

NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY,
TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

signal that represents the intensity of light reflected from the scanning point along the return path. The image-generating unit obtains a shift amount between the outward path scanning signal and the return path scanning signal on the basis of the scanning period end signal, compensates for the shift between the outward path scanning signal and the return path scanning signal on the basis of the shift amount, and generates an image signal using the shift-compensated outward path scanning signal and return path scanning signal.

(57) 要約: 画像入力装置は、走査部、走査信号取得部および画像生成部を備える。走査部は、光源からの光が試料の表面に入射する走査点を往復させ、往復の走査期間の終了を示す走査期間終了信号を出力する。走査信号取得部は、往路における前記走査点からの反射光の強度を示す往路走査信号と、復路における前記走査点からの反射光の強度を示す復路走査信号を取得する。画像生成部は、前記走査期間終了信号に基づいて、前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を取得し、前記ずれ量に基づいて前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれを補正し、前記ずれを補正した前記往路走査信号と前記復路走査信号とを用いて画像信号を生成する。

明 細 書

発明の名称：画像入力装置および画像入力方法

技術分野

[0001] 本発明は、画像入力装置および画像入力方法に関する。

背景技術

[0002] 画像入力装置には、共振運動をさせているMEMS (Micro-Electro-Mechanical System; 微小電気機械システム) ミラーまたはガルバノミラーを経由してレーザー光を試料上に投影し、試料からの反射光を再び当該ミラーを経由して取得するものがある。当該画像入力装置は、試料から受光した反射光を光電変換して得られた走査信号に基づいて画像信号を生成する。

[0003] 当該画像入力装置は、誘導起電圧信号検出回路とフィードバック回路を備える。誘導起電圧信号検出回路は、ミラーが備える駆動コイルにおいて発生する誘導起電圧を検出する。フィードバック回路は、検出された誘導起電圧をゼロクロスして得られるゼロクロス信号と、駆動コイルを駆動する駆動パルス信号との位相差を調整するためのフィードバック回路を備える。フィードバック回路は、その位相差に基づいてゼロクロス信号と駆動パルス信号の位相をゼロクロス信号の位相に合わせる。これにより、駆動周波数がミラーの共振周波数に近づくので、ミラーが共振運動する。

[0004] ミラーが共振運動すると試料に入射するミラーからの光を反射する位置が往復運動する。当該画像入力装置は、試料上を往復運動する位置からの反射光を受光し、受光した反射光を光電変換して走査信号を得る。他方、ミラーの運動による磁束の変化により駆動コイルには誘導起電圧が発生する。発生した誘導起電圧の電圧値からゼロクロスされたゼロクロス信号が得られる。得られたゼロクロス信号は、電圧値が所定の電圧値よりも高い高電圧信号期間（以下、Hi信号期間、と呼ぶ）と、電圧値が所定の電圧値以下である低電圧信号期間（以下、Low信号期間、と呼ぶ）を示す。Hi信号期間内、

Low信号期間内それぞれの走査信号は、往路走査信号、復路走査信号として区分される。そして、画像入力装置は、復路走査信号の読み出し方向を往路走査信号と逆方向にして復路走査信号を読み出し、各1回の往路走査信号と、逆方向に読み出した後続の復路走査信号を順次統合して1フレームの画像信号を生成する。

[0005] 他方、画像の入力サイズを調整する際、画像入力装置は、ミラーの駆動コイルに供給する駆動パルスの電圧を変更することによって、ミラーの振り角を制御する。かかる構成のもとで画像の入力サイズを調整する際、駆動パルス電圧を変更すると、ミラーの共振周波数も変動する。フィードバック回路は、ミラーの共振周波数に等しくなるように駆動周波数を調整するが、ミラーの振り角および誘導起電圧検出回路からの誘導起電圧の位相は、個体や温度などに応じて変化する。これらの変化は、ミラーの振り角と誘導起電圧の位相の誤差の原因となり、ひいては、共振周波数の変動要因となる。

[0006] ここで、往路走査信号と復路走査信号の一方のみを採用して画像信号を生成する場合を仮定する。この場合、位相の誤差は、画像シフトを引き起こす。画像シフトは、生成した画像信号が示す画像の位置が全体として一方に偏る現象である。そのため、画像シフトは、画質の劣化原因にはならない。しかしながら、一定の走査時間のもとで解像度の向上、一定の解像度のもとで走査時間の短縮といった往復走査の利点が得られない。他方、往路走査信号と復路走査信号の両者を用いて画像信号を生成すると、往路走査信号と後続する復路走査信号との間でずれが各ライン間で生じるので、画質の劣化をもたらす。

[0007] そこで、特許文献1に記載の光走査型画像入力装置では、キャリブレーション試料として縦縞テストパターンを用い、キャリブレーションモードで動作して得られる往路走査信号と復路走査信号とのずれ量を検出していた。そして、当該光走査型画像入力装置は、検出したずれ量をレジスタに設定し、このレジスタを用いて目的の試料を用いて得られる往路走査信号と復路走査信号とのずれを補正していた。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：日本国特開平8－32768号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献1に記載の光走査型画像入力装置では、目的の試料を用いて画像を取得する前に、特定のキャリブレーション試料を用いて、通常の動作モードとは異なるキャリブレーションモードで動作して予めずれ量を設定しておく必要がある。他方、ミラーの共振周波数の変化によってずれ量が随時変動するため、ずれ量の変動は、予め設定した一定のずれ量では解消することができない。

[0010] 本発明は、このような課題を考慮してなされたものであり、予めずれ量を設定することなく往路走査信号と復路走査信号とのずれを補正することができる画像入力装置および画像入力方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の第1の態様に係る画像入力装置は、光源からの光が試料の表面に入射する走査点を往復させ、往復の走査期間の終了を示す走査期間終了信号を出力する走査部と、往路における前記走査点からの反射光の強度を示す往路走査信号と、復路における前記走査点からの反射光の強度を示す復路走査信号を取得する走査信号取得部と、前記走査期間終了信号に基づいて、前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を取得し、前記ずれ量に基づいて前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれを補正し、前記ずれを補正した前記往路走査信号と前記復路走査信号とを用いて画像信号を生成する画像生成部と、を備える。

[0012] 本発明の第2の態様によれば、上記第1の態様において、前記往路走査信号と前記復路走査信号の一方の走査信号から所定の周波数よりも周波数が高い成分である高域成分の量を示す特徴量を検出する特徴量検出部と、前記特

微量が示す高域成分の量が所定の量よりも大きい期間を定める期間決定部と、を備え、前記画像生成部は、前記期間における前記一方の走査信号と、前記往路走査信号と前記復路走査信号の他方の走査信号とを用いて前記ずれ量を取得してもよい。

[0013] 本発明の第3の態様によれば、上記第1の態様または第2の態様において、走査速度が所定の走査速度よりも低い期間である低速期間を定める期間分類部を備え、前記画像生成部は、前記低速期間における前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を算出してもよい。

[0014] 本発明の第4の態様によれば、上記第3の態様において、前記期間分類部は、前記走査速度が所定の走査速度よりも高い期間である高速期間を定め、前記画像生成部は、前記低速期間におけるずれ量に基づいて探索範囲を定め、前記探索範囲内で前記高速期間における前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を探索してもよい。

[0015] 本発明の第5の態様に係る画像入力方法は、画像入力装置における画像入力方法であって、光源からの光が試料の表面に入射する走査点を往復させ、往復の走査期間の終了を示す走査期間終了信号を出力する走査過程と、往路における前記走査点からの反射光の強度を示す往路走査信号と、復路における前記走査点からの反射光の強度を示す復路走査信号を取得する走査信号取得過程と、前記走査期間終了信号に基づいて、前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を取得し、前記ずれ量に基づいて前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれを補正し、前記ずれを補正した前記往路走査信号と前記復路走査信号とを用いて画像信号を生成する画像生成過程と、を有する。

発明の効果

[0016] 本発明の各態様の画像入力装置および画像入力方法によれば、往復の走査期間の終了に応じて取得した往路走査信号と復路走査信号とのずれ量が取得される。また、取得されたずれ量に基づいてずれを補正した往路走査信号と復路走査信号とを用いて画像信号が生成される。そのため、予め特定の試料

と動作モードを用いてずれ量を取得せずに、通常の観察試料を用いて通常の動作モードで動作しながら、ずれを補正した画像を示す画像信号を取得することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]第1実施形態に係る画像入力装置の構成例を示す概略ブロック図である。

[図2]第1実施形態に係る駆動回路の構成例を示す概略ブロック図である。

[図3]第2実施形態に係る画像入力装置の構成例を示す概略ブロック図である。

[図4]走査信号に基づく画像の一例を示す図である。

[図5]H P F 信号に基づく画像の一例を示す図である。

[図6]選択されたブロックの一例を示す図である。

[図7]ずれ補正がなされた画像信号が表す画像の一例を示す図である。

[図8]走査信号と誘導起電圧信号の一例を示す図である。

[図9]第3の実施形態に係る画像入力装置の構成例を示す概略ブロック図である。

[図10]第4の実施形態に係る画像入力装置の構成例を示す概略ブロック図である。

[図11]第4の実施形態に係るずれ検出処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照して本発明の実施形態に係る画像入力装置について説明する。

<第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態に係る画像入力装置1の構成例を示す概略ブロック図である。

画像入力装置1は、走査部11と、レーザー光源113と、フォトディテクター121と、A/D122と、走査信号取得部123と、画像生成部13とを含んで構成される。

[0019] 走査部 1 1 は、駆動回路 1 1 1 と、MEMSミラー 1 1 2 とを含んで構成される。

駆動回路 1 1 1 は、走査期間終了信号と駆動パルス信号とを生成する。走査期間終了信号は、MEMSミラー 1 1 2 の各 1 回の往復の走査期間の終了を示すパルス信号である。駆動回路 1 1 1 は、生成した走査期間終了信号を画像生成部 1 3 のずれ検出部 1 3 1 に出力する。駆動パルス信号は、MEMSミラー 1 1 2 を駆動させるパルス信号である。駆動回路 1 1 1 は、生成した駆動パルス信号をMEMSミラー 1 1 2 に一体に設置された駆動コイル（図示せず）に出力する。駆動コイルには、駆動回路 1 1 1 から駆動パルス信号が入力される。また、MEMSミラー 1 1 2 の支持部（図示せず）には、永久磁石（図示せず）が配置される。駆動パルス信号による電流により、永久磁石が生ずる磁場を受ける駆動コイルには、ローレンツ力が発生する。発生したローレンツ力によりMEMSミラー 1 1 2 が駆動コイルとともに駆動する。

[0020] 駆動コイルを通過する永久磁石からの磁束は、振動に伴って変動する。磁束の変動に伴い、駆動コイルには誘導起電圧が発生する。発生した誘導起電圧は、駆動回路 1 1 1 に印加される。駆動回路 1 1 1 は、駆動パルス信号ならびに走査期間終了信号の周期を、誘導起電圧の周期に近づくように制御する。また、駆動パルス信号の周期を、MEMSミラー 1 1 2 の共振周期から所定範囲内の周期に設定することで、MEMSミラー 1 1 2 は共振運動する。駆動回路 1 1 1 の構成については後述する。

[0021] MEMSミラー 1 1 2 は、レーザー光源 1 1 3 から到来する光線を反射する。MEMSミラー 1 1 2 からの反射光は、試料 S の表面に投影される。上述したように、MEMSミラー 1 1 2 は、永久磁石が生じる磁場内において駆動コイルと一体に設置される。この構成により、光線を反射する反射面の向きを振動させることができる。この振動により、試料 S 上において反射光が入射する位置である走査点が往復する。従って、走査部 1 1 は、光線が試料 S の表面上に入射する走査点を往復させながら、フォトディテクター 1 2

1 に走査点からの反射光を受光させることができる。これにより、試料 S の表面の状態を表す画像が走査される。以下の説明では、走査点が所定の一方方向に移動する経路またはその一方方向に走査点を移動させる MEMS ミラー 1 1 2 の振動を往路と呼ぶ。また、その一方方向とは逆方向に走査点が移動する経路またはその逆方向に走査点を移動させる MEMS ミラー 1 1 2 の振動を復路と呼ぶ。例えば、試料 S 上の最初のラインの走査点の移動方向を往路の方向として定義しておいてもよい。その場合、往路、復路それぞれの走査によって得られる往路走査信号、復路走査信号は、奇数ライン画像、偶数ライン画像を表す。

[0022] MEMS ミラー 1 1 2 の振り角と振動周期は、駆動回路 1 1 1 から入力される駆動パルス信号の強度と周期によって制御される。振り角とは、その時点における反射面の方向の、静止時におけるその反射面の方向からの角度である。駆動パルス信号の周期は、駆動回路 1 1 1 において MEMS ミラー 1 1 2 の共振周期に近づくように制御される。そのため、MEMS ミラー 1 1 2 は、共振運動を行う。MEMS ミラー 1 1 2 が共振運動を行うことで、効率よく試料 S の表面の像を走査することができる。

[0023] フォトディテクター 1 2 1 には、試料 S の表面の投影点で反射した反射光が入射する。フォトディテクター 1 2 1 は、入射した反射光を光電変換して走査信号を生成する光検出器である。フォトディテクター 1 2 1 は、生成した走査信号を A/D 1 2 2 に出力する。

[0024] A/D (Analog-to-Digital Converter; アナログ・デジタル変換器) 1 2 2 は、フォトディテクター 1 2 1 から入力されたアナログの走査信号について A/D 変換を行い、デジタルの走査信号を生成する。A/D 1 2 2 は、生成したデジタルの走査信号を走査信号取得部 1 2 3 に出力する。

[0025] 走査信号取得部 1 2 3 は、A/D 1 2 2 から走査信号を取得する。走査信号取得部 1 2 3 は、往路走査信号取得部 1 2 3 1 と復路走査信号取得部 1 2 3 2 とを備える。

[0026] 往路走査信号取得部 1231 は、A/D122 から入力される走査信号から往路走査信号を取得する。往路走査信号は、往路上を走査点が移動する期間である往路期間内に取得される走査信号である。往路走査信号取得部 1231 は、各 1 回の往路ごとに取得した往路走査信号を一時的に記憶する記憶部として F I F O (F i r s t - i n F i r s t - o u t ; 先入先出) メモリを備える。F I F O メモリに記憶される往路走査信号は、記憶される順序と同一の順序で読み出される。

[0027] 復路走査信号取得部 1232 は、A/D122 からの走査信号から復路走査信号を取得する。復路走査信号は、復路上を走査点が移動する期間である復路期間内に取得される走査信号である。復路走査信号取得部 1232 は、各 1 回の復路ごとに取得した復路走査信号を一時的に記憶する記憶部として L I F O (L a s t - i n F i r s t - o u t ; 後入先出) メモリを備える。L I F O メモリに記憶される復路走査信号は、記憶される順序とは逆の順序で読み出される。従って、L I F O メモリから読み出される復路走査信号の方向は、往路走査信号に係る走査方向と同一の方向になる。

[0028] 往路走査信号取得部 1231、復路走査信号取得部 1232 は、駆動回路 111 から入力されるゼロクロス信号（後述）の電圧値に基づいて、それぞれ往路期間、復路期間を識別することができる。

[0029] 画像生成部 13 は、ずれ検出部 131 とずれ補正部 132 とを備える。

ずれ検出部 131 は、駆動回路 111 から走査期間終了信号が入力される時、往路走査信号取得部 1231 と復路走査信号取得部 1232 から、それぞれ往路走査信号と復路走査信号を読み出す。ずれ検出部 131 は、読み出した往路走査信号と復路走査信号とについてブロックマッチングを行う。ブロックマッチングは、一方の信号と位置をずらした他方の信号との間で両方の信号が互いに最も類似するずれ量を求める処理である。具体的には、ずれ検出部 131 は、往路走査信号と複数のずれ量候補のそれぞれで位置をずらした復路走査信号との類似性を示す指標値を算出する。ずれ量候補とは、ずれ量の候補を意味する。

[0030] ずれ検出部131は、最も類似性が高い指標値を与えるずれ量候補を、往路走査信号と復路走査信号のずれ量として定める。指標値は、例えば、SAD (Sum of Absolute Differences; 差分絶対値和) である。SADは、その値が小さいほど類似性が高いことを示す指標値である。このように、ずれ検出部131は、走査期間終了信号の入力に応じて読み出された往路走査信号と復路走査信号に基づいてずれ量の検出を開始する。そのため、ずれ検出部131は、各1回の往復の走査ごとにずれ量を逐次に検出することができる。

[0031] 一般に、ブロックマッチングは、複数の画素が2次元的に配置されてなる画像同士の類似度にもとづいて2次元のずれ量を定める処理を意味することがあるが、本実施形態では、複数のずれ量候補は、それぞれ所定のずれ量の探索範囲内の1次元の値である。ずれ量候補は、例えば、正值にも負値にもなりうるピクセル単位の値である。

なお、ずれ検出部131は、2種類の信号の類似性を示す指標値としてSADに限られず、例えば、SSD (Sum of Squared Differences) など他の指標値も利用可能である。

[0032] なお、ずれ検出部131は、ブロックマッチングにおいて、ずれ量候補ごとに算出した指標値を所定のフィッティング関数にあてはめ、あてはめた関数により補間される指標値が最も類似性が高いことを示すずれ量候補を算出するサブピクセル計算回路を備えてもよい。算出されるずれ量候補は、往路走査信号と復路走査信号とのずれ量として1画素よりも小さい単位（以下、サブピクセル単位と呼ぶ）の精度を有しうる。フィッティング関数は、例えば、ずれ量候補に対する2次関数である。指標値としてSADを用いる場合には、2次関数は下に凸な関数である。関数のあてはめにおいて、例えば、最小二乗法等の回帰分析法を用いることができる。ずれ検出部131は、定めたずれ量を示すずれ量信号をずれ補正部132に出力する。

[0033] ずれ検出部131がサブピクセル単位のずれ量を定める場合には、A/D122は、A/D変換を行う際に生成するサンプリングクロックを、そのず

れ量に応じた遅延量で往路走査信号と復路走査信号の一方を遅延させる遅延回路を備えてもよい。これにより、走査信号取得部 1 2 3 では、サブピクセル単位でずれ量が補正された往路走査信号と復路走査信号が取得される。走査信号取得部 1 2 3 は、取得した往路走査信号と復路走査信号を画像生成部 1 3 に出力する。

[0034] ずれ検出部 1 3 1 が実行するブロックマッチングの処理単位は、上述したように各 1 回の往復の走査に限られない。ブロックマッチングの処理単位は、例えば、所定の回数の往復の走査、1 フレームなどでもよい。ブロックマッチングの処理単位が、1 フレームである場合には、ずれ補正部 1 3 2 のみならず、ずれ検出部 1 3 1 にも、1 フレーム当たりのライン数を解像度と画像の垂直方向の大きさに応じて設定されておく。ブロックマッチングの処理単位が、複数回数の往復の走査である場合には、往路走査信号取得部 1 2 3 1、復路走査信号取得部 1 2 3 2 は、その回数分の走査に係る往路走査信号、復路走査信号をそれぞれ記憶することができる F I F O メモリ、L I F O メモリを備える。復路走査信号の読み出し順序が各 1 回の走査ごとに設定されるように、復路走査信号取得部 1 2 3 2 は、複数の L I F O メモリを備える。個々の L I F O メモリには、ラインごとの復路走査信号が記憶される。

[0035] ずれ補正部 1 3 2 は、ずれ検出部 1 3 1 から入力されたずれ量信号が示すずれ量に基づいて、往路走査信号と復路走査信号のずれを相殺するように補正する。ずれ補正部 1 3 2 は、例えば、ずれ量に応じた遅延量で往路走査信号または復路走査信号をずらす遅延回路を備える。ここで、ずれ量が往路走査信号を基準として求められた復路走査信号のずれ量である場合を例にする。遅延回路は、ずれ量が正值であるとき、このずれ量に応じた遅延量で往路走査信号を遅延させ、ずれ量が負値であるとき、このずれ量の絶対値に応じた遅延量で復路走査信号を遅延させる。ずれ量がピクセル単位で定められる場合には、遅延回路は、ピクセル単位で遅延させた走査信号を読み出す際の読み出しアドレスをずらす構成を備える。ずれ量がサブピクセル単位で定められた場合には、遅延回路は、走査信号が示す各ピクセルの信号値について

補間演算を行い、ずれ量に応じて遅延させた各ピクセルの信号値を出力する構成を備える。

[0036] なお、ずれ補正部 1 3 2 は、ずれの補正を、ブロックマッチングの処理単位と等しい単位ごとに行えばよい。例えば、ブロックマッチングが各 1 回の往復の走査ごとに行われる場合には、ずれ補正部 1 3 2 は、各 1 回の往復ごとにずれの補正を行う。ずれ補正部 1 3 2 は、ずれを補正した往路走査信号と復路走査信号とを、往復の走査ごとに順次統合して各 1 フレームの画像信号を形成する。ずれ補正部 1 3 2 は、形成した画像信号を画像入力装置 1 の外部に出力する。

[0037] 次に、本実施形態に係る駆動回路 1 1 1 の構成について説明する。図 2 は、本実施形態に係る駆動回路 1 1 1 の構成例を示す概略ブロック図である。

駆動回路 1 1 1 は、誘導起電圧検出回路 1 1 1 1、ゼロクロス検出部 1 1 1 2、フィードバック回路 1 1 1 3、駆動パルス生成回路 1 1 1 4 および増幅器 1 1 1 5 を含んで構成される。

[0038] 誘導起電圧検出回路 1 1 1 1 には、駆動コイルから印加された誘導起電圧を検出する。誘導起電圧検出回路 1 1 1 1 は、印加された誘導起電圧を示す誘導起電圧信号を生成し、生成した誘導起電圧信号をゼロクロス検出部 1 1 1 2 に出力する。

[0039] ゼロクロス検出部 1 1 1 2 は、誘導起電圧検出回路 1 1 1 1 から入力される誘導起電圧信号が示す電圧値のゼロクロス点を検出し、検出したゼロクロス点に基づいてゼロクロス信号を生成する。ゼロクロス信号は、誘導起電圧信号の電圧値が 0 よりも高い期間、低い期間において電圧値がそれぞれ H_i 、 $L_o w$ である信号である。 H_i 、 $L_o w$ は、それぞれ予め設定した電圧値である。但し、 H_i は、 $L_o w$ よりも有意に高い電圧値である。ゼロクロス検出部 1 1 1 2 は、生成したゼロクロス信号をフィードバック回路 1 1 1 3 に出力する。

[0040] 振動に応じて駆動コイルに生じる誘導起電圧は、MEMS ミラー 1 1 2 の振り角の時間に対する一次微分、つまり、その振動の角速度に相当する。従

って、ゼロクロス信号の電圧値がH_iであるH_i信号期間、この電圧値がL_{ow}であるL_{ow}信号期間は、それぞれ走査速度が正である往路期間、走査速度が負である復路期間を示す。走査速度は、走査点の移動速度を意味する。

[0041] フィードバック回路1113には、駆動パルス生成回路1114からサンプリングリセット信号と、ゼロクロス検出部1112からゼロクロス信号が入力される。フィードバック回路1113は、サンプリングリセット信号とゼロクロス信号に基づいて自部が生成するサンプリングクロック信号の位相を調整する。サンプリングリセット信号は、後述するように駆動パルス生成回路1114において、所定の走査周期ごとに所定の電圧値を有するパルス信号である。サンプリングリセット信号の周期と位相は、駆動パルス信号の周期と位相にそれぞれ等しい。従って、フィードバック回路1113は、入力されるサンプリングリセット信号とゼロクロス信号との位相差が0に近づくように、自部が生成するサンプリングクロック信号の位相を調整する。よって、駆動パルス信号の位相が、駆動コイルが発生する誘導起電圧の位相に近づくように調整される。

なお、フィードバック回路1113は、ずれ検出部131が検出したずれ量に応じた遅延量で、入力されるゼロクロス信号を遅延させることによって、往路走査信号と復路走査信号とのずれを調整してもよい。ずれ量が往路走査信号を基準として求められた復路走査信号のずれ量である場合を例にする。フィードバック回路1113は、ずれ量が正值であるとき、このずれ量に応じた遅延量でH_i信号期間の開始時点が遅延させる。フィードバック回路1113は、ずれ量が負値であるとき、このずれ量の絶対値に応じた遅延量でL_{ow}信号期間の開始時点が遅延させる。

[0042] フィードバック回路1113は、例えば、PLL (Phase Locked Loop; 位相同期回路) である。PLLは、PD (Phase Detector; 位相比較器)、LPF (Low-Pass Filter; 低域通過フィルタ) およびVCO (Voltage Control O

oscillator ; 電圧制御発振器) を含んで構成される。

[0043] PDは、入力された2つの信号の位相差を電圧に変換し、変換した電圧を位相差信号として出力する回路である。PLLがアナログPLLである場合、PDとして、例えば、アナログ乗算器が用いられる。PLLがデジタルPLLである場合、PDは、例えば、排他論理和回路とチャージポンプなどを含んで構成される。本実施形態では、PDは、ゼロクロス検出部1112からのゼロクロス信号と駆動コイルからの誘導起電圧との位相差を表す位相差信号をLPFに出力する。

[0044] LPFは、PDから入力された位相差信号の周波数ごとの成分のうち所定のカットオフ周波数より低い周波数の成分を通過し、通過した成分からなる位相差信号をVCOに出力する。これにより、一時的に生じうる短周期の電圧の変動が増幅されることによる発振が回避される。

[0045] VCOは、LPFから入力される位相差信号の電圧に応じた周波数を有するサンプリングクロック信号を生成する。入力される位相差信号の電圧が高いほど、高い周波数を有するサンプリングクロック信号が生成される。VCOは、例えば、可変容量ダイオードを含んで構成される。位相差信号に応じて与えられるサンプリングクロック信号の周期が各1画素の走査期間に相当するように、VCOを構成する回路素子のパラメータを予め設定しておく。VCOは、生成したサンプリングクロック信号を駆動パルス生成回路1114に出力する。

[0046] 駆動パルス生成回路1114は、フィードバック回路1113から入力されるサンプリングクロック信号に基づいて、駆動パルス信号、走査期間終了信号およびサンプリングリセット信号を生成する。駆動パルス信号、走査期間終了信号およびサンプリングリセット信号は、互いに共通の走査期間と位相を有するパルス信号である。走査期間は、駆動コイルに設置されたMEMSミラー112を振動させる周期、つまり、試料S上の画像を走査する各1往復の周期である。

[0047] 駆動パルス信号は、例えば、各走査期間の開始時刻から1/4周期、3/

4 周期において、それぞれ所定の正の電圧値、負の電圧値を有する信号である。走査期間終了信号とサンプリングリセット信号は、それぞれ各走査期間の終了時刻において所定の正の電圧値を有する信号である。走査期間は、サンプリングクロック信号の周期を各 1 往復の走査当たりの画素数で乗じて得られる期間に相当する。以下、1 往復の走査当たりの画素数を、走査画素数と呼ぶ。走査画素数は、解像度と画像の水平方向の大きさに応じて駆動パルス生成回路 1 1 1 4 に設定される。画像の水平方向の大きさは、MEMS ミラー 1 1 2 の最大振り角に依存する。駆動パルス生成回路 1 1 1 4 は、生成した駆動パルス信号を増幅器 1 1 1 5 に出力し、走査期間終了信号をずれ検出部 1 3 1 に出力する。

[0048] 駆動パルス生成回路 1 1 1 4 は、例えば、駆動系カウンタ、サンプリング系カウンタ、および 3 つの比較器を備える。以下、3 つの比較器をそれぞれ比較器 1、2、3 と呼んで相互に区別する。駆動系カウンタは、フィードバック回路 1 1 1 3 から入力されるサンプリングクロック信号の周期を逐次にカウントする。駆動系カウンタは、カウントして得られるその時点のカウント値を比較器 1、2、3 のそれぞれに出力する。駆動系カウンタには、比較器 3 から走査期間終了信号がリセット信号として入力される。駆動系カウンタは、走査期間終了信号が入力されるとき、カウント値を 0 にリセットする。

[0049] 比較器 1 は、駆動系カウンタから入力されるカウント値が、走査周期の $1/4$ 周期に相当する画素数に等しいとき所定の正の電圧値を有する駆動パルス信号を生成する。比較器 1 は、生成した駆動パルス信号を増幅器 1 1 1 5 に出力する。

比較器 2 は、駆動系カウンタから入力されるカウント値が、走査周期の $3/4$ 周期に相当する画素数に等しいとき所定の負の電圧値を有する駆動パルス信号を生成する。比較器 2 は、生成した駆動パルス信号を増幅器 1 1 1 5 に出力する。

比較器 3 は、駆動系カウンタから入力されるカウント値が、走査周期の

終了時刻に相当する画素数に等しいとき所定の電圧値を有する走査期間終了信号を生成する。比較器 3 は、生成した走査期間終了信号をずれ検出部 1 3 1 と駆動系カウンタに出力する。

[0050] 走査画素数は、設定される解像度および最大振り角に応じて可変であってもよい。例えば、走査画素数が 4 0 0 0 画素であるとき、走査画素数が走査周期の $1/4$ 周期に相当する画素数、走査周期の $3/4$ 周期に相当する画素数、走査周期の終了時刻に相当する画素数は、それぞれ、1 0 0 0 画素、3 0 0 0 画素、4 0 0 0 画素である。

[0051] サンプリグ系カウンタは、フィードバック回路 1 1 1 3 から入力されるサンプリグクロック信号の周期を逐次にカウントする。サンプリグ系カウンタは、カウントして得られるカウント値が走査画素数に等しいとき、所定の正の電圧値を有するサンプリグリセット信号を生成し、カウント値を 0 にリセットする。そして、サンプリグ系カウンタは、生成したサンプリグリセット信号をフィードバック回路 1 1 1 3 に出力する。

[0052] 増幅器 1 1 1 5 は、駆動パルス生成回路 1 1 1 4 から入力される駆動パルス信号の電圧値を所定の増幅率で増幅する。増幅器 1 1 1 5 は、電圧値を増幅した駆動パルス信号を駆動コイルに出力する。駆動パルス信号は、走査周期の $1/4$ 周期、 $3/4$ 周期において、それぞれ所定の正の信号値、負の信号値を有する。そのため、往路、復路それぞれの中点において駆動コイルが駆動される。

[0053] 以上に説明したように、本実施形態に係る画像入力装置 1 は、光源からの光が試料の表面に入射する走査点を往復させ、往復の走査期間の終了を示す走査期間終了信号を出力する走査部 1 1 を備える。画像入力装置 1 は、往路における走査点からの反射光の強度を示す往路走査信号と、復路における走査点からの反射光の強度を示す復路走査信号とを取得する走査信号取得部 1 2 3 を備える。また、画像入力装置 1 は、走査期間終了信号に基づいて往路走査信号と復路走査信号とのずれ量を取得し、取得したずれ量に基づいて往路走査信号と復路走査信号とのずれを補正し、ずれを補正した往路走査信号

と復路走査信号とを用いて画像信号を生成する画像生成部 13 を備える。

[0054] この構成により、往復の走査期間の終了に応じて取得した往路走査信号と復路走査信号とのずれ量が取得される。また、取得されたずれ量に基づいてずれを補正した往路走査信号と復路走査信号とを用いて画像信号が生成される。そのため、画像入力装置 1 は、予め特定の試料と動作モードを用いてずれ量を取得せずに、通常の観察試料を用いて通常の動作モードで動作しながら、ずれを補正した画像を示す画像信号を取得することができる。

[0055] <第 2 実施形態>

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。上述した実施形態と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を援用する。

図 3 は、本実施形態に係る画像入力装置 1 A の構成例を示す概略ブロック図である。画像入力装置 1 A は、画像入力装置 1（図 1）について、ずれ検出部 131 に代えてずれ検出部 131 A を備え、さらに特徴量検出部 141 と、抽出期間決定部 142 と、を含んで構成される。

[0056] 特徴量検出部 141 には、A/D 122 から入力される走査信号から所定の大きさのブロックごとに特徴量を算出する。ブロックの大きさは、特徴量検出部 141 に予め設定しておく。ブロックの大きさは、各 1 回の走査よりも十分に短い区間であればよい。特徴量は、周波数が所定のカットオフ周波数よりも高い高域成分の量を表す高域成分量である。特徴量検出部 141 は、HPF (high pass; 高域フィルタ) と積分回路とを含んで構成される。HPF は、走査信号のうち周波数が所定のカットオフ周波数よりも高い高域成分を通過して HPF 信号を生成する。積分回路は、ブロックごとに HPF 信号の電圧値を積分し、積分により得られた積分値を高域成分量として算出する。積分回路は、ブロックごとに算出した高域成分量を示す高域成分量信号を抽出期間決定部 142 に出力する。

[0057] 抽出期間決定部 142 は、特徴量検出部 141 から入力される高域成分信号が示すブロックごとの高域成分量が所定量より大きいブロックに係る抽出期間を選択する。抽出期間決定部 142 は、例えば、各 1 フレームの往路走

査信号のうち高域成分量が最大のブロックを選択する。抽出期間決定部 1 4 2 は、選択した抽出期間を示す抽出期間信号をずれ検出部 1 3 1 A に出力する。

[0058] ずれ検出部 1 3 1 A は、抽出期間決定部 1 4 2 から入力される抽出期間信号が示す抽出期間内の往路走査信号と、その直後の復路の復路走査期間との間でブロックマッチングを行う。このブロックマッチングの処理単位は、抽出期間決定部 1 4 2 が抽出期間を選択する単位と等しい。上述した例では、ずれ検出部 1 3 1 A は、フレームごとにブロックマッチングを行う。ずれ検出部 1 3 1 A は、ブロックマッチングを行って得られたずれ量を示すずれ量信号をずれ補正部 1 3 2 に出力する。

[0059] 次に、本実施形態に係る画像入力処理の実行例について説明する。

図 4 は、走査信号に基づく画像の一例（画像 1 m 2 1）を示す図である。画像 1 m 2 1 は、水平方向に規則的なパターンを有する試料 S の表面の状態を表す画像である。画像 1 m 2 1 を表す画像信号は、A / D 1 2 2 から出力される走査信号をなす往路走査信号と復路走査信号とをずれ補正を施さずに交互に累積して生成された画像信号である。画像 1 m 2 1 は、その中央部に垂直方向に濃淡の境界を有する縦縞模様を表す。これらの境界は、ライン間で生じた往路走査信号と復路走査信号との間で生じたずれのために不鮮明に表されている。

[0060] 図 5 は、H P F 信号に基づく画像の一例（画像 C r 2 1）を示す図である。画像 C r 2 1 は、特徴量検出部 1 4 1 において生成された H P F 信号のうち、往路区間の信号と復路区間の信号とをずれ補正を施さずに交互に累積して生成された画像信号である。この H P F 信号は、画像 1 m 2 1 を表す画像信号の生成に用いられた走査信号について H P F を通過させることにより得られた信号である。画像 C r 2 1 は、その中央部に垂直方向に濃淡の境界を有する縦縞模様を表す。濃く表されている部分ほど信号値が大きく、明るく表されている部分ほど信号値が小さいことを示す。つまり、画像 C r 2 1 は、画像 1 m 2 1 が示す走査信号のうち縦縞模様の部分に対応する区間におい

て、水平方向の高域成分が主であることを示す。また、破線で区切られている個々の領域はブロックを示す。ブロックごとに、特徴量検出部 141 によって高域成分量が取得される。

[0061] 図6は、選択されたブロックの一例（ブロック B k 2 1）を示す図である。図6に示す例では、ブロックは破線で区切られている長方形の領域である。ブロック B k 2 1 は、抽出期間決定部 142 において、ライン Y に属するブロックのうち、画像 C r 2 1 に係る H P F 信号に基づいて得られるブロックごとの特徴量が最大となるブロックである。X は、ブロック B k 2 1 の水平方向の座標を示す。図6に示す例では、高域成分が主である領域を最も多く含むブロック B k 2 1 に係る走査信号の期間が抽出期間として選択されることを示す。選択された抽出期間内の往路走査信号は、ずれ検出部 131 A において、後続する復路走査信号とのブロックマッチングに用いられる。

[0062] 図7は、ずれ補正がなされた画像信号が表す画像の一例（画像 I m 2 2）を示す図である。画像 I m 2 2 は、ずれ補正部 132 において往路走査信号と復路走査信号との間のずれ補正を行って、画像 I m 2 1 に係る往路走査信号と復路走査信号を順次累積してなる画像信号が示す画像である。ずれ補正において、ずれ検出部 131 A が抽出期間内の往路走査信号と復路走査信号とのブロックマッチングにより得られたずれ量が用いられる。抽出期間内の往路走査信号は、他の期間よりも高域成分を多く含む。このことは、抽出期間内の往路走査信号が示す画像が、他の期間の往路走査信号が示す画像よりもピントが合い、試料上の微細なパターンを表していることを意味する。そのため、ずれ検出部 131 A は、ブロックマッチングにおいて復路走査信号との類似度を高い精度で算出することができる。画像 I m 2 2 が有する縦縞模様の濃淡の境界は、画像 I m 2 1 よりも鮮明である。このことは、高い精度で検出されたずれ量に基づく補正により、画質が向上することを示す。

[0063] 以上に説明したように、本実施形態に係る画像入力装置 1 A は、往路走査信号から所定の周波数よりも周波数が高い高域成分の量を示す特徴量を検出する特徴量検出部 141 を備える。また、画像入力装置 1 A は、特徴量が示

す高域成分の量が所定の量よりも大きい抽出期間を定める抽出期間決定部 142 を備える。

[0064] この構成により、ずれ検出部 131A は、高域成分の量が多い抽出期間内の往路走査信号を用いて復路走査信号とのずれ量を取得する。高域成分の量が多い抽出期間内の往路走査信号は、試料表面上の微細なパターンを有する画像を表すため、ずれ検出部 131A は、ずれ量を高い精度で取得することができる。従って、ずれ補正部 132 は、高い精度で取得されたずれ量を用いて往路走査信号と復路走査信号のずれを補正して高い画質の画像を表す画像信号を取得することができる。

[0065] <第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態について説明する。上述した実施形態と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を援用する。

画像入力装置 1A のずれ検出部 131A (図3) は、走査信号の高域成分が主である抽出期間内の往路走査信号と復路走査信号とでブロックマッチングを行っていた。ブロックマッチング処理において画像間の類似性を示す指標値も、その周期で変動するので、高域において周期性が高い成分が主である画像については、真のずれ量よりもその周期の整数倍、例えば、1周期ずれたずれ量が検出されることがある。このような試料の画像には、例えば、その表面に規則的に施された半導体チップの配線パターンなどがある。

[0066] 他方、MEMSミラー 112 の共振運動による走査では、走査速度は時刻に対する正弦関数となる。走査速度は、誘導起電圧信号の誘導起電圧として検出される。試料が周期を有する格子パターンである場合、図8に示すように、走査開始直後および走査終了直前の期間における走査速度は、その他の期間よりも低くなる。そのため、走査信号の信号値の周期は、走査開始直後および走査終了直前において、その他の期間よりも長くなり、中央部において最も短くなる。また、走査開始直後において信号値の周期が時間経過に応じて短くなる傾向と、走査終了直前において信号値の周期が時間経過に応じて長くなる傾向が中央部よりも著しい。

本実施形態に係る画像入力装置 1 B のずれ検出部 1 3 1 B は、この特性を利用して、ずれ量をより正確に検出する。

[0067] 図 9 は、本実施形態に係る画像入力装置 1 B の構成例を示す概略ブロック図である。画像入力装置 1 B は、画像入力装置 1 (図 1) について、ずれ検出部 1 3 1 に代えてずれ検出部 1 3 1 B を備え、さらに走査期間分類部 1 4 3 と、を含んで構成される。

[0068] 走査期間分類部 1 4 3 は、駆動回路 1 1 1 の誘導起電圧検出回路 1 1 1 1 (図 2) から入力される誘導起電力信号が示す誘導起電圧が所定の誘導起電圧よりも低い期間を低速期間として定める。図 8 に示す例では、誘導起電圧 I_{e31} が所定の誘導起電圧 v_1 よりも低い期間が低速期間として定められる。低速期間は、往路走査信号 S_{c31} 、復路走査信号 S_{c32} それぞれの走査開始時から所定期間、走査終了時までの所定期間に相当する。なお、走査期間分類部 1 4 3 は、ずれ検出部 1 3 1 B で行われるブロックマッチングの処理単位と等しい単位、例えば、各 1 回の往復ごとに低速期間を定めればよい。ここで、走査期間分類部 1 4 3 は、往路走査信号のうち、1 回の走査開始時から所定期間と操作終了時までの所定期間のいずれか一方のみ、例えば、走査開始時から所定期間のみを低速期間として定めてもよい。走査期間分類部 1 4 3 は、定めた低速期間を示す分類信号をずれ検出部 1 3 1 B に出力する。

[0069] ずれ検出部 1 3 1 B は、走査期間分類部 1 4 3 から入力される分類信号が示す低速期間内の往路走査信号と復路走査信号とで上述したブロックマッチングを行う。ずれ検出部 1 3 1 B は、ブロックマッチングを行って得られたずれ量を示すずれ量信号をずれ補正部 1 3 2 に出力する。

低速期間内では、信号値の周期性が低くなるので、ブロックマッチング処理において画像間の類似性を示す指標値の変動の周期性も低くなる。そのため、周期性が高いパターンを有する試料 S において、本来のずれ量よりも整数周期ずれたずれ量の誤検出を回避することができる。

[0070] 以上に説明したように、本実施形態に係る画像入力装置 1 B は、走査速度

が所定の走査速度よりも低い期間である低速期間を定める走査期間分類部 143 を備える。また、ずれ検出部 131B は、低速期間における往路走査信号と復路走査信号とのずれ量を算出する。

[0071] この構成により、ずれ検出部 131B は、周期性が損なわれた低速期間内の往路走査信号と復路走査信号とのずれ量を取得する。そのため、往路走査信号と復路走査信号が試料表面の周期性を有する画像を表すときでも、その周期の整数倍ずれたずれ量を誤って取得することを避けることができる。従って、ずれ補正部 132 は、正しく取得されたずれ量を用いて往路走査信号と復路走査信号とのずれを補正して高い画質の画像を表す画像信号を取得することができる。

[0072] <第 4 実施形態>

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。上述した実施形態と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を援用する。

[0073] 画像入力装置 1B のずれ検出部 131B (図 9) は、周期性が低くなる低速期間内の往路走査信号と復路走査信号とでブロックマッチングを行っていた。しかしながら、低速期間では高速期間よりも、ずれ検出分解能が低くなる。これは、ずれ検出において往路走査信号と復路走査信号との類似性を示す指標値のずれ量候補に対する変化が、低速期間では高速期間よりも緩やかなため、ノイズによる指標値の誤差が大きくなることによる。この点について、A/D 122 がサンプリング周期を可変にすることも考えられるが、本実施形態に係る画像入力装置 1C において、ずれ検出部 131C は、この特性を利用して、ずれ量を高い精度で検出する。

[0074] 図 10 は、本実施形態に係る画像入力装置 1C の構成例を示す概略ブロック図である。画像入力装置 1C は、画像入力装置 1B (図 9) について、ずれ検出部 131B および走査期間分類部 143 に代えて、ずれ検出部 131C および走査期間分類部 143C を含んで構成される。

[0075] 走査期間分類部 143C は、走査期間分類部 143 と同様に、誘導起電力信号が示す誘導起電圧が所定の誘導起電圧よりも低い期間を低速期間として

定める他、誘導起電圧が所定の第2の誘導起電圧よりも高い期間を高速期間として定める。第2の誘導起電圧は、第1の誘導起電圧と等しくてもよいし、誘導起電力信号が示す誘導起電圧の最大値を超えなければ第1の誘導起電圧よりも高くてもよい。また、走査期間分類部143Cは、低速期間と同じ処理単位で、高速期間を決定すればよい。

[0076] 図8に示す例では、誘導起電圧 V_1 が第2の誘導起電圧 V_2 よりも高い期間が高速期間として定められる。高速期間は、往路走査信号 S_{c1} 、復路走査信号 S_{c2} の各走査の中点を含む中央部に対応する期間である。走査期間分類部143は、定めた低速期間と高速期間を示す分類信号をずれ検出部131Cに出力する。

[0077] ずれ検出部131Cは、走査期間分類部143から入力される分類信号が示す低速期間内の往路走査信号と復路走査信号との間で上述したブロックマッチング処理を行う。そして、ずれ検出部131Cは、低速期間内のブロックマッチング処理で得られたずれ量を中心として所定の画素数の範囲内に探索範囲を限定する探索範囲限定部1311を備える。ずれ検出部131Cは、分類信号が示す高速期間内の往路走査信号と復路走査期間との間で、ブロックマッチング処理を行う。このブロックマッチング処理では、ずれ検出部131Cは、探索範囲限定部1311が定めた探索範囲内のずれ量候補のそれぞれについて高速期間内の往路走査信号と復路走査信号との類似性を示す指標値を算出する。ずれ検出部131Cは、算出した指標値が最も小さいずれ量候補を、高速期間内の往路走査信号と復路走査信号とのずれ量として定める。ずれ検出部131Cは、定めたずれ量を示すずれ量信号をずれ補正部132に出力する。

[0078] (ずれ検出処理)

次に、本実施形態に係るずれ検出処理について説明する。

図11は、本実施形態に係るずれ検出処理を示すフローチャートである。

(ステップS101) 走査期間分類部143Cは、駆動回路111からの誘導起電力信号が示す誘導起電圧が所定の誘導起電圧よりも低い期間を低速期

間として定め、所定の第2の誘導起電圧よりも高い期間を高速期間として定める。その後、ステップS102に進む。

(ステップS102) ずれ検出部131Cは、低速期間内の往路走査信号と復路走査期間との間でブロックマッチング処理を行い、ずれ量を検出する。その後、ステップS103に進む。

[0079] (ステップS103) 探索範囲限定部1311は、ステップS102で検出した低速期間内のずれ量を基準とする所定の探索範囲に限定した探索範囲を定める。その後、ステップS104に進む。

(ステップS104) ずれ検出部131Cは、高速期間内の往路走査信号と復路走査信号との間で、ブロックマッチング処理を行う。ブロックマッチング処理において、ステップS104で定めた探索範囲内で往路走査信号と復路走査信号との類似性を示す指標値を最小とするずれ量を探索する。その後、図11の処理を終了する。

[0080] 以上に説明したように、本実施形態に係る画像入力装置1Cにおいて、走査期間分類部143Cは、走査速度が所定の走査速度よりも高い期間である高速期間をさらに定める。ずれ検出部131Cは、低速期間における往路走査信号と復路走査信号とのずれ量に基づいてずれ量の探索範囲を定める。また、ずれ検出部131Cは、定めた探索範囲内で高速期間における往路走査信号と復路走査信号とのずれ量を定める。

[0081] この構成により、ずれ検出部131Cは、周期性が損なわれた低速期間内の往路走査信号と復路走査信号とのずれ量に基づいてずれ量の探索範囲を定める。そのため、ずれ量の探索範囲を正しく取得されたずれ量に基づいて探索範囲を限定することができる。そして、ずれ検出部131Cは、ずれ検出の分解能が高い高速期間内の往路走査信号と復路走査信号とのずれ量に基づいて探索範囲内のずれ量を定める。そのため、ずれ検出部131Cは、高い精度で往路走査信号と復路走査信号とのずれ量を定めることができる。従って、ずれ補正部132は、取得された高い精度のずれ量を用いて往路走査信号と復路走査信号のずれを補正して高い画質の画像を表す画像信号を取得す

ることができる。

[0082] <変形例>

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形を加えることができる。

[0083] 例えば、走査部 11 は、MEMS ミラー 112 に代えて、ガルバノミラーなど、駆動パルス信号に応じて共振運動を行うその他の種別のミラーを備えてもよい。

また、駆動パルス生成回路 1114 が生成する駆動パルス信号は、各走査期間の開始時刻から $1/4$ 周期において所定の正の電圧値と、 $3/4$ 周期において所定の負の電圧値とのいずれか一方を有する信号であってもよい。

[0084] ずれ検出部 131 は、ブロックマッチングにおいて、往路走査信号の位置を基準とし復路走査信号をずらしてずれ量を定める場合を例にしたが、これには限られない。ずれ検出部 131 は、復路走査信号の位置を基準とし往路走査信号をずらしてずれ量を定めてもよい。

抽出期間決定部 142 は、往路走査信号に代え、復路走査信号において抽出期間を定めてもよい。その場合、ずれ検出部 131A は、抽出期間内における復路走査信号の位置を基準とし往路走査信号をずらしてずれ量を定める。

走査期間分類部 143、143C は、往路走査信号に代え、復路走査信号において低速期間を定めてもよい。その場合、ずれ検出部 131B、131C は、低速期間内における復路走査信号の位置を基準とし往路走査信号をずらしてずれ量を定める。

走査期間分類部 143C は、往路走査信号に代え、復路走査信号において高速期間を定めてもよい。その場合、ずれ検出部 131C は、高速期間内における復路走査信号の位置を基準とし往路走査信号をずらしてずれ量を定める。

[0085] 画像入力装置 1B、1C は、それぞれ特徴量検出部 141 と抽出期間決定部 142 を備えてもよい。その場合、走査期間分類部 143、143C は、

抽出期間決定部 1 4 2 が定めた抽出期間内の走査信号から低速期間を定める。
また、走査期間分類部 1 4 3 C は、抽出期間決定部 1 4 2 が定めた抽出期間内の走査信号から高速期間を定める。

[0086] 画像入力装置 1、1 A、1 B、1 C において、駆動回路 1 1 1、往路走査信号取得部 1 2 3 1、復路走査信号取得部 1 2 3 2、ずれ検出部 1 3 1、1 3 1 A、1 3 1 B、1 3 1 C、ずれ補正部 1 3 2、特徴量検出部 1 4 1、抽出期間決定部 1 4 2 および走査期間分類部 1 4 3、1 4 3 C は、それぞれ各 1 個の回路として構成されてもよいし、それらの一部の所定の組み合わせごと、もしくはそれらの全部の組み合わせからなる集積回路として構成されてもよい。

[0087] 。

以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はこれら実施形態及びその変形例に限定されることはない。本発明の主旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。

また、本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付のクレームの範囲によってのみ限定される。

産業上の利用可能性

[0088] 上記各態様の画像入力装置および画像入力方法によれば、予め特定の試料と動作モードを用いてずれ量を取得せずに、通常の観察試料を用いて通常の動作モードで往復走査を行い、ずれを補正した画像を示す画像信号を取得することができる。

符号の説明

[0089] 1、1 A、1 B、1 C…画像入力装置、1 1…走査部、1 3…画像生成部、1 1 1…駆動回路、1 1 2…MEMSミラー、1 1 3…レーザー光源、1 2 1…フォトディテクター、1 2 2…A/D、1 2 3…走査信号取得部、1 3 1、1 3 1 A、1 3 1 B、1 3 1 C…ずれ検出部、1 3 2…ずれ補正部、1 4 1…特徴量検出部、1 4 2…抽出期間決定部、1 4 3、1 4 3 C…走査期間分類部、1 1 1 1…誘導起電圧検出回路、1 1 1 2…ゼロクロス検出部、

1 1 1 3 …フィードバック回路、1 1 1 4 …駆動パルス生成回路、1 1 1 5
…増幅器、1 2 3 1 …往路走査信号取得部、1 2 3 2 …復路走査信号取得部
、1 3 1 1 …探索範囲限定部

請求の範囲

- [請求項1] 光源からの光が試料の表面に入射する走査点を往復させ、往復の走査期間の終了を示す走査期間終了信号を出力する走査部と、
- 往路における前記走査点からの反射光の強度を示す往路走査信号と、復路における前記走査点からの反射光の強度を示す復路走査信号を取得する走査信号取得部と、
- 前記走査期間終了信号に基づいて、前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を取得し、
- 前記ずれ量に基づいて前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれを補正し、
- 前記ずれを補正した前記往路走査信号と前記復路走査信号とを用いて画像信号を生成する画像生成部と、
- を備える画像入力装置。
- [請求項2] 前記往路走査信号と前記復路走査信号の一方の走査信号から所定の周波数よりも周波数が高い成分である高域成分の量を示す特徴量を検出する特徴量検出部と、
- 前記特徴量が示す高域成分の量が所定の量よりも大きい期間を定める期間決定部と、を備え、
- 前記画像生成部は、
- 前記期間における前記一方の走査信号と、前記往路走査信号と前記復路走査信号の他方の走査信号とを用いて前記ずれ量を取得する
- 請求項1に記載の画像入力装置。
- [請求項3] 走査速度が所定の走査速度よりも低い期間である低速期間を定める期間分類部を備え、
- 前記画像生成部は、
- 前記低速期間における前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を算出する
- 請求項1または請求項2に記載の画像入力装置。

- [請求項4] 前記期間分類部は、
 前記走査速度が所定の走査速度よりも高い期間である高速期間を定め、
 前記画像生成部は、
 前記低速期間におけるずれ量に基づいて探索範囲を定め、
 前記探索範囲内で前記高速期間における前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を探索する
 請求項3に記載の画像入力装置。
- [請求項5] 画像入力装置における画像入力方法であって、
 光源からの光が試料の表面に入射する走査点を往復させ、往復の走査期間の終了を示す走査期間終了信号を出力する走査過程と、
 往路における前記走査点からの反射光の強度を示す往路走査信号と、
 復路における前記走査点からの反射光の強度を示す復路走査信号を取得する走査信号取得過程と、
 前記走査期間終了信号に基づいて、前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を取得し、
 前記ずれ量に基づいて前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれを補正し、
 前記ずれを補正した前記往路走査信号と前記復路走査信号とを用いて画像信号を生成する画像生成過程と、
 を有する画像入力方法。

補正された請求の範囲
[2017年3月8日(08.03.2017) 国際事務局受理]

- [請求項 1] (補正後) 光源からの光が試料の表面に入射する走査点を往復させ、往復の走査期間の終了を示す走査期間終了信号を出力する走査部と、
往路における前記走査点からの反射光の強度を示す往路走査信号と、復路における前記走査点からの反射光の強度を示す復路走査信号を取得する走査信号取得部と、
前記往路走査信号と前記復路走査信号の一方の走査信号から所定の周波数よりも周波数が高い成分である高域成分の量を示す特徴量を検出する特徴量検出部と、
前記特徴量が示す高域成分の量が所定の量よりも大きい期間を定める期間決定部と、
前記期間における前記一方の走査信号と、前記往路走査信号と前記復路走査信号の他方の走査信号とを用いて前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を取得し、
前記ずれ量に基づいて前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれを補正し、
前記ずれを補正した前記往路走査信号と前記復路走査信号とを用いて画像信号を生成する画像生成部と、
を備える画像入力装置。
- [請求項 2] (補正後) 走査速度が所定の走査速度よりも低い期間である低速期間を定める期間分類部を備え、
前記画像生成部は、
前記低速期間における前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を算出する
請求項 1 に記載の画像入力装置。
- [請求項 3] (補正後) 前記期間分類部は、
前記走査速度が所定の走査速度よりも高い期間である高速期間を定め、

前記画像生成部は、
前記低速期間におけるずれ量に基づいて探索範囲を定め、
前記探索範囲内で前記高速期間における前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を探索する
請求項 2 に記載の画像入力装置。

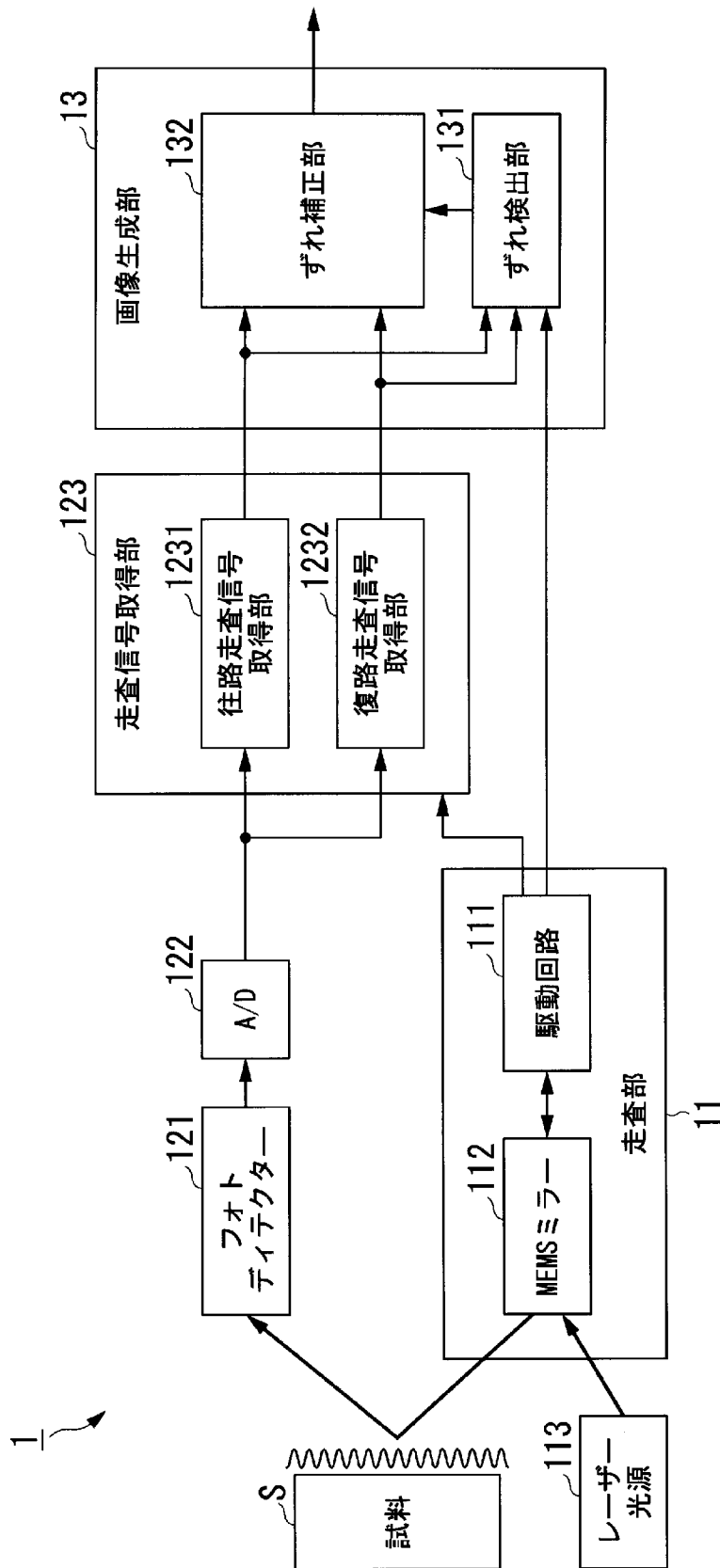
[請求項 4] (補正後) 画像入力装置における画像入力方法であって、
光源からの光が試料の表面に入射する走査点を往復させ、往復の走査期間の終了を示す走査期間終了信号を出力する走査過程と、
往路における前記走査点からの反射光の強度を示す往路走査信号と、復路における前記走査点からの反射光の強度を示す復路走査信号を取得する走査信号取得過程と、
前記往路走査信号と前記復路走査信号の一方の走査信号から所定の周波数よりも周波数が高い成分である高域成分の量を示す特徴量を検出する特徴量検出過程と、
前記特徴量が示す高域成分の量が所定の量よりも大きい期間を定める期間決定過程と、
前記期間における前記一方の走査信号と、前記往路走査信号と前記復路走査信号の他方の走査信号とを用いて前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれ量を取得し、
前記ずれ量に基づいて前記往路走査信号と前記復路走査信号とのずれを補正し、
前記ずれを補正した前記往路走査信号と前記復路走査信号とを用いて画像信号を生成する画像生成過程と、
を有する画像入力方法。

[請求項 5] (削除)

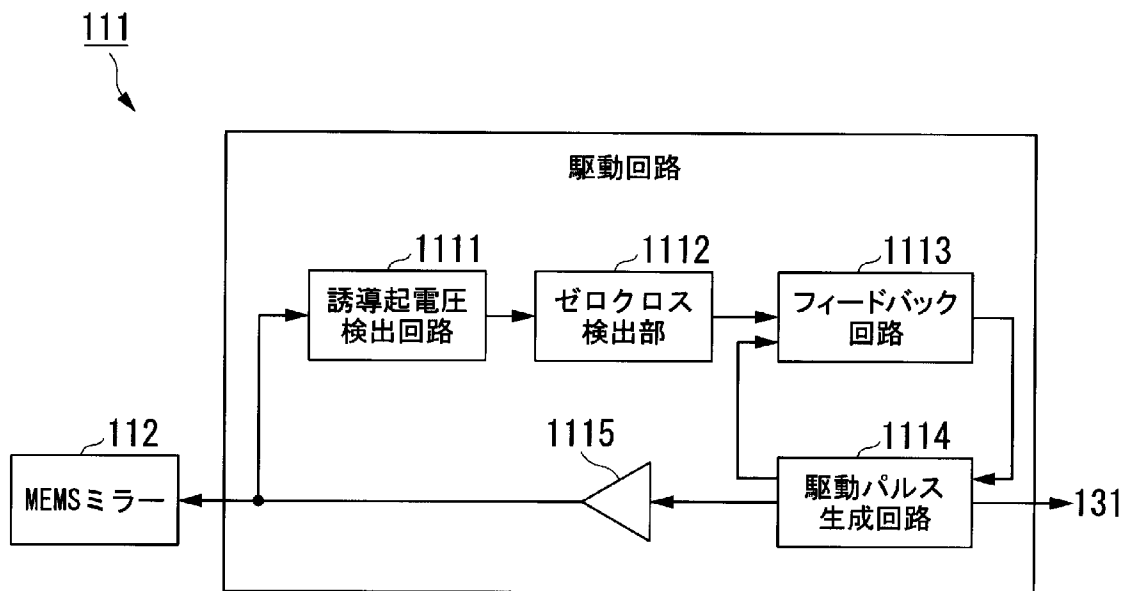
条約第19条(1)に基づく説明書

請求の範囲第1項について、当初の請求の範囲第2項に記載された事項を追加する補正を行った。請求の範囲第2項は、当初の請求の範囲第3項に対応する。請求の範囲第3項は、当初の請求の範囲第4項に対応する。請求の範囲第4項は、当初の請求の範囲第5項に対応し、請求の範囲第2項に記載された事項を追加する補正を行った。当初の請求の範囲第5項を削除した。

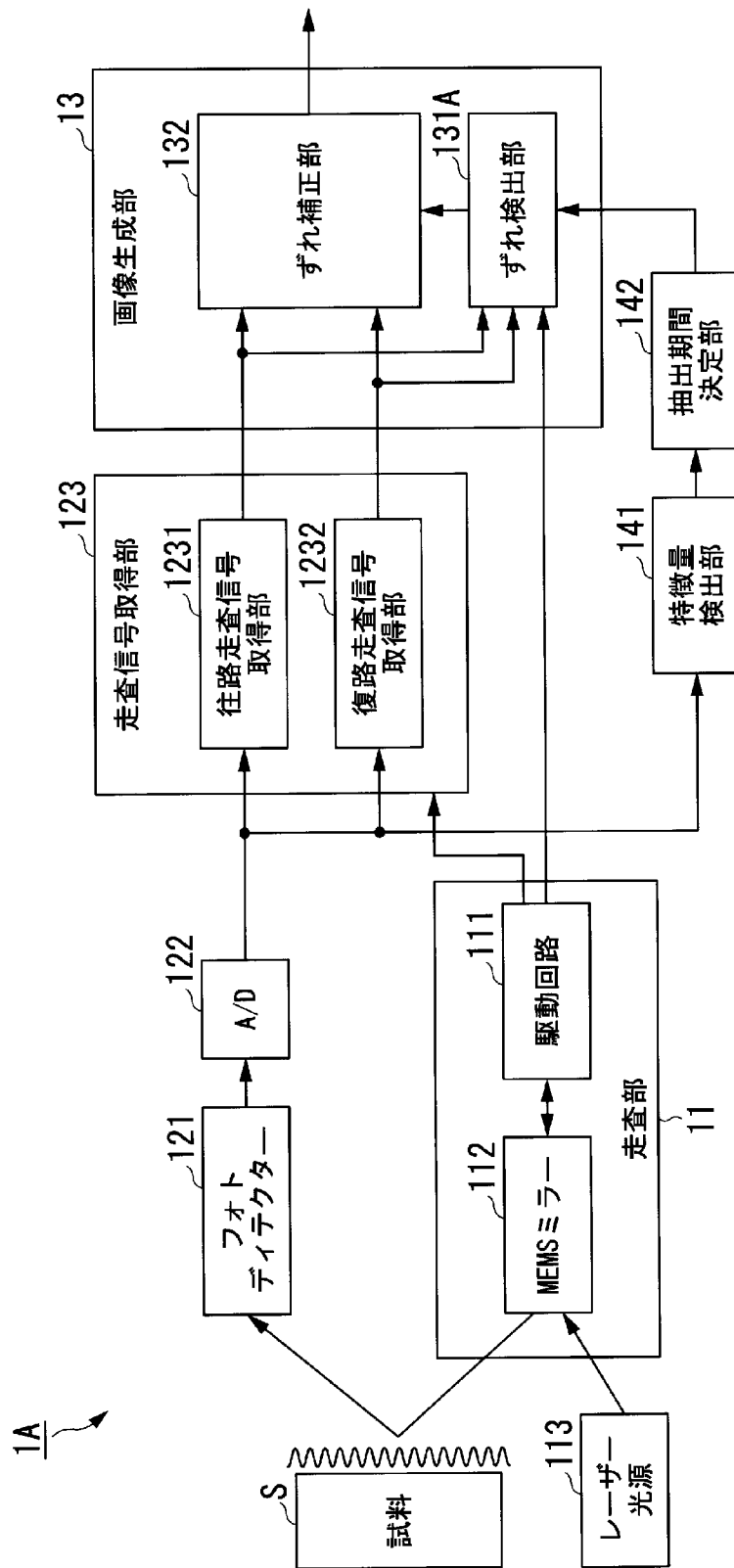
[図1]



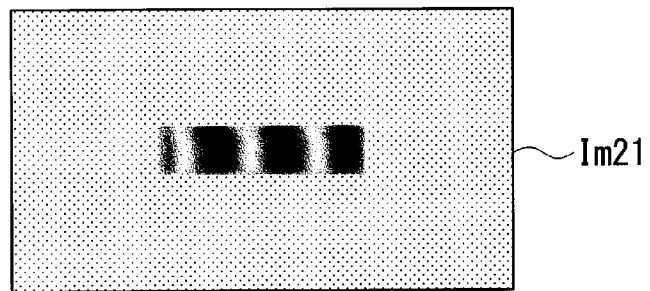
[図2]



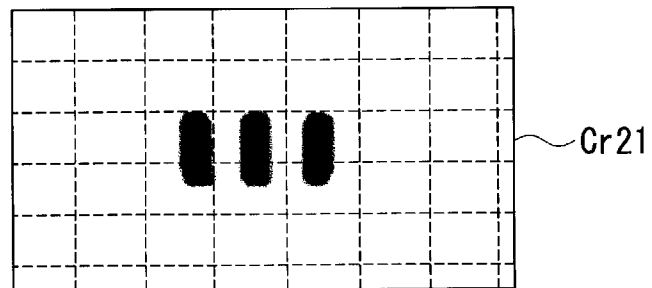
[図3]



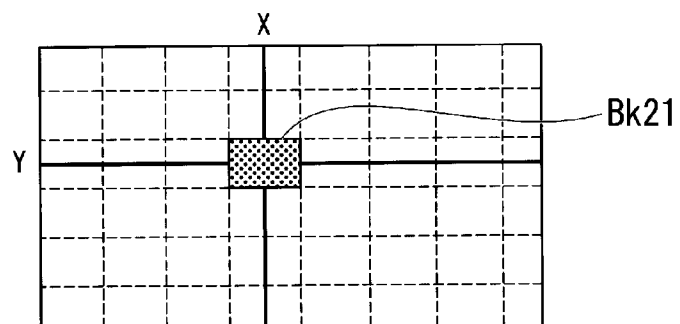
[図4]



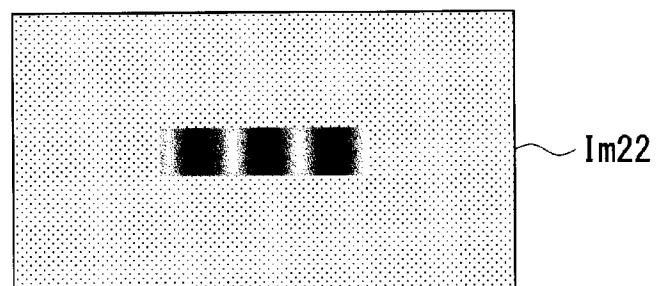
[図5]



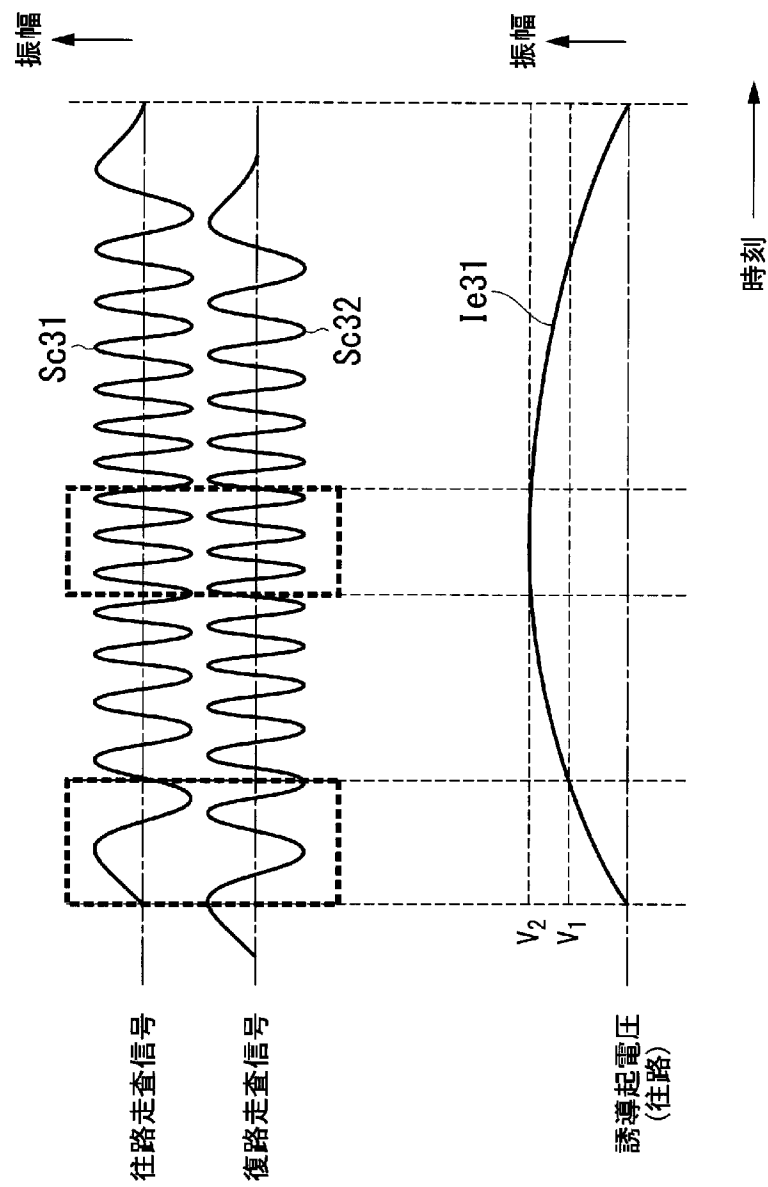
[図6]



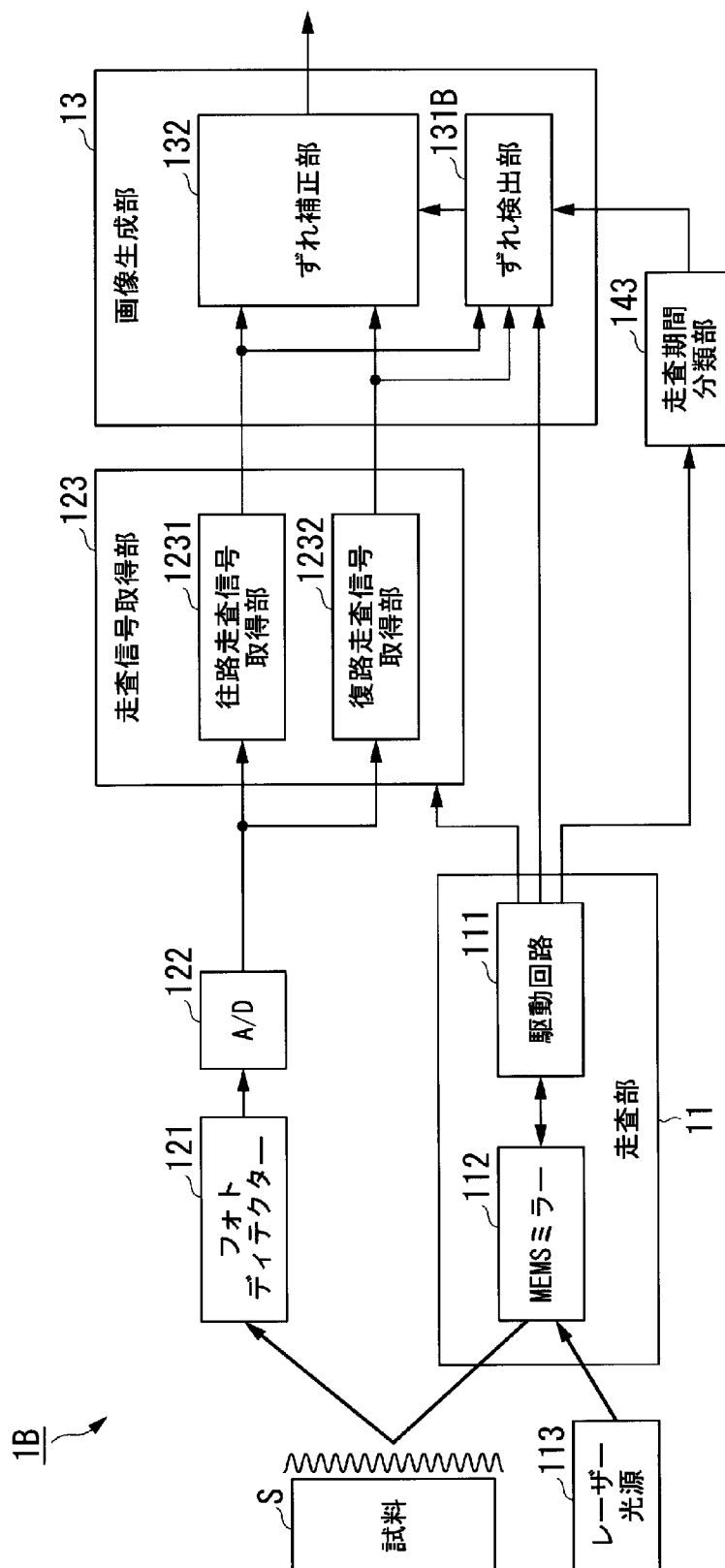
[図7]



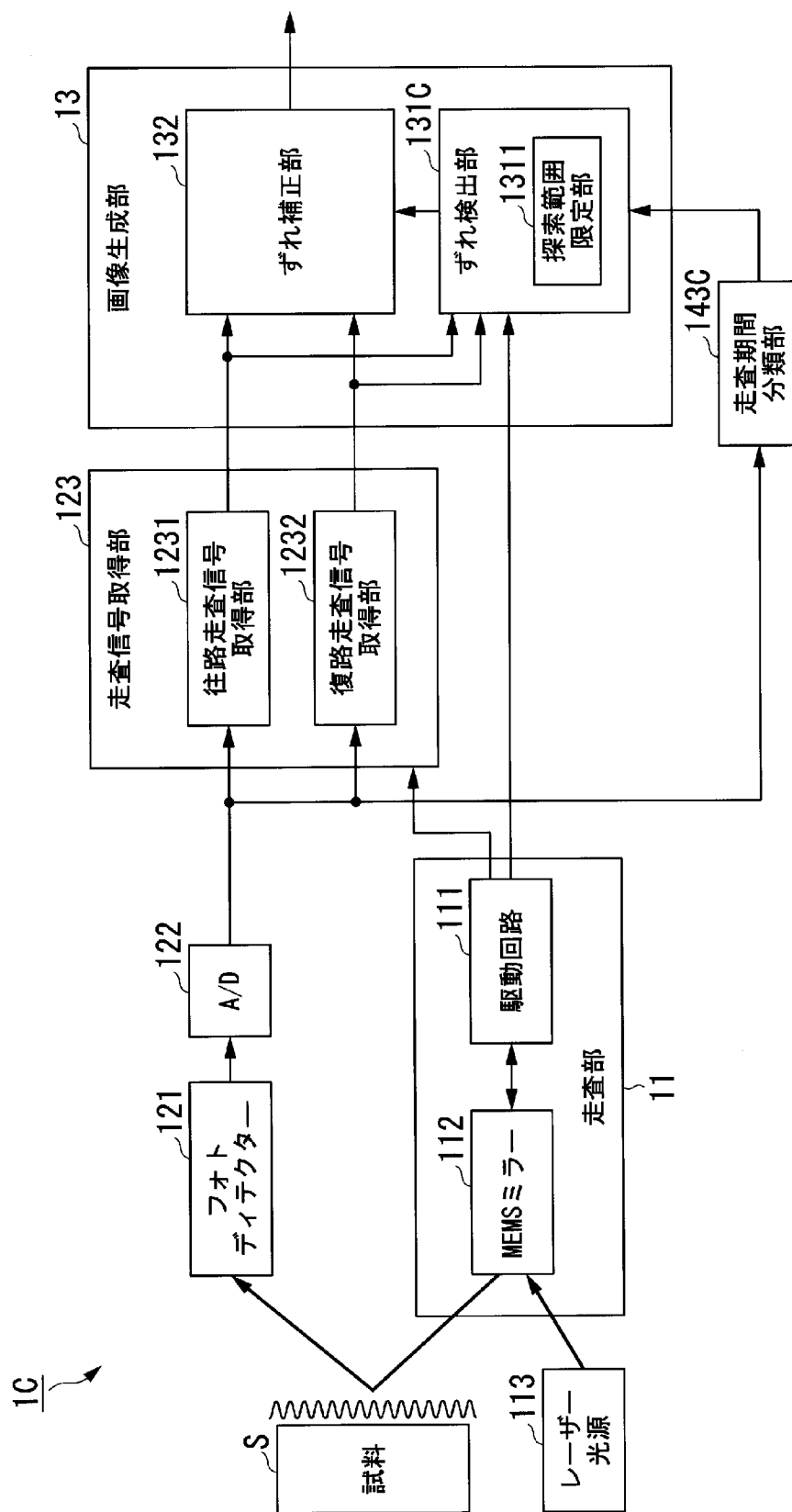
[図8]



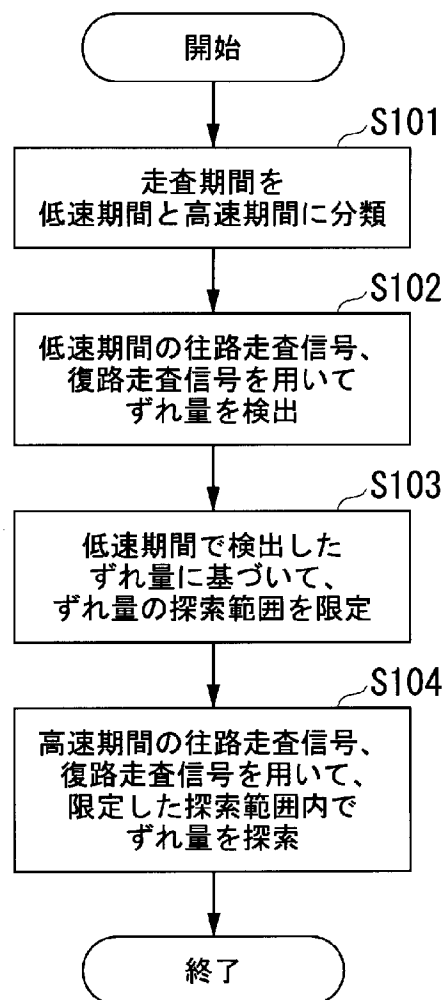
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/062794

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N1/04(2006.01)i, A61B3/10(2006.01)i, G02B26/10(2006.01)i, H04N1/113(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)

H04N1/04, A61B3/10, G02B26/10, H04N1/113

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X A	JP 2015-139528 A (Canon Inc.), 03 August 2015 (03.08.2015), claims; paragraphs [0013] to [0079]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1, 5 2-4
A	JP 2012-213490 A (Nidek Co., Ltd.), 08 November 2012 (08.11.2012), entire text (Family: none)	1-5
A	JP 2014-68703 A (Nidek Co., Ltd.), 21 April 2014 (21.04.2014), entire text (Family: none)	1-5

☐ 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
05 July 2016 (05.07.16)

Date of mailing of the international search report
19 July 2016 (19.07.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

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. H04N1/04(2006.01)i, A61B3/10(2006.01)i, G02B26/10(2006.01)i, H04N1/113(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. H04N1/04, A61B3/10, G02B26/10, H04N1/113

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 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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 請求項の番号
X A	JP 2015-139528 A（キヤノン株式会社） 2015.08.03, [特許請求の範囲], 段落[0013]－[0079], [図1]－[図9]（ファミリーなし）	1, 5 2-4
A	JP 2012-213490 A（株式会社ニデック） 2012.11.08, 全文 （ファミリーなし）	1-5

☒ 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

0 5 . 0 7 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 7 . 2 0 1 6

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）

石田 信行

5 V

9 4 6 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 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 請求項の番号
A	JP 2014-68703 A (株式会社ニデック) 2014.04.21, 全文 (ファミリーなし)	1-5