

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-234110

(P2007-234110A)

(43) 公開日 平成19年9月13日(2007.9.13)

|                                 |                 |             |
|---------------------------------|-----------------|-------------|
| (51) Int. Cl.                   | F I             | テーマコード (参考) |
| <b>G 1 1 B 7/125 (2006.01)</b>  | G 1 1 B 7/125 B | 5 D 0 9 0   |
| <b>G 1 1 B 7/0065 (2006.01)</b> | G 1 1 B 7/0065  | 5 D 7 8 9   |

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2006-53599 (P2006-53599)  
 (22) 出願日 平成18年2月28日 (2006.2.28)

(71) 出願人 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100109900  
 弁理士 堀口 浩  
 (72) 発明者 矢尾板 明子  
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
 式会社東芝研究開発センター内  
 (72) 発明者 立田 真一  
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
 式会社東芝研究開発センター内  
 (72) 発明者 平尾 明子  
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
 式会社東芝研究開発センター内

最終頁に続く

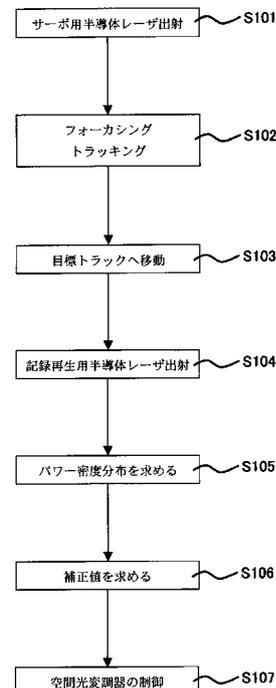
(54) 【発明の名称】 光情報記録装置および光情報記録装置の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 S N比の高い光情報記録装置およびこの制御方法を提供する。

【解決手段】 光情報記録装置は、記録用光源と、情報を担持する情報光と参照光に記録用照射光を変換する空間光変調器と、情報記録層へ情報光、参照光を集光する集光部と、情報光の光の強度分布を検出する撮像素子と、制御手段と、を有する。制御手段は、撮像素子によって検出された強度分布に基づいて空間光変調器を制御する。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

情報を担持する情報光と参照光との干渉によって生じる干渉縞によって、光情報記録媒体に設けられた情報記録層へ前記情報をホログラムとして記録可能な光情報記録装置であって、

記録用照射光を出射する記録用光源と、

前記記録用照射光を前記情報光と前記参照光に変換する空間光変調器と、

前記情報記録層へ前記記録用照射光、前記参照光、または前記情報光と前記参照光を集光する集光部と、

前記記録用照射光または前記情報光の光の強度分布を検出するための撮像素子と、

前記空間光変調器を制御するための制御手段と、を有し、

前記制御手段は、前記撮像素子によって検出された前記強度分布に基づいて、前記空間光変調器が有する複数の画素の少なくとも一部の画素について前記情報記録層に対して照射する前記情報光の照射量を変化させるように、前記空間光変調器を制御することを特徴とする光情報記録装置。

10

## 【請求項 2】

前記制御手段は、前記撮像素子によって検出された前記強度分布に基づいて補正値を求め、前記補正値に基づいて少なくとも一部の画素について前記照射量を減少させるように前記空間光変調器を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の光情報記録装置。

## 【請求項 3】

前記制御手段は、前記撮像素子によって検出された前記強度分布に基づいて、前記空間光変調器の少なくとも一部を所定の数のエリアに分類し、前記エリアのうち検出された光の強度が最も低いエリアを除く他の前記エリアのそれぞれの光の強度が、検出された光の強度が最も低いエリアの光の強度に近づくように前記補正値を求めることを特徴とする請求項 2 に記載の光情報記録装置。

20

## 【請求項 4】

情報を担持する情報光と参照光との干渉によって生じる干渉縞によって、光情報記録媒体に設けられた情報記録層へ前記情報をホログラムとして記録可能な光情報記録装置の制御方法であって、

前記光情報記録装置は、

記録用照射光を出射する記録用光源と、

前記記録用照射光を前記情報光と前記参照光に変換する空間光変調器と、

前記情報記録層へ前記記録用照射光、前記参照光、または前記情報光と前記参照光を集光する集光部と、

前記記録用照射光または前記情報光の光の強度分布を検出するための撮像素子と、を有し、

前記撮像素子によって検出された前記強度分布に基づいて、前記空間光変調器が有する複数の画素の少なくとも一部の画素について前記情報記録層に対して照射する前記情報光の照射量を変化させることを特徴とする光情報記録装置の制御方法。

30

## 【発明の詳細な説明】

40

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光情報記録媒体に情報をホログラムとして記録する光情報記録装置および光情報記録方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、ホログラフィを用いた体積記録型の高密度光ディスク（以下、「ホログラフィック光ディスク」という。）およびホログラフィック光ディスクの記録再生装置の開発が実用化に向けて行われている。ホログラフィック光ディスクの記録方式は、イメージを担持する情報光と記録用の参照光を感光材料中で干渉させることで情報を記録するものであり

50

、液晶素子やデジタル・マイクロミラー・デバイス等の空間光変調器によりデジタル符号化された2次元イメージを一括記録する。情報は、情報記録層の厚み方向への記録が可能な3次元記録であり、かつ情報記録層の同一位置または重なり合う位置に、情報を多重記録することができる。このため、HD DVD等に代表される平面内に記録する現行の光ディスクの記録方式より格段の大容量化を図ることができる。また、情報の再生は2次元イメージ単位で読み出すことができるため、情報の高い転送速度が可能となるという利点を有している。

【0003】

ホログラフィック光ディスクの記録再生装置に関しては、従来から種々の技術が開発されている。このような技術の中で、情報光と参照光を同軸上に配置したコリニア・ホログラム記録方式がHD DVD、Blu-rayの光ディスク記録再生装置の後継として脚光を浴びている。

10

【0004】

コリニア・ホログラム記録方式の技術は、例えば、下記の非特許文献1、非特許文献2および特許文献1等が開示されている。コリニア・ホログラム記録方式は、記録再生用レーザとして緑色あるいは青紫色レーザ光を空間光変調器で光強度変調して情報光と参照光を生成し、対物レンズで情報光と参照光を光ディスクの情報記録層に集光する。そして、情報記録層中で情報光と参照光とを重ね合わせて干渉縞パターンを生成し、この干渉縞パターンを情報記録層中に固定することにより、情報をホログラムとして記録する方式である。

20

【0005】

このコリニア・ホログラム記録方式では、記録用/再生用レーザから生成された情報光および記録用参照光を、ダイクロミックミラーを透過し、対物レンズによって情報光と記録用参照光がホログラム記録層内で干渉パターンを生成するように光情報記録媒体に照射している。

【0006】

一方、ホログラフィック光ディスクへ情報を記録する際、記録用/再生用レーザから生成された光ビームの径方向の強度分布は、例えば書きの特許文献2が開示されている様にガウス分布となっていることが一般的である。また、この様な強度分布を有する光ビームを用いて情報を記録する際、空間光変調器の露光時間分割によるアポダイゼーションを用い、この強度分布を均一化する技術が開示されている。

30

【特許文献1】特開2004-265472号公報

【特許文献2】特開2005-195767

【非特許文献1】“Advanced Collinear Holography”, Optical Review, Vol.12, No.2, 90-92 (2005).

【非特許文献2】“A Novel Collinear Optical Setup for Holographic Data Storage System”, Proceedings of SPIE of Optical Data Storage 2004, pp.297-303 (2004).

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

このようなホログラフィック光ディスクの記録再生装置では、記録用/再生用レーザから生成された光ビームの径方向の強度分布がガウス分布となっていない場合や、記録用/再生用レーザに個体差がある場合、記録用/再生用レーザと対物レンズ等を含む光学系の組立ばらつきがある場合、この強度分布を均一化することができないという問題がある。

40

【0008】

記録用/再生用レーザから生成された光ビームの径方向の強度分布は、情報光と参照光とが干渉する際、干渉コントラストに影響する。従って、強度分布を均一化が不十分な場合、干渉コントラストにむらが生じ、SN比が低下してしまう。

【0009】

本発明は、SN比の高い光情報記録装置およびこの制御方法を提供することを目的とす

50

る。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明の光情報記録装置は、情報を担持する情報光と参照光との干渉によって生じる干渉縞によって、光情報記録媒体に設けられた情報記録層へ前記情報をホログラムとして記録可能な光情報記録装置であって、記録用照射光を出射する記録用光源と、前記記録用照射光を前記情報光と前記参照光に変換する空間光変調器と、前記情報記録層へ前記記録用照射光、前記参照光、または前記情報光と前記参照光を集光する集光部と、前記記録用照射光または前記情報光の光の強度分布を検出するための撮像素子と、前記空間光変調器を制御するための制御手段と、を有し、前記制御手段は、前記撮像素子によって検出された前記強度分布に基づいて、前記空間光変調器が有する複数の画素の少なくとも一部の画素について前記情報記録層に対して照射する前記情報光の照射量を変化させるように、前記空間光変調器を制御することを特徴とする。

10

【0011】

また、本発明の光情報記録装置の制御方法は、情報を担持する情報光と参照光との干渉によって生じる干渉縞によって、光情報記録媒体に設けられた情報記録層へ前記情報をホログラムとして記録可能な光情報記録装置の制御方法であって、前記光情報記録装置は、記録用照射光を出射する記録用光源と、前記記録用照射光を前記情報光と前記参照光に変換する空間光変調器と、前記情報記録層へ前記記録用照射光、前記参照光、または前記情報光と前記参照光を集光する集光部と、前記記録用照射光または前記情報光の光の強度分布を検出するための撮像素子と、を有し、前記撮像素子によって検出された前記強度分布に基づいて、前記空間光変調器が有する複数の画素の少なくとも一部の画素について前記情報記録層に対して照射する前記情報光の照射量を変化させることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、SN比の高い光情報記録装置およびこの制御方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下に添付図面を参照して、本発明による光情報記録装置および光情報記録方法、ならびにこれらに用いる光情報記録媒体の最良な実施の形態を詳細に説明する。

30

【0014】

(第1の実施の形態)

まず、第1の実施の形態に係る光情報記録媒体であるホログラフィック光ディスクについて説明する。ホログラフィック光ディスクは、情報光と参照光の干渉によって生成される光の明暗からなる干渉縞パターンをホログラムとして記録可能な記録媒体である。図1は、第1の実施の形態にかかるホログラフィック光ディスクの断面図である。本実施の形態のホログラフィック光ディスクは、図1に示すように、ポリカーボネート製の基板101上に、透明なギャップ層103と、ダイクロックミラー層104と、透明なギャップ層105と、情報記録層としてのホログラム記録媒体層106と、保護層107が積層された構造となっている。そして、基板101のホログラム記録媒体層106側の面に、フォーカシングサーボ、トラッキングサーボ、追尾サーボの各サーボ用の案内溝やピットが形成されたサーボ面102が形成された構造となっている。

40

【0015】

また、図1では、第1の波長のサーボ用レーザ光108が対物レンズ310によってサーボ面に集光し、第1の波長と異なる第2の波長の記録再生用レーザ光109が対物レンズ310によってダイクロックミラー層104に集光した状態を示している。

【0016】

ここで、本実施の形態では、第1の波長のサーボ用レーザ光108としては、波長650nm帯の赤色レーザ光もしくは780nm帯の赤外レーザ光を用い、第2の波長の記録

50

再生用レーザ光109としては、入手可能な半導体レーザやホログラム記録媒体層の設計自由度の観点から波長405nmの青紫色レーザ光を用いるものとする。このほか、記録再生用レーザ光109として、波長532nmの緑色レーザ光を用いてもよい。

**【0017】**

透明なギャップ層103、105は、サーボ用レーザ光108と記録再生用レーザ光109を透過する。ギャップ層103は、UVレジン等の材料を基板101上にスピコート等によって塗布して形成され、ギャップ層105は、UVレジン等の材料をダイクロックミラー層104上にスピコート等によって塗布して形成される。ギャップ層103、105は、ホログラム記録媒体層106とサーボ面との間にギャップを設けて、ホログラム記録媒体層106において、情報光と参照光との干渉領域をある程度の大きさに形成して、生成されるホログラムの大きさを調整するために設けられている。

10

**【0018】**

ダイクロックミラー層104は、波長分離フィルタをギャップ層103上に誘電体多層膜コーティング(スパッタリング)することによって形成されている。このダイクロックミラー層104は、サーボ用レーザ光108を透過する一方、記録再生用レーザ光109を反射する性質を有している。このため、記録再生用レーザ光109の情報光と参照光がホログラム記録媒体層106内で干渉して情報をホログラムとして記録されるようになっている。

**【0019】**

ホログラム記録媒体層106は、記録再生用レーザ光の情報光と参照光とを干渉させてホログラムが形成される層である。ホログラム記録媒体層106の材料としては、第2の波長の記録再生用レーザ光109で感光し、かつ第1の波長のサーボ用レーザ光108では感光しない記録媒体、例えば、フォトリソマーが使用される。フォトリソマーは、重合性化合物(モノマー)の光重合を利用した感光材料であり、主成分としてモノマー、光重合開始剤、及び記録前後での体積保持の役割を担う多孔質状のマトリクスを含有するのが一般的である。また、ホログラム記録媒体の膜厚は、信号再生に十分な回折効率を得るために数100 $\mu$ m程度とする。

20

**【0020】**

ホログラム記録媒体層106へのホログラム記録は、次のように行われる。まず、情報光と参照光をホログラム記録媒体中で重ね合わせて干渉縞を形成する。この時、フォトリソマー中の光重合開始剤が光子を吸収して活性化し、干渉縞明部のモノマーの重合を発動・促進させる。モノマーの重合が進行して干渉縞明部に存在するモノマーが消費されると、干渉縞暗部から明部にモノマーが移動供給され、結果、干渉縞パターンの明部と暗部に密度差が生じる。これにより、干渉縞パターンの強度分布に応じた屈折率変調が形成されホログラム記録が行われる。

30

**【0021】**

サーボ用レーザ光108は、対物レンズ310によりサーボ面102に集光される。また、記録再生用レーザ光109は対物レンズ310によりダイクロックミラー層104に集光される。対物レンズ310は、サーボ制御に対する負荷を軽減するために両面非球面の単玉レンズにして軽量化を図っている。また、対物レンズ310は、サーボ用レーザ光108の波長と記録再生用レーザ光109の波長の二つの波長に最適化させるため、レーザ光入射側の面に回折格子311を掘り込んで色収差補正をしたハイブリッド対物レンズを用いている。記録再生用レーザ光109は、回折格子311により回折された0次光を用い、サーボ用レーザ光108は、回折格子311により回折された $\pm 1$ 次光を用いて集光するように構成している。このような構成は、現行のDVD/CD互換レンズに使用されている技術を流用することにより容易に実現することができる。また、サーボ用レーザ光108と記録再生用レーザ光109とで異なる対物レンズ開口数とする場合には、波長選択フィルタによる開口制限フィルタを対物レンズ310の直前に設置すればよい。

40

**【0022】**

次に、第1の実施の形態にかかるホログラフィック光ディスクの記録再生装置(光情報

50

記録装置)について説明する。本実施の形態にかかる光ディスク記録再生装置は、図1に示した構造のホログラフィック光ディスクの記録再生を行うものであり、ホログラム記録の方式として、情報光と参照光を同軸上に配置したコリニア・ホログラム記録方式を採用している。図2は、第1の実施の形態にかかるホログラフィック光ディスク記録再生装置の光学系の構成を示す模式図である。

#### 【0023】

本実施の形態にかかる光ディスク記録再生装置は、その光学系として図2に示すように、記録再生用レーザ光を出射する記録再生用半導体レーザ301(記録用光源)と、サーボ用レーザ光を出射するサーボ用半導体レーザ315と、コリメータレンズ302a、302bと、外部共振器用回折格子303と、空間光変調器304と、空間フィルタ305と、偏光ビームスプリッタ306a、306b、回折格子316と、ビームスプリッタ317と、ダイクロックプリズム307と、1/4波長板308と、立上げミラー309と、対物レンズ310(集光部)と、集光レンズ313a、313b、313cと、シリンドリカルレンズ318と、光検出器319、320と、CMOS型固体撮像素子314(撮像素子)とを備えた構成となっている。また、サーボ機構の一部として、アクチュエータ312と追尾アクチュエータ340とを備えた構成となっている。アクチュエータ312は、フォーカシングサーボおよびトラッキングサーボを行うために設けられている。追尾アクチュエータ340は、ホログラムを記録する際にホログラフィック光ディスクの回転を追尾するために設けられている。

10

#### 【0024】

記録再生用の光学系について説明する。記録再生用半導体レーザ301は、第2の波長としての波長405nmの青紫色レーザ光を記録再生用レーザ光として出射するものである。記録再生用半導体レーザ301から出射した直線偏光のレーザ光はコリメータレンズ302aにより発散光束から平行光束に変換される。半導体レーザ301は、稼働温度や注入電流の変化により発振波長が変動するモードホッピング特性があるが、波長シフトに対するマージンが極めて厳しいホログラフィック光ディスクにとっては好ましい特性ではない。このため、本実施の形態では、コリメータレンズ302の直後に外部共振器用回折格子303を配置し、回折格子303での回折光をレーザ素子に帰還させて共振器を構成し、所望の波長で発振させる構成としている。本実施の形態では、簡便なLittrow型共振器を使用し、1次回折光をレーザ素子に帰還させ、波長安定化した0次回折光を取り出して利用している。なお、外部共振器用回折格子303としては、Littrow型共振器の他Littman型共振器を用いてもよい。なお、将来的に、波長シフトが殆どなく、かつコヒーレンス長が長いDFB(Distributed-Feed-Back)レーザが実用化された場合には、半導体レーザ301としてDFBレーザを使用することにより外部共振器用回折格子303を設ける必要がなくなる。

20

30

#### 【0025】

外部共振器用回折格子303から出射された記録再生用レーザ光の0次光は空間光変調器304に入射し、空間光変調器304によって光強度変調を受けて参照光と情報光に変換されて出射される。空間光変調器304としては液晶素子を用いる他、デジタル・マイクロミラー・デバイスや、応答速度が例えば数 $\mu$ s程度の応答速度が速い強誘電性液晶等を用いることも可能である。

40

#### 【0026】

図3は、空間光変調器304による参照光402と情報光401の変調パターンを示す説明図である。

#### 【0027】

情報光401は、記録すべき情報をデジタル符号化してエラー訂正符号を織り込んだ2値化パターンの情報を担持する光である。情報光領域のデータ量は、空間光変調器、受光撮像素子の画素数や符号化方式に依存するが、1フレーム当たり約10~20kbit程度である。なお、本実施の形態では、記録すべき情報として、「0」、「1」の2値パターンを想定しているが、この他、多値パターンとすることもできる。この場合には、1フ

50

レーン当たりのデータ量を飛躍的に向上させることができる。多値パターンについては第2の実施の形態にて詳述する。

**【0028】**

空間フィルタ305は、レンズ2枚とピンホールを有しており、空間光変調器304から出射した参照光402と情報光401を入射して、入射した参照光402と情報光401から不要な高次回折光を除去して出射する。

**【0029】**

空間フィルタ305により不要な高次回折光が除去されて出射された情報光401と参照光402は、偏光ビームスプリッタ306aとダイクロイックプリズム307とをそれぞれ透過して、1/4波長板308により円偏光に変換された後、立上げミラー309で反射されて、対物レンズ310によりホログラフィック光ディスク330に収束して照射される。

10

**【0030】**

ホログラフィック光ディスク330で反射された情報光401と参照光402は、対物レンズ310を往路とは逆方向に進行し、1/4波長板308により往路の直線偏光と直交する直線偏光に変換される。直線偏光に変換された反射光は、偏光ビームスプリッタ306aで反射され、集光レンズ313cで集光された後、CMOS型固体撮像素子314で2次元イメージとして受光される。

**【0031】**

サーボ用の光学系について説明する。ここで、本実施の形態では、サーボ制御として、フォーカシングサーボ、トラッキングサーボおよび追尾サーボを行っている。

20

**【0032】**

サーボ用半導体レーザ315は、第1の波長としての波長650nm帯の赤色レーザ光もしくは780nm帯の赤外レーザ光を出射するものである。サーボ用半導体レーザ315から出射した直線偏光のレーザ光は、コリメータレンズ302bにより発散光束から平行光束に変換される。そしてこの平行光束は、偏光ビームスプリッタ306bを透過し、回折格子316に入射して回折され、0次光と±1次光の3つの回折光に分割される。そして、この3つの回折光のうち、例えば+1次光をフォーカシングサーボおよびトラッキングサーボに用い、-1次光をホログラフィック光ディスクの回転の追尾に用いることができる。

30

**【0033】**

回折格子316としては、一般的な格子断面形状が矩形の回折格子を用い、回折効率が所望の値となるように格子溝深さが設計されている。なお、図2では、説明の都合上、回折格子316からの3つの回折光を1本の光束で示している。また、回折格子316を偏光回折格子とすれば往路のみ回折させることができ、光利用効率を向上させることが可能である。

**【0034】**

回折格子316で分割された3つの回折光は、ダイクロイックプリズム307で反射され、1/4波長板308により円偏光に偏光された後、立上げミラー309で反射されて、対物レンズ310によりホログラフィック光ディスク330のサーボ面102に収束して照射される。ここで、1/4波長板308は、記録再生用レーザ光の波長とサーボ用レーザ光波長の両方の波長に1/4波長板として機能する素子としている。ホログラフィック光ディスク330のサーボ面102で反射されたサーボ用レーザ光(回折光)の反射光は、対物レンズ310を往路とは逆方向に進行し、1/4波長板308により往路の直線偏光とは直交する直線偏光に変換される。そして、直線偏光された反射光は、ダイクロイックプリズム307、偏光ビームスプリッタ306bで反射され、ビームスプリッタ317により所定の光量比で、ビームスプリッタ317で反射した光とビームスプリッタ317を透過した光に分割される。

40

**【0035】**

ビームスプリッタ317により反射された光は集光レンズ313aにより平行光束から

50

収束光束に変換され、シリンドリカルレンズ 318 を屈折して透過後、光検出器 319 に集光される。光検出器 319 は、集光した光の光パワーを電気信号に変換するものであり、光検出器 319 に集光したビームスポットにより、フォーカシングサーボが行われてアクチュエータ 312 が駆動される。

【0036】

一方、ビームスプリッタ 317 を透過した透過光は、集光レンズ 313 b で平行光束から収束光束に変換され、光検出器 320 に集光される。この光検出器 320 に集光した反射光のビームスポットにより、トラッキングサーボが行われてアクチュエータ 312 が駆動され、さらに追尾サーボが行われて追尾アクチュエータ 340 が駆動される。

【0037】

図 4 は、第 1 の実施の形態にかかるホログラフィック光ディスクの記録再生装置の制御系の構成を示す図である。制御手段 403 は制御系として図 4 に示す様に、記録用半導体レーザ 301 と、空間光変調器 304 と、アクチュエータ 312 と、サーボ用半導体レーザ 315 と、追尾アクチュエータ 340 とへ、制御信号が送信可能となる様に、それぞれ接続されている。また、制御手段は、CMOS 型固体撮像素子 314 と、光検出器 319、320 とから、検出した信号が受信可能となる様に、それぞれに接続されている。

【0038】

図 5 は、ホログラフィック光ディスクの記録再生装置がホログラフィック光ディスクに記録する場合の制御方法を示す図である。この制御方法は制御手段 403 が、記録用半導体レーザ 301 と、空間光変調器 305 と、アクチュエータ 302 と、サーボ用半導体レーザ 315 と、追尾アクチュエータ 340 とへ、制御信号を送信することにより行われる。

【0039】

まず、制御手段 403 は、サーボ用半導体レーザ 315 の出射を開始する制御信号を、サーボ用半導体レーザ 315 へ送信する (S101)。サーボ用半導体レーザ 315 から出射したレーザ光は、前述の通りホログラフィック光ディスク 330 のサーボ面 102 に収束して照射される。その後、ホログラフィック光ディスク 330 のサーボ面 102 に収束して照射されたレーザ光は、前述の通りサーボ面 102 にて反射され、光検出器 319、320 に集光される。

【0040】

制御手段 403 は、光検出器 319、320 から送信されたサーボ面 102 にて反射されたレーザ光の検出信号を受信し、フォーカシングサーボおよびトラッキングサーボを行うためにアクチュエータ 312 へ制御信号を出力する (S102)。

【0041】

続いて、制御手段 403 は、サーボ用半導体レーザ 315 から出射したレーザ光を、目標のトラックへ照射するために、図示しないキャリッジ等の移動手段を制御することにより、目標トラックへの移動を行う (S103)。なお、ここでの目標トラックは、ホログラフィック光ディスク 330 のホログラム記録媒体層 106 に記録再生用半導体レーザ 301 から出射されたレーザ光が照射されない位置であって、かつダイクロックミラー層 104 に記録再生用半導体レーザ 301 から出射されたレーザ光が照射される位置にあるトラックである。

【0042】

目標トラックへの移動の後、制御手段 403 は、記録再生用半導体レーザ 301 の出射を開始する制御信号を、記録再生用半導体レーザ 301 へ送信する (S104)。記録再生用半導体レーザ 301 から出射したレーザ光は、前述の通りホログラフィック光ディスク 330 のダイクロックミラー層 104 に収束して照射される。その後、ホログラフィック光ディスク 330 のダイクロックミラー層 104 に収束して照射されたレーザ光は、前述の通り、ダイクロックミラー層 104 にて反射され、CMOS 型固体撮像素子 314 に集光される。

【0043】

10

20

30

40

50

制御手段 403 は、CMOS 型固体撮像素子 304 から送信されたダイクロックミラー層 104 にて反射されたレーザ光の検出信号を受信し、記録再生用半導体レーザ 301 のパワー密度の分布（強度分布）を求める（S105）。ここで、CMOS 型固体撮像素子 314 から送信される検出信号は、CMOS 型固体撮像素子 314 に集光されたレーザ光の強度分布の信号である。また、記録再生用半導体レーザ 301 のパワー密度の分布は、各画素毎の CMOS 型固体撮像素子 304 で受光された光強度と空間光変調器 304 の各画素毎の変調条件との比から求めることができる。

#### 【0044】

従って、制御手段 403 は、記録再生用半導体レーザ 301 の出射を開始する際、空間光変調器 304 の各画素毎の変調条件を略同一条件とし、かつ各画素毎の CMOS 型固体撮像素子 304 の受光条件、例えば各画素毎の感度や面積が略同一条件である事が好ましい。この場合、各画素毎の CMOS 型固体撮像素子 304 で受光された光強度を、そのまま記録再生用半導体レーザ 301 のパワー密度の分布とすることができる。ここで、光強度とは、パワー密度を面積で積分した値である。

10

#### 【0045】

続いて制御手段 403 は求められたパワー密度の分布に応じた空間光変調器 304 の補正值を求める（S106）。補正值の求め方の詳細については後述する。

#### 【0046】

制御手段 403 は、求められた補正值に基づいて、ホログラムをホログラフィック光ディスク 330 へ記録する際に空間光変調器 304 を制御する（S107）。

20

#### 【0047】

具体的には、情報光 401 の 2 値化パターンの情報を担持する光の各画素のうち、明画素の光量を補正值に基づいて減少させるように、例えば補正值を 0 ~ 1 の間の係数とした場合、明画素の光量を補正しない場合の光量と補正值の積となるように、空間光変調器 304 を制御する。また、情報光 401 の 2 値化パターンの情報を担持する光の各画素のうち、暗画素の光量も、必要に応じて同様に補正值に基づいて減少させるように制御する。

#### 【0048】

ここで、光量（照射量）とはパワー密度を時間で積分した値である。すなわち、各画素の光量のある光量となるようにするために、例えば空間光変調器 304 に液晶素子を用いる場合、明画素の記録再生用半導体レーザ 301 から出射されたレーザ光の透過係数を制御する。また、例えば空間光変調器 304 にデジタル・マイクロミラー・デバイスを用いる場合、明画素の記録再生用半導体レーザ 301 から出射されたレーザ光を空間フィルタ 305 から先の光学系へ向かって反射させている時間を制御する。

30

#### 【0049】

補正值の求め方の詳細について説明する。制御手段 304 で求められたパワー密度の分布は、例えば図 6 に示す様な略ガウシアン分布となる場合が一般的である。本実施の形態では、このパワー密度を P0 ~ P4 の 5 段階に分類し、各画素毎に 4 種類の補正值のいずれかを適用して空間光変調器 304 を制御する例について説明する。ここで、図 6 中に示す A ~ B のエリアは任意のエリア、例えば空間光変調器 304 を用いて情報光 401 に変換される記録再生用半導体レーザ 301 の光ビームのエリアに、光学系の組立精度等を考慮したマージンをプラスしたエリアである。

40

#### 【0050】

制御手段 304 で求められたパワー密度の最も高い部分、前述の通り一般的な略ガウシアン分布の場合は中央部分、のパワー密度を P0 とする。一方、制御手段 304 で求められたパワー密度の最も低い部分、一般的な略ガウシアン分布の場合は裾部分、のパワー密度を P4 とする。この P0 から P4 のパワー密度の範囲を 4 等分し、それぞれパワー密度の分布の範囲に応じて、の 4 つのエリアに分類する。

#### 【0051】

そして、基準となる最もパワー密度の低いエリアの補正值を 1 とする。そして残りの 3 つのエリアについては、それぞれのエリア内の最もパワー密度が高い部分のパワー密

50

度が、 のエリア内の最も低いパワー密度に近づくように、理想的には同等となる様に補正值を求める。具体的にはエリア の補正值は  $P_4 / P_3$ 、エリア の補正值は  $P_4 / P_2$ 、エリア の補正值は  $P_4 / P_1$  とすることができる。

【0052】

このような光情報記録装置および光情報記録方法は、記録再生用半導体レーザー301から出射された光ビームの径方向の強度分布が略ガウシアン分布となっていない場合や、記録再生用半導体レーザー301に個体差がある場合、記録再生用半導体レーザー301や対物レンズ等を含む光学系の組立ばらつきがある場合でも、記録される情報光401の明画素、場合によっては明画素および暗画素毎の光量の差を小さくすることができる。すなわち、情報光401と参照光402とが干渉する際、干渉コントラストへの影響を減少させることができる。

10

【0053】

また、記録再生用半導体レーザー301から出射された光ビームの径方向の強度分布を、別途調整用のセンサ等を必要とせずに検出することができるので、光情報記録装置の製造工程を簡略化することができる。

【0054】

なお、S101乃至S106の工程は、前述の通りホログラムをホログラフィック光ディスク330へ記録する前に行うが、必ずしもホログラムをホログラフィック光ディスク330へ記録する直前に行う必要はない。さらに、S101乃至S106の工程は、必ずしもホログラムをホログラフィック光ディスク330へ記録する度に行う必要はない。例えば、一定時間毎にS101乃至S106の工程を行ったり、光情報記録装置の電源を立ち上げた際毎に行ったりしてもよく、また、光情報記録装置を製造する際、出荷前の調整時に1度行うだけでも良い。

20

【0055】

(第2実施の形態)

図7は本発明の第2の実施の形態に係る光情報記録媒体であるホログラフィック光ディスクを示す図である。なお、本発明の第1の実施の形態に係る光情報記録装置および光情報記録方法、ならびにこれらに用いる光情報記録媒体と同一部分は、同一符号で示し、その説明を省略する。

【0056】

ホログラフィック光ディスク701には、キャリブレーションエリア702と、多値情報エリア703と、データエリア704と、が設けられている。

30

【0057】

キャリブレーションエリア702について説明する。キャリブレーションエリア702は、ホログラフィック光ディスク701の深さ方向にダイクロックミラー層104と、サーボ面102とが設けられている。キャリブレーションエリア702は、第1の実施の形態のS103における目標トラックが設けられたエリアである。

【0058】

多値情報エリア703について説明する。多値情報エリア703は、ホログラフィック光ディスク701の深さ方向にダイクロックミラー層104と、ホログラム記録媒体層106、サーボ面102とが設けられている。多値情報エリア703のホログラム記録媒体層106は、情報光401と参照光402とを干渉させてホログラムが形成される層である。多値情報エリア703に記録されるホログラムの情報光は、記録すべき情報をデジタル符号化してエラー訂正符号を織り込んだ2値化パターンの情報を担持する光である。

40

【0059】

データエリア704について説明する。データエリア704は、ホログラフィック光ディスク701の深さ方向にダイクロックミラー層104と、ホログラム記録媒体層106、サーボ面102とが設けられている。データエリア704のホログラム記録媒体層106は、情報光401と参照光402とを干渉させてホログラムが形成される層である。データエリア704に記録されるホログラムの情報光は、記録すべき情報をデジタル符号化

50

してエラー訂正符号を織り込んだ多値化パターン、または2値化パターンと多値化パターンの組み合わせの情報を担持する光である。

【0060】

図8は、本実施の形態に係るホログラフィック光ディスクの記録再生装置がホログラフィック光ディスクに記録する場合の制御方法を示す図である。この制御方法は制御手段403が、記録用半導体レーザ301と、空間光変調器305と、アクチュエータ302と、サーボ用半導体レーザ315と、追尾アクチュエータ340とへ、制御信号を送信することにより行われる。

【0061】

制御手段403は求められたパワー密度の分布に応じた空間光変調器304の各画素についての多値レベル値を求める(S801)。多値レベル値の求め方の詳細については後述する。ここで、多値レベル値とは、該当する画素について担持する情報の量を示す値である。

10

【0062】

2値とは1ビットのデジタル信号を1画素に担持する場合を言い、例えば、1ビットの値が1の場合は明画素、0の場合は暗画素とすることができる。また、4値とは2ビットのデジタル信号を1画素に担持する場合を言い、例えば2ビットの値が11の場合は明画素、00の場合は暗画素、01の場合は暗画素よりも明るく明画素よりも暗い第1の中間画素、10の場合は第1の中間画素よりも明るく明画素よりも暗い第2の中間画素とすることができる。

20

【0063】

制御手段403は、求められた多値レベル値に基づいて、ホログラムをホログラフィック光ディスク330の多値情報エリア703へ記録するために空間光変調器304を制御する(S802)。多値情報エリア703には、求められた多値レベル値に関する多値情報が記録される。

【0064】

制御手段403は、求められた多値レベル値に基づいて、ホログラムをホログラフィック光ディスク330のデータエリア704へ記録するために空間光変調器304を制御する(S803)。データエリア704には、記録すべき情報または前述の通り符号化等された記録すべき情報(データ)が記録される。

30

【0065】

具体的には、情報光401の多値化パターンの情報を担持する光の各画素のうち、各画素の光量を多値レベル値に基づいて減少させるように、例えば多値レベル値を0~1の間の係数とした場合、各画素の光量を多値レベル値を1とした場合の光量と多値レベル値の積となるように、空間光変調器304を制御する。

【0066】

多値レベル値の求め方の詳細について説明する。制御手段304で求められたパワー密度の分布は、例えば図9に示す様な略ガウシアン分布となる場合が一般的である。本実施の形態では、このパワー密度をP0~P3の4段階に分類し、各画素毎に4種類の多値レベル値のいずれかを適用して空間光変調器304を制御する例について説明する。ここで、図9中に示すA~Bのエリアは任意のエリア、例えば空間光変調器304を用いて情報光401に変換される記録再生用半導体レーザ301の光ビームのエリアに光学系の組立精度等を考慮したマージンをプラスしたエリアである。

40

【0067】

制御手段304で求められたパワー密度の最も高い部分、前述の通り一般的な略ガウシアン分布の場合は中央部分、のパワー密度をP0とする。一方、制御手段304で求められたパワー密度の最も低い部分、前述の通り一般的な略ガウシアン分布の場合は裾部分、のパワー密度をP3とする。このP0からP3のパワー密度の範囲を3等分し、それぞれパワー密度の分布の範囲に応じて、の3つのエリアに分類する。

【0068】

50

そして、基準となる最もパワー密度の低いエリアの は、明画素と暗画素を用いた 2 値化パターンを担持するエリアとする。 のエリアの次にパワー密度の低いエリア は、明画素、暗画素および第 1 の中間画素を用いた 3 値化パターンを担持するエリアとする。 のエリアの次にパワー密度の低いエリア 、本実施の形態の場合は最もパワー密度の高いエリア は、明画素、暗画素、第 1 の中間画素、第 2 の中間画素を用いた 4 値化パターンを担持するエリアとする。

【 0 0 6 9 】

2 値化パターンを担持するエリア は、例えば暗画素の多値レベル値を 0、明画素の多値レベル値を 1 とする。 3 値化パターンを担持するエリア は、暗画素の多値レベル値を 0、明画素の多値レベル値を 1、第 1 の中間画素の多値レベル値を  $1/2$  とする。 4 値化パターンを担持するエリア は、暗画素の多値レベル値を 0、明画素の多値レベル値を 1、第 1 の中間画素の多値レベル値を  $1/3$ 、第 2 の中間画素の多値レベル値を  $2/3$  とする。

10

【 0 0 7 0 】

すなわち、 $I$  を 0 から  $(X - 1)$  の範囲の整数とした場合、 $X$  値化パターンを担持するエリアの各画素の多値レベル値は、第  $I$  の中間画素の多値レベル値  $= I / (X - 1)$  となる。ここで、暗画素は第 0 の中間画素に相当し多値レベル値は 0、明画素は第  $I$  の中間画素に相当し多値レベル値は 1 である。

【 0 0 7 1 】

多値情報の詳細について説明する。多値情報は前述の通り、ホログラフィック光ディスク 3 3 0 の多値情報エリア 7 0 3 へホログラムとして記録される。また、多値情報に係るホログラムは 2 値化パターンの情報が担持された情報光 4 0 1 と参照光 4 0 2 とを干渉させて記録されるものである。多値情報は、情報光 4 0 1 の画素と担持された  $X$  値化パターンの関係を示す情報である。

20

【 0 0 7 2 】

多値情報は、例えば 2 値化パターンを担持するエリア については、情報光 4 0 1 におけるエリア の位置と、エリア に担持される  $X$  値化パターンの「 $X$ 」の値、すなわち本実施の形態では「2」と、必要に応じて第  $I$  の中間画素と当該多値レベル値との関係、すなわち本実施の形態では明画素が「1」および暗画素が「0」である関係と、を含む情報である。

30

【 0 0 7 3 】

また、例えば 4 値化パターンを担持するエリア については、情報光 4 0 1 におけるエリア の位置と、エリア に担持される  $X$  値化パターンの「 $X$ 」の値、すなわち本実施の形態では「4」と、必要に応じて第  $I$  の中間画素と当該多値レベル値との関係、すなわち本実施の形態では明画素が「1」、暗画素が「0」、第 1 の中間画素が「 $1/3$ 」、第 2 の中間画素が「 $2/3$ 」である関係と、を含む情報である。

【 0 0 7 4 】

このような光情報記録装置および光情報記録方法は、記録再生用半導体レーザ 3 0 1 から出射された光ビームの径方向の強度分布が略ガウシアン分布となっていない場合や、記録再生用半導体レーザ 3 0 1 に個体差がある場合、記録再生用半導体レーザ 3 0 1 や対物レンズ等を含む光学系の組立ばらつきがある場合でも、光ビームの径方向の強度分布に応じたレベルの多値化パターンを担持することができる。すなわち、1 と参照光 4 0 2 とが干渉する際、干渉コントラストへの影響を減少させることができる。

40

【 0 0 7 5 】

また、効率的な多値化パターンを担持することができるので担持可能な情報の量を増加することができる

また、記録再生用半導体レーザ 3 0 1 から出射された光ビームの径方向の強度分布を、別途調整用のセンサ等を必要とせずに検出することができるので、光情報記録装置の製造工程を簡略化することができる。

【 0 0 7 6 】

50

なお、S101乃至S106の工程は、前述の通りホログラムをホログラフィック光ディスク330へ記録する前に行うが、必ずしもホログラムをホログラフィック光ディスク330へ記録する直前に行う必要はない。さらに、S101乃至S801の工程は、必ずしもホログラムをホログラフィック光ディスク330へ記録する度に行う必要はない。例えば、一定時間毎にS101乃至S801の工程を行ったり、光情報記録装置の電源を立ち上げた際毎に行ったりしてもよく、また、光情報記録装置を製造する際、出荷前の調整時に1度行うだけでも良い。

#### 【0077】

また、本発明に係る光情報記録装置および光情報記録装置の制御方法、ならびにこれらに用いる光情報記録ディスクは、上記の実施の形態に限定するものではなく、コリニア・ホログラム記録方式以外の光ディスク記録再生装置に用いることもできる。例えば、図10に示すような二光束干渉ホログラム記録方式の光ディスク記録再生装置に用いることもできる。

10

#### 【0078】

さらに、第1の実施の形態および第2の実施の形態では、1つのCMOS型固体撮像素子314を用いている例を説明したが、図11に示すように、外部共振器用回折素子303と空間光変調器304との間にビームスプリッタ317b、集光レンズ313d、CMOS型固体撮像素子314bを更に設けても良い。

#### 【0079】

外部共振器用回折格子303から出射された記録再生用レーザ光の0次光は、空間光変調器304に入射する前にビームスプリッタ317bに入射する。ビームスプリッタ317bに入射した記録再生用レーザ光の0次光は、ビームスプリッタ317bにより所定の光量比で、ビームスプリッタ317bで反射した光とビームスプリッタ317bを透過した光に分割される。

20

#### 【0080】

ビームスプリッタ317bを透過した光は、空間光変調器304に入射し、ビームスプリッタ317bで反射した光は、集光レンズ313dに入射する。集光レンズ313dに入射した光は、CMOS型固体撮像素子314bに集光され、その検出信号はパワー密度の分布を求めるために制御手段403へと送信される。

#### 【0081】

このような光情報記録装置および光情報記録装置の制御方法は、情報の記録再生時においてパワー密度の分布をリアルタイムで求めることができる。従って、記録再生用半導体レーザ301から出射された光ビームの径方向の強度分布が変化した場合にも、記録される情報光401の明画素、場合によっては明画素および暗画素毎の光量の差をちいさくすることができる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0082】

- 【図1】第1の実施の形態にかかるホログラフィック光ディスクを示す断面図
- 【図2】第1の実施の形態にかかる光ディスク記録再生装置の光学系を示す図
- 【図3】第1の実施の形態にかかる参照光と情報光の変調パターンを示す図
- 【図4】第1の実施の形態にかかる光ディスク記録再生装置の制御系を示す図
- 【図5】第1の実施の形態にかかる光ディスク記録再生装置制御方法を示す図
- 【図6】第1の実施の形態にかかる光ディスク記録再生装置のパワー密度の分布図
- 【図7】第2の実施の形態にかかるホログラフィック光ディスクを示す図
- 【図8】第2の実施の形態にかかる光ディスク記録再生装置制御方法を示す図
- 【図9】第2の実施の形態にかかる光ディスク記録再生装置のパワー密度の分布図
- 【図10】本発明の実施の形態に係る光ディスク記録再生装置の変形例を示す図
- 【図11】本発明の実施の形態に係る光ディスク記録再生装置の変形例を示す図

40

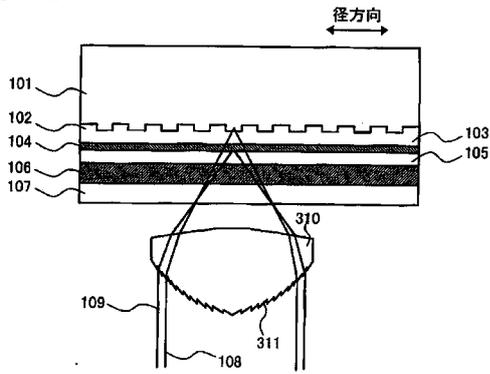
#### 【符号の説明】

#### 【0083】

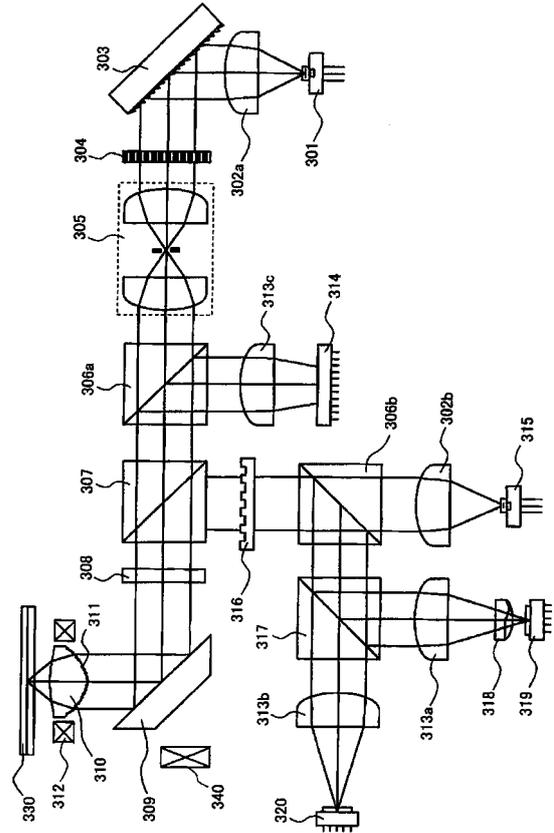
50

|          |               |                     |         |       |  |
|----------|---------------|---------------------|---------|-------|--|
| 1 0 1    | 基板            |                     |         |       |  |
| 1 0 2    | サーボ面          |                     |         |       |  |
| 1 0 3、   | 1 0 5         | ギャップ層               |         |       |  |
| 1 0 4    | ダイクロックミラー層    |                     |         |       |  |
| 1 0 6    | ホログラム記録媒体層    |                     |         |       |  |
| 1 0 7    | 保護層           |                     |         |       |  |
| 1 0 8    | サーボ用レーザ光      |                     |         |       |  |
| 1 0 9    | 記録再生用レーザ光     |                     |         |       |  |
| 3 0 1    | 記録再生用半導体レーザ   |                     |         |       |  |
| 3 0 2 a、 | 3 0 2 b       | コリメータレンズ            | 10      |       |  |
| 3 0 3    | 外部共振器用回折格子    |                     |         |       |  |
| 3 0 4    | 空間光変調器        |                     |         |       |  |
| 3 0 5    | 空間フィルタ        | 3 0 5               |         |       |  |
| 3 0 6 a、 | 3 0 6 b       | 偏光ビームスプリッタ          |         |       |  |
| 3 0 7    | ダイクロックプリズム    |                     |         |       |  |
| 3 0 8    | 1 / 4 波長板     |                     |         |       |  |
| 3 0 9    | 立上げミラー        |                     |         |       |  |
| 3 1 0    | 対物レンズ         |                     |         |       |  |
| 3 1 1    | 回折格子          |                     |         |       |  |
| 3 1 2    | アクチュエータ       | 20                  |         |       |  |
| 3 1 3 a、 | 3 1 3 b、      | 3 1 3 c、            | 3 1 3 d | 集光レンズ |  |
| 3 1 4、   | 3 1 4 b       | CMOS型固体撮像素子(またはCCD) |         |       |  |
| 3 1 5    | サーボ用半導体レーザ    |                     |         |       |  |
| 3 1 6    | 回折格子          |                     |         |       |  |
| 3 1 7、   | 3 1 7 b       | ビームスプリッタ            |         |       |  |
| 3 1 8    | シリンドリカルレンズ    |                     |         |       |  |
| 3 1 9、   | 3 2 0         | 光検出器                |         |       |  |
| 3 4 0    | 追尾アクチュエータ     |                     |         |       |  |
| 4 0 1    | 情報光           |                     |         |       |  |
| 4 0 2    | 参照光           | 30                  |         |       |  |
| 4 0 3    | 制御手段          |                     |         |       |  |
| 7 0 1    | ホログラフィック光ディスク |                     |         |       |  |
| 7 0 2    | キャリブレーションエリア  |                     |         |       |  |
| 7 0 3    | 多値情報エリア       |                     |         |       |  |
| 7 0 4    | データエリア        |                     |         |       |  |

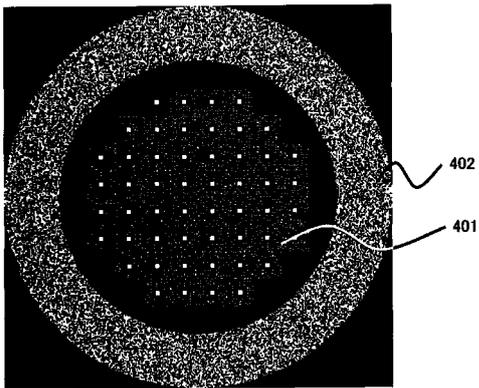
【 図 1 】



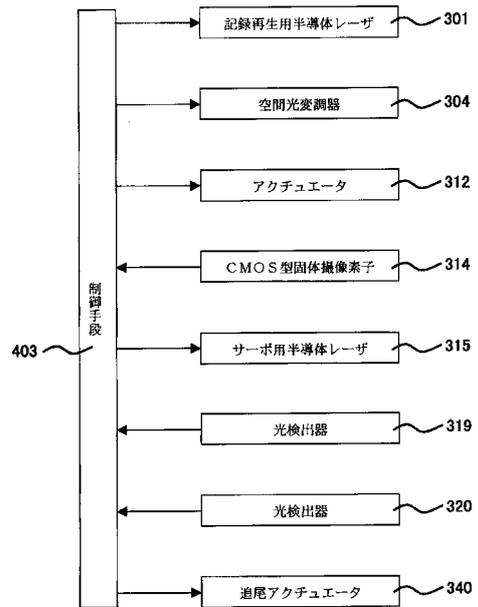
【 図 2 】



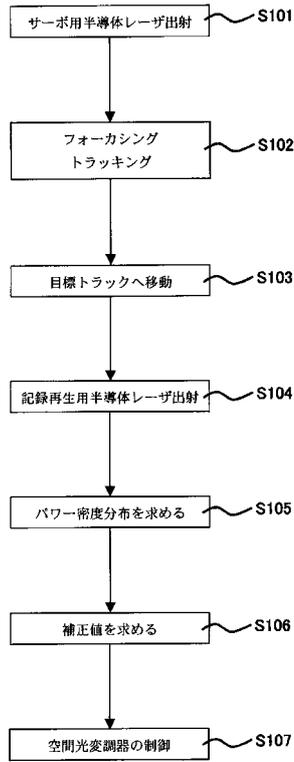
【 図 3 】



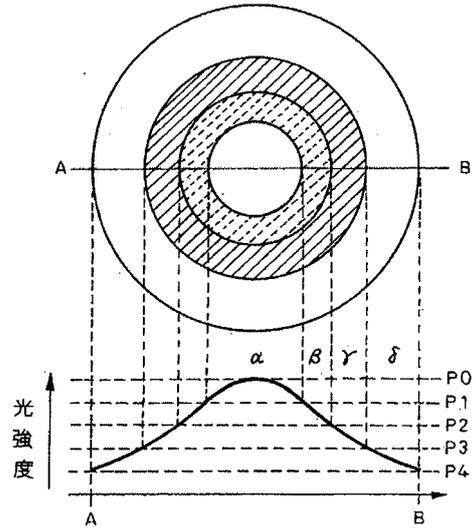
【 図 4 】



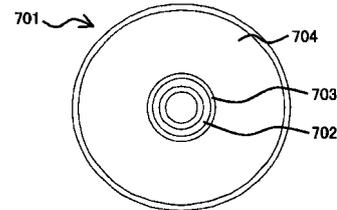
【 図 5 】



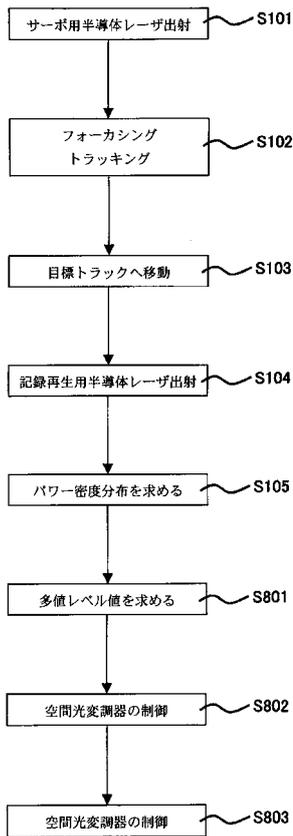
【 図 6 】



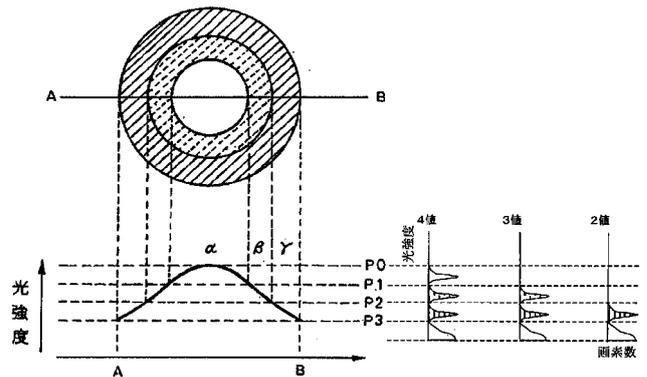
【 図 7 】



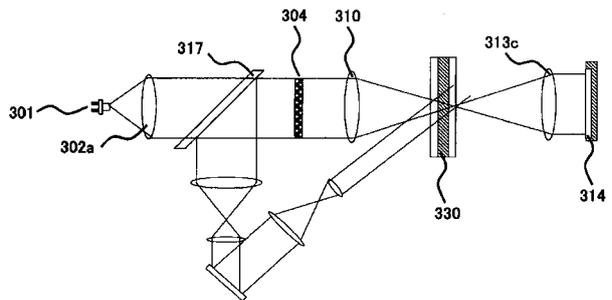
【 図 8 】



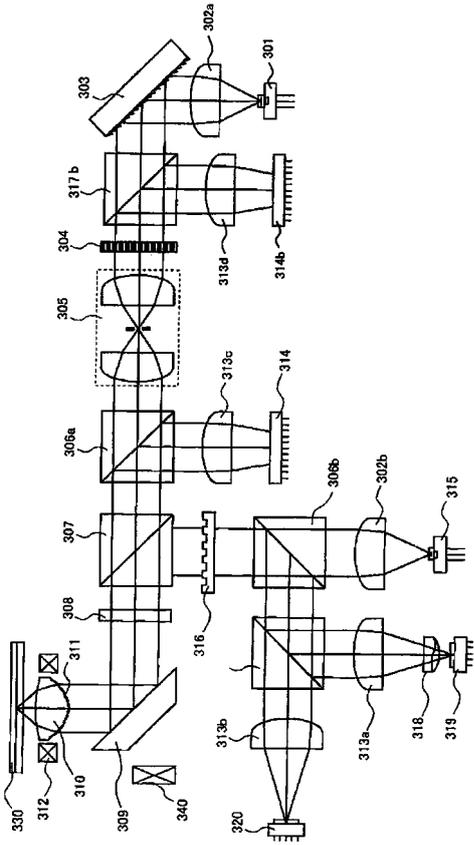
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 松本 一紀

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

Fターム(参考) 5D090 AA01 BB16 CC01 CC18 KK01 KK03 KK15

5D789 AA23 BA01 CA20 DA01 EB10 EC09 FA13 GA02