

(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
2016年2月4日(04.02.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/017020 A1

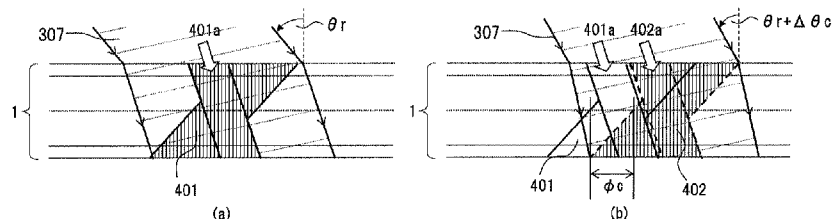
- (51) 国際特許分類:
G11B 7/0065 (2006.01) *G03H 1/30* (2006.01)
G03H 1/04 (2006.01) *G11B 7/135* (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/070297
- (22) 国際出願日: 2014年8月1日(01.08.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日立コンシューマエレクトロニクス株式会社 (HITACHI CONSUMER ELECTRONICS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町2-9-2番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 永沢 充(NAGASAWA Mitsuru); 〒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). 中井 伸郎(NAKAI Nobuo); 〒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). 嶋田 堅一(SHIMADA Kenichi); 〒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). 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). 山崎 和良
- (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, 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 (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,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL-INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING METHOD AND OPTICAL-INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(54) 発明の名称: 光情報記録再生方法、光情報記録再生装置

【図12】



(57) Abstract: Provided is a holographic optical-information recording and reproducing device and optical-information recording and reproducing method capable of increasing recording capacity with a simple configuration. An example of the solution is an optical-information recording and reproducing method characterized by including: a first recording step for forming a first hologram at a predetermined position in an optical-information recording medium using the interference between a first signal beam and a first reference beam; and a second recording step for forming a second hologram adjacent to the first hologram using the interference between a second signal beam and a second reference beam. The method is also characterized in that, in the first recording step or the second recording step, the first beam waist of the first signal beam in the first hologram and the second beam waist of the second signal beam in the second hologram are made to overlap each other by a predetermined amount in a beam-waist plane in the optical-information recording medium, and the incident angle of the first reference beam when forming the first hologram and the incident angle of the second reference beam when forming the second hologram are made to deviate from each other by a predetermined amount.

(57) 要約: 簡素な構成で記録容量を大容量化することが可能な、ホログラム光情報記録再生装置および光情報記録再生方法を提供する。解決手段の一例として、第1の信号光と第1の参照光との干渉で光情報記録媒体の所定位置に第1のホログラムを形成する第1の記録工程と、第2の信号光と第2の参照光との干渉で第1のホログラムの隣に第2のホログラムを形成する第2の記録工程と、を有し、第1の記録工程または第2の記録工程では、第1のホログラムにおける第1の信号光の第1のビームウエストと、第2のホログラムにおける第2の信号光の第2のビームウエストを、光情報記録媒体のビームウエスト面上において互いに所定量オーバーラップさせ、かつ、第1のホログラムを形成するときの第1の参照光の入射角度と、第2のホログラムを形成するときの第2の参照光の入射角度を、互いに所定量ずらす、ことを特徴とする光情報記録再生方法がある。

WO 2016/017020 A1

WO 2016/017020 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： 光情報記録再生方法、光情報記録再生装置

技術分野

[0001] 本発明は、信号光と参照光との干渉パターンをページデータとして光情報記録媒体に情報を記録し、光情報記録媒体から情報を再生する光情報記録再生方法、光情報記録再生装置に関する。

背景技術

[0002] ホログラム記録再生装置の記録容量を大容量化する技術として、例えば特開 2007-293309 号公報（特許文献 1）がある。本公報には、課題として「記録領域を部分重畳して光情報の記録密度を高め、選択された記録領域の隣接した領域で再生された隣接再生光をサーボ制御用光として用いて光情報処理装置の構成を単純化させ、限界角度を外れる角度は限界角度範囲内の角度に変更して参照光を照射することによって光情報格納媒体の格納効率を高めること。」と記載されており、その解決手段として、「本発明による光情報処理装置、光情報サーボ制御方法、光情報記録方法、光情報再生方法は、光情報の記録時にトラック毎に異なるオフセット角度を有する多重化角度で光情報を多重記録及び再生し、限界角度を外れた多重化角度は、限界角度範囲内の角度に変更して多重記録及び再生し、共に再生される異なるトラックの再生光を用いてサーボ制御を行なう。」と記載されている。

[0003] また、特開 2009-87448 号公報（特許文献 2）には、「角度多重記録方式でホログラムを記録する時の参照光のディスクへの入射角度の集合を $\{\theta\} = [\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_M]$ と表すとき、光情報記録媒体 1 上の位置又はトラック位置に応じて参照光の入射角度 $\{\theta\}$ を切り替える。」と記載されている。

[0004] また、WO 2009/054044 号公報（特許文献 3）には、「本発明により提供されるホログラム記録装置は、空間光変調器により記録すべき情報に応じて変調された記録光を、対物レンズを介して記録媒体に照射する

記録光照射手段と、上記記録光と干渉して上記記録媒体にホログラムの記録領域を形成するように参照光を照射する記録参照光照射手段と、上記記録領域が所定方向に並んで形成されるように、上記記録媒体に対する上記記録光および参照光の照射位置を相対的に変位させる照射位置変位手段と、を備え、上記対物レンズが、上記記録媒体に対して上記記録光を全体的に収束させながら軸上光束および軸外光束についても収束させるレンズであることとを特徴とする。好ましくは、上記対物レンズは、上記記録領域内にビームウエストを形成するように上記記録光を収束させており、上記照射位置変位手段は、上記記録領域内のビームウエストに対応する部分が隣り合う記録領域同士で重なるように、上記記録光および参照光の照射位置を変位させている。」と記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-293309号公報

特許文献2：特開2009-87448号公報

特許文献3：WO2009/054044号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ホログラム記録技術において、有限な大きさの記録媒体で記録容量を大容量化するためには、各ホログラムの間隔を近接させて記録して高密度化を実現する必要がある。特許文献1に記載の技術では、ホログラムを近接して記録するとき、参照光をトラック毎に異なるオフセット角度で入射することで、再生時に隣接ホログラムから出射する再生光の光量を低減させている。しかしながら、特許文献1の構成は選択したホログラムの再生光と隣接ホログラムの再生光をフィルタで分離しているため、記録媒体で最も絞られるビームウエスト面上では、ホログラムは互いに分離して形成している。そのため、大容量化の観点で不利になるという課題がある。特許文献2も、特許文献

1と同様にビームウエスト面上では、ホログラムは互いに分離して形成しているため、大容量化の観点で不利になる。

[0007] また、特許文献3に記載の技術では、信号光を軸上および軸外ともに収束させるような対物レンズを用いることで、隣接ホログラムがビームウエスト部分で重なるように記録している。しかしながら、特許文献3の構成は媒体と光学系の相対位置ずれに対して感度が高いため、信号性能が劣化しやすいといった課題がある。

[0008] 本発明は上記問題を鑑みてなされたものであり、ホログラムを用いた光情報記録再生装置において、簡素な構成で記録容量を大容量化することが可能な光情報記録再生方法、光情報記録再生装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 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。本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、隣り合うホログラムにおける信号光のビームウエストをビームウエスト面上において互いに所定量オーバーラップさせ、かつ、隣り合うホログラムの参照光の入射角度を互いに所定量ずらす。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、ホログラムを用いた光情報記録再生装置において、簡素な構成で記録容量を大容量化することが可能な、光情報記録再生方法および光情報記録再生装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]光情報記録再生装置の実施例を表す概略図

[図2]光情報記録再生装置内のピックアップの記録原理の一例を表す概略図

[図3]光情報記録再生装置内のピックアップの再生原理の一例を表す概略図

[図4a]光情報記録再生装置の光情報記録媒体を挿入した後、記録または再生の準備が完了するまでの動作フローを表す概略図

[図4b]光情報記録再生装置の準備完了状態から光情報記録媒体に情報を記録するまでの動作フローを表す概略図

[図4c]光情報記録再生装置の準備完了状態から光情報記録媒体に記録した情報を再生するまでの動作フローを表す概略図

[図5]光情報記録媒体に入射する信号光と参照光のオーバーラップを表す概略図

[図6]従来の光情報記録再生装置で記録されたブックの位置関係と、ブックを再生するときの再生光の進行を表す概略図

[図7]本実施例における光情報記録再生装置で記録されたブックの位置関係を表す概略図

[図8]空間光変調器の画素が光情報記録媒体に入射して形成するホログラムを表す概略図

[図9]光情報記録媒体における信号光と参照光の入射角の関係を表す概略図

[図10]記録時と再生時の参照光角度ずれと再生光の回折効率の関係を表す概略図

[図11]本実施例における光情報記録再生装置で記録されたブックの位置関係を詳細に表す概略図

[図12]本実施例におけるホログラム記録方法を表す概略図

[図13]本実施例の光情報記録再生装置でブックを再生するときの再生光の進行を表す概略図

[図14]参照光の入射角度を変化させて角度多重記録を行ったときのホログラム記録を表す概略図

[図15]Mナンバーの消費を抑えるように1つのブックをページによって所定量ずらして記録する記録方法を表す概略図

[図16a]本実施例における光情報記録再生装置の光情報記録媒体に情報を記録するフローを表す概略図

[図16b]本実施例における光情報記録再生装置の光情報記録媒体に情報を記録するフローを表す概略図

発明を実施するための形態

[0012] 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

- [0013] 本発明の実施形態を添付図面にしたがって説明する。図1はホログラフィを利用してデジタル情報を記録および／または再生する光情報記録媒体の記録再生装置を示すブロック図である。
- [0014] 光情報記録再生装置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。記録する場合には、光情報記録再生装置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。再生する場合には、光情報記録再生装置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。
- [0015] 光情報記録再生装置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、ディスク回転角度検出用光学系14、及び回転モータ50を備えており、光情報記録媒体1は回転モータ50によって回転可能な構成となっている。
- [0016] ピックアップ11は、参照光と信号光を光情報記録媒体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。
- [0017] 光情報記録媒体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光情報記録媒体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再生光をピックアップ11内の後述する光検出器によって検出し、信号処理回路85によって信号を再生する。
- [0018] 光情報記録媒体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89によってシャッタ制御回路87を介して制御することで調整できる。
- [0019] キュア光学系13は、光情報記録媒体1のプリキュアおよ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、光情報記録媒

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、光情報記録媒体 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、光情報記録媒体 1 の回転角度を検出するために用いられる。光情報記録媒体 1 を所定の回転角度に調整する場合は、ディスク回転角度検出用光学系 14 によって回転角度に応じた信号を検出し、検出された信号を用いてコントローラ 89 によってディスク回転モータ制御回路 88 を介して光情報記録媒体 1 の回転角度を制御する事が出来る。

[0021] 光源駆動回路 82 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、ディスク回転角度検出用光学系 14 内の光源に供給され、各々の光源からは所定の光量で光ビームを発光することができる。

[0022] また、ピックアップ 11、そして、ディスクキュア光学系 13 は、光情報記録媒体 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、アクセス制御回路 81 を介して位置制御がおこなわれる。

[0023] 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。

[0024] 従って、ピックアップ 11 内に、参照光角度のずれ量を検出する機構を設けて、サーボ信号生成回路 83 にてサーボ制御用の信号を生成し、サーボ制御回路 84 を介して該ずれ量を補正するためのサーボ機構を光情報記録再生装置 10 内に備えることが必要となる。

[0025] また、ピックアップ 11、キュア光学系 13、ディスク回転角度検出用光学系 14 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。

[0026] 図 2 は、光情報記録再生装置 10 におけるピックアップ 11 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。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 が開いている時は、光ビームはシャッタ 303 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 304 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 305 に入射する。

[0027] PBS プリズム 305 を透過した光ビームは、信号光 306 として働き、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、PBS プリズム 311 を透過して空間光変調器 312 に入射する。

[0028] 空間光変調器 312 によって情報が付加された信号光は、PBS プリズム 311 を反射し、リレーレンズ 313 ならびに空間フィルタ 314 を伝播する。その後、信号光は対物レンズ 315 によって光情報記録媒体 1 に集光する。

[0029] 一方、PBS プリズム 305 を反射した光ビームは参照光 307 として働き、偏光方向変換素子 316 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 317 ならびにミラー 318 を経由してガルバノミラー 319 に入射する。ガルバノミラー 319 はアクチュエータ 320 によって角度を調整可能のため、レンズ 321 とレンズ 322 を通過した後、光情報記録媒体 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。

[0030] このように信号光と参照光とを光情報記録媒体 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 319 によって光情報記録媒体 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。

[0031] 以降、同じ領域に参照光角度を変えて記録されたホログラムにおいて、1 つ 1 つの参照光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。

[0032] 図3は、光情報記録再生装置10におけるピックアップ11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光情報記録媒体1に入射し、光情報記録媒体1を透過した光ビームを、アクチュエータ323によって角度調整可能なガルバノミラー324にて反射させることで、その再生用参照光を生成する。

[0033] この再生用参照光によって再生された再生光は、対物レンズ315、リレーレンズ313ならびに空間フィルタ314を伝播する。その後、再生光はPBSプリズム311を透過して光検出器325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325としては例えばCMOSイメージセンサーやCCDイメージセンサーなどの撮像素子を用いることができるが、ページデータを再生可能であれば、どのような素子であっても構わない。

[0034] 本実施例のピックアップは一例として図2、図3の構成で記載したが、この構成に限定されないことは言うまでもない。

[0035] 図4は、光情報記録再生装置10における記録、再生の動作フロー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フローを説明する。

[0036] 図4(a)は、光情報記録再生装置10に光情報記録媒体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動作フローを示し、図4(b)は準備完了状態から光情報記録媒体1に情報を記録するまでの動作フロー、図4(c)は準備完了状態から光情報記録媒体1に記録した情報を再生するまでの動作フローを示したものである。

[0037] 図4(a)に示すように媒体を挿入すると(601)、光情報記録再生装置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ディスク判別を行う(602)。

[0038] ディスク判別の結果、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光情報記録媒体であると判断されると、光情報記録再生装置10は

光情報記録媒体に設けられたコントロールデータを読み出し（６０３）、例えば光情報記録媒体に関する情報や、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。

[0039] 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（６０４）を行い、光情報記録再生装置１０は、記録または再生の準備が完了する（６０５）。

[0040] 準備完了状態から情報を記録するまでの動作フローは図４（ｂ）に示すように、まず記録するデータを受信して（６１１）、該データに応じた情報をピックアップ１１内の空間光変調器に送る。

[0041] その後、光情報記録媒体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３０１のパワー最適化やシャッタ３０３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（６１２）。

[0042] その後、シーク動作（６１３）ではアクセス制御回路８１を制御して、ピックアップ１１ならびにキュア光学系１３の位置を光情報記録媒体の所定の位置に位置づけする。光情報記録媒体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、目的の位置に位置づけされているか確認し、目的の位置に配置されていなければ、所定の位置とのずれ量を算出し、再度位置づける動作を繰り返す。

[0043] その後、キュア光学系１３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し（６１４）、ピックアップ１１から出射する参照光と信号光を用いてデータを記録する（６１５）。

[0044] データを記録した後は、キュア光学系１３から出射する光ビームを用いてポストキュアを行う（６１６）。必要に応じてデータをベリファイしても構わない。

[0045] 準備完了状態から記録された情報を再生するまでの動作フローは図４（ｃ）に示すように、まずシーク動作（６２１）で、アクセス制御回路８１を制御して、ピックアップ１１ならびに再生用参照光光学系１２の位置を光情報記録媒体の所定の位置に位置づけする。光情報記録媒体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、目的の位置に位置づけされているか確認し、目的の位置に配置されていなければ、所定の位置とのずれ量を算出し、再度位置づけする動作を繰り返す。

[0046] その後、ピックアップ 11 から参照光を出射し、光情報記録媒体に記録された情報を読み出し（622）、再生データを送信する（613）。

[0047] 図5は、光情報記録再生装置10において、光情報記録媒体1に入射する信号光306と参照光307のオーバーラップの関係を示す。縦線の網掛けが信号光306、点線の網掛けが参照光307を示す。光情報記録媒体1は、記録層とそれを覆うカバー層で構成されている。記録層は、上面、下面、そして上面と下面の真ん中で信号光306が最も絞られるビームウエスト面から成る。

[0048] 信号光306は、対物レンズ315によって収束光となって光情報記録媒体1に入射し、ビームウエスト面上で図のように最も絞られる。この状態を一般的にビームウエストと呼ぶ。一方参照光307は、平行光のまま光情報記録媒体1に入射する。この2つの光の重ね合わせで生じる干渉パターンによって記録層に屈折率変調を生じさせることで、ホログラムを記録する。なお、信号光と参照光は、多重数を増やして記録容量を増やすために、図のように光情報記録媒体1に対してそれぞれ所定量傾いて入射することが望ましい。

[0049] 図6は、従来の光情報記録再生装置によって光情報記録媒体1に記録されたブックの位置関係と、記録した選択ブック401を再生するときの空間フィルタ314までの信号光の進行の様子を示す。多重記録された選択ブック401を基準として、隣接ブック402と隣接ブック403が両隣に形成されているモデルを仮定する。図6に示すように、従来は記録層の上面および下面では選択ブック401に対して隣接ブック402および403は重なっているが、信号光306が最も絞られるビームウエスト面上においては選択ブック401と隣接ブック402ないし403は互いに重ならないように記録される。

[0050] 再生時は参照光307が光情報記録媒体1の選択ブック401に照射されるが、その照射面積が再生しようとする選択ブック401よりも所定量大きいため、隣接ブック402ならびに隣接ブック403からも、回折した信号光が対物レンズ315へと進行する。選択ブック401を回折した信号光を411、隣接ブック402を回折した信号光を412、隣接ブック403を回折した信号光を413とする。

[0051] ここで、光情報記録媒体1のビームウエスト面と空間フィルタ314は、対物レンズ315とリレーレンズ313によって互いに結像関係になるように配置される。つまり、空間フィルタ314上でも信号光411から413はビームウエストとなる。このときに、選択ブック401を回折した信号光411のみ通過させるように空間フィルタ314のサイズを設定することによって、図のように隣接ブック402を回折した信号光412と隣接ブック403を回折した信号光413を遮光して物理的に分離することができ、ノイズの少ない再生信号を得ることができる。

[0052] 以上のように、特許文献1などの従来技術では、光情報記録媒体1のビームウエスト面上で互いに重ならないようにホログラムを形成し、再生時は空間フィルタ314を用いて隣接ブックの信号光の分離を行っている。しかし、このような記録方法はブック間隔をビームウエストより小さくして記録することができないため、記録容量の大容量化に課題があった。

[0053] 図7は、本実施例の光情報記録再生装置によって光情報記録媒体1に記録された選択ブック401と隣接ブック402および隣接ブック403の位置関係を示す。図7に示すような従来の記録方法と比較して、信号光がビームウエストとなるビームウエスト面上においても、選択ブック401は隣接ブック402および隣接ブック403と積極的にオーバーラップさせるように記録する。このように、ビームウエスト面上でブックを互いにオーバーラップさせることによって、記録容量を大容量化することが可能になる。

[0054] 次に、ビームウエスト面上でオーバーラップさせる量について説明する。図8は、空間光変調器312の画素が光情報記録媒体1に入射して形成する

ホログラムを示した概略図である。簡単のため、図2で示したPBSプリズム311は省略し、空間光変調器312はリレーレンズ313に対して一直線になるように配置する。

[0055] 本実施例の光情報記録再生装置10は、空間光変調器312によって画素ごとに情報が付加される。一般的に、空間光変調器312の各画素を出射した信号光は空間フィルタ314を通る広がり角で伝搬し、対物レンズ315通過後は画素ごとに略平行光となって所定の角度で光情報記録媒体1に入射すると考えることができる。図8のように、光情報記録媒体1上で参照光307となす角が最も小さくなる画素の信号光を306a、光情報記録媒体1上で参照光307となす角が最も大きくなる画素の信号光を306bとする。このとき、信号光306aと信号光306bとでは、ビームウエスト面上で形成するビームウエストのサイズが異なる。信号光306aが光情報記録媒体1のビームウエスト面で形成するビームウエストサイズを ϕa 、信号光306bが光情報記録媒体1のビームウエスト面で形成するビームウエストサイズを ϕb とする。このとき、入射角度が浅い ϕb の方が ϕa よりも大きくなる。

[0056] 以降、参照光307とのなす角が最も小さくなる画素の信号光306aを最内角の信号光、参照光307とのなす角が最も大きくなる画素の信号光306bを最外角の信号光と呼ぶことにする。

[0057] 空間光変調器312を出射した各画素の信号光は、空間フィルタ314上ではどれも同じビームウエストサイズで進行する。しかし、光情報記録媒体1と光軸が所定量傾いているために、各画素によって光情報記録媒体1のビームウエスト面上でのビームウエストサイズに差が生じる。

[0058] また、ビームウエスト面において信号光の光束径は最外角の信号光のビームウエストサイズによって決まる。また、その他の角度で入射した信号光のビームウエストサイズは、より小さいサイズでビームウエスト面上に照射される。

[0059] 図9は、光情報記録媒体1における信号光306と参照光307の入射角

の関係を示す図である。図9（a）は、光情報記録媒体1に入射する信号光306と参照光307を簡略化して示す。図より、信号光306のうち、最内角の信号光306aと最外角の信号光306bは、参照光307とのなす角が大きく違うことがわかる。これは、信号光306は対物レンズ315によって集光するので、光情報記録媒体1への入射角は対物レンズ315を通過した位置によって大きく異なるためである。図9（b）は、図9（a）の光情報記録媒体1内の入射光束オーバーラップ部450を拡大した図を示す。破線で示した光情報記録媒体1の法線に対して、参照光307の主光線の角度を θ_r とする。また、信号光306のうち最内角の信号光306aの光情報記録媒体1の法線に対する角度を θ_a 、最外角の信号光306bの光情報記録媒体1の法線に対する角度を θ_b とする。信号光は θ_a から θ_b まで角度が変化する。先に述べたように、信号光306の媒体への入射角は対物レンズ315を通過した位置によって大きく異なるため、信号光306と参照光307とのなす角も、位置によって大きく異なる。

[0060] 図10は、光情報記録媒体1に記録したホログラムにおける、記録時と再生時の参照光角度ずれ $\Delta\theta_r$ と、再生光の回折効率 η の関係を示した図である。図9に示す信号光の入射角が θ_a のときの回折効率を 500_a 、信号光の入射角が θ_b のときの回折効率を 500_b とする。

信号光と参照光のなす角を θ_{rs} 、信号光の入射角を θ_s とすると、回折効率 η は

[0061] [数1]

【数1】

$$\eta = \text{sinc}^2 \left(\frac{\pi n L}{\lambda} \frac{\sin \theta_{rs}}{\cos \theta_s} \Delta \theta_r \right)$$

[0062] で表される。ここで、 λ は光源301の波長、 n は光情報記録媒体1の屈折

率、 L は光情報記録媒体1の記録層の厚みを表す。

[0063] 数1より、回折効率 η は記録時と再生時の参照光角度ずれ $\Delta\theta_r$ によって sinc 関数で変化する。また、信号光と参照光のなす角 θ_{rs} や信号光の入射角 θ_s によって、再生時の参照光角度ずれ $\Delta\theta_r$ に対する回折効率 η の変化する割合が大きく異なる。つまり、角度選択性が大きく異なることを意味する。図10に示すように、信号光の入射角が θ_a のときの回折効率500aは、信号光と参照光のなす角 θ_{rs} および信号光の入射角 θ_s が小さいので、参照光角度ずれ $\Delta\theta_r$ に対する回折効率の変化が小さい、つまり信号光306aで構成されるホログラムの角度選択性が広いといえる。一方、信号光の入射角が θ_b のときの回折効率500bは、信号光と参照光のなす角 θ_{rs} および信号光の入射角 θ_s が大きいため、参照光角度ずれ $\Delta\theta_r$ に対する回折効率の変化が大きいため、つまり信号光306bで構成されるホログラムの角度選択性が狭いといえる。一例として、図10に示すように再生時参照光角度ずれが $\Delta\theta'$ だったとき、回折効率500aは角度選択性が広いために所定量の回折効率が発生するが、回折効率500bは角度選択性が狭いため回折効率がNullとなる。このように、信号光を画素ごとに分離して考えたとき、信号光位置によって参照光とのなす角度が異なるので、再生時の参照光角度ずれが発生したときに検出される回折効率 η も大きく異なる。つまり、再生時の参照光角度ずれを利用することで、なす角 θ_{rs} が大きい信号光の回折効率のみを十分小さい値にすることが可能になる。

[0064] 一般的に、ビームウエスト面上では隣接ブックのオーバーラップを避ける必要がある。その観点で、図8に示した最内角の信号光306aと最外角の信号光306bいずれも、隣接ブックとオーバーラップを避けることが原則とされている。しかし、本実施例の特徴とするところは、図10に示すように最内角の信号光306aで構成されるホログラムの角度選択性と比べて、最外角の信号光306bで構成されるホログラムの角度選択性は狭いので、例えば選択ブックに対して隣接ブックのホログラムを図10に示した $\Delta\theta'$ ずらして記録することで、最内角の信号光306bによるホログラムの隣接

ブックのクロストークがたとえ所定量オーバーラップしていても、角度選択性の観点から影響を十分に小さくすることができることにある。

[0065] 図11は、光情報記録媒体1に記録された選択ブック401（縦線の網掛けで示す）と隣接ブック402（破線の枠で示す）および隣接ブック403（一点鎖線の枠で示す）の位置関係を、最内角の信号光成分を追記して示した図である。選択ブック401のうち最内角の信号光を401a、隣接ブック402のうち最内角の信号光を402a、選択ブック403のうち最内角の信号光を403aとする。また、401a、402a、403aがビームウエスト面上で形成するビームウエストサイズを ϕa とする。図8に示したように、ビームウエスト面での信号光ビームウエストサイズは最外角よりも最内角の方が小さいことと、図10に示したように最内角の信号光306aで構成されるホログラムの角度選択性と比べて、最外角の信号光306bで構成されるホログラムの角度選択性は狭いことを利用して、各ブックが互いにビームウエスト面上で少なくとも ϕa ずらして、各ブックを光情報記録媒体1に記録する。

[0066] 図12は、本実施例におけるホログラム記録方法を示す。図12(a)は選択ブックの記録の様子を示す。参照光の入射角を θr として選択ブック401を所定の位置に記録する。図12(b)は隣接ブック402の記録の様子を示す。図のように隣接ブック402を選択ブック401に対してビームウエスト面上で ϕc ずらして記録する。このときずらし量 ϕc は、最内角の信号光306aが形成するビームウエストサイズ ϕa 以上、最外角の信号光306bが形成するビームウエストサイズ ϕb 以下に設定する。また、参照光の入射角は $\theta r + \Delta \theta c$ と、選択ブック401を記録したときの参照光角度に対して、 $\Delta \theta c$ だけずらして入射させる。 $\Delta \theta c$ の値は、例えば最外角の信号光の回折効率が十分小さくなるような値を選べばよい。以下、他の隣接ブックも相対的に所定の角度だけずらして記録する。

[0067] なお、 $\Delta \theta c$ は上記の値に制限されないことは言うまでもない。回折効率 η が十分小さくなるような角度であればどのような値でも構わない。また、

$\Delta \theta_c$ は正負どちらの回転方向でも構わない。

[0068] 図 13 は、図 11 のように記録したブックにおいて、選択ブック 401 を再生するときの空間フィルタ 314 までの信号光の進行の様子を示している。図 13 (a) は、選択ブック 401 と隣接ブック 402 の信号光の関係を示す。参照光 307 は、選択ブック 401 を再生するため、記録時と同じ θ_r で照射している。選択ブック 401 を回折した信号光 411 は図のように伝搬して空間フィルタ 314 を通過する。このとき、隣接ブック 402 も参照光 307 が一部照射されて回折するので、信号光 412 が進行する。しかし、最内角の信号光成分は物理的に分離されているので、空間フィルタ 314 を通過できずに遮光される。一方、最外角の信号光成分は一部オーバーラップしているので、一部の光が 422 のように空間フィルタ 314 を通過する。ところが隣接ブックは、再生時の参照光入射角が $\Delta \theta_c$ ずれているために、回折効率 η を小さくすることができ、その結果クロストークを小さくすることができる。回折光量は $\Delta \theta_c$ を調整することによって、十分小さい値にすることが可能である。

[0069] 図 13 (b) は、選択ブック 401 と隣接ブック 403 の信号光の関係を示す。こちらも、図 13 (a) と同様の現象が生じる。隣接ブック 403 は参照光 307 が一部照射されて回折するので、信号光 413 が進行する。しかし、最内角の信号光成分は物理的に分離されているので、空間フィルタ 314 を通過できずに遮光される。一方、最外角の信号光成分は一部オーバーラップしているので、一部の光が 423 のように空間フィルタ 314 を通過する。ところが隣接ブックは、再生時の参照光入射角が所定量ずれているために、回折効率 η を小さくすることができ、その結果クロストークを小さくすることができる。回折光量は参照光入射角ずれ量を調整することによって、十分小さい値にすることが可能である。

[0070] 以上のように、本実施例は、信号光の光軸が光情報記録媒体 1 に対して所定量傾いているために、空間光変調器 312 の各画素が光情報記録媒体 1 で形成するビームウエストサイズが異なることと、空間光変調器 312 の各画

素の信号光と参照光とのなす角が異なるために、ホログラムの角度選択性が画素ごとに異なることを巧みに利用して、角度選択性が広いホログラムについてはオーバーラップを避け、角度選択性が狭いホログラムについては隣接ブックと参照光入射角度を所定量ずらして記録することで、オーバーラップしていても隣接ブックのクロストークを十分小さくすることができる。これによって、簡素な構成で記録容量を大容量化することが可能となる。

[0071] 特許文献1のような従来技術は、記録ブックによって参照光入射角を変えろという記載はあるが、光情報記録媒体1のビームウエスト面でブックをオーバーラップさせる記載はなく、再生時の隣接ブック回折光は空間フィルタで分離すると記載されている。また、オーバーラップ量をどのような範囲にするということも考えられていない。本実施例は、空間光変調器312の各画素が光情報記録媒体1で形成するビームウエストサイズと、参照光とのなす角度によってホログラムの角度選択性が変化することに着目して、再生時に隣接ブックの信号光が一部通過した場合でもクロストークの影響を十分小さくすることができる構成を実現している。

[0072] なお、選択ブックと隣接ブックの間隔は、最外角の信号光が光情報記録媒体1のビームウエスト面で形成するビームウエストサイズ ϕb 以下、最外角の信号光が光情報記録媒体1のビームウエスト面で形成するビームウエストサイズ ϕa 以上であればどの間隔でも構わない。

[0073] 以上のように、従来とは異なり選択ブックに対して隣接ブックを所定量オーバーラップさせて記録する。隣接ブックの間隔は、最外角の入射光のビームウエストサイズ ϕb 以下、最内角の入射光のビームウエストサイズ ϕa 以上とする。記録するときの参照光角度は、選択ブックに対して隣接ブックのとき所定量ずらして記録する。このときの角度ずれ量は、再生時に空間フィルタを透過する隣接ブックの回折光量が信号性能に影響しないようなレベルとなるように調整する。このような記録方法によって、再生時は最外角の信号光が一部空間フィルタを透過しても回折光量を0もしくは最小値に抑えることができる。したがって、簡素な構成で記録容量を大容量化することが可

能な、光情報記録再生方法およびその方法を用いた光情報記録再生装置を実現することができる。

実施例 2

- [0074] 実施例 2 では、角度多重で複数ページを記録する方法に関して説明する。図 1 4 は、参照光の入射角度を変化させて角度多重記録を行ったときの、ホログラム記録について示した図である。一例として、一つのブックに n ページ記録することを想定する。図 1 4 (a) は、選択ブック 4 0 1 に複数ページを記録する様子を示す。選択ブック 4 0 1 に参照光の角度を $\theta_r = \theta_1$ 、 θ_2 、 θ_3 、 $\dots$ θ_n といったように所定量変化させて n ページ記録する。なお、 n は 2 以上の整数とする。
- [0075] 図 1 4 (b) は、隣接ブック 4 0 2 に複数ページを記録する様子を示す。選択ブック 4 0 1 に対してビームウエスト面で所定量離れた位置に隣接ブック 4 0 2 を記録する。このとき選択ブック 4 0 1 と隣接ブック 4 0 2 は、ビームウエスト面において Δd オーバーラップして記録する。オーバーラップ量 Δd は、最内角の入射光のビームウエストサイズを ϕ_a 、最外角の入射光のビームウエストサイズを ϕ_b としたとき、 0 以上 $\phi_b - \phi_a$ 以下の範囲とする。つまり、選択ブック 4 0 1 に対して隣接ブック 4 0 2 は ϕ_1 以上 ϕ_2 以下の範囲でずらして記録する。
- [0076] なお、記録時の参照光の入射角度は、選択ブック 4 0 1 に対してそれぞれ $\Delta\theta_c$ だけずらし、 $\theta_r = \theta_1 + \Delta\theta_c$ 、 $\theta_2 + \Delta\theta_c$ 、 $\theta_3 + \Delta\theta_c$ 、 $\dots$ $\theta_n + \Delta\theta_c$ として n ページ記録する。 $\Delta\theta_c$ は、選択ブック 4 0 1 再生時に隣接ブックの回折効率 η が小さくなる値であれば、どのような値でも構わない。また、 $\Delta\theta_c$ を全ての角度で固定にしてもよいし、固定値にせず角度によって変動させても構わない。例えば、ページの角度間隔の半分に制御してもよい。この場合、 θ_1 と θ_2 の間は $\Delta\theta_c = (\theta_2 - \theta_1) / 2$ の値とする。また、 θ_2 と θ_3 の間は $\Delta\theta_c = (\theta_3 - \theta_2) / 2$ の値とする。ページ間角度が一定でないときは、 $\Delta\theta_c$ の値もページ間によって変動する。以下、他の隣接ブックも相対的に所定の角度だけずらして記録する。

[0077] 以上のような記録方法により、実施例1と同様に、ビームウエスト面上で所定量オーバーラップしてホログラムを複数ページ記録した場合でも、隣接ブックのクロストークを十分小さくすることが可能である。

実施例 3

[0078] 実施例3では、1つのブックでページによって所定量ずらして記録する方法について説明する。光情報記録媒体1の所定の位置にどれだけのホログラムを多重記録できるかという指標に、Mナンバーという値が使われる。Mナンバーは、光情報記録媒体1の材料や厚さによって決まる固有値である。一方、ホログラムの回折効率 η は、Mナンバーに比例し、多重数に反比例するという特性を持つ。Mナンバー消費の観点で所定の位置に記録するホログラム数は、できるだけ少なくすることが重要となる。そこで、図15に示すように、Mナンバーの消費を抑えるように1つのブックをページによって所定量ずらして記録する記録方法を用いることができる。以降、各複数ページのまとまりをスタック、上記のような記録方法をショートスタックと呼ぶこととする。本実施例では、 n ページ記録のうちページ1からページ i と、ページ $i+1$ からページ n の2つのスタックに分けて記録するときの、光情報記録媒体1のビームウエスト面上における選択ブック401と隣接ブック402の位置関係を示している。なお、 n は2以上の整数、 i は0以上の整数とする。

[0079] 図15(a)は、従来のショートスタックについて示した図である。選択ブック401を記録するとき、ページ1からページ i を同一の位置に角度多重で記録した後、ページ $i+1$ からページ n を所定量 Δt ずらした位置に角度多重で記録する。続いて、隣接ブック402のページ1からページ i を、選択ブック401のページ1からページ i を記録した位置に対してビームウエスト面で互いに重ならないように記録する。次に、隣接ブック402のページ $i+1$ からページ n を、選択ブック401のページ $i+1$ からページ n を記録した位置に対してビームウエスト面で互いに重ならないように記録する。このように記録することでMナンバーの消費を抑えた記録を行うことが

可能となる。

[0080] 図15(b)は、本実施例のショートスタックについて示した図である。選択ブック401を記録するとき、ページ1からページiを同一の位置に角度多重で記録した後、ページi+1からページnを所定量 Δt ずらした位置に角度多重で記録する。続いて、隣接ブック402のページ1からページiを、選択ブック401のページ1からページiを記録した位置に対してビームウエスト面で Δd だけオーバーラップして記録する。このときのオーバーラップ量 Δd は、最内角の入射光のビームウエストサイズを ϕa 、最外角の入射光のビームウエストサイズを ϕb としたとき、0以上 $\phi b - \phi a$ 以下の範囲とする。つまり、選択ブック401に対して隣接ブック402は $\phi 1$ 以上 $\phi 2$ 以下の範囲ずらして記録する。記録時の参照光の入射角度は、選択ブック401に対してそれぞれ $\Delta \theta$ だけずらして記録する。 $\Delta \theta$ は、選択ブック401再生時に隣接ブックの回折効率 η が小さくなる値であれば、どのような値でも構わない。

[0081] 次に、隣接ブック402のページi+1からページnを記録するときも、選択ブック401のページi+1からページnを記録した位置に対してビームウエスト面で Δd だけオーバーラップして記録する。このときのオーバーラップ量 Δd は、最内角の入射光のビームウエストサイズを ϕa 、最外角の入射光のビームウエストサイズを ϕb としたとき、0以上 $\phi b - \phi a$ 以下の範囲とする。つまり、選択ブック401に対して隣接ブック402は $\phi 1$ 以上 $\phi 2$ 以下の範囲ずらして記録する。記録時の参照光の入射角度は、選択ブック401に対してそれぞれ $\Delta \theta$ だけずらして記録する。 $\Delta \theta$ は、選択ブック401再生時に隣接ブックの回折効率 η が小さくなる値であれば、どのような値でも構わない。

[0082] このように記録することで、Mナンバーの消費を抑え、かつ記録容量を大容量することが可能となる。

[0083] なお、本実施例では1つのブックを2つのスタックに分けて記録する記録方法について記載したが、2つに限定されないことは言うまでもない。3つ

以上のスタックとしても構わない。また、 Δt の量はビームウエスト面で形成されるビームウエストサイズ以下であればいくつでも構わない。

[0084] また、実施例中では Δd の値はスタックの位置によらず固定値としているが、スタックの位置によって信号性能がもっとも安定する値に変化させてもよい。

実施例 4

[0085] 実施例 4 では、光情報記録媒体の種類及び／又は光情報記録媒体の領域に応じて、ビームウエストのオーバーラップ量を変えて記録する方法について説明する。

[0086] 実施例 3 で述べたように、光情報記録媒体へのホログラム多重記録数は、Mナンバーによって決定する。Mナンバーが光情報記録媒体毎にばらつきを持ったとき、または複数のMナンバーの規格の光情報記録媒体が生じたとき、さらに光情報記録媒体の領域内でMナンバーが異なるときには、Mナンバー値に応じて多重記録数とビームウエスト部のオーバーラップ量を変化させて記録再生を行う必要がある。

[0087] 図 1 6 (a) は、光情報記録再生装置 1 0 に光情報記録媒体 1 を挿入したとき、媒体の種類に応じた記録または再生の準備を完了させるまでの動作フローを示す。

[0088] 図 1 6 (a) に示すように媒体を挿入すると (6 3 1)、光情報記録再生装置 1 0 は、挿入された媒体がホログラフィ記録再生媒体であるかどうかディスク判別を行う (6 3 2)。

[0089] 続いて、挿入された媒体のMナンバーの情報を媒体の所定位置から取得する (6 3 3)。Mナンバーが判明したとき、Mナンバーに応じた多重数およびビームウエスト部のオーバーラップ量を学習させる (6 3 4)。例えば、Mナンバーが小さいときは多重数を少なく設定する必要があるが、多重数が少ないということはページ間隔の角度を大きくとることができるため、オーバーラップ量は大きくなる。反対に、Mナンバーが大きいときは多重数を多く設定できるが、多重数が多いということはページ間隔の角度が小さくなる

ため、オーバーラップ量は小さくなる。媒体に適切な多重数とオーバーラップ量学習後、光情報記録再生装置 10 は、記録または再生の準備が完了する（635）。そして、光情報記録媒体 1 の種類に応じたオーバーラップ量で記録を実行する。

[0090] 図 16（b）は、光情報記録再生装置 10 に光情報記録媒体 1 を挿入したとき、媒体の領域内で M ナンバーが異なる場合に対応した、記録または再生の準備を完了させるまでの動作フローを示す。

[0091] 図 16（b）のステップ（641）と（642）は、図 16（a）と同様のため、説明を割愛する。媒体判別後に、挿入された媒体の領域内で異なる M ナンバーの情報を、媒体の所定位置から取得する（633）。次に、M ナンバーに対応した領域毎に適切な多重数およびビームウエスト部のオーバーラップ量を学習させる（644）。これにより、領域内で複数の M ナンバーが生じた場合でも、記録再生性能を十分に活用することが可能である。適切な多重数とオーバーラップ量学習後、光情報記録再生装置 10 は、記録または再生の準備が完了する（645）。そして、光情報記録媒体 1 の領域に応じたオーバーラップ量で記録を実行する。

[0092] 以上のように、媒体の M ナンバーを事前に媒体に記録させておき、その情報を予め学習する動作フローを行うことで、媒体の種類や媒体内で M ナンバーが異なる場合も、適切な多重数およびオーバーラップ量で記録再生することが可能である。

[0093] なお、本実施例において、オーバーラップ量だけでなく、参照光角度のずれ量 $\Delta \theta_c$ も光情報記録媒体 1 の種類及び／又は領域に応じて変化させてもよい。これにより、より大容量化が可能となる。

[0094] なお、ステップ（634）、（644）におけるオーバーラップ量は、学習して求めるのではなく、予め定められた値（例えば、規格で定められた値）を用いてもよい。

[0095] 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、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。

符号の説明

[0096] １・・・光情報記録媒体、１０・・・光情報記録再生装置、１１・・・ピックアップアップ、１２・・・再生用参照光光学系、１３・・・ディスクキュア光学系、１４・・・ディスク回転角度検出用光学系、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、３０１・・・光源、３０２・・・コリメートレンズ、３０３・・・シャッタ、３０５・・・ＰＢＳプリズム、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・・・リレーレンズ、３１１・・・ＰＢＳプリズム、３１２・・・空間光変調器、３１３・・・リレーレンズ、３１４・・・空間フィルタ、３１５・・・対物レンズ、３１６・・・偏光方向変換素子、３２０・・・アクチュエータ、３２１・・・レンズ、３２２・・・レンズ、３２３・・・アクチュエータ、３２４・・・ミラー、３２５・・・光検出器

請求の範囲

[請求項1]

光情報記録再生方法において、
信号光と参照光を生成する生成工程と、
前記生成工程で生成された信号光を変調する変調工程と、
前記変調工程で変調された信号光を光情報記録媒体の法線に対して所定角度傾けて入射させると共に、前記生成工程で生成された参照光を前記光情報記録媒体に入射させる入射工程と、
前記入射工程で光情報記録媒体に入射した信号光と参照光を前記光情報記録媒体上で干渉させて情報を記録する記録工程と、有し、
前記記録工程は、
第1の信号光と第1の参照光との干渉で前記光情報記録媒体の所定位置に第1のホログラムを形成する第1の記録工程と、
第2の信号光と第2の参照光との干渉で前記第1のホログラムの隣の前記光情報記録媒体の位置に第2のホログラムを形成する第2の記録工程と、を有し、
前記第1の記録工程または前記第2の記録工程では、前記第1のホログラムにおける前記第1の信号光の第1のビームウエストと、前記第2のホログラムにおける前記第2の信号光の第2のビームウエストを、前記光情報記録媒体のビームウエスト面上において互いに所定量オーバーラップさせ、かつ、前記第1のホログラムを形成するときの前記第1の参照光の入射角度と、前記第2のホログラムを形成するときの前記第2の参照光の入射角度を、互いに所定量ずらす、ことを特徴とする光情報記録再生方法。

[請求項2]

請求項1に記載の光情報記録再生方法において、
前記第1の記録工程または前記第2の記録工程において、
前記変調工程で用いられる空間光変調素子を構成する画素のうち、前記参照光とのなす角が最も小さくなる画素の信号光によって形成されるホログラムのビームウエストサイズを $\phi 1$ 、前記参照光とのなす

角が最も大きくなる画素の信号光によって形成されるホログラムのビームウエストサイズを $\phi 2$ とするとき、前記ビームウエスト面上で前記第1のホログラムに対して前記第2のホログラムを少なくとも $\phi 1$ 以上かつ $\phi 2$ 以下ずらして記録することを特徴とする光情報記録再生方法。

[請求項3] 請求項2に記載の光情報記録再生方法において、

前記第1の記録工程または前記第2の記録工程において、前記第1の参照光に対する前記第2の参照光の入射角度ずれ量を、少なくとも前記ビームウエストサイズ $\phi 2$ を形成する信号光によるホログラムの回折光量が最初に略0となる量に制御することを特徴とする光情報記録再生方法。

[請求項4] 請求項2に記載の光情報記録再生方法において、

前記第1の記録工程または前記第2の記録工程において、前記第1の参照光の複数の入射角度を $\theta_r = \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ (n は2以上の整数)とし、前記第2の参照光の複数の入射角度を $\theta_r = \theta_1 + \Delta\theta, \theta_2 + \Delta\theta, \dots, \theta_n + \Delta\theta$ とするとき、前記参照光入射角度ずれ量 $\Delta\theta$ を、少なくとも前記ビームウエストサイズ $\phi 2$ を形成する信号光によるホログラムの回折光量が略0もしくは最小となる量に制御することを特徴とする光情報記録再生方法。

[請求項5] 請求項4に記載の光情報記録再生方法において、

前記第1の記録工程または前記第2の記録工程において、前記参照光入射角度ずれ量 $\Delta\theta$ を、参照光の入射角度によって互いに異なる量に制御することを特徴とする光情報記録再生方法。

[請求項6] 請求項4に記載の光情報記録再生方法において、

前記第1の記録工程または前記第2の記録工程において、前記ホログラムを形成する参照光入射角度のうち、1番目から i 番目 (i は0以上の整数)までのホログラムと、 $i+1$ 番目から n 番目 (n は2以上の整数)までのホログラムは、互いに所定量ずれた位置に形成させ

ることを特徴とする光情報記録再生方法。

[請求項7]

請求項1に記載の光情報記録再生方法において、

前記第1の記録工程または前記第2の記録工程において、前記光情報記録媒体の種類及び／又は領域に応じて、記第1のホログラムと前記第2のホログラムのビームウエスト面上においてオーバーラップさせる量を変えることを特徴とする光情報記録再生方法。

[請求項8]

光情報記録再生装置において、

信号光と参照光を生成する光学系と、

前記光学系で生成された信号光を変調する空間光変調部と、

前記空間光変調部で変調された信号光を光情報記録媒体の法線に対して所定角度傾けて集光させる対物レンズと、

前記光学系で生成された参照光の前記光情報記録媒体への入射角度を変える光学素子と、

前記光情報記録媒体と前記対物レンズの相対位置を制御する移動部と、

前記光学素子と前記移動部を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、

第1の信号光と第1の参照光との干渉で前記光情報記録媒体の所定位置に第1のホログラムを形成し、

第2の信号光と第2の参照光との干渉で前記第1のホログラムの隣の前記光情報記録媒体の位置に第2のホログラムを形成し、

前記第1のホログラムにおける前記第1の信号光の第1のビームウエストと、前記第2のホログラムにおける前記第2の信号光の第2のビームウエストを、前記光情報記録媒体のビームウエスト面上において互いに所定量オーバーラップさせ、かつ、前記第1のホログラムを形成するときの前記第1の参照光の入射角度と、前記第2のホログラムを形成するときの前記第2の参照光の入射角度を、互いに所定量ずらして、前記光情報記録媒体に情報を記録するよう、前記光学素子と

前記移動部を制御することを特徴とする光情報記録再生装置。

[請求項9]

請求項8に記載の光情報記録再生装置において、

前記制御部は、前記空間光変調部を構成する画素のうち、前記参照光とのなす角が最も小さくなる画素の信号光によって形成されるホログラムのビームウエストサイズを $\phi 1$ 、前記参照光とのなす角が最も大きくなる画素の信号光によって形成されるホログラムのビームウエストサイズを $\phi 2$ とすると、前記ビームウエスト面上で前記第1のホログラムに対して前記第2のホログラムが少なくとも $\phi 1$ 以上かつ $\phi 2$ 以下ずらして記録されるよう、前記移動部を制御することを特徴とする光情報記録再生装置。

[請求項10]

請求項9に記載の光情報記録再生装置において、

前記第1の参照光に対する前記第2の参照光の入射角度ずれ量が、少なくとも前記ビームウエストサイズ $\phi 2$ を形成する信号光によるホログラムの回折光量が最初に略0となる量となるよう、前記制御部は、前記光学素子を制御することを特徴とする光情報記録再生装置。

[請求項11]

請求項9に記載の光情報記録再生装置において、

前記第1の参照光の複数の入射角度を $\theta_r = \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ (n は2以上の整数)とし、前記第2の参照光の複数の入射角度を $\theta_r = \theta_1 + \Delta\theta, \theta_2 + \Delta\theta, \dots, \theta_n + \Delta\theta$ とすると、前記参照光入射角度ずれ量 $\Delta\theta$ は、少なくとも前記ビームウエストサイズ $\phi 2$ を形成する信号光によるホログラムの回折光量が略0もしくは最小となる量でとなるよう、前記制御部は、前記移動部と前記光学素子を制御することを特徴とする光情報記録再生装置。

[請求項12]

請求項11に記載の光情報記録再生装置において、

前記参照光入射角度ずれ量 $\Delta\theta$ は、参照光の入射角度によって互いに異なる量であることを特徴とする光情報記録再生装置。

[請求項13]

請求項11に記載の光情報記録再生装置において、

前記ホログラムを形成する参照光入射角度のうち、1番目から i 番

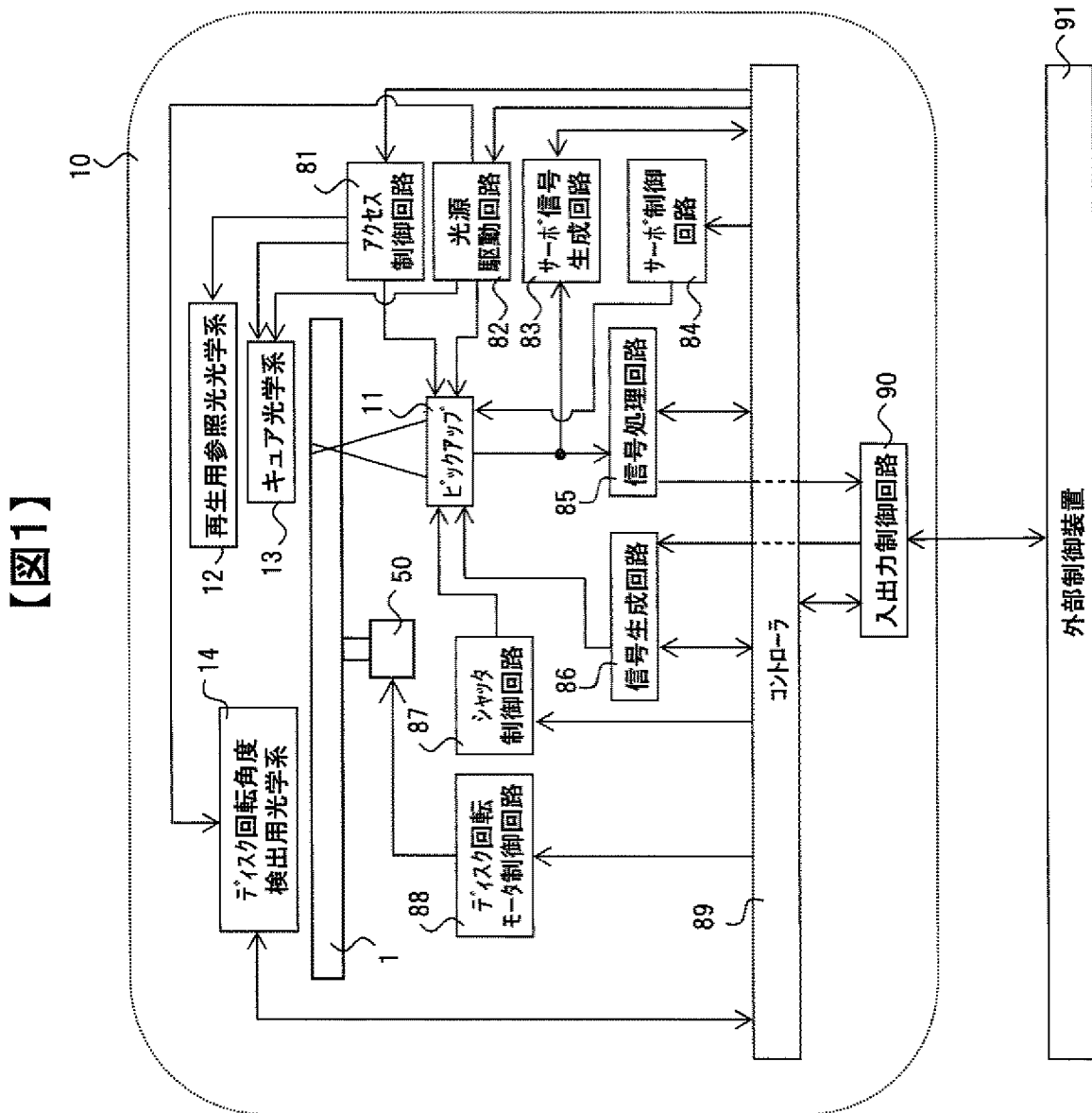
目（ i は 0 以上の整数）までのホログラムと、 $i + 1$ 番目から n 番目（ n は 2 以上の整数）までのホログラムが、互いに所定量ずれた位置に形成されるよう、前記制御部は、前記移動部と前記光学素子を制御することを特徴とする光情報記録再生装置。

[請求項14]

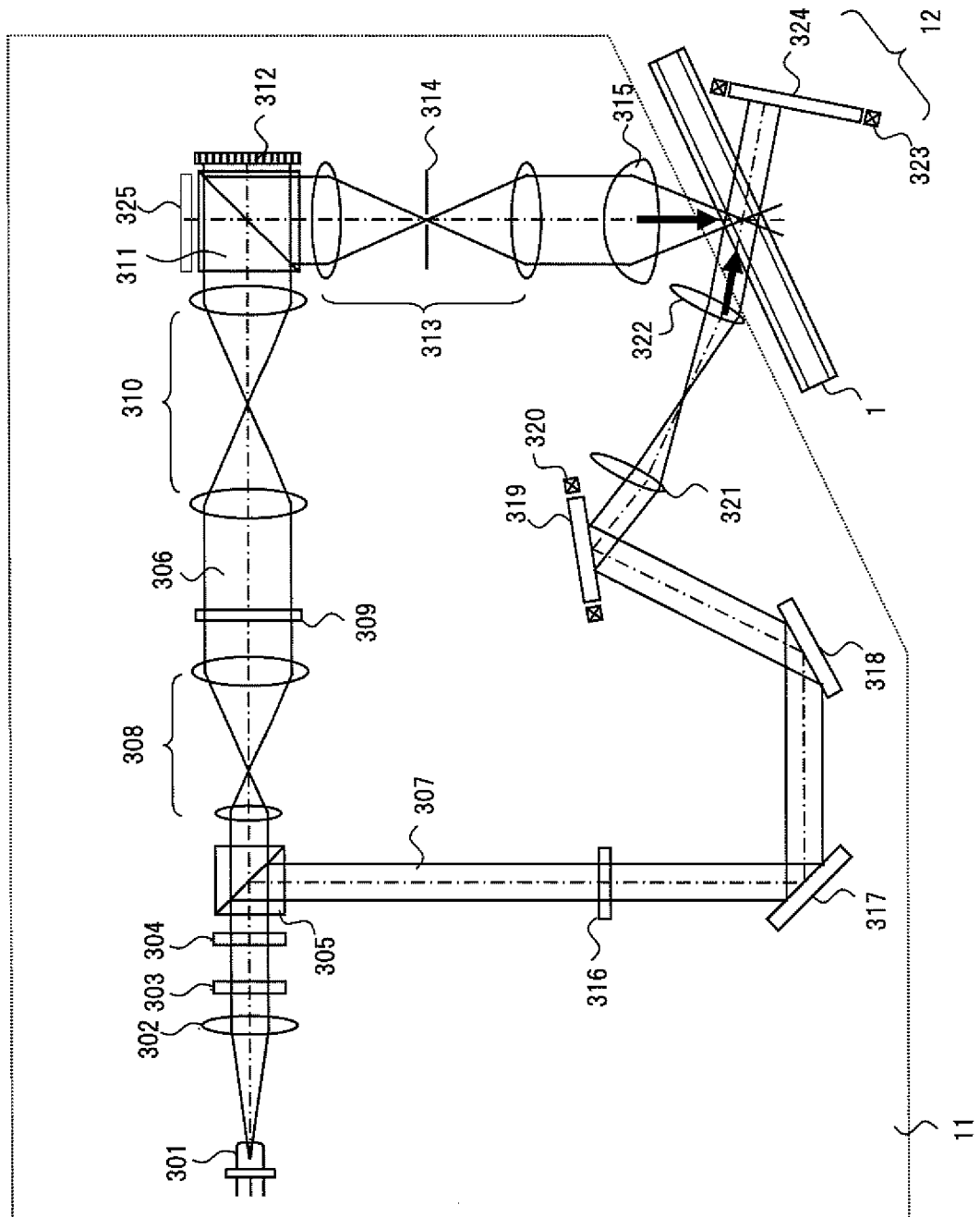
請求項 8 に記載の光情報記録再生装置において、

前記制御部は、前記光情報記録媒体の種類及び／又は領域に応じて、記第 1 のホログラムと前記第 2 のホログラムのビームウエスト面上においてオーバーラップさせる量を変えるよう、前記移動部と前記光学素子を制御することを特徴とする光情報記録再生装置。

【図1】

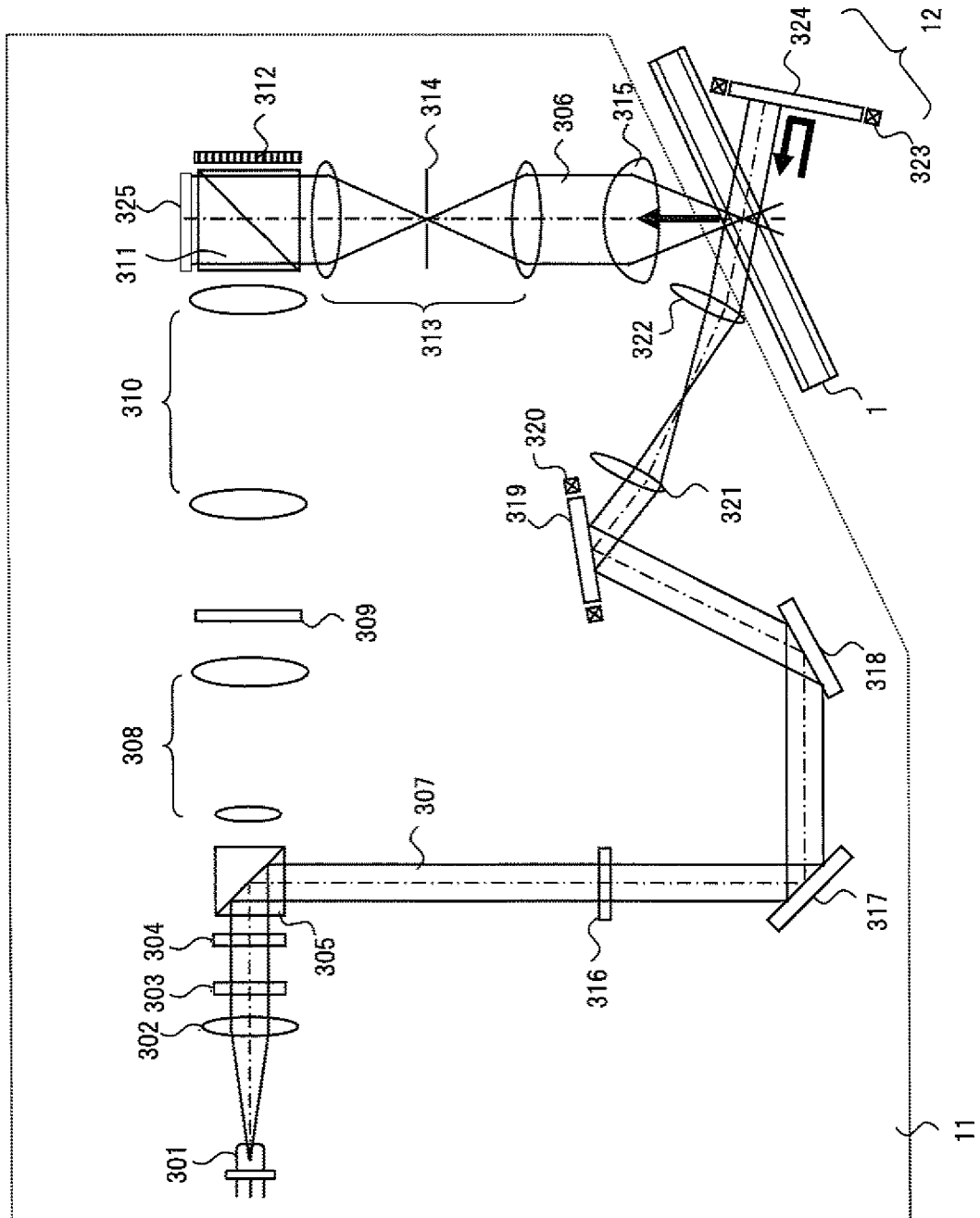


【図2】



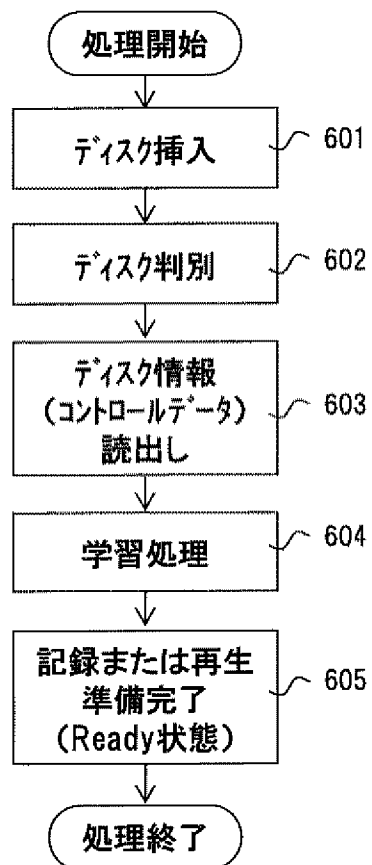
【図2】

【図3】



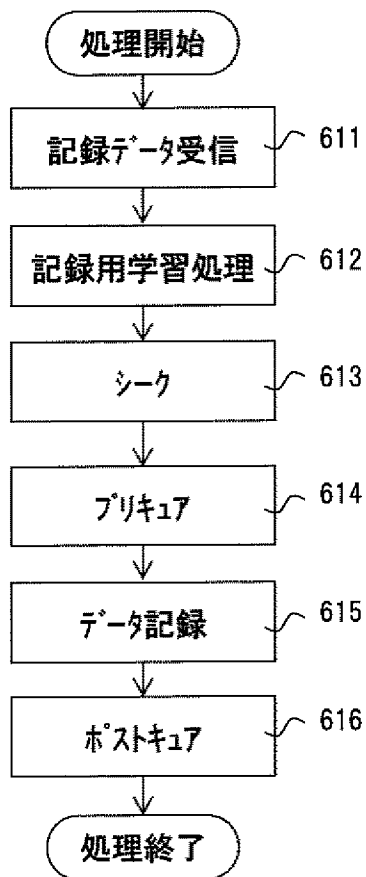
[図4a]

【図4a】



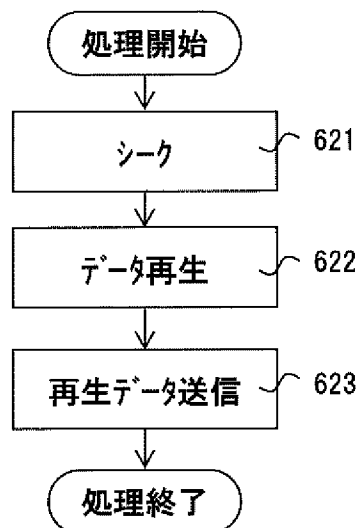
[図4b]

【図4b】



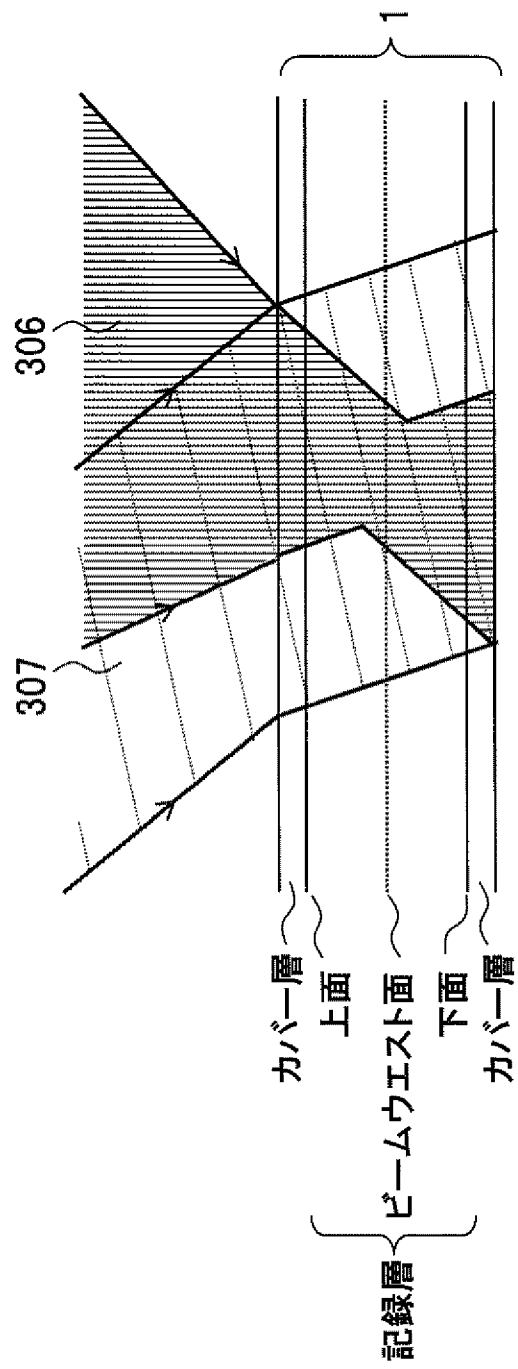
[図4c]

【図4c】

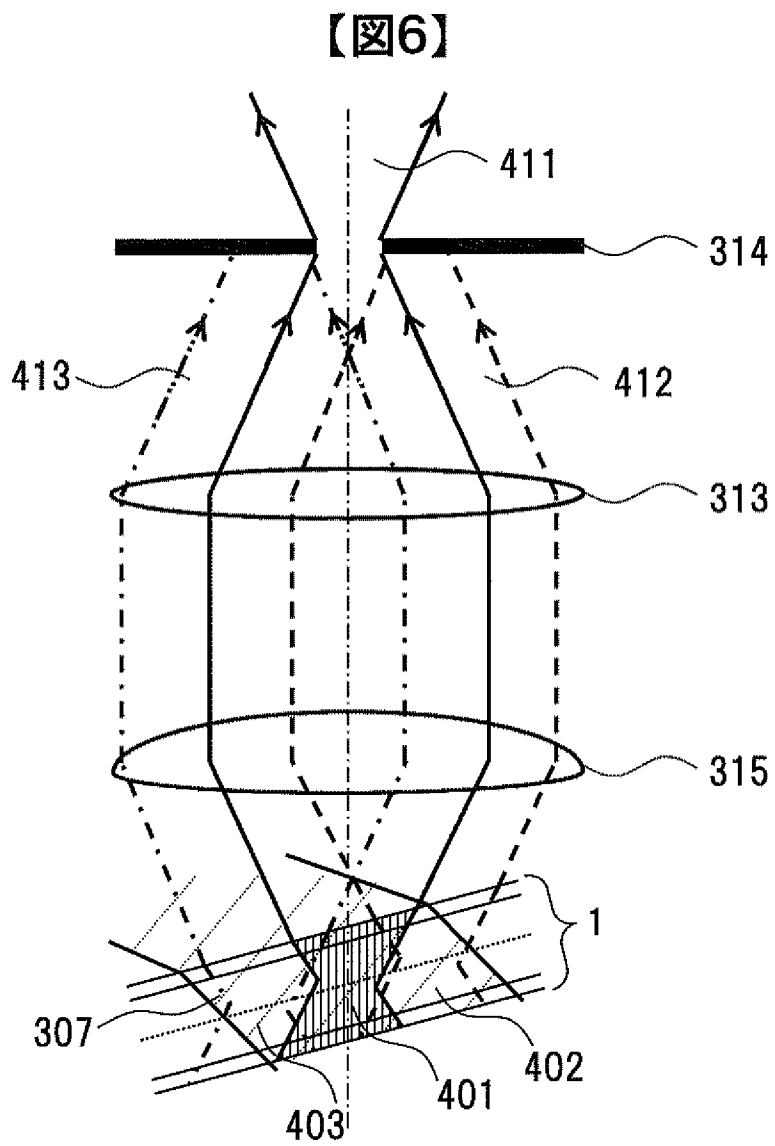


【図5】

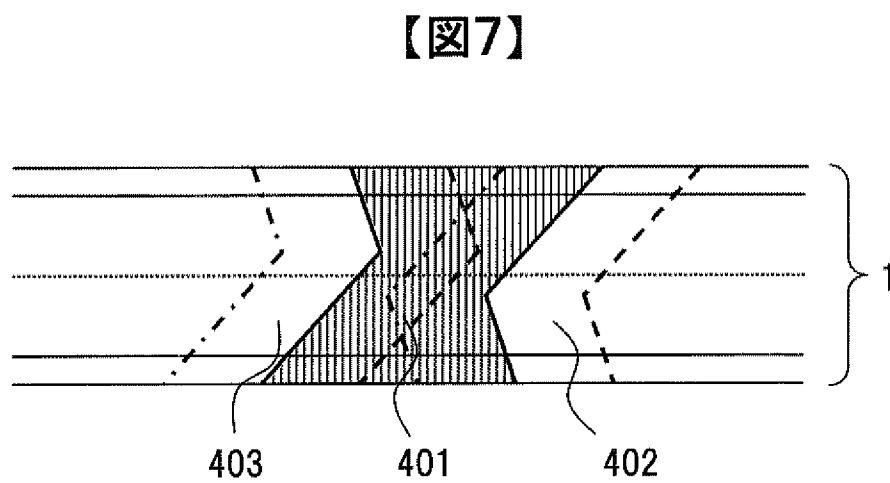
【図5】



[図6]

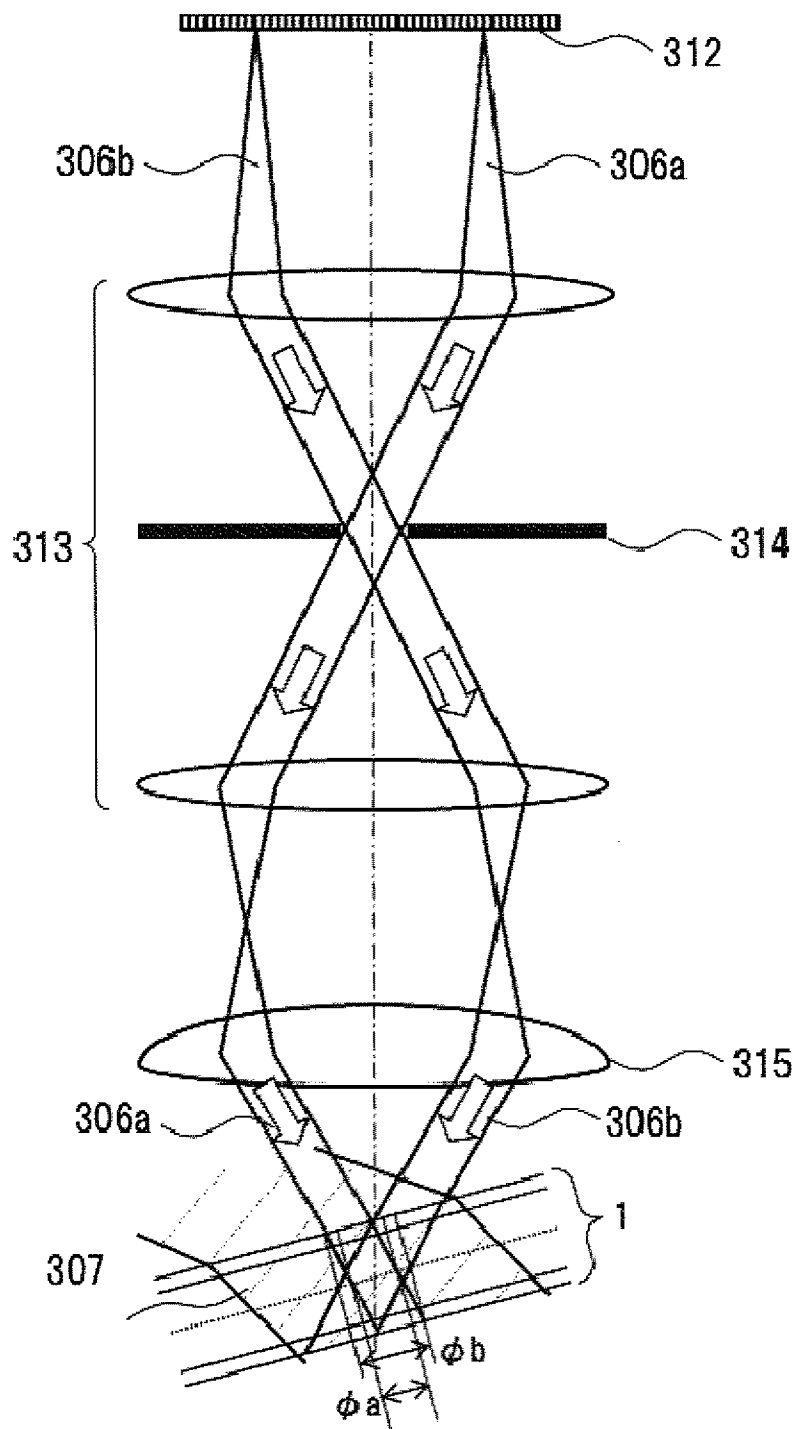


[図7]



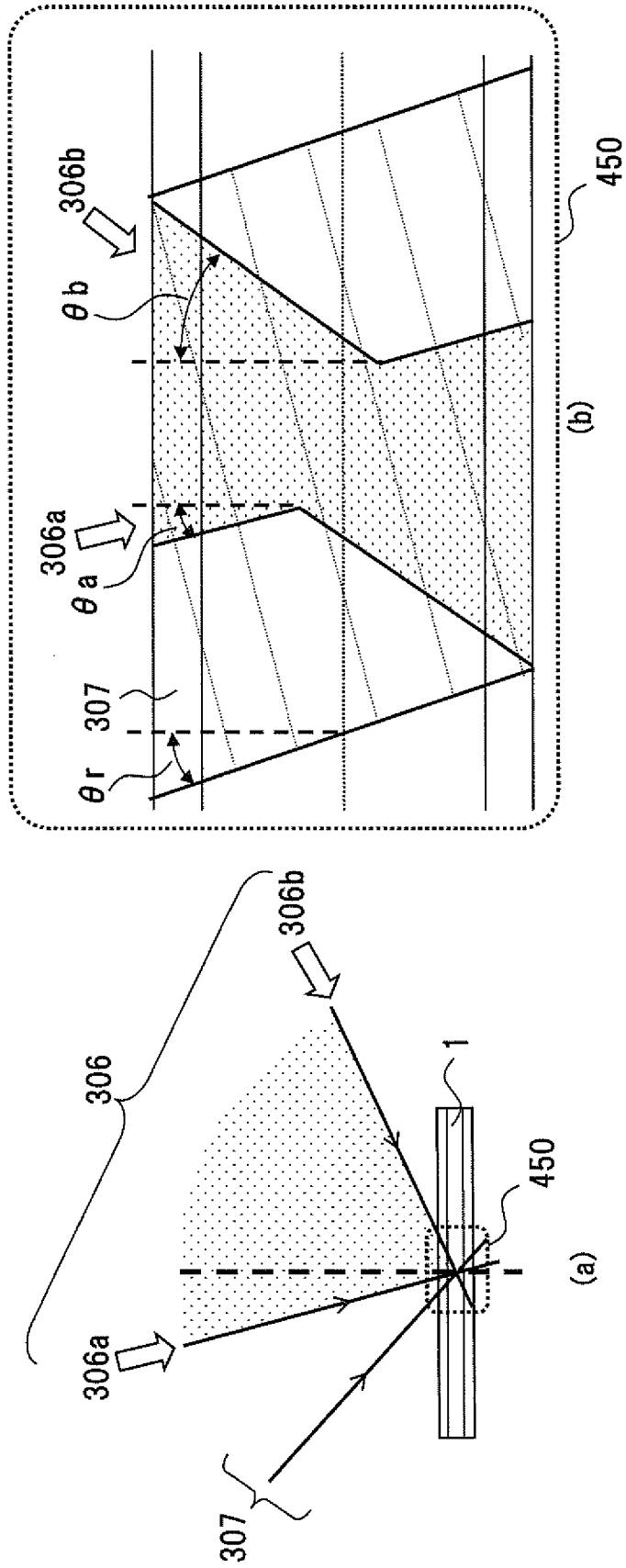
[図8]

【図8】



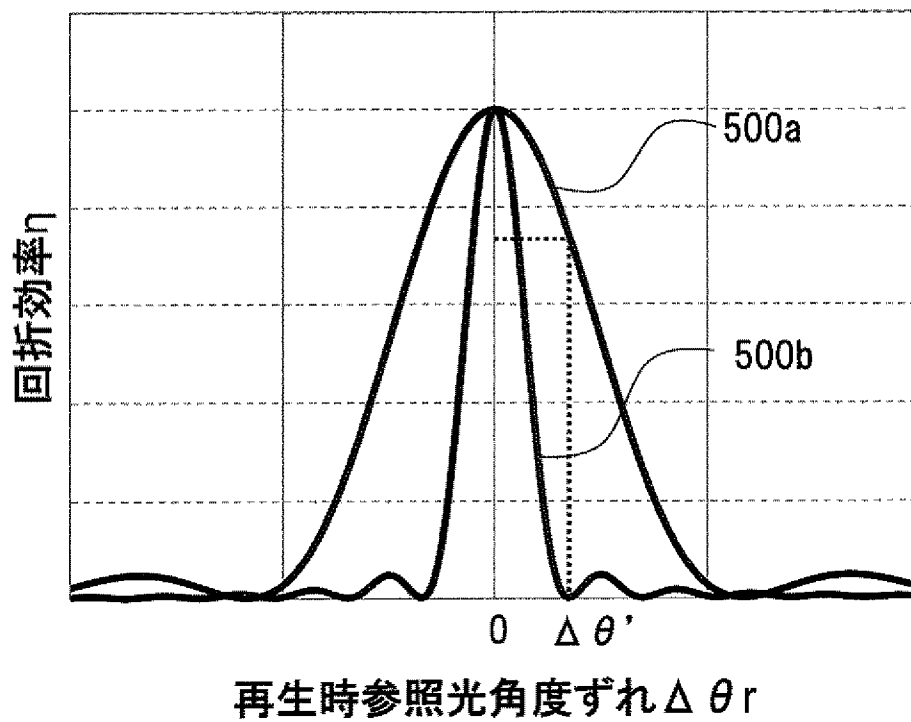
[図9]

【図9】



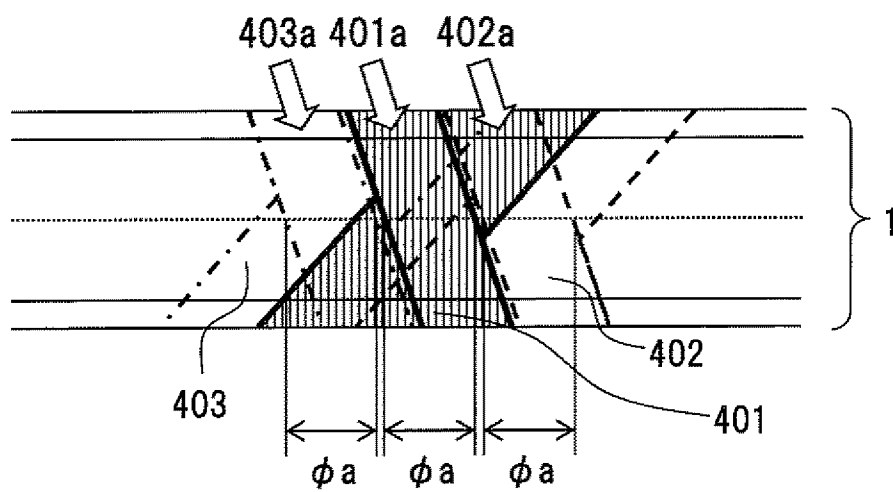
[図10]

【図10】



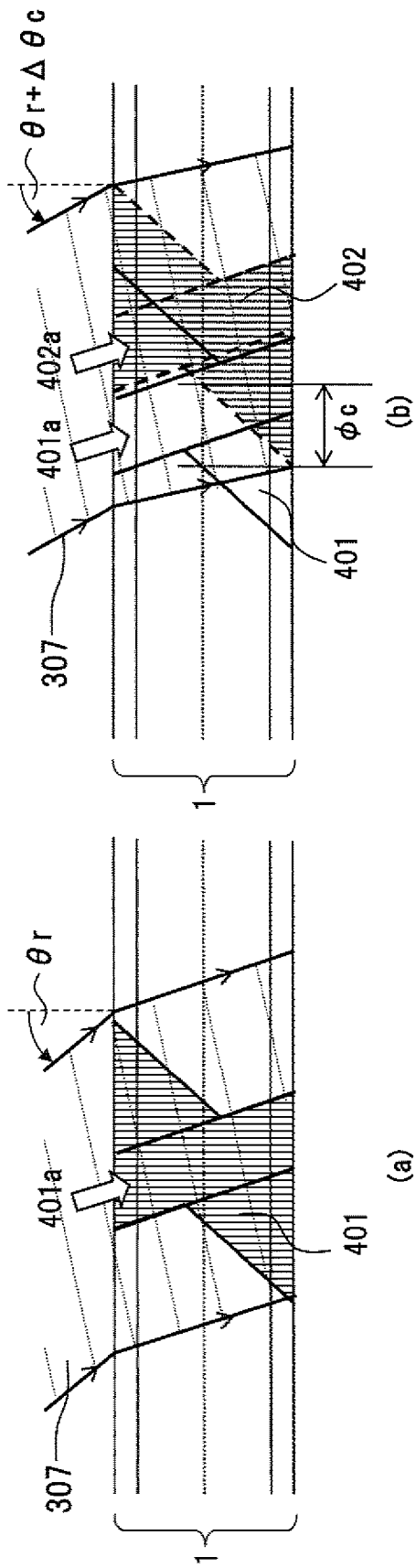
[図11]

【図11】



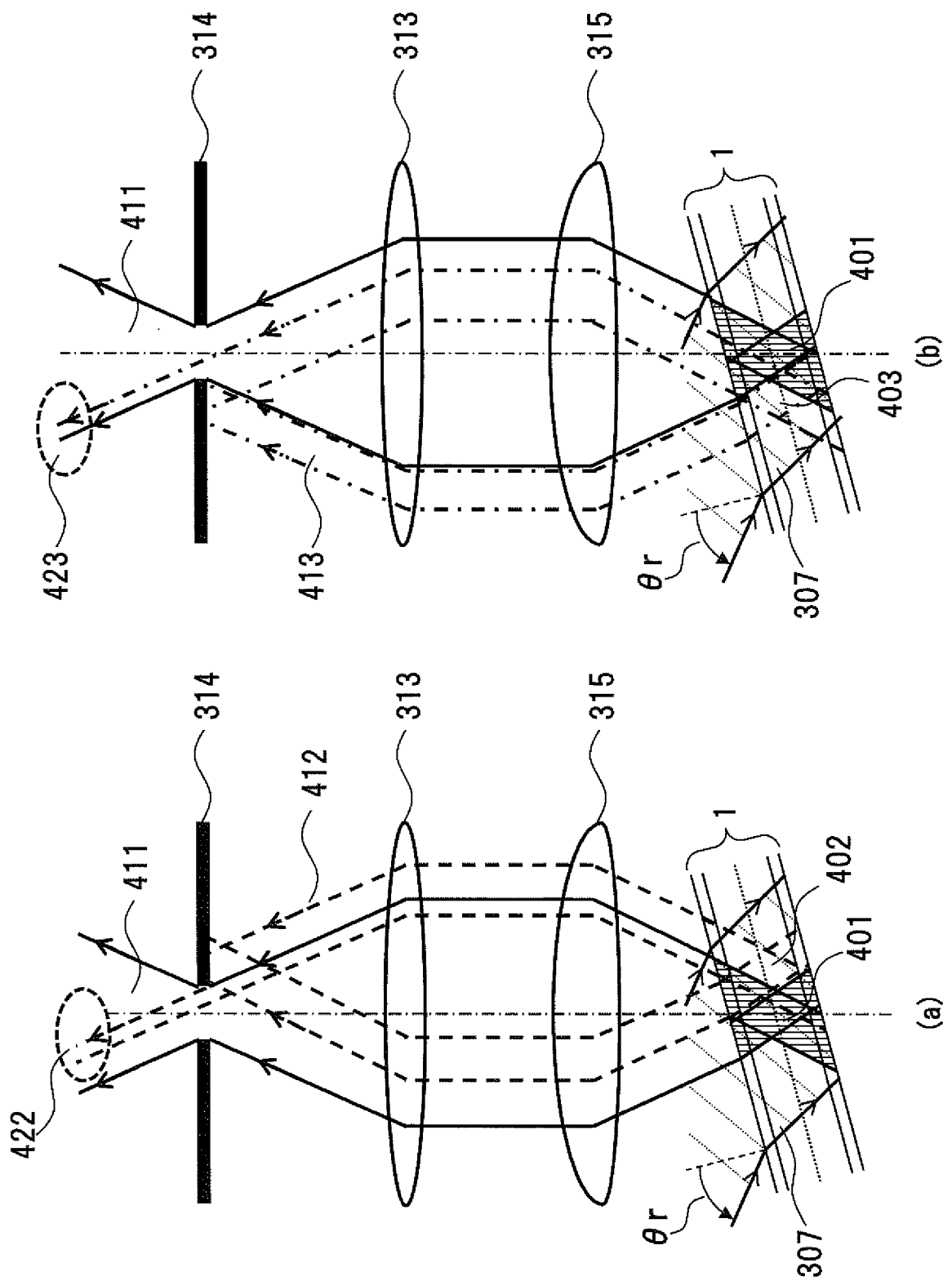
[図12]

【図12】



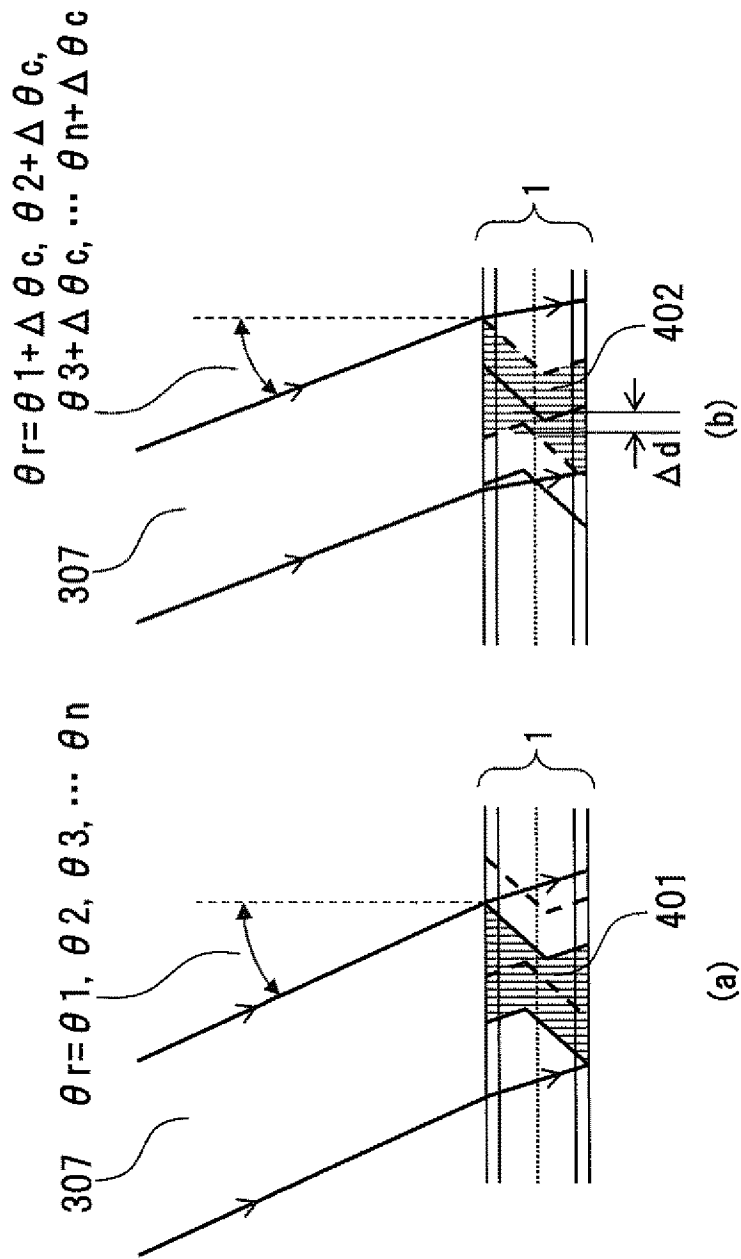
【図13】

【図13】



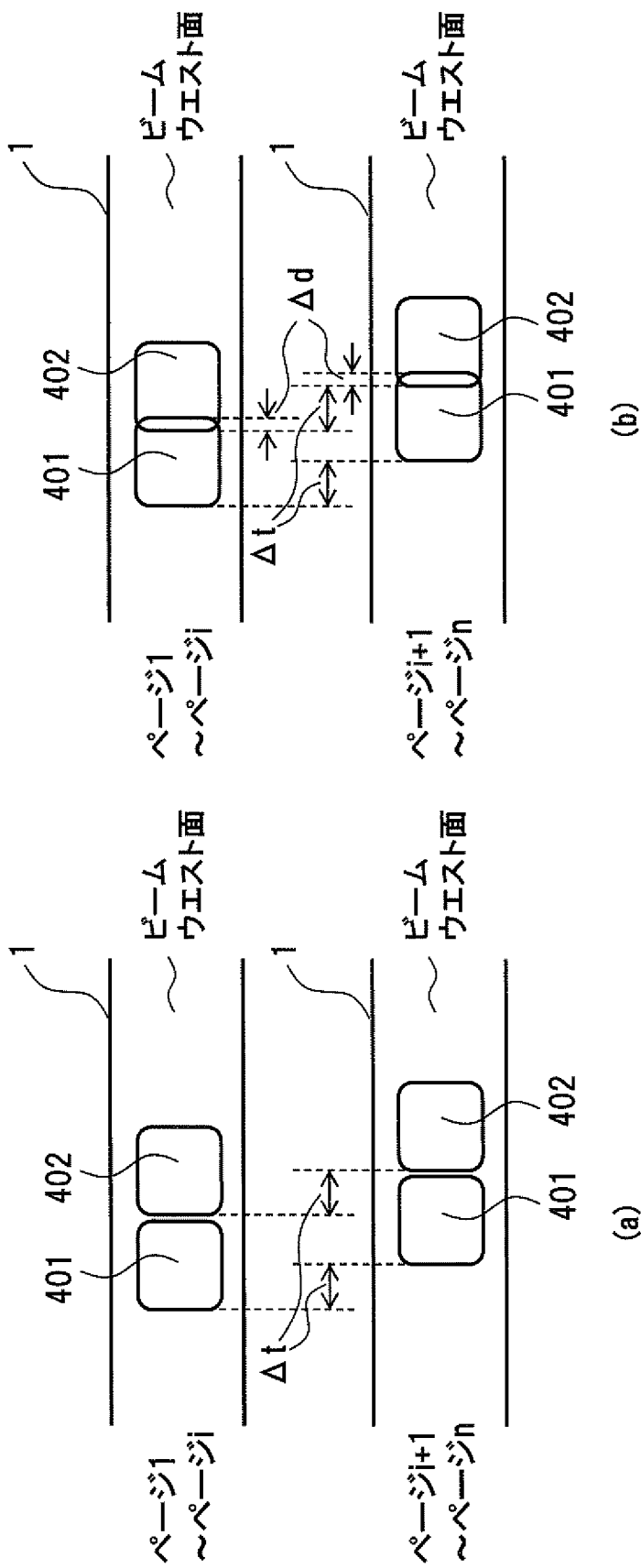
[図14]

【図14】



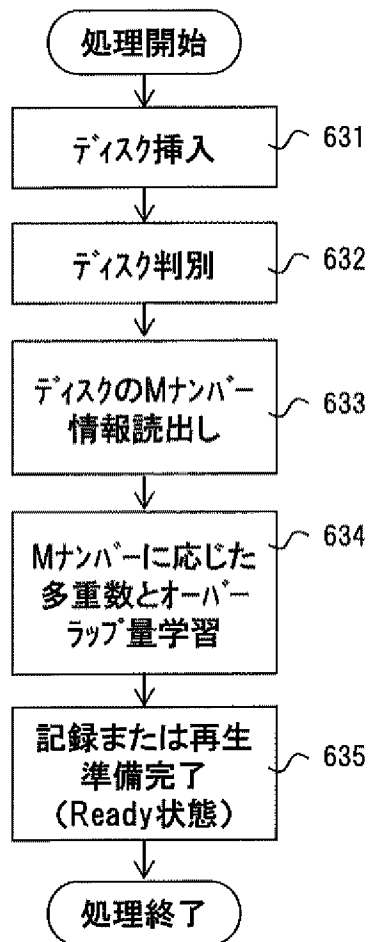
【図15】

【図15】



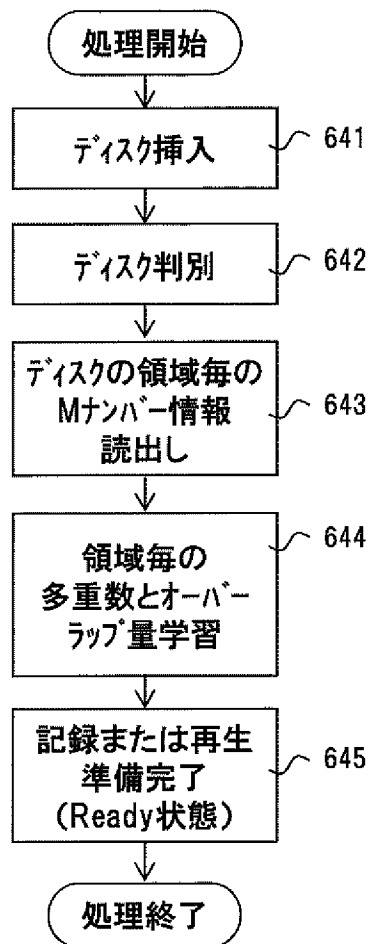
[図16a]

【図16a】



[図16b]

【図16b】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/070297

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/0065(2006.01)i, G03H1/04(2006.01)i, G03H1/30(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)

G11B7/0065, G03H1/04, G03H1/30, 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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2009-087448 A (Hitachi, Ltd.), 23 April 2009 (23.04.2009), paragraphs [0044] to [0053] & US 2009/0086605 A1 & EP 2043092 A1 & CN 101399052 A & KR 10-2009-0033063 A	1, 8 2-7, 9-14
Y	JP 2011-013531 A (Sharp Corp.), 20 January 2011 (20.01.2011), paragraphs [0008], [0079] to [0081] (Family: none)	2-7, 9-14
A	JP 2008-071434 A (Sony Corp.), 27 March 2008 (27.03.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

☒ 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
29 August, 2014 (29.08.14)

Date of mailing of the international search report
09 September, 2014 (09.09.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/070297

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/001434 A1 (Fujitsu Ltd.), 03 January 2008 (03.01.2008), paragraph [0022] & US 2009/0129234 A1 & CN 101473280 A	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G11B7/0065 (2006.01)i, G03H1/04 (2006.01)i, G03H1/30 (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. G11B7/0065, G03H1/04, G03H1/30, 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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2009-087448 A（株式会社日立製作所）2009.04.23, 段落 0044-0053 & US 2009/0086605 A1 & EP 2043092 A1 & CN 101399052 A & KR 10-2009-0033063 A	1, 8 2-7, 9-14
Y	JP 2011-013531 A（シャープ株式会社）2011.01.20, 段落 0008, 0079-0081（ファミリーなし）	2-7, 9-14
A	JP 2008-071434 A（ソニー株式会社）2008.03.27, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-14

☒ 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 9 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

ゆずりは 広行

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

5 D

3 0 4 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2008/001434 A1 (富士通株式会社) 2008.01.03, 段落 0022 & US 2009/0129234 A1 & CN 101473280 A	1-14