

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4569693号
(P4569693)

(45) 発行日 平成22年10月27日 (2010.10.27)

(24) 登録日 平成22年8月20日 (2010.8.20)

(51) Int.Cl.

F I

G 1 1 B 7/0065 (2006.01)

G 1 1 B 7/0065

G 1 1 B 7/135 (2006.01)

G 1 1 B 7/135

Z

G O 3 H 1/10 (2006.01)

G O 3 H 1/10

G O 3 H 1/26 (2006.01)

G O 3 H 1/26

請求項の数 14 (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2008-231362 (P2008-231362)
 (22) 出願日 平成20年9月9日 (2008.9.9)
 (65) 公開番号 特開2010-67301 (P2010-67301A)
 (43) 公開日 平成22年3月25日 (2010.3.25)
 審査請求日 平成22年1月15日 (2010.1.15)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100086841
 弁理士 脇 篤夫
 (74) 代理人 100114122
 弁理士 鈴木 伸夫
 (72) 発明者 田中 健二
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内
 (72) 発明者 高崎 浩司
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 再生装置、再生方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

信号光と参照光との干渉縞によってデータが記録されたホログラム記録媒体に対して、
 上記参照光と共に、光強度及び位相を均一とするようにして生成したコヒーレント光を照射する光照射部と、

上記コヒーレント光の光強度を減衰させる減光部と
 を備える再生装置。

【請求項2】

上記光照射部は、
 光源と、

上記信号光の生成領域となる信号光エリアと上記参照光の生成領域となる参照光エリア
 とが設定され且つ入射光に対し画素単位による空間光変調を施す空間光変調器を有し、上
 記入射光についての空間光強度変調を行うように構成された強度変調部と、

上記信号光エリアと上記参照光エリアとが設定され且つ入射光に対し画素単位による空間
 光位相変調を施す位相変調器と、

上記光源より発せられた光を上記強度変調部、上記位相変調器、及び対物レンズを介し
 て上記ホログラム記録媒体に対して導く光学系と、

上記空間光変調器と上記位相変調器における上記参照光エリア内の各画素を駆動制御す
 ることで、上記参照光を生成させると共に、上記空間光変調器と上記位相変調器における
 上記信号光エリア内の各画素を駆動制御することで、光強度及び位相が均一となるように

された上記コヒーレント光を生成させる変調制御部とを有して構成される

請求項 1 に記載の再生装置。

【請求項 3】

上記減光部は、

上記空間光変調器の参照光エリアに入射する光又は上記参照光エリアを介した光が入射する領域以外の領域であって且つ上記空間光変調器の信号光エリアに入射する光又は上記信号光エリアを介した光が入射する領域を含む領域が減光材料で構成された部分的減光素子を有して構成される

請求項 2 に記載の再生装置。

【請求項 4】

上記再生装置は上記ホログラム記録媒体についての記録機能も有しており、

上記減光部は、

上記空間光変調器の参照光エリアに入射する光又は上記参照光エリアを介した光が入射する領域以外の領域であって且つ上記空間光変調器の信号光エリアに入射する光又は上記信号光エリアを介した光が入射する領域を含む領域が減光材料で構成された部分的減光素子と、

上記部分的減光素子の上記減光材料で構成された領域が光路に対して出し入れされるようにして上記部分的減光素子を駆動する駆動部と、

再生時にのみ、上記減光材料で構成された領域によって上記信号光エリアに入射する光又は上記信号光エリアを介した光が減光されるようにして上記部分的減光素子が駆動されるように上記駆動部を制御する駆動制御部とを有して構成される

請求項 3 に記載の再生装置。

【請求項 5】

上記減光部は、

上記空間光変調器の参照光エリアに入射する光又は上記参照光エリアを介した光が入射する領域以外の領域であって且つ上記空間光変調器の信号光エリアに入射する光又は上記信号光エリアを介した光が入射する領域を含む領域が異方性を有し且つ位相差 π を発生させる位相子で構成された部分的偏光方向制御素子と、

上記部分的偏光方向制御素子と上記対物レンズとの間に位置するようにして上記光学系に挿入された偏光ビームスプリッタとを有して構成される

請求項 2 に記載の再生装置。

【請求項 6】

上記再生装置は上記ホログラム記録媒体についての記録機能も有しており、

上記減光部は、

上記参照光エリアに入射する光又は上記参照光エリアを介した光が入射する領域以外の領域であって且つ上記信号光エリアに入射する光又は上記信号光エリアを介した光が入射する領域を含む領域が異方性を有し且つ位相差 π を発生させる位相子で構成された部分的偏光方向制御素子と、

上記部分的偏光方向制御素子を動かす駆動部と、

上記部分的偏光方向制御素子と上記対物レンズとの間に位置するようにして上記光学系に挿入された偏光ビームスプリッタと、

再生時にのみ、上記位相子で構成された領域による入射光の偏光方向制御によって上記信号光エリアを介した光が上記偏光ビームスプリッタにて減光されるようにして上記部分的偏光方向制御素子が動かされるように、上記駆動部を制御する駆動制御部とを有して構成される

請求項 5 に記載の再生装置。

【請求項 7】

上記駆動部は、

上記部分的偏光方向制御素子の上記位相子で構成された領域が光路に対して出し入れされるようにして上記部分的偏光方向制御素子を駆動するように構成され、

10

20

30

40

50

上記駆動制御部は、

記録時には、上記位相子で構成された領域が光路外に位置するようにして上記部分的偏光方向制御素子が駆動されるように上記駆動部を制御し、再生時には、上記位相子で構成された領域に上記信号光エリアに入射する光又は上記信号光エリアを介した光が入射されるようにして上記部分的偏光方向制御素子が駆動されるように上記駆動部を制御する

請求項 6 に記載の再生装置。

【請求項 8】

上記部分的偏光方向制御素子は、

上記位相子で構成された領域に上記信号光エリアに入射する光又は上記信号光エリアを介した光が入射するようにして上記光学系中に配置されており、

10

上記駆動部は、

上記部分的偏光方向制御素子を回転駆動する回転駆動部とされ、

上記駆動制御部は、

上記部分的偏光方向制御素子が記録時と再生時とで所要の回転角度差が与えられるようにして回転駆動されるように上記駆動部を制御する

請求項 6 に記載の再生装置。

【請求項 9】

上記位相子は 1 / 2 波長板である請求項 5 に記載の再生装置。

【請求項 10】

上記再生装置は上記ホログラム記録媒体についての記録機能も有しており、

20

上記減光部は、

上記空間光変調器の参照光エリアに入射する光又は上記参照光エリアを介した光が入射される領域を除く領域であって且つ上記空間光変調器の信号光エリアに入射する光又は上記信号光エリアを介した光が入射する領域を含む対象領域が、駆動信号に応じて入射光の偏光方向を可変的に制御可能に構成された部分的偏光方向制御器と、

上記部分的偏光方向制御器に対する上記駆動信号の供給により上記部分的偏光方向制御器の偏光方向制御動作を制御する駆動制御部と、

上記部分的偏光方向制御器と上記対物レンズとの間に位置するようにして上記光学系中に挿入された偏光ビームスプリッタとを有して構成され、

30

上記駆動制御部は、

再生時にのみ上記対象領域への入射光の偏光方向が 90°未満の所定角度だけ変化されるようにして上記部分的偏光方向制御器を制御する

請求項 2 に記載の再生装置。

【請求項 11】

上記強度変調部は、

上記入射光の偏光方向を画素単位で変化させる強誘電性液晶素子を備えて構成された空間光変調器と、

上記空間光変調器を介した光が入射される位置に挿入された偏光ビームスプリッタとを有して構成される

請求項 2 に記載の再生装置。

40

【請求項 12】

上記強度変調部は、

上記入射光に対する画素単位による空間光強度変調が可能に構成された強度変調器としての空間光変調器で構成される

請求項 2 に記載の再生装置。

【請求項 13】

上記減光部は、

上記空間光変調器の実像面となる位置に対して挿入される請求項 11 又は請求項 12 に記載の再生装置。

【請求項 14】

50

信号光と参照光との干渉縞によってデータが記録されたホログラム記録媒体に対し、上記参照光と、光強度及び位相を均一とすることで生成したコヒーレント光とを照射して再生を行う再生方法であって、

上記コヒーレント光の光強度を減衰した状態で再生を行う再生方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、参照光と信号光との干渉縞によってデータが記録されたホログラム記録媒体についての再生を行う再生装置とその方法に関する。

【背景技術】

【0002】

【特許文献1】特開2006-107663号公報

【特許文献2】特開2007-79438号公報

【特許文献3】特開2008-152827号公報

【0003】

例えば上記の特許文献1、2にあるように、信号光と参照光との干渉縞によりホログラムを形成することでデータの記録を行い、また上記干渉縞としてのホログラムにより記録されたデータを上記参照光の照射によって再生するホログラム記録再生方式が知られている。このホログラム記録再生方式としては、上記信号光と上記参照光とを同軸上に配置して記録を行う、いわゆるコアキシャル方式が知られている。

【0004】

図17、図18は、コアキシャル方式によるホログラム記録再生手法について説明するための図として、図17は記録手法、図18は再生手法についてそれぞれ示している。

まず、図17において、記録時には、光源からの入射光に対し、SLM（空間光変調器）101にて空間光強度変調（光強度変調、又は単に強度変調とも称する）を施すことで、図のように同軸上に配置された信号光と参照光とを生成するようにされる。SLM101は、例えば画素単位で入射光を透過/遮断する液晶パネルなどで構成することができる。

このとき、上記信号光としては、記録データに応じた強度パターンを与えるようにして生成する。また、上記参照光は、予め定められた所定の強度パターンを与えるようにして生成する。

【0005】

このようにSLM101にて生成された信号光及び参照光は、位相マスク102に入射する。このとき、位相マスク102によっては、図示されるように信号光・参照光に対してランダム位相パターンが与えられる。

【0006】

ここで、信号光・参照光に対してランダムな位相変調パターンを与えるのは、信号光と参照光との干渉効率の向上や、信号光・参照光のスペクトルの拡散を図ることでDC成分を抑圧し、高記録密度化を図るためである。

このようなDC成分の抑圧を図るための具体的な位相変調パターンとしては、例えば「0」「 π 」の2値によるランダムパターンを設定するものとされている。すなわち、位相変調を行わないピクセル（つまり位相＝0）と、位相を π （180°）だけ変調するピクセルとが半々となるようなランダムな位相変調パターンを設定するものである。

【0007】

ここで、SLM101による光強度変調によっては、信号光として、その光強度が記録データに応じて「0」「1」に変調された光が生成される。このような信号光に対し、「0」又は「 π 」による位相変調が施されることによっては、光の波面の振幅として、「-1」「0」「1（+1）」を有する光がそれぞれ生成されることになる。すなわち、光強度「1」で変調されたピクセルについて位相「0」の変調が与えられたときは、振幅は「1」であり、位相「 π 」による変調が得られたときは振幅は「-1」となる。なお、光強

10

20

30

40

50

度「0」のピクセルについては位相「0」又は「 π 」の何れの変調に対しても振幅は「0」のままである。

【0008】

確認のために、図19に位相マスク102が無い場合（図19（a））と有る場合（図19（b））とでの信号光・参照光の違いを示しておく。なお、この図19においては色濃度により光の振幅の大小関係を表現している。具体的に、図19（a）では黒色→白色により振幅「0」→「1」を表し、図19（b）では黒色→灰色→白色により振幅「-1」→「0」→「1（+1）」を表している。

【0009】

上記位相マスク102による位相パターンは、ランダムパターンとされている。これによって、SLM101から出力される信号光内の光強度「1」のピクセルを振幅「1」と「-1」とにランダム（半々）に分けることができるようにされている。このように振幅「1」と「-1」とにランダムに分けられることで、フーリエ面（周波数平面：この場合はメディア上での像と考えればよい）において均質にスペクトルをばらまくことができ、これによって信号光におけるDC成分の抑圧を図ることができる。また位相マスク102によれば、参照光のDC成分の抑圧も図られ、結果として上記フーリエ面におけるDC成分の発生の防止が図られる。

【0010】

このようにDC成分の抑圧が図られれば、データ記録密度の向上を図ることができる。

なぜなら、DC成分が生じた場合、該DC成分によって記録材料が大きく反応し、ホログラムの多重記録を行うことができなくなってしまう。すなわち、DC成分が記録された部分に対しては、それ以上ホログラム（データ）を多重させて記録することができなくなってしまうからである。

上記のようなランダム位相パターンによってDC成分の抑圧が図られれば、データの多重記録が可能となり、高記録密度化が図られる。

【0011】

説明を戻す。

上記位相マスク102を介した信号光、参照光は、共に対物レンズ103によって集光されてホログラム記録媒体HMに対して照射される。これにより、ホログラム記録媒体HMにおいては、信号光（記録像）に応じた干渉縞（回折格子：ホログラム）が形成される。すなわち、該干渉縞の形成によってデータが記録されるものである。

【0012】

続いて、再生時においては、先ず図18（a）に示されるように、入射光に対するSLM101の空間光変調（強度変調）によって、参照光を生成するようにされる。そして、このように生成された参照光が位相マスク102→対物レンズ103を介してホログラム記録媒体HMに対して照射される。

このように参照光がホログラム記録媒体HMに照射されることにより、図18（b）に示すように、記録されたホログラムに応じた回折光が得られ、該回折光がホログラム記録媒体HMからの反射光として出力されることになる。すなわち、記録データに応じた再生像（再生光）が得られる。

【0013】

そして、このようにして得られた再生像を、例えばCCD（Charge Coupled Device）センサやCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）センサなどとされるイメージセンサ104で受光し、該イメージセンサ104の受光信号に基づき、記録されたデータの再生が行われる。

【0014】

ここで、上記のようにしてホログラム記録再生システムでは、記録データに応じた強度情報を有する信号光について、「0」「 π 」による位相変調を施した上で記録を行うことでDC成分の抑圧を図り、ホログラムの多重記録を可能としている。

このような位相変調記録を行った場合、先の図19（b）に示したように、信号光には

10

20

30

40

50

振幅情報として「0」「+1」「-1」の3値が含まれることになる。つまり、これらの3値がホログラム記録媒体HMに対して記録されるものである。

【0015】

しかしながら、ここで問題となるのは、再生時において再生像の検出を行うイメージセンサ101は、光強度の情報しか検出できないという点である。

ここで、ホログラム記録再生システムの光学系は、一般的にSLM、対物レンズ、メディア、接眼レンズ（対物レンズ）、イメージセンサのそれぞれがレンズの焦点距離だけ離間して配置されている、4f光学系に基づく構成となっている。いわゆるフーリエ変換ホログラムと呼ばれる構成である。

このようなフーリエ変換ホログラムの構成では、先に説明した記録再生の一連の動作を、次のようにみなすことができる。すなわち、SLMの記録データパターンはフーリエ変換されてホログラム記録媒体（メディア）に投影され、メディアの読み出し信号（再生像）は逆フーリエ変換されてイメージセンサに投影される。そして、イメージセンサでは、そこに入力される光の波面の振幅の絶対値が2乗された、光の強度を検出しているというものである。

この点から、従来のホログラム記録再生システムは、強度・位相の双方を記録可能とされるのに対し、再生側ではそのうちの強度の情報しか再生できないという、非線形性を有するものとなっている。従来のホログラム記録再生システムでは、このような非線形性の問題から、位相変調記録を行った場合に適正にデータ再生を行うことが非常に困難とされていた。

【0016】

このような非線形性の問題の解決を図るべく、先に本出願人は、メディアに記録された位相の情報（具体的にこの場合は振幅「-1」の情報）も適正に読み出す「線形読み出し」を実現するための技術を提案している。具体的には、上記した特許文献3に記載される所謂「コヒーレント加算方式」と呼ばれる読み出し手法である。

【0017】

この「コヒーレント加算方式」では、再生時において、次の図20に示されるようなコヒーレント光を生成し、該コヒーレント光を参照光と共にホログラム記録媒体HMに照射するようにされている。すなわち、先の図18にて説明した通常の再生手法では、再生像を得るための参照光のみを照射するものとされていたが、コヒーレント加算方式ではさらにコヒーレント光も併せて照射するものである。

上記コヒーレント光は、光強度、及び位相がそれぞれ均一となるように生成された光を指す。またコアキシャル方式において、上記コヒーレント光としては、図20にも示しているように記録時に信号光を生成した領域（信号光エリアと呼ばれる）と同じ領域にて光を透過させることで生成するようにされている。

【0018】

次の図21を参照して、コヒーレント加算方式による再生手法について具体的に見ていく。

先ず前提として、コヒーレント加算方式による再生を行う場合には、位相変調素子として、可変的な位相変調が可能な位相変調器（図21（a）中の位相変調器101b）を設けることになる。ここで、コヒーレント加算方式により再生を行う記録再生システムでは、入射光に与える位相パターンとして、記録時には上述した多重記録を可能とするための位相パターン（位相マスク102に相当する2値ランダム位相パターン）、再生時にはコヒーレント光生成のための後述する均一な位相パターンを設定する必要がある。つまりこのことから、この場合の位相変調素子としては、可変的な位相変調が可能な位相変調器101bを用いる必要がある。

【0019】

この場合、SLM101としては、入射光に対する強度変調を行う強度変調器101aと、上記位相変調器101bとが一体的に形成されて構成される。このようなSLM101により、入射光の強度と位相とを任意に変調することが可能とされる。

【 0 0 2 0 】

図 2 1 (a) に示すように、この場合の再生時には、上記 S L M 1 0 1 により参照光とコヒーレント光とを生成する。

再生時において、先ず参照光については、記録時と同じ強度パターン及び位相パターンを有するものを生成する。つまり、再生対象とするホログラムを記録したときと同じ強度・位相パターンによる参照光を生成するものである。これは、多重記録したホログラムを適正に再生するには、そのホログラムを記録したときのパターンと同パターンの参照光を照射する必要があるためである。換言すれば、或るパターンを有する参照光を照射して記録したホログラムは、そのパターンを有する参照光を用いてのみ適正に再生できるものである。

10

この意味で、再生時における参照光としては、記録時と同じ強度・位相パターンを有するものを生成する。

【 0 0 2 1 】

上述したようにコヒーレント光としては、記録時において信号光を生成したエリア（信号光エリア）にて入射光を透過させることで生成する。具体的に、このコヒーレント光としては、強度変調器 1 0 1 a にて信号光エリア内の各画素を所定の強度に変調することで、その強度が均一となるようにされている。

【 0 0 2 2 】

「コヒーレント加算方式」は、このように均一な強度を有するようにされたコヒーレント光と、上記参照光の照射に応じて得られる再生像とを共にイメージセンサ 1 0 4 にて結像させ、これによりイメージセンサ 1 0 4 において、再生像とコヒーレント光との合成光についての検出が行われるようにするものである。

20

【 0 0 2 3 】

このとき、コヒーレント光は、再生像と同位相の成分として加算されるようにする。このため、コヒーレント光の位相は、再生像の位相（再生像内の基準位相）と同位相に揃える。

なお、上記「再生像内の基準位相」とは、再生像内に含まれる S L M 1 0 1 の画素単位の像（記録信号）のうち、位相「0」（ 0π ）による変調が与えられて記録された画素の位相を指すものである。

【 0 0 2 4 】

30

ここで、上記のように再生像内の基準位相は、位相変調器 1 0 1 b にて 0π による位相変調が与えられて記録された信号の位相である。従って、コヒーレント光の位相をこの再生像内の基準位相に対して一致させるためには、コヒーレント光に対しても、位相変調器 1 0 1 b にて位相「0」による位相変調を与えれば良いと考えられる。

【 0 0 2 5 】

但し、ホログラム記録再生システムにおいては、ホログラム記録媒体 H M（メディア）に参照光を照射して得られた再生像の位相が、メディアに記録された信号の位相から $\pi/2$ だけずれたものとなる点を考慮しなければならない。つまり、仮に、コヒーレント光に対し位相「0」による変調を与えた場合には、再生像内の基準位相とコヒーレント光の位相とに「 $\pi/2$ 」の位相差が生じてしまい、コヒーレント光を再生像と同位相の成分として適正に加算することができなくなってしまう。

40

【 0 0 2 6 】

この点を考慮し、コヒーレント光の位相を再生像内の基準位相と一致させるためには、位相変調器 1 0 1 b において、図のように「 $\pi/2$ 」による変調を与える。具体的にこの場合の位相変調器 1 0 1 は、信号光エリア内の各画素にて $\pi/2$ による位相変調を与えるものである。

【 0 0 2 7 】

上記により説明した S L M 1 0 1 の空間光変調により参照光とコヒーレント光とが生成されることに応じて、図 2 1 (b) に示されるようにして、再生像と、該再生像と同位相のコヒーレント光とが、対物レンズ 1 0 3 を介してイメージセンサ 1 0 4 に対して導かれ

50

ることになる。このとき、上記コヒーレント光は、再生像と同位相の成分として加算されたものとしてイメージセンサ 104 にて検出される。

【0028】

「コヒーレント加算方式」では、このような「再生像 + コヒーレント光」の成分がイメージセンサ 104 にて検出されるようにした上で、検出された「再生像 + コヒーレント光」の画像信号に対し、以下のような処理を施して線形読み出し信号を得る。

まずは、上記「再生像 + コヒーレント光」の画像信号について、各画素の値の平方根を計算する。

その上で、この平方根計算結果から、加算したコヒーレント光の成分を除去する処理を行う。具体的には、例えば平方根計算結果の値から加算したコヒーレント光の強度の値を減算するものである。

10

【0029】

ここで、上記により説明したコヒーレント光の加算・平方根計算・加算分の除去の一連の動作によって、線形読み出しが実現されることについて説明する。

なお、以下の説明にあたり、再生像の振幅は例えば ± 0.078 の範囲内であるとする。すなわち、再生像の振幅は最大値 = 0.078、最小値 = -0.078 であるとする。

また、加算したコヒーレント光の強度の値は、例えば 0.1 であったとする。

【0030】

まず、比較のため、コヒーレント加算を行わずに従来どおり参照光の照射のみで読み出しを行った場合について考察してみる。

20

先に説明したフーリエ変換ホログラムと上記再生像の振幅の最大値・最小値の前提によると、この場合の再生像の振幅の最大値、最小値に応じて得られるイメージセンサ 104 の出力値は、その 2 乗値である「 $6.1\text{E-}3$ 」という同じ値で得られることになる。このようにイメージセンサ 104 にて「+1」と「-1」に相当する値が同じ値で検出されることで、以降でどのような信号処理を行っても、失われた位相情報を正確に復元することはできないものになってしまう。つまり、非線形な歪みが発生するものである。

【0031】

一方、「コヒーレント加算方式」として、参照光と共にその位相が再生像と同位相とされるコヒーレント光を照射する場合には、コヒーレント光の強度に応じた値を、再生像に対して加算することができる。なお確認のために述べておくと、このようなコヒーレント光は、振幅・位相が均一となるようにされた DC 成分であるので、記録されたホログラムと干渉することはない。

30

【0032】

ここで、上記説明によると、この場合のコヒーレント光の加算量は例えば 0.1 とされる。これによると、再生像にはこの 0.1 の成分が加わることによって、最大値 0.078 は $0.178^2 = 0.032$ 、最小値 -0.078 は $0.022^2 = 4.8\text{E-}4$ という強度としてイメージセンサ 104 により検出される。この場合、イメージセンサ 104 の出力に対しては、上述のように平方根が計算され、その後加算された成分を除去するということが行われる。従って振幅の最大値 0.078 は $0.178 - 0.1 = 0.078$ によって元の値に復元でき、また最小値 -0.078 としても $0.022 - 0.1 = -0.078$ により元の値に復元することができる。

40

【0033】

このようにして「コヒーレント加算方式」による再生手法によれば、位相変調記録によって記録された位相情報が失われない、線形な読み出しを実現することができる。

なお、ここで重要となるのは、再生像に対するコヒーレント光の加算量（強度値）である。すなわち、上記のような線形読み出しを実現するにあたり、コヒーレント光の加算量は、イメージセンサ 104 による強度検出（2 乗値化）に対して負の折り返しを生じさせないように、少なくとも「再生像の振幅の最小値の絶対値よりも大きな値」という条件が満たされる必要があることになる。

この点から「コヒーレント加算方式」において、上記コヒーレント光としては、再生像に対して加算されるとき強度が「再生像の振幅の最小値の絶対値よりも大きな値」で、

50

且つ位相が「再生像の基準位相と同位相」とされることが必要最低限の条件となる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0034】

上記のようにして「コヒーレント加算方式」によれば、位相変調記録によるDC成分抑圧の面での高記録密度化を図る上で振幅「-1」「0」「+1」の3値が記録される場合に、振幅「0」と共に位相情報を含む「-1」「+1」を適正に読み出すことができ、線形読み出しを実現することができる。

【0035】

しかしながら、従来のコヒーレント加算方式では、再生像とコヒーレント光との強度差について全く考慮されていない点が問題となる。

10

ここで、再生像は、ホログラム記録媒体HMに記録されたホログラムに対し参照光が照射されることに応じた回折現象によって得られるものである。つまり、再生像の光量（光強度）は、このような回折現象における回折効率に依存して決まるものである。

具体的に、ホログラム記録再生システムにおける回折効率 η は、一般に $10^{-3} \sim 10^{-4}$ 程度である。

【0036】

これに対し、再生像に加算されるコヒーレント光の強度は、強度変調器101aから出力されホログラム記録媒体HMを介しイメージセンサ104に導かれるまでの間の光量のロス分のみで決まる。つまり、コヒーレント光は、再生像と比較して単純に上記のような回折効率による光量のロス分が無いことから、再生像に対して非常に強度の強い光となることが分かる。

20

【0037】

具体的に、コヒーレント光の強度を「1」に設定したと仮定した場合、イメージセンサ104にて検出される振幅I（振幅「1」が記録された画素の振幅、振幅「-1」が記録された画素の振幅の双方）は、

【数1】

$$I = (1 \pm \sqrt{\eta})^2$$

30

で表される。ここで、回折効率 $\eta = 10^{-4}$ とすれば、

【数2】

$$I = (1 \pm \sqrt{10^{-4}})^2 = (1 \pm 10^{-2})^2 = 1.02, 0.98$$

40

である。

これは、バックグラウンド光となるコヒーレント光の強度に対し、再生像のコントラスト（振幅「1」～振幅「-1」）が非常に低いことを意味しており、この場合はわずか2%の強度差を検出しなければならないことになってしまう。

【0038】

このようにコントラストの低い再生像を精度良く検出するのは非常に困難となる。このため従来では、再生特性の悪化が避けられない状況にあった。

【0039】

なお、特許文献3には、コヒーレント光の強度を「1」ではなく「0.1」に設定するこ

50

とも開示されているが、何れにしても従来においては、コヒーレント光の強度調整を、画素単位で可変的な光強度変調を行う強度変調器を用いて行うようにされている点が問題となる。

ここで、加算されるコヒーレント光の強度は、上述の回折効率（例えば 10^{-4} ）を考慮すれば、強度「1」の変調を行った場合の例えば0.1%（ $1/1000$ ）程度の強度に抑えることが望ましい。

しかしながら現状において、画素単位で可変的な光強度変調を行う構成においては、このような $1/1000$ 程度の強度を安定して設定することが非常に困難とされている。このため従来においては、コヒーレント光の強度（振幅）は「1」や「0.1」など、再生像の振幅に対して大幅に大きく設定せざるを得ず、このことで、再生特性の悪化を招くものとなっていた。

10

【課題を解決するための手段】

【0040】

そこで、本発明では以上のような問題点に鑑み、再生装置として以下のように構成することとした。

つまり、信号光と参照光との干渉縞によってデータが記録されたホログラム記録媒体に対して、上記参照光と共に、光強度及び位相を均一とするようにして生成したコヒーレント光を照射する光照射部を備える。

さらに、上記コヒーレント光の光強度を減衰させる減光部を備えるようにした。

【0041】

20

上記のようにして本発明では、再生時にコヒーレント光を生成・照射する構成において、上記コヒーレント光の光強度を減衰させる構成を別途具備するものとしている。このことで、コヒーレント光の強度を大幅に減衰させることができる。

【発明の効果】

【0042】

本発明によれば、コヒーレント光の光強度を減衰させるための減光部を別途備えることで、コヒーレント光の強度を大幅に減衰させることができる。このことで、参照光の照射に応じて得られる再生像のコントラストを相対的に上げることができ、結果、再生特性の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0043】

以下、発明を実施するための最良の形態（以下実施の形態とする）について説明していく。

なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第1の実施の形態（部分的減光素子を用いる例）

[記録再生装置の構成]

[第1の実施の形態としての減光手法]

2. 第2の実施の形態（部分的偏光方向制御素子を用いる例）

2-1. 第1例（部分的偏光方向制御素子をスライド駆動）

40

2-2. 第2例（部分的偏光方向制御素子を回転駆動）

3. 第3の実施の形態（部分的偏光方向制御器を用いる例）

4. 変形例

【0044】

1. 第1の実施の形態（部分的減光素子を用いる例）

[記録再生装置の構成]

図1は、第1の実施の形態としての記録再生装置の内部構成を示したブロック図である。

ここで、以下の各実施の形態では、本発明の再生装置が記録機能も有する記録再生装置

50

として構成される場合を例示する。

この図 1 に示す第 1 の実施の形態の記録再生装置は、コアキシャル方式によるホログラム記録再生を行うように構成される。コアキシャル方式は、信号光と参照光とを同一光軸上に配置し、それらを共に所定位置にセットされたホログラム記録媒体に照射してホログラムの形成によるデータ記録を行い、また再生時には参照光をホログラム記録媒体に対して照射することで上記ホログラムとして記録されたデータの再生を行うものである。

また、本実施の形態の記録再生装置は、記録時において、記録密度向上のための位相変調記録を行うと共に、再生時には、線形読み出しを実現するための「コヒーレント加算方式」による再生を行う。

また、本実施の形態の記録再生装置は、図中のホログラム記録媒体 H M として、反射膜を備えた反射型のホログラム記録媒体に対応する構成が採られる。

10

【 0 0 4 5 】

図 1 において、レーザダイオード (L D) 1 は、記録再生のためのレーザ光を得るための光源として設けられる。このレーザダイオード 1 としては、例えば外部共振器付きレーザダイオードが採用され、レーザ光の波長は例えば 4 1 0 nm 程度とされる。

レーザダイオード 1 からの出射光はコリメータレンズ 2 を介した後、偏光ビームスプリッタ 3 に導かれる。

【 0 0 4 6 】

偏光ビームスプリッタ 3 は、 x 偏光を透過、 y 偏光 (上記 x 偏光と偏光方向が直交する) を反射する。従って、上記のようにレーザダイオード 1 から出射され偏光ビームスプリッタ 3 に入射したレーザ光 (直線偏光) は、 x 偏光が当該偏光ビームスプリッタ 3 を透過し、 y 偏光のみが当該偏光ビームスプリッタ 3 にて反射される。

20

【 0 0 4 7 】

偏光ビームスプリッタ 3 で反射された光 (y 偏光) は、後述する部分的減光素子 1 8 を介して偏光方向制御器 4 に入射する。

なお、上記部分的減光素子 1 8 については後述するものとし、ここでは説明の便宜上、当該部分的減光素子 1 8 は挿入されていないものとして扱う。

【 0 0 4 8 】

上記偏光方向制御器 4 は、 F L C (Ferroelectric Liquid Crystal : 強誘電性液晶) としての反射型液晶素子を備えて構成され、入射光について、画素単位で偏光方向を制御するように構成されている。

30

この偏光方向制御器 4 は、図中の空間光変調制御部 1 6 からの駆動信号に応じて、各画素ごとに入射光の偏光方向を 9 0 ° 変化、或いは入射光の偏光方向を不変とするようにして空間光変調を行う。具体的には、駆動信号が O N の画素は偏光方向の角度変化 = 9 0 ° 、駆動信号が O F F の画素は偏光方向の角度変化 = 0 ° となるように、駆動信号に応じ画素単位で偏光方向制御を行うように構成されている。

【 0 0 4 9 】

図示するようにして、上記偏光方向制御器 4 からの出射光 (偏光方向制御器 4 にて反射された光) は、偏光ビームスプリッタ 3 に再度入射する。

【 0 0 5 0 】

40

ここで、図 1 に示す記録再生装置では、偏光方向制御器 4 による画素単位の偏光方向制御と、入射光の偏光方向に応じた偏光ビームスプリッタ 3 の選択的な透過 / 反射の性質とを利用して、画素単位の空間光強度変調 (光強度変調、或いは単に強度変調とも称する) を行うようにされている。

【 0 0 5 1 】

図 2 は、このような偏光方向制御器 4 と偏光ビームスプリッタ 3 との組み合わせにより実現される強度変調動作のイメージを示している。図 2 (a) は O N 画素の光について、図 2 (b) は O F F 画素の光についてそれぞれその光線状態を模式的に示している。

上述もしたように、偏光ビームスプリッタ 3 は、 x 偏光を透過、 y 偏光を反射するので、上記偏光方向制御器 4 には、 y 偏光が入射することになる。

50

この前提を踏まえると、偏光方向制御器 4 にて偏光方向が 90° 変化された画素の光（駆動信号 ON の画素の光）は、偏光ビームスプリッタ 3 に対し x 偏光で入射することになる。このことで、偏光方向制御器 4 における ON 画素の光は、偏光ビームスプリッタ 3 を透過することになり、ホログラム記録媒体 HM に対して導かれることになる（図 2（a））。

一方、駆動信号が OFF とされ偏光方向が変化されなかった画素の光は、偏光ビームスプリッタ 3 に y 偏光で入射する。つまり、偏光方向制御器 4 における OFF 画素の光は偏光ビームスプリッタ 3 にて反射されて、ホログラム記録媒体 HM に対しては導かれないようになっている（図 2（b））。

【0052】

10

このようにして、画素単位で偏光方向制御を行う偏光方向制御器 4 と、偏光ビームスプリッタ 3 との組み合わせにより、画素単位による光強度変調を行う強度変調部が形成されている。

【0053】

ここで、本実施の形態ではホログラム記録再生方式としてコアキシャル方式が採用されている。コアキシャル方式が採用される場合、偏光方向制御器 4 においては、信号光と参照光とを同一光軸上に配置するために、次の図 3 に示すような各エリアが設定される。

この図 3 に示されるようにして、偏光方向制御器 4 においては、その中心（光軸中心）を含む略円形の所定範囲のエリアが、信号光エリア A 2 として設定される。そして、この信号光エリア A 2 の外側には、ギャップエリア A 3 を隔てて、略輪状の参照光エリア A 1 が設定されている。

20

これら信号光エリア A 2、参照光エリア A 1 の設定により、信号光と参照光とを同一光軸上に配置するようにして照射することができる。

なお、上記ギャップエリア A 3 は、上記参照光エリア A 1 にて生成される参照光が信号光エリア A 2 に漏れ込んで信号光に対するノイズになることを避けるための領域として定められている。

【0054】

図 1 に戻り、空間光変調制御部 16 は、上記偏光方向制御器 4 に対する駆動制御を行うと共に、後述する位相変調器 8 に対する駆動制御を行うことで、記録時には位相変調記録のための例えば 2 値ランダム位相パターン（位相「0」と位相「 π 」の数が略半々）の与えられた信号光と参照光を生成させ、また、再生時には、記録時と同じ強度・位相パターンを有する参照光と、コヒーレント光とを生成させる。

30

なお、この空間光変調制御部 16 の具体的な動作内容については後述する。

【0055】

上記偏光方向制御器 4 を介し、さらに上記偏光ビームスプリッタ 3 を透過した光は、図のようにリレーレンズ 5 → アパーチャー 6 → リレーレンズ 7 が同順で配置されたリレーレンズ系に導かれる。図示するようにリレーレンズ 5 によつては、偏光ビームスプリッタ 3 を透過したレーザ光が所定の焦点位置に集光するようにされ、リレーレンズ 7 によつては集光後の拡散光としてのレーザ光が平行光となるように変換される。アパーチャー 6 は、上記リレーレンズ 5 による焦点位置（フーリエ面：周波数平面）に設けられ、光軸を中心とする所定範囲内の光のみを透過、それ以外の光を遮断するように構成される。このアパーチャー 6 により、ホログラム記録媒体 HM に記録されるホログラムページのサイズが制限され、ホログラムの記録密度（つまりデータ記録密度）の向上が図られる。

40

【0056】

上記リレーレンズ系を介したレーザ光は、位相変調器 8 に導かれる。この位相変調器 8 は、入射光に対し画素単位で空間光位相変調（単に位相変調とも称する）を施すように構成され、先の偏光方向制御器 4 と同様の参照光エリア A 1、信号光エリア A 2、及びギャップエリア A 3 が設定されている。

位相変調器 8 は、偏光方向制御器 4 とのピクセルマッチング（偏光方向制御器 4 の各画素と位相変調器 8 の各画素がそれぞれ 1 対 1 に対応する状態）がとられるように、その挿

50

入位置が、上記リレーレンズ系により形成される、偏光方向制御器 4 の実像面となる位置とされ、且つ、入射面に平行な面上での位置については、偏光方向制御器 4 の参照光エリア A 1、信号光エリア A 2、ギャップエリア A 3 を介した光が、それぞれ、位相変調器 8 の参照光エリア A 1、信号光エリア A 2、ギャップエリア A 3 に入射する状態が得られるように調整されている。

【 0 0 5 7 】

ここで、本実施の形態の場合、上記位相変調器 8 としては、画素単位で可変的な位相変調が可能な透過型の液晶パネルを用いるものとしている。

このように画素単位で可変的な位相変調が可能な液晶パネルとしては、内部の液晶素子を、次の図 4 に示す考えに基づき構成することで実現することができる。

10

【 0 0 5 8 】

図 4 (a) は、液晶パネル内の液晶素子に駆動電圧を印加していない状態（つまり駆動電圧 OFF の状態）での液晶分子の様子を示し、図 4 (b) は液晶素子に所定レベルでの駆動電圧を印加した状態（駆動電圧 ON の状態）での液晶分子の様子を示している。

図示するようにして図 4 (a) の駆動電圧 OFF の状態では、液晶分子は水平配向となり、また図 4 (b) に示す駆動電圧 ON の状態では液晶分子は垂直配向に変化することになる。

このとき、液晶素子の屈折率 n について、駆動電圧 OFF による上記水平配向時の屈折率を n_h 、所定レベルでの駆動電圧 ON による上記垂直配向時の屈折率を n_v とすると、液晶素子の厚さを d とした場合、駆動電圧 OFF 時に与えられる位相変化量は「 $d \times n_h$ 」となり、駆動電圧 ON 時に与えられる位相変化量は「 $d \times n_v$ 」となる。従ってこのことから、駆動電圧の ON/OFF によって与えることのできる位相差 $\Delta n d$ としては、

20

$$\Delta n d = d \times n_h - d \times n_v$$

により表されるものとなる。

この関係式より、画素単位で所要の位相差を与えるにあたっては、液晶素子の厚さ d を調整すればよいことがわかる。

本実施の形態の位相変調器 8 としては、液晶素子の厚さ d を調整することで、例えば位相差 $\Delta n d = \pi$ となるように設定している。すなわち、これによって各画素ごとに、上記 ON / OFF としての駆動電圧の切換を行うことで「0」と「 π 」の 2 値による光位相変調を施すことが可能とされているものである。

30

【 0 0 5 9 】

また、上記のように所定レベルによる駆動電圧 ON 時と駆動電圧 OFF 時とで位相「0」「 π 」の変調を行うことができるということは、駆動電圧レベルを上記所定レベルまで段階的に制御することで、位相は「0」～「 π 」まで段階的に変化させることができる。例えば、駆動電圧レベルを上記所定レベルの $1/2$ とすれば、位相「 $\pi/2$ 」による変調も可能となる。

【 0 0 6 0 】

なお確認のために述べておくと、このような位相変調器 8 は、その光学基準軸の方向が、入射光の偏光方向（この場合は x 方向である）と一致する状態で用いるものである。

【 0 0 6 1 】

40

説明を図 1 に戻す。

上記位相変調器 8 を介した光は、偏光ビームスプリッタ 9 に導かれる。この偏光ビームスプリッタ 9 としても x 偏光を透過、 y 偏光を反射するように構成され、従って上記位相変調器 8 を介して導かれたレーザ光は偏光ビームスプリッタ 9 を透過する。

【 0 0 6 2 】

上記偏光ビームスプリッタ 9 を透過したレーザ光は、リレーレンズ 10 → アパーチャー 11 → リレーレンズ 12 が同順で配置されたリレーレンズ系に導かれる。このリレーレンズ系による作用は、先に説明したリレーレンズ 5、アパーチャー 6、リレーレンズ 7 によるリレーレンズ系と同様である。

【 0 0 6 3 】

50

上記リレーレンズ 10 → アパーチャー 11 → リレーレンズ 12 によるリレーレンズ系を介したレーザ光は、1/4 波長板 13 を介した後、対物レンズ 14 によってホログラム記録媒体 H M の記録面上に集光するようにして照射される。

【0064】

ここで、後述もするが、記録時には、偏光方向制御器 4 と偏光ビームスプリッタ 3 との組による強度変調部と位相変調器 8 とによる空間光変調が行われることで、信号光と参照光とが生成される。従って記録時には、上記により説明した光路によりこれら信号光と参照光とがホログラム記録媒体 H M に対して照射され、その結果、ホログラム記録媒体 H M には、これら信号光と参照光との干渉縞（回折格子：ホログラム）が形成される。つまりこれにより、データの記録が行われる。

10

【0065】

また、再生時には、偏光方向制御器 4 と偏光ビームスプリッタ 3 との組による強度変調部と位相変調器 8 とによる空間光変調が行われることで、参照光と、コヒーレント光とが生成される。参照光が上記の光路によってホログラム記録媒体 H M に照射されることで、ホログラム記録媒体 H M に形成されたホログラムに応じた回折光が再生光（再生像）として得られる。この再生光は、ホログラム記録媒体 H M からの反射光として記録再生装置側に戻されることになる。

また、上記コヒーレント光は、ホログラム記録媒体 H M にて反射され、記録再生装置側に戻されることになる。

【0066】

20

このようにしてホログラム記録媒体 H M からの反射光として得られる再生光・コヒーレント光は、対物レンズ 14 を介した後、1/4 波長板 13 → リレーレンズ 12 → アパーチャー 11 → リレーレンズ 10 を介して偏光ビームスプリッタ 9 に導かれる。

上記再生光は、1/4 波長板 13 の働きより y 偏光で偏光ビームスプリッタ 9 に入射することになる。このため、再生光は偏光ビームスプリッタ 9 にて反射され、イメージセンサ 15 に対して導かれる。また上記コヒーレント光も偏光ビームスプリッタ 9 にて反射され、イメージセンサ 15 に対して導かれることになる。

【0067】

イメージセンサ 15 は、例えば C C D（Charge Coupled Device）センサや C M O S（Complementary Metal Oxide Semiconductor）センサなどの撮像素子を備え、上記のようにして導かれたホログラム記録媒体 H M からの再生光（再生像）及びコヒーレント光を受光し、電気信号に変換する。これによって再生時には、上記再生像（記録された像）にコヒーレント光が加算された成分についての光強度検出結果を表す受光信号（画像信号）が得られる。

30

【0068】

イメージセンサ 15 により得られた画像信号（再生像 + コヒーレント光）は、データ再生部 17 に供給される。

データ再生部 17 は、上記画像信号に対する所定の再生信号処理、及びデコード処理を行うことで、記録データの再生を行う。なお、データ再生部 17 の内部構成、及びその動作については後述することとする。

40

【0069】

～ 位相変調記録～

ここで、図 1 に示す記録再生装置には、アパーチャー 6（及び 11）が設けられ、メディア上におけるホログラムページの占有面積の縮小化に伴う、高記録密度化が達成される。

なお確認のために述べておくと、ホログラムページとは、信号光と参照光の 1 度の照射により形成される干渉縞と同義である。換言すれば、このホログラムページは、ホログラム記録媒体 H M に記録することのできるデータの最小単位を指すものとも定義することができる。

【0070】

50

本実施の形態の記録再生装置では、このようなアパーチャによるホログラムページの占有面積の縮小化の面での高記録密度化と共に、さらに、先の図 17 や図 19 を参照して説明したような、「0」「 π 」の位相変調（例えば 2 値ランダム位相パターン）を与えた信号光・参照光の照射による記録を行うことで、DC 成分の抑圧を図ることによる記録密度の向上も図るものとしている。いわゆる、位相変調記録による記録密度の向上である。

【0071】

図 1 において、このような位相変調記録は、空間光変調制御部 16 が偏光方向制御器 4 及び位相変調器 8 を駆動制御することで実現されるものとなる。

図 5 は、図 1 に示される偏光方向制御器 4、位相変調器 8、空間光変調制御部 16 を抽出して示し、さらに、空間光変調制御部 16 の内部構成も示している。なおこの図 5 では、偏光方向制御器 4 の入/出射光、位相変調器 8 の入/出射光も併せて示している。

10

【0072】

図 5 において、空間光変調制御部 16 内には、符号化部 21、マッピング部 22、偏光制御ドライバ 23、及び位相変調パターン生成部 24、位相変調ドライバ 25 が備えられる。

【0073】

先ず、記録時において、符号化部 21 に対しては、図 1 にも示した記録データが入力される。符号化部 21 は、このように入力される記録データに対し、記録フォーマットに従った所定の記録変調符号化処理を施す。

【0074】

20

マッピング部 22 は、記録時において上記符号化部 21 にて符号化されたデータを、記録フォーマットに従って信号光エリア A2 内に配列する。つまり、このような信号光エリア A2 へのデータのマッピング処理により、1 ホログラムページ分のデータパターンが生成される。

【0075】

また、マッピング部 22 は、このような信号光エリア A2 内へのデータマッピングと共に、参照光エリア A1 の所定の画素を「1」、それ以外の画素を「0」とし、且つギャップエリア A3 と参照光エリア A1 より外周部分とを全て「0」としたデータパターンを生成し、このデータパターンと上記信号光エリア A2 内のデータパターンとを併せて偏光方向制御器 4 の全有効画素分のデータパターンを生成する。

30

このようにして生成された偏光方向制御器 4 の全有効画素分のデータパターンは、偏光制御ドライバ 23 に供給され、当該偏光制御ドライバ 23 は、このデータパターンに基づき偏光方向制御器 4 の各画素を駆動制御する。

これにより、図 1 に示した偏光ビームスプリッタ 3 から対物レンズ 14 側への出射光として、記録時には、記録データに応じたパターンにより強度変調の施された信号光の元となる光と、さらに所定パターンで強度変調の施された参照光の元となる光とが得られるものとなる。

【0076】

また、記録時において、空間光変調制御部 16 では、このような偏光方向制御器 4 に対する駆動制御のための動作（つまり強度変調のための動作）と共に、位相変調器 8 に対する駆動制御のための動作も行う。

40

先ず、位相変調パターン生成部 24 は、予め設定された所定のデータパターンに基づき、位相変調器 8 の信号光エリア A2 内に設定すべき位相変調パターンを生成する。本実施の形態の場合も、位相変調記録時に与える位相変調パターンについては、2 値ランダム位相パターンが設定されているものとする。

また、これと共に位相変調パターン生成部 24 は、位相変調器 8 の参照光エリア A1 に設定すべき位相変調パターンとして、所定の位相変調パターンを生成する。参照光エリア A2 に設定する位相変調パターンとしても、2 値ランダム位相パターンとする。

そして位相変調パターン生成部 24 は、このようにして生成した信号光エリア A2 と参照光エリア A1 についてのそれぞれの位相変調パターン（対応する各画素の制御パターン

50

)を併せて、位相変調器 8 の全有効画素分の位相変調パターンを生成する。このとき、信号光エリア A 2 と参照光エリア A 1 以外の画素については、例えば位相「0」に対応した値を設定する。

そして、このようにして生成した位相変調パターンを位相変調ドライバ 2 5 に供給する。

【0077】

位相変調ドライバ 2 5 は、位相変調パターン生成部 2 4 から供給される位相変調パターンに基づき、位相変調器 8 の各画素を駆動制御する。これによって位相変調器 8 から出力される信号光として、2 値ランダム位相パターンによる位相変調の施された信号光、参照光を得ることができる。

【0078】

～コヒーレント加算～

ここで、先にも述べたように、再生時において参照光のみを照射するホログラム記録再生系では、再生像についての画像信号を検出するイメージセンサが、位相情報までを検出することができないという意味で、非線形性を有するものとなっている。

そして、このような非線形性の問題から、再生時に参照光のみを照射するシステムでは、適正なデータ再生を行うことが非常に困難とされていた。

【0079】

この点を考慮し、本実施の形態の記録再生装置では、線形読み出しを可能とすべく、再生時に参照光と共にコヒーレント光を併せて照射し、コヒーレント加算方式による再生を行うものとしている。

ここで、コヒーレント光は、振幅、位相が均一となるようにされた光を意味する。具体的に、その位相は、参照光の照射に応じてホログラム記録媒体 H M から得られる再生像内の基準位相と同位相となるようにされ、且つ、強度は、再生像に対して加算されるときに強度が、再生像の振幅の最小値の絶対値よりも大となるように調整された光を指す。

ここで、上記「再生像内の基準位相」とは、記録時において、位相「0」による変調が与えられて記録されたピクセルの位相であるとする。

【0080】

このようなコヒーレント光と参照光との照射による読み出しを実現するために、先の図 5 に示した空間光変調制御部 1 6 は、再生時において以下の動作を行う。

まず、参照光と共に照射するコヒーレント光は、記録時に信号光を生成した領域（信号光の光線領域）にて生成するものである（先の図 2 0 を参照）。

空間光変調制御部 1 6 におけるマッピング部 2 2 は、再生時において、参照光エリア A 1 を記録時と同様の「0」「1」のパターンとした上で、さらに信号光エリア A 2 の全域を「1」とし、他の領域をすべて「0」としたデータパターンを生成する。そして、このデータパターンを偏光制御ドライバ 2 3 に供給する。

【0081】

偏光制御ドライバ 2 3 は、上記マッピング部 2 2 から供給された偏光方向制御器 4 の全画素分のデータパターンに応じて、偏光方向制御器 4 の各画素を駆動制御する。これにより、図 1 に示した偏光ビームスプリッタ 3 から対物レンズ 1 4 側への出射光として、記録時と同じ強度パターンの与えられた参照光の元となる光と、信号光の光線領域において、その全域が光強度「1」で均一となるようにされたコヒーレント光の元となる光とが得られる。

【0082】

また、図 5 において、再生時には、さらに位相変調パターン生成部 2 4 及び位相変調ドライバ 2 5 が以下の動作を行う。

すなわち、位相変調パターン生成部 2 4 は、位相変調器 8 の参照光エリア A 1 について、記録時と同様の位相変調パターンとしてのデータパターンを生成すると共に、さらに信号光エリア A 2 について、その全域を所定の値で埋めたデータパターンを生成する。そして、これらのデータパターンを合わせて位相変調器 8 の全有効画素分のデータを生成し、

10

20

30

40

50

これを位相変調ドライバ 25 に対して供給する。

【0083】

ここで、先の図 4 にて説明したように、位相変調器 8 は、駆動電圧レベルに応じて可变的に各画素の位相を変調することが可能に構成される。具体的には、駆動電圧レベルに応じ各画素ごとに位相を「0」～「 π 」の間で可变的に変調することができる。

これに対応して、位相変調ドライバ 25 は、位相変調パターン生成部 24 からの値「0」～「1」（例えば 256 階調であれば 0～255）に応じた駆動電圧レベルにより位相変調器 8 の各画素を駆動するように構成されている。

上記のようにして位相変調パターン生成部 24 により生成されたデータパターンで信号光エリア A2 内が所定値で埋められた場合、位相変調ドライバ 25 は、位相変調器 8 の信号光エリア A2 内の各画素をその値に応じた駆動電圧レベルで駆動する。これによって信号光エリア A2 を透過して得られるコヒーレント光の位相を、上記所定値に応じて可变的に設定できるようにされている。

【0084】

ここで、コヒーレント光の位相としては、上述のようにして再生像内の基準位相と同位相であることが条件とされる。このような「再生像内の基準位相と同位相」とするにあたって位相変調器 8 がコヒーレント光（信号光エリア A2 内）に与えるべき位相変調量としては、同じ位相変調器 8 が記録時に位相「0」の変調を与えた画素の位相を基準位相＝「0」としたとき、該基準位相から「 $\pi/2$ 」の位相差を与えることのできる位相変調量とすればよい。つまり位相変調器 8 においては、信号光エリア A2 内にて「 $\pi/2$ 」の位相変調量による位相変調を施せばよい。

【0085】

このようにコヒーレント光に対し「 $\pi/2$ 」による位相変調を与えるのは、以下のような理由による。

すなわち、ホログラム記録再生方式では、ホログラム記録媒体 HM に対して参照光を照射して再生像を得たとき、当該再生像の位相が、記録信号の位相から $\pi/2$ だけずれるという現象が起こる（この点については下記の参考文献 1 を参照）。この点から、再生像内の基準位相は「0」のままではなく、「 $\pi/2$ 」だけずれるものであり、これに対応させるべく、コヒーレント光に与える位相としても「 $\pi/2$ 」に設定すればよいものである。

参考文献 1・・・Kogelnik,H "Coupled wave theory for thick hologramgrating". Bell System Technical Journal,48,2909-47

【0086】

このようにして、コヒーレント光の生成にあたっては、位相変調器 8 において信号光エリア A2 内の各画素で位相「 $\pi/2$ 」による変調を与える。

この位相「 $\pi/2$ 」による変調を与えるために、上述した位相変調パターン生成部 24 では、信号光エリア A2 内の値として「0.5」（256 階調の場合「127」に対応する値）を割り振る。

【0087】

上記により説明した空間光変調制御部 16 の動作により、再生時においては、参照光と共に、位相が再生像内の基準位相と同位相で且つ強度が再生像の振幅の最小値の絶対値よりも大きくなるようにされたコヒーレント光がホログラム記録媒体 HM に対して照射されることになる。すなわち、本実施の形態では、参照光の照射によってホログラム記録媒体 HM に記録されたデータに応じた再生像が得られる一方で、コヒーレント光がホログラム記録媒体 HM に照射された後、反射光として上記再生像と共にイメージセンサ 15 に対して導かれることになる。

このとき、コヒーレント光の位相は再生像と同位相となるように変調されているので、コヒーレント光は、イメージセンサ 15 に結像するときに再生像と同位相の成分として加算されることになる。これによりイメージセンサ 15 は、再生像に対してコヒーレント光が加算された成分についての読み出し信号を得るようにされる。

【 0 0 8 8 】

本実施の形態では、上記のようにしてイメージセンサ 1 5 にて得られる、コヒーレント光が加算された再生像についての読み出し信号（画像信号）に基づき、図 1 に示したデータ再生部 1 7 が記録データの再生を行うことになる。

【 0 0 8 9 】

図 6 に、データ再生部 1 7 の内部構成を示す。なお、この図 6 ではイメージセンサ 1 5 も併せて示している。

図示するようにしてデータ再生部 1 7 には、線形化処理部 2 6、及び再生処理部 2 7 が設けられている。

【 0 0 9 0 】

線形化処理部 2 6 は、イメージセンサ 1 5 により得られたコヒーレント光 + 再生像についての検出結果としての画像信号を入力し、線形読み出しのための処理を行う。

この場合の線形化処理部 2 6 には、図示するようにして平方根計算部 2 6 a、及びオフセット除去部 2 6 b が備えられている。

平方根計算部 2 6 a は、イメージセンサ 1 5 によって得られる画像信号を構成する各値について、その平方根を計算し、その結果をオフセット除去部 2 6 b に供給する。

なお確認のために述べておくと、イメージセンサ 1 5 によっては、検出された光の強度が例えば 2 5 6 階調などの所定階調による振幅値で表されるものとなっている。平方根計算部 2 6 a は、このようなイメージセンサ 1 5 の各画素の振幅値について、その平方根計算を行うことになる。

【 0 0 9 1 】

また、上記オフセット除去部 2 6 b は、平方根計算部 2 6 a により得られた平方根の値から、コヒーレント光の成分（すなわち検出対象である再生像に対するオフセット成分）を除去するための処理を行う。具体的に、この場合のオフセット除去部 2 6 b は、平方根計算部 2 6 a により得られた各画素の振幅値の平方根の値について、それぞれコヒーレント光の加算量に応じた値を減算する処理を行う。

ここで、本実施の形態の場合、コヒーレント光の加算量（再生像に対して加算されるコヒーレント光の強度）は、後述する実施の形態としての減光部によっても調整される。オフセット除去部 2 6 b にて平方根計算結果値から減算する値は、このような減光部による調整を経て、最終的に再生像に対して加算される（イメージセンサ 1 5 にて結像する）ときのコヒーレント光の強度の値を設定することになる。

【 0 0 9 2 】

なお、ここではコヒーレント光の加算分の除去として、平方根計算結果値からコヒーレント光の加算量の値を減算する手法を例示したが、このように明示的な減算処理を行うのではなく、例えば平方根計算部 2 6 a により得られる平方根計算結果としての画像信号に対し DC 成分を除去するフィルタ処理を施すなど、他の手法によってコヒーレント光の加算分の除去を行うようにすることもできる。

【 0 0 9 3 】

ここで、コヒーレント光 + 再生像の検出結果について上記のような線形化処理が行われることによって、位相変調記録によりホログラム記録媒体 H M に記録されることとなった位相の情報も適切に表す線形読み出し信号を得ることができる。具体的には、位相変調記録により記録された振幅「+ 1」「- 1」の差を適切に表す信号を得ることができる。

先にも述べたように、例えば再生像の振幅「+ 1」に相当する最大値が「0.078」、「- 1」に相当する最小値が「- 0.078」とであると仮定し、また、コヒーレント光の加算量が再生像の最小値の絶対値「0.078」よりも大となる「0.1」に設定されていたとした場合、イメージセンサ 1 5 では、最大値 0.078 が $0.178^2 = 0.032$ による強度、最小値 -0.078 が $0.022^2 = 4.8E-4$ という強度で検出されることになる。そしてこれら 0.032、4.8E-4 という検出結果について、それぞれ上記線形化処理が施されることで、再生像の振幅の最大値 0.078 については $0.178 - 0.1 = 0.078$ によって元の値に復元でき、また最小値 -0.078 としても $0.022 - 0.1 = -0.078$ により元の値に復元することができる。

【 0 0 9 4 】

このようにして、コヒーレント光 + 再生像の検出結果について平方根計算及びコヒーレント光の加算分の除去による線形化処理を施す「コヒーレント加算方式」による再生手法が採られることで、位相変調記録によって記録された位相情報が失われない、線形な読み出し信号を得ることができる。

【 0 0 9 5 】

上記線形化処理部 2 6 の線形化処理により得られた線形読み出し信号は、再生処理部 2 7 に供給される。

再生処理部 2 7 は、上記線形読み出し信号としての画像信号に基づき、記録データを再生し、再生データを得る。

具体的に、再生処理部 2 7 では、上記線形読み出し信号としての画像信号に対し、符号間干渉（ピクセル間干渉）抑制のためのイコライジング処理を行う。また、このイコライジング処理後の画像信号を対象として、当該画像信号中に含まれている偏光方向制御器 4 の画素単位の値（データピクセルの値）を取得するためのリサンプリング処理を行う。さらには、リサンプリング処理により取得した各データピクセルの値に基づく「0」「1」のデータ識別処理、及び先に説明した符号化部 2 1 による記録変調符号の復号化処理等を行って、記録データを再生する。

ここで、本実施の形態の場合、位相変調記録が行われることに伴ってホログラム記録媒体 H M に記録される振幅の情報は「+1」「0」「-1」の3値となるが、このうち「+1」「-1」については、共にデータ「1」として記録されたものであり、従って再生時にはこれら「+1」「-1」としての振幅情報は共にデータ「1」として識別することになる。つまり、再生処理部 2 7 による上記データ識別処理としては、振幅「0」に相当する値についてはデータ「0」と識別し、振幅「+1」「-1」に相当する値については共にデータ「1」と識別することになる。

【 0 0 9 6 】

[第 1 の実施の形態としての減光手法]

ここで、これまでの説明からも理解されるように、ホログラム記録再生システムでは、再生時においてホログラム記録媒体 H M に記録されたホログラムに対し参照光を照射し、それにより生じる回折現象を利用して再生像を得るようにされている。この点より、ホログラム記録再生システムにおいて、再生像の光量（光強度）は、ホログラム記録媒体 H M に記録されたホログラムの回折効率に依存して決まることが分かる。

一般的に、ホログラム記録再生システムにおける回折効率 η は、 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ 程度である。

【 0 0 9 7 】

一方で、再生像に対して加算されるコヒーレント光の強度は、強度変調部（偏光方向制御器 4・偏光ビームスプリッタ 3）から出力されホログラム記録媒体 H M を介しイメージセンサ 1 5 に導かれるまでの間の光量のロス分のみで決まる。つまり、コヒーレント光は、単純に上記のような回折効率による光量のロス分が無いことから、再生像の強度と比較して非常に強い強度となることが分かる。

【 0 0 9 8 】

ここで、本実施の形態の場合、偏光方向制御器 4 と偏光ビームスプリッタ 3 との組み合わせによる強度変調部により、信号光の光線領域内にて光を透過させることでコヒーレント光の元となる光を生成するようにされている。

上記偏光方向制御器（F L C）4 は、駆動電圧の O N / O F F に応じて、入射光の偏光方向を $90^\circ / 0^\circ$ 変化させるように構成されている。従って、このような偏光方向制御器 4 を用いた強度変調部によっては、コヒーレント光は「1」の強度に調整されることになる。

【 0 0 9 9 】

このようにコヒーレント光の強度が「1」に調整される場合、イメージセンサ 1 5 にて

10

20

30

40

50

検出される振幅 I (振幅「 1 」が記録された画素の振幅、振幅「 -1 」が記録された画素の振幅の双方) は、先にも述べたように、

【数 3】

$$I = (1 \pm \sqrt{\eta})^2$$

となる。ここで、回折効率 $\eta = 10^{-4}$ とすれば、

10

【数 4】

$$I = (1 \pm \sqrt{10^{-4}})^2 = (1 \pm 10^{-2})^2 = 1.02, 0.98$$

である。

これは、バックグラウンド光となるコヒーレント光の強度に対し、再生像のコントラスト (振幅「 $+1$ 」～振幅「 -1 」) が非常に低いことを意味しており、この場合はわずか 2 % の強度差を検出しなければならないことになってしまう。

20

このようにコントラストの低い再生像を精度良く検出するのは非常に困難であり、このため従来では、再生特性の悪化が避けられない状況にあった。

【0100】

そこで、本実施の形態では、コヒーレント光の強度を減衰させるための減光部を設け、それによって相対的に再生像のコントラストが向上されるようにすることで、再生特性の改善を図る。

このために、第 1 の実施の形態の記録再生装置では、図 1 に示されるようにして、部分的減光素子 18、スライド駆動部 19、及び制御部 20 を備えるものとしている。

【0101】

まず、上記部分的減光素子 18 は、具体的には次の図 7 に示すような構造とされる。

30

図 7 に示されるように、部分的減光素子 18 は、その一部に減光材料で構成された減光部 18a が形成されている。この減光部 18a は、例えば金属膜、具体的にはクロムなどで構成する。

また、部分的減光素子 18 において、上記減光部 18a 以外の領域は、例えば透明ガラスや透明樹脂など十分な光透過性を有する材料で構成する。

【0102】

ここで、上記減光部 18a を構成する減光材料としては、入射光の一部を透過し、一部を吸収 (及び / 又は反射) することで、入射光を減光するように構成されたものであれば特にその材料について限定されるものではない。

先に説明したように、再生像に対して加算されるコヒーレント光の強度は、少なくとも「再生像の最小値の絶対値よりも大」となるように設定される必要がある。上記減光部 18a としては、その構成材料や膜圧など、減光率 (透過率) を設定するファクターが、少なくともこのようなコヒーレント光の強度についての条件を満たすようにして設定されればよい。

40

一例として、本実施の形態の場合、減光部 18a による透過率は 1 % ～ 0.1 % 程度に設定される。

【0103】

上記減光部 18a の領域サイズは、信号光エリア A2 のサイズ以上で且つ参照光エリア A1 には重ならないように設定されている。

また、部分的減光素子 18 は、その全体のサイズとして、入射面に平行な面における x

50

方向の長さ L_x が、少なくとも参照光エリア A 1 の直径以上となるようにされている。ここで、上記参照光エリア A 1 の直径とは、参照光エリア A 1 の外側円についての直径を指すものである。

また、上記 x 方向とは直交する y 方向の長さについては、上記減光部 18 a の一方の端部から部分的減光素子 18 の一方の端部までの長さ L_y1 が、少なくとも参照光エリア A 1 の直径以上となるようにされている。さらに、上記減光部 18 a の他方の端部から部分的減光素子 18 の他方の端部までの長さ L_y2 は、信号光エリア A 2 の縁から参照光エリア A 1 の外側円までの距離以上となるようにされている。

【0104】

ここで、第 1 の実施の形態では、この図 7 に示したような構造を有する部分的減光素子 18 に形成された上記減光部 18 a が、記録時と再生時とで光路に対して出し入れされるようにすることで、再生時にのみ信号光の光線領域内に生じる光（つまりコヒーレント光）が減光されるようにする。

【0105】

図 8 は、第 1 の実施の形態としての減光手法を模式的に示しており、図 8 (a) は記録時、図 8 (b) は再生時の部分的減光素子 18 の駆動状態をそれぞれ示している。

図 8 (a) に示すように、記録時には、部分的減光素子 18 における減光部 18 a が、光路中から外される状態が得られるように、部分的減光素子 18 を駆動する。具体的には、部分的減光素子 18 における減光部 18 a が形成される以外の領域（図 7 における L_y1 の部分）により、参照光までの範囲がカバーされるようにして、部分的減光素子 18 をスライド駆動する。このことで、記録時には、先に説明した通りに信号光と参照光とがホログラム記録媒体 HM に照射されるようにすることができる。すなわち、これによって通常通りのデータ記録が行われるようにすることができる。

【0106】

そして、再生時には、図 8 (b) に示されるようにして、部分的減光素子 18 における減光部 18 a が、光路中に挿入される状態が得られるように部分的減光素子 18 を駆動する。具体的に、この場合の部分的減光素子 18 の光学系中における挿入位置によれば、偏光方向制御器 4 の信号光エリア A 2 に入射することになる光全体が減光部 18 a 内に入射する状態が得られるように、部分的減光素子 18 を駆動する。本例の場合、信号光エリア A 2 は参照光エリア A 1 の内側に配置され、その中心がレーザ光の光軸と一致するものとなっているので、この場合は、減光部 18 a の中心を上記光軸と一致させるようにして部分的減光素子 18 を駆動するものとすればよい。

このような部分的減光素子 18 の駆動により、再生時には、信号光の光線領域内に得られるコヒーレント光の強度が所定の強度に減衰されるようにすることができる。また一方で、減光部 18 a は参照光の光線領域には重ならないものとなっているので、通常通り参照光をホログラム記録媒体 HM に対して照射することができる。

【0107】

ここで、図 8 (b) を参照して分かるように、この場合の部分的減光素子 18 の挿入位置は、偏光ビームスプリッタ 3 と偏光方向制御器 4 との間とされており、コヒーレント光の元となる光は、減光部 18 a を往復することになる。すなわち、この場合のコヒーレント光の強度は、減光部 18 a による 2 度の減光を経て調整されることになる。

この場合の減光部 18 a の透過率は、このようにコヒーレント光の元となる光が 2 度通過することを考慮して、コヒーレント光の加算量として所定の強度が得られるように設定されることになる。

【0108】

上記により説明した記録時 / 再生時の部分的減光素子 18 の駆動は、図 1 に示すスライド駆動部 19 及び制御部 20 によって行われる。

図 1 において、スライド駆動部 19 は、上記制御部 20 からの駆動信号に基づき、部分的減光素子 18 をスライド駆動する。例えばこの場合のスライド駆動部 19 は、モータの回転駆動力をスライド方向の駆動力に変換する機構を有し、上記モータが上記制御部 20

10

20

30

40

50

からの駆動信号により駆動制御されることで、上記部分的減光素子 18 をスライド駆動するように構成されている。

【0109】

ここで先の説明によれば、部分的減光素子 18 は、記録時には遮光部 18a が光路外に外される状態となるように駆動され、再生時には偏光方向制御器 4 の信号光エリア A2 に入射することになる光全体が遮光部 18a 内に入射する状態が得られるべく遮光部 18a の中心と光軸とが一致する状態が得られるようにして駆動される必要がある。

制御部 20 は、このような記録時 / 再生時のそれぞれの部分的減光素子 18 の駆動状態が得られるようにして予め定められた極性やパルス幅（時間）による駆動信号を、スライド駆動部 19 に対して与える。これにより、上記記録時 / 再生時それぞれの部分的減光素子 18 の駆動状態が得られるようになっている。

10

【0110】

なお、上記の記録時 / 再生時の部分的減光素子 18 の駆動状態が得られるようにするにあたっては、これら記録時 / 再生時の駆動状態が得られるように部分的減光素子 18 のスライド量を制限するストッパ（位置決め部材）を設ける手法を採ることもできる。その場合、制御部 20 は、少なくとも記録時 / 再生時で上記駆動信号の極性を切り換える（つまりスライド方向を切り換える）ように構成されていけばよい。

【0111】

上記のようにして第 1 の実施の形態の記録再生装置によれば、強度変調部による強度変調に基づき生成されるコヒーレント光の強度を、部分的減光素子 18 によって所定の強度に減衰することができる。このようなコヒーレント光の減光が可能とされることで、イメージセンサ 15 にて検出される再生像のコントラストの向上を図ることができ、結果、再生特性の向上を図ることができる。

20

【0112】

2. 第 2 の実施の形態（部分的偏光方向制御素子を用いる例）

2-1. 第 1 例（部分的偏光方向制御素子をスライド駆動）

第 2 の実施の形態は、コヒーレント光の減光にあたり、部分的に入射光の偏光方向を変化させる部分的偏光方向制御素子と偏光ビームスプリッタとが組み合わされた減光部を用い、上記部分的偏光方向制御素子による偏光方向制御によって、上記偏光ビームスプリッタにてコヒーレント光の減光が行われるようにするものである。

30

このような第 2 の実施の形態としての手法として、以下では第 1 例と第 2 例とを挙げる。

【0113】

第 2 の実施の形態の第 1 例は、上記部分的偏光方向制御素子を、先の第 1 の実施の形態の場合と同様にスライド駆動してコヒーレント光の減光を行うものである。

図 9 は、第 2 の実施の形態の第 1 例としての記録再生装置の内部構成を示したブロック図である。

なお、以下の説明において、既に説明済みとなった部分については同一符号を付して説明を省略するものとする。

40

【0114】

図 9 において、第 2 の実施の形態の第 1 例としての記録再生装置の構成は、先の図 1 に示した記録再生装置と比較して、スライド駆動部 19 によってスライド移動可能に保持される素子が、部分的減光素子 18 から部分的偏光方向制御素子 30 に変更された点が異なる。

【0115】

図 10 は、部分的偏光方向制御素子 30 の構造を示している。

図示するようにして部分的偏光方向制御素子 30 は、その一部に位相子（位相板）30a が形成される。この位相子は、偏光方向に応じた異方性を有し且つ位相差 π （ $\lambda/2$ の位相差）を発生させるように構成される。具体的にこの場合は、 $1/2$ 波長板を用いる。

50

この位相子 30 a のサイズとしても、先の減光部 18 a のサイズと同様に、信号光エリア A 2 のサイズ以上で且つ参照光エリア A 1 には重ならないように設定される。また、部分的偏光方向制御素子 30 のサイズについても、それぞれ長さ L_x 、 L_{y1} 、 L_{y2} については第 1 の実施の形態の場合と同様に設定される。

部分的偏光方向制御素子 30 において、上記位相子 30 a が形成される領域以外の領域は、例えば透明ガラスや透明樹脂など十分な光透過性を有し且つ入射光の偏光方向を変化させない材料で構成する。

【0116】

ここで、第 2 の実施の形態の第 1 例の記録再生装置においては、このような構造を有する部分的偏光方向制御素子 30 が、スライド駆動部 19 と制御部 20 とによって先の第 1

10

の実施の形態の場合と同様にスライド駆動される。
具体的に、記録時には、部分的偏光方向制御素子 30 における位相子 30 a の形成された部分が、光路中から外される状態（部分的偏光方向制御素子 30 における上記位相子 30 a が形成される以外の領域により参照光がカバーされる状態）が得られるようにスライド駆動が行われ、また再生時には、上記位相子 30 a の形成された部分が光路中に挿入される状態（この場合も位相子 30 a の形成された領域の中心を光軸と一致させる状態）が得られるようにしてスライド駆動が行われる。

【0117】

上記のような再生時のスライド駆動が行われることで、位相子 30 a に対しては信号光の光線領域内の光全体が入射する状態が得られる。

20

このとき、部分的偏光方向制御素子 30 は、このような再生時のスライド駆動により光路中に挿入された状態において、位相子 30 a（この場合は $1/2$ 波長板）の光学基準軸の方向が、入射光の偏光方向（及びこれと直交する方向）とは一致しないようにして構成されている。

先の図 1 の説明によれば、この場合の位相子 30 a に対しては、光源であるレーザダイオード 1 から出射された光が、偏光ビームスプリッタ 3 を介して y 偏光により入射する。これに応じてこの場合の位相子 30 a は、その光学基準軸の方向が、入射光の偏光方向である y 方向に対し或る角度 θ だけ傾けられた状態が得られるようにして、部分的偏光方向制御素子 30 に対して形成されることになる。

【0118】

30

ここで、位相子 30 a についても、先の減光部 18 a と同様に、偏光ビームスプリッタ 3 側から光が入射されると共に、この入射光が偏光方向制御器 4 を介して（反射されて）再度入射することになる（この場合も再生時の信号光エリア A 2 内では全画素 ON）。

このように位相子 30 a に光が往復する場合において、位相子 30 a への入射光（偏光ビームスプリッタ 3 側からの入射光）の偏光方向軸と当該位相子 30 a の光学基準軸とのなす角度 θ と、偏光方向制御器 4 の ON 画素を介して偏光ビームスプリッタ 3 に再度入射する光についての偏光ビームスプリッタ 3 の透過率との関係を、ジョーンズベクトルを用いた解析により求めた。

その結果を図 11 に示す。

【0119】

40

この図 11 では横軸を上記角度 θ 、縦軸を上記偏光ビームスプリッタ 3 の透過率としてこれらの関係を表している。

なお、縦軸の透過率は、偏光方向制御器 4 の ON 画素の光の光強度を「1」としたときの、偏光ビームスプリッタ 3 の透過光の光強度を表すものとしても見る事ができるものである。

この図 11 に示すように、偏光ビームスプリッタ 3 の透過率は、角度 θ の 45° を 1 周期として、正弦波状に変化する。具体的に、角度 $\theta = 0^\circ$ のとき透過率 = 1 を開始位置として、当該透過率 = 1 を振幅の最大値、透過率 = 0.5 を振幅の中心、透過率 = 0 を振幅の最小値にもつ正弦波状に変化する。この場合において、透過率は、角度 θ の 22.5° 周期で $1 \rightarrow 0 \rightarrow 1 \dots$ と交互に変化する。

50

【 0 1 2 0 】

この図 1 1 の解析結果からも明らかなように、第 2 の実施の形態では、上記角度 θ の調整により、再生時の信号光の光線領域内の光、すなわち再生像に対して加算されるコヒーレント光の強度を調整することができる。換言すれば、この場合は加算されるコヒーレント光の強度が所定の強度に減衰されるようにして、上記角度 θ を調整すればよいものである。

なお、これまでの説明からも理解されるように、コヒーレント光の強度としては、再生像に対し加算される際の強度が「再生像の振幅の最小値の絶対値よりも大」との条件を満たす範囲内で極力微少なものとするのが望ましい。この点より、この場合の角度 θ としては 22.5° 近傍、或いは 67.5° 近傍に調整すればよいことは明らかである。

10

【 0 1 2 1 】

ここで確認のために述べておくと、上記により説明した再生時における部分的偏光方向制御素子 3 0 の挿入状態（スライド駆動状態）によれば、参照光については、部分的偏光方向制御素子 3 0 における位相子 3 0 a の形成された領域以外の領域（図 1 0 の $Ly2$ の領域）を透過させることができるので、この場合も参照光は偏光ビームスプリッタ 3 を透過し、これによって通常通り対物レンズ 1 4 を介してホログラム記録媒体 H M に対して照射させることができる。すなわち、通常通り再生像を得ることができる。

また、先に述べたように、記録時には、部分的偏光方向制御素子 3 0 は、位相子 3 0 a が光路外に外される状態が得られるようにして駆動されることになる。つまりこのことで、この場合も記録時には通常通り信号光と参照光との照射による記録動作が行われるようになっている。

20

【 0 1 2 2 】

このようにして、第 2 の実施の形態の第 1 例としての記録再生装置によっても、通常通り記録動作及び再生像の取得が行われるようにした上で、コヒーレント光の減光により再生特性の改善を図ることができる。

【 0 1 2 3 】

2 - 2 . 第 2 例（部分的偏光方向制御素子を回転駆動）

第 2 の実施の形態の第 2 例は、部分的偏光方向制御素子を回転駆動して、記録時 / 再生時で選択的に信号光の光線領域内の光の偏光方向を制御することで、偏光ビームスプリッタにおけるコヒーレント光の減光が行われるようにするものである。

30

【 0 1 2 4 】

図 1 2 は、第 2 の実施の形態の第 2 例としての記録再生装置の内部構成を示したブロック図である。

第 2 例の記録再生装置は、先の第 1 例の記録再生装置との比較では、部分的偏光方向制御素子 3 0 に代えて、部分的偏光方向制御素子 3 1 が設けられる。また、スライド駆動部 1 9 と制御部 2 0 とが省略された代わりに、上記部分的偏光方向制御素子 3 1 を回転駆動可能に保持する回転駆動部 3 2 と、当該回転駆動部 3 2 による回転動作を制御する制御部 3 3 とが設けられる。

40

【 0 1 2 5 】

上記部分的偏光方向制御素子 3 1 には、先の第 1 例における部分的偏光方向制御素子 3 0 の場合と同様のサイズによる位相子 3 0 a が形成されている。但し、この場合の部分的偏光方向制御素子 3 1 としては、先の第 1 例の部分的偏光方向制御素子 3 0 の場合における長さ Lx 、 $Ly1$ 、 $Ly2$ についての制限とは異なる制限が課される。具体的に、この場合の部分的偏光方向制御素子 3 1 としては、位相子 3 0 a の形成された領域の中心から、 x 方向における各端部までのそれぞれの長さ、及び y 方向における各端部までのそれぞれの長さが、共に参照光エリア A 1 の半径（光軸から参照光エリア A 1 の外側円までの距離）以上となるようにされていけばよい。

【 0 1 2 6 】

回転駆動部 3 2 は、位相子 3 0 a に対して信号光の光線領域内の光全体（この場合も偏

50

光方向制御器 4 の信号光エリア A 2 を介した光全体)が入射する状態となるようにして、部分的偏光方向制御素子 3 2 を回転駆動可能に保持する。具体的にこの場合、回転駆動部 3 2 は、上記位相子 3 0 a が形成された領域の中心が光軸と一致する状態で部分的偏光方向制御素子 3 1 を回転駆動可能に保持する。

そして回転駆動部 3 2 は、このように回転駆動可能に保持する部分的偏光方向制御素子 3 1 を、制御部 3 3 から供給される駆動信号に応じて回転駆動する。

例えばこの場合の回転駆動部 3 2 はモータを備え、当該モータが上記制御部 3 3 からの駆動信号により駆動制御されることで、上記部分的偏光方向制御素子 3 1 を回転駆動するように構成されている。

制御部 3 3 は、上記回転駆動部 3 2 における上記モータに与える駆動信号の極性やパルス幅を制御することで、上記部分的偏光方向制御素子 3 1 を所要の回転方向に所要角度だけ回転駆動させる。

【 0 1 2 7 】

図 1 3 は、第 2 の実施の形態の第 2 例としての減光手法について説明するための図であり、図 1 3 (a) は記録時、図 1 3 (b) は再生時について示している。なお、これら図 1 3 (a)、図 1 3 (b)においては、図 1 2 に示される偏光ビームスプリッタ 3、部分的偏光方向制御素子 3 1、及び偏光方向制御器 4 を抽出して示している。また図 1 3 (a)では記録時の光線状態及び位相子 3 0 a の光学基準軸の方向を、図 1 3 (b)では再生時の光線状態及び位相子 3 0 a の光学基準軸の方向も併せて示している。

【 0 1 2 8 】

これら図 1 3 (a)、図 1 3 (b)の比較として示すように、第 2 例の減光手法においては、記録時に位相子 3 0 a の光学基準軸が入射光(最初の入射光である y 偏光)の偏光方向軸と一致した状態、再生時には位相子 3 0 a の光学基準軸が入射光の偏光方向軸から角度 θ だけ傾けられた状態が得られるようにして、部分的偏光方向制御素子 3 1 を回転駆動することになる。

これにより記録時には、信号光、参照光の双方の光線領域の光について、部分的偏光方向制御素子 3 1 による偏光方向制御が行われないようにすることができ、通常通り、信号光・参照光の照射によるホログラムの記録が行われるようにすることができる。

そして、再生時には、位相子 3 0 a について、先の第 1 例の場合と同じ状態が得られることになる。このことで、この場合も再生時においては、信号光の光線領域内の光の強度(コヒーレント光の強度)を、角度 θ に応じて調整(減衰)することができる。また、先に説明した部分的偏光方向制御素子 3 1 のサイズ設定、及び回転駆動部 3 2 による部分的偏光方向制御素子 3 1 の保持状態によれば、参照光の光線領域内の光についての偏光方向制御は行われないものとなるので、この場合も通常通り再生像を得ることができる。

【 0 1 2 9 】

このようにして第 2 例の減光手法では、記録時と再生時とで角度 θ による回転角度差が与えられるようにして部分的偏光方向制御素子 3 1 を回転駆動することで、記録時には位相子 3 0 a の光学基準軸と入射光の偏光方向軸とが一致した状態、再生時には位相子 3 0 a の光学基準軸の方向と入射光の偏光方向軸とに角度 θ による角度差が与えられた状態が得られるようにしている。

このことで、先の第 1 例の場合と同様に、記録時には信号光・参照光の照射による記録動作が行われ、且つ再生時には参照光の照射による再生像の取得が行われるようにした上で、コヒーレント光の減光による再生特性の向上を図ることができる。

【 0 1 3 0 】

ここで、この場合の制御部 3 3 は、記録時と再生時とで、部分的偏光方向制御素子 3 1 の回転角度が、それぞれ位相子 3 0 a の光学基準軸と入射光の偏光方向軸(この場合は y 軸)とが一致する状態となる回転角度、位相子 3 0 a の光学基準軸と入射光の偏光方向軸とに θ による角度差が与えられた状態となる回転角度となるようにして予め定められた極性、パルス幅(時間)による駆動信号を、記録時/再生時にそれぞれ回転駆動部 3 2 に供給することで、図 1 3 (a) (b)にて説明した記録時/再生時それぞれの部分的偏光方

10

20

30

40

50

向制御素子 3 1 の回転駆動状態が得られるように制御を行うように構成されている。

なお、この場合としても、回転動作に対するストッパとなる位置決め部材を設けることで、図 1 3 (a) (b) にて説明した記録時 / 再生時それぞれの部分的偏光方向制御素子 3 1 の回転状態が得られるようにすることもできる。その場合制御部 3 3 は、少なくとも回転駆動部 3 2 による部分的偏光方向制御素子 3 1 の回転方向の制御を行うように構成されればよい。

【 0 1 3 1 】

3 . 第 3 の実施の形態 (部分的偏光方向制御器を用いる例)

第 3 の実施の形態は、駆動信号に応じた可変的な偏光方向制御が可能な素子が部分的に形成された部分的偏光方向制御器を用いることで、入射光に対し部分的に偏光方向制御を行って偏光ビームスプリッタによる部分的な減光が行われるようにすることで、コヒーレント光の減光を行うようにするものである。

【 0 1 3 2 】

図 1 4 は、第 3 の実施の形態としての記録再生装置の内部構成を示したブロック図である。

この図 1 4 に示されるように第 3 の実施の形態の記録再生装置は、先の第 1 の実施の形態の記録再生装置 (図 1) と比較して、スライド駆動部 1 9 及び制御部 2 0 が省略された上で、部分的減光素子 1 8 に代えて部分的偏光方向制御器 3 4 が挿入され、さらに当該部分的偏光方向制御器 3 4 を駆動制御する制御部 3 5 が設けられる。

【 0 1 3 3 】

上記部分的偏光方向制御器 3 4 は、次の図 1 5 に示されるようにして、制御対象領域 A c とそれ以外の領域とが形成されている。制御対象領域 A c のサイズは、先の減光部 1 8 a や位相子 3 0 a と同様に、信号光エリア A 2 (図中一点鎖線で示す) 以上で且つ参照光エリア A 1 (図中破線で示す) には重ならないように設定されている。

また、部分的偏光方向制御器 3 4 の全体のサイズとしては、上記制御対象領域 A c の中心から、x 方向における各端部までのそれぞれの長さ、及び y 方向における各端部までのそれぞれの長さが、共に参照光エリア A 1 の半径以上となるように設定されている。

【 0 1 3 4 】

部分的偏光方向制御器 3 4 は、制御部 3 5 からの駆動信号の ON 時と OFF 時とで、上記制御対象領域 A c にて位相差 π を発生させる (位相変調量 π による位相変調を行う) ように構成されている。また上記制御対象領域 A c 以外の領域は、入射光の偏光方向を変化させない材料、例えば透明ガラスや透明樹脂などで構成されている。

具体的にこの場合の部分的偏光方向制御器 3 4 は、上記制御対象領域 A c が液晶素子で構成され、当該液晶素子の厚みの調整により、上記駆動信号の OFF 時 (液晶分子の水平配向時) と ON 時 (液晶分子の垂直配向時) とで、 π ($\lambda / 2$) による位相差を発生させるように構成されている (この構造は先の図 4 にて説明した位相変調器 8 の構造と同様である) 。

【 0 1 3 5 】

ここで、上記のように駆動信号の ON / OFF に応じて位相差 π を発生させる部分的偏光方向制御器 3 4 において、駆動信号 ON 時の制御対象領域 A c は、 $1 / 2$ 波長板と同様の性質を有することになる。

この点から第 3 の実施の形態の記録再生装置では、部分的偏光方向制御器 3 4 を、上記制御対象領域 A c の光学基準軸が、入射光の偏光方向軸 (この場合も y 軸) に対し角度 θ だけ傾けられた状態となるようにして光学系中に挿入しておくものとしている。このとき、部分的偏光方向制御器 3 4 は、制御対象領域 A c に対して信号光の光線領域内の光全体 (偏光方向制御器 4 の信号光エリア A 2 を介した光全体) が入射されるようにして光学系に挿入する。具体的には、部分的偏光方向制御器 3 4 の中心 (上記制御対象領域 A c の中心でもある) が、レーザ光の光軸と一致するように挿入する。

その上で、記録時には上記制御対象領域 A c の駆動信号を OFF、再生時には上記駆動

10

20

30

40

50

信号をONとする。このような部分的偏光方向制御器34（制御対象領域Ac）の駆動制御は、図14における制御部35が行う。

【0136】

上記のような記録時/再生時の駆動制御が行われることで、記録時には、部分的偏光方向制御器34に対する入射光について、その偏光方向は不変とされ、結果、信号光と参照光との照射による記録動作が通常通り行われる。

そして再生時には、信号光の光線領域内の光について、制御対象領域Acにおける偏光方向制御によって、偏光ビームスプリッタ3に再度入射する光の偏光方向が角度 θ に応じて変化され（この場合も角度 θ と偏光ビームスプリッタ3の透過率との関係は図11に示したものと同様となる）、結果、この場合も再生像に加算されるコヒーレント光について

10

の減光が行われることになる。

また、上記により説明した部分的偏光方向制御器34のサイズ設定、及びその光路中への挿入状態によれば、再生時には、部分的偏光方向制御器34により参照光の光線領域の光についての偏光方向制御は行われないものとなるので、この場合の再生時にも、通常通り再生像を得ることができる。

【0137】

このようにして第3の実施の形態の記録再生装置によっても、記録時には信号光・参照光の照射による記録動作が行われ、且つ再生時には参照光の照射による再生像の取得が行われるようにした上で、コヒーレント光の減光による再生特性の向上が図られるようにすることができる。

20

【0138】

4. 変形例

以上、本発明の各実施の形態について説明したが、本発明としてはこれまでに説明した具体例に限定されるべきものではない。

例えば、これまでの説明では、減光部18a又は位相子30aを光路に対して出し入れするための具体的な構成例として、部分的減光素子18又は部分的偏光方向制御素子30をスライド駆動する構成を例示したが、これに代えて、例えば部分的減光素子18又は部分的偏光方向制御素子30（又は31）を光路から跳ね上げる/下げるといった駆動をする駆動部を設けるなど、スライド駆動以外の他の駆動手法により減光部18a又は位相子30aが光路に対して出し入れされるように駆動することもできる。

30

【0139】

また、これまでの説明では、信号光、参照光の生成のための強度変調を行う強度変調部が、偏光方向制御型の空間光変調器（偏光方向制御器4）と偏光ビームスプリッタとの組み合わせで実現される場合を例示したが、これに代えて、例えば反射型の液晶パネルやDMD（Digital Micro mirror Device：登録商標）など、偏光ビームスプリッタを組み合わせる必要なく単体で強度変調が可能な強度変調器としての空間光変調器を用いることもできる。

そのような構成の一例としては、例えば図1における偏光方向制御器4に代えて上記反射型液晶パネル又はDMDを設け、偏光ビームスプリッタ3をハーフミラーとする構成（但し、この場合はコリメータレンズ2を介して出射されるレーザー光がy偏光ではなくx偏光となるようにする）などを挙げることができる。

40

【0140】

ここで、このように単体で強度変調が可能な空間光変調器として、例えば液晶パネルを用いる場合には、コヒーレント光の強度を或る程度調整することができる。すなわち、強度「1」よりも小となる強度のコヒーレント光を生成することができる。

しかしながら、この液晶パネルのように画素単位で可変的な光強度変調を行うことが可能な強度変調器において、再生像の十分なコントラストが確保される程度にコヒーレント光の強度を調整することは困難とされている。

ここで、加算されるコヒーレント光の強度は、ホログラムの回折効率（例えば 10^{-4} ）

50

を考慮すれば、強度「1」の変調を行った場合の例えば0.1% (1/1000) 程度の強度に抑えることが望ましい。しかしながら現状において、画素単位で可変的な光強度変調を行う構成においては、このような1/1000程度の強度を安定して設定することが非常に困難とされている。このため、従来においては、コヒーレント光の強度(振幅)は「1」や「0.1」など、再生像の振幅に対して大幅に大きく設定せざるを得ず、このことで、再生特性の悪化を招くものとなっている。

このことから、上記液晶パネルのように画素単位で可変的な光強度変調を行うことが可能な強度変調器が用いられ、強度「1」よりも或る程度減衰されたコヒーレント光を生成可能とされる場合においても、本発明の減光手法によるコヒーレント光の減光を行うことに大きな有効性がある。すなわち、本発明では、強度変調部の強度変調に基づき生成されるコヒーレント光について、これを減光する構成を具備するものである。これにより、コヒーレント光の強度は、より低い強度に安定して下げることができる。このことで、再生像のコントラストをより上げることができ、結果として、より再生特性の向上を図ることができるものである。

【0141】

また、空間光変調器としては、反射型ではなく透過型のもの(例えば透過型の液晶パネルなど)を用いることもできる。例えば透過型の空間光変調器として、単体で強度変調が可能な空間光変調器を用いる場合、例えば偏光ビームスプリッタ3は省略し、レーザダイオード1→コリメータレンズ2を介したレーザ光が上記透過型の空間光変調器に対して入射されるように光学系の構成を変更するものとすればよい。或いは、偏光方向制御型による透過型の空間光変調器を用いる場合は、例えばレーザダイオード1、コリメータレンズ2、空間光変調器、偏光ビームスプリッタ3が、この順序で配置されるようにすればよい。

ここで、このように透過型の空間光変調器を用いた場合、部分的減光素子18、部分的偏光方向制御素子30(31)、部分的偏光方向制御器34については、例えば「レーザダイオード1→コリメータレンズ2→部分的減光素子18→空間光変調器」の順や、「レーザダイオード1→コリメータレンズ2→部分的偏光方向制御素子30(31)又は部分的偏光方向制御器34→空間光変調器→偏光ビームスプリッタ3」の順などによる配置が可能となる。

【0142】

また、これまでの説明では、本発明の減光部に関して、部分的減光素子18、部分的偏光方向制御素子30(又は31)、部分的偏光方向制御器34を、偏光ビームスプリッタ3と偏光方向制御器4との間に挿入する場合を例示したが、これらの挿入位置は例示したもの限定されるべきものではない。

例えば、これらの挿入位置は、位相変調器8を基準としてリレーレンズ7との間や偏光ビームスプリッタ9との間など、位相変調器8の近傍(偏光方向制御器4の実像面の近傍と表現することもできる)とすることができる。

【0143】

或いは、次の図16に示されるようにして、別途リレーレンズ系を追加して偏光方向制御器4の実像面が新たに形成されるようにすれば、部分的減光素子18、部分的偏光方向制御素子30(又は31)、部分的偏光方向制御器34の挿入位置のバリエーションはさらに増える。

この図16では、第1の実施の形態としての構成(図1)について、リレーレンズ系を追加した場合の構成例を示している。

図中の破線により囲うようにして、この場合は、偏光ビームスプリッタ3とコリメータレンズ2との間に、リレーレンズ5→リレーレンズ7によるリレーレンズ系を挿入するものとし、上記リレーレンズ7とコリメータレンズ2との間に、偏光方向制御器4の実像面が形成されるようにしている。そして、この図の例では、当該リレーレンズ系の追加で構成された実像面に対し、部分的減光素子18が挿入されるようにしている。

なおここでは部分的減光素子18を挿入する場合を例示しているが、部分的偏光方向制

御素子 30 (又は 31)、部分的偏光方向制御器 34 についても同様の位置に挿入することができる。

【0144】

但し、この図 16 に示される挿入位置、或いは上述したような位相変調器 8 の近傍の挿入位置とする場合、部分的減光素子 18、部分的偏光方向制御素子 30 (又は 31)、部分的偏光方向制御器 34 においては、各実施の形態の場合とは異なり光が往復しないものとなる。

従って、これらの場合、入射光に対する減光又は偏光方向制御が 1 度のみ行われることを考慮して、加算されるコヒーレント光の強度が所定強度となるような減光材料の透過率決定ファクター、又は光学基準軸と入射光の偏光方向軸とのなす角度 θ を設定することになる。

10

【0145】

なお確認のために述べておくと、再生時には再生像が適正にイメージセンサ 15 に対して導かれるようにする必要がある。従って本発明の減光部の挿入位置は、少なくとも再生像についての減光が行われなくようにすることのできる位置 (図 1 の場合であればイメージセンサ 15 への再生像の抽出面が形成される偏光ビームスプリッタ 5 から、コリメータレンズ 2 までの間) とされる必要がある点については言うまでもない。

【0146】

ここで、コヒーレント光の減光が適正に行われるようにする観点からすると、部分的減光素子 18、部分的偏光方向制御素子 30 (又は 31)、部分的偏光方向制御器 34 の挿入位置は、偏光方向制御器 4 (又は単体で強度変調が可能な空間光変調器) の実像面に近いほど好ましいものとなる。さらに言えば、図 16 にて例示したように別途リレーレンズ系を設けて、偏光方向制御器 4 (又は単体で強度変調が可能な空間光変調器) の実像面を形成した上で、当該実像面に対して挿入するのが最も好ましいものとなる。

20

【0147】

また、これまでの説明では、反射型のホログラム記録媒体 HM に対応する場合の記録再生装置の構成を例示したが、反射膜を備えない透過型のホログラム記録媒体に対応する構成とすることも可能である。

透過型のホログラム記録媒体の場合、再生時の参照光の照射に応じては、再生像がホログラム記録媒体を抜けるようにして反対側に出力されることになる。

30

この点から、この場合の記録再生装置としては、光源側から見てホログラム記録媒体の反対側となる位置に別途対物レンズを設け、当該対物レンズに再生像を入射させることになる。そして、この対物レンズを介して得れる再生像を、イメージセンサ 15 に対して導くように光学系を構成する。なおこの場合、記録媒体からの反射光として得られる再生像を抽出するための 1/4 波長板 13 は必須ではなく、省略することができる。

確認のために述べておくと、透過型のホログラム記録媒体に対応する構成とした場合も、ホログラム記録再生の基本動作自体は反射型の場合と同様であり、記録時は信号光と共に参照光を照射してホログラム記録媒体上にそれらの干渉縞によってデータを記録し、再生時はホログラム記録媒体に対し参照光・コヒーレント光を照射して、「コヒーレント加算方式」による再生を行うことに変わりはない。

40

【0148】

なお、上記のような透過型ホログラム記録媒体に対応する構成とする場合、本発明の減光部は、リレーレンズ 12 と対物レンズ 14 との間 (この場合 1/4 波長板 13 は不要である) に挿入することができる。この場合、減光部における部分的減光素子 18、部分的偏光方向制御素子 30 (又は 31)、部分的偏光方向制御器 34 は、上記リレーレンズ 12 を含むリレーレンズ系によって形成される実像面に対して挿入するのが最も好ましい。

【0149】

また、これまでの説明では、円形とされる信号光エリア A2 の外側に輪状の参照光エリア A2 が設けられる場合を例示したが、信号光エリア、参照光エリアの形状は、これら円形や輪状に限定されるものではない。また、参照光エリアを内側、信号光エリアを外側に

50

配置することもできる。

部分的減光素子 18、部分的偏光方向制御素子 30 又は 31、部分的偏光方向制御器 34 のそれぞれは、参照光・信号光の生成のための空間光変調器にて設定される信号光エリア、参照光エリアの形状やその配置関係に応じ、少なくとも上記空間光変調器の参照光エリアに入射する光又は上記参照光エリアを介した光が入射する領域以外の領域であって、且つ上記空間光変調器の信号光エリアに入射する光又は上記信号光エリアを介した光が入射する領域を含む領域が減光材料、位相子、或いは可変的な偏光方向制御が可能な素子で構成されたものであればよい。

【0150】

また、特に第2,第3の実施の形態について、先の説明では、部分的偏光方向制御素子 30, 31 における位相子 30a の形成領域や、部分的偏光方向制御器 34 における制御対象領域 Ac が、一部ギャップエリア A3 に被るように設定される場合を例示したが、このことによると、空間光変調器にてギャップエリア A3 の光強度を「0」となるように変調しても、その一部については、上記位相子 30a・上記制御対象領域 Ac による偏光方向の制御に伴って、光強度「0」とはなくなってしまうことになる。

位相子 30a・制御対象領域 Ac のサイズは、参照光エリア A1 に重ならないように設定されるので、一応、参照光との間に光強度「0」の緩衝領域は形成される。しかし、実際において、このようなギャップエリア A3 における位相子 30a・制御対象領域 Ac が一部重なる領域の光が参照光へのノイズ光となってしまう場合には、位相子 30a・制御対象領域 Ac を縮小化すればよい。この場合、位相子 30a・制御対象領域 Ac のサイズは、信号光エリア A2 のサイズ以上とするという条件は満足されるようにする。

【0151】

また、これまでの説明では、記録と再生の双方が可能な記録再生装置においてコヒーレント光の減光を行う場合のみを例示したが、再生のみを行う再生専用装置においてコヒーレント光の減光を行うようにすることもできる。

再生専用装置の場合、常時、参照光の光線領域以外の、信号光の光線領域を含む部分で減光部による減光が行われるようにすればよい。具体的には、減光部 18a による部分的な減光、又は位相子 30a による部分的な偏光方向制御に伴う偏光ビームスプリッタによる減光が常時行われるようにすればよい。この点で、再生専用装置とする場合には、スライド駆動部 19 とその制御部 20、回転駆動部 32 とその制御部 33 は不要とすることができる。また、再生時にのみ可変的に部分的な偏光方向制御を行う必要性もなく、その意味で部分的偏光方向制御器 34 は不要とすることができる。

この点を踏まえると、再生専用装置とする場合には、単に部分的減光素子 18 を、減光部 18a が信号光の光線領域全体をカバーする状態で挿入する構成、或いは部分的偏光方向制御素子 30 (31) と偏光ビームスプリッタとの組を挿入した構成(このとき部分的偏光方向制御素子については位相子 30a の形成される領域が信号光の光線領域全体をカバーし且つ位相子 30a の光学基準軸が入射光の偏光方向軸に対し角度 θ だけ傾けられた状態となるように挿入する)の何れかとすればよい。

【図面の簡単な説明】

【0152】

【図1】第1の実施の形態としての記録再生装置の内部構成を示したブロック図である。

【図2】偏光方向制御型の空間光変調器と偏光ビームスプリッタとの組み合わせによる強度変調手法について説明するための図である。

【図3】空間光変調器において設定される参照光エリア、信号光エリア、ギャップエリアの各エリアについて説明するための図である。

【図4】画素単位で可変的な空間光位相変調が可能な位相変調器の構造について説明するための図である。

【図5】空間光変調制御部の内部構成について説明するための図である。

【図6】データ再生部の内部構成について説明するための図である。

【図7】実施の形態としての部分的減光素子の構造について説明するための図である。

【図 8】第 1 の実施の形態としての減光手法について説明するための図である。

【図 9】第 2 の実施の形態の第 1 例としての記録再生装置の内部構成を示したブロック図である。

【図 10】第 2 の実施の形態の第 1 例としての部分的偏光方向制御素子の構造について説明するための図である。

【図 11】位相子の光学基準軸と入射光の偏光方向軸とのなす角度と偏光ビームスプリッタの透過率との関係を示した図である。

【図 12】第 2 の実施の形態の第 2 例としての記録再生装置の内部構成を示したブロック図である。

【図 13】第 2 の実施の形態の第 2 例としての減光手法について説明するための図である 10

【図 14】第 3 の実施の形態としての記録再生装置の内部構成を示したブロック図である。

【図 15】第 3 の実施の形態としての記録再生装置が備える部分的偏光方向制御器の構造について説明するための図である。

【図 16】空間光変調器の実像面を追加した記録再生装置の構成例を示した図である。

【図 17】コアキシャル方式によるホログラム記録再生方式（記録時）について説明するための図である。

【図 18】コアキシャル方式によるホログラム記録再生方式（再生時）について説明するための図である。 20

【図 19】信号光、参照光の振幅を位相マスク有り / 無しの場合で比較して示した図である。

【図 20】コヒーレント光について説明するための図である。

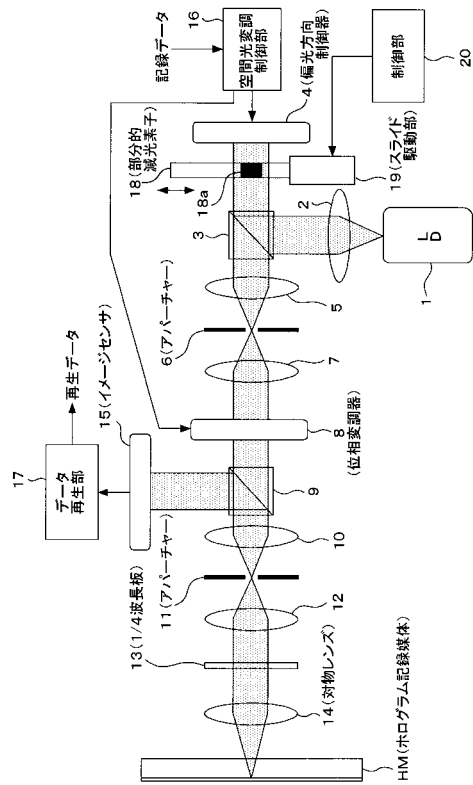
【図 21】コヒーレント加算方式について説明するための図である。

【符号の説明】

【0153】

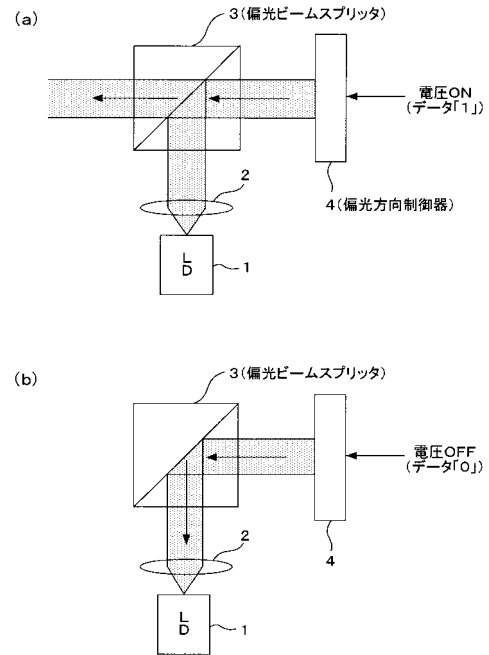
1 レーザダイオード (LD)、2 コリメータレンズ、3, 9 偏光ビームスプリッタ、4 偏光方向制御器、5, 7, 10, 12 リレーレンズ、6, 11 アパーチャー、8 位相変調器、13 1/4 波長板、14 対物レンズ、15 イメージセンサ、16 空間光変調制御部、17 データ再生部、18 部分的減光素子、18 a 減光部、19 スライド駆動部、20, 33, 35 制御部、21 符号化部、22 マッピング部、23 偏光制御ドライバ、24 位相変調パターン生成部、25 位相変調ドライバ、26 線形化処理部、26 a 平方根計算部、26 b オフセット除去部、27 再生処理部、30, 31 部分的偏光方向制御素子、30 a 位相子、32 回転駆動部、34 部分的偏光方向制御器、Ac 制御対象領域、HM ホログラム記録媒体 30

【 図 1 】

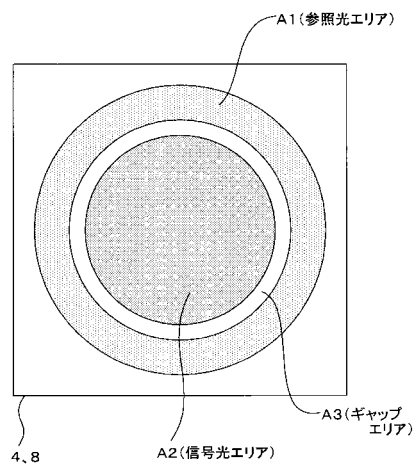


第1の実施の形態

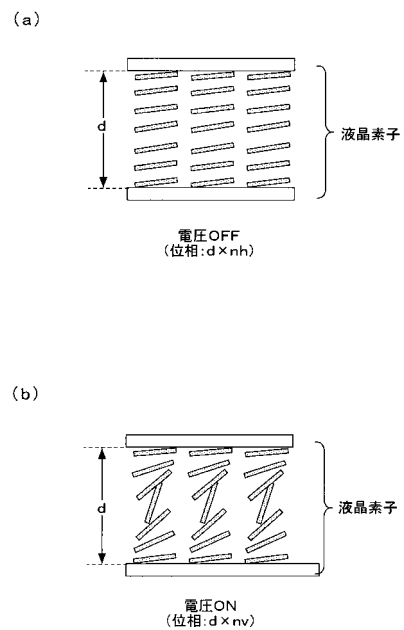
【 図 2 】



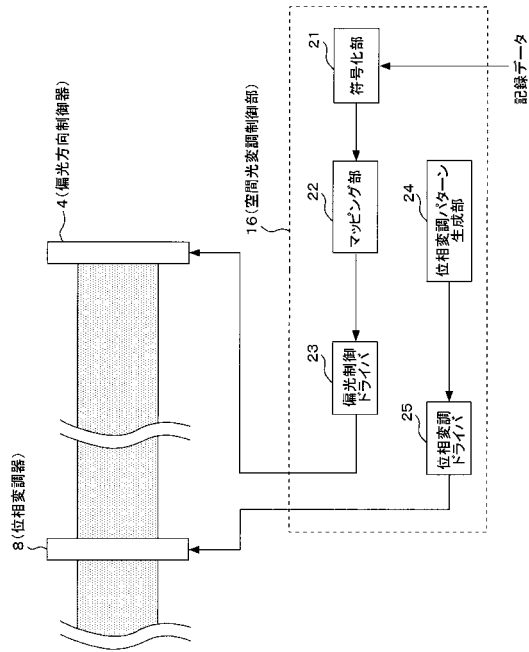
【 図 3 】



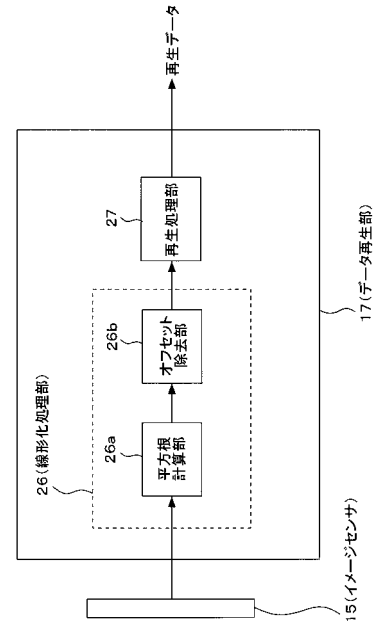
【 図 4 】



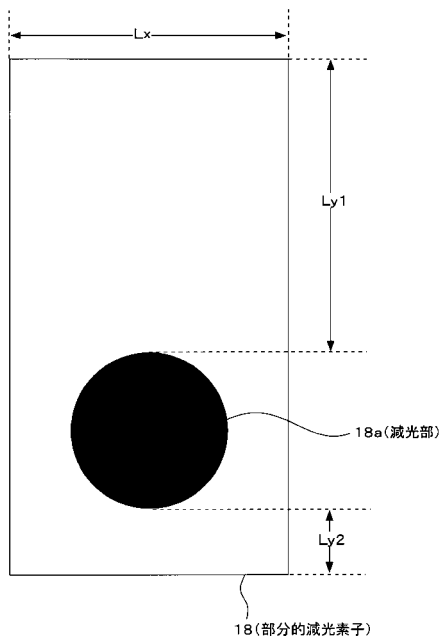
【図 5】



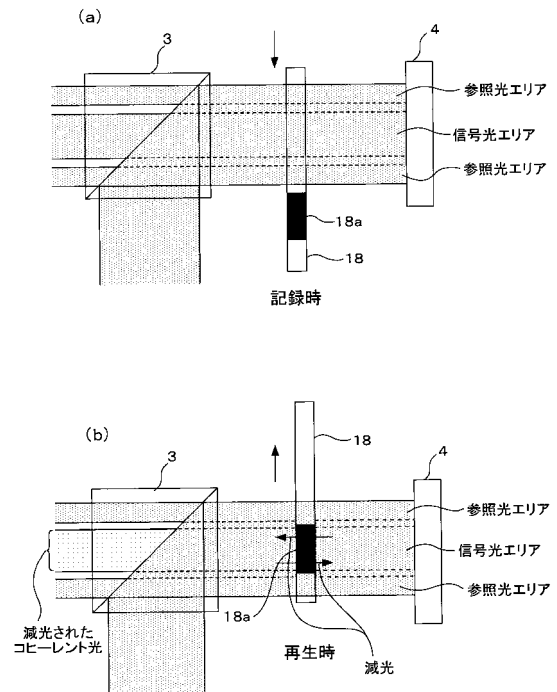
【図 6】



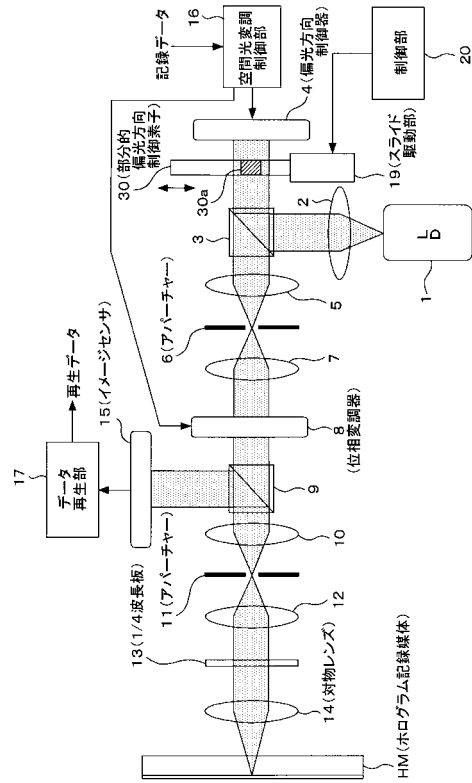
【図 7】



【図 8】

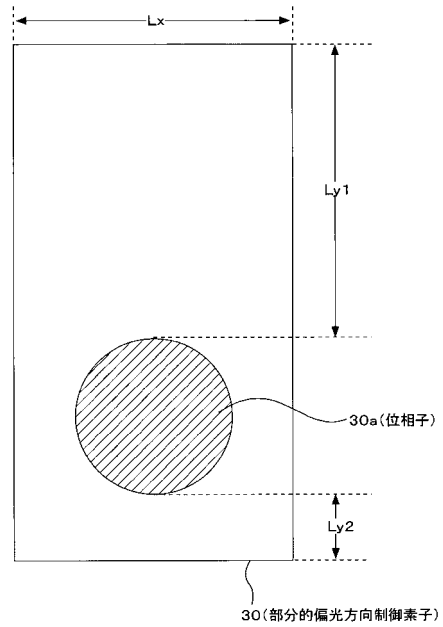


【 図 9 】



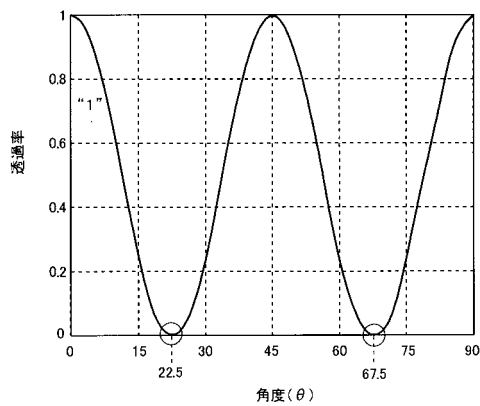
第2の実施の形態(第1例)

【 図 1 0 】

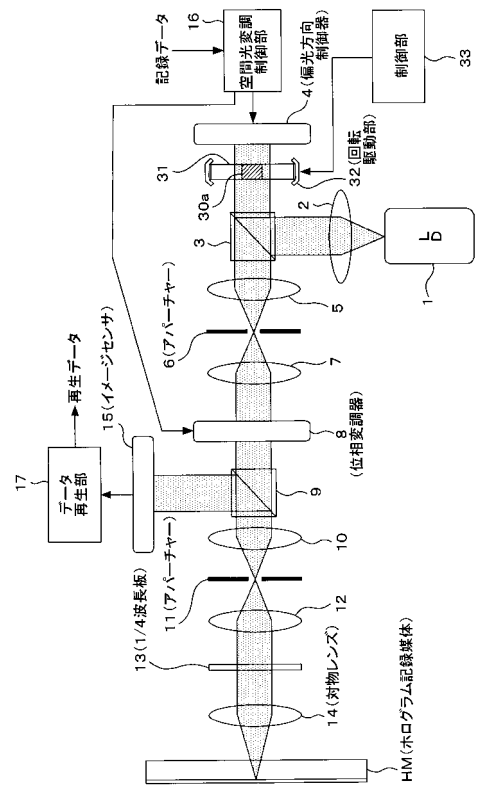


第2の実施の形態(第1例)

【 図 1 1 】

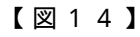


【 図 1 2 】

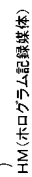
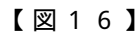


第2の実施の形態(第2例)

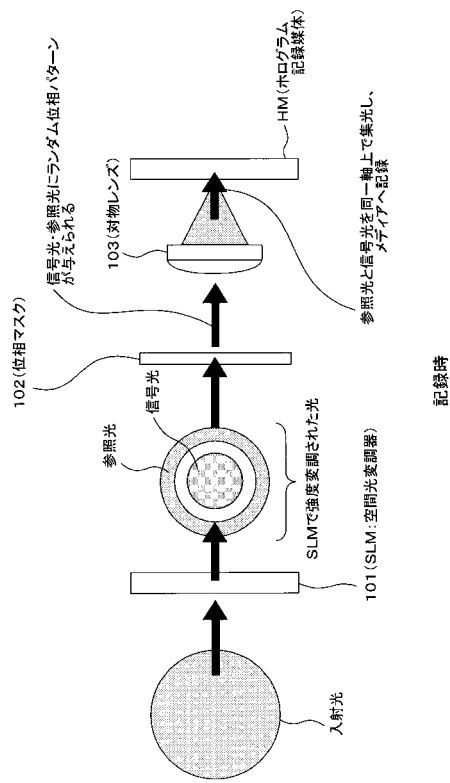
【 図 1 3 】



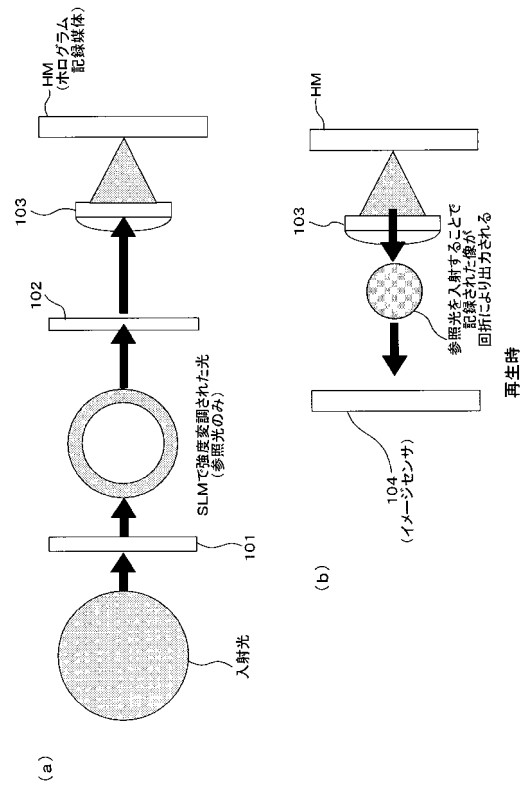
【 図 1 5 】



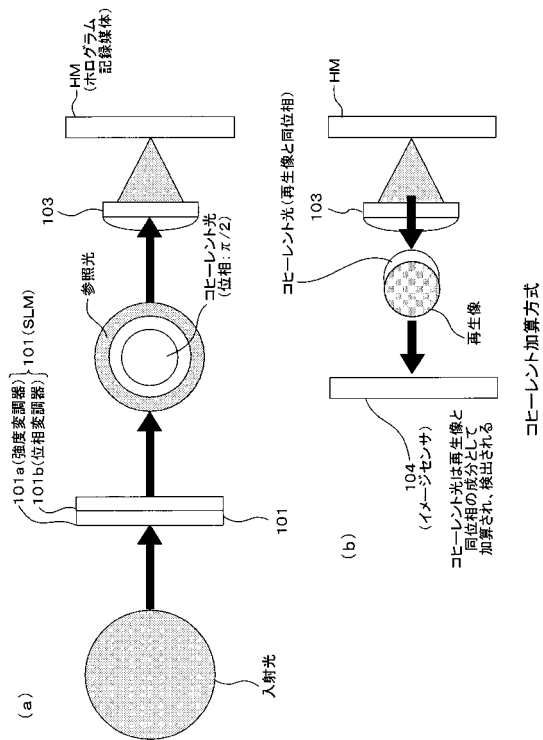
【図 17】



【図 18】



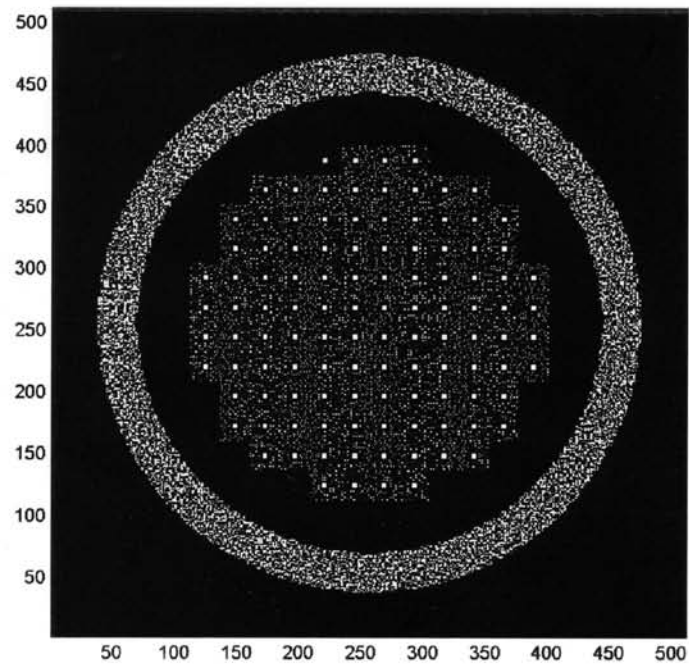
【図 21】



【図 19】

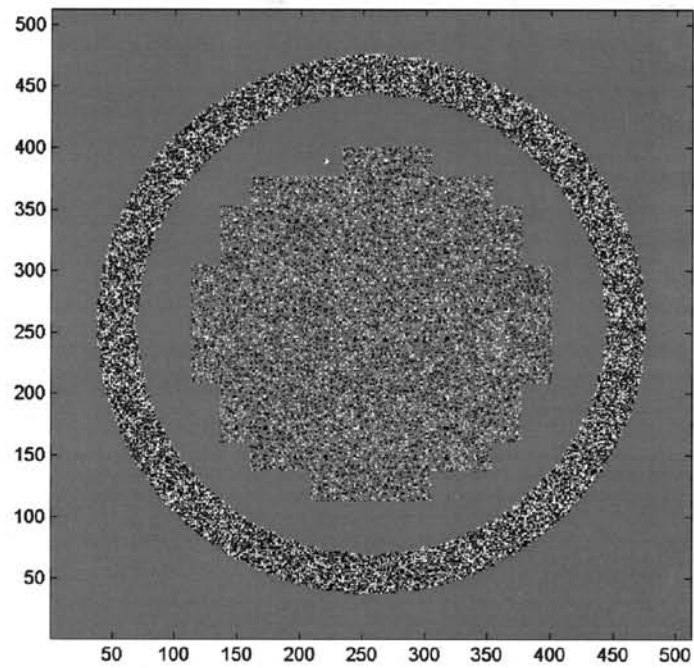
記録時

(a)



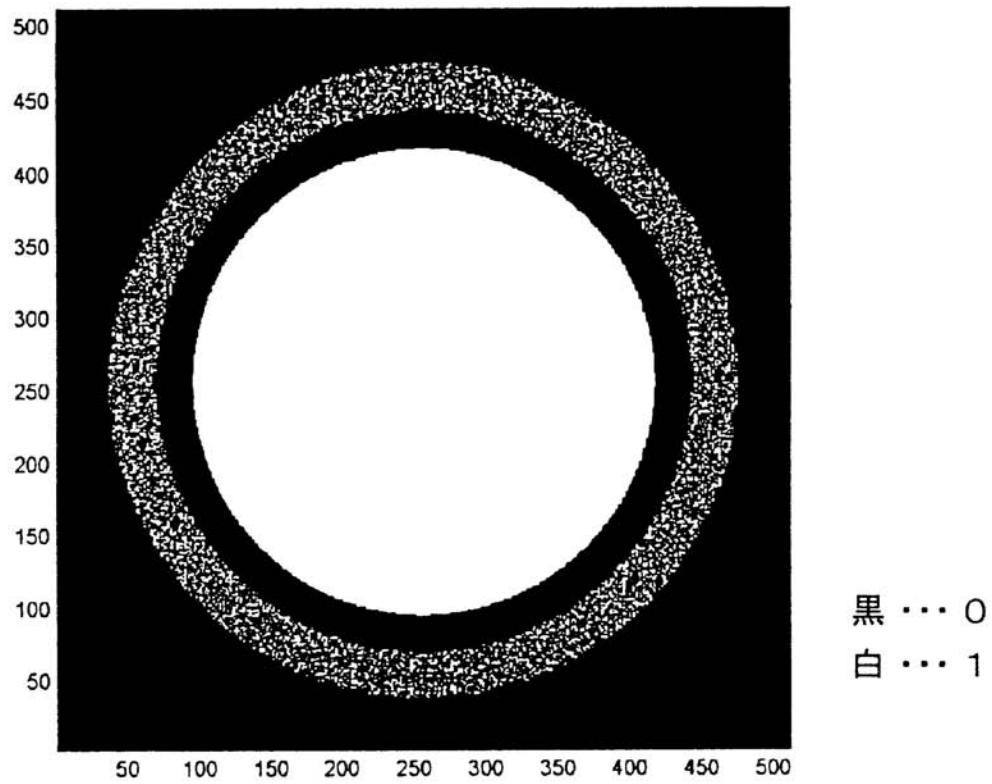
位相マスク無し

(b)



位相マスク有り

【図 20】



コヒーレント光の生成

フロントページの続き

- (72)発明者 徳山 一龍
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 福本 敦
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 森 秀則
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 岡本 好喜
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 ゆずりは 広行

- (56)参考文献 特開2008-203503(JP,A)
特開2008-152827(JP,A)
特開2005-352097(JP,A)
特開2007-172682(JP,A)
特開2010-061720(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B	7/00	-	7/013
G11B	7/12	-	7/22
G03H	1/00	-	5/00