

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3673076号

(P3673076)

(45) 発行日 平成17年7月20日(2005.7.20)

(24) 登録日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(51) Int. Cl.⁷

G 0 1 B 11/00

F I

G 0 1 B 11/00

H

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平10-81501	(73) 特許権者	000137694
(22) 出願日	平成10年3月27日(1998.3.27)		株式会社ミットヨ
(65) 公開番号	特開平11-283035		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11年10月15日(1999.10.15)	(74) 代理人	100092820
審査請求日	平成13年12月4日(2001.12.4)		弁理士 伊丹 勝
前置審査		(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
		審査官	山下 雅人
		(56) 参考文献	特開平06-113184 (JP, A)
			特開平08-036129 (JP, A)
			実公平02-16259 (JP, Y2)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像機器のフォーカス調整装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像対象を撮像するための撮像手段と、
この撮像手段を前記撮像対象に対してマニュアルでフォーカス調整するための操作手段と、

前記撮像手段で撮像された撮像対象の画像を記憶する画像記憶手段と、
この画像記憶手段に記憶された撮像対象の画像を表示する表示手段と、
前記画像記憶手段に記憶された撮像対象の画像からそのコントラスト値を逐次算出する
コントラスト算出手段と、

このコントラスト算出手段で算出されたコントラスト値を示すインジケータを前記表示
装置に表示させるインジケータ表示手段と

を備え、

前記インジケータ表示手段は、コントラスト値のピーク値を監視し、コントラスト値の
ピーク値が検出される前では予想されるコントラスト値の最大値よりも大きい値が前記イン
ジケータの100%表示となるようにコントラスト値を表示し、コントラスト値のピー
ク値が検出された後はコントラスト値のピーク値が前記インジケータの100%表示となる
ようにコントラスト値を表示するものである

ことを特徴とする画像機器のフォーカス調整装置。

【請求項2】

撮像対象を撮像するための撮像手段と、

10

20

この撮像手段を前記撮像対象に対してマニュアルでフォーカス調整するための操作手段と、

前記撮像手段で撮像された撮像対象の画像を記憶する画像記憶手段と、

この画像記憶手段に記憶された撮像対象の画像を表示する表示手段と、

前記画像記憶手段に記憶された撮像対象の画像からそのコントラスト値を逐次算出するコントラスト算出手段と、

このコントラスト算出手段で算出されたコントラスト値を示すインジケータを前記表示装置に表示させるインジケータ表示手段と

を備え、

前記インジケータ表示手段は、コントラスト値のピーク値を検出する前にコントラスト曲線を推定してコントラスト値のピーク値で前記インジケータが100%表示となるようにコントラスト値を表示するものである

ことを特徴とする画像機器のフォーカス調整装置。

【請求項3】

前記インジケータは、前記コントラスト値をグラフィックイメージによって表示するグラフィックインジケータであることを特徴とする請求項1又は2記載の画像機器のフォーカス調整装置。

【請求項4】

前記インジケータは、前記コントラスト値を粗い単位で表示する粗スケールと細かい単位で表示する細スケールとを組み合わせたものであることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載の画像機器のフォーカス調整装置。

【請求項5】

前記インジケータ表示手段は、前記コントラスト値がピーク値に近づくほどフォーカス調整量に対するコントラスト値の変化が大きくなるように前記インジケータを表示するものであることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載の画像機器のフォーカス調整装置。

【請求項6】

前記インジケータ表示手段は、前記コントラスト値を数値によって表示するものであることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項記載の画像機器のフォーカス調整装置。

【請求項7】

前記インジケータ表示手段は、前記撮像手段のフォーカス調整量を表示するものであることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項記載の画像機器のフォーカス調整装置。

【請求項8】

前記撮像手段のフォーカス調整量を記憶するフォーカス調整量記憶手段を更に備えたことを特徴とする請求項1～7のいずれか1項記載の画像機器のフォーカス調整装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、非接触三次元測定機等の画像測定装置、顕微鏡、カメラ等の画像機器に関し、特に撮像対象を撮像して得られた画像のマニュアル操作によるフォーカス調整を容易にする画像機器のフォーカス調整装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来のCNC(Computer Numerical Control)画像測定装置や手動操作式画像測定装置では、被測定対象であるワークを撮像して得られたワーク画像からエッジ上の座標値を検出することにより、種々の測定値を算出する。正確な測定を行うためには、画像のピントが正確に合っていることが必要である。従来、この種の画像測定装置において、マニュアル操作でワーク画像のフォーカス調整を行う場合、作業者は表示装置の画像を見ながらレンズを光軸方向に移動させて肉眼でピントが合ったかどうかを確認している。

【0003】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述した従来のフォーカス調整方法では、正確に焦点が合っているかどうか分からず、個人差もあって再現性や合焦位置精度に問題があった。特に精度が要求される画像測定機においては、合焦位置のずれがそのまま光軸方向の測定精度に影響するので、より精度の高い合焦方法が望まれていた。

【0004】

本発明は、このような点に鑑みなされたもので、画像のフォーカス調整作業を容易化すると共に、合焦位置の精度や再現性を向上させることができる画像機器のフォーカス調整装置を提供することを目的とする。

【0005】**【課題を解決するための手段】**

本発明に係る第1の画像機器のフォーカス調整装置は、撮像対象を撮像するための撮像手段と、この撮像手段を前記撮像対象に対してマニュアルでフォーカス調整するための操作手段と、前記撮像手段で撮像された撮像対象の画像を記憶する画像記憶手段と、この画像記憶手段に記憶された撮像対象の画像を表示する表示手段と、前記画像記憶手段に記憶された撮像対象の画像からそのコントラスト値を逐次算出するコントラスト算出手段と、このコントラスト算出手段で算出されたコントラスト値を示すインジケータを前記表示装置に表示させるインジケータ表示手段とを備え、前記インジケータ表示手段は、コントラスト値のピーク値を監視し、コントラスト値のピーク値が検出される前では予想されるコントラスト値の最大値よりも大きい値が前記インジケータの100%表示となるようにコントラスト値を表示し、コントラスト値のピーク値が検出された後はコントラスト値のピーク値が前記インジケータの100%表示となるようにコントラスト値を表示するものであることを特徴とする。

本発明に係る第2の画像機器のフォーカス調整装置は、撮像対象を撮像するための撮像手段と、この撮像手段を前記撮像対象に対してマニュアルでフォーカス調整するための操作手段と、前記撮像手段で撮像された撮像対象の画像を記憶する画像記憶手段と、この画像記憶手段に記憶された撮像対象の画像を表示する表示手段と、前記画像記憶手段に記憶された撮像対象の画像からそのコントラスト値を逐次算出するコントラスト算出手段と、このコントラスト算出手段で算出されたコントラスト値を示すインジケータを前記表示装置に表示させるインジケータ表示手段とを備え、前記インジケータ表示手段は、コントラスト値のピーク値を検出する前にコントラスト曲線を推定してコントラスト値のピーク値で前記インジケータが100%表示となるようにコントラスト値を表示するものであることを特徴とする。

【0006】

本発明によれば、インジケータ表示手段が、表示手段に画像のコントラスト値を示すインジケータを表示させるようにしているので、作業者は、操作手段によってマニュアル調整する際に、インジケータを参照しながら操作することができる。これにより、マニュアルでのピント合わせの操作が簡単化され、フォーカス位置精度が向上し、作業者によるばらつきも解消され、繰り返し精度も増す。インジケータ表示手段は、画像の最大コントラスト時に100%表示となるようにコントラスト値を表示するので、マニュアル調整時にコントラストが常に100%となるように合わせ込めば良く、フォーカス調整が更に容易になる。

【0007】

インジケータは、コントラスト値を数値によって表示するものでも良いが、コントラスト値をグラフィックイメージによって表示するグラフィックインジケータであると、コントラスト値を定量値で直感的に把握することができ、作業がより簡単化される。両者を併せて用いれば、グラフィックス表示による直感的な値と数値による正確な値とを同時に把握することができるので、より好ましい。

【0008】

また、インジケータは、コントラスト値を粗い単位で表示する粗スケールと細かい単位

10

20

30

40

50

で表示する細スケールとを組み合わせたものであると、ピーク時において正確な合焦位置に合わせ込むのが容易になる。同様の理由から、インジケータ表示手段は、例えば逆対数目盛表示のように、コントラスト値がピーク値に近づくほどフォーカス調整量に対するコントラスト値の変化が大きくなるようにインジケータを表示するものであっても良い。

【0009】

また、例えば三次元画像計測機等では、フォーカス調整量がZ軸（光軸）方向の測定値となることがある。このため、インジケータ表示手段は、撮像手段のフォーカス調整量を表示するものであると、このような機器においては有効である。同様に、撮像手段のフォーカス調整量を記憶するフォーカス調整量記憶手段を更に備えておくと、測定機等では測定値として利用することができ、また、再度の合焦調整の際に再利用して調整の手間を省くことができる。

10

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照してこの発明の好ましい実施の形態について説明する。

図1は、この発明の画像機器のフォーカス調整装置が適用されるCNC三次元画像測定装置の全体構成を示す斜視図である。

この装置は、非接触画像計測型の測定機本体1と、この測定機本体1を駆動制御すると共に必要な測定データ処理を実行するコンピュータシステム2と、測定機本体1をマニュアル操作するための指令入力部3と、計測結果をプリントアウトするプリンタ4とにより構成されている。

20

【0011】

測定機本体1は、次のように構成されている。即ち、架台11上には、被測定対象であるワーク12を載置する測定テーブル13が装着されており、この測定テーブル13は、図示しないY軸駆動機構によってY軸方向に駆動される。架台11の後端部には上方に延びるフレーム14が固定されており、このフレーム14の上部から前面に張り出したカバー15の内部には、測定テーブル13を上部から臨むように図示しないX軸及びZ軸駆動機構に駆動される撮像手段としてのCCDカメラ16が取り付けられている。CCDカメラ16の下端には、ワーク12に照明光を照射するためのリング状の照明装置17が備えられている。

【0012】

コンピュータシステム2は、コンピュータ本体21、キーボード22、マウス23及びCRTディスプレイ24を備えて構成されている。

コンピュータ本体21を中心とするこのシステムは、例えば図2に示すように構成されている。即ち、CCDカメラ16で捉えたワーク12の画像信号は、AD変換部31で多値画像データに変換され、画像記憶手段としての多値画像メモリ32に格納される。多値画像メモリ32に格納された多値画像データは、表示制御部33の動作によって表示手段としてのCRTディスプレイ24に表示される。一方、キーボード22及びマウス23からのオペレータの指令は、インタフェース(I/F)34を介してCPU35に伝えられる。CPU35は、前記オペレータの指令又はプログラムメモリ36に格納されたプログラムに従ってステージ移動等の各種の処理を実行する。ワークメモリ37は、CPU35の各種処理のための作業領域を提供する。

30

40

【0013】

また、CCDカメラ16のX軸方向位置及びZ軸方向位置を検出するためのX軸エンコーダ41及びZ軸エンコーダ43、並びにテーブル13のY軸方向位置を検出するためのY軸エンコーダ42が設けられ、これらエンコーダ41～43からの出力はCPU35に取り込まれる。CPU35は、取り込まれた各軸位置の情報と前述したオペレータの指令に基づいて、X軸駆動系44及びZ軸駆動系46を介してCCDカメラ16をX軸及びZ軸方向に駆動し、Y軸駆動系45を介してテーブル13をY軸方向に駆動する。これにより、ステージ移動操作が実現される。更に、照明制御部39は、CPU35で生成された指令値に基づいてアナログ量の指令電圧を生成し照明装置17に印加する。

50

【 0 0 1 4 】

この画像測定装置におけるフォーカス調整は、指令入力部 3、キーボード 2 2 及びマウス 2 3 等の操作手段によって、CPU 3 5 を介して Z 軸駆動系 4 6 を駆動することにより実現される。Z 軸駆動系 4 6 は、CCD カメラ 1 6 又はその光学系を Z 軸方向に駆動する。これに伴って、CRT ディスプレイ 2 4 上に表示されるワークの画像のコントラストが変化する。コントラスト値は、CRT ディスプレイ 2 4 上にグラフィックインジケータによって表示される。

【 0 0 1 5 】

図 3 は、コントラスト C とグラフィックインジケータ 5 1 の表示例を示す図である。コントラスト C は、グラフィックインジケータ 5 1 によってレベルチャートの形態で表示される。グラフィックインジケータ 5 1 のイメージデータは、プログラムメモリ 3 6 に格納され、コントラストに対応したレベル値はワークメモリ 3 7 に格納される。CPU 3 5 は、一定の時間間隔又は一定の Z 軸移動量毎に多値画像メモリ 3 2 に記憶された画像データからコントラストを算出するコントラスト算出手段と、算出されたコントラストに基づいてレベルチャートのレベル値を算出し、プログラムメモリ 3 6 に記憶されたイメージデータからレベル値に基づくチャートイメージを合成してグラフィックインジケータ 5 1 を生成するインジケータ表示手段を構成する。画像のコントラスト C は、例えば次のように求めることができる。

【 0 0 1 6 】

【 数 1 】

$$C = \sum_{y=1}^{m-1} \sum_{x=1}^{n-1} (g_{x+1,y} - g_{x,y})^2 + \sum_{x=1}^{m-1} \sum_{y=1}^{n-1} (g_{x,y+1} - g_{x,y})^2$$

【 0 0 1 7 】

ここで、 $g_{x,y}$ は、XY 座標平面上の (x, y) に位置する画素の輝度値である。 $m \times n$ 画素について計算を行うが、予めウィンドウを設定しておいて、計算に供する画像データの数を減らしておくことは有効である。

【 0 0 1 8 】

図 3 に示すように、コントラスト C のピーク値がレベルチャート上の 100% 表示となるような表示がなされると、フォーカス調整作業が容易になり、作業者によるばらつきも減少する。図 4 は、そのような表示処理を行うための CPU 3 5 の処理を示すフローチャートである。なお、この処理は、例えば Z 軸が一定値移動する度、一定の時間間隔毎又はこれらを適宜併用して駆動される。

【 0 0 1 9 】

まず、コントラスト値 C が算出され (S 1)、そのコントラスト値 C と記憶されている最大値 C_{max} とが比較され (S 2)、 $C > C_{max}$ のときにはピーク値をまだ検出していない状態であるため、 C_{max} を更新し (S 3)、 C / K をレベル値として表示する (S 4)。ここで、K は適当な係数であり、レベルチャートがオーバーフローしないように、最も高いコントラストが得られる画像のコントラストのピーク値よりも若干大きな値に設定しておく。また、C が C_{max} 以下のときには (S 2)、既にピーク値が C_{max} として検出されているので、 C / C_{max} をレベル値として表示する (S 5)。

【 0 0 2 0 】

これにより、コントラスト値 C のピーク値が検出される前は、グラフィックインジケータ 5 1 のレベルチャートは実際のピーク値に対する割合よりも小さい値として表示されるが、一旦、ピーク値が検出されると、以後はピーク値で 100% となるように表示が修正されることになる。

【 0 0 2 1 】

コントラスト値 C のピークを検出する前にコントラスト曲線を推定して、ピーク位置で 1

10

20

30

40

50

00%表示となるように調整することもできる。明暗の差が大きい画像と、明暗の差が小さい画像とでは、コントラスト曲線が異なってくるが、コントラスト曲線の微分曲線（傾き）のピーク値を求めることによってコントラスト曲線（ピーク値）をある程度推定することができる。また、図5に示すように、コントラスト曲線の微分曲線が一定の範囲（ $\pm A$ ）に入った時点でレベルチャートに表示するようにしても良い。この場合、Z軸の増加方向の移動に対して、微分曲線が減少傾向を示す区間のデータを使用する。即ち、前回のZ値 z_{i-1} 及び微分値 a_{i-1} と今回のZ値 z_i 及び微分値 a_i とを用いて、

【0022】

【数2】

$$V = (a_i - a_{i-1}) / (z_i - z_{i-1})$$

[但し、

$$a_i = (C_i - C_{i-1}) / (z_i - z_{i-1})]$$

【0023】

を求め、評価値 V が負の値であればピーク近傍であると判断する。

【0024】

ピーク近傍のみを表示すると、調整操作の初期の段階でZ軸のどちらの方向にフォーカス調整して良いのかの判断が付きにくいので、例えば図6に示すように、粗（COARSE）スケールインジケータ61と細（FINE）スケールインジケータ62とを併用して、全体的な合焦位置の方向性と正確性とを同時に満たすようにすると更に良い。

【0025】

図7及び図8は、粗・細併用表示処理のフローチャートである。この処理も例えばZ値が一定量変化する毎、一定の時間間隔毎又はこれらを適宜併用して起動される。まず、図7において、コントラスト値 C_i が求められ（S11）、次に前回サンプリング時からのコントラスト曲線の傾き a_i とその変化（ $a_i - a_{i-1}$ ）を評価する（S12）。即ち、上述した評価値 V が負の値で、且つ傾き a_i が図5における $\pm A$ の範囲内であるかどうかによってコントラスト曲線のピーク値近傍であるかどうかを判定し（S13）、ピーク値近傍でなければ、粗スケールインジケータ61に C_i / K のレベルを表示する（S14）。ここで K は、前述と同様にオーバーフローしないような適当な係数である。ピーク値近傍に達したら、そのときのコントラスト値 C_i を変数 C_{COAR} に格納し（S15）、FINE表示処理に移行する。

【0026】

FINE表示処理では、図8に示すように、まず、コントラスト値 C_i を算出し（S21）、求めたコントラスト値 C_i と C_{COAR} との大小比較を行い（S22）、コントラスト値 C_i が C_{COAR} を下回ったら、ピーク値近傍を外れたので、ステップS14に戻り、以後は再度図7のCOAR表示処理を実行する。コントラスト値 C_i がピーク値近傍範囲内である場合には、 C_i / K のレベルを粗スケールインジケータ61に表示すると共に（S23）、 $1 - |a_i| / A$ のレベルを細スケールインジケータ62に表示する（S24）。これにより、ピーク値近傍でのコントラスト値の合わせ込みが容易になる。

【0027】

なお、このような粗・細併用表示に代わりに、例えば図9に示すように、コントラスト値が100%に近づくほどフォーカス調整量に対するコントラスト値の変化が大きくなるようにインジケータを表示するものでも良い。

【0028】

また、コントラスト値（%表示）は、数値によって表示するものでも良いし、数値と上述したグラフィックレベル表示とを併用するようにしても良い。更に、図10に示すように、フォーカス調整量、即ち上記の例ではZ軸の値を数値として併用表示するようにしても良い。三次元画像測定機では、このフォーカス調整量が同時にZ軸の測定値ともなるので、この値は重要である。コントラストのピーク値が得られたら、「了解」ボックスをマウスなどでクリックすることにより、そのときのフォーカス調整量を、XY座標値と共に、例えばフォーカス調整量記憶手段としてのワークメモリ37に記憶しておけば、測定値と

10

20

30

40

50

しても利用できるし、以後、同一位置及びその近傍に位置したときに自動フォーカス調整を行うことも可能になり、作業効率の向上、再現性の向上、及び測定精度の向上を図ることができる。

【0029】

なお、以上の実施例では、三次元画像測定機に本発明を適用した例を示したが、本発明は、投影機、顕微鏡、カメラ等の他の画像機器のフォーカス調整にも適用可能であることはいうまでもない。

【0030】

【発明の効果】

以上述べたようにこの発明によれば、インジケータ表示手段が、表示手段に画像のコントラスト値を示すインジケータを表示させるので、作業者は、操作手段によってマニュアル調整する際に、インジケータを参照しながら操作することができ、マニュアルでのピント合わせの操作が簡単化され、フォーカス位置精度が向上し、作業者によるばらつきも解消され、繰り返し精度も増すという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係るCNC画像測定装置の斜視図である。

【図2】 同装置におけるコンピュータシステム及びその周辺の構成を示すブロック図である。

【図3】 同装置におけるコントラスト値とそのインジケータの一例を示す図である。

【図4】 同インジケータの表示処理を示すフローチャートである。

【図5】 コントラスト曲線とその微分値との関係からコントラスト値のピーク値近傍を説明するための図である。

【図6】 粗・細併用表示インジケータの例を示す図である。

【図7】 同インジケータの粗表示処理を示すフローチャートである。

【図8】 同インジケータの細表示処理を示すフローチャートである。

【図9】 本発明の他の実施例に係るインジケータの例を示す図である。

【図10】 本発明の更に他の実施例に係るインジケータの例を示す図である。

【符号の説明】

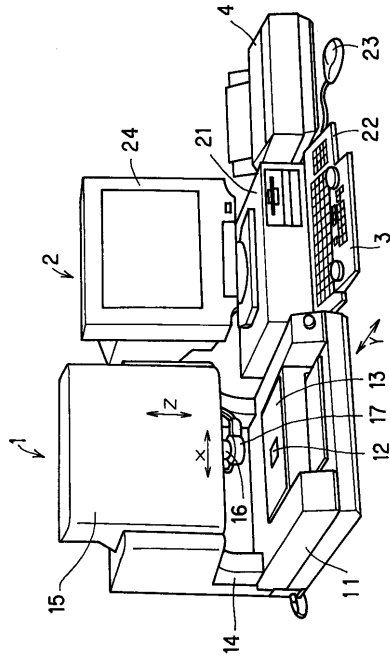
1 ... 測定機本体、2 ... コンピュータシステム、3 ... 指令入力部、4 ... プリンタ、11 ... 架台、12 ... ワーク、13 ... 測定テーブル、14 ... フレーム、15 ... カバー、16 ... CCDカメラ、17 ... 照明装置、21 ... コンピュータ本体、22 ... キーボード、23 ... マウス、24 ... CRTディスプレイ、31 ... AD変換部、32 ... 多値画像メモリ、33 ... 表示制御部、34 ... インタフェース、35 ... CPU、36 ... プログラムメモリ、37 ... ワークメモリ、39 ... 照明制御部、41 ... X軸エンコーダ、42 ... Y軸エンコーダ、43 ... Z軸エンコーダ、44 ... X軸駆動系、45 ... Y軸駆動系、46 ... Z軸駆動系、51 ... インジケータ、61 ... 粗スケールインジケータ、62 ... 細スケールインジケータ。

10

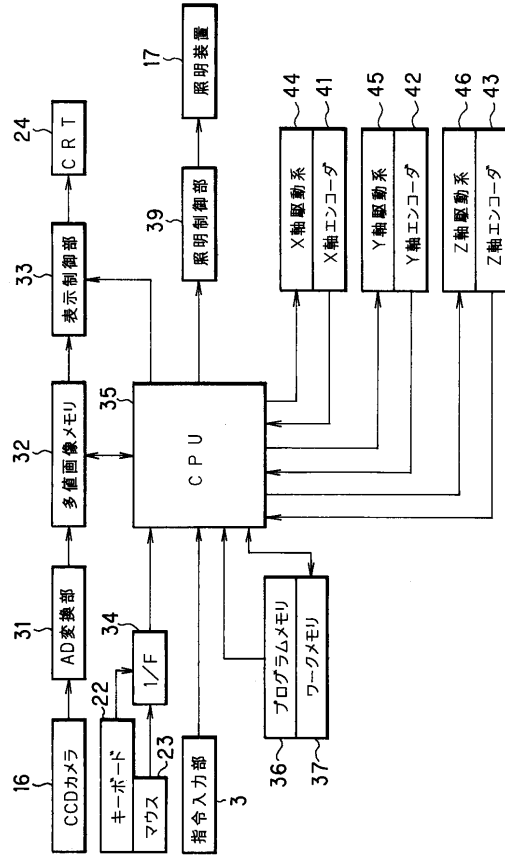
20

30

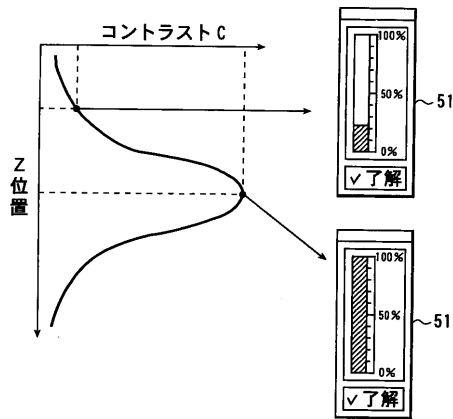
【 図 1 】



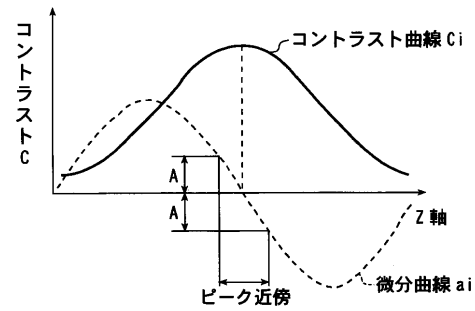
【 図 2 】



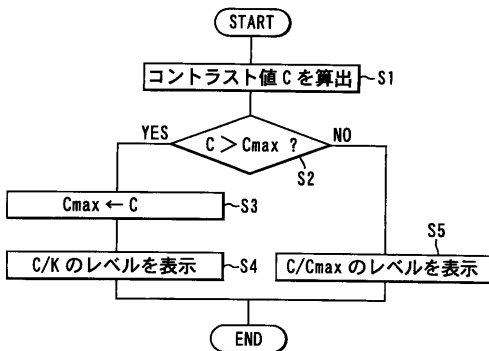
【 図 3 】



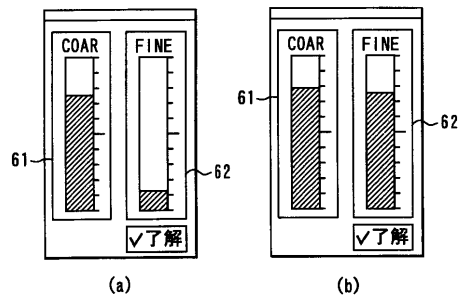
【 図 5 】



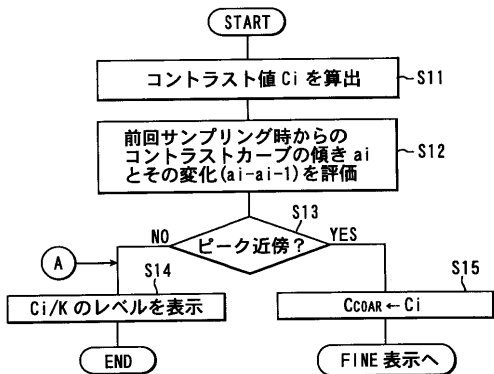
【 図 4 】



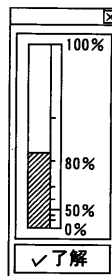
【 図 6 】



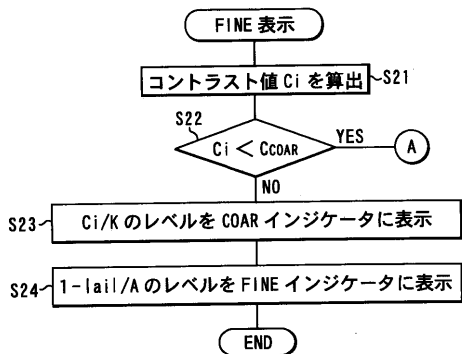
【 図 7 】



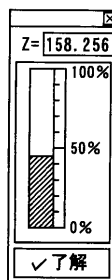
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G01B 11/00 -11/30

H04N 5/232

G01D 7/00

G09G 3/00