

(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2006-106322

(P2006-106322A)

(43) 公開日 平成18年4月20日(2006.4.20)

(51) Int.C1.

G03H 1/26 (2006.01)  
G11B 7/0065 (2006.01)

F 1

G03H 1/26  
G11B 7/0065

テーマコード(参考)

2K008  
5D090

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願2004-292452 (P2004-292452)

(22) 出願日

平成16年10月5日 (2004.10.5)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(74) 代理人 100104215

弁理士 大森 純一

(74) 代理人 100104411

弁理士 矢口 太郎

(72) 発明者 外石 满

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニーブルーバード内

Fターム(参考) 2K008 AA04 BB04 EE04 FF17 HH24  
HH265D090 AA01 BB16 CC01 DD03 EE01  
FF36 HH01 KK12 KK15

(54) 【発明の名称】 ホログラム記録装置及びホログラム記録方法

## (57) 【要約】

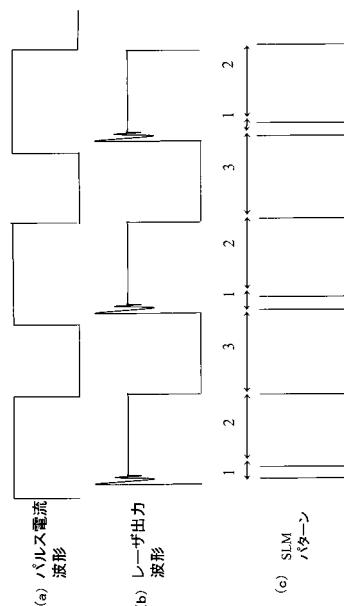
## 【課題】

ホログラム記録媒体に対してノイズのホログラムが記録されることを防止することができるホログラム記録装置及びホログラム記録方法を提供すること。

## 【解決手段】

図4(c)の「1」の期間は振幅が乱れる期間とほぼ同じ期間であり、この期間の間、空間光変調器123は全面暗のパターンとされる。図4(c)の「2」の期間は始点が「1」の直後に連続した点で終点が例えばレーザダイオードから出力されるレーザ光は立ち下がりにはほぼ一致しており、この期間の間に空間光変調器123に記録パターンが表示される。図4(c)の「3」の期間は「1」及び「2」以外の期間であり、この期間は記録パターンから暗パターンの切り替え又は記録パターンから反転記録パターンへの切り替えが行われる。そして、この間に参照光角度の移動やホログラム記録媒体101の移動などが行われる。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ホログラム記録媒体に信号光及び参照光を入射してホログラム記録するホログラム記録装置であって、

レーザ光をパルス状に出力するレーザ光源と、

前記出力されたレーザ光を信号光と参照光とに分離する手段と、

前記分離された信号光を、又は信号光及び参照光のそれぞれを変調する空間光変調手段と、

前記レーザ光源から出力されるレーザ光のパルスの遅くても立ち上がり時から所定期間、前記空間光変調手段により前記信号光及び前記参照光のうち少なくとも一方を全面暗のパターンで変調するように制御する制御手段と

を具備することを特徴とするホログラム記録装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載のホログラム記録装置であって、

前記レーザ光源は、半導体レーザであり、

前記所定期間は、前記レーザ光のパルスの立ち上がり時から生じる振幅のばらつきが安定するまでの期間である

ことを特徴とするホログラム記録装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載のホログラム記録装置であって、

前記レーザ光源は、外部共振器型レーザであり、

前記所定期間は、前記レーザ光のパルスの立ち上がり時から生じる発振波長のばらつきが安定するまでの期間である

ことを特徴とするホログラム記録装置。

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載のホログラム記録装置であって、

前記発振波長のばらつきは、前記発振波長が鋸状のものである

ことを特徴とするホログラム記録装置。

**【請求項 5】**

請求項 3 に記載のホログラム記録装置であって、

前記発振波長のばらつきは、前記発振波長がモーホップして長波長側に移るまでのものである

ことを特徴とするホログラム記録装置。

**【請求項 6】**

レーザ光をパルス状に出力し、

前記出力されたレーザ光を信号光と参照光とに分離し、

前記分離された信号光を、又は信号光及び参照光のそれぞれを変調し、これら信号光及び参照光をホログラム記録媒体に入射してホログラム記録し、

前記出力されるレーザ光のパルスの遅くても立ち上がり時から所定期間、前記信号光及び前記参照光のうち少なくとも一方を全面暗のパターンで変調するように制御する

ことを特徴とするホログラム記録方法。

**【請求項 7】**

請求項 6 に記載のホログラム記録方法であって、

前記所定期間は、前記レーザ光のパルスの立ち上がり時から生じる振幅のばらつきが安定するまでの期間である

ことを特徴とするホログラム記録方法。

**【請求項 8】**

請求項 6 に記載のホログラム記録方法であって、

前記所定期間は、前記レーザ光のパルスの立ち上がり時から生じる発振波長のばらつきが安定するまでの期間である

10

20

30

40

50

ことを特徴とするホログラム記録方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のホログラム記録方法であって、  
前記発振波長のばらつきは、前記発振波長が鋸状のものである  
ことを特徴とするホログラム記録方法。

【請求項 10】

請求項 8 に記載のホログラム記録方法であって、  
前記発振波長のばらつきは、前記発振波長がモーホップして長波長側に移るまでのもの  
である  
ことを特徴とするホログラム記録方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ホログラム記録装置及びホログラム記録方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ホログラフィを使ってデータを記録するホログラム記録再生装置の開発が進められている。

【0003】

ホログラム記録再生装置では、変調された（データが重畠された）信号光、変調されない参照光の2つをレーザ光から生成し、これらをホログラム記録媒体の同一場所に照射する。その結果、ホログラム記録媒体上で信号光と参照光が干渉して照射点に回折格子（ホログラム）が形成され、ホログラム記録媒体にデータが記録される。

20

【0004】

記録済みのホログラム記録媒体に参照光を照射することで、記録時に形成された回折格子から回折光（再生光）が発生する。この再生光は記録時の信号光に重畠されたデータを含んでいるので、これを受光素子で受光して記録した信号を再生できる。

【0005】

従来のホログラム記録再生装置において、レーザ光源として固体レーザやガスレーザを用いた場合にはレーザの直接変調はできないため、メカニカルシャッターやAOM (Acoust Optic Modulator)などの変調素子を用いてレーザが光源を出た後にビームの変調をかける装置が提案してきた。それらの装置を用いた場合には光学系として小型化という意味ではどうしても制限されてしまい、また装置としても安価に作成することが不可能となる。

30

【0006】

このようなホログラム記録再生装置において、レーザダイオードを用いることができればそれらの問題を解決できる。そこで、レーザダイオードのコヒーレンスをあげるために外部共振器型レーザの提案も行われている（例えば、特許文献1参照。）。レーザダイオードを光源として用いた場合には、レーザの直接変調が可能となるため、出射後に記録のためのビーム変調用の装置を用いる必要がなくなる。

【特許文献1】特開11-107377号公報（段落[0028]～[0031]、図1）

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、レーザダイオードを直接変調した場合には、電流の変調に対してビームの立ち上がり時にノイズが発生するため、ホログラム記録に影響を与える、という問題がある。

【0008】

また、外部共振器レーザを用いた場合には、緩和振動などで強度が不安定な状態が生じると共に波長の安定化までに時間を要する、という問題がある。波長が安定していない状態（複数の波長での発振状態）や1パルスの中で波長変化が起きてしまう状態でホログラム

50

記録してしまうと、再生時に2つの波長で記録されたホログラムからの再生光の出射角度がずれてしまうために、それらの光がノイズとなってしまう。

#### 【0009】

以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、ホログラム記録媒体に対してノイズのホログラムが記録されることを防止することができるホログラム記録装置及びホログラム記録方法を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

A.かかる課題を解決するため、本発明に係るホログラム記録装置は、ホログラム記録媒体に信号光及び参照光を入射してホログラム記録するホログラム記録装置であって、レーザ光をパルス状に出力するレーザ光源と、前記出力されたレーザ光を信号光と参照光とに分離する手段と、前記分離された信号光を、又は信号光及び参照光のそれぞれを変調する空間光変調手段と、前記レーザ光源から出力されるレーザ光のパルスの遅くとも立ち上がり時から所定期間、前記空間光変調手段により前記信号光及び前記参照光のうち少なくとも一方を全面暗のパターンで変調するように制御する制御手段とを具備することを特徴とする。

#### 【0011】

本発明では、レーザ光源から出力されるレーザ光のパルスの遅くとも立ち上がり時から所定期間、空間光変調手段により前記信号光及び前記参照光のうち少なくとも一方を全面暗のパターンで変調するように制御しているので、その所定期間はホログラム記録媒体へのホログラム記録が行われない。この所定の期間は、例えば半導体レーザを直接変調した場合には電流の変調に対してのビームの立ち上がりのノイズの発生期間であり、或いは外部共振器レーザを用いた場合には波長の不安定期間である。従って、この所定期間の間、ホログラム記録媒体へのホログラム記録を行わないことによって、ホログラム記録媒体に対してノイズのホログラムが記録されることを防止することができる。加えて、本発明では、本来的にはデータの変調に用いる空間光変調手段を併用して、つまり空間光変調手段により信号光及び前記参照光のうち少なくとも一方を全面暗のパターンで変調するように制御することで、上記のノイズのホログラムの記録を防止しているので、物理的な部品、例えば専用のシャッターなどを増設する必要もない。

#### 【0012】

なお、「遅くとも立ち上がり時」とは、立ち上がりとほぼ同時に立ち上がり以前から全面暗のパターンでの変調を開始しても良いことを意味しており、その場合も当然上記の本願発明の作用効果を奏する。

(1)前記レーザ光源は、半導体レーザであり、前記所定期間は、前記レーザ光のパルスの立ち上がり時から生じる振幅のばらつきが安定するまでの期間であってもよい。

#### 【0013】

レーザ光源として半導体レーザを用いたホログラム記録再生装置において、レーザのパルス発振で発振し始めにノイズが発生してしまい、出力信号の波形が乱れてしまう(振幅のばらつき)。また、電流のパルスに対してレーザの出力に遅延が生じる。ここで、レーザ出力の波形の乱れがホログラム記録に何らかの影響を与えることが懸念される。そこで、これらのノイズの部分がホログラム記録されないように、レーザ光のパルスの立ち上がり時から生じる振幅のばらつきが安定するまでの期間、上記の全面暗のパターンの変調を行う。

(2)前記レーザ光源は、外部共振器型レーザであり、前記所定期間は、前記レーザ光のパルスの立ち上がり時から生じる発振波長のばらつきが安定するまでの期間であってもよい。

#### 【0014】

ホログラム記録装置において、よりコヒーレンスを上げるために外部共振器型レーザの使用が提案されている。単体のレーザダイオードチップでの発振ではマルチモード発振であるため、ホログラムとしてのコントラストが悪いのに対して、外部共振器構造をもつた

10

20

30

40

50

レーザダイオードは安定して单一波長での発振が可能となる。それらのレーザ光源を用いた場合にはレーザの直接変調が可能となるため出射後に記録のためのビーム変調用の装置を用いる必要がなくなり、小型ホログラム記録再生装置のブレークスルーとして期待される。しかし、実際のパルス出力の時の波長変化としては、立ち上がりの部分の最初の数m sの間は波長が鋸状に大きく変化しており、その後波長はある一定に落ち着き、その後更にレーザダイオードの外部共振器長で波長がモードホップして長波長側に移るがその後は安定して発振している。実際のホログラム記録において波長変化は、回折光の出射角度変化に対応しているので、大きな波長変化が起こると出射角が大幅に変化してしまい、ノイズの原因となる。よって1つのホログラムの記録の際にはなるべく单一の波長で安定していることが望ましい。そこで、これらのノイズの部分がホログラム記録されないように、レーザ光のパルスの立ち上がり時から生じる発振波長のばらつきが安定するまでの期間、上記の全面暗のパターンの変調を行う。

10

#### 【0015】

ここで、前記発振波長のばらつきは、前記発振波長が鋸状のものであると定義してもよく、また前記発振波長のばらつきは、前記発振波長がモードホップして長波長側に移るまでのものであると定義してもよい。後者の場合には、よりノイズを少なくすることができる。一方、前者の場合には記録時間を長くしてエネルギーロスを減らすことができる。

B. 本発明の別の観点に係るホログラム記録方法は、レーザ光をパルス状に出力し、前記出力されたレーザ光を信号光と参照光とに分離し、前記分離された信号光を、又は信号光及び参照光のそれぞれを変調し、これら信号光及び参照光をホログラム記録媒体に入射してホログラム記録し、前記出力されるレーザ光のパルスの遅くとも立ち上がり時から所定期間、前記信号光及び前記参照光のうち少なくとも一方を全面暗のパターンで変調するように制御することを特徴とする。

20

#### 【0016】

本発明では、出力されるレーザ光のパルスの遅くとも立ち上がり時から所定期間、信号光及び参照光のうち少なくとも一方を全面暗のパターンで変調するように制御しているので、その所定期間はホログラム記録媒体へのホログラム記録が行われない。よって、ホログラム記録媒体に対してノイズのホログラムが記録されることを防止することができる。

(1) 前記所定期間は、前記レーザ光のパルスの立ち上がり時から生じる振幅のばらつきが安定するまでの期間であってもよい。

30

#### 【0017】

レーザ光のパルスの立ち上がり時から生じる振幅のばらつきが安定するまでの期間、上記の全面暗のパターンの変調を行うことで、ホログラム記録媒体に対してノイズのホログラムが記録されることを防止することができる。

(2) 前記所定期間は、前記レーザ光のパルスの立ち上がり時から生じる発振波長のばらつきが安定するまでの期間であってもよい。

40

#### 【0018】

レーザ光のパルスの立ち上がり時から生じる発振波長のばらつきが安定するまでの期間、上記の全面暗のパターンの変調を行うことで、ホログラム記録媒体に対してノイズのホログラムが記録されることを防止することができる。

#### 【0019】

ここで、上記と同様に、前記発振波長のばらつきは、前記発振波長が鋸状のものであると定義してもよく、また前記発振波長のばらつきは、前記発振波長がモードホップして長波長側に移るまでのものであると定義してもよい。後者の場合には、よりノイズを少なくすることができる。一方、前者の場合には記録時間を長くしてエネルギーロスを減らすことができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0020】

以上のように、本発明によれば、レーザ光のパルスの遅くとも立ち上がり時から所定期間、信号光及び参照光のうち少なくとも一方を全面暗のパターンで変調するように制御し

50

ているので、ホログラム記録媒体に対してノイズのホログラムが記録されることを防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

【ホログラム記録再生装置の構成例】

【0022】

図1は、本発明の一実施形態に係るホログラム記録再生装置の光学ユニット100を表す模式図である。また、図2は光学ユニット100の一部を拡大した状態を表す模式図である。なお、図2では、内容の判りやすさのため、光学素子の一部の図示を省略している。

10

【0023】

図1、2に示すように、ホログラム記録再生装置は、ホログラム記録媒体101への情報の記録、再生を行うものであり、光学ユニット100を備える。

【0024】

光学ユニット100は、記録再生用光源111、コリメートレンズ112、偏光ビームスプリッタ113、ミラー121、ピンホール122、空間光変調器(SLM)123、ミラー124、ダイクロイックミラー125、凹レンズ126、対物レンズ127、ファラデー素子131、132、偏光ビームスプリッタ133、撮像素子134、ミラー141、遮蔽板142、位相変調素子143、サーボ用光源151、コリメートレンズ152、グレーティング153、ビームスプリッタ154、集光用レンズ155、シリンドリカルレンズ156、受光素子157、サーボ駆動ユニット158、制御部159を有する。

20

【0025】

ホログラム記録媒体101は、保護層102、記録層103、グループ104、反射層105を有し、信号光と参照光による干渉縞を記録する記録媒体である。

【0026】

保護層102は、記録層103を外界から保護するための層である。

【0027】

記録層103は、この干渉縞を屈折率(あるいは透過率)の変化として記録するものであり、光の強度に応じて屈折率(あるいは透過率)の変化が行われる材料であれば、有機材料、無機材料の別を問うことなく利用可能である。

30

【0028】

無機材料として、例えば、ニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>)のような電気光学効果によって露光量に応じ屈折率が変化するフォトリフレクティブ材料を用いることができる。

【0029】

有機材料として、例えば、光重合型フォトポリマを用いることができる。光重合型フォトポリマは、その初期状態では、モノマがマトリクスピリマに均一に分散している。これに光が照射されると、露光部でモノマが重合し、屈折率が変化する。

【0030】

以上のように、記録層103の屈折率(あるいは透過率)が露光量に応じて変化することで、参照光と信号光との干渉によって生じる干渉縞を屈折率(あるいは透過率)の変化としてホログラム記録媒体101に記録できる。

40

【0031】

ホログラム記録媒体101は、図示しない駆動手段で移動、または回転され、空間光変調器123の像を多数のホログラムとして記録することができる。

【0032】

ホログラム記録媒体101が移動することから、ホログラム記録媒体101上への記録・再生は移動方向に形成されたトラックに沿って行われる。

【0033】

グループ104は、ホログラム記録媒体101へのトラッキング、フォーカス等のサー

50

ボ制御を行うために設けられる。即ち、ホログラム記録媒体 101 のトラックに沿ってグループ 104 が形成され、信号光の集光位置、集光深さをグループ 104 と対応するよう に制御することで、トラッキングサーボ、およびフォーカスサーボが行われる。

【0034】

記録再生用光源 111 は、レーザ光をパルス状に出力するレーザ光源であり、ここでは 例えれば波長 405 [nm] のレーザダイオード (LD) を用いている。

【0035】

コリメートレンズ 112 は、記録再生用光源 111 から照射されたレーザ光を平行光に 変換する光学素子である。

【0036】

偏光ビームスプリッタ 113 は、コリメートレンズ 112 から入射した平行光を信号光 と参照光に分割する光学素子である。偏光ビームスプリッタ 113 からは、ミラー 121 に向かう s 波の信号光とミラー 141 に向かう p 波の参照光が出射される。

【0037】

ミラー 121、124、141 は、入射光を反射してその方向を変更する光学素子である。

【0038】

ピンホール 122 は、信号光のビーム径を絞る光学素子である。

【0039】

空間光変調器 123 は、信号光を空間的に (ここでは、2 次元的に) 変調して、データ を重畳する光学素子である。空間光変調器 123 は、透過型の素子である透過型液晶素子 を用いることができる。なお、空間光変調器に反射型の素子である DMD (Digital micro mirror) や反射型液晶、GLV (Grating Light Value) 素子を用いることが可能である。なお 、空間光変調器 123 は、速い応答性をもつものである必要があり、応答速度として例えれば 1 ms 以下であることが望ましい。また、空間光変調器 123 は、制御部 159 によりその駆動が制御される。

【0040】

ダイクロイックミラー 125 は、記録再生に用いる光 (記録再生用光源 111 からのレーザ光) とサーボに用いる光 (サーボ用光源 151 からのレーザ光) とを同一の光路にするための光学素子である。ダイクロイックミラー 125 は、記録再生用光源 111 とサーボ用光源 151 とでレーザ光の波長が異なることに対応して、記録再生用光源 111 からの記録再生光を透過し、サーボ用光源 151 からのサーボ光を反射する。ダイクロイックミラー 125 は記録再生用の光は全透過し、サーボ用に用いる光は全反射するような薄膜 处理がその表面に施されている。

【0041】

凹レンズ 126 は、信号光の収束性を参照光と異ならせるためのレンズである。信号光 のみが凹レンズ 126 を通過することで、信号光と参照光のホログラム記録媒体 101 での集光深さが異なってくる。

【0042】

対物レンズ 127 は、信号光および参照光の双方をホログラム記録媒体 101 に集光す るための光学素子である。

【0043】

ファラデー素子 131、132 は、偏光面を回転するための光学素子である。ファラデー 素子 131 に入射した s 偏光は偏光面が 45° 回転され、ファラデー素子 132 で元の s 偏光に戻される。

【0044】

偏光ビームスプリッタ 133 は、ファラデー素子 131 から入射した偏光を透過し、ホ ログラム記録媒体 101 で反射されてファラデー素子 132 から戻ってきた戻り光 (再生光) を反射するための光学素子である。これは、ファラデー素子 131、132、と偏光ビームスプリッタ 133 との組み合わせにより実現される。

10

20

30

40

50

## 【0045】

撮像素子 134 は、再生光の画像を入力するための素子である。

## 【0046】

遮蔽板 142 は、参照光の一部を遮蔽して、記録光と重ならないようにするための光学素子である。

## 【0047】

位相変調素子 143 は、参照光にランダム位相またはある一定の位相パターンを持たせるための光学素子であり、位相マスクといつてもよい。位相変調素子 143 には、すりガラスやデフューザ、空間位相変調器を用いても良い。また、位相パターンを記録したホログラム素子を用いることも可能である。ホログラム素子からの再生によって位相パターンを有する光が発生する。

## 【0048】

サーボ用光源 151 は、トラッキングサーボ、フォーカスサーボ等のサーボ制御を行うための光源であり、記録再生用光源 111 とは波長の異なるレーザ光を出射する。サーボ用光源 151 は、例えば、レーザーダイオードであり、発振波長としてホログラム記録媒体 101 に対して感度が小さい、例えば、650 nm を使用する。

## 【0049】

コリメートレンズ 152 は、サーボ用光源 151 から照射されたレーザ光を平行光に変換する光学素子である。

## 【0050】

グレーティング 153 は、コリメートレンズ 152 から出射されたレーザ光を 3 つのビームに分割するための光学素子であり、2 枚の素子から構成される。サーボ制御のためにレーザ光の分割が行われる。

## 【0051】

ビームスプリッタ 154 は、グレーティング 153 から出射されたレーザ光を透過し、ホログラム記録媒体 101 から反射されて戻ってきた戻り光を反射するための光学素子である。

## 【0052】

集光用レンズ 155 は、ビームスプリッタ 154 からの戻り光を受光素子 157 に集光するための光学素子である。

## 【0053】

シリンドリカルレンズ 156 は、集光用レンズ 155 から出射されたレーザ光のビーム形状を円形から楕円形に変換するための光学素子である。

## 【0054】

受光素子 157 は、戻り光を受光し、トラッキングサーボ制御のためのトラッキングエラー信号とフォーカスサーボ制御のためのフォーカスエラー信号を出力するための素子、例えば、CCD である。

## 【0055】

サーボ駆動ユニット 158 は、受光素子 157 からのトラッキングエラー信号およびフォーカスエラー信号により対物レンズ 127 を駆動し、トラッキング制御およびフォーカス制御を行うための駆動機構であり、駆動用のコイル 161, 162 を有する。

(ホログラム記録装置の動作)

## 【0056】

以下、ホログラム記録装置の動作の概要を説明する。

A. 記録時

## 【0057】

記録時におけるホログラム記録装置の動作の概要を説明する。

## 【0058】

記録再生用光源 111 から出射されたレーザ光がコリメートレンズ 112 によって平行光になり偏光ビームスプリッタ 113 によって s 波の信号光と p 波の参照光とに分割される

10

20

30

40

50

。

## 【0059】

信号光はミラー121によって反射され、ピンホール122によって所望のビーム径にされ、空間光変調器123によって空間的に強度変調される。空間光変調器123で光変調されたレーザ光はファラデー素子131、偏光ビームスプリッタ133、ファラデー素子132を通過し、ミラー124によって反射され、ホログラム記録媒体101上での焦点を調節する凹レンズ126を通過する。

## 【0060】

また偏光ビームスプリッタ113を透過した参照光はミラー141で反射され、遮蔽板142によってビームの中心部分のみが遮断され所望のビームの形にされる。このため、ミラー124では反射されず信号光と同一の光路となる。

## 【0061】

対物レンズ127が記録光と参照光とをホログラム記録媒体101上の略同一の箇所に集光することで、ホログラム記録媒体101上に干渉縞が形成される。この結果、空間光変調器123によって空間変調された情報をホログラム記録媒体101上にホログラムとして記録する。

## 【0062】

なお、受光素子157からサーボ信号が出力され、このサーボ信号に基づきサーボ駆動ユニット158が動作することで、トラッキングおよびフォーカスのずれが解消される。

B. 再生時

## 【0063】

再生時におけるホログラム記録装置の動作の概要を説明する。

## 【0064】

再生時には信号光を遮断し、参照光のみをホログラム記録媒体101に入射させる。

## 【0065】

記録再生用光源111から出射し、偏光ビームスプリッタ113を透過した参照光がミラー141によって反射され、遮蔽板142によってビームの中心部分のみが遮断される。その後、参照光はダイクロイックミラー125を通過し、位相変調素子143によって記録時と同様の位相パターンを有する参照光となりホログラム記録媒体101に入射する。

## 【0066】

記録時と同じ位相パターンを持った参照光がホログラム記録媒体101に入射することにより、ホログラム記録媒体101に記録されたホログラムから回折光（再生光）が発生する。

## 【0067】

発生した再生光は信号光と逆の光路をたどり、対物レンズ127、凹レンズ126、ダイクロイックミラー125を透過して、ミラー124で反射される。

## 【0068】

ミラー124で反射された再生光は、ファラデー素子132によって偏光方向が回転される。その結果、ファラデー素子132を出射した再生光は、偏光ビームスプリッタ133で反射され、撮像素子134によって空間光変調器123での空間的な2次元データに対応する電気信号に変換される。撮像素子134からの出力は、図示しない信号処理部によって2値化され、時系列2値化データに変換される。

## [位相変調素子143によるホログラムの記録]

## 【0069】

図3は、ホログラム記録再生装置により記録・再生されるホログラムを表す模式図である。

## 【0070】

図3に示すように、空間光変調器123により空間的に変調された信号光と、位相変調素子143によってランダムな位相パターン又はある一定の規則性を持った位相パターン

10

20

30

40

50

が付与された参照光とが干渉することで、ホログラム記録媒体 101 上にホログラムが記録される。記録時と一致する位相パターンを有する参照光をホログラム記録媒体 101 上に照射することで記録したホログラムが再生される（位相相關多重方式）。

【0071】

ここで、ホログラム記録媒体 101 又は位相変調素子 143 を図 3 の x 方向、又は y 方向にシフトさせることで多重記録を行える。

【0072】

ホログラム記録媒体 101 又は位相変調素子 143 を図 3 の x 方向、又は y 方向にシフトさせると、参照光の位相パターンが変化して、回折効率が減少する。

【0073】

位相変調素子 143 により位相相關多重方式による多重記録が可能となり、大量のデータを記録することが可能となるが、本発明においては、必ずしも位相変調素子 143 等を用いた多重を必要とするわけではない。

【0074】

既述のように、参照光と記録光とがホログラム記録媒体 101 上で干渉することで、ホログラム記録媒体 101 にホログラムが形成される。このとき、参照光と記録光とは次のようなものを用いることができる。

【0075】

参照光として、ホログラム記録媒体 101 上に位相変調素子 143 の実像、フーリエ像のいずれかを形成するものを用いることができる。また、参照光として、ホログラム記録媒体 101 上に明確な像を形成しない、フレネル領域の参照光を用いることもできる。

【0076】

記録光として、ホログラム記録媒体 101 面上に空間光変調器 123 の実像、フーリエ像のいずれかを形成するものを用いることができる。また、記録光として、空間光変調器 123 の実像やフーリエ像から多少デフォーカスした像を形成するものを用いることができる。

【0077】

このような参照光、記録光での結像状態を適宜に組み合わせて、ホログラム記録媒体 101 上にホログラムを形成し、データを記録することができる。

【制御部 159 による空間光変調器 123 の制御】

図 4 は制御部 159 による空間光変調器 123 の制御を説明するための波形図である。図 4 (a) は記録再生用光源 111 としてのレーザダイオード (LD) に流されるパルス電流の波形図、同図 (b) はそのレーザダイオードから出力されるレーザ光の出力波形図 (縦軸は振幅)、同図 (c) は空間光変調器 123 の制御のパターンを示した図である。同図 (a) ~ (c) における横軸は共通の時間を示している。

【0079】

レーザダイオードに流されるパルス電流 (a) の立ち上がりにやや遅延するようにしてレーザダイオードからレーザ光 (b) が outputされる。レーザダイオードから出力されるレーザ光は立ち上がりから所定期間の間、緩和振動により振幅が鋸状に乱れる。これに対して、空間光変調器 123 は制御部 159 のもとで図 4 (c) のように制御される。

【0080】

図 4 (c) の「1」の期間は上記の振幅が乱れる期間とほぼ同じ期間であり、この期間の間、空間光変調器 123 は全面暗のパターンとされる。全面暗のパターンとは、空間光変調器 123 が液晶装置からなる場合には全ての画素が光を透過しないパターンをいう。ただし、全面暗のパターンとは、実質的な意味での「全」であり、必ずしも完全に「全」を意味するものでない。つまり、例えば 1 つ乃至複数の画素が光を透過する事があるても、その透過がノイズの発生という観点からほとんど無意味なものであれば、それは「全」に含まれるものと解釈する。また、「1」の期間は振幅が乱れる期間とほぼ同じ期間というところの「ほぼ」についても完全に一致しなければならないことを意味しており、ノ

10

20

30

40

50

イズの発生という観点からほとんど無意味なものであれば、「1」<振幅が乱れる期間であってもかまわない。

【0081】

図4(c)の「2」の期間は始点が「1」の直後に連続した点で終点が例えばレーザダイオードから出力されるレーザ光は立ち下がりにほぼ一致しており、この期間の間に空間光変調器123に記録パターンが表示される。つまり、空間光変調器123にはデータに応じた明暗のパターンが表示される。

【0082】

図4(c)の「3」の期間は「1」及び「2」以外の期間であり、この期間は記録パターンから暗パターンの切り替え又は記録パターンから反転記録パターンへの切り替えが行われる。そして、この間に参照光角度の移動やホログラム記録媒体101の移動などが行われる。

【0083】

この実施形態においては、図4(c)の「1」の期間はレーザダイオードから出力されるレーザ光の波形が乱れているため、ここでは全面暗のパターンを表示させることによってホログラム記録媒体101に信号光を入射させない。そして、レーザダイオードのレーザ光の出力が安定する「2」の期間で空間光変調器123に記録パターンを表示することにより実際の記録を行う。

【0084】

なお、「3」の期間では「1」の期間と同様に全面に暗のパターンを表示しておくことによって「1」のパターンになったときに切り替える必要がなくなる。

【0085】

以上の制御を実行することによって、2光波の干渉によるホログラム記録が行われないために、レーザダイオードのレーザ光の出力が不安定なときのホログラム記録を防ぐことができる。

【0086】

なお、図4(c)の「2」の期間は、空間光変調器123だけでなく、位相変調素子143として空間位相変調器を用いたときに、この空間位相変調器についても全面暗のパターンとすることによって、信号光及び参照光の両方の光を遮るように構成してもよく、その場合には、ホログラム記録媒体101のダイナミックレンジの消費を防ぐという利点もある。

[記録再生用光源111の他の構成例]

【0087】

図5は記録再生用光源111の他の構成例であるチューナブルレーザ(外部共振器型レーザの一例)の示す概略図である。

【0088】

この記録再生用光源111は、レーザダイオード170、コリメートレンズ171、回折格子172、ミラー173、保持部材174及び回転駆動部175を備える。

【0089】

レーザダイオード130は、マルチモードのレーザ光をパルス状に発光する。例えば、410nm程度のブルーのレーザ光を発光するものである。

【0090】

コリメートレンズ171は、レーザダイオード170により発光されたレーザ光を平行光とする。

【0091】

回折格子172は、波長ごとに異なる方向へ1次光を発生し、そのうち特定波長(例えば410nm)の1次光がレーザダイオード170に戻るようにレーザダイオード170との間の角度が設定されている。これにより、レーザダイオード170内でその波長成分だけが増大し、シングルモードとなる。レーザダイオード170により発光されるレーザ光の大半は、1次光ではなく0次光であり、回折格子172でミラーのように反射する。

10

20

30

40

50

つまり、この記録再生用光源 111 は、基本的には Littrow 型外部共振器レーザである。

【0092】

ミラー 173 は、回折格子 172 により反射したレーザ光の光路を特定方向に変更する。

【0093】

保持部材 174 は、回折格子 172 とミラー 173 を保持する。回折格子 172 とミラー 173 とは常に所定の角度が維持されている。これにより、回折格子 172 が回転してもミラー 173 によりレーザ光の出射方向を固定することができる。

【0094】

保持部材 174 は軸 176 により回転可能に保持されている。保持部材 174 では、軸 176 の一側に回折格子 172 及びミラー 173 が配置され、他側に回転用の軸 177 が一体的に設けられている。

【0095】

回転駆動部 175 は、軸 176 を中心として保持部材 174 を回転するものであり、本体 178、回転用の軸 177 を押すためのネジ 179、回転用の軸 177 がネジ 179 により押される方向とは反対方向から回転用の軸 177 に弾性力を付与する板バネ 180 を備える。ネジ 179 は例えば図示を省略した回転駆動モータにより回転されるようになっている。

【0096】

このように構成された記録再生用光源 111 では、回折格子 172 を回転させること、例えば 410 nm 程度のブルーのレーザ光の波長を 5 nm 程度可変することができる。

【0097】

このように構成された外部共振器型レーザは、単体のレーザダイオードチップでの発振ではマルチモード発振であるため、ホログラムとしてのコントラストが悪いのに対して、安定して单一波長での発振が可能となる。つまり、外部共振器型レーザを記録再生用光源 111 として用いた場合には、レーザ光の直接変調が可能となるため、出射後に記録のためのビーム変調用の装置を用いる必要がなくなる。このため外部共振器型レーザは、小型ホログラム記録再生装置のブレークスルーとして期待される。

【0098】

しかしながら、図 6 及び図 7 に示すように、実際のパルス出力の時の波長変化 A としては、立ち上がりの部分の最初の数 ms の間は波長が鋸上に大きく変化しており(10)、その後波長はある一定に落ち着き(11)、その後更にレーザダイオードの外部共振器長で波長がモードホップして長波長側に移るがその後は安定して発振している(12)。

【0099】

実際のホログラム記録において波長変化は、回折光の出射角度変化に対応しているので、大きな波長変化が起こると出射角が大幅に変化してしまい、ノイズの原因となる。よって 1 つのホログラムの記録の際にはなるべく单一の波長で安定していることが望ましい。

【0100】

そこで、本実施形態においては、制御部 159 による空間光変調器 123 の制御を図 8 に示すように行っている。

【0101】

図 8 (a) は記録再生用光源 111 内のレーザダイオード 170 に流されるパルス電流の波形図、同図 (b) は外部共振器型レーザから出力されるレーザ光の出力波形図(縦軸は波長)、同図 (c) は空間光変調器 123 の制御のパターンを示した図、図 (d) は同制御の他のパターンを示した図である。同図 (a) ~ (d) における横軸は共通の時間を示している。

【0102】

レーザダイオードに流されるパルス電流 (a) の立ち上がりにやや遅延するようにして外部共振器型レーザからレーザ光 (b) が output される。レーザダイオードから出力される

10

20

30

40

50

レーザ光は立ち上がりから所定期間の間、振幅が乱れる（図6及び図7参照）。これに対して、空間光変調器123は制御部159のもとで図8(c)のように制御される。

【0103】

図8(c)の「1」の期間は期間（図7の10）とほぼ同じ期間であり、この期間の間、空間光変調器123は全面暗のパターンとされる。

【0104】

図8(c)の「2」の期間は始点が「1」の直後に連続した点で終点が例えば外部共振器型レーザから出力されるレーザ光は立ち下がりにほぼ一致しており、この期間の間に空間光変調器123に記録パターンが表示される。つまり、空間光変調器123にはデータに応じた明暗のパターンが表示される。

10

【0105】

図8(c)の「3」の期間は「1」及び「2」以外の期間であり、この期間は記録パターンから暗パターンの切り替え又は記録パターンから反転記録パターンへの切り替えが行われる。そして、この間に参照光角度の移動やホログラム記録媒体101の移動などが行われる。

【0106】

この実施形態においては、図8(c)の「1」の期間は外部共振器型レーザから出力されるレーザ光の波長が大きく乱れているため、ここでは全面暗のパターンを表示させることによってホログラム記録媒体101に信号光を入射させない。そして、外部共振器型レーザのレーザ光の波長がほぼ安定する「2」の期間で空間光変調器123に記録パターンを表示することにより実際の記録を行う。

20

【0107】

なお、「3」の期間では「1」の期間と同様に全面に暗のパターンを表示しておくことによって「1」のパターンになったときに切り替える必要がなくなる。しかし、空間光変調器123として常に反転パターンを表示させることができるものについては「3」の間にその反転パターンを表示させておき、「1」の部分でのみ全面暗のパターンを表示させることによっても勿論かまわない。

【0108】

以上の制御を実行することによって、2光波の干渉によるホログラム記録が行われないために、外部共振器型レーザのレーザ光の出力が不安定なときのホログラム記録を防ぐことができる。

30

【0109】

また、上記では大きな波長変化が生じるときのみを記録の部分から外したが、より小さな波長変化によってもノイズ特性に大きな影響を受けるような光学系、例えば空間光変調器123とCCD134を完全に1:1に対応させたピクセルマッチングを想定した光学系においては、図8(d)に示すように、小さな波長変化の部分（図7の11の部分）も除いて図中の「5」の部分だけ空間光変調器123の記録パターンを表示させるようにしても構わない。

【0110】

この手法を用いることによって2光波の干渉によるホログラム記録が行われないためにノイズのホログラムの記録を防ぐことができる。

40

【0111】

なお、図8(c)の「2」、図8(d)の「5」の期間は、空間光変調器123だけでなく、位相変調素子143として空間位相変調器を用いたときに、この空間位相変調器についても全面暗のパターンとすることによって、信号光及び参照光の両方の光を遮るように構成してもよく、その場合には、ホログラム記録媒体101のダイナミックレンジの消費を防ぐという利点もある。例えば、図9で示すような一般的な角度多重や位相多重に用いられる2つの光を別々のレンズを透してホログラム記録媒体101に入射する2光束光学系において、信号光のみが空間位相変調器で光変調をかけられている場合には、レーザでの変調と共に信号光のみのしかオン・オフを制御できないため、ノイズのホログラ

50

ムを避けることはできるが、参照光の入射によってホログラム記録媒体 101 のダイナミックレンジは消費されてしまう。これに対して、図 10 で示されるような 2 光束光学系でも参照光側にも空間位相変調器で変調された光学系(一部の相関多重で用いられる)であれば信号光と参照光側の空間位相変調器を同時に制御することによってダイナミックレンジの消費も抑えることができる。なお、図 11 に図 1 に示したホログラム記録再生装置における光学系の概略を示す。この場合、説明してきた通り、図 10 と同様の制御を行うことが可能であり、ダイナミックレンジの消費も抑えることができる。

【その他】

【0112】

本発明に適用可能な多重化記録方式としては、例えば角度多重方式、波長多重方式、シ 10 フト多重方式、位相コード多重方式、位相相関多重方式などがある。

【0113】

本発明に適用可能なホログラム記録再生用光源としては、レーザダイオード、外部共振器型レーザばかりでなく、パルス発振によって出力波長や波形が不安定になるものであれば適応可能で、例えば SHG 結晶を用いた固体レーザや半導体レーザ、DFB レーザ、ガスレーザなどでもよい。

【図面の簡単な説明】

【0114】

【図 1】本発明の一実施形態に係るホログラム記録再生装置の光学ユニットを表す模式図 20 である。

【図 2】光学ユニットの一部を拡大した状態を表す模式図である。

【図 3】ホログラム記録再生装置により記録・再生されるホログラムを表す模式図である。

【図 4】制御部による空間光変調器の制御を説明するための波形図である。

【図 5】外部共振器型レーザの一例を示す概略図である。

【図 6】外部共振器型レーザの波長変化を説明するための波形図である。

【図 7】図 6 の一部拡大図である。

【図 8】制御部による空間光変調器の制御の他の例を説明するための波形図である。

【図 9】ホログラム記録における 2 光束光学系の概略図である。

【図 10】ホログラム記録における 2 光束光学系において参照光側に空間光変調器を入れ 30 た場合の概略図である。

【図 11】図 1 に示した光学系の概略図である。

【符号の説明】

【0115】

100 ホログラム記録再生装置の光学ユニット

101 ホログラム記録媒体

111 記録再生用光源

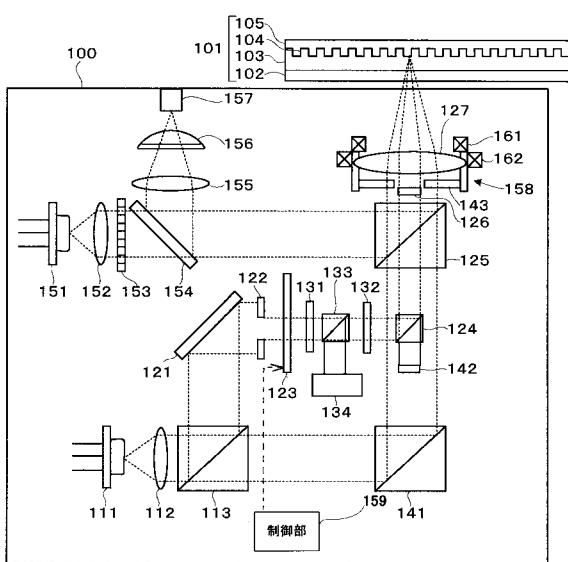
113 偏光ビームスプリッタ

123 空間光変調器

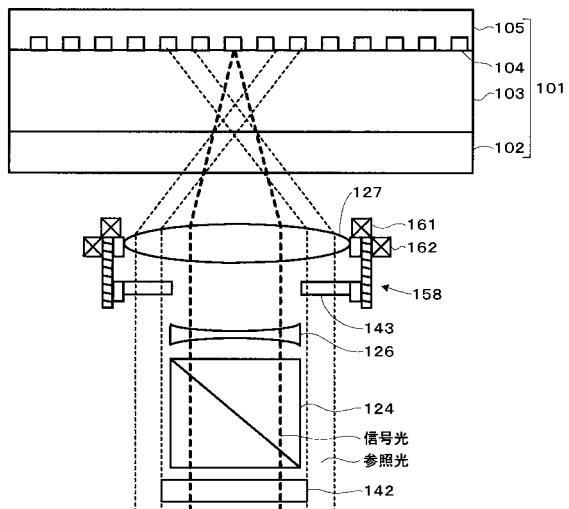
143 位相変調素子

159 制御部

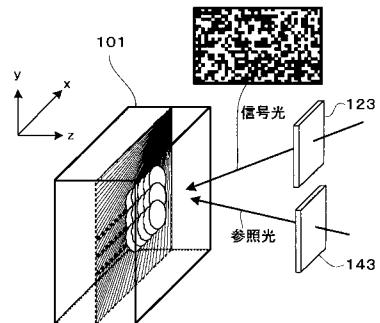
【図1】



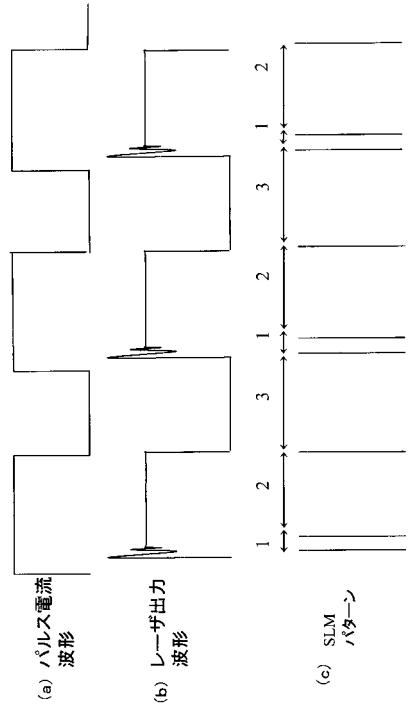
【図2】



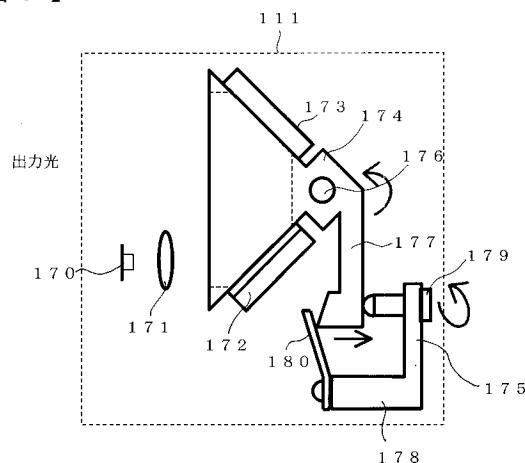
【図3】



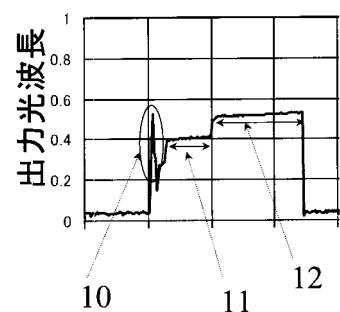
【図4】



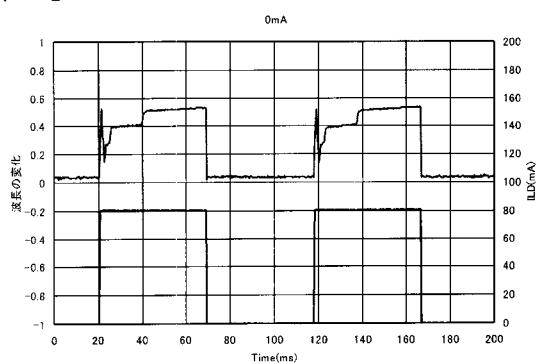
【図5】



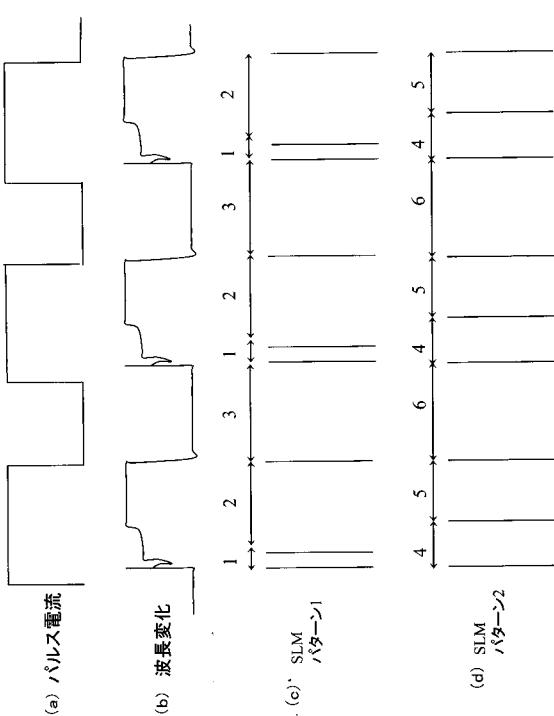
【図7】



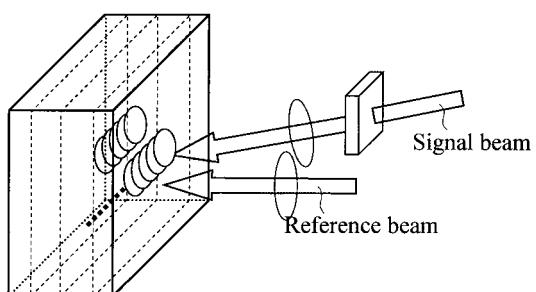
【図6】



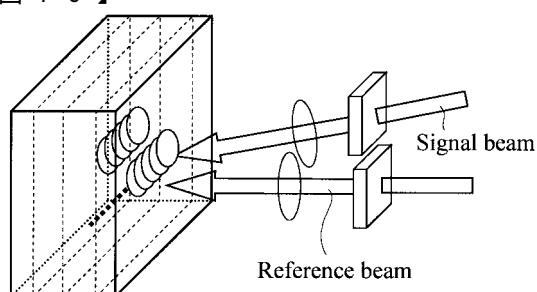
【図8】



【図9】



【図10】



【図 11】

