(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2006 年9 月21 日 (21.09.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/098419 A1

(51) 国際特許分類:
G11B 7/0065 (2006.01) *G03H 1/26* (2006.01)
G03H 1/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2006/305319

(22) 国際出願日: 2006 年3 月13 日 (13.03.2006)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2005-074748 2005 年3 月16 日 (16.03.2005) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パイオニア株式会社 (PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒1538654 東京都目黒区目黒１丁目４番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小笠原 昌和 (OGASAWARA, Masakazu) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見６丁目１番１号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 伊藤 善尚 (ITOH, Yoshihisa) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見６丁目１番１号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 窪田 義久 (KUBOTA, Yoshihisa) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見６丁目１番１号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 藤村 元彦 (FUJIMURA, Motohiko); 〒1040045 東京都中央区築地４丁目１番１号東劇ビル 藤村合同特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

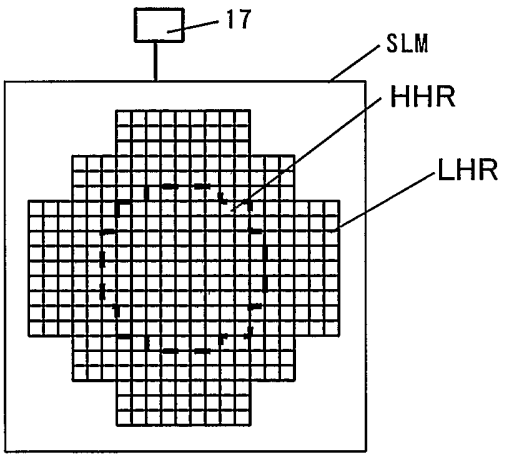
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) **Title:** HOLOGRAM RECORDING/REPRODUCING DEVICE AND HOLOGRAM RECORDING METHOD

(54) 発明の名称: ホログラム記録再生装置及びホログラム記録方法



(57) **Abstract:** There is provided a hologram recording/reproducing device for a hologram recording medium containing optical interference fringes by a coherent reference light and a signal light as diffraction grating. The hologram recording/reproducing device is connected to a space light modulator and includes a control circuit for controlling each of the pixels so as to generate a signal light by modulating the reference light in accordance with the information data. The control circuit spatially divides pixels of the space light modulator into a center modulation region arranged on the optical axis and at least one annular modulation region arranged coaxially around the center modulation region. The control circuit controls the pixels in the center modulation region and the annular modulation region by different recording modulation methods and makes the signal light propagate in the center modulation region and in the annular modulation region.

(57) 要約: 可干渉性の参照光及び信号光による光学干渉縞を回折格子として内部に保存するホログラム記録媒体のホログラム記録再生装置であって、空間光変調器に接続されかつ、情報データに応じて参照光を変調して信号光を生成するように、ピクセルの各々を制御する制御回路を有し、制御回路は、空間光変調器の複数のピクセルを、光軸上に配置された中央変調領域とその周囲に同心円状に順に配置された少なくとも１つの環状変調領域とに空間的に区分し、中央変調領域及び環状変調領域毎に互いに異なる記録変調方式でピクセルを制御して、信号光をそれぞれ中央変調領域及び環状変調領域毎に伝搬させる。

WO 2006/098419 A1

明細書

ホログラム記録再生装置及びホログラム記録方法

技術分野

本発明は、空間光変調器を介して信号光をホログラム記録媒体（以下、単に記録媒体という）に照射して、情報を記録するホログラム記録再生装置及び該記録媒体から情報を再生するホログラム再生装置及びホログラム記録方法に関する。

背景技術

高密度情報記録のために、２次元データを高密度記録できるホログラムが注目されている。このホログラムの特徴は、記録情報を担持する光の波面を、フォトリフラクティブ材料などの光感応材料からなる記録媒体に体積的に屈折率の変化として記録することにある。

例えば、記録媒体へのデータの記録を行うホログラム記録装置が知られている（特開２００４－１３９０２１号公報、参照）。図１は、係るホログラム記録装置４００を表す模式図である。ホログラム記録装置４００は、レーザ光源１０、二次元型ビームエキスパンダ４２０、ハーフミラー３０、空間変調素子４４０、ミラー４５０、二次元型受光素子４６０、凸レンズ８３～８５、制御部４９０から構成され、ホログラム記録媒体７への情報の記録および再生を行う。空間変調素子４４０は、縦横２次元方向に複数のピクセル（画素）を有し、入射したレーザ光を２次元的に変調する液晶表示素子である。ミラー４５０は空間変調素子４４０を通過したレーザ光を反射しその方向を変える光学素子である。制御部４９０は、データ記憶部９１、制御量調節部４９２、空間変調器駆動部４９３から構成される。データ記憶部９１はホログラム記録媒体７に記録するデータを記憶す

る記憶部である。制御量調節部４９２は、それぞれの個別回折制御素子４１の位置に応じて空間変調素子４４０の画素の制御量を調節する。この結果、ホログラム記録媒体７に到達する信号光の光量の均一性の向上が図られる。

このように、光強度分布の均一化のためにはレーザ光の回折効率制御を行っても可能であるが、一般的には、ビーム整形素子などを用いて光強度分布を均一化している。

発明の開示

空間変調素子すなわち空間光変調器により変調された信号光と空間光変調器を経ない可干渉光ビームすなわち参照光とが、記録媒体内で干渉させられる。これにより、記録媒体に情報データがホログラム領域（光学干渉縞の回折格子）としてホログラム記録される。

従来のホログラム記録再生装置によれば、高密度化のために空間光変調器におけるピクセルのサイズやピッチを小さくすると、その回折による１次光と変調を受けていない成分に該当する０次光との間で記録媒体上でのこれらの集光位置の間隔は広がる。よって、これらの回折光が照射される記録媒体における記録領域の面積を大きくする、又は、空間光変調器及びその射出側の光学系などの光路断面積を大きくする必要性が生じる。そして、広い面積の記録領域に記録するためには、巨大パワーのレーザ装置などの強力な光源が必要となってしまい、これは、製造コストなどの観点から問題である。

そこで本発明の解決しようとする課題には光強度分布の不均一を許容し、記録密度及び記録容量を向上させることが可能であり、小型化に適したホログラム記録再生装置及びホログラム記録方法を提供することが１例として挙げられる。

本発明のホログラム記録再生装置は、可干渉性の参照光及び信号光による光学干渉縞を回折格子として内部に保存するホログラム記録媒体のホログラム記録再生装置であって、

可干渉性の参照光を発生する光源と、

前記参照光の光軸上に配置されかつ複数のピクセルを含みこれらにより前記参照光を変調して信号光を生成する空間光変調器と、

前記信号光及び前記参照光を前記ホログラム記録媒体へ向け照射して、前記ホログラム記録媒体の内部に前記信号光及び前記参照光の光干渉縞によるホログラム領域を形成する干渉部と、

前記参照光又は前記参照光により生じた前記ホログラム領域からの再生光を受光する像センサと、を備え、

前記空間光変調器及び像センサに接続されかつ、情報データに応じて前記参照光を変調して信号光を生成するように、前記ピクセルの各々を制御する制御回路を有し、

前記制御回路は、前記複数のピクセルを、前記光軸上に配置された中央変調領域とその周囲に同心円状に順に配置された少なくとも１つの環状変調領域とに空間的に区分し、前記中央変調領域及び環状変調領域毎に互いに異なる記録変調方式で前記ピクセルを制御して、前記信号光をそれぞれ前記中央変調領域及び環状変調領域毎に伝搬させることを特徴とする。

本発明のホログラム記録方法は、可干渉性の参照光の光軸上に配置されかつ複数のピクセルを含みこれらにより前記参照光を変調して信号光を生成する空間光変調器と、前記信号光及び前記参照光を前記ホログラム記録媒体へ向け照射し

て、前記ホログラム記録媒体の内部に前記信号光及び前記参照光の光干渉縞によるホログラム領域を形成する干渉部と、前記参照光又は前記参照光により生じた前記ホログラム領域からの再生光を受光する像センサと、を備えたホログラム記録再生装置におけるホログラム記録方法であって、

前記参照光又は前記参照光により生じた前記ホログラム領域からの再生光を受光した前記像センサによって光強度分布を計測する工程と、

前記計測された光強度分布に基づいて、前記複数のピクセルを、前記光軸上に配置された中央変調領域とその周囲に同心円状に順に配置された少なくとも１つの環状変調領域とに空間的に区分する工程と、

前記中央変調領域及び環状変調領域毎に互いに異なる記録変調方式で前記ピクセルを制御する工程と、を含むことを特徴とする。

図面の簡単な説明

図１は、従来のホログラム記録装置４００を表す模式図である。

図２は、レーザ光源から射出された光ビームの光強度分布を示すグラフである。

図３は、本発明によるホログラム記録再生装置のピックアップにおける空間光変調器の平面図である。

図４は、本発明によるホログラム記録再生装置のピックアップにおける像センサの平面図である。

図５は、図４のＡＡ線における像センサ上の照射光の光強度分布を示すグラフである。

図６及び図７は、本発明によるホログラム記録再生装置のピックアップにおける空間光変調器の平面図である。

図８は、本発明によるホログラム記録再生装置のピックアップにおける像センサの平面図である。

図９は、図８のＡＡ線における像センサ上の規格化した照射光の光強度分布を示すグラフである。

図１０は、本発明によるホログラム記録再生装置のピックアップにおける空間光変調器の平面図である。

図１１～図１３は、本発明によるホログラム記録再生装置のピックアップにおける空間光変調器の多値変調領域の境界と照射光の光強度分布を説明する線図である。

図１４は、本発明によるホログラム記録再生装置のピックアップにおける空間光変調器の多値変調領域の境界を説明する線図である。

図１５は、本発明による他の実施形態のホログラム記録再生装置のピックアップにおける空間光変調器の平面図である。

図１６は、本発明による他の実施形態のホログラム記録再生装置の像センサ上の照射光の光強度分布を示すグラフである。

図１７～図１９は、本発明による他の実施形態のホログラム記録再生装置のピックアップにおける空間光変調器の平面図である。

図２０は、本発明によるホログラム記録再生装置の概略構成を示すブロック図である。

図２１及び図２２は、本発明によるホログラム記録再生装置のピックアップの概略を示す構成図である。

図２３は、本発明によるホログラム記録再生装置のピックアップにおける光検

出器を示す平面図である。

図２４は、本発明によるホログラム記録再生装置のピックアップの概略を示す構成図である。

図２５は、本発明のホログラム記録方法を示すフローチャートである。

図２６～図２９は、本発明によるホログラム記録再生装置のピックアップにおける像センサの平面図である。

図３０は、本発明のホログラム記録方法におけるパターンマッチングを示すフローチャートである。

発明の詳細な説明

［原理］

本発明によるホログラム記録再生装置の原理について図面を参照しつつ以下に説明する。

ホログラム記録再生装置に用いる半導体レーザなどのレーザ光源から射出される光は、一般的に、ガウスビームであり（図２参照）、記録媒体への光照射用対物レンズの開口内（有効光束内）における光軸上中央の光強度分布が高い。

ガウスビームをチェッカーパターン表示の空間光変調器ＳＬＭに照射すると、図３に示すように、空間光変調器ＳＬＭの中心付近は周りの端付近より明るく（Ｈ＞Ｌ）照らされる。よって、ホログラム記録再生装置において、照射された空間光変調器ＳＬＭ上の照度は不均一性を示す。ここでは、空間光変調器ＳＬＭに供給される情報データを２次元的に示し、入射光を透過せしめるピクセルを“１”として白で表し、入射光を遮蔽せしめるピクセルを“０”として黒で表すこととする。かかる２次元データはいわゆるページデータであり、例えば図３で

は、該ページデータは市松模様（チェッカーパターン）の白黒パターンで示されている。

このため、空間光変調器通過後のビームは、フーリエ変換光学系を通過して共役位置にある像センサＩＳに結像された像においても、図４及び図５に示すように、ビーム強度の不均一性（Ｈ＞Ｌ）を示す。

したがって、ホログラム記録再生装置での不均一強度のビームによるホログラム記録では、記録媒体に記録されたホログラムおいても不均一性の影響が残り、さらに、再生時に照射される参照光も不均一であるので、再生光により再構築された実像（像センサＩＳ上の再生像）も図４及び図５に示すものと同様に不均一分布を示す。すなわち、チェッカーパターン再生像の中心付近では白レベルと黒レベルの差（すなわちコントラスト（例えば白と黒の輝度の差（振幅）の１／２と平均輝度に対する比率））が十分で高コントラストＨＣとなり、周りの端付近ではコントラストが十分でない低コントラストＬＣとなる。逆に、像センサＩＳの周縁端付近で再生像が最適光量（最適コントラスト）となるように参照光を照射すると、像センサＩＳの中心付近では光量過多となる可能性がある。

このように、ガウスビームの参照光の場合には、再生光は像センサＩＳの中心付近の「白」状態で明るく、周りの端付近の「黒」状態では暗いので、ビーム強度を均一化するためのビーム整形素子などを採用して光強度分布の均一化を図ることも考えられるが、完全な均一化は不可能である。また、光強度分布を均一化する手法においては光強度分布の低い側に揃えるしかないため、光の利用効率が悪くなる。また、余分な光学素子が必要になるため低コスト化の妨げになる。

そこで、発明者は、像センサＩＳ上で得られる再生光による像のコントラスト

分布に応じて、空間光変調器における３値以上のレベル変調領域を決定するホログラム記録方式を提案する。これにより、ビーム強度が不均一な場合においても多値変調記録が可能となるため、ホログラムの記録密度を高めることができる。例えば、ホログラム記録において、空間光変調器のピクセル毎に白レベル及び黒レベルの２値での空間変調記録にグレイなどの中間階調の変調を加え、白レベル、黒レベル及びグレイレベルの３値での多値変調記録が可能である。これによって、同一のホログラム領域における記録密度を高めることができる。２値変調領域の境界となる３値以上のレベル変調領域の閾値レベルは、例えば図５に示すように、像センサＩＳ上の再生像における受光した最低ビーム強度Ｌｔとすると、最低ビーム強度Ｌｔの３倍程度である。よって、ｍ値（ただしｍ≧３）のレベル変調領域の最外周ピクセルの階調（レベル）をＴｈ＝ｍ×Ｌｔと設定することにより、記録再生において多値変調記録再生が可能となる。なお、閾値レベル及び変調領域の最外周ピクセルは、制御回路のメモリなどに予め保存テーブルとして格納しておくことができる。このような３値以上のレベル変調領域パターンと情報データの値の組合せとを、実験的、経験的、理論的、数学的又はシミュレーションなどにより予め特定しておき、例えば保存テーブルを作成してメモリに格納しておけば、後述のホログラム再生装置による再生を一層迅速かつ容易に行える。

空間光変調器ＳＬＭは、例えば図６に示すように、光軸上に配置されかつ可干渉光ビームを３値以上のレベルで光強度変調するとともに空間変調をなし通過又は反射させる中央の多値変調領域ＨＨＲと、中央の多値変調領域の周囲に同心円状に順に配置されかつ可干渉光ビームを中央の多値変調領域における多値以下の値で光強度変調するとともに空間変調をなし通過又は反射させる１つ以上

の環状の多値変調領域ＬＨＲと、に空間的に区分されている。

このように、実施形態の空間光変調器ＳＬＭでは、記録されるべき情報データに応じた２値変調を一様に全てのピクセルに対して行う代わりに、中央の多値変調領域内では３値以上の多値の強度変調に規定し、多値変調領域の外側では中央よりも低い２値変調を行う。すなわち、２値変調を一律に行うのではなく、参照光及び信号光の光強度の分布に応じて多値変調を行うのである。

なお、実施形態では用いる空間光変調器ＳＬＭは、ピクセルが情報データのビット単位となっており、例えば１ピクセルでデジタルデータを表現する場合、１ピクセルに入射する光の少なくとも「黒」、「グレイ」及び「白」の３階調で表すことができ、供給された多値の情報データに応じて可干渉光ビームを空間的に変調する装置である。よって、実施形態では空間光変調器ＳＬＭは、例えば、ピクセル毎に対応してスイッチング素子を設けたアクティブマトリクス駆動のＴＦＴ液晶パネルが好ましく用いられ、例えば、所定電圧印加によって液晶の分子軸の傾きを連続的に変化させて透過光強度をアナログ変調することでアナログ階調表示できる透過型液晶装置である。本実施形態では、特別な光学素子を用いることなく部分的ではあるが多値記録を行うことができるので、ホログラム記録容量を簡単な手法で増加できる。

［実施形態１］

図７に示すように、空間光変調器ＳＬＭは、中央の３値変調領域ＨＲ３と、その周囲に配置された環状の２値変調領域ＨＲ２と、に空間的に２つに分離されている。このため、図８及び図９に示すように、フーリエ変換光学系を通過して共役位置にある像センサＩＳに結像された再生像に基づく受光データおいて、空間

光変調器通過後の不均一ビームによっても、２値（白及び黒レベルの２階調）及び３値（白レベル、黒レベル及びグレイレベルの３階調）の記録が達成できる。すなわち、記録ビーム（参照光及び信号光）の強度不均一性及び記録媒体の不均一性に起因する再生像のコントラスト分布（像センサＩＳ上）に基づいて、再生像のコントラストが高い部分に対応する空間光変調器の多値変調領域のみ高い多値変調記録を行い、コントラストが低い部分に対応する空間光変調器の変調領域では２値変調記録を行うのである。

このように、多値変調記録は、空間光変調器において予めコントラストの高い再生像が得られる多値変調領域のみで、３値以上のレベル変調を行う。空間光変調器の多値変調領域は予め設定しておき、その空間光変調器の多値変調領域を記録媒体やピックアップによって一定に固定しておくことができる。

［実施形態２］

空間光変調器の多値変調領域を予め固定した実施形態１に加えて、図１０に示すように、空間光変調器ＳＬＭ全体を透過型マトリクス液晶装置として、その空間光変調器駆動回路１７により、環状の多値変調領域ＬＨＲとその内部に中央の多値変調領域ＨＨＲとを表示するように、構成することもできる。すなわち、空間光変調器ＳＬＭには複数のピクセルがマトリクス状に配列されたものを用いる。空間光変調器ＳＬＭに接続された制御回路は、空間光変調器の複数のピクセルを、光軸上に配置された中央の多値変調領域と、環状の多値変調領域と、に空間的に区分して、信号光をそれぞれ多値変調領域毎に伝搬させるように制御する。

装置の再生動作は、まず、記録媒体が記録再生装置の中にセットされると初期動作が開始され、制御回路は、環状領域からの再生像から記録されている記録媒

体の種類の種別データを取得し、保存テーブルを用いて種別データに基づき空間光変調器の多値変調領域の境界を設定し、像センサによって検出された光強度分布と照合して再生する。

［実施形態３］

図１０に示す空間光変調器の場合は、制御回路によって、参照光又は参照光により生じたホログラム領域からの再生光を受光した像センサＩＳによって検出された光強度分布に基づいて、中央及び環状の多値変調領域の間の境界を画定するように空間光変調器を制御する構成とすることもできる。

すなわち、像センサＩＳ上の再生像のコントラスト分布が既知でない場合については、テストパターンを記録及び再生することでコントラスト分布を獲得して、それによって空間光変調器ＳＬＭの多値変調領域（その境界）を決定することができる。空間光変調器の多値変調領域の境界は、予め設定したコントラスト値の閾値により決定する。

例えば、種々の記録媒体によってコントラスト分布が変化してしまう場合には、テストパターンの記録を行ってコントラスト分布を得る。再生像のコントラスト分布は全ての変調領域を用いたテストパターンを記録媒体に記録し、その後、そのホログラムを再生することで得る。例えば、テストパターンは２値（白、黒）で変調したチェッカーパターンである。像センサＩＳ上のテストパターン再生像の白レベルと黒レベルの輝度差を計測しコントラスト分布を得る。予め決めておいたコントラスト値の閾値に基づいて空間光変調器の多値変調領域の境界、例えば、２値領域及び３値領域の第１境界を決定する。

例えば、図１１、図１２及び図１３に示すように、空間光変調器の多値変調領

域の第１境界ＢＤは、各図下段に示すコントラスト分布の広いもの、中位のもの、及び狭いものに応じて、パターンＡ、パターンＢ、及びパターンＣと設定できる。

［実施形態４］

テストパターンの記録されたホログラムを再生した場合、像センサＩＳ上に再生像が結像するが、３値以上のレベルで光強度変調する中央の多値変調領域ＨＨＲで再生像のコントラストが十分確保されていれば、複数の閾値（多値変調領域）を設けることで多値化することができる。すなわち、空間光変調器ＳＬＭの多値変調領域ＨＨＲをさらに領域分割を細かく設定し、分割領域毎のコントラスト比（分割領域毎の最大輝度と最小輝度との比）に応じて階調（多値変調量）を変化させることもできる。

例えば、図１４に示すように、空間光変調器ＳＬＭの外周から中央へ２値領域、３値領域、４値領域、５値領域などと第１、２及び３境界ＢＤ１、ＢＤ２及びＢＤ３で細分化した多値変調領域とすることもできる。

このように、制御回路は、中央の多値変調領域から順に配置される環状の多値変調領域の各々において、３値以上のレベルから降順に階調を低下させて、光強度変調するように空間光変調器を制御する。

［実施形態５］

像センサＩＳ上の再生像のコントラスト分布が既知でない場合については、参照光のみの照射及び反射によって空間光変調器の多値変調領域を決めることができる。例えば、透明度の高い光学的等方性の記録媒体などに再生像のコントラスト分布を発生させる要因がない場合には、記録媒体を装置に装填することなく、基準反射面を用意し、空間光変調器ＳＬＭによる全白全黒パターン照射で得られ

た照射ビームのコントラスト分布を測定する方法を用い得る。空間光変調器の多値変調領域は、予め設定したコントラスト分布の閾値により決定する。

全白全黒パターン照射による測定方法は、参照光照射の全白画面と全黒画面とを交互に像センサに照射してそれらの明るさの比を取るいわゆるフルオンオフコントラスト比として知られている。また、像センサＩＳ上を適宜、ゾーンとして等分割し、全白パターンを照射し、各ゾーンの中心光強度を測定し、さらに、全黒パターンを照射し、各ゾーンの中心光強度を測定し、ゾーンの平均強度の比によってコントラスト分布を測定することもできる。

［実施形態６］

予め多値記録領域を決めない場合の実施形態では、決定した多値記録領域を定義する情報をホログラム記録後に保存しておかなければならない。保存方法は記録媒体の一部（２値領域など）や、メディアカートリッジのＩＣタグや、ドライブ装置のＲＡＭに記録することができる。また多値変調領域は予め用意したいくつかの領域パターンモデルから最も近い物を選択する方式でもよい。この場合は例えばそのパターンに応じた記号などを記憶しておくだけでよい。

［実施形態７］

さらに、上記実施形態４，５と同様に光強度分布（コントラスト分布）を計測した後、その光強度分布に基づいて記録様態を変更することもできる。図１５に示すように、空間光変調器ＳＬＭ全体を、空間光変調器駆動回路１７により、環状の無変調領域ＨＲ０（遮光領域）とその内部に中央の２値変調領域ＨＲ２とを表示するように、構成することもできる。すなわち、図１６の像センサ上の規格化した照射光の光強度分布に示すように、上記実施形態７とは異なりコントラス

トが低い外側領域での記録をあきらめて、高Ｓ／Ｎが期待できる内側の中央変調領域ＨＲ２のみ記録を実行する構成とすることもできる。装置の記録動作は、コントラストが確保可能な領域でのみ記録を実行する

装置の再生動作は、まず、記録媒体が記録再生装置の中にセットされると初期動作が開始され、制御回路は、環状領域からの再生像から記録されている記録媒体の種類の種別データを取得し、保存テーブルを用いて種別データに基づき空間光変調器の変調領域の境界を設定し、像センサによって検出された光強度分布と照合して再生する。

［実施例８］

実施例７同様にテストパターンの記録などによってコントラストが確保可能な領域を確認後、記録領域（光軸が通過する中央変調領域及びその周りの環状変調領域の間の境界）を決定して、制御回路は、計測された光強度分布に基づいて、各変調領域の記録変調方式を決定する構成とすることができる。

光強度分布の光強度によって、例えば、コントラストが低い外側領域では読み出しＳ／Ｎが低下し易いので、低Ｓ／Ｎ領域において有効な記録変調方式に変更する。例えば、図１７に示すように、周辺の環状変調領域（低コントラスト領域）では黒領域の大きい記録変調方式とし、中央変調領域（高コントラスト領域）では黒領域の小さい変調方式とする。例えば、環状変調領域を２－４変調方式（４ピクセルで２ビットのデータを表すことで、４ピクセル中の１つが明状態で他は暗状態となるパターン群で全ての２ビットデータを記録できる）とし、中央変調領域では６－８変調方式（８ピクセルで６ビットのデータを表すことで、８つのピクセルのうち４つが明状態で他は暗状態となるパターン群で記録できる）を用

いることができる。

制御回路は、計測された光強度分布に基づいて、中央変調領域及び環状変調領域において、外周側から内周側に位置するほど像センサが受光する光量が多くなるような光強度変調方式でそれぞれのピクセルを制御する。これにより、低コントラスト領域での読み出しＳ／Ｎを確保できる。

［実施例９］

実施例８とは逆に、コントラストが低い外側領域では記録時の光量が低下する点に着目して、白領域が多い変調方式に変更することもできる。例えば図１８に示すように周辺の環状変調領域（低コントラスト領域）では白領域の大きい記録変調方式、例えば６－８変調方式とし、中央変調領域（高コントラスト領域）では白領域の小さい２－４変調方式を用いることができる。

制御回路は、計測された光強度分布に基づいて、中央変調領域及び環状変調領域において、外周側から内周側に位置するほど像センサが受光する光量が少なくなるような光強度変調方式でそれぞれのピクセルを制御する。これにより、信号光の像センサ上の光強度の均一化を図ることができる

［実施例１０］

光強度分布（コントラスト分布）の計測後に得られた光強度分布に基づいて制御回路が各変調領域の記録変調方式を決定する構成では、さらに、光強度分布の大きさによって記録最小ピクセルサイズを変更する態様もある。

図１９に示すように、コントラストが低い外側領域では読み出しＳ／Ｎが低下し易いので、この領域においては、駆動する最小変調単位を大きくする。例えば、図示するように周辺の環状変調領域（低コントラスト領域）では低い解像度で変

調する記録変調方式とし、中央変調領域（高コントラスト領域）では高い解像度で変調する変調方式を用いる。すなわち、制御回路は、計測された光強度分布に基づいて、中央変調領域及び環状変調領域において、外周側から内周側に位置するほどそれぞれのピクセルが構成するパターンの解像度が高くなるような光強度変調方式でそれぞれのピクセルを制御する。これにより、内周側から外周側に向けパターンの解像度が低くなって記録密度を低下させるが、読み取り性能を向上できる。

［実施形態１１］

図２０は本発明によるホログラムディスクに情報を記録するホログラム記録再生装置の概略構成の例を示す。ホログラム記録再生装置は、ホログラムディスク７をターンテーブルを介して回転させるスピンドルモータ１３、ホログラムディスク７から光ビームによって信号を読み出すピックアップ１４、該ピックアップを保持しディスク半径方向に移動させるピックアップ駆動部１５、第１レーザ光源駆動回路１６、空間光変調器駆動回路１７、検出信号処理回路１８、サーボ信号処理回路１９、フォーカスサーボ回路２０、トラッキングサーボ回路２１、ピックアップ駆動部１５に接続されピックアップの位置信号を検出するピックアップ位置検出回路２２、ピックアップ駆動部１５に接続されこれに所定信号を供給するスライダサーボ回路２３、スピンドルモータ１３に接続されスピンドルモータの回転数信号を検出する回転数検出部２４、該回転数検出部に接続されホログラムディスク７の回転位置信号を生成する回転位置検出回路２５、スピンドルモータ１３に接続されこれに所定信号を供給するスピンドルサーボ回路２６、並びにスピンドルサーボ回路２６に接続された制御回路２７を備えている。制御

回路２７はこれら回路からの信号に基づいて、これら駆動回路を介してピックアップに関するフォーカス（Z方向）及びトラッキング（X及びY方向）サーボ制御などを行う。制御回路２７は、各種メモリを搭載したマイクロコンピュータからなり装置全体の制御をなすものであり、操作部（図示せず）からの使用者による操作入力及び現在の装置の動作状況に応じて各種の制御信号を生成するとともに、使用者に動作状況などを表示する表示部（図示せず）に接続されている。また、制御回路２７は外部から入力された記録されるべきデータの符号化などの処理をして所定信号を空間光変調器駆動回路１７に供給して記録動作を制御する。

制御回路２７は、３値以上のレベル変調領域パターンとピクセルにより変調された情報データの値との関係を保存テーブルとしてメモリ内に格納しておく。そして、受光された再生光の３値以上のレベル変調領域パターンを特定し、保存テーブルを参照して、特定された３値以上のレベル変調領域パターンに対応する情報データを特定することで、情報データを読み取る。

像センサＩＳにより受光された再生像からのデータに基づいて、制御回路２７は、前述の保存テーブルを参照することなどによって、ホログラム領域に重ねて記録されたピクセルを夫々特定すると共に、該ピクセル別に記録された情報データの内容（すなわち、２値データの値又は３値以上のレベルデータの値）を特定する。これらにより、上述の如く高密度記録されたホログラムディスク７に記録された情報データの再生が行われる。これらにより、記録密度を高めることができ、記録容量を大きくでき、装置全体の小型軽量化も可能となる。

更にまた、制御回路２７は、ピックアップ内に設けられた像センサＩＳ若しく

は対物レンズの変位量を測定する対物レンズ検出部に接続されている検出信号処理回路１８からの信号に基づいて、ピックアップ１４内に設けられた対物レンズと空間光変調器の記録されるべきデータが供給される多値変調領域との間の光学的な位置偏倚を補正して空間光変調器駆動回路１７を制御する。

対物レンズの光射出側にてターンテーブルに保持されたホログラムディスク７は、ディスク状に形成された記録媒体である。ホログラムディスク７は、例えば基板上に積層された、反射層、分離層、記録層、及び保護層からなり、保護層は対物レンズと対向している。基板は例えばガラスやプラスチック材料からなる。反射層は例えばアルミニウムなどの金属又は誘電体多層膜からなる。反射層はガイド層として機能し、少なくともトラッキングサーボのサーボ制御を行うためガイドトラックなどが設けられる。記録層には例えばフォトリフラクティブ材料や、ホールバーニング材料、フォトクロミック材料など光学干渉縞を保存できる光感応材料が用いられる。ホログラムはガイドトラック上方の記録層に記録される。分離層及び保護層は光透過性材料からなり、積層構造の平坦化や、記録層などの保護の機能を担う。

図２１は、上記ホログラム記録再生装置のピックアップの構成例を示している。

ピックアップは、ホログラムの記録用の第１レーザ光源ＬＤ１、第１コリメータレンズＣＬ１、第１ハーフミラーＨＰ１、ミラーM、空間光変調器ＳＬＭ、像センサＩＳ、第２ハーフミラーＨＰ２、及び第３ハーフミラーＨＰ３の記録光学系と、ホログラムディスク７に対する光ビームの位置をサーボ制御（フォーカス、トラッキング）するための第２レーザ光源ＬＤ２、第２コリメータレンズＣＬ２、第４ハーフミラーＨＰ４、シリンドリカルレンズなどの非点収差素子ＡＳ、及び

光検出器ＰＤを含むサーボ信号検出部のサーボ系と、ダイクロイックプリズムＤＰ及び対物レンズＯＢの共通系と、からなり、これらの系は対物レンズＯＢを除いてほぼ共通の平面上に配置されている。第１、第２及び第３ハーフミラーＨＰ１、ＨＰ２、ＨＰ３のハーフミラー面並びにミラーＭの反射面は平行となるように配置されるとともに、これらハーフミラー面及び反射面の法線方向において、ダイクロイックプリズムＤＰの分離面及び第４ハーフミラーＨＰ４のハーフミラー面が平行となるように配置されている。これら光学部品は、第１及び第２レーザ光源ＬＤ１、ＬＤ２からの光ビームの光軸（一点鎖線）がそれぞれ記録光学系並びにサーボ系に延在し、共通系でほぼ一致するように配置されている。

更に、ピックアップ１４には、対物レンズＯＢを光軸方向に移動させるフォーカシング部分と、対物レンズＯＢを光軸に垂直なディスク半径方向（及びこれに直交する方向）に移動させるトラッキング部分とからなる対物レンズ駆動部２８が備えられている。なお、信号光及び参照光のビーム径は、対物レンズに照射された入射光を透過して集光できる空間、すなわち対物レンズの開口領域（レンズの有効径）よりも大になっており、対物レンズの移動に伴って開口領域が移動する範囲は信号光及び参照光のビーム径内に設定されている。

第１レーザ光源ＬＤ１は第１レーザ光源駆動回路１６に接続され、射出する光ビームの強度を、多値変調領域の位置決め時には弱くし、記録時には強くするように、同回路により出力が調整される。

空間光変調器ＳＬＭはマトリクス状に分割された複数のピクセル電極を有する液晶パネルなどで電気的に入射光のアナログ的に透過を制御する機能を有する。空間光変調器ＳＬＭは空間光変調器駆動回路１７に接続され、空間光変調器

駆動回路１７からの情報データに基づいた成分分布を有するように光ビームを変調して、信号光を生成する。

像センサＩＳは、複数の受光素子がマトリックス配列されている、フォトダイオードアレイ、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）、相補型金属酸化膜半導体装置（ＣＭＯＳ）などのアレイからなる。像センサＩＳは、後述する記録媒体からの信号光を受光し、該信号光を電気信号に変換する。像センサＩＳは検出信号処理回路１８に接続されている。検出信号処理回路１８は、像センサＩＳからの受光信号を処理して、対物レンズＯＢと空間光変調器ＳＬＭの多値変調領域との間の光学的な位置偏倚量に対応する位置偏倚信号を制御回路２７へ供給する。

上記では信号光の像の検出は、空間光変調器におけるピクセルと像センサＩＳにおける受光素子とが１対１の対応であるが、ページデータの単位データ（空間光変調器のピクセル）に対して複数の受光素子で検出することとしてもよい。例えば空間光変調器が８００×８００ピクセルであるものに対して像センサＩＳを１６００×１６００ピクセルの受光素子で構成してもよい。

サーボ用光検出器ＰＤはサーボ信号処理回路１９に接続され、一般的に光ディスクで用いられているフォーカス及びトラッキングサーボ用に分割された受光素子形状を有する。サーボ方式は非点収差法やプッシュプル法などが適用できる。光検出器ＰＤのフォーカスエラー信号やトラッキングエラー信号などの出力信号はサーボ信号処理回路１９に供給される。

サーボ信号処理回路１９においては、フォーカスエラー信号からフォーカシング駆動信号が生成され、これが制御回路２７を介してフォーカスサーボ回路２０に供給される。フォーカスサーボ回路２０は駆動信号に応じて、ピックアップ１

４に搭載されている対物レンズ駆動部２８のフォーカシング部分を駆動し、そのフォーカシング部分はホログラムディスクに照射される光スポットの焦点位置を調整するように動作する。

更に、サーボ信号処理回路１９においては、トラッキングエラー信号からトラッキング駆動信号が発生され、これがトラッキングサーボ回路２１に供給される。トラッキングサーボ回路２１は、トラッキング駆動信号に応じてピックアップ１４に搭載されている対物レンズ駆動部２８のトラッキング部分を駆動し、そのトラッキング部分はトラッキング駆動信号による駆動電流に応じた分だけ、ホログラムディスクに照射される光スポットの位置をディスク半径方向若しくはトラック方向に変位させる。

制御回路２７は、操作部又はピックアップ位置検出回路２２からの位置信号及びサーボ信号処理回路１９からのトラッキングエラー信号に基づいてスライダ駆動信号を生成し、これをスライダサーボ回路２３に供給する。スライダサーボ回路２３はピックアップ駆動部１５を介して、そのスライダ駆動信号による駆動電流に応じピックアップ１４をディスク半径方向に移送せしめる。

回転数検出部２４は、ホログラムディスク７をターンテーブルを介して回転させるスピンドルモータ１３の現回転周波数を示す周波数信号を検出し、これに対応するスピンドル回転数を示す回転数信号を生成し、回転位置検出回路２５に供給する。回転位置検出回路２５は回転数位置信号を生成し、それを制御回路２７に供給する。制御回路２７はスピンドル駆動信号を生成し、それをスピンドルサーボ回路２６に供給し、スピンドルモータ１３を制御して、ホログラムディスク７を回転駆動する。

上記ホログラム記録再生装置の動作を説明する。

図２２に示すように、サーボ制御のための第２レーザ光源ＬＤ２は第１レーザ光源ＬＤ１とは別の波長のコヒーレント光を射出する。第２レーザ光源ＬＤ２からのサーボ光ビーム（細実線で示し、光路説明のために光軸からずらして示してある）は、第２コリメータレンズＣＬ２及び第４ハーフミラーＨＰ４のサーボ検出用光路に導かれ、ダイクロイックプリズムＤＰに入射する。サーボ光ビームはダイクロイックプリズムＤＰで反射された後、対物レンズＯＢで集光されホログラムディスク７に入射する。ホログラムディスク７からの反射したサーボ光ビームの対物レンズＯＢへの戻り光は、第４ハーフミラーＨＰ４及び非点収差素子ＡＳを経て、サーボ用光検出器ＰＤの受光面の法線に沿って入射する。

かかるサーボ光ビームによりホログラムディスク７との位置決めサーボ制御を行う。非点収差法の場合、光検出器ＰＤは、例えば図２３に示すようにビーム受光用の４等分割の受光面を有した受光素子１ａ～１ｄから構成される。４分割線の方向はディスク半径（Ｘ）方向とトラック接線（Ｙ）方向に対応している。光検出器ＰＤは、合焦時の光スポットが受光素子１ａ～１ｄの分割交差中心を中心とする円形となるように設定されている。

光検出器ＰＤの受光素子１ａ～１ｄの各出力信号に応じて、サーボ信号処理回路１９はＲＦ信号Ｒｆ及びフォーカスエラー信号を生成する。受光素子１ａ～１ｄの各出力信号をその順にＡａ～Ａｄとすると、ＲＦ信号ＲｆはＲｆ＝Ａａ＋Ａｂ＋Ａｃ＋Ａｄと算出され、フォーカスエラー信号ＦＥは、ＦＥ＝（Ａａ＋Ａｃ）－（Ａｂ＋Ａｄ）と算出され、トラッキングエラー信号ＴＥは、ＴＥ＝（Ａａ＋Ａｄ）－（Ａｂ＋Ａｃ）と算出される。これらエラー信号は制御回路２７に供給

される。

なお、上記した実施形態においては、フォーカスサーボ、トラッキングサーボを非点収差法及びプッシュプル法で行ったが、これに限らず３ビーム法など周知の方法を採用してもよい。

サーボ制御が完了した後、図２２に示すように、第１レーザ光源ＬＤ１は記録媒体に記録感度を生じせしめる強度よりも低い光強度のコヒーレント光、すなわち可干渉光、を発する。かかるコヒーレント光は、第１ハーフミラーＨＰ１により、参照光と被変調光に分離される（両ビームは破線で示し、光路説明のために光軸からずらして示してある）。

被変調光はミラーＭにて反射され、空間光変調器ＳＬＭの主面の法線に沿って入射する。空間光変調器ＳＬＭは、入射する被変調光を部分的に透過することで空間的に変調する。変調された信号光は、第３ハーフミラーＨＰ３へ向かう。

参照光は第２ハーフミラーＨＰ２で反射され、第３ハーフミラーＨＰ３へ向かう。

参照光と信号光は第３ハーフミラーＨＰ３にて合流する。合流した２つの光ビームはダイクロイックプリズムＤＰを通過し、対物レンズＯＢによってホログラムディスク７に集光され、互いに干渉を生ずる。かかる干渉は第１レーザ光源ＬＤ１からのコヒーレント光の強度が弱い故、ホログラムディスク７の記録層にホログラムとしては記録されない。

ホログラムディスク７の反射層で反射された信号光（一点鎖線で示し、光路説明のために光軸からずらして示してある）は、対物レンズに入射して、ダイクロイックプリズムＤＰ、第３ハーフミラーＨＰ３、第２ハーフミラーＨＰ２を経て

像センサＩＳに入射する。像センサＩＳは受光した光を電気信号に変換してかかる電気信号を検出信号処理回路１８に供給する。検出信号処理回路１８は、該電気信号から対物レンズの開口領域（レンズの有効径）と多値変調領域との間の位置偏倚量に対応する位置偏倚信号を生成し、制御回路２７へ該位置偏倚信号を供給する。制御回路２７は、かかる位置偏倚信号を処理して多値変調領域の位置と対物レンズの開口領域の位置との間の位置偏倚量を空間光変調器のピクセル単位で求め、該位置偏倚量に従って空間光変調器駆動回路１７に供給される情報データの多値変調領域の設定位置を位置決めする。

空間光変調器駆動回路１７は制御回路２７で補正された情報データを受信して空間光変調器ＳＬＭへ供給し、多値変調領域の位置決めが終了した後、第１レーザ光源ＬＤ１の出力をホログラムディスクの記録層に感度が生じる強度に上昇せしめて、記録層に形成されたホログラムを記録する。

上記ピックアップは、記録媒体からのホログラムの再生にも使用できる。再生時には、図２４に示すように、記録時と同様に第１レーザ光源ＬＤ１からの可干渉光は第１ハーフミラーＨＰ１により参照光と信号光に分離されるものの、ホログラムの再生は参照光のみで行う。空間光変調器ＳＬＭを遮蔽状態にすることで、第１ハーフミラーＨＰ１から第２ハーフミラーＨＰ２へ入射されて第２ハーフミラーＨＰ２において反射された参照光だけが、ダイクロイックプリズムＤＰ及び対物レンズＯＢを通過し、ホログラムディスク７に入射する。

ホログラムディスク７から発生する再生光（二点鎖線）は、対物レンズＯＢ、ダイクロイックプリズムＤＰ、第３ハーフミラーＨＰ３及び第２ハーフミラーＨＰ２を透過し、像センサＩＳに入射する。像センサＩＳは再生光で結像された像

に対応する出力を検出信号処理回路１８に送出して、そこで生成した再生信号を制御回路２７に供給して記録されていたデータを再生する。なお、ホログラムの再生時においても記録時と同様に、サーボ光ビームによりホログラムディスク７との位置決めサーボ制御を行う。

上述したピックアップの構成例では、第１レーザ光源ＬＤ１からの光ビームが、第１コリメータレンズＣＬ１、第１ハーフミラーＨＰ１及びミラーＭを経て空間光変調器ＳＬＭに入射しているものの、これに限定されない。例えば、空間光変調器ＳＬＭを、ミラーM及び第３ハーフミラーＨＰ３の間の配置に代えて、第１ハーフミラーＨＰ１とミラーMとの間に配置してもよい。

なお、上記実施形態において、透過型の空間光変調器を用いて説明しているものの、これに限定されず、反射型の空間光変調器などを用いることとしてもよい。すなわち、空間光変調器の変調方法は、入射光の透過の有無による方法に限定されず、例えば入射光の反射の有無や入射光の偏光面を変化させる方法を用いてもよい。

上述のホログラム記録再生装置は、対物レンズの開口領域と多値変調領域との間の光学的な位置偏倚の位置決めを空間光変調器上における多値変調領域の設定位置を変更して行っているもののこれに限定されない。例えば、対物レンズの基準位置からの移動量を光学センサなどの測定手段によって直接測定することとしてもよい。

［ホログラム記録方法］

以下に、本発明によるホログラム記録再生方法について説明する。

像センサにおいて単位データをｎ×ｎ個の受光素子で検出する場合、例えば、

ホログラムの記録は図２５に示すフローチャートに従って行われる。

先ず、記録媒体が装置に装填され記録動作が開始された後、ＸＹＺ方向サーボ及びスピンドルサーボを動作せしめて、対物レンズの焦点が記録媒体の所定の位置に合うように移動せしめる（ステップＳ１）。

次に、記録されるべき位置決めマークを含むテストパターンが含まれる情報データを空間光変調器に供給し、レーザ光の出力を上昇させて信号光及び参照光を記録媒体に照射してホログラム記録する（ステップＳ２）。

次に、記録媒体からテストパターンを再生し、像センサＩＳ上で位置決めマークによりパターンマッチングを実行する（ステップＳ３）。

次に、位置決めマークを基準にコントラスト分布を計測する（ステップＳ４）。ここでは位置決めマークを含むテストパターン照射による測定方法などが実行される。制御回路は像センサＩＳからのデータから、最大ビーム強度値Ｈｔ、最小ビーム強度値Ｌｔ、閾値レベルｍ×Ｌｔ（ただしｍ≧３）などを算出する。なお、位置決めマークを含むテストパターンは、例えば図２６に示すように、レンズの開口領域ＬＡを内接する大きさの矩形の縁部上に十字模様（ＲＭ）を４辺に並べた２値（白、黒）で変調したチェッカーパターンでもよい。

次に、コントラスト分布に基づき多値記録領域の候補を決定する（ステップＳ５）。例えば図２７に示すように、閾値レベルに基づき多値記録領域の候補を画定する輪郭線ＰＬが制御回路に認識され、そのデータがメモリに記憶される。

次に、制御回路は記憶された輪郭線ＰＬと保存パターンとを照合する（ステップＳ６）。制御回路は当該候補輪郭線ＰＬのパターンに完全に包含される例えば図２８に示すように、保存パターンＲＰを選択する。

次に、図２９に示すように多値記録領域（空間光変調器の第１境界ＢＤ）を決定し、多値記録領域に対応した記録動作を開始する（ステップＳ７）。

なお、上記パターンマッチングを実行するステップＳ３は、例えば図３０に示すフローチャートに従って行われる。

テストパターンの再生が開始されると、対物レンズの位置が定まった後、空間光変調器に位置決めマークデータを含む情報データを供給する（ステップＳ３２）。さらに低出力のレーザビームを当該空間光変調器に照射して空間的に変調された信号光を生成する（ステップＳ３３）。なお、参照光の光路中にシャッタ（図示せず）を設けて、対物レンズの開口領域の範囲に対して多値変調領域の位置が位置決めされるまでは信号光のみを記録媒体に照射し、記録ステップにおいて信号光と参照光とを照射することとしてもよい。

かかる信号光は該対物レンズを介して記録媒体に照射され、該記録媒体からの信号光を像センサＩＳで受光して受光データを得る。受光データ中に含まれる位置決めマークデータが検出された位置から、対物レンズの光軸と信号光の光軸との間の位置偏倚量、すなわち像センサＩＳにおける位置偏倚ピクセル量（ΔＰｘ、ΔＰｙ）を推定する（ステップＳ３４）。

像センサＩＳにおける位置偏倚量から空間光変調器における変調領域の移動すべき移動ピクセル量（Δｐｘ、Δｐｙ）を決定する。移動ピクセル量（Δｐｘ、Δｐｙ）は、オーバーサンプリング数、すなわちページデータの単位データを検出する受光素子群のＸ方向及びＹ方向の数であるｎを用いて求められ、Δｐｘ／ｎ＝Δｐｘ、Δｐｙ／ｎ＝Δｐｙとして計算される（ステップＳ３５）。

上記移動ピクセル量（Δｐｘ、Δｐｙ）に基づいて空間光変調器の多値変調領

域の位置を移動せしめて位置決めする（ステップＳ３６）。

位置決め後の当該空間光変調器にレーザ光を照射して信号光を生成し、再度該信号光を対物レンズを介して該記録媒体に照射する。該記録媒体からの信号光を検出して、対物レンズ開口領域に対する多値変調領域の位置ずれの状態を確認する（ステップＳ３７）。

ここで位置決めが完了していない場合、像センサＩＳにおける位置偏倚ピクセル量（ΔＰｘ、ΔＰｙ）を決定するステップＳ３４に戻り、再度空間光変調器の多値変調領域の位置を補正するステップを繰り返す。

一方、位置決めが完了していれば、位置決めマークを基準にコントラスト分布を計測するステップＳ４へ移る。

さらに、対物レンズの開口領域と多値変調領域との間の光学的な位置偏倚量の決定方法は、上述のように位置決めマークを検出することによって行う場合に限定されない。例えば像センサＩＳの受光素子が並べられた受光平面における信号光の光量分布のピーク位置を求め、像センサＩＳの基準位置と該ピーク位置との偏倚量をもとに空間光変調器における多値変調領域の位置を位置決めすることとしてもよい。ここで、光量分布は、受光平面を構成する２軸のうち一方の軸方向における他方の軸方向の信号光の透過面積の積分値の分布である。

なお、位置決めステップにおいて多値変調領域に供給される情報データは、記録されるべきデータを含まないこととしてもよい。かかる場合、対物レンズの変位に依らず像センサＩＳにおける光量分布のピークが対物レンズの中心位置となる情報データを空間光変調器に供給することが好ましい。すなわち、該情報データは、空間光変調器の２次元平面において変調の有無の分布が一様であるペー

ジデータを形成することが好ましい。例えば空間光変調器上の全空間においてチェッカーパターンや、空間光変調器上の全空間において入射する光を透過させる（すなわちすべて白の）ページデータなどが該情報データとして使用できる。

［他のホログラム記録方法］

さらに、コントラスト分布を計測するステップＳ４においては、位置決めマークを含むテストパターン照射による測定方法を実行したが、上記全白全黒パターン照射による測定方法を実行することもできる。この場合、初期動作は、開始されると、まず、上記ステップＳ１と同様にＺ，Ｙ，Ｚ方向サーボ、スピンドルサーボを実行する。そして、記録媒体への記録はしないので、記録層が無くかつ反射層のある領域に、全白及び全黒パターンを交互に照射して、像センサからの受光データに基づいて演算によりコントラスト分布を計測する（ステップＳ２０）。その後、上記記録方法と同様に、コントラスト分布に基づき多値記録領域の候補を決定し（ステップＳ５）、多値記録領域の候補と保存パターンとを照合し（ステップＳ６）、多値記録領域を決定し、多値記録領域に対応した記録動作を開始する（ステップＳ７）。

請求の範囲

１．　可干渉性の参照光及び信号光による光学干渉縞を回折格子として内部に保存するホログラム記録媒体のホログラム記録再生装置であって、

可干渉性の参照光を発生する光源と、

前記参照光の光軸上に配置されかつ複数のピクセルを含みこれらにより前記参照光を変調して信号光を生成する空間光変調器と、

前記信号光及び前記参照光を前記ホログラム記録媒体へ向け照射して、前記ホログラム記録媒体の内部に前記信号光及び前記参照光の光干渉縞によるホログラム領域を形成する干渉部と、

前記参照光又は前記参照光により生じた前記ホログラム領域からの再生光を受光する像センサと、を備え、

前記空間光変調器及び像センサに接続されかつ、情報データに応じて前記参照光を変調して信号光を生成するように、前記ピクセルの各々を制御する制御回路を有し、

前記制御回路は、前記複数のピクセルを、前記光軸上に配置された中央変調領域とその周囲に同心円状に順に配置された少なくとも１つの環状変調領域とに空間的に区分し、前記中央変調領域及び環状変調領域毎に互いに異なる記録変調方式で前記ピクセルを制御して、前記信号光をそれぞれ前記中央変調領域及び環状変調領域毎に伝搬させることを特徴とするホログラム記録再生装置。

２．　前記制御回路は、前記参照光又は前記参照光により生じた前記ホログラム領域からの再生光を受光した前記像センサによって光強度分布を計測することを特徴とする請求項１記載のホログラム記録再生装置。

3． 前記制御回路は、前記計測された光強度分布に基づいて、前記中央変調領域及び環状変調領域の間の境界を画定することを特徴とする請求項１又は２記載のホログラム記録再生装置。

4． 前記制御回路は、前記計測された光強度分布に基づいて、前記中央変調領域及び環状変調領域の記録変調方式を決定することを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載のホログラム記録再生装置。

5． 前記中央変調領域及び環状変調領域は、内周側には前記ピクセル毎に前記参照光を３値以上のレベルで光強度変調する多値変調領域と、外周側には前記ピクセル毎に前記レベル未満で光強度変調する多値変調領域又は２値変調領域若しくは無変調領域に区分されることを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載のホログラム記録再生装置。

6． 内周側から順に配置される前記中央変調領域及び環状変調領域の各々において、前記３値以上のレベルから降順にレベルの階調を低下させて光強度変調するようにそれぞれ前記ピクセルが制御されることを特徴とする請求項５記載のホログラム記録再生装置。

7． 前記中央変調領域及び環状変調領域において、外周側から内周側に位置するほど前記像センサが受光する光量が多くなるような光強度変調方式でそれぞれ前記ピクセルが制御されることを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載のホログラム記録再生装置。

8． 前記中央変調領域及び環状変調領域において、外周側から内周側に位置するほど前記像センサが受光する光量が少なくなるような光強度変調方式でそれぞれ前記ピクセルが制御されることを特徴とする請求項１～４のいずれかに

記載のホログラム記録再生装置。

９． 前記中央変調領域及び環状変調領域において、外周側から内周側に位置するほどそれぞれの前記ピクセルが構成するパターンの解像度が高くなるような光強度変調方式でそれぞれ前記ピクセルが制御されることを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載のホログラム記録再生装置。

１０． 前記空間光変調器の前記中央変調領域及び環状変調領域と前記対物レンズの開口領域との間の光学的な位置偏倚量を検出して前記中央変調領域及び環状変調領域の位置を位置決めする位置決め手段を含むことを特徴とする請求項１～９のいずれかに記載のホログラム記録再生装置。

１１． 前記位置決め手段は前記像センサにて検出された再生光による受光データから前記空間光変調器の前記中央変調領域及び環状変調領域と前記開口領域の範囲との間の相対的かつ光学的な位置偏倚量を求める手段を含む、ことを特徴とする請求項１０記載のホログラム記録再生装置。

１２． 前記光学的な位置偏倚量を求める手段は前記情報データに位置決めマークデータを含ませて、前記受光データに含まれる位置決めマークデータに基づいて前記位置偏倚量を求める手段であることを特徴とする請求項１１記載のホログラム記録再生装置。

１３． 前記光学的な位置偏倚量を求める手段は前記受光データから前記像センサにおける戻りビームの光量分布のピーク位置に基づいて前記位置偏倚量を求める手段であることを特徴とする請求項１１記載のホログラム記録再生装置。

１４． 可干渉性の参照光の光軸上に配置されかつ複数のピクセルを含みこれらにより前記参照光を変調して信号光を生成する空間光変調器と、前記信号光及

び前記参照光を前記ホログラム記録媒体へ向け照射して、前記ホログラム記録媒体の内部に前記信号光及び前記参照光の光干渉縞によるホログラム領域を形成する干渉部と、前記参照光又は前記参照光により生じた前記ホログラム領域からの再生光を受光する像センサと、を備えたホログラム記録再生装置におけるホログラム記録方法であって、

前記参照光又は前記参照光により生じた前記ホログラム領域からの再生光を受光した前記像センサによって光強度分布を計測する工程と、

前記計測された光強度分布に基づいて、前記複数のピクセルを、前記光軸上に配置された中央変調領域とその周囲に同心円状に順に配置された少なくとも１つの環状変調領域とに空間的に区分する工程と、

前記中央変調領域及び環状変調領域毎に互いに異なる記録変調方式で前記ピクセルを制御する工程と、を含むことを特徴とするホログラム記録再生装置。

１５．　前記計測された光強度分布に基づいて、コントラスト値を計測する工程と、

前記コントラスト値と予め決めておいた閾値に基づいて前記中央変調領域及び環状変調領域の境界を決定する工程と、を含むことを特徴とする請求項１４記載のホログラム記録方法。

１６．　前記コントラスト値を計測する工程においては、位置決めマークを含むテストパターンを前記ホログラム記録媒体に照射して記録し、前記テストパターンの再生像から前記コントラスト値を得ることを特徴とする請求項１５記載のホログラム記録方法。

１７．　前記コントラスト値を計測する工程においては、前記ホログラム記録

媒体を介さずに、全白及び全黒パターンを前記像センサ上に照射して、前記像センサからの受光データに基づいて演算により前記コントラスト値を得ることを特徴とする請求項１５記載のホログラム記録方法。

１８．　前記中央変調領域及び環状変調領域は、内周側には前記ピクセル毎に前記参照光を３値以上のレベルで光強度変調する多値変調領域と、外周側には前記ピクセル毎に前記レベル未満で光強度変調する多値変調領域又は２値変調領域若しくは無変調領域に区分されることを特徴とする請求項１４～１７のいずれかに記載のホログラム記録方法。

１９．　内周側から順に配置される前記中央変調領域及び環状変調領域の各々において、前記３値以上のレベルから降順にレベルの階調を低下させて光強度変調するようにそれぞれ前記ピクセルが制御されることを特徴とする請求項１８記載のホログラム記録方法。

２０．　前記中央変調領域及び環状変調領域において、外周側から内周側に位置するほど前記像センサが受光する光量が少なくなるような光強度変調方式でそれぞれ前記ピクセルが制御されることを特徴とする請求項１４～１７のいずれかに記載のホログラム記録方法。

２１．　前記中央変調領域及び環状変調領域において、外周側から内周側に位置するほど前記像センサが受光する光量が多くなるような光強度変調方式でそれぞれ前記ピクセルが制御されることを特徴とする請求項１４～１７のいずれかに記載のホログラム記録方法。

２２．　前記中央変調領域及び環状変調領域において、外周側から内周側に位置するほどそれぞれの前記ピクセルが構成するパターンの解像度が高くなるよ

うな光強度変調方式でそれぞれ前記ピクセルが制御されることを特徴とする請求項１４～１７のいずれかに記載のホログラム記録方法。

図1

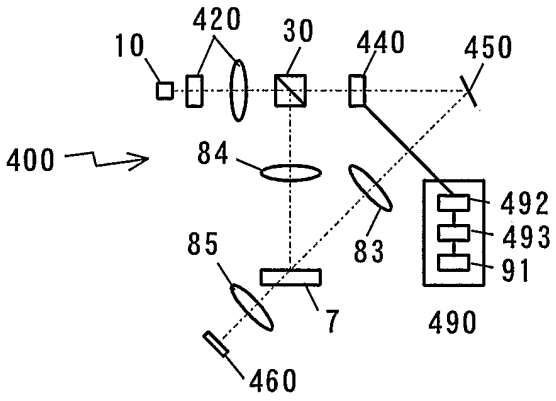


図2

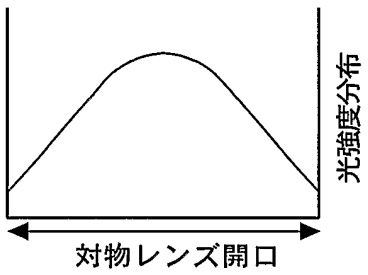


図３

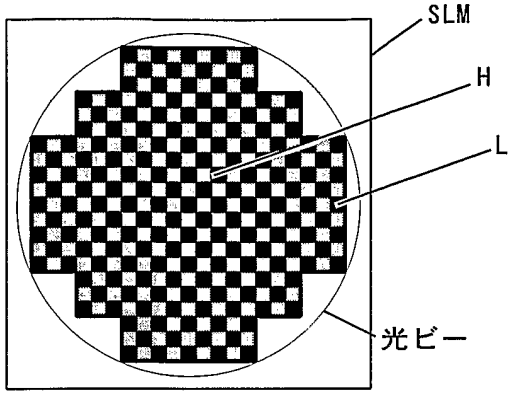


図４

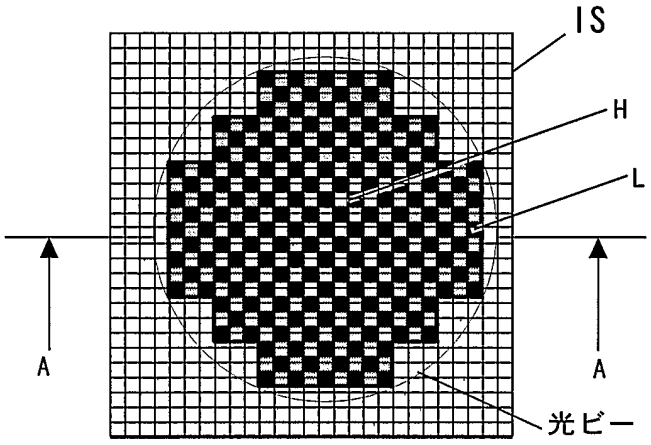


図５

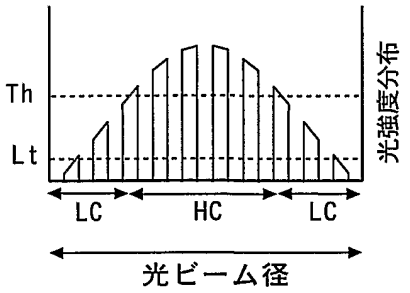


図６

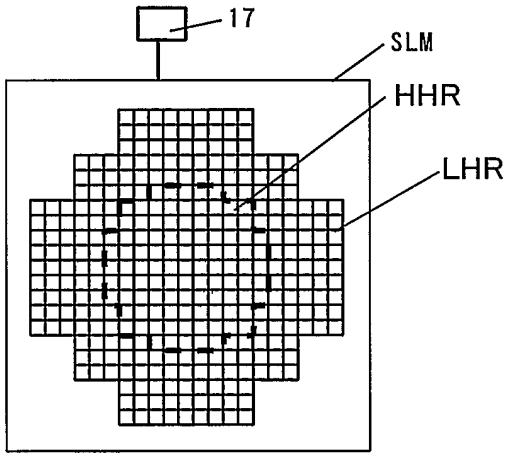


図7

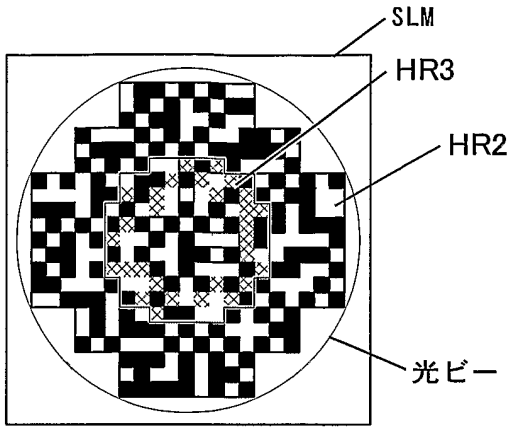


図8

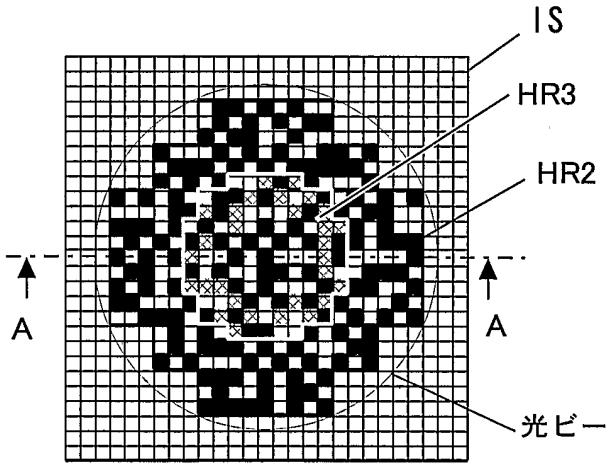


図９

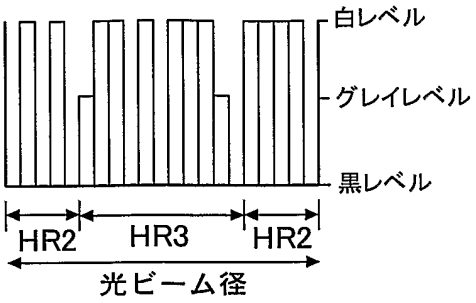


図１０

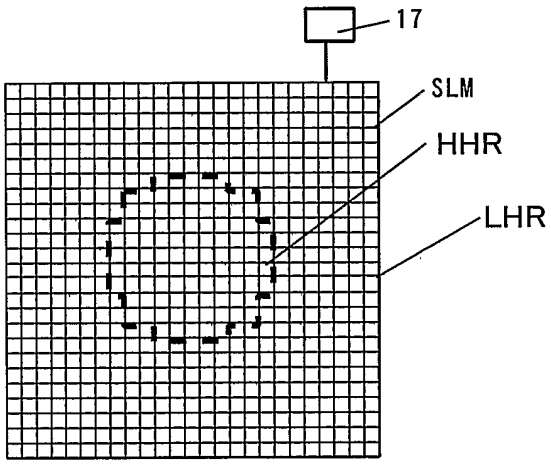


図１１

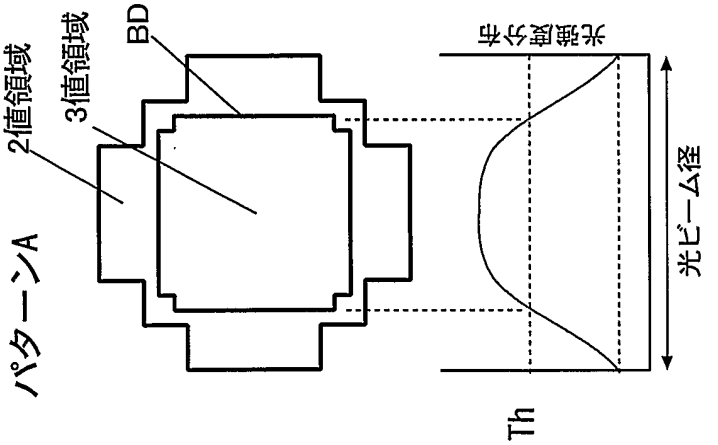

パターンA
2値領域
3値領域
BD
光強度分布
光ビーム径
Th

図１２

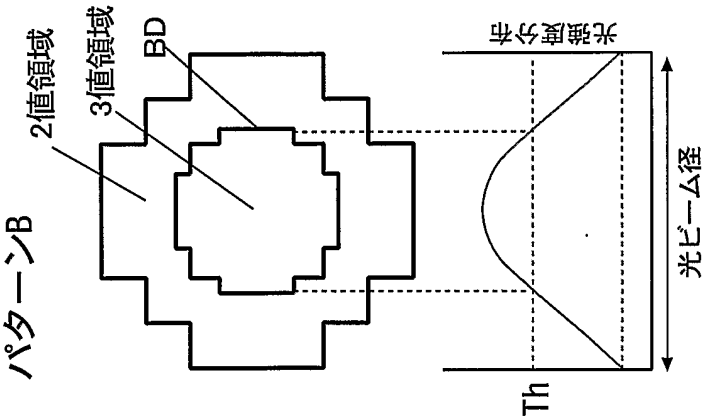

パターンB
2値領域
3値領域
BD
光強度分布
光ビーム径
Th

図１３

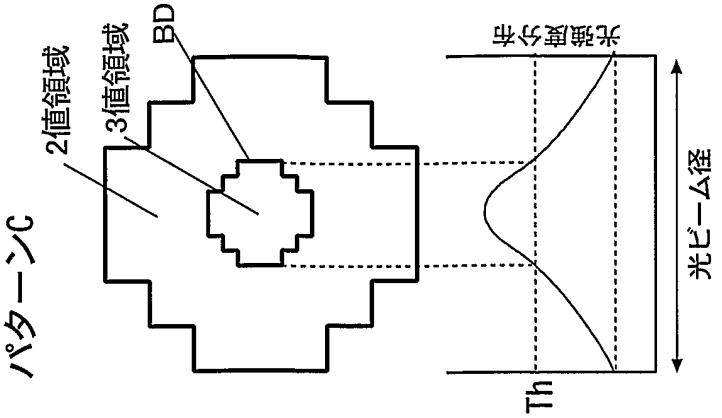

パターンC
2値領域
3値領域
BD
光強度分布
光ビーム径
Th

図１４

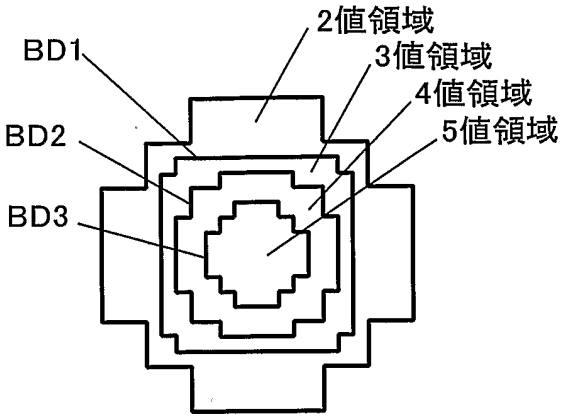


図１５

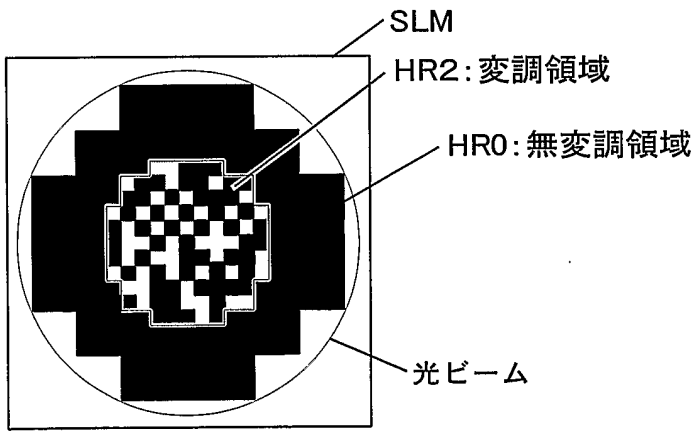


図１６

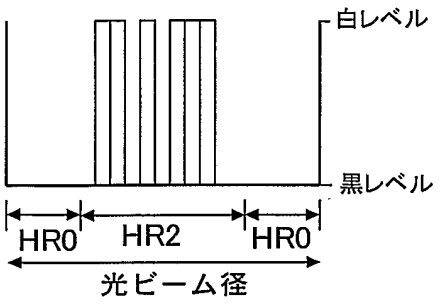


図１７

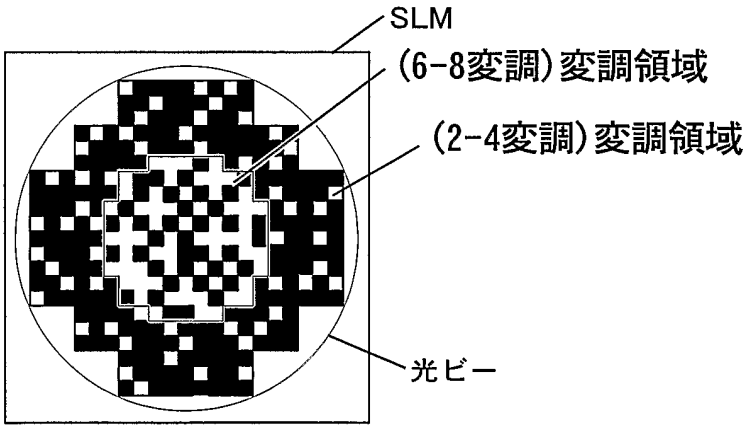


図１８

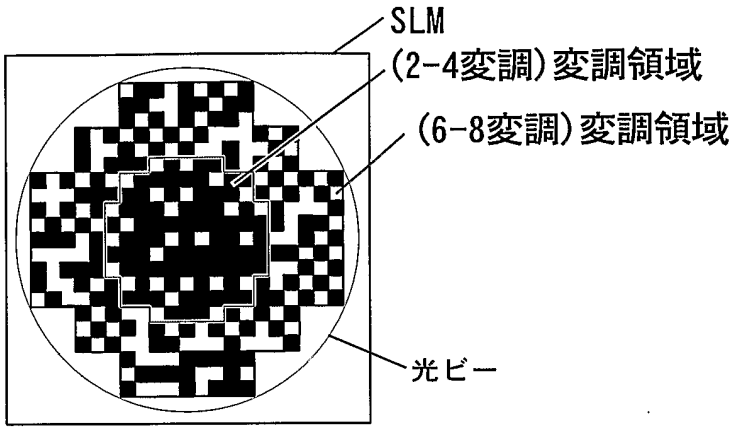


図１９

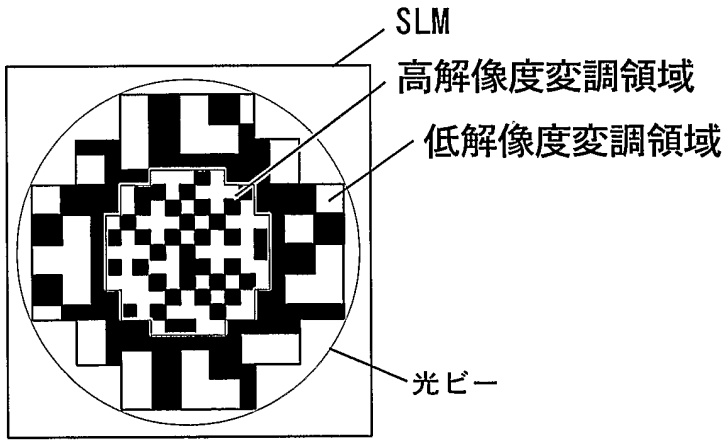


図２０

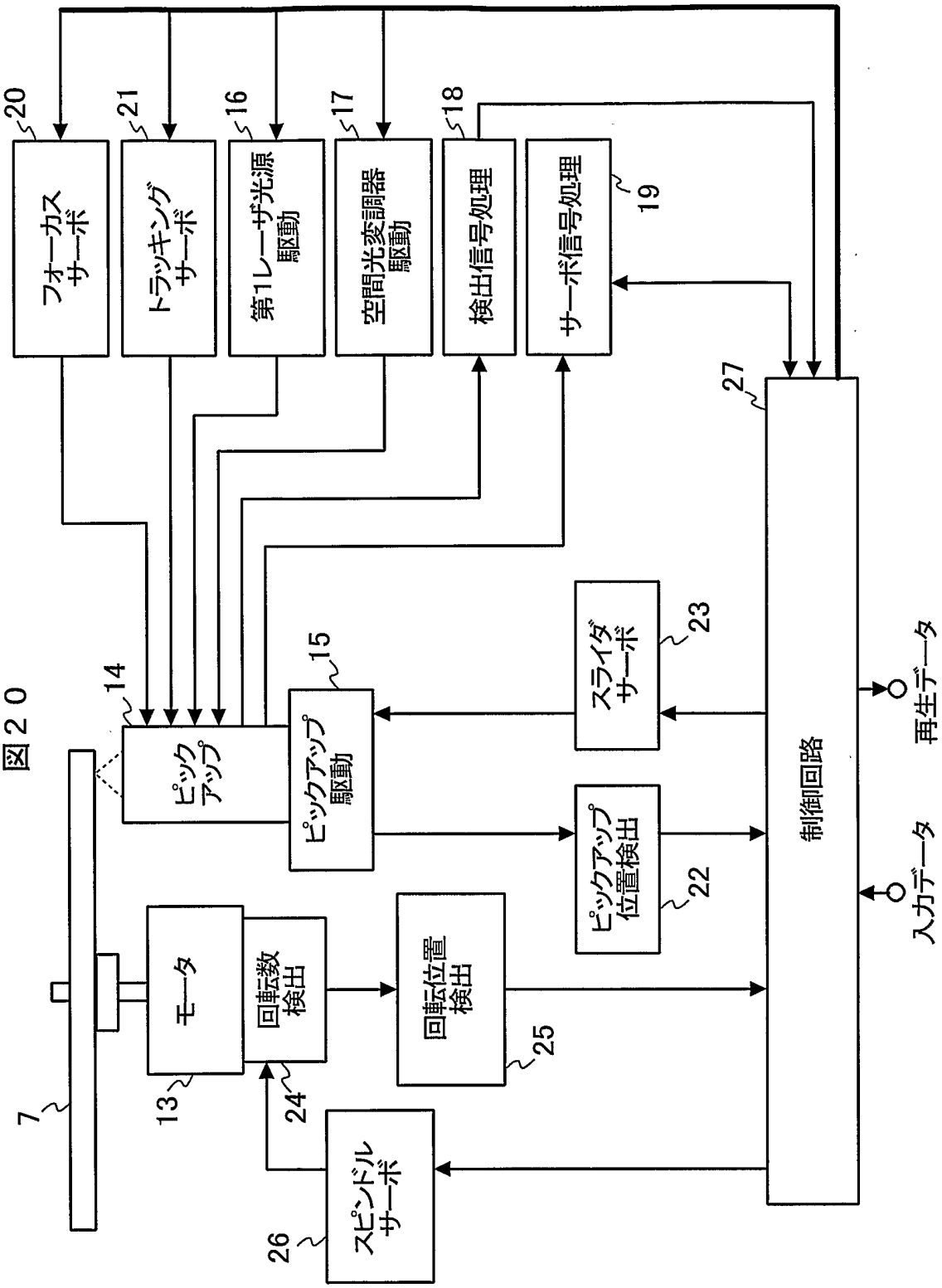

フォーカスサーボ
トラッキングサーボ
第1レーザ光源駆動
空間光変調器駆動
検出信号処理
サーボ信号処理
20
21
16
17
18
19
27
ピックアップ
ピックアップ駆動
スライダサーボ
ピックアップ位置検出
制御回路
再生データ
入力データ
14
15
23
22
モータ
回転数検出
回転位置検出
スピンドルサーボ
7
13
24
25
26

図２１

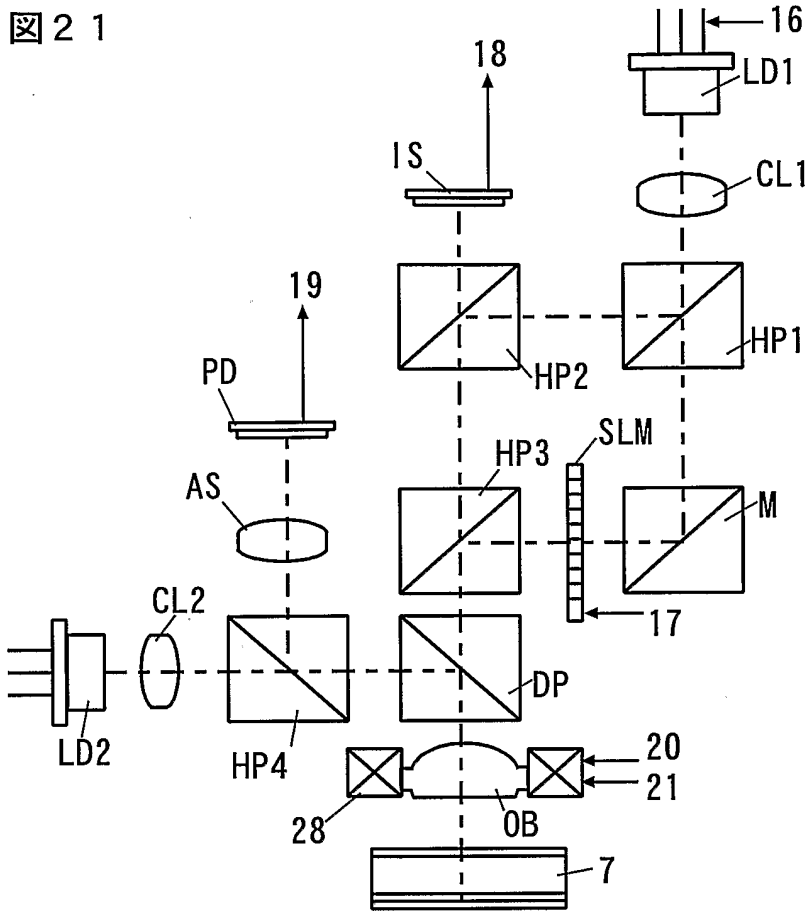

16
LD1
18
IS
CL1
19
HP1
PD
HP2
SLM
HP3
AS
M
CL2
17
DP
LD2
HP4
20
21
28
OB
7

図２２

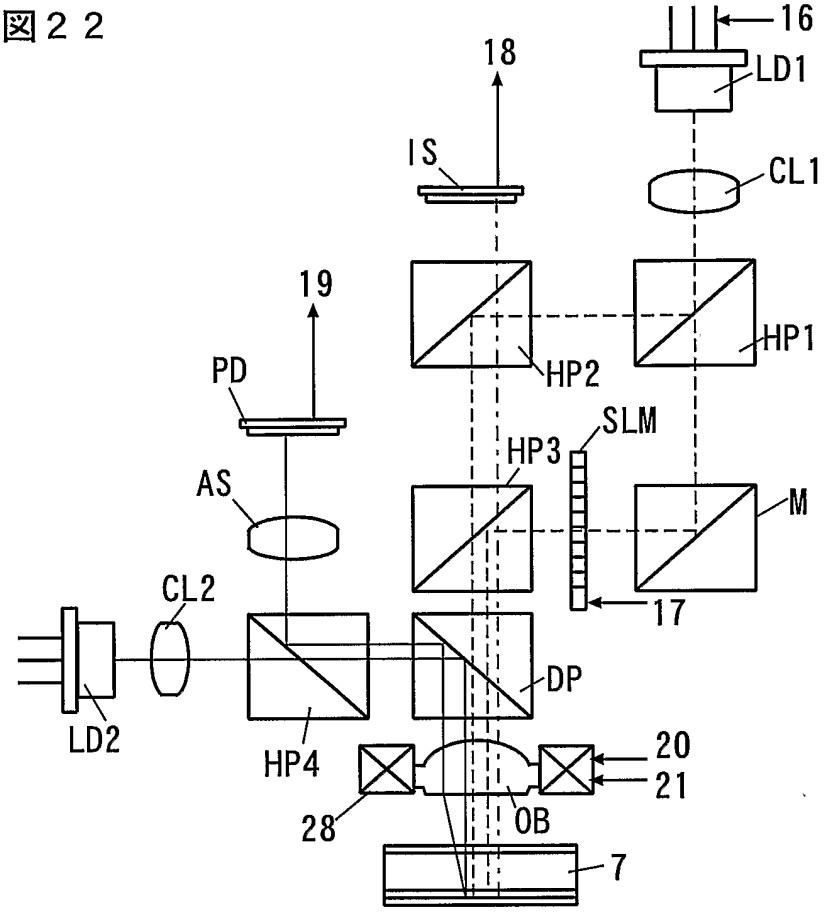

16
LD1
18
IS
CL1
19
HP1
PD
HP2
SLM
HP3
AS
M
CL2
17
DP
LD2
HP4
20
21
28
OB
7

図２３

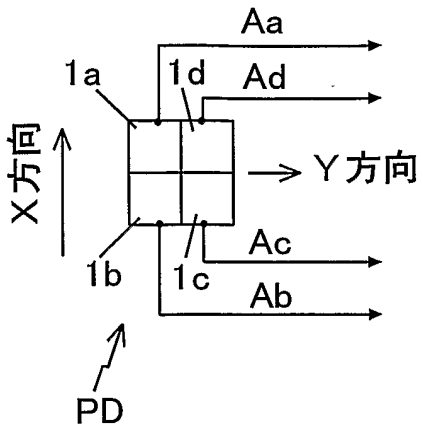

Aa
1a
1d
Ad
X方向
Y方向
Ac
1b
1c
Ab
PD

図２４

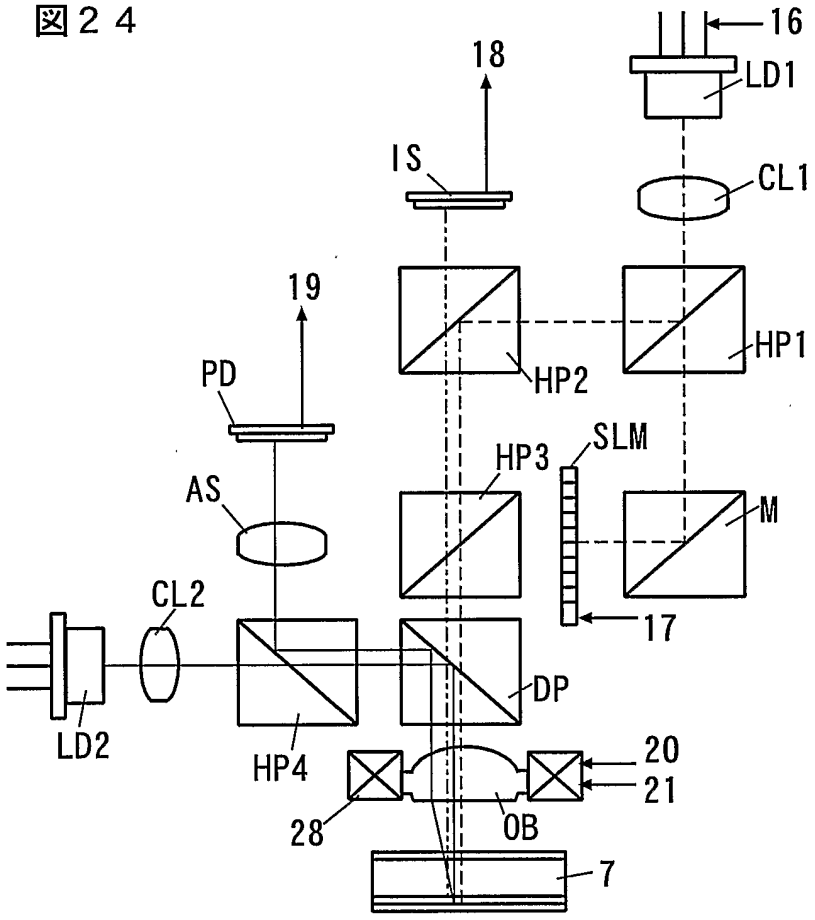

16
18
LD1
IS
CL1
19
HP1
PD
HP2
SLM
HP3
AS
M
CL2
17
DP
LD2
HP4
20
21
28
OB
7

図２５

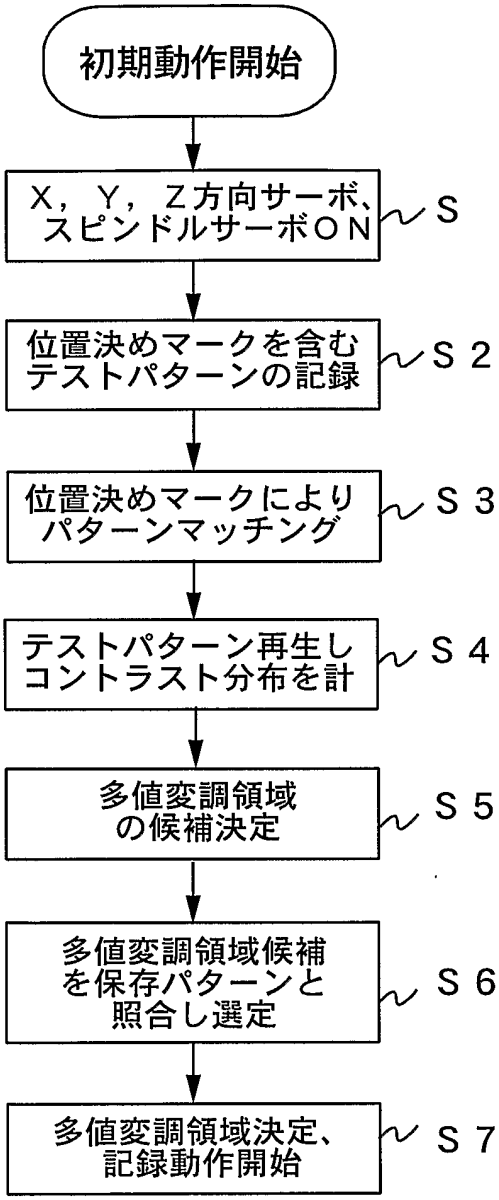

初期動作開始
X，Y，Z方向サーボ、スピンドルサーボＯＮ
S
位置決めマークを含むテストパターンの記録
S２
位置決めマークによりパターンマッチング
S３
テストパターン再生しコントラスト分布を計
S４
多値変調領域の候補決定
S５
多値変調領域候補を保存パターンと照合し選定
S６
多値変調領域決定、記録動作開始
S７

図２６

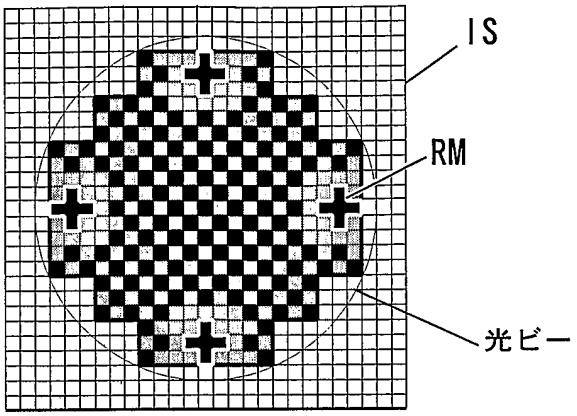


図２７

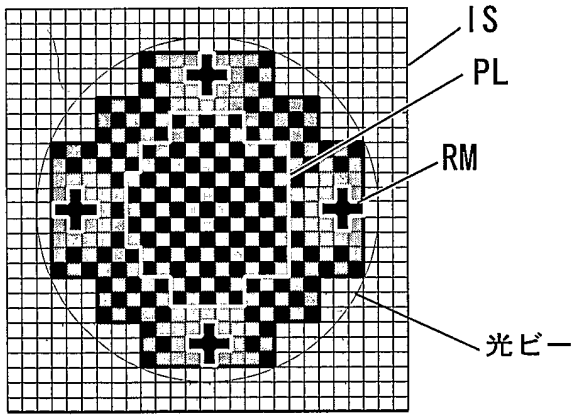


図２８

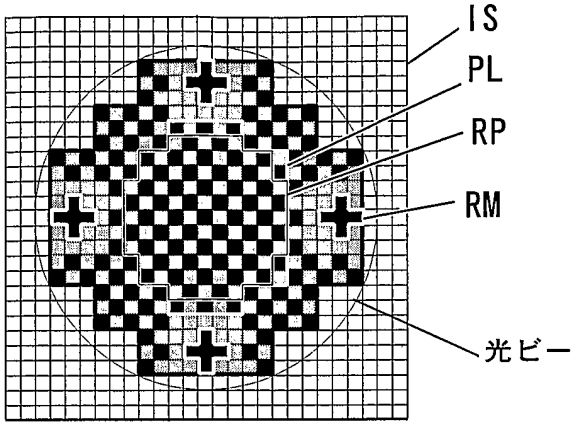


図２９

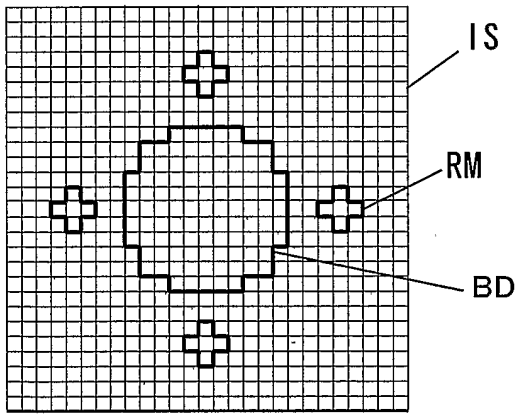
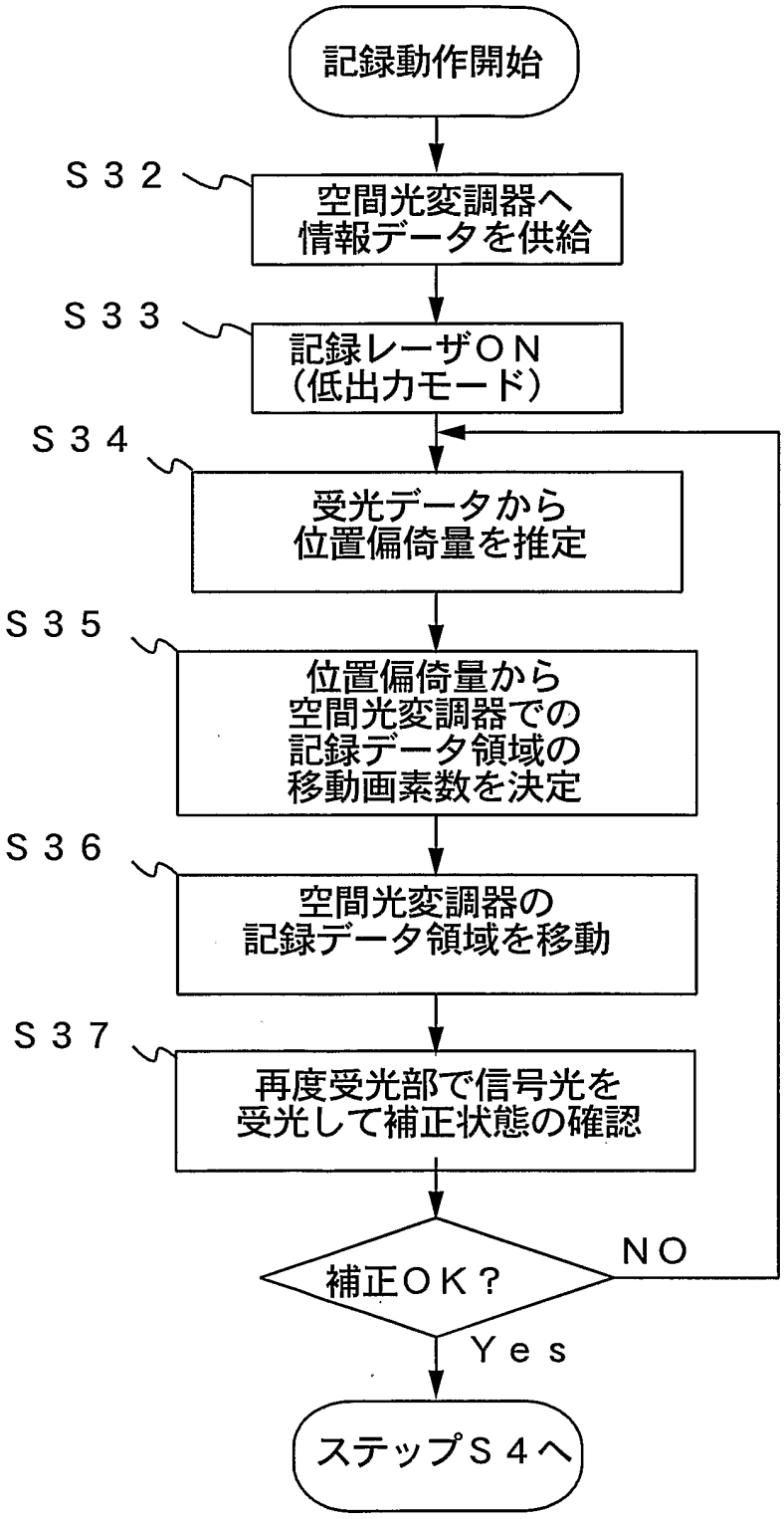


図３０


記録動作開始
S３２
空間光変調器へ
情報データを供給
S３３
記録レーザＯＮ
（低出力モード）
S３４
受光データから
位置偏倚量を推定
S３５
位置偏倚量から
空間光変調器での
記録データ領域の
移動画素数を決定
S３６
空間光変調器の
記録データ領域を移動
S３７
再度受光部で信号光を
受光して補正状態の確認
補正ＯＫ？
ＮＯ
Ｙｅｓ
ステップＳ４へ

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/305319

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G11B7/0065(2006.01), ***G03H1/04***(2006.01), ***G03H1/26***(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G11B7/0065, G03H1/04, G03H1/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-81829 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 21 March, 2000 (21.03.00), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-22
A	JP 2000-82213 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 21 March, 2000 (21.03.00), Full text; Figs. 1 to 21 & US 6512733 B1	1-22
A	JP 2003-337523 A (Pioneer Electronic Corp.), 28 November, 2003 (28.11.03), Full text; Figs. 1 to 16 & EP 1550922 A1 & WO 03/98360 A1	1-22

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 June, 2006 (05.06.06)	13 June, 2006 (13.06.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００６／３０５３１９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　*G11B7/0065*（2006.01），*G03H1/04*（2006.01），*G03H1/26*（2006.01）

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G11B 7/0065, G03H 1/04, G03H 1/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Ａ	ＪＰ　２０００－８１８２９　Ａ（富士ゼロックス株式会社） ２０００．０３．２１，全文，第１－６図（ファミリーなし）	１－２２
Ａ	ＪＰ　２０００－８２２１３　Ａ（富士ゼロックス株式会社） ２０００．０３．２１，全文，第１－２１図 ＆　ＵＳ　６５１２７３３　Ｂ１	１－２２

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０５．０６．２００６	国際調査報告の発送日 １３．０６．２００６
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｄ　９４７３ 溝本　安展 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５１

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００６／３０５３１９

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Ａ	ＪＰ　２００３－３３７５２３　Ａ（パイオニア株式会社） ２００３．１１．２８，全文，第１－１６図 ＆　ＥＰ　１５５０９２２　Ａ１ ＆　ＷＯ　０３／９８３６０　Ａ１	１－２２