

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017年12月7日(07.12.2017)



(10) 国際公開番号

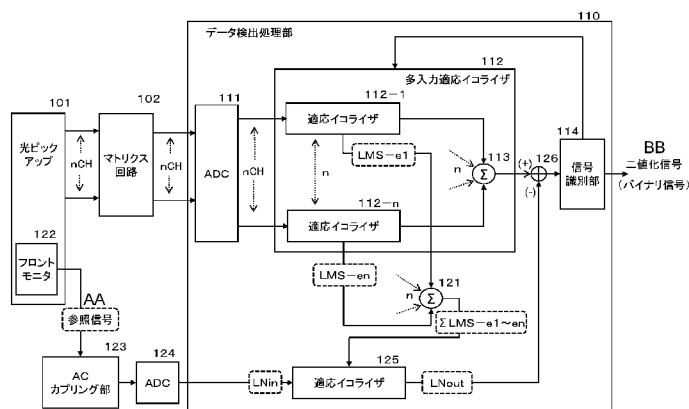
WO 2017/208721 A1

- (51) 国際特許分類:  
G11B 7/005 (2006.01) G11B 20/10 (2006.01)  
G11B 7/13 (2012.01) G11B 20/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/017116
- (22) 国際出願日: 2017年5月1日(01.05.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2016-108412 2016年5月31日(31.05.2016) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小林 伸嘉 (KOBAYASHI, Nobuyoshi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 白石 淳也 (SHIRAIISHI, Junya); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宮田 正昭, 外 (MIYATA, Masaaki et al.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀三丁目25番9号 Daiwa八丁堀駅前ビル西館8階 特許業務法人 大同特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, OPTICAL STORAGE DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

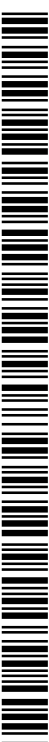
(54) 発明の名称: 情報処理装置、光ストレージ装置、および情報処理方法、並びにプログラム

[図9]



- 101... OPTICAL PICKUP
- 102... MATRIX CIRCUIT
- 110... DATA DETECTION PROCESSING UNIT
- 112... MULTI-INPUT ADAPTIVE EQUALIZER
- 112-1, 112-n, 125... ADAPTIVE EQUALIZER
- 114... SIGNAL IDENTIFICATION UNIT
- 122... FRONT MONITOR
- 123... AC COUPLING UNIT
- AA... REFERENCE SIGNAL
- BB... DIGITAL SIGNAL (BINARY SIGNAL)

(57) Abstract: Provided are a device and a method for generating a reproduction signal with less laser noise. The device includes: a photodetector (PD) that irradiates a disc with laser light and outputs a signal based on the reflection light from the disc; a front monitor that outputs a reference signal based on the emission light from a laser diode; and a data detection processing unit that receives an output signal from the PD and generates a reproduction signal. The data detection processing unit generates a reproduction signal with less laser noise on the basis of calculation results using the output



WO 2017/208721 A1

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

from an adaptive reproduction signal equalizer for outputting an equalized signal using adaptive equalization processing based on a PD output signal and the output from an adaptive laser noise equalizer for outputting an equalized signal using adaptive equalization processing based on a laser noise signal.

(57) 要約 : レーザノイズを低減した再生信号を生成する装置、方法を提供する。レーザ光をディスクに照射し、ディスクからの反射光に基づく信号を出力するフォトディテクタ (PD) と、レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力するフロントモニタと、PDの出力信号を入力して再生信号を生成するデータ検出処理部を有する。データ検出処理部は、PD出力信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力する再生信号対応適応イコライザと、レーザノイズ信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力するレーザノイズ対応適応イコライザと、再生信号対応適応イコライザの出力と、レーザノイズ対応適応イコライザの出力との演算結果に基づいてレーザノイズの低減された再生信号を生成する。

## 明 細 書

発明の名称：

情報処理装置、光ストレージ装置、および情報処理方法、並びにプログラム

### 技術分野

[0001] 本開示は、情報処理装置、光ストレージ装置、および情報処理方法、並びにプログラムに関する。さらに詳細には、高密度なデータ記録が行われたディスクから品質の高いデータ再生を実現する情報処理装置、光ストレージ装置、および情報処理方法、並びにプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 画像、プログラム他、様々なデータを記録するメディアとして、DVD (Digital Versatile Disc) や、BD (Blu-ray (登録商標) Disc) 等の光ディスクが多く利用されている。

[0003] これらBD等の光ディスクは、高密度な情報記録を行うことが求められている。

光ディスクの高密度化をはかる方法として、チャンネルビット長、すなわち、マーク長を短くし、線密度方向に高密度化をはかる方法、およびトラックピッチを狭くする方法がある。

[0004] 光ディスクの再生には、レーザ光を照射し、ディスクからの反射光を解析する処理が行われるが、照射するレーザ光自身に含まれるノイズ、いわゆるレーザノイズが、再生信号の品質低下の一因となっている。

[0005] 再生信号に含まれるレーザノイズの除去構成を開示した従来技術として、例えば特許文献1 (特開2005-322367号公報)、特許文献2 (特開2002-183970号公報)、特許文献3 (特開2006-79772号公報) 等がある。

[0006] 特許文献1は、アナログ除算方式を適用したノイズ低減処理構成を開示している。

また、特許文献2は、アナログ乗算方式によるノイズ低減処理構成を開示している。

さらに、特許文献3は、トランスバーサルフィルタ適応フィードバック方式を適用したノイズ低減処理構成を開示している。

しかし、これらの従来技術は、十分なノイズ低減効果を発揮させるための広帯域アナログ乗算回路や除算回路、遅延調整回路の実現性の点で課題がある。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0007] 特許文献1：特開2005-322367号公報  
特許文献2：特開2002-183970号公報  
特許文献3：特開2006-79772号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0008] 本開示は、例えば、上述の問題点に鑑みてなされたものであり、例えば、光ディスクの再生信号に含まれるレーザノイズを低減し、高品質な再生信号の取得を実現する情報処理装置、光ストレージ装置、および情報処理方法、並びにプログラムを提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

- [0009] 本開示の第1の側面は、  
レーザダイオードの出射光に対するディスクからの反射光に基づく信号を出力するフォトディテクタと、  
前記レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力するフロントモニタと、  
前記フォトディテクタの出力信号を入力して、再生信号を生成するデータ検出処理部を有し、  
前記データ検出処理部は、

前記フォトディテクタの出力信号を入力し、入力信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力する再生信号対応適応イコライザと、

前記フロントモニタから出力される参照信号に含まれるレーザノイズ信号を入力し、入力信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力するレーザノイズ対応適応イコライザと、

前記再生信号対応適応イコライザの出力と、前記レーザノイズ対応適応イコライザの出力との演算処理を実行する演算部と、

前記演算部の出力に基づいて識別信号を生成する信号識別部を有する情報処理装置にある。

[0010] さらに、本開示の第2の側面は、

情報処理装置において実行する情報処理方法であり、

フォトディテクタが、レーザダイオードの出射光に対するディスクからの反射光に基づく信号を出力する処理と、

フロントモニタが、前記レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力する処理と、

データ検出処理部が、前記フォトディテクタの出力信号を入力して、再生信号を生成するデータ検出処理を実行し、

前記データ検出処理部は、前記データ検出処理において、

前記フォトディテクタの出力信号に基づく適応等化処理による再生信号対応等化信号を生成する処理と、

前記フロントモニタから出力される参照信号に含まれるレーザノイズ信号に基づく適応等化処理によりレーザノイズ対応等化信号を生成する処理と、

前記再生信号対応等化信号と、前記レーザノイズ対応等化信号との演算処理と、

前記演算処理結果に基づく識別信号生成処理を実行する情報処理方法にある。

[0011] さらに、本開示の第3の側面は、

情報処理装置において情報処理を実行させるプログラムであり、

前記情報処理装置は、  
レーザダイオードの出射光に対するディスクからの反射光に基づく信号を出力するフォトディテクタと、  
前記レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力するフロントモニタと、  
前記フォトディテクタの出力信号を入力して、再生信号を生成するデータ検出処理を実行するデータ検出処理部を有し、  
前記プログラムは、前記データ検出処理部に、  
前記フォトディテクタの出力信号に基づく適応等化処理による再生信号対応等化信号を生成する処理と、  
前記フロントモニタから出力される参照信号に含まれるレーザノイズ信号に基づく適応等化処理によりレーザノイズ対応等化信号を生成する処理と、  
前記再生信号対応等化信号と、前記レーザノイズ対応等化信号との演算処理と、  
前記演算処理結果に基づく識別信号生成処理を実行させるプログラムにある。

[0012] なお、本開示のプログラムは、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な情報処理装置やコンピュータ・システムに対して、コンピュータ可読な形式で提供する記憶媒体、通信媒体によって提供可能なプログラムである。このようなプログラムをコンピュータ可読な形式で提供することにより、情報処理装置やコンピュータ・システム上でプログラムに応じた処理が実現される。

[0013] 本開示のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本開示の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。なお、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

## 発明の効果

[0014] 本開示の一実施例の構成によれば、レーザノイズを低減した再生信号を生

成する装置、方法が実現される。

具体的には、レーザ光をディスクに照射し、ディスクからの反射光に基づく信号を出力するフォトディテクタ（PD）と、レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力するフロントモニタと、PDの出力信号を入力して再生信号を生成するデータ検出処理部を有する。データ検出処理部は、PD出力信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力する再生信号対応適応イコライザと、レーザノイズ信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力するレーザノイズ対応適応イコライザと、再生信号対応適応イコライザの出力と、レーザノイズ対応適応イコライザの出力との演算結果に基づいてレーザノイズの低減された再生信号を生成する。

本構成により、レーザノイズを低減した再生信号を生成する装置、方法が実現される。

なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また付加的な効果があってもよい。

### 図面の簡単な説明

- [0015] [図1]情報処理装置の構成例を示す図である。
- [図2]光ピックアップの構成例を示す図である。
- [図3]分割領域対応5信号出力型光ピックアップの構成例を示す図である。
- [図4]データ検出処理部の一構成例を示す図である。
- [図5]多入力適応イコライザの一例を示す図である。
- [図6]適応イコライザの一例を示す図である。
- [図7]等化誤差演算器の一例を示す図である。
- [図8]データ検出処理部の一構成例を示す図である。
- [図9]再生信号に含まれるレーザノイズの低減を実現する一構成例を示す図である。
- [図10]再生信号に含まれるレーザノイズの低減を実現する一構成例を示す図である。
- [図11]再生信号に含まれるレーザノイズの低減を実現する一構成例を示す図

である。

[図12]再生信号に含まれるレーザノイズの低減を実現する一構成例を示す図である。

[図13]再生信号に含まれるレーザノイズの低減を実現する一構成例を示す図である。

[図14]再生信号に含まれるレーザノイズの低減を実現する一構成例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面を参照しながら本開示の情報処理装置、光ストレージ装置、および情報処理方法、並びにプログラムの詳細について説明する。なお、説明は以下の項目に従って行なう。

1. 情報処理装置の構成と再生処理例について

1-1. 光ピックアップの構成例について

1-2. データ検出処理部の構成例について

2. 再生信号に含まれる光ピックアップのレーザノイズの低減構成について

3. 再生信号からのレーザノイズ低減を実現する構成と処理について

3-1. (実施例1) 再生信号からレーザノイズを低減させる情報処理装置の実施例

3-2. (実施例2) 再生信号からレーザノイズを低減させる情報処理装置の実施例

3-3. (実施例3) 再生信号からレーザノイズを低減させる2Tサンプリング構成を持つ情報処理装置の実施例

3-4. (実施例4) 再生信号からレーザノイズを低減させる2Tサンプリング構成を持つ情報処理装置の実施例

3-5. (実施例5) 再生信号からレーザノイズを低減させる1Tサンプリング構成を持つ情報処理装置の実施例

3-6. (実施例6) 再生信号からレーザノイズを低減させる1Tサンプリング構成を持つ情報処理装置の実施例

リング構成を持つ情報処理装置の実施例

4. その他の実施例について

5. 本開示の構成のまとめ

[0017] [1. 情報処理装置の構成と再生処理例について]

まず、光ディスク、例えばBD (Blue-ray (登録商標) Disc) を適用したデータ記録再生処理を実行する情報処理装置の構成と処理例について説明する。

[0018] 図1は、光ディスク10からのデータ再生処理や記録処理を実行する光ストレージ装置等の情報処理装置の構成例を示すブロック図である。

図1に示すように、情報処理装置は、光記録媒体としての光ディスク10に対して情報の記録再生を行う光ピックアップ11と、光ディスク10を回転させるスピンドルモータ12とを備えている。

光ピックアップ11を光ディスク10の径方向に移動させるために、スレッド(送りモータ)13が設けられている。

[0019] 光ディスク10は、例えば、BD (Blue-ray (登録商標) Disc) 等の高密度光ディスクである。

BDは、例えば、片面単層で約25Gバイト、片面2層で約50Gバイトの記録容量を有する高密度光ディスクである。

[0020] なお、BD規格では、ビームスポット径を小とするために、光源波長を405nmとし、対物レンズの開口数NA (Numerical Aperture) を0.85と大きくしている。BD規格では、スポット径を0.58 $\mu$ mまで絞ることができる。

[0021] さらに、近年、BD (Blue-ray (登録商標) Disc) に対し、チャンネルビット長すなわちマーク長を短くし、線密度方向に高密度化をはかり、3層で100GBおよび4層で128GBの大容量化を実現したBDXL (登録商標) が実用化されている。

[0022] さらに、記録容量の増大のため、グルーブトラックおよびランドトラックの両方にデータを記録する方法(ランド/グルーブ記録方式)も採用されつ

つある。

なお、ディスクの記録トラックに添って設定される溝がグループ（G）であり、グループにより形成されるトラックをグループトラックと呼ぶ。

また、2つのグループ（溝）間に挟まれた山部分となるエリアがランド（L）であり、ランドにより形成されるトラックをランドトラックと呼ぶ。

[0023] 高密度記録型ディスクでは、グループ（G）、ランド（L）の何れにもデータを記録する。この構成により、より多くのデータをディスクに記録することができる。

しかし、このような高密度記録ディスクでは、データ再生処理におけるクロストークの発生可能性が高くなるという問題がある。

すなわち、読み出し対象トラックの読み出しデータに、隣接トラックのデータがノイズとして混入するクロストークが発生しやすくなるという問題がある。

[0024] 光ディスク10が情報処理装置に装填されると、記録／再生時においてスピンドルモータ12によって一定線速度（CLV）または一定角速度（CAV）で回転駆動される。

ウォブルグループの位相を光ディスク10の半径方向で揃えるためには、CAVまたはゾーンCAVが好ましい。

再生時には、光ピックアップ（光学ヘッド）11によって光ディスク10上のトラックに記録されたマーク情報の読出が行われる。

光ディスク10に対してのデータ記録時には、光ピックアップ11によって光ディスク10上のトラックに、ユーザーデータがフェイズチェンジマークもしくは色素変化マーク等の、明るさ（反射率）や反射位相（複素反射率）の変化として記録される。

[0025] 記録可能型ディスクの場合、ウォブリンググループによって形成されるトラック上にはフェイズチェンジマークによるレコーディングマークが記録されるが、フェイズチェンジマークはRLL（1，7）PP変調方式（RLL；Run Length Limited、PP：Parity pres

erve/Prohibit rmt r (repeated minimum transition runlength) ) 等により、1層あたり23.3GBのBDの場合で線密度 $0.12\mu\text{m}/\text{bit}$ 、 $0.08\mu\text{m}/\text{channel bit}$ で記録される。

[0026] 同様に、25GB/層のBDの場合、 $0.0745\mu\text{m}/\text{channel bit}$ 、32GB/層のBDXL (登録商標) の場合、 $0.05826\mu\text{m}/\text{channel bit}$ 、33.4GB/層のBDXL (登録商標) の場合、 $0.05587\mu\text{m}/\text{channel bit}$  というように、ディスク種別に応じてチャンネルビット長に対応した密度での記録が行われる。

。チャンネルクロック周期を「T」とすると、マーク長は2Tから8Tとなる。

再生専用ディスクの場合、グループは形成されないが、同様にRL L (1, 7) PP変調方式で変調されたデータがエンボスピット列として記録されている。

[0027] 光ディスク10の内周エリア等には、再生専用の管理情報として例えばディスクの物理情報等がエンボスピットまたはウォブリンググループによって記録される。

これらの情報の読出も光ピックアップ11により行われる。

さらに、光ピックアップ11によって光ディスク10上のグループトラックのウォブリングとして埋め込まれたADIP情報の読み出しもおこなわれる。

[0028] 光ピックアップ11は、レーザ光源となるレーザダイオード51、レーザダイオード51に対する駆動電流を供給するレーザドライバ41、レーザダイオード51からの出射光や、ディスク10からの反射光の光路を誘導する偏光ビームスプリッタ53、レーザダイオード51の出射光のモニタリング信号 (参照光) を取得し、レーザドライバ41に対するフィードバック制御信号を生成するフロントモニタ42等を有する。

さらに、ディスク10からの反射光を検出するためのフォトディテクタ56、レーザ光の出力端となる対物レンズ、対物レンズを介してディスク記録面にレーザ光を照射し、またその反射光をフォトディテクタに導く光学系等が構成される。

[0029] 光ピックアップ11内において対物レンズは二軸機構によってトラッキング方向およびフォーカス方向に移動可能に保持されている。

光ピックアップ11全体はスレッド機構13によりディスク半径方向に移動可能とされている。

光ピックアップ11のレーザダイオードに対して、レーザドライバ41からの駆動電流が供給され、レーザダイオードがレーザを発生する。

[0030] 光ディスク10からの反射光がフォトディテクタによって検出され、受光量に応じた電気信号とされてマトリクス回路14に供給される。

マトリクス回路14には、フォトディテクタとしての複数の受光素子からの出力電流に対応して電流電圧変換回路、マトリクス演算／増幅回路等を備え、マトリクス演算処理により必要な信号を生成する。

信号伝送品質を考慮し、電流電圧変換回路をフォトディテクタ素子内に形成するようにしてもよい。

[0031] 例えば再生データに相当する再生情報信号（RF信号）、サーボ制御のためのフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号などを生成する。

さらに、グループのウォブリングに係る信号、すなわち、ウォブリングを検出する信号としてプッシュプル信号を生成する。

[0032] マトリクス回路14から出力される再生情報信号はデータ検出処理部15へ供給され、フォーカスエラー信号およびトラッキングエラー信号は光学ブロックサーボ回路21へ供給され、プッシュプル信号はウォブル信号処理部16へ供給される。

[0033] データ検出処理部15は、再生情報信号の2値化処理を行う。

例えばデータ検出処理部15では、RF信号のA/D変換処理、PLLによる再生クロック生成処理、PR（Partial Response）等

化処理、ビタビ復号（最尤復号）等を行い、パーシャルレスポンス最尤復号処理（PRML検出方式：Partial Response Maximum Likelihood検出方式）により、2値データ列を得るようになされる。

データ検出処理部15は、光ディスク10から読み出した情報としての2値データ列を、後段のエンコード／デコード部17に対して供給する。

[0034] エンコード／デコード部17は、再生時における再生データの復調と、記録時における記録データの変調処理を行う。

すなわち、再生時にはデータ復調、デインターリーブ、ECCデコード、アドレスデコード等を行い、記録時には、ECCエンコード、インターリーブ、データ変調等を行う。

[0035] 再生時においては、データ検出処理部15で復号された2値データ列がエンコード／デコード部17に供給される。

エンコード／デコード部17では、2値データ列に対する復調処理を行い、光ディスク10からの再生データを得る。

例えばRL(1, 7)PP変調等のランレングスリミテッドコード変調が施されて光ディスク10に記録されたデータに対しての復調処理と、エラー訂正を行うECCデコード処理を行って、光ディスク10からの再生データを得る。

[0036] エンコード／デコード部17で再生データにまでデコードされたデータは、ホストインターフェース18に転送され、システムコントローラ20の指示に基づいてホスト機器30に転送される。

ホスト機器30は、例えばコンピュータ装置やAV(Audio-Visual)システム機器などである。

[0037] 光ディスク10に対する記録／再生時には、ADIP情報の処理が行われる。

すなわち、グループのウォブリングに係る信号としてマトリクス回路14から出力されるプッシュプル信号は、ウォブル信号処理回路16においてデ

デジタル化されたウォブルデータとされる。

[0038] PLL処理によりプッシュプル信号に同期したクロックが生成される。

ウォブルデータは、ADIP復調処理部26で、ADIPアドレスを構成するデータストリームに復調されてアドレスデコーダ19に供給される。

アドレスデコーダ19は、供給されるデータについてのデコードを行い、アドレス値を得て、システムコントローラ20に供給する。

[0039] 記録時には、ホスト機器30から記録データが転送されてくるが、その記録データはホストインターフェース18を介してエンコード／デコード部17に供給される。

エンコード／デコード部17は、記録データのエンコード処理として、エラー訂正コード付加（ECCエンコード）やインターリーブ、サブコードの付加等を行う。

これらの処理を施したデータに対して、RL（1-7）PP方式等のランレングスリミテッドコード変調を施す。

[0040] エンコード／デコード部17で処理された記録データは、ライトストラテジ部24に供給される。

ライトストラテジ部24では、記録補償処理として、記録層の特性、レーザ光のスポット形状、記録線速度等に対するレーザ駆動パルス波形調整を行う。

そして、レーザ駆動パルスをレーザドライバ41に出力する。

[0041] レーザドライバ41は、記録補償処理したレーザ駆動パルスに基づいて、光ピックアップ11内のレーザダイオードに電流を流し、レーザ発光を行う。

これにより光ディスク10に、記録データに応じたマークが形成されることになる。

[0042] 光学ブロックサーボ回路21は、マトリクス回路14からのフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号から、フォーカス、トラッキング、スレッドの各種サーボドライブ信号を生成しサーボ動作を実行させる。

すなわち、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号に応じてフォーカスドライブ信号、トラッキングドライブ信号を生成し、ドライバ28により光ピックアップ11内の二軸機構のフォーカスコイル、トラッキングコイルを駆動することになる。

これによって、光ピックアップ11、マトリクス回路14、光学ブロックサーボ回路21、ドライバ28、二軸機構によるトラッキングサーボループおよびフォーカスサーボループが形成される。

[0043] さらに、光学ブロックサーボ回路21は、システムコントローラ20からのトラックジャンプ指令に応じて、トラッキングサーボループをオフとし、ジャンプドライブ信号を出力することで、トラックジャンプ動作を実行させる。

さらに、光学ブロックサーボ回路21は、トラッキングエラー信号の低域成分として得られるスレッドエラー信号や、システムコントローラ20からのアクセス実行制御などに基づいてスレッドドライブ信号を生成し、スレッドドライバ25によりスレッド機構13を駆動する。

[0044] スピンドルサーボ回路22はスピンドルモータ12をCLV回転またはCAV回転させる制御を行う。

スピンドルサーボ回路22は、ウォブル信号に対するPLLで生成されるクロックを、現在のスピンドルモータ12の回転速度情報として得、これを所定の基準速度情報と比較することで、スピンドルエラー信号を生成する。

[0045] さらに、データ再生時においては、データ検出処理部15内のPLLによって生成される再生クロックが、現在のスピンドルモータ12の回転速度情報となるため、これを所定の基準速度情報と比較することでスピンドルエラー信号が生成される。

そして、スピンドルサーボ回路22は、スピンドルエラー信号に応じて生成したスピンドルドライブ信号を出力し、スピンドルドライバ27によりスピンドルモータ12のCLV回転またはCAV回転を実行させる。

[0046] スピンドルサーボ回路22は、システムコントローラ20からのスピンドル

ルキック／ブレーキ制御信号に応じてスピンドルドライブ信号を発生させ、スピンドルモータ 12 の起動、停止、加速、減速などの動作も実行させる。

[0047] 以上のようなサーボ系および記録再生系の各種動作はマイクロコンピュータによって形成されたシステムコントローラ 20 により制御される。

システムコントローラ 20 は、ホストインターフェース 18 を介して与えられるホスト機器 30 からのコマンドに応じて各種処理を実行する。

例えばホスト機器 30 から書込命令（ライトコマンド）が出されると、システムコントローラ 20 は、まず書き込むべきアドレスに光ピックアップ 11 を移動させる。

そしてエンコード／デコード部 17 により、ホスト機器 30 から転送されてきたデータ（例えばビデオデータやオーディオデータ等）について上述したようにエンコード処理を実行させる。

そして、エンコードされたデータに応じてレーザドライバ 41 がレーザ発光を駆動することで記録が実行される。

[0048] さらに、例えばホスト機器 30 から、光ディスク 10 に記録されている或るデータの転送を求めるリードコマンドが供給された場合は、システムコントローラ 20 はまず指示されたアドレスを目的としてシーク動作制御を行う。

すなわち、光学ブロックサーボ回路 21 に指令を出し、シークコマンドにより指定されたアドレスをターゲットとする光ピックアップ 11 のアクセス動作を実行させる。

その後、その指示されたデータ区間のデータをホスト機器 30 に転送するために必要な動作制御を行う。

すなわち、光ディスク 10 からのデータ読出を行い、データ検出処理部 15、エンコード／デコード部 17 における再生処理を実行させ、要求されたデータを転送する。

[0049] なお、図 1 の例は、ホスト機器 30 に接続される光ディスク装置として説明したが、光ディスク装置としては他の機器に接続されない形態もあり得る

。

その場合は、操作部や表示部が設けられたり、データ入出力のインターフェース部位の構成が、図1とは異なるものとなる。

つまり、ユーザーの操作に応じて記録や再生が行われると共に、各種データの入出力のための端子部が形成されればよい。

もちろん光ディスク装置の構成例としては他にも多様に考えられる。

[0050] [1-1. 光ピックアップの構成例について]

次に、上述した光ディスク装置に用いられる光ピックアップ11の具体的な構成例について、図2を参照して説明する。

光ピックアップ11は、例えば波長 $\lambda$ が405nmのレーザ光（ビーム）を用いて、光ディスク10に情報を記録し、光ディスク10から情報を再生する。

先に図1を参照して説明したように、光ピックアップ11は、レーザ光源となるレーザダイオード51、レーザダイオード51に対する駆動電流を供給するレーザドライバ41、レーザダイオード51からの出射光や、ディスク10からの反射光の光路を誘導する偏光ビームスプリッタ53、レーザダイオード51の出射光のモニタリング信号（参照光）を取得し、レーザドライバ41に対するフィードバック制御信号を生成するフロントモニタ42等を有する。

[0051] レーザ光は、半導体レーザであるレーザダイオード（LD：Laser Diode）51から出射される。

レーザ光がコリメータレンズ52と、偏光ビームスプリッタ（PBS：Polarizing Beam Splitter）53と、対物レンズ54とを通過して光ディスク10上に照射される。

偏光ビームスプリッタ53は、例えばP偏光を略々100%透過させ、S偏光を略々100%反射する分離面を有する。

光ディスク10の記録層からの反射光は同じ光路を戻り、偏光ビームスプリッタ53へと入射する。

図示しないλ／4素子を介在させることによって、入射したレーザ光は偏光ビームスプリッタ53で略100%反射される。

[0052] 偏光ビームスプリッタ53で反射されたレーザ光は、レンズ55を介してフォトディテクタ56の受光面に集光される。

フォトディテクタ56は、受光面上に、入射した光を光電変換する受光セルを有する。

[0053] フォトディテクタ56には、図2に示すように、様々なタイプがある。図2には、以下の3タイプの例を示している。

- (A) 分割なし1信号出力型
- (B) 分割領域対応3信号出力型
- (C) 分割領域対応5信号出力型

[0054] (A) 分割なし1信号出力型は、フォトディテクタ56全面の受光セルによって受光された光量に応じた1つの電気信号を出力する。

(B) 分割領域対応3信号出力型は、フォトディテクタ56の受光面が分割された受光セルによって構成され、各分割領域の受光セルが受光した光量に応じた3つの電気信号を出力する。

(C) 分割領域対応5信号出力型も、フォトディテクタ56の受光面が分割された受光セルによって構成され、各分割領域の受光セルが受光した光量に応じた5つの電気信号を出力する。

[0055] (B) 分割領域対応3信号出力型や、(C) 分割領域対応5信号出力型の受光セルは、光ディスク10のラジアル方向（ディスク径方向）や、タンジェンシャル方向（トラック方向）に延びる分割線によって複数の領域に分割されている。

これらの分割型フォトディテクタ56は、受光セルの各領域の受光量に応じて複数チャンネルの電気信号を出力する。

なお、分割構成は、これらの他にも様々な構成が可能である。

[0056] 図2に示す(C) 分割領域対応5信号出力型のフォトディテクタ56の詳細構成を図3に示す。

図3に示すように、フォトディテクタ56は、複数の領域に分割された受光セルから構成される。

図3に示す例では、A1, A2, B, C, D1, D2, D3, E1, E2, E3、これらの領域に分割されている。

各分割領域では、各々、個別に受光量に応じた電気信号を出力する。

[0057] ただし、再生信号の生成に適用する信号は、以下の5つのチャンネル対応の5信号となる。

$$\text{信号A} = A1 + A2$$

$$\text{信号B} = B$$

$$\text{信号C} = C$$

$$\text{信号D} = D1 + D2 + D3$$

$$\text{信号E} = E1 + E2 + E3$$

これら5つの信号を用いて、再生信号を生成する。

[0058] なお、複数領域の加算信号からなる信号については、予め設定した領域単位の重み係数を乗算して信号を生成する構成としてもよい。

例えば、

$$A = p * A1 + q * A2$$

上記のような重み係数p, qを乗算して出力信号を生成してもよい。

[0059] このような分割型フォトディテクタを用いて、各信号を、多入力適応イコライザを用いて適応等化処理を行うことで、高品質な再生信号を得ることができる。

多入力適応イコライザを用いた適応等化処理構成については後述する。

[0060] 信号A～Eの各々は、読み取り対象トラックの信号成分を多く含む信号や、隣接トラックのクロストーク信号の比率が高い信号等、受光領域に応じた特徴的な信号となる。これらの各信号の特性に応じた適応等化処理を実行することで高品質な再生信号を得ることができる。

なお、このような分割型フォトディテクタを用いた再生信号の生成処理構成については、本出願人の先の出願である特許文献1（国際公開WO201

6／006157号公報)において開示している。

本開示において用いる複数信号出力型のフォトディテクタは、これらの公報に開示された構成と同様のものであり、フォトディテクタから出力される複数信号の設定や、複数信号の各々を多入力適応イコライザに入力して等化信号、2値化信号を得る構成や処理は、本開示においても同様に適用される。

[0061] なお、図2に示す光ピックアップ11の構成は、本開示を説明するための最小限の構成要素を示しており、マトリクス回路14を介して光学ブロックサーボ回路21に出力されるフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号や、マトリクス回路14を介してウォブル信号処理回路16に出力されるプッシュプル信号を生成するための信号等については省略している。

その他、図2に示す構成以外の種々の構成が可能である。

[0062] なお、以下に説明する本開示の実施例は、主に図3を参照して説明した分割領域対応5信号出力型のフォトディテクタを利用した例として説明する。

ただし、本開示の処理は、図3を参照して説明した分割領域対応5信号出力型のフォトディテクタに限らず、図2に示す分割なし1信号出力型、分割領域対応3信号出力型、その他、異なる分割構成を持つフォトディテクタを利用した構成でも適用可能である。

[0063] 分割領域対応3信号出力型フォトディテクタや、分割領域対応5信号出力型フォトディテクタ等の分割型フォトディテクタを利用した場合、光ディスク10からの戻りビームの光束を複数の領域に分割して、各領域に対応する複数チャンネルの再生情報信号を得ることができる。

これらの領域単位の信号を用いたデータ処理によって、高品質な再生信号を得ることができる。

[0064] なお、領域毎の再生情報信号を得る方法としては、フォトディテクタ56を分割する方法以外の方法も使用可能である。

例えば、図2に示す光ピックアップ11において、対物レンズ54を通過し、フォトディテクタ56に至る光路中に、複数の領域を分離するための光

路変換素子を配置し、光路変換素子によって分離された複数のビームを異なるフォトディテクタに供給する方法を使用することができる。

光路変換素子としては、ホログラフィック光学素子等の回折素子や、マイクロレンズアレイ、マイクロプリズム等の屈折素子等が使用可能である。

[0065] [1-2. データ検出処理部の構成例について]

次に、図1に示す構成中のデータ検出処理部15の構成例について、図4を参照して説明する。

上述したように、光ピックアップ11により光ディスク10から再生され、各領域に対応する検出信号がマトリクス回路14に供給され、各領域に対応する複数チャンネルの再生情報信号とされる。

[0066] データ検出処理部15は、図4に示すように、マトリクス回路14から供給される再生情報信号が供給されるA/Dコンバータ61を有する。

なお、図4は、図3に示す分割領域対応5信号出力型フォトディテクタ56を用いて得られた5つの信号A~Eを入力して再生信号を生成するデータ検出処理部15の構成例である。

[0067] A/Dコンバータ61に対するクロックがPLL62によって形成される。

マトリクス回路14から供給される再生情報信号は、A/Dコンバータ61でデジタルデータに変換される。

信号A~Eのデジタル化された5チャンネルの再生情報信号を $S_a \sim S_e$ と表記する。

PLL62には、再生情報信号 $S_a \sim S_e$ を加算回路67によって加算した信号が供給される。

[0068] なお、信号A~Eは、先に図3を参照して説明した以下の領域の受光量に応じた電気信号である。

$$\text{信号A} = A_1 + A_2$$

$$\text{信号B} = B$$

$$\text{信号C} = C$$

信号  $D = D_1 + D_2 + D_3$

信号  $E = E_1 + E_2 + E_3$

[0069] 図4に示すように、データ検出処理部15は、多入力適応イコライザ63、2値化検出器64、PR (Partial Response) 畳込器65、等化誤差演算器66を有する。

多入力適応イコライザ63は、再生情報信号  $S_a \sim S_e$  をもとにPR適応等化処理を行う。

[0070] すなわち、再生情報信号  $S_a \sim S_e$  が適応イコライザを介して出力され、加算された等化信号  $y_0$  を目標とするPR波形に近似するように等化される。

なお、PLL62へ入力する信号として、多入力適応イコライザの出力を用いても良い。この場合には、多入力適応イコライザの初期係数をあらかじめ定められた値に設定しておく。

[0071] 2値化検出器64は例えばビタビデコーダとされ、PR等化された等化信号  $y_0$  に対して最尤復号処理を行って2値化データDTを得る。

この2値化データDTは、図1に示したエンコード／デコード部17に供給されて再生データ復調処理が行われることになる。

ビタビ復号は、所定の長さの連続ビットを単位として構成される複数のステートと、それらの間の遷移によって表されるブランチで構成されるビタビ検出器が用いられ、全ての可能なビット系列の中から、効率よく所望のビット系列を検出するように構成されている。

[0072] 実際の回路では、各ステートに対してパスメトリックレジスタとよばれるそのステートに至るまでのパシャルレスポンス系列と信号のパスメトリックを記憶するレジスタ、パスメモリレジスタと呼ばれるそのステートにいたるまでのビット系列の流れを記憶するレジスタの2つのレジスタが用意される。

さらに、各ブランチに対してはブランチメトリックユニットとよばれるそのビットにおけるパシャルレスポンス系列と信号のパスメトリックを計算

する演算ユニットが用意されている。

[0073] このビタビ復号器では、さまざまなビット系列を、ステータを通過するパスのひとつによって一対一の関係で対応付けることができる。

また、これらのパスを通過するようなパーシャルレスポンス系列と、実際の信号（再生信号）との間のパスメトリックは、上記のパスを構成するステータ間遷移、すなわち、ブランチにおける前述のブランチメトリックを順次加算していくことで得られる。

[0074] さらに、パスメトリックを最小にするようなパスを選択するには、この各ステータにおいて到達する2つ以下のブランチが有するパスメトリックの大きさを比較しながら、パスメトリックの小さいパスを順次選択することで実現できる。

この選択情報をパスメモリレジスタに転送することで、各ステータに到達するパスをビット系列で表現する情報が記憶される。

パスメモリレジスタの値は、順次更新されながら最終的にパスメトリックを最小にするようなビット系列に収束していくので、その結果を出力する。

[0075] PR畳込器65では、2値化結果の畳み込み処理を行って目標信号 $Z_k$ を生成する。

この目標信号 $Z_k$ は、2値検出結果を畳み込んだものであるためノイズのない理想信号である。

例えばPR(1, 2, 2, 2, 1)の場合、チャンネルクロック毎の値Pが(1, 2, 2, 2, 1)となる。拘束長が5である。

さらに、PR(1, 2, 3, 3, 3, 2, 1)の場合、チャンネルクロック毎の値Pが(1, 2, 3, 3, 3, 2, 1)となる。拘束長が7である。

[0076] レーザ光の波長 $\lambda = 405 \text{ nm}$ で、対物レンズの $NA = 0.85$ にて、トラックピッチを $0.32 \mu\text{m}$ 一定として、容量が35GBを超える程度に記録密度を高くした場合、パーシャルレスポンスの拘束長5から7に長くして検出能力を高くしないと、検出が難しくなる。

[0077] 等化誤差演算器66は、多入力適応イコライザ63からの等化信号 $y_0$ と

、目標信号  $Z_k$  から、等化誤差  $e_k$  を求め、この等化誤差  $e_k$  を多入力適応イコライザ 63 にタップ係数制御のために供給する。

図 7 に示すように、等化誤差演算器 66 は、減算器 91 と係数乗算器 92 とを備える。

減算器 81 は、等化信号  $y_0$  から目標信号  $Z_k$  を減算する。

この減算結果に対して、係数乗算器 82 によって所定の係数  $a$  を乗算することで等化誤差  $e_k$  が生成される。

[0078] 多入力適応イコライザ 63 は、図 5 に示すように、適応イコライザ 71 ~ 75、および加算器 76 を有する。

上述した再生情報信号  $S_a$  が適応イコライザ 71 に入力され、再生情報信号  $S_b$  が適応イコライザ 72 に入力され、再生情報信号  $S_c$  が適応イコライザ 73 に入力され、再生情報信号  $S_d$  が適応イコライザ 74 に入力され、再生情報信号  $S_e$  は適応イコライザ 75 に入力される。

分割領域から得られる分割信号数  $A \sim E$  に対応して適応イコライザが備えられる。

[0079] 適応イコライザ 71 ~ 75 は、例えば、FIR (Finite Impulse Response) フィルタと、最小二乗法によるタップ係数の更新演算処理を実行するタップ係数演算部を備えた LMSTVF (Least Means Square Transversal Filter) によって構成される。

[0080] 適応イコライザ 71 ~ 75 の各々は、FIR (Finite Impulse Response) フィルタタップ数、その演算精度 (ビット分解能)、適応演算の更新ゲインのパラメータを持ち、各々に最適な値が設定されている。

適応イコライザ 71 ~ 75 の各々には、適応制御のための係数制御値として等化誤差  $e_k$  が供給される。

[0081] 適応イコライザ 71 ~ 75 の出力  $y_1 \sim y_5$  は、加算器 76 で加算されて多入力適応イコライザ 63 の等化信号  $y_0$  として出力される。

この多入力適応イコライザ63の出力目標は、2値検出結果をPR（パルスレスポンス）に畳みこんだ理想PR波形となっている。

[0082] 適応イコライザ71は、例えば図6に示すようなFIRフィルタで構成される。

適応イコライザ71は、遅延素子80-1~80-n、係数乗算器81-0~81-n、加算器84を有するn+1段のタップを有するフィルタとされる。

係数乗算器81-0~81-nは、それぞれ各時点の入力xに対してタップ係数C0~Cnの乗算を行う。

係数乗算器81-0~81-nの出力が加算器84で加算されて出力yとして取り出される。

[0083] 適応型の等化処理を行うため、タップ係数C0~Cnの制御が行われる。

このために、等化誤差ekと、各タップ入力が入力されて演算を行う演算器82-0~82-nが設けられる。

また各演算器82-0~82-nの出力を積分する積分器83-0~83-nが設けられる。

演算器82-0~82-nのそれぞれでは、例えば $-1 \times e_k \times x$ の演算が行われる。

この演算器82-0~82-nの出力は積分器83-0~83-nで積分され、その積分結果により係数乗算器81-0~81-nのタップ係数C0~Cnが変更制御される。

なお、積分器83-0~83-nの積分を行うのは、適応係数制御の応答性を調整するためである。

[0084] 以上の構成のデータ検出処理部15では、クロストーク等の不要な信号の低減が行われたうえで2値化データの復号が行われることになる。

[0085] 図5に示すその他の適応イコライザ72~75も、適応イコライザ71と同様の構成を有する。

適応イコライザ71~75に対して共通の等化誤差ekが供給されて適応

等化が行われる。

すなわち、適応イコライザ71～75では、再生情報信号 $S_a$ 、 $S_b$ 、 $S_c$ 、 $S_d$ 、 $S_e$ の入力信号周波数成分の誤差、位相歪みを最適化、すなわち適応PR等化をおこなう。

すなわち、演算器82-0～82-nでの $-1 \times e^k \times x$ の演算結果に応じてタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が調整される。

このことは、等化誤差を解消していく方向にタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が調整されることである。

[0086] このように、適応イコライザ71～75では、等化誤差 $e_k$ を用いてタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が、目標の周波数特性となる方向に適応制御される。

適応イコライザ71～75の出力 $y_1$ 、 $y_2$ 、 $y_3$ 、 $y_4$ 、 $y_5$ が加算器76で加算されて得られる多入力適応イコライザ63の等化信号 $y_0$ は、クロストーク等が低減された信号となる。

なお、各信号A～Eに応じたタップ係数制御処理等の具体例については、本出願人と同一出願人の先行出願である前述の特許文献1（国際公開WO2016/006157号公報）に記載されている。本願構成でも、この先願に記載されたと同様の各信号対応のタップ係数設定処理を適用することができる。

[0087] [2. 再生信号に含まれる光ピックアップのレーザノイズの低減構成について]

次に、再生信号に含まれる光ピックアップのレーザノイズの低減構成について説明する。

[0088] 図1に示す情報処理装置において光ディスク10からのデータ再生を実行する場合、光ピックアップ11からレーザ光が照射され、そのレーザ光の反射光成分を解析することになる。

しかし、光ピックアップ11が照射するレーザ光自身に含まれるノイズ、いわゆるレーザノイズが、再生信号の品質低下の一因となる。

以下、再生信号に含まれるレーザノイズを低減させ、高品質な再生信号を

生成可能とした構成について説明する。

[0089] 図1に示す構成中のデータ検出処理部15の構成例について、先に図4を参照して説明した。

データ検出処理部15は、先に図4を参照して説明したように、分割型フォトディテクタからの各信号を多入力適応イコライザに入力し、適応等化処理を行うことで、高品質な再生信号を生成する。

図8は、先に図4を参照して説明したデータ検出処理部15の構成を簡略化して示した図である。

[0090] 光ピックアップ101は、先に図2、図3を参照して説明したように、受光領域が、領域分割された光ピックアップ101である。光ピックアップ101は、照射レーザ光の光ディスクからの反射光を検出する。光ピックアップ101の各分割領域に対応する検出信号がマトリクス回路102に供給され、各領域に対応する複数チャンネルの再生信号（ $n$ チャンネル再生信号）が得られる。

[0091] 複数チャンネルの再生信号（ $n$ チャンネル再生信号）は、データ検出処理部110のA/Dコンバータ（ADC）111に入力されデジタル信号に変換されて多入力適応イコライザ112に入力される。

[0092] 多入力適応イコライザ112は、各入力信号（ $n$ チャンネル信号）の各々に対応する $n$ 個の適応イコライザ112-1～ $n$ を有し、各チャンネル信号は各、適応イコライザ112-1～ $n$ に入力される。

適応イコライザ112-1～ $n$ は、先に図6を参照して説明したFIR構成を有し、等化誤差 $e_k$ を用いてタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が、目標の周波数特性となる方向に適応制御される。

適応イコライザ112-1～ $n$ の出力は加算器113で加算され、この加算信号である多入力適応イコライザ112の等化信号は、クロストーク等が低減された信号となる。

図8に示す信号識別部114は、図4に示す二値化検出部64、PR畳込器65、等化誤差演算器66を含む構成である。

[0093] なお、図8に示すデータ検出処理部110における処理は、例えば情報処理装置の記憶部に格納されたプログラムを実行するCPU等を備えた制御部の制御下において実行可能である。

この図8に示す構成を有するデータ検出処理部110の出力信号、すなわち、図8に示す二値化信号（バイナリ信号）は、多入力適応イコライザ112の処理等によって、クロストーク、すなわち、隣接トラックからのノイズ成分が低減された信号となる。

[0094] しかし、図8に示すデータ検出処理部110の構成は、隣接トラックからのクロストーク成分の低減効果は有するが、光ピックアップ110の出力するレーザ信号に含まれるレーザノイズの低減処理を行う構成とはなっていない。

従って、図8に示す構成を有するデータ検出処理部110の出力信号、すなわち、図8に示す二値化信号（バイナリ信号）には、レーザノイズが含まれた再生信号となる。

再生信号のさらなる品質向上のためには、レーザノイズ成分の除去、あるいは低減処理が必要となる。

[0095] 図9以下を参照して、図8に示すデータ検出処理部110の構成を基本構成として、再生信号から、光ピックアップ101のレーザノイズ成分を除去、または低減させる構成について説明する。

[0096] [3. 再生信号からのレーザノイズ低減を実現する構成と処理について]

以下、光ディスクの再生信号から、光ピックアップ101のレーザノイズ成分を除去、または低減させる構成の複数の実施例について説明する。

[0097] [3-1. (実施例1) 再生信号からレーザノイズを低減させる情報処理装置の実施例]

まず、図9を参照して、実施例1として、光ディスクの再生信号からレーザノイズを低減させる情報処理装置の実施例について説明する。

[0098] 図9は、先に説明した図8の構成を基本構成として、レーザノイズを低減

させるための構成を追加した構成例を示す図である。

[0099] 図9に示す構成中、光ピックアップ101、マトリクス回路102、さらにデータ検出部110のA/Dコンバータ(ADC)111、多入力適応イコライザ112、信号識別部114は、図8に示す構成と同様の構成である。

[0100] 光ピックアップ101は、先に図2、図3を参照して説明したように、受光領域が、領域分割された光ピックアップ101である。光ピックアップ101は、照射レーザ光の光ディスクからの反射光を検出する。光ピックアップ101の各分割領域に対応する検出信号がマトリクス回路102に供給され、各領域に対応する複数チャンネルの再生信号(nチャンネル再生信号)が得られる。

[0101] 複数チャンネルの再生信号(nチャンネル再生信号)は、データ検出処理部110のA/Dコンバータ(ADC)111に入力されデジタル信号に変換されて多入力適応イコライザ112に入力される。

[0102] 多入力適応イコライザ112は、各入力信号(nチャンネル信号)の各々に対応するn個の適応イコライザ112-1~nを有し、各チャンネル信号は各、適応イコライザ112-1~nに入力される。

[0103] 適応イコライザ112-1~nは、例えば、FIR(Finite Impulse Response)フィルタと、最小二乗法によるタップ係数の更新演算処理を実行するタップ係数演算部を備えたLMSTVF(Least Means Square Transversal Filter)によって構成される。

[0104] すなわち、適応イコライザ112-1~nの各々は、先に図6を参照して説明したFIR構成を有し、等化誤差 $e_k$ を用いてタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が、目標の周波数特性となる方向に適応制御される。

適応イコライザ112-1~nの出力は加算器113で加算され、この加算信号である多入力適応イコライザ112の等化信号が、減算器126を介して信号識別部114に入力される。多入力適応イコライザ112の出力す

る等化信号は、クロストーク等が低減された信号となる。

[0105] なお、図9に示す信号識別部114は、図4に示す二値化検出部64、PR畳込器65、等化誤差演算器66を含む構成である。

信号識別部114において最終的な再生信号生成のための二値化信号が生成され、また、適応イコライザに対してフィードバック入力される等化誤差信号の生成が行われる。これらの処理については後述する。

[0106] 図9には、図8に示さない以下の構成を有する。

フロントモニタ122、  
ACカップリング部123、  
A/Dコンバータ(ADC)124、  
適応イコライザ125、  
加算器121、  
減算器126、

[0107] 以下、これらの構成を利用した処理、すなわち、再生信号に含まれる光ピックアップ101のレーザノイズ成分の低減を実現する処理について説明する。

なお、再生信号は、図9に示す信号識別部114の出力する二値化信号(バイナリ信号)に基づいて生成される。

[0108] フロントモニタ122は、光ピックアップ101内に構成され、光ピックアップ101内のレーザダイオードが出力するレーザ光のモニタリング回路である。フロントモニタ122は、光ピックアップ101内部のレーザダイオードの出力するレーザ信号(出射光)のモニタ信号を取得し、レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力する。

このモニタ信号は、光ディスク10に照射されるレーザ光成分と同一成分であり、ノイズ成分が含まれるレーザ光である。

[0109] フロントモニタ122は、このモニタレーザ信号をACカップリング部123に出力する。

ACカップリング部123は、モニタレーザ信号からノイズ成分と、ノイズ

以外のDC成分の分離処理を行ない、DC成分を除去したノイズ信号を抽出する。

[0110] ACカップリング部123が抽出したレーザ光中のノイズ成分信号は、データ検出部110のA/Dコンバータ(ADC)124に入力され、デジタル信号に変換される。

なお、レーザノイズ信号をデジタル信号に変換するADC124のサンプリング周波数( $f_{s2}$ )は、先に説明した再生信号( $n$ チャンネル再生信号)をデジタル信号に変換するデータ検出処理部110のADC111のサンプリング周波数( $f_{s1}$ )以上の周波数とすることが好ましい。すなわち、

$$f_{s2} \geq f_{s1}$$

とする。

これは、再生信号中に含まれるレーザノイズ信号を確実に検出して除去するための設定である。

[0111] デジタル信号とされたレーザノイズ信号(LN<sub>in</sub>)は、適応イコライザ125に入力され、適応イコライザ125は、適応等化処理を行ない、出力信号(LN<sub>out</sub>)を出力する。

図9に示すように、適応イコライザ125に対する入力信号を(LN<sub>in</sub>)とし、適応イコライザ125からの出力を(LN<sub>out</sub>)とする。

[0112] 適応イコライザ125は、先に図6を参照して説明したFIR構成を有する。

先に図6を参照して説明したように、適応イコライザは、等化誤差 $e_k$ を用いてタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が、目標の周波数特性となる方向に適応制御して、出力信号を生成する。

[0113] 図9に示す適応イコライザ125に対する入力LN<sub>in</sub>は、図6に示すFIR構成に対する入力信号( $x_i$ )に対応する。

適応イコライザ125からの出力LN<sub>out</sub>は、図6に示すFIR構成からの出力信号( $y_i$ )に対応する。

[0114] さらに、図9に示す適応イコライザ125は、加算器121において生成

される加算信号 ( $\Sigma LMS - e_1 \sim e_n$ ) を図6に示す構成の等化誤差信号 ( $e_k$ ) として入力する。

$LMS - e_1 \sim LMS - e_n$ の各信号は、光ピックアップ101のnチャンネル各信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ112-1~112-nに入力される等化誤差信号、すなわち、図6に示す等化誤差 ( $e_k$ ) に相当する。

[0115] このように、図9に示す適応イコライザ125には、適応イコライザ112-1~112-nに入力される等化誤差信号の加算信号 ( $\Sigma LMS - e_1 \sim e_n$ ) が入力され適応等化が行われる。

すなわち、適応イコライザ125は、等化誤差 ( $\Sigma LMS - e_1 \sim e_n$ ) を解消していく方向にタップ係数を調整して入力するレーザノイズ信号 ( $LN_{in}$ ) の誤差、位相歪みを最適化、すなわち適応PR等化を行い、入力するレーザノイズ信号 ( $LN_{in}$ ) に含まれる誤差成分等を排除した真のノイズ成分に近いレーザノイズ出力 ( $LN_{out}$ ) を生成して出力する。

[0116] 適応イコライザ125から出力される適応等化後の出力信号 ( $LN_{out}$ ) は、レーザ光中の真のノイズ成分に近い信号となる。

この出力信号 ( $LN_{out}$ ) は、減算器126に入力される。

[0117] 減算器126は、光ピックアップ101のnチャンネル各信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ112-1~112-nの出力である適応等化信号の加算値から、適応イコライザ125からの出力、すなわちレーザ光に含まれるノイズ信号 ( $LN_{out}$ ) を減算する処理を実行する。

この減算処理により、再生信号として得られる適応等化信号からレーザノイズ成分が減算され、ノイズの少ない適応等化信号が信号識別部114に入力される。

[0118] 先に説明したように、信号識別部114は、図4に示す二値化検出部64、PR畳込器65、等化誤差演算器66を含む構成である。

二値化検出器64は例えばビタビデコーダとされ、PR等化された信号に対して最尤復号処理を行って二値化データを生成する。なお、この二値化デ

ータは、図1に示したエンコード／デコード部17に供給されて再生データ復調処理が行われることになる。

ビタビ復号は、所定の長さの連続ビットを単位として構成される複数のステートと、それらの間の遷移によって表されるブランチで構成されるビタビ検出器が用いられ、全ての可能なビット系列の中から、効率よく所望のビット系列を検出するように構成されている。

[0119] PR畳込器65では、2値化結果の畳み込み処理を行って目標信号 $Z_k$ を生成する。

等化誤差演算器66は、多入力適応イコライザからの等化信号 $y_0$ と、目標信号 $Z_k$ から、等化誤差 $e_k$ を求め、この等化誤差 $e_k$ を、図9に示す多入力適応イコライザ112にタップ係数制御のために供給する。

なお、先に図7を参照して説明したように、等化誤差演算器66は、減算器91と係数乗算器92とを備える。

減算器81は、等化信号 $y_0$ から目標信号 $Z_k$ を減算する。

この減算結果に対して、係数乗算器82によって所定の係数 $a$ を乗算することで等化誤差 $e_k$ が生成される。

[0120] このように、図9に示す実施例1の構成は、光ピックアップ101出力するレーザ光に含まれるレーザノイズの正確な値を得るために、図9に示す適応イコライザ125を備えた構成を持つ。

図9に示す適応イコライザ125は、光ピックアップ101の $n$ チャンネル各信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ112-1～112- $n$ に入力される等化誤差信号を用いて、適応等化処理を実行する。

[0121] すなわち、適応イコライザ125は、等化誤差( $\sum LMS - e_1 \sim e_n$ )を解消していく方向にタップ係数を調整して入力レーザノイズ信号( $LN_{in}$ )の誤差、位相歪みを最適化して真のノイズ成分に近いレーザノイズ出力( $LN_{out}$ )を生成する。

適応イコライザ125から出力される適応等化後の出力信号( $LN_{out}$ )は、減算器126において、適応イコライザ112-1～112- $n$ の出

力である適応等化信号の加算値から減算される。

この減算処理により、再生信号として得られる適応等化信号からレーザノイズ成分が減算され、ノイズの少ない適応等化信号が生成される。

[0122] また、光ピックアップ101のnチャンネル各信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ112-1~112-nには、レーザノイズ成分を低減した等化誤差信号が供給されることになり、最終的に得られる適応等化信号、および再生信号は、レーザノイズ成分が低減した高品質な再生信号となる。

[0123] [3-2. (実施例2) 再生信号からレーザノイズを低減させる情報処理装置の実施例]

次に、図10を参照して、実施例2として、光ディスクの再生信号からレーザノイズを低減させる情報処理装置の実施例について説明する。

[0124] 図10に示す構成も、図9と同様、先に説明した図8の構成を基本構成として、レーザノイズを低減させるための構成を追加した構成例を示す図である。

[0125] 図10に示す構成中、光ピックアップ101、マトリクス回路102、さらにデータ検出部110のADコンバータ(ADC)111、信号識別部114は、図8に示す構成と同様の構成である。

[0126] 光ピックアップ101は、先に図2、図3を参照して説明したように、受光領域が、領域分割された光ピックアップ101である。光ピックアップ101は、照射レーザ光の光ディスクからの反射光を検出する。光ピックアップ101の各分割領域に対応する検出信号がマトリクス回路102に供給され、各領域に対応する複数チャンネルの再生信号(nチャンネル再生信号)が得られる。

[0127] 複数チャンネルの再生信号(nチャンネル再生信号)は、データ検出処理部110のA/Dコンバータ(ADC)111に入力されデジタル信号に変換されて多入力適応イコライザ112に入力される。

[0128] 本実施例2の多入力適応イコライザ112には、各入力信号(nチャンネル)

ル信号)を入力して、各チャンネル信号の適応等化処理を行なう  $n$  個の適応イコライザ 1 1 2 - 1 ~  $n$  と、図 9 を参照して説明したと同様のレーザノイズの適応等化処理を行なう適応イコライザ 1 2 5 が含まれる。

[0129] 適応イコライザ 1 2 5 に対する入力信号 ( $L_{n i n}$ ) は、フロントモニタ 1 2 2、AC カプリング部 1 2 3、A/D コンバータ (ADC) 1 2 4 を介して生成された信号であり、図 9 を参照して説明したと同様の信号である。

[0130] フロントモニタ 1 2 2 は、光ピックアップ 1 0 1 内に構成され、光ピックアップ 1 0 1 内のレーザダイオードが出力するレーザ光のモニタリング回路である。フロントモニタ 1 2 2 は、光ピックアップ 1 0 1 内部のレーザダイオードの出力するレーザ信号 (出射光) のモニタ信号を取得し、レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力する。

このモニタ信号は、光ディスク 1 0 に照射されるレーザ光成分と同一成分であり、ノイズ成分が含まれるレーザ光である。

フロントモニタ 1 2 2 は、このモニタレーザ信号を AC カプリング部 1 2 3 に出力する。

[0131] AC カプリング部 1 2 3 は、モニタレーザ信号からノイズ成分と、ノイズ以外の DC 成分の分離処理を行ない、DC 成分を除去したノイズ信号を抽出する。

AC カプリング部 1 2 3 が抽出したレーザ光中のノイズ成分信号は、データ検出部 1 1 0 の A/D コンバータ (ADC) 1 2 4 に入力され、デジタル信号に変換される。

[0132] なお、レーザノイズ信号をデジタル信号に変換する ADC 1 2 4 のサンプリング周波数 ( $f_{s 2}$ ) は、再生信号 ( $n$  チャンネル再生信号) 対応の ADC 1 1 1 のサンプリング周波数 ( $f_{s 1}$ ) 以上の周波数とすることが好ましい。すなわち、

$$f_{s 2} \geq f_{s 1}$$

とする。

これは、再生信号中に含まれるレーザノイズ信号を確実に検出して除去す

るための設定である。

[0133] デジタル信号とされたレーザノイズ信号 (L N i n) が、適応イコライザ 1 2 5 に入力される。

適応イコライザ 1 2 5 は、入力信号 (L N i n) に対する適応等化処理を行ない、出力信号 (L N o u t) を出力する。

[0134] ピックアップ 1 0 1 の読み取り信号に相当する各チャンネル信号に対する適応等化処理を実行する適応イコライザ 1 1 2 - 1 ~ n、および、レーザノイズ (L N i n) に対する適応等化処理を実行する適応イコライザ 1 2 5 は、いずれも例えば、F I R (F i n i t e I m p u l s e R e s p o n s e) フィルタと、最小二乗法によるタップ係数の更新演算処理を実行するタップ係数演算部を備えた L M S T V F (L e a s t M e a n s S q u a r e T r a n s v e r s a l F i l t e r) によって構成される。

[0135] 適応イコライザ 1 2 1 - 1 ~ n の出力と、適応イコライザ 1 2 5 の出力は加算器 1 1 3 で加算され、この加算信号が、信号識別部 1 1 4 に入力される。

なお、図 1 0 に示す信号識別部 1 1 4 は、図 4 に示す二値化検出部 6 4、P R 畳込器 6 5、等化誤差演算器 6 6 を含む構成である。

信号識別部 1 1 4 において最終的な再生信号生成のための二値化信号が生成され、また、適応イコライザに対してフィードバック入力される等化誤差信号の生成が行われる。

[0136] 二値化検出器 6 4 は例えばビタビデコーダとされ、P R 等化された信号に対して最尤復号処理を行って二値化データを生成する。なお、この二値化データは、図 1 に示したエンコード／デコード部 1 7 に供給されて再生データ復調処理が行われることになる。

ビタビ復号は、所定の長さの連続ビットを単位として構成される複数のステートと、それらの間の遷移によって表されるブランチで構成されるビタビ検出器が用いられ、全ての可能なビット系列の中から、効率よく所望のビット系列を検出するように構成されている。

[0137] P R 畳込器 6 5 では、2 値化結果の畳み込み処理を行って目標信号  $Z_k$  を生成する。

等化誤差演算器 6 6 は、多入力適応イコライザからの等化信号  $y_0$  と、目標信号  $Z_k$  から、等化誤差  $e_k$  を求め、この等化誤差  $e_k$  が図 1 0 に示す多入力適応イコライザ 1 1 2 にタップ係数制御のために供給される。

なお、先に図 7 を参照して説明したように、等化誤差演算器 6 6 は、減算器 9 1 と係数乗算器 9 2 とを備える。

減算器 8 1 は、等化信号  $y_0$  から目標信号  $Z_k$  を減算する。

この減算結果に対して、係数乗算器 8 2 によって所定の係数  $a$  を乗算することで等化誤差  $e_k$  が生成される。

[0138] この図 1 0 に示す構成では、再生信号の要素となる各チャンネル信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ 1 1 2 - 1 ~  $n$  と、レーザノイズ適応等化処理を行なう適応イコライザ 1 2 5 が並列に構成されている。

すなわち、図 1 0 に示す適応イコライザ 1 2 1 - 1 ~  $n$  と、適応イコライザ 1 2 5 は、いずれも、信号識別部 1 1 4 内に設定される等化誤差演算器（図 7 参照）の生成した等化誤差信号（ $e_k$ ）を入力して適応等化処理を実行する。

[0139] 各適応イコライザ 1 1 2 - 1 ~  $n$ 、1 2 5 は、例えば先に説明した図 6 に示すような F I R フィルタで構成される。

即ち各適応イコライザ 1 1 2 - 1 ~  $n$ 、1 2 5 は、図 6 に示すように、遅延素子 8 0 - 1 ~ 8 0 -  $n$ 、係数乗算器 8 1 - 0 ~ 8 1 -  $n$ 、加算器 8 4 を有する  $n + 1$  段のタップを有するフィルタとされる。

[0140] 係数乗算器 8 1 - 0 ~ 8 1 -  $n$  では、それぞれ各時点の入力  $x$  に対してタップ係数  $C_0 \sim C_n$  の乗算を行う。

係数乗算器 8 1 - 0 ~ 8 1 -  $n$  の出力が加算器 8 4 で加算されて出力  $y$  となる。

適応型の等化処理を行うため、タップ係数  $C_0 \sim C_n$  の制御が行われる。このために、等化誤差  $e_k$  と、各タップ入力が入力されて演算を行う演算器

$82-0 \sim 82-n$  が設けられる。また各演算器  $82-0 \sim 82-n$  の出力を積分する積分器  $83-0 \sim 83-n$  が設けられる。

[0141] 各演算器  $82-0 \sim 82-n$  では、例えば  $-1 \times e^k \times x$  の演算が行われる。この演算器  $82-0 \sim 82-n$  の出力は積分器  $83-0 \sim 83-n$  で積分され、その積分結果により係数乗算器  $81-0 \sim 81-n$  のタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が変更制御される。なお積分器  $83-0 \sim 83-n$  の積分を行うのは、適応係数制御の応答性を調整するためである。

以上の構成を用いて、クロストークキャンセルおよびレーザノイズ低減処理が行われたうえで2値化データの復号が行われることになる。

[0142] 適応イコライザ  $112-1 \sim n$ 、 $125$  の各々は、いずれも図6に示す構成を有し、同じ等化誤差  $e_k$  が供給されて適応等化が行われる。

まず再生信号対応のチャンネル信号が入力されている適応イコライザ  $112-1 \sim n$  では、再生チャンネル信号の入力信号周波数成分の誤差、位相歪みを最適化、すなわち適応PR等化をおこなう。これは通常の適応イコライザの働きと同じである。

すなわち、図6に示す各演算器  $82-0 \sim 82-n$  での  $-1 \times e^k \times x$  の演算結果に応じてタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が調整され、等化誤差を解消していく方向にタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が調整される。

[0143] 一方、レーザノイズ ( $LN_{in}$ ) を入力する適応イコライザ  $125$  では、出力目標が、再生信号と無相関である。このことから、適応イコライザ  $125$  では、相関成分、即ちレーザノイズ成分を打ち消すような演算が行われる事になる。

即ち適応イコライザ  $125$  の場合、各演算器  $82-0 \sim 82-n$  での  $-1 \times e^k \times x$  の演算結果に応じてタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が調整され、図10の加算器  $113$  の加算結果においてノイズ成分を解消していく方向の周波数特性が得られるようにタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が調整される。

[0144] このように、適応イコライザ  $112-1 \sim n$  では、等化誤差  $e_k$  を用いてタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が、目標の周波数特性となる方向に適応制御される一

方、適応イコライザ 125 では、同じく等化誤差  $e_k$  を用いてタップ係数  $C_0 \sim C_n$  がレーザノイズ低減に効果的な周波数特性となる方向に自動制御される。これによって、各適応イコライザ 112-1 ~ n, 125 の出力が加算器 113 で加算されて得られる多入力適応イコライザ 112 の等化信号  $y_0$  は、レーザノイズの低減された信号となる。

[0145] このように本実施例 2、すなわち図 10 に示す構成においては、多入力適応イコライザ 112 を、再生信号の各チャンネル対応の適応イコライザと、レーザノイズ対応の適応イコライザを並列に備えた構成としている。

これらの適応イコライザに等化誤差信号 ( $e_k$ ) を入力すると、再生信号対応の適応イコライザではタップ係数  $C_0 \sim C_n$  を、目標の周波数特性となる方向に適応制御し、レーザノイズ対応の適応イコライザ 125 では、タップ係数  $C_0 \sim C_n$  を、レーザノイズを低減させる周波数特性となる方向に制御する。

このような適応等化処理を行なうことで、レーザノイズを低減した高品質な再生信号を生成することが可能となる。

[0146] [3-3. (実施例 3) 再生信号からレーザノイズを低減させる 2T サンプル構成を持つ情報処理装置の実施例]

次に、実施例 3 として、再生信号からレーザノイズを低減させる 2T サンプル構成を持つ情報処理装置の実施例について説明する。

[0147] 図 11 は、本実施例の構成を説明する図である。

図 11 に示す構成は、先に実施例 1 として説明した図 9 に示す構成を、2T サンプル構成を行う構成に変更して示した図である。

[0148] 先に図 1 を参照して説明したように、高密度光ディスクでは、ディスク種別に応じてチャンネルビット長に対応した密度での記録が行われる。

例えば、25 GB/層の BD の場合、 $0.0745 \mu\text{m}/\text{channel bit}$ 、32 GB/層の BDXL (登録商標) の場合、 $0.05826 \mu\text{m}/\text{channel bit}$ 、33.4 GB/層の BDXL (登録商標) の場合、 $0.05587 \mu\text{m}/\text{channel bit}$  というように、デ

ディスク種別に応じてチャンネルビット長に対応した密度での記録が行われる。チャンネルクロック周期を「T」とすると、マーク長は2 Tから8 Tとなる。

[0149] すなわち、光ディスク10に記録されたマーク長2 T以上の記録データの読み取りを行うことで再生処理が行なわれる。このような再生処理を2 Tサンプリングと呼ぶ。

図11は、先に実施例1として説明した図9に示す構成を、2 Tサンプリングを行う構成とした場合の詳細構成を示す図である。

[0150] 図11に示す構成中、図9に記載のない新たな構成は、以下の構成である。

アンチ・エリアス・フィルタ (AAF) 201、

帯域制限部 ( $B.W. = f_{clk} / 2$ ) 211、

スライサ212、

デジタルフリップフロップ (DFF) 213、

FIRフィルタ214、

デジタルフリップフロップ (DFF) 215、

これらの構成は、いずれも、適応イコライザに対する入力信号をマーク長2 T以上の再生データ対応の信号に制御する処理を行なうための追加構成である。

[0151] 例えば、アンチ・エリアス・フィルタ (AAF) 201は、適応イコライザ112-1~nに対する入力信号をマーク長2 T以上の再生信号に限定するためのフィルタである。

また、帯域制限部 ( $B.W. = f_{clk} / 2$ ) 211~デジタルフリップフロップ (DFF) 215の構成は、適応フィルタ125に入力するレーザノイズ信号 (L N i n) を、マーク長2 T以上の再生信号に影響のあるレーザノイズ信号に限定するための処理を実行する構成である。

[0152] 光ピックアップ101は、先に図2、図3を参照して説明したように、受光領域が、領域分割された光ピックアップ101である。光ピックアップ1

01は、照射レーザ光の光ディスクからの反射光を検出する。

[0153] 光ピックアップ101の各分割領域に対応する検出信号がアンチ・エリアス・フィルタ(AAF)201に入力される。アンチ・エリアス・フィルタ(AAF)201は、マーク長2T以下の信号をノイズとして除去するノイズ除去フィルタとして機能する。

アンチ・エリアス・フィルタ(AAF)201の出力は、マーク長2T以上の再生信号、すなわち2Tサンプリング再生信号となる。

2Tサンプリング再生信号は、マトリクス回路102に供給され、各領域に対応する複数チャンネルの再生信号(nチャンネル再生信号)が得られる。

[0154] マトリクス回路102の生成した複数チャンネルの再生信号(nチャンネル再生信号)は、データ検出処理部110のA/Dコンバータ(ADC)111に入力されデジタル信号に変換されて多入力適応イコライザ112に入力される。

[0155] 多入力適応イコライザ112は、各入力信号(nチャンネル信号)の各々に対応するn個の適応イコライザ112-1~nを有し、各チャンネル信号は各、適応イコライザ112-1~nに入力される。

[0156] 適応イコライザ112-1~nは、例えば、FIR(Finite Impulse Response)フィルタと、最小二乗法によるタップ係数の更新演算処理を実行するタップ係数演算部を備えたLMSTVF(Least Means Square Transversal Filter)によって構成される。

[0157] すなわち、適応イコライザ112-1~nの各々は、先に図6を参照して説明したFIR構成を有し、等化誤差 $e_k$ を用いてタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が、目標の周波数特性となる方向に適応制御される。

適応イコライザ112-1~nの出力は加算器113で加算され、この加算信号である多入力適応イコライザ112の等化信号が、減算器126を介して信号識別部114に入力される。多入力適応イコライザ112の出力す

る等化信号は、クロストーク等が低減された信号となる。

[0158] なお、図 11 に示す信号識別部 114 は、図 4 に示す二値化検出部 64、PR 畳込器 65、等化誤差演算器 66 を含む構成である。

信号識別部 114 において最終的な再生信号生成のための二値化信号が生成され、また、適応イコライザに対してフィードバック入力される等化誤差信号の生成が行われる。これらの処理については後述する。

[0159] フロントモニタ 122 は、光ピックアップ 101 内に構成され、光ピックアップ 101 内のレーザダイオードが出力するレーザ光のモニタリング回路である。フロントモニタ 122 は、光ピックアップ 101 内部のレーザダイオードの出力するレーザ信号（出射光）のモニタ信号を取得し、レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力する。

このモニタ信号は、光ディスク 10 に照射されるレーザ光成分と同一成分であり、ノイズ成分が含まれるレーザ光である。

[0160] フロントモニタ 122 は、このモニタレーザ信号を帯域制限部（ $B.W. = f_{cck} / 2$ ）211 に入力する。

帯域制限部（ $B.W. = f_{cck} / 2$ ）211 は、チャンネルクロック周波数（ $f_{cck}$ ）の  $1/2$  の周波数帯域による帯域制限処理を実行する。

これは、 $2T$  サンプリング再生処理において再生対象となる帯域より高い周波数に相当するレーザ光成分を除去するための処理である。

[0161] 次に、帯域制限部（ $B.W. = f_{cck} / 2$ ）211 の生成した帯域制限レーザ光信号は、AC カプリング部 123 に入力される。

AC カプリング部 123 は、ノイズ成分と、ノイズ以外の DC 成分の分離処理を行ない、DC 成分を除去したノイズ信号を抽出する。

[0162] AC カプリング部 123 が抽出したレーザ光中のノイズ成分信号は、スライサ 212 に入力される。スライサ 212 は規定のしきい値を適用した 2 値信号を生成する。すなわちデジタル信号の生成処理を行なう。

[0163] スライサ 212 の生成したレーザノイズ 2 値信号は、デジタルフリップフロップ（DFP）213、FIR フィルタ 214、デジタルフリップフロップ

プ ( D F F ) 2 1 5 を介して適応イコライザ 1 2 5 に入力される。

デジタルフリップフロップ ( D F F ) 2 1 3 は、スライサ 2 1 2 の生成したレーザノイズ 2 値信号の 1 T サンプルングによるサンプルング処理を実行する。

[0164] F I R フィルタ 2 1 4 は、 D F F 2 1 3 の生成した 1 T サンプルング信号に対するフィルタリング処理を実行し、サンプルングデータの平滑化処理を行なう。例えば、フィルタ数 ( 1 , 2 , 1 ) を設定した有限インパルス応答フィルタリング処理による平滑化処理を実行する。

さらに、 F I R フィルタ 2 1 4 の生成した 1 T サンプルング平滑化レーザノイズ信号は、デジタルフリップフロップ ( D F F ) 2 1 5 に入力される。

[0165] デジタルフリップフロップ ( D F F ) 2 1 5 は、 F I R フィルタ 2 1 4 の生成した 1 T サンプルング平滑化レーザノイズ信号に対する 2 T サンプルング処理を実行する。

すなわち、これらの構成により、 2 T サンプルング再生信号に対応する 2 T サンプルングレーザノイズ信号 ( L N i n ) を生成して適応イコライザ 1 2 5 に入力する。

[0166] 適応イコライザ 1 2 5 は、適応等化処理を行ない、出力信号 ( L N o u t ) を出力する。

適応イコライザ 1 2 5 は、先に図 6 を参照して説明した F I R 構成を有する。

先に図 6 を参照して説明したように、適応イコライザは、等化誤差  $e_k$  を用いてタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が、目標の周波数特性となる方向に適応制御して、出力信号を生成する。

[0167] 図 1 1 に示す適応イコライザ 1 2 5 に対する入力 L N i n は、図 6 に示す F I R 構成に対する入力信号 (  $x_i$  ) に対応する。

適応イコライザ 1 2 5 からの出力 L N o u t は、図 6 に示す F I R 構成からの出力信号 (  $y_i$  ) に対応する。

[0168] さらに、図 1 1 に示す適応イコライザ 1 2 5 は、加算器 1 2 1 において生

成される加算信号 ( $\Sigma LMS - e_1 \sim e_n$ ) を図6に示す構成の等化誤差信号 ( $e_k$ ) として入力する。

$LMS - e_1 \sim LMS - e_n$ の各信号は、光ピックアップ101のnチャンネル各信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ112-1~112-nに入力される等化誤差信号、すなわち、図6に示す等化誤差 ( $e_k$ ) に相当する。

[0169] このように、図11に示す適応イコライザ125には、適応イコライザ112-1~112-nに入力される等化誤差信号の加算信号 ( $\Sigma LMS - e_1 \sim e_n$ ) が入力され適応等化が行われる。

すなわち、適応イコライザ125は、等化誤差 ( $\Sigma LMS - e_1 \sim e_n$ ) を解消していく方向にタップ係数を調整して入力するレーザノイズ信号 ( $LN_{in}$ ) の誤差、位相歪みを最適化、すなわち適応PR等化を行い、入力するレーザノイズ信号 ( $LN_{in}$ ) に含まれる誤差成分等を排除した真のノイズ成分に近いレーザノイズ出力 ( $LN_{out}$ ) を生成して出力する。

[0170] 適応イコライザ125から出力される適応等化後の出力信号 ( $LN_{out}$ ) は、レーザ光中の真のノイズ成分に近い信号となる。

この出力信号 ( $LN_{out}$ ) は、減算器126に入力される。

[0171] 減算器126は、光ピックアップ101のnチャンネル各信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ112-1~112-nの出力である適応等化信号の加算値から、適応イコライザ125からの出力、すなわちレーザ光に含まれるノイズ信号 ( $LN_{out}$ ) を減算する処理を実行する。

この減算処理により、再生信号として得られる適応等化信号からレーザノイズ成分が減算され、ノイズの少ない適応等化信号が信号識別部114に入力される。

[0172] 先に説明したように、信号識別部114は、図4に示す二値化検出部64、PR畳込器65、等化誤差演算器66を含む構成である。

二値化検出器64は例えばビタビデコーダとされ、PR等化された信号に対して最尤復号処理を行って二値化データを生成する。なお、この二値化デ

ータは、図1に示したエンコード／デコード部17に供給されて再生データ復調処理が行われることになる。

ビタビ復号は、所定の長さの連続ビットを単位として構成される複数のステートと、それらの間の遷移によって表されるブランチで構成されるビタビ検出器が用いられ、全ての可能なビット系列の中から、効率よく所望のビット系列を検出するように構成されている。

[0173] PR畳込器65では、2値化結果の畳み込み処理を行って目標信号 $Z_k$ を生成する。

等化誤差演算器66は、多入力適応イコライザからの等化信号 $y_0$ と、目標信号 $Z_k$ から、等化誤差 $e_k$ を求め、この等化誤差 $e_k$ を、図11に示す多入力適応イコライザ112にタップ係数制御のために供給する。

なお、先に図7を参照して説明したように、等化誤差演算器66は、減算器91と係数乗算器92とを備える。

減算器81は、等化信号 $y_0$ から目標信号 $Z_k$ を減算する。

この減算結果に対して、係数乗算器82によって所定の係数 $a$ を乗算することで等化誤差 $e_k$ が生成される。

[0174] このように、図11に示す実施例3の構成は、2Tサンプリング再生処理を実行する構成において、光ピックアップ101出力するレーザ光に含まれるレーザノイズの正確な値を得るために、図11に示す適応イコライザ125を備えた構成を持つ。

図11に示す適応イコライザ125は、光ピックアップ101の $n$ チャンネル各信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ112-1～112-nに入力される等化誤差信号を用いて、適応等化処理を実行する。

[0175] すなわち、適応イコライザ125は、等化誤差( $\sum LMS - e_1 \sim e_n$ )を解消していく方向にタップ係数を調整して入力レーザノイズ信号( $LN_{in}$ )の誤差、位相歪みを最適化して真のノイズ成分に近いレーザノイズ出力( $LN_{out}$ )を生成する。

適応イコライザ125から出力される適応等化後の出力信号( $LN_{out}$ )

)は、減算器126において、適応イコライザ112-1~112-nの出力である適応等化信号の加算値から減算される。

この減算処理により、再生信号として得られる適応等化信号からレーザノイズ成分が減算され、ノイズの少ない適応等化信号が生成される。

[0176] この処理により、光ピックアップ101のnチャンネル各信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ112-1~112-nでは、レーザノイズ成分を低減した等化誤差信号が供給されることになり、最終的に得られる適応等化信号、および再生信号は、レーザノイズ成分の低減した高品質な再生信号となる。

[0177] [3-4. (実施例4) 再生信号からレーザノイズを低減させる2Tサンプリング構成を持つ情報処理装置の実施例]

次に、図12を参照して、実施例4として、光ディスクの再生信号からレーザノイズを低減させる2Tサンプリング構成を持つもう1つの情報処理装置の実施例について説明する。

[0178] 図12は、本実施例の構成を説明する図である。

図12に示す構成は、先に実施例2として説明した図10に示す構成を、2Tサンプリングを行う構成に変更して示した図である。

[0179] 図12に示す構成中、図10に記載のない新たな構成は、以下の構成である。

アンチ・エリアス・フィルタ(AAF)201、

帯域制限部(B.W. =  $f_{clk}/2$ )211、

スライサ212、

デジタルフリップフロップ(DFF)213、

FIRフィルタ214、

デジタルフリップフロップ(DFF)215、

これらの構成は、いずれも、適応イコライザに対する入力信号を2Tサンプリング対応の信号とするための処理構成である。

[0180] すなわち、アンチ・エリアス・フィルタ(AAF)201は、適応イコラ

イザ112-1~nに対する入力信号をマーク長2T以上の再生信号に限定するためのフィルタである。

また、帯域制限部(B.W. = f c c k / 2) 211~デジタルフリップフロップ(DF F) 215の構成は、適応フィルタ125に入力するレーザノイズ信号(L N i n)を、マーク長2T以上の再生信号に影響のあるレーザノイズ信号に限定するための処理を実行する構成である。

[0181] 光ピックアップ101は、先に図2、図3を参照して説明したように、受光領域が、領域分割された光ピックアップ101である。光ピックアップ101は、照射レーザ光の光ディスクからの反射光を検出する。

[0182] 光ピックアップ101の各分割領域に対応する検出信号がアンチ・エリアス・フィルタ(A A F) 201に入力される。アンチ・エリアス・フィルタ(A A F) 201は、マーク長2T以下の信号をノイズとして除去するノイズ除去フィルタとして機能する。

アンチ・エリアス・フィルタ(A A F) 201の出力は、マーク長2T以上の再生信号、すなわち2Tサンプリング再生信号となる。

2Tサンプリング再生信号は、マトリクス回路102に供給され、各領域に対応する複数チャンネルの再生信号(nチャンネル再生信号)が得られる。

[0183] マトリクス回路102の生成した複数チャンネルの再生信号(nチャンネル再生信号)は、データ検出処理部110のA/Dコンバータ(A D C) 111に入力されデジタル信号に変換されて多入力適応イコライザ112に入力される。

[0184] 多入力適応イコライザ112は、各入力信号(nチャンネル信号)の各々に対応するn個の適応イコライザ112-1~nを有し、各チャンネル信号は各、適応イコライザ112-1~nに入力される。

[0185] 本実施例4の多入力適応イコライザ112には、先に図10を参照して説明した実施例2と同様、各入力信号(nチャンネル信号)を入力して、各チャンネル信号の適応等化処理を行なうn個の適応イコライザ112-1~n

と、図9を参照して説明したと同様のレーザノイズの適応等化処理を行なう適応イコライザ125が含まれる。

[0186] 適応イコライザ125に対する入力信号(L<sub>ni</sub>n)は、フロントモニタ122、帯域制限部(B. W. = f<sub>ck</sub>/2)211、ACカップリング部123、スライサ212、デジタルフリップフロップ(DF<sub>F</sub>)213、FIRフィルタ214、デジタルフリップフロップ(DF<sub>F</sub>)215を介して生成された信号であり、図11を参照して説明したと同様の信号である。

[0187] フロントモニタ122は、光ピックアップ101内に構成され、光ピックアップ101内のレーザダイオードが出力するレーザ光のモニタリング回路である。フロントモニタ122は、光ピックアップ101内部のレーザダイオードの出力するレーザ信号(出射光)のモニタ信号を取得し、レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力する。

このモニタ信号は、光ディスク10に照射されるレーザ光成分と同一成分であり、ノイズ成分が含まれるレーザ光である。

フロントモニタ122は、このモニタレーザ信号を、帯域制限部(B. W. = f<sub>ck</sub>/2)211に入力する。

帯域制限部(B. W. = f<sub>ck</sub>/2)211は、チャンネルクロック周波数(f<sub>ck</sub>)の1/2の周波数帯域による帯域制限処理を実行する。

これは、2Tサンプリング再生処理において再生対象となる帯域より高い周波数に相当するレーザ光成分を除去するための処理である。

[0188] 次に、帯域制限部(B. W. = f<sub>ck</sub>/2)211の生成した帯域制限レーザ光信号は、ACカップリング部123に入力される。

ACカップリング部123は、ノイズ成分と、ノイズ以外のDC成分の分離処理を行ない、DC成分を除去したノイズ信号を抽出する。

[0189] ACカップリング部123が抽出したレーザ光中のノイズ成分信号は、スライサ212に入力される。スライサ212は規定のしきい値を適用した2値信号を生成する。すなわちデジタル信号の生成処理を行なう。

[0190] スライサ212の生成したレーザノイズ2値信号は、デジタルフリップフ

ロップ ( D F F ) 2 1 3、 F I R フィルタ 2 1 4、 デジタルフリップフロップ ( D F F ) 2 1 5 を介して適応イコライザ 1 2 5 に入力される。

デジタルフリップフロップ ( D F F ) 2 1 3 は、スライサ 2 1 2 の生成したレーザノイズ 2 値信号の 1 T サンプリグによるサンプリグ処理を実行する。

[0191] F I R フィルタ 2 1 4 は、 D F F 2 1 3 の生成した 1 T サンプリグ信号に対するフィルタリグ処理を実行し、サンプリグデータの平滑化処理を行なう。例えば、フィルタ数 ( 1 , 2 , 1 ) を設定した有限インパルス応答フィルタリグ処理による平滑化処理を実行する。

さらに、 F I R フィルタ 2 1 4 の生成した 1 T サンプリグ平滑化レーザノイズ信号は、デジタルフリップフロップ ( D F F ) 2 1 5 に入力される。

[0192] デジタルフリップフロップ ( D F F ) 2 1 5 は、 F I R フィルタ 2 1 4 の生成した 1 T サンプリグ平滑化レーザノイズ信号に対する 2 T サンプリグ処理を実行する。

すなわち、これらの構成により、 2 T サンプリグ再生信号に対応する 2 T サンプリグレーザノイズ信号 ( L N i n ) を生成して適応イコライザ 1 2 5 に入力する。

[0193] 適応イコライザ 1 2 5 は、入力信号 ( L N i n ) に対する適応等化処理を行ない、出力信号 ( L N o u t ) を出力する。

[0194] ピックアップ 1 0 1 の読み取り信号に相当する各チャンネル信号に対する適応等化処理を実行する適応イコライザ 1 1 2 - 1 ~ n、および、レーザノイズ ( L N i n ) に対する適応等化処理を実行する適応イコライザ 1 2 5 は、いずれも例えば、 F I R ( F i n i t e I m p u l s e R e s p o n s e ) フィルタと、最小二乗法によるタップ係数の更新演算処理を実行するタップ係数演算部を備えた L M S T V F ( L e a s t M e a n s S q u a r e T r a n s v e r s a l F i l t e r ) によって構成される。

[0195] 適応イコライザ 1 2 1 - 1 ~ n の出力と、適応イコライザ 1 2 5 の出力は加算器 1 1 3 で加算され、この加算信号が、信号識別部 1 1 4 に入力される

。

なお、図 12 に示す信号識別部 114 は、図 4 に示す二値化検出部 64、PR 畳込器 65、等化誤差演算器 66 を含む構成である。

信号識別部 114 において最終的な再生信号生成のための二値化信号が生成され、また、適応イコライザに対してフィードバック入力される等化誤差信号の生成が行われる。

[0196] 二値化検出器 64 は例えばビタビデコーダとされ、PR 等化された信号に対して最尤復号処理を行って二値化データを生成する。なお、この二値化データは、図 1 に示したエンコード／デコード部 17 に供給されて再生データ復調処理が行われることになる。

ビタビ復号は、所定の長さの連続ビットを単位として構成される複数のステートと、それらの間の遷移によって表されるブランチで構成されるビタビ検出器が用いられ、全ての可能なビット系列の中から、効率よく所望のビット系列を検出するように構成されている。

[0197] PR 畳込器 65 では、二値化結果の畳み込み処理を行って目標信号  $Z_k$  を生成する。

等化誤差演算器 66 は、多入力適応イコライザからの等化信号  $y_0$  と、目標信号  $Z_k$  から、等化誤差  $e_k$  を求め、この等化誤差  $e_k$  が図 12 に示す多入力適応イコライザ 112 にタップ係数制御のために供給される。

なお、先に図 7 を参照して説明したように、等化誤差演算器 66 は、減算器 91 と係数乗算器 92 とを備える。

減算器 81 は、等化信号  $y_0$  から目標信号  $Z_k$  を減算する。

この減算結果に対して、係数乗算器 82 によって所定の係数  $a$  を乗算することで等化誤差  $e_k$  が生成される。

[0198] この図 12 に示す構成では、2T サンプリング再生処理を実行する構成において、再生信号の要素となる各チャンネル信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ 112-1 ~ n と、レーザノイズ適応等化処理を行なう適応イコライザ 125 が並列に構成されている。

すなわち、図12に示す適応イコライザ121-1~nと、適応イコライザ125は、いずれも、信号識別部114内に設定される等化誤差演算器（図7参照）の生成した等化誤差信号（ $e_k$ ）を入力して適応等化処理を実行する。

[0199] 各適応イコライザ112-1~n, 125は、例えば先に説明した図6に示すようなFIRフィルタで構成される。

即ち各適応イコライザ112-1~n, 125は、図6に示すように、遅延素子80-1~80-n、係数乗算器81-0~81-n、加算器84を有するn+1段のタップを有するフィルタとされる。

[0200] 係数乗算器81-0~81-nでは、それぞれ各時点の入力xに対してタップ係数C0~Cnの乗算を行う。

係数乗算器81-0~81-nの出力が加算器84で加算されて出力yとなる。

適応型の等化処理を行うため、タップ係数C0~Cnの制御が行われる。このために、等化誤差 $e_k$ と、各タップ入力が入力されて演算を行う演算器82-0~82-nが設けられる。また各演算器82-0~82-nの出力を積分する積分器83-0~83-nが設けられる。

[0201] 各演算器82-0~82-nでは、例えば $-1 \times e_k \times x$ の演算が行われる。この演算器82-0~82-nの出力は積分器83-0~83-nで積分され、その積分結果により係数乗算器81-0~81-nのタップ係数C0~Cnが変更制御される。なお積分器83-0~83-nの積分を行うのは、適応係数制御の応答性を調整するためである。

以上の構成を用いて、クロストークキャンセルおよびレーザノイズ低減処理が行われたうえで2値化データの復号が行われることになる。

[0202] 適応イコライザ112-1~n, 125の各々は、いずれも図6に示す構成を有し、同じ等化誤差 $e_k$ が供給されて適応等化が行われる。

まず再生信号対応のチャンネル信号が入力されている適応イコライザ112-1~nでは、再生チャンネル信号の入力信号周波数成分の誤差、位相歪

みを最適化、すなわち適応PR等化をおこなう。これは通常の適応イコライザの働きと同じである。

すなわち、図6に示す各演算器 $82-0 \sim 82-n$ での $-1 \times e_k \times x$ の演算結果に応じてタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が調整され、等化誤差を解消していく方向にタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が調整される。

[0203] 一方、レーザノイズ(LN<sub>i</sub><sub>n</sub>)を入力する適応イコライザ125では、出力目標が、再生信号と無相関である。このことから、適応イコライザ125では、相関成分、即ちレーザノイズ成分を打ち消すような演算が行われる事になる。

即ち適応イコライザ125の場合、各演算器 $82-0 \sim 82-n$ での $-1 \times e_k \times x$ の演算結果に応じてタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が調整され、図10の加算器113の加算結果においてノイズ成分を解消していく方向の周波数特性が得られるようにタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が調整される。

[0204] このように、適応イコライザ112-1~nでは、等化誤差 $e_k$ を用いてタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が、目標の周波数特性となる方向に適応制御される一方、適応イコライザ125では、同じく等化誤差 $e_k$ を用いてタップ係数 $C_0 \sim C_n$ がレーザノイズ低減に効果的な周波数特性となる方向に自動制御される。これによって、各適応イコライザ112-1~n, 125の出力が加算器113で加算されて得られる多入力適応イコライザ112の等化信号 $y_0$ は、レーザノイズの低減された信号となる。

[0205] このように本実施例4、すなわち図12に示す構成においては、2Tサンプリング再生構成において、多入力適応イコライザ112を、再生信号の各チャンネル対応の適応イコライザと、レーザノイズ対応の適応イコライザを並列に備えた構成としている。

これらの適応イコライザに等化誤差信号( $e_k$ )を入力し、再生信号対応の適応イコライザではタップ係数 $C_0 \sim C_n$ を、目標の周波数特性となる方向に適応制御し、レーザノイズ対応の適応イコライザ125では、タップ係数 $C_0 \sim C_n$ を、レーザノイズを低減させる周波数特性となる方向に制御す

る。このような適応等化処理を行なうことで、レーザノイズの低減された高品質な再生信号を生成することが可能となる。

[0206] [3-5. (実施例5) 再生信号からレーザノイズを低減させる1Tサンプリング構成を持つ情報処理装置の実施例]

次に、図13を参照して、実施例5として、光ディスクの再生信号からレーザノイズを低減させる1Tサンプリング構成を持つ情報処理装置の実施例について説明する。

[0207] 本実施例5は、チャンネルクロック周期を「T」としたとき、光ディスク10に記録されたマーク長1T以上の記録データの読み取りを行って再生処理を実行する1Tサンプリングを行う構成において、レーザノイズを低減した再生信号を出力する実施例である。

[0208] 図13は、本実施例の構成を説明する図である。

図13は、先に実施例3として説明した図11に示す2Tサンプリング構成を、1Tサンプリングを行う構成に変更した構成を示す図である。

[0209] 光ピックアップ101の各分割領域に対応する検出信号がアンチ・エリアス・フィルタ(AAF)201に入力される。アンチ・エリアス・フィルタ(AAF)201は、マーク長1T以下の信号をノイズとして除去するノイズ除去フィルタとして機能する。

アンチ・エリアス・フィルタ(AAF)201の出力は、マーク長1T以上の再生信号、すなわち1Tサンプリング再生信号となる。

1Tサンプリング再生信号は、マトリクス回路102に供給され、各領域に対応する複数チャンネルの再生信号(nチャンネル再生信号)が得られる。

[0210] マトリクス回路102の生成した複数チャンネルの再生信号(nチャンネル再生信号)は、データ検出処理部110のA/Dコンバータ(ADC)111に入力されデジタル信号に変換されて多入力適応イコライザ112に入力される。

[0211] 多入力適応イコライザ112は、各入力信号(nチャンネル信号)の各々

に対応する  $n$  個の適応イコライザ  $112-1 \sim n$  を有し、各チャンネル信号は各、適応イコライザ  $112-1 \sim n$  に入力される。

[0212] 適応イコライザ  $112-1 \sim n$  は、例えば、FIR (Finite Impulse Response) フィルタと、最小二乗法によるタップ係数の更新演算処理を実行するタップ係数演算部を備えた LMSTVF (Least Means Square Transversal Filter) によって構成される。

[0213] すなわち、適応イコライザ  $112-1 \sim n$  の各々は、先に図6を参照して説明した FIR 構成を有し、等化誤差  $e_k$  を用いてタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が、目標の周波数特性となる方向に適応制御される。

適応イコライザ  $121-1 \sim n$  の出力は加算器  $113$  で加算され、この加算信号である多入力適応イコライザ  $112$  の等化信号が、減算器  $126$  を介して信号識別部  $114$  に入力される。多入力適応イコライザ  $112$  の出力する等化信号は、クロストーク等が低減された信号となる。

[0214] なお、図13に示す信号識別部  $114$  は、図4に示す二値化検出部  $64$ 、PR畳込器  $65$ 、等化誤差演算器  $66$  を含む構成である。

信号識別部  $114$  において最終的な再生信号生成のための二値化信号が生成され、また、適応イコライザに対してフィードバック入力される等化誤差信号の生成が行われる。これらの処理については後述する。

[0215] フロントモニタ  $122$  は、光ピックアップ  $101$  内に構成され、光ピックアップ  $101$  内のレーザダイオードが出力するレーザ光のモニタリング回路である。フロントモニタ  $122$  は、光ピックアップ  $101$  内部のレーザダイオードの出力するレーザ信号 (出射光) のモニタ信号を取得し、レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力する。

このモニタ信号は、光ディスク  $10$  に照射されるレーザ光成分と同一成分であり、ノイズ成分が含まれるレーザ光である。

[0216] フロントモニタ  $122$  は、このモニタレーザ信号を、帯域制限部 (B.W. =  $f_{cck}$ )  $311$  に入力する。

帯域制限部 (B. W. = f c c k) 3 1 1 は、チャンネルクロック周波数 (f c c k) の周波数帯域による帯域制限処理を実行する。

これは、1 T サンプリング再生処理において再生対象となる帯域より高い周波数に相当するレーザ光成分を除去するための処理である。

[0217] 次に、帯域制限部 (B. W. = f c c k) 3 1 1 の生成した帯域制限レーザ光信号は、AC カプリング部 1 2 3 に入力される。

AC カプリング部 1 2 3 は、ノイズ成分と、ノイズ以外の DC 成分の分離処理を行ない、DC 成分を除去したノイズ信号を抽出する。

[0218] AC カプリング部 1 2 3 が抽出したレーザ光中のノイズ成分信号は、スライサ 2 1 2 に入力される。スライサ 2 1 2 は規定のしきい値を適用した 2 値信号を生成する。すなわちデジタル信号の生成処理を行なう。

[0219] スライサ 2 1 2 の生成したレーザノイズ 2 値信号は、デジタルフリップフロップ (D F F) 3 1 2 を介して適応イコライザ 1 2 5 に入力される。

デジタルフリップフロップ (D F F) 3 1 2 は、スライサ 2 1 2 の生成したレーザノイズ 2 値信号の 1 T サンプリングによるサンプリング処理を実行する。

すなわち、これらの構成により、1 T サンプリング再生信号に対応する 1 T サンプリングレーザノイズ信号 (L N i n) が生成されて適応イコライザ 1 2 5 に入力される。

[0220] 適応イコライザ 1 2 5 は、入力信号 (L N i n) に対する適応等化処理を行ない、出力信号 (L N o u t) を出力する。

適応イコライザ 1 2 5 は、先に図 6 を参照して説明した F I R 構成を有する。

先に図 6 を参照して説明したように、適応イコライザは、等化誤差  $e_k$  を用いてタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が、目標の周波数特性となる方向に適応制御して、出力信号を生成する。

[0221] 図 1 3 に示す適応イコライザ 1 2 5 に対する入力 L N i n は、図 6 に示す F I R 構成に対する入力信号 ( $x_i$ ) に対応する。

適応イコライザ125からの出力 $L N o u t$ は、図6に示すFIR構成からの出力信号( $y_i$ )に対応する。

[0222] さらに、図13に示す適応イコライザ125は、加算器121において生成される加算信号( $\Sigma L M S - e_1 \sim e_n$ )を図6に示す構成の等化誤差信号( $e_k$ )として入力する。

$L M S - e_1 \sim L M S - e_n$ の各信号は、光ピックアップ101の $n$ チャンネル各信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ112-1~112-nに入力される等化誤差信号、すなわち、図6に示す等化誤差( $e_k$ )に相当する。

[0223] このように、図13に示す適応イコライザ125には、適応イコライザ112-1~112-nに入力される等化誤差信号の加算信号( $\Sigma L M S - e_1 \sim e_n$ )が入力され適応等化が行われる。

すなわち、適応イコライザ125は、等化誤差( $\Sigma L M S - e_1 \sim e_n$ )を解消していく方向にタップ係数を調整して入力するレーザノイズ信号( $L N i n$ )の誤差、位相歪みを最適化、すなわち適応PR等化を行い、入力するレーザノイズ信号( $L N i n$ )に含まれる誤差成分等を排除した真のノイズ成分に近いレーザノイズ出力( $L N o u t$ )を生成して出力する。

[0224] 適応イコライザ125から出力される適応等化後の出力信号( $L N o u t$ )は、レーザ光中の真のノイズ成分に近い信号となる。

この出力信号( $L N o u t$ )は、減算器126に入力される。

[0225] 減算器126は、光ピックアップ101の $n$ チャンネル各信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ112-1~112-nの出力である適応等化信号の加算値から、適応イコライザ125からの出力、すなわちレーザ光に含まれるノイズ信号( $L N o u t$ )を減算する処理を実行する。

この減算処理により、再生信号として得られる適応等化信号からレーザノイズ成分が減算され、ノイズの少ない適応等化信号が信号識別部114に入力される。

[0226] 先に説明したように、信号識別部114は、図4に示す二値化検出部64

、PR畳込器65、等化誤差演算器66を含む構成である。

2値化検出器64は例えばビタビデコーダとされ、PR等化された信号に対して最尤復号処理を行って2値化データを生成する。なお、この2値化データは、図1に示したエンコード／デコード部17に供給されて再生データ復調処理が行われることになる。

ビタビ復号は、所定の長さの連続ビットを単位として構成される複数のステートと、それらの間の遷移によって表されるブランチで構成されるビタビ検出器が用いられ、全ての可能なビット系列の中から、効率よく所望のビット系列を検出するように構成されている。

[0227] PR畳込器65では、2値化結果の畳み込み処理を行って目標信号 $Z_k$ を生成する。

等化誤差演算器66は、多入力適応イコライザからの等化信号 $y_0$ と、目標信号 $Z_k$ から、等化誤差 $e_k$ を求め、この等化誤差 $e_k$ を、図13に示す多入力適応イコライザ112にタップ係数制御のために供給する。

なお、先に図7を参照して説明したように、等化誤差演算器66は、減算器91と係数乗算器92とを備える。

減算器81は、等化信号 $y_0$ から目標信号 $Z_k$ を減算する。

この減算結果に対して、係数乗算器82によって所定の係数 $a$ を乗算することで等化誤差 $e_k$ が生成される。

[0228] このように、図13に示す実施例5の構成は、1Tサンプリング再生処理を実行する構成において、光ピックアップ101出力するレーザ光に含まれるレーザノイズの正確な値を得るために、図11に示す適応イコライザ125を備えた構成を持つ。

図11に示す適応イコライザ125は、光ピックアップ101の $n$ チャンネル各信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ112-1～112-nに入力される等化誤差信号を用いて、適応等化処理を実行する。

[0229] すなわち、適応イコライザ125は、等化誤差( $\sum LMS - e_1 \sim e_n$ )を解消していく方向にタップ係数を調整して入力レーザノイズ信号( $L N_i$

n) の誤差、位相歪みを最適化して真のノイズ成分に近いレーザノイズ出力 (L N o u t) を生成する。

適応イコライザ 1 2 5 から出力される適応等化後の出力信号 (L N o u t) は、減算器 1 2 6 において、適応イコライザ 1 1 2 - 1 ~ 1 1 2 - n の出力である適応等化信号の加算値から減算される。

この減算処理により、再生信号として得られる適応等化信号からレーザノイズ成分が減算され、ノイズの少ない適応等化信号が生成される。

[0230] この処理により、光ピックアップ 1 0 1 の n チャンネル各信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ 1 1 2 - 1 ~ 1 1 2 - n では、レーザノイズ成分を低減した等化誤差信号が供給されることになり、最終的に得られる適応等化信号、および再生信号は、レーザノイズ成分の低減した高品質な再生信号となる。

[0231] [ 3 - 6. (実施例 6) 再生信号からレーザノイズを低減させる 1 T サンプル構成を持つ情報処理装置の実施例]

次に、図 1 4 を参照して、実施例 6 として、光ディスクの再生信号からレーザノイズを低減させる 1 T サンプル構成を持つ情報処理装置の実施例について説明する。

[0232] 本実施例 6 は、チャンネルクロック周期を「T」としたとき、光ディスク 1 0 に記録されたマーク長 1 T 以上の記録データの読み取りを行って再生処理を実行する 1 T サンプル構成を行う構成において、レーザノイズを低減した再生信号を出力する実施例である。

[0233] 図 1 4 は、本実施例の構成を説明する図である。

図 1 4 は、先に実施例 4 として説明した図 1 2 に示す 2 T サンプル構成を、1 T サンプル構成を行う構成に変更した詳細構成を示す図である。

[0234] 光ピックアップ 1 0 1 の各分割領域に対応する検出信号がアンチ・エリアス・フィルタ (A A F) 2 0 1 に入力される。アンチ・エリアス・フィルタ (A A F) 2 0 1 は、マーク長 1 T 以下の信号をノイズとして除去するノイズ除去フィルタとして機能する。

アンチ・エリアス・フィルタ（AAF）201の出力は、マーク長1T以上の再生信号、すなわち1Tサンプリング再生信号となる。

1Tサンプリング再生信号は、マトリクス回路102に供給され、各領域に対応する複数チャンネルの再生信号（nチャンネル再生信号）が得られる。

[0235] マトリクス回路102の生成した複数チャンネルの再生信号（nチャンネル再生信号）は、データ検出処理部110のA/Dコンバータ（ADC）111に入力されデジタル信号に変換されて多入力適応イコライザ112に入力される。

[0236] 多入力適応イコライザ112は、各入力信号（nチャンネル信号）の各々に対応するn個の適応イコライザ112-1～nを有し、各チャンネル信号は各、適応イコライザ112-1～nに入力される。

[0237] 本実施例6の多入力適応イコライザ112には、先に図10を参照して説明した実施例2と同様、各入力信号（nチャンネル信号）を入力して、各チャンネル信号の適応等化処理を行なうn個の適応イコライザ112-1～nと、図9を参照して説明したと同様のレーザノイズの適応等化処理を行なう適応イコライザ125が含まれる。

[0238] 適応イコライザ125に対する入力信号（ $L_{in}$ ）は、フロントモニタ122、帯域制限部（ $B.W. = f_{cck}$ ）311、ACカップリング部123、スライサ212、デジタルフリップフロップ（DFF）312を介して生成された信号である。

[0239] フロントモニタ122は、光ピックアップ101内に構成され、光ピックアップ101内のレーザダイオードが出力するレーザ光のモニタリング回路である。フロントモニタ122は、光ピックアップ101内部のレーザダイオードの出力するレーザ信号（出射光）のモニタ信号を取得し、レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力する。

このモニタ信号は、光ディスク10に照射されるレーザ光成分と同一成分であり、ノイズ成分が含まれるレーザ光である。

フロントモニタ 122 は、このモニタレーザ信号を、帯域制限部 (B. W. = f c c k) 311 に入力する。

帯域制限部 (B. W. = f c c k) 311 は、チャンネルクロック周波数 (f c c k) の周波数帯域による帯域制限処理を実行する。

これは、1 T サンプリング再生処理において再生対象となる帯域より高い周波数に相当するレーザ光成分を除去するための処理である。

[0240] 次に、帯域制限部 (B. W. = f c c k) 311 の生成した帯域制限レーザ光信号は、AC カプリング部 123 に入力される。

AC カプリング部 123 は、ノイズ成分と、ノイズ以外の DC 成分の分離処理を行ない、DC 成分を除去したノイズ信号を抽出する。

[0241] AC カプリング部 123 が抽出したレーザ光中のノイズ成分信号は、スライサ 212 に入力される。スライサ 212 は規定のしきい値を適用した 2 値信号を生成する。すなわちデジタル信号の生成処理を行なう。

[0242] スライサ 212 の生成したレーザノイズ 2 値信号は、デジタルフリップフロップ (D F F) 312 を介して適応イコライザ 125 に入力される。

デジタルフリップフロップ (D F F) 312 は、スライサ 212 の生成したレーザノイズ 2 値信号の 1 T サンプリングによるサンプリング処理を実行する。

すなわち、これらの構成により、1 T サンプリング再生信号に対応する 1 T サンプリングレーザノイズ信号 (L N i n) が生成されて適応イコライザ 125 に入力される。

[0243] 適応イコライザ 125 は、入力信号 (L N i n) に対する適応等化処理を行ない、出力信号 (L N o u t) を出力する。

[0244] ピックアップ 101 の読み取り信号に相当する各チャンネル信号に対する適応等化処理を実行する適応イコライザ 112-1~n、および、レーザノイズ (L N i n) に対する適応等化処理を実行する適応イコライザ 125 は、いずれも例えば、F I R (F i n i t e I m p u l s e R e s p o n s e) フィルタと、最小二乗法によるタップ係数の更新演算処理を実行する

タップ係数演算部を備えたLMSTVF (Least Means Square Transversal Filter) によって構成される。

[0245] 適応イコライザ121-1~nの出力と、適応イコライザ125の出力は加算器113で加算され、この加算信号が、信号識別部114に入力される。

なお、図14に示す信号識別部114は、図4に示す二値化検出部64、PR畳込器65、等化誤差演算器66を含む構成である。

信号識別部114において最終的な再生信号生成のための二値化信号が生成され、また、適応イコライザに対してフィードバック入力される等化誤差信号の生成が行われる。

[0246] 二値化検出器64は例えばビタビデコーダとされ、PR等化された信号に対して最尤復号処理を行って二値化データを生成する。なお、この二値化データは、図1に示したエンコード/デコード部17に供給されて再生データ復調処理が行われることになる。

ビタビ復号は、所定の長さの連続ビットを単位として構成される複数のステートと、それらの間の遷移によって表されるブランチで構成されるビタビ検出器が用いられ、全ての可能なビット系列の中から、効率よく所望のビット系列を検出するように構成されている。

[0247] PR畳込器65では、二値化結果の畳み込み処理を行って目標信号 $Z_k$ を生成する。

等化誤差演算器66は、多入力適応イコライザからの等化信号 $y_0$ と、目標信号 $Z_k$ から、等化誤差 $e_k$ を求め、この等化誤差 $e_k$ が図14に示す多入力適応イコライザ112にタップ係数制御のために供給される。

なお、先に図7を参照して説明したように、等化誤差演算器66は、減算器91と係数乗算器92とを備える。

減算器81は、等化信号 $y_0$ から目標信号 $Z_k$ を減算する。

この減算結果に対して、係数乗算器82によって所定の係数 $a$ を乗算することで等化誤差 $e_k$ が生成される。

[0248] この図14に示す構成では、1Tサンプリング再生処理を実行する構成において、再生信号の要素となる各チャンネル信号の適応等化処理を実行する適応イコライザ112-1~nと、レーザノイズ適応等化処理を行なう適応イコライザ125が並列に構成されている。

すなわち、図14に示す適応イコライザ121-1~nと、適応イコライザ125は、いずれも、信号識別部114内に設定される等化誤差演算器（図7参照）の生成した等化誤差信号（ $e_k$ ）を入力して適応等化処理を実行する。

[0249] 各適応イコライザ112-1~n, 125は、例えば先に説明した図6に示すようなFIRフィルタで構成される。

即ち各適応イコライザ112-1~n, 125は、図6に示すように、遅延素子80-1~80-n、係数乗算器81-0~81-n、加算器84を有するn+1段のタップを有するフィルタとされる。

[0250] 係数乗算器81-0~81-nでは、それぞれ各時点の入力xに対してタップ係数C0~Cnの乗算を行う。

係数乗算器81-0~81-nの出力が加算器84で加算されて出力yとなる。

適応型の等化処理を行うため、タップ係数C0~Cnの制御が行われる。このために、等化誤差 $e_k$ と、各タップ入力が入力されて演算を行う演算器82-0~82-nが設けられる。また各演算器82-0~82-nの出力を積分する積分器83-0~83-nが設けられる。

[0251] 各演算器82-0~82-nでは、例えば $-1 \times e_k \times x$ の演算が行われる。この演算器82-0~82-nの出力は積分器83-0~83-nで積分され、その積分結果により係数乗算器81-0~81-nのタップ係数C0~Cnが変更制御される。なお積分器83-0~83-nの積分を行うのは、適応係数制御の応答性を調整するためである。

以上の構成を用いて、クロストークキャンセルおよびレーザノイズ低減処理が行われたうえで2値化データの復号が行われることになる。

[0252] 適応イコライザ 112-1~n, 125の各々は、いずれも図6に示す構成を有し、同じ等化誤差  $e_k$  が供給されて適応等化が行われる。

まず再生信号対応のチャンネル信号が入力されている適応イコライザ 112-1~nでは、再生チャンネル信号の入力信号周波数成分の誤差、位相歪みを最適化、すなわち適応PR等化をおこなう。これは通常の適応イコライザの働きと同じである。

すなわち、図6に示す各演算器 82-0~82-nでの  $-1 \times e_k \times x$  の演算結果に応じてタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が調整され、等化誤差を解消していく方向にタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が調整される。

[0253] 一方、レーザノイズ ( $LN_{in}$ ) を入力する適応イコライザ 125では、出力目標が、再生信号と無相関である。このことから、適応イコライザ 125では、相関成分、即ちレーザノイズ成分を打ち消すような演算が行われる事になる。

即ち適応イコライザ 125の場合、各演算器 82-0~82-nでの  $-1 \times e_k \times x$  の演算結果に応じてタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が調整され、図10の加算器 113の加算結果においてノイズ成分を解消していく方向の周波数特性が得られるようにタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が調整される。

[0254] このように、適応イコライザ 112-1~nでは、等化誤差  $e_k$  を用いてタップ係数  $C_0 \sim C_n$  が、目標の周波数特性となる方向に適応制御される一方、適応イコライザ 125では、同じく等化誤差  $e_k$  を用いてタップ係数  $C_0 \sim C_n$  がレーザノイズ低減に効果的な周波数特性となる方向に自動制御される。これによって、各適応イコライザ 112-1~n, 125の出力が加算器 113で加算されて得られる多入力適応イコライザ 112の等化信号  $y_0$  は、レーザノイズの低減された信号となる。

[0255] このように本実施例6、すなわち図14に示す構成においては、多入力適応イコライザ 112を、再生信号の各チャンネル対応の適応イコライザと、レーザノイズ対応の適応イコライザを並列に備えた構成としている。

これらの適応イコライザに等化誤差信号 ( $e_k$ ) を入力し、再生信号対応

の適応イコライザではタップ係数 $C_0 \sim C_n$ を、目標の周波数特性となる方向に適応制御し、レーザノイズ対応の適応イコライザ125では、タップ係数 $C_0 \sim C_n$ を、レーザノイズを低減させる周波数特性となる方向に制御する。このような適応等化処理を行なうことで、レーザノイズの低減された高品質な再生信号を生成することが可能となる。

[0256] [4. その他の実施例について]

上述した実施例では、光ピックアップとして、図3を参照して説明した受光領域を領域分割し、各分割領域の受光量に応じたチャンネル信号に基づく再生信号を生成する光ピックアップを用いた実施例について説明した。

[0257] 図3に示す光ピックアップは、一例であり、本開示のレーザノイズ低減処理構成は、図3に示す態様の領域分割型ピックアップに限らず、様々な態様の光ピックアップをも用いた構成に適用可能である。具体的には、3分割型、5分割型等の領域分割型光ピックアップや、分割領域を持たない0分割型の光ピックアップを用いた構成においても本開示の処理は適用可能である。

[0258] 図9～図14を参照して説明した実施例では、光ピックアップから得られる複数のチャンネル信号の各々を適応イコライザ112-1～nに入力する構成としていたが、例えば、分割領域を持たない0分割型の光ピックアップを用いた構成では、光ピックアップから入力する1つの再生信号を1つの適応イコライザ112-1に入力し、レーザノイズを、もう1つの適応イコライザ125に入力する構成とすればよい。

このような構成においても、再生信号からレーザノイズを低減した高品質な再生信号を得ることができる。

[0259] さらに、上述した実施例では、全て光ディスクの再生構成において、再生信号に含まれるレーザノイズを低減する実施例として説明したが、本開示のレーザノイズの低減処理構成は、光ディスクの再生のみならず、その他の様々なレーザ光利用分野で利用可能である。

[0260] 例えばレーザ光を用いたレーザ通信構成に適用することができる。

通信信号をレーザ光に載せて出力する送信装置と、送信装置の送信するレ

ーザ光を受信して、レーザ光に含まれる通信信号を解析する受信装置を持つレーザ通信システムにおいて、送信装置、あるいは受信装置に、上述したレーザノイズ除去構成を利用することができる。

[0261] 上述した各実施例における再生信号であるチャンネル対応の適応イコライザ112-1(～n)を、通信用レーザ光に含まれる通信データ対応の適応イコライザとして設定し、上述した各実施例におけるレーザノイズ対応の適応イコライザ125を、通信用レーザ光に含まれるノイズ対応の適応イコライザとして設定する。

[0262] このような設定の適応イコライザを利用して、上述した各実施例と同様の処理を実行することで、送信装置と受信装置間で通信されるレーザ光からレーザノイズを低減した高品質なレーザ通信データを抽出することが可能となる。

[0263] [5. 本開示の構成のまとめ]

以上、特定の実施例を参照しながら、本開示の実施例について詳解してきた。しかしながら、本開示の要旨を逸脱しない範囲で当業者が実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本開示の要旨を判断するためには、特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

[0264] なお、本明細書において開示した技術は、以下のような構成をとることができる。

(1) レーザダイオードの出射光に対するディスクからの反射光に基づく信号を出力するフォトディテクタと、

前記レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力するフロントモニタと、

前記フォトディテクタの出力信号を入力して、再生信号を生成するデータ検出処理部を有し、

前記データ検出処理部は、

前記フォトディテクタの出力信号を入力し、入力信号に基づく適応等化処

理により等化信号を出力する再生信号対応適応イコライザと、

前記フロントモニタから出力される参照信号に含まれるレーザノイズ信号を入力し、入力信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力するレーザノイズ対応適応イコライザと、

前記再生信号対応適応イコライザの出力と、前記レーザノイズ対応適応イコライザの出力との演算処理を実行する演算部と、

前記演算部の出力に基づいて識別信号を生成する信号識別部を有する情報処理装置。

[0265] (2) 前記信号識別部は、

前記演算部の入力に基づいて、前記再生信号対応適応イコライザにおける適応等化処理に適用する等化誤差信号を生成して、前記再生信号対応適応イコライザに出力し、

前記レーザノイズ対応適応イコライザは、

前記再生信号対応適応イコライザに入力される等化誤差信号の総和を、前記レーザノイズ対応適応イコライザにおける適応等化処理に適用する等化誤差信号として入力する(1)に記載の情報処理装置。

[0266] (3) 前記フォトディテクタは、

分割領域単位の受光量に応じた複数のチャンネル信号を出力する複数チャンネル信号出力型フォトディテクタであり、

再生信号対応適応イコライザは、前記フォトディテクタの出力する複数チャンネル信号の各々を入力する複数の適応イコライザによって構成される多入力適応イコライザである(2)に記載の情報処理装置。

[0267] (4) 前記レーザノイズ対応適応イコライザは、

前記多入力適応イコライザ内に構成される複数の適応イコライザに入力される等化誤差信号の総和を、前記レーザノイズ対応適応イコライザにおける適応等化処理に適用する等化誤差信号として入力する(3)に記載の情報処理装置。

[0268] (5) 前記演算部は、

前記多入力適応イコライザ内に構成される複数の適応イコライザの出力の加算値から、

前記レーザノイズ対応適応イコライザの出力値を減算する演算部である（3）または（4）に記載の情報処理装置。

[0269] （6） 前記信号識別部は、

前記演算部の入力に基づいて、前記再生信号対応適応イコライザ、および前記レーザノイズ対応適応イコライザにおける適応等化処理に適用する等化誤差信号を生成して、前記再生信号対応適応イコライザと、前記レーザノイズ対応適応イコライザに出力し、

、前記再生信号対応適応イコライザと、前記レーザノイズ対応適応イコライザは、

前記等化誤差信号を適用した適応等化処理を実行する（1）～（5）いずれかに記載の情報処理装置。

[0270] （7） 前記フォトディテクタは、

分割領域単位の受光量に応じた複数のチャンネル信号を出力する複数チャンネル信号出力型フォトディテクタであり、

再生信号対応適応イコライザは、前記フォトディテクタの出力する複数チャンネル信号の各々を入力する複数の適応イコライザによって構成される多入力適応イコライザである（6）に記載の情報処理装置。

[0271] （8） 前記演算部は、

前記多入力適応イコライザ内に構成される複数の適応イコライザの出力と、

前記レーザノイズ対応適応イコライザの出力値との加算処理を実行する演算部である（7）に記載の情報処理装置。

[0272] （9） 前記再生信号対応適応イコライザは、

前記フォトディテクタの出力信号を、再生信号対応A/D変換部（ADC）において変換したデジタル信号を入力する構成であり、

前記レーザノイズ対応適応イコライザは、

前記フロントモニタからアナログ信号として得られるレーザノイズ信号をレーザノイズ対応A/D変換部(ADC)において変換したデジタル信号を入力する構成である(1)~(8)いずれかに記載の情報処理装置。

[0273] (10) 前記再生信号対応A/D変換部(ADC)のサンプリング周波数( $f_{s1}$ )と、

前記レーザノイズ対応A/D変換部のサンプリング周波数( $f_{s2}$ )との関係は、

$$f_{s2} \geq f_{s1}$$

である(9)に記載の情報処理装置。

[0274] (11) 前記信号識別部は、

前記演算部の出力信号に基づく2値化処理を実行して、再生信号を生成する2値化処理部を有する(1)~(10)いずれかに記載の情報処理装置。

[0275] (12) 前記2値化処理部は、前記演算部の出力信号についての2値化処理として最尤復号処理を実行する(11)に記載の情報処理装置。

[0276] (13) 前記信号識別部は、

前記2値化処理部の生成する2値化信号に基づいて等化目標信号を生成するPR(Partial Response)畳込部と、

前記等化目標信号と、前記演算部の出力信号とから等化誤差を算出する等化誤差演算部を有し、

前記再生信号対応適応イコライザは、前記等化誤差を入力して適応等化処理を実行する(11)または(12)に記載の情報処理装置。

[0277] (14) 前記フォトディテクタは、

分割領域単位の受光量に応じた複数信号を出力するフォトディテクタであり、

前記フォトディテクタの出力は、マトリクス演算回路に入力され、

前記マトリクス演算回路は、前記フォトディテクタの分割領域単位の受光量に応じた複数信号を出力する構成であり、

前記再生信号対応適応イコライザは、

前記マトリクス演算回路の出力する複数信号を各々入力する複数の適応イコライザを有する多入力適応イコライザであり、入力信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力する構成である（１）～（１３）いずれかに記載の情報処理装置。

[0278] （１５）前記（１）～（１４）いずれかの構成を有する光ストレージ装置。

[0279] （１６） 情報処理装置において実行する情報処理方法であり、  
フォトディテクタが、レーザダイオードの出射光に対するディスクからの反射光に基づく信号を出力する処理と、  
フロントモニタが、前記レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力する処理と、  
データ検出処理部が、前記フォトディテクタの出力信号を入力して、再生信号を生成するデータ検出処理を実行し、  
前記データ検出処理部は、前記データ検出処理において、  
前記フォトディテクタの出力信号に基づく適応等化処理による再生信号対応等化信号を生成する処理と、  
前記フロントモニタから出力される参照信号に含まれるレーザノイズ信号に基づく適応等化処理によりレーザノイズ対応等化信号を生成する処理と、  
前記再生信号対応等化信号と、前記レーザノイズ対応等化信号との演算処理と、  
前記演算処理結果に基づく識別信号生成処理を実行する情報処理方法。

[0280] （１７） 情報処理装置において情報処理を実行させるプログラムであり、  
前記情報処理装置は、  
レーザダイオードの出射光に対するディスクからの反射光に基づく信号を出力するフォトディテクタと、  
前記レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力するフロントモニタと、

前記フォトディテクタの出力信号を入力して、再生信号を生成するデータ検出処理を実行するデータ検出処理部を有し、

前記プログラムは、前記データ検出処理部に、

前記フォトディテクタの出力信号に基づく適応等化処理による再生信号対応等化信号を生成する処理と、

前記フロントモニタから出力される参照信号に含まれるレーザノイズ信号に基づく適応等化処理によりレーザノイズ対応等化信号を生成する処理と、

前記再生信号対応等化信号と、前記レーザノイズ対応等化信号との演算処理と、

前記演算処理結果に基づく識別信号生成処理を実行させるプログラム。

[0281] また、明細書中において説明した一連の処理はハードウェア、またはソフトウェア、あるいは両者の複合構成によって実行することが可能である。ソフトウェアによる処理を実行する場合は、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれたコンピュータ内のメモリにインストールして実行させるか、あるいは、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることが可能である。例えば、プログラムは記録媒体に予め記録しておくことができる。記録媒体からコンピュータにインストールする他、LAN (Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介してプログラムを受信し、内蔵するハードディスク等の記録媒体にインストールすることができる。

[0282] なお、明細書に記載された各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。また、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

### 産業上の利用可能性

[0283] 以上、説明したように、本開示の一実施例の構成によれば、レーザノイズ

を低減した再生信号を生成する装置、方法が実現される。

具体的には、レーザ光をディスクに照射し、ディスクからの反射光に基づく信号を出力するフォトディテクタ（PD）と、レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力するフロントモニタと、PDの出力信号を入力して再生信号を生成するデータ検出処理部を有する。データ検出処理部は、PD出力信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力する再生信号対応適応イコライザと、レーザノイズ信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力するレーザノイズ対応適応イコライザと、再生信号対応適応イコライザの出力と、レーザノイズ対応適応イコライザの出力との演算結果に基づいてレーザノイズの低減された再生信号を生成する。

本構成により、レーザノイズを低減した再生信号を生成する装置、方法が実現される。

## 符号の説明

- [0284]
- 10 ディスク
  - 11 光ピックアップ
  - 12 スピンドルモータ
  - 13 スレッド
  - 14 マトリクス回路
  - 15 データ検出処理部
  - 16 ウォブル信号処理部
  - 17 ENC/DEC
  - 18 ホストI/F
  - 19 アドレスデコーダ
  - 20 システムコントローラ
  - 21 光学ブロックサーボ回路
  - 22 スピンドルサーボ回路
  - 24 ライトストラテジ
  - 25 スレッドドライバ

- 26 ADIP復調処理部
- 27 スピンドルドライバ
- 28 ドライバ
- 30 ホスト機器
- 41 レーザドライバ
- 42 フロントモニタ
- 51 レーザダイオード
- 52 コリメータレンズ
- 53 偏光ビームスプリッタ
- 54 対物レンズ
- 55 レンズ
- 56 フォトディテクタ
- 61 ADC
- 62 PLL
- 63 多入力適応イコライザ
- 64 二値化検出器
- 65 PR畳込器
- 66 等化誤差演算器
- 67 加算回路
- 71～75 適応イコライザ
- 76 加算器
- 80 遅延素子
- 81 係数乗算器
- 82 演算器
- 83 積分器
- 84 加算器
- 91 減算器
- 92 係数乗算器

- 1 0 1 光ピックアップ
- 1 0 2 マトリクス回路
- 1 1 0 データ検出処理部
- 1 1 1 A D C
- 1 1 2 多入力適応イコライザ
- 1 1 2 - 1 ~ n 適応イコライザ
- 1 1 3 加算器
- 1 1 4 信号識別部
- 1 2 1 加算器
- 1 2 2 フロントモニタ
- 1 2 3 A C カプリング部
- 1 2 4 A D C
- 1 2 5 適応イコライザ
- 1 2 6 減算器
- 2 1 1 帯域制限部
- 2 1 2 スライサ
- 2 1 3 D F F
- 2 1 4 F I R フィルタ
- 2 1 5 D F F
- 3 1 1 帯域制限部
- 3 1 2 D F F

## 請求の範囲

### [請求項1]

レーザダイオードの出射光に対するディスクからの反射光に基づく信号を出力するフォトディテクタと、

前記レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力するフロントモニタと、

前記フォトディテクタの出力信号を入力して、再生信号を生成するデータ検出処理部を有し、

前記データ検出処理部は、

前記フォトディテクタの出力信号を入力し、入力信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力する再生信号対応適応イコライザと、

前記フロントモニタから出力される参照信号に含まれるレーザノイズ信号を入力し、入力信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力するレーザノイズ対応適応イコライザと、

前記再生信号対応適応イコライザの出力と、前記レーザノイズ対応適応イコライザの出力との演算処理を実行する演算部と、

前記演算部の出力に基づいて識別信号を生成する信号識別部を有する情報処理装置。

### [請求項2]

前記信号識別部は、

前記演算部の入力に基づいて、前記再生信号対応適応イコライザにおける適応等化処理に適用する等化誤差信号を生成して、前記再生信号対応適応イコライザに出力し、

前記レーザノイズ対応適応イコライザは、

前記再生信号対応適応イコライザに入力される等化誤差信号の総和を、前記レーザノイズ対応適応イコライザにおける適応等化処理に適用する等化誤差信号として入力する請求項1に記載の情報処理装置。

### [請求項3]

前記フォトディテクタは、

分割領域単位の受光量に応じた複数のチャンネル信号を出力する複数チャンネル信号出力型フォトディテクタであり、

再生信号対応適応イコライザは、前記フォトディテクタの出力する複数チャンネル信号の各々を入力する複数の適応イコライザによって構成される多入力適応イコライザである請求項2に記載の情報処理装置。

[請求項4]

前記レーザノイズ対応適応イコライザは、

前記多入力適応イコライザ内に構成される複数の適応イコライザに入力される等化誤差信号の総和を、前記レーザノイズ対応適応イコライザにおける適応等化処理に適用する等化誤差信号として入力する請求項3に記載の情報処理装置。

[請求項5]

前記演算部は、

前記多入力適応イコライザ内に構成される複数の適応イコライザの出力の加算値から、

前記レーザノイズ対応適応イコライザの出力値を減算する演算部である請求項3に記載の情報処理装置。

[請求項6]

前記信号識別部は、

前記演算部の入力に基づいて、前記再生信号対応適応イコライザ、および前記レーザノイズ対応適応イコライザにおける適応等化処理に適用する等化誤差信号を生成して、前記再生信号対応適応イコライザと、前記レーザノイズ対応適応イコライザに出力し、

、前記再生信号対応適応イコライザと、前記レーザノイズ対応適応イコライザは、

前記等化誤差信号を適用した適応等化処理を実行する請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項7]

前記フォトディテクタは、

分割領域単位の受光量に応じた複数のチャンネル信号を出力する複数チャンネル信号出力型フォトディテクタであり、

再生信号対応適応イコライザは、前記フォトディテクタの出力する複数チャンネル信号の各々を入力する複数の適応イコライザによって

構成される多入力適応イコライザである請求項6に記載の情報処理装置。

[請求項8] 前記演算部は、  
前記多入力適応イコライザ内に構成される複数の適応イコライザの出力と、  
前記レーザノイズ対応適応イコライザの出力値との加算処理を実行する演算部である請求項7に記載の情報処理装置。

[請求項9] 前記再生信号対応適応イコライザは、  
前記フォトディテクタの出力信号を、再生信号対応A/D変換部（ADC）において変換したデジタル信号を入力する構成であり、  
前記レーザノイズ対応適応イコライザは、  
前記フロントモニタからアナログ信号として得られるレーザノイズ信号をレーザノイズ対応A/D変換部（ADC）において変換したデジタル信号を入力する構成である請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項10] 前記再生信号対応A/D変換部（ADC）のサンプリング周波数（ $f_{s1}$ ）と、  
前記レーザノイズ対応A/D変換部のサンプリング周波数（ $f_{s2}$ ）との関係は、  
$$f_{s2} \geq f_{s1}$$
  
である請求項9に記載の情報処理装置。

[請求項11] 前記信号識別部は、  
前記演算部の出力信号に基づく2値化処理を実行して、再生信号を生成する2値化処理部を有する請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項12] 前記2値化処理部は、前記演算部の出力信号についての2値化処理として最尤復号処理を実行する請求項11に記載の情報処理装置。

[請求項13] 前記信号識別部は、  
前記2値化処理部の生成する2値化信号に基づいて等化目標信号を生成するPR（Partial Response）畳込部と、

前記等化目標信号と、前記演算部の出力信号とから等化誤差を算出する等化誤差演算部を有し、

前記再生信号対応適応イコライザは、前記等化誤差を入力して適応等化処理を実行する請求項 1 1 に記載の情報処理装置。

[請求項14]

前記フォトディテクタは、

分割領域単位の受光量に応じた複数信号を出力するフォトディテクタであり、

前記フォトディテクタの出力は、マトリクス演算回路に入力され、

前記マトリクス演算回路は、前記フォトディテクタの分割領域単位の受光量に応じた複数信号を出力する構成であり、

前記再生信号対応適応イコライザは、

前記マトリクス演算回路の出力する複数信号を各々入力する複数の適応イコライザを有する多入力適応イコライザであり、入力信号に基づく適応等化処理により等化信号を出力する構成である請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項15]

前記請求項 1 ~ 1 4 いずれかの構成を有する光ストレージ装置。

[請求項16]

情報処理装置において実行する情報処理方法であり、

フォトディテクタが、レーザダイオードの出射光に対するディスクからの反射光に基づく信号を出力する処理と、

フロントモニタが、前記レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力する処理と、

データ検出処理部が、前記フォトディテクタの出力信号を入力して、再生信号を生成するデータ検出処理を実行し、

前記データ検出処理部は、前記データ検出処理において、

前記フォトディテクタの出力信号に基づく適応等化処理による再生信号対応等化信号を生成する処理と、

前記フロントモニタから出力される参照信号に含まれるレーザノイズ信号に基づく適応等化処理によりレーザノイズ対応等化信号を生成

する処理と、

前記再生信号対応等化信号と、前記レーザノイズ対応等化信号との演算処理と、

前記演算処理結果に基づく識別信号生成処理を実行する情報処理方法。

[請求項17]

情報処理装置において情報処理を実行させるプログラムであり、前記情報処理装置は、

レーザダイオードの出射光に対するディスクからの反射光に基づく信号を出力するフォトディテクタと、

前記レーザダイオードの出射光に基づく参照信号を出力するフロントモニタと、

前記フォトディテクタの出力信号を入力して、再生信号を生成するデータ検出処理を実行するデータ検出処理部を有し、

前記プログラムは、前記データ検出処理部に、

前記フォトディテクタの出力信号に基づく適応等化処理による再生信号対応等化信号を生成する処理と、

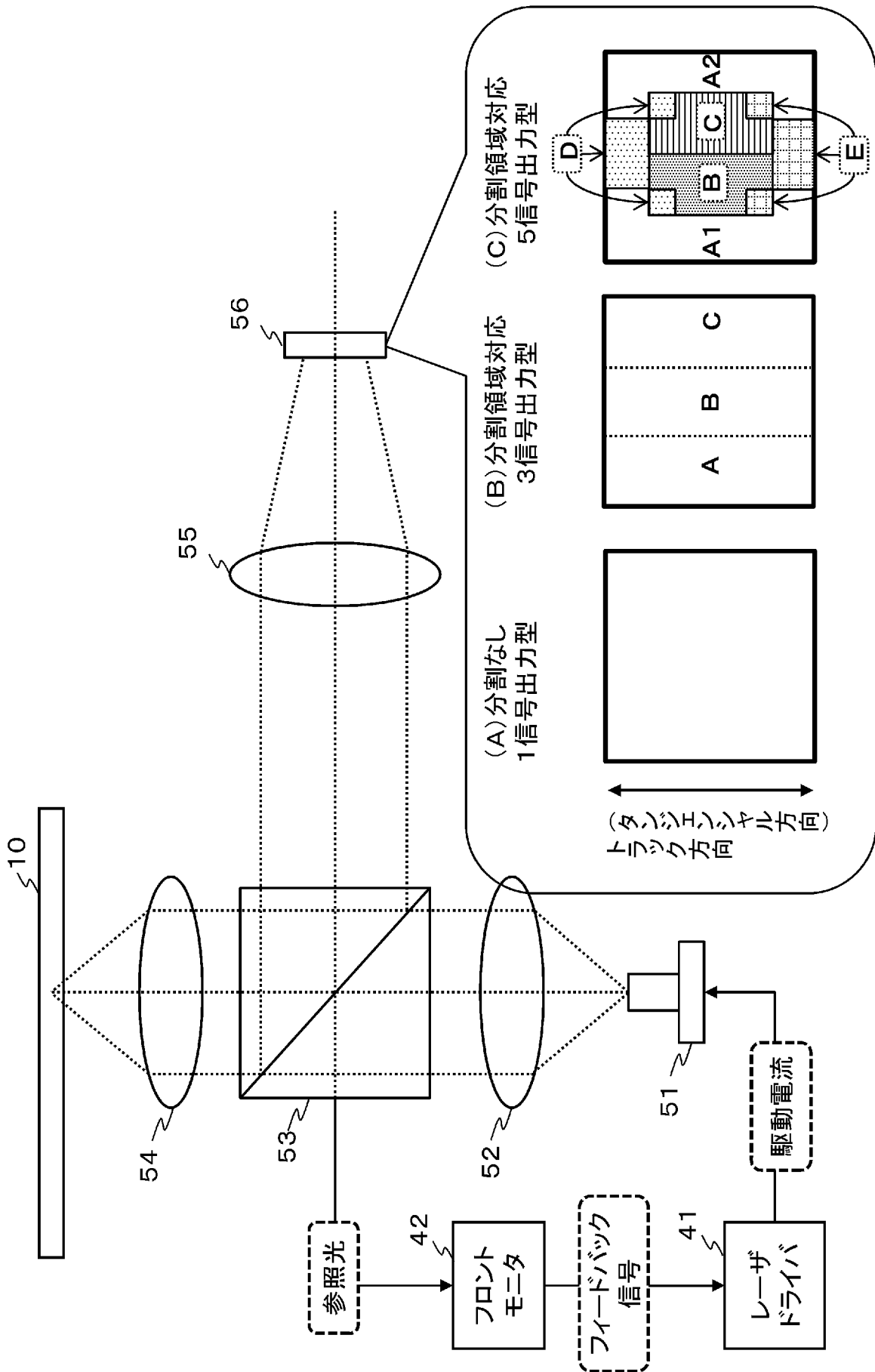
前記フロントモニタから出力される参照信号に含まれるレーザノイズ信号に基づく適応等化処理によりレーザノイズ対応等化信号を生成する処理と、

前記再生信号対応等化信号と、前記レーザノイズ対応等化信号との演算処理と、

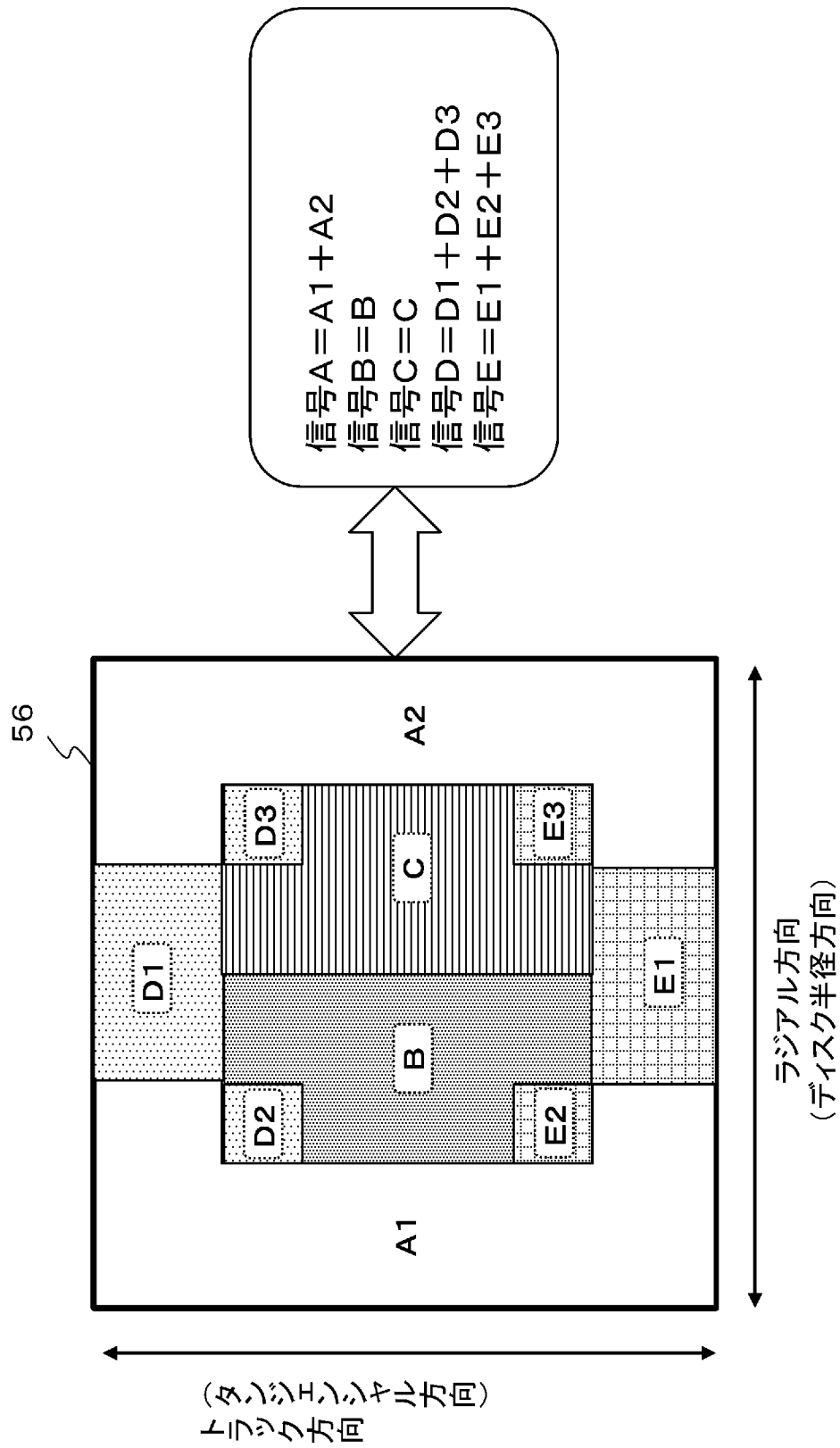
前記演算処理結果に基づく識別信号生成処理を実行させるプログラム。



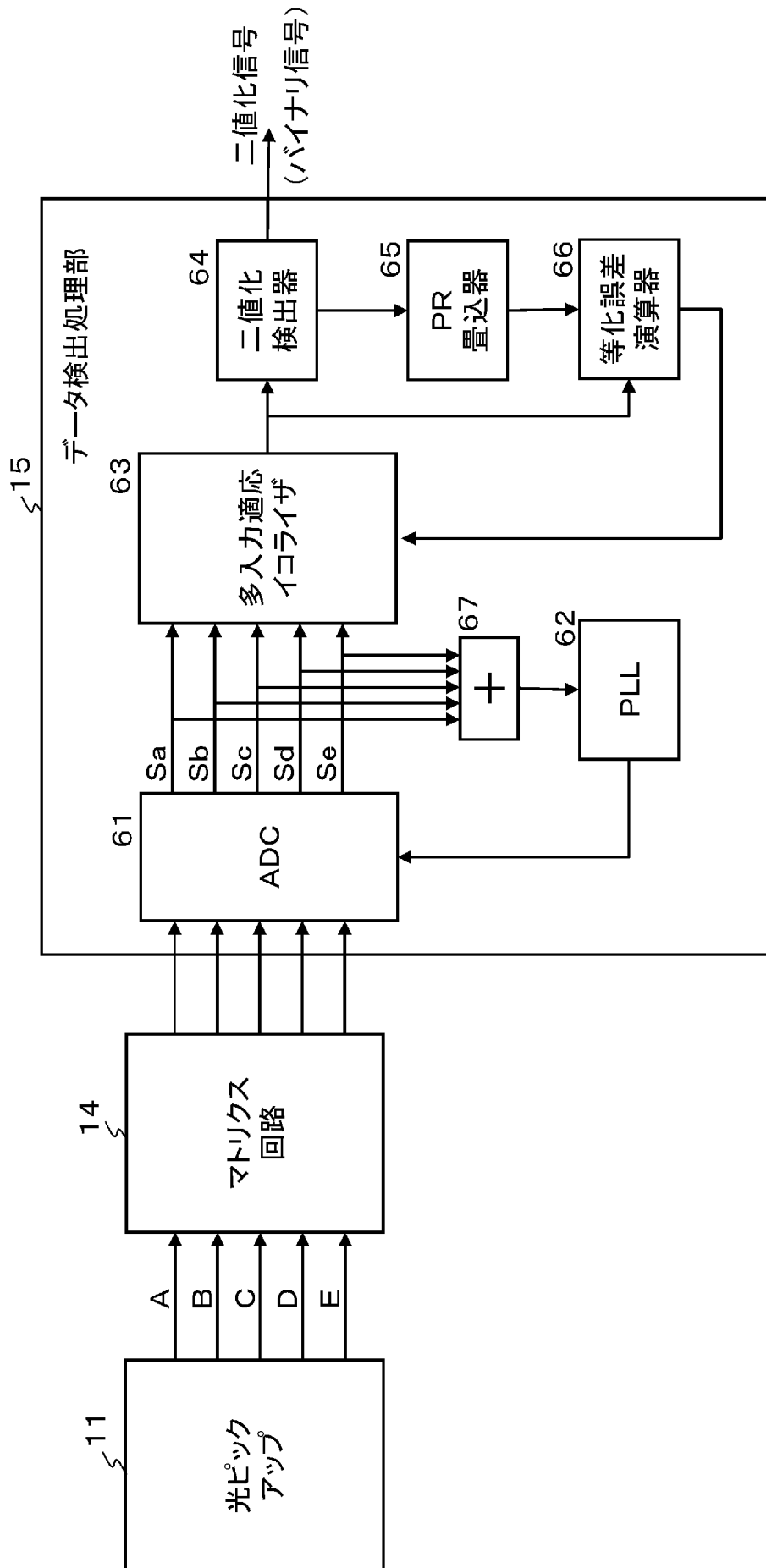
[図2]



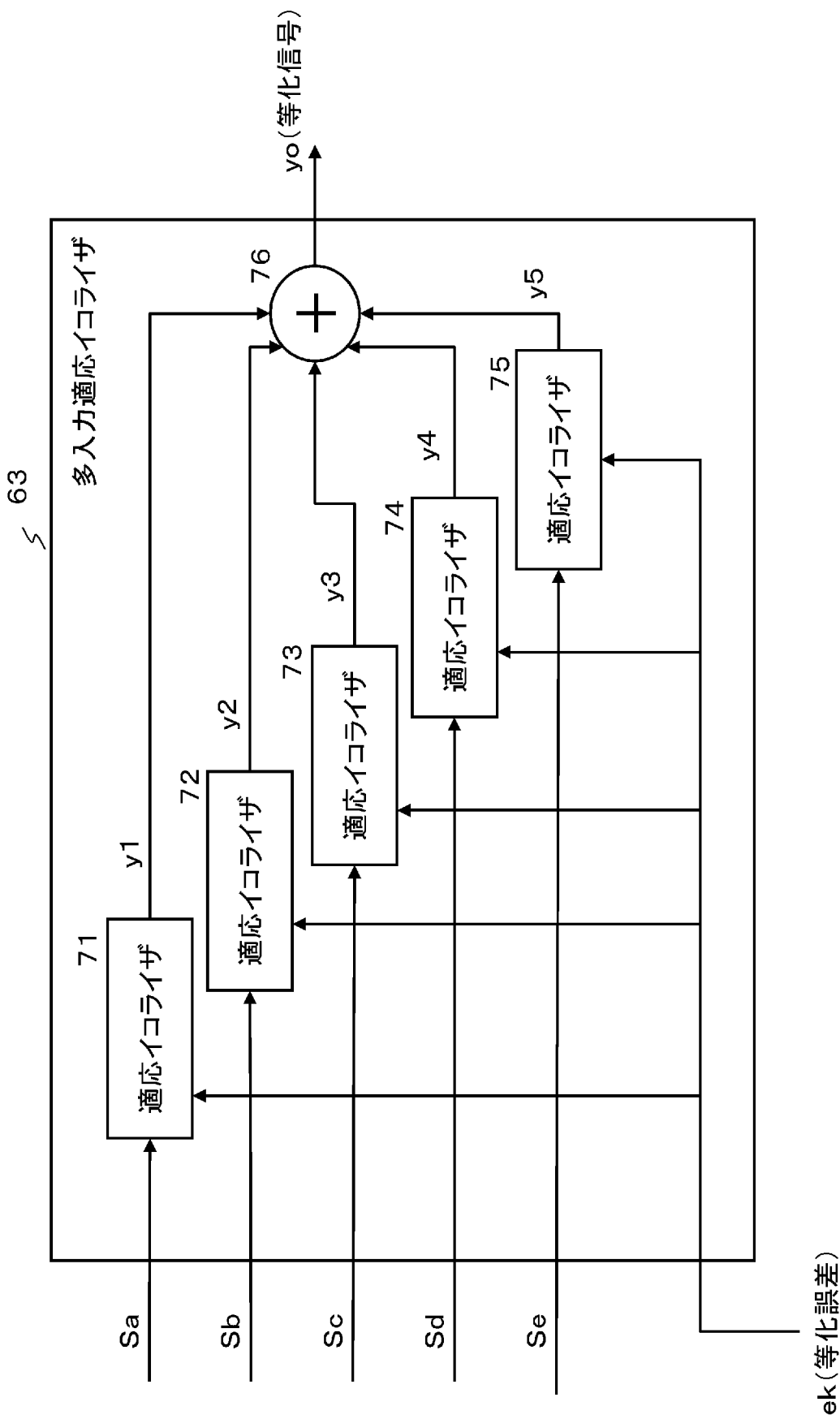
[図3]



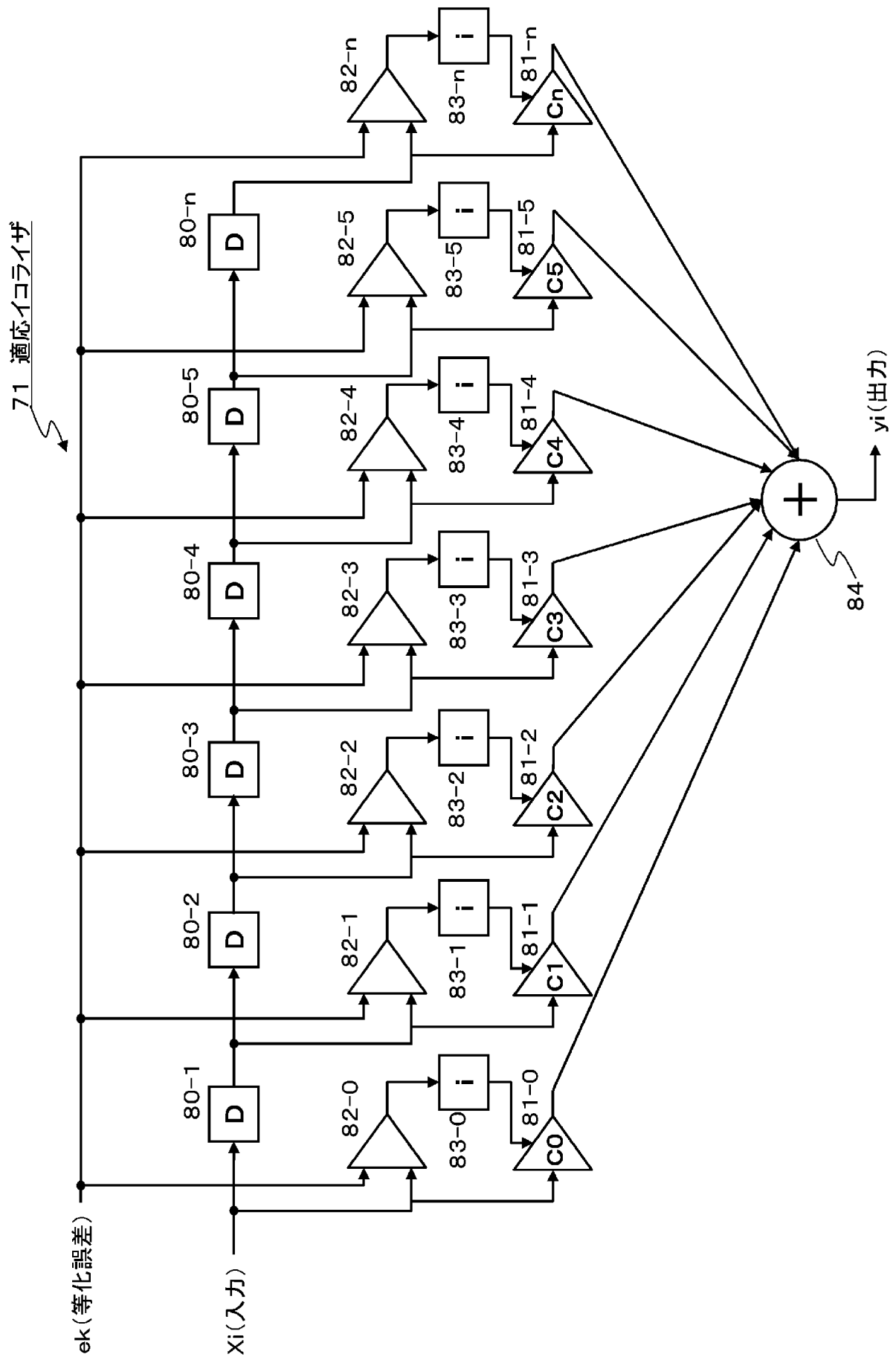
[図4]



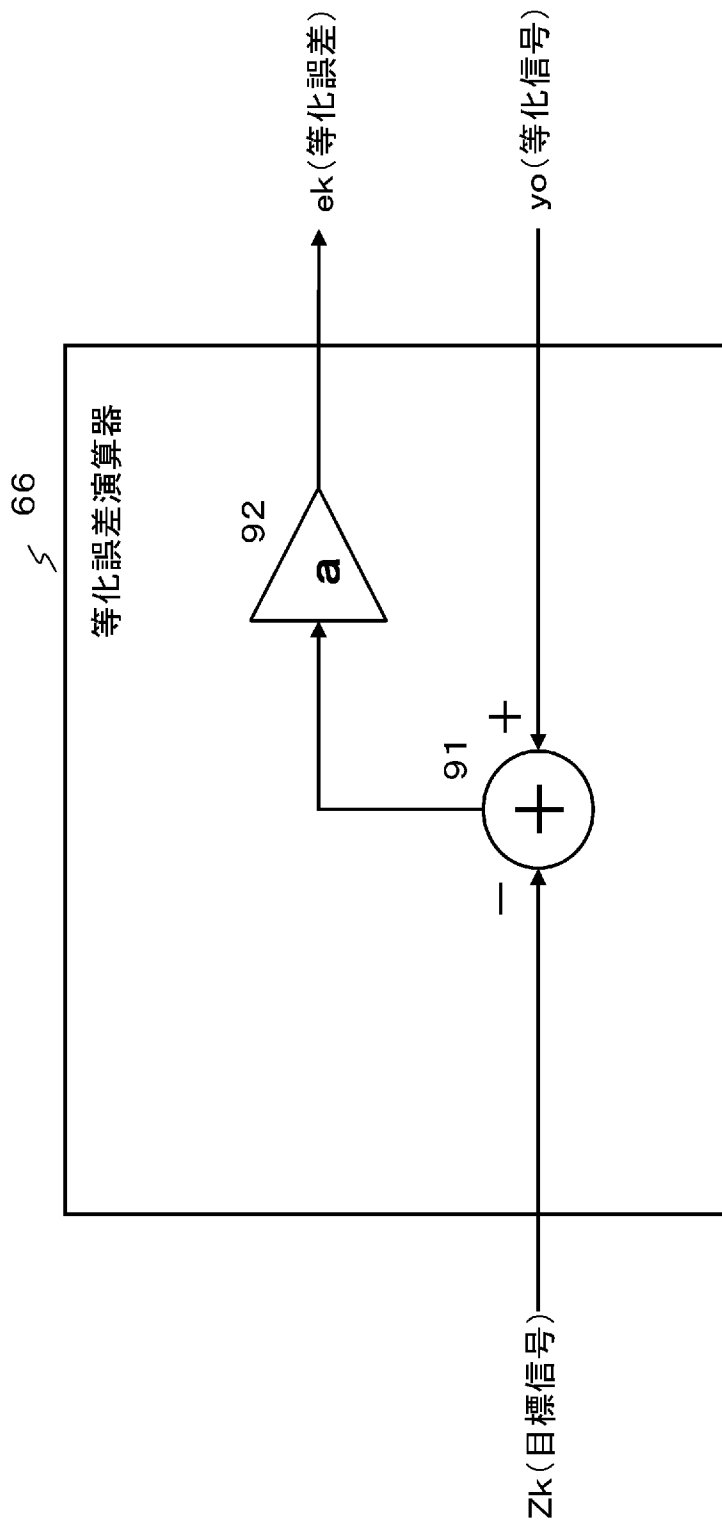
[図5]



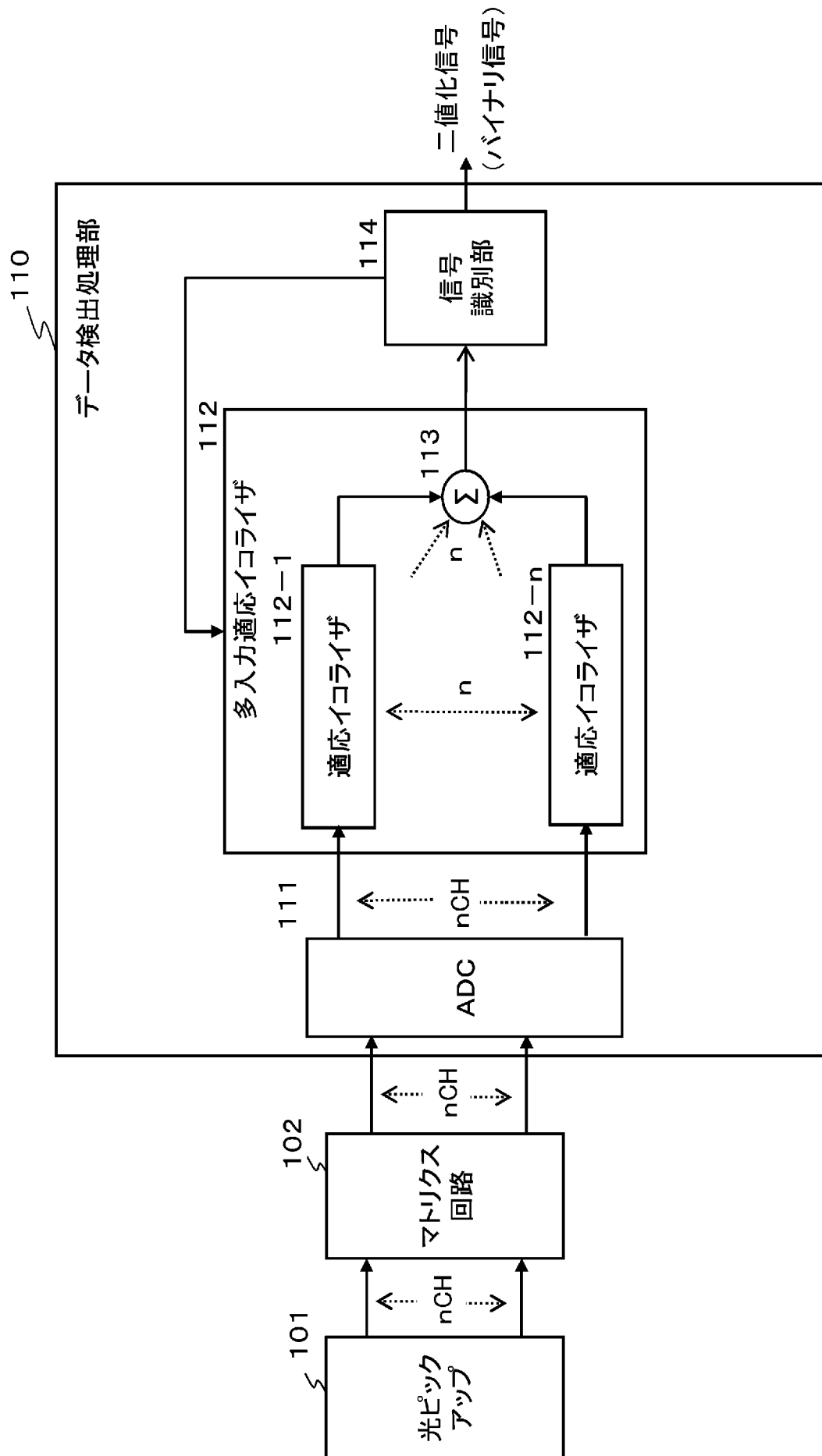
[図6]



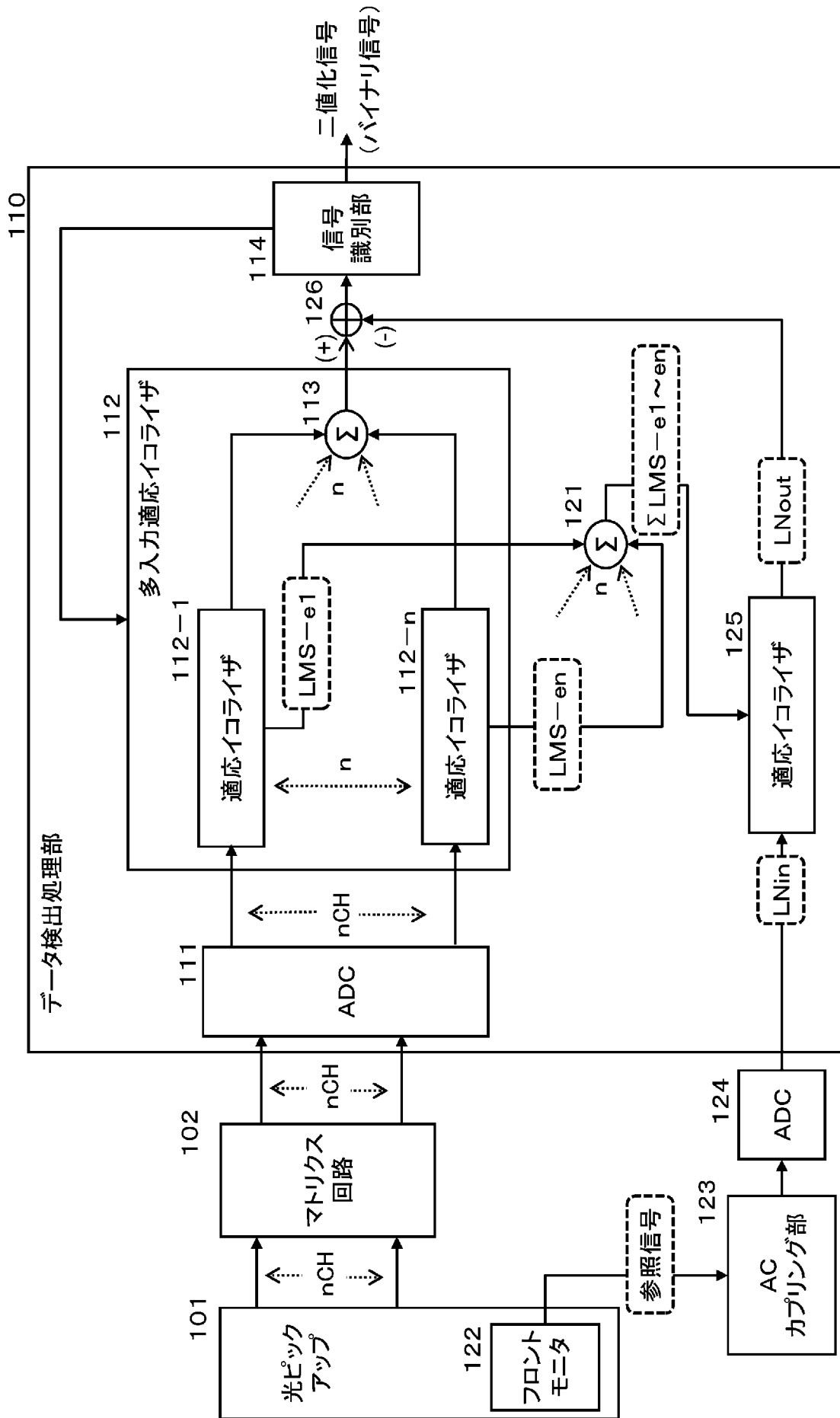
[図7]



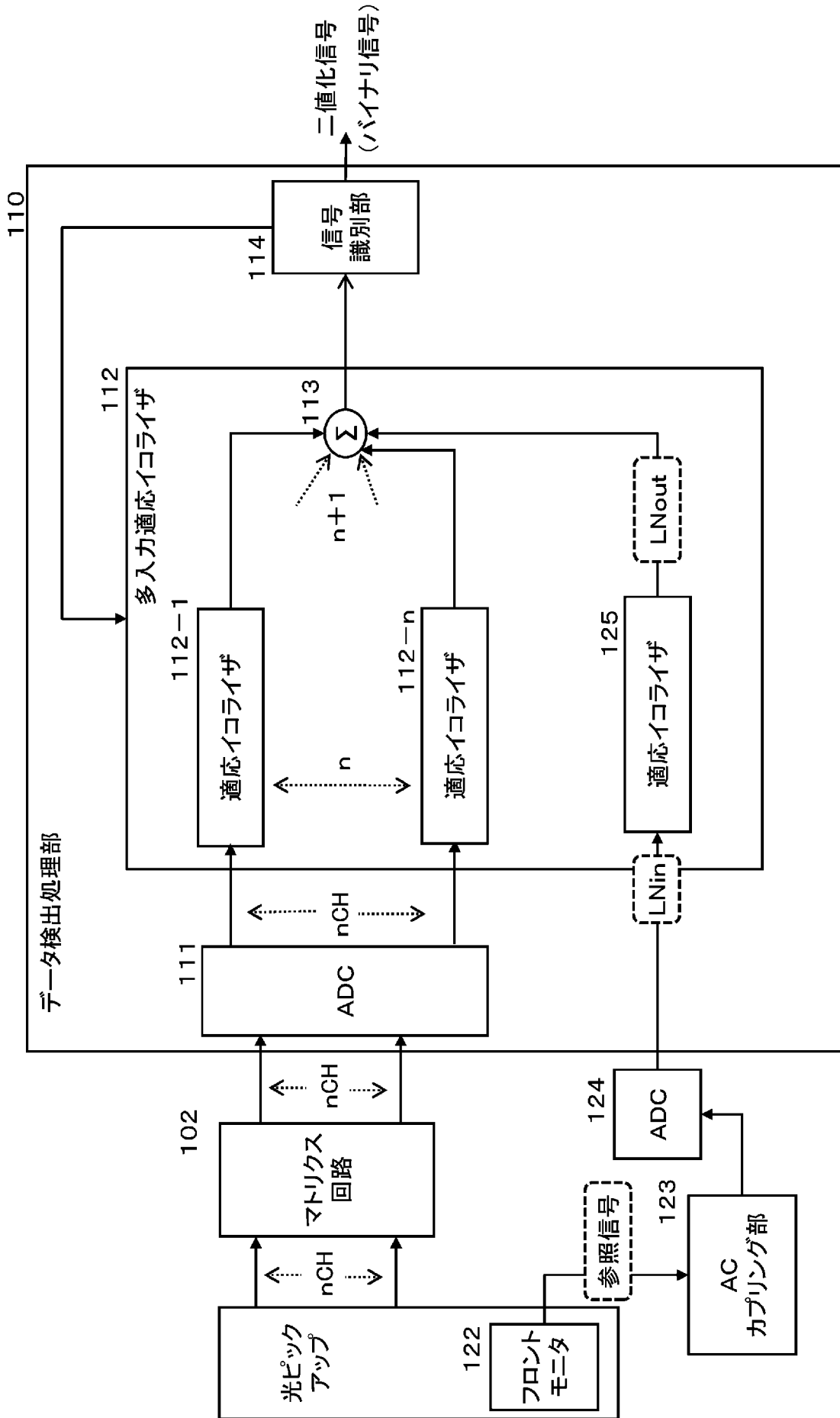
[図8]



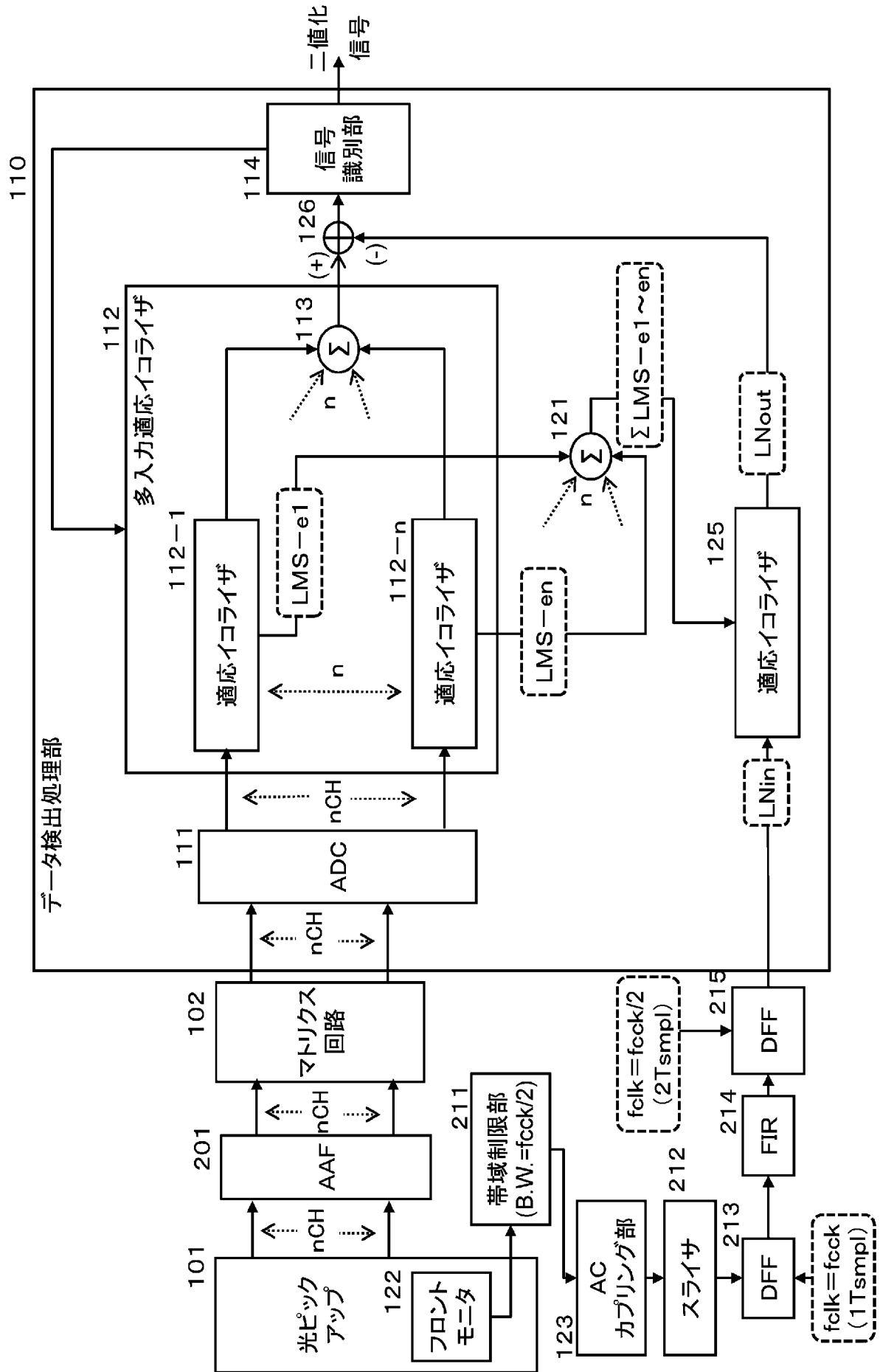
[図9]



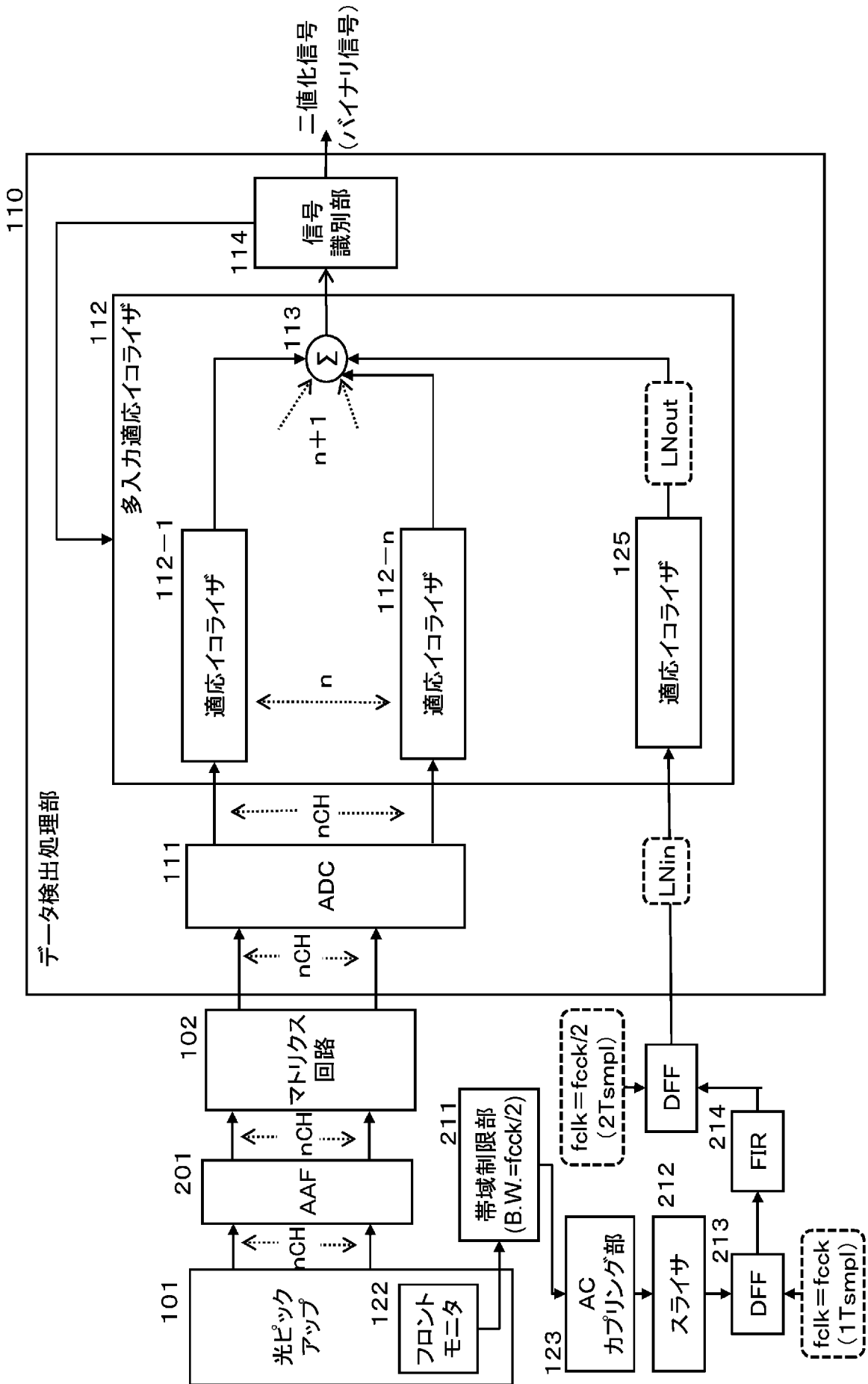
[図10]



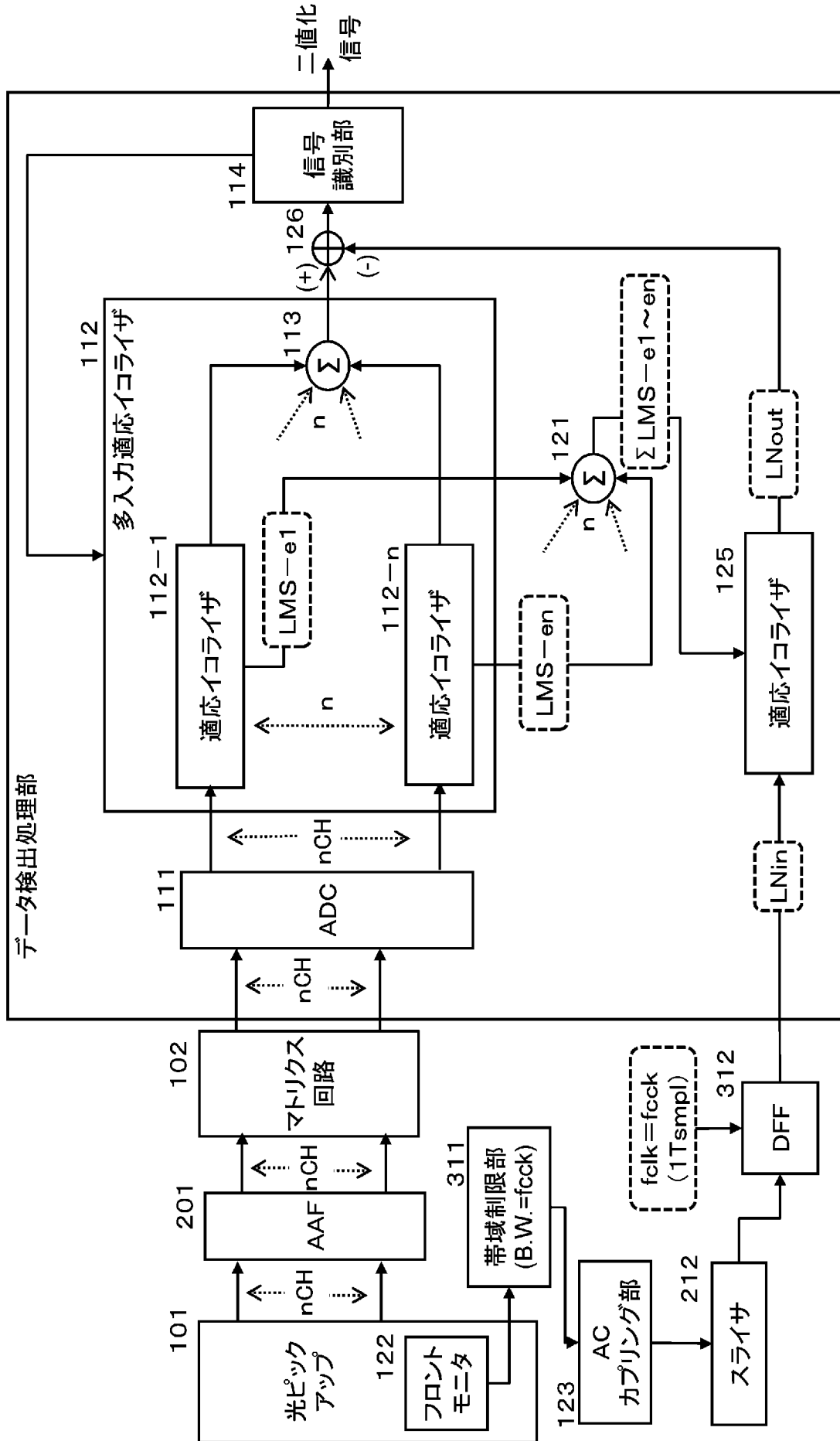
[図11]



[図12]



[図13]





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/017116

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G11B7/005(2006.01)i, G11B7/13(2012.01)i, G11B20/10(2006.01)i, G11B20/18(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G11B7/005, G11B7/13, G11B20/10, G11B20/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-079772 A (Victor Company of Japan, Ltd.), 23 March 2006 (23.03.2006), paragraphs [0027] to [0041]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-17
A	WO 2016/006157 A1 (Sony Corp.), 14 January 2016 (14.01.2016), paragraphs [0018] to [0064], [0249]; fig. 1 to 7, 121 & US 2017/0133049 A1 paragraphs [0158] to [0228], [0485]; fig. 1 to 7, 121 & CN 106575512 A	1-17

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 20 July 2017 (20.07.17)	Date of mailing of the international search report 01 August 2017 (01.08.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/017116

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-310218 A (Sony Corp.), 04 November 2005 (04.11.2005), paragraphs [0015] to [0030]; fig. 1 to 5 & US 2005/0265200 A1 paragraphs [0030] to [0070]; fig. 1 to 5 & EP 1589536 A2 & KR 10-2006-0046642 A & CN 1691185 A	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G11B7/005(2006.01)i, G11B7/13(2012.01)i, G11B20/10(2006.01)i, G11B20/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G11B7/005, G11B7/13, G11B20/10, G11B20/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-079772 A (日本ビクター株式会社) 2006.03.23, 段落[0027]-[0041], 図1-4 (ファミリーなし)	1-17
A	WO 2016/006157 A1 (ソニー株式会社) 2016.01.14, 段落[0018]-[0064], [0249], 図1-7, 121 & US 2017/0133049 A1, 段落[0158]-[0228], [0485], 図1-7, 121 & CN 106575512 A	1-17

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

20.07.2017

国際調査報告の発送日

01.08.2017

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川中 龍太

5C

5892

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-310218 A (ソニー株式会社) 2005.11.04, 段落[0015]-[0030], 図 1-5 & US 2005/0265200 A1, 段落[0030]-[0070], 図 1-5 & EP 1589536 A2 & KR 10-2006-0046642 A & CN 1691185 A	1-17