

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6576664号
(P6576664)

(45) 発行日 令和1年9月18日 (2019.9.18)

(24) 登録日 令和1年8月30日 (2019.8.30)

(51) Int. Cl. F I
G O 1 B 11/00 (2006.01) G O 1 B 11/00 H
G O 6 T 7/187 (2017.01) G O 6 T 7/187

請求項の数 13 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-70758 (P2015-70758)	(73) 特許権者	000137694
(22) 出願日	平成27年3月31日 (2015.3.31)		株式会社ミットヨ
(65) 公開番号	特開2016-191579 (P2016-191579A)		神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号
(43) 公開日	平成28年11月10日 (2016.11.10)	(74) 代理人	100166545
審査請求日	平成30年2月6日 (2018.2.6)		弁理士 折坂 茂樹
		(72) 発明者	吉田 博行
			神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内
		(72) 発明者	高田 彰
			神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内
		(72) 発明者	海江田 誠
			宮崎県宮崎市田野町甲10652-1 株式会社ミットヨ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エッジ検出偏り補正值計算方法、エッジ検出偏り補正方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スキャンする方向において明暗の変化の向きが反対の、互いに向かい合った1組のエッジ間の距離を画像測定機により測定し、エッジ部分の明暗の変化について予め定められた正負の方向に応じて、前記1組のエッジ間が明領域である場合と暗領域である場合とで正負の符号が同じになるように測定値と真値との差をとることで、前記明領域及び前記暗領域のそれぞれの偏り補正值を計算するエッジ検出偏り補正值計算方法。

【請求項 2】

前記1組のエッジを、互いに直交する方向に更に1組備え、前記偏り補正值を各方向について計算することを特徴とする請求項1に記載のエッジ検出偏り補正值計算方法。

【請求項 3】

前記画像測定機の撮像視野に対応する明暗2色の長方形が縦横交互に複数配された市松模様の校正用チャートを用いて、各エッジ部分を当該画像測定機でスキャンすることにより、前記長方形ごとに、前記長方形に含まれる互いに向かい合ったエッジ間の距離を直交する各方向についてそれぞれ測定して各方向の前記偏り補正值を計算することを特徴とする請求項2に記載のエッジ検出偏り補正值計算方法。

【請求項 4】

前記距離の測定及び前記偏り補正值の計算を、前記画像測定機の光学設定ごとに行うことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のエッジ検出偏り補正值計算方法。

【請求項 5】

10

20

画像測定機による測定対象物のスキャンにより検出されたエッジ検出点における互いに直交する各方向の検出点補正值を、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のエッジ検出偏り補正值計算方法により計算された前記偏り補正值を用いて計算する検出点補正值計算ステップと、

前記各方向の前記検出点補正值に基づき前記エッジ検出点の補正量を特定する補正量特定ステップと、

前記補正量を用いて前記エッジ検出点を補正する検出点補正ステップと、
を実行するエッジ検出偏り補正方法。

【請求項 6】

前記検出点補正值計算ステップは、前記画像測定機の撮像視野に対応する明暗 2 色の長方形が縦横交互に複数配された市松模様の校正用チャートを用い、各エッジ部分を当該画像測定機でスキャンして前記長方形に含まれる互に向かい合ったエッジ間の距離を直交する各方向についてそれぞれ測定することにより予め計算された各方向の前記偏り補正值が、前記複数の前記長方形ごとに記録された補正值テーブルを参照し、前記エッジ検出点の近傍の 1 以上の前記長方形の前記偏り補正值を、各方向についてそれぞれ内挿することによって、前記エッジ検出点における各方向の検出点補正值を計算することを特徴とする請求項 5 に記載のエッジ検出偏り補正方法。

【請求項 7】

前記補正值テーブルは、前記画像測定機の光学設定ごとに用意され、

前記検出点補正值計算ステップは、エッジ検出偏り補正を実行する際の光学設定に対応する前記補正值テーブルを参照することを特徴とする請求項 6 に記載のエッジ検出偏り補正方法。

【請求項 8】

前記補正量特定ステップは、前記偏り補正值を得た測定の際のスキャン方向に対する前記エッジ検出点を検出する際のスキャン方向の傾きに依りて、各方向の前記検出点補正值のいずれか一方を補正量として特定することを特徴とする請求項 5 から 7 のいずれか 1 項に記載のエッジ検出偏り補正方法。

【請求項 9】

前記補正量特定ステップは、前記偏り補正值を得た測定の際のスキャン方向に対する前記エッジ検出点を検出する際のスキャン方向の傾きに依りて、各方向の前記検出点補正值を按分して求めた値を補正量として特定することを特徴とする請求項 5 から 7 のいずれか 1 項に記載のエッジ検出偏り補正方法。

【請求項 10】

前記検出点補正ステップは、前記エッジ検出点の座標に、前記補正量特定ステップで特定された前記補正量を、前記偏り補正值を得た測定の際のスキャン方向に対する前記エッジ検出点を検出する際のスキャン方向の傾きを考慮して加算又は減算することにより、前記エッジ検出点を補正することを特徴とする請求項 5 から 9 のいずれか 1 項に記載のエッジ検出偏り補正方法。

【請求項 11】

前記検出点補正ステップは、前記エッジ検出点の座標を (x、y)、エッジ部分において暗から明に変化する方向が正方向として定義されているときの前記補正量を d L、x 軸方向に対する前記エッジ検出点を検出する際のスキャンの方向の傾きを θ とした場合、補正後の座標 (Tx、Ty) を、前記エッジ検出点を検出する際のスキャンの方向でのエッジ部分の明暗の変化の向きが暗から明方向のときには、

$$Tx = X + dL \cdot \cos \theta$$

$$Ty = Y + dL \cdot \sin \theta$$

により求め、明暗の変化の向きが明から暗方向のときには、

$$Tx = X - dL \cdot \cos \theta$$

$$Ty = Y - dL \cdot \sin \theta$$

により求める

ことを特徴とする請求項10に記載のエッジ検出偏り補正方法。

【請求項12】

コンピュータに請求項1から4のいずれか1項に記載のエッジ検出偏り補正值計算方法を実行させるためのプログラム。

【請求項13】

コンピュータに請求項5から11のいずれか1項に記載のエッジ検出偏り補正方法を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、画像測定機においてエッジ検出の際に生じた検出偏りを補正するエッジ検出偏り補正值計算方法、エッジ検出偏り補正方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

画像測定機は、測定対象であるワークを対物レンズを介してCCDカメラで撮像し、この撮像された画像から明暗の境界であるエッジを複数箇所を検出することでワークの形状や寸法等の測定を行う。エッジの検出は一般に、検出範囲を示すエッジ検出ツールを利用者の操作により撮像されたワーク画像に重ねて表示させることにより行う。ツールは、ワーク形状や測定内容にあわせて様々な形状のものが用意されている。例えば図11(a)に示すような直線状のものや、図11(b)に示すような長方形のものなどがあり、いずれの場合もワーク画像21上にツール22を表示させ、矢印方向に画像情報を探索することによりエッジ23を検出する。具体的には、ツール上のグレースケールを読み取り、明暗の境界を所定のアルゴリズムにより特定して、特定した明暗の境界をエッジとして検出する。

20

【0003】

しかし画像測定機では、レンズの収差やカメラの傾きなどに起因して、CCDカメラで撮像された画像データに歪みなどの誤差が含まれ、この誤差の存在によりエッジの位置の検出精度が劣化する。そこで、このような誤差を補正するため、画像データに対して例えば特許文献1、2に示されるような画面内補正処理が施されるのが一般的である。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-4391号公報

【特許文献2】特許第5412757号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

画面内補正処理を施すことにより、レンズの収差やカメラの傾きなどに起因する画像データの誤差は補正されるが、補正後の画像データを用いても、検出されるエッジの位置にはエッジ検出アルゴリズムなどに起因する多少の誤差が残存する。そして、その誤差の大きさは、照明の種類、解像度、レンズの種類・個体差などの光学設定や、撮像視野内におけるエッジの検出位置の違いにより異なる。

40

【0006】

本発明は、エッジ検出誤差を補正するための偏り補正值を予め用意しておくためのエッジ検出偏り補正值計算方法、用意した偏り補正值を補正対象のエッジ検出点の位置の補正に適用するためのエッジ検出偏り補正方法、およびそれらの方法を実行するプログラム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】

【0007】

本発明のエッジ検出偏り補正值計算方法は、スキャンする方向において明暗の変化の向

50

きが反対の、互いに向かい合った1組のエッジ間の距離を画像測定機により測定し、測定値と真値との差に基づき偏り補正値を計算する。例えば、ワークの明の領域からスキャンしたとき、明の領域から暗の領域に変化するエッジと暗の領域から明の領域に変化するエッジとの間の距離を画像測定機により測定し、この測定値と真値との差をとることにより偏り補正値を得る。この方法によれば、容易に偏り補正値を得ることができる。

【0008】

適用するエッジ検出アルゴリズムによっては、エッジ間が暗の領域である場合にはエッジ間の距離が真値よりも広がって測定され、明の領域である場合には真値よりも狭まって測定される。この場合、エッジ部分における明暗の変化について正負の方向を予め定義しておくことで、定義した正負の方向に対して、偏り補正値が各領域の幅をそれと同じ方向に補正するものであるか逆方向に補正するものであるかにより偏り補正値の符号を特定することができる。そのため、このように符号が特定された偏り補正値により、エッジ部分の明暗の変化について定義した正負の方向を基準として適切な方向に補正を施すことができる。例えば、エッジ部分において暗から明に変化する方向を正方向とすると、広がった暗の領域の幅を狭める方向も狭まった明の領域を広げる方向も共に負の方向となり、したがって偏り補正値は共に負の値となる。一方、エッジ部分において明から暗に変化する方向を正方向とすると、偏り補正値は共に正の値となる。つまり、偏り補正値の符号はエッジ間が暗の領域であっても明の領域であっても同じになる。そのため、偏り補正値を求めるために、測定値と真値との差をとる際には、エッジ間が暗の領域である場合と明の領域である場合とで偏り補正値の符号が同じになるように立式すればよい。

【0009】

互いに向かい合った1組のエッジを、互いに直交する方向に更に1組備え、偏り補正値を各方向について計算するようにしてもよい。これにより、互いに直交する各方向の間で偏り補正値に差が生じる場合にも適切に補正を施すことができる。

【0010】

画像測定機の撮像視野に対応する、明暗2色の長方形が縦横交互に複数配された市松模様の校正用チャートを用いて、各エッジ部分を当該画像測定機でスキャンすることにより、当該長方形ごとに、当該長方形に含まれる互いに向かい合ったエッジ間の距離を直交する各方向についてそれぞれ測定して各方向の偏り補正値を計算するようにしてもよい。ここで、長方形とは四隅が直角の四角形を意味し、正方形を含む。これにより、撮像視野内の長方形の領域ごとに互いに直交する各方向の偏り補正値が得られるため、測定位置によって誤差の程度が異なっても撮像視野全域において高精度に偏り補正をすることができる。

【0011】

画像測定機において生じるエッジ検出位置の誤差は、適用する照明の種類、解像度、レンズの種類・個体差などの光学設定によって異なることから、エッジ間の距離の測定及びそれに基づく偏り補正値の計算・収集を画像測定機の光学設定ごとに行ってもよい。これにより、幅広い測定条件の下で高精度に偏り補正をすることができる。

【0012】

本発明のエッジ検出偏り補正方法は、画像測定機による測定対象物のスキャンにより検出されたエッジ検出点における補正値である検出点補正値を、予め当該画像測定機による測定により得られた偏り補正値を用いて互いに直交する各方向について計算する検出点補正値計算ステップと、各方向の検出点補正値に基づきエッジ検出点の補正量を特定する補正量特定ステップと、特定した補正量を用いてエッジ検出点を補正する検出点補正ステップと、を実行する。

【0013】

検出点補正値計算ステップは、画像測定機の撮像視野に対応する明暗2色の長方形が縦横交互に複数配された市松模様の校正用チャートを用いて、各エッジ部分を当該画像測定機でスキャンして当該長方形に含まれる互いに向かい合ったエッジ間の距離を直交する各方向についてそれぞれ測定することにより予め計算された各方向の偏り補正値が、当該複

数の当該長方形ごとに記録された補正值テーブルを参照し、エッジ検出点の近傍の1以上の当該長方形の偏り補正值を、各方向についてそれぞれ内挿することによって、エッジ検出点における各方向の検出点補正值を計算してもよい。このように、撮像視野内の長方形の領域ごとに計算された互いに直交する各方向の偏り補正值を用い、かつ、エッジ検出点の近傍の1以上の長方形の偏り補正值を、各方向についてそれぞれ内挿してエッジ検出点における各方向の検出点補正值を計算することで、エッジ検出点が、撮像視野内のどの位置にあっても、また、補正值テーブルに偏り補正值が記録されている各長方形を代表する各位置からずれた位置にあっても、適切な検出点補正值を得ることができ、よって撮像視野全域において高精度に偏り補正をすることができる。更に、補正值テーブルを画像測定機の光学設定ごとに用意しておき、エッジ検出偏り補正を実行する際の光学設定に対応する補正值テーブルを参照するようにすることで、幅広い測定条件の下で高精度に偏り補正をすることができる。

10

【0014】

補正量特定ステップは、偏り補正值を得た測定の際のスキャンの方向に対するエッジ検出点を検出する際のスキャン方向の傾きに応じて、各方向の検出点補正值のいずれか一方を補正量として特定するようにしてもよい。具体的には、例えば、偏り補正值を得た測定の際のスキャンの各方向をx方向、y方向とし、エッジ検出点を検出する際のスキャン方向の傾きがx方向に対して±45度以内ならばx方向の検出点補正值を、±45度から90度であればy方向の検出点補正值を、補正量として特定する。このようにエッジ検出点を検出する際のスキャンが傾いている方向に近い方向の検出点補正值を補正量として特定することで、適切な補正量を偏り補正に反映することができる。

20

【0015】

補正量特定ステップは、偏り補正值を得た測定の際のスキャン方向に対するエッジ検出点を検出する際のスキャン方向の傾きに応じて、各方向の前記検出点補正值を按分して求めた値を補正量として特定するようにしてもよい。このように各方向の検出点補正值をスキャン方向の傾きに応じて按分した値を補正量として特定することで、より適切な補正量を偏り補正に反映することができる。

【0016】

検出点補正ステップは、エッジ検出点の座標に、補正量特定ステップで特定された補正量を、偏り補正值を得た測定の際のスキャンの方向に対するエッジ検出点を検出する際のスキャン方向の傾きを考慮して加算又は減算することにより、エッジ検出点を補正するようにしてもよい。これにより、偏り補正值を得た測定の際のスキャンの方向に対してエッジ検出点を検出する際のスキャン方向が傾いていたとしても、傾きを加味して補正量をエッジ検出点の各座標の補正に反映することで、適切に偏り補正を施すことができる。具体的には、例えば、エッジ検出点の座標を(X、Y)、エッジ部分において暗から明に変化する方向が正方向として定義されているときの補正量をdL、x軸方向に対するエッジ検出点を検出する際のスキャンの方向の傾きをθとした場合、補正後の座標(T_x 、 T_y)を、エッジ検出点を検出する際のスキャンの方向でのエッジ部分の明暗の変化の向きが暗から明方向のときには、

30

$$T_x = X + dL \cdot \cos \theta$$

$$T_y = Y + dL \cdot \sin \theta$$

により求め、明暗の変化の向きが明から暗方向のときには、

$$T_x = X - dL \cdot \cos \theta$$

$$T_y = Y - dL \cdot \sin \theta$$

により求める。

40

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の方法が実行される画像測定機の一例を示す図である。

【図2】エッジ間の距離の測定方法を説明する図である。

【図3】偏り補正值の計算方法及び符号について説明する図である。

50

【図４】互いに直交する２組のエッジの位置関係の一例を示す図である。

【図５】校正用チャートの一例を示す図である。

【図６】本発明のエッジ検出偏り補正方法の処理フローを示す図である。

【図７】検出点補正値を計算する方法を説明する図である。

【図８】補正量を特定する方法を説明する図である。

【図９】補正量を特定する別の方法を説明する図である。

【図１０】エッジ検出点の補正方法を説明する図である。

【図１１】ワーク画像、ツール、エッジの関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

10

本発明は、画像測定機による測定対象物の測定に先立ち、以下説明するエッジ検出偏り補正値計算方法により、当該画像測定機によるエッジ位置の検出偏りを校正用チャート等を用いて偏り補正値として把握した上で、以下説明するエッジ検出偏り補正方法により、測定対象物について測定されたエッジ位置を、事前に把握した偏り補正値に基づき補正するものである。

【００１９】

図１に本発明のエッジ検出偏り補正値計算方法及びエッジ検出偏り補正方法が実行される画像測定機の一例を示す。画像測定装置１は、ステージ１００と、筐体１１０と、コンピュータシステム１４０とを備える。ステージ１００は、その上面が水平面と一致するように配置され、当該上面にワーク（測定対象物）Ｗが載置される。ステージ１００は、ハンドル１０１及び１０２の回転操作により、Ｘ軸方向及びＹ軸方向に移動可能とされる。筐体１１０は、透過照明や落射照明などの照明装置を含む光学系１２０と撮像素子１３０を内包するとともに、ハンドル１１２の回転操作により筐体１１０自身を光学系１２０及び撮像素子１３０とともにＺ軸方向に移動可能とする。コンピュータシステム１４０は、例えばコンピュータ本体１４１、キーボード１４２、マウス１４３、及び表示手段１４４を備える。本発明のエッジ検出偏り補正値計算方法及びエッジ検出偏り補正方法は、例えば、コンピュータで実行可能なプログラムとして記述され、コンピュータシステム１４０上で実行される。

20

【００２０】

〔エッジ検出偏り補正値計算方法〕

30

本発明のエッジ検出偏り補正値計算方法は、スキャンする方向において明暗の変化の向きが反対の、互いに向かい合った１組のエッジ間の距離を画像測定機により測定し、測定値と真値との差をとることにより偏り補正値を得る。ここで、真値とはマイクロメータ等の接触式の測定工具による測定値や、寸法が正確に表現された校正用チャートを構成する各長方形の寸法などを意味する。

【００２１】

エッジ間の距離の測定方法の一例を図２を参照しつつ説明する。エッジ間の距離は、本来は線と線との距離であるが、各エッジが平行でない場合、両方の線に下ろすことができる垂線が存在しなくなるため、距離を測れない。そこで、線と点の距離を測定する。すなわち、まず図２(a)に示すように一方のエッジについて、ツール内で複数のエッジ点を検出し、これらの検出点を疑似的に結ぶ直線を最小二乗法などにより求める。この線に対して他方のエッジのツール内の例えば中間点から垂線をおろし、この垂線の長さ h_1 を求める。続いて、図２(b)に示すように線と点の関係を逆にして同様な方法により垂線の長さ h_2 を求め、 h_1 と h_2 の平均をとることにより当該エッジ間の距離とする。これは、いずれか一方のエッジだけで距離を求めた場合、複数のエッジ検出点を疑似的に結んだ直線が傾いていると幅の測定値として正確性に欠くためである。

40

【００２２】

偏り補正値の計算方法について、エッジを境界として明暗が繰り返し変化する図３に示すチャートを参照しつつ説明する。紙面上左から右にスキャンする場合、エッジ１１で明の領域から暗の領域に変化しており、エッジ１１と向かい合ったエッジ１２では、反対に

50

暗の領域から明の領域に変化している。この1組のエッジ間の距離を画像測定機により測定して、測定値と真値との差をとり、これに基づき得られた値をエッジ11とエッジ12に挟まれた暗の領域を代表する偏り補正值とする。また、エッジ12と向かい合ったエッジ13では、更に反対に明の領域から暗の領域に変化している。この1組のエッジ間の距離を画像測定機により測定して、測定値と真値との差をとり、これに基づき得られた値をエッジ12とエッジ13に挟まれた明の領域を代表する偏り補正值とする。

【0023】

図3に示す例では、エッジ間が暗の領域の場合にはエッジ間の距離が真値よりも広がって測定され、明の領域の場合には真値よりも狭まって測定されている。このような現象の発生は主に画像測定機のエッジ検出アルゴリズムに起因する。この場合、例えば測定値から真値を引く形で差をとって偏り補正值を計算すると、エッジ間が暗の領域である場合には正の値になり、明の領域である場合は負の値になる。このように偏り補正值の符号が異なることは、エッジ間の距離を単に補正するという観点からは適切である。しかし、本発明における補正の対象は明暗を画するエッジの位置であり、エッジ間の距離が伸縮するのは、あくまで領域を挟む両側のエッジの位置の補正により付随的に生じるものである。このように補正の対象がエッジの位置であると捉えたと、エッジ部分における明暗の変化について正負の方向を予め定義しておくことで、定義した正負の方向に対して、偏り補正值がエッジの位置をそれと同じ方向に補正するものであるか逆方向に補正するものであるかにより偏り補正值の符号を特定することができる。そのため、このように符号が特定された偏り補正值により、エッジ部分の明暗の変化について定義した正負の方向を基準として適切な方向に補正を施すことができる。例えば、エッジ部分において暗から明に変化する方向を正方向とすると、広がった暗の領域の幅を狭める方向も狭まった明の領域を広げる方向も共に負方向となり、したがって偏り補正值は共に負の値となる。一方、エッジ部分において明から暗に変化する方向を正方向とすると、偏り補正值は共に正の値となる。つまり、偏り補正值の符号はエッジ間が暗の領域であっても明の領域であっても同じになる。そのため、偏り補正值を求めるために測定値と真値との差をとる際には、エッジ間が暗の領域である場合と明の領域である場合とで偏り補正值の符号が同じになるように立式すればよい。なお、暗の領域の広がり及び明の領域の狭まりは、領域を挟む両側のエッジのズレにより生じているため、エッジごとの偏り補正值は、測定値と真値との差の $1/2$ となる。そのため例えば、エッジ部分において暗から明に変化する方向を正方向とすると、暗の領域の偏り補正值は、広がった暗の領域の幅を狭める方向、すなわち明から暗の方向となるため負の値となり、したがって $(真値 - 測定値) / 2$ により求められる。また、明の領域の偏り補正值は、狭まった明の領域を広げる方向、すなわち明から暗の方向となるため同様に負の値となり、したがって $(測定値 - 真値) / 2$ により求められる。

【0024】

エッジ間の距離の測定及び偏り補正值の計算は、1組のエッジに対してのみ行うのではなく、図4に示すようにそれと互いに直交する1組のエッジに対しても行うことで補正の精度を高めることができる。

【0025】

画像測定機において生じるエッジ検出位置の誤差は、検出するエッジが画像測定機の撮像視野内のどこに位置しているかにより異なる。そのため、撮像視野をできるだけ細分化し、細分化された領域ごとに偏り補正值を用意しておくことが望ましい。そこで例えば、画像測定機の撮像視野に対応する、図5に示すような明暗2色の長方形を縦横交互に複数配した市松模様の校正用チャートを用いて、各エッジ部分を当該画像測定機でスキャンすることにより、当該長方形ごとに、当該長方形に含まれる互いに向かい合ったエッジ間の距離を互いに直交する各方向についてそれぞれ測定して各方向の偏り補正值を計算するようにしてもよい。校正用チャートは、例えば、透過照明・落射照明問わずに適用が可能な、透明なガラス板に不透明な素材で模様がプリントされたものが好適である。市松模様を構成する長方形は四隅が直角の四角形を意味するが、校正の作業性の観点から一般的には正方形のものが用いられる。また、計算結果として得られた各長方形の各方向の偏り補正

値は偏り補正時に利用するため、例えば補正值テーブルに撮像視野内のどこに位置する長方形であるかという位置情報とともに記録しておく。各長方形の位置情報として記録する位置は各長方形内の任意の位置で構わないが、当該長方形を代表する値であるため、例えば、対角線の交点など中心部とするのが望ましい。これにより、撮像視野内の各長方形ごとに各方向の偏り補正值が得られるため、測定位置によって誤差の程度が異なっているにもかかわらず撮像視野全域において高精度に偏り補正をすることができる。

【0026】

また、画像測定機において生じるエッジ検出位置の誤差は、適用する照明の種類（例えば、透過照明や落射照明）、解像度モード（例えば、通常モードや高解像度モード）、レンズの種類・個体差などの光学設定により異なる。そのため、エッジ間の距離の測定及びそれに基づく偏り補正值の計算・収集を画像測定機の光学設定ごとに行っておくことで、幅広い測定条件の下で高精度に偏り補正をすることができる。

【0027】

〔エッジ検出偏り補正方法〕

図6に本発明のエッジ検出偏り補正方法の処理フローを示す。本発明のエッジ検出偏り補正方法は、画像測定機による画像測定機による測定対象物のエッジ部分のスキャンにより検出されたエッジ検出点における補正值である互いに直交する各方向の検出点補正值を、予め当該画像測定機による測定により得た偏り補正值を用いて計算する検出点補正值計算ステップ（S1）と、各方向の検出点補正值に基づきエッジ検出点の補正に用いる補正量を特定する補正量特定ステップ（S2）と、特定した補正量を用いてエッジ検出点を補正する検出点補正ステップ（S3）とを実行する。

【0028】

検出点補正值計算ステップ（S1）は、画像測定機の撮像視野に対応する明暗2色の長方形が縦横交互に複数配された市松模様の校正用チャートを用いて、各エッジ部分を当該画像測定機でスキャンして当該長方形に含まれる互に向かい合ったエッジ間の距離を直交する各方向についてそれぞれ測定することにより予め計算された各方向の偏り補正值が、当該複数の当該長方形ごとに記録された補正值テーブルを参照し、エッジ検出点の近傍の1以上の当該長方形の偏り補正值を、各方向についてそれぞれ内挿することによって、エッジ検出点における各方向の検出点補正值を計算してもよい。計算方法について、図7を参照して説明する。ここで、補正值テーブルには、各長方形の各方向の偏り補正值が、撮像視野内のどこに位置する長方形であるかという位置情報とともに記録されているものとする。また、各長方形の位置情報として記録された位置は各長方形の中心にあたる座標とする。内挿の方法は任意であり、例えば、補正前のエッジ検出点の位置座標が（X、Y）であり、エッジ検出点の近傍の4つの長方形につき偏り補正值が登録されている位置座標がそれぞれ（ X_1 、 Y_1 ）、（ X_2 、 Y_1 ）、（ X_1 、 Y_2 ）、（ X_2 、 Y_2 ）であるとき、これら4点にそれぞれ登録されたx方向、y方向の偏り補正值（ d_{x1} 、 d_{y1} ）、（ d_{x2} 、 d_{y1} ）、（ d_{x1} 、 d_{y2} ）、（ d_{x2} 、 d_{y2} ）について、（X、Y）からの距離の近さの重み付きで線形補間することにより、検出点補正值（ d_x 、 d_y ）を得る。このように、撮像視野内の各長方形領域ごとに予め計算された各方向の偏り補正值を用い、かつ、エッジ検出点の近傍の1以上の長方形の偏り補正值から内挿によりエッジ検出点における各方向の検出点補正值を計算することで、エッジ検出点が、撮像視野内のどの位置にあっても、また、補正值テーブルに偏り補正值が記録されている各長方形を代表する各位置からずれた位置にあっても、適切な検出点補正值を得ることができ、よって撮像視野全域において高精度に偏り補正をすることができる。更に、補正值テーブルを画像測定機の光学設定ごとに用意しておき、エッジ検出偏り補正を実行する際の光学設定に対応する補正值テーブルを参照するようにすることで、幅広い測定条件の下で高精度に偏り補正をすることができる。

【0029】

補正量特定ステップ（S2）は、偏り補正值を得た測定の際のスキャンの方向に対するエッジ検出点を検出する際のスキャン方向の傾きにに応じて、各方向の検出点補正值のい

れか一方を補正量として特定するようにしてもよい。特定方法について、図8を参照して説明する。例えば、エッジ検出点の座標が、補正前のエッジ14a上の(X、Y)であり、x方向の検出点補正値がd x、これと直交するy方向の検出点補正値がd yであるとする。また、偏り補正値を得た測定の際のスキャンの方向は、d xを得た測定の際のx方向とd yを得た測定の際のy方向のいずれを選択してもよいが、ここではx方向であるとする。このとき、x方向に対するエッジ検出点を検出する際のスキャン方向の傾きを θ とすると、 θ が $-45^\circ \sim +45^\circ$ のときは補正量d Lとしてd xを適用し、 $+45^\circ \sim +90^\circ$ 、又は $-45^\circ \sim -90^\circ$ のときは補正量d Lとしてd yを適用する。このようにエッジ検出点を検出する際のスキャンが傾いている方向に近い方向の検出点補正値を補正量として特定することで、適切な補正量を偏り補正に反映することができる。

10

【0030】

また、補正量特定ステップ(S2)は、偏り補正値を得た測定の際のスキャン方向に対するエッジ検出点を検出する際のスキャン方向の傾きに依拠して、各方向の前記検出点補正値を按分して求めた値を補正量として特定するようにしてもよい。特定方法について、図9を参照して説明する。例えば、エッジ検出点の座標が、補正前のエッジ14a上の(X、Y)であり、x方向の検出点補正値がd x、これと直交するy方向の検出点補正値がd yであるとする。また、偏り補正値を得た測定の際のスキャンの方向は、d xを得た測定の際のx方向とd yを得た測定の際のy方向のいずれを選択してもよいが、ここではx方向であるとする。このとき、x方向に対するエッジ検出点を検出する際のスキャン方向の傾きを θ とし、補正量d Lを、 $\theta = 0$ のときにd x、 $\theta = \pm 90^\circ$ のときに $\pm d y$ となる、補正前のエッジ検出点の座標(X、Y)を中心として描かれる楕円形の軌跡として定義することにより、d Lにd x、d yの値が傾き θ に依拠して按分されるようにする。すなわち、

20

$$dL = dx \cdot dy / \sqrt{\{dy \cdot \cos \theta\}^2 + \{dx \cdot \sin \theta\}^2}$$

により補正量d Lを特定できる。このように各方向の検出点補正値をスキャン方向の傾きに依拠して按分した値を補正量として特定することで、より適切な補正量を偏り補正に反映することができる。

【0031】

検出点補正ステップ(S3)は、エッジ検出点の座標に、補正量特定ステップ(S2)で特定した補正量を、偏り補正値を得た測定の際のスキャンの方向に対するエッジ検出点を検出する際のスキャン方向の傾きを考慮して加算又は減算することにより、エッジ検出点を補正するようにしてもよい。これにより、偏り補正値を得た測定の際のスキャンの方向に対してエッジ検出点を検出する際のスキャン方向が傾いていたとしても、傾きを加味して補正量をエッジ検出点の各座標の補正に反映することで、適切に偏り補正を施すことができる。補正方法について、図10を参照して説明する。例えば、補正前のエッジ14a上のエッジ検出点の座標を(X、Y)、エッジ部分において暗から明に変化する方向が正方向として定義されているときの補正量をd L、x軸方向に対するエッジ検出点を検出する際のスキャンの方向の傾きを θ とした場合、補正後のエッジ14b上の座標(T_x 、 T_y)を、エッジ検出点を検出する際のスキャンの方向でのエッジ部分の明暗の変化の向きが暗から明方向(図10のケース)のときには、

30

$$T_x = X + dL \cdot \cos \theta$$

$$T_y = Y + dL \cdot \sin \theta$$

により求め、明暗の変化の向きが明から暗方向のときには、

40

$$T_x = X - dL \cdot \cos \theta$$

$$T_y = Y - dL \cdot \sin \theta$$

により求める。

【0032】

従来から行われている画面内補正と本発明のエッジ検出偏り補正は、それぞれ別の目的で行うものであるため、両方実施するかいずれか一方だけを実施するかは任意である。また、両方実施する場合の順序も任意である。

50

【0033】

本発明のエッジ検出偏り補正值計算方法及びエッジ検出偏り補正方法の各処理は、必要に応じ併合・分割しても構わない。また、本発明において表現されている技術的思想の範囲内で適宜変更が可能であり、その様な変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含む。

【0034】

コンピュータに本発明のエッジ検出偏り補正值計算方法及びエッジ検出偏り補正方法を実行させる場合、方法を構成する各処理内容はプログラムによって記述される。そのプログラムは、例えば、ハードディスク装置に格納されており、実行時には、必要なプログラムやデータがRAM(Random Access Memory)に読み込まれて、そのプログラムがCPUにより実行されることにより、コンピュータ上で各処理内容が実現される。

10

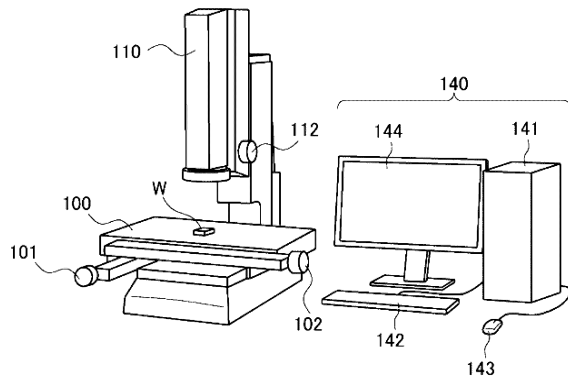
【符号の説明】

【0035】

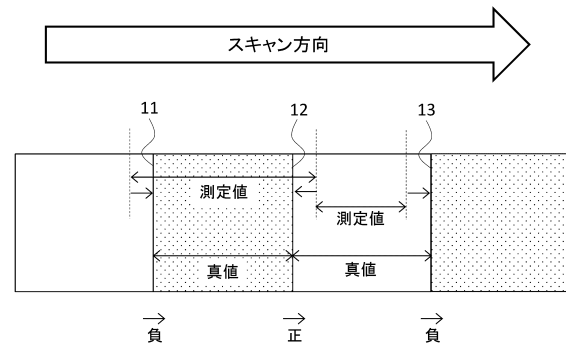
1 1、1 2、1 3、1 4 a、1 4 b、2 3…エッジ
2 1…ワーク画像
2 2…ツール
1 0 0…ステージ
1 0 1、1 0 2、1 1 2…ハンドル
1 1 0…筐体
1 2 0…光学系
1 3 0…撮像素子
1 4 0…コンピュータシステム
1 4 1…コンピュータ本体
1 4 2…キーボード
1 4 3…マウス
1 4 4…表示手段

20

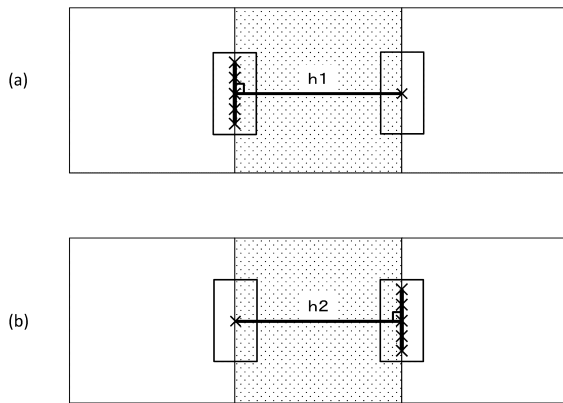
【図 1】



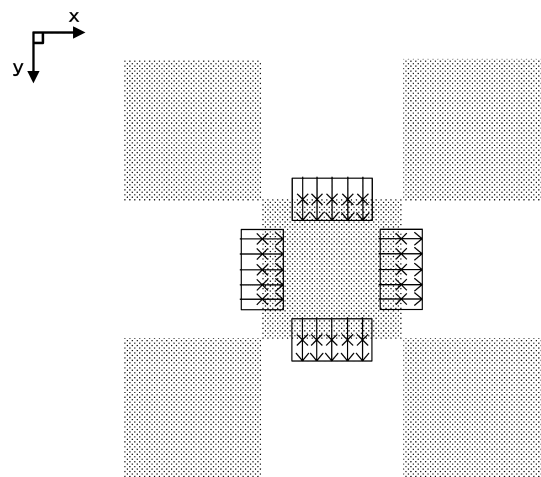
【図 3】



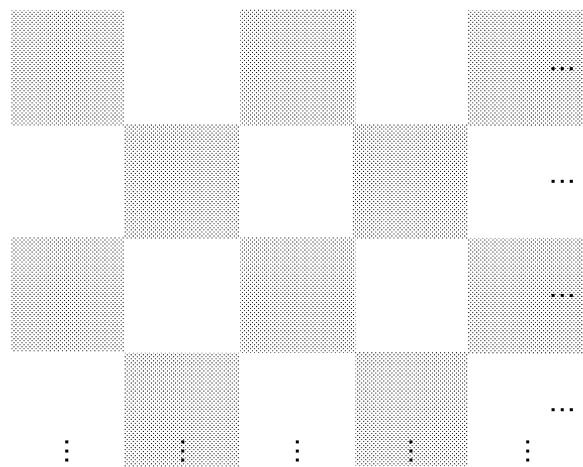
【図 2】



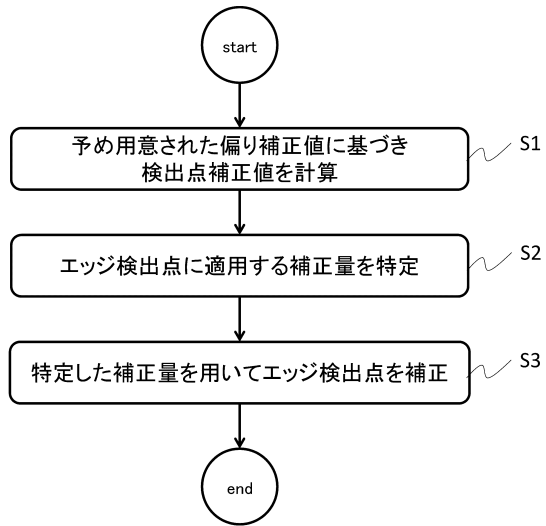
【図 4】



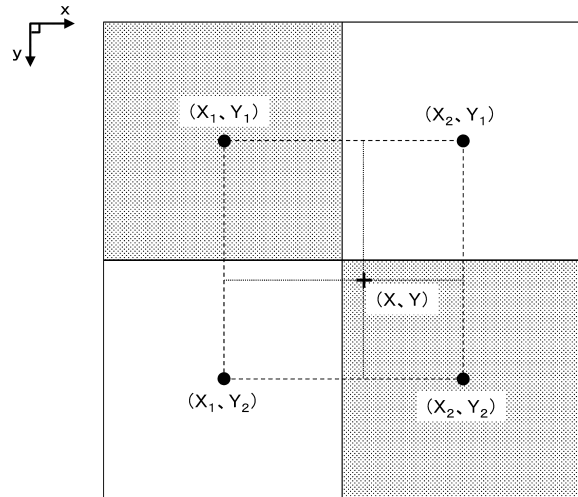
【図 5】



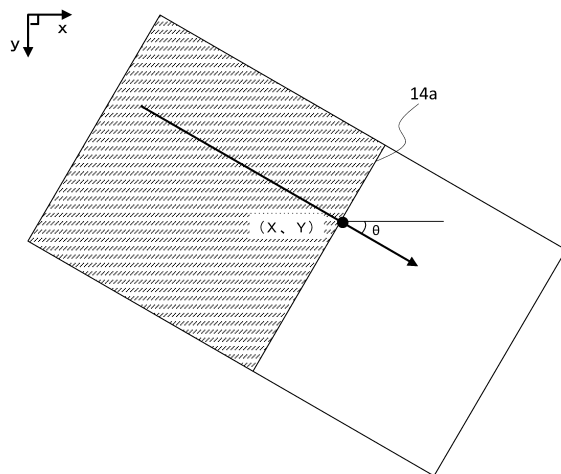
【図 6】



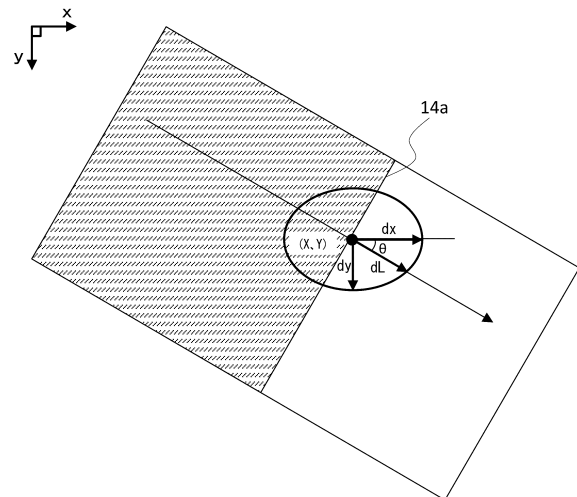
【図 7】



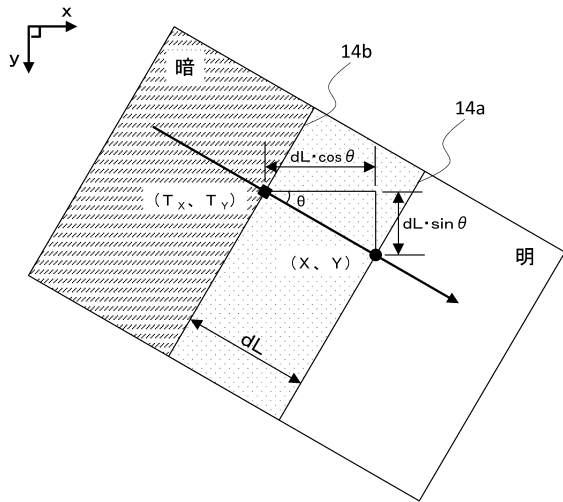
【図 8】



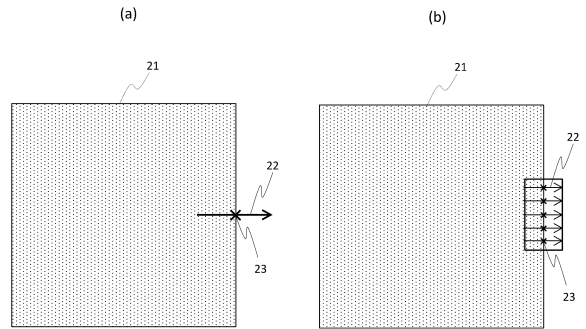
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 張 玉武
神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内
- (72)発明者 小松 浩一
神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内
- (72)発明者 浅野 秀光
神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内
- (72)発明者 花村 尚史
神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内
- (72)発明者 前田 拓甫
神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内
- (72)発明者 徳原 功
広島県呉市広古新開6丁目8番20号 株式会社ミットヨ内

審査官 九鬼 一慶

- (56)参考文献 特開2012-002664 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0183200 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B 11/00-11/30