

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5802616号
(P5802616)

(45) 発行日 平成27年10月28日(2015.10.28)

(24) 登録日 平成27年9月4日(2015.9.4)

(51) Int.Cl.

G 11 B 7/0065 (2006.01)

F 1

G 11 B 7/0065

請求項の数 13 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2012-138314 (P2012-138314)
 (22) 出願日 平成24年6月20日 (2012.6.20)
 (65) 公開番号 特開2014-2823 (P2014-2823A)
 (43) 公開日 平成26年1月9日 (2014.1.9)
 審査請求日 平成26年9月12日 (2014.9.12)

(73) 特許権者 50918944
 日立コンシューマエレクトロニクス株式会
 社
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (74) 代理人 100091720
 弁理士 岩崎 重美
 (72) 発明者 中村 悠介
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
 株式会社日立製作所 横浜研究所内

審査官 深沢 正志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光情報記録再生装置および光情報記録再生方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光記録媒体に対して光を用いて情報を記録再生する光情報記録再生装置において、
 前記光記録媒体からの再生光と重ね合わせて干渉させるオシレーター光を生成するオシ
 レーター光生成部と、
 前記オシレーター光と前記再生光との間に所定の位相差を付加する位相変調部と、
 前記オシレーター光と前記再生光とが重ね合わさった干渉光を検出する光検出部と、
 前記光検出部出力から前記オシレーター光と前記再生光の波面ずれ量を検出する波面ず
 れ検出部と、

前記波面ずれ量から波面補償量を算出する補償量算出部と、を具備し、

10

前記波面補償量に基づいて前記位相変調部で付加する位相差を制御し、

前記波面ずれ検出部では、前記光検出部出力に対して低域通過フィルタを通した信号に基
 づいて波面ずれ量を検出する、

ことを特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光情報記録再生装置において、

前記波面ずれ検出部では、複数ページ分の前記光検出部出力に対して平滑化した信号に
 基づいて波面ずれ量を検出する、

ことを特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項 3】

20

請求項 1 に記載の光情報記録再生装置において、
 信号光に情報を付加するための信号光変調部を具備し、
 前記信号光変調部出力の信号光と参照光とを干渉させ、得られた干渉縞をホログラムとして前記光記録媒体に記録することで情報の記録を行い、記録された前記光記録媒体を再生することで情報の再生を行うことを特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の光情報記録再生装置において、
 記録時にページの全面もしくは一部の輝度および／もしくは位相が一様な基準ページを記録し、

再生時に前記基準ページに対して前記波面補償量を算出し、

10

前記基準ページの波面補償量に基づいて前記位相変調部で付加する位相差を制御する、
 ことを特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の光情報記録再生装置において、
 前記信号光変調部と前記位相変調部を共用する、
 ことを特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項 6】

光記録媒体に対して光を用いて情報を記録再生する光情報記録再生方法において、
 前記光記録媒体からの再生光と重ね合わせて干渉させるオシレーター光を生成するオシ
 レーター光生成ステップと、

20

前記オシレーター光と前記再生光との間に所定の位相差を付加する位相変調ステップと、
 前記オシレーター光と前記再生光とが重ね合わさった干渉光を検出する光検出ステップと、

前記光検出ステップ結果から前記オシレーター光と前記再生光の波面ずれ量を検出する波面ずれ検出ステップと、

前記波面ずれ量から波面補償量を算出する補償量算出ステップと、

前記波面補償量に基づいて前記位相変調ステップで付加する位相差を制御するステップと、

前記波面ずれ検出ステップでは、前記光検出ステップ結果に対して低域通過フィルタを通した信号に基づいて波面ずれ量を検出する、

30

ことを特徴とする光情報記録再生方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の光情報記録再生方法において、

前記波面ずれ検出ステップでは、複数ページ分の前記光検出ステップ結果に対して平滑化した信号に基づいて波面ずれ量を検出する、

ことを特徴とする光情報記録再生方法。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の光情報記録再生方法において、

信号光に情報を付加するための信号光変調ステップを具備し、

40

前記信号光変調ステップ結果の信号光と参照光とを干渉させ、得られた干渉縞をホログラムとして前記光記録媒体に記録することで情報の記録を行い、記録された前記光記録媒体を再生することで情報の再生を行うことを特徴とする光情報記録再生方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の光情報記録再生方法において、

記録時にページの全面もしくは一部の輝度および／もしくは位相が一様な基準ページを記録し、

再生時に前記基準ページに対して前記波面補償量を算出し、

前記基準ページの波面補償量に基づいて前記位相変調ステップで付加する位相差を制御する、

50

ことを特徴とする光情報記録再生方法。

【請求項 10】

光記録媒体に対して光を用いて情報を再生する光情報再生装置において、

前記ホログラム記録媒体からの再生光と重ね合わせて干渉させるオシレーター光を生成するオシレーター光生成部と、

前記オシレーター光と前記再生光との間に所定の位相差を付加する位相変調部と、

前記オシレーター光と前記再生光とが重ね合わさった干渉光を検出する光検出部と、

前記光検出部出力から前記オシレーター光と前記再生光の波面ずれ量を検出する波面ずれ検出部と、

前記波面ずれ量から波面補償量を算出する補償量算出部と、を具備し、

前記波面補償量に基づいて前記位相変調部で付加する位相差を制御し、

前記波面ずれ検出部では、前記光検出部出力に対して低域通過フィルタを通した信号に基づいて波面ずれ量を検出する、

ことを特徴とする光情報再生装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の光情報再生装置において、

前記波面ずれ検出部では、複数ページ分の前記光検出部出力に対して平滑化した信号に基づいて波面ずれ量を検出する、

ことを特徴とする光情報再生装置。

【請求項 12】

請求項 10 に記載の光情報再生装置において、

参照光と信号光とを干渉させ、得られた干渉縞がホログラムとして記録された前記光記録媒体を再生することで情報の再生を行うことを特徴とする光情報再生装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の光情報再生装置において、

前記ホログラムの一部には、ページの全面もしくは一部の輝度および／もしくは位相が一様な基準ページが記録されており、

前記基準ページに対して前記波面補償量を算出し、

前記基準ページの波面補償量に基づいて前記位相変調部で付加する位相差を制御する、

ことを特徴とする光情報再生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ホログラフィを用いて光情報記録媒体に情報を記録、光情報記録媒体から情報を再生する、光情報記録再生装置および光情報記録再生方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、青紫色半導体レーザを用いた、Blue-ray Disc (TM) 規格により、民生用においても 50 GB 程度の記録密度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 100 GB ~ 1 TB 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

10

20

30

40

50

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。10

【0008】

ホログラム記録技術として、例えば特開2004-272268号公報（特許文献1）がある。本公報には、信号光束をレンズで光情報記録媒体に集光すると同時に、平行光束の参照光を照射して干渉させてホログラムの記録を行い、さらに参照光の光記録媒体への入射角度を変えながら異なるページデータを空間光変調器に表示して多重記録を行う、いわゆる角度多重記録方式が記載されている。

【0009】

またホログラム記録技術の大容量化の手段として、例えば特開2012-27996号公報（特許文献2）がある。本公報には、信号光の各画素に多値の位相情報を付加する方法が記載されている。20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2004-272268号公報

【特許文献2】特開2012-27996号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

ところで特許文献2において、ホログラム記録媒体からの回折光と、位相情報を付加したオシレーター光とを重ね合わせて干渉させる際に、回折光とオシレーター光との波面がずれることにより正確に位相検出が出来ないという問題があった。

【0012】

そこで本発明の目的は、回折光とオシレーター光の波面ずれを低減することで再生品質を向上可能な波面補償方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題は、特許請求の範囲に記載の発明により解決される。

40

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、ホログラムにおける記録再生処理において回折光とオシレーター光の波面ずれを低減させることができ、再生性能を向上することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】波面ずれ検出および補償制御の実施例を表す概略図

【図2】光情報記録再生装置の実施例を表す概略図

【図3】光情報記録再生装置内のピックアップの実施例を表す概略図

【図4】光情報記録再生装置内のピックアップの実施例を表す概略図

50

- 【図5】光検出器の画素と回折光およびオシレーター光の位置関係を示す概略図
- 【図6】光情報記録再生装置の動作フローの実施例を表す概略図
- 【図7】光情報記録再生装置内の信号生成回路の実施例を表す概略図
- 【図8】光情報記録再生装置内の信号処理回路の実施例を表す概略図
- 【図9】信号生成回路及び信号処理回路の動作フローの実施例を表す概略図
- 【図10】波面ずれ検出回路の処理過程の実施例を表す概略図
- 【図11】補償量算出回路の処理過程の実施例を表す概略図
- 【図12】波面ずれ検出および補償制御の実施例を表す概略図
- 【図13】メモリの回路構成の実施例を表す概略図
- 【図14】記録動作時のピックアップの動作フローの実施例を表す概略図
- 【図15】再生動作時のピックアップの動作フローの実施例を表す概略図
- 【図16】光情報記録再生装置内のピックアップの実施例を表す概略図
- 【図17】波面ずれ検出および補償制御の実施例を表す概略図
- 【図18】ページデータの位相分布を示す概略図
- 【発明を実施するための形態】
- 【0016】
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】
- 【0017】
本発明の実施形態を添付図面にしたがって説明する。図2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。
- 【0018】
光情報記録再生装置10は、出入力制御回路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出入力制御回路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出入力制御回路90により外部制御装置91に送信する。
- 【0019】
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。
- 【0020】
ピックアップ11は、参照光と信号光を光情報記録媒体1に出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り込まれ、信号光は空間光変調器によって変調される。
- 【0021】
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。
- 【0022】
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。
- 【0023】
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

10

20

30

40

50

、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。

【0024】

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。

【0025】

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。10

【0026】

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あこなわれる。

【0027】

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。

【0028】

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。20

【0029】

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。

【0030】

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記録原理を示したものである。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1/2波長板などで構成される偏光方向変換素子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偏光方向を制御された後、偏光ビームスプリッタ205に入射する。30

【0031】

偏光ビームスプリッタ205を透過した光ビームは、ビームエキスパンダ208によって光ビーム径を拡大された後、偏光方向変換素子209、偏光ビームスプリッタ210、および偏光ビームスプリッタ211を経由して空間光変調器212に入射し、空間光変調器212によって例えば図18に示すように画素毎に位相情報が付加されたページデータとなる。ここでページデータ内の位相分布は、例えば光情報記録媒体1のフーリエ面上の光強度分布においてDC強度（いわゆるホットスポット）を除去するような位相分布にする。この様にすることで、従来、DC強度を低減するために用いられていた位相マスクを削除する事ができる。一例としては、各画素に付加した位相の平均値が0となるような位相分布とする。別の例としては、各画素に付加した位相の平均値が0.5または1.5となるような位相分布とする。

また別の例としては、1つのページ内において位相=0を基準に位相をランダマイズした画素数と位相=1を基準に位相をランダマイズした画素数が等しくなるようにする。

【0032】

なお空間光変調器212は位相変調の機能のみを有する空間光変調器に限定されるものではない。空間光変調器212に振幅変調の機能を持たせることで、空間的に振幅の変調も可能となる。

【0033】

10

20

30

40

50

空間光変調器 212 によってページデータとなった信号光 206 は偏光ビームスプリッタ 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 206 は無偏光ビームスプリッタ 229 を透過後、対物レンズ 215 によって光情報記録媒体 1 に集光する。

【0034】

一方、偏光ビームスプリッタ 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 ならびにミラー 218 を経由して、ミラー 219 に入射する。なおミラー 219 はアクチュエータ 220 によって角度を調整可能であり、レンズ 221 とレンズ 222 を通過した後に光情報記録媒体 1 に入射する。

10

【0035】

このように信号光 206 と参照光 207 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。またミラー 219 によって光情報記録媒体 1 に入射する参照光 207 の入射角度を変化させることができるために、角度多重による記録が可能である。

【0036】

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。

20

【0037】

図4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。記録時と同様の光路をたどって、参照光 207 が光情報記録媒体 1 に入射する。本実施例では位相共役光による再生の方法をとっており、アクチュエータ 223 によって駆動されるミラー 224 を反射して再度、光情報記録媒体 1 に入射する参照光 207 を用いて情報を再生する。光情報記録媒体 1 から回折された回折光 231 は対物レンズ 215 、無偏光ビームスプリッタ 229 、リレーレンズ 213 、空間フィルタ 214 、偏光ビームスプリッタ 211 を介して、光検出器 225 に入射する。

【0038】

また、光検出器 225 において回折光 231 と干渉させるオシレーター光 230 を生成するため、偏光方向変換素子 204 によって偏光方向が制御され、所望の光量が偏光ビームスプリッタ 205 を透過する。偏光ビームスプリッタ 205 を透過したオシレーター光 230 は、ビームエキスパンダ 208 を透過した後、偏光方向変換素子 209 によって偏光方向が制御され、偏光ビームスプリッタ 210 を反射する。その後、オシレーター光 230 は、1/2 波長板 226 によって偏光方向が 90 度回転し、ミラー 227 を反射した後、空間光変調器 228 に入射する。空間光変調器 228 では、所定の基準位相に加えて、該基準位相に対して 90 度、180 度、270 度異なる少なくとも 4 つの位相をオシレーター光 230 に付加する。無偏光ビームスプリッタ 229 を反射したオシレーター光 230 は、リレーレンズ 213 、空間フィルタ 214 、偏光ビームスプリッタ 211 を介して光検出器 225 に入射し、前述した回折光 231 と重ね合わさって干渉する。

30

【0039】

図5は、光検出器 225 における画素の配置、回折光 231 およびオシレーター光 230 の位置関係を示した概略図である。なお図5は、位相変調に加えて振幅変調を行ったページデータを示しているが、振幅変調を行わないホワイトページデータであっても構わない。光検出器上の画素は、ページデータの各画素に対して少なくとも 4 つの画素でオーバーサンプリングする様に画素が配置されており、前述した 4 つの位相（基準位相（本実施例では便宜上、0°とする）、基準位相 + 90°、基準位相 + 180°、基準位相 + 270°）を付加された前記オシレーター光 230 が、オーバーサンプリングを行う前記 4 つの画素の各々の画素に入射する構成となっている。ここで図中において用いた I_1 と I_2 は、

40

50

基準位相を付加したオシレーター光 230 が入射する画素からの出力値から基準位相 + 180° を付加したオシレーター光 230 が入射する画素からの出力値を引いた値を I₁、基準位相 + 270° を付加したオシレーター光 230 が入射する画素からの出力値から基準位相 + 90° を付加したオシレーター光 230 が入射する画素からの出力値を引いた値を I₂ としている。

なお便宜上、図 5 は光検出器 225 の一部の画素に対する回折光 231 およびオシレーター光 230 の位置関係を描写しているが、基本的に本発明ではオーバーサンプリングに用いる 4 つの画素の全ての組み合わせに対して、同様の位置関係が成り立つものとする。

【0040】

この様な構成とすることで、干渉計などで一般的に用いられているフリンジスキャン法の原理を用いて、各画素に入射する回折光 231 とオシレーター光 230 に付加した基準位相との位相差 $\Delta\phi$ を図 5 で定義した I₁ と I₂ を用いて(数 1)によって算出することができるので、ページデータの各画素に付加された位相情報を検出する事ができる。 10

【0041】

【数 1】

$$\Delta\phi = \tan^{-1} \left(\frac{I_2}{I_1} \right) \quad \dots \text{ 数1}$$

20

【0042】

なお、位相多値記録を行わずに振幅変調を行ったページデータを再生互換する場合は、例えばオシレーター光 230 の生成手段の動作を停止して、オシレーター光の生成を止めて再生を行うことで、装置の再生互換を実現できる。また、光検出器 225 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。

【0043】

図 6 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。

【0044】

30

図 6 (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 6 (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 6 (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。

【0045】

図 6 (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)。

【0046】

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。 40

【0047】

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)。

【0048】

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 6 (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

50

光変調器に送り込む。

【0049】

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(612)。

【0050】

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、再度位置づけする動作を繰り返す。10

【0051】

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)。

【0052】

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バーリファイしても構わない。

【0053】

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6(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。20

【0054】

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)。

【0055】

図9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9(a)は、入出力制御回路90において記録データ受信611後、空間光変調器212上の2次元データに変換するまでの信号生成回路86での記録データ処理フローを示しており、図9(b)は光検出器225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624までの信号処理回路85での再生データ処理フローを示している。30

【0056】

図9(a)を用いて記録時のデータ処理について説明する。ユーザデータを受信(901)すると、複数のデータ列に分割、再生時エラー検出が行えるように各データ列をCR化(902)し、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(903)を施した後、再生時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(904)を行う。次にこのデータ列をM×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(905)を構成する。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ーを付加(906)し、空間光変調器212にデータを転送(907)する。40

【0057】

次に図9(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。光検出器225で検出された画像データが信号処理回路85に転送(911)される。この画像データに含まれるマーカーを基準に画像位置を検出(912)し、画像の傾き・倍率・ディストーションなどの歪みを補正(913)した後、復号処理(914)を行い、マーカーを除去(915)することで1ページ分の2次元データを取得(916)する。このようにして50

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(917)を行い、
パリティデータ列を取り除く。次にスクランブル解除処理(918)を施し、CRCによる
誤り検出処理(919)を行ってCRCパリティを削除した後にユーザデータを入出力
制御回路90経由で送信(920)する。

【0058】

図7は、光情報記録再生装置10の信号生成回路86のブロック図である。

【0059】

出力制御回路90にユーザデータの入力が開始されると、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が開始されたことを通知する。コントローラ89は本通知を受け、信号生成回路86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内サブコントローラ701に通知される。本通知を受け、サブコントローラ701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708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703に、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。メモリ702に格納したユーザデータが、ある一定量に達すると、CRC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化したデータに、スクランブル回路705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。最後にピックアップインターフェース回路707にメモリ702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ーを付加した後、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。

10

20

【0060】

図8は、光情報記録再生装置10の信号処理回路85のブロック図である。

【0061】

コントローラ89はピックアップ11内の光検出器225が画像データを検出すると、
信号処理回路85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内サブコントローラ801に通知される。本通知を受け、サブコントローラ80
1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811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803に、データライン812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810を経由して入力される画像データをメモリ802に格納する
よう制御する。メモリ802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809でメモリ802に格納された画像データ内からマーカー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ーを用いて
画像歪み補正回路808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、復号回路807において多値データ
を判定して復号し、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制
御を行う。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
804でメモリ802上のユーザ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802からユーザデータを転送する。

30

40

【0062】

ここで、以上で説明した本実施例の光情報記録再生装置において、本実施例の特徴であるオシレーター光の波面補償制御について詳細に説明する。本実施例の位相多値再生方法では、図4のオシレーター光230と回折光231が光検出器225上で重ね合わさって干渉することで位相情報を得ることができる。しかし、オシレーター光230の波面と回折光231の波面が一致していなければ、正しく位相情報を求めることができない。もし、オシレーター光230と回折光231が振幅変調も位相変調もかけられていないとする

50

と、この波面の不一致は干渉縞として現れることになる。よって、この干渉縞から波面ずれを検出可能であり、オシレーター光230の波面を補償すればよい。

【0063】

図1、図10、図11を用いて本実施例の波面ずれ検出および補償手順を説明する。

【0064】

図1にこの波面補償回路の構成図を示す。まず、光検出器225出力から計算された位相情報をフィルタ回路101に入力する。記録時に空間光変調器212によって画素毎に位相情報が付加されていることから、この位相情報は画素毎に位相が連続しておらずそのままでは波面ずれから生じる干渉縞を得ることができない。そこでフィルタ回路101では位相情報を低域通過フィルタなどによって平均化することで波面ずれから生じる干渉縞(図10(a))を算出し波面ずれ検出回路102に入力する。なお、低域通過フィルタはこの干渉縞の周波数を通過させるように設計するのが好ましい。波面ずれ検出回路102では、この干渉縞(図10(a))から位相差を計算し(図10(b))、非連続点を接続する(図10(c))ことで波面ずれ量を算出し補償量算出回路103に入力する。補償量算出回路103では、この算出した波面ずれを打ち消すような補償量を算出する(図11(a))。空間光変調器228では、所定の基準位相に加えて、該基準位相に対して少なくとも4つの位相をオシレーター光230に付加していたが、該基準位相をこの補償量とするように空間光変調器228を制御する(図11(b))。よって、空間光変調器228は液晶素子などのように電気的に変調する位相量を変えられる方が好ましい。

【0065】

以上の構成によれば、ホログラムにおける記録再生光学系においてオシレーター光と回折光の波面ずれ補償が可能になり、再生性能を改善することが可能となる。

【0066】

なお、本実施例では制御対象を空間光変調器228としたが、空間光変調器228に限定するものではなく、デフォーマブルミラーや液晶素子といった波面制御素子をオシレーター光230の光路中に挿入してもよく、ピックアップ11を構成する素子の位置や特性を制御することで波面補償を行ってもよい。さらに、本実施例では波面ずれから直接的に補償量を算出しているが、収差が最小となるようにフィードバック制御を用いて空間光変調器228を制御してもよい。

【0067】

また、本実施例では位相多値による記録再生を例に説明したが、例えばホモダイン検出などのようにオシレーター光と再生対象となる光(本実施例では回折光)を干渉させる光学系においても適用可能である。さらに、位相多値による記録再生においても本実施例に限定するものではなく、フリンジスキャン法のようにオシレーター光の位相を変えながら再生対象となる光と複数回干渉する方法による位相情報検出などにおいても適用可能である。

【実施例2】

【0068】

本実施例が実施例1と異なるのは、波面ずれ検出および補償手順である。

【0069】

実施例1では低域通過フィルタによって、オシレーター光230と回折光231の波面ずれから生じる干渉縞を得ていた。しかし、波面ずれはページ間でほとんど変化しないのに対して位相情報はページ間に依存性はないのが一般的であるため、ページ間で位相情報を平均することによっても干渉縞を得られる。

【0070】

図12、図13を用いて本実施例の波面ずれ検出および補償手順を説明する。

【0071】

図12にこの波面補償回路の構成図を示す。まず、光検出器225出力から計算された位相情報をページ間フィルタ回路1201に入力する。ページ間フィルタ回路1201は、入力された位相情報をメモリ1202のメモリ制御部1301に入力する。メモリ制御

10

20

30

40

50

部1301は処理するページ順に第1メモリ1302から第Nメモリ1304まで順に位相情報を格納する。格納される位相情報は、古いページのものから順に新しいページのものに置き換える。また、メモリ制御部1301は第1メモリ1302から第Nメモリ1304までの位相情報全てもしくはその一部をページ間フィルタ回路1201に渡す。次にページ間フィルタ回路1201はメモリ制御部1301から入力された複数ページの同じ位置のピクセルの位相情報を平均し、波面ずれから生じる干渉縞(図10(a))を算出し波面ずれ検出回路102に入力する。以降の動作は実施例1と同様である。

【0072】

第1メモリ1302から第Nメモリ1304に格納される位相情報はブック毎に初期化するのが良いが、異なるブックにおいてもオシレーター光230と回折光231の波面ずれの状態が変わらないようであれば初期化せずに処理してもよい。10

【0073】

なお、本実施例では平均化の手法として複数ページの位相情報を別々のメモリに格納していたがこれに限定するものではなく、前のページの位相情報に新しいページの位相情報を加算し続けるような方法など、複数ページの位相情報を平均できれば他の方法を使用してもよい。また、あるブックで算出した補償量を他のブックに使用してもよい。

【0074】

以上の構成によれば、ホログラムにおける記録再生光学系においてオシレーター光と回折光の波面ずれ補償が可能になり、再生性能を改善することが可能となる。さらに、実施例1の低域通過フィルタで遮断されるような波面ずれに対しても、高精度の補償が可能となる。20

【実施例3】

【0075】

本実施例が実施例1と異なるのは、波面ずれ検出および補償手順である。

【0076】

波面ずれを正確に検出するため、ページ全面が同一の輝度および／もしくは位相を有するホワイトページによる調整を行うことを目的とする。

【0077】

図14、図15を用いて本実施例の波面ずれ検出および補償手順を説明する。

【0078】

図14のフローは記録時における動作フローを示したものである。記録対象となる位置に光情報記録媒体1を移動し(1401)、ガルバノミラーを基準となる角度に動かし(1402)、ホワイトページを記録(1403)、その後は通常通りのページを順に記録する(1404)。これら1401から1404までの動作を記録が完了するまで繰り返す(1405)。以上の手順で各ブックにホワイトページを記録する。

【0079】

図15のフローは再生時における動作フローを示したものである。再生対象となる位置に光情報記録媒体1を移動し(1501)、ガルバノミラーを基準となる角度に動かし(1502)、ホワイトページを再生(1503)する。ここで、実施例1と同様の手順により、波面ずれ検出回路102、補償量算出回路103で波面ずれを打ち消す補償量を算出する(1504)。この補償量に基づいて空間光変調器228もしくは波面制御素子を制御することでオシレーター光と回折光の波面ずれを補償する(1505)。その後は記録ページを順に再生する(1506)。これら1501から1506までの動作を再生が完了するまで繰り返す(1507)。

【0080】

以上の例では、各ブックにホワイトページを記録したが、必ずしも各ブックに必要なわけではなく、複数ブックおきにホワイトページを記録してもよい。また参照光の角度変化によってオシレーター光と回折光の波面ずれ量が変化する場合などには、各ブック中に複数のホワイトページを記録してもよい。なお、再生時も全てのホワイトページで調整を実施する必要はなく、複数ブックおき、もしくはディスク挿入時のみで調整するなどの方法

10

20

30

40

50

を採ってもよい。

【0081】

さらに、ホワイトページとしてページ全面が同一の輝度のページを例に説明したが、全面でなく一部の領域としてもよい。

【0082】

以上の手順によれば、ホログラムにおける記録再生光学系においてオシレーター光と回折光の波面ずれ補償が可能になり、再生性能を改善することが可能となる。さらに、実施例1の低域通過フィルタで遮断されるような波面ずれに対しても、高精度の補償が可能となる。

【実施例4】

10

【0083】

本実施例が実施例1と異なるのは、オシレーター光の生成方法である。

【0084】

図16、図17を用いて本実施例の波面ずれ検出および補償手順を説明する。

【0085】

図16はピックアップ11の構成であり、実施例1と図16が相違するのは、オシレーター光用の空間光変調器228を空間光変調器212と兼用している点である。また図17は図16における光ビームの経路を図示したものであるが、図中の矢印はビームの光軸などを示しているわけではなく、単に要素の通過順序を示しているにすぎない。

【0086】

20

光検出器225において回折光231と干渉させるオシレーター光230を生成するため、偏光方向変換素子204によって偏光方向が制御され、所望の光量が偏光ビームスプリッタ205を透過する。偏光ビームスプリッタ205を透過したオシレーター光230は、ビームエキスパンダ208によって光ビーム径を拡大された後、偏光ビームスプリッタ211を透過して空間光変調器212に入射される。空間光変調器212では、所定の基準位相に加えて、該基準位相に対して90度、180度、270度異なる少なくとも4つの位相をオシレーター光230に付加する。このためには空間光変調器212は記録時のページデータの各画素に対して少なくとも4つの画素でオーバーサンプリングする様に画素が配置される必要があるので、本実施例の場合においては記録時に4つの画素で1つの画素を表示しておくと都合がよい。位相が付加されたオシレーター光230は、偏光ビームスプリッタ211を反射し、リレーレンズ213を伝播、1/4波長板1601により円偏光になり、ハーフミラー1602に入射する。ハーフミラー1602を反射したオシレーター光230は、1/4波長板1601により直線偏光になり偏光ビームスプリッタ211を透過し、光検出器225に入射する。

【0087】

30

一方、参照光207の光路中に置かれた1/4波長板1603により円偏光で再生された回折光231は、対物レンズ215、ハーフミラー1602を透過し、1/4波長板1601により直線偏光になり偏光ビームスプリッタ211を透過し光検出器225に入射する。

【0088】

40

次に、図17に示すように光検出器225出力から計算された位相情報をフィルタ回路101に入力し、波面ずれ検出回路102、補償量算出回路103を経て補償量を算出する。切替器1701出力は、再生時には補償量算出回路103出力を選択し、記録時には信号生成回路86出力を選択するように動作する。再生時に空間光変調器212では、所定の基準位相に加えて、該基準位相に対して少なくとも4つの位相をオシレーター光230に付加していたが、該基準位相を切替器1701出力である補償量とするように空間光変調器212を制御する。

【0089】

以上の例では、1/4波長板1601およびハーフミラー1602を、対物レンズ215とリレーレンズ213の間に配置していたが、リレーレンズ213と偏光ビームスプリ

50

ツタ 211 の間に配置するなど、オシレーター光 230 が空間光変調器 212 を経由して光検出器 225 に入射できるのであればどこに配置してもよい。さらに、ハーフミラー 1602 を使用して説明したが、フォトニック結晶素子など偏光に応じて透過、反射を制御可能な素子のように、オシレーター光を反射、回折光を透過する素子であれば何を使用してもよい。

【0090】

以上の構成によれば、ホログラムにおける記録再生光学系においてオシレーター光と回折光の波面ずれ補償が可能になり、再生性能を改善することが可能となる。さらに、信号光用の空間光変調器と、オシレーター光用の空間光変調器を共用できることからコストを抑えることが可能となる。

10

【0091】

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。

【0092】

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、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、I C カード、SD カード、DVD 等の記録媒体に置くことができる。

20

【0093】

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】

30

【0094】

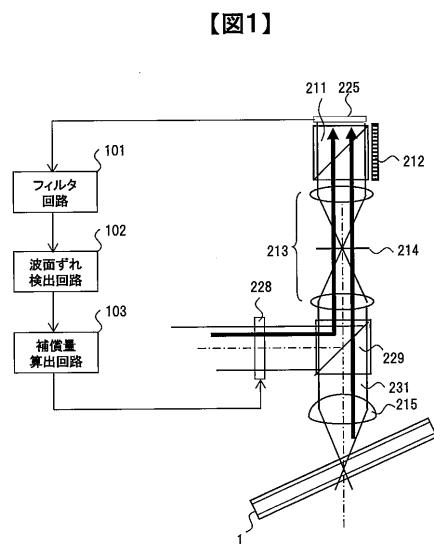
1 . . . 光情報記録媒体、10 . . . 光情報記録再生装置、11 . . . ピックアップ、12 . . . 再生用参照光光学系、13 . . . ディスク Cure 光学系、14 . . . ディスク回転角度検出用光学系、50 . . . 回転モータ、81 . . . アクセス制御回路、82 . . . 光源駆動回路、83 . . . サーボ信号生成回路、84 . . . サーボ制御回路、85 . . . 信号処理回路、86 . . . 信号生成回路、87 . . . シャッタ制御回路、88 . . . ディスク回転モータ制御回路、89 . . . コントローラ、90 . . . 入出力制御回路、91 . . . 外部制御装置、101 . . . フィルタ回路、102 . . . 波面ずれ検出回路、103 . . . 補償量算出回路、201 . . . 光源、202 . . . コリメートレンズ、203 . . . シャッタ、204 . . . 1 / 2 波長板、205 . . . 偏光ビームスプリッタ、206 . . . 信号光、207 . . . 参照光、208 . . . ビームエキスパンダ、209 . . . 偏光方向変換素子、210 . . . 偏光ビームスプリッタ、211 . . . 偏光ビームスプリッタ、212 . . . 空間光変調器、213 . . . リレーレンズ、214 . . . 空間フィルタ、215 . . . 対物レンズ、216 . . . 偏光方向変換素子、217 . . . ミラー、218 . . . ミラー、219 . . . ミラー、220 . . . アクチュエータ、221 . . . レンズ、222 . . . レンズ、223 . . . アクチュエータ、224 . . . ミラー、225 . . . 光検出器、226 . . . 1 / 2 波長板、227 . . . ミラー、228 . . . 空間光変調器、229 . . . 無偏光性ビームスプリッタ、230 . . . オシレーター光、231 . . . 回折光、250 . . . 光学素子、251 . . . 光学素子、1201 . . . ページ間フィルタ回路、1202 . . . メモリ、1301 . . . メモリ制御部、1301 . . . 第 1

40

50

メモリ、1302 . . . 第2メモリ、1303 . . . 第Nメモリ、1601 . . . 1 / 4
 波長板、1602 . . . ハーフミラー、1603 . . . 1 / 4 波長板、1701 . . . 切
 替器

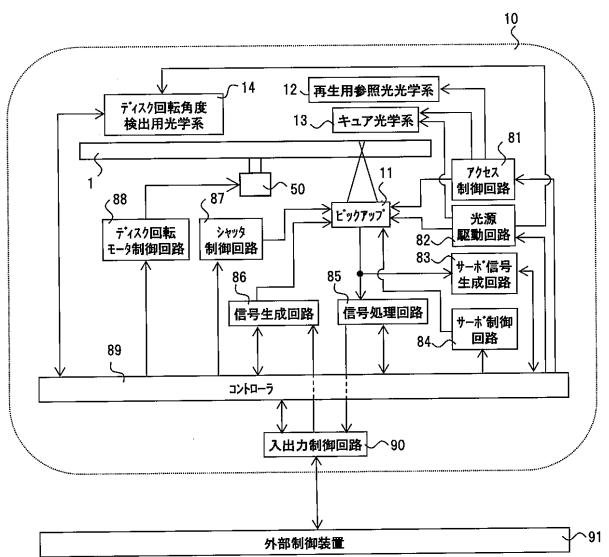
【図1】



【図1】

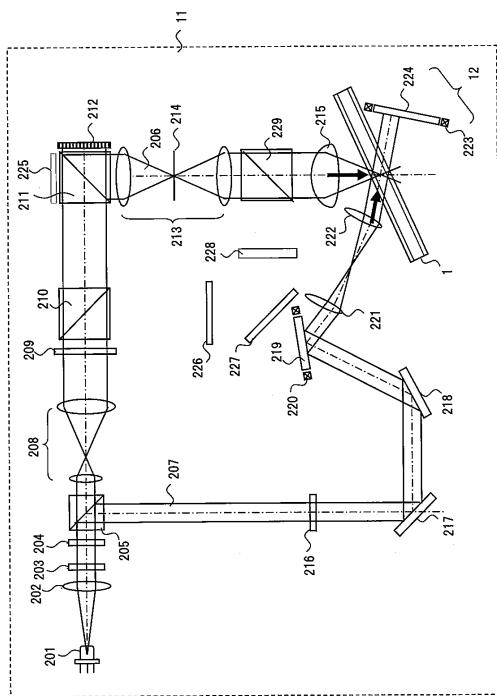
【図2】

【図2】

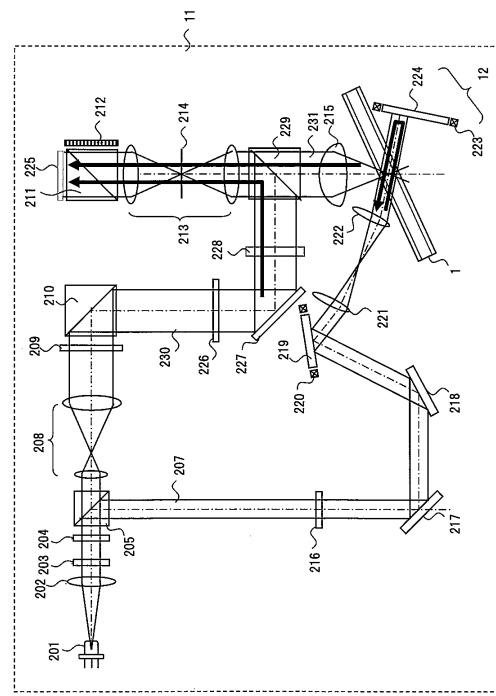


【図3】

【図3】

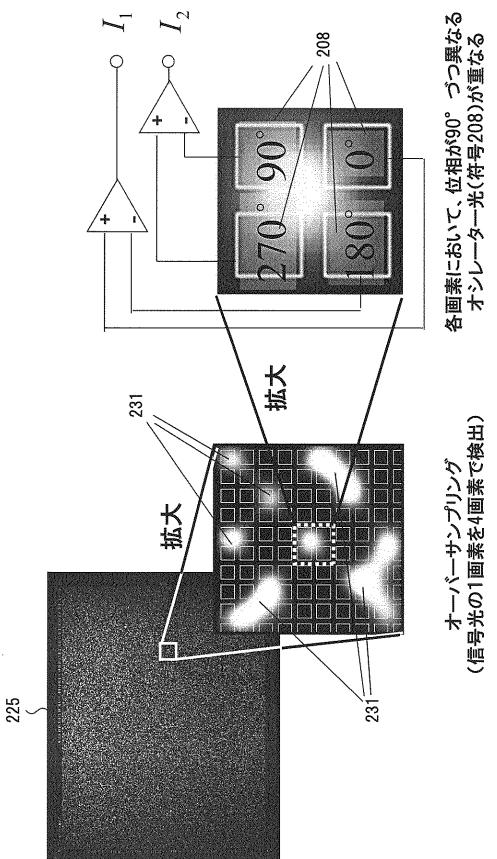


【図4】

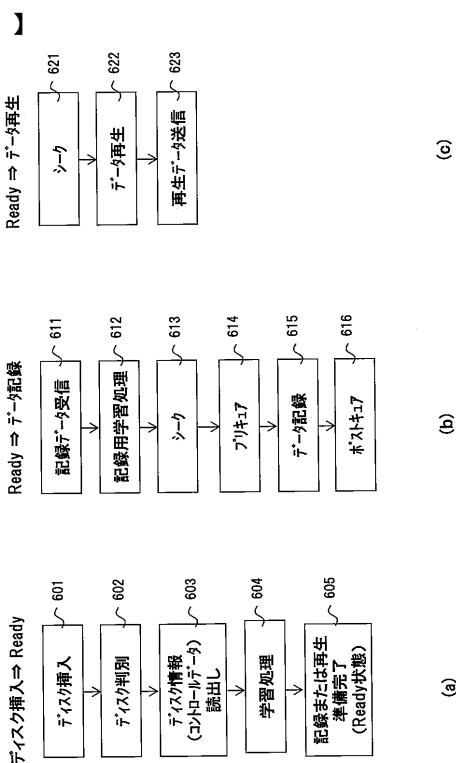


【図5】

【図5】

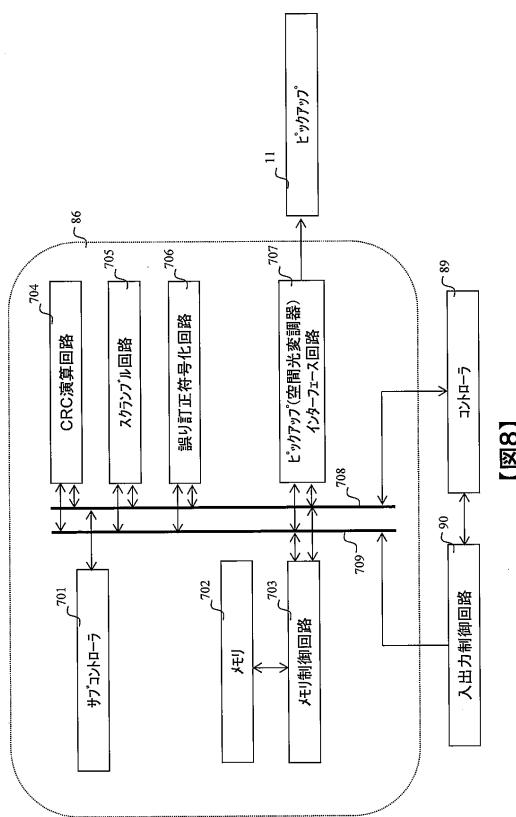


【図6】

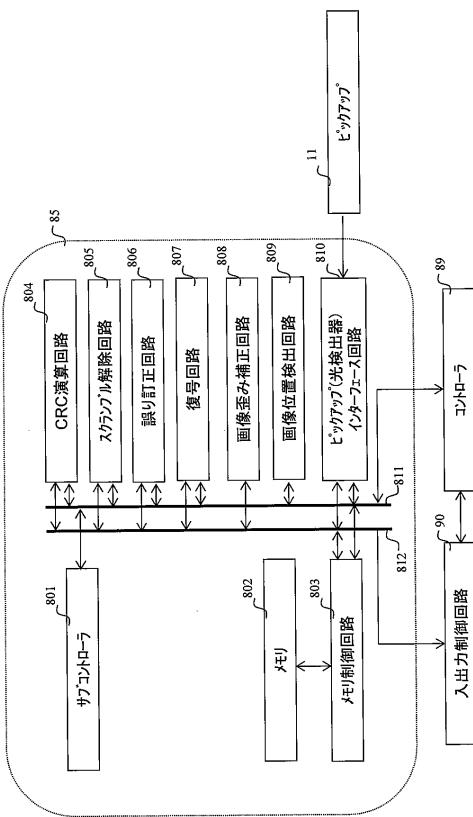


【図7】

【図7】

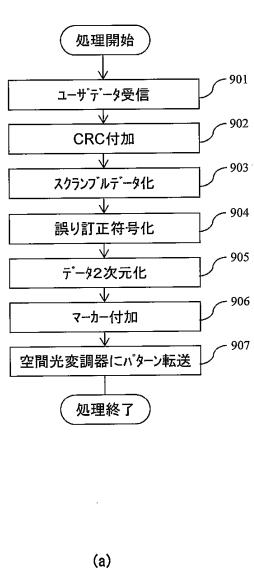


【図8】



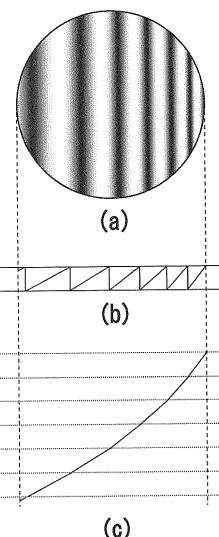
【図9】

【図9】



【図10】

【図10】



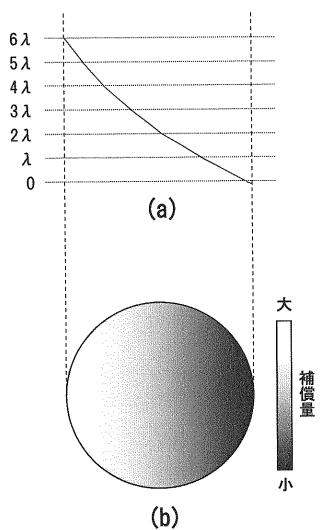
(b)

(c)

(a)

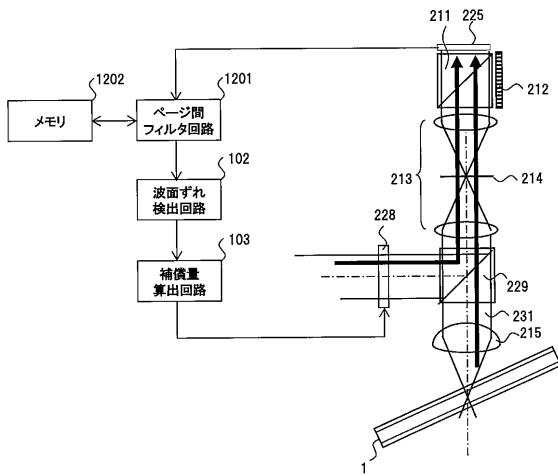
【図11】

【図11】



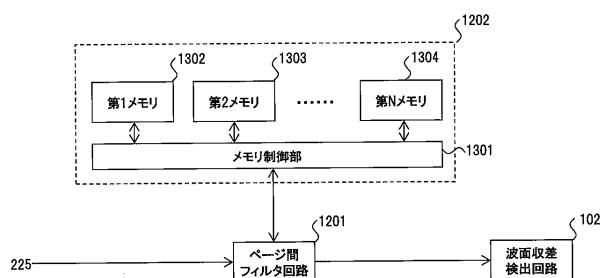
【図12】

【図12】



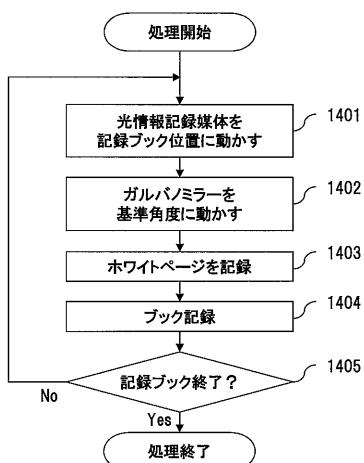
【図13】

【図13】



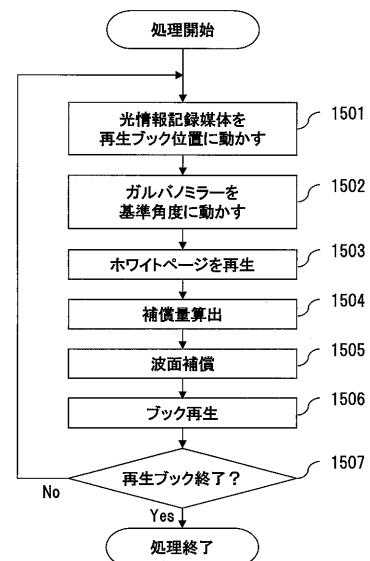
【図14】

【図14】



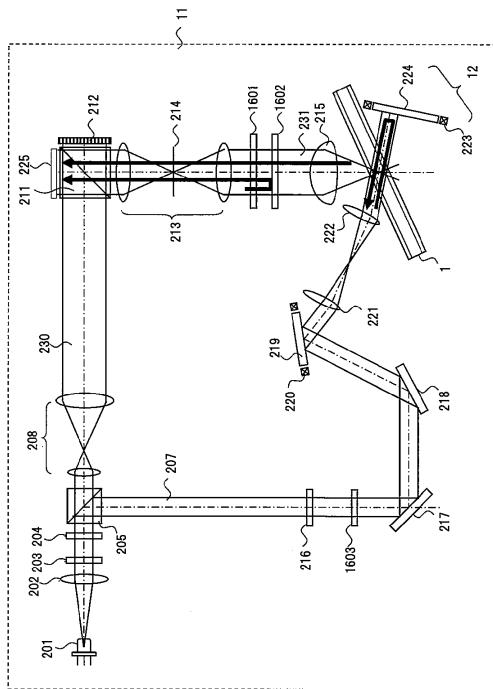
【図15】

【図15】



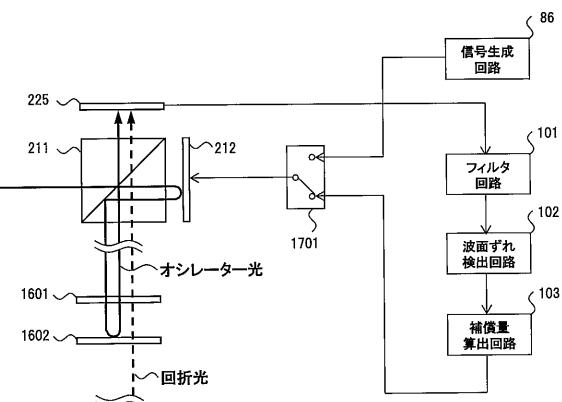
【図16】

【図16】



【図17】

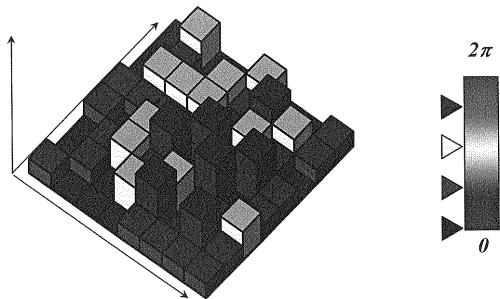
【図17】



【図18】

【図18】

位相分布



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-015944(JP,A)
特開2008-203503(JP,A)
特開2006-090855(JP,A)
特開2011-238311(JP,A)
特開2012-027996(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 11 B 7 / 0 0 - 7 / 0 1 3