

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5084397号
(P5084397)

(45) 発行日 平成24年11月28日 (2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日 (2012.9.14)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 3 H 1/22 (2006.01)

G 0 3 H 1/22

G 0 3 H 1/26 (2006.01)

G 0 3 H 1/26

G 1 1 B 7/0065 (2006.01)

G 1 1 B 7/0065

G 1 1 B 7/126 (2012.01)

G 1 1 B 7/125

B

G 1 1 B 7/1392 (2012.01)

G 1 1 B 7/135

Z

請求項の数 4 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-214955 (P2007-214955)

(22) 出願日 平成19年8月21日 (2007.8.21)

(65) 公開番号 特開2009-48002 (P2009-48002A)

(43) 公開日 平成21年3月5日 (2009.3.5)

審査請求日 平成21年10月16日 (2009.10.16)

特許権者において、実施許諾の用意がある。

(73) 特許権者 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(74) 代理人 100097984

弁理士 川野 宏

(72) 発明者 室井 哲彦

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日

本放送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 石井 紀彦

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日

本放送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 木下 延博

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日

本放送協会放送技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホログラム再生装置およびホログラム記録再生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

データ情報を担持した信号光と、参照光とを干渉させ、得られた干渉縞をページデータとして記録されてなるホログラム記録媒体に対し、該参照光を照射して、該ページデータ情報を再生するホログラム再生装置において、

前記ページデータ情報の再生を行う際に、前記ホログラム記録媒体の歪みによる再生光の波面の乱れを補償するように、前記参照光の光路中に、該参照光の波面を制御する参照光波面制御手段と該参照光の進行方向を制御する参照光進行方向制御手段を配設し、

前記ホログラム記録媒体と、再生像取得用の撮像手段との間に、前記再生光を分岐するハーフミラーを配設し、該撮像手段方向とは異なる再生光分岐方向に、該ハーフミラーにより分岐された再生光の波面を検出する波面センサを設けたことを特徴とするホログラム再生装置。

【請求項 2】

前記参照光波面制御手段は、前記参照光進行方向制御手段を構成する、所定の回転軸を中心として回転し得る回転ステージ上に配されたことを特徴とする請求項 1 記載のホログラム再生装置。

【請求項 3】

前記波面センサにより検出された再生光の波面情報に基づきフィードバック制御を行う制御部を設けたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のホログラム再生装置。

【請求項 4】

10

20

データ情報を担持した信号光と、参照光とを干渉させてホログラム記録媒体に干渉光による干渉縞をページデータとしてホログラフィック記録し、記録された該ページデータ情報を再生するホログラム記録再生装置において、

前記ページデータ情報の再生を行う際に、前記ホログラム記録媒体の歪みによる再生光の波面の乱れを補償するように、前記参照光の光路中に、該参照光の波面を制御する参照光波面制御手段と該参照光の進行方向を制御する参照光進行方向制御手段を配設し、

前記ホログラム記録媒体と、再生像取得用の撮像手段との間に、前記再生光を分岐するハーフミラーを配設し、該撮像手段方向とは異なる再生光分岐方向に、該ハーフミラーにより分岐された再生光の波面を検出する波面センサを設けたことを特徴とするホログラム記録再生装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高密度多重記録が可能なホログラム再生装置およびホログラム記録再生装置に関し、特に、デジタルデータ（例えば大容量の保存用アーカイブデータ）のホログラフィックメモリへの再生または記録再生を行う装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、情報記録において光ディスクなどの光情報記録媒体が普及しつつある。また、より高速・大容量を目指した次世代光情報記録媒体の研究・開発が活発に行われている。

20

【0003】

その中でも、記録容量を大幅に高めることができるという観点から、ホログラム記録再生方式を利用した種々の多重記録再生装置が提案されている（例えば、下記特許文献1）。

【0004】

ここで、従来のホログラム記録再生装置を図4を用いて説明する。

レーザ光源201から出射されたコヒーレントなレーザ光束は、発散レンズ202およびコリメートレンズ203からなるビームエキスパンダにより光束径を拡大され、半波長板204を透過し、偏光ビームスプリッタ206により2系の光束に分岐され、それぞれ信号光（物体光：実際には空間光変調素子208により信号光とされる）および参照光として機能せしめられる。

30

偏光ビームスプリッタ206により分岐された信号光は、偏光ビームスプリッタ207を介して空間光変調素子208に照射される。

【0005】

記録すべきデジタル情報はページデータと称される2次元配列に整列され、空間光変調素子208に順次表示され、これにより通過する（反射する）光を空間的に変調する。空間光変調素子208から出射された信号光は、入射した状態とは偏光方向が変化しており、偏光ビームスプリッタ207において反射され、フーリエ変換レンズ210によって光学的にフーリエ変換されてホログラム記録媒体211へ照射される。このときホログラム記録媒体211中の信号光が通過する場所へ、別角度から、偏光ビームスプリッタ206で分岐した参照光を同時に照射すると記録媒体211内部の体積中に干渉縞が生じ、この縞分布を屈折率分布などの形態で記録媒体211の記録領域に転写することによりホログラム記録を行う。そして、異なるページデータを空間光変調素子208に表示させつつ、参照光のホログラム記録媒体211への入射角度を少しずつ変化させることにより、互いに異なるページデータを記録媒体211中の同一領域へ多重記録することが可能となり、高密度な情報格納が可能となる。

40

【0006】

なお、上記光路中には、光束を偏向するための反射ミラー205、221および光束を適宜通過／遮断するためのシャッタ209、224が配設されている。

【0007】

50

一方、ホログラム記録媒体 2 1 1 に記録されたページデータを再生する場合には、上記の如くして記録した際の入射角度と同一角度で参照光を記録媒体 2 1 1 に照射せしめることにより、同一の記録領域に複数のページデータが多重記録されていても、所望するページデータのみを選択的に取り出し、フーリエ変換レンズ（結像レンズ）2 1 2 を介して C C D（撮像素子）2 1 4 にて撮像することができる。

【0008】

【特許文献1】特開 2 0 0 4 - 2 7 2 2 6 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

10

ホログラム記録媒体として光感光性樹脂材料（フォトポリマー）を用いた場合、記録媒体内部に屈折率差を生じさせてホログラムを記録する。このとき、光重合によりフォトポリマーが収縮する。そのため、記録された干渉縞が歪んでしまい、きれいな再生像が得られず、再生データの S N R が低下する。

【0010】

さらに、ホログラム記録媒体への信号記録時と信号再生時との間で温度差が生じた場合、記録媒体の歪み度合いに差異が生じる。このため、信号再生時には信号記録時と同様の照射条件で参照光を記録媒体に入射させたとしても、記録したビットデータを誤りなく再生することが難しく、再生データの S N R が低下する。

【0011】

20

記録領域の全体に亘る歪みであれば、再生時において記録媒体に照射する上記参照光の入射角度を調整することにより再生光の波面の乱れを補償して、S N R を向上することができるが、記録媒体に局所的に不均一な歪みも同時に生じている場合には、上記参照光の入射角度を調整すること等によっては補償しきれない。

【0012】

これに対し、波面制御装置を用いれば、このような局所的に生じる不均一な歪みによる再生光の波面の乱れを補償して、S N R を向上することができるものの、波面制御装置はその動作範囲が小さいため、記録媒体の全体に亘る歪みによる再生光波面の乱れを十分に補償することが困難である。

【0013】

30

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、ホログラムに記録されていたページデータを情報再生する際に、不均一な歪みが、記録媒体の全体に亘って生じている場合であっても、局所的に生じている場合であっても、再生光波面の乱れを十分に補償して、S N R を向上することが可能なホログラム再生装置およびホログラム記録再生装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明のホログラム再生装置は、

データ情報を担持した信号光と、参照光とを干渉させ、得られた干渉縞をページデータとして記録されてなるホログラム記録媒体に対し、該参照光を照射して、該ページデータ情報を再生するホログラム再生装置において、

40

前記ページデータ情報の再生を行う際に、前記ホログラム記録媒体の歪みによる再生光の波面の乱れを補償するように、前記参照光の光路中に、該参照光の波面を制御する参照光波面制御手段と該参照光の進行方向を制御する参照光進行方向制御手段を配設し、

前記ホログラム記録媒体と、再生像取得用の撮像手段との間に、前記再生光を分岐するハーフミラーを配設し、該撮像手段方向とは異なる再生光分岐方向に、該ハーフミラーにより分岐された再生光の波面を検出する波面センサを設けたことを特徴とするものである。

【0015】

この場合において、

50

前記参照光波面制御手段は、前記参照光進行方向制御手段を構成する、所定の回転軸を中心として回転し得る回転ステージ上に配することが好ましい。

【 0 0 1 7 】

さらに、前記波面センサにより検出された再生光の波面情報に基づきフィードバック制御を行う制御部を設けることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

また、本発明のホログラム記録再生装置は、

データ情報を担持した信号光と、参照光とを干渉させてホログラム記録媒体に干渉光による干渉縞をページデータとしてホログラフィック記録し、記録された該ページデータ情報を再生するホログラム記録再生装置において、

前記ページデータ情報の再生を行う際に、前記ホログラム記録媒体の歪みによる再生光の波面の乱れを補償するように、前記参照光の光路中に、該参照光の波面を制御する参照光波面制御手段と該参照光の進行方向を制御する参照光進行方向制御手段を配設し、

前記ホログラム記録媒体と、再生像取得用の撮像手段との間に、前記再生光を分岐するハーフミラーを配設し、該撮像手段方向とは異なる再生光分岐方向に、該ハーフミラーにより分岐された再生光の波面を検出する波面センサを設けたことを特徴とするものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

本発明のホログラム再生装置およびホログラム記録再生装置によれば、参照光の光路内に、参照光の進行方向を制御する参照光進行方向制御手段と、参照光の波面を制御する参照光波面制御手段の両方を設けるように構成している。したがって、ホログラム記録情報を再生する際に、参照光が参照光進行方向制御手段を通過する際に、記録媒体の全記録領域に亘って生じている記録媒体の歪みによる再生光の波面の乱れを補償し、一方、参照光が参照光波面制御手段を通過する際に記録媒体の局所的な不均一の歪みによる再生光の波面の乱れを補償することができる。すなわち、本発明のホログラム記録再生装置によれば、記録媒体の全記録領域に亘った歪みおよび記録媒体の局所的な領域に生じている不均一の歪みのいずれに対しても、それにより発生する再生光の波面の乱れを補償して、S N Rを向上させることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明の実施形態に係るホログラム情報記録再生装置を図面を参照しつつ、情報記録機能と情報再生機能に分けて説明する。なお、本発明においてホログラム再生装置と称するときは、少なくとも、下記情報再生機能を備えた装置を意味するものとする。

【 0 0 2 1 】

実施例 1

図 1 は、本発明の実施例 1 に係るホログラム記録再生装置の主要光学系を示す概略図である。

【 0 0 2 2 】

< 情報記録機能 >

図 1 に示すように、レーザ光源 1 から出射されたコヒーレントなレーザ光束は、発散レンズ 2 およびコリメートレンズ 3 からなるビームエキスパンダにより光束径を拡大され、半波長板 4 を透過し反射ミラー 5 により反射された後、偏光ビームスプリッタ 6 により 2 系の光束に分岐され、それぞれ信号光（物体光：実際には空間光変調素子 8 により信号光とされる）および参照光として機能せしめられる。

【 0 0 2 3 】

上記参照光は、波面制御器（詳細は後述する）21により反射され、光束を適宜通過／遮断するためのシャッタ 24 を介してホログラム記録媒体 11 上の所定の領域に照射される。また、波面制御器（詳細は後述する）21は、載設台の略中心位置を回転軸として回

10

20

30

40

50

動自在とされてなる回転器（回転ステージ）２２の載設台上に設置される。

【００２４】

一方、上記信号光は、偏光ビームスプリッタ７を介して空間光変調素子８に照射される。

空間光変調素子８としては、液晶表示パネルやＤＭＤ（デジタルマイクロミラーデバイス：Digital Micromirror Device）等のライトバルブが用いられる。空間光変調素子８上の各ピクセルがページデータ上の２値のデジタル情報に応じて光を通過（図１の例では反射）／遮断することで、空間的に光を変調する。この変調処理によりページデータ情報を担持した信号光が生成される。

【００２５】

10

空間光変調素子８から出射された信号光は、入射した状態とは偏光方向が変化しており、偏光ビームスプリッタ７において反射され、シャッタ９を通過した後フーリエ変換レンズ（ＦＴＬ：Fourier Transform Lens）１０によって光学的にフーリエ変換されてホログラム記録媒体１１へ照射される。このときホログラム記録媒体１１中の信号光が照射される領域へ、別角度から、上記参照光が同時に照射されるので、記録媒体１１内部の体積中に干渉縞が生じ、この縞分布を屈折率分布などの形態で記録媒体１１の記録領域に転写することによりホログラム記録が行われる。

なお、参照光の光路中のシャッタ２４の前後にはレンズ２３、２５が配設されている。

【００２６】

上記波面制御器２１としては、具体的には、液晶表示パネル（ＬＣＤ）やデフォーマブルミラー等を用いることができる。

20

【００２７】

また、異なるページデータを空間光変調素子８に表示させつつ、参照光のホログラム記録媒体１１への入射角度を少しずつ変化させることにより、互いに異なるページデータを記録媒体１１中の同一領域へ多重記録することが可能となり、より高密度な情報格納が可能となる。

【００２８】

< 情報再生機能 >

次に、情報再生時においては、シャッタ２４を通過した参照光は、情報記録時と同様の入射角度および位置において、ホログラム記録媒体１１の所定の領域に照射される。なお、シャッタ９は閉じた状態とされる。

30

【００２９】

すなわち、所望のページデータを再生する場合には、この所望のページデータを記録した情報記録時と同一の参照光入射条件となるように設定して、参照光をホログラム記録媒体１１に入射せしめることにより、所望のページデータ情報を担持した再生光（回折光）がホログラム記録媒体１１から出力され、この再生光がフーリエ変換レンズ１２を介してＣＣＤ１４からなる撮像素子に入射し撮像される。

【００３０】

ところで、上述したように、上記波面制御器２１は、載設台の略中心位置を回転軸として回転自在とされてなる回転器（回転ステージ）２２の載設台上に設置されてなり、波面制御器２１により設定される波面の態様、および回転器２２の回転角度位置は、計測制御装置２７からの指示信号に基づいて、制御されるようになっている。すなわち、この波面制御器２１によって反射される参照光は、その波面の態様（形状）が、上記指示信号に基づく波面制御器２１の設定により決定され、一方、その参照光の進行方向（反射角度）が、上記指示信号に基づく回転器２２の回転角度位置により決定される。

40

【００３１】

上述した、フーリエ変換レンズ１２とＣＣＤ１４の間の再生光の光路中には、ハーフミラー１３が配されていて、このハーフミラー１３で偏向されたホログラム記録媒体１１からの再生光は、波面センサ２６により受光されて波面が測定されるようになっており、この測定された波面情報は、上述した計測制御装置２７に送出される。計測制御装置２７は

50

、この波面情報に基づき、再生光の波面を揃えるべく、前述した如く波面制御器 2 1 により設定される波面を制御する。これにより、ホログラム記録媒体 1 1 の所定の領域に局部的に生じる不均一な歪みによる再生光波面の乱れを補償するように制御がなされることになる。

【 0 0 3 2 】

また、計測制御装置 2 7 は、CCD 1 4 あるいは波面センサ 2 6 からの再生像の輝度分布や波面情報に基づき、再生像の輝度分布や波面状態が最も良好となるように、回転器 2 2 の回転角度位置を制御する。これにより、ホログラム記録媒体 1 1 の全記録領域に亘って生じる歪みによる再生光波面の乱れを補償するように制御がなされることになる。

【 0 0 3 3 】

また、上記計測制御装置 2 7 による回転器 2 2 と波面制御器 2 1 の制御手順としては、まず、回転器 2 2 を回転駆動せしめ、この間に、連続して得られる再生像の輝度分布や波面を測定し、その測定結果に基づき、輝度分布や波面状態が最も良好となった回転角度位置に、回転器 2 2 を設定する。

【 0 0 3 4 】

次に、上記波面センサ 2 6 により得られた再生光の波面を観察し、再生光の波面が揃うように、波面制御器 2 1 に対して、所定の制御信号を送出する。

なお、上記制御は、フィードバック制御によりなされるが、系の伝達関数が予め求められ、設定される。

【 0 0 3 5 】

以上に説明したように、本実施例に係るホログラム記録再生装置によれば、ホログラム記録媒体の歪みによる再生光の波面の乱れを補償し、S N R を向上することができる。

【 0 0 3 6 】

実施例 2

図 2 は、本発明の実施例 2 に係るホログラム記録再生装置の主要光学系を示す概略図である。本実施例は、実施例 1 のホログラム記録再生装置と同様に構成されているが、実施例 1 における波面制御器 2 1 と回転器 2 2 とが位置的に分離されている点において相違している。したがって、実施例 1 において説明した各部材と同様の機能を有する部材については、実施例 1 における各部材番号に 1 0 0 を加えた部材番号によって表し、機能的に変更されていない部材については、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 7 】

上述したように、本実施例においては、波面制御器 1 2 1 と回転器 1 2 2 とが位置的に分離されている。すなわち、波面制御器 1 2 1 は回転器 1 2 2 の載設台上に配設されるのではなく、装置筐体に対して固定的に配設される。一方、回転器 1 2 2 の載設台上には、単に参照光を反射するためのミラー 1 2 8 が載設されており、偏光ビームスプリッタ 1 0 6 で分岐された参照光は、波面制御器 1 2 1 およびミラー 1 2 8 の 2 面で反射された後、シャッタ 1 2 4 に導かれることになる。

【 0 0 3 8 】

この実施例 2 によっても、上述した実施例 1 のものと同様の作用効果を得ることが可能である。

【 0 0 3 9 】

なお、本発明のホログラム情報記録再生装置としては上記実施形態のものに限られるものではなく、その他の種々の態様の変更が可能である。例えば、装置の光学系を構成する部材の配置としては、必ずしも上記実施形態のものに限られるものではない。また、例えば、参照光進行方向制御手段としては、上述した回転器に替えて、電気光学変調素子や音響光学変調素子等を用いることが可能である。

【 0 0 4 0 】

再生光の波面の評価

上述した実施例 1 に係るホログラム記録再生装置によって得られた再生光の波面について、その位相差の R M S を測定することにより、評価を行った。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

図 3 は、この場合の結果を示すグラフであり、横軸はフィードバック制御の繰返し回数 (i) を、縦軸は R M S を、それぞれ表すものである。

【 0 0 4 2 】

図 3 から明らかなように、繰返し回数 (i) を 5 0 回程度以上とすることにより、R M S を 7 . 0 程度から 1 . 8 程度まで減少することができた。

【 0 0 4 3 】

なお、実施例 2 に係るホログラム記録再生装置についても、略同様の結果が得られた。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 4 】

10

【図 1】本発明の実施例 1 に係るホログラム記録再生装置の主要光学系を示す概略図

【図 2】本発明の実施例 2 に係るホログラム記録再生装置の主要光学系を示す概略図

【図 3】本発明の実施形態に係る制御方法による再生光の位相差 (R M S) の変化を示すグラフ

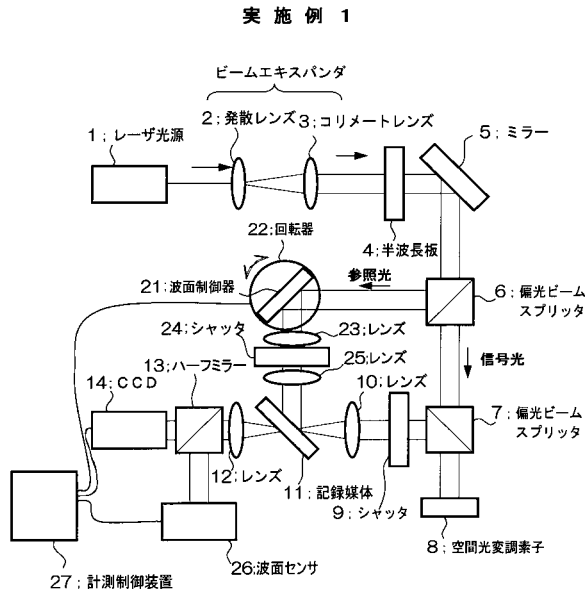
【図 4】従来技術に係るホログラム記録再生装置の主要光学系を示す概略図

【符号の説明】

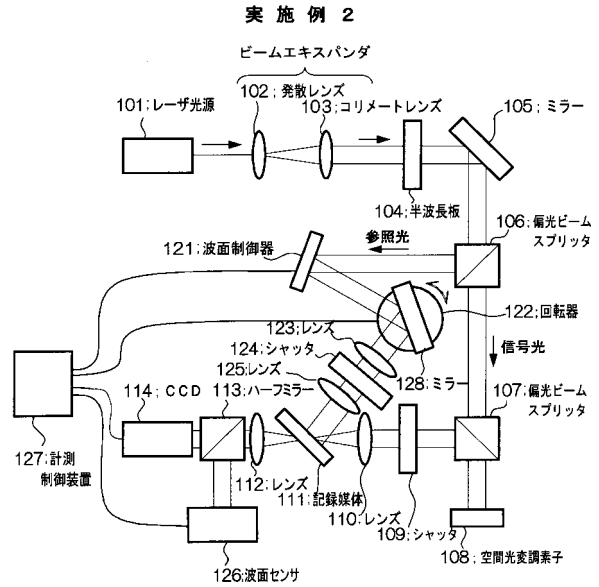
【 0 0 4 5 】

1、1 0 1、2 0 1	レーザ光源	
2、1 0 2、2 0 2	発散レンズ	
3、1 0 3、2 0 3	コリメートレンズ	20
4、1 0 4、2 0 4	半波長板	
5、1 0 5、1 2 8、2 0 5、2 2 1	ミラー	
6、7、1 0 6、1 0 7、2 0 6、2 0 7	偏光ビームスプリッタ	
8、1 0 8、2 0 8	空間光変調素子	
9、2 4、1 0 9、1 2 4、2 0 9、2 2 4	シャッター	
1 0、1 2、2 3、2 5、1 1 0、1 1 2、1 2 3、1 2 5、2 1 0、2 1 2	レンズ	
1 1、1 1 1、2 1 1	ホログラム記録媒体	
1 3、1 1 3	ハーフミラー	
1 4、1 1 4、2 1 4	C C D	
2 1、1 2 1	波面制御器	30
2 2、1 2 2	回転器	
2 6、1 2 6	波面センサ	
2 7、1 2 7	計測制御装置	

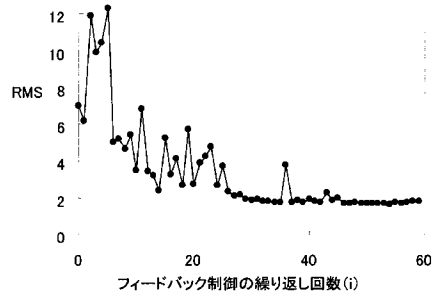
【図 1】



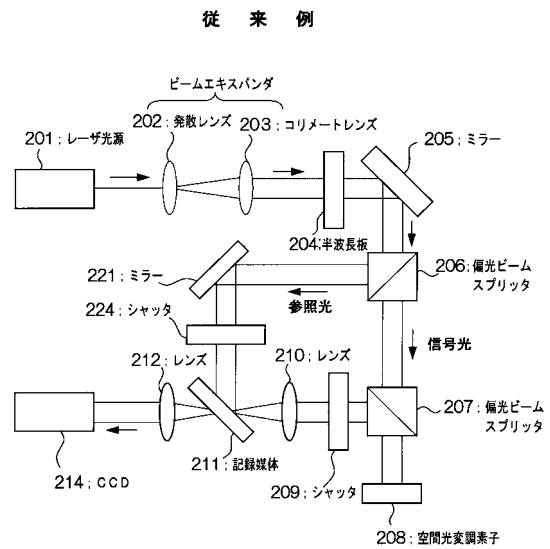
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

G 1 1 B 7/135 (2012.01)

(72)発明者 清水 直樹

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(72)発明者 上條 晃司

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

審査官 竹村 真一郎

(56)参考文献 特開2006-268933(JP,A)

特開2005-084298(JP,A)

特開2007-141295(JP,A)

特開2007-178780(JP,A)

特開平08-075925(JP,A)

特開2007-132872(JP,A)

特開2005-242304(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 3 H 1 / 0 0 - 1 / 3 4

G 1 1 B 7 / 0 0 6 5、7 / 1 2 6、7 / 1 3 5、7 / 1 3 9 2