

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-332571

(P2005-332571A)

(43) 公開日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 20/18	G 1 1 B 20/18 5 5 0 C	5 B 0 6 5
G 0 6 F 3/06	G 1 1 B 20/18 5 2 2 D	5 D 0 4 4
G 1 1 B 20/10	G 1 1 B 20/18 5 7 2 C	
	G 1 1 B 20/18 5 7 2 F	
	G 0 6 F 3/06 3 0 5 Z	
審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2005-165874 (P2005-165874)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝
(22) 出願日	平成17年6月6日(2005.6.6)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(62) 分割の表示	特願2001-345188 (P2001-345188) の分割	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
原出願日	平成13年11月9日(2001.11.9)	(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘
最終頁に続く			

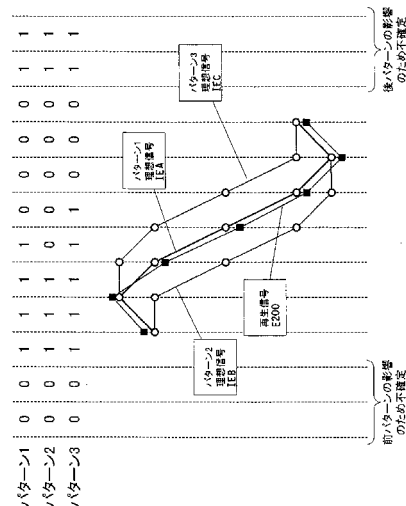
(54) 【発明の名称】 情報記録再生システムおよび装置

(57) 【要約】

【課題】再生信号の品質評価。

【解決手段】所定の再生信号、この再生信号の信号波形パターンに対応した第1のパターン、およびこの第1のパターン以外であって再生信号の信号波形パターンに対応した任意のパターン(第2または第3のパターン)が用いられる。まず、再生信号と第1のパターンとの間の距離E_oと、再生信号と任意のパターンとの間の距離E_eとの間の距離差D = E_e - E_oが求められる。次に、複数の再生信号のサンプルについて距離差Dの分布が求められる。次に、求めた距離差Dの平均Mと求めた距離差Dの分布の標準偏差σとの比に基づいて、再生信号の品質評価パラメータ(M/σ)が定められる。そして、品質評価パラメータで表される評価指標値(Mgn)から、再生信号の品質が判断される。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

信号サンプルの振幅値から信号内容を識別する方法を利用するものにおいて、
符号ビット列“10”または“01”を含む第1のパターンと、前記符号ビット列“10”または“01”に対応する箇所が“11”である第2のパターンと、前記符号ビット列“10”または“01”に対応する箇所が“00”である第3のパターンとを提供するパターン提供手段と；

所定の情報記録媒体を用いて前記第1のパターンを記録再生する記録再生手段と；

前記記録再生手段による前記第1のパターンの再生信号が前記第2のパターンに対応するものとして識別される第1の確率および/または第3のパターンに対応するものとして識別される第2の確率から、前記情報記録媒体に対する記録補償量を算出する補償量算出手段と

10

を備えたことを特徴とする情報記録再生システム。

【請求項 2】

前記補償量算出手段により算出される前記記録補償量は、

前記情報記録媒体に前記第1のパターンを記録したときにこの前記情報記録媒体から得られる前記再生信号が前記第2のパターンに対応するものと誤認される第1の誤り易さと

、
前記情報記録媒体に前記第1のパターンを記録したときにこの前記情報記録媒体から得られる前記再生信号が前記第3のパターンに対応するものと誤認される第2の誤り易さとが実質的に等しくなるように設定される

20

ように構成されたことを特徴とする請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

信号サンプルの振幅値から信号内容を識別する方法を利用するものにおいて、

符号ビット列“10”または“01”を含む第1のパターンと、前記符号ビット列“10”または“01”に対応する箇所が“11”である第2のパターンを提供するパターン提供手段と；

所定の情報記録媒体を用いて前記第1のパターンを記録再生する記録再生手段と；

前記記録再生手段による前記第1のパターンの再生信号が前記第2のパターンに対応するものとして識別される確率から、前記情報記録媒体に対する記録補償量を算出する補償量算出手段と

30

を備えたことを特徴とする情報記録再生システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、光ディスク等の情報媒体を用いた情報記録再生における信号処理の改良に関する。より具体的には、情報記録再生における信号品質の評価方法、情報記録再生システムの改善、記録補償方法の改善、およびこれらの方法/システムで用いられる情報媒体に関する。

【背景技術】

40

【0002】

光ディスクを用いた情報記録システム(特許文献1)がある。このシステムの概要は、次のようになっている。すなわち、光ディスクに記録された情報は、PUH(ピックアップヘッド)を用いて微弱なアナログ信号として再生される。再生されたアナログ信号は、プリアンプで増幅され十分な信号レベルとなった後、レベルスライサでマーク/スペースに対応した2値化信号となる。

【0003】

一方、この2値化信号に位相同期したチャネルクロックが、PLL(位相ロックループ)回路により生成される。上記2値化信号およびチャネルクロックから、パラメータ算出手段により波形補正量が算出される。上記波形補正量、記録データおよび基準クロックが

50

ら、記録波形作成手段により、記録波形パルスが作成される。この記録波形パルスに応じたレーザ光がPUHから光ディスクに照射され、記録データに相当する情報がマーク/スペースとして光ディスクに記録される。

【特許文献1】特開2000-90436号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献1の技術では、2値化信号の立ち上がりエッジあるいは立ち下がりエッジとチャネルクロックとの位相差から、波形補償量を算出している。これは、再生信号内容の識別方式としてスライス方式が採用されている場合には有効であるが、積分検出方式のように再生信号サンプルの振幅値から再生信号を識別する方式には適用できない。特に、ブルーレーザを用いた光ディスクシステムのように記録密度が高くなる場合では、識別方式にスライス方式を採用するのでは不十分であり、PRML (Partial Response and Maximum Likelihood) 方式のような高級な識別方式が必要になる。このPRML方式も再生信号サンプルの振幅値から識別する方式であり、上記特許文献1の技術では対応できない。すなわち、再生信号サンプルの振幅値から再生信号を識別するものにおいて、再生信号の品質を適切に評価することができず、あるいは適切な波形補正量の算出をすることができない。

10

【0005】

この発明は上記事情に鑑みなされたもので、その目的は、再生信号サンプルの振幅値から再生信号を識別するものにおいて、再生信号の品質を適切に評価することができる方法を提供することである。

20

【0006】

あるいは、再生信号サンプルの振幅値から再生信号を識別するものにおいて、適切な波形補正量の算出をすることができるシステムあるいは方法を提供することである。

【0007】

この発明の他の目的は、上記方法あるいはシステムにおいて使用される情報媒体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために、この発明の一実施に係る信号品質評価方法では、所定の再生信号 (E200)、この再生信号 (E200) の信号波形パターンに対応した第1のパターン、およびこの第1のパターン以外であって前記再生信号 (E200) の信号波形パターンに対応した任意のパターンが用いられる。ここで、まず前記再生信号 (E200) と前記第1のパターンとの間の距離 E_o と、前記再生信号 (E200) と前記任意のパターンとの間の距離 E_e との間の距離差 $D (= E_e - E_o ; 式18)$ が求められる。次に、複数の前記再生信号のサンプルについて、前記距離差 D の分布 (図5) が求められる。次に、前記求めた距離差 D の平均 M と前記求めた距離差 D の分布の標準偏差 σ との比に基づいて前記再生信号 (E200) の品質評価パラメータ ($M/\sigma ; 式19$) が定められる。そして、前記品質評価パラメータ (M/σ) で表される指標値 (式19の評価指標値 M_g) から、前記再生信号 (E200) の品質が判断される。

30

40

【0009】

あるいは、この発明の一実施に係る情報記録再生システムでは、信号サンプルの振幅値から信号内容を識別する方法 (PRML方式) が利用される。このシステムにおいて、符号ビット列 "10" または "01" を含む第1のパターンと、前記符号ビット列 "10" または "01" に対応する箇所が "11" である第2のパターンと、前記符号ビット列 "10" または "01" に対応する箇所が "00" である第3のパターンとを提供するパターン提供手段 (パターンメモリ212) と; 所定の情報記録媒体 (光ディスク100) を用いて前記第1のパターンを記録再生する記録再生手段 (200、230) と; 前記記録再生手段 (200、230) による前記第1のパターンの再生信号 (E200) が前記第2のパターンに対

50

応するものとして識別される第1の確率(図5左)と、第3のパターンに対応するものとして識別される第2の確率(図5右)とから、前記情報記録媒体(100)に対する記録補償量(WC)を算出する補償量算出手段(202~224)とが用いられる。

【0010】

あるいは、この発明の一実施に係る記録補償方法は、所定の再生信号(E200)、この再生信号(E200)の信号波形パターンに対応した第1のパターン、この第1のパターン以外であって前記再生信号(E200)の信号波形パターンに対応した第2のパターン、および前記第1および第2のパターン以外であって前記再生信号(E200)の信号波形パターンに対応した第3のパターンを用いて、情報記録媒体(光ディスク100)に情報記録を行いまたは記録情報の再生を行うものに利用される。この方法では、前記再生信号(E200)と前記第1のパターンとの間の第1距離E1(式2)と、前記再生信号(E200)と前記第2のパターンとの間の第2距離E2(式3)と、前記再生信号(E200)と前記第2のパターンとの間の第3距離E3(式4)とが求められる。次に、前記第1距離E1と前記第2距離E2との間の第1距離差D2 = E2 - E1(式7)と、前記第1距離E1と前記第3距離E3との間の第2距離差D3 = E3 - E1(式8)とが求められる。次に、複数の前記再生信号のサンプルについて、前記第1距離差D2の分布(図5左)および前記第2距離差D3の分布(図5右)が求められる。次に、前記求めた第1距離差D2の平均M2および前記求めた第1距離差D2の分布(図5左)の標準偏差 σ_2 と、前記求めた第2距離差D3の平均M3および前記求めた第2距離差D3の分布(図5右)の標準偏差 σ_3 とが求められる。次に、 $(\sigma_2 * M_3 + \sigma_3 * M_2) / (\sigma_2 + \sigma_3)$ の関係から記録補償パラメータ(式13のEc;単位はユークリッド距離)が求められる。こうして求められた前記記録補償パラメータ(Ec)に基づいて、前記情報記録媒体(100)に対する信号記録波形(図8のb~dなど)が補償される(記録波形の適応制御)。

10

20

【発明の効果】

【0011】

以上述べたように、この発明の実施によれば、再生信号の品質を適切に評価することができる。あるいは、適切な波形補正量を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面を参照して、この発明の種々な実施の形態に係る信号品質評価方法、情報記録再生システム、記録補償方法、および情報媒体を説明する。

30

【0013】

図1は、この発明の一実施の形態に係る情報記録再生システム(第1の実施の形態)の構成を説明する図である。

【0014】

図1において、光ディスク100にマーク/スペース(図示せず)として記録された情報は、ピックアップヘッド(PUH)200を介して、微弱なアナログ再生信号E200として読み出される。このアナログ再生信号E200は、プリアンプ202で十分な大きさに増幅される。増幅されたアナログ再生信号E202は、A/D変換器204によりデジタル再生信号E204へ変換される。このデジタル再生信号E204は遅延器206により適宜遅延され、遅延された信号E206は距離計算機208A~208Cそれぞれに入力される。

40

【0015】

一方、パターン判別器210の内部には、予め設定された数種類のパターンが登録されている。パターン判別器210は、光ディスク100に記録しようとする記録データRDと内部の登録パターンとが一致(または対応)した場合に、一致(または対応)したパターンが登録されたどのパターンであるかを示すパターン指示信号E210aを出力する(使用するパターンが例えば3種類ならば、信号E210aは2ビットあればよい)。

【0016】

50

パターンメモリ 212 は、パターン判別器 210 からのパターン指示信号 E210a の内容に従って、内部に登録された 3 種類の 2 値パターン（各々、パターン 1、パターン 2、パターン 3 とする）を出力する。出力された 3 種類の 2 値パターン（パターン 1、パターン 2、パターン 3）は、それぞれ、理想信号算出器 214A ~ 214C に供給される。

【0017】

理想信号算出器 214A ~ 214C では、供給された 2 値パターン（パターン 1、パターン 2、パターン 3）から、使用する PR 特性（パーシャルレスポンス特性）に応じた理想的な再生信号（以下、理想信号という；理想信号の信号パターンと再生信号との関係は、図 4 を参照して後述する）E214A ~ E214C が作成される。

【0018】

作成された理想信号 E214A ~ E214C は、それぞれ、距離計算機 208A ~ 208C に供給される。各距離計算機 208A ~ 208C には、遅延器 206 により適宜遅延された信号 E206 が入力されている。遅延器 206 による遅延量は、理想信号 E214A ~ E214C と再生信号 E204 との位相が合うように、設定される。

【0019】

距離計算器 208A ~ 208C では、理想信号 E214A ~ E214C と再生信号 E204 との間の距離（後述するユークリッド距離）が計算される（算出された距離を各々、E1、E2、E3 とする）。算出された距離 E1 および E2 は減算器 216 に入力され、算出された距離 E1 および E3 は減算器 218 に入力される。減算器 216 は距離 E2 と距離 E1 の差（E2 - E1）を算出し、減算器 218 は距離 E3 と距離 E1 の差（E3 - E1）を算出する。算出された差（E2 - E1）および（E3 - E1）は、それぞれ、距離差メモリ 220 および 222 に蓄えられる。

【0020】

ここで、上記差（E2 - E1 および E3 - E1）を距離差メモリ 220 および 222 内の何処に蓄えるかは、パターン判別器 210 から出力されるメモリセレクト信号 E210b に依存する（つまり、メモリ 220 および 222 への書込 / 読出アドレスは信号 E210b により決定できるようになっている）。

【0021】

所定量のデータが光ディスク 100 から記録再生された時点で、パラメータ算出部 224 は、距離差メモリ 220 および 222 に蓄えられたデータから、記録波形の波形補償量 WC を算出する。すなわち、パラメータ算出部 224 は、距離差メモリ 220 および 222 から読み出された距離差データ E220（= E2 - E1）および E222（= E3 - E1）に基づいて所定のパラメータ演算を行い、波形補償量 WC を出力する。この波形補償量 WC、基準クロック RC および記録データ RD が記録波形作成部 230 に供給される。記録波形作成部 230 は、供給された基準クロック RC と記録データ RD と波形補償量 WC から、適宜波形補償された（適応制御された）記録波形パルス E230 を生成する。PUH200 は、生成された記録波形パルス E230 を用いて、光ディスク 100 上に情報を記録する。

【0022】

なお、記録波形作成部 230 は、例えば図 7 の（a）に示すような周期 T の基準クロック RC、および図 7 の（b）に示すような長さ nT の NRZI（Non-Return to Zero Inverted）波形（記録データ RD に対応）が与えられると、図 7 の（c）に示すような波形の記録パルス E230 を生成するように構成されている。また、記録波形作成部 230 は、与えられた波形補償量 WC に応じて、図 7 の（c）に示す記録パルス E230 の例えば先頭パルス（ファーストパルス）のパルス幅を増減させるように構成されている。このように、基準クロック RC、記録データ RD および波形補償量 WC に応じて変化する記録波形 E230 を生成する記録波形作成部 230 の内部構成の具体例は、例えば前述した特開 2000-90436 号に「記録波形作成手段」として具体的な開示がある（ただし特開 2000-90436 号の実施の形態における波形補正量 WCA と本願発明の実施の形態における波形補償量 WC とは内容が異なる）。

10

20

30

40

50

【0023】

本願発明の実施の形態における波形補償量WCがどのようにして得られるのかについては、図6その他を適宜参照して後述する。また、得られた波形補償量WCにより記録波形パルスE230の波形がどのように補償されるのかについては、図7、図8その他を適宜参照して後述する。

【0024】

図2は、図1のシステム(装置)で用いられる理想信号算出器214(各214A~214C)の構成を説明する図である。ここでは、パーシャルレスポンス特性としてPR(1,2,2,1)特性を用いたときの理想信号算出器214の構成を例示している。この算出器214は、一般的な4タップのFIR(Finite Impulse Response)フィルタであり、そのタップ係数は、1, 2, 2, 1となっている。

10

【0025】

具体的には、理想信号算出器214内では、遅延時間が1T(基準クロックRCの1周期相当)の遅延器2141~2143が直列接続され、初段の遅延器2141に所定パターン(パターン1、2、または3)のビット列E212が入力される。入力されたビット列は、後続の遅延器2142~2143により、基準クロックRCに同期して1Tずつ遅延される。遅延前のビット列E212は係数「1」で加算器2140に入力される。遅延器2141により1T遅延されたビット列は、係数器2144により係数「×2」が掛けられて、加算器2140に入力される。遅延器2142により更に1T遅延されたビット列は、係数器2145により係数「×2」が掛けられて、加算器2140に入力される。遅延器2143により更に1T遅延されたビット列は、係数「1」で加算器2140に入力される。こうして、加算器2140から、PR(1,2,2,1)特性に対応した演算を受けた理想信号E214(E214A、E214B、またはE214C)を得ることができる。

20

【0026】

この理想信号算出器214に例えば“00010000”という系列(E212)が入力されると、その出力は“00012210”となる。同様に、“000110000”が入力されると“000134310”が出力され、“0001110000”が入力されると“000135531”が出力され、“00011110000”が入力されると“00013565310”が出力される。PR(1,2,2,1)特性では、このFIRフィルタの出力(E214)は、“0、1、2、3、4、5、6”の7レベルのいずれかになる。

30

【0027】

以下、便宜上、符号ビット“1”がn個連続する系列をnTマーク、同様に符号ビット“0”がn個連続する系列をnTスペースと表現する。ここで、変調符号にRLL(1,7)符号(RLL: Run-Length Limited)を使用する場合には、記録データ中に現れる系列は、2T~8Tのマークおよびスペースに限定される。

【0028】

以下に説明する実施の形態では、長さを2T、3T、4Tの3種類に分け、マークとスペースとをペアにして、パターン毎に記録補償量を求めるようにしている。

【0029】

図3は、図1のシステム(装置)で用いられるパターンメモリ212の内容(パターン1、2、3)と距離差メモリ220/222の内容(マーク後端制御用、マーク前端制御用)との関係の一例を説明する図である。

40

【0030】

例えば、図3右の第1行目は、2Tマーク/2Tスペースを記録するためのパターンを示している。この第1行目のパターンを用いて算出される結果(MEC)は、マーク後端制御用の距離差メモリ220/222の矢印で示される箇所に対応するアドレスに蓄えられる。

【0031】

ここで、パターン2、3がどのように選ばれているかの一例を説明する。パターン2は

50

、パターン 1 の中央に出現する符号ビット列 “10” (または “01”) に対応する箇所が “00” (または “11”) である条件と、変調符号 (R L L (1, 7) 等) の規則を満たすという条件の下に、パターン 1 の理想信号 (後述する図 4 の I E A) に対するユークリッド距離が最小となるパターンを採用している。また、パターン 3 は、パターン 1 の中央に出現する符号ビット列 “10” (または “01”) に対応する箇所が “11” (または “00”) である条件と、変調符号 (R L L (1, 7) 等) の規則を満たすという条件の下に、パターン 1 の理想信号 (図 4 の I E A) に対するユークリッド距離が最小となるパターンを採用している。

【0032】

なお、長さの同じ 2 つの系列を各々 P A (n)、P B (n) (ここで n = 0 ~ N) としたとき、ユークリッド距離は、

$$\sum_{n=0}^N \{ P A (n) - P B (n) \}^2 \quad \dots (1)$$

で与えられる。

【0033】

以下、具体例を挙げてユークリッド距離について説明する。図 3 の第 2 行では、パターン 1 として、“000111001111” が採用されている。これに対し、パターン 2 としては、“000110001111” が採用されている。パターン 1、2 の違いは、中央ビットが “10” であるか “00” であるかの違いのみである。

【0034】

パターン 1 の理想信号 (図 4 の I E A) は “000135532356531” であり、パターン 2 の理想信号 (図 4 の I E B) は “000134311356531” である。これら 2 系列のユークリッド距離は「10」である。ここで、中央ビットが “00” のパターンであり、かつ、その理想信号とパターン 1 の理想信号とのユークリッド距離が「10」以下となるのは、上記 “000110001111” のみである。このことから、“000110001111” がパターン 2 として採用される。

【0035】

図 3 の第 2 行のパターン 3 に着目すると、“000111100111” が採用されている。パターン 1 の中央ビット “10” を “11” に変えたパターンは、“000111101111” である。パターン “000111101111” の理想信号 “000135654456531” とパターン 1 の理想信号 “000135532356531” とのユークリッド距離は「10」であり、中央ビットが “11” のパターンであり、かつ、その理想信号とパターン 1 の理想信号とのユークリッド距離が「10」以下となるのは、パターン “000111101111” のみである。しかし、パターン “000111101111” には、ビット系列 “101” が含まれており、変調符号 (R L L (1, 7)) の規則に違反するため、“000111101111” はパターン 3 として採用されない。パターン 3 として採用されるのは、変調符号 (R L L (1, 7)) の規則を満たすパターン “000111100111” である。

【0036】

このパターン “000111100111” の理想信号 “000135653235531” とパターン 1 の理想信号 “000135532356531” とのユークリッド距離は「12」である。変調符号 (R L L (1, 7)) の規則を満たし、中央ビットが “11” のパターンであり、かつ、その理想信号とパターン 1 の理想信号とのユークリッド距離が「12」以下となるのは、上記 “000111100111” のみである。このことから、“000111100111” がパターン 3 として採用される。

【0037】

次に、この発明の実施の形態における記録補償量の算出方法の基本概念について、図 4 ~ 図 6 その他を適宜参照しながら説明する。

【0038】

図 4 は、図 1 の構成における再生信号 (E 2 0 0) とパターン 1 ~ 3 の理想信号 (I E A、I E B、I E C) との関係を示す図である。いま、図 1 のパターン判別器 2 1 0 により選択されるパターン 1、2、3 各々が、例えば図 4 の上部に示されるような内容である場合を考える。パターン 1、2、3 から算出される理想信号 I E A、I E B、I E C は、各々図 4 の下部に示されるような波形に対応するものとなる。この実施の形態にお

るPR特性は、拘束長「4」のPR(1,2,2,1)であるため、パターン1、2、3の先頭3ビット分と後端3ビット分の理想信号は不確定である。

【0039】

図4で示されるパターン1、2、3の理想信号系列(IEA、IEB、IEC)を各々P1(t)、P2(t)、P3(t)とし、再生信号をY(t)とする。すると、P1(t)、P2(t)、P3(t)とY(t)とのユークリッド距離E1、E2、E3は、

$$E1 = \{Y(t) - P1(t)\}^2 \quad \dots (2)$$

$$E2 = \{Y(t) - P2(t)\}^2 \quad \dots (3)$$

$$E3 = \{Y(t) - P3(t)\}^2 \quad \dots (4)$$

となる。パターン1を記録したにも拘わらず、その再生信号の識別結果がパターンE2となる条件は、

$$E1 > E2 \quad \dots (5)$$

同様に、パターン1を記録したにも拘わらず、その再生信号の識別結果がパターンE3となる条件は、

$$E1 > E3 \quad \dots (6)$$

である。

【0040】

ここで、次のように定義されるユークリッド距離差(D2、D3)

$$D2 = E2 - E1 \quad \dots (7)$$

$$D3 = E3 - E1 \quad \dots (8)$$

を考える。

【0041】

図5は、図1の構成において算出されるユークリッド距離差(D2 = E2 - E3、D3 = E3 - E1)の分布を例示する図である。図5において、ユークリッド距離差D2、D3の各分布が0以下となる領域がエラーに対応する。

【0042】

いま、ユークリッド距離差D2、D3の平均をそれぞれM2、M3とし、距離差D2、D3の標準偏差をそれぞれσ2、σ3とする。すると、パターン1を記録したときに、その再生信号の識別結果がパターン2にならないためのマージンMgn2は、

$$Mgn2 = M2 / \sigma2 \quad \dots (9)$$

となる。

【0043】

同様に、パターン1を記録したときに、その再生信号の識別結果がパターン3にならないためのマージンMgn3は、

$$Mgn3 = M3 / \sigma3 \quad \dots (10)$$

となる。

【0044】

ここで、パターン1を記録したときに、その再生信号の識別結果がパターン2となる事象(パターン1と識別されるべきところをパターン2と誤認される事象)と、その再生信号の識別結果がパターン3となる事象(パターン1と識別されるべきところをパターン3と誤認される事象)は相反する事象と考えられる。

【0045】

図6は、図1の構成において算出されるユークリッド距離差(D2 = E2 - E3、-D3 = E1 - E3)に基づくユークリッド距離補正量を説明する図である。

【0046】

図6は、ユークリッド距離差D2および-D3の分布を例示している。図6の横軸上には、ある値Ec(後述する記録補償パラメータ)が設定されている。そして、距離差分布D2および距離差分布-D3の、設定値EcまでのマージンMgn2'およびMgn3'は、

$$Mgn2' = (M2 - Ec) / \sigma2 \quad \dots (11)$$

10

20

30

40

50

$$M g n 3 ' = (M 3 + E c) / 3 \quad \dots (1 2)$$

となる。

【 0 0 4 7 】

式 (1 1) および式 (1 2) が等しい (2 つのマージン $M g n 2 '$ および $M g n 3 '$ が等しい) として、 $E c$ について解くと、

$$E c = (3 * M 2 + 2 * M 3) / (2 + 3) \quad \dots (1 3)$$

が得られる。

【 0 0 4 8 】

式 (1 3) により求めた $E c$ 分だけ図 6 の分布 (距離差分布 $D 2$ および距離差分布 - $D 3$) を全体的にシフトさせれば (図 6 の例でいえば縦軸の原点 " 0 " を記録補償パラメータ $E c$ の設定位置まで右方向にずらせば)、パターン 1 を記録したときにその再生信号の識別結果がパターン 2 となる確率と、その再生信号の識別結果がパターン 3 となる確率とが等しくなる。この状態が、最も誤り難い状態に対応する。

【 0 0 4 9 】

つまり、記録補償パラメータ $E c$ に対応する波形補償量 $W C$ を図 1 のパラメータ算出部 2 2 4 で生成し、生成された補償量 $W C$ を図 1 の記録波形作成部 2 3 0 に与えて上記「パターン 1 を記録したときに識別結果がパターン 2 となる確率と識別結果がパターン 3 となる確率とが等しくなる」ような記録補償を施すことにより、記録情報に対する再生信号の読み誤りの確率が最も低い状態が得られる。これにより、例えばブルーレーザを用いた高密度光ディスクにおいても、良好な記録 / 再生を行うことができるようになる。

【 0 0 5 0 】

なお、記録補償パラメータ $E c$ の符号は「記録マークを大きくするのか小さくするのか」に対応し、 $E c$ の絶対値は「記録マークサイズの変化量」に対応している。また、図 6 の例示でいえば、記録補償パラメータ $E c$ の符号は「 $E c$ の設定位置を原点 " 0 " の右側に設定するのか左側に設定するのか」を示し、 $E c$ の絶対値は「 $E c$ の設定位置が原点 " 0 " からどれだけずれるのか」を示している。

【 0 0 5 1 】

ここで、記録補償パラメータ $E c$ の単位はユークリッド距離である。ユークリッド距離 ($E c$) を信号の振幅 ($V c$) に変換するには、理想信号の系列長が「 7 」であるので、

$$V c = (E c / 7) \quad \dots (1 4)$$

とすればよい。あるいは、使用する P R 特性の拘束長が「 4 」であることから、

$$V c = (E c / 4) \quad \dots (1 5)$$

とすればよい。

【 0 0 5 2 】

記録パルス $E 2 3 0$ の補償量 $W C$ を求めるには、式 (1 4) または式 (1 5) で示される振幅補償値 $V c$ から時間補償量を求め、更にパルス補償量を求める必要がある。しかし、このような 2 段階の変換内容は、マーク長やスペース長の他に記録媒体特性によっても変わってくるため、 $V c$ から $W C$ を得るための変換式を求めることは、容易ではない。

【 0 0 5 3 】

しかし、式 (1 3) の $E c$ 、あるいは式 (1 4) または式 (1 5) の $V c$ から、次のようにして記録補償を施す方法ならば、容易に実施できる。すなわち、例えば、 $E c$ から記録補償量を求めるには、図 6 の原点 " 0 " 近傍に不感帯を設ける。そして、 $E c$ がこの不感帯内にあれば、次回の記録補償量 $W C$ は変化無しとする。 $E c$ が不感帯よりも大きければ、次回の記録補償量は + 1 ステップとする。逆に $E c$ が不感帯よりも小さければ、次回記録補償量は - 1 ステップとする。こうして求めた記録補償量 ($W C$) の増減 / 無変化 [- 1、0、+ 1] に応じて、例えば、図 7 に例示されるような記録波形 $E 2 3 0$ のファーストパルスの幅を増減することで、記録波形 $E 2 3 0$ に対する補償を行うことができる。

【 0 0 5 4 】

なお、上記不感帯の幅 (サイズ) および \pm ステップの大きさ (1 ステップあたり $W C$ を

10

20

30

40

50

どの程度変化させるか)は、実際の装置において試験することで決定すればよい。

【0055】

記録波形 E 2 3 0 に対する補償方法は、記録波形 E 2 3 0 のファーストパルスの幅を増減することに限られない。ファーストパルス、ラストパルスおよび/またはクーリングパルスの幅を増減する方法もある。

【0056】

また、記録波形パルス E 2 3 0 の変化のさせ方は、図 8 (b) の破線で例示されるようなパルス幅変化に限られない。すなわち、図 8 (c) の破線で例示されるようなパルス高変化であっても、図 8 (d) の破線で例示されるようなパルスの位相変化であってもよい。また、図 8 (b) ~ (d) のパルス幅変化、パルス高変化、および/またはパルス位相変化は、適宜組み合わせ用いられてもよい。

10

【0057】

このように、波形補償量 W C に基づいて記録波形 E 2 3 0 のパルス幅、パルス高、および/またはパルス位相を変化させることにより、前記「パターン 1 を記録したときに識別結果がパターン 2 となる確率と識別結果がパターン 3 となる確率とが等しくなる」ように制御することを、この実施の形態では、「記録波形の適応制御」と呼ぶことにする。

【0058】

このようにして、「記録波形の適応制御」により新しくできた記録波形パルス E 2 3 0 を用いて記録再生を行い、その記録再生に伴い前述した方法で E c を計算し、以下同様の手順を数回繰り返す。この操作の繰り返しにより、記録波形パルス E 2 3 0 は(個別の記録再生システムおよび/または個々の光ディスクに対して)最適化され、良好な記録再生ができるようになる。

20

【0059】

なお、上記の例では記録波形パルス E 2 3 0 の変化量を [- 1、0、+ 1] の 3 ステップとしたが、E c の区間をもっと細かく分割し、例えば、[- 2、- 1、0、+ 1、+ 2] のように 5 ステップにしてもよい。

【0060】

ところで、記録波形パルス E 2 3 0 算出の繰り返しを何回行うかは、予めその回数を決めておく方法が考えられる。別の方法として、再生信号の信号品質を示す評価指標値(以下に述べる M g n)が規定の値を満たすまでとする方法も考えられる。

30

【0061】

再生信号の信号品質を示す評価指標値として、式(9)または式(10)を用いることができる。以下、式(9)または式(10)を一般化して説明する。あるデータを記録したときの再生信号を Y (t)、記録したデータの理想信号を p (t)とし、記録したデータ以外の任意のデータの理想信号を p ' (t)とする。Y (t)と p (t)とのユークリッド距離 E o は、

$$E o = \{ Y (t) - p (t) \}^2 \quad \dots (1 6)$$

であり、同様に、Y (t)と p ' (t)とのユークリッド距離 E e は、

$$E e = \{ Y (t) - p ' (t) \}^2 \quad \dots (1 7)$$

40

である。E o と E e とから、ユークリッド距離差

$$D = E e - E o \quad \dots (1 8)$$

を求める。このユークリッド距離差 D の平均 M およびその標準偏差 から、

$$M g n = M / \quad \dots (1 9)$$

を求める。式(19)に示される評価指標値 M g n がある値以上となるまで、先の記録波形パルス E 2 3 0 の算出を繰り返し行う。

【0062】

図 1 その他を参照して説明した第 1 の実施の形態では、光ディスク 1 0 0 に記録されるマーク/スペースの長さを 2 T、3 T、4 T の 3 種類に分けたが、マーク/スペースの

50

長さの分類はもっと多くしてもよい。例えば、マーク/スペースの長さを 2 T、3 T、4 T、5 T の 4 種類に分けてもよい。

【0063】

図 9 は、マーク/スペースの長さを 2 T、3 T、4 T、5 T の 4 種類に分けた場合の、パターン 1、2、3 と距離差メモリ 220 / 222 の構成との対応関係を例示している。パターンの種類が異なる (3 種類が 4 種類に増えた) こと以外は、図 1 その他を参照して説明した第 1 の実施の形態と同様の手順で記録波形パルス E 230 を求めることができる。

【0064】

この発明の実施の形態によれば、再生信号 E 200 を記録データ RD の理想信号と一致させる場合よりも、更に良好な再生信号が得られるような記録再生が可能となる。 10

【0065】

例えば、図 3 の第 4 行において、パターン 1 とパターン 2 の理想信号のユークリッド距離は「12」であり、パターン 1 とパターン 3 の理想信号のユークリッド距離は「10」である。パターン 1 の理想信号と一致するような記録が行われた場合、再生信号劣化の支配的要因を白色雑音とすると、 $Mgn2 > Mgn3$ となり、 $Ec < 0$ となる。つまり、2 T マークが小さくなるように記録することとなる。

【0066】

2 T マークが小さくなる場合でも、ビタビ復号器 (後述する図 15 の 240) を利用すれば、再生信号の読み取りエラーを回避できる。これは、ビタビ復号器では変調符号規則の 1 T が含まれないことが利用されており、2 T 信号が多少小さくてもエラーを生じないことに対応する。 20

【0067】

しかしながら、再生信号が理想信号よりもずれるようになった場合、別の不都合が起きる場合がある。例えば、再生信号 E 200 が中心レベルを通過するタイミングからクロックを抽出するタイミング生成回路が用いられる場合、図 1 の第 1 の実施の形態では、クロックの精度が劣化する恐れがある。その場合には、図 3 のパターンの代わりに、図 10 のパターンを使用すればよい。図 10 のパターンでは、実際にはビタビ復号器が出力しない 1 T 信号をパターン 2、3 に採用することで、再生信号 E 200 はパターン 1 の理想信号に近づく。同様に、図 9 のパターンの代わりに、図 11 パターンのを採用すればよい。 30

【0068】

図 12 は、図 3 または図 10 に例示されたパターンを利用したときの記録補償量 (WC) 決定パターンの一例を説明する図である。

【0069】

記録補償量 (WC) 決定用パターン (記録データ RD) としては、ランダムなデータを採用し、その中からパターン 1 を抽出する方法が考えられる。別の方法として、図 12 に示されるようなパターンを記録補償量 (WC) 決定用パターンとして採用することもできる。図 12 のパターンは、図 2 のパターン 1 が全て含まれるパターンになっている。更に、その並びに工夫してあり、n T マーク / m T スペースの記録補償量を求めるパターンの次には、n T スペース / m T マークの記録補償量を求めるパターンがくるようになっている。このような並びにすることにより、図 12 のパターンは 1 行毎に D S V (Digital Sum Value) が 0 となる。 40

【0070】

同様に図 9 のパターンに対する記録補償量 (WC) 決定用パターンとしては、図 13 に示されるようなものが考えられる。また、図 10、図 11 のパターンに対する記録データ (RD) も、図 12 の場合と同様に与えられる。

【0071】

パターン 1、2、3、あるいは、記録補償量 (WC) 決定用パターンについては、情報記録システム (装置) に予め記憶しておく (図 1 の 210、212 など) 方法がある。一方、記録再生に使用される個々の媒体 (光ディスク 100) により、これらのパターンが 50

異なる場合もある。このことを考慮して、個々の媒体の一部、例えば図14に示される光ディスク100のリードインエリア102に、パターン1、2、3および/または記録補償量(WC)決定パターンを予め記録しておく方法も考えられる。

【0072】

このように個々の情報記録媒体(記録再生可能な生ディスク/ブランクディスク)に最適記録再生のためのパターンデータおよび/または記録補償量データを予め記録しておけば、その媒体を用いるシステム(記録再生装置など)は、素早く的確に、その媒体に合った記録波形で情報記録再生できるようになる。

【0073】

なお、上記情報記録媒体(記録再生可能な生ディスク/ブランクディスク)の具体例として、DVD-RAM、DVD-RW、DVD-R等がある。また、最適記録再生のためのパターンデータおよび/または記録補償量データの記録場所は、図14のリードインエリア102に限定する必要はなく、データエリア104中の特定位置でも、リードアウトエリア106でもよい。

【0074】

最適記録再生のためのパターンデータおよび/または記録補償量データの記録場所としては、通常はリードインエリア102が適当であるが、状況により別の場所が良いこともあり得る。例えば媒体がDVD-Rであり、このDVD-Rのデータエリア104の途中までデータ記録が済んでいる場合を考えてみる。この場合、データ記録が済んだ直後に続くの僅かな記録エリアXを利用して最適記録再生のためのパターンデータおよび/または記録補償量データを記録しておくことができる。そのDVD-Rに新たなデータ記録を行う際は、エリアXの記録内容(パターンデータおよび/または記録補償量データ)を利用して記録波形補償を行い、補償された記録波形でもって(エリアXの直後から)新たなデータをDVD-Rの未記録エリアに記録するように構成できる。

【0075】

また、媒体が例えば両面に記録層を持つタイプの場合、A面記録が終了してB面記録に移る状況では、データ記録スタート位置がリードインエリア102よりもリードアウトエリア106の方に近いことがある。この場合、パターンデータおよび/または記録補償量データは、PUH200のシーク距離が短くて済むリードアウトエリア106に記録されているほうがよいこともある(このような場合でも、パターンデータおよび/または記録補償量データの記録場所をリードインエリア102にしておくことは妨げない)。

【0076】

図15は、この発明の他の実施の形態に係る情報記録再生システム(装置)(第2の実施の形態)の構成を説明する図である。図15の実施の形態は、図1の実施の形態にビタビ復号器240を追加した構成を持っている。別の言い方をすると、図15の実施の形態では、パターン判別器210の入力として、記録データRDではなく、ビタビ復号器240からの識別結果D240が利用されている。このビタビ識別結果D240を利用する場合、図5に例示された分布の0以下は無くなり、記録波形パルスE230を求める際に算出誤差が生じるようになる。しかしながら、記録データRDと再生信号E200との位相調整が難しい場合には、図15の実施の形態のようにビタビ復号器240を利用することは有効な方法である。

【0077】

なお、この発明は上記各実施の形態に限定されるものではなく、その実施の段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々な変形・変更が可能である。

【0078】

例えば、式2~式4ではユークリッド距離Eaを“ $Ea = \sqrt{\{Y(t) - Px(t)\}^2}$ ”という算出方法(2乗することで大きさの累積値を求める)で求めているが、このEaに対応する別の情報として“ $Eb = |Y(t) - Py(t)|$ ”を算出してもよい(絶対値をとることで大きさの累積値を求める)。

【0079】

10

20

30

40

50

また、以上述べた実施の形態の説明ではPR(1,2,2,1)特性を用いたが、その他のPR特性を用いてもこの発明を実施することは可能である。また、RL(1,7)符号以外の変調符号を用いてもこの発明を実施することができる。

【0080】

また、各実施の形態は可能な限り適宜組み合わせられて実施されてもよく、その場合組み合わせによる効果が得られる。

【0081】

さらに、上記実施の形態には種々な段階の発明が含まれており、この出願で開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。たとえば、実施の形態に示される全構成要件から1または複数の構成要件が削除されても、この発明の効果あるいはこの発明の実施に伴う効果のうち少なくとも1つが得られるときは、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得るものである。

【0082】

<各実施の形態の要点まとめ>

(1)符号ビット列“10”または“01”を含む第1のパターンと、前記符号ビット列“10”または“01”に対応する箇所が“00”である第2のパターンと、前記符号ビット列“10”または“01”に対応する箇所が“11”である第3のパターンを対象パターンとして用意し、第1のパターンを記録したときの再生信号の第2のパターンへの誤り易さと、前記再生信号の第3のパターンへの誤り易さが等しくなるように、記録補償を施す。

【0083】

(2)再生信号と第1のパターンとの距離 E_o と、再生信号と第2または第3のパターンの距離 E_e とから、距離差 $D = E_e - E_o$ を求める。Dの平均 M とその標準偏差を用いて、 M/σ で表される値から、再生信号の品質を判断する。

【0084】

(3)再生信号と第1のパターンとの距離 E_1 と、再生信号と第2のパターンの距離 E_2 と、再生信号と第3のパターンの距離 E_3 を求める。続いて $D_2 = E_2 - E_1$ 、 $D_3 = E_3 - E_1$ を求める。D₂の平均を M_2 、標準偏差を σ_2 とし、D₃の平均を M_3 、標準偏差を σ_3 としたとき、 $E_c = (\sigma_2 * M_3 + \sigma_3 * M_2) / (\sigma_2 + \sigma_3)$ なる E_c を求める。 E_c から記録波形補償量を求める。

【0085】

以上述べたように、この発明の実施によれば、再生信号の品質を適切に評価することができる。あるいは、適切な波形補正量を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】この発明の一実施の形態に係る情報記録再生システム(第1の実施の形態)の構成を説明する図。

【図2】図1のシステムで用いられる理想信号算出器の構成の一例を説明する図。

【図3】図1のシステムで用いられるパターンメモリの内容(パターン1、2、3)と距離差メモリの内容(マーク後端制御用、マーク前端制御用)との関係の一例を説明する図。

【図4】図1の構成における再生信号(E_{200})と理想信号(I_{EA} 、 I_{EB} 、 I_{EC})との関係を説明する図。

【図5】図1の構成において算出されるユークリッド距離差($D_2 = E_2 - E_3$ 、 $D_3 = E_3 - E_1$)の分布を例示する図。

【図6】図1の構成において算出されるユークリッド距離差($D_2 = E_2 - E_3$ 、 $D_3 = E_1 - E_3$)に基づくユークリッド距離補正量を説明する図。

【図7】図1のシステムで用いられる記録波形パルスの具体例を説明する図。

【図8】図1のシステムで用いられる記録波形補償方法の一例を説明する図。

【図9】図1のシステムで用いられるパターンメモリの内容(パターン1、2、3)と距離差メモリの内容(マーク後端制御用、マーク前端制御用)との関係の第2の例を説明す

10

20

30

40

50

る図。

【図10】図1のシステムで用いられるパターンメモリの内容(パターン1、2、3)と距離差メモリの内容(マーク後端制御用、マーク前端制御用)との関係の第3の例を説明する図。

【図11】図1のシステムで用いられるパターンメモリの内容(パターン1、2、3)と距離差メモリの内容(マーク後端制御用、マーク前端制御用)との関係の第4の例を説明する図。

【図12】図3または図10に例示されたパターンを利用したときの記録補償量決定パターンの一例を説明する図。

【図13】図9または図11に例示されたパターンを利用したときの記録補償量決定パターンの一例を説明する図。

【図14】この発明により情報記録または情報再生を行う媒体としての光ディスク(DVD-RAM、DVD-RW、DVD-R等)の構成を説明する図。

【図15】この発明の他の実施の形態に係る情報記録再生システム(第2の実施の形態)の構成を説明する図。

【符号の説明】

【0087】

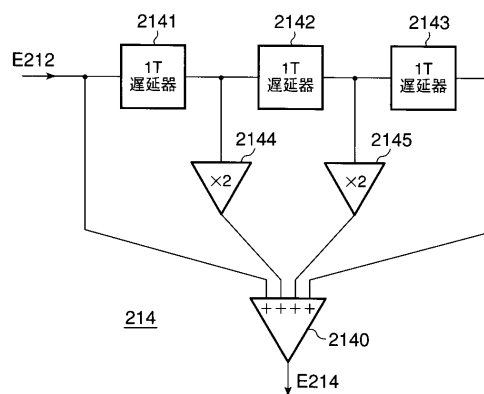
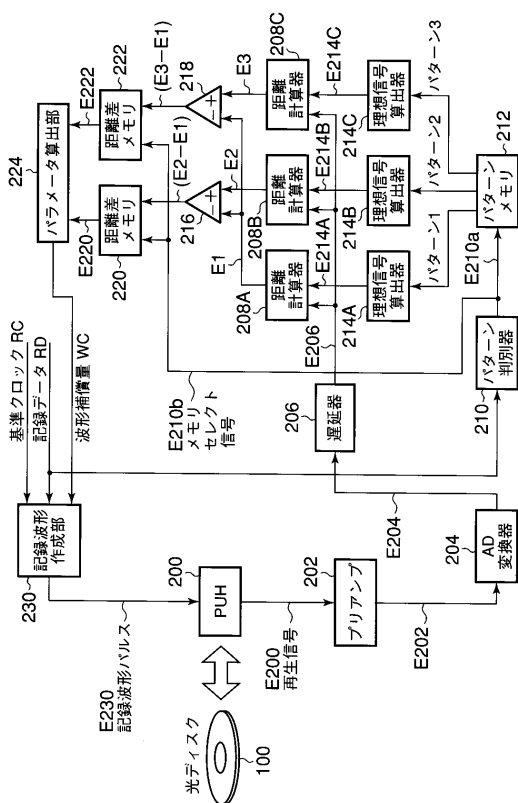
100...光ディスク(DVD-RAM、DVD-RW、DVD-R等)；200...光ヘッド(PUH)；208(208A~208C)...距離計算器；210...パターン判別器；212...パターンメモリ；214(214A~214C)...理想信号算出器；220、222...距離差メモリ；224...パラメータ算出部；230...記録波形作成部；240...ピタビ復号器。

10

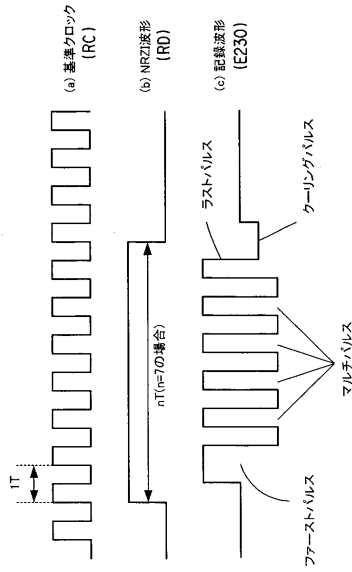
20

【図1】

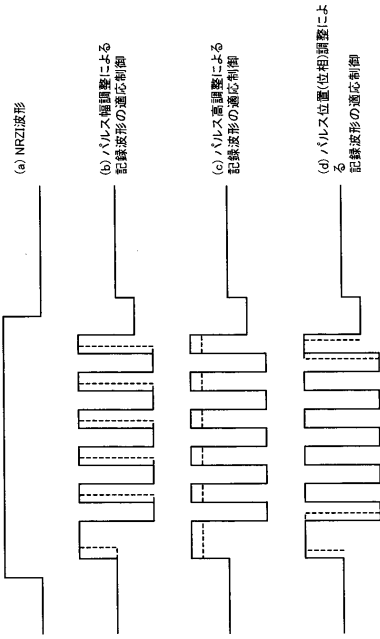
【図2】



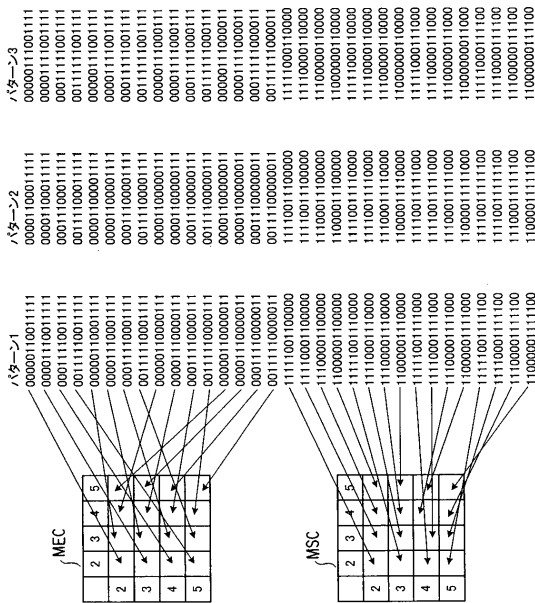
【 図 7 】



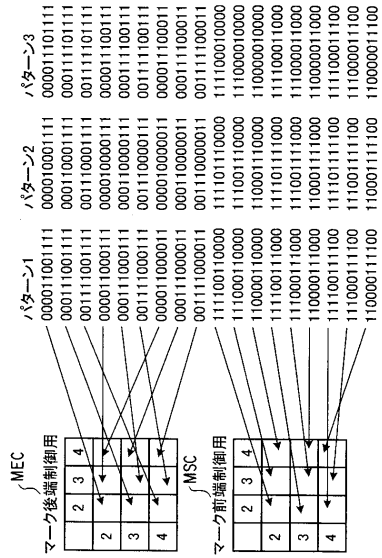
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷ F I テーマコード(参考)
G 1 1 B 20/10 3 1 1

(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 柏原 裕
神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社東芝柳町事業所内

(72)発明者 長井 裕士
神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社東芝柳町事業所内

(72)発明者 小川 昭人
神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社東芝柳町事業所内

Fターム(参考) 5B065 BA01 EA40
5D044 BC02 CC06 FG02 FG05 GL45