

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-232111

(P2011-232111A)

(43) 公開日 平成23年11月17日(2011.11.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/954 (2006.01)	GO 1 N 21/954	2 F 0 6 5
GO 1 B 11/30 (2006.01)	GO 1 B 11/30	2 G 0 5 1
GO 1 N 21/88 (2006.01)	GO 1 N 21/88	J

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2010-101475 (P2010-101475)	(71) 出願人	000000376
(22) 出願日	平成22年4月26日 (2010. 4. 26)		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	100076233
			弁理士 伊藤 進
		(72) 発明者	堀 史生
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内
		Fターム(参考)	2F065 AA49 FF04 JJ19 JJ26 QQ24
			QQ25 QQ31 SS02
			2G051 AA07 AA88 AB02 CA04 CB01
			CC01 CC17 EA11 EA12 EA14
			ED11 FA01

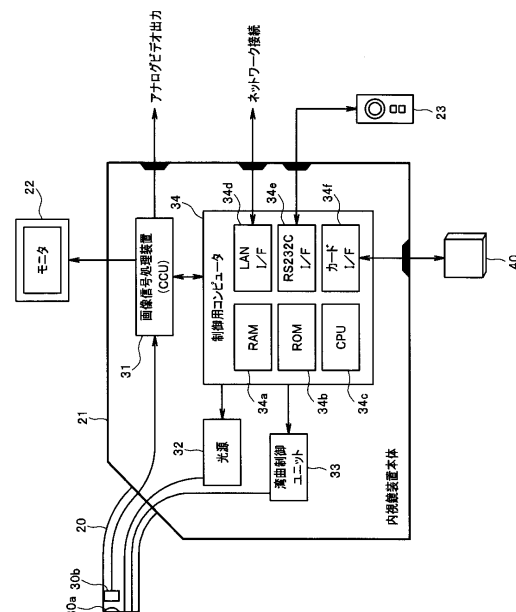
(54) 【発明の名称】 検査装置及び検査装置の用いた欠陥検出方法

(57) 【要約】

【課題】ブレード上の欠陥の有無、量及び大きさを簡単に認識できるとともに、複数のブレード上に存在する複数の欠陥を簡単に認識することができる内視鏡装置を提供する。

【解決手段】内視鏡装置3は、1の条件に基づいて、画像から複数の被写体のうち少なくとも2つの被写体の第1の特徴部を検出する特徴検出部と、少なくとも2つの被写体の第1の特徴部に基づいて、第1の被写体の第1の特徴部と第2の被写体の第1の特徴部とを判別する特徴判別部と、第1の被写体の第1の特徴部、及び第2の被写体の第1の特徴部に基づいて、第1の被写体の第1の欠陥部、及び第2の被写体の第1の欠陥部を検出する欠陥検出部と、第1の被写体の第1の欠陥部を示す情報、及び第2の被写体の第1の欠陥部を示す情報を、画像と共に表示する表示部とを有する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の被写体を撮像して画像を得る検査装置であって、

第 1 の条件に基づいて、前記画像から前記複数の被写体のうち少なくとも 2 つの被写体の第 1 の特徴部を検出する特徴検出部と、

前記少なくとも 2 つの被写体の前記第 1 の特徴部に基づいて、第 1 の被写体の前記第 1 の特徴部と第 2 の被写体の前記第 1 の特徴部とを判別する特徴判別部と、

前記第 1 の被写体の前記第 1 の特徴部、及び前記第 2 の被写体の前記第 1 の特徴部に基づいて、前記第 1 の被写体の第 1 の欠陥部、及び前記第 2 の被写体の第 1 の欠陥部を検出する欠陥検出部と、

前記第 1 の被写体の第 1 の欠陥部を示す情報、及び前記第 2 の被写体の第 1 の欠陥部を示す情報を、前記画像と共に表示する表示部と、

を有することを特徴とする検査装置。

【請求項 2】

前記特徴検出部は、第 2 の条件に基づいて、前記画像から前記少なくとも 2 つの被写体の第 2 の特徴部を検出し、

前記特徴判別部は、前記少なくとも 2 つの被写体の前記第 2 の特徴部に基づいて、前記第 1 の被写体の前記第 2 の特徴部と前記第 2 の被写体の前記第 2 の特徴部とを判別し、

前記欠陥検出部は、前記第 1 の被写体の前記第 2 の特徴部、及び前記第 2 の被写体の前記第 2 の特徴部に基づいて、前記第 1 の被写体の第 2 の欠陥部、及び前記第 2 の被写体の第 2 の欠陥部を検出し、

前記表示部は、前記第 1 の被写体の第 2 の欠陥部を示す情報、及び前記第 2 の被写体の第 2 の欠陥部を示す情報を、前記画像と共に表示することを特徴とする請求項 1 に記載の検査装置。

【請求項 3】

前記表示部は、前記第 1 及び前記第 2 の被写体の前記第 1 の欠陥部を示す情報及び前記第 1 及び前記第 2 の被写体の前記第 2 の欠陥部を示す情報を、前記画像と共に表示することを特徴とする請求項 2 に記載の検査装置。

【請求項 4】

前記第 1 及び前記第 2 の被写体の前記第 1 の欠陥部を示す情報は、前記画像が記録されるファイルとは異なるファイルに記録されることを特徴とする請求項 1 に記載の検査装置。

【請求項 5】

前記第 1 及び前記第 2 の被写体の前記第 2 の欠陥部を示す情報は、前記画像が記録されるファイルとは異なるファイルに記録されることを特徴とする請求項 2 に記載の検査装置。

【請求項 6】

前記第 1 の被写体の前記第 1 の欠陥部を示す情報と前記第 2 の被写体の前記第 1 の欠陥部を示す情報とを、互いに識別可能に表示することを特徴とする請求項 1 に記載の検査装置。

【請求項 7】

前記第 1 の被写体の前記第 2 の欠陥部を示す情報と前記第 2 の被写体の前記第 2 の欠陥部を示す情報とを、互いに識別可能に表示することを特徴とする請求項 2 に記載の検査装置。

【請求項 8】

複数の被写体を撮像して画像を得る検査装置を用いた欠陥検出方法であって、

第 1 の条件に基づいて、前記画像前記複数の被写体のうち少なくとも 2 つの被写体の第 1 の特徴部を検出し、

前記少なくとも 2 つの被写体の前記第 1 の特徴部に基づいて、第 1 の被写体の前記第 1 の特徴部と第 2 の被写体の前記第 1 の特徴部とを判別し、

10

20

30

40

50

前記第 1 の被写体の前記第 1 の特徴部、及び前記第 2 の被写体の前記第 1 の特徴部に基
づいて、前記第 1 の被写体の第 1 の欠陥部、及び前記第 2 の被写体の第 1 の欠陥部を検出
し、

前記第 1 の被写体の第 1 の欠陥部を示す情報、及び前記第 2 の被写体の第 1 の欠陥部を
示す情報を、前記画像と共に表示することを特徴とする検査装置を用いた欠陥検出方法。

【請求項 9】

第 2 の条件に基づいて、前記画像から前記少なくとも 2 つの被写体の第 2 の特徴部を検
出し、

前記少なくとも 2 つの被写体の前記第 2 の特徴部に基づいて、前記第 1 の被写体の前記
第 2 の特徴部と前記第 2 の被写体の前記第 2 の特徴部とを判別し、

前記第 1 の被写体の前記第 2 の特徴部、及び前記第 2 の被写体の前記第 2 の特徴部に基
づいて、前記第 1 の被写体の第 2 の欠陥部、及び前記第 2 の被写体の第 2 の欠陥部を検出
し、

前記第 1 の被写体の第 2 の欠陥部を示す情報、及び前記第 2 の被写体の第 2 の欠陥部を
示す情報を、前記画像と共に表示することを特徴とする請求項 8 に記載の検査装置を用い
た欠陥検出方法。

【請求項 10】

前記第 1 及び前記第 2 の被写体の前記第 1 の欠陥部を示す情報及び前記第 1 及び前記第
2 の被写体の前記第 2 の欠陥部を示す情報を、前記画像と共に表示することを特徴とする
請求項 9 に記載の検査装置を用いた欠陥検出方法。

【請求項 11】

前記第 1 及び前記第 2 の被写体の前記第 1 の欠陥部を示す情報は、前記画像が記録され
るファイルとは異なるファイルに記録されることを特徴とする請求項 8 に記載の検査装置
を用いた欠陥検出方法。

【請求項 12】

前記第 1 及び前記第 2 の被写体の前記第 2 の欠陥部を示す情報は、前記画像が記録され
るファイルとは異なるファイルに記録されることを特徴とする請求項 9 に記載の検査装置
を用いた欠陥検出方法。

【請求項 13】

前記第 1 の被写体の前記第 1 の欠陥部を示す情報と前記第 2 の被写体の前記第 1 の欠陥
部を示す情報とを、互いに識別可能に表示することを特徴とする請求項 8 に記載の検査装
置を用いた欠陥検出方法。

【請求項 14】

前記第 1 の被写体の前記第 2 の欠陥部を示す情報と前記第 2 の被写体の前記第 2 の欠陥
部を示す情報とを、互いに識別可能に表示することを特徴とする請求項 9 に記載の検査装
置を用いた欠陥検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、検査装置及び検査装置の用いた欠陥検出方法に関し、特に、複数の被写体の
欠陥の有無、量及び大きさを簡単に認識できる検査装置及び検査装置の用いた欠陥検出方
法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、非破壊検査装置は、航空機用エンジンやボイラ等を検査対象物（被写体）とする
非破壊検査を行う。このような検査対象物の検査は、検査装置が撮像した画像を表示部に
表示し、検査官が目視で傷等の異常部分を識別するものであった。

【0003】

このため、たとえば航空機用エンジン内に多数配列されているタービンブレードのよう
に検査対象物の数が多いと、高い集中力を必要とする検査作業が長時間続くこととなって

10

20

30

40

50

検査官の負担を大きくするため、異常部分の判定及び検出を自動化することができる検査装置が開発されている。

【0004】

このような異常部分を自動的に検出する検査装置は、画像処理で良品及び不良品を判別するため、予め用意した良品の画像データ（以下、良品モデルという）を検査対象物の画像データと比較し、両方の画像データに相違がなければ正常と判断する。

【0005】

しかし、このような検査装置を用いた検査では、多種類の検査対象物毎に異なる良品モデルを作成するという面倒な作業が必要になる。

【0006】

そこで、良品モデルに相当する比較対象物の作成を不要とした画像処理により、異常検出を可能とする内視鏡装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0007】

この特許文献1に記載された内視鏡装置は、画像データの形状が直線ないし緩やかな曲線状の場合を正常と判定し、それ以外を異常と判定する画像識別手段を備え、良品モデルに相当する比較対象物の作成を不要とした画像処理により、異常検出を可能としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2005-55756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に記載された内視鏡装置は、動画像の1フレーム毎に、タービンプレードの異常部分である欠陥部に「DEFECT」という文字を表示または非表示するだけで、ユーザは、どの程度の欠陥があるのかを認識することができない。また、この内視鏡装置は、1つのタービンプレード上に存在する複数の欠陥なのか、複数のタービンプレード上に存在する複数の欠陥なのかを認識することができない。

【0010】

そこで、本発明は、複数の被写体の欠陥の有無、量及び大きさを簡単に認識できるとともに、複数の被写体に存在する複数の欠陥を簡単に認識することができる検査装置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】

本発明の一態様によれば、複数の被写体を撮像して画像を得る検査装置であって、第1の条件に基づいて、前記画像から前記複数の被写体のうち少なくとも2つの被写体の第1の特徴部を検出する特徴検出部と、前記少なくとも2つの被写体の前記第1の特徴部に基づいて、第1の被写体の前記第1の特徴部と第2の被写体の前記第1の特徴部とを判別する特徴判別部と、前記第1の被写体の前記第1の特徴部、及び前記第2の被写体の前記第1の特徴部に基づいて、前記第1の被写体の第1の欠陥部、及び前記第2の被写体の第1の欠陥部を検出する欠陥検出部と、前記第1の被写体の第1の欠陥部を示す情報、及び前記第2の被写体の第1の欠陥部を示す情報を、前記画像と共に表示する表示部と、を有することを特徴とする検査装置を提供することができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明の検査装置によれば、複数の被写体の欠陥の有無、量及び大きさを簡単に認識できるとともに、複数の被写体に存在する複数の欠陥を簡単に認識することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本実施の形態に係るブレード検査システムの構成を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 2】内視鏡装置 3 の構成を示すブロック図である。

【図 3】欠陥検査ソフトを実行したときに表示されるメインウィンドウ 5 0 を説明するための説明図である。

【図 4 A】閲覧ボタン 5 6 が押下されたときに表示される閲覧ウィンドウの例を説明するための説明図である。

【図 4 B】閲覧ボタン 5 6 が押下されたときに表示される閲覧ウィンドウの他の例を説明するための説明図である。

【図 4 C】閲覧ボタン 5 6 が押下されたときに表示される閲覧ウィンドウの他の例を説明するための説明図である。

【図 5】欠陥検査ソフトの動作の流れの例を説明するためのフローチャートである。

10

【図 6】図 5 のステップ S 3 の初期化処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【図 7】図 5 のステップ S 5 の映像表示処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【図 8】図 5 のステップ S 6 の静止画撮影処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【図 9】図 5 のステップ S 7 の動画撮影処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【図 1 0】図 5 のステップ S 8 の検査設定処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

20

【図 1 1】図 5 のステップ S 9 の欠陥検査処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【図 1 2】図 1 1 のステップ S 7 2 の欠け検出処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【図 1 3】読み出されたフレーム画像 9 0 の例を示す図である。

【図 1 4】グレースケール画像から変換されたエッジ画像 A 9 3 の例を示す図である。

【図 1 5】エッジ画像 A 9 3 から変換された 2 値画像 9 4 の例を示す図である。

【図 1 6】2 値画像 9 4 から変換された細線画像 A 9 5 の例を示す図である。

【図 1 7】細線画像 A 9 5 から変換された細線画像 B 9 6 の例を示す図である。

【図 1 8】細線画像 B 9 6 から変換された膨張画像 9 7 の例を示す図である。

30

【図 1 9】グレースケール画像と膨張画像 9 7 から取り出されたエッジ領域画像 9 8 の例を示す図である。

【図 2 0】エッジ領域画像 9 8 から生成されたエッジ画像 B 9 9 の例を示す図である。

【図 2 1】エッジ画像 B 9 9 から生成された分割エッジ画像 1 0 0 の例を示す図である。

【図 2 2】分割エッジ画像 1 0 0 の各分割エッジに対して、円が近似された円近似画像 1 0 1 の例を示す図である。

【図 2 3】分割エッジ画像 1 0 0 から所定の分割エッジが除去されたエッジ画像 C 1 0 4 の例を示す図である。

【図 2 4】エッジ画像 C 1 0 4 を内視鏡映像に重畳表示した例を示す図である。

【図 2 5】はがれ検出処理により得られたエッジ画像が内視鏡映像に重畳表示された例を示す図である。

40

【図 2 6】欠け及びはがれ検出処理により得られたエッジ画像が内視鏡映像に重畳表示された例を示す図である。

【図 2 7】本実施の形態の変形例に係るブレード検査システムの構成の例を示す図である。

【図 2 8】本実施の形態の変形例に係るブレード検査システムの構成の例を示す図である。

【図 2 9】P C 6 の構成の例を説明するためのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 4】

50

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0015】

図1は、本実施の形態に係るブレード検査システムの構成を示す図である。図1に示すように、ジェットエンジン1内には、検査対象物である複数のタービンブレード10が所定の間隔で周期的に配置されている。なお、検査対象物は、タービンブレード10に限定されることなく、例えば、コンプレッサーブレードであってもよい。また、ジェットエンジン1には、タービンブレード10を回転方向Aに所定の速度で回転させるターニングツール2が接続されている。本実施の形態では、タービンブレード10の画像を取り込んでいる間は常にタービンブレード10を回転させた状態にしている。

【0016】

本実施の形態では、タービンブレード10の画像を取得するため、内視鏡装置3が用いられる。ジェットエンジン1の内部には、内視鏡装置3の内視鏡挿入部20が挿入されており、この内視鏡挿入部20により、回転しているタービンブレード10の映像が取り込まれる。また、内視鏡装置3には、タービンブレード10を所望の角度で撮像した画像を記録するため、及び複数のタービンブレード10の欠陥をリアルタイムに検出し、検出した欠陥を強調表示するための欠陥検査ソフトウェアプログラム（以下、欠陥検査ソフトという）が記憶されている。

【0017】

この欠陥には、タービンブレード10の一部が欠けて無くなった状態である「欠け（欠損）」（第1の欠陥部）と、タービンブレード10の表面が薄くなった状態である「はがれ」（第2の欠陥部）とがある。「はがれ」は、タービンブレード10の表面だけが薄くはがれた状態と、タービンブレード10の表面が深くえぐれた状態とを含む。欠陥検査ソフトは、これらの欠け及び／またははがれを検出する。

【0018】

図2は、内視鏡装置3の構成を示すブロック図である。図2に示すように、内視鏡装置3は、内視鏡挿入部20と、内視鏡装置本体21と、モニタ22と、リモートコントローラ（以下、リモコンという）23とから構成されている。内視鏡挿入部20の先端には、撮像光学系30aおよび撮像素子30bが内蔵されている。また、内視鏡装置本体21には、画像信号処理装置（CCU）31と、光源32と、湾曲制御ユニット33と、制御用コンピュータ34とが内蔵されている。

【0019】

内視鏡挿入部20において、撮像光学系30aは被写体からの光を集光し、撮像素子30bの撮像面上に被写体像を結像する。撮像素子30bは、被写体像を光電変換して撮像信号を生成する。撮像素子30bから出力された撮像信号は、画像信号処理装置31に入力される。

【0020】

内視鏡装置本体21において、画像信号処理装置31は、撮像素子30bからの撮像信号をNTSC信号等の映像信号に変換して制御用コンピュータ34およびモニタ22に供給し、さらに必要に応じてアナログビデオ出力として、端子から外部に出力可能となっている。

【0021】

光源32は、光ファイバ等を通じて内視鏡挿入部20の先端に接続されており、光を外部に照射することができる。湾曲制御ユニット33は、内視鏡挿入部20の先端と接続されており、内視鏡挿入部20の先端の湾曲部を上下左右に湾曲させることができる。光源32および湾曲制御ユニット33の制御は、制御用コンピュータ34によって行われる。

【0022】

制御用コンピュータ34は、RAM34aと、ROM34bと、CPU34cと、外部インターフェースとしてLAN I/F34dと、RS232C I/F34eと、カードI/F34fとから構成されている。

【0023】

10

20

30

40

50

R A M 3 4 a は、ソフトウェア動作に必要な画像情報等のデータを一時記憶するために使用される。R O M 3 4 b には、内視鏡装置 3 を制御するための一連のソフトウェアが記憶されており、後述する欠陥検査ソフトも R O M 3 4 b 内に記憶される。C P U 3 4 c は、R O M 3 4 b に記憶されているソフトウェアの命令コードに従って、R A M 3 4 a に記憶されたデータを用いて各種制御のための演算等を実行する。

【 0 0 2 4 】

L A N I / F 3 4 d は、外部のパーソナルコンピュータ（以下、外部 P C という）と L A N ケーブルによって接続するためのインターフェースであり、外部 P C に対して、画像信号処理装置 3 1 から出力された映像情報を出力することができる。R S 2 3 2 C I / F 3 4 e は、リモコン 2 3 と接続するためのインターフェースであり、このリモコン 2 3 をユーザが操作することによって、内視鏡装置 3 の各種動作を制御することができる。カード I / F 3 4 f は、記録媒体である各種メモリカード、ここでは、C F カード 4 0 を自由に着脱できるようになっている。ユーザは、カード I / F 3 4 f に C F カード 4 0 を装着することにより、C P U 3 4 c の制御によって、C F カード 4 0 に記憶されている画像情報等のデータを取り込む、あるいは画像情報等のデータを C F カード 4 0 に記録することができる。

【 0 0 2 5 】

図 3 は、欠陥検査ソフトを実行したときに表示されるメインウィンドウ 5 0 を説明するための説明図である。図 3 に示すメインウィンドウ 5 0 は、ユーザが欠陥検査ソフトを起動することにより、モニタ 2 2 に表示される。

【 0 0 2 6 】

メインウィンドウ 5 0 の表示は、C P U 3 4 c による制御に従って行われる。C P U 3 4 c は、メインウィンドウ 5 0 を表示するためのグラフィック画像信号（表示信号）を生成し、モニタ 2 2 へ出力する。

【 0 0 2 7 】

また、内視鏡装置 3 に取り込まれた映像（以下、内視鏡映像と記載）をメインウィンドウ 5 0 上に重畳表示する場合には、C P U 3 4 c は、画像信号処理装置 3 1 によって処理された画像データをグラフィック画像信号に重畳する処理を行い、処理後の信号をモニタ 2 2 へ出力する。

【 0 0 2 8 】

ユーザは、G U I 機能を利用して、リモコン 2 3 を介してメインウィンドウ 5 0 を操作することにより、内視鏡映像の閲覧、欠陥検査結果の閲覧、検査アルゴリズムの設定、パラメータの設定、画像ファイルの保存、動画ファイルの保存等を行うことができる。以下、各種 G U I の機能を説明する。

【 0 0 2 9 】

ライブ映像ウィンドウ 5 1 は、内視鏡映像を表示するためのウィンドウであり、欠陥検査ソフトが起動されると、ライブ映像ウィンドウ 5 1 に内視鏡映像がリアルタイムに表示される。ライブ映像ウィンドウ 5 1 により、ユーザは内視鏡映像を閲覧することができる。

【 0 0 3 0 】

撮影ボタン 5 2 は、静止画の撮影を行うためのボタンであり、撮影ボタン 5 2 が押下されると、内視鏡映像のうち、撮影ボタン 5 2 が押下されたタイミングで取り込まれた 1 フレーム分の画像が、画像ファイルとして C F カード 4 0 に保存される。

【 0 0 3 1 】

画像ファイル名フィールド 5 3 は、撮影された画像ファイル名を表示するためのフィールドであり、撮影ボタン 5 2 が押下されると、撮影ボタン 5 2 が押下されたタイミングで保存された画像ファイルのファイル名が表示される。

【 0 0 3 2 】

キャプチャ開始ボタン 5 4 は、動画の撮影を行うためのボタンであり、キャプチャ開始ボタン 5 4 が押下されると、内視鏡映像の動画ファイルへの記録が開始される。その際、

10

20

30

40

50

キャプチャ開始ボタン 5 4 の表示は、「キャプチャ開始」から「キャプチャ停止」に切り替わる。そして、キャプチャ停止ボタン 5 4 が押下されると、内視鏡映像の動画ファイルへの記録が停止され、キャプチャ停止ボタン 5 4 が押下されるまで記録された動画ファイルが C F カード 4 0 に保存される。その際、キャプチャ停止ボタン 5 4 の表示は、「キャプチャ停止」から「キャプチャ開始」に切り替わる。

【 0 0 3 3 】

動画ファイル名フィールド 5 5 は、撮影された動画ファイル名を表示するためのフィールドであり、キャプチャ開始ボタン 5 4 が押下されると、そのタイミングで記録が開始された動画ファイルのファイル名が表示される。

【 0 0 3 4 】

閲覧ボタン 5 6 は、C F カード 4 0 に保存された画像ファイルおよび動画ファイルの閲覧を行うためのボタンであり、閲覧ボタン 5 6 が押下されると、後述する閲覧ウィンドウが表示され、保存された画像ファイルおよび動画ファイルの閲覧を行うことができる。なお、閲覧ボタン 5 6 押下時の処理の詳細は、省略する。

【 0 0 3 5 】

検査アルゴリズムボックス 5 7 は、検査アルゴリズムの各種設定を行うためのボックスであり、その検査アルゴリズムボックス 5 7 内には、検査アルゴリズム選択ラジオボタン 5 8、及び検査パラメータ調整バー 5 9 が配置されている。

【 0 0 3 6 】

検査アルゴリズム選択ラジオボタン 5 8 は、使用する検査アルゴリズムを選択するためのラジオボタンである。検査アルゴリズム選択ラジオボタン 5 8 は、「なし」、「欠け検出」、「はがれ検出」の 3 種類がある。なしラジオボタン 5 8 a は、検査アルゴリズムを使用しない場合に選択される。欠け検出ラジオボタン 5 8 b は、欠け検出アルゴリズムを使用する場合に選択される。はがれ検出ラジオボタン 5 8 c は、はがれ検出アルゴリズムを使用する場合に選択される。また、検査アルゴリズムは、複数選択できるようになっている。例えば、欠け検出ラジオボタン 5 8 b 及びはがれ検出ラジオボタン 5 8 c が選択されると、タービンブレード 1 0 の欠け及びはがれが検出される。

【 0 0 3 7 】

検査パラメータ調整バー 5 9 は、検査パラメータの設定値を調整するためのバーである。検査パラメータ調整バー 5 9 の右側には、設定値が表示される。また、検査パラメータ調整バー 5 9 は、検査アルゴリズム選択ラジオボタン 5 8 の選択状況によって、表示内容が切り替わる。これは、使用する検査アルゴリズムによって、検査パラメータの種類も異なるからである。図 3 のなしラジオボタン 5 8 a が選択されている場合は、検査パラメータ調整バー 5 9 は無効となる。検査パラメータ調整バー 5 9 を無効するには、検査パラメータ調整バー 5 9 をグレーアウトとして、操作を行えないようにする、あるいは、検査パラメータ調整バー 5 9 を非表示にすることにより実現する。

【 0 0 3 8 】

また、図 3 に示すように、欠け検出ラジオボタン 5 8 b が選択されている場合、エッジ閾値バー 5 9 a 及び径閾値バー 5 9 b がそれぞれ表示される。エッジ閾値バー 5 9 a 及び径閾値バー 5 9 b における設定値の詳細は後述する。同様に、図 3 のはがれ検出ラジオボタン 5 8 c が選択されている場合、エッジ閾値バー 5 9 a 及び径閾値バー 5 9 b がそれぞれ表示される。各バーにおける設定値の詳細は後述する。

【 0 0 3 9 】

処理画像保存ボックス 6 0 は、検出した欠陥画像（第 1 の欠陥部を示す情報、第 2 の欠陥部を示す情報）を保存するためのボックスである。処理画像保存ボックス 6 0 がチェックされていない場合、欠陥画像が保存されず、処理画像保存ボックス 6 0 がチェックされている場合、欠陥画像が保存される。初期状態では、処理画像保存ボックス 6 0 はチェックされている状態となり、欠陥画像が保存されるようになっている。なお、処理画像保存ボックス 6 0 を設けずに、常に欠陥画像を保存するようにしてもよい。

【 0 0 4 0 】

このように、本実施の形態では、欠陥画像は、画像ファイル又は動画ファイルと異なるファイルで記憶されるようになっている。この欠陥画像は、画像ファイル又は動画ファイルと同じ名前のテキストファイル（以下、txtファイルという）としてCFカード40等に記憶される。画像ファイル又は動画ファイルが読み込まれた際に、画像ファイル又は動画ファイル名と同じ名前のtxtファイルがある場合、そのtxtファイルを付帯情報として読み込むことにより、内視鏡映像に欠陥画像が重畳表示される。

【0041】

xボタン61は、欠陥検査ソフトを終了するためのボタンである。xボタン61が押下されると、メインウィンドウ50が非表示となり、欠陥検査ソフトの動作が終了する。

【0042】

ここで、上述した閲覧ボタン56が押下されたときの閲覧ウィンドウについて説明する。図4Aは、閲覧ボタン56が押下されたときに表示される閲覧ウィンドウの例を説明するための説明図である。

【0043】

閲覧ウィンドウ70aは、ファイル名リストボックス71と、画像ウィンドウ72と、欠陥検出チェックボタン73と、再生ボタン74と、停止ボタン75と、xボタン76とを有してしる。

【0044】

ファイル名リストボックス71は、CFカード40に保存されている画像ファイルのファイル名及び動画ファイルのファイル名をリスト表示するためのボックスである。

【0045】

画像ウィンドウ72は、ファイル名リストボックス71から選択された画像ファイルまたは動画ファイルの画像を表示するウィンドウである。

【0046】

欠陥検出チェックボタン73は、後述する欠け検出処理及びはがれ検出処理により検出されたエッジ画像（第1の欠陥部を示す情報、第2の欠陥部を示す情報）を内視鏡映像に重畳表示するためのボタンである。欠陥検出チェックボタン73がチェックされていると、動画ファイルが読み込まれた際に、上述した動画ファイル名と同じ名前のtxtファイルがある場合、そのtxtファイルを付帯情報として読み込まれる。

【0047】

再生ボタン74は、動画ファイルの再生を行うためのボタンである。また、停止ボタン75は、再生されている動画ファイルの停止を行うためのボタンである。

【0048】

xボタン76は、閲覧ウィンドウ70aを閉じて、メインウィンドウ50に戻るためのボタンである。なお、閲覧ウィンドウ70aを図4Bまたは図4Cのようにしてもよい。

【0049】

図4B及び図4Cは、閲覧ボタン56が押下されたときに表示される閲覧ウィンドウの他の例を説明するための説明図である。なお、図4B及び図4Cにおいて、図4Aと同一の構成について同一の符号を付して説明を省略する。

【0050】

図4Bに示す閲覧ウィンドウ70bは、画像ファイルの内視鏡映像をサムネイル表示するための閲覧ウィンドウである。閲覧ウィンドウ70bは、複数、ここでは、4つのサムネイル画像表示ウィンドウ77a～77dと、欠陥量表示バー78a～78dと、スクロールバー79と、スクロールボックス80とを有している。

【0051】

サムネイル画像表示ウィンドウ77a～77dには、例えば、撮影された日時の早い順に内視鏡映像が表示される。

【0052】

欠陥量表示バー78a～78dは、それぞれサムネイル画像表示ウィンドウ77a～77dに表示された内視鏡映像に含まれる欠陥量を表示する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

スクロールバー 7 9 は、表示領域をスクロールさせるためのバーである。また、スクロールバー 7 9 上に配置されたスクロールボックス 8 0 は、現在のスクロール位置を示すためのボックスである。

【 0 0 5 4 】

ユーザは、スクロールバー 7 9 上のスクロールボックス 8 0 を操作することにより、サムネイル画像表示ウィンドウ 7 7 d に表示されているサムネイル画像以降に撮影されたサムネイル画像を閲覧ウィンドウ 7 0 b に表示することができる。

【 0 0 5 5 】

撮影された日時の早い順に画像ファイルが表示されるため、ユーザは、図 4 A のファイル名リストボックス 7 1 に表示された画像ファイルのファイル名を順次選択することなく、どの画像ファイルに欠陥がある画像が保存されているかが容易に認識することができる。

10

【 0 0 5 6 】

次に、図 4 C に示す閲覧ウィンドウ 7 0 c は、動画ファイルの内視鏡映像を表示するための閲覧ウィンドウである。閲覧ウィンドウ 7 0 c は、動画再生ウィンドウ 8 1 と、欠陥時間表示バー 8 2 とを有している。

【 0 0 5 7 】

動画再生ウィンドウ 8 1 は、ユーザによって選択された動画ファイルの内視鏡映像を表示するウィンドウである。

20

【 0 0 5 8 】

欠陥時間表示バー 8 2 は、動画ファイルに欠陥画像が含まれる時間帯を表示する。欠陥時間表示バー 8 2 の図 4 C に向かって左端を撮影開始時間、図 4 C に向かって右端を撮影終了時間として、欠陥画像の含まれる時間帯が黒く塗り潰されている。

【 0 0 5 9 】

ユーザは、欠陥時間表示バー 8 2 を確認することで、動画ファイルのどの時間帯に欠陥画像が多く含まれているかが容易に認識することができる。

【 0 0 6 0 】

なお、閲覧ウィンドウ 7 0 c は、1 つの動画画像ファイルを再生するときの例であるが、図 4 B の閲覧ウィンドウ 7 0 b と同様の構成にし、複数の動画ファイルを同時に再生できるようにしてもよい。

30

【 0 0 6 1 】

ここで、図 5 を用いて、欠陥検査ソフトの動作の流れを説明する。図 5 は、欠陥検査ソフトの動作の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 6 2 】

まず、ユーザによって欠陥検出ソフトが起動される（ステップ S 1 ）。このとき、リモコン 2 3 に入力された欠陥検査ソフトの起動指示に基づいて、CPU 3 4 c は、ROM 3 4 b に格納されている欠陥検査ソフトを RAM 3 4 a に読み込み、欠陥検査ソフトに従った動作を開始する。

【 0 0 6 3 】

次に、CPU 3 4 c は、メインウィンドウ 5 0 を表示するための処理を行い（ステップ S 2 ）、初期化処理を行う（ステップ S 3 ）。初期化処理とは、メインウィンドウ 5 0 内の各種 GUI の初期状態を設定したり、RAM 3 4 a に記録された各種データの初期値を設定したりする処理のことである。初期化処理の詳細は、後述する図 6 を用いて説明する。

40

【 0 0 6 4 】

次に、CPU 3 4 c は、繰り返し処理を行う（ステップ S 4 ）。CPU 3 4 c は、×ボタン 6 1 が押下されると、繰り返し処理を終了し、処理はステップ S 1 0 に移行する。繰り返し処理が行われるステップ S 4 内部には、ステップ S 5、ステップ S 6、ステップ S 7、ステップ S 8 及びステップ S 9 の 5 つのフローがある。ステップ S 5、ステップ S

50

6、ステップS 7及びステップS 8のそれぞれのフローは、並列的に処理される。また、ステップS 8のフローが実行されるとステップS 9のフローが実行される。そのため、ステップS 9のフローは、ステップS 5、ステップS 6及びステップS 7と並列的に処理される。

【0065】

ステップS 4内部では、CPU 34cが映像表示処理を行う(ステップS 5)。映像表示処理とは、ライブ映像ウィンドウ51に内視鏡映像を表示する処理のことである。映像表示処理の詳細は、後述する図7を用いて説明する。

【0066】

また、ステップS 4内部では、ユーザによって撮影ボタン52が押下されると、CPU 34cが静止画撮影処理を行う(ステップS 6)。静止画撮影処理とは、内視鏡映像のうち、1フレーム分の画像を、画像ファイルとしてCFカード40に保存する処理のことである。静止画撮影処理の詳細は、後述する図8を用いて説明する。

【0067】

また、ステップS 4内部では、ユーザによってキャプチャ開始ボタン54が押下されると、CPU 34cが動画撮影処理を行う(ステップS 7)。動画撮影処理とは、内視鏡映像のうち、指定された期間の映像を、動画ファイルとしてCFカード40に保存する処理のことである。動画撮影処理の詳細は、後述する図9を用いて説明する。

【0068】

また、ステップS 4内部では、ユーザによって検査アルゴリズムボックス57または検査パラメータ調整バー59が操作されると、CPU 34cが検査設定処理を行う(ステップS 8)。検査設定処理とは、後述する欠陥検査処理において使用される検査アルゴリズムまたは検査パラメータを設定する処理のことである。検査設定処理の詳細は、後述する図10を用いて説明する。

【0069】

ステップS 8が実行されると、CPU 34cが欠陥検査処理を行う(ステップS 9)。欠陥検査処理とは、内視鏡映像に対して画像処理を施すことで、被写体の欠陥検査を行う処理のことである。欠陥検査処理の詳細は、後述する図11を用いて説明する。

【0070】

そして、ステップS 4においてxボタン61が押下されると、CPU 34cがメインウィンドウ50を非表示とし(ステップS 10)、欠陥検査ソフトの動作を終了する。

【0071】

次に、図6を用いて、ステップS 3の初期化処理の流れを説明する。図6は、図5のステップS 3の初期化処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【0072】

まず、CPU 34cは、キャプチャフラグをOFFとして、RAM 34aに記録する(ステップS 11)。キャプチャフラグとは、現在動画撮影が行われているかどうかを示すフラグである。キャプチャフラグがとり得る値は、ONかOFFかのどちらかである。

【0073】

次に、CPU 34cは、選択アルゴリズムを「なし」として、RAM 34aに記録する(ステップS 12)。選択アルゴリズムとは、現在選択されている検査アルゴリズムのことである。選択アルゴリズムがとり得る値は、「なし」「欠け検出」「はがれ検出」の3つである。

【0074】

次に、CPU 34cは、検査パラメータを初期値に設定して、RAM 34aに記録する(ステップS 13)。検査パラメータとは、現在設定されている検査パラメータのことである。検査パラメータは、検査アルゴリズムによって種々の値があり、その初期値はRAM 34aにあらかじめ記録されている。

【0075】

最後に、CPU 34cは、検査パラメータ調整バー59の表示切替を行い(ステップS

10

20

30

40

50

14)、処理を終了する。ステップS12において、RAM34aに記録された選択アルゴリズムは「なし」であるので、検査パラメータ調整バー59は無効状態となる。

【0076】

次に、図7を用いて、ステップS5の映像表示処理の流れを説明する。図7は、図5のステップS5の映像表示処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【0077】

まず、CPU34cが、画像信号処理装置31から1フレーム分の画像(画像信号)をフレーム画像として取り込む(ステップS21)。なお、ステップS21よりも前の時点で、撮像素子30bは1フレーム分の撮像信号を生成し、画像信号処理装置31はその撮像信号を映像信号に変換し、1フレーム分の画像を生成している。

【0078】

次に、CPU34cが、ステップS21で取り込んだフレーム画像をRAM34aに記録する(ステップS22)。RAM34aに記録されたフレーム画像は、CPU34cがフレーム画像を取り込む度に上書きされる。

【0079】

最後に、CPU34cが、ステップS21で取り込んだフレーム画像をライブ映像ウィンドウ51に表示するための処理を行い(ステップS23)、処理を終了する。

【0080】

次に、図8を用いて、ステップS6の静止画撮影処理の流れを説明する。図8は、図5のステップS6の静止画撮影処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【0081】

まず、CPU34cは、撮影ボタン52がユーザにより押下されたか否かを判定する(ステップS32)。撮影ボタン52が押下されたと判定された場合、YESとなり、処理はステップS32に移行し、撮影ボタン52が押下されていないと判定された場合、NOとなり、処理は終了する。

【0082】

次に、撮影ボタン52が押下されたと判定された場合、CPU34cは、処理画像保存ボックス60がチェックされているか否かに基づき、処理画像保存判定を行う(ステップS32)。CPU34cは、この判定結果に応じて、欠陥画像がある場合、画像ファイルと同名のtxtファイルを作成し、欠陥画像を保存する。

【0083】

次に、CPU34cは、画像ファイルのファイル名を作成する(ステップS33)。ファイル名は、撮影ボタン52が押下された日時となる。例えば、撮影ボタン52が押下された日時が、2009年10月9日14時52分34秒の場合、ファイル名は「20091009145234.jpg」となる。なお、画像ファイルは、jpg形式に限定されることなく、他の形式であってもよい。

【0084】

次に、CPU34cは、画像ファイル名フィールド53にステップS32で作成された画像ファイルのファイル名を表示する(ステップS34)。

【0085】

次に、CPU34cは、上述したステップS22においてRAM34aに記録されているフレーム画像を読み出す(ステップS35)。

【0086】

最後に、CPU34cは、フレーム画像を画像ファイルとして、CFカード40に保存する(ステップS36)。このとき、保存される静止画像ファイルのファイル名は、ステップS32で作成されたファイル名となる。ステップS35の処理が終了すると、処理は終了する。

【0087】

次に、図9を用いて、ステップS7の動画撮影処理の流れを説明する。図9は、図5のステップS7の動画撮影処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 8 8 】

まず、CPU 34c は、RAM 34a に記録されたキャプチャフラグが ON か否かを判定する（ステップ S 4 1）。キャプチャフラグが ON と判定された場合、YES となり、処理はステップ S 5 1 に移行し、キャプチャフラグが OFF と判定された場合、NO となり、処理はステップ S 4 2 に移行する。

【 0 0 8 9 】

次に、キャプチャフラグが OFF と判定された場合、CPU 34c は、キャプチャ開始ボタン 5 4 がユーザにより押下されたかどうか否かを判定する（ステップ S 4 2）。キャプチャ開始ボタン 5 4 が押下されたと判定された場合、YES となり、処理はステップ S 4 3 に移行し、キャプチャ開始ボタン 5 4 が押下されていないと判定された場合、処理は終了する。

10

【 0 0 9 0 】

次に、キャプチャ開始ボタン 5 4 が押下されたと判定された場合、CPU 34c は、キャプチャフラグを ON として、RAM 34a に記録する（ステップ S 4 3）。

【 0 0 9 1 】

次に、CPU 34c は、キャプチャ開始ボタン 5 4 の表示を、「キャプチャ開始」から「キャプチャ停止」に切り替える（ステップ S 4 4）。

【 0 0 9 2 】

次に、CPU 34c は、処理画像保存ボックス 6 0 がチェックされているか否かに基づき、処理画像保存判定を行う（ステップ S 4 5）。CPU 34c は、この判定結果に応じて、欠陥画像がある場合、動画ファイルと同名のtxtファイルを作成し、欠陥画像を保存する。

20

【 0 0 9 3 】

次に、CPU 34c は、動画画像ファイルのファイル名を作成する（ステップ S 4 6）。ファイル名は、キャプチャ開始ボタン 5 4 が押下された日時となる。例えば、キャプチャ開始ボタン 5 4 が押下された日時が、2009年10月9日14時52分34秒の場合、ファイル名は「20091009145234.avi」となる。なお、動画ファイルは、avi形式に限定されることなく、他の形式であってもよい。

【 0 0 9 4 】

次に、CPU 34c は、動画ファイル名フィールド 5 5 にステップ S 3 2 で作成された静止画像ファイルのファイル名を表示する（ステップ S 4 7）。

30

【 0 0 9 5 】

次に、CPU 34c は、動画画像ファイル作成し、RAM 34a に記録する（ステップ S 4 8）。但し、このとき作成される動画画像ファイルは、初期状態のファイルであり、映像はまだ記録されていない。後述するステップ S 5 0 において、動画ファイルにフレーム画像が順次追加記録される。

【 0 0 9 6 】

次に、CPU 34c は、RAM 34a に記録されたフレーム画像を読み出す（ステップ S 4 9）。

【 0 0 9 7 】

次に、CPU 34c は、RAM 34a に記録された動画画像ファイルに、読み出したフレーム画像を追加記録する（ステップ S 5 0）。ステップ S 5 0 の処理が終了すると、処理は終了する。

40

【 0 0 9 8 】

一方、ステップ S 4 1 において、キャプチャフラグが OFF と判定された場合、CPU 34c は、キャプチャ停止ボタン 5 4 がユーザにより押下されたかどうか否かを判定する（ステップ S 5 1）。キャプチャ停止ボタン 5 4 が押下されたと判定された場合、YES となり、処理はステップ S 5 2 に移行し、キャプチャ停止ボタン 5 4 が押下されていないと判定された場合、NO となり、処理はステップ S 4 9 に移行する。

【 0 0 9 9 】

50

次に、キャプチャ停止ボタン 5 4 が押下されたと判定された場合、CPU 3 4 c は、RAM 3 4 a に記録された動画ファイル、CF カード 4 0 に保存する（ステップ S 5 2）。このとき、保存される動画ファイルのファイル名は、ステップ S 4 6 で作成されたファイル名となる。

【0100】

次に、CPU 3 4 c は、キャプチャ停止ボタン 5 4 の表示を、「キャプチャ停止」から「キャプチャ開始」に切り替える（ステップ S 5 3）。

【0101】

最後に、CPU 3 4 c は、キャプチャフラグをOFFとして、RAM 3 4 a に記録する（ステップ S 5 4）。ステップ S 5 4 の処理が終了すると、処理は終了する。

10

【0102】

次に、図 1 0 を用いて、ステップ S 8 の検査設定処理の流れを説明する。図 1 0 は、図 5 のステップ S 8 の検査設定処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【0103】

まず、CPU 3 4 c は、検査アルゴリズム選択ラジオボタン 5 8 の選択がユーザにより変更されたか否かを判定する（ステップ S 6 1）。検査アルゴリズム選択ラジオボタン 5 8 が変更されたと判定された場合、YES となり、処理はステップ S 6 2 に移行し、検査アルゴリズム選択ラジオボタン 5 8 が変更されていないと判定された場合、NO となり、処理はステップ S 6 4 に移行する。

【0104】

20

次に、検査アルゴリズム選択ラジオボタン 5 8 が変更されたと判定された場合、CPU 3 4 c は、検査アルゴリズム選択ラジオボタン 5 8 の選択状態に基づいて、対応する選択アルゴリズムフラグを変更し、RAM 3 4 a に記録する（ステップ S 6 2）。

【0105】

次に、CPU 3 4 c は、検査アルゴリズム選択ラジオボタン 5 8 の選択状態に基づいて、検査パラメータ調整バー 5 9 の表示を切り替える（ステップ S 6 3）。ステップ S 6 3 の処理が終了すると、処理はステップ S 6 4 に移行する。

【0106】

次に、CPU 3 4 c は、検査パラメータ調整バー 5 9 の設定値がユーザにより変更されたか否かを判定する（ステップ S 6 4）。検査パラメータ調整バー 5 9 の設定値が変更されたと判定された場合、YES となり、処理はステップ S 6 5 に移行し、検査パラメータ調整バー 5 9 の設定値が変更されていないと判定された場合、処理は終了する。

30

【0107】

最後に、検査パラメータ調整バー 5 9 の設定値が変更されたと判定された場合、CPU 3 4 c は、検査パラメータ調整バー 5 9 の設定値に基づいて、検査パラメータを変更し、RAM 3 4 a に記録する（ステップ S 6 5）。ステップ S 6 5 の処理が終了すると、処理は終了する。

【0108】

次に、図 1 1 を用いて、ステップ S 9 の欠陥検査処理の流れを説明する。図 1 1 は、図 5 のステップ S 9 の欠陥検査処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

40

【0109】

まず、CPU 3 4 c は、RAM 3 4 a に記録された検査アルゴリズムの内容を確認する（ステップ S 7 1）。検査アルゴリズムが「なし」の場合は、処理は終了し、検査アルゴリズムが「欠け検出」の場合は、処理はステップ S 7 2 に移行し、検査アルゴリズムが「はがれ検出」の場合は、処理はステップ S 7 3 に移行し、検査アルゴリズムが「欠け及びはがれ検出」の場合は、処理はステップ S 7 4 に移行する。ステップ S 7 2 の欠け検出処理、ステップ S 7 3 のはがれ検出処理またはステップ S 7 4 の欠け及びはがれ検出処理が終了すると、処理は終了する。

【0110】

次に、図 1 2 を用いて、ステップ S 7 2 の欠け検出処理の流れを説明する。図 1 2 は、

50

図 1 1 のステップ S 7 2 の欠け検出処理の流れの例を説明するためのフローチャートである。

【 0 1 1 1 】

この図 1 2 に示す欠け検出処理は、撮影された動画像の全てのフレームあるいは一部のフレームに対して繰り返し行われる。

【 0 1 1 2 】

まず、CPU 3 4 c は、RAM 3 4 a に記録されたフレーム画像を読み出す（ステップ S 8 1）。図 1 3 は、読み出されたフレーム画像 9 0 の例を示す図である。フレーム画像 9 0 は、2 つのタービンプレード 1 0 が撮影された内視鏡画像である。ここでは、これら 2 つのタービンプレード 1 0 をタービンプレード 1 0 a 及び 1 0 b という。タービンプレード 1 0 a は、欠け部 9 1 a とはがれ部 9 2 とを含み、タービンプレード 1 0 b は、欠け部 9 1 b を含む。

10

【 0 1 1 3 】

次に、CPU 3 4 c は、読み出したフレーム画像を、グレースケール画像に変換する（ステップ S 8 2）。グレースケール画像の各画素の輝度値 Y は、カラー画像であるフレーム画像の各画素の RGB 輝度値から、以下の式 1 で算出される。

$$Y = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B \quad \cdots (\text{式 } 1)$$

【 0 1 1 4 】

次に、CPU 3 4 c は、Kirsch フィルタ等によってグレースケール画像をエッジ画像に変換する（ステップ S 8 3）。以下、このときのエッジ画像を、エッジ画像 A 9 3 と記載する。図 1 4 は、グレースケール画像から変換されたエッジ画像 A 9 3 の例を示す図である。

20

【 0 1 1 5 】

この Kirsch フィルタは、1 次微分フィルタと呼ばれるエッジ抽出フィルタの 1 種であり、他の 1 次微分フィルタよりも、エッジ部分を強調することができることが特徴となる。Kirsch フィルタに入力される画像は、グレースケール画像（例えば 8 bit）であり、Kirsch フィルタから出力される画像も、入力される画像と同様にグレースケール画像となる。

【 0 1 1 6 】

次に、CPU 3 4 c は、エッジ画像 A 9 3 に 2 値化処理を施し、エッジ画像 A 9 3 を 2 値画像に変換する（ステップ S 8 4）。このステップ S 8 4 の処理では、エッジ閾値バー 5 9 a によって設定されたエッジ閾値（第 1 の条件）に基づき、エッジ画像 A 9 3 からエッジ閾値以上の画素が 2 値化処理される。以下、このときの 2 値画像を、2 値画像 9 4 と記載する。図 1 5 は、エッジ画像 A 9 3 から変換された 2 値画像 9 4 の例を示す図である。

30

【 0 1 1 7 】

次に、CPU 3 4 c は、2 値画像 9 4 に細線化処理を施し、2 値画像 9 4 を細線画像に変換する（ステップ S 8 5）。以下、このときの細線画像を、細線画像 A 9 5 と記載する。図 1 6 は、2 値画像 9 4 から変換された細線画像 A 9 5 の例を示す図である。

【 0 1 1 8 】

次に、CPU 3 4 c は、細線画像 A 9 5 に領域制限処理を施し、細線画像 A 9 5 を領域制限された細線画像に変換する（ステップ S 8 6）。領域制限処理とは、画像内の一部の領域、この場合は画像の周囲領域にある細線を除去し、処理対象から除く処理のことである。以下、このときの領域制限された細線画像を、細線画像 B 9 6 と記載する。図 1 7 は、細線画像 A 9 5 から変換された細線画像 B 9 6 の例を示す図である。

40

【 0 1 1 9 】

次に、CPU 3 4 c は、細線画像 B 9 6 に膨張処理を施し、細線画像 B 9 6 を膨張画像に変換する（ステップ S 8 7）。以下、このときの膨張画像を、膨張画像 9 7 と記載する。図 1 8 は、細線画像 B 9 6 から変換された膨張画像 9 7 の例を示す図である。

【 0 1 2 0 】

次に、CPU 3 4 c は、エッジ領域抽出処理によって、グレースケール画像から、膨張

50

画像の赤領域に位置する部分のみを取り出した画像を作成する（ステップS 8 8）。以下、このときの取り出された画像を、エッジ領域画像 9 8 と記載する。図 1 9 は、グレースケール画像と膨張画像 9 7 から取り出されたエッジ領域画像 9 8 の例を示す図である。

【 0 1 2 1 】

次に、C P U 3 4 c は、Cannyフィルタによって、エッジ領域画像 9 8 から、高精度にかつ細線化されたエッジを抽出し、エッジ画像を生成する（ステップS 8 9）。その際、長さの短いエッジは抽出しない。以下、このときのエッジ画像を、エッジ画像B 9 9 と記載する。図 2 0 は、エッジ領域画像 9 8 から生成されたエッジ画像B 9 9 の例を示す図である。

【 0 1 2 2 】

このCannyフィルタは、2つの閾値を用いて、強いエッジと弱いエッジとの両方を抽出する。そして、Cannyフィルタは、弱いエッジは強いエッジに結合している場合のみ有効とする。Cannyフィルタは、他のフィルタより高精度であり、抽出すべきエッジを選別できることが特徴となる。Cannyフィルタに入力される画像は、グレースケール画像であり、Cannyフィルタから出力される画像は、細線化された2値画像となる。

【 0 1 2 3 】

上記ステップS 8 1 ~ S 8 9 の概要は、ステップS 8 3 において、まず大まかに画像のエッジを抽出し、そのエッジを基に、ステップS 8 4 ~ S 8 8 において、より詳細にエッジ抽出を行うための領域を抽出し、ステップS 8 9 において、詳細なエッジ抽出を行っている、ということになる。このステップS 8 2 ~ S 8 9 が、ステップS 8 1 で読み出された画像データとしてのフレーム画像のエッジ（第1の特徴部）を検出するエッジ検出部（特徴検出部）を構成する。

【 0 1 2 4 】

次に、C P U 3 4 c は、エッジ分割処理によってエッジ画像B 9 9 のエッジを分割し、分割されたエッジ画像を生成する（ステップS 9 0）。このとき、エッジにおいて急峻な方向変化を有する点において、そのエッジを分割する。この急峻な方向変化を有する点を分割点と呼び、この分割点で分割されたエッジ、言い換えると、隣り合う2の分割点で結ばれたエッジを分割エッジという。ただし、分割後の分割エッジは、所定の長さ以上を有することを条件とする。以下、このときの作成された画像を、分割エッジ画像 1 0 0 と記載する。図 2 1 には、エッジ画像B 9 9 から生成された分割エッジ画像 1 0 0 の例を示す図である。この分割エッジ画像 1 0 0 において、黒丸印で示された点が、分割点である。

【 0 1 2 5 】

次に、C P U 3 4 c は、円近似処理によって、分割エッジ画像 1 0 0 内の各分割エッジに対して、円を近似する（ステップS 9 1）。このとき、分割された各分割エッジと近似された円を、それぞれ関連づけてR A M 3 4 a に記録する。以下、この円近似された画像を円近似画像 1 0 1 と記載する。図 2 2 には、分割エッジ画像 1 0 0 の各分割エッジに対して、円が近似された円近似画像 1 0 1 の例を示す図である。図 2 2 に示すように、ステップS 9 1 の処理により、タービンプレード 1 0 a 及び 1 0 b の欠けていない箇所は、直線または緩やかな曲線となり、大きな径を有する円 1 0 2 及び 1 0 3 が割り当てられる。一方、タービンプレード 1 0 a 及び 1 0 b の欠けている箇所は、直線または緩やかな曲線とならず、小さな径を有する円が割り当てられる。

【 0 1 2 6 】

次に、C P U 3 4 c は、ステップS 9 1 において近似された各円の径を算出する（ステップS 9 2）。

【 0 1 2 7 】

次に、C P U 3 4 c は、ステップS 9 1 において算出された各円の径に応じて、複数、ここでは、2つのタービンプレード 1 0 a 及び 1 0 b の判別を行う（ステップS 9 3）。C P U 3 4 c は、ステップS 9 2 で算出された各円の径のうち、最も大きな径を有する円と、次に大きな径を有する円とを検出し、第1及び第2のタービンプレード 1 0 a 及び 1 0 b を判定する。言い換えると、C P U 3 4 c は、曲率の最も小さい分割エッジと、次に

10

20

30

40

50

小さい分割エッジとを検出して、第 1 及び第 2 のタービンブレード 1 0 a 及び 1 0 b を判別する。このステップ S 9 3 の処理が、第 1 のタービンブレード 1 0 a (第 1 の被写体)のエッジ (第 1 の特徴部) 及び第 2 のタービンブレード 1 0 b (第 2 の被写体)のエッジ (第 1 の特徴部) を判別するブレード判別部 (特徴判別部) を構成する。

【0 1 2 8】

例えば、図 2 2 の円 1 0 2 が最も大きな径であり、円 1 0 3 が次に大きな径の場合、円 1 0 2 が関連付けられている分割エッジ及びこの分割エッジに直接あるいは間接的に接続されている分割エッジを第 1 のタービンブレード 1 0 a と判定し、円 1 0 3 が関連付けられている分割エッジ及びこの分割エッジに直接あるいは間接的に接続されている分割エッジを第 2 のタービンブレード 1 0 b と判定する。なお、ステップ S 9 3 では、2 つのタービンブレード 1 0 a 及び 1 0 b の判別を行っているが、3 つ以上のタービンブレードの判別を行うようにしてもよい。

【0 1 2 9】

次に、CPU 3 4 c は、ステップ S 9 3 で検出されたタービンブレード 1 0 a に関連する分割エッジと、タービンブレード 1 0 b に関連する分割エッジとに互いに異なる色を付ける (ステップ S 9 4)。このステップ S 9 4 の処理によって、ステップ S 9 3 で判別された第 1 のタービンブレード 1 0 a の後述するエッジ画像 (第 1 の欠陥部を示す情報) と、第 2 のタービンブレード 1 0 b の後述するエッジ画像 (第 1 の欠陥部を示す情報) とを、互いに識別可能に表示することができる。

【0 1 3 0】

CPU 3 4 c は、タービンブレード 1 0 a に関連する分割エッジに第 1 の色を付け、タービンブレード 1 0 b に関連する分割エッジに第 2 の色を付ける処理が行われる。なお、第 1 の色と第 2 の色は、例えば、赤とピンクのように、同系の色にする。動画の場合、あるフレームでは、円 1 0 2 の径が円 1 0 3 の径より大きい、次のフレームでは、円 1 0 3 の径が円 1 0 2 の径より大きくなり、第 1 の色と第 2 の色とが頻繁に入れ替わることがある。第 1 の色と第 2 の色とを同系の色にすることで、欠け処理が行われているときに、第 1 の色と第 2 の色とが頻繁に入れ替わって場合でも、ユーザの視聴に負担がかかることを防ぐことができる。

【0 1 3 1】

次に、CPU 3 4 c は、ステップ S 9 2 において算出された各円の径と、RAM 3 4 a に記録された径の閾値とをそれぞれ比較し、径の閾値より大きな径を有する円を抽出する (ステップ S 9 5)。この RAM 3 4 a に記録された径の閾値とは、径閾値バー 5 9 b によって設定されている値である。

【0 1 3 2】

次に、CPU 3 4 c は、ステップ S 9 5 において抽出された、径の閾値より大きな径を有する円に関連付けられた分割エッジを、除去する (ステップ S 9 6)。以下、このときのエッジ画像を、エッジ画像 C 1 0 4 と記載する。図 2 3 は、分割エッジ画像 1 0 0 から所定の分割エッジが除去されたエッジ画像 C 1 0 4 の例を示す図である。図 2 3 に示すように、ステップ S 9 6 の処理により、大きな径を有する円、例えば、円 1 0 2 及び 1 0 3 に関連付けられた分割エッジが除去、即ち、タービンブレード 1 0 a 及び 1 0 b の欠けていない箇所のエッジが除去され、欠け部 9 1 a 及び 9 1 b のエッジ 1 0 5 及び 1 0 6 のエッジ画像 (第 1 の欠陥部を示す情報) のみが CPU 3 4 c の欠陥検出部としての処理によって検出されることになる。

【0 1 3 3】

最後に、CPU 3 4 c が、ステップ S 9 6 で作成されたエッジ画像 C 1 0 4 (第 1 の欠陥部を示す情報) をライブ映像ウィンドウ 5 1 の内視鏡画像に重畳表示するための処理を行い (ステップ S 9 7)、処理を終了する。このステップ S 9 7 の処理が、ステップ S 9 6 で検出された欠け部 9 1 a 及び 9 1 b のエッジ 1 0 5 及び 1 0 6 のエッジ画像を、ステップ S 9 1 で読み出された画像データと共に表示する表示部を構成する。図 2 4 には、エッジ画像 C 1 0 4 を内視鏡映像に重畳表示した例を示す図である。図 2 4 に示すように、

10

20

30

40

50

CPU34cは、内視鏡映像、即ち、ステップS91で読み出されたフレーム画像にエッジ画像C104を重畳表示する際、強調表示できるように、エッジ画像C104を太くする処理を行う。

【0134】

このような欠け処理によれば、複数のタービンブレード10、ここでは、第1のタービンブレード10a上における欠け部91aと、第2のタービンブレード10b上における欠け部91bとに異なる色が付けられるため、ユーザは、複数のタービンブレード10a及び10b上における欠け部91a及び91bを容易に認識することができる。

【0135】

次に、はがれ検出処理について説明する。図25は、はがれ検出処理により得られたエッジ画像が内視鏡映像に重畳表示された例を示す図である。

10

【0136】

検査アルゴリズムが「はがれ検出」の場合は、ステップS73ではがれ検出処理が実行される。このはがれ検出処理では、欠け検出処理のエッジ閾値より小さい第1のエッジ閾値(第2の条件)を設定し、図12のフローチャートと同様の処理を行う。これにより、弱いエッジ(第2の特徴部)を検出し、はがれ部92(第2の欠陥部)を検出することができる。

【0137】

ただし、この場合、1枚の内視鏡画像に欠け部91a、91b及びはがれ部92が存在する場合、欠け部91a及び91bのエッジ画像も検出してしまう。そのため、はがれ部92のエッジ画像(第2の欠陥部を示す情報)のみ重畳表示する場合、第1のエッジ閾値より大きい第2のエッジ閾値を設け、第2のエッジ閾値により検出された欠け部91a及び91bのような強いエッジを検出しないようにする。そして、検出されたはがれ部92のエッジ107のエッジ画像のみを内視鏡映像に重畳表示するようにすればよい。

20

【0138】

また、図25は、タービンブレード10aのみにはがれ部92が存在する例であるが、タービンブレード10bにもはがれ部が存在する場合、上述したステップS93の処理により、タービンブレード10bのはがれ部のエッジ画像も検出することができる。また、ステップS94の処理により、タービンブレード10aのはがれ部92のエッジ画像と、タービンブレード10bのはがれ部のエッジ画像とを互いに異なる色を付けることができる。

30

【0139】

次に、欠け及びはがれ検出処理について説明する。図26は、欠け及びはがれ検出処理により得られたエッジ画像が内視鏡映像に重畳表示された例を示す図である。

【0140】

検査アルゴリズムが「欠け及びはがれ検出」の場合は、ステップS74で欠け及びはがれ検出処理が実行される。この欠け及びはがれ検出処理では、はがれ検出処理と同様に、欠け検出処理のエッジ閾値より小さい第1のエッジ閾値を設定し、図12のフローチャートと同様の処理を行う。これにより、欠け部91a及び91bのような強いエッジに加え、はがれ部92のような弱いエッジも検出することができる。この結果、複数のタービンブレード10a及び10bに存在する複数の欠陥を同時に表示することができる。

40

【0141】

なお、はがれ検出処理と同様に第1のエッジ閾値より大きい第2のエッジ閾値を設け、第2のエッジ閾値で検出されたエッジ画像に、第1のエッジ閾値で検出されたエッジ画像とは異なる所定の色を付けるようにしてもよい。この結果、欠け部91aのエッジ105のエッジ画像と、はがれ部92のエッジ107のエッジ画像とが異なる色になるため、ユーザは、タービンブレード10aに存在する複数の欠陥が、どのような種類の欠陥、即ち、欠けまたははがれであるかを容易に認識することができる。

【0142】

以上のように、本実施の形態の内視鏡装置3によれば、ブレード上の欠陥の有無、量及

50

び大きさを簡単に認識できるとともに、複数のブレード上に存在する複数の欠陥を簡単に認識することができる。

(変形例)

【0143】

上述した実施の形態によるブレード検査システムの構成の変形例として、図27又は図28のような構成としてもよい。図27及び図28は、本実施の形態の変形例に係るブレード検査システムの構成の例を示す図である。図27に示すように、本変形例では、内視鏡装置3にビデオ端子ケーブル4およびビデオキャプチャカード5が接続されており、これによって、内視鏡装置3が取り込んだ映像をPC6にも取り込ませることが可能となっている。PC6は、図27ではノート型PCとして描かれているが、デスクトップ型のPC等でもよい。PC6には、タービンブレード10を所望の角度で撮像した画像を記録するため及び複数のタービンブレード10の欠陥をリアルタイムに検出し、検出した欠陥を強調表示するための欠陥検査ソフトが記憶されている。欠陥検査ソフトの動作は上述した実施の形態と同様である。

10

【0144】

さらに、図27では、PC6への映像の取り込みにビデオ端子ケーブル4およびビデオキャプチャカード5を用いているが、図28に示すようにLANケーブル7を用いてもよい。内視鏡装置3は、取り込まれた映像をLANネットワーク上に展開することのできるLAN I/F34dを備えている。そして、LANケーブル7を通じて、PC6に映像を取り込ませることができる。

20

【0145】

図29は、PC6の構成の例を説明するためのブロック図である。PC6は、PC本体24およびモニタ25から構成されている。PC本体24には、制御用コンピュータ35が内蔵されている。制御用コンピュータ35は、RAM35a、HDD(ハードディスクドライブ)35b、CPU35c、外部インターフェースとして、LAN I/F35d、USB I/F35eから構成されている。制御用コンピュータ35はモニタ25に接続されており、映像情報およびソフトウェアの画面等がモニタ25に表示される。

【0146】

RAM35aは、ソフトウェア動作に必要な画像情報等のデータを一時記憶するために使用される。HDD35bには、内視鏡装置を制御するために一連のソフトウェアが記憶されており、欠陥検査ソフトもHDD35b内に記憶される。また、本変形例では、タービンブレード10の画像を保存する保存用フォルダはHDD35b内に設定される。CPU35cは、HDD35bに記憶されているソフトウェアの命令コードに従って、RAM35aに記憶されたデータを用いて各種制御のための演算等を実行する。

30

【0147】

LAN I/F35dは、内視鏡装置3とPC6とをLANケーブル7によって接続するためのインターフェースであり、内視鏡装置3からLAN出力された映像情報をPC6に入力することができる。USB I/F35eは、内視鏡装置3とPC6とをビデオキャプチャカード5によって接続するためのインターフェースであり、内視鏡装置3からアナログビデオ出力された映像情報をPC6に入力することができる。

40

【0148】

本変形例によれば、上述した実施の形態と同様の効果を得ることができる。特に、内視鏡装置の性能がPCよりも劣っており、内視鏡装置の動作速度等が十分でない場合等に本変形例は有効である。

【0149】

なお、本明細書における各フローチャート中の各ステップは、その性質に反しない限り、実行順序を変更し、複数同時に実行し、あるいは実行毎に異なった順序で実行してもよい。

【0150】

本実施形態では検査装置として内視鏡装置が用いられているが、検査対象物の画像を用

50

いて検査を行う各種の装置に適用することが可能である。

【 0 1 5 1 】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変えない範囲において、種々の変更、改変等が可能である。

【 符号の説明 】

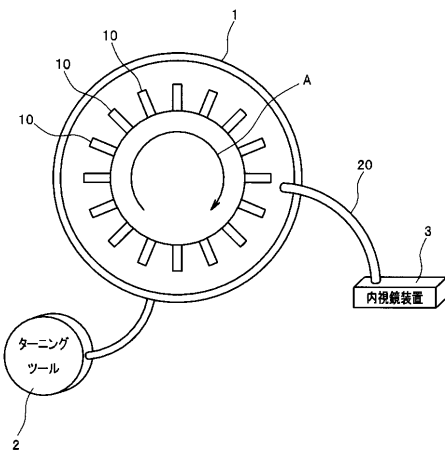
【 0 1 5 2 】

1 ... ジェットエンジン、2 ... ターニングツール、3 ... 内視鏡装置、4 ... ビデオ端子ケーブル、5 ... ビデオキャプチャカード、6 ... P C、7 ... L A Nケーブル、10 ... タービンブレード、20 ... 内視鏡挿入部、21 ... 内視鏡装置本体、22 ... モニタ、23 ... リモコン、24 ... P C本体、25 ... モニタ、30 a ... 撮像光学系、30 b ... 撮像素子、31 ... 画像信号処理装置、32 ... 光源、33 ... 湾曲制御ユニット、34, 35 ... 制御用コンピュータ、50 ... メインウィンドウ、51 ... ライブ映像ウィンドウ、52 ... 撮影ボタン、53 ... 画像ファイル名フィールド、54 ... キャプチャ開始ボタン、55 ... 動画ファイル名フィールド、56 ... 閲覧ボタン、57 ... 検査アルゴリズムボックス、58 ... 検査アルゴリズム選択ラジオボタン、58 a ... なしラジオボタン、58 b ... 欠け検出ラジオボタン、58 c ... はがれ検出ラジオボタン、59 ... 検査パラメータ調整バー、59 a ... エッジ閾値バー、59 b ... 径閾値バー、60 ... 処理画像保存ボックス、61 ... x ボタン、70 a, 70 b, 70 c ... 閲覧ウィンドウ、71 ... ファイル名リストボックス、72 ... 画像ウィンドウ、73 ... 欠陥検出チェックボタン、74 ... 再生ボタン、75 ... 停止ボタン、76 ... x ボタン、77 a ~ 77 d ... サムネイル画像表示ウィンドウ、78 a ~ 78 d ... 欠陥量表示バー、79 ... スクロールバー、80 ... スクロールボックス、81 ... 動画再生ウィンドウ、82 ... 欠陥時間表示バー。

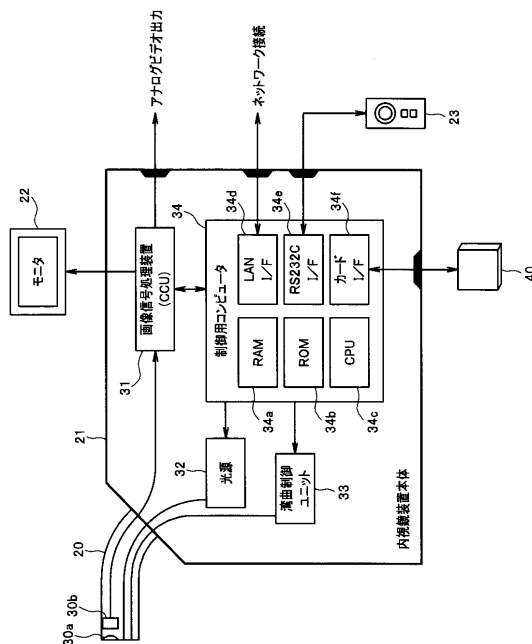
10

20

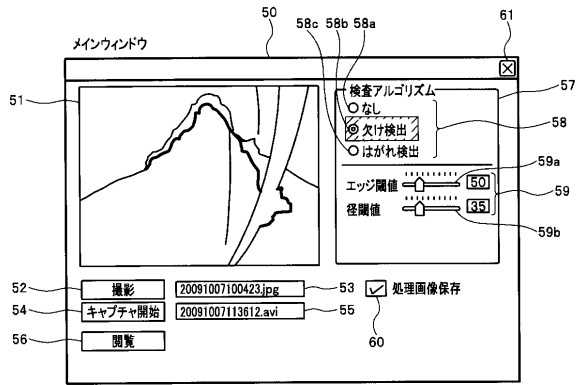
【 図 1 】



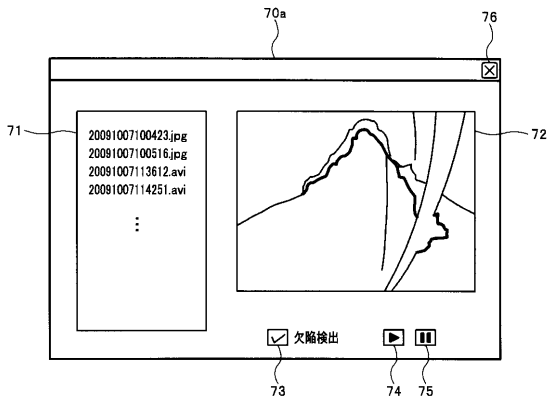
【 図 2 】



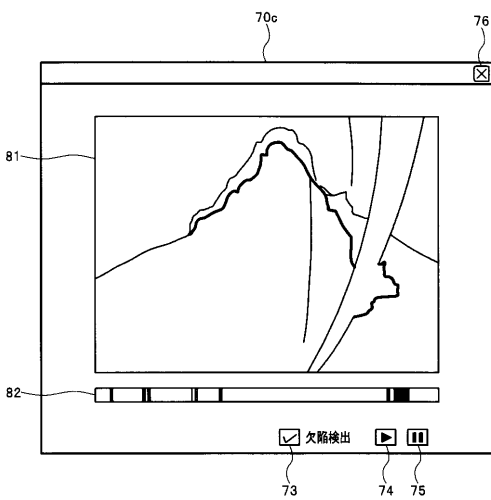
【図 3】



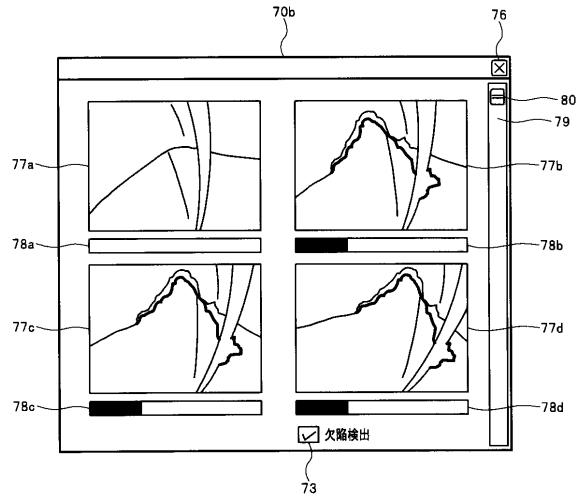
【図 4 A】



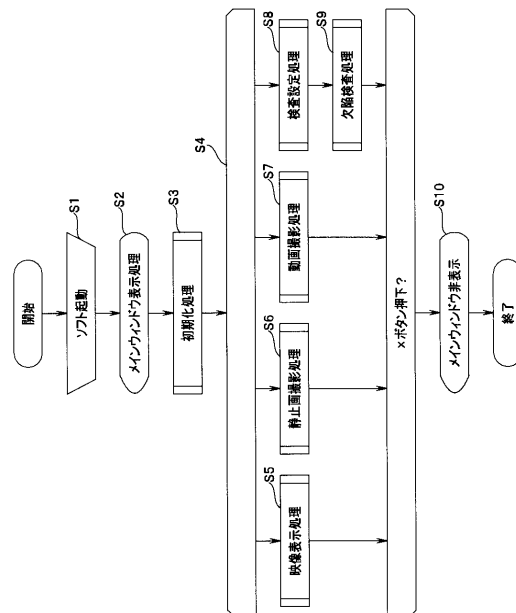
【図 4 C】



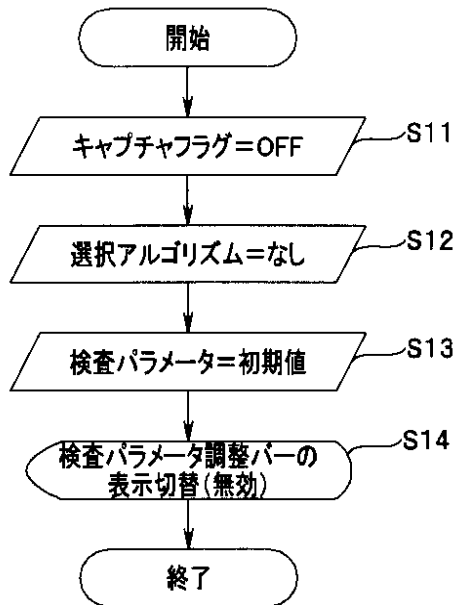
【図 4 B】



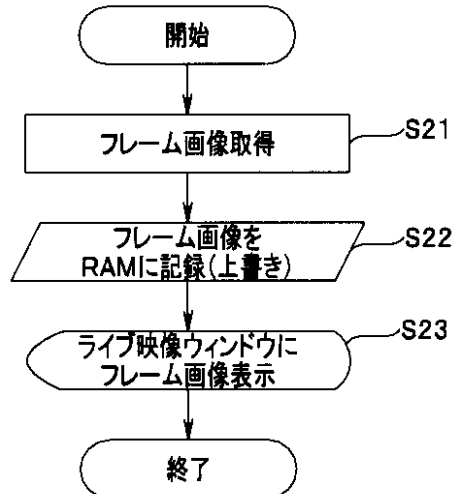
【図 5】



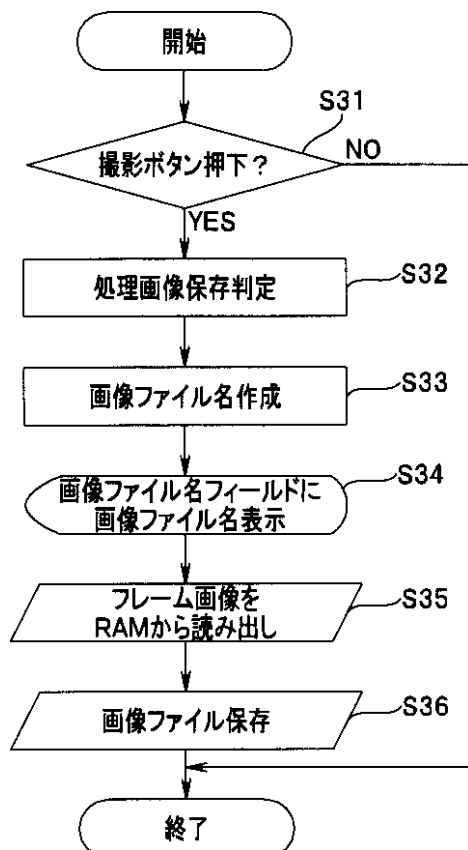
【図 6】



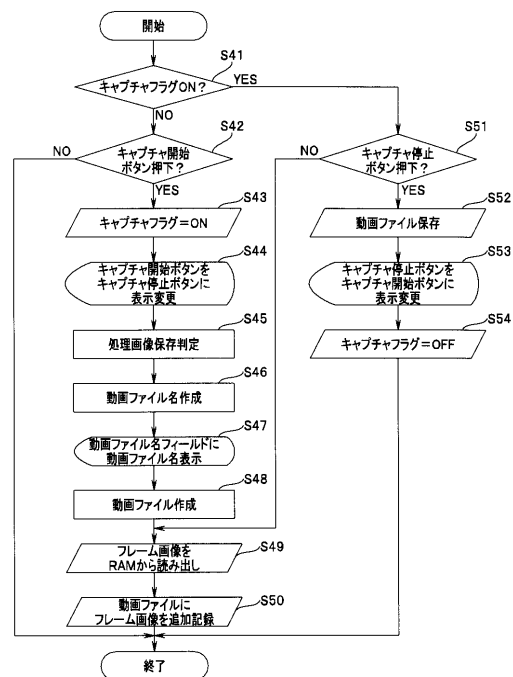
【図 7】



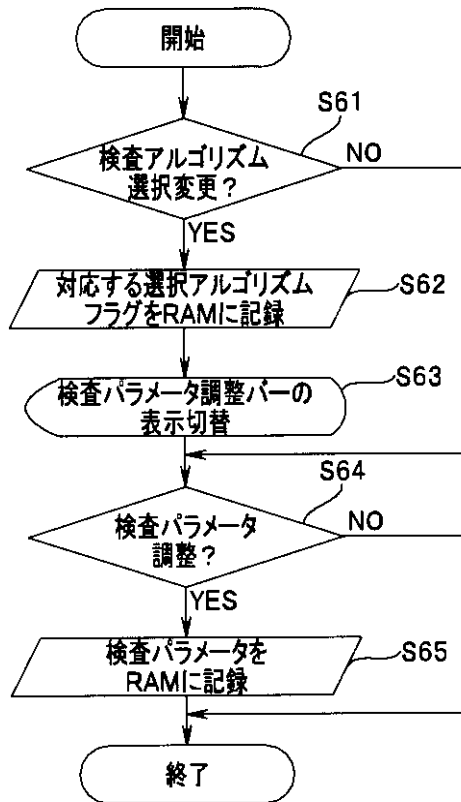
【図 8】



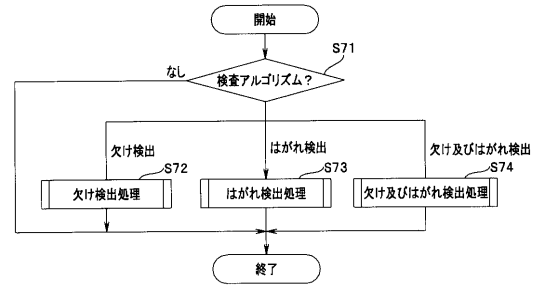
【図 9】



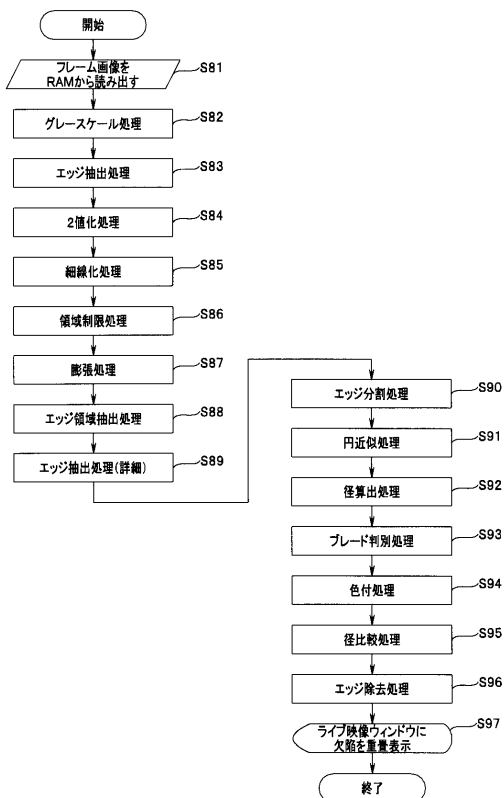
【図 10】



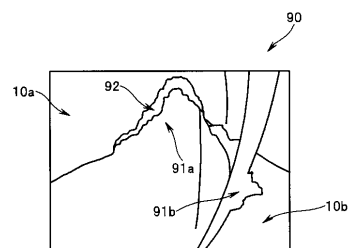
【図 11】



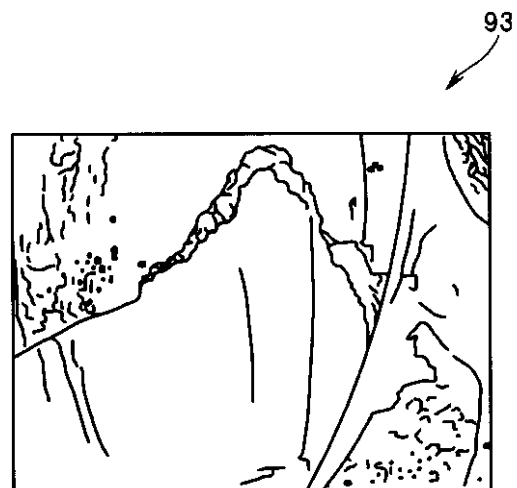
【図 12】



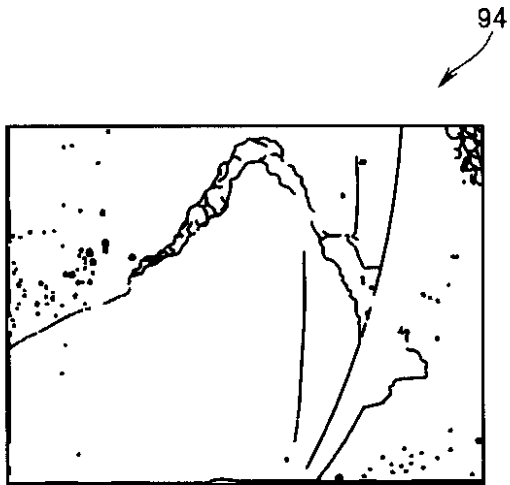
【図 13】



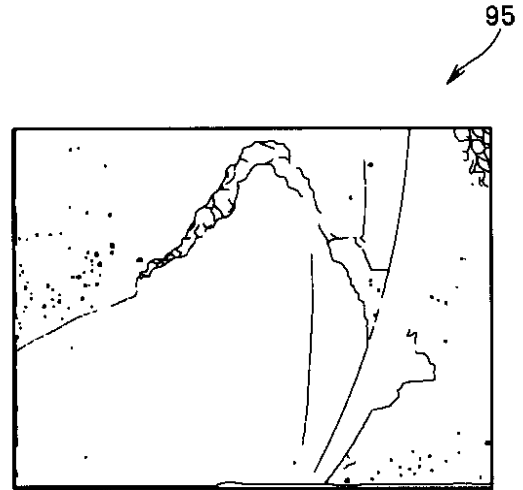
【図 14】



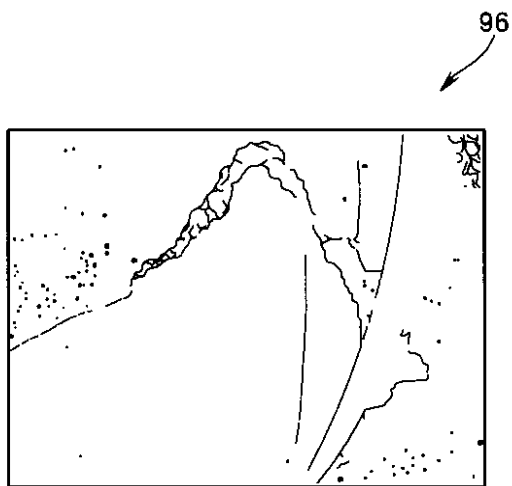
【図 15】



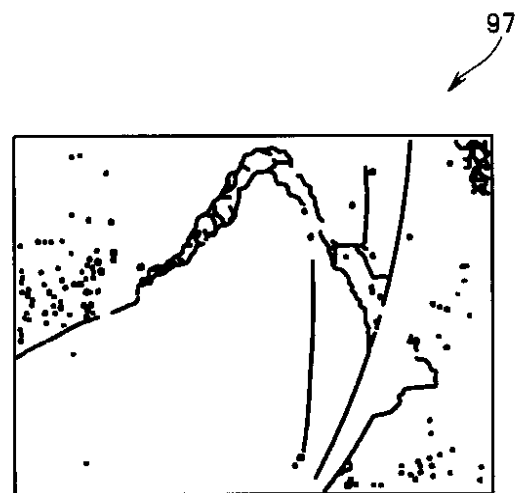
【図 16】



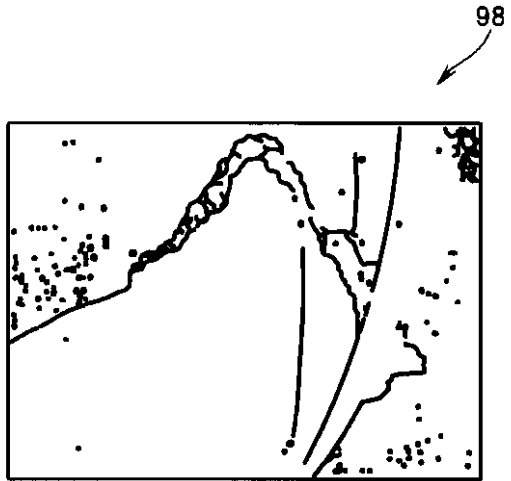
【図 17】



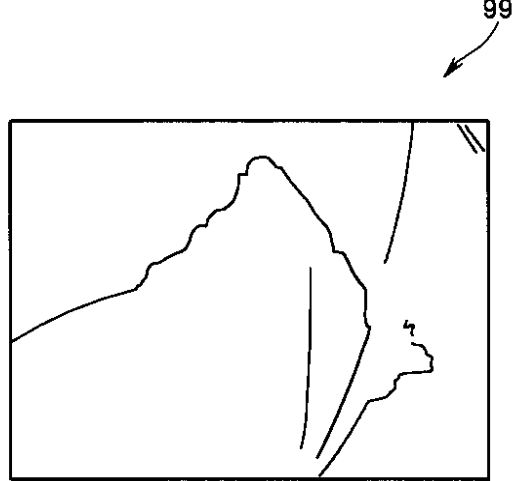
【図 18】



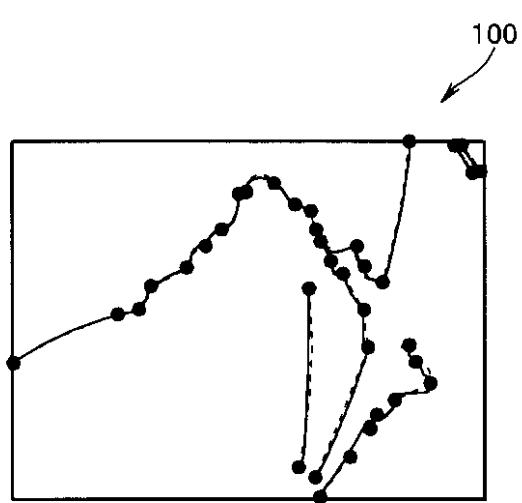
【図 19】



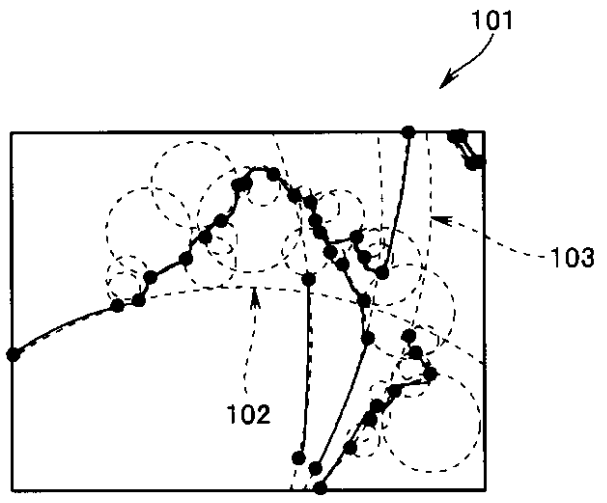
【図 20】



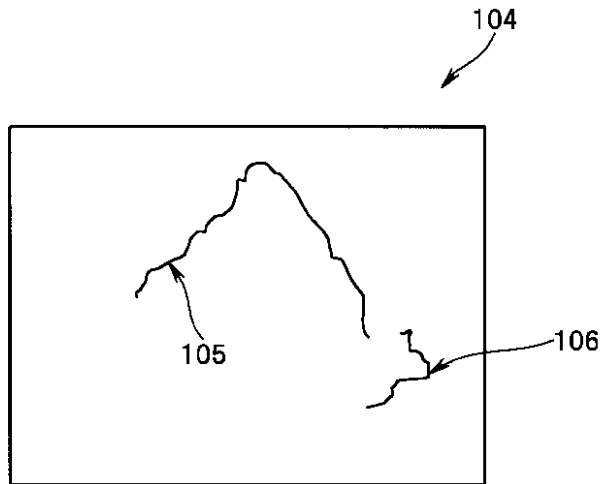
【図 21】



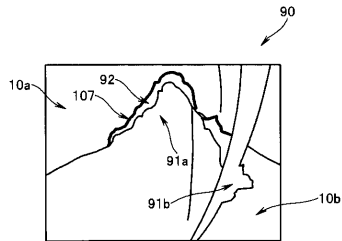
【図 22】



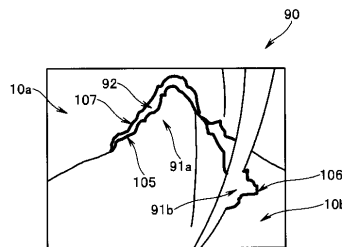
【図 23】



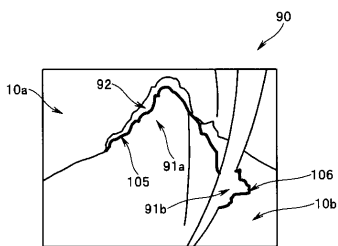
【図 25】



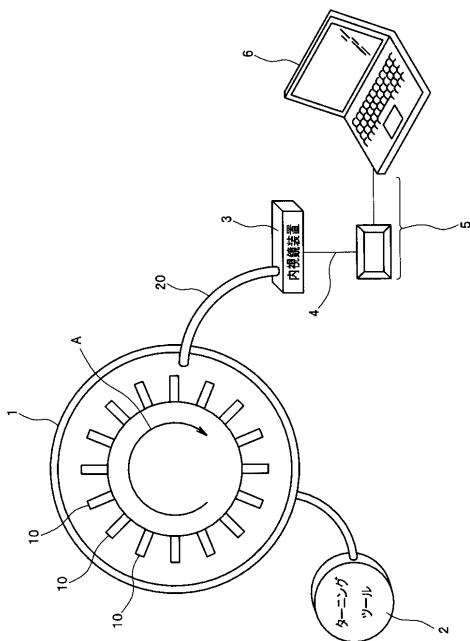
【図 26】



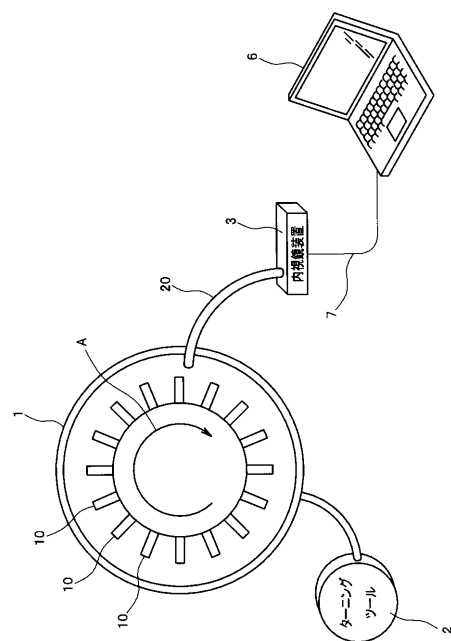
【図 24】



【図 27】



【図 28】



【図 29】

