

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006 年 3 月 23 日 (23.03.2006)

PCT

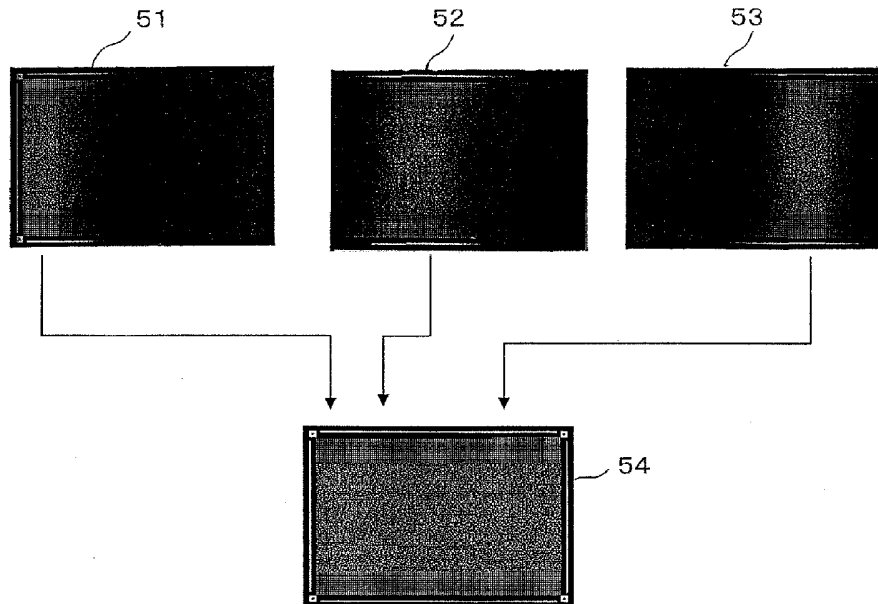
(10) 国際公開番号
WO 2006/030728 A1

- (51) 国際特許分類:
G03H 1/20 (2006.01) *G11B 7/0065* (2006.01)
G03H 1/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/016724
- (22) 国際出願日: 2005 年 9 月 12 日 (12.09.2005)
- (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2004-264864 2004 年 9 月 13 日 (13.09.2004) JP
特願2004-266703 2004 年 9 月 14 日 (14.09.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 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): 木原 信宏 (KI-HARA, Nobuhiro). 馬場 茂幸 (BABA, Shigeyuki). 山津 久行 (YAMATSU, Hisayuki).
- (74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒1050001 東京都港区虎ノ門 1 丁目 2 番 8 号 虎ノ門琴平タワー 三好内外国特許事務所内 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, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, 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.

[続葉有]

(54) Title: HOLOGRAM REPRODUCER AND HOLOGRAM REPRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: ホログラム再生装置及びホログラム再生方法



(57) Abstract: A hologram reproducer and a hologram reproducing method capable of obtaining one good reproduction image (54) free from defect, when the volume and refractive index of a hologram recording material are varied during hologram recording, and if one reproduction image free from defect cannot be obtained even if a state closest to satisfying Bragg conditions is brought about by changing the angle or position of a reference light, by changing the angle or position of the reference light to acquire a plurality of good reproduction images (51, 52, 53) partially free from defect, and then patching together the good parts of these reproduction images by image synthetic processing.

(57) 要約: ホログラム記録の際にホログラム記録材料の体積変化及び屈折率変化が生じた場合で、参照光の角度又は位置を変化させてブラッグ条件を満足する最も近い状態にしても 1 枚の欠陥のない再生画像が得られない場合に、

[続葉有]



WO 2006/030728 A1



(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。

参照光の角度又は位置を変化させて一部だけ欠陥のない良好な再生画像（51, 52, 53）を複数枚取得し、これら再生画像の良好な部分を画像合成により繋ぎ合わせて1枚の欠陥のない良好な再生画像（54）を得ることができるホログラム再生装置及びホログラム再生方法。

明 細 書

ホログラム再生装置及びホログラム再生方法

技術分野

- [0001] 本発明は、ホログラム記録材料(ホログラム記録媒体)に体積記録したホログラムを再生するホログラム再生装置に係り、特にホログラム記録時の記録材料の体積変化及び屈折率変化による再生画像の劣化を補正して再生するホログラム再生方法に関する。

背景技術

- [0002] 近年、ホログラム技術を利用して大容量データの記録再生を行うホログラム記録再生システムが提案されている。このホログラム記録再生システムは、例えば液晶素子等の空間光変調手段によって生成される記録データを含む信号光と、この信号光に対応して設定される参照光をホログラム記録材料(以降単に記録材料と称することもある)に照射することにより、信号光と参照光によって生じる干渉縞を記録材料に記録する記録系と、このホログラム記録材料に参照光を照射することによって記録された干渉縞に対応する回折光(再生信号光)を生成し、これをCCDイメージセンサー等の受光素子によって受光してその解析を行うことにより、データを再生する再生系とを有する構成となっている。なお、このようにして記録された空間光変調手段1つあたりのホログラムをページと呼ぶ。
- [0003] また、ホログラム記録再生システムにおいては、記録密度向上のために多重記録と言う手法を用いる。これは、従来の光ディスクにおける記録と異なり、1箇所にも多数の独立なページを記録するというものである。このような多重記録方式の代表的なものとしては、角度多重記録、シフト多重記録、位相コード多重記録などが公知で、その他多くの多重方式が知られている。
- [0004] 角度多重方式は、参照光の角度を変えることで1箇所にも多数の独立なページを記録、再生するものである。シフト多重は記録位置を少しずつずらすことで、多重記録を行うものである。位相コード多重はひとつのページを記録する際に、色々な方向から参照光を同時に当てて記録する。しかし、その際に、各方向からの参照光に位相

の変化を与えておき、この位相の変化を色々と組み合わせることで、1箇所にも多数枚の独立なページを記録再生するものである。

- [0005] ところで、ホログラム用記録材料、特にフォトポリマー材料は光感光材料の化学反応によって、記録中、若しくは記録後に体積変化がおこる。その結果として、再生像の劣化が起きることが知られている(非特許文献:Holographic Data Storage;H.J.Coufal,D.Psaltis,G.T.Sincerbox ED;Springer; p.185 Photopolymer System))。

この記録後の体積変化例として、2本の平行ビームが作るホログラムの記録再生について図14A及び図14Bを用いて説明する。

- [0006] 図14A及び図14Bは記録材料に体積変化がない場合を説明する図である。図15Aに示すように、信号光100と参照光200の干渉縞60が記録材料12に体積記録される。なお、図14A中では干渉縞は平行光のように表示したが、実際は信号光が平行光ではないので、記録される干渉縞も平行光にはならない。体積変化がない場合は図14Bに示すように干渉縞60に変化はなく、記録時の参照光200と同じ角度で参照光200'を入射すれば、所望の方向に再生信号光300を得ることが可能である。この場合、図15Aに示すような記録画像に対して図15Bに示すような綺麗な再生画像が得られる。

- [0007] しかし、図16Aから図16Bのように体積変化があった場合に、記録材料12に記録した干渉縞60は、記録材料12がシュリンク(縮小)して図16Bに示すように変化する。このように変化した記録材料12に、記録時の参照光200と同じ角度で参照光200'を入射すると、記録材料12に記録されている干渉縞とのブラッグ条件が満足されなくなる。これにより、図17Aに示すような記録画像に対して再生画像は図17Bに示すように、全体が綺麗な画像にならず、場合によっては再生されないことが起こる。

発明の開示

- [0008] 上記のように角度多重方式で画像を記録した際に、記録材料に体積変化若しくは屈折率変化が生じた場合、(1)体積変化もしくは屈折率変化により、参照光がブラッグ条件からはずれ、回折効率が下がり画像が暗くなる。(2)信号光が画角を持っているために、再生画像内の方向ごとにブラッグ条件からのはずれ具合が異なり、図17Bの再生画像に示すような輝度の不均一が起こる。

- [0009] 本発明は前記事情に鑑み案出されたものであって、本発明の目的は、記録材料に体積変化若しくは屈折率変化が生じた場合でも、記録画像と同様の劣化のない綺麗な再生画像を得ることができるホログラム再生方法及びホログラム再生装置を提供することにある。
- [0010] 本発明は上記目的を達成するため、参照光をホログラム記録材料に照射して再生画像を得るホログラム再生装置であって、前記ホログラム記録材料から再生される同一ページの再生画像を複数枚取得する画像取得手段と、前記取得された複数の再生画像のうちのそれぞれの所定特性部分を切り出す画像切出手段と、前記切り出された再生画像の所定特性部分を合成して1枚の再生画像とする画像合成手段とを具備することを特徴とする。
- [0011] また、本発明は、参照光をホログラム記録材料に照射して再生画像を得るホログラム再生方法であって、前記前記ホログラム記録材料から再生される同一ページの再生画像を複数枚取得するステップと、前記取得された各再生画像の所定特性部分を合成して1枚の再生画像とするステップとを具備することを特徴とする。
- [0012] このように本発明では、ホログラムの記録の際にホログラム記録材料の体積変化及び屈折率変化が生じた場合に、参照光の角度等を変化させてブラッグ条件を満足する最も近い状態にしても1枚の欠陥のない再生画像が得られない場合は、参照光の角度、照射位置を複数変化させて同一ページの画像について一部だけ欠陥のない良好な再生画像を複数枚取得し、これら再生画像の良好な部分を画像合成により繋ぎ合わせて1枚の欠陥のない良好な再生画像を得るものである。具体的には、参照光が入射する角度、又は入射する角度を一定に保持しつつ照射位置を変化させ前記ホログラム記録材料の同一箇所記録されている複数ページの画像を取得をする際に、この入射角度、又は照射位置を微小変化させることによって、前記ホログラム記録材料の同一箇所記録されている同一ページの画像を複数枚取得するように制御し、取得された再生画像の所定特性部分を画像処理により判定し、判定された再生画像の所定特性部分を切り出してこれら所定特性部分を合成して1枚の再生画像に画像合成する。これにより、多重方式で画像を記録する際に、記録材料に体積変化若しくは屈折率変化が生じた場合でも、記録画像と同様の劣化のない綺麗な再

生画像を得ることができる。

- [0013] 本発明によれば、ホログラムの記録の際、ホログラム記録材料に体積変化及び屈折率変化が生じた場合で、参照光の角度、照射位置を変化させてブラッグ条件を満足する最も近い状態にしても欠陥のない再生画像が1枚も得られない場合に、参照光の角度、又は照射位置を複数変化させて一部だけ欠陥のない良好な再生画像を複数枚取得し、これら再生画像の良好な部分を画像合成により繋ぎ合わせて1枚の欠陥のない良好な再生画像を得ることができる。その際、前記参照光の入射角、又は参照光の照射位置毎の再生画像の欠陥のない良好部分(所定特性部分)の判定を一度行い、以降、この判定結果を用いて別のページの再生画像の所定特性部分を切り出すことにより或いは、参照光のホログラム記録材料の入射角度、照射位置と再生画像の所定特性部分位置との関係を示したデータを予め記憶しておき、この記憶データを用いて再生画像の所定特性部分を切り出すことにより、画像処理の高速化を図ることができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]図1は、本発明の第1の実施の形態に係るホログラム再生装置を示したブロック図である。
- [図2]図2は、図1に示した制御部の詳細構成例を示したブロック図である。
- [図3]図3は、図1に示した装置における再生時の参照光の角度に対する再生画像例を示した図である。
- [図4]図4は、図1に示した装置における再生時の参照光の角度に対する再生画像例を示した図である。
- [図5]図5は、図1に示した装置における再生時の参照光の角度に対する再生画像例を示した図である。
- [図6]図6は、図1に示した制御部の画像処理動作を説明する図である。
- [図7]図7は、図1に示した制御部の画像処理動作を行う際の対象再生画像例を示した図である。
- [図8]図8は、本発明の第2の実施の形態に係るホログラム再生装置を示したブロック図である。

[図9]図9は、図8に示した制御装置の詳細構成例を示したブロック図である。

[図10A]図10Aは、参照光のホログラム記録材料上の入射角度ではなく照射位置を微小距離変化させる補正方法を説明する図である。

[図10B]図10Bは、参照光のホログラム記録材料上の入射角度ではなく照射位置を微小距離変化させる補正方法を説明する図である。

[図11A]図11Aは、参照光のホログラム記録材料上の照射位置に対する同一ページの再生画像例を示した図である。

[図11B]図11Bは、参照光のホログラム記録材料上の照射位置に対する同一ページの再生画像例を示した図である。

[図11C]図11Cは、参照光のホログラム記録材料上の照射位置に対する同一ページの再生画像例を示した図である。

[図12]図12は、図8に示した制御装置の画像処理動作を説明する図である。

[図13]図13は、図8に示した制御装置の画像処理動作を行う際の対象再生画像例を示した図である。

[図14A]図14Aは、従来のホログラム記録再生装置の記録動作を説明する図である。

[図14B]図14Bは、従来のホログラム記録再生装置の記録動作を説明する図である。

[図15A]図15Aは、従来のホログラム記録再生装置における記録画像例を示した図である。

[図15B]図15Bは、従来のホログラム記録再生装置における再生画像例を示した図である。

[図16A]図16Aは、従来のホログラム記録再生装置で体積変化若しくは屈折率変化を起こしたホログラム記録材料を再生する動作を示した図である。

[図16B]図16Bは、従来のホログラム記録再生装置で体積変化若しくは屈折率変化を起こしたホログラム記録材料を再生する動作を示した図である。

[図17A]図17Aは、従来のホログラム記録再生装置で記録する記録画像例を示した図である。

[図17B]図17Bは、従来のホログラム記録再生装置で再生する再生画像例を示した

図である。

発明を実施するための最良の形態

[0015] (第1の実施の形態)

まず、角度を変化させることにより複数の所定特性部分を取得する第1の実施の形態について述べる。

図1は、本発明の第1の実施の形態に係るホログラム再生装置を示したブロック図である。ホログラム(記録)再生装置は、レーザ光源1、NDフィルター2、半波長板3、信号光用ビームエキスパンダ4a、参照光用ビームエキスパンダ4b、シャッター5、ミラー6、偏光ビームスプリッタ7、シャッター8、空間光変調器10、信号光光学系11、回転ミラー13、参照光光学系14、再生光光学系15、撮像装置16、制御装置18を有して構成され、ホログラム記録材料12に画像を記録し、また、このホログラム記録材料12から画像を再生する。

[0016] 図2は、図1に示した制御装置の詳細構成例を示したブロック図である。制御装置18は、CPU181、メモリ182、画像処理部183、画像メモリ184、インターフェース185及びインターフェース186を有し、インターフェース185は図1に示した撮像装置16を接続し、インターフェース186は回転ミラー13の駆動装置(図示せず)を接続している。CPU181は、インターフェース186を通して回転ミラー13の反射角の制御を行い、インターフェース185を通して撮像装置16から再生画像データを装置内に入力する。なお、制御装置18は通常多角度によるデータの記録再生制御の他に、参照光200のホログラム記録材料12への入射角度を微小変化させて同一ページの複数枚の画像を取得し、取得した各画像の良好部分を画像処理により判定し、得られた複数の良好部分を切り出して一枚の画像に画像合成する制御を行う機能を有する。

[0017] 次に本実施の形態の動作について説明する。レーザ光源1から出射された干渉性を持つレーザ光は、NDフィルター2によりその強度が調整されてから半波長板3により偏光面を調整された後、シャッター5を介してミラー6に入射されて光路が変更され、偏光ビームスプリッタ7によって所望の強度比で信号光100と参照光200に分岐される。

- [0018] 信号光100はシャッター8を介して信号光用ビームエキスパンダ4aに入射され平行ビームに広げられた後、空間光変調器10に入射される。信号光100はデータページ(記録画像)を表示した空間光変調器10で強度変調され、この変調された信号光100が信号光光学系11によりホログラム記録材料12に集光される。一方、参照光200は参照光用ビームエキスパンダ4bに入射され平行ビームに広げられた後、反射面の角度が変更可能な回転ミラー13に入射され、ある角度で反射されて光路が変更された後、4f系の参照光光学系14に入射され、この参照光光学系14によりホログラム記録材料12に集光される。これにより、ホログラム記録材料12内において、信号光100と参照光200が重ね合わされ、その結果形成される干渉縞がホログラム記録材料12に記録される。
- [0019] その際に、空間光変調器10に表示されるデータページが変更される度に、回転ミラー13の反射面の角度を変えると、参照光200のホログラム記録材料12に入射される角度が変わり、ホログラム記録材料12の同一記録エリアに複数枚のデータページが多重記録される。
- [0020] ホログラム記録材料12に記録されたデータを再生するには、参照光200と同一の参照光(ここではこれを参照光200と称する)をホログラム記録材料12に照射することにより生じる回折光を再生光光学系15に入射し、この回折光を再生光光学系15によって撮像装置16に結像されることにより行われる。
- [0021] 撮像装置16は受光した回折光を光電変換し、得られた受光信号は解析されて画像データとして再生される。この再生時に、記録時と同様に参照光200のホログラム記録材料12に対する入射角度を回転ミラー13を回転させることによって変えることにより、ひとつの記録エリアに多重記録されている画像データを順次再生することができる。制御装置18は上記の記録時に、シャッター5、8の開閉、回転ミラー13の反射面の角度制御及び空間光変調器10への記録画像の表示等、各種制御を行うと共に、再生時、シャッター5、8の開閉、回転ミラー13の反射面の角度制御及び必要に応じて撮像装置16から得られる再生画像を合成するなどの画像処理を行う。
- [0022] ここで、上記のように空間光変調器10に表示した記録画像をホログラム記録材料12に記録した際に、ホログラム記録材料12が体積変化若しくは屈折率変化をした場

合、本実施形態の制御装置18は回転ミラー13の反射角を変化させて、例えば図3(A)、図4(A)、図5(A)に示すように、参照光200'のホログラム記録材料12への入射角度を変化させて再生信号光300を発生させ、それを撮像装置16により受光して図3(B)、図4(B)、図5(B)で示すような再生画像51、52、53を得る。

[0023] ホログラム記録材料12が体積変化若しくは、屈折率変化をした場合、ブラッグ条件に最も近くなるように参照光200'の入射角度を調整してホログラム記録材料12に照射するが、信号光画像の各画角に対してブラッグ条件が異なるため、図3(B)、図4(B)、図5(B)に示すように、完全な再生画像が得られず、欠陥のない明るい部分511、521、531(元の画像と同様に綺麗に再生されている部分)が一部ある再生画像しか得ることができない。

[0024] 即ち、体積変化若しくは屈折率変化のおきた角度多重ホログラムにおいては、再生画像のうち一部のみがブラッグ条件を満足する状態に最も近くなって欠陥のない綺麗な画像として再生される。この綺麗に再生された良好部分と、欠陥のある良好でない部分を制御装置18の画像処理で判定し、良好部分のみを繋ぎ合わせれば全体が良好な1枚の再生画像を得ることができる。

[0025] そこで、本実施の形態の制御装置18は、同一ページの画像について図6の51、52、53に示すような部分的に欠陥がない画像を複数枚取得し、これら複数の画像の欠陥がない部分を合成して、図6の54に示すような1枚の欠陥のない綺麗な画像を得ている。

[0026] そこで、制御装置18のCPU181は回転ミラー13を回転させて、参照光200'のホログラム記録材料12への入射角度を変化させながら撮像装置16より、複数の図6に示すような再生画像51～53を画像メモリ184に格納しておく。その後、CPU181は画像メモリ184の中の再生画像を1枚ずつ取り出し画像処理部183に送る。画像処理部183は再生画像51～53において、どの部分の画像範囲が良好であるかを画像認識し、参照光200'の入射角度と良好画像部分位置との対応関係をメモリ182に記憶しておく。

[0027] 再生画像の良い部分を画像処理で判定する方法としては、(1)各画像部分の明るさ若しくは回折効率を判定する。(2)各画像部分のコントラスト比を判定する。(3)各

画像部分のノイズ量を判定するなどの方法がある。次にCPU181はメモリ182に記憶した認識結果を参照して各再生画像の良好な部分のみを画像メモリ184から取り出すと共に、これら良好な部分を連続的に結合して、1枚の欠陥のない再生画像54を合成する。

[0028] その際、画像処理部183は画像メモリ184から取得した各再生画像を列単位(幅は例えば1画素)で取り出して、その部分の回折効率(又はコントラスト比)を見て行き、所定レベル以上の回折効率(又はコントラスト比)の画像範囲を良好画像部分として切り出し、切り出した良好画像部分を繋げて欠陥のない1枚の綺麗な再生画像54を合成する。或いは、画像メモリ184に取得した複数の再生画像を列単位(幅は例えば1画素)で全て切り出し、これら列単位の再生画像の中で回折効率(又はコントラスト比)が所定レベル以上の再生画像部分を集めて、元の1枚の再生画像とすることにより、1枚の欠陥のない再生画像54を合成しても良い。なお、上記の所定レベルの回折効率(またはコントラスト比)は、固定値でも良いし、画像の部分ごとに異なる値を持っていても構わない。例えば、レーザの発光モードにもよるが基本的には、記録時の状態によってページの中央部分については、再生光の再生回折効率等が良く、ページの端は回折効率等が悪くなる。そこで、上記所定レベルの回折効率を、再生画像の列で区画される画像領域のページの中央部分については高く、ページの端部分については低くなるようなガウス分布に従って設定する。このようにすると、ページの中央については非常に良好な再生画像が得られるとともに、ページの端については一定の回折効率に満たないとして再生されないことがなくなる。また、レーザの発光モードによって、ページ中央の回折効率等が必ずしも良好であるとは限らない。そこで、記録時のレーザのモードと対応させた所定レベルの回折効率を、列単位で設定をすると、さらに精度良く、画像を再生することができる。

[0029] ところで、上記実施の形態では、参照光200'とその時の再生画像の良好部分位置との対応関係をそれぞれの再生画像(データページ)毎に画像処理で求めたが、この対応関係は1枚の再生画像だけに有効なわけではなく、通常は他の再生画像でも有効である。従って、上述の対応関係をひとつの再生画像について求めた後、装置内のメモリ182に記憶し、他のページの再生画像もこの対応関係を利用して良好な

画像部分を切り取るようにしてもよい。また、最初に上述の対応関係を測定する場合、測定用のデータページ(再生画像各部の回折効率やコントラスト比が測定しやすいパターンを持ったデータページ)を用意し、このデータページを再生して上述の対応関係を求めれば、測定精度を向上させることができる。

[0030] 本実施の形態によれば、ホログラムの記録の際に記録材料12に体積変化及び屈折率変化が生じた場合で、参照光200'の角度を変化させてブラッグ条件を満足する最も近い状態にしても1枚の欠陥のない再生画像が得られない場合に、同一ページの画像について参照光200'の角度を複数角度変化させて一部だけ欠陥のない良好な再生画像51～53を複数枚取得し、これら再生画像の良好な部分を画像合成により繋ぎ合わせて1枚の欠陥のない良好な再生画像54を得ることができる。

[0031] なお、上記の、参照光の角度と1枚の再生画像の中の綺麗に再生される図7に示すような良好部分位置との対応関係は、理論的にも求めることができ、この対応関係を予め制御装置18のメモリ182に記憶しておき、ホログラム再生時にこのメモリ182内の対応関係データを用いて上記した1枚の欠陥のない良好な再生画像54を得ることもできる。但し、その際、記録時と再生時の温度変化などの変化量が理論値のパラメータに入ってくるため、例えば温度の場合は、再生時のホログラム記録材料12の温度測定が必要になり、さらに、必要なら記録時の温度も測定し、その温度をホログラム記録材料12内に記録しておく必要がある。

[0032] (第2の実施の形態)

次に、参照光の照射位置を変化することにより複数の所定特性部分を取得する第2の実施の形態について述べる。

図8は、本発明の第2の実施の形態に係るホログラム再生装置の構成を示したブロック図である。ホログラム再生装置はシフト多重方式でホログラム記録を行ない、レーザ光源21、偏光ビームスプリッタ22、ミラー23、フーリエレンズ24、ミラー25、空間光変調器26、フーリエレンズ27、ホログラム記録材料28、逆フーリエレンズ29、撮像装置30、スピンドルモータ31、アクチュエータ32、パソコンなどの制御装置33を有して構成される。なお、制御装置33は通常のシフト多重制御の他に、参照光の位置をその入射角度を維持したまま微小変化させる、この参照光が微小変化される毎に同一

ページの画像を複数枚取得する、これら取得された画像の所定特性部分を判定して切り出し、得られた複数の所定特性部分を1枚の画像に画像合成して再生画像とするなどの制御を行うものとする。

[0033] 図9は、図8に示した制御装置の詳細構成例を示したブロック図である。制御装置33は、CPU201、メモリ202、画像処理部203、画像メモリ204、インターフェース205及びインターフェース206を有し、インターフェース205は図8に示した撮像装置30を接続し、インターフェース206はアクチュエータ32を接続している。CPU201は、インターフェース206を通して参照光光学系の移動を制御し、インターフェース205を通して撮像装置30から再生画像データを装置内に入力する。

[0034] 次に本実施の形態の動作について説明する。記録時、記録するデータページを空間光変調器(透過性の液晶表示装置)26に表示させた後、レーザ光源21から照射された干渉性を持つレーザ光は偏光ビームスプリッタ22に入射し、信号光100と参照光200に分岐される。信号光100はミラー25を介して空間光変調器26に入射される。信号光100はデータページが表示された空間光変調器26を通ることで、空間光変調(強度変調)される。変調された信号光100はフーリエレンズ27によりホログラム記録材料28の記録エリアに集光される。一方、参照光200はミラー23によりその進行方向を変えた後、フーリエレンズ24により信号光100とホログラム記録材料28中で一定の角度をもって交わる様に照射されて干渉縞を発生させる。この干渉縞の空間分布に従った屈折率分布として上記したデータページがホログラム記録材料28に記録される。

[0035] 1枚のホログラムを記録した後、制御装置33はスピンドルモータ31を制御してホログラム記録材料28を光学系に対して相対的に一定距離移動させ、次のホログラムを記録する。この場合は、一枚のホログラム記録材料28を記録する毎にスピンドルモータ31によってディスク状ホログラム記録材料28を一定角度回転させる。ホログラム記録材料28が一周回転したら、半径方向に光学系、若しくはホログラム記録材料28を移動し、再び材料周内方向の記録を行う。以上を繰り返して、ホログラム記録材料28の全面に互って多数のホログラムを記録する。

[0036] このようにして記録したホログラムを再生する際は、そのホログラムを記録した時と同

じ位置より、同じ入射角度の参照光(参照光)200をホログラム記録材料28に対して照射する。これにより、ホログラム記録材料28の記録トラックに記録されている干渉縞に対応する回折光が発生し、この回折光が逆フーリエレンズ29により撮像装置30内の撮像素子に集光されて受光され、得られた受光信号は解析されて元の画像データ(データページ)になる。

[0037] ここで、記録時にホログラム記録材料28に体積変化または屈折率変化が生じた場合、上記のような記録時の参照光200と同一の参照光をホログラム記録材料28に照射してもブラッグ条件が満足されないため、回折効率が下がって暗い再生画像しか得られない。そのような場合、制御装置33は以下に述べるような体積変化または屈折率変化を補正する一連の動作を行う。

[0038] 球面波シフト多重記録、スペックル多重記録または位相コード多重記録のような、参照光が平行光で無い場合に、ホログラム記録材料(記録材料)の体積変化や屈折率変化があった場合、前述のようにブラッグ条件からのズレにより、再生画像の画質が劣化する。これを補正するのに第2の実施の形態では図10Aに示すように参照光200'のホログラム記録材料28への入射角度の微小変化により行っていたが、本実施の形態では図10Bに示すように参照光200'のホログラム記録材料28上の照射位置を記録時から微小距離変化させることで行っている。これにより、少なくとも再生画像の一部はブラッグ条件を近似的に満たすことが出来る。これは、参照光の角度変化は、位置移動で等価的に置き換えることが出来るからである。

[0039] この参照光を位置移動する方法は、再生画像全体が許容できる範囲でブラッグ条件に一致するケースだけで、前述したように再生画像の一部だけがブラッグ条件に一致するようなケースには適用できなかった。このようなケースにおいても、参照光200'を移動しながら再生像を見ると、ブラッグ条件に一致し良好な再生状態になる部分も参照光の移動に伴い変化する事実があり、これを応用したものが本発明の補正方法である。

[0040] ここで、上記のように空間光変調器26に表示した記録画像をホログラム記録材料28に記録した際に、ホログラム記録材料28が体積変化若しくは屈折率変化をした場合、本実施形態の制御装置33はアクチュエータ32を制御して参照光光学系をホロ

グラム記録材料の面方向に対して微小距離移動させて図11A～図11Cに示すように参照光200'のホログラム記録材料28上の照射位置を微小距離移動させる。これにより、制御装置33は撮像装置30より図11A～図11Cに示すような再生画像61、62、63を得る。これら画像は欠陥のない明るい部分611、621、631(元の画像と同様に綺麗に再生されている部分)が一部あるが、どれも完全な再生画像ではない。

[0041] 即ち、体積変化若しくは屈折率変化のおきたシフト多重ホログラムにおいては、再生画像のうち一部のみがブラッグ条件を満足する状態に最も近くなって欠陥のない綺麗な画像として再生される。この綺麗に再生された良好部分と、欠陥のある画質の悪い部分を制御装置33の画像処理で判定し、良好部分のみを繋ぎ合わせれば全体が良好な1枚の再生画像を得ることができる。

[0042] そこで、制御装置33は、図12の再生画像51、52、53に示すような部分的に欠陥がない画像を複数枚取得し、これら複数の画像の欠陥がない部分を合成して、図12の再生画像54に示すような1枚の欠陥のない綺麗な画像を得ている。

[0043] 即ち、制御装置33のCPU201はアクチュエータ32を制御して参照光光学系を移動させることにより参照光200'のホログラム記録材料28上の位置を変化させながら撮像装置30より、複数の図5に示すような再生画像51～53を取得して画像メモリ204に格納しておく。その後、CPU201は画像メモリ204の中の再生画像を1枚ずつ取り出し画像処理部203に送る。画像処理部203は再生画像51～53において、どの部分の画像範囲が良好であるかを画像認識し、参照光200'の照射位置と良好画像部分位置との対応関係をメモリ202に記憶しておく。

[0044] 再生画像の良い部分を画像処理で判定する方法としては、(1)各画像部分の明るさ若しくは回折効率を判定する。(2)各画像部分のコントラスト比を判定する。(3)各画像部分のノイズ量を判定するなどの方法がある。次にCPU201はメモリ202に記憶した認識結果を参照して各再生画像の良好な部分のみを画像メモリ204から取り出すと共に、これら良好な部分を連続的に結合して、1枚の欠陥のない再生画像54を合成する。

[0045] その際、画像処理部203は画像メモリ204から取得した各再生画像を列単位(幅は例えば1画素)で取り出して、その部分の回折効率(又はコントラスト比)を見て行き、

所定レベル以上の回折効率(又はコントラスト比)の画像範囲を良好画像部分として切り出し、切り出した良好画像部分を繋げて欠陥のない1枚の綺麗な再生画像54を合成する。或いは、画像メモリ204に取得した複数の再生画像を列単位(幅は例えば1画素)で全て切り出し、これら列単位の再生画像の中で回折効率(又はコントラスト比)が所定レベル以上の再生画像部分を集めて、元の1枚の再生画像とすることにより、1枚の欠陥のない再生画像54を合成しても良い。

[0046] なお、上記の所定レベルの回折効率(またはコントラスト比)は、固定値でも良いし、画像の部分ごとに異なる値を持っていても構わない。例えば、レーザの発光モードにもよるが基本的には、記録時の状態によってページの中央部分については、再生光の再生回折効率等が良く、ページの端は回折効率等が悪くなる。そこで、上記所定レベルの回折効率を、再生画像の列で区画される画像領域のページの中央部分については高く、ページの端部分については低くなるようなガウス分布に従って設定する。

[0047] このようにすると、ページの中央については非常に良好な再生画像が得られるとともに、ページの端については一定の回折効率に満たないとして再生されないことがなくなる。また、レーザの発光モードによって、ページ中央の回折効率等が必ずしも良好であるとは限らない。そこで、記録時のレーザのモードと対応させた所定レベルの回折効率を、列単位で設定をすると、さらに精度良く、画像を再生することができる。

[0048] ところで、上記実施の形態では、参照光200'の照射位置とその時の再生画像の良好部分位置との対応関係をそれぞれの再生画像(データページ)毎に画像処理で求めたが、この対応関係は1枚の再生画像だけに有効なわけではなく、通常は他の再生画像でも有効である。従って、上述の対応関係をひとつの再生画像について求めた後、装置内のメモリ202に記憶し、他の再生画像についてもこの対応関係を利用して良好な画像部分を切り取るようにしてもよい。また、最初に上述の対応関係を測定する場合、測定用のデータページ(再生画像各部の回折効率やコントラスト比が測定しやすいパターンを持ったデータページ)を用意し、このデータページを再生して上述の対応関係を求めれば、測定精度を向上させることができる。

[0049] 本実施の形態によれば、ホログラムの記録の際に記録材料28に体積変化及び屈

折率変化が生じた場合で、参照光200′の照射位置を変化させてブラッグ条件を満足する最も近い状態にしても1枚の欠陥のない再生画像が得られない場合に、参照光200′の照射位置を僅かずつ変化させて一部だけ欠陥のない良好な再生画像51～53を複数枚取得し、これら再生画像の良好な部分を画像合成により繋ぎ合わせて1枚の欠陥のない良好な再生画像54を得ることができる。

[0050] また、本実施の形態では、シフト多重方式のホログラム記録再生装置に本発明を適用した例について説明したが、角度多重方式、ランダム波面を持つ参照光を用いるスペックル多重方式若しくは位相コード多重方式においても本発明を適用して同様の効果を得ることができる。

[0051] なお、上記の、参照光200′の照射位置と図13に示すような1枚の再生画像の中のきれいに再生される良好部分位置との対応関係は、理論的にも求めることができ、この対応関係を予め制御装置33のメモリ202に記憶しておき、ホログラム再生時にこのメモリ202内の対応関係データを用いて上記した1枚の欠陥のない良好な再生画像54を得ることもできる。但し、その際、記録時と再生時の温度変化などの変化量が理論値のパラメータに入ってくるため、例えば温度の場合は、再生時のホログラム記録材料28の温度測定が必要になり、さらに、必要なら記録時の温度も測定し、その温度をホログラム記録材料28内に記録しておく必要がある。

[0052] また、上記実施の形態では参照光200′の位置移動を参照光光学系を移動して行ったが、参照光光学系を固定し、ホログラム記録材料の方を移動しても同様の効果を得ることができる。

[0053] 尚、本発明は上記実施の形態に限定されることなく、その要旨を逸脱しない範囲において、具体的な構成、機能、作用、効果において、他の種々の形態によっても実施することができる。例えば、上記実施の形態では、記録材料の体積変化及び屈折率変化による再生画像の補正についてのみ言及したが、ブラッグ条件からのずれを生じさせる、例えば記録時と再生時の参照光（レーザ光）の波長の違いや、記録時と再生時のホログラム記録材料の温度変化に対しても上記実施の形態の方法は有効で、ブラッグ条件からのずれを生じさせる複数の要因を一括して補正することができ、良好な再生画像を得ることができる。

請求の範囲

- [1] 参照光をホログラム記録材料に照射して再生画像を得るホログラム再生装置であつて、
- 前記ホログラム記録材料から再生される同一ページの再生画像を複数枚取得する画像取得手段と、
- 前記取得された複数の再生画像のうちのそれぞれの所定特性部分を切り出す画像切出手段と、
- 前記切り出された再生画像の所定特性部分を合成して1枚の再生画像とする画像合成手段と、
- を具備することを特徴とするホログラム再生装置。
- [2] 請求項1に記載のホログラム再生装置において、
- 前記参照光をホログラム記録材料に入射する角度を変化させる入射角変化手段とを備え、
- 前記画像取得手段は、前記参照光の入射角度が変化される毎に、前記ホログラム記録材料から再生される同一ページの再生画像を複数枚取得することを特徴とするホログラム再生装置。
- [3] 請求項1に記載のホログラム再生装置において、
- 前記参照光をホログラム記録材料に照射する位置をその時の前記参照光の入射角度を維持したまま変化させる位置変化手段とを備え、
- 前記画像取得手段は、前記参照光の照射位置が変化される毎に、前記ホログラム記録材料から再生される同一ページの再生画像複数枚を取得することを特徴とするホログラム再生装置。
- [4] 請求項1に記載のホログラム再生装置において、
- 前記参照光のホログラム記録材料の入射角度と再生画像の所定特性部分位置との関係を示したデータを予め記憶する記憶手段を備え、
- 前記画像切り出し手段は、前記取得された前記入射角毎の再生画像の所定特性部分を前記記憶されているデータに基づいて切り出すことを特徴とするホログラム再生装置。

- [5] 請求項1に記載のホログラム再生装置において、
前記取得された再生画像の所定特性部分を判定する判定手段と、
前記判定手段が前記入射角毎の再生画像の所定特性部分の判定を一度すると、
前記画像切出手段は、以降、前記判定結果を用いて別ページの再生画像の所定特性部分を切り出すことを特徴とするホログラム再生装置。
- [6] 請求項1に記載のホログラム再生装置において、
前記判定手段は、前記取得された再生画像の全てについて幅が1画素の列で区画される画像領域毎に所定特性部分であるかどうかを判定し、前記画像合成手段は所定特性部分であると判定された画像領域のみを集めて1枚の再生画像を合成することを特徴とするホログラム再生装置。
- [7] 請求項1に記載のホログラム再生装置において、
前記再生画像の所定特性部分はコントラスト比又は回折効率が所定閾値以上であることを特徴とするホログラム再生装置。
- [8] 請求項5に記載のホログラム再生装置において、
前記閾値は、再生画像の列で区画される画像領域毎に閾値が設定されていることを特徴とするホログラム再生装置。
- [9] 請求項1に記載のホログラム再生装置において、
前記再生画像の列で区画される画像領域毎に設定されている閾値は、ページの中央部分の閾値がページの端部分の閾値に比較して高く設定されていることを特徴とするホログラム再生装置。
- [10] 請求項1に記載のホログラム再生装置において、
前記再生画像の列で区画される画像領域毎に閾値は、記録時のレーザのモードに応じて設定されていることを特徴とするホログラム再生装置。
- [11] 請求項1に記載のホログラム再生装置において、
前記判定手段は、再生画像の列で区画される画像領域毎に所定特性を有しているかどうかを判定することを特徴とするホログラム再生装置。
- [12] 請求項1に記載のホログラム再生装置において、
前記再生画像の列で区画される画像領域の幅は1画素以上であることを特徴とする

るホログラム再生装置。

- [13] 請求項1に記載のホログラム再生装置において、
前記ホログラム記録材料には角度多重で画像データが多重記録されていることを特徴とするホログラム再生装置。
- [14] 参照光をホログラム記録材料に照射して再生画像を得るホログラム再生装置であつて、
前記参照光のホログラム記録材料の入射角度と再生画像の所定特性部分位置との関係を示したデータを予め記憶する記憶手段と、
前記参照光をホログラム記録材料に入射する角度を変化させる入射角変化手段と、
、
前記参照光の入射角度が変化される毎に、前記ホログラム記録材料から再生される同一ページの再生画像を複数枚取得する画像取得手段と、
前記取得された前記入射角毎の再生画像の所定特性部分を前記記憶されているデータに基づいて切り出す画像切出手段と、
前記切り出された再生画像の所定特性部分を合成して1枚の再生画像とする画像合成手段と、
を具備することを特徴とするホログラム再生装置。
- [15] 参照光をホログラム記録材料に照射して再生画像を得るホログラム再生装置であつて、
前記参照光をホログラム記録材料に入射する角度を変化させる入射角変化手段と、
、
前記参照光の入射角度が変化される毎に、前記ホログラム記録材料から再生される再生画像を取得する画像取得手段と、
前記参照光が入射する角度を所定角度変化させ前記ホログラム記録材料の同一箇所記録されている他の画像を前記画像取得手段により取得をするように、前記入射角変化手段を制御する第1の入射角度制御手段と、
前記参照光が入射する上記所定角度よりも小なる角度で変化させることにより、前記ホログラム記録材料の同一箇所に記録されている同一ページの画像を前記画像

取得手段により取得をするように前記入射角変化手段を制御する第2の入射角度制御手段を備え、

前記第2の入射角度制御手段により制御された場合に前記画像取得手段により取得された前記入射角毎の再生画像の所定特性部分を判定する判定手段と、

前記判定された前記入射角毎の再生画像の所定特性部分を切り出す画像切出手段と、

前記切り出された再生画像の所定特性部分を合成して1枚の再生画像とする画像合成手段と、

を具備することを特徴とするホログラム再生装置。

- [16] 前記判定手段が前記入射角毎の再生画像の所定特性部分の判定を行い、判定結果を保存する判定結果保存手段と、

前記判定結果保存手段により判定結果が保存されている場合に、前記画像切出手段は、

前記判定結果を用いて別の再生画像の所定特性部分を切り出すことを特徴とする請求項12記載のホログラム再生装置。

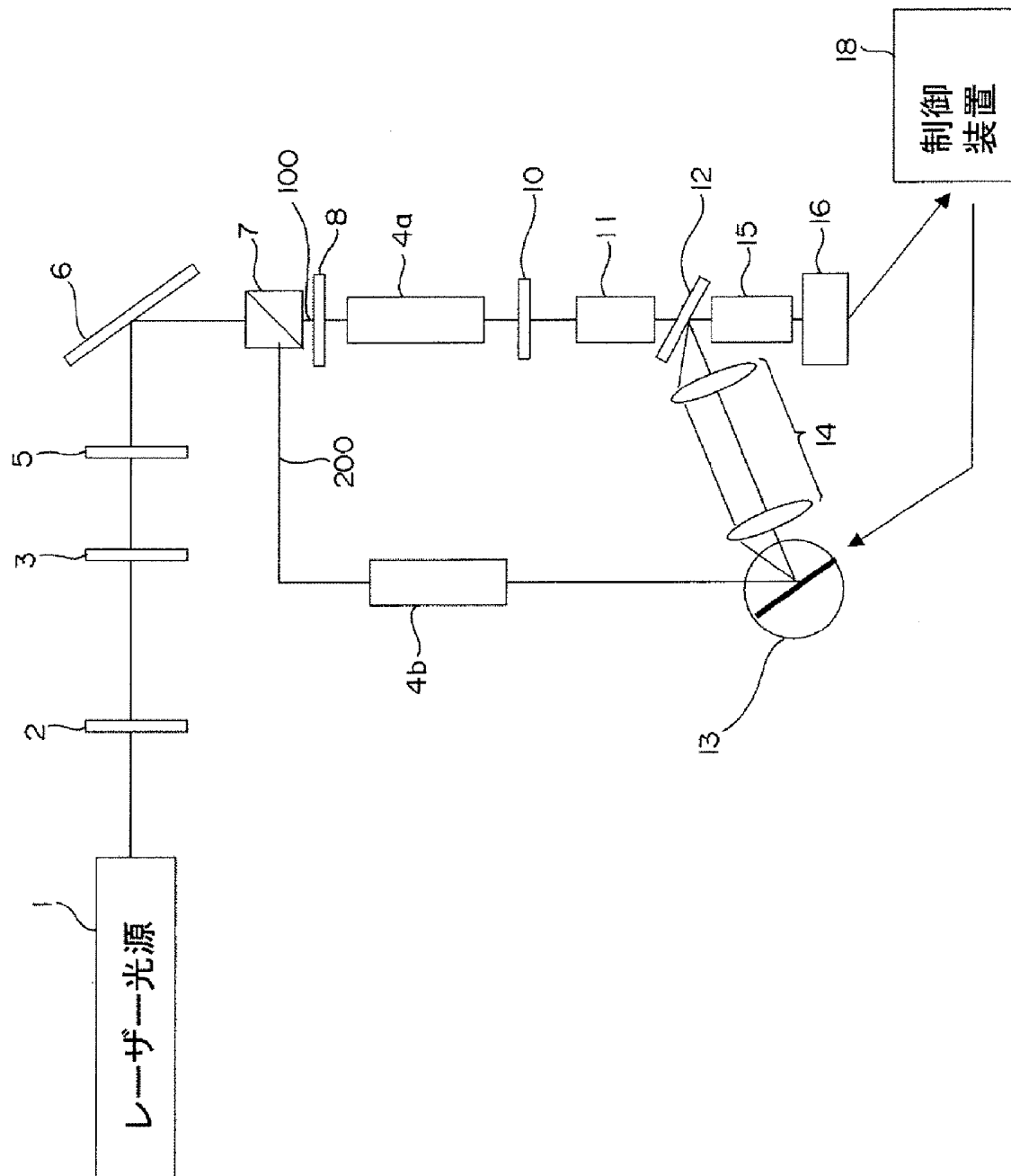
- [17] 参照光をホログラム記録材料に照射して再生画像を得るホログラム再生方法であつて、

前記前記ホログラム記録材料から再生される同一ページの再生画像を複数枚取得するステップと、

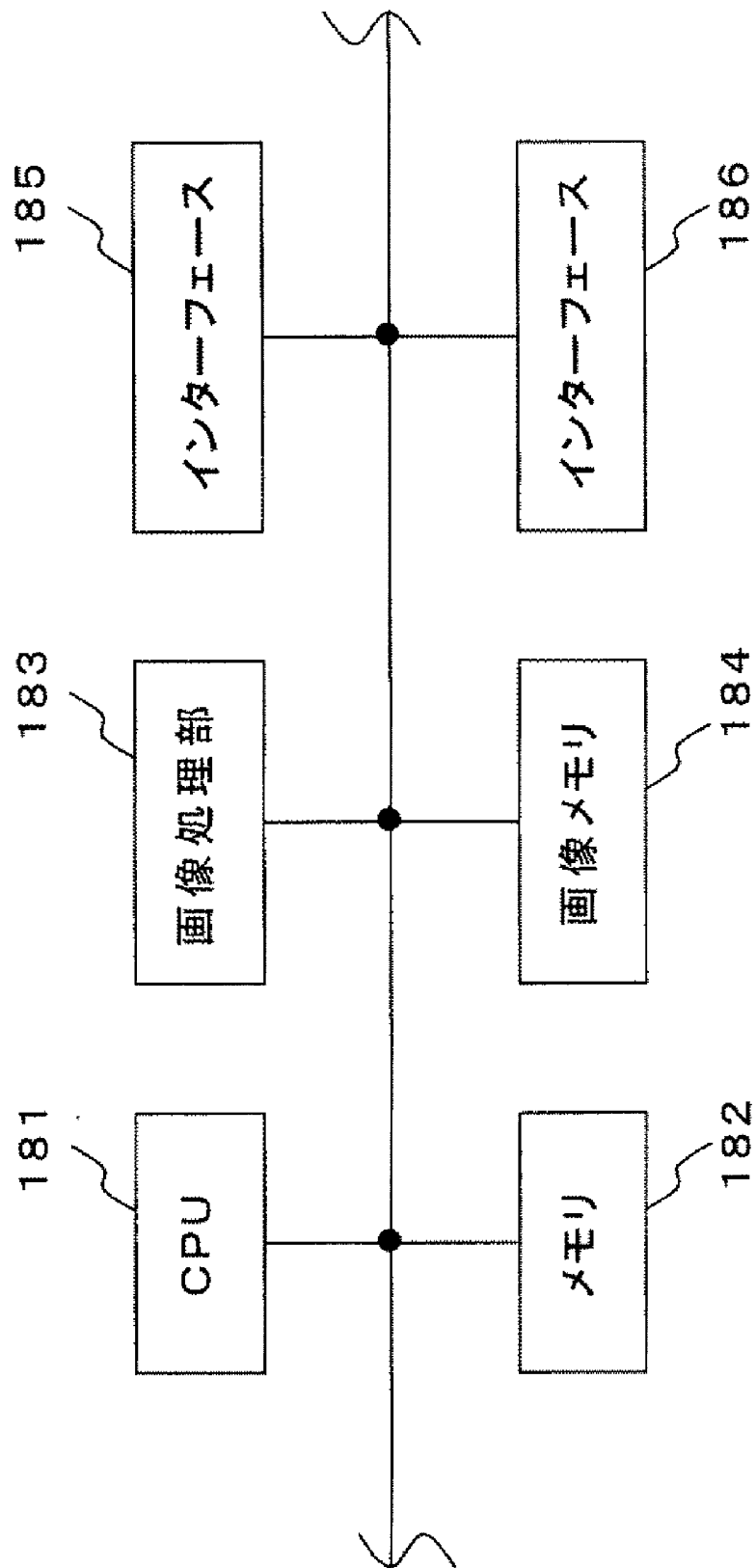
前記取得された各再生画像の所定特性部分を合成して1枚の再生画像とするステップと、

を具備することを特徴とするホログラム再生方法。

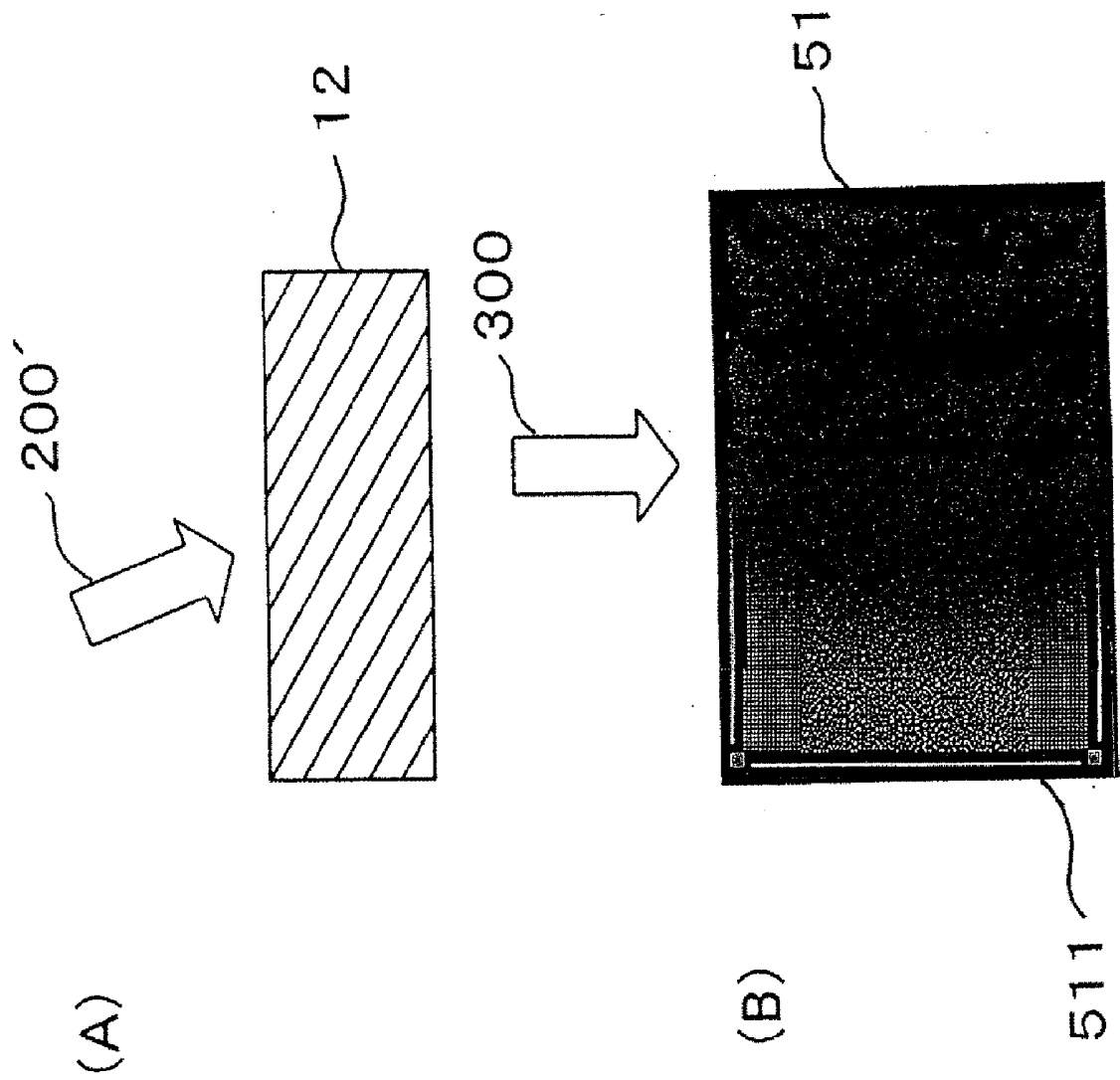
[図1]



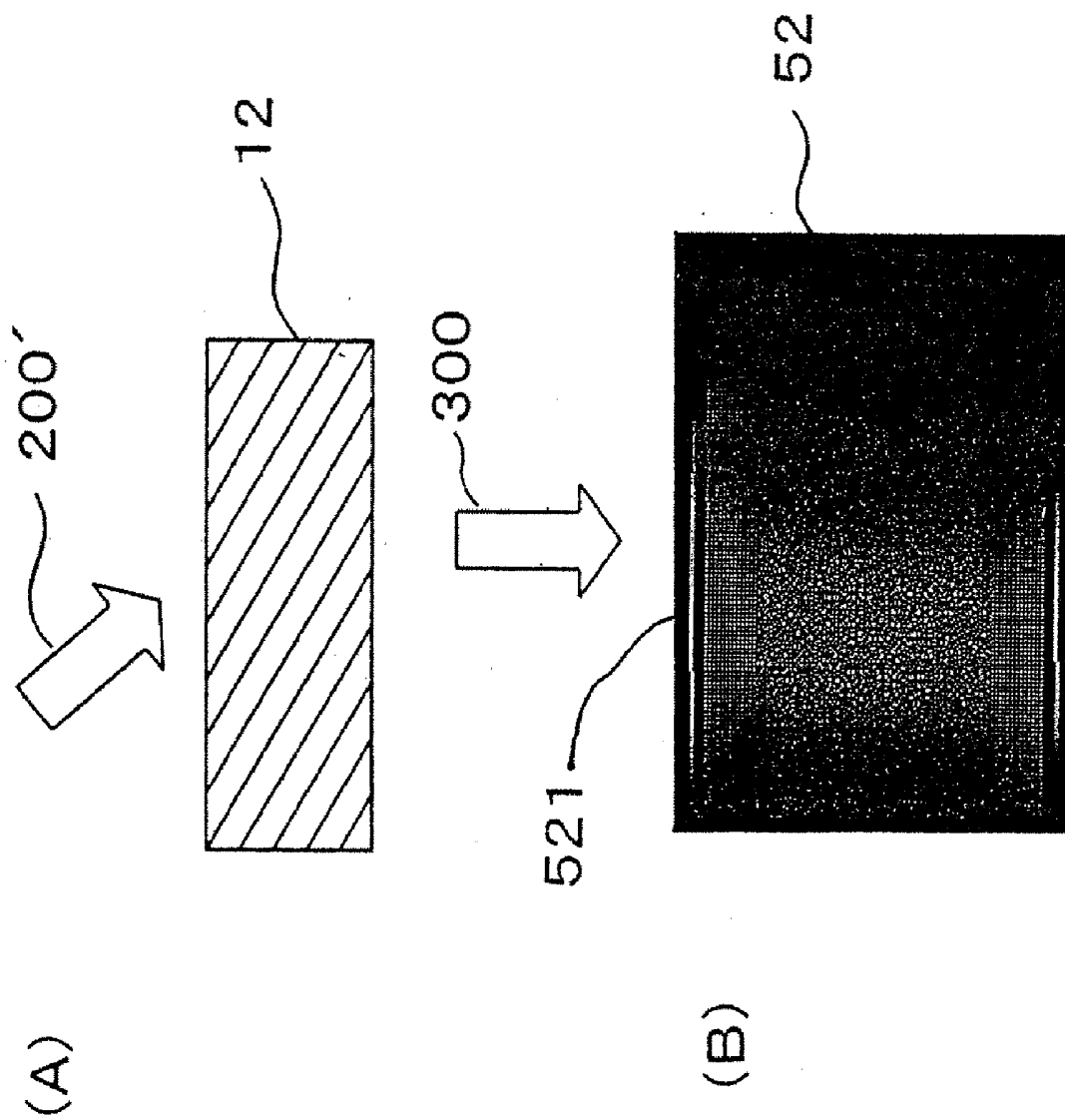
[図2]



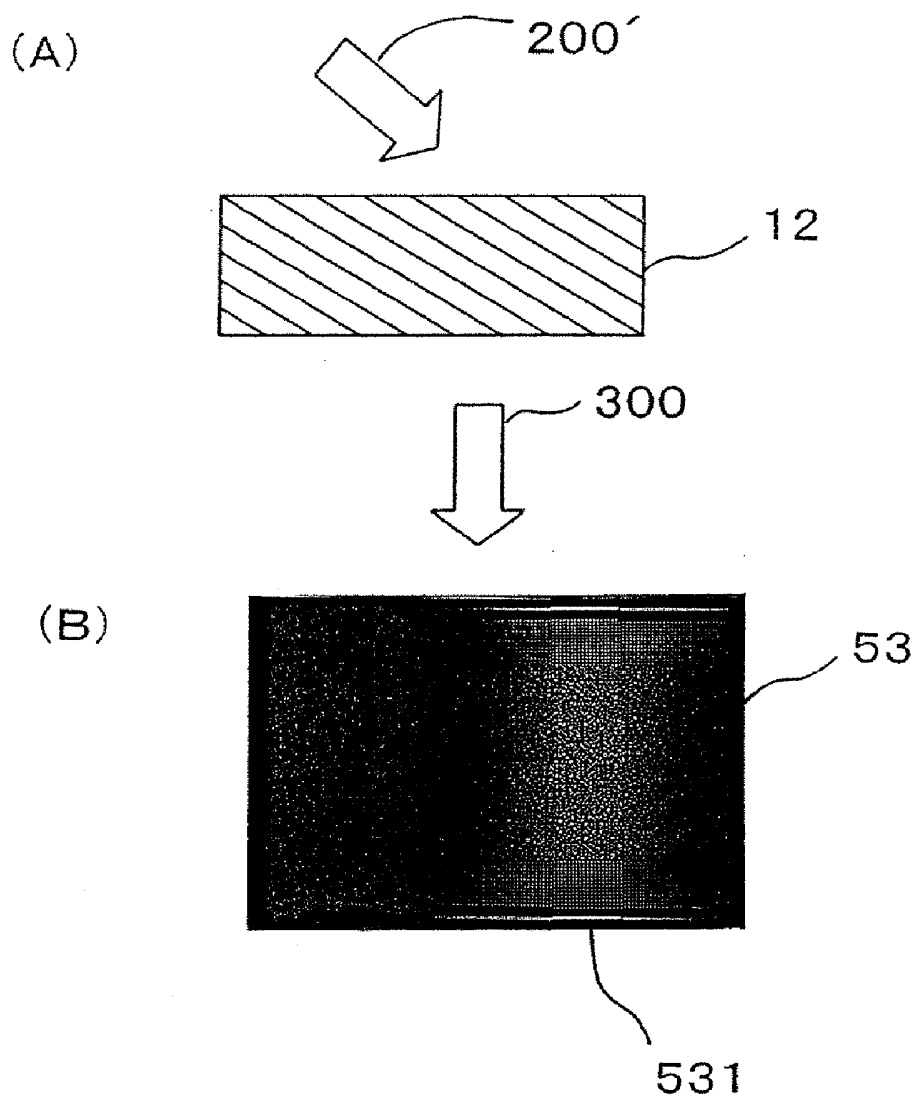
[図3]



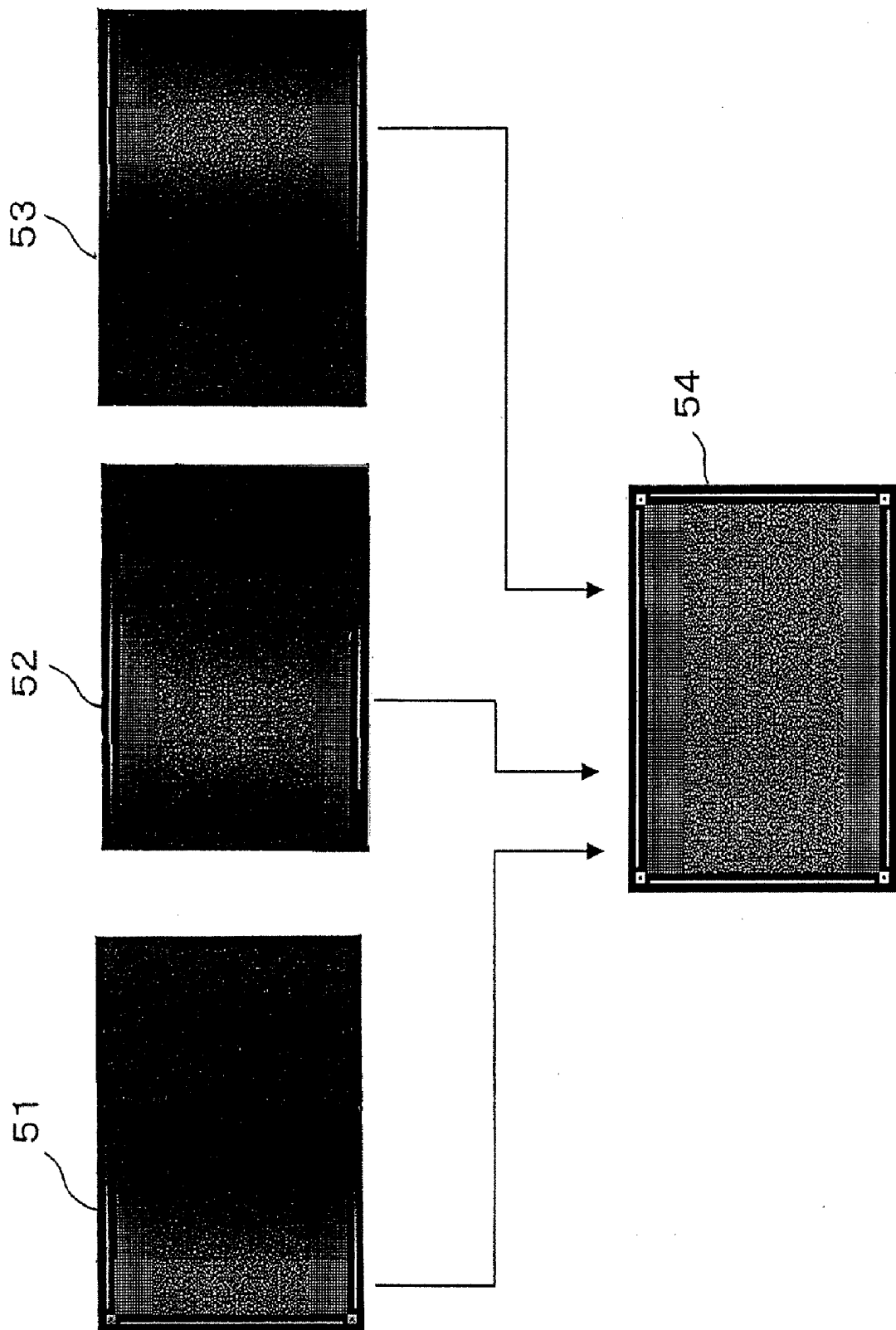
[図4]



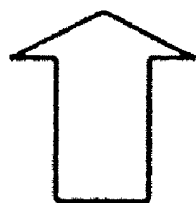
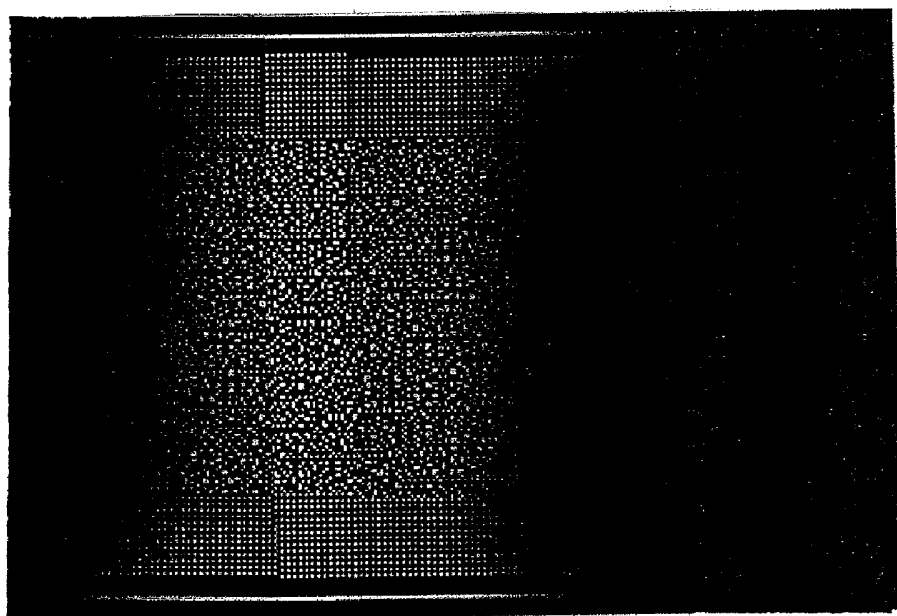
[図5]



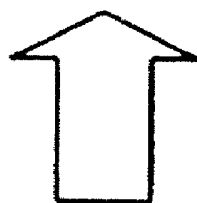
[図6]



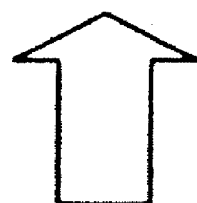
[図7]



良くない
部分

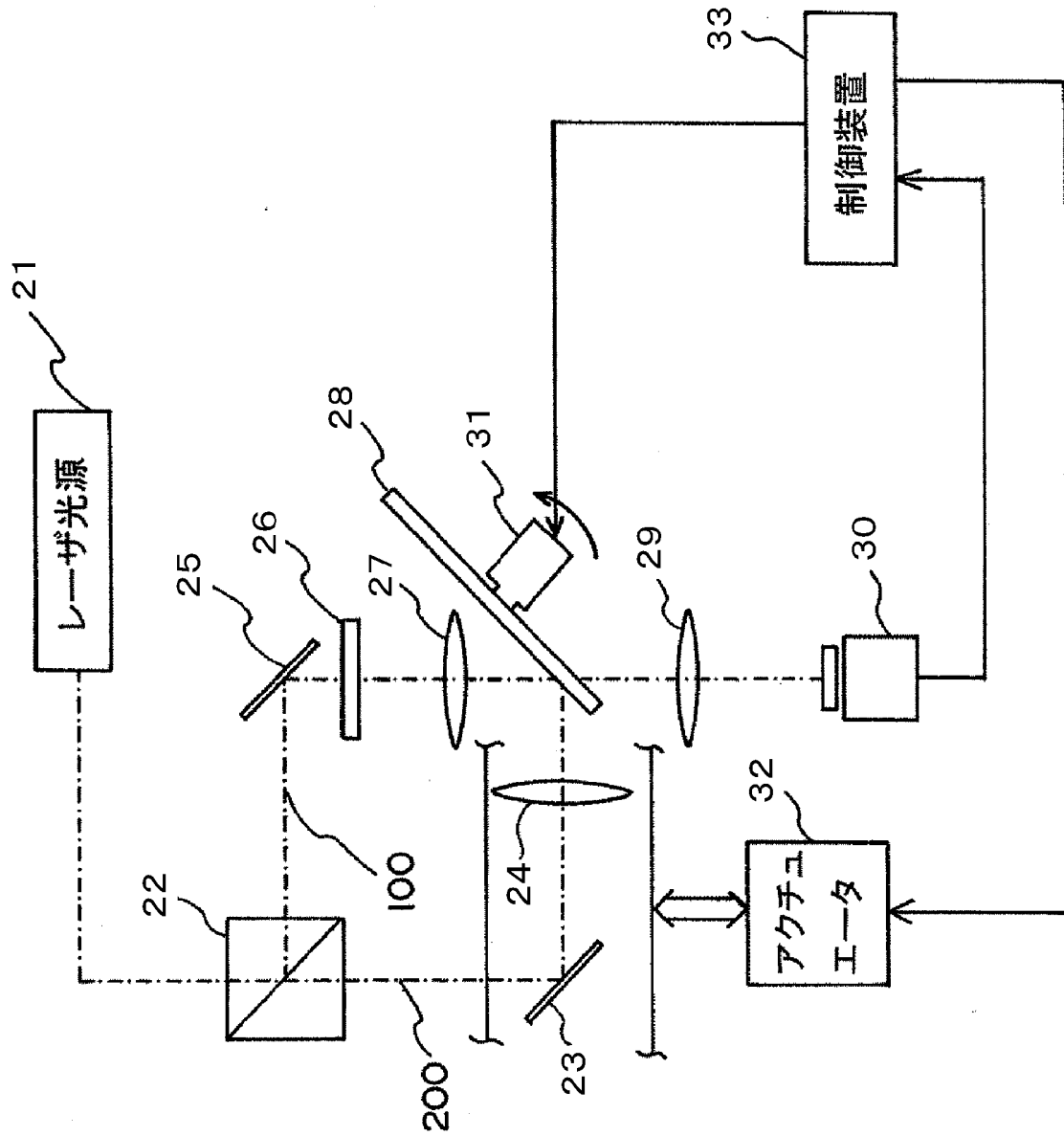


良い部分

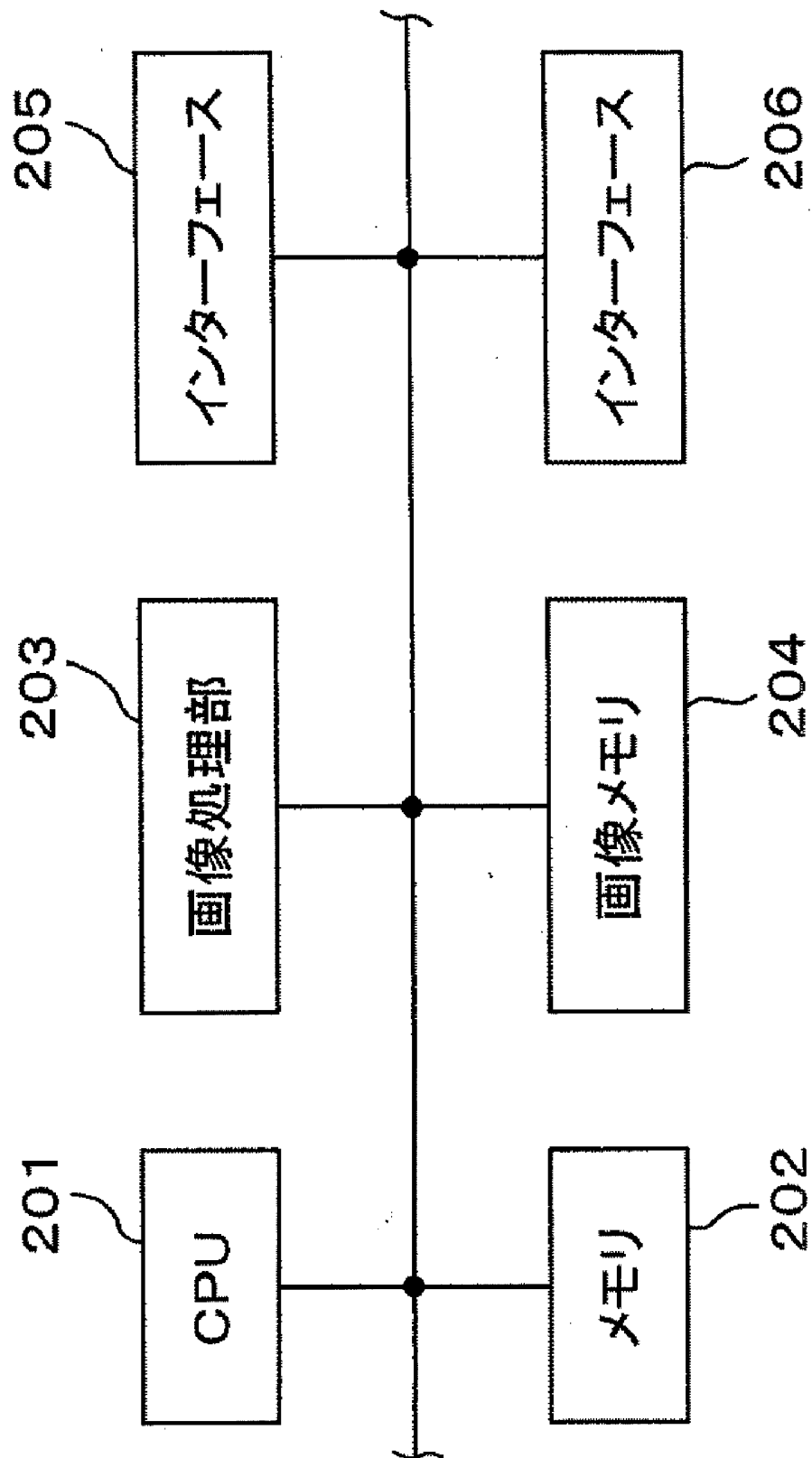


良くない
部分

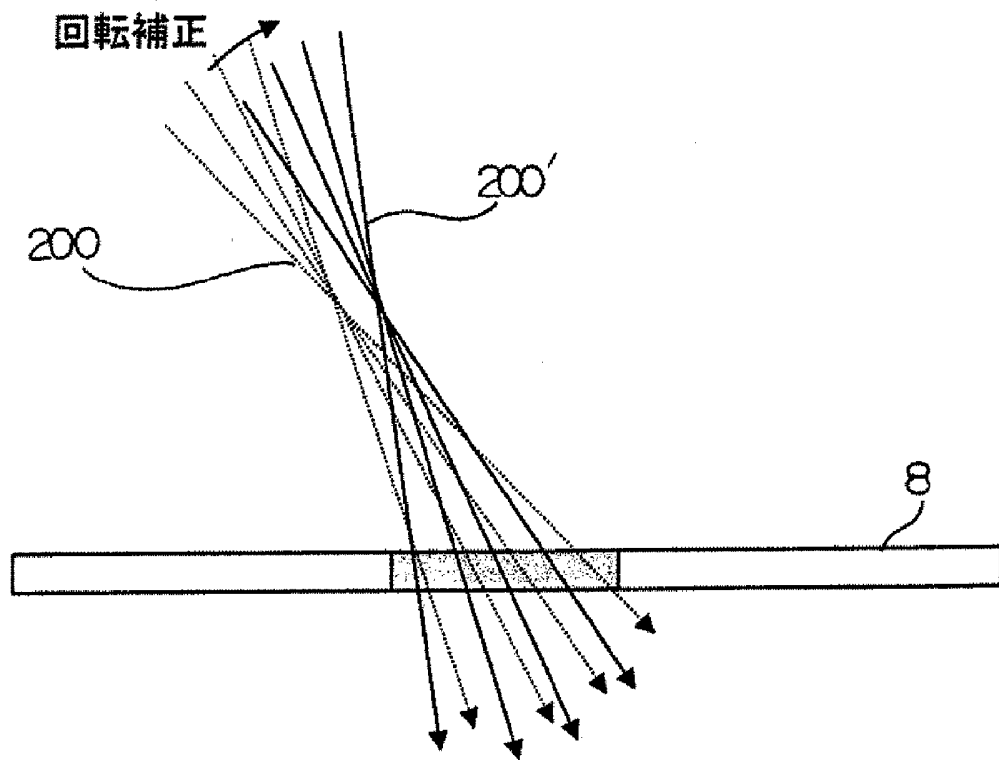
[図8]



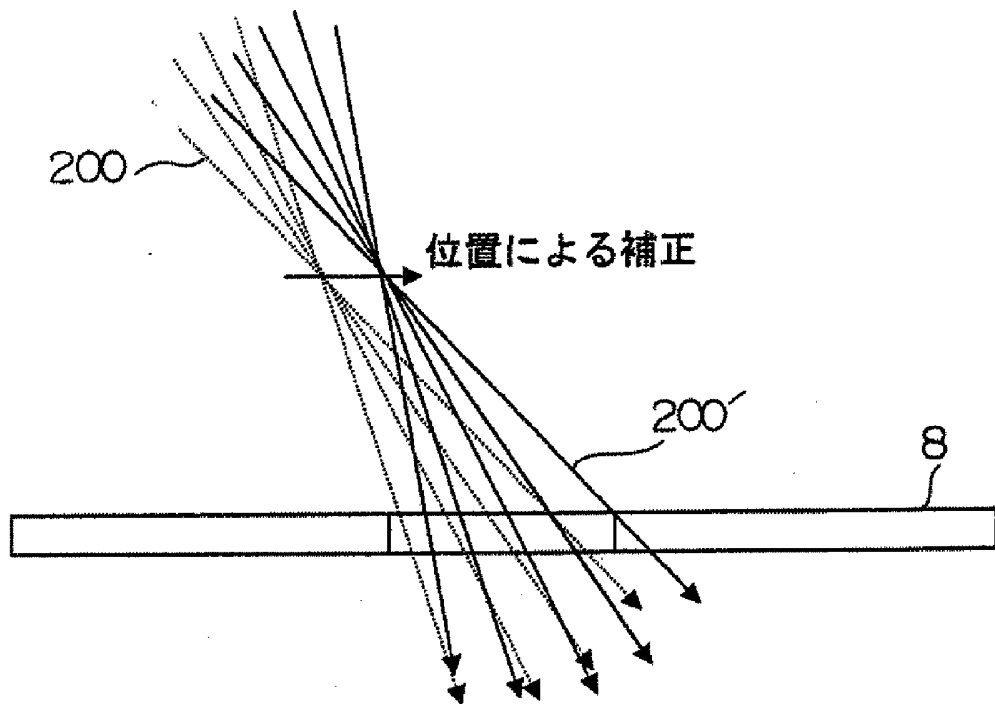
[図9]



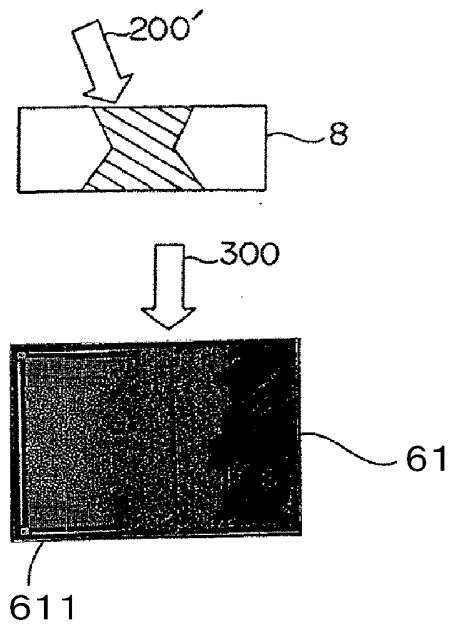
[図10A]



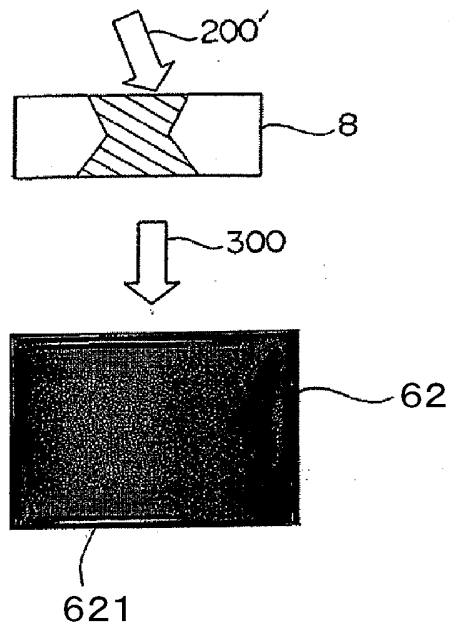
[図10B]



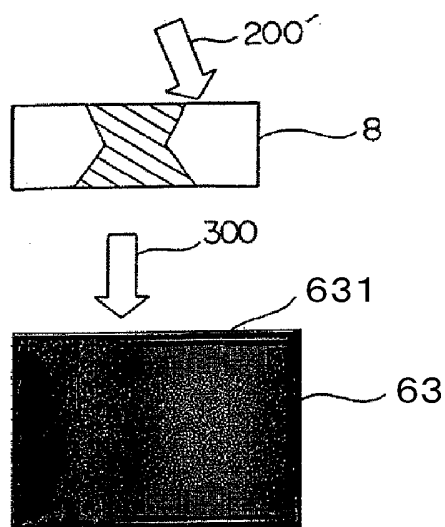
[図11A]



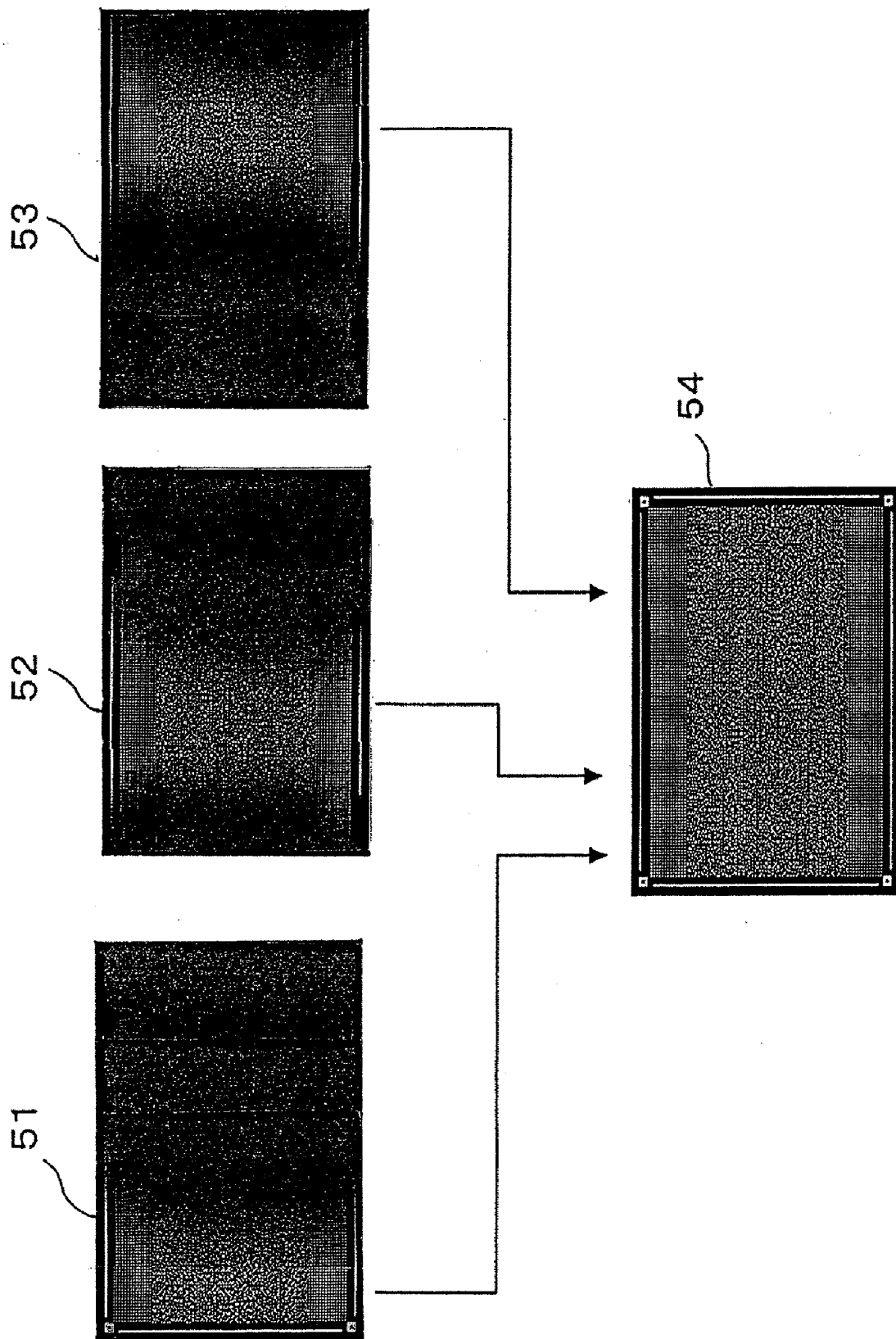
[図11B]



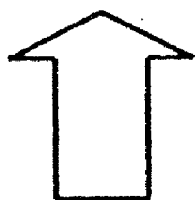
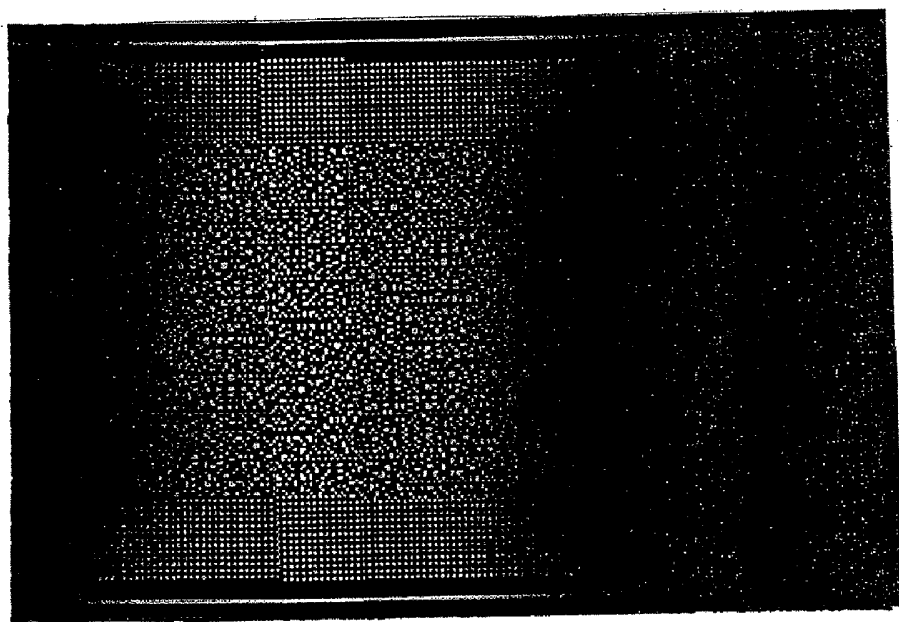
[図11C]



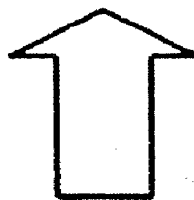
[図12]



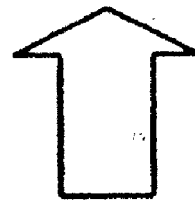
[図13]



良くない
部分

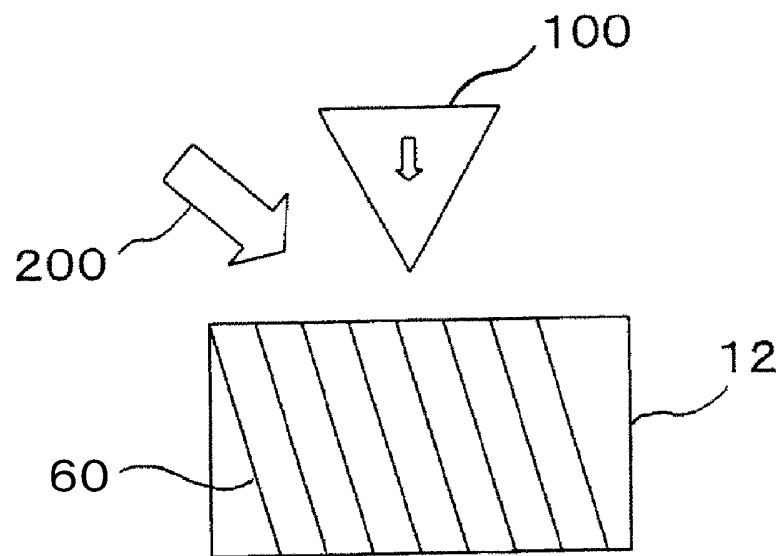


良い部分

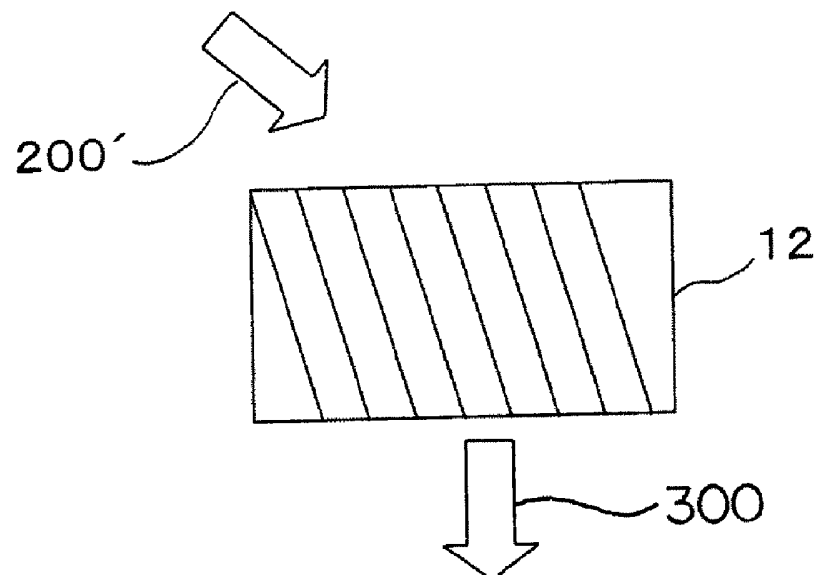


良くない
部分

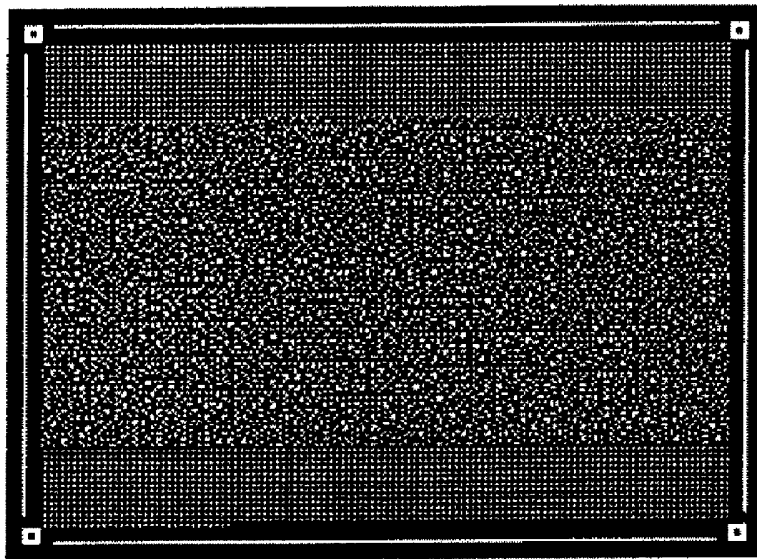
[図14A]



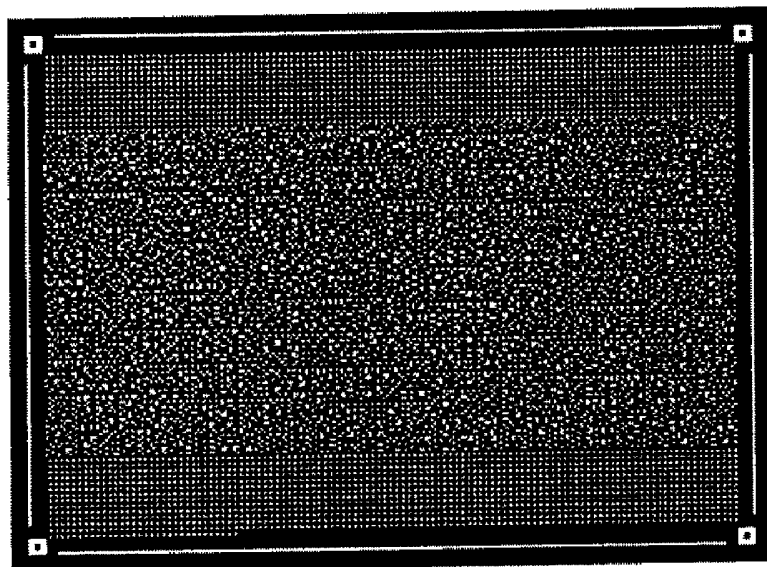
[図14B]



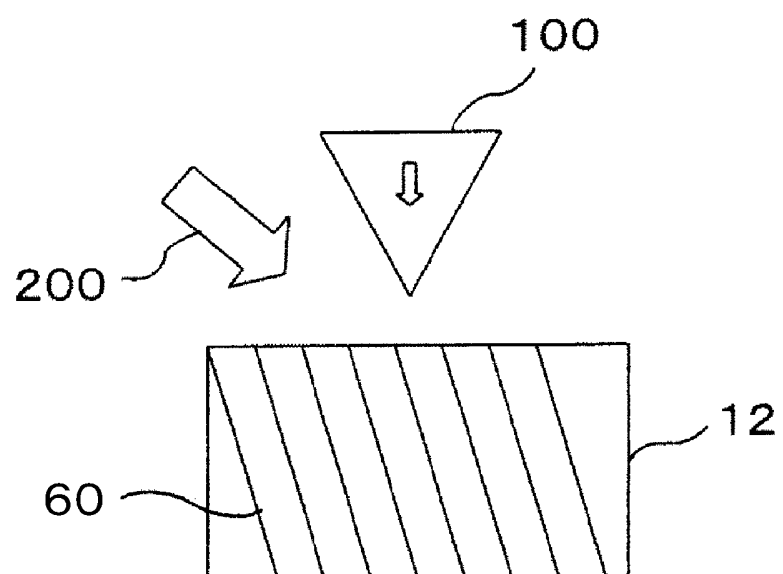
[図15A]



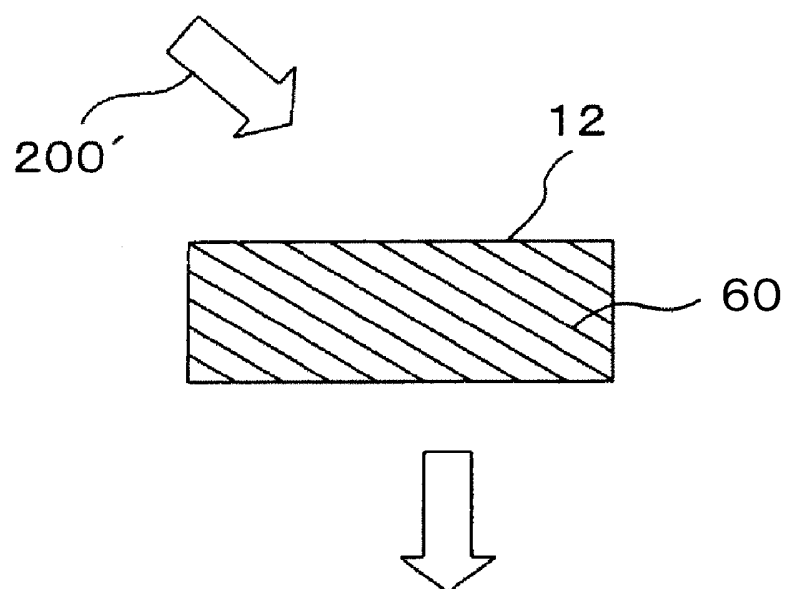
[図15B]



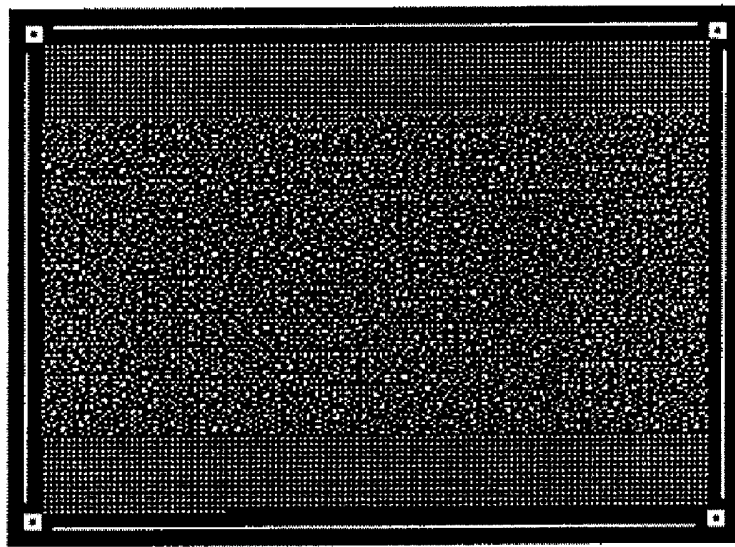
[図16A]



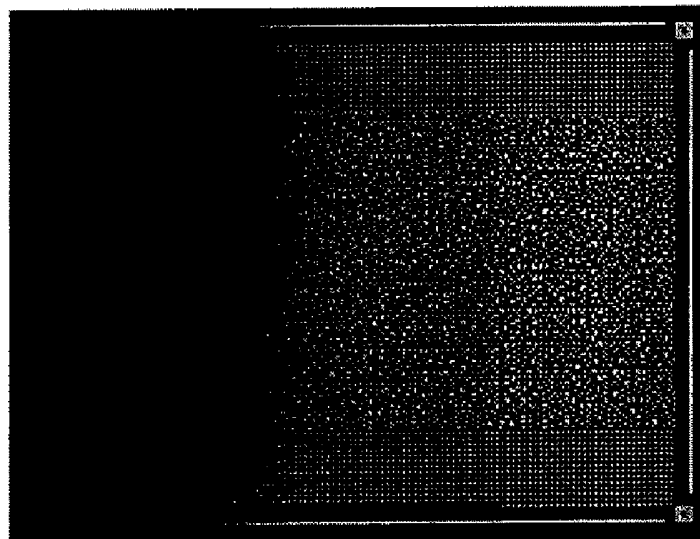
[図16B]



[図17A]



[図17B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/016724

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03H1/20 (2006.01), **G03H1/26** (2006.01), **G11B7/0065** (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)

G03H1/20 (2006.01), **G03H1/26** (2006.01), **G11B7/0065** (2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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 2001-188459 A (Victor Company Of Japan, Ltd.), 10 July, 2001 (10.07.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 11-272151 A (Pioneer Electronic Corp.), 08 October, 1999 (08.10.99), Full text; all drawings & US 6222754 B1	1-17
A	JP 7-77925 A (Nikon Corp.), 20 March, 1995 (20.03.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-17

☐ 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
01 November, 2005 (01.11.05)

Date of mailing of the international search report
15 November, 2005 (15.11.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl.⁷ **G03H1/20** (2006.01), **G03H1/26** (2006.01), **G11B7/0065** (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 (I P C))

Int.Cl.⁷ **G03H1/20** (2006.01), **G03H1/26** (2006.01), **G11B7/0065** (2006.01)

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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 2001-188459 A (日本ビクター株式会社) 2001.07.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 11-272151 A (パイオニア株式会社) 1999.10.08, 全文, 全図 & US 6222754 B1	1-17
A	JP 7-77925 A (株式会社ニコン) 1995.03.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17

☐ 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

01.11.2005

国際調査報告の発送日

15.11.2005

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)

山村 浩

2 V

9 2 1 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3271