

(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2005-77832

(P2005-77832A)

(43) 公開日 平成17年3月24日(2005.3.24)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 23/24
A61B 1/00
G02B 23/26
H04N 7/18

F I

G02B 23/24 B
G02B 23/24 C
A61B 1/00 320A
G02B 23/26 B
H04N 7/18 M

テーマコード(参考)

2H040
4C061
5C054

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2003-308945 (P2003-308945)
(22) 出願日 平成15年9月1日(2003.9.1)

(71) 出願人 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

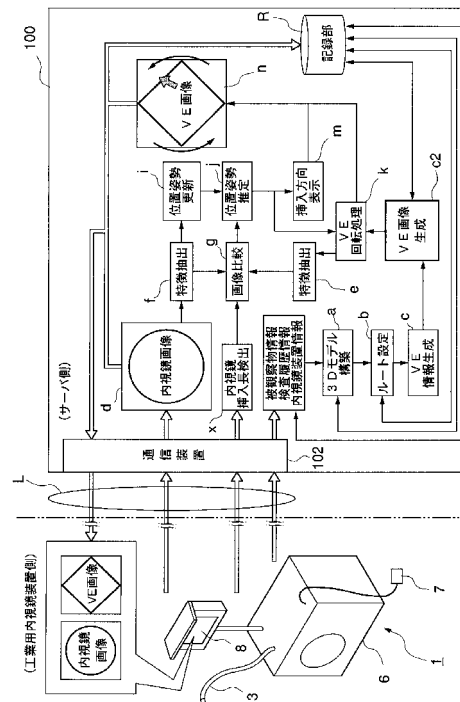
(54) 【発明の名称】 工業用内視鏡システム

(57) 【要約】

【課題】 工業用内視鏡装置を用いて観察する際に、目的部位に容易に達するとともにその観察結果を客観的記録として残すことができ、なおかつ、可搬性を損なうことのない手段の提供を課題とする。

【解決手段】 工業用内視鏡装置1及びサーバー100を備え、サーバー100が、通信回線Lを介して工業用内視鏡装置1から得た内視鏡画像を、被検査物内の形状寸法を示すVE画像と比較することにより、被観察物内における内視鏡プローブ3の位置及び姿勢を求め、工業用内視鏡装置1が、通信回線Lを介して、サーバー100で求めた内視鏡プローブ3の位置及び姿勢を受信して表示する構成を採用した。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被観察物内に挿入される内視鏡プローブを有する工業用内視鏡装置と、該工業用内視鏡装置に通信回線を介して接続したサーバーとを備え、

前記被観察物内の形状寸法を示す形状データを用意する第1の処理と、前記映像及び前記形状データ間の比較により、前記被観察物内における前記内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方を求める第2の処理とを行う工業用内視鏡システムであり、

前記サーバーが、前記第1の処理及び前記第2の処理の少なくとも一方を行い、その処理結果を、前記通信回線を介して前記工業用内視鏡装置に送信し、

前記工業用内視鏡装置が、前記処理結果に基づいて前記内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方を表示することを特徴とする工業用内視鏡システム。 10

【請求項 2】

請求項1に記載の工業用内視鏡システムにおいて、

前記サーバーが、前記形状データ上に設定される挿入予定経路を、前記通信回線を介して前記工業用内視鏡装置に送信し、

前記工業用内視鏡装置が、前記挿入予定経路を受信して表示することを特徴とする工業用内視鏡システム。

【請求項 3】

請求項2に記載の工業用内視鏡システムにおいて、

前記サーバーが、前記挿入予定経路上に設定されたチェックポイントを、前記通信回線を介して前記工業用内視鏡装置に送信し、

前記工業用内視鏡装置が、前記チェックポイントを受信して表示することを特徴とする工業用内視鏡システム。 20

【請求項 4】

請求項2または請求項3に記載の工業用内視鏡システムにおいて、

前記サーバーが、前記内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方と前記挿入予定経路との比較に基づいて前記内視鏡プローブの移動すべき方向を求め、前記通信回線を介して前記工業用内視鏡装置に送信し、

前記工業用内視鏡装置が、前記内視鏡プローブの移動すべき方向を受信して示すことを特徴とする工業用内視鏡システム。 30

【請求項 5】

請求項1～請求項4の何れか1項に記載の工業用内視鏡システムにおいて、

前記サーバーが、前記観察物内における前記内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方と、これら位置及び姿勢に対応する前記映像とを関連づけた観察記録を記録することを特徴とする工業用内視鏡システム。

【請求項 6】

請求項5に記載の工業用内視鏡システムにおいて、

前記形状データが、過去観察時の前記観察記録に記録された前記内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方と前記映像とに基づいて前記サーバーで構成された計算機モデルであることを特徴とする工業用内視鏡装置。 40

【請求項 7】

請求項1～請求項5の何れか1項に記載の工業用内視鏡システムにおいて、

前記形状データが、前記被観察物の設計情報に基づいて前記サーバーで構成された計算機モデルであることを特徴とする工業用内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、工業用内視鏡システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

工業用内視鏡装置は、例えば航空機エンジンのブレード検査や電力配管の内部検査など、様々な用途に用いられている。

この種の工業用内視鏡装置は、下記特許文献1に示されているように、検査対象内部に挿入される細長くて可撓性を有する内視鏡プローブと、この内視鏡プローブに内蔵されたライトガイドに照明光を供給する光源装置と、内視鏡プローブの先端に内蔵された撮像素子であるCCD（電荷結合素子）からの電気信号に基づいて画像信号を生成する制御装置と、前記画像信号を表示するテレビモニタなどを備えて概略構成されている。

【0003】

例えば、この工業用内視鏡装置を用いて航空機エンジン内の検査を行う場合には、まず電源を投入して前記内視鏡プローブの先端から照明光を出射させるとともに、前記CCDで撮像される画像を前記テレビモニタに表示させる状態にする。その後、内視鏡プローブを装置本体から引き出しながら航空機エンジン内に挿入していく。検査を行う作業者は、テレビモニタに表示されるリアルタイム映像を観察しながら内視鏡プローブを所定の観察ポイントへと誘導するように挿入していくことで内部検査を行う。

【特許文献1】特開平8-201706号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、従来の工業用内視鏡装置を用いて航空機エンジンや配管等の内部検査を行う場合、上述のように、内視鏡プローブを操作する作業者がリアルタイム映像を見ながら自らの判断で各観察部位に内視鏡プローブを移動させ、その観察を行っていた。

この場合、観察すべき部位を間違いなく観察したかどうかは観察者次第であり、客観的に確認する手だてがなかった。また、熟練していない観察者が操作した場合には、観察対象内における自らの位置（内視鏡プローブの位置）を見失うなどしてなかなか目標とする観察部位に達することができない場合もあった。したがって、場合によっては観察すべき箇所を見逃して不完全な検査結果を招いてしまう虞があった。

【0005】

そこで、この工業用内視鏡装置に、内視鏡プローブの操作内容を補佐する機能を付加することも考えられる。しかしながら、筐体内には、上述した各構成要素が既に高密度に詰め込まれているため、さらに複雑な構成要素を詰め込むことは、装置の大型化及び重量化を招くものとなり、可搬性を大きく損なう虞がある。

【0006】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、工業用内視鏡装置を用いて観察する際に、目的部位に容易に達するとともにその観察結果を客観的記録として残すことができ、なおかつ、可搬性を損なうことのない手段の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記課題を解決するために以下の手段を採用した。

すなわち、請求項1に記載の工業用内視鏡システムは、被観察物内に挿入される内視鏡プローブを有する工業用内視鏡装置と、該工業用内視鏡装置に通信回線を介して接続したサーバーとを備え、前記被観察物内の形状寸法を示す形状データを用意する第1の処理と、前記映像及び前記形状データ間の比較により、前記被観察物内における前記内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方を求める第2の処理とを行う工業用内視鏡システムであり、前記サーバーが、前記第1の処理及び前記第2の処理の少なくとも一方を行い、その処理結果を、前記通信回線を介して前記工業用内視鏡装置に送信し、前記工業用内視鏡装置が、前記処理結果に基づいて前記内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方を表示することを特徴とする。

上記請求項1に記載の工業用内視鏡システムによれば、そのサーバーまたは工業用内視鏡装置が、被観察物内観察時の映像と形状データとを重ね合わせて比較する第2の処理を

行うことにより、両者の相対関係を一致させることができる。これにより、内視鏡プローブで撮像された映像を得るための内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方がどのようなものであるかを、形状データ上における内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方として求めることができる。しかも、形状データは予め形状寸法が判明しているものであるため、これに基づき、被観察物内における内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方を正確かつ容易に求めることができる。

また、映像に基づく現在観察位置の判別を観察者が行うのではなく、サーバーまたは工業用内視鏡装置側で行うものであるため、観察すべき箇所を客観的に確認することができる。これにより、観察箇所を見逃す虞を低減させることができるようになる。

しかも、前記第1の処理及び前記第2の処理の少なくとも一方の作業処理を、工業用内視鏡装置側ではなくサーバー側が負担するものであるため、前記一方の作業処理を行うための構成要素を工業用内視鏡装置側に搭載せずに済む。

【0008】

請求項2に記載の工業用内視鏡システムは、請求項1に記載の工業用内視鏡システムにおいて、前記サーバーが、前記形状データ上に設定される挿入予定経路を、前記通信回線を介して前記工業用内視鏡装置に送信し、前記工業用内視鏡装置が、前記挿入予定経路を受信して表示することを特徴とする。

上記請求項2に記載の工業用内視鏡システムによれば、工業用内視鏡装置に表示される挿入予定経路に沿って各観察箇所の観察を行うことで、全ての観察箇所を見逃すことなく順番に観察することができる。

【0009】

請求項3に記載の工業用内視鏡システムは、請求項2に記載の工業用内視鏡システムにおいて、前記サーバーが、前記挿入予定経路上に設定されたチェックポイントを、前記通信回線を介して前記工業用内視鏡装置に送信し、前記工業用内視鏡装置が、前記チェックポイントを受信して表示することを特徴とする。

上記請求項3に記載の工業用内視鏡システムによれば、チェックポイントを通ったか否かを確認しながら観察を行うことで、挿入予定経路上における全ての観察箇所を逃さず観察したかをより確実に確認することができる。

【0010】

請求項4に記載の工業用内視鏡システムは、請求項2または請求項3に記載の工業用内視鏡システムにおいて、前記サーバーが、前記内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方と前記挿入予定経路との比較に基づいて前記内視鏡プローブの移動すべき方向を求め、前記通信回線を介して前記工業用内視鏡装置に送信し、前記工業用内視鏡装置が、前記内視鏡プローブの移動すべき方向を受信して示すことを特徴とする。

上記請求項4に記載の工業用内視鏡システムによれば、工業用内視鏡装置を介してサーバー側から発せられる指示（ナビゲーションガイド情報）に従って内視鏡プローブを操作しながら移動させることにより、挿入予定経路から外れることなく挿入プローブを移動させることができる。

【0011】

請求項5に記載の工業用内視鏡システムは、請求項1～請求項4の何れか1項に記載の工業用内視鏡システムにおいて、前記サーバーが、前記観察物内における前記内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方と、これら位置及び姿勢に対応する前記映像とを関連づけた観察記録を記録することを特徴とする。

上記請求項5に記載の工業用内視鏡システムによれば、観察結果を、観察記録という客観的な記録として保存することができる。

【0012】

請求項6に記載の工業用内視鏡システムは、請求項5に記載の工業用内視鏡システムにおいて、前記形状データが、過去観察時の前記観察記録に記録された前記内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方と前記映像とに基づいて前記サーバーで構成された計算機モデルであることを特徴とする。

10

20

30

40

50

上記請求項 6 に記載の工業用内視鏡システムによれば、請求項 1 に記載の作用を確実に得ることができる。

【0013】

請求項 7 に記載の工業用内視鏡システムは、請求項 1 ~ 請求項 5 の何れか 1 項に記載の工業用内視鏡システムにおいて、前記形状データが、前記被観察物の設計情報に基づいて前記サーバーで構成された計算機モデルであることを特徴とする。

上記請求項 7 に記載の工業用内視鏡システムによれば、請求項 1 に記載の作用を確実に得ることができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明の請求項 1 に記載の工業用内視鏡システムは、形状データを用意する第 1 の処理と、映像及び形状データ間の比較により、被観察物内における内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方を求める第 2 の処理とを行い、これら第 1 の処理及び前記第 2 の処理の少なくとも一方をサーバーに行わせる構成を採用した。この構成によれば、被観察物内における内視鏡プローブ自らの位置及び姿勢を見失うことなくかつ客観的に把握することができる。したがって、観察を行う目的部位に容易に達することができ、なおかつ、観察結果を客観的記録として残すことが可能となる。

しかも、前記第 1 の処理及び前記第 2 の処理の少なくとも一方の作業処理を、工業用内視鏡装置側ではなくサーバー側が負担するものであるため、前記一方の作業処理を行うための構成要素を工業用内視鏡装置側に搭載せずに済む。これにより、追加機能を備えながらも、工業用内視鏡装置の可搬性を従来と略同等に保つことが可能となっている。

【0015】

また、請求項 2 に記載の工業用内視鏡システムは、前記サーバーが、挿入予定経路を、通信回線を介して前記工業用内視鏡装置に送信し、工業用内視鏡装置が挿入予定経路を受信して表示する構成を採用した。この構成によれば、工業用内視鏡装置側に表示される挿入予定経路に沿って各観察箇所の観察を行うことで、熟練していない観察者であっても、熟練した観察者が行うように全ての観察箇所を見逃すことなく適切な順序で観察することが可能となる。

【0016】

また、請求項 3 に記載の工業用内視鏡システムは、前記サーバーが、挿入予定経路上に設定されたチェックポイントを、前記通信回線を介して前記工業用内視鏡装置に送信し、工業用内視鏡装置がチェックポイントを受信して表示する構成を採用した。この構成によれば、チェックポイントを通ったか否かを確認しながら観察を行うことで、挿入予定経路上における全ての観察箇所を逃さず観察したかをより確実に確認することが可能となる。また、全ての観察箇所のうちのどこまで観察できたかを確認しながら観察を行うことも可能となる。

【0017】

また、請求項 4 に記載の工業用内視鏡システムは、前記サーバーが、内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方と挿入予定経路との比較に基づき、内視鏡プローブの移動すべき方向を、通信回線を介して前記工業用内視鏡装置に送信し、これを工業用内視鏡装置が受信して示す構成を採用した。この構成によれば、工業用内視鏡装置を介してサーバーから発せられる指示に従って内視鏡プローブを移動させていくことで、熟練者が操作した場合のように、挿入予定経路から外れることなく挿入プローブを移動させることが可能となる。

【0018】

また、請求項 5 に記載の工業用内視鏡システムは、前記サーバーが、被観察物内における内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方と、これらに対応する映像とを関連づけた観察記録を記録する構成を採用した。この構成によれば、観察結果を、観察記録という客観的な記録として保存することが可能となる。

【0019】

10

20

30

40

50

また、請求項 6 に記載の工業用内視鏡システムは、前記形状データが、過去観察時の前記観察記録に記録された前記内視鏡プローブの位置及び姿勢の少なくとも一方と映像とに基づいて構成された計算機モデルである構成を採用した。この構成によれば、請求項 1 に記載の効果を確実に得ることが可能となる。

【 0 0 2 0 】

また、請求項 7 に記載の工業用内視鏡システムは、前記形状データが、被観察物の設計情報に基づいて前記サーバーで構成された計算機モデルである構成を採用した。この構成によれば、請求項 1 に記載の効果を確実に得ることが可能となる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 1 】

本発明の工業用内視鏡システムの一実施形態についての説明を、図面を参照しながら以下に行うが、本発明がこれらにのみ限定解釈されるものでないことは勿論である。なお、図 1 は、本実施形態の工業用内視鏡システムの概略構成を説明するための説明図である。また、図 2 は、同工業用内視鏡システムに備えられている工業用内視鏡装置の一実施形態を示す斜視図である。また、図 3 は、同工業用内視鏡装置の制御部を中心とする内部構造を説明するためのブロック図である。また、図 4 は、同工業用内視鏡システムの制御動作を説明する図であって、被検査物内の検査を行う際の検査計画を立てるまでを示すフローチャート図である。また、図 5 は、同工業用内視鏡システムを用いた検査の流れを示すフローチャート図である。また、図 6 は、同工業用内視鏡システムに備えられている工業用内視鏡装置の液晶モニタの画面を示す図である。また、図 7 (a) 及び (b) は、同液晶モニタ上の表示を示す図であって、図 6 の表示領域 A 1 の拡大図である。また、図 8 は、同液晶モニタ上の表示を示す図であって、図 6 の表示領域 A 1 を切り替えた図である。また、図 9 は、同液晶モニタの表示を示す図である。また、図 1 0 は、同工業用内視鏡装置のリモートコントローラを示す側面図である。また、図 1 1 は、同工業用内視鏡システムによるマッチング動作を説明するための図であって、(a) が特徴抽出工程を説明する図であり、(b) が特徴比較を行っている状態を説明するための図である。また、図 1 2 は、同工業用内視鏡システムに備えられている工業用内視鏡装置の液晶モニタの表示を示す図であって、表示内容を切り替えた状態を示す図である。また、図 1 3 は、同工業用内視鏡システムのサーバー側に保存される記録内容の一覧を説明する図である。また、図 1 4 は、同工業用内視鏡システムに備えられている工業用内視鏡装置の液晶モニタの表示を示す図であって、表示内容を切り替えた状態を示す図である。

【 0 0 2 2 】

図 1 に示すように、本実施形態の工業用内視鏡システムは、工業用内視鏡装置 1 及びサーバー (計算機) 1 0 0 と、これらの間を接続する通信回線 L とを備えて概略構成されている。なお、同図において、二点鎖線を隔てた左側が、被検査物の近傍に配置された工業用内視鏡装置 1 で、右側が、遠隔地に配置されたサーバー 1 0 0 を示している。

【 0 0 2 3 】

図 2 に示すように、前記工業用内視鏡装置 1 は、光学アダプタ 2 と、この光学アダプタ 2 が着脱自在に接続される内視鏡プローブ 3 を有する内視鏡 4 と、内視鏡 4 が収納されるコントロールユニット (本体) 6 と、各種動作制御を実行させるための操作を行うリモートコントローラ 7 と、内視鏡画像や操作制御内容 (例えば処理メニュー)、さらにはナビゲーション情報等が表示される表示装置である液晶モニタ (以下、LCD と称する) 8 と、通常の内視鏡画像、あるいはその内視鏡画像をステレオ画像として立体視可能なフェイスマウントディスプレイ (以下、FMD と称する) 9 と、この FMD 9 に画像データを供給する FMD アダプタ 9 a と、前記サーバー 1 0 0 との間で通信データの受け渡しを行うための通信装置 (有線または無線の通信装置。) 1 0 1 とを備えて概略構成されている。

【 0 0 2 4 】

前記内視鏡プローブ 3 は、その先端部 3 a に CCD (光学撮像素子。図示せず。) を内蔵した細長いケーブルであり、コントロールユニット 6 から引き出して被検査物 (被観察物) 内に挿入することが可能となっている。そして、この内視鏡プローブ 3 の先端部 3 a

10

20

30

40

50

には、立体視観察用であるステレオ測定用の光学アダプタ 2 の他に、通常観察用の比較計測用光学アダプタ 10 も着脱自在に接続できるようになっている。

なお、同図の符号 11 は、後述の C C U 17 を経由せずに映像を映像信号処理回路に入力するための外部映像入力端子を示している。また、符号 12 は、外部から電力を取り入れるためのコンセントケーブルを示している。

【0025】

続いて、図 3 を参照しながら工業用内視鏡装置 1 の内部構造の詳細説明を以下に行う。

同図 3 に示すように、内視鏡プローブ 3 の基端部は、コントロールユニット 6 内の内視鏡ユニット 15 に接続されている。この内視鏡ユニット 15 の内部には、撮影時に必要な照明光を内視鏡プローブ 3 に内蔵されたライトガイドに供給する光源 16 や、内視鏡プローブ 3 に内蔵された湾曲部（図示せず）を電氣的に湾曲動作させる電動湾曲装置（図示せず）などが内蔵されている。さらに、コントロールユニット 6 内には、内視鏡プローブ 3 の挿入長（すなわち、コントロールユニット 6 からの内視鏡プローブ 3 の引き出し長さ）を検出する内視鏡挿入長センサ（ロータリーエンコーダ）R E が内蔵されている。

10

【0026】

内視鏡プローブ 3 の先端部 3 a 内には、前記 C C D が内蔵されており、この C C D から出力される撮像信号が、画像処理部であるカメラコントロールユニット（以下、C C U と称する）17 に入力されるようになっている。この C C U 17 は、入力された撮像信号を例えば N T S C 信号等の映像信号に変換して、コントロールユニット 6 内の制御部 C U に供給するように構成されている。

20

【0027】

コントロールユニット 6 内に搭載される前記制御部 C U は、C P U 18、R O M 19、R A M 20、P C カードインターフェイス（以下、P C カード I / F と称する。）21 a、U S B インターフェイス（以下、U S B I / F と記載する。）21 b、R S - 232 C インターフェイス（以下、R S - 232 C I / F と記載する。）21 c、音声信号処理回路 22、映像信号処理回路 23、記録部 R、そして前記通信装置 101 を備えて構成されている。

【0028】

前記 C P U 18 は、主要プログラムに基づいて各種機能を実行 / 動作させる制御と、計測処理とを行うマイクロプロセッサである。そして、この C P U 18 は、R O M 19 に格納されているプログラムを実行し、目的に応じた処理を行うことでシステム全体の動作制御を行うようになっている。

30

前記 R S - 232 C I / F 21 c は、リモートコントローラ 7 による操作に基づいてコントロールユニット 6 全体を動作制御するのに必要な通信を行うためのインターフェイスであり、C C U 17、内視鏡ユニット 15、内視鏡挿入長センサ R E、そしてリモートコントローラ 7 のそれぞれに接続されている。また、バスを介して C P U 18 に接続されている。これにより、リモートコントローラ 7 で、C C U 17 及び内視鏡ユニット 15 への動作指示及び制御を行うことが可能となっている。

【0029】

前記 U S B I / F 21 b は、コントロールユニット 6 とパーソナルコンピュータ 25 との間を電氣的に接続するためのインターフェイスである。この U S B I / F 21 b を介してコントロールユニット 6 とパーソナルコンピュータ 25 を接続した場合に、パーソナルコンピュータ 25 側からも、リモートコントローラ 7 から動作指示した場合と同様に、内視鏡画像の表示指示や計測時における画像処理などの各種の制御指示をコントロールユニット 6 に対して行うことが可能となる。さらには、コントロールユニット 6 及びパーソナルコンピュータ 25 間での各種処理に必要な制御情報やデータ等の入出力も可能としている。

40

【0030】

前記 P C カード I / F 21 a には、P C M C I A メモリーカード 26 のみならず P C M C I A カードアダプタを介してコンパクトフラッシュ（登録商標）メモリーカード 27

50

等の外部記憶媒体が着脱自在に装着されるようになっている。そして、この外部記憶媒体を装着した場合には、CPU 18の制御により、これら外部記憶媒体に記憶された制御処理情報や検査記録等のデータを、PCカード I/F 21aを介してコントロールユニット6内に取り込んだり、または、PCカード I/F 21aを介して制御処理情報や検査記録等のデータを前記外部記憶媒体に供給して記録させることができるようになっている。

【0031】

前記映像信号処理回路23は、CCU 17から供給された内視鏡画像とグラフィック表示された操作メニューとを合成した合成画像を表示する機能を有しており、CCU 17からの映像信号と、CPU 18により生成された操作メニューの表示信号とを合成処理し、さらに、LCD 8の画面上に表示するのに必要な処理を施してからLCD 8に供給する。これにより、LCD 8には、内視鏡画像と操作メニューとの合成画像が表示される。また、この合成画像は、映像信号処理回路23においてA/D変換及び圧縮され、前記通信装置101, 102によって形成される通信回線Lを介してサーバー100側にリアルタイムに送信される。このようにして送信された合成映像は、サーバー100に受信されて解凍され、元の合成映像に変換される。なお、映像信号処理回路23は、単に内視鏡画像、あるいは操作メニュー等の画像を単独で表示させるための処理を行うことも可能となっている。

10

前記LCD 8は、内視鏡プローブ3からの内視鏡画像(映像)や操作制御内容(例えば処理メニュー)等の表示を行う表示部であるタッチパネル式の液晶モニタである。

20

【0032】

前記コントロールユニット6には、CCU 17を経由せずに映像信号処理回路23に映像を入力する前記外部映像入力端子11が別に設けられている。この外部映像入力端子11に映像信号が入力された場合、映像信号処理回路23は、CCU 17からの内視鏡画像に優先して前記映像信号に基づく合成画像を出力する。

【0033】

前記音声信号処理回路22には、マイク28により集音されて前記外部記憶媒体に記録される音声信号や、前記外部記憶媒体の再生により得られる音声信号や、CPU 18により生成された音声信号が供給されるようになっている。そして、この音声信号処理回路22は、供給された音声信号を再生するために必要な処理(増幅処理等)を施した後、スピーカ22aに出力する。これにより、スピーカ22aから音声信号が再生される。

30

前記リモートコントローラ7には、湾曲操作のジョイスティック、メニュー選択用のジョイスティック、フリーズスイッチ、画像記録スイッチ等が設けられており、各種のリモコン操作を行えるようになっている。これについて図10を参照して説明すると、観察者の判断により、図10に示すリモートコントローラ7のフリーズスイッチ7aを押下することでLIVE画像を停止させ、画像記録スイッチ7bを押下することで、停止させたLIVE画像を制御部CUの記録部Rに記録することができるようになっている。ちなみに、この図10における符号7cは、内視鏡プローブ3の先端を湾曲動作させるためのジョイスティックであり、また符号7dは、LCD 8上のポインタを動かすためのジョイスティックである。

40

前記通信装置101は、工業用内視鏡装置1内の制御部CUと、前記サーバー100との間に通信回線Lを形成するための無線送受信機であり、制御部CUからサーバー100に向かって通信データを送信したり、または、サーバー100から制御部CUに送られてくる通信データを受信する機能を備えている。なお、通信回線Lとして無線を採用した場合を例に説明を続けていくが、無線に限らず、有線の通信回線Lを採用しても良いことは勿論である。

【0034】

前記サーバー100は、工業用内視鏡装置1が用いられる現場から離れた遠隔地に配置された計算機であり、工業用内視鏡装置1を用いて内視鏡検査を行う観察者の操作アシスト、検査結果の記録などを行うことが可能となっている。

50

すなわち、このサーバー 100 は、図 1 に示すように、前記通信回線 L を介して工業用内視鏡装置 1 から得た内視鏡画像（映像）を、前記被観察物内の形状寸法を示す形状データと比較することにより、前記被観察物内における内視鏡プローブ 3 の位置及び姿勢を求めることが可能となっている。さらに、このサーバー 100 は、工業用内視鏡装置 1 との間で通信データの受け渡しを行うための通信装置 102 を備えており、サーバー 100 側で求めた内視鏡プローブ 3 の位置及び姿勢を、通信回線 L を介して工業用内視鏡装置 1 側に送信し、前記 LCD 8 に表示させることも可能となっている。これにより、観察者に、どのように内視鏡プローブ 3 を操作すればスムーズに検査が行えるかを常に指示することが可能となっている。

また、サーバー 100 は、図 1 に示す記録部 R を備えており、求めた内視鏡プローブ 3 の位置及び姿勢と、これら位置及び姿勢に対応する前記リアルタイム映像とを関連づけた検査記録を記録することが可能となっている。 10

また、サーバー 100 の記録部 R に記録した検査記録は図示しないダウンロードメニューなどを操作することにより、工業用内視鏡装置 1 の記録部 R や、工業用内視鏡装置 1 を介して接続された PC 25 にダウンロードすることができる。これにより、工業用内視鏡装置 1 とサーバー 100 で行った検査内容を PC 25 などを確認または保存することができる。

【0035】

このサーバー 100 では、図 1 の紙面左下の符号 a, b に示すように、被検査物内の内部形状を示す計算機モデル（3Dモデル）を構築し、この計算機モデルに基づいて挿入予定経路（ルート）を設定するようになっている。すなわち、サーバー 100 では、これから検査を行う被検査物内の各検査箇所をどのような挿入予定経路を通して検査するのかを予め決める検査計画を立てることができるようになっている。この詳細について、図 4 のフローチャートを参照しながら説明する。 20

【0036】

まず、検査計画設定を開始すると、ステップ S1 において、被検査物情報及び検査履歴情報の読み込みが実行される。この被検査物情報としては、例えば、被検査物の設計情報（CADデータ）が好適に用いられる。また、検査履歴情報としては、被検査物内の、過去に行った検査箇所の位置や、同位置で撮像された映像などの検査記録が読み込まれる。なお、設計情報の読み込みに際しては、このサーバー 100 内の記録部 R に保存しておいたものを使用しても良いし、または、他の通信回線を介して接続された他の計算機から読み込むものとしても良い。 30

続くステップ S2 では、被検査物情報として読み込まれた被検査物の設計情報に基づいて計算機モデル（3Dモデル、形状データ）が生成される。この計算機モデルの生成により、サーバー 100 は、被検査物の詳細かつ高精度な内部形状の把握を行う。

【0037】

ステップ S3 では、生成された計算機モデルに基づくチャート図を、前記通信回線 L を介して工業用内視鏡装置 1 側に送信し、図 6 に示す表示画面の表示領域 A1 に表示させる。このチャート図は、例えば、被検査物の三面図（平面図、正面図、側面図）及び斜視図であり、工業用内視鏡装置 1 は、これらの全てを一括表示したり、または、これらのうちの一図または複数図を選択して表示させることが可能となっている。 40

なお、これら図のうちのどれを表示領域 A1 に表示させるかは、図 7（a）,（b）に示す表示切り替え操作部 a2 内のどのボタンを観察者が押すかによって選択することが可能となっている。すなわち、観察者が表示切り替え操作部 a2 の「平」のボタンを押した場合には、この操作指示が工業用内視鏡装置 1 から通信回線 L を介してサーバー 100 に送信される。そして、この操作指示を受信したサーバー 100 は、必要とされる平面図を用意し、通信回線 L を介して工業用内視鏡装置 1 に送信する。そして、この平面図を受信した工業用内視鏡装置 1 は、前記表示領域 A1 に前記平面図を表示する。また、表示切り替え操作部 a2 の「正」のボタンを押した場合にも通信回線 L を介して操作指示及び正面図の送受信が行われ、前記表示領域 A1 に前記正面図が表示される。また、表示切り替え 50

操作部 a 2 の「側」のボタンを押した場合にも通信回線 L を介して操作指示及び側面図の送受信が行われ、前記表示領域 A 1 に前記側面図が表示される。また、表示切り替え操作部 a 2 の「斜」のボタンを押した場合にも通信回線 L を介して操作指示及び斜視図の送受信が行われ、前記表示領域 A 1 に前記斜視図が表示される。各ボタンのうちのどれが選択されたかは、太枠表示されることによって確認することができる。

【 0 0 3 8 】

この表示領域 A 1 に表示されるチャート図は、後述の検査実施時において、被検査物内における自らの位置（内視鏡プローブ 3 の先端位置）を知るための地図の役目を有しており、その位置を指し示すマークが図中にリアルタイムで表示されるものとなっている。

図 7 (a) , (b) に示すように、表示領域 A 1 には、チャート図を拡大表示または縮小表示させるための表示倍率操作部 a 1 が備えられている。そして、ここに表示される拡大/縮小倍率を上下させる（具体的には、表示倍率操作部 a 1 の左にある虫眼鏡印を押すことによって縮小表示させたり、あるいは、表示倍率操作部 a 1 の右にある虫眼鏡印を押すことによって拡大表示させる。）ことで、図 7 (a) に示すようにチャート図を縮小表示させて被検査物の全体像を把握したり、あるいは、図 7 (b) に示すように任意箇所（例えば、図 7 (a) のチャート図内の U 部）を拡大表示させて被検査物内における内視鏡プローブ 3 の位置を正確に把握することが可能となっている。

10

【 0 0 3 9 】

このチャート図を用いて、被検査物内における自らの位置（内視鏡プローブ 3 の先端位置）を把握する具体的方法について説明すると、まず図 7 (a) において、被検査物全体における内視鏡プローブ 3 の位置を、同図の太矢印を確認することで把握する。なお、同図における符号 A P は、被検査物内に内視鏡プローブ 3 を挿入する際の挿入口（アクセスポイント）を示している。

20

【 0 0 4 0 】

続いて、被検査物内における内視鏡プローブ 3 の先端位置を詳細に把握すべく、表示倍率操作部 a 1 を操作して図 7 (a) の U 部を拡大表示させて図 7 (b) の表示内容にする。すると、内視鏡プローブ 3 の挿入経路が拡大表示されるとともに、この挿入経路上に後述の I D 番号が重ねて表示される。これら I D 番号は、内視鏡プローブ 3 の挿入順路を示しており、例えば同図の場合では、(1) - > (2) - > (3) - > (4) - > (5) - > (6) の順番に沿って内視鏡プローブ 3 を挿入していけば良いことを示している。さらに、同図における太線矢印が、内視鏡プローブ 3 の先端位置及びその向きを示している。したがって、この太線矢印が I D 番号 (3) と I D 番号 (4) との間の位置に有ることから、同位置に内視鏡プローブ 3 の先端位置が存在することが把握できる。

30

【 0 0 4 1 】

再び図 4 に戻り、前記ステップ 3 に続くステップ S 4 以降の説明を行う。このステップ S 4 では、内視鏡挿入条件情報の入力が行われる。なお、サブルーチン S U B のステップ S 5 ~ ステップ S 8 の処理は、工業用内視鏡装置 1 側で行われる。

まず、サブルーチン S U B のステップ S 5 では、内視鏡装置情報の入力または読み込みが行われる。すなわち、観察者が前記リモートコントローラ 7 などを操作することにより、工業用内視鏡装置 1 に、その内視鏡プローブ 3 に装着される光学アダプタの種類、内視鏡プローブ 3 の径及び長さ、測定モード（通常測定モード、ステレオ測定モード等）などの入力、またはこれらの読み込みが行われる。

40

続くステップ S 6 では、観察者が前記リモートコントローラ 7 などを操作することにより、前記チャート図上における内視鏡プローブ 3 の挿入開始位置の入力が工業用内視鏡装置 1 に対して行われる。すなわち、図 7 (a) で図示したアクセスポイント A P を前記チャート図上に指定する。この指定は、前記チャート図上に図示しないポイントを重ね合わせて指定することで行われる。なお、挿入口（アクセスポイント A P ）が小さくて指定しづらい場合には、必要に応じて前記表示倍率操作部 a 1 を操作して、前記チャート図を拡大表示させてから行うのが好ましい。

【 0 0 4 2 】

50

さらに続くステップS7では、観察者が前記リモートコントローラ7などを操作することにより、前記チャート図上における検査部位と、これら検査部位に達する際に通るべき通過点との入力が入工業用内視鏡装置1に対して行われる。

なお、この入力操作においては、図7(b)に示した表示内容を、図8に示す「設定モード」に変更してから行われる。この「設定モード」では、画面下部に、これから設定するポイントが検査対象である「検査部位」であるのか、または、これら「検査部位」に到達するための道標となる「通過点」であるのかを選択する選択メニューm1と、同ポイントを他のポイントと識別したり、または、最終到達点であることを示すためのID番号を入力するID入力部m2と、各入力内容を決定するためのOKボタンm3と、各入力内容をキャンセルするCANCELボタンm4とが表示される。

10

【0043】

例えば、図8のID番号(3)に示す位置に検査部位を設定する場合には、同図に示すポインタを動かしてジョイスティックを押下して位置を決定する。続いて、選択メニューm1上に前記ポインタを重ね合わせて押下すると、「検査部位」及び「通過点」の両表示がプルダウンメニュー表示されるので、これらのうちの「検査部位」を選択して押下する。さらに続いて、前記ポインタを今度はID入力部m2上に重ね合わせ、印または印を押下することで、ID番号を入力する。なお、このID番号の入力操作は、観察者ではなく、前記サーバ100側が自動的に昇順に設定するようにしても良い。

以上の入力操作が正しく済んだらOKボタンm3を押下し、入力し直す場合にはCANCELボタンm4を押下する。OKボタンm3が押下された場合、工業用内視鏡装置1は、指定されたID番号が重複していないかをチェックし、重複していた場合には、再度入力を促すエラー表示を画面上に表示させる。なお、ID入力部m2で「E」を選択した場合には、このポイントが最終到達点として入力される。

20

【0044】

最終到達点が入力されると、図8の画面が図9の画面に自動的に切り替わり、サブルーチンSUBにおける内視鏡挿入条件情報の入力完了したか否かを問い合わせるステップS8が行われる。正しく完了している場合には、「Yes」ボタンを押下することで、ステップS8aへと進み、上記ステップS5～S7において入力された各入力情報が、メインルーチンのステップS4に戻される。すなわち、前記各入力情報が、通信装置101、102で形成される通信回線Lを介して工業用内視鏡装置1側からサーバ100側に送信される。このようにして、サーバ100は、前記各入力情報を受信、さらには記憶部Rに記憶する。

30

一方、サブルーチンSUBのステップS8において、内視鏡挿入条件情報の入力がない場合には、「No」ボタンを押下することで、再びステップS7に制御フローが戻される。

なお、上記各ステップS5～S8の入力操作は、各入力項目が毎回同じである場合の入力操作の手間を省くべく、サーバ100内の記録部R、または、前記PCMCIAメモリーカード26や前記コンパクトフラッシュ(登録商標)メモリーカード27等の外部記憶媒体に各入力項目を記録しておき、この記録内容を読み込ませることで、観察者の入力作業を省くものとしても良い。

40

【0045】

図4に示すメインルーチンのステップS9では、ステップS2においてサーバ100で生成された計算機モデルと、ステップS4で工業用内視鏡装置1に入力されてステップS8aにおいてサーバ100に送信された内視鏡挿入条件情報とに基づいて挿入予定経路情報の生成がサーバ100側で行われる。すなわち、ステップS6で指定された挿入開始位置(アクセスポイントAP)から内視鏡プローブ3を挿入し、ステップS7で指定された各通過点を通して各検査部位に達するまでの最適な挿入予定経路が、サーバ100により求められる。この挿入予定経路の設定は、全ての検査部位及び通過点を通ること、最短経路を通ること、内視鏡プローブ3の外径が通るのに狭すぎるような挿入箇所を避けること、などを判断基準として求められる。

50

そして、サーバー 100 で求められた挿入予定経路は、ステップ S 10 において、前記通信回線 L を介して工業用内視鏡装置 1 側に送信され、前記チャート図上に重ねて表示される。これにより、地図であるチャート図上に、出発点である挿入開始位置（アクセスポイント A P）から、各通過点を通して各検査部位に達するまでの経路が確定される。

【0046】

続くステップ S 11 では、マーカー情報（V E 情報）の生成が実行される（図 3 の符号 c 1 も参照。）。すなわち、ステップ S 7 で入力された各検査部位及び各通過点の、チャート図上における位置情報と、同位置に内視鏡プローブ 3 を配置して所定方向を向いたときの視線角度（姿勢情報）とが確定される。なお、ここで言う「V E」は「Virtual Ends cope」の略であり、チャート図上に想定された仮想の内視鏡プローブを指し示すものとする。

10

【0047】

このようにして選び出されたマーカー情報（V E 情報）に基づき、ステップ S 12 ではマーカーデータ（V E 画像）の生成が行われる（図 1 の符号 c 2 も参照。）。すなわち、ステップ S 11 で確定された位置情報及び視線角度に仮想の内視鏡プローブ 3 を配置し、そのときに見える内視鏡画像を、前記計算機モデルに基づいて生成する。

ところで、内視鏡プローブ 3 に装着する光学アダプタとして、プリズムを内蔵し、側面から入射した光を反射させて前記 C C D 上に結像するタイプの側視アダプタを用いる場合には、前記 C C D 上には左右反転した画像（鏡像）が結像される。この画像とカレント V E 画像との間でマッチングを取ろうとしても、正常にマッチングすることができない。そこで、前述のステップ S 5 において内視鏡装置情報を入力する際に、使用する光学アダプタが側視アダプタであるか否かをサーバー 100 側に取り込んでおき、本ステップ S 12 における上記マーカーデータ（V E 画像）の生成において、生成された各 V E 画像を最終的に左右反転させておくことが好ましい。もちろん、側視アダプタを用いない場合には、この画像反転動作は不要である。

20

同様に、使用する光学アダプタ毎に歪曲収差の特性も異なるので、前記ステップ S 5 において予め読み込まれた歪曲収差のデータも、マーカーデータ（V E 画像）の生成に反映される。すなわち、前記仮想の内視鏡プローブから見た内視鏡画像を生成する際に、前記歪曲収差に基づいて画像を歪ませることで、同等の歪曲収差をマーカーデータ（V E 画像）に与える。

30

【0048】

このようにして生成された内視鏡画像（V E 画像）は、挿入予定経路上に設定された各通過点及び各検査部位の位置における仮想の内視鏡画像（3 D コンピュータグラフィック画像）であり、ステップ S 13 において前記通信回線 L を介して工業用内視鏡装置 1 側に送信され、ランドマークの表示が実行される。ここで言うランドマークとは、挿入予定経路上を進みながら検査を行う際に現在位置の確認を行うのに適した、被検査物内の特徴ポイントのことを指し示すものである。そして、これらランドマークは、図 6 に示すように、各検査部位及び各通過点の V E 画像をサムネイル表示（縮小配列表示）したものが表示領域 A 2 に表示される。なお、同図では、明確に説明するために、図 7（b）に示した I D 番号（(1), (2), (3), …）に対応する番号を記している。

40

同時に、図 4 のステップ S 14 において、各 V E 画像のうち、検査実施時に最初に通る点のものがサーバー 100 側で選び出され、この選び出された V E 画像が、図 6 の表示領域 A 3 にカレント V E 画像として表示される。

【0049】

そして、図 4 のステップ S 15 では、サーバー 100 内において仮想の内視鏡プローブを挿入した場合の挿入シミュレーションが実行される。この時、V E 画像の再生が挿入開始点から最終到達点に至るまで順次行われ、内視鏡プローブ 3 を無理なく最後まで挿入できるかが計算機モデル上で確認される。

【0050】

その結果、ステップ S 16 において、被検査物内の突起物に内視鏡プローブ 3 が引っか

50

かって挿入不可となったり、極度に狭い箇所を通ったり、または極度に内視鏡プローブ3を曲げないと通れないような箇所を通るなど、設定した挿入予定経路が不適切であると確認された場合には、ステップS4に戻って(必要に応じて、ステップS5の内視鏡装置情報の入力又は読み込み及びステップS6の挿入開始位置入力にて入力された内容を修正した上で)再度、挿入予定経路の設定が実施される。

逆に、設定した挿入予定経路で問題ないとステップS16で判断された場合には、ステップS17に進み、設定した挿入予定経路の保存が行われる。この時、併せて前記計算機モデル、チャート図、挿入開始位置、各検査部位、各通過点、前記VE画像、各ランドマークなど、後の検査実施に用いる情報も、サーバー100の記録部Rに保存される。

【0051】

以上説明の各工程を実行することにより、これから検査を行うための検査計画が立てられ、サーバー100の記録部Rに保存される。続いて、本実施形態の工業用内視鏡システムを用いて、前記検査計画に基づいて実際に被検査物内の検査を行う際の詳細について、以下に説明を行う。

【0052】

まず、工業用内視鏡装置1を被検査物の挿入開始位置(アクセスポイントAP)近傍に配置して起動させ、通信装置101, 102により、サーバー100との間の無線の通信回線Lを接続する。この時の工業用内視鏡装置1では、前記光源16が起動して内視鏡プローブ3内のライトガイドに照明光を供給し、また、内視鏡プローブ3先端の前記CCDからのリアルタイム映像を、前記通信回線Lを介してサーバー100側に送信すると同時に、図6の表示領域A4に示すLIVE画像としてLCD8に表示させる。さらに、工業用内視鏡装置1側に備えられている挿入長センサーREで検知される、内視鏡プローブ3の挿入長が、前記通信回線Lを介してサーバー100側に送信される状態になる(図3の符号xも参照。)

一方、サーバー100側では、前記保存情報を読み込み、図4に示した情報(チャート図、チャート図上に設定された挿入予定経路、挿入予定経路上に設定されたチェックポイントである各ランドマーク画像など)を、通信回線Lを介して工業用内視鏡装置1側に送信し、そのLCD8上に表示させることが可能な状態になる。

以上により、図1に示すように、内視鏡プローブ3の挿入長及びリアルタイム映像が前記通信回線Lを介して工業用内視鏡装置1側からサーバー100側に送信され、また、リアルタイム映像に基づく内視鏡プローブ3の位置及び姿勢やVE画像等が、サーバー100側から工業用内視鏡装置1側に送信可能になる。このようにして、検査準備が整う。

【0053】

その後、サーバー100内では、図5のステップS21に示すようにランドマークオフセットの初期化が実行される。すなわち、検査計画時に求められた各ランドマーク画像のうち、内視鏡プローブ3が最初に通るものが選定される。そして、ステップS22において、選定されたランドマーク画像が前記通信回線Lを介してサーバー100から工業用内視鏡装置1に送信され、LCD8上における表示が太枠付き表示(図6参照)される。これにより、全ランドマーク画像のうちのどれが現在選定されているかを観察者が一目で判るようにする。

続くステップS23では、選定されたランドマーク画像が前記通信回線Lを介してサーバー100から工業用内視鏡装置1に送信され、図6に示すカレントVE画像として拡大表示される。なお、ここで言う「カレント」とは、「現在選択されている」という意味を示す。

【0054】

この状態で、観察者は、前記挿入開始点より内視鏡プローブ3を被検査物内に挿入していく。この時の内視鏡プローブ3の先端位置及び姿勢は、サーバー100側において求められ、その結果が前記通信回線Lを介してサーバー100から工業用内視鏡装置1に送信されることで、図7(b)で示したように、前記チャート図上の太矢印マークとして表示される。また、この時に撮像されるリアルタイム映像は、図6の表示領域A4にLIVE

10

20

30

40

50

画像として表示される。また、同図6の表示領域A5に示す「テキスト支援情報」の箇所には、これから向かうランドマーク(次のランドマーク)までの距離、方向や、最終到達目標(最終のランドマーク)までの距離、方向、残ランドマーク数など、サーバー100側から送られてくる情報の文字情報が表示される。観察者は、LCD8上のこれら文字情報及び各画像情報を見て前記リモートコントローラ7を操作しながら、内視鏡プローブ3の挿入を進めていく。

なお、以下の説明においては、サーバー100内の処理動作を中心に説明を行うが、観察者は、内視鏡プローブ3の挿入を、LCD8を介してサーバー100から送られてくる指示に従って進めながらLIVE画像を観察することで被検査物の内部検査を適宜実施する。

10

【0055】

サーバー100は、内視鏡プローブ3の先端位置がカレントVE画像の位置(目標として選定されたランドマーク位置)に到達したと「判断」すると、図3に示す符号e、f(符号kについては後述で説明する。)及び図5に示すステップS24において、特徴抽出の作業が開始される。なお、上記「判断」をサーバー100に行わせる方法としては、以下に説明する2通りがある。

第1の判断方法は、観察者が、見ているLIVE画像の映像がカレントVE画像に似たような場所に近づいてきたと自ら判断した場合に、リモートコントローラ7を操作してサーバー100に知らせる方法である。

【0056】

第2の判断方法は、LIVE画像とカレントVE画像とのマッチング動作を常時行っている場合(すなわち、上記第1の判断方法の場合のように、挿入予定経路上の所定ポイントにおいてのみマッチング動作を行うのではなく、挿入予定経路を進んでいく際に刻々と変わる「道」の映像に対してマッチング動作を連続して行う場合。)である。この場合には、観察者が判断するのではなく、マッチング動作を連続して行うサーバー100が、LIVE画像にマッチングさせたカレントVE画像が、「目標とするランドマーク位置」のものである場合に、「目標とするランドマーク位置に到達した」と自動的に判断する。この第2の判断方法を適用した場合には、後述のステップS30は不要となるが、これについては、後述で説明する。

20

【0057】

以上のようにして「目標とするランドマーク位置に到達した」とサーバー100が判断した後の特徴抽出では、図6に示すLIVE画像上の特徴点(稜線形状、突起形状、孔形状、文字情報など。画像上の輝度分布によりこれら形状を判別することで特徴点を抽出する。)と、カレントVE画像上の特徴点(ワイヤースケッチとして表示される稜線形状、突起形状、孔形状、文字情報など。)とがそれぞれ抽出される。

30

【0058】

これについて、図11(a)を用いて具体的に説明する。まず、LIVE画像上から、輝度が極端に変わる線をつなげていくことで、図11(a)の左図に示すように、LIVE画像上に映し出された部品の特徴をなす外形状が、ワイヤースケッチに変換して表示される。一方、カレントVE画像上における同部品は、既にワイヤースケッチ(同図右側)で表されているので、このワイヤースケッチを、部品外形を示す特徴点としてそのまま用いることができる。

40

なお、本実施形態では、カレントVE画像を設計データに基づいて作成しているが、これに限らず、過去検査時に撮影した実映像に基づいて作成することも可能である。その場合には、図11(a)でカレントVE画像から特徴点を抽出した手順と同様の手順により、特徴点の抽出を行うことで対応できる。すなわち、過去検査時の実映像上から、輝度が極端に変わる線をつなげていくことで、過去検査時の実映像上に映し出された部品の特徴をなす外形状が、ワイヤースケッチに変換して表示される。

【0059】

そして、このようにして求められた両画像の特徴点が、図3の符号g及び図5のステッ

50

ブ S 2 5 に示す工程において比較される。すなわち、ステップ S 2 5 では、図 1 1 (b) に示すように、L I V E 画像のワイヤースケッチとカレント V E 画像のワイヤースケッチとを互いに重ね合わせることで特徴比較が行われる。

【 0 0 6 0 】

そして、両画像の特徴点一致 (マッチング) するかどうかを図 5 のステップ S 2 6 において判定され、一致した場合 (Y e s の場合) にはステップ S 2 9 へと進み、一方、一致しなかった場合 (N o の場合) にはステップ S 2 7 へと進む。

ステップ S 2 7 に進んだ場合には、両画像の相対的な位置関係がずれている場合が想定されるとして、内視鏡プローブ 3 の先端の位置姿勢推定が実行される (図 3 の符号 i , j も参照。) 。すなわち、サーバー 1 0 0 は、カレント V E 画像の表示内容が L I V E 画像と一致するように仮想内視鏡プローブの位置及び姿勢を変更した場合の位置移動量及び姿勢移動量を算出し、これらを、検査計画時にこのカレント V E 画像を作成したと同時に記録した仮想内視鏡プローブの位置及び姿勢に加えることで、現在の内視鏡プローブ 3 の先端の位置及び姿勢を推定して求める。

【 0 0 6 1 】

前記ステップ S 2 7 に続くステップ S 2 8 では、L I V E 画像に対してカレント V E 画像の位置及び姿勢 (画像の上下向きを含む) を一致させるべく、カレント V E 画像側の加工表示を行う (図 3 の符号 k も参照。) 。すなわち、サーバー 1 0 0 は、ステップ S 2 7 において求められた現在の内視鏡プローブ 3 の位置及び姿勢を参照し、これと一致するようにカレント V E 画の位置及び姿勢を変更する。この変更に伴い、カレント V E 画像の表示内容が回転、上下移動、左右移動、拡大、縮小するなどして、L I V E 画像の表示内容と一致する。

【 0 0 6 2 】

このようにして表示内容が一致した後のカレント V E 画像上には、さらに内視鏡プローブ 3 を挿入するための挿入方向を指し示す矢印等の操作指示が表示される (図 3 の符号 m , n も参照。) 。すなわち、サーバー 1 0 0 は、求めた内視鏡プローブ 3 の位置及び姿勢と挿入予定経路との比較に基づき、この内視鏡プローブ 3 の移動すべき方向を求めて図 3 の n に示すようにカレント V E 画像上に矢印を表示する。この時、必要に応じて前記スピーカ 2 2 a から、音声による操作指示 (「 上に進んでください」 , 「 右に進んでください」 等) を行う。

そして、ステップ S 2 8 において表示内容が一致した後の制御流れは、再びステップ S 2 4 へと戻され、再び特徴抽出の工程が実行される。このようにして、L I V E 画像の特徴とカレント V E 画像の特徴とが一致してステップ S 2 9 に向かうまで、ステップ S 2 4 ~ ステップ 2 8 の工程が繰り返される。

【 0 0 6 3 】

このようにして、現時点において見えている場所の特定がなされ、検査部位に到達した時点で、サーバー 1 0 0 は、LCD 8 上の表示画面を図 6 の表示内容から図 1 2 の表示内容に自動的に切り替え、「検査モード」に移る。

図 1 2 に示すように、画面中央下部に示す表示領域 A 6 には、検査項目のリストが一覧表示される。この検査項目のリストは、このランドマーク位置の検査箇所において検査すべき項目の見出しを一覧表示したものである。これら検査項目のリストのうちの何れかを観察者が選択すると、左側の表示領域 A 7 に、検査項目の詳細が表示される。さらに、図 1 2 の中央上部の「参考画像」の表示 A 8 を観察者が押すと、過去に撮影した同箇所の画像 (過去画像) がサーバー 1 0 0 の記録部 R から通信回線 L を介して送信され、左側の表示領域 A 9 に表示される。なお、表示 A 8 を省略し、表示 A 6 を押して表示領域 A 7 に検査項目の詳細を表示させた時点で、自動的に表示領域 A 9 に過去画像を表示させるように構成しても良い。

【 0 0 6 4 】

観察者は、表示領域 A 7 , A 9 に表示される情報を参考にして検査を行う。この検査においてキズ計測を行う場合には、図 1 2 の中央上部の表示 A 1 0 を押下して「キズ計測モ

10

20

30

40

50

ード」にすることで測定を実施する。

この検査部位における全ての検査が終了した場合には、観察者が図12の中央上部の「確認済」の表示A11を押す。すると、表示領域A6内に「済」のマークA61が表示されると同時に、検査が済んだことがサーバー100に送信され、その記録部Rに証拠記録として保存される(図3の符号1も参照。)。このようにしてサーバー100に検査記録を残すことにより、検査漏れをなくすることができる上に、後の解析に利用することが可能となる。なお、この記録動作は本例のように各ランドマーク通過後に逐一行っても良いし、もしくは、後述のステップS33に説明するように、最終ランドマークを通過後に一括して保存するものとしても良い。

【0065】

サーバー100の記録部Rに保存される全記録項目の例を、図13に示す。

同図に示すように、記録部Rには、各ランドマークIDと、カレントVE画像の元となる被検査物全体の3Dモデルである検査部位モデルと、図4のステップS6において入力した内視鏡装置情報と、内視鏡プローブ3をどのような経路で挿入していったか(どの位置をどのような姿勢で通過させたか)を示す挿入軌跡情報と、前記検査対象物(エンジン、パイプなど)を識別するためのユニークなIDである被検体IDとが記録される。前記挿入軌跡情報の記録が、図5のステップS29に示す挿入軌跡情報更新である。挿入軌跡情報は、ランドマークIDと関連づけて記録されている。すなわち、ランドマーク地点各々での、位置・姿勢が関連づけて記録されている。

【0066】

図13に示すように、各ランドマークIDの記録においては、このランドマークが「通過点」であるのか「検査部位」であるのかを示す識別情報も併せて保存される。そして、「通過点」の識別情報が付与されたランドマークには、この通過点をなすランドマーク位置に対応するVE画像が併せて保存される。一方、「検査部位」の識別情報が付与されたランドマークには、同ランドマーク位置に対応するVE画像に加えて、検査項目毎に取得した過去の画像(実画像)が併せて保存される。

以上のようにして全ての検査項目の実施が済んだ後は、LCD8の表示画面を、図12の表示内容(「検査モード」)から図6の表示内容に自動的に切り替える。

【0067】

上記ステップS29に続くステップS30においては、図14に示すように、液晶ディスプレイ8上に、ランドマークオフセットの更新を行うか否かを観察者に問い合わせる表示が示される。そして、観察者が、もうしばらく現在の観察部位に止まって観察を継続して行いたいなどの理由により、図14の「No」ボタンを押下すると、制御流れが図5のステップS24に戻される。そして、次のランドマーク位置に向かわずに観察を継続して行うことが可能となる。逆に、観察者が次のランドマーク位置に向かうことを決め、図14の「Yes」ボタンを押下すると、図5のステップS31に進む。

【0068】

ステップS31では、現在のランドマーク位置が最終のランドマーク位置であるかがサーバー100によって判定される。そして、最終のランドマーク位置に達していない(N o)と判断された場合には、ステップS32へと進み、ランドマークオフセットの更新が実行される。すなわち、検査計画において求められた各ランドマーク画像のうち、次に内視鏡プローブ3が向かうもの(次に大きいID番号を有するVE画像)が新たな目標として選定される。

一方、ステップS31において最終のランドマーク位置に達している(Yes)と判断された場合には、ステップS33へと進み、全てのLIVE画像や、これらLIVE画像に対応して求められた内視鏡プローブ3の先端の位置及び姿勢など、図13で説明した事項が最終的な検査記録(観察記録)としてサーバー100内の記録部Rに自動的に保存される。また、工業用内視鏡装置1に対して検査終了を通知する。

以上により、検査実施時における前記制御部の制御動作が完了する。

【0069】

10

20

30

40

50

以上説明のように、本実施形態の工業用内視鏡システムは、工業用内視鏡装置 1 とサーバー 100 とを備え、サーバー 100 が、前記通信回線 L を介して得たりリアルタイム映像を形状データと比較することにより、内視鏡プローブ 3 の位置及び姿勢を求め、これを工業用内視鏡装置 1 が前記通信回線 L を介して受信し、LCD 8 に表示する構成を採用した。この構成によれば、被検査物内における内視鏡プローブ 3 自らの位置及び姿勢を見失うことなくかつ客観的に把握することができる。したがって、検査を行う目的部位に容易に達することができるが、なおかつ、検査結果を客観的記録として残すことが可能となる。

【0070】

しかも、内視鏡プローブ 3 の位置及び姿勢を求める作業処理を行う構成要素を工業用内視鏡装置 1 側に搭載せずに済むので、追加機能を備えながらも、工業用内視鏡装置 1 の可搬性を従来と略同等に保つことが可能となっている。すなわち、上述のような高機能な画像処理を十分な処理速度を持って行うには、従来であれば、高機能な計算機を工業用内視鏡装置 1 に搭載せざるを得ないが、これでは可搬性を大きく損なうことになる。これに対し、本実施形態では、高機能な画像処理を行う計算機を工業用内視鏡装置 1 から切り離し、これらの間を通信回線 L で接続することにより、可搬性を損なう問題を回避可能としている。

10

【0071】

なお、本実施形態では、1 台のサーバー 100 に対して 1 台の工業用内視鏡装置 1 を割り当てて内視鏡プローブ 3 の操作ナビゲーションガイドを行うものとしているが、これに限らず、1 台のサーバー 100 に対して複数台の工業用内視鏡装置 1 を割り当てることも可能である。このような工業用内視鏡システムを用いて、同一設計構造を有する複数の被検査物を同時に検査するような場合、被検査物に関する情報の更新があったとしても、柔軟かつ容易に対応することが可能となる。例えば、全ての被検査物に設計変更があったとしても、1 台のサーバー 100 内に読み込まれる設計データ (CAD データ) のみを更新すれば良く、これよりも台数の多い工業用内視鏡装置 1 側はそのまま使用することができる。すなわち、設計データ等の共有情報をサーバー 100 側で一元管理することが可能となる。さらには、サーバー 100 に全工業用内視鏡装置 1 の検査記録を保持させることで、お互いの検査記録を、前記通信回線 L を介して比較することも可能となる。

20

【0072】

また、本実施形態の工業用内視鏡システムは、そのサーバー 100 が、挿入予定経路を、前記通信回線 L を介して工業用内視鏡装置 1 に送信し、工業用内視鏡装置 1 がこの挿入予定経路を受信して LCD 8 に表示する構成を採用した。この構成によれば、工業用内視鏡装置 1 側に表示される挿入予定経路に沿って各検査箇所の検査を行うことで、熟練していない観察者であっても、熟練した観察者が行うように全ての検査箇所を見逃すことなく適切な順序で観察することが可能となる。

30

【0073】

また、本実施形態の工業用内視鏡システムは、そのサーバー 100 が、挿入予定経路上に設定されたランドマーク画像を、前記通信回線 L を介して工業用内視鏡装置 1 に送信し、工業用内視鏡装置 1 がこれらランドマーク画像を受信して LCD 8 に表示する構成を採用した。この構成によれば、ランドマークを通ったか否かを確認しながら検査を行うことで、挿入予定経路上における全ての検査箇所を逃さず検査したかをより確実に確認することが可能となる。また、全ての検査箇所のうちどこまで検査できたかを確認しながら検査を行うことも可能となる。

40

【0074】

また、本実施形態の工業用内視鏡システムは、そのサーバー 100 が、求めた内視鏡プローブ 3 の位置及び姿勢と挿入予定経路との比較に基づき、この内視鏡プローブ 3 の移動すべき方向を求め、工業用内視鏡装置 1 を介して観察者に指示する構成を採用した。

この構成によれば、サーバー 100 から発せられる指示 (ナビゲーションガイド情報) に従って内視鏡プローブ 3 を操作しながら移動させることにより、挿入予定経路から外れることなく挿入プローブ 11 を移動させることができる。したがって、サーバー 100 が

50

らの指示に従って内視鏡プローブ3を移動させていくことで、熟練者が操作した場合のように、挿入予定経路から外れることなく挿入プローブ11を移動させることが可能となる。

【0075】

また、本実施形態の工業用内視鏡システムは、そのサーバー100が、被検査物内における内視鏡プローブ3の位置及び姿勢と、これら位置及び姿勢に対応するLIVE画像とを関連づけた検査記録を自動的に記録する構成を採用した。この構成によれば、検査結果を、検査記録という客観的な記録として保存することができる。これにより、観察すべき部位を間違いなく観察したかどうかを第三者が客観的に確認することが可能となる。

【0076】

なお、本実施形態においては、検査計画時のステップS3において作成されるチャート図(形状データ)が、被観察物の設計情報に基づいて構成された計算機モデルである場合を例に説明したが、これに限らず、以前検査した時の前記検査記録に記録された内視鏡プローブ3の位置及び姿勢と実映像とに基づいて計算機モデルを構成し、これをチャート図として採用しても良い。

すなわち、以前検査した際の実映像から特徴抽出を行ってコンピュータグラフィック化し、このコンピュータグラフィック画像と今回検査時の実映像とをマッチングさせることにより、現時点における内視鏡プローブ3の先端の位置及び姿勢を求めるようにしても良い。この場合、被検査物の設計データが不要となるので、より広い用途に柔軟に対応することが可能となる。

【0077】

また、本実施形態では、挿入予定経路上の各ランドマーク位置においてのみ(各チェックポイントにおいてのみ)、LIVE画像とカレントVE画像とのマッチングを行って内視鏡プローブ3の位置及び姿勢を求めるものとしたが、これに限らず、前述したように、常時マッチングを取るようになる構成も採用可能である。

すなわち、図4に示した検査計画時においては、挿入開始点から最終到達点に至るまでの全経路のVE画像(仮想内視鏡の視線から見たコンピュータグラフィック画像)を作成しておき、図5に示した検査実施時においては、前記全経路のVE画像とLIVE画像(リアルタイム映像)との間で常に特徴点のマッチングを取得し、これにより、内視鏡プローブ3の先端の位置及び姿勢を常時連続して求める。すなわち、図5のステップS30では何もせず通過し、ステップS31におけるチェックのみを行う。

この場合、常時連続して求められる内視鏡プローブ3の位置及び姿勢に基づき、挿入予定経路に正しく沿って進むことができるように、前記操作指示(カレントVE画像上の矢印による指示や音声指示など。)も併せて発することにより、より高精度かつスムーズに観察者が内視鏡プローブ3を操作することが可能となる。したがって、より高い再現性を得ることが可能となる。

【0078】

また、VE画像の生成に際しては、前記内視鏡挿入長センサREと、内視鏡プローブ3の先端に設けた角度センサ(図示せず)とを用いて、内視鏡挿入中における内視鏡プローブ3の先端の位置及び姿勢を推定し、この位置及び姿勢で得られる予定の画像をコンピュータグラフィックとして生成するものとしても良い。

【0079】

また、本実施形態では、LCD8上にLIVE画像とカレントVE画像を独立表示するものとしたが、これに限らず、カレントVE画像がワイヤフレームである場合、これをLIVE画像に重畳して表示するものとしても良い。この場合、カレントVE画像側の表示領域を省略してLIVE画像側の表示領域を広く取る事が可能となる。一方、カレントVE画像がテクスチャを有する三次元画像である場合には、これを重畳してしまうとLIVE画像が見にくくなるので、本実施形態のように個別に分けて表示するのが好ましい。

【0080】

なお、本実施形態では、形状データを用意する処理(第1の処理)と、リアルタイム映

10

20

30

40

50

像及び形状データ間の比較により、被検査物内における内視鏡プローブ3先端の位置及び姿勢を求める処理（第2の処理）との両方を、サーバー100側が行うものとした。しかしながら、これに限らず、前記第1の処理及び前記第2の処理の何れか一方のみを行わせるものとしても良い。

この場合には、通信回線Lを流れる情報量（トラフィック量）を軽減させることが可能となるものの、工業用内視鏡装置1側の処理能力を上げる必要がある。一方、本実施形態のように前記第1の処理及び前記第2の処理の両方を行わせる場合には、通信回線Lを流れる情報量（トラフィック量）が多いものの、工業用内視鏡装置1側の処理能力を最低限まで抑えることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明の工業用内視鏡システムの概略構成を説明するための説明図である。

【図2】同工業用内視鏡システムに備えられている工業用内視鏡装置の一実施形態を示す斜視図である。

【図3】同工業用内視鏡装置の制御部を中心とする内部構造を説明するためのブロック図である。

【図4】同工業用内視鏡システムの制御動作を説明する図であって、被検査物内の検査を行う際の検査計画を立てるまでを示すフローチャート図である。

【図5】同工業用内視鏡システムを用いた検査の流れを示すフローチャート図である。

【図6】同工業用内視鏡システムに備えられている工業用内視鏡装置の液晶モニタの画面を示す図である。

【図7】(a)及び(b)ともに、同液晶モニタ上の表示を示す図であって、図6の表示領域A1の拡大図である。

【図8】同液晶モニタ上の表示を示す図であって、図6の表示領域A1を切り替えた図である。

【図9】同液晶モニタの表示を示す図である。

【図10】同工業用内視鏡装置のリモートコントローラを示す側面図である。

【図11】同工業用内視鏡システムによるマッチング動作を説明するための図であって、(a)が特徴抽出工程を説明する図であり、(b)が特徴比較を行っている状態を説明するための図である。

【図12】同工業用内視鏡システムに備えられている工業用内視鏡装置の液晶モニタの表示を示す図であって、表示内容を切り替えた状態を示す図である。

【図13】同工業用内視鏡システムのサーバー側に保存される記録内容の一覧を説明する図である。

【図14】同工業用内視鏡システムに備えられている工業用内視鏡装置の液晶モニタの表示を示す図であって、表示内容を切り替えた状態を示す図である。

【符号の説明】

【0082】

1・・・工業用内視鏡装置

3・・・内視鏡プローブ

100・・・サーバー

L・・・通信回線

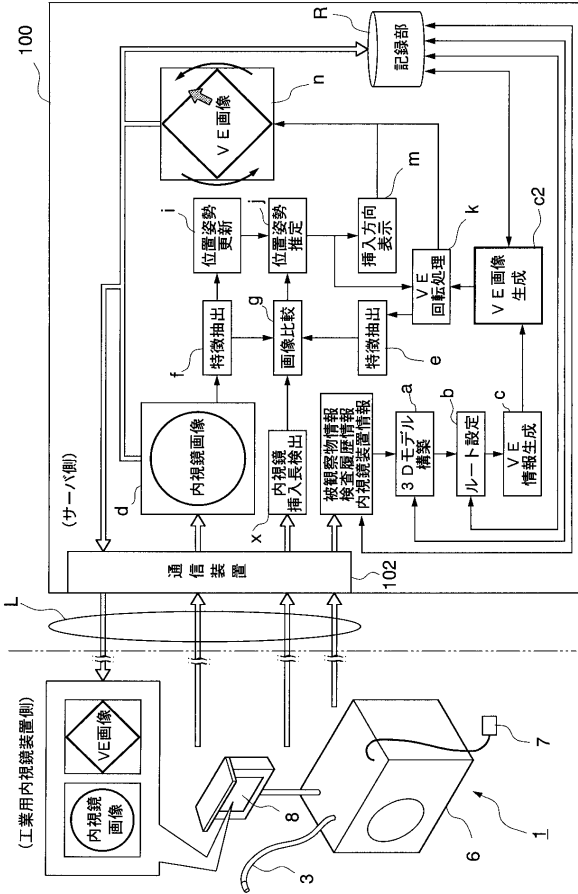
10

20

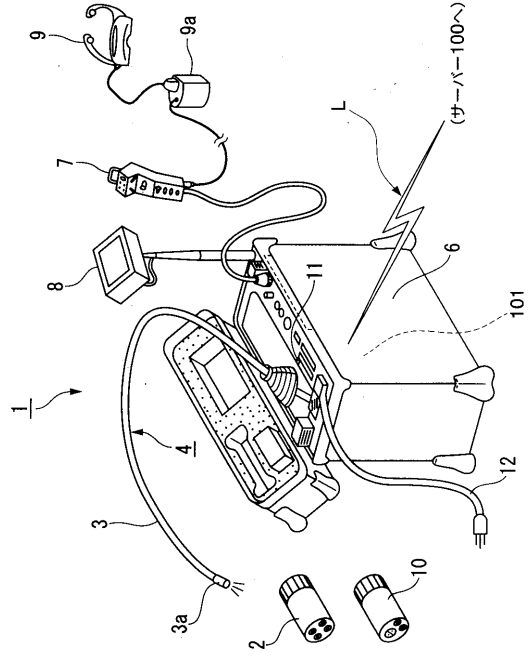
30

40

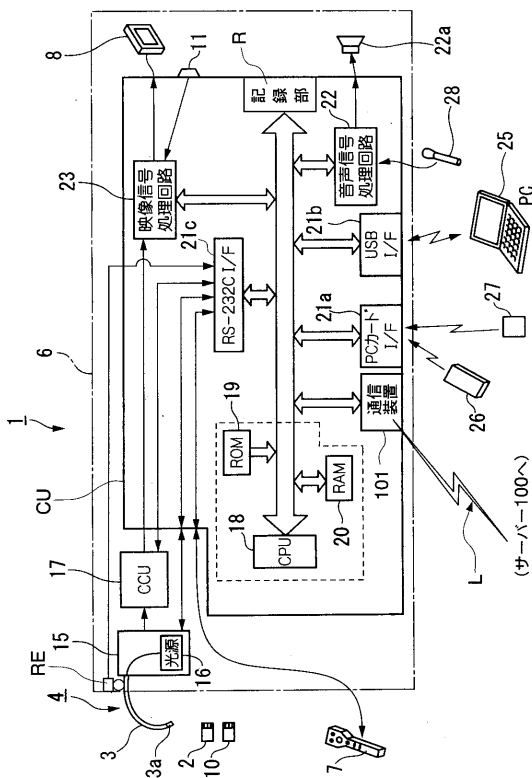
【図1】



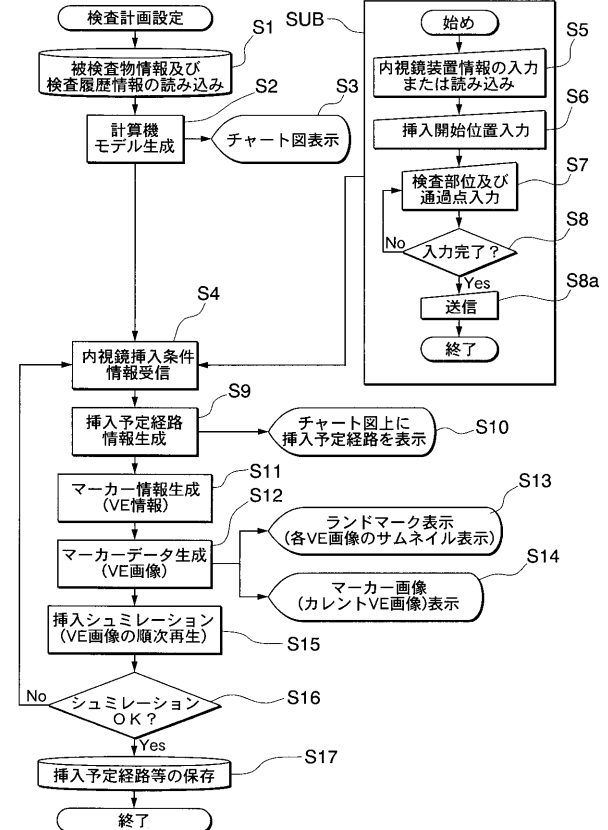
【図2】



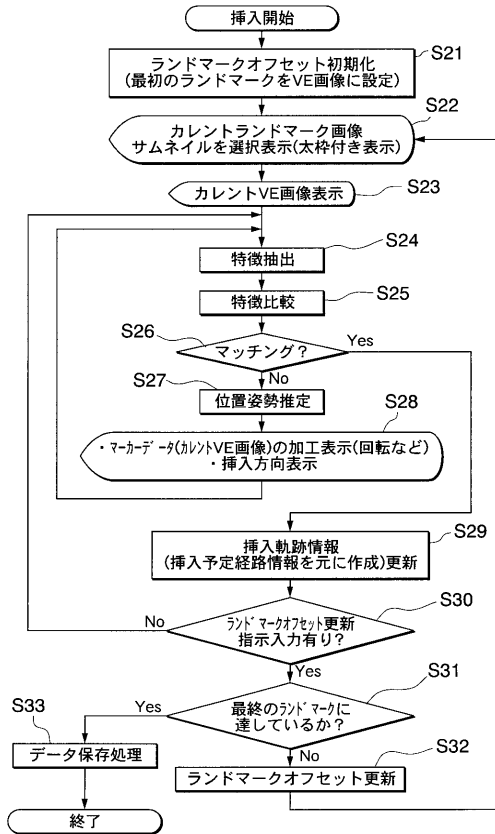
【図3】



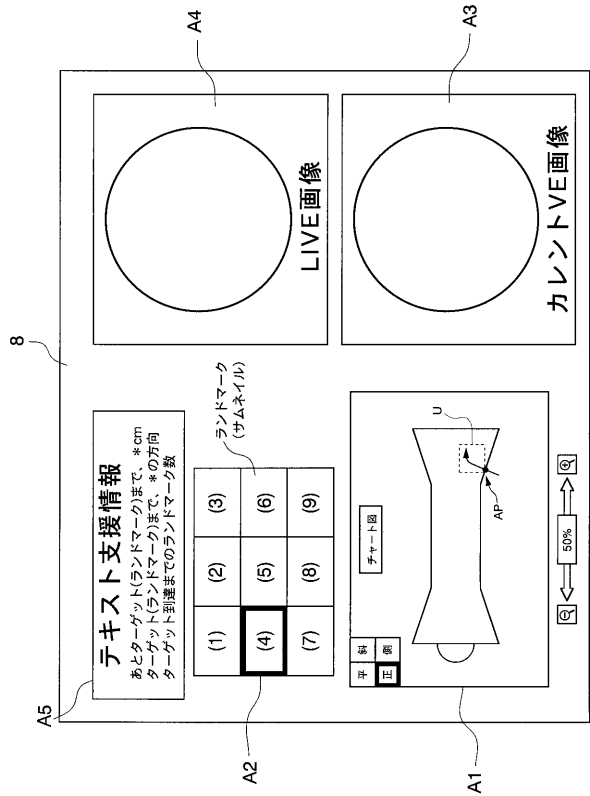
【図4】



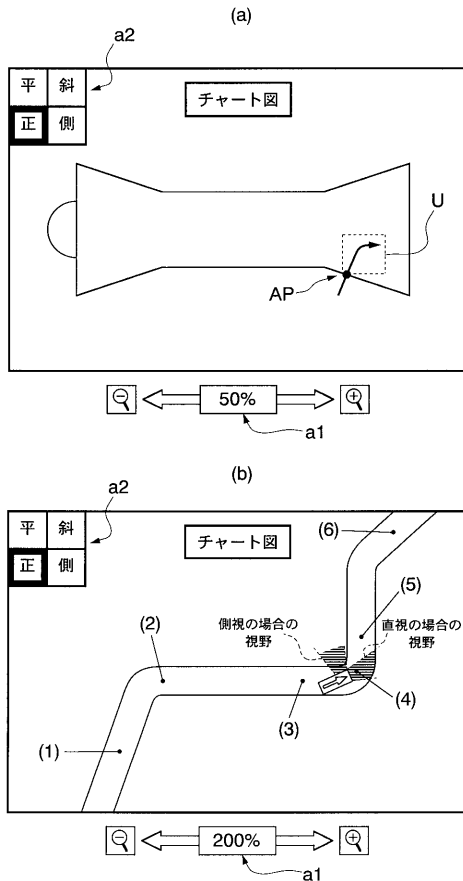
【 図 5 】



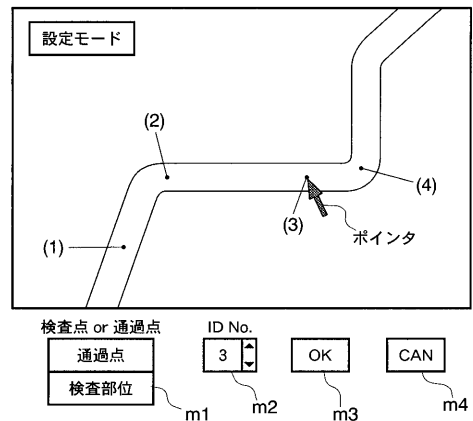
【 図 6 】



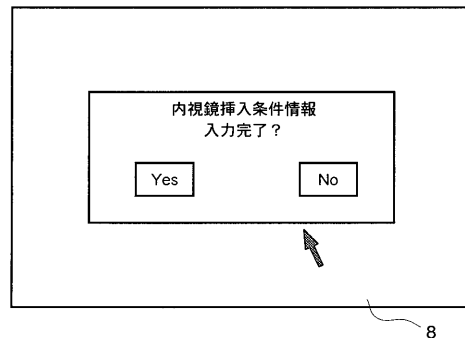
【 図 7 】



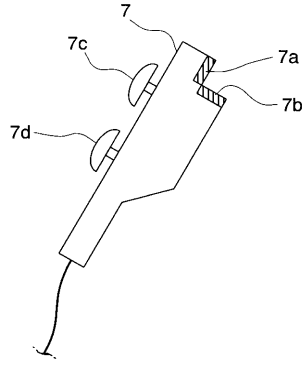
【 図 8 】



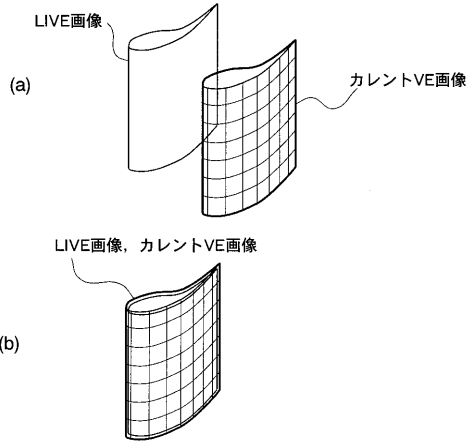
【 図 9 】



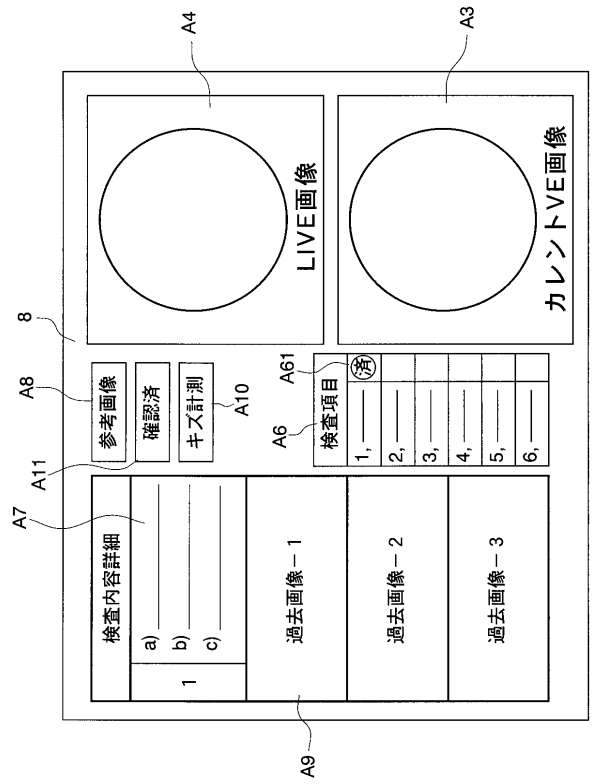
【図10】



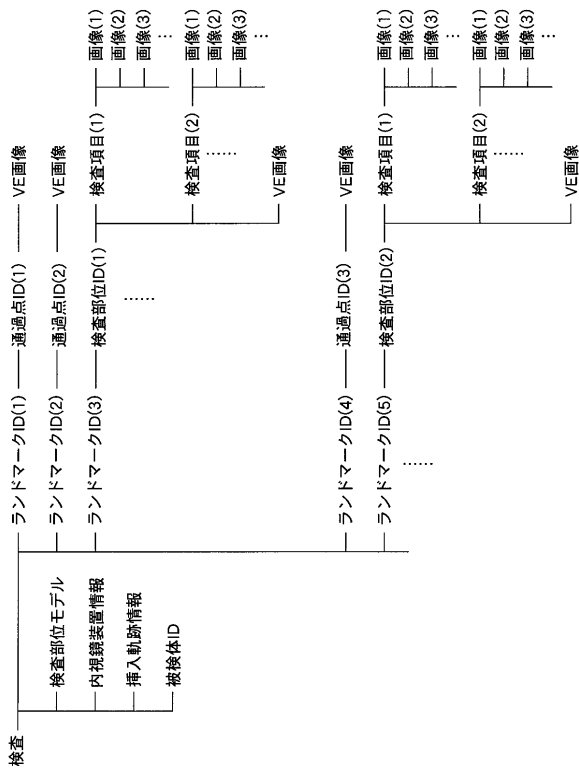
【図11】



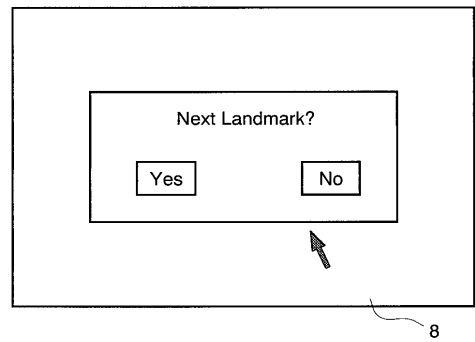
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 小畑 光男

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス光学工業株式会社内

Fターム(参考) 2H040 AA02 BA04 CA03 CA11 CA12 CA22 DA01 DA03 DA12 DA21
FA13 GA02 GA10 GA11
4C061 AA00 AA29 BB06 CC06 JJ19 LL02 NN03 NN05 NN07 SS21
UU06 VV03 VV04 YY02 YY12
5C054 AA01 CC07 CE04 DA06 EA05 FE12 FE17 HA01