

(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
2020年1月9日(09.01.2020)



(10) 国際公開番号

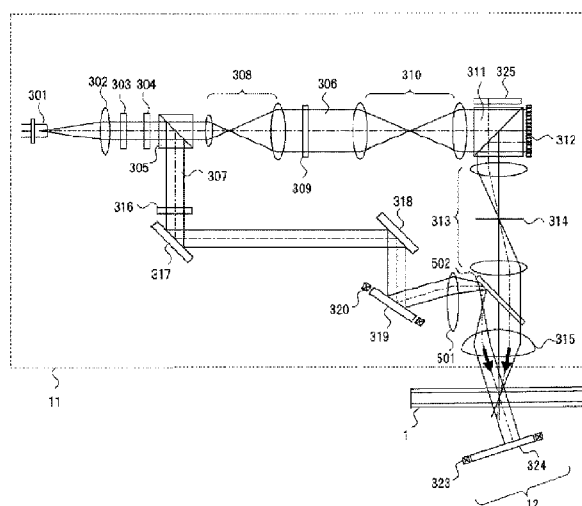
WO 2020/008496 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 7/0065 (2006.01) *G11B 7/1362* (2012.01)
G11B 7/135 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/025050
- (22) 国際出願日: 2018年7月2日(02.07.2018)
- (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: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内
一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 石井 利樹(ISHII Toshiki); 〒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).
- (74) 代理人: 特許業務法人 湘洋内外特許
事務所(SHOYO INTELLECTUAL PROPERTY
FIRM); 〒2200004 神奈川県横浜市西区
北幸二丁目15番1号 東武横浜第2
ビル6階 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) **Title:** HOLOGRAM RECORDING DEVICE, HOLOGRAM REPRODUCING DEVICE, HOLOGRAM RECORDING METHOD, AND HOLOGRAM REPRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: ホログラム記録装置、ホログラム再生装置、ホログラム記録方法、及びホログラム再生方法

図 2



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to improve recording density with a simple configuration in the art of hologram recording. Provided is a hologram recording device for recording information by emitting signal light and reference light onto a recording medium, and is characterized by having: a light source unit that emits a light beam; an

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

optical separation unit that separates the light beam into the signal light and the reference light; a spatial light modulation unit that modulates the signal light; an objective lens through which the signal light and the reference light pass; a position control unit that controls the positions of a signal light emission region, that is, an emission region of the signal light on the objective lens, and a reference light emission region, that is, an emission region of the reference light on the objective lens; and an angle control unit that controls the incident angle of the reference light on the recording medium, wherein the angle control unit causes the reference light to be incident on the recording medium at multiple different angles by changing the incident angle while the signal light that has passed through the signal light emission region, the position of which has been fixed by the position control unit, is incident on the recording medium.

(57) 要約：ホログラム記録技術において、簡易な構成で記録密度を向上させることを目的とする。信号光と参照光とを記録媒体に照射して情報を記録するホログラム記録装置であって、光ビームを出射する光源部と、光ビームを信号光と参照光とに分離する光学分離部と、信号光を変調する空間光変調部と記信号光と参照光とを透過する対物レンズと、対物レンズ上の信号光の照射領域である信号光照射領域と、対物レンズ上の参照光の照射領域である参照光照射領域と、の位置を変更する位置制御部と、参照光の記録媒体に対する入射角度を制御する角度制御部と、を有し、角度制御部は、位置制御部により位置の固定された信号光照射領域を透過した信号光が記録媒体に入射する間に、入射角度を変更することにより、異なる複数の角度で参照光を記録媒体に入射することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：

ホログラム記録装置、ホログラム再生装置、ホログラム記録方法、及びホログラム再生方法

技術分野

[0001] 本発明は、ホログラム記録装置、ホログラム再生装置、ホログラム記録方法、及びホログラム再生方法に関する。

背景技術

[0002] 記録容量の大容量化を可能とするホログラム記録技術が注目を集めている。

[0003] 特許文献1には、ダイナミックアパーチャホログラフィに関する技術が開示されている。同文献の段落0053には、「操作301は第1の信号ビーム243Aを第1の実施形態の対物レンズ245に通し、次いで感光性記録媒体258に第1の信号ビーム角度アパーチャ270Aで投影するステップを含む。」と記載されている。また、段落0055には、「第1の参照ビーム233Aを第1の実施形態の対物レンズ245を通して感光性記録媒体258に第1の参照ビーム角度アパーチャ276Aで投影する。第1の信号ビーム243Aと第1の参照ビーム233Aは互いに干渉して第1の干渉パターン248Aを生成し、記録媒体258の感光性記録層260内に存在する第1の干渉パターン248Aの一部が感光性記録媒体258内に第1のホログラム249Aとして記録される。」と記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表2016-510931号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ホログラム記録技術において、装置を複雑化させることなく多重数を増加して記録密度を高めることが期待されている。

[0006] 特許文献1に係る技術では、多重数増加のために信号光の大きさを変化させるため、信号光に含まれる信号のページフォーマットが変化することとなり、信号処理の負荷が増大する。

[0007] 本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであって、ホログラム記録技術において、簡易な構成で記録密度を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本願は、上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その例を挙げるならば、以下の通りである。

[0009] 上記課題を解決するため、本発明の一態様に係るホログラム記録装置は、信号光と参照光とを記録媒体に照射して情報を記録するホログラム記録装置であって、光ビームを出射する光源部と、前記光ビームを前記信号光と前記参照光とに分離する光学分離部と、前記信号光を変調する空間光変調部と、前記信号光と前記参照光とを透過する対物レンズと、前記対物レンズ上の前記信号光の照射領域である信号光照射領域と、前記対物レンズ上の前記参照光の照射領域である参照光照射領域と、の位置を変更する位置制御部と、前記参照光の前記記録媒体に対する入射角度を制御する角度制御部と、を有し、前記角度制御部は、前記位置制御部により位置の固定された信号光照射領域を透過した前記信号光が前記記録媒体に入射する間に、前記入射角度を変更することにより、異なる複数の角度で前記参照光を前記記録媒体に入射することを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、ホログラム記録技術において、簡易な構成で記録密度を向上させることができる。

[0011] 上記した以外の課題、構成、及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]ホログラム記録再生装置の機能ブロックの一例を示す図である。

[図2]第1の実施形態におけるピックアップの構成例を示す図（その1）である。

[図3]第1の実施形態におけるピックアップの構成例を示す図（その2）である。

[図4]第1の実施形態の対物レンズにおける信号光と参照光との配置の一例を示す図である。

[図5]ホログラム記録再生装置の信号生成回路のブロック図である。

[図6]ホログラム記録再生装置の信号処理回路のブロック図である。

[図7A]ホログラム記録再生装置における記録処理及び再生処理の準備の一例を示すフローチャートである。

[図7B]記録処理の一例を示すフローチャートである。

[図7C]再生処理の一例を示すフローチャートである。

[図8A]信号生成処理の一例を示すフローチャートである。

[図8B]信号再生処理の一例を示すフローチャートである。

[図9]第1の実施形態におけるデータ記録処理の一例を示すフローチャートである。

[図10]第2の実施形態におけるピックアップの構成例を示す図である。

[図11]第2の実施形態の対物レンズにおける信号光と参照光との配置の一例を示す図である。

[図12]第2の実施形態におけるデータ記録処理の一例を示すフローチャートである。

[図13]第3の実施形態におけるピックアップの構成例を示す図である。

[図14]第3の実施形態の変形例におけるピックアップの構成例を示す図である。

[図15]ピックアップの構成例と記録原理を示す図である。

[図16]ピックアップの構成例と再生原理を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0013] 以下、図面に基づいて本発明の実施形態の例を説明する。図１は、ホログラム記録再生装置１０の機能ブロックの一例を示す図である。ホログラム記録再生装置１０は、ホログラフィを利用してデジタル情報を記録および／または再生するホログラム記録媒体１の記録再生装置である。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と通信可能に接続されている。
- [0014] 情報の記録を行う場合、ホログラム記録再生装置１０は記録する情報を示す信号（ユーザデータ）を外部制御装置９１から入出力制御回路９０を介して受信する。また、情報の再生を行う場合、ホログラム記録再生装置１０は再生した情報を示す信号を入出力制御回路９０を介して外部制御装置９１に送信する。
- [0015] ホログラム記録再生装置１０は、ピックアップ１１と、再生用参照光光学系１２と、キュア光学系１３と、ディスク回転角度検出用光学系１４と、回転モータ５０と、アクセス制御回路８１と、光源駆動回路８２と、サーボ信号生成回路８３と、サーボ制御回路８４と、信号処理回路８５と、信号生成回路８６と、シャッタ制御回路８７と、ディスク回転モータ制御回路８８と、コントローラ８９と、入出力制御回路９０とを有する。
- [0016] ピックアップ１１は、光源駆動回路８２により発生した光から得られる参照光と信号光とを光記録媒体に照射してホログラムを生成し、デジタル情報を記録媒体に記録する役割を果たす。記録する情報は、コントローラ８９によって信号生成回路８６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、変調される。
- [0017] また、ピックアップ１１は、再生用参照光光学系１２を用いて生成された参照光を、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。ピックアップ１１は、再生用参照光を後述する光検出部によって検出し、信号処理回路８５によって信号を再生する。
- [0018] なお、ホログラム記録媒体１に照射する参照光と信号光との照射時間は、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８９によってシャ

ッタ制御回路 87 を介して制御することにより、調整することができる。

[0019] 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、所望の位置に参照光と信号光とを照射する前に、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。

[0020] ディスク回転角度検出用光学系 14 は、ホログラム記録媒体 1 の回転角度を検出するために用いられる。ホログラム記録媒体 1 は回転モータ 50 によって回転可能となるよう構成されている。ホログラム記録媒体 1 を所望の回転角度に調整する場合、ディスク回転角度検出用光学系 14 が回転角度に応じた信号を検出する。その後、コントローラ 89 の制御により、検出された信号を用いてディスク回転モータ制御回路 88 を介して回転角度を調整することができる。

[0021] また、コントローラ 89 の制御により、光源駆動回路 82 から所定の光源駆動電流がピックアップ 11、キュア光学系 13、及びディスク回転角度検出用光学系 14 内の光源に供給され、各々の光源から所定の光量で光ビームを出射することができる。なお、ピックアップ 11、キュア光学系 13、及びディスク回転角度検出用光学系 14 は、2 以上の光学系構成をまとめて 1 つの光学系構成とすることにより、簡素化してもよい。

[0022] また、ピックアップ 11 及びキュア光学系 13 は、ホログラム記録媒体 1 の半径方向に位置をスライドできる機構が設けられており、コントローラ 89 の制御により、アクセス制御回路 81 を介して位置制御が行われる。

[0023] 図 15 は、ピックアップ 11 の構成例と記録原理を示す図である。光源 301 を出射した光ビームは、コリメートレンズ 302 を透過し、シャッタ 303 に入射する。シャッタ 303 が開いている場合には、光ビームはシャッタ 303 を通過した後、光学素子 304 に入射する。光学素子 304 は、例

例えば1／2波長板であって、p偏光とs偏光との光量比が予め定められた所望の比になるように偏光方向を制御する。

[0024] 光学素子304により偏光方向が制御された光ビームは、その後光学分離部305に入射する。光学分離部305は、例えばPBS(Polarizing Beam Splitter)プリズムである。

[0025] 光学分離部305を透過した光ビームは、信号光306として機能し、ビームエキスパンダ308によって光ビーム径が拡大された後、位相マスク309、リレーレンズ310、及びPBSプリズム311を透過して空間光変調器312に入射する。

[0026] 空間光変調器312は、信号光306に対して情報を付加して出射する。出射された信号光306はPBSプリズム311に反射し、リレーレンズ313及び空間フィルタ314を伝播する。その後、信号光306は対物レンズ315によってホログラム記録媒体1に集光する。

[0027] 一方、光学分離部305に反射した光ビームは、参照光307として機能し、偏光方向変換素子316によって記録時又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317、及びミラー318を経由して角度制御部319に入射する。角度制御部319には、例えばガルバノミラーを用いることができる。角度制御部319は、アクチュエーター320によって角度を調整することができる。即ち、レンズ321を透過し、ミラー322に反射し、対物レンズ315を透過した後にホログラム記録媒体1に入射する参照光307の入射角度を、所望の角度に制御することができる。

[0028] なお、参照光307の入射角度を制御するために、角度制御部319には、ガルバノミラーに代えて、参照光307の波面を変換する素子を用いてもよい。

[0029] このように、ホログラム記録媒体1において、信号光306と参照光307とを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の内部で干渉縞パターンが形成される。干渉縞パターンをホログラム記録媒体1に書き込むことにより、ホログラムとして情報が記録される。

- [0030] なお、角度制御部 319 によって、ホログラム記録媒体 1 に入射する参照光 307 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となる。
- [0031] 以降において、ホログラム記録媒体 1 上の同じ領域に参照光の角度を変えて記録されたホログラムについて、ある角度に対応するホログラムをページとして説明し、同領域に角度多重して記録されたページの集合をブックとして説明する。
- [0032] 図 16 は、ピックアップ 11 の構成例と再生原理を示す図である。本図は、図 15 と同様の構成を有するピックアップ 11 における再生原理を説明するための図である。ホログラム記録媒体 1 に記録した情報を再生する場合、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、アクチュエーター 323 によって角度調整可能な角度制御部 324 に反射させることで、再生用参照光を生成する。
- [0033] 換言すれば、ホログラム記録媒体 1 のうち、記録時に参照光を照射した面と反対側の面から参照光を照射することで、再生用参照光が得られる。即ち、記録時とは逆向きにホログラム記録媒体 1 に参照光を照射する。
- [0034] この再生用参照光で再生された参照光 326 は、対物レンズ 315、リレーレンズ 313 並びに空間フィルタ 314 を伝播する。その後、参照光 326 は P B S プリズム 311 を透過して光検出部 325 に入射する。参照光 326 を光検出部 325 が検出すると、先述のように、信号処理回路 85 によって記録した信号を再生することができる。
- [0035] 光検出部 325 には、例えば C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサーや C C D (Charge Coupled Device) 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、素子は限定されない。
- [0036] 情報をホログラム記録媒体 1 に記録するために、さらなる記録密度の向上が望まれる。そこで、本発明は、以下に示す代表的な手段を用いて、記録密度を向上させる。

[0037] <第1の実施形態>

[0038] 図2は、第1の実施形態におけるピックアップ11の構成例を示す図（その1）である。以下、図15に示すピックアップ11の構成例と異なる点について説明する。第1の実施形態では、図15に示すレンズ321に代えて、より口径の大きいレンズ501を用いる。また、第1の実施形態では、図15に示すミラー322に代えて、参照光の走査方向に延伸するミラー502を用いる。この構成により、ホログラム記録媒体1に入射する参照光の入射角度を、図15に示す場合に比べてより大きく変化させることが可能となる。

[0039] なお、図2に示す参照光は、対物レンズ315の左側を透過している。また、図2に示す信号光は、対物レンズ315の右側を透過している。

[0040] 図3は、第1の実施形態におけるピックアップ11の構成例を示す図（その2）である。本図は、図2に示す構成のうち、信号光と参照光との制御を変更した例を示している。その結果、図3に示す参照光は、対物レンズ315の右側を透過している。また、図3に示す信号光は、対物レンズ315の左側を透過している。

[0041] 角度制御部319の角度を変化させることにより、参照光のミラー502への照射位置を変更することができる。参照光の照射位置の変更により、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更することができる。

[0042] 本実施形態では、コントローラ89が参照光の照射位置の変更を制御する位置制御部として機能する。図2及び図3に示す構成例では、ホログラム記録媒体1に入射する参照光の入射角度が反転している。

[0043] また、コントローラ89は、空間光変調器312で変調する信号光の領域を変化させ、ミラー502への信号光の照射位置を変更する。即ち、コントローラ89は、信号光の照射位置の変更を制御する位置制御部としても機能している。図2及び図3に示す構成例では、照射位置の変更により、ホログラム記録媒体1に入射する信号光の入射角度が反転している。

[0044] なお、図2及び図3に示す構成例において、空間光変調器312で変調し

た信号光、及びミラー５０２に反射した参照光は、同軸方向に導かれ、対物レンズ３１５を透過する。

[0045] 付言すれば、本実施形態でホログラムにより情報が記録されたホログラム記録媒体１を再生するために、図１６を用いて説明した場合と同様に、記録時とは逆向きにホログラム記録媒体１に参照光を照射する。その場合、コントローラ８９は、記録時と同様に参照光照射領域の位置を変更させる。

[0046] なお、参照光照射領域の位置の変更に関するタイミングや入射角度等の設定情報は、予め定められている。例えば、ホログラム記録媒体１の有する管理情報を参照することにより、コントローラ８９が設定情報を特定してもよい。又は、コントローラ８９が、ホログラムを用いた記録再生について定められた規格で定義された設定情報を参照するものであってもよい。

[0047] 図４は、第１の実施形態の対物レンズ３１５における信号光と参照光との配置の一例を示す図である。図４の上段は、図２及び図３に示す対物レンズ３１５を信号光の照射方向（即ち対物レンズ３１５の光軸方向）から見た場合の、信号光と参照光の配置を示す図である。即ち、図４の上段は、図２及び図３の紙面の上方向から下方向に向かって、対物レンズ３１５を見た状態を示す。

[0048] 図４の下段は、図２及び図３の紙面の手前方向から奥側方向に向かって（つまり図２及び図３と同じ方向から）、ホログラム記録媒体１、信号光、及び参照光を見た状態を示す。即ち、図４の下段は、対物レンズ３１５を透過した信号光と参照光とを含む平面に直交する方向から、ホログラム記録媒体１に照射される信号光と参照光とを見た状態を示しているといえる。まず、図４左側の上下に示す図について説明する。

[0049] 図４左上側に示すように、対物レンズ３１５を光軸方向から見た場合の有効径１０１の中に、矩形のミラー５０２が見えるよう、対物レンズ３１５とミラー５０２とを配置する。図４左上側は、ミラー５０２の背面を示しており、背面の裏側にある反射面は示されていない。角度制御部３１９の制御により参照光を走査すると、参照光はミラー５０２の反射面のうち、点５０３

aと点504aとを結ぶ線上で、位置が変化する。参照光のミラー502の反射面上の位置が変化することにより、反射面に反射した参照光の対物レンズ315上の位置が変化する。対物レンズ315上の参照光の照射領域を、参照光照射領域とする。

[0050] 図4左下側に示すように、参照光の走査により、ホログラム記録媒体1への参照光の入射角度は、最内角505aから最外角506aまで変化する。

[0051] また、信号光は、図4左上側に示す領域507aに配置される。対物レンズ315上の信号光の照射領域を信号光照射領域とする。信号光は、ミラー502の背面方向から対物レンズ315に向かって照射される。即ち、信号光はミラー502の反射面で反射されない。

[0052] 対物レンズ315の有効径101の内部に対し信号光を照射した場合に、ミラー502の影になる部分の領域には、信号光が照射されない。従って、空間光変調器312は、対物レンズ315の焦点面において、ミラー502の影となる領域を除外した領域に照射される信号光に、情報を含める。なお、図4左下側に示す通り、ホログラム記録媒体1への信号光の入射角度は、最内角508aから最外角509aまでの範囲となる。

[0053] 参照光の入射角度を最内角505aから最外角506aまで変化させて、角度多重記録を行う。その間、信号光照射領域507aは位置が固定されている。即ち、位置の固定された信号光照射領域507aを透過した信号光が記録媒体1に入射する間に、角度制御部319は参照光の入射角度を変更する。これにより、異なる複数の角度で参照光が記録媒体1に入射され、角度多重記録が行われる。

[0054] その後、コントローラ89は、信号光と参照光の配置を反転させる。配置を反転させた結果について、図4右側の上下に示す図を用いて説明する。

[0055] 図4右上側に示す通り、参照光は、角度制御部319の制御により、ミラー502の反射面のうち、点503bと点504bとを結ぶ線上において、位置が変化する。これにより、図4右下側に示す通り、ホログラム記録媒体1への参照光の入射角度は、最内角505bから最外角506bまで変化する。

る。

[0056] 信号光は、図4右上側に示す領域507bに配置される。ホログラム記録媒体1への信号光の入射角度は、最内角508bから最外角509bまでの範囲となる。位置及び大きさの固定された信号光照射領域507bを透過した信号光が記録媒体1に入射する間に、角度制御部319は参照光の入射角度を最内角505bから最外角506bまで変化させる。これにより、信号照射領域507bに照射された信号光に対しても、角度多重記録が行われる。

[0057] このように、本実施形態では、コントローラ89の制御により、信号光照射領域と、参照光照射領域との位置が入れ替わる。なお、信号光照射領域と参照光照射領域との位置の変更の前後において、信号光照射領域の大きさは一定であることが望ましい。その結果、ホログラム記録媒体1上の信号光の大きさが一定となる。このように構成することで、ページフォーマットを変化させる必要がなく、信号処理の負荷を増加させずに記録密度を高めることが可能となる。

[0058] 付言すると、信号光照射領域と参照光照射領域とは、図4上段の二つの図に示す通り、対物レンズ315の光軸を中心として対向する位置にある。また、一例として、信号光照射領域の形状は、対物レンズ315の光軸を通るある直線に対し線対称の形状である。

[0059] なお、位置の変更の際、信号光照射領域と参照光照射領域との位置は、対物レンズ315の光軸周りに各々回転するよう変更されることが望ましい。これにより、ペリストロフィック多重の効果が得られ、記録密度を高めることが可能となる。

[0060] また、ミラー502の幅509は、ミラー502に照射される参照光の大部分（例えば95%）を含む大きさである。即ち、ミラー502の幅509は、実質的に参照光を含むよう構成される。参照光のミラー502に対する照射範囲は、入射角度が最大となる場合に最も大きくなる。即ち、ミラー502の幅509は、入射角度が最大となる場合の参照光を実質的に反射する

ことのできる大きさを有する。

[0061] ここで、参照光の集光位置について検討する。参照光は、ミラー５０２上のいずれかの部分で集光し、その後対物レンズ３１５で平行光となるよう構成されることが望ましい。角度制御部３１９の制御により参照光をミラー５０２に照射する際に、ミラー５０２上の左右どちらかに寄った位置に集光するよう参照光を照射した場合、集光位置が寄っていない側のミラー５０２の端において、参照光の照射範囲が最も大きくなる。

[0062] 例えば、図４左上側の図において、点５０４ａの位置に参照光が集光するよう構成した場合、図４右上側の図における点５０４ｂにおいて、参照光の照射範囲が最も大きくなる。一方で、ミラー５０２の中央に参照光が集光するよう構成した場合、ミラー５０２の両端（即ち点５０４ａ及び点５０４ｂ）において参照光の照射範囲が最も大きくなるが、この場合の照射範囲は、集光位置が点５０４ａであった場合の点５０４ｂにおける照射範囲よりも小さくなる。

[0063] なお、ミラー５０２の中央とは、ミラー５０２に反射した参照光が、対物レンズ３１５の中央近傍に照射される、ミラー５０２上の箇所を示す。

[0064] 上述したように、ミラー５０２の影となる領域には信号光が照射されないため、信号光に多くの情報を含ませる場合には、ミラー５０２を薄く構成することが望ましい。そのため、本実施形態では、参照光の集光位置をミラー５０２の中央となるように設計することが望ましい。これにより、ミラー５０２の影となる部分を低減することができるため、信号光のページデータ容量の低減を抑制することができる。

[0065] 図５は、ホログラム記録再生装置１０の信号生成回路８６のブロック図である。先述の外部制御装置９１から入出力制御回路９０へユーザデータが入力されると、入出力制御回路９０はコントローラ８９にユーザデータの入力開始されたことを通知する。コントローラ８９は該通知を受け、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、信号生成回路８６に命令する。

[0066] コントローラ 89 からの処理命令は、制御用ライン 708 を経由し、信号生成回路 86 内のサブコントローラ 701 に通知される。該通知を受け、サブコントローラ 701 は、各信号処理回路 85 を並列に動作させるよう、制御用ライン 708 を介して制御を行う。サブコントローラ 701 の制御により、メモリ制御回路 703 は、データライン 709 を介して入出力制御回路 90 から入力されるユーザデータをメモリ 702 に格納するよう制御する。

[0067] メモリ 702 に格納されたユーザデータが、ある一定量に達すると、CRC (Cyclic Redundancy Check) 演算回路 704 でユーザデータを CRC 化する制御を行う。次に、CRC 化したユーザデータに、スクランブル回路 705 で疑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 706 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。次に、ピックアップ (空間光変調器) インターフェース回路 707 に、誤り訂正符号化したデータを空間光変調器 312 上の 2 次元データの並び順でメモリ 702 から読みださせ、再生時に基準となるマーカを付加する。その後、ピックアップ 11 内の空間光変調器 312 に、2 次元データを送信する。

[0068] 図 6 は、ホログラム記録再生装置 10 の信号処理回路 85 のブロック図である。コントローラ 89 は、ピックアップ 11 内の光検出部 325 が再生用参照光に含まれる画像データを検出すると、ピックアップ 11 から入力される 1 ページ分の画像データを信号処理回路 85 に再生処理するよう命令する。コントローラ 89 からの処理命令は、制御用ライン 811 を経由し、信号処理回路 85 内のサブコントローラ 801 に通知される。

[0069] 該通知を受け、サブコントローラ 801 は各信号処理回路 85 を並列に動作させるよう、制御用ライン 811 を介して各信号処理回路 85 の制御を行う。まず、サブコントローラ 801 は、ピックアップ (光検出器) インターフェース回路 810 を経由してピックアップ 11 から入力される画像データを、制御用ライン 811 を介してメモリ 802 に格納するよう制御する。

[0070] メモリ 802 に格納された画像データが、ある一定量に達すると、サブコントローラ 801 は、メモリ 802 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、画像位置検出回路 809 に行わせる制御を実行する。次に、検出されたマーカーを用いて、画像歪み補正回路 808 が画像の傾き・倍率・ディストーション等の歪み補正を行い、所望の 2 次元データのサイズに画像データを変換する制御を行う。

[0071] 次に、2 値化回路 807 が、サイズ変換された 2 次元で 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、“0”、又は“1”として判定する 2 値化処理を行い、メモリ 802 上に再生データの出力の並びでデータを格納する作業を行う。次に、誤り訂正回路 806 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 805 で疑似乱数データ列を加えるスクランブルを解除する。その後、CRC 演算回路 804 が、メモリ 802 上のユーザデータに誤りが含まれないか否かの確認を行う。その後、ユーザデータは、メモリ 802 から入出力制御回路 90 に送信される。

[0072] 図 7 (A) は、ホログラム記録再生装置 10 における記録処理及び再生処理の準備の一例を示すフローチャートである。以下の処理は、ホログラム記録再生装置 10 において、コントローラ 89 の制御により実行される。

[0073] まず、ホログラム記録再生装置 10 は、ディスクの設置を検知すると、挿入されたディスクがホログラフィを利用してデジタル情報を記録又は再生するホログラム記録媒体 1 であるか否かのディスク判別を行う（ステップ S 701）。

[0074] 次に、ホログラム記録再生装置 10 は、ホログラム記録媒体 1 に含まれるディスク情報（コントロールデータ）の読み出しを行う（ステップ S 702）。ホログラム記録再生装置 10 は、例えばホログラム記録媒体 1 自体に対する情報や、記録時又は再生時における各種設定条件に関する情報を取得する。

[0075] 次に、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 に関わる学習処理を行う（ステップ S 703）。その後、ホログラム記録再生装置 10 において、記録又は再生の準備が完了する（Ready 状態）（ステップ S 704）。その後、ホログラム記録再生

装置 10 において、本フローチャートの処理が終了する。

[0076] 図 7 (B) は、記録処理の一例を示すフローチャートである。以下の処理は、図 7 (A) に示す処理と同様に、ホログラム記録再生装置 10 において、コントローラ 89 の制御により実行される。また、本処理は、図 7 (A) に示す準備処理の終了後に実行される。

[0077] まず、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する (ステップ S 7 1 1)。受信した記録データは、その後ピックアップ 11 内の空間光変調器 3 1 2 に送られる。

[0078] 次に、ホログラム記録再生装置 10 は、記録用学習処理を実行する (ステップ S 7 1 2)。具体的には、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するために、必要に応じて各種記録用学習処理を行う。記録用学習処理には、例えば光源 3 0 1 のパワーの最適化処理や、シャッタ 3 0 3 による露光時間の最適化処理が含まれる。

[0079] 次に、ホログラム記録再生装置 10 は、シーク処理を行う (ステップ S 7 1 3)。具体的には、ホログラム記録再生装置 10 は、アクセス制御回路 8 1 を制御して、ピックアップ 11 及びキュア光学系 1 3 の位置をホログラム記録媒体 1 の所定の位置に位置付けする。ホログラム記録媒体 1 がアドレス情報を有する場合には、アドレス情報を再生し、目的の位置に位置付けされているかを確認する。目的の位置に位置付けされていない場合には、目的の位置とのずれ量を算出し、再度位置付けする動作を繰り返す。

[0080] 次に、ホログラム記録再生装置 10 は、プリキュア処理を行う (ステップ S 7 1 4)。具体的には、ホログラム記録再生装置 10 は、キュア光学系 1 3 から出射する光ビームを用いて所定の領域をプリキュアする。

[0081] 次に、ホログラム記録再生装置 10 は、データ記録処理を行う (ステップ S 7 1 5)。本処理については後に詳述する。

[0082] 次に、ホログラム記録再生装置 10 は、ポストキュア処理を行う (ステップ S 7 1 6)。具体的には、ホログラム記録再生装置 10 は、キュア光学系 1 3 から出射する光ビームを用いて、ポストキュアを行う。その際に、必要

に応じてデータをベリファイすることができる。その後、ホログラム記録媒体 1 は本フローチャートの処理を終了する。

[0083] 図 7 (C) は、再生処理の一例を示すフローチャートである。以下の処理は、図 7 (A) 及び図 7 (B) に示す処理と同様に、ホログラム記録再生装置 10 において、コントローラ 89 の制御により実行される。また、本処理は、図 7 (A) に示す準備処理の終了後に実行される。

[0084] まず、ホログラム記録再生装置 10 は、シーク処理を行う（ステップ S 7 2 1）。具体的には、ホログラム記録再生装置 10 は、アクセス制御回路 81 を制御して、ピックアップ 11 及び再生用参照光光学系 12 の位置をホログラム記録媒体 1 の所定の位置に位置付けする。ホログラム記録媒体 1 がアドレス情報を有する場合、ホログラム記録再生装置 10 はアドレス情報を再生し、目的の位置に位置付けされているかを確認する。目的の位置に位置付けされていない場合には、目的の位置とのずれ量を算出し、再度位置付けする動作を繰り返す。

[0085] 次に、ホログラム記録再生装置 10 は、データ再生処理を行う（ステップ S 7 2 2）。具体的には、ホログラム記録再生装置 10 は、ピックアップ 11 から参照光を出射し、再生用の参照光を検出する。ホログラム記録再生装置 10 は、検出した再生用参照光から、ホログラム記録媒体 1 に記録された情報を読み出す。

[0086] 次に、ホログラム記録再生装置 10 は、再生データを送信する（ステップ S 7 2 3）。具体的には、ホログラム記録再生装置 10 は、読みだした情報を外部制御装置 91 に送信する。その後、ホログラム記録媒体 1 は本フローチャートの処理を終了する。

[0087] 図 8 (A) は、信号生成処理の一例を示すフローチャートである。本図は、図 7 (B) のステップ S 7 1 1 におけるデータ受信処理の後、受信したデータが空間光変調器 312 から出力される 2 次元データに変換されるまでの信号生成回路 86 での処理の一例を示すものである。

[0088] ステップ S 8 0 1 の処理は、ステップ S 7 1 1 の処理と同様であるため、

説明を省略する。なお、受信したデータは、入出力制御回路 90 を介して信号生成回路 86 に通知される。

[0089] 次に、信号生成回路 86 は、CRC 付加処理を行う（ステップ S 802）。具体的には、信号生成回路 86 は、受信した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、各データ列を CRC 化する。

[0090] 次に、信号生成回路 86 は、スクランブルデータ化する（ステップ S 803）。具体的には、信号生成回路 86 は、CRC 化したデータのオンピクセル数とオフピクセル数をほぼ等しくし、同一パターンの繰り返しを防ぐことを目的として、データ列に疑似乱数データ列を加える。

[0091] 次に、信号生成回路 86 は、誤り訂正符号化する（ステップ S 804）。具体的には、信号生成回路 86 は、データ再生時にエラー訂正が行えるよう、リード・ソロモン符号等の誤り訂正符号化を行う。

[0092] 次に、信号生成回路 86 は、データ 2 次元化を行う（ステップ S 805）。具体的には、信号生成回路 86 は、データ列を $M \times N$ の 2 次元データに変換し、それを 1 ページ分繰り返すことにより、1 ページ分の 2 次元データを生成する。

[0093] 次に、信号生成回路 86 は、マーカー付加を行う（ステップ S 806）。具体的には、信号生成回路 86 は、2 次元データに対して、再生時の画像位置検出や画像歪み補正での基準となるマーカーを付加する。

[0094] 次に、信号生成回路 86 は、空間光変調器 312 にパターン転送を行う（ステップ S 807）。信号生成回路 86 は、マーカーを付加した 2 次元データを空間光変調器 312 に送信する。その後、本フローチャートの処理が終了される。

[0095] 図 8（B）は、信号再生処理の一例を示すフローチャートである。本図は、図 7（C）のステップ S 722 において、光検出部 325 で 2 次元データが検出された後、ステップ S 723 において再生データが送信されるまでに信号処理回路 85 において行われる処理の一例を示すものである。

[0096] まず、光検出器が再生画像を取得する（ステップ S 811）。具体的には

、信号処理回路85は、光検出器で検出されたデータを取得する。

[0097] 次に、信号処理回路85は、画像位置を検出する（ステップS812）。

信号処理回路85は、データに含まれるマーカを基準に、画像位置を検出する。

[0098] 次に、信号処理回路85は、画像歪み補正を行う（ステップS813）。

具体的には、信号処理回路85は、画像の傾き、倍率、ディストーション等の歪みを補正する。

[0099] 次に、信号処理回路85は、2値化処理を行う（ステップS814）。

[0100] 次に、信号処理回路85は、マーカを除去する（ステップS815）。

[0101] 次に、信号処理回路85は、2次元データを取得する（ステップS816）。具体的には、信号処理回路85は、マーカが除去された、1ページの2次元データを取得する。信号処理回路85は、取得した2次元データを複数のデータ列に変換する。

[0102] 次に、信号処理回路85は、誤り訂正処理を行う（ステップS817）。

信号処理回路85は、誤り訂正処理を行うことにより、パリティデータ列を取り除く。

[0103] 次に、信号処理回路85は、スクランブル解除を行う（ステップS818）。

[0104] 次に、信号処理回路85は、誤り検出を行う（ステップS819）。具体的には、信号処理回路85は、CRCを用いた誤り検出処理を行い、CRCパリティを削除する。

[0105] 次に、信号処理回路85は、再生データを送信する（ステップS820）。本ステップで行われる処理は、図7（C）に示すステップS723で行われる処理と同様であるため、説明を省略する。その後、本フローチャートの処理が終了される。

[0106] 図9は、第1の実施形態におけるデータ記録処理の一例を示すフローチャートである。本図は、図7（B）のステップS715において行われる処理をより詳細に示すものである。以下の処理は、ホログラム記録再生装置10

において、コントローラ 89 の制御により実行される。

[0107] まず、ホログラム記録再生装置 10 は、ホログラム記録媒体 1 を、最初のページに位置付ける（ステップ S901）。具体的には、ホログラム記録再生装置 10 は、ホログラム記録媒体 1 を、最初のページを記録する位置に位置付けるとともに、角度制御部 319 を用いて参照光の角度を制御する。参照光の角度は、最初のページを記録する角度となる。

[0108] 次に、ホログラム記録再生装置 10 は、ページ記録を行う（ステップ S902）。具体的には、ホログラム記録再生装置 10 は、空間光変調器 312 を用いてページデータを変調し、信号光と参照光とをホログラム記録媒体 1 中で干渉させることにより、ページ記録を行う。

[0109] 次に、ホログラム記録再生装置 10 は、最後の角度多重であるか否かを判定する（ステップ S903）。具体的には、ホログラム記録再生装置 10 は、参照光の角度が、角度多重を行う最後の角度であるか否かを判定する。

[0110] ホログラム記録再生装置 10 が、参照光の角度が最後の角度でないと判定する場合（ステップ S903 で「N o」の場合）、ホログラム記録再生装置 10 は、参照光の角度を変更する（ステップ S904）。具体的には、ホログラム記録再生装置 10 は、参照光の角度を次に記録すべき角度に変更し、ステップ 902 にてページ記録処理を行う。

[0111] ホログラム記録再生装置 10 が、参照光の角度が最後の角度であると判定する場合（ステップ S903 で「Y e s」の場合）、ホログラム記録再生装置 10 は、最後のペリストロフィック多重であるか否かを判定する（ステップ S905）。具体的には、ホログラム記録再生装置 10 は、信号光と参照光との配置が、最後のペリストロフィック多重を行う配置となっているか否かを判定する。

[0112] ホログラム記録再生装置 10 が、最後のペリストロフィック多重でないと判定する場合（ステップ S905 で「N o」の場合）、ホログラム記録再生装置 10 は、空間光変調器 312 の使用領域を変更する（ステップ S906）。本処理の結果、対物レンズ 315 上の信号光照射領域の位置が変更され

る。

[0113] 次に、ホログラム記録再生装置10は、参照光の使用領域を変更する（ステップS907）。本処理の結果、対物レンズ315上の参照光照射領域の位置が変更される。その後、ホログラム記録再生装置10は、ステップS902に処理を移行させる。

[0114] ホログラム記録再生装置10が、最後のペリストロフィック多重であると判定する場合（ステップS905で「Yes」の場合）、ホログラム記録再生装置10は、ステップS902で記録したブックが最後のブックであるか否かを判定する（ステップS908）。ホログラム記録再生装置10が、最後のブックであると判定する場合（ステップS908で「Yes」の場合）、本フローチャートの処理が終了される。即ち、データ記録が終了する。

[0115] ホログラム記録再生装置10が、最後のブックでないと判定する場合（ステップS908で「No」の場合）、ホログラム記録再生装置10は、記録位置を変更する（ステップS909）。具体的には、ホログラム記録再生装置10は、ホログラム記録媒体1の記録位置を変更する。その後、ホログラム記録媒体1は処理をステップS902に戻す。その結果、ペリストロフィック多重の処理が引き続き行われる。

[0116] なお、本実施形態において、参照光の角度の変更に要する時間と、ブック位置の変更に要する時間とを短くする例として、角度多重、ペリストロフィック多重、ブック位置変更の順序で処理を行う例を説明した。しかしながら、処理の順序を入れ替えても構わないし、交互に処理を行い、最終的に所望のブックが記録されるよう構成しても構わない。

[0117] 以上、本実施形態によれば、簡易な構成で角度多重とペリストロフィック多重を組み合わせた記録が可能となる。これにより、簡易な構成で記録密度を向上させることができる。

[0118] <第2の実施形態>

[0119] 以下、第2の実施形態について説明する。本実施形態におけるピックアップ11は、参照光の入射角度を制御する2つの角度制御部を有する。2つの

角度制御部による参照光の走査方向は互いに直交する。以下、第1の実施形態と異なる点について説明する。

[0120] 図10は、第2の実施形態におけるピックアップ11の構成例を示す図である。図10に示すピックアップ11は、ミラー318の代わりに、角度制御部1101を有し、ミラー502の代わりに、+型ミラー1103を有する。また、図10に示すピックアップ11は、偏光方向制御部1104を有する。一例として、偏光方向制御部1104には、 $1/2$ 波長板を用いる。

[0121] 角度制御部1101は、アクチュエーター1102により角度を調整可能である。角度制御部1101の角度の調整方向は、角度制御部319の角度調整の方向と垂直の関係であることが望ましい。即ち、角度制御部1101によって+型ミラー1103上を走査される参照光の走査方向と、角度制御部319によって+型ミラー1103上を走査される参照光の走査方向とは、互いに直交する。なお、一例として、角度制御部1101にはガルバノミラーを用いることができる。

[0122] +型ミラー1103は、+（プラス）の形状をしており、ミラー502を2つ直交して配置したのと同様の機能を有する。この構成により、ホログラム記録媒体1に対し、互いに異なる4方向から参照光を入射させることができる。その結果、参照光を2次元で走査させることができる。なお、参照光の走査方向の変更に伴い、空間光変調器312は、信号光が対物レンズ315に照射されることにより形成される信号光照射領域の位置を異ならせる。

[0123] 角度多重方式で情報の記録処理を行う場合、信号光と参照光とをs偏光して干渉させることが、回折効率を高く保つ観点から望ましい。しかしながら、信号光と参照光との配置を90度回転すると、s偏光だった光がp偏光となり、回折効率が低下する。そのため、信号光306と、+型ミラー1103を反射した参照光307とについて、偏光方向制御部1104により偏光の方位角を変化させて、s偏光とする。

[0124] なお、本実施形態では、2つの角度制御部を用いて参照光の走査方向を変更するが、2次元の方向に走査の制御が可能な素子を、角度制御部の代わり

に用いることも可能である。

[0125] なお、第1の実施形態と同様に、再生時には参照光を記録時とは逆向きにホログラム記録媒体1に照射させる必要がある。そのため、記録時に入射角度を2次元で変化させた場合には、再生時にも参照光の走査方向を2次元で変化させる必要がある。このため、図示しない角度制御部を角度制御部324にさらに追加して、参照光を2次元で走査可能とする。又は、角度制御部324の代わりに、2次元で反射方向を制御可能な素子を用いても構わない。

[0126] 図11は、第2の実施形態の対物レンズ315における信号光と参照光との配置の一例を示す図である。本図は、図10に示す対物レンズ315を信号光の照射方向（即ち対物レンズ315の光軸方向）から見た場合の、信号光と参照光の配置を示す図である。即ち、図11は、図10の紙面の上方向から下方向に向かって、対物レンズ315を見た状態を示す。なお、本図には、+型ミラー1103の背面が示されている。背面の裏側が反射面である。

[0127] 図11において、対物レンズ315の有効径101の中に、+型ミラー1103が配置されている。角度制御部1101と角度制御部319によって2次元で参照光を走査すると、参照光は+型ミラー1103の反射面に反射される。参照光は、走査により線1203a、1203b、1203c、1203d上で位置が変化する。+型ミラー1103は、直交して走査される参照光に沿って延伸するよう構成されているといえる。また、本構成によれば、参照光はホログラム記録媒体1に対して互いに異なる4方向（図11に示す上方向、下方向、右方向、及び左方向）から入射するといえる。

[0128] 参照光が反射面において線1203a上を移動している際、空間光変調器312は信号光を領域1204aに配置する。同様に、参照光が線1203b上を移動している際、空間光変調器312は、信号光を領域1204bに配置する。参照光が線1203c上を移動している際、信号光は領域1204cに配置される。参照光が線1203d上を移動している際、信号光は領

域 1 2 0 4 d に配置される。なお、一例として、位置の変化後においても、図 1 1 に示すように、信号光照射領域と参照光照射領域とは、対物レンズ 3 1 5 の光軸を中心として対向する位置にある。また、信号光照射領域と参照光照射領域の位置の変化については、図 1 1 に示す並び順に限定されない。

[0129] なお、図 1 1 に示す 4 組の信号光と参照光との組み合わせのそれぞれにおいて、角度多重が可能となる。また、本実施形態では、対物レンズ 3 1 5 の光軸周りに 9 0 度ずつ信号光と参照光との配置が回転している。付言すると、第 1 の実施形態と同様に、空間光変調器 3 1 2 は、対物レンズ 3 1 5 の焦点面において、+型ミラー 1 1 0 3 の影となる領域を除外した領域に照射される信号光に、記録する情報を含める。

[0130] 本実施形態においても、信号光照射領域の大きさが一定であるため、ページフォーマットを固定にすることで、信号処理の負荷を増大させずに記録密度を高めることが可能となる。

[0131] 付言すれば、信号光の開口数が大きい場合には、隣接するペリストロフィック多重したホログラムとの間でクロストークが発生しやすくなる。信号光照射領域は、図 1 1 に示す形状でなくてもよく、クロストークを抑制するための任意の形状とすることができる。

[0132] 図 1 2 は、第 2 の実施形態におけるデータ記録処理の一例を示すフローチャートである。

[0133] ステップ S 1 2 2 1 からステップ S 1 2 2 5 において行われる処理は、図 9 に示すステップ S 9 0 1 からステップ S 9 0 5 において行われる処理と同様であるため、説明を省略する。

[0134] ステップ S 1 2 2 5 において、ホログラム記録再生装置 1 0 が、最後のペリストロフィック多重でないと判定する場合（ステップ S 1 2 2 5 で「N o」の場合）、ホログラム記録再生装置 1 0 は、信号光と参照光の偏光を変更する（ステップ S 1 2 3 1）。具体的には、ホログラム記録再生装置 1 0 は、信号光と参照光とが s 偏光となるよう、偏光方向制御部 1 1 0 4 を用いて偏光を制御する。

- [0135] その後、ステップS 1 2 2 6からステップS 1 2 2 9で行われる処理は、図9のステップS 9 0 6からステップS 9 0 9で行われる処理と同様であるため、説明を省略する。
- [0136] 本実施形態において、信号光と参照光との配置位置を変更することにより、ホログラムを光軸に対して回転させて記録を行うペリストロフィック多重の効果が得られるため、記録密度を高めることができる。本実施形態では4多重のペリストロフィック多重が可能となる。
- [0137] また、信号光と参照光との配置の回転により、p偏光となった場合であっても、s偏光に変更する。これにより、回折効率の低下を防ぐことができる。なお、本フローチャートでは、偏光を変化させた後に、信号光照射領域と再生光照射領域との位置を変更したが、これらの処理の順序は本図に示す順序に限られない。
- [0138] <第3の実施形態>
- [0139] 次に、第3の実施形態について説明する。第3の実施形態では、ミラー5 0 2又は+型ミラー1 1 0 3の代わりに、ハーフビームスプリッター1 4 0 1を配置する。以下、第1の実施形態及び第2の実施形態と異なる点について説明する。
- [0140] 図1 3は、第3の実施形態におけるピックアップ1 1の構成例を示す図である。ハーフビームスプリッター1 4 0 1は、参照光を反射し、対物レンズ3 1 5に導く。また、ハーフビームスプリッター1 4 0 1は、信号光を透過し、対物レンズ3 1 5に導く。即ち、参照光と信号光とは、ハーフビームスプリッター1 4 0 1により同軸方向に導かれ、対物レンズ3 1 5を透過する。
- [0141] 第2の実施形態では、+型ミラー1 1 0 3を用いるため、直交する2方向に参照光を走査させたが、ハーフビームスプリッター1 4 0 1は、反射面を面にて有しているため、参照光を任意の方向に走査させることができる。即ち、4多重よりも多くのペリストロフィック多重が可能となる。
- [0142] 一方で、信号光は光量の略半分がハーフビームスプリッター1 4 0 1によ

り反射し、参照光は光量の略半分がハーフビームスプリッター１４０１により透過される。即ち、信号光と参照光との光量が半分に低下する。記録されるホログラムの回折効率を保つために、記録露光時間を倍に延ばすことが好ましい。

[0143] <変形例>

[0144] 図１４は、第３の実施形態の変形例におけるピックアップ１１の構成例を示す図である。本変形例におけるピックアップ１１は、ホログラム記録媒体１に情報を記録するための角度制御部３２４とアクチュエーター３２３を含む再生用参照光光学系１２のほか、角度制御部１５０５及びアクチュエーター１５０４を含む再生用参照光光学系１２を含む。また、信号光及び再生光の偏光を制御する偏光方向制御部１５０２と、対物レンズ１５０３と、をさらに有する。

[0145] ハーフビームスプリッター１４０１を反射せずに透過した参照光は、偏光方向制御部１５０２を透過し、対物レンズ１５０３に照射される。また、ハーフビームスプリッター１４０１を透過せずに反射した信号光は、偏光方向制御部１５０２を透過して対物レンズ１５０３に照射される。即ち、信号光及び参照光は、ハーフビームスプリッター１４０１により同軸方向に導かれる。対物レンズ１５０３を透過した信号光及び参照光は、ホログラム記録媒体１５０１において干渉し、ホログラムを形成する。

[0146] また、記録されたホログラムを再生する際には、アクチュエーター１５０４によって角度調整可能な角度制御部１５０５に参照光を反射させることで、再生用参照光を生成することができる。

[0147] 本変形例では、ホログラム記録媒体１５０１にはホログラム記録媒体１と同じホログラムが記憶される。これにより、第３の実施形態において記録に用いられなかった信号光及び参照光をホログラム記録媒体１５０１の記録に用いることができ、光の利用効率が向上する。

[0148] 以上、第１の実施形態から第３の実施形態におけるホログラム記録再生装置１０を用いることで、ペリストロフィック多重により、ホログラム記録媒

体 1 の所定の箇所に、様々な角度のホログラムを多重して記憶することができる。

[0149] また、上述のホログラム記録再生装置 10 は、デジタルデータの記録に用いるほか、観賞用又はディスプレイ用のホログラムや、ヘッドマウントディスプレイ等に用いるホログラム導光板のホログラム等の任意のホログラムの形成及び印刷において、幅広く適用することが可能である。

[0150] 以上、本発明に係る各実施形態及び変形例の説明を行ってきたが、本発明は、上記した実施形態の一例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施形態の一例は、本発明を分かり易くするために詳細に説明したものであり、本発明は、ここで説明した全ての構成を備えるものに限定されない。また、ある実施形態の一例の構成の一部を他の一例の構成に置き換えることが可能である。また、ある実施形態の一例の構成に他の一例の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の一例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることもできる。また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、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、図中の制御線や情報線は、説明上必要と考えられるものを示しており、全てを示しているとは限らない。ほとんど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

[0151] 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、又は IC カード、SD カード、DVD 等の記録媒体内に記録し、読みだして使用することができる。

[0152] また、上記のホログラム記録再生装置 10 の機能構成は、理解を容易にするために、主な処理内容に応じて分類したものである。構成要素の分類の仕方や名称によって、本願発明が制限されることはない。ホログラム記録再生装置 10 の構成は、処理内容に応じて、さらに多くの構成要素に分類するこ

ともできる。また、1つの構成要素がさらに多くの処理を実行するように分類することもできる。

符号の説明

[0153] 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、12 : 再生用参照光光学系、13 : キュア光学系、14 : ディスク回転角度検出用光学系、50 : 回転モータ、81 : アクセス制御回路、82 : 光源駆動回路、83 : サーボ信号生成回路、84 : サーボ制御回路、85 : 信号処理回路、86 : 信号生成回路、87 : シャッタ制御回路、88 : ディスク回転モータ制御回路、89 : コントローラ、90 : 入出力制御回路、91 : 外部制御装置、101 : 有効径、301 : 光源、302 : コリメートレンズ、303 : シャッタ、304 : 光学素子、305 : 光学分離部、306 : 信号光、307 : 参照光、308 : ビームエキスパンダ、309 : 位相マスク、310・313 : リレーレンズ、311 : PBSプリズム、312 : 空間光変調器、314 : 空間フィルタ、315・1503 : 対物レンズ、316 : 偏光方向変換素子、317・318・322・502 : ミラー、319・324・1101・1505 : 角度制御部、320・323・1102・1504 : アクチュエーター、321・501 : レンズ、325 : 光検出部、503a・504a・503b・504b : 点、507a・507b : 領域、505a・508a・505b・508b : 最内角、506a・509a・506b・509b : 最外角、509 : 幅、701・801 : サブコントローラ、702・802 : メモリ、703・803 : メモリ制御回路、704・804 : CRC演算回路、705 : スクランブル回路、706 : 誤り訂正符号化回路、707 : ピックアップ（空間光変調器）インターフェース回路、708・811 : 制御用ライン、709・812 : データライン、805 : スクランブル解除回路、806 : 誤り訂正回路、807 : 2値化回路、808 : 画像歪み補正回路、809 : 画像位置検出回路、810 : ピックアップ（光検出器）インターフェース回路、1103 : +型ミラー、1104・1502 : 偏光方向制御部、1203a・1203b・1203c・

1 2 0 3 d : 線、1 2 0 4 a ・ 1 2 0 4 b ・ 1 2 0 4 c ・ 1 2 0 4 d : 領域
、 1 4 0 1 : ハーフビームスプリッター

請求の範囲

- [請求項1] 信号光と参照光とを記録媒体に照射して情報を記録するホログラム記録装置であって、
- 光ビームを出射する光源部と、
- 前記光ビームを前記信号光と前記参照光とに分離する光学分離部と、
- 、
- 前記信号光を変調する空間光変調部と、
- 前記信号光と前記参照光とを透過する対物レンズと、
- 前記対物レンズ上の前記信号光の照射領域である信号光照射領域と、
- 前記対物レンズ上の前記参照光の照射領域である参照光照射領域と、
- 、の位置を変更する位置制御部と、
- 前記参照光の前記記録媒体に対する入射角度を制御する角度制御部と、を有し、
- 前記角度制御部は、前記位置制御部により位置の固定された信号光照射領域を透過した前記信号光が前記記録媒体に入射する間に、前記入射角度を変更することにより、異なる複数の角度で前記参照光を前記記録媒体に入射することを特徴とする、ホログラム記録装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のホログラム記録装置であって、
- 前記位置制御部は、前記信号光照射領域と前記参照光照射領域との位置が前記対物レンズの光軸周りに各々回転するよう前記位置を変更することを特徴とする、ホログラム記録装置。
- [請求項3] 請求項1に記載のホログラム記録装置であって、
- 前記位置制御部は、前記信号光照射領域と前記参照光照射領域とが前記対物レンズの光軸を中心として対向する位置になるよう前記位置を変更することを特徴とする、ホログラム記録装置。
- [請求項4] 請求項1に記載のホログラム記録装置であって、
- 前記角度制御部により制御された前記参照光を反射面で反射し、前記反射面で前記信号光を反射しない位置に配置されるミラー部を有し

、

前記対物レンズは、前記ミラー部に反射された前記参照光を透過することを特徴とする、ホログラム記録装置。

[請求項5]

請求項4に記載のホログラム記録装置であって、

前記ミラー部は、前記入射角度が最大となる場合の前記参照光を反射する幅を有することを特徴とする、ホログラム記録装置。

[請求項6]

請求項4に記載のホログラム記録装置であって、

前記空間光変調部は、前記対物レンズの焦点面において、前記ミラー部の影となる領域を除外した領域に照射される前記信号光に情報を含めることを特徴とする、ホログラム記録装置。

[請求項7]

請求項1に記載のホログラム記録装置であって、

2つの前記角度制御部と、

直交して走査される前記参照光に沿って延伸し、該参照光を反射するミラー部と、を有し、

前記角度制御部は、前記参照光の走査方向が互いに直交するように制御し、

前記対物レンズは、前記ミラー部に反射された前記参照光を透過することを特徴とする、ホログラム記録装置。

[請求項8]

請求項1に記載のホログラム記録装置であって、

前記角度制御部により制御された前記参照光を反射し、前記信号光を透過するミラー部と、を有し、

前記対物レンズは、前記ミラー部に反射した前記参照光及び前記ミラー部を透過した前記信号光を透過することを特徴とする、ホログラム記録装置。

[請求項9]

請求項1に記載のホログラム記録装置であって、

前記信号光照射領域と前記参照光照射領域との位置の変更に応じて、前記信号光と前記参照光との偏光を制御する偏光制御部を有することを特徴とする、ホログラム記録装置。

[請求項10] 信号光と参照光とを照射して情報が記録された記録媒体から前記情報を再生するホログラム再生装置であって、
光ビームを出射する光源部と、
前記光ビームから参照光を生成する光学分離部と、
前記参照光が前記記録媒体に照射された結果得られる再生光を検出する光検出部と、
前記参照光と前記再生光とを透過する対物レンズと、
前記対物レンズ上の前記参照光の照射領域である参照光照射領域の位置を変更する位置制御部と、
を有することを特徴とする、ホログラム再生装置。

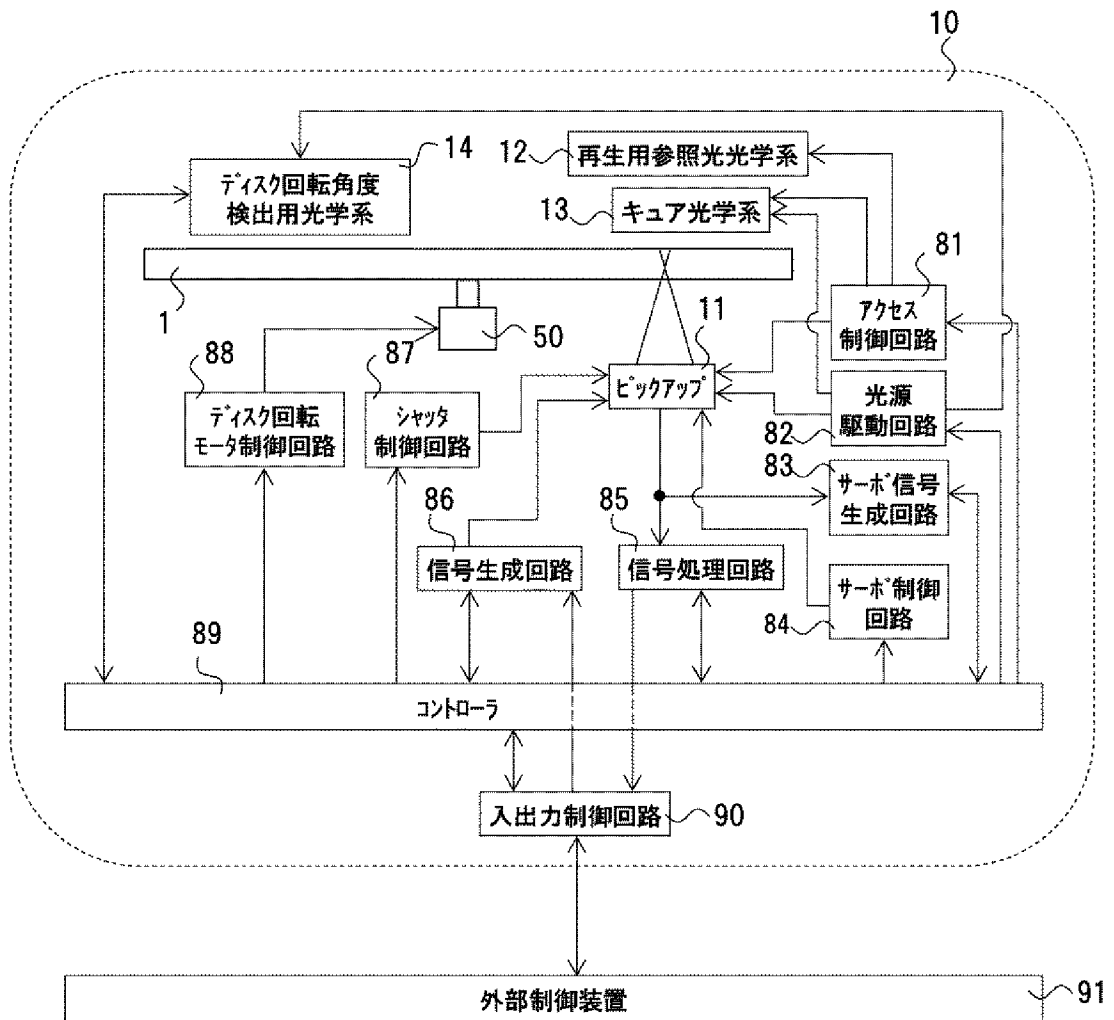
[請求項11] 信号光と参照光とを記録媒体に照射して情報を記録するホログラム記録方法であって、
光源から光ビームを出射するステップと、
前記光ビームを前記信号光と前記参照光とに分離するステップと、
前記信号光を変調するステップと、
対物レンズを用いて前記信号光と前記参照光とを干渉させてホログラムを記録するステップと、
前記対物レンズ上の前記信号光の照射領域である信号光照射領域と、前記対物レンズ上の前記参照光の照射領域である参照光照射領域と、の位置を変更するステップと、
前記参照光の前記記録媒体に対する入射角度を制御するステップと、
を有し、
前記ホログラムを記録するステップにおいて、位置の固定された信号光照射領域を透過した前記信号光が前記記録媒体に入射される間に、前記入射角度を変更することにより、異なる複数の角度の前記参照光が前記記録媒体に入射されることを特徴とする、ホログラム記録方法。

[請求項12] 信号光と参照光とを照射して情報が記録された記録媒体から前記情

報を再生するホログラム再生方法であって、
光源から光ビームを出射するステップと、
前記光ビームから参照光を生成するステップと、
前記参照光が対物レンズに透過されるステップと、
前記参照光が前記記録媒体に照射された結果得られる再生光が前記
対物レンズに透過されるステップと、
前記再生光を検出して前記情報を再生するステップと、
前記対物レンズ上の前記参照光の照射領域である参照光照射領域の
位置を変更するステップと、
を有することを特徴とする、ホログラム再生方法。

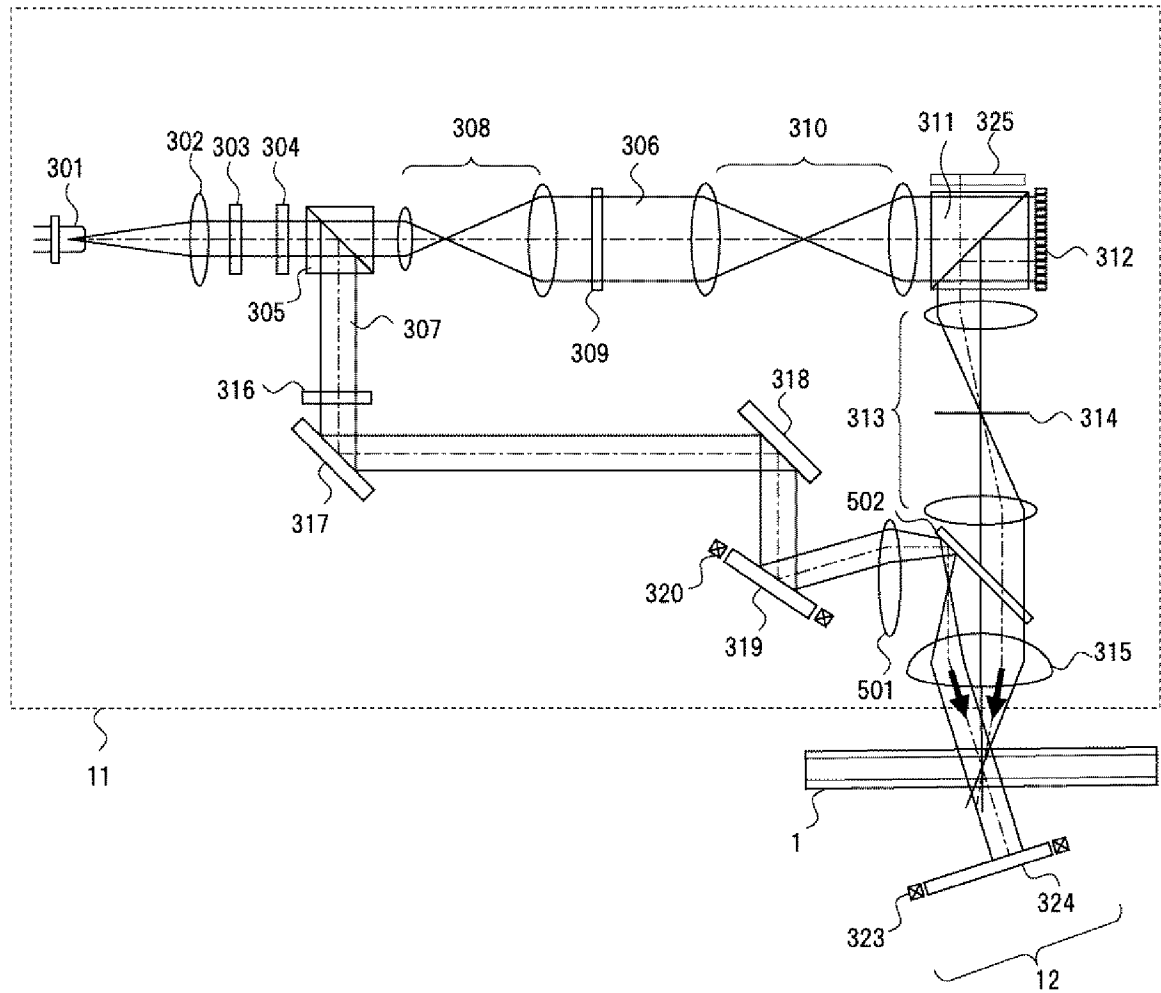
[図1]

図 1



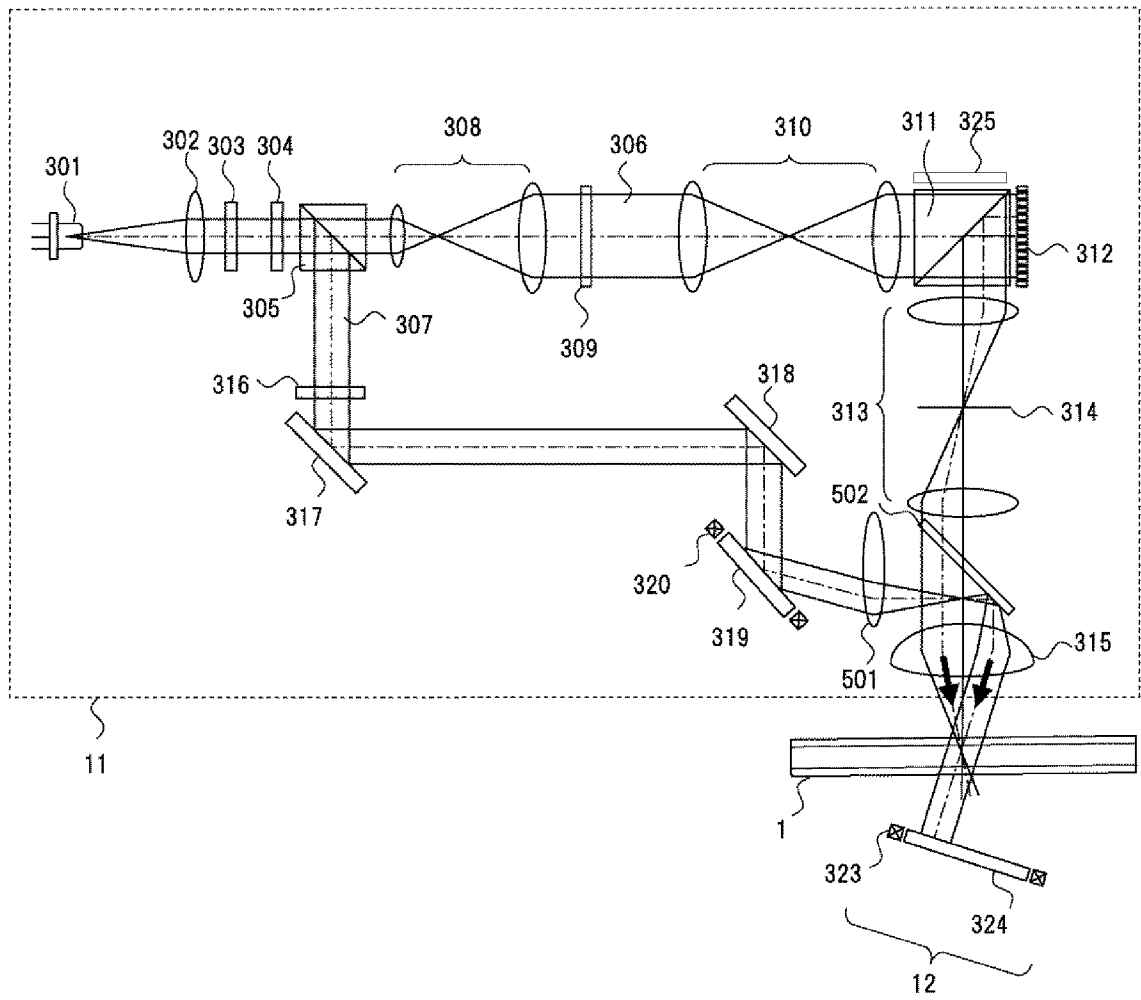
[図2]

図 2



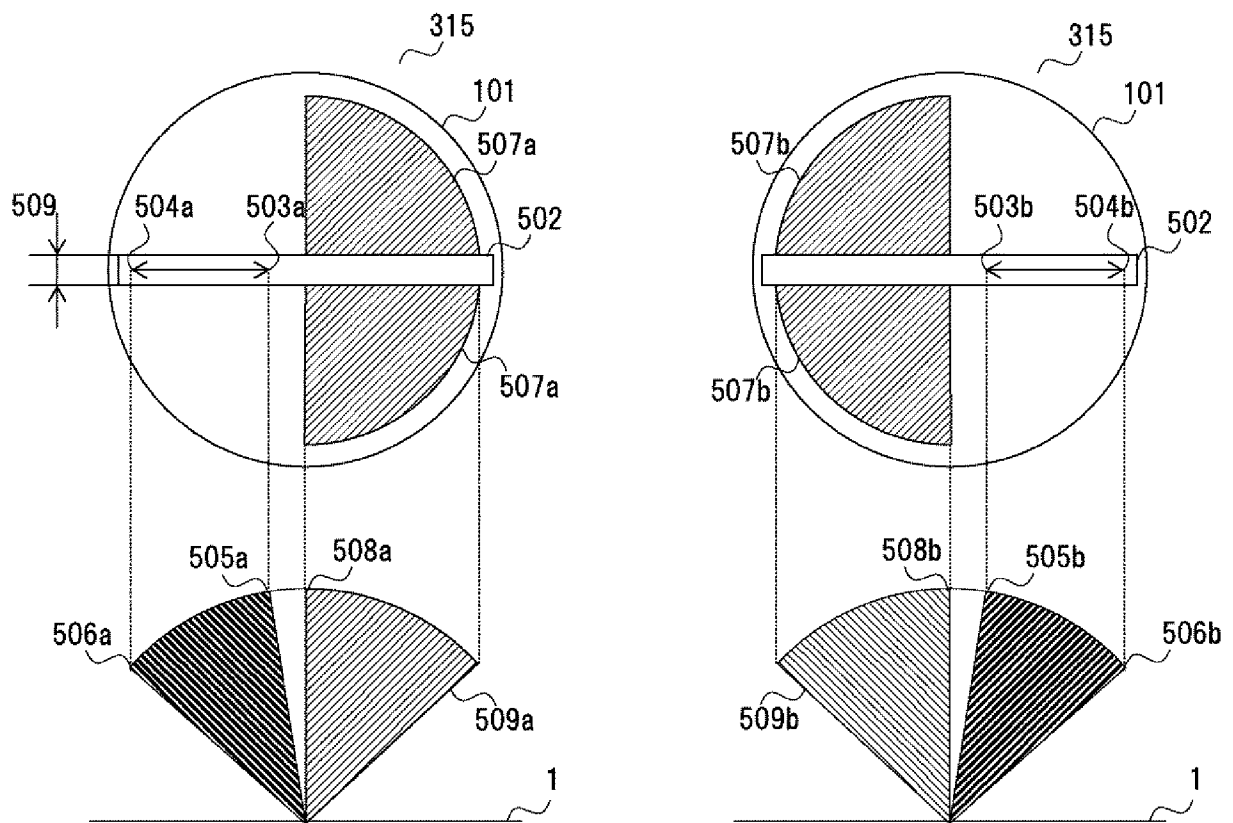
[図3]

図 3



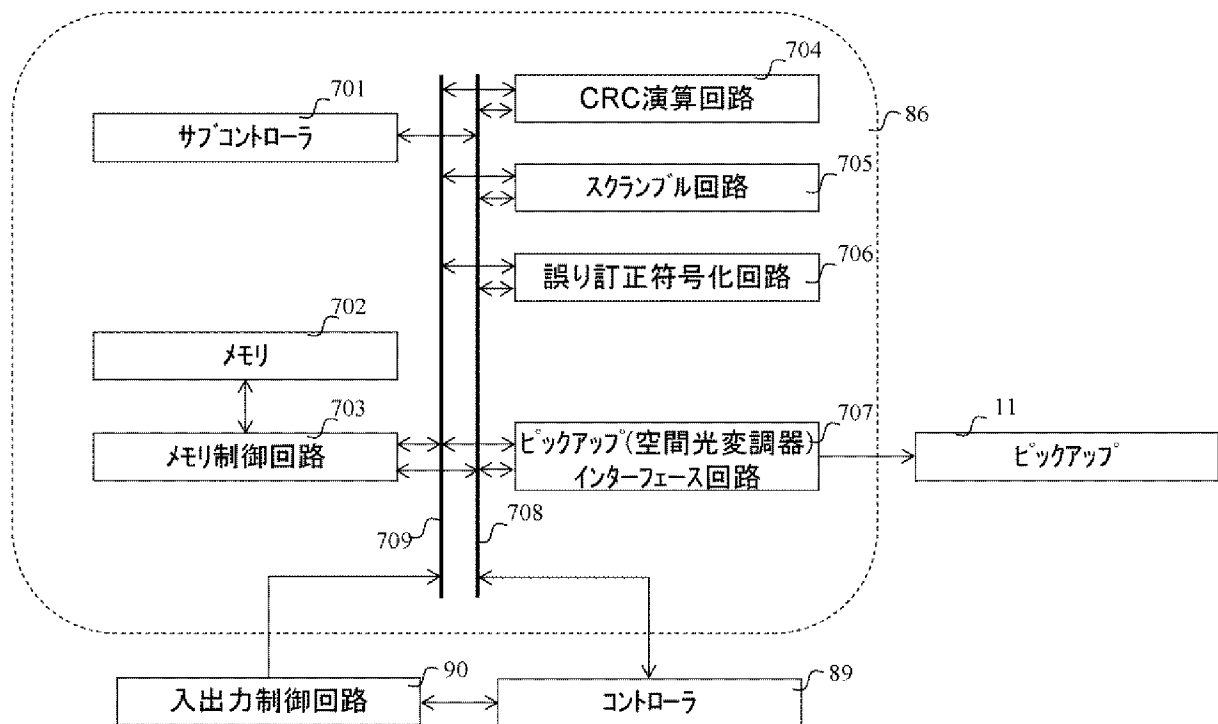
[図4]

図 4



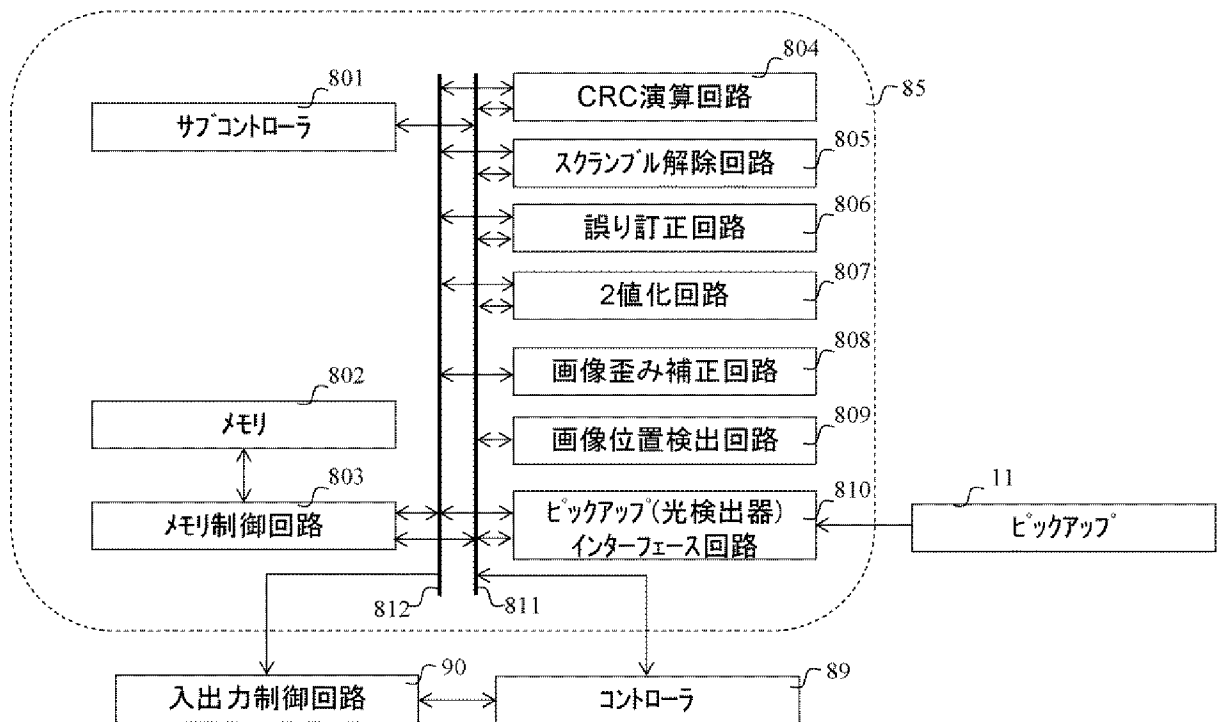
[図5]

図 5



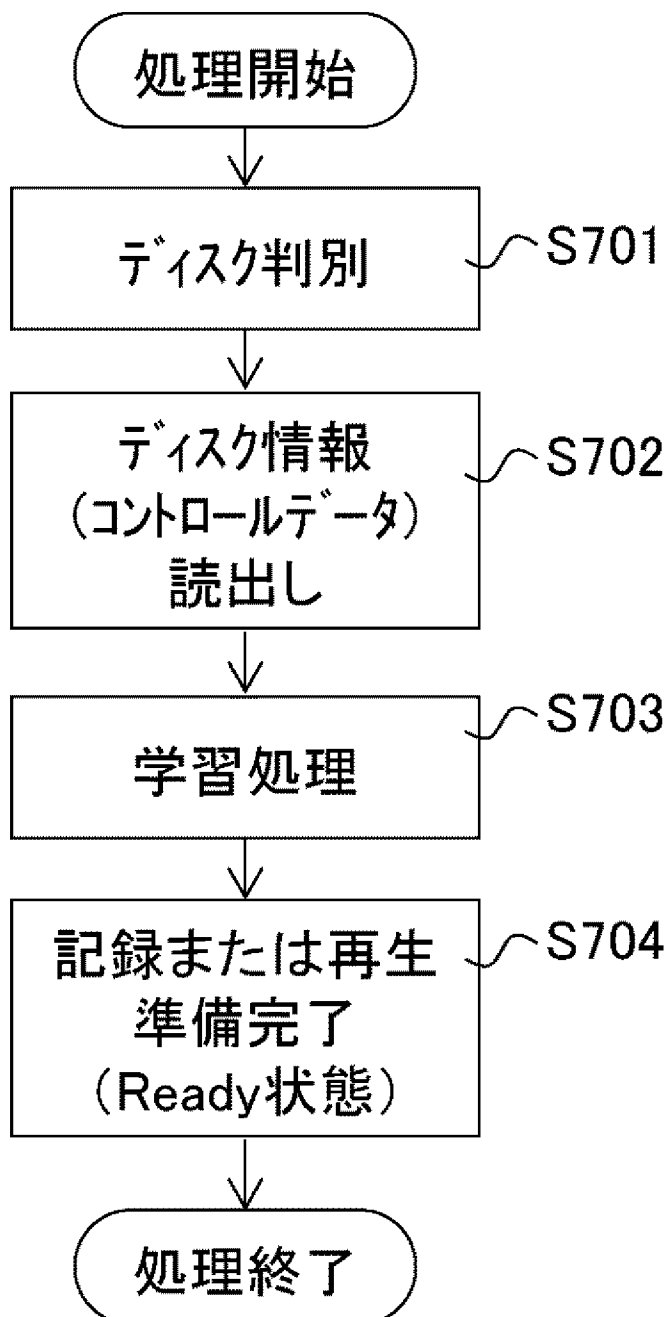
[図6]

図 6



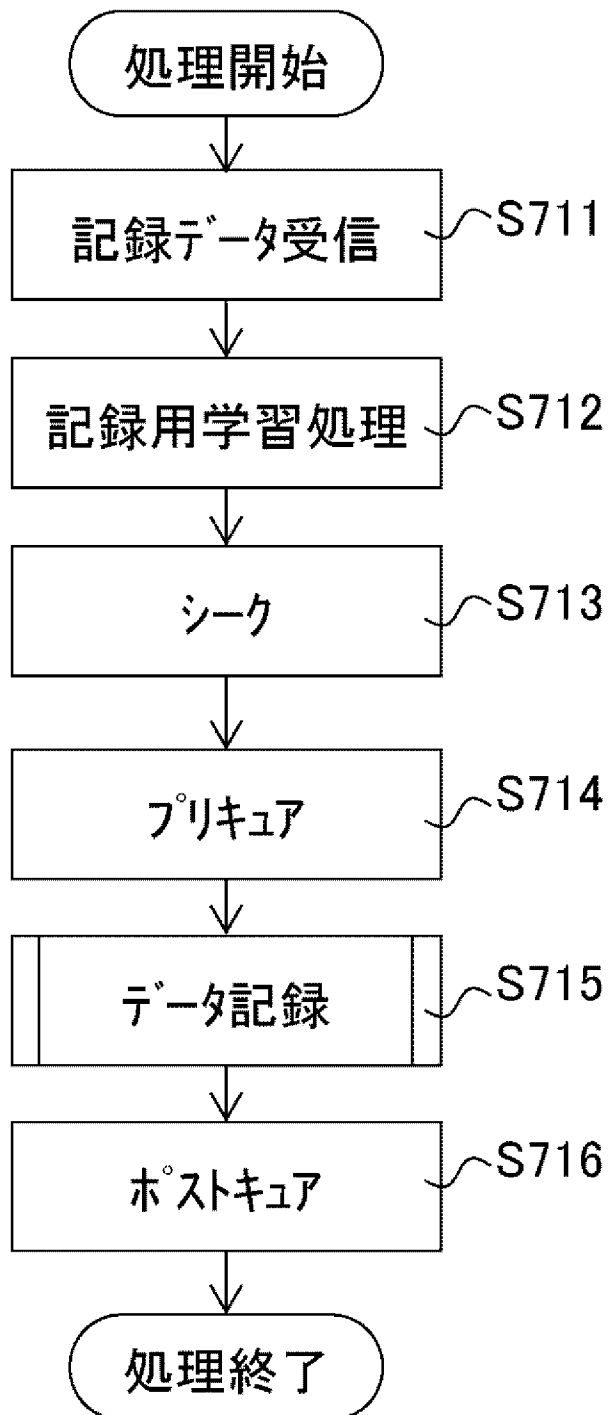
[図7A]

図 7 (A)



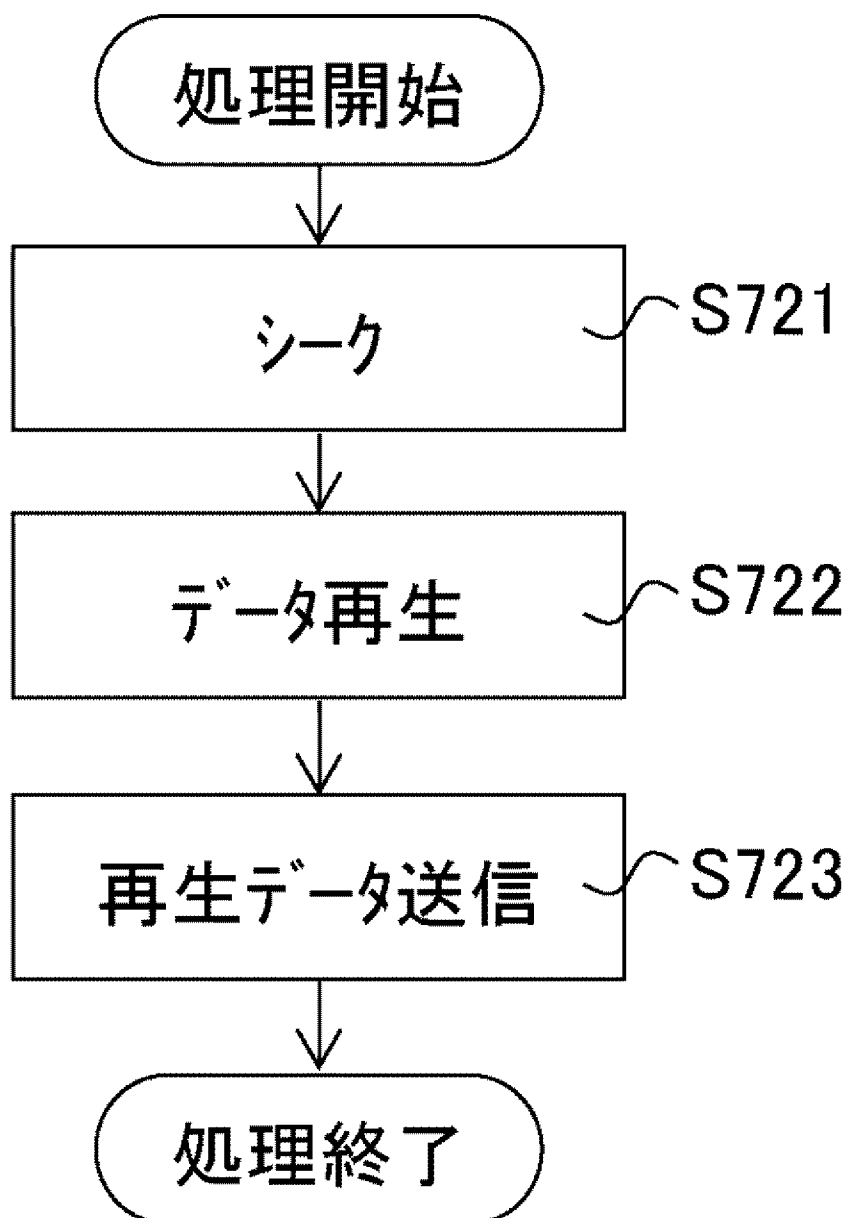
[図7B]

図 7 (B)



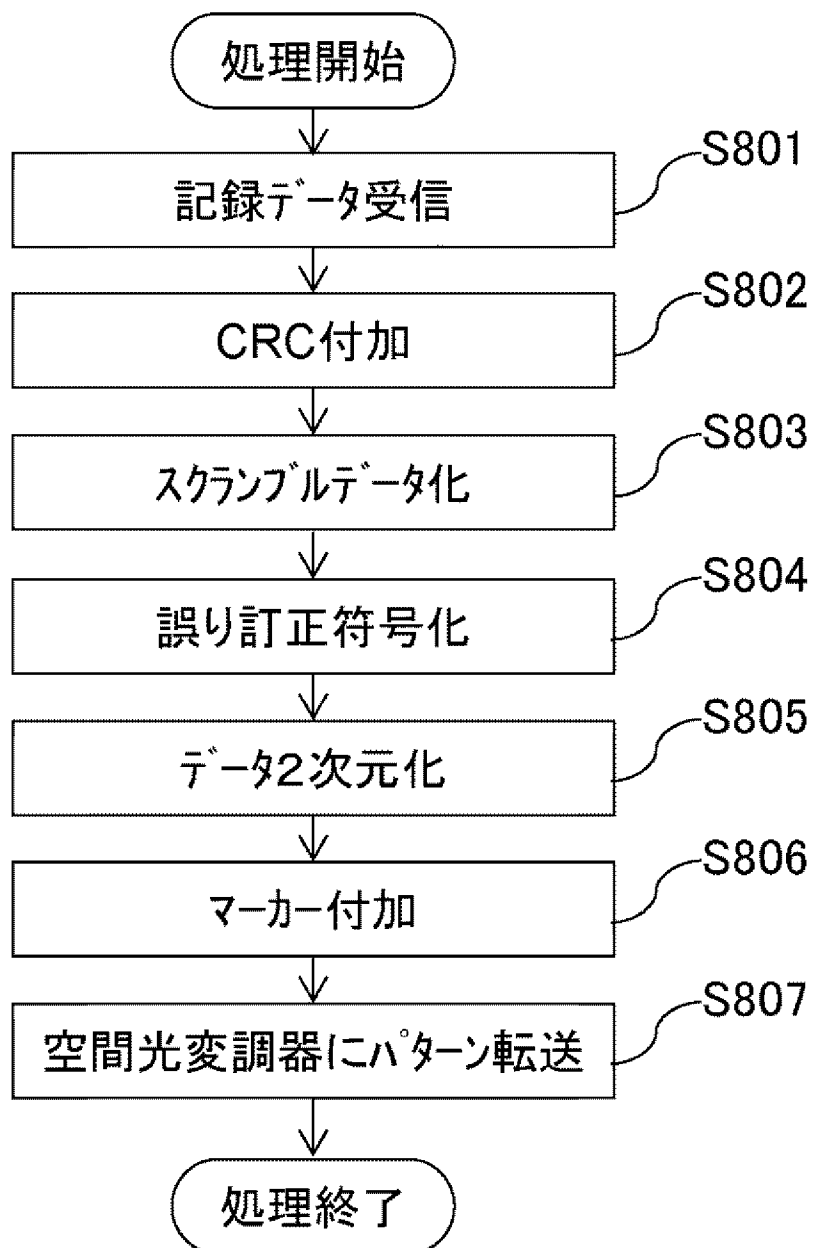
[図7C]

図 7 (C)



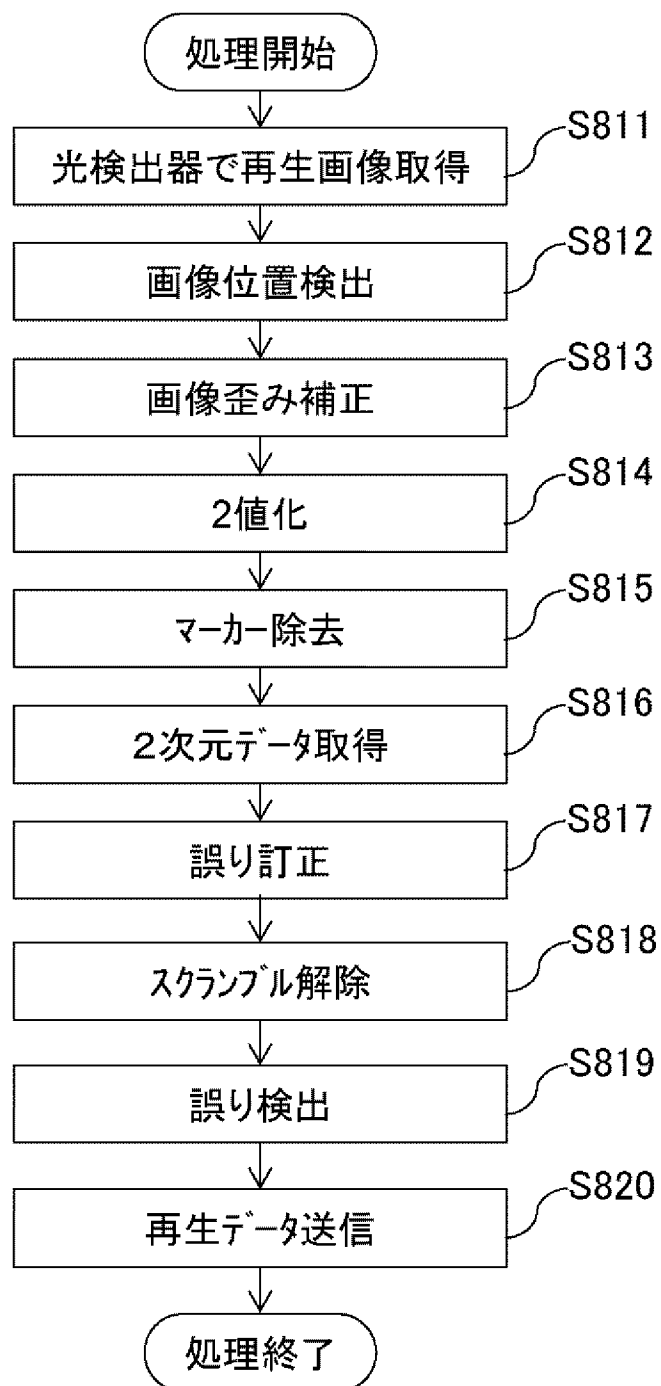
[図8A]

図 8 (A)



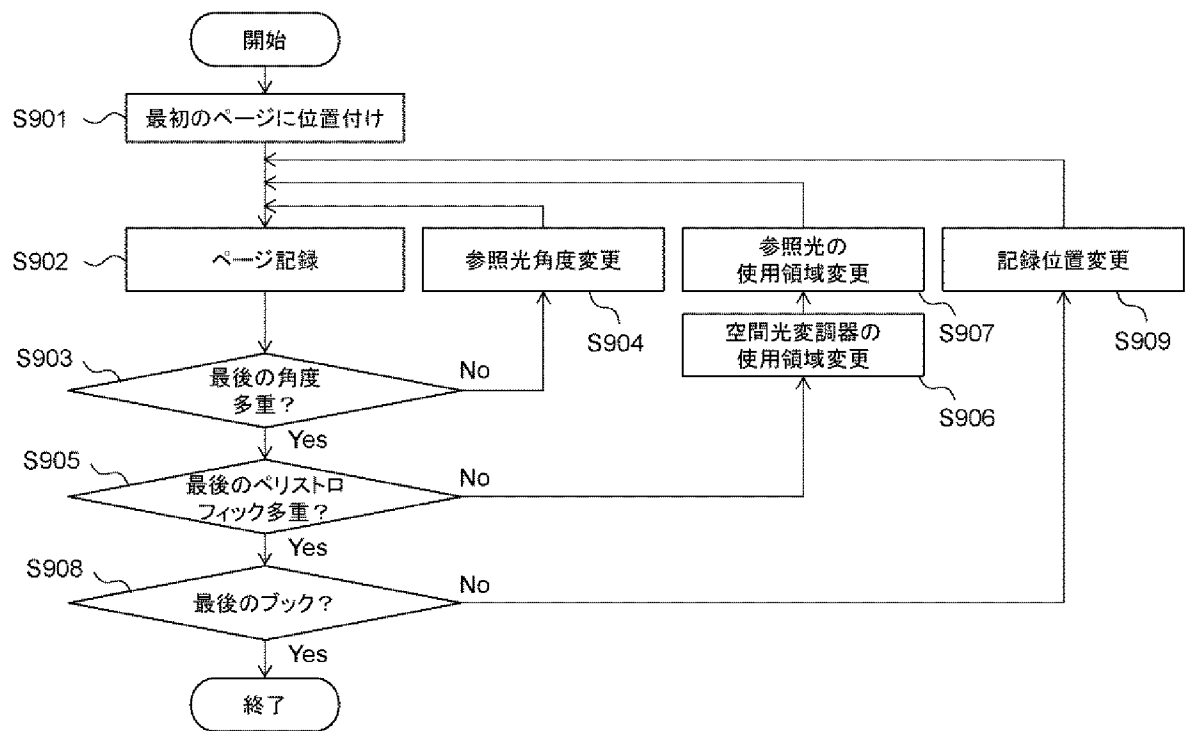
[図8B]

図 8 (B)



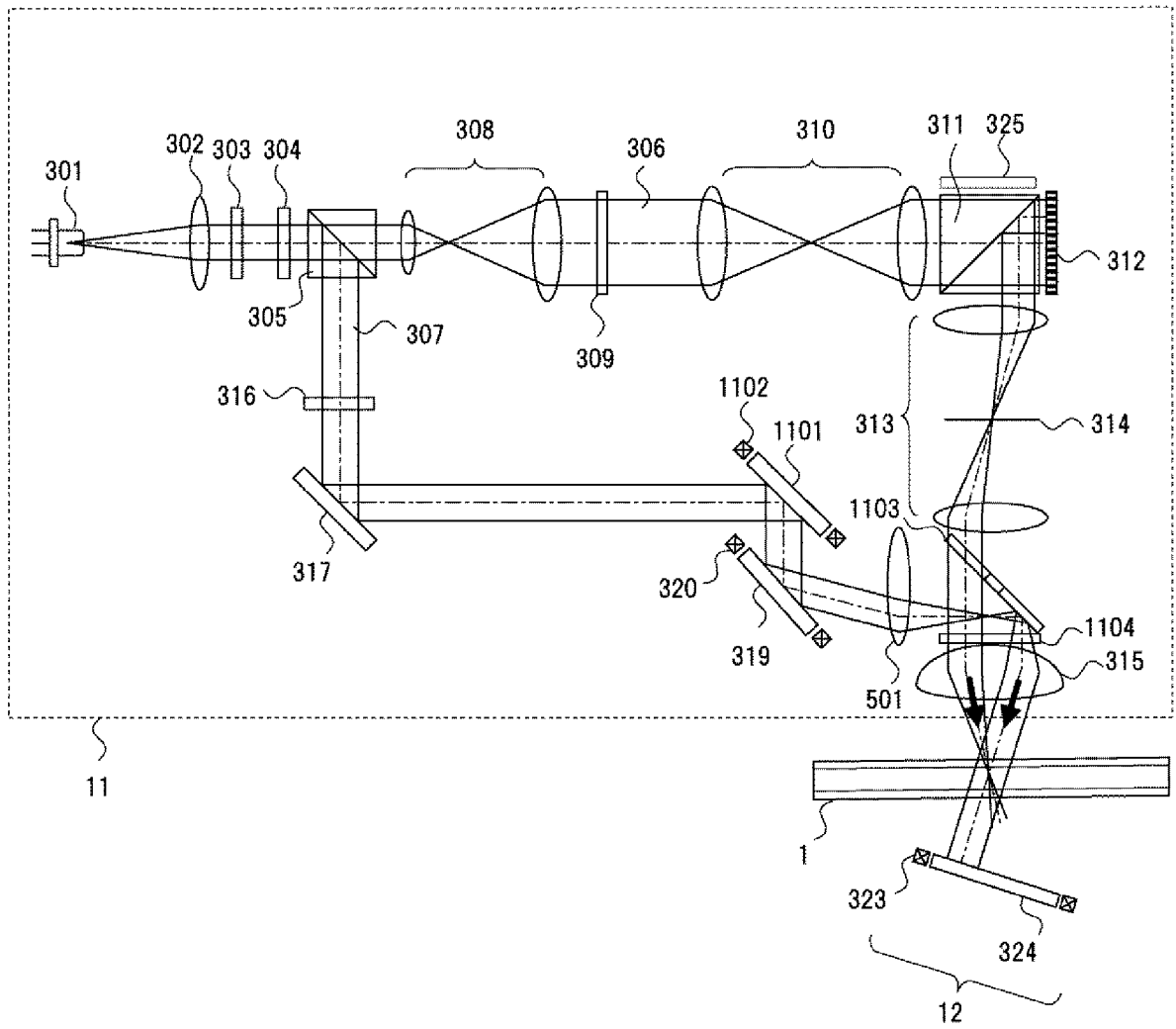
[図9]

図 9



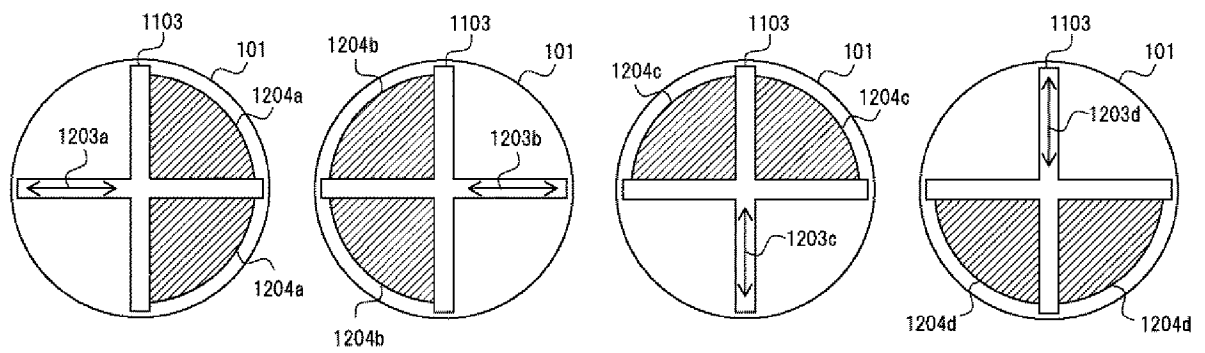
[図10]

図 10



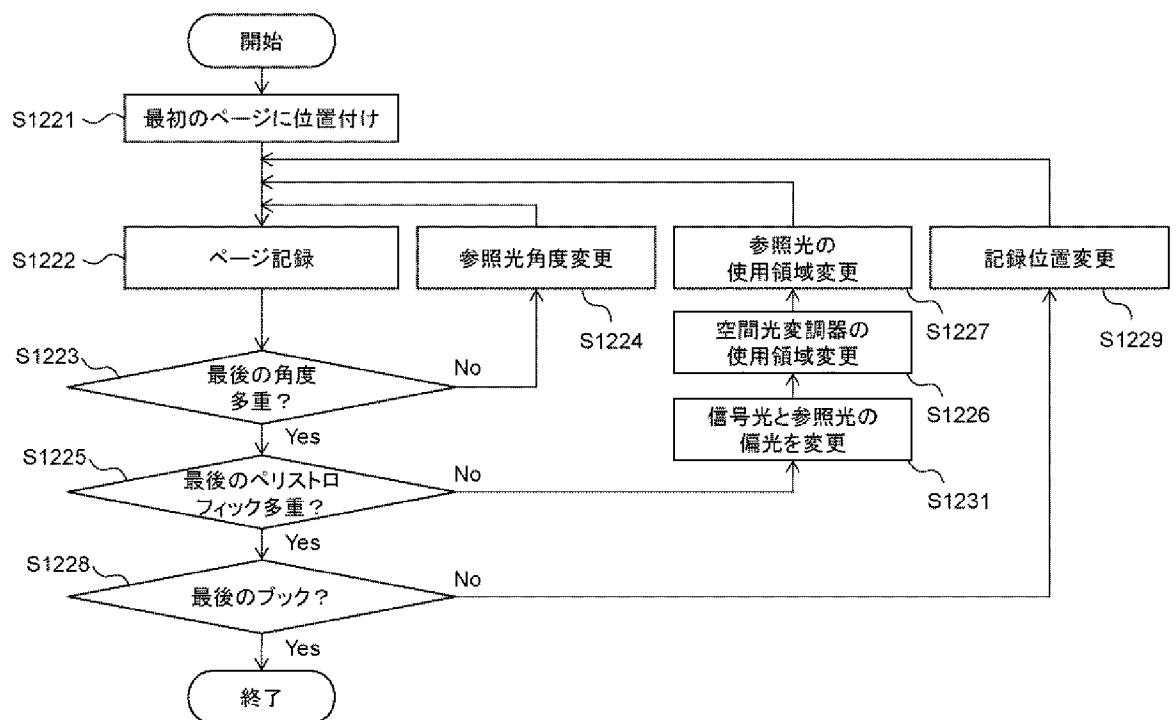
[図11]

図 1 1



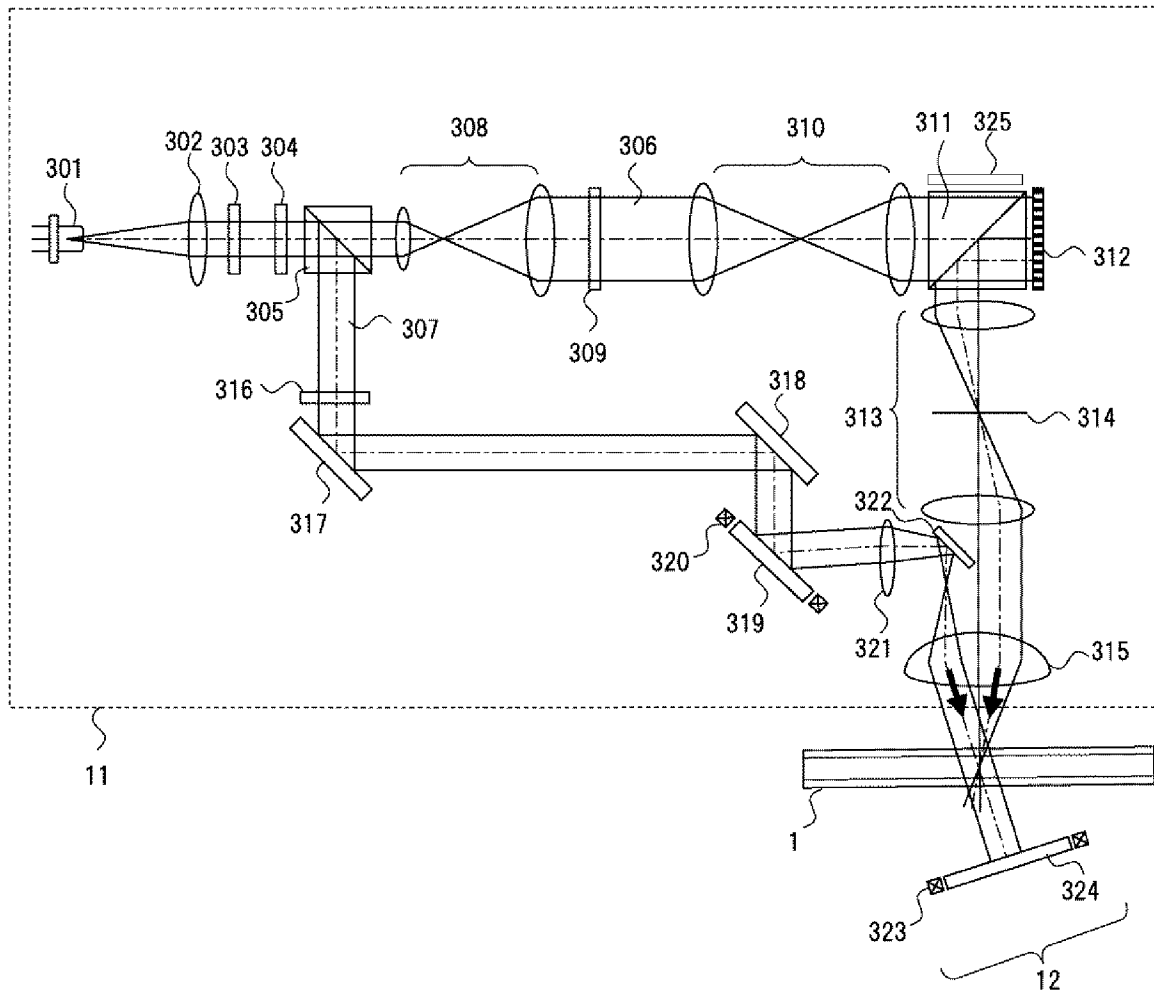
[図12]

図 1 2



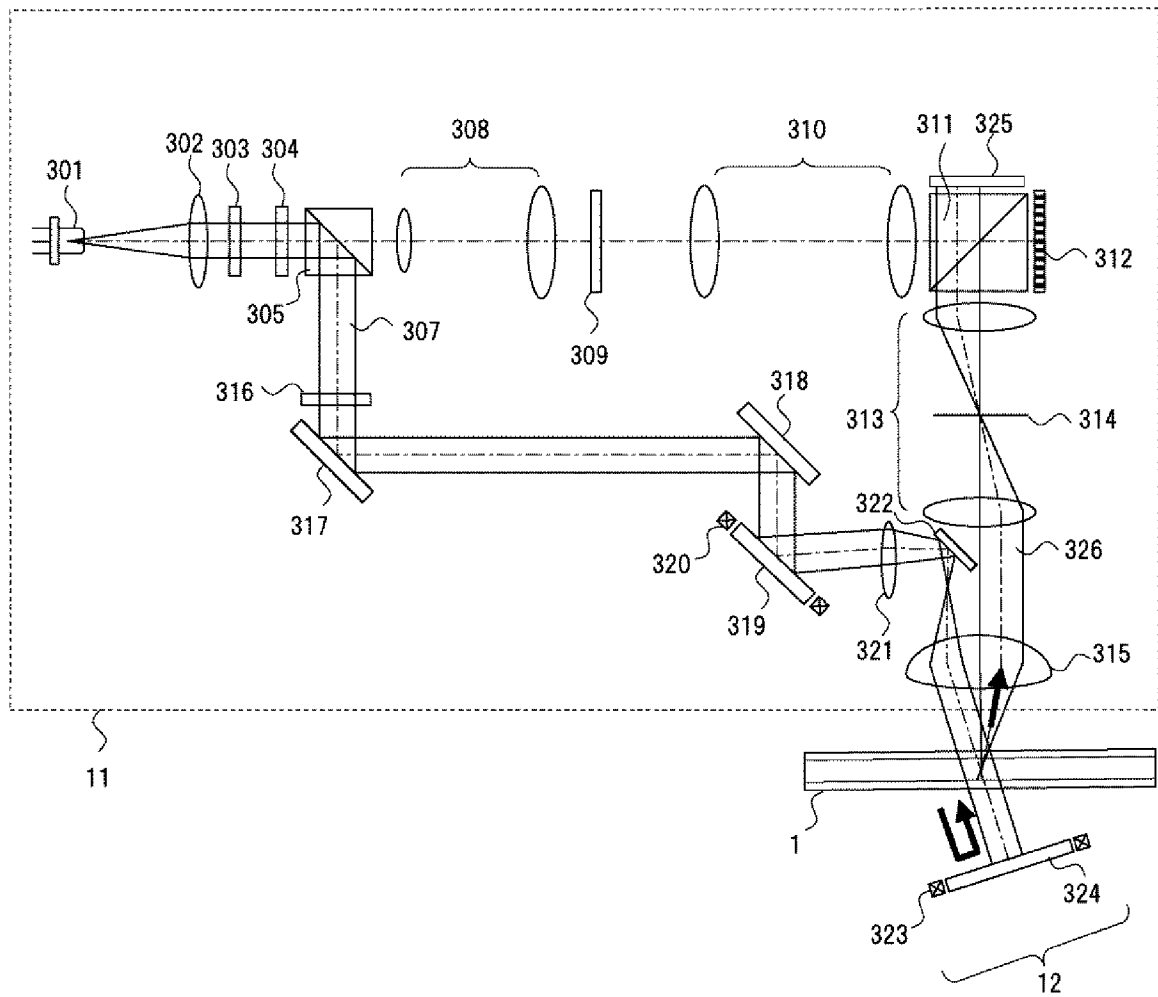
[図15]

図 15



[図16]

図 16



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/025050

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G11B7/0065 (2006.01) i, G11B7/135 (2012.01) i, G11B7/1362 (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)

Int. Cl. G11B7/0065, G11B7/135, G11B7/1362

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 A	JP 2006-343714 A (SHARP CORP.) 21 December 2006, paragraphs [0034]-[0040], [0062], fig. 1, 2 & US 2006/0262701 A1, paragraphs [0056]-[0062], [0097], fig. 1, 2 & CN 1862674 A	1, 10-12 2-9
X A	JP 2000-338846 A (SONY CORP.) 08 December 2000, paragraphs [0033], [0036]-[0045], fig. 1, 8 (Family: none)	10 1-9, 11-12
A	JP 2010-508617 A (INPHASE TECHNOLOGIES INC.) 18 March 2010, paragraphs [0069], [0070], [0085]-[0087], [0135], fig. 1, 12-14, 30 & US 2008/0100890 A1, paragraphs [0133], [0134], [0149]-[0151], [0199], fig. 1, 12-14, 30 & WO 2008/057646 A2 & EP 2084581 A2 & CN 101681144 A	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
10.08.2018

Date of mailing of the international search report
21.08.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G11B7/0065(2006.01)i, G11B7/135(2012.01)i, G11B7/1362(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（IPC））

Int.Cl. G11B7/0065, G11B7/135, G11B7/1362

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 A	JP 2006-343714 A（シャープ株式会社） 2006.12.21, 段落[0034]-[0040], [0062], 図1, 2 & US 2006/0262701 A1, 段落[0056]-[0062], [0097], 図1, 2 & CN 1862674 A	1, 10-12 2-9
X A	JP 2000-338846 A（ソニー株式会社） 2000.12.08, 段落[0033], [0036]-[0045], 図1, 8 (ファミリーなし)	10 1-9, 11-12

☒ 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

10.08.2018

国際調査報告の発送日

21.08.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

川中 龍太

5 C

5892

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-508617 A (インフューズ テクノロジーズ インコーポレイテッド) 2010.03.18, 段落[0069]-[0070], [0085]-[0087], [0135], 図 1, 12-14, 30 & US 2008/0100890 A1, 段落[0133]-[0134], [0149]-[0151], [0199], 図 1, 12-14, 30 & WO 2008/057646 A2 & EP 2084581 A2 & CN 101681144 A	1-12