明 細 書

光ディスク

技術分野

本発明は、光ディスクに関し、特に、書換可能エリアと再生専用エリアとを有する光ディスク上のデータフォーマットに関する。

背景技術

光ディスクには、記録されたデータを再生するだけの再生専用型光ディスクと、ユーザがデータを記録することができる書換可能型光ディスクとがある。再生専用型光ディスクにおいては、ディスク基材上にスパイラル状あるいは同心円状のトラックが設けられ、このトラックに沿って、記録する情報に従った物理的な凹凸形状（ピット列）が形成される。書換可能型光ディスクにおいては、ディスク基材上にスパイラル状あるいは同心円状の溝を設け、その上に記録膜が形成される。この溝に沿ってトラックが設定される。ユーザがデータを記録する場合には、レーザービームをトラックに沿って照射し、例えば、記録する情報に従ってレーザービームの強度を変調することにより、記録膜に光学特性の異なる領域（記録マーク）を形成する。

一般に、光ディスクでは、データを記録および再生する単位として、1回転のトラックを複数のセクタ（データ単位）に区切ることにより、必要なデータの光ディスク上の位置を管理し、データの検索を高速にできるようにしている。

また、再生専用型光ディスクと書換可能型光ディスクとでは、そのデータフォーマットや変調符号などは、それぞれ異なっている。書換可能型光ディスクのデータフォーマットは、ユーザがセクタ毎にデータを記録することを可能にするため、例えば、各セクタの記録領域の先頭にレーザーのパワーを設定させるための領域を設けたり、記録領域の終端部にはスピンドルモーターの回転変動を吸収するための領域を設けることが必要となる。一方、再生専用型光ディスクでは、ユ

ーザによるデーターの書き換えには対応しなくてよい。従って、再生専用の光ディスクの場合、作製時の情報記録は高精度に行うことができ、書換可能型光ディスクのようにユーザ記録のための余分な領域を設ける必要がない。

図２１は書換可能エリア及び再生専用エリアを有する従来の光ディスク３０１の構造を示す図である。光ディスク３０１は、ディスク基板上に記録膜が形成され、ユーザがデータを記録再生できるようになっている。図２１に示すように、光ディスク３０１には、その外周部に設けられた再生専用エリア３０２、内周部に設けられた再生専用エリア３０３、及び再生専用エリア３０２と３０３との間に形成された書換可能エリア３０５を有している。

再生専用エリア３０２及び３０３において、情報やデータは、予め、物理的な凹凸形状のピット列３０４を形成することにより記録される。書換可能エリア３０５には溝状の案内トラック３０６が形成されており、ユーザは、このトラックのグループ（溝部：グループトラック）もしくはランド（溝間部：ランドトラック）をトラッキングしながら情報やデータを記録再生する。

図２２は、図２１の光ディスク３０１の記録再生を行うための、従来の光ディスク記録再生装置３００の構成を示すブロック図である。図２２に示されるように、光ディスク記録再生装置３００は、データを記録あるいは再生するための光ヘッド３０７、書換可能エリア３０５からの再生信号を処理する第１の信号処理部３２０、再生専用エリア３０２及び３０３からの再生信号を処理する第２の信号処理部３３０、及び光ヘッド３０７からの再生信号を第１及び第２の信号処理部に切り替えて出力するスイッチ３０８を備えている。第１の信号処理部３２０は、第１の２値化回路３０９、第１のＰＬＬ（Phase-Locked Loop）３１０、第１のタイミング発生回路３１１、第１の復調器３１２を有し、同様に、第２の信号処理部３３０は、第２の２値化回路３１３、第２のＰＬＬ３１４、第２のタイミング発生回路３１５、第２の復調器３１６を有している。

書換可能エリア３０５に記録されたデータを再生する場合は、スイッチ３０８を第１の信号処理部３２０側のＡ端子に切り替える。再生信号は、まず、第１の２値化回路３０９でデジタル信号に変換され、第１のＰＬＬ３１０によりクロッ

ク再生が行われる。次に、第１のタイミング発生回路３１１によって、ユーザデータを読み込むゲート信号が発生され、第１の復調器３１２によってバイナリデータに復調される。復調されたデータは、第１の出力端子３１７から出力される。

再生専用エリア３０２あるいは３０３に記録されたデータを再生する場合、従来の光ディスク３０１では、上述のように、書換可能エリア３０５と再生専用エリア３０２及び３０３とに記録されたデータのフォーマットや変調符号が異なるため、別に、再生専用エリア用の第２の信号処理回路３３０を用いる必要がある。従って、再生専用エリア３０２あるいは３０３のデータを再生する場合、スイッチ３０８を第２の信号処理回路３３０側のＢ端子に切り替える。再生信号は、上述の場合と同様に、第２の２値化回路３１３でデジタル信号に変換され、第２のＰＬＬ３１４によりクロック再生が行われる。次に、第２のタイミング発生回路３１５によって、ユーザデータを読み込むゲート信号が発生され、第２の復調器３１６によってバイナリデータに復調される。復調されたデータは、第２の出力端子３１８から出力される。

図２３は、従来の書換可能型光ディスク３０１における１つのセクタ４００内のデータフォーマットを説明する図である。

図２３に示されるように、セクタ４００の先頭にはセクタ識別データ領域４０１が配置される。続いて、ギャップ領域４０２及びＶＦＯ領域４０３が配置され、その後に情報データ領域４５０及びバッファ領域４０９が設けられる。セクタ識別データ領域４０１には、セクタの管理のためのアドレス情報などが記録される。ギャップ領域４０２は、データ記録始端の信号乱れを吸収したり、記録用のレーザパワーを設定する領域である。情報データ領域４５０に記録するデータは、複数のデータブロック４０５ａ、４０５ｂ、・・・に分割され、各データブロックの先頭にデータ同期系列４０４ａ、４０４ｂ、・・・が各々付加されて記録される。ここで、データ同期系列４０４（４０４ａ、４０４ｂ、・・・）には、記録用符号で変調した他の領域のデータでは発生しない特定の符号パターンが記録される。また、ＶＦＯ領域４０３には、単一の周期を持つ符号の繰り返しパターンが記録され、再生時にクロックの引き込みを安定化させる。バッファ領域４０９

は記録終端における回転変動を吸収する。

上記のようなデータフォーマットによれば、再生時には、まず、ＶＦＯ領域４０３の繰り返しパターンにより、ＰＬＬ回路でのクロックの引き込みを安定化させる。クロックが十分に安定化した後、データ同期系列４０４ａを検出し、情報データ領域４５０の先頭であることを認識し、最初のデータブロック４０５ａを再生する。続いて、データ同期系列４０４ｂを検出し、次のデータブロック４０５ｂを再生する。以下同様の動作を繰り返すことにより、情報データ領域４５０のデータを安定に再生することができる。

また、このように、データブロック４０５毎に同期系列４０４を付加することにより、ドロップアウトなどのエラーが発生してデータ再生の同期がずれた場合でも、次のデータブロックから再び同期を取り直してデータ再生を続行することが可能となる。

しかしながら従来の光ディスクの構成では、上述のように書換可能エリアと再生専用エリアとにおいてデータフォーマットや変調符号が異なっている。従って、光ディスクの記録再生装置の信号処理回路を、書換可能エリア用と再生専用エリア用とで２系統設ける必要があるため、回路規模が複雑で大きくなるという問題点があった。

発明の開示

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、書換可能エリアと再生専用エリアとを有する光ディスクであり、かつ記録再生装置の回路規模が小さく、安定な再生が可能な光ディスクを提供することにある。

本発明による光ディスクは、書換可能な第１の記録領域と、再生専用の第２の記録領域とを有する光ディスクである。第１の記録領域は、ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に交互に配置された溝部であるグルーブトラック及び溝間部であるランドトラックからなる第１のトラックを有し、各第１のトラックは複数の第１のセクタに分割され、各第１のセクタは、該第１のセクタを識別する識別データを含む第１のヘッダ領域と、記録面の光学特性を変化させた記録

マークによってユーザデータが記録される第１のデータ領域とを有している。第２のデータ記録領域は、該光ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に配列された物理的な凹凸形状のピット列によって形成された第２のトラック（複数）を有し、各第２のトラックは複数の第２のセクタに分割され、各第２のセクタは、該第２のセクタを識別する識別データを含む第２のヘッダ領域と、ピット列によって再生専用データが記録された第２のデータ領域とを有している。第１のヘッダ領域は物理的凹凸形状の第１のピット列を含み、該第１のピット列の各ピットは、該グループトラックの幅と実質的に等しい該光ディスク半径方向の幅を有し、かつ該グループトラックの中心線から該グループトラックのピッチの約４分の１だけ外周または内周側にずらされて配置され、第２のヘッダ領域は物理的凹凸形状の第２のピット列を含み、該第２のピット列の各ピットは、該グループトラックの幅より狭い該光ディスク半径方向の幅を有し、かつトラッキングされる該第２のトラックのほぼ中心線上に配置されており、このことにより上記目的が達成される。

１つの実施形態によれば、前記第１のヘッダ領域のデータ系列と、前記第２のヘッダ領域のデータ系列とは、同じ変調符号で変調されており、前記第１のデータ領域のデータ系列と、前記第２のデータ領域のデータ系列とは、同じ変調符号で変調されている。

好ましくは、前記第１のヘッダ領域の前記識別データと前記第２のヘッダ領域の前記識別データは、同じデータ配列及び同じデータ容量のデータフォーマットを有しており、前記第１のデータ領域と前記第２のデータ領域とは、同じデータ配列及び同じデータ容量のデータフォーマットを有している。

好ましくは、前記書換可能な第１の記録領域における前記第１のヘッダ領域と前記第１のデータ領域とのデータビット間隔と、前記再生専用の第２の記録領域における前記第２のヘッダ領域と前記第２のデータ領域とのデータビット間隔とが実質的に等しい。

１つの実施例によれば、前記書換可能な第１の記録領域において、前記第１のセクタの各々は、前記第１のヘッダ領域と前記第１のデータ領域との間に配置さ

れた、ミラーマーク領域、ギャップ領域、及び第１のダミーデータ領域を有し、更に、該第１のデータ領域とその次の第１のセクタのヘッダ領域との間に配置された、ガードデータ領域及びバッファ領域を有しており、前記再生専用の第２の記録領域において、前記第２のセクタの各々は、前記第２のヘッダ領域と前記第２のデータ領域との間に配置された第２のダミーデータ領域を有し、更に、該第２のデータ領域とその次の第２のセクタの第２のヘッダ領域との間に配置された第３のダミーデータ領域を有する。

好ましくは、前記第１のダミーデータ領域、前記第２のダミーデータ領域、及び前記第３のダミーデータ領域は、記録すべきデータの変調に用いられる変調符号の特定の配列パターンを有する。

本発明による光ディスクは、書換可能な第１の記録領域と、再生専用の第２の記録領域とを有する。第１の記録領域は、ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に交互に配置された溝部であるグルーブトラック及び溝間部であるランドトラックからなる第１のトラックを有し、各第１のトラックは複数の第１のセクタに分割され、各第１のセクタは、該第１のセクタを識別する識別データを含む第１のヘッダ領域と、記録面の光学特性を変化させた記録マークによってユーザデータが記録される第１のデータ領域とを有している。第２のデータ記録領域は、該光ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に配列された物理的な凹凸形状のピット列によって形成された第２のトラックを有し、各第２のトラックは複数の第２のセクタに分割され、各第２のセクタは、該第２のセクタを識別する識別データを含む第２のヘッダ領域と、ピット列によって再生専用データが記録された第２のデータ領域とを有している。第１及び第２の記録領域のデータ系列は同じ変調符号を用いて変調されており、該第１及び第２のセクタは同一のデータ容量を有し、該第１及び第２のヘッダ領域の識別データは同じデータ配列を有し、該第１及び第２のデータ領域は、同じデータ配列及び同じデータ容量のデータフォーマットを有しており、このことにより上記目的が達成される。

１つの実施例において、前記第１のセクタの各々は、前記第１のヘッダ領域と前記第１のデータ領域との間に配置された第１のダミーデータ領域を有し、前記

第２のセクタの各々は、前記第２のヘッダ領域と前記第２のデータ領域との間に配置された第２のダミーデータ領域と、該第２のデータ領域とその次の第２のセクタの第２のヘッダ領域との間に配置された第３のダミーデータ領域とを有し、該第２及び第３のダミーデータ領域は、少なくともその一部に、前記ディスク基板の内側もしくは外側に隣接するトラックにおける対応するダミーデータ領域のデータ系列とは異なるデータ系列のデータを含む。

１つの実施例において、前記第２及び第３のダミーデータ領域は、少なくともその一部に、隣接するトラックの対応するダミーデータ領域に配置されるデータ系列とは相関のないランダムデータ系列を含む。

前記ランダムデータ系列は、M系列シーケンスによって発生されるデータ系列である場合がある。

前記第２及び第３のダミーデータ領域は、少なくともその一部に、隣接するトラックの各ダミーデータ領域のデータ系列とは相関のないランダムデータ系列と、該ランダムデータ系列に引き続いて配置される変調符号に含まれる特定の配列パターンとを含む場合がある。

前記第２及び第３のダミーデータ領域は、少なくともその一部に、前記第２のデータ領域の開始タイミング位置を特定させるためのデータ同期系列を含む場合がある。

前記第２及び第３のダミーデータ領域に含まれる前記データ同期系列は、複数種類のデータ同期系列パターンが１トラック毎に切り換えて配置される場合がある。

前記第２及び第３のダミーデータ領域は、少なくともその一部に、予め定められた特定のデータを前記セクタ識別データのアドレス情報に基づいてスクランブルを行い、前記変調符号で変調して生成されたパターンを有する場合がある。

１つの実施例において、前記第１のセクタあるいは前記第２のセクタの所定数ｋ個（ｋは整数）によって１つの誤り訂正ブロックを構成し、ｋ個の整数倍のセクタにデータを記録し、ｋ個以下の残りのセクタにダミーデータを記録する。

本発明による光ディスクは、書換可能な第１の記録領域と、再生専用の第２の

記録領域とを有する光ディスクであり、該第１の記録領域は、ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に交互に配置された溝部であるグループトラック及び溝間部であるランドトラックからなる第１のトラックを有し、各第１のトラックは複数の第１のセクタに分割され、各第１のセクタは、該第１のセクタを識別する識別データを含む第１のヘッダ領域と、記録面の光学特性を変化させた記録マークによってユーザデータが記録される第１のデータ領域とを有し、該第２のデータ記録領域は、該光ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に配列された物理的な凹凸形状のピット列によって形成された第２のトラックを有し、各第２のトラックは複数の第２のセクタに分割され、各第２のセクタは、該第２のセクタを識別する識別データを含む第２のヘッダ領域と、ピット列によって再生専用データが記録された第２のデータ領域とを有する。該第１及び第２のデータ領域の少なくとも一方は、該データ領域の先頭に配置され、該情報データ領域の開始タイミング位置を特定させる第１のデータ同期系列と、該第１のデータ同期系列の前に配置され、該情報データ領域の開始タイミング位置を特定させる第２のデータ同期系列と、該第２のデータ同期系列の前に配置され、該情報データ領域における変調符号の特定の繰り返し配列パターンを有する第３のデータ同期系列と、を有しており、そのことにより上記目的が達成される。

１つの実施例において、前記情報データ領域は複数のデータブロックに分割して配置され、各データブロックの先頭に前記第１のデータ同期系列が配置され、分割して配置された前記複数のデータブロックの最初のデータブロックの先頭に配置された該第１のデータ同期系列の更に前に、前記第２のデータ同期系列が配置されている。

好ましくは、前記第２のデータ同期系列における「１」を１値に、「０」を－１値に変換して全符号を積算したデジタル積算値が零である。

好ましくは、前記第２のデータ同期系列は、前記情報データ領域におけるマーク長（「１」もしくは「０」レベル）及びスペース長（「０」もしくは「１」レベル）の変調符号則上の制限値である最大長及び最小長を満足する。

好ましくは、前記第２のデータ同期系列における前記マーク長及び前記スペー

ス長の平均値は、前記第３のデータ同期系列のマーク長及びスペース長より長い。

好ましくは、前記第２のデータ同期系列は、４ビットを一組とした符号シンボル、「０１００」、「００１０」、「１０００」、「０００１」、「００００」のいずれかのシンボルを複数個組み合わせて構成されるデータ系列である。

更に好ましくは、前記第２のデータ同期系列は、「００００　０１００　０１００　１０００　００１０　０００１　００１０　０００　１０００　００１０　０００１　００００」の符号系列を含むデータ系列である。

図面の簡単な説明

図１は、本発明による光ディスクの書換可能エリア及び再生専用エリアの配置例を示す図である。

図２Ａ～Ｈは、本発明の１つの実施例による光ディスクのデータフォーマット及び再生信号を示す図である。

図３は、本発明による光ディスクを再生する再生信号処理部を示す図である。

図４Ａ～Ｈは、本発明のもう１つの実施例による光ディスクのデータフォーマット及び再生信号を示す図である。

図５は、位相誤差検出方式によるトラッキング制御の原理を示す図である。

図６は、隣接するトラックに同じデータ系列が記録されている場合のトラッキング誤差信号の波形を示す図である。

図７は、隣接するトラックに異なるデータ系列が記録されている場合のトラッキング誤差信号の波形を示す図である。

図８Ａ～Ｄは、本発明の１つの実施例によるダミーデータ領域のデータフォーマット例を示す図である。

図９は、本発明の１つの実施例による、セクタ制御用のダミーデータを記録した光ディスクを示す図である。

図１０Ａ及びＢは、本発明の１つの実施例による書換可能エリアのデータフォーマットを示す図である。

図１１Ａ及びＢは、本発明の１つの実施例による再生専用エリアのデータフォ

ーマットを示す図である。

図１２は、本発明の１つの実施例によるスクランブルデータを生成する回路の構成例を示す図である。

図１３は、変調符号の変換表の一例を示す図である。

図１４Ａ及びＢは、本発明の１つの実施例による光ディスクの書換可能エリア及び再生専用エリアのデータフォーマットを示す図である。

図１５は、本実施例による第２のデータ同期系列の各パターンの特性の比較を示す図である。

図１６は、第２のデータ同期系列の検出回路の構成例を示す図である。

図１７は、第２のデータ同期系列の検出方法及び検出範囲を示す図である。

図１８Ａ～Ｃは、２値化のスライスレベルの変動を説明する図である。

図１９Ａ及びＢは、再生信号にエラーがない場合のパターン１及びパターン４の自己相関関数を示す図である。

図２０Ａ及びＢは、同期パターン検出ウィンドウ内で、エッジシフトが１カ所から３カ所まで発生した場合における、パターン１及びパターン４の自己相関関数を示す図である。

図２０Ｃ及びＤは、スライスレベルが変動した場合のパターン１及びパターン４の自己相関関数を示す図である。

図２１は、従来の光ディスクを説明する図である。

図２２は、従来の光ディスクを再生する再生信号処理回路を示す図である。

図２３は、従来の光ディスクのデータフォーマットを示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。

（実施例１）

本実施例による光ディスクは、ユーザがデータを記録再生できるように、ディスク基板上に記録膜が形成されている。図１に示すように、本実施例による光ディスク１は、その外周部に設けられた再生専用エリア２、内周部に設けられた再

生専用エリア３、及び再生専用エリア２と３との間に形成された書換可能エリア５を有している。

再生専用エリア２及び３においては、スパイラル状もしくは同心円状に配列された物理的な凹凸形状のピット列によってトラックが形成されている。ピット列の各ピットは、再生専用エリア２及び３に記録する再生専用データに従ったピット長さ及び配列で形成される。書換可能エリア５においては、ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に案内溝（案内トラック）６が形成されている。情報やデータは、案内溝６の溝部であるグループトラック及びその溝間部であるランドトラックに記録される。グループトラック及びランドトラックを合せて情報トラックと称することにする。尚、図１においてはいずれのエリアにおいても、スパイラル状のトラックが示されている。

書換可能エリア５の情報トラックは複数のセクタに分割され、各セクタは、そのセクタを識別する識別データを含む第１のヘッダ領域と、記録面の光学特性を変化させた記録マークによってユーザデータが記録される第１のデータ領域とを含んでいる。同様に、再生専用エリア２及び３においても、トラックは複数のセクタに分割され、各セクタは、そのセクタを識別する識別データを含む第２のヘッダ領域と、ピット列によって再生専用データが記録された第２のデータ領域とを有している。このように、光ディスクの１回転のトラックを複数のセクタ（データ単位）分割することにより、このセクタに基づいて必要なデータの位置管理やデータの検索を高速に行うことができる。

図２Ａ～Ｈは本実施例による光ディスク１のデータフォーマットを説明する図である。まず、書換可能エリア５のデータフォーマットを説明する。図２Ａは、書換可能エリア５の各セクタ１０におけるデータフォーマット例を示し、図２Ｃは対応する情報トラックの物理形状を示している。尚、図２Ａにおいては、図２Ｃとの比較のため、隣接する２つの情報トラックのデータフォーマットをその物理的配列に対応させて示している。図２Ａに示されるように、溝状に形成された案内トラック６に対し、その溝部がグループトラック７となり、溝間部がランドトラック８となる。従って、光ディスク１上の書換可能エリア５では、グループ

トラック７及びランドトラック８が交互に配置される。ユーザは、グループトラック７及びランドトラック８を各々にトラッキングすることにより、所望の情報（ユーザデータ）をグループトラック７及びランドトラック８の両方に記録できる。

図２Ａに示すように、書換可能エリア５において、セクタ１０は、第１のヘッダ領域１１（セクタ識別データＰＩＤ１及びＰＩＤ２）及び情報領域２０を含んでいる。第１のヘッダ領域１１と情報領域２０の間には、ミラーマーク１２（Ｍ）及びギャップ領域１３（ＧＡＰａ及びＧＡＰｂ）が設けられる。情報領域２０は、後に詳述するように、第１のダミーデータ領域１５（ＶＦＯ領域：ＶＦＯａ及びＶＦＯｂ）、第１のデータ領域１７（ＤＡＴＡａ及びＤＡＴＡｂ）、及びガードデータ領域１８（ＧＤａ及びＧＤｂ）を含んでいる。また、情報領域２０と、その次のセクタ１０'の第１のヘッダ領域１１'との間には、バッファ領域１９（ＢＵＦａ及びＢＵＦｂ）が設けられる。また、グループトラック７に設けられる領域をａ（例えば、ＶＦＯａ及びＤＡＴＡａなど）、ランドトラック８に設けられる領域をｂ（例えば、ＶＦＯｂ及びＤＡＴＡｂなど）で示している。特に断らない限り、以下の記載でも同様である。

第１のヘッダ領域１１は、図２Ｃに示すように、物理的な凹凸形状のピット列２１（ピット列２１ａ及び２１ｂ）を含んでいる。ピット列２１の各ピットのディスク半径方向の幅は、案内溝６（グループトラック７）の幅と実質的に等しい。また、ピット列２１ａ及び２１ｂは、対応する案内溝６の中心線から案内溝６のピッチ（グループピッチＴｐ）の約４分の１だけ外周または内周側にずらして配置されて(wobbled)いる。本実施例では、第１のヘッダ領域１１は前半部１１ａ及び後半部１１ｂに別れており、前半部に対応するピット列２１ａが外周側にずらされ、後半部に対応するピット列２１ｂが内周側にずらされている。

このように、ピット列２１ａ及び２１ｂを案内溝６（グループトラック７）の中心からずらして配置することにより、グループトラック７及びランドトラック８のいずれに対してトラッキングサーボを行う場合にも、第１のヘッダ領域１１を再生することが可能となる。このことにより、グループトラック７およびラン

ドトラック８専用のヘッダ領域を別々に設ける必要がなくなる。

もし、グループトラック７及びランドトラック８の各々に専用のヘッダ領域を設ける場合には、グループトラック７とランドトラック８の位置を表す各々のピット列がお互いに重ならないようにするために、案内溝６の幅より狭い幅のピット列を形成する技術が必要になる。このような幅の狭いピット列は、案内溝６をカッティングするビームとは別のビームを用いてカッティングを行えば可能であるが、２つのビームの位置精度を一定に保つのは困難である。

本実施例によれば、案内溝６を形成するためのカッティグビームを案内溝６（グループトラック７）中心から左右にＡＯ変調器等を用いてウォブリングすることにより、別のカッティングビームを設ける必要なく、第１のヘッダ領域１１（ピット列２１）を光ディスク１上に容易かつ高精度に形成することができる。

ヘッダ領域１１の後に設けられるミラーマーク１２は、グループトラック７またはランドトラック８のいずれをトラッキンングしているかを判定するために使用される。

ギャップ領域１３（１３ａ及び１３ｂ）は、光ディスク１の回転ジッターがある場合にも、情報領域２０の始端１４がミラーマーク１２や第１のヘッダ領域１１に重ならないように、グループトラック上（１３ａ）及びランドトラック上（１３ｂ）上に設けられる領域である。

情報領域２０は、ユーザが所望のデータを記録する領域であり、上述のように、第１のダミーデータ領域１５（ＶＦＯａ及びＶＦＯｂ）、第１のデータ領域１７（ＤＡＴＡａ及びＤＡＴＡｂ）、及びガードデータ領域１８（ＧＤａ及びＧＤｂ）を含んでいる（図２Ａ）。情報領域２０においては、光ディスク１上に形成された記録膜にレーザビームを照射して、記録膜の光学特性（反射率）を変化させることにより情報が記録される。例えば、結晶状態の記録膜をアモルファス状態に変化させることにより、他の部分と反射率の異なる記録マークを形成することができる。図２Ｃに示されるように、グループトラック７には記録マーク列２２ａが形成され、ランドトラック８には記録マーク列２２ｂが形成される。

第１のダミーデータ領域１５は、例えば、光ディスク１からの再生信号の処理

回路におけるＰＬＬ引き込みを早く安定に動作させるために、特定のパターンを記録するＶＦＯ領域である。ダミーデータ領域１５には、データの変調に用いられる変調符号の特定パターン（特定のビット長）が連続して記録される。第１のデータ領域１７には、エラー訂正符号等を含んだ所望のユーザデータが記録される。ガードデータ領域１８は、再生信号の処理回路の安定性確保のために、第１のデータ領域１７の終端に配置される。

バッファ領域１９はなにもデータを記録しない領域であり、ギャップ領域１３と同様に、光ディスク１の回転ジッターがある場合にも、情報領域２０の終端が次のセクタ１０'のヘッダ領域１１'重ならないように設けられる。

書換可能エリア５においては、以上説明したデータフォーマットに従って、グループトラック７及びランドトラック８にデータが記録される。

次に、図２Ｂ及び図２Ｄを参照して、再生専用エリア２及び３におけるデータフォーマットを説明する。図２Ｂは、再生専用エリア２あるいは３のトラック９の各セクタ１０におけるデータフォーマット例を示し、図２Ｄは対応するピット列によるトラックの物理形状を模式的に示している。

再生専用エリア２及び３においては、予め記録されるピット列（プリピット）によってトラック９が形成される。図２Ｄに示されるように、再生専用エリア２及び３におけるピット列は、どのデータ領域においても同様の物理フォーマットに従って形成される。即ち、ピット列２９は、光ディスク１の半径方向の幅（ピット幅）が、書換可能エリア５に形成される案内溝６（グループトラック７）の幅（グループ幅）より狭く、かつトラッキングサーボされるトラックのほぼ中心線上に全てのピットが配列される。

再生専用エリア２及び３においても、書換可能エリア５と同様に、トラックを複数のセクタ３０に区切って記録することにより、必要な情報データの位置を管理し、データの検索を高速にできるようにする。１つの光ディスク上に存在する再生専用エリア２及び３と書換可能エリア５とでセクタの管理を統一し、セクタの検索等の処理を一元化できれば、情報の記録・再生の実用上好ましい。そのため、本実施例では、再生専用エリア２及び３におけるセクタの長さ、ヘッダ領域

の長さ、及び各セクタに記録するデータ領域の長さを、書換可能エリア５におけるセクタの長さ、ヘッダ領域の長さ、及び各セクタに記録するデータ領域の長さと同一にすることにより、再生専用エリアのデータフォーマットを、書換可能エリアのデータフォーマットに整合させる。

以下、再生専用エリア２及び３の具体的なデータフォーマットを説明する。図２Ｂに示されるように、再生専用エリア２及び３において、セクタ３０は、第２のヘッダ領域３１（セクタ識別データＰＩＤ１及びＰＩＤ２）及び第２のデータ領域３７を含んでいる。第２のヘッダ領域３１と第２のデータ領域３７の間には第２のダミーデータ領域３５（ＶＦＯ１）が設けられる。また、第２のデータ領域３７と、その次のセクタ３０' の第２のヘッダ領域３１' との間には、第３のダミーデータ領域３８（ＶＦＯ２）が設けられる。

図２Ｄに示されるように、第２のヘッダ領域３１に形成される凹凸形状のピット列は、書換可能エリア５の第１のヘッダ領域の様に内外周にずらして配置されず、トラッキングサーボされるトラック９（ピット列２９）のほぼ中心線上に配列されている。更に、書換可能エリア５のピット列２１の幅がグルーブ幅に実質的に等しいのに比較して、再生専用エリア２及び３におけるピット列２９の幅（光ディスク半径方向のピット幅）はグルーブ幅より狭く形成される。

また、第２のデータ領域３７においても、同様に、光ディスク１上に予め凹凸形状のピット列が記録すべきデータに従ってトラッキングサーボされるトラック９のほぼ中心線上に配列される。

ここで、図２Ａ及び２Ｂから分かるように、書換可能エリア５における第１のヘッダ領域１１と、再生専用エリア２及び３における第２のヘッダ領域３１とは、そのデータ容量、データフォーマット（信号配列）、及び変調符号が同じである。

さらに、書換可能エリア５における第１のデータ領域１７と、再生専用エリア２及び３における第２のデータ領域３７とは、そのデータ容量、データフォーマット（信号配列）、及び変調符号が同じである。

また、図２Ａ及び２Ｂに示されるように、書換可能エリア５における第１のデータ領域１７の始端（開始タイミング）１６と、再生専用エリア２及び３におけ

る第２のデータ領域３７の始端（開始タイミング）３６とを整合させている。

このように、書換可能エリア５と再生専用エリア２及び３における第１及び第２のヘッダ領域１１及び３１及び第１及び第２のデータ領域１７及び３７のフォーマット（信号配列）を全く同じにすることにより、後述するように、再生信号の処理回路の回路規模を縮小、共通化することが可能となる。

第２のダミーデータ領域３５は、第２のヘッダ領域３１と第２のデータ領域３７の間に何もピット列が形成されないと、トラッキング誤差信号が途切れてトラッキングサーボが不安定になるのを防ぐために設けられる。第２のダミーデータ領域３５のデータは、例えば、書換可能エリア５における第１のダミーデータ領域１５（ＶＦＯ領域）と同じ変調符号の特定のデータパターンを配置する。このことにより、再生回路のＰＬＬ引き込みを早く安定に動作させることができる。但し、トラッキングサーボの安定化のためには、その他にも、ランダムデータや任意のデータを配列してもよい。

第３のダミーデータ領域３８は、第２のダミーデータ領域３５と同様に、トラッキング誤差信号が途切れてトラッキングサーボが不安定になるのを防ぐために配置される。

再生専用エリア２及び３においては、以上説明したように、第２のヘッダ領域３１のピット列も第２のデータ領域３７のピット列も、トラッキングサーボされるトラック９のほぼ中心線上に配列されている。更に、セクタ３０の第２のヘッダ領域３１と第２のデータ領域３７との間、及びセクタ３０の第２のデータ領域３７とその次のセクタ３０' の第２のヘッダ領域３１' との間は、各々第２及び第３のダミーデータ領域３５及び３８で埋められている。従って、図２Ｄに示すように、ピット列２９の物理的配列は、再生専用エリア２及び３内は全てトラックに沿った均一な配列となる。

以上説明したように、本実施例による光ディスク１のフォーマットによれば、グルーブトラック７及びランドトラック８のどちらをトラッキングする場合でも、第１のヘッダ領域１１を再生することが可能であり、グルーブトラック７およびランドトラック８に専用のヘッダ領域を別途設ける必要がない。

また、案内溝６（グルーブトラック７）を形成するカッティグビームをトラック中心から左右にウォブリングすることにより、第１のヘッダ領域１１を光ディスク１上に容易かつ高精度に形成することができるので、第１のヘッダ領域を形成するための専用のカッティグ光源を別途設ける必要がない。従って、本実施例による光ディスク１の書換可能エリア５のプリフォーマット形成は、単一のカッティグ用光源で容易に実現でき、記録再生装置の回路規模を縮小することができる。

図３は、上記のデータフォーマットを有する本実施例による光ディスク１の記録再生を行うための、光ディスク記録再生装置１００の再生信号処理部の構成を模式的に示すブロック図である。図３に示されるように、光ディスク記録再生装置１００の再生信号処理部は、２分割光検出器１１０、加算オペアンプ１１１、差動オペアンプ１１２、スイッチ回路１１３、２値化回路１１４、ＰＬＬ（Phase-Locked Loop）１１５、ＰＩＤ再生回路１１６、タイミング発生回路１１７、復調器１１８、及びエンベロープ検出回路１２０を有している。

２分割光検出器１１０（１１０ａ及び１１０ｂ）は光ヘッド（図示せず）に含まれており、光ディスク１上の書換可能エリア５のグループトラック７及びランドトラック８（記録マーク２２やピット列２１）、及び再生専用エリア２及び３のトラック９（ピット列２９）からの反射光を受光し、再生信号に変換する。

オペアンプ１１１は、２分割光検出器１１０の２つの部分１１０ａ及び１１０ｂから得られる２つの検出信号の和信号Ｓ１を生成し、スイッチ回路１１３に出力する。オペアンプ１１２は２つの検出信号の差信号Ｓ２を生成し、スイッチ回路１１３及びエンベロープ検出回路１２０に出力する。

スイッチ回路１１３は、和信号Ｓ１と差信号Ｓ２とを切り替えて２値化回路１１４を入力する。エンベロープ検出回路１２０は、差信号Ｓ２のエンベロープを検出し、差信号Ｓ２にあるしきい値以上の振幅が発生すると、制御信号Ｓ３をスイッチ回路１１３に出力してスイッチ回路１１３を切り替え、スイッチ回路１１３の出力信号Ｓ４として差信号Ｓ２を出力させる。

図２Ａ～２Ｄに示すデータフォーマットの場合、後で説明するように、書換可

能エリア５の第１のヘッダ領域でのみ差信号Ｓ２の出力が得られるため、エンベロープ検出回路１２０の出力Ｓ３は、書換可能エリア５における第１のヘッダ領域１１が検出された場合のみにハイレベルとなる（図２Ｅ）。従って、第１のヘッダ領域１１おいてのみスイッチ回路１１３からの出力信号Ｓ４が差信号Ｓ２となる。書換可能エリア５における情報領域２０及び再生専用エリア２及び３の全領域において、スイッチ回路１１３から出力Ｓ４は和信号Ｓ１となる。

スイッチ回路の出力信号Ｓ４（和信号Ｓ１あるいは差信号Ｓ２）は、２値化回路１１４で２値化される。２値化回路１１４は、例えば、和信号Ｓ１及び差信号Ｓ２の各々に対して設定されたしきい値に従って信号Ｓ４を２値化し、デジタル信号Ｓ５をＰＬＬ１１５に出力する。

ＰＬＬ１１５は、ディジタル信号Ｓ５から再生クロックを抽出し、各ヘッダ領域からセクタ識別信号を再生するＰＩＤ再生回路１１６に出力する。タイミング発生回路１１７は、ＰＩＤ再生回路１１６で読み取られたセクタ識別信号から、ユーザデータが記録されたデータ領域１７及び３７の読み込み開始タイミング（図２Ａの記録データ始端１６及び図２Ｂの記録データ始端３６）を決定し、制御信号Ｓ６によって復調器１１８を起動させる。復調器１１８は、ユーザデータを復調して出力する。

次に、書換可能エリア５における記録済みの（即ち、情報領域２０にユーザデータがすでに記録されている）情報トラックを再生したときの２値化を行うまでの信号波形を説明する。書換可能エリア５における和信号Ｓ１の出力波形を図２Ｇに示し、差信号Ｓ２の出力波形を図２Ｆに示す。

図２Ｇに示すように、書換可能エリア５における和信号Ｓ１の出力は、第１のヘッダ領域１１に対応する部分の振幅４１は、２値化のための所定のしきい値４０より小さいため、２値化回路１１４によって２値化検出されない。その理由は、第１のヘッダ領域１１が情報トラックの中心から外周側（１１ａ）あるいは内周側（１１ｂ）にわずかにずれているので、ピット列２１ａ及び２１ｂによって光（光ヘッドからのビーム）が回折し、光検出器１１０の受光が減少するためである。

一方、データが記録された情報領域２０においては、記録マーク２２は情報トラックの中心形成されているため、和信号Ｓ１の情報領域２０に対応する部分の振幅４２は、２値化のしきい値４０を越える。従って、２値化回路１１４によって２値化検出され、再生信号が得られる。

図２Ｆは、書換可能エリア５における差信号Ｓ２の出力を示している。書換可能エリア５の第１のヘッダ領域１１のうちの領域１１ａでは、ピット列２１ａが外周側にずれているので、２分割光検出器１１０の外周側部分１１０ａに反射光がより多く回折される。従って、２分割光検出器１１０から出力される差信号Ｓ２は、図２Ｆに示すように、２値化の正のしきい値５０ａを越える振幅５１ａが得られる。従って、２値化回路１１４によって２値化検出され、再生信号が得られる。

一方、第１のヘッダ領域１１のうちの領域１１ｂでは、ピット列２１ｂが内周側にずれているので、２分割光検出器１１０の内周側部分１１０ｂに反射光がより多く回折される。従って、２分割光検出器１１０から出力される差信号Ｓ２は、図２Ｆに示すように、２値化の負のしきい値５０ｂを越える振幅５１ｂが得られる。従って、２値化回路１１４によって２値化検出されて再生信号が得られる。

しかしながら、書換可能エリア５における情報領域２０においては、記録マーク列２２が情報トラックの中心に配置されているため、２分割光検出器１１０の外周部分１１０ａ及び内周部分１１０ｂの受光量がほぼ等しくなる。従って、図２Ｆに示すように、差信号Ｓ２の振幅５２は非常に小さくなり、２値化のしきい値５１ａ（５１ｂ）には達しない。再生専用エリア２及び３においても同様に、ピット列２９がトラック９の中心に配置されるため、２分割光検出器１１０の外周部分１１０ａ及び内周部分１１０ｂの受光量がほぼ等しくなり、差信号Ｓ２は実質的に出力されない。従って、第１のヘッダ領域１１以外の領域では、差信号Ｓ２は２値化検出されず、再生信号は得られない。

次に、図２Ｈは、再生専用エリア２及び３における和信号Ｓ１の出力波形を示している。再生専用エリア２及び３に記録されたピット列２９は、トラッキングサーボされるトラック９の中心線上に配置されているので、図２Ｈに示すように、

和信号Ｓ１は、値化検出に充分な振幅４３を有する。従って、第２のヘッダ領域３１や第２のデータ領域３７などを区別せず、全ての領域を和信号Ｓ１の出力によって２値化できる。従って、再生専用エリア２及び３においてはスイッチ回路１１３を切り換える必要はない。

以上説明したように、本実施例による光ディスク１のデータフォーマットによれば、光ディスク１から情報を再生する光ディスク記録再生装置１００の再生信号処理部の構成は、従来のように書換可能エリア及び再生専用エリアに対して再生信号処理回路を別々に構築する必要がない。従って、信号処理部を共通化し、光ディスク記録再生装置の回路規模を縮小することができ、より簡単な回路構成で信頼性の高い再生信号処理回路を実現できる。

（実施例２）

図４Ａ～４Ｈは本発明の実施例２による光ディスクのデータフォーマットを説明する図である。本実施例においても、光ディスクの基本的な構成は実施例１による光ディスク１の構成と同様であり、同じ構成部分には同じ参照符号を付し、詳細な説明は省略する。本実施例においても、光ディスク１回転のトラックは、複数のセクタに分割されている。各セクタの先頭には、セクタのアドレス情報を表すセクタ識別データを含むヘッダ領域が設けられている。本実施例では、再生専用エリアのデータフォーマットの構成を中心に説明する。

図４Ａは、書換可能エリア５の各セクタ１０におけるデータフォーマット例を示し、図４Ｃは対応する情報トラックの物理形状を示している。図４Ｃに示されるように、溝状に形成された案内トラック６に対し、その溝部がグルーブトラック７となり、溝間部がランドトラック８となる。従って、光ディスク上の書換可能エリア５では、グルーブトラック７及びランドトラック８が交互に配置される。ユーザは、グルーブトラック７及びランドトラック８を各々にトラッキングすることにより、所望の情報（ユーザデータ）をグルーブトラック７及びランドトラック８の両方に記録できる。

図４Ａに示されるように、本実施例では、グルーブトラック７及びランドトラ

ック８を合せ、情報トラック６’として示すことにする。書換可能エリア５において、セクタ１０は、その先頭に第１のヘッダ領域１１を有している。第１のヘッダ領域１１は、その前半部１１ａ（セクタ識別データＰＩＤ１）と後半部１１ｂ（セクタ識別データＰＩＤ２）とに別れており、前半部１１ａ及び後半部１１ｂに対応して物理的な凹凸形状のピット列２１ａ及び２１ｂが形成される（図４Ｃ）。

図４Ｃに示されるように、ピット列２１ａ及び２１ｂの各ピットのディスク半径方向の幅は、案内溝６（グルーブトラック７）の幅と実質的に等しい。また、ピット列２１は、対応する案内溝６の中心線から案内溝６のピッチ（グルーブピッチＴｐ）の約４分の１だけ、外周または内周側に（即ち、反対方向になるように）ずらして配置されて(wobbled)いる。本実施例では、ピット列２１ａが内周側にずらされ、ピット列２１ｂが外周側にずらされている。

このように、ピット列２１ａ及び２１ｂを案内溝６（グルーブトラック７）の中心からずらして配置することにより、グルーブトラック７及びランドトラック８のいずれに対してトラッキングサーボを行う場合にも、第１のヘッダ領域１１を再生することが可能となる。このことにより、グルーブトラック７およびランドトラック８専用のヘッダ領域を別々に設ける必要がなくなる。

図４Ａに示されるように、第１のヘッダ領域１１の次には、ミラー領域１２（Ｍ）が設けられる。ミラー領域１２は、溝部やピットが形成されていない平面部であり、例えば、トラッキングサーボのオフセットを判定するために用いられる。

ミラー領域１２の次には、ギャップ領域１３（ＧＡＰ）が設けられる。ギャップ領域１３（ＧＡＰ）は、光ディスク１の回転ジッターがある場合にも、情報領域２０の始端２４がミラー領域１２や第１のヘッダ領域１１に重ならないように、情報トラック６’上に設けられる領域である。

情報領域２０は、情報やデータが記録される領域であり、第１のガードデータ領域２３（ＧＤ１）、第１のダミーデータ領域１５（ＶＦＯ）、第１のデータ領域１７（ＤＡＴＡ）、及び第２のガードデータ領域１８（ＧＤ２）を含んでいる。

また、情報領域２０と、その次のセクタ１０'の第１のヘッダ領域１１'との間には、バッファ領域１９（ＢＵＦ）が設けられる。

第１のガードデータ領域２３は、再生信号処理回路の安定性確保のために設けられる。第１のダミーデータ領域１５（ＶＦＯ）は、再生信号処理回路におけるＰＬＬの引き込みを早く安定に動作させるために設けられるＶＦＯ領域であり、データの変調に用いられる変調符号の特定パターン（特定のビット長）が連続して記録される。第１のデータ領域１７には、エラー訂正符号等を含んだ所望のユーザデータが記録される。第２のガードデータ領域１８は、再生信号の処理回路の安定性確保のために、第１のデータ領域１７の終端に配置される。バッファ領域１９はなにもデータを記録しない領域であり、ギャップ領域１３と同様に、光ディスク１の回転ジッターがある場合にも、情報領域２０の終端が次のセクタ１０'のヘッダ領域１１'重ならないように設けられる。

情報領域２０においては、光ディスク１上に形成された記録膜にレーザビームを照射して、記録膜の光学特性（反射率）を変化させることにより情報が記録される。例えば、結晶状態の記録膜をアモルファス状態に変化させることにより、他の部分と反射率の異なる記録マークを形成することができる。図４Ｃに示されるように、グルーブトラック７には記録マーク列２２ａが形成され、ランドトラック８には記録マーク列２２ｂが形成される。

上述のように、書換可能エリア５の各領域においては、上記のデータフォーマットに従って、グルーブトラック７及びランドトラック８が形成され、データが記録される。

次に、図４Ｂ及び図４Ｄを参照して、再生専用エリア２及び３におけるデータフォーマットを説明する。本実施例においても、実施例１の場合と同様に、再生専用エリアのデータフォーマットを書換可能エリアのデータフォーマットに整合させる。図４Ｂは、再生専用エリア２あるいは３のトラック９の各セクタ３０におけるデータフォーマット例を示し、図４Ｄは対応するピット列によるトラックの物理形状を模式的に示している。

再生専用エリア２及び３においては、予め記録されるピット列（プリピット）

によってトラック９が形成される。図４Ｄに示されるように、再生専用エリア２及び３におけるピット列は、実施例１と同様、どのデータ領域においても同様の物理フォーマットに従って形成される。即ち、ピット列２９は、光ディスク１の半径方向の幅（ピット幅）が、書換可能エリア５に形成される案内溝６（グループトラック７）の幅（グループ幅）より狭く、かつトラッキングサーボされるトラックのほぼ中心線上に全てのピットが配列される。

図４Ｂに示されるように、再生専用エリア２及び３において、セクタ３０は、第２のヘッダ領域３１（セクタ識別データＰＩＤ１及びＰＩＤ２）及び第２のデータ領域３７（ＤＡＴＡ）を含んでいる。第２のヘッダ領域３１と第２のデータ領域３７の間には第２のダミーデータ領域３３（ＤＭＹ１）が設けられる。また、第２のデータ領域３７と、その次のセクタ３０' の第２のヘッダ領域３１' との間には、第３のダミーデータ領域３４（ＤＭＹ２）が設けられる。

第２のヘッダ領域３１におけるセクタ識別データＰＩＤ１及びＰＩＤ２は、第２のヘッダ領域３１の長さを第１のヘッダ領域１１の長さと実質的に等しくするため、第１のヘッダ領域１１におけるセクタ識別データＰＩＤ１及びＰＩＤ２にあわせて第２のヘッダ領域３１の前半部と後半部とに繰り返して記録する。但し、第２のヘッダ領域に形成される凹凸形状のピット列は、第１のヘッダ領域に形成されるピット列２１ａ及び２１ｂのように内外周にずらして配置せず、トラッキングサーボが行われるトラック９のほぼ中心線上に配列される。

第２のデータ領域３７は、１つのセクタ３０に記録される情報量を書換可能エリア５における１つのセクタ１０に記録される情報量と等しくし、付加する誤り訂正符号などのフォーマットも同一にすることにより、第１のデータ領域１７とデータ領域の長さを実質的に同一にする。

一般に、再生専用エリアでのエンボスによる記録は、ディスク作製時に高精度に行うことができる。また、再生専用エリアではデータは単に再生されるだけであるため、ユーザによるデータの書換えには対応しなくてよい。従って、再生専用エリアでは、書換可能エリアで設けたギャップ領域１３、第１のガードデータ領域２３、第２のガードデータ領域１８、及びバッファ領域１９は不要である。

従って、光ディスクの記録容量を優先すれば、これらの領域は削除すべきである。しかし、これらの領域を削除した場合、再生専用エリアと書換可能エリアとでデータフォーマットが異なることになるため、従来例で説明したように、タイミング発生回路や復調回路などを再生専用エリア用と書換可能エリア用との２系統準備し、これらを切り替えて用いることが必要となる。また、再生のタイミングを合わせるために、ギャップ領域１３、第１のガードデータ領域２３、第２のガードデータ領域１８、及びバッファ領域１９に対応する領域を設け、これらの領域にピット列を形成しない場合、これらの領域でトラッキング誤差信号が途切れるため、再生専用エリアにおけるトラッキングサーボが不安定になってしまう。

そこで、本実施例では、各セクタ３０におけるヘッダ領域３１とデータ領域３７とに挟まれた部分に第２のダミーデータ領域３３を配列し、データ領域３７と次のセクタ３０'のヘッダ領域３１'との間に第３のダミー領域３４を配列する。

第２及び第３のダミーデータ領域３３及び３４に記録するデータとして、例えば、書換可能エリアにおける第１のダミーデータ領域１５（ＶＦＯ）と同じような、データの変調に用いられる変調符号の特定パターン（特定のパルス幅、パルス間隔に対応する特定のビット長パターン）を連続して記録することができる。このような特定パターンを用いることにより、再生専用エリアにおいても、再生信号処理回路のＰＬＬ引き込みを早く安定に動作させることができる。

また、ヘッダ領域３１と第２のダミー領域３３の間に書換可能エリアと同様にミラー領域を設けてもよい。

本実施例よる光ディスクを再生する場合は、実施例１において図３を参照して説明した光ディスク記録・再生装置１００による場合と全く同様である。その場合の、エンベロープ検出信号、書換可能エリアにおける差信号、書換可能エリアにおける和信号、及び再生専用エリアにおける和信号は、各々、図４Ｅ～図４Ｈに示す通りである。

上述のように、本実施例によれば、書換可能エリアと再生専用エリアとで、セクタ長を同じにするなど、そのデータフォーマットの主要部を大略同じに配列することにより、再生専用エリアと書換可能エリアでセクタの管理を統一し、セク

タの検索等の処理を一元化することができる。従って、書換可能エリアと再生専用エリアとで再生信号処理回路を共通化することにより、回路規模を縮小することが可能となる。

なお、本実施例では、図４Ａ及び４Ｂにおいて、書換可能エリアのデータ領域１７と再生専用エリアのデータ領域３７とが同一タイミングで並ぶように表示しているが、これに限るものではなく、これらのデータ領域の長さが等しければ、その配置が前後にずれても、本発明による統一的なセクタ管理を有効に行うことができる。

（実施例３）

次に、本発明の第３の実施例を説明する。本実施例では、再生専用エリアの再生において、トラッキングサーボを安定に行えるデータ配列を説明する。本実施例における光ディスクのデータフォーマットは、書換可能エリア及び再生専用エリア共に、実施例２において説明した光ディスクと同様である。

一般に、光ディスクのトラックに沿ってトラッキング制御を行う方式には、いろいろな方式がある。例えば、図４Ｄに示されるような、ピット列２９で形成されたトラックに有効なトラッキングサーボ方式として、位相差検出方式がある。

図４Ｂに示される第２及び第３のダミーデータ領域３３及び３４は、実施例２で述べたように、データの変調に用いられる変調符号の特定パターン（特定のパルス幅、パルス間隔に対応する特定のビット長パターン）を連続して配置している。しかしながら、このような特定の連続パターンを隣接するトラックに配置した場合、位相差検出方式によるトラッキングサーボが不安定になるという課題がある。

ここで、トラッキングサーボが不安定になる理由を以下で説明する。

図５は位相差検出方式によってトラッキング誤差信号を得る原理を説明する図である。ビームスポット５７は、再生専用エリアにおいて、トラック９を形成する凸凹形状のピット列２９をトラッキングする。ビームスポット５７の光はピット列２９によって反射され、その反射光が４分割光検出器出５８によって検出さ

れる。４分割光検出器５８は、ビームスポット５７からの反射光を受光して電気信号の変換する。４分割光検出器５８は、４つの分割面Ａ、Ｂ、Ｃ、及びＤから構成されている。オペアンプ５９によって分割面Ａ＋Ｃの和信号Ｓ１１が生成され、オペアンプ６０によって分割面Ｂ＋Ｄの和信号Ｓ１２が生成される。位相比較器６１は、２つの和信号Ｓ１１及びＳ１２を位相比較してトラッキング誤差信号Ｓ１３を生成する。

ビームスポット５７がトラック９の中心線から上側に外れると、ピット２９のエッジで反射光が回折を受けるため、分割面Ａ＋Ｃの和信号Ｓ１１の位相が進む。一方、ビームスポット５７が中心線の下側に外れると、逆に、分割面Ｂ＋Ｄの和信号Ｓ１２の位相が進む。従って、この２つの和信号Ｓ１１及びＳ１２の位相差を位相比較器６１によって検出し、電圧信号に変換することにより、ビームスポット５７のトラック中心からのずれを表すトラッキング誤差信号Ｓ１３が得られる。

図６及び図７は、ビームスポット５７がトラック中心からずれた場合に、上記の位相差検出方式によって得られるトラッキング誤差信号を示している。図６は、トラッキングすべき目的トラック９ａ（ピット列２９ａ）と、隣接するトラック９ｂ（ピット列２９ｂ）とに、全く同一のデータパターンが記録されている場合に、ビームスポット５７が目的トラック９ａから外れた場合の和信号Ｓ１１及びＳ１２の出力波形を示す。図６に示されるように、ビームスポット５７の軌跡６４は、目的トラック９ａから外れている。

この場合、ビームスポット５７の光は、目的トラック９ａのピット列２９ａの上側エッジにより、４分割光検出器５８の４分割面Ａ＋Ｂ側に光が回折される。しかしながら、隣接トラック９ｂも全く同じパターンのピット列２９ｂを有しているため、ビームスポット５７の光は、同時に、隣接トラック９ｂのピット列２９ｂの下側エッジにより、４分割面Ｃ＋Ｄ側に回折される。その結果、図６に示されるように、４分割面Ａ＋Ｃの和信号Ｓ１１と４分割面Ｂ＋Ｄの和信号Ｓ１２とは、その位相差がなくなり、ビームスポット５７が目的トラック９ａから外れているのにも関わらず、トラッキング誤差信号Ｓ１３の出力は零になる。

このように、隣接トラック９ａ及び９ｂに、全く同一のパターンを有するピット列が形成されている場合、トラック外れが生じても、トラッキング誤差信号Ｓ１３が発生せず、トラッキングサーボが不安定になる。

図７は、目的トラック９ａに隣接するトラック９ｂに、目的トラック９ａとは異なるデータ系列のピットが配列された場合の、位相差検出方式による和信号Ｓ１１及びＳ１２の出力波形図である。図６と同様にビームスポット５７は、目的トラック９ａから外れた軌跡６４をトラッキングしているとする。

この場合も、図６の場合と同様に、ビームスポット５７の光は、目的トラック９ａのピット列２９ａの上側エッジにより、４分割光検出器５８の４分割面Ａ＋Ｂ側に光が回折される。同時に、ビームスポット５７の光は、隣接トラック９ｂのピット列２９ｂの下側エッジによって４分割面Ｃ＋Ｄ側に回折される。しかし、目的トラック９ａと隣接トラック９ｂとではピットの配列パターンが異なるため、２つの隣接トラックにおけるピットのエッジが一致する部分６５及び６６では、図６の例と同様に２つの和信号Ｓ１１及びＳ１２の出力が一致し位相差が生じないが、それ以外の部分では、２つの隣接トラックにおけるピットのエッジの位置が異なるため、２つの和信号Ｓ１１及びＳ１２には位相差が生じる。

目的トラック９ａピット配列と、隣接トラック９ｂのピット配列がお互いに相関がなくランダムであると、図７に示す部分６５及び６６のように、２つのトラックのピットのエッジが一致する部分もランダムに生じるため、エッジの一致部分の発生頻度が少なくなる。トラッキングサーボに用いる周波数領域では、位相差が得られない部分がランダムに生じても、トラッキング誤差信号Ｓ１３を発生させる上では殆ど問題にならない。

しかしながら、図６に示すように、例えば、第２および第３のダミーデータ領域３３及び３４の全域に渡って位相差が得られなくなると、トラック外れが生じた場合のトラッキング誤差信号Ｓ１３を十分に得ることができなくなりトラッキングサーボ制御が不安定になる。

以下、上述のようなトラッキングサーボの乱れを防ぐために有効な第２のダミーデータ領域３３および第３のダミーデータ領域３４におけるデータフォーマッ

トを説明する。

図８Ａは、第２のダミーデータ領域３３および第３のダミーデータ領域３４に、Ｍ系列で発生させたランダムデータ７３及び７４を配置したフォーマット例を示す。Ｍ系列で発生させるランダムデータの初期値を、少なくとも隣接する２つのトラック間で変えておけば、隣接するトラックにおけるピット配列パターンの相関が無くなるため、隣接トラック間でのピットエッジ位置の一致がランダム化される。従って、位相誤差検出方式によるトラッキングサーボを行っても、比較的安定な制御が可能となる。

図８Ｂは、第２のダミーデータ領域３３に、図８Ａと同様のＭ系列のランダムデータ７３と、それに引き続いて一部分を書換可能エリアにおけるＶＦＯ領域１５（図４Ａ）と同じようなデータの変調に用いられる変調符号の特定パターンを配置したフォーマット例を示す。

図８Ｂに示すように、第２のダミーデータ領域３３の後半の一部分を、ＶＦＯ領域７５（ＶＦＯ１）とすることにより、それに引き続き配置されたデータ領域３７に対する再生信号処理回路のＰＬＬの引き込みを安定化させる効果がある。また、ＶＦＯ領域７５はトラッキング誤差信号Ｓ１３が発生しないが、ＶＦＯ領域７５がダミーデータ領域の一部分であるため、その前後でトラッキングサーボを安定にかけることができるので、実用上問題がない。

図８Ｃ及び８Ｄは、各々、第２のダミーデータ領域３３に、データ領域３７の開始点のタイミングを特定できるデータ同期系列７６及び７７を配置したフォーマット例を示す。図８Ｃは偶数トラックを示し、図８Ｄは奇数トラックを示す。

上述のように、位相誤差検出方式において安定したトラッキングサーボを確保するためには、隣接トラック間にお互いに異なったデータ系列を配置する必要がある。従って、偶数トラック（図８Ｃ）と、奇数トラック（図８Ｄ）とで異なるデータ同期系列７６及び７７を配置する。

図８Ｃに示すように、偶数トラックには、終値ＦＦ（ＨＥＸ）でカウントアップするデータ同期系列７６が配置される。このようにすると、データ同期系列７６の規則性（カウントアップ）により、データ領域３７の開始点までのタイミン

グを第２のダミーデータ領域３３内でリアルタイムに検出できるため、データ領域３７の開始点が確実に認識できる。

また、奇数トラックには、図８Ｄに示すように、終値００（ＨＥＸ）でカウントダウンするデータ同期系列７７が配置される。偶数トラックの場合と同様に、データ同期系列７７の規則性（カウントダウン）により、データ領域３７の開始点までのタイミングを第２のダミーデータ領域３３内でリアルタイムに検出できる。

このように、図８Ｃ及び８Ｄに示すフォーマット例では、隣接するトラックにおいて各々の第２のダミーデータ領域３３に異なるデータ同期系列を配置することにより、トラッキングサーボの安定化とともに、データ領域３７の開始点を確実に検出できる効果が期待できる。

上述のように、本実施例によれば、隣接トラック間の第２のダミーデータ領域３３のデータ配列をランダム化することにより、再生専用エリアにおけるトラッキングサーボが位相誤差検出方式である場合にも比較的安定なサーボが可能である。また、第２のダミーデータ領域３３に隣接トラックとお互いに異なるデータ同期系列を配置することにより、トラッキングサーボの安定化とともに、データ領域３７の開始点を確実に検出できる。

以上、第２のダミーデータ領域３３のデータ配列を説明したが、第３のダミーデータ領域３４についても、同様にして、トラッキングサーボに好ましいデータ配列を採用することができる。また、上記では再生専用エリアにおける再生動作（トラッキングサーボ）を説明したが、書換可能エリアにおける再生動作は、実施例１において光ディスク記録再生装置１００（図３）によって説明した通りである。

（実施例４）

上記の実施例３では、ダミーデータ領域に記録されたデータ（符号）のパターンを再生時に直接発生させることができる。本実施例では、隣接するトラックに記録されるダミーデータ間の相関を少なくするために変調符号を用いる方法を説

明する。

まず、ダミーデータ領域に記録するデータとして、予め１つの値を決める。そして、この値にスクランブルをかけることにより、相関の少ないデータを発生する。例えば、１６進数で表した（ＦＦ）、（００）などは、全てのビットが０か１であるため、この値に基づいてデータを簡単に発生させることができる。スクランブルは、ある初期値からM系列のようなランダムなデータを発生させ、これと記録するデータとの排他的論理和をとることにより実現される。スクランブルデータの発生方法については、後の実施例で詳しく説明する。

記録するデータが同一で、初期値も同一であれば、スクランブル後のデータは同じになる。しかし、記録するデータが同一でも、初期値を変えることでスクランブル後のデータの相関を小さくすることができる。全てのセクタにおいて初期値を変えるためには、非常に多くの初期値を保持しなければならないため困難である。しかし、隣接するトラック間におけるダミーデータ領域の相関を少なくするには、隣接するセクタ間で初期値が異なればよく、トラック一周分は同じデータでよい。また、光ディスク上の半径位置によってトラック一周に含まれるセクタ数が変わる場合は、同じ初期値を有する連続するセクタ数が、トラック１周に含まれる最少のセクタ数以下であればよいことになる。同じ初期値を有する連続するセクタ数をMとし、初期値の種類をNとする。このようなM及びNの値は、セクタ識別データに含まれるセクタのアドレス情報から作成すると簡便である。

例えば、セクタのアドレス情報として、３バイトのデータを用いると、約１６７７万個のセクタを表すことができる。このようなM及びNの値が２のべき乗であればスクランブルデータの生成が容易である。本実施例では、Ｍ＝１６、Ｎ＝１６の場合について説明する。Ｎ個の初期値は、例えば、以下のようにして得ることができる。まず、セクタ識別データのアドレス情報のデータをバイナリで表し、その最下位ビットから数えて５ビット目から８ビット目までの４ビットのデータを用いる。この４ビットのデータに対応させて初期値を設定することにより、Ｎ＝１６種類の初期値が表せる。またＭ＝１６セクタ毎に初期値が更新され、２５６セクタでトラック一周期になるとする。

従って、連続する１６セクタが同一の初期値を有するため、トラック一周のセクタ数が１６セクタから２５６セクタまで、隣接するセクタ間でスクランブルの初期値が異なることを保証できる。これらの初期値を用いて記録するデータのスクランブル処理を行い、更に記録用符号で変調して、ダミーデータ領域に記録する。

このように、同一のデータに対して、隣接するトラック（の対応するセクタ）間で異なる初期値を用いてスクランブルを行うことにより、隣接するトラック間のダミーデータ領域に異なるデータ系列を配置することができる。

従って、本実施例によれば、隣接トラック間のダミーデータ領域のデータ配列を効率よくランダム化できるため、再生専用エリアにおいて位相誤差検出方式を用いてトラッキングサーボを行っても比較的安定なトラッキング制御の実現が可能である。

（実施例５）

次に、本発明の第３の実施例を説明する。本実施例では、セクタ管理が効率的に行得るような、書換可能エリアまたは再生専用エリアのデータ配列を説明する。

上述の実施例で、例えば図４Ａ及び４Ｂを参照して説明したように、光ディスクに記録すべきデータは、各セクタのデータ領域１７（書換可能エリア）あるいはデータ領域３７（再生専用エリア）に対応するデータ容量ごとに分割される。上述のように、各セクタの記録データには誤り訂正符号が付加される。この誤り訂正符号として、各セクタ内で完結する訂正符号方式ではなく、複数のセクタの集合に対して誤り訂正符号化を行う方式がある。このような複数セクタの集まりをＥＣＣブロックと呼ぶ。即ち、ＥＣＣブロックが誤り訂正符号化の単位となる。ｋ個のセクタで１つのＥＣＣブロックを構成する場合（例えば、ｋ＝１６個のセクタの集合）、約１セクタ分の長さのエラーが発生しても、その誤りを訂正することが可能となる。このような誤り訂正符号を用いると、書換可能エリア及び再生専用エリアに記録されるセクタの数は、共に、ＥＣＣブロックの整数倍となる。すなわち、各エリア共に、ｋの整数倍のセクタが記録されることとなる。

一方、光ディスクにおいてセクタを効率的に管理するためには、書換可能エリア及び再生専用エリアにおいて、各エリアに含まれるセクタをトラック単位で管理することが望ましい。しかしながら、トラック一周分のセクタ数は１つのＥＣＣブロックに含まれるセクタ数の整数倍になるとは限らない。従って、複数のＥＣＣブロックを記録した場合に、必ずしもトラック一周分の切りの良いところでデータが終了するとは限らない。多くの場合、トラック一周分の途中でデータが終了することとなる。書換可能エリアでは、データの未記録セクタが残っても、グルーブあるいはランドの案内トラック形成されているため、トラッキング制御を行うことは可能である。しかし、再生専用エリアでは、未記録セクタがあるとそこでは形成されるピット列がとぎれるため、トラッキング制御が不安定となる。

そのため、本実施例では、トラック単位でセクタ管理が行えるように、トラック一周分をデータで満たすため、記録データが終了した残りのセクタに対してはダミーデータを記録する。記録するダミーデータとして、例えば、書換可能エリアにおけるＶＦＯ領域１５と同じような変調符号の特定パターン（特定のパルス幅及びパルス間隔）を連続して配置することができる。ダミーデータをこのようなパターンとすることにより、ユーザデータを記録していないセクタにおいても、再生信号処理回路のＰＬＬを安定に動作させることができる。

また、実施例３で説明した第２のダミーデータ領域と同様に、Ｍ系列ランダムデータやデータ同期系列のパターン、あるいは実施例４によるスクランブルをかけたデータを記録することも可能である。図９は、本実施例による光ディスク１’を示す。図９に示されるように、内周部の再生専用エリア３と書換可能エリア５との接続部分において、再生専用エリア３のセクタ７１にはダミーデータが記録される。同様に、外周部の再生専用エリア２と書換可能エリア５との接続部分において、再生専用エリア２のセクタ７２にもダミーデータが記録される。

このように、例えば、誤り訂正ブロックＥＣＣなどのように、所定の記録単位でデータを記録する場合に、未記録で残った再生専用エリアのセクタにダミーデータを記録したセクタを補充することにより、書換可能エリアと接続部を常にトラックの先頭から開始することができる。このことにより、光ディスク上のセク

タ管理を効率的に行うことができる。

（実施例６）

本発明による第６の実施例においては、書換可能エリアのセクタ１０及び再生専用エリアのセクタ３０におけるデータフォーマットの具体的例を説明する。

図１０Ａ及び１０Ｂは、書換可能専用エリアのセクタ１０のレイアウトを示し、図１１Ａ及び１１Ｂは、再生専用エリアのセクタ３０のレイアウトを示す。まず、セクタ１０の第１のデータ領域１７及びセクタ３０の第２のデータ領域３７に記録するデータの生成を説明する。

セクタ１０及びセクタ３０ともに、１セクタに記録されるデータ量を２０４８Ｂ（Ｂはバイトを表す、以下同様）とする。また、データ領域番号（セクタアドレス）を示すデータＩＤを４Ｂ、データＩＤのエラー検出を行うＩＥＤを２Ｂ、予備としてＲＳＶを６Ｂ付加し、これら全体のエラー検出を行うために４ＢのＥＤＣを付加する。これらをまとめて第１のデータユニットと呼ぶ。第１のデータユニットのデータ長は、２０４８＋４＋２＋６＋４＝２０６４（Ｂ）となる。

この情報データ部（２０４８Ｂ）にスクランブルをかける。スクランブルの方法は、前記の実施例４で示したダミーデータ領域に対して用いたものと同じ方法であり、以下のようにして行われる。

まず、いわゆるM系列のデータを発生させるようにシフトレジスタを構成し、これに初期値を設定する。このシフトレジスタ内の初期値を、データに同期させて順次シフトし、疑似ランダムなデータを発生させる。擬似ランダムデータと記録する情報データとをビット毎に排他的論理和をとることにより、スクランブルが実現される。

上述のように、情報データは２０４８Ｂであり、そのデータ量は２の１１乗である。従って、M系列としては、２の１１乗以上の原始多項式が必要となる。M系列を構成する原始多項式で１１乗以上の項を有する３～５項式において、その次の最少次数は１５乗である。例として、２の１５乗の項を有する原始３項式（$X^{15}+X^{4}+1$）を用いることにする。この原始多項式のシフトレジスタ１５０

による実現を図１２に示す。

図１２に示されるように、シフトレジスタ１５０の長さは１５ビット（エントリr14～r0）である。シフトレジスタ１５０は、エントリr14のビットとエントリr10のビットとの排他的論理和をとり、その結果をエントリr0にフィードバックする。このシフトレジスタ１５０に予め定めた１５ビットの初期値を設定し、ビットクロックに従って順次巡回させることにより、擬似ランダムなデータを生成することができる。そして、例えば、８クロック毎にシフトレジスタ１５０の下位の８ビット（エントリr7～r0）と情報データの８ビット（１Ｂ）との排他的論理和をとり、これを２０４８回繰り返す。このことにより、１セクタの情報データがスクランブルされる。セクタ毎にシフトレジスタ１５０をリセットし、初期値を設定し直すことにより、各セクタの情報データを独立に（実質的に相関なく）スクランブルできる。

ここで、同じ初期値を有する連続したセクタ数をＭとし、初期値の種類をＮとする。このようなＭ及びＮの値は、識別データに含まれるセクタのアドレス情報から作成することができる。上記Ｍ及びＮの値が２のべき乗であればこのようなスクランブルデータの生成が容易である。例として、Ｍ＝１６、Ｎ＝１６とする。Ｎ個の初期値は、例えば、以下のようにして得ることができる。まず、セクタ識別データのアドレス情報のデータをバイナリで表し（セクタアドレスが３Ｂの場合、２４ビット長である）、その最下位ビットから数えて５ビット目から８ビット目までの４ビットのデータを用いる。この４ビットのデータに対応させて初期値を設定することにより、Ｎ＝１６種類の初期値が表せる。上記４ビットの値と初期値との対応は予め定めておき、対応表などを用いる。またＭ＝１６セクタ毎に初期値が更新され、２５６セクタでトラック一周期になる。

以上のように、スクランブル処理を行った第１のデータユニットを１６セクタ分集め、リードソロモン符号による誤り訂正符号を構成する。１セクタ分のデータユニットを１７２Ｂ×１２行に並べ、それを１６セクタ分集めることにより、１７２Ｂ×１９２行の配列を構成する。この配列の各列に対し、１６Ｂの外符号を付加する。次に各行に１０Ｂの内符号を付加する。これにより、１８２Ｂ×２

０８行のデータブロック（３７８５６Ｂ）が構成される。これをＥＣＣブロックと呼ぶ。

次に、１６Ｂの外符号が各セクタに含まれるようにインターリーブを行う。各セクタのデータは、１８２Ｂ×１３行＝２３６６Ｂとなる。

次に、記録符号で変調する。記録符号として、変調後のラン長が制限された（Run Length Limited）ＲＬＬ符号を用いる。ここでは、記録符号として、８ビットのデータを１６チャンネルビットに変換する８／１６変換符号を用いる。この変換は予め定めた変換表（変換テーブル）に従って行われる。１つの８ビットのデータに対して、例えば４種類の１６チャンネルビットのデータを対応させることができる。この種類をステートと呼ぶ。上記の変換表には次のデータの変換に使うステートも予め規定されている。

図１３に、このような変換表の一例を示す。例えば、最初のデータ（D_t）をステート１（$S_t=1$）の表によって変換することにより、１６ビット符号系列（Y_t）を得る。次のデータは、前の変換で指定されたステート（S_{t+1}）の表から選択する。詳細な制御方法については省略するが、ステートの選択を制御することにより記録符号に含まれる直流成分を抑圧することができる。

このとき、最短ビット長を３チャネルビット、最長ビット長を１１チャネルビットに制限する。また、再生時の同期をとるため、２Ｂの同期コードを挿入する。同期コードは、１行分１８２Ｂの半分の９１Ｂごとに挿入される。同期コードとして、上記の８／１６変換符号では通常現れないパターンを持つ３２チャネルビット長のコードを予め幾種類か定めておく。これにより、１セクタのデータは、１８６Ｂ×１３行＝２４１８Ｂとなる。

以上のようなデータの構成は、書換可能エリアおよび再生専用エリアで共通である。このようにして得られる２４１８Ｂのデータを、図１０Ａに示すように、書換可能エリアのセクタ１０の第１のデータ領域１７、あるいは、図１１Ａに示すように再生専用エリアのセクタ３０の第２のデータ領域３７に記録する。

図１０Ａに示されるように、書換可能エリアにおいては、第１のデータ領域１７に続いて、１Ｂのポストアンブル領域４５（ＰＡ）を配置する。上記の８／１

６変換符号では、再生時に正しくデータを復号するために、記録符号の最後に符号の終端を設けることが必要である。従って、第１のポストアンブル領域４５には、予め定めた符号を変換則に従って変調したパターンを記録する。

また、第１のデータ領域１７の前方には、第１のデータ領域１７の開始点を示し、バイト同期をとるためのプリシンクデータを記録するプリシンク領域４４（ＰＳ）を設ける。プリシンクデータは、予め、３Ｂ（４８チャンネルビット）の長さを有し、自己相関の高いパターンを持つ符号を定める。例えば、ＮＲＺＩ符号で表した「0000 0100 0100 1000 0010 0001 0010 0000 1000 0010 0001 0000」というパターンを用いる。

また、図１０Ａに示されるＶＦＯ領域１５、第１のガードデータ領域２３、第２のガードデータ領域１８、ギャップ領域１３、バッファ領域１９、ミラー領域１２は、それぞれ、図４Ａで説明したＶＦＯ領域１５（ＶＦＯ）、第１のガードデータ領域２３（ＧＤ１）、第２のガードデータ領域１８（ＧＤ２）、ギャップ領域１３（ＧＡＰ）、バッファ領域１９（ＢＵＦ）、及びミラー領域１２（Ｍ）と同様の領域である。ガードデータ領域２３、ＶＦＯ領域１５、及びＰＳ領域４４は、第１のダミーデータ領域１５'を形成する。尚、図１０Ａにおいて、各領域の下に示される数字はその領域のバイト長を示している。図１０Ｂ、図１１Ａ及び１１Ｂについても同様である。

図１０Ａに示されるように、第１のダミーデータ領域１５'内において、ＰＳ領域４４の前にＶＦＯ領域１５が設けられる。ＶＦＯ領域１５は、再生信号処理回路のＰＬＬ引き込みを早く安定に動作させるために、特定パターンのデータを記録する領域である。ＰＬＬの引き込みには符号の反転（ＮＲＺＩ符号で表した「１」）が多く含まれる方がよい。しかし、高密度な記録を行う場合、変調符号の最短ビット長の繰り返しでは、再生信号の振幅が小さく、Ｃ／Ｎも低くなり、安定なクロックの引き込みが困難となる。そこで、次に短いビット長である４チャネルビットの繰り返しパターンを用いる。ＮＲＺＩ符号で表せば「...1000 1000 ...」というパターンになる。安定なクロックの引き込みに必要な反転の回数および引き込み時間を確保するため、ＶＦＯ領域１５の長さは３５Ｂとする。

ＶＦＯ領域１５の前に第１のガードデータ領域２３を設け、ポストアンブル領域４５（ＰＡ）の後ろに第２のガードデータ領域１８を設ける。実施例４で説明したように、書換可能な光ディスクでは、記録、消去を繰り返し行った場合、記録部の始端および終端の部分での熱負荷による劣化が大きくなる。ガードデータ領域は、この劣化部分がＶＦＯ領域からＰＡ領域に至らないような領域の長さが必要である。

また、記録媒体は同じデータを同じ場所に繰り返し記録することにより劣化が進むという性質があるため、データ領域１７の前後の第１及び第２のガードデータ領域2.3及び１８の長さを伸縮させることにより、第１のデータ領域１７の記録位置を移動させる。ただし、第１のガードデータ領域２３と第２のガードデータ領域１８との合計の長さは一定とする。実験の結果より、第１のガードデータ領域２３として（１５＋ｋ）Ｂ、第２のガードデータ領域１８として（４５－ｋ）Ｂの長さをとり、移動量をｋ＝０から７Ｂとすることが好ましい。両ガードデータ領域の合計の長さは６０Ｂで一定である。ガードデータ領域に記録するデータとしては、例えばＶＦＯ領域１５と同様の４チャネルビットの繰り返しパターン「...1000 1000 ...」とする。

以上のように、図１０に示される第１のガードデータ領域２３、ＶＦＯ領域１５、プリシンク領域４４、第１のデータ領域１７、ポストアンブル領域４５、及び第２のガードデータ領域１８が、データを記録する情報記録領域となり、そのデータ長は２５１７Ｂとなる。

また、ギャップ領域１３は、レーザーパワーの設定を行うために用いられる。パワーの設定に必要な時間を確保するために、ギャップ領域１３は１０Ｂの長さを有する。バッファ領域１９は、ディスクモーターの回転変動やディスクの偏心があっても、記録データの終端が次のセクタに重ならないように、記録を行わない領域（時間幅）を設ける。バッファ領域１９は４０Ｂの長さを有する。ミラー領域１２は、トラッキングサーボのオフセットの判定に必要な時間を確保するため、２Ｂの長さを設ける。

次に、図１１Ａを参照し、再生専用エリアにおけるセクタ３０の構成を説明す

る。図１１Ａに示すように、セクタ３０は、ヘッダ領域９０、第２のダミーデータ領域３３、第２のデータ領域３７、及び第３のダミーデータ領域３４を含んでいる。上述のように、第２のデータ領域３７に記録するデータ長は、第１のデータ領域１７に記録するデータ長と同じく２４１８Ｂである。また、セクタ１０と同様に、第２のデータ領域３７に続いて１Ｂのポストアンブル領域４７（ＰＡ）、第２のパッド領域８５及びポストアンブル領域８６（ＰＡ）が配置される。

本実施例では、実施例２の場合と同様に、ヘッダ領域９０と第２のデータ領域３７との間に第２のダミーデータ領域３３を配列し、データ領域３７と次のセクタの先頭との間に第３のダミーデータ領域３４を配列する。第２のダミーデータ領域３３には、データ領域３７の再生時の信頼性を確保するため、書換可能エリアのセクタ１０の場合と同様に、３５ＢのＶＦＯ領域８４と３Ｂのプリシンク領域４６（ＰＳ）とを設ける。図１１Ａに示すように、第２のダミーデータ領域３３は、更に、３０Ｂの第１のパッド領域８２及びポストアンブル領域８３（ＰＡ）を含んでいる。また、第３のダミーデータ領域３４は、ポストアンブル領域４７、第２のパッド領域８５、及びポストアンブル領域８６から形成される。

ＶＦＯ領域８４及びプリシンク領域４６に記録するデータのパターンおよびデータ長は、図１０Ａに示したＶＦＯ領域１５及びプリシンク領域４４と同じとする。また、第２及び第３のダミーデータ領域に記録するデータとして、実施例４で説明したように、１６進数で表した（ＦＦ）のデータに対して、隣接セクタ間で異なる初期値を用いてスクランブルを行い、上述の８／１６変換符号により変調したデータ系列を用いる。スクランブルの方式はデータ領域３７に対して行った方式と同様である。また、初期値の設定には、後で説明するＰＩＤの最下位ビットから数えて５ビット目から８ビット目までの４ビットのデータを用いる。この４ビットのデータに対応した初期値はデータ領域３７の初期値と同じとする。

８／１６変換符号化は、各パッド領域の先頭から、例えば、図１３に示される変換表におけるステート４から開始する。このようにして生成されたデータ系列を、第１のパッド領域８２と第２のパッド領域８５に記録する。第１のパッド領域８２は、図１０Ａのギャップ領域１３及び第１のガードデータ領域２３に対応

し、第２のパッド領域８５は、図１０Ａの第２のガードデータ領域１８及びバッファ領域１９に対応する。

書換可能エリアでは第１及び第２のガードデータ領域２３及び１８の長さを変動させている。再生専用エリアでは、対応するパッド領域の長さを第１及び第２のガードデータ領域２３及び１８の平均的な長さに対応させることにより、第１のパッド領域８２を２８Ｂとし、第２のパッド領域８５を８０Ｂとする。また、第１及び第２のパッド領域８２及び８５の後には、変調符号を終結するために、１Ｂのポストアンブル領域８３及び８６を各々配置する。

次に、記録可能エリア及び再生専用エリアにおける各々のヘッダ領域の構成を説明する。実施例２において図４Ａを参照しながら説明したように、書換可能エリアのヘッダ領域１１は、前半部１１ａ（セクタ識別データＰＩＤ１）と後半部１１ｂ（セクタ識別データＰＩＤ２）に分割され、対応するピット列２１ａ及び２１ｂは、グルーブトラック７（案内グルーブ６）の中心線からグルーブピッチの概略４分の１だけ半径方向にずらせて配置された。更に、ピット列２１ａ及びピット列２１ｂはそのずれが反対方向になるように配置されている。本実施例でも、ヘッダ領域８０を同様に配置する。

図１０Ｂは、書換可能エリアのセクタ１０のヘッダ領域８０のデータフォーマットを示している。図１０Ｂに示されるように、ヘッダ領域８０は、セクタ識別データ（ＰＩＤ）が４つ配置される。これらのセクタ識別データは、配列順にＰＩＤ１、ＰＩＤ２、ＰＩＤ３、及びＰＩＤ４とする。そして、例えば、６４Ｂの前半部ＰＩＤ１及びＰＩＤ２をディスクの外周側に変位させ、６４Ｂの後半部ＰＩＤ３及びＰＩＤ４をディスクの内周側に変位させる。

各セクタ識別データＰＩＤにおいて、セクタのアドレス情報を表すＰｉｄ領域に４Ｂ、セクタ番号に３Ｂ、ＰＩＤ領域の番号などのセクタの各種情報に１Ｂを割り当てる。後半部のＰＩＤ３及びＰＩＤ４におけるＰｉｄ３領域２１３及びＰｉｄ４領域２１８には、その中心線に対して変位配置が行われるグルーブトラック７のセクタのアドレス情報をに記録する。そして、前半部のＰＩＤ１及びＰＩＤ２におけるＰｉｄ１領域２０３及びＰｉｄ２領域２０８には、このグルーブト

ラック７の外周側に隣接するランドトラック８のセクタのアドレス情報を記録する。

各Ｐｉｄ領域に対する２Ｂの誤り検出符号を付加し、これらをＩＥＤ領域２０４、２０９、２１４、及び２１９に記録する。Ｐｉｄ領域およびＩＥＤ領域のデータは、上記の８／１６変換符号で変調する。この変調は、各Ｐｉｄ領域の先頭から、例えば図１３に示す変換表を用い、ステート１から開始される。また、変調符号を終結するために、１Ｂのポストアンブル領域２０５、２１０、２１５、及び２２０を対応するＩＥＤ領域の後に配置する。

また、Ｐｉｄ領域２０３、２０８、２１３、及び２１８の前に、各Ｐｉｄ領域の開始点を示し、バイト同期をとるためのアドレスマークを記録するＡＭ領域２０２、２０７、２１２、及び２１７を各々設ける。アドレスマークとして、８／１６変換符号では現れないパターン、例えば、３Ｂ（４８チャネルビット）長の符号を選択する。例えば、ＮＲＺＩ符号で表した「0001 0001 0000 0000 0000 0100 0100 0100 0000 0000 0001 0001」というパターンを用いることができる。このパターンは、変調符号の最長ビット長である１１チャネルビットより長い１４チャネルビットのパターンを２回含むため、通常のデータの再生中に誤検出することが少なくなる。

各セクタ識別データＰＩＤの先頭には、対応するＶＦＯ領域が設けられる。ＶＦＯ領域は再生回路のＰＬＬ引き込みを早く安定に動作させるために、特定パターンのデータを記録する領域である。例えば、実施例２におけるのＶＦＯ領域と同様に、「...1000 1000 ...」という４チャネルビットの繰り返しパターンを用いることができる。前記のようにヘッダ領域８０は、前半部ＰＩＤ１及びＰＩＤ２を１組とし、後半部ＰＩＤ３及びＰＩＤ４を１組として、半径方向に反対に変位させて配置する。各組の先頭となる第１のＶＦＯ領域２０１及び２１１は、確実にビット同期を取るために、ビット同期の取り直しが可能である必要があるので、他のＶＦＯ領域よりもその長さを長くする。各組２番目のＶＦＯ領域２０６及び２１６は、再同期をとるだけなので短くて良い。本実施例では、第１のＶＦＯ領域２０１及び２１１を３６Ｂ、第２のＶＦＯ領域２０６及び２１６を８Ｂと

している。

従って、各ＰＩＤには、例えば、ＰＩＤ１の場合、その先頭から、ＶＦＯ領域２０１（ＶＦＯ１）、ＡＭ領域２０２、Ｐｉｄ領域２０３、ＩＥＤ領域２０４、及びポストアンブル領域２０５が配置され、その長さは４６Ｂとなる。同様に、ＰＩＤ２の場合、その先頭から、ＶＦＯ領域２０６（ＶＦＯ２）、ＡＭ領域２０７、Ｐｉｄ領域２０８、ＩＥＤ領域２０９、及びポストアンブル領域２１０が配置され、その長さは１８Ｂとなる。後半部のＰＩＤ３及びＰＩＤ４についても同様である。

次に、再生専用エリアのヘッダ領域のデータ配置を、図１１Ａ及び１１Ｂを参照しながら説明する。実施例２（図４Ａ及び４Ｂ）で既に説明したように、再生専用エリアのヘッダ領域３１のデータ配置は書換可能エリアのヘッダ領域１１のデータ配置に整合させ、一方、その物理的配置において、ヘッダ領域３１に対応するピット列はトラック９に対してインラインに配置された。本実施例においても、ヘッダ領域９０は実施例２と同様に配置される。再生専用エリアにおけるヘッダ領域９０におけるデータ配列およびその長さ（ビット長）は、書換可能エリアにおけるヘッダ８０（図１０Ａ）と同一にする。即ち、図１１Ａに示すように、ヘッダ領域９０は１２８Ｂであり、識別データＰＩＤが４回繰り返して記録される（ＰＩＤ１～ＰＩＤ４）。図１１Ｂに示すように、例えば、ＰＩＤ１の場合、その先頭から、ＶＦＯ領域２３１（ＶＦＯ１）、ＡＭ領域２３２、Ｐｉｄ領域２３３、ＩＥＤ領域２３４、及びポストアンブル領域２３５が配置され、その長さは４６Ｂとなる。同様に、ＰＩＤ２の場合、その先頭から、ＶＦＯ領域２３６（ＶＦＯ２）、ＡＭ領域２３７、Ｐｉｄ領域２３８、ＩＥＤ領域２３９、及びポストアンブル領域２４０が配置され、その長さは１８Ｂとなる。後半部のＰＩＤ３及びＰＩＤ４についても同様である。

以上のように、本実施例によれば、再生専用エリアにおける隣接トラックのダミーデータ領域３３あるいは３４に互いに異なるデータ系列を配置することができる。このことは、所定の固定のデータ（例えば、ＦＦ）に対し、データ領域３７に記録するデータに対するスクランブルと同じスクランブルを用い、かつ隣接

セクタ間で異なる初期値によってスクランブルを行うことによって実現できる。このようなスクランブルデータを、データ領域３７のデータに対して使用する記録符号と同じ記録符号で変調してパッド領域８２あるいは８５に記録することにより、再生専用エリアにおけるトラッキングサーボが位相誤差検出方式である場合にも、比較的安定なサーボが可能となる。また、パッド領域８２及び８５に記録するデータを作成するためのスクランブル回路および記録符号化回路を、データ領域３７に記録するデータ作成用のスクランブル回路および記録符号化回路と共通化できる。このことにより、記録信号処理回路の構成を簡単にし、回路規模を縮小することができる。

なお、本実施例では、記録可能エリアにおいて第１および第２のガードデータ領域２３及び１８の長さを伸縮させることにより、データ領域１７の位置を移動させたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、ギャップ領域１３とバッファ領域１９の長さを同様に伸縮させてもよく、さらにそれらを組み合わせて伸縮させても良い。

（実施例７）

上述の実施例６では、記録可能エリア及び再生専用エリアにおけるセクタ１０及び３０のデータ配列の例を説明した。図１０Ａ及び１１Ａに示されるように、記録可能エリアにおいてはＶＦＯ領域１５の後データ領域１７の前にプリシンク領域４４を設け、再生専用エリアにおいてはＶＦＯ領域８４の後データ領域３７の前にプリシンク領域４６を設けている。

一方、従来の光ディスクにおいては、例えば図２３に示されるように、ＶＦＯ領域４０３の後に直ぐデータ領域４５０が配置されている。データ領域４５０は、先頭に対応するデータ同期系列４０４ａ、４０４ｂ、・・・が配置された複数のデータブロック４０５ａ、４０５ｂ、・・・から構成されている。

上記のようなデータフォーマットでは、再生時には、まずＶＦＯ領域４０３によりＰＬＬ回路でのクロックの引き込みを安定化させた後、データ同期系列４０４ａを検出する。そして、データ同期系列４０４ａの検出によってデータ領域４

５０の先頭を認識し、最初のデータブロック４０５ａが再生される。

しかしながら上記のような構成では、先頭データブロック４０５ａの開始タイミングを特定する第１のデータ同期系列４０４ａの部分に、例えば、光ディスクの記録膜の損傷等が生じた場合、読み出す同期データにエラーが発生して先頭データブロック４０５ａの開始位置が特定できないという問題点がある。

さらに、先頭データブロック４０５ａの開始位置が特定できないと、先頭データブロック４０５ａのみならず、引き続くデータブロック４０５ｂのブロックナンバーも特定できなくなるため、セクタ全体のデータ領域４５０のデータにエラーが発生し、読み取りが不可能となる。

しかしながら、上述のように、本発明の実施例６のデータフォーマットによれば、ＶＦＯ領域の後にプリシンク領域を設けているため、データ領域内の第１のデータ同期系列にエラーが発生しても、先頭データブロックデータ開始タイミングを信頼性良く検出することができる。

実施例７では、このようなプリシンク領域について、より詳細に説明する。

図１４Ａは、本実施例による光ディスクの書換可能エリアの１セクタのデータフォーマットを示し、図１４Ｂは、再生専用エリアの１セクタのデータフォーマットを示している。尚、図１４Ａ及び１４Ｂにおいて、これまで説明した実施例による光ディスクのデータフォーマットと共通する部分には、同じ参照符号を付して対応を示している。

図１４Ａに示すように、セクタ１０は、ヘッダ領域８０（セクタ識別データＰＩＤ１）、それに続くミラー領域１２（Ｍ）、ギャップ領域１３（ＧＡＰ）、第１のガードデータ領域２３（ＧＤ１）、ＶＦＯ領域１５、プリシンク領域４４（ＰＳＹ）、第１のデータ領域１７（ＤＡＴＡ）、ポストアンブル４５（ＰＡ）、第２のガードデータ領域１８（ＧＤ２）、及びバッファ領域１９（ＢＵＦ）を有している。第１のデータ領域１７は、複数のデータブロック５ａ、５ｂ、・・・に分割され、各データブロックの先頭には対応する第１のデータ同期系列４ａ、４ｂ、・・・が配置されている。

ミラー領域１２は、ピットや溝が形成されていない平面部であり、トラッキン

グのオフセットをとるために用いられる。第１及び第２のガードデータ領域２３及び１８は、熱負荷によるサイクル劣化を補償するために予め定めたデータパターンを記録する領域である。第１のガードデータ領域２３は記録データ始端部に配置され、第２のガードデータ領域１８は記録データ終端部に配置される。ギャップ領域１３は、データ記録始端における信号乱れを吸収したり、記録レーザーパワーを設定するための領域である。ＶＦＯ領域１５は、第３のデータ同期系列であり、予め定めた単一周期の符号が連続して記録される。プリシンク領域４４は、データの再生開始位置を特定するために本実施例において示される第２のデータ同期系列である。ポストアンブル４５は、変調符号を終結し、再生信号処理を安定に移行させるために設けられる。

また、再生専用エリアのセクタ３０においては、図１４Ｂに示されるように、記録可能エリアのギャップ領域１３、第１のガードデータ領域２３の代わりにパッド領域８２（ＤＭＹ）及びポストアンブル８３（ＰＡ）を設け、第２のガードデータ領域１８及びバッファ領域１９の代わりに、パッド領域８５（ＤＭＹ）及びポストアンブル８６を設けることにより、トラッキングの安定性を図っている。しかし、他の部分のデータ配列（フォーマット）は、図１４Ａに示されるセクタ１０と同様である。以下では、記録可能エリアのセクタ１０におけるプリシンク領域４４及び再生専用エリアのセクタ３０におけるプリシンク領域４６に配置される第２のデータ同期系列について詳しく説明する。尚、以下では、記録可能エリアのセクタ１０におけるプリシンク領域４４を例として説明するが、再生専用エリアのセクタ３０におけるプリシンク領域４６についても同様である。

上述のように、本実施例によるデータフォーマットは、データ領域の先頭に配置された第１のデータ同期系列４ａと第３のデータ同期系列（ＶＦＯ領域１５あるいは８４）との間に、第２のデータ同期系列（プリシンク領域４４あるいは４６）を付加したデータ配列を有する。第２のデータ同期系列には、符号列の中において特定の位置を検出させるため、いわゆる自己相関が強く、他のデータ部には発生しない特定のパターンを割り当てる。

信号再生時には、まず、第３のデータ同期系列（ＶＦＯ領域１５）を再生し、

単一周期の繰り返しパターンにより、ＰＬＬ回路でクロックを引き込み、これを安定化させる。クロックが十分に安定化した後、第２のデータ同期系列（プリシンク領域４４）の位置を検出する。この検出位置から情報データ領域の先頭に位置する第１のデータ同期系列４ａの読み出し開始位置を特定できる。次に、第１のデータ同期系列４ａを用いてデータ領域１７のデータとの同期を確立することにより、より一層正しいタイミングでデータの再生を行うことが可能となる。

また、図１４Ａに示したように、データ領域１７をデータブロックに分割する場合、第１のデータ同期系列４ａ、４ｂ、・・はデータ領域１７に複数個配置され、冗長度が増える。従って、ユーザデータ用の記録領域を十分に確保するためには、１つのデータ同期系列の長さを短くする必要がある。一方、第２のデータ同期系列（ＰＳＹ４４）は１セクタに１つしか存在しないので、検出をより確実にするために、その符号系列の長さを長く構成することが可能である。

従って、本実施例によれば、比較的長い第２のデータ同期系列（ＰＳＹ４４）の位置を確実に検出することができ、検出された第２のデータ同期系列（ＰＳＹ４４）の位置からデータ領域１７の先頭に位置する第１のデータ同期系列４ａの読み出し開始位置を特定することができる。このことにより、第１のデータ同期系列４ａを短く構成しても、その検出を安定に行うことができる。

次に、第２のデータ同期系列の符号パターンの例を説明する。本実施例では、記録符号として、データの８ビットを記録符号のチャネルビット１６ビットに変換し、最短ビット長が３チャネルビット、最長ビット長が１１チャネルビットである８／１６符号を用いる。ここで、１チャネルビットの間隔をＴで表す。また、データの表記にＮＲＺＩ符号を用いる。ＮＲＺＩ符号においては、信号レベルは、ビット"１"で反転し、ビット"０"では反転しない。また、第２のデータ同期系列は、記録符号によるマーク／スペース長の制限を満足する必要がある。

従って、本実施例における最短記録ビット長は"100"となる。第３のデータ同期系列（ＶＦＯ領域１５）の符号は、再生を安定に行うために、その周期が最短記録ビット長より長く、かつ、ＰＬＬの確実な引き込みが行えるエッジ情報（レベル反転）を多く含むことが要求される。そこで、本実施例では、ＶＦＯ領域１

５に記録する第３のデータ同期系列として、"1000"の繰り返しにより構成される符号系列を用いる。従って、ＶＦＯ領域１５におけるマーク、スペース長は４Ｔとなる。

また、上記のように、プリシンク領域４４の第２のデータ同期系列は、ＶＦＯ領域１５の第３のデータ同期系列からクロック同期を行った後に検出されるため、４Ｔごとに同期をとれる符号とすることにより、同期再生をより確実に行うことができる。従って、第２のデータ同期系列として、４チャネルビットのパターンの組み合わせを用いることが有効である。

一方、第２のデータ同期系列のマーク長及びスペース長の平均が、ＶＦＯ領域の第３の同期系列の繰り返しパターン（以下、ＶＦＯパターンとする）の周期に近い場合、ＮＲＺＩ符号で表した”１”が２つの符号系列で似たような位置に存在することになる。従って、再生時にビット誤り等が発生した場合、ＶＦＯパターンを第２のデータ同期系列と誤って検出する確率が高くなる。そのため、本実施例では、第２のデータ同期系列とＶＦＯパターンとの符号間距離を大きくとるようにする。しかし、第２のデータ同期系列のマーク長、スペース長の平均をＶＦＯパターンの周期４Ｔよりも短くするためには、最短記録ビット長であるパターン３Ｔを多く含む必要があり、再生時の安定性が損なわれる。そこで、本実施例では、第２のデータ同期系列のマーク長、スペース長の平均がＶＦＯパターンの周期４Ｔより長くなるようにする。

本実施例による第２のデータ同期系列は、４ビット長であり、その中にレベル反転が１回だけ含まれる符号シンボル、「０００１」、「００１０」、「０１００」、及び「１０００」と、レベル反転が発生しない４ビット長符号シンボル「００００」とを複数個組み合わせて構成する符号系列とする。

次に、第２のデータ同期系列を構成する符号系列のより具体的な例を示す。本実施例でも、前記の８／１６変調符号を用いている。後述するように、第１のデータ同期系列として２バイトの符号を用いるため、第２のデータ同期系列として３バイト使用する。前記の８／１６変調符号で変換すると、記録チャネルビットとしては４８ビット長となる。上記の４ビット長の符号シンボルの組み合わせを

使用すれば、１２シンボルの長さとなる。以下、符号系列の具体例を４つ示す。

(1) 符号系列の第１の例（パターン１）

"0100 0010 0100 0010 0010 0010 0100 0100 1000 0010 0100 1000"

パターン１は、ＩＳＯ／ＩＥＣ　１００８９で規格されているパターンと同じであり、"0100"、"0010"、"1000"の３種類のシンボルにより構成されている。

(2) 符号系列の第２の例（パターン２）

"1000 0100 0100 1000 0010 0001 0000 1000 0010 0100 0100 0001"

パターン２は、"0100"、"0010"、"1000"、"0001"、"0000"の５種類のシンボルにより構成されている。

(3) 符号系列の第３の例（パターン３）

"0000 0100 0100 1000 0010 0001 0010 0000 1000 0010 0001 0001"

パターン３はパターン２と同じ５種類のシンボルにより構成されている。

(4) 符号系列の第４の例(パターン４）

"0000 0100 0100 1000 0010 0001 0010 0000 1000 0010 0001 0000"

パターン４も、パターン２と同じ５種類のシンボルにより構成されている。このパターンは、後に詳しく説明するように、本出願人が独自に見出したパターンであり、ＶＦＯ領域１５とデータ領域１７との間に配置されるＰＳＹ領域４４のデータ系列として、エラーにも強く、優れた検出結果を与えるパターンの一例である。

図１５は、上記パターン１～４の特性の比較として、各パターンのマーク長とスペース長の平均、マーク長とスペース長の最大値及び最小値、パターンを構成するシンボルの種類、およびディジタル積算値（ＤＳＶの絶対値）を示している。

図１５に示されるように、各パターンで発生するマーク／スペース長の最小値及び最大値は、全て３Ｔと６Ｔとなり、８／１６変調符号による変調の制限値（最大長１１Ｔ、最小長３Ｔ）を満足している。

また、パターン１～４の平均マーク／スペース長は、前述のように、第３のデ

ータ同期系列の繰り返し周期である４Ｔと異なっている方がよい。図１５から分かるように、パターン１の平均マーク／スペース長は３．７Ｔであり４Ｔに比較的近くなっている。これは、パターン１の符号系列を構成する３種類のシンボルが、いずれも４ビット中の１ビットが必ず"１"になるシンボルであるためである。特に、パターン１は、"0000"のシンボルを含まないため、平均マーク／スペース長を４Ｔより長くすることが困難となる。

一方、パターン２～４の符号系列は、シンボル"0000"を含む５種類のシンボルを用いて構成されており、平均マーク／スペース長を４Ｔより長くすることができる。

また、記録符号の特性を表す指標の１つとして、記録符号をＮＲＺＩ符号で表し、各ビットの「１」を１値に「０」を－１値に変換して全符号を積算したデジタル積算値（ＤＳＶ）を用いることができる。このデジタル積算値が零であれば、記録符号に含まれる直流成分が零となるため、再生信号の直流成分が変動せず、再生信号の２値化を安定に行うことができる。各パターンのディジタル積算値は、図１５に示される通りであり、パターン４では０となる。

次に、第２のデータ同期系列（ＰＳＹ領域）の検出を説明する。

図１６は、第２のデータ同期系列を検出するＰＳＹ検出回路２００の一例を示している。図１６に示されるように、ＰＳＹ検出回路２００は、第１のシフトレジスタ９１、第２のレジスタ９２、一致数カウンタ９３、しきい値回路９４、同期検出許可発生回路９５、及びＡＮＤ回路９６を備えている。本実施例では、上述のように、第２のデータ同期系列の長さは４８ビットであるとし、第２のデータ同期系列を構成する１２個の４ビット長シンボルをＳ0～Ｓ11とする。即ち、第２のデータ同期系列のパターンは、シンボル列Ｓ0、Ｓ1、Ｓ2、・・・、Ｓ11で表される。

まず、第２のデータ同期系列のパターン（シンボル列）Ｓ0、Ｓ1、Ｓ2、・・・、Ｓ11を第２のレジスタ９２に保持しておく。そして、ＰＳＹ検出を行うべき再生信号を、順次シフトさせながら第１のシフトレジスタ９１に入力する。そして、４ビットごと、即ちシンボルごとに、第２のレジスタ９２に保持さ

れた第２の同期系列Ｓ０ ～Ｓ11との一致検出（パターンマッチ）を行う。一致したシンボル数を一致数カウンタ９３で計数し、その結果をしきい値回路９４に出力する。しきい値回路９４には、第２のデータ同期系列を検出したと判断するためのしきい値が予め設定されており、一致数カウンタ９３で計数したカウント値がこのしきい値を越えた場合、しきい値回路９４から検出信号が出力される。

例えば、しきい値を８と設定すると、しきい値回路９４は、入力再生信号と第２の同期系列Ｓ０ ～Ｓ11とが８シンボル以上一致した場合に検出信号を出力する。再生信号にエラーがなければ、第１のシフトレジスタ９１の内容を１ビットずつシフトしながら第２のデータ同期系列を検出した場合、１２シンボル全てが一致する。同期検出許可発生回路９５は、第２のデータ同期系列を検出すべき期間を表すゲート信号を出力する。この検出期間中に、しきい値回路９４が第２のデータ同期系列を検出したとき、ＡＮＤ回路９６からシステム制御回路（図示せず）に第２のデータ同期系列の検出信号が出力される。

なお、本実施例においては４ビットのシンボルごとにパターンマッチを行ったが、他のビット数、例えば１ビットを単位としてパターンマッチを行ってもよい。

次に、図１４Ａ（図１４Ｂでも同様である）に示したデータフォーマットに従って具体的な符号パターンを割り当てた具体例を示す。図１７は、ＶＦＯ領域１５から最初のデータブロック５ａ迄のデータフォーマットの一例を示している。

図１７に示すように、ＶＦＯ領域１５には、第３のデータ同期系列として"1000"による繰り返しパターンのデータ系列が、少なくとも６４ビット存在するとする。ＰＳＹ領域４４の第２のデータ同期系列の後に続く、データ領域１７の第１のデータ同期系列４ａは、３２ビットのパターン４ａ－１:"00010010010001000 0000000000000010001"、あるいはパターン４ａ－２:"00010010000001000 0000000000010001"であるとする。さらに第１のデータ同期系列４ａに続くデータブロック５ａの先頭部を任意の１６ビットであるとする。

以下、上述の第２のデータ同期系列の具体例（パターン１～４）のうち、パターン１及び４について、ＰＳＹ検出において得られるパターンマッチを説明する。

ここで、第２のデータ同期系列は、図１７に示すように、４８ビット幅の検出

ウィンドウ９７を用いて行われる。エラーがなければ第２のデータ同期系列に対して１２シンボルの一致が得られるべき位置を基準位置として、検出ウィンドウ９７を基準位置より－６４ビットから＋４８ビットの範囲でシフトさせて検出を行った。そして、上述のように、入力信号の４ビットごとに第２のデータ同期系列のシンボルとの比較を行い、パターンマッチの個数を求めた。その結果を図１９Ａ及び１９Ｂに示す。図１９Ａ及び１９Ｂに示すグラフは、一般に自己相関関数と呼ばれる。そして、パターンマッチのしきい値を８シンボルとし、８シンボル以上が一致した位置を第２のデータ同期系列の検出位置とするものとする。

ここで、第２のデータ同期系列の検出に対する第１のデータ同期系列４ａデータブロック５ａの影響を考慮するため、図１９Ａ及び１９Ｂの結果は、以下のようにして求めている。第１のデータ同期系列のパターン４ａ－１及びパターン４ａ－２については、各時点においてよりパターンマッチの値が大きくなる方（即ち、第２のデータ同期系列の検出により好ましくない影響を与えるパターン）を選択している。また、検出ウィンドウ９７が基準位置より４０ビット程度以上右側にシフトした場合には、図１７に示すように、第１のデータ同期系列４ａに後続するデータブロック５ａが検出ウィンドウ９７内に含まれる。従って、第２のデータ同期系列の検出に、データブロック５ａのパターン（１６ビット）が大きく影響してくる。そこで、最悪の場合を想定して、最も多くのパターンマッチ数を与えるデータブロック５ａのパターン（１６ビット）を用いている。

その結果、図１９Ａ及び１９Ｂから分かるように、検出ウィンドウ９７が基準位置（即ち、ビットシフト０の位置）より左側にシフトしたときのパターンマッチの値の最大値は、パターン１では５であるのに対し、パターン４では４である。また検出ウィンドウ９７が基準位置より右側にシフトした場合も、基準位置から４０ビットの範囲において、パターン１によるパターンマッチの最大値が６であるのに対し、パターン４では４である。検出ウィンドウ９７が基準位置以外にあるときのパターンマッチの値は、誤って第２のデータ同期系列を検出することを防ぐため、できるだけ低くなることが望ましい。従って、ビットシフトに対する自己相関の特性は、パターン４の方が優れているといえる。

次に、エッジシフト発生時やスライス変動時における、第２のデータ同期系列の各パターン例の自己相関性を調べる。１ビットのエッジシフトとは、再生信号が、例えば、本来、"00100"となるべきところで、"01000"や"00010"となることを表す。また、図１８Ａ～１８Ｃは、スライス変動を説明する図である。スライスレベルは再生信号の２値化の基準であり、再生信号をサンプリングしてその値がスライスレベルより大きくなる場合を"1"として２値化がおこなわれる。２値化の結果はＮＲＺＩ符号で表される。図１８Ａに示すように、本来は、再生信号の振幅の中心位置でスライスすることにより、再生信号の２値化が行われる。しかし、図１８Ｂに示すように、スライスレベル上昇が生じたり、図１８Ｃに示すようにスライスレベル下降が生じると、再生信号の２値化の基準がずれることになる。その結果、本来、図１８Ａに示すようにＮＲＺＩ符号で"10001000"と再生されるべき信号系列が、スライスレベル上昇時には"10010000"と再生されたり（図１８Ｂ）、スライスレベル下降時には"10000100"と再生されたりする（図１８Ｃ）。

図２０Ａ及び２０Ｂは、第２のデータ同期系列を検出するウィンドウ９７内で１ビットのエッジシフト任意の位置に１カ所から３カ所まで発生した場合の、パターンマッチの最悪値の結果を示す。また、図２０Ｃは、スライスレベルが上昇することにより、ＶＦＯ領域１５のパターンが本来の"10001000"から"10010000"に変動し、ＰＳＹ領域の第２のデータ同期系列にもそれと同様の変動があるとした場合パターンマッチの結果を示し、同様に、図２０Ｄは、逆にスライスレベルが下降した場合のパターンマッチの結果を示している。

図２０Ａ及び２０Ｂに示されるように、エッジシフト箇所が１多くなるごとに、全体的にパターンマッチの値がほとんどすべてのビット位置において１上昇する。その結果、パターン１の場合、図２０Ａから分かるように、エッジシフトが２カ所発生すると、検出ウィンドウ９７の基準位置以外の位置においても、パターンマッチの値が８となる箇所があり、誤検出の恐れがある。しかし、パターン４の場合、エッジシフトが２カ所発生したときでも、検出ウィンドウ９７の基準位置以外の位置におけるパターンマッチの値の最大値は６であり、誤検出の可能性が

少ない。

また、図２０Ｃによれば、パターン１の場合、検出ウィンドウ９７をその基準位置から左側（図中マイナス側）に６４ビットから４８ビットの範囲にシフトして検出を行ったとき、即ち、スライス変動したＶＦＯ領域１５の信号系列とのパターンマッチを行った場合、パターンマッチの値が急激に高くなる箇所があり（その値が８になっている）、第２のデータ同期系列として誤検出される可能性がある。しかし、パターン４の場合は、スライスレベルが変動したときも、検出ウィンドウ９７の基準位置から左側でのパターンマッチの値の最大値は５であり、誤検出の可能性が少ない。

以上、本実施例で説明したように、パターン４の第２のデータ同期系列は、記録符号としての特性も良く、エッジシフトやスライスレベルの変動などに対しても同期信号を誤検出の可能性を少なく、ＰＳＹ領域に記録する第２のデータ同期系列として好ましい。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明の光ディスクによれば、グルーブトラック及びランドトラックのどちらをトラッキングする場合にも、第１のヘッダ領域のセクタ識別データを再生することが可能であり、グルーブトラックおよびランドトラック各々に対して専用のヘッダ領域を設ける必要がない。

また、書換可能エリアのプリフォーマットにおいて、案内溝（グルーブトラック）を形成するカッティグビームをグルーブトラックの中心から内外周にウォブリングさせることにより、第１のヘッダ領域を光ディスク上に容易にかつ高精度に形成することができる。従って、書換可能エリアのヘッダ領域を形成するために、専用のカッティグ用光源を別途設ける必要がない。

このように本発明の光ディスクによれば、書換可能エリアで内でのプリフォーマットを、単一のカッティグ用光源を用いて精度よくかつ容易に実現することができる。従って、書換可能エリアと再生専用エリアとが混在する場合でも、従来のカッテングマシンを用いてプリフォーマットが実現できる。

また、以上説明したように、本発明によれば、再生専用エリアにおけるセクタの長さ、ヘッダ領域の長さ、及び各セクタに記録するデータ領域の長さを、書換可能エリアにおけるセクタの長さ、ヘッダ領域の長さ、及び各セクタに記録するデータ領域の長さと同一にすることにより、再生専用エリアのデータフォーマットを、書換可能エリアのデータフォーマットに整合させる。このことにより、再生専用エリアと書換可能エリアとでセクタの管理を統一し、セクタ検索等の処理を一元化することができる。

また、本発明によれば、再生専用エリアの情報データ領域の前後にダミーデータ領域を付加することにより、再生専用エリアにおけるセクタの長さおよびヘッダ領域の長さ、及び1セクタに記録するデータの長さを、書換可能エリアにおけるセクタの長さ、ヘッダ領域の長さ、及び1セクタに記録するデータの長さと同一とすることができる。このことにより、再生専用エリアと書換可能エリアとでセクタの管理を統一し、セクタの検索等の処理を一元化することができる。

また、本発明の光ディスクによれば、書換可能エリアと再生専用エリアとが混在した光ディスクフォーマットであっても、書換可能エリア及び再生専用エリアに対する再生信号処理回路を別々に設ける必要がない。従って、信号処理部を共通化し、光ディスク記録再生装置の回路規模を縮小することができ、より簡単な回路構成で信頼性の高い再生信号処理回路を実現できる。

また、本発明によれば、再生専用エリアにおけるトラッキングサーボが位相誤差検出方式であっても、トラッキング誤差信号を安定して検出でき、比較的安定なトラッキングサーボが可能である。また、隣接するトラックにおける第2のダミーデータ領域に互いに異なるデータ同期系列を配置することにより、トラッキングサーボの安定化とともに、情報データ領域の開始点を確実に検出できる。

また、本発明によれば、未記録で残った再生専用エリアのセクタにダミーデータを記録したセクタを補充することで、書換可能エリアの接続部を常にトラックの先頭から開始することができ、セクタ管理を効率的に行うことができる。

また、本発明によれば、プリシンク領域に自己相関性の強い第2のデータ同期系列を用いることにより、高い信頼度でプリシンク領域を検出することができ、

その結果プリシンク領域の後に続いて配置されるデータ領域の開始タイミング位置を正しく特定することができる。このことにより、記録されたデータの再生を安定して行うことができる。

また、第２のデータ同期系列の構成として、ＶＦＯ領域のマーク／スペース長の平均よりも、第２のデータ同期系列におけるマーク／スペース長の平均を長くすることにより、ＶＦＯ領域に用いられるデータ同期系列のパターンに対してパターンマッチを起こしにくくすることができる。更に、この効果は、再生信号にエラーがない状態であっても、あるいはエッジシフトが生じたり、スライスレベルが変動している状態であっても実現できる。従って、このような第２のデータ同期系列は、ＶＦＯ領域とデータ領域との間に配置されるプリシンク領域のデータ系列として、エラーにも強く、優れた検出結果を得ることができる。

また、第２のデータ同期系列のデジタル積算値を零にすることにより、直流成分の変動に影響を与えないので、第２のデータ同期系列の付加により再生信号の安定性を損うことがない。

また、第２のデータ同期系列が変調符号則上の制限値を満足することにより、光ディスク上に記録されるマークが小さすぎて波形干渉を起こしたり、あるいはマークが大きすぎて信号の反転間隔が長くなり、クロック同期が不安定となることを防ぐ効果がある。

* C L M S *

請求の範囲

1．書換可能な第１の記録領域と、再生専用の第２の記録領域とを有する光ディスクであって、

該第１の記録領域は、ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に交互に配置された溝部であるグルーブトラック及び溝間部であるランドトラックからなる第１のトラックを有し、各第１のトラックは複数の第１のセクタに分割され、各第１のセクタは、該第１のセクタを識別する識別データを含む第１のヘッダ領域と、記録面の光学特性を変化させた記録マークによってユーザデータが記録される第１のデータ領域とを有しており、

該第２のデータ記録領域は、該光ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に配列された物理的な凹凸形状のピット列によって形成された第２のトラックを有し、各第２のトラックは複数の第２のセクタに分割され、各第２のセクタは、該第２のセクタを識別する識別データを含む第２のヘッダ領域と、ピット列によって再生専用データが記録された第２のデータ領域とを有しており、

該第１のヘッダ領域は物理的凹凸形状の第１のピット列を含み、該第１のピット列の各ピットは、該グルーブトラックの幅と実質的に等しい該光ディスク半径方向の幅を有し、かつ該グルーブトラックの中心線から該グルーブトラックのピッチの約４分の１だけ外周または内周側にずらされて配置され、

該第２のヘッダ領域は物理的凹凸形状の第２のピット列を含み、該第２のピット列の各ピットは、該グルーブトラックの幅より狭い該光ディスク半径方向の幅を有し、かつトラッキングされる該第２のトラックのほぼ中心線上に配置されている、

光ディスク。

2．前記第１のヘッダ領域のデータ系列と、前記第２のヘッダ領域のデータ系列とは、同じ変調符号で変調されており、

前記第１のデータ領域のデータ系列と、前記第２のデータ領域のデータ系列と

は、同じ変調符号で変調されている、

請求項１に記載の光ディスク。

３．前記第１のヘッダ領域の前記識別データと前記第２のヘッダ領域の前記識別データは、同じデータ配列及び同じデータ容量のデータフォーマットを有しており、

前記第１のデータ領域と前記第２のデータ領域とは、同じデータ配列及び同じデータ容量のデータフォーマットを有している、

請求項１に記載の光ディスク。

４．前記書換可能な第１の記録領域における前記第１のヘッダ領域と前記第１のデータ領域とのデータビット間隔と、前記再生専用の第２の記録領域における前記第２のヘッダ領域と前記第２のデータ領域とのデータビット間隔とが実質的に等しい、請求項３に記載の光ディスク。

５．前記書換可能な第１の記録領域において、前記第１のセクタの各々は、前記第１のヘッダ領域と前記第１のデータ領域との間に配置された、ミラーマーク領域、ギャップ領域、及び第１のダミーデータ領域を有し、更に、該第１のデータ領域とその次の第１のセクタのヘッダ領域との間に配置された、ガードデータ領域及びバッファ領域を有しており、

前記再生専用の第２の記録領域において、前記第２のセクタの各々は、前記第２のヘッダ領域と前記第２のデータ領域との間に配置された第２のダミーデータ領域を有し、更に、該第２のデータ領域とその次の第２のセクタの第２のヘッダ領域との間に配置された第３のダミーデータ領域を有する、

請求項３に記載の光ディスク。

６．前記第１のダミーデータ領域、前記第２のダミーデータ領域、及び前記第３のダミーデータ領域は、記録すべきデータの変調に用いられる変調符号の特定の

配列パターンを有する、請求項５に記載の光ディスク。

７．書換可能な第１の記録領域と、再生専用の第２の記録領域とを有する光ディスクであって、

該第１の記録領域は、ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に交互に配置された溝部であるグループトラック及び溝間部であるランドトラックからなる第１のトラックを有し、各第１のトラックは複数の第１のセクタに分割され、各第１のセクタは、該第１のセクタを識別する識別データを含む第１のヘッダ領域と、記録面の光学特性を変化させた記録マークによってユーザデータが記録される第１のデータ領域とを有し、

該第２のデータ記録領域は、該光ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に配列された物理的な凹凸形状のピット列によって形成された第２のトラックを有し、各第２のトラックは複数の第２のセクタに分割され、各第２のセクタは、該第２のセクタを識別する識別データを含む第２のヘッダ領域と、ピット列によって再生専用データが記録された第２のデータ領域とを有し、

該第１及び第２の記録領域のデータ系列は同じ変調符号を用いて変調されており、

該第１及び第２のセクタは同一のデータ容量を有し、

該第１及び第２のヘッダ領域の識別データは同じデータ配列を有し、

該第１及び第２のデータ領域は、同じデータ配列及び同じデータ容量のデータフォーマットを有している、

光ディスク。

８．前記第１のセクタの各々は、前記第１のヘッダ領域と前記第１のデータ領域との間に配置された第１のダミーデータ領域を有し、

前記第２のセクタの各々は、前記第２のヘッダ領域と前記第２のデータ領域との間に配置された第２のダミーデータ領域と、該第２のデータ領域とその次の第２のセクタの第２のヘッダ領域との間に配置された第３のダミーデータ領域と

を有し、

該第２及び第３のダミーデータ領域は、少なくともその一部に、前記ディスク基板の内側もしくは外側に隣接するトラックにおける対応するダミーデータ領域のデータ系列とは異なるデータ系列のデータを含む、

請求項７に記載の光ディスク。

９．前記第２及び第３のダミーデータ領域は、少なくともその一部に、隣接するトラックの対応するダミーデータ領域に配置されるデータ系列とは相関のないランダムデータ系列を含む、請求項８に記載の光ディスク。

１０．前記ランダムデータ系列は、M系列シーケンスによって発生されるデータ系列である、請求項９に記載の光ディスク。

１１．前記第２及び第３のダミーデータ領域は、少なくともその一部に、隣接するトラックの各ダミーデータ領域のデータ系列とは相関のないランダムデータ系列と、該ランダムデータ系列に引き続いて配置される変調符号に含まれる特定の配列パターンとを含む、請求項８に記載の光ディスク。

１２．前記第２及び第３のダミーデータ領域は、少なくともその一部に、前記第２のデータ領域の開始タイミング位置を特定させるためのデータ同期系列を含む、請求項８に記載の光ディスク。

１３．前記第２及び第３のダミーデータ領域に含まれる前記データ同期系列は、複数種類のデータ同期系列パターンが１トラック毎に切り換えて配置される、請求項１２記載の光ディスク。

１４．前記第２及び第３のダミーデータ領域は、少なくともその一部に、予め定められた特定のデータを前記セクタ識別データのアドレス情報に基づいてスクラ

* C L M S *

ンブルを行い、前記変調符号で変調して生成されたパターンを有する、請求項８に記載の光ディスク。

１５．前記第１のセクタあるいは前記第２のセクタの所定数ｋ個（ｋは整数）によって１つの誤り訂正ブロックを構成し、ｋ個の整数倍のセクタにデータを記録し、ｋ個以下の残りのセクタにダミーデータを記録する、請求項７に記載の光ディスク。

１６．書換可能な第１の記録領域と、再生専用の第２の記録領域とを有する光ディスクであって、

該第１の記録領域は、ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に交互に配置された溝部であるグループトラック及び溝間部であるランドトラックからなる第１のトラックを有し、各第１のトラックは複数の第１のセクタに分割され、各第１のセクタは、該第１のセクタを識別する識別データを含む第１のヘッダ領域と、記録面の光学特性を変化させた記録マークによってユーザデータが記録される第１のデータ領域とを有し、

該第２のデータ記録領域は、該光ディスク基板上にスパイラル状もしくは同心円状に配列された物理的な凹凸形状のピット列によって形成された第２のトラックを有し、各第２のトラックは複数の第２のセクタに分割され、各第２のセクタは、該第２のセクタを識別する識別データを含む第２のヘッダ領域と、ピット列によって再生専用データが記録された第２のデータ領域とを有し、

該第１及び第２のデータ領域の少なくとも一方は、

該データ領域の先頭に配置され、該情報データ領域の開始タイミング位置を特定させる第１のデータ同期系列と、

該第１のデータ同期系列の前に配置され、該情報データ領域の開始タイミング位置を特定させる第２のデータ同期系列と、

該第２のデータ同期系列の前に配置され、該情報データ領域における変調符号の特定の繰り返し配列パターンを有する第３のデータ同期系列と、

This Sheet Has Been Replaced

* C L M S *

を有する、
光ディスク。

１７．前記情報データ領域は複数のデータブロックに分割して配置され、
各データブロックの先頭に前記第１のデータ同期系列が配置され、
分割して配置された前記複数のデータブロックの最初のデータブロックの先頭に配置された該第１のデータ同期系列の更に前に、前記第２のデータ同期系列が配置された、
請求項１６記載の光ディスク。

１８．前記第２のデータ同期系列における「１」を１値に、「０」を－１値に変換して全符号を積算したデジタル積算値が零である、請求項１６に記載の光ディスク。

１９．前記第２のデータ同期系列は、前記情報データ領域におけるマーク長（「１」もしくは「０」レベル）及びスペース長（「０」もしくは「１」レベル）の変調符号則上の制限値である最大長及び最小長を満足する、請求項１６に記載の光ディスク。

２０．前記第２のデータ同期系列における前記マーク長及び前記スペース長の平均値は、前記第３のデータ同期系列のマーク長及びスペース長より長い、請求項１６に記載の光ディスク。

２１．前記第２のデータ同期系列は、４ビットを一組とした符号シンボル、「０１００」、「００１０」、「１０００」、「０００１」、「００００」のいずれかのシンボルを複数個組み合わせて構成されるデータ系列である、請求項１６に記載の光ディスク。

This Sheet Has Been Replaced

２２．前記第２のデータ同期系列は、「０００００１００００１００００１００００１００００１００００１００００１００００」の符号系列を含むデータ系列である、請求項１６に記載の光ディスク。