

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4790223号
(P4790223)

(45) 発行日 平成23年10月12日(2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年7月29日(2011.7.29)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 E

A 6 1 B 1/04 (2006.01)

A 6 1 B 1/04 3 7 0

G 0 2 B 23/24 (2006.01)

G 0 2 B 23/24 B

G 0 6 T 1/00 (2006.01)

G 0 2 B 23/24 C

G 0 6 T 3/00 (2006.01)

G 0 6 T 1/00 3 1 5

請求項の数 6 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-11797 (P2004-11797)
 (22) 出願日 平成16年1月20日(2004.1.20)
 (65) 公開番号 特開2005-204724 (P2005-204724A)
 (43) 公開日 平成17年8月4日(2005.8.4)
 審査請求日 平成19年1月19日(2007.1.19)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100106909
 弁理士 棚井 澄雄
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100101465
 弁理士 青山 正和
 (74) 代理人 100094400
 弁理士 鈴木 三義
 (74) 代理人 100086379
 弁理士 高柴 忠夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 計測用内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

計測対象物を撮像する撮像手段を備えた電子内視鏡と、

該電子内視鏡に接続され、前記撮像手段からの撮像信号に基づいて映像信号を生成する画像処理手段と、

該画像処理手段で生成された映像信号を入力し、前記計測対象物の少なくとも欠損幅を計測する計測処理手段を備えた制御手段と、

該制御手段の指示に基づいて出力される出力画像を表示する表示手段とを有し、

前記計測処理手段は、

3点以上の基準点を基準点列として指定することにより、計測対象物の輪郭線の一部を基準エッジとして指定する基準エッジ指定手段と、

前記計測対象物上のある点を計測点として指定する計測点指定手段と、

前記基準点の空間座標を算出し、当該空間座標と、曲線の形状を指定する形状係数とに基づいて、前記基準エッジを仮想曲線として近似するエッジ近似手段と、前記形状係数の入力を受け付け、前記エッジ近似手段における前記仮想曲線が前記基準点を通ることを維持したまま、当該入力を受け付けた前記形状係数に基づいて、当該仮想曲線の形状を変更する仮想曲線形状変更手段と、

前記エッジ近似手段により近似した前記仮想曲線上の特定の点である仮想点と、前記計測点指定手段で指定した計測点との距離を求める欠損幅演算手段と、

を有することを特徴とする計測用内視鏡装置。

10

20

【請求項 2】

前記表示手段が、前記仮想曲線と前記仮想点とを、前記撮像手段において撮像された前記計測対象物の画像に重畳表示することを特徴とする請求項 1 に記載された計測用内視鏡装置。

【請求項 3】

前記計測処理手段が、前記仮想曲線上の複数の点について前記計測点との距離を求め、前記仮想曲線上で前記計測点との距離が最小になる点を前記仮想点として求めることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれかに記載された計測用内視鏡装置。

【請求項 4】

前記基準エッジ指定手段の前記基準点列の点数をひとつ増やしたときに、前記エッジ近似手段が、該加えられた点の座標と前記仮想曲線から前記仮想曲線の形状を修正することを特徴とする請求項 1 に記載された計測用内視鏡装置。

10

【請求項 5】

前記仮想曲線を選択するための仮想曲線選択手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載された計測用内視鏡装置。

【請求項 6】

前記計測対象物のエッジを抽出するエッジ抽出手段を有し、

前記エッジ近似手段は、前記エッジ抽出手段によって抽出されたエッジを前記基準エッジとすることを特徴とする請求項 1 に記載された計測用内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】**【0001】**

本発明は、機器内の計測対象物を撮像した画像に基づいて、特に欠け部の深さを計測する計測用内視鏡装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

主に航空機に使われるガスタービンでは、異物等の侵入により、タービンブレードあるいはコンプレッサブレードのエッジに欠けが生じることがある。このブレードの欠けの深さの寸法はブレードの交換を判断する条件のひとつであり、その検査は極めて重要なものである。

30

【0003】

こうした状況に対して、従来の計測用内視鏡においては、タービンブレードあるいはコンプレッサブレードのエッジの欠けの深さの計測に、直線と点との距離を求める計測方法が用いられており（例えば、特許文献 1 参照。）、こうした方法によって、エッジを直線で近似し、失われたエッジ上のから欠けの深さまでの距離を計測していた。

【特許文献 1】特開平 10 - 248806 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかし、従来の方法は、あくまでも、エッジの欠けを直線で近似して失われたエッジから欠けの深さまでの距離を計測するものであるため、エッジが直線あるいは直線に近い場合には、ある程度の精度が期待できるが、近年増えつつある曲線エッジを持つブレードでは欠け量の計測誤差が大きくなるといった問題があった。

40

【0005】

そこで、本発明は、上述の問題点に鑑みてなされたものであり、失われたエッジを曲線で近似し、仮想的な曲線上の仮想点と指定した計測点との距離を求めることにより、曲線エッジのブレードの欠け量に対する計測精度を向上させる計測用内視鏡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】**【0006】**

50

本発明は、上述の課題を解決するために、以下の手段を提案している。

請求項 1 に係る発明は、計測対象物を撮像する撮像手段を備えた電子内視鏡と、該電子内視鏡に接続され、前記撮像手段からの撮像信号に基づいて映像信号を生成する画像処理手段と、該画像処理手段で生成された映像信号を入力し、前記計測対象物の少なくとも欠損幅を計測する計測処理手段を備えた制御手段と、該制御手段の指示に基づいて出力される出力画像を表示する表示手段とを有し、前記計測処理手段は、3 点以上の基準点を基準点列として指定することにより、計測対象物の輪郭線の一部を基準エッジとして指定する基準エッジ指定手段と、前記計測対象物上のある点を計測点として指定する計測点指定手段と、前記基準点の空間座標を算出し、当該空間座標と、曲線の形状を指定する形状係数とに基づいて、前記基準エッジを仮想曲線として近似するエッジ近似手段と、前記形状係数の入力を受け付け、前記エッジ近似手段における前記仮想曲線が前記基準点を通ることを維持したまま、当該入力を受け付けた前記形状係数に基づいて、当該仮想曲線の形状を変更する仮想曲線形状変更手段と、前記エッジ近似手段により近似した前記仮想曲線上の特定の点である仮想点と、前記計測点指定手段で指定した計測点との距離を求める欠損幅演算手段と、を有することを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

10

【0007】

この発明によれば、基準エッジ指定手段の作動により、計測対象物の輪郭線の一部を基準エッジとして指定され、計測点指定手段の作動により、計測対象物上のある点が計測点として指定される。そして、エッジ近似手段の作動により、指定された基準エッジをパラメトリック曲線で補間した仮想曲線として近似し、欠損幅演算手段の作動により、近似された仮想曲線上の特定の点である仮想点と、計測点との距離が求められる。

20

【0009】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載された計測用内視鏡装置について、前記表示手段が、前記仮想曲線と前記仮想点とを、前記撮像手段において撮像された前記計測対象物の画像に重畳表示することを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

【0011】

請求項 3 に係る発明は、請求項 1 または請求項 2 のいずれかに記載された計測用内視鏡装置について、前記計測処理手段が、前記仮想曲線上の複数の点について前記計測点との距離を求め、前記仮想曲線上で前記計測点との距離が最小になる点を前記仮想点として求めることを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

30

【0012】

請求項 4 に係る発明は、請求項 1 に記載された計測用内視鏡装置について、前記基準エッジ指定手段の前記基準点列の点数をひとつ増やしたときに、前記エッジ近似手段が、該加えられた点の座標と前記仮想曲線から前記仮想曲線の形状を修正することを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

【0013】

請求項 5 に係る発明は、請求項 1 に記載された計測用内視鏡装置について、前記仮想曲線を選択するための仮想曲線選択手段を有することを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

【0014】

40

請求項 6 に係る発明は、請求項 1 に記載された計測用内視鏡装置について、前記計測対象物のエッジを抽出するエッジ抽出手段を有し、前記エッジ近似手段は、前記エッジ抽出手段によって抽出されたエッジを前記基準エッジとすることを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、失われたエッジを曲線で近似し、仮想的な曲線上の仮想点と指定した計測点との距離を求めることにより、曲線エッジのブレードの欠け量に対する計測精度を向上させることができるという効果がある。

また、エッジ部を撮像した画像と仮想曲線とを重畳して表示させながら、仮想曲線の形

50

状を変更することができるため、計測精度を視覚による調整によって、向上させることができるという効果がある。

さらに、用いる仮想曲線を選択できる手段を備えたことから、計測対象のエッジの形状に対応した的確な仮想曲線を用いることができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施例に係る計測用内視鏡装置について、図1から図19を参照して詳細に説明する。

【実施例1】

【0017】

10

本発明の実施形態に係る計測用内視鏡装置は、図1に示すように、内視鏡2と、コントロールユニット3と、リモートコントローラ4と、液晶モニタ5と、フェイスマウントディスプレイ(FMD)6と、FMDアダプタ6aと、光学アダプタ7a、7b、7c、内視鏡ユニット8と、カメラコントロールユニット9と、制御ユニット10とから構成されている。

【0018】

内視鏡2は細長の挿入部20を備え、挿入部20は、先端側から順に硬質な先端部21、例えば、上下左右に湾曲可能な湾曲部22、柔軟性を有する可撓管部23を連設して構成され、先端部21には観察視野を2つ有するステレオ用の光学アダプタ7a、7bあるいは観察視野が1つの通常観察光学アダプタ7c等、各種光学アダプタが例えば螺合によ

20

【0019】

コントロールユニット3は、内部に、内視鏡ユニット8、画像処理手段であるカメラコントロールユニット(以下、CCUと記載する。)9及び制御装置である制御ユニット10が設けられており、挿入部20の基端部は内視鏡ユニット8に接続されている。

【0020】

内視鏡ユニット8は、観察時に必要な照明光を供給する光源装置と、挿入部20を構成する湾曲部22を湾曲させる湾曲装置とを備えている。

CCU9は、挿入部20の先端部21に内蔵されている固体撮像素子2aから出力された撮像信号を入力し、これを、例えば、NTSC信号等の映像信号に変換して制御ユニット10に供給する。

30

【0021】

制御ユニット10は、音声信号処理回路11と、映像信号処理回路12と、ROM13と、RAM14と、PCカードインターフェース(以下、PCカードI/Fと記載する。)15と、USBインターフェース(以下、USB I/Fと記載する。)16と、RS-232Cインターフェース(以下、RS-232C I/Fと記載する。)17等と、計測処理部18とから構成されている。

【0022】

音声信号処理回路11は、マイク34によって集音され、生成されたメモリカード等の記録媒体に記録された音声信号、メモリカード等の記録媒体を再生して得られる音声信号、あるいは計測処理部18によって生成された音声信号が供給される。

40

映像信号処理回路12は、CCU9から供給された内視鏡画像とグラフィックによる操作メニューとを合成した合成画像を表示するために、CCU9からの映像信号を計測処理部18の制御により生成する操作メニューに基づく表示信号とを合成する処理や、LCD5の画面上に表示するための所定の処理を施してLCD5に供給する。

【0023】

PCカードI/F15は、PCMCIAメモリカード32やコンパクトフラッシュ(登録商標)メモリカード33等の記録媒体であるメモリカードを自由に着脱できるようになっている。メモリカードを装着することにより、計測処理部18の制御によって、このメモリカードに記憶されている制御処理情報や画像情報等のデータを取り込み、あるいは制

50

御処理情報や画像情報等のデータをメモリカードに記録することができる。

【 0 0 2 4 】

U S B I / F 1 6 は、コントロールユニット 3 とパーソナルコンピュータ 3 1 とを電氣的に接続するためのインターフェースである。この U S B I / F 1 6 を介して、コントロールユニット 3 とパーソナルコンピュータ 3 1 とを電氣的に接続することにより、パーソナルコンピュータ 3 1 側で内視鏡画像の表示の指示や計測時における画像処理等の各種の指示制御を行うことが可能となり、また、コントロールユニット 3 とパーソナルコンピュータ 3 1 との間での各種の処理情報やデータを入出力することができる。

【 0 0 2 5 】

R S - 2 3 2 C I / F 1 7 は、C C U 9、内視鏡ユニット 8 及びこれらの制御および動作指示を行うリモートコントローラ 4 と接続されており、リモートコントローラ 4 の操作によって、C C U 9、内視鏡ユニット 8 の動作を制御するための通信を行う。

10

【 0 0 2 6 】

また、計測処理部 1 8 は、図 2 に示すように、基準エッジ指定部 4 1 と、計測点指定部 4 2 と、制御部 4 3 と、エッジ近似部 4 4 と、仮想曲線形状変更部 4 5 と、欠損幅演算部 4 6 と、パラメトリック曲線選択部 4 7 と、エッジ抽出部 4 8 と、射影処理部 4 9 とから構成されている。

基準エッジ指定部 4 1 は、液晶モニタ 5 あるいは、フェイスマウントディスプレイ 6 に表示された計測対象物の画像上に、リモートコントローラ 4 等を用いて、エッジ部に指示された 3 点以上の基準点を入力し、これらの基準点の空間座標を制御部 4 3 に出力する。

20

【 0 0 2 7 】

計測点指定部 4 2 は、液晶モニタ 5 あるいは、フェイスマウントディスプレイ 6 に表示された計測対象物の画像上に、リモートコントローラ 4 等を用いて、指示された計測点を入力し、この計測点の空間座標を制御部 4 3 に出力する。

【 0 0 2 8 】

制御部 4 3 は、図示しない記憶部を有し、基準エッジ指定部 4 1 あるいは計測点指定部 4 2 から入力した基準点、計測点の画像座標を空間座標に変換して格納する。また、仮想曲線形状変更部 4 5 やパラメトリック曲線選択部 4 7 からの指示により、所望の仮想曲線をエッジ近似部 4 4 に出力し、仮想曲線の形状変更情報を入力する。さらに、欠損幅演算部 4 6 から演算結果を入力し、そうした情報や仮想曲線の形状等を映像信号処理回路 1 2 に出力する。

30

【 0 0 2 9 】

エッジ近似部 4 4 は、基準エッジを選択された所望の仮想曲線により近似する。具体的には、制御部 4 3 から与えられるパラメータにより、所定の演算を行い、その結果を仮想曲線の係数として制御部 4 3 に出力する。

【 0 0 3 0 】

仮想曲線形状変更部 4 5 は、ユーザの選択に応じて、選択された仮想曲線形状の変更情報を制御部 4 3 に出力する。

欠損幅演算部 4 6 は、仮想曲線上で、定められた計測点の空間座標から計測点との距離が最小となる仮想点を求め、計測対象物の欠損幅を演算し、その結果を制御部 4 3 に出力する。

40

【 0 0 3 1 】

パラメトリック曲線選択部 4 7 は、ユーザの選択に応じて、選択されたパラメトリック曲線情報を制御部 4 3 に出力する。

射影処理部 4 9 は、基準点や計測点、仮想点および仮想曲線の空間座標を画像座標に変換し、この情報を制御部 4 3 に出力する。

【 0 0 3 2 】

次に、図 4 から図 1 9 を用いて、実施例 1 に係る計測用内視鏡装置における処理手順を説明する。

本実施例において、対象となる計測対象物は、図 4 に示されるように、欠けが発生した

50

部位の形状が本来曲線であるものである。こうした計測対象物の欠けの深さを計測するには、図 5 に示すように、まず、内視鏡 2 の先端部 2 1 を液晶モニタ 5 あるいは、フェイスマウントディスプレイ 6 の表示を見ながら操作して、計測対象物の欠けの部分を表示させる。

【 0 0 3 3 】

次に、計測対象物の欠け部分を表示させた状態で、図 4 に示すように、エッジの両端に 3 点の基準点（図中の R[0]、R[1]、R[2]）を指定する（ステップ 1 0 1）。3 点の基準点が指定されると（ステップ 2 0 1）、図 1 3 に示すように、基準エッジ指定部 4 1 が指定された 3 点の空間座標を算出して、その算出結果を制御部 4 3 に出力する（ステップ 2 0 2）。なお、算出した空間座標は、制御部 4 3 を介さずに、射影処理部 4 9 に直接出力してもよい。

10

【 0 0 3 4 】

空間座標の算出は、指定された基準点に対応する点を液晶モニタ 5 あるいは、フェイスマウントディスプレイ 6 に表示された参照画像上で探索し、三角測量の原理を用いて、数 1 のような空間座標を計算することにより行う。なお、この計算方法は、特許文献 1 に記載されているものと同様である。

【 0 0 3 5 】

【数 1】

$$R[0] = (R[0].x, R[0].y, R[0].z)$$

20

$$R[1] = (R[1].x, R[1].y, R[1].z)$$

$$R[2] = (R[2].x, R[2].y, R[2].z)$$

【 0 0 3 6 】

次に、エッジ近似部 4 4 は、制御部 4 3 から算出された 3 つの基準点の空間座標を入力し、図 1 4 の手順にしたがって、この 3 点を通る 2 次曲線を仮想曲線として求める。仮想曲線の式は t をパラメータとして、数 2 のようになる。

【 0 0 3 7 】

30

【数 2】

$$x = a[0] + a[1] * t + a[2] * t^2$$

$$y = b[0] + b[1] * t + b[2] * t^2$$

$$z = c[0] + c[1] * t + c[2] * t^2$$

【 0 0 3 8 】

この数 2 に、数 1 の R[0] から R[2] の 3 点の座標を代入し、R[0] での t を 0、R[1] での t を p （ただし $0 < p < 1$ ）、R[2] での t を 1 として数 2 の連立方程式の係数 $a[0]$ から $a[2]$ 、 $b[0]$ から $b[2]$ 、 $c[0]$ から $c[2]$ を求める（ステップ 3 0 1 からステップ 3 0 3）。

40

ここで、 p は形状係数であり初期値は $p = 0.5$ として計算を行う。

【 0 0 3 9 】

具体的に、連立方程式の係数の算出は、 x を例にとり、図 1 5 を参照しつつ説明すると、以下ようになる。

すなわち、連立方程式を以下、数 3 から数 5 に示す行列に置き換え、数 6 の 3 元連立方程式を解く。

【 0 0 4 0 】

【数 3】

$$B = \begin{bmatrix} R[0].x \\ R[1].x \\ R[2].x \end{bmatrix}$$

【 0 0 4 1 】

【数 4】

10

$$T = \begin{bmatrix} 1 & t[0] & t[0]^2 \\ 1 & t[0] & t[0]^2 \\ 1 & t[0] & t[0]^2 \end{bmatrix}$$

【 0 0 4 2 】

【数 5】

20

$$A = \begin{bmatrix} a[0] \\ a[1] \\ a[2] \end{bmatrix}$$

【 0 0 4 3 】

【数 6】

$$A = T^{-1} \cdot B$$

30

【 0 0 4 4 】

そして、Tの逆行列を T^{-1} としてAを求める（ステップ401から404）。同様の手順によりb[0]からb[2]、c[0]からc[2]を求めることができる。

【 0 0 4 5 】

求めた曲線に基づいて、入力画像への射影が射影処理部49において求められ、求められた画像座標が制御部43を介して、画像情報として液晶モニタ5あるいは、フェイスマウントディスプレイ6に出力される。そして、これが計測対象物の入力面像に重畳して表示される。

【 0 0 4 6 】

40

液晶モニタ5あるいは、フェイスマウントディスプレイ6に出力された仮想曲線の形状が適切でない場合（ステップ103）には、基準点の修正や形状係数の変更を行うことができる。すなわち、図5に示すように、メニューから修正機能が選択された場合には、形状係数の変更かあるいは基準点位置の修正かを操作者に選択させる。

【 0 0 4 7 】

操作者が形状係数変更を選択した場合（ステップ105）、値の直接入力あるいは画面に表示されたスライドバーの移動により形状係数の変更を0から1の間で行い、ステップ102の処理に戻る。また、基準点位置の修正が選択された場合は（ステップ104）、基準点の移動ができる状態になり、基準点位置の修正が完了したら、ステップ101の処理へ戻る。これらの処理は、仮想曲線形状変更部45および制御部43によって実行され

50

る。

【 0 0 4 8 】

なお、形状係数の変更に伴う放物線の形状の変化は、図 7 から図 1 1 に示すようになる。ここで、図 7 は $p = 0.2$ の場合の放物線の形状を、図 8 は $p = 0.3$ の場合の放物線の形状を、図 9 は $p = 0.4$ の場合の放物線の形状を、図 1 0 は $p = 0.5$ の場合の放物線の形状を、図 1 1 は $p = 0.6$ の場合の放物線の形状を示したものである。

【 0 0 4 9 】

この例によれば、 p の値を 1 に近づけると、3 点ある基準点のうちの上から 2 点の間の曲線形状が直線に近づき、下から 2 点の間の曲線の曲率が大きくなるのがわかる。

したがって、計測対象物のエッジ形状を画像で確認しながら、 p の値を操作すれば、エッジ形状に近似した仮想曲線を設定することができる。

【 0 0 5 0 】

次に、計測点指定部 4 2 が計測点の情報を入力すると（ステップ 3 0 1 ）、計測点の対応点を計測対象物の画像上で探索し、三角測量の原理で計測点の空間座標を数 7 のように計算して制御部 4 3 に出力する（ステップ 1 0 6、ステップ 5 0 2 ）。

【 0 0 5 1 】

【数 7】

$$M = (M.x, M.y, M.z)$$

【 0 0 5 2 】

欠損幅検出部 4 6 は、制御部 4 3 から仮想曲線に関する情報と、計測点の空間座標とを入力し、仮想曲線上の点で計測点との距離を求め（ステップ 6 0 1 ）、ついで、その距離が最小となる仮想点を数 8 の範囲で求める（ステップ 6 0 2 ）。求めた仮想点の空間座標は、射影処理部 4 9 に入力され、画像への射影が計算される（ステップ 6 0 3 ）。そして、求めた仮想点の射影を画像上に描画する（ステップ 6 0 4 ）。

なお、 T_MIN 、 T_MAX はあらかじめ設定した t の最大、最小値である。

【 0 0 5 3 】

【数 8】

$$T_MIN < t < T_MAX$$

【 0 0 5 4 】

次に、求めた仮想点を数 9 とする。

【 0 0 5 5 】

【数 9】

$$V = (V.x, V.y, V.z)$$

【 0 0 5 6 】

そして、求めた仮想点と計測点の距離を数 1 0 により求める（ステップ 1 0 7 ）。

【 0 0 5 7 】

【数 1 0】

$$L = \sqrt{(V.x - M.x)^2 + (V.z - M.z)^2}$$

【 0 0 5 8 】

さらに、求めた距離を計測結果として液晶モニタ 5 あるいは、フェイスマウントディスプレイ 6 に表示する（ステップ 1 0 8 ）。

【実施例 2】

【 0 0 5 9 】

本実施例は、実施例 1 に対して、基準点列の数を 4 点としたものである。本実施例においては、この 4 点目の空間座標を用い、p 値の最適化を行う。これにより仮想曲線の修正
は基準点位置の修正を行うのみで十分となる。

【 0 0 6 0 】

最適化は次のように行う。まず、実施例 1 での仮想点入力処理と同様に、仮想曲線上の
点で 4 点目の基準点との距離 L が最小となる点を求める。次に、その点での t の値である
t' を使い、 $p = t'$ とすることで、p の最適化を行う。

【 0 0 6 1 】

ここで、L が所定の値 L_TOL よりも小さくならない場合は、すべての基準点を滑ら
かにつなぐ仮想曲線が求まらず、定られた基準点列に仮想曲線を求める上で、不適切な点
が含まれていることを意味する。従ってこの場合は、「基準点位置を修正してください。
」という警告表示を液晶モニタ 5 あるいは、フェイスマウントディスプレイ 6 に行い、操
作者に基準点位置の修正を促す。

10

これによって、基準点の位置が適切に指定されていれば、形状係数を操作者が変更する
手間をかけることなく、適した仮想曲線を求めることができる。

【実施例 3】

【 0 0 6 2 】

本実施例は、あらかじめメニューからの設定により、どの仮想曲線で計測対象物のエッ
ジを近似するかを選択する選択手段を備えている。これにより、計測対象物のエッジ形状
が特定の曲線で設定されているかが判明している場合、より正確にエッジ形状を推定する
ことができる。

20

【 0 0 6 3 】

ここで、選択された仮想曲線が 2 次式であるなら、実施例 1 と同様の処理になる。選択
された仮想曲線が 3 次式なら、その処理は、以下ようになる。

すなわち、この場合、基準点列は、数 1 1 のように 4 点となる。

【 0 0 6 4 】

【数 1 1】

$$R[0] = (R[0].x, R[0].y, R[0].z)$$

30

$$R[1] = (R[1].x, R[1].y, R[1].z)$$

$$R[2] = (R[2].x, R[2].y, R[2].z)$$

$$R[3] = (R[3].x, R[3].y, R[3].z)$$

【 0 0 6 5 】

このとき、仮想曲線の式は t をパラメータとして、数 1 2 のようになる。

【 0 0 6 6 】

【数 1 2】

40

$$x = a[0] + a[1]*t + a[2]*t^2 + a[3]*t^3$$

$$y = b[0] + b[1]*t + b[2]*t^2 + b[3]*t^3$$

$$z = c[0] + c[1]*t + c[2]*t^2 + c[3]*t^3$$

【 0 0 6 7 】

そこで、この式に R[0] から R[3] の 4 点の座標を代入し、R[0] での t を 0、R[1] での
t を p1 (ただし $0 < p1 < 1$)、R[2] での t を、 $p1 + (1 - p1) * p2$ (ただし $0 < p2 < 1$)、R[3] での t を 1 とし
て連立方程式を解き、a[0] から a[3]、b[0] から b

50

[3], c [0]から c [3]を求める。

ここで、p 1 , p 2 は形状係数であり初期値は p 1 = 0 . 3、p 2 = 0 . 5 として計算を行う。

【 0 0 6 8 】

形状係数の変更は 2 つの数字の入力を行うか、2 つのスライダーの移動によって指定する (図 5 参照)。選択された式が 3 次スプラインの場合は N 点 (N > 3) の基準点を指定する。

i = 0 . 1 , . . . , N - 1 について、基準点 R [j]でのパラメータ t [j]は、基準点間の距離を用い、数 1 3 のようになり、数 1 4 の関数の l = 0、. . . N - 1 の組が与えられた場合、数 1 5 の区間を、数 1 6 のように表す。

【 0 0 6 9 】

【数 1 3 】

$$t[j] = \sum_{i=1}^j \sqrt{((R[i].x - R[i-1].x)^2 + (R[i].y - R[i-1].y)^2 + (R[i].z - R[i-1].z)^2)}$$

【 0 0 7 0 】

【数 1 4 】

$$f[i] = f(t[i])$$

【 0 0 7 1 】

【数 1 5 】

$$t[j] \leq t \leq t[j+1]$$

【 0 0 7 2 】

【数 1 6 】

$$f = A * f[j] + B * f[j+1] + C * f^2[j+1] + D * f^2[j+1]$$

【 0 0 7 3 】

ただし、A、B、C、Dは、数 1 7 であり、y 2 [j] は、数 1 8 の連立方程式の解である。なお、tan (a) は a の正接を表し、PI は円周率を表す。また、p 1 , p 2 は形状係数であり、- 1 < p 1 < 1 , - 1 < p 2 < 1 である。2 つの形状係数の初期値は 0 とし、形状係数の変更は 2 つの数字の入力か、2 つのスライダーの移動によって指定する。そして、x , y , z それぞれについて、R [0] ~ R [N-1]を用いて f を求め、仮想曲線の式とする。

【 0 0 7 4 】

【数 1 7 】

$$A = (t[j+1] - t) / (t[j+1] - t[j])$$

$$B = 1 - A$$

$$C = (1/6) * (A^3 - A) * (t[j+1] - t[j])^2$$

$$D = (1/6) * (B^3 - B) * (t[j+1] - t[j])^2$$

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

【 数 1 8 】

$$\begin{aligned} & (1/6)*(t[j]-t[j-1])*y2[j-1]+(1/3)*(t[j+1]-t[j-1])*y2[j] \\ & +(1/6)*(t[j+1]-t[j])*y2[j+1] \\ & =(f[j+1]-f[j])/(t[j+1]-t[j])-(f[j]-f[j-1])/(t[j]-t[j-1]) \end{aligned}$$

$$y2[0]=\tan(\text{PI}*p1/2)$$

10

$$y2[N-1]=\tan(\text{PI}*p2/2)$$

【 実施例 4 】

【 0 0 7 6 】

本実施例においては、仮想点位置修正機能が付加されている。メニューから、この機能が選択されると形状係数変更と同様のスライダーが表示され、このスライダーの操作に運動して仮想点が仮想曲線上を移動する。計測結果はこの変更された仮想点の座標と計測点の座標から求めて表示される。

20

【 0 0 7 7 】

ここまでで説明してきた上記の実施例においては、欠け部分の両側にエッジが残っている場合には、正確な計測を行うことができるが、仮想点を計測点に最も近い仮想曲線上の点としているため、図 6 に示すような角が欠けた計測対象物に適用すると、結果が不正確になる場合がある。

しかし、本実施例によれば、角が欠けた計測対象物に適用しても、正確な結果を得ることができる。

【 実施例 5 】

【 0 0 7 8 】

本実施例は、図 3 に示すように、図 2 に対して、エッジ抽出部 4 8、エッジ選択部 5 0、微分フィルタ選択部 5 1、エッジ検出閾値変更部 5 2 が付加された構成となっている。本実施例は、エッジ抽出部 4 8 により抽出されたエッジ、あるいは複数のエッジが抽出された場合に、その中から選択されたエッジに対して仮想曲線の当てはめを行い、仮想曲線を求めるものである。

30

【 0 0 7 9 】

以下、図 1 8 および図 1 9 を用いて、具体的な処理について説明する。

まず、計測対象物を捉えた観察画像に微分フィルタを適用し（ステップ 8 0 1）、微分値が閾値以上の画素を抽出する（ステップ 8 0 2）。適用するフィルタは Sobel フィルタ、Roverts フィルタ、Prewitt フィルタなどの複数のフィルタから選択できるようになっている。微分フィルタ適用時には、同時にエッジ方向も計算する。

40

【 0 0 8 0 】

例えば、Sobel フィルタを用いる場合、座標 i, j の微分値 $g(i, j)$ は画素値を f として、数 1 9 のようになり、エッジ方向 t は、数 2 0 となる。ただし、 $\text{atan}(a)$ は a の正接の逆関数（アークタンジェント）を表す。

【 0 0 8 1 】

【数 19】

$$\begin{aligned}
 g(i, j) &= \sqrt{(dx(i) * dx(i) + dy(j) * dy(j))} \\
 dx(i) &= [f(i+1, j+1) + 2 * (i+1, j) + f(i+1, j-1)] \\
 &\quad - [f(i-1, j+1) + 2 * (i-1, j) + f(i-1, j-1)] \\
 dy(i) &= [f(i-1, j+1) + 2 * (i, j+1) + f(i+1, j+1)] \\
 &\quad - [f(i-1, j-1) + 2 * (i-1, j) + f(i+1, j-1)]
 \end{aligned}$$

10

【0082】

【数 20】

$$t(i, j) = \text{atan}(dx(i)/dy(i))$$

【0083】

次に、細線化処理を行い、ノイズを除去する（ステップ803）。このとき、通常、複数のエッジが検出されるため、検出したそれぞれのエッジにラベリングを行う（ステップ804）。各エッジ上の点についてエッジ方向の変化量を求め、2階微分が0となる点、すなわち変曲点でエッジを分割し、別のラベルをつける（ステップ701、805）。

20

【0084】

そして、エッジの選択を行って（ステップ702）、エッジ上の点の空間座標を求める（ステップ703）。次に、選択されたエッジについてハフ変換を適用し、2次曲線を当てはめる（ステップ704）。求めた曲線の入力画像への射影を求め、入力画像に重畳して表示する。表示された曲線に問題がないと操作者が判断すれば計測点入力へ、問題があれば微分フィルタの種類、あるいはエッジ検出の閾値を変更して再度エッジ抽出（ステップ701）を行う（ステップ705）。

【0085】

基準画像上で計測点が入力されると、計測点の対応点を参照画像上で探索し、三角測量の原理で計測点の空間座標を数21のように計算する（ステップ706）。

30

【0086】

【数 21】

$$M = (M.x, M.y, M.z)$$

【0087】

計測点の空間座標が算出されると、仮想曲線上の点で計測点との距離が最小となる仮想点を求める（ステップ707）。そして、求めた仮想点を数22とする。

【0088】

【数 22】

40

$$V = (V.x, V.y, V.z)$$

【0089】

次に、求めた仮想点と計測点の距離を数23に基づいて求める（ステップ708）。そして、仮想点の入力画像上への射影を求め、観察画像に重畳して表示するとともに、求めた距離を計測結果として表示する（ステップ709）。

【0090】

【数 2 3】

$$L = \sqrt{((V.x - M.x)^2 + (V.y - M.y)^2 + (V.z - M.z)^2)}$$

【0091】

したがって、これまで説明してきた上記の実施例においては、基準点の入力が不正確な場合には計測結果も不正確になるという問題があるが、本実施例においては、エッジの検出を自動的に行うため、精密に基準点を指定する必要なく、操作者の負荷が大幅に軽減される。また、操作者の誤操作による精度の低下の可能性を減らすことができる。

【0092】

以上、図面を参照して本発明の実施の形態について詳述してきたが、具体的な構成はこれらの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図 1】本発明に係る計測用内視鏡装置の構成図である。

【図 2】計測処理部の構成図である。

【図 3】計測処理部の構成図である。

【図 4】計測対象物の欠け部分と基準点、計測点、仮想点との関係を示した図である。

【図 5】表示部に表示される計測対象物およびメニュー等を示した図である。

【図 6】計測対象物の角に欠けがある場合の計測対象物の欠け部分と基準点、計測点、仮想点との関係を示した図である。

【図 7】形状変更係数を操作したときの仮想曲線の形状を示した図である。

【図 8】形状変更係数を操作したときの仮想曲線の形状を示した図である。

【図 9】形状変更係数を操作したときの仮想曲線の形状を示した図である。

【図 10】形状変更係数を操作したときの仮想曲線の形状を示した図である。

【図 11】形状変更係数を操作したときの仮想曲線の形状を示した図である。

【図 12】実施例 1 の処理フローを示した図である。

【図 13】基準点が入力された際の処理フロー図である。

【図 14】計測点が入力された際の処理フロー図である。

【図 15】仮想曲線を算出する際の処理フロー図である。

【図 16】係数を算出する際の処理フロー図である。

【図 17】基準点が入力された際の処理フロー図である。

【図 18】実施例 5 の処理フローを示した図である。

【図 19】エッジ抽出を行う際の処理フロー図である。

【符号の説明】

【0094】

2・・・内視鏡、3・・・コントロールユニット、4・・・リモートコントローラ、5・・・液晶モニタ、6・・・フェイスマウントディスプレイ(FMD)、6a・・・FMDアダプタ、7a、7b、7c・・・光学アダプタ、8・・・内視鏡ユニット、9・・・カメラコントロールユニット、10・・・制御ユニット、11・・・音声信号処理回路、12・・・映像信号処理回路、13・・・ROM、14・・・RAM、15・・・PCカードインターフェース、16・・・USBインターフェース、17・・・RS-232Cインターフェース、18・・・計測処理部、41・・・基準エッジ指定部、42・・・計測点指定部、43・・・制御部、44・・・エッジ近似部、45・・・仮想曲線形状変更部、46・・・欠損幅演算部、47・・・パラメトリック曲線選択部、48・・・エッジ抽出部、49・・・射影処理部、

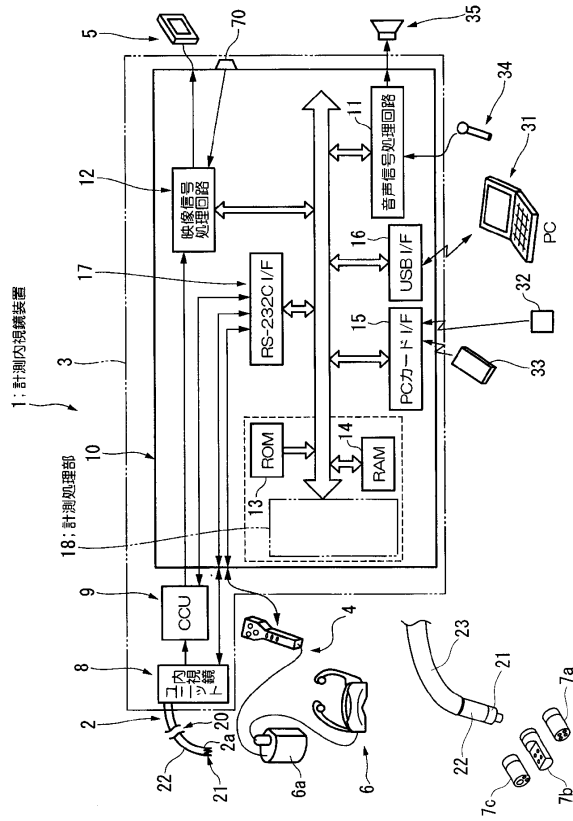
10

20

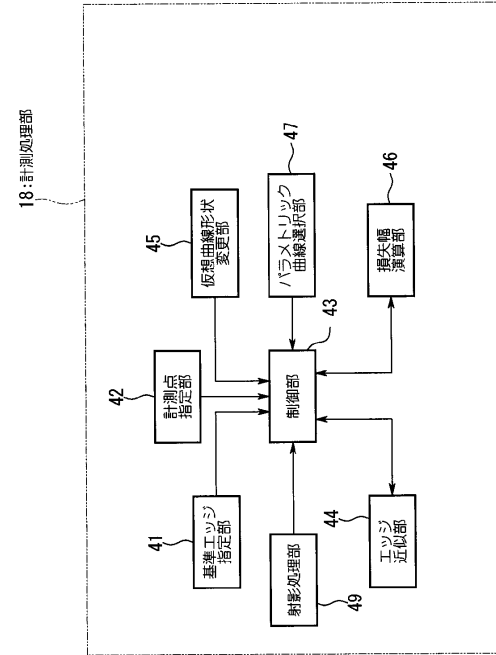
30

40

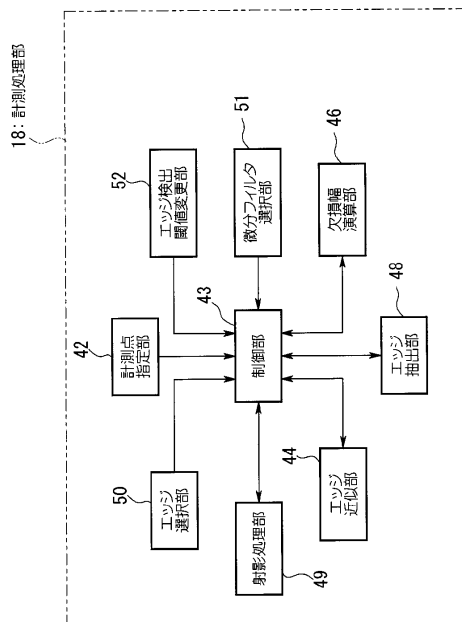
【図 1】



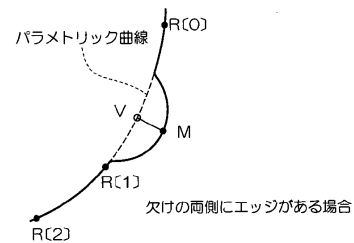
【図 2】



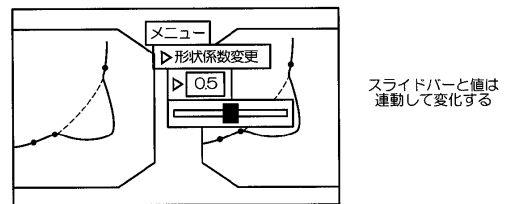
【図 3】



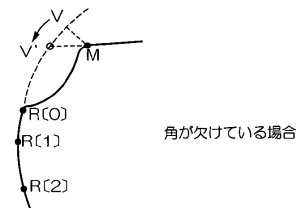
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

t	x	y	z
-1	-85	-13	-7
-0.9	-72125	-115	-6975
-0.8	-6	-10	-5
-0.7	-48625	-85	-4075
-0.6	-38	-7	-32
-0.5	-28125	-55	-2375
-0.4	-19	-4	-18
-0.3	-10625	-25	-875
-0.2	-0.3	-1	-02
-0.1	0.3875	0.5	0.425
0	1	2	1
0.1	15375	35	1525
0.2	2	5	2
0.3	23875	65	2425
0.4	27	8	28
0.5	29375	95	3125
0.6	31	11	34
0.7	31875	125	3625
0.8	32	14	38
0.9	31375	155	3925
1	3	17	4
1.1	27875	185	4025
1.2	25	20	4
1.3	21375	215	3925
1.4	17	23	38
1.5	11875	245	3625
1.6	0.6	26	34
1.7	-0.0625	27.5	3125
1.8	-0.8	29	28
1.9	-16125	30.5	2425
2	-2.5	32	2

2次多項式での補間

x	y	z	t
R (0)	1	2	1
R (1)	2	5	2
R (2)	3	17	4

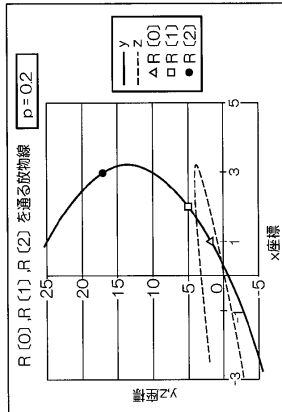
$$x = a(0) + a(1) \cdot t + a(2) \cdot t^2$$

$$y = b(0) + b(1) \cdot t + b(2) \cdot t^2$$

$$z = c(0) + c(1) \cdot t + c(2) \cdot t^2$$

曲線の係数

a	b	c
(0)	1	2
(1)	5.75	15
(2)	-3.75	2.78E-15



【図 8】

t	x	y	z
-1	-480952	1285714	-295238
-0.9	-405714	0714286	-251429
-0.8	-334286	0285714	-208571
-0.7	-266667	0	-166667
-0.6	-202857	-0.14286	-125714
-0.5	-142857	-0.14286	-085714
-0.4	-086667	0	-046667
-0.3	-034286	0285714	-008571
-0.2	0142857	0714286	0285714
-0.1	0590476	1285714	0647619
0	1	2	1
0.1	1371429	2857143	1342857
0.2	1704762	3857143	167619
0.3	2	5	2
0.4	257143	6285714	2314286
0.5	247619	714286	2619048
0.6	2657143	9285714	2914286
0.7	28	11	32
0.8	2904762	1285714	347619
0.9	2971429	1485714	3742857
1	3	17	4
1.1	290476	1928571	4247619
1.2	2942857	2171429	4485714
1.3	2857143	2428571	4714286
1.4	2733333	27	4933333
1.5	2571429	2985714	5142857
1.6	2371429	3285714	5342857
1.7	2133333	36	5533333
1.8	1857143	3928571	5714286
1.9	1542857	4271429	5885714
2	1190476	4628571	6047619

2次多項式での補間

x	y	z	t
R (0)	1	2	1
R (1)	2	5	2
R (2)	3	17	4

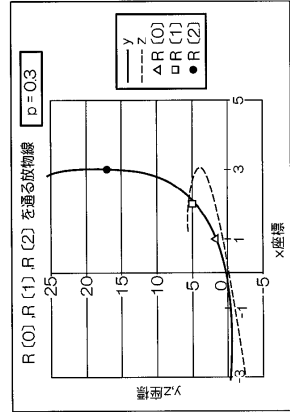
$$x = a(0) + a(1) \cdot t + a(2) \cdot t^2$$

$$y = b(0) + b(1) \cdot t + b(2) \cdot t^2$$

$$z = c(0) + c(1) \cdot t + c(2) \cdot t^2$$

曲線の係数

a	b	c
(0)	1	2
(1)	3904762	7857143
(2)	-190476	7.142857



【図 9】

t	x	y	z
-1	-266667	12	-0.33333
-0.9	-2225	9875	-0.275
-0.8	-18	8	-0.2
-0.7	-139167	6375	-0.10833
-0.6	-1	5	0
-0.5	-0.625	3875	0.125
-0.4	-0.26667	3	0.26667
-0.3	0.075	2375	0.425
-0.2	0.4	2	0.6
-0.1	0.708333	1875	0.791667
0	1	2	1
0.1	1.275	2375	1.225
0.2	1.533333	3	1.466667
0.3	1.775	3875	1.725
0.4	2	5	2
0.5	2.208333	6375	2.291667
0.6	2.4	8	2.5
0.7	2.575	9875	2.925
0.8	2.733333	12	3.266667
0.9	2.875	14375	3.625
1	3	17	4
1.1	3.108333	19875	4.391667
1.2	3.2	23	4.8
1.3	3.275	26375	5.225
1.4	3.333333	30	5.666667
1.5	3.375	33875	6.125
1.6	3.4	38	6.6
1.7	3.408333	42375	7.091667
1.8	3.4	47	7.6
1.9	3.375	51875	8.125
2	3.333333	57	8.666667

2次多項式での補間

x	y	z	t
R (0)	1	2	1
R (1)	2	5	2
R (2)	3	17	4

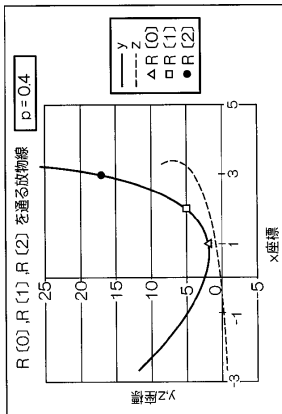
$$x = a(0) + a(1) \cdot t + a(2) \cdot t^2$$

$$y = b(0) + b(1) \cdot t + b(2) \cdot t^2$$

$$z = c(0) + c(1) \cdot t + c(2) \cdot t^2$$

曲線の係数

a	b	c
(0)	1	2
(1)	2833333	25
(2)	-0.833333	12.5



【図 10】

t	x	y	z
-1	-1	23	2
-0.9	-0.8	1928	1.72
-0.8	-0.6	1592	1.48
-0.7	-0.4	1292	1.28
-0.6	-0.2	1028	1.12
-0.5	0	8	1
-0.4	0.2	608	0.92
-0.3	0.4	452	0.88
-0.2	0.6	332	0.88
-0.1	0.8	248	0.92
0	1	2	1
0.1	1.2	188	1.12
0.2	1.4	212	1.28
0.3	1.6	272	1.48
0.4	1.8	368	1.72
0.5	2	5	2
0.6	2.2	668	2.32
0.7	2.4	872	2.68
0.8	2.6	1112	3.08
0.9	2.8	1388	3.52
1	3	17	4
1.1	3.2	2048	4.52
1.2	3.4	2432	5.08
1.3	3.6	2852	5.68
1.4	3.8	3308	6.32
1.5	4	38	7
1.6	4.2	4328	7.72
1.7	4.4	4892	8.48
1.8	4.6	5492	9.28
1.9	4.8	6128	10.12
2	5	68	11

2次多項式での補間

x	y	z	t
R (0)	1	2	1
R (1)	2	5	2
R (2)	3	17	4

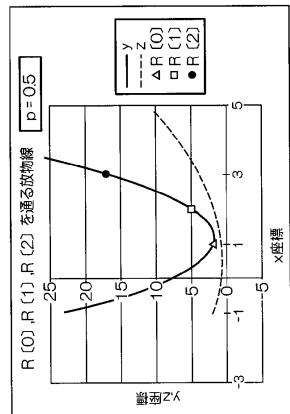
$$x = a(0) + a(1) \cdot t + a(2) \cdot t^2$$

$$y = b(0) + b(1) \cdot t + b(2) \cdot t^2$$

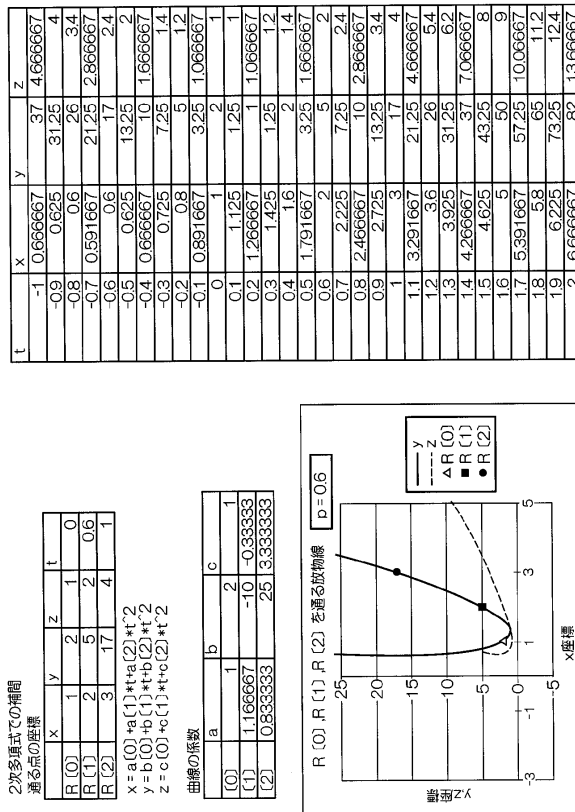
$$z = c(0) + c(1) \cdot t + c(2) \cdot t^2$$

曲線の係数

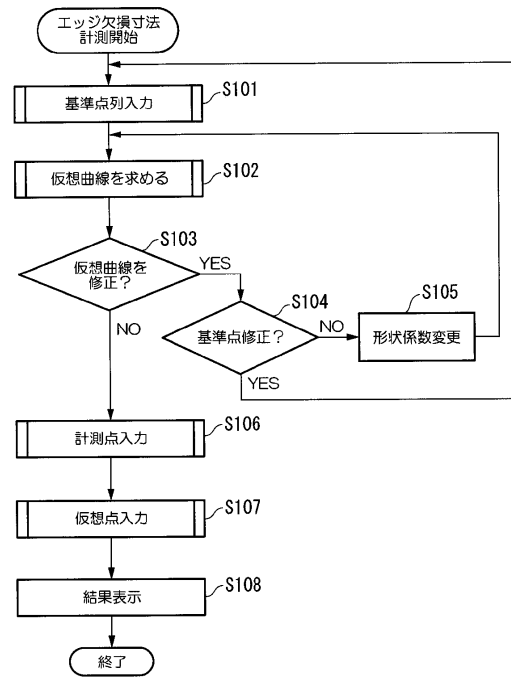
a	b	c
(0)	1	2
(1)	2	-3
(2)	0	18



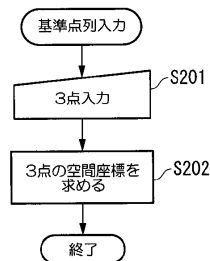
【図 1 1】



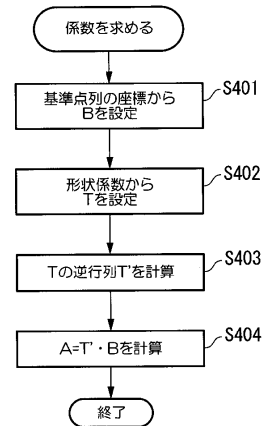
【図 1 2】



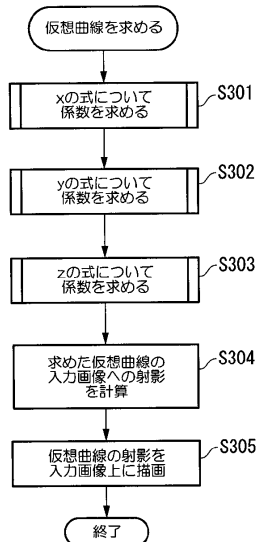
【図 1 3】



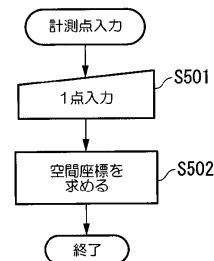
【図 1 5】



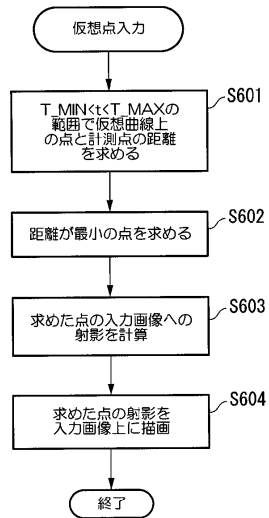
【図 1 4】



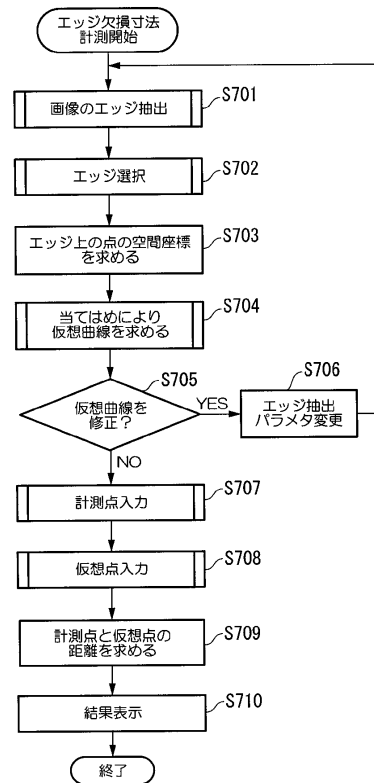
【図 1 6】



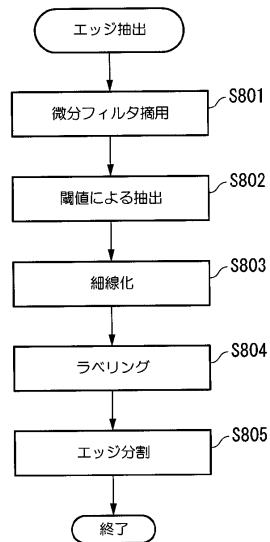
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 6 T 3/00 5 0 0 A

(72)発明者 小川 清富
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内

審査官 樋熊 政一

(56)参考文献 特開2002-336188(JP,A)
特開平09-281055(JP,A)
特開平04-198741(JP,A)
特開平09-113467(JP,A)
特開2002-214157(JP,A)
特開2003-070719(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A 6 1 B 1 / 0 0
G 0 2 B 2 3 / 2 4
G 0 1 B 1 1 / 2 4

专利名称(译)	测量内窥镜装置		
公开(公告)号	JP4790223B2	公开(公告)日	2011-10-12
申请号	JP2004011797	申请日	2004-01-20
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	小川清富		
发明人	小川 清富		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/04 G02B23/24 G06T1/00 G06T3/00		
FI分类号	A61B1/00.300.E A61B1/04.370 G02B23/24.B G02B23/24.C G06T1/00.315 G06T3/00.500.A A61B1/00.300.D A61B1/00.550 A61B1/00.551 A61B1/04 A61B1/045.610 A61B1/045.622 G06T7/543		
F-TERM分类号	2H040/BA22 2H040/DA03 2H040/GA02 2H040/GA11 4C061/AA29 4C061/CC06 4C061/HH52 4C061/WW20 4C161/AA29 4C161/CC06 4C161/HH52 4C161/WW20 5B057/AA01 5B057/BA02 5B057/CA13 5B057/CA16 5B057/CB13 5B057/CB17 5B057/CF01 5B057/CF05 5B057/DA17 5B057/DB03 5B057/DB09 5B057/DC09 5B057/DC14 5B057/DC16 5B057/DC22		
代理人(译)	塔奈澄夫 正和青山		
审查员(译)	棕熊正和		
其他公开文献	JP2005204724A5 JP2005204724A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：为测量提供内窥镜，通过用曲线逼近丢失的边缘并找到虚拟曲线上的虚拟点之间的距离，将测量精度提高到曲线边缘的刀片的缺陷量。指定的测量点。ŽSOLUTION：用于测量的内窥镜配有带有图像拾取装置的电子内窥镜;控制装置，具有图像处理装置，基于图像拾取信号产生图像信号;以及测量处理装置，输入图像信号并执行待测对象的测量;以及显示输出图像的显示设备。测量处理装置具有指定测量对象的轮廓的一部分作为参考边缘的装置，指定要测量的对象上的点作为测量点的装置，将参考边缘近似为的装置。虚拟曲线与参数曲线互补，缺陷宽度计算意味着找到虚拟点作为虚拟曲线上的特定点与测量点之间的距离。这种结构可以提高对弯曲边缘的叶片的缺陷量的测量精度。Ž