

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/067429 A1

PCT

(43) 国際公開日
2010年6月17日(17.06.2010)

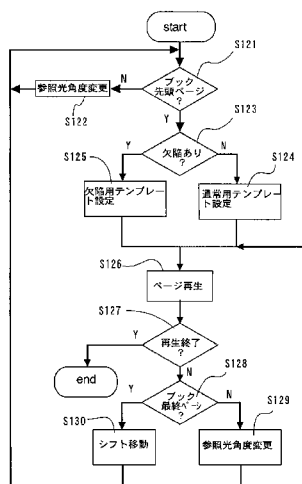
- (51) 国際特許分類:
G11B 7/004 (2006.01) G11B 7/0065 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/072428
- (22) 国際出願日: 2008年12月10日(10.12.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パイオニア株式会社(Pioneer Corporation) [JP/JP]; 〒1538654 東京都目黒区目黒1丁目4番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 橋本 道一 (HASHIMOTO, Michikazu) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番2号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 立石 潔 (TATEISHI, Kiyoshi) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番2号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 佐藤 充 (SATO, Makoto) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番2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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: HOLOGRAM REPRODUCING METHOD AND HOLOGRAM DEVICE

(54) 発明の名称: ホログラム再生方法およびホログラム装置

[図18]



S122 CHANGE REFERENCE LIGHT ANGLE
S121 FIRST PAGE OF BOOK?
S123 IS THERE DEFECT?
S125 SET DEFECT TEMPLATE
S124 SET NORMAL TEMPLATE
S126 REPRODUCE PAGE
S127 IS REPRODUCTION COMPLETED?
S128 LAST PAGE OF BOOK?
S130 SHIFT
S129 CHANGE REFERENCE LIGHT ANGLE

(57) Abstract: A hologram reproducing method in a hologram device for reproducing data page including a marker and a data area displayed on a spatial light modulator by obtaining a reproduced image of the data page by focusing light reproduced from a recording medium on which the data page is recorded in association with the intensity distribution of at least zeroth-order light and first-order light in a Fourier image onto an image sensor, comprises the step of acquiring a detected image by sampling the reproduced image of the data page in the image sensor, and the step of detecting the position of the marker at the time of recording by performing template matching processing by using a previously stored template image and the detected image. The previously stored template image includes a defect template image corresponding to a defect in the recording medium.

(57) 要約: ホログラム再生方法は、空間光変調器に表示されたマーカおよびデータ領域を含むデータページをフーリエ像における少なくとも0次光および1次光の強度分布に対応して記録した記録媒体から再生された光を、像センサに結像してデータページの再生像を得てデータページを再生するホログラム装置におけるホログラム再生方法であって、像センサでデータページの再生像をサンプリングして検出画像を取得するステップと、予め記憶されたテンプレート画像と検出画像を用いてテンプレートマッチング処理を行って記録時のマーカの位置を検出するステップと、を含み、予め記憶されたテンプレート画像は、記録媒体の欠陥に応じた欠陥用テンプレート画像を含む。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

ホログラム再生方法およびホログラム装置

技術分野

- [0001] 本発明は、データをホログラムとして記録し、或いはホログラムからデータを再生するホログラム装置システムに関し、特にホログラム記録媒体(以下、単に記録媒体ともいう)からのホログラム再生方法に関する。

背景技術

- [0002] 記録媒体として、フォトポリマ、ニオブ酸リチウム単結晶など感光材料に対して光学的に情報記録または情報再生が行われるホログラムメモリシステムが知られている。
- [0003] 記録媒体にデータを記録する場合、データを2次元データであるデータページと呼ばれる画像単位にして、データページ画像を空間光変調器に表示して、これにより光を空間変調して信号光を生成する。再生時には、記録媒体の記録部位に記録時と同一条件の参照光のみを照射するので、記録時の空間光変調器の画素に一对一または整数倍で対応する受光素子が2次元的に配置された像センサが用いられ、これで再生光を受光し、サンプリングして、その再生信号から元のデータページの情報を再生する。
- [0004] ホログラム装置システムにおいてフーリエ変換を用いて記録および再生を行う。
- [0005] 図1に示すように、従来のホログラム記録再生方法の一例の概略を示す図である。レーザ光源から発せられた可干渉性レーザ光を2分割して、一方の光は平行光として、透過型のTFT液晶装置(LCD)のパネルなどの空間光変調器SLM(透過／非透過の2次元格子パターンのデータページが表示されている)を経て変調され、信号光12aとして、二次元パターンデータ信号成分を含むことになる。信号光12aは、その焦点距離 f だけ離しておいたフーリエ変換レンズ16を通過し、二次元パターンデータ信号成分はフーリエ変換されて、記録媒体10内に集光される。
- [0006] 一方、2分割された他方の光は記録参照光12としては、記録媒体10内に導かれて、信号光12aの光路と記録媒体10の内部で交差して光干渉パターンを形成し、光干渉パターン全体を屈折率の変化として記録する。

- [0007] このように、データページ画像からの回折光である信号光12aをフーリエ変換レンズで結像し、その焦点面すなわちフーリエ面上の分布に直してフーリエ変換の結果の分布をコヒーレントな参照光12と干渉させてその干渉縞を焦点近傍の記録媒体に記録する。信号光12aに対する参照光12の交差角度をデータページ毎に変化させ、逐次記録を行うことにより角度多重記録が可能である。
- [0008] 次に、再生時には逆フーリエ変換を行いデータページ像を再生する。データ再生においては信号光12aの光路を遮断して、参照光12のみを記録時交差角度で記録媒体10へ照射する。参照光12の照射された記録媒体10の反対側には、記録された光干渉パターンを再現した再生光ReSBが現れる。この再生光を逆フーリエ変換レンズ21に導いて、逆フーリエ変換するとドットパターン信号(データページ画像)を再現することができる。
- [0009] ここで、フーリエ変換ホログラム記録の空間光変調器SLMでフーリエ変換された信号光において、空間光変調器SLMのデータページの画素の繰り返しによる1次回折光などが高周波数成分となる。
- [0010] 図2は、空間光変調器SLMの表示パターンの一例とフーリエ面FPの関係を示す概略斜視図である。たとえば、一辺の長さが $a(\mu\text{m})$ の正方形の画素がマトリクス状に配されている空間光変調器SLMの画素ピッチは $a(\mu\text{m})$ である。
- [0011] 図2に示すように、信号光の光軸を z 方向とし、信号光に垂直な面内における画素の行方向および列方向をそれぞれ x 方向および y 方向とすると、信号光と参照光を干渉させ記録媒体(図示せず)内でホログラム記録をおこなう際、 xy 平面のフーリエ面に信号光の光軸中心に対称な位置に空間周波数スペクトル分布光強度(中心の0次回折光0th、その周りの1次回折光1st、etc)が生じる。
- [0012] フーリエ変換ホログラムを用いるホログラム記録では、かかる光強度分布により、空間的に限られたスペースにホログラムを納めることができることと、データページを分散して記録すること、記録データの冗長性を高めることができるという利点がある。記録面の空間周波数($f_{sp}[\text{lines/mm}]$)、光の波長(λ)、フーリエ変換レンズの焦点距離(F_1)を用いて、フーリエ面での0次と1次フーリエスペクトルの間隔(d_1)は次式、 $d_1 = f_{sp} * \lambda * F_1$ のように対応づけることができる。

[0013] たとえば、空間光変調器SLMの画素ピッチが $42\mu\text{m}$ 、波長 532nm 、焦点距離 165mm である場合、これに対応したフーリエスペクトル間隔(d_1)は上式によると 2.09mm となる。したがって記録すべき情報は光軸上約 2.1mm の半径範囲に存在することになる。すなわち、図2に示すように、この1次回折光と0次光とで構成される田の字型の xy 空間内($x,y \leq 2d_1$)に空間光変調器SLMに現れた2次元データのデータページを狭い範囲内に分散させて記録できる。

[0014] 従って、フーリエ変換像には、当該2次元パターンのフーリエ成分に応じた強度ピーク(0次回折光0th、1次回折光1st、etc)が生じることになる。このようなフーリエ変換像にピークが生じると、当該ピーク位置において、書き換え回数が増えたりすると、記録媒体の欠陥が生じやすくなる懸念があった。そうでなくとも、記録膜の欠陥、記録感度、回折効率の不均一な場合など記録媒体欠陥の存在は問題である。

[0015] 図3は、フーリエ面上の記録媒体欠陥DFTの様子を示す概略平面図である。記録媒体欠陥は記録媒体上のゴミや傷などである。記録媒体欠陥DFTにより、再生信号の特定の周波数成分が再生されなくなる、あるいは、記録信号の特定の周波数成分が記録されなくなる。図3は、記録媒体欠陥DFTが信号光 z 方向の光軸上記録媒体に存在して、フーリエ像の0次光(直流)成分0thを遮る場合を示している。ここでは、記録媒体欠陥DFTを説明の上で、矩形で表しているが、実際は種々の形がある。また、欠陥DFTの大きさを、0次光(直流)成分0thを遮る欠陥の差し渡しを L_d として、0次光(直流)成分0thを横切る一対の1次回折光成分1stの間隔を L_s として、 L_d/L_s の百分率割合であらわす。たとえば、欠陥大きさ100%以上の、0次光、1次回折光の成分すべてを遮るような記録媒体欠陥では、データページを誤り訂正符号技術によっても再生は困難となる。

[0016] そこで、光記録媒体に誤り訂正符号でも修復できない欠陥記録ブロックがあっても、他の領域に速やかに交替処理して欠陥救済することを目的として、欠陥の無い正常な記録ブロックへアクセスがあった場合はそのままその記録ブロックで情報の記録または再生を行い、欠陥記録ブロックへアクセスがあった場合は欠陥記録ブロックで情報の記録または再生を行わず、欠陥記録ブロックと交替記録ブロックとの位置関係を記憶し管理する欠陥管理部に書き込まれている情報に従って、交替記録ブロック

への移動方向が示す次の記録ブロックである交替記録ブロックで情報の記録または再生を行うことが、提案されている(特許文献1、参照)。

[0017] また、ホログラム記録に際してエラーが起こった場合に、効率良く適切な記録再生データ処理をするために、光情報記録装置は、ホログラフィを利用した光情報記録媒体の所定の位置に、2次元のピクセルデータからなるページデータを、それを担持した情報光と記録用参照光との干渉パターンとして記録する際に、ページデータの記録が正常に行われたかを判定し、その判定結果に応じて、ページデータの記録が正常に行われなかったと判断された場合に、所定の位置とは別の位置に再度記録するように光学的記録動作を制御する技術も、提案されている(特許文献2、参照)。

[0018] さらに、ホログラム記録再生装置において、記録再生に関わる光学部品に欠陥が生じた場合でも記録再生に支障を起こさないようにするために、参照光をホログラム記録媒体に照射する参照光照射部と、媒体に書き込むべきページデータに対応した空間情報を用いて変調した情報光を生成する空間変調部と、参照光を照射する領域と同一の領域に情報光を照射する情報光照射部と、参照光を媒体に照射することによって生成された再生光を受光する光検出部と、既知ページデータを予め記憶した既知データ記憶部と、既知ページデータに対応した空間情報を用いて既知ページデータを媒体に書込んだ後、媒体に書込んだ既知ページデータを読み出して、光検出部等の欠陥位置を調査する欠陥調査部と、検出された欠陥位置の情報を用いて、再生光に含まれる欠陥位置のデータを復元再生する再生制御部とを備えた装置も、提案されている(特許文献3、参照)。

[0019] また、ホログラム記録媒体について記録再生を行う記録再生装置において、光路中に生じる欠陥の有無について判定を可能とするために、レーザ光源をオンとした状態で空間光変調器の全画素でそれぞれbit1/bit0の変調をかけたとき、イメージセンサ上で得られたそれぞれの検出値がbit1/bit0になっているか否かについて判別を行い、その結果に基づき欠陥の有無を判定することも、提案されている(特許文献4、参照)。

特許文献1:特開2003-178538

特許文献2:特開2004-134048

特許文献3:特開2006-236536

特許文献4:特開2007-200385

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0020] 記録媒体の記録部位から記録データを復元する場合、検出されたデータページ画像の品質は重要である。そのために、データページには位置決め用のマーカと呼ぶ予め決められたパターンのシンボルが含まれ、マーカの位置は一定の箇所に表示されている。例えば、特許文献2に開示されているように、位置合せするためのコードとして矩形の2次元データ中の4隅などに1ヶ所以上に含まれている。

[0021] 図4は、或るデータページを表示する空間光変調器SLMの正面図を示す。記録媒体へ記録するデータページは、例えば二次元配列された白黒パターン画像(光透過および非透過パターン画像)になっている。このデータページの四隅には、マーカMKが入れてある。このマーカMKは、再生時にこのマーカの位置を検出することにより、中央のデータ領域DRの位置を特定する。

[0022] 一般的に、検出画像を走査した場合にマーカに対応する特定の周波数成分(マーカ再生信号)が得られることから、まずマーカ再生信号からマーカMKの各々の中心座標を決定し、更に、各マーカの全体形状は予め定められているため、各マーカMKを構成する各画素の中心位置も計算で求められる。そして、マーカ以外の画素、いわゆるデータ領域DRの画素位置は、決定されたマーカを構成する各画素を基準画素として、その基準画素の座標値から、画素の幅や高さに基づき計算して得ることができる。このように、全てのデータ領域画素の位置が決定できるので、その位置からデータ領域画素を読み取ることにより、2次元データのデータページが検出できる。例えば、ホログラム装置内において、ホログラム記録媒体から読み取ったデータページ(検出画像)におけるマーカ位置を基にして、受光する対物レンズの開口領域の中心と該データページとの間の位置偏倚量を求めて、データページの中心が対物レンズの開口領域の中心に一致するようにそれらの位置を補正することが、行われている。

[0023] データ領域DRのデータページは、たとえば2:4変調などの2次元変調データパタ

ーンシンボルの集合とされ、一般的に高い解像度で、白画素および黒画素それぞれが連続しないように表示され、一方、マーカは位置決めのためデータ領域DRよりも低い解像度のパターンが選ばれ表示される。

[0024] このように、マーカはデータページ画品質や位置決めにおいて重要である。

[0025] 発明者は、再生時において、フーリエ面上の記録媒体欠陥DFT(図3)がフーリエ像の0次光(直流)成分0thだけでも遮る場合に、再生マーカ画像の劣化が大きくなり、記録再生に大きい影響があること、を実験により知見した。

[0026] 実験結果の再生マーカ画像を、図5(A)(B)に示す。図5(A)の記録媒体欠陥が無い場合、鮮明にマーカ像(記録用の通常マーカ画像と相似)が得られるが、図5(B)の記録媒体欠陥DFTが20%の大きさであり直流成分を含む低域成分がなくなる場合、連続した白で囲まれた十字形のマーカ像部分が、特に大きく劣化する。その結果、マーカ座標(たとえばその十字形の交点)の検出を誤り、データの再生ができなくなる場合がある。また、記録媒体上の1個の記録媒体欠陥でも、記録媒体欠陥のある位置に角度多重記録した全てのデータページ(ブックとも呼ぶ)に影響を及ぼすので、比較的小さな欠陥でもデータページ検出にも支障をきたすことになる。

[0027] しかしながら、上記の特許文献においては、専ら、システム全体、装置、光学部品に起因するエラーに対処する提案を教示するだけであり、マーカにかかわる記録媒体欠陥には考慮されておらず、マーカを含むデータページの記録再生の対象である記録媒体自体の小さな欠陥対策については、示唆さえされていない。

[0028] すなわち、特許文献1、2の技術では、記録媒体欠陥(ベリファイエラー)があった場合、記録媒体の別の場所にデータを記録しているだけであり、特許文献3の技術は、既知ページデータで空間光変調器、二次元センサ(像センサ)の欠陥位置を検出して特定し、その欠陥部位のデータをエラー訂正部で消失訂正して、そこにはダミーデータを入れ、かかる欠陥部位のデータを、ページデータ中の欠陥のない部位(予め確保した空き領域、あるいは直後の領域)に移動させて、ページデータを生成しているだけであり、特許文献4の技術は、空間光変調器の変調パターンと像センサでの受光パターンを比較して、空間光変調器、像センサおよび光路中の欠陥を検出するだけであり、特許文献3、4の先行技術では、空間光変調器や像センサなどの光学部品

による画素欠陥を検出しており、空間光変調器の変調パターンと像センサの受光像の比較で検出しているだけである。

[0029] 実際には、記録媒体にはデータページ(記録信号)のフーリエ像のホログラムが分散した強度分布で記録されるので、発明者は、比較的にな小さな記録媒体欠陥の位置や大きさによっては、無視できないことに、着目した。

[0030] そこで、本発明の解決しようとする課題には、データページのマーカ再生エラーを低減するホログラム再生方法およびホログラム装置を提供することが一例として挙げられる。

課題を解決するための手段

[0031] 本発明のホログラム再生方法は、空間光変調器に表示されたマーカおよびデータ領域を含むデータページをフーリエ像における少なくとも0次光および1次光の強度分布に対応して記録した記録媒体から再生された光を、像センサに結像してデータページの再生像を得てデータページを再生するホログラム装置におけるホログラム再生方法であって、

前記像センサでデータページの再生像をサンプリングして検出画像を取得するステップと、

予め記憶されたテンプレート画像と前記検出画像を用いてテンプレートマッチング処理を行って記録時のマーカの位置を検出するステップと、を含み、

前記予め記憶されたテンプレート画像は、前記記録媒体の欠陥に応じた欠陥用テンプレート画像を含むことを特徴とする。

[0032] 本発明のホログラム装置は、空間光変調器により光空間変調された信号光と参照光との干渉縞を記録媒体に記録し、或いは、参照光により、空間光変調器に表示されたマーカおよびデータ領域を含むデータページを記録した記録媒体から再生された光を、像センサに結像してデータページの再生像を得てデータページを再生するホログラム装置であって、

前記マーカを変換したテンプレート画像を予め記憶する装置と、

前記記録媒体を移動自在に保持する保持装置と、

前記像センサでデータページの再生像をサンプリングして検出画像を取得するサ

ンプリング部と、

前記検出画像と前記テンプレート画像を用いてテンプレートマッチング処理を行って記録時のマーカの位置を検出する位置検出部と、を含み、

前記予め記憶されたテンプレート画像は、前記マーカに相似形の通常用テンプレート画像より解像度が高くかつ前記記録媒体の欠陥に応じた欠陥用テンプレート画像を含むことを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]従来のホログラム記録再生方法の一例の概略を示す図である。

[図2]ホログラム記録再生方法の空間光変調器の表示パターンの一例とフーリエ面の関係を示す概略斜視図である。

[図3]ホログラム記録再生方法のフーリエ面上の記録媒体欠陥の様子を示す概略平面図である。

[図4]ホログラム記録再生方法のデータページを表示する空間光変調器の正面図である。

[図5]ホログラム記録再生方法におけるデータページ内の再生マーカ画像を説明する部分平面図である。

[図6]本発明による実施形態のホログラム装置を示す概略構成図である。

[図7]本発明による実施例のホログラム装置のデコーダを説明する構成図である。

[図8]本発明による実施形態のホログラム装置の再生動作における再生像を受光後のデータ復号までの信号処理の流れの概要を示すフローチャートである。

[図9]本発明による実施形態のホログラム装置におけるディスク状の記録媒体の平面図である。

[図10]本発明による実施形態のホログラム装置におけるシフト移動と角度多重を説明するフローチャートである。

[図11]本発明による実施例のデータページの欠陥検出パターンを示す平面図である。

[図12]本発明による他の実施例のデータページの欠陥検出パターンおよび耐欠陥マーカを示す平面図である。

[図13]本発明による実施例の記録媒体欠陥検出により記録媒体から再生した欠陥検出パターン画像を示す平面図である。

[図14]本発明による記録媒体欠陥検出により記録媒体から再生した欠陥検出パターン画像のディフェクト量(記録媒体欠陥)を横軸にとり、光量を縦軸にして周辺部と中央部でプロットした場合の光量変化を示すグラフである。

[図15]本発明による他の実施例の記録媒体欠陥検出により記録媒体から再生した欠陥検出パターン画像を示す平面図である。

[図16]本発明による記録媒体欠陥検出により記録媒体から再生した欠陥検出パターン画像の周波数を横軸にとり、振幅を縦軸にし周波数特性の変化を示すグラフである。

[図17]本発明による実施形態のホログラム装置における角度多重記録を説明するフローチャートである。

[図18]本発明による実施形態のホログラム装置における角度多重再生を説明するフローチャートである。

[図19]本発明による実施形態のホログラム装置におけるテンプレート画像を示す平面図である。

[図20]本発明による実施形態のホログラム装置における合成テンプレート画像の加重平均にて合成変換することを説明するブロック線図である。

[図21]本発明による実施形態のホログラム装置における第2例のデータを角度多重記録する手順を示すフローチャートである。

[図22]本発明による実施形態のホログラム装置における第2例のデータを角度多重再生する手順を示すフローチャートである。

符号の説明

- [0034]
- 10 記録媒体
 - 20 像センサ
 - 21 第2レンズ
 - 25 エンコーダ
 - 26 デコーダ

32 コントローラ

16 対物レンズ

HM ハーフミラー

LD 光源

SH1、SH2 シャッタ

BX ビームエキスパンダ

SLM 空間光変調器

RM1、RM2 反射ミラー

発明を実施するための形態

[0035] 以下に本発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

[0036] <ホログラム装置>

図6に、データページの記録および／または再生用のホログラム装置の一例を示す。

。

[0037] レーザ光源LDから発した可干渉性のレーザ光12の光路上には、ハーフミラーHM、第2シャッタSH2、ビームエキスパンダBX、透過型の空間光変調器SLM、対物レンズ16、記録媒体10、第2レンズ21、像センサ20が配置されている。

[0038] ハーフミラーHMはレーザ光12を分割して参照光を生成し、反射ミラーRM1、RM2とともに参照光光学系として機能する。可動の反射ミラーRM2は、コントローラ32に制御され、記録媒体10への参照光ビームの入射角度を制御する。

[0039] コントローラ32は、被制御機器のコントロール用の所定プログラムを実行するためのCPU(central processing unit)、ROM(read only memory)、RAM(random access memory)、外部メモリ等から構成されている。

[0040] ホログラム装置は、コントローラ32に制御されるエンコーダ25およびデコーダ26を含み、エンコーダ25およびデコーダ26には空間光変調器SLMおよび像センサ20がそれぞれ接続されている。コントローラ32は、入力された情報に応じて四隅に所定マーカがあるデータ領域を含むデータページを生成してエンコーダ25に供給する。コントローラ32は、デコーダ26で復号された情報を出力する。コントローラ32は、データページ四隅の所定マーカのためのテンプレート画像を予め生成してこれをデコ

ーダ26に供給する。

- [0041] 第1シャッタSH1はコントローラ32に制御され、記録媒体10への参照光ビームの照射時間を制御する。
- [0042] 第2シャッタSH2はコントローラ32に制御され、記録媒体10への信号光ビームの照射時間を制御する。
- [0043] コントローラ32は、データ記録時に第1、第2シャッタSH1、SH2を共に開けて信号光と参照光を記録媒体へ照射し、再生時には第2シャッタSH2のみ閉じて参照光のみを記録媒体へ照射するように、制御する。
- [0044] ビームエキスパンダBXは、第2シャッタSH2を通過した光の径を拡大して平行光線とし空間光変調器SLMを照射する。
- [0045] 空間光変調器SLMは複数の変調用画素が2次元的に配置されたマトリクス配置の透過型の液晶表示装置(Liquid Crystal Display:LCD)のパネルである。空間光変調器SLMはたとえば縦480*横640画素を有し、エンコーダ25から供給された記録すべきデータページを表示する。空間光変調器SLMに照射された平行光は空間的なON信号およびOFF信号に光変調され、信号光12aとして対物レンズ16へ導かれる。
- [0046] 対物レンズ16は、第2シャッタSH2が開いたとき(記録時)、信号光12aをフーリエ変換するとともに、記録媒体10の装着位置の後方に焦点を結ぶように、集光する。
- [0047] 記録媒体10は移動自在な支持部60上に装着される。支持部60には、例えば、ディスク状の記録媒体10を着脱自在に保持するターンテーブル(装着自在支持部)で回転させるスピンドルモータが用いられる。記録媒体10はフォトポリマや、光異方性材料や、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パターンを保存できる透光性の光感応材料が用いられる。
- [0048] 参照光光学系の可動の反射ミラーRM2は、コントローラ32に制御され参照光12を記録媒体10へ所定入射角度で照射する。反射ミラーRM2の作用により、記録媒体10内部にて参照光12を信号光12aに対して所定角度で交差させる。すなわち、データ記録時には第1シャッタSH1と第2シャッタSH2を共に開き、参照光と信号光を記録媒体内で干渉させる。

- [0049] 交差する信号光と参照光の干渉縞が記録媒体10内に屈折率格子として記憶されることにより、データページの記録が行われる。また、信号光に対する参照光との交差角を変えることにより、複数のデータページの角度多重記録が可能となる。
- [0050] 像センサ20は、複数の受光素子が2次元的に配置された電荷結合素子(CCD)や相補型金属酸化膜半導体装置(MOS)などのアレイなどから構成される。像センサ20の受光素子と空間光変調器の画素とは一対一に対応する必要はなく、空間光変調器に表示されるデータページの像、特に各画素が区別できる個数、配置の受光素子配列を有していればよい。解像度の高い像センサ20であれば、オーバーサンプリング処理により、像センサ20上に結像されたデータページに含まれる画素相当の像を像センサ20の複数の画素で検出し、それらの検出値を平均化した結果に基づきデータページに含まれる1画素相当のデータを高精度で再生することができる。
- [0051] 記録されたデータページを記録媒体10から再生する場合には、第2シャッタSH2で信号光を遮断し、第1シャッタSH1を開き、記録時と同じ交差角で参照光のみを入射させる。参照光が照射された記録媒体10の入射側の反対側に、記録された信号光に対応した再生光(回折光)が現れる。これにより、再生光ReSBが第2レンズ21を通して像センサ20へ導かれる。像センサ20が再生光による再生像を受光し電気的な再生信号(検出画像)に再変換した後、デコーダ26で復号して、データDATAをコントローラ32へ送り、コントローラ32により元の記録された情報が出力される。
- [0052] デコーダ26は、図7に示すように、像センサ20からのデータを記憶する検出画像メモリ41、再サンプリング部42、復号部43、テンプレートマッチング処理する位置検出部44、を備えている。すなわち、デコーダ26は、像センサで取得したデータページの検出画像と予め記憶されているテンプレート画像を用いてテンプレートマッチング処理を行って記録時のマーカの位置検出し、再サンプリングを行って、復号を行う。位置検出部44は、テンプレートマッチング処理のためテンプレート画像を記憶するテンプレート画像メモリを有し、後述する欠陥検出部を有する。
- [0053] 例えば再生時(または書き換え時)に、上記図4のように表示された二次元配列された白黒パターン画像(光透過および非透過パターン画像)のデータページの四隅のマーカMKの画像を取得し、そのマーカ位置に基づきデータページを再サンプリング

を行うことにより、中央のデータ領域DRの位置の特定や検出画像の歪み補正等を行い、正確な復号ができる。

[0054] データページの白黒ドットパターンは各セルのONまたはOFFの電圧印加状態で表示され、透過または非透過のパターンとなる。空間光変調器SLMは中央のデータ領域DRにおいてたとえば2:4変調などの2次元変調データパターンシンボルの集合を表示し、マーカMKを例えば、その4隅に表示する。2:4変調は、記録すべき入力データを2ビット単位で区切り、かかる2ビットごとを4ビット($2 \times 2 = 4$ 画素)の2次元変調パターンシンボルへ変調する方式である。2:4変調は一例であり、これには限定されず、データ領域DRにおいて他の変調方式で表示し記録されてもよい。

[0055] <デコーダ信号処理>

かかるデータページ毎のデコーダ信号処理は、図8に示すように、像センサで検出された検出画像において、まずデータページの四隅のマーカの座標の検出を行い(マーカ座標検出:ステップS1)、次に、再生像の再サンプリング処理を行い(再サンプリング:ステップS2)、次に、データの復号する(復号:ステップS3)ことで行われる。

[0056] <マーカ座標検出:ステップS1>

あらかじめ、生成されたテンプレート画像がデコーダ内のテンプレート画像メモリに、記憶される。

[0057] 像センサでデータページの再生像をサンプリングして検出画像を取得した後、検出画像(再生信号)とテンプレート画像を用いてテンプレートマッチング処理を行って記録時の4つのマーカの座標位置を検出する。

[0058] マーカの座標の検出方法は、テンプレート画像と検出画像との相関値が最大となる位置を検索するテンプレートマッチング処理で行う。テンプレートマッチング処理は一般的にパターン照合手法の1つであって検査対象パターンと事前に用意した標準パターン(通常用テンプレート画像たとえばマーカと相似形のもの)との類似度や相違度を求めて対象パターンを識別する手法として知られている。テンプレートマッチング処理には、類似度や相違度としては相関係数や濃淡レベルの差などが使用されることが多いが、面積相関法による2つの画像間の対応点探索法などがある。

[0059] ここで、再生されたマーカの画像 $s(x, y)$ とテンプレート画像 $t(x, y)$ の相関値 C_{xy}

は次式(1)で表される。ここで(x, y)は座標位置を表す。

[0060] [数1]

$$C_{xy} = \sum_x \sum_y s(x, y) t(x, y) \quad \cdots \text{式 (1)}$$

[0061] 検出される座標は画素単位の座標(サンプリングにより整数座標)であるので、さらに詳細な位置を、例えば、特開平10-124666に教示されるような方法で求めることもできる。

[0062] <再サンプリング:ステップS2>

次に、データページに含まれる4つのマーカの座標間隔と再サンプリング処理後の検出画像のマーカの座標間隔が等しくなるように、検出された検出画像の4つのマーカの座標間を等間隔に再サンプリング処理を行う。

[0063] 例えば、データページのマーカの座標間隔が400画素で、検出画像のマーカの座標間隔が405画素であった場合、検出画像のマーカを405/400の間隔で再サンプリング処理を行う。

[0064] 再サンプリング処理により、歪み補正等がなされる。再サンプリング処理により、検出画像はデータページとほぼ同じ状態になる。つまり、再生信号は、記録信号とほぼ同じ状態になる。

[0065] <復号:ステップS3>

次に、データ領域DRの各画素の白黒パターンを検出して、データを復号する。

[0066] 例えば、検出画像のデータ領域DRを、2:4変調などの所定の2次元変調パターンのサイズに区切るなどして画像処理し、さらに、得られた信号と2次元変調パターンとの相互相関を計算し、最も似ている変調パターンを検出することにより復号する。

[0067] <ディスク状記録媒体>

ディスク状の記録媒体10には、例えば図9に示すように、その回転中心孔周りの表面に回転角検知用のコードトラックDMを付されている。支持部60はコントローラ32に制御され、対物レンズ16の光軸に関して記録媒体10の位置を制御する。ホログラム装置は、図示しないが媒体回転角検知センサを備え、これにより記録媒体10の回転角検知用のコードトラックDMを検出する。コントローラ32は、該媒体回転角検知

センサに接続され記録媒体の回転位置信号を生成する回転位置検出部と、スピンドルモータ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部とを備えている。

[0068] <シフト移動&角度多重>

ホログラム装置は、記録および再生ステップそれぞれにおいて、記録すべき単位記録領域の複数を所定間隔で逐次記録および再生できるように、記録媒体を回転制御するとともに、単位記録領域の各々においてページ単位で所定角度間隔で角度多重記録できるように、制御される。

[0069] 実施形態のホログラム装置において単位記録領域ごとの角度多重記録の前後に、シフト移動(トラック方向Tまたは半径方向R)動作が行われるので、これを図10(フローチャート)および図6に基づいて説明する。

[0070] まず、上記図6に示すように記録媒体10をホログラム装置の支持部60に装着固定する。その後、コントローラ32からのデータ記録(または再生)指令による目標アドレス指示に応じて、可動の反射ミラーRM2により参照光の目標入射角度を固定し(図10:ステップS11)、そして、媒体回転角検知センサを起動して(図10:ステップS12)、目標のアドレス情報の記録媒体10における目標角度位置(回転角検知用のコードトラックDMに従って)まで記録媒体10を回転し、そこで停止する(図10:ステップS13)。つぎに、目標半径位置まで記録媒体10を半径方向Rにて移動し(図10:ステップS14)、そこで停止する(シフト移動)。

[0071] シフト移動の後に、目標位置における単位記録領域にて角度多重の記録または再生のステップを実行していわゆるブックを形成する(図10:ステップS15)。そして、角度多重の記録または再生のステップの継続または終了を判別して(図10:ステップS16)、継続であればステップS12へ戻り、他の目標アドレス指示を行い、継続でなければ終了する。

[0072] これらシフト移動と角度多重のステップを順次行い、トラック方向に複数のブックを形成する。

[0073] 例えば、図9に示すように、記録媒体10のトラック(破線)上に所定間隔で複数の単位記録領域いわゆるブック(○で示す部分)が整列して記録される。すなわちブックごとに角度多重の記録または再生がなされる。

[0074] <記録媒体欠陥検出の第1例>

発明者は、ホログラム装置においてデータページのマーカ再生エラーを低減する記録媒体欠陥検出方法を提案する。

[0075] まず、データページのデータ領域画像の解像度よりも低い低周波パターンの欠陥検出パターンを作成し、図6に示すホログラム装置において、当該欠陥検出パターンをデータページに配置したデータ領域を含むデータページを、空間光変調器SLMに表示させ、当該データページを記録媒体10に記録した後、再生して、デコーダ26の位置検出部44内の欠陥検出部が、記録媒体欠陥の有無あるいは程度を、当該検出パターンの再生像の光量または周波数の分布を検出することにより、記録媒体欠陥を検出する。

[0076] 図11および図12(A)はデータページの欠陥検出パターンの例を示す。

[0077] 図11に示す欠陥検出パターンは、周辺部は高周波パターンで中央部は白のみの直流パターンとなっている。この欠陥検出パターンの場合、データ再生時において、記録媒体欠陥がある場合には、再生パターンの周辺部に比べて中央部の光量が低下するので、再生パターンの周辺部と中央部の光量比を検出することにより、記録媒体欠陥を検出することができる。

[0078] ここで、図3に示したように、記録媒体欠陥DFTが信号光z方向の光軸上記録媒体に存在して、フーリエ像の0次光(直流)成分0thを遮る場合、欠陥DFTの大きさ(ディフェクト量)を、0次光(直流)成分0thを遮る欠陥の差し渡しを L_d とし、0次光(直流)成分0thを横切る一対の1次回折光成分1stの間隔を L_s として、 L_d/L_s の百分率で定義することにする。

[0079] 実験の結果、図13(A)～(F)に示す記録媒体に欠陥DFTの大きさが0%、10%、20%、40%、50%があったとき再生した欠陥検出パターン画像から明らかなように、欠陥0%場合以外、再生パターン周辺部に比べて中央部の光量が低下することが分かる。図14は欠陥0%、10%、20%、40%、50%のディフェクト量(記録媒体欠陥)を横軸にとり、光量を縦軸にして周辺部と中央部でプロットした場合の光量変化を示す。

[0080] したがって、デコーダ26の位置検出部44内の欠陥検出部に、再生した欠陥検出

パターンの周辺部と中央部の光量を比較する比較器を備えることにより、記録媒体欠陥の有無あるいは程度を検出することができる。

[0081] 図12(A)に示す欠陥検出パターンは、全体として白黒の低周波数の周期パターン(低周波パターン)となっている。この欠陥検出パターンの場合、データ再生時において、記録媒体欠陥がある場合には、白部分のエッジのみが残るため、周期パターンの2次(偶数次)高調波成分が出てくる。データ再生時に、この高調波成分を検出することにより記録媒体欠陥を検出することができる。

[0082] 実験の結果、図15(A)(B)に示す記録媒体に欠陥がない場合と有る場合の欠陥検出パターン画像(図12(A)に示す欠陥検出パターン)から明らかなように、個々の白部分のエッジのみが明るく残る。図16は周波数を横軸にとり、振幅を縦軸にして欠陥0%、10%、20%、40%のディフェクト量(記録媒体欠陥)が有る場合の欠陥検出パターン画像それぞれの周波数特性の変化を示す。例えば、記録媒体欠陥のディフェクト量0%とディフェクト量20%の場合では、振幅ピークの現れる周波数が異なることが分かる。

[0083] したがって、デコーダ26の位置検出部44内の欠陥検出部に、各種検出パターンの周波数の分布のピーク値を予め記憶するメモリと、記憶ピーク値と実際に検出した検出パターンのピーク値を比較する比較器を備えることにより、記録媒体欠陥の有無あるいは程度を検出することができる。

[0084] よって、テンプレート画像を記憶するステップにおいて、記録媒体の欠陥の有無または程度に応じた複数のテンプレート画像を用意してこれらが記憶されることにより、再生時において、欠陥検出の結果すなわち記録媒体の欠陥の有無または程度に応じて、それら複数のテンプレート画像から好適なものが選択される。

[0085] <ホログラム装置の角度多重記録動作>

図17はデータを角度多重記録する時のフローチャートを示す。

[0086] まず、図10のシフト移動&角度多重動作と同様に、記録すべき目標位置に光ビームが当たるように記録媒体を回転制御し、目標位置に到達した時点で、ステップS111にてブックの最初(特定の場所)のページであるか否かを判別する。先頭ページとなるべき角度であれば、ステップS112にてコントローラが記録媒体欠陥を検出する

ための欠陥検出パターン(例えば図11または図12(A)に示す欠陥検出パターン)をデータページ(ここではダミーのデータ領域としてもよい)に入れて、エンコーダおよび空間光変調器を介して、ステップS113にて記録媒体にページ記録する。つぎに、ステップS114にてページ記録終了であるか否かを判別する。終了である場合、記録は終了する。終了しない場合はステップS115にてブックの最終ページであるか否かを判別する。最終ページでない場合、ステップS116にて参照光入射角度が変更され記録は続行され、ステップS117にてコントローラが通常のデータページを生成して、ステップS113にて記録媒体にページ記録する。一方、ステップS115にてブックの最終ページである場合、ステップS118にてシフト移動して、ステップS111に戻り、繰り返す。なお、ステップS111にてブックの最初のページでない場合もステップS117へ移り、通常のデータページを生成して、ステップS113にて記録媒体にページ記録して多重記録を継続する。

[0087] <ホログラム装置の角度多重再生動作>

データを角度多重再生する時のフローチャートを図18に示す。

[0088] まず、図10のシフト移動&角度多重動作と同様に、再生すべき目標位置に光ビームが当たるように記録媒体を回転制御し、目標位置に到達した時点で、ステップS121にてブックの最初のページであるか否かを判別する。最初のページでない場合、ステップS122にて参照光入射角度が変更され先頭ページの検索(ステップS121)が繰り返される。一方、先頭ページとなるべき角度であれば、ステップS123にてデコーダの位置検出部内の欠陥検出部が、記録媒体欠陥の有無あるいは程度を、当該検出パターンの再生像の光量または周波数の分布を検出することにより、記録媒体欠陥があるか否かを判別する。欠陥がない場合、ステップS124にて通常用テンプレート画像(通常マーカと相似形のもの)をデコーダ信号処理用にセットする。一方、記録媒体欠陥を検出した場合には、ステップS125にて欠陥用テンプレート画像をデコーダ信号処理用にセットする。欠陥用テンプレート画像については後述する。

[0089] このように、予め、記録媒体の欠陥の有無または程度に応じた複数のテンプレート画像を用意してこれらが記憶されていることにより、再生時において、欠陥検出の結果すなわち記録媒体の欠陥の有無または程度に応じて、それら複数のテンプレート

画像から好適なものが選択される。

- [0090] ステップS124およびステップS125の後は、ステップS126にてページ再生する。つぎに、ステップS127にてページ再生が終了であるか否かを判別する。終了である場合、再生は終了する。終了しない場合はステップS128にてブックの最終ページであるか否かを判別する。最終ページでない場合、ステップS129にて参照光入射角度が変更されステップS126にてページ再生は続行される。一方、ブックの最終ページである場合、ステップS130にてシフト移動して、ステップS121に戻り、繰り返す。
- [0091] 以上のように、記録媒体欠陥を検出し、それに従ってマーカ位置検出のテンプレート画像を変更することで、記録媒体欠陥がある場合であっても正しくマーカ位置を検出できるようになる。
- [0092] <欠陥用テンプレート画像の生成>
- 図19(A)～(C)はそれぞれ通常用テンプレート画像(通常マーカと相似形のもの)、欠陥用テンプレート画像、合成テンプレート画像を示す。
- [0093] 図19(B)の欠陥用テンプレート画像は、図19(A)の通常用テンプレート画像を高域通過フィルタで処理した結果のデータを算出し、その平均値を閾値として設定し、高域通過フィルタで処理した結果のデータを二値化することにより、通常用テンプレート画像より解像度の高くなった画像として得られたものである。具体的には、像センサでの受光パターンのサンプリング周波数を f_s としたとき、カットオフ周波数 f_c (ただし、 $0 < f_c < f_s/2$)の高域通過フィルタに通常用テンプレートを通し、そのフィルタを通過した像データの平均値を閾値として二値化する。カットオフ周波数 f_c は検出した欠陥の量により決定する。すなわち、図19(B)の欠陥用テンプレート画像は、図19(A)の通常用テンプレート画像の低域周波数成分を取り除く変換を行ったものである。かかる変換は、例えばコンピュータを使用し、対象のテンプレート画像を高域通過フィルタリング処理し、平均値計算し、二値化処理することによって行うことができる。具体的には、画像行列は実数2次元配列なので、線形代数計算を例えばMATLAB(登録商標)により行列演算を定義しつつ実行させることができる。
- [0094] 図19(C)の合成テンプレート画像は第2の欠陥用テンプレート画像であり、図19(A)の通常用テンプレート画像と図19(B)の欠陥用テンプレート画像を記録媒体欠

陥の検出レベル(図11～図16にて説明したような欠陥の大きさレベル)に応じた割合で加重平均にて合成変換して作成できる。図20のブロック線図に示すように、通常用テンプレートに重み K ($0 < K < 1$)を掛け、欠陥用テンプレート画像に重み $1-K$ を掛けて、その2つを加算したものを合成テンプレート画像とすることができる。 K は検出した欠陥の量により決定する係数である。かかる合成テンプレート画像も通常用テンプレート画像より解像度の高くなった画像として得られ、さらに、多値化、例えば三値化された画像となる。

[0095] <記録媒体欠陥検出方法の第2例>

図21は第2例のデータを角度多重記録する時のフローチャートを示す。

[0096] まず、図10のシフト移動&角度多重動作と同様に、記録すべき目標位置に光ビームが当たるように記録媒体を回転制御し、目標位置に到達した時点で、ステップS131にてブックの最初(特定の場所)のページであるか否かを判別する。先頭ページとなるべき角度であれば、ステップS132にて、データ記録前に記録媒体の欠陥検出処理を行う。この欠陥検出処理では、図6に示すように、第1シャッタSH1を閉じ、第2シャッタSH2を開いて、信号光のみを記録媒体10に通して、その信号光による欠陥検出パターン(例えば図11または図12(A)に示す欠陥検出パターン)を含むデータページを像センサ20で受け、再生された欠陥検出パターンによって記録媒体欠陥を検出する。ステップS133にて、この欠陥検出結果(欠陥の有無、程度etc)をデコーダ26の位置検出部44内のテンプレート画像メモリに記憶させることもできる。また、この欠陥検出結果を、コントローラ内の記録媒体欠陥を管理する不揮発性メモリ等に記憶しておくこともできる。さらに、コントローラ内において、欠陥検出結果のデータベースをプログラムにより構築して、次の記録、再生時の欠陥検出において、参照するようにすることもできる。

[0097] つぎに、ステップS134にて、欠陥検出結果から欠陥の有無を判別する。記録媒体欠陥があった場合(ステップS135)には、これ以降に記録するデータページの位置検出マーカ形状を、記録媒体欠陥に強い形状(例えば図12(B)に示すような、通常マーカより高周波成分が多い高周波パターン)の耐欠陥マーカに設定する。記録媒体欠陥がない場合(ステップS136)には、ノイズに対する位置検出性能が高い通常

マーカに設定する。そして、いずれかのマーカ設定終了後、ステップS137にて、コントローラがデータページを、エンコーダおよび空間光変調器を介して、記録媒体にページ記録する。

[0098] つぎに、ステップS138にてページ記録終了であるか否かを判別する。終了である場合、記録は終了する。終了しない場合はステップS139にてブックの最終ページであるか否かを判別する。最終ページでない場合、ステップS140にて参照光入射角度が変更され記録は続行され、ステップS137にてコントローラがデータページを生成して、記録媒体にページ記録する。一方、ステップS139にてブックの最終ページである場合、ステップS141にてシフト移動して、ステップS132に戻り、繰り返す。なお、ステップS131にてブックの最初のページでない場合もステップS137へ移り、記録媒体にページ記録して多重記録を継続する。

[0099] 一方、第2例のホログラム装置の角度多重再生動作においては、以下のように行われる。

[0100] データを角度多重再生する時のフローチャートを図22に示す。

[0101] まず、図10のシフト移動&角度多重動作と同様に、再生すべき目標位置に光ビームが当たるように記録媒体を回転制御し、目標位置に到達した時点で、ステップS151にて上記欠陥管理メモリを読み出し、次にステップS152にて記録媒体欠陥があるか否かを判別する。欠陥がない場合、ステップS153にて通常用テンプレート画像(通常マーカと相似形のもの)をデコーダ信号処理用にセットする。一方、記録媒体欠陥がある場合には、ステップS154にて欠陥用テンプレート画像(記録したデータページのマーカと同じ形状のテンプレート画像)をデコーダ信号処理用にセットする。テンプレート画像の設定後は、ステップS155にてページ再生する。つぎに、ステップS156にてページ再生が終了であるか否かを判別する。終了である場合、再生は終了する。終了しない場合はステップS157にてブックの最終ページであるか否かを判別する。最終ページでない場合、ステップS158にて参照光入射角度が変更されステップS155にてページ再生は続行される。一方、ブックの最終ページである場合シフト移動して、ステップS151に戻り、繰り返す。

[0102] 以上のように、記録媒体欠陥を検出し、それに従ってマーカ位置検出のテンプレー

ト画像を変更することで、記録媒体欠陥がある場合であっても正しくマーカ位置を検出できるようになる。

[0103] <記録媒体欠陥検出方法の第3例>

上記実施例のホログラム装置においては、そのデコーダ(図7)の位置検出部44が欠陥検出部を備える構成を有しているが、第3例では欠陥検出部を備えることなく、図19(C)に示す合成テンプレート画像(第2の欠陥用テンプレート画像)をメモリなど記憶装置に予め格納しておくことにより、記録媒体の欠陥を検出することなく、記録再生が可能である。すなわち、図19(C)に示す第2の欠陥用テンプレート画像は図19(A)の通常用テンプレート画像と図19(B)の欠陥用テンプレート画像を記録媒体欠陥の検出レベル(図11～図16にて説明したような欠陥の大きさレベル)に応じた割合で加重平均にて合成変換して作成したものであるからである。図20のブロック線図に示すように、通常用テンプレートに重み K ($0 < K < 1$)を掛け、欠陥用テンプレート画像に重み $1 - K$ を掛けて、その2つを加算した通常用テンプレート画像より解像度の高くなった三値化したものを合成テンプレート画像としているので、例えば、図19(C)に示す場合(欠陥の量50%、すなわち $K = 0.5$)とすることができ、その場合、0次光分布の欠陥が媒体にあったとしても、通常用テンプレート画像と欠陥用テンプレート画像の間の確率で位置検出が可能となる。

請求の範囲

- [1] 空間光変調器に表示されたマーカおよびデータ領域を含むデータページをフーリエ像における少なくとも0次光および1次光の強度分布に対応して記録した記録媒体から再生された光を、像センサに結像してデータページの再生像を得てデータページを再生するホログラム装置におけるホログラム再生方法であって、
- 前記像センサでデータページの再生像をサンプリングして検出画像を取得するステップと、
- 予め記憶されたテンプレート画像と前記検出画像を用いてテンプレートマッチング処理を行って記録時のマーカの位置を検出するステップと、を含み、
- 前記予め記憶されたテンプレート画像は、前記記録媒体の欠陥に応じた欠陥用テンプレート画像を含むことを特徴とするホログラム再生方法。
- [2] 前記記録媒体の記録位置に欠陥検出パターンを予め記録し、得られた前記欠陥検出パターンの再生像により前記記録媒体の欠陥の有無または程度を検出するステップと、を含むことを特徴とする請求項1記載のホログラム再生方法。
- [3] 前記データページの複数のうちの特定のページにおいて、前記記録媒体の欠陥の有無または程度を検出するステップを含むことを特徴とする請求項1または2記載のホログラム再生方法。
- [4] 前記記録媒体の欠陥の有無または程度を検出するステップにおいて、前記記録媒体の欠陥の無しを検出した場合、前記マーカに相似形の通常用テンプレート画像を用い、一方、前記記録媒体の欠陥の有りを検出した場合、前記欠陥用テンプレート画像を用いるように、前記テンプレートマッチング処理を行うことを特徴とする請求項2または3記載のホログラム再生方法。
- [5] 前記欠陥用テンプレート画像は、前記通常用テンプレート画像を高域通過フィルタで処理した結果データを算出し、その平均値を閾値として設定し、前記結果データを二値化して得られた第1欠陥用テンプレート画像を含むことを特徴とする請求項4記載のホログラム再生方法。
- [6] 前記欠陥用テンプレート画像は、前記第1欠陥用テンプレート画像と、
- 前記通常用テンプレート画像と、を、所定の割合で加重平均して作成された第2欠

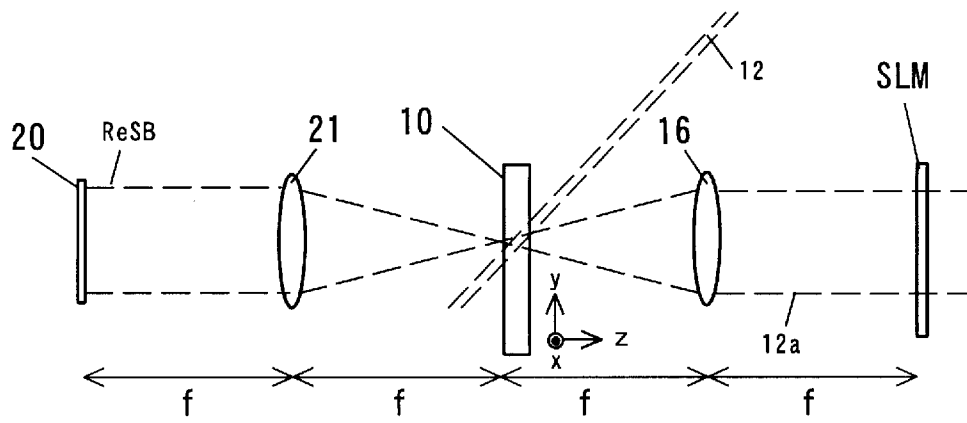
陷用テンプレート画像を含むことを特徴とする請求項1～5のいずれか1に記載のホログラム再生方法。

- [7] 空間光変調器により光空間変調された信号光と参照光との干渉縞を記録媒体に記録し、或いは、参照光により、空間光変調器に表示されたマーカおよびデータ領域を含むデータページを記録した記録媒体から再生された光を、像センサに結像してデータページの再生像を得てデータページを再生するホログラム装置であって、
前記マーカを変換したテンプレート画像を予め記憶する装置と、
前記像センサでデータページの再生像をサンプリングして検出画像を取得するサンプリング部と、
前記検出画像と前記テンプレート画像を用いてテンプレートマッチング処理を行って記録時のマーカの位置を検出する位置検出部と、を含み、
前記予め記憶されたテンプレート画像は、前記マーカに相似形の通常用テンプレート画像と、前記通常用テンプレート画像より解像度が高い欠陥用テンプレート画像を含むことを特徴とするホログラム装置。
- [8] 前記前記記録媒体の所定の単位記録領域の一部において前記マーカを含むデータページから、前記マーカの再生像により前記記録媒体の欠陥の有無または程度を検出する欠陥検出部と、を有することを特徴とする請求項7記載のするホログラム装置。
- [9] 前記欠陥検出部において、前記記録媒体の欠陥の無しを検出した場合、前記マーカに相似形の通常用テンプレート画像を用い、一方、前記記録媒体の欠陥の有りを検出した場合、前記欠陥用テンプレート画像を用いるように、前記テンプレートマッチング処理を行うことを特徴とする請求項8記載のホログラム装置。
- [10] 前記欠陥用テンプレート画像は、前記通常用テンプレート画像を高域通過フィルタで処理した結果データを算出し、その平均値を閾値として設定し、前記結果データを二値化して得られ第1欠陥用テンプレート画像を含むことを特徴とする請求項7～9のいずれか1に記載のホログラム装置。
- [11] 前記欠陥用テンプレート画像は、
前記通常用テンプレート画像を高域通過フィルタで処理した結果データを算出し、

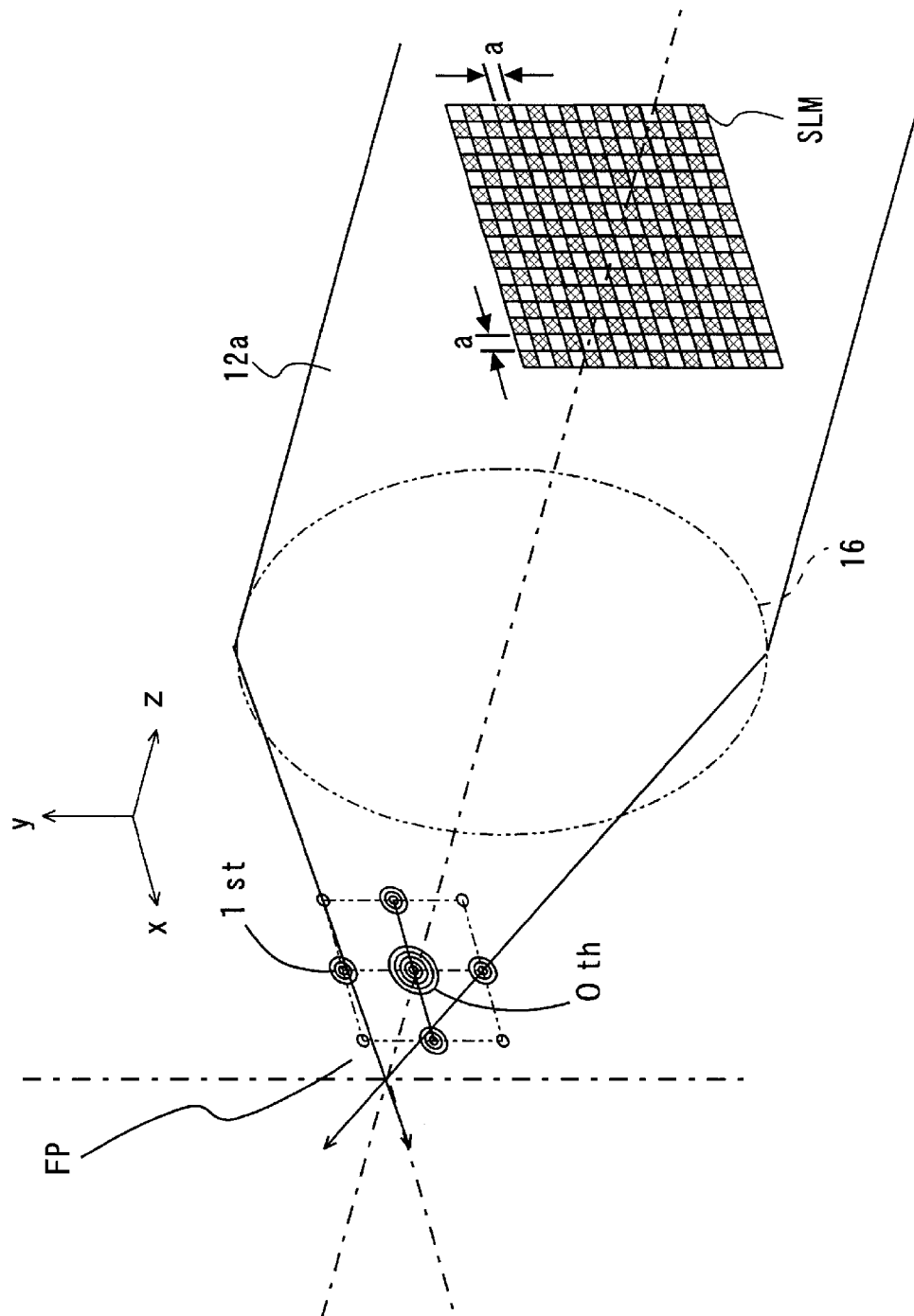
前記結果データの平均値を閾値として設定し、前記結果データを二値化して得られた第1欠陥用テンプレート画像と、

前記通常用テンプレート画像と、を、所定の割合で加重平均して作成された第2欠陥用テンプレート画像を含むことを特徴とする請求項7～10のいずれか1に記載のプログラム装置。

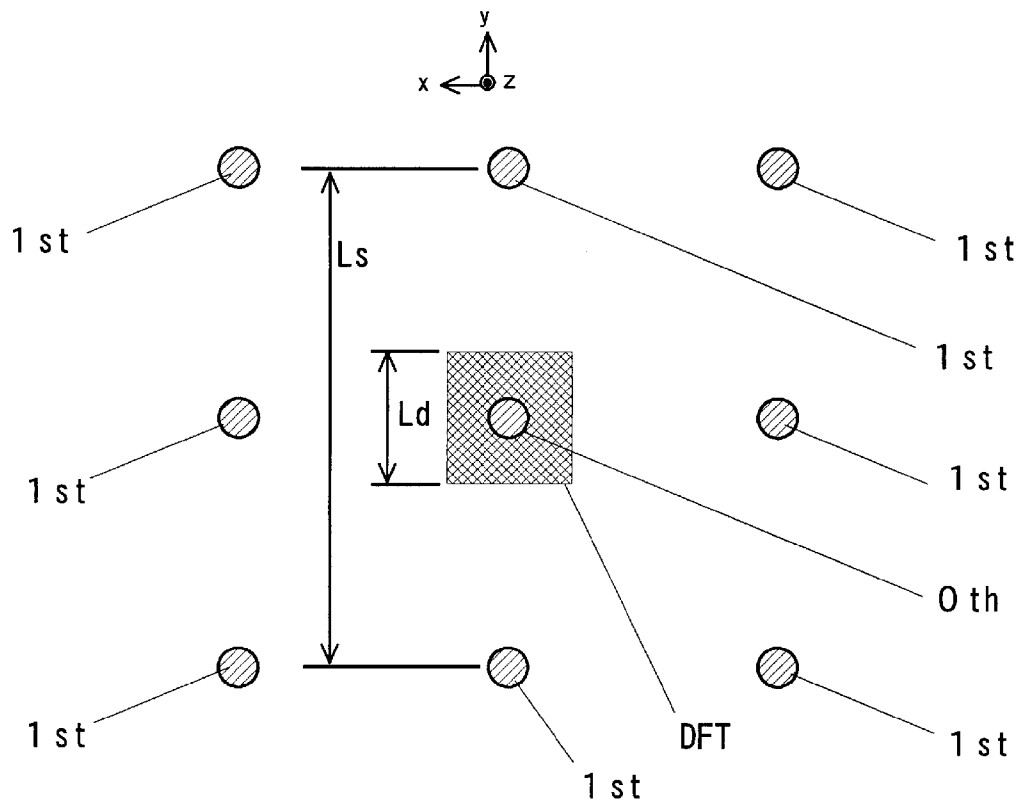
[図1]



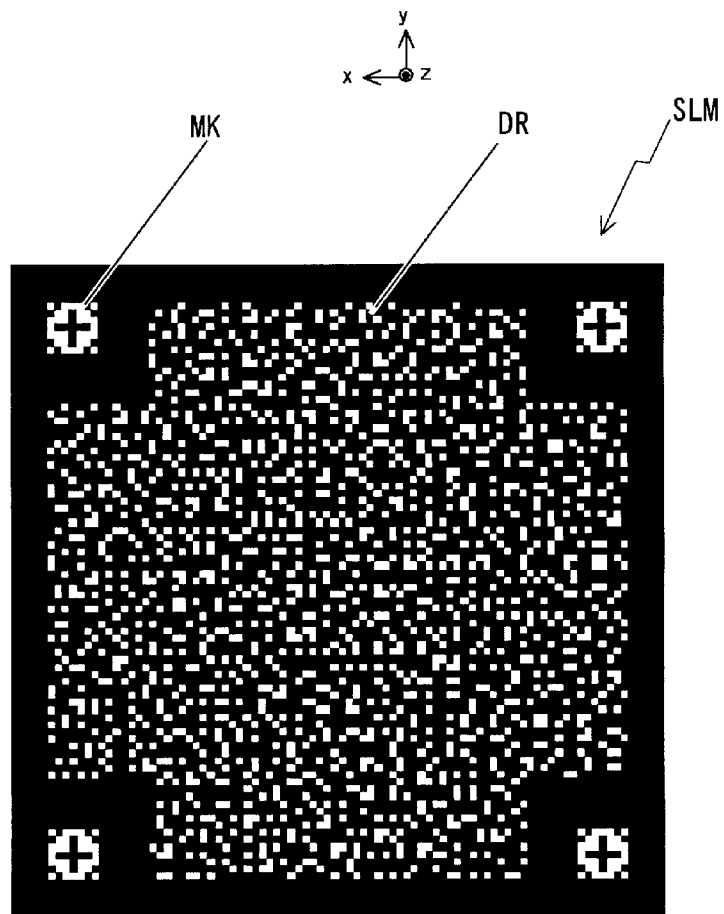
[図2]



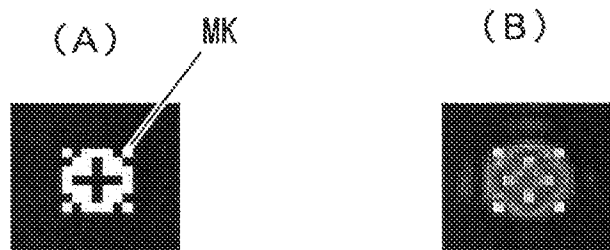
[図3]



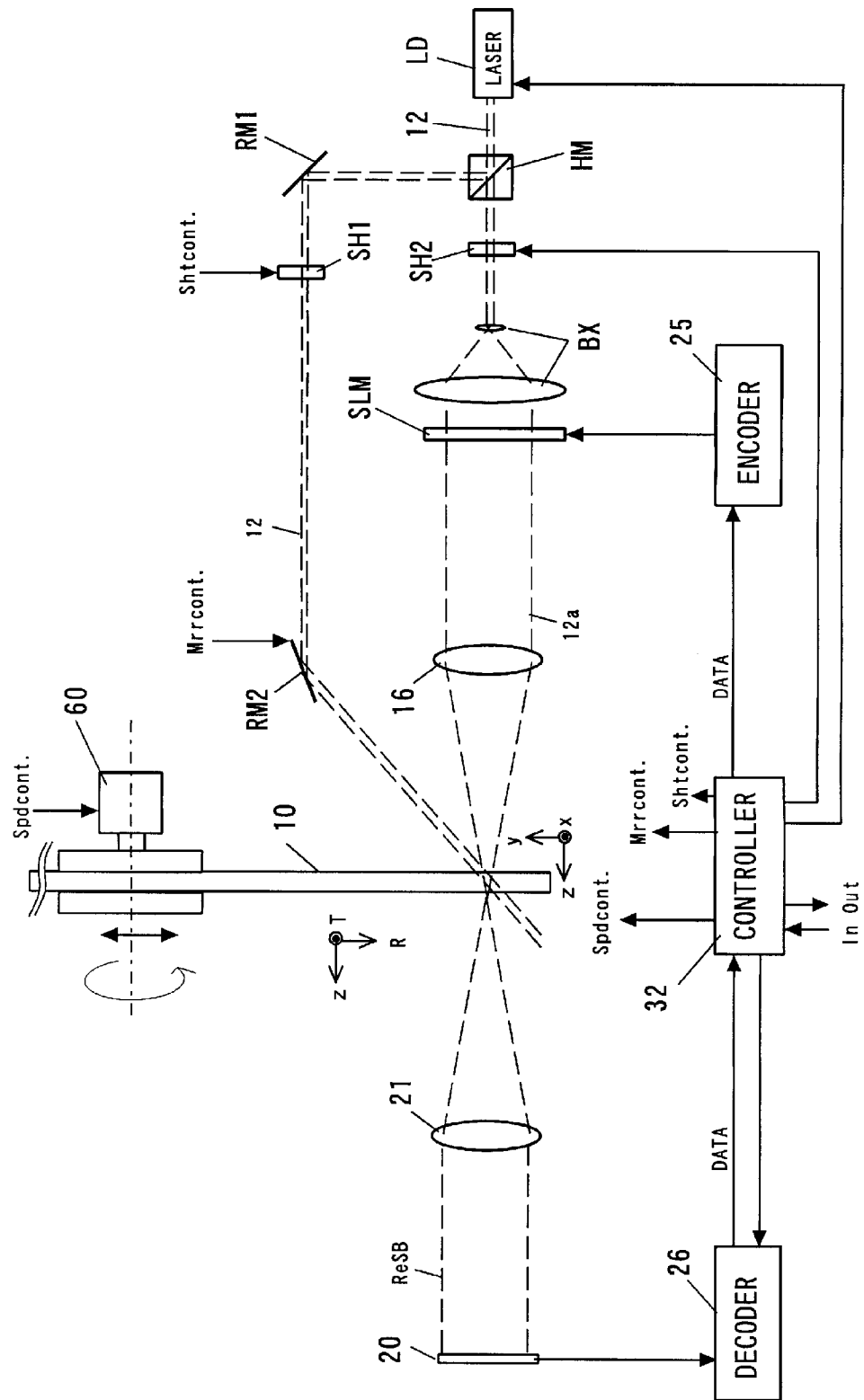
[図4]



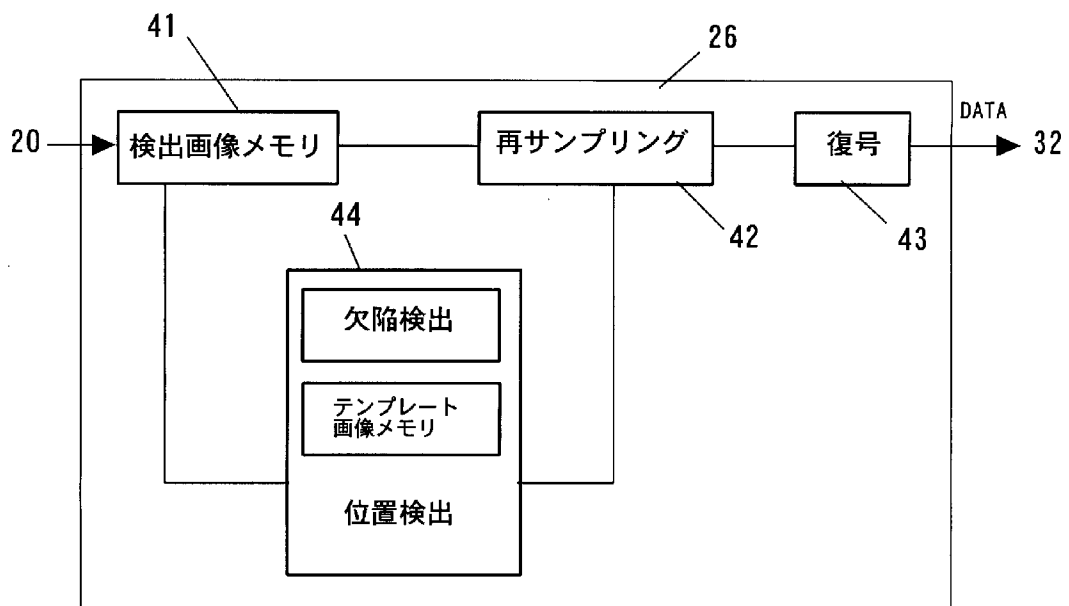
[図5]



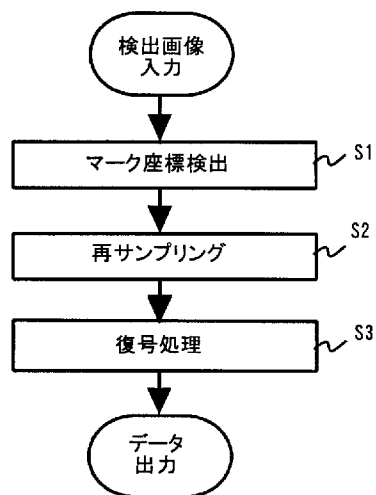
[図6]



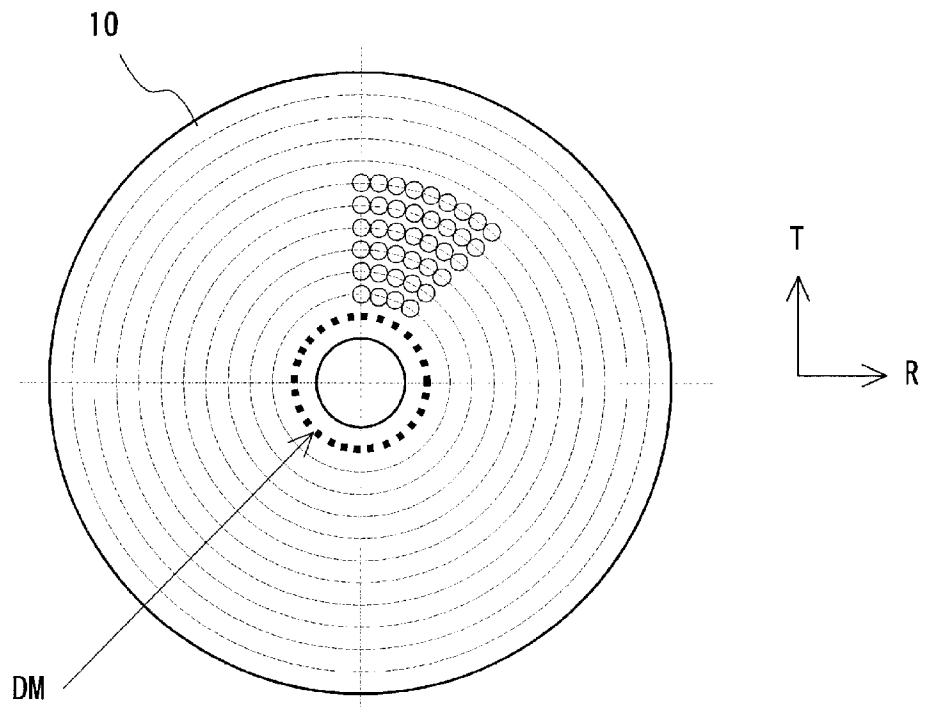
[図7]



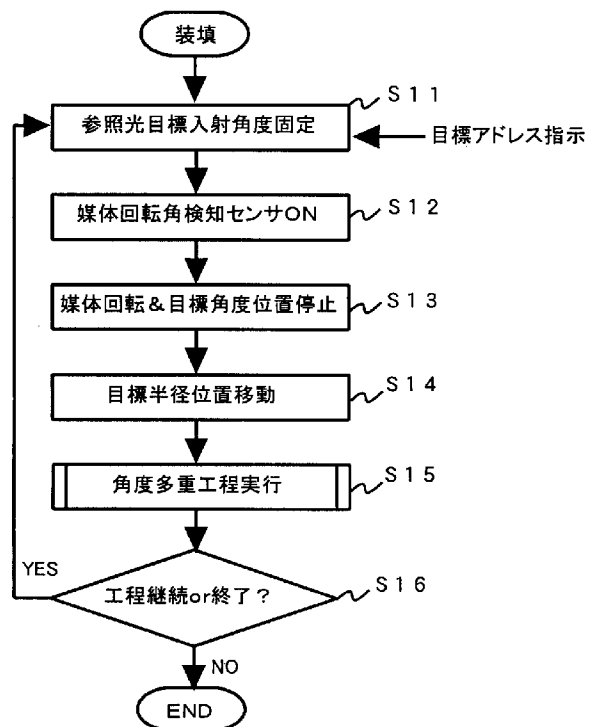
[図8]



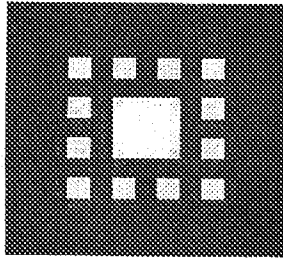
[図9]



[図10]

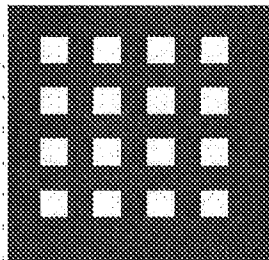


[図11]

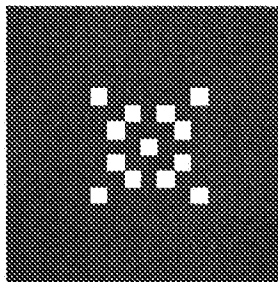


[図12]

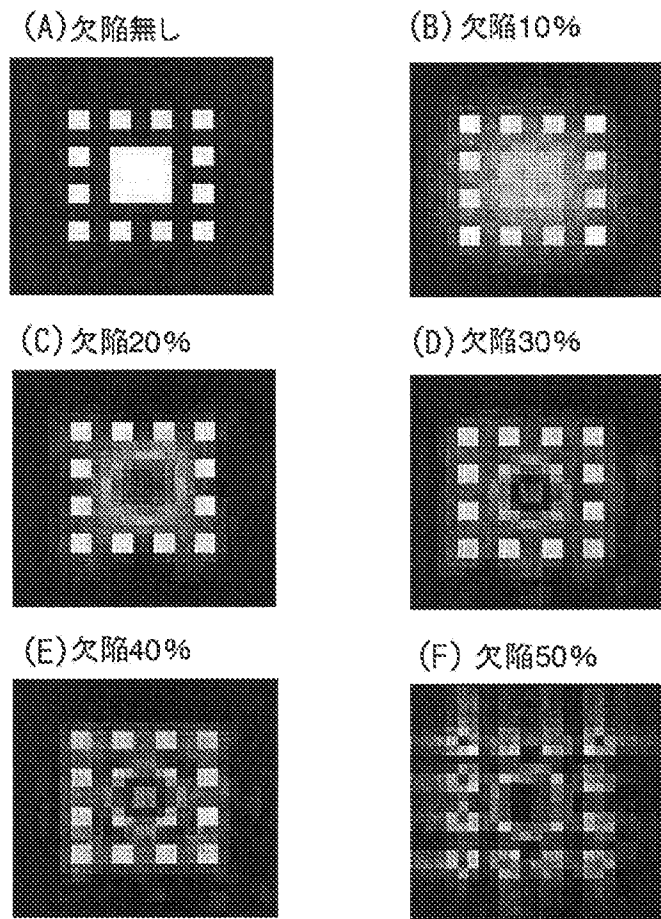
(A)



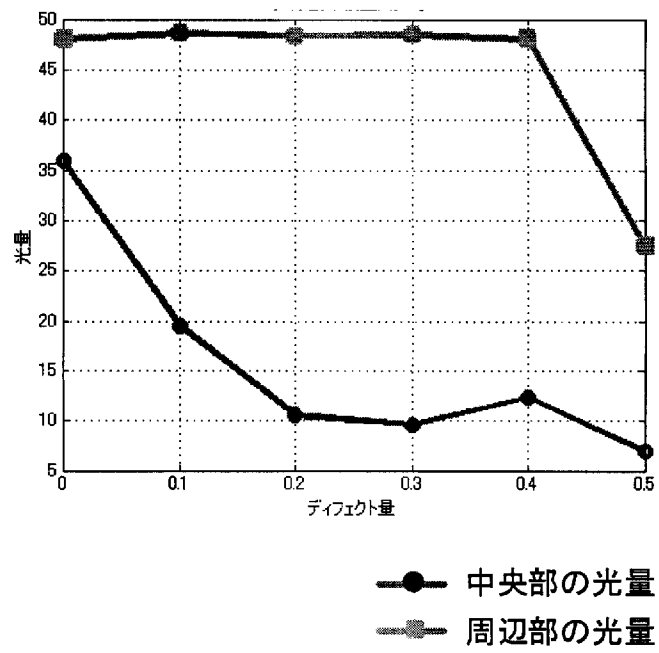
(B)



[図13]

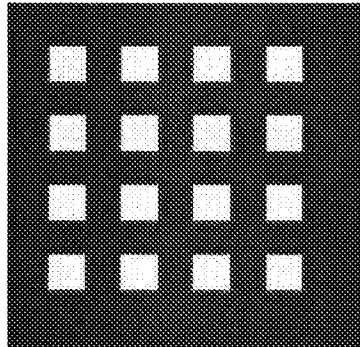


[図14]

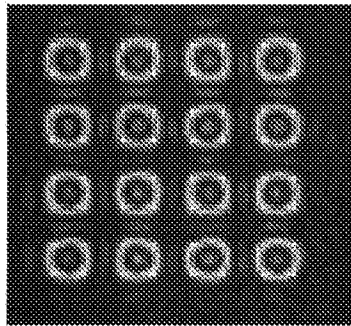


[図15]

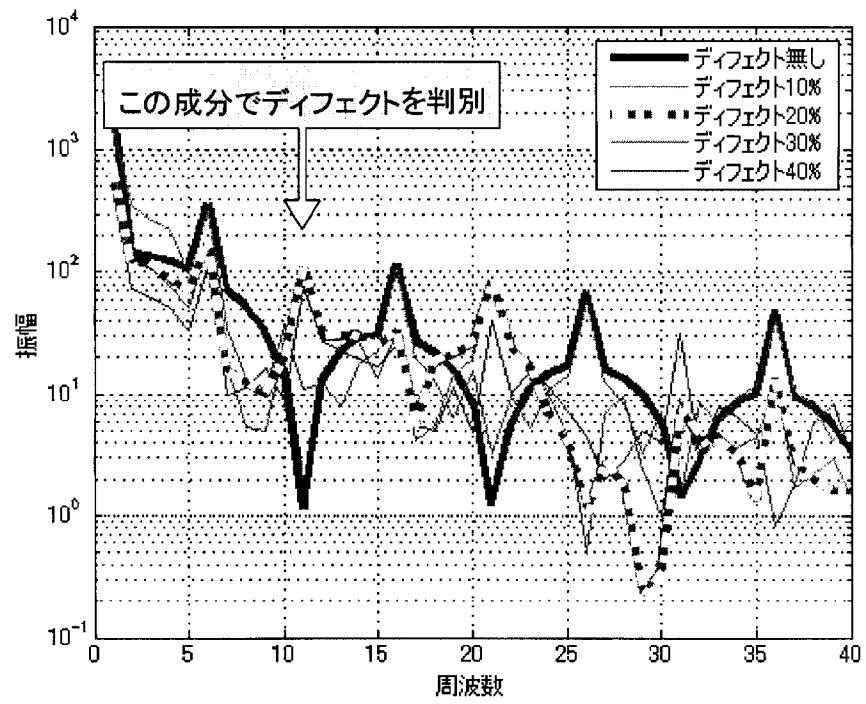
(A)



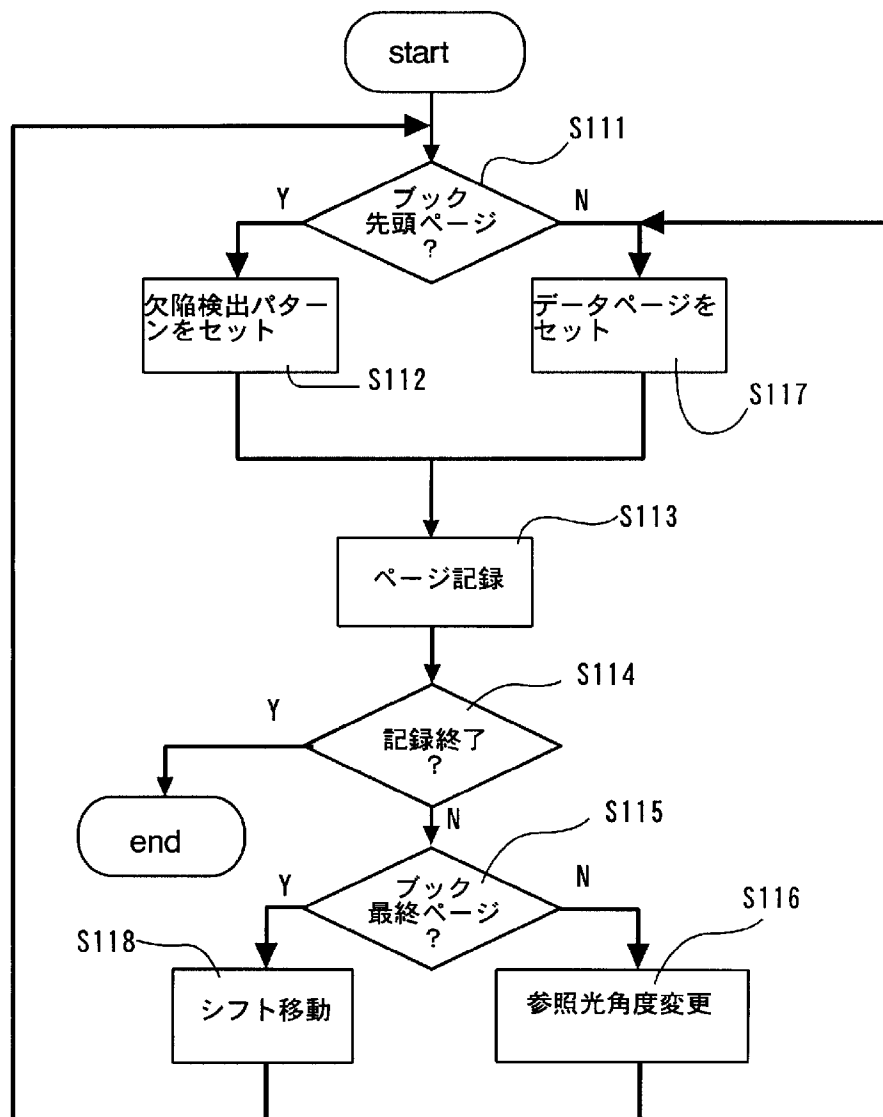
(B)



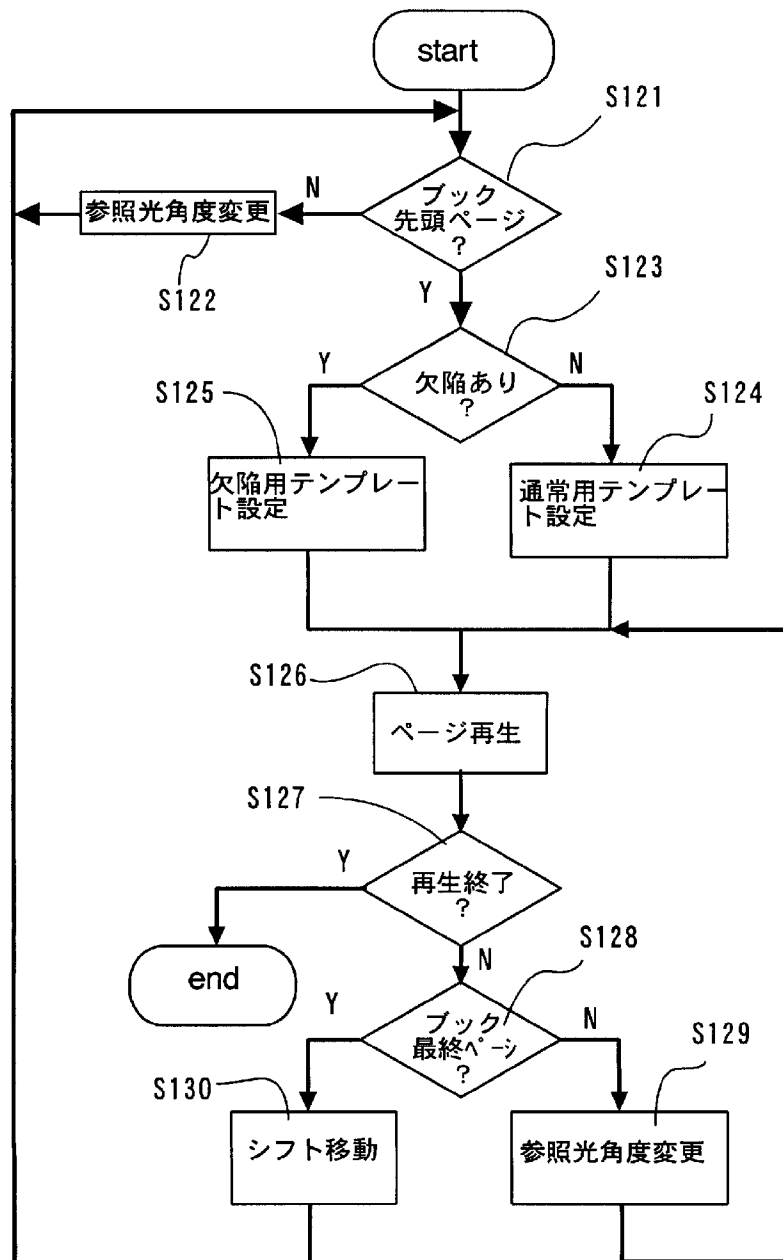
[図16]



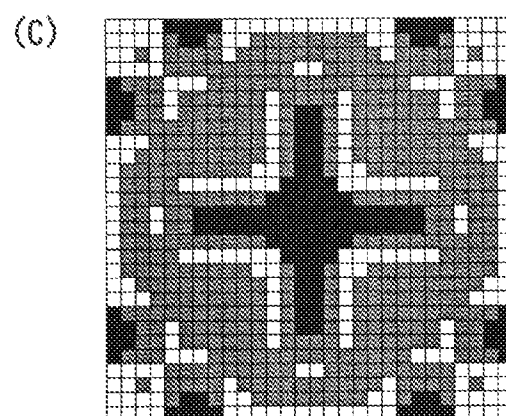
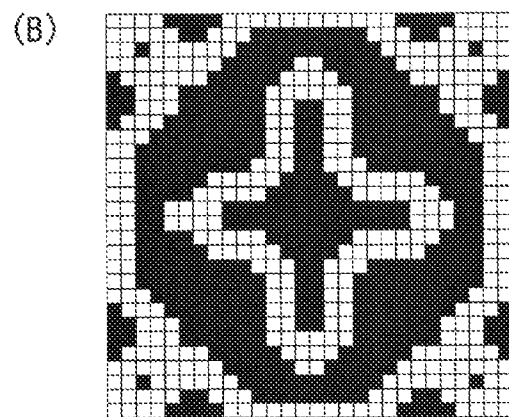
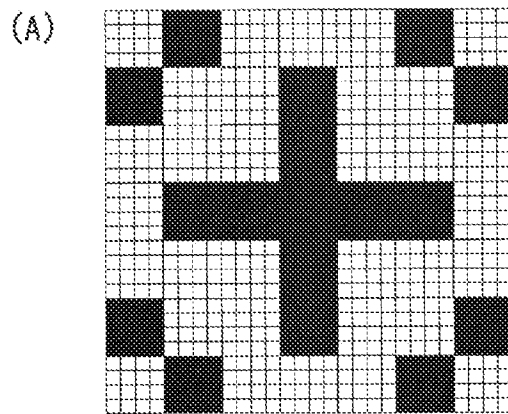
[図17]



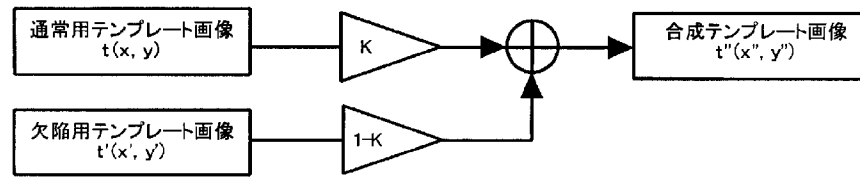
[図18]



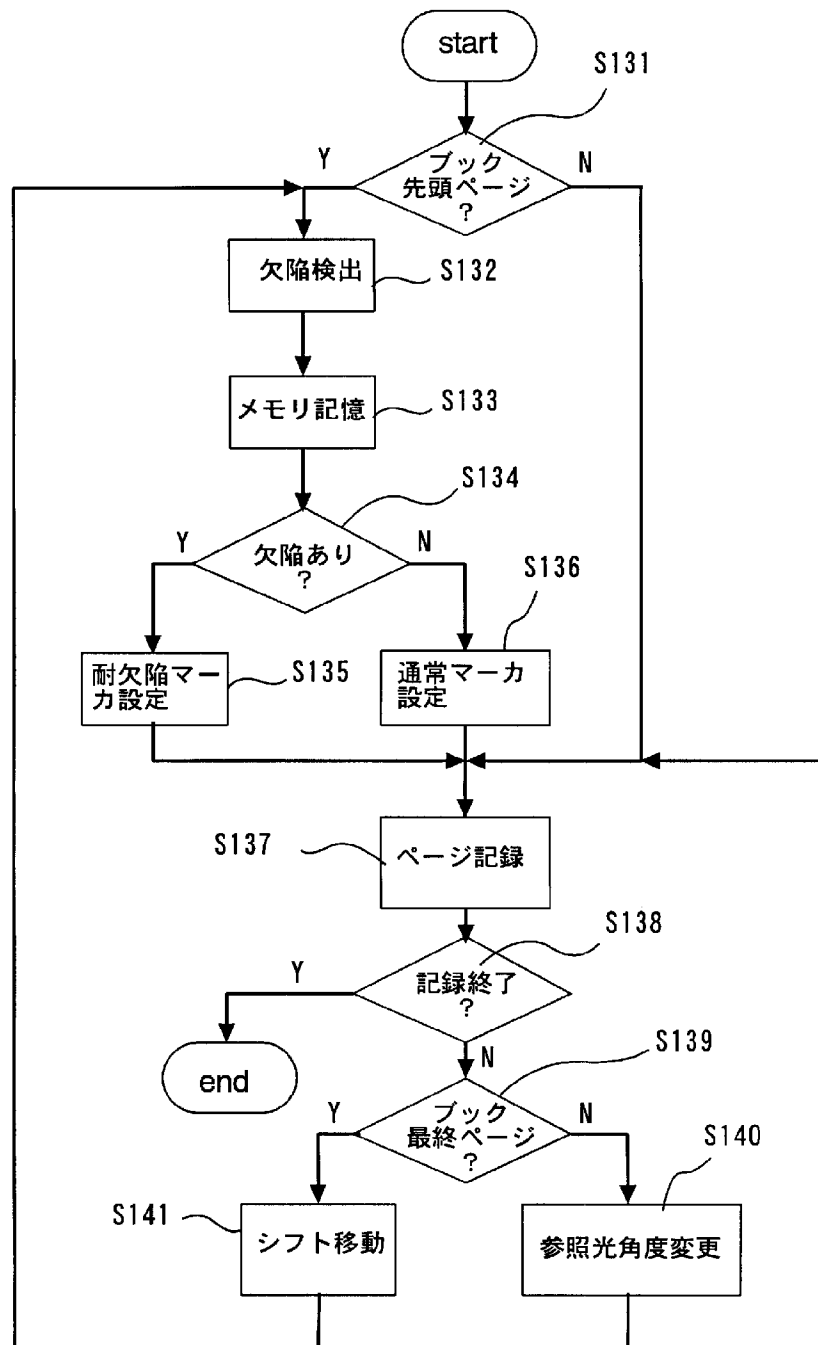
[図19]



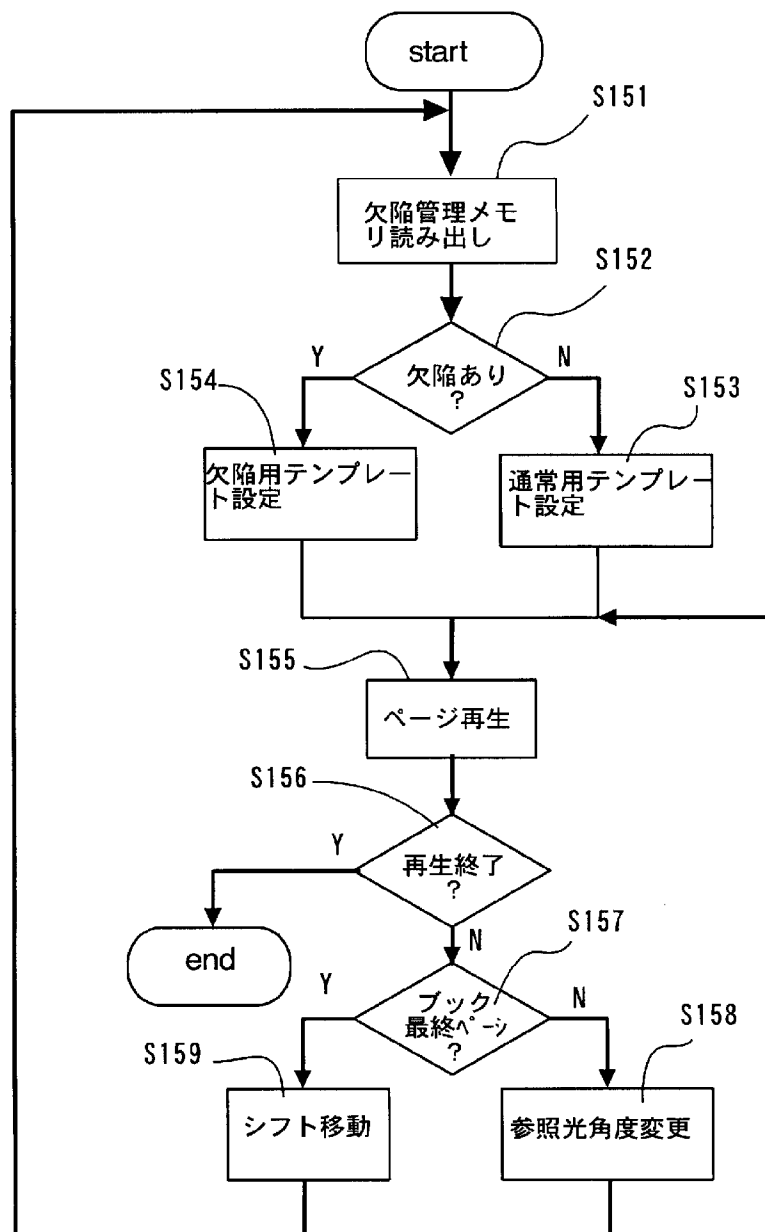
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/072428

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/004(2006.01) i, G11B7/0065(2006.01) i

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)

G11B7/00-7/013, G03H1/00, G11C13/04, B42D15/10, G06K19/00

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 2008-234787 A (Funai Electric Co., Ltd.), 02 October, 2008 (02.10.08), Full text; Figs. 1 to 19 (Family: none)	1-11
A	JP 2007-179596 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 12 July, 2007 (12.07.07), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-11
A	JP 2006-155831 A (Fujitsu Ltd.), 15 June, 2006 (15.06.06), Full text; Figs. 1 to 19 & US 2006/0114792 A1 & CN 1783242 A	1-11

☒ 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
23 February, 2009 (23.02.09)

Date of mailing of the international search report
03 March, 2009 (03.03.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/072428

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/111139 A1 (Pioneer Corp.), 04 October, 2007 (04.10.07), Full text; Figs. 1 to 27 & EP 2006844 A2	1-11
A	WO 2006/093255 A1 (Pioneer Corp.), 08 September, 2006 (08.09.06), Full text; Figs. 1 to 16 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/004(2006.01)i, G11B7/0065(2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. G11B7/00-7/013, G03H1/00, G11C13/04, B42D15/10, G06K19/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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 2008-234787 A (船井電機株式会社) 2008. 10. 02, 全文, 第 1 - 1 9 図 (ファミリーなし)	1 - 1 1
A	JP 2007-179596 A (富士ゼロックス株式会社) 2007. 07. 12, 全文, 第 1 - 8 図 (ファミリーなし)	1 - 1 1
A	JP 2006-155831 A (富士通株式会社) 2006. 06. 15, 全文, 第 1 - 1 9 図 & US 2006/0114792 A1 & CN 1783242 A	1 - 1 1

☒ 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

2 3 . 0 2 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 3 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

早川 卓哉

5 D

9 2 9 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

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	WO 2007/111139 A1 (パイオニア株式会社) 2007. 10. 04, 全文, 第 1 - 2 7 図 & EP 2006844 A2	1 - 1 1
A	WO 2006/093255 A1 (パイオニア株式会社) 2006. 09. 08, 全文, 第 1 - 1 6 図 (ファミリーなし)	1 - 1 1