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ブ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ブ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、$10^5\times(4\times10^{-6})=4$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Ｙ t+1 のうちの１ビット目Ｙ t+1_1 と、１３ビット目Ｙ t+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｛0000010010000000｝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 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$T_{min} \leqq k \leqq T_{max}$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 *