

(43) 国際公開日
2015 年 5 月 28 日(28.05.2015)



(10) 国際公開番号

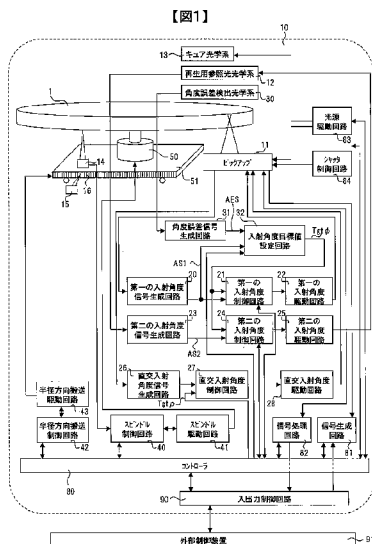
WO 2015/075827 A1

- | | |
|--|--|
| <p>(51) 国際特許分類:
 <i>G11B 7/0065</i> (2006.01) <i>G11B 7/09</i> (2006.01)
 <i>G03H 1/26</i> (2006.01)</p> | <p>東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).</p> |
| <p>(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/081579</p> | <p>(74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE, Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).</p> |
| <p>(22) 国際出願日: 2013年11月25日(25.11.2013)</p> | |
| <p>(25) 国際出願の言語: 日本語</p> | |
| <p>(26) 国際公開の言語: 日本語</p> | |
| <p>(71) 出願人: 日立コンシューマエレクトロニクス株式会社 (HITACHI CONSUMER ELECTRONICS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 Tokyo (JP).</p> | <p>(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, 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, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.</p> |
| <p>(72) 発明者: 尾上 慎介 (ONOE, Shinsuke); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 山田 健一郎 (YAMADA, Kenichiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 緒方 岳 (OGATA, Takeshi); 〒1008280</p> | <p>(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW). ユーラシ</p> |

[続葉有]

(54) Title: HOLOGRAM RECONSTRUCTION DEVICE AND HOLOGRAM RECONSTRUCTION METHOD

(54) 発明の名称：ホログラム再生装置、ホログラム再生方法



- 1 Pickup
- 2 Reference light optical assembly for reconstruction
- 3 Culling optical assembly
- 20 First entry angle signal generating circuit
- 21 First entry angle control circuit
- 22 First entry angle drive circuit
- 23 Second entry angle signal generating circuit
- 24 Second entry angle control circuit
- 25 Second entry angle drive circuit
- 26 Orthogonal entry angle signal generating circuit
- 27 Orthogonal entry angle control circuit
- 28 Orthogonal entry angle drive circuit
- 29 Optical selection optical assembly
- 30 Entry angle signal generating circuit
- 32 Entry angle target value setting circuit
- 40 Spindle control circuit
- 41 Spindle drive circuit
- 42 Radial direction conveyance control circuit
- 43 Radial direction conveyance drive circuit
- 80 Controller
- 81 Signal generating circuit
- 82 Signal processing circuit
- 83 Light source drive circuit
- 84 Shutter control circuit
- 90 I/O control circuit
- 91 Remote control device

(57) Abstract: An objective of the present invention is to provide a hologram reconstruction device and hologram reconstruction method capable of appropriately reconstructing information recorded in a hologram recording medium. The hologram reconstruction device reconstructs information which is recorded in a hologram recording medium, and the hologram reconstruction method is used with the hologram reconstruction device. The hologram reconstruction device comprises: a light source which emits a reference light; an entry angle change unit which is capable of changing the entry angle of the reference light which enters the hologram recording medium; an angle error signal generating unit which generates an angle error signal; a target angle setting unit which sets a target angle of the entry angle of the reference light; and an entry angle control unit which controls the entry angle change unit, using as a control target the target angle set by the target angle setting unit. The target angle setting unit changes the target angle on the basis of the angle error signal in a period wherein the entry angle control unit controls the entry angle change unit to change the entry angle of the reference light.

(57) このホ装生に差標前角御定とグ
る。再体誤目の射制設微口
する。ム模度のす入を度特ホ
再供ル角度定の部角をる
適提グ記、角設す更標とれ
好をロムと射が御変更目こら
法方ハ部入の部制度記する用
報生す口変光設部射、更に
情再生ホ度照度更新に変置
た再記角參角交變期間を装
されラを前射記標度前期度生
録ロ情とな、入前目角がる角再
記ホる源能と前入御て目ラ
媒体置、光可部、記制し記グ
媒装れす更生部、角変きホ
録生さ射を号定て射をつ、
記再録出度信設し入度基と。
ラム記を角差度と記角に置く。
ラムに光射誤角標前射号装す
グラに照入度標目、入生提供
ログ媒体照入度標目、差生提
ホ口媒参るの角目御への差生提
木録で照するすを照度う法

約：きムつ三成定度と參角グ方
要でうある生設角部記口生
(57) と口置射号度目制てがるム



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))

明 細 書

発明の名称：ホログラム再生装置、ホログラム再生方法

技術分野

[0001] 本発明は、ホログラフィを用いた再生を行うホログラム再生装置、ホログラム再生方法に関する。

背景技術

[0002] 次世代のストレージ技術に関する研究が行われる中、ホログラフィを利用してデジタル情報を記録するホログラム記録技術が注目を集めている。

[0003] ホログラム記録技術とは、空間光変調器により２次元的に変調されたページデータの情報を有する信号光を、記録媒体の内部で参照光と重ね合わせ、その時に生じる干渉縞パターンによって記録媒体内に屈折率変調を生じさせることで情報を記録媒体に記録する技術である。

[0004] しかしながらホログラム記録技術においては、信号光と参照光の相対角度を高精度に制御することが課題となっている。このような課題に対し、特許文献１では信号光と参照光の相対角度を探索するために撮像素子で信号光を検出し、記録角度ごとに再生性能であるＳＮＲを演算し、その値から次の相対角度を予測することで、信号光に対する参照光の相対角度を制御している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：ＵＳ２００９／０２０７７１０Ａ１

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ホログラム記録技術の一つの大きな利点は大容量のデータを記録できる点である。しかしながら記録容量の増大を追求した場合には、信号光や参照光を照射する位置や角度に関する位置決め制御の精度を従来以上に向上させる必要が生じる。

[0007] 特許文献 1 は、信号光と参照光の相対角度を探索可能な一方で、2つの大きな課題がある。1つ目は高速再生、2つ目は再生性能である。

[0008] 特許文献 1 の構成の場合、検出部を追加しなくて良い効果がある一方で、撮像素子により再生信号を検出し S N R を演算して初めて相対角度の制御信号を生成可能になるため、高速再生が課題となる。

[0009] また、特許文献 1 は参照光の角度制御用の信号を生成するために再生信号が最良となる相対角度から微小量だけずれた角度に制御することを特徴としている。このため、原理的に最適角度で再生を行うことができず、最良の再生信号が得られないことは自明である。

[0010] このように、高速再生を実現可能でかつ、最良な再生信号を得られる参照光の角度誤差信号を検出することが課題となっている。

そこで、本発明は、高速再生を実現可能で、かつ、最良な再生信号が得られる、参照光角度の角度誤差信号を検出可能なホログラム再生装置、ホログラム再生方法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

[0011] 上記課題は、例えば請求項の範囲に記載の発明により解決される。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、ホログラム記録媒体に記録されている情報を好適に再生することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施例 1 のホログラム記録再生装置を示すブロック図である。

[図2]ホログラム記録再生装置の記録原理を説明する図である。

[図3]ホログラム記録再生装置の再生原理を説明する図である。

[図4(a)]ホログラム記録再生装置における記録または再生の準備が完了するまでのフローチャートである。

[図4(b)]ホログラム記録再生装置における記録処理のフローチャートである。

[図4(c)]ホログラム記録再生装置における再生処理のフローチャートである。

。

[図5]実施例1におけるシーク処理のフローチャートである。

[図6]実施例1におけるデータ再生処理のフローチャートである。

[図7]実施例1における信号S1と信号S2を説明する図である。

[図8]実施例1における角度誤差信号AESを説明する図である。

[図9]実施例1の第一の入射角度制御回路を示すブロック図である。

[図10(a)]実施例1のブック内のページシークにおける参照光の走査方向を説明する図である。

[図10(b)]実施例1のブック内のページシークにおける参照光の走査方向を説明する図である。

[図11]実施例1において、媒体の膨張が発生した場合の角度誤差信号(AES)を説明する図である。

[図12]実施例1のページシークにおける各部の信号波形の模式図である。

[図13]角度誤差信号(AES)が得られる入射角度の近傍における参照光の入射角度の速度による影響を説明する図である。

[図14]角度誤差信号(AES)を通過する時間が短くなることの問題点を説明する図である。

[図15]実施例2のホログラム記録再生装置を示すブロック図である。

[図16]実施例2の効果を説明するための図である。

[図17(a)]本明細書における入射角度の定義を説明する図である。

[図17(b)]本明細書における直交入射角度の定義を説明する図である。

[図17(c)]本明細書における直交入射角度の定義を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。

実施例 1

[0015] 本発明の実施形態を添付図面に従って説明する。図1はホログラフィを利用してデジタル情報を記録及び／または再生する、ホログラム記録媒体の記録再生装置を示すブロック図である。

- [0016] ホログラム記録再生装置 10 は、入出力制御回路 90 を介して外部制御装置 91 と接続されている。ホログラム記録媒体 1 に情報を記録する場合には、ホログラム記録再生装置 10 は外部制御装置 91 から記録する情報信号を入出力制御回路 90 により受信する。ホログラム記録媒体 1 から情報を再生する場合には、ホログラム記録再生装置 10 は再生した情報信号を入出力制御回路 90 により外部制御装置 91 に送信する。
- [0017] 本実施例におけるホログラム記録媒体 1 は、円盤状であり、ホログラム記録媒体の回転角度を検出するための角度検出用マークを有している。
- [0018] ホログラム記録再生装置 10 は、ピックアップ 11、再生用参照光光学系 12、キュア光学系 13、角度誤差検出光学系 30、回転角度検出センサ 14、半径位置検出センサ 15 及びスピンドルモータ 50、半径方向搬送部 51 を備えている。
- [0019] スピンドルモータ 50 は、その回転軸に対してホログラム記録媒体 1 を着脱可能な媒体着脱部（図示しない）を有しており、ホログラム記録媒体 1 はスピンドルモータ 50 によって回転可能な構成となっている。同時にホログラム記録媒体 1 は半径方向搬送部 51 によって、ピックアップ 11 の位置を基準として、半径方向に移動可能な構成となっている。
- [0020] 信号光及び／または参照光が照射される位置は後述するピックアップ 11 の位置によって決まり、装置に固定された位置である。本実施例においては、スピンドルモータ 50 及び半径方向搬送部 51 が、信号光及び／または参照光が照射されるホログラム記録媒体 1 上の位置を変更する手段として機能する。
- [0021] 回転角度検出センサ 14 は、ホログラム記録媒体 1 に設けられた角度検出用マークを用いて、ホログラム記録媒体 1 の回転角度を検出する。回転角度検出センサ 14 の出力信号はスピンドル制御回路 40 に入力される。信号光及び参照光の照射される回転角度を変更する場合には、スピンドル制御回路 40 が回転角度検出センサ 14 の出力信号及びコントローラ 80 からの指令信号に基づいて駆動信号を生成し、スピンドル駆動回路 41 を介してスピン

ドルモータ 50 を駆動する。これにより、ホログラム記録媒体 1 の回転角度を制御する事が出来る。この制御のことを、スピンドル制御と称する。

[0022] また、半径方向搬送部 51 の可動部には、所定パターンを有するスケール 16 が固定されている。半径位置検出センサ 15 は、スケール 16 を用いて半径方向搬送部 51 の可動部の位置を検出する。信号光及び参照光の照射される半径位置を変更する場合は、半径方向搬送制御回路 42 が半径位置検出センサ 15 の出力信号及びコントローラ 80 からの指令信号に基づいて駆動信号を生成し、半径方向搬送駆動回路 43 を介して半径方向搬送部 51 を駆動する。これにより、ホログラム記録媒体 1 が半径方向に搬送される。これにより、信号光及び参照光の照射される半径位置を制御する事が出来る。この制御のことを、半径位置制御と称する。

[0023] また、スピンドル制御回路 40 及び半径方向搬送制御回路 42 はそれぞれの駆動が完了したか否かの情報を、コントローラ 80 に返す。

[0024] ピックアップ 11 は、ホログラム記録媒体 1 に情報を記録する場合と、ホログラム記録媒体 1 に記録されている情報を再生する場合に用いられる。ホログラム記録媒体 1 に情報を記録する場合は、参照光と信号光をホログラム記録媒体 1 に照射してホログラフィを利用してデジタル情報を記録媒体に記録する。この際、記録する情報信号はコントローラ 80 によって信号生成回路 81 を介してピックアップ 11 内の後述する空間光変調器に送られ、信号光は空間光変調器によって変調される。

[0025] ホログラム記録媒体 1 に記録した情報を再生する場合は、ピックアップ 11 から出射された参照光を記録時とは逆の向きにホログラム記録媒体 1 に入射させる光波を再生用参照光光学系 12 にて生成する。再生用参照光によって再生される回折光をピックアップ 11 内の後述する光検出器 226 によって検出し、信号処理回路 82 によって信号を再生する。

[0026] 更に、参照光がホログラム記録媒体 1 に入射する角度は、第一の入射角度制御回路 21 及び第二の入射角度制御回路 24、及び直交入射角度制御回路 27 により制御される。ここで、参照光がホログラム記録媒体 1 に入射する

角度に関して、本明細書においては「入射角度」及び「直交入射角度」を定義する。以下、図 17 を用いて説明する。

[0027] 図 17 (a) は記録時の信号光の波数ベクトル K_s 及び参照光の波数ベクトル K_r 及びホログラム記録媒体 1 の媒体面を示す図である。信号光の入射面は、信号光の波数ベクトル K_s と、ホログラム記録媒体 1 の法線ベクトルとを含む平面として規定される。装置が理想的な状態の場合、参照光の波数ベクトル K_r は信号光の入射面内に存在し、図 17 (a) はその状態を示している。このとき図 17 (a) に示すように、信号光の入射面内において、参照光の波数ベクトル K_r の角度を変更することができる。この、参照光の入射面内における角度の変更を、本明細書では「入射角度の変更」と称する。

[0028] 続いて、「直交入射角度の変更」について説明する。図 17 (b) 及び図 17 (c) は、それを説明するための図である。図 17 (b) は図 17 (a) の状態から、直交入射角度を変更した状態を示している。また、図 17 (b) を横から見た状態を示しているのが図 17 (c) である。

[0029] 図 17 (b) からわかるように、参照光の直交入射角度を変更すると、参照光の波数ベクトル K_r は、信号光の入射面上ではなく、図 17 (b) の平面 A 上に存在する。即ち、「直交角度の変更」とは、信号光の入射面と直交する方向に、参照光がホログラム記録媒体 1 に入射する角度を変更することを意味する。

[0030] なお、図 17 (b) のように直交入射角度を変更した状態において、「入射角度の変更」は、参照光の平面 A 内における角度の変更のことを指す。

[0031] なお、図 17 (c) から明らかなように、入射角度の変更する方向（即ち平面 A に含まれる方向）と、直交入射角度の変更する方向（図 17 (c) の矢印の方向）は、必ず直交する。

[0032] 角度誤差信号生成回路 31 は、角度誤差検出光学系 30 内の後述する光検出器 234 及び光検出器 236 の出力信号を用いて、後述する角度誤差信号（AES）を生成して出力する。角度誤差信号（AES）は、入射角度に関

して最適角度からのずれ（誤差）を示す信号である。

[0033] 入射角度目標値設定回路 32 は、コントローラ 80 からの指示と、角度誤差信号生成回路 31 の出力する角度誤差信号（AES）とを入力として、入射角度の目標値 $Tgt\phi$ を設定し、制御に用いるための信号として出力する。また直交入射角度の目標値 $Tgt\rho$ は、コントローラ 80 が出力する。

[0034] 第一の入射角度信号生成回路 20 は、ピックアップ 11 の出力信号から、参照光の入射角度の制御に用いるための信号を生成する。第一の入射角度制御回路 21 は、第一の入射角度信号生成回路 20 の出力信号と、入射角度目標値設定回路 32 の出力信号 $Tgt\phi$ と、を用いて駆動信号を生成する。第一の入射角度駆動回路 22 は、ピックアップ 11 内の後述するアクチュエータ 221 を、第一の入射角度制御回路 21 からの駆動信号を用いて駆動する。

[0035] また第二の入射角度信号生成回路 23 は、再生用参照光光学系 12 の出力信号から、参照光の入射角度の制御に用いるための信号を生成する。第二の入射角度制御回路 24 は、第二の入射角度信号生成回路 23 の出力信号と、入射角度目標値設定回路 32 の出力信号 $Tgt\phi$ と、を用いて駆動信号を生成する。第二の入射角度駆動回路 25 は、再生用参照光光学系 12 内の後述するアクチュエータ 224 を、第二の入射角度制御回路 24 からの駆動信号を用いて駆動する。

[0036] このようにアクチュエータ 221 及びアクチュエータ 224 を駆動することで、ホログラム記録媒体 1 に入射する参照光の入射角度が制御される。

[0037] 直交入射角度信号生成回路 26 は、ピックアップ 11 の出力信号から、参照光の直交入射角度の制御に用いるための信号を生成する。直交入射角度制御回路 27 は、直交入射角度信号生成回路 26 の出力信号と、コントローラ 80 からの直交入射角度の指令値 $Tgt\rho$ と、を用いて駆動信号を生成する。直交入射角度駆動回路 28 は、ピックアップ 11 内の後述するアクチュエータ 219 を、直交入射角度制御回路 27 からの駆動信号を用いて駆動する。このようにアクチュエータ 219 を駆動することで、ホログラム記録媒体

1に入射する参照光の直交入射角度が制御される。

[0038] コントローラ80から直交入射角度制御回路27へ指示される角度が基準位置の場合（直交入射角度の指令値 $Tgt\theta = 0$ ）は、参照光は信号光の入射面と同一の面内を通過し、図17（a）で示した状態となる。他方、コントローラ80から直交入射角度制御回路27へ指示される角度が基準位置以外の場合は、参照光は信号光の入射面と直交する方向に所定量分傾いて入射し、一例として、図17（b）で示した状態となる。

[0039] ホログラム記録媒体1に照射する参照光と信号光の照射時間の調整は、コントローラ80がシャッタ制御回路84に信号を送信し、シャッタ制御回路84が、コントローラ80から送信された信号を用いてシャッタ203を開閉する制御により行う。

[0040] キュア光学系13は、ホログラム記録媒体1のプリキュア及びポストキュアに用いる光ビームを生成する役割を果たす。プリキュアとは、ホログラム記録媒体1内の所望の位置に情報を記録する際、所望位置に参照光と信号光を照射する前に予め所定の光ビームを照射する前工程である。ポストキュアとは、ホログラム記録媒体1内の所望の位置に情報を記録した後、該所望の位置に追記不可能とするために所定の光ビームを照射する後工程である。プリキュア及びポストキュアに用いる光ビームは、インコヒーレントな光、即ち可干渉性（コヒーレンス）の低い光である必要があることが好ましい。

[0041] 光源駆動回路83は、コントローラ80の指示により所定の光源駆動電流をピックアップ11内、キュア光学系13内の光源に供給する。ピックアップ11内、キュア光学系13内の光源の光源は、所定の光量で光ビームを発光する。

[0042] ここで、ピックアップ11、再生用参照光光学系12、キュア光学系13、角度誤差検出光学系30は、いくつかの光学系構成または全ての光学系構成をひとつに纏めて簡素化しても構わない。

[0043] 図2は、ホログラム記録再生装置10におけるピックアップ11及び再生用参照光光学系12及び角度誤差検出光学系30の、基本的な光学系構成の

一例における記録原理を示したものである。再生用参照光光学系 12 は、アクチュエータ 224 とガルバノミラー 225 から成る。

[0044] 光源 201 を出射した光ビームはコリメートレンズ 202 を透過し、シャッタ 203 に入射する。シャッタ 203 が開いている時は、光ビームはシャッタ 203 を通過した後、例えば 2 分の 1 波長板などで構成される光学素子 204 によって p 偏光と s 偏光の光量比が所望の比になるようになど偏光方向が制御された後、PBS (Polarization Beam Splitter) プリズム 205 に入射する。

[0045] PBS プリズム 205 を透過した光ビームは、信号光 206 として働き、ビームエキスパンダ 208 によって光ビーム径が拡大された後、位相マスク 209、リレーレンズ 210、PBS プリズム 211 を透過して空間光変調器 212 に入射する。

[0046] 空間光変調器 212 によって情報が付加された信号光 206 は、PBS プリズム 211 を反射し、リレーレンズ 213 ならびに空間フィルタ 214 を伝播する。その後、信号光は対物レンズ 215 によってホログラム記録媒体 1 に集光する。

[0047] 一方、PBS プリズム 205 を反射した光ビームは、偏光方向変換素子 216 によって記録時または再生時に応じて所定の偏光方向に設定された後、ウォラストンプリズム 230 に入射する。

[0048] ウォラストンプリズム 230 は、入射した光ビームの偏光に応じて伝搬方向が角度 ϕ だけ異なる 2 つのビームに分岐する光学素子である。しかし本実施例のホログラム記録再生装置の記録時には、偏光方向変換素子 216 は s 偏光のみを通過させる。これにより、記録時の光ビームは、偏光方向変換素子 216 及びウォラストンプリズム 230 で偏光状態や光ビームの分岐が起こることなく、直進する。直進した光ビームは参照光 207 となる。

[0049] ウォラストンプリズム 230 を透過した光ビームは、ミラー 217 ならびにガルバノミラー 218 を経由してガルバノミラー 220 に入射する。ガルバノミラー 220 はアクチュエータ 221 によって紙面内における角度を調

整可能であり、レンズ222とレンズ223を通過した後にホログラム記録媒体1に入射する参照光207の入射角度を、所望の角度に設定することができる。なお、参照光207の入射角度を設定するために、ガルバノミラーに代えて、参照光207の波面を変換する素子を用いても構わない。

[0050] 更にガルバノミラー218はアクチュエータ219によって紙面垂直方向における角度を調整可能であり、レンズ222とレンズ223を通過した後にホログラム記録媒体1に入射する参照光の直交入射角度を、所望の角度に設定することができる。

[0051] このように信号光206と参照光207とをホログラム記録媒体1において、互いに重ね合うように入射させることで、ホログラム記録媒体1内には干渉縞パターンが形成され、このパターンをホログラム記録媒体1に書き込むことで情報を記録する。また、ガルバノミラー220によってホログラム記録媒体1に入射する参照光の入射角度を変化させることができるため、角度多重による記録が可能である。

[0052] 以降、同じ領域に参照光の入射角度を変えて記録されたホログラムにおいて、1つ1つの入射角度に対応したホログラムをページと呼び、同領域に角度多重されたページの集合をブックと呼ぶことにする。

[0053] 図3は、ホログラム記録再生装置10におけるピックアップ11及び再生用参照光光学系12及び角度誤差検出光学系30の、基本的な光学系構成の一例における再生原理を示したものである。

[0054] 再生時には、偏光方向変換素子216は入射したS偏光をP偏光とS偏光からなる偏光成分に変換する。ウォラストンプリズム230は、入射した光ビームの偏光に応じて伝搬方向が角度 ϕ だけ異なる2つのビームに分岐する光学素子である。このため、ウォラストンプリズム230を透過した参照光207は、偏光が異なる2つの伝播方向の光ビームとなっている。ここでは、2つビームのうちS偏光の光ビームを参照光、P偏光の光ビームを制御用光ビームと呼ぶ。また参照光はウォラストンプリズム230を直進する。

[0055] ウォラストンプリズム230を透過した2つの光ビームは、記録時と同様

に、ガルバノミラー 218 及びガルバノミラー 220 を経由してホログラム記録媒体 1 に入射する。

[0056] このとき、参照光と制御用光ビームがホログラム記録媒体 1 内の記録領域に入射しているため、入射角度に応じた 2 つの回折光がレンズ 231 方向に発生する。これらの回折光は、レンズ 231 を透過し、PBS プリズム 232 に入射する。ここで、ホログラム記録媒体 1 で発生する回折光は、入射偏光と同じ偏光となるため、参照光から発生した回折光は PBS プリズム 232 を反射し、制御用光ビームから発生した回折光は PBS プリズム 232 を透過する。そして、それぞれの回折光は、検出レンズ 233、検出レンズ 235 を経て光検出器 234、光検出器 236 の受光部に入射する。

[0057] 光検出器 234 の出力信号及び光検出器 236 の出力信号は、角度誤差信号生成回路 31 に入力される。ここで、光検出器 234 で得られた信号を S1、光検出器 236 で得られた信号を S2 とした場合、角度誤差信号 (AES) は以下のように示せる。

[0058] [数1]

$$AES = S1 - S2 \quad \dots (数1)$$

[0059] なお、信号 S1、信号 S2 はそれぞれの回折光の全光量を検出した総和信号である。角度誤差信号生成回路 31 は (数1) の演算を行い、角度誤差信号 (AES) を出力する。

[0060] またガルバノミラー 220 を反射した参照光 207 はホログラム記録媒体 1 に入射し、ホログラム記録媒体 1 を透過した光ビームを、アクチュエータ 224 によって角度調整可能なガルバノミラー 225 にて反射させることで、その再生用参照光を生成する。

[0061] この再生用参照光によって再生された回折光は、対物レンズ 215、リレーレンズ 213 ならびに空間フィルタ 214 を伝播する。その後、再生された回折光は PBS プリズム 211 を透過して光検出器 226 に入射し、ホログラム記録媒体 1 内に記録された信号を再生することができる。光検出器 2

26としては例えばCMOSイメージセンサーやCCDイメージセンサーなどの撮像素子を用いることができるが、ページデータを再生可能であれば、どのような素子であっても構わない。

[0062] なお本実施例において、第一の入射角度信号生成回路20は、アクチュエータ221に備え付けられた角度検出センサ（図示しない）の出力信号を用いて、ガルバノミラー220を反射した参照光207が最終的に媒体に入射する際の入射角度を示す信号AS1を生成する。同様に再生用参照光光学系12に関しては、第二の入射角度信号生成回路23は、アクチュエータ224に備え付けられた角度検出センサ（図示しない）の出力信号を用いて、ガルバノミラー225を反射した再生用参照光が最終的に媒体に入射する際の入射角度を示す信号AS2を生成する。

[0063] 直交入射角度信号生成回路26は、アクチュエータ219に備え付けられた角度検出センサ（図示しない）の出力信号を用いて、ガルバノミラー218を反射した参照光の直交入射角度を示す信号を生成し、直交入射角度の制御に用いるための信号として生成する。アクチュエータ221及びアクチュエータ224及びアクチュエータ219に備え付けられた角度検出センサは、例えば、光学式エンコーダを用いることができる。

[0064] ここで、角度誤差信号（AES）の検出方法について説明する。

まず角度誤差信号（AES）の検出方法について説明する。図7は、ガルバノミラー220を回転させてホログラム記録媒体1に対する参照光207の入射角度を変更したときの、光検出器234で得られる信号S1、光検出器236で得られる信号S2、再生信号の信号強度を示している。なお、それぞれの信号強度は最大値で正規化している。

[0065] ホログラム記録媒体1に対する参照光207の入射角度に対して、信号S1と信号S2が角度 $\Delta\phi$ だけずれていることがわかる。これは、ウォラストンプリズム230により、角度の異なる2つの光ビームを生成し、分離して検出したためである。

[0066] 図8は図7の信号S1と信号S2から演算される本発明の角度差動信号A

ESを示している。図8より再生信号が最大となる角度P1（またはP2、P3）と、角度誤差信号がゼロとなる角度Z1（またはZ2、Z3）（ゼロクロスする角度）と、がずれていることがわかる。なお、P1とZ1（またはP2とZ2、P3とZ3）の角度ずれ量は、図7に示す信号S1と信号S2の角度差が $\Delta\phi$ であることから、 $\Delta\phi/2$ となっている。

[0067] ここで角度誤差信号（AES）を用いて通常の制御を行うと再生信号が最大となる角度P1に制御することが困難である。例えば、BD（Blu-ray（登録商標））等に代表される従来の光ディスクでは、制御でオフセットするためには電氣的にオフセットを与えていたが図8に示す角度誤差信号（AES）の場合、信号のボトム（またはピーク）となっているので同様の制御ができない課題がある。

[0068] 本実施例の第一の入射角度制御回路21の構成について、図9を用いて説明する。第一の入射角度制御回路21は、減算器2101、サーボ補償器2102、出力制御スイッチ2103、静定判定回路2104から成る。

[0069] 第一の入射角度制御回路21は、第一の入射角度信号生成回路20の出力信号AS1と、入射角度目標値設定回路32の出力する入射角度の目標値Tgt ϕ を入力とし、参照光207がホログラム記録媒体1に入射する際の入射角度がTgt ϕ となるようにガルバノミラー220の角度を制御する。以降、この制御のことを第一の入射角度制御と称する。

[0070] ここでAS1信号はガルバノミラー220を反射した参照光207が最終的に媒体に入射する際の入射角度を示す信号である。

[0071] 減算器2101は、AS1信号とTgt ϕ 信号の減算を行い、（AS1－Tgt ϕ ）の値を出力する。サーボ補償器2102は、減算器2101の出力信号に対してゲイン及び位相の補償を行い、ガルバノミラー220の角度を制御するための駆動信号を出力する。減算器2101及びサーボ補償器2102によって、ガルバノミラー220の角度の制御に関してフィードバック制御系が構成される。

[0072] また、フィードバック制御系の目標値はTgt ϕ であり、ガルバノミラー

220の角度が $Tgt\phi$ となるように制御が行われる。本実施例の構成によれば、フィードバックされる位置情報は、AS1信号である。

[0073] 出力制御スイッチ2103は、サーボ補償器2102の出力信号を入力とし、コントローラ80からの制御信号G1ONに従い、サーボ補償器2102の出力信号を出力するかどうかを切り替える。G1ON信号がHighのときは、出力制御スイッチ2103は端子aを選択し、サーボ補償器2102の出力信号をGD1信号として出力する。一方、G1ON信号がLowのときは、出力制御スイッチ2103は端子bを選択し、基準電位をGD1信号として出力し、サーボ補償器2102の出力信号を出力しない。このようにG1ON信号は、第一の入射角度制御のオン・オフを指示する信号となる。そして、これにより出力制御スイッチ2103は、第一の入射角度制御のオン・オフを切り替えるスイッチとして機能する。出力制御スイッチ2103から出力されたGD1信号は、第一の入射角度駆動回路22によって増幅され、ガルバノミラー220と一体となって駆動するアクチュエータ221を制御するための駆動信号となる。

[0074] 静定判定回路2104は、減算器2101の出力信号が入力され、ガルバノミラー220を反射した参照光207が最終的に媒体に入射する際の入射角度が目標値 $Tgt\phi$ 近傍の値である否かを判定し、その判定結果をG1OK信号として出力する。なお、ガルバノミラー220を反射した参照光207が最終的に媒体に入射する際の入射角度が目標値 $Tgt\phi$ 近傍の値である場合に、G1OK信号はHighとなるものとする。静定判定回路2104は、例えば、減算器2101の出力信号の絶対値が所定の閾値以下となつてからの経過時間を計測し、その計測時間が所定時間以上続くことで判定を行う回路とすることで実現できる。判定結果であるG1OK信号はコントローラ80へと出力される。そのため、コントローラ80は、G1OK信号によって、ガルバノミラー220を反射した参照光207が最終的に媒体に入射する際の入射角度が目標値 $Tgt\phi$ 近傍の値であるか否かを判定可能である。即ち静定判定回路2104は、第一の入射角度制御の収束を判定する回路

として機能する。

[0075] 第二の入射角度制御回路 24 の構成は、第一の入射角度制御回路 21 の構成と同様である。第一の入射角度制御回路 21 における AS1 信号、G1ON 信号、GD1 信号、G1OK 信号は、第二の入射角度制御回路 24 においてはそれぞれ、AS2 信号、G2ON 信号、GD2 信号、G2OK 信号と称する。また、第二の入射角度制御回路 24 が構成する制御系による制御のことを第二の入射角度制御と称する。

[0076] 直交入射角度制御回路 27 の構成についても、第一の入射角度制御回路 21 の構成と同様である。

[0077] 図 4 は、ホログラム記録再生装置 10 における記録、再生のフローチャートを示したものである。ここでは、特にホログラフィを利用した記録再生に関する処理について説明する。なお本明細書では、ホログラム記録再生装置 10 にホログラム記録媒体 1 を挿入した後、記録または再生の準備が完了するまでの処理をセットアップ処理と称する。準備完了状態からホログラム記録媒体 1 に情報を記録する処理を記録処理、準備完了状態からホログラム記録媒体 1 に記録した情報を再生する処理を再生処理と称する。

[0078] 図 4 (a) は、セットアップ処理のフローチャートを示し、図 4 (b) は記録処理のフローチャート、図 4 (c) は再生処理のフローチャートを示したものである。

[0079] 図 4 (a) に示すようにセットアップ処理を開始すると（ステップ S401）、ホログラム記録再生装置 10 は、例えば挿入された媒体がホログラフィを利用してデジタル情報を記録または再生する媒体であるかどうかを判別する、媒体判別を行う（ステップ S402）。

[0080] 媒体判別の結果、ホログラフィを利用してデジタル情報を記録または再生するホログラム記録媒体 1 であると判断すると、ホログラム記録再生装置 10 は、ホログラム記録媒体 1 に設けられたコントロールデータを読み出し（ステップ S403）、例えばホログラム記録媒体 1 に関する情報や、例えば記録や再生時における各種設定条件に関する情報を取得する。

- [0081] コントロールデータの読み出し後は、ホログラム記録再生装置 10 は、コントロールデータに応じた各種調整やピックアップ 11 に関わる学習処理（ステップ S 404）を行う。これによりホログラム記録再生装置 10 は、記録または再生の準備が完了し、セットアップ処理を終了する（ステップ S 405）。
- [0082] 次に、準備完了状態から情報を記録するまでの処理について、図 4（b）のフローチャートを用いて説明する。記録処理を開始すると（ステップ S 411）、ホログラム記録再生装置 10 は、外部制御装置 91 から記録データを受信して（ステップ S 412）、信号生成回路 81 において該データに応じた 2 次元データを生成し、ピックアップ 11 内の空間光変調器 212 に送る。
- [0083] その後、ホログラム記録再生装置 10 は、ホログラム記録媒体 1 に高品質の情報を記録できるように、必要に応じて例えば光源 201 のパワー最適化やシャッタ 203 による露光時間の最適化等の各種記録用学習処理を事前に行う（ステップ S 413）。
- [0084] その後、シーク処理（ステップ S 414）では、ホログラム記録再生装置 10 は、スピンドル制御回路 40 及び半径方向搬送制御回路 42 を用いて、スピンドルモータ 50 及び半径方向搬送部 51 を制御する。これによって、ピックアップ 11 ならびにキュア光学系 13 から照射される光ビームがホログラム記録媒体 1 の所定の位置に照射されるように、ホログラム記録媒体 1 が位置決めされる。ホログラム記録媒体 1 がアドレス情報を持つ場合には、アドレス情報を再生し、アドレス情報に対応した位置に、光ビームの照射位置が位置決めされているか確認する。アドレス情報に対応した位置に光ビームの照射位置が位置決めされていなければ、アドレス情報に対応した位置とのずれ量を算出し、再度スピンドル制御回路 40 及び半径方向搬送制御回路 42 を用いて、スピンドルモータ 50 及び半径方向搬送部 51 を制御し、位置決めする動作を繰り返す。
- [0085] その後、ホログラム記録再生装置 10 は、記録するデータをホログラム記

録媒体 1 にホログラムとして記録するデータ記録処理を行う（ステップ S 4 1 5）角度多重方式においては、ホログラム記録媒体に記憶したホログラムと同じ領域に、参照光の照射角度を所定角度変えて、既に記録されているホログラムと異なるホログラムを記憶してブックを形成する。データ記録処理が完了すると、記録処理を終了する（ステップ S 4 1 6）。なお、必要に応じてホログラム記憶媒体 1 に記録したデータをベリファイしても構わない。

[0086] 次に、準備完了状態から記録された情報を再生するまでの処理について、図 4（c）のフローチャートを用いて説明する。再生処理を開始すると（ステップ S 4 2 1）、ホログラム記録再生装置 1 0 は、まずシーク処理（ステップ S 4 2 2）で、スピンドル制御回路 4 0 及び半径方向搬送制御回路 4 2 を用いて、ピックアップ 1 1 ならびに再生用参照光光学系 1 2 から照射される光ビームがホログラム記録媒体 1 の所定の位置に照射されるように、ホログラム記録媒体 1 を位置決めする。ホログラム記録媒体 1 がアドレス情報を持つ場合には、アドレス情報を再生し、アドレス情報に対応した位置に光ビームの照射位置が位置決めされているか確認する。アドレス情報に対応した位置に光ビームの照射位置が位置決めされていなければ、アドレス情報に対応した位置とのずれ量を算出し、再度スピンドル制御回路 4 0 及び半径方向搬送制御回路 4 2 を用いて、スピンドルモータ 5 0 及び半径方向搬送部 5 1 を制御し、位置決めする動作を繰り返す。

[0087] その後、ホログラム記録再生装置 1 0 は、ピックアップ 1 1 から参照光 2 0 7 をホログラム記憶媒体 1 へ出射する。参照光によって再生された回折光は、光検出器 2 2 6 で 2 次元データとして検出され、信号処理回路 8 2 が 2 次元データを処理することにより、ホログラム記録媒体 1 に記録されたデータとして読み出される（ステップ S 4 2 3）。ホログラム記録再生装置 1 0 は、読み出されたデータを再生データとして外部制御装置 9 1 へ送信する（ステップ S 4 2 4）。再生データの送信が完了すると、再生処理を終了する（ステップ S 4 2 5）。

[0088] 続いて本実施例におけるシーク処理 S 4 1 4 について、図 5 のフローチャ

ートを用いて説明する。なお、シーク処理 S 4 2 2 に関しても同一のフローチャートである。ここで、本実施例のようにホログラム記録媒体 1 が円盤状である場合のシーク処理においては、半径 r 及び回転角 θ がパラメータとなる。以降、半径 r の駆動軸を r 軸、回転角 θ の駆動軸を θ 軸と称する。他方、ブック内の各ページへの位置決めは参照光の入射角度 ϕ がパラメータになる。以降、参照光の入射角度 ϕ の駆動軸を ϕ 軸と称する。また、 r 軸方向、 θ 軸方向へのホログラム記録媒体 1 の移動はスピンドル 5 0、半径方向搬送器 5 1 にて行う。

[0089] シーク処理を開始すると（ステップ S 5 0 1）、目標アドレスのホログラムが位置するブックの座標（ r 、 θ ）と現在の照射位置との差分を計算して、 r 軸及び θ 軸について移動量を計算する（ステップ S 5 0 2）。次に、 r 軸方向の移動量がゼロ以外であるかを判断する（ステップ S 5 0 3）。 r 軸方向の移動量がゼロ以外であれば（ステップ S 5 0 3 にて Y e s の場合）、 r 軸方向の移動を開始する（ステップ S 5 0 4）。ステップ S 5 0 4 に続いては、後述するステップ S 5 0 5 に移行する。また r 軸方向の移動量がゼロであれば（ステップ S 5 0 3 にて N o の場合）、ステップ S 5 0 4 を行わずにステップ S 5 0 5 に移行する。

[0090] ステップ S 5 0 5 においては、 θ 軸方向の移動量がゼロ以外であるかを判断する。 θ 軸方向の移動量がゼロ以外であれば（ステップ S 5 0 5 にて Y e s の場合）、 θ 軸方向の移動を開始する（ステップ S 5 0 6）。ステップ S 5 0 6 に続いては、後述するステップ S 5 0 7 に移行する。また θ 軸方向の移動量がゼロであれば（ステップ S 5 0 5 にて N o の場合）、ステップ S 5 0 6 を行わずにステップ S 5 0 7 に移行する。

[0091] ステップ S 5 0 7 においては、 r 軸方向と、 θ 軸方向の移動が完了したかどうかの判定を行う。移動が完了したことは、スピンドル制御回路 4 0 及び半径方向搬送制御回路 4 2 の出力信号に基づき判定を行う。

[0092] 移動が完了していないと判定された場合（ステップ S 5 0 7 で N o の場合）には、再びステップ S 5 0 7 に戻る。即ち、移動が完了するまで待機する

動作となる。

[0093] 移動が完了したと判定された場合（ステップS507でYesの場合）、移動を終了する（ステップS508）。

[0094] 次に、再生時のシーク処理であるかを判断する（ステップS509）。再生時のシーク処理でない場合（ステップS509でNoの場合）、後述するステップS516に進み、シーク処理を終了する。再生時のシーク処理である場合は（ステップS509でYesの場合）、これでシーク処理を終了せず、最終的には、記録されたホログラムを再生して得られるアドレス情報を用いて目標アドレスに正しく位置決めされるまでシーク処理を続行する。これは、記録時のシーク処理はホログラム記録媒体1内の未記録部へのシーク処理となり、アドレス情報が得られないためである。

[0095] 再生時のシーク処理である場合は（ステップS509でYesの場合）、 r 軸及び θ 軸で表わされた座標に記録されているブック内の1ページ目のページの再生を行う（ステップS510）。

[0096] ステップS510の後、当該ページが再生可能であったかを判断する（ステップS511）。再生が不可能である場合（ステップS511でNoの場合）には、ステップS502からステップS508までの、スピンドル50及び半径方向搬送器51によるホログラム記録媒体1の移動が正確に行えなかったことを意味する。そのため、所定のリトライパラメータに基づいて、 r 軸及び θ 軸のリトライ値を計算し（ステップS512）、ステップS502に戻る。これにより、位置決めした近傍に移動するシーク処理が行われる。

[0097] ホログラムが再生可能であった場合（ステップS511にてYesの場合）、再生されたホログラムに含まれるアドレス情報を取得する（ステップS513）。続いて、取得したアドレスが目標アドレスであるか否かを判断する（ステップS514）。取得したアドレスが目標アドレスでなかった場合（ステップS514にてNoの場合）には、位置決めが正確に行えなかったことを意味する。そのため、取得したアドレスの座標（ r 、 θ ）と目標アド

レスの座標 (r 、 θ) の差分を計算し (ステップ S 5 1 5)、ステップ S 5 0 2 に戻る。これにより、ホログラムのアドレス情報に基づいたシーク処理が行われる。

[0098] 取得したアドレスが目標アドレスである場合 (ステップ S 5 1 4 にて Yes の場合)、シーク処理を終了する (ステップ S 5 1 6)。

[0099] 続いて本実施例におけるデータ再生処理 S 4 2 3 について、図 6 のフローチャートを用いて説明する。

[0100] データ再生処理 S 4 2 3 を開始すると (ステップ S 6 0 1)、まず、ブックの番号を示す変数 j 及びブック内のページの番号を示す変数 i をゼロに初期化する (ステップ S 6 0 2)。

[0101] 続いて、 j 番目のブック (Book [j]) と称する) ヘシーク処理を行う (ステップ S 6 0 3)。この時のシーク処理は、図 5 で示したシーク処理と同様である。

[0102] ステップ S 6 0 3 の後、コントローラ 8 0 は、入射角度目標値設定回路 3 2 に指示を出し、入射角度の目標値として $Tgt\ \phi = \phi 0 [1]$ を設定する (ステップ S 6 0 4)。ここで $\phi 0 [i]$ は i 番目のページに対応した入射角度である。即ちステップ S 6 0 4 は、1 番目のページに対応した入射角度を設定する。

[0103] 続いてコントローラ 8 0 は、G 1 ON 信号及び G 2 ON 信号を High にし ϕ 軸の制御を開始する。即ち、第一の入射角度制御回路 2 1 及び第二の入射角度制御回路 2 4 により、によるアクチュエータ 2 2 1、アクチュエータ 2 2 4 の制御を開始する (ステップ S 6 0 5)。これにより、参照光 2 0 7 がホログラム記録媒体 1 に入射する際の入射角度が $Tgt\ \phi$ となるように、ガルバノミラー 2 2 0 の角度及びガルバノミラー 2 2 5 の角度について、それぞれ制御が開始される。

[0104] ステップ S 6 0 5 の後、1 ページ目に関しては角度誤差信号 (AES) に基づく参照光 2 0 7 の制御を行わずに、ステップ S 6 1 2 に進む。

[0105] ステップ S 6 1 2 においては、コントローラ 8 0 は、G 1 OK 信号及び G

2 OK信号を監視し、両方の信号がHighであるかを判断することで、移動が完了したかを判断する（ステップS 6 1 2）。

[0106] G 1 OK信号及びG 2 OK信号のいずれか一方でもHighでない場合（ステップS 6 1 2でNoの場合）、ステップS 6 1 2に戻り、G 1 OK信号及びG 2 OK信号の両方がHighとなるまで待機する。

[0107] G 1 OK信号及びG 2 OK信号の両方がHighであれば（ステップS 6 1 2でYesの場合）、アクチュエータ2 2 1及びアクチュエータ2 2 4が共に移動を完了したことを意味する。これによりG 1 OK信号及びG 2 OK信号の両方がHighとなったとき、ページデータを再生し（ステップS 6 1 3）、再生可能であったかを判断する（ステップS 6 1 4）。

[0108] ページデータが再生不可であった場合は（ステップS 6 1 4でNoの場合）、所定のリトライパラメータに基づいてリトライ値を設定し（ステップS 6 1 5）、ステップS 6 1 2に戻る。ここでステップS 6 1 5においては、所定のリトライパラメータに基づいて参照光2 0 7の入射角度の目標値 $Tgt\phi$ や直交入射角度の目標値 $Tgt\rho$ を再設定。

[0109] ページデータが再生可能であった場合は（ステップS 6 1 4でYesの場合）、変数 i に1を加算する（ステップS 6 1 6）。続いて変数 i が所定値Page Numより大きいかを判断する（ステップS 6 1 7）。なお所定値Page Numは、ブック内のページ数である。

[0110] 変数 i が所定値Page Numより大きくない場合（ステップS 6 1 7でNoの場合）、当該ブックには未再生のページが残っているため、ステップS 6 0 6に進み、2ページ目以降の再生に移行する。

[0111] 続いて、2ページ目以降の再生において行われるステップS 6 0 6からステップS 6 1 1について説明する。

[0112] ステップS 6 0 6において、コントローラ8 0は、入射角度目標値設定回路3 2に指示を出し、入射角度の目標値として $Tgt\phi = \phi 0[i]$ を設定する（ステップS 6 0 6）。これにより、入射角度の目標値が変更されるため、参照光がホログラム記録媒体1に入射する際の入射角度が $\phi 0[i]$ と

なるように、ガルバノミラー 220 の角度及びガルバノミラー 225 の角度について、それぞれ制御が開始される。

- [0113] 続いて入射角度目標値設定回路 32 は角度誤差信号 (AES) を監視し、角度誤差信号 (AES) の電圧レベルが閾値 V_{th} より大きいかを判断する (ステップ S607)。
- [0114] 角度誤差信号 (AES) の電圧レベルが閾値 V_{th} より大きくない場合 (ステップ S607 で No の場合)、ステップ S607 に戻り、角度誤差信号 (AES) の電圧レベルが閾値 V_{th} より大きくなるまで待機する。
- [0115] 角度誤差信号 (AES) の電圧レベルが閾値 V_{th} より大きい場合 (ステップ S607 で Yes の場合)、続いて入射角度目標値設定回路 32 は角度誤差信号 (AES) を監視し、角度誤差信号 (AES) の電圧レベルが基準電位 V_{ref} をまたぐか否かを判断する (ステップ S608)。なおこの動作は、一例として、所定のサンプリング周期で角度誤差信号 (AES) をサンプリングし、1 サンプル前の値及び現在の値と基準電位 V_{ref} の大小を比較することで実現できる。
- [0116] 角度誤差信号 (AES) の電圧レベルが基準電位 V_{ref} をまたがない場合 (ステップ S608 で No の場合)、ステップ S608 に戻り、角度誤差信号 (AES) の電圧レベルが基準電位 V_{ref} をまたぐまで待機する。
- [0117] 角度誤差信号 (AES) の電圧レベルが基準電位 V_{ref} をまたぐ場合 (ステップ S608 で Yes の場合)、現在の AS1 信号を取得し、その値から参照光がホログラム記録媒体 1 に入射する際の入射角度 ϕ_z へと換算を行う (ステップ S609)。即ち ϕ_z は、角度誤差信号 (AES) が基準電位となるタイミングにおける参照光の入射角度である。
- [0118] 続いて入射角度目標値設定回路 32 は、新たな入射角度目標値 ϕ_1 として、以下の値を計算し (ステップ S610)、入射角度目標値 $Tgt\phi$ を ϕ_1 で書き換える (ステップ S611)。
- [0119]

[数2]

$$\phi_1 = \phi_z + \frac{\Delta\phi}{2} \quad \dots (\text{数2})$$

[0120] これにより、ガルバノミラー220の角度及びガルバノミラー225の角度に関して、参照光がホログラム記録媒体1に入射する際の入射角度が ϕ_1 となるように、制御目標値が修正される。

[0121] 即ち本実施例のフローチャートによれば、ブック内の2ページ目以降のデータ再生において、ガルバノミラー220の角度及びガルバノミラー225の角度は、 i 番目のページに対応した入射角度 $\phi[i]$ を目標角度として移動を開始した後、角度誤差信号(AES)に基づき目標角度を ϕ_1 に修正する動作となる。

[0122] これは、移動開始時に暫定の目標角度 $\phi[i]$ を設定して移動を開始した後、角度誤差信号(AES)に基づき目標角度を ϕ_1 に修正する動作と言うこともできる。

[0123] ステップS611の後、ステップS612に進む。ステップS612からステップS617までは、前述の通りである。ステップS606からステップS617までが1つのページのページデータ再生に関わる処理である。このうち、ステップS606からステップS612までは、ガルバノミラー220及びガルバノミラー225を制御して参照光の入射角度をステップ状に位置決め制御する、ページ間のシーク処理と見なすことができる。以降、この処理をページシークと称する。

[0124] 当該ブックの全てのページに関してページデータ再生が完了すると、変数 i が所定値PageNumより大きくなり(ステップS617でYesの場合)、ステップS618に進む。

[0125] ステップS618においてコントローラ80は、G1ON信号及びG2ON信号をLowにして第一の入射角度制御及び第二の入射角度制御を停止し(ステップS618)、変数 j に1を加算する(ステップS619)。続い

て変数 j が所定値 $BookNum$ より大きいかを判断する（ステップ S 6 2 0）。なお所定値 $BookNum$ は、データ再生処理において再生する全ブック数である。

[0126] 変数 j が所定値 $BookNum$ より大きくない場合（ステップ S 6 2 0 で No の場合）、未再生のブックが残っているため、ステップ S 6 0 3 に戻り、次のブックの再生に移行する。

[0127] データ再生処理において再生する全ブック中の全ページに関してページデータ再生が完了すると、変数 j が所定値 $BookNum$ より大きくなり（ステップ S 6 2 0 で Yes の場合）、データ再生処理が完了する（ステップ S 6 2 1）。

[0128] ここで、本実施例におけるブック内の各ページの再生順序、即ち、ブック内のページシークにおける参照光 2 0 7 の走査方向について、図 1 0 を用いて説明する。

[0129] 図 1 0 (a) は、ウォラストンプリズム 2 3 0 で分岐された参照光 2 0 7 と制御用光ビームが、ホログラム記録媒体 1 に入射する様子を模式的に示している。なお、ウォラストンプリズム 2 3 0 を通過した後に経由するミラーは省略している。このように、2つの光線は $\Delta\phi$ だけずれてホログラム記録媒体 1 に入射する。

[0130] ここで図 1 0 (b) に示すように、ホログラム記録媒体 1 に入射する際の入射角度で考える。入射角度は、ホログラム記録媒体 1 の法線と光線のなる角で定義する。図 1 0 (b) において参照光 2 0 7 の入射角度は α である。

[0131] 本実施例においては、図 1 0 に示すように、参照光 2 0 7 の方が制御用光ビームより入射角度が大きいとする。本実施例において、ブック内のページシークにおける参照光 2 0 7 の走査方向は D の矢印で示す方向である。この方向は、制御用光ビームの入射角度から参照光 2 0 7 の入射角度に向かう方向である。言い換えれば、図 1 0 においては制御用光ビームの入射角度より参照光 2 0 7 の入射角度の方が大きいので、参照光 2 0 7 の走査方向は入射角度を大きくする方向である。

- [0132] なお、参照光 207 は記録した信号を再生するための光検出器 226 への回折光を生成するための光であるのに対し、制御用光ビームは角度誤差信号 (AES) を生成するためだけの光である。そのため、ウォラストンプリズム 230 における光の分岐の比率は 1 対 1 ではなく、参照光 207 の強度は制御用光ビームの強度より大きいことが好ましい。
- [0133] 従って、ブック内のページシークにおける参照光 207 の走査方向は、強度の弱い光ビームの入射角度から強度の強い光ビームの入射角度に向かう方向と言い換えることもできる。
- [0134] 次に、本実施例による効果について説明する。
- [0135] ($i-1$) 番目のページから i 番目のページに移動するページシークを考える。
- [0136] 図 11 は、ガルバノミラー 220 を回転させて参照光 207 の入射角度を変更したときの角度誤差信号 (AES) を示している。図 11 (a) は理想状態を示しており、例えば、記録の前後で媒体の収縮がなく、かつ、記録時と再生時で温度変化がない場合を示している。このような理想状態においては、再生時の各ページは、記録時にガルバノミラー 220 を位置付けた角度において最適に再生される。即ち、 i 番目のページは i 番目のページに対応した入射角度である $\phi 0 [i]$ で最適に再生される。
- [0137] しかしながら、ホログラム記録媒体 1 は記録の前後で媒体の収縮が起こる。更には、温度変化によっても媒体の膨張・収縮が起こる。図 11 (b) は一例として、媒体が膨張した場合を示している。この結果、 i 番目のページを最適に再生できる角度は、 $\phi 0 [i]$ からずれる。図中では、 $\phi 1$ で示す角度が i 番目のページを最適に再生できる角度である。そのため、本発明を用いない場合には、図中で A で示す量だけ参照光の入射角度がずれてしまい、ページを適切に再生できない。
- [0138] 一方、本発明では、図 11 (a) で示す理想状態、図 11 (b) で示す理想状態でない状態、どちらであっても、角度誤差信号 (AES) のゼロクロス点から最適角度までの角度差は $\Delta \phi / 2$ であることに着目する。これは、

角度誤差信号（A E S）のゼロクロス点から最適角度までの角度差はウォラストンプリズム 230 による分岐角にのみ依存し、ホログラム記録媒体 1 の膨張収縮などには依存しないためである。

[0139] 図 12 は、図 6 で示したデータ再生処理のフローチャートに基づくページシークにおける各部の信号波形の模式図である。図 12（a）は角度誤差信号（A E S）、図 12（b）は入射角度の目標値 $Tgt\phi$ 、図 12（c）は参照光 207 の入射角度 ϕ 、図 12（d）は第一の入射角度制御回路 21 の出力信号 G D 1 である。なお、図 12（c）は A S 1 信号または A S 2 信号と見なすこともできる。また、図 12（d）は第二の入射角度制御回路 24 の出力信号 G D 2 と見なすこともできる。

[0140] 本実施例のフローチャートに対応して説明すれば、時刻 t_0 はステップ S 606 によってガルバノミラー 220 の角度及びガルバノミラー 225 の角度の移動を開始した時刻である。時刻 t_0 において設定される入射角度の目標値 $Tgt\phi$ は、図 12（b）で示すように $\phi_0[i]$ であり、図 12（c）で示すように時刻 t_3 までは角度 $\phi_0[i]$ に向かって制御が行われる。

[0141] 時刻 t_1 は角度誤差信号（A E S）の電圧レベルが閾値 V_{th} より大きくなった時刻であり、ステップ S 607 で Y e s となる条件に対応する。また時刻 t_2 は時刻 t_1 以降で初めて角度誤差信号（A E S）がゼロクロスした時刻であり、ステップ S 608 で Y e s となる条件に対応する。このように、ステップ S 607 及びステップ S 608 により、 i 番目のページの角度誤差信号（A E S）のゼロクロス点を検出することが可能である。

[0142] 図 12（c）で示すように時刻 t_2 においては、ステップ S 609 乃至ステップ S 611 によって、新たな入射角度の目標値 ϕ_1 を設定する。この角度は（数 2）に基づき決定した値であり、時刻 t_2 における入射角度 ϕ_z に対して $\Delta\phi/2$ だけ進んだ角度である。

[0143] 時刻 t_2 において入射角度の目標値が修正されたため、ガルバノミラー 220 の角度及びガルバノミラー 225 の角度は角度 ϕ_1 に向かって制御される。このとき、制御系の目標値が離散的に変化するため、図 12（d）で示

すようにガルバノミラー 220 の角度またはガルバノミラー 225 を駆動する駆動信号においても、角度誤差信号 (AES) のゼロクロスを通じた時刻 t_2 を境に変化が現れる。

[0144] 時刻 t_3 はガルバノミラー 220 の角度及びガルバノミラー 225 の角度の移動が完了した時刻であり、ステップ S612 で Yes となる条件に対応する。この結果、図 12 (c) で示すように参照光 207 の入射角度は ϕ_1 に制御され、この時の角度誤差信号 (AES) としては図 12 (a) で示すように信号のボトム値となる。

[0145] また図 12 (c) で示すように、角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度に移動するまでに、暫定の目標角度 $\phi_0 [i]$ までの移動距離の大部分の移動が完了している。そのため、角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度の近傍において、参照光 207 の入射角度 ϕ は低速に制御される。これにより、角度誤差信号 (AES) のゼロクロスのタイミングを高精度に検出できる。

[0146] 角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度の近傍における参照光の入射角度 ϕ の速度による影響について、図 13 を用いて説明する。図 13 (a) は本実施例における角度誤差信号 (AES)、図 13 (b) は本実施例における参照光の入射角度 ϕ である。一方、図 13 (c) 及び図 13 (d) は角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度に移動するまでに、暫定の目標角度 $\phi_0 [i]$ までの移動距離の移動が完了していない場合を説明する図である。図 13 (c) は角度誤差信号 (AES)、図 13 (d) は参照光 207 の入射角度 ϕ である。

[0147] 図 13 (d) においては、角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度に移動するまでに、暫定の目標角度 $\phi_0 [i]$ までの移動距離の移動が完了していないため、角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度の近傍における参照光の入射角度 ϕ の速度が速い。そのため、角度誤差信号 (AES) が得られる参照光 207 の角度の範囲を通過する時間も短くなる。その結果、図 13 (c) に示すように、角度誤差信号 (AES) を通過する時間が短くな

る。

[0148] 次に、角度誤差信号 (AES) を通過する時間が短くなることの問題点を、図 14 を用いて説明する。図 14 (a) は角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度の近傍における参照光 207 の入射角度 ϕ の速度が遅い場合を示している。本実施例においては、ステップ S608 において角度誤差信号 (AES) の電圧レベルが基準電位 V_{ref} をまたぐか否かの判定は、所定のサンプリング時間ごとに値を取得して判断を行う。これは、デジタル回路にて容易に実現可能である。図 14 において縦の破線はサンプリングタイミングを示しており、黒丸はサンプリングされた値を示している。

[0149] 図 14 (a) に示すように、角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度の近傍における参照光の入射角度 ϕ の速度が遅い場合、ゼロクロス点の付近で多くのサンプリングを行うことができる。そのため、図 14 (a) において A で示す値で閾値をまたぎ、ゼロクロスのタイミング t_z が精度よく検出可能である。

[0150] これに対し図 14 (b) は、角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度の近傍における参照光 207 の入射角度 ϕ の速度が速い場合を示している。この場合、ゼロクロス点の付近で多くのサンプリングを行うことができない。本実施例のフローチャート図 6 によれば、図 14 (b) において B で示す値で閾値をまたぎ、ゼロクロスのタイミング t_z が求まる。しかしながら正確なゼロクロスタイミングは図 14 (b) の点 C であり、ゼロクロスのタイミング t_z は精度よく検出できない。この結果、(数 2) に基づき設定する新たな入射角度目標値 ϕ_1 も、ずれが生じる。その結果、参照光 207 の入射角度が精度良く制御できず、再生性能が劣化してしまう。

[0151] このように、角度誤差信号 (AES) を通過する時間が短くなることは、参照光 207 の入射角度の位置決め精度の劣化につながる。そのため、角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度の近傍において、参照光 207 の入射角度 ϕ は低速に制御することが好ましい。これは、角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度に移動するまでに、暫定の目標角度 $\phi_0[i]$ までの

移動距離の大部分の移動を完了することで実現できる。

[0152] この実現形態は、ブック内のページシークの際、角度誤差信号（A E S）が得られる入射角度の範囲においては、ページシークにおける平均速度より遅い速度でガルバノミラー 220 を駆動するという特徴がある。

[0153] 本発明の第一の効果は、回折光に基づき生成した角度誤差信号（A E S）をもとに参照光 207 の入射角度の制御を行っているため、ページデータを最適に再生できる点である。回折光に基づき生成した角度誤差信号（A E S）をもとに制御することで、図 11（b）を用いて説明した媒体の膨張などが起こった場合でも信号光 206 と参照光 207 の相対角度を高精度に制御することが可能である。更に、特許文献 1 と異なり最適角度で再生を行うことが可能である。

[0154] 第二の効果は、専用の光検出器 234 及び 236 を設け、その受光光量の演算により角度誤差信号（A E S）を生成していることにより、高速性を有する点である。特許文献 1 のように S N R を演算する方式と比較して、入射角度に関するずれの量を示す信号（本実施例における角度誤差信号（A E S））を高速に生成することができる。

[0155] 更に、第三の効果は、参照光 207 の入射角度を駆動中に目標値を修正することにより高速移動が可能である点である。例えば角度誤差信号（A E S）に基づく制御として、角度誤差信号（A E S）に基づき制御を行ってゼロクロス点 ϕ_z に引き込み、その後に角度 ϕ_1 に移動する制御も考えられる。しかし一度ゼロクロス点 ϕ_z に引き込んでしまうと制御としては加速した後に減速する必要があるため、加速した後に減速して ϕ_z に移動し、その後に再び加速した後に減速して ϕ_1 に移動することになる。またこれを実現する場合には、入射角度制御回路における位置のフィードバックとして角度誤差信号（A E S）と、アクチュエータ 221 に備え付けられた角度検出センサから得られた A S 1 信号とを途中で切り替える制御となる。

[0156] これに対し本実施例では、入射角度制御回路における位置のフィードバックとして、角度誤差信号（A E S）を用いていない。図 9 で説明したように

、第一の入射角度制御回路 21 における位置のフィードバックとしては、AS1 信号を用いている。そして角度誤差信号 (AES) は、制御系における入力信号としては用いずに、制御系の目標値を駆動中に修正する目的にのみ用いている。

[0157] この結果、アクチュエータ 221 に備え付けられた角度検出センサから得られた AS1 信号を、入射角度制御回路における位置のフィードバックとして用いて、ページ間の参照光角度の移動時の制御を行う。また参照光 207 の入射角度を駆動中に、角度誤差信号 (AES) に基づき目標値を修正する。以上の動作により、ゼロクロス点 ϕ_z で減速することなく、最適角度 ϕ_1 への高速な位置決め制御が実現可能となる。

[0158] 更に、第四の効果は、角度誤差信号 (AES) の特性に合致した参照光 207 の走査方向とすることにより高速移動が可能である点である。図 11 (a) を用いて説明すれば、本実施例の角度誤差信号 (AES) の特性は、ゼロクロス点に対して、参照光 207 の角度を $\Delta\phi/2$ だけ大きくした角度が最適角度である。この特性の場合には、本実施例のように、再生時のページシークにおいて参照光 207 を、参照光 207 の入射角度が増加する方向に走査すべきである。何故なら、ページシークにおいて参照光 207 を、参照光 207 の入射角度が減少する方向に走査すると、ゼロクロスを検出した位置から戻らないと最適位置に制御できない。戻る動作を伴うということは、ゼロクロス検出後に速度がゼロになるまで減速しないといけないため、高速性に欠ける。

[0159] 図 11 のように角度誤差信号 (AES) のゼロクロス点に対して、参照光 207 の角度を $\Delta\phi/2$ だけ大きくした角度が最適角度であるということは、ウォラストンプリズム 230 で分岐した 2 つのビームのうち参照光 207の方が制御用光ビームより入射角度が大きいことを意味している。即ち、図 10 (b) のような状態である。

[0160] なお、図 10 においては参照光 207 の方が制御用光ビームより入射角度が大きいとしたが、逆に、制御用光ビームの方が参照光 207 より入射角度

が大きい場合には、参照光 207 の入射角度が減少する方向に走査するべきである。このように、本実施例の角度誤差信号 (AES) を用いる場合には、光学系の構成によって、再生時のブック内のページシークにおける参照光 207 の走査方向が必然的に決まる。

[0161] 好ましい参照光の走査方向は、制御用光ビームの入射角度から参照光 207 の入射角度に向かう方向であり、これにより、高速移動が可能となる。

[0162] また第五の効果は、参照光 207 の強度は制御用光ビームの強度より大きくしているため、回折光量を確保でき、好適な再生が可能である点である。

[0163] 更に第六の効果は、角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度に移動するまでに、移動距離のほとんどの移動が完了しているため、角度誤差信号 (AES) のゼロクロスのタイミングを高精度に検出できる点である。この結果、参照光 207 の入射角度を高精度に制御することが可能になる。

[0164] なお図 14 (b) で角度誤差信号 (AES) が得られる入射角度の近傍における参照光 207 の入射角度 ϕ の速度が速い場合、ゼロクロスしたと検出されるタイミングである点 B が、正確なゼロクロスタイミングである点 C からずれることを説明した。このずれを対策するために、次のようにしてゼロクロスタイミングを検出しても良い。

[0165] 入射角度目標値設定回路 32 は所定のサンプリング時間ごとに角度誤差信号 (AES) の値を取得して、1 サンプリング時間だけ前の値を記憶する。そして角度誤差信号 (AES) が基準電位 V_{ref} をまたぐと判断した場合、現在の値 (点 B における AES 信号の値) と、その直前のサンプリング時間において記憶された値 (点 D における AES 信号の値) を用いて、直線近似からゼロクロスタイミングを算出する。これにより、正確なゼロクロスタイミングである点 C に近いタイミングを検出可能である。この結果に基づき、角度誤差信号 (AES) が基準電位となるタイミングにおける参照光 207 の入射角度 ϕ_z を算出することで、新たな入射角度目標値 ϕ_1 をより正確に算出可能である。この結果、参照光 207 の入射角度を高精度に制御することが可能になる。

[0166] また以上の説明では、1 サンプル時間だけ前の値を記憶し、基準電位 V_{ref} をまたぐ前後の2つの値を用いて直線近似するとしたが、過去の複数のサンプリング値を記憶し、2 より多くのサンプリング値を用いて直線近似しても構わない。

[0167] このように本実施例によれば、高速再生を実現可能でかつ、最良な再生信号を得られる角度誤差信号 (AES) を検出可能なホログラム記録再生装置を実現できる。

実施例 2

[0168] 図15はホログラフィを利用してデジタル情報を記録及び／または再生するホログラム記録媒体の記録再生装置を示すブロック図である。なお、実施例1のブロック図である図1と共通の構成要素については同一の番号を付し、説明を省略する。実施例1との構成上の差異は、温度計測センサ17である。

[0169] 温度計測センサ17はホログラム記録媒体1の温度を計測するためのセンサであり、計測結果はコントローラ80に送られる。温度計測センサ17は例えば、非接触式の温度計でホログラム記録媒体1の温度を計測する。または、ホログラム記録媒体1の近傍に設置され、センサ周辺の空気の温度を計測することでホログラム記録媒体1の周囲温度を計測し、コントローラ80がホログラム記録媒体1の温度を推定してもよい。

[0170] 本実施例におけるデータ再生処理S423のフローチャートは、実施例1におけるフローチャートである図6と同一である。実施例1においては $\phi 0[i]$ は i 番目のページに対応した入射角度であるとしたが、本実施例においては、 $\phi 0[i]$ を温度計測センサ17の計測結果に基づき調整する。即ち、温度計測センサ17の計測結果から媒体が膨張・収縮する場合にはそれに応じて $\phi 0[i]$ を調整する。

[0171] 次に、本実施例による効果について説明する。

[0172] 図16は、温度が異なる場合の角度誤差信号 (AES) を示している。図16(a)に対し、図16(b)は温度差により媒体が膨張している場合を

示しており、説明のため、図16(a)及び図16(b)において($i-1$)番目のページの角度の位置は同じ位置に合わせて表示している。また $\phi 1[i]$ は*i*番目のページの最適角度である。

[0173] 図16(a)に対し、図16(b)では媒体が膨張しているため、*i*番目のページの最適角度 $\phi 1[i]$ は、($i-1$)番目のページの最適角度 $\phi 1[i-1]$ から、より離れた位置に存在する。そのため、図16(b)の場合には、ステップS606において暫定の入射角度の目標値として設定する $\phi 0[i]$ は、図16(a)の場合より大きな値として設定すべきである。

[0174] 仮に、図16(a)と同じ $\phi 0[i]$ を設定してしまうと、図16においてAで示すように、暫定の入射角度の目標値 $\phi 0[i]$ まで移動してもゼロクロス点が現れず、高速な移動が実現できない。

[0175] 以上で説明した点と、ホログラム記録媒体1の膨張・収縮はホログラム記録媒体1の温度から推測できる点とを鑑みて、本実施例においては $\phi 0[i]$ を温度計測センサ17の計測結果に基づき調整する。

[0176] これにより、温度によるホログラム記録媒体1の膨張・収縮があっても、ページ間的高速移動が可能である。

[0177] このように本実施例によれば、高速再生を実現可能でかつ、最良な再生信号を得られる角度誤差信号(AES)を検出可能なホログラム記録再生装置を実現できる。

[0178] 以上の実施例における第一の入射角度制御回路21及び第二の入射角度制御回路24及び直交入射角度制御回路27は、図9を用いて説明したように、フィードバック制御系を構成する制御回路とした。しかし例えば、フィードバック制御に加えてフィードフォワード制御も有する、2自由度制御系を構成する制御回路であってもよい。

[0179] 以上の実施例においては、ホログラム記録媒体1に対して記録再生を行う装置を例に説明したが、本発明は再生専用の装置に関しても適用可能である。

[0180] 以上の実施例においては、好ましいブック内の各ページの再生順序、即ち

、ブック内のページシークにおける参照光の好ましい走査方向が光学系の構成によって一意に決まることを説明した。しかしブック内のページシークにおける参照光の好ましい走査方向が決まるのは再生時のみである。即ち、再生専用装置でなく記録及び再生を行う装置の場合に、記録時のブック内のページシークに関しては、この限りではない。

[0181] そのため、再生時にブック内のページを再生する順序と、記録時にブック内のページを記録する順序は異なっても良い。そのため、記録時の順序はホログラムを記録するのに好適な順序として、再生時とは別の順序で設計してよい。これにより、ホログラムを好適に記録しつつ、本発明による高速再生を実現可能である。

[0182] なお以上の実施例では、ピックアップ11ならびにキュア光学系13から照射される光ビームがホログラム記録媒体の所定の位置に照射されるように制御する機構として、例えば実施例1における半径方向搬送部51のように、ホログラム記録媒体1を搬送する構成とした。しかし光ビームの照射位置を兼行するための機構としては、これに限定されるものではない。例えば、ホログラム記録媒体は固定されており、ピックアップ11やキュア光学系13を搬送する構成であってもよい。

[0183] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、また上述した変形例の他にも様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0184] また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部または全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現する

プログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

- [0185] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

符号の説明

- [0186] 1 …ホログラム記録媒体
1 0 …ホログラム記録再生装置
1 1 …ピックアップ
1 2 …再生用参照光光学系
1 3 …キュア光学系
1 7 …温度計測センサ
2 0 …第一の入射角度信号生成回路
2 1 …第一の入射角度制御回路
2 2 …第一の入射角度駆動回路
3 0 …角度誤差検出光学系
3 1 …角度誤差信号生成回路
3 2 …入射角度目標値設定回路
8 0 …コントローラ

請求の範囲

- [請求項1] ホログラム記録媒体に記録されている情報を再生するホログラム再生装置であって、
- 参照光を出射する光源と、
- 前記ホログラム記録媒体に入射する参照光の入射角度を変更可能な入射角度変更部と、
- 角度誤差信号を生成する角度誤差信号生成部と、
- 前記参照光の入射角度の目標角度を設定する目標角度設定部と、
- 前記目標角度設定部が設定する前記目標角度を制御目標として、前記入射角度変更部を制御する入射角度制御部とを備え、
- 前記入射角度制御部が前記入射角度変更部を制御して前記参照光の入射角度を変更している期間に、前記目標角度設定部が前記角度誤差信号に基づき前記目標角度を変更することを特徴とするホログラム再生装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のホログラム再生装置であって、
- 前記参照光を伝搬方向の異なる少なくとも2つの光ビームに分岐する光軸分岐部と、
- 前記ホログラム記録媒体に、前記伝播方向の異なる少なくとも2つの光ビームが入射したときに発生する回折光をそれぞれ検出する光検出部と、を備え、
- 前記角度誤差信号生成部は、前記光検出部の出力信号から前記角度誤差信号を生成することを特徴とするホログラム再生装置。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載のホログラム再生装置であって、
- 前記入射角度変更部によって変更された参照光の角度を検出する角度検出部と、を備え、
- 前記入射角度制御部は、前記角度検出部の出力信号に基づき制御を行うことを特徴とするホログラム再生装置。
- [請求項4] 請求項1または請求項2に記載のホログラム再生装置であって、

前記目標角度設定部は、前記角度誤差信号が所定の閾値となるタイミングを監視し、前記タイミングに基づき前記目標角度を変更することを特徴とするホログラム再生装置。

[請求項5] 請求項1または請求項2に記載のホログラム再生装置であって、
前記目標角度設定部は、前記角度誤差信号が所定の閾値となるタイミングを監視し、前記タイミングにおける前記角度検出部の出力値に対して所定値を加算した値を前記目標角度として設定することを特徴とするホログラム再生装置。

[請求項6] 請求項2に記載のホログラム再生装置であって、
前記伝播方向の異なる少なくとも2つの光ビームのなす角が $\Delta\phi$ であるとき、
前記目標角度設定部は、前記角度誤差信号が所定の閾値になるときに、前記角度検出部が検出する値に対して、 $\Delta\phi$ の略半分の値を加算して前記目標角度とすることを特徴とするホログラム再生装置。

[請求項7] 請求項2に記載のホログラム再生装置であって、
前記光軸分岐部伝播方向の異なる少なくとも2つの光ビームは、前記参照光の光軸と前記ホログラム記録媒体の法線とを含む入射面内に存在し、
前記入射角度変更部は、前記入射面内において前記参照光が前記ホログラム記録媒体に入射する入射角度を変更可能であることを特徴とするホログラム再生装置。

[請求項8] 請求項2に記載のホログラム再生装置であって、
前記ホログラム記録媒体に記録されている情報は角度多重で記録されており、
前記光軸分岐部は前記参照光を強度の異なる2つの光ビームに分岐し、
前記角度多重されたホログラムを連続して再生する際に、前記入射角度変更部は、前記光軸分岐部で分岐された伝播方向の異なる少な

くとも2つの光ビームのうち、強度の弱い方の光ビームの入射角度から強度の強い方の光ビームの入射角度に向かう方向に入射角度の変更を行うことを特徴とするホログラム再生装置。

[請求項9] 請求項2に記載のホログラム再生装置であって、
前記光軸分岐部は前記参照光を強度の異なる2つの光ビームに分岐し、

前記光軸分岐部で分岐された伝播方向の異なる少なくとも2つの光ビームのうち、強度の強い方の光ビームは前記光軸分岐部を直進することを特徴とするホログラム再生装置。

[請求項10] 請求項1に記載のホログラム再生装置であって、
前記目標角度設定部は、前記角度誤差信号を所定のサンプリング時間ごとに値を取得し、前記角度誤差信号が所定の閾値をまたぐ前後の少なくとも2つの値に基づき、前記角度誤差信号が前記所定の閾値をまたぐタイミングを算出することを特徴とするホログラム再生装置。

[請求項11] 請求項1に記載のホログラム再生装置であって、
温度を計測する温度計測部を備え、
前記入射角度変更部は、前記目標角度設定部に設定する目標角度を前記温度計測部の出力を用いて設定し、前記目標角度に基づき前記入射角度制御部が前記入射角度変更部を制御して前記参照光の入射角度を変更している期間に、前記目標角度設定部が前記角度誤差信号に基づき前記目標角度を変更することを特徴とするホログラム再生装置。

[請求項12] ホログラム記録媒体に記録されている情報を再生するホログラム再生装置に用いられるホログラム再生方法であって、
参照光を出射する光源と、
前記ホログラム記録媒体に入射する参照光の入射角度を変更可能な入射角度変更部と、
ホログラム記録媒体に入射された参照光を用いて角度誤差信号を生成する角度誤差信号生成部と、

前記角度誤差信号生成部で生成された角度誤差信号を用いて、前記参照光の入射角度の目標角度を設定する目標角度設定部と、

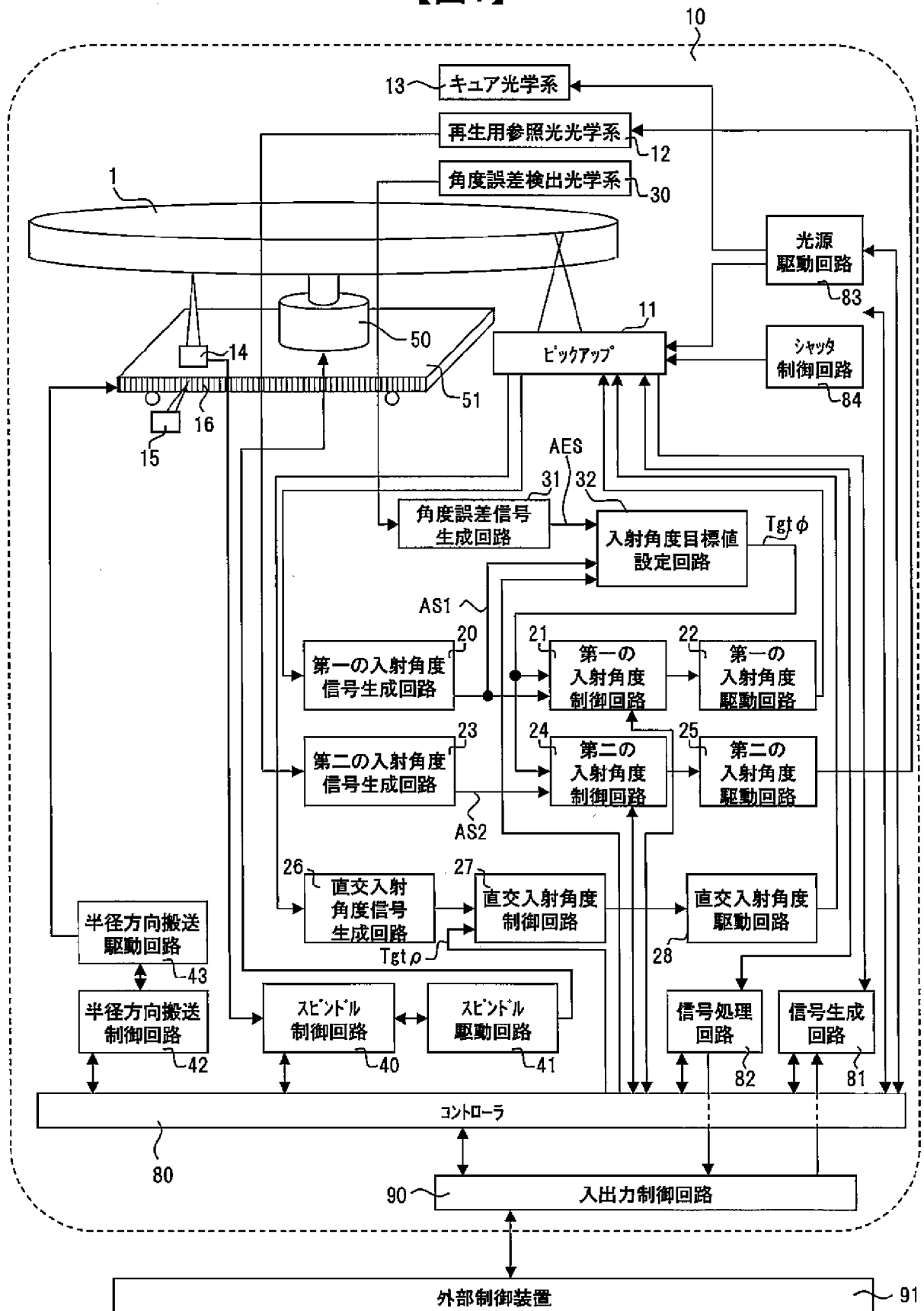
前記目標角度設定部が設定する前記目標角度を制御目標として、前記入射角度変更部を制御する入射角度制御部とを備え、

前記入射角度制御部が前記入射角度変更部を制御して前記参照光の入射角度を変更するステップと、

前記目標角度設定部が前記角度誤差信号に基づき前記目標角度を変更するステップと、を備えることを特徴とするホログラム再生方法。

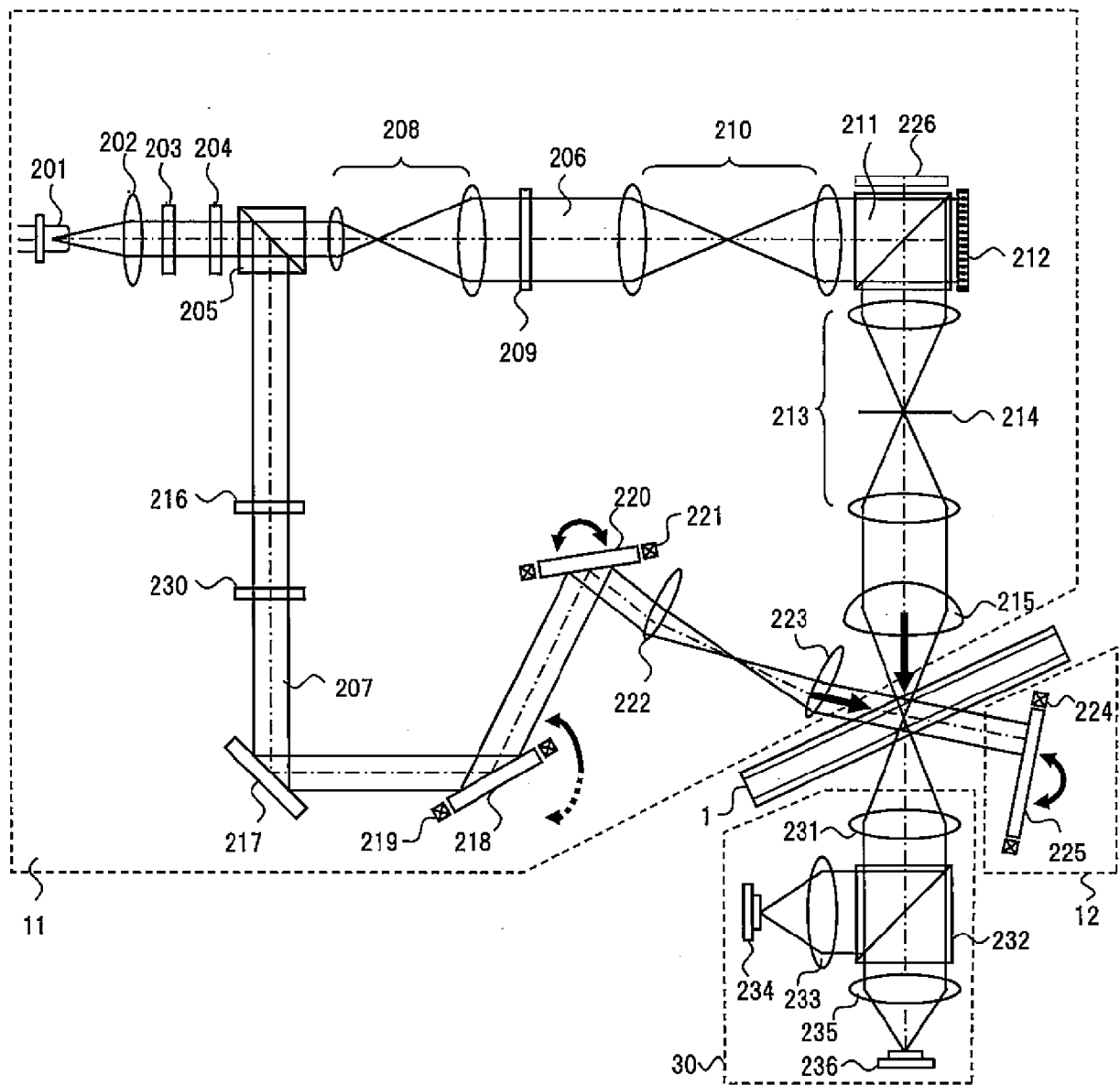
【図1】

【図1】



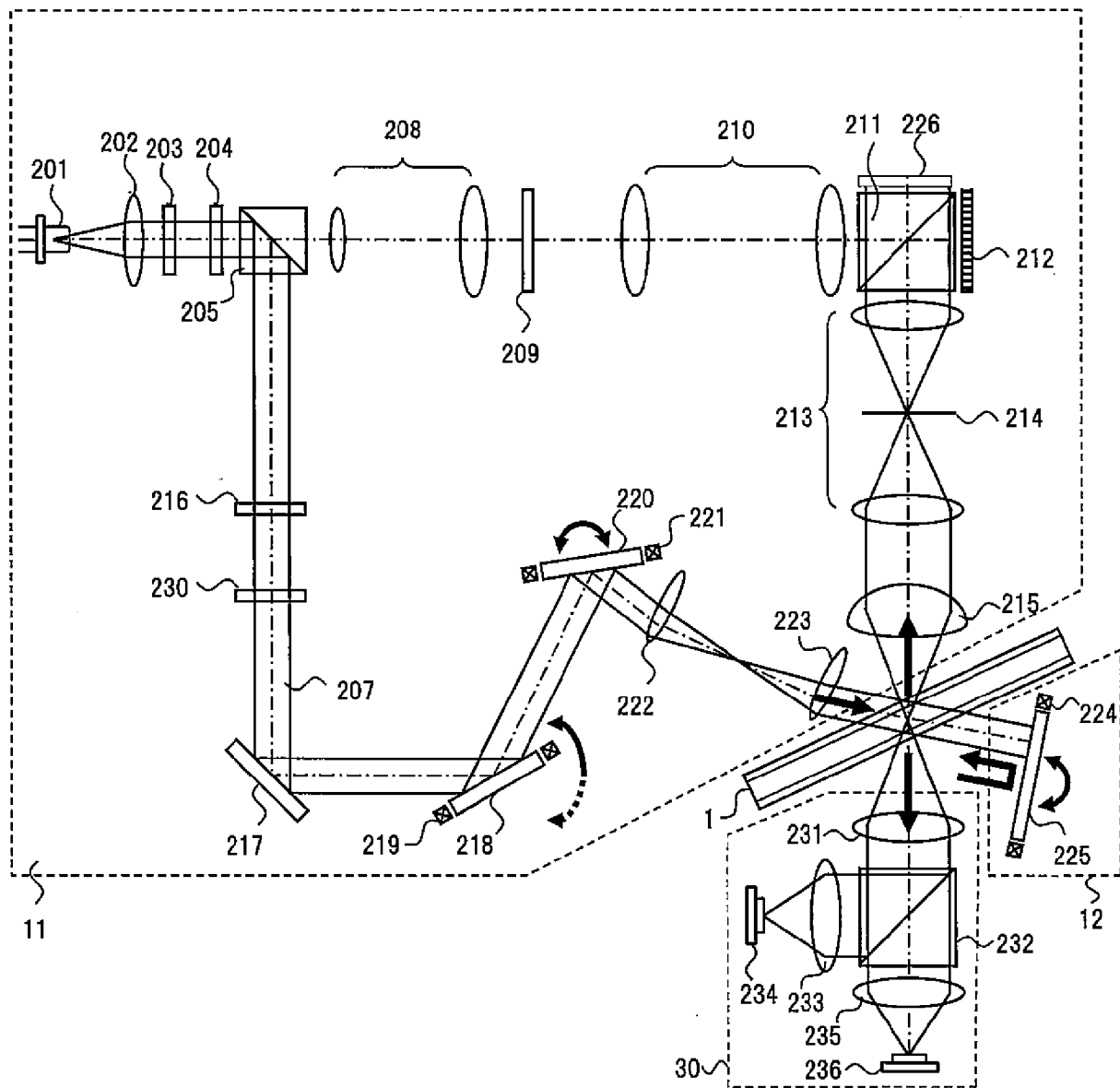
[図2]

【図2】



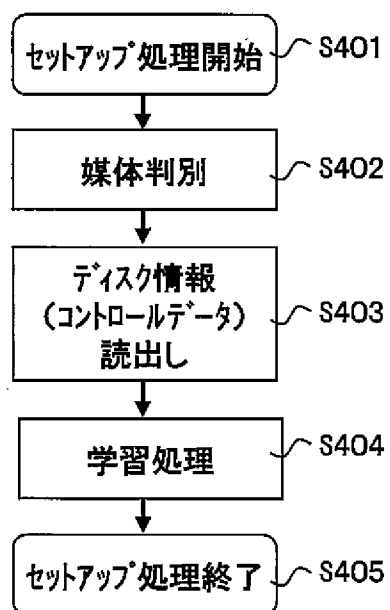
[図3]

【図3】



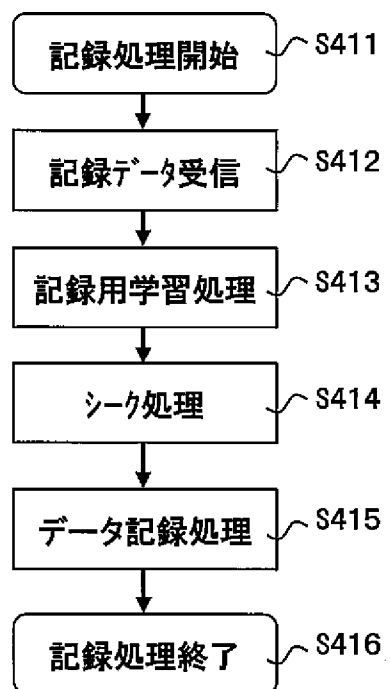
[図4(a)]

【図4(a)】



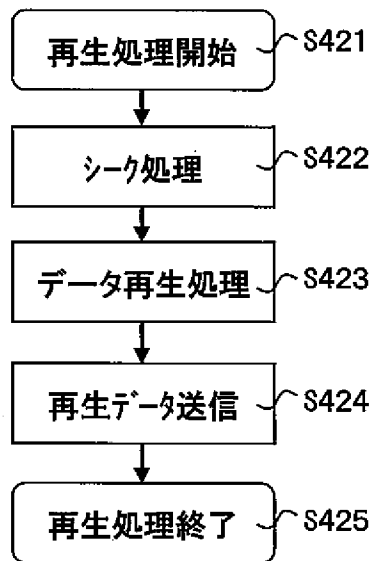
[図4(b)]

【図4(b)】



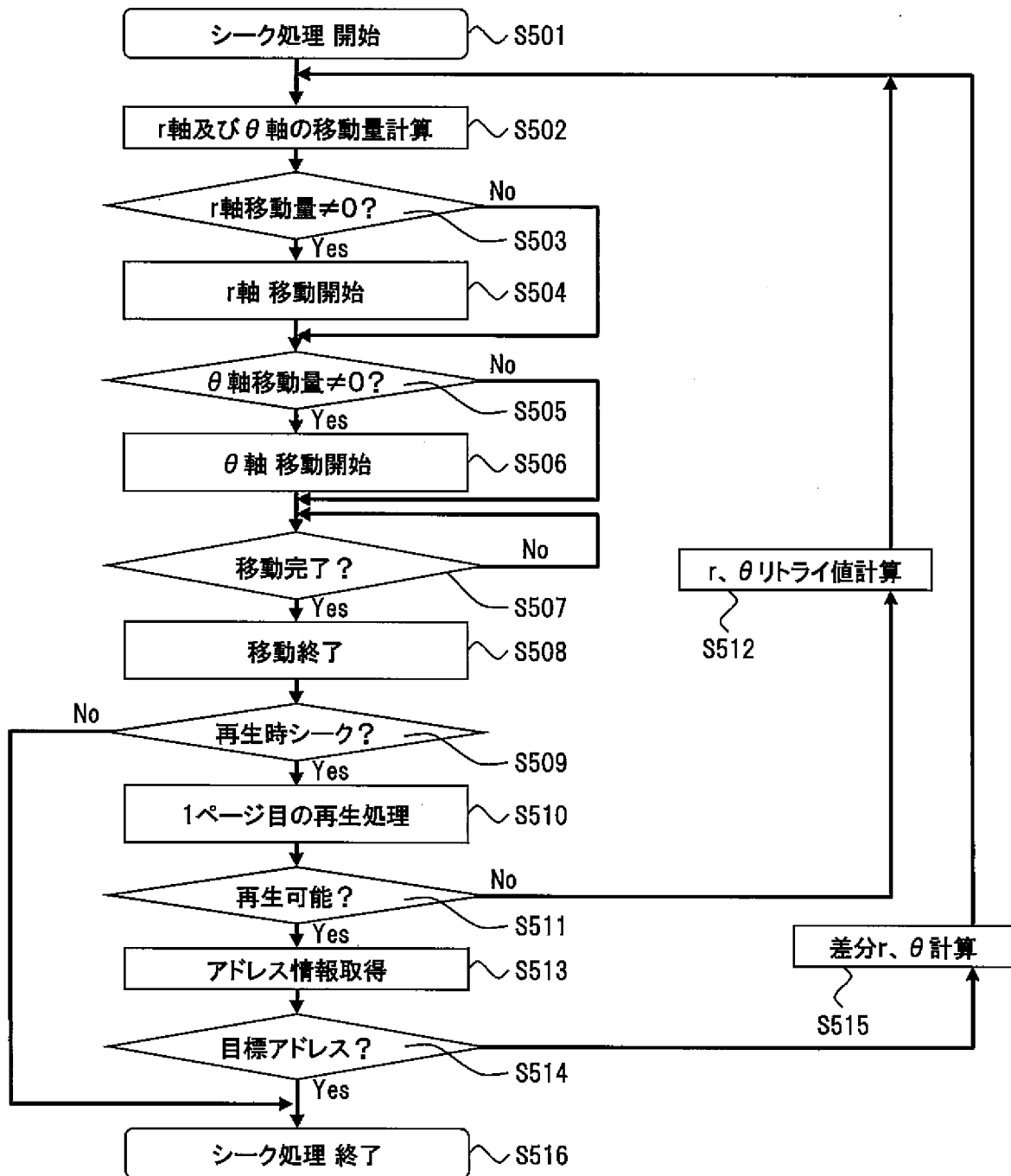
[図4(c)]

【図4(c)】



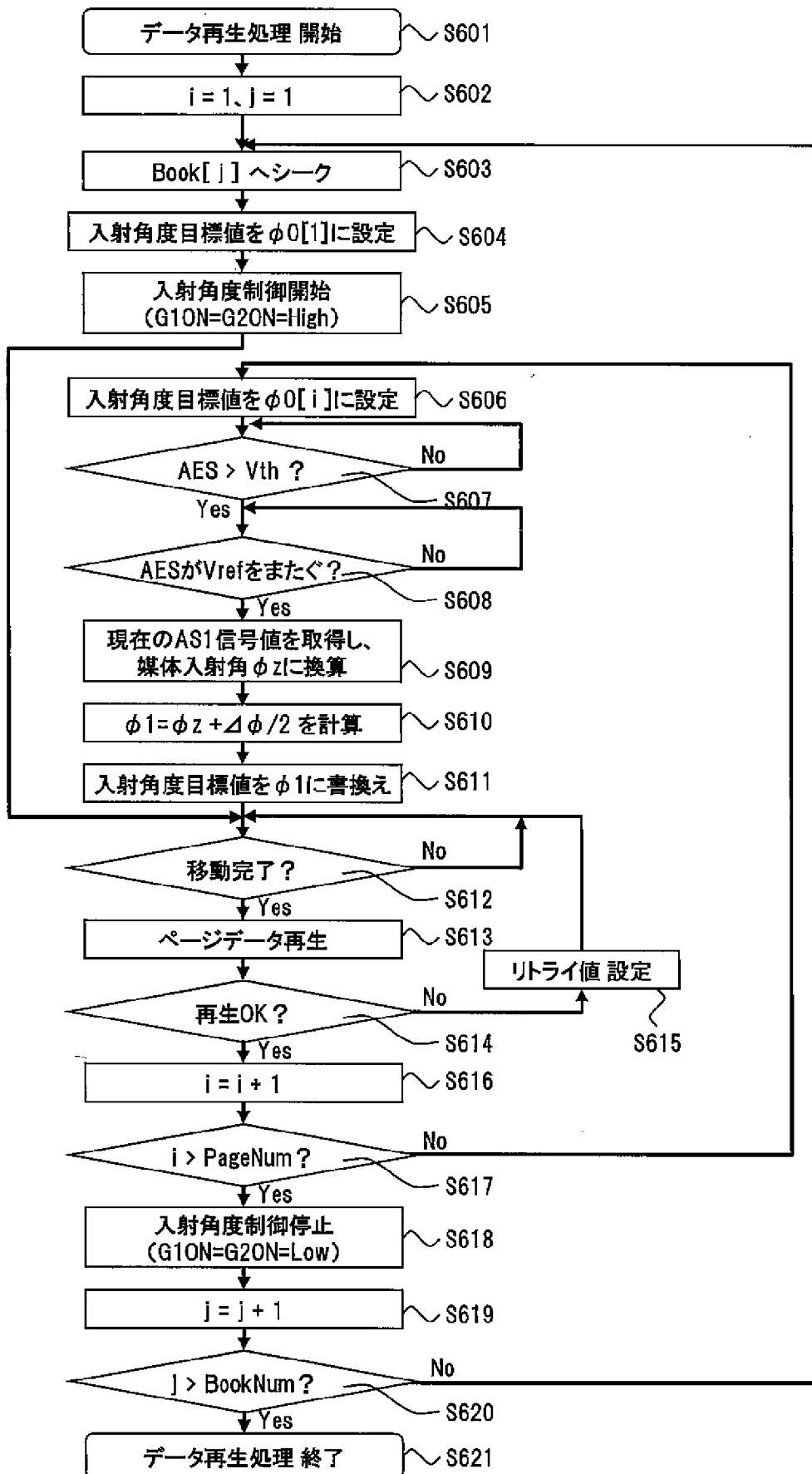
【図5】

【図5】

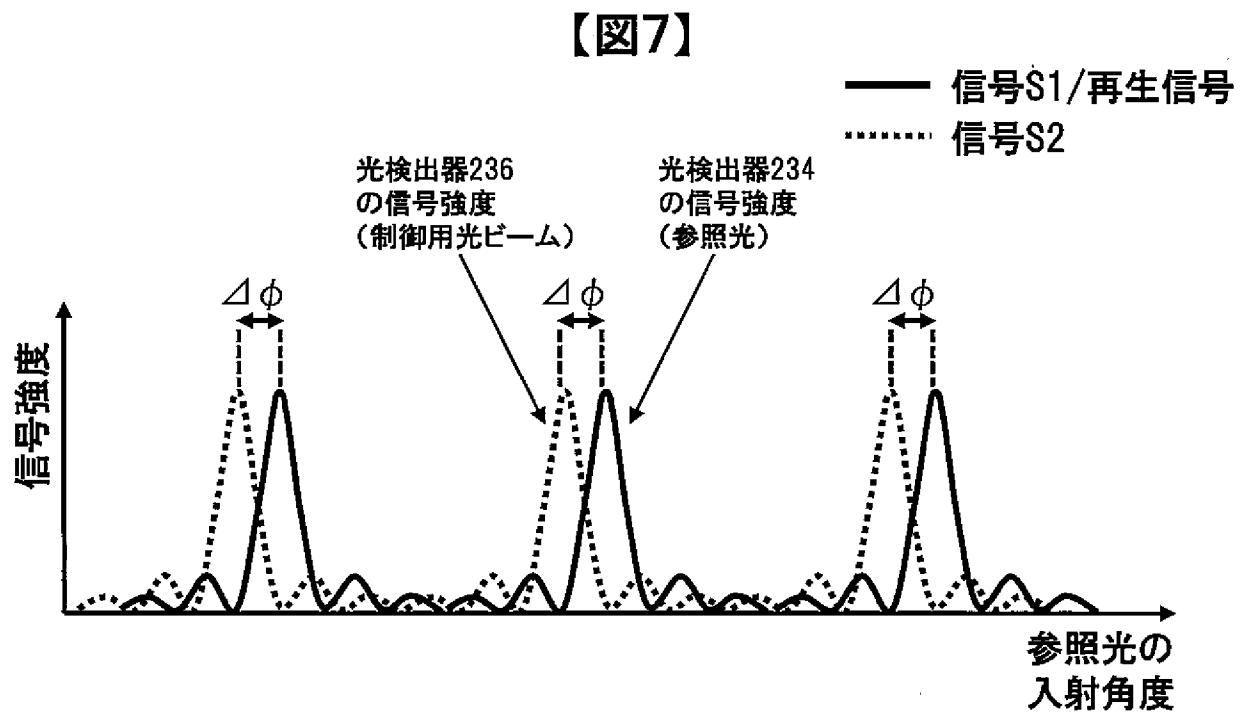


【図6】

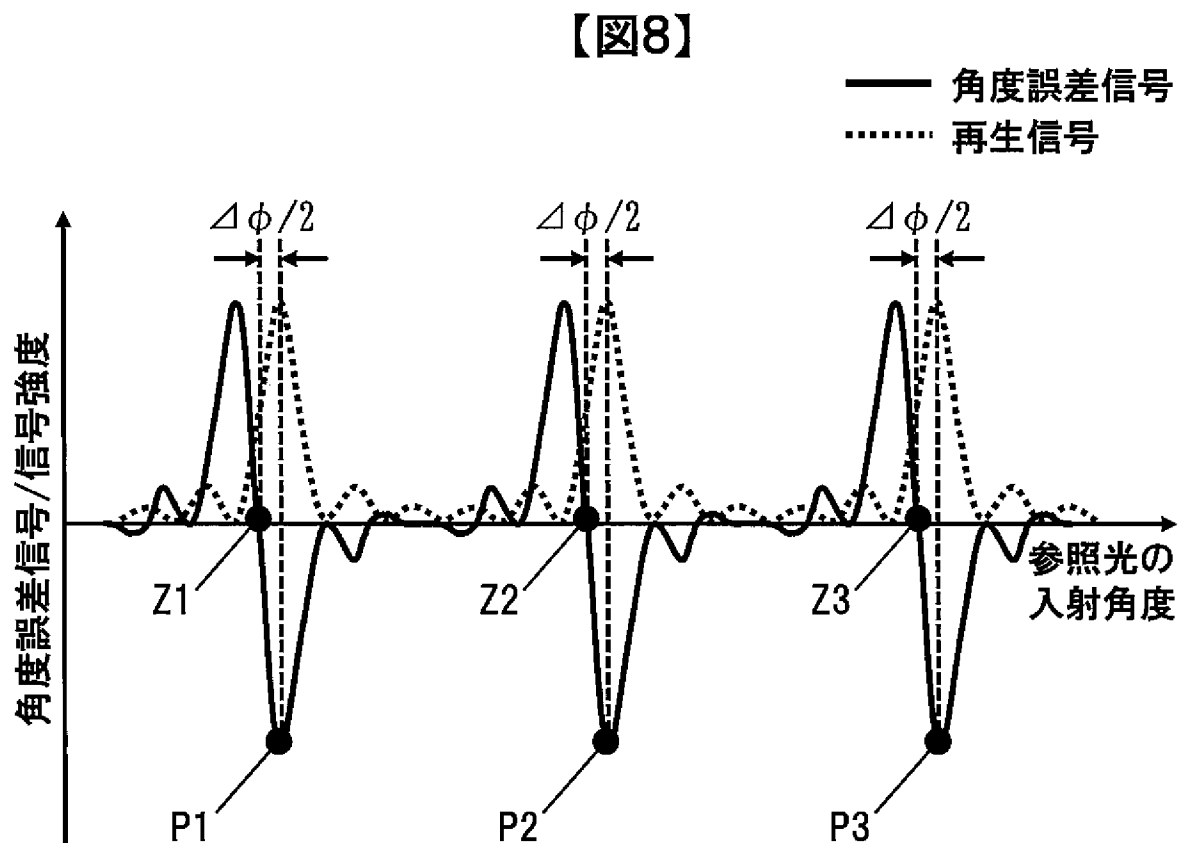
【図6】



[図7]

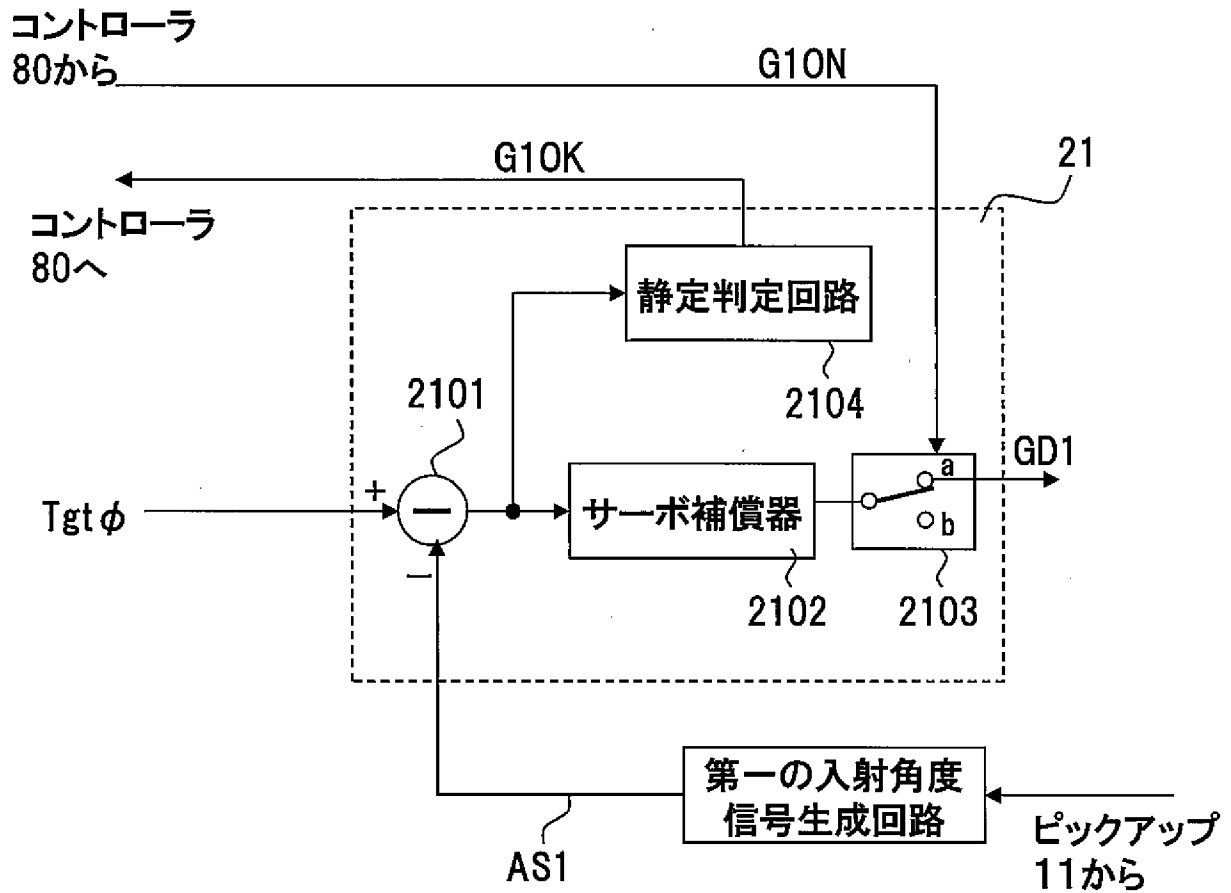


[図8]



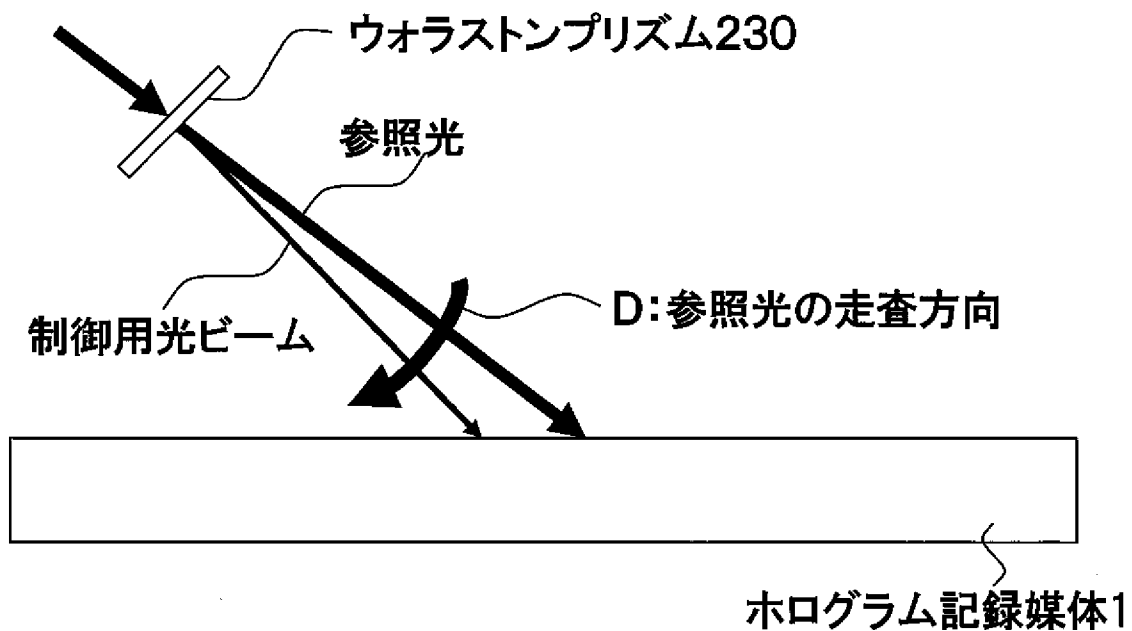
[図9]

【図9】



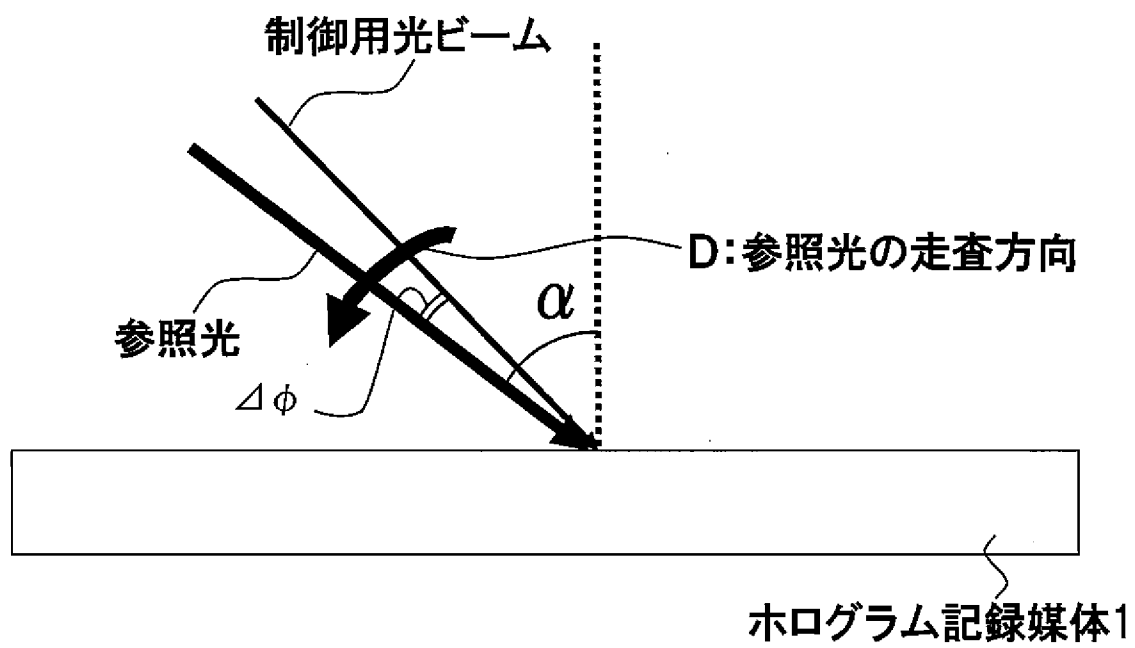
[図10(a)]

【図10(a)】



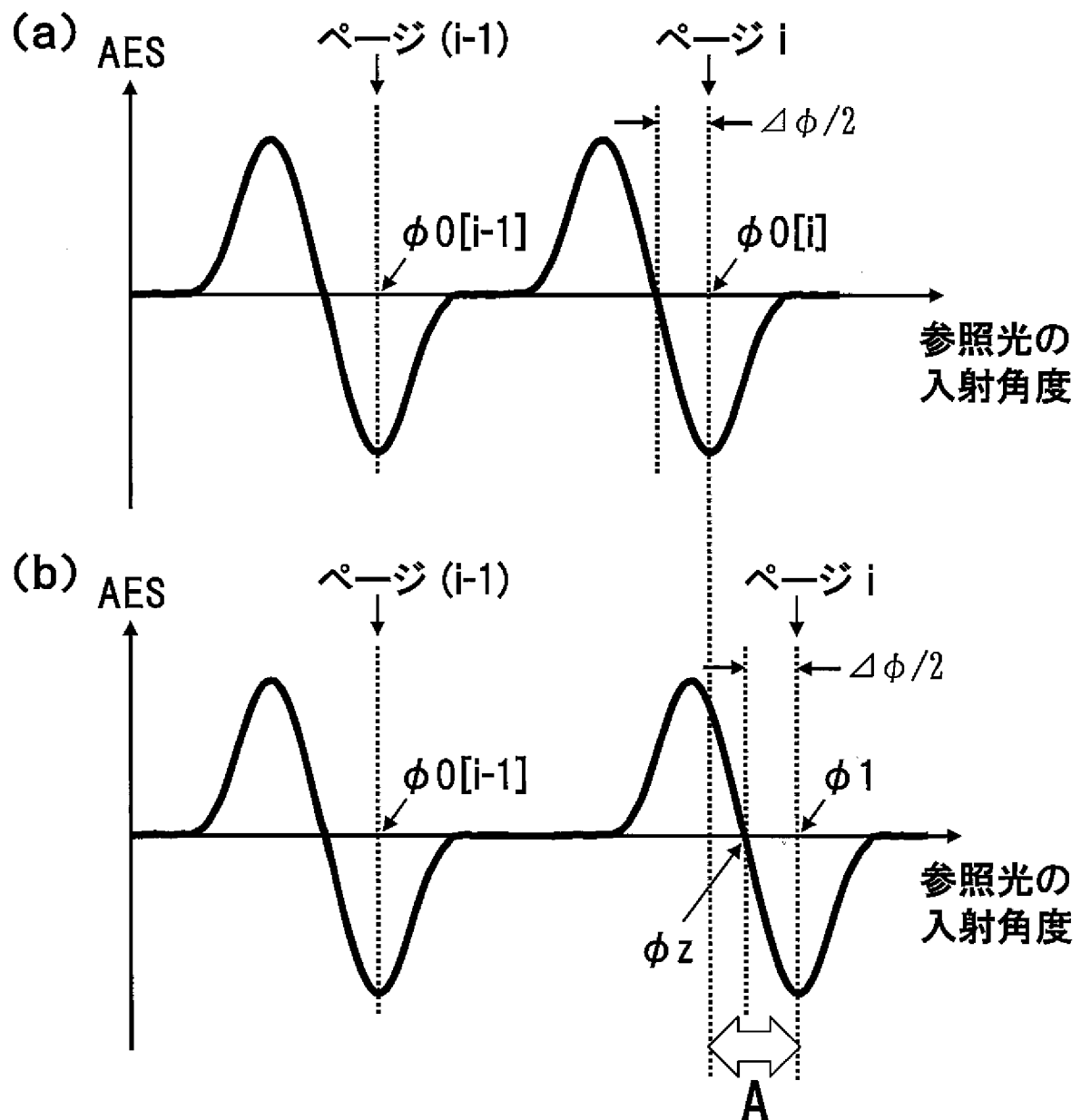
[図10(b)]

【図10(b)】

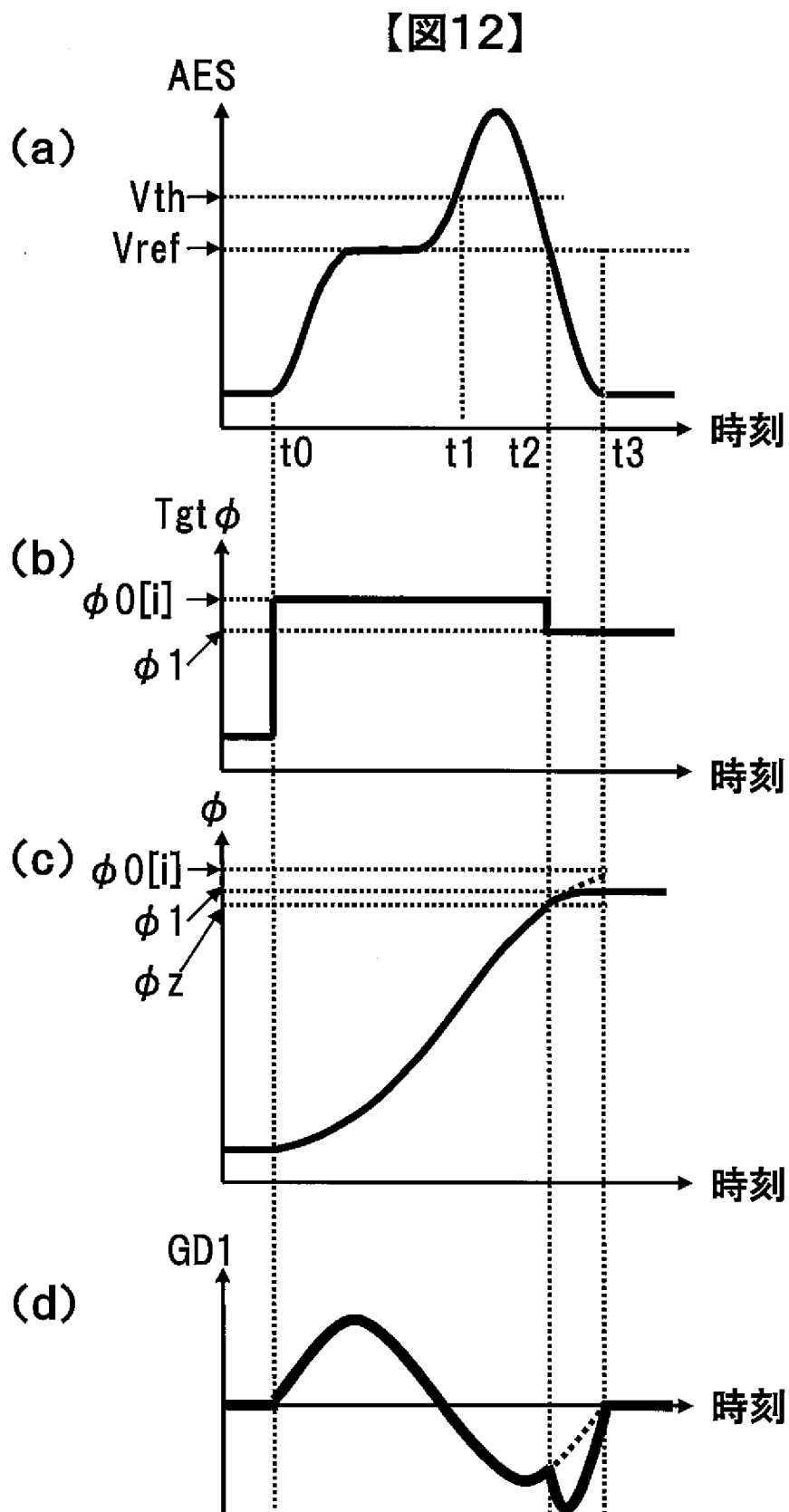


[図11]

【図11】

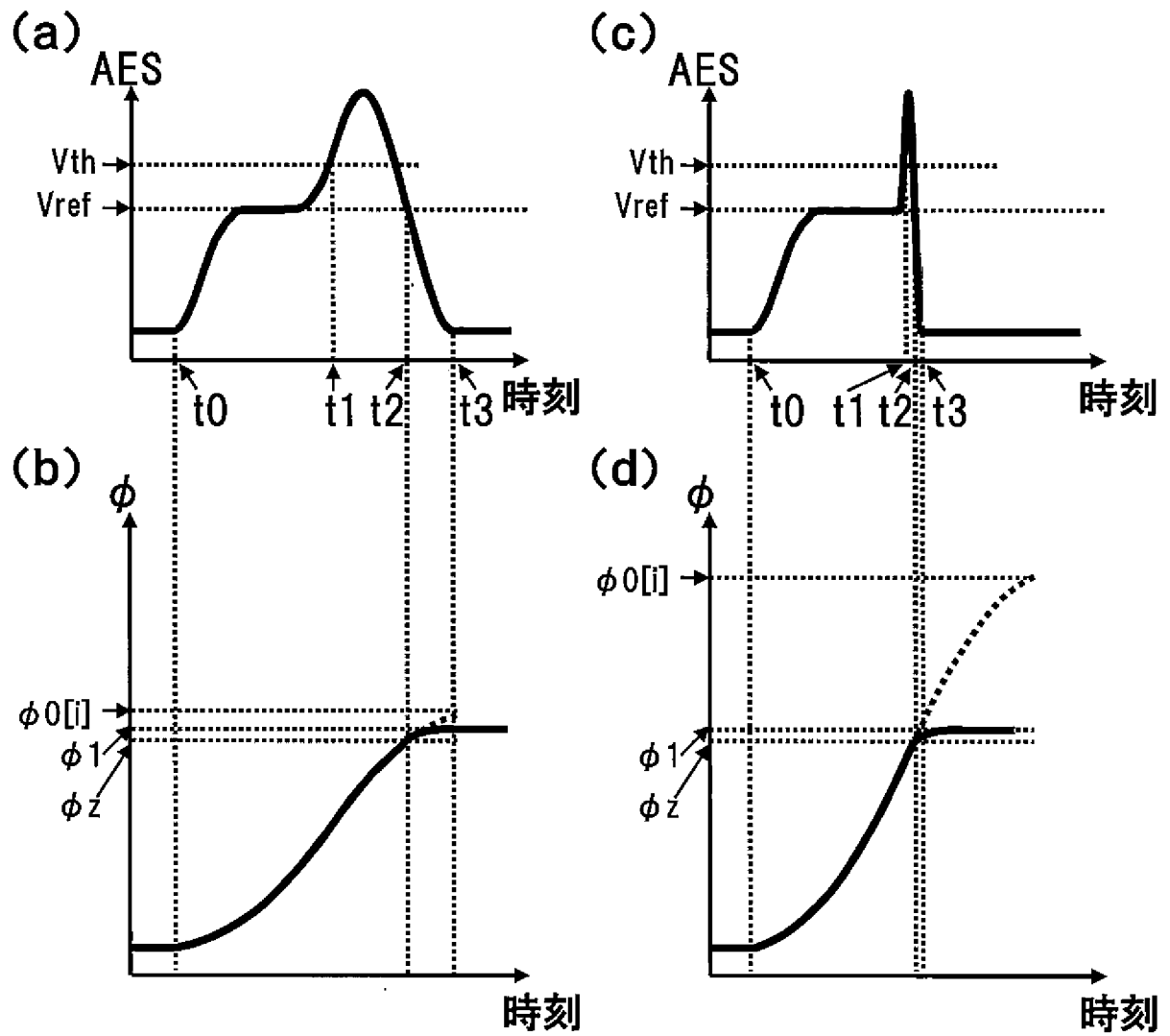


[図12]



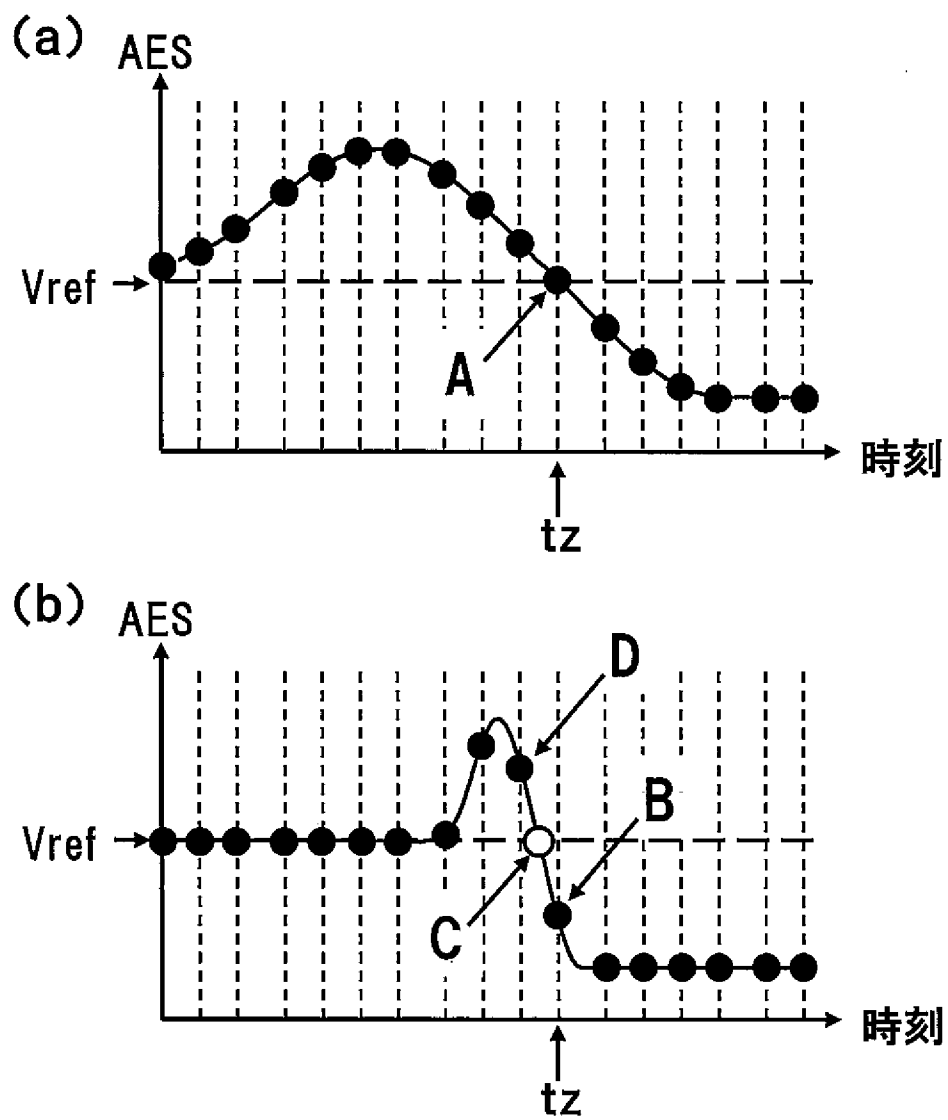
[圖13]

【圖13】



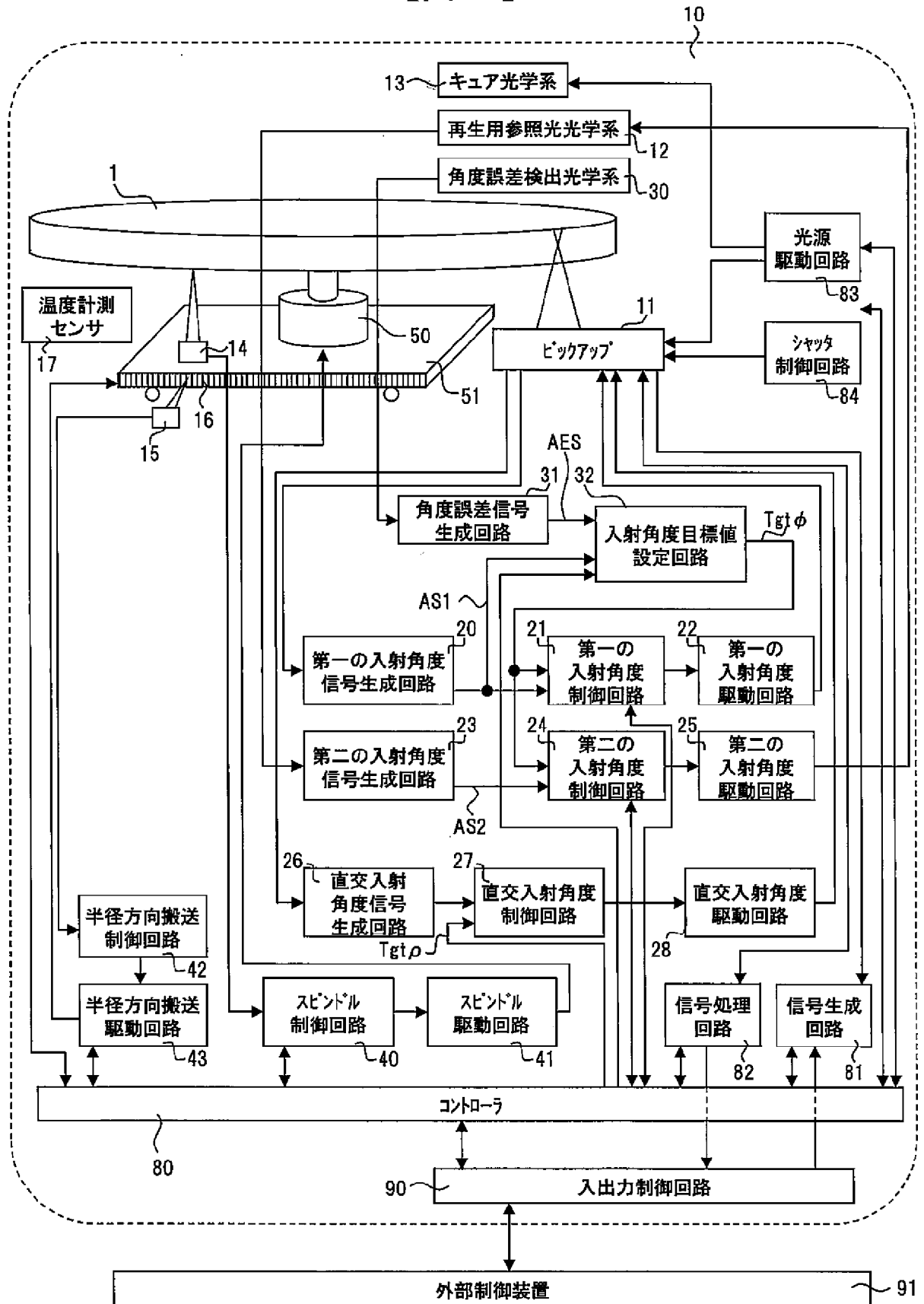
[図14]

【図14】



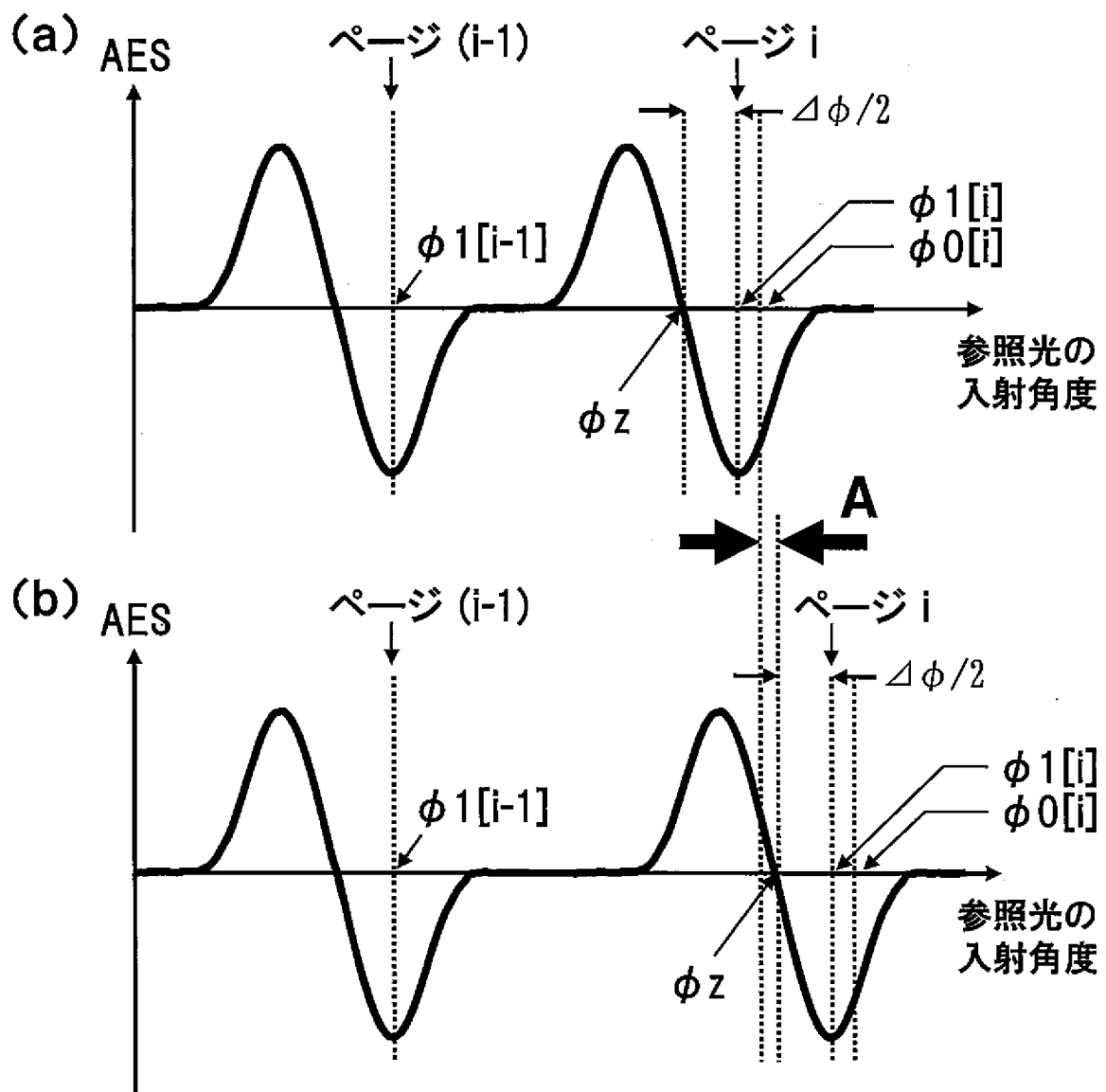
[図15]

【図15】



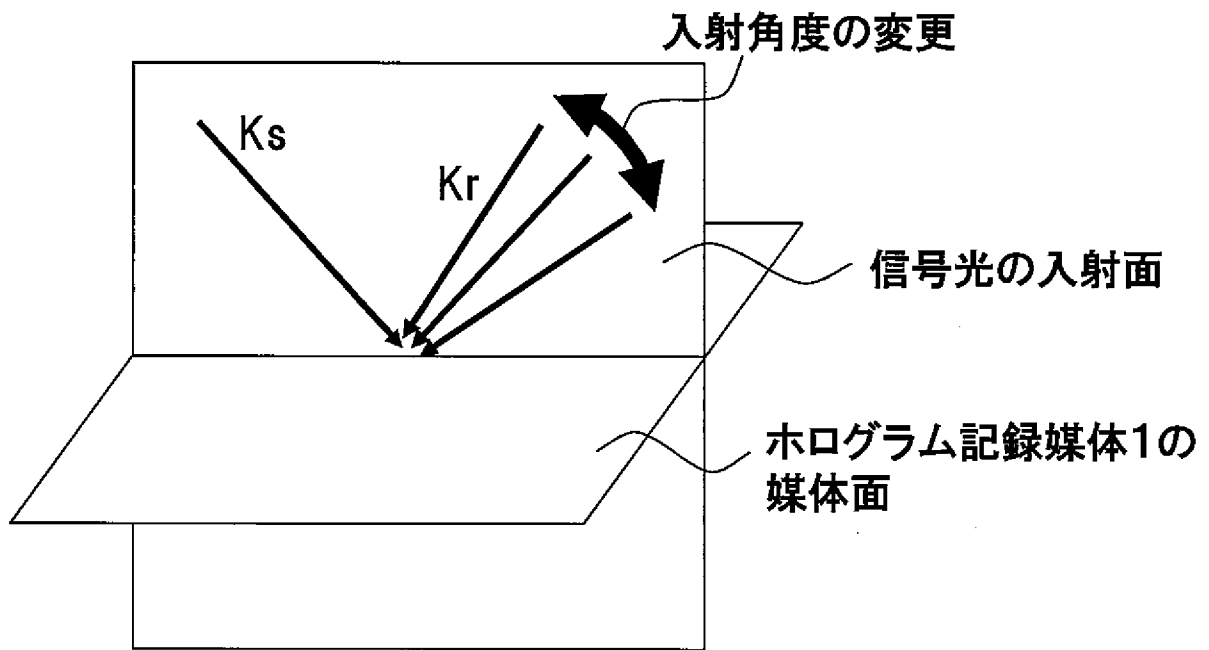
[図16]

【図16】



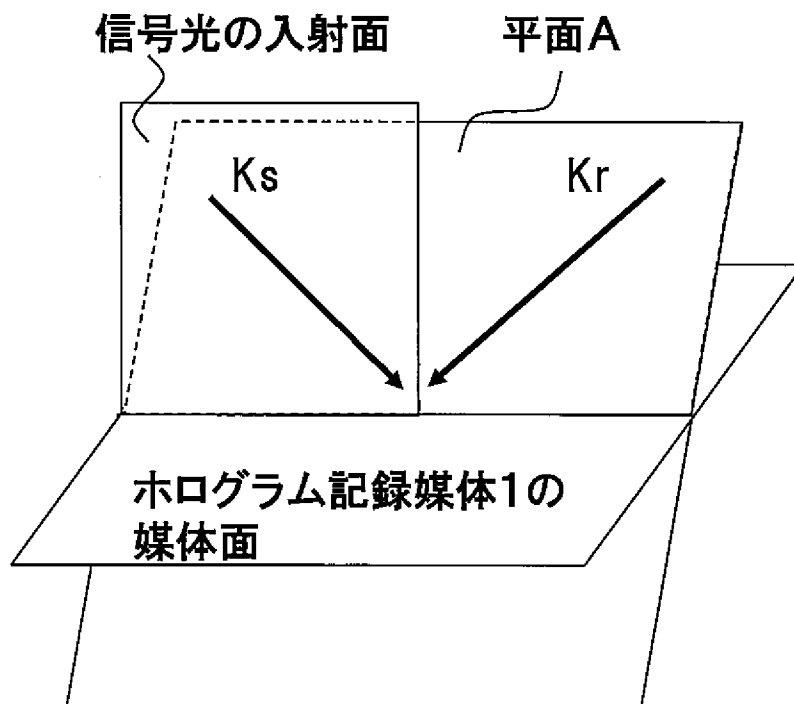
[図17(a)]

【図17(a)】



[図17(b)]

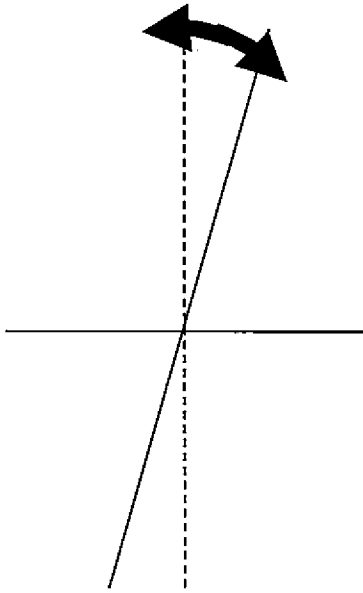
【図17(b)】



[図17(c)]

【図17(c)】

直交入射角度の変更



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/081579

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/0065(2006.01)i, G03H1/26(2006.01)i, G11B7/09(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)

G11B7/0065, G03H1/26, G11B7/09

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
X Y	JP 2012-154979 A (Hitachi Consumer Electronics Co., Ltd.), 16 August 2012 (16.08.2012), paragraphs [0052], [0053] & US 2012/0188618 A1 & CN 102610244 A	1, 3, 4, 10, 12 11
Y	JP 2007-178780 A (Sony Corp.), 12 July 2007 (12.07.2007), paragraphs [0055], [0074] (Family: none)	11
E, A	JP 2013-251026 A (Hitachi Media Electronics Co., Ltd.), 12 December 2013 (12.12.2013), paragraph [0019] (Family: none)	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 December, 2013 (18.12.13)

Date of mailing of the international search report
07 January, 2014 (07.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G11B7/0065 (2006.01)i, G03H1/26 (2006.01)i, G11B7/09 (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（I P C））

Int.Cl. G11B7/0065, G03H1/26, G11B7/09

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
X Y	JP 2012-154979 A（日立コンシューマエレクトロニクス株式会社） 2012.08.16, 段落 0052, 0053 & US 2012/0188618 A1 & CN 102610244 A	1, 3, 4, 10, 12 11
Y	JP 2007-178780 A（ソニー株式会社） 2007.07.12, 段落 0055, 0074（ファミリーなし）	11
E, A	JP 2013-251026 A（株式会社日立メディアエレクトロニクス） 2013.12.12, 段落 0019（ファミリーなし）	1-12

☐ 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

「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
「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
「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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 8 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

ゆずりは 広行

5 D

3 0 4 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1