

(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  
2014 年 10 月 16 日(16.10.2014)



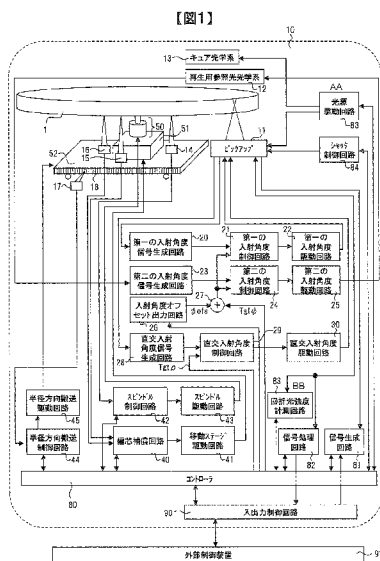
(10) 国際公開番号  
WO 2014/167619 A1

- (51) 国際特許分類:  
G11B 7/095 (2006.01) G11B 7/0065 (2006.01)  
G03H 1/26 (2006.01) G11B 7/135 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/060574
- (22) 国際出願日: 2013 年 4 月 8 日(08.04.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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).
- (72) 発明者: 尾上 慎介 (ONOE, Shinsuke); 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内 Kanagawa (JP).
- (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).
- (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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: HOLOGRAM RECORDING AND PLAYBACK DEVICE AND HOLOGRAM PLAYBACK METHOD

(54) 発明の名称: ホログラム記録再生装置及びホログラム再生方法



- 11 Pickup  
12 Playback-use reference light optics  
13 Cure optics  
20 First incident angle signal generation circuit  
21 First incident angle control circuit  
22 First incident angle drive circuit  
23 Second incident angle signal generation circuit  
24 Second incident angle control circuit  
25 Second incident angle drive circuit  
26 Incident angle offset output circuit  
28 Orthogonal incident angle signal generation circuit  
29 Orthogonal incident angle control circuit  
30 Orthogonal incident angle drive circuit  
40 Eccentricity compensation circuit  
41 Movement stage drive circuit  
42 Spindle control circuit  
43 Spindle drive circuit  
44 Radial direction transport control circuit  
45 Radial direction transport drive circuit  
80 Controller  
81 Signal generation circuit  
82 Signal processing circuit  
84 Shutter control circuit  
90 Input/output control circuit  
91 External control device  
AA Light source drive circuit  
BB Diffracted light intensity measurement circuit

(57) Abstract: The objective of the present invention is to achieve suitable recording and playback for a hologram recording medium. An hologram recording and playback device is provided with: a medium rotation unit which rotates a hologram recording medium around a predetermined rotational axis; a movement unit which is capable of moving the position of the medium rotation unit within a plane that is perpendicular to the rotational axis; an orthogonal incident angle modification unit which is capable of modifying an orthogonal incident angle, at which reference light incident to the hologram recording medium impinges therefrom, to a direction that is orthogonal to an incident surface that includes the optical axis of the signal light and the normal line of the hologram recording medium; a medium rotation control unit which controls the medium rotation unit so as to rotate the hologram recording medium; an eccentricity compensation unit which performs positioning control of the movement unit; an orthogonal incident angle control unit which controls the orthogonal incident angle modification unit; and an orthogonal incident angle calculation unit which calculates the orthogonal incident angle. When the medium rotation control unit controls the medium rotation unit so as to cause rotation of the hologram recording medium, the orthogonal incident angle control unit controls, subsequent to performing positioning control of the movement unit by the eccentricity compensation unit, the orthogonal incident angle modification unit so as to modify the orthogonal incident angle of the reference light on the basis of the calculation result of the orthogonal incident angle calculation unit.

(57) 要約:

[続葉有]



(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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

ホログラム記録媒体に対する好適な記録再生を実現することである。前記ホログラム記録媒体を所定の回転軸の周りに回転させる媒体回転部と、媒体回転部の位置を前記回転軸に垂直な面内に移動可能な移動部と、前記信号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と直交する方向に、前記参照光が前記ホログラム記録媒体に入射する、直交入射角度を変更可能な直交入射角度変更部と、前記媒体回転部を制御してホログラム記録媒体を回転させる媒体回転制御部と、前記移動部の位置決め制御を行う偏芯補償部と、前記直交入射角度変更部を制御する直交入射角度制御部と、前記直交入射角度を算出する直交入射角度算出部を備え、前記媒体回転制御部が媒体回転部を制御して前記ホログラム記録媒体を回転させる際に、前記偏芯補償部による前記移動部の位置決め制御を行った後に、前記直交入射角度算出部の算出結果に基づいて前記直交入射角度制御部が前記直交入射角度変更部を制御して前記参照光の前記直交入射角度を変更する。

## 明 細 書

### 発明の名称：ホログラム記録再生装置及び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記録または再生を行う装置及びホログラム再生方法に関する。

### 背景技術

[0002] 現在、青紫色半導体レーザを用いた、Blu-ray Disc (TM) 規格により、民生用においても50GB程度の記録容量を持つ光ディスクの商品化が可能となってきた。今後は、光ディスクでも100GB~1TBというHDD (Hard Disk Drive) 容量と同程度まで大容量化が望まれる。

[0003] しかしながら、このような超高密度を光ディスクで実現するためには、短波長化と対物レンズ高NA化による高密度化技術とは異なる新しい方式による高密度化技術が必要である。

[0004] 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。

[0005] 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。

[0006] 情報の再生時には、記録時に用いた参照光を記録媒体に照射すると、記録媒体中に記録されているホログラムが回折格子のように作用して回折光を生じる。この回折光が記録した信号光と位相情報を含めて同一の光として再生される。

[0007] 再生された信号光は、CMOSやCCDなどの光検出器を用いて2次元的に高速に検出される。このようにホログラム記録技術は、1つのホログラムによって2次元的な情報を一気に光記録媒体に記録し、さらにこの情報を再

生することを可能とするものであり、そして、記録媒体のある場所に複数のページデータを重ね書きすることができるため、大容量かつ高速な情報の記録再生を果たすことができる。

[0008] ホログラム記録再生装置の構成としては、例えば特許文献１に記載がある。本文献には、「記録媒体１の形状は、例えばディスク状であり、スピンドルモータ２００にクランプ機構によって固定されており、スピンドルモータ２００が回転駆動することより記録媒体上の可干渉性ビームの照射位置をタンジェンシャル方向に移動することができるようになっている。スピンドルモータ２００は、スレッドモータ２０１に固定されており、スレッドモータ２０１が回転送りを行うことにより記録媒体上の可干渉性ビームの照射位置をラジアル方向にも移動することができるようになっている。」との記載がある。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0009] 特許文献１：特許４９６３５０９

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0010] ホログラム記録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の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。

[0011] 特許文献１の構成のように、スピンドルモータにホログラム記録媒体を固定する構成の場合、一例として、偏芯が問題となる。偏芯とは、スピンドルモータの回転中心と、円盤状ホログラム記録媒体の中心とが一致しないことを指す。偏芯の原因は、ホログラム記録媒体自体の偏芯と、スピンドルモータの回転軸に取り付けられたホログラム記録媒体固定部の偏芯の組み合わせで発生し、いずれも製造工程において生じるものに起因している。そのため、ホログラム記録媒体をホログラム記録再生装置に挿入するごとに、偏芯の

具合は変化するという特徴がある。

[0012] 特許文献 1 の構成では、スレッドモータによって半径  $r$  を、スピンドルモータによって回転角  $\theta$  をそれぞれ制御することによりホログラム記録媒体上を移動して、信号光や参照光を照射する位置を変更する。

[0013] 偏芯が存在する場合の課題を、図 25 を用いて説明する。ここでは簡単のため、記録時には偏芯は存在せずに記録され、再生時に偏芯が存在した場合を考える。図 25 (a) は偏芯がない場合の理想的な参照光照射位置を示したもので、半径  $r$  及び回転角  $\theta$  で記録されたホログラムを再生する場合を考える。点 O は円盤状ホログラム記録媒体の中心であり、点 P は理想的な参照光照射位置である。ここでは記録時には偏芯は存在せずに記録されるとしたため、点 P にホログラムが記録されている。

[0014] 一方、図 25 (b) は偏芯が存在する場合のホログラム再生位置を示している。偏芯により、円盤状ホログラム記録媒体の中心 O に対して、スピンドルモータの回転中心  $s p O$  が一致していない状態を示している。このとき、スピンドルモータの回転中心  $s p O$  を基準として半径  $r$  を決定する機構構造である場合、参照光照射位置は  $P'$  の位置となる。実際のホログラムが記録されているのは点 P であるので、再生時に参照光が適切な位置に照射されない。このように、参照光照射位置  $P'$  は、偏芯の分  $\Delta p$  だけずれてしまう。

[0015] 従来技術においては、製造工程に起因して生じる偏芯の量  $\Delta p$  を制御することによって、この差異  $\Delta p$  が生じて問題が起こらないようにしていた。即ち、偏芯の量  $\Delta p$  を小さくして、参照光照射位置が  $\Delta p$  だけずれてもホログラムが再生可能であるようにしていた。このためには、偏芯量を参照光照射位置の位置決め許容量  $\Delta p_{\text{th}}$  より小さくしなければならない。

[0016] このように、偏芯が存在する場合の課題の一点目は、参照光照射位置が  $\Delta p$  だけずれることによるホログラム再生品質の劣化である。

[0017] しかしながら一方で、ホログラムにおいても高密度記録の要求がある。高密度記録を実現する場合、参照光照射位置の位置決め許容量  $\Delta p_{\text{th}}$  が小さくなる。この結果、偏芯の量  $\Delta p$  を参照光照射位置の位置決め許容量  $\Delta p$

\_\_ t hより小さくなるように製造することが困難となる。

[0018] この場合、参照光照射位置がP'ではホログラムが適切に再生できない。このため、目的のホログラムを再生するために再度、シークと呼ばれる位置決め動作を行う必要が生じる。偏芯が存在する場合の課題の二点目は、ホログラム再生失敗による再生転送レートの低下である。

[0019] 以上では記録時には偏芯は存在せずに記録され、再生時に偏芯が存在した場合で説明したが、実際には記録時にも偏芯は存在しうる。図25(b)を記録時に置き換えて説明すれば、点Pは理想的なホログラム記録位置、点P'は実際のホログラム記録位置となる。記録時に偏芯が存在する場合には、半径r及び回転角 $\theta$ で記録したつもののホログラムの記録位置がずれることになる。当初の再生時の説明ではホログラムは理想的な位置である点Pに記録されているものとして説明したが、記録時に偏芯が存在しそれが再生時の偏芯と異なる場合、図25(b)において実際にホログラムが記録されている位置は、点Pでなく別の位置となる。即ち、記録時の偏芯も考慮すれば、上述した第一及び第二の課題がより顕著になる。しかし、特許文献1は媒体の偏芯について一切考慮されていない。

[0020] このように、ホログラムの高密度記録を行う上で参照光照射位置の位置決め許容量 $\Delta p\_t h$ の要求が厳しくなることにより、従来技術ではホログラム記録媒体に対する好適な記録再生を実現することが困難となる。

[0021] そこで本発明の目的は、ホログラム記録媒体に対する好適な記録および／または再生を実現するホログラム記録再生装置を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0022] 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

[0023] 本発明によれば、ホログラム記録媒体に対する好適な記録および／または再生を実現することができる。

### 図面の簡単な説明

[0024] [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における直交入射角度最適化処理のフローチャートである。

[図7(a)]参照光の直交入射角度が最適値からマイナス方向にずれている場合の光検出器の輝度分布を示している。

[図7(b)]参照光の直交入射角度が最適値である場合の光検出器の輝度分布を示している。

[図7(c)]参照光の直交入射角度が最適値からプラス方向にずれている場合の光検出器の輝度分布を示している。

[図8(a)]本明細書における入射角度及び直交入射角度を説明する図である。

[図8(b)]本明細書における入射角度及び直交入射角度を説明する図である。

[図8(c)]本明細書における入射角度及び直交入射角度を説明する図である。

[図9]実施例1における第一の入射角度制御回路21を説明する図である。

[図10(a)]偏芯補償制御系が理想的に動作した場合を説明する図である。

[図10(b)]本発明を用いない場合の課題を説明する図である。

[図11(a)]ブラッグの回折条件をホログラムの再生に当てはめた場合の図である。

[図11(b)]参照光の波数ベクトル $K_r$ とグレーティングベクトルの合成を示す図である。

[図12(a)]Ewald球を説明する図である。

[図12(b)]ホログラムの回転が発生した場合の補償方法について説明する図で

ある。

[図13]実施例1におけるホログラム記録媒体を説明する図である。

[図14]実施例1における各センサの固定位置を説明するための図である。

[図15]実施例1における角度検出用マークと、回転角度検出センサから出力される信号を説明するための図である。

[図16(a)]実施例1における偏芯検出用マークを説明するための図である。

[図16(b)]実施例1における第一の偏芯検出センサの出力信号を説明する図である。

[図17]実施例1におけるスピンドル制御回路の構成を示すブロック図である。

[図18]実施例1における半径方向搬送制御回路の構成を示すブロック図である。

[図19]実施例1における偏芯補償回路及び移動ステージ駆動回路の構成を示すブロック図である。

[図20(a)]第一の偏芯検出センサの固定位置を変更した場合を説明するための図である。

[図20(b)]第一の偏芯検出センサの固定位置を変更した場合の第一の偏芯検出センサの出力信号を説明するための図である。

[図21(a)]実施例1の制御方法を用いない場合を説明するための図である。

[図21(b)]実施例1の制御方法を用いない場合の課題を説明するための図である。

[図22(a)]記録時のデータ処理フローである。

[図22(b)]再生時のデータ処理フローである。

[図23]ホログラム記録再生装置内の信号生成回路のブロック図である。

[図24]ホログラム記録再生装置内の信号処理回路のブロック図である。

[図25(a)]偏芯が存在しない場合を説明するための図である。

[図25(b)]偏芯が存在する場合を説明するための図である。

[図26]実施例2における直交入射角度最適化処理のフローチャートである。

[図27]実施例2における最適な直交入射角度の算出方法を説明する図である。

[図28]実施例3におけるシーク処理のフローチャートである。

[図29]実施例3における直交入射角度最適化処理のフローチャートである。

[図30]実施例4のホログラム記録再生装置を示すブロック図である。

## 発明を実施するための形態

[0025] 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

[0026] 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。

[0027] 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。

[0028] 本実施例におけるホログラム記録媒体1は、円盤状である。更に、本実施例におけるホログラム記録媒体1は、所定パターンのマークを2種類、有している。1つは角度検出用マークであり、ホログラム記録媒体の回転角度を検出するためのマークである。もう1つは偏芯検出用マークであり、前記ホログラム記録媒体1の位置を検出するためのマークである。これらのマークの詳細については後述する。

[0029] 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、回転角度検出センサ14、第一の偏芯検出センサ15、第二の偏芯検出センサ16、半径位置検出センサ17及びスピンドルモータ50、移動ステージ51、半径方向搬送部52を備えている。

[0030] 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 52 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。

[0031] 移動ステージ 51 及び回転角度検出センサ 14 及び第一の偏芯検出センサ 15 及び第二の偏芯検出センサ 16 は、いずれも、半径方向搬送部 52 の可動部に固定されている。更にスピンドルモータ 50 は、移動ステージ 51 の可動部に固定されている。

[0032] この結果、ピックアップ 11 が固定された所定のベース部材（図示しない）に対して、半径方向に駆動可能な半径方向搬送部 52 が搭載される。半径方向搬送部 52 の可動部の上に、移動ステージ 51 及び第一の偏芯検出センサ 15 及び第二の偏芯検出センサ 16 及び回転角度検出センサ 14 が固定される。移動ステージ 51 の可動部の上に、スピンドルモータ 50 が固定される。スピンドルモータ 50 の回転軸に、所定のマークを有するホログラム記録媒体 1 が固定可能である。

[0033] 可動部に着目して機構的な搭載順序を記載すれば、次のようになる。即ち、ピックアップ 11 が固定された所定のベース部材、可動部に移動ステージ 51 及び第一の偏芯検出センサ 15 及び第二の偏芯検出センサ 16 及び回転角度検出センサ 14 が固定された半径方向搬送部 52、スピンドルモータ 50、所定のマークを有するホログラム記録媒体 1 の順に搭載した機構である。

[0034] 本実施例における移動ステージ 51 は、直交する 2 軸の可動ステージであり、ホログラム記録媒体 1 の記録面と略平行な平面内を移動可能である。本実施例においては、一方の可動軸を半径方向搬送部 52 の搬送方向と同一方向に取って Y 軸とし、それと直交する他方の可動軸を X 軸とする。

[0035] 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 52 の可動部及び移動ステージ

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。

[0036] 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４２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４２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４３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。

[0037] また、半径方向搬送部５２の可動部には、所定パターンを有するスケール１８が固定されている。半径位置検出センサ１７は、スケール１８を用いて半径方向搬送部５２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４４が半径位置検出センサ１７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４５を介して半径方向搬送部５２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。

[0038] 第一の偏芯検出センサ１５及び第二の偏芯検出センサ１６は、ホログラム記録媒体１に設けられた偏芯検出用マークを用いて、ホログラム記録媒体１の位置を検出する。第一の偏芯検出センサ１５及び第二の偏芯検出センサ１６の出力信号は偏芯補償回路４０に入力される。偏芯補償回路４０は偏芯を補償するための駆動信号を生成し、移動ステージ駆動回路４１を介して移動ステージ５１を駆動する。第一の偏芯検出センサ１５及び第二の偏芯検出センサ１６及び偏芯補償回路４０の詳細は後述するが、この構成により本実施例のホログラム記録再生装置１０は、偏芯検出用マークを基準としてホログラム記録媒体１の位置決めが行われるように動作する。

[0039] ピックアップ１１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役割を果たす。  
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。

[0040] 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。

[0041] また、再生用参照光によって再生される回折光の光強度を回折光強度計測回路 83 にて計測する。本実施例による回折光強度計測回路 83 は、光検出器 226 からの信号を元に、回折光の強度を輝度として計測可能であり、光検出器 226 で受光した回折光の輝度重心を計測可能である。本明細書においてはこのように、光検出器 226 で検出される輝度は、回折光の強度と読み変えることができる。

[0042] 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 29 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 7 を用いて説明する。

[0043] 図 8 (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 8 (a) はその状態を示している。このとき図 8 (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。

- [0044] 続いて、「直交入射角度の変更」について説明する。図 8 (b) 及び図 8 (c) は、それを説明するための図である。図 8 (b) は図 8 (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 8 (b) を横から見た状態を示しているのが図 8 (c) である。
- [0045] 図 8 (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 8 (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。
- [0046] なお、図 8 (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。
- [0047] なお、図 8 (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 8 (c) の矢印の方向）は、必ず直交する。
- [0048] コントローラ 80 は、制御すべき参照光の入射角度の指令値  $T_{gt\phi}$ 、及び直交入射角度の指令値  $T_{gt\rho}$  を出力する。入射角度オフセット出力回路 26 はコントローラ 80 からの指示に従って、所定の値  $\phi_{ofs}$  を出力する。入射角度オフセット加算器 27 は、コントローラ 80 からの入射角度の指令値  $T_{gt\phi}$  と、入射角度オフセット出力回路 26 の出力する値  $\phi_{ofs}$  を加算する。
- [0049] 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 の出力信号及び入射角度オフセット加算器 27 の出力信号を用いて駆動信号を生成する。第一の入射角度制御回路 21 から出力された駆動信号は第一の入射角度駆動回路 22 を介して、ピックアップ 11 内の後述するアクチュエータ 221 に供給される。
- [0050] ここで第一の入射角度制御回路 21 の動作について、図 9 を用いて説明する。第一の入射角度信号生成回路 20 の出力信号はガルバノミラー 220 を

反射した参照光の入射角度を示す信号であり、その入射角度を  $Det\phi$  とする。入射角度オフセット加算器 27 においては、指令値  $Tgt\phi$  と入射角度オフセット  $\phi ofs$  の加算が行われる。

[0051] 第一の入射角度制御回路 21 は 2 つの入力を持つ。第一の入力は検出された参照光の入射角度  $Det\phi$  であり、第二の入力は入射角度オフセット加算器 27 の出力信号である。第一の入射角度制御回路 21 では、第一の入力の値が、第二の入力の値と一致するように、駆動信号を生成する。

[0052] この動作により、例えば入射角度オフセット出力回路 26 の出力する入射角度オフセット  $\phi ofs$  がゼロであれば、ガルバノミラー 220 を反射した参照光の入射角度が指令値  $Tgt\phi$  となるように制御が行われる。また入射角度オフセット  $\phi ofs$  がゼロ以外であれば、ガルバノミラー 220 を反射した参照光の入射角度が  $(Tgt\phi + \phi ofs)$  となるように制御を行う。このことから、微小な入射角度オフセットを設定することで、入射角度オフセット出力回路 26 によって参照光の入射角度を微調整することが可能な構成となっている。

[0053] 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 の出力信号及び入射角度オフセット加算器 27 の出力信号を用いて駆動信号を生成する。第二の入射角度制御回路 24 から出力された駆動信号は第二の入射角度駆動回路 25 を介して、再生用参照光光学系 12 内の後述するアクチュエータ 224 に供給される。

[0054] 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。

[0055] 直交入射角度信号生成回路 28 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 29 は直交入射角度信号生成回路 28 の出力信号及びコントローラ 80 からの直交入射角度の指令値  $Tgt\rho$  を用いて駆動信号を生成する。直交

入射角度制御回路 29 から出力された駆動信号は直交入射角度駆動回路 30 を介して、ピックアップ 11 内の後述するアクチュエータ 219 に供給される。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。

[0056] 第二の入射角度制御回路 24 及び直交入射角度制御回路 29 の動作については、図 9 を用いて説明した第一の入射角度制御回路 21 と同様である。

[0057] コントローラ 80 から直交入射角度制御回路 29 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  $Tgt\rho = 0$ ）には、参照光は信号光の入射面と同一の面内を通過し、図 8（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 29 へ指示される角度が基準位置以外の場合には、参照光は信号光の入射面と直交する方向に傾いて入射し、一例として、図 8（b）で示した状態となる。

[0058] 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は、ピックアップ 11 内のシャッタの開閉時間をコントローラ 80 によってシャッタ制御回路 84 を介して制御することで調整できる。

[0059] 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。

[0060] 光源駆動回路 83 からは所定の光源駆動電流がピックアップ 11、キュア光学系 13 内の光源に供給され、各々の光源からは所定の光量で光ビームを発光することができる。

[0061] また、ピックアップ 11、キュア光学系 13 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。また、回転

角度検出センサ 14、第一の偏芯検出センサ 15、第二の偏芯検出センサ 16 に関して、このうちのいくつかのセンサまたは全てのセンサを一体化し、単一のセンサとして構成しても構わない。

[0062] 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 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。

[0063] 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。

[0064] 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。

[0065] 空間光変調器 212 によって情報が付加された信号光は、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。

[0066] 一方、PBS プリズム 205 を反射した光ビームは参照光 207 として働き、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、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、参照光の波面を変換する素子を用いても構わない。

[0067] 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、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。

[0068] このように信号光と参照光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、記録媒体内には干渉縞パターンが形成され、このパターンを記録媒体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。

[0069] 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。

[0070] 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 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。記録した情報を再生する場合は、前述したように参照光を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。

[0071] 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、回折光は P B S プリズム 211 を透過して光検出器 226 に入射し、記録した信号を再生することができる。光検出器 226 としては例えば C M O S イメージセンサーや C C D 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。

[0072] 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）の出力信号を入力

として、ガルバノミラー 220 を反射した参照光の入射角度を示す信号を生成し、入射角度の制御に用いるための信号として生成する。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）の出力信号を入力として、ガルバノミラー 225 を反射した参照光の入射角度を示す信号を生成し、入射角度の制御に用いるための信号として生成する。

[0073] 直交入射角度信号生成回路 28 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）の出力信号を入力として、ガルバノミラー 220 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。

[0074] ところで、ホログラフィの角度多重の原理を利用した記録技術は、参照光の入射角度のずれに対する許容誤差が極めて小さくなる傾向がある。そのため、アクチュエータ 221 に備え付けられた角度検出センサを用いずに、ピックアップ 11 内に参照光の入射角度のずれ量を検出する機構を別に設けて、第一の入射角度信号生成回路 20 が該機構の出力信号を入力として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構成としても構わない。第二の入射角度信号生成回路 23、直交入射角度信号生成回路 28 についても同様である。

[0075] 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。

[0076] 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。

[0077] 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）。

[0078] 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であると判断されると、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。

[0079] コントロールデータの読み出し後は、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S404）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S405）。

[0080] なお本実施例においては、ステップS404の学習処理は後述する偏芯補償制御をオンする処理を含み、以降、偏芯補償制御は常時オンされているものとする。

[0081] 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S411）、ホログラム記録再生装置10は記録データを受信して（ステップS412）、該データに応じた2次元データをピックアップ11内の空間光変調器212に送る。

[0082] その後、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S413）。

[0083] その後、シーク動作（ステップS414）ではスピンドル制御回路42及び半径方向搬送制御回路44及び偏芯補償回路40を用いて、スピンドルモ

ータ50及び半径方向搬送部52及び移動ステージ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、目的の位置に位置決めされているか確認し、目的の位置に配置されていないければ、所定の位置とのずれ量を算出し、再度位置決めする動作を繰り返す。本実施例におけるシーク動作のフローチャートについては後述する。

[0084] その後、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S415）。このデータ記録処理の詳細については、後述する。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S416）。なお、必要に応じてデータをベリファイしても構わない。

[0085] 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S421）、ホログラム記録再生装置10はまずシーク動作（ステップS422）で、スピンドル制御回路42及び半径方向搬送制御回路44及び偏芯補償回路40を用いて、ピックアップ11ならびに再生用参照光光学系12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、目的の位置に位置決めされているか確認し、目的の位置に配置されていないければ、所定の位置とのずれ量を算出し、再度位置決めする動作を繰り返す。

[0086] その後、ピックアップ11から参照光を出射し、光検出器226で検出した2次元データからホログラム記録媒体1に記録された情報を読み出し（ステップS423）、再生データを送信する（ステップS424）。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S425）。

[0087] 図22は、記録、再生時のデータ処理フローを示したものであり、図22

(a) は、入出力制御回路 90 において記録データ受信処理 S 4 1 2 後、空間光変調器 2 1 2 上の 2 次元データに変換するまでの信号生成回路 8 1 での記録データ処理フローを示しており、図 2 2 (b) は光検出器 2 2 6 で 2 次元データを検出後、入出力制御回路 90 における再生データ送信処理 S 4 2 4 までの信号処理回路 8 2 での再生データ処理フローを示している。

[0088] 図 2 2 (a) を用いて、記録時のデータ処理フローについて説明する。記録時のデータ処理を開始すると (ステップ S 8 1 0 1)、信号生成回路 8 1 は記録データを受信する (ステップ S 8 1 0 2)。続いて、記録データを複数のデータ列に分割し、再生時にエラー検出が行えるように各データ列に対し CRC 化する (ステップ S 8 1 0 3)。続いて、オンピクセル数とオフピクセル数をほぼ等しくすることと、同一パターンの繰り返しを防ぐことを目的に、データ列に擬似乱数データ列を加えるスクランブル化を施す (ステップ S 8 1 0 4)。その後、再生時にエラー訂正が行えるようにリード・ソロモン符号等の誤り訂正符号化を行う (ステップ S 8 1 0 5)。次にこのデータ列を  $M \times N$  の 2 次元データに変換し、それを 1 ページデータ分繰返すことで 1 ページ分の 2 次元データを構成する (ステップ S 8 1 0 6)。このように構成した 2 次元データに対して再生時の画像位置検出や画像歪補正での基準となるマーカを付加し (ステップ S 8 1 0 7)、空間光変調器 2 1 2 にデータを転送する (ステップ S 8 1 0 8)。以上により、記録時のデータ処理が完了する。(ステップ S 8 1 0 9)。

[0089] 次に図 2 2 (b) を用いて、再生時のデータ処理フローについて説明する。再生時のデータ処理を開始すると (ステップ S 8 2 0 1)、光検出器 2 2 6 で検出された再生画像データを信号処理回路 8 2 に転送する (ステップ S 8 2 0 2)。続いて、この画像データに含まれるマーカを基準に画像位置を検出し (ステップ S 8 2 0 3)、更に、画像の傾き・倍率・ディストーションなどの歪みを補正する (ステップ S 8 2 0 4)。その後、2 値化を行い (ステップ S 8 2 0 5)、マーカを除去 (ステップ S 8 2 0 6) する。続いて、1 ページ分の 2 次元データを取得する (ステップ S 8 2 0 7)。この

ようにして得られた２次元データを複数のデータ列に変換した後、誤り訂正処理を行い、パリティデータ列を取り除く（ステップＳ８２０８）。次にスクランブルを解除し（ステップＳ８２０９）、ＣＲＣによる誤り検出処理を行う（ステップＳ８２１０）。最後に、ＣＲＣパリティを削除して生成される再生データを入出力制御回路９０経由で送信する（ステップＳ８２１１）。以上により、再生時のデータ処理が完了する（ステップＳ８２１２）。

[0090] 図２３は、ホログラム記録再生装置１０の信号生成回路８１のブロック図である。

[0091] 入出力制御回路９０に記録データの入力が始まると、入出力制御回路９０はコントローラ８０に記録データの入力が始まったことを通知する。コントローラ８０は本通知を受け、信号生成回路８１に入出力制御回路９０から入力される１ページ分のデータを記録処理するよう命ずる。コントローラ８０からの処理命令は制御用ライン８１０８を経由し、信号生成回路８１内サブコントローラ８１０１に通知される。本通知を受け、サブコントローラ８１０１は各信号処理回路を並列に動作させるよう制御用ライン８１０８を介して各信号処理回路の制御を行う。先ずメモリ制御回路８１０３に、データライン８１０９を介して入出力制御回路９０から入力される記録データをメモリ８１０２に格納するよう制御する。メモリ８１０２に格納した記録データが、ある一定量に達すると、ＣＲＣ演算回路８１０４で記録データをＣＲＣ化する制御を行う。次にＣＲＣ化したデータに、スクランブル回路８１０５で擬似乱数データ列を加えるスクランブル化を施し、誤り訂正符号化回路８１０６でパリティデータ列を加える誤り訂正符号化する制御を行う。最後にピックアップインターフェース回路８１０７にメモリ８１０２から誤り訂正符号化したデータを空間光変調器２１２上の２次元データの並び順で読み出させ、再生時に基準となるマーカを付加した後、ピックアップ１１内の空間光変調器２１２に２次元データを転送する。

[0092] 図２４は、ホログラム記録再生装置１０の信号処理回路８２のブロック図である。

[0093] コントローラ 80 はピックアップ 11 内の光検出器 226 が画像データを検出すると、信号処理回路 82 にピックアップ 11 から入力される 1 ページ分のデータを再生処理するよう命ずる。コントローラ 80 からの処理命令は制御用ライン 8211 を経由し、信号処理回路 82 内サブコントローラ 8201 に通知される。本通知を受け、サブコントローラ 8201 は各信号処理回路を並列に動作させるよう制御用ライン 8211 を介して各信号処理回路の制御を行う。まず、メモリ制御回路 8203 に、データライン 8212 を介して、ピックアップ 11 からピックアップインターフェース回路 8210 を経由して入力される画像データをメモリ 8202 に格納するよう制御する。メモリ 8202 に格納されたデータがある一定量に達すると、画像位置検出回路 8209 でメモリ 8202 に格納された画像データ内からマーカを検出して有効データ範囲を抽出する制御を行う。次に検出されたマーカを用いて画像歪み補正回路 8208 で、画像の傾き・倍率・ディストーションなどの歪み補正を行い、画像データを期待される 2 次元データのサイズに変換する制御する。サイズ変換された 2 次元データを構成する複数ビットの各ビットデータを、2 値化回路 8207 において“0”、“1”判定して 2 値化し、メモリ 8202 上に再生データの出力の並びでデータを格納する制御を行う。次に誤り訂正回路 8206 で各データ列に含まれる誤りを訂正し、スクランブル解除回路 8205 で擬似乱数データ列を加えるスクランブルを解除した後、CRC 演算回路 8204 でメモリ 8202 上の再生データ内に誤りが含まれない確認を行う。その後、入出力制御回路 90 にメモリ 8202 から再生データを転送する。

[0094] 次に、本実施例のホログラム記録媒体 1 に設けられた 2 種類のマークについて、図 13 を用いて説明する。図 13 はホログラム記録媒体 1 を示しており、円 R1 は媒体の最内周を、円 R2 は媒体の最外周を示している。図 13 における点 O はホログラム記録媒体 1 の幾何学的な中心を示している。また以降の説明においては、変数  $r$  を、点 O から測った半径を示す変数とする。

[0095] 図 13 に示されるように、ホログラム記録媒体 1 の内周側の領域には、 $r$

$1 \leq r \leq r_2$  の領域に  $M_2$  で示す所定マークが、また、 $r_3 \leq r \leq r_4$  の領域に  $M_1$  で示す所定マークが設けられている。また、ホログラム記録媒体 1 においてユーザデータをホログラムとして記録する領域は、 $r_5 \leq r \leq r_6$  である。即ち、マーク  $M_1$  及び  $M_2$  は、ユーザデータをホログラムとして記録する領域よりも内周側に設けられている。

[0096] マーク  $M_1$  は角度検出用マークであり、マーク  $M_2$  は偏芯検出用マークである。次に、図 14 を用いて、これら 2 つのマークを検出するセンサの固定位置について説明する。

[0097] 図 1 で説明したように、移動ステージ 51 及び回転角度検出センサ 14、第一の偏芯検出センサ 15、第二の偏芯検出センサ 16 は、いずれも半径方向搬送部 52 の可動部に固定されている。図 14 は半径方向搬送部 52 の可動部を基準とした場合の、これら各センサの固定位置を説明するための図である。

[0098] 点  $x y 0$  は、移動ステージ 51 の駆動基準位置を示している。例えば移動ステージ 51 の X 方向及び Y 方向の可動範囲がともに  $\pm 1 \text{ mm}$  であるとき、X 軸に関してマイナス方向の可動端からプラス方向に  $0.5 \text{ mm}$  移動し、Y 軸に関してマイナス方向の可動端からプラス方向に  $0.5 \text{ mm}$  移動した点が点  $x y 0$  である。即ち、移動ステージ 51 の可動部が駆動基準位置  $x y 0$  にあるとき、 $x y 0$  の真上にスピンドルモータ 50 の回転軸が位置するものとする。

[0099] 図示しているように、図の横方向が Y 軸、縦方向が X 軸となる。点  $P 14$  は回転角度検出センサ 14 のセンサ中心を示している。同様に、点  $P 15$  は第一の偏芯検出センサ 15 のセンサ中心を、点  $P 16$  は第二の偏芯検出センサ 16 のセンサ中心を示している。 $P 15$  及び  $P 16$  は点  $x y 0$  を中心とする半径  $r_2$  の円  $C x y$  上に存在する。ここで本実施例においては、「センサ中心」とはセンサが照射する光スポットの中心位置を示すものとする。また例えば、回転角度検出センサ 14 が照射する光スポットの中心位置が点  $P 14$  と一致するように回転角度検出センサ 14 を配置することを、「回転角度

検出センサ 14 を点 P 14 に配置する」と表現する。

[0100] 図 14 及び図 13 より、移動ステージ 51 の可動部が駆動基準位置  $x y 0$  にあり、かつホログラム記録媒体 1 に偏芯がないとき、回転角度検出センサ 14 は  $r 3 \leq r \leq r 4$  の領域に設けられた角度検出用マーク M 1 の中心に位置する。また移動ステージ 51 の可動部が駆動基準位置  $x y 0$  にあり、かつホログラム記録媒体 1 に偏芯がないとき、第一の偏芯検出センサ 15 及び第二の偏芯検出センサ 16 は、 $r 1 \leq r \leq r 2$  の領域に設けられた偏芯検出用マーク M 2 の外周の縁に位置する。

[0101] 続いて、各マークの特徴と、各センサから出力される信号について説明する。

[0102] 図 15 は、角度検出用マーク M 1 の模式図と、回転角度検出センサ 14 から出力される信号を示す図である。図 15 に示すように角度検出用マーク M 1 は、反射部と非反射部が所定の周期  $p$  で繰り返されるマーク M  $p$  と、媒体の一回転に一回だけ設けられているマーク M  $z$  から成る。マーク M  $z$  は後述する Z 相信号を生成するためのマークであり、マーク M  $p$  は後述する A 相信号及び B 相信号を生成するためのマークである。

[0103] 図 15 で模式的に示したように、回転角度検出センサ 14 からは所定の波長の検出光が照射され、マーク M  $p$  上に光スポットを生じる。回転角度検出センサ 14 はマーク M  $p$  で反射された光を検出することで、回転角度を検出する。回転角度検出センサ 14 からマーク M  $p$  に照射された光スポットが図の右方向に進んだ場合には、回転角度検出センサ 14 の出力信号として図に示すような 3 種類の信号が得られる。A 相信号及び B 相信号はマーク M  $p$  の周期  $p$  を移動する間に 8 周期が出力される矩形波である。A 相信号と B 相信号は位相が 90 度異なり、更にマーク M  $p$  に照射された光スポットの移動方向によって位相の大小が変化する。即ち、マーク M  $p$  に照射された光スポットが図 15 の右方向に進んだ場合には A 相信号に対して B 相信号の方が 90 度だけ位相の進んだ出力となる。逆に、マーク M  $p$  に照射された光スポットが図 15 の左方向に進んだ場合には、A 相信号に対して B 相信号の方が 90

度だけ位相の遅れた出力となる。更に、Z相信号はマークM<sub>z</sub>に照射された光スポット（図示しない）から生成され、媒体を一回転させた場合に一回だけ、A相信号と同一の幅のパルスを出力する。

[0104] このA相信号及びB相信号、Z相信号はインクリメンタル型エンコーダの出力信号として一般的な出力の形式であり、本実施例の構成ではこれらの3つの信号から媒体の回転角度を得ることができる。一例として、Z相信号によって0度となる角度を決定し、A相信号とB相信号とから、回転角度の増減を積み上げていくことにより、現在の角度が演算される。なおA相信号とB相信号の位相差が90度であるため、本実施例の回転角度検出センサ14の最小分解能は、A相信号の周期の $1/4$ に相当する量であり、マークM<sub>p</sub>上の距離換算で $p/32$ となる。マークM<sub>p</sub>上の距離を回転角度に換算するには、扇形における円弧と半径が既知であるので、円弧の中心角を計算により求めればよい。

[0105] なおここでは回転角度検出センサ14の説明として図15の構成としたが、本発明はこれに限られるものではない。たとえば、アブソリュート型エンコーダの検出原理を用いたセンサであってもよい。または、回転角度検出センサ14の出力信号であるA相信号などはロジカルな信号（矩形波）であるとしたが、角度に相当する情報を得ることができるアナログ信号（例えば正弦波）を出力するセンサであってもよい。

[0106] なお図15で示したインクリメンタル型エンコーダの構成は、マークM<sub>p</sub>が円形状に並べばロータリエンコーダとなるが、一直線に並べばラインエンコーダとなる。即ちこの方式は、回転角度だけでなく、一方向の変位を計測するセンサとしても使用可能である。本実施例における半径位置検出センサ17は、インクリメンタル型のラインエンコーダである。即ち、以上の説明において、回転角度検出センサ14を半径位置検出センサ17に置き換え、更に、ホログラム記録媒体1に設けられた角度検出用マークM1を、半径方向搬送部52の可動部に固定されたスケール18の所定パターンに置き換えればよい。半径位置検出センサ17からの同様に、A相信号、B相信号、Z

相信号が出力される。

[0107] 続いて、偏芯検出用マークM2の特徴と、第一の偏芯検出センサ15及び第二の偏芯検出センサ16のから出力される信号について説明する。第一の偏芯検出センサ15と第二の偏芯検出センサ16は取り付け位置が異なるだけでセンサとしては同一種類のものである。そのため以下では第一の偏芯検出センサ15に関して説明する。

[0108] 図16(a)は、偏芯検出用マークM2の模式図である。偏芯検出用マークM2は $r_1 \leq r \leq r_2$ の領域に渡って金属の膜が蒸着され、反射部として機能する。即ち、図中の斜線部が反射部、そうでない箇所非反射部である。また第一の偏芯検出センサ15からは所定の波長の検出光が照射され、マークM2上に光スポットを生じる。第一の偏芯検出センサ15はマークM2で反射された光を検出する。

[0109] 第一の偏芯検出センサ15のセンサ中心は半径 $r_2$ の位置に固定されている。そのため、移動ステージ51の可動部が駆動基準位置 $x, y, 0$ にあり、かつホログラム記録媒体1に偏芯がない場合には、図16(a)に示すように第一の偏芯検出センサ15の照射する光スポットは、 $r_1 \leq r \leq r_2$ の領域に設けられた偏芯検出用マークM2の外周の縁に位置する。

[0110] 図16(b)は第一の偏芯検出センサ15の出力信号を説明する図である。第一の偏芯検出センサ15からの出力信号は1つであり、検出光によって生じた光スポットと偏芯検出用マークM2との相対位置関係に応じた電圧を出力する。

[0111] 移動ステージ51の可動部が駆動基準位置 $x, y, 0$ にない場合、またはホログラム記録媒体1に偏芯が存在する場合には、図16(b)の(1)や(3)に示すように、第一の偏芯検出センサ15の照射する光スポットと、偏芯検出用マークM2の外周の縁は半径方向にずれ得る。第一の偏芯検出センサ15の照射する光スポットと、偏芯検出用マークM2の外周の縁の、半径方向の相対位置の差を $\Delta r_s$ で表す。 $\Delta r_s$ が存在する場合には、偏芯検出用マークM2に反射して第一の偏芯検出センサ15に戻ってくる光の光量が変

化する。これを検出することで、光スポットと偏芯検出用マークM2との相対位置関係に応じた電圧を出力するセンサを実現できる。

[0112] 半径方向の相対位置の差 $\Delta r_s$ と、第一の偏芯検出センサ15からの出力電圧 $V_s$ の関係は、図16(b)のようになる。即ち、所定の検出範囲 $r_{sv}$ の間において、出力電圧 $V_s$ は第一の偏芯検出センサ15と偏芯検出用マークM2の半径方向の相対位置の差 $\Delta r_s$ に比例した電圧となる。また、出力電圧 $V_s$ がゼロとなるとき、第一の偏芯検出センサ15の照射する光スポットは、偏芯検出用マークM2の外周の縁に位置する。なお、第一の偏芯検出センサ15に関しては、 $\Delta r_s$ を取る方向はX軸の負方向である。

[0113] 図14で図示されているように、第一の偏芯検出センサ15は駆動基準位置 $x y 0$ を原点とする直交座標軸においてX軸上に配置されている。また第二の偏芯検出センサ16は駆動基準位置 $x y 0$ を原点とする直交座標軸においてY軸上に配置されている。偏芯検出用マークM2との相対位置を検出可能なセンサを直交して配置することにより、偏芯検出用マークM2の位置を検出することができる。更に、両方のセンサの出力電圧をゼロになるように移動ステージ51を制御することができれば、両方のセンサの真上に偏芯検出用マークM2の縁が位置（即ち、両方のセンサが照射する光スポットの中心が偏芯検出用マークM2の縁に位置）するようにホログラム記録媒体1の位置を制御することができることになる。

[0114] なお回転角度検出センサ14及び第一の偏芯検出センサ15及び第二の偏芯検出センサ16はいずれもマークを検出するための検出光として光スポットをホログラム記録媒体1に照射するが、この検出光の波長は、参照光の波長とは異なることが好ましい。なお、信号光の波長と参照光の波長は同一であるので、信号光の波長と異なると表現しても良い。これは、参照光の波長と近い波長の光が未記録のホログラム記録媒体に照射されると、その後にその照射位置にホログラムを記録した場合の再生品質が劣化することが知られているためである。例えば信号光の波長及び参照光の波長がともに405nmである場合、検出光としては例えば、参照光の波長と100nm以上異な

る、波長650nmの光を用いることができる。

[0115] 続いて、本実施例の各制御回路の構成について説明する。

[0116] 本実施例のスピンダル制御回路42の構成について、図17を用いて説明する。スピンダル制御回路42は、回転角度演算回路4201、スピンダル制御器4202、スピンダル出力制御スイッチ4203、スピンダル制御判定回路4204から成る。スピンダル制御回路42はコントローラ80からの指令信号に基づいて、ホログラム記録媒体1の回転角度が、コントローラ80からの角度指令値 $Tgt\theta$ となるようにスピンダルモータ50を制御する。この制御のことを本明細書ではスピンダル制御と称する。

[0117] 回転角度演算回路4201は、回転角度検出センサ14の出力するA相信号及びB相信号及びZ相信号を入力とし、上記3つの信号から現在のホログラム記録媒体1の回転角度 $Det\theta$ を演算して $Det\theta$ 信号として出力する。スピンダル制御器4202は、 $Det\theta$ 信号と、コントローラ80からの角度指令 $Tgt\theta$ 信号を入力とし、スピンダルモータ50を制御するための駆動信号を出力する。

[0118] スピンダル出力制御スイッチ4203はスピンダル制御器4202の出力信号を入力とし、コントローラ80からの制御信号SPONに従い、スピンダル制御器4202の出力信号を出力するかどうかを制御する。SPON信号がHighのときは、スピンダル出力制御スイッチ4203は端子aを選択し、スピンダル制御器4202の出力信号をSPD信号として出力する。一方、SPON信号がLowのときは、スピンダル出力制御スイッチ4203は端子bを選択し、基準電位をSPD信号として出力し、スピンダル制御器4202の出力信号を出力しない。この結果、SPON信号はスピンダル制御のオン・オフを指示する信号となる。またスピンダル出力制御スイッチ4203は、スピンダル制御のオン・オフを切り替えるスイッチとして機能する。スピンダル出力制御スイッチ4203から出力されたSPD信号はスピンダル駆動回路43によって増幅され、スピンダルモータ50が制御される。

[0119] スピンドル制御判定回路4204はDet $\theta$ 信号とTgt $\theta$ 信号を入力とし、ホログラム記録媒体1の回転角度が角度指令値Tgt $\theta$ 近傍の値である否かを判定し、SPOK信号として出力する。なお、ホログラム記録媒体1の回転角度が角度指令値Tgt $\theta$ 近傍の値である場合に、SPOK信号はHighとなるものとする。スピンドル制御判定回路4204は例えば、回転角度検出センサ14によって検出された現在角度Det $\theta$ と角度指令値Tgt $\theta$ との差分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SPOK信号はコントローラ80へと入力される。そのためコントローラ80はSPOK信号によって、ホログラム記録媒体1の回転角度が角度指令値Tgt $\theta$ 近傍の値であるか否かを判定可能である。即ちスピンドル制御判定回路4204は、スピンドル制御の収束を判定する回路として機能する。

[0120] 本実施例における半径方向搬送制御回路44の構成について、図18を用いて説明する。半径方向搬送制御回路44は、半径位置演算回路4401、半径位置制御器4402、半径位置出力制御スイッチ4403、半径位置制御判定回路4404から成る。半径方向搬送制御回路44はコントローラ80からの指令信号に基づいて、半径方向搬送部52の可動部の位置が、コントローラ80からの位置指令値TgtRとなるように半径方向搬送部52を制御する。この制御のことを本明細書では半径位置制御と称する。図17と図18を見比べてわかるように、半径方向搬送制御回路44の構成はスピンドル制御回路42の構成と類似している。

[0121] 半径位置演算回路4401は、半径位置検出センサ17の出力するA相信号及びB相信号及びZ相信号を入力とし、上記3つの信号から現在のホログラム記録媒体1の半径位置DetRを演算してDetR信号として出力する。半径位置制御器4402は、DetR信号と、コントローラ80からの半径位置指令TgtR信号を入力とし、半径方向搬送部52を制御するための駆動信号を出力する。

[0122] 半径位置出力制御スイッチ4403は半径位置制御器4402の出力信号を入力とし、コントローラ80からの制御信号RDONに従い、半径位置制御器4402の出力信号を出力するかどうかを制御する。RDON信号がHighのときは、半径位置出力制御スイッチ4403は端子cを選択し、半径位置制御器4402の出力信号をRDD信号として出力する。一方、RDON信号がLowのときは、半径位置出力制御スイッチ4403は端子dを選択し、基準電位をRDD信号として出力し、半径位置制御器4402の出力信号を出力しない。この結果、RDON信号は半径位置制御のオン・オフを指示する信号となる。また半径位置出力制御スイッチ4403は、半径位置制御のオン・オフを切り替えるスイッチとして機能する。半径位置出力制御スイッチ4403から出力されたRDD信号は半径方向搬送駆動回路45によって増幅され、半径方向搬送部52が制御される。

[0123] 半径位置制御判定回路4404はDetR信号とTgtR信号を入力とし、ホログラム記録媒体1の半径位置が半径位置指令値TgtR近傍の値であるか否かを判定し、RDOK信号として出力する。なお、ホログラム記録媒体1の半径位置が半径位置指令値TgtR近傍の値である場合に、RDOK信号はHighとなるものとする。半径位置制御判定回路4404は例えば、半径位置検出センサ17によって検出された現在の半径位置DetRと半径位置指令値TgtRとの差分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RDOK信号はコントローラ80へと入力される。そのためコントローラ80はRDOK信号によって、ホログラム記録媒体1の半径位置が半径位置指令値TgtR近傍の値であるか否かを判定可能である。即ち半径位置制御判定回路4404は、半径位置制御の収束を判定する回路として機能する。

[0124] なお本実施例におけるスピンドル制御判定回路4204は、現在角度Det $\theta$ と角度指令値Tgt $\theta$ との差分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構成とした

。しかしスピンドル制御判定回路4204はホログラム記録媒体1の回転角度が角度指令値 $Tgt\theta$ 近傍の値であるか否かを判定できれば、別の構成であってもよい。例えば、現在角度 $Det\theta$ が一度でも角度指令値 $Tgt\theta$ と等しくなったら、その時点でSPOK信号をHighにする構成としてもよい。半径位置制御判定回路4404についても同様である。

[0125] 本実施例における偏芯補償回路40及び移動ステージ駆動回路41の構成について、図19を用いて説明する。偏芯補償回路40はX軸補償器4001、X軸出力制御スイッチ4002、Y軸補償器4003、Y軸出力制御スイッチ4004、偏芯補償判定回路4005から成る。また、移動ステージ駆動回路4s1はX軸駆動回路4101とY軸駆動回路4102から成る。偏芯補償回路40はコントローラ80からの指令信号に基づいて、偏芯検出用マークを基準としてホログラム記録媒体1の位置決めが行われるように移動ステージ51を制御する。この制御のことを本明細書では偏芯補償制御と称する。

[0126] X軸補償器4001には第一の偏芯検出センサ15の出力信号が入力され、移動ステージ51のX軸を駆動するための駆動信号を生成する。X軸出力制御スイッチ4002はX軸補償器4001の出力信号を入力とし、コントローラ80からの制御信号XYONに従い、X軸補償器4001の出力信号を出力するかどうかを制御する。XYON信号がHighのときは、X軸出力制御スイッチ4002は端子aを選択し、X軸補償器4001の出力信号をXD信号として出力する。一方、XYON信号がLowのときは、X軸出力制御スイッチ4002は端子bを選択し、基準電位をXD信号として出力し、X軸補償器4001の出力信号を出力しない。X軸出力制御スイッチ4002から出力されたXD信号はX軸駆動回路4101によって増幅され、移動ステージ51のX軸が制御される。

[0127] Y軸補償器4003には第二の偏芯検出センサ16の出力信号が入力され、移動ステージ51のY軸を駆動するための駆動信号を生成する。Y軸出力制御スイッチ4004はY軸補償器4003の出力信号を入力とし、コント

ローラ 80 からの制御信号 X Y O N に従い、Y 軸補償器 4003 の出力信号を出力するかどうかを制御する。X Y O N 信号が H i g h のときは、Y 軸出力制御スイッチ 4004 は端子 a を選択し、Y 軸補償器 4003 の出力信号を Y D 信号として出力する。一方、X Y O N 信号が L o w のときは、Y 軸出力制御スイッチ 4004 は端子 b を選択し、基準電位を Y D 信号として出力し、Y 軸補償器 4003 の出力信号を出力しない。Y 軸出力制御スイッチ 4004 から出力された Y D 信号は Y 軸駆動回路 4102 によって増幅され、移動ステージ 51 の Y 軸が制御される。

[0128] 偏芯補償判定回路 4005 は第一の偏芯検出センサ 15 の出力信号及び第二の偏芯検出センサ 16 の出力信号を入力とし、偏芯検出用マークを基準としたホログラム記録媒体 1 の位置決めが完了したかどうかを判定し、X Y O K 信号として出力する。なお、偏芯検出用マークを基準としたホログラム記録媒体 1 の位置決めが完了した場合に、X Y O K 信号は H i g h となるものとする。X Y O K 信号はコントローラ 80 へと入力される。そのためコントローラ 80 は X Y O K 信号によって、偏芯検出用マークを基準としたホログラム記録媒体 1 の位置決めが完了したか否かを判定可能である。即ち偏芯補償判定回路 4005 は、偏芯補償制御の収束を判定する回路として機能する。

[0129] ここで、X 軸補償器 4001 及び Y 軸補償器 4003 において行われる制御について説明する。まず偏芯補償判定回路 4005 は付属的な回路である。そのため図 19 からわかるように、偏芯補償回路 40 及び移動ステージ駆動回路 41 に関わる制御系は、破線 (A) で示す X 軸に関する制御系と、破線 (B) で示す Y 軸に関する制御系が独立している。即ち、偏芯補償回路 40 には第一の偏芯検出センサ 15 の出力信号及び第二の偏芯検出センサ 16 の出力信号が入力されるが、移動ステージ 51 の X 軸の制御に用いられるのは第一の偏芯検出センサ 15 の出力信号のみであり、同様に移動ステージ 51 の Y 軸の制御に用いられるのは第二の偏芯検出センサ 16 の出力信号のみである。

[0130] X軸補償器4001においては、入力される第一の偏芯検出センサ15の出力信号の電圧がゼロとなるように制御を行う。Y軸補償器4003においては、入力される第二の偏芯検出センサ16の出力信号の電圧がゼロとなるように制御を行う。これらは一般的なフィードバック制御であり、X軸補償器4001やY軸補償器4003は、一例として一般的なCPUによって実現できる。

[0131] 図16や図14を用いて説明したように、第一の偏芯検出センサ15の出力電圧及び第二の偏芯検出センサ16の出力電圧をともにゼロとすることは、両方のセンサの真上に偏芯検出用マークM2の縁が位置するようにホログラム記録媒体1の位置を制御していることと等価である。したがって、上述したX軸補償器4001及びY軸補償器4003の動作によって、両方のセンサの真上に偏芯検出用マークM2の縁が位置するようにホログラム記録媒体1の位置を制御することができる。

[0132] ホログラム記録媒体1に偏芯がある場合とは、図13を用いて説明をすれば、媒体の最内周の円R1の幾何学的な中心がOと一致しない場合である。その場合であっても、移動ステージ51が偏芯検出用マークM1を用いてホログラム記録媒体1の位置を制御する。具体的には、偏芯検出用マークM1の幾何学的な中心Oが、移動ステージ51の駆動基準位置に一致するように制御される。

[0133] ここで信号光及び／または参照光が照射される位置は装置に固定された位置である。そのためこの動作は、偏芯があった場合であっても、偏芯検出用マークを基準としてホログラム記録媒体1の位置決めが行われるように動作させることになる。これは、偏芯をキャンセルした位置に信号光及び／または参照光が照射されるように制御できると言い換えることもできる。

[0134] しかしながら、図19において説明したように、X軸とY軸を独立して制御を行うためには、センサの配置に関する制限がある。本実施例においては第一の偏芯検出センサ15と第二の偏芯検出センサ16を、駆動基準位置x y 0に関して直交して配置し、かつその直交する方向を移動ステージ51の

駆動軸の方向と同一とした。次に、このような構成を取る理由について説明する。

[0135] 一例として、図20(a)に示すように、第一の偏芯検出センサ15の固定位置がP15'と変更した場合を考える。図14の場合と異なるのは第一の偏芯検出センサ15の固定位置のみである。P15'は、Y軸負方向と45度をなす直線上にあるものとする。図20(a)において、Y軸負方向と45度をなす方向をX'軸として示している。

[0136] また以降の説明の前提として、スピンドル制御回路42、半径方向搬送制御回路44、偏芯補償回路40は、これまでの説明と共通の構成とする。即ち、第一の偏芯検出センサ15の出力信号に基づいて、偏芯補償回路40は移動ステージ51のX軸を駆動する構成であるとする。

[0137] 第一の偏芯検出センサ15をP15'の位置に配置した場合の、第一の偏芯検出センサ15の出力信号は、図20(b)に示すようになる。即ち、 $\Delta r_s$ を取る方向をX軸方向とせず、X'軸方向とする。 $\Delta r_s$ の取り方をこのように変更すれば、 $\Delta r_s$ と出力電圧 $V_s$ の関係は図16(b)の場合と同一となる。

[0138] しかしながら、実際に制御を行う上では、制御の目標点近傍において制御系が独立している必要がある。具体的には、図20(a)の場合に、ホログラム記録媒体1が左に微小距離、移動した状況を考える。この場合、移動ステージ51による移動が必要なのはY軸のみである。しかしながら、図20(a)の場合には、点P15'近傍において偏芯検出用マークM2の縁が45度傾いている。そのため、ホログラム記録媒体1が左に微小距離、移動した場合に、第一の偏芯検出センサ15の出力も変動する。この結果、偏芯補償回路40による制御は収束しない可能性がある。更に最悪の場合には、移動ステージ51によるX軸とY軸の2軸の制御が発振してしまう可能性もある。この問題は特に、X軸の制御系の応答速度とY軸の制御系の応答速度が等しい場合に問題となる。

[0139] 一方、本実施例の構成のように第一の偏芯検出センサ15をP15の位置

に配置した場合について、同様に、ホログラム記録媒体 1 が左に微小距離、移動した状況を考える。この場合に、点 P 1 5 近傍における偏芯検出用マーク M 2 の縁の X 軸方向の変位はほぼゼロであることは、点 P 1 5 において円 C x y の接線が Y 軸と平行になることから明らかである。そのため本実施例の構成の場合には、X 軸はほぼ駆動されず、Y 軸のみが駆動される。このため、本実施例の構成であれば問題は起こらない。

[0140] このような動作が X 軸及び Y 軸について同時に行われる結果、移動ステージ 5 1 による 2 軸の制御は発振することなく、好ましい位置へと収束する。以上から、第一の偏芯検出センサ 1 5 と第二の偏芯検出センサ 1 6 を、駆動基準位置 x y 0 に関して直交して配置する構成とすることが好適である。

[0141] なお、以上の説明からわかるように、センサの配置に関する制限としては、偏芯検出センサを配置する点である点 P 1 5 及び点 P 1 6 における円 C x y の接線が、移動ステージ 5 1 の駆動軸と平行であることである。

[0142] 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においては、半径  $r$  及び回転角  $\theta$  がパラメータとなる。以降、半径  $r$  の駆動軸を  $r$  軸、回転角  $\theta$  の駆動軸を  $\theta$  軸と称する。

[0143] なお本実施例においては、シーク処理 S 4 1 4 より以前に行われる学習処理ステップ S 4 0 4 において X Y O N 信号を H i g h とすることで偏芯補償制御が開始されている。そのため、シーク処理 S 4 1 4 を開始する時点で偏芯補償制御はオンされた状態である。

[0144] 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座標（ $r$ 、 $\theta$ ）と現在位置との差分を計算して、 $r$  軸及び  $\theta$  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 D O N 信号を H i g h にすることで半径位置制御をオンにするとともに指令値 T g t R を変更して

、 $r$ 軸の移動を開始する（ステップS504）。ステップS504に続いては、後述するステップS505に移行する。また $r$ 軸の移動量がゼロであれば（ステップS503にてNoの場合）、ステップS504を行わずにステップS505に移行する。

[0145] ステップS505においては、 $\theta$ 軸の移動量がゼロ以外であるかを判断する。 $\theta$ 軸の移動量がゼロ以外であれば（ステップS505にてYesの場合）、SPON信号をHighにすることでスピンドル制御をオンにするとともに指令値Tgt $\theta$ を変更して、 $\theta$ 軸の移動を開始する（ステップS506）。ステップS506に続いては、後述するステップS507に移行する。また $\theta$ 軸の移動量がゼロであれば（ステップS505にてNoの場合）、ステップS506を行わずにステップS507に移行する。

[0146] ステップS507においては、移動が完了したかの判定を行う。ここで、RDOK信号及びSPOK信号及びXYOK信号がすべてHighレベルであることをもって、移動が完了したと判定する。

[0147] 移動が完了していないと判定された場合（ステップS507でNoの場合）には、再びステップS507に戻る。即ち、RDOK信号及びSPOK信号及びXYOK信号のうちのいずれか1つでもLowレベルであれば、移動が完了したとは判定せずに、上記3つの信号全てが同時にHighレベルとなるまで待機する動作となる。

[0148] 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）、RDON信号及びSPON信号とともにLowとすることで、半径位置制御及びスピンドル制御をオフして移動を終了する（ステップS508）。

[0149] 続いて、コントローラ80が参照光の入射角度の指令値Tgt $\phi$ を出力することで、参照光の入射角度を変更する（ステップS509）。ここで出力する指令値Tgt $\phi$ は、シーク処理にて位置決めするホログラムのページに対応した入射角度である。

[0150] 次に、再生時のシーク処理であるかを判断する（ステップS510）。再生時のシークでない場合（ステップS510でNoの場合）、後述するステ

ップS 5 1 8に進み、シーク処理を終了する。再生時のシークである場合は（ステップS 5 1 0でY e s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で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、記録時のシークでは未記録部へのシークとなり、アドレス情報が得られないためである。

[0151] 再生時のシークである場合は（ステップS 5 1 0でY e sの場合）、直交入射角度最適化処理を行う（ステップS 5 1 1）。直交入射角度最適化処理の詳細については、後述する。

[0152] ステップS 5 1 1の後、回折光の光量が閾値L<sub>th</sub>より大きいかを判断する（ステップS 5 1 2）。回折光の光量が閾値L<sub>th</sub>より大きい場合（ステップS 5 1 2でY e sの場合）、ホログラムが再生可能であるかを判断する（ステップS 5 1 3）。

[0153] 回折光の光量が閾値L<sub>th</sub>より小さい場合（ステップS 5 1 2でN oの場合）及び回折光の光量が閾値L<sub>th</sub>より大きいがホログラムが再生NGの場合（ステップS 5 1 3でN o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、所定のリトライパラメータに基づいて、r軸及びθ軸リトライ値を計算し（ステップS 5 1 4）、ステップS 5 0 2に戻る。これにより、位置決めした近傍に移動するリトライのシークが行われる。

[0154] ホログラムが再生可能であった場合（ステップS 5 1 3にてY e s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S 5 1 5）。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S 5 1 6）。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S 5 1 6にてN o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 7）、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リトライのシークが行われる。

- [0155] 取得したアドレスが目標アドレスである場合（ステップS516にてYesの場合）、シーク処理を終了する（ステップS518）。
- [0156] ここで本実施例のフローチャートにおいて、例えばr軸の移動量がゼロで $\theta$ 軸のみを駆動するシークの場合に、スピンドル制御が角度指令値Tgt $\theta$ 近傍にまで収束してSPOK信号がHighとなっても、偏芯補償判定回路4005の出力するXYOK信号がHighとなっていなければ、スピンドル制御をオフしない（即ちSPD信号としてスピンドル制御器4202の出力信号を出力し続ける）点に特徴がある。本実施例の偏芯補償回路40に相当する回路を持たない従来技術の構成においては、SPOK信号はスピンドル制御の収束判定回路として機能し、SPOK信号がHighとなれば純粹にスピンドル制御をオフしてよい。しかしながら本実施例においては、これを行わない。この理由については後述する。
- [0157] 続いて、本実施例における直交入射角度最適化処理について図6のフローチャートを用いて説明する。
- [0158] 直交入射角度最適化処理を開始すると（ステップS601）、コントローラ80は入射角度オフセット出力回路26に指示して入射角度オフセット $\phi$ ofsを所定の値に設定する。
- [0159] これにより、シーク処理のフローチャートである図5のステップS508において変更した参照光の入射角度に対して、更に $\phi$ ofsだけずれた状態になる。即ち、入射角度オフセット出力回路26がゼロ以外の値を入射角度オフセット $\phi$ ofsとして出力することで、入射角度を $\phi$ ofsだけ、ずらして制御することができる。
- [0160] 続いて、回折光強度計測回路83を用いて、回折光の輝度重心の、光軸からのずれを計測する（ステップS603）。続いてコントローラ80は回折光の輝度重心のずれから、最適な直交入射角度を算出する（ステップS604）。このように、本実施例においてはコントローラ80が直交入射角度を算出する手段として機能する。
- [0161] ステップS604においては、参照光の入射角度が既知の値 $\phi$ ofsだけ

ずれた状態である。参照光の入射角度がずれている状態で直交入射角度にずれがあると、本実施例における光検出器 226 において輝度重心がずれる現象として観測される。これについて、図 7 を用いて説明する。

[0162] 図 7 は参照光の入射角度を変更した際の光検出器 226 の輝度分布を模式的に示したものである。図 7 の (a) 乃至 (c) は参照光の入射角度が最適値からプラス方向に  $\phi \circ f s$  だけずれた状態で、直交入射角度が変化した際の光検出器 226 の輝度分布を示している。

[0163] 図 7 (a) は参照光の直交入射角度が最適値からマイナス方向にずれている場合を示している。また、図 7 (b) は参照光の直交入射角度が最適値である場合を示しており、図 7 (c) は参照光の直交入射角度が最適値からプラス方向にずれている場合を示している。なお直交入射角度の最適値とは、回折光の強度が最大となる直交入射角度を意味する。

[0164] 図 7 (b) のとき、ホログラム記録媒体 1 から生成される回折光は、図 3 で示した光軸に沿って、対物レンズ 215 などを通して光検出器 226 に伝播する。そのため、光検出器 226 における輝度重心は、光検出器 226 の受光面の中心と一致する。

[0165] 一方、図 7 (a) や図 7 (c) のように、参照光の直交入射角度が最適値からずれた場合には、ホログラム記録媒体 1 から生成される回折光は、図 3 で示した光軸からずれて、対物レンズ 215 などを通して光検出器 226 に伝播する。この結果、光検出器 226 上では、輝度がずれる現象として観測される。即ち、光検出器 226 での輝度重心がずれる現象は、回折光が光学系の光軸からずれて伝播する現象と言い換えることができる。

[0166] 参照光の入射角度に加えた入射角度オフセット  $\phi \circ f s$  は既知であるので、例えば入射角度オフセット  $\phi \circ f s$  の場合の直交入射角度のずれと輝度重心のずれを実験的に求めておく。これにより、輝度重心のずれから直交入射角度の最適値からのずれを算出可能である。このことを利用して、直交入射角度の最適値を算出することができる。

[0167] ステップ S604 の後、コントローラ 80 が参照光の直交入射角度の指令

値  $T_{gt\rho}$  を、ステップ S 6 0 4 で算出した最適な直交入射角度に設定する（ステップ S 6 0 5）。これにより、参照光の直交入射角度がステップ S 6 0 4 で算出した値に変更するようにアクチュエータ 2 1 9 が駆動される。その結果、参照光の直交入射角度がステップ S 6 0 4 で算出した最適な直交入射角度に変更される。

[0168] ステップ S 6 0 5 の後、コントローラ 8 0 は入射角度オフセット出力回路 2 6 に指示して入射角度オフセット  $\phi_{ofs}$  をゼロに設定し（ステップ S 6 0 6）、直交入射角度最適化処理を終了する（ステップ S 6 0 7）。

[0169] なお、ステップ S 6 0 5 の最適な直交入射角度の設定と、ステップ S 6 0 6 の入射角度オフセット  $\phi_{ofs}$  へのゼロの設定の順番は、逆であっても構わない。ステップ S 6 0 5 の最適な直交入射角度の設定と、ステップ S 6 0 6 の入射角度オフセット  $\phi_{ofs}$  へのゼロ、の設定の両方が完了した状態で、シーク処理に引き続き行われる、ホログラムからの情報の再生が行われればよい。

[0170] 次に、本実施例による効果について説明する。

[0171] ホログラムの再生においては、ホログラム記録媒体 1 を搬送する際のホログラムに対する「位置決め」と、位置決めが完了した上で「回折条件」を満足するように参照光に関する調整の 2 点が重要である。

[0172] 本実施例のホログラム記録再生装置は、偏芯の課題を解決するために偏芯補償制御系を有している。この偏芯補償制御は、第一の偏芯検出センサ 1 5 及び第二の偏芯検出センサ 1 6 に基づき移動ステージ 5 1 を駆動する構成である。もともとの用途はホログラム再生時の位置決めにおいて偏芯を補償するための検出センサであり、その観点からは十分な検出分解能を持つセンサが存在する。

[0173] しかしながら、第一の偏芯検出センサ 1 5 及び第二の偏芯検出センサ 1 6 の検出分解能には限界があり、検出分解能が不足することによってホログラム記録再生装置に特有の課題が発生することを本発明者は見出した。即ち、ホログラムに対する位置決め精度が向上できたとしても、回折条件を満足で

きないという課題が存在する。この課題について説明する。

[0174] 本発明を用いない場合の偏芯補償制御系の課題について、図10を説明する。

[0175] 図10(a)は偏芯補償制御系が理想的に動作した場合を示している。円Cs pは偏芯補償制御系が理想的に動作した場合の、角度検出用マークM1の中心線を示したものである。このとき、偏芯検出用マークM1の幾何学的な中心は、移動ステージ51の駆動基準位置に一致する。

[0176] また点P Lは、信号光と参照光が照射される位置を示しており、対物レンズの真下の位置である。図中の信号光ベクトルと参照光ベクトルは紙面に投影した射影を図示したものであり、実際には図8で説明したように、図10の紙面に対して垂直な平面内において、所定の入射角度をもって入射する。四角形H Oは、偏芯補償制御系が理想的に動作した場合のホログラム形状を模式的に示したものである。

[0177] これに対し図10(b)は、第一の偏芯検出センサ15及び第二の偏芯検出センサ16の出力分解能が不足した場合を示している。この場合、角度検出用マークM1の中心線は一例として、円Cs p'のようになる。即ち、偏芯補償制御が不十分な状態となり、ホログラム記録媒体1の中心Oは移動ステージ51の駆動基準位置x y Oと完全には一致しない状態となりうる。図10(b)はホログラム記録媒体1の中心OがX軸方向に微小量dだけずれた状態を示している。

[0178] ここでは、偏芯補償制御系が理想的に動作してホログラムが記録されたホログラム記録媒体1を考え、図10(b)のように偏芯補償制御が不十分な状態で、そのホログラムに対して参照光を照射して情報の再生を行う場合を考える。

[0179] 図10(a)で説明したように、ホログラムは偏芯補償制御系が理想的に動作した状態、即ち偏芯の影響を完全にキャンセルした位置に記録されている。これに対し、図10(b)の状態ではホログラム記録媒体1の中心OがX軸方向に微小量dだけずれている。このとき、ホログラムは四角形H1の

ように、紙面上で回転する。図 10 (b) に図示しているように、ホログラムの回転の量を  $\phi$  で表す。

[0180] ホログラムの高密度再生を行う上では、ホログラムの回転  $\phi$  の許容量  $\Delta \phi_{th}$  が小さくなることを、本発明者は見出した。そのため、本発明を用いない場合にはホログラムの回転  $\phi$  が許容量  $\Delta \phi_{th}$  を越えて、ホログラムが適切に再生できないという課題が生じる。

[0181] これに対し本発明によれば、直交入射角度最適化処理を行うことによりこの課題を解決し、ホログラムの高密度再生を実現できる。次に、直交入射角度最適化処理によってホログラムの回転という課題を解決できる理由を説明する。

[0182] ホログラムの再生が適切に行われるかどうかは、ブラッグの回折条件や Ewald 球として知られている。図 11 はブラッグの回折条件をホログラムの再生に当てはめた場合の図である。ベクトル  $K_r$  は参照光の波数ベクトル、ベクトル  $K_{s1}$  及びベクトル  $K_{s2}$  は信号光の波数ベクトル、ベクトル  $K_{g1}$  及びベクトル  $K_{g2}$  はグレーティングベクトルである。信号光の波数ベクトルという表現はホログラムの記録時に照射される信号光に着目した表現だが、向きを逆転させれば再生時の回折光の波数ベクトルとなる。

[0183] 図 2 で示したように信号光は対物レンズ 215 によって収束光としてホログラム記録媒体 1 に照射されるので、信号光の波数ベクトルは無数に存在し、グレーティングベクトルも同様に無数に存在する。また、信号光と参照光の波長は同一であるため、図 11 (a) のように参照光の波数ベクトルの始点と信号光の波数ベクトルの始点を共通にしたとき、ベクトルの先端は円 C 上に乗る。

[0184] ここで、本明細書における「信号光の光軸」について定義する。図 8 においては信号光を一つの矢印で示したが、ホログラム記録媒体近傍の信号光は収束光となっている。「信号光の光軸」とは、光学系の構成図である図 2 を使用すれば対物レンズ 215 の光軸と定義する。また図 11 (a) で説明すれば無数の信号光の波数ベクトルの中心軸である。

- [0185] ホログラム再生におけるブラッグの回折条件は、参照光の波数ベクトル、信号光の波数ベクトル、グレーティングベクトルが閉じた三角形を形成すること、と言い換えることができる。ここで図10(b)に示すように、参照光の波数ベクトル $K_r$ とグレーティングベクトルを合成することを考える。図11(b)に示すように、合成ベクトルの先端の集合は、Aで示す円弧を形成する。ブラッグの回折条件は、成ベクトルの先端の集合であるAが、円Cの円弧に一致すること、と言い換えることができる。
- [0186] 次に、この考え方を3次元に拡張したEwald球を考える。図12はEwald球を示し、円弧P1は信号光の入射面とEwald球の交差する円弧を示している。図示しているように、図11(b)にて円弧Aで示した部分は、図12(a)においてBで示した領域に対応する。グレーティングベクトルによって、領域Bを底面とする四角錐形状の立体が形成される。回折条件は、図12(a)においてBで示した領域が、Ewald球の球面と一致すること、と言い換えることができる。
- [0187] 続いて図12(b)のEwald球を用いて、ホログラムの回転が発生した場合の補償方法について説明する。ホログラムの回転が発生した場合、媒体中に存在するグレーティングベクトルが、図12(b)に示すように回転する。このとき、前記四角錐の頂点と、参照光の波数ベクトル $K_r$ の先端は乖離する。従って、参照光の波数ベクトル $K_r$ とグレーティングベクトルの合成により形成される領域は、Ewald球の球面から乖離する。即ち、ブラッグの回折条件は満たさず、ホログラムから適切に回折光が発生しない。
- [0188] ここで、直交入射角度を変更することを考える。直交入射角度の変更とは、図8(b)で説明したように、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である。これはEwald球において、例えば、円弧P2を含む平面上に参照光の波数ベクトルが存在するようにすることに相当する。
- [0189] 前記四角錐はもともとEwald球に内接していたものが回転したものであるので、図12(b)のように底面BがEwald球の球面に接した状態

のまま回転させたとき、四角錐の頂点は必ずEwald球の球面状に乗る。

[0190] この理論的な考察から、例えば図12(b)のような場合、参考光の角度を変更して参照光の波数ベクトルが $K_r'$ で図示する矢印となるように変更できたとする。これにより、参照光の波数ベクトルとグレーティングベクトルの合成により形成される領域（四角錐の底面）をEwald球の球面と一致させることができる。即ち、ブラッグの回折条件が満足され、ホログラムから適切に回折光が発生する。

[0191] 図12(b)から、参照光の波数ベクトルが $K_r'$ で図示する矢印となるように変更することは、直交入射角度を変更して、円弧P2を含む平面上に参照光の波数ベクトルが存在するようにすることとほぼ等しい。

[0192] 直交入射角度を変更することで、参照光波数ベクトルの先端である点T0は、平面P3上を移動することができるため、参照光波数ベクトルの先端は点T1の位置に移動可能である。これにより、直交入射角度の変更前と比較してブラッグの回折条件に近づき、ホログラムからの回折光の光量が増加する。

[0193] ここで更に考察を進めれば、ホログラムの回転が発生したことで四角錐の頂点の高さも変化している。即ち、三角錐の頂点である点T2は、平面P3上にはない。そのため、ホログラムの回転を最も良好に補償するには、直交入射角度だけでなく入射角度も変更することが望ましい。これについては、後述する別の実施例にて説明する。

[0194] このように、ホログラムの回転は、参照光の直交入射角度を変更することによって、補償することが可能である。

[0195] 本発明においてはまず、ホログラム記録媒体1の偏芯の影響をキャンセルして「位置決め」を行うには偏芯補償制御系が必要であるので、それに適した構成を有する。これによりホログラムに対する「位置決め」精度は向上するが、単に偏芯補償制御系を設けただけでは、ホログラム特有の課題としてホログラムの回転が発生し、「回折条件」を満足できない。そこで本発明では、それを解決するための手段として、偏芯補償制御を実行した後に、直交

入射角度の最適化を行う。

[0196] 本実施例によれば、偏芯補償制御系を設けた場合に、「位置決め」精度を向上することができるだけでなく、「回折条件」も満足するようにすることが可能になる。このように、本実施例の第一の効果は、偏芯のキャンセルする制御系と回折条件の両立を実現できる点である。

[0197] また、ホログラム記録再生装置の偏芯補償制御系に用いるに当たって第一の偏芯検出センサ 15 及び第二の偏芯検出センサ 16 の検出分解能が不足する課題を解決できる。このため、第一の偏芯検出センサ 15 及び第二の偏芯検出センサ 16 として大型かつ高価なセンサを必要としない。本実施例の第二の効果は、装置の小型化及び低コスト化を実現できる点である。

[0198] また、偏芯をキャンセルするための構成として、可動部に移動ステージ 51 及びセンサが固定された半径方向搬送部 52、スピンドルモータ 50、所定のマークを有するホログラム記録媒体 1 の順に搭載した機構とした。偏芯をキャンセルするための好適な構成はこの搭載順となる。

[0199] 装置の実現しやすさを考えなければ、偏芯をキャンセルするための最善の構成は、この搭載順と異なり、スピンドルモータの上に移動ステージを搭載する構成である。これにより最も簡易的な方法で、偏芯をキャンセルすることができる。図 18 (b) を用いて説明すれば、偏芯が存在する場合であっても、ホログラム記録媒体の中心 O をスピンドルモータの回転中心  $s p 0$  に一致させることができる。しかしながら、この構成は移動ステージを実現するのが非常に困難である。なぜなら、回転するスピンドルモータの回転軸の上に移動ステージを搭載する関係上、移動ステージの制御系の電気配線（本実施例における、移動ステージ駆動回路 41 と移動ステージ 51 を結ぶ配線）を、回転軸に沿って設置する必要がある。この実現には高価な機構が必要になり、更に装置の寿命としても長期化が困難である。

[0200] そのため、スピンドルモータ 50 と移動ステージ 51 の搭載順としては、本実施例の構成のように、移動ステージ 51 の可動部の上にスピンドルモータ 50 を搭載する順序となる。また、ホログラム記録媒体 1 に設けたマーク

が内周側に寄った構造であるため、センサは移動ステージ 5 1 と同一の部材に固定し、半径方向搬送部 5 2 によってホログラム記録媒体 1 と一体となって半径方向に移送されるのが好ましい。この結果、半径方向搬送部 5 2 の可動部の上に移動ステージ 5 1 及びセンサを搭載する順序となる。

[0201] このように、本実施例の第三の効果は、偏芯のキャンセルと装置の実現しやすさの両立を、機構的な搭載順の工夫により解決できる点である。

[0202] 次に、第四の効果について説明する。上述したように、スピンドルモータの回転軸の上に移動ステージを搭載することはできず、移動ステージの上にスピンドルモータを搭載する構成となる。この構成の場合には、制御の側面においても特徴的な制御が必要となる。

[0203] スピンドルモータの回転軸の上に移動ステージを搭載できた場合には、図 1 8 (b) を用いて説明すれば、ホログラム記録媒体の中心 O をスピンドルモータの回転中心  $s p 0$  と一致させることができた。しかし本実施例の構成の場合には、偏芯が存在する場合であっても、ホログラム記録媒体の中心 O をスピンドルモータの回転中心  $s p 0$  に一致させることができない。本実施例の場合には、ホログラム記録媒体の中心 O とスピンドルモータの回転中心  $s p 0$  はずれた状態のまま、ホログラム記録媒体 1 の中心 O を移動ステージ 5 1 の駆動基準位置  $x y 0$  に一致させる。これにより、偏芯をキャンセルした位置に信号光及び／または参照光が照射されるように制御できる。

[0204] 本実施例の構成のように、好適な機構の搭載順を実現する上で、特徴的な制御が必要となることを、図 1 4 を用いて説明する。図 1 4 (a) はホログラム記録媒体 1 と、各種センサの位置関係を示した模式図である。円 R 2 はホログラム記録媒体 1 の最外周を、円 C x y は偏芯検出用マーク M 2 の外周の縁を、円 C s p は角度検出用マーク M 1 の中心線を、それぞれ示している。

[0205] 本実施例によれば、ホログラム記録媒体の中心 O は移動ステージ 5 1 の駆動基準位置  $x y 0$  と一致するため、図 1 4 (a) ではそのように図示している。図 1 4 (a) においては、偏芯があるものとする。即ち、スピンドルモ

ータ回転中心  $s p 0$  は、移動ステージ 5 1 の駆動基準位置  $x y 0$  と一致しない位置として図示されている。

[0206] 通常、光ディスク装置におけるシーク動作においては、スピンドル制御と半径位置制御を独立に行う。この2つの制御は同時に行ってもよいし、順番に行ってもよい。この従来の制御手法を踏襲すれば、本実施例におけるスピンドル制御及び半径位置制御及び偏芯補償制御は、独立に行ってもよいことになる。しかしながら本実施例の構成を取る場合には、スピンドル制御と偏芯補償制御を独立に制御を行うことができない。

[0207] 今、点  $P$  で示す位置に目的のホログラムが記録されており、そのホログラムを再生するためにスピンドルモータ 5 0 を回転させるシークを行うとする。なおここでは、半径位置制御は既に完了しているものとする。点  $P$  の移動先を点  $T g t P$  で図示している。点  $T g t P$  は参照光が照射されている位置である。通常、参照光は対物レンズ 2 1 5 のほぼ真下に照射されるため、点  $T g t P$  の真上に対物レンズがあると読み替えてもよい。偏芯がない場合のシーク動作が、スピンドルモータ 5 0 を  $-\theta$  回転させる場合のシークを考える。

[0208] 仮に、偏芯補償制御を行う前にスピンドル制御を行った場合を考える。この場合、ホログラム記録媒体 1 は、スピンドルモータ 5 0 の回転中心である点  $s p 0$  を中心に、 $-\theta$  回転する。説明のため、点  $s p 0$  と点  $P 1 4$  を結ぶ直線を  $L 0$  とし、その直線を点  $s p 0$  の周りに  $+\theta$  回転させた直線を  $L 1$  とする。回転角度を検出するのは、点  $P 1 4$  に設置された回転角度検出センサ 1 4 であるので、点  $s p 0$  を中心に  $-\theta$  回転することは、点  $s p 0$  を中心に、 $L 1$  が  $L 0$  に重なるように回転させることを意味する。

[0209] 回転後の様子を示したのが図 1 4 (b) である。この回転の結果、点  $P$  は点  $P'$  に移動される。また、ホログラム記録媒体 1 の中心  $O$  は移動ステージ 5 1 の駆動基準位置  $x y 0$  から点  $O'$  に移動する。円  $R 2$ 、円  $C x y$  についても同様に、回転後の円を「 (ダッシュ) 」を付けて図示している。

[0210] 図からわかるように、単にスピンドルモータ 5 0 を  $-\theta$  回転させただけで

は、目的のホログラムを目標の位置  $TgtP$  に移動させることはできない。  
また、この回転に続いて偏芯補償制御を行えば点  $O'$  を点  $xyO$  と一致させることができるが、その偏芯補償制御による移動で点  $P'$  が点  $TgtP$  に一致する訳ではない。何故なら、本実施例の構成においては、スピンドルモータ 50 の回転中心  $spO$  が駆動基準位置  $xyO$  と一致しないので、スピンドルモータ 50 を回すのに必要な回転量は、もはや  $-\theta$  ではないためである。

[0211] また、以上の説明では偏芯補償制御を行う前にスピンドル制御を行った場合を説明したが、スピンドル制御を行う前に偏芯補償制御を行うこともできない。何故なら、図 14 (a) のシーク前の図において、既に 2 つの偏芯検出センサの真上には偏芯検出用マーク M2 の外周の縁が位置しており、本実施例の偏芯補償制御は動作しない。これは、スピンドルモータ 50 を  $-\theta$  回転させたシーク後の状態に移行する際にどれだけ移動ステージ 51 を駆動すべきかが、シーク前の段階においてはわからないためである。

[0212] そのため、スピンドルモータ 50 を回転させるシーク動作においては、例えば本実施例のように、スピンドル制御と偏芯補償制御を同時に動作させる必要がある。

[0213] スピンドル制御と偏芯補償制御を同時に動作させた場合には、図 14 (b) のような状態になっても、図 14 (b) の (A) で示す部分において点  $P15$  と円  $Cxy'$  が一致しないので、第一の偏芯検出センサ 15 の出力はゼロ以外の値となる。同様に、図 14 (b) の (B) で示す部分に関して、第二の偏芯検出センサ 16 の出力もゼロ以外の値となる。このため、偏芯補償制御によってホログラム記録媒体 1 の中心  $O'$  が駆動基準位置  $xyO$  と一致するように制御が行われる。このとき点  $P'$  は再度、移動し、かつ、この偏芯補償制御によって回転角度検出センサ 14 の検出角度も変化する。2 つの制御が同時に動作した結果、シークの最終状態では、ホログラム記録媒体 1 の中心  $O'$  が駆動基準位置  $xyO$  と一致した位置に制御される。

[0214] 同時に、この間もスピンドル制御は行われ続けているので、点  $P14$  の位置に固定された回転角度検出センサ 14 において、シーク期間中に検出され

た回転角の変化分は、正確に $-\theta$ となる。このことは、シークの最終状態において、ホログラム記録媒体1の中心 $O'$ と点 $P14$ を結ぶ直線上に、図14(a)に図示した点 $Q$ が来ることを意味する。点 $Q$ は、点 $x y O$ の周りに点 $P14$ を $+\theta$ 回転させた点である。シークの最終状態では、ホログラム記録媒体1の中心 $O'$ が駆動基準位置 $x y O$ と一致した位置に制御されることを考慮すれば、図14(a)の点 $Q$ が $X$ 軸上に来ることを意味する。これは即ち、点 $P$ が $X$ 軸上に来ることを意味し、点 $P$ が目標の位置 $T g t P$ に移動されることを意味する。これにより、本実施例の構成であっても高精度な位置決め動作を実現可能である。

[0215] この動作は、本実施例のフローチャートである図5において、ステップ $S507$ にて $SPOK$ 信号及び $XYOK$ 信号の両方が $H i g h$ レベルであることをもって、ステップ $S508$ のスピンドル制御のオフを行うことで実現されている。

[0216] このように、スピンドル制御が角度指令値 $T g t \theta$ 近傍にまで収束して $SPOK$ 信号が $H i g h$ となっても、偏芯補償判定回路4005の出力する $XYOK$ 信号が $H i g h$ となっていなければ、スピンドル制御をオフしてはいけない。本実施例のように、 $SPOK$ 信号と $XYOK$ 信号の両方の判定結果が $OK$ となるまで、スピンドル制御と偏芯補償制御を同時に動作させ続ける必要がある。

[0217] 以上で説明したように、スピンドル制御と偏芯補償制御を同時に動作させることにより、本実施例の構成においても適切にシーク動作を行うことができる。本実施例の第二の効果は、本実施例の機構的な搭載順の場合でも高精度な位置決めを実現する制御手法を有する点である。

[0218] 以上で説明した2点、即ち、偏芯をキャンセルするための好適な搭載順と、その場合に必要となる制御とを実現することにより、スピンドルモータの回転中心と円盤状ホログラム記録媒体1の幾何学的な中心との間にずれ、即ち偏芯が存在する場合であっても、偏芯をキャンセルした位置に位置決め制御を行うことができる。より具体的には、偏芯補償回路40及びスピンドル

制御回路 42 が本実施例に従い動作することにより、偏芯検出マークの幾何学的な中心を基準としてホログラム記録媒体 1 の位置決めが行われる。これにより、偏芯が存在する場合であっても、偏芯をキャンセルした位置に信号光や参照光を照射してホログラムの記録もしくは再生を行うことができる。

[0219] また、半径  $r$ 、回転角度  $\theta$ 、偏芯の制御のうち、回転角度  $\theta$  及び偏芯の制御に関してはホログラム記録媒体 1 にマークを設け、該マークを検出して制御する構成とした。媒体に設けられたマークを基準に位置決めを行うことで、装置間のばらつきに依存しない、高精度な位置決め制御が可能になる。即ち、スピンドルモータの回転軸に取り付けられたホログラム記録媒体固定部の偏芯具合は装置間でばらつくが、このばらつきに依存しない高精度な位置決め制御が可能になる。

[0220] このように、本実施例の第五の効果は、ホログラム記録媒体 1 に角度検出用マークと偏芯検出用マークを設けたことによって、媒体を基準とした高精度な位置決めを実現できる点である。

[0221] 以上で説明したように本実施例の効果は複数挙げられるが、本実施例の構成によって、ホログラム記録媒体に対する好適な記録再生を実現できる。

[0222] なお本実施例においては、ステップ S508 においてシーク処理にて位置決めするホログラムのページに対応した入射角度に変更し、その後ステップ S602 で入射角度を  $\phi_{ofs}$  ずらすフローチャートとした。しかしステップ S508 にて最初から  $\phi_{ofs}$  ずらしても構わない。

[0223] 本実施例の構成を取った場合の特徴的な動作は、ステップ S603 にて回折光の輝度重心を計測する際の参照光の入射角度が、ステップ S518 にてシーク処理を終了する際の参照光の入射角度と異なる点である。

[0224] 以上の動作により、偏芯をキャンセルした位置に位置決めを行い、更にブラッグの回折条件を満足してホログラムの再生を行うことができる。また同時に、機構的な搭載順の最適化を行っているため、装置の低コスト化や長寿命化を実現できる。

[0225] このように本実施例によれば、ホログラム記録媒体に対する好適な記録再

生を実現できる。

## 実施例 2

- [0226] 実施例 1 における直交入射角度最適化処理 S 5 1 1 は、入射角度オフセットを加えた状態での回折光の輝度重心から、最適な直交入射角度を算出した。直交入射角度最適化処理 S 5 1 1 の実現形態は他にも考えられ、本実施例はその一例である。
- [0227] 本実施例のホログラム記録再生装置のブロック図は、実施例 1 のブロック図である図 1 と共通である。またホログラム記録再生装置 1 0 を構成する各種部品も、実施例 1 と共通である。
- [0228] 本実施例は、実施例 1 と動作フローの一部のみが異なる。実施例 1 のシーク処理のフローチャートである図 5 における各処理のうち、直交入射角度最適化処理 S 5 1 1 における具体的な処理内容が異なる。以降、実施例 1 との差異を説明する。
- [0229] 本実施例における直交入射角度最適化処理について図 2 6 のフローチャートを用いて説明する。
- [0230] 直交入射角度最適化処理を開始すると（ステップ S 7 0 1）、カウンタ  $k$  の値をゼロにする（ステップ S 7 0 2）。続いてコントローラ 8 0 は、予め設けられた配列  $\rho[k]$  に従って、直交入射角度の指令値  $Tgt\rho$  を  $\rho[k]$  に変更する（ステップ S 7 0 3）。これにより、直交入射角度の値が  $\rho[k]$  に変更される。
- [0231] 続いてコントローラ 8 0 は、回折光強度計測回路 8 3 を用いて回折光の強度を計測し、 $I[k]$  として記憶する（ステップ S 7 0 4）。ステップ S 7 0 3 の後、カウンタ  $k$  の値に 1 を加算し（ステップ S 7 0 5）、続いてカウンタ  $k$  が値  $N$  以上であるかを判断する（ステップ S 7 0 6）。カウンタ  $k$  が値  $N$  以上でない場合（ステップ S 7 0 6 で  $No$  の場合）、ステップ S 7 0 3 に戻る。これにより、直交入射角度の変更（ステップ S 7 0 3）と、その状態での回折光強度の計測（ステップ S 7 0 4）が合計  $N$  回、行われる。
- [0232] カウンタ  $k$  が値  $N$  以上である場合（ステップ S 7 0 6 で  $Yes$  の場合）、

コントローラ 80 は N 回の回折光強度の計測結果から最適な直交入射角度を算出する（ステップ S 707）。ステップ S 707 においては、例えば、ステップ S 704 における N 回の輝度が図 27 に示すような値となっていれば、輝度の計測データに対して図 27 の太線で示すような 2 次関数で近似し、輝度が最大となる直交入射角度を算出する。このように、本実施例においてはコントローラ 80 が直交入射角度を算出する手段として機能する。

[0233] ステップ S 707 の後、コントローラ 80 が参照光の直交入射角度の指令値  $T_{gt\rho}$  を、ステップ S 707 で算出した最適な直交入射角度に設定する（ステップ S 708）。これにより、参照光の入射角度がステップ S 707 で算出した値に変更するようにアクチュエータ 219 が駆動される。その結果、参照光の直交入射角度がステップ S 707 で算出した最適な直交入射角度に変更される。ステップ S 708 の後、直交入射角度最適化処理を終了する（ステップ S 709）。

[0234] 本実施例は実施例 1 と比較して、最適な直交入射角度を算出する方法が異なるのみであり、直交入射角度最適化処理において最適な直交入射角度を算出して設定する点は共通である。そのため、本実施例は実施例 1 と同様の効果を有する。

[0235] このように本実施例によれば、ホログラム記録媒体に対する好適な記録再生を実現できる。

### 実施例 3

[0236] 実施例 1 及び実施例 2 においては、半径  $r$  及び回転角  $\theta$  による位置決め完了後に直交入射角度を最適化する動作とした。これは図 12 (b) を用いた考察の結果、ホログラムの回転は、参照光の直交入射角度を変更することによって、補償することが可能であるためである。しかし更に考察を進めれば、ホログラムの回転が発生したことで四角錐の頂点の高さも変化している。即ち、ホログラムの回転を最も良好に補償するには、直交入射角度だけでなく入射角度も変更することが望ましい。更には、実施例 1 及び実施例 2 においては、半径  $r$  及び回転角  $\theta$  による位置決め完了時に RDON 信号及び S

PON信号をともにLowとすることで、半径位置制御及びスピンドル制御をオフする動作とした。しかしながら、制御をオフせずにシーク処理を終了しても構わない。即ち、半径位置制御及びスピンドル制御に関して制御は常時オンとする。

[0237] 本実施例は、上記のように、ホログラム回転の補償及びホログラムへの位置決めに関して、精度を向上する実施の形態である。

[0238] 本実施例のホログラム記録再生装置のブロック図は、実施例1のブロック図である図1と共通である。またホログラム記録再生装置10を構成する各種部品も、実施例1と共通である。

[0239] 本実施例は、実施例1と比較して、シーク処理における動作フローの一部のみが異なる。本実施例におけるシーク処理S414について、図28のフローチャートを用いて説明する。なお、実施例1のフローチャートである図5と同一の処理内容であるステップに関しては同一の番号を付し、処理内容の説明を省略する。

[0240] 実施例1のフローチャートである図5との差異は、4点である。まず、r軸の移動量がゼロ以外であれば（ステップS503にてYesの場合）、指令値TgtRを変更してr軸の移動を開始し（ステップS519）、ステップS505に進む。本実施例においてはRDON信号を常時Highとするため、RDON信号をHighとする処理が不必要となる点が異なる。

[0241] また、 $\theta$ 軸の移動量がゼロ以外であれば（ステップS505にてYesの場合）、指令値Tgt $\theta$ を変更して $\theta$ 軸の移動を開始し（ステップS520）、ステップS507に進む。本実施例においてはSPON信号を常時Highとするため、SPON信号をHighとする処理が不必要となる点が異なる。

[0242] 更に、ステップS507において移動が完了したと判定した場合（ステップS507でYesの場合）、ステップS509に移行する。実施例1と比較してステップS508を行わない点が異なり、以上の3つの差異は、いずれも半径位置制御及びスピンドル制御に関して制御を常時オンとすることに

よる変更点である。

[0243] 最後に、ステップS 5 1 0において再生時のシークであると判断された場合は（ステップS 5 1 0でY e sの場合）、参照光角度最適化処理を行う（ステップS 5 2 1）。ステップS 5 2 1の後は、実施例1と同様にステップS 5 1 2に移行する。

[0244] 続いて、本実施例における参照光角度最適化処理について図29のフローチャートを用いて説明する。なお、実施例2の直交入射角度最適化処理のフローチャートである図26と同一の処理内容であるステップに関しては同一の番号を付し、処理内容の説明を省略する。実施例2のフローチャートである図26と比較して、ステップS 7 0 1乃至ステップS 7 0 8までは共通である。

[0245] ステップS 7 0 8において最適な直交入射角度に変更した後、カウンタkの値をゼロにする（ステップS 7 0 9）。続いてコントローラ80は、予め設けられた配列 $\phi o f s[k]$ に従って、入射角度オフセットの値 $\phi o f s$ を $\phi o f s[k]$ に変更する（ステップS 7 1 0）。これにより、入射角度オフセットの値が $\phi o f s[k]$ に変更される。

[0246] 続いてコントローラ80は、回折光強度計測回路83を用いて回折光の強度を計測し、 $I 2[k]$ として記憶する（ステップS 7 1 1）。ステップS 7 1 1の後、カウンタkの値に1を加算し（ステップS 7 1 2）、続いてカウンタkが値M以上であるかを判断する（ステップS 7 1 3）。カウンタkが値M以上でない場合（ステップS 7 1 3でN oの場合）、ステップS 7 1 0に戻る。これにより、入射角度オフセットの変更（ステップS 7 1 0）と、その状態での回折光強度の計測（ステップS 7 1 1）が合計M回、行われる。

[0247] カウンタkが値M以上である場合（ステップS 7 1 3でY e sの場合）、コントローラ80はM回の回折光強度の計測結果から最適な入射角度オフセットを算出する（ステップS 7 1 4）。ステップS 7 1 4においては、ステップS 7 0 7と同様の方法で最適値を算出する。このように、本実施例にお

いてはコントローラ 80 が入射角度を算出する手段として機能する。

[0248] ステップ S 7 1 4 の後、コントローラ 80 が入射角度オフセット出力回路 2 6 に指示して、入射角度オフセット  $\phi_{ofs}$  をステップ S 7 1 4 で算出した最適な入射角度オフセットに設定する（ステップ S 7 1 5）。これにより、参照光の入射角度がステップ S 7 1 4 で算出した値に変更するようにアクチュエータ 2 2 1 及びアクチュエータ 2 2 4 が駆動される。その結果、参照光の入射角度がステップ S 7 1 4 で算出した最適な入射角度に変更される。ステップ S 7 1 5 の後、参照光角度最適化処理を終了する（ステップ S 7 1 6）。

[0249] 以上のフローチャートにより、ホログラムからの回折光の強度を指標として、参照光の直交入射角の最適化に続いて、参照光の入射角の最適化を行う。

[0250] 次に本実施例による効果を説明する。まず、本実施例では半径位置制御及びスピンドル制御に関して制御は常時オンとした。これにより、装置に振動などの外乱が加わったとしても制御が行われるため、ホログラムへの位置決め精度が向上する。

[0251] 更に本実施例では、参照光角度最適化処理 S 5 2 1 において、直交入射角度の最適化のみでなく、入射角度についても最適化を行っている。具体的には、直交入射角度を変更して輝度が最大となる直交入射角度を求めた後、入射角度を変更して輝度が最大となる入射角度を求める。これにより、ホログラムの回転が発生した場合の E w a l d 球である図 1 2 (b) において、参照光波数ベクトル  $K_r$  の近傍で横方向及び縦方向に参照光の角度を変更し、最も回折光の光量が大きい条件を探索していることに相当する。そのため、実施例 1 及び実施例 2 においては参照光の波数ベクトルの先端を図 1 2 (b) の点 T 1 までしか移動できなかったのに対し、本実施例では図 1 2 (b) の点 T 2 まで移動できる。この結果、ブラッグの回折条件を完全に満足させることができ、ホログラムからの情報再生をより適正に行うことが可能となる。但し参照光の波数ベクトルの先端を図 1 2 (b) の点 T 1 までしか移動

できなかったとしても、回折光の強度が情報の再生に問題ないだけの強度を持っていれば、実施例 1 の構成でも問題ない。

[0252] また本実施例では、直交入射角度の最適化と行った後に入射角度の最適化を行う順序としたが、この順序は逆であっても構わない。

[0253] 更には、直交入射角度の最適値算出のための計測を行った後に最適な直交入射角度への変更を行い、その後に入射角度の最適値算出のための計測を行った後に最適な入射角度への変更を行ったが、これらの順序を入れ替えても構わない。例えば、直交入射角度の最適値算出のための計測に続いて、入射角度の最適値算出のための計測を行い、その後に最適な直交入射角度への変更及び直交入射角度への変更を行う動作としても、本実施例の場合と同等の効果を達成できる。

[0254] このように本実施例によれば、ホログラム記録媒体に対する好適な記録再生を実現できる。

#### 実施例 4

[0255] 以上の実施例においては、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の出力信号を入力として、ガルバノミラー 220 を反射した参照光の入射角度を示す信号を生成し、入射角度の制御に用いるための信号として生成する構成とした。しかしながら、アクチュエータ 221 に備え付けられた角度検出センサを用いない構成も可能である。

[0256] 本実施例においては、情報の再生時にホログラムから回折される回折光を用いて参照光の入射角度のずれ量を光学的に検出する機構を、ピックアップ 11 内に、角度検出センサとは別に設ける。そして該機構の出力信号を元に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構成とする。

[0257] 図 30 は本実施例におけるホログラム記録再生装置を示すブロック図である実施例 1 のブロック線図である図 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。

[0258] 本実施例におけるホログラム記録再生装置 14 は、実施例 1 における第一

の入射角度信号生成回路 20 及び第二の入射角度信号生成回路 23 を設けず、代わりに入射角度エラー信号生成回路 31 を有する。

[0259] 入射角度エラー信号生成回路 31 は、ピックアップ 11 内の光検出器 226 からの出力信号を入力として、ホログラム記録媒体 1 に対する参照光の入射角度のずれ量を示す信号（以降、入射角度エラー信号と称する）を生成し、入射角度の制御に用いるための信号として生成する。

[0260] 第一の入射角度制御回路 32 は 3 つの入力を持つ。第一の入力は入射角度エラー信号生成回路 31 により出力された入射角度エラー信号であり、第二の入力はコントローラ 80 の出力する参照光の入射角度の指令値  $Tgt\phi$ 、第三の入力は入射角度オフセット出力回路 26 の出力する入射角度オフセット  $\phi ofs$  である。第一の入射角度制御回路 32 では、第一の入力及び第二の入力に基づいて、参照光の入射角度のずれ量がゼロになるように制御を行う。また入射角度オフセット  $\phi ofs$  がゼロ以外であれば、入射角度オフセット  $\phi ofs$  の分だけ、制御角度をオフセットさせて制御を行う。第一の入射角度制御回路 32 から出力された駆動信号は第一の入射角度駆動回路 22 を介して、ピックアップ 11 内のアクチュエータ 221 に供給される。

[0261] 第二の入射角度制御回路 33 は 3 つの入力を持つ。第一の入力は入射角度エラー信号生成回路 31 により出力された入射角度エラー信号であり、第二の入力はコントローラ 80 の出力する参照光の入射角度の指令値  $Tgt\phi$ 、第三の入力は入射角度オフセット出力回路 26 の出力する入射角度オフセット  $\phi ofs$  である。第二の入射角度制御回路 33 では、第一の入力及び第二の入力に基づいて、参照光の入射角度のずれ量がゼロになるように制御を行う。また入射角度オフセット  $\phi ofs$  がゼロ以外であれば、入射角度オフセット  $\phi ofs$  の分だけ、制御角度をオフセットさせて制御を行う。第二の入射角度制御回路 33 から出力された駆動信号は第二の入射角度駆動回路 25 を介して、再生用参照光光学系 12 内のアクチュエータ 224 に供給される。

[0262] 本実施例においては、光検出器 226 の出力信号を用いて光学的に検出さ

れた参照光の入射角度のずれ量をゼロにするような制御系を有する。

[0263] 本実施例のフローチャートは、実施例2と同様である。即ち、シーク処理のフローチャートは図5であり、また、直交入射角度最適化処理のフローチャートは図26である。

[0264] このように本実施例のフローチャートは実施例2と同様であるが、本実施例の効果は実施例2よりも効果が大きく、実施例3と同等となる。以下、この理由を説明する。

[0265] 実施例2においては、ホログラムの回転が発生した場合のEwald球である図12(b)において、参照光波数ベクトル $K_r$ の先端T0を、平面P3内でしか変更できなかった。これに対し、実施例3においては最適位置である点T2まで変更することが可能であった。

[0266] 本実施例においては、光学的な検出により、参照光の入射角度のずれ量を検出可能であり、参照光の入射角度のずれ量がゼロとなるように制御可能である。また、第一の入射角度制御回路32の出力段及び第二の入射角度制御回路33の出力段にスイッチは設けていないので、この制御は常時行われている。これは即ち、図12(b)において、参照光の波数ベクトルを平面P1上から平面P2上になるように参照光の直交入射角度を変更した場合、参照光の波数ベクトルの先端は点T1となる。しかし同時に、参照光の入射角度に関して見れば、最適点T2に対してずれた位置にある。そのため、入射角度エラー信号生成回路31は参照光の入射角度のずれ量を示す入射角度エラー信号を出力する。この入射角度エラー信号に基づいて第一の入射角度制御回路32及び第二の入射角度制御回路33が動作することで、参照光の入射角度は自動的に最適化される。即ち、参照光の波数ベクトルの先端は最適点T2となる。

[0267] 即ち、本実施例のように光学的な検出により参照光の入射角度のずれ量を検出し、そのずれ量をゼロにするような制御系を有する場合には、実施例2のように参照光の入射角度の方向の探索が不要になる。これは、シーク処理にかかる時間を短縮する効果がある。

[0268] また本実施例では、実施例 3 との対比のため、実施例 2 の構成を元として、直交入射角の最適化処理として図 26 を用いて説明した。しかしながら、実施例 1 における直交入射角の最適化処理である図 6 のフローチャートの場合であっても、同様に適用可能である。

[0269] このように本実施例によれば、ホログラム記録媒体に対する好適な記録再生を実現できる。

[0270] 以上の実施例においては、シーク処理が行われると毎回、 $r$  軸及び  $\theta$  軸の移動の最中は偏芯補償制御が動作するとした。しかしながら、シーク処理で毎回、偏芯制御を行わず、例えば数回のシーク処理に 1 回のみ、偏芯補償制御が行われる動作としてもよい。この場合、実施例 1 の場合で説明すれば、直交入射角度最適化処理は、偏芯補償制御を行ったシーク処理においてのみ行うことが望ましい。これは、直交入射角度最適化処理が、偏芯補償制御をするが故に発生する課題を解決するものであるためである。

[0271] 従って本発明は、再生時の偏芯補償制御を伴うホログラムの位置決め動作の後には必ず、直交入射角度を最適値に変更する処理を行うことと言い換えることもできる。なお、実施例 3 の場合では、以上の説明における直交入射角度最適化処理を参照光角度最適化処理と置き換えればよい。

[0272] 更に本発明は、記録時には偏芯補償制御を伴うホログラムの位置決め動作のみを行い、再生時の偏芯補償制御を伴うホログラムの位置決め動作の後には必ず、直交入射角度を最適値に変更する処理を行うという特徴がある。即ち、記録時の偏芯補償制御と再生時の偏芯補償制御には差異がある。本発明を用いれば、再生時には回折光を利用してホログラムの回転の影響を判断できることを利用して、直交入射角度を変更してホログラムの回折条件を最適化した上で情報の再生を行うことができる。

[0273] 以上の実施例においては、ホログラム記録媒体 1 には角度検出用マークと偏芯検出用マークが異なるマークとして設けられている構成とした。しかし角度検出用マークと偏芯検出用マークを同一のマークで共用化することも可能である。一例として、ホログラム記録媒体には角度検出用マークのみしか

存在せず、第一の偏芯検出センサ及び第二の偏芯検出センサが角度検出用マークの内周側もしくは外周側のエッジを用いて検出を行う構成でもよい。

[0274] 以上の実施例においては偏芯検出用マークM2の外周の縁が、偏芯補償制御を行う上で用いられるエッジとなる。偏芯補償制御を行う上で用いられるエッジは、媒体上に設けられた所定マークの内周側のエッジを検出してもよいし、所定マークの外周側のエッジを検出してもよい。

[0275] 以上の実施例においては偏芯検出用マークM2の外周の縁が、偏芯補償制御を行う上で用いられるエッジとなる。この偏芯補償制御で用いられるエッジに関しては、真円度が所定の基準によって管理されていることが好ましい。例えば規格によって真円度が保証されていれば、本発明の偏芯補償制御を用いることによる位置決め性能を保証することができる。

[0276] また以上の実施例における第一の偏芯検出センサ15及び第二の偏芯検出センサ16からは所定の波長の光が照射され、反射部において反射した光を検出する構成とした。しかし偏芯検出センサは図9(b)で示したように、偏芯検出用マークM2との相対位置関係に応じた電圧を出力すればよく、光を照射しないセンサを用いてもよい。例えば、カメラのような受光素子で偏芯検出用マークM2を撮影し、撮影された結果から偏芯検出用マークM2との相対位置関係に応じた電圧を出力するようなセンサであってもよい。

[0277] 第一の偏芯検出センサ15としてカメラを用いる場合、本明細書における「センサ中心」は、カメラが撮影する領域の中心位置を示すものと読み替えることができる。即ち、本明細書における「センサ中心」とは、センサが検出を行う領域の中心位置を示す。また、センサを点Sに配置するとは、センサが検出を行う領域の中心位置を点Sに一致させることを意味する。

[0278] 更には、第一の偏芯検出センサ15及び第二の偏芯検出センサ16は検出光によって生じた光スポットと偏芯検出用マークM2との相対位置関係に応じた電圧を出力する構成として説明したが、例えば相対位置関係に応じた電流を出力する構成でも構わない。即ち、偏芯検出用マークM2との相対位置関係に応じた値を出力するセンサであればよい。

- [0279] なお、以上の実施例では最も好適な構成として、センサを駆動基準位置  $x y 0$  に関して直交して配置し、偏芯補償回路 40 を X 軸と Y 軸で独立に構成した。更に、X 軸の制御と Y 軸の制御は、同一の制御信号  $X Y O N$  によって同時に開始される構成とした。しかしながら、別の実現形態も可能である。
- [0280] 例えば、X 軸の制御と Y 軸の制御を同時でなく、交互に行う構成でもよい。この場合には、X 軸の制御と Y 軸の制御を 1 回ずつ行うだけでは不十分であり、X 軸の制御と Y 軸の制御を複数回、繰り返す動作となる。
- [0281] また、センサを駆動基準位置  $x y 0$  に関して直交した位置に配置せず、例えば図 13 (a) のように第一の偏芯検出センサ 15 の固定位置を  $P 15'$  とする形態も可能である。この構成の一つの実現形態は、移動ステージ 51 の駆動軸を直交させない構成である。上述したように、センサの配置に関する制限は、偏芯検出センサを配置する点である点  $P 15$  及び点  $P 16$  における円  $C x y$  の接線が、移動ステージ 51 の駆動軸と平行であることであった。そのため、例えば、移動ステージ 51 の X 軸が図 13 (a) における  $X'$  軸である場合にこの制約を満足するには、第一の偏芯検出センサ 15 の固定位置は  $P 15'$  でなければならない。このように、移動ステージ 51 の駆動軸を直交させない構成も可能である。
- [0282] 第一の偏芯検出センサ 15 の固定位置を  $P 15'$  とする形態の別の実現形態としては、X 軸の制御系の応答速度と Y 軸の制御系の応答速度に差を付けることである。通常  $X Y$  ステージは片方の可動軸（説明のため X 軸とする）の機構の上に、他方の可動軸の機構が搭載されている。そのため X 軸の制御系と Y 軸の制御系を比較したとき、X 軸の制御系には Y 軸の駆動部（例えばステッピングモータとリードスクリュー）の重量が余分にかかっている。この重量によって、X 軸の制御系の応答速度が Y 軸の制御系の応答速度より遅くなるように設計することが可能である。但しこの場合には機構設計に制約がかかることに加えて、必要以上に X 軸の応答速度が遅くなる側面があるため、実施例 1 の構成の方が好適である。
- [0283] 第一の偏芯検出センサ 15 の固定位置を  $P 15'$  とする形態の、更に別の

実現形態としては、偏芯補償回路 40 において X 軸と Y 軸を独立で制御しない構成である。第一の偏芯検出センサ 15 の出力電圧と、第二の偏芯検出センサ 16 の出力電圧とから、偏芯検出用マーク M2 の幾何学な中心 O の位置を計算によって算出することが可能である。偏芯補償回路 40 においてはこの算出を行い、その算出量に基づいて X 軸及び Y 軸を制御する。この構成の場合には、偏芯検出用マーク M2 が完全な円であることを前提とした計算となる。この結果、要求される真円度の精度が上がって、ホログラム記録媒体 1 の製造コストが高くなる側面がある。このため、実施例 1 の構成の方が好適である。

[0284] 以上で説明したように、偏芯補償回路 40 の内部の構成や、偏芯補償回路 40 に入力される信号を出力する偏芯検出センサの配置に関しては、様々な変形例が考えられる。

[0285] 以上の実施例における制御器、例えば実施例 1 におけるスピンドル制御器 4202、半径位置制御器 4402、X 軸補償器 4001、Y 軸補償器 4003 は、例えばデジタルフィルタにより構成できる。デジタルフィルタによりゲインと位相の補償が行われることで、各制御系の安定性が確保される。

[0286] 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 52 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。この場合、半径方向搬送部 52 を用いる必要は無く、移動ステージ 51 及び第一の偏芯検出センサ 15 及び第二の偏芯検出センサ 16 及び回転角度検出センサ 14 は位置が固定された部材に対して固定される。

以上の実施例では参照光の入射角度を変化させて角度多重による記録を行う構成としたが、角度多重以外の多重方法を用いた場合にも、本発明は同様

に適用可能である。更に、多重記録を行わないホログラム記録の場合にも、本発明は同様に適用可能である。

[0287] 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。

[0288] 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。

[0289] 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

- [0290] 1…ホログラム記録媒体  
10…ホログラム記録再生装置  
11…ピックアップ  
14…回転角度検出センサ  
15…第一の偏芯検出センサ  
16…第二の偏芯検出センサ

- 1 7…半径位置検出センサ
- 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 3…第二の入射角度信号生成回路
- 2 4…第二の入射角度制御回路
- 2 6…入射角度オフセット出力回路
- 2 7…入射角度オフセット加算器
- 2 8…直交入射角度信号生成回路
- 2 9…直交入射角度制御回路
- 3 1…入射角度エラー信号生成回路
- 3 2…第一の入射角度制御回路
- 3 3…第二の入射角度制御回路
- 4 0…偏芯補償回路
- 4 2…スピンドル制御回路
- 4 4…半径方向搬送制御回路
- 5 0…スピンドルモータ
- 5 1…移動ステージ
- 5 2…半径方向搬送部
- 8 0…コントローラ

## 請求の範囲

- [請求項1] 信号光と参照光を照射してホログラム記録媒体に情報の記録または再生を行うホログラム記録再生装置であって、
- 前記ホログラム記録媒体を所定の回転軸の周りに回転させる媒体回転部と、
- 媒体回転部の位置を前記回転軸に垂直な面内に移動可能な移動部と、
- 、
- 前記信号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と直交する方向に、前記参照光が前記ホログラム記録媒体に入射する、直交入射角度を変更可能な直交入射角度変更部と、
- 前記媒体回転部を制御してホログラム記録媒体を回転させる媒体回転制御部と、
- 前記移動部の位置決め制御を行う偏芯補償部と、
- 前記直交入射角度変更部を制御する直交入射角度制御部と、
- 前記直交入射角度を算出する直交入射角度算出部を備え、
- 前記媒体回転制御部が媒体回転部を制御して前記ホログラム記録媒体を回転させる際に、前記偏芯補償部による前記移動部の位置決め制御を行った後に、前記直交入射角度算出部の算出結果に基づいて前記直交入射角度制御部が前記直交入射角度変更部を制御して前記参照光の前記直交入射角度を変更することを特徴とするホログラム記録再生装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のホログラム記録再生装置であって、
- 情報の再生時にホログラムから回折される回折光の強度を計測可能な回折光強度計測部を備え、
- 前記直交入射角度算出部は、前記回折光強度計測部の計測結果を用いて、前記回折光の強度が最大となる前記直交入射角度を算出することを特徴とするホログラム記録再生装置。
- [請求項3] 請求項1に記載のホログラム記録再生装置であって、

情報の再生時にホログラムから回折される回折光の強度を計測可能な回折光強度計測部と、

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な入射角度変更部と、

前記入射角度変更部を制御する入射角度制御部を備え、

前記媒体回転制御部が媒体回転部を制御して前記ホログラム記録媒体を回転させる際に、前記偏芯補償部による前記移動部の位置決め制御を行った後に、

前記入射角度制御部が前記入射角度を所定のオフセットずらして前記入射角度変更部を制御し、

その状態で前記直交入射角度算出部は、前記回折光強度計測部の計測結果を用いて、前記回折光の強度が最大となる前記直交入射角度を算出した後に、

前記直交入射角度算出部の算出結果に基づいて前記直交入射角度制御部が前記直交入射角度変更部を制御して前記参照光の前記直交入射角度を変更する動作と、前記入射角度制御部が前記入射角度に与えられた前記所定のオフセットを解消するように前記入射角度変更部を制御する動作を行うことを特徴とするホログラム記録再生装置。

[請求項4]

請求項1に記載のホログラム記録再生装置であって、

情報の再生時にホログラムから回折される回折光の強度を計測可能な回折光強度計測部を備え、

前記回折光強度計測部は、前記回折光の強度を計測可能であると同時に、前記回折光の輝度重心の、光軸からずれを検出可能であることを特徴とするホログラム記録再生装置。

[請求項5]

請求項1に記載のホログラム記録再生装置であって、

情報の再生時にホログラムから回折される回折光の強度を計測可能な回折光強度計測部を備え、

前記媒体回転制御部が媒体回転部を制御して前記ホログラム記録媒

体を回転させる際に、前記偏芯補償部による前記移動部の位置決め制御を行った後に、

前記直交入射角度制御部が前記直交入射角度変更部を制御して前記参照光の前記直交入射角度を複数の角度に変更して、該複数の角度において前記回折光強度計測部が回折光の強度の計測を行い、

前記直交入射角度算出部が複数回の前記動作による計測結果を用いて、前記直交入射角度を算出するホログラム記録再生装置。

[請求項6]

請求項1に記載のホログラム記録再生装置であって、

情報の再生時にホログラムから回折される回折光の強度を計測可能な回折光強度計測部と、

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な入射角度変更部と、

前記入射角度変更部を制御する入射角度制御部と、

前記入射角度を算出する入射角度算出部を備え、

前記媒体回転制御部が媒体回転部を制御して前記ホログラム記録媒体を回転させる際に、前記偏芯補償部による前記移動部の位置決め制御を行った後に、

前記直交入射角度算出部の算出結果に基づいて前記直交入射角度制御部が前記直交入射角度変更部を制御して前記参照光の前記直交入射角度を変更する動作と

前記入射角度算出部の算出結果に基づいて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前記入射角度を変更する動作を行うことを特徴とするホログラム記録再生装置。

[請求項7]

請求項1に記載のホログラム記録再生装置であって、

情報の再生時にホログラムから回折される回折光の強度を計測可能な回折光強度計測部と、

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な入射角度変更部と、

前記入射角度変更部を制御する入射角度制御部と、

前記入射角度を算出する入射角度算出部を備え、

前記媒体回転制御部が媒体回転部を制御して前記ホログラム記録媒体を回転させる際に、前記偏芯補償部による前記移動部の位置決め制御を行った後に、

前記直交入射角度制御部が前記直交入射角度変更部を制御して前記参照光の前記直交入射角度を複数の角度に変更して、該複数の角度において前記回折光強度計測部による計測を行う第一の計測動作と、

前記直交入射角度算出部が前記第一の計測動作の結果を用いて前記直交入射角度を算出する動作と、

前記直交入射角度算出部の算出結果に基づいて前記直交入射角度制御部が前記直交入射角度変更部を制御して前記参照光の前記直交入射角度を変更する動作と、

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前記入射角度を複数の角度に変更して、該複数の角度において前記回折光強度計測部による計測を行う第二の計測動作と、

前記入射角度算出部が前記第二の計測動作の結果を用いて前記入射角度を算出する動作と、

前記入射角度算出部の算出結果に基づいて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前記入射角度を変更する動作を行うことを特徴とするホログラム記録再生装置。

[請求項8]

請求項1に記載のホログラム記録再生装置であって、

情報の再生時にホログラムから回折される回折光を用いて前記参照光の前記入射角度のずれ量を検出する入射角度ずれ検出部と、

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な入射角度変更部と、

前記入射角度変更部を制御する入射角度制御部を備え、

前記入射角度制御部は前記入射角度ずれ検出部の出力信号に基づい

て制御を行うことを特徴とするホログラム記録再生装置。

[請求項9]

請求項1に記載のホログラム記録再生装置であって、

情報の再生時にホログラムから回折される回折光の強度を計測可能な回折光強度計測部と、

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な入射角度変更部と、

前記入射角度の指令値を出力する入射角度指令値出力部と、

前記入射角度に加える入射角度オフセットを出力する入射角度オフセット出力部と、

前記入射角度指令値出力部の出力値と前記入射角度オフセットの出力値を加算する加算器と、

前記加算器の出力値が所定の値となるように前記入射角度変更部を制御する入射角度制御部を備え、

前記媒体回転制御部が媒体回転部を制御して前記ホログラム記録媒体を回転させる際に、前記偏芯補償部による前記移動部の制御を行った後に、前記入射角度オフセット出力部が所定の入射角度オフセットを出力し、

その状態で前記直交入射角度算出部は、前記回折光強度計測部の計測結果を用いて、前記回折光の強度が最大となる前記直交入射角度を算出した後に、

前記直交入射角度算出部の算出結果に基づいて前記直交入射角度制御部が前記直交入射角度変更部を制御して前記参照光の前記直交入射角度を変更する動作と、前記入射角度オフセットをゼロにする動作を行うことを特徴とするホログラム記録再生装置。

[請求項10]

請求項1に記載のホログラム記録再生装置であって、

前記ホログラム記録媒体の偏芯の影響を補正した位置に、前記信号光と前記参照光の照射位置の位置決めが行われるように、前記偏芯補償部及び前記媒体回転部が制御を行うことを特徴とするホログラム記

録再生装置。

[請求項11]

請求項1に記載のホログラム記録再生装置であって、

前記ホログラム記録媒体に設けられた偏芯検出用マークを用いて前記ホログラム記録媒体の位置を検出する位置検出部を備え、

前記偏芯補償部は前記位置検出部の出力信号に基づき前記移動部を制御し、

前記偏芯検出用マークの幾何学的な中心を基準として前記信号光と前記参照光の照射位置の位置決めが行われるように、前記偏芯補償部及び前記媒体回転部が制御を行うことを特徴とするホログラム記録再生装置。

[請求項12]

請求項1に記載の記録再生装置であって、

前記ホログラム記録媒体に設けられた偏芯検出用マークを用いて前記ホログラム記録媒体の位置を検出する位置検出部を備え、

前記偏芯補償部は前記位置検出部の出力信号に基づき前記移動部を制御し、

前記位置検出部は少なくとも2つのセンサからなり、

前記センサは前記偏芯検出用マークとの相対位置関係に応じた値を出力することを特徴とするホログラム記録再生装置。

[請求項13]

請求項1に記載のホログラム記録再生装置であって、

前記ホログラム記録媒体に設けられた偏芯検出用マークを用いて前記ホログラム記録媒体の位置を検出する位置検出部を備え、

前記移動部は第一の駆動軸及び第二の駆動軸を有し、

前記位置検出部は第一のセンサと第二のセンサから成り、

前記第一のセンサ及び前記第二のセンサは前記偏芯検出用マークとの相対位置関係に応じた値を出力し、

前記第一のセンサは前記移動部の駆動基準位置を基準とした第一の駆動軸上に位置するように前記所定の部材に固定され、

前記第二のセンサは前記移動部の駆動基準位置を基準とした第二の

駆動軸上に位置するように前記所定の部材に固定され、

前記偏芯補償部は前記第一のセンサの出力信号が所定値となるように前記第一の駆動軸を駆動すると共に、前記第二のセンサの出力信号が所定値となるように前記第二の駆動軸を駆動することを特徴とするホログラム記録再生装置。

[請求項14]

請求項1に記載の記録再生装置であって、

前記ホログラム記録媒体に設けられた偏芯検出用マークを用いて前記ホログラム記録媒体の位置を検出する位置検出部を備え、

前記位置検出部は前記参照光の波長とは異なる波長の光を前記ホログラム記録媒体に照射することで検出を行うことを特徴とする記録再生装置。

[請求項15]

信号光と参照光を照射してホログラム記録媒体に情報の記録または再生を行うホログラム記録再生装置におけるホログラム再生方法であって、

前記ホログラム記録媒体を所定の回転軸の周りに回転させる媒体回転部と、

媒体回転部の位置を前記回転軸に垂直な面内に移動可能な移動部と、

前記信号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と直交する方向に、前記参照光が前記ホログラム記録媒体に入射する、直交入射角度を変更可能な直交入射角度変更部と、

前記媒体回転部を制御してホログラム記録媒体を回転させる媒体回転制御部と、

前記移動部の位置決め制御を行う偏芯補償部と、

前記直交入射角度変更部を制御する直交入射角度制御部と、

前記直交入射角度を算出する直交入射角度算出部を備え、

前記媒体回転制御部が媒体回転部を制御して前記ホログラム記録媒体を回転させるステップと、

前記偏芯補償部による前記移動部の位置決め制御を行うステップと、

前記直交入射角度算出部の算出結果に基づいて前記直交入射角度制御部が前記直交入射角度変更部を制御して前記参照光の前記直交入射角度を変更するステップを有することを特徴とするホログラム再生方法。

[請求項16]

請求項15に記載のホログラム再生方法であって、

情報の再生時にホログラムから回折される回折光の強度を計測可能な回折光強度計測部と、

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な入射角度変更部と、

前記入射角度変更部を制御する入射角度制御部を備え、

前記媒体回転制御部が媒体回転部を制御して前記ホログラム記録媒体を回転させるステップと、

前記偏芯補償部による前記移動部の位置決め制御を行うステップと、

、

前記入射角度制御部が前記入射角度を所定のオフセットずらして前記入射角度変更部を制御するステップと、

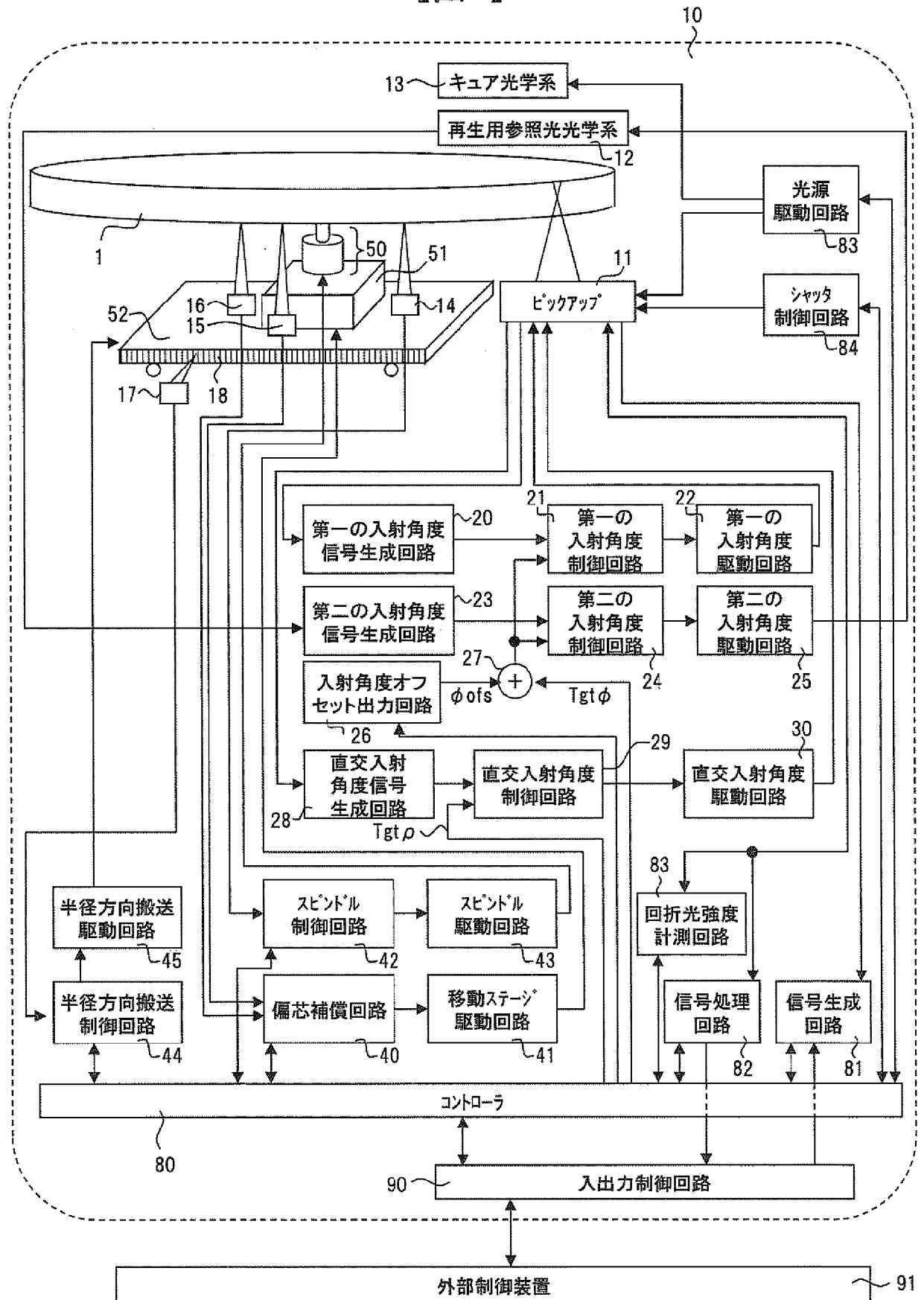
前記直交入射角度算出部が、前記回折光強度計測部の計測結果を用いて、前記回折光の強度が最大となる前記直交入射角度を前記直交入射角度として算出するステップと、

前記直交入射角度算出部の算出結果に基づいて前記直交入射角度制御部が前記直交入射角度変更部を制御して前記参照光の前記直交入射角度を変更するステップと、

前記入射角度制御部が前記入射角度に与えられた前記所定のオフセットを解消するように前記入射角度変更部を制御するステップを有することを特徴とするホログラム再生方法。

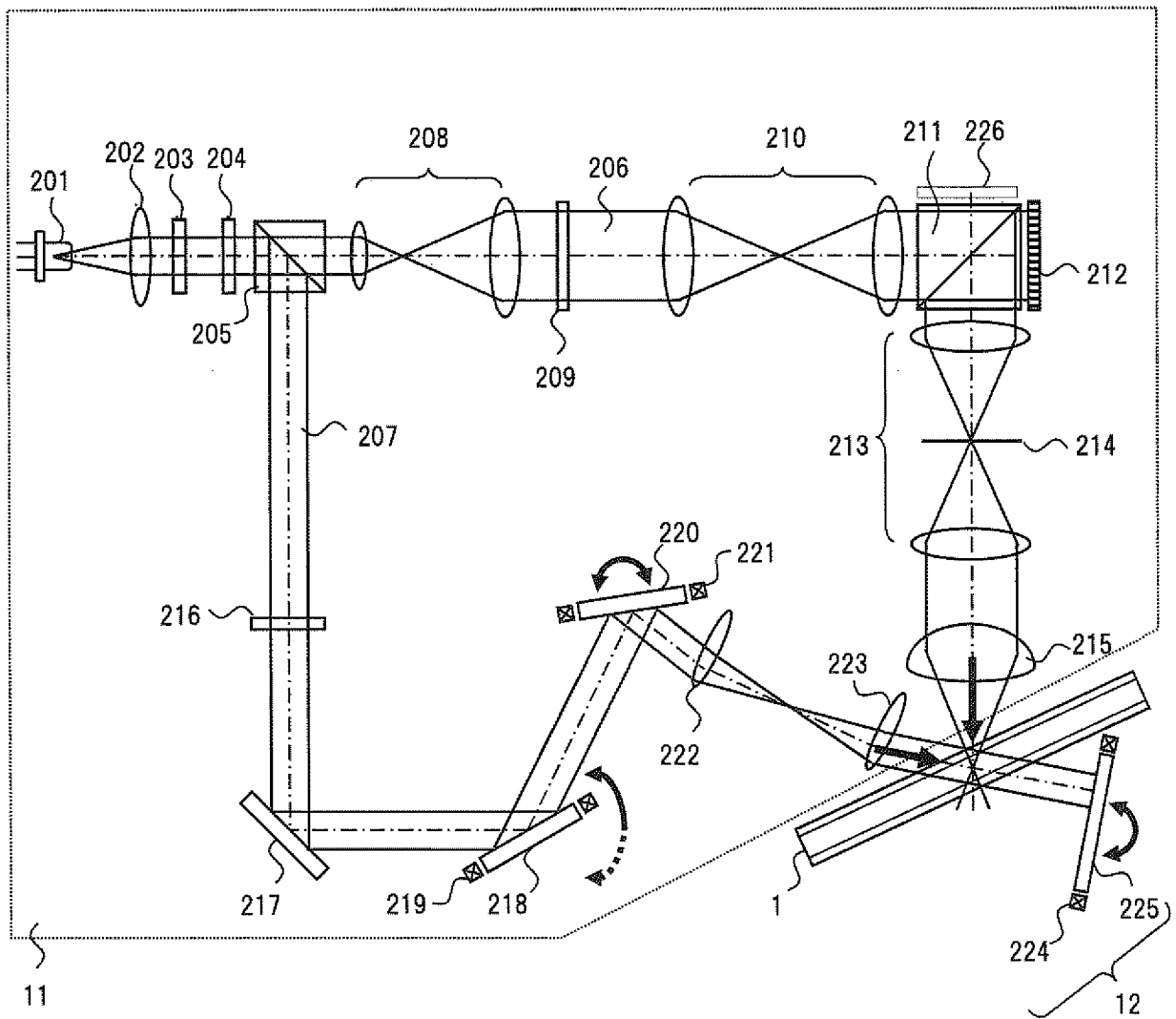
【図1】

【図1】



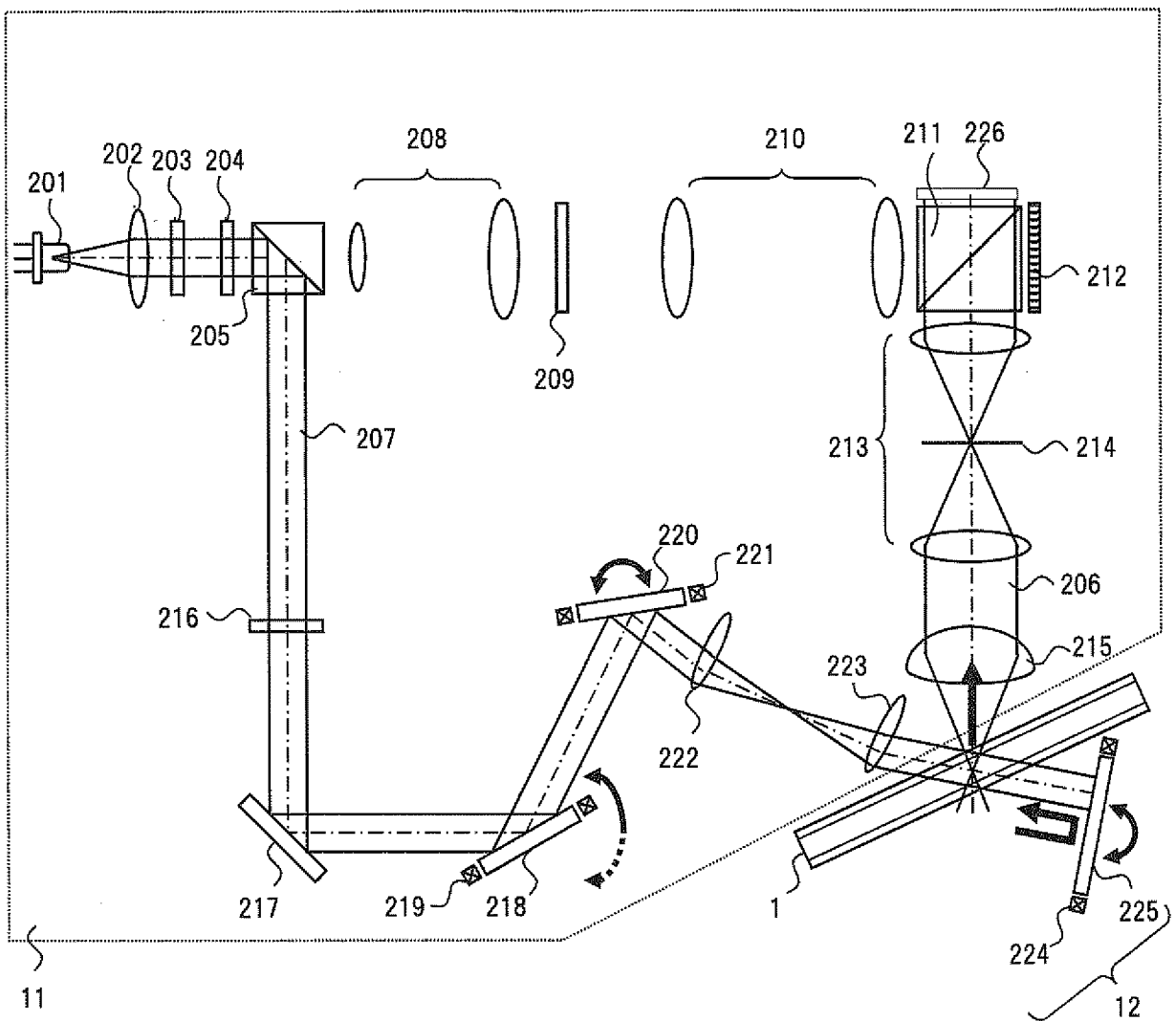
[図2]

【図2】



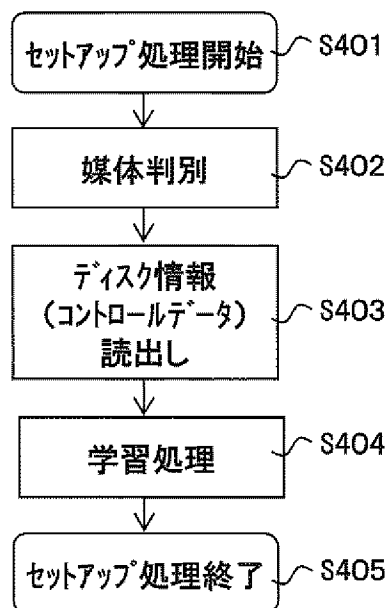
[図3]

【図3】



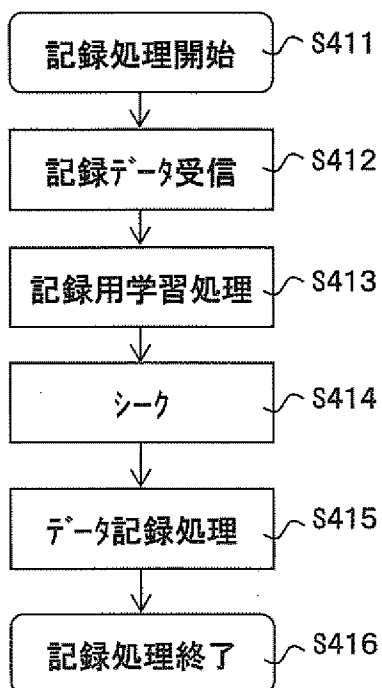
[図4(a)]

【図4(a)】



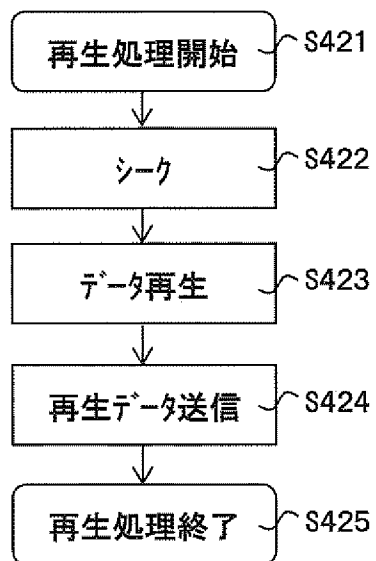
[図4(b)]

【図4(b)】



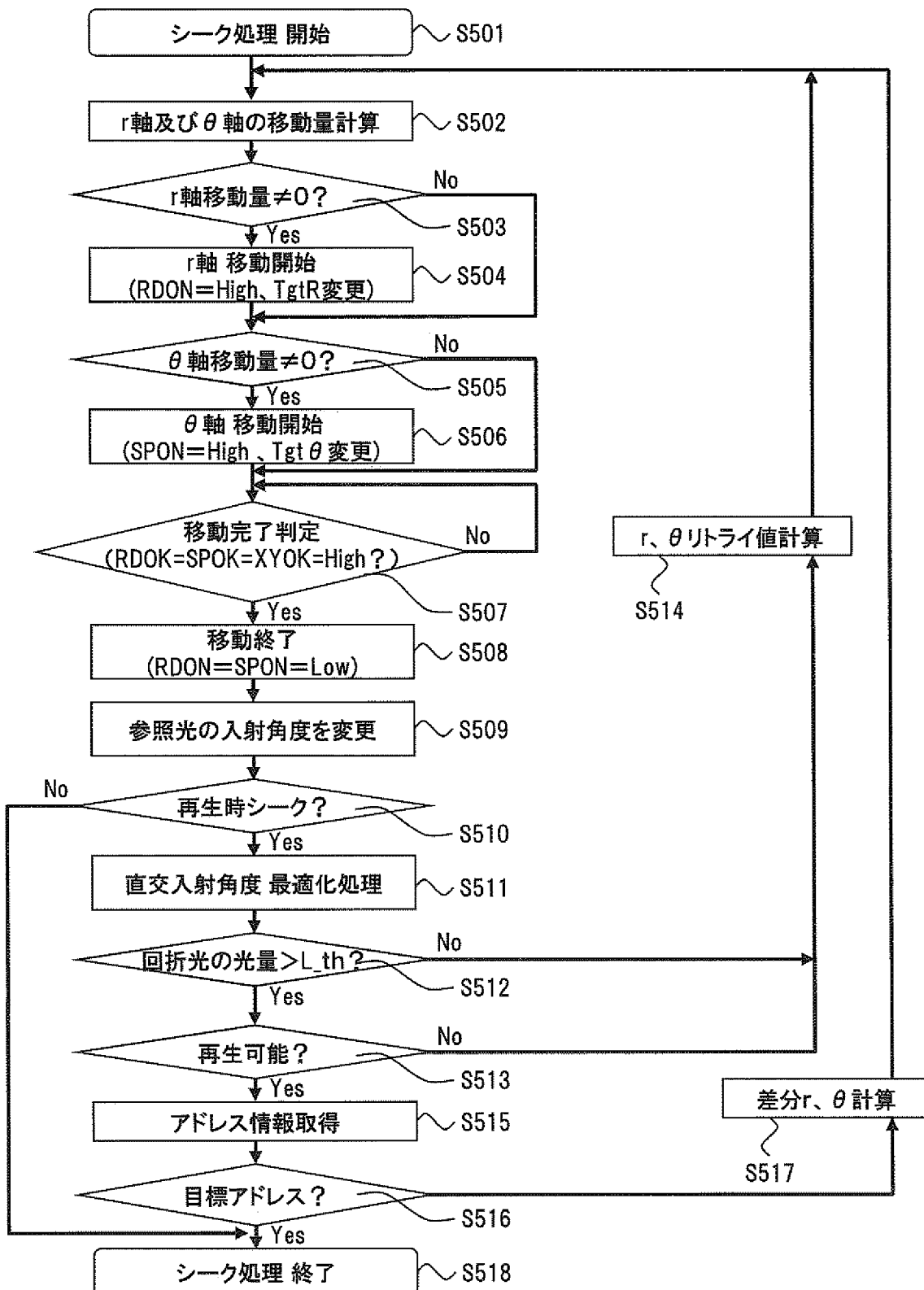
[図4(c)]

## 【図4(c)】



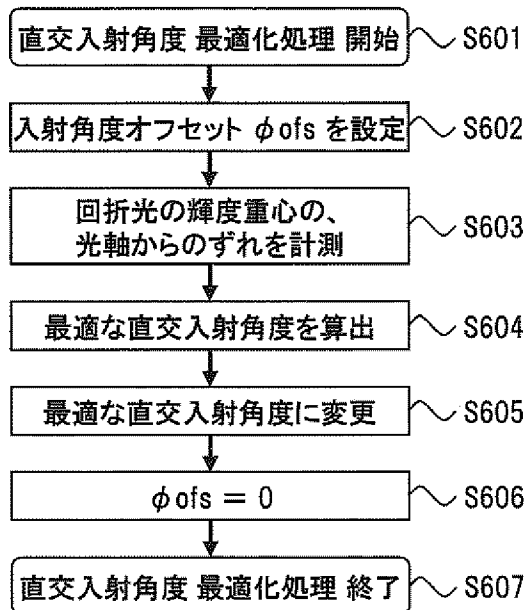
【図5】

【図5】



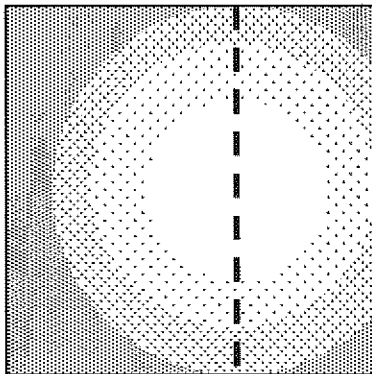
[図6]

【図6】



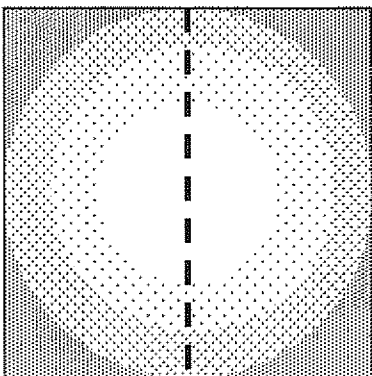
[図7(a)]

【図7(a)】



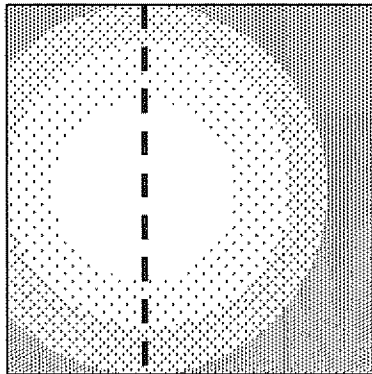
[図7(b)]

【図7(b)】



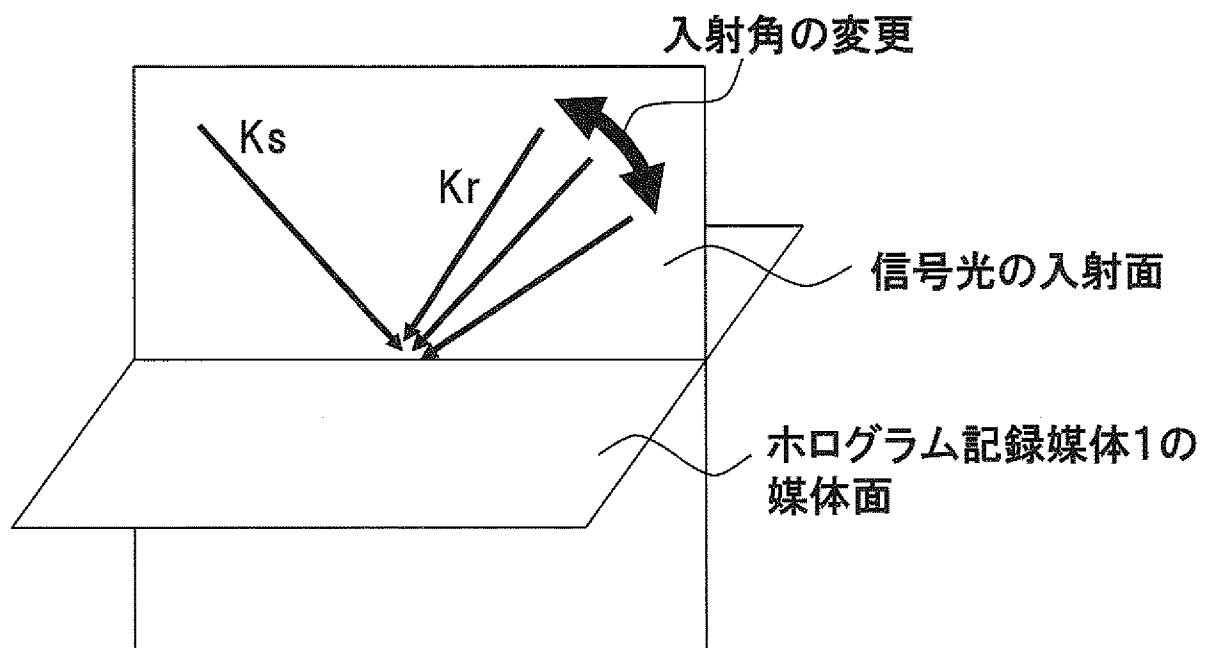
[図7(c)]

【図7(c)】



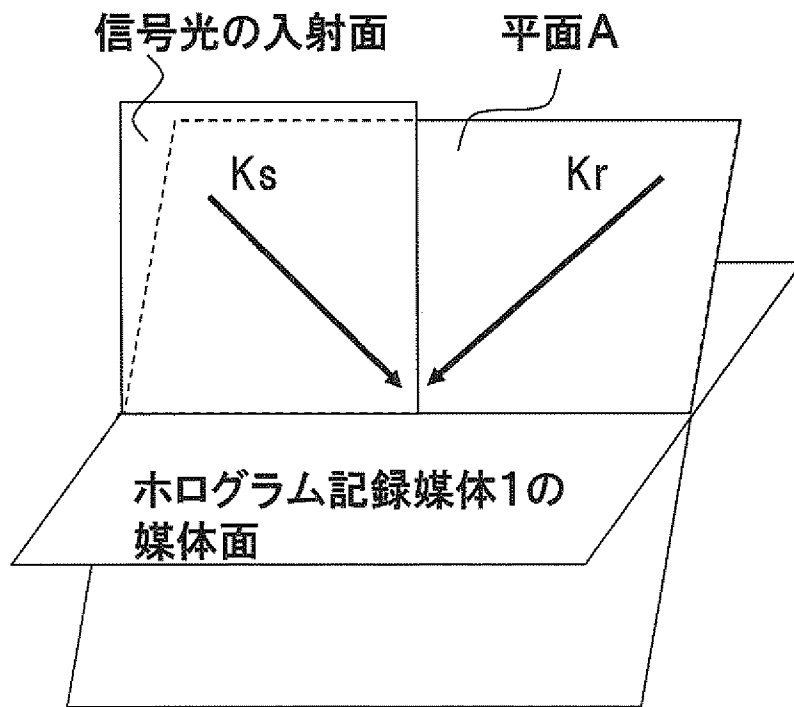
[図8(a)]

【図8(a)】



[図8(b)]

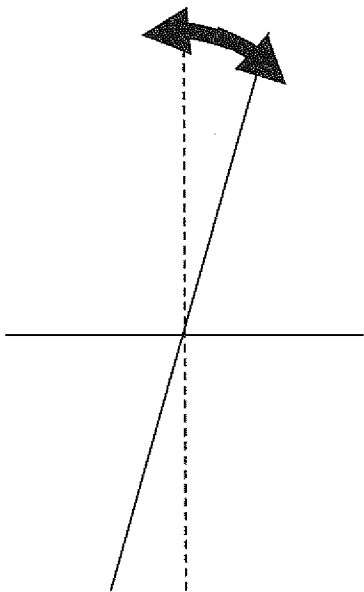
【図8(b)】



[図8(c)]

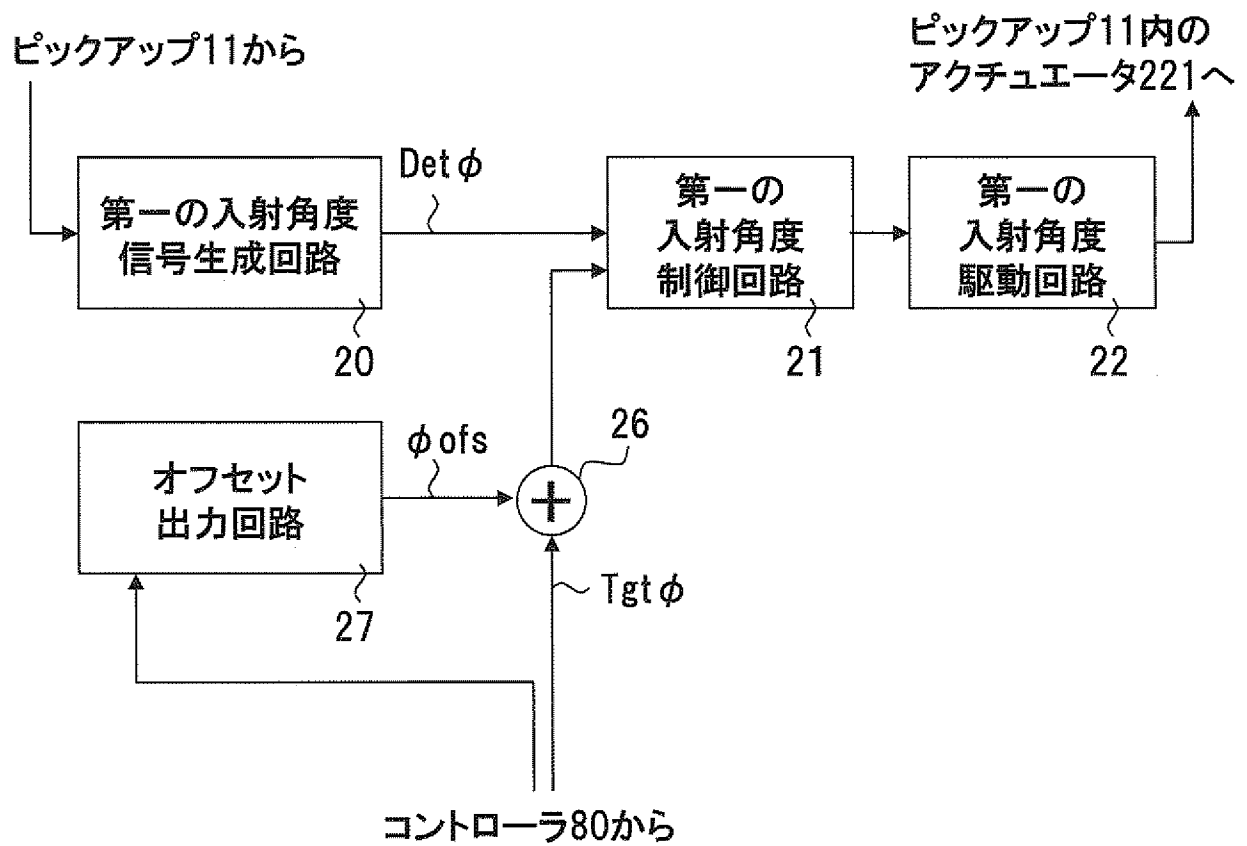
【図8(c)】

直交入射角度の変更



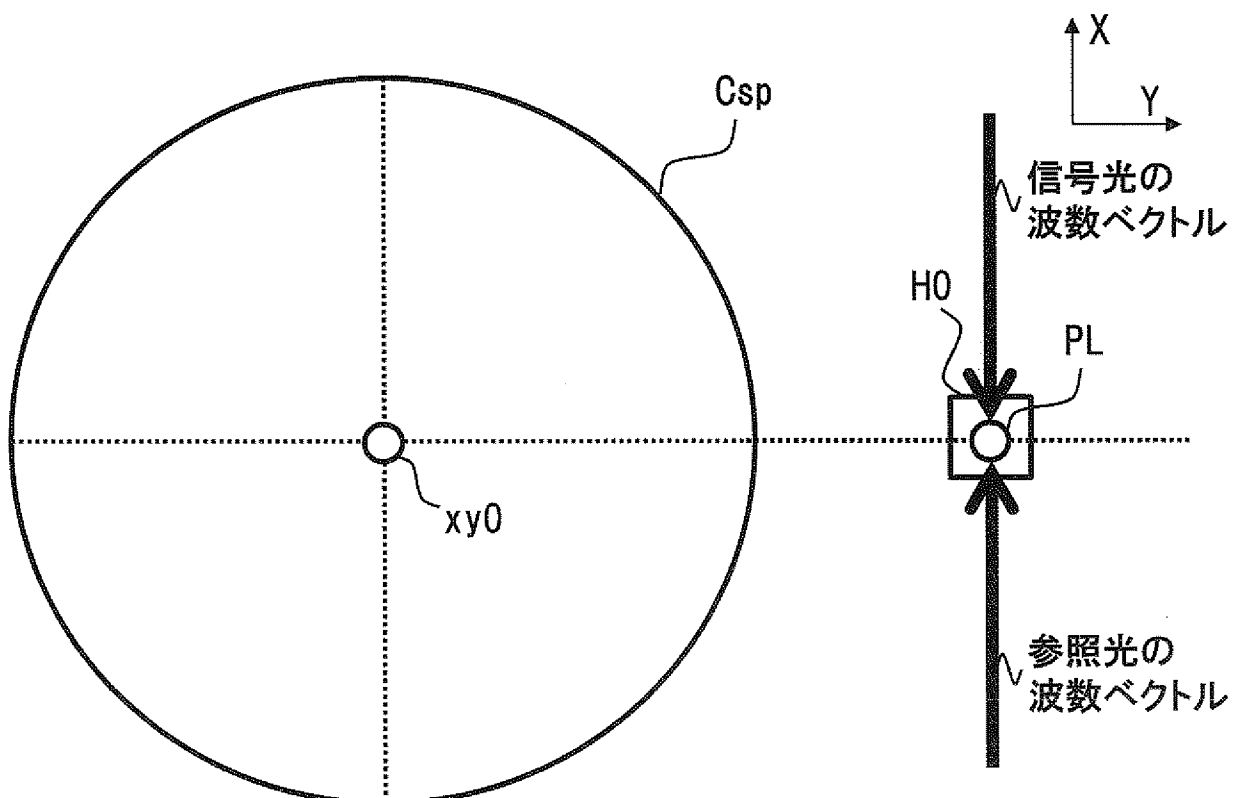
【図9】

【図9】

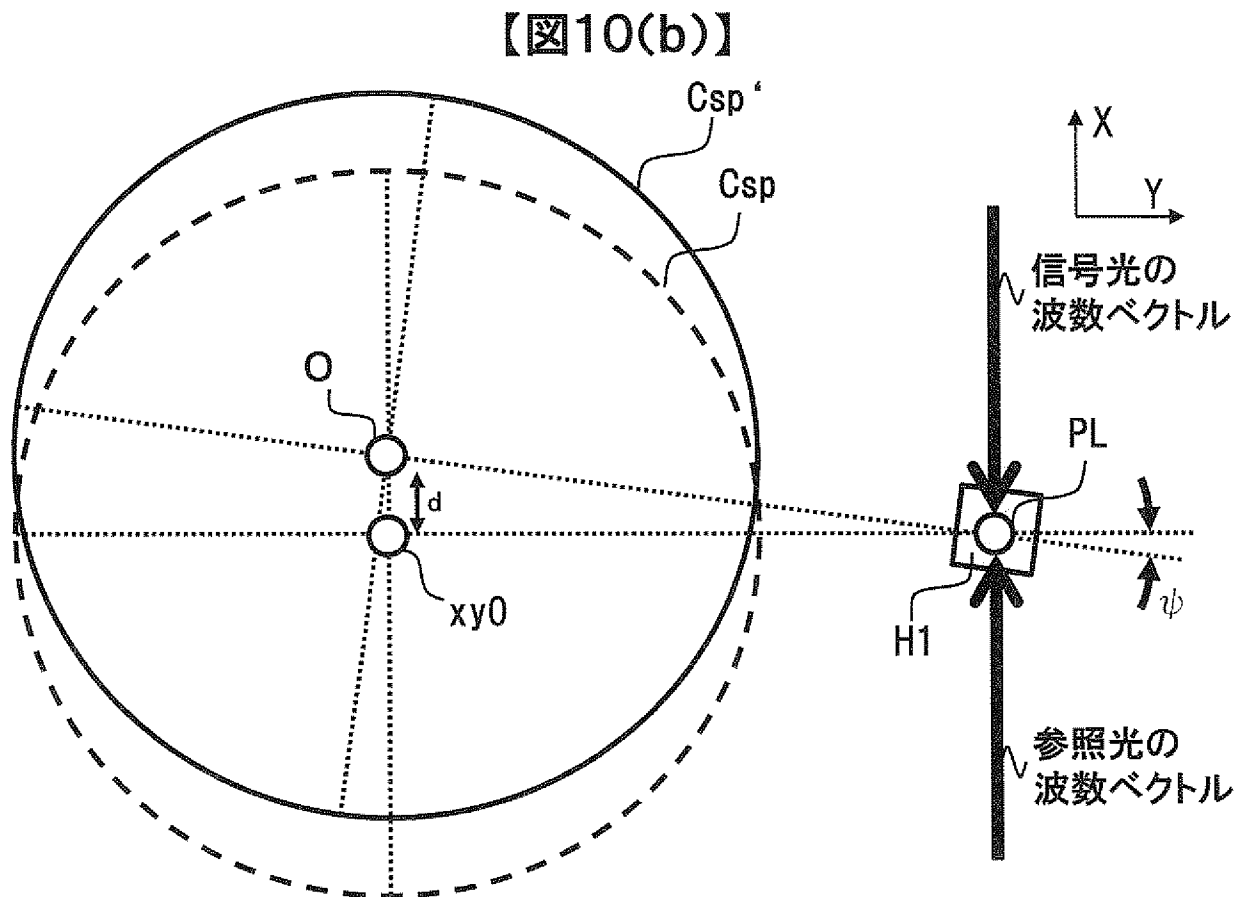


【図10(a)】

【図10(a)】

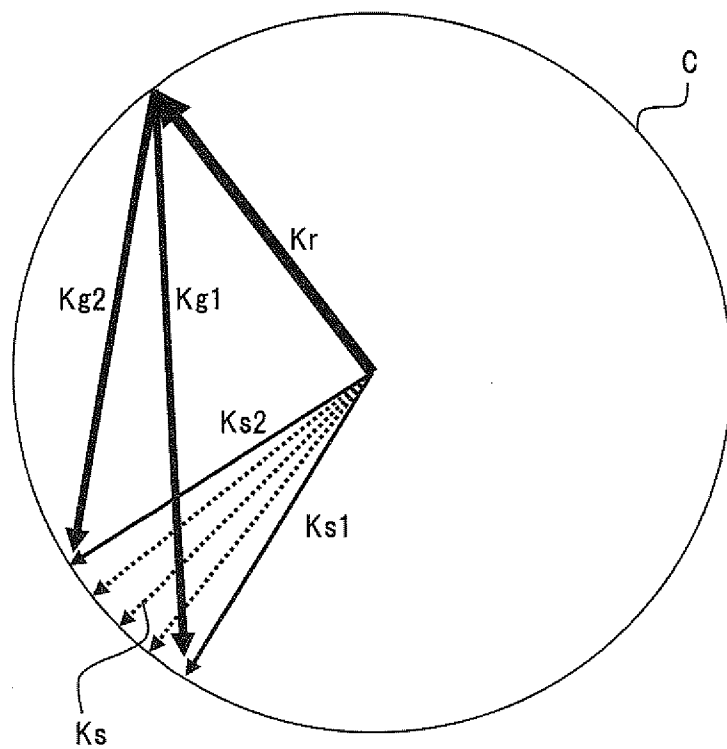


【図10(b)】



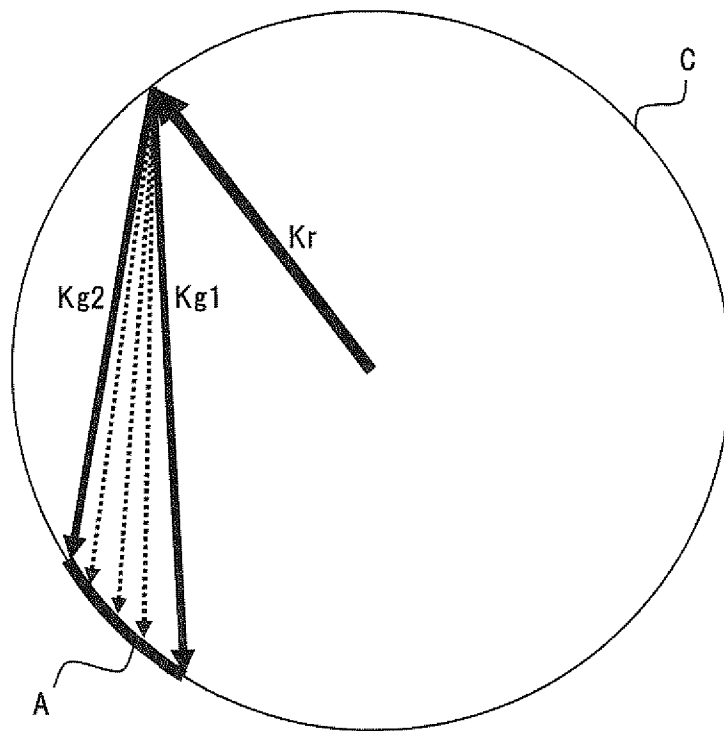
【図11(a)】

【図11(a)】



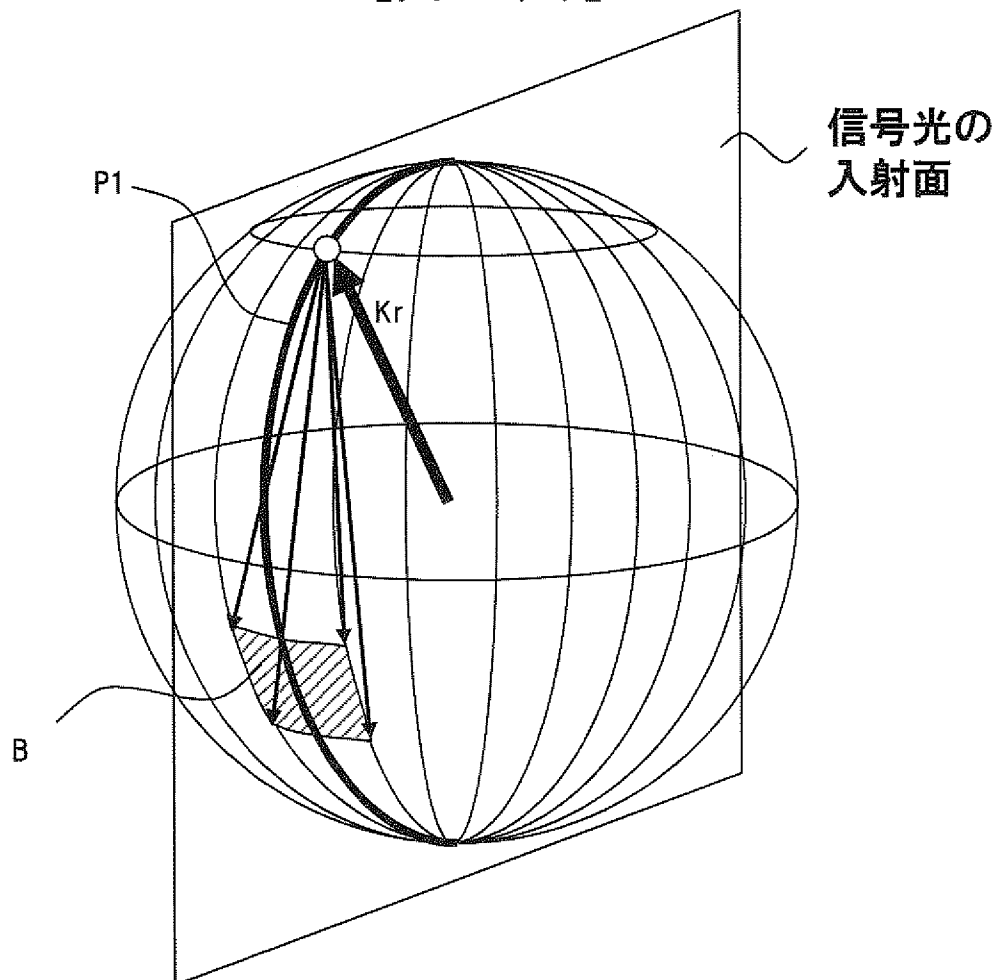
[図11(b)]

【図11(b)】



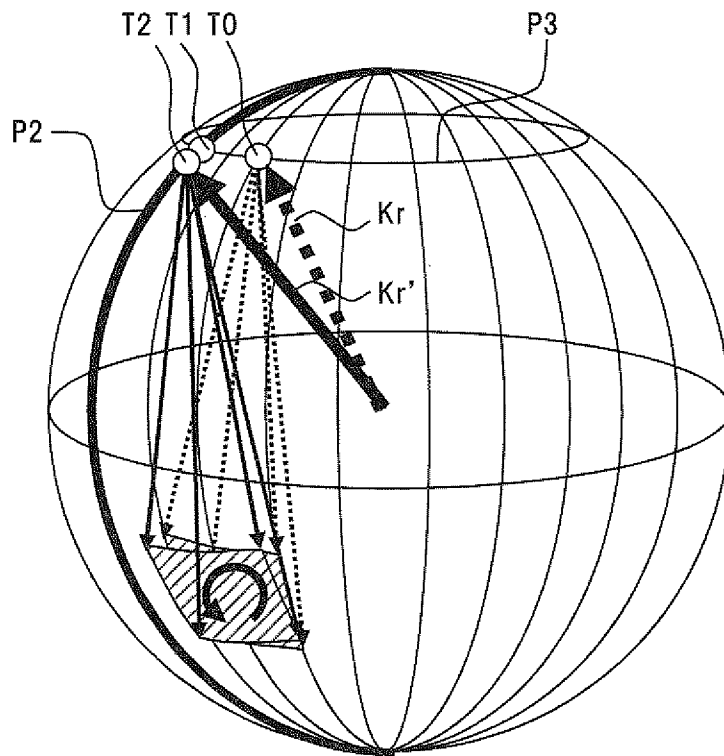
[図12(a)]

【図12(a)】



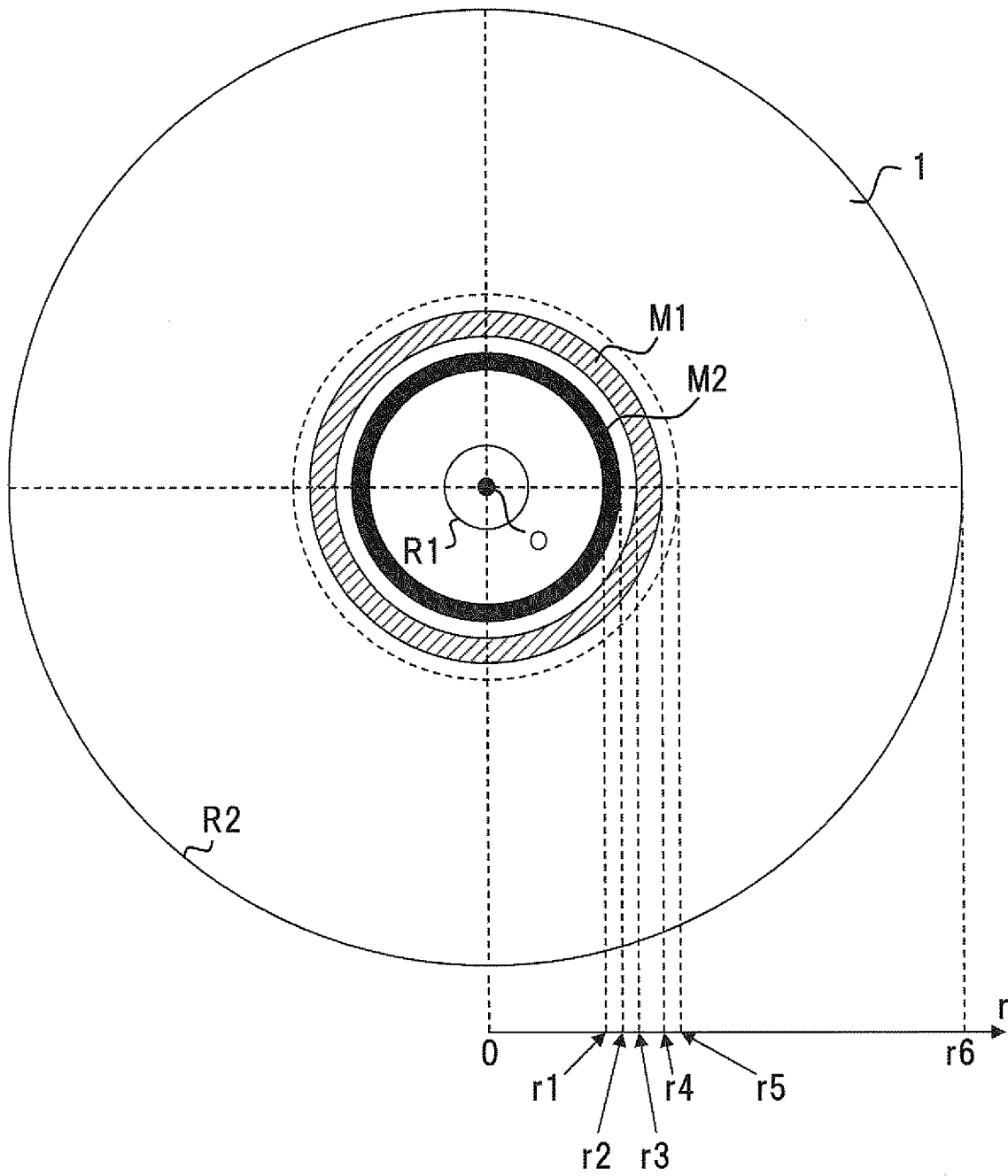
[図12(b)]

【図12(b)】

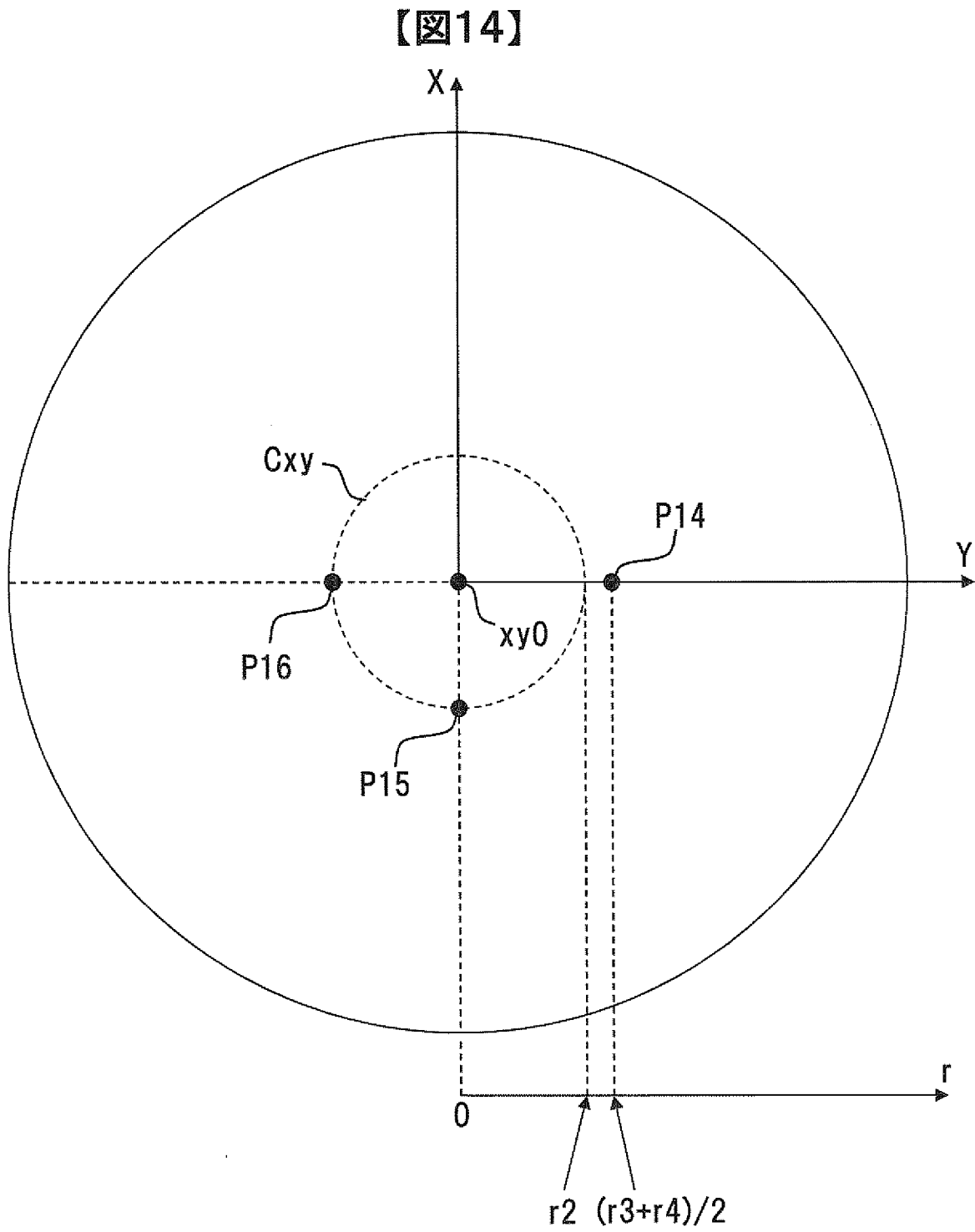


[図13]

【図13】

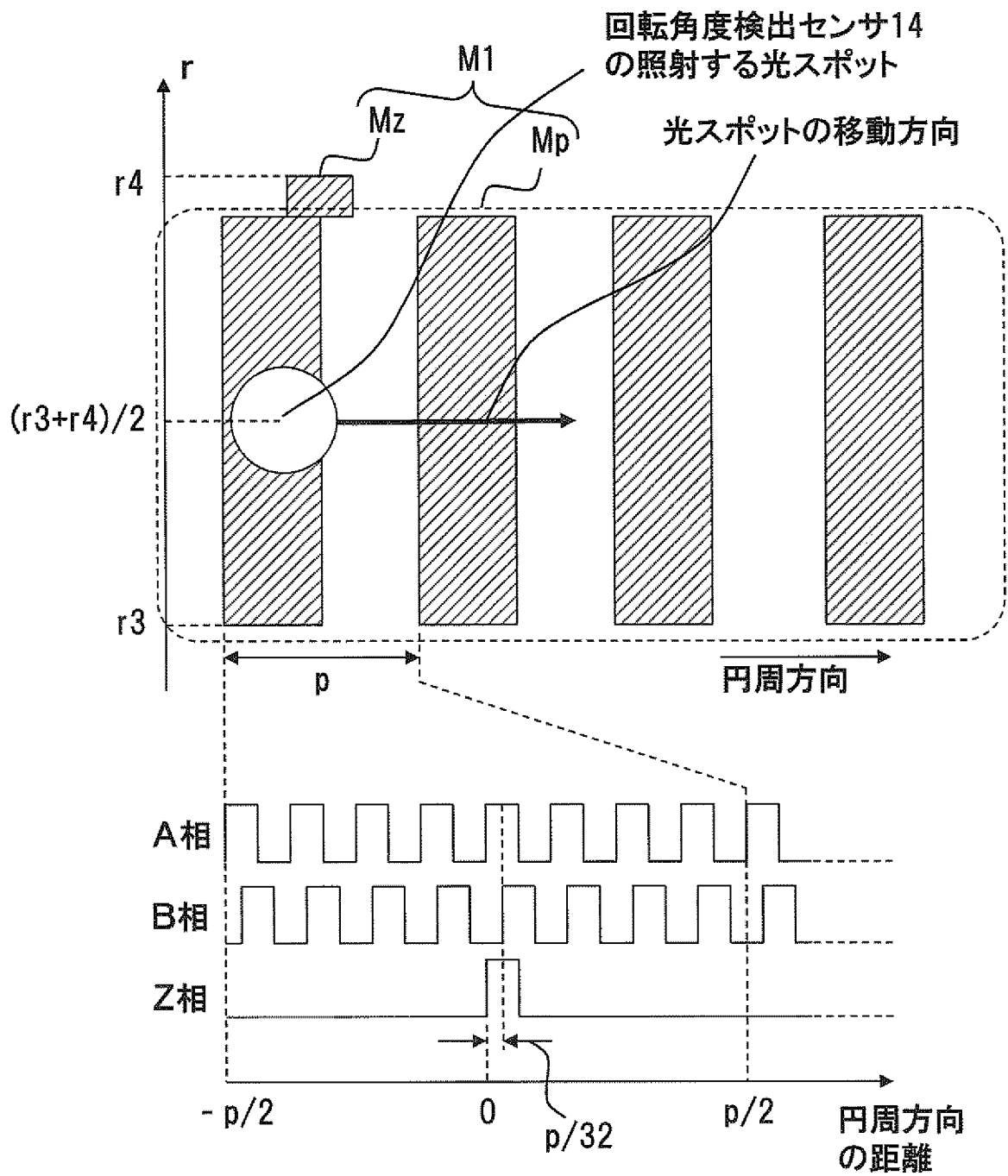


[図14]



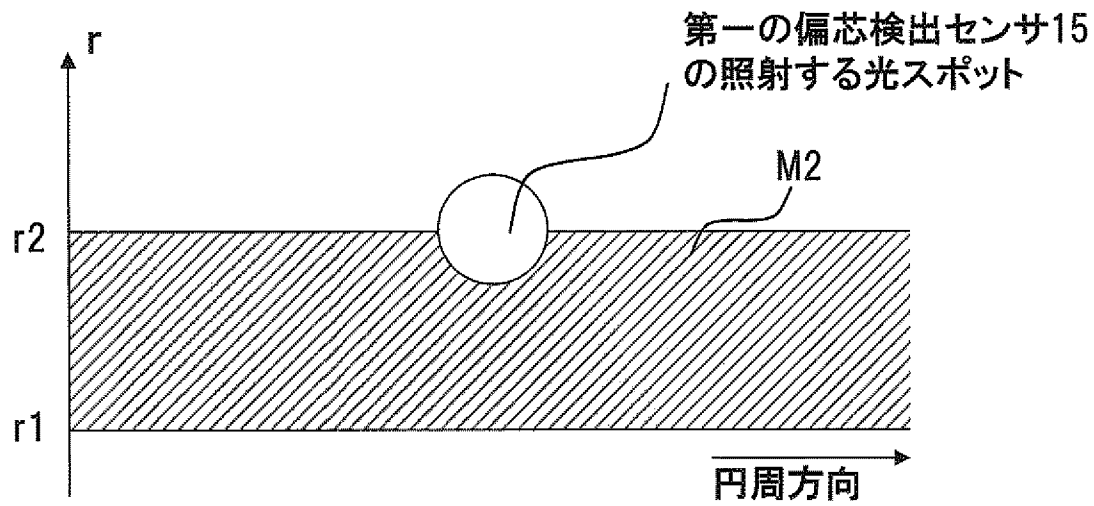
[図15]

【図15】



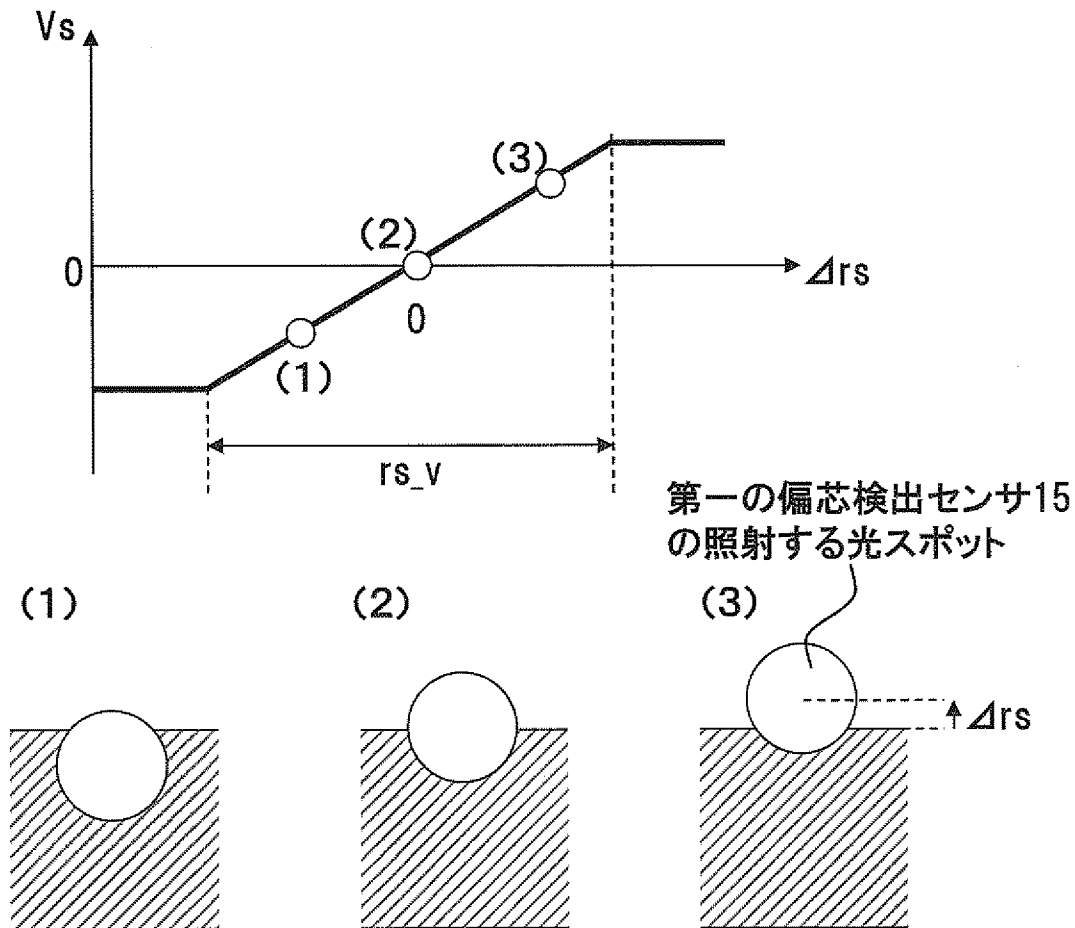
[図16(a)]

【図16 (a)】



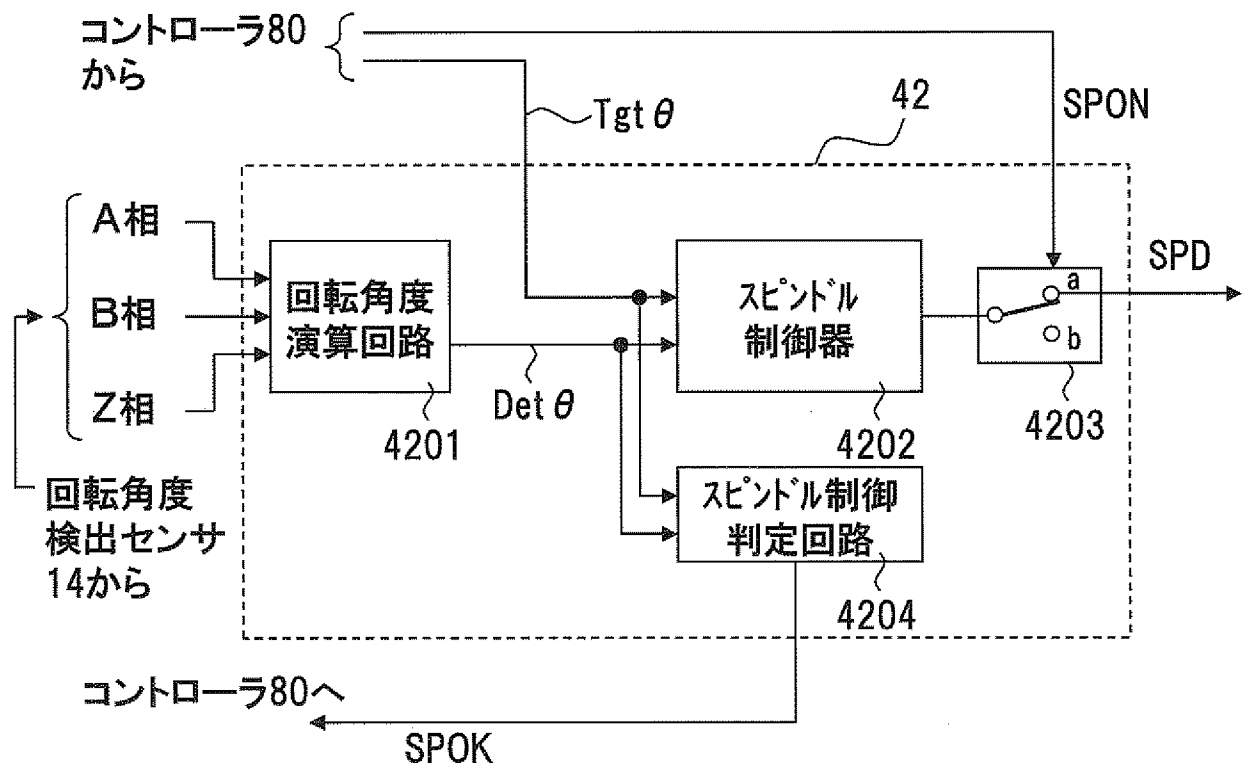
[図16(b)]

【図16 (b)】



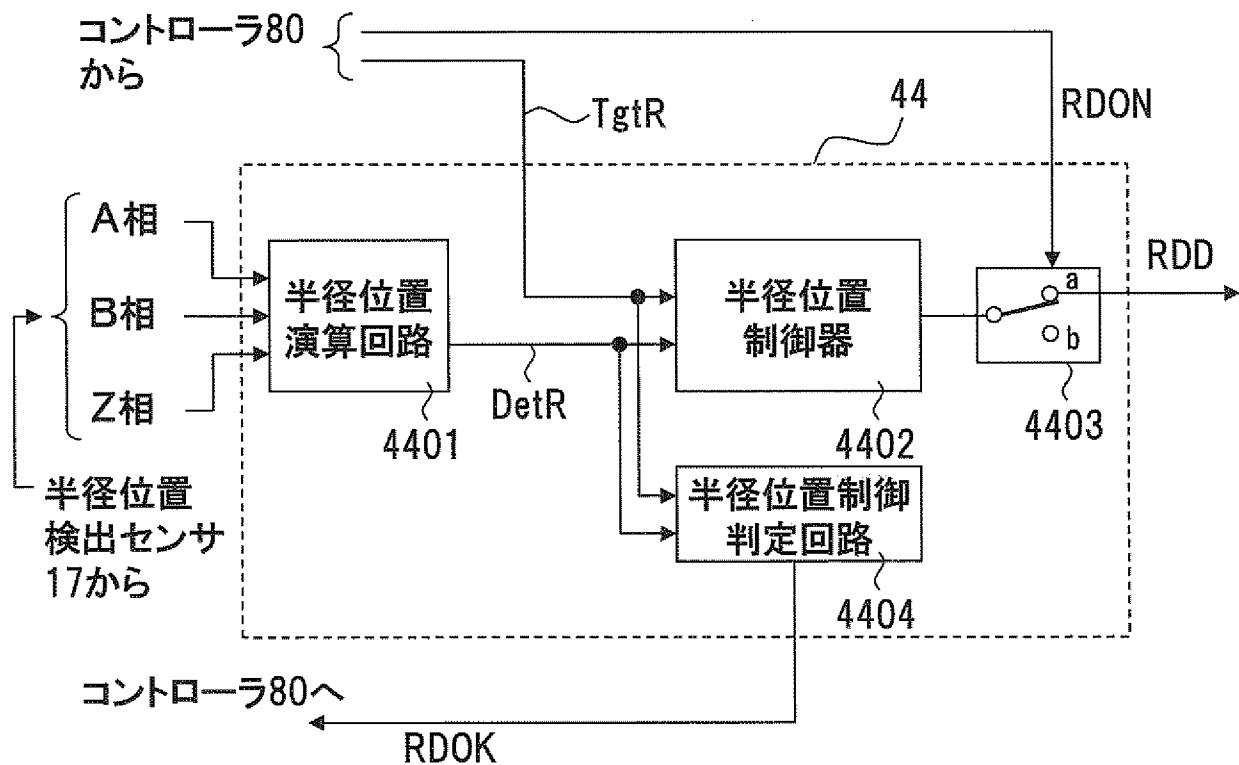
[図17]

【図17】

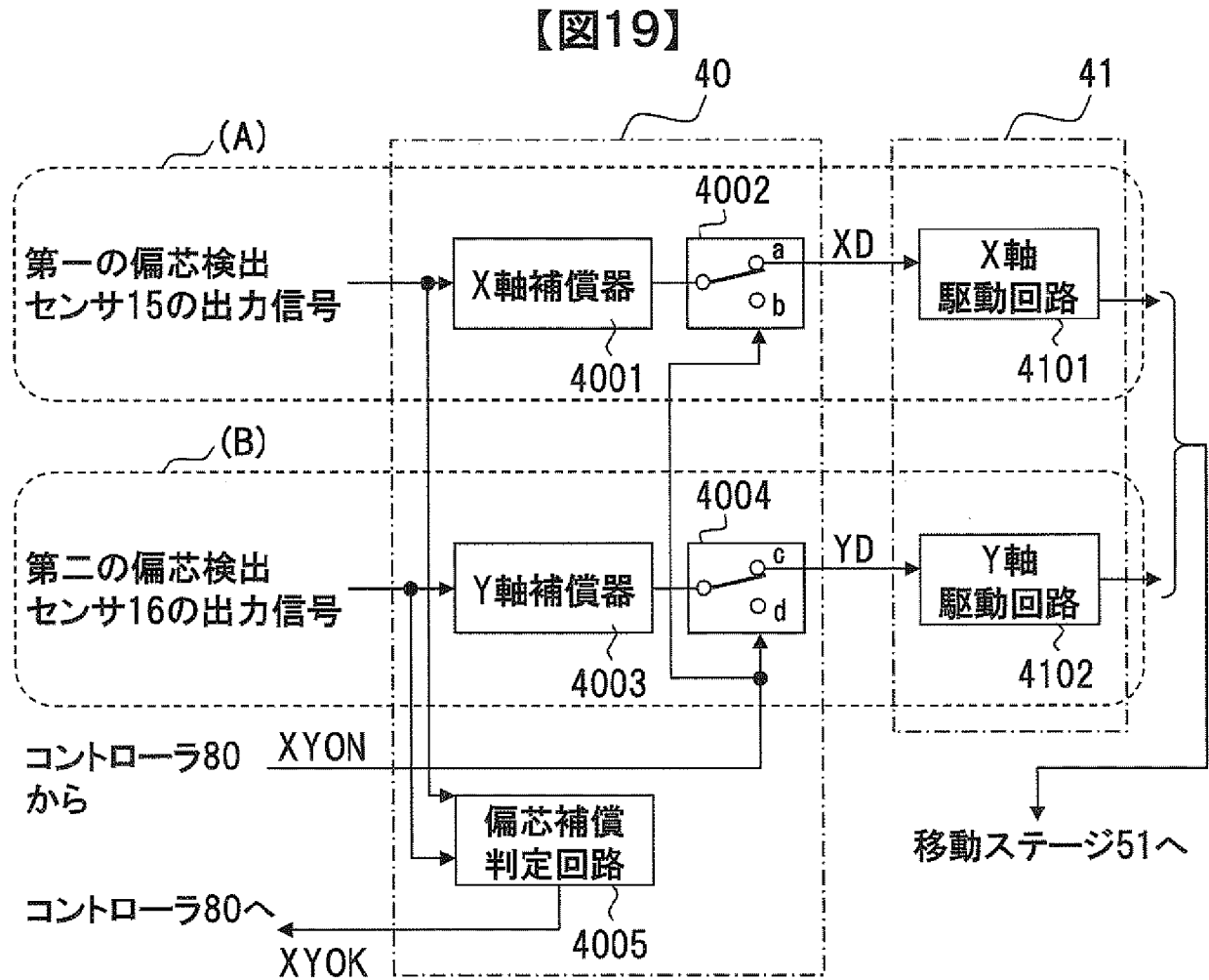


[図18]

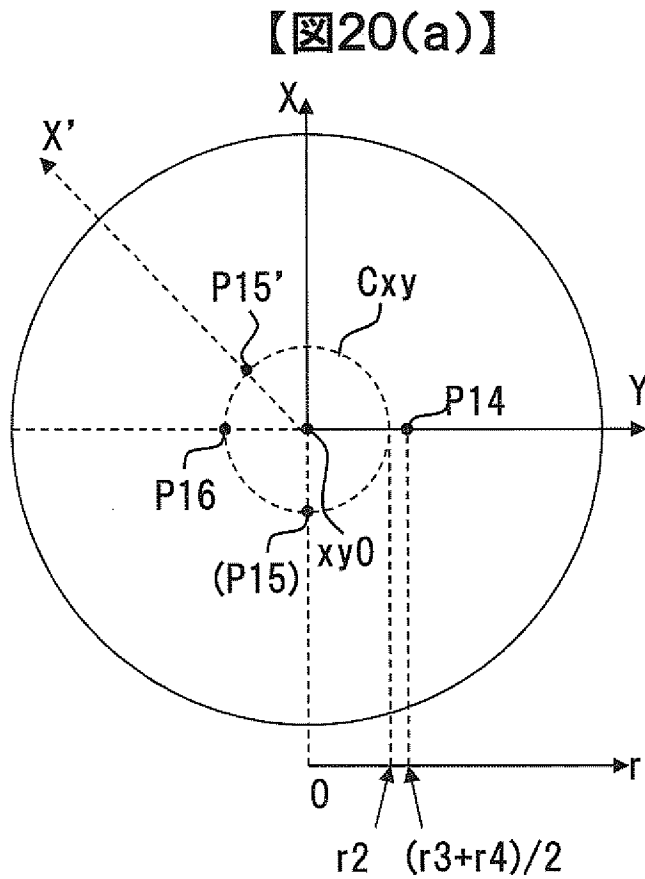
【図18】



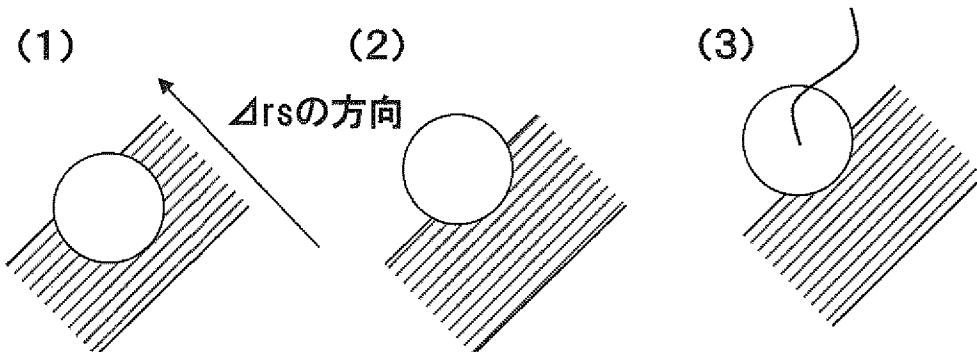
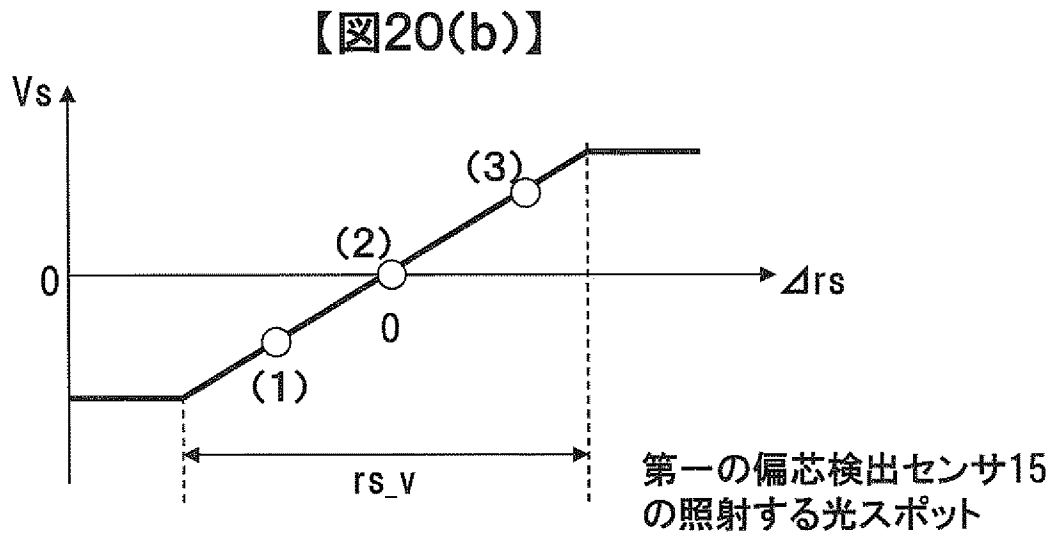
[図19]



[図20(a)]

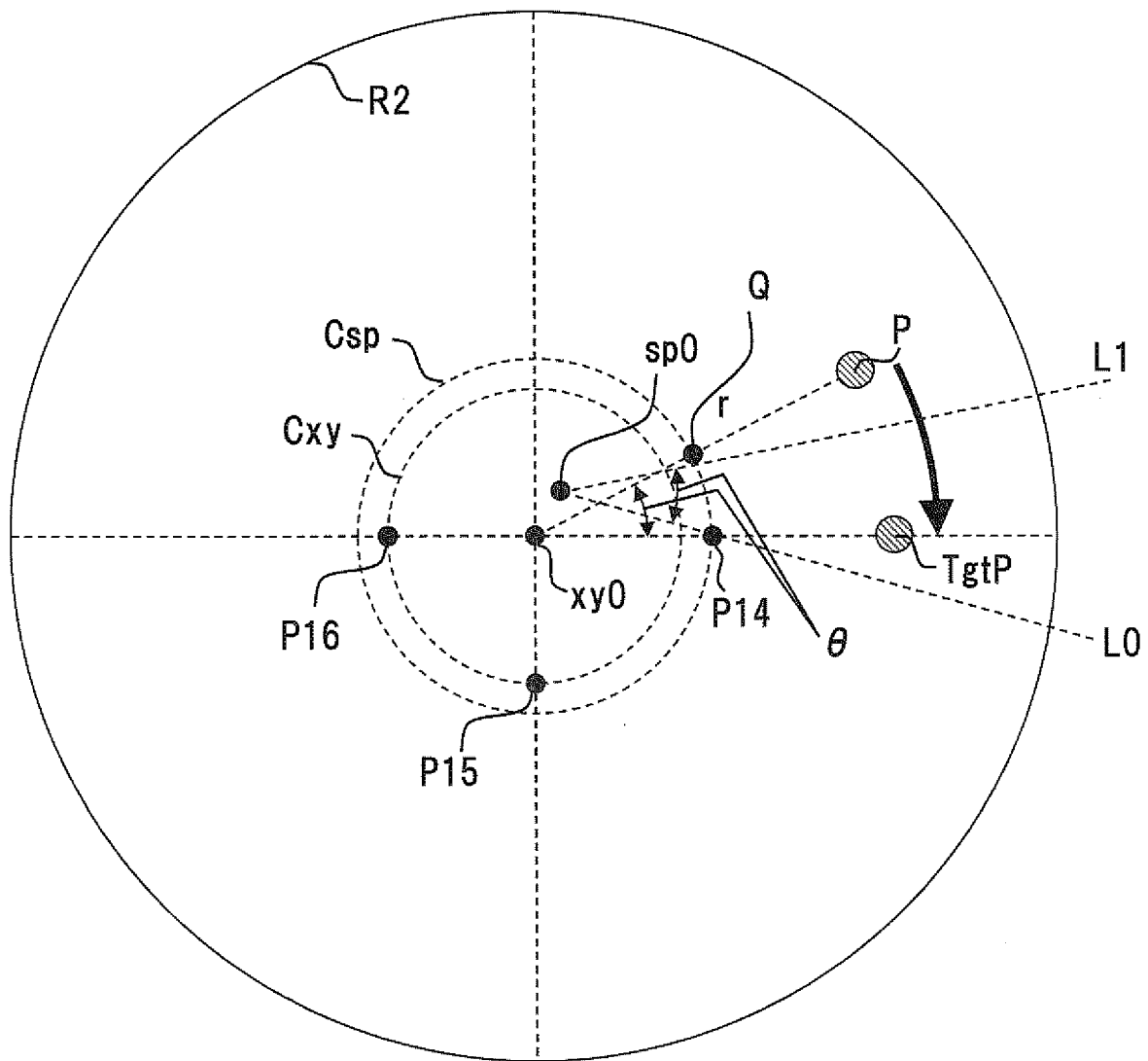


[図20(b)]



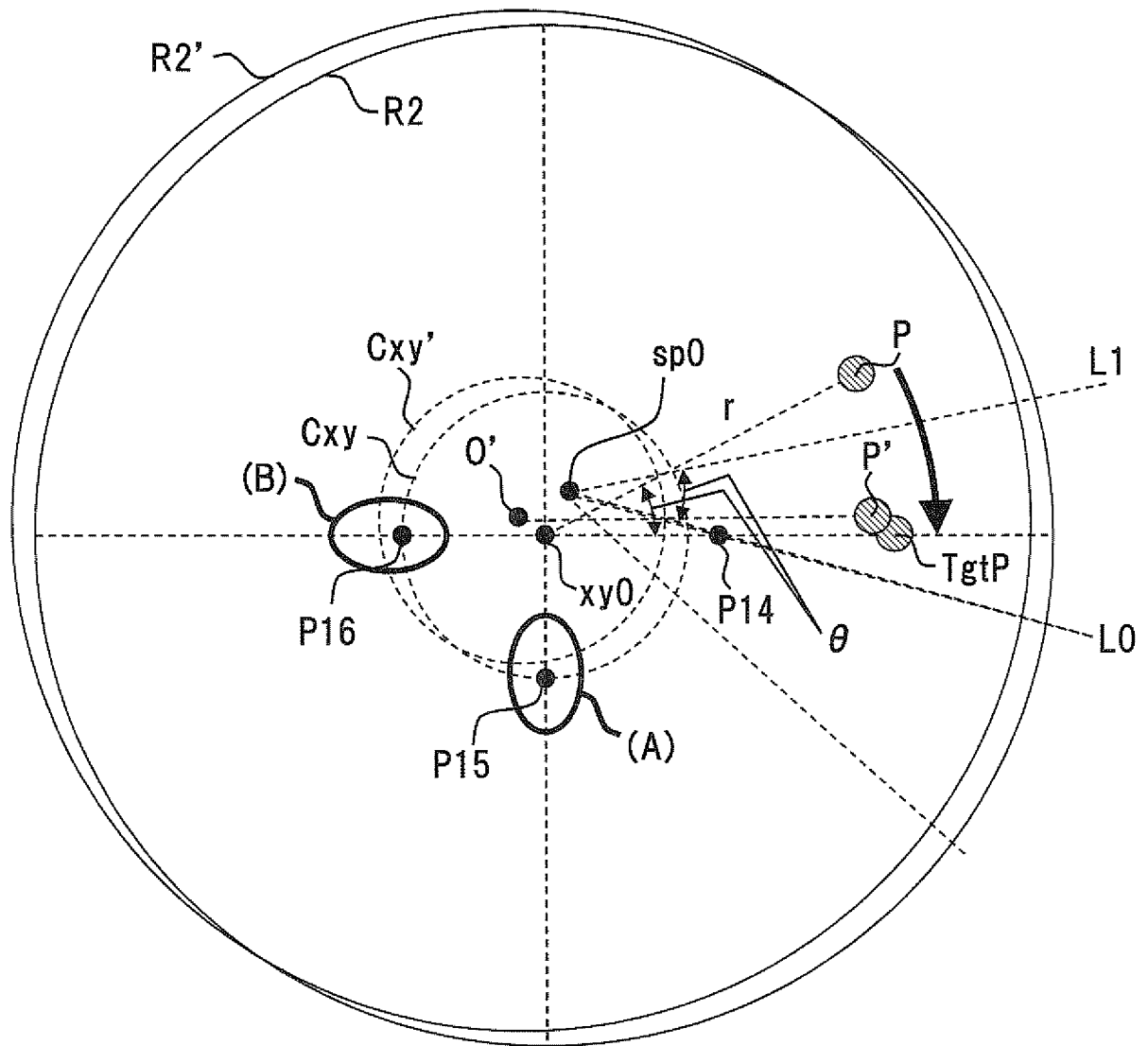
[図21(a)]

【図21(a)】



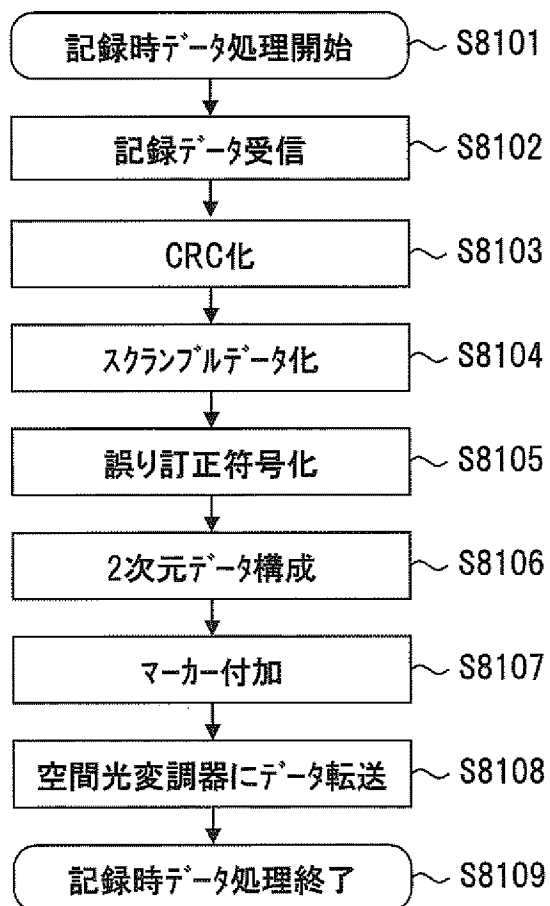
[図21(b)]

【図21(b)】



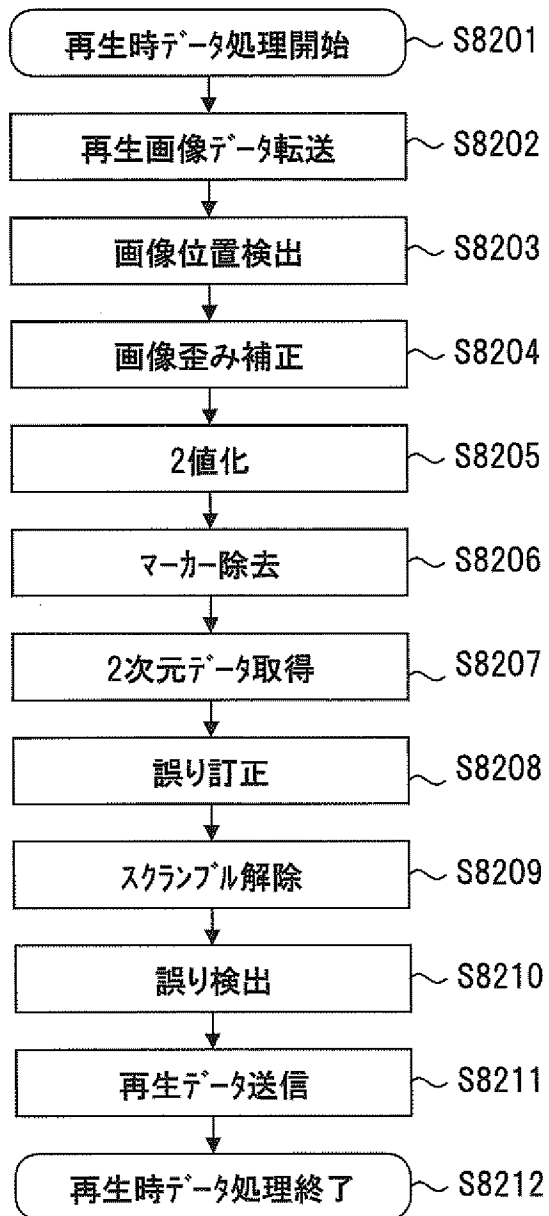
[図22(a)]

## 【図22(a)】



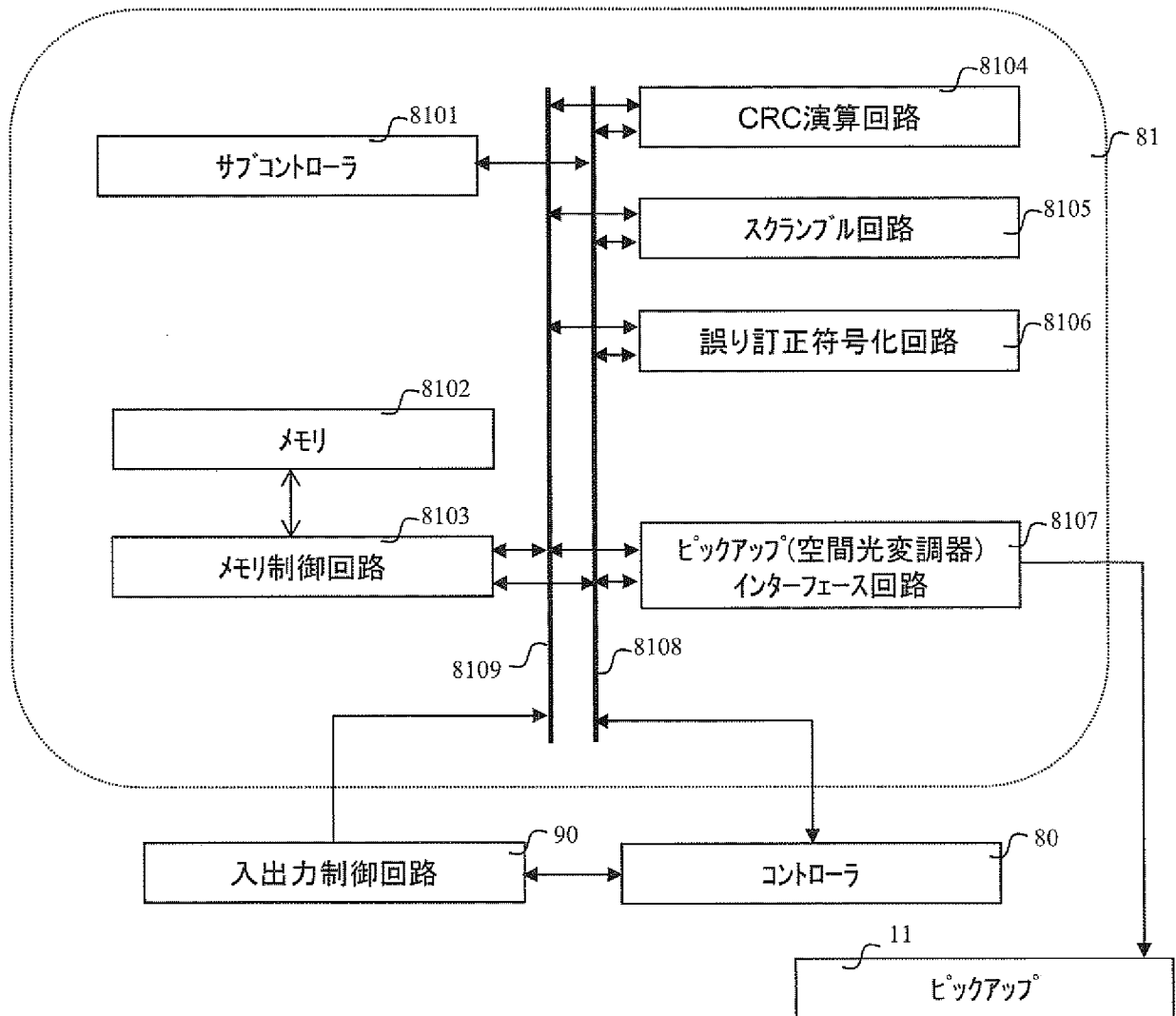
[図22(b)]

【図22(b)】



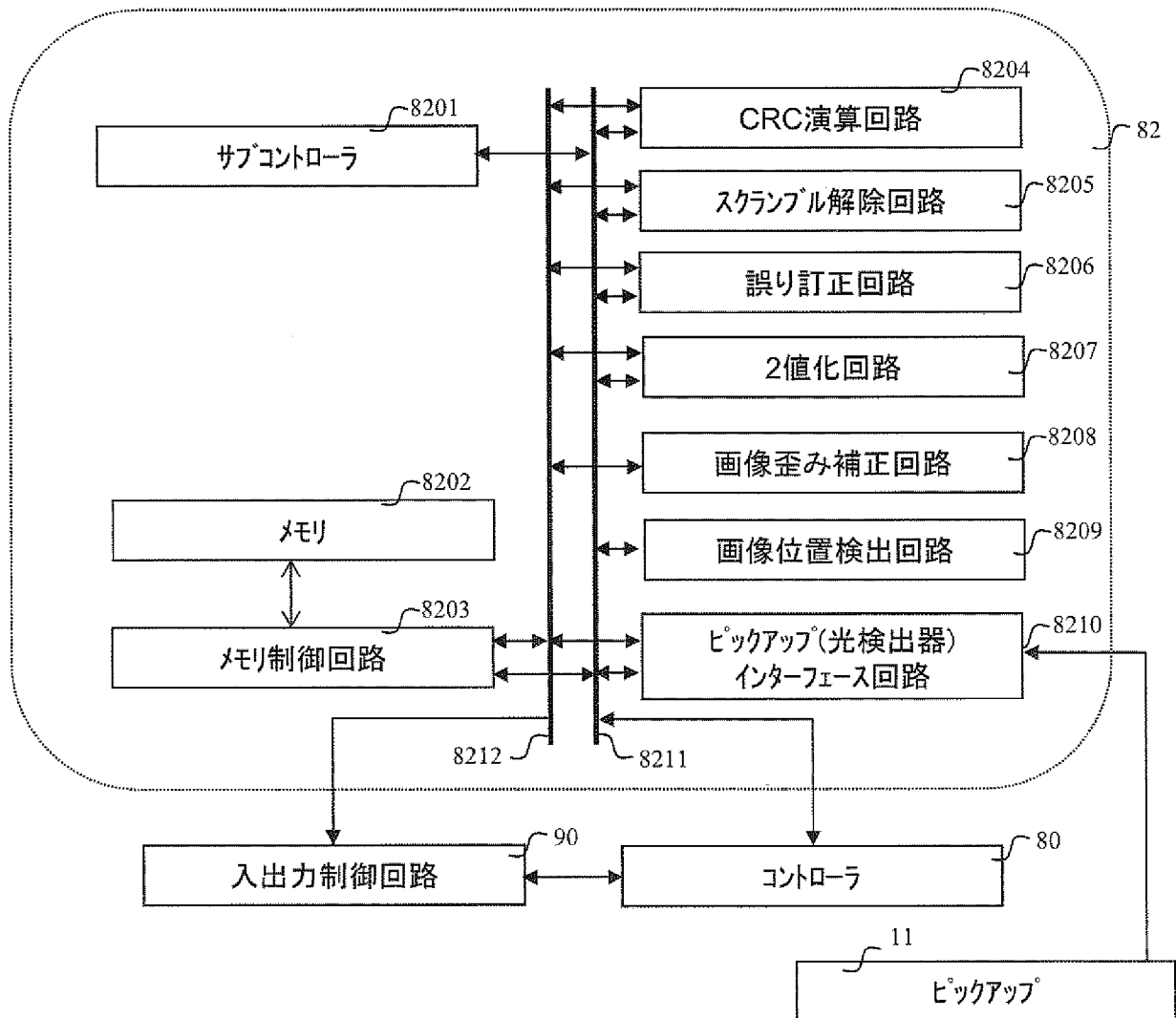
[図23]

【図23】



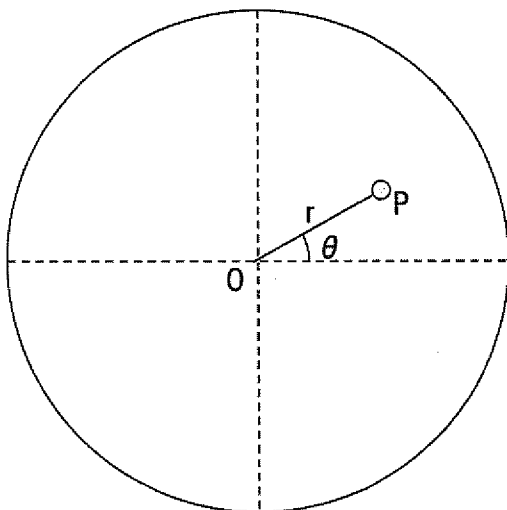
【図24】

【図24】



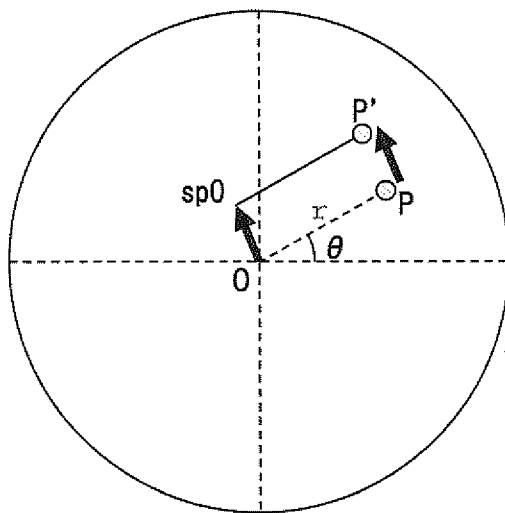
【図25(a)】

【図25(a)】



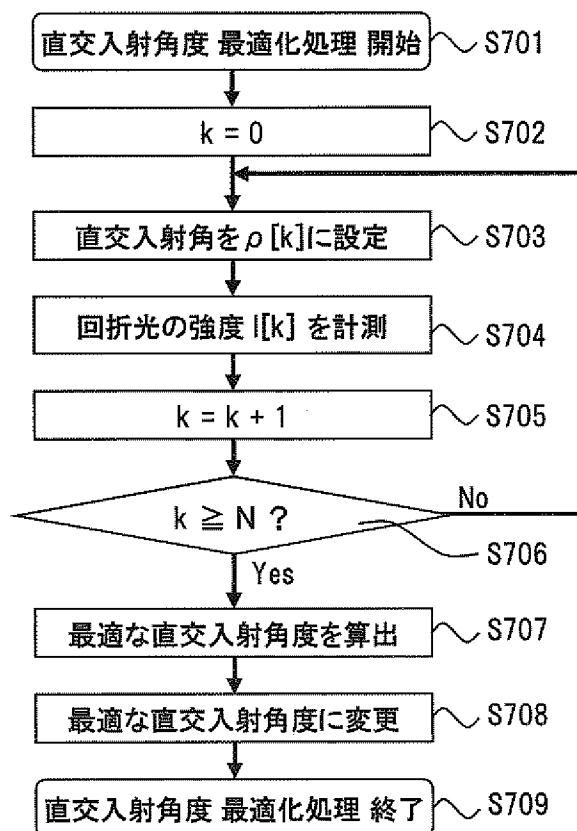
[図25(b)]

【図25(b)】

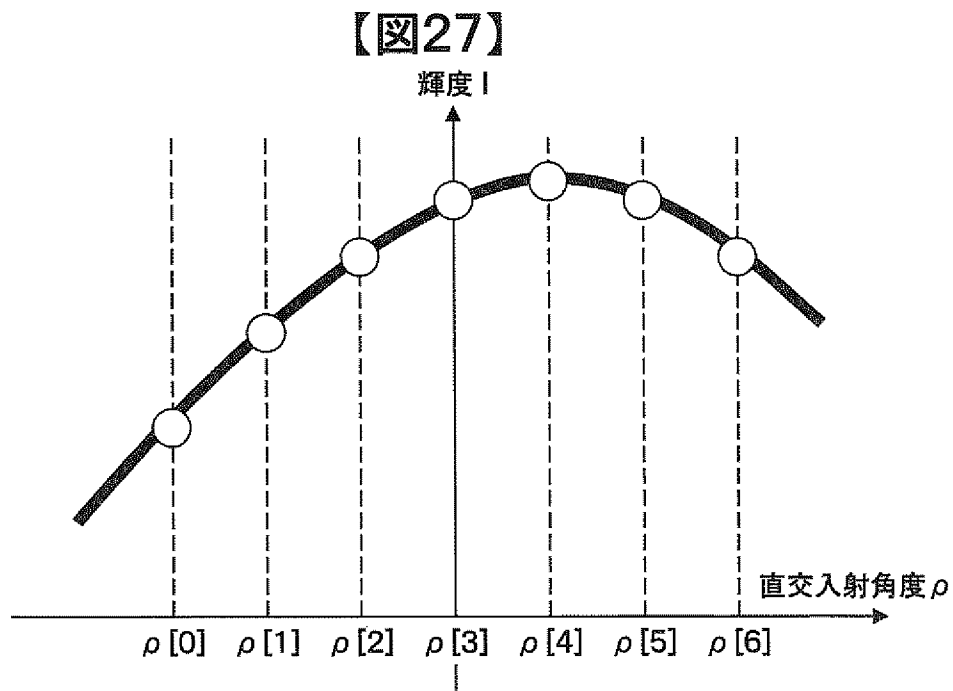


[図26]

【図26】

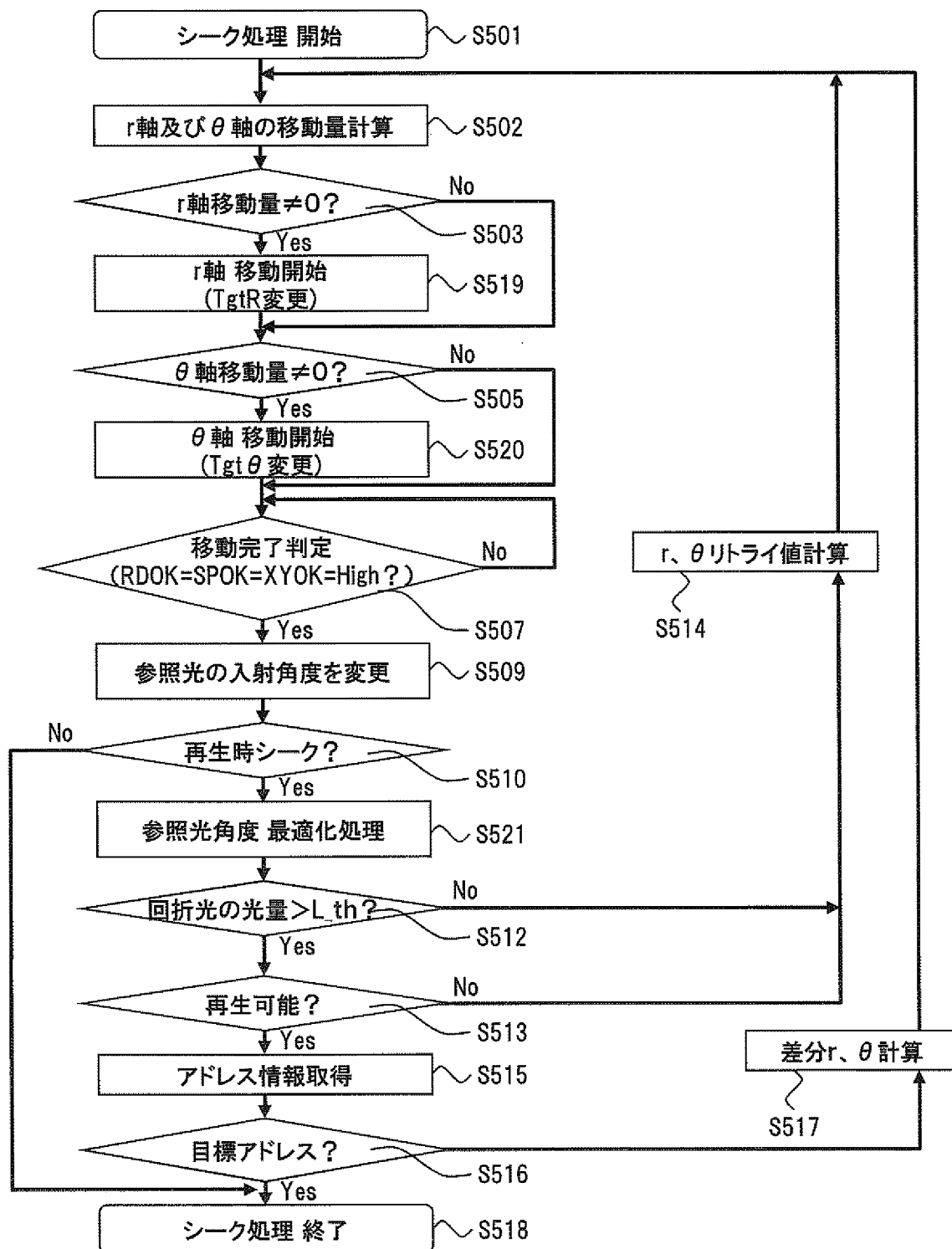


[図27]



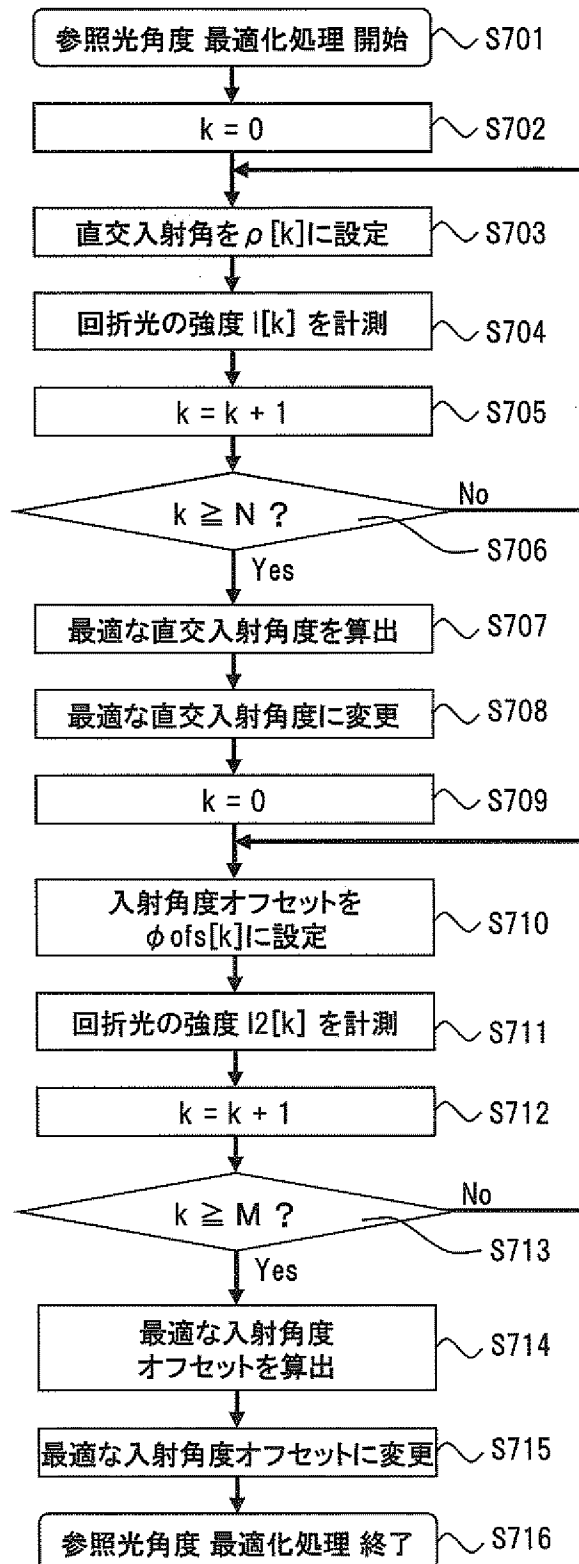
[図28]

【図28】



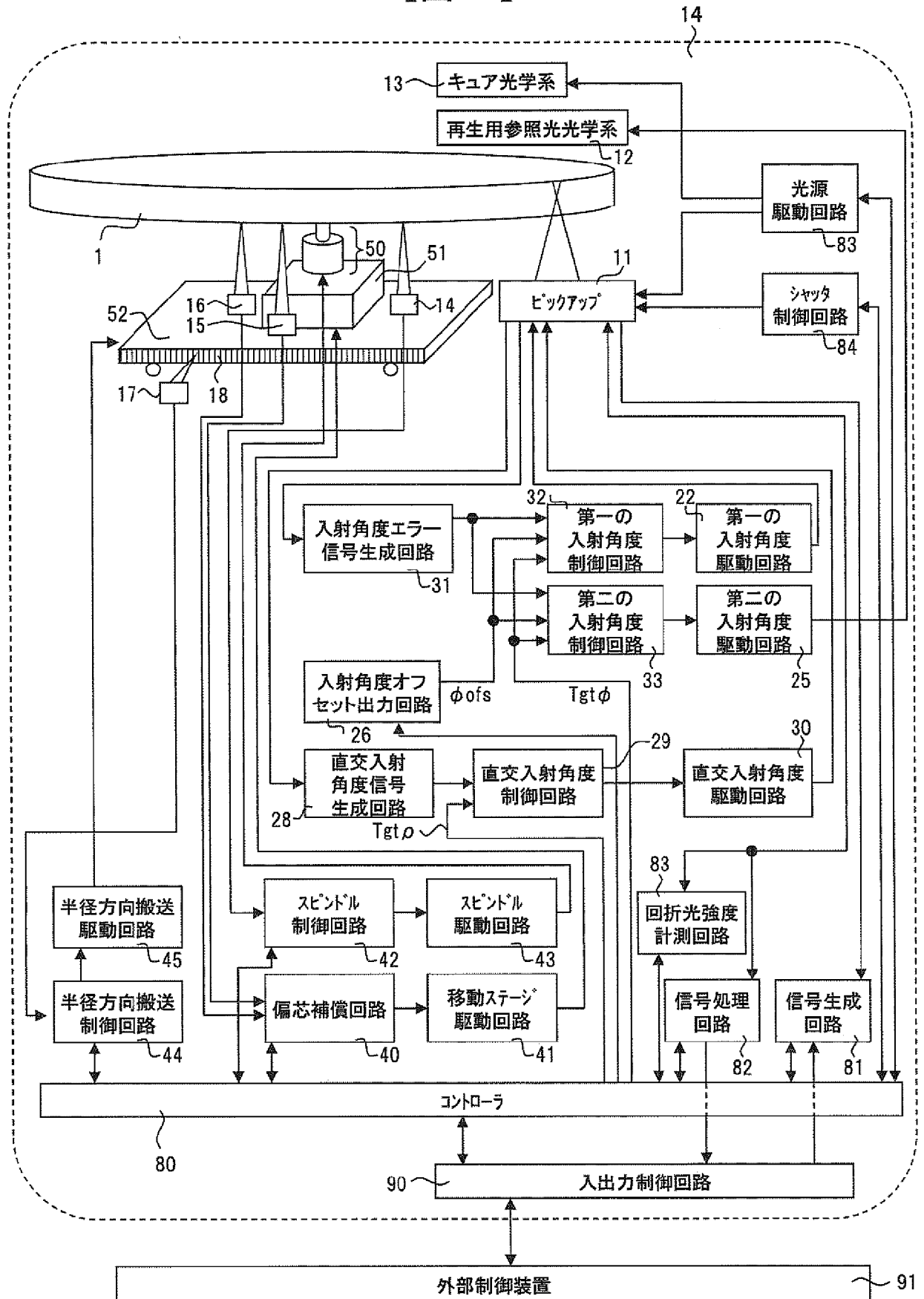
[図29]

【図29】



[図30]

【図30】



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/060574

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/095(2006.01)i, G03H1/26(2006.01)i, G11B7/0065(2006.01)i, G11B7/135(2012.01)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)

G11B7/095, G03H1/26, G11B7/0065, G11B7/135

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. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2005-321750 A (Sony Corp.),<br>17 November 2005 (17.11.2005),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                                                                                                                  | 1-16                  |
| A         | JP 2010-521711 A (International Business<br>Machines Corp.),<br>24 June 2010 (24.06.2010),<br>entire text; all drawings<br>& US 2008/0231927 A1 & US 2010/0296381 A1<br>& EP 2135242 A & WO 2008/113659 A1<br>& KR 10-2009-0088398 A & CN 101647064 A<br>& KR 10-2011-0040993 A & TW 200901184 A | 1-16                  |

☒ 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  
26 June, 2013 (26.06.13)

Date of mailing of the international search report  
09 July, 2013 (09.07.13)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/060574

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                              | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | US 2009/0207710 A1 (INPHASE TECHNOLOGIES, INC.),<br>20 August 2009 (20.08.2009),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1-16                  |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/095 (2006.01)i, G03H1/26 (2006.01)i, G11B7/0065 (2006.01)i, G11B7/135 (2012.01)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. G11B7/095, G03H1/26, G11B7/0065, G11B7/135

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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2005-321750 A (ソニー株式会社) 2005. 11. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)                                                                                                                                                                                   | 1-16           |
| A               | JP 2010-521711 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション) 2010. 06. 24, 全文, 全図<br>& US 2008/0231927 A1 & US 2010/0296381 A1 & EP 2135242 A<br>& WO 2008/113659 A1 & KR 10-2009-0088398 A & CN 101647064 A<br>& KR 10-2011-0040993 A & TW 200901184 A | 1-16           |
| A               | US 2009/0207710 A1 (INPHASE TECHNOLOGIES, INC.) 2009. 08. 20, 全文, 全図 (ファミリーなし)                                                                                                                                                              | 1-16           |

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

2 6 . 0 6 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 7 . 2 0 1 3

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)

中野 浩昌

5 D

9 2 9 4

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