

(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2017-173379

(P2017-173379A)

(43) 公開日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int.Cl.
G03H 1/26 (2006.01)

F I
G03H 1/26

テーマコード(参考)
2K008

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-56163(P2016-56163)
(22) 出願日 平成28年3月18日(2016.3.18)

(71) 出願人 000005496
富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂九丁目7番3号
(74) 代理人 110001519
特許業務法人太陽国際特許事務所
(72) 発明者 中村 滋年
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士
ゼロックス株式会社内
(72) 発明者 三綱 治郎
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士
ゼロックス株式会社内
(72) 発明者 小笠原 康裕
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士
ゼロックス株式会社内

最終頁に続く

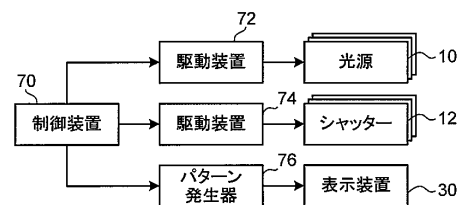
(54) 【発明の名称】 ホログラム記録装置

(57) 【要約】

【課題】 光学素子を用いて同軸にされた波長の異なる複数のレーザー光により複数のホログラムを波長多重記録する場合に、波長多重記録に要する時間を短縮する。

【解決手段】 光軸方向とは交差する方向から入射されたレーザー光を光軸方向に反射し、光軸方向に沿って入射されたレーザー光を透過する複数の光学素子を含み、これら複数の光学素子が光軸方向に沿うように配置された光学部材と、波長の異なる複数のレーザー光を出射する複数のレーザー光源であって、レーザー光源の記録媒体に対する露光時間が長いほど当該レーザー光源から出射されるレーザー光が光学素子を透過する回数が少なくなるように配置され、光学部材にレーザー光を入射する複数のレーザー光源と、を含む光出力手段を備えており、光出力手段から順次出力された同軸で波長の異なるレーザー光の各々を記録光として記録媒体に順次照射し、複数のホログラムを波長多重記録するホログラム記録装置とする。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光軸方向とは交差する方向から入射されたレーザ光を光軸方向に反射し、前記光軸方向に沿って入射されたレーザ光を透過する複数の光学素子を有し、前記複数の光学素子が前記光軸方向に沿うように配置された光学部材と、波長の異なる複数のレーザ光を出射する複数のレーザ光源であって、レーザ光源の記録媒体に対する露光時間が長いほど当該レーザ光源から出射されるレーザ光が前記光学素子を透過する回数が少なくなるように配置され、前記光学部材にレーザ光を入射する複数のレーザ光源と、を含み、波長の異なる複数のレーザ光を同軸で順次出力する光出力手段と、

前記光出力手段から順次出力された同軸で波長の異なるレーザ光の各々を記録光として前記記録媒体に順次照射し、複数のホログラムを波長多重記録する記録手段と、
を備えたホログラム記録装置。

10

【請求項 2】

前記露光時間が、前記光学素子を透過することによる光損失が発生しない場合に、加法混合により白色ホログラムを得るために必要な露光時間である、請求項 1 に記載のホログラム記録装置。

【請求項 3】

前記光出力手段が、第 1 方向から入射されたレーザ光を光軸方向に反射し、前記光軸方向に沿って入射されたレーザ光を透過して出力する第 1 光学素子と、第 2 方向から入射されたレーザ光を前記光軸方向に反射して前記第 1 光学素子に入射し、前記光軸方向に沿って入射されたレーザ光を透過して前記第 1 光学素子に入射する第 2 光学素子と、前記第 1 光学素子に前記第 1 方向からレーザ光を入射する第 1 レーザ光源と、前記第 2 光学素子に前記第 2 方向からレーザ光を入射する第 2 レーザ光源と、前記第 2 光学素子に前記光軸方向からレーザ光を入射する第 3 レーザ光源と、を含み、第 1 レーザ光源、第 2 レーザ光源、第 3 レーザ光源の順に当該レーザ光源による露光時間が長くなる、請求項 1 または請求項 2 に記載のホログラム記録装置。

20

【請求項 4】

前記第 1 レーザ光源が B 色の波長で発振するレーザ光源であり、前記第 2 レーザ光源が R 色の波長で発振するレーザ光源であり、前記第 3 レーザ光源が G 色の波長で発振するレーザ光源である、請求項 3 に記載のホログラム記録装置。

30

【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に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、レーザ光源を物体光と参照光に分割して干渉記録するホログラム作成方法であって、前記物体光をビーム径拡大手段で拡大し、ホログラム記録用画像を複数の画像表示領域で分割表示する空間光変調素子によりビーム径拡大された前記物体光にホログラム記録用情報を与え、ホログラム記録用情報を与えられた前記物体光を拡散スクリーン及び仕切り部材によって前記分割画像領域毎の拡散光とし、前記分割画像領域毎の拡散光を各分割領域に対応した複数のレンズからなるレンズアレイによりホログラム用記録媒体上で一定間隔を持つ物体光として照射し、前記参照光をホログラム用記録媒体の背面から照射して一定間隔を持つ前記物体光との干渉を記録し、前記ホログラム用記録媒体上の物体光の一定間隔を複数ピッチに分割してそのピッチに従って前記ホログラム用記録媒体との相対位置を移動して干渉状態の記録を繰り返すインターレース露光を実施するホログラム作成方法が開示されている。

40

【0003】

特許文献 1 に記載のホログラム作成方法では、フルカラーデジタルホログラム記録のための記録装置に R G B 3 色のレーザ光源が用いられている。また、非特許文献 1 に記載の

50

フルカラーアナログホログラム記録のための光学系でも3色のレーザ光源が使用されている。また、非特許文献2、非特許文献3に記載のフルカラーホログラフィック3Dプリンターでも3色のレーザ光源が使用されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-197246号公報

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】Ultra-Realistic Imaging pp144, CRC-Press (2013))

10

【非特許文献2】Imaging Conference JAPAN 2014 論文集 pp214

【非特許文献3】Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging, SPIE Vol. 5005(2003) pp126

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

光学素子を用いて同軸にされた波長の異なる複数のレーザ光により複数のホログラムを波長多重記録するホログラム記録装置においては、光学素子による光損失が生じ、ホログラムの記録に必要な記録時間が長くなる。本発明の目的は、光学素子を用いて複数のレーザ光を同軸にする場合に、複数のレーザ光源を他の順序で配置した場合に比べて、ホログラムの波長多重記録に要する時間を短縮することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1に記載された発明は、光軸方向とは交差する方向から入射されたレーザ光を光軸方向に反射し、前記光軸方向に沿って入射されたレーザ光を透過する複数の光学素子を有し、前記複数の光学素子が前記光軸方向に沿うように配置された光学部材と、波長の異なる複数のレーザ光を出射する複数のレーザ光源であって、レーザ光源の記録媒体に対する露光時間が長いほど当該レーザ光源から出射されるレーザ光が前記光学素子を透過する回数が少なくなるように配置され、前記光学部材にレーザ光を入射する複数のレーザ光源と、を含み、波長の異なる複数のレーザ光を同軸で順次出力する光出力手段と、前記光出力手段から順次出力された同軸で波長の異なるレーザ光の各々を記録光として前記記録媒体に順次照射し、複数のホログラムを波長多重記録する記録手段と、を備えたホログラム記録装置である。

30

【0008】

請求項2に記載された発明は、前記露光時間が、前記光学素子を透過することによる光損失が発生しない場合に、加法混合により白色ホログラム(白色のホログラム)を得るために必要な露光時間である、請求項1に記載のホログラム記録装置である。

【0009】

請求項3に記載された発明は、前記光出力手段が、第1方向から入射されたレーザ光を光軸方向に反射し、前記光軸方向に沿って入射されたレーザ光を透過して出力する第1光学素子と、第2方向から入射されたレーザ光を前記光軸方向に反射して前記第1光学素子に入射し、前記光軸方向に沿って入射されたレーザ光を透過して前記第1光学素子に入射する第2光学素子と、前記第1光学素子に前記第1方向からレーザ光を入射する第1レーザ光源と、前記第2光学素子に前記第2方向からレーザ光を入射する第2レーザ光源と、前記第2光学素子に前記光軸方向からレーザ光を入射する第3レーザ光源と、を含み、第1レーザ光源、第2レーザ光源、第3レーザ光源の順に当該レーザ光源による露光時間が長くなる、請求項1または請求項2に記載のホログラム記録装置である。

40

【0010】

請求項4に記載された発明は、前記第1レーザ光源がB色の波長で発振するレーザ光源であり、前記第2レーザ光源がR色の波長で発振するレーザ光源であり、前記第3レーザ

50

光源が G 色の波長で発振するレーザ光源である、請求項 3 に記載のホログラム記録装置である。

【発明の効果】

【0011】

請求項 1 に記載の発明によれば、光学素子を用いて複数のレーザ光を同軸にする場合に、複数のレーザ光源を他の順序で配置した場合に比べて、ホログラムの波長多重記録に要する時間が短くなる。

【0012】

請求項 2 に記載の発明によれば、レーザ光源の特性と記録媒体の波長感度特性に応じて露光時間が設定される。

10

【0013】

請求項 3 に記載の発明によれば、第 1 レーザ光源は光学素子を透過せず、波長の異なる 3 種類のレーザ光源を他の順序で配置した場合に比べて、ホログラムの波長多重記録に要する時間が短くなる。

【0014】

請求項 4 に記載の発明によれば、RGB 3 色のレーザ光源を他の順序で配置した場合に比べて、フルカラーのホログラムの波長多重記録に要する時間が短くなる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】(A) 及び (B) は原画像の一例を示す模式図である。

20

【図 2】ホログラフィックステレオグラムの原理を説明するための模式図である。

【図 3】ホログラム記録装置の構成の一例を示す構成図である。

【図 4】ホログラム記録装置の電気的構成の一例を示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態の一例を詳細に説明する。

【0017】

<ホログラフィックステレオグラムの原理>

まず、ホログラフィックステレオグラムの原理について説明する。

三次元画像を表示する表示方式の 1 つに、ホログラフィックステレオグラムがある。ホログラフィックステレオグラムは、少しずつ視点を変えて被写体を撮影した二次元画像を原画像として取得し、取得した複数の原画像を再構成して表示装置に表示する複数の表示画像を生成し、生成した複数の表示画像を 1 つのホログラム記録媒体に複数の要素ホログラムとして順次記録することにより作成される。なお、以下では、原画像と表示画像を「視差画像」と総称する。

30

【0018】

図 1 (A) は原画像の一例を示す模式図である。この例では、四角錐を被写体 OB として、水平方向に少しずつ視点を変えながら被写体 OB を撮影している。被写体 OB を正面から撮影した画像が原画像 F である。また、水平方向において、ななめ左側から被写体 OB を撮影した画像が原画像 E であり、更に左周りに回転した位置から被写体 OB を撮影した画像が原画像 D である。また、水平方向において、ななめ右側から被写体 OB を撮影した画像が原画像 G であり、更に右周りに回転した位置から被写体 OB を撮影した画像が原画像 H である。図 1 (B) に示すように、フルカラーのホログラフィックステレオグラムの場合、原画像 D、原画像 E、原画像 F、及び原画像 G の各々について、R 色の原画像、G 色の原画像、及び B 色の原画像が生成される。

40

【0019】

図 2 はホログラフィックステレオグラムの原理を説明するための模式図である。例えば、水平方向に視差情報を有するホログラフィックステレオグラムでは、図 2 に示すように、水平方向に少しずつ視点を変えて被写体 OB を順次撮影し、原画像 D、E、F、G、H が取得されるものとする。また、原画像 D から H の各々について色分解されて、R 色、G

50

色、及びB色の原画像が生成されるものとする。

【0020】

次に、これら複数の原画像DからHを色毎に再構成して表示画像1、2、3、4、5を生成する。フルカラーのホログラフィックステレオグラムの場合、原画像DからHのR色の原画像からR色の表示画像1R、2R、3R、4R、5Rが生成され、原画像DからHのG色の原画像からG色の表示画像1G、2G、3G、4G、5Gが生成され、原画像DからHのB色の原画像からB色の表示画像1B、2B、3B、4B、5Bが生成される。なお、RGBを区別する必要が無い場合は、表示画像1、2、3、4、5と総称する。

【0021】

この例では、各原画像を水平方向に5分割して左側からn番目（nは1から5の整数）の画素列をDからHの順番で並べた画像を表示画像nとしている。そして、ホログラム記録媒体に対し、表示画像1から5を短冊状の要素ホログラムH1、H2、H3、H4、H5として順次記録する。

10

【0022】

フルカラーのホログラフィックステレオグラムの場合、1つの要素ホログラムには、R色、G色、及びB色の表示画像が、R色、G色、及びB色に応じた異なる波長のレーザ光によって波長多重記録されている。例えば、R色の表示画像1Rを記録するホログラム、G色の表示画像1Gを記録するホログラム、及びB色の表示画像1Bを記録するホログラムを順次重ねて記録したものが要素ホログラムH1となる。なお、R色、G色、及びB色の露光順序は、記載した順序には限定されない。

20

【0023】

原画像DからHの画像面は、要素ホログラムH1からH5で構成されるホログラム記録媒体面に対応している。また、表示画像1から5の集光角度は、観察者がホログラム記録媒体を観察する観察角度に対応している。即ち、表示画像の各画素列の角度依存情報が記録されるのである。したがって、要素ホログラムH1からH5が再生されることで、ホログラム全体（即ち、原画像DからH）が再生されることになり、被写体OBの三次元画像が観察者に認識される。フルカラーのホログラフィックステレオグラムの場合、フルカラーの三次元画像が観察者に認識される。

【0024】

本実施の形態では、フルカラーのホログラフィックステレオグラムを作製する際に、RGB3色のレーザ光源から出力される3色のレーザ光の光軸を、ダイクロイックミラー等の光学素子を用いて重ね合わせて同軸にする。これにより、共通の光学系、共通の空間光変調器（SLM）を使用して、RGB3色のレーザ光によってRGB3色に対応した3つのホログラムを波長多重記録して要素ホログラムを記録することができる。

30

【0025】

RGB3色のレーザ光源を用いる場合には、レーザ光源毎に、加法混合により白色ホログラム（白色のホログラム）を得るために必要な露光時間が、発振波長や出力強度などのレーザ光源の特性と使用する記録媒体の波長感度特性に応じて算出される。ここで「露光時間」とは、ホログラムを記録する際に記録媒体にレーザ光が照射される時間を意味する。また、算出された露光時間を「必要露光時間」と称する。なお、「必要露光時間」は光学素子による光損失が生じないものとして算出されている。

40

【0026】

しかしながら、光軸合わせに用いられる光学素子は、反射率は略100%と高いが、透過率が反射率に比べて低い場合もある。例えば、市販のダイクロイックミラーを用いると、透過率が約90%まで低下する。このため、レーザ光が光学素子を透過すると光損失が発生し、実際の露光時間は、算出された必要露光時間よりも長くなる。そこで、本実施の形態では、予めRGB各色のレーザ光源について必要露光時間を求めておいて、必要露光時間が長いレーザ光源ほど、当該レーザ光源から出射されるレーザ光が光学素子を透過する回数が減るように配置している。

【0027】

50

これにより、RGB 3色のホログラムが多重記録された要素ホログラムを記録する際の光損失が低減される。その結果、RGB 3色のレーザ光源を他の順序で配置した場合に比べて、RGB 3色のレーザ光による総露光時間が短くなる。ここで「総露光時間」とは、RGB 各色のレーザ光源について、計測または光損失を考慮して算出された「実露光時間」の総和である。

【0028】

<ホログラム記録装置>

次に、ホログラフィックステレオグラムを作製する装置（以下、単に「ホログラム記録装置」という。）について説明する。図3はホログラム記録装置の構成の一例を示す構成図である。本実施の形態では、水平方向に視差情報を持つホログラフィックステレオグラムを作製するホログラム記録装置について説明する。図3はホログラム記録装置を上から見た図である。

10

【0029】

図3に示すように、ホログラム記録装置には、複数のレーザ光源10を順次切り替えて波長の異なるレーザ光を同軸で出力するレーザ光出力部100が設けられている。レーザ光出力部100は、第1レーザ光源10₁、第2レーザ光源10₂、第3レーザ光源10₃と、各レーザ光源に対応して配置されたシャッター12₁、シャッター12₂、シャッター12₃と、第1レーザ光源10₁に対応して配置された第1光学素子14と、第2レーザ光源10₂に対応して配置された第2光学素子16と、第3レーザ光源10₃に対応して配置されたミラー18と、を備えている。

20

【0030】

第1レーザ光源10₁、第2レーザ光源10₂、及び第3レーザ光源10₃は、発振波長、出力強度が互いに異なるレーザ光源である。例えば、半導体励起固体レーザ等を用いてもよい。なお、区別する必要がない場合は、レーザ光源10と総称する。

【0031】

シャッター12₁、シャッター12₂、シャッター12₃は、対応するレーザ光源10の光出射側に、レーザ光の光路に挿入または光路から退避するように配置されている。閉状態で光路に挿入されてレーザ光を遮断し、開状態で光路から退避されてレーザ光を通過させる。後述する通り、RGB 3色のレーザ光は時分割で順次出射される。レーザ光を出射するレーザ光源10に対応するシャッター12だけが、開状態でレーザ光を通過させる。なお、区別する必要がない場合は、シャッター12と総称する。

30

【0032】

第1光学素子14及び第2光学素子16の各々は、光軸方向に沿って入射されたレーザ光を透過し、光軸方向と交差する方向から入射されたレーザ光を光軸方向に反射して、2方向から入射されたレーザ光の光軸を合わせる光学素子である。この光軸合わせ用の光学素子としては、ダイクロイックミラー、偏光ビームスプリッタ等を用いてもよい。

【0033】

第1光学素子14は、第1方向から入射されたレーザ光を光軸方向に反射し、光軸方向に沿って入射されたレーザ光を透過して出力する。第2光学素子16は、第2方向から入射されたレーザ光を光軸方向に反射して第1光学素子14に入射し、光軸方向に沿って入射されたレーザ光を透過して第1光学素子14に入射する。

40

【0034】

本実施の形態では、第1レーザ光源10₁が第1方向から第1光学素子14にレーザ光を入射する。第2レーザ光源10₂が第2方向から第2光学素子16にレーザ光を入射する。第3レーザ光源10₃が光軸方向から第2光学素子16にレーザ光を入射する。

【0035】

第3レーザ光源10₃から出射されたレーザ光は、ミラー18で光軸方向に反射されて光軸方向から第2光学素子16に入射する。そして、第2光学素子16及び第1光学素子14を透過して、レーザ光出力部100から出力される。

【0036】

50

第2レーザ光源10₂から出射されたレーザ光は、第2光学素子16で光軸方向に反射され、第3レーザ光源10₃から出射されたレーザ光と同軸とされて、光軸方向から第1光学素子14に入射する。そして、第1光学素子14を透過して、レーザ光出力部100から出力される。

【0037】

第1レーザ光源10₁から出射されたレーザ光は、第1光学素子14で光軸方向に反射され、第3レーザ光源10₃から出射されたレーザ光及び第2レーザ光源10₂から出射されたレーザ光と同軸とされ、レーザ光出力部100から出力される。

【0038】

第1レーザ光源10₁から出射されたレーザ光が光学素子を透過する回数は0回であり、第2レーザ光源10₂から出射されたレーザ光が光学素子を透過する回数は1回であり、第3レーザ光源10₃から出射されたレーザ光が光学素子を透過する回数は2回である。即ち、第1レーザ光源10₁から出射されたレーザ光は、光学素子を透過しない。

10

【0039】

一方、本実施の形態で使用する、波長473nm(ナノメートル)のB色のレーザ光を出射する出力50mW(ミリワット)のB色のレーザ光源は、必要露光時間が140ms(ミリ秒)である。また、波長640nmのR色のレーザ光を出射する出力150mWのR色のレーザ光源は、必要露光時間は44msである。また、波長532nmのG色のレーザ光を出射する出力300mWのG色のレーザ光源は、必要露光時間は10msである。なお、レーザ光源の特性は例示であって、レーザ光源はこれらに限定されるものではない。

20

【0040】

本実施の形態では、必要露光時間が長いレーザ光源ほど、当該レーザ光源から出射されるレーザ光が光学素子を透過する回数が少なくなるようにする。したがって、光学素子を通過する回数が0回の第1レーザ光源10₁を、必要露光時間が140msのB色のレーザ光源とする。また、光学素子を通過する回数が1回の第2レーザ光源10₂を、必要露光時間が44msのR色のレーザ光源とする。また、光学素子を通過する回数が2回の第3レーザ光源10₃を、必要露光時間が10msのG色のレーザ光源とする。

【0041】

レーザ光出力部100は、以上の構成により、第1レーザ光源10₁、第2レーザ光源10₂、及び第3レーザ光源10₃を順次切り替えて、RGB3色のレーザ光を時分割で順次出射する。なお、レーザ光源10の切り替えはシャッター12の開閉により行われる。RGB3色のレーザ光によってRGB3色に対応した3つのホログラムが波長多重記録されて要素ホログラムが記録される。

30

【0042】

レーザ光出力部100の光出射側には、偏光ビームスプリッタ20が配置されている。偏光ビームスプリッタ20は、例えばP偏光を透過し且つS偏光を反射する反射面20aを備え、レーザ光を物体光用の光と参照光用の光の2つの光に分離する。偏光ビームスプリッタ20を透過した光が物体光用の光(P偏光)となり、偏光ビームスプリッタ20で反射された光が参照光用の光(S偏光)となる。

40

【0043】

まず、物体光を生成する光学系について説明する。偏光ビームスプリッタ20の光透過側には、空間フィルタ22、レンズ24、スリット26、及び偏光ビームスプリッタ28が、偏光ビームスプリッタ20側から光路に沿って記載した順序で配置されている。空間フィルタ22とレンズ24は、偏光ビームスプリッタ20を透過した光を平行光化する。スリット26は、平行光化された光を矩形形状に整形し、偏光ビームスプリッタ28に入射させる。偏光ビームスプリッタ28は、P偏光を透過し且つS偏光を反射する反射面28aを備えている。

【0044】

偏光ビームスプリッタ28の光透過側には、反射型の表示装置30が配置されている。

50

表示装置 30 は、独立に駆動される複数の画素を備えており、画素毎に入射光の振幅、位相、及び偏光方向の少なくとも 1 つを変調することにより、画像情報に応じた画像を表示する。表示装置 30 としては、例えば、空間光変調器を用いてもよい。本実施の形態では、反射型の液晶空間光変調器 (L C O S : Liquid Crystal On Silicon) を用いて、その表示領域に画像を表示する。

【 0 0 4 5 】

物体光用の光が表示装置 30 で変調され且つ反射されることで、ホログラム記録に用いる物体光が生成される。表示装置 30 で反射された物体光は、P 偏光から S 偏光に変換されて、偏光ビームスプリッタ 28 に再度入射する。物体光 (S 偏光) は、偏光ビームスプリッタ 28 の反射面 28 a で反射される。

10

【 0 0 4 6 】

偏光ビームスプリッタ 28 の光反射側には、レンズ 32、レンズ 34、拡散部材 35 及びミラー 36 が、偏光ビームスプリッタ 28 側から光路に沿って記載した順序で配置されている。偏光ビームスプリッタ 28 で反射された物体光は、レンズ 32 及びレンズ 34 によりリレーされ、拡散部材 35 で拡散されて、ミラー 36 に照射される。ミラー 36 は、物体光の光路をホログラム記録媒体 46 の方向に変更する。

【 0 0 4 7 】

ミラー 36 とホログラム記録媒体 46 との間には、レンズ 40、アパーチャ 41 a を有する遮光板 41、レンズ 42、及び集光レンズ 44 が、ミラー 36 側から光路に沿って記載した順序で配置されている。集光レンズ 44 には、入射した光を一次元方向 (水平方向) にのみ集光するシリンドリカルレンズ等が用いられる。

20

【 0 0 4 8 】

ここでは、紙面に平行な方向が「水平方向」に相当する。短冊状の要素ホログラムは、長さ方向が「垂直方向」、幅方向が「水平方向」となるように記録される。なお、ホログラム記録媒体 46 は、図示しない保持部材に保持されており、要素ホログラムを記録する毎に、図示しない移動装置により水平方向に移動する。

【 0 0 4 9 】

拡散部材 35 は、透過する物体光を光の回折原理により水平方向に比べて垂直方向に大きく拡散する。拡散部材 35 を透過した物体光は、ミラー 36 で反射され、レンズ 40 及びレンズ 42 によりリレーされ、集光レンズ 44 により水平方向にのみ集光されて、ホログラム記録媒体 46 に照射される。

30

【 0 0 5 0 】

次に、参照光を生成する光学系について説明する。偏光ビームスプリッタ 20 の光反射側には、ミラー 48、ミラー 50、ミラー 52、空間フィルタ 54、レンズ 56、ミラー 58、及びスリット 60 が、偏光ビームスプリッタ 20 側から光路に沿って記載した順序で配置されている。ミラー 48、ミラー 50、及びミラー 52 は、参照光用の光 (以下、「参照光」という。) の光路を、空間フィルタ 54 の方向に変更する。

【 0 0 5 1 】

空間フィルタ 54 とレンズ 56 は、ミラー 52 で反射された光を拡大して平行光化し、平行光化された参照光をミラー 58 に照射する。ミラー 58 は、平行光化された参照光を反射して、参照光の光路をホログラム記録媒体 46 の方向に変更する。スリット 60 は、参照光を矩形形状に整形する。スリット 60 を通過した参照光がホログラム記録媒体 46 に照射される。

40

【 0 0 5 2 】

本実施の形態では、参照光は、ホログラム記録媒体 46 に対し、物体光とは異なる側から照射される。参照光を物体光とは異なる側から照射することで反射型ホログラムが記録される。また、参照光は、参照光の光軸と物体光の光軸とがホログラム記録媒体 46 内で交差するように照射される。なお、上記の光学系は一例であり、レンズやミラー等の各部品は設計に応じて省略又は追加してもよい。

【 0 0 5 3 】

50

次に、ホログラム記録装置の電気的構成について説明する。図4はホログラム記録装置の電気的構成の一例を示すブロック図である。ホログラム記録装置は、装置全体を制御する制御装置70を備えている。制御装置70は、コンピュータで構成されており、CPU、各種プログラムを記憶したROM、プログラムの実行時にワークエリアとして使用されるRAM、各種情報を記憶する不揮発性メモリ等を備えている。

【0054】

レーザ光源10は、駆動装置72を介して制御装置70に接続されている。駆動装置72は、制御装置70からの指示に基づいてレーザ光源10を点灯駆動する。また、シャッター12も、駆動装置74を介して制御装置70に接続されている。駆動装置74は、制御装置70からの指示に基づいてシャッター12を開閉駆動する。

10

【0055】

また、表示装置30も、パターン発生器76を介して制御装置70に接続されている。パターン発生器76は、制御装置70から供給された画像情報に応じてパターンを発生させる。表示装置30の複数の画素の各々がパターンに応じて入射光を変調し、画像情報に応じた画像が表示される。なお、図示しない移動装置の駆動等も、図示しない駆動装置が制御装置70からの指示に基づいて行う。

【0056】

次に、ホログラム記録処理について説明する。本実施の形態では、G色 R色 B色の順にレーザ光を出射して、RGB3色のレーザ光によってRGB3色に対応した3つのホログラムを波長多重記録して要素ホログラムを記録するものとする。また、シャッター12は、開状態とされるまでは閉状態である。

20

【0057】

駆動装置72により第1レーザ光源10₁、第2レーザ光源10₂、及び第3レーザ光源10₃の各々を点灯させる。まず、駆動装置74によりシャッター12₃を開状態にしてG色のレーザ光が通過するようにする。第3レーザ光源10₃からG色のレーザ光を照射すると共に、制御装置70からパターン発生器76にG色の画像情報を供給して、予め定めたタイミングで表示装置30にG色の表示画像を表示し、ホログラム記録媒体46にG色の表示画像をホログラムとして記録する。

【0058】

即ち、第3レーザ光源10₃から出射されたG色のレーザ光は、ミラー18で反射され第2光学素子16及び第1光学素子14を透過して、偏光ビームスプリッタ20に入射する。偏光ビームスプリッタ20を透過したG色のレーザ光(P偏光)は、物体光を生成する光学系を通過し、表示装置30に表示されたG色の表示画像に応じて変調された物体光となる。一方、偏光ビームスプリッタ20で反射されたG色のレーザ光(S偏光)は、参照光を生成する光学系を通過して参照光となる。G色のレーザ光から生成された物体光と参照光とが、必要露光時間10msの間、ホログラム記録媒体46に同時に照射される。物体光と参照光の干渉により、要素ホログラムのG色成分が記録される。

30

【0059】

次に、駆動装置74によりシャッター12₃を閉状態にし、シャッター12₂を開状態にしてR色のレーザ光が通過するようにする。第2レーザ光源10₂からR色のレーザ光を照射すると共に、制御装置70からパターン発生器76にR色の画像情報を供給して、予め定めたタイミングで表示装置30にR色の表示画像を表示し、ホログラム記録媒体46にR色の表示画像をホログラムとして記録する。

40

【0060】

第2レーザ光源10₂から出射されたR色のレーザ光は、第2光学素子16で反射されてG色のレーザ光と同軸とされ、第1光学素子14を透過して偏光ビームスプリッタ20に入射する。それ以外はG色の場合と同様にして、R色のレーザ光から生成された物体光と参照光とを生成する。R色のレーザ光から生成された物体光と参照光とが、必要露光時間44msの間、ホログラム記録媒体46に同時に照射されて、物体光と参照光の干渉により要素ホログラムのR色成分が記録される。

50

【 0 0 6 1 】

次に、駆動装置 7 4 によりシャッター 1 2₂ を閉状態にし、シャッター 1 2₁ を開状態にして B 色のレーザ光が通過するようにする。第 1 レーザ光源 1 0₁ から B 色のレーザ光を照射すると共に、制御装置 7 0 からパターン発生器 7 6 に B 色の画像情報を供給して、予め定めたタイミングで表示装置 3 0 に B 色の表示画像を表示し、ホログラム記録媒体 4 6 に B 色の表示画像をホログラムとして記録する。

【 0 0 6 2 】

第 1 レーザ光源 1 0₁ から出射された B 色のレーザ光は、第 2 光学素子 1 6 で反射されて G 色、R 色のレーザ光と同軸とされ、偏光ビームスプリッタ 2 0 に入射する。それ以外は G 色の場合と同様にして、B 色のレーザ光から生成された物体光と参照光とを生成する。B 色のレーザ光から生成された物体光と参照光とが、必要露光時間 1 4 0 m s の間、ホログラム記録媒体 4 6 に同時に照射されて、物体光と参照光の干渉により要素ホログラムの B 色成分が記録される。

10

【 0 0 6 3 】

以上の通り、R 色、G 色、及び B 色の表示画像に対応する複数のホログラムが、R 色、G 色、及び B 色のレーザ光によって波長多重記録される。これにより、フルカラーのホログラフィックステレオグラムの要素ホログラムが記録される。また、ホログラム記録媒体 4 6 を水平方向に移動させることで、複数の要素ホログラムが水平方向に並ぶようにホログラム記録媒体 4 6 に順次記録される。

20

【 0 0 6 4 】

< 総露光時間の短縮 >

次に、総露光時間の短縮について検証する。

本実施の形態では、必要露光時間が長いレーザ光源ほど、当該レーザ光源から出射されるレーザ光が光学素子を透過する回数が減るように、第 1 レーザ光源 1 0₁ を必要露光時間が 1 4 0 m s の B 色のレーザ光源とし、第 2 レーザ光源 1 0₂ を必要露光時間が 4 4 m s の R 色のレーザ光源とし、第 3 レーザ光源 1 0₃ を必要露光時間が 1 0 m s の G 色のレーザ光源とした。この場合に総露光時間が短縮されているか否かを検証する。

【 0 0 6 5 】

比較のために R G B 3 色のレーザ光源を種々の順序で配列した結果を表 1 に示す。レーザ配置は、R G B 3 色のレーザ光源を、第 1 レーザ光源 1 0₁、第 2 レーザ光源 1 0₂、及び第 3 レーザ光源 1 0₃ の何れに割り当てたかを示すものである。出力強度は、光学素子を透過した後の出力強度である。この例では、光学素子の透過率は、各色のレーザ光に対して 9 0 % である。また、上記の例示と同様に、R 色のレーザ光源の出力は 1 5 0 m W、必要露光時間は 4 4 m s である。G 色のレーザ光源の出力は 3 0 0 m W、必要露光時間は 1 0 m s である。B 色のレーザ光源の出力は 5 0 m W、必要露光時間は 1 4 0 m s である。

30

【 0 0 6 6 】

【表 1】

レーザ配置			出力強度 (mW)			実露光時間 (秒)			総露光時間(秒)
3	2	1	B	G	R	B	G	R	
B	G	R	40.500	270.000	150.000	0.173	0.009	0.040	0.222
B	R	G	40.500	300.000	135.000	0.173	0.008	0.044	0.225
G	B	R	40.500	243.000	150.000	0.156	0.010	0.040	0.206
G	R	B	50.000	243.000	135.000	0.140	0.010	0.044	0.194
R	B	G	45.000	300.000	121.500	0.156	0.008	0.049	0.213
R	G	B	50.000	270.000	121.500	0.140	0.009	0.049	0.198

40

【 0 0 6 7 】

表 1 に示すように、本実施の形態と同様に、R G B 3 色のレーザ光源を、必要露光時間が長いレーザ光源ほど、当該レーザ光源から出射されるレーザ光が光学素子を透過する回

50

数が減るように配置すると、他の順序で配置した場合に比べて、総露光時間が0.194秒と最も短くなることが分かる。これは、光学素子を透過した後の出力強度が低下しても、実露光時間が必要露光時間よりも長くないためである。

【0068】

一方、第1レーザ光源10₁をB色のレーザ光源とし、第2レーザ光源10₂をG色のレーザ光源とし、第3レーザ光源10₃をR色のレーザ光源とすると、本実施の形態の順序で配置した場合に比べて、G色、R色の出力強度が低下した結果、各々の実露光時間も長くなり、総露光時間が0.198秒と微増することが分かる。

【0069】

また、第1レーザ光源10₁をG色のレーザ光源とし、第2レーザ光源10₂をR色のレーザ光源とし、第3レーザ光源10₃をB色のレーザ光源とすると、本実施の形態の順序で配置した場合に比べて、B色、R色の出力強度が低下した結果、各々の実露光時間も長くなり、総露光時間が0.225秒まで増加することが分かる。

10

【0070】

即ち、本実施の形態の順序で配置すると、RGB3色のレーザ光源を、必要露光時間が長いレーザ光源ほど、当該レーザ光源から出射されるレーザ光が光学素子を透過する回数が増えるように、本実施の形態とが逆の順序で配置した場合に比べて、総露光時間を14%短縮できることが分かる。

【0071】

なお、上記の例では、R色のレーザ光源の出力(150mW)、G色のレーザ光源の出力(300mW)、B色のレーザ光源の出力(50mW)で、G色>R色>B色の順でレーザ光源の出力が大きい。しかしながら、上記の例は一例であり、記録装置に使用するレーザ光源の出力は、一概にG色>R色>B色であるとは限らない。レーザ光源の選択によっては他の配置もあり得る。但し、一般に、出力の大きなレーザは、B色の方が高価である。このため、B色のレーザ光源を低出力とした方が、低コスト化が図られる。

20

【0072】

なお、上記実施の形態で説明したホログラム記録装置の構成は一例であり、本発明の主旨を逸脱しない範囲内においてその構成を変更してもよいことは言うまでもない。

【符号の説明】

【0073】

30

10 レーザ光源

12 シャッター

14 光学素子

16 光学素子

18 ミラー

20 偏光ビームスプリッタ

20 a 反射面

22 空間フィルタ

24 レンズ

26 スリット

40

28 偏光ビームスプリッタ

28 a 反射面

30 表示装置

32 レンズ

34 レンズ

35 拡散部材

36 ミラー

40 レンズ

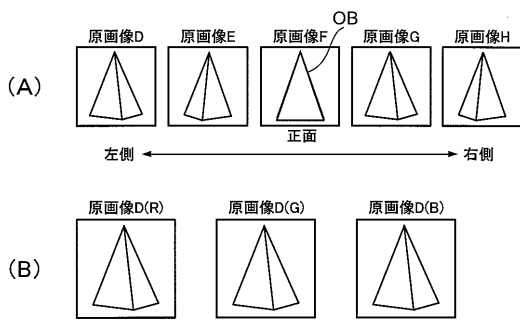
41 遮光板

41 a アパーチャ

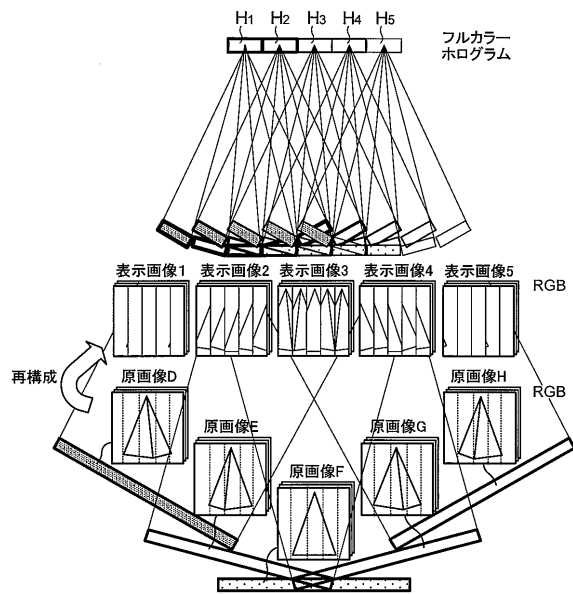
50

- 4 2 レンズ
- 4 4 集光レンズ
- 4 6 ホログラム記録媒体
- 4 8 ミラー
- 5 0 ミラー
- 5 2 ミラー
- 5 4 空間フィルタ
- 5 6 レンズ
- 5 8 ミラー
- 6 0 スリット
- 7 0 制御装置
- 7 2 駆動装置
- 7 4 駆動装置
- 7 6 パターン発生器
- 1 0 0 レーザ光出力部

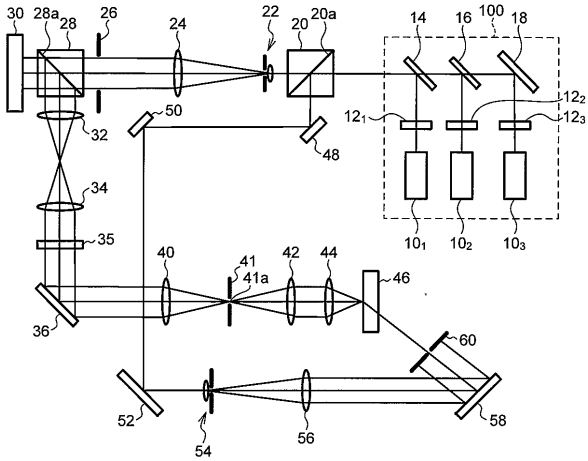
【 図 1 】



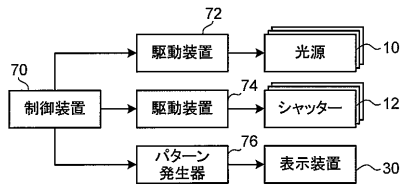
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2K008 BB04 BB06 EE04 FF08 HH03 HH06 HH07 HH13 HH17 HH18
HH23 HH25 HH26