録パワーより低く、上記の下限以上である。第3の記録パワーは上記の下限未満である。

【0054】

二つの記録パルス701、702の間では特に、先頭パルスのレベルに対するスペースパルスのレベルの比率、すなわち第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率が異なる。図7では、記録パルス702での先頭パルス713、714のレベル712に対するスペースパルス718のレベル717の比率が、記録パルス701での先頭パルス706、707のレベル705に対するスペースパルス711のレベル710の比率より低い。従って、記録パルス702での第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率が、記録パルス701での比率より低い。特に、記録パルス702の基準レベル720に対する先頭パルスのレベル712が、記録パルス701の基準レベル719に対する先頭パルスのレベル705より高く、記録パルス702の基準レベル720に対するスペースパルスのレベル717が、記録パルス701の基準レベル719に対するスペースパルスのレベル710より低い。

10

【0055】

従来の光ディスク記録再生装置では、記録パルス701の示す三種類の記録パワーがいずれも、標準速でのデータ記録時に利用される各記録パワーより高い。その場合、記録パルスの幅の縮小に伴う加熱量の減少が記録パワーの増大で相殺される。しかし、スペースに与えられる余熱量が過剰になりやすいので、マークの拡張が過剰に抑制されやすく、特に最短マークのサイズが不十分になりやすい。それに対し、本発明の実施形態4による光ディスク記録再生装置では、記録パルス702の示す第1と第2との記録パワーは標準速でのデータ記録時に利用される各記録パワーより高いが、第3の記録パワーは標準速でのデータ記録時に利用される第3の記録パワー以下である。従って、マークを形成すべき記録トラックの領域では記録パルスの幅の縮小に伴う加熱量の減少が（主に第1の）記録パワーの増大で相殺される一方、スペースを形成すべき領域では余熱量が適度に維持されるのでマークの拡張が適度に抑制される。その結果、特に最短マークが、標準速と2倍速とのいずれでも、適正な形状/サイズで形成される。

20

【0056】

この効果は、実施形態1と同様に、以下の手順で実際に確認された。

まず、記録パルス701に含まれている先頭パルス706とスペースパルス711との組み合わせに従ったパワーでレーザ光が記録層208に照射され、そのレーザ光で照射された記録層208の領域からデータが再生された。そのとき、読み出し部30の波形測定部18（図3参照）により測定された等化再生信号の波形とマークの形状との間の関係を、図8の(a)、(b)に示す。記録層208から得られた等化再生信号ではパルス800の振幅が小さく、目標レベル801に達していなかった（図8の(a)参照）。このことから、記録層208では記録トラック802の上に形成された最短マーク803が適正な幅に達していないことがわかった（図8の(b)参照）。次に、記録パルス702に含まれている先頭パルス713とスペースパルス718との組み合わせに従ったパワーでレーザ光が記録層208に照射され、そのレーザ光で照射された記録層208の領域からデータが再生された。そのとき、読み出し部30の波形測定部18により測定された等化再生信号の波形とマークの形状との間の関係を、図8の(c)、(d)に示す。記録層208から得られた等化再生信号ではパルス805の振幅が大きく、目標レベル806に達していた（図8の(c)参照）。このことから、記録層208では記録トラック807の上に形成された最短マーク808が適正な幅に達していることがわかった（図8の(d)参照）。

30

【0057】

以上の通り、本発明の実施形態4によるデータ記録方法では、同一の光ディスクに対して線速度を変えてデータ記録を行う場合、第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率が線速度ごとに決定される。特に記録速度がその光ディスクに固有の最適値より高い場合、第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率が低い。それにより、スペースに与えられた余熱とマークに与えられた熱との間のコントラストが高い。その結果、特に最短マークの形状/サイズが、光ディスクに固有の最適な記録速度で記録されるときに形状/サイズと確実に等しい。こうして、記録品質の更なる向上が実現可能である。

40

【0058】

光ディスク9は多層ディスクであるので、第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率が好ましくは、実施形態1での第1の記録パワーに対する第2の記録パワーと同様

50

に、記録層ごとにも決定される。更に好ましくは、ヘッド7から最も遠い最深の記録層202では他の記録層205、208より、第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比が高い。それにより、最深の記録層202では他の記録層205、208より、スペースを形成すべき記録トラックの部分に照射されるレーザ光のパワーが高いため、放熱量の増大に伴う余熱量の低減が相殺される。その結果、スペースに与えられた余熱がマークの拡張を適度に抑制するので、特に最短マークの形状/サイズが、他の記録層に形成される最短マークの形状/サイズと確実に等しい。こうして、記録品質の更なる向上が実現可能である。

【0059】

好ましくは、光ディスク9の読出専用領域に、記録速度ごとに（又は記録層ごとに）設定された第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率が記録されている。その比率は好ましくは、記録条件セットに含まれている記録パワー条件で表される（図9参照）。本発明の実施形態4による光ディスク9では、高い記録速度が記録された記録条件セットで表されている第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率が、低い記録速度が記録された記録条件セットで表されている比率より低い。更に、最深の記録層202に対する記録条件セットで表されている第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率が、他の記録層205、208に対する記録条件セットで表されている比率より高くても良い。

【0060】

本発明の実施形態4による光ディスク記録再生装置1000では好ましくは、光ディスク9がローディングされたときに、記録パワー設定部1が読み出し部30により、光ディスク9の読出専用領域から記録条件セットを読み出す。更に、読み出された記録条件セットから抽出された情報に基づき、記録パワー設定部1が第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率を記録速度ごとに（又は記録層ごとに）決定する。その他に、記録パワー設定部1が、記録条件セットから抽出された情報に基づいてレーザのパワー校正を行い、特に第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率を記録速度ごとに（又は記録層ごとに）最適化しても良い。その場合、好ましくは、記録パワー設定部1により記録速度ごとに（又は記録層ごとに）最適化された第1の記録パワーに対する第3の記録パワーの比率が光ディスク9に記録される。次の記録時では、記録パワー設定部1がその最適化された比率を参照する。それにより、レーザ光のパワーが更に速やかに調節される。

【0061】

本発明の上記の実施形態1～4で利用されるライトストラテジでは、記録パルスが先頭パルス又は先頭パルスと中間パルスとの組み合わせを含む（図1、5～7参照）。その他に、記録パルスが、先頭パルス、先頭パルスと中間パルスとの組み合わせ、又は先頭パルス、中間パルス、及びラストパルスの組み合わせを含んでも良い（図10参照）。更に、記録パルスが末尾に冷却パルスを含んでも良い。例えば図10では記録データ100が、パルス幅2TのHi信号、パルス幅5TのLo信号、及びパルス幅8TのHi信号を順番に含む。そのとき記録パルス801では、先頭パルス806とその末尾に続く冷却パルス802とが長さ2Tの最短マーク121に対応し、スペースパルス811が長さ5Tのスペース122に対応し、先頭パルス807、中間パルス809、ラストパルス804、及び冷却パルス803の組み合わせが長さ8Tの長マークに対応する。基準レベル819に対し、先頭パルス806、807、及びラストパルス804のレベル805が第1の記録パワーを示し、中間パルス809のレベル808が第2の記録パワーを示し、スペースパルス811のレベル810が第3の記録パワーを示す。更に、冷却パルス802、803のレベル820がスペースパルス811のレベル810より低い。ラストパルス804により、長マーク123の後端部の幅が更に高精度で適正な大きさに形成される。一方、冷却パルス802、803により、マーク121、123の各後端が更に高精度で適正な位置に形成される。

【0062】

本発明の上記の実施形態では光ディスク9が三層ディスクである（図2参照）。その他に、光ディスク9が単層、二層、又は四層以上の多層ディスクであっても良い。

本発明の上記の実施形態では、光ディスク記録再生装置1000の記録速度が標準速と2倍速との二種類で可変である。その他に、記録速度が4倍速以上に高く、逆に1/2倍速以下に低く設定されても良い。

10

20

30

40

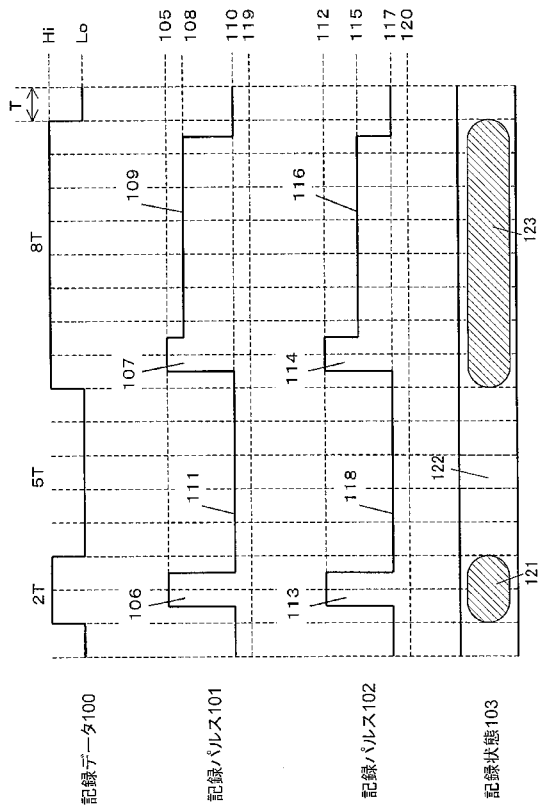
50

【産業上の利用可能性】

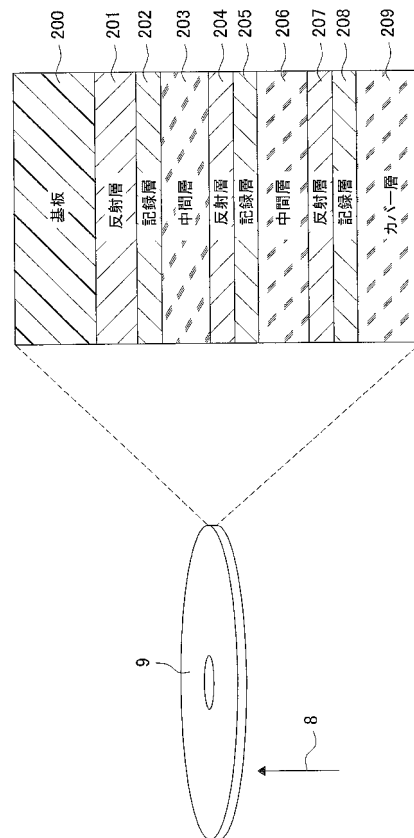
【0063】

本発明は光ディスク記録装置、及びそのデータ記録方法に関し、上記の通り、光ディスクの記録層ごとに、又は記録速度ごとに、記録パワー条件を決定する。このように、本発明は明らかに産業上利用可能である。

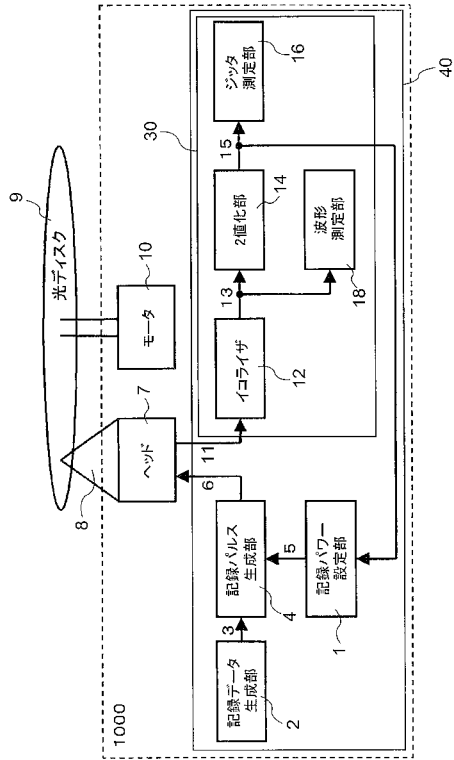
【図1】



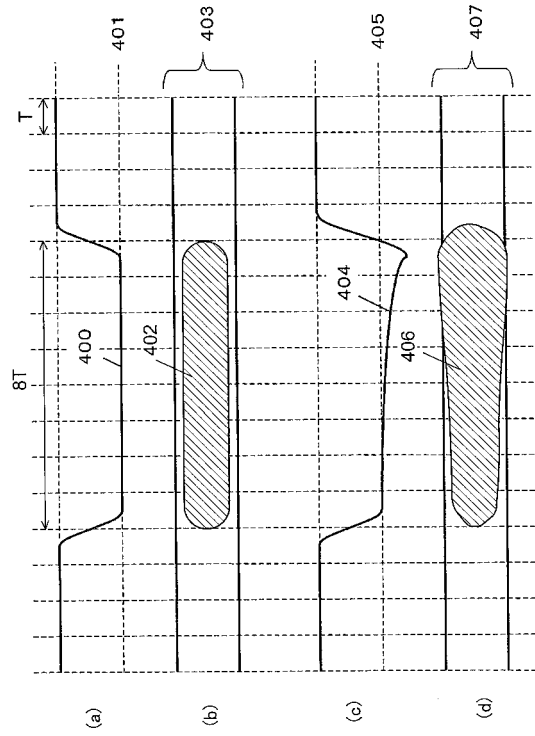
【図2】



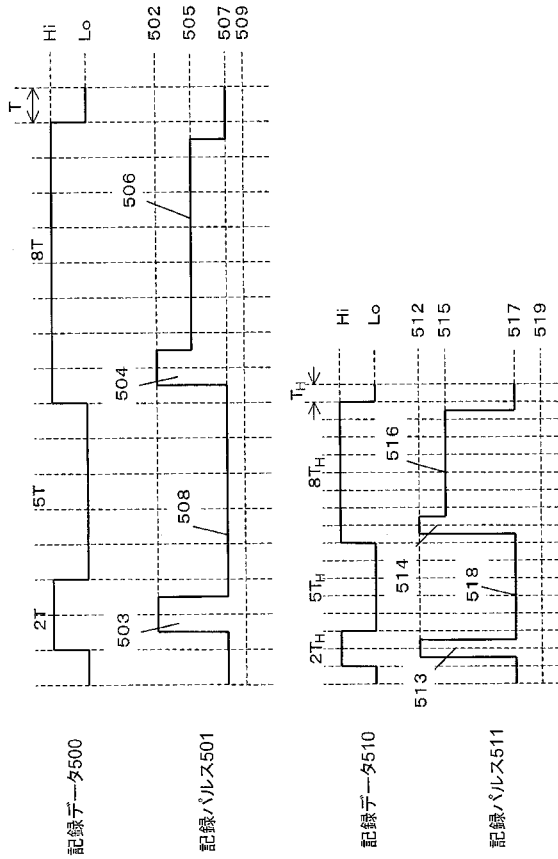
【 図 3 】



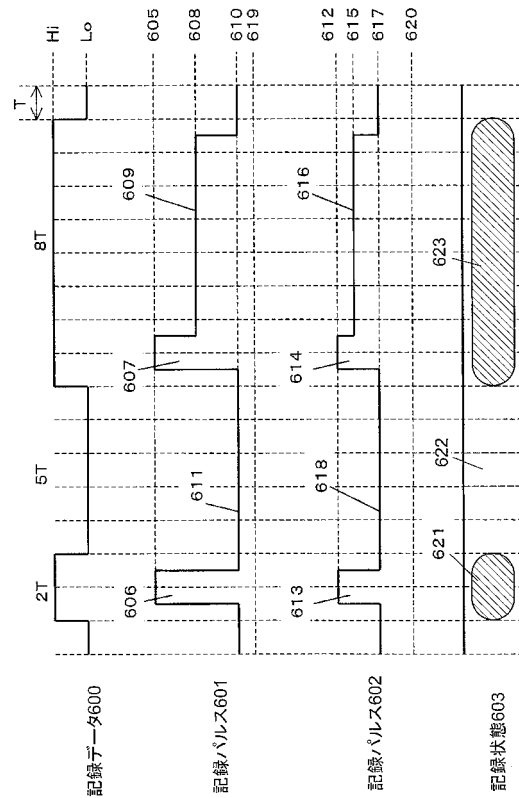
【 図 4 】



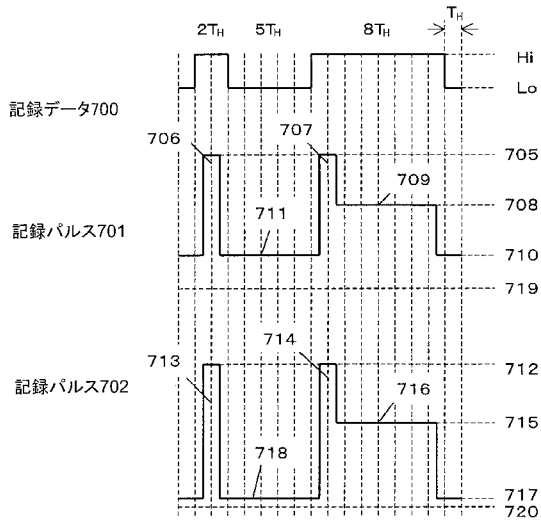
【 図 5 】



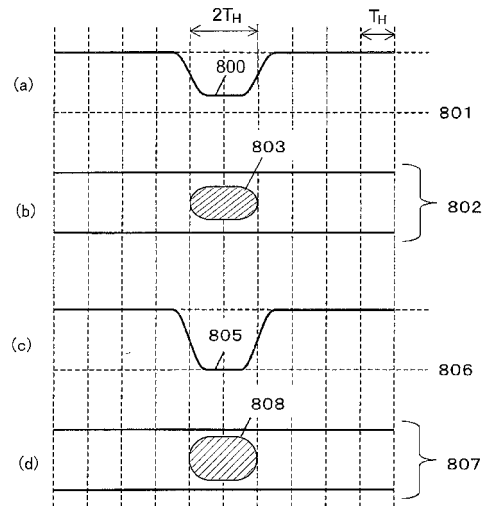
【 図 6 】



【 図 7 】



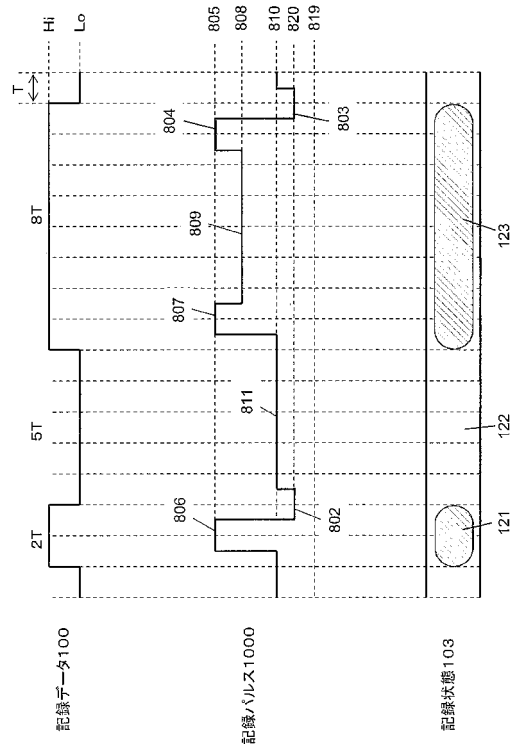
【 図 8 】



【 図 9 】

| 内容 | |
|-------|-----------|
| バイト番号 | 層番号 |
| 1 | ヘッダー |
| 2 | 条件セット番号 |
| ... | ... |
| L | 記録速度 |
| ... | ... |
| M | 基準パワー |
| M+1 | 記録パワー |
| M+2 | 条件 |
| M+3 | 第1パワー係数 |
| ... | 第2パワー係数 |
| ... | 第3パワー係数 |
| ... | ... |
| N | 先頭パルス幅 |
| N+1 | 記録パルス |
| N+2 | 先頭パルス開始位置 |
| N+3 | 後半パルス終了位置 |
| ... | 最終パルス幅 |
| ... | ... |

【 図 10 】



【 図 1 1 】

