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。

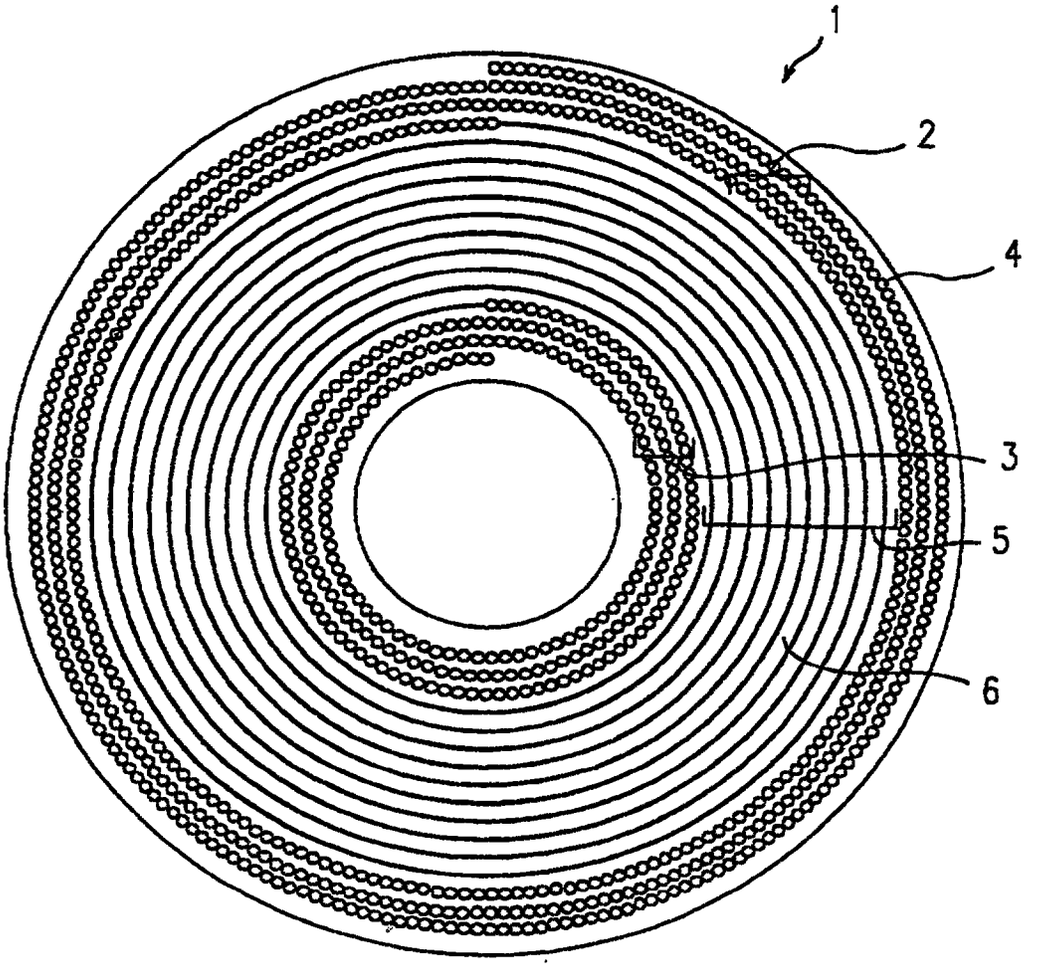
２０．前記第２のデータ同期系列における前記マーク長及び前記スペース長の平均値は、前記第３のデータ同期系列のマーク長及びスペース長より長い、請求項１６に記載の光ディスク。

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。

図 1



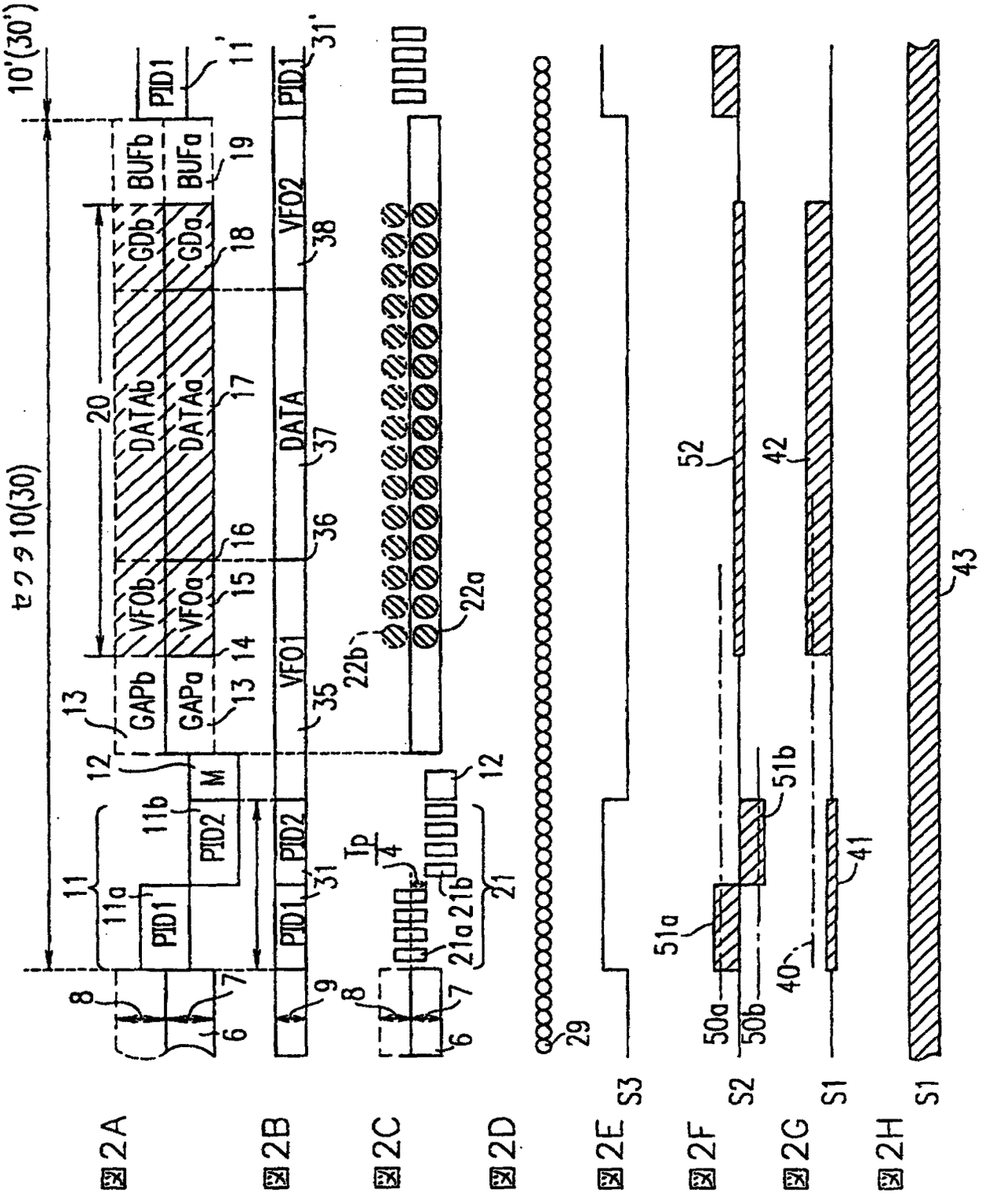
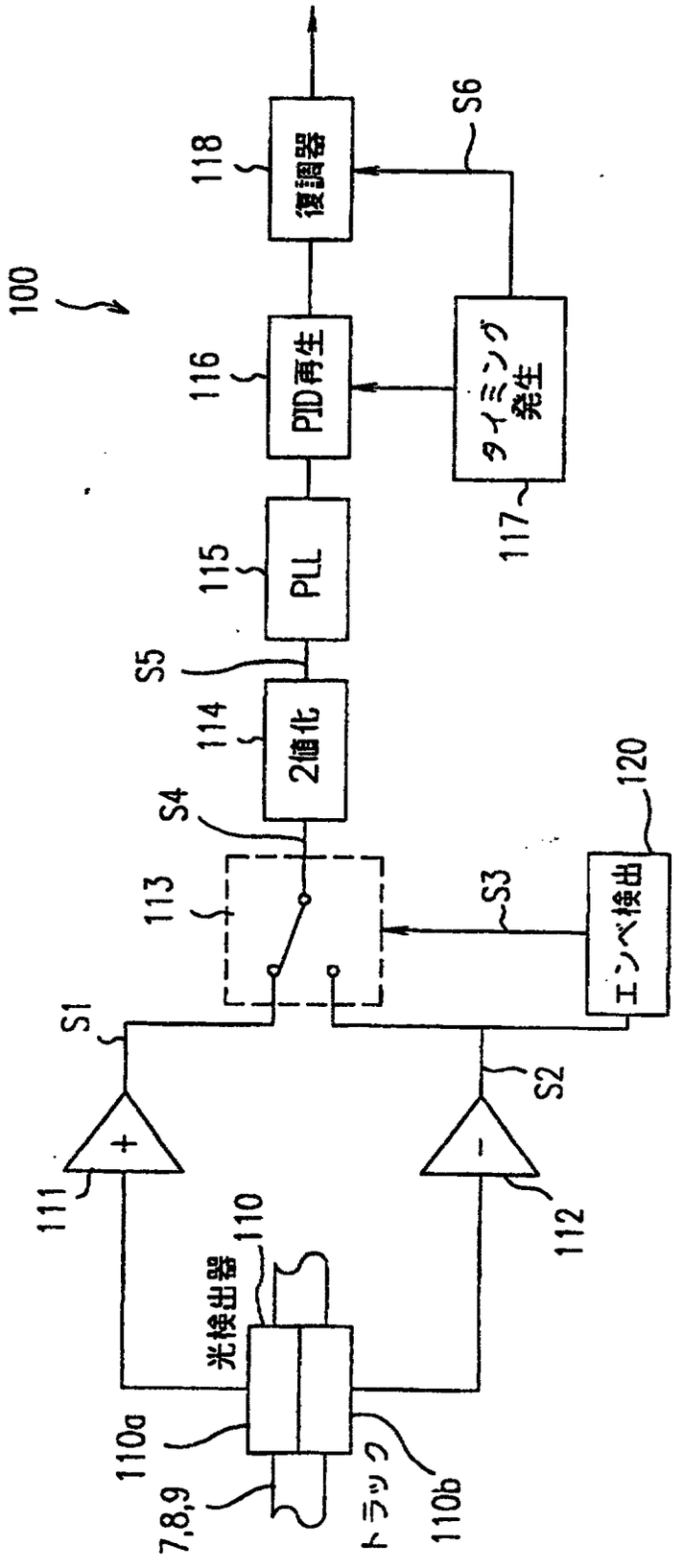
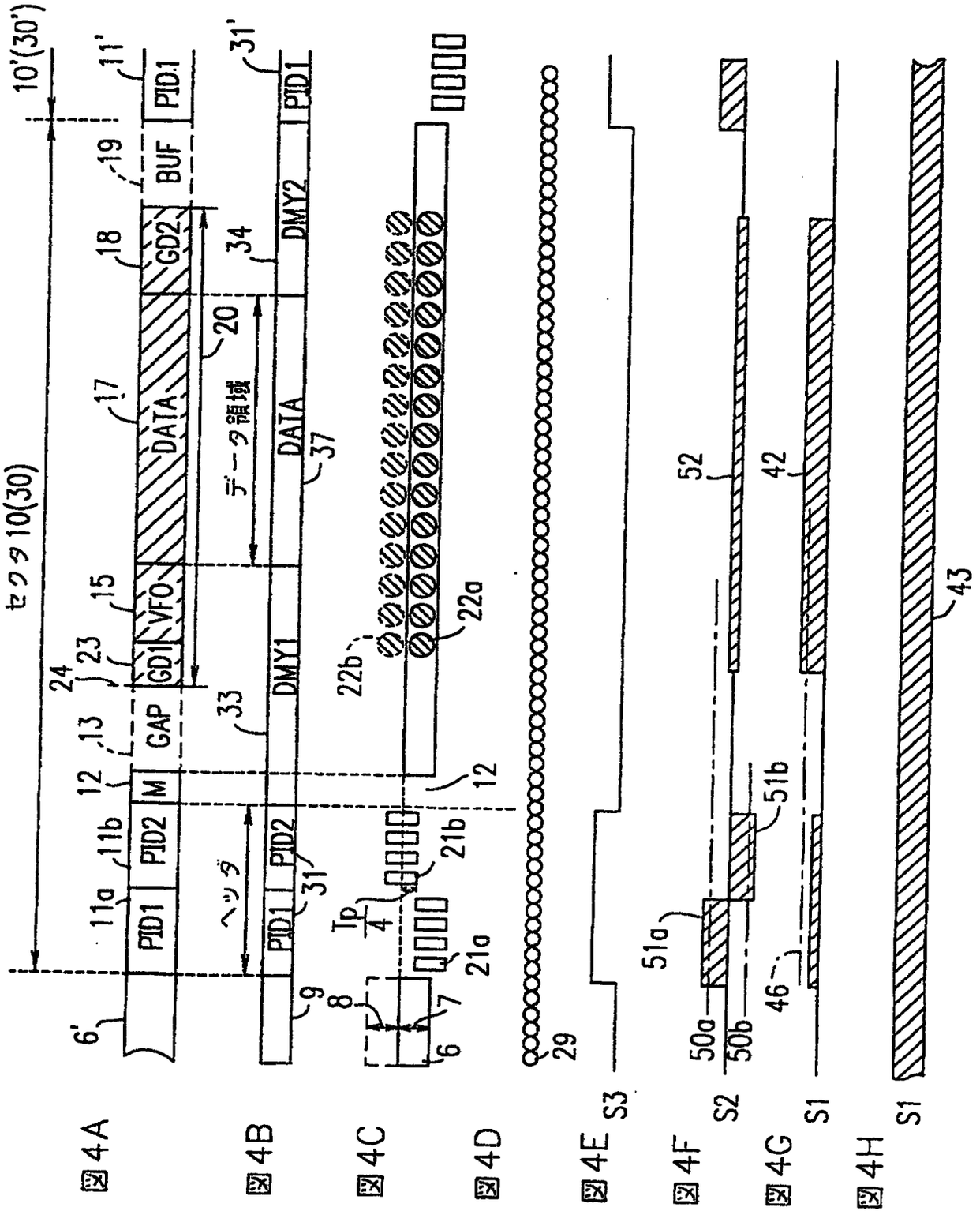

セクタ10(30)
10'(30')
PID1
PID2
M
GAPb
GAPa
VFOb
VFOa
DATAb
DATAa
GDb
GDa
BUFb
BUFa
VFO1
VFO2
DATA
Tp/4
S3
S2
S1
S1
図2A
図2B
図2C
図2D
図2E
図2F
図2G
図2H

図3


100
118
復調器
S6
116
PID再生
タイミング発生
117
115
PLL
S5
114
2値化
S4
113
S3
120
エンベ検出
S1
S2
111
112
光検出器
110
110a
7,8,9
トラック
110b


セクタ10(30)
10'(30')
PID1
PID2
M
GAP
GD1
VFO
DATA
GD2
BUF
DMY1
DMY2
ヘッダ
データ領域
Tp/4
S3
S2
S1
S1
図4A
図4B
図4C
図4D
図4E
図4F
図4G
図4H

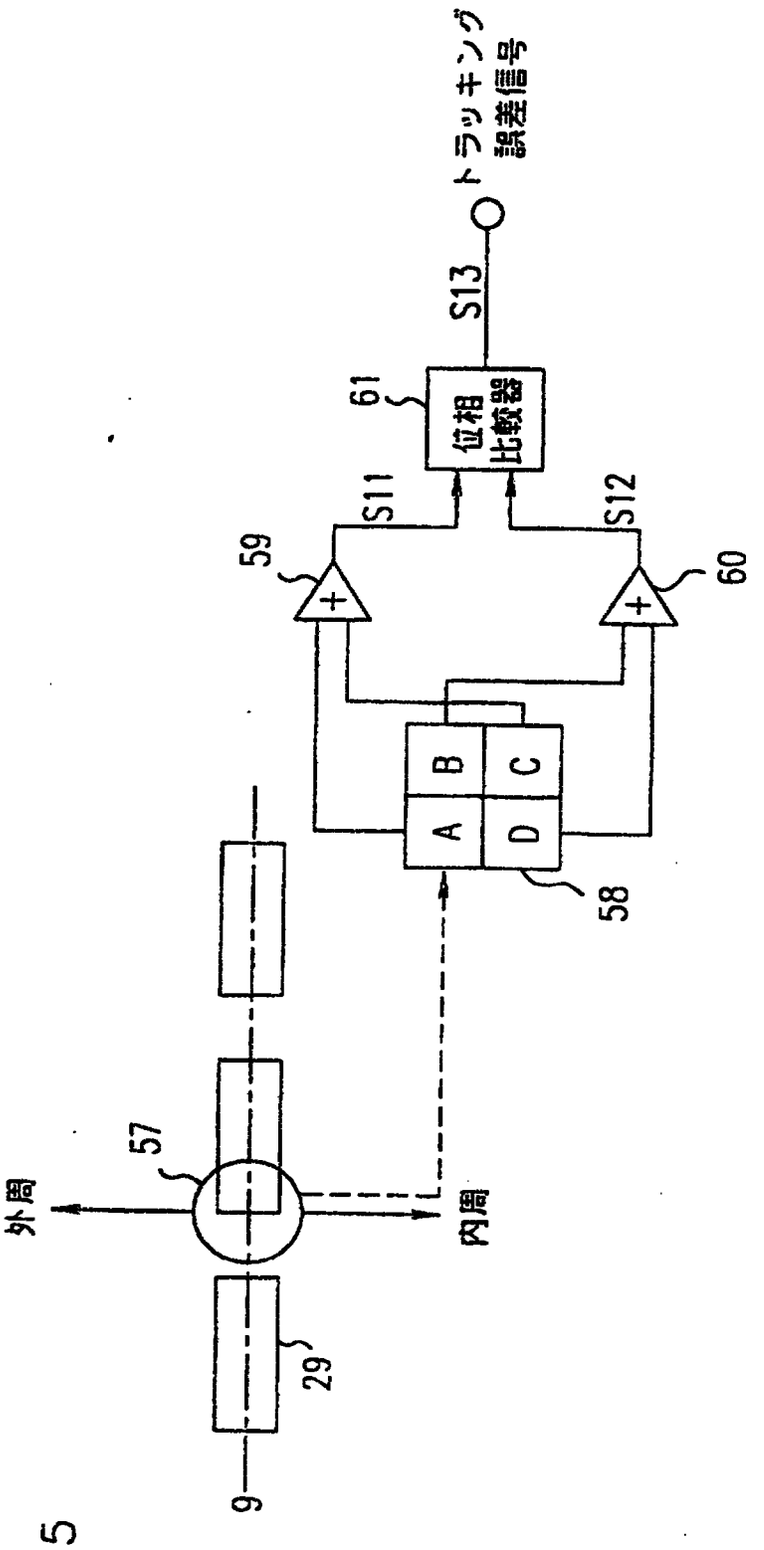


図5

図6

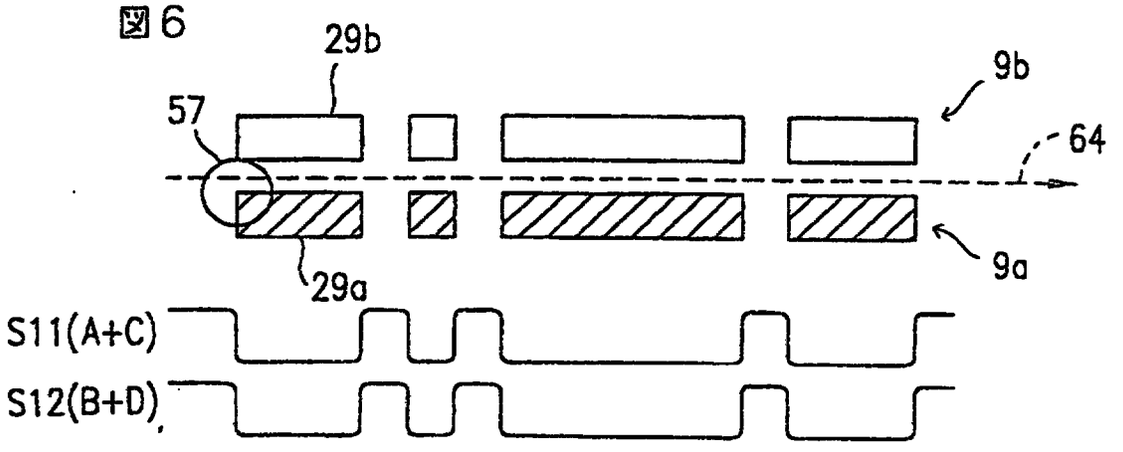
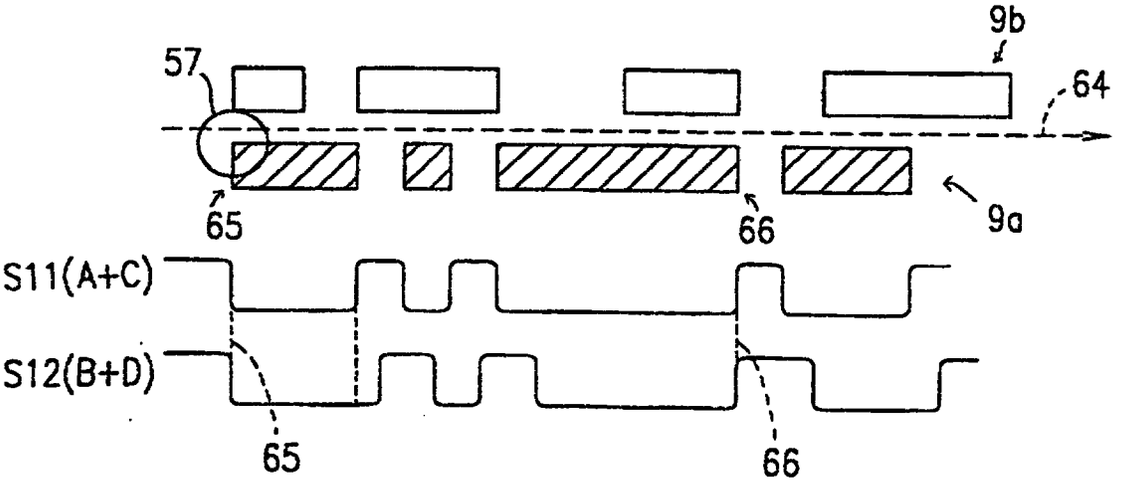

29b
9b
57
64
29a
9a
S11(A+C)
S12(B+D)

図7


9b
57
64
65
66
9a
S11(A+C)
S12(B+D)
65
66

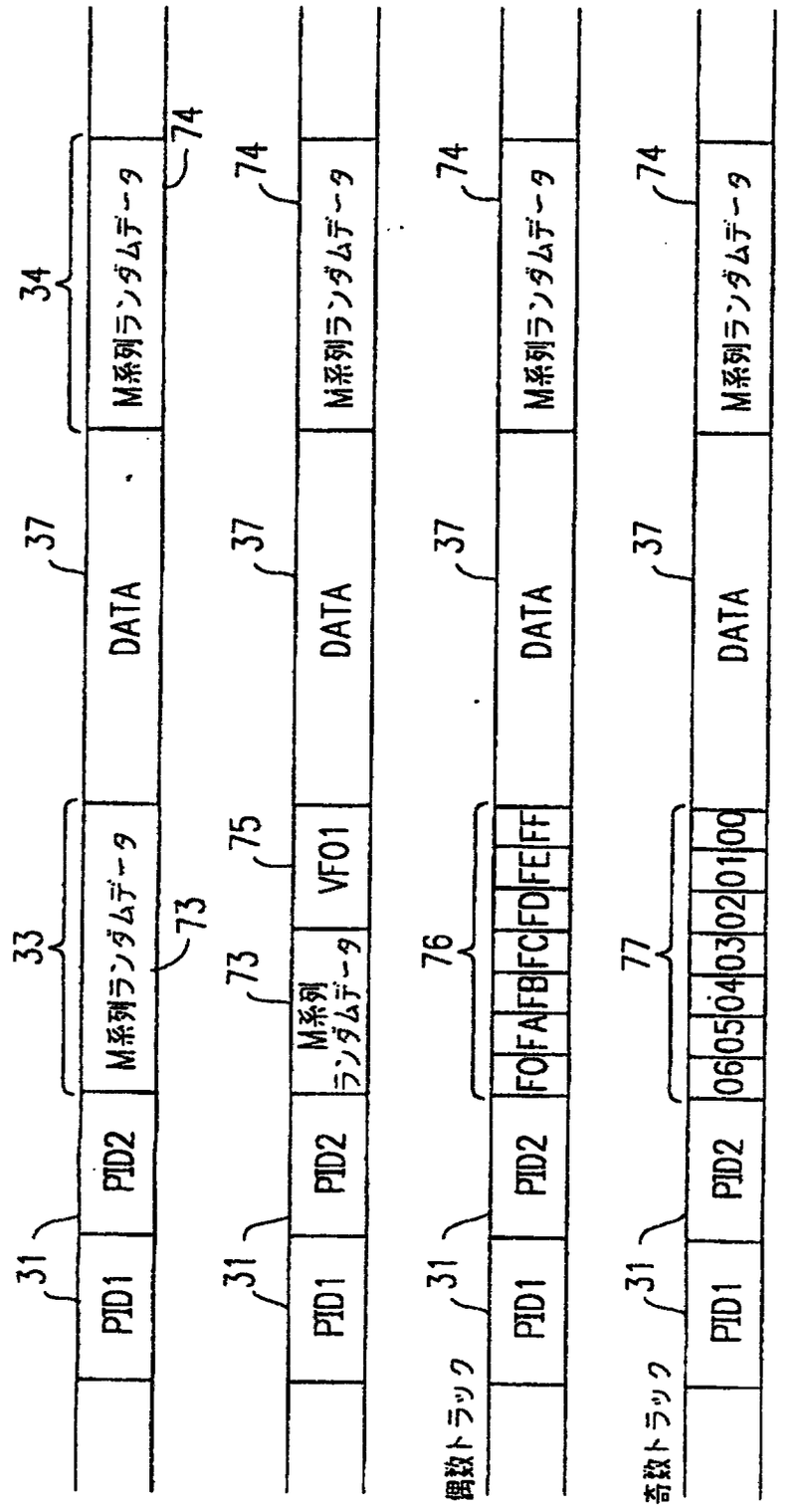

図8A
図8B
図8C
図8D
PID1
PID2
M系列ランダムデータ
DATA
VF01
FO FA FB FC FD FE FF
06 05 04 03 02 01 00
偶数トラック
奇数トラック
31
33
34
37
73
74
75
76
77

図9

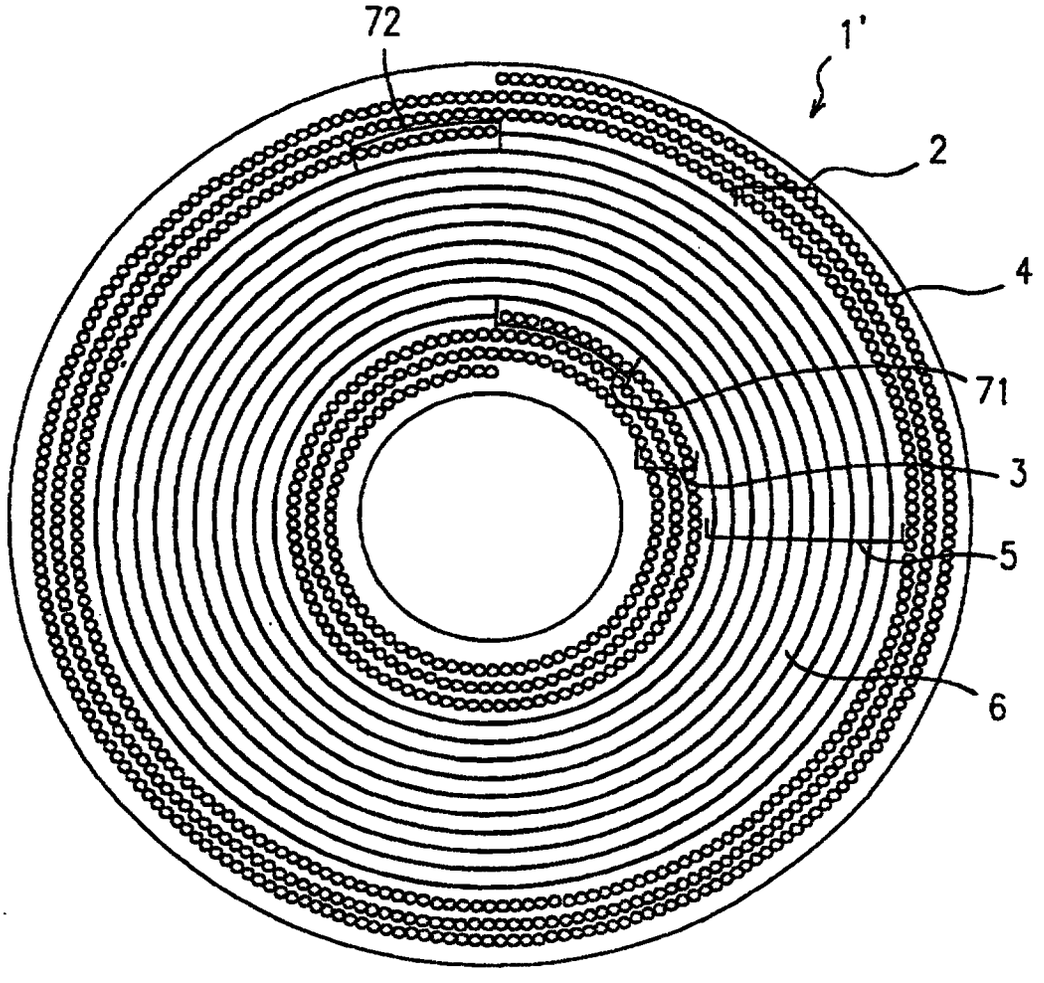


図10A

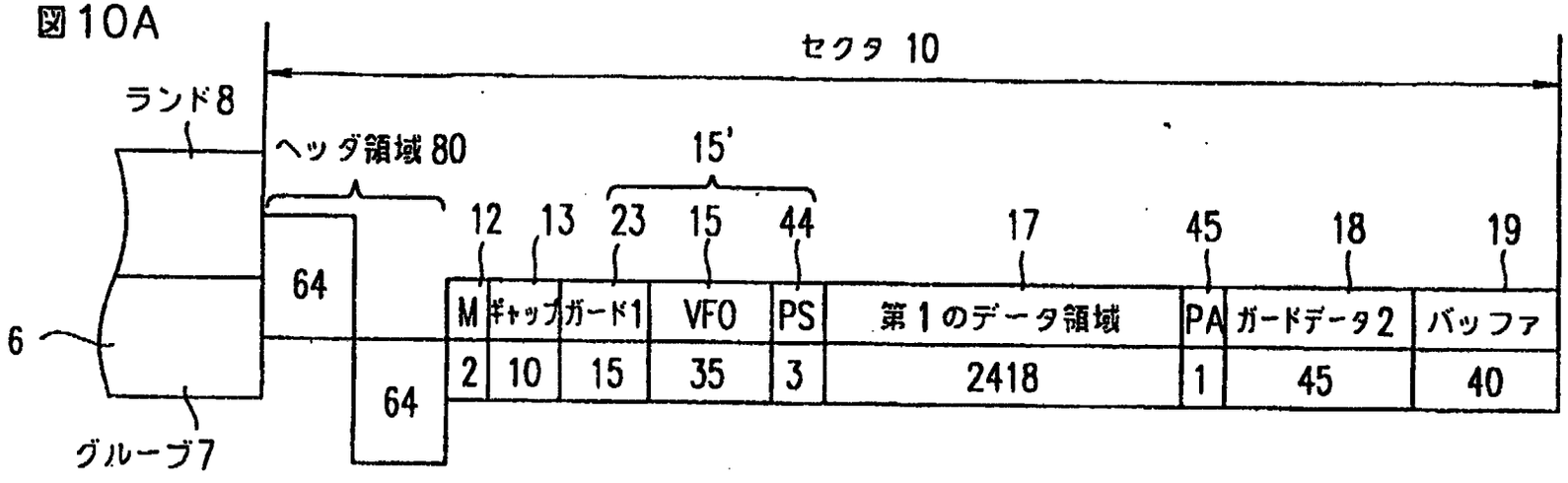

セクタ 10
ランド8
ヘッダ領域 80
15'
12 13 23 15 44 17 45 18 19
64
64
6
グループ7
M ギャップ ガード1 VFO PS 第1のデータ領域 PA ガードデータ2 バッファ
2 10 15 35 3 2418 1 45 40

図10B

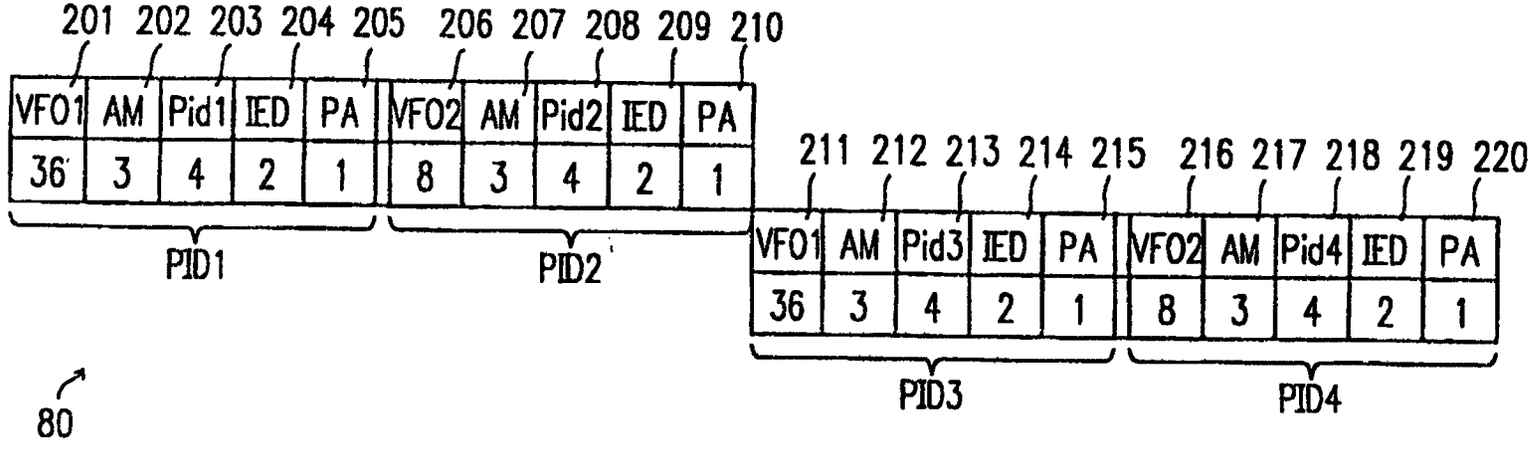

201 202 203 204 205 206 207 208 209 210
VFO1 AM Pid1 IED PA VFO2 AM Pid2 IED PA
36 3 4 2 1 8 3 4 2 1
PID1
PID2
211 212 213 214 215 216 217 218 219 220
VFO1 AM Pid3 IED PA VFO2 AM Pid4 IED PA
36 3 4 2 1 8 3 4 2 1
PID3
PID4
80

図11A

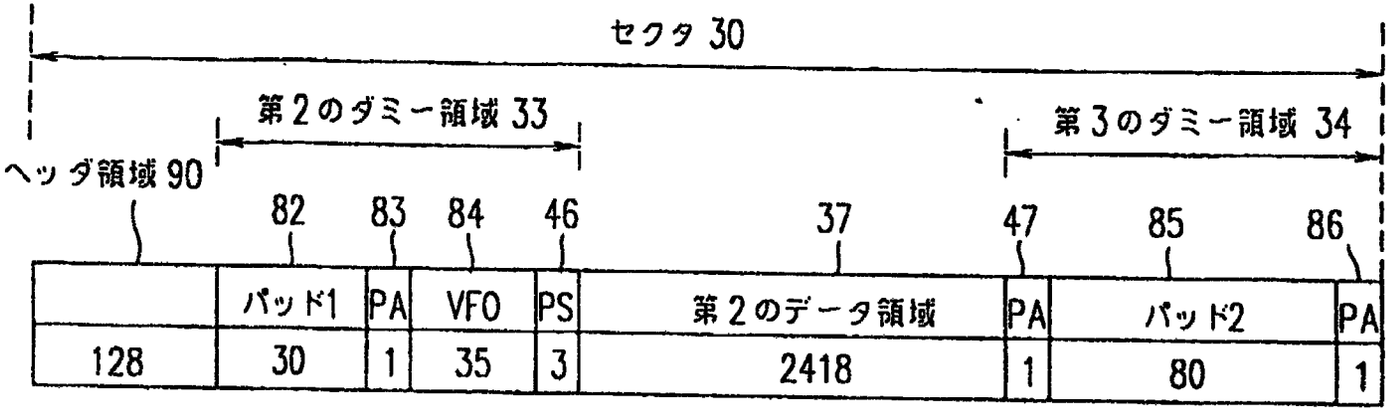
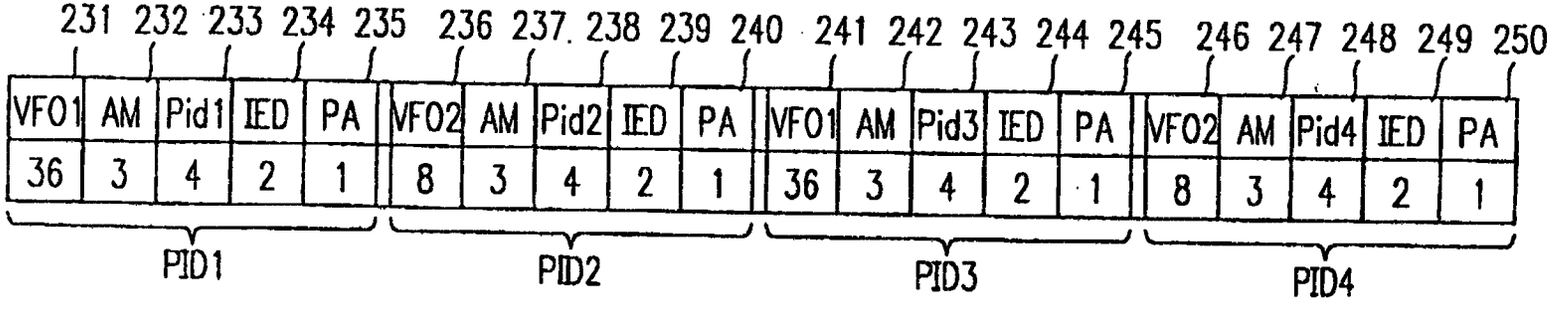

セクタ 30
第2のダミー領域 33
第3のダミー領域 34
ヘッダ領域 90
82
83
84
46
37
47
85
86
パッド1
PA
VFO
PS
第2のデータ領域
PA
パッド2
PA
128
30
1
35
3
2418
1
80
1

図11B


231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250
VFO1 AM Pid1 IED PA VFO2 AM Pid2 IED PA VFO1 AM Pid3 IED PA VFO2 AM Pid4 IED PA
36 3 4 2 1 8 3 4 2 1 36 3 4 2 1 8 3 4 2 1
PID1
PID2
PID3
PID4

90

図12

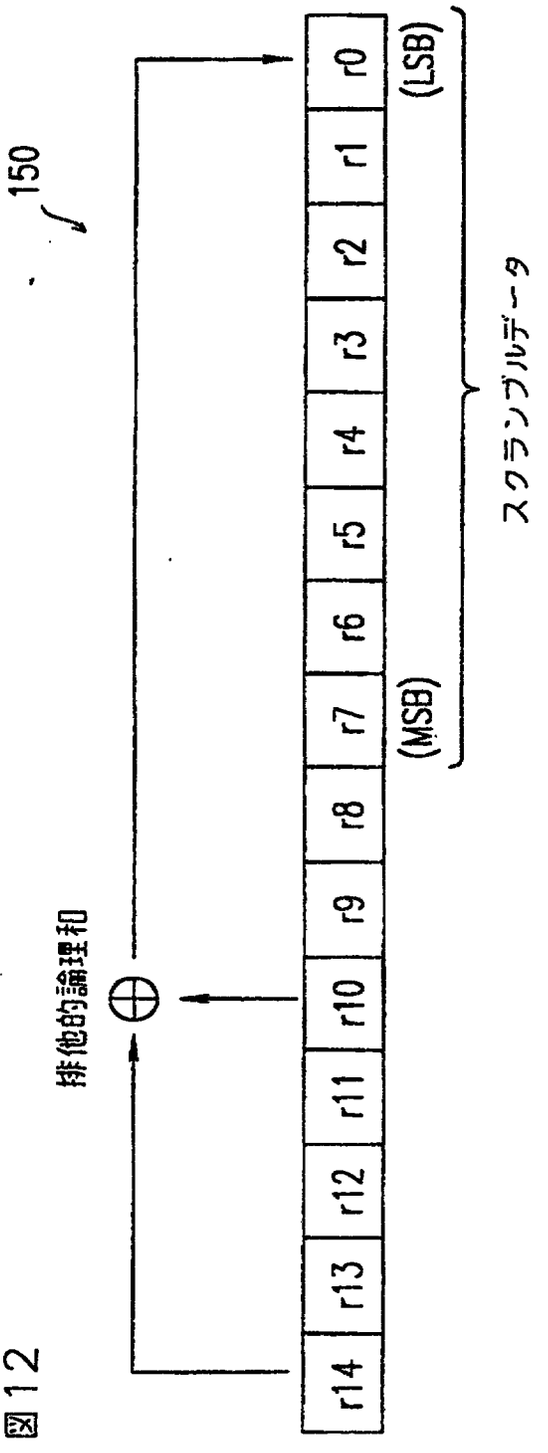
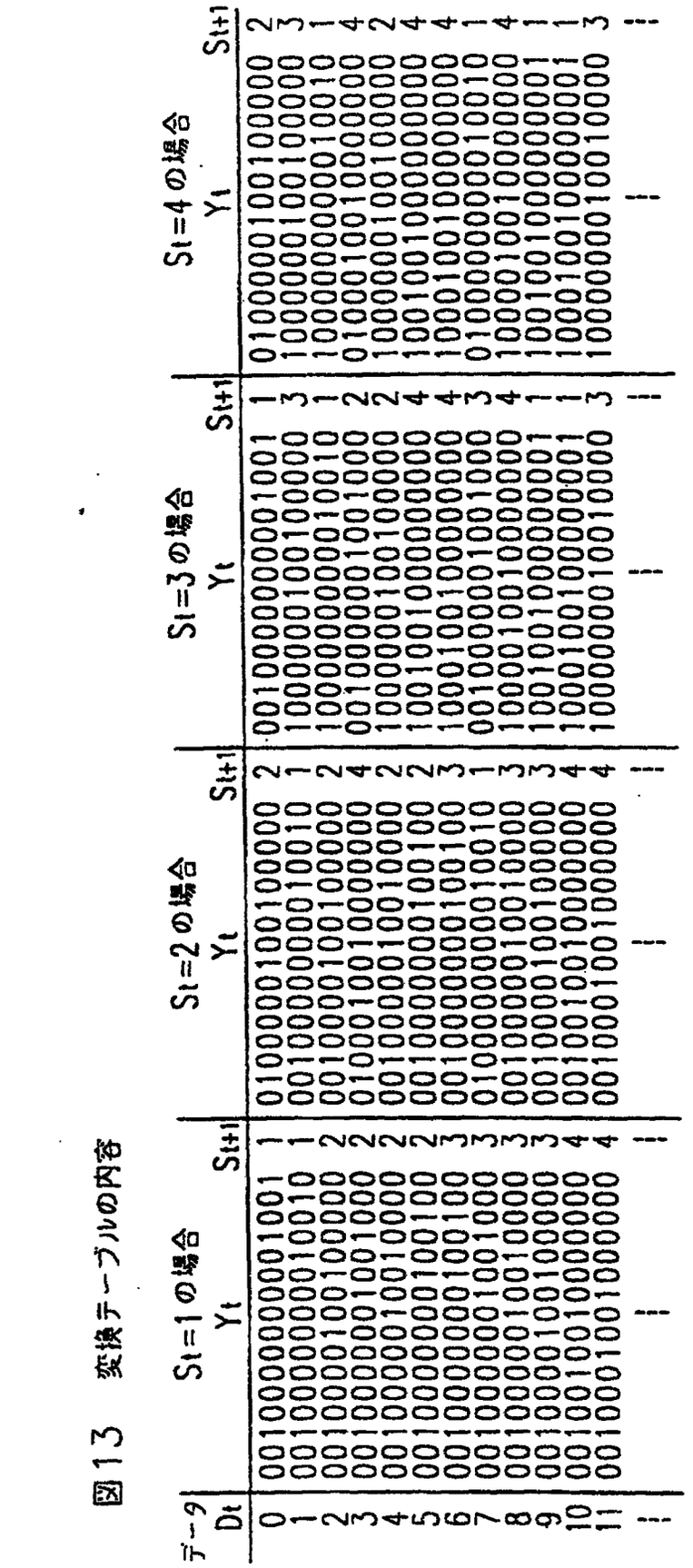

150
r0
r1
r2
r3
r4
r5
r6
r7
r8
r9
r10
r11
r12
r13
r14
(LSB)
(MSB)
スクランブルデータ
排他的論理和
原始多項式：$X^{15} + X^4 + 1$

図13 変換テーブルの内容



データ Dt	St=1の場合 Yt	St+1	St=2の場合 Yt	St+1	St=3の場合 Yt	St+1	St=4の場合 Yt	St+1
0	00100000000001001	1	01000000100100000	2	00100000000001001	1	01000000100100000	2
1	00100000000100010	1	00100000010000010	1	10000000100010000	3	10000000100000010	3
2	00100000010010000	2	00010000100100000	4	10000000010000100	1	10000000010000100	1
3	00100000100100000	2	00010000010010000	2	01000000010000100	2	01000000010010000	4
4	00010000001001000	2	00010000001001000	2	10000000100100000	4	10000000100100000	2
5	00010000010010000	3	00010000000100100	3	01000000001001000	3	01000000001001000	4
6	00010000100010000	3	00100000100010000	1	10000000001001000	4	10000000001001000	4
7	00010000100100000	3	00100000010001000	3	10000000010001000	1	10000000010001000	1
8	00010000001000001	4	00010000001000001	3	01000000010001000	4	01000000010001000	1
9	00010000010001000	4	00010000100001000	4	10000000100001000	1	10000000100001000	1
10	00010000100001000	4	00100000001000001	1	10000000001000001	1	10000000001000001	1
11	00010000100100000	4	00100000100100000	4	10000000100100000	3	10000000100100000	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---

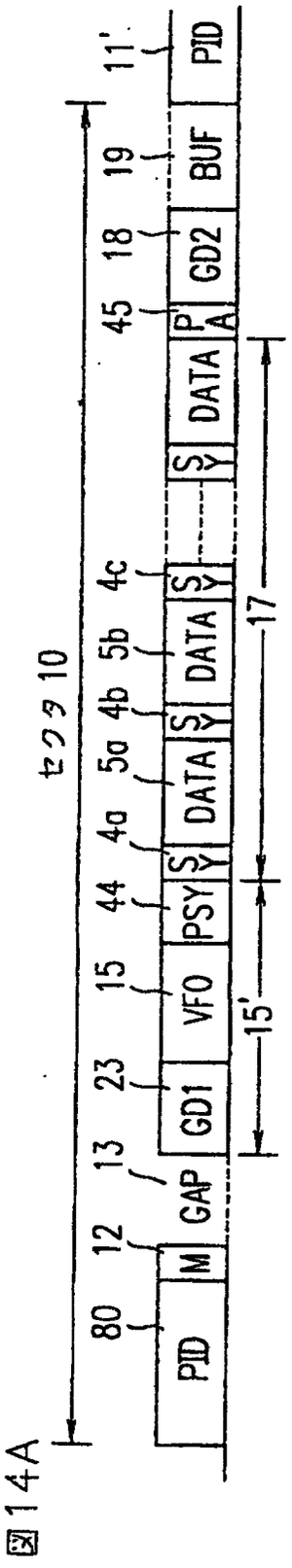

セクタ 10
PID
M
GAP
GD1
VFO
PSY
SY
DATA
SY
DATA
SY
DATA
SY
PA
DATA
GD2
BUF
PID
80
12
13
23
15
44
4a
5a
4b
5b
4c
45
18
19
11'
15'
17

図14A

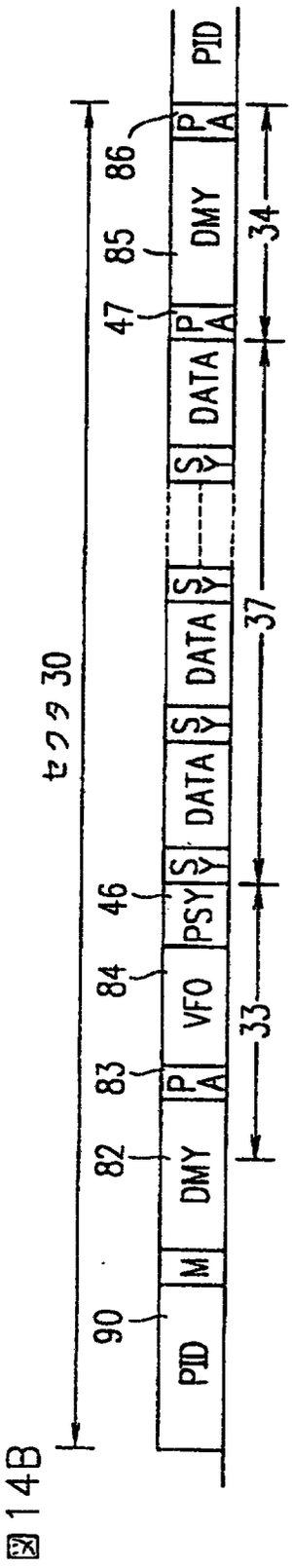

セクタ 30
PID
M
DMY
PA
VFO
PSY
SY
DATA
SY
DATA
SY
DATA
SY
PA
DMY
PA
PID
90
82
83
84
46
86
85
47
33
37
34

図14B

図15

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
マーク長とスペース長の平均	3.7T	4.4T	4.4T	4.8T
マーク長、スペース長の最小値、最大値	3T, 6T	3T, 6T	3T, 6T	3T, 6T
パターンを構成する4ビットシンボルの種類	3	5	5	5
|DSV|	6	0	2	0

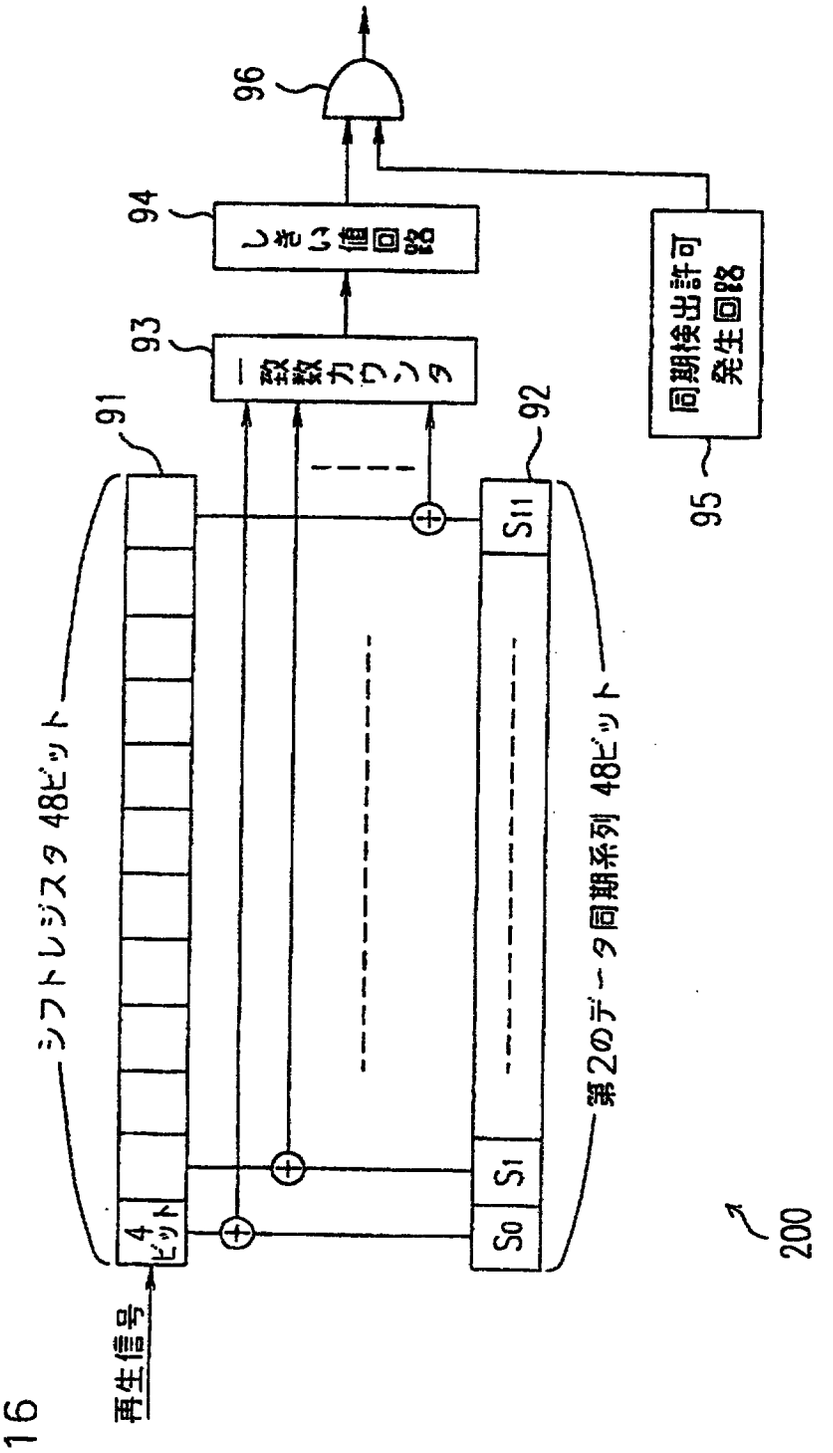

96
94
しきい値回路
93
一致数カウンタ
91
92
同期検出許可
発生回路
95
シフトレジスタ 48ビット
S11
S1
S0
4ビット
第2のデータ同期系列 48ビット
再生信号
200

図16

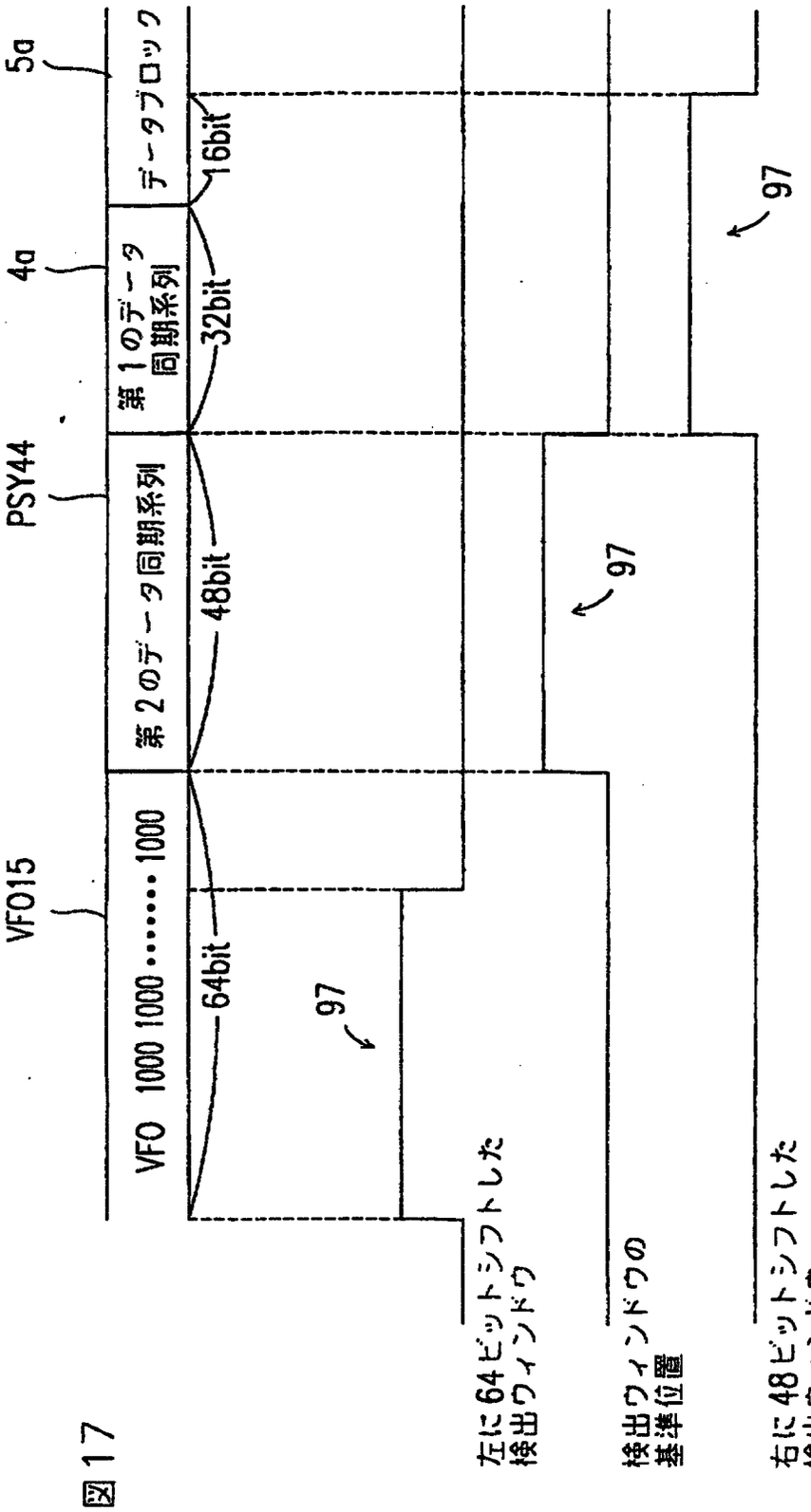

VFO15
PSY44
4a
5a
VFO 1000 1000 1000
第2のデータ同期系列
第1のデータ同期系列
データブロック
64bit
48bit
32bit
16bit
97
97
97
左に64ビットシフトした検出ウィンドウ
検出ウィンドウの基準位置
右に48ビットシフトした検出ウィンドウ

図17

図18A

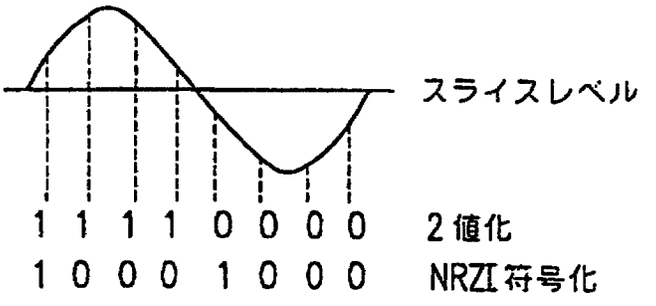


図18B

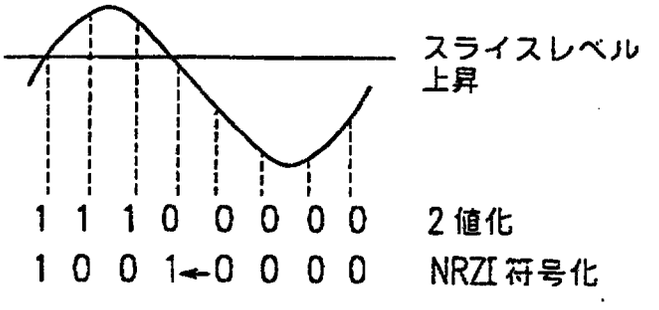


図18C

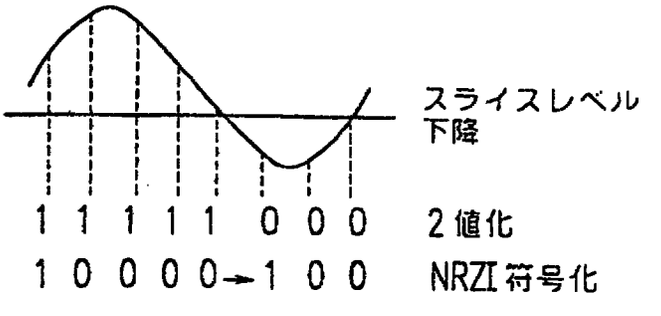


図19B

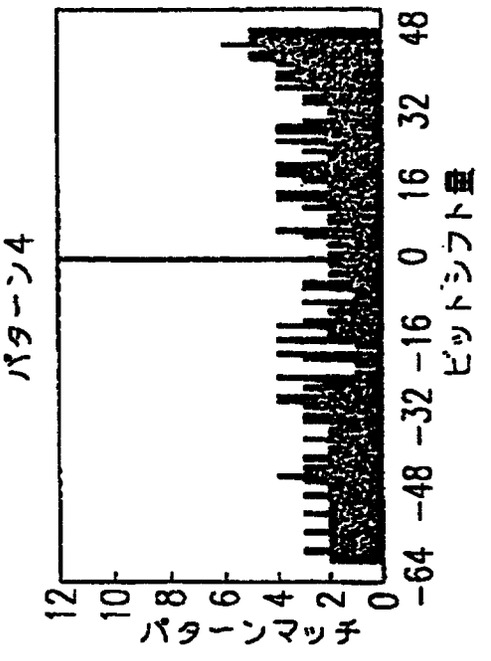

パターン4
パターンマッチ
ビットシフト量
12
10
8
6
4
2
0
-64
-48
-32
-16
0
16
32
48

図19A

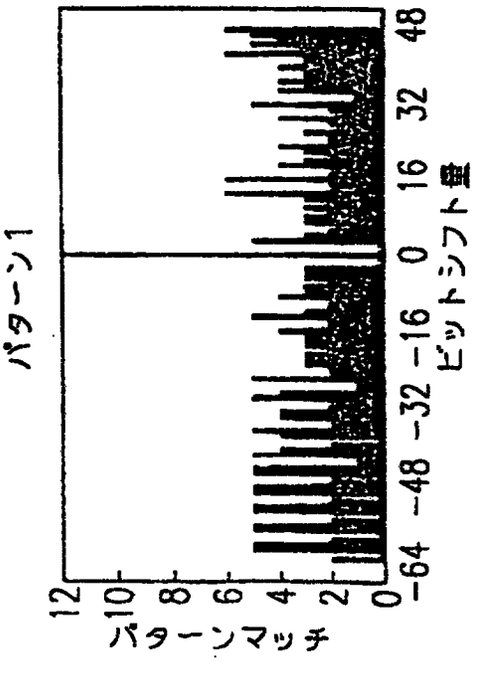

パターン1
パターンマッチ
ビットシフト量
12
10
8
6
4
2
0
-64
-48
-32
-16
0
16
32
48

図20B

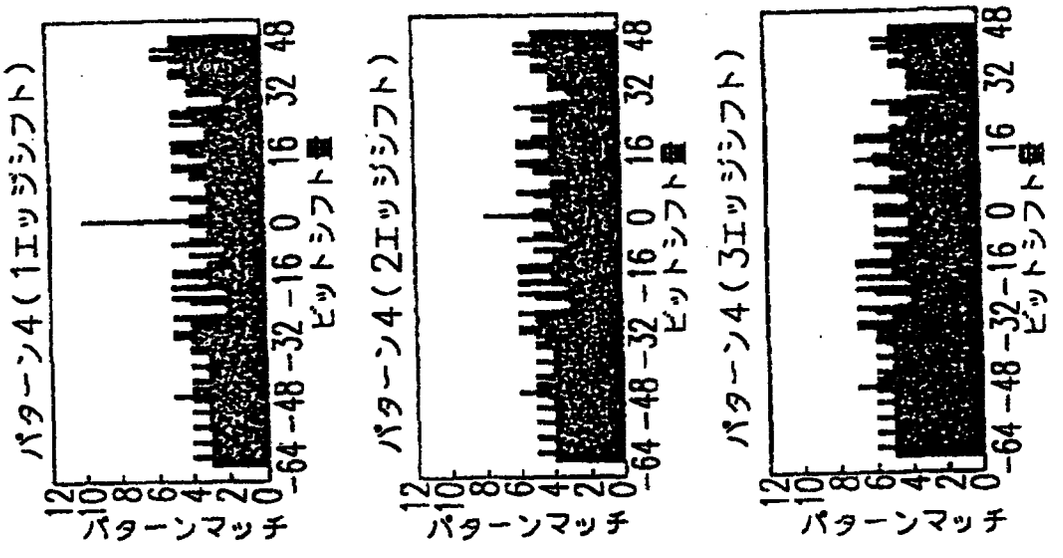

パターン4(1エッジシフト)
パターン4(2エッジシフト)
パターン4(3エッジシフト)
パターンマッチ
ビットシフト量
12
10
8
6
4
2
0
-64 -48 -32 -16 0 16 32 48

図20A

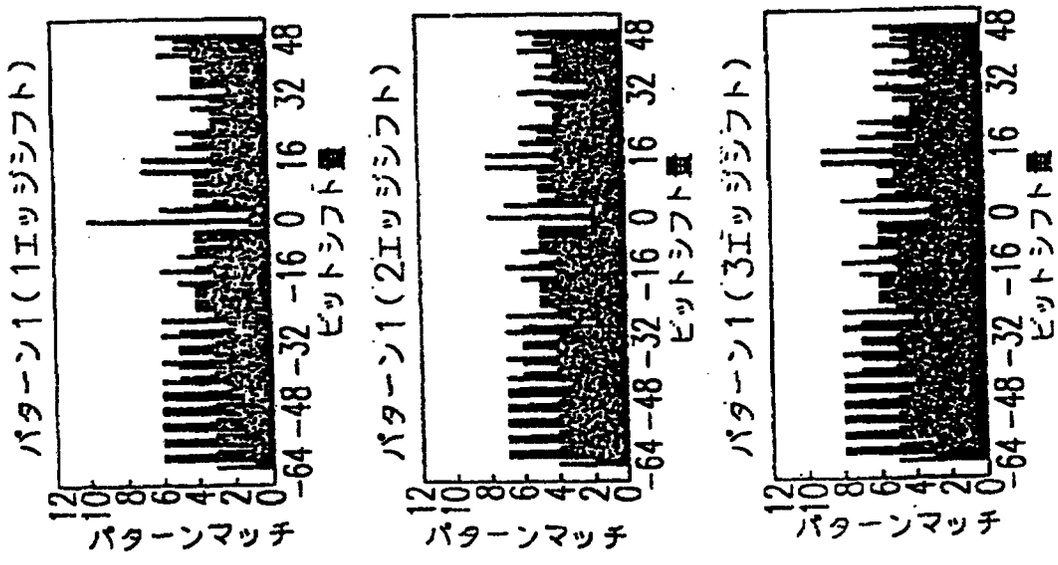
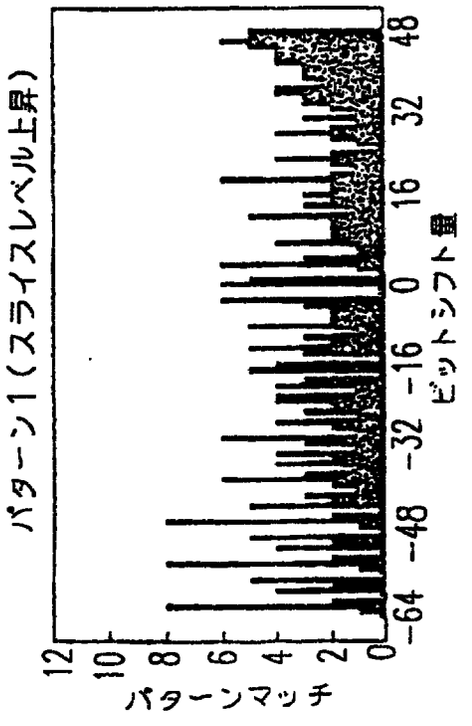

パターン1(1エッジシフト)
パターン1(2エッジシフト)
パターン1(3エッジシフト)
パターンマッチ
ビットシフト量
12
10
8
6
4
2
0
-64 -48 -32 -16 0 16 32 48

図20C


パターン1（スライスレベル上昇）
パターンマッチ
ビットシフト量
12
10
8
6
4
2
0
-64
-48
-32
-16
0
16
32
48

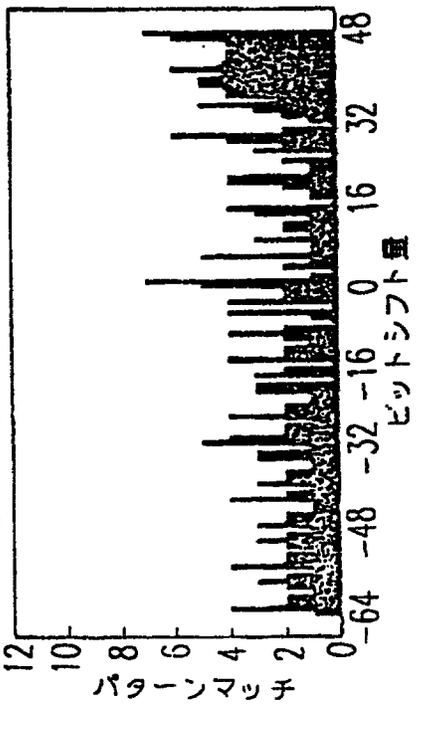
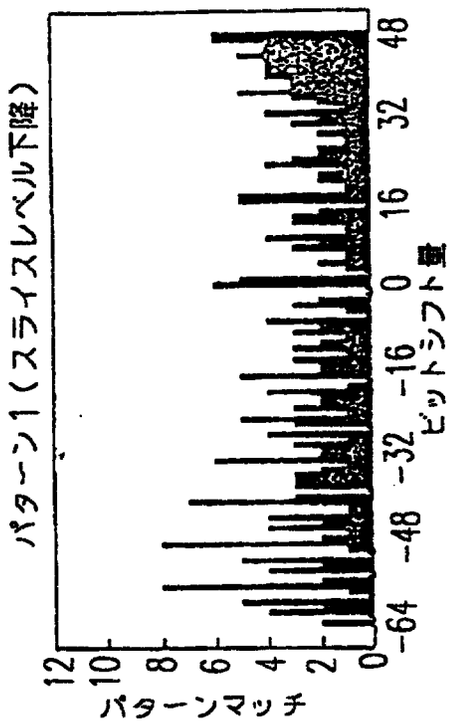

パターン4（スライスレベル上昇）
パターンマッチ
ビットシフト量
12
10
8
6
4
2
0
-64
-48
-32
-16
0
16
32
48

図20D


パターン1（スライスレベル下降）
パターンマッチ
ビットシフト量
12
10
8
6
4
2
0
-64
-48
-32
-16
0
16
32
48

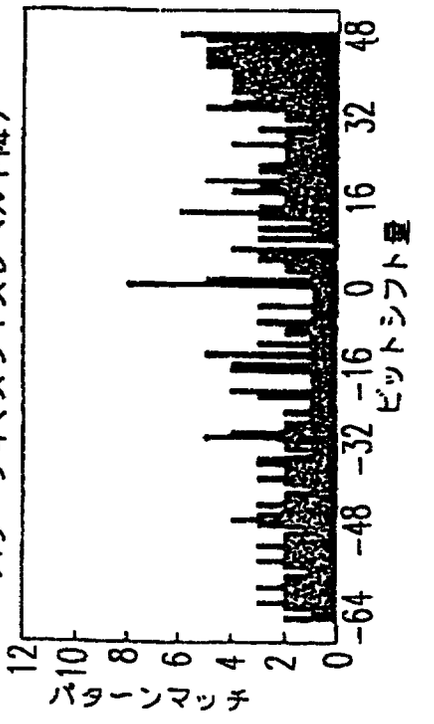
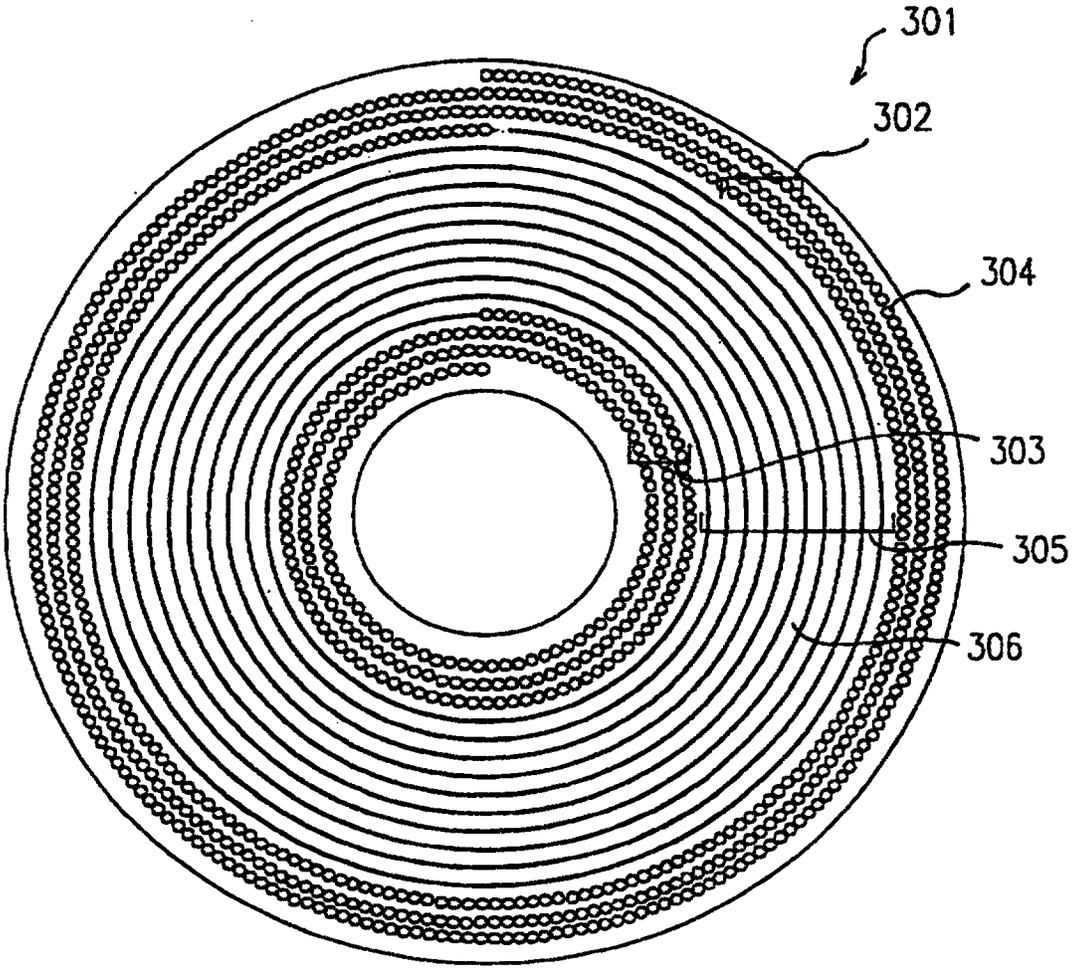

パターン4（スライスレベル下降）
パターンマッチ
ビットシフト量
12
10
8
6
4
2
0
-64
-48
-32
-16
0
16
32
48

図21



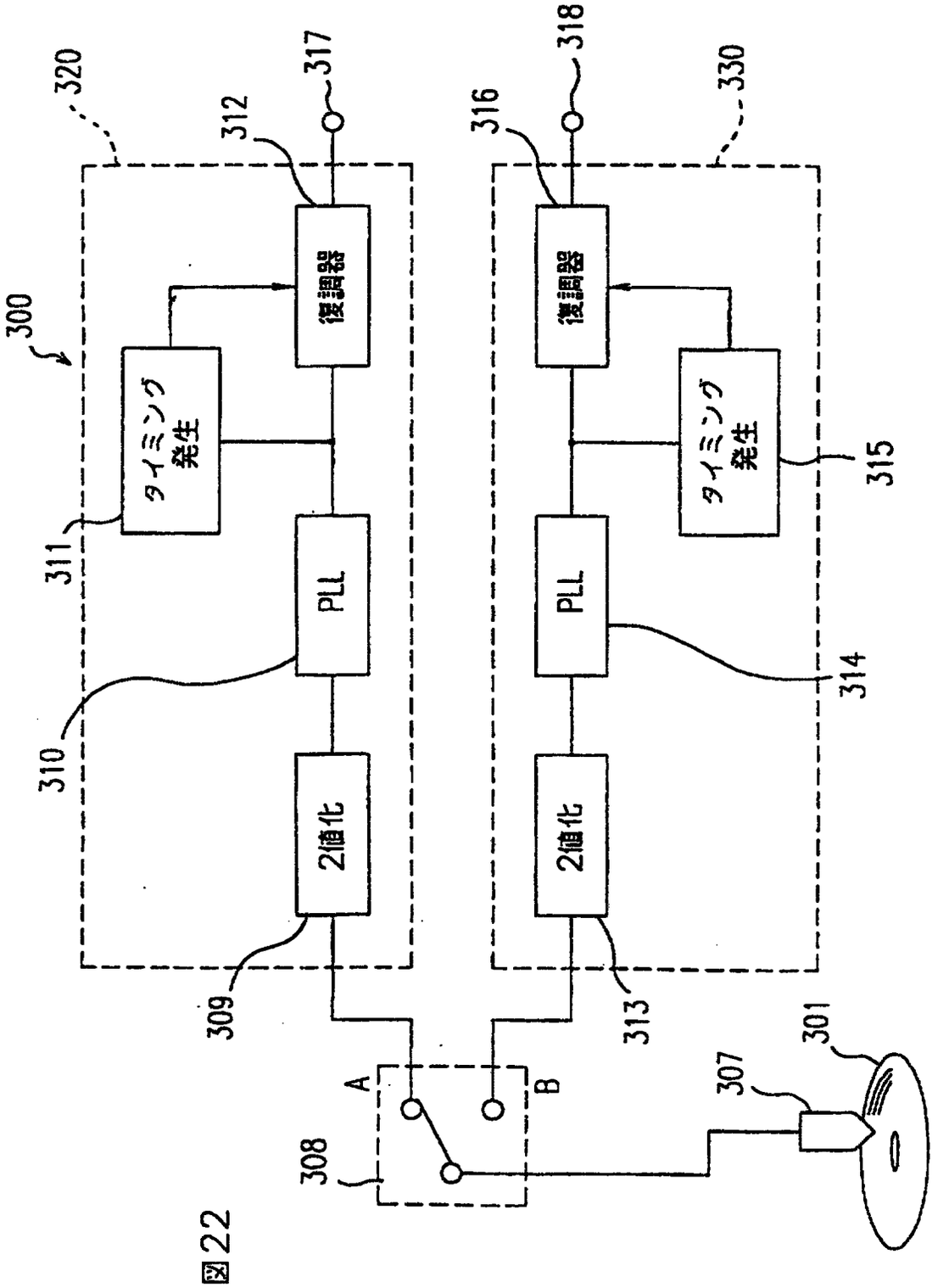
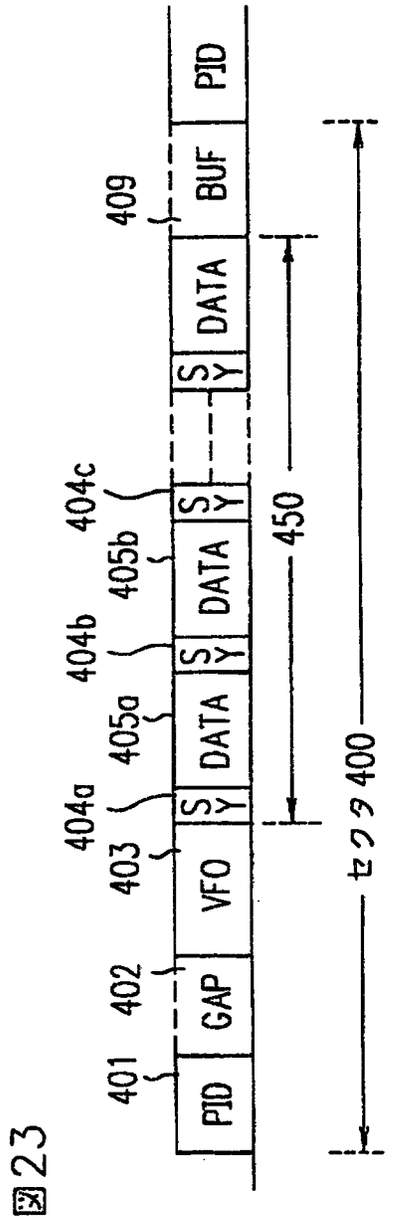

300
301
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
320
330
A
B
復調器
タイミング発生
PLL
2値化
復調器
タイミング発生
PLL
2値化

図22

図23


401
PID
402
GAP
403
VFO
404a
SY
405a
DATA
404b
SY
405b
DATA
404c
SY
SY
DATA
409
BUF
PID
450
セクタ 400

DESCRIPTION

OPTICAL DISK

TECHNICAL FIELD

The present invention relates to an optical disk, more specifically relates to a data format on an optical disk having a rewritable area and a read-only area.

BACKGROUND ART

Optical disks are classified into a read-only type which only allows for reproduction of recorded data and a rewritable type which allows the user to record data thereon. A read-only optical disk has tracks formed in a spiral or concentric shape on a disk substrate. An array of concave and convex portions (pits) are physically formed along the tracks in accordance with information to be recorded. A rewritable optical disk has grooves formed in a spiral or concentric shape on a disk substrate and a recording film formed over the grooves. The grooves define tracks. When the user is to record data on the disk, the disk is irradiated with a laser beam along the tracks, and the intensity of the laser beam is modulated in accordance with the data to be recorded so as to form regions with different optical properties (recording marks) on the recording film.

In an optical disk, generally, one track corresponding to one rotation of the optical disk is divided into a plurality of sectors as units for recording and reproducing data (data units) so as to manage the positions of necessary data on the optical disk and realize high-speed data retrieval.

A read-only optical disk and a rewritable optical disk have different data formats and modulation codes from each other. In order to allow the user to record data every sector, the data format of the rewritable optical disk requires to have, for example, a region for setting the laser power at the head of a recording region of each sector and a region for absorbing a variation of the rotation of a spindle motor at the end of the recording region. In the case of the read-only optical disk where no data is rewritten by the user, information has been recorded on the optical disk at the production of the optical disk with high precision, and no extra region for data recording by the user is required.

Figure 21 shows a conventional optical disk 301 having a rewritable area and a read-only area. The optical disk 301 has a recording film formed on a disk substrate so that the user can record and reproduce data on and from the optical disk. Referring to Figure 21, the optical disk 301 includes read-only areas 302 and 303 located on the outer and inner portions thereof, respectively, and a rewritable area 305 located between the read-only areas 302 and 303.

In the read-only areas 302 and 303, information and data have been previously recorded by forming physical concave and convex shaped pit arrays 304. In the rewritable area 305, groove-shaped guide tracks 306 have been previously formed so that the user can record and reproduce information and data by tracking the grooves of the tracks (groove tracks) or lands between adjacent grooves (land tracks).

Figure 22 is a block diagram showing a conventional optical disk recording/reproducing apparatus 300 for recording/reproducing data on/from the optical disk 301 shown in Figure 21. Referring to Figure 22, the optical disk recording/reproducing apparatus 300 includes an optical head 307 for recording or reproducing data, a first signal processing section 320 for processing a reproduced signal supplied from the rewritable area 305, a second signal processing section 330 for processing a reproduced signal supplied from the read-only areas 302 and 303, and a switch 308 for connecting the reproduced signal from the optical head 307 to either the first signal processing section 320 or the second signal processing section 330. The first signal processing section 320 includes a first digitizing circuit 309, a first PLL (phase-locked loop) 310, a first timing generation circuit 311, and a first demodulator 312. Likewise, the second signal processing section 330 includes a second digitizing circuit 313, a second PLL 314, a second timing generation circuit 315, and a second demodulator 316.

When data recorded on the rewritable area 305 is to be reproduced, the switch 308 is switched to a terminal A to be connected with the first signal processing section 320. The reproduced signal is first converted into a digital signal by the first digitizing circuit 309, and clocked by the first PLL 310. The first timing generation circuit 311 generates a gate signal for reading user data, and the user data is demodulated into binary data by the first demodulator 312. The demodulated data is output from a first output terminal 317.

In a conventional optical disk 301, different data formats and modulation codes are used in the rewritable area 305 and the read-only areas 302 and 303 as described above. Accordingly, the second signal processing section 330 for the read-only areas is separately required when data recorded on the read-only area 302 or 303 is to be reproduced. When data on the read-only area 302 or 303 is to be reproduced, therefore, the switch 308 is switched to a terminal B to be connected with the second signal processing section 330. As in the first signal processing section 320 described above, the reproduced signal is first converted into a digital signal by the second digitizing circuit 313, and clocked by the second PLL 314. Then, the second timing generation circuit 315 generates a gate signal for reading user data, and the user data is demodulated into binary data by the second demodulator 316. The demodulated data is output from a second output terminal 318.

Figure 23 schematically illustrates a data format of a sector 400 on the conventional rewritable optical disk 301.

Referring to Figure 23, the sector 400 includes a sector identification data region 401 at the head thereof, followed by a gap region 402, a VFO region 403, an information data region 450, and a buffer region 409 in this order. The sector identification data region 401 stores address information and the like for management of the sector. The gap region 402 absorbs signal disturbance at the start of data recording and sets a laser power for recording. Data stored in the information data region 450 is divided into a plurality of data

blocks 405a, 405b, ... with data synchronous series 404a, 404b, ... prefixed to the respective data blocks. Each of the data synchronous series 404 (404a, 404b, ...) stores a specific code pattern which does not appear in data in the other regions obtained by modulating with a recording code. The VFO region 403 stores a repetition pattern of codes with a single period to stabilize the clocking at the reproduction. The VFO region 403 stores a repetition pattern of codes with a single period to stabilize the clocking at the reproduction. The buffer region 409 absorbs a variation of the rotation at the end of recording.

Using the data format with the above configuration, the reproduction is conducted in the following manner. First, the clocking at the PLL circuit is stabilized by the repetition pattern stored in the VFO region 403. After the clock has been sufficiently stabilized, the data synchronous series 404a is detected and recognized to be the head of the information data region 450. Upon recognition, the first data block 405a is reproduced. Subsequently, the next data synchronous series 404b is detected to reproduce the next data block 405b. By repeating this operation, the data on the information data region 450 can be stably reproduced.

With the data synchronous series 404 prefixed to the respective data blocks 405, even if the data reproduction at one data block becomes out of synchronization due to an error such as dropout, the synchronization can be resumed from the next data block, allowing the data reproduction to be continued.

In the conventional optical disk, however, the data formats and modulation codes used in the rewritable area and the read-only area are different from each other as described above. The conventional recording/reproducing apparatus for such an optical disk needs to have two separate signal processing circuits for the rewritable area and the read-only areas, which complicates and enlarges the circuit size of the apparatus.

DISCLOSURE OF THE INVENTION

In view of the above-described problem, the object of the present invention is to provide an optical disk having a rewritable area and a read-only area and capable of reducing the circuit size of a recording/reproducing apparatus using the optical disk and providing stable reproduction.

The optical disk of this example has a rewritable first recording area and a read-only second recording area of this example, wherein the first recording area includes first tracks composed of groove tracks consisting of grooves and land tracks consisting of spaces between adjacent grooves, the groove tracks and the land tracks being formed on an optical disk substrate alternately in a spiral or concentric shape, each of the first tracks being divided into a plurality of first sectors, each of the first sectors including a first header region having identification data for identifying the first sector and a first data region for recording user data by forming recording marks by changing optical characteristics of a recording film, the second recording area includes second tracks formed with physical pit rows arranged on the optical disk substrate in a spiral or

concentric shape, each of the second tracks being divided into a plurality of second sectors, each of the second sectors including a second header region having identification data for identifying the second sector and a second data region having read-only data recorded as the pit rows, the first header region includes a physical first pit row, each pit of the first pit row having a width in a radial direction of the optical disk substantially equal to a width of the groove track and being wobbled outward or inward from a center line of the groove track by about a quarter of a pitch of the groove track, and the second header region includes a physical second pit row, each pit of the second pit row having a width in the radial direction of the optical disk smaller than the width of the groove track and being formed substantially along the center line of the second track.

In one embodiment of the invention, a data sequence of the first header region and a data sequence of the second header region are modulated with a same modulation code, and a data sequence of the first data region and a data sequence of the second data region are modulated with a same modulation code.

In another embodiment of the invention, the identification data of the first header region and the identification data of the second header region have data formats with a same data sequence and a same data capacity, and the first data region and the second data region have data formats with a same data sequence and a same data capacity.

In still another embodiment of the invention, a

data bit interval between the first header region and the first data region in the first recording area is substantially equal to a data bit interval between the second header region and the second data region in the second recording area.

In still another embodiment of the invention, in the rewritable first recording area, each of the first sectors includes a mirror mark region, a gap region, and a first dummy data region which are formed between the first header region and the first data region and a guard data region and a buffer region which are formed between the first data region and a first header region of a next first sector, and in the second recording area, each of the second sectors includes a second dummy data region formed between the second header region and the second data region and a third dummy data region formed between the second data region and a second header region of a next second sector.

In still another embodiment of the invention, each of the first dummy data region, the second dummy data region, and the third dummy data region have a specific sequence pattern of a modulation code used for modulation of data to be recorded.

Alternatively, the optical disk of this example has a rewritable first recording area and a read-only second recording area, wherein the first recording area includes first tracks composed of groove tracks consisting of grooves and land tracks consisting of spaces between adjacent grooves, the groove tracks and the land tracks being formed on an optical disk substrate alter-

nately in a spiral or concentric shape, each of the first tracks being divided into a plurality of first sectors, each of the first sectors including a first header region having identification data for identifying the first sector and a first data region for recording user data as recording marks by changing optical characteristics of a recording film, the second recording area includes second tracks formed with physical concave and convex shaped pit rows arranged on the optical disk substrate in a spiral or concentric shape, each of the second tracks being divided into a plurality of second sectors, each of the second sectors including a second header region having identification data for identifying the second sector and a second data region having read-only data recorded as the pit rows, data series of the first and second recording areas are modulated with a same modulation code, the first and second sectors have a same data capacity, the first and second header regions have a same data sequence, and the first and second data regions have a same data sequence and a same data capacity.

In one embodiment of the invention, each of the first sectors includes a first dummy data region formed between the first header region and the first data region, each of the second sectors includes a second dummy data region formed between the second header region and the second data region and a third dummy data region formed between the second data region and a second header region of a next second sector, and each of the second and third dummy data regions includes in at least a portion thereof data of a data series different from a data series of a corresponding dummy data region on an inward or outward adjacent track on the optical disk

substrate.

In another embodiment of the invention, each of the second and third dummy data regions includes in at least a portion thereof a random data series with substantially no correlation with a data series provided on a corresponding dummy data region on an adjacent track.

In still another embodiment of the invention, the random data series is a data series generated by an M-series sequence.

In still another embodiment of the invention, each of the second and third dummy data regions includes in at least a portion thereof a random data series with substantially no correlation with a data series formed on a corresponding dummy data region on an adjacent track and a specific sequence pattern included in a modulation code provided following the random data series.

In still another embodiment of the invention, each of the second and third dummy data regions includes in at least a portion thereof a data synchronous series for specifying a start timing position of the second data region.

In still another embodiment of the invention, the data synchronous series included in the second and third dummy data regions are provided so that a pattern of the data synchronous series is switched every track among a plurality of different data synchronous patterns.

In still another embodiment of the invention,

each of the second and third dummy data regions has in at least a portion thereof a pattern generated by scrambling a predetermined data based on address information in the sector identification data and by modulating the scrambled data with the modulation code.

In still another embodiment of the invention, one error correction block includes a predetermined number k (k is an integer) of the first or second sectors, and data is recorded on the number of sectors equal to a multiple of k, dummy data being recorded on remaining sectors of less than k.

Alternatively, the optical disk of this invention has a rewritable first recording area and a read-only second recording area, wherein the first recording area includes first tracks composed of groove tracks consisting of grooves and land tracks consisting of spaces between adjacent grooves, the groove tracks and the land tracks being formed on an optical disk substrate alternately in a spiral or concentric shape, each of the first tracks being divided into a plurality of first sectors, each of the first sectors including a first header region having identification data for identifying the first sector and a first data region for recording user data by forming recording marks obtained by changing optical characteristics of a recording film, the second recording area includes second tracks formed with physical pit rows arranged on the optical disk substrate in a spiral or concentric shape, each of the second tracks being divided into a plurality of second sectors, each of the second sectors including a second header region having identification data for identifying the second sector and a

second data region having read-only data recorded as the pit rows, at least one of the first and second data regions includes: a first data synchronous series provided at a head of the data region for specifying a start timing position of the data region; a second data synchronous series preceding the first data synchronous series for specifying a start timing position of the data region; and a third data synchronous series preceding the second data synchronous series and having a specific repetition sequence pattern of a modulation code in the data region.

In one embodiment of the invention, the data region is divided into a plurality of data blocks, the first data synchronous series is provided at a head of each of the data blocks, and the second data synchronous series precedes the first data synchronous series provided at a head of a first one of the plurality of data blocks.

In another embodiment of the invention, a digital summing value which is obtained by converting "1" and "0" in the second data synchronous series into "1" and "-1", respectively, and by summing all values is substantially zero.

In still another embodiment of the invention, the second data synchronous series satisfies a maximum length and a minimum length as limit values under a modulation code rule of a mark length ("1" or "0" level) and a space length ("0" or "1" level) of the data region.

In still another embodiment of the invention, an

average of the mark length and the space length of the second data synchronous series is larger than the mark length and the space length of the third data synchronous series.

In still another embodiment of the invention, the second data synchronous series is a data series composed of a combination of a plurality of any of 4-bit code symbols, "0100", "0010", "1000","0001", "0000".

In still another embodiment of the invention, the second data synchronous series is a data series including a code series, "0000 0100 0100 1000 0010 0001 0010 0000 1000 0010 0001 0000"

Thus, the invention described herein makes possible the advantage of providing an optical disk having a rewritable area and a read-only area which can reduce the circuit size of a recording/reproducing apparatus using the optical disk and provide stable reproduction.

These and other advantages of the present invention will become apparent to those skilled in the art upon reading and understanding the following detailed description with reference to the accompanying figures.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Figure 1 is a view illustrating an exemplary arrangement of a rewritable area and read-only areas of an optical disk according to the present invention.

Figures 2A to 2H are views illustrating data

formats and reproduced signals used in an optical disk of one example according to the present invention.

Figure 3 is a view illustrating a reproduced signal processing section for reproducing data from the optical disk according to the present invention.

Figures 4A to 4H are views illustrating data formats and reproduced signals used in another optical disk according to the present invention.

Figure 5 is a view illustrating the principle of tracking control by a phase error detection method.

Figure 6 is a view illustrating waveforms of tracking error signals obtained when same data series are recorded on adjacent tracks.

Figure 7 is a view illustrating waveforms of tracking error signals obtained when different data series are recorded on adjacent tracks.

Figures 8A to 8D are views illustrating data formats of dummy data regions of one example according to the present invention.

Figure 9 is a view illustrating an optical disk where dummy data for sector control is recorded in on example according to the present invention.

Figures 10A and 10B are views illustrating a data format in the rewritable area in one example according to the present invention.

Figures 11A and 11B are views illustrating a data format in the read-only areas in one example according to the present invention.

Figure 12 is a view illustrating a configuration of a circuit for generating scrambled data in one example according to the present invention.

Figure 13 is a view showing an example of a conversion table of modulation codes.

Figures 14A and 14B are views illustrating data formats in the rewritable area and the read-only areas of an optical disk of one example according to the present invention.

Figure 15 is a view illustrating the comparison of the properties of patterns of a second data synchronous series in the example.

Figure 16 is a view illustrating a configuration of a detection circuit for the second data synchronous series.

Figure 17 is a view illustrating a detection method and a detection range for the second data synchronous series.

Figures 18A to 18C are views illustrating shifts in a slice level for conversion to binary codes.

Figures 19A and 19B are views illustrating autocorrelation functions of pattern 1 and pattern 4

obtained when a reproduced signal includes no error.

Figures 20A and 20B are views illustrating autocorrelation functions of pattern 1 and pattern 4 obtained when edge shift occurs at one to three position(s) within a synchronous pattern detection window.

Figures 20C and 20D are views illustrating autocorrelation functions of pattern 1 and pattern 4 obtained when the slice level is shifted.

Figure 21 illustrates a conventional optical disk.

Figure 22 is a view illustrating a reproduced signal processing circuit for reproducing data from the conventional optical disk.

Figure 23 is a view illustrating a data format of the conventional optical disk.

BEST MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION

The present invention will be described by way of example with reference to the relevant drawings.

(Example 1)

An optical disk of this example has a recording film formed on a disk substrate so as to allow the user to record and reproduce data on and from the optical disk. Referring to Figure 1, an optical disk 1 of this example includes read-only areas 2 and 3 located on the outer and inner portions thereof, respectively, and a rewritable area 5 located between the read-only areas 2

and 3.

In the read-only areas 2 and 3, concave and convex shaped pit rows physically formed in a spiral or concentric shape form tracks. The length and position of each pit in the pit rows have been determined in accordance with read-only data recorded on the read-only areas 2 and 3. In the rewritable area 5, guide grooves (guide tracks) 6 are formed in a spiral or concentric shape on a disk substrate. Information and data are recorded along groove tracks which are groove portions of the guide grooves or land tracks between adjacent grooves. Hereinbelow, the groove tracks and the land tracks are collectively referred to as information tracks. In Figure 1, spiral tracks are shown on either area.

Each of the information tracks in the rewritable area 5 is divided into a plurality of sectors. Each sector includes a first header region having identification data for identifying the sector and a first data region for storing user data by forming recording marks by changing the optical properties of the recording film. Likewise, each track in the read-only areas 2 and 3 is divided into a plurality of sectors. Each sector includes a second header region having identification data for identifying the sector and a second data region having read-only data recorded thereon in the form of the pit rows. In this way, by dividing each track corresponding to one rotation of the optical disk into a plurality of sectors (data units), management of the positions of necessary data on the optical disk and high-speed data retrieval can be realized.

Figures 2A to 2H are views illustrating data formats of the optical disk 1 of this example. A data format in the rewritable area 5 will be first described. Figure 2A shows an exemplary data format of each sector 10 in the rewritable area 5, and Figure 2C shows a corresponding physical configuration of the information track. Figure 2A shows data formats of two information tracks in correspondence with their physical configuration for comparison with Figure 2C. As shown in Figure 2A, the groove portion of the guide track 6 corresponds to the groove track 7, while the inter-groove portion corresponds to the land track 8. Accordingly, the groove track 7 and the land track 8 alternately appear in the rewritable area 5 of the optical disk 1. The user can record desired information (user data) on both the groove track 7 and the land track 8 by tracking the groove track 7 and the land track 8 separately.

Referring to Figure 2A, the sector 10 includes a first header region 11 (sector identification data PID1 and PID2) and an information region 20. A mirror mark 12 (M) and a gap region 13 (GAPa and GAPb) are formed between the first header region 11 and the information region 20. The information region 20 includes a first dummy data region 15 (VFO region (VFOa and VFOb)), a first data region 17 (DATAa and DATAb), and a guard data region 18 (GDa and GDb) as will be described later in detail. A buffer region 19 (BUFa and BUFb) is formed between the information region 20 and a first header region 11' of a next sector 10'. The affix a of the above abbreviated codes (e.g., VFOa and DATAa) indicates that the regions are formed on the groove track 7, while the affix b (e.g., VFOb and DATAb) indicates that the

regions are formed on the land track 8. This is also applicable in the following description unless otherwise specified.

Referring to Figure 2C, the first header region 11 includes a physically formed concave and convex shaped pit row 21 (21a and 21b). The width of each pit of the pit row 21 in the radial direction of the optical disk is substantially equal to the width of the guide groove 6 (groove track 7). The pit rows 21a and 21b are displaced outward and inward from the center line of the guide groove 6, i.e., wobbled, by about a quarter of the pitch of the guide groove 6 (i.e., groove pitch Tp). In this example, the first header region 11 is divided into a former half 11a and a latter half 11b. The pit row 21a corresponding to the former half 11a is displaced outward to the periphery of the optical disk 1, while the pit row 21b corresponding to the latter half 11b is displaced inward.

With this displacement of the pit rows 21a and 21b from the center line of the guide groove 6 (groove track 7), the first header region 11 can be commonly used for servo tracking of both the groove track 7 and the land track 8. Thus, separate exclusive header regions for the groove track 7 and the land track 8 are not required.

If exclusive header regions are required for the groove track 7 and the land track 8, a technique of forming pit rows with a width smaller than the width of the guide groove 6 so that the respective pit rows on the groove track 7 and the land track 8 do not overlap each

other. Such a narrow pit may be formed by using a light beam different from a light beam for cutting the guide groove 6. It is difficult, however, to keep stable the positional precision between the two beams.

In this example, a light beam for cutting the guide groove 6 is wobbled rightward and leftward from the center line of the guide groove 6 (groove track 7) using an AO modulator and the like so as to form the first header region 11 (the pit row 21) on the optical disk 1 easily with high precision without using another beam for cutting.

The mirror mark region 12 following the header region 11 is used to determine which track, the groove track 7 or the land track 8, is being tracked.

The gap region 13 (13a and 13b) is formed on the groove track (13a) and the land track (13b) to avoid a head 14 of the information region 20 from overlapping the mirror mark region 12 or the first header region 11 when a jitter occurs due to the rotation of the optical disk 1.

The information region 20 is a region where the user can record desired data and includes the first dummy data region 15 (VFOa and VFOb), the first data region 17 (DATAa and DATAb), and the guard data region 18 (GDa and GDb) as described above (see Figure 2A). Information is recorded on the information region 20 by irradiating the recording film formed on the optical disk 1 with a laser beam to change the optical properties (reflectance) of the recording film. For example, an irradiated portion

of the recording film may be changed from a crystalline state to an amorphous state so as to form a recording mark with a reflectance different from the other portions. As shown in Figure 2C, a recording mark array 22a is formed on the groove track 7, while a recording mark array 22b is formed on the land track 8.

The first dummy data region 15 is a VFO region where a specific pattern is recorded so as to promptly stabilize the clocking of the PLL of the circuit for processing the reproduced signal from the optical disk 1. More specifically, a specific pattern (a specific bit length) of modulation codes used for data modulation is sequentially recorded on the dummy data region 15. Desired user data including an error correction code is recorded on the first data region 17. The guard data region 18 is formed at the end of the first data region 17 to ensure the stability of the reproduced signal processing circuit.

The buffer region 19 includes no data but is formed to avoid the end of the information region 20 from overlapping the header region 11' of the next sector 10' when a jitter occurs due to the rotation of the optical disk 1, as in the case of the gap region 13.

Thus, in the rewritable area 5, data is recorded on the groove track 7 and the land track 8 in accordance with the data formats described above.

Then, a data format in the read-only areas 2 and 3 will be described with reference to Figures 2B and 2D. Figure 2B shows an exemplary data format of each sec-

tor 10 of the read-only areas 2 and 3, and Figure 2D schematically illustrates a physical configuration of the track corresponding pit array.

In the read-only areas 2 and 3, a track 9 is composed of a pre-recorded pit row 29 (a pre-pit row). As shown in Figure 2D, the pit rows are formed in accordance with the same physical format over the entire data region in the read-only areas 2 and 3. More specifically, the width of the pit row 29 in the radial direction of the optical disk 1 (pit width) is smaller than the width (groove width) of the guide groove 6 (groove track 7) formed in the rewritable area 5, and all the pits are lined substantially along the center line of the track.

Like the rewritable area 5, each track in the read-only areas 2 and 3 is divided into a plurality of sectors 30 for data recording so as to manage the positions of necessary information data on the optical disk and realize high-speed data retrieval. It will be preferable at practical information recording/reproduction if the sectors in the read-only areas 2 and 3 and the rewritable area 5 can be managed in a same manner and the processing such as sector retrieval are unified. To realize this unified processing, in this example, the length of each sector and the lengths of the header region and the data region of each sector in the read-only area 2 and 3 are made equal to the length of each sector and the lengths of the header region and the data region of each sector in the rewritable area 5, to match the data format in the read-only area with the data format in the rewritable area.

A specific data format in the read-only areas 2 and 3 will be described as an example. Referring to Figure 2B, the sector 30 includes a second header region 31 (sector identification data PID1 and PID2) and a second data region 37. A second dummy data region 35 (VFO1) is formed between the second header region 31 and the second data region 37. A third dummy data region 38 (VFO2) is formed between the second data region 37 and a second header region 31' of a next sector 30'.

Referring to Figure 2D, the pit row 29 of the second header region 31 is lined substantially along the center line of the track 9, not displaced outward or inward as in the first header region 11 in the rewritable area 5. The width of the pit row 29 in the read-only areas 2 or 3 (the pit width in the radial direction of the optical disk 1) is smaller than the groove width unlike the width of the pit row 21 in the rewritable area 5 which is substantially equal to the groove width.

In the second data region 37, also, the concave and convex shaped pit row has been previously formed substantially along the center line of the track 9 on the optical disk 1 in accordance with the data for recording.

As is observed from Figures 2A and 2B, the first header region 11 in the rewritable area 5 and the second header region 31 in the read-only areas 2 and 3 are the same in the data capacity, the data format (signal sequence), and the modulation codes.

Also, the first data region 17 in the rewritable area 5 and the second data region 37 in the read-only

areas 2 and 3 are the same in the data capacity, the data format (signal sequence), and the modulation codes.

Further, as shown in Figures 2A and 2B, a head (start timing) 16 of the first data region 17 in the rewritable area 5 and a head (start timing) 36 in the second data region 37 in the read-only areas 2 and 3 are matched with each other.

Thus, by using the same formats (signal sequences) for the first and second header regions 11 and 31 and for the first and second data regions 17 and 37 in the rewritable area 5 and the read-only areas 2 and 3, one reproduced signal processing circuit can be shared by both types of areas, and thus the circuit size can be reduced.

The second dummy data region 35 is formed to prevent the servo tracking from becoming unstable due to discontinuation of tracking error signals which may occur if no pit row is formed between the second header region 31 and the second data region 37. The second dummy data region 35 includes, for example, a specific data pattern of the same modulation code as that used for the first dummy data region (VFO region) 15 in the rewritable area 5. With this arrangement, it is possible to promptly and stably clock the PLL of the reproduced signal processing circuit. Random data or any other data may also be used to stabilize the servo tracking.

The third dummy data region 38 is formed to prevent the servo tracking from becoming unstable due to discontinuation of tracking error signals, as in the

second dummy data region 35.

As described above, in the read-only areas 2 and 3, the pit rows both in the second header region 31 and the second data region 37 are lined substantially along the center line of the track 9. Further, the second and third dummy data regions 35 and 38 fill the space between the second header region 31 and the second data region 37 of the sector 30 and the space between the second data region 37 of the sector 30 and the second header region 31' of the next sector 30'. As a result, the physical arrangement of the pit row 29 is uniform along the track over the entire read-only areas 2 and 3.

Thus, according to the data format of the optical disk 1 of this example, the first header region 11 is commonly used for the tracking of both of the groove track 7 and the land track 8. Thus, separate exclusive header regions for the groove track 7 and the land track 8 are not required.

Since the first header region 11 can be easily and precisely formed on the optical disk by wobbling a light beam for cutting the guide groove 6 (groove track 7) rightward and leftward from the track center, a separate exclusive light source for forming the first header region is not required. Thus, the preformat in the rewritable area 5 of the optical disk 1 of this example can be easily formed by use of a single light source for cutting, reducing the circuit size of the recording/reproducing apparatus for this optical disk 1.

Figure 3 is a block diagram schematically showing

a reproduced signal processing section of an optical disk recording/reproducing apparatus 100 for recording/reproducing data on/from the optical disk 1 of this example having the above-described data format. Referring to Figure 3, the reproduced signal processing section of the optical disk recording/reproducing apparatus 100 includes a 2-part optical detector 110, a summing amplifier 111, a differential amplifier 112, a switch circuit 113, a digitizing circuit 114, a PLL (phase-locked loop) 115, a PID generation circuit 116, a timing generation circuit 117, a demodulator 118, and an envelope detection circuit 120.

The 2-part optical detection circuit 110 (110a and 110b) which is disposed in an optical head (not shown) receives reflected light from the groove track 7 and the land track 8 (the recording mark arrays 22 and the pit rows 21) in the rewritable area 5 of the optical disk 1 and reflected light from the track 9 (the pit row 29) in the read-only areas 2 and 3, and converts the reflected light into a reproduced signal.

The summing amplifier 111 generates a sum signal S1 indicating the sum of two detection signals obtained from the two parts 110a and 110b of the 2-part optical detection circuit 110 to supply to the switch circuit 113. The differential amplifier 112 generates a difference signal S2 representing the difference between the two detection signals to supply to the envelope detection circuit 120.

The switch circuit 113 switches between the sum signal S1 and the difference signal S2 to supply either

signal to the digitizing circuit 114. The envelope detection circuit 120 detects an envelope in the difference signal S2. When an amplitude exceeding a predetermined threshold is observed in the difference signal S2, a control signal S3 is supplied to the switch circuit 113 to force the switch circuit 113 to switch to output the difference signal S2 as an output signal S4.

In the case of using the data formats shown in Figures 2A to 2D, the difference signal S2 is obtained only when the reproduced signal is obtained from the first header region 11 in the rewritable area 5, as will be described later in detail. Accordingly, the control signal S3 output from the envelope detection circuit 120 becomes high only when the first header region 11 in the rewritable area 5 is detected (Figure 2E). The output signal S4 from the switch circuit 113 is therefore equal to the difference signal S2 only in the first header region 11. The output signal S4 from the switch circuit 113 is equal to the sum signal S1 in the information region 20 in the rewritable area 5 and the entire read-only areas 2 and 3.

The output signal S4 from the switch circuit 113 (the sum signal S1 or the difference signal S2) is digitized by the digitizing circuit 114 into a binary signal. For example, the digitizing circuit 114 digitizes the signal S4 in accordance with a threshold set for each of the sum signal S1 and the difference signal S2, and outputs a digital signal S5 to the PLL 115.

The PLL 115 extracts a reproduction clock from the digital signal S5 and outputs the reproduction clock

to the PID generation circuit 116 which reproduces a sector identification signal from the header region. The timing generation circuit 117 determines the start timing (the head 16 of the recording data shown in Figure 2A and the head 36 of the recording data shown in Figure 2B) for reading the user data recorded on the data regions 17 and 37 based on the sector identification signal from the PID generation circuit 116, to initiate the demodulator 118 by supplying a control signal S6. The demodulator 118 demodulates the user data and outputs the results.

Hereinbelow, the waveforms of the signals obtained when recorded data on the information track in the rewritable area 5 (i.e., user data prerecorded on the information region 20) is reproduced until it is converted into a binary signal will be described. Figure 2G is an output waveform of the sum signal S1 obtained from the rewritable area 5, and Figure 2F is an output waveform of the difference signal S2.

As shown in Figure 2G, the portion of the sum signal S1 corresponding to the first header region 11 in the rewritable area 5 is not detected by the digitizing circuit 114 because an amplitude 41 thereof is smaller than a predetermined threshold 40 for digitizing. The reason why the amplitude is small is that the pit row of the first header region 11 is slightly displaced outward (11a) or inward (11b) from the center line of the groove track. This causes light (a light beam from the optical head) to be diffracted by the pit rows 21a and 21b and thus reduces the light amount received by the optical detection circuit 110.

On the contrary, an amplitude 42 of the sum signal S1 corresponding to the information region 20 where data has been recorded exceeds the threshold 40 for digitizing because the recording mark 22 is formed along the center line of the information track. The sum signal is therefore detected by the digitizing circuit 114, and the reproduced signal is obtained.

Figure 2F shows an output of the difference signal S2 obtained from the rewritable area 5. Since the pit row 21a in the region 11a of the first header region 11 in the rewritable area 5 is displaced outward, a larger amount of reflected light is diffracted to the outward part 110a of the 2-part optical detection circuit 110. Accordingly, the difference signal S2 output from the 2-part optical detection circuit 110 has an amplitude 51a which exceeds a positive threshold 50a for digitizing as shown in Figure 2F. The difference signal is therefore detected by the digitizing circuit 114, and the reproduced signal is obtained.

Likewise, since the pit row 21b in the region 11b of the first header region 11 is displaced inward, a larger amount of reflected light is diffracted to the inward part 110b of the 2-part optical detection circuit 110. Accordingly, the difference signal S2 output from the 2-part optical detection circuit 110 has an amplitude 51b which exceeds a negative threshold 50b for digitizing as shown in Figure 2F. The difference signal S2 is therefore detected by the digitizing circuit 114, and the reproduced signal is obtained.

On the contrary, in the information region 20 in

the rewritable area 5, since the recording mark array 22 is formed along the center line of the information track, the light amounts received by the outward and inward parts 110a and 110b of the 2-part optical detection circuit 110 are substantially the same. Therefore, an amplitude 52 of the difference signal S2 is too small to reach the threshold 51a (51b) for digitizing as shown in Figure 2F. Likewise, in the read-only areas 2 and 3, since the pit row 29 is formed along the center line of the track 9, the light amounts received by the outward and inward parts 110a and 110b of the 2-part optical detection circuit 110 are substantially the same. The difference signal S2 is substantially not output. Therefore, in the regions other than the first header region 11, the difference signal S2 is not detected by digitizing, and thus no reproduced signal is obtained.

Figure 2H shows an output waveform of the sum signal S1 obtained from the read-only areas 2 and 3. Referring to Figure 2H, since the pit row 29 is formed along the center line of the track 9 for servo tracking in the read-only areas 2 and 3, the sum signal S1 has an amplitude 43 sufficiently large to be detected by digitizing. Therefore, signals from all the regions in the reproduction-only areas 2 and 3 including the second header region 31 and the second data region 37 can be converted into binary signals by use of the sum signal S1. It is not necessary, therefore, to switch the switch circuit 113 for the read-only areas 2 and 3.

Thus, in the optical disk recording/reproducing apparatus 100 for reproducing information from the optical disk 1 with the above-described data formats,

unlike the conventional apparatus, separate reproduced signal processing circuits for the rewritable area and the reproduction-only area are not required, but a common signal processing section can be used. This reduces the circuit size of the optical disk recording/reproducing apparatus, and realizes a reproduced signal processing circuit with a simpler circuit configuration and higher reliability.

(Example 2)

Figures 4A to 4H show data formats of an optical disk of Example 2 according to the present invention. The basic configuration of the optical disk of this example is the same as that of the optical disk 1 of Example 1. The same components are denoted by the same reference numerals, and the description thereof is omitted here. In this example, also, one track corresponding to one rotation of the optical disk is divided into a plurality of sectors. Each sector starts with a header region including sector identification data representing address information of the sector. In this example, the data format in the read-only area will mainly be described.

Figure 4A is an exemplary data format of each sector 10 in the rewritable area 5, and Figure 4C shows a corresponding physical configuration. As shown in Figure 4C, the groove portion of the groove-shaped guide track 6 constitutes the groove track 7, and the inter-groove portion constitutes the land track 8. Such groove tracks 7 and land tracks 8 alternately appear in the rewritable area 5 of the optical disk 1. The user can record desired information (user data) on both the groove

track 7 and the land track 8 by tracking the groove track 7 and the land track 8 separately.

In this example, as shown in Figure 4A, the groove track 7 and the land track 8 are described collectively as an information track 6'. The sector 10 in the rewritable area 5 includes the first header region 11 at the head thereof. The first header region 11 is divided into the former half 11a (sector identification data PID1) and the latter half 11b (sector identification data PID2). The physical concave and convex shaped pit rows 21a and 21b are formed in correspondence with the former half 11a and the latter half 11b, respectively (Figure 4C).

As shown in Figure 4C, the width of each pit of the pit rows 21a and 21b in the radial direction of the disk is substantially equal to the width of the guide groove 6 (groove track 7). The pit rows 21 are displaced (wobbled) outward or inward (i.e., in the opposite directions) from the center line of the guide groove 6 by about a quarter of the pitch of the guide groove 6 (groove pitch Tp). In this example, the pit row 21a is displaced inward, while the pit row 21b is displaced outward.

Thus, by displacing the pit rows 21a and 21b from the center line of the guide groove 6 (the groove track 7), the first header region 11 is commonly used to track either of the groove track 7 and the land track 8. Accordingly, separate exclusive header regions for the groove track 7 and the land track 8 are not required.

Referring to Figure 4A, the mirror region 12 (M) follows the first header region 11. The mirror region 12 is flat with no groove or pit formed thereon and used to determine an offset of the servo tracking.

The gap region 13 (GAP) follows the mirror region 12. The gap region 13 (GAP) is formed on the information track 6' to avoid a head 24 of the information region 20 from overlapping the mirror region 12 or the first header region 11 when a jitter occurs due to the rotation of the optical disk 1.

The information region 20 which stores information and data includes a first guard data region 23 (GD1), the first dummy data region 15 (VFO), the first data region 17 (DATA), and a second guard data region 18 (GD2). The buffer region 19 (BUF) is formed between the information region 20 and the first header region 11' of the next sector 10'.

The first guard data region 23 is formed to ensure the stability of the reproduced signal processing circuit. The first dummy data region 15 (VFO) is a VFO region where a specific pattern (a specific bit length) of the modulation code used for modulation of data is sequentially recorded to promptly and stably clock the PLL of the reproduced signal processing circuit. Desired user data including an error correction code is recorded on the first data region 17. The second guard data region 18 is formed following the first data region 17 to ensure the stability of the production signal processing circuit. The buffer region 19 which includes no data is formed to avoid the end of the information region 20 from

overlapping the header region 11' of the next sector 10' when a jitter occurs due to the rotation of the optical disk 1, like the gap region 13.

Information is recorded on the information region 20 by irradiating the recording film formed on the disk substrate of the optical disk 1 to change the optical properties (reflectance) of the recording film. For example, an irradiated portion of the recording film may be changed from a crystalline state to an amorphous state so as to form a recording mark with a reflectance different from that of the other portions. As shown in Figure 4C, the recording mark array 22a is formed on the groove track 7, while the recording mark array 22b is formed on the land track 8.

Thus, in the respective regions of the rewritable area 5, the groove track 7 and the land track 8 are formed in accordance with the above-described data format to record data in the area.

Referring to Figures 4B and 4D, a data format in the read-only areas 2 and 3 will be described. In this example, as in Example 1, the data format in the read-only areas is matched with the data format in the rewritable area. Figure 4B shows an exemplary data format of each sector 30 in the read-only areas 2 and 3, and Figure 4D schematically shows a corresponding physical configuration of the track composed of the pit row.

In the read-only areas 2 and 3, the track 9 is composed of the pre-recorded pit row (pre-pit). As shown in Figure 4D, all the pit rows in the read-only areas 2

and 3 are formed in accordance with a uniform physical format as in Example 1. More specifically, the width (pit width) of the pit row 29 in the radial direction of the optical disk 1 is smaller than the width (groove width) of the guide groove 6 (groove track 7) formed in the rewritable area 5, and all the pits are lined substantially along the center line of the track for servo tracking.

Referring to Figure 4B, the sector 30 in the read-only areas 2 and 3 includes the second header region 31 (sector identification data PID1 and PID2) and the second data region 37 (DATA). A second dummy data region 33 (DMY1) is formed between the second header region 31 and the second data region 37. A third dummy data region 34 (DMY2) is formed between the second data region 37 and the second header region 31' of the next sector 30'.

The sector identification data PID1 and PID2 of the second header region 31 are repeatedly recorded on the former half and the latter half of the second header region 31, respectively, in compliance with the sector identification data PID1 and PID2 of the first header region 11, so that the length of the second header region 31 becomes substantially the same as that of the first header region 11. However, the concave and convex shaped pit row of the second header region is not wobbled as the pit rows 21a and 21b of the first header region 11, but is lined substantially along the center line of the track 9 for servo tracking.

The information amount recorded on the second

data region 37 of one sector 30 is made equal to that recorded on one sector 10 in the rewritable area 5, and the same format as that in the rewritable area 5 is used for an additional error correction code and the like. With this arrangement the length of the second data region is substantially the same as that of the first data region 17.

In general, data recording in the read-only area by embossing can be performed with high precision at the fabrication of the disk. In the read-only area, data is only reproduced and no arrangement to respond to rewriting by the user is required. Therefore, regions such as the gap region 13, the first guard data region 23, the second guard data region 18, and the buffer region 19 formed in the rewritable area are not required in the read-only area. These regions should be deleted if the recording capacity of the optical disk is considered with priority. However, if these regions are deleted, the data format in the read-only area becomes different from that in the rewritable area. This requires to provide two separate exclusive signal processing sections each including a timing generation circuit and a demodulator for the read-only area or the rewritable area, and switch the two processing sections appropriately, as in the conventional apparatus described above. If regions corresponding to the gap region 13, the first guard data region 23, the second guard data region 18, and the buffer region 19 in the rewritable area 5 are formed in the read-only area so as to synchronize the reproduction timing and no pit row is formed in these regions, the tracking error signal is discontinued at these regions, making the servo tracking in the read-only area unstable.

In order to overcome the above problems, in this example, the second dummy data region 33 is formed between the header region 31 and the data region 37 of each sector 30, and the third dummy region 34 is formed between the data region 37 and the header region 31' of the next sector 30'.

A specific pattern of the modulation code used for modulation of data (a pattern of a specific bit length corresponding to a specific pulse width and pulse interval) as in the first dummy data region 15 (VFO) in the rewritable area 5, for example, can be sequentially recorded on the second and third dummy data regions 33 and 34. Using such a specific pattern, prompt and stable clocking of the PLL of the reproduced signal processing circuit can be realized.

A mirror region may be formed between the header region 31 and the second dummy region 33 as in the rewritable area.

When data recorded on the optical disk of this example is to be reproduced, the same procedure as that described in Example 1 with the optical disk recording/reproducing apparatus 100 shown in Figure 3 can be employed. In this case, the waveforms of the envelope detection signal, the difference signal obtained from the rewritable area, the sum signal obtained from the rewritable area, and the sum signal obtained from the read-only area are as shown in Figures 4E to 4H, respectively.

Thus, in this example, the sector lengths and

main portions of the data formats of the rewritable area and the read-only areas are made substantially equal to each other. With this arrangement, the sectors in the read-only areas and the rewritable area can be managed in the same manner, and the processing such as sector retrieval can be unified. Thus, one reproduced signal processing circuit can be commonly used for the rewritable area and the read-only areas. This reduces the circuit size.

In this example, the first data region 17 in the rewritable area and the second data region 37 in the read-only area are arranged to start at the same timing as shown in Figures 4A and 4B. The unified sector management according to the present invention can also be realized in the case where these data regions are displaced with each other as long as they have the same length.

(Example 3)

The third example according to the present invention will be described. In this example, a data sequence which realizes stable servo tracking at the reproduction of data recorded in the read-only area will be described. The data formats of an optical disk in this example are the same as those of the optical disk described in Example 2 in both the rewritable area and the read-only areas.

In general, the tracking control along a track of an optical disk can be performed by a variety of methods. For example, a phase difference detection method is employed as an effective tracking method for a track

consisting of the pit row 29 as shown in Figure 4D, for example.

As described in Example 2, each of the second and third dummy data regions 33 and 34 shown in Figure 4B includes a specific repetition pattern of modulation codes used for modulation of data (a pattern of a specific bit length corresponding to a specific pulse width and pulse interval). When such a specific repetition pattern is formed on adjacent tracks, however, the servo tracking by the phase difference detection method becomes unstable.

The reason why the servo tracking becomes unstable will be described in detail as follows.

Figure 5 is a view illustrating the principle for obtaining a tracking error signal by the phase difference detection method. A beam spot 57 tracks the convex and concave shaped pit row 29 constituting the track 9 in the read-only area. Light of the beam spot 57 is reflected by the pit row 29 and the reflected light is detected by a 4-part optical detection circuit 58. The 4-part optical detection circuit 58 converts the received light into an electric signal. The 4-part optical detection circuit 58 includes four parts A, B, C, and D. A sum signal S11 corresponding to the sum of the parts A + C is generated by an operational amplifier 59, while a sum signal S12 corresponding to the sum of the parts B + D is generated by an operational amplifier 60. A phase comparator 61 compares the phases of the two sum signals S11 and S12 to generate a tracking error signal S13.

When the beam spot 57 is displaced outward from the center line of the track 9, the reflected light is diffracted at the edge of the pit row 29, and thus the phase of the sum signal S11 of the parts A + C proceeds. On the contrary, when the beam spot 57 is displaced inward from the center line of the track 9, the phase of the sum signal S12 of the parts B + D proceeds. The phase difference between the sum signals S11 and S12 is detected by the phase comparator 61 and converted into an electric signal, so as to obtain the tracking error signal S13 representing a displacement of the beam spot 57 from the center line of the track 9.

Figures 6 and 7 show tracking error signals obtained by the phase difference detection method when the beam spot 57 is displaced from the center line of the track. Figure 6 shows output waveforms of the sum signals S11 and S12 obtained when completely the same data pattern has been recorded on a target track 9a (a pit row 29a) to be tracked and an adjacent track 9b (a pit row 29b) and the beam spot 57 deviates from the target track 9a. As shown in Figure 6, a path 64 of the beam spot 57 is displaced from the target track 9a.

In the above case, light of the beam spot 57 is diffracted toward the parts A + B of the 4-part optical detection circuit 58 by the outward edge of the pit row 29a of the target track 9a. At this time, however, since the adjacent track 9b has the pit row 29b with the same pattern, the light of the beam spot 57 is simultaneously diffracted toward the parts C + D by the inward edge of the pit row 29b of the adjacent track 9b. As a result, as shown in Figure 6, no phase difference exists

between the sum signal S11 of the parts A + C and the sum signal S12 of the parts B + D. Thus, the output of the tracking error signal S13 is zero though the beam spot 57 is actually displaced from the target track 9a.

As described above, when the tracks 9a and 9b adjacent to each other have pit rows with completely the same pattern, the tracking error signal S13 is not generated even when the beam spot deviates from the track. This makes the servo tracking unstable.

Figure 7 shows output waveforms of the sum signals S11 and S12 when a data series different from that of the target track 9a has been recorded on the adjacent track 9b which is adjacent to the target track 9a. As in Figure 6, the beam spot 57 tracks along the path 64 displaced from the target track 9a.

In the above case, as in the case shown in Figure 6, light of the beam spot 57 is diffracted toward the parts A + B by the outward edge of the pit row 29a of the target track 9a. At this time, the light of the beam spot 57 is also diffracted toward the parts C and D by the inward edge of the pit row 29b of the adjacent track 9b. In this case, however, the patterns of the pit rows are different between the target track 9a and the adjacent track 9b. Accordingly, since edges of pits on the two adjacent tracks do not coincide except for positions 65 and 66, a phase difference is generated between the sum signals S11 and S12, though at the positions 65 and 66 the outputs of the sum signals S11 and S12 are the same as in the case shown in Figure 6, generating no phase difference.

When patterns of the pit rows of the target track 9a and the adjacent track 9b are random having no correlation with each other, the positions where edges of pits of adjacent tracks coincide as the positions 65 and 66 shown in Figure 7 also appear randomly. The frequency where such edge coincidence occurs is therefore sufficiently small. Such random occurrence of the pit-edge coincidence hardly affects the generation of the tracking error signal S13 in the frequency range used for the servo tracking.

However, when the phase difference is not obtained over the entire second or third dummy data region 33 or 34 as shown in Figure 6, for example, the tracking error signal S13 is generated so little even when the beam spot deviates from the target track that the servo tracking control becomes unstable.

Hereinbelow, data formats of the second and third dummy data regions 33 and 34 which are effective to prevent the disturbance of servo tracking as described above will be described.

Figure 8A shows an exemplary format where the second and third dummy data regions 33 and 34 include M-series random data regions 73 and 74, respectively. By setting different initial values of the M-series random data for at least adjacent two tracks, the patterns of pit rows on the adjacent tracks have no correlation with each other, and thus the coincidence of pit edges between the adjacent tracks is made random. As a result, the servo tracking by the phase error detection method can be relatively stably controlled.

Figure 8B shows an exemplary format where the second dummy data region 33 includes the M-series random data region 73 as shown in Figure 8A and a specific pattern of the modulation code used for modulation of data as that used on the VFO region 15 in the rewritable area (see Figure 4A).

By including the VFO region 75 (VFO1) in the latter portion of the second dummy data region 33 as shown in Figure 8B, the clocking of the PLL of the reproduced signal processing circuit for the subsequent data region 37 can be stabilized. The tracking error signal S13 is not generated from the VFO region 75. However, since the VFO region 75 constitutes a part of the dummy data region, the servo tracking can be stabilized before and after the VFO region 75. Therefore, no practical problem arises.

Figures 8C and 8D show exemplary formats where the second dummy data region 33 includes data synchronous series 76 and 77, respectively, which can specify the timing of the start of the data region 37. Figures 8C and 8D show sectors of an even track and an odd track, respectively.

As described above, in order to secure stable servo tracking by the phase difference detection method, adjacent tracks need to have data series different from each other. The different data synchronous series 76 and 77 are therefore provided in the even track (Figure 8C) and the odd track (Figure 8D).

Referring to Figure 8C, the data synchronous

series 76 of the even track counts up at an end value FF (HEX). With this arrangement, due to the regularity (counting up) of the data synchronous series 76, the timing can be detected real time until the start of the data region 37 by the second dummy data region 33. This ensures the identification of the start of the data region 37.

Referring to Figure 8D, the data synchronous series 77 of the odd track counts down at an end value 00 (HEX). With this arrangement, due to the regularity (counting down) of the data synchronous series 77, the timing can be detected real time until the start of the data region 37 by the second dummy data region 33 as in the case of the even track.

Thus, the exemplary formats shown in Figures 8C and 8D where different data synchronous series are provided in the second dummy data regions 33 of the adjacent tracks can stabilize the servo tracking and ensures the detection of the start of the data region 37.

In this example, the servo tracking by the phase error detection method can be relatively stably controlled by using random data series for the second dummy data regions 33 of adjacent tracks. Also, by using different data synchronous series for the second dummy data regions 33 of adjacent tracks, the detection of the start of the data region 37, as well as stable servo tracking, can be ensured.

Data sequence suitable for servo tracking can be also used for the third dummy data region 34 in a manner

similar to that described above for the second dummy data region 33. In this example, the data reproduction (servo tracking) in the read-only area was described. The data reproduction in the rewritable area can be performed in the manner described in Example 1 with reference to the optical disk recording/reproducing apparatus 100 (Figure 3).

(Example 4)

In Example 3 above, the pattern of data (codes) recorded on the dummy data regions can be directly generated at the data reproduction. In this example, a modulation code is used to reduce the correlation between dummy data recorded on adjacent tracks.

One value is initially determined as data to be recorded on the dummy data region. This value is scrambled to generate data with little correlation. For example, (FF), (00), and the like in the hexadecimal notation consist of bits of 0 or 1. Based on this value, data can be easily generated. Scrambling is realized by first generating random data such as an M series from a given initial value and calculating exclusive-OR between this random data and data to be recorded. The method of generating scrambled data will be described in detail in a later example.

In the case where the same data to be recorded and the same initial values are used, data obtained after the scrambling are the same. However, if the initial values are different while the data to be recorded are the same, the correlation between two data obtained after the scrambling can be reduced. However, using different

initial values for all the sectors is difficult since a considerably large number of initial values must be held. In practice, however, using different initial values for adjacent sectors is enough to reduce the correlation between the dummy data regions of the adjacent tracks. That is, the same initial values can be used for sectors of the same track. In the case where the number of sectors included in one track varies, the number of continuous sectors having the same initial value should be at least the minimum number of sectors included in one track. Assume that the number of continuous sectors having the same initial value is M and the number of initial values is N. The actual values of M and N can be conveniently determined based on sector address information included in the sector identification data.

For example, if 3-byte data is used as the sector address information, about 16,770,000 sectors can be covered. If the values of M and N are powers of 2, scrambled data can be easily generated. In this example, the case of M = 16 and N = 16 will be described. N initial values can be obtained in the following manner, for example. First, the address information included in the sector identification data is represented in the binary notation, and 4-bit data corresponding to the fifth to eighth bits from the least significant bit are used. Using this 4-bit data, N = 16 initial values can be obtained. The initial value is renewed every M = 16 sectors, and one track includes 256 sectors.

Since 16 continuous sectors have the same initial value, it is ensured that the initial values for scrambling are different between adjacent sectors for tracks

each having 16 to 256 sectors. Data to be recorded is scrambled using one of these initial values, modulated with a recording code, and recorded on the dummy data region.

In this way, by scrambling the same data using different initial values between adjacent tracks (corresponding sectors), different data series can be recorded on the dummy data regions of the corresponding sectors of adjacent tracks.

Thus, in this example, since random data series can be efficiently obtained for the dummy data regions of adjacent tracks, the servo tracking by the phase error detection method can be relatively stably controlled in the read-only area.

(Example 5)

The third example according to the present invention will be described. In this example, data series in the rewritable area or the read-only areas for realizing efficient sector management will be described.

As described in the above example with reference to Figures 4A and 4B, for example, data to be recorded on the optical disk is divided into parts for a predetermined data capacity corresponding to the data region 17 (the rewritable area) or the data region 37 (the read-only area) of each sector. An error correction code is added to the data for each sector as described above. Such an error correction code may be complete within each sector. Alternatively, error correction coding may be performed for a set of a plurality of sectors. Such a

block of a plurality of sectors is referred to as an ECC block. In other words, the ECC block is a unit for error correction coding. When one ECC block is composed of k sectors (e.g., k = a set of 16 sectors), an error having a length of about one sector can be corrected. Using such an error correction code, the number of sectors in the rewritable area and that in the read-only area are multiples of the number of sectors in one ECC block. In other words, the number of sectors which is a multiple of k are recorded.

On the other hand, in order to efficiently manage sectors of an optical disk, the sectors in the rewritable area and the read-only area are preferably managed with the track basis. However, the number of sectors included in one track is not necessarily a multiple of the number of sectors included in one ECC block. Accordingly, when data is recorded on a plurality of ECC blocks of sectors, the data is not necessarily completed appropriately at the end of one track, but often ends midway of one track. In the rewritable area, the tracking control is possible even if there are remained sectors with no data recorded thereon because the groove or land track has been formed as a guide track. In the read-only area, however, the pit row is discontinued by the sector with no data recorded thereon, and thus the tracking control becomes unstable.

In order to overcome the above problem, in this example, dummy data is recorded on sectors left unrecorded after completion of recording data to fill the entire track with data so as to realize sector management with the track basis. An example of such dummy data is a

specific repetition pattern of a modulation code (a specific pulse width and pulse interval) as in the VFO region 15 in the rewritable area. Using such a pattern as the dummy data, the PLL of the reproduced signal processing circuit can be stably operated for the sector where user data has not been recorded.

In this example, M-series random data and a data synchronous series as in the second dummy data region described in Example 3, as well as scrambled data as in Example 4, can be used. Figure 9 shows an optical disk 1' of this example. As shown in Figure 9, dummy data is recorded on sectors 71 in the read-only area 3 at the junction between the inner read-only area 3 and the rewritable area 5. Likewise, dummy data is recorded on sectors 72 in the read-only area 2 at the junction between the outer read-only area 2 and the rewritable area 5.

Thus, in this example, when data is recorded by every predetermined recording unit such as the error correction block (ECC), a sector left with no data recorded thereon is filled with dummy data. With this arrangement, the rewritable area and the read-only areas always start at the head of a track. This ensures efficient management of sectors on the optical disk.

(Example 6)

In Example 6 according to the present invention, specific examples of data formats of the sector 10 in the rewritable area and the sector 30 in the read-only areas will be described.

Figures 10A and 10B show a layout of the sector 10 in the rewritable area, while Figures 11A and 11B show a layout of the sector 30 in the read-only areas. First, generation of data to be recorded on the first data region 17 of the sector 10 and the second data region 37 of the sector 30 will be described.

Assume that the data amount recorded on one sector is 2048B (B denotes byte(s); this is also applicable in the subsequent description) for both the sectors 10 and 30. To this amount, 4B for data ID indicating the data region number (sector address), 2B for IED for error detection of the data ID, 6B for RSV as spare, and 4B for EDC for error detection of the entire data are added. All of these data are collectively referred to as a first data unit. The data length of the first data unit is thus 2048 + 4 + 2 + 6 + 4 = 2064(B).

The information data portion (2048B) is then scrambled in the manner as described below which is the same as that used for the dummy data region in Example 4.

First, a shift register is constructed so that so-called M-series data can be generated, and an initial value is determined. This initial value is sequentially shifted through the shift register in synchronization with the information data so as to generate pseudorandom data. Exclusive-OR is operated between the pseudorandom data and the information data to be recorded bit by bit thereby to realize scrambling.

Since the information data is 2048B which is the

eleventh power of 2, a primitive polynominal expression with the eleventh or higher power of 2 is required as the M series. The next higher degree in trinominal to quinquenominal expressions having a term of the eleventh or higher power of 2 among the primitive polynominal expressions constructing the M series is fifteenth. In the following description, a primitive trinominal expression having a term of the fifteenth power of 2 ($X^{15} + X^4 + 1$) is used as an example. Figure 12 shows the realization of this primitive polynominal expression by use of a shift register 150.

As shown in Figure 12, the length of the shift register 150 is 15 bits (entries r14 to r0). The shift register 150 calculates exclusive-OR between the bit in the entry r14 and the bit in the entry r10 and feeds back the result to the entry r0. A predetermined 15-bit initial value is set for the shift register 150 and is sequentially shifted in response to a bit clock, so as to generate pseudorandom data. Then, exclusive-OR is calculated between the eight least significant bits (entries r7 to r0) of the shift register 150 and eight bits (1B) of the information data every eight clocks, and this operation is repeated 2048 times. As a result, information data for one sector is scrambled. The shift register 150 is reset every sector to reset the initial value, so that the information data of each sector is independently scrambled (with no substantial correlation with one another).

Assume that the number of continuous sectors having the same initial value is M and the number of initial values is N. The values of M and N can be

obtained from the sector address information included in the identification data. If the values of M and N are powers of 2, scrambled data can be easily generated. In this example, the case of M = 16 and N = 16 will be described. N initial values can be obtained in the following manner, for example. First, the address information included in the sector identification data is represented in the binary notation (24 bit length if the sector address is 3B), and 4-bit data corresponding to the fifth to eighth bits from the least significant bit is used. Using this 4-bit data, N = 16 initial values can be obtained. The corresponding relationship between the 4-bit value and the initial value is previously determined in the form of a corresponding table and the like. The initial value is renewed every M = 16 sectors, and one track includes 256 sectors.

The scrambled first data units of 16 sectors are put together to constitute error correction codes by Reed-Solomon coding. The data unit of one sector is arranged in an array of 172B x 12 rows and such units of 16 sectors are put together to form an array of 172B x 192 rows. A 16B external code is added to each column of this array, and a 10B internal code is added to each row of this array. A data block of 182B x 208 rows (37856B) is thus formed, which is referred to as an ECC block.

Then, the ECC block is interleaved so that the 16B external code is included in each sector. The data of each sector is then 182B x 13 rows = 2366B.

The data is then modulated with a recording code. A RLL (run length limited) code where the run length

after modulation is limited is used as the recording code. In this example, a 8/16 conversion code for converting 8-bit data into 16 channel bits is used as the recording code. This conversion is performed in accordance with a predetermined conversion table. This conversion table allows one 8-bit data to correspond to four types of 16-channel-bit data. The type is herein referred to as the state. A state to be used for conversion of next data is also predefined in this conversion table.

Figure 13 shows an example of such a conversion table. A 16-bit code series (Y_t) is obtained, for example, by converting first data (D_t) under a state 1 (S_t = 1). The next data is selected under a state (S_{t+1}) specified in the preceding conversion. By controlling the selection of the state, a DC component contained in the recording code can be suppressed, though the detail of the method of this control is omitted here.

At this time, the minimum and maximum bit lengths are limited to 3 channel bits and 11 channel bits, respectively. Also, in order to synchronize the reproduction, a 2B synchronous code is inserted every 91B, i.e., a half of one row of 182B. As the synchronous code, several different 32-channel-bit codes having a pattern which normally does not appear in the 8/16 conversion code are predefined. Thus, the data amount of one sector is 186B × 13 rows = 2418B.

The above-described data configuration is commonly employed in the rewritable area and the read-only areas. The thus-obtained 2418B data is recorded on the

first data region 17 of the sector 10 in the rewritable area as shown in Figure 10A or on the second data region 37 of the sector 30 in the read-only areas as shown in Figure 11A.

Referring to Figure 10A, in the rewritable area, a 1B postamble region 45 (PA) follows the first data region 17. The 8/16 converting code needs to have an end mark at the end of the recording code so that the data can be correctly demodulated at the reproduction. Therefore, the postamble region 45 has a pattern obtained by demodulating a predetermined code in accordance with a conversion rule as the end mark.

A presync region 44 (PS) precedes the first data region 17, where presync data is recorded in order to indicate the start of the first data region 17 and provide byte synchronization. The presync data is predetermined to be 3B (48 channel bit) long and consists of a code having a pattern with high autocorrelation. For example, a pattern of "0000 0100 0100 1000 0010 0001 0010 0000 1000 0010 0001 0000" as represented in NRZI code is used.

The VFO region 15, the first guard data region 23, the second guard data region 18, the gap region 13, the buffer region 19, and the mirror region 12 shown in Figure 10A are the same as the VFO region 15 (VFO), the first guard data region 23 (GD1), the second guard data region 18 (GD2), the gap region 13 (GAP), the buffer region 19 (BUF), and the mirror region 12 (M) described with reference to Figure 4A. The guard data region 23, the VFO region 15, and the PS region 44 constitute a

first dummy data region 15'. In Figure 10A, the number shown under each region represents the byte length of the region. This also applies to Figures 10B, 11A, and 11B.

As shown in Figure 10A, in the first dummy data region 15', the VFO region 15 precedes the PS region 44. The VFO region 15 is a region which has a specific pattern recorded thereon for promptly and stably clocking the PLL of the reproduced signal processing circuit. For clocking of the PLL, it is better that the code includes more inversions (i.e., more "1"'s as represented in the NRZI code). For high-density recording, however, when the shortest bit length of a modulation code is repeated, both the amplitude of the reproduced signal and the C/N are reduced, making it difficult to obtain stable clocking. Therefore, the repetition of a pattern with 4 channel bits which is the second shortest bit length, i.e., "... 1000 1000 ..." as represented in the NRZI code is used. The length of the VFO region 15 is 35B in order to ensure the number of inversions and the clocking time required for stable clocking.

The first guard data region 23 precedes the VFO region 15 and the second guard data region 18 follows the postamble region 45 (PA). As described in Example 4, when recording and erasure are repeated in a rewritable optical disk, the degradation at the start and end of the recording portion due to a heat load increases. The guard data regions are provided to prevent this degradation from influencing the regions from the VFO region to the PA region.

A recording medium tends to be increasingly

degraded when same data is repeatedly recorded on the same position. To avoid this trouble, the recording position of the first data region 17 is shifted by elongating and shortening the first and second guard data regions 23 and 18 preceding and following the data region 17, respectively. It should be understood however that the total of the lengths of the first and second guard data regions 23 and 18 is unchanged. From the results of experiments, it has been found preferable that the lengths of the first and second guard data regions 23 and 18 are (15+k)B and (45-k)B, respectively, and the shift amount is k = 0 to 7B. The total of the lengths of the two guard data regions is fixed to 60B. The repetition of the 4-channel-bit pattern "... 1000 1000 ..." used for the VFO region 15 is used as data to be recorded on the guard data regions, for example.

Thus, the first guard data region 23, the VFO region 15, the presync region 44, the first data region 17, the postamble region 45, and the second guard data region 18 constitute the information recording region where data is recorded with a data length of 2517B.

The gap region 13 is used to set the laser power, and has a length of 10B to secure the time required for laser power setting. The buffer region 19 has no data recorded thereon to secure a region (time width) for preventing the end of the recording data from overlapping the next sector due to a variation of the rotation of a disk motor and an eccentricity of the disk. The buffer region 19 has a length of 40B. The mirror region 12 has a length of 2B to secure the time required for determin-

ing the offset of the servo tracking.

Referring to Figure 11A, the sector 30 in the read-only areas will be described. As shown in Figure 11A, the sector 30 includes a header region 90, the second dummy data region 33, the second data region 37, and the third dummy data region 34. As described above, the data length of the second data region 37 is equal to the data length of the first data region 17, i.e., 2418B. As in the sector 10, a 1B postamble region 47 (PA), a second pad region 85, and a postamble region 86 (PA) follow the second data region 37 in this order.

In this example, as in Example 2, the second dummy data region 33 is formed between the header region 90 and the second data region 37, while the third dummy data region 34 is formed between the data region 37 and the head of the next sector. As in the sector 10 in the rewritable area, the second dummy data region 33 includes a 35B VFO region 84 and a 3B presync region 46 (PS) to secure the reliability at the reproduction of data from the data region 37. As shown in Figure 11A, the second dummy data region 33 further includes a 30B first pad region 82 and a postamble region 83 (PA). The third dummy data region 34 includes the postamble region 47, the second pad region 85, and the postamble region 86.

The patterns and lengths of data to be recorded on the VFO region 84 and the presync region 46 are the same as those recorded on the VFO region 15 and the presync region 44 shown in Figure 10A. As the data to be recorded on the second and third dummy data regions, data

series obtained by scrambling hexadecimal (FF) data using different initial values between adjacent sectors and modulating the results with the 8/16 conversion codes as described in Example 4 are used. The scrambling is performed in the same manner used for the data region 37. As the initial value, 4-bit data corresponding to the fifth to eighth bits from the least significant bit of the PID which will be described later is used. The initial value corresponding to the 4-bit data is the same as that used for the data region 37.

The 8/16 conversion coding starts from the state 4 in the conversion table shown in Figure 13, for example. The thus-generated data series is recorded on the first and second pad regions 82 and 85. The first pad region 82 corresponds to the gap region 13 and the first guard data region 23 shown in Figure 10A, while the second pad region 85 corresponds to the second guard data region 18 and the buffer region 19 shown in Figure 10A.

In the rewritable area, the lengths of the first and second guard data regions 23 and 18 are varied. In the read-only areas, the lengths of the pad regions are made to correspond to the average lengths of the corresponding first and second guard data regions 23 and 18. Thus, the lengths of the first and second pad regions 82 and 85 are 28B and 80B, respectively. The 1B postamble regions 83 and 86 follow the first and second pad regions 82 and 85, respectively, to terminate the modulation code.

The header regions in the rewritable area and the read-only areas will be described. As described in

Example 2 with reference to Figure 4A, the header region 11 in the rewritable area is divided into the former half 11a (sector identification data PID1) and the latter half 11b (sector identification data PID2). The corresponding pit rows 21a and 21b are displaced in the radial directions from the center line of the groove track 7 (the guide groove 6) by about a quarter of the groove pitch. Furthermore, the pit rows 21a and 21b are arranged to displace in the opposite directions from each other. In this example, also, the header region 80 is formed in the same manner.

Figure 10B shows a data format of the header region 80 of the sector 10 in the rewritable area. As shown in Figure 10B, the header region 80 is composed of four sets of sector identification data (PID) denoted by PID1, PID2, PID3, and PID4 in the order of the arrangement. The PID1 and PID2 constituting the 64B former half is displaced outward, while the PID3 and PID4 constituting the 64B latter half is displaced inward, for example.

In each sector identification data PID, 4B is allocated for a Pid region representing the sector address information, 3B for the sector number, and 1B for various types of information of the sector such as the number of the PID region. The address information of the sector on the groove track 7, from which the header region is displaced with respect to the center line, is recorded on a Pid3 region 213 of the PID3 and a Pid4 region 218 of the PID4 in the latter half. The address information of the sector on the land track 8 outward adjacent to the groove track 7 is recorded on a Pid1

region 203 of the PID1 and a Pid2 region 208 of the PID2 in the former half.

Respective 2B error detection codes are added to the Pid regions and recorded on IED regions 204, 209, 214, and 219. The data of the Pid regions and the IED regions are modulated with the above-described 8/16 conversion code. This modulation is initiated at the head of each Pid region using the conversion table shown in Figure 13, for example, starting from the state 1. Respective 1B postamble regions 205, 210, 215, and 220 follow the corresponding IED regions to terminate the modulation code.

AM regions 202, 207, 212, and 217 precede the corresponding Pid regions 203, 208, 213, and 218 and has an address mark indicating the start of the Pid regions and realizing byte synchronization. As the address mark, a pattern which does not appear in the 8/16 conversion code, e.g., a 3B (48 channel bit) long code is selected. For example, a pattern "0001 0001 0000 0000 0000 0100 0100 0100 0000 0000 0001 0001" as represented in the NRZI code can be used. This pattern includes double a 14-channel-bit pattern which is longer than the longest bit length, i.e., 11-channel-bit length, of the modulation code. Therefore, the possibility of erroneous detection of the address mark at the reproduction of normal data reduces.

A VFO region is provided at the head of each sector identification data PID. The VFO region has data of a specific pattern to promptly and stably clock the PLL of the reproduced signal processing circuit. For

example, the repetition of the 4-channel-bit pattern "... 1000 1000 ..." may be used as in the VFO region described in Example 2. As described above, the former half PID1 and PID2 as a set and the latter half PID3 and PID4 as a set of the header region 80 are displaced toward the radial opposite directions. The first VFO regions 201 and 211 which are the heads of the sets of the header region 80 need to give another chance for bit synchronization to ensure the bit synchronization. Accordingly, the first VFO regions are made longer than the second VFO regions 206 and 216 which are used only for re-synchronization and therefore can be short. In this example, the lengths of the first VFO regions 201 and 211 are 36B, while the lengths of the second VFO regions 206 and 216 are 8B.

Thus, the PID1, for example, includes the VFO region 201 (VFO1), the AM region 202, the Pid region 203, the IED region 204, and the postamble region 205 in this order from the head, and has a length of 46B. Likewise, the PID2 includes the VFO region 206 (VFO2), the AM region 207, the Pid region 208, the IED region 209, and the postamble region 210 in this order from the head, and has a length of 18B. The PID3 and the PID4 of the latter half have the similar configurations to the above.

The data arrangement of the header region in the read-only areas will be described with reference to Figures 11A and 11B. As described in Example 2 (Figures 4A and 4B), the data arrangement of the header region 31 in the read-only areas is matched with the data arrangement of the header region 11 in the rewritable area, but the pit row on the header region 31 is lined

along the center line of the track 9. The header region 90 in this example is formed in the manner described in Example 2. That is, the data sequence and the length (bit length) of the header region 90 in the read-only areas are made equal to those of the header region 80 in the rewritable area (Figure 10A). More specifically, as shown in Figure 11A, the header region 90 with a length of 128B is composed of four sector identification data PIDs (PID1 to PID4). As shown in Figure 11B, the PID1, for example, includes a first VFO region 231 (VFO1), an AM region 232, a Pid region 233, an IED region 234, and a postamble region 235 in this order from the head, and has a length of 46B. Likewise, the PID2 includes a second VFO region 236 (VFO2), an AM region 237, a Pid region 238, an IED region 239, and a postamble region 240 in this order from the head, and has a length of 18B. The PID3 and the PID4 of the latter half have the similar configurations to the above.

Thus, in this example, different data series can be formed on the dummy data regions 33 or 34 on adjacent tracks in the read-only areas. This can be realized by scrambling predetermined fixed data (e.g., FF) in the same manner as that for data recorded on the data region 37 and using different initial values between adjacent sectors. The resultant scrambled data is then modulated with the recording code used for the data on the data region 37 and recorded on the pad region 82 or 85. In this way, the servo tracking by the phase error detection method can be relatively stably controlled in the read-only areas. A scrambling circuit and a recording coding circuit used for generating data to be recorded on the data region 37 can also be used for generating data to be

recorded on the pad regions 82 and 85. This simplifies the configuration of a recording signal processing circuit, and the circuit size can be reduced.

In this example, the position of the data region 17 was shifted by enlarging and shortening the first and second guard data regions 23 and 18 in the rewritable area. Alternatively, the gap region 13 and the buffer region 19 may be enlarged and shortened. The combination of the enlarging and shortening of these regions may also be used.

(Example 7)

In Example 6, exemplary data series on the sectors 10 and 30 in the rewritable area and the read-only areas were described. As shown in Figures 10A and 11A, the presync region 44 is formed following the VFO region 15 and preceding the data region 17 in the rewritable area, while the presync region 46 is formed following the VFO region 84 and preceding the data region 37 in the read-only areas.

In the conventional optical disk as shown in Figure 23, for example, the data region 450 immediately follows the VFO region 403. The data region 450 is composed of a plurality of data blocks 405a, 405b, ... with the data synchronous series 404a, 404b, ... preceding the corresponding data blocks.

In such a conventional data format, at the reproduction, after stable clocking of the PLL circuit by the VFO region 403, the data synchronous series 404a is detected. By the detection of the data synchronous

series 404a, the head of the data region 450 is identified to reproduce the first data block 405a.

The above conventional configuration has a drawback as follows. If the recording film of the optical disk is damaged at the portion of the first data synchronous series 404a which specifies the start timing for the first data block 405a, for example, an error arises in the synchronous data to be read, failing to specify the start position of the first data block 405a.

Moreover, when the start position of the first data block 405a is failed to be specified, not only the first data block 405a but also the block number of the subsequent data block 405b cannot be specified. Errors therefore arise over the data region 450 of the entire sector, and reading of the data becomes impossible.

However, according to the data format in Example 6 described above, which has the presync region following the VFO region, the start timing of the first data block can be detected with high reliability even if an error arises in the first data synchronous series of the data region.

In Example 7, the presync region will be described in detail.

Figure 14A shows a data format of one sector in the rewritable area of an optical disk of this example. Figure 14B shows a data format of one sector in the read-only areas of the optical disk of this example. In Figures 14A and 14B, the same components as those in the

previous examples are denoted by the same reference numerals.

Referring to Figure 14A, the sector 10 includes the header region 80 (sector identification data PID), the mirror region 12 (M), the gap region 13 (GAP), the first guard data region 23 (GD1), the VFO region 15, the presync region 44 (PSY), the first data region 17 (DATA), the postamble region 45 (PA), the second guard data region 18 (GD2), and the buffer region 19 (BUF). The first data region 17 is divided into a plurality of data blocks 5a, 5b, ... with first data synchronous series 4a, 4b, ... preceding the respective data blocks.

The mirror region 12 is a flat portion with no pit or groove formed thereon and used to obtain an offset of the tracking. The first and second guard data regions 23 and 18 store predetermined data patterns for compensating a cycle degradation due to heat load. The first guard data region 23 is located at the head of the recording data while the second guard data region 18 is located at the end of the recording data. The gap region 13 absorbs signal disturbance at the start end of data recording and sets the recording laser power. The VFO region 15 includes a third data synchronous series where a predetermined code of a single period is sequentially recorded. The presync region 44 includes a second data synchronous series for specifying a start position of data reproduction, which will be described in this example. The postamble region 45 terminates a modulation code and allows the reproduced signal processing to be shifted stably to a next sector.

Referring to Figure 14B, in the read-only areas, the sector 30 includes the pad region 82 (DMY) and the postamble region 83 (PA), in place of the gap region 13 and the first guard data region 23 in the rewritable area, and the pad region 85 (DMY) and the postamble region 86 (PA), in place of the second guard data region 18 and the buffer region 19 in the rewritable area, so as to stabilize the tracking. The other portions are the same as those of the sector 10 shown in Figure 14A. Hereinbelow, the second data synchronous series recorded on the presync region 44 of the sector 10 in the rewritable area and the presync region 46 of the sector 30 in the read-only areas will be described in detail. In the following description, the presync region 44 of the sector 10 will be described as an example. It should be understood that the same is also applicable to the presync region 46 of the sector 30.

As described above, the data format of this example includes a data sequence of adding the second data synchronous series (the presync region 44 or 46) between the first data synchronous series 4a as the head of the data region and the third data synchronous series (the VFO region 15 or 84). A predetermined pattern which has high autocorrelation and does not appear in the other data portions is used for the second data synchronous series so that a specific position can be detected in the code sequence.

At the signal reproduction, the third data synchronous series (the VFO region 15) is first reproduced to allow the PLL circuit to be clocked and stabilized by detecting the single-period repetition pattern.

After the sufficient stabilization of the clocking, the position of the second data synchronous series (the presync region 44) is detected. From this detected position, the read start position of the first data synchronous series 4a located at the head of the data region can be specified. The synchronization with the data of the data region 17 is established by use of the first data synchronous series 4a, and thus the data can be reproduced at a further precise timing.

In the case where the data region 17 is divided into a plurality of data blocks as shown in Figure 14A, a plurality of first data synchronous series 4a, 4b, ... are formed on the data region 17. This increases the redundancy, and therefore, in order to secure a sufficient recording region for user data, each data synchronous series should be short. On the contrary, since only one second data synchronous series (PSY 44) exists in one sector, the second data synchronous series can be made long.

Thus, in this example, the position of the relatively long second data synchronous series (PSY 44) can be detected without fail. From the detected position of the second data synchronous series (PSY 44), the read start position of the first data synchronous series 4a located at the head of the data region 17 can be identified. This allows the first data synchronous series 4a to be shortened without reducing stable detection thereof.

An exemplary code pattern of the second data synchronous series will be described. In this example,

as the recording code, the 8/16 code is used, which converts 8 bits of data into 16 channel bits of the recording code having a bit length of 3 channel bits at minimum to 11 channel bits at maximum. The interval of one channel bit is represented by T. The data is represented in the NRZI code where the signal level is inverted at bit "1" while it is not inverted at bit "0". The second data synchronous series needs to satisfy the limit of the mark/space lengths of the recording code.

Accordingly, the shortest recording bit length is "100". In order to ensure stable reproduction, the third data synchronous series (VFO region 15) needs to have a period longer than the shortest recording bit and include much edge information (level inversion) which ensures the clocking of the PLL. In this example, therefore, a code series composed of repetition of "1000" is used as the third data synchronous series to be recorded on the VFO region 15. The mark/space lengths of the VFO region 15 are therefore 4T.

Since the second data synchronous series of the presync region 44 is detected after the clock synchronization by the third data synchronous series of the VFO region 15 as described above, using the code capable of synchronizing every 4T further ensures the synchronous reproduction. Consequently, it is effective to use a combination of 4-channel-bit patters as the second data synchronous series.

In the case where the average of the mark/space lengths of the second data synchronous series is close to the period of the repetition pattern of the third data

synchronous series of the VFO region (hereinafter, referred to as the VFO pattern), symbols "1" represented in the NRZI code are located at similar positions between the two data synchronous series. This increases the probability of mistakenly detecting the VFO pattern for the second data synchronous series. In this example, therefore, the inter-code distance between the second data synchronous series and the VFO pattern is made large. However, in order to make the average of the mark/space lengths of the second data synchronous series smaller than the period 4T of the VFO pattern, a pattern 3T which is the shortest recording bit length needs to be included frequently. This reduces the stability at the data reproduction. In order to overcome this problem, the average of the mark/space lengths of the second data synchronous series is made longer than the period 4T of the VFO pattern.

The second data synchronous series in this example is 4 bit long, and composed of a combination of plurality of code symbols including a code symbol having a single level inversion, i.e., "0001", "0010", "0100", and "1000" and a code symbol having no level inversion, i.e., "0000".

A further specific example of the code series constituting the second data synchronous series will be described. In this example, the above-described 8/16 conversion code is used. As will be described later, since a 2-byte code is used as the first data synchronous series, three bytes are used for the second data synchronous series. When converted with the 8/16 conversion code, the second data synchronous series has a length of

48 bits as the recording channel bits. That is, in terms of the above combination of 4-bit long code symbols, it has a length of 12 symbols. Hereinbelow, four specific examples of the code series will be described.

(1) First example of code series (Pattern 1)

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

Pattern 1 is the same as the pattern standardized in ISO/IEC 10089 and composed of three types of symbols, "0100", "0010", "1000".

(2) Second example of code series (Pattern 2)

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

Pattern 2 is composed of five types of symbols, "0100", "0010", "1000", "0001", "0000".

(3) Third example of code series (Pattern 3)

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

Pattern 3 is composed of the same five types of symbols as Pattern 2.

(4) Fourth example of code series (Pattern 4)

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

Pattern 4 is also composed of the same five types of symbols as Pattern 2. This pattern has been uniquely found by the Inventors of the present invention, and exhibits resistance to errors and excellent detection results as the data series of the PSY region 44 interposed between the VFO region 15 and the data region 17.

Figure 15 shows the comparison of the characteristics of the above patterns 1 to 4 with respect to the average of the mark/space lengths, the maximum and minimum of the mark/space lengths, the number of symbols constituting the pattern, and the value of the digital summing value (absolute of DSV).

As is observed from Figure 15, the maximum and minimum of the mark/space lengths generated in all patterns are 3T and 6T, respectively, satisfying the limit values for the modulation with the 8/16 modulation code (maximum length 11T, minimum length 3T).

The averages of the mark/space lengths of pattern 1 to 4 are preferably different from the repetition period 4T of the third data synchronous series as described above. As is observed from Figure 15, the average of the mark/space lengths of pattern 1 is 3.7T which is relatively close to 4T. This is because all of the three types of symbols constituting the code series of pattern 1 include "1" among the four bits. Since pattern 1 does not include the symbol "0000", it is difficult to obtain the average of the mark/space lengths larger than 4T.

On the contrary, since the code series of patterns 2 to 4 are composed of five types of symbols including the symbol "0000", the average of the mark/space lengths can be made longer than 4T.

The digital summing value (DSV) can be used as an indicator representing the characteristics of the recording code. The DSV is obtained by converting "1" and "0"

as represented in the NRZI code into "1" and "-1", respectively, and summing all the bits of the code. When the digital summing value is zero, the DC component included in the recording code is zero, and thus the DC component in the reproduced signal does not vary. This makes it possible to stably convert the reproduced signal into a binary value. The digital summing value of each pattern is as shown in Figure 15. The DSV is 0 for pattern 4.

The detection of the second data synchronous series (the PSY region) will be described.

Figure 16 shows a PSY detection circuit 200 for detecting the second data synchronous series. Referring to Figure 16, the PSY detection circuit 200 includes a first shift register 91, a second register 92, a match number counter 93, a threshold circuit 94, a synchronous detection permission generating circuit 95, and an AND circuit 96. In this example, as described above, the second data synchronous series is assumed to have 48 bits and 12 4-bit symbols constituting the second data synchronous series are denoted by S_0 to S_{11}. The pattern of the second data synchronous series is therefore represented by a symbol sequence S_0, S_1, S_2, ... S_{11}.

First, the pattern of the second data synchronous series (symbol sequence) S_0, S_1, S_2, ... S_{11} is held in the second register 92. Then, a reproduced signal for the PSY detection is input into the first shift register 91 while sequentially shifted. The second synchronous series S_0 to S_{11} held in the second register 92 is then compared with the reproduced signal every four bits,

i.e., every symbol. The number of matched symbols is counted by the match number counter 93, and the count value is output to the threshold circuit 94. The threshold circuit 94 has a preset threshold for determining whether or not the second data synchronous series has been detected. When the count value output from the match number counter 93 exceeds the threshold, a detection signal is output from the threshold circuit 94.

For example, assuming that the threshold is preset at 8, the threshold circuit 94 outputs a detection signal when the input reproduced signal and the second synchronous series S_0 to S_{11} match by eight symbols or more. As long as no error arises in the reproduced signal, all of the 12 symbols should match with the signal value of the first shift register 91 when the second data synchronous series is exactly detected by shifting each bit of the first shift register 91 one by one. The synchronous detection permission generating circuit 95 outputs a gate signal indicating the time period during which the second data synchronous series should be detected. When the threshold circuit 94 detects the second data synchronous series during this detection time period, the detection signal for the second data synchronous series is output from the AND circuit 96 to a system control circuit (not shown).

In this example, the pattern match was performed every 4-bit symbol. The pattern match may also be performed for another number of bits, e.g., every bit.

A specific example of the data format shown in Figure 14A (or Figure 14B) with a specific code pattern

allocated for each region will be described. Figure 17 shows an example of part of the data format from the VFO region 15 to the first data block 5a.

Referring to Figure 17, the VFO region 15 has at least 64 bits of a repetition pattern of "1000" as the third data synchronous series. The first data synchronous series 4a of the data region 17 following the second data synchronous series of the PSY region 44 has a 32-bit pattern 4a-1 of "0001001001000100 0000000000010001" or a 32-bit pattern 4a-2 of "0001001000000100 0000000000010001". The head portion of the data block 5a following the first data synchronous series 4a is assumed to be arbitrary 16 bits.

Hereinbelow, the pattern match obtained in the PSY detection will be described using patterns 1 and 4 of the second data synchronous series described above (patterns 1 to 4).

As shown in Figure 17, the detection of the second data synchronous series is performed using a 48 bit wide detection window 97. A reference position is defined as the position where the match of all of the 12 symbols should be obtained as long as no error arises. At the detection, the detection window 97 is shifted in the range of -64 bits to +48 bits from the reference position. Every four bits of the input signal are compared with each symbol of the second data synchronous series as described above, to obtain the number of pattern matches. The results are shown in Figures 19A and 19B. The graphs shown in Figures 19A and 19B generally referred to as autocorrelation function diagrams.

The threshold of the number of the pattern matches is preset at 8 symbols, and the position where eight symbols or more have matched is determined as a detection position for the second data synchronous series.

In order to consider the influence of the first data synchronous series 4a and the data block 5a at the detection of the second data synchronous series, the results shown in Figures 19A and 19B have been determined in the following manner. One of the patterns 4a-1 and 4a-2 of the first data synchronous series is selected so that the selected one gives the larger number of pattern matches at each time (i.e., the one which more adversely influences the detection of the second data synchronous series is selected). When the detection window 97 shifts rightward from the reference position by about 40 bits or more, the data block 5a following the first data synchronous series 4a is included in the range of the detection window 97 as shown in Figure 17. In this case, the pattern of the data block 5a (16 bits) greatly influences the detection of the second data synchronous series. To prepare for the worst case, a pattern of the data block 5a (16 bits) where the number of pattern matches is largest is used in this example.

As a result, as will be observed from Figures 19A and 19B, when the detection window 97 is shifted leftward from the reference position (i.e, the position of bit shift 0), the maximum number of pattern matches is 5 for pattern 1, while it is 4 for pattern 4. Also, when the detection window 97 is shifted rightward from the reference position within the range of 40 bits from the reference position, the maximum number of pattern matches

is 6 for pattern 1, while it is 4 for pattern 4. The number of pattern matches when the detection window 97 is shifted from the reference position is desirably as small as possible so as to prevent the second data synchronous series from being mistakenly detected. Accordingly, the autocorrelation characteristics with respect to the bit shift is better when pattern 4 is used.

The autocorrelation of each pattern of the second data synchronous series when edge shift or slice level variation occurs has been examined. Herein, 1-bit edge shift refers to the case, for example, where the reproduced signal which should be "00100" is changed to "01000" or "00010". Figures 18A to 18C are graphs showing the slice level variation. A slice level is used as a measure for digitizing a reproduced signal into a binary value. When the value of a sampled reproduced signal is larger than the slice level, it is set at "1". The result of the digitized binary value is represented in the NRZI code. The slice level is normally set at the center of the amplitude of the reproduced signal as shown in Figure 18A. However, the slice level may rise as shown in Figure 18B or fall as shown in Figure 18C, varying the measure for digitizing into a binary value. As a result, the signal series which should be reproduced as "10001000" in the NRZI code as shown in Figure 18A is reproduced as "10010000" when the slice level rises (Figure 18B) or reproduced as "10000100" when the slice level falls (Figure 18C).

Figures 20A and 20B show the results of the worst values of pattern matches when 1-bit edge shift occurs at any one to three positions within the range of the detec-

tion window 97 for detecting the second data synchronous series. Figure 20C shows the results of the pattern matches obtained when, due to the rise of slice level, the pattern of the VFO region 15 changes from original "10001000" to shifted "10010000" and the second data synchronous series of the PSY region is also subjected to a similar change. Likewise, Figure 20D shows the results of the pattern matches obtained when the slice level falls.

As shown in Figures 20A and 20B, as the number of edge shifts increases by one, the number of pattern matches increases by one at almost all the bit positions as a whole. As a result, as is observed from Figure 20A, in the case of pattern 1, when the edge shift occurs at two positions, the number of pattern matches becomes 8 even at positions outside the reference position of the detection window 97. This may cause miss-detection. In the case of pattern 4, however, the number of pattern matches is 6 at maximum at positions outside the reference position of the detection window 97 even when the edge shift occurs at two positions. The probability of miss-detection is therefore small.

As is observed from Figure 20C, in the case of pattern 1, when the detection window 97 is shifted leftward (toward the negative number in the figure) from the reference position by 64 to 48 bits for detection, i.e., when pattern match is performed with the signal series of the VFO region 15 with the slice level variation, there exists a position where the number of pattern matches abruptly increases (the value is 8). This will be mistakenly detected as the second data synchronous

series. In the case of pattern 4, however, the number of pattern matches is 5 at maximum at positions leftward the reference position of the detection window 97 even when the slice level varies. The possibility of miss-detection is therefore small.

Thus, pattern 4 is preferable as the second synchronous series to be recorded on the PSY region because it has good properties as the recording code and has a smaller possibility of miss-detection of a synchronous signal due to an edge shift or a variation of the slice level.

INDUSTRIAL APPLICABILITY

Thus, according to the optical disk of the present invention, the sector identification data of the first header region is reproduced when either of the groove track and the land track is traced. This eliminates the necessity of providing an exclusive header region for each of the groove track and the land track.

Regarding the preformat of the rewritable area, the first header region can be formed on the optical disk easily with high precision by wobbling a light beam for cutting and forming guide grooves (groove tracks) outward and inward from the center line of the groove tracks. This eliminates the necessity of providing an additional exclusive light source for forming the header region in the rewritable area.

Thus, according to the optical disk of the present invention, the preformat of the rewritable area can be easily formed with high precision using a single

light source for cutting. This makes it possible to form the preformat using a conventional cutting machine when both the rewritable area and the read-only area are formed on one optical disk.

According to the present invention, the sector length, the length of the header region, and the length of the data region in each sector in the read-only area are made equal to the sector length, the length of the header region, and the length of the data region in each sector in the rewritable area. As a result, the data format of the read-only area matches the data format of the rewritable area. This makes it possible to unify the sector managements of the read-only area and the rewritable area so as to unify the processing such as sector retrieval.

According to the present invention, there are provided the dummy data regions preceding and following the information data region in the read-only area. With this arrangement, the sector length, the length of the header region, and the length of data to be recorded on the sector in the read-only area can be made substantially equal to the sector length, the length of the header region, and the length of data to be recorded on the sector in the rewritable area. This makes it possible to unify the sector managements of the read-only area and the rewritable area so as to unify the signal processing such as sector retrieval.

According to the optical disk of the present invention, separate reproduced signal processing circuits for the rewritable area and the read-only area are not

necessary but one reproduced signal processing circuit can be shared when the rewritable area and the read-only area are formed on one optical disk. This makes it possible to reduce the circuit size of an optical disk recording/reproducing apparatus. Thus, a reproduced signal processing circuit with a simpler circuit configuration and higher reliability can be realized.

According to the present invention, the tracking error signal can be stably detected even when the phase error detection method is employed for servo tracking, allowing for relatively stable servo tracking. Also, by using different data synchronous series for the second dummy data regions on adjacent tracks, the servo tracking can be stabilized and the start of the information data region can be detected without fail.

According to the present invention, a sector in the read-only area left with no data recorded thereon is filled with dummy data. With this filling, the rewritable area can always start from the head of a track, and thus effective sector management is realized.

According to the present invention, the second data synchronous series with high autocorrelation is used for the presync region. This makes it possible to detect the presync region with high reliability. As a result, the position of the start of the data region following the presync region can be precisely specified. This makes it possible to stably reproduce recorded data.

As the construction of the second data synchronous series, the average of the mark/space lengths of the

second data synchronous series is made longer than that of the VFO region. This makes it difficult for the second data synchronous series to match the pattern of the data synchronous series used for the VFO region. This is effective even in the case where no error arises in the reproduced signal or in the case where an edge shift occurs or the slice level varies. Accordingly, such a second data synchronous series used for the presync region is resistive to errors and provides excellent detection results.

By setting the digital summing value of the second data synchronous series at substantially zero, the DC component does not vary, and thus the stability of the reproduced signal is not degraded due to the addition of the second data synchronous series.

The second data synchronous series, which satisfies the limit value under the modulation code rule, prevents troubles such as waveform interference due to too small recording marks recorded on the optical disk and such as unstable clock synchronization due to too long inversion interval of the signal resulting from too large mark.

CLAIMS

1. An optical disk having a rewritable first recording area and a read-only second recording area,

wherein the first recording area includes first tracks composed of groove tracks consisting of grooves and land tracks consisting of inter-groove portions, the groove tracks and the land tracks being formed on an optical disk substrate alternately in a spiral or concentric shape, each of the first tracks being divided into a plurality of first sectors, each of the first sectors including a first header region having identification data for identifying the first sector and a first data region for recording user data by forming recording marks by changing optical characteristics of a recording surface,

the second recording area includes second tracks formed with physical concave and convex shaped pit rows arranged on the optical disk substrate in a spiral or concentric shape, each of the second tracks being divided into a plurality of second sectors, each of the second sectors including a second header region having identification data for identifying the second sector and a second data region having read-only data recorded as the pit rows,

the first header region includes a physical concave and convex shaped first pit row, each pit of the first pit row having a width in a radial direction of the optical disk substantially equal to a width of the groove track and being wobbled outward or inward from a center line of the groove track by about a quarter of a pitch of the groove track, and

the second header region includes a physical

This Sheet Has Been Replaced

REPLACED SHEETS SG

☐ Description : paged ..... to paged .....
☑ Claim(s) : paged 81... to paged 89...
☐ Drawing(s) : paged ..... to paged .....
☐ Abstract : paged ..... to paged .....

concave and convex shaped second pit row, each pit of the second pit row having a width in the radial direction of the optical disk smaller than the width of the groove track and being formed substantially along the center line of the second track.

2. An optical disk according to claim 1, wherein a data sequence of the first header region and a data sequence of the second header region are modulated with a same modulation code, and

a data sequence of the first data region and a data sequence of the second data region are modulated with a same modulation code.

3. An optical disk according to claim 1, wherein the identification data of the first header region and the identification data of the second header region have data formats with a same data sequence and a same data capacity, and

the first data region and the second data region have data formats with a same data sequence and a same data capacity.

4. An optical disk according to claim 3, wherein a data bit interval between the first header region and the first data region in the rewritable first recording area is substantially equal to a data bit interval between the second header region and the second data region in the read-only second recording area.

5. An optical disk according to claim 3, wherein, in the rewritable first recording area, each of the first sectors includes: a mirror mark region, a gap region, and

This Sheet Has Been Replaced

a first dummy data region which are formed between the first header region and the first data region; and a guard data region and a buffer region which are formed between the first data region and a first header region of a next first sector, and

in the second recording area, each of the second sectors includes: a second dummy data region formed between the second header region and the second data region; and a third dummy data region formed between the second data region and a second header region of a next second sector.

6. An optical disk according to claim 5, wherein each of the first dummy data region, the second dummy data region, and the third dummy data region have a specific sequence pattern of a modulation code used for modulation of data to be recorded.

7. An optical disk having a rewritable first recording area and a read-only second recording area,

wherein the first recording area includes first tracks composed of groove tracks consisting of grooves and land tracks consisting of inter-groove portions, the groove tracks and the land tracks being formed on an optical disk substrate alternately in a spiral or concentric shape, each of the first tracks being divided into a plurality of first sectors, each of the first sectors including a first header region having identification data for identifying the first sector and a first data region for recording user data as recording marks by changing optical characteristics of a recording surface,

the second recording area includes second tracks formed with physical pit rows arranged on the optical

This Sheet Has Been Replaced

disk substrate in a spiral or concentric shape, each of the second tracks being divided into a plurality of second sectors, each of the second sectors including a second header region having identification data for identifying the second sector and a second data region having read-only data recorded as the pit rows,

data series of the first and second recording areas are modulated with a same modulation code,

the first and second sectors have a same data capacity,

the first and second header regions have a same data sequence, and

the first and second data regions have a same data sequence and a same data capacity.

8. An optical disk according to claim 7, wherein each of the first sectors includes a first dummy data region formed between the first header region and the first data region,

each of the second sectors includes a second dummy data region formed between the second header region and the second data region and a third dummy data region formed between the second data region and a second header region of a next second sector, and

each of the second and third dummy data regions includes in at least a portion thereof data of a data series different from a data series of a corresponding dummy data region on an inward or outward adjacent track on the optical disk substrate.

9. An optical disk according to claim 8, wherein each of the second and third dummy data regions includes in at least a portion thereof a random data series with sub-

This Sheet Has Been Replaced

stantially no correlation with a data series provided on a corresponding dummy data region on an adjacent track.

10. An optical disk according to claim 9, wherein the random data series is a data series generated by an M-series sequence.

11. An optical disk according to claim 8, wherein each of the second and third dummy data regions includes in at least a portion thereof a random data series with substantially no correlation with a data series formed on a corresponding dummy data region on an adjacent track and a specific sequence pattern included in a modulation code provided following the random data series.

12. An optical disk according to claim 8, wherein each of the second and third dummy data regions includes in at least a portion thereof a data synchronous series for specifying a start timing position of the second data region.

13. An optical disk according to claim 12, wherein the data synchronous series included in the second and third dummy data regions are provided so that a pattern of the data synchronous series is switched every track among a plurality of different data synchronous patterns.

14. An optical disk according to claim 8, wherein each of the second and third dummy data regions has in at least a portion thereof a pattern generated by scrambling a predetermined data based on address information in the sector identification data and by modulating the scrambled data with the modulation code.

This Sheet Has Been Replaced

15. An optical disk according to claim 7, wherein one error correction block includes a predetermined number k (k is an integer) of the first or second sectors, and data is recorded on the number of sectors equal to a multiple of k, dummy data being recorded on remaining sectors of less than k.

16. An optical disk having a rewritable first recording area and a read-only second recording area,

wherein the first recording area includes first tracks composed of groove tracks consisting of grooves and land tracks consisting of inter-groove portions, the groove tracks and the land tracks being formed on an optical disk substrate alternately in a spiral or concentric shape, each of the first tracks being divided into a plurality of first sectors, each of the first sectors including a first header region having identification data for identifying the first sector and a first data region for recording user data by forming recording marks obtained by changing optical characteristics of a recording surface,

the second recording area includes second tracks formed with physical concave and convex shaped pit rows arranged on the optical disk substrate in a spiral or concentric shape, each of the second tracks being divided into a plurality of second sectors, each of the second sectors including a second header region having identification data for identifying the second sector and a second data region having read-only data recorded as the pit rows,

at least one of the first and second data regions comprises:

a first data synchronous series provided at a

This Sheet Has Been Replaced

head of the data region for specifying a start timing position of the data region;

a second data synchronous series preceding the first data synchronous series for specifying a start timing position of the data region; and

a third data synchronous series preceding the second data synchronous series and having a specific repetition sequence pattern of a modulation code in the data region.

17. An optical disk according to claim 16, wherein the data region is divided into a plurality of data blocks,

the first data synchronous series is provided at a head of each of the data blocks, and

the second data synchronous series precedes the first data synchronous series provided at a head of a first one of the plurality of data blocks.

18. An optical disk according to claim 16, wherein a digital summing value which is obtained by converting "1" and "0" in the second data synchronous series into "1" and "-1", respectively, and by summing all values is substantially zero.

19. An optical disk according to claim 16, wherein the second data synchronous series satisfies a maximum length and a minimum length as limit values under a modulation code rule of a mark length ("1" or "0" level) and a space length ("0" or "1" level) of the data region.

20. An optical disk according to claim 16, wherein an average of the mark length and the space length of the second data synchronous series is larger than the mark

This Sheet Has Been Replaced

length and the space length of the third data synchronous series.

21. An optical disk according to claim 16, wherein the second data synchronous series is a data series composed of a combination of a plurality of any of 4-bit code symbols, "0100", "0010", "1000", "0000".

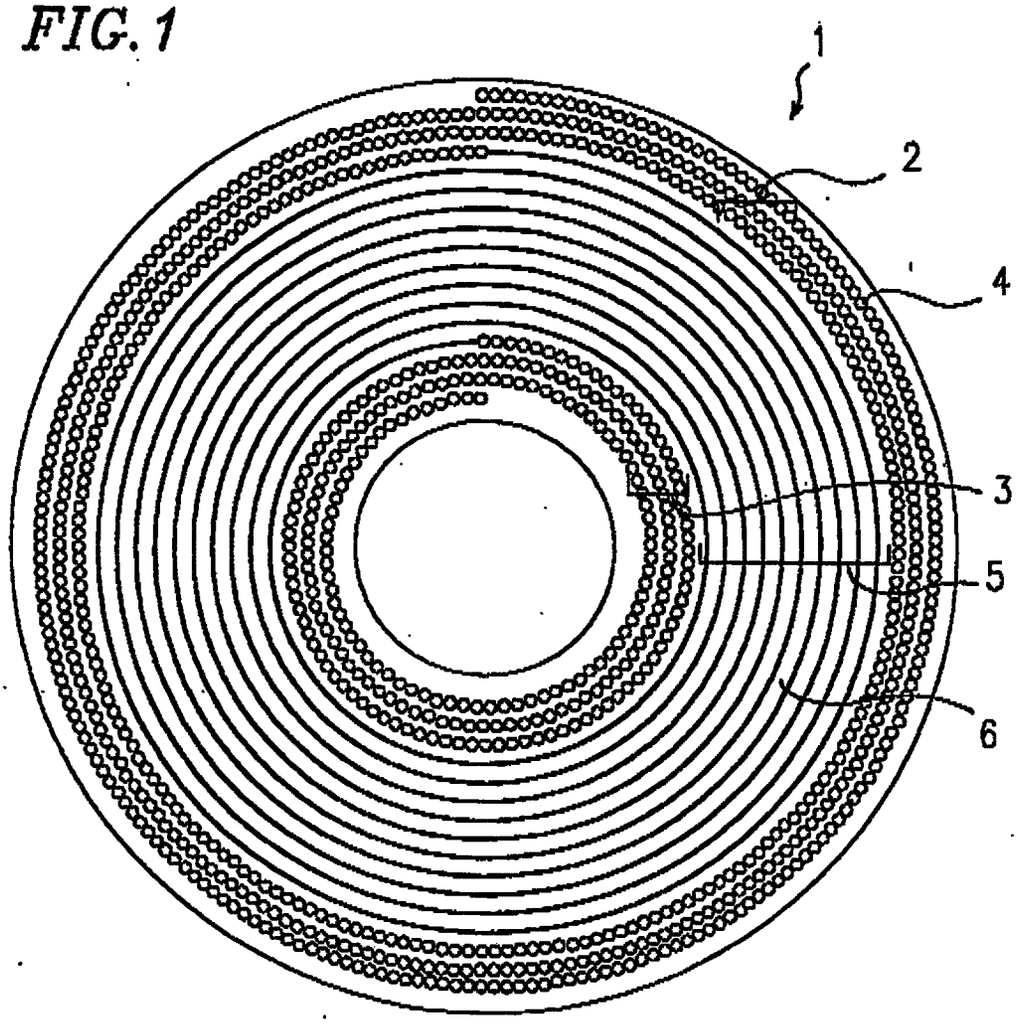
22. An optical disk according to claim 16, wherein the second data synchronous series is a data series including a code series, "0000 0100 0100 1000 0010 0001 0010 0000 1000 0010 0001 0000"

This Sheet Has Been Replaced

ABSTRACT

An optical disk has a rewritable first recording area and a read-only second recording area. The first recording area includes first tracks composed of groove tracks and land tracks formed on an optical disk substrate alternately in a spiral or concentric shape. Each of the first tracks is divided into a plurality of first sectors, and each of the first sectors includes a first header region having identification data for identifying the first sector and a first data region for recording user data by forming recording marks by changing optical characteristics of a recording surface. The second data recording area includes second tracks formed with physical concave and convex shaped pit rows arranged on the optical disk substrate in a spiral or concentric shape. Each of the second tracks is divided into a plurality of second sectors, and each of the second sectors includes a second header region having identification data for identifying the second sector and a second data region having read-only data recorded as the pit rows. The first header region includes a physical concave and convex shaped first pit row. Each pit of the first pit row has a width in a radial direction of the optical disk substantially equal to a width of the groove track and is wobbled outward or inward from a center line of the groove track by about a quarter of a pitch of the groove track. The second header region includes a physical concave and convex shaped second pit row. Each pit of the second pit row has a width in the radial direction of the optical disk smaller than the width of the groove track and is formed substantially along the center line of the second track.

FIG. 1



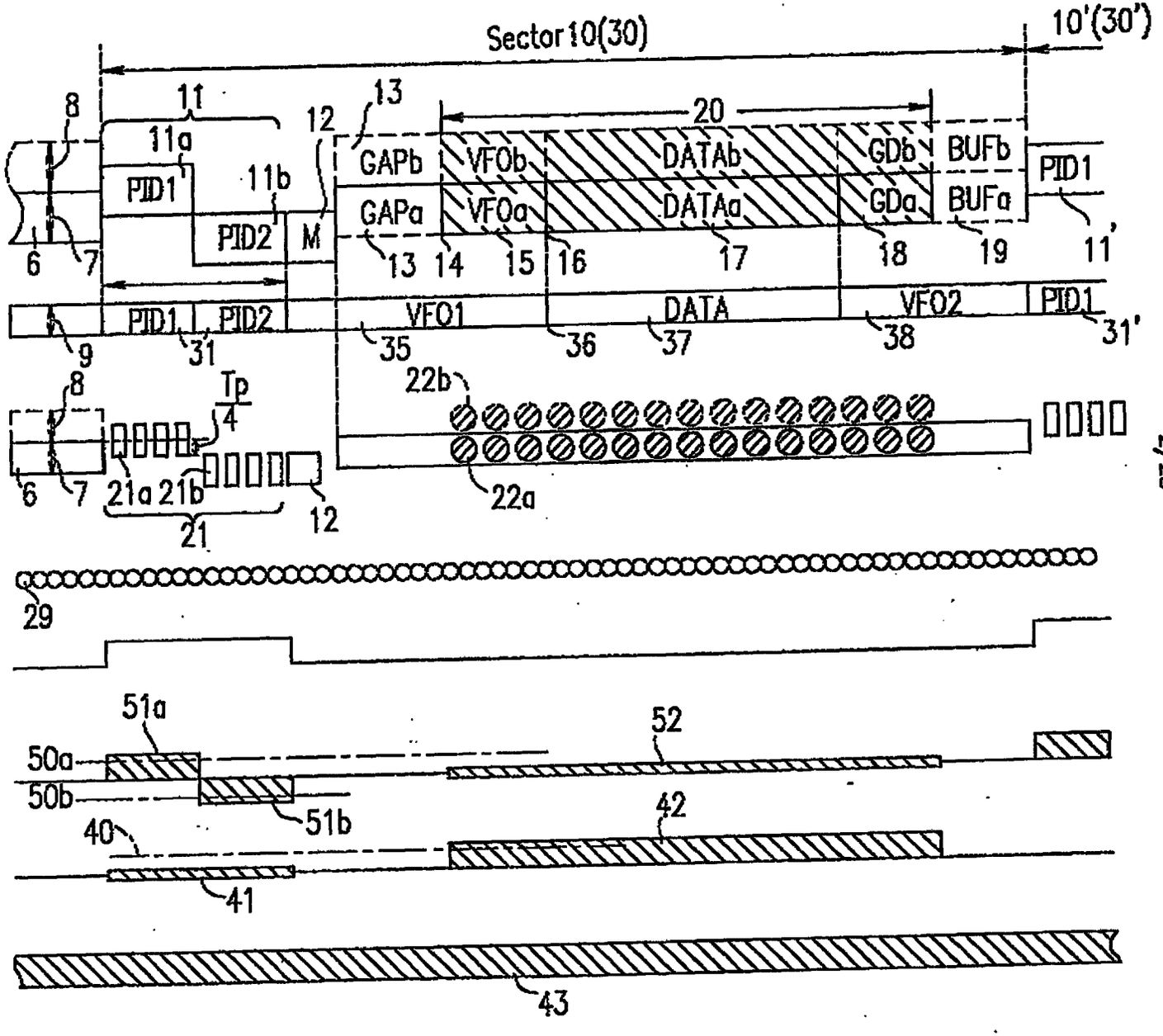
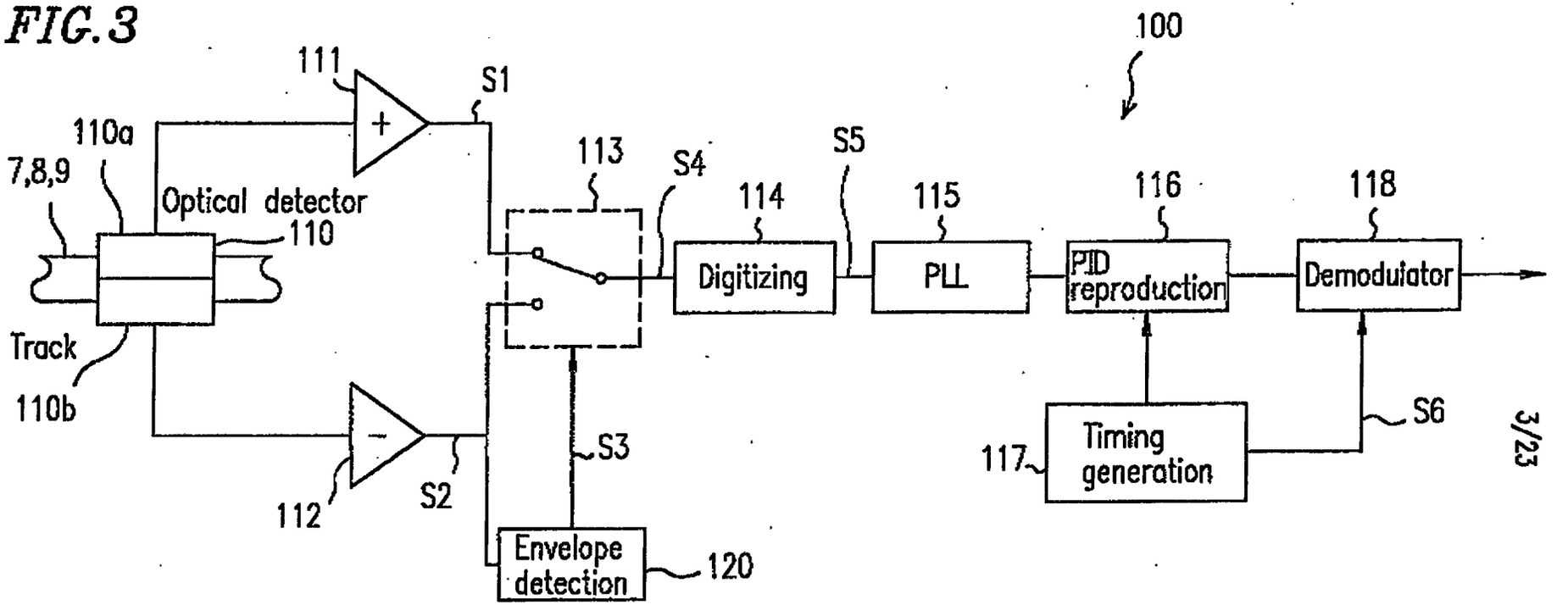

Sector 10(30)
10'(30')
FIG. 2A
FIG. 2B
FIG. 2C
FIG. 2D
FIG. 2E
FIG. 2F
FIG. 2G
FIG. 2H
8
11
11a
PID1
11b
PID2
M
12
13
GAPb
GAPa
20
VFOb
VFOa
DATAb
DATAa
GDb
GDa
BUFb
BUFa
PID1
11'
6
7
13
14
15
16
17
18
19
9
31
35
36
37
38
31'
VFO1
DATA
VFO2
Tp
4
22b
22a
21a
21b
21
29
S3
51a
52
50a
50b
51b
S2
40
42
41
S1
43

FIG. 3


100
111
S1
110a
7,8,9
Optical detector
110
113
S4
S5
114
115
116
118
Digitizing
PLL
PID reproduction
Demodulator
Track
110b
112
S2
S3
Envelope detection
120
117
Timing generation
S6

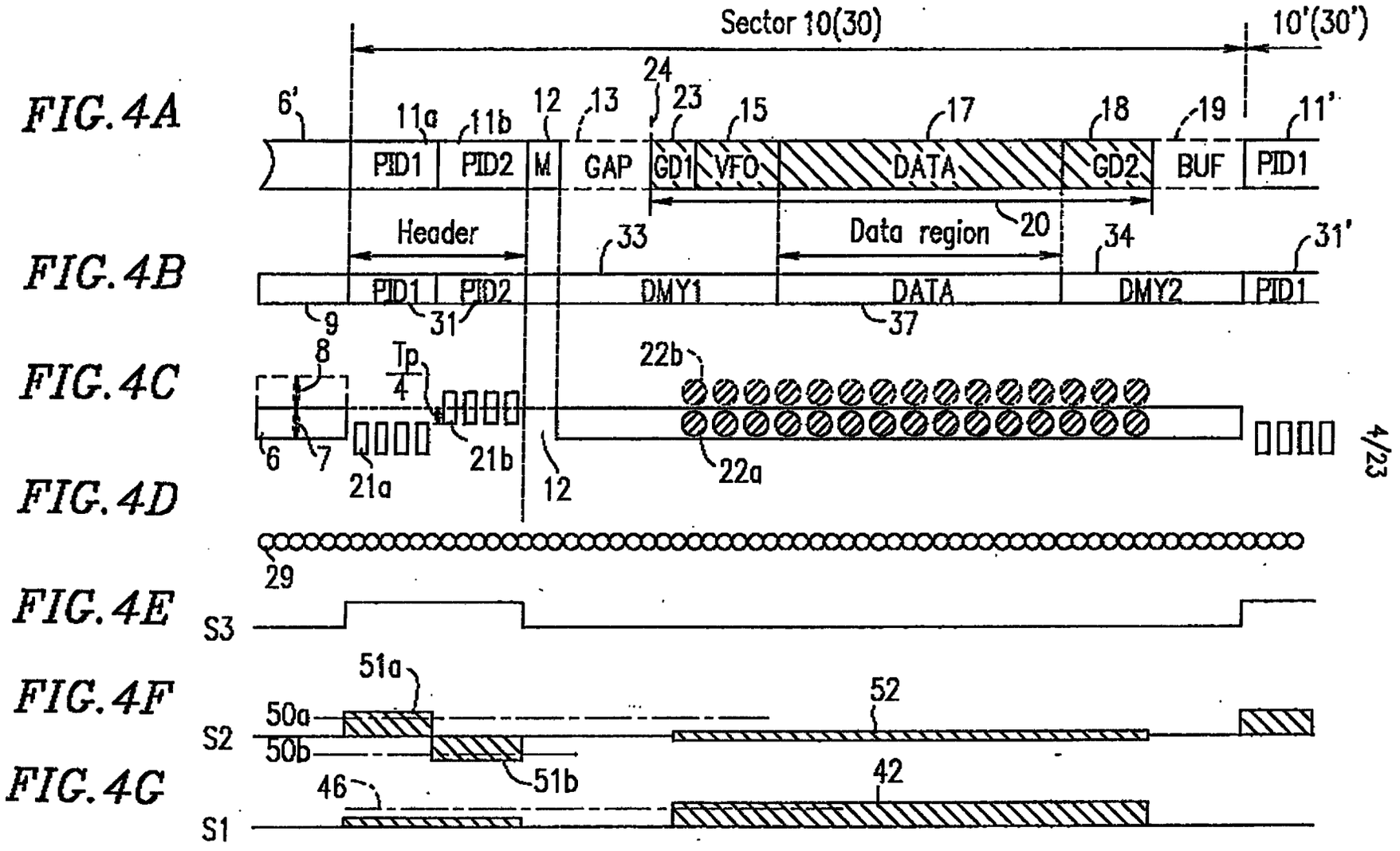


FIG. 4A

FIG. 4B

FIG. 4C

FIG. 4D

FIG. 4E

FIG. 4F

FIG. 4G

FIG. 4H

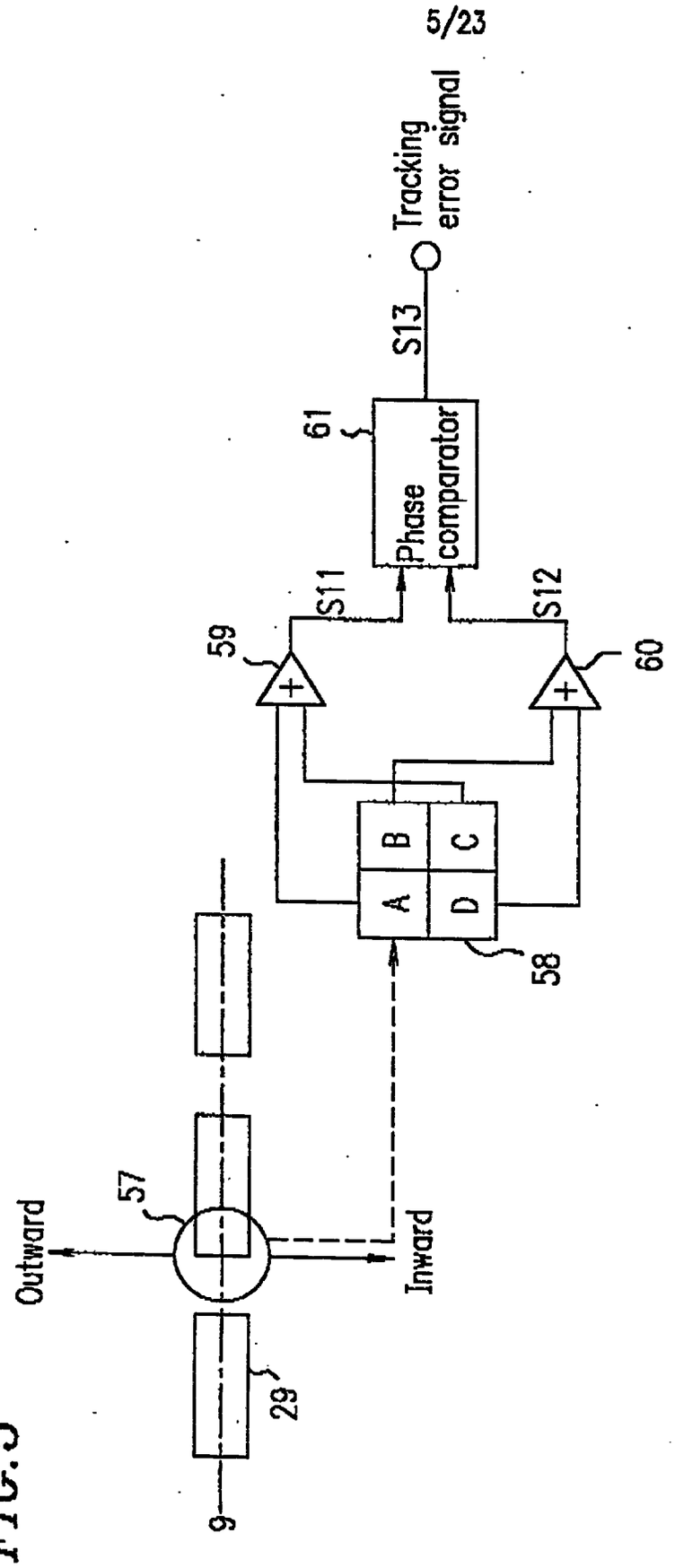

Tracking error signal
S13
61
Phase comparator
S11
S12
59
60
A
B
C
D
58
57
Outward
Inward
29
9

FIG.5

FIG. 6

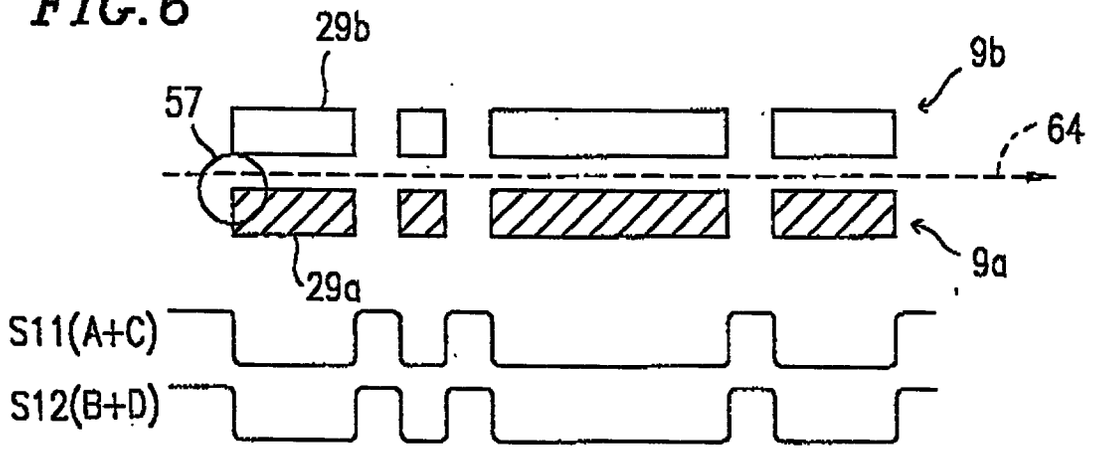

29b
9b
57
64
9a
29a
S11(A+C)
S12(B+D)

FIG. 7

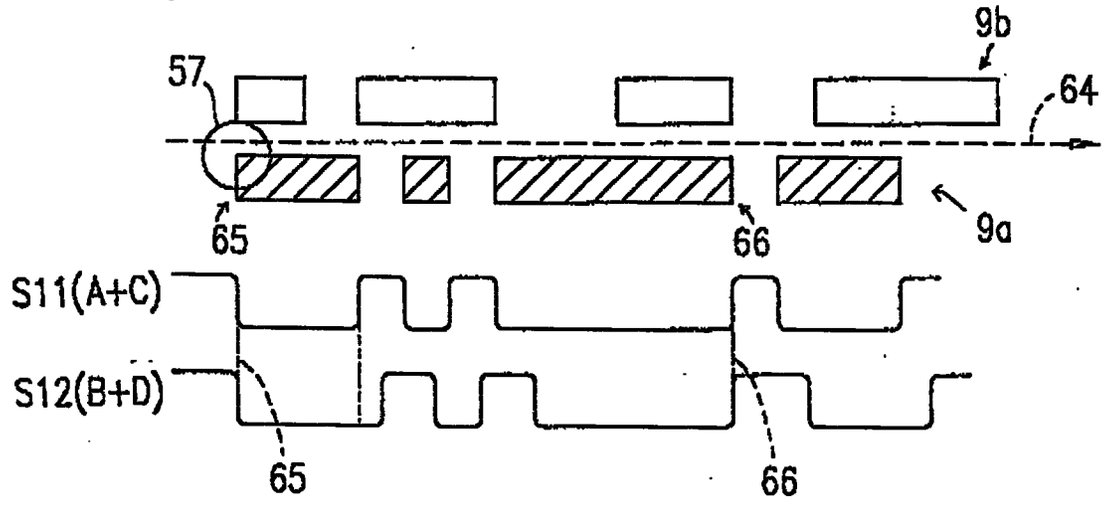

9b
57
64
65
66
9a
S11(A+C)
S12(B+D)
65
66

FIG. 8A

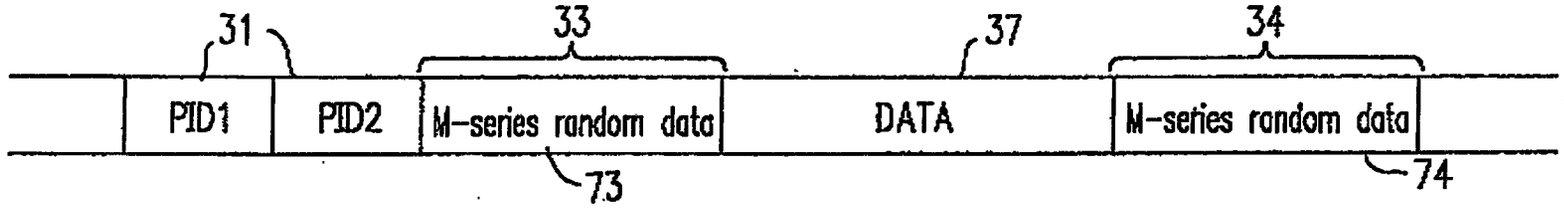


FIG. 8B

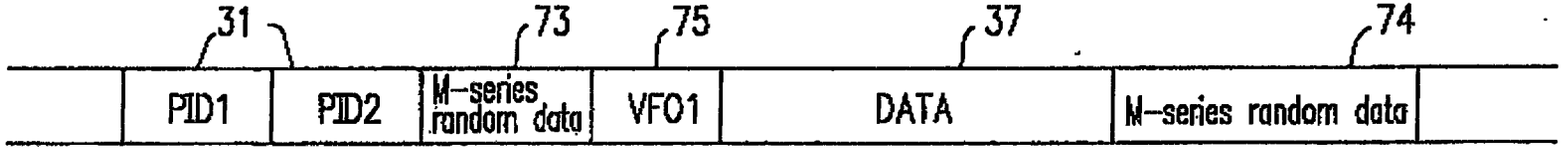


FIG. 8C

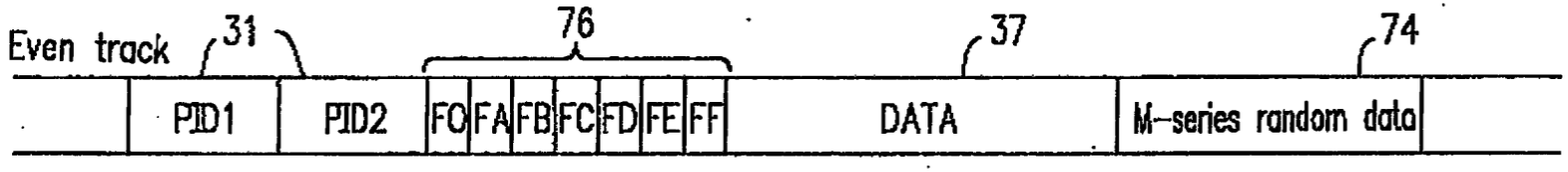


FIG. 8D

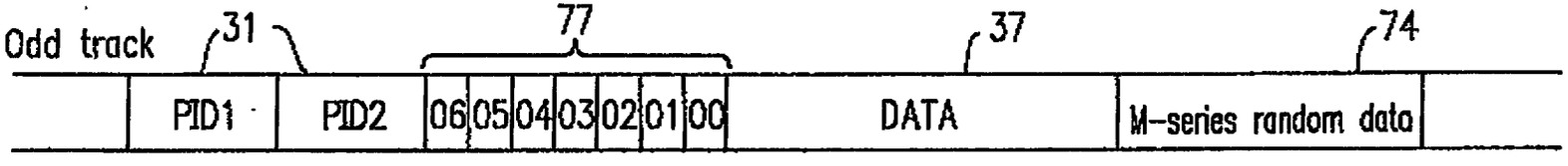


FIG. 9

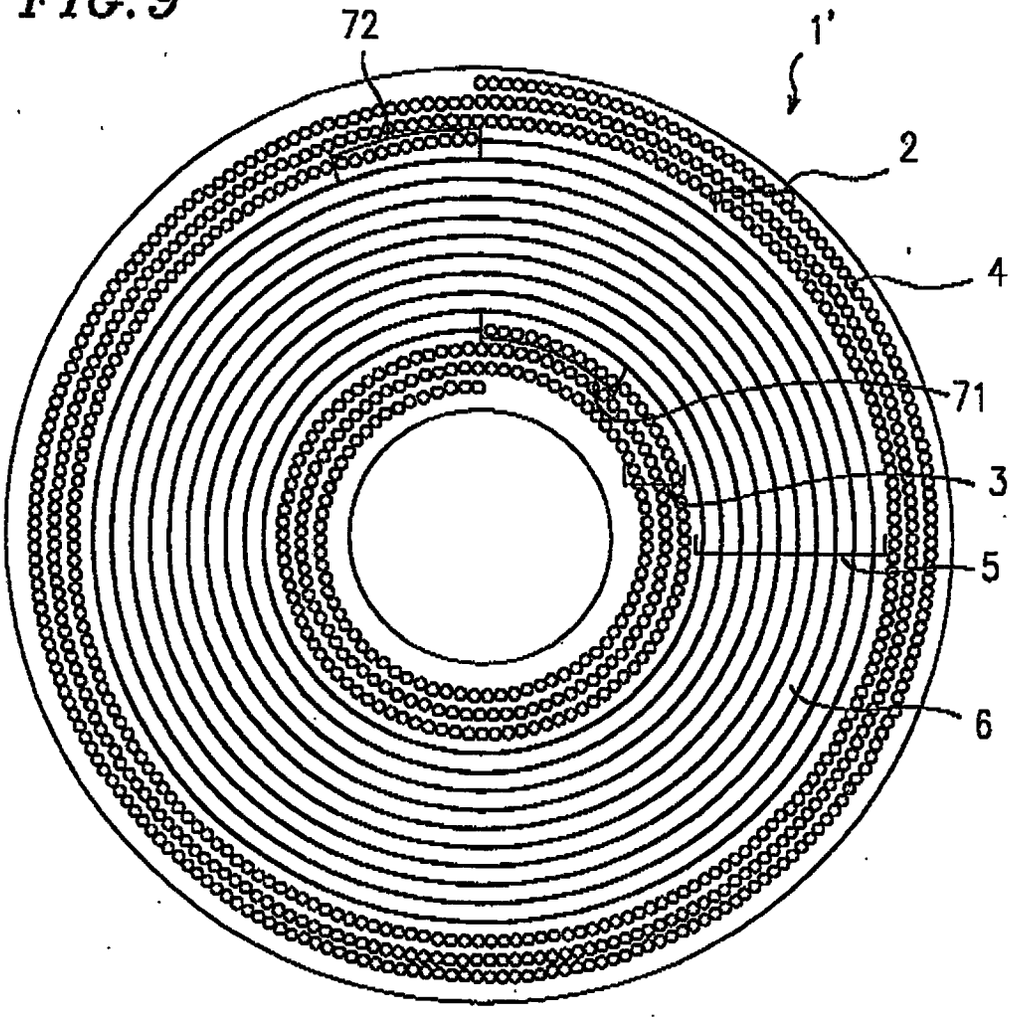


FIG. 10A

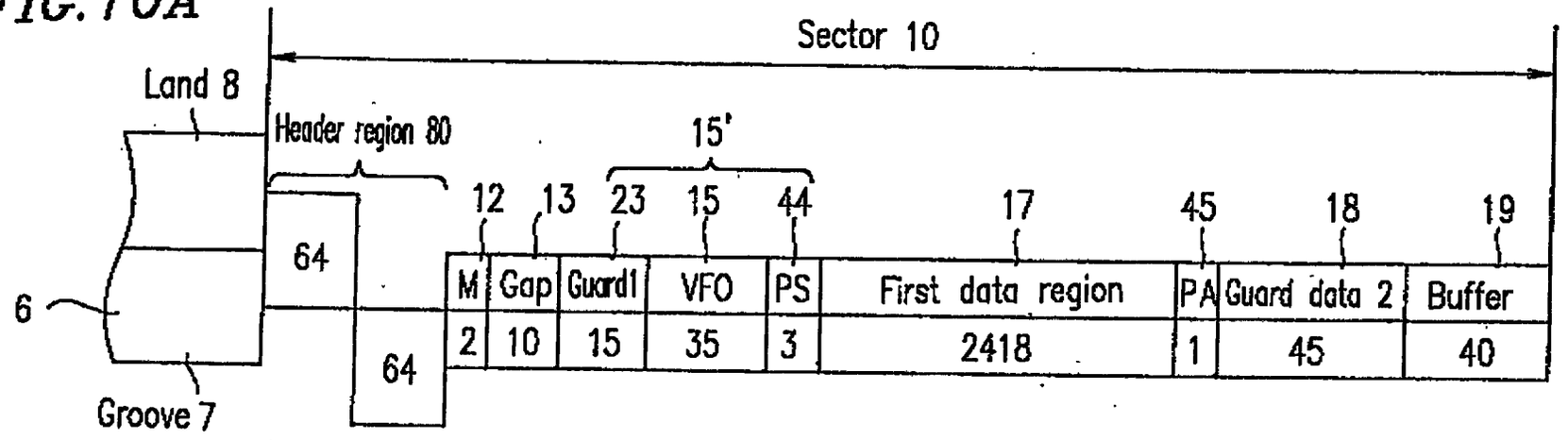


FIG. 10B

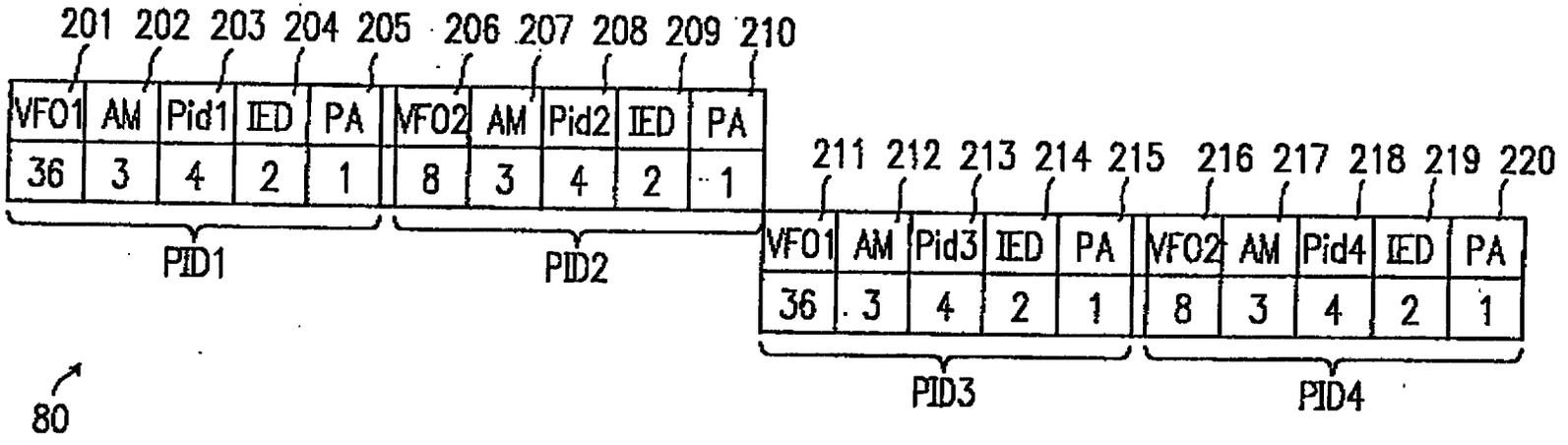


FIG. 11A

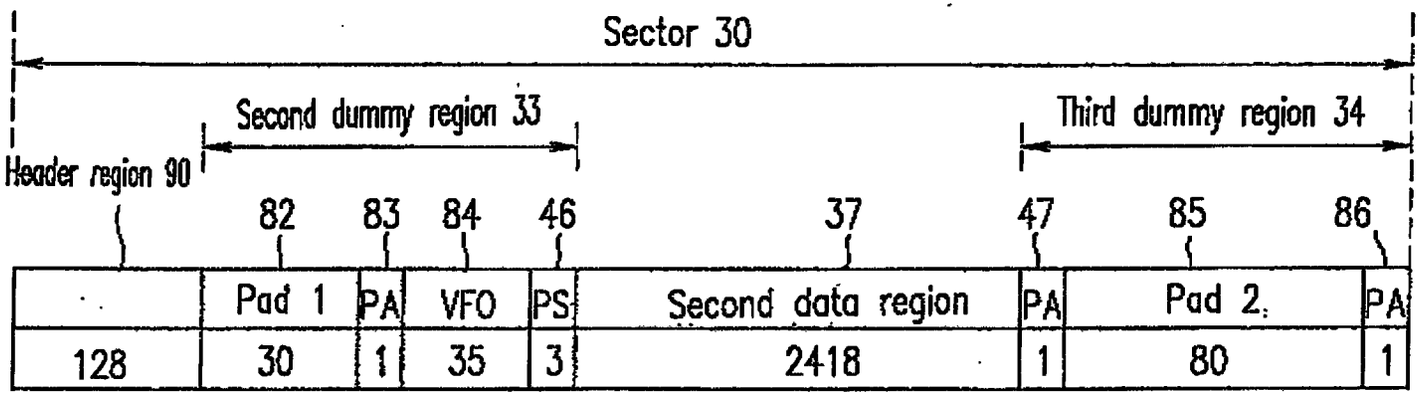
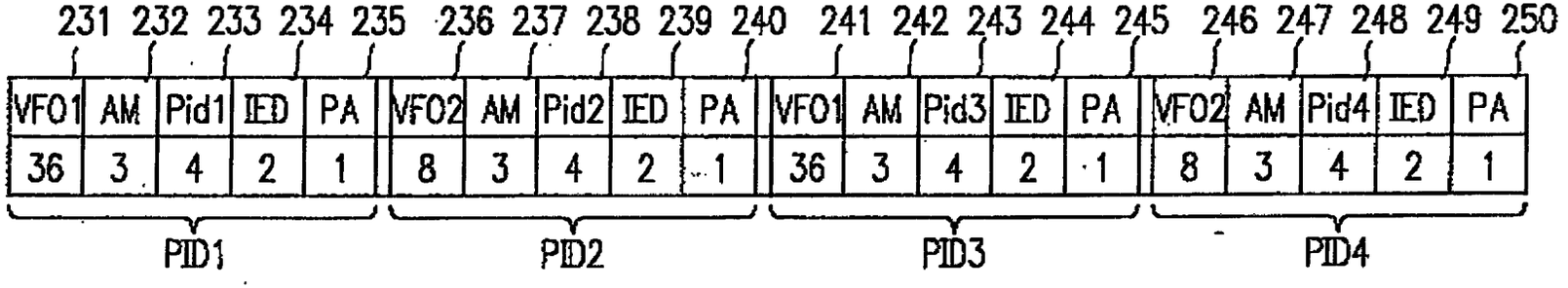
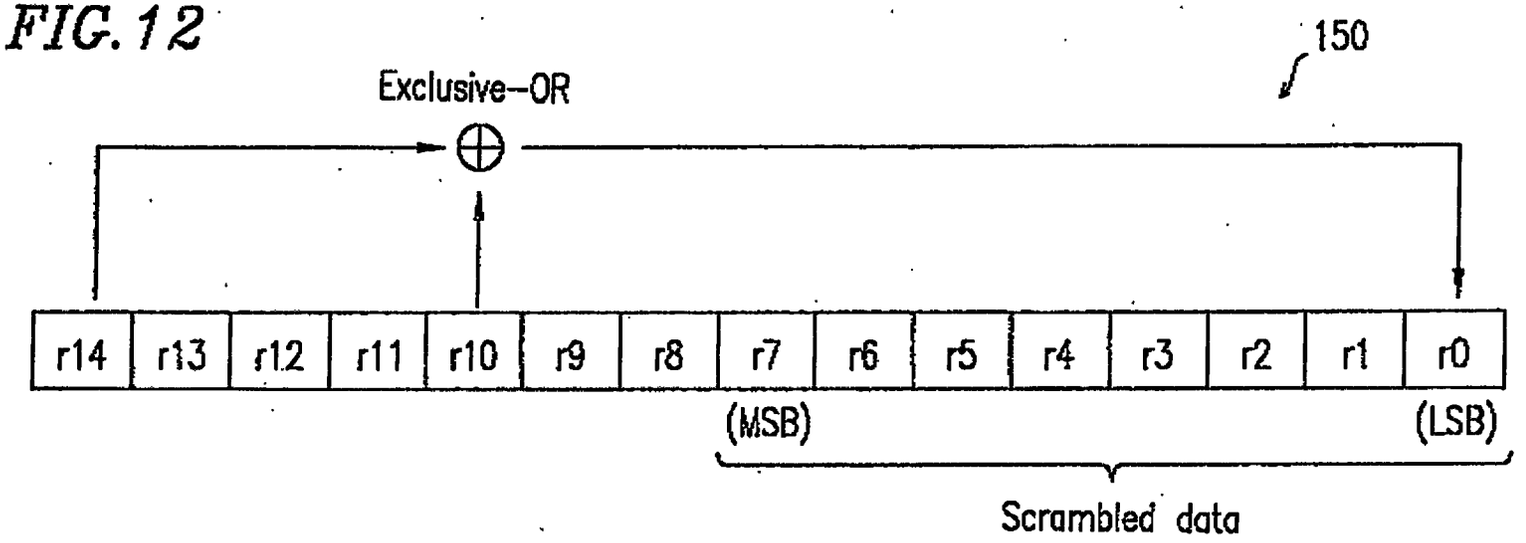


FIG. 11B



90

FIG. 12



Primitive polynominal : $X^{15} + X^4 + 1$

FIG. 13

Conversion table

Data Dt	St=1 Yt	St+1	St=2 Yt	St+1	St=3 Yt	St+1	St=4 Yt	St+1
0	0010000000001001	1	0100000100100000	2	0010000000001001	1	0100000100100000	2
1	0010000000010010	1	0010000000010010	1	1000000100100000	3	1000000100100000	3
2	0010000100100000	2	0010000100100000	2	1000000000010010	1	1000000000010010	1
3	0010000001001000	2	0100010010000000	4	0010000001001000	2	0100010010000000	4
4	0010000010010000	2	0010000010010000	2	1000000100100000	2	1000000100100000	2
5	0010000000100100	2	0010000000100100	2	1001001000000000	4	1001001000000000	4
6	0010000000100100	3	0010000000100100	3	1000100100000000	4	1000100100000000	4
7	0010000001001000	3	0100000000010010	1	0010000001001000	3	0100000000010010	1
8	0010000010010000	3	0010000010010000	3	1000010010000000	4	1000010010000000	4
9	0010000100100000	3	0010000100100000	3	1001001000000001	1	1001001000000001	1
10	0010010010000000	4	0010010010000000	4	1000100100000001	1	1000100100000001	1
11	0010001001000000	4	0010001001000000	4	1000000010010000	3	1000000010010000	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

FIG. 14A

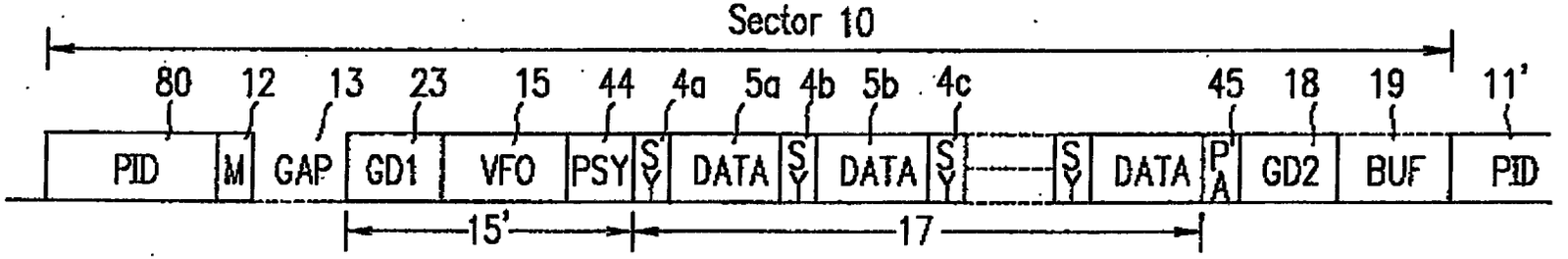


FIG. 14B

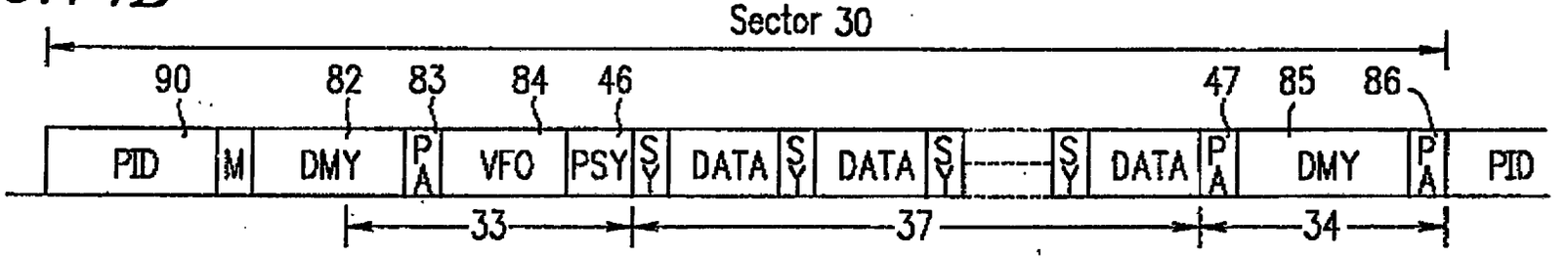


FIG. 15

	Pattern1	Pattern2	Pattern3	Pattern4
Average of mark/space lengths	3.7T	4.4T	4.4T	4.8T
Min./max. of mark/space lengths	3T, 6T	3T, 6T	3T, 6T	3T, 6T
Number of 4-bit symbols constituting pattern	3	5	5	5
|DSV|	6	0	2	0

FIG. 16

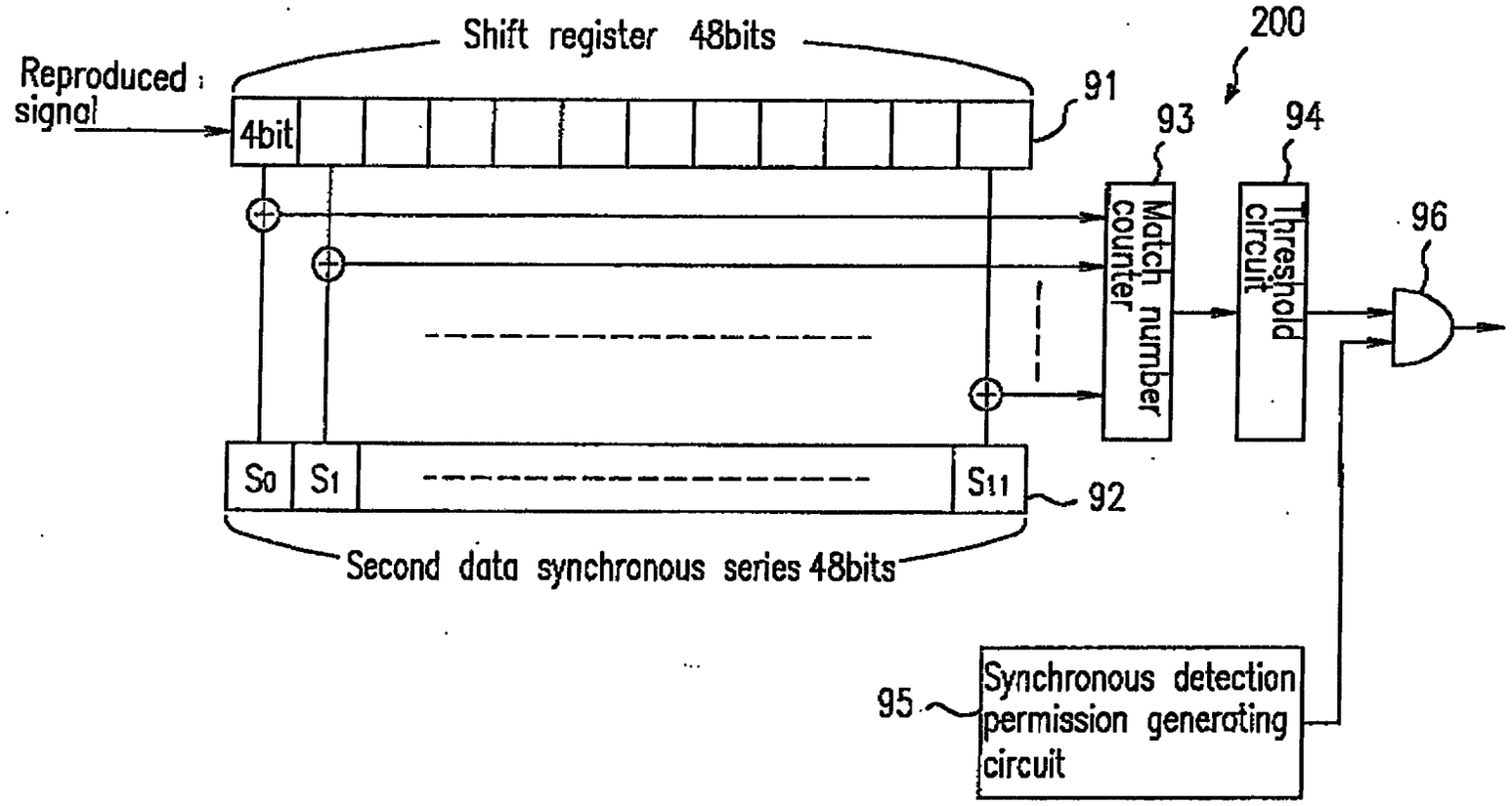

Shift register 48bits
Reproduced signal
4bit
91
200
93
94
Match number counter
Threshold circuit
96
S0
S1
S11
92
Second data synchronous series 48bits
95
Synchronous detection permission generating circuit

FIG. 17

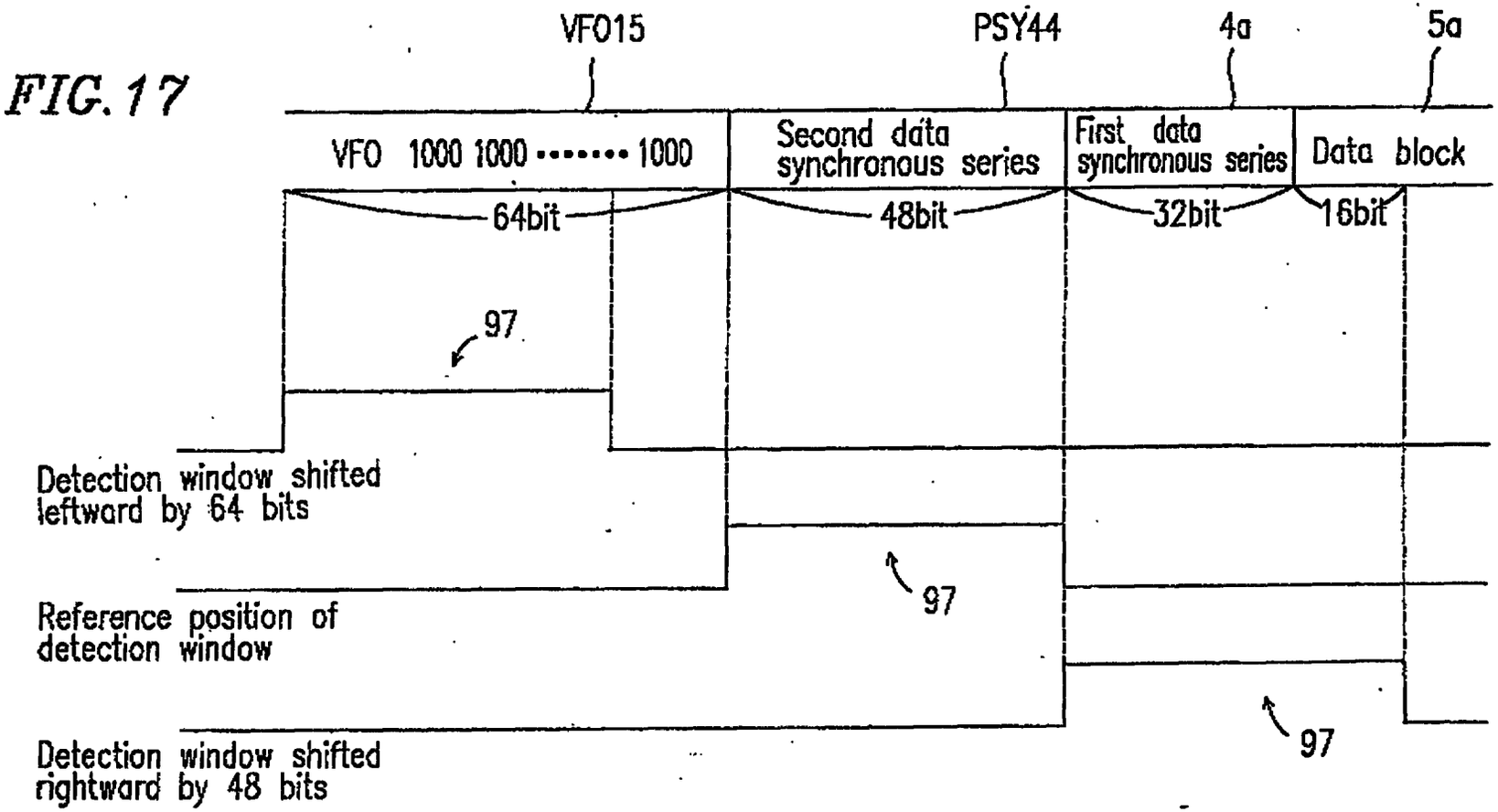

VF015
PSY44
4a
5a
VFO 1000 1000 1000
Second data synchronous series
First data synchronous series
Data block
64bit
48bit
32bit
16bit
97
Detection window shifted leftward by 64 bits
Reference position of detection window
Detection window shifted rightward by 48 bits

FIG. 18A

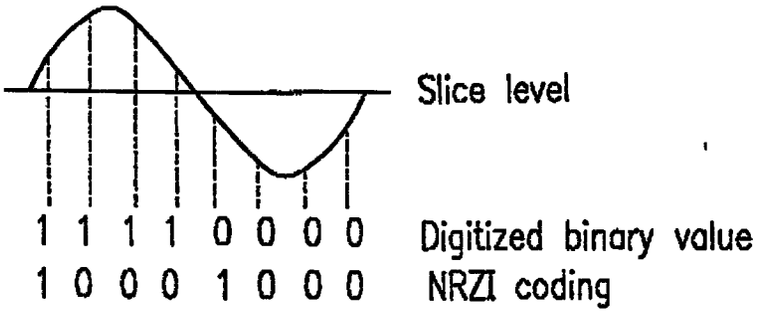


FIG. 18B

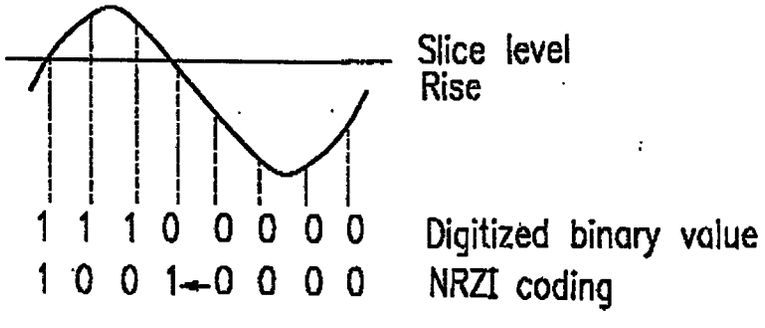


FIG. 18C

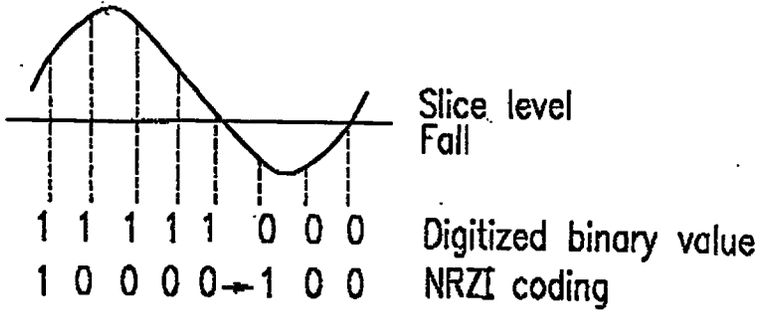


FIG. 19A

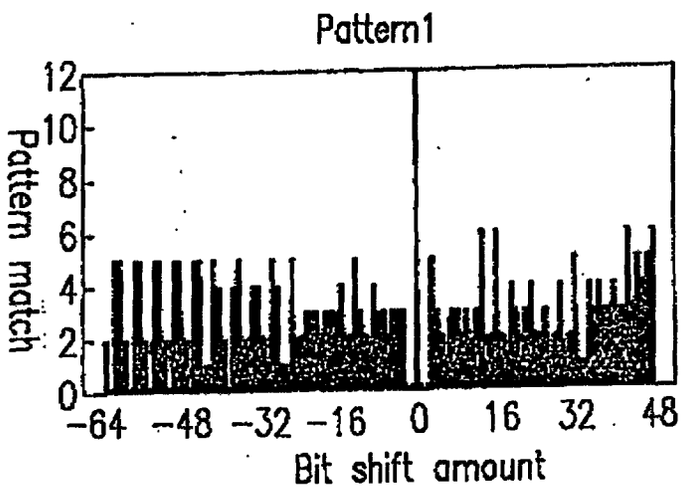


FIG. 19B

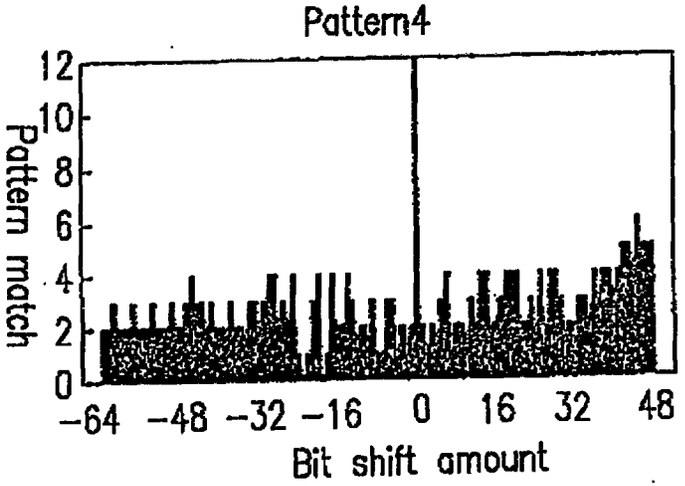


FIG.20A

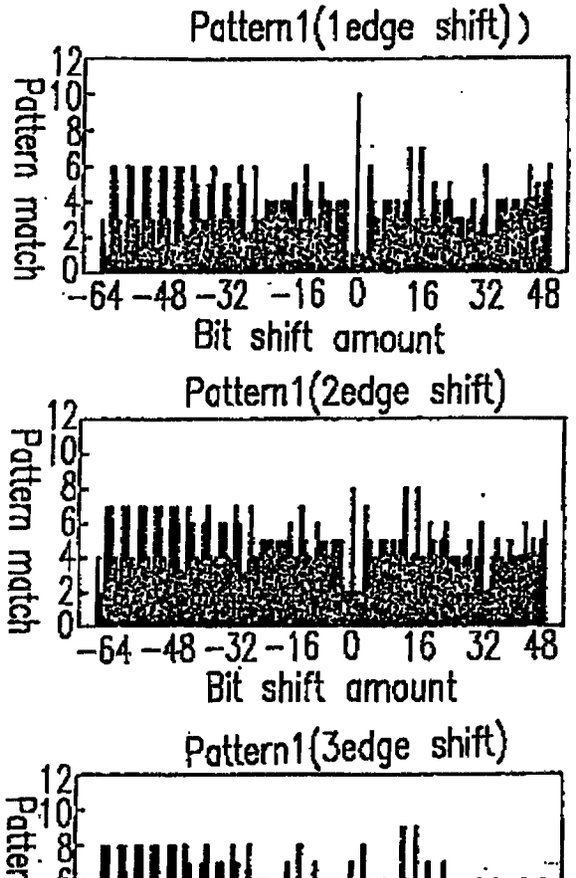


FIG.20B

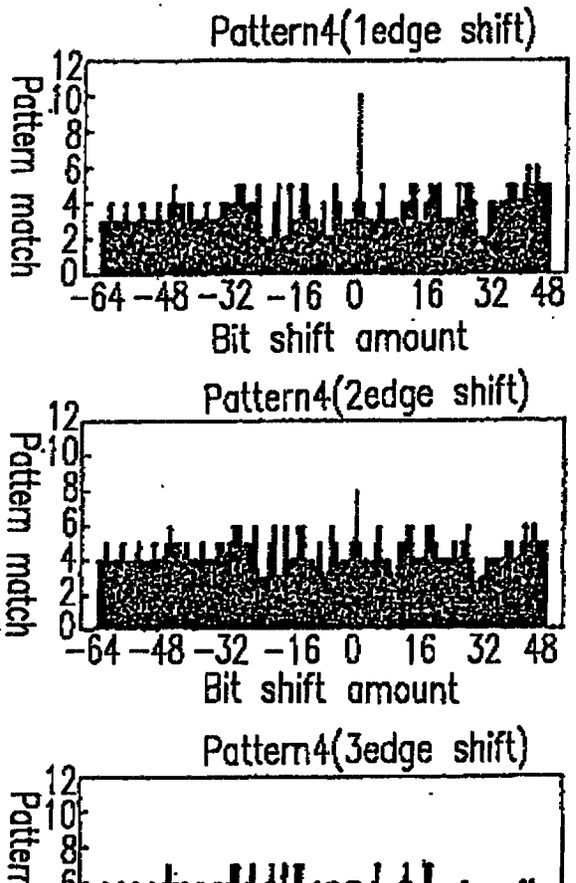


FIG.20C

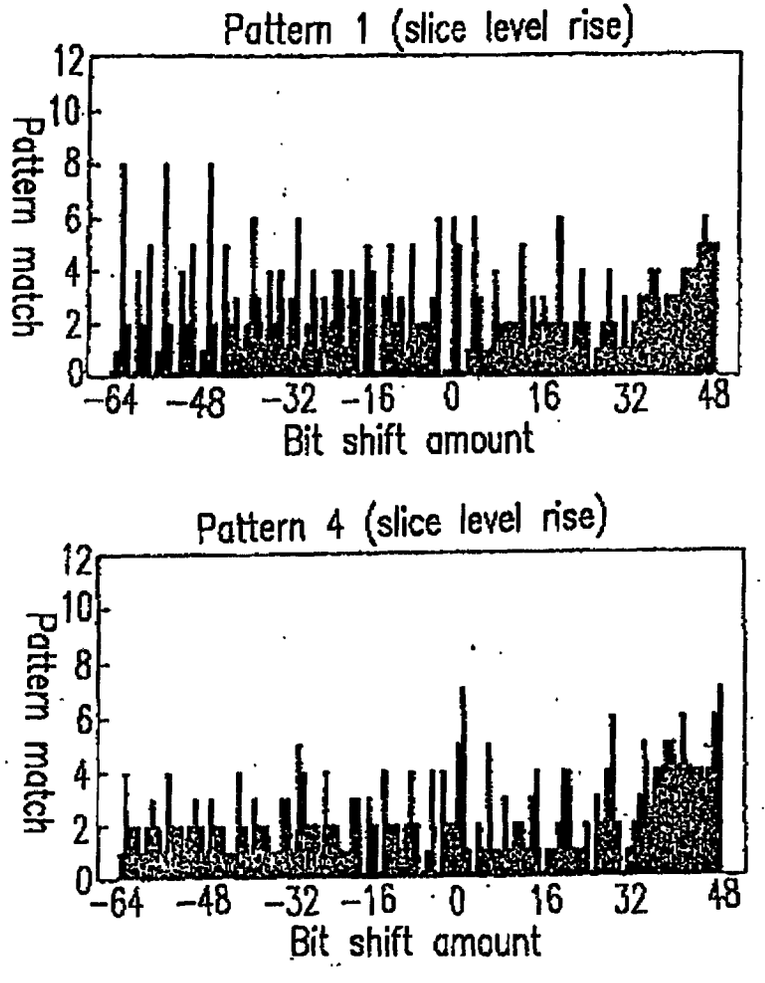


FIG.20D

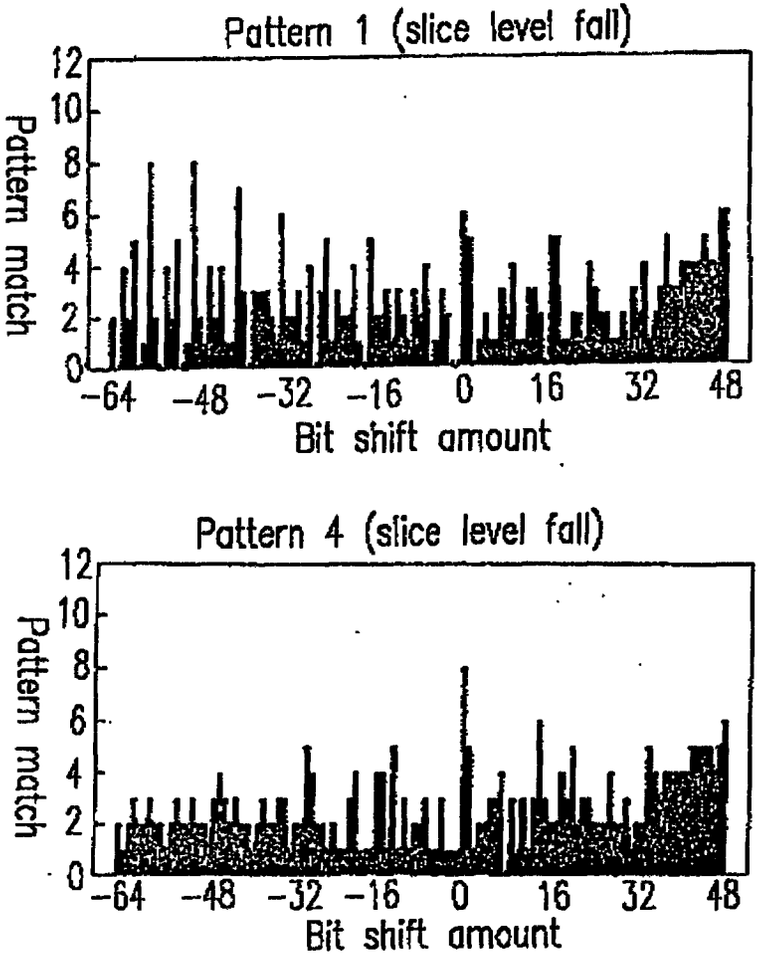


FIG. 21

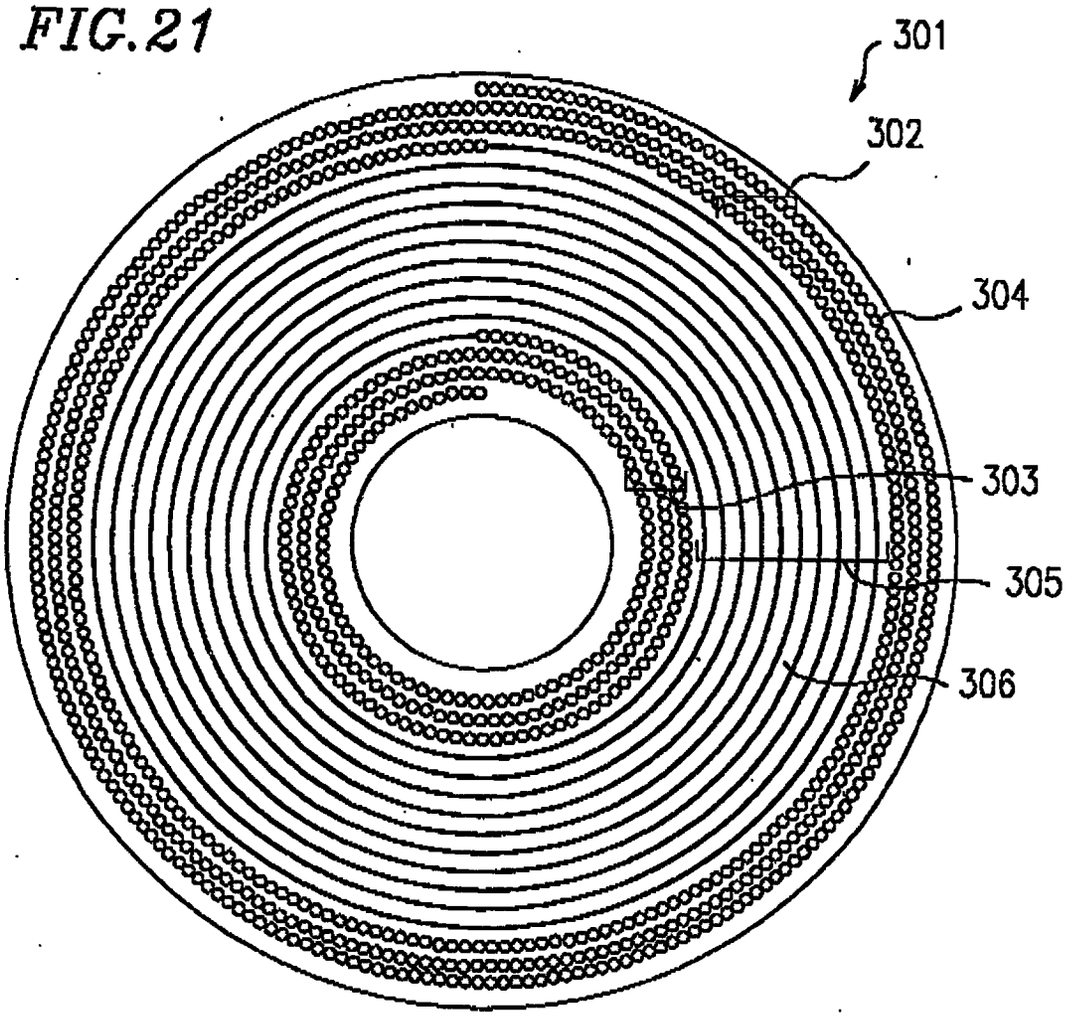


FIG. 22

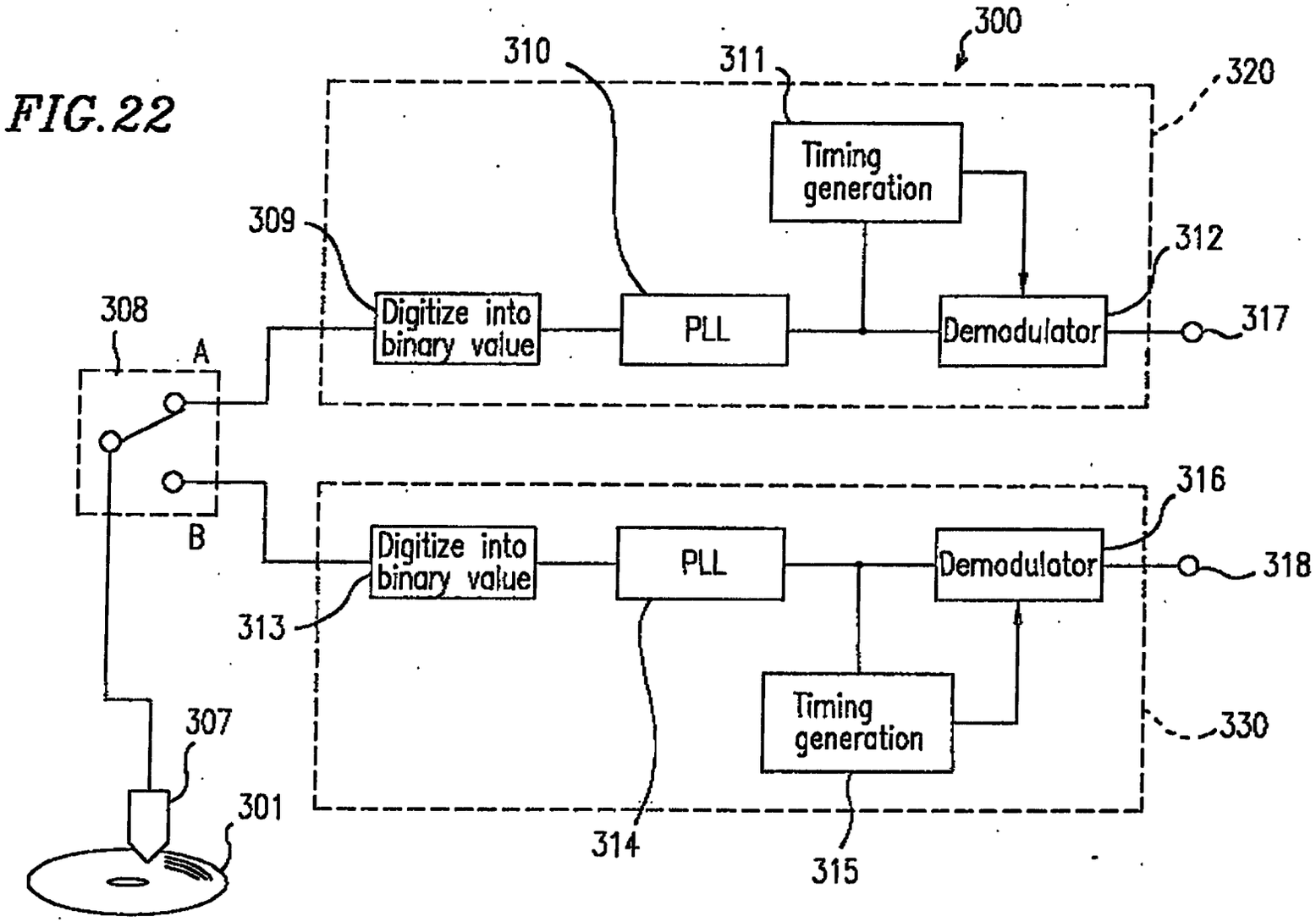
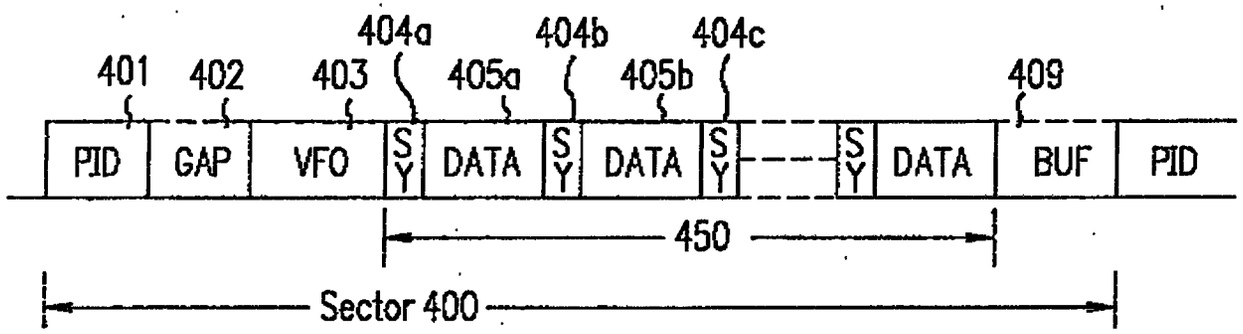

300
310
311
320
Timing generation
309
312
308
Digitize into binary value
PLL
Demodulator
317
A
B
316
Digitize into binary value
PLL
Demodulator
318
313
307
Timing generation
330
301
314
315

FIG.23


404a
404b
404c
401
402
403
405a
405b
409
PID
GAP
VFO
SY
DATA
SY
DATA
SY
SY
DATA
BUF
PID
450
Sector 400

* 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．（補正後）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、

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、

補正された用紙(条約第34条)

を有し、

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、

光ディスク。

１７．（削除）

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

CLAIMS

14. An optical disk according to claim 8, wherein each of the second and third dummy data regions has in at least a portion thereof a pattern generated by scrambling a predetermined data based on address information in the sector identification data and by modulating the scrambled data with the modulation code.

15. An optical disk according to claim 7, wherein one error correction block includes a predetermined number k (k is an integer) of the first or second sectors, and data is recorded on the number of sectors equal to a multiple of k, dummy data being recorded on remaining sectors of less than k.

16. (Amended) An optical disk having a rewritable first recording area and a read-only second recording area,

wherein the first recording area includes first tracks composed of groove tracks consisting of grooves and land tracks consisting of spaces between adjacent grooves, the groove tracks and the land tracks being formed on an optical disk substrate alternately in a spiral or concentric shape, each of the first tracks being divided into a plurality of first sectors, each of the first sectors including a first header region having identification data for identifying the first sector and a first data region for recording user data by forming recording marks obtained by changing optical characteristics of a recording layer,

the second recording area includes second tracks formed with physical pit rows arranged on the optical disk substrate in a spiral or concentric shape, each of the second tracks being divided into a plurality of second sectors, each of the second sectors including a second header region having identification data for identifying the second sector and a second data region having read-only

This Sheet Has Been Replaced

THIS SHEET HAS BEEN REPLACED

data recorded as the pit rows,

at least one of the first and second data regions comprises:

a first data synchronous series provided at a head of the data region for specifying a start timing position of the data region;

a second data synchronous series preceding the first data synchronous series for specifying a start timing position of the data region; and

a third data synchronous series preceding the second data synchronous series and having a specific repetition sequence pattern of a modulation code in the data region, and

wherein the data region is divided into a plurality of data blocks,

the first data synchronous series is provided at a head of each of the data blocks, and

the second data synchronous series precedes the first data synchronous series provided at a head of a first one of the plurality of data blocks.

17. (Deleted)

18. An optical disk according to claim 16, wherein a digital summing value which is obtained by converting "1" and "0" in the second data synchronous series into "1" and "-1", respectively, and by summing all values is substantially zero.

19. An optical disk according to claim 16, wherein the second data synchronous series satisfies a maximum length

This Sheet Has Been Replaced

and a minimum length as limit values under a modulation code rule of a mark length ("1" or "0" level) and a space length ("0" or "1" level) of the data region.

20. An optical disk according to claim 16, wherein an average of the mark length and the space length of the second data synchronous series is larger than the mark length and the space length of the third data synchronous series.

21. An optical disk according to claim 16, wherein the second data synchronous series is a data series composed of a combination of a plurality of any of 4-bit code symbols, "0100", "0010", "1000", "0000".

THIS SHEET HAS BEEN REPLACED

This Sheet Has Been Replaced

REPLACEMENT SHEET
31 MAY 2001

9805342-4
IPOS

* C L M S *

AMENDED CLAIMS

1. An optical disk having a rewritable first recording area and a read-only second recording area,

wherein the first recording area includes first tracks composed of groove tracks consisting of grooves and land tracks consisting of inter-groove portions, the groove tracks and the land tracks being formed on an optical disk substrate alternately in a spiral or concentric shape, each of the first tracks being divided into a plurality of first sectors, each of the first sectors including a first header region having identification data for identifying the first sector and a first data region for recording user data by forming recording marks by changing optical characteristics of a recording surface,

the second recording area includes second tracks formed with physical concave and convex shaped pit rows arranged on the optical disk substrate in a spiral or concentric shape, each of the second tracks being divided into a plurality of second sectors, each of the second sectors including a second header region having identification data for identifying the second sector and a second data region having read-only data recorded as the pit rows,

the first header region includes a physical concave and convex shaped first pit row, each pit of the first pit row having a width in a radial direction of the optical disk substantially equal to a width of the groove track and being wobbled outward or inward from a center line of the groove track by about a quarter of a pitch of the groove track, and

the second header region includes a physical

REPLACEMENT SHEETS SG
☐ Description : paged ..... to paged .....
☑ Claim(s) : paged 01 to paged 08
☐ Drawing(s) : paged ..... to paged .....
☐ Abstract : paged ..... to paged .....
DATE OF RECEIPT 31/5/01

REPLACEMENT SHEET
31 MAY 2001

* C L M S *

concave and convex shaped second pit row, each pit of the second pit row having a width in the radial direction of the optical disk smaller than the width of the groove track and being formed substantially along the center line of the second track.

2. An optical disk according to claim 1, wherein a data sequence of the first header region and a data sequence of the second header region are modulated with a same modulation code, and

a data sequence of the first data region and a data sequence of the second data region are modulated with a same modulation code.

3. An optical disk according to claim 1, wherein the identification data of the first header region and the identification data of the second header region have data formats with a same data sequence and a same data capacity, and

the first data region and the second data region have data formats with a same data sequence and a same data capacity.

4. An optical disk according to claim 3, wherein a data bit interval between the first header region and the first data region in the rewritable first recording area is substantially equal to a data bit interval between the second header region and the second data region in the read-only second recording area.

5. An optical disk according to claim 3, wherein, in the rewritable first recording area, each of the first sectors includes: a mirror mark region, a gap region, and

PATENT SHEET
31 MAY 2001

* C L M S *

a first dummy data region which are formed between the first header region and the first data region; and a guard data region and a buffer region which are formed between the first data region and a first header region of a next first sector, and

in the second recording area, each of the second sectors includes: a second dummy data region formed between the second header region and the second data region; and a third dummy data region formed between the second data region and a second header region of a next second sector.

6. An optical disk according to claim 5, wherein each of the first dummy data region, the second dummy data region, and the third dummy data region have a specific sequence pattern of a modulation code used for modulation of data to be recorded.

7. An optical disk having a rewritable first recording area and a read-only second recording area,

wherein the first recording area includes first tracks composed of groove tracks consisting of grooves and land tracks consisting of inter-groove portions, the groove tracks and the land tracks being formed on an optical disk substrate alternately in a spiral or concentric shape, each of the first tracks being divided into a plurality of first sectors, each of the first sectors including a first header region having identification data for identifying the first sector and a first data region for recording user data as recording marks by changing optical characteristics of a recording surface,

the second recording area includes second tracks formed with physical pit rows arranged on the optical

REPLACEMENT SHEET
31 MAY 2001

* C L M S *

disk substrate in a spiral or concentric shape, each of the second tracks being divided into a plurality of second sectors, each of the second sectors including a second header region having identification data for identifying the second sector and a second data region having read-only data recorded as the pit rows,

data series of the first and second recording areas are modulated with a same modulation code,

the first and second sectors have a same data capacity,

the first and second header regions have a same data sequence, and

the first and second data regions have a same data sequence and a same data capacity.

8. An optical disk according to claim 7, wherein each of the first sectors includes a first dummy data region formed between the first header region and the first data region,

each of the second sectors includes a second dummy data region formed between the second header region and the second data region and a third dummy data region formed between the second data region and a second header region of a next second sector, and

each of the second and third dummy data regions includes in at least a portion thereof data of a data series different from a data series of a corresponding dummy data region on an inward or outward adjacent track on the optical disk substrate.

9. An optical disk according to claim 8, wherein each of the second and third dummy data regions includes in at least a portion thereof a random data series with sub-

REPLACEMENT SHEET
31 MAY 2001

* C L M S *

stantially no correlation with a data series provided on a corresponding dummy data region on an adjacent track.

10. An optical disk according to claim 9, wherein the random data series is a data series generated by an M-series sequence.

11. An optical disk according to claim 8, wherein each of the second and third dummy data regions includes in at least a portion thereof a random data series with substantially no correlation with a data series formed on a corresponding dummy data region on an adjacent track and a specific sequence pattern included in a modulation code provided following the random data series.

12. An optical disk according to claim 8, wherein each of the second and third dummy data regions includes in at least a portion thereof a data synchronous series for specifying a start timing position of the second data region.

13. An optical disk according to claim 12, wherein the data synchronous series included in the second and third dummy data regions are provided so that a pattern of the data synchronous series is switched every track among a plurality of different data synchronous patterns.

REPLACEMENT SHEET
31 MAY 2001

* C L M S *

14. An optical disk according to claim 8, wherein each of the second and third dummy data regions has in at least a portion thereof a pattern generated by scrambling a predetermined data based on address information in the sector identification data and by modulating the scrambled data with the modulation code.

15. An optical disk according to claim 7, wherein one error correction block includes a predetermined number k (k is an integer) of the first or second sectors, and data is recorded on the number of sectors equal to a multiple of k, dummy data being recorded on remaining sectors of less than k.

16. (Amended) An optical disk having a rewritable first recording area and a read-only second recording area,

wherein the first recording area includes first tracks composed of groove tracks consisting of grooves and land tracks consisting of spaces between adjacent grooves, the groove tracks and the land tracks being formed on an optical disk substrate alternately in a spiral or concentric shape, each of the first tracks being divided into a plurality of first sectors, each of the first sectors including a first header region having identification data for identifying the first sector and a first data region for recording user data by forming recording marks obtained by changing optical characteristics of a recording layer,

the second recording area includes second tracks formed with physical pit rows arranged on the optical disk substrate in a spiral or concentric shape, each of the second tracks being divided into a plurality of second sectors, each of the second sectors including a second header region having identification data for identifying the second sector and a second data region having read-only

REPLACEMENT SHEET
31 MAY 2001

* C L M S *

data recorded as the pit rows,

at least one of the first and second data regions comprises:

a first data synchronous series provided at a head of the data region for specifying a start timing position of the data region;

a second data synchronous series preceding the first data synchronous series for specifying a start timing position of the data region; and

a third data synchronous series preceding the second data synchronous series and having a specific repetition sequence pattern of a modulation code in the data region, and

wherein the data region is divided into a plurality of data blocks,

the first data synchronous series is provided at a head of each of the data blocks, and

the second data synchronous series precedes the first data synchronous series provided at a head of a first one of the plurality of data blocks.

17. (Deleted)

18. An optical disk according to claim 16, wherein a digital summing value which is obtained by converting "1" and "0" in the second data synchronous series into "1" and "-1", respectively, and by summing all values is substantially zero.

19. An optical disk according to claim 16, wherein the second data synchronous series satisfies a maximum length

REPLACEMENT SHEET
31 MAY 2001

* C L M S *

and a minimum length as limit values under a modulation code rule of a mark length ("1" or "0" level) and a space length ("0" or "1" level) of the data region.

20. An optical disk according to claim 16, wherein an average of the mark length and the space length of the second data synchronous series is larger than the mark length and the space length of the third data synchronous series.

21. An optical disk according to claim 16, wherein the second data synchronous series is a data series composed of a combination of a plurality of any of 4-bit code symbols, "0100", "0010", "1000", "0000".

世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願 IPOS 9805342-4

(51) 国際特許分類6 G11B 7/00, 7/007	A1	(11) 国際公開番号 WO97/38420
		(43) 国際公開日 1997年10月16日(16.10.97)

(21) 国際出願番号 PCT/JP97/01223

(22) 国際出願日 1997年4月9日(09.04.97)

(30) 優先権データ

特願平8/89236	1996年4月11日(11.04.96)	JP
特願平8/153948	1996年6月14日(14.06.96)	JP
特願平8/162643	1996年6月24日(24.06.96)	JP
特願平8/191887	1996年7月22日(22.07.96)	JP

(71) 出願人
松下電器産業株式会社
(MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.)[JP/JP]
〒571 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka, (JP)
(72) 発明者
小石健二(KOISHI, Kenji)
〒669-13 兵庫県三田市けやき台三丁目56-8 Hyogo, (JP)
大原俊次(OHARA, Shunji)
〒578 大阪府東大阪市新庄221-5 Osaka, (JP)
石田 隆(ISHIDA, Takashi)
〒614 京都府八幡市橋本意足13-14 Kyoto, (JP)
佐藤 勲(SATOH, Isao)
〒572 大阪府寝屋川市成田東が丘36-12 Osaka, (JP)
竹村佳也(TAKEMURA, Yoshinari)
〒566 大阪府摂津市別府二丁目8-11 Osaka, (JP)
具島豊治(GUSHIMA, Toyoji)
〒583 大阪府羽曳野市高鷲三丁目5-10 Osaka, (JP)
出口博紀(DEGUCHI, Hironori)
〒571 大阪府門真市宮前町16-1 松和寮311 Osaka, (JP)
三井義隆(MITUI, Yoshitaka)
〒567 大阪府茨木市東奈良三丁目11-D-804 Osaka, (JP)
(74) 代理人
弁理士 山本秀策(YAMAMOTO, Shusaku)
〒540 大阪府大阪市中央区城見一丁目2番27号
クリスタルタワー15階 Osaka, (JP)

(81) 指定国 CN, JP, KR, MX, SG, VN, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

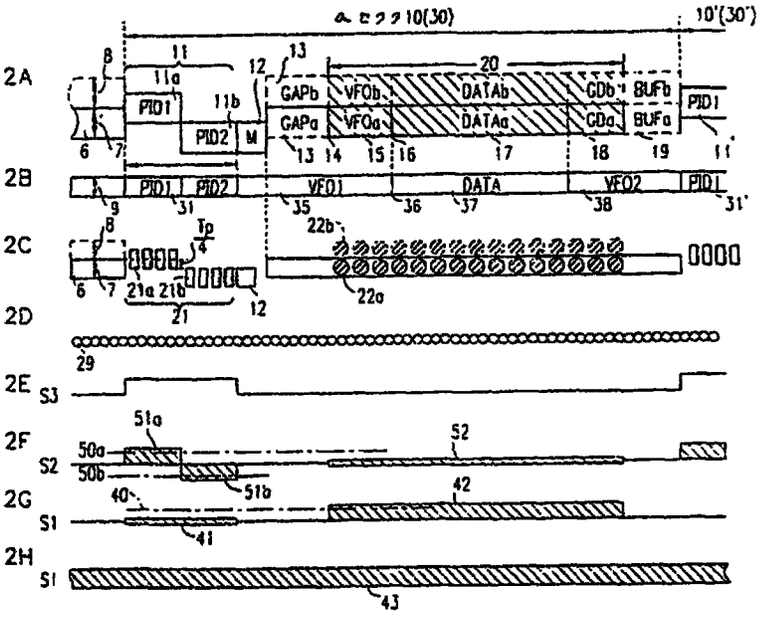
添付公開書類
国際調査報告書

(54)Title: OPTICAL DISC

(54)発明の名称 光ディスク

(57) Abstract

An optical disc which has a rewritable first recording region and a read-only second recording region. The first recording region has first tracks which are composed of group tracks and land tracks which are alternately provided on a disc substrate spirally or concentrically. Each first track is divided into a plurality of first sectors. Each first sector has a first header region where identification data by which the first sector is identified are recorded and a first data region in which user data are recorded with recording marks where the optical characteristics of the recording surface are changed. The second recording region has second tracks which are composed of a physical pit row which are provided on the disc substrate spirally or concentrically. Each second track is divided into a plurality of second sectors. Each second sector has a second header region where identification data by which the second sector is identified are recorded and a second data region in which read-only data are recorded by means of the pit row. The first header region includes a first physical pit row. Each pit of the first pit row has a width in a radial direction of the disc which is substantially equal to the width of the group track and, further, the pits are staggered along the center line of the group track radially with pitches of approximately a quarter of the pitch of the group track. The second header region includes a second physical pit row. Each pit of the second pit row has a width in a radial direction of the disc which is smaller than the width of the group track and, further, the pits are arranged generally along the center line of the second track to be tracked.



（５７）要約

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グループトラック及び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る。

参考情報

ＰＣＴに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたＰＣＴ加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	ES	スペイン	LR	リベリア	SG	シンガポール
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LS	レソト	SI	スロヴェニア
AT	オーストリア	FR	フランス	LT	リトアニア	SK	スロヴァキア共和国
AU	オーストラリア	GA	ガボン	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ
AZ	アゼルバイジャン	GB	英国	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BA	ボズニア・エルツェゴビナ	GE	グルジア	MC	モナコ	SZ	スワジランド
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MD	モルドヴァ共和国	TD	チャード
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TG	トーゴ
BF	ブルギナ・ファソ	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TJ	タジキスタン
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	ML	マリ	TM	トルクメニスタン
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TR	トルコ
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	TT	トリニダード・トバゴ
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CA	カナダ	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UG	ウガンダ
CF	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	US	米国
CG	コンゴー	IT	イタリア	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン
CH	スイス	JP	日本	NO	ノルウェー	VN	ヴィェトナム
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NZ	ニュー・ジーランド	YU	ユーゴスラビア
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	PT	ポルトガル		
CU	キューバ	KR	大韓民国	RO	ルーマニア		
CZ	チェッコ共和国	KZ	カザフスタン	RU	ロシア連邦		
DE	ドイツ	LC	セントルシア	SD	スーダン		
DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン		
EE	エストニア	LK	スリランカ				