明 細 書

光ディスク、光ディスク装置及び光ディスク再生方法

技術分野

本発明は、ディジタル信号を記録再生する光ディスク、光ディスク装置及び光ディスク再生方法に関する。

背景技術

近年、光ディスク装置は大容量のデータを記録再生する手段として注目され、より高い記録密度を達成するための技術開発も盛んに行われている。

現在普及している書換型光ディスクでは、ディスク基板に1～1．6μmのピッチで凹凸状（それぞれ約50%程度の幅）の溝トラックがスパイラル状に形成されており、その基板表面に記録材料（相変化型光ディスクの場合、Ge、Sb、Teなど）を成分とする薄膜がスパッタリングなどの方法で形成される。ディスク基板は、まず、光ビームの照射によって凹状の溝及びセクタアドレスなどのピットをカッティングした原盤を基にスタンパーを作製し、このスタンパーを用いてポリカーボネートなどの基板として大量に複製される。書換型光ディスクは、データの記録および再生にセクタ単位の管理を要するため、ディスク製造時にトラッキング制御用の案内溝を形成すると同時に、記録面に凹凸形状（ピット）を形成することにより各セクタのアドレス情報を記録することが多い。

上記のような構造の光ディスクに対して、各トラックに光ビームを所定の記録パワーで照射することにより、記録薄膜上にマークを形成することで情報を記録する。記録用の光ビームが照射された部分（記録マーク）は、記録薄膜の光学特性（反射特性）が他の部分と異なるため、所定の再生パワーでトラックに光ビームを照射して記録膜からの反射光を検出することにより情報の再生が行われる。

以下の説明では、特に断らない限り、物理的な凹凸形状のピットと記録薄膜の光学特性の変調による記録マークとを併せて「マーク」と称することにする。ピットは一旦形成された後は読み出し専用のマークであり、記録マークは書き換え

可能である。記録された情報の再生においては、いずれのマークも再生信号の振幅の変化として読み出される。また、以下の記載における凹凸形状は、光ディスク装置の再生ヘッドから見た凹凸形状を指すものとする。即ち、「ピット」は再生ヘッドから見た凸部を指し、「グループ」も凸形状の部分を指すものとする。

光ディスクの高記録密度化を達成するための手法としては、トラック方向の高記録密度化と線速度方向の高記録密度化とが挙げられる。

トラック方向の高記録密度化は、各トラックの間隔（トラックピッチ）を狭くすることにより高密度化を図るものである。このような狭トラックピッチ化の１手法として、凸状のトラック（グループ部）及び凹状のトラック（ランド部）の両方に信号を記録するランド／グループ記録がある。グループ部もしくはランド部のどちらか一方に信号を記録する場合に比較して、ランド／グループ記録は、他の条件が同一の場合、２倍の記録密度を達成できる。

また、線速度方向の高密度化の１手法としては、マークの両端を変調データの"1"に対応させるマーク長記録がある。図１は、マーク長記録の一例を、マーク間記録と比較して示している。図１において、系列Ｙは、ラン長制限符号を用いて変調されたディジタルデータを示す。ここで、ラン長制限符号とはビット系列の"1"と"1"の間に挟まれた"0"の個数（以下ゼロランと呼ぶ）が所定の数に制限されているような符号系列である。系列Ｙのある"1"から次の"1"までの間隔（長さ）を反転間隔と呼ぶ。ゼロランの制限によって系列Ｙの反転間隔の限界、即ち、最小値及び最大値が決まる。これを最小反転間隔及び最大反転間隔と呼ぶ。

系列Ｙをマーク間記録（ＰＰＭ：Pit Position Modulation）によって記録した場合、系列Ｙの"1"が記録マーク１０１に対応し、ゼロランがスペース１０２に対応する。系列Ｙをマーク長記録（ＰＷＭ：Pulse Width Modulation）によって記録した場合、系列Ｙの"1"の出現によって記録状態、即ち、記録マーク１０１であるかスペース１０２であるかを切り替えている。マーク長記録の場合、反転間隔は記録マーク１０１あるいはスペース１０２の長さに対応する。

最小反転間隔が２以上であるラン長制限符号を用いる場合、マーク間記録に比較して、マーク長記録は単位長さ当たりのビット数を多くすることが出来る。例えば、ディスク上に形成できるマークの物理的な大きさの最小値（マーク単位と

する）が等しい場合、図１からわかるように、マーク間記録では最小符号長のデータ（Ｙ系列の３ビット"100"）を記録するのに３マーク単位が必要であるが、マーク長記録では１マーク単位で記録できる。例えば、マーク間記録による記録密度は約０．８～１．０μｍ／ｂｉｔであるが、マーク長記録の場合の記録密度は約０．４μｍ／ｂｉｔである。

一般に、光ディスクのトラックは最小アクセス単位である記録セクタに分割される。各記録セクタには上述のように番地情報が予め記録され、この番地情報を読み取ることにより、各記録セクタにアクセスしてデータの記録再生が行われる。

図２Ａは、ＩＳＯによって規格化されている書換型光ディスク（ＩＳＯ／ＩＥＣ１００９０参照）の記録セクタの信号フォーマットを示す図である。記録セクタ１０３の先頭にはヘッダ１０４が設けられ、番地情報を読み取るためのアドレッシング情報が記録面の凹凸によって予め記録されている。記録フィールド１０５はユーザーデータを記録する領域であり、ディジタルデータが（２，７）変調符号を用いて変調され、マーク間記録される。図３に（２，７）変調符号の変換テーブルを示す。図３に示すように、（２，７）変調により、ｉビット長（ｉ＝2.3.4）のディジタルデータは２×ｉビット長の符号語に変換される。また、（２，７）変調符号は、ゼロランが２から７の間に制限されたラン長制限符号になっている。

図２Ｂは、ヘッダ１０４の構成を示している。セクタマークＳＭは光ディスク装置が位相同期ループ（以下ＰＬＬ＝Phase Locked Loop と呼ぶ）によるクロック再生を行うことなく記録セクタの先頭を見分けるために設けられている。セクタマークＳＭは、図２Ｃに示すように、比較的長いマークを用いたパターンが記録されており、セクタマークＳＭの所定のパターンや、その大きな再生信号振幅によってマーク間記録された他のデータと区別できる。セクタマークＳＭの検出によってヘッダ１０４の位置を検出し、番地情報が再生される。

図２Ｂに示されるＶＦＯ領域ＶＦＯ１及びＶＦＯ２は、光ディスク装置がＰＬＬによりクロック再生を行うことによって再生信号のビット同期を取るために設けられており、ゼロランが２の連続パターンがマーク間記録されている。

アドレスマークＡＭは、続くアドレスフィールドＩＤ１、ＩＤ２、及びＩＤ３

のバイト同期を光ディスク装置が識別するために設けられる。アドレスマークＡＭは、図２Ｄに示すようなパターンがマーク間記録されている。このアドレスマークＡＭのパターンは、（２，７）変調符号の最大反転間隔Ｔ max（Ｔ max＝８）として、Ｔ max＋１＝９ビットのパターンを有し、（２，７）変調符号によって記録されたデータには現れないパターンとなっている。

アドレスフィールドＩＤ１、ＩＤ２、及びＩＤ３には、トラック番号、セクタ番号等からなる番地情報及び再生時にエラー検出を行うためのＣＲＣ（＝Cyclic Redundancy Check）コードが（２，７）変調され、マーク間記録されている。

ポストアンブルＰＡは、（２，７）変調されたアドレスフィールドＩＤ３のデータの終結を示すために設けられる。

図４は、光ディスク装置によってヘッダ１０４に記録された情報が再生された時の信号振幅の一例を示している。図４より分かるように、再生信号振幅はマークの長さに比例し、長マークであるセクタマークＳＭの再生信号振幅は、他のデータの再生信号に比較して大きい。従って、再生信号波形のエンベロープを検出することによりセクタマークＳＭを判別し、各記録セクタの先頭を検出することが可能である。

上述の例では、（２，７）変調されたデータは、すべてマーク間記録されている。しかしながら、上述のヘッダ１０４を有する光ディスクにおいて、記録密度の向上のためにデータをマーク長記録した場合、ヘッダ１０４内のアドレスフィールドＩＤ１～ＩＤ３に記録されるマークや、記録フィールド１０５に記録されるマークは、変調符号のゼロランの制限によって定められるある長さを有する。従って、各マークが１ビット長の"1"に対応するマーク間記録に比較して、マーク長記録されたデータの再生信号振幅は大きくなる。従って、マーク長記録においては、セクタマークＳＭ部分の信号振幅と他の部分の信号振幅との差（あるいはパターンの差）が、マーク間記録の場合と比較して小さくなるため、エンベロープにより記録セクタ１０３の先頭を検出することは難しくなる。

また、上述したようなアドレスマークＡＭを採用した場合、"1"のビットシフト等のエラーによりアドレスマークＡＭの誤検出が起きるおそれがある。例えば、ディジタルデータ｛･･･10110011･･･｝を（２，７）変調した符号系列は、図３の

変換テーブルより {・・・0100100000001000・・・} となる。これに対して、アドレスマークＡＭのパターンは、図２Ｄに示すように {0100100000000100} である。従って、上記の（２，７）変調パターンの"1"が１ビットシフトすることによりアドレスパターンＡＭと同一パターンが出現し、誤検出されてしまう。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、マーク長記録等の採用による高記録密度化によっても、信頼性のある番地情報の読みとりが可能な光ディスク、光ディスク装置及び光ディスク再生方法を提供することにある。

発明の開示

本発明による光ディスクは、複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えており、各記録セクタはヘッダ領域を含み、該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報とを記録している。該番地情報は、最大反転間隔Ｔ max ビット（Ｔ max は自然数）のラン長制限符号を用いて変調されており、該アドレス同期情報は、反転間隔が（Ｔ max＋３）ビット以上の２つのパターンを含み、そのことにより該アドレス同期情報の再生信号が、他の情報の再生信号から区別され、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、前記アドレス同期情報は、前記光ディスク記録面の物理的形状及び光学的特性のいずれかが異なる第１及び第２のパターンを用いて記録されており、該アドレス同期情報は、１つの（Ｔ max＋３）ビット長以上の第１のパターンと、１つの（Ｔ max＋３）ビット長以上の第２のパターンとを含む。

前記第１のパターンは、前記光ディスクの記録面に物理的に形成された凸部（ピット）であり、前記第２のパターンは、該記録面に物理的に形成された凹部である場合がある。

前記第１のパターンは前記光ディスクの記録面の反射特性を変化させた記録マークであり、前記第２のパターンは該記録面上のスペースである場合がある。

好ましくは、前記アドレス同期情報に含まれる前記第１のパターンの合計ビット長と前記第２のパターンの合計ビット長とが等しい。

好ましくは、前記ヘッダ領域は、前記番地情報及び前記アドレス同期情報を４回繰り返して記録している。

本発明による光ディスクは、複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えており、該記録セクタはヘッダ領域を含み、該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためアドレス同期情報と、クロック信号を再生するためのクロック同期情報とを記録している。該番地情報は、最小反転間隔Ｔ min ビット及び最大反転間隔Ｔ max ビット（Ｔ max 及びＴ min はＴ max＞Ｔ min を満たす自然数）のラン長制限符号を用いて変調されており、該クロック同期情報は、ｄビット（ｄはＴ min≦ｄ＜Ｔ max を満たす自然数）のマークとスペースとを交互に繰り返す連続パターンであり、該アドレス同期情報は、その反転間隔が（Ｔ max＋３）ビット以上の２つのパターンを含み、そのことにより該アドレス同期情報の再生信号が、他の情報の再生信号から区別され、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、前記アドレス同期情報及び前記クロック同期情報は、前記光ディスク記録面の物理的形状及び光学的特性のいずれかが異なる第１及び第２のパターンを用いて記録されており、該アドレス同期情報は、１つの（Ｔ max＋３）ビット長以上の第１のパターンと、１つの（Ｔ max＋３）ビット長以上の第２のパターンとを含む。

１つの実施例において、前記最小反転間隔Ｔ min は３であり、前記最大反転間隔Ｔ max は１１であり、前記ｄは３である。

もう１つの実施例において、前記最小反転間隔Ｔ min は３であり、前記最大反転間隔Ｔ max は１１であり、前記ｄは４である。

好ましくは、前記ヘッダ領域は、前記クロック同期情報、前記番地情報、及び前記アドレス同期情報を４回繰り返して記録している。

本発明による光ディスクは、複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えており、各記録セクタは、ヘッダ領域と該ヘッダ領域の末尾に設けられたポストアンブル領域とを含み、該ポストアンブル領域は、該ヘッダ領域のデータの変調結果に基づいて決定されるパターンを記録しており、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、前記ヘッダ領域のデータは、ステートに基づいてテーブルを換える変調符号を用いて変調されており、前記ポストアンブル領域は、該ステートを識別するための情報を含む。

前記ステートを識別するための情報は所定値を有する少なくとも1つの特定ビットであり、該特定ビットに隣接するビットが、該特定ビットの該所定値と実質的に同じ値を有する場合がある。

本発明による光ディスクは、複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えており、各記録セクタは、ヘッダ領域と、データ記録領域と、該データ記録領域の末尾に設けられたポストアンブル領域とを含み、該ポストアンブル領域は、該データ記録領域のデータの変調結果に基づいて決定されるパターンを記録しており、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、前記データ記録領域のデータは、ステートに基づいてテーブルを換える変調符号を用いて変調されており、前記ポストアンブル領域は、該ステートを識別するための情報を含む。

前記ステートを識別するための情報は所定値を有する少なくとも1つの特定ビットであり、該特定ビットに隣接するビットは、該特定ビットの該所定値と実質的に同じ値を有する場合がある。

1つの実施例において、前記記録セクタは、前記ポストアンブル領域の後に、更に、ダミーデータを記録するガードデータ記録領域を含んでいる。

1つの実施例において、前記データ記録領域は、最小反転間隔T minビット及び最大反転間隔T maxビット（T max及びT minはT max＞T minを満たす自然数）のラン長制限符号を用いて変調されたデータを記録しており、

前記ガードデータ記録領域は、kビット（kはT min≦k≦T maxを満たす自然数）のマークとスペースとを交互に繰り返したパターンを有する。

本発明による光ディスクは、複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えており、各記録セクタはヘッダ領域を有し、該ヘッダ領域はその末尾にポストアンブル領域を有するアドレス領域を含み、該ポストアンブル領域は、その末尾に非ピットデータあるいはスペースが配置されるパターンを有しており、そのことにより上記目的が達成される。

前記ヘッダ領域は、前記アドレス領域を複数個含んでいる場合がある。

前記アドレス領域は、前記トラックのグループ部とランド部との中間の位置に設けられている場合がある。

本発明による光ディスクは、複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えており、各記録セクタはヘッダ領域を有し、該ヘッダ領域は複数のアドレス領域を有し、各アドレス領域は、その先頭に設けられたＶＦＯ領域を有し、該ＶＦＯ領域は、その先頭に非ピットデータあるいはスペースが記録されるパターンを有しており、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、前記アドレス領域は、対応する前記記録セクタの位置を識別するための番地情報をマーク長記録した番地情報領域を有しており、該番地情報は、最小反転間隔Ｔ min ビット及び最大反転間隔Ｔ max ビット（Ｔ max 及びＴ min はＴ max＞Ｔ min を満たす自然数）のラン長制限符号を用いて変調され、各アドレス領域間に、Ｔ min ビット長以上、Ｔ max ビット長以下の長さを有する非ピットデータあるいはスペースが設けられている。

前記アドレス領域は、前記トラックのグループ部とランド部との中間の位置に設けられている場合がある。

本発明による光ディスク装置は、複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、各記録セクタはヘッダ領域及びデータ領域を含み、該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報と、所定の連続パターンを有するクロック同期情報と、を記録している光ディスク用の光ディスク装置である。該装置は、該光ディスクから再生信号を読み出す手段と、該再生信号から該番地情報を得るアドレス再生手段と、該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出して検出信号を出力する検出手段と、該検出信号に基づいて、該アドレス再生手段に該番地情報の読み取り動作を許可するアドレス再生許可手段と、を備えており、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、前記光ディスク装置は、前記再生信号からクロック信号を生成するクロック生成手段と、前記検出信号に基づいて、該クロック生成手

段に該クロック信号の生成動作を許可するクロック再生許可手段と、を更に備えている。

前記検出手段は、前記再生信号を２値化して２値化データを出力する２値化手段と、該２値化データを所定の周波数でサンプリングしてディジタルデータを出力するサンプリング手段と、該ディジタルデータを少なくともｍ×ｎビット（ｍ，ｎは自然数）のパラレルデータに変換するパラレル変換手段と、該パラレルデータよりｍビットのパターンがｎ回連続した所定の系列を検出する検出テーブルと、を備えている場合がある。

本発明によるディスク装置は、複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、各記録セクタはヘッダ領域及びデータ領域を含み、該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報と、所定の連続パターンを有するクロック情報とを記録している光ディスク用の光ディスク装置である。該装置は、該光ディスクから再生信号を読み出す手段と、該再生信号からクロック信号を生成するクロック生成手段と、該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出して検出信号を出力する検出手段と、該検出信号に基づいて、該クロック生成手段に該クロック信号の生成動作を許可するクロック再生許可手段と、を備えており、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、前記検出手段は、前記再生信号を２値化して２値化データを出力する２値化手段と、該２値化データを所定の周波数でサンプリングしてディジタルデータを出力するサンプリング手段と、該ディジタルデータを少なくともｍ×ｎビット（ｍ，ｎは自然数）のパラレルデータに変換するパラレル変換手段と、該パラレルデータよりｍビットのパターンがｎ回連続した所定の系列を検出する検出テーブルと、を備えている。

本発明による光ディスクの再生方法は、複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、各記録セクタはヘッダ領域及びデータ領域を含み、該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報と、所定の連続パターンを有するクロック情報とを記録している光ディスクの

再生方法である。該方法は、該光ディスクから再生信号を取り出すステップと、該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出するステップと、該連続パターンが検出された場合に該番地情報の読み取りを許可するステップと、該許可に従って該再生信号から該番地情報を読み取るステップと、該許可後所定の期間で該番地情報を読み取るステップを中断し、該連続パターンを検出するステップに戻るステップと、を包含しており、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、前記方法は、前記連続パターンが検出された場合にクロック信号の再生を許可するステップと、該許可に従って該再生信号から該クロック信号を再生するステップと、を更に包含する。

本発明による光ディスクの再生方法は、複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、各記録セクタはヘッダ領域及びデータ領域を含み、該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報と、所定の連続パターンを有するクロック情報とを記録している光ディスクの再生方法である。該方法は、該光ディスクから再生信号を取り出すステップと、該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出するステップと、該連続パターンが検出された場合にクロック信号の再生を許可するステップと、該許可に従って該再生信号から該クロック信号を再生するステップと、を包含しており、そのことにより上記目的が達成される。

本発明による光ディスクの再生方法は、複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、各記録セクタはヘッダ領域及びデータ領域を含み、該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報と、所定の連続パターンを有するクロック情報とを記録している光ディスクの再生方法である。該方法は、該光ディスクから再生信号を取り出すステップと、

再生モードの判定ステップであって、電源投入後あるいはトラックジャンプ後から最初に該再生信号から該番地情報が読み取られるまでの期間の初期モードと、該番地情報が読み取られてから次のトラックジャンプを発生するまでの期間の通

常モードとを判定するステップと、該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出するステップと、該初期モードにおいて該連続パターンが検出された場合に、該番地情報の読み取りを許可する第１の許可ステップと、該許可に従って該再生信号から該番地情報を読み取るステップと、該番地情報が正しく読み取れた場合にセクタパルスを発生するステップと、該通常モードにおいて、該セクタパルスを基準に該再生信号から該番地情報の読み取りを許可する第２の許可ステップと、該第１及び第２の許可ステップのいずれかの許可後、所定の時間以内に該番地情報が読み取れなかった場合に、該番地情報の読み取りを中止して該再生モードの判定ステップに戻るステップと、を包含しており、そのことにより上記目的が達成される。

図面の簡単な説明

図１は、マーク長記録及びマーク間記録を説明する図である。

図２Ａは、従来の光ディスクの記録セクタの信号フォーマットを示す図である。

図２Ｂは、従来の光ディスクのヘッダの内容を示す図である。

図２Ｃは、従来の光ディスクのセクタマークの記録パターンを示す図である。

図２Ｄは、従来の光ディスクのアドレスマークの記録パターンを示す図である。

図３は、（２，７）変調符号の変調テーブルを示す図である。

図４は、従来の光ディスクのヘッダにおける再生信号波形の一例を示す図である。

図５Ａ～Ｃは、本発明の一実施例による光ディスクの構成を説明する図である。

図６は、本発明による光ディスクの一実施例のＶＦＯ領域の記録パターンの一例を示す図である。

図７Ａ～Ｃは、それぞれ、本発明の一実施例による光ディスクのアドレスマークの記録パターンの一例を示す図である。

図８Ａ～Ｄは、それぞれ、本発明の一実施例による光ディスクのアドレスマークの記録パターンの一例を示す図である。

図９は、本発明の一実施例による光ディスクのアドレスマークの記録パターンの例を示す図である。

図１０は、本発明の一実施例による光ディスク装置の構成を示すブロック図である。

図１１は、図１０に示す再生系の内部構成の一例を示すブロック図である。

図１２Ａは、本発明の一実施例によるＶＦＯ検出回路の内部構成の一例を示すブロック図である。

図１２Ｂは、本発明の一実施例によるＶＦＯ検出テーブルの構成を示す図である。

図１３は、本発明の一実施例による光ディスク装置において用いられる各種信号の波形の一例を示すタイミングチャートである。

図１４は、本発明の一実施例による光ディスク装置において用いられる各種信号の波形の一例を示すタイミングチャートである。

図１５は、本発明の一実施例による光ディスク装置におけるシステム制御系の電源立ち上げ後の処理の一例を示すフローチャートである。

図１６は、本発明の一実施例による光ディスク装置におけるシステム制御系の処理の一例を示すフローチャートである。

図１７Ａは、本発明の一実施例による光ディスクの記録セクタの信号フォーマットを示す図である。

図１７Ｂは、本発明の一実施例による光ディスクのヘッダ領域の信号フォーマットを示す図である。

図１８Ａは、本発明の一実施例によるステート変調符号の変調回路の構成を示すブロック図である。

図１８Ｂは、図１８Ａに示される変換テーブルの内容の一例を示す図である。

図１８Ｃは、本発明の一実施例によるステート変調符号の復調回路の構成を示すブロック図である。

図１９Ａ及びＢは、本発明の一実施例によるポストアンブルの記録パターンの一例を示す図である。

図２０Ａ～Ｃは、本発明の一実施例による光ディスクの構成を説明する図である。

図２１Ａ及びＢは、本発明の一実施例における光ディスクのヘッダ領域におけ

るアドレス領域の配置例を示す模式図である。

図２１Ｃは、図２１Ａ及びＢに示される各アドレス領域間の接続部分を示す図である。

図２２Ａは、光ディスクのアドレス領域の連結部がマークであり、かつマークが理想的に形成された場合を示す模式図である。

図２２Ｂは、光ディスクのアドレス領域の連結部に実際に形成されたマークを示す模式図である。

図２３Ａ及びＢは、光スポットがランドトラックを再生する動作を説明する図である。

図２４Ａ～Ｈは、それぞれ、ポストアンブルの例を示す図である。

図２５Ａは、本発明の一実施例による光ディスクの記録セクタの信号フォーマットを示す図である。

図２５Ｂは、本発明の一実施例によるガードデータ記録領域に記録されるパターン例を示す図である。

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例を説明する。

（実施例１）

図５Ａは、本発明の第１実施例による光ディスク１ａの概要を示す。図５Ａに示されるように、光ディスク１ａには、トラック１ｂがスパイラル状に形成されており、トラック１ｂは所定の物理フォーマットに従って記録セクタ１ｃに分割されている。図５Ａに示すように、記録セクタ１ｃは円周方向に連続して配置されて、トラック１ｂを形成している。

図５Ｂは、本発明の第１の実施例による光ディスク１ａの各記録セクタ１ｃのフォーマットを示す。図５Ｂに示すように、記録セクタ１ｃの先頭にはヘッダ領域２が設けられ、番地情報を読み取るためのアドレッシング情報が予め記録されている。ヘッダ領域２の後には、ギャップ領域３、データ記録領域４、バッファ領域５が順に続く。ギャップ領域３にはデータの記録は行われず、例えばデータの記録再生に用いる半導体レーザのパワー制御等に用いられる。データ記録領域

４にはユーザデータが記録される。ユーザデータに誤り訂正符号等の冗長データを付加してディジタルデータが生成される。ディジタルデータは、ゼロランが２から１０の間で制限されたラン長制限符号を用いて変調される。変調されたデータはデータ記録領域４にマーク長記録される。このラン長制限符号を（２，１０）変調符号と呼ぶ。バッファ領域５は光ディスクの回転変動等を吸収するために設けられる。尚、ヘッダ領域２における情報記録は、記録面の凹凸によるピットとして形成してもよいし、データ記録領域における記録と同様の方法で光学的記録マークを形成してもよい。

ヘッダ領域２は、図５Ｃに示すように、４つのアドレス領域６ａ、６ｂ、６ｃ、及び６ｄに分かれている。さらに各アドレス領域はそれぞれ、ＶＦＯ領域、アドレスマークＡＭ、及び番地情報領域ＩＤを有している。例えば、アドレス領域６ａは、ＶＦＯ領域 VFO1、アドレスマークＡＭ、及び番地情報領域 ID1 を有し、アドレス領域６ｂは、ＶＦＯ領域 VFO2、アドレスマークＡＭ、及び番地情報領域 ID2 を有している。

図２Ｂに示される従来のヘッダ１０４には、先頭に記録されたセクタマークＳＭの後に、ＶＦＯ領域、アドレスマークＡＭ及びアドレスフィールドＩＤからなるパターンが３回繰り返されて記録されていた。本実施例においては、各ヘッダ領域２にはセクタマークは記録されず、ＶＦＯ領域、アドレスマークＡＭ、及び番地情報領域ＩＤを含む同様のアドレス領域が４回繰り返して記録される。

各ＶＦＯ領域 VFO1、VFO2、VFO3、VFO4 は、光ディスク装置が再生信号からクロックの再生を行うために用いられる。図６に示すように、各ＶＦＯ領域には、４ビット長のマークとスペースとが交互に現れるような連続パターンが記録されている。尚、各ＶＦＯ領域の長さは同一でもよいし、異なっていてもよい。例えば、ＶＦＯ領域 VFO1 のみ他のＶＦＯ領域 VFO2、VFO3、及び VFO4 より長くすることにより、ヘッダ領域２の先頭におけるクロック再生を安定にすることが出来る。

アドレスマークＡＭは、その次に続く番地情報領域ＩＤの位置を光ディスク装置が識別し、ビット同期を取るために用いられる。図７Ａは、本実施例によるアドレスマークＡＭ一例を示している。図７Ａに示されるように、アドレスマークＡＭの信号系列（ビットパターン）に従って、光ディスク上にマークがマーク長

記録される。読み出される信号は、マーク及びスペース（マーク以外の部分）のパターンに従った信号振幅を有している。本実施例において、アドレスマークＡＭは、１４ビット長のマークと１４ビット長のスペースとをそれぞれ１つ含むパターンである。番地情報領域 ID1、ID2、ID3、及び ID4 を代表して番地情報領域ＩＤとする。

番地情報領域ＩＤには、トラック番号やセクタ番号等の番地情報を含むデータに所定のエラー検出符号を付加したディジタルデータが、（２，１０）変調符号を用いて変調されてマーク長記録される。

（２，１０）変調符号の最大反転間隔は１１であるから、各番地情報領域ＩＤあるいはデータ記録領域のパターンにおけるマーク及びスペースには、１２ビット以上の長さ有するものは含まれない。仮に、マークのエッジシフト等により、番地情報領域１Ｄ内あるいはデータ記録領域内の１１ビット長マークが誤って１２ビットとして再生され、更にアドレスマークＡＭ内の１４ビット長マークが誤って１３ビットとして再生されたとしても、両者には依然として１ビット長の差がある。従って、どちらかのマーク／スペースが２ビット以上エッジシフトしない限り、アドレスマークＡＭ内の１４ビット長マークが検出できなかったり、番地情報領域ＩＤ内あるいはデータ記録領域内のパターンを１４ビット長マークとして誤検出することはない。このように、最大反転間隔をＴｍａｘとしたときに、Ｔｍａｘ＋３ビット以上の長さを有する２つのパターン（マーク及びスペース）をアドレスマークＡＭ内に記録することにより、アドレスマークＡＭを確実に検出することができる。

上述のように、アドレスマークＡＭ内に１４ビット長のマーク／スペースを２回含むことにより、１回だけ含むパターンに比べて、さらに誤検出の確率が少なくなる。さらに、１４ビット長のマークもしくはスペースを１回だけ含むパターンをデータ記録領域４におけるデータ同期検出パターンとして用いることが可能となる。これにより、データ同期検出の信頼性を保つと共に、データ同期検出パターンをアドレスマークＡＭとして誤検出することもない。

図７Ｂ及び７Ｃは、アドレスマークＡＭの他の例を示す。アドレスマークＡＭとして、図７Ｂに示すような１４ビット長のマークを２つ含むパターンや、図７

Cに示すような１４ビット長のスペースを２つ含むパターンを用いてもよい。しかし、図７Ｂあるいは７Ｃに示すようなパターンを用いると、全体的な記録パターンがマークもしくはスペースのどちらかに偏ってしまうおそれがある。全体的なパターンがマークもしくはスペースのどちらかに偏ると、パターンの低周波成分が増加する。パターンの低周波成分の増加は、サーボ帯域の再生信号成分を変動させ、サーボ系に影響を与えるので好ましくない。従って、パターンの低周波成分は出来る限り少なくなることが望ましく、図７Ａに示すようなマークとスペースと出現バランスのとれたパターンが好ましい。

図８Ａ～８Ｄは、アドレスマークＡＭのまた別の例を示している。図８Ａは、｛６ビット長マーク・１４ビット長スペース・４ビット長マーク・４ビット長スペース・１４ビット長マーク・６ビット長スペース｝よりなるパターンのアドレスマークを示している。また、図８Ｂは、｛４ビット長マーク・１４ビット長スペース・６ビット長マーク・６ビット長スペース・１４ビット長マーク・４ビット長スペース｝よりなるパターンのアドレスマークＡＭを示している。また、図８Ｃは｛５ビット長マーク・１４ビット長スペース・５ビット長マーク・５ビット長スペース・１４ビット長マーク・５ビット長スペース｝よりなるパターンのアドレスマークＡＭを示している。また、図８Ｄは｛４ビット長マーク・１４ビット長スペース・４ビット長マーク・４ビット長スペース・１４ビット長マーク・４ビット長スペース｝よりなるパターンのアドレスマークＡＭを示している。

これらのパターンでは、いずれも、マーク部分の合計ビット数と、スペース部分の合計ビット数とが等しくなる。従って、１４ビット長のマーク／スペースを２回含み、かつパターンの低周波成分は少ない。

また、図８Ａ～図８Ｄの各パターンは、図７Ａ～７Ｃのパターンに比べ、マーク／スペースの反転回数が多い。マーク／スペースの反転回数が多いほどエッジの情報が多くなるため、ビットシフトによるエラーに強くなる。即ち、図８Ａ～図８Ｄの各パターンは、図７Ａ～７Ｃの各パターンに比べビットシフトによる誤同期検出を起こす確率がより少なくなる。

また、アドレスマークＡＭの長さを、整数データバイトにしたほうが変調回路や復調回路等の処理が簡単になる場合がある。図９は、１データバイトが変調後

において１６ビットになる変調符号を用いた場合のアドレスマークＡＭのパターンである。アドレスマークＡＭの長さは４８ビットであり、３データバイトになっている。パターンは、｛４ビット長スペース・４ビット長マーク・１４ビット長スペース・４ビット長マーク・４ビット長スペース・１４ビット長マーク・４ビット長スペース｝よりなるパターンである。

更に、図９に示すアドレスマークＡＭのパターンは、図７Ａのパターンに比べ、マーク／スペースの反転回数が多いパターンとなっている。上記のようにマーク／スペースの反転回数が多いほどエッジの情報が多くなるため、ビットシフトによるエラーに強くなる。即ち、図９のパターンは、図７Ａのパターンに比べてビットシフトによる誤同期検出を起こす確率が少ない。

図１０は、上述した信号フォーマットを有する光ディスク１ａにデータの記録再生を行う光ディスク装置１００の構成を示すブロック図である。図１０に示されるように、光ディスク装置１００は、スピンドルモータ７、ヘッド８、プリアンプ９、変調回路１１、レーザ駆動回路１４、再生系１６、システム制御系１８、及びサーボ系５０を備えている。

スピンドルモータ７は光ディスク１００を所定の回転数で回転させる。ヘッド８は、図示していない半導体レーザ、光学系、及び光検出器等を内蔵している。半導体レーザより発射されたレーザ光が光学系により集光され、光ディスク１ａ記録面に記録用あるいは再生用の所定パワーの光スポットを照射することによってデータの記録再生を行う。また記録面よりの反射光を光学系により集光し光検出器で電流に変換する。ヘッド８から取り出された信号電流は、さらにプリアンプ９で電圧変換及び増幅され、再生信号１０として出力される。

サーボ系５０はスピンドルモータ７の回転制御、ヘッド８を光ディスク１ａの半径方向に移動させる位相制御、光スポットの焦点を光ディスク１ａの記録面に合わせるためのフォーカス制御、トラックの中心に沿って光スポットをトラッキングさせるためのトラッキング制御等を行う。

変調回路１１は、入力データ１２を（２，１０）変調し、変調データ１３をレーザ駆動回路１４に出力する。レーザ駆動回路１４は、再生時においては、ヘッド８に内蔵された半導体レーザが再生用のパワーで発光するようにレーザ駆動信

号１５を出力する。また、記録時においては、レーザ駆動回路１４は、与えられる変調データ１３に従ってデータ記録領域４にマーク長記録が行われるようにレーザ駆動信号１５を出力し、半導体レーザを記録用のパワーで発光させる。

再生系１６はプリアンプ９から与えられる再生信号１０から、ヘッダ領域２及びデータ記録領域４に記録された各種データを再生し、再生データ１７として出力する。

システム制御系１８は、再生系１６により再生された再生データ１７及びユーザからの設定１９に基づいて、変調回路１１、レーザ駆動回路１４、再生系１６、及びサーボ系５０の動作を制御する。

図１１は、再生系１６の内部構成の一例を示すブロック図である。以下に、再生信号１０から、ヘッダ領域２に記録された番地情報４０を再生する方法を説明する。図１１に示すように、再生系１６は、クロック再生回路２０、２値化回路２１、ＶＦＯ検出回路２５、再生許可回路３２、アドレス復調回路３０及びデータ復調回路３９を備えている。

プリアンプ９よりの再生信号１０は、クロック再生回路２０及び２値化回路２１に入力される。クロック再生回路２０はＰＬＬを備えており、再生信号１０の周波数及び位相に同期した再生クロック２２を発生する。２値化回路２１は、再生信号１０の波形を必要に応じて波形等化し、"1"及び"0"からなる２値パターンに変換する。２値化回路２１は、変換されたパターンをそのまま非同期２値化データ２３としてＶＦＯ検出回路２５に出力するとともに、クロック再生回路２０から与えられる再生クロック２２を用いて変換された２値パターンを同期化し、同期２値化データ２４として出力する。同期２値化データ２４はアドレス復調回路３０及びデータ復調回路３９に与えられる。

ＶＦＯ検出回路２５は、非同期２値化データ２３に基づいてＶＦＯ領域VFO1、VFO2、VFO3、及びVFO4に記録された連続パターンの検出を行い、所定の連続パターンが検出されるとＶＦＯ検出パルス２６を出力する。

図１２Ａは、ＶＦＯ検出回路２５の内部構成の一例を示す。図１２Ａに示すように、ＶＦＯ検出回路２５は、パラレル変換回路２８、発振器４１、及びＶＦＯ検出テーブル４２を備えている。非同期２値化データ２３と発振器４１から発生

された固定クロック２７とはパラレル変換回路２８に入力される。パラレル変換回路２８は、非同期２値化データ２３を固定クロック２７のタイミングでラッチし、連続３２クロック分のパラレルデータ２９に変換する。変換されたパラレルデータ２９はＶＦＯ検出テーブル４２に入力される。

ＶＦＯ検出テーブル４２は、例えば、図１２Ｂに示すような入力３２ビットに対して出力１ビットを与えるテーブルで構成される。ＶＦＯ検出テーブル４２は、固定クロック２７のタイミングで順次入力されるパラレルデータ２９が、８ビットのパターン{11110000}または{00001111}が４回繰り返されたパターン、もしくはその類似パターンである時にＶＦＯ検出パルス２６を"1"として出力する。それ以外のパターンの場合にはＶＦＯ検出パルス２６は"0"となる。

図１２Ｂに示されるＶＦＯ検出テーブルの上から２行のパターンは、固定クロック２７の周波数が再生クロックの周波数に略等しく、４ビット長のマーク／スペース繰り返しパターン、即ちＶＦＯ領域の記録パターンに完全に一致する場合の検出パターンである。３行目以降のパターンはＶＦＯ領域の記録パターンと多少異なっている。これらのパターンは、再生信号１０の振幅が変動した場合やディスク１ａの回転変動により固定クロック２７の周波数と再生クロックの周波数が多少異なっているような場合にも検出可能なように設けてある。

このような内部構成をもつＶＦＯ検出回路２５を用いることにより、光ディスク１ａが所定の回転数で回転している場合に再生されるクロックの周波数に対応した固定クロック２７によりＶＦＯ領域の信号を検出することが可能となる。

尚、本実施例では４ビット長のマーク／スペースを４周期分検出するため、３２クロック分のパラレルデータ２９を用いたが、パラレルデータ２９のビット数はこれに限定されるものではない。誤検出及び検出漏れを少なくするように最適なビット数を選択すればよい。また、固定クロック２７の周波数もこれに限定されるものではない。例えば、再生クロックの１／４の周波数に対応させておけば、{10101010} もしくは{01010101}をＶＦＯパターンとして検出することが可能である。

尚、ＶＦＯ領域の検出回路２５は図１２Ａの内部構成を持つ回路に限定されない。例えば、連続パターンは特定の周波数成分を含んでいるため、直接再生信号

１０を用いて特定の周波数成分を検波することにより連続パターンの検出を行うことも可能である。

アドレス復調回路３０は同期２値化データ２４及び再生クロック２２を用いてアドレスマークＡＭの検出を行い、続く各番地情報領域ID1、ID2、ID3、ID4に記録された変調データを（２，１０）復調し、復調されたデータのエラー検出を行う。

上述のように、本実施例では、各ヘッダ領域２にＶＦＯ領域、アドレスマークＡＭ、及び番地情報領域ＩＤを含むアドレス領域を４回繰り返して記録している。従って、４つの番地情報領域ID1、ID2、ID3、ID4のうち、例えば２つ以上の番地情報がエラー無く再生できた場合に、再生された値を番地情報４０としてシステム制御系１８に出力する。また、アドレス復調回路３０は、番地情報４０を出力すると同時にセクタ同期パルス３１も出力する。

ここで、アドレス領域の４回の記録について説明する。１アドレスのエラーレートは、約10^{-2}程度である。４アドレス領域中少なくとも２つのアドレス領域が正しく再生された場合に番地情報が得られる（アドレスが読める）とすると、番地情報が得られない確率は、

${}_4C_3\times(10^{-2})^3\times(1-10^{-2})\div(10^{-2})^4\fallingdotseq4\times10^{-6}$となる。ここで、「${}_4C_3$」は、４つのものから３つを取り出す組み合わせの数である。１つの光ディスクには約10^6個の記録セクタが存在するので、１つの光ディスクにおいてアドレスが読めない記録セクタの数は、$10^6\times(4\times10^{-6})=4$個である。この数は許容範囲である。このように、本実施例によれば、番地情報が読めない記録セクタの数を実質的に１０個未満にすることができ、非常に確実に各記録を識別できる。従って、ヘッダの先頭にヘッダを識別させるためのセクタマークＳＭを設けなくても、確実に各記録セクタのヘッダのアドレス領域から番地情報を取り出すことにより、各記録セクタの識別を行うことができる。

ここで、比較のために、従来の３つのアドレス領域を設けたヘッダ１０４（図２Ｂ）の場合を説明する。３アドレス領域中少なくとも２つのアドレス領域が正しく再生された場合にアドレスが読める（番地情報が得られる）とすると、アドレスが読めない確率は、

${}_3C_2 \times (10^{-2})^2 \times (1-10^{-2}) + (10^{-2})^3 \fallingdotseq 3 \times 10^{-4}$となる。ここで、「${}_3C_2$」は、3つのものから2つを取り出す組み合わせの数である。1つの光ディスクには約10^6個の記録セクタが存在するので、1つの光ディスクにおいてアドレスが読めない記録セクタの数は、$10^6 \times (3 \times 10^{-4}) = 300$個となる。この数は多すぎて許容できない。

図11に戻って説明する。再生許可回路32は、VFO検出回路25からのVFO検出パルス26とシステム制御系18からの再生ゲート信号33とに基づいて、クロック再生許可信号34を発生して、クロック再生回路20に出力する。クロック再生回路20は、入力されるクロック再生許可信号34が"1"である場合のみ、内蔵のPLLを再生信号10の位相に同期させて再生クロック22を発生し、2値化回路21に出力する。

また、再生許可回路32は、VFO検出パルス26とシステム制御系18からのアドレスゲート信号35とに基づいて、アドレス再生許可信号36を発生し、アドレス復調回路30に出力する。アドレス復調回路30は、入力されるアドレス再生許可信号36が"1"の場合のみ、上述のようにして、アドレスマークAMのパターンを識別することにより、アドレスマークAMの検出を行う。

さらに、再生許可回路32は、VFO検出パルス26とシステム制御系18からのデータゲート信号37とに基づいて、データ再生許可信号38を発生し、データ復調回路39に出力する。データ復調回路39は、入力されるデータ再生許可信号38が"1"の場合のみ、同期2値化データ24のうち、データ記録領域4から読み出された記録データの復調を行い、再生データ17を出力する。

システム制御系18は、再生系16のアドレス復調回路30から与えられるセクタ同期パルス31を基準として、図5B及び5Cに示す情報フォーマット（即ち、再生信号フォーマット）に従ったタイミングで、再生ゲート信号33、アドレスゲート信号35、及びデータゲート信号37を出力する。これらの信号は、上述のように、再生系16の再生許可回路32に与えられる（図11）。

図13は、セクタ同期パルス31、再生ゲート信号33、アドレスゲート信号35、及びデータゲート信号37の関係を示す波形例である。

図13に示されるように、再生信号フォーマットは、図5Bに示される情報の

記録フォーマットに従っており、ある記録セクタ１Ａのヘッダ領域２、ギャップ領域３、及びデータ記録領域４を、それぞれ、ヘッダ領域２ａ、ギャップ領域３ａ、及びデータ記録領域４ａとする。同様に、記録セクタ１Ａに続く記録セクタ１Ｂのヘッダ領域２、ギャップ領域３、及びデータ記録領域４を、それぞれ、ヘッダ領域２ｂ、ギャップ領域３ｂ、及びデータ記録領域４ｂとする。

記録セクタ１Ａにおいてヘッダ領域２ａから番地情報が正しく再生されると、ヘッダ領域２ａの末尾からギャップ領域３ａの範囲内でセクタ同期パルス３１が"1"（ハイレベル）となる。再生ゲート信号３３は、少なくとも記録セクタ１Ａのデータ記録領域４ａと、次の記録セクタ１Ｂのヘッダ領域２ｂを覆う形で"1"とする。また、アドレスゲート信号３５は、少なくとも次の記録セクタ１Ｂのヘッダ領域２ｂを覆う形で"1"とし、データゲート信号３７は、記録セクタ１Ａのデータ記録領域４ａをほぼ覆う形で"1"とする。

尚、システム制御系１８は、セクタ同期パルス３１とともに番地情報４０の内容を見て、記録セクタ１Ａ及び１Ｂが記録または再生すべき目的の番地情報を有しているかどうかを判断してから上述のタイミングで各ゲート信号を"1"とする構成にしてもよい。

図１４は、ＶＦＯ検出パルス２６、セクタ同期パルス３１、再生ゲート信号３３、クロック再生許可信号３４、アドレスゲート信号３５、アドレス再生許可信号３６、データゲート信号３７、及びデータ再生許可信号３８の各波形の一例を信号フォーマットに対応させて示している。

図１４において、記録セクタ１Ａで初めて番地情報が正しく再生されたとする。また、記録セクタ１Ａ及び１Ｂのデータ記録領域４ａ及び４ｂにはデータが記録されておらず、次の記録セクタ１Ｃのデータ記録領域４ｃにデータが記録されているとする。尚、データが記録されたデータ記録領域４ｃの先頭には、ＶＦＯ領域と同様の４ビット長のマークとスペースが交互に現れる連続パターンが記録されているとする。

クロック再生許可信号３４は、ＶＦＯ検出パルス２６の"1"が発生してから所定時間の間、"1"とする。更に、クロック再生許可信号３４は、再生ゲート信号３３が"1"である期間においても"1"とする。この所定時間は、少なくとも、ヘッダ領

域２に記録されたアドレスマークＡＭと番地情報領域ID1、ID2、ID3、ID4とを読み出すのに必要な時間に設定される。その結果、記録セクタ１Ａの各ＶＦＯ領域においてＶＦＯ検出パルスが"1"となった場合、クロック再生許可信号３４はヘッダ領域２ａの末尾までは少なくとも"1"となる。また、記録セクタ１Ａにおいて番地情報が正しく再生され、セクタ同期パルス３１が出力された場合には、続く記録セクタ１Ｂのヘッダ領域２ｂにおいてクロック再生許可信号３４が確実に"1"となる。同様に、記録セクタ１Ｂにおいて番地情報が正しく再生され、セクタ同期パルス３１が出力された場合には、続く記録セクタ１Ｃのヘッダ領域２ｃにおいてクロック再生許可信号３４が確実に"1"となる。

アドレス再生許可信号３６は、ＶＦＯ検出パルス２６の"1"が発生してから所定時間の間と、アドレスゲート信号３５が"1"である期間とにおいて"1"となる。所定の時間は、少なくともアドレスマークＡＭと番地情報領域ID1、ID2、ID3、ID4とから情報を読み出す時間を合わせた時間に設定される。その結果、記録セクタ１Ａの各ＶＦＯ領域においてＶＦＯ検出パルスが"1"となった場合、アドレス再生許可信号３６は、少なくともヘッダ領域２ａの末尾までは"1"となる。また、記録セクタ１Ａにおいて番地情報が正しく再生され、セクタ同期パルス３１が出力された場合には、続く記録セクタ１Ｂのヘッダ領域２ｂにおいてアドレス再生許可信号３６が確実に"1"となる。同様に、記録セクタ１Ｂにおいて番地情報が正しく再生され、セクタ同期パルス３１が出力された場合には、続く記録セクタ１Ｃのヘッダ領域２ｃにおいてアドレス再生許可信号３６が確実に"1"となる。

データ再生許可信号３８はＶＦＯ検出パルス２６の"1"が発生した時データゲート信号３７が"1"であれば、その瞬間からデータゲート信号３７が"0"となるまで"1"とする。一方、ＶＦＯ検出パルス２６の"1"が発生した時データゲート信号３７が"0"であれば、データ再生許可信号３８は"0"のままとする。その結果、記録されていないデータ記録領域４ａ及び４ｂではＶＦＯ検出パルス２６は"1"とならないため、データ再生許可信号３８は"0"のままである。また、データが記録されているデータ記録領域４ｃでは、その先頭部分においてＶＦＯ検出パルスが"1"となるため、データ再生許可信号３８は所定のタイミングで"1"となる。

このように、ＶＦＯ検出回路２５及び再生許可回路３２を用いることによって

ヘッダ領域２においてクロックの再生及び番地情報の再生を許可し、クロック信号及び番地情報を読み取ることができる。上述のように、セクタ同期パルス３１は、ヘッダ領域２から番地情報が再生されて初めて出力される（図１３参照）。従って、本実施例によれば、セクタ同期パルス３１による時間的基準が無い状態においても、その記録セクタの番地情報を読み取ることが可能となる。

また、システム制御系１８、アドレス復調回路３０、及び再生許可回路３２を用いることにより、１つの記録セクタ（例えば１Ａ）において番地情報が誤り無く再生された場合、その記録セクタ１Ａ及びその次の記録セクタ１Ｂにおいて、ヘッダ領域２におけるクロック再生及び番地情報の再生を許可し、対応するデータ記録領域４におけるクロック再生及びデータの再生を許可することが出来る。従って、一旦１つの記録セクタから番地情報が再生された後には、セクタ同期パルス３１を基準にして、より確実に番地情報及びデータを読み取ることが可能となる。

尚、上述の例ではシステム制御系１８がセクタ同期パルス３１を用いて３種類のゲート信号を発生し、再生許可回路３２がＶＦＯ検出パルス２６及び３種類のゲート信号を用いて３種類の許可信号を発生する構成であったが、再生許可回路３２の機能をシステム制御系１８に持たせ、システム制御系１８が３種類の許可信号を直接発生させる構成としてもよい。

図１５は、光ディスク装置１００（図１０）の電源を立ち上げた後に、システム制御系１８がＶＦＯ検出パルス２６及びセクタ同期パルス３１を用いてクロック再生許可信号３４及びアドレス再生許可信号３６を出力する際の処理の一例を示すフローチャートである。

光ディスク装置１００に電源が投入されると、システム制御系１８は、まず立ち上げ処理（ステップ１）を行う。立ち上げ処理には、サーボ系５０によるスピンドルモータ７の回転制御、ヘッド８の移送制御、ヘッド８内の半導体レーザのパワー制御、光学系のフォーカス制御、トラッキング制御等が含まれる。また、立ち上げ処理において、クロック再生許可信号３４及びアドレス再生許可信号３６は共に"0"にリセットされる。

ヘッド８が光ディスク１ａの所定のトラック上をトラッキングすると、まず、

上述のようにしてＶＦＯ領域の検出が行われる（ステップ２）。ＶＦＯ検出パルス２６の"1"が検出されると、クロック再生許可信号３４が"1"にセットされる（ステップ３）。続いてアドレス再生許可信号３６を"1"にセットする（ステップ４）。所定の期間経過後、再びアドレス再生許可信号３６及びクロック再生許可信号３４を"0"にリセット（ステップ５）し、セクタ同期パルス３１の検出を行う（ステップ６）。

アドレス復調回路３０が番地情報を正しく読み取るとセクタ同期パルス３１が"1"となるので、この信号に同期して、アドレス復調回路３０より出力された番地情報４０が読みとられ、目的の記録セクタであるかどうかが判断される（ステップ７）。読みとった番地情報４０が目的の記録セクタのものであれば、記録再生を行うための制御（ステップ８）に移行する。読みとった番地情報４０が目的の記録セクタのものでなければ、シーク制御（ステップ９）に移行する。

アドレス復調回路３０が番地情報の読みとりに失敗した場合、ステップ６においてセクタ同期パルス３１が所定の期間"1"とならないので、再びＶＦＯ検出ステップ２に戻る。

上述したような流れに従った処理により、図１４に示すようなタイミングでクロック再生許可信号３４及びアドレス再生許可信号３６が発生され、電源投入後番地情報が再生される前のセクタ同期パルス３１による時間的基準が無い状態においても、円滑に番地情報を読み取ることが可能となる。

図１６は、初期モードと通常モードとで処理方法を切り替える場合のシステム制御系１８の処理の一例を示すフローチャートである。ここで、初期モードとは、電源投入後もしくはシーク等によるトラックジャンプの後から最初に番地情報が再生されるまでの間であり、通常モードは、所定の番地情報が読みとられてから次にトラックジャンプを発生するまでの間である。

図１６において、ステップ１からステップ９までの処理は、図１５における対応する処理と同様であるので、その説明は省略する。

図１６に示されるように、ステップ１０において初期モードであるか通常モードであるかのモード判定が行われる。これまでの処理においてすでに番地情報が正しく読みとられ、目的の記録セクタに記録再生を行った後の場合、通常モード

であると判定される。立ち上げ処理（ステップ１）の後、ステップ６において番地情報の読みとりに失敗した後、あるいは番地情報は読みとれたがステップ７において目的の記録セクタでは無いと判断されシーク制御（ステップ９）を行った後においては初期モードと判断される。

通常モードにおいてはＶＦＯ検出処理（ステップ２）は行わず、セクタ同期パルス３１が"1"になるタイミングを基準にしてステップ３、ステップ４、及びステップ５の各処理を行う。初期モードにおいては、まずＶＦＯ検出処理（ステップ２）を行ってから、ＶＦＯ検出パルス２６が"1"になるタイミングを基準としてステップ３、ステップ４、及びステップ５の各処理を行う。

上述の処理により、電源投入後やトラックジャンプ後に円滑に番地情報を読み取ることが可能となると共に、番地情報が再生された後にはセクタ同期パルス３１を基準にして、より確実に番地情報及びデータを読み取ることが可能となる。

以上、第１の実施例では、図５Ｂ及び５Ｃに示す信号フォーマットを持つ光ディスク１ａを、図１０に示すブロック構成を持つ光ディスク装置１００を用いて記録再生する方法、特に番地情報を読み取る方法を説明した。

尚、第１の実施例において、ヘッダ領域２の各番地情報領域ＩＤ及びデータ記録領域４における変調符号は（２，１０）変調符号を用いているが、変調符号はこれに限定されるものではない。最大反転間隔が決まっているラン長制限符号であれば、如何なる種類のものでも差し支えなく、最大反転間隔Ｔ max に対する上述の条件を満たすように、アドレスマークＡＭのパターンを決定すればよい。

また、第１の実施例において、各ＶＦＯ領域に記録される情報は、図６に示した４ビット長のマーク／スペースの連続パターンとして説明したが、ＶＦＯ領域のパターンはこれに限定されるものではない。各マークもしくはスペースの長さが番地情報領域ＩＤの記録に用いている変調符号（ラン長制限符号）の最小反転間隔Ｔ min 以上、かつ最大反転間隔Ｔ max 未満の長さであればよい。しかしながら、上述の例のように、なるべく最小反転間隔Ｔ min に近い短いマーク／スペースパターンの方が、単位長さ当たりの繰り返し周期が多くなるため、より高速にクロックの再生を行うことが出来る。

また、本実施例では、各アドレスマークＡＭの例として、図７Ａ～７Ｃ、図８

Ａ～８Ｄ、及び図９に示すパターンを説明したが、アドレスマークＡＭのパターンはこれに限定されるものではない。番地情報領域ＩＤの記録に用いている変調符号（ラン長制限符号）の最大反転間隔Ｔ max ＋３ビット以上の長さのパターンを２回含むパターンであれば、アドレスマークＡＭの検出が可能である。

また、本実施例において、ヘッダ領域２は４つのアドレス領域を含む例を説明したが、ヘッダ領域２の構成はこれに限定されるものではない。例えば、１つのアドレス領域のみを含むように構成しても番地情報の再生は可能である。しかし、同様の番地情報を記録したアドレス領域ＩＤを複数個記録することにより、番地情報の読みとりの信頼性を向上させることが出来る。上述のように、番地情報のエラーレート及び識別不能な記録セクタ数の許容範囲を考慮すると、各ヘッダ領域２に４つ以上のアドレス領域を記録することが好ましい。更に、実用的な許容範囲とデータ記録領域４の最大限の確保とに鑑みると、実施例１で説明したような４個のアドレス領域ＩＤを含むヘッダがより好ましい。

（実施例２）

図１７Ａは、本発明の第２の実施例による光ディスクの記録セクタ５１のフォーマットを示す図である。図１７Ａに示すように、記録セクタ５１の先頭にはヘッダ領域５２が設けられ、番地情報を読み取るためのアドレッシング情報が予め記録されている。ヘッダ領域５２の後には、ギャップ領域５３、データ記録領域５４、ポストアンブルPA0、バッファ領域５５が順に続く。

ギャップ領域５３にはデータの記録は行われず、例えばデータの記録再生に用いる半導体レーザのパワー制御等に用いられる。データ記録領域５４にはユーザデータが記録される。ユーザデータに誤り訂正符号等の冗長データを付加してディジタルデータが生成される。ディジタルデータは、ステートマシンを用いて生成されるラン長制限符号を用いて変調され、データ記録領域５４にマーク長記録される。このラン長制限符号をステート変調符号と呼ぶ。データ記録領域５４の末尾にはポストアンブルPA0が設けられている。ポストアンブルPA0のパターンはデータ記録領域５４の変調結果に基づいて決定される。バッファ領域５５は光ディスクの回転変動等を吸収するために設けられる。尚、ヘッダ領域５２におけ

る情報記録は、記録面の凹凸によるピットとして形成してもよいし、データ記録領域における記録と同様の方法で光学的記録マークを形成してもよい。

ヘッダ領域５２は、図１７Ｂに示すように、４つのアドレス領域５６ａ、５６ｂ、５６ｃ、及び５６ｄに分かれている。さらに各アドレス領域はそれぞれ、ＶＦＯ領域、アドレスマークＡＭ、番地情報領域ＩＤ、及びポストアンブルＰＡを有している。例えば、アドレス領域６ａは、ＶＦＯ領域 VFO1、アドレスマークＡＭ、番地情報領域 ID1、及びポストアンブル PA1 を有し、アドレス領域６ｂは、ＶＦＯ領域 VFO2、アドレスマークＡＭ、番地情報領域 ID2、及びポストアンブル PA2 を有している。尚、番地情報領域 ID1、ID2、ID3、及び ID4 を代表して番地情報領域ＩＤとしている。また、ポストアンブル PA1、PA2、PA3、及び PA4 を代表してポストアンブルＰＡとしている。

本実施例においても、第１の実施例と同様に、各ヘッダ領域５２にはセクタマークは記録されず、ＶＦＯ領域、アドレスマークＡＭ、番地情報領域ＩＤ、及びポストアンブルＰＡを含む同様のアドレス領域が４回繰り返して記録される。

各ＶＦＯ領域 VFO1、VFO2、VFO3、VFO4 は、光ディスク装置が再生信号からクロックの再生を行うために用いられる。各ＶＦＯ領域には、例えば、第１の実施例と同様に、一定長（例えば４ビット長）のマークとスペースとが交互に現れるような連続パターンが記録されている。各ＶＦＯ領域の長さは同一でもよいし、異なっていてもよい。例えば、先頭のＶＦＯ領域 VFO1 を他のＶＦＯ領域より長くすることにより、ヘッダ領域５２の先頭におけるクロック再生を安定にすることが出来る。

アドレスマークＡＭは、それに続く番地情報領域ＩＤの位置を光ディスク装置が識別するために用いられ、例えば、第１の実施例で用いたアドレスマークＡＭと同様に、ステート変調符号の最大反転間隔Ｔ max＋３ビット長のパターンを２回含むパターンとなっている。

番地情報領域ＩＤには、トラック番号やセクタ番号等の番地情報を含むデータに所定のエラー検出符号を付加したディジタルデータが、ステート変調符号を用いて変調されてマーク長記録される。

図１８Ａ～１８Ｃは、本実施例で用いるステート変調符号の変調方法及び復調

方法を説明するための概略図である。ステート変調符号は８ビットのバイナリデータを１６ビットの符号系列に変換する変調符号である。ある時刻ｔにおける８ビットの入力データＤｔに対する１６ビットの出力符号系列Ｙｔは、その時刻ｔにおけるステートＳｔに基づいて決定される。図１８Ａは、ステート変調回路６０の構成例を示している。図１８Ａに示すように、ステート変調回路６０は変換テーブル５６及びＤフリップフロップ５７を有している。変換テーブル５６には、時刻ｔにおけるデータＤｔ及びステートＳｔが入力され、符号系列Ｙｔ及び次の時刻ｔ＋１におけるステートＳ $_{t+1}$（以下、ネクストステートと呼ぶ）が出力される。変換テーブル５６から出力されるネクストステートＳ $_{t+1}$ は、Ｄフリップフロップ５７に入力され、次の変調に用いれられる。

図１８Ｂは変換テーブル５６の内容の一部を示したものである。各時刻のステートＳｔはＳｔ＝１から４まで全部で４状態あり、各状態毎に異なる符号系列Ｙｔが割り当てられている。各時刻におけるステートＳｔ及びデータＤｔにより、ネクストステートＳ $_{t+1}$ が決定される。出力符号系列Ｙｔとしてテーブルに割り当てられた１６ビットの系列はすべてゼロランが２から１０の間で制限されたラン長制限符号となっており、かつ、２時刻間の系列を接続した場合にもゼロランが２から１０の間で制限されるようにネクストステートＳ $_{t+1}$ が決まっている。

また、出力符号系列Ｙｔとしてテーブルに割り当てられた１６ビットの系列のうち、ネクストステートＳ $_{t+1}$ が１あるいは２のものは、最後のゼロランが５以下であるように決まっている。

また、テーブル中に下線を引いたパターンｐ１及びｐ２のように異なる入力データｄｔに対し、同一の出力系列Ｙｔが２箇所で割り当てられている場合がある。このような場合には、必ず両者のネクストステートが異なるように、ステート２あるいはステート３のいずれかに定められ、例えば、本例の場合、ｐ１がネクストステート２、ｐ２がネクストステート３となっている。このような場合以外は、同一の出力系列Ｙｔが２箇所に重複して割り当てられることは無い。

また、ステート２及びステート３に属する符号系列Ｙｔには以下の性質がある。ステート２に属する出力系列Ｙｔは左端から１ビット目及び１３ビット目が共に"0"であり、ステート３に属する出力系列Ｙｔは左端から１ビット目と１３ビット

目のいずれか一方が"1"である。

ステート変調符号の復調においては、変調とは逆に１６ビットの符号系列Ｙｔを８ビットのバイナリデータに変換する必要がある。図１８Ｃは復調回路６１の構成を説明するブロック図である。復調回路６１において、ある時刻ｔにおける１６ビットの符号系列Ｙｔと、続く時刻ｔ＋１における符号系列Ｙt+1のうちの１ビット目Ｙt+1_1と、１３ビット目Ｙt+1_13の合計１８ビットが、逆変換テーブル５８に入力される。逆変換テーブル５８の各時刻ｔにおける出力が８ビットのバイナリデータＤｔとなる。

逆変換テーブル５８の構成は、基本的に図１８Ｂに示した変換テーブル５６を逆に見たものとなる。符号系列Ｙｔのうち、重複して割り当てられていないパターンに対しては、その復調結果であるバイナリデータＤｔは一意に決定される。

一方、図１８Ｂに示されるステート１内のｐ１及びｐ２のように重複して割り当てられたパターンに対しては、符号系列Ｙｔのみではバイナリデータ Ｄｔを一意に定めることができない。しかし、上述したように、このような同一の符号系列Ｙｔが重複して割り当てられるのは両者のネクストステートが２と３の場合のみである。従って、ステート２及びステート３の符号系列の性質の違いを用いることにより元のバイナリデータＤｔを一意に決定することが可能である。つまり、変調時に時刻ｔにおけるネクストステートにより決定された符号系列である時刻ｔ＋１における符号系列の１ビット目と１３ビット目を合わせて見ることにより、バイナリデータＤｔが一意に決まる。

各番地情報領域ＩＤには、上述したような変調方法を用いて変調された番地情報を含むデータがマーク長記録されている。

図１７Ａに示されるポストアンブルPA0は、データ記録領域５４の末尾を示し、そのパターンはデータ記録領域５４の変調結果に基づいて決定される。

また、図１７Ｂに示される各ポストアンブル PA1、PA2、PA3、及び PA4 は、それぞれ、各アドレス領域５６ａ～５６ｄの末尾を示しており、そのパターンは直前に記録される対応する番地情報領域 ID1、ID2、ID3、及び ID4 の変調結果に基づいて決定される。

図１９Ａ及びＢは、ポストアンブルのパターンの一例を示している。図１９Ａ

及びＢにおいて、ネクストステートは直前のデータを変調した際のネクストステートを意味している。即ち、ポストアンブルPA0に対してはデータ記録領域５４の末尾のデータを変調した際のネクストステート、ポストアンブルPA1、PA2、PA3、PA4に対しては対応する各番地情報領域ID1、ID2、ID3、及びID4の末尾のデータを変調した際のネクストステートとなる。ネクストステートがステート１もしくはステート２の場合は、図１９Ａに示すパターンｐ３をポストアンブルとして選択する。ネクストステートが３もしくは４の場合は、図１９Ｂに示すパターンｐ４をポストアンブルとして選択する。選択されたポストアンブルはマーク長記録される。

ネクストステートがステート１あるいはステート２であるすべての符号系列にパターンｐ３を接続した場合、その接続部分においてもゼロランは２から１０の間で制限されている。ネクストステートがステート３あるいはステート４であるすべての符号系列にパターンｐ４を接続した場合にも、その接続部分においてゼロランは２から１０の間で制限されている。従って、ポストアンブルを付加することによってラン長制限が破られることはない。また、パターンｐ３の１ビット目と１３ビット目は共に"0"となっている。これに対し、パターンｐ４の１ビット目は"1"である。

このようなパターンｐ３及びｐ４を各ポストアンブルとして用いることにより、データ記録領域５４もしくは各番地情報領域ID1、ID2、ID3、ID4の末尾に記録されたパターンを一意に復調することが可能となる。

また、さらなる特徴として、パターンｐ３は、ステートを識別する特定ビット（１ビット目と１３ビット目）の隣接ビットである２ビット目、１２ビット目、及び１４ビット目が全て"0"となっている。これにより、ビットシフト等により１３ビット目が"1"と誤認識されてステートが間違って復調されることを防ぐことが出来る。

（実施例３）

図２０Ａは、本発明の第３実施例による光ディスク２０１ａの概要を示す。図２０Ａに示されるように、光ディスク２０１ａには、トラック２０１ｂがスパイ

ラル状に形成されており、トラック２０１ｂは所定の物理フォーマットに従って記録セクタ２０１ｃに分割されている。図２０Ａに示すように、記録セクタ２０１ｃは円周方向に連続して配置されて、トラック２０１ｂを形成している。

図２０Ｂは、本発明の第３の実施例による光ディスク２０１ａの各記録セクタ２０１ｃのフォーマットを示す。図２０Ｂに示すように、記録セクタ２０１ｃの先頭にはヘッダ領域２０２が設けられ、番地情報を読み取るためのアドレッシング情報が予め記録されている。ヘッダ領域２０２の後には、ギャップ領域２０３、データ記録領域２０４、バッファ領域２０５が順に続く。ギャップ領域２０３にはデータの記録は行われず、例えばデータの記録再生に用いる半導体レーザのパワー制御等に用いられる。データ記録領域２０４にはユーザデータが記録される。ユーザデータに誤り訂正符号等の冗長データを付加してディジタルデータが生成される。ディジタルデータは、ゼロランが２から１０の間で制限されたラン長制限符号、即ち、（２，１０）変調符号を用いて変調される。変調されたデータはデータ記録領域２０４にマーク長記録される。バッファ領域２０５は光ディスクの回転変動等を吸収するために設けられる。尚、ヘッダ領域２０２における情報記録は、記録面の凹凸によるピットとして形成してもよいし、データ記録領域における記録と同様の方法で光学的記録マークを形成してもよい。

ヘッダ領域２０２は、図２０Ｃに示すように、４つのアドレス領域２０６ａ、２０６ｂ、２０６ｃ、及び２０６ｄに分かれている。さらに各アドレス領域はそれぞれ、ＶＦＯ領域、アドレスマークＡＭ、番地情報領域ＩＤ、及びポストアンブルＰＡを有している。例えば、アドレス領域２０６ａは、ＶＦＯ領域 VFO1、アドレスマークＡＭ、番地情報領域 ID1、及びポストアンブル PA1 を有し、アドレス領域２０６ｂは、ＶＦＯ領域 VFO2、アドレスマークＡＭ、番地情報領域 ID2、及びポストアンブル PA2 を有している。尚、番地情報領域 ID1、ID2、ID3、及び ID4 を代表して番地情報領域ＩＤとする。また、ポストアンブル PA1、PA2、PA3、及び PA4 を代表させてポストアンブルＰＡとする。

本実施例においても、上記の実施例と同様に、各ヘッダ領域２０２にはセクタマークは記録されず、ＶＦＯ領域、アドレスマークＡＭ、番地情報領域ＩＤ、及びポストアンブルＰＡを含む同様のアドレス領域が４回繰り返して記録される。

各ＶＦＯ領域 VFO1、VFO2、VFO3、VFO4 は、光ディスク装置が再生信号からクロックの再生を行うために用いられる。各ＶＦＯ領域には、例えば、第１の実施例と同様に、一定長（例えば４ビット長）のマークとスペースとが交互に現れるような連続パターンが記録されている。各ＶＦＯ領域の長さは同一でもよいし、異なっていてもよい。例えば、先頭のＶＦＯ領域 VFO1 を他のＶＦＯ領域より長くすることにより、ヘッダ領域２０２の先頭におけるクロック再生を安定にすることが出来る。

アドレスマークＡＭは、それに続く番地情報領域の位置を光ディスク装置が識別するために用いられ、例えば、第１の実施例で用いたアドレスマークＡＭと同様に、変調符号（ラン長制限符号）の最大反転間隔Ｔ max＋３ビット長のパターンを２回含むパターンとなっている。

番地情報領域ＩＤには、トラック番号やセクタ番号等の番地情報を含むデータに所定のエラー検出符号を付加したディジタルデータが、（２，１０）変調符号を用いて変調されてマーク長記録される。

図２１Ａは、本実施例による光ディスクにおいて、記録面上に記録されるヘッダ領域２０２におけるアドレス領域の配置を示している。図２１Ａに示されるように、光ディスクにおいては、グルーブトラック及びランドトラックの両方に情報が記録される。２１０及び２１２はグルーブトラックを示し、２１１はランドトラックを示している。隣接するグルーブトラック及びランドトラックにまたがるようにアドレス領域２１３～２２０が形成されている。ここで、アドレス領域２１３、２１７は２０６ａに対応する。アドレス領域２１４、２１８は２０６ｂに対応する。アドレス領域２１５、２１９は２０６ｃに対応する。アドレス領域２１６、２２０は２０６ｄに対応する。ランドトラックの中心線とグルーブトラックの中心線との距離は、トラックピッチＴｐであり、各アドレス領域はトラック中心からＴｐ／２だけ、交互に内周側及び外周側にずらして配置されている。例えば、グルーブトラック２１０の中心線２３０に沿って、その両側に、アドレス領域２１３～２１６が交互に配置される。２０７は光スポットを表している。再生時においては、グルーブトラック２１０に沿ってアドレス領域２１３～２１６からアドレス情報が読み出され、ランドトラック２１１に沿ってアドレス領域２

１７、２１４、２１９、及び２１６からアドレス情報が読み出される。このようにアドレス領域を配置することにより、ランドトラック及びグルーブトラックともにアドレス情報を読み出すことができる。

次に、上述の凸状のグルーブトラック及び凹凸状のピットとしてのアドレス領域を有するディスク基板の作成に用いるスタンパーを作成するためのディスク原盤の形成方法について説明する。トラック及びアドレス領域は、回転させたディスク原盤にカッティング用レーザ光を照射することによって形成される。レーザ光を連続して照射すると、一本の連続溝としてグルーブトラックが形成される。レーザ光を断続的にＯＮ／ＯＦＦして照射すると、レーザ光が照射された部分がアドレス領域内にマーク（ピットデータ）として形成される。レーザ光が照射されなかった部分はスペース（非ピットデータ）となる。例えば、上述の実施例で説明したような所定のパターンがマーク及びスペースの組み合わせによって記録される。更に、本実施例ではアドレス領域をトラックの中心から内外周にずらして配置（ウォブル配置）するため、アドレス領域ごとにカッティング用レーザ光の中心を半径方向に所定量Ｔｐ／２だけシフトさせてレーザ光のＯＮ／ＯＦＦをする。尚、ディスク原盤の製造時においては、読み出し時の記録面とは反対側の面からカッティングが行われるため、ピットやグルーブの凹凸関係は、読み出し時に再生ヘッドから見た場合と逆になる。

図２１Ｂは、本実施例による光ディスクにおいて、記録面上に記録されるヘッダ領域２０２におけるアドレス領域の配置の別の例を示している。図２１Ｂに示される光ディスクにおいては、グルーブトラック及びランドトラックの両方に情報が記録される。２１０及び２１２はグルーブトラックを示し、２１１はランドトラックを示している。隣接するグルーブトラック及びランドトラックにまたがるようにアドレス領域２１３～２２０が形成されている。ここで、アドレス領域２１３、２１７は２０６ａに対応する。アドレス領域２１４、２１８は２０６ｂに対応する。アドレス領域２１５、２１９は２０６ｃに対応する。アドレス領域２１６、２２０は２０６ｄに対応する。ランドトラックの中心線とグルーブトラックの中心線との距離はトラックピッチＴｐであり、前の２つのアドレス領域（２１３、２１４、２１７、２１８）は、グルーブトラックの中心線２３０からＴｐ

／２だけ外周側にずらして配置され、後の２つのアドレス領域（２１５、２１６、２１９、２２０）は、グルーブトラック中心線２３０からＴｐ／２だけ内周側にずらして配置される。２０７は光スポットを表している。　再生時においては、グルーブトラック２１０に沿ってアドレス領域２１３～２１６からアドレス情報が読み出され、ランドトラック２１１に沿ってアドレス領域２１７、２１８、２１５、及び２１６からアドレス情報が読み出される。

このようにアドレス領域を配置することにより、ランドトラック及びグルーブトラックともにアドレス情報を読み出すことができる。

さらに、２つのアドレス領域を単位として外周側と内周側とにずらしているので、ディスク原盤の作成時において、カッティング用レーザ光の中心を半径方向にＴｐ／２だけシフトする回数が図２１Ａに示す配置比べて少なくなり、光ディスク原盤のカッティングが容易になる。

光ディスク原盤の作製時においては、図２１Ａ（図２１Ｂ）に示すように、まずグルーブ２１０とその両側のアドレス領域２１３、２１４、２１５、及び２１６が形成される。その後、ディスク原盤が１回転した後に、グルーブ２１２とその両側のアドレス領域２１７、２１８、２１９、及び２２０が形成される。このとき、ディスク原盤の回転精度等に変動があるため、アドレス領域２１３と、光ディスクの半径方向に沿って対応するアドレス領域２１７との円周方向の位置が一致するとは限らない。図２１Ａ（図２１Ｂ）に示すように、アドレス領域２１３と２１７との末端がΔＸだけずれて形成された場合、ランドトラック２１１を再生する時にアドレス領域２１７（２１８）の末尾とアドレス領域２１４（２１５）の先頭がΔＸだけ重なりアドレス情報が正確に再生できないおそれがある。

そこで、図２１Ｃに示すように、各アドレス領域の末尾にはマークを記録せずにスペースを配置し、更に、次のアドレス領域の先頭には、ディスク原盤のカッティング時の回転精度（ΔＸ）よりも長いスペース（ΔＸ１）が配置されるようにする。

例えば、ディスク原盤のカッティング時の回転精度は、回転数が７００回転／分のときに、約２０ｎｓ／回転である。従って、直径１２０ｍｍの光ディスクの場合、ΔＸの値を長さに換算すると、最大、ΔＸ＝０．１μｍ程度である。

この場合の動作を説明する。

図２２Ａ及び２２Ｂは、２つのアドレス領域２１３（２１４）及び２１４（２１５）の連結部を模式的に示している。図２２Ａ及び２２Ｂに示されるアドレス領域のデータ配列は、アドレス領域２１３（２１４）の末尾（最終パターン）がマークであり、かつそれに続くアドレス領域２１４（２１５）の先頭パターンもマークとなっている。図２２Ａは、このようなデータ配列の場合に理想的に期待されるマーク形状を示している。即ち、アドレス領域２１３（２１４）の末尾のマークとアドレス領域２１４（２１５）の先頭のマークが各アドレス領域の中心に規定の長さで形成されている。しかし、現実には、ディスク原盤のカッティング工程において各アドレス領域でレーザ光をシフトさせながらアドレスピットを形成する場合に、アドレス領域２１３（２１４）とその次のアドレス領域２１４（２１５）の連結部においてマークが連続していると、レーザ光は、カッティングのレーザを半径方向にシフトさせている間も連続的に照射される。従って、実際は、図２２Ｂに示すように、アドレス領域２１３（２１４）の末尾のマークとアドレス領域２１４（２１５）の先頭のマークとが連続して形成されてしまい、２つのアドレス領域にかかる不正マークが形成される。その結果、データを正しく再生することが困難となる。

また、図２３Ａ及び２３Ｂは、光スポット２０７がランドトラック２１１からデータを再生する場合の読み取り動作を示す。

図２３Ａは、隣接する２つのアドレス領域の連結部でのマーク配列を規定しない場合である。図２３Ａに示されるように、隣接するアドレス領域２１４（２１５）と２１７（２１８）とがカッティング精度ΔＸで空間的に重なっている場合、２つのアドレス領域から読み出されるデータがΔＸに対応するだけ時間的に重なることになる。また、アドレス領域２１７（２１８）の末尾はスペースとなっているが、アドレス領域２１４（２１５）の先頭はマークとなっている。図２３Ａに示すように、アドレス領域２１７（２１８）の終端のスペースにアドレス領域２１４（２１５）の先頭のマークが重なると、アドレス領域２１７（２１８）の終端にマークがあると判断されるため、アドレス領域２１７（２１８）でデータ誤りとなる。

図２３Ｂは、上記の問題を解決する、本発明によるデータ配置を示している。図２３Ｂに示すように、隣接するアドレス領域の終端及び先頭に共にスペースが配置される。このような配置により、アドレス領域２１７（２１８）の終端のスペースとアドレス領域２１４（２１５）の先頭のスペースが重なっても、重なった部分はやはりスペースとなるため、アドレス領域２１７（２１８）でのデータ誤りは発生しない。アドレス領域２１４（２１５）の先頭のスペースの長さは正しく読めないが、一般的に、各アドレス領域の先頭はＶＦＯ領域であり、必ずしもデータがすべて読める必要はない。さらにＶＦＯ領域の後に配置されるアドレスマークＡＭによってアドレス領域の同期を取り直し、番地情報が正しく認識できればアドレス領域の読み取り動作上の問題は発生しない。

また、ディスク原盤のカッティング時においても、隣接するアドレス領域の間には必ずスペースが配置されマークが連続することがないため、レーザ光は、半径方向のシフト時に連続して照射されることはない。従って、図２２Ｂに示すような不良マークが形成されることはない。

このように、図２３Ｂのように、各アドレス領域の先頭と終端にスペースを配置することにより、アドレス領域をウォブル配置する場合に、ディスク原盤のカッティング時のマーク形成不良と、アドレス領域再生時でのアドレス領域重なりによるデータ読み取り誤りとを防止することができる。

次に、本実施例によるポストアンブルＰＡのマーク配置を、実施例２において説明したステート変調符号を用いるデータ配列（図１８Ａ及び１８Ｂ）に応用する場合を説明する。図２４Ａ～２４Ｄは、ステート変調符号を用いた場合のポストアンブルＰＡのマーク配置の一例を示している。図２４Ａ～２４Ｄにおいて、各ネクストステートは直前のデータを変調した際のネクストステートである。即ち、対応する番地情報領域ＩＤの末尾のデータを変調した際のネクストステートとなる。

図２４Ａは、ネクストステートがステート１あるいはステート２（図１８Ｂ参照）であり、かつ番地情報領域ＩＤの末尾がマーク２４０で終わっている場合を示す。この場合、図２４Ａに示すようなパターンｐ５｛0010010010000000｝が選択されて、マーク長記録される。実施例２で説明したように、ネクストステート

がステート１あるいはステート２である各符号系列の最後のゼロランは５以下であるので、ネクストステートがステート１あるいはステート２であるすべての符号系列とパターンｐ５を接続した場合、その接続部分についてもゼロランは２から１０の間で制限されている。パターンｐ５の１ビット目と１３ビット目はともに"0"となっている。また、パターンｐ５を選択することにより、ポストアンブルＰＡの末尾、すなわちアドレス領域の末尾は必ずスペースとなる。

これにより、各アドレス領域の先頭と終端がスペースとなり、ウォブル配置するアドレス領域間で、ディスク原盤のカッティング時のマーク形成不良および、アドレス領域の再生時におけるアドレス領域の重なりによるデータ読み取り誤りを防止することができる。

さらに、各アドレス領域の先頭に配置されるＶＦＯ領域のパターンを、{000100010001000・・・}で始まる連続パターン信号とすることにより、各アドレス領域間の接続部分は必ず最大反転間隔である１１ビット長のスペースとなる。このことにより、ラン長制限符号におけるゼロランの制限を守りながら、カッティング時のレーザビームの移動時間を長くすることが可能になる。

また、パターンｐ５のさらなる特徴として、ステートを識別する特定ビット（１ビット目と１３ビット目の"0"ビット）の隣接ビットである２ビット目、１２ビット目、及び１４ビット目がすべて"0"となっている。これにより、ビットシフト等により１３ビット目が"1"と誤認識されてステートが間違って復調されることを防止できる。

尚、ポストアンブルＰＡのパターンは本例に示すパターンｐ５に限るものではなく、ゼロランの数が、番地情報領域ＩＤで用いたラン長制限符号の制限を満たしており、ステート情報が１か２であり、アドレスマークＡＭとは異なるパターンを有し、かつ、"1"を奇数回含むパターンであればよい。

図２４Ｂは、ネクストステートがステート１あるいはステート２（図１８Ｂ参照）であり、かつ番地情報領域ＩＤの末尾がスペースで終わっている場合を示す。この場合、図２４Ｂに示すようなパターンｐ６｛00000100100000000｝が選択されて、マーク長記録される。ネクストステートがステート１あるいはステート２であるすべての符号系列とパターンｐ６を接続した場合、その接続部分についても

ゼロランは2から１０の間で制限されている。パターンｐ６の１ビット目と１３ビット目とはともに"0"となっている。また、パターンｐ６を選択することにより、ポストアンブルＰＡの末尾、すなわちアドレス領域の末尾は必ずスペースとなる。これにより、各アドレス領域の先頭と終端がスペースとなり、ウォブル配置するアドレス領域間で、ディスク原盤のカッティング時のマーク形成不良および、アドレス領域の再生時におけるアドレス領域の重なりによるデータ読み取り誤りを防止することができる。

さらに、各アドレス領域の先頭に配置されるＶＦＯ領域のパターンを、{000100010001000・・・}で始まる連続パターン信号とすることにより、各アドレス領域間の接続部分は必ず最大反転間隔である１１ビット長のスペースとなる。このことにより、ラン長制限符号におけるゼロランの制限を守りながら、カッティング時のレーザビームの移動時間を長くすることが可能になる。

また、パターンｐ６のさらなる特徴として、ステートを識別する特定ビット（１ビット目と１３ビット目の"0"ビット）の隣接ビットである２ビット目、１２ビット目、及び１４ビット目がすべて"0"となっている。これにより、ビットシフト等により１３ビット目が"1"と誤認識されてステートが間違って復調されることを防止できる。

尚、ポストアンブルＰＡのパターンは本例に示すパターンｐ６に限るものではなく、ゼロランの数が、番地情報領域ＩＤで用いたラン長制限符号の制限を満たしており、ステート情報が１か２であり、アドレスマークＡＭとは異なるパターンを有し、かつ、"1"を偶数回含むパターンであればよい。

図２４Ｃは、ネクストステートがステート３あるいはステート４（図１８Ｂ参照）であり、かつ番地情報領域ＩＤの末尾がマーク２４０で終わっている場合を示す。この場合、図２４Ｃに示すようなパターンｐ７｛1000010010000000｝が選択されて、マーク長記録される。ネクストステートがステート３あるいはステート４であるすべての符号系列とパターンｐ７を接続した場合、その接続部分についてもゼロランは2から１０の間で制限されている。パターンｐ７の１ビットは"1"となっている。また、パターンｐ７を選択することにより、ポストアンブルＰＡの末尾、すなわち各アドレス領域の末尾は必ずスペースとなる。

これにより、各アドレス領域の先頭と終端がスペースとなり、ウォブル配置するアドレス領域間で、ディスク原盤のカッティング時のマーク形成不良および、アドレス領域の再生時におけるアドレス領域の重なりによるデータ読み取り誤りを防止することができる。

さらに、各アドレス領域の先頭に配置されるＶＦＯ領域のパターンを、{000100010001000・・・}で始まる連続パターン信号とすることにより、各アドレス領域間の接続部分は必ず最大反転間隔である１１ビット長のスペースとなる。このことにより、ラン長制限符号におけるゼロランの制限を守りながら、カッティング時のレーザビームの移動時間を長くすることが可能になる。

尚、ポストアンブルＰＡのパターンは本例に示すパターンｐ７に限るものではなく、ゼロランの数が、番地情報領域ＩＤで用いたラン長制限符号の制限を満たしており、ステート情報が３か４であり、アドレスマークＡＭとは異なるパターンを有し、かつ、"1"を奇数回含むパターンであればよい。

図２４Ｄは、ネクストステートがステート３あるいはステート４（図１８Ｂ参照）であり、かつ番地情報領域ＩＤの末尾がスペースで終わっている場合を示す。この場合、図２４Ｄに示すようなパターンｐ８｛1000000010000000｝が選択されて、マーク長記録される。ネクストステートがステート３あるいはステート４であるすべての符号系列とパターンｐ８を接続した場合、その接続部分についてもゼロランは２から１０の間で制限されている。また、パターンｐ８の１ビット目は"1"となっている。パターンｐ８を選択することにより、ポストアンブルの末尾、すなわち各アドレス領域の末尾は必ずスペースとなる。これにより、各アドレス領域の先頭と終端がスペースとなり、ウォブル配置するアドレス領域間で、ディスク原盤のカッティング時のマーク形成不良および、アドレス領域の再生時におけるアドレス領域の重なりによるデータ読み取り誤りを防止することができる。

さらに、各アドレス領域の先頭に配置されるＶＦＯ領域のパターンを、{000100010001000・・・}で始まる連続パターン信号とすることにより、各アドレス領域間の接続部分は必ず最大反転間隔である１１ビット長のスペースとなる。このことにより、ラン長制限符号におけるゼロランの制限を守りながら、カッティング時のレーザビームの移動時間を長くすることが可能になる。

尚、ポストアンブルＰＡのパターンは本例に示すパターンｐ８に限るものではなく、ゼロランの数が、番地情報領域ＩＤで用いたラン長制限符号の制限を満たしており、ステート情報が３か４であり、アドレスマークＡＭとは異なるパターンを有し、かつ、"1"を偶数回含むパターンであればよい。

図２４Ｅ～Ｈは、ステート変調符号を用いた場合のポストアンブルＰＡのマーク配置の別の一例を示している。図２４Ｅ～Ｈにおいて、各ネクストステートは直前のデータを変調した際のネクストステートである。即ち、対応する番地情報領域ＩＤの末尾のデータを変調した際のネクストステートとなる。

図２４Ｅは、ネクストステートがステート１あるいはステート２（図１８Ｂ参照）であり、かつ番地情報領域ＩＤの末尾がマーク２４０で終わっている場合を示す。この場合、図２４Ｅに示すようなパターンＰ９{0000010000010001}が選択されて、マーク長記録される。ネクストステートがステート１あるいはステート２であるすべての符号系列とパターンＰ９とを接続した場合、その接続部分についてもゼロランは2から１０の間で制限されている。パターンＰ９の１ビット目と１３ビット目はともに"0"となっている。また、パターンＰ９を選択することにより、ポストアンブルＰＡの末尾、すなわちアドレス領域の末尾は必ずスペースとなる。

これにより、各アドレス領域の先頭及び終端がスペースとなるため、ディスク原盤のカッティング時においてフォブル配置されたアドレス領域間にマーク形成不良が生じるのを防止し、アドレス領域の再生時においてアドレス領域の重なりによるデータ読み取り誤りを防止することができる。

さらに、各アドレス領域の先頭に配置されるＶＦＯ領域のパターンを、{000100010001000・・・}で始まる４ビット長の連続パターン信号とすることにより、各ポストアンブル末尾の４ビットマークも、ＶＦＯとして用いることができる。

図２４Ｆは、ネクストステートがステート１あるいはステート２（図１８Ｂ参照）であり、かつ番地情報領域ＩＤの末尾がスペースで終わっている場合を示す。この場合、図２４Ｆに示すようなパターンＰ１０{0001000100010001}が選択されて、マーク長記録される。ネクストステートがステート１あるいはステート２で

あるすべての符号系列とパターンＰ１０とを接続した場合、その接続部分についてもゼロランは２から１０の間で制限されている。パターンＰ１０の１ビット目と１３ビット目は、ともに"0"となっている。また、パターンＰ１０を選択することにより、ポストアンブルＰＡの末尾、すなわちアドレス領域の末尾は必ずスペースとなる。

これにより、各アドレス領域の先頭及び終端がスペースとなるため、ディスク原盤のカッティング時においてフォブル配置されたアドレス領域間にマーク形成不良が生じるのを防止し、アドレス領域の再生時においてアドレス領域の重なりによるデータ読み取り誤りを防止することができる。

さらに、各アドレス領域の先頭に配置されるＶＦＯ領域のパターンを、{000100010001000・・・}で始まる４ビット長の連続パターン信号とすることにより、各ポストアンブル末尾の４ビットマークも、ＶＦＯとして用いることができる。

図２４Ｇは、ネクストステートがステート３あるいはステート４（図１８Ｂ参照）であり、かつ番地情報領域ＩＤの末尾がマーク２４０で終わっている場合を示す。この場合、図２４Ｇに示すようなパターンＰ１１{1000100100010001}が選択されて、マーク長記録される。ネクストステートがステート３あるいはステート４であるすべての符号系列とパターンＰ１１とを接続した場合、その接続部分についてもゼロランは２から１０の間で制限されている。パターンＰ１１の１ビット目は１となっている。また、パターンＰ１１を選択することにより、ポストアンブルＰＡの末尾、すなわちアドレス領域の末尾は必ずスペースとなる。

これにより、各アドレス領域の先頭及び終端がスペースとなるため、ディスク原盤のカッティング時においてフォブル配置されたアドレス領域間にマーク形成不良が生じるのを防止し、アドレス領域の再生時においてアドレス領域の重なりによるデータ読み取り誤りを防止することができる。

さらに、各アドレス領域の先頭に配置されるＶＦＯ領域のパターンを、{000100010001000・・・}で始まる４ビット長の連続パターン信号とすることにより、各ポストアンブル末尾の４ビットマークも、ＶＦＯとして用いることができる。

図２４Ｈは、ネクストステートがステート３あるいはステート４（図１８Ｂ参照）であり、かつ番地情報領域ＩＤの末尾がスペースで終わっている場合を示す。この場合、図２４Ｈに示すようなパターンＰ１２{1000010000010001}が選択されて、マーク長記録される。ネクストステートがステート３あるいはステート４であるすべての符号系列とパターンＰ１２とを接続した場合、その接続部分についてもゼロランは2から１０の間で制限されている。パターンＰ１２の１ビット目は"1"となっている。また、パターンＰ１２を選択することにより、ポストアンブルＰＡの末尾、すなわちアドレス領域の末尾は必ずスペースとなる。

これにより、各アドレス領域の先頭及び終端がスペースとなるため、ディスク原盤のカッティング時においてフォブル配置されたアドレス領域間にマーク形成不良が生じるのを防止し、アドレス領域の再生時においてアドレス領域の重なりによるデータ読み取り誤りを防止することができる。

さらに、各アドレス領域の先頭に配置されるＶＦＯ領域のパターンを、{000100010001000・・・}で始まる４ビット長の連続パターン信号とすることにより、各ポストアンブル末尾の４ビットマークも、ＶＦＯとして用いることができる。

ここで、上で説明したポストアンブルＰＡの各パターンの配置例を示す。１つの例として、図２４Ａ～Ｄに示すパターンｐ５～ｐ８を有するポストアンブルを、図２０Ｃに示すポストアンブルＰＡ１、ＰＡ２、ＰＡ３、及びＰＡ４として用いればよい。あるいは、図２４Ｅ～Ｈに示すパターンｐ９～ｐ１２を有するポストアンブルを、図２０Ｃのポストアンブルを、図２０Ｃのポストアンブル ＰＡ１、ＰＡ２、ＰＡ３、ＰＡ４として用いてもよい。

また、図２４Ａ～Ｄに示すパターンｐ５～ｐ８を有するポストアンブルを図２０Ｃのポストアンブル ＰＡ２及びＰＡ４に用い、かつ、図２４Ｅ～Ｈに示すパターンｐ９～ｐ１２を有するポストアンブルを図２０Ｃのポストアンブル ＰＡ１及びＰＡ３に用いてもよい。このとき、ディスク上のアドレス領域が図２１Ｂに示されるような配置である場合、カッティング用レーザ光をシフトする必要のないアドレス領域２１３と２１４との間、及びアドレス領域２１５と２１６との間では、アドレス領域２１３、２１５の末尾をＶＦＯとして用いることができ、カッ

ティング用レーザ光をシフトする必要のあるアドレス領域２１４と２１５との間では、１１ビット長のスペースを得ることができ、両方のメリットを生かすことができる。さらに、このとき、VFO1 及び VFO3 の長さを VFO2 及び VFO4 の長さより長くすることにより、ウォブル配置された先頭のアドレス領域２１３及び２１５におけるクロック再生を安定にできる。

（実施例４）

図２５Ａは本発明の第４の実施例による光ディスクの記録セクタ６１のフォーマットを示す。記録セクタ６１の先頭にはヘッダ領域６２が設けられ、番地情報を読み取るためのアドレッシング情報が予め記録されている。ヘッダ領域６２の後にはギャップ領域６３、データ記録領域６４、ポストアンブル６５、ガードデータ記録領域６６、バッファ領域６７が順に続く。ギャップ領域６３にはデータの記録は行われず、例えばデータ記録再生に用いる半導体レーザのパワー制御等に用いられる。データ記録領域６４にはユーザーデータが記録される。ユーザデータに誤り訂正符号等の冗長データを付加してディジタルデータが生成される。ディジタルデータは、所定のラン長制限符号によって変調され、データ記録領域６４にマーク長記録される。

ポストアンブル６５はデータ記録領域６４の末尾を示す。ポストアンブル６５のパターンはデータ記録領域６４の変調結果に基づいて決定される。ポストアンブル６５は、例えば、第２の実施例において説明したステート識別ビットのように、データを復調する時に用いる情報を含む。ガードデータ記録領域６６は、同一の記録セクタに繰り返しデータを記録することによる記録面の劣化の影響を抑えるために設けられ、特定の情報を含まないダミーデータが記録される。バッファ領域６７は光ディスクの回転変動等を吸収するために設けられる。

データ記録領域６４、ポストアンブル６５、及びガードデータ領域６６へのデータの記録は、所定の記録パワーを有する光スポットを照射することにより、記録面上に光学的なマークを形成することによって行われる。一般には、記録面の表面の薄膜の結晶構造をアモルファスに変化させることにより、マーク部分の反射特性を変えている。このようにデータの記録には、比較的大きなパワーの光ス

ポットが照射されるため、記録面に熱負荷がかかり、記録面の劣化の原因となる。

特に、各記録セクタにおいて、記録を行う領域と記録を行わない領域との境界には熱負荷の差ができる。データの記録を繰り返して行うと、その熱負荷の差により記録膜物質の移動が起こり、境界部分が劣化して正しくデータを読み取ることが困難になる可能性がある。従って、繰り返し記録により記録面の劣化が起こりうる光ディスクを使用した場合には、必要なデータを、このような熱負荷の差が生じる境界付近に記録することは好ましくない。そこで、本実施例においては、このような問題を解決するためにガードデータ記録領域６６を設けている。ガードデータ記録領域６６には、データ記録領域６４あるいはポストアンブル６５を記録する際の熱負荷と同程度の熱負荷を与えるようなダミーデータを記録する。データ記録領域６４及びポストアンブル６５に書かれるデータパターンは、パターンに出現するマークもしくはスペースの割合がどちらかに偏ると、パターンの低周波成分が増加する。このような低周波成分の増加は、サーボ帯域の再生信号成分を変動させ、サーボ系に影響を与えるので好ましくない。従って、パターンの低周波成分はできるかぎり少なくなることが望ましく、マークの合計ビット数とスペースの合計ビットと数ができるだけ等しくなるような変調がなされることが多い。

従って、ガードデータ記録領域６６に記録されるダミーデータのパターンも、マークの合計ビット数とスペースの合計ビット数とが等しいパターンであることが好ましい。このことにより、ダミーデータの熱負荷が、データ記録領域６４及びポストアンブル６５を記録する際の熱負荷と同程度になるからである。

たとえば、ｋビットのマークとスペースとを偶数回交互に繰り返すパターンを用いることができる。ここで、ｋは$T_{min} \leq k \leq T_{max}$を満たす自然数である。$T_{min}$はラン長制限符号の最小反転間隔、$T_{max}$は最大反転間隔である。

さらに、ガードデータ記録領域６６の長さは、整数データバイトである方が、変調回路や復調回路等の処理が簡単になるため、より好ましい。

図２５Ｂは、図１８Ｂで説明した、１データバイトが変調後１６ビットになるような変調符号（$T_{min}=3$、$T_{max}=11$）を用いたときの、ガードデータ記録領域６６に記録されるパターンの一例である。本例のパターンは、４ビット長の

マークとスペースとを交互に繰り返したパターンであり、全長は１６×ｎビット（ｎは自然数）である。

尚、図２５Ｂには、ダミーデータがマークから始まる例を示したが、ポストアンブル６５の末尾のパターンにより、スペースから始まるパターンになることもあり得るのは言うまでもない。

図２５Ｂに示されたパターンの熱負荷は、マークの合計ビット数とスペースの合計ビット数とが等しいので、データ記録領域６４及びポストアンブル６５を記録する際の熱負荷と同程度になる。従って、熱負荷の差による記録膜の劣化を防止することができる。

また、このパターンは、変調符号（ラン長制限符号）の最小反転間隔及び最大反転間隔の条件をみたすパターンであるため、ヘッダ領域、データ領域の再生に悪影響を及ぼすことはない

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は、各記録セクタに設けられたヘッダ領域に、アドレス同期情報及びラン長制限符号を用いて変調した番地情報を記録する。アドレス同期信号のパターンは、ラン長制限符号の最大反転間隔Ｔ max より３ビット以上長いパターンを２つ含むことにより、アドレス同期情報の再生信号が他の情報の再生信号から区別され、アドレス同期情報の誤検出を起こりにくくする。このことにより、各記録セクタにセクタマークを設けることなく、アドレス同期情報を用いて番地情報再生のためのビット同期を安定に行うことができる。

前記アドレス同期情報は、前記光ディスク記録面の物理的形状及び光学的特性のいずれかが異なる第１及び第２のパターンを用いて記録される。例えば、第１のパターンは光ディスクの記録面に物理的に形成された凸部（ピット）であり、第２のパターンは記録面に物理的に形成された凹部である。あるいは、第１のパターンは光ディスクの記録面の反射特性を変化させた記録マークであり、第２のパターンは記録面上のスペースである。アドレス同期情報が、１つの（Ｔ max＋３）ビット長以上の第１のパターンと、１つの（Ｔ max＋３）ビット長以上の第

2のパターンとを含むことにより、ビットシフト等によるエラーが生じた場合にも、前記ラン長制限符号によって変調された他のデータと区別ができる。

ヘッダ領域に含まれる前記第1のパターンの合計ビット長と前記第2のパターンの合計ビット長とを等しくすることにより、パターンの持つ低周波成分を少なくすることが出来る。このことにより、ヘッダ領域の再生中にサーボ系の安定性を損なうことがない。

前記ヘッダ領域に、番地情報及びアドレス同期情報を4回繰り返して記録することにより、高記録密度の光ディスクにおける番地情報の読み取り不能な記録セクタの数を許容範囲内に減少させ、高品質な光ディスクを提供することができる。

また、本発明の光ディスクにおける各記録セクタのヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためアドレス同期情報と、クロック信号を再生するためのクロック同期情報とを記録している。該番地情報は、最小反転間隔T minビット及び最大反転間隔T maxビット（T max及びT minはT max > T minを満たす自然数）のラン長制限符号を用いて変調されており、該クロック同期情報は、dビット（dはT min≦d＜T maxを満たす自然数）のマークとスペースとを交互に繰り返す連続パターンである。該アドレス同期情報は、その反転間隔が（T max÷3）ビット以上の2つのパターンを含み、そのことにより該アドレス同期情報の再生信号が、他の情報の再生信号から区別される。dビットのマークとスペースとを交互に繰り返す連続パターンを読み取ることにより、高速にクロック再生を行い、アドレス同期情報を読み取ることにより番地情報を再生するためのビット同期を安定に行うことが出来る。

また、本発明の光ディスクは、各記録セクタの先頭に、記録セクタの開始を見分けるための長マークよりなるパターン（セクタマーク）を記録しないことにより、フォーマットとしてデータのオーバーヘッド量を低減することができる。同時に、上述のように、クロック同期情報を用いて記録セクタの開始検出とクロックの再生とを同時に行うことを可能にする。

また、本発明の光ディスクにおいて、各記録セクタは、ヘッダ領域と該ヘッダ領域の末尾に設けられたポストアンブル領域とを含み、該ポストアンブル領域は、

該ヘッダ領域のデータの変調結果に基づいて決定されるパターンを記録している。従って、例えば、ヘッダ領域のデータが、ステートに基づいてテーブルを換える変調符号を用いて変調されている場合、ポストアンブルにステート識別用の情報を含むことが可能となり、ヘッダ領域内のデータの復調を効率よく行える。

また、本発明による光ディスクにおいて、各記録セクタは、ヘッダ領域と、データ記録領域と、該データ記録領域の末尾に設けられたポストアンブル領域とを含み、該ポストアンブル領域は、該データ記録領域のデータの変調結果に基づいて決定されるパターンを記録している。従って、例えば、前記データ記録領域のデータがステートに基づいてテーブルを換える変調符号を用いて変調されている場合、前記ポストアンブル領域は該ステートを識別するための情報を含むことができ、同様に、データ記録領域のデータの復調を効率よく行える。

前記記録セクタが、ポストアンブル領域の後に、更に、ダミーデータを記録するガードデータ記録領域を含んでいる。ガードデータ記録領域は、例えば、kビット長の光学的マークとkビット長の光学的スペースとを繰り返したパターンを有する。ここで、kは$T_{min} \leq k \leq T_{max}$を満たす自然数である。このようなガードデータ領域を備えることにより、繰り返し記録による記録面の劣化を防ぎ、記録されたデータの信頼性が損なわれるのを防止することができる。

また、本発明の光ディスクにおいて、各記録セクタはヘッダ領域を有し、該ヘッダ領域はその末尾にポストアンブル領域を有するアドレス領域を含み、該ポストアンブル領域は、その末尾に非ピットデータあるいはスペースが配置されるパターンを有している。また、該ヘッダ領域は複数のアドレス領域を有し、各アドレス領域の先頭に設けられたＶＦＯ領域は、その先頭に非ピットデータあるいはスペースが記録されるパターンを有している。あるいは、各アドレス領域間にT_{max}ビット長を有する非ピットデータあるいはスペースが設けられている。このことにより、ランドトラックとグルーブトラックとの中間にアドレス領域を記録する場合にも、光ディスクの製造工程におけるマークの形成が容易となり、更にアドレス領域の情報の読み出しエラーを防ぐことができる。

本発明による光ディスク装置は、光ディスクから再生信号を読み出す手段と、該再生信号から該番地情報を得るアドレス再生手段と、該再生信号から該クロッ

ク同期情報の該連続パターンを検出して検出信号を出力する検出手段と、該検出信号に基づいて、該アドレス再生手段に該番地情報の読み取り動作を許可するアドレス再生許可手段と、を備えている。このことにより、各記録セクタの先頭にセクタマーク（記録セクタの開始を見分けるための長マークよりなるパターン）を含まない光ディスクに対しても、クロック同期情報の連続パターンを検出することにより、安定かつ効率よく番地情報の再生を行うことが可能になる。従来の光ディスクはヘッダ領域にセクタマーク及びクロック同期情報を共に有しており、本発明によれば、セクタマークが不要となるため、それだけデータ記録領域を増やすことができる。

また、本発明による光ディスク装置は、前記再生信号からクロック信号を生成するクロック生成手段と、前記クロック同期情報の該連続パターンの検出信号に基づいて、該クロック生成手段に該クロック信号の生成動作を許可するクロック再生許可手段と、を備えている。このことにより、各記録セクタの先頭にセクタマークを含まない光ディスクに対しても、クロック同期情報の連続パターンを検出することにより、安定かつ効率よくクロック信号の再生を行うことが可能になる。

本発明による光ディスクの再生方法は、光ディスクから再生信号を取り出すステップと、該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出するステップと、該連続パターンが検出された場合に該番地情報の読み取りを許可するステップと、該許可に従って該再生信号から該番地情報を読み取るステップと、該許可後所定の期間で該番地情報を読み取るステップを中断し、該連続パターンを検出するステップに戻るステップと、を包含している。このことにより、各記録セクタの先頭にセクタマークを含まずに、所定の連続パターンのクロック同期情報を有する光ディスクに対しても、電源立ち上げ時もしくはトラックジャンプ直後の番地情報の読みとりを安定に行うことが可能となる。

また、本発明による光ディスクの再生方法は、上記の光ディスクから再生信号を取り出すステップと、該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出するステップと、該連続パターンが検出された場合にクロック信号の再生を許可するステップと、該許可に従って該再生信号から該クロック信号を再生する

ステップと、を包含する。このことにより、各記録セクタの先頭に、記録セクタの開始を見分けるためセクタマークを記録せず、所定の連続パターンのクロック同期情報を記録した光ディスクに対しても、電源立ち上げ時もしくはトラックジャンプ直後のクロック信号の再生を安定に行うことが可能となる。

また、本発明による光ディスクの再生方法は、上記の光ディスクから再生信号を取り出すステップと、再生モードの判定ステップであって、電源投入後あるいはトラックジャンプ後から最初に該再生信号から該番地情報が読み取られるまでの期間の初期モードと、該番地情報が読み取られてから次のトラックジャンプを発生するまでの期間の通常モードとを判定するステップと、該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出するステップと、該初期モードにおいて該連続パターンが検出された場合に、該番地情報の読み取りを許可する第１の許可ステップと、該許可に従って該再生信号から該番地情報を読み取るステップと、該番地情報が正しく読み取れた場合にセクタパルスを発生するステップと、該通常モードにおいて、該セクタパルスを基準に該再生信号から該番地情報の読み取りを許可する第２の許可ステップと、該第１及び第２の許可ステップのいずれかの許可後、所定の時間以内に該番地情報が読み取れなかった場合に、該番地情報の読み取りを中止して該再生モードの判定ステップに戻るステップと、を包含する。このことにより、電源投入後もしくはトラックジャンプ後から最初に番地情報を再生するまでの処理と、通常のデータ再生時の処理とを切り替えることが可能となり、より効率的にかつ確実に各記録セクタの番地情報の読みとりを行うことが可能となる。

また、上述した本発明の光ディスクと本発明の光ディスク装置、あるいは本発明の光ディスクと本発明の光ディスク再生方法を組み合わせて用いることにより、光ディスクの記録密度をマーク長記録、ランド／グループ記録等の手法を用いて向上させた場合にも、さらに安定かつ効率よく番地情報の読みとりを行うことが可能となる。

請求の範囲

1．複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、

各記録セクタはヘッダ領域を含み、

該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報とを記録しており、

該番地情報は、最大反転間隔T maxビット（T maxは自然数）のラン長制限符号を用いて変調されており、

該アドレス同期情報は、反転間隔が（T max＋3）ビット以上の2つのパターンを含み、そのことにより該アドレス同期情報の再生信号が、他の情報の再生信号から区別される、

光ディスク。

2．前記アドレス同期情報は、前記光ディスク記録面の物理的形状及び光学的特性のいずれかが異なる第1及び第2のパターンを用いて記録されており、該アドレス同期情報は、1つの（T max＋3）ビット長以上の第1のパターンと、1つの（T max＋3）ビット長以上の第2のパターンとを含む、

請求項1に記載の光ディスク。

3．前記第1のパターンは、前記光ディスクの記録面に物理的に形成された凸部（ピット）であり、前記第2のパターンは、該記録面に物理的に形成された凹部である、請求項2に記載の光ディスク。

4．前記第1のパターンは前記光ディスクの記録面の反射特性を変化させた記録マークであり、前記第2のパターンは該記録面上のスペースである、請求項2に記載の光ディスク。

5．前記アドレス同期情報に含まれる前記第1のパターンの合計ビット長と前記

* C L M S *

第２のパターンの合計ビット長とが等しい、請求項２に記載の光ディスク。

６．前記ヘッダ領域は、前記番地情報及び前記アドレス同期情報を４回繰り返して記録している、請求項１に記載の光ディスク。

７．複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、

各記録セクタはヘッダ領域を含み、

該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためアドレス同期情報と、クロック信号を再生するためのクロック同期情報とを記録しており、

該番地情報は、最小反転間隔Ｔ min ビット及び最大反転間隔Ｔ max ビット（Ｔ max 及びＴ min はＴ max＞Ｔ min を満たす自然数）のラン長制限符号を用いて変調されており、

該クロック同期情報は、ｄビット（ｄはＴ min≦ｄ＜Ｔ max を満たす自然数）のマークとスペースとを交互に繰り返す連続パターンであり、

該アドレス同期情報は、その反転間隔が（Ｔ max＋３）ビット以上の２つのパターンを含み、そのことにより該アドレス同期情報の再生信号が、他の情報の再生信号から区別される、

光ディスク。

８．前記アドレス同期情報及び前記クロック同期情報は、前記光ディスク記録面の物理的形状及び光学的特性のいずれかが異なる第１及び第２のパターンを用いて記録されており、

該アドレス同期情報は、１つの（Ｔ max＋３）ビット長以上の第１のパターンと、１つの（Ｔ max＋３）ビット長以上の第２のパターンとを含む、

請求項７に記載の光ディスク。

９．前記最小反転間隔Ｔ min は３であり、前記最大反転間隔Ｔ max は１１であり、前記ｄは３である、請求項７に記載の光ディスク。

* C L M S *

１０．前記最小反転間隔Ｔ min は３であり、前記最大反転間隔Ｔ max は１１であり、前記ｄは４である、請求項７に記載の光ディスク。

１１．前記ヘッダ領域は、前記クロック同期情報、前記番地情報、及び前記アドレス同期情報を４回繰り返して記録している、請求項７に記載の光ディスク。

１２．複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、

各記録セクタは、ヘッダ領域と該ヘッダ領域の末尾に設けられたポストアンブル領域とを含み、

該ポストアンブル領域は、該ヘッダ領域のデータの変調結果に基づいて決定されるパターンを記録している、

光ディスク。

１３．前記ヘッダ領域のデータは、ステートに基づいてテーブルを換える変調符号を用いて変調されており、

前記ポストアンブル領域は、該ステートを識別するための情報を含む、

請求項１２に記載の光ディスク。

１４．前記ステートを識別するための情報は所定値を有する少なくとも１つの特定ビットであり、

該特定ビットに隣接するビットが、該特定ビットの該所定値と実質的に同じ値を有する、

請求項１３に記載の光ディスク。

１５．複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、

各記録セクタは、ヘッダ領域と、データ記録領域と、該データ記録領域の末尾

* C L M S *

に設けられたポストアンブル領域とを含み、

該ポストアンブル領域は、該データ記録領域のデータの変調結果に基づいて決定されるパターンを記録している、

光ディスク。

１６．前記データ記録領域のデータは、ステートに基づいてテーブルを換える変調符号を用いて変調されており、

前記ポストアンブル領域は、該ステートを識別するための情報を含む、

請求項１５に記載の光ディスク。

１７．前記ステートを識別するための情報は所定値を有する少なくとも１つの特定ビットであり、

該特定ビットに隣接するビットは、該特定ビットの該所定値と実質的に同じ値を有する、

請求項１６に記載の光ディスク。

１８．前記記録セクタは、前記ポストアンブル領域の後に、更に、ダミーデータを記録するガードデータ記録領域を含んでいる、請求項１５に記載の光ディスク。

１９．前記データ記録領域は、最小反転間隔Ｔ min ビット及び最大反転間隔Ｔ max ビット（Ｔ max 及びＴ min はＴ max＞Ｔ min を満たす自然数）のラン長制限符号を用いて変調されたデータを記録しており、

前記ガードデータ記録領域は、ｋビット長の光学的マークとｋビット長の光学的スペースとを繰り返したパターン（ｋはＴ min≦ｋ≦Ｔ max を満たす自然数）を有する、

請求項１８に記載の光ディスク。

２０．複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、

* C L M S *

各記録セクタはヘッダ領域を有し、該ヘッダ領域はその末尾にポストアンブル領域を有するアドレス領域を含み、

該ポストアンブル領域は、その末尾に非ピットデータあるいはスペースが配置されるパターンを有している、

光ディスク。

２１．前記ヘッダ領域は、前記アドレス領域を複数個含んでいる、請求項２０に記載の光ディスク。

２２．前記アドレス領域は、前記トラックのグルーブ部とランド部との中間の位置に設けられている、請求項２０に記載の光ディスク。

２３．複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、

各記録セクタはヘッダ領域を有し、

該ヘッダ領域は複数のアドレス領域を有し、

各アドレス領域は、その先頭に設けられたＶＦＯ領域を有し、

該ＶＦＯ領域は、その先頭に非ピットデータあるいはスペースが記録されるパターンを有している、

光ディスク。

２４．前記アドレス領域は、対応する前記記録セクタの位置を識別するための番地情報をマーク長記録した番地情報領域を有しており、該番地情報は、最小反転間隔Ｔ min ビット及び最大反転間隔Ｔ max ビット（Ｔ max 及びＴ min はＴ max＞Ｔ min を満たす自然数）のラン長制限符号を用いて変調され、

各アドレス領域間にＴ min ビット長以上、Ｔ max ビット長以下の長さを有する非ピットデータあるいはスペースが設けられている、請求項２３に記載の光ディスク。

* C L M S *

２５．前記アドレス領域は、前記トラックのグループ部とランド部との中間の位置に設けられている、請求項２４に記載の光ディスク。

２６．複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、各記録セクタはヘッダ領域及びデータ領域を含み、該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報と、所定の連続パターンを有するクロック同期情報と、を記録している光ディスク用の光ディスク装置であって、該装置は、

該光ディスクから再生信号を読み出す手段と、

該再生信号から該番地情報を得るアドレス再生手段と、

該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出して検出信号を出力する検出手段と、

該検出信号に基づいて、該アドレス再生手段に該番地情報の読み取り動作を許可するアドレス再生許可手段と、

を備えた光ディスク装置。

２７．前記再生信号からクロック信号を生成するクロック生成手段と、

前記検出信号に基づいて、該クロック生成手段に該クロック信号の生成動作を許可するクロック再生許可手段と、

を更に備えた請求項２６に記載の光ディスク装置。

２８．　前記検出手段は、

前記再生信号を２値化して２値化データを出力する２値化手段と、

該２値化データを所定の周波数でサンプリングしてディジタルデータを出力するサンプリング手段と、

該ディジタルデータを少なくともｍ×ｎビット（ｍ，ｎは自然数）のパラレルデータに変換するパラレル変換手段と、

該パラレルデータよりｍビットのパターンがｎ回連続した所定の系列を検出す

* C L M S *

る検出テーブルと、

を備えている、請求項２６に記載の光ディスク装置。

２９．複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、各記録セクタはヘッダ領域及びデータ領域を含み、該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報と、所定の連続パターンを有するクロック情報とを記録している光ディスク用の光ディスク装置であって、該装置は、

該光ディスクから再生信号を読み出す手段と、

該再生信号からクロック信号を生成するクロック生成手段と、

該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出して検出信号を出力する検出手段と、

該検出信号に基づいて、該クロック生成手段に該クロック信号の生成動作を許可するクロック再生許可手段と、

を備えた光ディスク装置。

３０．前記検出手段は、

前記再生信号を２値化して２値化データを出力する２値化手段と、

該２値化データを所定の周波数でサンプリングしてディジタルデータを出力するサンプリング手段と、

該ディジタルデータを少なくともｍ×ｎビット（ｍ，ｎは自然数）のパラレルデータに変換するパラレル変換手段と、

該パラレルデータよりｍビットのパターンがｎ回連続した所定の系列を検出する検出テーブルと、

を備えている、請求項２９に記載の光ディスク装置。

３１．複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、各記録セクタはヘッダ領域及びデータ領域を含み、該ヘッダ領域は、対応す

* C L M S *

る記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報と、所定の連続パターンを有するクロック情報とを記録している光ディスクの再生方法であって、該方法は、

該光ディスクから再生信号を取り出すステップと、

該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出するステップと、

該連続パターンが検出された場合に該番地情報の読み取りを許可するステップと、

該許可に従って該再生信号から該番地情報を読み取るステップと、

該許可後所定の期間で該番地情報を読み取るステップを中断し、該連続パターンを検出するステップに戻るステップと、

を包含する、光ディスクの再生方法。

３２．前記連続パターンが検出された場合にクロック信号の再生を許可するステップと、

該許可に従って該再生信号から該クロック信号を再生するステップと、

を更に包含する、請求項３１に記載の光ディスクの再生方法。

３３．複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであって、各記録セクタはヘッダ領域及びデータ領域を含み、該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報と、所定の連続パターンを有するクロック情報とを記録している光ディスクの再生方法であって、該方法は、

該光ディスクから再生信号を取り出すステップと、

該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出するステップと、

該連続パターンが検出された場合にクロック信号の再生を許可するステップと、

該許可に従って該再生信号から該クロック信号を再生するステップと、

を包含する、光ディスクの再生方法。

３４．複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備えた光ディスクであっ

* C L M S *

て、各記録セクタはヘッダ領域及びデータ領域を含み、該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報と、所定の連続パターンを有するクロック情報とを記録している光ディスクの再生方法であって、該方法は、

該光ディスクから再生信号を取り出すステップと、

再生モードの判定ステップであって、電源投入後あるいはトラックジャンプ後から最初に該再生信号から該番地情報が読み取られるまでの期間の初期モードと、該番地情報が読み取られてから次のトラックジャンプを発生するまでの期間の通常モードとを判定するステップと、

該再生信号から該クロック同期情報の該連続パターンを検出するステップと、

該初期モードにおいて該連続パターンが検出された場合に、該番地情報の読み取りを許可する第１の許可ステップと、

該許可に従って該再生信号から該番地情報を読み取るステップと、

該番地情報が正しく読み取れた場合にセクタパルスを発生するステップと、

該通常モードにおいて、該セクタパルスを基準に該再生信号から該番地情報の読み取りを許可する第２の許可ステップと、

該第１及び第２の許可ステップのいずれかの許可後、所定の時間以内に該番地情報が読み取れなかった場合に、該番地情報の読み取りを中止して該再生モードの判定ステップに戻るステップと、

を包含する、光ディスクの再生方法。

* C L M S *

図 1

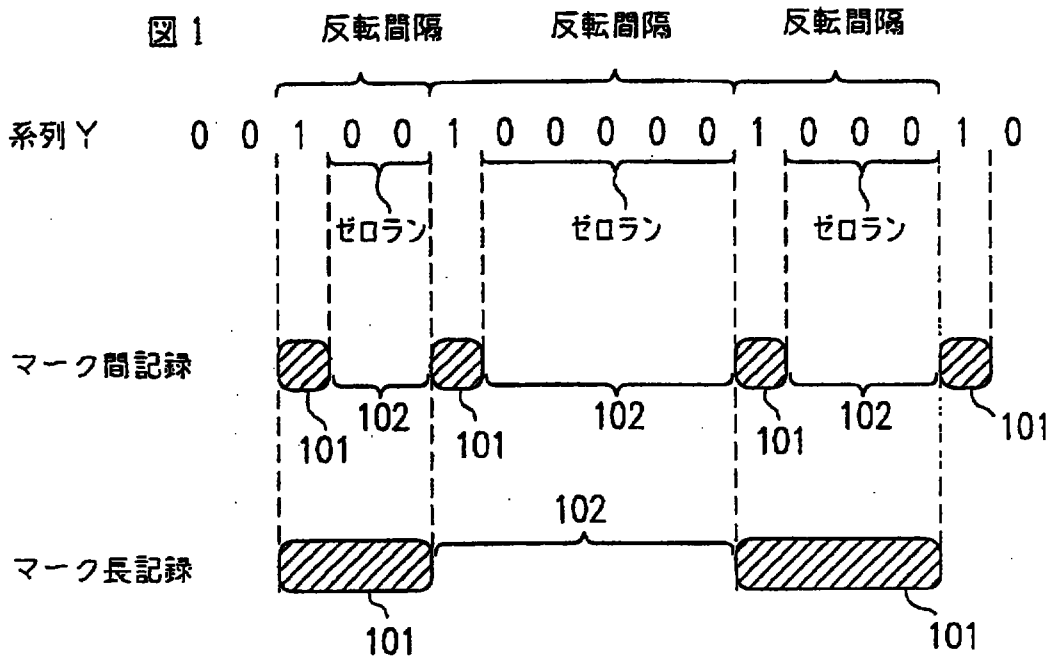

反転間隔
反転間隔
反転間隔
系列Y
0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0
ゼロラン
ゼロラン
ゼロラン
マーク間記録
101
102
101
102
101
102
101
マーク長記録
102
101
101

図2A

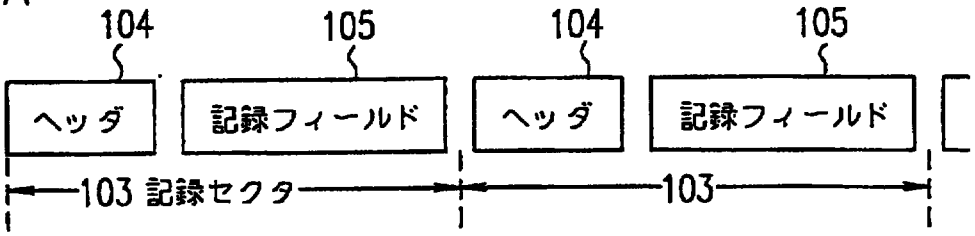


図2B

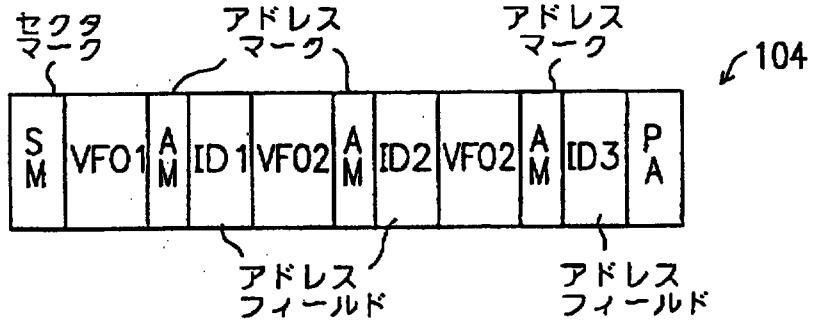


図2C セクタマークSMのパターン

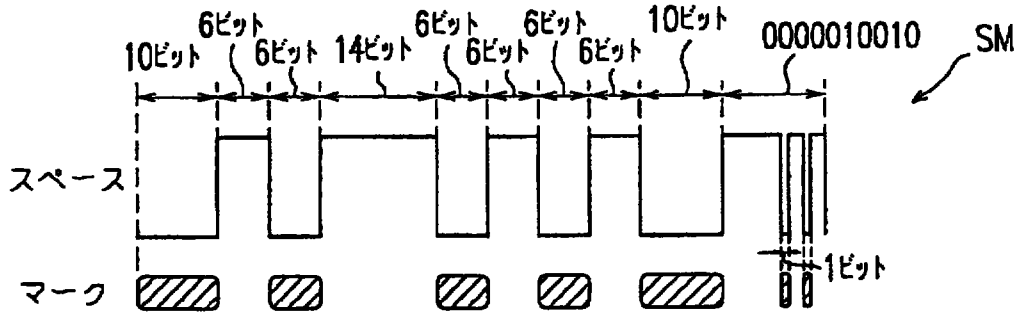


図2D アドレスマークAMのパターン

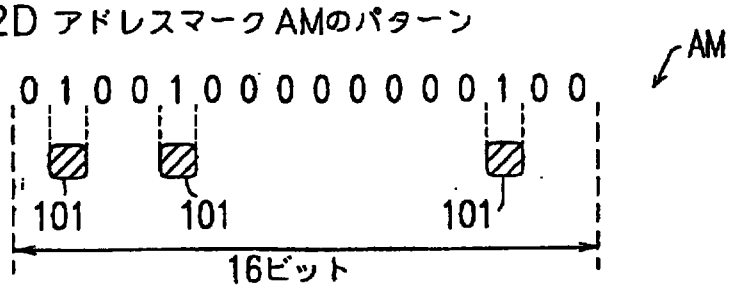
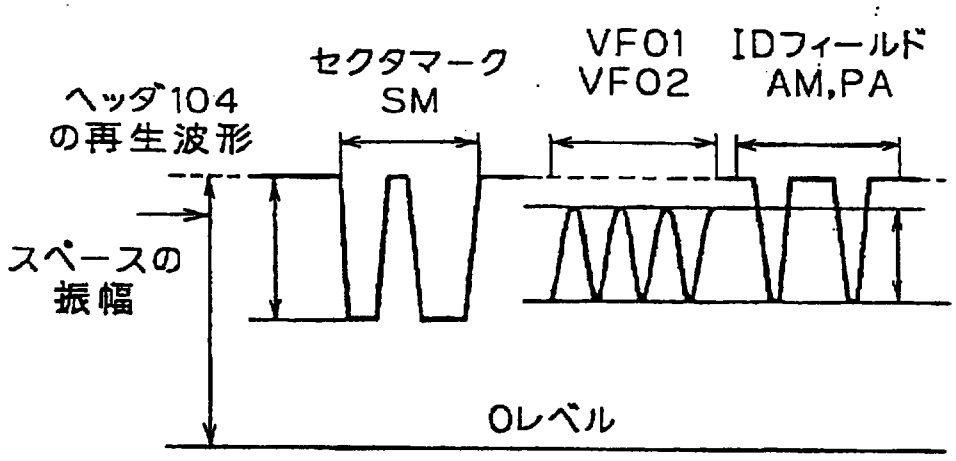


図3

(2,7) 変調符号の変換テーブル

ディジタルデータ	符号系列
10	0100
010	100100
0010	00100100
11	1000
011	001000
0011	00001000
000	000100

図4



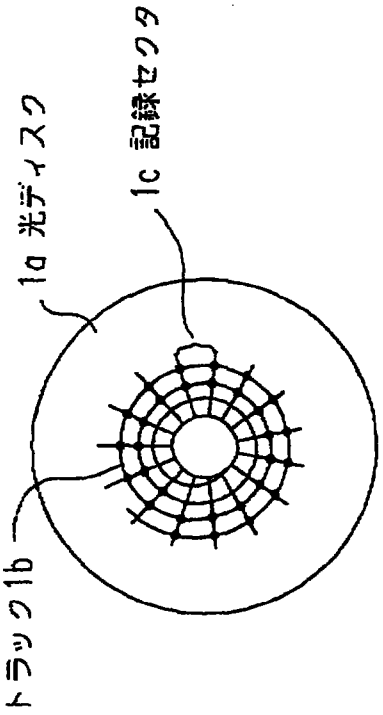

1a 光ディスク
1c 記録セクタ
トラック1b

図5A

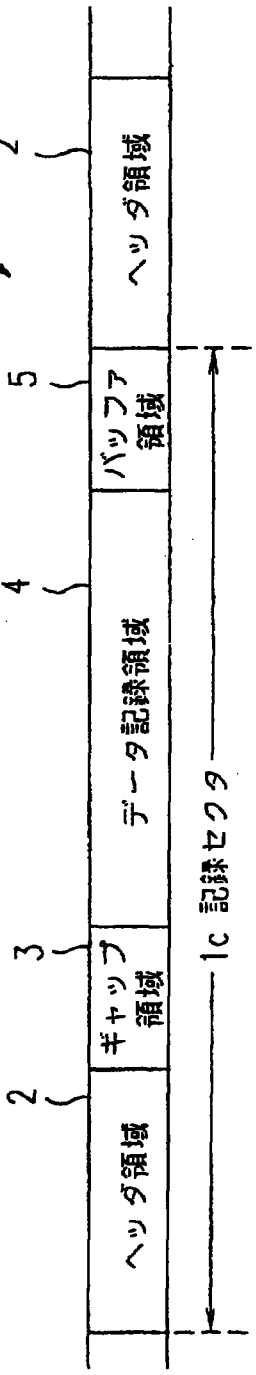

1b
2
ヘッダ領域
5
バッファ領域
4
データ記録領域
3
ギャップ領域
2
ヘッダ領域
1c 記録セクタ

図5B

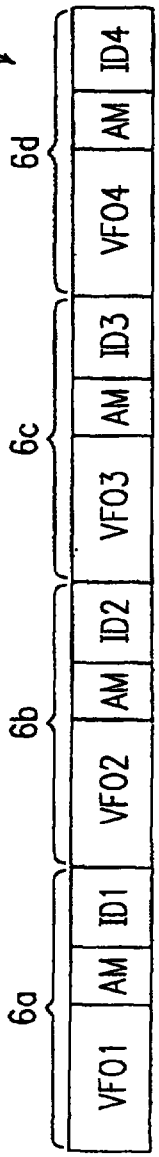

2
6d
6c
6b
6a
VFO1
AM
ID1
VFO2
AM
ID2
VFO3
AM
ID3
VFO4
AM
ID4

図5C

図6

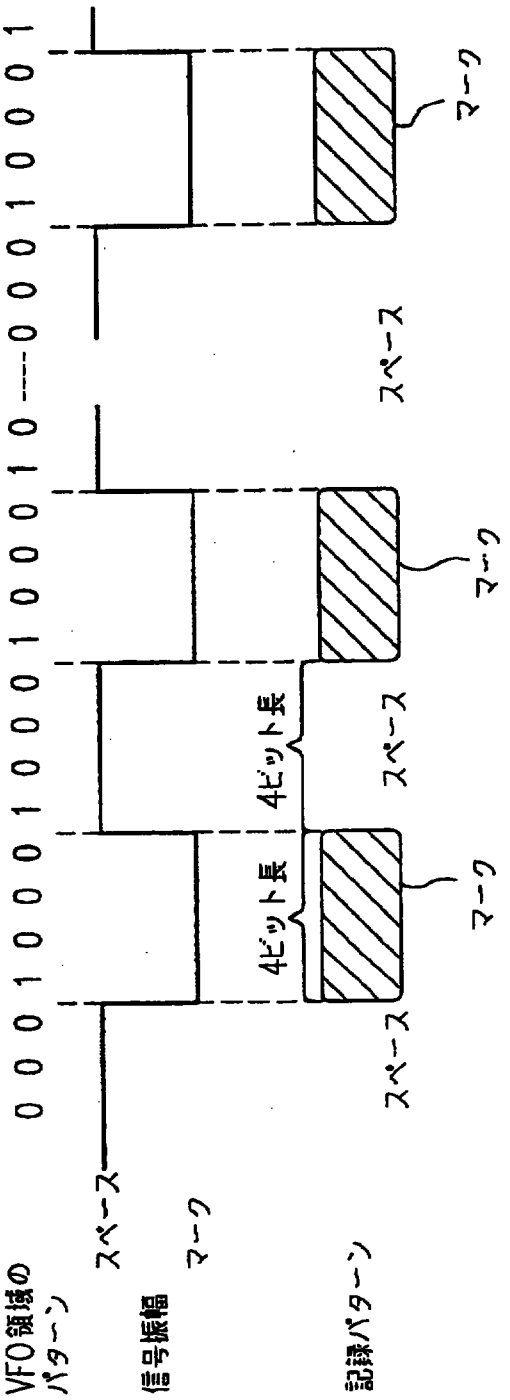

VFO領域の
パターン
信号振幅
記録パターン
0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 ---0 0 0 0 1 0 0 0 0 1
スペース
マーク
4ビット長
4ビット長
スペース
スペース
マーク
マーク
スペース
マーク

図7A

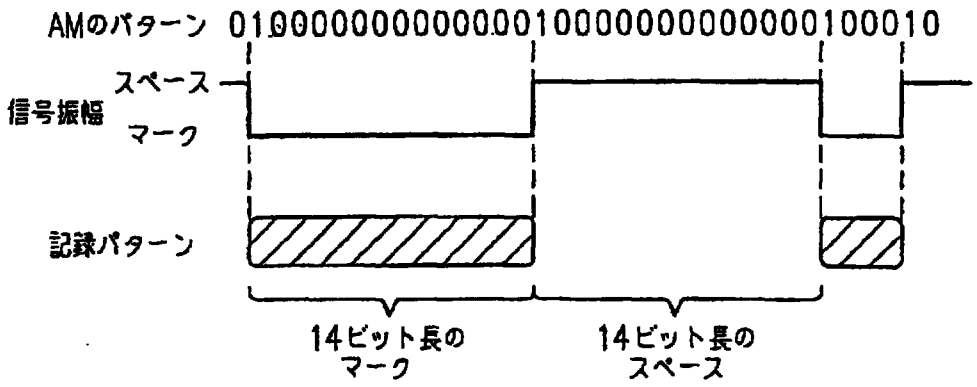

AMのパターン 01000000000000100000000000000100010
信号振幅
スペース
マーク
記録パターン
14ビット長の
マーク
14ビット長の
スペース

図7B

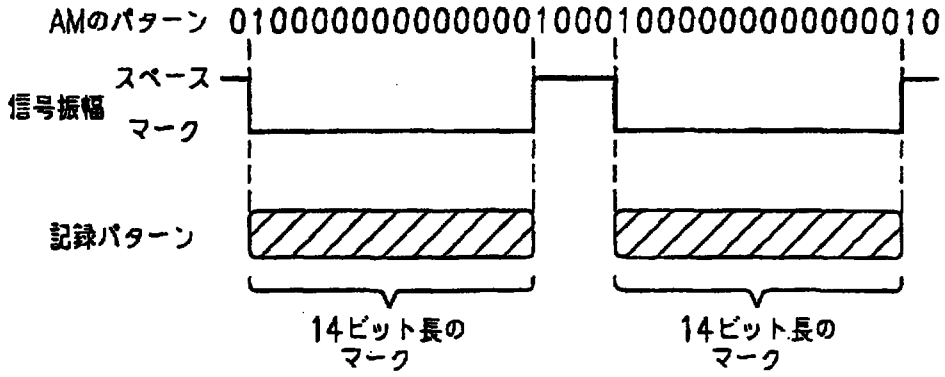

AMのパターン 01000000000000010001000000000000010
信号振幅
スペース
マーク
記録パターン
14ビット長の
マーク
14ビット長の
マーク

図7C

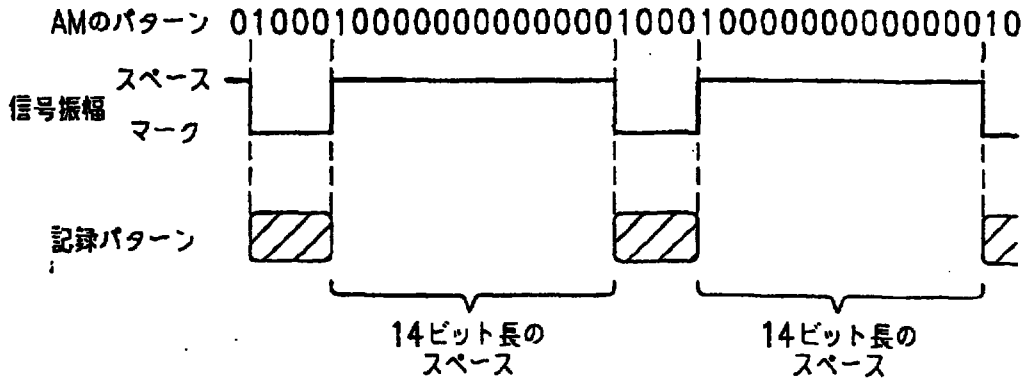

AMのパターン 01000100000000000001000100000000000010
信号振幅
スペース
マーク
記録パターン
14ビット長の
スペース
14ビット長の
スペース

図8A

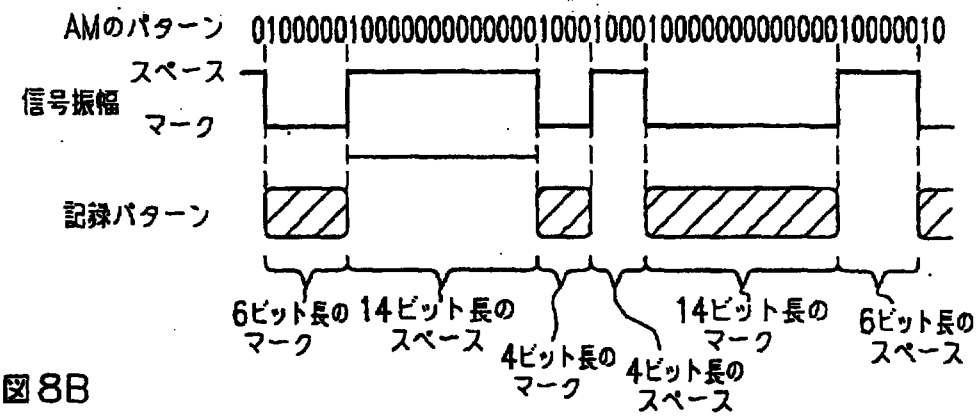


図8B

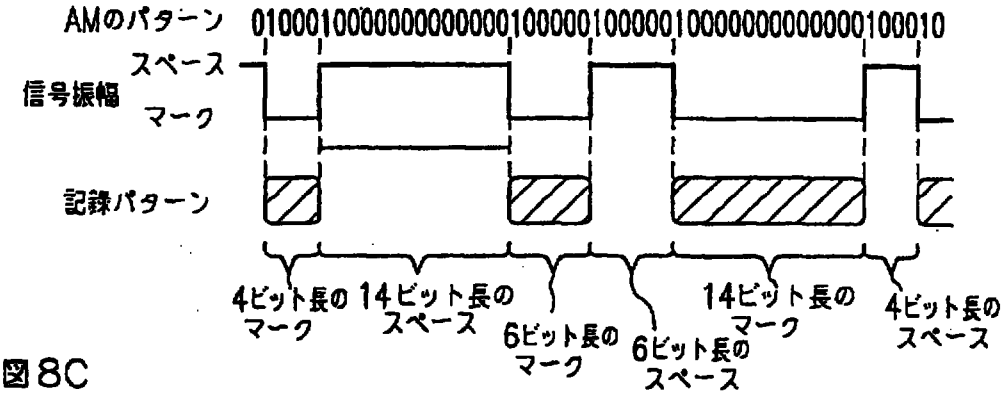


図8C

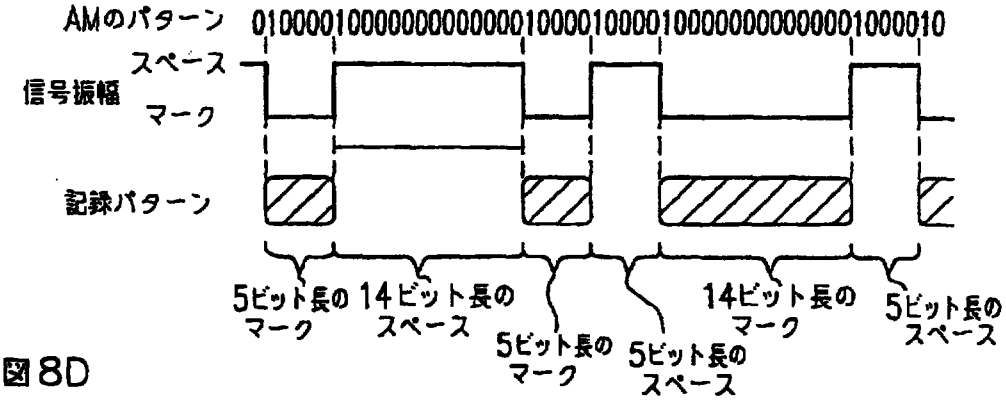


図8D

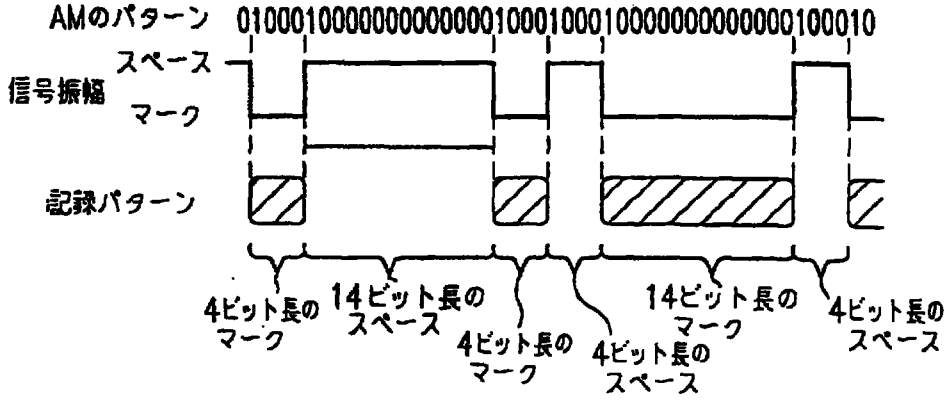
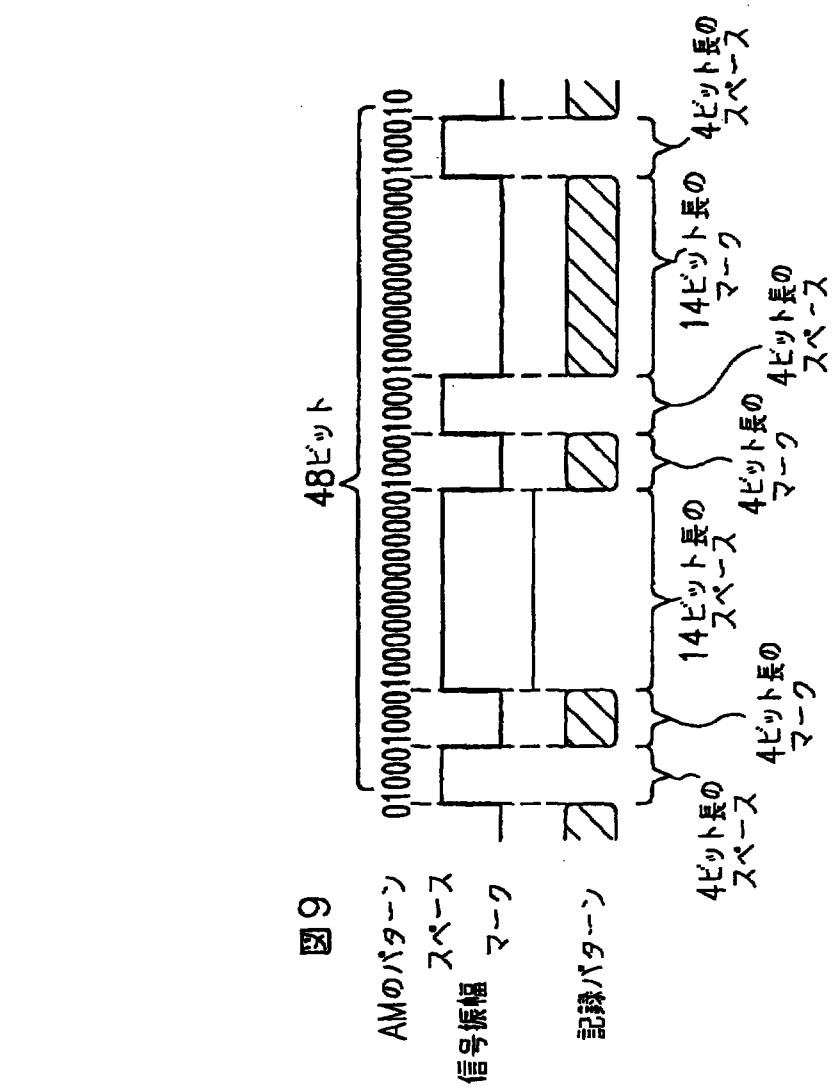


図9


48ビット
01000100010000000000010001000100000000000100010
AMのパターン
スペース
信号振幅
マーク
記録パターン
4ビット長のスペース
4ビット長のマーク
14ビット長のスペース
4ビット長のマーク
14ビット長のマーク
4ビット長のスペース
4ビット長のスペース

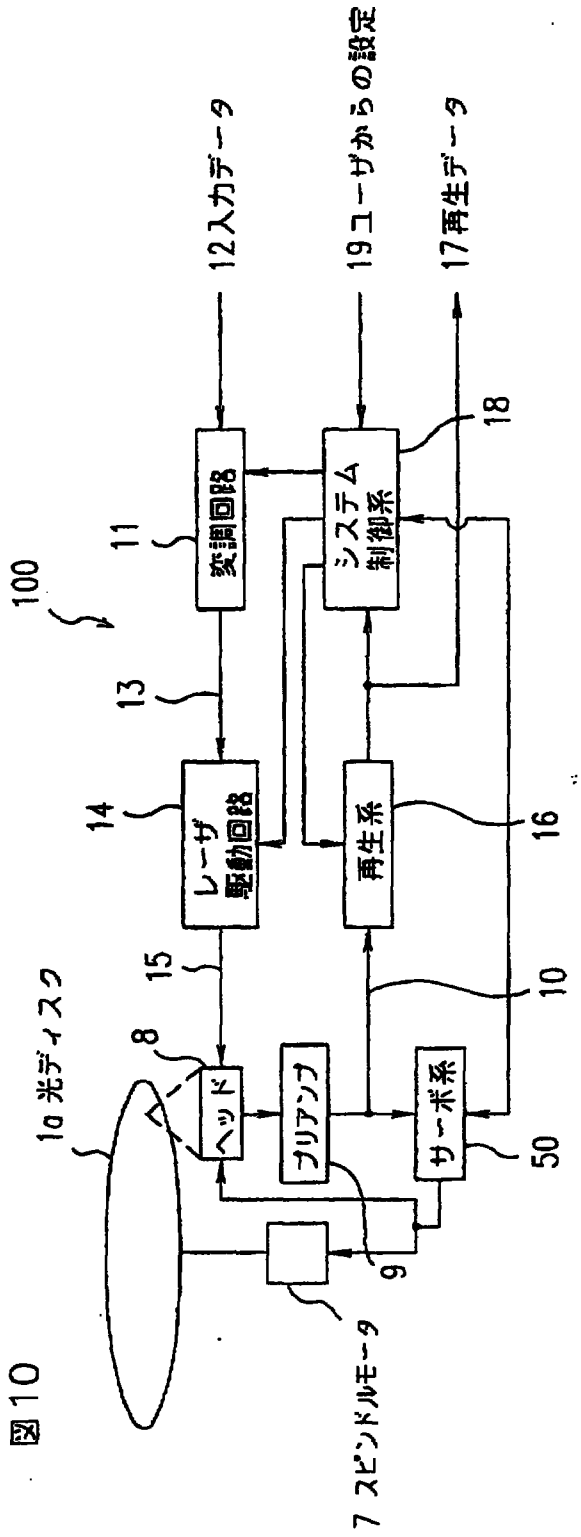

12入力データ
19ユーザからの設定
17再生データ
100
11
変調回路
システム制御系
18
13
14
レーザ駆動回路
再生系
16
15
10
1a 光ディスク
8
ヘッド
プリアンプ
サーボ系
50
9
7 スピンドルモータ

図10

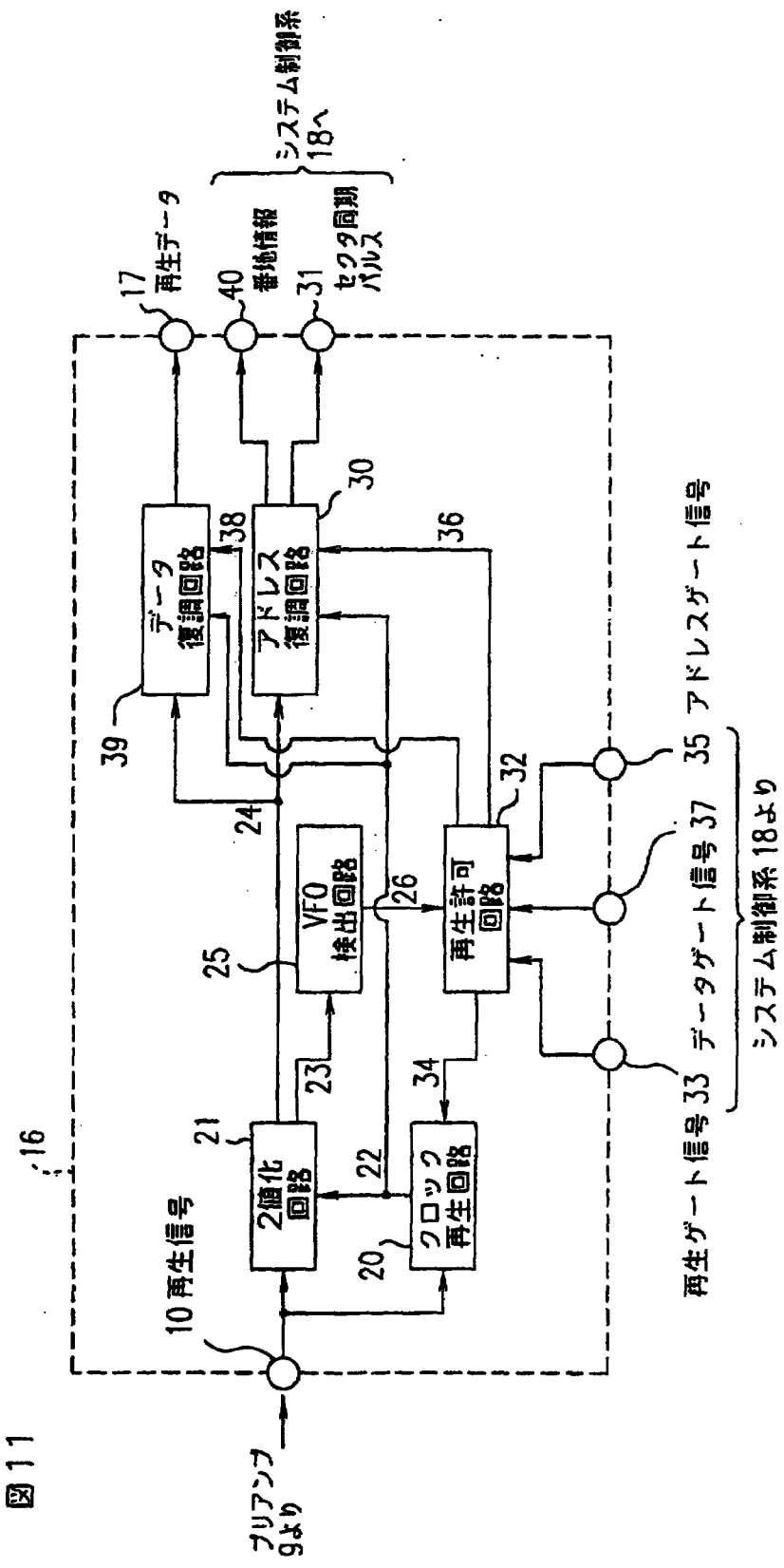

システム制御系
18へ
17 再生データ
40 番地情報
31 セクタ同期
パルス
データ
復調回路
アドレス
復調回路
30
38
36
39
24
VFO
検出回路
25
26
再生許可
回路
32
35 アドレスゲート信号
37 データゲート信号
システム制御系 18より
再生ゲート信号 33
16
21
2値化
回路
23
22
クロック
再生回路
34
20
10 再生信号
プリアンプ
9より

図 11

図12A

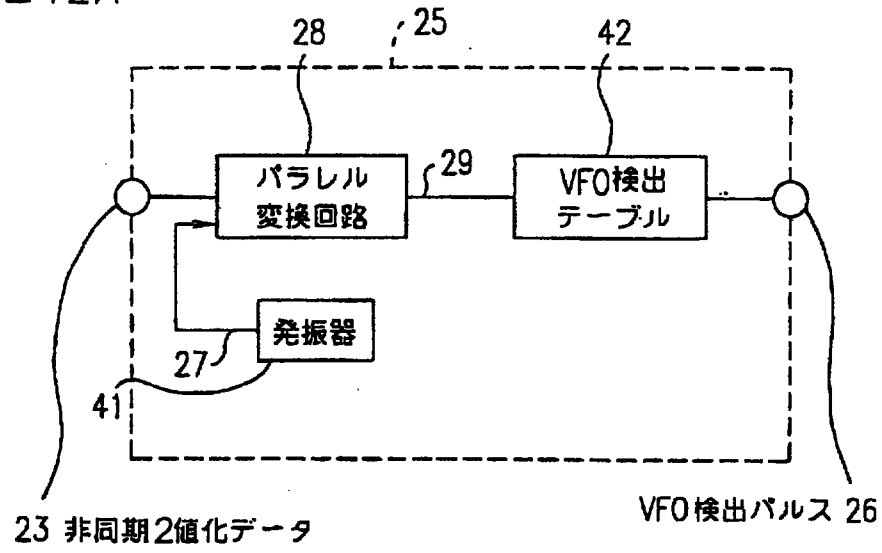


図12B

VFO検出テーブル

入力32ビット (パラレルデータ29)	出力1ビット (VFO検出パルス26)
11110000111100001111000011110000	1
00001111000011110000111100001111	1
11110000111100001111000011111000	1
00011111000111110001111100011111	1
11110000111110000111100000111100	1
00001111000001111000011111000011	1
⋮	
その他のパターン	0

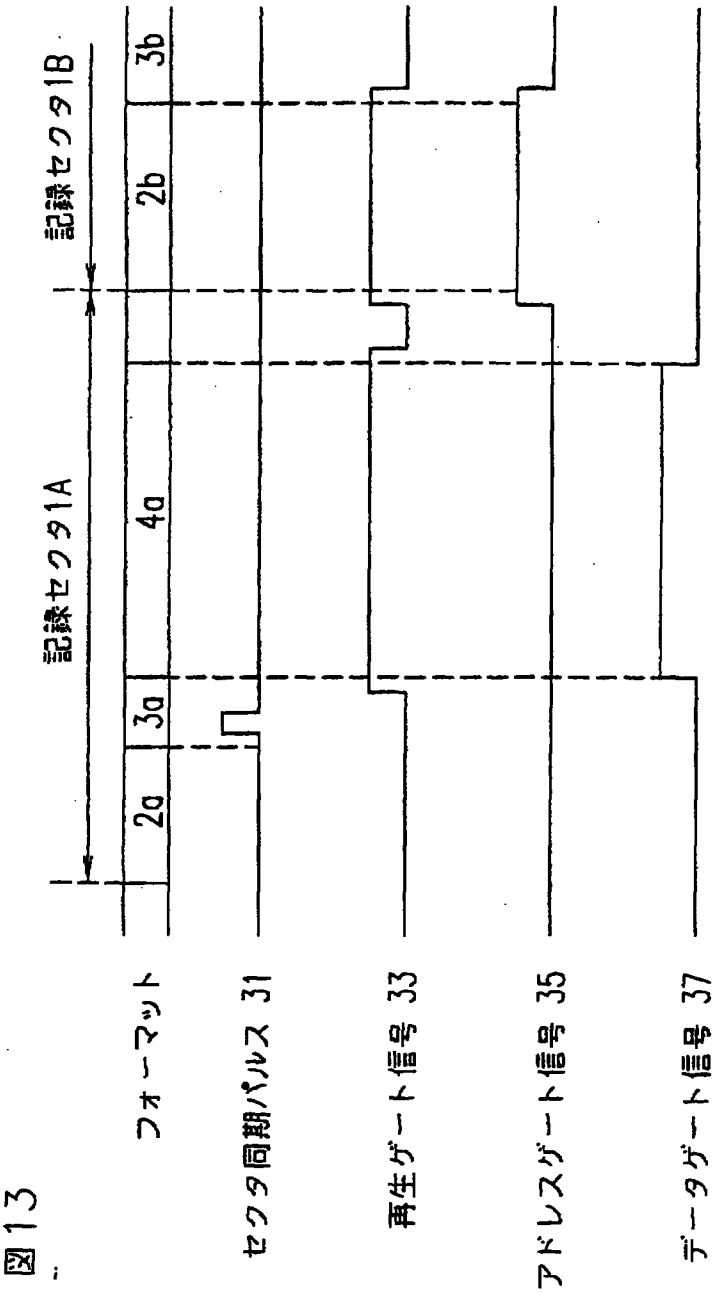

記録セクタ1B
記録セクタ1A
2a
3a
4a
2b
3b
フォーマット
セクタ同期パルス 31
再生ゲート信号 33
アドレスゲート信号 35
データゲート信号 37

図13

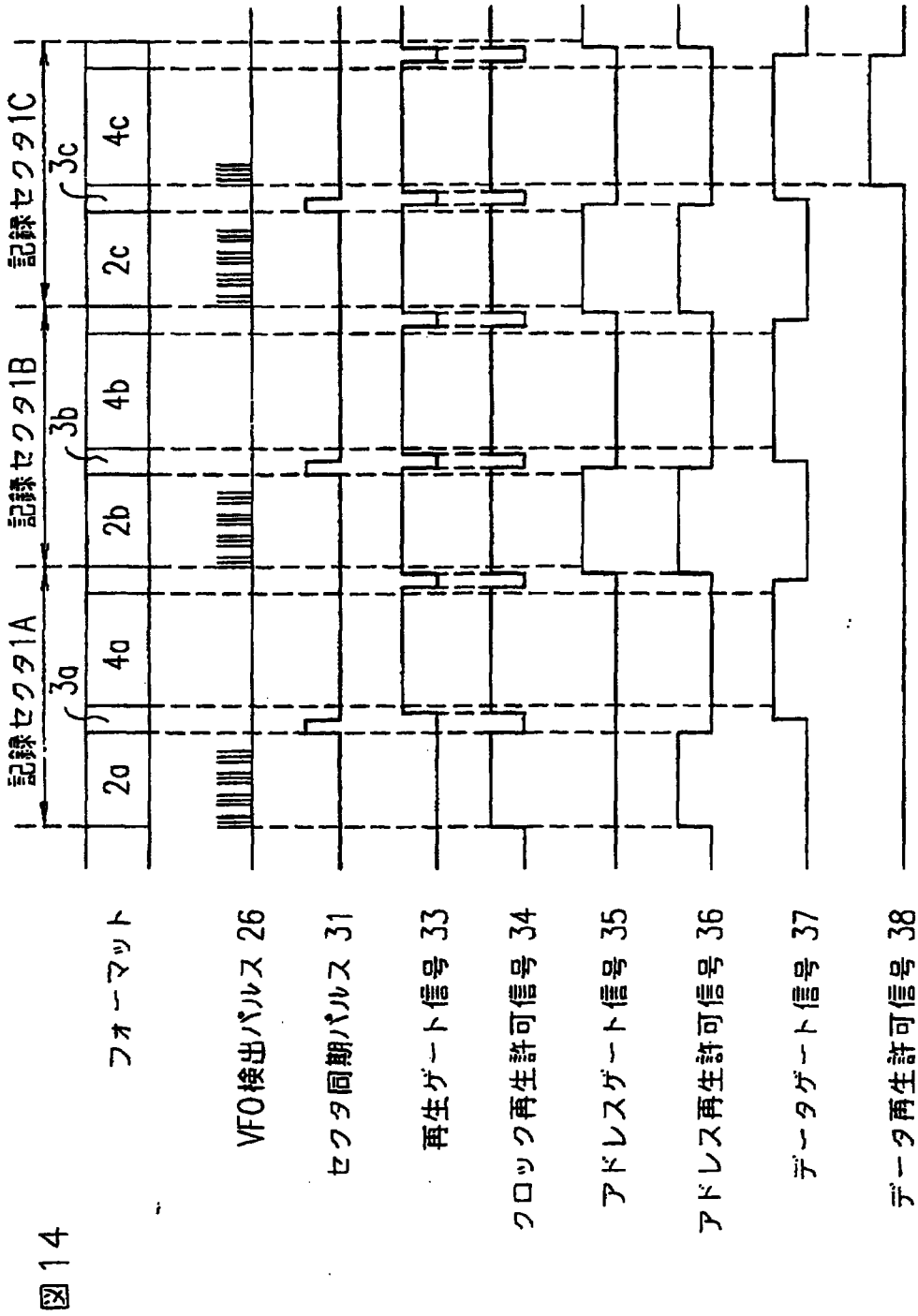

記録セクタ1A
記録セクタ1B
記録セクタ1C
2a
3a
4a
2b
3b
4b
2c
3c
4c
フォーマット
VFO検出パルス 26
セクタ同期パルス 31
再生ゲート信号 33
クロック再生許可信号 34
アドレスゲート信号 35
アドレス再生許可信号 36
データゲート信号 37
データ再生許可信号 38

図14

図15

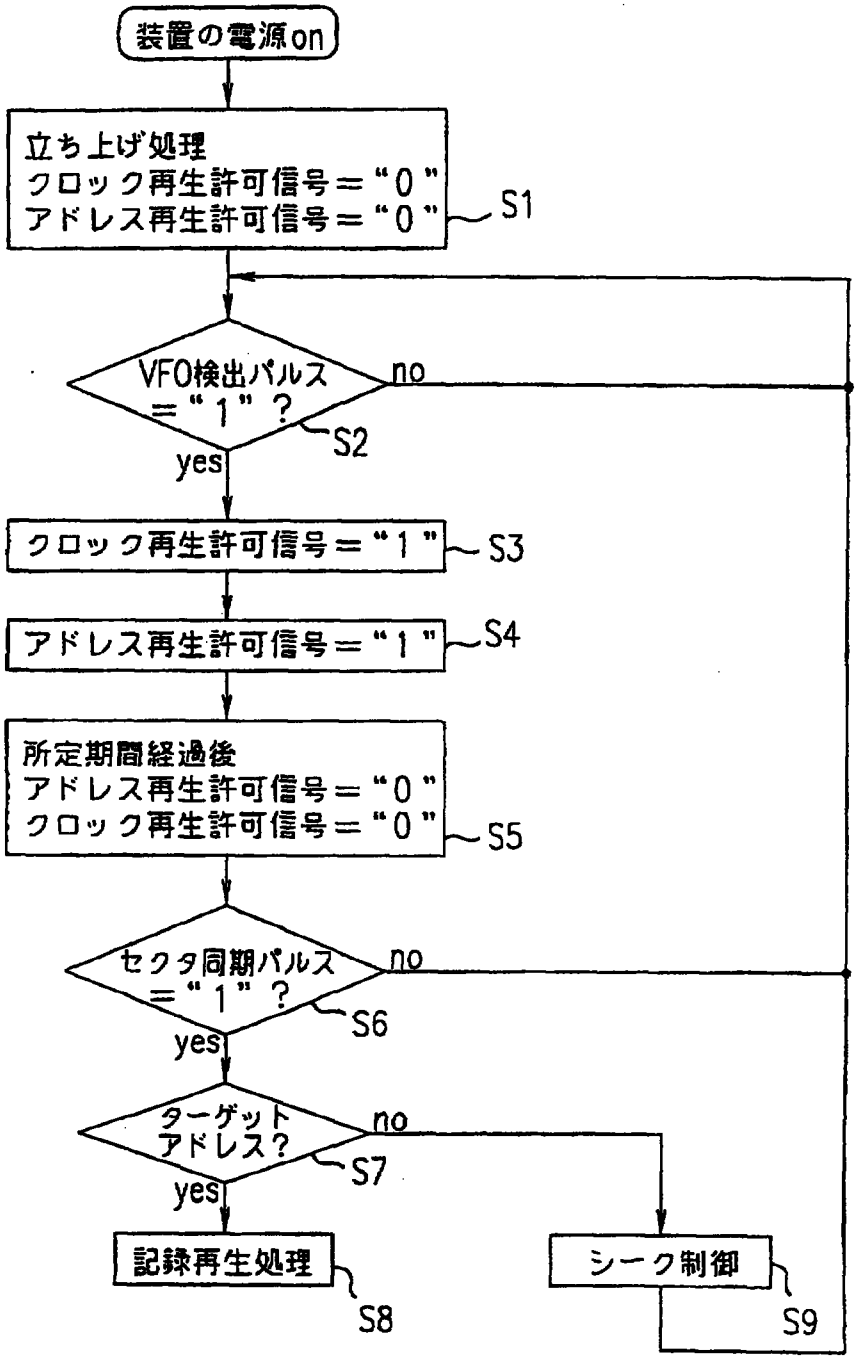
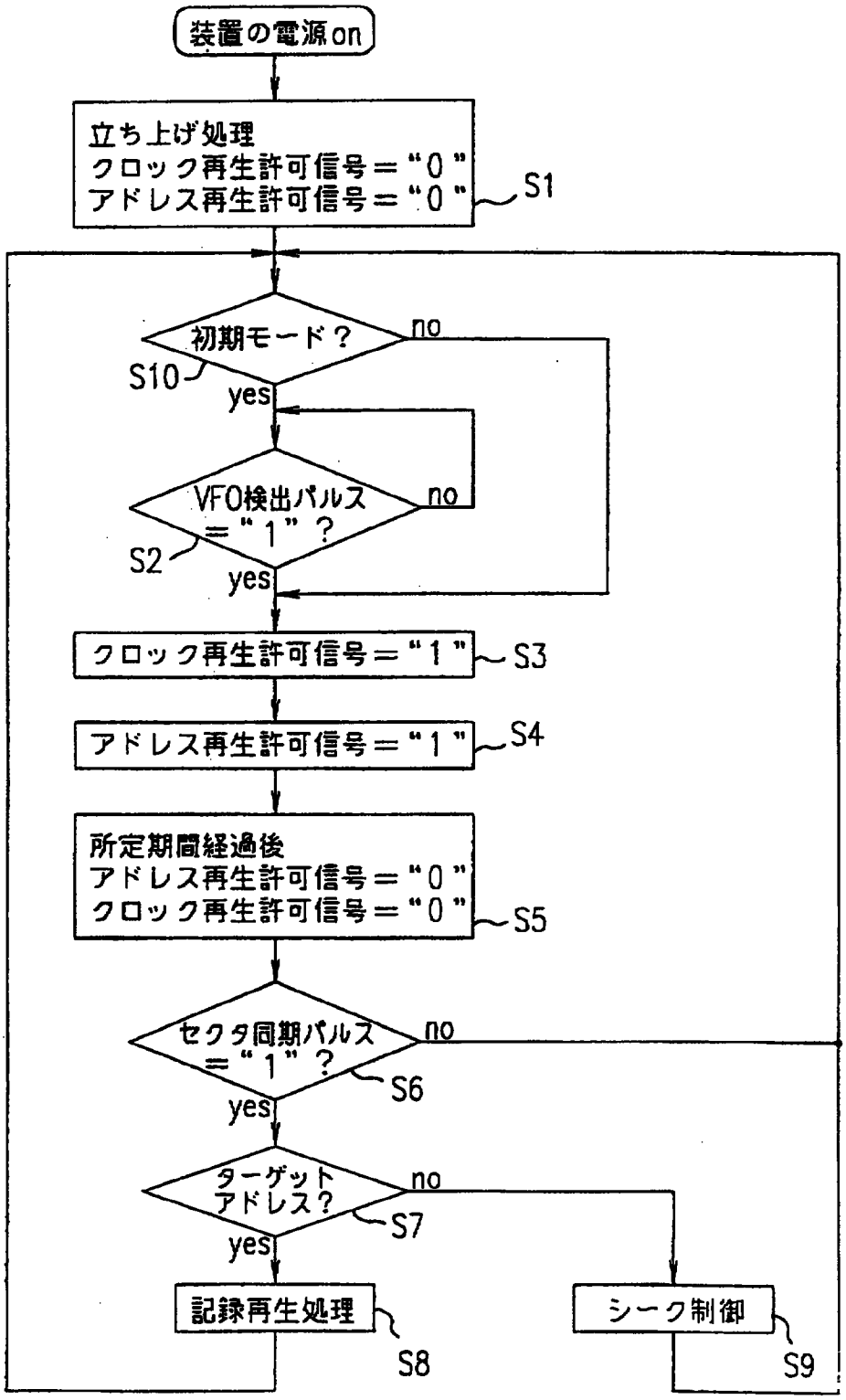

装置の電源on
立ち上げ処理
クロック再生許可信号＝“0”
アドレス再生許可信号＝“0”
S1
VFO検出パルス
＝“1”？
S2
no
yes
クロック再生許可信号＝“1”
S3
アドレス再生許可信号＝“1”
S4
所定期間経過後
アドレス再生許可信号＝“0”
クロック再生許可信号＝“0”
S5
セクタ同期パルス
＝“1”？
S6
no
yes
ターゲット
アドレス？
S7
no
yes
記録再生処理
S8
シーク制御
S9

図16


装置の電源on
立ち上げ処理
クロック再生許可信号＝"0"
アドレス再生許可信号＝"0"
S1
初期モード？
no
S10
yes
VFO検出パルス
＝"1"？
no
S2
yes
クロック再生許可信号＝"1"
S3
アドレス再生許可信号＝"1"
S4
所定期間経過後
アドレス再生許可信号＝"0"
クロック再生許可信号＝"0"
S5
セクタ同期パルス
＝"1"？
no
S6
yes
ターゲット
アドレス？
no
S7
yes
記録再生処理
S8
シーク制御
S9

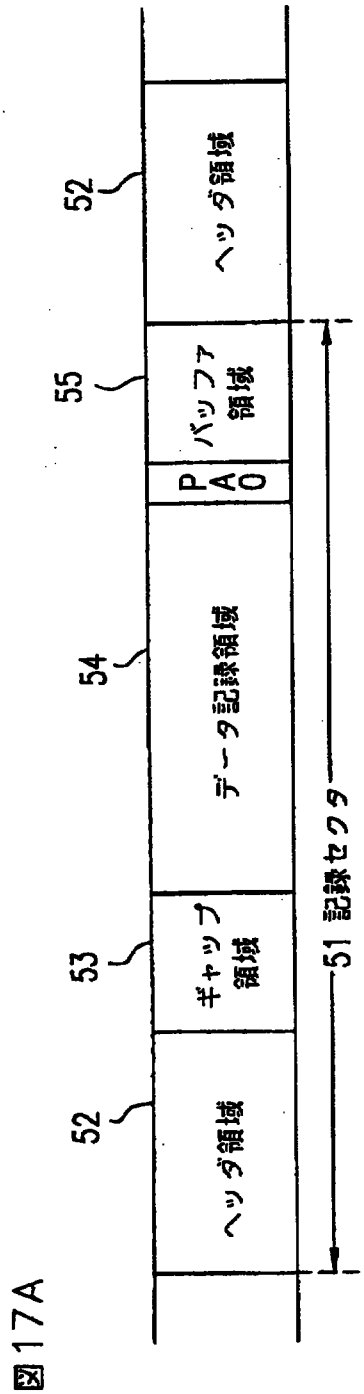

52
ヘッダ領域
53
ギャップ領域
54
データ記録領域
55
PAO
バッファ領域
52
ヘッダ領域
51 記録セクタ

図17A

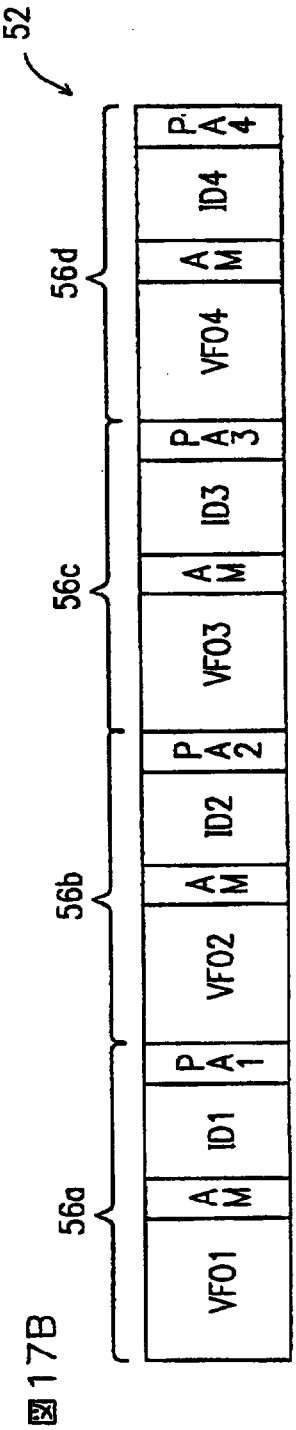

52
56a
VFO1
AM
ID1
PA1
56b
VFO2
AM
ID2
PA2
56c
VFO3
AM
ID3
PA3
56d
VFO4
AM
ID4
PA4

図17B

図18A 変調回路の構成

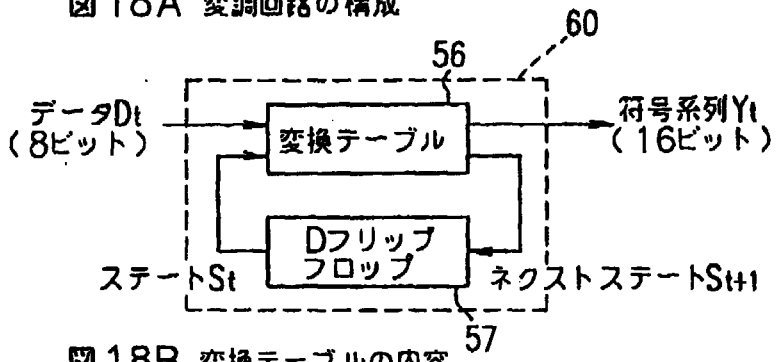


図18C 復調回路の構成

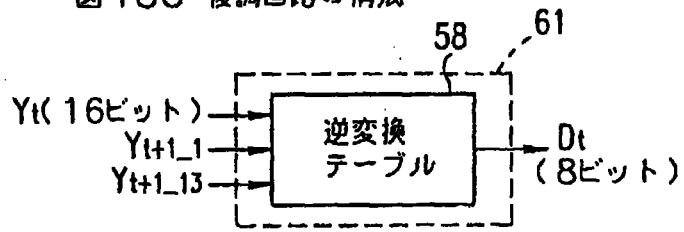


図18B 変換テーブルの内容

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	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

P1

P2

図19A

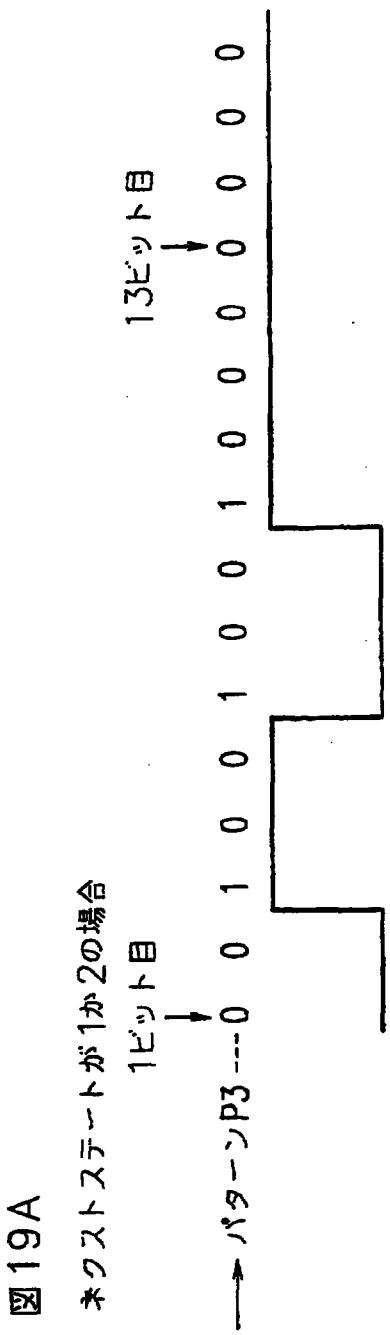
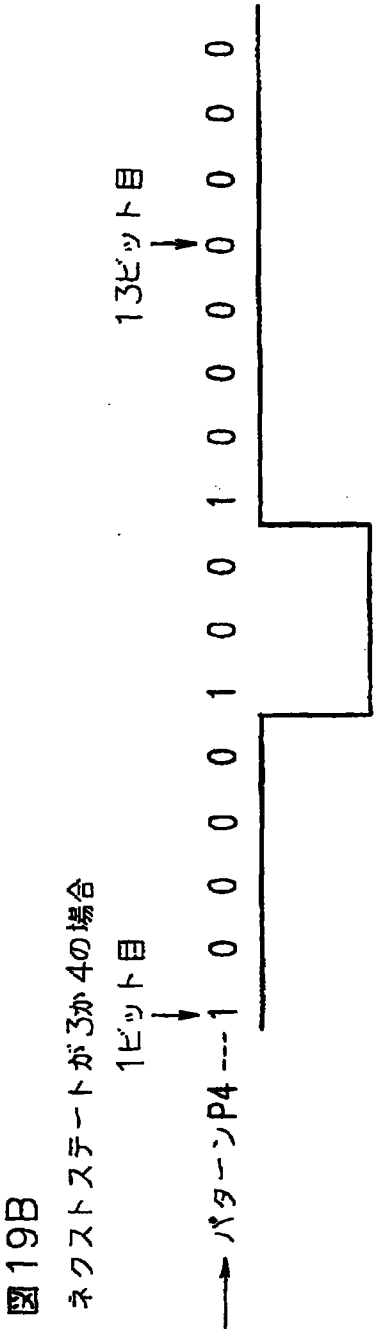

ネクストステートが1か2の場合
1ビット目
13ビット目
パターンP3 ---0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0

図19B


ネクストステートが3か4の場合
1ビット目
13ビット目
パターンP4 ---1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0

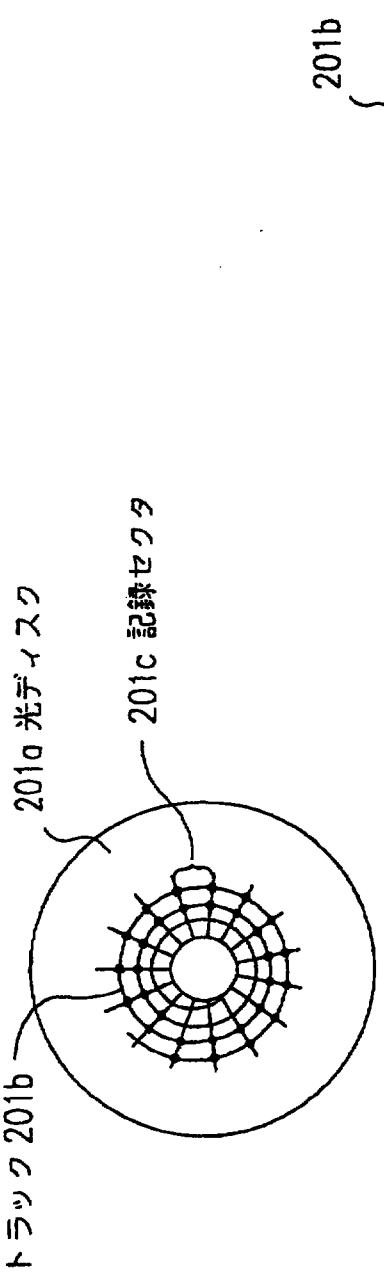


図20A

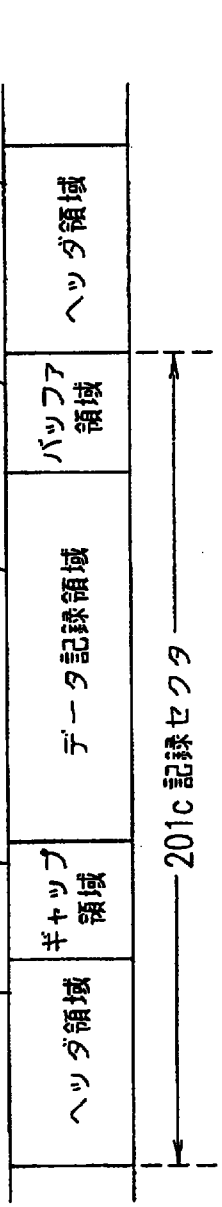


図20B

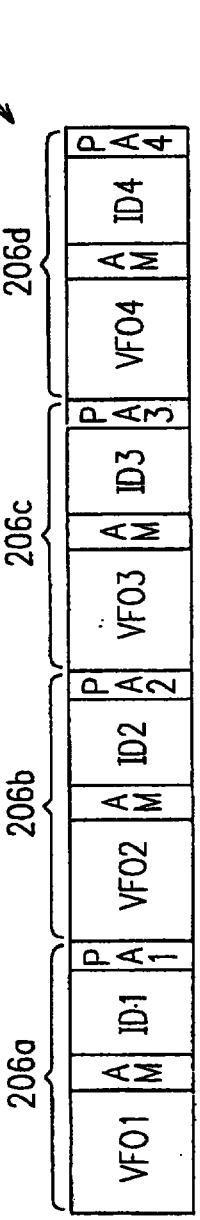


図20C

図21A

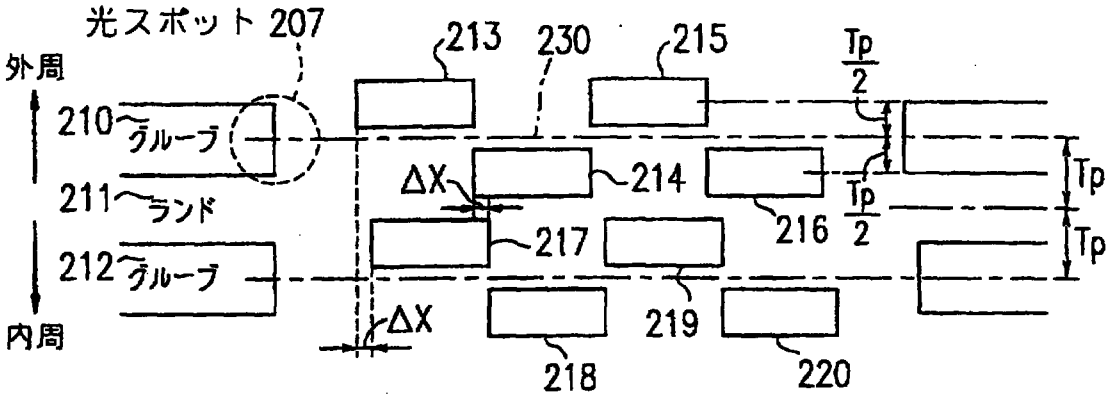


図21B

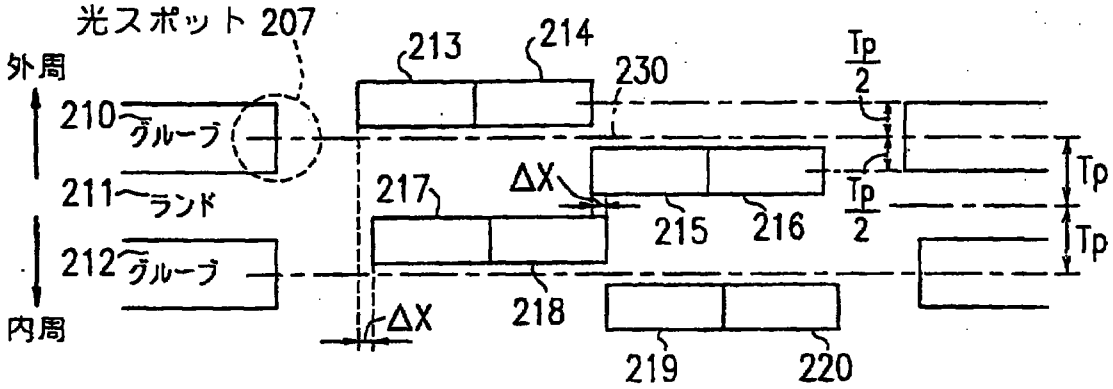


図21C

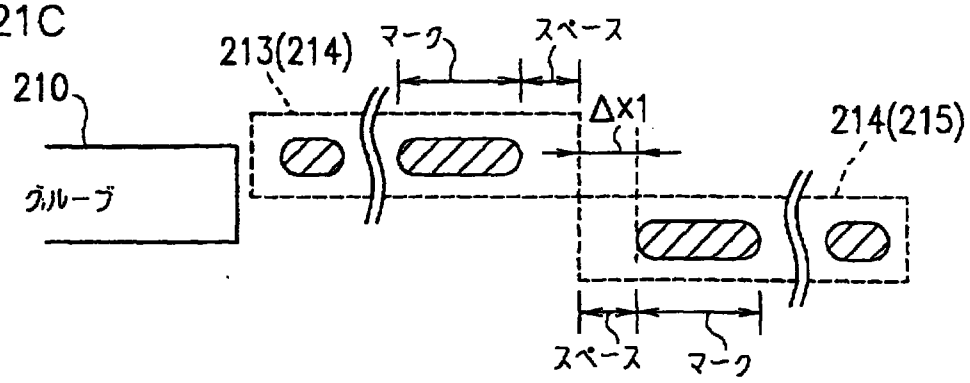


図22A

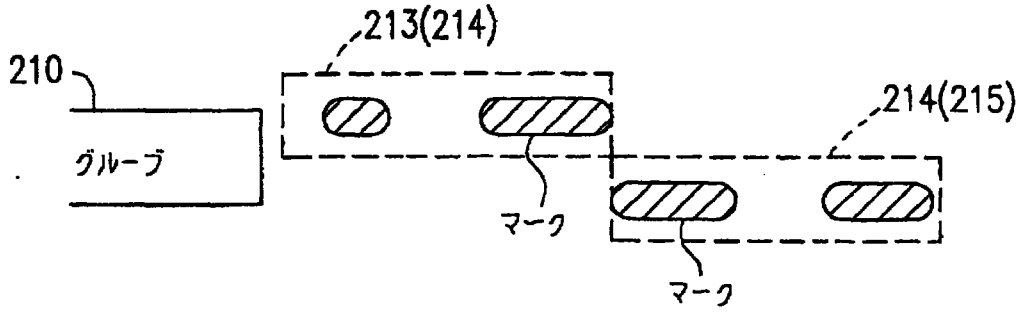


図22B

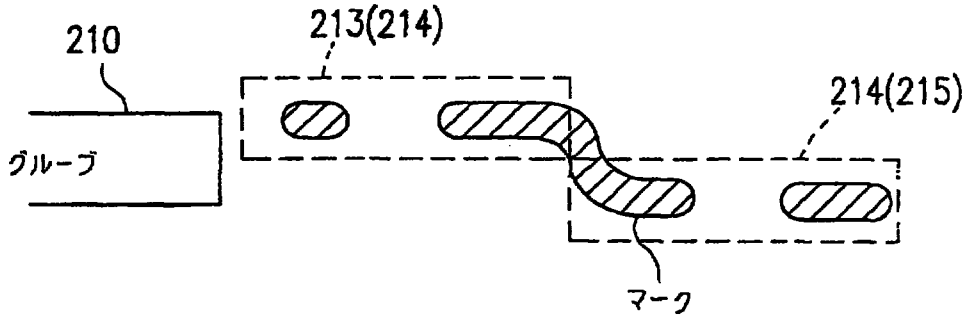


図23A

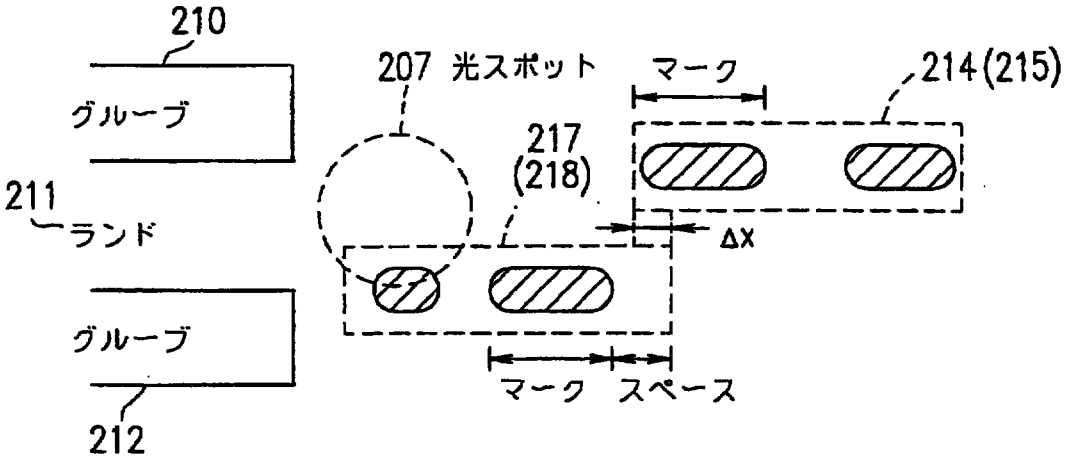

210
グルーブ
211
ランド
グルーブ
212
207 光スポット
217
(218)
マーク
214(215)
ΔX
マーク
スペース

図23B

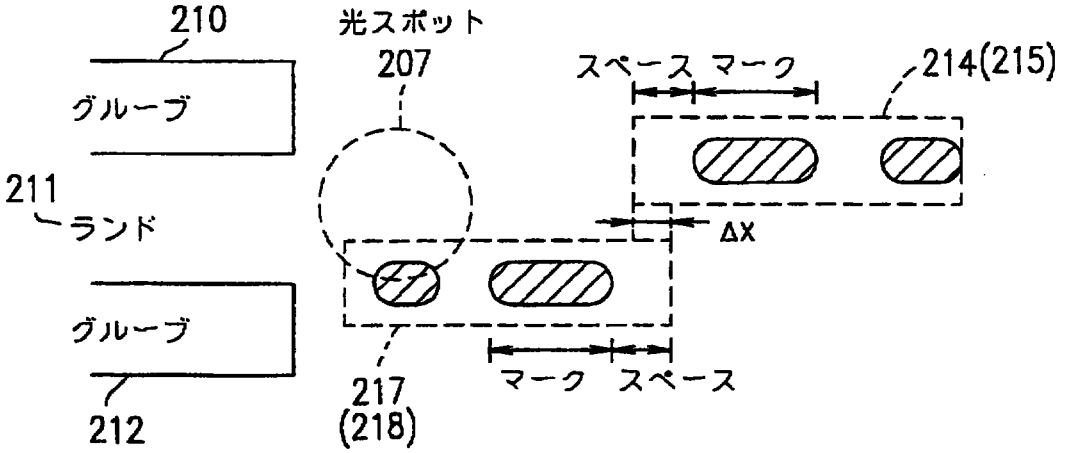

210
グルーブ
211
ランド
グルーブ
212
光スポット
207
217
(218)
スペース
マーク
214(215)
ΔX
マーク
スペース

図24A ネクストステート：1か2，ID末尾：マーク

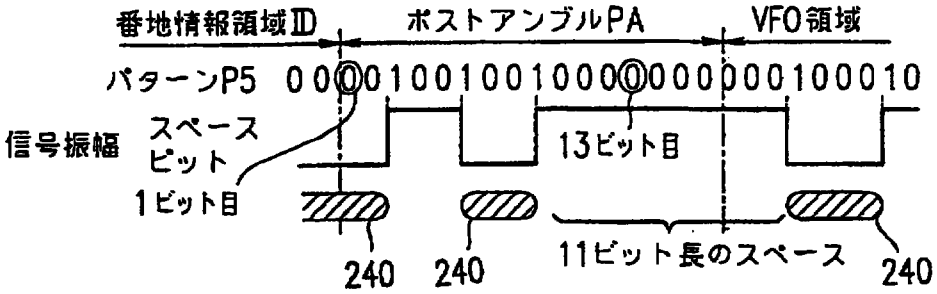


図24B ネクストステート：1か2，ID末尾：スペース

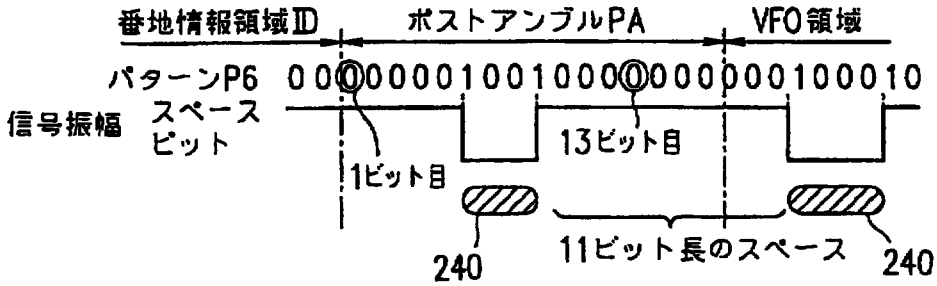


図24C ネクストステート：3か4，ID末尾：マーク

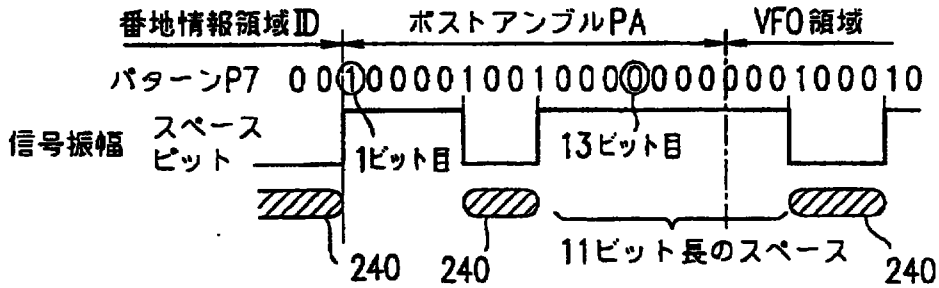


図24D ネクストステート：3か4，ID末尾：スペース

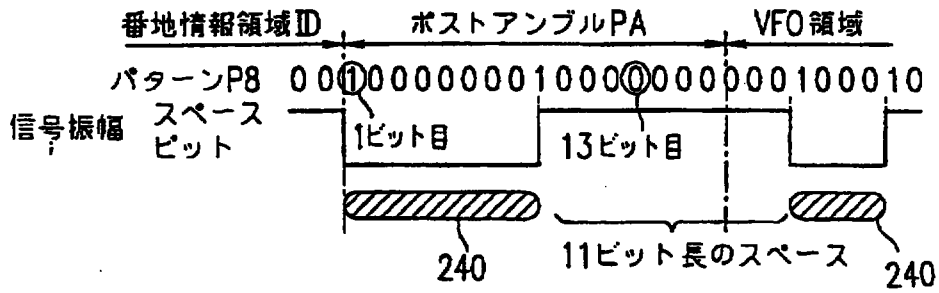


図24E ネクストステート：1か2，ID末尾：マーク

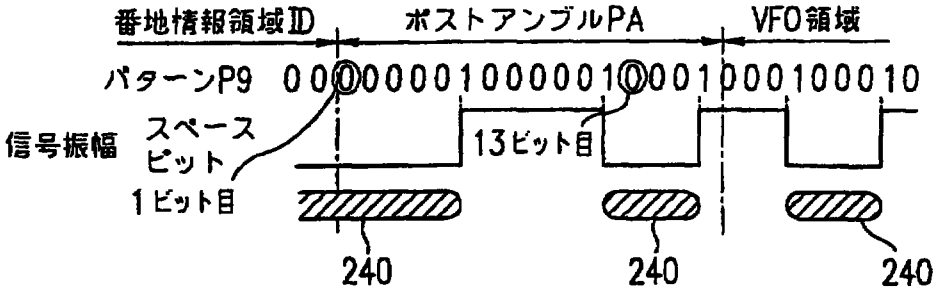


図24F ネクストステート：1か2，ID末尾：スペース

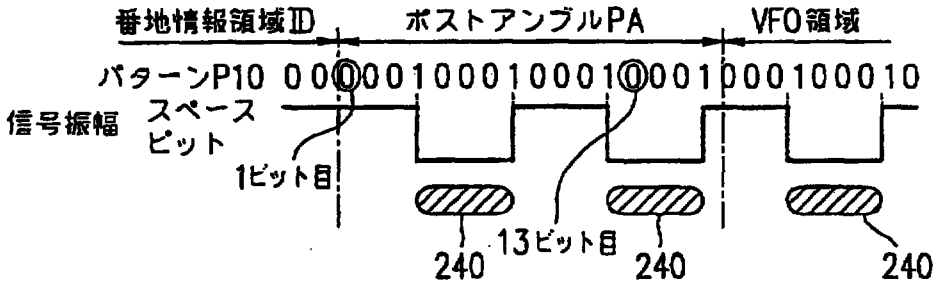


図24G ネクストステート：3か4，ID末尾：マーク

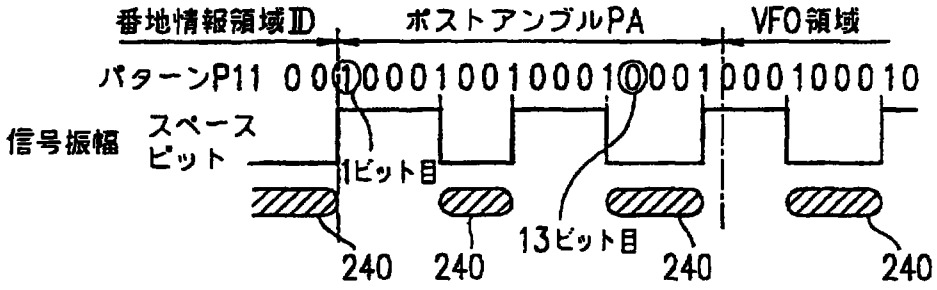


図24H ネクストステート：3か4，ID末尾：スペース

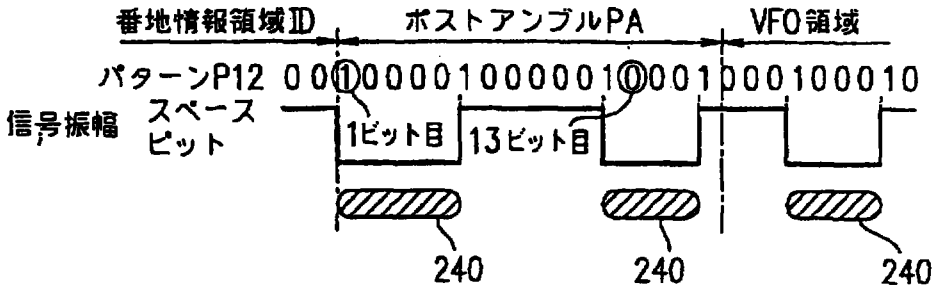


図25A

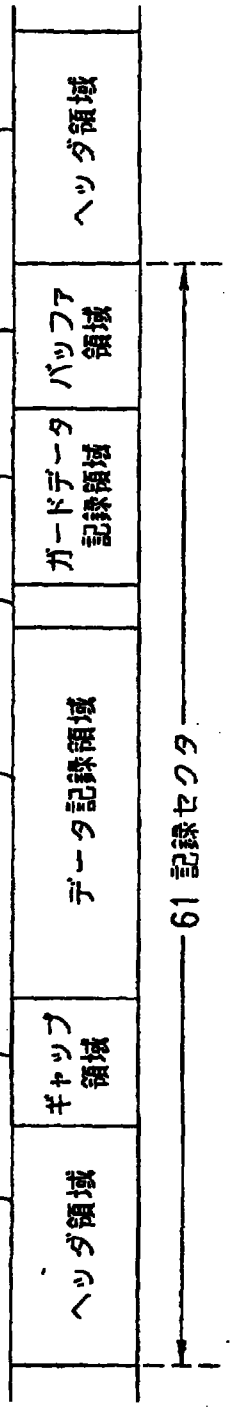
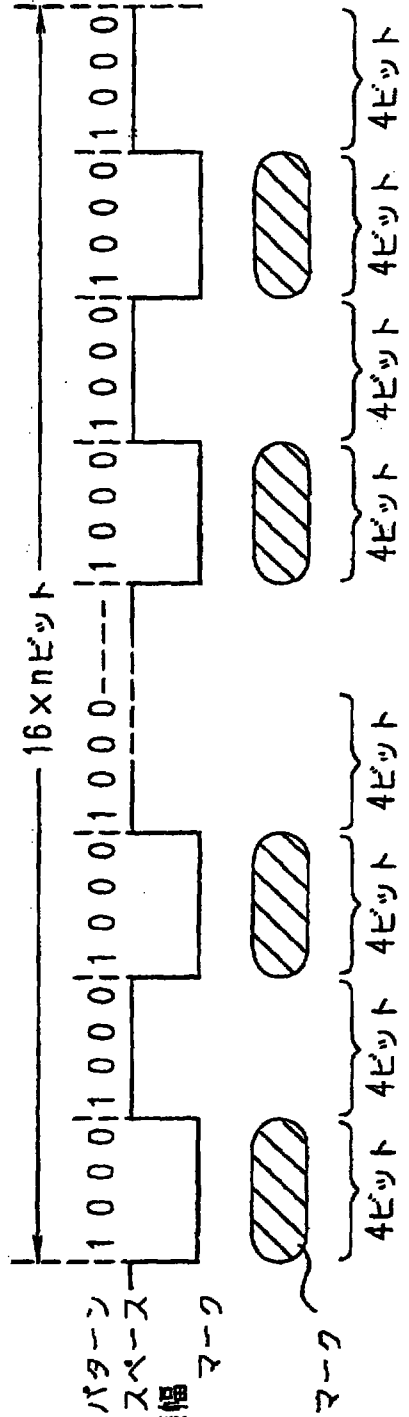

62
ヘッダ領域
63
ギャップ領域
64
データ記録領域
65 ポストアンブル
66
ガードデータ記録領域
67
バッファ領域
62
ヘッダ領域
61 記録セクタ

図25B


66
16×nビット
1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0
パターン
スペース
信号振幅
マーク
マーク
4ビット 4ビット 4ビット 4ビット
4ビット 4ビット 4ビット 4ビット

DESCRIPTION

Optical Disk, Optical Disk Device, and Method of Reproducing Information on Optical Disk

TECHNICAL FIELD

The present invention relates to an optical disk, an optical disk device, and an optical disk reproduction method, for recording/reproducing digital signals.

BACKGROUND ART

In recent years, optical disk devices have attracted attention as means for recording/reproducing a large capacity of data, and are under active technical developments for achieving higher recording density.

Presently prevailing rewritable optical disks include spiral-shaped groove tracks composed of concave and convex portions (each having a width of about 50%) formed on a surface of a disk substrate at a pitch of 1 to 1.6 μm. On the surface of the substrate, a thin film including a recording material (e.g., Ge, Sb, and Te in the case of a phase-change type optical disk) as a component is formed by a method such as sputtering. The disk substrate is fabricated in the following manner. First, a stamper is produced from a prototype where concave grooves and pits for sector addresses and the like are formed by cutting by light beam irradiation. Using such a stamper, the disk substrates made of polycarbonate and the like are mass-produced. The rewritable optical disks require sector-unit management

for data recording and reproduction. Accordingly, at the fabrication of the disks, concave and convex portions (pits) are often formed on a recording surface, simultaneously with the formation of guide grooves for tracking control, so as to record address information of each sector.

Each track of the optical disk with the above structure is irradiated with a light beam having a predetermined recording power, so as to form recording marks on the recording thin film. The portions irradiated with the light beam (the recording marks) have different optical characteristics (reflection characteristics) from the other portions of the recording thin film. Thus, the recorded information can be reproduced by irradiating the track with a predetermined reproduction power and detecting light reflected from the recording film.

In the following description, the pits of physical concave and convex portions and the recording marks obtained by a change in the optical characteristics of the recording thin film are generically referred to as "marks", unless otherwise specified. The pits are read-only marks once formed, while the recording marks are rewritable. At the reproduction of recorded information, the two types of marks are read as changes in the amplitude of reproduction signals. The concave and convex portions as used herein refers to the shapes as are viewed from a reproduction beginning of the optical disk device. In other words, the "pits" refer to the convex portions as are viewed from the reproduction head, and the "grooves" also refer to the convex portions.

Techniques for achieving an optical disk with a high recording density include increasing the recording density in the track direction and increasing the recording density in the linear velocity direction.

Increasing the recording density in the track direction includes reducing the distance between tracks (the track pitch). One technique for reducing the track pitch is land/groove recording where signals are recorded both on convex tracks (groove portions) and concave tracks (land portions). The land/groove recording realizes double recording density, compared with the case of recording signals on either the groove porions or the land portions, if the other conditions are the same.

One technique for increasing the recording density in the linear velocity direction is referred to as mark length recording where both ends of a mark are made to correspond to "1" of modulation data. Figure 1 illustrates an example of the mark length recording in comparison with inter-mark recording. Referring to Figure 1, a sequence Y represents digital data modulated using a run length limit code. The run length limit code as used herein refers to a code sequence where the number of continuous "0"s interposed between every adjacent "1"s (hereinbelow, called the zero run) is limited to a predetermined number. The interval (length) from one "1" to the next "1" in the sequence Y is called an inversion interval. The limits, i.e., the minimum and maximum values of the inversion interval of the sequence Y are determined by the limitation of the zero run. Such values are called the minimum inversion interval and the maximum inversion interval.

When the sequence Y is recorded using the inter-mark recording (PPM; pit position modulation), the "1" of the sequence Y corresponds to a recording mark 101, and the zero run corresponds to a space 102. When the sequence Y is recorded using the mark length recording (PWM; pulse width modulation), the recording state, i.e., whether the recording mark 101 or the space 102, is switched by the appearance of "1" in the sequence Y. When the mark length recording is employed, the inversion interval corresponds to the length of the recording mark 101 or the space 102.

When a run length limit code of which the minimum inversion interval is 2 or more is used, the mark length recording may have an increased number of bits per unit length, compared with the inter-mark recording. For example, consider the case where the minimum value of the physical size of a mark which can be formed on a disk (called a mark unit) is the same in both the mark length recording and the inter-mark recording. As is observed from Figure 1, while the inter-mark recording utilizes three mark units to record data of the minimum code length (three bits, "100", in the sequence Y), the mark length recording utilizes only one mark unit. For example, while the recording density in the inter-mark recording is approximately 0.8 to 1.0 μm/bit, the recording density in the mark length recording is approximately 0.4 μm/bit.

In general, the tracks on the optical disk are divided into recording sectors which represent minimum access units. Address information is prerecorded on each recording sector as described above. By reading the

address information, the access to the recording sectors for data recording/reproduction is possible.

Figure 2A illustrates a signal format of each recording sector of a rewritable optical disk which is in accordance with ISO (see ISO/IEC 10090). A recording sector 103 begins with a header 104 where addressing information for reading address information is prerecorded by forming concave and convex portions on the recording surface. A recording field 105 stores user data where digital data is modulated using a (2,7) modulation code for the inter-mark recording. Figure 3 shows a conversion table of (2,7) modulation codes. As is observed from Figure 3, by the (2,7) modulation, i-bit digital data (i = 2, 3, 4) is converted into a 2×i-bit code sequence. The (2,7) modulation codes are run length limit codes where the zero run is limited between 2 and 7.

Figure 2B shows the construction of the header 104. A sector mark SM is provided so that the optical disk device can identify the beginning of the recording sector without clock reproduction by a phase locked loop (PLL). As shown in Figure 2C, the sector mark SM includes a pattern using comparatively long marks. Since the sector mark SM has this predetermined pattern, and the amplitude of the reproduction signals thereof is large, the sector mark SM is distinguishable from other data recorded using the inter-mark recording. The position of the header 104 is detected by detecting the sector mark SM, thereby to reproduce the address information.

VFO regions VFO1 and VFO2 shown in Figure 2B are provided so that the optical disk device can obtain bit synchronization of reproduction signals using a clock reproduction by the PLL. A 2-zero run sequential pattern is recorded using the inter-mark recording.

Address marks AM are provided so that the optical disk device can identify the byte synchronization of subsequent address fields ID1, ID2, and ID3. Each of the address marks AM includes a pattern as shown in Figure 2D recorded using the inter-mark recording technique. The pattern of the address mark AM includes a pattern of $T_{max} + 1 = 9$ bits where T_{max} is a maximum inversion interval of the (2,7) modulation code ($T_{max} = 8$). This pattern does not appear in data recorded by the (2,7) modulation code.

Each of the address fields ID1, ID2, and ID3 includes: address information composed of track numbers, sector numbers, and the like; and cyclic redundancy check (CRC) codes for error detection during data reproduction, which are subjected to the (2,7) modulation and recorded using the inter-mark recording.

A postamble PA is provided to indicate the end of the (2,7) modulated data in the address field ID3.

Figure 4 shows an example of signal amplitudes obtained when information recorded on the header 104 is reproduced by the optical disk device. As is observed from Figure 4, the amplitudes of the reproduced signals are proportional to the lengths of the corresponding marks. The amplitude of the reproduced signal of the

sector mark SM which has a long length is larger than that of the reproduced signal of other data. This allows for the identification of the sector mark SM by detecting the envelope of the reproduced signal waveform, and thus the detection of the beginning of each recording sector.

In the above example, all of the (2,7) modulated data is recorded using the inter-mark recording. However, in an optical disk having the header 104, when data is recorded using the mark length recording for improving the recording density, the marks recorded in the address fields ID1 to ID3 of the header 104 and the marks recorded in the recording field 105 have a certain length determined by the zero run limitation of the modulation code. Accordingly, the amplitude of the reproduced signal of data recorded using the mark length recording becomes large, compared with that recorded using the inter-mark recording where each mark corresponds to the 1-bit long "1". In the mark length recording, therefore, the difference in the signal amplitude (or the difference in the pattern) between the sector mark SM and the other portions becomes small compared with the case of the inter-mark recording. This makes it difficult to detect the beginning of the recording sector 103 by the envelope.

Moreover, when the above-described address mark AM is used, an erroneous detection of the address mark AM due to an erroneous bit shift of "1" may occur. For example, a code sequence obtained by the (2,7) modulation of digital data {...10110011...} is converted into {...01001000000010001...} from a conversion table such as that shown in Figure 3. At this time, the

pattern of the address mark AM is {01001000000000100} as shown in Figure 2D. If "1" of the above (2,7) modulated pattern shifts by one bit, the resultant pattern is identical to the address pattern AM, which will cause erroneous detection.

In view of the foregoing, the objects of the present invention are to provide an optical disk, an optical disk device, and an optical disk reproduction method, where address information can be read reliably even when high recording density is achieved by employing mark length recording and the like.

DISCLOSURE OF INVENTION

The optical disk of the present invention includes a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each of the recording sectors including a header region, wherein the header region includes address information for identifying a position of the corresponding recording sector and address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization. The address information has been modulated using a run length limit code of a maximum inversion interval of T_{max} bits (T_{max} is a natural number), and the address synchronous information includes two patterns of which inversion interval is (T_{max} + 3) bits or more, so that a reproduced signal of the address synchronous information is distinguished from a reproduced signal of other information. With the above construction, the above objects are attained.

In one embodiment, the address synchronous information includes a first pattern and a second pattern which are different in either a physical shape or an optical characteristic of a recording surface of the optical disk, and the address synchronous information includes one first pattern having a length of (T_{max} + 3) bits or more and one second pattern having a length of (T_{max} + 3) bits or more.

The pattern may be a convex portion (pit) formed physically on the recording surface of the optical disk, and the second pattern is a concave portion formed physically on the recording surface of the optical disk.

The first pattern may be a recording mark formed by changing a reflection characteristic of the recording surface of the optical disk, and the second pattern is a space on the recording surface.

Preferably, a total bit length of the first pattern included in the address synchronous information and a total bit length of the second pattern included in the address synchronous information are equal to each other.

Preferably, the header region includes four-time repetition of the address information and the address synchronous information.

The optical disk of this invention includes a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each of the recording sectors including a header region, wherein the header region includes

address information for identifying a position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information for reproducing a clock signal, the address information has been modulated using a run length limit code of a minimum inversion interval of T_{min} bits and a maximum inversion interval of T_{max} bits (T_{max} and T_{min} are natural numbers satisfying $T_{max} > T_{min}$), the clock synchronous information is a sequential pattern of alternate repetition of d-bit long mark and space (d is a natural number satisfying $T_{min} \leq d < T_{max}$), and the address synchronous information includes two patterns of which inversion interval is ($T_{max} + 3$) bits or more, so that a reproduced signal of the address synchronous information is distinguished from a reproduced signal of other information. With the above construction, the above objects are attained.

In one embodiment, each of the address synchronous information and the clock synchronous information includes a first pattern and a second pattern which are different in either a physical shape or an optical characteristic of a recording surface of the optical disk, and the address synchronous information includes one first pattern having a length of ($T_{max} + 3$) bits or more and one second pattern having a length of ($T_{max} + 3$) bits or more.

In another embodiment, the minimum inversion interval T_{min} is 3, the maximum inversion interval T_{max} is 11, and the value d is 3.

In still another embodiment, the minimum inversion interval T_{min} is 3, the maximum inversion interval T_{max} is 11, and the value d is 4.

Preferably, the header region includes four-time repetition of the clock synchronous information, the address information, and the address synchronous information.

The optical disk comprising a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, wherein each recording sector includes a header region and a postamble region following an end of the header region, and the postamble region includes a pattern determined based on a modulation result of data of the header region. With above construction, the above objects are attained.

In one embodiment, the data on the header region is modulated using a modulation code for performing a conversion in a table based on a state, the postamble region includes information for identifying the state.

The information for identifying the state may be at least one specific bit having a predetermined value, and a bit located adjacent to the specific bit has substantially the same value as the predetermined value of the specific bit.

The optical disk of this invention includes a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, wherein each recording sector includes a header region, a data recording region, and a postamble

region following an end of the data recording region, and the postamble region includes a pattern determined based on a modulation result of data of the data recording region. With this construction, the above objects are attained.

In one embodiment, the data on the data recording region is modulated using a modulation code for performing conversion in a table based on a state, the postamble region includes information for identifying the state.

The information for identifying the state may be at least one specific bit having a predetermined value, and a bit located adjacent to the specific bit has substantially the same value as the predetermined value of the specific bit.

In one embodiment, the recording sector further includes a guard data recording region following the postamble region for recording dummy data.

In another embodiment, the data recording region includes data modulated using a run length limit code of a minimum inversion interval of T_{min} bits and a maximum inversion interval of T_{max} bits (T_{max} and T_{min} are natural numbers satisfying $T_{max} > T_{min}$), and the guard data recording region includes a pattern of alternate repetition of a k-bit long optical mark and a k-bit long optical space (k is a natural number satisfying $T_{min} \leq k \leq T_{max}$).

The optical disk of this invention includes a plurality of tracks each divided into a plurality of

recording sectors, wherein each recording sector includes a header region, and the header region includes an address region having a postamble region at an end of the address region, and the postamble region has a pattern which ends with non-pit data or a space. With this construction, the above objects are attained.

The header region may include a plurality of the address regions.

The address regions may be located in the middle of groove portions and land portions of the tracks.

The optical disk of this invention includes a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, wherein each recording sector includes a header region, the header region includes a plurality of address regions, each of the address regions includes a VFO region at a beginning of the address region, and the VFO region has a pattern which starts with non-pit data or a space. With this construction, the above objects are attained.

In one embodiment, the address region includes an address information region where address information is recorded by a mark length recording for identifying a position of the corresponding recording sector, and the address information is modulated using a run length limit code of a minimum inversion interval of T_{min} bits and a maximum inversion interval of T_{max} bits (T_{max} and T_{min} are natural numbers satisfying $T_{max} > T_{min}$), and non-pit data or a space having a length in a range of T_{min} bits or more and T_{max} bits or less is provided between the address

regions.

The address regions may be located in the middle of groove portions and land portions of the tracks.

The optical disk device of this invention is for an optical disk including a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each recording sector including a header region and a data region, the header region including address information for identifying a position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information having a predetermined sequential pattern, the device comprising: means for reading a reproduced signal from the optical disk; address reproduction means for obtaining the address information from the reproduced signal; detection means for detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal to output a detection signal; and address reproduction permit means for permitting the address reproduction means to perform a read operation of the address information based on the detection signal. With this construction, the above objects are attained.

In one embodiment, the optical disk device further includes: clock generation means for generating a clock signal from the reproduced signal; and clock reproduction permit signal for permitting the clock generation means to perform an operation of generating the clock signal based on the detection signal.

The detection means may includes: binary means for converting the reproduced signal into binary data to output the binary data; sampling means for sampling the binary data at a predetermined frequency to output digital data; parallel conversion means for converting the digital data into parallel data of at least m × n bits (m and n are natural numbers); and a detection table for detecting a predetermined sequence composed of n-time repetition of an m-bit pattern from the parallel data.

The optical disk device of this invention is for an optical disk including a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each recording sector including a header region and a data region, the header region including address information for identifying a position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information having a predetermined sequential pattern, the device comprising: means for reading a reproduced signal from the optical disk; clock generation means for generating a clock signal from the reproduced signal; detection means for detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal to output a detection signal; and clock reproduction permit means for permitting the clock generation means to perform an operation of generating the clock signal based on the detection signal.

In one embodiment, the detection means comprises: binary means for converting the reproduced signal into binary data to output the binary data; sampling means for

sampling the binary data at a predetermined frequency to output digital data; parallel conversion means for converting the digital data into parallel data of at least m × n bits (m and n are natural numbers); and a detection table for detecting a predetermined sequence composed of n-time repetition of an m-bit pattern from the parallel data.

The reproduction method of this invention is for an optical disk including a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each recording sector including a header region and a data region, the header region including address information for identifying a position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information having a predetermined sequential pattern, the method comprising the steps of: retrieving a reproduced signal from the optical disk; detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal; permitting reading of the address information if the sequential pattern is detected; reading the address information from the reproduced signal in response to the permission; and terminating the step of reading the address information in a predetermined time period after the permission to return to the step of detecting the sequential pattern. With this construction, the above objects are attained.

In one embodiment, the reproduction method further includes the steps of: permitting reproduction of a clock signal if the sequential pattern is detected; and

reproducing the clock signal from the reproduced signal in response to the permission.

The reproduction method of this invention is for an optical disk including a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each recording sector including a header region and a data region, the header region including address information for identifying a position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information having a predetermined sequential pattern, the method comprising the steps of: retrieving a reproduced signal from the optical disk; detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal; permitting reproduction of a clock signal if the sequential pattern is detected; and reproducing the clock signal from the reproduced signal in response to the permission. With this construction, the above objects are attained.

The reproduction method of this invention is for an optical disk including a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each recording sector including a header region and a data region, the header region including address information for identifying a position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information having a predetermined sequential pattern, the method comprising the steps of: retrieving a reproduced signal from the

optical disk; determining a reproduction mode whether the reproduction mode is an initial mode during a time period from switching-on of the device or a track jump until the address information is first read from the reproduced signal or a normal mode during a time period from the reading of the address information until a next track jump is generated; detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal; permitting reading of the address information if the sequential pattern is detected in the initial mode as a first permitting step; reading the address information from the reproduced signal in response to the permission; generating a sector pulse if the address information is correctly read; permitting reading of the address information from the reproduced signal based on the sector pulse in the normal mode as a second permitting step; and terminating the reading of the address information to return to the step of determining a reproduction mode if the address information fails to be read within a predetermined time period after either the first or second permission step. With this construction, the above objects are attained.

BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

Figure 1 is a view for explaining the mark length recording and the inter-mark recording.

Figure 2A is a view illustrating a signal format of a recording sector of a conventional optical disk.

Figure 2B is a view illustrating a header of the conventional optical disk.

Figure 2C is a view illustrating a recording pattern of a sector mark of the conventional optical disk.

Figure 2D is a view illustrating a recording pattern of an address mark of the conventional optical disk.

Figure 3 illustrates a modulation table of (2,7) modulation codes.

Figure 4 is a view illustrating an example of reproduced signal waveforms at the header of the conventional optical disk.

Figures 5A to 5C are views for explaining a construction of an optical disk of one example according to the present invention.

Figure 6 is a view illustrating an exemplary recording pattern of a VFO region of the optical disk of the example according to the present invention.

Figures 7A to 7C are views illustrating exemplary recording patterns of an address mark of the optical disk of the example according to the present invention.

Figures 8A to 8D are views illustrating exemplary recording patterns of the address mark of the optical disk of the example according to the present invention.

Figure 9 is a view illustrating an exemplary recording pattern of the address mark of the optical disk

of the example according to the present invention.

Figure 10 is a block diagram of an optical disk device of one example according to the present invention.

Figure 11 is a block diagram of an exemplary inner construction of a reproduction system shown in Figure 10.

Figure 12A is a block diagram of an exemplary inner construction of a VFO detection circuit of the example according to the present invention.

Figure 12B is a view illustrating the construction of a VFO detection table in the example according to the present invention.

Figure 13 is a timing chart of exemplary waveforms of various signals used in the optical disk device of the example according to the present invention.

Figure 14 is a timing chart of exemplary waveforms of various signals used in the optical disk device of the example according to the present invention.

Figure 15 is a flowchart of an exemplary process after the turning-on of a system control of the optical disk device of the example according to the present invention.

Figure 16 is a flowchart of an exemplary process of the system control of the optical disk device of the example according to the present invention.

Figure 17A is a view illustrating a signal format of a recording sector of an optical disk of another example according to the present invention.

Figure 17B is a view illustrating a signal format of a header region of the optical disk of the example according to the present invention.

Figure 18A is a block diagram of a modulation circuit for a state modulation code in the example according to the present invention.

Figure 18B is a view illustrating an exemplary content of a conversion table shown in Figure 18A.

Figure 18C is a block diagram of the construction of a demodulation circuit for the state modulation code in the example according to the present invention.

Figures 19A and 19B are views illustrating exemplary recording patterns for a postamble in the example according to the present invention.

Figures 20A to 20C are views for explaining the construction of an optical disk of still another example according to the present invention.

Figures 21A and 21B are schematic views illustrating exemplary arrangements of an address region of a header region of the optical disk of the example according to the present invention.

Figure 21C is a view illustrating a coupling

portion of address regions shown in Figures 21A and 21B.

Figure 22A is a schematic view illustrating the case where the coupling portion of the address regions of the optical disk includes marks and the marks are ideally formed.

Figure 22B is a schematic view illustrating the marks formed on the coupling portion of the address regions of the optical disk.

Figures 23A and 23B are views illustrating the operation where an optical spot performs data reproduction along a land track.

Figures 24A to 24H are views illustrating exemplary patterns of a postamble.

Figure 25A is a view illustrating a signal format of a recording sector of an optical disk of still another example according to the present invention.

Figure 25B is a view illustrating an exemplary pattern recorded on a guard data recording region in the example according to the present invention.

BEST MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION

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

(Example 1)

Figure 5A schematically illustrates an optical

disk 1a of the first example according to the present invention. As shown in Figure 5A, the optical disk 1a has tracks 1b formed in a spiral shape. Each track 1b is divided into recording sectors 1c in accordance with a predetermined physical format. As shown in Figure 5A, the recording sectors 1c are sequentially arranged in the circumferential direction to form the track 1b.

Figure 5B illustrates a format of each recording sector 1c of the optical disk 1a of the first example according to the present invention. Referring to Figure 5B, the recording sector 1c starts with a header region 2 where addressing information for reading address information is prerecorded. A gap region 3, a data recording region 4, and a buffer region 5 respectively follow the header region 2 in this order. The gap region 3 has no data recorded thereon, but is used for power control of a semiconductor laser used for data recording/reproduction and the like. The data recording region 4 is used to record user data. Redundant data such as an error correction code is added to the user data, to form digital data. The digital data is modulated using a run length limit code where the zero run is limited to the range of 2 to 10. The modulated data is recorded on the data recording region 4 using the mark length recording. Such a run length limit code is called the (2,10) modulation code. The buffer region 5 is provided to absorb a rotational fluctuation of the optical disk and the like. In the header region 2, information may be recorded as pits in a concave and convex shape on the recording surface, or as marks optically recorded in substantially the same manner as that used in the recording on the data recording region.

As shown in Figure 5C, the header region 2 is divided into four address regions 6a, 6b, 6c, and 6d. Each of the address regions includes a VFO region, an address mark AM, and an address information region ID. For example, the address region 6a includes a VFO region VF01, an address mark AM, and an address information region ID1, while the address region 6b includes a VFO region VF02, an address mark AM, and an address information region ID2.

In the conventional header 104 shown in Figure 2B, the sector mark SM precedes the pattern composed of the VFO region, the address mark AM, and the address field ID which is repeated three times. In this example, no sector mark is recorded on each header region 2, but the address region, similar to the above pattern, which is composed of the VFO region, the address mark AM, and the address information region ID, is repeated four times.

The VFO regions VF01, VF02, VF03, and VF04 are used so that an optical disk device can obtain clock reproduction from reproduced signals. As shown in Figure 6, each VFO region has such a sequential pattern that includes 4-bit long marks and 4-bit long spaces appearing alternately. Each of the VFO regions may have the same length or different lengths. For example, if the VFO region VF01 is made longer than the other VFO regions VF02, VF03, and VF04, stable clock reproduction is obtained at the beginning of the header region 2.

Each address mark AM is provided so that the optical disk device can identify the position of the

subsequent address information region ID to obtain bit synchronization therewith. Figure 7A shows an example of the address mark AM of this example. As shown in Figure 7A, marks are recorded on the optical disk using the mark length recording in accordance with the signal sequence (bit pattern) of the address mark AM. The resultant signal to be read has an amplitude in accordance with the pattern of marks and spaces (portions other than the marks). In this example, the address mark AM has a pattern which includes one 14-bit long mark and one 14-bit long space. The address information regions ID1, ID2, ID3, and ID4 are representatively denoted as an address information region ID.

With respect to the address information region ID, digital data composed of data including address information such as the track number and the sector number and a predetermined error detection code added thereto are recorded using the mark length recording, after the digital data are modulated using a (2,10) modulation code.

Since the maximum inversion interval of the (2,10) modulation code is 11, no marks or spaces having a length of 12 bits or more are included in the pattern in any of the address information regions ID and the data recording regions. Even if the 11-bit long mark in the address information region ID or the data recording region is erroneously reproduced as a 12-bit long mark due to an edge shift of the mark or the like, and furthermore the 14-bit long mark in the address mark AM is erroneously reproduced as a 13-bit long mark, the one-bit long difference still exists therebetween. Accordingly,

unless the mark/space in either one of the regions is subjected to an edge shift by 2 or more bits, a failure to detect the 14-bit long mark in the address mark AM or an erroneous detection of a pattern in the address information region ID or the data recording region as a 14-bit long mark will not occur. In this way, the address mark AM can be detected without fail by recording two patterns (one mark and one space) having a length of T_{max} + 3 bits or more where T_{max} is the maximum inversion interval.

As described above, the address mark AM includes two 14-bit long mark/spaces. This pattern reduces the probability of erroneous detection compared with a pattern including only one 14-bit long mark or space. Moreover, the pattern including only one 14-bit long mark or space can be used as a data synchronization detection pattern for the data recording region 4. This makes it possible, not only to maintain the reliability of the data synchronization detection, but also to facilitate prevention of the data synchronization detection pattern from being erroneously detected as the address mark AM.

Figures 7B and 7C illustrate other examples of the address mark AM. A pattern including two 14-bit long marks as shown in Figure 7B and a pattern including two 14-bit long spaces as shown in Figure 7C may be used as the address mark AM. Using the patterns as shown in Figures 7B and 7C, however, the entire recording pattern may be made one-sided in the balance of marks and spaces. If the entire recording pattern becomes one-sided, the low-frequency component of the pattern increases. The increase of the low-frequency components of the pattern

varies the amount of the reproduced signal components in the servo frequency band, which affects the servo system. Accordingly, the amount of the low-frequency component of the pattern should preferably be as small as possible. Thus, the pattern as shown in Figure 7A is preferable where the appearance of the marks and the spaces is balanced.

Figures 8A to 8D illustrate yet other examples of the address mark AM. The address mark AM shown in Figure 8A has a pattern composed of {6-bit long mark, 14-bit long space, 4-bit long mark, 4-bit long space, 14-bit long mark, 6-bit long space}. The address mark AM shown in Figure 8B has a pattern composed of {4-bit long mark, 14-bit long space, 6-bit long mark, 6-bit long space, 14-bit long mark, 4-bit long space}. The address mark AM shown in Figure 8C has a pattern composed of {5-bit long mark, 14-bit long space, 5-bit long mark, 5-bit long space, 14-bit long mark, 5-bit long space}. The address mark AM shown in Figure 8D has a pattern composed of {4-bit long mark, 14-bit long space, 4-bit long mark, 4-bit long space, 14-bit long mark, 4-bit long space}.

In all of the above patterns, the total number of bits of the marks and the total number of bits of the spaces are equal to each other. Thus, these patterns include two 14-bit long mark/spaces and also include a reduced amount of low-frequency components.

In the patterns shown in Figures 8A to 8D, the number of mark/space inversions is large compared with the patterns shown in Figures 7A to 7C. As the number of mark/space inversions increases, edge information in-

creases and thus the error due to a bit shift occurs less easily. In other words, the patterns shown in Figures 8A to 8D have a smaller probability of causing erroneous synchronization detection due to a bit shift than the patterns shown in Figures 7A to 7C.

In some cases, the processing of a modulation circuit, a demodulation circuit, and the like becomes simpler if the address mark AM has a length of an integer number of data bytes. Figure 9 illustrates a pattern of the address mark AM obtained by using a modulation code which modulates one data byte into 16 bits. The address mark AM is 48-bit long, i.e., 3-data byte long. The pattern is composed of {4-bit long space, 4-bit long mark, 14-bit long space, 4-bit long mark, 4-bit long space, 14-bit long mark, 4-bit long space}.

The pattern of the address mark AM shown in Figure 9 includes a larger number of mark/space inversions than the pattern shown in Figure 7A. As the number of mark/space inversions increases, edge information increases and thus the error due to a bit shift occurs less easily as described above. In other words, the pattern shown in Figure 9 has a smaller probability of causing erroneous synchronization detection due to a bit shift than the pattern shown in Figure 7A.

Figure 10 is a block diagram of an optical disk device 100 for recording/reproducing data on/from the optical disk 1a having the signal format described above. Referring to Figure 10, the optical disk device 100 includes a spindle motor 7, a head 8, a preamplifier 9, a modulation circuit 11, a laser driving circuit 14, a

reproduction system 16, a system control 18, and a servo system 50.

The spindle motor 7 rotates the optical disk 1a at a predetermined number of revolutions. The head 8 incorporates a semiconductor laser, an optical system, an optical detector, and the like therein though these components are not shown. Laser light emitted by the semiconductor laser is converged by the optical system so that a light spot having a predetermined power for recording or reproduction is formed on a recording surface of the optical disk 1a to realize data recording/reproduction. Reflected light from the recording surface is converged by the optical system and converted into a current by the optical detector. The signal current output from the head 8 is further converted into a voltage and amplified by the preamplifier 9, so as to be output as a reproduced signal 10.

The servo system 50 performs the rotational control of the spindle motor 7, the phase control for moving the head 8 in the radial direction of the optical disk 1a, the focusing control for focusing the light spot on the recording surface of the optical disk 1a, and the tracking control for tracking the light spot along the center of the track.

The modulation circuit 11 performs the (2,10) modulation for input data 12, and outputs modulated data 13 to the laser driving circuit 14. During the reproduction, the laser driving circuit 14 outputs a laser driving signal 15 for driving the semiconductor laser incorporated in the head 8 to emit light with the

power for reproduction. During the recording, the laser driving circuit 14 outputs the laser driving signal 15 for driving the semiconductor laser to emit light with the power for recording so that the mark length recording is performed on the data recording region 4 in accordance with the supplied modulated data 13.

The reproduction system 16 reproduces various data recorded on the header region 2 and the data recording region 4 from the reproduced signal 10 supplied from the preamplifier 9, and outputs the data as reproduced data 17.

The system control 18 controls the operations of the modulation circuit 11, the laser driving circuit 14, the reproduction system 16, and the servo system 50 based on the reproduced data 17 reproduced by the reproduction system 16 and a user's configuration 19.

Figure 11 is a block diagram illustrating an example of the internal construction of the reproduction system 16. Hereinbelow, the method for reproducing address information 40 recorded on the header region 2 from the reproduced signal 10 will be described. As shown in Figure 11, the reproduction system 16 includes a clock reproduction circuit 20, a binary circuit 21, a VFO detection circuit 25, a reproduction permit circuit 32, an address demodulation circuit 30, and a data demodulation circuit 39.

The reproduced signal 10 received from the preamplifier 9 is input into the clock reproduction circuit 20 and the binary circuit 21. The clock repro-

duction circuit 20 includes a PLL for generating a reproduction clock 22 synchronized with the reproduced signal 10 in frequency and phase. The binary circuit 21 equalizes the waveform of the reproduced signal 10 as required, to convert the signal into a binary pattern composed of "1" and "0". The binary circuit 21 outputs the converted pattern itself to the VFO detection circuit 25 as asynchronous binary data 23, and simultaneously synchronizes the converted binary pattern with the reproduction clock 22 supplied from the clock reproduction circuit 20 to output as synchronous binary data 24. The synchronous binary data 24 is supplied to the address demodulation circuit 30 and the data demodulation circuit 39.

The VFO detection circuit 25 detects the sequential patterns recorded on the VFO regions VF01, VF02, VF03, and VF04 based on the asynchronous binary data 23, and outputs a VFO detection pulse 26 if predetermined sequential patterns are detected.

Figure 12A illustrates an example of the internal construction of the VFO detection circuit 25. As shown in Figure 12A, the VFO detection circuit 25 includes a parallel conversion circuit 28, an oscillator 41, and a VFO detection table 42. The parallel conversion circuit 28 receives the asynchronous binary data 23 and a fixed clock 27 generated by the oscillator 41. The parallel conversion circuit 28 latches the asynchronous binary data 23 at the timing of the fixed clock 27 and converts the asynchronous binary data 23 into parallel data 29 corresponding to continuous 32 clocks. The converted parallel data 29 is input into the VFO detec-

tion table 42.

The VFO detection table 42 is, for example, composed of a table as shown in Figure 12B which provides one-bit output from 32-bit input. The VFO detection table 42 outputs the VFO detection pulse 26 of "1" if the parallel data 29 sequentially input at the timing of the fixed clock 27 is a pattern composed of four-time repetition of an 8-bit pattern, {11110000} or {00001111}, or a pattern similar to this pattern. Otherwise, the VFO detection pulse 26 is "0".

The first two lines of patterns in the VFO detection table shown in Figure 12B are detection patterns which are obtained when the frequency of the fixed clock 27 is substantially equal to the frequency of the reproduction clock and completely match with the 4-bit long mark/space repetition pattern, i.e., the recording pattern of the VFO region. The other patterns in the third and subsequent lines are more or less different from the recording pattern of the VFO region. These patterns are provided so that patterns can be detected even in the case where the amplitude of the reproduced signal 10 varies or in the case where the frequency of the fixed clock 27 and the frequency of the reproduction clock become more or less different from each other due to a rotational fluctuation of the optical disk 1a.

By using the VFO detection circuit 25 with the above internal construction, the signals recorded on the VFO region can be detected with the fixed clock 27 corresponding to the frequency of a clock reproduced when the optical disk 1a is rotating at a predetermined number

of revolutions.

In this example, the parallel data 29 corresponding to 32 clocks are used for the detection of four periods of the 4-bit long mark/space pattern. The number of bits of the parallel data 29 is not limited to this number. An optimal number of bits may be selected so that an erroneous detection and an omission of detection are minimized. The frequency of the fixed clock 27 is not limited to the above-mentioned value. For example, if the frequency of the fixed clock is made to correspond to a quarter of the frequency of the reproduction clock, the pattern, {10101010} or {01010101} can be detected as the VFO pattern.

The VFO detection circuit 25 is not limited to the circuit having the internal construction shown in Figure 12A. For example, since the sequential pattern includes a specific frequency component, such a specific frequency component may be detected directly from the reproduced signal 10 to detect the sequential pattern.

The address demodulation circuit 30 detects the address mark AM using the synchronous binary data 24 and the reproduction clock 22, performs the (2,10) demodulation for the modulated data recorded on the subsequent address information regions ID1, ID2, ID3, and ID4, and detects an error in the demodulated data.

In this example, as described above, each header region 2 is composed of four repeated address regions each including the VFO region, the address mark AM, and the address information region ID. Accordingly, when

address information is successfully reproduced without an error from two or more address information regions among the four address information regions ID1, ID2, ID3, and ID4, the reproduced values are output to the system control 18 as the address information 40. The address demodulation circuit 30 also outputs a sector synchronization pulse 31 simultaneously with the output of the address information 40.

The four repeated recordings on the address regions will now be described. The error rate for one address is about 10^{-2}. Assuming that the address information is obtained (the address is readable) when at least two address regions among the four address regions are successfully reproduced, the probability of failing to obtain the address information is as follows.

$$ {}_4C_3 \times (10^{-2})^3 \times (1 - 10^{-2}) + (10^{-2})^4 \fallingdotseq 4 \times 10^{-6} $$

wherein "${}_4C_3$" is the number of combinations of three from four. Since one optical disk includes about 10^6 recording sectors, the number of recording sectors in which an address is not readable in one optical disk is $10^6 \times (4 \times 10^{-6}) = 4$, which is within an allowable range. Thus, in this example, the number of recording sectors in which addresses are not readable is substantially reduced to less than 10. This facilitates the identification of each recording with an extremely high probability. As a result, each recording sector can be identified by reliably retrieving the address information from the address regions of the header of each recording sector, without the necessity of providing a sector mark SM for identifying the header at the start of the header.

For comparison, the conventional header 104 (Figure 2B) including three address regions will be described. Assuming that the address is readable (the address information is obtained) when at least two address regions among the three address regions are successfully reproduced, the probability of failing to obtain the address information is as follows.

$$ {}_3C_2 \times (10^{-2})^2 \times (1 - 10^{-2}) + (10^{-2})^3 \fallingdotseq 3 \times 10^{-4} $$

wherein "${}_3C_2$" is the number of combinations of two from three. Since one optical disk includes about 10^6 recording sectors, the number of recording sectors in which an address is not readable in one optical disk is $10^6 \times (3 \times 10^{-4}) = 300$, which is too large to be allowable.

Returning to Figure 11, the reproduction permit circuit 32 generates a clock reproduction permit signal 34 based on the VFO detection pulse 26 supplied from the VFO detection circuit 25 and a reproduction gate signal 33 supplied from the system control 18, and outputs the signal to the clock reproduction circuit 20. The clock reproduction circuit 20 generates the reproduction clock 22 by synchronizing the incorporated PLL with the phase of the reproduced signal 10 and outputs the reproduction clock to the binary circuit 21 only when the input clock reproduction permit signal 34 is "1".

The reproduction permit circuit 32 also generates an address reproduction permit signal 36 based on the VFO detection pulse 26 and an address gate signal 35 from the system control 18, and outputs the signal to the address demodulation circuit 30. The address demodulation

circuit 30 detects the address mark AM by identifying the pattern of the address mark AM in the above-described manner only when the input address reproduction permit signal 36 is "1".

The reproduction permit circuit 32 further generates a data reproduction permit signal 38 based on the VFO detection pulse 26 and a data gate signal 37 from the system control 18, and outputs the signal to the data demodulation circuit 39. The data demodulation circuit 39 demodulates recorded data read from the data recording region 4 among the synchronous binary data 24 and outputs the reproduced data 17 only when the input data reproduction permit signal 38 is "1".

The system control 18 outputs the reproduction gate signal 33, the address gate signal 35, and the data gate signal 37 at a timing in accordance with the information format shown in Figures 5B and 5C (i.e., the reproduced signal format) using the sector synchronization pulse 31 supplied from the address demodulation circuit 30 of the reproduction system 16 as the reference. These signals are supplied to the reproduction permit circuit 32 of the reproduction system 16 as described above (Figure 11).

Figure 13 illustrates exemplary waveforms of the sector synchronization pulse 31, the reproduction gate signal 33, the address gate signal 35, and the data gate signal 37 to show the relationship between these signals.

Referring to Figure 13, the reproduced signal format conforms to the information recording format shown

in Figure 5B. The header region 2, the gap region 3, and the data recording region 4 of a recording sector 1A are called a header region 2a, a gap region 3a, and a data recording region 4a. Likewise, the header region 2, the gap region 3, and the data recording region 4 of a recording sector 1B following the recording sector 1A are called a header region 2b, a gap region 3b, and a data recording region 4b.

In the recording sector 1A, when the address information is correctly reproduced from the header region 2a, the sector synchronization pulse 31 becomes "1" (high level) somewhere in the range from the end of the header region 2a through the gap region 3a. The reproduction gate signal 33 becomes "1" over the range at least covering the data recording region 4a of the recording section 1A and the header region 2b of the next recording sector 1B. The address gate signal 35 becomes "1" over the range at least covering the header region 2b of the next recording sector 1B. The data gate signal 37 becomes "1" over the range substantially covering the data recording region 4a of the recording sector 1A.

The system control 18 may be constructed so as to first examine the contents of the address information 40 together with the sector synchronization pulse 31 and determine whether or not the recording sectors 1A and 1B have address information to be recorded or reproduced before setting the respective gate signals to "1" in accordance with the timing described above.

Figure 14 illustrates exemplary waveforms of the VFO detection pulse 26, the sector synchronization

pulse 31, the reproduction gate signal 33, the clock reproduction permit signal 34, the address gate signal 35, the address reproduction permit signal 36, the data gate signal 37, and the data reproduction permit signal 38, shown in correspondence with the signal format.

Referring to Figure 14, it is assumed that an information address is first correctly reproduced from the recording sector 1A and that the data recording regions 4a and 4b of the recording sectors 1A and 1B have no data recorded thereon but a data recording region 4c of a next recording sector 1C has data thereon. Also assumed is that the beginning of the data recording region 4c includes a sequential pattern substantially equal to that on the VFO region, which is composed of 4-bit long marks and spaces appearing alternately.

The clock reproduction permit signal 34 is "1" for a predetermined time period after the VFO detection pulse 26 of "1" appears. The clock reproduction permit signal 34 is also "1" over the time period when the reproduction gate signal 33 is "1". The above predetermined time period is at least equal to the time period required to read the address marks AM and the address information regions ID1, ID2, ID3, and ID4 of the header region 2. As a result, when the VFO detection pulse 26 becomes "1" for the respective VFO regions of the recording sector 1A, the clock reproduction permit signal 34 remains "1" until at least the end of the header region 2a. When the address information has been correctly reproduced in the recording sector 1A and the sector synchronization pulse 31 is output, the clock reproduc-

tion permit signal 34 becomes "1" for the header region 2b of the next recording sector 1B without fail. Likewise, when the address information has been correctly reproduced in the recording sector 1B and the sector synchronization pulse 31 is output, the clock reproduction permit signal 34 becomes "1" for the header region 2c of the next recording sector 1C without fail.

The address reproduction permit signal 36 is "1" for a predetermined time period after the VFO detection pulse 26 becomes "1" and for a time period when the address gate signal 35 is "1". The above predetermined time period is set to at least equal to the total time period required to read information from the address marks AM and the address information regions ID1, ID2, ID3, and ID4. As a result, when the VFO detection pulse becomes "1" for the respective VFO regions of the recording sector 1A, the address reproduction permit signal 36 remains "1" until at least the end of the header region 2a. When the address information has been correctly reproduced in the recording sector 1A and the sector synchronization pulse 31 is output, the address reproduction permit signal 36 becomes "1" for the header region 2b of the next recording sector 1B without fail. Likewise, when the address information has been correctly reproduced in the recording sector 1B and the sector synchronization pulse 31 is output, the address reproduction permit signal 36 becomes "1" for the header region 2c of the next recording sector 1C without fail.

The data reproduction permit signal 38 becomes "1" if the data gate signal 37 is "1" when the VFO detection pulse 26 rises to "1", and remains "1" until

the data gate signal 37 becomes "0". The data reproduction permit signal 38 remains "0" if the data gate signal 37 is "0" when the VFO detection pulse 26 rises to "1". As a result, since the VFO detection pulse 26 does not become "1" for the date recording regions 4a and 4b where no data has been recorded, the data reproduction permit signal 38 remains "0". For the data recording region 4c where data has been recorded, the VFO detection pulse becomes "1" at the header portion thereof. Accordingly, the date reproduction permit signal 38 becomes "1" at a predetermined timing.

Thus, by using the VFO detection circuit 25 and the reproduction permit circuit 32, the clock reproduction and the reproduction of the address information are permitted in the header region 2 so that the clock signal and the address information can be read. As described above, the sector synchronization pulse 31 is output after the address information is reproduced from the header region 2 (see Figure 13). According to the present invention, therefore, the address information of the recording sector can be read even in the state where the time reference by the sector synchronization pulse 31 is not available.

Also, by using the system control 18, the address demodulation circuit 30, and the reproduction permit circuit 32, once address information has been reproduced from one recording sector (e.g., the recording sector 1A) without an error, the clock reproduction and the reproduction of the address information in the header region 2 is permitted for the recording sector 1A and the next recording sector 1B, and the clock reproduction and the

reproduction of the data in the corresponding data recording regions 4 are permitted. Accordingly, once address information has been reproduced from one recording sector, the address information and the data can be read in a more secured manner using the sector synchronization pulse 31 as the reference.

In the above example, the system control 18 generates three types of gate signals using the sector synchronization pulse 31, while the reproduction permit circuit 32 generates three types of permit signals using the VFO detection pulse 26 and the three types of gate signals. Alternatively, the system control 18 may have the function of the reproduction permit circuit 32 so that the system control 18 can directly generate the three types of permit signals.

Figure 15 is a flowchart showing an example of a process performed when, after the switching-on of the optical disk device 100 (Figure 10), the system control 18 outputs the clock reproduction permit signal 34 and the address reproduction permit signal 36 using the VFO detection pulse 26 and the sector synchronization pulse 31.

When the optical disk device 100 is switched on, the system control 18 first performs a boosting processing (step 1). The boosting processing includes the control of the rotation of the spindle motor 7 by the servo system 50, the control of the movement of the head 8, the control of the power of the semiconductor laser of the head 8, the focusing control of the optical system, the tracking control, and the like. In the

boosting processing, both the clock reproduction permit signal 34 and the address reproduction permit signal 36 are reset to "0".

Once the head 8 is positioned above a predetermined track of the optical disk 1a by tracking, the VFO region is detected in the manner described above (step 2). When the "1" level of the VFO detection pulse is detected, the clock reproduction permit signal 34 is set at "1" (step 3). Subsequently, the address reproduction permit signal 36 is set at "1" (step 4). After the lapse of a predetermined time period, the address reproduction permit signal 36 and the clock reproduction permit signal 34 are reset to "0" again (step 5), and the sector synchronization pulse 31 is detected (step 6).

The sector synchronization pulse 31 becomes "1" when the address demodulation circuit 30 reads address information correctly. In synchronization with this pulse signal, the address information 40 output from the address demodulation circuit 30 is read, so as to determine whether or not it indicates a target recording sector (step 7). If the read address information 40 indicates the target recording sector, the process proceeds to the control for recording/reproduction (step 8). If the read address information 40 does not indicate the target recording sector, the process proceeds to the seek control (step 9).

If the address demodulation circuit 30 fails to read the address information, the sector synchronization pulse 31 will not become "1" for a predetermined time period at step 6. In such a case, the process returns to

step 2 for the VFO detection.

With the process along the flow described above, the clock reproduction permit signal 34 and the address reproduction permit signal 36 are generated at the timing as shown in Figure 14. Thus, smooth reading of address information is possible even in the state observed before address information is reproduced immediately after the switching-on of the device, where the time reference by the sector synchronization pulse 31 has not yet been provided.

Figure 16 is a flowchart showing an example of a process performed by the system control 18 for switching the processing mode between the initial mode and the normal mode. The initial mode as used herein corresponds to the time period from the switching-on of the device or a track jump to perform a seek and the like until the address information is first reproduced. The normal mode corresponds to the time period after a predetermined address information has been read until a next track jump is generated.

Referring to Figure 16, the processings from step 1 through step 9 are the same as corresponding processings in Figure 15. The description thereof is therefore omitted here.

As shown in Figure 16, at step 10, whether the mode is the initial mode or the normal mode is determined. When the address information has been correctly read and recording/reproduction at the target recording sector has been performed in the preceding processings,

the mode is determined to be the normal mode. The mode is determined to be the initial mode after the boosting processing (step 1), after the reading of the address information is unsuccessful at step 6, or after the address information which has been successfully read is determined not to be the target recording sector at step 7 and the seek control is performed (step 9).

In the normal mode, the VFO detection processing (step 2) is not performed, but the processings of steps 3, 4, and 5 are performed using the timing at which the sector synchronization pulse 31 becomes "1" as the reference. In the initial mode, the VFO detection processing (step 2) is first performed, followed by the processings of steps 3, 4, and 5 using the timing at which the VFO detection pulse 26 becomes "1" as the reference.

With the above processings, address information can be read smoothly after the switching-on of the device or after a track jump, and, after the reproduction of the address information, the address information and the data can be read in a more ensuring manner using the sector synchronization pulse 31 as the reference.

Thus, in the first example, the method for recording/reproducing data on/from the optical disk 1a having the signal format shown in Figures 5B and 5C by use of the optical disk device 100 having the block construction shown in Figure 10, especially, the method for reading address information, was described.

In the first example, the (2, 10) modulation code

is used as the modulation code for the address information regions ID of the header region 2 and the data recording region 4. It will be appreciated, however, that the modulation code is not restricted to the above, and any type of run length limit code having a fixed maximum inversion interval may be used. The pattern of the address mark AM may be determined so that the above conditions for the maximum inversion interval T_{max} are satisfied.

In the first example, the information recorded on the VFO regions has been described to be a pattern composed of sequential 4-bit long marks/spaces shown in Figure 6. It is appreciated, however, that the pattern for the VFO regions is not restricted to this pattern, and any pattern may be used in which the length of each mark or space is equal to or more than the minimum inversion interval T_{min} and less than the maximum inversion interval T_{max} of the modulation code (run length limit code) used for the recording on the address information region ID. As described above, however, since a shorter mark/space pattern having a length closer to the minimum inversion interval T_{min} is more preferable since the number of repetition periods per unit length is larger and thus a faster clock reproduction is obtained.

In this example, the patterns shown in Figures 7A to 7C, Figures 8A to 8D, and Figure 9 were described as examples of the address marks AM. The patterns of the address marks AM are not restricted to these patterns. The detection of the address marks AM is possible if the pattern includes two repetitions of a pattern having a length of 3 or more bits added to the maximum inversion

interval T_{max} of the modulation code (run length limit code) used for the recording of the address information regions ID.

In this example, the header region 2 is composed of four address regions. The header region 2 is not restricted to this construction. For example, the reproduction of address information is possible by the construction of the header region which includes only one address region. However, the reliability of the reading of the address information can be improved by forming a plurality of address regions ID where substantially the same address information is stored. As described above, in consideration of the error rate for the address information and the allowance of the number of unrecognizable recording sectors, it is preferable to form four or more address regions for one header region 2. Furthermore, in view of the practical allowance and the maximum securement of the data recording regions 4, it is more preferable for the header to include four address regions ID as described in the first example.

(Example 2)

Figure 17A is a view illustrating a format of a recording sector 51 of an optical disk of the second example according to the present invention. As shown in Figure 17A, the recording sector 51 starts with a header region 52 where addressing information for reading address information is prerecorded. A gap region 53, a data recording region 54, a postamble PA0, and a buffer region 55 respectively follow the header region 52 in this order.

The gap region 53 has no data recorded thereon, but is used for power control of a semiconductor laser used for data recording/reproduction and the like, for example. The data recording region 54 is used to record user data. Redundant data such as an error correction code is added to the user data, to form digital data. The digital data is modulated using a run length limit code generated by use of a state machine. The modulated data is recorded on the data recording region 54 using the mark length recording. This run length limit code is called a state modulation code. The postamble PA0 follows the end of the data recording region 54. The pattern of the postamble PA0 is determined based on the modulation results of the data recording region 54. The buffer region 55 is provided to absorb a rotational shift of the optical disk and the like. In the header region 52, information may be recorded as pits in a concave and convex shape on the recording surface, or as marks optically recorded in substantially the same manner as that used in the recording on the data recording region.

As shown in Figure 17B, the header region 52 is divided into four address regions 56a, 56b, 56c, and 56d. Each of the address regions includes a VFO region, an address mark AM, an address information region ID, and a postamble PA. For example, the address region 56a includes a VFO region VF01, an address mark AM, an address information region ID1, and a postamble PA1, while the address region 56b includes a VFO region VF02, an address mark AM, an address information region ID2, and a postamble PA2. The address information regions ID1, ID2, ID3, and ID4 will hereinafter be collectively referred to as the address information region ID.

Also, the postambles PA1, PA2, PA3, and PA4 will hereinafter be collectively referred to as the postamble PA.

In this example, as in the first example, no sector mark is recorded on each header region 52, but the four address regions similar to one another, each composed of the VFO region, the address mark AM, the address information region ID, and the postamble PA, are recorded sequentially.

The VFO regions VF01, VF02, VF03, and VF04 are used so that an optical disk device can obtain clock reproduction from a reproduced signal. As in the first example, each VFO region has a sequential pattern that includes marks and spaces of a fixed length (e.g., 4-bit length) appearing alternately, for example. The VFO regions may have the same length or different lengths. For example, if the head VFO region VF01 is made longer than the other VFO regions, stable clock reproduction is obtained at the beginning of the header region 52.

Each address mark AM is provided so that the optical disk device can identify the position of the subsequent address information region ID. For example, like the address mark AM used in the first example, a pattern including two repetitions of a pattern having a length of 3 bits added to the maximum inversion interval T_{max} of the state modulation code is recorded.

On the address information region ID, digital data composed of data including address information such as the track number and the sector number with a predetermined error detection code added thereto are recorded

using the mark length recording, after the digital data are modulated using the state modulation code.

Figures 18A to 18C are conceptual views for explaining the modulation method and the demodulation method of the state modulation code used in this example. The state modulation code is a modulation code which converts an 8-bit binary data unit into a 16-bit code sequence. A 16-bit output code sequence Y_t for an 8-bit input data D_t at a time t is determined based on a state S_t at the time t. Figure 18A shows an exemplary construction of a state modulation circuit 60. As shown in Figure 18A, the state modulation circuit 60 includes a conversion table 56 and a D flipflop 57. The data D_t and the state S_t at the time t are input into the conversion table 56, and the code sequence Y_t and a state S_{t+1} at a next time t+1 (hereinafter, referred to as a next state) are output therefrom. The next state S_{t+1} output from the conversion table 56 is input into the D flipflop 57 to be used for the next modulation.

Figure 18B shows part of the content of the conversion table 56. The state S_t at the time t includes a total of four states from St=1 to 4, and different code sequences Y_t are allocated to the respective states. The state S_t and the data D_t at the time t determine the next state S_{t+1}. The 16-bit sequences allocated as the output code sequences Y_t in the table are all the run length limit codes where the zero run is limited to the range of 2 to 10. Moreover, the next state S_{t+1} has been determined so that the zero run is still limited to the range of 2 to 10 when the sequences at the two sequential times are connected.

Among the 16-bit sequences allocated in the table as the output code sequences Y_t, those of which next state S_{t+1} is 1 or 2 are determined so that the last zero run thereof is 5 or less.

There is a case where the same output sequence Y_t is allocated to different input data units D_t, like patterns p1 and p2 shown by the underlines in the table. In such a case, the next states for these output sequences are determined to be either state 2 or state 3 so as to be different from each other. In this case, for example, the pattern p1 has the next state 2, while the pattern p2 has the next state 3. Except for such a case, no double allocation of the same output sequence Y_t will be found.

The code sequences Y_t allocated to state 2 and state 3 have the following features. The output sequence Y_t allocated to state 2 has "0"s at the first and thirteenth bits from left. The output sequence Y_t allocated to state 3 has "1"s at either the first bit or the thirteenth bit from left.

In the demodulation of the state modulation code, the 16-bit code sequence Y_t must be converted into an 8-bit binary data unit. Figure 18C is a block diagram for explaining the construction of a demodulation circuit 61. In the demodulation circuit 61, the 16-bit code sequence Y_t at a time t and a first bit Y_{t+1_1} and a thirteenth bit Y_{t+1_13} of a code sequence Y_{t+1} at a next time t+1, i.e., a total of 18 bits, are input into an inverse conversion table 58. The output from the inverse conversion table 58 at the time t is an 8-bit binary data unit D_t.

The inverse conversion table 58 shown in Figure 18B basically corresponds to an inverse view of the conversion table 56. For patterns which have not been allocated double among the code sequences Y_t, the binary data unit D_t as the demodulation result thereof is uniquely determined.

For a pattern which has been allocated double, like the pattern p1 and p2 in state 1 shown in Figure 18B, the binary data unit D_t thereof cannot be uniquely determined. However, as described above, such a double allocation of the same code sequence Y_t is limited to the case where the next state thereof is state 2 or state 3. Accordingly, by recognizing the difference between the code sequences of state 2 and state 3, the original binary data unit D_t can be uniquely determined. In other words, the binary data unit D_t is uniquely determined by observing the first and thirteenth bits of the code sequence at the time t+1 which is the code sequence determined by the next state at the time t during the modulation.

In the address information region ID, data including the address information modulated in the modulation method as described above is recorded using the mark length recording.

The postamble PA0 shown in Figure 17A indicates the end of the data recording region 54, and has a pattern determined based on the modulated results of the data recording region 54.

The postambles PA1, PA2, PA3, and PA4 shown in

Figure 17B indicate the ends of the address regions 56a to 56d, respectively, and have patterns determined based on the modulation results of the corresponding address information regions ID1, ID2, ID3, and ID4 recorded immediately before the postambles.

Figures 19A and 19B show examples of patterns of the postambles. The next state shown in Figures 19A and 19B indicates the next state obtained when the immediately preceding data unit has been modulated. In other words, for the postamble PA0, it indicates the next state obtained when the end data of the data recording region 54 has been modulated. For the postambles PA1, PA2, PA3, and PA4, it indicates the next states obtained when the end data of the address information regions ID1, ID2, ID3, and ID4 have been modulated. In the case where the next state is state 1 or state 2, a pattern p3 shown in Figure 19A is selected as the postamble. In the case where the next state is state 3 or state 4, a pattern p4 shown in Figure 19B is selected as the postamble. The selected postambles are recorded using the mark length recording.

When the pattern p3 follows any of the code sequences where the next state is state 1 or state 2, the zero run is still limited to the range of 2 to 10 at the coupling portion. When the pattern p4 follows any of the code sequences where the next state is state 3 or state 4, the zero run is still limited to the range of 2 to 10 at the coupling portion. Therefore, the run length limit will not be broken by adding the postamble. The first and thirteenth bits of the pattern p3 are both "0", while the first bit of the pattern p4 is "1".

By using the patterns p3 and p4 as the postambles, patterns recorded at the end of the data recording region 54 and the address information regions ID1, ID2, ID3, and ID4 can be uniquely demodulated.

As another feature, the second, twelfth, and fourteenth bits of the pattern p3 which are bits adjacent to the specific bits for identifying the state (the first and thirteenth bits) are all "0". This prevents the state from being mistakenly modulated by recognizing the thirteenth bit as "1" due to a bit shift and the like.

(Example 3)

Figure 20A schematically illustrates an optical disk 201a of the third example according to the present invention. Referring to Figure 20A, the optical disk 201a has tracks 201b formed on the surface thereof in a spiral shape. Each track 201b is divided into recording sectors 201c in accordance with a predetermined physical format. As shown in Figure 20A, the recording sectors 201c are sequentially arranged in the circumferential direction to form one track 201b.

Figure 20B illustrates a format of each recording sector 201c of the optical disk 201a of the third example according to the present invention. Referring to Figure 20B, the recording sector 201c starts with a header region 202 where addressing information for reading address information is prerecorded. A gap region 203, a data recording region 204, and a buffer region 205 follow the header region 202 in this order. The gap region 203 has no data recorded thereon, but is used for power control of a semiconductor laser used for data record-

ing/reproduction and the like. The data recording region 204 is used to record user data. Redundant data such as an error correction code is added to the user data, to form digital data. The digital data is modulated using a run length limit code where the zero run is limited to the range of 2 to 10, i.e., a (2,10) modulation code. The modulated data is recorded on the data recording region 204 using the mark length recording. The buffer region 205 is provided to absorb a rotational shift of the optical disk and the like. In the header region 202, information may be recorded as pits in a concave and convex shape on the recording surface, or as marks optically recorded in substantially the same manner as that used in the recording on the data recording region.

As shown in Figure 20C, the header region 202 is divided into four address regions 206a, 206b, 206c, and 206d. Each of the address regions includes a VFO region, an address mark AM, an address information region ID, and a postamble PA. For example, the address region 206a includes a VFO region VF01, an address mark AM, an address information region ID1, and a postamble PA1, while the address region 206b includes a VFO region VF02, an address mark AM, an address information region ID2, and a postamble PA2. The address information regions ID1, ID2, ID3, and ID4 are hereinafter collectively referred to as the address information region ID. Also, the postambles PA1, PA2, PA3, and PA4 are hereinafter collectively referred to as the postamble PA.

In this example, as in the above examples, no sector mark is recorded on each header region 202, but

the four address regions, each composed of the VFO region, the address mark **AM**, the address information region **ID**, and the postamble **PA**, are recorded sequentially.

The VFO regions **VF01**, **VF02**, **VF03**, and **VF04** are used so that an optical disk device can obtain clock reproduction from a reproduced signal. As in the first example, for example, each VFO region has such a sequential pattern that includes marks and spaces of a fixed length (e.g., 4-bit length) appearing alternately. The VFO regions may have the same length or different lengths. For example, if the head VFO region **VF01** is made longer than the other VFO regions, stable clock reproduction is obtained at the beginning of the header region **202**.

Each address mark **AM** is provided so that the optical disk device can identify the position of the subsequent address information region. For example, as in the address mark **AM** used in the first example, a pattern including twice repetition of a pattern having a length of 3 bits added to the maximum inversion interval T_{max} of the modulation code (run length limit code) is recorded.

On the address information region **ID**, digital data composed of data including address information such as the track number and the sector number with a predetermined error detection code added thereto are recorded using the mark length recording, after the digital data is modulated using the state modulation code.

Figure **21A** shows an arrangement of the address

regions of the header region 202 recorded on the recording surface of the optical disk of this example. As shown in Figure 21A, in the optical disk, information is recorded on both groove tracks and land tracks. The reference numerals 210 and 212 denote the groove tracks, while the reference numeral 211 denotes the land track. Address regions 213 to 220 are formed so as to override the adjacent groove tracks and land tracks. The address regions 213 and 217 correspond to the address region 206a. The address regions 214 and 218 correspond to the address region 206b. The address regions 215 and 219 correspond to the address region 206c. The address regions 216 and 220 correspond to the address region 206d. The distance between the center line of the land track and the center line of the groove track is a track pitch Tp. Each address region is displaced from the centerline of the track by $T_p/2$ toward inside or outside of the disk. For example, the address regions 213 to 216 are alternately arranged on both sides of the groove track 210 with respect to the centerline thereof. The reference numeral 207 denotes a light spot. During the reproduction, address information is read from the address regions 213 to 216 along the groove track 210, and from the address regions 217, 214, 219, and 216 along the land track 211. By arranging the address regions in the above manner, it is possible to read the address information from both the land tracks and the groove tracks.

Hereinbelow, a method for forming a prototype for producing a stamper used for the fabrication of a disk substrate having convex-shaped groove tracks and the address regions as concave and convex shaped pits de-

scribed above will be described. The tracks and the address regions are formed by irradiating the rotating disk prototype with laser light for cutting. By continuous radiation of laser light, the groove track having one continuous groove is formed. By intermittent ON/OFF radiation of laser light, portions irradiated with laser light are formed as marks (pit data) in the address regions. The other portions which have not been irradiated with the laser light are left as spaces (non-pit data). For example, a predetermined pattern as described in the above examples is recorded by a combination of the marks and the spaces. In this example, the address regions are arranged to be displaced inside and outside the center of the track (wobbling arrangement). Accordingly, the ON/OFF radiation of laser light is performed by shifting the center of the laser light for cutting in the radial direction by a predetermined amount $T_p/2$ for every address region. Incidentally, at the production of the disk prototype, the cutting is performed from the surface opposite the surface which is to be the recording surface at the reproduction operation. Therefore, the concave and convex portions of the pits and the grooves at the production of the disk prototype are reverse to those as are viewed from the reproduction head at the reading operation.

Figure 21B shows another arrangement of the address regions of the header region 202 recorded on the recording surface of the optical disk of this example. In the optical disk shown in Figure 21B, information is recorded on both groove tracks and land tracks. The reference numerals 210 and 212 denote the groove tracks, while the reference numeral 211 denotes the land track.

Address regions 213 to 220 are formed so as to override the adjacent groove tracks and land tracks. The address regions 213 and 217 correspond to the address region 206a. The address regions 214 and 218 correspond to the address region 206b. The address regions 215 and 219 correspond to the address region 206c. The address regions 216 and 220 correspond to the address region 206d. The distance between the centerline of the land track and the centerline of the groove track is a track pitch Tp. The two preceding address regions (213, 214, 217, 218) are displaced outside the centerlines 230 of the groove tracks by $T_p/2$. The two subsequent address regions (215, 216, 219, 220) are displaced inside the centerlines 230 of the groove tracks by $T_p/2$. The reference numeral 207 denotes a light spot. During the reproduction, address information is read from the address regions 213 to 216 along the groove track 210, and from the address regions 217, 218, 215, and 216 along the land track 211.

By arranging the address regions in the above manner, it is possible to read the address information from both the land tracks and the groove tracks.

Moreover, since every two address regions as a unit are alternately displaced inside and outside of the disk, the number of times at which the center of the laser light for cutting is shifted in the radial direction by $T_p/2$ during the production of the disk prototype reduces, compared with the arrangement shown in Figure 21A, facilitating the cutting of the prototype of the optical disk.

During the production of the prototype of the optical disk, as shown in Figure 21A (Figure 21B), the groove 210 and the address regions 213, 214, 215, and 216 along the groove are first formed. Thereafter, after one rotation of the disk prototype, the groove 212 and the address regions 217, 218, 219, and 220 along the groove are formed. At this time, due to a variation in the rotational precision of the disk prototype and the like, the position of the address region 213 and the position of the address region 217 which corresponds thereto along the radial direction of the optical disk do not necessarily match with each other in the circumferential direction. If the ends of the address regions 213 and 217 are displaced by ΔX as shown in Figure 21A (Figure 21B), the end of the address region 217 (218) and the beginning of the address region 214 (215) overlap with each other by ΔX when data on the land track 211 is reproduced. This may results in failure to reproduce address information correctly.

To overcome this problem, as shown in Figure 21C, it is arranged so that no mark is recorded but a space is provided at the end of each address region and furthermore a space ($\Delta X1$) longer than the rotational precision (ΔX) at the cutting of the disk prototype is provided at the beginning of the next address region.

For example, the rotational precision at the cutting of the disk prototype is about 20 ns/revolution when the number of revolutions of the disk prototype is 700 rpm. Accordingly, in the case of an optical disk having a diameter of 120 mm, the value of ΔX is about 0.1 μm at maximum when converted into a length.

The operation in the above case will be described.

Figures 22A and 22B schematically illustrate the coupling portion of the two address regions 213 (214) and 214 (215). In the data sequences of the address regions shown in Figures 22A and 22B, the end (the final pattern) of the address region 213 (214) includes a mark, and the head pattern of the subsequent address region 214 (215) also includes a mark. Figure 22A shows an ideal mark shape expected for such a data arrangement. In other words, the mark at the end of the address region 213 (214) and the mark at the beginning of the address region 214 (215) have a predetermined length and are formed at a center position of the respective address regions. In reality, however, when address pits are formed while shifting laser light for each address region in the cutting process of the disk prototype, if the marks consecutively appear in the coupling portion of the address region 213 (214) and the next address region 214 (215), the laser continues to emit laser light for cutting while shifting in the radial direction. Accordingly, in reality, the mark at the end of the address region 213 (214) and the mark at the beginning of the address region 214 (215) are consecutively formed as shown in Figure 22B, forming an incorrect mark overriding the two address regions. As a result, correct data reproduction becomes difficult.

Figure 23A and 23B illustrate the reading operation when a light spot 207 reproduces data from the land track 211.

Figure 23A illustrates the case where the mark arrangement in the coupling portion of two adjacent address regions is not specifically considered. As shown in Figure 23A, when the adjacent address regions 214 (215) and 217 (218) spatially overlap by a cutting precision ΔX, data read from the two address regions temporally overlap by an amount corresponding to ΔX. While the end of the address region 217 (218) includes a space, the beginning of the address region 214 (215) includes a mark. As shown in Figure 23A, when the space at the end of the address region 217 (218) is overlapped by the mark at the beginning of the address region 214 (215), the end of the address region 217 (218) is regarded as having the mark. This causes a data error at the address region 217 (218).

Figure 23B illustrates a data arrangement according to the present invention for overcoming the above problem. As shown in Figure 23B, spaces are arranged at the end and the beginning of the adjacent address regions. With this arrangement, even if the space at the end of the address region 217 (218) is overlapped by the space at the beginning of the address region 214 (215), the overlapping portion is still a space, generating no data error on the address region 217 (218). This may result in failing to read correctly the length of the space at the beginning of the address region 214 (215). However, the beginning of each address region includes the VFO region and, generally, it is not necessarily required to read all data on the VFO region. Moreover, no problem arises in the reading operation of the address region as far as the synchronization of the address region is recovered by the address mark AM following the

VFO region so that the address information can be correctly recognized.

Also, at the cutting of the disk prototype, a space is always arranged between adjacent address regions to prevent marks from being continuously formed. Accordingly, the continuous radiation of laser light while shifting in the radial direction is prevented. Accordingly, the formation of a defect mark as shown in Figure 22B is prevented.

Thus, by arranging spaces at the head and the end of each address region as shown in Figure 23B, the failure in mark formation at the cutting of the disk prototype and the erroneous data reading due to the overlap of the address regions at the data reproduction from the address regions in the case of the wobbling arrangement of the address regions can be prevented.

Hereinbelow, the case of applying the mark arrangement of the postamble PA in this example to the data arrangement using the state modulating code described in Example 2 (Figures 18A and 18B) will be described. Figures 24A to 24D illustrate exemplary mark arrangements of the postamble PA in the case of using the state modulation code. In Figures 24A to 24D, the next state indicates the next state obtained when the immediately preceding data has been modulated, in other words, the next state obtained when the data at the end of the corresponding address information region ID has been modulated.

Figure 24A shows the case where the next state is

either state 1 or state 2 (see Figure 18B) and the end of the address information region ID is a mark 240. In this case, a pattern p5 as shown in Figure 24A, {00100100100000000}, is selected and recorded using the mark length recording. As described in Example 2, since the last zero run in the code sequence of which next state is either state 1 or state 2 is 5 or less, when any of the code sequences of which next state is either state 1 or state 2 is coupled with the pattern p5, the zero run at the coupling portion is still limited to the range of 2 to 10. The first and thirteenth bits of the pattern p5 are both "0". Also, by selecting the pattern p5, the end of the postamble PA, i.e., the end of the address region is always a space.

Accordingly, since both the head and the end of each address region are spaces, the failure in mark formation at the cutting of the disk prototype and the erroneous data reading due to the overlap of address regions at the data reproduction of the address regions in the case of the wobbling arrangement of the address regions may be prevented.

Moreover, by setting the pattern of the VFO region arranged at the beginning of each address region at a sequential pattern signal starting with {00010001000100 0...}, the coupling portion of the adjacent address regions always includes a 11-bit long space which is the maximum inversion interval. This makes it possible to increase the time for the movement of a laser beam at the cutting while the limit of the zero run of the run length limit code is maintained.

As a further feature of the pattern p5, the second, twelfth, and fourteenth bits which are bits adjacent to the specific bits for identifying the state (the first and thirteenth "0" bits) are all "0". This prevents the state from being mistakenly modulated by recognizing the thirteenth bit as "1" due to a bit shift and the like.

The pattern of the postamble PA is not limited to the pattern p5 shown in this example. Any pattern can be used as far as the number of zeros in the zero run satisfies the limit of the run length limit code used for the address information region ID, the state information is 1 or 2, the pattern is different from that of the address mark AM, and the pattern includes an odd number of "1"s.

Figure 24B illustrates the case where the next state is either state 1 or state 2 (see Figure 18B) and the end of the address information region ID is a space. In this case, a pattern p6 as shown in Figure 24B, {0000010010000000}, is selected and recorded using the mark length recording. When any of the code sequences of which next state is either state 1 or state 2 is coupled with the pattern p6, the zero run at the coupling portion is still limited to the range of 2 to 10. The first and thirteenth bits of the pattern p6 are both "0". Also, by selecting the pattern p6, the end of the postamble PA, i.e., the end of the address region is a space. Accordingly, both the head and the end of each address region are spaces. Therefore, the failure in mark formation at the cutting of the disk prototype and the erroneous data reading due to the overlap of address regions at the data

reproduction of the address regions in the case of the wobbling arrangement of the address regions may be prevented.

Moreover, by setting the pattern of the VFO region arranged at the beginning of each address region at a sequential pattern signal starting with {000100010001000...}, the coupling portion of the adjacent address regions always includes a 11-bit long space which is the maximum inversion interval. This makes it possible to increase the time for the movement of a laser beam at the cutting while the limit of the zero run of the run length limit code is maintained.

As a further feature of the pattern p6, the second, twelfth, and fourteenth bits which are bits adjacent to the specific bits for identifying the state (the first and thirteenth "0" bits) are all "0". This prevents the state from being mistakenly modulated by mistakenly recognizing the thirteenth bit as "1" due to a bit shift and the like.

The pattern of the postamble PA is not limited to the pattern p6 shown in this example. Any pattern can be used as far as the number of zeros in the zero run satisfies the limit of the run length limit code used for the address information region ID, the state information is 1 or 2, the pattern is different from that of the address mark AM, and the pattern includes an even number of "1"s.

Figure 24C shows the case where the next state is either state 3 or state 4 (see Figure 18B) and the end of

the address information region ID is the mark 240. In this case, a pattern p7 as shown in Figure 24C, {10000100100000000}, is selected and recorded using the mark length recording. When any of the code sequences of which next state is either state 3 or state 4 is coupled with the pattern p7, the zero run at the coupling portion is still limited to the range of 2 to 10. The first bit of the pattern p7 is "1". Also, by selecting the pattern p7, the end of the postamble PA, i.e., the end of the address region is always a space. Accordingly, both the head and the end of each address region are spaces.

Therefore, the failure in mark formation at the cutting of the disk prototype and the erroneous data reading due to the overlap of address regions at the data reproduction of the address regions in the case of the wobbling arrangement of the address regions may be prevented.

Moreover, by setting the pattern of the VFO region arranged at the beginning of each address region at a sequential pattern signal starting with {00010001000100 0...}, the coupling portion of the adjacent address regions always includes a 11-bit long space which is the maximum inversion interval. This makes it possible to increase the time for the movement of a laser beam at the cutting while the limit of the zero run of the run length limit code is maintained.

The pattern of the postamble PA is not limited to the pattern p7 shown in this example. Any pattern can be used as far as the number of zeros in the zero run satisfies the limit of the run length limit code used for

the address information region ID, the state information is 3 or 4, the pattern is different from that of the address mark AM, and the pattern includes an odd number of "1"s.

Figure 24D shows the case where the next state is either state 3 or state 4 (see Figure 18B) and the end of the address information region ID is a space. In this case, a pattern p8 as shown in Figure 24D, {10000000010000000}, is selected and recorded using the mark length recording. When any of the code sequences of which next state is either state 3 or state 4 is coupled with the pattern p8, the zero run at the coupling portion is still limited to the range of 2 to 10. The first bit of the pattern p8 is "1". Also, by selecting the pattern p8, the end of the postamble PA, i.e., the end of the address region is always a space. Accordingly, both the head and the end of each address region are spaces. Therefore, the failure in mark formation at the cutting of the disk prototype and the erroneous data reading due to the overlap of address regions at the data reproduction of the address regions in the case of the wobbling arrangement of the address regions may be prevented.

Moreover, by setting the pattern of the VFO region arranged at the beginning of each address region at a sequential pattern signal starting with {0001000100010000...}, the coupling portion of the adjacent address regions always includes a 11-bit long space which is the maximum inversion interval. This makes it possible to increase the time for the movement of a laser beam at the cutting while the limit of the zero run of the run length limit code is maintained.

The pattern of the postamble PA is not limited to the pattern p8 shown in this example. Any pattern can be used as far as the number of zeros in the zero run satisfies the limit of the run length limit code used for the address information region ID, the state information is 3 or 4, the pattern is different from that of the address mark AM, and the pattern includes an even number of "1"s.

Figures 24E to 24H illustrate alternative examples of mark arrangement of the postamble PA in the case of using the state modulation code. In Figures 24E to 24H, the next state indicates the next state obtained when the immediately preceding data has been modulated, in other words, the next state obtained when the data at the end of the corresponding address information region ID has been modulated.

Figure 24E illustrates the case where the next state is either state 1 or state 2 (see Figure 18B) and the end of the address information region ID is the mark 240. In this case, a pattern p9 as shown in Figure 24E, {0000010000010001}, is selected and recorded using the mark length recording. When any of the code sequences of which next state is either state 1 or state 2 is coupled with the pattern p9, the zero run at the coupling portion is still limited to the range of 2 to 10. The first and thirteenth bits of the pattern p9 are "0". Also, by selecting the pattern p9, the end of the postamble PA, i.e., the end of the address region is a space.

Accordingly, both the head and the end of each

address region are spaces. Therefore, the failure in mark formation at the cutting of the disk prototype and the erroneous data reading due to the overlap of address regions at the data reproduction of the address regions in the case of the wobbling arrangement of the address regions may be prevented.

Moreover, by setting the pattern of the VFO region arranged at the beginning of each address region at a sequential pattern signal starting with {000100010001000...}, the 4-bit long mark at the end of the postamble can be used as the VFO.

Figure 24F illustrates the case where the next state is either state 1 or state 2 (see Figure 18B) and the end of the address information region ID is a space. In this case, a pattern p10 as shown in Figure 24F, {0001000100010001}, is selected and recorded using the mark length recording. When any of the code sequences of which next state is either state 1 or state 2 is coupled with the pattern p10, the zero run at the coupling portion is still limited to the range of 2 to 10. The first and thirteenth bits of the pattern p10 are "0". Also, by selecting the pattern p10, the end of the postamble PA, i.e., the end of the address region is a space.

Accordingly, both the head and the end of each address region are spaces. Therefore, the failure in mark formation at the cutting of the disk prototype and the erroneous data reading due to the overlap of address regions at the data reproduction of the address regions in the case of the wobbling arrangement of the address

regions can be prevented.

Moreover, by setting the pattern of the VFO region arranged at the beginning of each address region at a sequential pattern signal starting with {000100010001000...}, the 4-bit long mark at the end of the postamble can be used as the VFO.

Figure 24G illustrates the case where the next state is either state 3 or state 4 (see Figure 18B) and the end of the address information region ID is the mark 240. In this case, a pattern p11 as shown in Figure 24G, {1000100100010001}, is selected and recorded using the mark length recording. When any of the code sequences of which next state is either state 3 or state 4 is coupled with the pattern p11, the zero run at the coupling portion is still limited to the range of 2 to 10. The first bit of the pattern p11 is "1". Also, by selecting the pattern p11, the end of the postamble PA, i.e., the end of the address region is a space.

Accordingly, both the head and the end of each address region are spaces. Therefore, the failure in mark formation at the cutting of the disk prototype and the erroneous data reading due to the overlap of address regions at the reproduction of the address regions in the case of the wobbling arrangement of the address regions may be prevented.

Moreover, by setting the pattern of the VFO region arranged at the beginning of each address region at a sequential pattern signal starting with

{0001000100010000...}, the 4-bit long mark at the end of the postamble can be used as the VFO.

Figure 24H illustrates the case where the next state is either state 3 or state 4 (see Figure 18B) and the end of the address information region ID is a space. In this case, a pattern p12 as shown in Figure 24H, {1000010000010001}, is selected and recorded using the mark length recording. When any of the code sequences of which next state is either state 3 or state 4 is coupled with the pattern p12, the zero run at the coupling portion is still limited to the range of 2 to 10. The first bit of the pattern p12 is "1". Also, by selecting the pattern p12, the end of the postamble PA, i.e., the end of the address region is a space.

Accordingly, both the head and the end of each address region are spaces. Therefore, the failure in mark formation at the cutting of the disk prototype and the erroneous data reading due to the overlap of address regions at the reproduction of the address regions in the case of the wobbling arrangement of the address regions can be prevented.

Moreover, by setting the pattern of the VFO region arranged at the beginning of each address region at a sequential pattern signal starting with {0001000100010000...}, the 4-bit long mark at the end of the postamble can be used as the VFO.

Exemplary arrangements of the above-described patterns of the postamble PA will be described. As an example, postambles having the patterns p5 to p8 shown in

Figures 24A to 24D may be used as the postambles PA1, PA2, PA3, and PA4 shown in Figure 20C. Alternatively, postambles having the patterns p9 to p12 shown in Figures 24E to 24H may be used as the postambles PA1, PA2, PA3, and PA4 shown in Figure 20C.

Alternatively, the postambles having the patterns p5 to p8 shown in Figures 24A to 24D may be used as the postambles PA2 and PA4 shown in Figure 20C, while the postambles having the patterns p9 to p12 shown in Figures 24E to 24H may be used as the postambles PA1 and PA3 shown in Figure 20C. In this case, when the address regions on the disk are arranged as shown in Figure 21B, the ends of the address regions 213 and 215 can be used as the VFO regions between the address regions 213 and 214 and between the address regions 215 and 216, respectively, where the shifting of the laser light for cutting is not required. Also, a 11-bit long space can be secured between the address regions 214 and 215 where the shifting of the laser light for cutting is required. In this way, both the merits of the two types of patterns can be obtained. Moreover, in this case, by setting the length of VF01 and VF03 larger than the length of VF02 and VF04, stable clock reproduction is obtained at the heading address regions 213 and 215 in the wobbling arrangement.

(Example 4)

Figure 25A illustrates a format of a recording sector 61 of an optical disk of the fourth example according to the present invention. The recording sector 61 starts with a header region 62 where addressing information for reading address information is prerecord-

ed. A gap region 63, a data recording region 64, a postamble 65, a guard data recording region 66, and a buffer region 67 follow the header region 62 in this order. The gap region 63 has no data recorded thereon, but is used for power control of a semiconductor laser used for data recording/reproduction and the like, for example. The data recording region 64 is used to store user data. Redundant data such as an error correction code is added to the user data, to form digital data. The digital data is modulated using a predetermined run length limit code, and recorded on the data recording region 64 using the mark length recording.

The postamble 65 indicates the end of the data recording region 64. The pattern of the postamble 65 is determined based on the modulation results of the data recording region 64. The postamble 65 includes information used at the modulation of data, like the state identification bit described in the second example. The guard data recording region 66 is provided to suppress a degradation of the recording surface due to repeated recording of data on the same recording sector, and includes dummy data which does not have specific information. The buffer region 67 is provided to absorb a rotational shift of the optical disk and the like.

Data is recorded on the data recording region 64, the postamble 65, and the guard data region 66 by irradiating the regions with a light spot having a predetermined recording power to form optical marks on the recording surface. In general, the crystal structure of a thin film of the recording surface is changed into an amorphous state, to change the reflection characteristic

of the mark portions. Thus, since a light spot having a comparatively large power is formed for the data recording, the recording surface bears a heat load. This causes a degradation of the recording surface.

In particular, in each recording sector, the difference in the heat load is generated at the boundary between a region where data has been recorded and a region where data has not been recorded. When data recording is repeated, the material of the recording film shifts due to the difference in the heat load. This may degrade the boundary region, thereby making it difficult to read data correctly. When such an optical disk that may be degraded at the recording surface due to repeated recording is used, important data should preferably be prevented from being recorded in the vicinity of the boundary where the difference in the heat load may be generated. In this example, in order to overcome the above problem, the guard data recording region 66 is provided. The guard data recording region 66 includes dummy data, which provides substantially the same level of heat load as that generated at the recording of data on the data recording region 64 or the postamble 65. In the data patterns written on the data recording region 64 and the postamble 65, low-frequency components increase when the number of the marks or spaces appearing in the patterns exceeds majority. The increase in the low-frequency components is not preferable because it varies the number of reproduced signal components in a servo band, affecting the servo system. Thus, the number of the low-frequency components in the patterns is desirably as small as possible. In many cases, therefore, the modulation is performed so that the total number of bits

for marks and the total number of bits for spaces are as close as possible to each other.

Accordingly, in the pattern of the dummy data recorded on the guard data recording region 66, also, the total number of bits for marks is preferably equal to the total number of bits for spaces. With this arrangement, the heat load of the dummy data is in substantially the same level as the heat load generated at the recording of data on the data recording region 64 and the postamble 65.

For example, a pattern where a k-bit long mark and a k-bit long space are alternately repeated for an even number of times may be used, wherein k is a natural number satisfying $T_{min} \leq k \leq T_{max}$; T_{min} and T_{max} are the minimum and maximum inversion intervals, respectively, of the run length limit code.

The guard data recording region 66 preferably has a length of an integer number of data bytes because such a length facilitates the processings of the modulation circuit, the demodulation circuit, and the like.

Figure 25B illustrates an example of a pattern recorded on the guard data recording region 66 when such a modulation code that modulates one data byte into 16 bits ($T_{min} = 3$, $T_{max} = 11$) as was described above with reference to Figure 18B is used. This pattern is composed of alternate repetition of 4-bit long mark and space, and has a total length of 16 × n bits (n is a natural number).

In Figure 25B, the dummy data starts with a mark. It would be understood that the pattern may also start with a space depending on the pattern at the end of the postamble 65.

Since the total number of bits for the marks is equal to the total number of bits for the spaces, the heat load of the pattern shown in Figure 25B is in substantially the same level as the heat load generated at the recording of data on the data recording region 64 and the postamble 65. Therefore, the degradation of the recording film due to the difference in the heat load may be prevented.

Since the above pattern satisfies the conditions for the minimum inversion interval and the maximum inversion interval of the modulation code (run length limit code), it will not affect the reproduction of data from the header region and the data region.

INDUSTRIAL APPLICABILITY

As described above, in an optical disk according to the present invention, address synchronous information and address information modulated using the run length limit code are recorded on the header region of each recording sector. The pattern of the address synchronous signal includes two patterns having a length larger than the maximum inversion interval T_{max} of the run length limit code by 3 bits or more. With this pattern, the reproduced signal of the address synchronous information is distinguished from the reproduced signal of other information, thereby preventing easy occurrence of

erroneous detection of the address synchronous information. This makes it possible to perform stable bit synchronization for reproduction of address information using the address synchronization information without the necessity of forming a sector mark in each recording sector.

The address synchronous information is recorded using first and second patterns which are different in either a physical shape or an optical characteristic of the recording surface of the optical disk. For example, the first pattern is a convex portion (pit) formed physically on the recording surface thereof, and the second pattern is a concave portion formed physically on the recording surface of the optical disk. Alternatively, the first pattern is a recording mark formed by changing the reflection characteristic of the recording surface of the optical disk, and the second pattern is a space on the recording surface. The address synchronous information includes one first pattern having a length of $(T_{max} + 3)$ bits or more and one second pattern having a length of $(T_{max} + 3)$ bits or more, so that the address synchronous information can be distinguished from other data modulated by the run length limit code even when an error arises due to a bit shift and the like.

By equalizing the total bit length of the first pattern included in the header region and the total bit length of the second pattern included therein, the amount of low-frequency components contained in the pattern may be reduced. This will prevent the stability of the servo system from being lost during the data reproduction from the header region.

The header region includes four-time repetition of the address information and the address synchronous information. This reduces the number of defective recording sectors where address information is not readable in the optical disk with high recording density in an allowable range. Thus, the present invention provides a high-quality optical disk.

In an optical disk according to the present invention, the header region of each recording sector includes address information for identifying the position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying the recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information for reproducing the clock signal. The address information has been modulated using a run length limit code of a minimum inversion interval of T_{min} bits and a maximum inversion interval of T_{max} bits (T_{max} and T_{min} are natural numbers satisfying $T_{max} > T_{min}$). The clock synchronous information is a sequential pattern of alternate repetition of d-bit long mark and space (where d is a natural number satisfying $T_{min} \leq d < T_{max}$). The address synchronous information includes two patterns of which inversion interval is ($T_{max} + 3$) bits or more, so that the reproduced signal of the address synchronous information is distinguished from the reproduced signal of other information. Faster clock reproduction is possible by reading the sequential pattern of alternate repetition of the d-bit long mark and space. Also, stable bit synchronization for reproducing the address information is possible by reading the address synchronous information.

In an optical disk according to the present invention, a pattern (sector mark) composed of a long mark for identifying the start of a recording sector is not recorded at the beginning of the recording sector. This reduces the overhead amount of data as a format. At the same time, as described above, both the detection of the beginning of the recording sector and the clock reproduction can be performed using the clock synchronous information.

In an optical disk according to the present invention, each recording sector includes the header region and the postamble region following the end of the header region, and the postamble region includes a pattern determined based on the modulation result of data of the header region. Accordingly, in the case where the data of the header region has been modulated using a modulation code for performing a conversion in a table based on a state, for example, the postamble can include therein information for state identification. This allows for efficient demodulation of data in the header region.

In an optical disk according to the present invention, each recording sector includes the header region, the data recording region, and the postamble region following the end of the data recording region, wherein the postamble region includes a pattern determined based on the modulation result of data on the data recording region. Accordingly, in the case where the data of the data recording region has been modulated using a modulation code for performing a conversion in a table based on a state, for example, the postamble can

include therein information for state identification. This also allows for efficient demodulation of data in the data recording region.

The recording sector further includes the guard data recording region following the postamble region for recording dummy data. The guard data recording region includes a pattern of alternate repetition of a k-bit long optical mark and a k-bit long optical space, wherein k is a natural number satisfying $T_{min} \leq k \leq T_{max}$. This arrangement of the guard data region prevents the recording surface from being degraded due to repeated recording, as well as preventing the reliability of recorded data from being lost.

In an optical disk according to the present invention, each recording sector includes the header region, and the header region includes the address region having the postamble region at the end of the address region, and the postamble region has a pattern which ends with non-pit data or a space. The header region includes a plurality of address regions, and the VFO region at the beginning of each address region has a pattern which starts with non-pit data or a space. Alternatively, non-pit data or a space having a length of T_{max} bits is provided between the address regions. With the above arrangement, in the case of recording the address regions in the middle of the land tracks and the groove tracks, the formation of marks in the optical disk fabrication process is facilitated, and moreover erroneous reading of information from the address regions may be prevented.

An optical disk device according to the present

invention includes: means for reading a reproduced signal from the optical disk; address reproduction means for obtaining the address information from the reproduced signal; detection means for detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal to output a detection signal; and address reproduction permit means for permitting the address reproduction means to perform a read operation of the address information based on the detection signal. With this construction, stable and efficient reproduction of address information is possible for an optical disk which does not include a sector mark (a pattern composed of a long mark for identifying the start of a recording sector) at the beginning of each recording sector, by detecting the sequential pattern of the clock synchronous information. The conventional optical disk includes both a sector mark and clock synchronous information on the header region. According to the present invention, since no sector mark is required, the date recording region can be increased.

An optical disk device according to the present invention includes: clock generation means for generating a clock signal from the reproduced signal; and clock reproduction permit signal for permitting the clock generation means to perform an operation of generating the clock signal based on the detection signal of the sequential pattern of the clock synchronous information. With this construction, stable and efficient reproduction of the clock signal is possible for an optical disk which does not include a sector mark at the beginning of each recording sector, by detecting the sequential pattern of the clock synchronous information.

A reproduction method for an optical disk according to the present invention includes the steps of: retrieving a reproduced signal from the optical disk; detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal; permitting reading of the address information if the sequential pattern is detected; reading the address information from the reproduced signal in response to the permission; and terminating the step of reading the address information in a predetermined time period after the permission to return to the step of detecting the sequential pattern. With this method, stable reading of the address information at the switching-on of the device or immediately after a track jump is possible for an optical disk having no sector mark but having clock synchronous information of a predetermined sequential pattern.

A reproduction method for an optical disk according to the present invention includes the steps of: retrieving a reproduced signal from the optical disk; detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal; permitting reproduction of a clock signal if the sequential pattern is detected; and reproducing the clock signal from the reproduced signal in response to the permission. With this method, stable reproduction of the clock signal at the switching-on of the device or immediately after a track jump is possible for an optical disk having no sector mark for identifying the start of the recording sector, but having clock synchronous information of a predetermined sequential pattern.

A reproduction method for an optical disk in-

cludes the steps of: retrieving a reproduced signal from the optical disk; determining a reproduction mode whether the reproduction mode is an initial mode during a time period from the switching-on of the device or a track jump until the address information is first read from the reproduced signal or a normal mode during a time period from the reading of the address information until a next track jump is generated; detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal; permitting reading of the address information if the sequential pattern is detected in the initial mode as a first permitting step; reading the address information from the reproduced signal in response to the permission; generating a sector pulse if the address information is correctly read; permitting reading of the address information from the reproduced signal based on the sector pulse in the normal mode as a second permitting step; and terminating the reading of the address information to return to the step of determining a reproduction mode if the address information fails to be read within a predetermined time period after either the first or second permission step. With this method, the processing after the switching-on of the device or a track jump until the address information is first reproduced and the processing at the normal data reproduction can be switched therebetween. Thus, efficient and reliable reading of the address information of each recording sector is possible.

By combining the optical disk according to the present invention with the optical disk device according to the present invention, or by combining the optical disk of the present invention with the optical disk

reproduction method, further stable and efficient reading of the address information is possible even in the case where the recording density of the optical disk is improved by the technique such as the mark length recording and the land/groove recording.

CLAIMS

1. An optical disk comprising a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each of the recording sectors including a header region,

wherein the header region includes address information for identifying a position of the corresponding recording sector and address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization,

the address information has been modulated using a run length limit code of a maximum inversion interval of T_{max} bits (T_{max} is a natural number), and

the address synchronous information includes two patterns of which inversion interval is (T_{max} + 3) bits or more, so that a reproduced signal of the address synchronous information is distinguished from a reproduced signal of other information.

2. An optical disk according to claim 1, wherein the address synchronous information includes a first pattern and a second pattern which are different in either a physical shape or an optical characteristic of a recording surface of the optical disk, and the address synchronous information includes one first pattern having a length of (T_{max} + 3) bits or more and one second pattern having a length of (T_{max} + 3) bits or more.

3. An optical disk according to claim 2, wherein the first pattern is a convex portion (pit) formed physically on the recording surface of the optical disk, and the second pattern is a concave portion formed physically on the recording surface of the optical disk.

* C L M S *

4. An optical disk according to claim 2, wherein the first pattern is a recording mark formed by changing a reflection characteristic of the recording surface of the optical disk, and the second pattern is a space on the recording surface.

5. An optical disk according to claim 2, wherein a total bit length of the first pattern included in the address synchronous information and a total bit length of the second pattern included in the address synchronous information are equal to each other.

6. An optical disk according to claim 1, wherein the header region includes four-time repetition of the address information and the address synchronous information.

7. An optical disk comprising a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each of the recording sectors including a header region,

wherein the header region includes address information for identifying a position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information for reproducing a clock signal,

the address information has been modulated using a run length limit code of a minimum inversion interval of T_{min} bits and a maximum inversion interval of T_{max} bits (T_{max} and T_{min} are natural numbers satisfying $T_{max} > T_{min}$),

the clock synchronous information is a sequential pattern of alternate repetition of d-bit long mark and space (d is a natural number satisfying $T_{min} \leq d < T_{max}$),

* C L M S *

and

the address synchronous information includes two patterns of which inversion interval is (T_{max} + 3) bits or more, so that a reproduced signal of the address synchronous information is distinguished from a reproduced signal of other information.

8. An optical disk according to claim 7, wherein each of the address synchronous information and the clock synchronous information includes a first pattern and a second pattern which are different in either a physical shape or an optical characteristic of a recording surface of the optical disk, and

the address synchronous information includes one first pattern having a length of (T_{max} + 3) bits or more and one second pattern having a length of (T_{max} + 3) bits or more.

9. An optical disk according to claim 7, wherein the minimum inversion interval T_{min} is 3, the maximum inversion interval T_{max} is 11, and the value d is 3.

10. An optical disk according to claim 7, wherein the minimum inversion interval T_{min} is 3, the maximum inversion interval T_{max} is 11, and the value d is 4.

11. An optical disk according to claim 7, wherein the header region includes four-time repetition of the clock synchronous information, the address information, and the address synchronous information.

12. An optical disk comprising a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors,

* C L M S *

wherein each recording sector includes a header region and a postamble region following an end of the header region, and

the postamble region includes a pattern determined based on a modulation result of data of the header region.

13. An optical disk according to claim 12, wherein the data on the header region is modulated using a modulation code for performing a conversion in a table based on a state,

the postamble region includes information for identifying the state.

14. An optical disk according to claim 13, wherein the information for identifying the state is at least one specific bit having a predetermined value, and

a bit located adjacent to the specific bit has substantially the same value as the predetermined value of the specific bit.

15. An optical disk comprising a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors,

wherein each recording sector includes a header region, a data recording region, and a postamble region following an end of the data recording region, and

the postamble region includes a pattern determined based on a modulation result of data of the data recording region.

16. An optical disk according to claim 15, wherein the data on the data recording region is modulated using a modulation code for performing conversion in a table

based on a state,

the postamble region includes information for identifying the state.

17. An optical disk according to claim 16, wherein the information for identifying the state is at least one specific bit having a predetermined value, and

a bit located adjacent to the specific bit has substantially the same value as the predetermined value of the specific bit.

18. An optical disk according to claim 15, wherein the recording sector further includes a guard data recording region following the postamble region for recording dummy data.

19. An optical disk according to claim 18, wherein the data recording region includes data modulated using a run length limit code of a minimum inversion interval of T_{min} bits and a maximum inversion interval of T_{max} bits (T_{max} and T_{min} are natural numbers satisfying $T_{max} > T_{min}$), and

the guard data recording region includes a pattern of repetition of a k-bit long optical mark and a k-bit long optical space (k is a natural number satisfying $T_{min} \leq k \leq T_{max}$).

20. An optical disk comprising a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors,

wherein each recording sector includes a header region, and the header region includes an address region having a postamble region at an end of the address region, and

the postamble region has a pattern which ends

* C L M S *

with non-pit data or a space.

21. An optical disk according to claim 20, wherein the header region includes a plurality of the address regions.

22. An optical disk according to claim 20, wherein the address regions are located in the middle of groove portions and land portions of the tracks.

23. An optical disk comprising a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors,

wherein each recording sector includes a header region,

the header region includes a plurality of address regions,

each of the address regions includes a VFO region at a beginning of the address region, and

the VFO region has a pattern which starts with non-pit data or a space.

24. An optical disk according to claim 23, wherein the address region includes an address information region where address information is recorded using a mark length recording for identifying a position of the corresponding recording sector, and the address information is modulated using a run length limit code of a minimum inversion interval of T_{min} bits and a maximum inversion interval of T_{max} bits (T_{max} and T_{min} are natural numbers satisfying $T_{max} > T_{min}$), and

non-pit data or a space having a length in a range of T_{min} bits or more and T_{max} bits or less is provided between the address regions.

* C L M S *

25. An optical disk according to claim 24, wherein the address regions are located in the middle of groove portions and land portions of the tracks.

26. An optical disk device for an optical disk including a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each recording sector including a header region and a data region, the header region including address information for identifying a position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information having a predetermined sequential pattern, the device comprising:

means for reading a reproduced signal from the optical disk;

address reproduction means for obtaining the address information from the reproduced signal;

detection means for detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal to output a detection signal; and

address reproduction permit means for permitting the address reproduction means to perform a read operation of the address information based on the detection signal.

27. An optical disk device according to claim 26, further comprising:

clock generation means for generating a clock signal from the reproduced signal; and

clock reproduction permit signal for permitting the clock generation means to perform an operation of generating the clock signal based on the detection

* C L M S *

signal.

28. An optical disk device according to claim 26, wherein the detection means comprises:

binary means for converting the reproduced signal into binary data to output the binary data;

sampling means for sampling the binary data at a predetermined frequency to output digital data;

parallel conversion means for converting the digital data into parallel data of at least m × n bits (m and n are natural numbers); and

a detection table for detecting a predetermined sequence composed of n-time repetition of an m-bit pattern from the parallel data.

29. An optical disk device for an optical disk including a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each recording sector including a header region and a data region, the header region including address information for identifying a position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information having a predetermined sequential pattern, the device comprising:

means for reading a reproduced signal from the optical disk;

clock generation means for generating a clock signal from the reproduced signal;

detection means for detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal to output a detection signal; and

clock reproduction permit means for permitting

CLMS

the clock generation means to perform an operation of generating the clock signal based on the detection signal.

30. An optical disk device according to claim 29, wherein the detection means comprises:

binary means for converting the reproduced signal into binary data to output the binary data;

sampling means for sampling the binary data at a predetermined frequency to output digital data;

parallel conversion means for converting the digital data into parallel data of at least m × n bits (m and n are natural numbers); and

a detection table for detecting a predetermined sequence composed of n-time repetition of an m-bit pattern from the parallel data.

31. A reproduction method for an optical disk including a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each recording sector including a header region and a data region, the header region including address information for identifying a position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information having a predetermined sequential pattern, the method comprising the steps of:

retrieving a reproduced signal from the optical disk;

detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal;

permitting reading of the address information if the sequential pattern is detected;

* C L M S *

reading the address information from the reproduced signal in response to the permission; and

terminating the step of reading the address information in a predetermined time period after the permission to return to the step of detecting the sequential pattern.

32. A reproduction method for an optical disk according to claim 31, further comprising the steps of:

permitting reproduction of a clock signal if the sequential pattern is detected; and

reproducing the clock signal from the reproduced signal in response to the permission.

33. A reproduction method for an optical disk including a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each recording sector including a header region and a data region, the header region including address information for identifying a position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information having a predetermined sequential pattern, the method comprising the steps of:

retrieving a reproduced signal from the optical disk;

detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal;

permitting reproduction of a clock signal if the sequential pattern is detected; and

reproducing the clock signal from the reproduced signal in response to the permission.

34. A reproduction method for an optical disk including a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors, each recording sector including a header region and a data region, the header region including address information for identifying a position of the corresponding recording sector, address synchronous information for identifying a recording position of the address information for bit synchronization, and clock synchronous information having a predetermined sequential pattern, the method comprising the steps of:

retrieving a reproduced signal from the optical disk;

determining a reproduction mode whether the reproduction mode is an initial mode during a time period from switching-on of the device or a track jump until the address information is first read from the reproduced signal or a normal mode during a time period from the reading of the address information until a next track jump is generated;

detecting the sequential pattern of the clock synchronous information from the reproduced signal;

permitting reading of the address information if the sequential pattern is detected in the initial mode as a first permitting step;

reading the address information from the reproduced signal in response to the permission;

generating a sector pulse if the address information is correctly read;

permitting reading of the address information from the reproduced signal based on the sector pulse in the normal mode as a second permitting step; and

terminating the reading of the address information to return to the step of determining a reproduction

mode if the address information fails to be read within a predetermined time period after either the first or second permission step.

* C L M S *

ABSTRACT

The present invention is aimed at providing an optical disk, an optical disk device, and an optical disk reproduction method, for allowing for stable and efficient reading of address information. The optical disk includes a plurality of tracks each divided into a plurality of recording sectors. Each of the recording sectors includes a header region. The header region includes address information for identifying the position of the corresponding recording sector and address synchronous information for identifying the recording position of the address information for bit synchronization. The address information has been modulated using a run length limit code of a maximum inversion interval of T_{max} bits (T_{max} is a natural number), and the address synchronous information includes two patterns of which inversion interval is (T_{max} + 3) bits or more, so that the reproduced signal of the address synchronous information is distinguished from the reproduced signal of other information.

FIG. 1

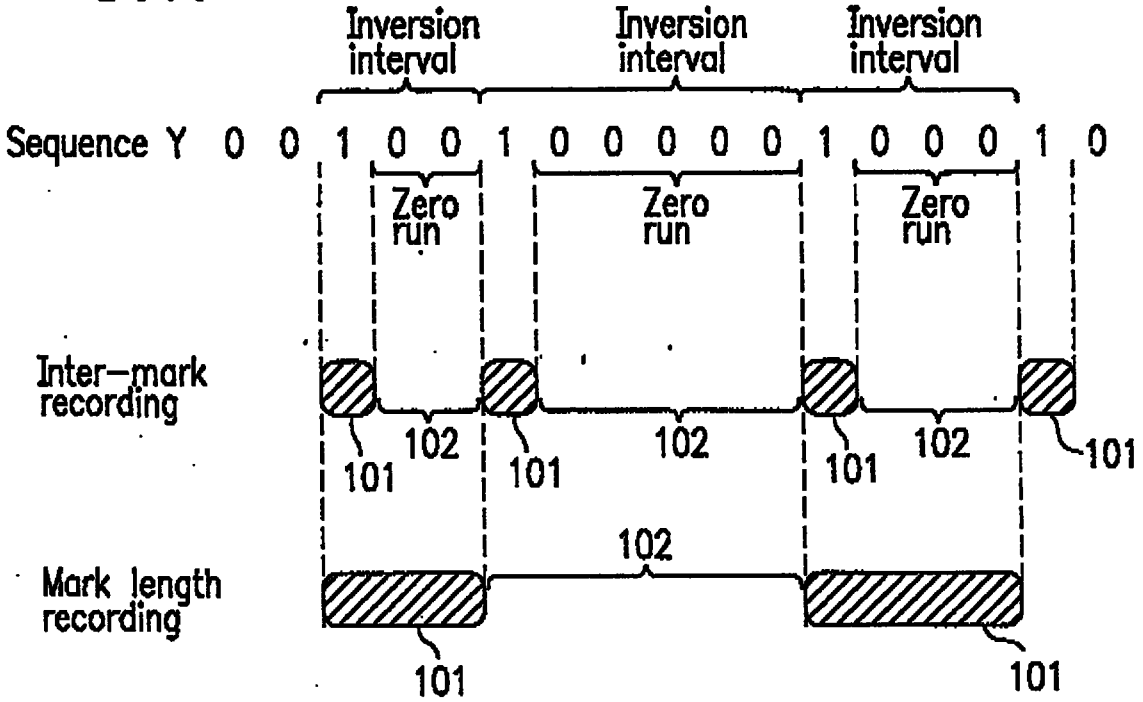

Inversion interval
Inversion interval
Inversion interval
Sequence Y 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0
Zero run
Zero run
Zero run
Inter-mark recording
101
102
101
102
101
102
101
102
Mark length recording
101
101

FIG. 2A

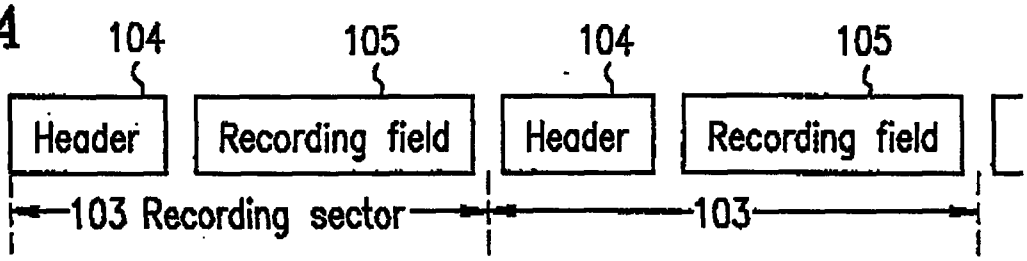


FIG. 2B

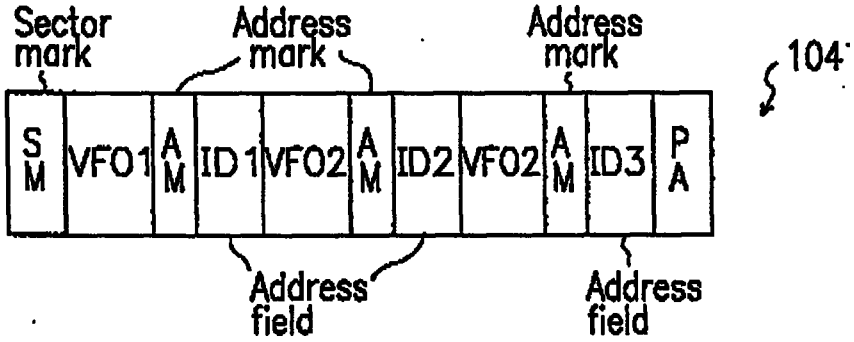


FIG. 2C

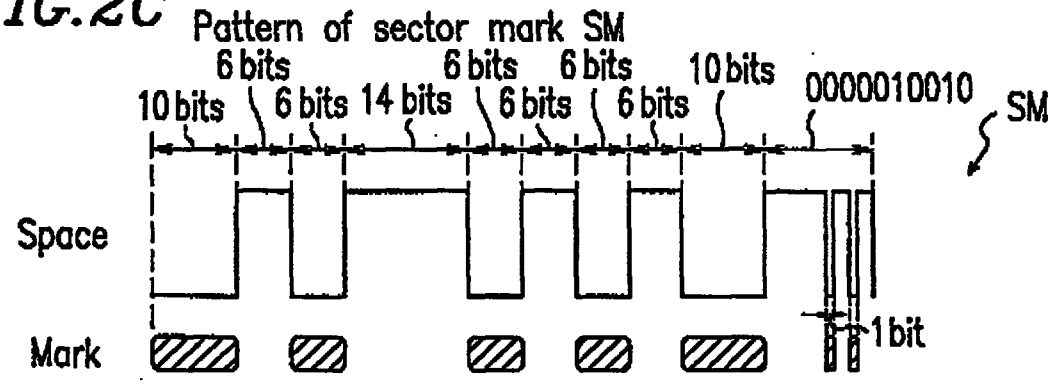


FIG. 2D

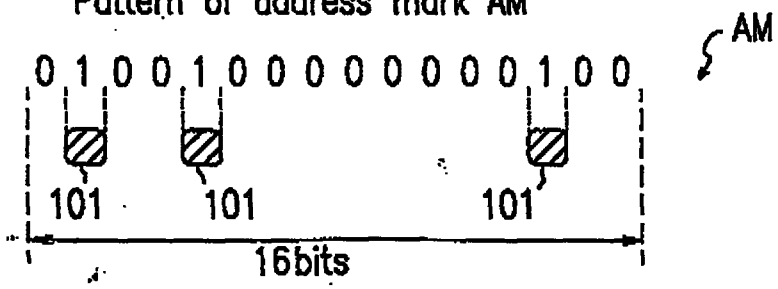


FIG. 3

Conversion table of (2,7) modulation code

Digital data	Code sequence
1 0	0 1 0 0
0 1 0	1 0 0 1 0 0
0 0 1 0	0 0 1 0 0 1 0 0
1 1	1 0 0 0
0 1 1	0 0 1 0 0 0
0 0 1 1	0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0	0 0 0 1 0 0

FIG. 4

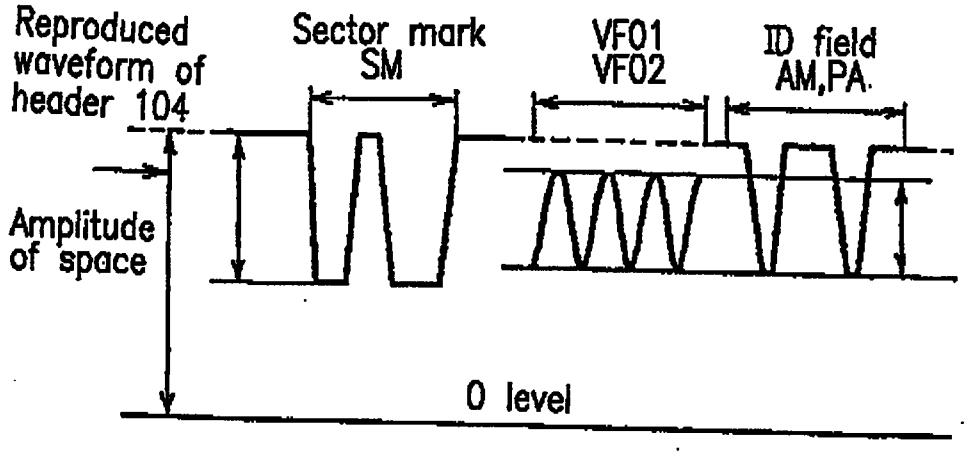


FIG. 5A

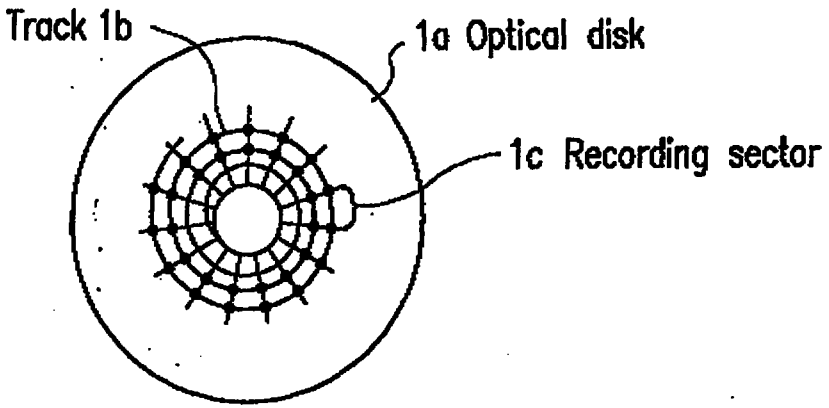


FIG. 5B

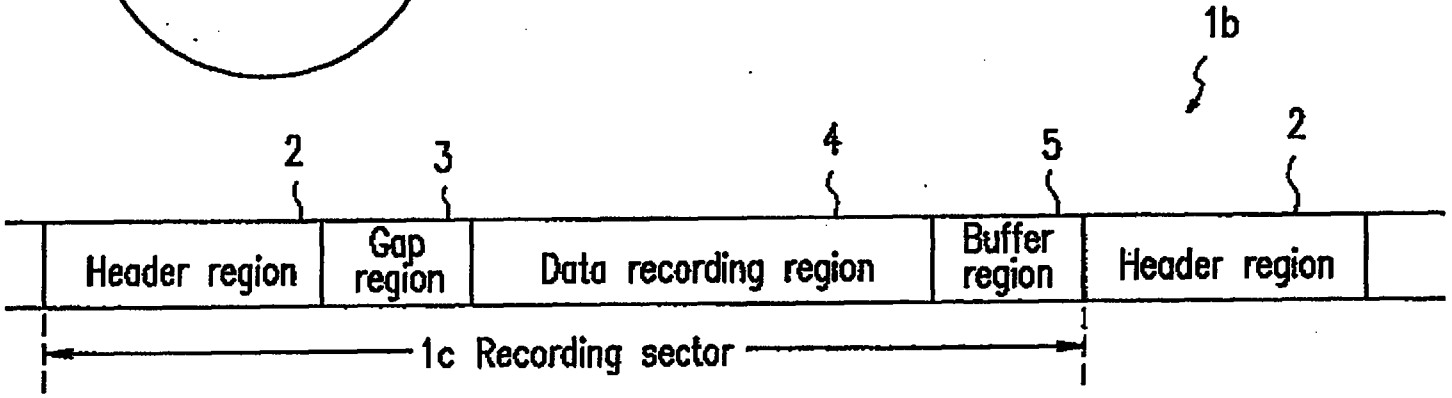


FIG. 5C

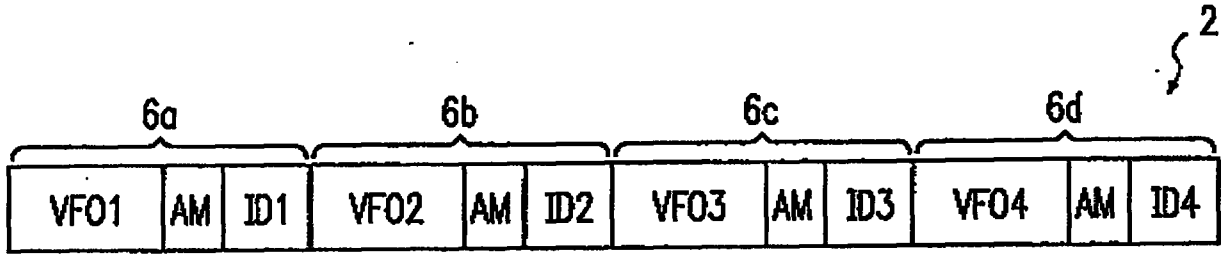


FIG. 6

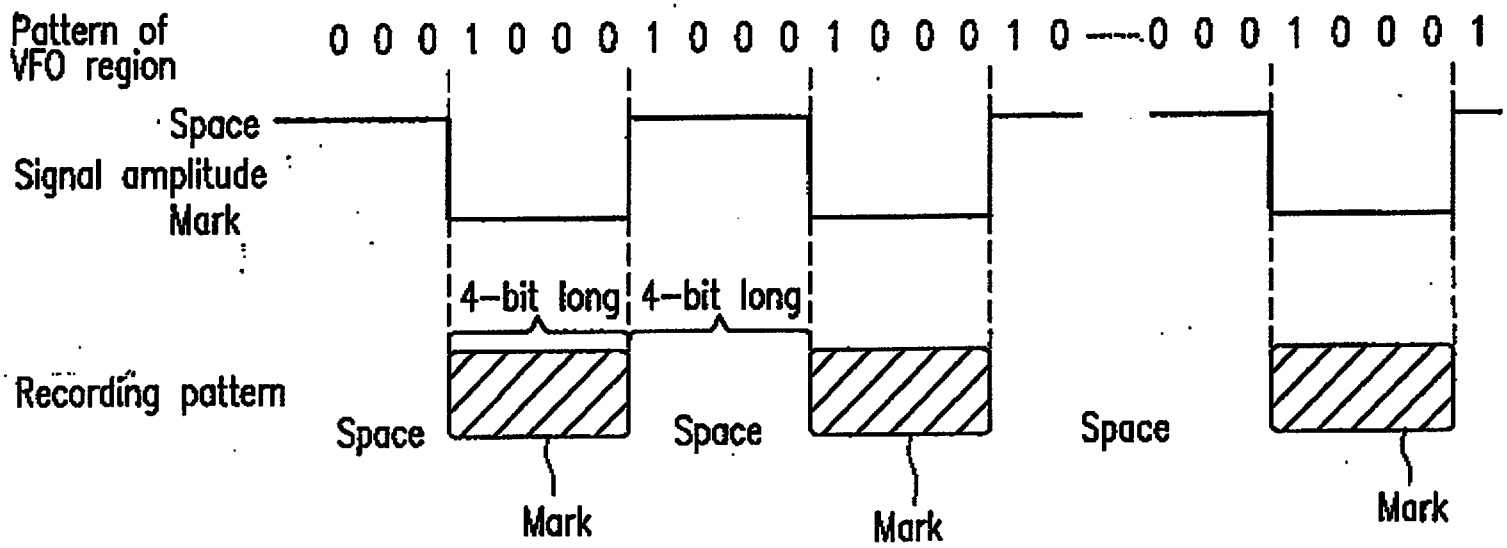

Pattern of VFO region
0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1
Space
Signal amplitude
Mark
4-bit long
4-bit long
Recording pattern
Space
Space
Space
Mark
Mark
Mark

FIG. 7A

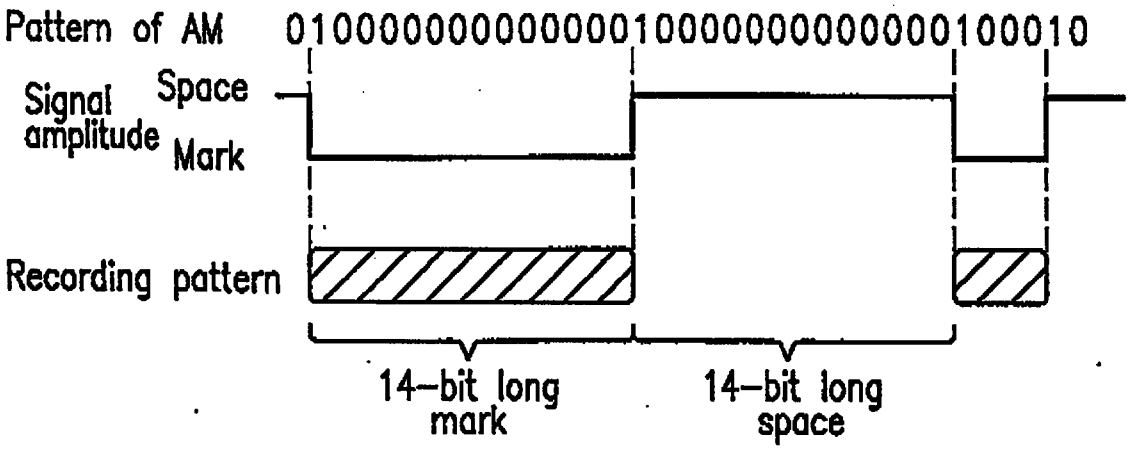


FIG. 7B

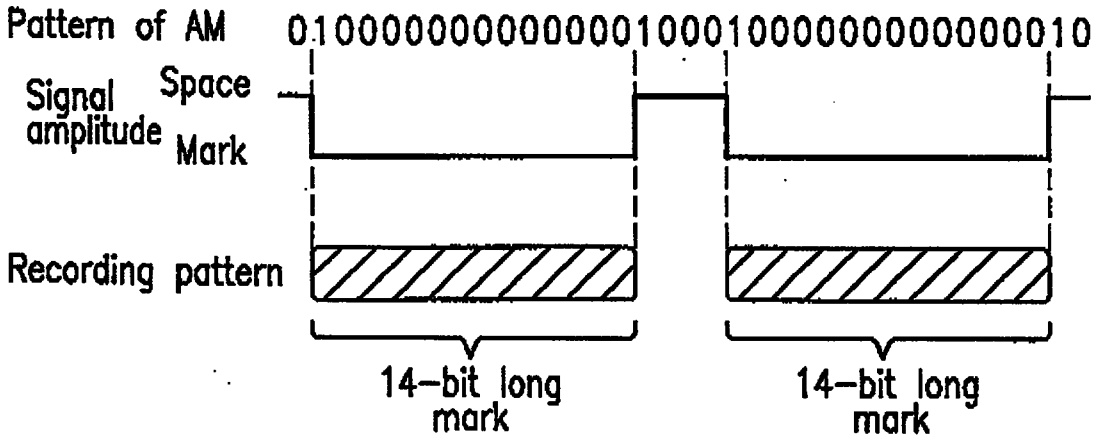


FIG. 7C

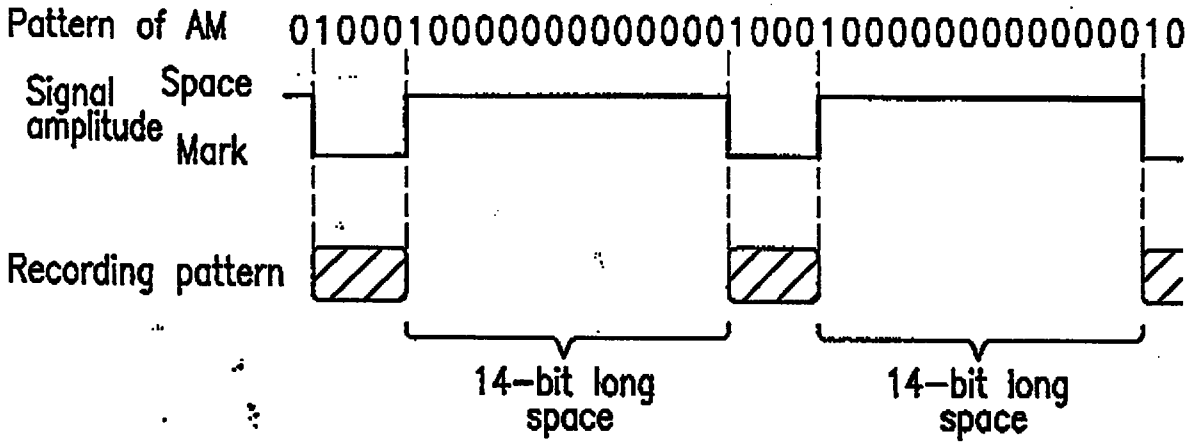


FIG. 8A

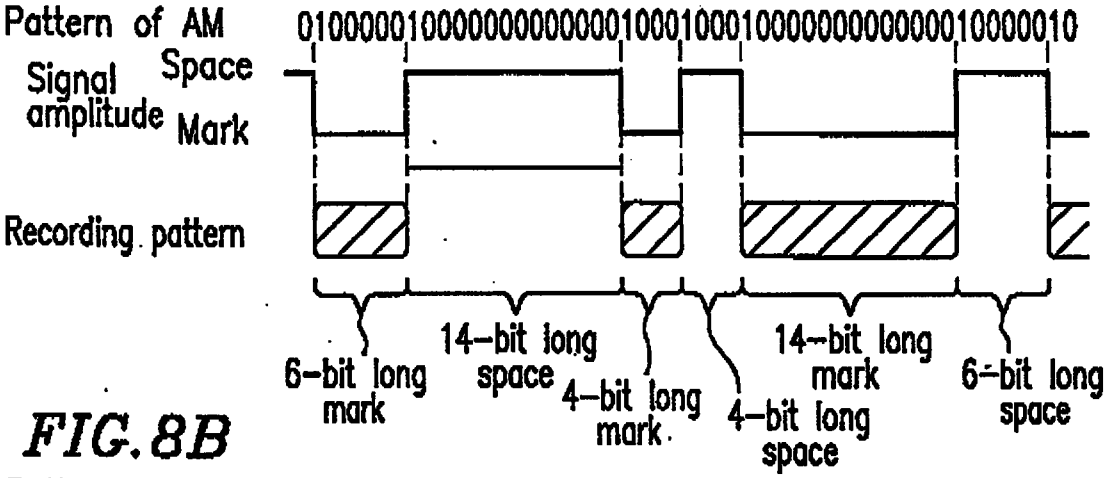


FIG. 8B

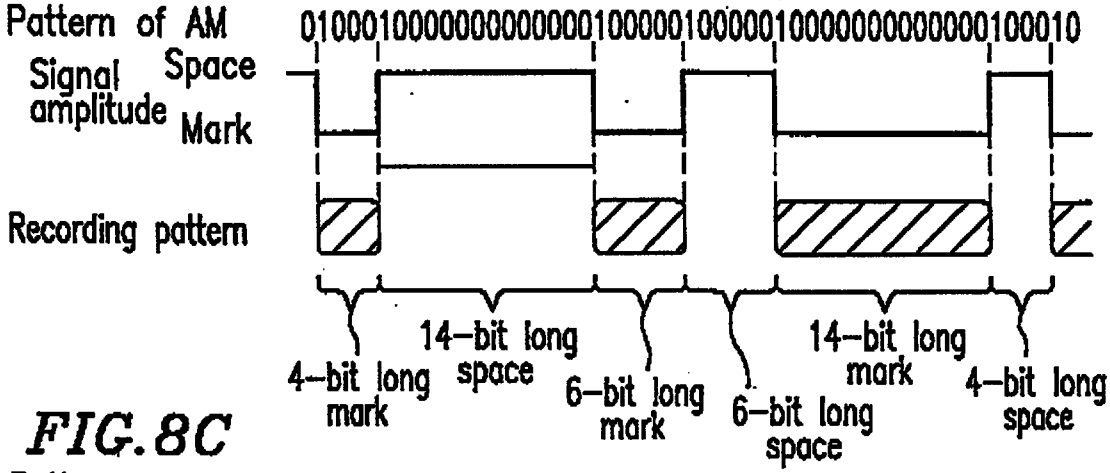


FIG. 8C

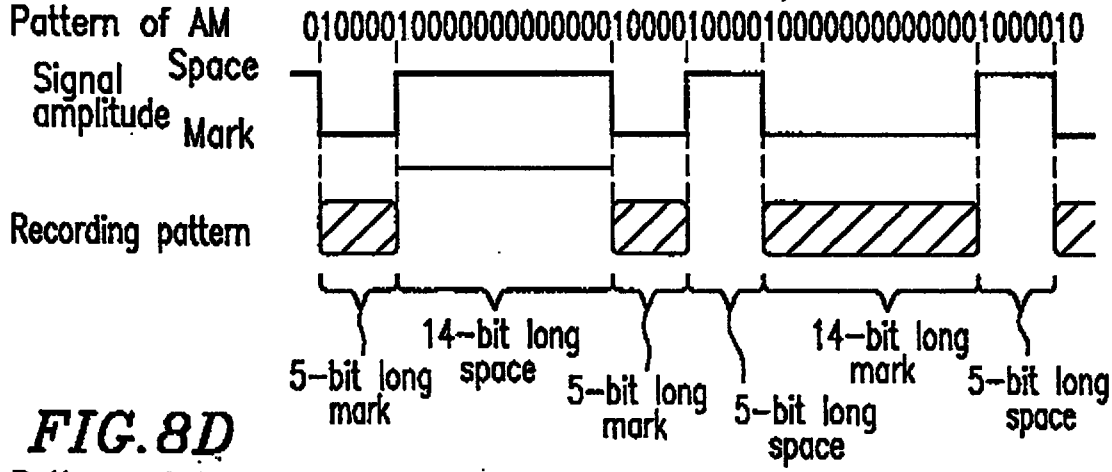


FIG. 8D

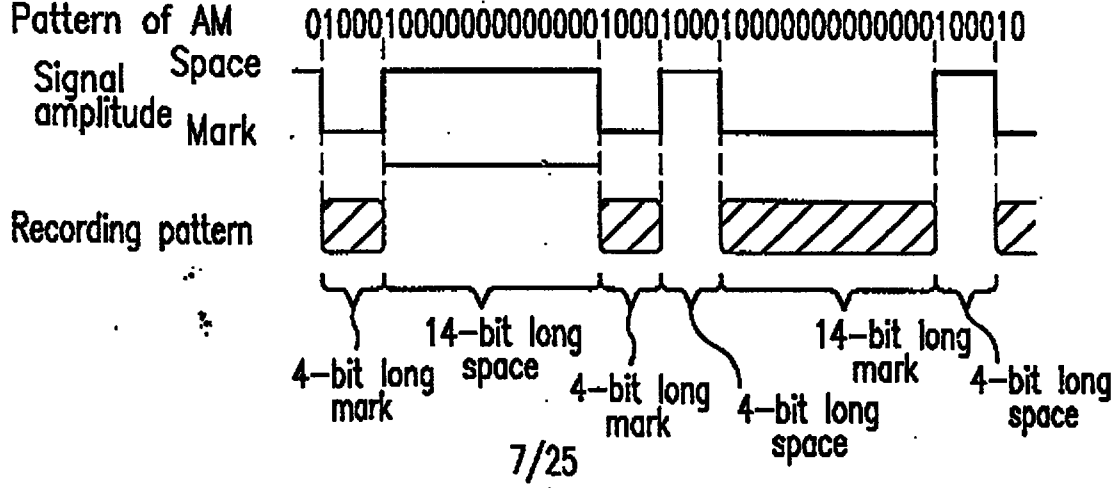


FIG. 9

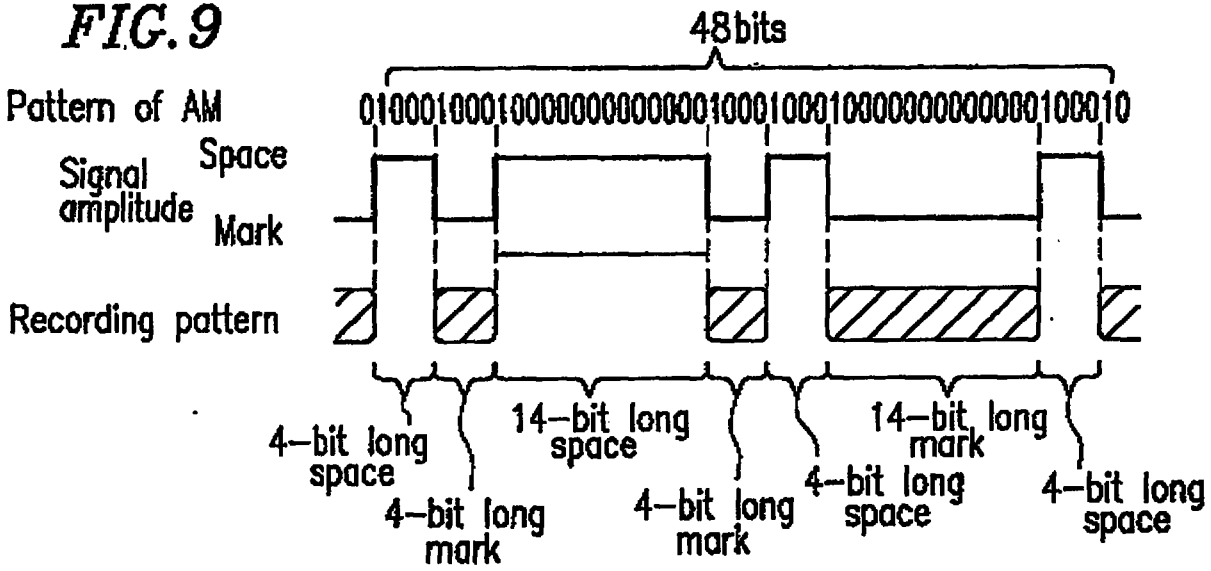

48bits
Pattern of AM
0100010001000000000000100010001000000000000100010
Signal amplitude
Space
Mark
Recording pattern
4-bit long space
4-bit long mark
14-bit long space
4-bit long mark
4-bit long space
14-bit long mark
4-bit long space

FIG. 10

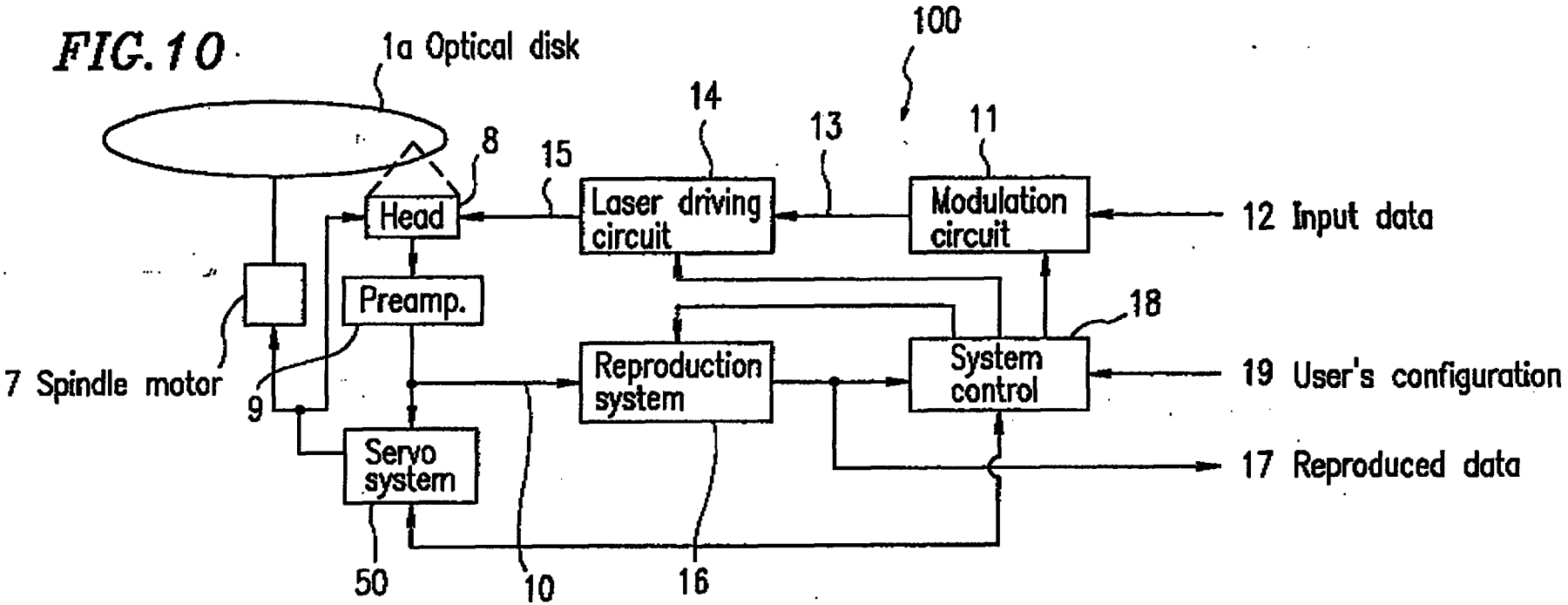

1a Optical disk
100
14
13
11
8
15
Head
Laser driving circuit
Modulation circuit
12 Input data
Preamp.
18
7 Spindle motor
9
Reproduction system
System control
19 User's configuration
Servo system
17 Reproduced data
50
10
16

FIG. 11

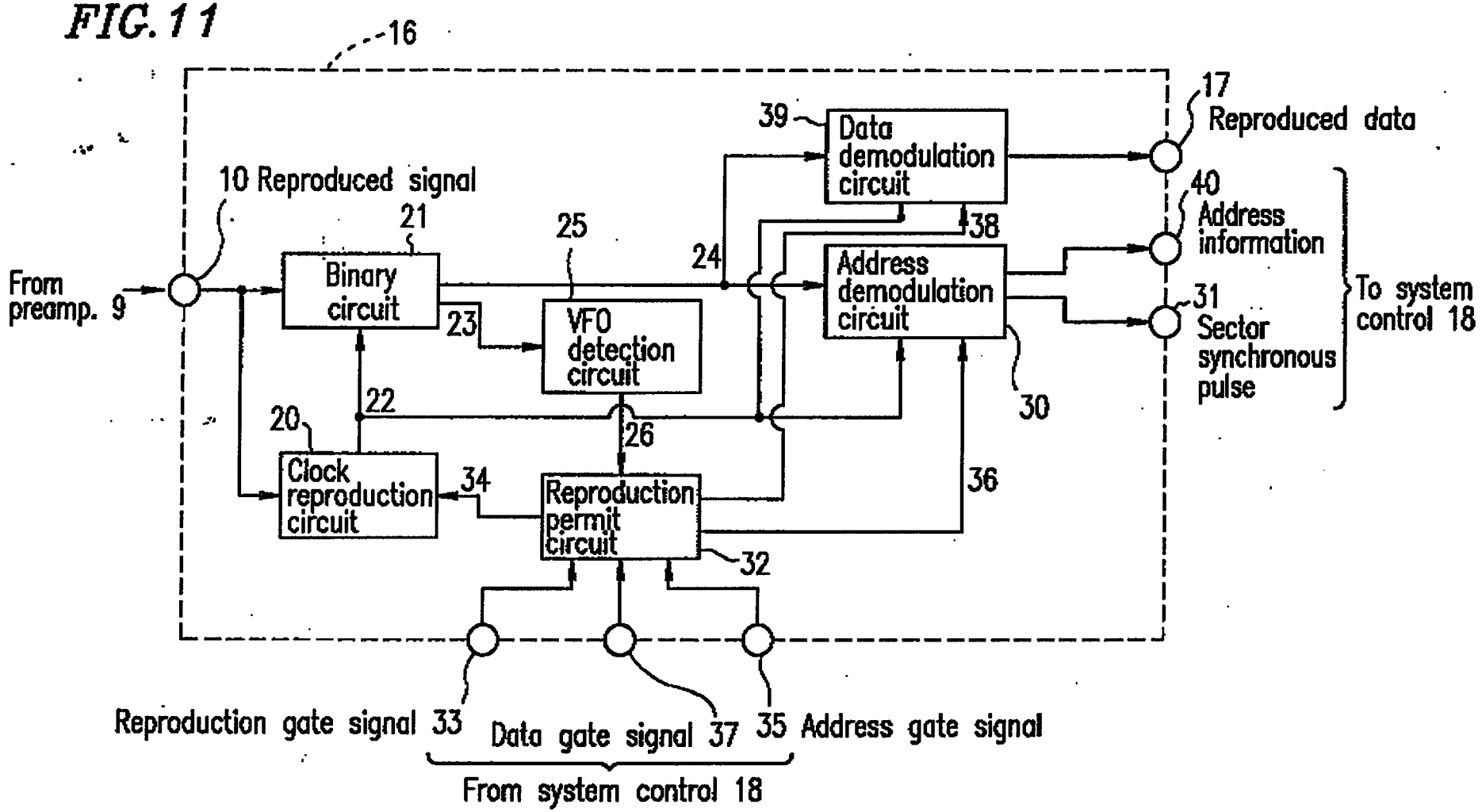

16
17
Reproduced data
39
Data demodulation circuit
10 Reproduced signal
21
25
24
38
40
Address information
From preamp. 9
Binary circuit
Address demodulation circuit
31
Sector synchronous pulse
To system control 18
23
VFO detection circuit
22
20
26
30
Clock reproduction circuit
34
Reproduction permit circuit
36
32
Reproduction gate signal 33
Data gate signal 37
35 Address gate signal
From system control 18

FIG. 12A

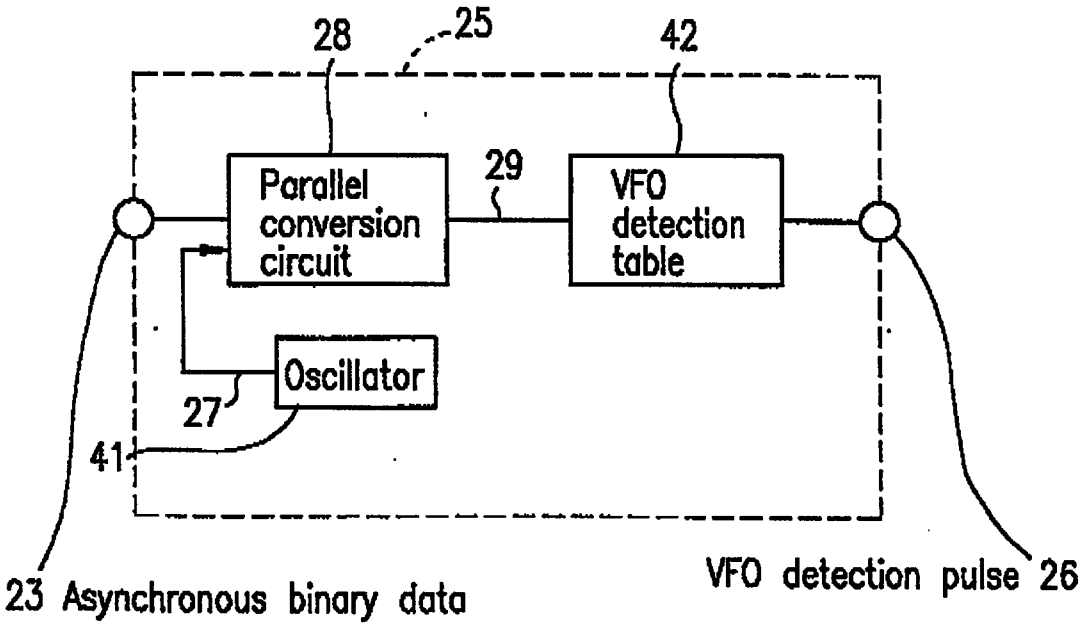


FIG. 12B

VFO detection table

Input 32 bits (Parallel data 29)	Output 1 bit (VFO detection pulse 26)
11110000111100001111000011110000	1
00001111000011110000111100001111	1
11111000111110001111100011111000	1
00011111000111110001111100011111	1
11110000111110000111100000111100	1
00001111000001111000011111000011	1
⋮	
Other patterns	0

FIG. 13

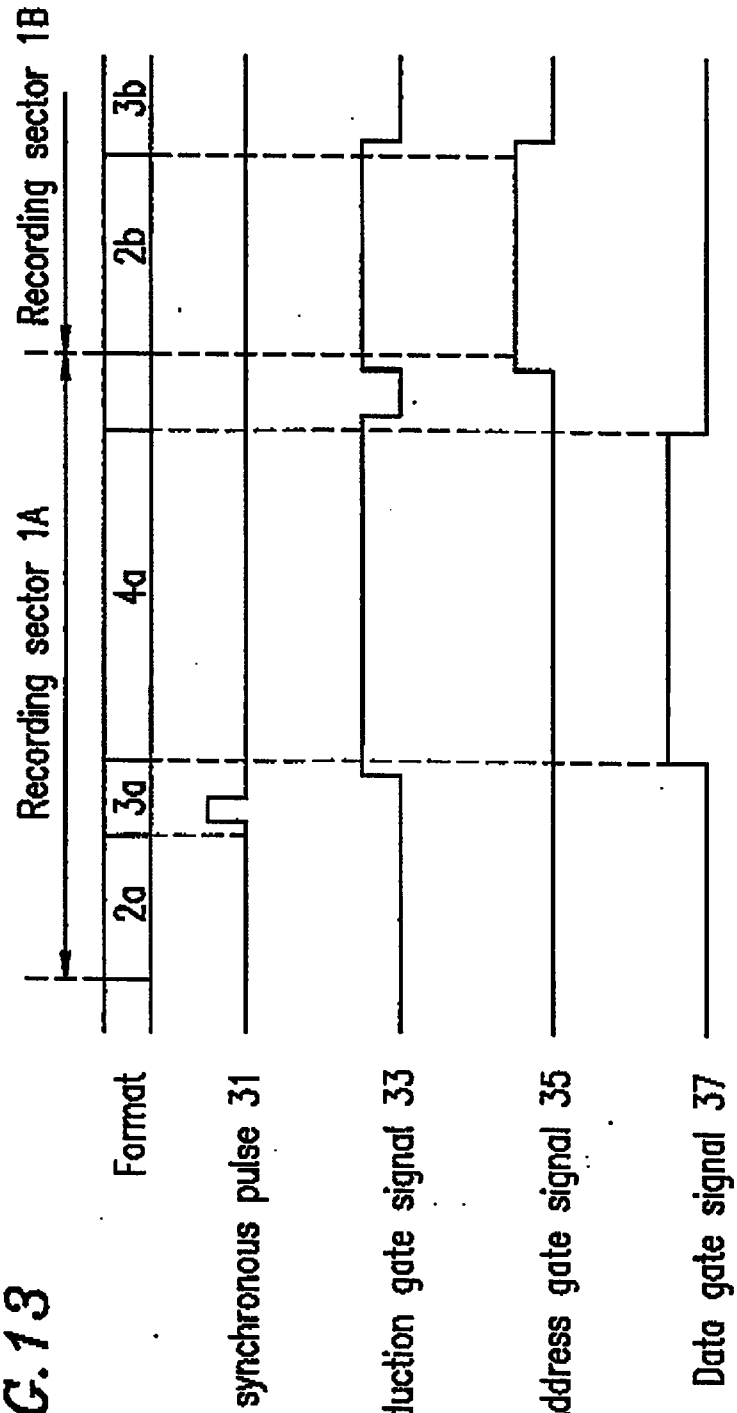

Recording sector 1A
Recording sector 1B
2a
3a
4a
2b
3b
Format
Sector synchronous pulse 31
Reproduction gate signal 33
Address gate signal 35
Data gate signal 37

FIG. 14

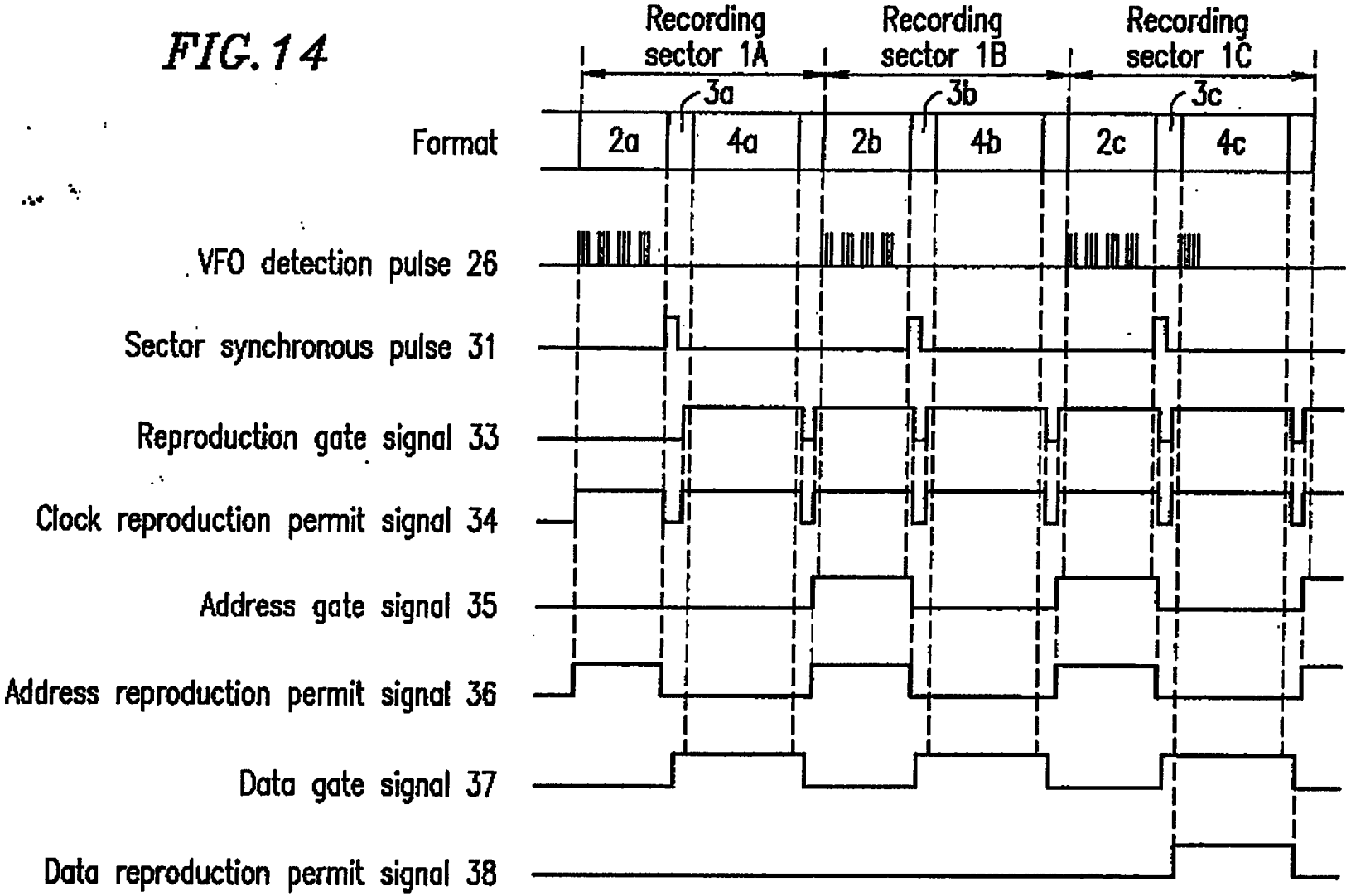

Recording sector 1A
Recording sector 1B
Recording sector 1C
3a
3b
3c
Format
2a
4a
2b
4b
2c
4c
VFO detection pulse 26
Sector synchronous pulse 31
Reproduction gate signal 33
Clock reproduction permit signal 34
Address gate signal 35
Address reproduction permit signal 36
Data gate signal 37
Data reproduction permit signal 38

FIG. 16

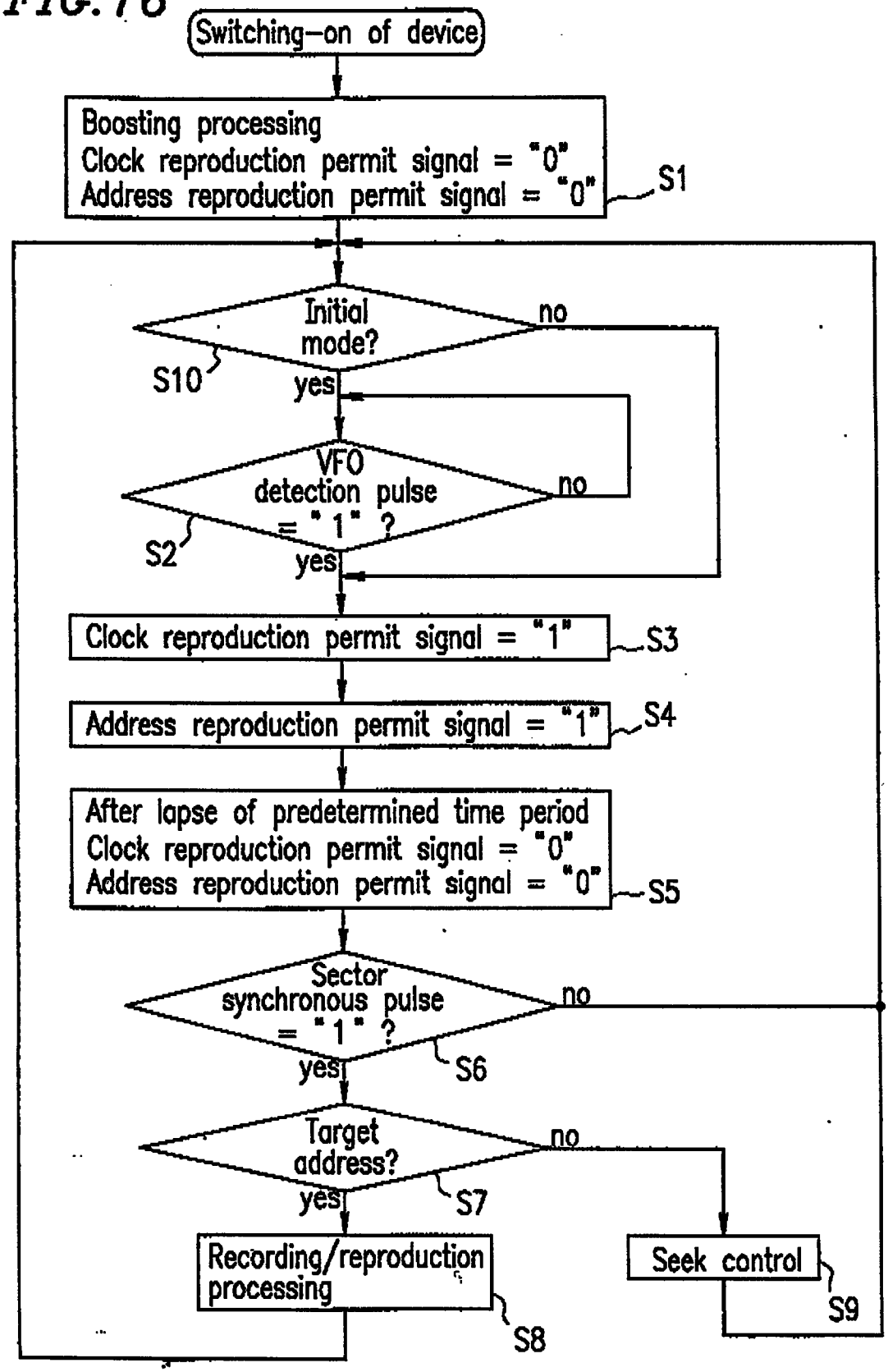

Switching-on of device
Boosting processing
Clock reproduction permit signal = "0"
Address reproduction permit signal = "0"
S1
Initial mode?
no
S10
yes
VFO detection pulse = "1" ?
no
S2
yes
Clock reproduction permit signal = "1"
S3
Address reproduction permit signal = "1"
S4
After lapse of predetermined time period
Clock reproduction permit signal = "0"
Address reproduction permit signal = "0"
S5
Sector synchronous pulse = "1" ?
no
yes
S6
Target address?
no
yes
S7
Recording/reproduction processing
S8
Seek control
S9

FIG. 17A

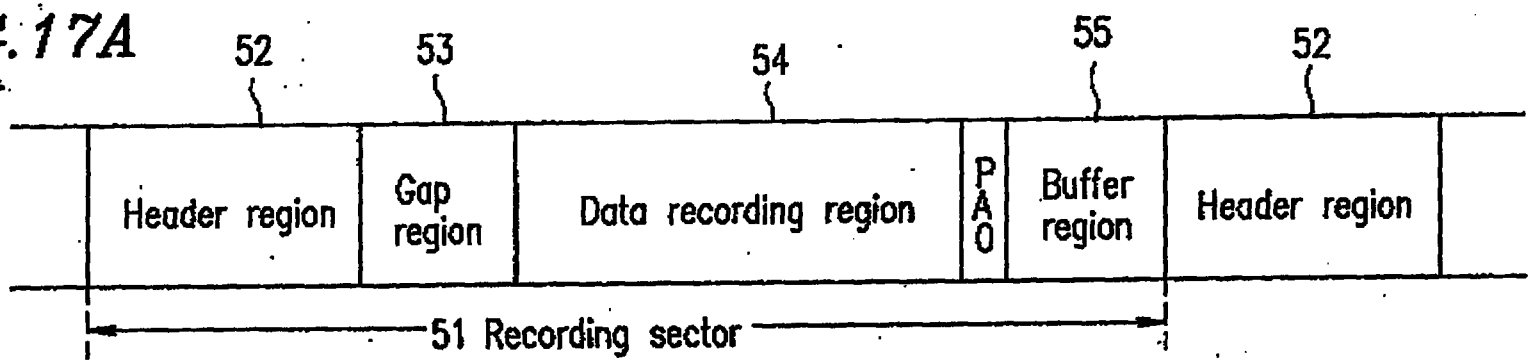


FIG. 17B

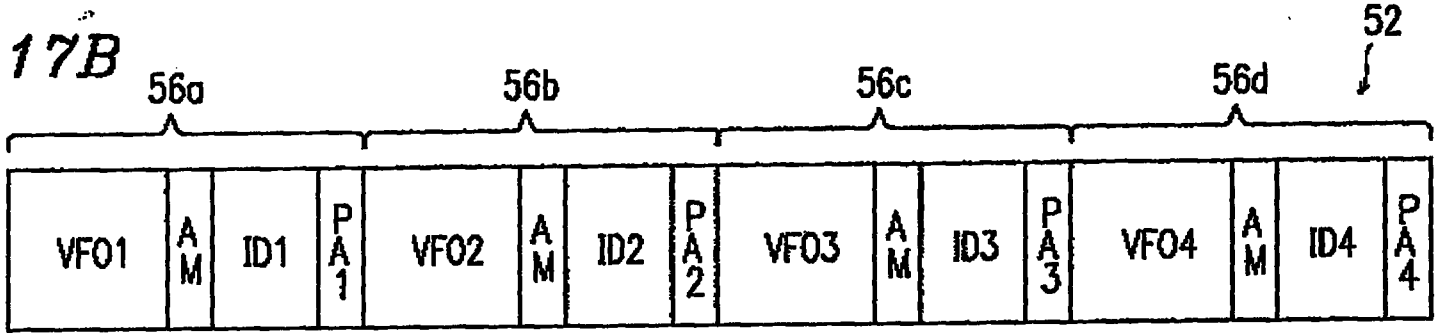


FIG. 18A Construction of modulation circuit

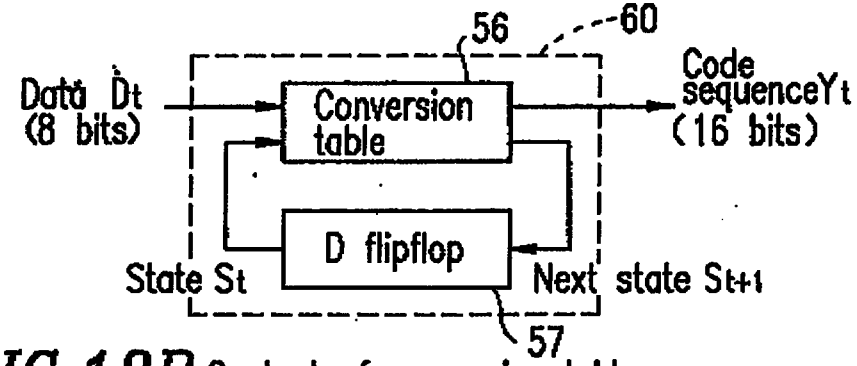


FIG. 18C Construction of demodulation circuit

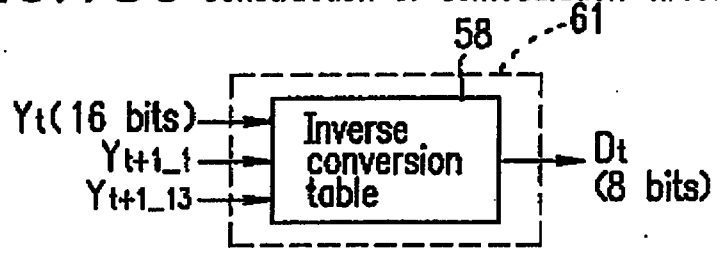


FIG. 18B Content of conversion table

Data Dt	Case of St=1 Yt	St+1	Case of St=2 Yt	St+1	Case of St=3 Yt	St+1	Case of 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

P1 P2

FIG. 19A

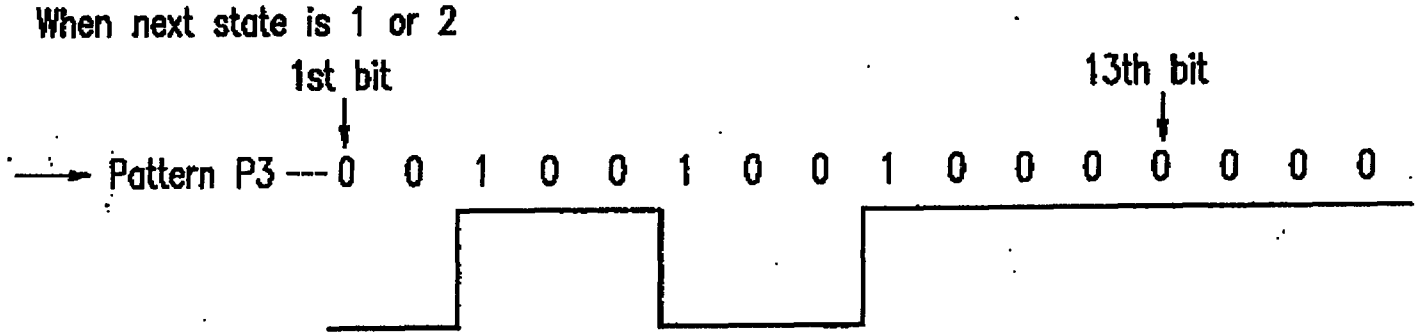


FIG. 19B

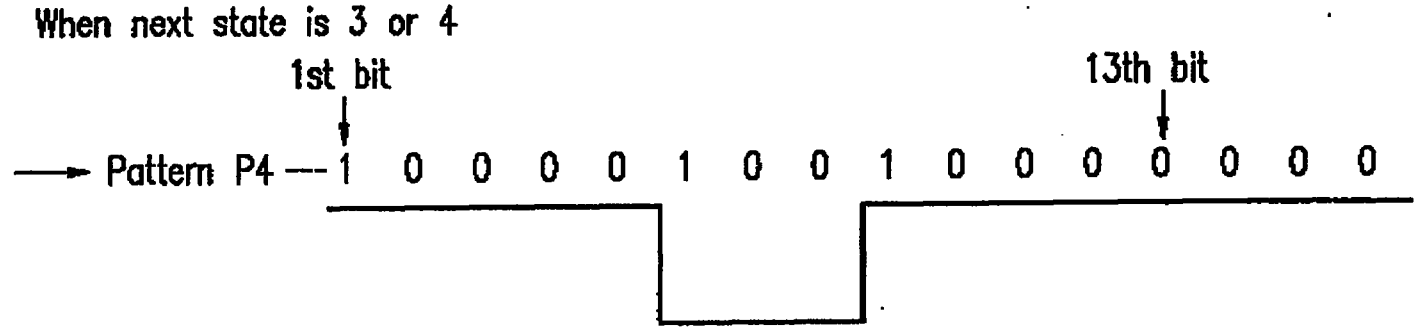


FIG.20A

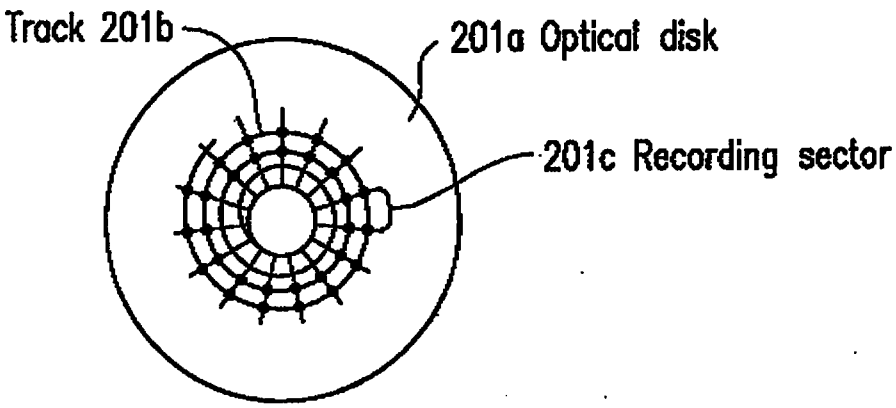


FIG.20B

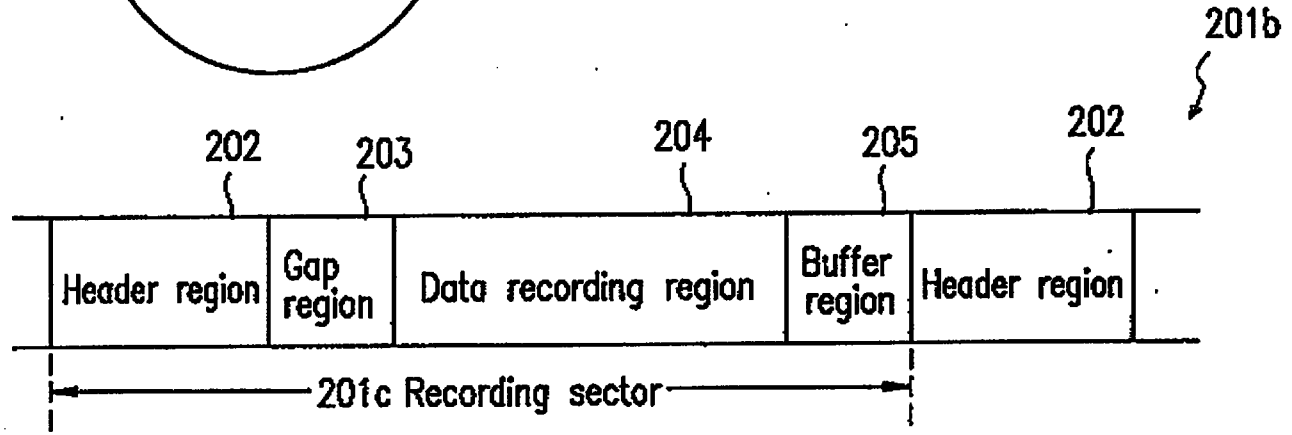


FIG.20C

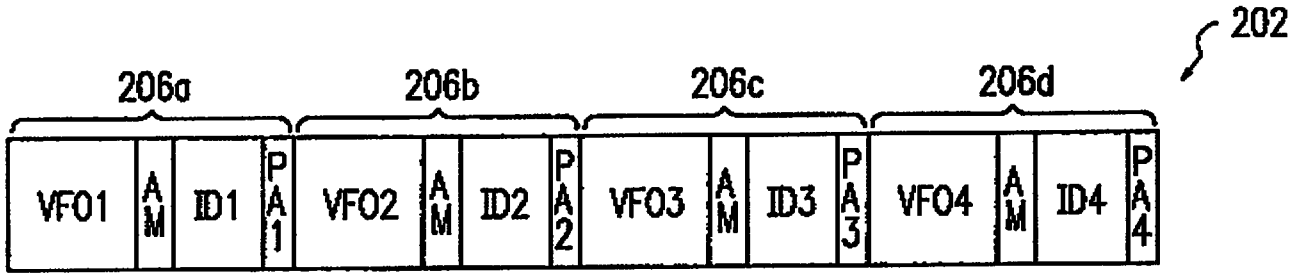


FIG.21A

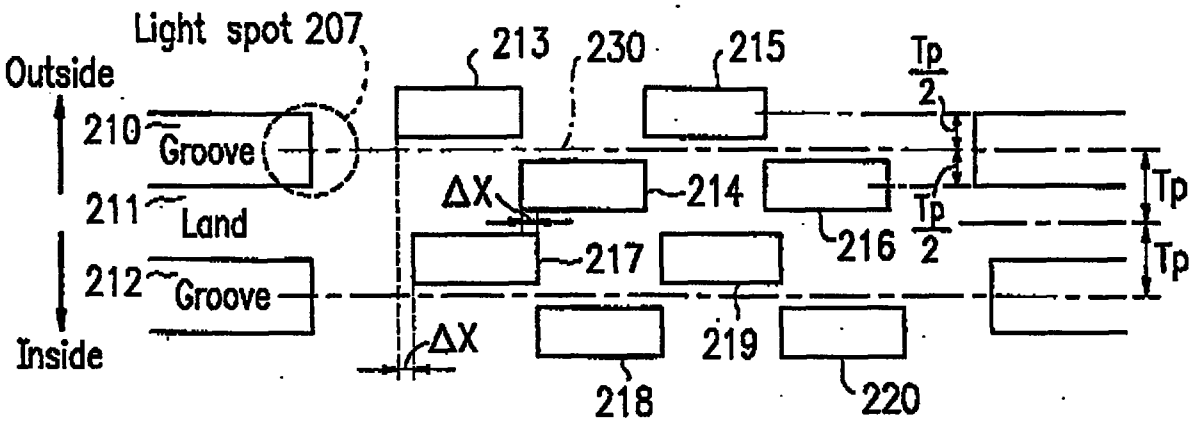


FIG.21B

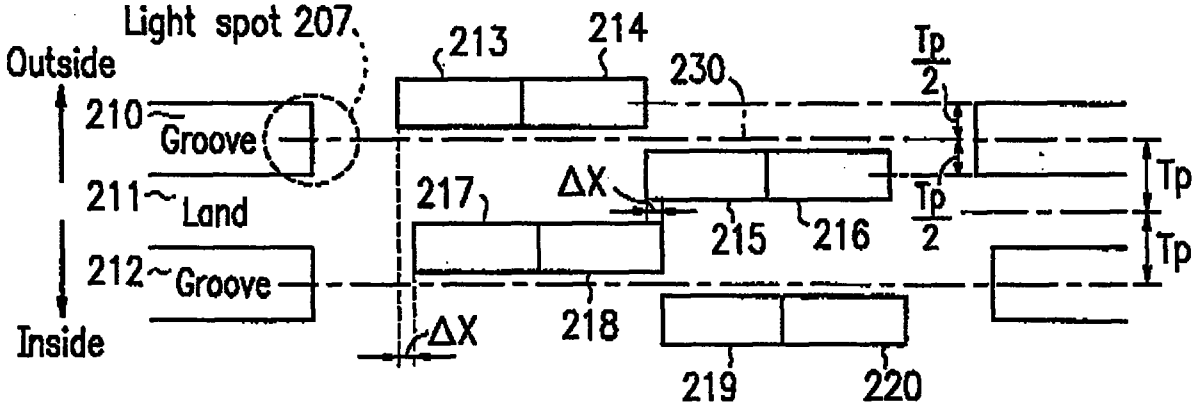


FIG.21C

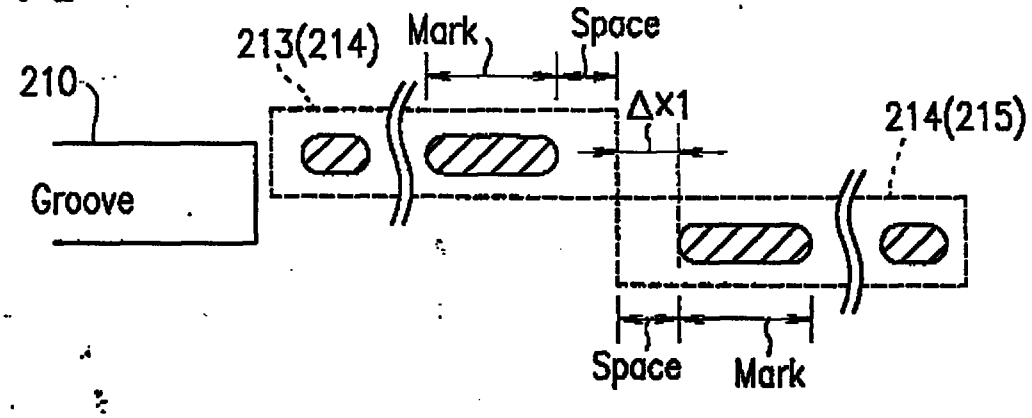


FIG. 22A

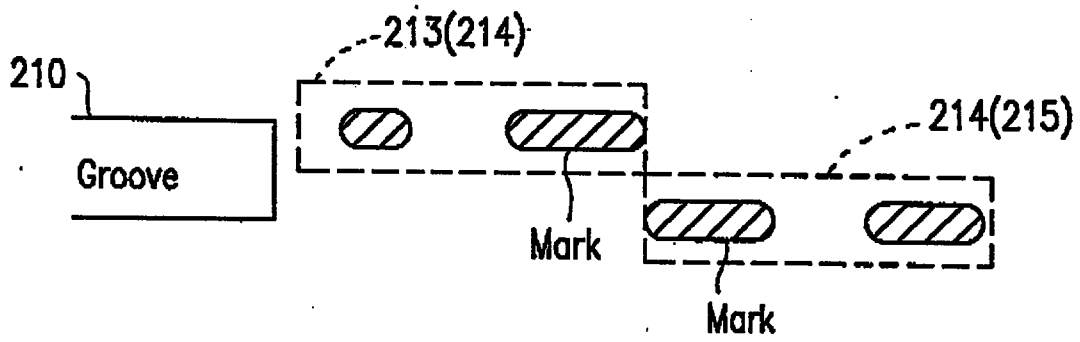


FIG. 22B

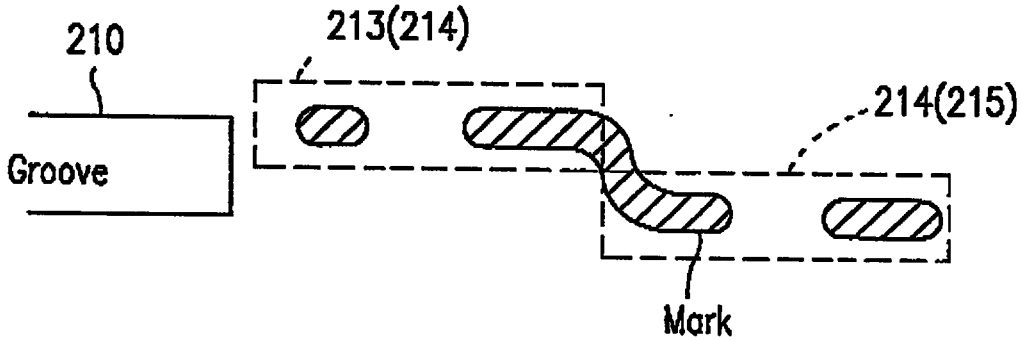


FIG. 23A

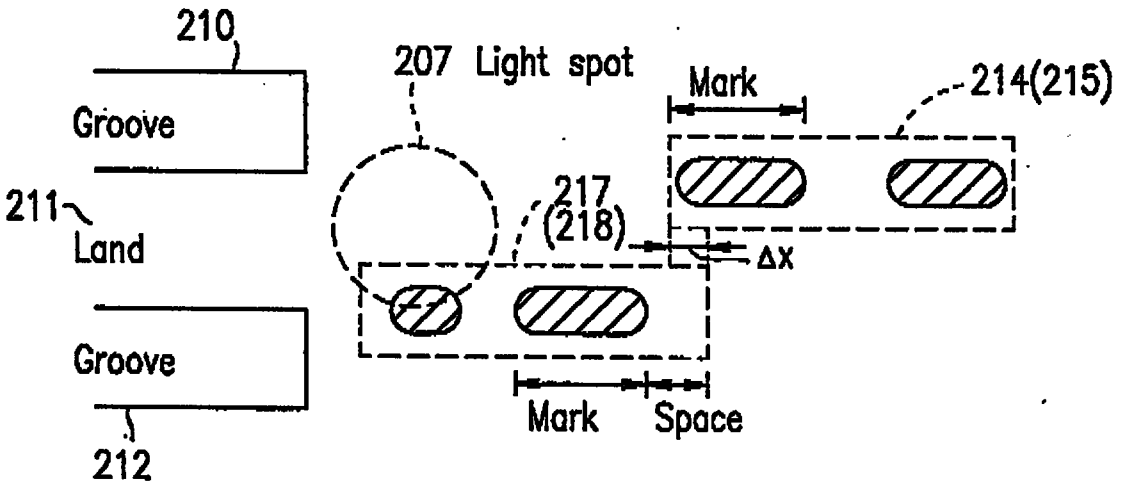


FIG. 23B

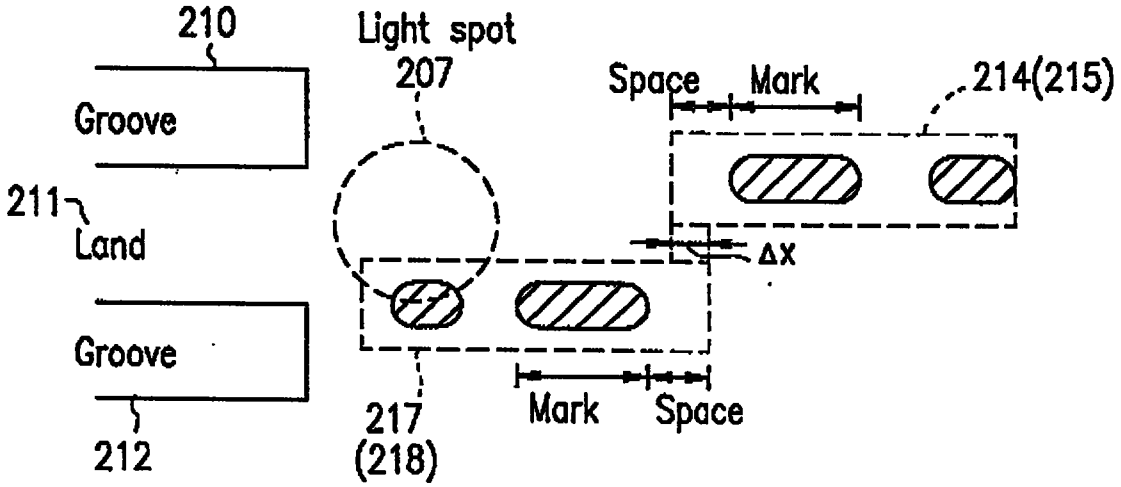


FIG.24A Next state : 1 or 2, ID end : Mark

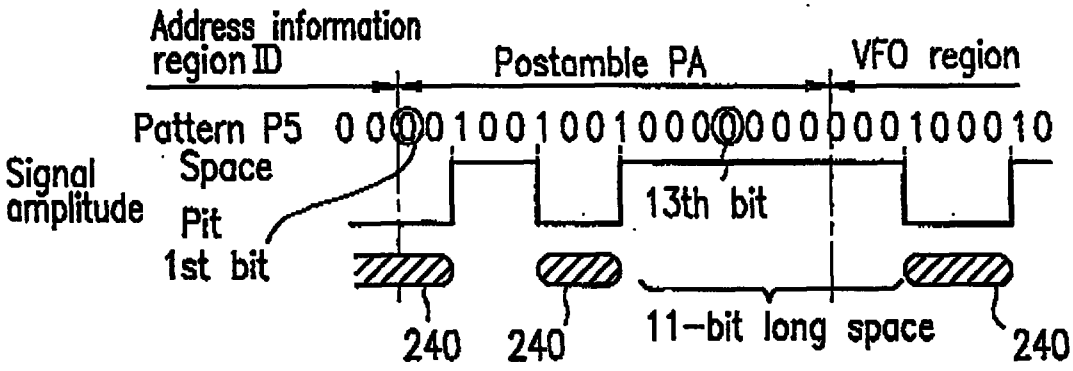


FIG.24B Next state : 1 or 2, ID end : Space

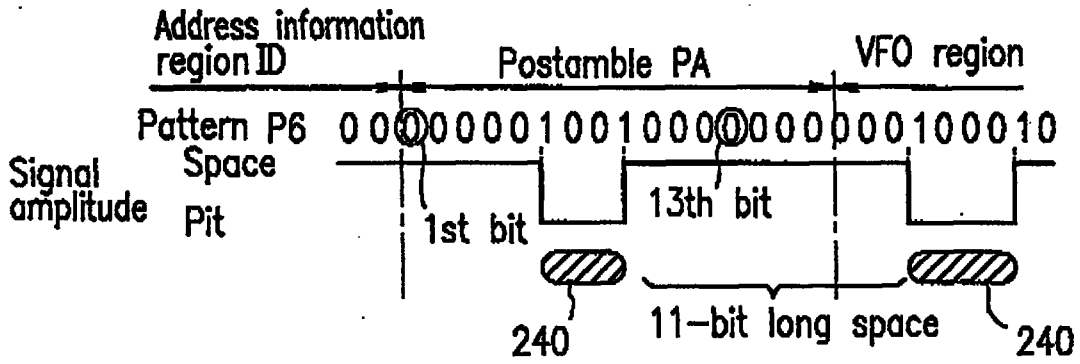


FIG.24C Next state : 3 or 4, ID end : Mark

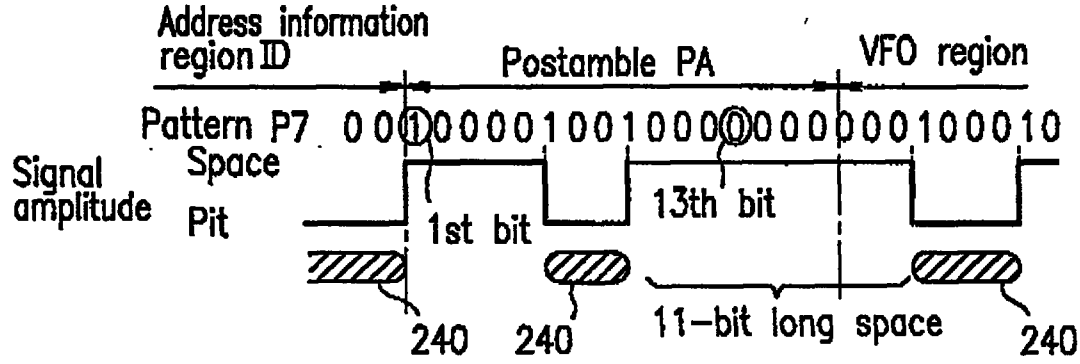


FIG.24D Next state : 3 or 4, ID end : Space

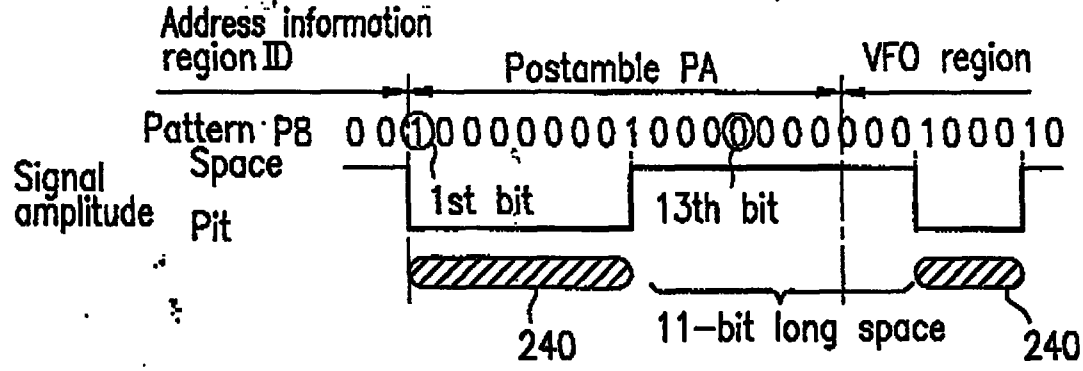


FIG.24E Next state : 1 or 2, ID end : Mark

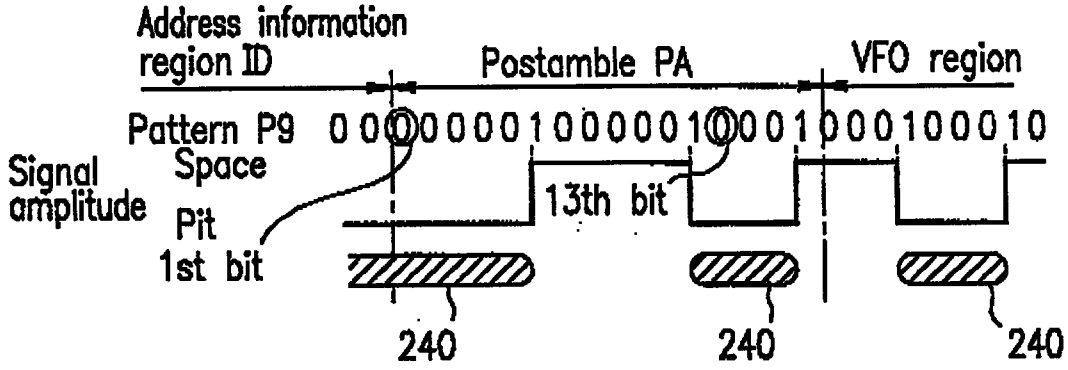


FIG.24F Next state : 1 or 2, ID end : Space

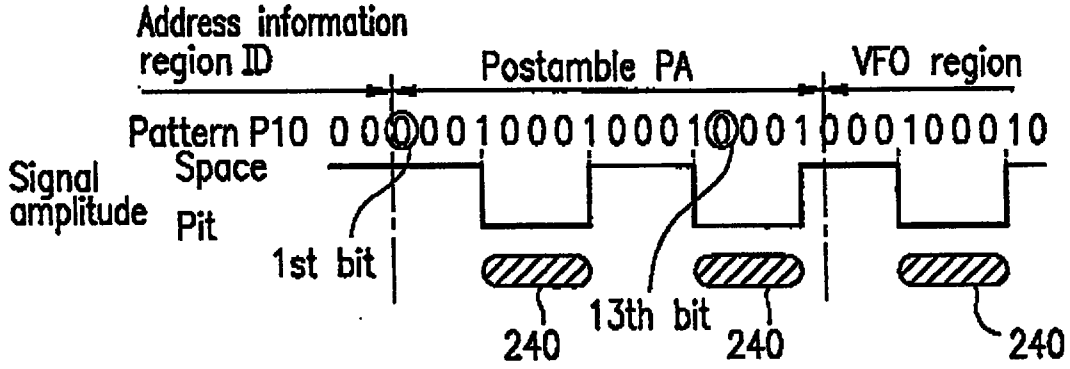


FIG.24G Next state : 3 or 4, ID end : Mark

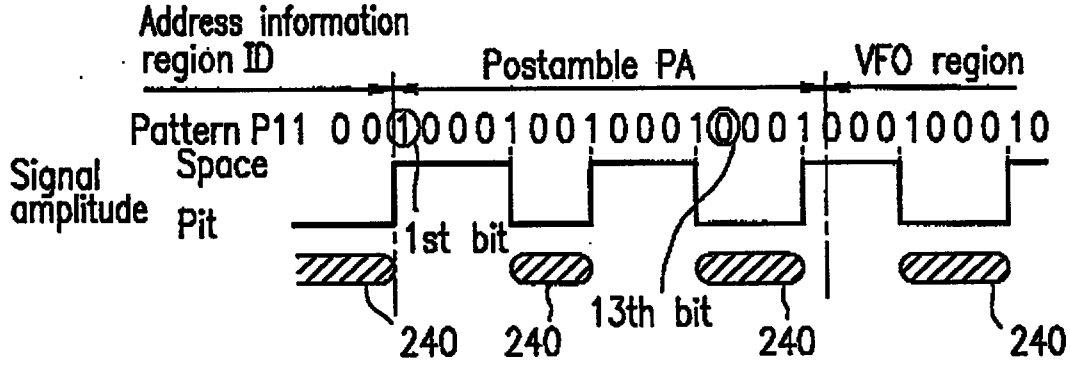


FIG.24H Next state : 3 or 4, ID end : Space

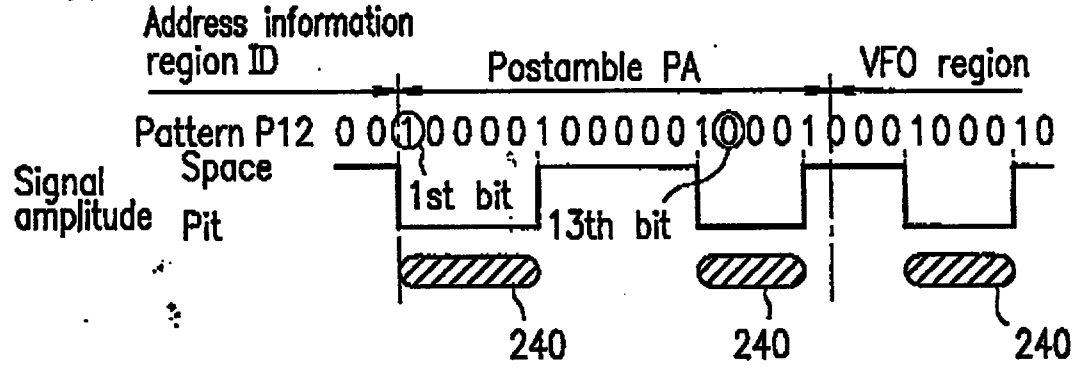


FIG. 25A

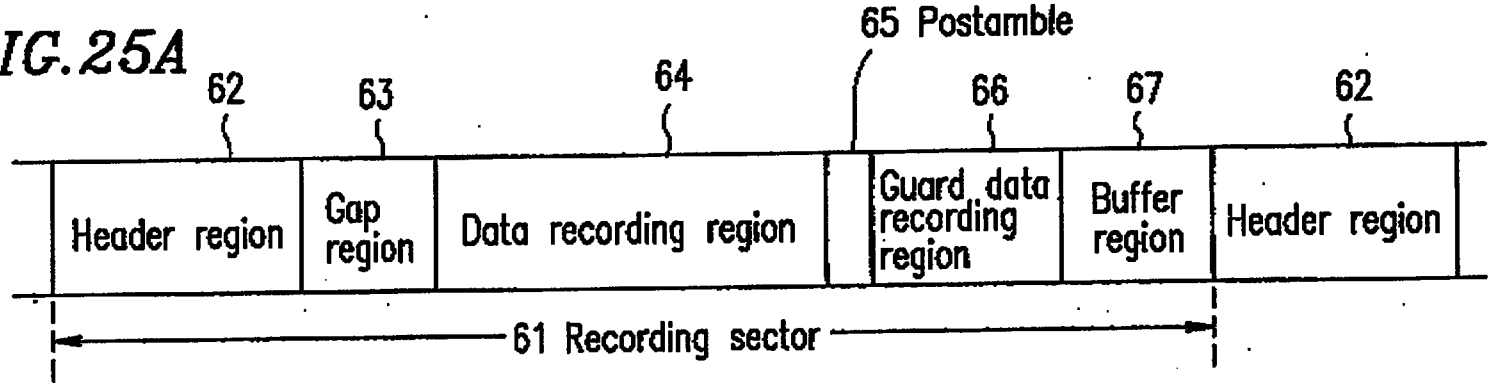
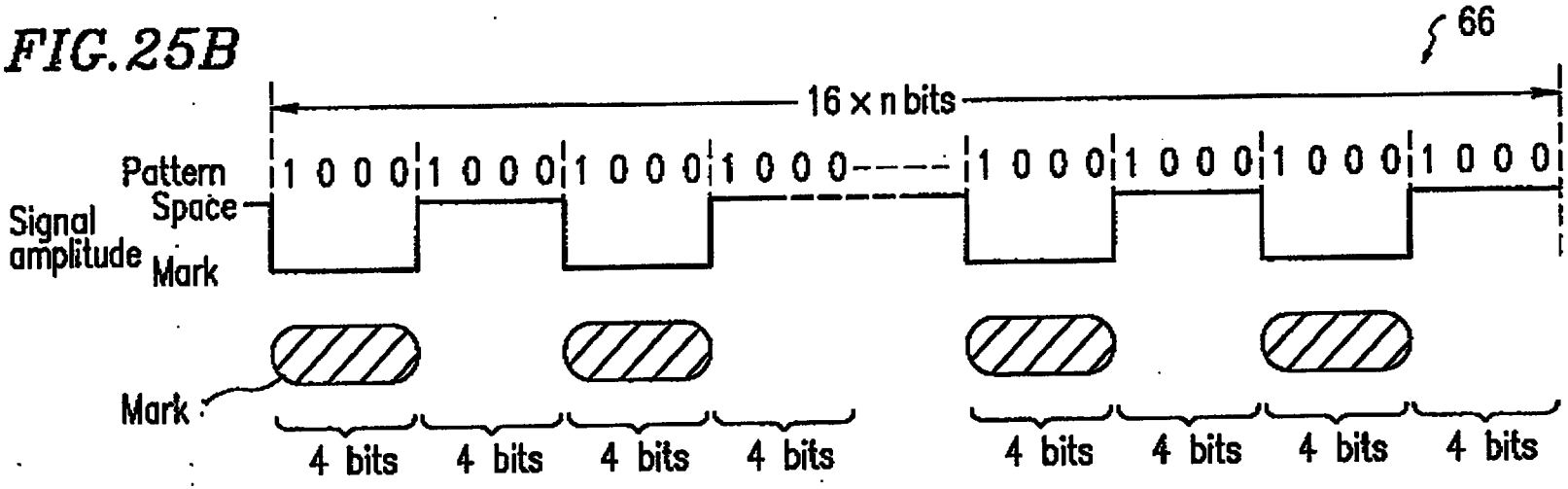


FIG. 25B



IPDS 5 copy.

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

(51) 国際特許分類6
G11B 7/00, 7/007, 20/12, 20/14

A1

(11) 国際公開番号 WO97/29483

(43) 国際公開日 1997年8月14日(14.08.97)

(21) 国際出願番号 PCT/JP97/00337

(22) 国際出願日 1997年2月7日(07.02.97)

(30) 優先権データ
特願平8/22273 1996年2月8日(08.02.96) JP

(71) 出願人（米国を除くすべての指定国について）
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；および
(75) 発明者／出願人（米国についてのみ）
石田 隆(ISHIDA, Takashi)[JP/JP]
〒614 京都府八幡市橋本意足13-14 Kyoto, (JP)
具島豊治(GUSHIMA, Toyoji)[JP/JP]
〒583 大阪府羽曳野市高鷲3-5-10 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, US, 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

PCT & translation as Article

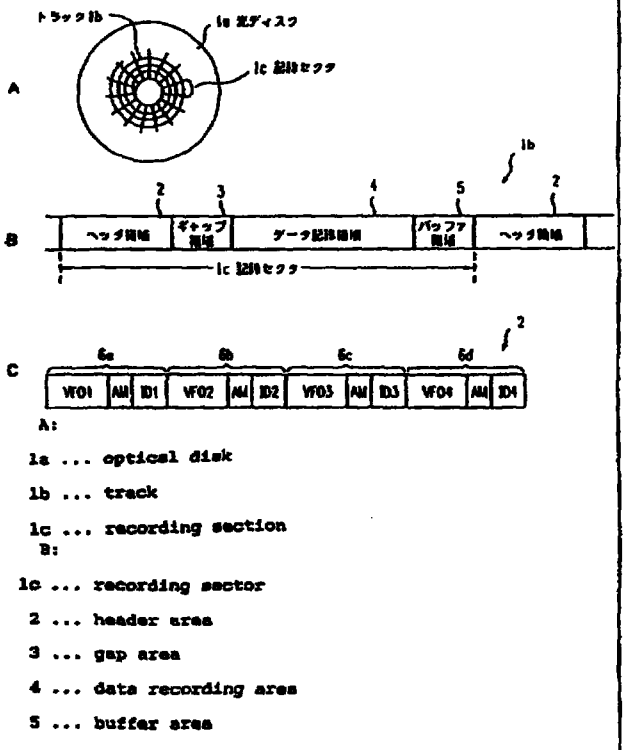
SG 9804465-4

(54)Title: OPTICAL DISK, OPTICAL DISK DEVICE, AND METHOD OF REPRODUCING INFORMATION ON OPTICAL DISK

(54)発明の名称 光ディスク、光ディスク装置及び光ディスク再生方法

(57) Abstract

An optical disk from which address information is read stably and efficiently. The optical disk has a plurality of tracks each of which is divided into a plurality of recording sectors and each recording sector has a header area. In the header area, address information for recognizing the position of the corresponding recording section and address synchronization information for bit synchronization by recognizing the recording position of the address information are recorded. The address information is modulated with a run length limiting code of maximum inversion interval Tmax bits (Tmax is a natural number) and the address synchronization information includes two patterns of inversion interval (Tmax+3) bits. Therefore, the reproduced signal of the address synchronization information is distinguished from the reproduced signals of other information.



A:
1a ... optical disk
1b ... track
1c ... recording section
B:
1c ... recording sector
2 ... header area
3 ... gap area
4 ... data recording area
5 ... buffer area

（５７）要約

安定かつ効率のよい番地情報の読み取りとりが可能な光ディスク、光ディスク装置及び光ディスク再生方法を提供することを目的とする。光ディスクは、複数の記録セクタに分割された複数のトラックを備え、各記録セクタはヘッダ領域を含む。該ヘッダ領域は、対応する記録セクタの位置を識別するための番地情報と、該番地情報の記録位置を識別してビット同期させるためのアドレス同期情報とを記録している。該番地情報は、最大反転間隔Ｔ max ビット（Ｔ max は自然数）のラン長制限符号を用いて変調されており、該アドレス同期情報は、反転間隔が（Ｔ max＋３）ビット以上の２つのパターンを含み、そのことにより該アドレス同期情報の再生信号が、他の情報の再生信号から区別される。

情報としての用途のみ
ＰＣＴに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁に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	エストニア	LR	リベリア	RU	ロシア連邦
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LS	レソト	SD	スーダン
AT	オーストリア	FR	フランス	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
AU	オーストラリア	GA	ガボン	LU	ルクセンブルグ	SG	シンガポール
AZ	アゼルバイジャン	GB	英国	LV	ラトヴィア	SI	スロヴェニア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	MC	モナコ	SK	スロヴァキア共和国
BB	バルバドス	GN	ギニア	MD	モルドバ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GR	ギリシャ	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	HU	ハンガリー	ML	マリ	TD	チャード
BG	ブルガリア	IE	アイルランド	MN	モンゴル	TG	トーゴ
BJ	ベナン	IL	イスラエル	MR	モーリタニア	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	IS	アイスランド	MW	マラウイ	TM	トルクメニスタン
BY	ベラルーシ	IT	イタリア	MX	メキシコ	TR	トルコ
CA	カナダ	JP	日本	NE	ニジェール	TT	トリニダード・トバゴ
CF	中央アフリカ共和国	KE	ケニア	NL	オランダ	UA	ウクライナ
CG	コンゴー	KG	キルギスタン	NO	ノルウェー	UG	ウガンダ
CH	スイス	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NZ	ニュージーランド	US	米国
CI	コートジボアール	KR	大韓民国	PL	ポーランド	UZ	ウズベキスタン共和国
CM	カメルーン	KZ	カザフスタン	PT	ポルトガル	VN	ヴィエトナム
CN	中国	LC	セントルシア	RO	ルーマニア	YU	ユーゴスラビア
CS	チェッコ共和国	LI	リヒテンシュタイン				
CZ	チェッコ	LK	スリランカ				
DE	ドイツ						
DK	デンマーク						