

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4464641号
(P4464641)

(45) 発行日 平成22年5月19日 (2010. 5. 19)

(24) 登録日 平成22年2月26日 (2010. 2. 26)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 23/24 (2006. 01)

G O 2 B 23/24 B

A 6 1 B 1/00 (2006. 01)

G O 2 B 23/24 C

G O 2 B 23/26 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 3 2 O A

H O 4 N 7/18 (2006. 01)

G O 2 B 23/26 B

H O 4 N 7/18 M

請求項の数 9 (全 22 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)
 (65) 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)
 審査請求日 平成18年8月28日 (2006. 8. 28)

(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4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) 【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及び前記被観察物に関する画像を表示する表示部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た工業用内視鏡システムであって、

前記サーバーは、少なくとも1つの検査部位と、前記検査部位における検査項目とに関する情報を含む検査計画を前記工業用内視鏡装置に送信し、

前記工業用内視鏡装置は、

受信した前記検査計画を前記表示部に表示し、

前記被観察物の部位であって、前記検査計画が有する前記検査部位に対応する部位に前記内視鏡プローブが位置するときに前記内視鏡プローブによって取得された画像を前記サーバーに送信し、

前記検査部位における検査が終了したとき、前記検査部位における検査が終了したことを示す情報を前記サーバーに送信し、

前記サーバーは、受信した前記画像と、前記検査計画が有する前記検査部位と、前記検査部位における検査が終了したことを示す情報とを関連付けて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 2】

請求項 1 に記載の工業用内視鏡システムにおいて、

前記工業用内視鏡装置は、

10

20

前記被観察物の部位であって、前記検査計画が有する前記検査部位に対応する部位に前記内視鏡プローブが位置するとき、前記検査部位における前記検査項目を前記表示部に表示し、

前記内視鏡プローブによって前記検査部位において前記検査項目ごとに取得された画像を前記サーバーに送信し、

前記サーバーは、受信した前記画像と、前記検査計画が有する前記検査部位における前記検査項目とを関連付けて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 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の工業用内視鏡システムにおいて、

前記サーバーは、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、前記内視鏡プローブによって取得された画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情報及び姿勢情報の少なくとも一方を求める第 2 の処理との少なくとも一方を行うことを特徴とする工業用内視鏡システム。

10

【請求項 4】

請求項 3 に記載の工業用内視鏡システムにおいて、

前記サーバーによる処理結果に基づいて、前記内視鏡プローブの位置情報及び姿勢情報の少なくとも一方を前記表示部に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 5】

請求項 3 又は請求項 4 に記載の工業用内視鏡システムにおいて、

前記形状データに基づいて設定された、前記内視鏡プローブの挿入予定経路を前記表示部に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 6】

請求項 5 に記載の工業用内視鏡システムにおいて、

前記内視鏡プローブの位置情報及び姿勢情報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前記表示部に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 7】

請求項 5 又は請求項 6 に記載の工業用内視鏡システムにおいて、

前記被観察物内で前記内視鏡プローブが取得した画像と、前記画像を取得したときの前記内視鏡プローブの位置情報及び姿勢情報の少なくとも一方とを関連付けて記録することを特徴とする工業用内視鏡システム。

30

【請求項 8】

請求項 5 から請求項 7 のいずれか 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、前記内視鏡プローブが過去観察時に取得した画像と、前記画像を取得したときの前記内視鏡プローブの位置情報及び姿勢情報の少なくとも一方とに基づいて構成されたことを特徴とする工業用内視鏡システム。

【請求項 9】

請求項 5 から請求項 7 のいずれか 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構成されたことを特徴とする工業用内視鏡システム。

40

【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

50

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。

10

【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個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。

20

【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。

30

【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、本発明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及び被観察物に関する画像を表示する表示部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た工業用内視鏡システムであって、前記サーバーは、少なくとも１つの検査部位と、前記検査部位における検査項目とに関する情報を含む検査計画を前記工業用内視鏡装置に送信し、前記工業用内視鏡装置は、受信した前記検査計画を前記表示部に表示し、前記被観察物の部位であって、前記検査計画が有する前記検査部位に対応する部位に前記内視鏡プローブが位置するときに前記内視鏡プローブによって取得された画像を前記サーバーに送信し、前記検査部位における検査が終了したとき、前記検査部位における検査が終了したことを示す情報を前記サーバーに送信し、前記サーバーは、受信した前記画像と、前記検査計画が有する前記検査部位と、前記検査部位における検査が終了したことを示す情報とを関連付けて記録することを特徴とする。

40

前記工業用内視鏡装置は、前記被観察物の部位であって、前記検査計画が有する前記検査部位に対応する部位に前記内視鏡プローブが位置するとき、前記検査部位における前記検査項目を前記表示部に表示し、前記内視鏡プローブによって前記検査部位において前記検査項目ごとに取得された画像を前記サーバーに送信し、前記サーバーは、受信した前記

50

画像と、前記検査計画が有する前記検査部位における前記検査項目とを関連付けて記録してもよい。

また、前記サーバーは、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、前記内視鏡プローブによって取得された画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情報及び姿勢情報の少なくとも一方を求める第2の処理との少なくとも一方を行うものでもよい。

さらに、前記サーバーによる処理結果に基づいて前記内視鏡プローブの位置情報及び姿勢情報の少なくとも一方を前記表示部に表示してもよい。

【0008】

また、本発明の工業用内視鏡システムは、前記形状データに基づいて設定された、前記内視鏡プローブの挿入予定経路を前記表示部に表示するものでもよい。

【0010】

また、本発明の工業用内視鏡システムは、前記内視鏡プローブの位置情報及び姿勢情報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前記表示部に表示するものでもよい。

【0011】

また、本発明の工業用内視鏡システムは、前記被観察物内で前記内視鏡プローブが取得した画像と、前記画像を取得したときの前記内視鏡プローブの位置情報及び姿勢情報の少なくとも一方とを関連付けて記録するものでもよい。

【0012】

また、本発明の工業用内視鏡システムにおいては、前記形状データが、前記内視鏡プローブが過去観察時に取得した画像と、前記画像を取得したときの前記内視鏡プローブの位置情報及び姿勢情報の少なくとも一方とに基づいて構成されてもよい。

【0013】

また、本発明の工業用内視鏡システムにおいては、前記形状データが、前記被観察物の設計情報に基づいて構成されてもよい。

【発明の効果】

【0014】

上述した構成によれば、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。また、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る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

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A1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A1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10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11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12は

10

20

30

40

50

、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１３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１４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。

【００２２】

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）１００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１００を示している。

10

【００２３】

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ＦＭＤ９に画像データを供給するＦＭＤアダプタ９ａと、前記サーバー１００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。）１０１とを備えて概略構成されている。

20

【００２４】

前記内視鏡プローブ３は、その先端部３ａ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３ａ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ＣＣＵ１７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】

30

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）ＲＥが内蔵されている。

【００２６】

内視鏡プローブ３の先端部３ａ内には、前記ＣＣＤが内蔵されており、このＣＣＤ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、ＣＣＵと称する）１７に入力されるようになっている。このＣＣＵ１７は、入力された撮像信号を例えばＮＴＳＣ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ＣＵに供給するように構成されている。

40

【００２７】

コントロールユニット６内に搭載される前記制御部ＣＵは、ＣＰＵ１８、ＲＯＭ１９、ＲＡＭ２０、ＰＣカードインターフェイス（以下、ＰＣカード Ｉ／Ｆと称する。）２１ａ、ＵＳＢインターフェイス（以下、ＵＳＢ Ｉ／Ｆと記載する。）２１ｂ、ＲＳ－２３２Ｃインターフェイス（以下、ＲＳ－２３２Ｃ Ｉ／Ｆと記載する。）２１ｃ、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

50

成されている。

【 0 0 2 8 】

前記CPU18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CPU18は、ROM19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。

前記RS-232C I/F21c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、CCU17、内視鏡ユニット15、内視鏡挿入長センサRE、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CPU18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、CCU17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。

10

【 0 0 2 9 】

前記USB I/F21b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USB I/F21b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。

20

【 0 0 3 0 】

前記PCカード I/F21aには、PCMCIAメモリーカード26のみならずPCMCIA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、CPU18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/F21a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/F21a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。

30

【 0 0 3 1 】

前記映像信号処理回路23は、CCU17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、CCU17からの映像信号と、CPU18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、LCD8の画面上に表示するのに必要な処理を施してからLCD8に供給する。これにより、LCD8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。

40

前記LCD8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。

【 0 0 3 2 】

前記コントロールユニット6には、CCU17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、CCU17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。

【 0 0 3 3 】

50

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。

前記リモートコントローラ 7 には、湾曲操作用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。

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。

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。

また、サーバ 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。

【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

10

20

30

40

50

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的位置や、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。

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。

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、表示切り替え操作部ａ２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Ａ１に前記側面図が表示される。また、表示切り替え操作部ａ２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Ａ１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。

【００３８】

この表示領域Ａ１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Ａ１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ａ１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ａ１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ａ１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

【００３９】

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ＡＰ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。

【００４０】

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ａ１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

10

20

30

40

50

。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ID番号が重ねて表示される。これらID番号は、内視鏡プローブ3の挿入順序を示しており、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ID番号(3)とID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。

【0041】

再び図4に戻り、前記ステップ3に続くステップS4以降の説明を行う。このステップS4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SUBのステップS5～ステップS8の処理は、工業用内視鏡装置1側で実行される。

10

まず、サブルーチンSUBのステップS5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。

続くステップS6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AP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AP）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a1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。

20

【0042】

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。

30

【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、同図に示すポイント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上に前記ポイント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、前記ポイントを今度は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、前記サーバー100側が自動的に昇順に設定するようにしても良い。

40

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。

【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

50

S 8が行われる。正しく完了している場合には、「Y e s」ボタンを押下することで、ステップS 8 aへと進み、上記ステップS 5～S 7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S 4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側からサーバー100側に送信される。このようにして、サーバー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。

一方、サブルーチンSUBのステップS 8において、内視鏡挿入条件情報の入力完了していない場合には、「N o」ボタンを押下することで、再びステップS 7に制御フローが戻される。

なお、上記各ステップS 5～S 8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、サーバー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。

【0045】

図4に示すメインルーチンのステップS 9では、ステップS 2においてサーバー100で生成された計算機モデルと、ステップS 4で工業用内視鏡装置1に入力されてステップS 8 aにおいてサーバー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ー100側で行われる。すなわち、ステップS 6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S 7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、サーバー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。

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AP）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（VE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「VE」は「Virtual Endoscope」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。

【0047】

このようにして選出されたマーカー情報（VE情報）に基づき、ステップS 12ではマーカーデータ（VE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CCD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CCD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VE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（VE画像）の生成において、生成された各VE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。

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

10

20

30

40

50

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（VE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（VE画像）に与える。

【0048】

このようにして生成された内視鏡画像（VE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（3Dコンピュータグラフィック画像）であり、ステップS13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VE画像をサムネール表示（縮小配列表示）したものが表示領域A2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ID番号（1）、（2）、（3）、・・・）に対応する番号を記している。

10

同時に、図4のステップS14において、各VE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VE画像が、図6の表示領域A3にカレントVE画像として表示される。

【0049】

そして、図4のステップS15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、VE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。

20

【0050】

その結果、ステップS16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。

30

【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。）。

40

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ボイ

50

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。

【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。

【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。

【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。

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のステップS25に示す工程において比較される。すなわち、ステップS25では、図11(b)に示すように、LIVE画像のワイヤースケッチとカレントVE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。

【0060】

そして、両画像の特徴点が一致（マッチング）するかどうか図5のステップS26において判定され、一致した場合（Yesの場合）にはステップS29へと進み、一方、一致しなかった場合（Noの場合）にはステップS27へと進む。

ステップS27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、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100は、カレントVE画像の表示内容がLIVE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VE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。

【0061】

前記ステップS27に続くステップS28では、LIVE画像に対してカレントVE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VE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100は、ステップS27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VE画の位置及び姿勢を変更する。この変更に伴い、カレントVE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、LIVE画像の表示内容と一致する。

【0062】

このようにして表示内容が一致した後のカレントVE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100は、求めた内視鏡プローブ3の位置及び姿勢

10

20

30

40

50

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VE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22aからも、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S28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S24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、LIVE画像の特徴とカレントVE画像の特徴とが一致してステップS29に向かうまで、ステップS24～ステップ28の工程が繰り返される。

【0063】

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100は、LCD8上の表示画面を図6の表示内容から図12の表示内容に自動的に切り替え、「検査モード」に移る。

図12に示すように、画面中央下部に示す表示領域A6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A7に、検査項目の詳細が表示される。さらに、図12の中央上部の「参考画像」の表示A8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100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A9に表示される。なお、表示A8を省略し、表示A6を押して表示領域A7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A9に過去画像を表示させるように構成しても良い。

【0064】

観察者は、表示領域A7、A9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12の中央上部の表示A10を押下して「キズ計測モード」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、LCD 8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。

10

【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(No)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。

20

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】

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、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。

30

【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。

40

【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

50

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。

【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。

【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の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。

【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 か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す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

10

20

30

40

50

の全経路のV E 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V E 画像とL I V E 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では何もせずに通し、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V E 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。

10

【0078】

また、V E 画像の生成に際しては、前記内視鏡挿入長センサR E 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L I V E 画像とカレントV E 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V E 画像がワイヤフレームである場合、これをL I V E 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V E 画像側の表示領域を省略してL I V E 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V E 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L I V E 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。

20

【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。

30

【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。

40

【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。

50

【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。

10

【符号の説明】

【0082】

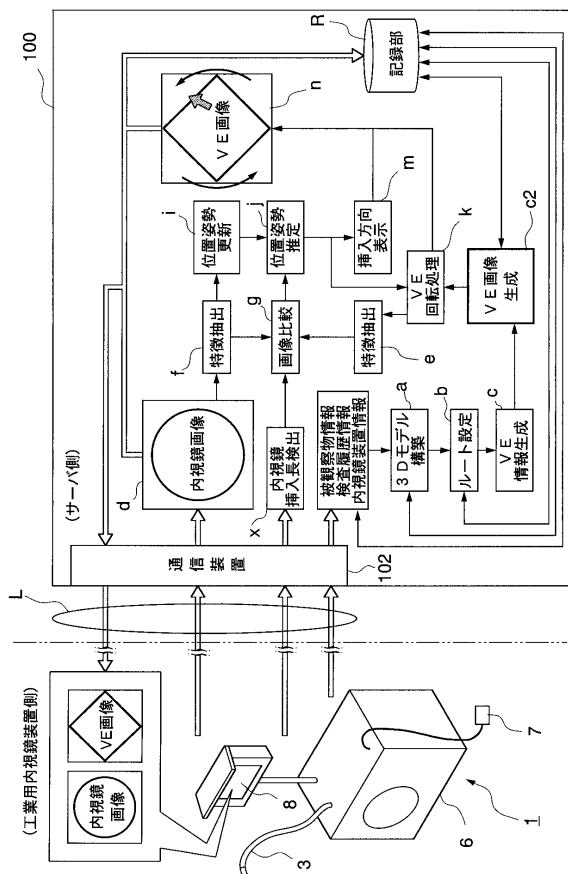
1・・・工業用内視鏡装置

3・・・内視鏡プローブ

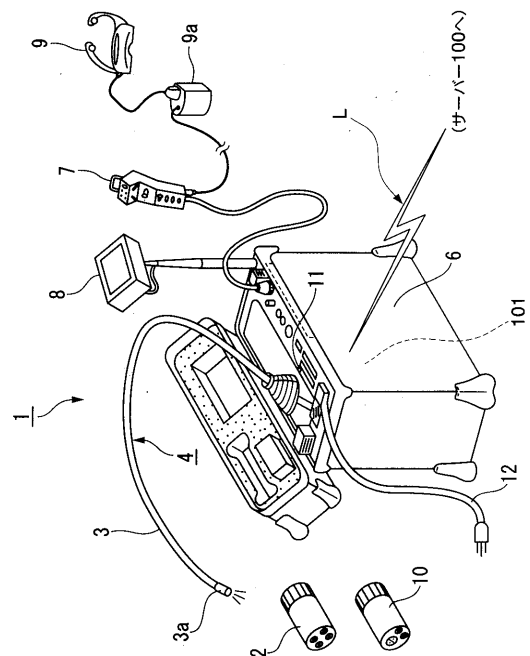
100・・・サーバー

L・・・通信回線

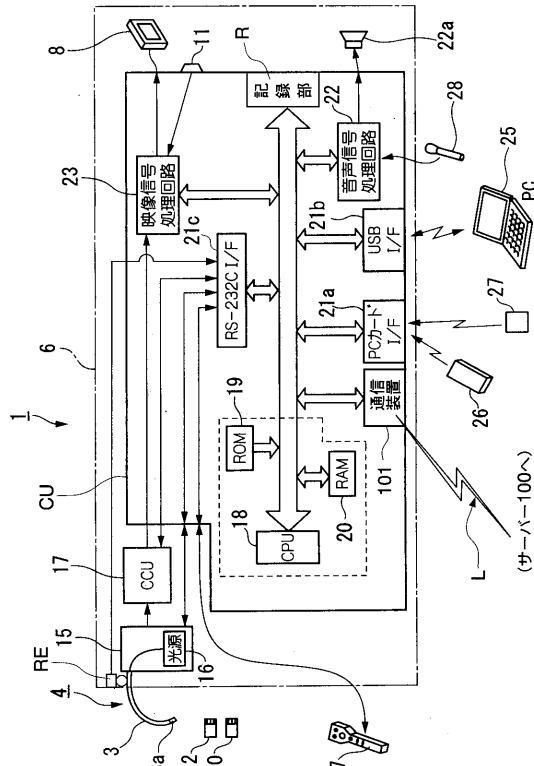
【図 1】



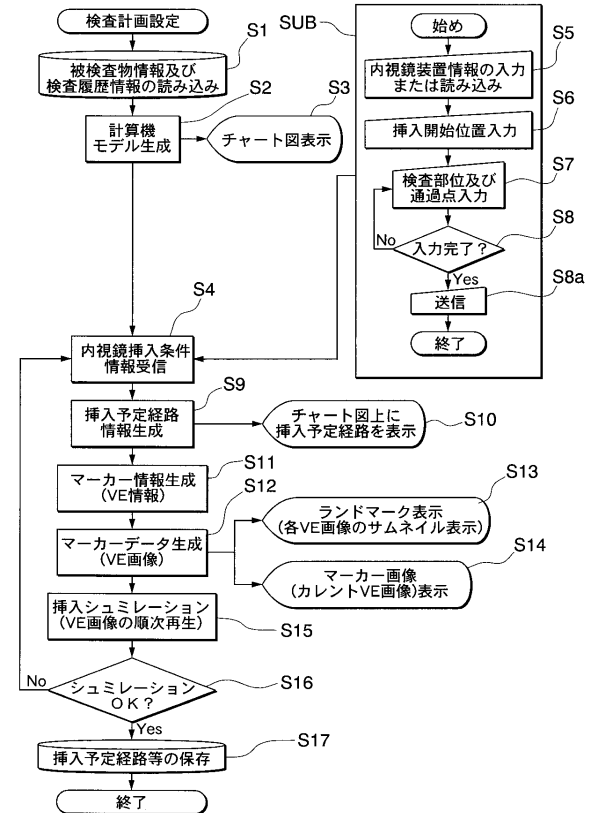
【図 2】



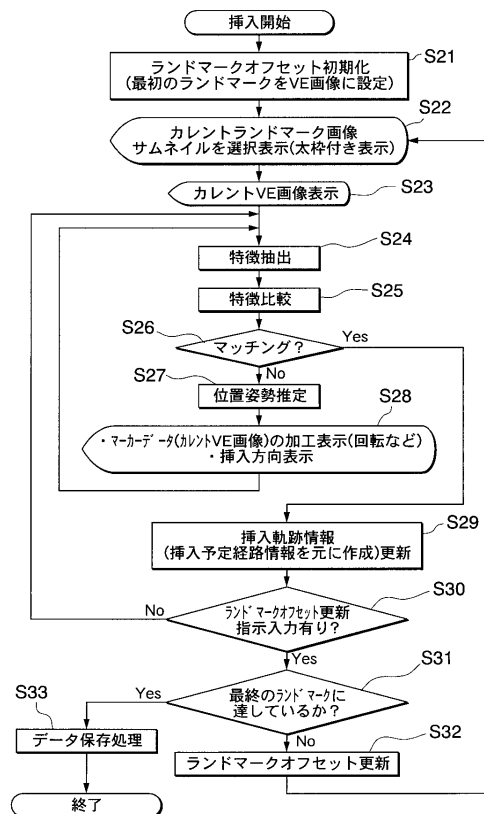
【図 3】



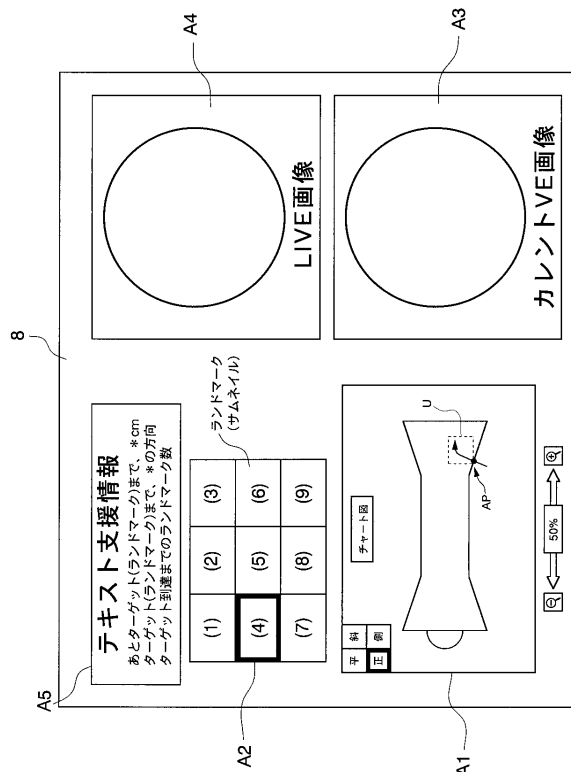
【図 4】



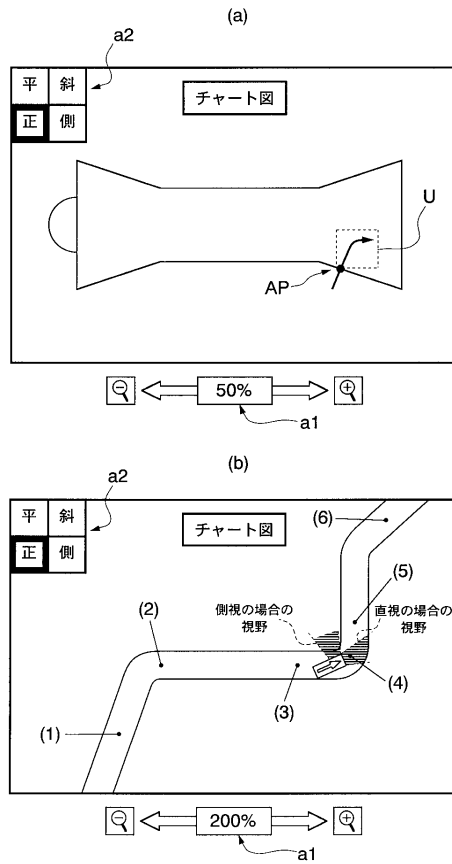
【図 5】



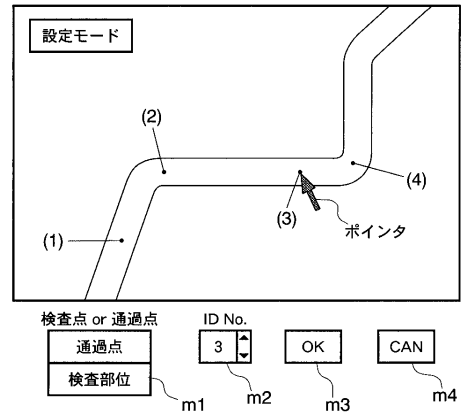
【図 6】



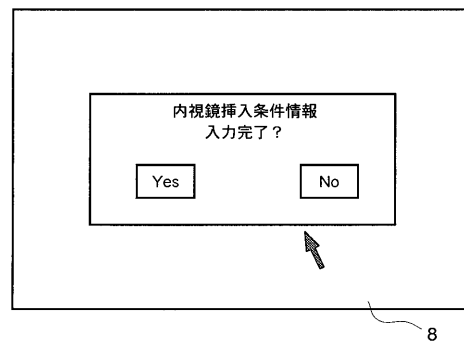
【図 7】



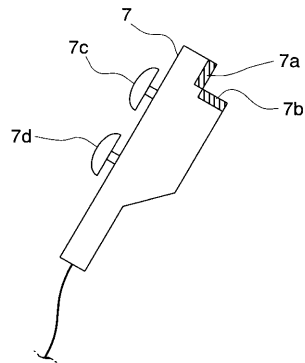
【図 8】



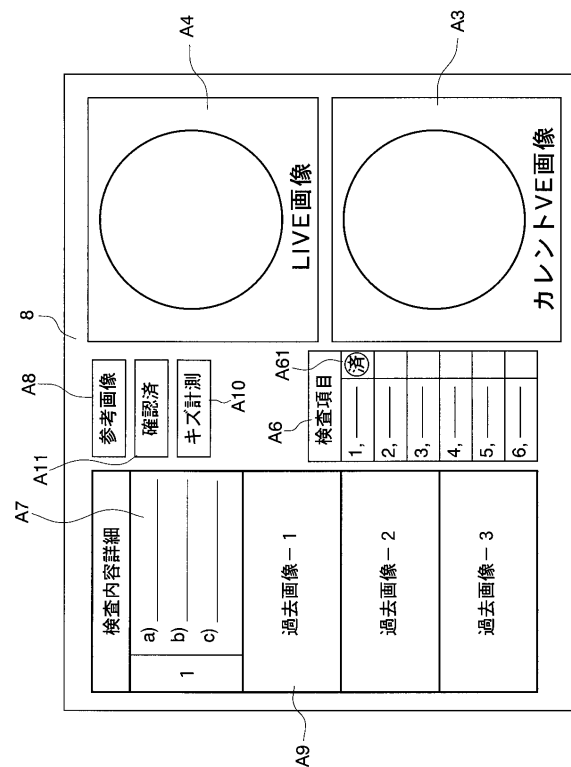
【図 9】



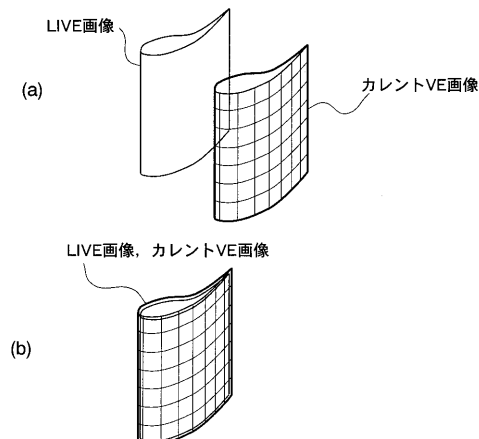
【図 10】



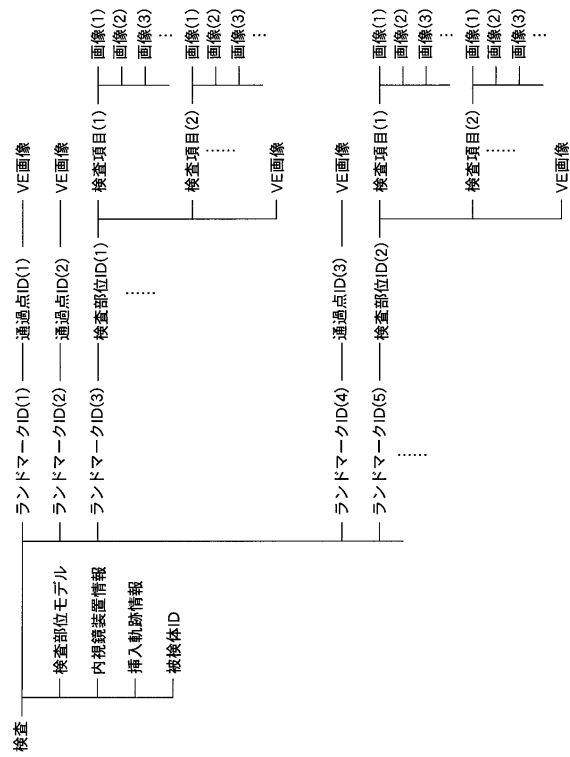
【図 12】



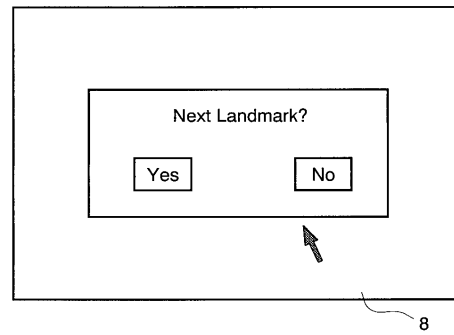
【図 11】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



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43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

審査官 井上 信

(56)参考文献 特開平10-295639(JP,A)

特開2000-135215(JP,A)

特開平11-197159(JP,A)

永田敦、外4名、画像連想記憶モデルを用いた内視鏡ナビゲーションシステム Deja vu Scopeの開発、第11回コンピュータ支援画像診断学会大会 第10回日本コンピュータ外科学会大会 合同論文集、日本、CAS/CADM2001 合同学会事務局、2001年11月11日、p.47-48

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 23/24

A61B 1/00

专利名称(译)	工业内窥镜系统		
公开(公告)号	JP4464641B2	公开(公告)日	2010-05-19
申请号	JP2003308945	申请日	2003-09-01
[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	小畑光男		
发明人	小畑 光男		
IPC分类号	G02B23/24 A61B1/00 G02B23/26 H04N7/18		
FI分类号	G02B23/24.B G02B23/24.C A61B1/00.320.A G02B23/26.B H04N7/18.M A61B1/00.552 A61B1/00.685 A61B1/01 A61B1/045.610 A61B1/045.623		
F-TERM分类号	2H040/AA02 2H040/BA04 2H040/CA03 2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/CA22 2H040/DA01 2H040/DA03 2H040/DA12 2H040/DA21 2H040/FA13 2H040/GA02 2H040/GA10 2H040/GA11 4C061/AA00 4C061/AA29 4C061/BB06 4C061/CC06 4C061/JJ19 4C061/LL02 4C061/NN03 4C061/NN05 4C061/NN07 4C061/SS21 4C061/UU06 4C061/VV03 4C061/VV04 4C061/YY02 4C061/YY12 4C161/AA00 4C161/AA29 4C161/BB06 4C161/CC06 4C161/HH55 4C161/JJ10 4C161/JJ19 4C161/LL02 4C161/NN03 4C161/NN05 4C161/NN07 4C161/SS21 4C161/UU06 4C161/VV03 4C161/VV04 4C161/YY02 4C161/YY07 4C161/YY12 4C161/YY14 5C054/AA01 5C054/CC07 5C054/CE04 5C054/DA06 5C054/EA05 5C054/FE12 5C054/FE17 5C054/HA01		
代理人(译)	塔奈澄夫 正和青山		
审查员(译)	井上 信		
其他公开文献	JP2005077832A JP2005077832A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够在使用工业内窥镜设备观察时容易到达目标位置并将观察结果作为客观记录而不损害便携性的手段这是一个问题。 解决方案：内窥镜装置1设置有工业内窥镜装置1和服务器100.服务器100将从工业内窥镜装置1获得的内窥镜图像经由通信线L转换为形状尺寸由此，确定内窥镜探头3在被检查对象内的位置和姿势，工业内窥镜装置1经由通信线L获得内窥镜内窥镜装置1，并且接收并显示镜探针3的位置和姿势。 点域1

【 图 2 】

