

(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7月27日(27.07.2017)



(10) 国際公開番号  
WO 2017/126330 A1

- (51) 国際特許分類:  
G11B 7/0045 (2006.01) G11B 20/18 (2006.01)  
G11B 20/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/000206
- (22) 国際出願日: 2017年1月6日(06.01.2017)
- (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 2016-009696 2016年1月21日(21.01.2016) 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: 藤木 敏宏(FUJIKI Toshihiro); 〒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: 西川 孝, 外(NISHIKAWA Takashi et al.);  
〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁目5番25号 西新宿木村屋ビルディング9階 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, 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).

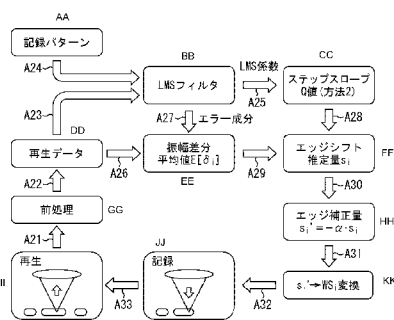
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: RECORDING ADJUSTMENT DEVICE, RECORDING ADJUSTMENT METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 記録調整装置、記録調整方法、およびプログラム

FIG. 8

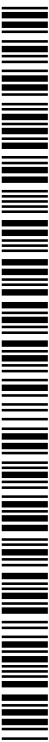


- A25 LMS coefficient
- A27 Error component
- AA Recording pattern
- BB LMS filter
- CC Step slope 0 value (method 2)
- DD Reproduction data
- EE Average value of amplitude difference
- FF Edge shift estimation amount
- GG Preprocessing
- HH Edge correction amount
- II Reproduction
- JJ Recording
- KK Conversion

(57) Abstract: The present technology relates to a recording adjustment device, a recording adjustment method, and a program whereby it is possible to compensate for recording to an optical disc having a high linear density. A recording adjustment device according to an embodiment of the present technology repeats a prescribed process among the processes of: performing filtering on the basis of a reproduction signal acquired by reproducing data recorded in a recording medium and a recording pattern comprising data marks and spaces and identifying an impulse response in a system; calculating an amplitude difference between the filtering output after the identification of the impulse response and the reproduction signal for each edge type; detecting the inclination of a step response near an edge position; and calculating a correction amount for the edge position for each edge type on the basis of the amplitude difference and the inclination of the step response, correcting the edge position in accordance with the correction amount, and recording the data to be recorded onto the recording medium. The present technology can be applied in a recording adjustment device that records data onto an optical disc.

(57) 要約: 本技術は、高線密度の光ディスクに対する記録補償を実現することができるようにする記録調整装置、記録調整方法、およびプログラムに関する。本技術の一実施形態に係る記録調整装置は、記録媒体に記録されたデータを再生して得られた再生信号と、データのマークとスペースの記録パターンとに基づいてフィルタ処理を行い、系のインパルス応答を同定し、インパルス応答の同定後のフィルタ処理の出力と再生信号との振幅の差分をエッジ型毎に算出し、エッジ位置の傾きとステップ応答の傾きとに基づいてエッジ型毎のエッジ位置の補正量を算出し、補正量に応じてエッジ位置を補正して、記録対象のデータを記録媒体に記録させる処理のうちの所定の処理を反復して行う。本技術は、光ディスクにデータを記録する記録調整装置に適用することができる。

置近傍におけるステップ応答の傾きを検出し、振幅の差分とステップ応答の傾きとに基づいてエッジ型毎のエッジ位置の補正量を算出し、補正量に応じてエッジ位置を補正して、記録対象のデータを記録媒体に記録させる処理のうちの所定の処理を反復して行う。本技術は、光ディスクにデータを記録する記録調整装置に適用することができる。



WO 2017/126330 A1

## 明 細 書

**発明の名称**：記録調整装置、記録調整方法、およびプログラム  
**技術分野**

[0001] 本技術は、記録調整装置、記録調整方法、およびプログラムに関し、特に、高線密度の光ディスクに対する記録補償を実現することができるようにした記録調整装置、記録調整方法、およびプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 近年、Blu-ray（登録商標） Disc（以下、BDという）などの光ディスクの用途として、重要なデータを長期的に保存するデータアーカイブ用の媒体としての用途が注目されている。データアーカイブ用の光ディスクには、より多くのデータを保存できるように、さらなる高線密度化が求められている。

[0003] 光ディスクに対するデータの記録は、記録層にマークとスペースを形成することで行われる。マークの形成は、レーザ光の強度を記録パターンに基づいて変調し、記録パルスを記録層に照射することによって行われる。

[0004] 一方、記録されたデータの再生は、レーザ光を記録層に照射し、マークとスペースの反射率の違いなどの光学特性から生じる、戻り光量の変化である再生信号を求めるようにして行われる。再生信号に対して信号処理を施すことによって、記録されたデータが再生される。

[0005] データの記録時、再生信号のエラーが少なくなるように、マークの始端と終端のエッジ位置を調整する記録補償が行われる。記録補償は、マーク長とスペース長がともに光学スポットサイズよりも非常に短い光ディスク、すなわち高線密度の光ディスクを用いた場合に特に必要となる。

[0006] スペースの長さが短い場合、マークを形成した際の熱がスペース部分で十分に低下しないことから、後方のマークの始端のエッジの温度に影響を与えることになる。逆に、後方のマークの始端のエッジを形成するときの熱が、前方のマークの終端のエッジにおける熱の冷却に影響を与えることになる。このような熱干渉により、記録したマークに位置ずれが生じる。マーク位置

がずれた光ディスクを再生した場合、再生信号が影響を受け、正しくデータを再生できなくなる。

- [0007] 記録補償は、レーザ光のパルス形状を微調整し、熱の干渉によって変動するマークのエッジ位置を正しい位置に補正する（シフトさせる）処理である。BD規格の拡張規格であるBDXL（登録商標）規格においては、エッジシフトの評価と調整の方法としてL-SEAT法が採用されている。L-SEAT法については特許文献1に開示されている。

### 先行技術文献

### 特許文献

- [0008] 特許文献1：特開2011-23069号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0009] 光ディスクの高線密度化が進み、BDの1.5倍以上の線密度(40GB以上相当)をもつ光ディスクにおいて、L-SEAT法によるエッジシフトの評価と調整が困難となってきた。これは、記録補償の元になる再生信号が符号間の干渉成分を多く含み、記録したマーク位置の評価および記録するマーク位置の調整が一層困難になったためである。
- [0010] 本技術はこのような状況に鑑みてなされたものであり、高線密度の光ディスクに対する記録補償を実現することができるようにするものである。

### 課題を解決するための手段

- [0011] 本技術の一側面の記録調整装置は、記録媒体に記録されたデータのマークとスペースの記録パターンを記憶する記憶部と、前記記録媒体に記録されたデータを再生して得られた再生信号と、前記記憶部に記憶された前記記録パターンとに基づいて、系のインパルス応答を同定するフィルタ処理部と、インパルス応答の同定後の前記フィルタ処理部の出力と前記再生信号との振幅の差分をエッジ型毎に算出する計算部と、エッジ位置近傍におけるステップ応答の傾きを検出する検出部と、前記振幅の差分と前記ステップ応答の傾き

とに基づいてエッジ型毎のエッジ位置の補正量を算出し、前記補正量に応じてエッジ位置を補正して、記録対象のデータを前記記録媒体に記録させ、前記記録対象のデータのマークとスペースの前記記録パターンを前記記憶部に記憶させる制御部と、前記フィルタ処理部による処理、前記計算部による処理、前記検出部による処理、および前記制御部による処理のうち少なくとも前記計算部による処理と前記制御部による処理を含む記録補償処理を、再生の対象となる前記データと前記記録対象のデータとを変えて反復して行わせる処理制御部とを備える。

[0012] 本技術の一側面においては、記録媒体に記録されたデータのマークとスペースの記録パターンが記憶部に記憶され、前記記録媒体に記録されたデータを再生して得られた再生信号と、前記記憶部に記憶された前記記録パターンとに基づいてフィルタ処理部により系のインパルス応答が同定される。また、インパルス応答の同定後の前記フィルタ処理部の出力と前記再生信号との振幅の差分が計算部によりエッジ型毎に算出され、エッジ位置近傍におけるステップ応答の傾きが検出部により検出され、前記振幅の差分と前記ステップ応答の傾きとに基づいてエッジ型毎のエッジ位置の補正量が制御部により算出される。前記補正量に応じてエッジ位置が補正され、記録対象のデータが制御部により前記記録媒体に記録され、前記記録対象のデータのマークとスペースの前記記録パターンが前記制御部により前記記憶部に記憶される。前記フィルタ処理部による処理、前記計算部による処理、前記検出部による処理、および前記制御部による処理のうち少なくとも前記計算部による処理と前記制御部による処理を含む記録補償処理が、再生の対象となる前記データと前記記録対象のデータとを変えて反復して行われる。

### 発明の効果

[0013] 本技術によれば、高線密度の光ディスクに対する記録補償を実現することができる。

[0014] なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

## 図面の簡単な説明

- [0015] [図1]符号間干渉の影響を示す図である。
- [図2]線密度に応じたインパルス応答の広がりを示す図である。
- [図3]エッジシフトがある場合に観測される振幅差分を示す図である。
- [図4]ステップ応答と振幅差分波形の関係を示す図である。
- [図5]ステップ応答とステップスロープのQ値の関係を示す図である。
- [図6]長マーク／長スペースの再生信号とQ値の関係を示す図である。
- [図7]LMSフィルタで同定したインパルス応答の例を示す図である。
- [図8]本記録補償法による処理の流れを示す図である。
- [図9]補正係数の決め方の例を示す図である。
- [図10]本技術の一実施形態に係る記録調整装置の構成例を示すブロック図である。
- [図11]図10の信号処理部の構成例を示すブロック図である。
- [図12]図10の信号処理部の他の構成例を示すブロック図である。
- [図13]記録調整処理について説明するフローチャートである。
- [図14]記録ストラテジの例を示す図である。
- [図15]記録ストラテジの例を示す図である。
- [図16]設定パラメータの例を示す図である
- [図17]設定パラメータの更新の例を示す図である。
- [図18]シミュレーション結果を示す図である。
- [図19]シミュレーション結果を示す他の図である。
- [図20]シミュレーション結果を示すさらに他の図である。
- [図21]コンピュータの構成例を示すブロック図である。
- [0016] 以下、本技術を実施するための形態について説明する。説明は以下の順序で行う。
1. 前提
    - 1-1. 用語、表記について
    - 1-2. 符号間干渉の影響について

- 1 - 3. 記録補償について
2. 構成と動作
  - 2 - 1. 記録調整装置の全体構成
  - 2 - 2. 信号処理部の構成例 1
  - 2 - 3. 信号処理部の構成例 2
  - 2 - 4. 記録調整装置の記録調整処理
3. 記録ストラテジについて
4. シミュレーション結果
  - 4 - 1. 補正係数  $\alpha$  の影響
  - 4 - 2. 振幅差分平均値の変化
  - 4 - 3. 2 値化ジッター値の変化
  - 4 - 4. 効果
5. 変形例

[0017] <<1. 前提>>

<1 - 1. 用語、表記について>

はじめに、以下において用いる用語、表記について説明する。

[0018] 「振幅差分」は、エッジシフトを伴う再生信号の振幅と、エッジシフトの無い再生信号の振幅との差分を表す。エッジシフトを伴う再生信号は、エッジシフトを含む記録データを再生して得られた再生信号である。一方、エッジシフトの無い再生信号は、期待波形である。期待波形は、MTF (Modulation Transfer Function) を含む、系のインパルス応答から導出される。

[0019] 「LD」は線密度 (Linear Density) を表す。例えば「LD50」の表記は、線密度が50GBに相当することを表す。

[0020] 「エッジ型」はエッジの種類を表す。

[0021] 「立ち上りエッジ」は、スペース(s)からマーク(m)へ変化するエッジである。マーク始端と同義である。

「立ち下りエッジ」は、マーク(m)からスペース(s)へ変化するエッジである。マーク終端と同義である。

- [0022] 「LMS(Least Mean Square)フィルタ」は、入力されるデータが目標とするデータと一致するように適応する適応フィルタである。入力されるデータが目標とするデータに収束した際（同定が完了した際）のLMSフィルタの係数が、伝達関数のインパルス応答に一致する。
- [0023] 「ラウンド」は、本技術を用いた記録補償の実行単位である。
- [0024] 「WS」は記録ストラテジ (Write Strategy) を表す。記録ストラテジは、記録データを表すマークを微細記録するためのレーザ光の発光形状を表す。
- [0025] エッジ型を構成するマークを「長さ+ 'm' (小文字)」、スペースを「長さ+ 's' (小文字)」と表す。例えば、2Tマークは '2m' と表され、4Tスペースは '4s' と表される。3Tスペースが先行する5Tマークは '3s5m' と表される。なお、'T' はチャンネルクロック長を表す。
- [0026] 特定の長さ以上のマーク長、スペース長を縮退して表す場合、マークを「長さ+ 'M' (大文字)」、スペースを「長さ+ 'S' (大文字)」と表す。例えば、3T以上のマーク(3m, 4m, 5m, ...)は '3M' と表され、5T以上のスペース(5s, 6s, 7s, ...)は '5S' と表される。
- [0027] マークとスペースに挟まれるエッジ型を、エッジ位置に '.' (ピリオド)を置くことで表す。例えば、2Tスペースと3Tマークで構成されるエッジ(3Tマークの立ち上がりエッジ)は '2s.3m' と表される。また、3T以上のスペースが先行した4Tマークと2Tスペースで構成されるエッジ(4Tマークの立ち下がりエッジ)は '3S4m.2s' と表される。
- [0028] 以下においては、High-to-Lowメディアを想定して説明する。High-to-Lowメディアは、マークを記録した部分の反射率が未記録部分であるスペース部分の反射率に比べて低くなる光ディスクである。このためインパルス応答の極性は入力信号の極性に対して逆(マイナス方向)になることに注意する。
- [0029] <1-2. 符号間干渉の影響について>  
高線密度の光ディスクにおける符号間干渉の影響について説明する。
- [0030] (1) 符号間干渉の影響  
図1は、符号間干渉の影響を示す図である。

- [0031] 図1の上段に示すように、3TマークであるマークM1、2TマークであるマークM2、2TマークであるマークM3の3つのマークが記録されている場合について説明する。左側のマークM1と中央のマークM2の間には2Tスペースが形成され、マークM2と右側のマークM3の間には3Tスペースが形成されている。
- [0032] 点線で示すエッジの位置は、目標とするエッジの位置（理想的なエッジの位置）を表す。また、実線で示すエッジの位置は、実際に記録してできたエッジの位置を表す。
- [0033] マークM1の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジは、目標とする位置より左側にシフトして形成されている。また、マークM2の立ち上がりエッジは目標とする位置より左側にシフトして形成され、立ち下がりエッジは目標とする位置より右側にシフトして形成されている。マークM3の立ち上がりエッジは目標とする位置より右側にシフトして形成され、立ち下がりエッジは目標とする位置より左側にシフトして形成されている。以下、適宜、理想的な位置に形成されたエッジを理想エッジといい、実際に形成されたエッジを記録エッジという。
- [0034] この例においては、太枠で囲んで示すレーザ光のスポットにはマークM1の右側の一部とマークM2が含まれる。時刻 $t_1$ に位置する、マークM2の立ち上がりエッジが着目エッジであるものとする。なお、図1においては、便宜上、レーザ光のスポットの形状を、円形の上下を削った樽形状の太枠で示している。また、実際には、レーザ光のスポットの振幅は図2を参照して後述するように裾状の広がりをもっている。マークM1の立ち上がりエッジ、マークM3の立ち上がり／立ち下がりエッジが図1においてはレーザ光のスポットの外に示されているが、それらのエッジのエッジシフトの影響も着目エッジに対して及ぶことになる。
- [0035] このように、マーク／スペースの長さに対してレーザ光のスポットのサイズが大きい場合、着目エッジ自身のエッジシフトの影響と周囲のエッジのエッジシフトの影響とを重畳した影響が、着目エッジに対する符号間干渉とし

て生じる。

- [0036] 矢印A 1は、着目エッジ自身のエッジシフトの影響を表す。矢印A 2は、隣接エッジであるマークM 2の立ち下がりエッジのエッジシフトの影響を表す。矢印A 3は、隣接エッジであるマークM 1の立ち下がりエッジのエッジシフトの影響を表す。矢印A 4は、隣接エッジのさらに隣のエッジであるマークM 1の立ち上がりエッジのエッジシフトの影響を表す。矢印A 5は、隣接エッジのさらに隣のエッジであるマークM 3の立ち上がりエッジのエッジシフトの影響を表す。
- [0037] 図1のAはチャンネルクロック信号を表し、図1のBは再生信号を2値化して得られた信号を表す。図1のBの2値化信号において、点線は理想（目標）の信号の状態を表し、実線は実際に記録された信号の状態を表す。理想の信号の状態は、理想の位置にエッジが形成されている場合に観測される。
- [0038] 図1のCは、記録エッジと理想エッジとの差分を表す。記録エッジと理想エッジとの差分がエッジシフト成分となる。
- [0039] 図1のCに示すように、着目エッジである、マークM 2の立ち上がりエッジのエッジシフト成分は $\Delta 1$ で表され、マークM 2の立ち下がりエッジのエッジシフト成分は $\Delta 2$ で表される。また、マークM 1の立ち下がりエッジのエッジシフト成分は $\Delta 3$ で表され、マークM 1の立ち上がりエッジのエッジシフト成分は $\Delta 4$ で表される。マークM 3の立ち上がりエッジのエッジシフト成分は $\Delta 5$ で表される。
- [0040] 図1のDから図1のHは、それぞれ、エッジシフト成分 $\Delta 1$ から $\Delta 5$ を入力としたときのインパルス応答を表す。図1のDから図1のHに示すように、立ち上がりエッジが左側にシフトしている場合、マイナス方向のインパルス応答が出力され、右側にシフトしている場合、プラス方向のインパルス応答が出力される。また、立ち下がりエッジが左側にシフトしている場合、プラス方向のインパルス応答が出力され、右側にシフトしている場合、マイナス方向のインパルス応答が出力される。
- [0041] 着目エッジに対する着目エッジ自身のエッジシフトの影響と周囲のエッジ

のエッジシフトの影響とを重畳した影響は、線形結合で表すことができる。これらのエッジシフトによるインパルス応答の振幅変化（振幅差分）も、各インパルス応答の線形結合（畳み込み）で表すことができる。

[0042] すなわち、エッジシフト成分 $\Delta 1$ から $\Delta 5$ を入力としたときのそれぞれのインパルス応答の時刻 $t 1$ における振幅をそれぞれ $\alpha 1$ 、 $\beta 2$ 、 $\beta 3$ 、 $\gamma 4$ 、 $\gamma 5$ とすると、着目エッジでの振幅差分は下式（1）により表される。 $\alpha 1$ 、 $\beta 2$ 、 $\beta 3$ 、 $\gamma 4$ 、 $\gamma 5$ は、矢印A 1からA 5で示す各エッジシフトの着目エッジにおける影響となる。

[数1]

着目するエッジでの振幅差分 =  $\alpha 1 + \beta 2 + \beta 3 + \gamma 4 + \gamma 5 \cdots (1)$

[0043] 式（1）により表される振幅差分を構成する変数が、着目エッジを基準としたマーク／スペースのパターンに応じて異なる。着目エッジでの振幅差分は、図1の1の曲線# 1 1と曲線# 1 2との差分として表される。

[0044] （2）符号間干渉の影響 2

図2は、線密度に応じたインパルス応答の広がりを示す図である。

[0045] 横軸はチャンネルビット間隔を表し、縦軸はインパルス応答の値を表す。曲線# 2 1から# 2 4は、それぞれ、線密度25GB(LD25)、40GB(LD40)、50GB(LD50)、60GB(LD60)の光ディスクにおけるインパルス応答を表す。

[0046] 線密度が高くなるほど、MTFのインパルス応答はその裾が広がっていく。このことは、線密度が高いほど、着目エッジの振幅が周辺のエッジからの影響を大きく受けることを示している。

[0047] 図3は、エッジシフトがある場合に観測される振幅差分を示す図である。

[0048] 図3の上段の信号は、図1を参照して説明した2値化信号に対応する。図3の上段の2値化信号は、中央のマークの立ち上がりエッジが目標とする位置より右側にシフトして形成されていることを表し、立ち下がりエッジが目標とする位置より左側にシフトして形成されていることを表す。他のエッジのエッジシフトについても同様に、図3の上段の2値化信号により表される。

。

[0049] このようなエッジシフトを含むマークを再生した場合、再生信号の波形には、各エッジシフトの影響が現れる。例えば、実線の曲線# 3 1は、左側のマークの立ち上がりの記録エッジの再生信号を示し、曲線# 3 2は、左側のマークの立ち上がりの理想エッジの再生信号を表す。

[0050] 曲線# 3 1と曲線# 3 2の振幅の差分が、左側のマークの立ち上がりエッジが着目エッジに与える影響の成分となる。振幅差分は、再生信号の振幅と、エッジシフトがない理想状態の再生信号の振幅との差として表される。他のエッジについても同様である。

[0051] 図3の下段の波形は、各エッジのエッジシフトが着目エッジに与える振幅差分を表す。図1を参照して説明したように、振幅差分は、エッジシフト成分を入力としたインパルス応答によって表される。

[0052] 曲線# 4 1は、左側のマークの立ち上がりエッジのエッジシフトに起因する振幅差分を表し、曲線# 4 2は、左側のマークの立ち下がりエッジのエッジシフトに起因する振幅差分を表す。

[0053] 同様に、曲線# 4 3は、中央のマークの立ち上がりエッジ、すなわち着目エッジ自身のエッジシフトに起因する振幅差分を表し、曲線# 4 4は、中央のマークの立ち下がりエッジのエッジシフトに起因する振幅差分を表す。曲線# 4 5は、右側のマークの立ち上がりエッジのエッジシフトに起因する振幅差分を示す。

[0054] 太線で示す曲線# 5 1は、実際に観測される振幅差分を表す。実際に観測される振幅差分は、着目エッジに与える符号間干渉を表し、曲線# 4 1から# 4 5により表される各振幅差分を加算したものに相当する。

[0055] 以上のことから、正しい位置にエッジが記録された状態は、符号間干渉に重畳された振幅差分が0である状態であるときに実現されることになる。

[0056] < 1 - 3. 記録補償について >

#### (1) 概要

本技術の一実施形態に係る記録調整装置において行われる記録補償の概要について説明する。当該記録補償の方法を、以下、適宜、本記録補償法とい

う。

- [0057] 本記録補償法は、エッジシフト推定量を元にした複数回の記録補償によってエッジシフト量を最小化するものである。
- [0058] 本記録補償法においては、MTFを含む系のインパルス応答から、ステップ応答の傾きが求められ、ステップ応答の傾きを用いて、エッジシフト量と、エッジシフトに起因する振幅差分との関係が推定される。推定された関係を表す値に基づいて、振幅差分に対応するエッジシフト量を特定することが可能になる。
- [0059] 着目エッジの振幅差分を、着目エッジ自身のエッジシフトだけに起因するものと考え、着目エッジの振幅差分から特定されるエッジシフト量が、エッジシフト推定量として算出される。ここで、再生信号等から求められる振幅差分には、着目エッジのエッジシフトに起因する成分だけでなく、周囲のエッジのエッジシフトに起因する成分も実際には含まれる。エッジシフト推定量は、実際に含まれる一部の成分を考慮しないで求められたエッジシフト量である。
- [0060] また、エッジシフト推定量に補正係数 $\alpha$ を乗算し、乗算結果を符号反転した値がエッジシフト補正量として用いられ、エッジ位置が調整される。本記録補償法においては、このようなエッジ位置の調整が反復される。
- [0061] このように、本記録補償法は、ステップ応答の傾きと振幅差分、補正係数を用いた反復型記録補償法である。本記録補償法をステップスロープ記録調整法(SSR法)と命名する。
- [0062] (2) ステップ応答の傾き  
ここで、ステップ応答の傾きの物理的な効用について説明する。
- [0063] 図4は、ステップ応答と振幅差分波形の関係を示す図である。
- [0064] あるマークの立ち上がりエッジを表すステップ入力 $I_0$ について考える。ステップ入力 $I_0$ が左に $-\Delta/2$ シフトしたステップ入力を $I_1$ 、右に $+\Delta/2$ シフトしたステップ入力を $I_2$ とする。それぞれのステップ入力に対するステップ応答を $O_1$ と $O_2$ と表す。

[0065] いま、ステップ入力 1 0 を中心にエッジシフト(矢印 A 1 1)した場合、振幅差分波形は次式で表される。

[数2]

$$\text{振幅差分波形 } \delta = \text{ステップ応答(02)} - \text{ステップ応答(01)} \cdots (2)$$

[0066] ここでエッジシフト量は下式(3)に示すように  $\Delta$  に等しい。

[数3]

$$(+\Delta/2) - (-\Delta/2) = \Delta \cdots (3)$$

[0067] 振幅差分波形  $\delta$  をエッジシフト量  $\Delta$  で割った波形は、エッジシフト量  $\Delta$  を 0 に近づけた場合、ステップ応答の傾き波形を表す導関数の極性反転に等しくなる。これは次式(4)で表すことができる。

[数4]

$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{\delta}{\Delta} = \text{ステップ応答(00)の傾きの極性反転波形} \cdots (4)$$

[0068] この時の右辺をステップスロープ(step-slope)波形と名付ける。具体的な波形としては、図4の下段の曲線#61により表される波形となる。

[0069] このことは、ステップ応答の傾きを用いることで、着目エッジにおける振幅差分の値  $\delta$  に対応するエッジシフト量  $\Delta$  を求めることができることを意味する。

[0070] 図5は、ステップ応答とステップスロープのQ値の関係を示す図である。

[0071] 曲線021は、ステップ入力121に対応するステップ応答を表す。あるマークのエッジを挟んで前に-1、後に1が無限に続くと仮定した場合、曲線021に示すようなステップ応答が求められる。

[0072] 曲線021により表されるステップ応答の各位置における傾きをプロットし、各プロットを結んだ場合、ステップ応答の傾きは曲線#71により表されるものとなる。

[0073] ステップスロープ波形の高さ、すなわち、エッジ位置近傍におけるステップ応答の傾きを代表してQ値とすると、Q値は以下のような特徴をもつ。

- ・エッジ位置の特徴を最もよく表す。

- ・周囲のエッジの影響が最も小さい。
- ・ステップ応答の2点(間隔T)の振幅の差に等しい。

[0074] エッジ位置近傍において、ステップ応答波形は直線で近似することができ、エッジ位置の直前と直後の2点間(1クロックに相当する距離だけずれた位置)のステップ応答の差として、Q値は下式(5)で表すことができる。

[数5]

$$Q\text{値} = \frac{\text{エッジ直前のステップ応答振幅}}{\text{エッジ直後のステップ応答振幅}} \quad \dots (5)$$

[0075] エッジ位置近傍での振幅差分が $\delta$ であるとき、ステップスロープの定義からエッジシフト量 $\Delta$ は以下の式で表される。

[数6]

$$\Delta = \delta / Q \quad \dots (6)$$

[0076] このように、ステップ応答の傾きから特定されるQ値は、エッジシフト量と、エッジシフトに起因する振幅差分との関係を表す。

[0077] (3) Q値の算出方法

ここで、Q値の算出方法について説明する。

[0078] (3-1) 第1の算出方法

第1の算出方法は、再生信号の長マーク/長スペースで構成するエッジ位置近傍における振幅差をQ値とする方法である。

[0079] ステップ応答は、無限に長いマークと無限に長いスペースを再生した場合に得られる波形であるが、エッジ位置付近については、十分に長いマークと十分に長いスペースから得られる再生信号を用いて近似することができる。

[0080] 図6は、実際の再生信号における長マーク/長スペースに相当するマークエッジ付近での波形の様子を示す。9Tの2連続がある場合のマークエッジ付近の再生信号を示している。

[0081] 縦軸は振幅を表し、横軸はチャンネルクロック長単位の距離を表している。一点鎖線で示す再生信号は、9Tスペース-9Tマークで構成される立ち上がりエッジを着目エッジとした場合の再生信号である。また、二点鎖線で示

す再生信号は、9 Tマーク－9 Tスペースで構成される立ち下がりエッジを  
着目エッジとした場合の再生信号である。

[0082] 図6から、長マークと長スペースで構成するエッジ位置（変曲点）近傍の  
直線性は良好であり、傾きからQ値を導くことができることが分かる。具体  
的には、Q値はエッジ位置を挟む1 T離れた2点における振幅の差となる。

[0083] この例では、立ち上がりエッジによるQ値は0.154、立ち下りエッジ  
によるQ値は－0.159となっている。Q値の大きさの平均は約0.15  
7となる。

[0084] Q値を第1の算出方法により求める場合、記録調整装置においては、例え  
ば9 Tマーク／9 Tスペースといったような長マーク／長スペースの再生信  
号を用いてQ値の計算を行なうことができる。

[0085] (3－2) 第2の算出方法

第2の算出方法は、同定した系のインパルス応答からQ値を求める方法で  
ある。

[0086] 下式(7)は、Q値の計算式である。ここで $h(0)$ は、LMSフィルタで同定し  
たインパルス応答のセンタータップ係数を表す。

[数7]

$$Q = -2h(0) \quad \dots (7)$$

[0087] 式(7)は以下のように求められる。すなわち、下式(8－1)に示すよ  
うに、ある系の出力 $y(n)$ は、その系のインパルス応答 $h(n)$ と入力 $x(n)$ の畳み  
込み演算で表現することができる。入力 $x(n)$ がステップ入力であり、 $n < 0$ の  
領域では－1、 $n \geq 0$ の領域では＋1とすると、式(8－1)は、式(8－2  
)のように表される。なお、 $h(n)$ は式(9)の条件を満たす。

[数8]

$$y(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k) h(n-k) \quad \dots (8-1)$$

$$= -\sum_{k=-\infty}^{-1} h(n-k) + \sum_{k=0}^{\infty} h(n-k) \quad \dots (8-2)$$

[数9]

$$\lim_{n \rightarrow \pm\infty} h(n) = 0 \quad \dots (9)$$

[0088] いま、インパルス応答は、時間軸方向に前後にずれたステップ応答の差に等しいことに注目する。そこで、ステップ応答 $y(n)$ と、 $1T$ だけずらしたステップ応答 $y(n-1)$ との差分について考える。 $n=0$ とした場合のステップ応答の差分 $y(-1)-y(0)$ は、下式(10)に示すように $-2h(0)$ となる。このことから $Q$ 値は式(7)により計算できることが分かる。

[数10]

$$y(-1) - y(0) = -2h(0) \quad \dots (10)$$

[0089] 図7は、実際の再生信号を用いてLMSフィルタで同定したインパルス応答の例を示す図である。図に示すように、LMSフィルタのセンタータップの値を $h(0)$ とすると、

$$h(0) = -0.0785$$

となっている。

[0090] 式(7)により、 $Q$ 値は $0.157$ と計算される。この値は、上記第1の算出方法でから得た値とほぼ同じ大きさであることが分かる。

[0091] 後述するように、 $Q$ 値を第2の算出方法により求める場合、記録調整装置においては、LMSフィルタにより系のインパルス応答が同定され、同定後のLMSフィルタのフィルタ係数を用いて $Q$ 値の計算が行われる。インパルス応答は、LMSフィルタなどの適応フィルタのフィルタ係数に相当する。

[0092] (4) 本記録補償法による処理の流れについて

図8は、本記録補償法による処理の流れを示す図である。

[0093] 図8の左下に示すように、光ディスクに記録された所定の単位のデータが再生され、再生信号が生成される。例えば、直前に記録されたデータが再生される。以降、直前に記録されたデータを再生する場合を例にして説明するが、再生の対象となるデータは直前に記録されたデータに限定されるものではない。再生されるデータは、例えば光ディスクのユーザデータ領域に記録

されたデータである。ユーザデータ領域には、記録調整装置に入力された各種のデータが記録される。

[0094] 矢印A 2 1の先に示すように、再生信号に対しては、A/D変換などの前処理が施される。前処理には、EQ(Equalizer)やPR(Partial-Response)フィルタを適用する処理などが前処理として行われるようにしてもよい。前処理が施されることにより、矢印A 2 2の先に示すように再生データが求められる。

[0095] 再生データは矢印A 2 3に示すようにLMSフィルタに供給される。LMSフィルタに対しては、矢印A 2 4に示すように記録パターンも供給される。LMSフィルタに供給される記録パターンは、直前に記録されたデータ（再生されたデータと同じデータ）のマーク／スペースのパターンであり、再生されたデータの記録時にメモリに保存されていたものである。

[0096] LMSフィルタにおいては、記録パターンと再生データに基づいて、MTFを含む系のインパルス応答が同定される。系のインパルス応答が同定されるまで、データの再生が繰り返される。同定後のLMSフィルタの出力はエラー成分である振幅差分 $\delta$ に相当する。LMSフィルタ内のFIRフィルタの出力は期待波形に相当する。

[0097] 同定後のLMSフィルタのフィルタ係数は上述したようにインパルス応答に相当する。LMSフィルタのフィルタ係数は、矢印A 2 5の先に示すようにQ値の計算に用いられる。すなわち、図8に示す処理は、上述した第2の算出方法によってQ値を求める場合の処理である。第1の算出方法によってQ値を求める場合、再生データに含まれる長マーク／長スペースを用いた計算が行われる。

[0098] 一方、矢印A 2 6, A 2 7の先に示すように、同定後のLMSフィルタから出力されたエラー成分により表される振幅差分 $\delta$ がエッジ型毎に分類されて平均化され、エッジ型毎の振幅差分の平均値 $E[\delta_i]$ が求められる。

[0099] 矢印A 2 8, A 2 9の先に示すように、振幅差分の平均値 $E[\delta_i]$ とQ値に基づいて、下式(11)によりエッジシフト推定量 $s_i$ が求められる。上述したように、Q値はエッジシフト量とエッジシフトに起因する振幅差分との関係を

表す値であるから、検出された振幅差分に基づいて、それに対応するエッジシフト量を求めることが可能である。Q値を用いて求められたエッジシフト量はエッジシフト推定量 $s_i$ として特定される。

[数11]

$$s_i = E[\delta_i] / Q \quad \dots (11)$$

[0100] 矢印A30の先に示すように、エッジシフト推定量 $s_i$ に補正係数 $\alpha$ を乗算し、符号反転することによってエッジシフト補正量 $s_i'$ が求められる。エッジシフト補正量 $s_i'$ は下式(12)により表される。

[数12]

$$s_i' = -\alpha \cdot s_i \quad \dots (12)$$

[0101] 矢印A31の先に示すように、エッジシフト補正量 $s_i'$ が記録ストラテジ $WS_i$ に変換される。

[0102] 矢印A32の先に示すように、記録ストラテジ $WS_i$ に基づいて、光ディスクに対するデータの記録が行われる。ここで記録されるデータは、例えば、記録用のデータとして記録調整装置に入力されたデータを構成する、直前に記録されたデータに続く、新たなデータである。光ディスクに記録された新たなデータのマーク/スペースのパターンを表すデータは、記録パターンとしてメモリに保存される。

[0103] 矢印A33の先に示すように、直前に記録されたデータが再生され、それ以降、同様の処理が繰り返される。光ディスクに記録されたデータを再生してから、記録対象となる次のデータを光ディスクに記録するまでの一連の処理が、本記録補償法の1ラウンドの処理になる。

[0104] なお、1ラウンドの処理のうち、インパルス応答の同定とQ値の算出については、1ラウンドの処理毎に行ってもよいし、1回目のラウンドの処理でのみ行い、2回目以降のラウンドの処理においては省略するようにしてもよい。省略する場合、LMSフィルタにおいては、1回目のラウンドの処理で求められたフィルタ係数が固定して用いられる。

[0105] このように、本記録補償法においては、記録用のデータとして記録調整装

置に入力されたデータを構成する所定のデータの記録時、その直前に記録されたデータの再生データと記録パターンに基づいて記録ストラテジが更新され、データの記録に用いられる。

- [0106] 具体的には、データD 1、データD 2、データD 3を順に記録する場合を考える。まず、例えばデフォルトの記録ストラテジを用いてデータD 1が記録される。このとき、データD 1のマーク／スペースのパターンを表す記録パターンがメモリに保存される。
- [0107] データD 2の記録時、直前に記録されたデータD 1を再生することによって得られた再生データとメモリに保存されていた記録パターンとを用いて、系のインパルス応答が同定される。また、エッジシフト推定量、エッジシフト補正量等が計算され、記録ストラテジが更新される。記録の対象となっているデータD 2は、更新後の記録ストラテジを用いて光ディスクに記録される。このとき、データD 2のマーク／スペースのパターンを表す記録パターンがメモリに保存される。
- [0108] データD 3の記録時、直前に記録されたデータD 2を再生することによって得られた再生データとメモリに保存されていた記録パターンとを用いて、適宜、系のインパルス応答が同定される。また、エッジシフト推定量、エッジシフト補正量等が計算され、記録ストラテジが更新される。記録の対象となっているデータD 3は、更新後の記録ストラテジを用いて光ディスクに記録される。このとき、データD 3のマーク／スペースのパターンを表す記録パターンがメモリに保存される。
- [0109] 光ディスクがライトワンス型の記録媒体である場合、データD 1、データD 2、データD 3は、例えば、ユーザデータ領域の連続する領域に記録される。もし記録調整のための専用領域が設けられている場合は、専用領域に記録しても良い。
- [0110] 以上のような記録調整装置の一連の処理についてはフローチャートを参照して後述する。
- [0111] (5) 補正係数 $\alpha$ の決め方

ここで、エッジシフト補正量の算出に用いられる補正係数 $\alpha$ の決め方について説明する。

[0112] (5-1) 第1の決め方

第1の決め方は、補正係数 $\alpha$ を固定値とし、1.0よりも小さい値、例えば0.3~0.8の範囲内の所定の値とする方法である。この場合、記録調整装置には、補正係数 $\alpha$ が固定値としてあらかじめ設定されることになる。

[0113] (5-2) 第2の決め方

第2の決め方は、補正係数 $\alpha$ をラウンドに応じて変更する方法である。例えば、記録開始後の数回のラウンドについては大きな補正係数 $\alpha$ が用いられ、それ以降、ラウンドを経る毎に小さな補正係数 $\alpha$ が用いられる。

[0114] (5-3) 第3の決め方

第3の決め方は、補正係数 $\alpha$ をエッジ型毎に変更する方法である。この場合、図9に示すように、エッジの両端のマーク/スペースの長さに基づいて得点(重み)が決められ、得点に応じた補正係数 $\alpha$ が用いられるようにすることが可能である。

[0115] エッジを構成するマーク/スペースが長いほど、再生データ等に基づいて求められるエッジシフト推定量等の値の確度は高くなる。例えば、エッジを構成するマーク/スペースが長いほど高い得点が求められ、より大きい補正係数 $\alpha$ が用いられる。補正係数 $\alpha$ が大きいほど、エッジシフト補正量は大きくなる。

[0116] (5-4) 第4の決め方

小さな補正係数 $\alpha$ を用いた際に、エッジシフト補正量が記録ストラテジの調整分解能よりも小さくなり十分な効果が得られない場合がある。このとき、一度、補正係数 $\alpha$ を大きくして記録調整を行った後で、再び小さな補正係数 $\alpha$ を設定して記録調整を行っても良い。

[0117] (5-5) 第5の決め方

エッジシフト推定量の符号により補正方向を決定し、エッジシフト補正量として、小さな補正量を用いる方法である。この場合、エッジシフト補正量

の計算に補正係数 $\alpha$ は用いられない。例えば、記録ストラテジによって調整可能な最小単位の量がエッジシフト補正量として用いられる。

[0118] (5-6) 第6の決め方

上記の各方法を部分的に組み合わせることも可能である。

[0119] (5-7) 第7の決め方

上記の各方法において、 $1/Q$ と補正係数 $\alpha$ との積を1つのパラメータとし、そのパラメータを反映させて補正係数 $\alpha$ を決めることも可能である。

[0120] <<2. 構成と動作>>

<2-1. 記録調整装置の全体構成>

[0121] 図10は、本技術の一実施形態に係る記録調整装置の構成例を示すブロック図である。

[0122] 記録調整装置1は、光ピックアップ部11、前処理部12、クロック再生部13、信号処理部14、評価部15、およびレーザドライバ制御部16から構成される。記録調整装置1のドライブには、所定の規格の高線密度の光ディスク2が装着される。記録調整装置1には、例えば外部の装置から入力された、光ディスク2に記録するデータを取得するインタフェース等の構成も設けられる。信号処理部14に対しては、記録の対象となるデータ（情報データ）も入力される。

[0123] 光ピックアップ部11は、レーザドライバ制御部16による制御に従ってレーザ光を射出し、光ディスク2にデータを記録する。また、光ピックアップ部11は、レーザ光を射出することにより、記録されたデータを読み取る。光ピックアップ部11は、データを読み取ることによって得られた再生信号を前処理部12に出力する。

[0124] 前処理部12は、光ピックアップ部11から供給された再生信号に対してA/D変換や波形等化等の前処理を施し、再生データを出力する。前処理部12から出力された再生データは、クロック再生部13、信号処理部14、および評価部15に供給される。

[0125] クロック再生部13は、前処理部12から供給された再生データに基づい

てクロック信号を生成し、信号処理部 14 に出力する。信号処理部 14 における各処理が、クロック再生部 13 により生成されたクロック信号を基準として行われる。

[0126] 信号処理部 14 は、前処理部 12 から供給された再生データと、内部のメモリに保存しておいた記録パターンに基づいて上述した記録補償処理を反復して行う。信号処理部 14 は、レーザ光の発光を制御するLDD制御信号をレーザドライバ制御部 16 に出力し、記録対象のデータを記録させる。

[0127] 評価部 15 は、前処理部 12 から供給された再生データをビットエラーレートなどに基づいて評価し、評価結果に従って、信号処理部 14 の処理を制御する。評価部 15 は、信号処理部 14 における記録補償処理を制御する処理制御部として機能する。再生データの評価には、例えばiMLSE(Integrated-Maximum Likelihood Sequence Estimation)などを用いても良い。iMLSEは、再生信号品質の評価指標として用いられる評価値である。

[0128] 評価部 15 は、再生データの評価結果が所定の規格内の値になるまで上述したラウンド処理を反復して信号処理部 14 に行わせる。評価部 15 は、再生データの評価結果が所定の規格内の値になったとき、ラウンド処理の反復を終了させる。それ以降のデータの記録は、最新の記録ストラテジを用いて行われる。

[0129] レーザドライバ制御部 16 は、信号処理部 14 から供給されたLDD制御信号に従って、光ピックアップ部 11 に設けられるレーザダイオードの発光を制御する。

[0130] < 2-2. 信号処理部の構成例 1 >

図 11 は、図 10 の信号処理部 14 の構成例を示すブロック図である。

[0131] 図 11 に示す構成を有する信号処理部 14 は、上述した第 1 の算出方法によって算出したQ値を用いて記録補償を行うものである。

[0132] 信号処理部 14 は、ディレイ調整回路 21、記録パターンメモリ 22、LMSフィルタ 23、ディレイ調整回路 24、エッジタイミング発生回路 25、ステップスロープ検出回路 26、平均値計算回路 27<sub>0</sub> から 27<sub>N-1</sub>、レジスタ

マップ28、制御回路29、記録ストラテジ発生回路30、およびチャンネル符号器31から構成される。前処理部12から出力された再生データはディレイ調整回路21に入力される。また、外部から入力された記録データはチャンネル符号器31に入力される。

[0133] ディレイ調整回路21は、複数段の遅延素子から構成される。ディレイ調整回路21は、再生データを構成する各ビットを各遅延素子において遅延させ、記録パターンがLMSフィルタ23に入力されるタイミングに合わせて出力する。ディレイ調整回路21から出力された再生データはLMSフィルタ23の減算部23Bに供給される。

[0134] 記録パターンメモリ22は、光ディスク2に記録されたマーク／スペースのパターンを表す記録パターンを記憶する。記録パターンメモリ22は、記録ストラテジの更新時、直前に記録されたデータの記録時に記憶しておいた記録パターンを読み出し、出力する。記録パターンメモリ22から出力された記録パターンはLMSフィルタ23のFIRフィルタ23Aに供給される。

[0135] LMSフィルタ23は、タップ数KのFIRフィルタ23A、減算部23B、およびフィードバック係数部23Cから構成される。FIRフィルタ23Aは、記録パターンメモリ22から供給された記録パターンの畳み込み演算をフィードバック係数部23Cにより更新されたフィルタ係数を用いて行い、演算結果を出力する。減算部23Bは、畳み込み演算の結果と、ディレイ調整回路21から供給された再生データとの差分を求め、誤差信号として出力する。フィードバック係数部23Cは、減算部23Bから供給された誤差信号を収束させるように、FIRフィルタ23Aのフィルタ係数を更新する。

[0136] このような構成を有するLMSフィルタ23は、記録パターンと再生データに基づいて、系のインパルス応答を同定する。LMSフィルタ23は、誤差信号が収束した場合、FIRフィルタ23Aのフィルタ係数の更新を停止し、フィルタ係数を保持する。同定後のFIRフィルタ23Aの出力はインパルス応答を畳み込んで生成された期待波形に相当する。LMSフィルタ23は、期待波形と再生データとの誤差信号を振幅差分 $\delta$ として平均値計算回路27<sub>0</sub>から27<sub>N-1</sub>に

出力する。

[0137] デイレイ調整回路24は、複数段の遅延素子から構成される。デイレイ調整回路24は、記録パターンと振幅差分 $\delta$ との出力タイミングを調整する。デイレイ調整回路24から出力された記録パターンはエッジタイミング発生回路25に供給される。

[0138] エッジタイミング発生回路25は、デイレイ調整回路24から供給された記録パターンに基づいて、各エッジ位置のタイミングを表すタイミング信号 $e_{t_0}$ から $e_{t_{N-1}}$ を、対応する平均値計算回路27<sub>0</sub>から27<sub>N-1</sub>にそれぞれ出力する。平均値計算回路27<sub>0</sub>から27<sub>N-1</sub>の添え字 $i$ は、エッジ型の番号(0~N-1)を表す。この例においては、エッジ型がN種類あるものとされている。

[0139] また、エッジタイミング発生回路25は、Q値の算出に用いられる長マーク/長スペースで構成されるエッジを検出し、そのタイミングを表すタイミング信号 $e_{t_{slope}}$ をステップスロープ検出回路26に出力する。

[0140] ステップスロープ検出回路26は、タイミング信号 $e_{t_{slope}}$ が供給された場合、デイレイ調整回路21から供給された、長マーク/長スペースで構成されるエッジを含む再生データに基づいてQ値を計算する。ステップスロープ検出回路26は、再生データの着目エッジ位置の振幅値と1Tだけ前の位置の振幅値との差をQ値としてレジスタマップ28に出力し、保存する。

[0141] 平均値計算回路27<sub>0</sub>から27<sub>N-1</sub>は、それぞれサンプルホールド(S/H)回路と平均値フィルタから構成される。平均値計算回路27<sub>0</sub>から27<sub>N-1</sub>は、対応するエッジ型のエッジ位置の振幅差分 $\delta$ を各S/H回路において保存し、平均化フィルタにおいて平均値 $E[\delta_i]$ を求める。平均値計算回路27<sub>0</sub>から27<sub>N-1</sub>は、振幅差分の平均値 $E[\delta_i]$ をレジスタマップ28に出力し、保存する。

[0142] 制御回路29は例えばマイクロコンピュータにより構成される。制御回路29は、レジスタマップ28に保存しておいた振幅差分の平均値 $E[\delta_i]$ をQ値で割り、エッジ型毎のエッジシフト推定量 $s_i$ を求める。また、制御回路29は、エッジシフト推定量 $s_i$ に補正係数 $\alpha$ を乗算し、符号反転することによってエッジシフト補正量 $s_i'$ を求める。

- [0143] 制御回路29は、記録ストラテジの設定パラメータ $WS_j$ をエッジシフト補正量 $s_j'$ に基づいて更新し、更新後の設定パラメータ $WS_j$ を記録ストラテジ発生回路30に設定する。添え字 $j$ は設定パラメータの番号(0~M-1)を表す。この例においては、設定パラメータ $WS$ がM種類あるものとされている。設定パラメータ $WS$ の種類Mとエッジ型の種類Nが同じ数であってもよいし、異なる数であってもよい。
- [0144] 記録ストラテジ発生回路30は、データを光ディスク2に記録するためのLDD制御信号をレーザドライバ制御部16に出力する。記録ストラテジ発生回路30から出力されるLDD制御信号は、制御回路29により設定された設定パラメータ $WS_j$ に応じた信号となる。
- [0145] チャネル符号器31は、制御回路29により設定パラメータ $WS_j$ が設定された後、記録の対象となる新しいデータに対して例えば17PP (Parity Preserve /Prohibit RMTR) 変調を施し、変調を施して得られた記録パターンを記録ストラテジ発生回路30に出力する。また、チャネル符号器31は、記録の対象となる新しいデータのマーク/スペースの記録パターンを記録パターンメモリ22に出力し、保存させる。
- [0146] <2-3. 信号処理部の構成例2>  
図12は、図10の信号処理部14の他の構成例を示すブロック図である。
- [0147] 図12に示す構成を有する信号処理部14は、上述した第2の算出方法によって算出したQ値を用いて記録補償を行うものである。図12に示す構成のうち、図11に示す構成と同じ構成には同じ符号を付してある。重複する説明については適宜省略する。
- [0148] ステップスロープ検出回路26は、FIRフィルタ23Aからセンタータップ係数が供給された場合、センタータップ係数により表されるインパルス応答のピーク値に-2を乗算することによってQ値を計算する。
- [0149] FIRフィルタ23Aからステップスロープ検出回路26に対しては、系のインパルス応答の同定後にセンタータップ係数が供給される。ステップスロー

プ検出回路26は、計算により求めたQ値をレジスタマップ28に出力し、保存する。

[0150] <2-4. 記録調整装置の記録調整処理>

ここで、図13のフローチャートを参照して、記録調整装置1の記録調整処理について説明する。

[0151] 図13の処理は、例えば光ディスク2が記録調整装置1のドライブに装着され、記録対象のデータが記録調整装置1に入力されたときに開始される。

[0152] ステップS1において、信号処理部14は、レーザドライバ制御部16を制御し、入力されたデータに含まれる所定のデータを光ディスク2に記録させる。また、信号処理部14は、記録したデータのマーク/スペースのパターンを表す記録パターンを記録パターンメモリ22に記憶させる。ここで行われる処理は、記録補償を行う前のいわば準備の処理となる。

[0153] ステップS2において、光ピックアップ部11は、レーザ光を射出することにより、直前に記録されたデータを再生する。再生信号に対しては前処理部12において前処理が施され、再生データが信号処理部14に供給される。信号処理部14は再生データを得る。

[0154] ステップS3において、信号処理部14のLMSフィルタ23は、記録パターンメモリ22から読み出された記録パターンと、再生データとに基づいて、系のインパルス応答を同定する。系のインパルス応答が同定されたとき、LMSフィルタ23からは、期待波形を表すFIRフィルタ23Aの出力と誤差信号との差分である振幅差分 $\delta$ が平均値計算回路27<sub>0</sub>から27<sub>N-1</sub>に供給される。系のインパルス応答が同定され、振幅差分 $\delta$ が出力されるまで、データの再生が繰り返される。

[0155] ステップS4において、平均値計算回路27<sub>0</sub>から27<sub>N-1</sub>は、振幅差分 $\delta$ の平均値 $E[\delta_i]$ をエッジ型毎に求める。

[0156] ステップS5において、ステップスロープ検出回路26は、ステップスロープのQ値を求める。具体的には、ステップスロープ検出回路26は、第1の算出方法に従って、長マーク/長スペースで構成されるエッジを含む再生

データに基づいてステップスロープのQ値を求める。また、ステップスロープ検出回路26は、第2の算出方法に従って、同定されたFIRフィルタ23Aのセンタータップ係数に基づいてQ値を求める。

- [0157] ステップS4において振幅差分 $\delta$ が求められるとともにステップS5においてステップスロープのQ値が求められた後、ステップS6において、制御回路29は、振幅差分の平均値 $E[\delta_i]$ をQ値で割り、エッジ型毎のエッジシフト推定量 $s_i$ を求める。また、制御回路29は、エッジシフト推定量 $s_i$ に補正係数 $\alpha$ を乗算し、符号反転することによってエッジシフト補正量 $s_i'$ を求める。
- [0158] ステップS7において、制御回路29は、記録ストラテジの設定パラメータ $WS_j$ をエッジシフト補正量 $s_i'$ に基づいて更新し、設定パラメータ $WS_j$ を記録ストラテジ発生回路30に設定する。
- [0159] ステップS8において、記録ストラテジ発生回路30は、制御回路29により設定された設定パラメータ $WS_j$ を用いて、記録対象のデータに応じたLDD制御信号をレーザドライバ制御部16に出力し、データを光ディスク2に記録させる。記録対象のデータはチャンネル符号器31から供給される。
- [0160] ステップS9において、制御回路29は、記録したデータのマーク／スペースのパターンを表す記録パターンを記録パターンメモリ22に保存する命令を出す。制御回路29による命令に応じて、チャンネル符号器31により記録パターンが記録パターンメモリ22に保存される。
- [0161] ステップS10において、評価部15は、再生データの評価を行い、ラウンド処理を反復して行うか否かを判定する。ラウンド処理を反復して行うとステップS10において判定された場合、ステップS2以降の処理が繰り返される。上述したように、インパルス応答の同定（ステップS3）とQ値の計算（ステップS5）は適宜省略可能である。
- [0162] 再生データの評価結果が十分に良くなったことでその後のラウンド処理を行わないとステップS10において判定された場合、ステップS11において、それ以降のデータの記録が行われる。すなわち、信号処理部14は、レーザドライバ制御部16を制御し、記録対象のデータに含まれる未記録のデ

ータを、記録ストラテジの最新の設定パラメータ $WS_j$ を用いて光ディスク2に記録させる。記録対象として入力されたデータを光ディスク2に記録し終えたとき、処理は終了される。

[0163] なお、ラウンド処理を行わないとステップS10において判定された後においても、適宜、ラウンド処理を再開させることも可能である。例えば、光ディスク2上の記録位置、記録開始からの経過時間などに応じて、適宜、ラウンド処理が再開され、記録ストラテジの設定パラメータ $WS_j$ が更新される。また、ラウンド処理を再開させる際に、インパルス応答の同定およびステップスロープのQ値の算出を省略しても良い。この場合、ステップS4に戻り、ステップS4において振幅差分 $\delta$ が求められた後、ステップS6以降の処理が行われる。

[0164] <<3. 記録ストラテジについて>>

図14および図15は、記録ストラテジの例を示す図である。

[0165] 記録調整装置1においては、記録ストラテジとして例えば図14および図15に示すL-shape記録ストラテジが用いられる。L-shape記録ストラテジはBDXL規格で定められている記録ストラテジの1つである。

[0166] 図14および図15に示すように、2Tマークを除いて、各マークは $d_{Top}$ ,  $T_{top}$ ,  $d_{Tc}$ ,  $d_{Ts}$ の4つのパラメータにより表される。2Tマークは $d_{Top}$ ,  $T_{top}$ ,  $d_{Ts}$ の3つのパラメータにより表される。 $d_{Top}$ ,  $T_{top}$ ,  $d_{Tc}$ ,  $d_{Ts}$ の組み合わせからなる設定パラメータ $WS_j$ が、エッジ型に応じて例えばM種類設定される。

[0167] 図16は、設定パラメータ $WS_j$ の例を示す図である。

[0168] 上段のテーブルT1からT4は、それぞれ、エッジ型毎の $d_{Top}$ ,  $T_{top}$ ,  $d_{Tc}$ ,  $d_{Ts}$ の値を示す。制御回路29は、このようなテーブルT1からT4を管理し、エッジシフト補正量 $s_i'$ に基づいて、各パラメータの更新量 $\Delta d_{Ttop}$ ,  $\Delta T_{top}$ ,  $\Delta d_{Tc}$ ,  $\Delta d_{Ts}$ を求める。

[0169] 制御回路29は、図17に示すように、 $d_{Top}$ ,  $T_{top}$ ,  $d_{Tc}$ ,  $d_{Ts}$ の値を示すテーブルを、 $\Delta d_{Ttop}$ ,  $\Delta T_{top}$ ,  $\Delta d_{Tc}$ ,  $\Delta d_{Ts}$ に基づいて更新し、更新後のテーブルの値を設定パラメータ $WS_j$ として記録ストラテジ発生回路30に設定す

る。図17の例においては、dTopの値を示すテーブルT1が、エッジシフト補正量 $s_i'$ に基づいて求められた $\Delta d_{Top}$ に基づいて更新されている。

[0170] この例においてはL-shape記録ストラテジを用いるものとしたが、n-1記録ストラテジ、Castle記録ストラテジなどの他の記録ストラテジを用いることも可能である。

[0171] <<4. シミュレーション結果>>

本記録補償法を用いた場合のシミュレーション結果について説明する。なお、以下に示す結果は、LD50の光ディスクを用い、記録ストラテジとしてBDXL用のL-shape記録ストラテジを採用した場合の結果である。

[0172] <4-1. 補正係数 $\alpha$ の影響>

図18は、補正係数 $\alpha$ に応じたシミュレーション結果を示す図である。

[0173] 図18の縦軸は振幅差分のRMSE値を示し、横軸はラウンド数を表す。振幅差分のRMSE(Root Mean Squared Error(平均二乗誤差))値は、振幅差分の評価指標の1つであり、エッジシフトがない理想状態(値0)との乖離の程度を表す。

[0174] 結果#111から#120は、それぞれ、補正係数 $\alpha$ を0.10から1.00の範囲で0.10ずつ変えた場合のシミュレーション結果を示している。0.4 $\leq\alpha\leq$ 0.7で、振幅差分のRMSE値が十分に収束されていることが分かる。

[0175] なお、振幅差分のRMSE値は下式(13)により表される。式(13)において、Nはエッジの総数であり、 $y_i$ はi番目のエッジにおける振幅差分の値である。Yは理想状態での振幅差分(=0)である。

[数13]

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (y_i - Y)^2} \quad \dots (13)$$

[0176] 記録調整装置1においては、上述したように、例えば0.3~0.8の範囲内の所定の値が補正係数 $\alpha$ として用いられる。これにより、記録調整装置1は、記録補償処理を反復して行うことにより、振幅差分を収束させることが可能になる。

[0177] <4-2. 振幅差分平均値の変化>

図19は、エッジ型毎の振幅差分の平均値の変化のシミュレーション結果を示す図である。

[0178] 図19の縦軸は振幅差分の平均値を示し、横軸はラウンド数を表す。補正係数 $\alpha$ は0.60である。結果#131から#138は、それぞれ、エッジ型が‘2s.5M’、‘3s.2m3S’、‘3s.5M’、‘5S.4m’、‘2s2m.3s’、‘3m.3s’、‘4m.5S’、‘5M.2s’である場合の結果を示している。いずれのエッジ型においても、8ラウンド程度の処理を行うことにより振幅差分が十分に小さくなることが分かる。

[0179] 記録調整装置1においては、例えば記録補償処理が8ラウンド反復して行われる。それ以降のデータの記録は、例えば8ラウンド目の処理において更新された記録ストラテジの設定パラメータを用いて行われる。これにより、エッジ型に関わらず、振幅差分を抑えることが可能になる。

[0180] <4-3. 2値化ジッター値の変化>

図20は、再生信号の2値化ジッターのシミュレーション結果を示す図である。

[0181] 図20の縦軸はジッター値を示し、横軸はラウンド数を表す。補正係数 $\alpha$ は0.60である。結果#140に示されるように、ラウンド処理を100回繰り返すことにより、再生信号から得られる2値化ジッター値は、処理開始時の8.1%から4.9%に改善することが分かる。

[0182] <4-4. 効果>

以上のように、本記録補償法によれば、線密度40GB(LD40)以上といったような高線密度の光ディスクにデータを記録する場合においても記録補償を実現することが可能になる。すなわち、各エッジが符号間干渉の影響を大きく受けている状態においても、マークのエッジ位置の調整を行うことが可能になる。

[0183] また、本記録補償法によれば、同様の処理が反復して行われることから、不正確な補正を行った場合でも、それ以降のデータについては、記録を通し

て補正の内容を修正することができる。

[0184] さらに、本記録補償法は、ハードウェアによるフィルタ演算(LMSフィルタによる演算と振幅差分の平均値の演算)と、制御回路29のファームウェアによる演算で実現可能であるから、回路や機能実装が容易である。

[0185] ユーザデータ領域を用いて記録補償の実行と評価を行うことができることから、専用のテスト領域を確保する必要がない。

[0186] また、ユーザデータ領域に記録された様々なデータを用いて記録ストラテジの設定パラメータを更新することができるため、記録ストラテジの設定パラメータの汎用性を向上させることが可能になる。

[0187] さらに、ユーザデータ領域に実際にデータを記録しながら、信号品質を改善させることが可能になる。

[0188] <<5. 変形例>>

あるデータの記録時、直前に記録された、異なるデータが再生され、記録ストラテジの更新に用いられるものとしたが、記録ストラテジの更新に用いられた記録済みのデータが、同じデータによって書き換えられるようにしてもよい。

[0189] 例えば、上述したデータD1、データD2、データD3を順に記録する場合、まず、デフォルトの記録ストラテジを用いてデータD1が記録される。このとき、データD1のマーク／スペースのパターンを表す記録パターンがメモリに保存される。

[0190] 次に、直前に記録されたデータD1を再生することによって得られた再生データとメモリに保存されていた記録パターンとを用いて、系のインパルス応答が同定される。また、エッジシフト推定量、エッジシフト補正量等が計算され、記録ストラテジが更新される。ここで、記録済みのデータD1に例えば上書きする形で、更新された記録ストラテジを用いて、データD1が記録される。

[0191] このような記録済みのデータD1を用いた記録ストラテジの更新と、更新された記録ストラテジを用いたデータD1の上書きを繰り返すことにより、

データD1のエッジ位置を理想的な位置に近付けることが可能になる。

[0192] データD1を対象とした処理の終了後、データD2、D3を対象とした同様の処理が行われる。この場合、光ディスク2として書き換え可能な記録媒体が用いられる。

[0193] また、以上においては、High-to-Lowメディアを用いた場合について説明したが、Low-to-Highメディアを用いることも可能である。

[0194] ・コンピュータの構成例

上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行することもできるし、ソフトウェアにより実行することもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行する場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または汎用のパーソナルコンピュータなどに、プログラム記録媒体からインストールされる。

[0195] 図21は、上述した一連の処理をプログラムにより実行するコンピュータのハードウェアの構成例を示すブロック図である。

[0196] CPU(Central Processing Unit)101、ROM(Read Only Memory)102、RAM(Random Access Memory)103は、バス104により相互に接続されている。

[0197] バス104には、さらに、入出インタフェース105が接続されている。入出インタフェース105には、キーボード、マウスなどよりなる入力部106、ディスプレイ、スピーカなどよりなる出力部107が接続される。また、入出インタフェース105には、ハードディスクや不揮発性のメモリなどよりなる記憶部108、ネットワークインタフェースなどよりなる通信部109、リムーバブルメディア111を駆動するドライブ110が接続される。

[0198] 以上のように構成されるコンピュータでは、CPU101が、例えば、記憶部108に記憶されているプログラムを入出インタフェース105及びバス104を介してRAM103にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。

[0199] CPU 101が実行するプログラムは、例えばリムーバブルメディア111に記録して、あるいは、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル放送といった、有線または無線の伝送媒体を介して提供され、記憶部108にインストールされる。

[0200] なお、コンピュータが実行するプログラムは、本明細書で説明する順序に沿って時系列に処理が行われるプログラムであっても良いし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで処理が行われるプログラムであっても良い。

[0201] 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、また他の効果があってもよい。

[0202] 本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0203] ・構成の組み合わせ例

本技術は、以下のような構成をとることもできる。

(1)

記録媒体に記録されたデータのマークとスペースの記録パターンを記憶する記憶部と、

前記記録媒体に記録されたデータを再生して得られた再生信号と、前記記憶部に記憶された前記記録パターンとに基づいて、系のインパルス応答を同定するフィルタ処理部と、

インパルス応答の同定後の前記フィルタ処理部の出力と前記再生信号との振幅の差分をエッジ型毎に算出する計算部と、

エッジ位置近傍におけるステップ応答の傾きを検出する検出部と、

前記振幅の差分と前記ステップ応答の傾きとに基づいてエッジ型毎のエッジ位置の補正量を算出し、前記補正量に応じてエッジ位置を補正して、記録対象のデータを前記記録媒体に記録させ、前記記録対象のデータのマークとスペースの前記記録パターンを前記記憶部に記憶させる制御部と、

前記フィルタ処理部による処理、前記計算部による処理、前記検出部によ

る処理、および前記制御部による処理のうちの少なくとも前記計算部による処理と前記制御部による処理を含む記録補償処理を、再生の対象となる前記データと前記記録対象のデータとを変えて反復して行わせる処理制御部とを備える記録調整装置。

(2)

前記フィルタ処理部は、前記記録対象のデータが前記記録媒体に記録された後、前記記録媒体に記録された前記記録対象のデータを再生して得られた前記再生信号と、前記記憶部に新たに記録された前記記録パターンとに基づいて、系のインパルス応答を同定する

前記(1)に記載の記録調整装置。

(3)

再生の対象となる前記データは、直前の前記記録補償処理によって前記記録媒体に記録されたデータである

前記(1)または(2)に記載の記録調整装置。

(4)

前記検出部は、所定の長さ以上のマークとスペースにより構成されるエッジ位置における前記再生信号の振幅と、前記エッジ位置から1クロックに相当する距離だけずれた位置における前記再生信号の振幅との差を、前記ステップ応答の傾きとして検出する

前記(1)から(3)のいずれかに記載の記録調整装置。

(5)

前記検出部は、インパルス応答の同定後の前記フィルタ処理部のフィルタ係数に基づいて前記ステップ応答の傾きを検出する

前記(1)から(3)のいずれかに記載の記録調整装置。

(6)

前記制御部は、前記振幅の差分を前記ステップ応答の傾きにより割って得られた値に補正係数を乗算し、前記補正量を算出する

前記(1)から(5)のいずれかに記載の記録調整装置。

(7)

前記補正係数は、0.3以上、0.8以下の値である

前記(6)に記載の記録調整装置。

(8)

記録媒体に記録されたデータのマークとスペースの記録パターンを記憶部に記憶し、

前記記録媒体に記録されたデータを再生して得られた再生信号と、前記記憶部に記憶された前記記録パターンとに基づいてフィルタ処理部により系のインパルス応答を同定し、

インパルス応答の同定後の前記フィルタ処理部の出力と前記再生信号との振幅の差分を計算部によりエッジ型毎に算出し、

エッジ位置近傍におけるステップ応答の傾きを検出部により検出し、

前記振幅の差分と前記ステップ応答の傾きとに基づいてエッジ型毎のエッジ位置の補正量を制御部により算出し、

前記補正量に応じてエッジ位置を補正して、記録対象のデータを前記制御部により前記記録媒体に記録させ、

前記記録対象のデータのマークとスペースの前記記録パターンを前記制御部により前記記憶部に記憶させ、

前記フィルタ処理部による処理、前記計算部による処理、前記検出部による処理、および前記制御部による処理のうち少なくとも前記計算部による処理と前記制御部による処理を含む記録補償処理を、再生の対象となる前記データと前記記録対象のデータとを変えて反復して行わせる

ステップを含む記録調整方法。

(9)

記録媒体に記録されたデータのマークとスペースの記録パターンを記憶部に記憶し、

前記記録媒体に記録されたデータを再生して得られた再生信号と、前記記憶部に記憶された前記記録パターンとに基づいてフィルタ処理部により系の

インパルス応答を同定し、

インパルス応答の同定後の前記フィルタ処理部の出力と前記再生信号との振幅の差分を計算部によりエッジ型毎に算出し、

エッジ位置近傍におけるステップ応答の傾きを検出部により検出し、

前記振幅の差分と前記ステップ応答の傾きとに基づいてエッジ型毎のエッジ位置の補正量を制御部により算出し、

前記補正量に応じてエッジ位置を補正して、記録対象のデータを前記制御部により前記記録媒体に記録させ、

前記記録対象のデータのマークとスペースの前記記録パターンを前記制御部により前記記憶部に記憶させ、

前記フィルタ処理部による処理、前記計算部による処理、前記検出部による処理、および前記制御部による処理のうち少なくとも前記計算部による処理と前記制御部による処理を含む記録補償処理を、再生の対象となる前記データと前記記録対象のデータとを変えて反復して行わせる

ステップを含む処理をコンピュータに実行させるプログラム。

## 符号の説明

- [0204] 1 記録調整装置, 2 光ディスク, 14 信号処理部, 21 デイレイ調整回路, 22 記録パターンメモリ, 23 LMSフィルタ, 24 デイレイ調整回路, 25 エッジタイミング発生回路, 26 ステップスロープ検出回路,  $27_0$ から $27_{N-1}$  平均値計算回路, 28 レジスタマップ, 29 制御回路, 30 記録ストラテジ発生回路, 31 チャンネル符号器

## 請求の範囲

- [請求項1] 記録媒体に記録されたデータのマークとスペースの記録パターンを記憶する記憶部と、
- 前記記録媒体に記録されたデータを再生して得られた再生信号と、前記記憶部に記憶された前記記録パターンとに基づいて、系のインパルス応答を同定するフィルタ処理部と、
- インパルス応答の同定後の前記フィルタ処理部の出力と前記再生信号との振幅の差分をエッジ型毎に算出する計算部と、
- エッジ位置近傍におけるステップ応答の傾きを検出する検出部と、
- 前記振幅の差分と前記ステップ応答の傾きとに基づいてエッジ型毎のエッジ位置の補正量を算出し、前記補正量に応じてエッジ位置を補正して、記録対象のデータを前記記録媒体に記録させ、前記記録対象のデータのマークとスペースの前記記録パターンを前記記憶部に記憶させる制御部と、
- 前記フィルタ処理部による処理、前記計算部による処理、前記検出部による処理、および前記制御部による処理のうちの少なくとも前記計算部による処理と前記制御部による処理を含む記録補償処理を、再生の対象となる前記データと前記記録対象のデータとを変えて反復して行わせる処理制御部と
- を備える記録調整装置。
- [請求項2] 前記フィルタ処理部は、前記記録対象のデータが前記記録媒体に記録された後、前記記録媒体に記録された前記記録対象のデータを再生して得られた前記再生信号と、前記記憶部に新たに記録された前記記録パターンとに基づいて、系のインパルス応答を同定する
- 請求項1に記載の記録調整装置。
- [請求項3] 再生の対象となる前記データは、直前の前記記録補償処理によって前記記録媒体に記録されたデータである
- 請求項1に記載の記録調整装置。

- [請求項4] 前記検出部は、所定の長さ以上のマークとスペースにより構成されるエッジ位置における前記再生信号の振幅と、前記エッジ位置から1クロックに相当する距離だけずれた位置における前記再生信号の振幅との差を、前記ステップ応答の傾きとして検出する  
請求項1に記載の記録調整装置。
- [請求項5] 前記検出部は、インパルス応答の同定後の前記フィルタ処理部のフィルタ係数に基づいて前記ステップ応答の傾きを検出する  
請求項1に記載の記録調整装置。
- [請求項6] 前記制御部は、前記振幅の差分を前記ステップ応答の傾きにより割って得られた値に補正係数を乗算し、前記補正量を算出する  
請求項1に記載の記録調整装置。
- [請求項7] 前記補正係数は、0.3以上、0.8以下の値である  
請求項6に記載の記録調整装置。
- [請求項8] 記録媒体に記録されたデータのマークとスペースの記録パターンを記憶部に記憶し、  
前記記録媒体に記録されたデータを再生して得られた再生信号と、前記記憶部に記憶された前記記録パターンとに基づいてフィルタ処理部により系のインパルス応答を同定し、  
インパルス応答の同定後の前記フィルタ処理部の出力と前記再生信号との振幅の差分を計算部によりエッジ型毎に算出し、  
エッジ位置近傍におけるステップ応答の傾きを検出部により検出し、  
前記振幅の差分と前記ステップ応答の傾きとに基づいてエッジ型毎のエッジ位置の補正量を制御部により算出し、  
前記補正量に応じてエッジ位置を補正して、記録対象のデータを前記制御部により前記記録媒体に記録させ、  
前記記録対象のデータのマークとスペースの前記記録パターンを前記制御部により前記記憶部に記憶させ、

前記フィルタ処理部による処理、前記計算部による処理、前記検出部による処理、および前記制御部による処理のうち少なくとも前記計算部による処理と前記制御部による処理を含む記録補償処理を、再生の対象となる前記データと前記記録対象のデータとを変えて反復して行わせる

ステップを含む記録調整方法。

[請求項9]

記録媒体に記録されたデータのマークとスペースの記録パターンを記憶部に記憶し、

前記記録媒体に記録されたデータを再生して得られた再生信号と、前記記憶部に記憶された前記記録パターンとに基づいてフィルタ処理部により系のインパルス応答を同定し、

インパルス応答の同定後の前記フィルタ処理部の出力と前記再生信号との振幅の差分を計算部によりエッジ型毎に算出し、

エッジ位置近傍におけるステップ応答の傾きを検出部により検出し、

前記振幅の差分と前記ステップ応答の傾きとに基づいてエッジ型毎のエッジ位置の補正量を制御部により算出し、

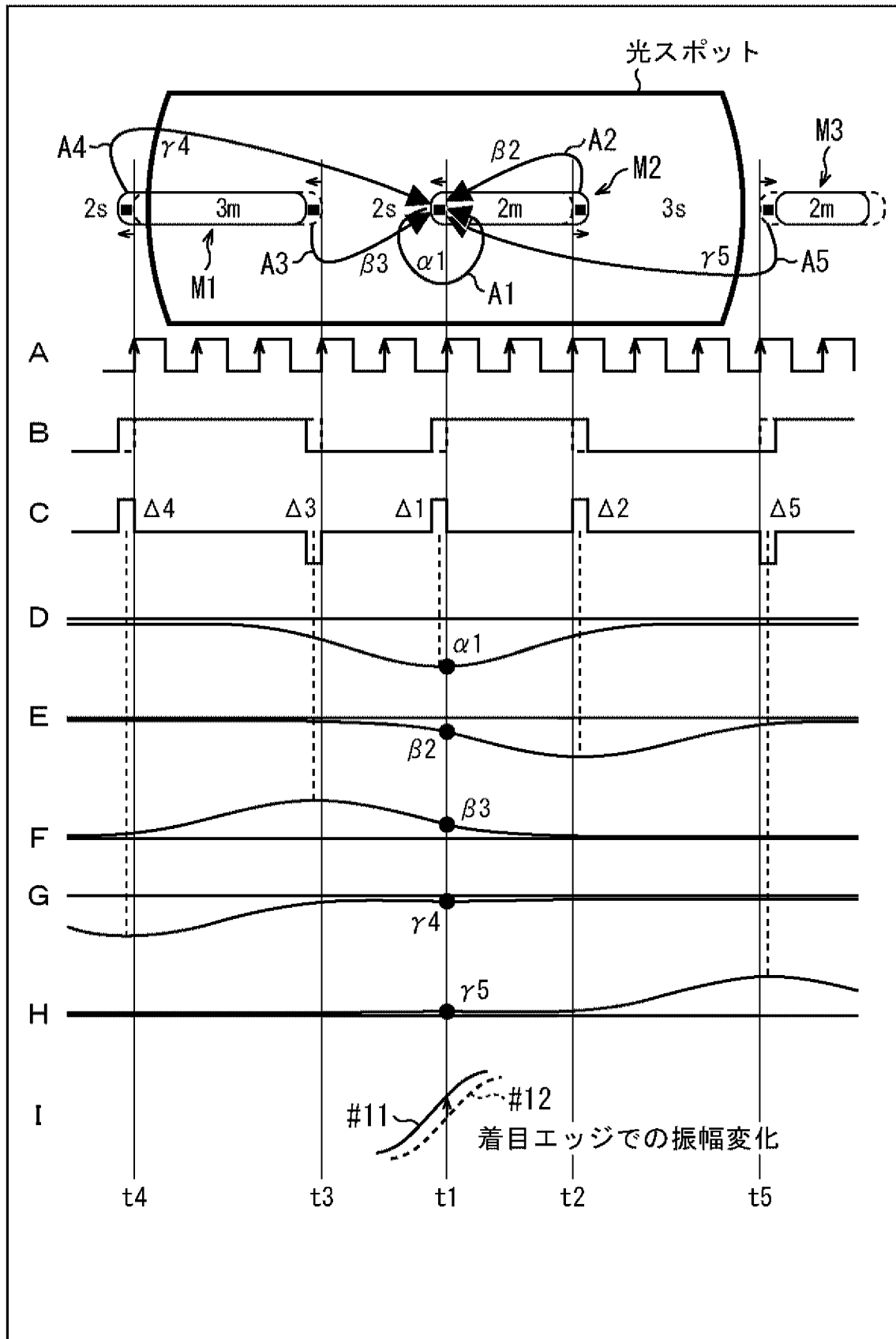
前記補正量に応じてエッジ位置を補正して、記録対象のデータを前記制御部により前記記録媒体に記録させ、

前記記録対象のデータのマークとスペースの前記記録パターンを前記制御部により前記記憶部に記憶させ、

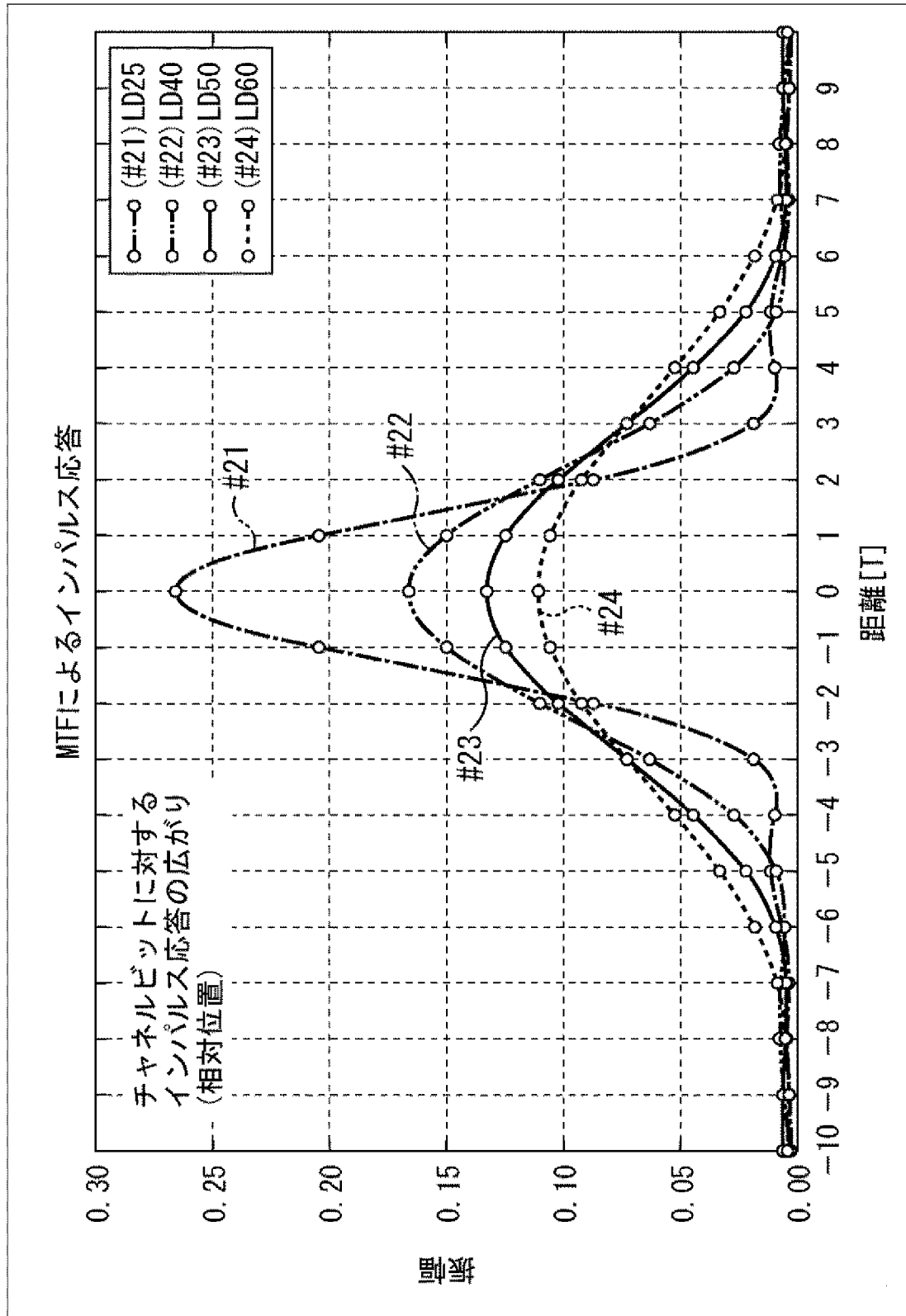
前記フィルタ処理部による処理、前記計算部による処理、前記検出部による処理、および前記制御部による処理のうち少なくとも前記計算部による処理と前記制御部による処理を含む記録補償処理を、再生の対象となる前記データと前記記録対象のデータとを変えて反復して行わせる

ステップを含む処理をコンピュータに実行させるプログラム。

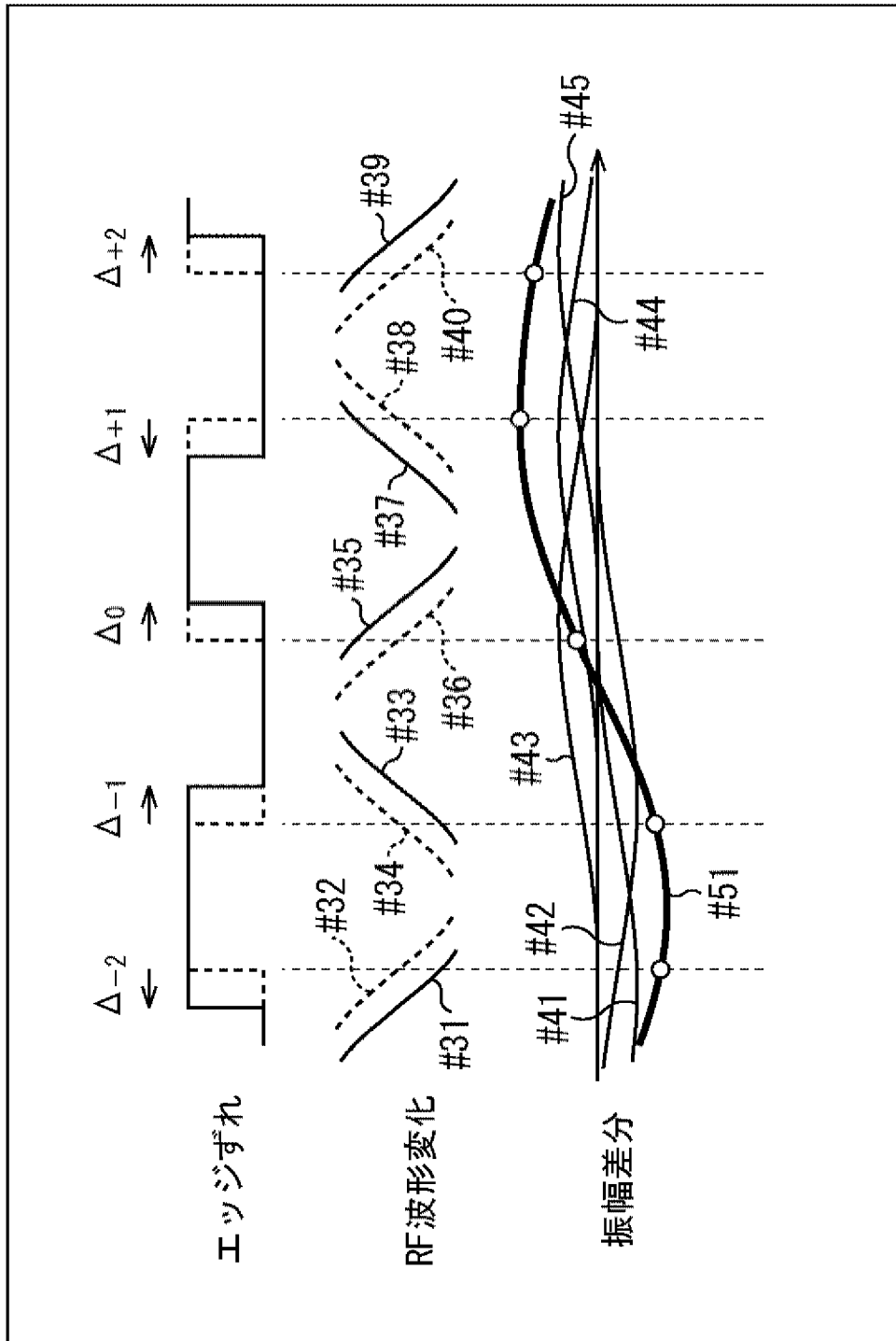
[図1]  
FIG. 1



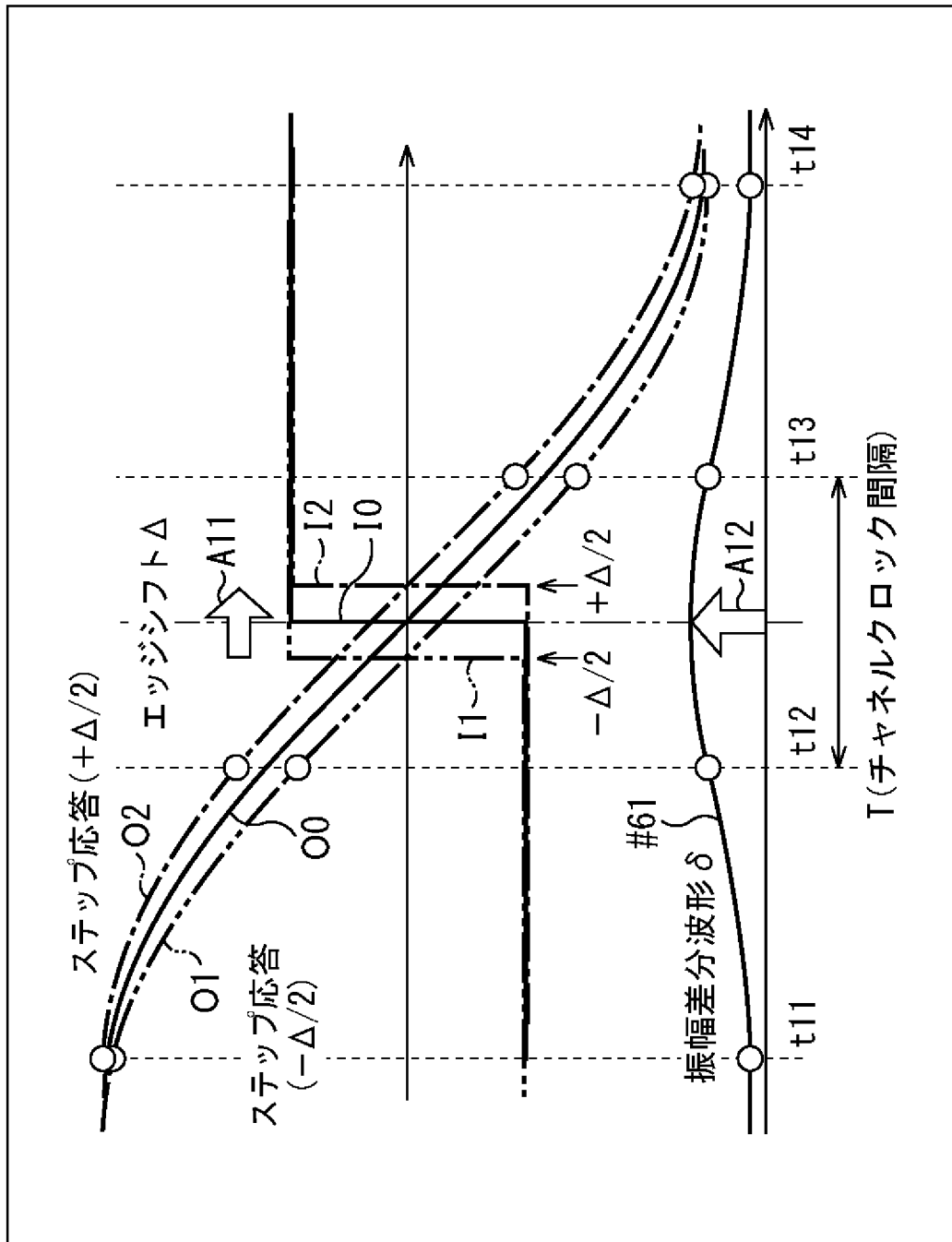
[図2]  
FIG. 2



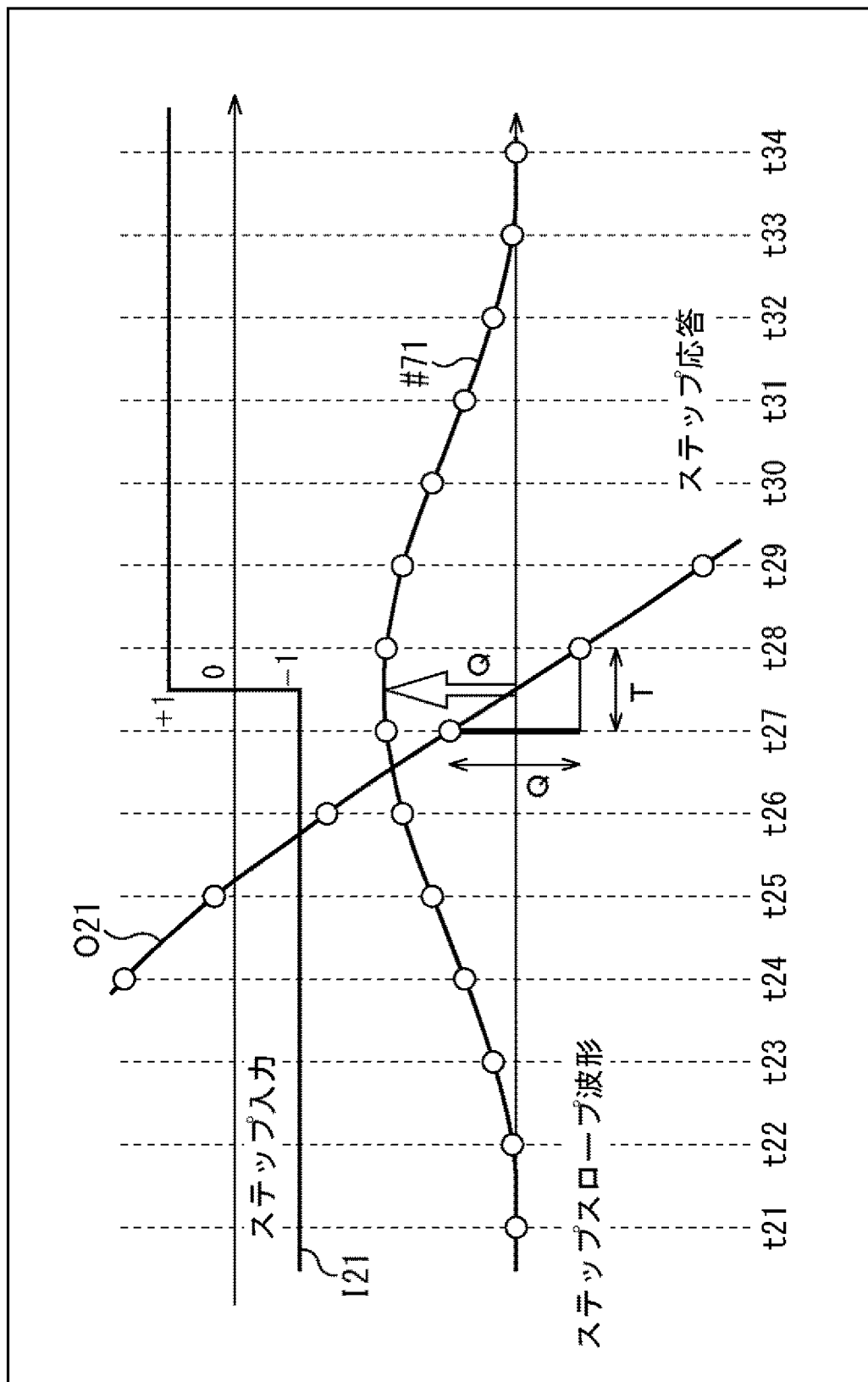
[図3]  
FIG. 3



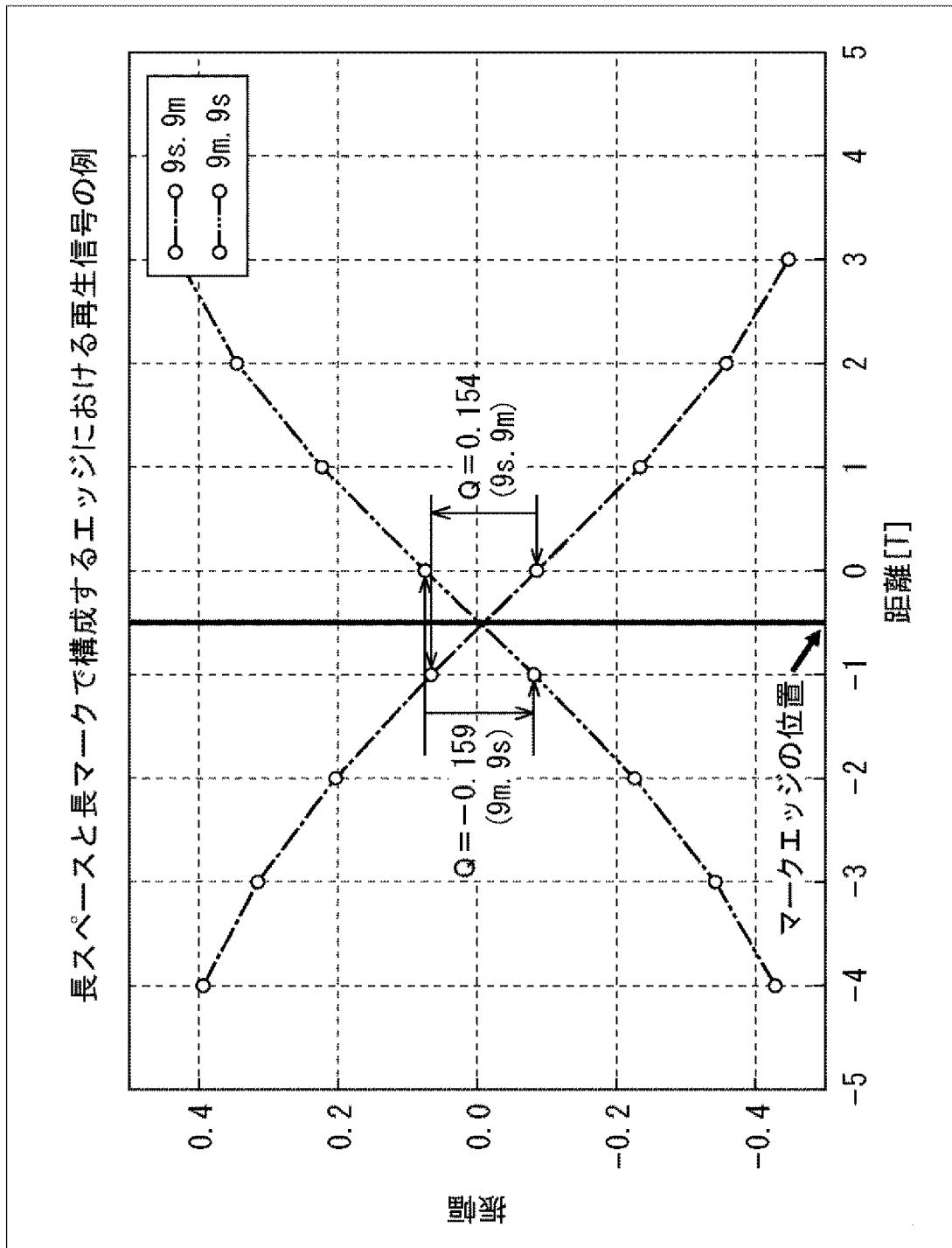
[図4]  
FIG. 4



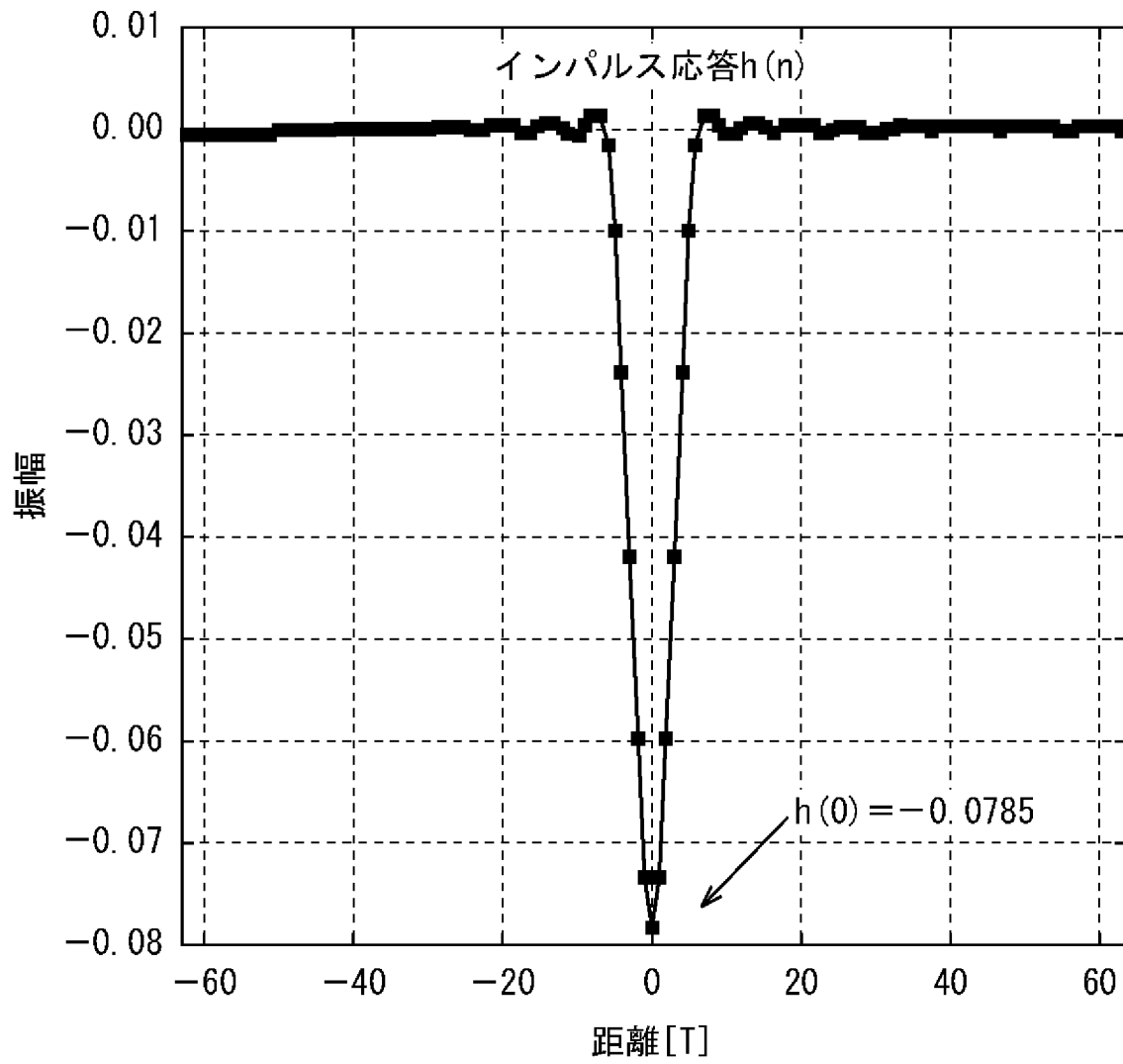
[図5]  
FIG. 5



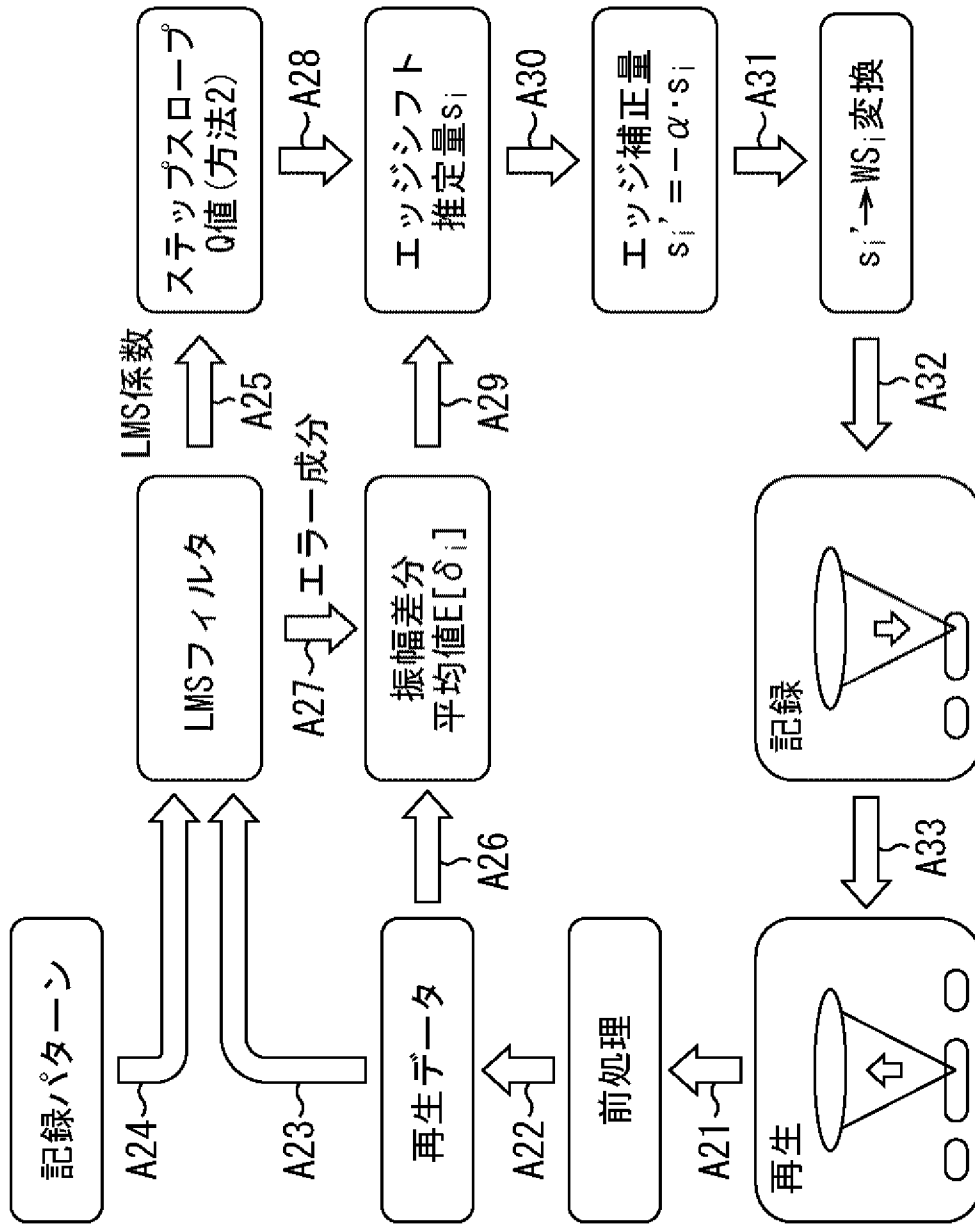
[図6]  
FIG. 6

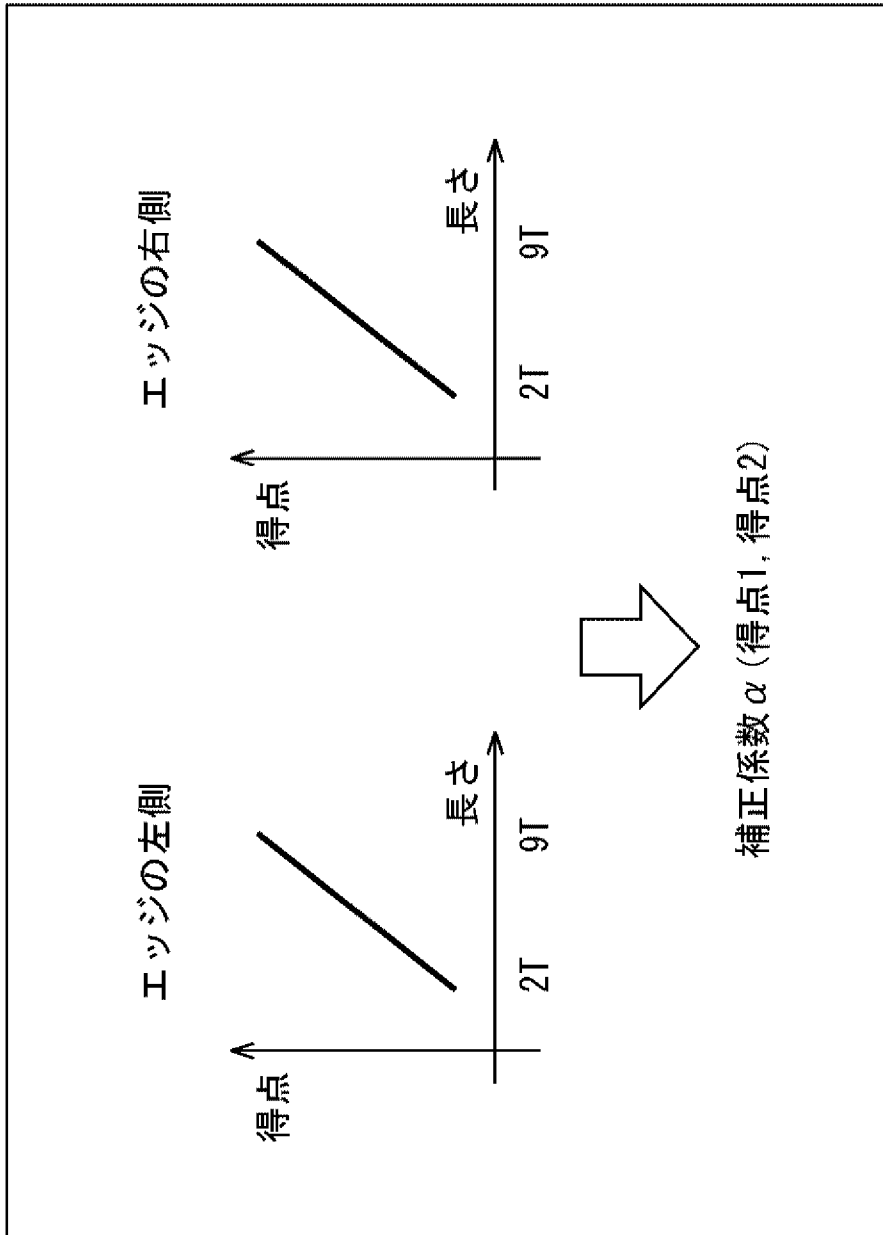


[図7]  
FIG. 7

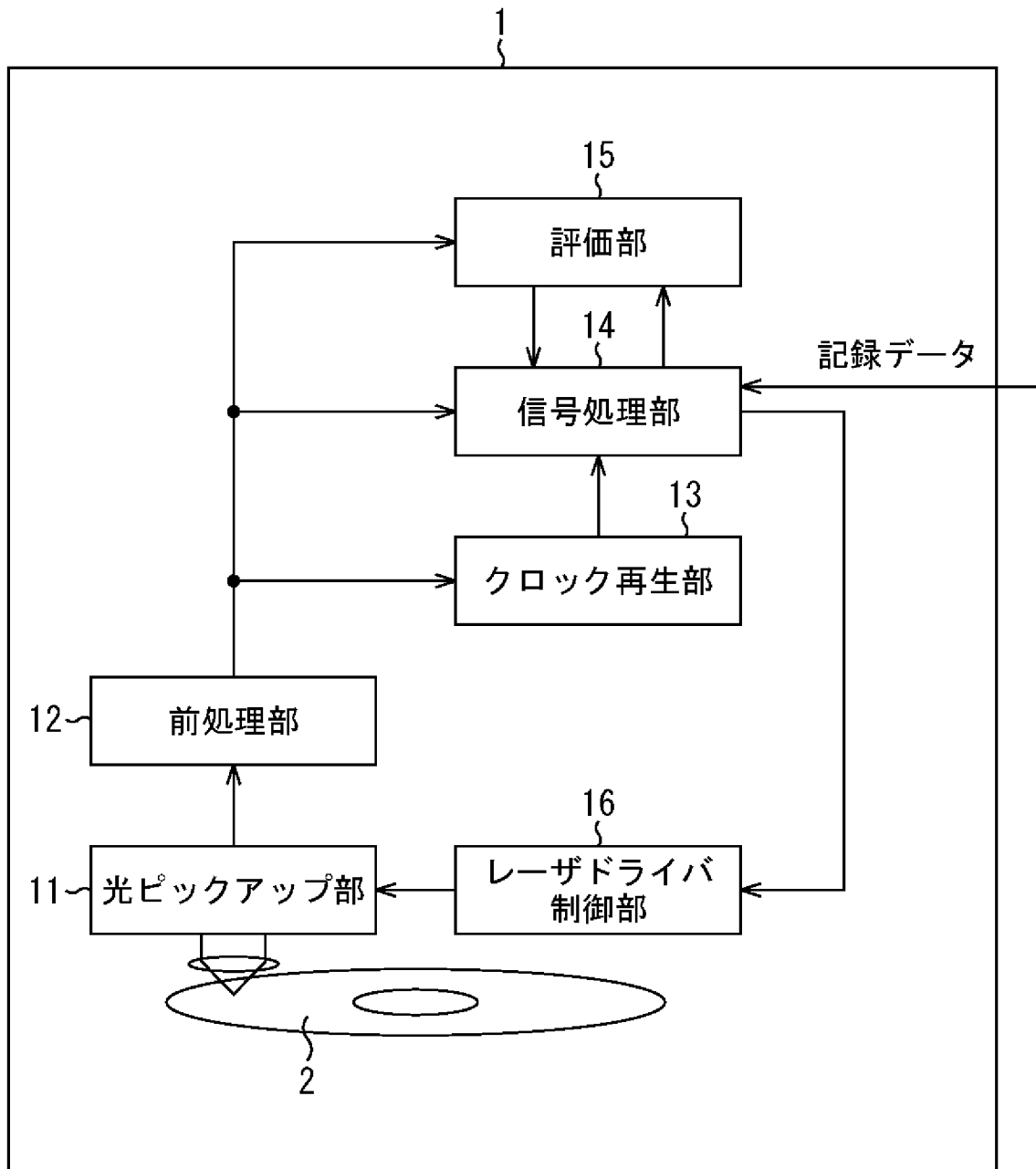


[図8]  
FIG. 8



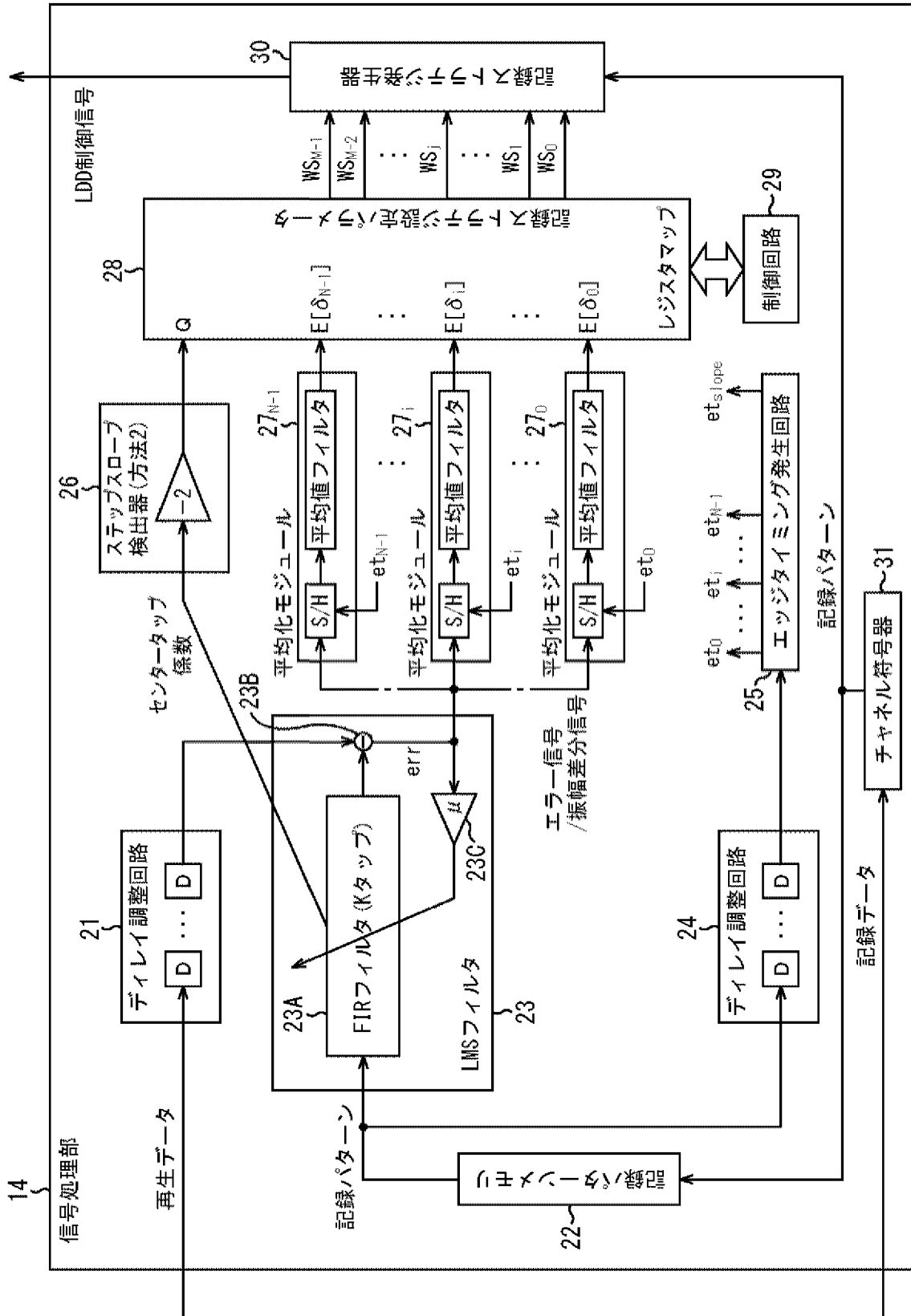
[図9]  
FIG. 9

[図10]  
FIG. 10

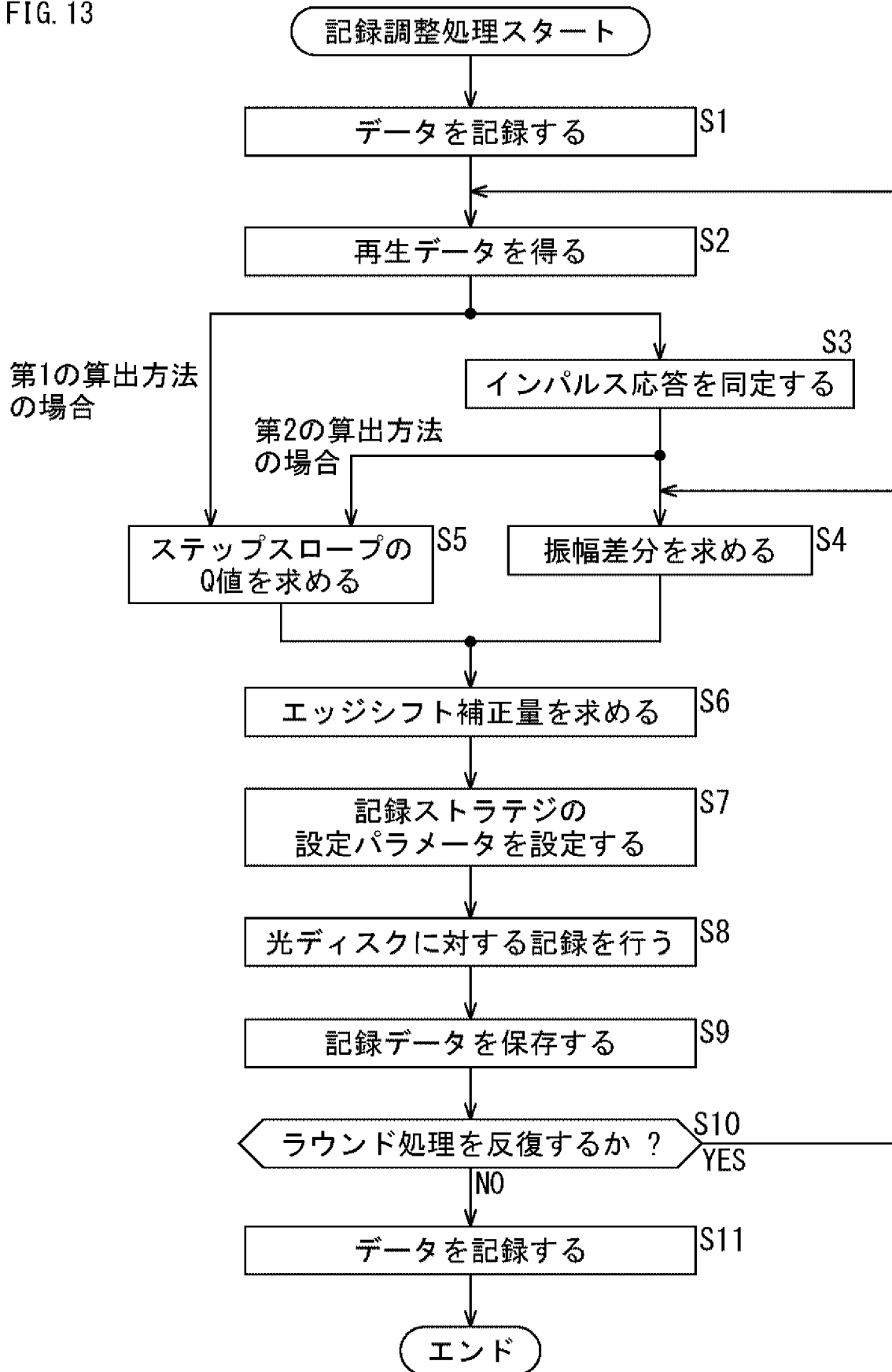




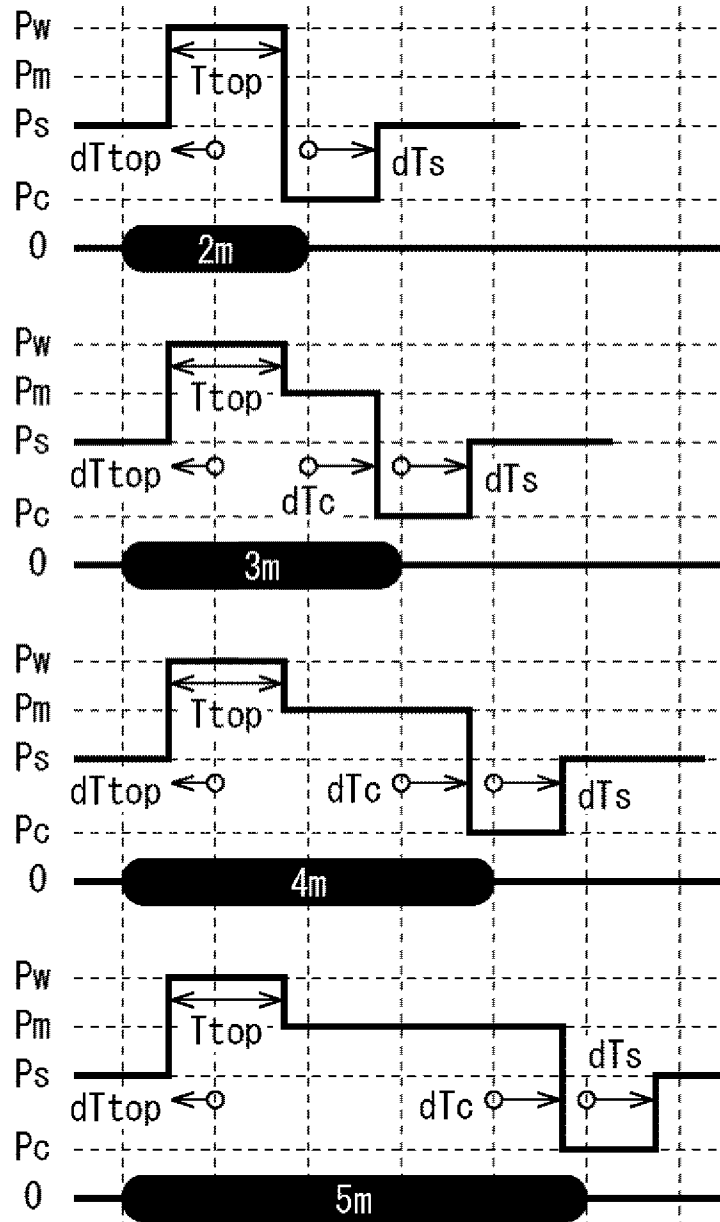
[図12]  
FIG. 12



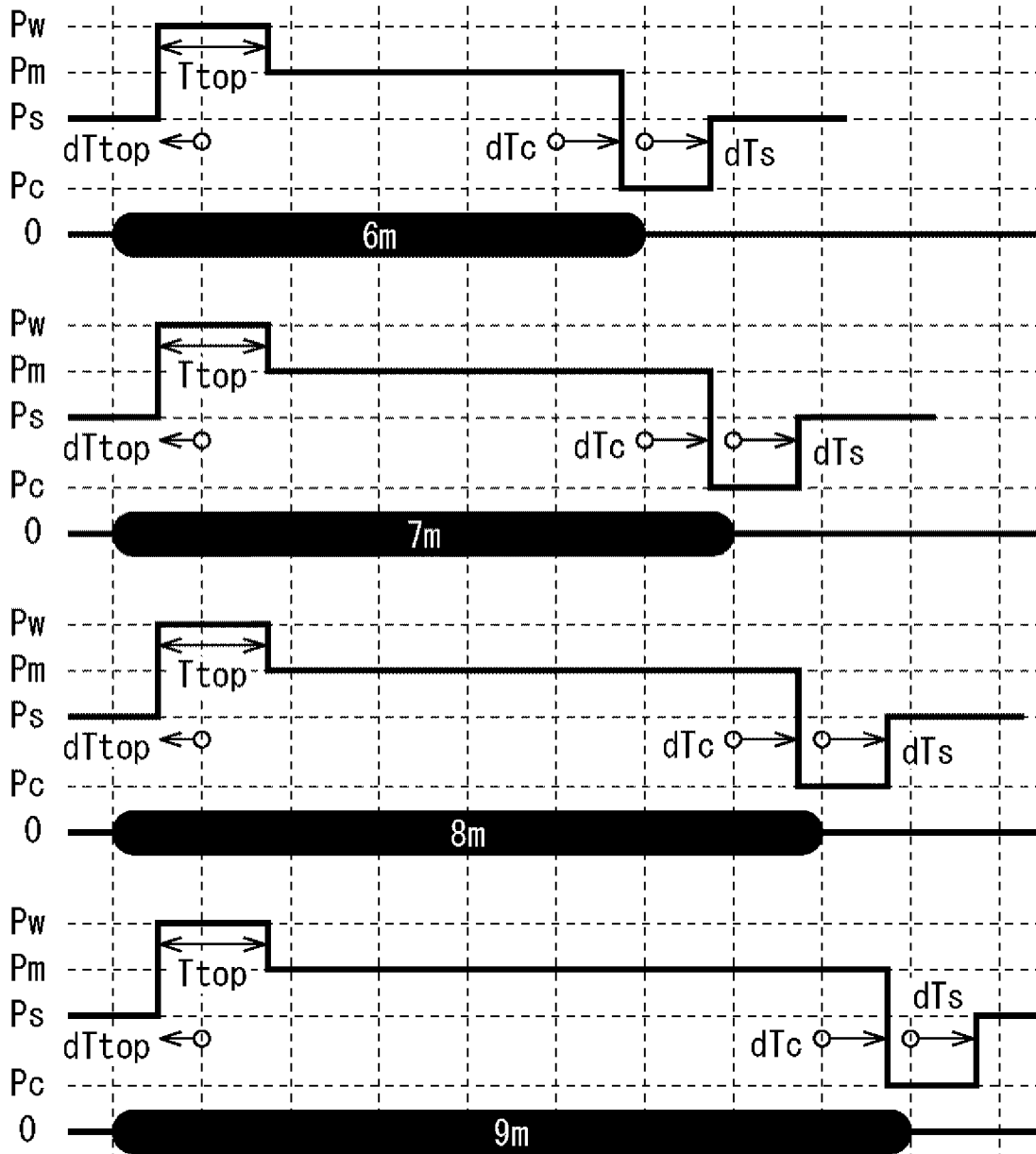
[図13]  
FIG. 13



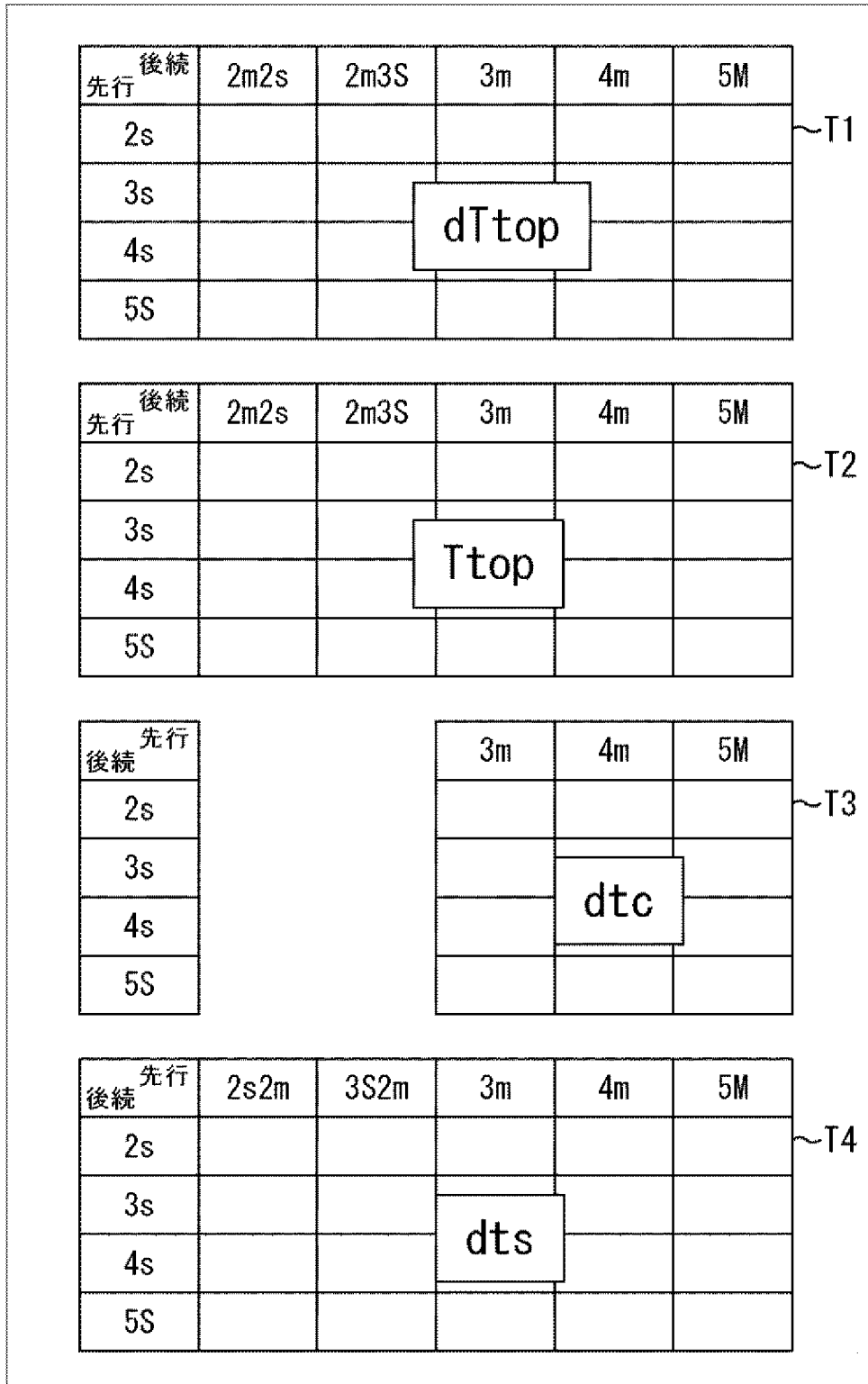
[図14]  
FIG. 14



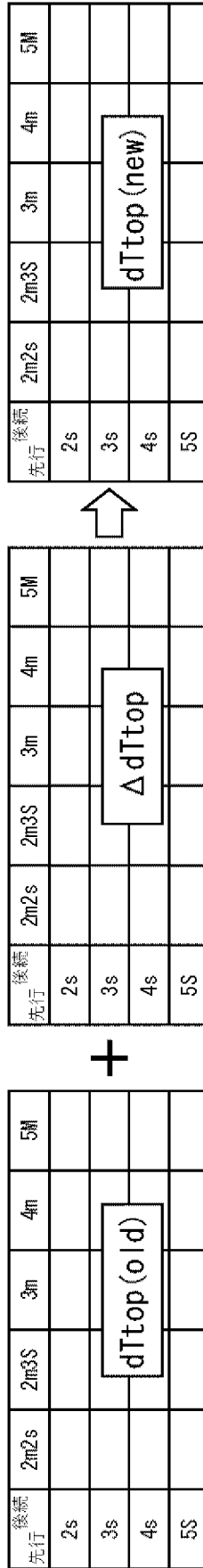
[図15]  
FIG. 15



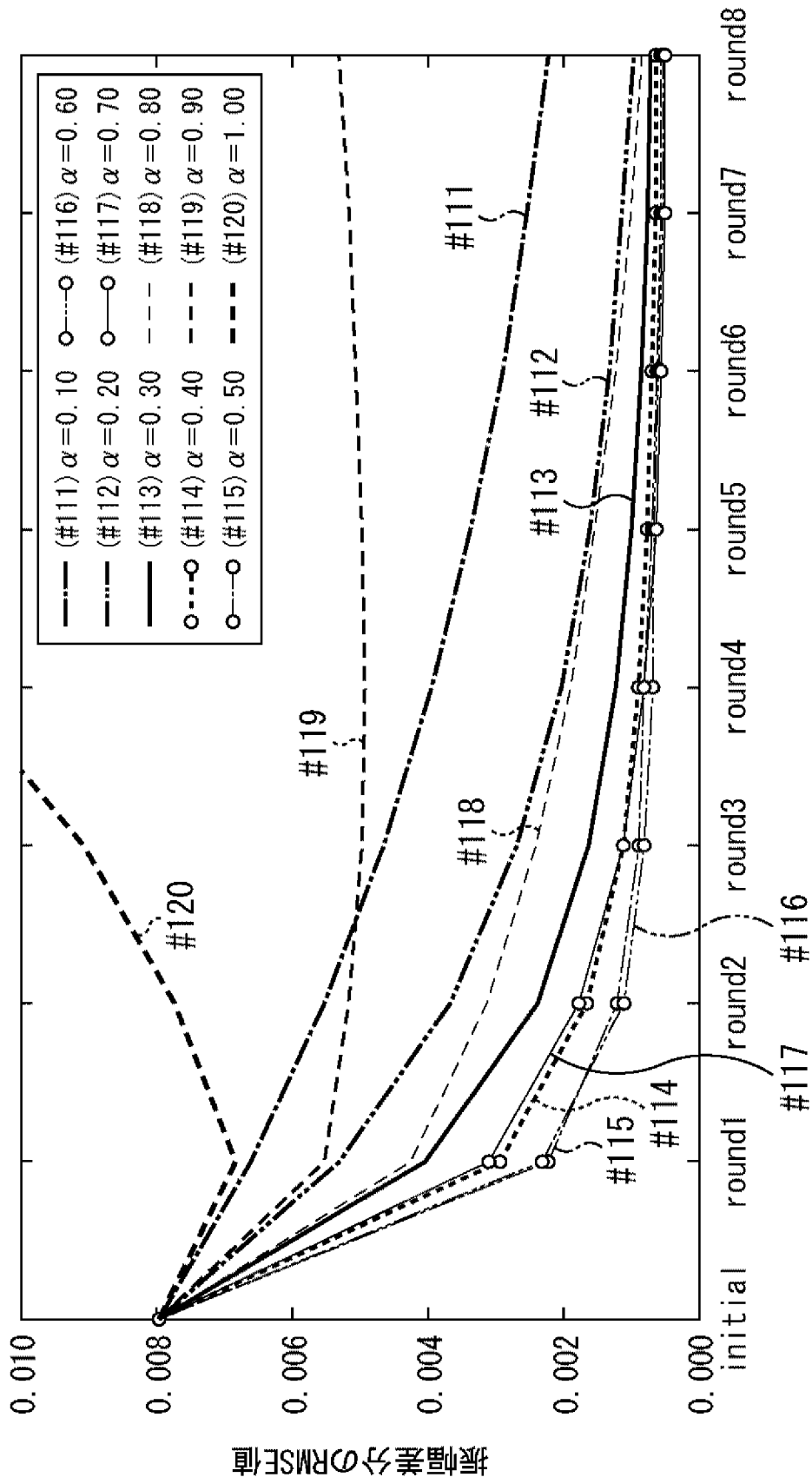
[図16]  
FIG. 16



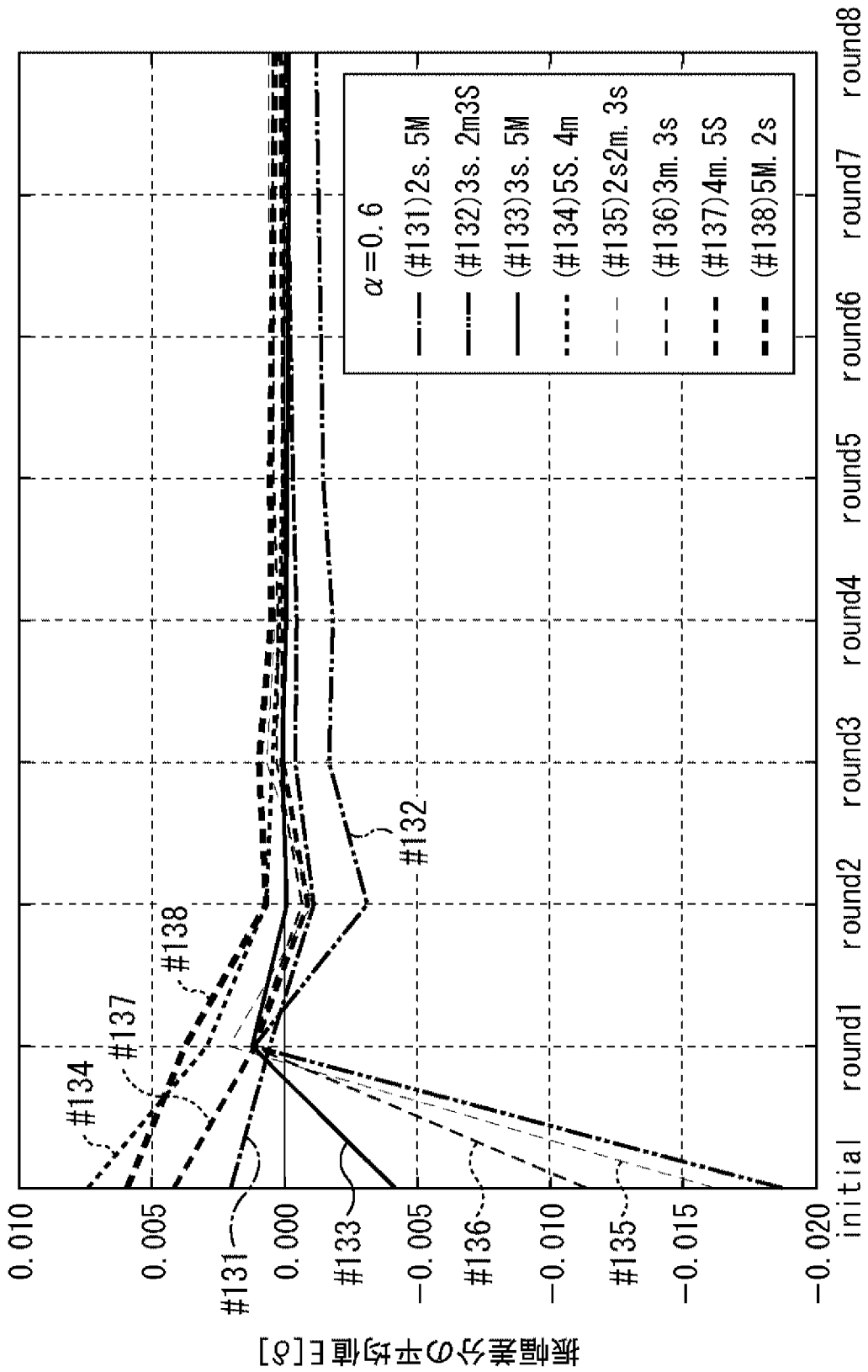
[図17]  
FIG. 17



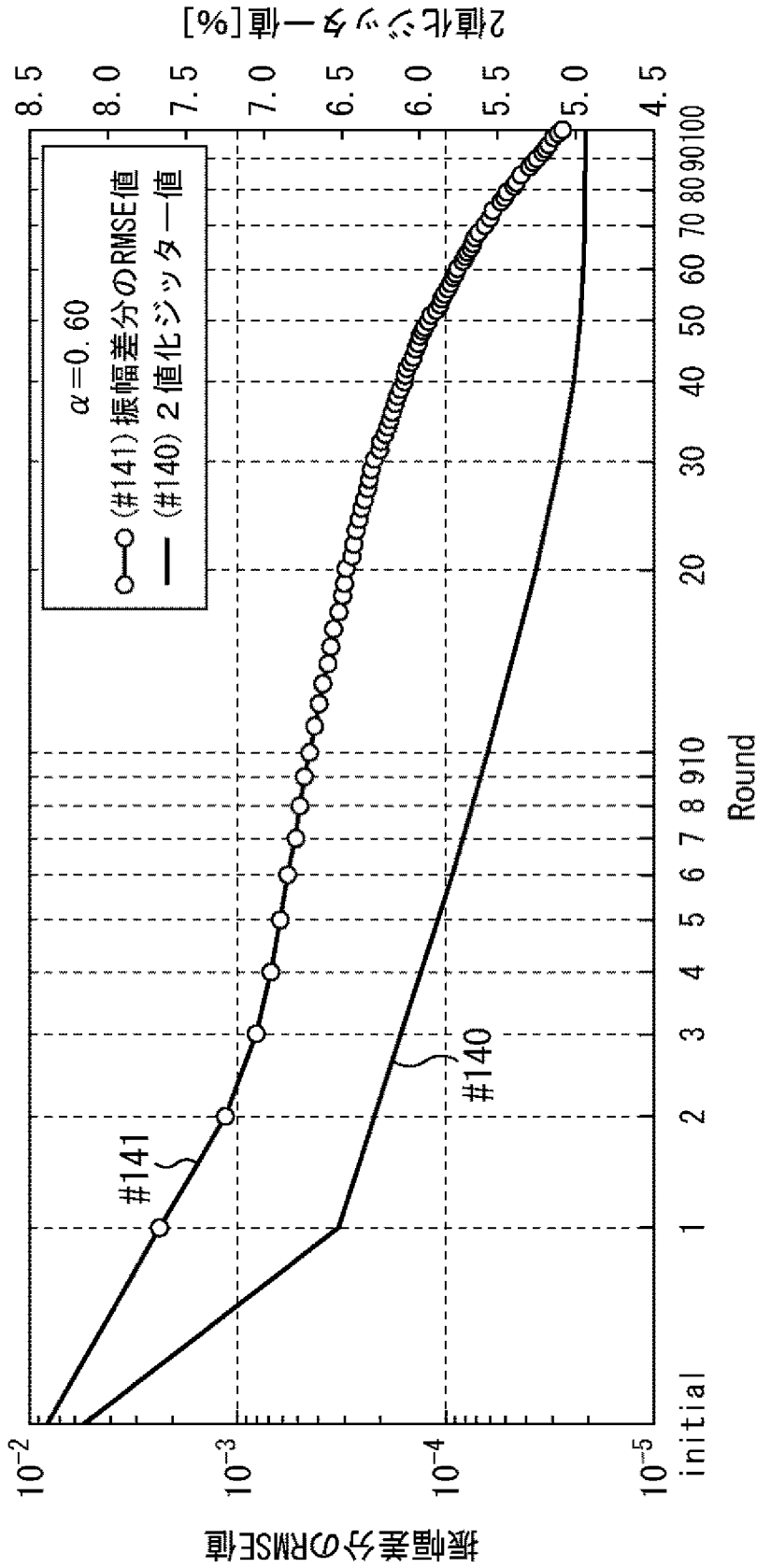
[図18]  
FIG. 18

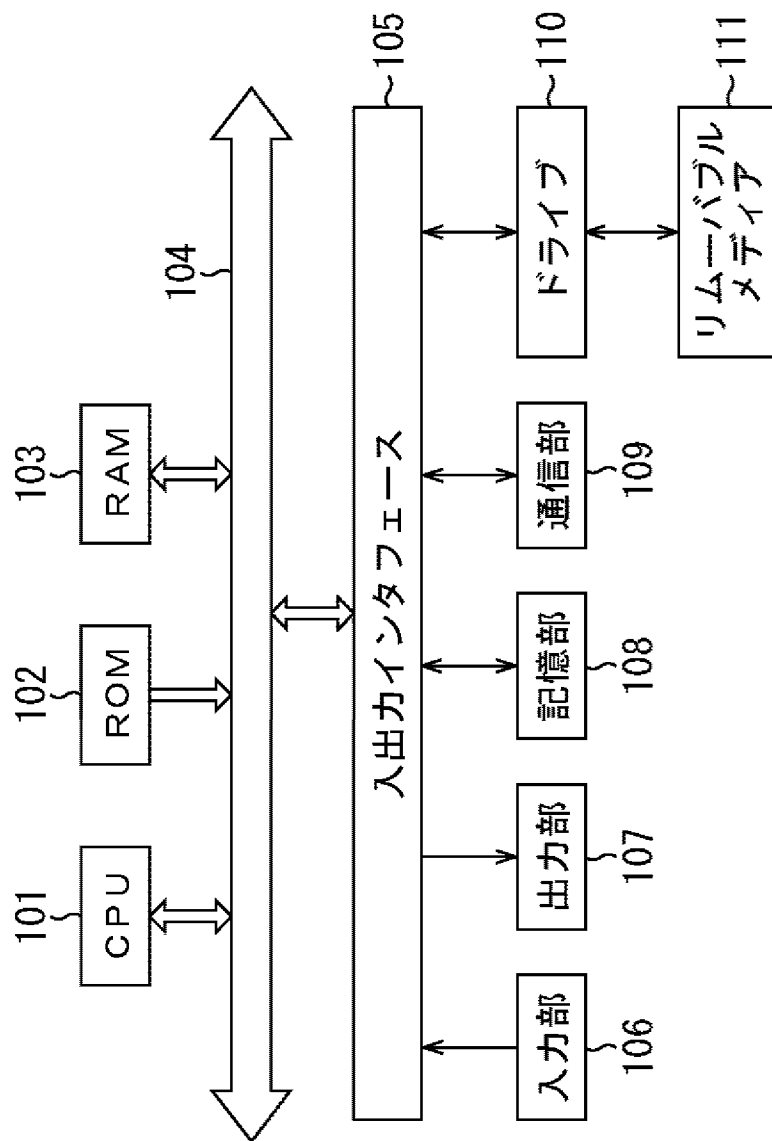


[図19]  
FIG. 19



[図20]  
FIG. 20



[図21]  
FIG. 21

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/000206

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G11B7/0045(2006.01)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)  
G11B7/0045, 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 05-290437 A (Hitachi, Ltd.), 05 November 1993 (05.11.1993), claims 1 to 32; fig. 1, 2, 20 to 27 & US 7227818 B1 claims 1 to 23; fig. 1, 7 to 15 & US 5513165 A & US 5590111 A & US 5642343 A & US 5732061 A & WO 1993/010527 A1 & DE 4293957 T & DE 4293957 C	1-9
A	WO 2011/132381 A1 (Panasonic Corp.), 27 October 2011 (27.10.2011), claims 1 to 10; fig. 1 to 10, 20 & US 2012/0092974 A1 claims 1 to 10; fig. 1 to 10, 20 & CN 102473439 A & TW 201212010 A	1-9

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 15 March 2017 (15.03.17)	Date of mailing of the international search report 28 March 2017 (28.03.17)
---	--

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/JP2017/000206

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/103742 A1 (Panasonic Corp.), 16 September 2010 (16.09.2010), claims 1 to 25; fig. 1, 2, 8 to 22 & US 2010/0232270 A1 claims 1 to 25; fig. 1, 2, 8 to 22	1-9
A	WO 2010/064305 A1 (Pioneer Corp.), 10 June 2010 (10.06.2010), paragraph [0096]; fig. 5 (Family: none)	1-9
A	JP 2002-008237 A (Fujitsu Ltd.), 11 January 2002 (11.01.2002), fig. 4, 5 & US 2002/0001275 A1 fig. 11, 12	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. G11B7/0045(2006.01)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. G11B7/0045, 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 05-290437 A (株式会社日立製作所) 1993. 11. 05, 請求項 1-32, 図 1, 2, 20-27 & US 7227818 B1, claims 1-23, figures 1, 7-15 & US 5513165 A & US 5590111 A & US 5642343 A & US 5732061 A & WO 1993/010527 A1 & DE 4293957 T & DE 4293957 C	1-9
A	WO 2011/132381 A1 (パナソニック株式会社) 2011. 10. 27, 請求項 1-10, 図 1-10, 20 & US 2012/0092974 A1, claims 1-10, figures 1-10, 20 & CN 102473439 A & TW 201212010 A	1-9

☑ 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 15. 03. 2017	国際調査報告の発送日 28. 03. 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） 中野 和彦 電話番号 03-3581-1101 内線 3541	5 C	3 5 6 4
--	---	-----	---------

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	WO 2010/103742 A1 (パナソニック株式会社) 2010.09.16, 請求項 1-25, 図 1, 2, 8-22 & US 2010/0232270 A1, claims 1-25, figures 1, 2, 8-22	1-9
A	WO 2010/064305 A1 (パイオニア株式会社) 2010.06.10, 段落 0096, 図 5 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2002-008237 A (富士通株式会社) 2002.01.11, 図 4, 5 & US 2002/0001275 A1, figures 11, 12	1-9