

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3645809号  
(P3645809)

(45) 発行日 平成17年5月11日(2005.5.11)

(24) 登録日 平成17年2月10日(2005.2.10)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>

F 1

G 11 B 20/18

G 11 B 20/18 544 A

G 11 B 20/14

G 11 B 20/14 341 A

H 03 M 13/27

H 03 M 13/27

H 03 M 13/29

H 03 M 13/29

請求項の数 14 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-373481 (P2000-373481)  
 (22) 出願日 平成12年12月7日 (2000.12.7)  
 (65) 公開番号 特開2001-357630 (P2001-357630A)  
 (43) 公開日 平成13年12月26日 (2001.12.26)  
 審査請求日 平成12年12月7日 (2000.12.7)  
 (31) 優先権主張番号 89109970  
 (32) 優先日 平成12年5月24日 (2000.5.24)  
 (33) 優先権主張国 台湾 (TW)

(73) 特許権者 500562178  
 エイサー ラボラトリーズ インコーポレ  
 イテッド  
 台湾台北縣汐止市新台五路1段88号21  
 樓  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (72) 発明者 謝 嘉 鴻  
 台湾台北縣中和市南山路37巷8弄2号5  
 樓  
 審査官 相田 義明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光ディスク記憶装置の符号化／復号化システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

データバッファに記憶される C D / D V D データの符号化 / 復号化を行い、C 1 アドレスマッパーに記憶されるアクセス順序によって前記データバッファにアクセスする前記 C 1 アドレスマッパーと、C 2 アドレスマッパーに記憶されるアクセス順序によって前記データバッファにアクセスする前記 C 2 アドレスマッパーと、C D P / Q アドレスマッパーに記憶されるアクセス順序によって前記データバッファにアクセスする前記 C D P / Q アドレスマッパーと、D V D 内部 / 外部アドレスマッパーに記憶されるアクセス順序によって前記データバッファにアクセスする前記 D V D 内部 / 外部アドレスマッパーと、前記 C 1 アドレスマッパー、前記 C 2 アドレスマッパー、前記 C D P / Q アドレスマッパー、前記 D V D 内部 / 外部アドレスマッパー、前記 D V D 内部 / 外部アドレスマッパーのうちのいずれかと選択的に接続することができる共有 R S エンコーダ / デコーダと、からなる光ディスク記憶装置の符号化 / 復号化システムであって、前記共有 R S エンコーダ / デコーダは、前記符号化 / 復号化システムが符号化を行っているときに R S コードの生成多項式を用い、R S コードの前記生成多項式は、2 T 個のシンボルからなるパリティ・コードを含む N 個のシンボルからなる第 1 コードワードを生成するのに用いられ、N 及び 2 T の値は前記選ばれたアドレスマッパーに関連し、前記生成多項式は以下の式 G ( x ) で表され、 $G(x) = k = 0 \sim (2T - 1) (x + k)$   
 そのうち、 $G(x)$  は有限体 G F ( 2<sup>8</sup> ) の要素であるとともに、以下の式 P ( x ) で表される原始多項式 :  $P(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$  の根であり、

10

20

前記共用 R S エンコーダ / デコーダは、前記生成多項式を用いて前記パリティ・コードを生成するとともに、前記符号化 / 復号化システムが符号化を行っているとき前記第 1 コードワードを出力し、あるいは前記符号化 / 復号化システムが復号化を行っているとき前記シンドローム値  $S_k$  ( $k = 0 \sim 15$ 、 $k$  は正の整数) を出力する E C C / シンドローム値ジェネレータと、前記エラー消去位置多項式及び前記エラー消去評価多項式を生成するエラー消去位置 / 評価多項式ジェネレータと、前記 E C C / シンドローム値ジェネレータと接続して消去位置多項式及び Forney's 变形シンドローム値多項式を生成し、前記エラー消去位置 / 評価多項式ジェネレータが必要とする初期値を生成する Forney シンドローム値ジェネレータと、前記エラー消去位置多項式の根を得てエラー位置及びエラー値を求める Chien 検索ユニットと、共用 R S エンコーダ / デコーダの出力として、前記 E C C / シンドローム値ジェネレータの出力又は前記 Chien 検索ユニットの出力のいずれかを選ぶ第 1 スイッチと、前記エラー消去位置 / 評価多項式ジェネレータの入力として、前記 E C C / シンドローム値ジェネレータの入力又は前記 Forney シンドローム値ジェネレータの入力のいずれかを選ぶ第 2 スイッチと、からなる符号化 / 復号化システム。

#### 【請求項 2】

前記共用 R S エンコーダ / デコーダは、前記共用 R S エンコーダ / デコーダの入力端末に接続し、入力データを反転するとともに反転した前記入力データを出力するインバータと、前記 R S エンコーダ / デコーダの前記入力端末を前記 E C C / シンドローム値ジェネレータに接続すること、あるいは反転した前記入力データを前記 E C C / シンドローム値ジェネレータに送ることのいずれかを選ぶ第 3 スイッチと、をさらに含む、請求項 1 に記載の符号化 / 復号化システム。

#### 【請求項 3】

前記 C 1 アドレスマッパー又は前記 C 2 アドレスマッパーが前記データバッファにアクセスして符号化するときインターリープが行われ、前記 C 1 アドレスマッパー又は前記 C 2 アドレスマッパーが前記データバッファにアクセスして復号化するときデインターリープが行われる、請求項 1 に記載の符号化 / 復号化システム。

#### 【請求項 4】

前記符号化 / 復号化システムは、B C A E C C アドレスマッパーのアクセス順序によって前記データバッファにアクセスする前記 B C A E C C アドレスマッパーをさらに含む、請求項 1 に記載の符号化 / 復号化システム。

#### 【請求項 5】

前記共有 R S エンコーダ / デコーダが、前記 C 1 アドレスマッパー、前記 C 2 アドレスマッパー、又は前記 B C A E C C アドレスマッパーからの出力を処理するとき  $T = 2$  であり、前記共有 R S エンコーダ / デコーダが前記 C D P / Q アドレスマッパーからの出力を処理するとき  $T = 1$  であり、前記共有 R S エンコーダ / デコーダが前記 D V D 内部 / 外部アドレスマッパーからの出力を処理するとき、外部符号化 / 復号化を行う場合  $T = 8$  であり、内部符号化 / 復号化を行う場合  $T = 5$  である、請求項 4 に記載の符号化 / 復号化システム。

#### 【請求項 6】

データバッファに記憶される C D / D V D データの符号化 / 復号化を行い、C 1 アドレスマッパーに記憶されるアクセス順序によって前記データバッファにアクセスする前記 C 1 アドレスマッパーと、C 2 アドレスマッパーに記憶されるアクセス順序によって前記データバッファにアクセスする前記 C 2 アドレスマッパーと、C D P / Q アドレスマッパーに記憶されるアクセス順序によって前記データバッファにアクセスする前記 C D P / Q アドレスマッパーと、D V D 内部 / 外部アドレスマッパーに記憶されるアクセス順序によって前記データバッファにアクセスする前記 D V D 内部 / 外部アドレスマッパーと、前記 C 1 アドレスマッパー、前記 C 2 アドレスマッパー、前記 C D P / Q アドレスマッパー、前記 D V D 内部 / 外部アドレスマッパー、前記 D V D 内部 / 外部アドレスマッパーのうちのいずれかと選択的に接続することができる共有 R S エンコーダ / デコーダと、からなる光ディスク記憶装置の符号化 / 復号化システムであって、前記共有 R S エンコーダ /

10

20

30

40

50

デコーダは、前記生成多項式を用いてパリティ・コードを生成するとともに、前記符号化 / 復号化システムが符号化を行っているとき第 1 コードワードを出力し、あるいは前記符号化 / 復号化システムが復号化を行っているとき前記シンドローム値  $S_k$  ( $k = 0 \sim 15$ 、 $k$  は正の整数) を出力する E C C / シンドローム値ジェネレータと、エラー消去位置多項式及びエラー消去評価多項式を生成するエラー消去位置 / 評価多項式ジェネレータと、前記 E C C / シンドローム値ジェネレータと接続して消去位置多項式及び Forney's 変形シンドローム値多項式を生成し、前記エラー消去位置 / 評価多項式ジェネレータが必要とする初期値を生成する Forney シンドローム値ジェネレータと、前記エラー消去位置多項式の根を得てエラー位置及びエラー値を求める Chien 検索ユニットと、前記共用 R S エンコーダ / デコーダの出力端末間に接続され、前記符号化 / 復号化システムが符号化を行っているとき前記 E C C / シンドローム値ジェネレータに切換え、前記符号化 / 復号化システムが復号化を行っているとき Chien スイッチユニットに切換える第 1 スイッチと、前記エラー消去位置 / 評価多項式ジェネレータ間に接続され、消去が存在するとき前記 Forney シンドローム値ジェネレータに切換え、そうでないとき前記 C R C / シンドローム値ジェネレータに切換える第 2 スイッチと、からなり、前記生成多項式は以下の式  $G(x)$  で表され、 $G(x) = k = 0 \sim (2T - 1) (x + k)$  10  
前記シンドローム値は以下の式により得られ、 $S_k = i = 0 \sim N - 1 (r_i i k)$  ,  $k = 0 \sim 2T - 1$  そのうち、 $r_i$  ( $i = 0 \sim N - 1$ ) は前記コードワードの前記  $N$  個のシンボルを表しており、 $r$  は有限体  $G F(2^8)$  の要素であるとともに、以下の式  $P(x)$  で表される原始多項式： $P(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$  の根であることを特徴とする符号化 / 復号化システム。 20

#### 【請求項 7】

前記共用 R S エンコーダ / デコーダは、前記共用 R S エンコーダ / デコーダの入力端末に接続され、入力データを反転するとともに反転された前記入力データを出力するインバータと、前記共用 R S エンコーダ / デコーダの前記入力端末を前記 E C C / シンドローム値ジェネレータに接続すること、あるいは反転された前記入力データを前記 E C C / シンドローム値ジェネレータに送ることのいずれかを選ぶ第 3 スイッチと、をさらに含む、請求項 6 に記載の符号化 / 復号化システム。

#### 【請求項 8】

前記 C 1 アドレスマッパー又は前記 C 2 アドレスマッパーが前記データバッファにアクセスして符号化するときにインターリープが行われ、前記 C 1 アドレスマッパー又は前記 C 2 アドレスマッパーが前記データバッファにアクセスして復号化するときにデインターリープが行われる、請求項 7 に記載の符号化 / 復号化システム。 30

#### 【請求項 9】

前記符号化 / 復号化システムは、B C A E C C アドレスマッパーに記憶されるアクセス順序によって前記データバッファにアクセスする前記 B C A E C C アドレスマッパーをさらに含む、請求項 7 に記載の符号化 / 復号化システム。

#### 【請求項 10】

前記共用 R S エンコーダ / デコーダが前記 C 1 アドレスマッパー、前記 C 2 アドレスマッパー、又は前記 B C A E C C アドレスマッパーからの出力を処理するとき、 $T = 2$  であり、前記共有 R S エンコーダ / デコーダが前記 C D P / Q アドレスマッパーからの出力を処理するとき  $T = 1$  であり、前記共有 R S エンコーダ / デコーダが前記 D V D 内部 / 外部アドレスマッパーからの出力を処理するとき、外部符号化 / 復号化を行う場合  $T = 8$  であり、内部符号化 / 復号化を行う場合  $T = 5$  である、請求項 7 に記載の符号化 / 復号化システム。 40

#### 【請求項 11】

C 1 アドレスマッパー、C 2 アドレスマッパー、C D P / Q アドレスマッパー、D V D 内部 / 外部アドレスマッパーのいずれかと選択的に接続することができる共用 R S エンコーダ / デコーダであり、前記共用 R S エンコーダ / デコーダが符号化を行っているとき、R S コードの生成多項式を用いて 2T 個のシンボルからなるパリティ・コードを生成す 50

るとともに、N個のシンボルからなるコードワードを出力し(2T及びNの値は前記選ばれたアドレスマッパーに関連する)、あるいは前記符号化／復号化システムが復号化を行っているとき、複数のシンドローム値Sk(k=0～15、kは正の整数)を生成するとともに、kが2Tである場合、シンドローム値Skを0に設定するECC／シンドローム値ジェネレータと、前記エラー消去位置多項式及び前記エラー消去評価多項式を生成するエラー消去位置／評価多項式ジェネレータと、前記ECC／シンドローム値ジェネレータと接続して消去位置多項式及びForney's変形シンドローム値多項式を生成し、前記エラー消去位置／評価多項式ジェネレータが必要とする初期値を生成するForneyシンドローム値ジェネレータと、前記エラー消去位置多項式の根を得てエラー位置及びエラー値を求めるChien検索ユニットと、前記共用RSエンコーダ／デコーダの出力端末間に接続され、  
前記共用RSエンコーダ／デコーダが符号化を行っているとき前記ECC／シンドローム値ジェネレータに切換え、前記符号化／復号化システムが復号化を行っているときChienスイッチユニットに切換える第1スイッチと、前記エラー消去位置／評価多項式ジェネレータ間に接続され、消去が存在するとき前記Forneyシンドローム値ジェネレータに切換え、そうでないとき前記CRC／シンドローム値ジェネレータに切換える第2スイッチと、からなり、前記生成多項式は以下の式G(x)で表され、 $G(x) = k = 0 \sim (2T - 1)(x + k)$

前記シンドローム値は以下の式により得られ、 $Sk = i = 0 \sim N - 1 (ri \ i k)$ ， $k = 0 \sim 2T - 1$ そのうち、 $ri (i = 0 \sim N - 1)$ は前記コードワードの前記N個のシンボルを表しており、 $i$ は有限体GF(28)の要素であるとともに、以下の式P(x)で表される原始多項式： $P(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$ の根であることを特徴とする、共有RSエンコーダ／デコーダ。  
20

#### 【請求項12】

前記共用RSエンコーダ／デコーダの入力端末に接続され、入力データを反転するとともに反転された前記入力データを出力するインバータと、前記共用RSエンコーダ／デコーダの前記入力端末を前記ECC／シンドローム値ジェネレータに接続すること、あるいは反転された前記入力データを前記ECC／シンドローム値ジェネレータに送ることのいずれかを選ぶ第3スイッチと、をさらに含む、請求項1\_1に記載の共用RSエンコーダ／デコーダ。

#### 【請求項13】

BCA ECCアドレスマッパーに選択的に接続することがさらに可能である、請求項1\_1に記載の共用RSエンコーダ／デコーダ。  
30

#### 【請求項14】

前記C1アドレスマッパー、前記C2アドレスマッパー、又は前記BCA ECCアドレスマッパーからの出力を処理するとき、T=2であり、前記CD P/Qアドレスマッパーからの出力を処理するときT=1であり、前記DVD内部／外部アドレスマッパーからの出力を処理するとき、外部符号化／復号化を行う場合T=8であり、内部符号化／復号化を行う場合T=5である、請求項1\_1に記載の共用RSエンコーダ／デコーダ。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、光ディスク記憶装置の符号化／復号化システム、特に、CD／DVDデュアルシステムの光ディスク記憶装置の符号化／復号化システムに関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

CD／DVDデュアルシステムの光ディスク記憶装置は、CD又はDVDいずれかのデータの符号化／復号化が可能である。CD／DVDデュアルシステムの光記憶装置の符号化／復号化システムのハードウェアをより効果的に設計することが可能であれば、ハードウェア設計がよりコンパクトになり、それによってハードウェアに必要な空間も減少する。より効果的にハードウェアを設計するために、光ディスク記憶装置の符号化／復号化につ  
50

いて、以下の理論がまず討論される。

【0003】

ユーザデータを確実且つ効率的に符号化／復号化するためには、ディスク記憶システムでECC(error correcting code)を用いる必要がある。ECCには多様なものがあるが、ディスク記憶システムにおいて最も一般的に用いられるのはリードソロモン(RS)コードである。

【0004】

入力データストリームは、RSコードにより一連のシンボルとして処理され、全ての記号は有限体GF( $2^W$ )の要素である(Wはシンボル1個当たりのビット数を示す)。RSコードは(N, K)ブロックコードである。そのうち、K個のメッセージシンボルの入力データブロックを符号化することにより、N個のシンボル、又は長さがNであるコードワードの出力データブロックを生じる。さらに、N個のシンボルからなるコードワードは $2T = N - K$ 個のシンボルからなるパリティ・コードで構成されている。

10

【0005】

K個のメッセージシンボルの入力データブロックの各シンボルは、多項式 $I(x)$ の係数と関連している。同様に、 $2T$ 個のパリティ・シンボル(parity symbol)の各シンボルは多項式 $R(x)$ の係数と、1個のコードワードのN個のシンボルは多項式 $C(x)$ の係数とそれぞれ関連している。多項式 $R(x)$ は以下の式で表される。

【0006】

$$R(x) = (I(x) \cdot x^m) \bmod (G(x))$$

20

そのうち、 $G(x)$ は次数mの生成多項式(generator polynomial)であり、 $m = 2T$ である。 $G(x)$ は以下の式で表される。

【0007】

$$G(x) = \prod_{k=0}^{2T-1} (x + \alpha^k)$$

そして、コードワード多項式は以下の式で得られる。

【0008】

$$C(x) = (I(x) \cdot x^m) + R(x)$$

以上の演算はRSデコーダによって行われ、その結果、コードワード多項式 $C(x)$ に対応するコードワードを得る。一方、RSデコーダは、ノイズのある通信チャネルを通じて送信されたコードワードを受信する。受信されたコードワードはランダムな誤りシンボルを有している。受信したコードワードにより生じる誤りシンボルを訂正するため、RSデコーダは、(i)シンドローム値 $S_i$ を計算する工程と、(ii)シンドローム値を用いてエラー位置多項式(error locator polynomial)の係数を計算する工程と、(iii)エラー位置多項式の根を計算する工程と、(iv)エラー位置多項式の根とシンドローム値とを用いてエラー値を計算する工程と、からなる復号化を行う。

30

【0009】

図1は、CD/DVD記憶装置における符号化／復号化システムの従来の構造を示している。データをディスク記憶媒体に書き込む間、まず、ホストから受信した入力データがバス101を通じてデータバッファ102に記憶される。それから、CRC(cyclic redundancy check)ジェネレータ及び訂正パリデータ104がデータバッファ102に記憶されたデータを読み込んでCRCシンボルを生成する。CRCシンボルを含む入力データは再度データバッファ102に記憶される。CRCシンボルを含む入力データはデータバッファ102から読み込まれ、ランダマイザ／デランダマイザ(randomizer/derandomizer)106によりランダム化される。それから、ランダム化されたデータはデータバッファ102へ記憶される。異なった光記憶媒体によって、書き込み操作も異なった方法で行われる。

40

【0010】

光記憶媒体108がCDである場合、データバッファ102に記憶されたデータはCDP/Qエンコーダ／デコーダ110、C2エンコーダ／デコーダ112、インターリーバ／デインターリーバ114、及びC1エンコーダ／デコーダ116により処理される。そ

50

して、処理されたデータは C D に書き込まれる。さらに、符号化の間、S R A M ( static random access memory ) 1 1 8 はバス 1 1 7 を通じて処理データを記憶するのに用いられる。

【 0 0 1 1 】

光記憶媒体 1 0 8 が D V D である場合、データバッファ 1 0 2 に記憶されたデータは D V D 内部 / 外部 エンコーダ / デコーダ 1 2 0 により処理される。処理後、符号化されたデータは D V D に書き込まれる。また、ある D V D には、書き込み処理の完了後、記録情報を任意に記憶する B C A ( burst cutting area ) が含まれている。光記憶媒体 1 0 8 が B C A を有する D V D である場合、B C A E C C エンコーダ / デコーダ 1 2 2 は記録情報の処理に用いることができる。それから、符号化した記録情報に付加された符号化データ 10 は D V D に書き込まれる。

【 0 0 1 2 】

データをディスク記憶媒体に書き込む過程において、C D P / Q エンコーダ / デコーダ 1 1 0 、 C 2 エンコーダ / デコーダ 1 1 2 、インターリーバ / デインターリーバ 1 1 4 、 C 1 エンコーダ / デコーダ 1 1 6 、 D V D 内部 / 外部 エンコーダ / デコーダ 1 2 0 、及び B C A E C C エンコーダ / デコーダ 1 2 2 は、それぞれ異なった形で生成多項式を用いる。さらに、それぞれの多項式に伴って、符号化の計算に含まれるシンボルの長さも異なっている。

【 0 0 1 3 】

C D / D V D に記憶されているデータの読み込み中に、書き込みが反転して行われるが、 20 説明の便宜上、ここでは述べない。

【 0 0 1 4 】

図 1 で示される C D / D V D 記憶装置のエラー訂正システムの従来の構造には以下の欠点 25 があった。

【 0 0 1 5 】

( 1 ) C D データフォーマット中のデータを処理するのに、エラー訂正システムを構成する場合、D V D 内部 / 外部 エンコーダ / デコーダ 1 2 0 及び B C A E C C エンコーダ / デコーダ 30 がアイドル状態となる。一方、D V D データフォーマット中のデータを処理するのにシステムを構成する場合、C D P / Q エンコーダ / デコーダ 1 1 0 、 C 2 エンコーダ / デコーダ 1 1 2 、インターリーバ / デインターリーバ 1 1 4 、及び C 1 エンコーダ / デコーダ 1 1 6 がアイドル状態となる。したがって、C D / D V D 中のデータを処理するためのシステム構成がどんなものであろうとも、一部の回路がアイドル状態となるため、システム構成を効率的に使用することができない。

【 0 0 1 6 】

( 2 ) C D データフォーマット中のデータを処理するのに、エラー訂正システムを構成する場合、インターリーバ / デインターリーバ 1 1 4 は、インターリーブ又はデインターリーブするために、データバッファ 1 0 2 へのアクセス時間をさらに必要とする。このため、特にブロックの大きい音声 / 画像データが記憶システムから読み取られるようなマルチメディアへの応用において、記憶システムのレイテンシ ( latency ) が増加することになる。したがって、システムの使用は音声 / 画像の再生又は記録の品質に影響する。 40

【 0 0 1 7 】

【発明が解決しようとする課題】

以上により、本発明は、共用 ( shareable ) リードソロモンエンコーダ / デコーダを用いる光記憶装置の符号化 / 復号化システムを提供することを目的とする。本発明によれば、符号化 / 復号化システムのハードウェアのコストを低くすることができ、ハードウェアの構成部品を効率的に使用することができる。また、本発明は、インターリーブ / デインターリーブを、 C 1 符合化 / 復号化又は C 2 符号化 / 復号化と一体化することにより、レイテンシを減少させる。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明の目的によると、データバッファに記憶されている C D / D V D データの符号化 / 復号化を行う光ディスク記憶装置の符号化 / 復号化システムを提供する。符号化 / 復号化システムは、C 1 アドレスマッパー、C 2 アドレスマッパー、C D P / Q アドレスマッパー、D V D 内部 / 外部アドレスマッパー、及び共用 R S エンコーダ / デコーダからなる。

【 0 0 1 9 】

C 1 アドレスマッパーは、C 1 アドレスマッパーに記憶されているアクセス順序によってデータバッファにアクセスするのに用いられる。C 2 アドレスマッパーは、C 2 アドレスマッパーに記憶されているアクセス順序によってデータバッファにアクセスするのに用いられる。C D P / Q アドレスマッパーは、C D P / Q アドレスマッパーに記憶されているアクセス順序によってデータバッファにアクセスするのに用いられる。D V D 内部 / 外部アドレスマッパーは、D V D 内部 / 外部アドレスマッパーに記憶されているアクセス順序によってデータバッファにアクセスするのに用いられる。共用 R S エンコーダ / デコーダは、C 1 アドレスマッパー、C 2 アドレスマッパー、C D P / Q アドレスマッパー、又はD V D 内部 / 外部アドレスマッパーのいずれかと選択的に接続することが可能である。

【 0 0 2 0 】

符号化 / 復号化システムが符号化を行っているとき、共用 R S エンコーダ / デコーダは R S コードの生成多項式を用いて 2 T 個のシンボルからなるパリティ・コードを含む N 個のシンボルからなる第 1 コードワードを生成する。N 及び 2 T の値は選ばれたアドレスマッパーと関連している。

【 0 0 2 1 】

符号化 / 復号化システムが復号化を行っているとき、共用 R S エンコーダ / デコーダは、複数のシンドローム値  $S_k$  ( $k = 0 \sim 15$ 、k は正の整数である)、エラー消去位置多項式 (error-erasure locator polynomial)、エラー消去評価多項式 (error-erasure evaluator polynomial) を生成し、エラー値を得てエラーの訂正を完了する。さらに、 $k = 2 T$  である場合、シンドローム値  $S_k$  は 0 に設定される。

【 0 0 2 2 】

データを符号化するときの生成多項式  $G(x)$  は、以下の式で表される。

【 0 0 2 3 】

$$G(x) = \prod_{k=0}^{2T-1} (x + r_i^{-k})$$

データを復号化するときのシンドローム値は、以下の式より得られる。

【 0 0 2 4 】

$$S_k = \prod_{i=0}^{N-1} (r_i^{-i^k}), k = 0 \sim 2T-1$$

そのうち、 $r_i$  ( $i = 0 \sim N-1$ ) はコードワードの N 個のシンボルを表している。

【 0 0 2 5 】

符号化、復号化の両方を行う場合、 $\alpha$  は有限体  $G F(2^8)$  の要素であり、以下の式で表される原始多項式  $P(x)$  の根である。

【 0 0 2 6 】

$$P(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

【 発明の実施の形態 】

上述した本発明の目的、特徴、及び長所をより一層明瞭にするため、以下に本発明の好ましい実施の形態を挙げ、図を参照にしながらさらに詳しく説明する。

【 0 0 2 7 】

図 2 A 及び 2 B は C I R C (cross interleave Reed-Solomon code) の符号化及び復号化を示している。一般に C I R C は C D に用いられ、2 個の R S コード (C 1 コード及び C 2 コード) を含んでいる。図 2 A では、C I R C の符号化が示されている。まず、24 個のメッセージシンボルからなるデータブロックが遅延ユニット 202 に入力される。遅延ユニット 202 はデータブロックの一部分にシンボル 2 個の遅延を導入する。データブロックに遅延を導入した後、C 2 エンコーダ 204 は、この遅延データブロックを処理して

10

20

20

30

40

50

C 2 を符号化し、4 個のシンボルからなるパリティ・コードを生成し、24 個のメッセージシンボルと4 個のシンボルからなるPパリティ・コードとからなる28 個のシンボルのコードワードを出力する。

【0028】

続いて、インターリーバ206 は28 個のシンボルを受信してインターリープする(28 個のシンボルはそれぞれ異なる遅延時間で遅延する)。インターリープした28 個のシンボルはC1 エンコーダ208 に入力される。C1 エンコーダ208 は4 個のシンボルからなるQパリティ・コードを生成して32 個のシンボルからなるデータブロックを得る。最後に、遅延ユニット210 はこれら32 個のシンボルを受信し、このシンボルの一部にシンボル1 個の遅延を導入して、32 個のシンボルからなるコードワードを得る。

10

【0029】

図2B は、CIRC の復号化を示すブロック図である。先ず、遅延ユニット212 は32 個のシンボルからなるコードワードを受信し、シンボル1 個の遅延をこのコードワードに導入する。次に、遅延したコードワードをC1 デコーダ214 に入力する。C1 デコーダ214 によりC1 を復号化する間、遅延した32 個のシンボルのコードワードのうち、4 個のシンボルからなるQパリティ・コードが、32 個のシンボルのコードワードのエラー訂正に用いられる。4 個のシンボルのQパリティ・コードは28 個のシンボルのうち2 個の誤りシンボルを訂正することが可能である。誤りシンボルが2 個以上あるためこれらを完全に訂正できない場合、C1 デコーダ214 は、28 個のシンボルのコードワードがC1 の復号化の後にも誤りシンボルを含むことを示す消去フラグEF1 を出力する。

20

【0030】

次に、C1 が復号化した28 個のシンボルからなるコードワードは、デインターリーバ216 に出力される。そのうち、デインターリーバ216 は異なる数のシンボルの遅延をコードワードに導入する。それから、デインターリープされたコードワードはC2 デコーダ218 に入力される。C2 デコーダは、4 個のシンボルからなるPパリティ・コードによって、受信したコードワードを検査するとともに、C2 が復号化するコードワードの24 個のシンボルにおいて生じる誤りシンボルを訂正する。4 個のシンボルからなるPパリティ・コードは28 個のシンボルのうち生じる誤りシンボルを4 個まで訂正することができる。誤りシンボルが4 個以上あるためこれらを完全に訂正できない場合、C2 デコーダ218 は、24 個のシンボルのコードワードがC2 の復号化の後にも誤りシンボルを含むことを示す消去フラグEF2 を出力する。そして、C2 が復号化した24 個のシンボルのコードワードは、遅延ユニット220 に入力される。遅延ユニット220 はシンボル2 個の遅延をコードワードのシンボルの一部に導入して24 個のシンボルからなるコードワードを得る。復号化の間、消去フラグEF1 は遅延ユニット222 により処理された後、消去フラグEF2 とともに論理演算ユニット224 に入力され、28 個のシンボルからなるコードワードが復号化後も誤りシンボルを含むことを示すアンレライアブルデータフラグ(unreliable data flag: UDF) を得る。

30

【0031】

C1 の復号化の間、C1 デコーダ214 は、4 個のシンボルからなるパリティ・コードを含む32 個のシンボルのコードワードを受信する。一方、C1 の符号化の間、C1 エンコーダ208 は、28 個のシンボルのコードワードを受信し、4 個のシンボルからなるパリティ・コードを生成する。このため、C1 エンコーダ/デコーダにより処理されたコードワードの長さは、32 個のシンボルと定義される(そのうち、各シンボルは8 ビットである)。したがって、C1 エンコーダ/デコーダで用いられる生成多項式は以下の式で表される。

40

【0032】

$$G_{C1}(x) = \sum_{k=0}^3 (x + \alpha^k)$$

C2 の復号化の間、C2 デコーダ218 は、4 個のシンボルからなるパリティ・コードを含む28 個のシンボルのコードワードを受信する。一方、C2 の符号化の間、C2 エンコーダ204 は、24 個のシンボルのコードワードを受信し、4 個のシンボルからなるパリ

50

ティ・コードを生成する。このため、C2エンコーダ/デコーダにより処理されたコードワードの長さは、28個のシンボルと定義される（そのうち、各シンボルは8ビットである）。したがって、C2エンコーダ/デコーダで用いられる生成多項式は以下の式で表される。

【0033】

$$G_{C2}(x) = \sum_{k=0 \sim 3} (x + x^k)$$

一方、従来のCDのP/Qエンコーダ/デコーダ110のうちPコードエンコーダ/デコーダによって処理されるコードワードの長さは、26個のシンボルである。したがって、生成多項式は以下の式で表される。

【0034】

$$G_P(x) = \sum_{k=0 \sim 1} (x + x^k)$$

さらに、従来のCDのP/Qエンコーダ/デコーダ110のうちQコードエンコーダ/デコーダによって処理されるコードワードの長さは、45個のシンボルである。したがって、生成多項式は以下の式で表される。

【0035】

$$G_Q(x) = \sum_{k=0 \sim 1} (x + x^k)$$

図3は、DVDのECCブロックデータフォーマットを示している。DVDデータフォーマットのうち、2次元生成コード（two-dimensional product code）はエラー許容度を高めるのに用いられる。図3から分かるように、ECCブロックは、 $B_{0,0 \sim B_{207},171}$ で示されるデータ要素のような192行×172列のデータ要素を含んでいる。次に、図3で示されるように、 $B_{192,0 \sim B_{207},171}$ で示されるデータ要素のような192行×172列のデータにより、16行の外部コードパリティ（outer-code parity, P0）が行方向に生成される。それから、 $B_{0,172 \sim B_{207},181}$ で示されるような16行のP0を含む192行×172列のデータ要素が10列の内部コードパリティ（inner-code parity, PI）の生成に用いられる。

【0036】

j行目のP0の要素、すなわち $B_{i,j}$ （ $i = 192 \sim 207$ ）より、以下の多項式 $R_{1j}(x)$ が得られる。

【0037】

$$R_{1j}(x) = \sum_{i=192 \sim 207} (B_{i,j} \cdot x^{207-i})$$

そのうち、j列目のP0の要素、すなわち $B_{i,j}$ （ $i = 192 \sim 207$ ）が、以下の式より得られる。

【0038】

$$R_{1j}(x) = (I1_j(x) \cdot x^{16}) \bmod (G_{P0}(x))$$

$$I1_j(x) = \sum_{i=0 \sim 191} (B_{i,j} \cdot x^{191-i})$$

$$G_{P0}(x) = \sum_{k=0 \sim 15} (x + x^k)$$

同様に、i行目のPIの要素、すなわち $B_{i,j}$ （ $j = 172 \sim 181$ ）が、以下の多項式 $R_{2i}(x)$ が得られる。

【0039】

$$R_{2i}(x) = \sum_{j=172 \sim 181} (B_{i,j} \cdot x^{181-j})$$

そのうち、i行目のPIの要素、すなわち $B_{i,j}$ （ $j = 172 \sim 181$ ）が、以下の式より得られる。

【0040】

$$R_{2i}(x) = (I2_i(x) \cdot x^{16}) \bmod (G_{P1}(x))$$

$$I2_i(x) = \sum_{j=0 \sim 171} (B_{i,j} \cdot x^{171-j})$$

$$G_{P1}(x) = \sum_{k=0 \sim 9} (x + x^k)$$

DVDへのデータの書き込みを行った後、記録情報を表すために符号化/復号化システムがBCAコードを用いた場合、この符号化/復号化システムはBCA ECCエンコーダ/デコーダをさらに含む。BCA ECCの符号化/復号化の間、BCA ECCエンコーダ/デコーダは16個のシンボルからなるコードワードを処理し、その工程において以下の

式で表される生成多項式を用いる。

【0041】

$$G_{B\text{C}A}(x) = \sum_{k=0}^3 (x + \alpha^k)$$

そのうち、 $\alpha$ は有限体  $G_F(2^8)$  の要素であり、以下の式で表される原始多項式の原始根である。

【0042】

$$P(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

以下、上述した各符号化 / 復号化における生成多項式についての要約を述べる。

【0043】

(1) C1エンコーダ / デコーダは32個のシンボルからなるコードワードを処理し、その工程において以下の式で表される生成多項式  $G_{C1}(x)$  を用いる。 10

【0044】

$$G_{C1}(x) = \sum_{k=0}^3 (x + \alpha^k)$$

(2) C2エンコーダ / デコーダは28個のシンボルからなるコードワードを処理し、その工程において以下の式で表される生成多項式  $G_{C2}(x)$  を用いる。

【0045】

$$G_{C2}(x) = \sum_{k=0}^3 (x + \alpha^k)$$

(3) CD P エンコーダ / デコーダは26個のシンボルからなるコードワードを処理し、その工程において以下の式で表される生成多項式  $G_P(x)$  を用いる。

【0046】

$$G_P(x) = \sum_{k=0}^1 (x + \alpha^k)$$

(4) CD Q エンコーダ / デコーダは45個のシンボルからなるコードワードを処理し、その工程において以下の式で表される生成多項式  $G_Q(x)$  を用いる。

【0047】

$$G_Q(x) = \sum_{k=0}^1 (x + \alpha^k)$$

(5) DVD 外部エンコーダ / デコーダは208個のシンボルからなるコードワードを処理し、その工程において以下の式で表される生成多項式  $G_{PO}(x)$  を用いる。

【0048】

$$G_{PO}(x) = \sum_{k=0}^{15} (x + \alpha^k)$$

(6) DVD 内部エンコーダ / デコーダは182個のシンボルからなるコードワードを処理し、その工程において以下の式で表される生成多項式  $G_{PI}(x)$  を用いる。 30

【0049】

$$G_{PI}(x) = \sum_{k=0}^9 (x + \alpha^k)$$

(7) BCA ECC エンコーダ / デコーダは16個のシンボルからなるコードワードを処理し、その工程において以下の式で表される生成多項式  $G_{BCA}(x)$  を用いる。

【0050】

$$G_{BCA}(x) = \sum_{k=0}^3 (x + \alpha^k)$$

したがって、C1エンコーダ / デコーダ、C2エンコーダ / デコーダ、CD P エンコーダ / デコーダ、CD Q エンコーダ / デコーダ、DVD 外部エンコーダ / デコーダ、DVD 内部エンコーダ / デコーダ、及び BCA ECC エンコーダ / デコーダはそれぞれ異なる長さのコードワードを処理し、生成多項式はそれぞれ以下に示す生成多項式の一般式で表される。 40

【0051】

$$G(x) = \sum_{k=0}^{(2T-1)} (x + \alpha^k) \quad (*)$$

上記の一般式が C1 エンコーダ / デコーダ、C2 エンコーダ / デコーダ、又は BCA ECC エンコーダ / デコーダで用いられる場合、 $T = 2$  であり、CD P / Q コードエンコーダ / デコーダに用いられる場合、 $T = 1$  であり、DVD 外部エンコーダ / デコーダ又は DVD 内部エンコーダ / デコーダに用いられる場合、 $T = 8$  又は 5 である。

【0052】

また、 $\alpha$ は有限体  $G_F(2^8)$  の要素であり、以下の式で表される原始多項式の原始根で 50

ある。

【0053】

$$P(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

CDデータフォーマット中のデータを処理するために符号化/復号化システムを構成する場合、C1エンコーダ/デコーダ、C2エンコーダ/デコーダ、又はCDP/Qエンコーダ/デコーダに用いられるそれぞれの生成多項式における<sup>10</sup>は、有限体GF(2<sup>8</sup>)の要素である。DVDデータフォーマット中のデータを処理するために符号化/復号化システムを構成する場合、DVD内部/外部エンコーダ/デコーダ、及びBCA ECCエンコーダ/デコーダに用いられるそれぞれの生成多項式における<sup>10</sup>もまた、有限体GF(2<sup>8</sup>)の要素である。したがって、符号化/復号化システムがCDモードからDVDモードへ、あるいはDVDモードからCDモードへ切換えられるとき、RSコードのいかなるフィールドの転換も必要としない。

【0054】

したがって、上述したRSエンコーダ/デコーダは1つのRSエンコーダ/デコーダに一体化することができる。異なる符号化又は復号化処理を行う場合、コードワードの長さ及びTの値は一体化したRSエンコーダ/デコーダにおいて対応する値に変わる。さらに、異なるTの値は、各復号化処理において計算されるシンドローム値の数に関連している。

【0055】

図1で示されるCD/DVDの符号化/復号化システムにおいて、コードワードの長さ及びデータバッファ102へのアクセス順序は各RSエンコーダ/デコーダによって異なる<sup>20</sup>。一つのRSエンコーダ/デコーダにつき、データバッファ102へのアクセス順序はアドレスマッパーに記憶される。例えば、アクセス順序を指定するマッパートーブルはアドレスマッパーで用いられる。一方、図1の各RSエンコーダ/デコーダで用いられる生成多項式は、生成多項式の一般式の一例であるため、符号化/復号化工程は、異なる符号化/復号化工程に対応して変わる2Tの値を備えた共用RSエンコーダ/デコーダにより行われる。したがって、図1で示される特定のRSエンコーダ/デコーダは、アドレスマッパー及び共用RSエンコーダ/デコーダの組合せに代替することが可能である。

【0056】

図4は、本発明の好ましい具体例による光ディスク記憶装置内のエンコーダ/デコーダを示している。図4において、C1アドレスマッパー402及び共用RSエンコーダ/デコーダ404、C2アドレスマッパー406及び共用RSエンコーダ/デコーダ404、CDP/Qアドレスマッパー408及び共用RSエンコーダ/デコーダ404、BCA ECCアドレスマッパー410及び共用RSエンコーダ/デコーダ404は、図1におけるC1エンコーダ/デコーダ116、C2エンコーダ/デコーダ112、CDP/Qエンコーダ/デコーダ110、BCA ECCエンコーダ/デコーダ122、DVD内部/外部エンコーダ/デコーダ120にそれぞれ代替している。

【0057】

また、上述したアドレスマッパーは、アドレスマッパーに記憶されたアクセス順序によって、対応するデータバッファにアクセスするのに用いられる。さらに詳しく言えば、C1アドレスマッパー402は、C1アドレスマッパー402に記憶されたアクセス順序によって、データバッファ414にアクセスする。C2アドレスマッパー406は、C2アドレスマッパー406に記憶されたアクセス順序によって、データバッファ414にアクセスする。CDP/Qアドレスマッパー408は、CDP/Qアドレスマッパー408に記憶されたアクセス順序によって、データバッファ414にアクセスする。BCA ECCアドレスマッパー410はBCA ECCアドレスマッパー410に記憶されたアクセス順序によって、データバッファ414にアクセスする。最後に、DCD内部/外部アドレスマッパー412はDCD内部/外部アドレスマッパー412に記憶されたアクセス順序によって、データバッファ414にアクセスする。

【0058】

10

20

30

40

50

さらに、共用 RS エンコーダ / デコーダ 404 は、C1 アドレスマッパー 402、C2 アドレスマッパー 406、CD P / Q アドレスマッパー 408、BCA ECC アドレスマッパー 410、又は DVD 内部 / 外部アドレスマッパー 412 のうちいずれかと選択的に接続することができる。

#### 【0059】

図4の符号化 / 復号化システムがデータの符号化を行う場合、共用 RS エンコーダ / デコーダ 404 は RS コードの生成多項式を用いて 2T 個のシンボルからなるパリティ・コードを生成し、N 個のシンボルからなるコードワードを出力する。そのうち、2T 及び N の値は、共用 RS エンコーダ / デコーダ 404 に接続する選ばれたアドレスマッパーに関連している。図4の符号化 / 復号化システムがデータの復号化を行う場合、誤りデータを訂正するため、共用 RS エンコーダ / デコーダ 404 は複数のシンドローム値  $S_k$  ( $k = 0 \sim 15$ 、k は正の整数である)、エラー消去位置多項式、エラー消去評価多項式を生成してエラー値を得る。さらに、k が 2T 以下でない場合、 $S_k$  は 0 の値を取る。

#### 【0060】

さらに、インターリーバ / デインターリーバ 114 の作動はメモリに対する特定のアクセス順序とみなされるため、インターリーブ / デインターリーブの動作もアドレスマッパーにより行われる。図4において、インターリーブ / デインターリーブを行うアドレスマッパーは、C1 アドレスマッパー 402 又は C2 アドレスマッパー 406 に組み合わせることができる。したがって、C1 アドレスマッパー 402 又は C2 アドレスマッパー 406 がデータバッファ 414 にアクセスする間、インターリーブ / デインターリーブの動作が行われる。このため、データバッファ 414 へのアクセス時間は減少し、CIRC 符号化 / 復号化工程のレイテンシも減少する。

#### 【0061】

図4において、符号化 / 復号化システムは、図1で示される従来のシステム同様、バス 101、117、CRC ジェネレータ、訂正パリティデータ 104、ランダマイザ / デランダマイザ 106、光記憶媒体 108、及び SRAM (static random access memory) 118 を用いる。したがって、説明の便宜上、ここではこれらに対応する動作については述べない。

#### 【0062】

図5は、図4の共用 RS エンコーダ / デコーダの構造を示している。図5では、スイッチ 502 を用いることにより、C1 アドレスマッパー 402、C2 アドレスマッパー 406、CD P / Q アドレスマッパー 408、BCA ECC アドレスマッパー 410、又は DVD 内部 / 外部アドレスマッパー 412 のうちいずれかの出力が、共用 RS エンコーダ / デコーダ 404 の入力として選ばれる。共用 RS エンコーダ / デコーダ 404 がデータを符号化する場合、受信データは ECC / シンドローム値ジェネレータ 504 に転送される。ECC / シンドローム値ジェネレータ 504 は生成多項式を用いてパリティ・コードを生成し、パリティ・コードを含むコードワードを出力する。

#### 【0063】

共用 RS エンコーダ / デコーダ 404 は、ECC / シンドローム値ジェネレータ 504 へデータを直接送ること、あるいは ECC / シンドローム値ジェネレータ 504 へデータを送る前にデータを反転することを選ぶ、スイッチ 506 及びインバータ 508 をさらに含む。

#### 【0064】

図4の符号化 / 復号化システムがデータの符号化を行う場合、スイッチ 518 及び 507 によって、ECC / シンドローム値ジェネレータ 504 によって生成されたコードワードは、C1 アドレスマッパー 402、C2 アドレスマッパー 406、CD P / Q アドレスマッパー 408、BCA ECC アドレスマッパー 410、又は DVD 内部 / 外部アドレスマッパー 412 のうちいずれかに送られる。スイッチ 502 及び 507 は同一のアドレスマッパーを選ぶのに用いられる。また、生成多項式、及び ECC / シンドローム値ジェネレータ 504 で処理されたコードワードの長さは、選ばれたアドレスマッパーに対応し

ている。

【0065】

言い換えれば、ECC / シンドローム値ジェネレータ504は以下の式で表わされる生成多項式を用いる。

【0066】

$G(x) = \prod_{k=0}^{2T-1} (x + r^k) \quad (*)$

ECC / シンドローム値ジェネレータ504がC1アドレスマッパー402、C2アドレスマッパー406、又はBCA ECCアドレスマッパーより送られたデータを処理するとき、Tは2に設定される。ECC / シンドローム値ジェネレータ504がCDP/Qアドレスマッパー408より送られたデータを処理するとき、Tは1に設定される。ECC / シンドローム値ジェネレータ504がDVD内部 / 外部アドレスマッパー412より送られたデータを処理するとき、Tは5(DVD内部符号化 / 復号化の場合)又は8(DVD外部符号化 / 復号化の場合)にそれぞれ設定される。

【0067】

データを復号化する場合、共用RSエンコーダ / デコーダには受信データの処理について2つのアプローチがある。1つは、まず、受信データをECC / シンドローム値ジェネレータ504に送り、それからForneyシンドローム値ジェネレータ510、エラー消去位置 / 評価多項式ジェネレータ512、及びChien検索ユニット514を用いて、得た結果を出力することである。もう1つは、受信データをECC / シンドローム値ジェネレータ504へ送り、それからエラー消去位置 / 評価多項式ジェネレータ512及びChien検索ユニット514を用いて所望のデータを得ることである。受信データの処理において、共用RSエンコーダ / デコーダはスイッチ516を用いて2つのアプローチのうち一方を選ぶ。

【0068】

共用RSエンコーダ / デコーダが行う復号化は以下の工程を含む。そのうち、各コードワードの長さは、2T個のシンボルからなるパリティ・コードを含むN個のシンボルであり、N及び2Tの値は選ばれたアドレスマッパーに関連している。

【0069】

(a) 1個のコードワードを受信した後、生成多項式の2T個の根に対応する2T個のシンドローム値 $S_0, S_1, \dots, S_i, \dots, S_{2T-1}$ を計算する。2T個のシンドローム値は以下の式で表される。

【0070】

$S_k = \prod_{i=0}^{N-1} (r_i x^i) \mid x = \prod_{i=0}^{N-1} (r_i x^{i+k})$   
( $k = 0 \sim 2T-1$ )

そのうち、 $r_i$  ( $i = 0 \sim N-1$ ) はコードワードのN個のシンボルを表している。シンドローム値多項式 $S(x)$ は以下の式で表される。

【0071】

$S(x) = \prod_{i=0}^{2T-1} (S_i x^i)$

(b) e個の既知の消去位置によって以下の式で表される消去位置多項式 $(x)$ を計算し、

$$(x) = \prod_{k=0}^e (x + r^k)$$

以下の式で表されるForney's変形(modified)シンドローム値多項式 $T(x)$ を計算する。

【0072】

$T(x) = S(x) \quad (x) \bmod (x^{2T}) \quad (***)$

多項式 $T(x)$ を用いることにより、工程(c)を行うのに用いる初期値を得る。

【0073】

(c) ユークリッドアルゴリズムにより、エラー消去位置多項式 $(x)$ 及びエラー消去評価多項式 $(x)$ を得る。

【0074】

10

20

30

40

50

$\deg(\quad(x)) > \deg(T(x))$  であるとき、誤りシンボルがないためユーリッドアルゴリズムを行う必要がないことを示している。

【0075】

ユーリッドアルゴリズムを始めるとき、4つの多項式、つまり  $\mu_i(x)$ 、 $\alpha_i(x)$ 、 $R_i(x)$ 、及び  $Q_i(x)$  が計算に導入され、対応する初期多項式は以下のように定義される。

【0076】

$$\begin{aligned}\mu_0(\quad) &= (\quad) & R_0(\quad) &= T^2 \\ \alpha_0(\quad) &= 0 & Q(\quad) &= T(\quad)\end{aligned}$$

次に、以下の回帰多項式 (recursive equation) によって多項式  $\mu_i(x)$ 、 $\alpha_i(x)$ 、 $R_i(x)$ 、及び  $Q_i(x)$  を計算する。まず、 $i = 1$  であり、回帰多項式を1回計算するごとに、 $i$  の値は1増加する。

【0077】

【数1】

$$\begin{aligned}R_i(x) &= [\sigma_{i-1} b_{i-1} R_{i-1}(x) + \bar{\sigma}_{i-1} \alpha_{i-1} Q_{i-1}(x)] \\ &\quad - X^{l_{i-1}} [\bar{\sigma}_{i-1} b_{i-1} R_{i-1}(x) + \sigma_{i-1} \alpha_{i-1} Q_{i-1}(x)] \\ \lambda_i(x) &= [\sigma_{i-1} b_{i-1} \lambda_{i-1}(x) + \bar{\sigma}_{i-1} \alpha_{i-1} \mu_{i-1}(x)] \\ &\quad - X^{l_{i-1}} [\bar{\sigma}_{i-1} b_{i-1} \lambda_{i-1}(x) + \sigma_{i-1} \alpha_{i-1} \mu_{i-1}(x)] \\ Q_i(x) &= \sigma_{i-1} Q_{i-1}(x) + \bar{\sigma}_{i-1} R_{i-1}(x) \\ \mu_i(x) &= \sigma_{i-1} \mu_{i-1}(x) + \bar{\sigma}_{i-1} \lambda_{i-1}(x)\end{aligned}$$

上述の回帰多項式において、 $a_{i-1}$  及び  $b_{i-1}$  はそれぞれ  $R_{i-1}(x)$  及び  $Q_{i-1}(x)$  の最大指数 (maximal exponent) の係数である。

【0078】

また、 $l_{i-1} = \deg(R_{i-1}(x)) - \deg(Q_{i-1}(x))$  であって、 $l_{i-1} < 0$  であるとき  $a_{i-1} = 0$  であり、そうでなければ、 $a_{i-1} = 1$  である。

【0079】

$\deg(\quad_i(x)) > \deg(R_i(x))$  であるとき、エラー消去位置多項式を  $(x) = \alpha_i(x)$  と、エラー消去評価多項式を  $(x) = R_i(x)$  と設定。

【0080】

(d) Chien検索技術 (Chien search technique) により、エラー消去位置多項式  $U(x)$  の根を求める。エラー位置が求められると、エラー位置に対応するエラー値を計算することができる。

【0081】

(f) 最後に、対応するエラー値を用いて求められたエラー位置により、エラー値をコードワードに加えて、誤りシンボルで代替することによりエラー訂正が完了する。

【0082】

上述の復号化工程において、 $\alpha$  は有限体  $G F(2^8)$  の要素であり、以下の式で表される原始多項式の根である。

【0083】

$$P(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

また、ECC / シンドローム値ジェネレータ 504 は、工程 (a) を行うのに用いられ、シンドローム値  $S_0$ 、 $S_1$ 、 $\dots$ 、 $S_{15}$  を出力する (いくつかのシンドローム値は 0 に設

10

20

30

40

50

定される）。Forneyシンドローム値ジェネレータ510は工程（b）を行うのに用いられ、消去位置多項式及びForney's変形シンドローム値多項式を生成する。エラー消去位置／評価多項式ジェネレータ512は工程（c）を行うのに用いられ、工程（b）で得た初期値により、エラー消去位置多項式及びエラー消去評価多項式を生成する。Chien検索ユニット514は工程（d）及び（f）を行うのに用いられ、エラー消去位置多項式の根及びエラー値を得て、誤りシンボルをエラー値に代替することによりエラー訂正を完了する。

#### 【0084】

式（\*）からシンドローム値を計算する場合、所望のシンドローム値の数は2Tであり、その最大値は16である。DVDの外部復号化を行うときに16個のシンドローム値を計算する状況が発生する。したがって、ECC／シンドローム値ジェネレータ504は16個のシンドローム値 $S_0, S_1, \dots, S_{15}$ を生成できるように設定される。復号化工程において16個以下のシンドローム値を計算する必要がある場合、シンドローム値 $S_k$ （ $k = 0 \sim 15$ ）の設定において、シンドローム値 $S_k$ （ $k$ は2T以上）は0に設定される。例えば、C1復号化工程では、シンドローム値 $S_0 \sim S_3$ を計算するだけで良いため、シンドローム値 $S_4 \sim S_{15}$ は全て0に設定される。

#### 【0085】

図2Bで示される復号化工程において消去フラグを生成したとき、消去が存在することを示している。消去とエラーとの違いは、エラーは位置及び値が共に未知である一方、消去は位置が既知で値が未知であることである。

#### 【0086】

したがって、消去が存在するとき、Forneyシンドローム値ジェネレータ510は消去位置多項式を得て初期値を生成する。それから、初期値がエラー消去位置／評価多項式ジェネレータ512へ入力される。消去が存在しない場合、Forneyシンドローム値ジェネレータ510は用いられない。このため、ECC／シンドローム値ジェネレータ504がシンドローム値の計算を完了すると、シンドローム値はスイッチ516によりエラー消去位置／評価多項式ジェネレータ512へ送られる。この状況においては、スイッチ516を用いることによりForney'sシンドローム値ジェネレータ510を用いる必要がないため、Forneyシンドローム値ジェネレータ510での計算に費やす時間が減少し、それに伴ってレイテンシも減少する。

#### 【0087】

ここで注意すべきことは、エラー消去位置多項式及びエラー消去評価多項式の計算には、ベーレカンプ（Berlekamp）アルゴリズム（当該技術における復号化に用いられるアルゴリズムとして広く知られている。説明の便宜上、ここでは述べない）など、ユークリッドアルゴリズム以外のアルゴリズムも用いられることである。また、符号化／復号化の速度を増加させるため、2個以上の共用RSエンコーダ／デコーダを用いることができる。

#### 【0088】

以上を要約すると、（1）2Tの値が変化するときの、シンドローム値 $S_k$ （ $k = 0 \sim 15$ ）の設定について、シンドローム値 $S_k$ は、 $k > 2T$ のとき0に設定される。（2）Forney's変形シンドローム値多項式 $T(x) = S(x) \pmod{(x^{2T})}$ の計算結果は、2Tの値と関連している。（3）ユークリッドアルゴリズムによりエラー消去位置多項式及びエラー消去評価多項式を得るとき、初期値は2Tの値と関連している。

#### 【0089】

ユークリッドアルゴリズムの代わりにベーレカンプアルゴリズムを用いることによりエラー消去位置多項式及びエラー消去評価多項式を得るとき、回帰演算の時間は、初期値と同様、2Tの値と関連している。

#### 【0090】

一方、コードワードの長さが変化するとき、シンドローム値 $S_k = \sum_{i=0}^{N-1} (r_i x^i)$ の計算におけるNの値も変化する。また、Chien検索技術は、コードワードの長さの変化に伴って調整する必要がある。

#### 【0091】

10

20

30

40

50

## 【発明の効果】

以上により、光記憶装置の符号化／復号化システムは、共用 R S エンコーダ／デコーダを用いるだけで、ハードウェアのコストを減少できるとともに、ハードウェアを効率的に使用することができる。また、本発明によれば、インターリーブ／デインターリーブは C 1 符号化／復号化又は C 2 符号化／復号化の工程と結合することにより、符号化／復号化システムのレイテンシを減少することができる。

## 【0092】

本発明では好ましい実施例を前述の通り開示したが、これらは決して本発明に限定するものではなく、当該技術を熟知する者なら誰でも、本発明の精神と領域を脱しない範囲内で各種の変動や潤色を加えることができ、従って本発明の保護範囲は、特許請求の範囲で指定した内容を基準とする。

10

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 C D / D V D 記憶装置における従来の符号化／復号化システムを示す。

【図 2 A】 C I R C の符号化又は復号化工程を示すブロック図である。

【図 2 B】 C I R C の符号化又は復号化工程を示すブロック図である。

【図 3】 D V D エラー訂正コードのブロックデータフォーマットを示す。

【図 4】 本発明の好ましい具体例による光記憶装置における符号化／復号化システムを示す。

【図 5】 図 4 の R S エンコーダ／デコーダの詳細ブロック図である。

## 【符号の説明】

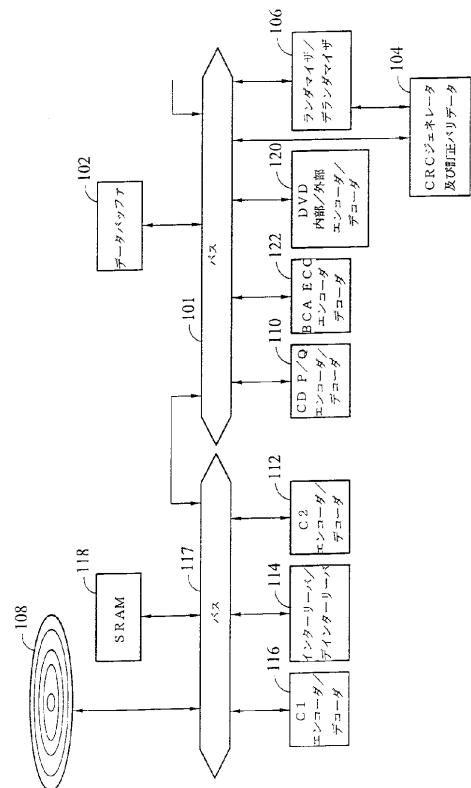
20

1 0 1、 1 1 7	バス
1 0 2、 4 1 4	データバッファ
1 0 4	C R C ジェネレータ及び訂正バリデータ
1 0 6	ランダマイザ／デランダマイザ
1 0 8	光記憶媒体
1 1 0	C D P / Q エンコーダ／デコーダ
1 1 2	C 2 エンコーダ／デコーダ
1 1 4	インターリーバ／デインターリーバ
1 1 6	C 1 エンコーダ／デコーダ
1 1 8	S R A M
1 2 0	D V D 内部／外部エンコーダ／デコーダ
1 2 2	B C A E C C エンコーダデコーダ
2 0 2、 2 1 0、 2 1 2、 2 2 0、 2 2 2	遅延ユニット
2 0 4	C 2 エンコーダ
2 0 6	インターリーバ
2 1 8	C 2 デコーダ
2 2 4	論理演算ユニット
4 0 2	C 1 アドレスマッパー
4 0 4	共用 R S エンコーダ／デコーダ
4 0 6	C 2 アドレスマッパー
4 0 8	C D P / Q アドレスマッパー
4 1 0	B C A E C C アドレスマッパー
4 1 2	D V D 内部／外部アドレスマッパー
5 0 2、 5 0 6、 5 0 7、 5 1 6、 <u>5 1 8</u>	スイッチ
5 0 4	E C C / シンドローム値ジェネレータ
5 0 8	インバータ
5 1 0	Forney シンドローム値ジェネレータ
5 1 2	エラー消去位置／評価多項式ジェネレータ
5 1 4	Chien 検索ユニット

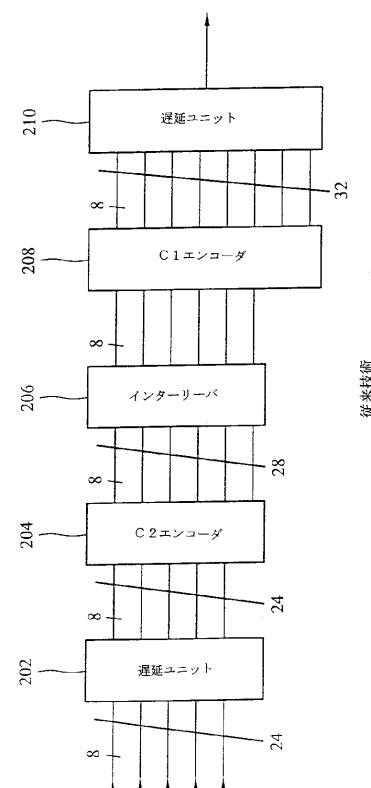
30

40

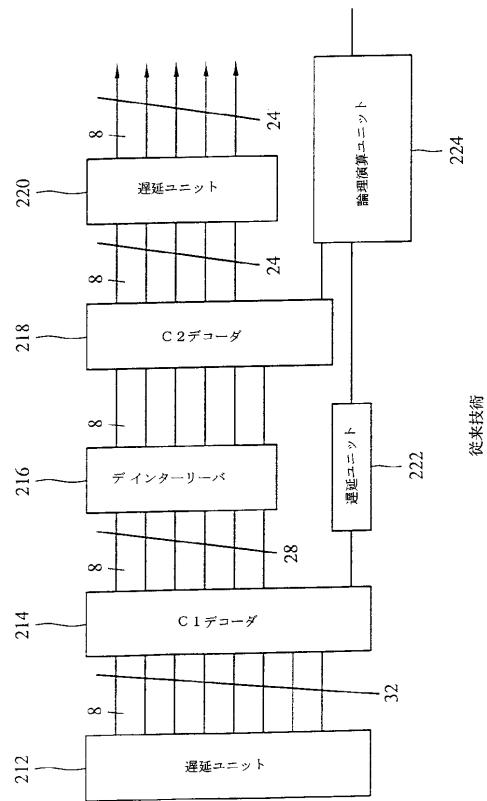
【 図 1 】



【 図 2 A 】



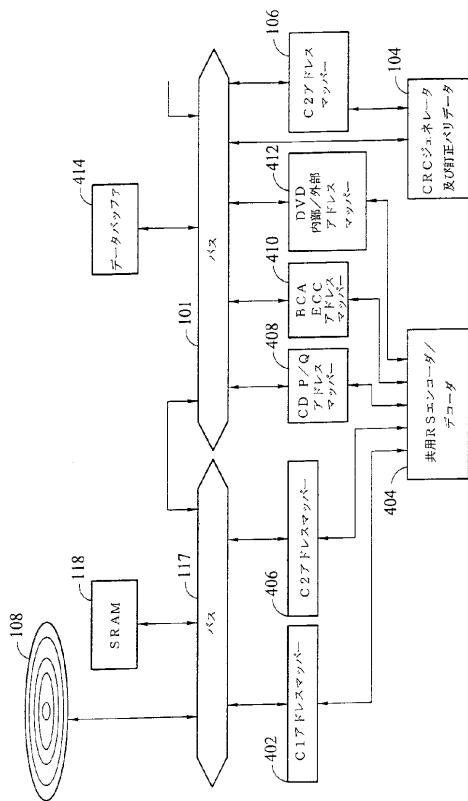
【 図 2 B 】



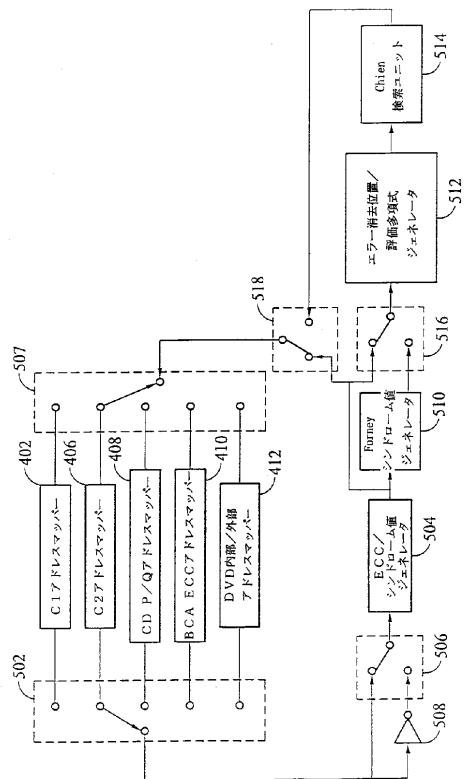
【 図 3 】

172 列		10 列		P1	
$B_{0,0}$	$B_{0,1} \dots \dots \dots$	$B_{0,170}$	$B_{0,171}$	$B_{0,172} \dots$	$B_{0,161}$
$B_{1,0}$	$B_{1,1} \dots \dots \dots$	$B_{1,170}$	$B_{1,171}$	$B_{1,172} \dots$	$B_{1,161}$
$B_{2,0}$	$B_{2,1} \dots \dots \dots$	$B_{2,170}$	$B_{2,171}$	$B_{2,172} \dots$	$B_{2,161}$
$B_{189,0}$	$B_{189,1} \dots \dots \dots$	$B_{189,170}$	$B_{189,171}$	$B_{189,172} \dots$	$B_{189,161}$
$B_{190,0}$	$B_{190,1} \dots \dots \dots$	$B_{190,170}$	$B_{190,171}$	$B_{190,172} \dots$	$B_{190,161}$
$B_{191,0}$	$B_{191,1} \dots \dots \dots$	$B_{191,170}$	$B_{191,171}$	$B_{191,172} \dots$	$B_{191,161}$
$B_{192,0}$	$B_{192,1} \dots \dots \dots$	$B_{192,170}$	$B_{192,171}$	$B_{192,172} \dots$	$B_{192,161}$
$B_{207,0}$	$B_{207,1} \dots \dots \dots$	$B_{207,170}$	$B_{207,171}$	$B_{207,172} \dots$	$B_{207,161}$

【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-282701(JP, A)  
特開平11-346157(JP, A)  
特開平11-328880(JP, A)  
特開2000-057712(JP, A)  
特開平11-066761(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G11B 20/14

G11B 20/18

H03M 13/00