

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7319083号  
(P7319083)

(45)発行日 令和5年8月1日(2023.8.1)

(24)登録日 令和5年7月24日(2023.7.24)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 1 B 11/24 (2006.01) G 0 1 B 11/24 K

請求項の数 7 (全13頁)

|          |                                  |          |   |
|----------|----------------------------------|----------|---|
| (21)出願番号 | 特願2019-85198(P2019-85198)        | (73)特許権者 | 000129253<br>株式会社キーエンス<br>大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番<br>14号 |
| (22)出願日  | 平成31年4月26日(2019.4.26)            | (74)代理人  | 110003281<br>弁理士法人大塚国際特許事務所                         |
| (65)公開番号 | 特開2020-180916(P2020-180916<br>A) | (74)代理人  | 100076428<br>弁理士 大塚 康德                              |
| (43)公開日  | 令和2年11月5日(2020.11.5)             | (74)代理人  | 100115071<br>弁理士 大塚 康弘                              |
| 審査請求日    | 令和4年3月9日(2022.3.9)               | (74)代理人  | 100112508<br>弁理士 高柳 司郎                              |
|          |                                  | (74)代理人  | 100116894<br>弁理士 木村 秀二                              |
|          |                                  | (74)代理人  | 100131886   |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学式変位計

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

Y方向に搬送される測定対象物のX-Z断面のプロファイルを三角測距の原理に基づき測定する光切断方式の光学式変位計であって、

X方向に幅を有するスリット光を前記測定対象物に照射する光源と、

前記測定対象物からの反射光を受光する画像センサであって、前記X方向に対応するU方向とZ方向に対応するV方向とに二次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素による前記反射光の受光量を出力する画像センサと、

前記U方向に並んだ複数の画素列のそれぞれについて受光量のピークとなる前記V方向における画素の位置をピーク位置として検出する検出手段と、

前記U方向における前記複数の画素列のそれぞれの位置と、前記V方向における前記ピーク位置とからX-Z断面のプロファイルを生成し、前記Y方向の複数の位置における複数の前記X-Z断面のプロファイルから前記測定対象物の三次元形状を示すデータを生成する生成手段と

を有し、

前記画像センサは、前記V方向における解像度を前記U方向における解像度よりも低くするビニングを実行してから受光量を出力し、

前記検出手段は、前記ビニングが実行されてから出力された受光量に基づいて得られた複数のサンプリング値から前記V方向における前記ピーク位置を検出することを特徴とする光学式変位計。

## 【請求項 2】

前記画像センサについての前記U方向と前記V方向との前記ビニングの比率が1:n(nは2以上の整数)であり、前記画像センサは前記V方向に並んだn個の画素ごとに一つの受光量を出力するように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の光学式変位計。

## 【請求項 3】

前記ビニングを実行し、前記画像センサからの受光量の読出しを高速化した高速モードと、前記ビニングを実行せずに、前記画像センサからの受光量の読出しを行う高精度モードのいずれかの選択を受け付ける選択手段をさらに有することを特徴とする請求項1または2に記載の光学式変位計。

10

## 【請求項 4】

前記U方向と前記V方向とのビニングの比率として1:nと1:m(mはnより大きな整数)とのいずれかを選択する選択手段をさらに有することを特徴とする請求項3に記載の光学式変位計。

## 【請求項 5】

前記画像センサは、前記U方向についてはビニングを実行せず、前記V方向についてビニングを実行するように設定されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか一項に記載の光学式変位計。

## 【請求項 6】

前記検出手段は、前記V方向における複数の受光量をサブピクセル処理することで前記V方向における受光量の変化を示す近似曲線を決定し、前記近似曲線に基づき受光量のピークとなる前記ピーク位置を検出するように構成されていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか一項に記載の光学式変位計。

20

## 【請求項 7】

前記X-Z断面のプロファイルを示す画像を表示する表示手段をさらに有し、

前記表示手段は、前記U方向の解像度と前記V方向の解像度との比率に基づき前記画像を前記V方向に引き伸ばして生成されたプロファイル画像を表示することを特徴とする請求項1ないし6のいずれか一項に記載の光学式変位計。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

30

## 【0001】

本発明は光学式変位計に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

コンベヤによってY方向に搬送される測定対象物(ワーク)についてZ方向における高さを測定するために、光切断方式の光学式変位計が提案されている(特許文献1、2)。Y方向とZ方向とに直交する方向がX方向であり、XY平面にワークが載置されている。光学式変位計は、X方向に幅を有するスリット光をワークに照射し、ワークからの反射光を二次元配列の画像センサで受光する。スリット光の投光方向と画像センサの受光方向とは傾いており、三角測距の原理に基づき、ワークの高さが算出される。このような、光切断方式の光学式変位計はワークのX-Z断面の輪郭(プロファイル)を一度に取得できる。Y方向にワークを搬送しながら繰り返し撮像を実行することで、Y方向における異なる位置でのプロファイルが取得される。また、複数のプロファイルからワークの三次元形状を示すデータが取得される。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】特開2008-096125号公報  
特開2012-103266号公報

## 【発明の概要】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

画像センサを構成する複数の画素はUV平面に並んでいる。画像センサのU方向はワークのX方向に対応している。画像センサのV方向はワークのZ方向に対応している。つまり、V方向において反射光が入射する画素の位置は、Z方向におけるワークの高さを示している。

## 【0005】

単位時間あたりに測定可能なワークの個数を増加させるには、コンベイヤの搬送速度を増加させることが必要となる。さらに、画像センサを構成する全画素からの測定結果の読み出し時間を高速化することが必要となる。

## 【0006】

画像センサの高速読み出し技術としてピニングと呼ばれる手法が存在する。ピニングでは、 $n \times n$ 個の画素群を一つの塊として扱うことで、 $n \times n$ 個の画素群の合成した測定結果を一度に読み出すことが可能となる。しかし、このようなピニングではU方向とV方向との両方の測定精度が $n$ 分の1に低下してしまうため、測定精度の高さを要求される光切断方式の光学式変位計には採用できなかった。そこで、本発明は光切断方式の光学式変位計において、U方向における測定精度の低下を抑えつつ、V方向の読み出しを高速化することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明は、たとえば、  
Y方向に搬送される測定対象物のX-Z断面のプロファイルを三角測距の原理に基づき測定する光切断方式の光学式変位計であって、

X方向に幅を有するスリット光を前記測定対象物に照射する光源と、  
前記測定対象物からの反射光を受光する画像センサであって、前記X方向に対応するU方向とZ方向に対応するV方向とに二次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素による前記反射光の受光量を出力する画像センサと、

前記U方向に並んだ複数の画素列のそれぞれについて受光量のピークとなる前記V方向における画素の位置をピーク位置として検出する検出手段と、

前記U方向における前記複数の画素列のそれぞれの位置と、前記V方向における前記ピーク位置とからX-Z断面のプロファイルを生成し、前記Y方向の複数の位置における複数の前記X-Z断面のプロファイルから前記測定対象物の三次元形状を示すデータを生成する生成手段と

を有し、

前記画像センサは、前記V方向における解像度を前記U方向における解像度よりも低くするピニングを実行してから受光量を出力し、

前記検出手段は、前記ピニングが実行されてから出力された受光量に基づいて得られた複数のサンプリング値から前記V方向における前記ピーク位置を検出することを特徴とする光学式変位計を提供する。

## 【発明の効果】

## 【0008】

本発明によれば、U方向における測定精度の低下なく、V方向の読み出しを高速化することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】光学式変位計を説明する図

【図2】三角測距の原理を説明する図

【図3】プロファイルの測定を説明する図

【図4】光学式変位計を構成する機能を説明するブロック図

【図5】ピニングおよび画素ブロックの形状を説明する図

10

20

30

40

50

【図 6】ピーク位置の検出方法を説明する図

【図 7】ピーク位置の検出方法を説明する図

【図 8】半値全幅と演算誤差との関係を示す図

【図 9】出力画像を構成する複数の画素を説明する図

【図 10】出力画像と実際のワークのプロファイルとの関係を説明する図

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面を参照して実施形態が詳しく説明される。尚、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、また実施形態で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明に必須のものとは限らない。実施形態で説明されている複数の特徴のうち二つ以上の特徴が任意に組み合わせられてもよい。また、同一または同様の構成には同一の参照番号が付され、重複した説明は省略される。

10

【0011】

< 光学式変位計 >

図 1 は光学式変位計 100 を示す図である。光学式変位計 100 はベルトコンベヤ 4 により Y 方向に搬送されるワーク W のプロファイルおよび三次元形状を測定する装置である。この例では、Z 方向はワーク W の高さ方向に対応している。ヘッド部 1 は XZ 平面と平行なスリット光 L1 を出力し、ワーク W からの反射光 L2 を受光することで、受光結果を制御部 2 に出力する。制御部 2 は、ヘッド部 1 が出力する受光結果に基づきワーク W のプロファイルを演算する。なお、制御部 2 はヘッド部 1 に統合されてもよい。プロファイルとは XZ 平面と平行なワーク W の切断面の外縁を示すデータである。たとえば、プロファイルは  $(x_i, z_i)$  の集合体である ( $i$  はインデックス)。 $x_i$  は X 方向における位置を示す。 $z_i$  は Z 方向における高さを示す。なお、3次元形状は、 $(x_i, y_i, z_i)$  の集合体である。 $y_i$  は、Y 方向における位置を示す。制御部 2 は、一定周期ごとに、ヘッド部 1 に撮像を実行させることで、 $y_i$  が異なるワーク W のプロファイル  $(x_i, z_i)$  を求める。表示装置 3 は、光学式変位計 100 によるワーク W の測定結果を表示したり、光学式変位計 100 の設定を行うための UI (ユーザインタフェース) を表示したりする。操作部 5 は、光学式変位計 100 に対するユーザ入力を受け付けるための入力装置である。

20

【0012】

< 三次元測距の原理 >

図 2 は光切断方式 (三角測距) の原理を説明する図である。ヘッド部 1 の筐体 15 の内部には、光源 6、投光レンズ 7、受光レンズ 12 および画像センサ 13 が内蔵されている。光源 6 から出力された光は投光レンズ 7 を通過することでスリット光 L1 に変換される。筐体 15 には、スリット光 L1 が通過するための透光窓 8 が設けられている。透光窓 8 には、防塵のための透光ガラス 9a が設けられている。同様に、筐体 15 には反射光 L2 を筐体 15 の内部に導くための受光窓 10 が設けられている。受光窓 10 には、防塵のための透光ガラス 9b が設けられている。受光レンズ 12 は反射光 L2 を画像センサ 13 に結像させるためのレンズである。画像センサ 13 は二次元配列された複数の画素 (受光素子や光電変換素子と呼ばれてもよい) を有するセンサである。図 2 が示すように、光源 6 の投光軸に対して、画像センサ 13 の受光軸は角度  $\theta$  だけ傾いている。つまり、高さ Z0 からの反射光 L2 は画像センサ 13 の V 方向における V0 の位置に結像する。高さ Z1 からの反射光 L2 は画像センサ 13 の V 方向における V1 の位置に結像する。高さ Z2 からの反射光 L2 は画像センサ 13 の V 方向における V2 の位置に結像する。このように画像センサ 13 の V 方向は、ワーク W の Z 方向に対応している。画像センサ 13 の U 方向は図示されていないが、U 方向はワーク W の X 方向に対応している。つまり、画像センサ 13 が出力する受光結果である画像の縦方向は V 方向であり、横方向は U 方向である。

40

【0013】

図 2 においてはスリット光 L1 が Z 軸方向に出力されるように光源 6 が配置されているが、光源 6 および投光レンズ 7 のペアと、画像センサ 13 および結像レンズ 12 とのペア

50

との位置関係は逆であってもよい。

#### 【 0 0 1 4 】

図 3 は画像センサ 1 3 が出力する画像 I 1 と、ワーク W の断面との関係を説明する図である。この例では、ワーク W の X Z 断面において高さが三段階に変化している。より具体的には、X 方向における位置 X 0 から位置 X 1 までの高さは Z 0 である。位置 X 1 から X 2 までの高さは Z 2 である。位置 X 2 から X 3 までの高さは Z 1 である。画像 I 1 は、このようなワーク W をヘッド部 1 により撮像して得られる画像である。なお、画像 I 1 の U 方向（横方向）はワーク W の X 方向に対応している。つまり、画像 I 1 の位置 U 0、U 1、U 2、U 3 はそれぞれ位置 X 0、X 1、X 2、X 3 に対応している。同様に、画像 I 1 の V 方向における位置 V 0、V 1、V 2 はそれぞれ高さ Z 0、Z 1、Z 2 に対応している。スリット光 L 1 が X Y 平面に入射することで形成される光スポット（反射位置の集合）は直線状である。つまり、ベルトコンベヤ 4 上にワーク W が存在しないときにヘッド部 1 が出力する画像には、ほぼ一直線状の光スポットが並ぶことになる。その一方で、一般的なワーク W の切断面のエッジの高さは一定でないことが多い。この場合、図 3 が示すように、複数の高さのそれぞれに対応した V 方向の位置に光スポットが並ぶことになる。高さに応じて V 方向の位置が変わることは、図 2 が示す通りである。このように制御部 2 は、ある Y 方向の位置で取得された画像 I M から各 U 方向の位置ごとに V 方向の位置を演算することでプロファイルを生成する。なお、X Z 座標系と U V 座標系との間には一定の縮尺関係があるため、制御部 2 は、簡単な演算により、U V 座標系におけるプロファイルを X Z 座標系におけるプロファイルに変換できる。

#### 【 0 0 1 5 】

< 内部機能 >

図 4 は光学式変位計 1 0 0 の内部機能を示している。ヘッド部 1 の通信部 2 1 a は、制御部 2 と通信するための通信回路である。駆動部 2 2 は、通信部 2 1 a を介して受信される制御部 2 からの指示にしたがって駆動電流を光源 6 に流すことで光源 6 を点灯させる駆動回路である。センサ制御部 2 3 は、通信部 2 1 a を介して受信される制御部 2 からの指示にしたがった所定の露光時間により画像センサ 1 3 に撮像を実行させる制御回路である。なお、本実施形態では、センサ制御部 2 3 は、通信部 2 1 a を介して受信される制御部 2 からの指示にしたがって所定のピニングを画像センサ 1 3 に実行させる。

#### 【 0 0 1 6 】

制御部 2 の通信部 2 1 b はヘッド部 1 と通信するための通信回路である。C P U 2 5 は記憶部 3 0 に記憶されている制御プログラムを実行することでヘッド部 1 を制御し、ヘッド部 1 から出力される受光結果に基づきワーク W のプロファイルおよび三次元形状を測定する。ピーク検出部 2 6 は、画像センサ 1 3 が出力する受光結果に基づき輝度値のピークをもたらす V 方向の位置（ピーク位置）を検出する。ピーク位置はワーク W の高さに対応している。つまり、ピーク検出部 2 6 は、X 方向における各位置ごとのワーク W の高さを演算により求める。プロファイル生成部 2 7 は、ピーク検出部 2 6 により求められた X 方向における各位置（ $x_i$ ）ごとのワーク W の高さ（ $z_i$ ）をまとめることで、一つのプロファイルデータを生成する。つまり、一つのプロファイルデータは、複数の高さ（ $z_i$ ）の集合体である。プロファイル生成部 2 7 は、Y 方向における異なる位置（ $y_i$ ）ごとにプロファイルデータを求め、求められた複数のプロファイルデータからワーク W の三次元形状を示すデータを生成する。なお、ワーク W の三次元形状のデータは、求められた複数のプロファイルデータの集合体である。選択部 2 8 は、操作部 5 から入力されるユーザ指示に基づいて、後述されるピニングの比率を選択する。U I 部 2 9 は、プロファイル生成部 2 7 により求められたプロファイルデータまたは画像 I 1 を表示装置 3 に表示したり、ピニングの比率を選択するための U I を表示装置 3 に表示したりする。

#### 【 0 0 1 7 】

< ピニング >

図 5 ( A ) はピニングを行わない場合の画像センサ 1 3 における複数の画素を示している。画像センサ 1 3 は M x N 個の画素を有している。つまり、U 方向には N 列の画素が並

んでいる。V方向にM行の画素が並んでいる。

【0018】

図5(B)は一般的なビニングを示している。一般的なビニングは、主に、デジタルスチルカメラなどで実行される処理であり、U方向の解像度とV方向の解像度との比が維持される。図5(B)が示すように、 $n \times n$ 個の画素ブロックごとに合成された一つの画像信号(輝度値)が出力される。このように、U方向の解像度とV方向の解像度との比が維持されるようにビニングが実行されるため、ビニング前の画像の縦横比とビニング後の縦横比は維持される。また、読み出し速度が概ね $n \times n$ 分の1になる利点がある。その一方で、V方向に加えてU方向における測定精度が低下してしまう。とりわけ、光切断式の光学式変位計100のように、U方向においても高い測定精度が要求される用途にはこのような一般的なビニングは向いていない。

10

【0019】

図5(C)は本実施例のビニングを示している。本実施例では、V方向における解像度とU方向における解像度との比(ビニング比率)が $1:n$ になっている。つまり、画像センサ13は、V方向に並んだ $n$ 個の画素からなる一つの画素ブロックごとに受光結果を出力する。これにより、U方向における測定精度の低下を抑えつつ、V方向の読み出しを高速化することが可能となる。制御部2のプロファイル生成部27は、V方向において得られた高さを $n$ 倍することで正しい高さ情報を求めることができる。

【0020】

図5(D)は本実施例のビニングを示している。ユーザは、図5(C)に示された $1:n$ のビニングと、図5(D)に示された $1:m$ のビニングとを操作部5を通じて選択してもよい。つまり、選択部28はユーザ指示にしたがってビニングの比率を選択してもよい。ここで $m$ は $n$ よりも大きい正の整数である。なお、ビニング処理によりV方向におけるノイズが軽減される利点もある。また、選択部28はユーザ指示にしたがって、ビニング処理のONとOFFを切り替えるようにしてもよい。例えば、ビニング処理がONの状態を高速モード、ビニング処理がOFFの状態を高精度モードとし、ユーザにモードを選択させるようにしてもよい。

20

【0021】

<位置(高さの演算)>

図6は画像I1からプロファイルを構成する高さを演算する方法を説明する図である。スリット光L1はY方向において、ある程度の幅を持っている。そのため、反射光L2が画像センサ13にもたらず光スポットの幅も複数画素にまたがるような幅となる。そこで、制御部2のCPU25(ピーク検出部26)は各画素の輝度値から輝度値の変化を示す近似曲線P1を求め、近似曲線P1においてピーク値をもたらずV方向における位置を演算する。近似曲線P1は、複数のサンプル値をカーブフィッティングするなどして求められる。このピーク値をもたらずV方向における位置がワークWの高さを示している。CPU25(ピーク検出部26)は、U方向における各位置について近似曲線P1を求め、近似曲線P1からピーク値をもたらずV方向の位置(高さ)を演算する。この演算処理をU方向における各位置で実行することで、一つのプロファイルが得られる。このような演算処理はサブピクセル処理と呼ばれてもよい。

30

40

【0022】

<ビニングと近似曲線との関係>

図7はV方向における位置と輝度値との関係を示す近似曲線P1を示している。ここでは、四つのサンプリング値から近似曲線P1が求められている。ところで、本実施例のビニングを適用すると、V方向における画素数が減少するため、近似曲線P1を求めるために使用可能なサンプリング値の数も減少する。つまり、 $n$ を増加すればするほど、輝度値の読み出しが高速化するものの、近似曲線P1の演算精度が低下する。したがって、ビニングのパラメータ $n$ と近似曲線P1の演算精度との間にはトレードオフの関係が存在する。なお、図7において、近似曲線P1のピーク値は $Q_{max}$ である。近似曲線P1の半値全幅とは、輝度値がピーク値 $Q_{max}$ の半分( $Q_{max}/2$ )となるときの、V方向にお

50

ける二つの位置  $V_a$ 、 $V_b$  間の距離である。なお、図 7 にはピーク値  $Q_{max}$  をもたらす  $V$  方向の位置であるピーク位置  $V_{peak}$  も示されている。ピーク検出部 26 は、近似曲線  $P_1$  を求め、近似曲線  $P_1$  からピーク値  $Q_{max}$  をもたらすピーク位置  $V_{peak}$  を演算する。

#### 【0023】

図 8 は近似曲線の半値全幅と、あるサブピクセル処理における近似曲線  $P_1$  から求められるピーク値  $Q_{max}$  の演算誤差との関係を示している。図 8 が示すように、半値全幅（サンプリング数）を増やせば増やすほど、演算誤差は小さくなるが、演算誤差の改善効果が期待できるサンプリング数は 5 程度である。サンプリング数を 6 以上にしても演算誤差の低減は期待できず、読出し時間が長くなるというデメリットが増加してしまう。近似曲線からピーク位置を精度よく求めるには、サンプリング間隔が十分に細かいことが重要である。すでにサンプリング間隔が十分に細かい場合、更にサンプリング間隔を細かくしても精度の向上に寄与しない。 $V$  方向にのみビニングを適用し、十分なピーク検出精度を維持できる程度にサンプリング間隔を落とすことにより、検出精度を落とさずに読出し速度を早くすることができる。また、 $U$  方向にはビニングを適用しないことで、 $X$  方向の測定分解能は維持できる。

10

#### 【0024】

一般に、演算誤差以外の要因の誤差を  $\sigma$  とすると、演算誤差は  $\sigma/\sqrt{n}$  よりも十分に小さいことが求められる。図 8 によれば、半値全幅が 2 以上であれば、演算誤差は  $\sigma/\sqrt{n}$  よりも小さくなる。つまり、近似曲線  $P_1$  の半値全幅に対するサンプリング数は 2 以上でかつ 5 以下となればよいだろう。

20

#### 【0025】

<ビニングに伴う表示処理の工夫>

図 9 はプロファイルを表示する際の表示画像を構成する複数の画素を示している。上述したように、本実施例では  $1:n$  のビニングを実行するため、 $V$  方向における画素数が  $M$  から  $M/n$  に減少してしまう。ここで、画像センサ 13 においてはビニングによって一つのブロックの形状が長方形となるが、出力画像における各画素は正方形であることが仮定されている。したがって、ビニングにより読み出された出力画像をそのまま表示装置 3 に表示してしまうと、画像の高さ方向が圧縮されてしまう。

#### 【0026】

図 10 はワーク  $W$  とビニングに伴う高さの圧縮された出力画像  $I_2$  との関係を示している。図 3 と図 10 と比較すると、図 3 における画像  $I_1$  ではワーク  $W$  の実際の断面形状と、画像  $I_1$  が示すプロファイルとは一致している。よって、ユーザは、光学式変位計 100 により測定されたプロファイルが、実際のワーク  $W$  のプロファイルとして正しいかどうかを判断しやすい。それに対して、図 10 が示す出力画像  $I_2$  が示すプロファイルは実際のワーク  $W$  のプロファイルと異なっている。よって、ユーザは、測定されたプロファイルが正しいかどうかを表示装置 3 に表示された画像から視覚的に判断しにくい。

30

#### 【0027】

そこで、CPU 25 (UI 部 29) は、出力画像  $I_2$  における  $V$  方向の画素数を  $n$  倍に増加させて表示装置 3 に表示することで、出力画像  $I_2$  におけるプロファイルの縮尺を実際のワーク  $W$  のプロファイルの縮尺に一致させる。なお、一つの画素の画素値が  $n$  個の画素値にコピーされる。これにより、ユーザは、光学式変位計 100 により測定されたプロファイルが、実際のワーク  $W$  のプロファイルとして正しいかどうかを視覚的に判断しやすくなる。

40

#### 【0028】

<まとめ>

[観点 1]

図 1 が示すように、光学式変位計 100 は、 $Y$  方向に搬送される測定対象物の  $X-Z$  断面のプロファイルを三角測距の原理に基づき測定する光切断方式の光学式変位計の一例である。光源 6 は  $X$  方向と  $Z$  方向との両方に平行なスリット光  $L_1$  を測定対象物に照射する

50

光源の一例である。また、光源 6 は X 方向に幅を有するスリット光を測定対象物に照射する光源の一例である。画像センサ 1 3 は測定対象物からの反射光 L 2 を受光する画像センサの一例である。図 5 ( A ) などが示すように、画像センサ 1 3 は、X 方向に対応する U 方向と Z 方向に対応する V 方向とに二次元配列された複数の画素を有している。さらに、画像センサ 1 3 は、複数の画素による反射光の受光量 ( 例 : 輝度値 ) を出力する。ピーク検出部 2 6 は、U 方向に並んだ複数の画素列のそれぞれについて受光量のピークとなる V 方向における画素の位置をピーク位置として検出する検出手段として機能する。プロファイル生成部 2 7 は、U 方向における複数の画素列のそれぞれの位置と、V 方向におけるピーク位置とから X - Z 断面のプロファイルを生成する生成手段として機能する。図 5 ( C ) および図 5 ( D ) が示すように、画像センサ 1 3 の V 方向における解像度は U 方向における解像度と比較して低い。つまり、画像センサ 1 3 は、V 方向における解像度を U 方向における解像度よりも低くするビニングを実行してから受光量を出力する。これにより、U 方向における測定精度の低下させずに、V 方向の読み出しを高速化することが可能となる。

10

【 0 0 2 9 】

[ 観点 2 ]

図 5 ( C ) が示すように、画像センサ 1 3 についての U 方向と V 方向とのビニングの比率が 1 : n ( n は 2 以上の整数 ) であってもよい。画像センサ 1 3 は V 方向に並んだ n 個の画素ごとに一つの受光量を出力するように構成されていてもよい。これにより、U 方向における測定精度の低下させずに、V 方向の読み出しを高速化することが可能となる。

20

【 0 0 3 0 】

図 7 や図 8 を用いて説明されたように、n は 2 以上でかつ 5 以下の整数であってもよい。これにより、V 方向の読み出しの高速化と、V 方向における測定精度とを両立させることが可能となる。

【 0 0 3 1 】

[ 観点 3 ]

光学式変位計は、ビニングを実行し、画像センサ 1 3 からの受光量の読み出しを高速化した高速モードと、ビニングを実行せずに、画像センサ 1 3 からの受光量の読み出しを行う高精度モードとを有してもよい。この場合、光学式変位計は、高速モードと高精度モードのいずれかの選択を受け付ける選択手段 ( 例 : ユーザーインタフェースなど ) を有してもよい。これにより、ユーザは、高速化を希望するか、それとも高精度化を希望するかを選択できるようになる。

30

【 0 0 3 2 】

[ 観点 4 ]

選択部 2 8 は、U 方向と V 方向とのビニングの比率として 1 : n と 1 : m ( m は n より大きな整数 ) とのいずれかを選択する選択手段として機能してもよい。これにより、ユーザの希望に応じて、ビニングの比率を選択することが可能となる。

【 0 0 3 3 】

図 7 や図 8 を用いて説明されたように、n は、受光量の分布 ( 例 : 近似曲線 P 1 ) における半値全幅よりも小さくかつ 2 以上の整数である。これにより、V 方向の読み出しの高速化と、V 方向における測定精度とを両立させることが可能となる。

40

【 0 0 3 4 】

[ 観点 5 ]

図 5 ( C ) および図 5 ( D ) が示すように、画像センサ 1 3 は、U 方向についてはビニングを実行せず、V 方向についてビニングを実行するように設定されていてもよい。これにより、U 方向における測定精度の低下を抑えつつ、V 方向の読み出しを高速化することが可能となる。

【 0 0 3 5 】

図 5 ( A ) が示すように、複数の画素のそれぞれは正方形の画素である。これにより、静止画を取得するための画像センサを、本実施例の光学式変位計 1 0 0 のための画像セン

50

サ 1 3 として流用しやすくなる。

【 0 0 3 6 】

図 5 ( C ) や図 5 ( D ) が示すように、複数の画素のそれぞれは V 方向における長さが U 方向における長さよりも長い長方形の画素であるように、画像センサ 1 3 が設計されてもよい。複数の正方形の画素からなる画素ブロックでは、隣接した画素間に受光に使用されない領域が存在する。一方で長方形の画素を採用することで、受光面積が増加するため、受光感度およびダイナミックレンジが増加する。

【 0 0 3 7 】

[ 観点 6 ]

ピーク検出部 2 6 は、V 方向における複数の受光量をサブピクセル処理することで V 方向における受光量の変化を示す近似曲線を決定し、近似曲線に基づき受光量のピークとなるピーク位置を検出するように構成されていてもよい。これにより、ピーク位置が精度よく求められるため、プロファイルの測定精度が向上する。

10

【 0 0 3 8 】

[ 観点 7 ]

図 3 や図 1 0 に関連して説明されたように、表示装置 3 および CPU 2 5 の UI 部 2 9 は、X - Z 断面のプロファイルを示す画像を表示する表示手段として機能する表示装置 3 および UI 部 2 9 は、U 方向の解像度と V 方向の解像度との比率に基づき画像を V 方向に引き伸ばして生成されたプロファイル画像を表示してもよい。これにより、ユーザは、光学式変位計 1 0 0 により測定されたプロファイルが、実際のワーク W のプロファイルとして正しいかどうかを判断しやすくなる。

20

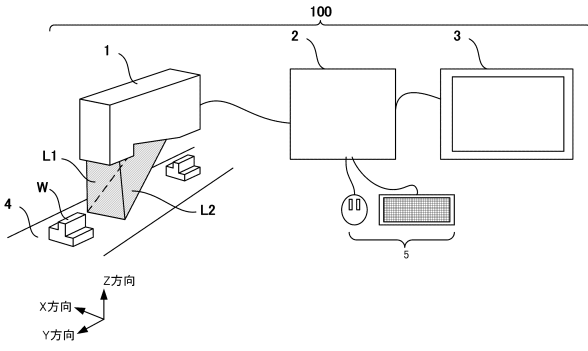
30

40

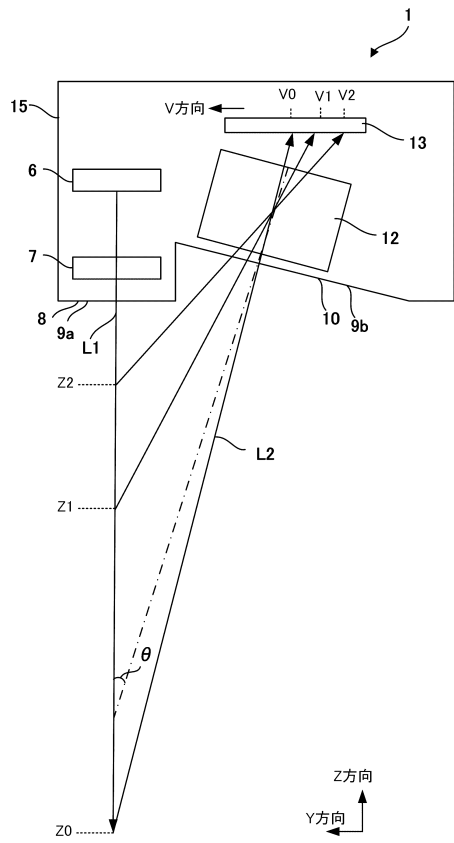
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

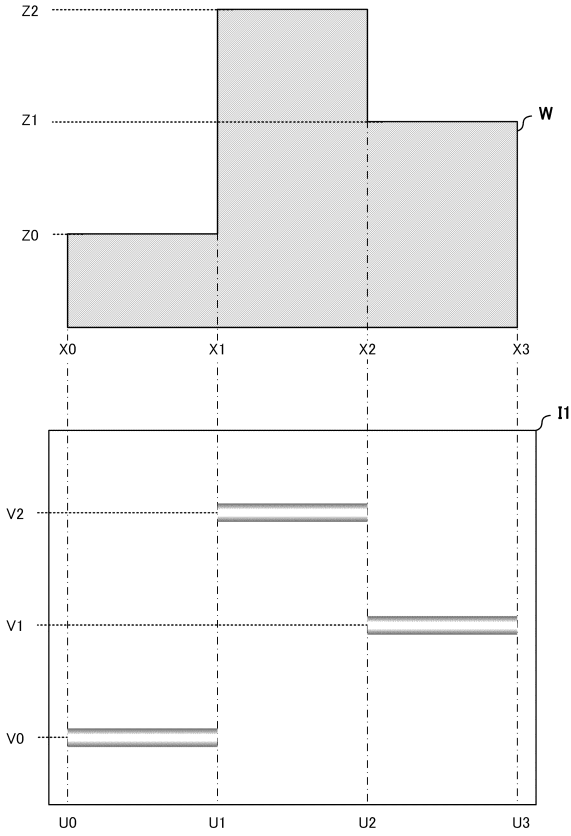
20

30

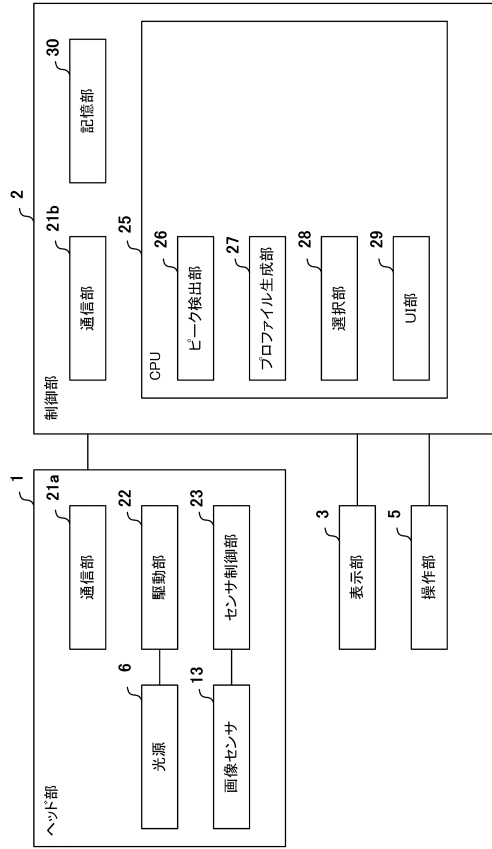
40

50

【図3】



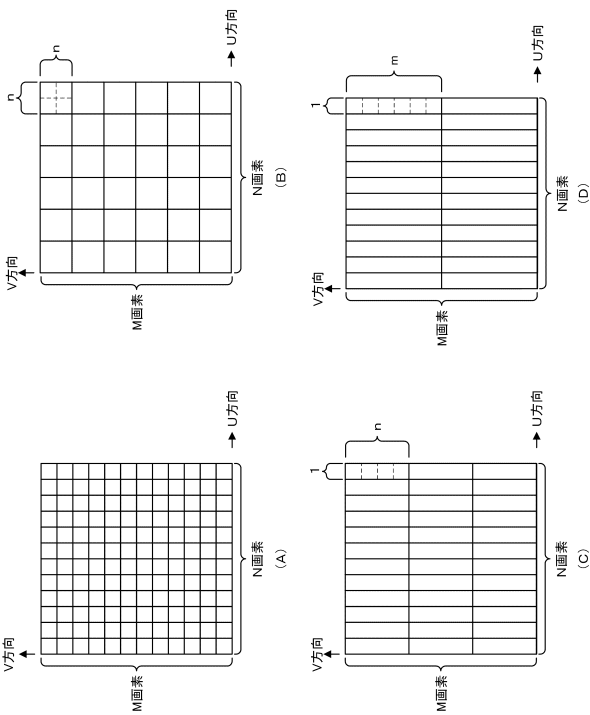
【図4】



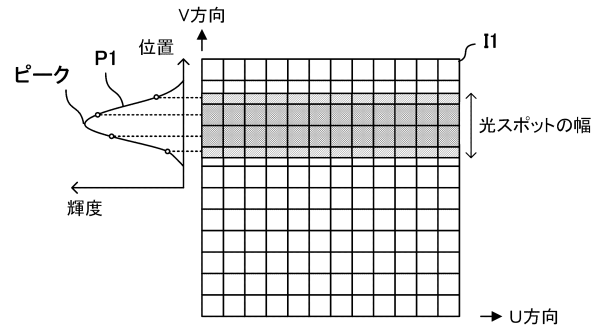
10

20

【図5】



【図6】

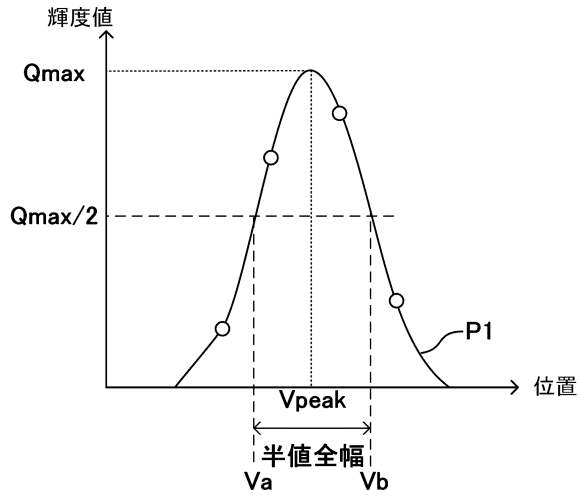


30

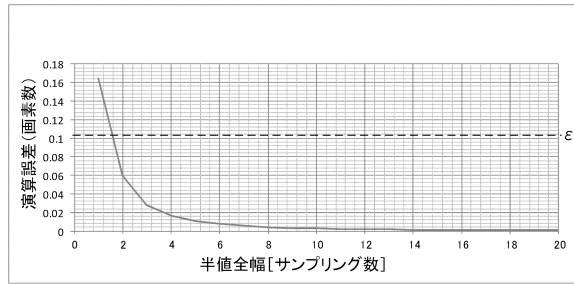
40

50

【 図 7 】

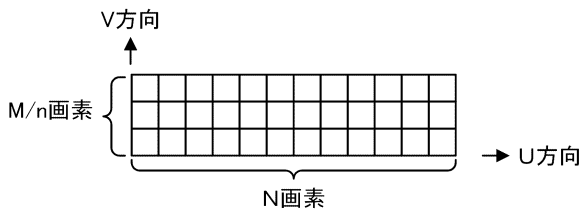


【 図 8 】

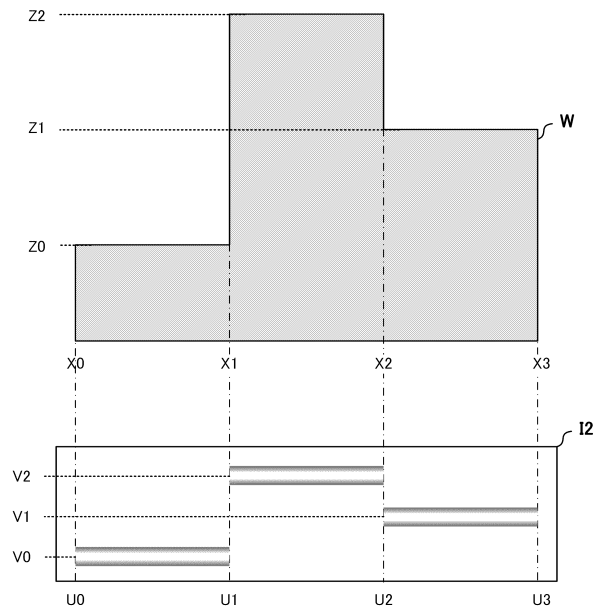


10

【 図 9 】



【 図 10 】



20

30

40

50

## フロントページの続き

弁理士 坂本 隆志

(72)発明者 冬野 明

大阪府大阪市東淀川区東中島 1 - 3 - 14 株式会社キーエンス内

(72)発明者 土田 佳孝

大阪府大阪市東淀川区東中島 1 - 3 - 14 株式会社キーエンス内

審査官 飯村 悠斗

(56)参考文献 特開 2017 - 207520 (JP, A)

特開 2016 - 161474 (JP, A)

特開 2016 - 109671 (JP, A)

特開 2013 - 123589 (JP, A)

特開 2016 - 200607 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30