



**【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と、該内視鏡プローブで撮像した映像を表示する表示部とを備えた工業用内視鏡装置において、

前記映像を、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制御部を備えたことを特徴とする工業用内視鏡装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の工業用内視鏡装置において、

前記制御部が、前記形状データ上に設定された挿入予定経路を前記表示部に表示させることを特徴とする工業用内視鏡装置。 10

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の工業用内視鏡装置において、

前記制御部が、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表示部に表示させることを特徴とする工業用内視鏡装置。

**【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装置において、

前記制御部が、求めら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挿入予定経路との比較に基づき、該内視鏡プローブの移動すべき方向を求めて示すことを特徴とする工業用内視鏡装置。 20

**【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装置において、

前記制御部が、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装置。

**【請求項 6】**

請求項 5 に記載の工業用内視鏡装置において、

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。 30

**【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装置において、

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。

**【請求項 8】**

被観察物内の映像を内視鏡プローブで撮像する工程と、前記被観察物内の形状寸法を示す形状データを読み込む工程と、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工程とを有することを特徴とする工業用内視鏡装置を用いた検査方法。

**【発明の詳細な説明】** 40**【技術分野】****【0001】**

本発明は、工業用内視鏡装置と、この工業用内視鏡装置を用いた検査方法と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検査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、検査対象内における自らの位置（内視鏡プローブの先端位置）を見失うなどしてなかなか目標とする検査部位に達することができない場合もあった。したがって、場合によっては検査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。

20

【０００５】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、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できる手段の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

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装置は、被観察物内に挿入される内視鏡プローブと、該内視鏡プローブで撮像した映像を表示する表示部とを備えた工業用内視鏡装置において、前記映像を、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制御部を備えたことを特徴とする。

30

上記請求項１に記載の工業用内視鏡装置によれば、その制御部が、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、その映像を取得した際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、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。

40

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、工業用内視鏡装置の制御部側で行うものであるため、観察位置の確認を客観的に確認することができる。

【０００７】

請求項２に記載の工業用内視鏡装置は、請求項１に記載の工業用内視鏡装置において、前記制御部が、前記形状データ上に設定された挿入予定経路を前記表示部に表示させ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装置によれば、表示部上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。

【０００８】

50

請求項 3 に記載の工業用内視鏡装置は、請求項 2 に記載の工業用内視鏡装置において、前記制御部が、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表示部に表示させ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装置によれば、チェックポイントを通ったか否かを表示部上で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漏らさず観察したかをより確実に確認することができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 4 に記載の工業用内視鏡装置は、請求項 2 または請求項 3 に記載の工業用内視鏡装置において、前記制御部が、求めら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挿入予定経路との比較に基づき、該内視鏡プローブの移動すべき方向を求めて示すことを特徴とする。 10

上記請求項 4 に記載の工業用内視鏡装置によれば、これを操作する観察者が制御部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て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内視鏡プローブを移動させることができる。

【 0 0 1 0 】

請求項 5 に記載の工業用内視鏡装置は、請求項 1 ～ 請求項 4 の何れか 1 項に記載の工業用内視鏡装置において、前記制御部が、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。 20

上記請求項 5 に記載の工業用内視鏡装置によれば、観察結果を、観察記録という客観的な証拠記録として保存することができる。

【 0 0 1 1 】

請求項 6 に記載の工業用内視鏡装置は、請求項 5 に記載の工業用内視鏡装置において、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 6 に記載の工業用内視鏡装置によれば、請求項 1 に記載の作用を確実に得ることができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 7 に記載の工業用内視鏡装置は、請求項 1 ～ 請求項 5 の何れか 1 項に記載の工業用内視鏡装置において、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計算機モデルであることを特徴とする。 30

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

【 0 0 1 3 】

請求項 8 に記載の工業用内視鏡装置を用いた検査方法は、被観察物内の映像を内視鏡プローブで撮像する工程と、前記被観察物内の形状寸法を示す形状データを読み込む工程と、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工程とを有することを特徴とする。 40

上記請求項 8 に記載の工業用内視鏡装置を用いた検査方法によれば、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、その映像を取得した際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、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いので、観察位置の確認を客観的に確認することができる。

【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 4 】

本発明の請求項 1 に記載の工業用内視鏡装置は、その制御部が、映像を被観察物内の形状データ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の位置及び姿勢の少なくとも一方を求める構成を採用した。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。

## 【 0 0 1 5 】

また、請求項 2 に記載の工業用内視鏡装置は、前記制御部が、形状データ上に設定された挿入予定経路を前記表示部に表示させる構成を採用した。この構成によれば、表示部上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順番に観察することが可能となる。

10

## 【 0 0 1 6 】

また、請求項 3 に記載の工業用内視鏡装置は、前記制御部が、挿入予定経路上に設定されたチェックポイントを表示部に表示させる構成を採用した。この構成によれば、チェックポイントを通ったか否かを表示部上で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。

20

## 【 0 0 1 7 】

また、請求項 4 に記載の工業用内視鏡装置は、前記制御部が、求められた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、この内視鏡プローブの移動すべき方向を求めて示す構成を採用した。この構成によれば、制御部からの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内視鏡プローブを移動させることが可能となる。

## 【 0 0 1 8 】

また、請求項 5 に記載の工業用内視鏡装置は、前記制御部が、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。

30

## 【 0 0 1 9 】

また、請求項 6 に記載の工業用内視鏡装置は、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位置と姿勢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装置は、前記形状データが、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 1 】

本発明の請求項 8 に記載の工業用内視鏡装置を用いた検査方法は、映像を被観察物内の形状データ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の位置及び姿勢の少なくとも一方を求める方法を採用した。この方法によれば、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。

40

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 2 2 】

本発明の工業用内視鏡装置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、本発明がこれらのみに限定解釈されるものでないことは勿論である。なお、図 1

50

は、本実施形態の工業用内視鏡装置の一実施形態を示す図であって、全体構成を示す斜視図である。また、図2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3は、同工業用内視鏡装置の同制御部の動作を説明するためのブロック図である。また、図4は、同工業用内視鏡装置の同制御部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、同工業用内視鏡装置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、同工業用内視鏡装置の表示部である液晶モニタの画面を示す図である。また、図7(a)及び(b)は、同液晶モニタ上の要部を示す図であって、図6の表示領域A1を示す図である。また、図8は、同液晶モニタ上の同要部を示す図であって、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画面を示す図である。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、同工業用内視鏡装置の制御部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、同工業用内視鏡装置の同液晶モニタの画面を示す図であって、表示内容を切り替えた状態を示す図である。また、図13は、同工業用内視鏡装置の同制御部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、同工業用内視鏡装置の同液晶モニタの画面を示す図であって、表示内容を切り替えた状態を示す図である。

#### 【0023】

まず、図1を参照して本実施形態の工業用内視鏡装置1のシステム構成を説明する。

図1に示すように、この工業用内視鏡装置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とを備えて概略構成されている。

#### 【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】

続いて、図2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。

【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、そして記録部Rを備えて構成されている。

【0028】

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。 10

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。

【0029】

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

【0030】

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

【0031】

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。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。

【0032】

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1 50

1 に映像信号が入力された場合、映像信号処理回路 2 3 は、C C U 1 7 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 】

前記音声信号処理回路 2 2 には、マイク 2 8 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、C P U 1 8 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 2 2 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 2 2 a に出力する。これにより、スピーカ 2 2 a 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 1 0 を参照して説明すると、観察者の判断により、図 1 0 に示すリモートコントローラ 7 のフリーズスイッチ 7 a を押下することで L I V E 画像を停止させ、画像記録スイッチ 7 b を押下することで、停止させた L I V E 画像を制御部 C U 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 1 0 における符号 7 c 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 7 d は、L C D 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。

【 0 0 3 4 】

ところで、前述したように、コントロールユニット 6 内には、装置全体の制御動作を司る制御部 C U や、この制御部 C U から発せられた音声ガイドを発するスピーカ 2 2 a などが收容されており、本実施形態の工業用内視鏡装置 1 は、これらが有する機能により、観察者の検査作業をアシストするとともに、再現性のある検査結果の記録を行える点が特に特徴的となっている。

すなわち、制御部 C U は、被検査物内の形状寸法を示す形状データを読み込み、この形状データ及びリアルタイム映像間の比較により、被検査物内における内視鏡プローブ 3 のヘッド（先端部 3 a ）の位置及び姿勢を求めることが可能となっている。

【 0 0 3 5 】

さらに、制御部 C U は、このようにして求めた内視鏡プローブ 3 の位置及び姿勢を、L C D 8 に表示すると同時に、スピーカ 2 2 a から音声ガイドとして発することにより、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も可能としている。

また、制御部 C U は、前記記録部 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も可能としている。記録部 R に記録したデータは、図示しないコピーメニューを実行することにより、P C カード I / F 2 1 a を介して P C M C I A メモリーカード 2 6 などの外部記憶媒体に記録することができる。これにより、工業用内視鏡装置 1 で行った検査内容を P C （パーソナルコンピュータ）などで確認、又は保存することができる。

【 0 0 3 6 】

以下、この制御部 C U の詳細について説明する。

この制御部 C U では、図 3 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（3 D 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、制御部 C U 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。

【 0 0 3 7 】

まず、検査計画設定を開始すると、ステップ S 1 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（C A D 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

10

20

30

40

50

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、この制御部ＣＵ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、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、制御部ＣＵは、被検査物の詳細かつ高精度な内部形状の把握を行う。

#### 【００３８】

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、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、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。 10

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、表示切り替え操作部ａ２の「平」のボタンを押した場合には平面図が表示され、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は正面図が表示され、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は側面図が表示され、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は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。 20

#### 【００３９】

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。 30

#### 【００４０】

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。

#### 【００４１】

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。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。 40

#### 【００４２】

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 50

S 4 では、内視鏡挿入条件情報の入力が行われる。

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、観察者の操作により、前記内視鏡プローブ 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 S 6 では、観察者の操作により、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 3 】

さらに続くステップ S 7 では、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行われる。この入力操作は、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 m 1 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 I D 番号を入力する I D 入力部 m 2 と、各入力内容を決定するための O K ボタン m 3 と、各入力内容をキャンセルする C A N C E L ボタン m 4 とが表示される。

#### 【 0 0 4 4 】

例えば、図 8 の I D 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 m 1 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 I D 入力部 m 2 上に重ね合わせ、▲印または▼印を押下することで、I D 番号を入力する。なお、この I D 番号の入力操作は、観察者ではなく、前記制御部 C U 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 O K ボタン m 3 を押下し、入力し直す場合には C A N C E L ボタン m 4 を押下する。O K ボタン m 3 が押下された場合、前記制御部 C U は、指定された I D 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。重複せずに正しく入力された場合には、前記記録部 R に保存される。なお、I D 入力部 m 2 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設定保存される。

#### 【 0 0 4 5 】

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 S U B 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 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、サブルーチン S U B からメインルーチンの制御フローに戻る。一方、そうでない場合には、「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、制御部 C U 内の記録部、または、前記 P C M C I A メモリーカード 2 6 や前記コンパクトフラッシュ（登録商標）メモリーカード 2 7 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。

#### 【 0 0 4 6 】

メインルーチンのステップ S 9 では、ステップ S 2 で生成された計算機モデルと、ステップ S 4 で入力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 A P ）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、制御部CU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、求められた挿入予定経路は、ステップS10において、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。

#### 【0047】

続くステップS11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c1も参照。）。すなわち、ステップS7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 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

#### 【0048】

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S12ではマーカーデータ（VE画像）の生成が行われる（図3の符号c2も参照。）。すなわち、ステップS11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。

20

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S5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前記制御部CU側に取り込んでおき、本ステップS12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S5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。

30

#### 【0049】

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。

40

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制御部CU側で選出され、この選出された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。

#### 【0050】

そして、図4のステップS15では、制御部CU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

50

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。

【0051】

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が引っかけ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、制御部CUの記録部Rに保存される。

10

【0052】

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、制御部CU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装置1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方法の詳細について、以下に説明を行う。

本実施形態の工業用内視鏡装置1を用いた検査方法では、被検査物内のリアルタイム映像（映像）を内視鏡プローブ3で撮像する工程と、被観察物内の形状寸法を示す前記形状データを読み込む工程と、映像及び前記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の先端位置及び姿勢の両方を求める工程とを有するものとなっている。なお、後述においても述べるが、映像及び前記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の先端位置及び姿勢の両方を求める工程は、リアルタイムに行うことに限らず、検査後に行うものとしても良い。

20

【0053】

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制御部CU側に送信（図3の符号d参照。）し、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、制御部CU側に送信される状態になる（図3の符号xも参照。）。

30

一方、制御部CU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、LCD8上に表示可能な状態になる。このようにして、検査準備が整う。

【0054】

その後、制御部CU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の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。

40

続くステップS23では、選定されたランドマーク画像が図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。

【0055】

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、図7（b）で示したように、前

50

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、制御部CU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を介して制御部CU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

#### 【0056】

続いて、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」とすると、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」を制御部CU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を操作して制御部CUに知らせる方法である。

#### 【0057】

20

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制御部CU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。

#### 【0058】

30

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」と制御部CU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。

#### 【0059】

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。

#### 【0060】

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 1 】

そして、両画像の特徴点が一致 ( 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、制御部 C U 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 2 】

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、制御部 C U 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 画像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 3 】

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、制御部 C U 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 S 2 8 の工程が繰り返される。

【 0 0 6 4 】

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、制御部 C U は、L C D 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 ) が記録部 R から読み出され、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 5 】

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 「 キズ計測モード 」 にすることで測定を実施する。

10

20

30

40

50

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 A 1 1 を押す。すると、表示領域 A 6 内に「済」のマーク A 6 1 が表示されると同時に、検査が済んだことが制御部 C U 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。）。このようにして制御部 C U 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 S 3 3 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。

#### 【0066】

制御部 C U の記録部 R に保存される全記録項目の例を、図 13 に示す。

10

同図に示すように、記録部 R には、各ランドマーク I D と、カレント V E 画像の元となる被検査物全体の 3 D モデルである検査部位モデルと、図 4 のステップ S 6 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 I D である被検体 I D 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 S 2 9 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 I D 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。

#### 【0067】

図 13 に示すように、各ランドマーク I D 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 V E 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 V E 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。

20

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。

#### 【0068】

上記ステップ S 2 9 に続くステップ S 3 0 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 S 2 4 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 S 3 1 に進む。

30

#### 【0069】

ステップ S 3 1 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制御部 C U 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 S 3 2 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 I D 番号を有する V E 画像）が新たな目標として選定される。

40

一方、ステップ S 3 1 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 S 3 3 へと進み、全ての L I V E 画像や、これら L I V E 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）として制御部 C U 内の記録部 R に自動的に保存される。

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。

#### 【0070】

以上説明のように、本実施形態の工業用内視鏡装置 1 によれば、その制御部 C U が、被

50

検査物内を検査している際のＬＩＶＥ画像とカレントＶＥ画像とを比較することにより、両者の相対関係を一致させることができる。これにより、現在観察を行っているＬＩＶＥ画像を得るための内視鏡プローブ３の位置及び姿勢がどのようなものであるかを、計算機モデル上における内視鏡プローブ３の位置及び姿勢として求めることができる。しかも、計算機モデルは設計データに基づいているものであるため、被検査物内における内視鏡プローブ３の位置及び姿勢を正確かつ容易に求めることができる。

また、ＬＩＶＥ画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、制御部ＣＵ側で行うものであるため、検査すべき箇所を客観的に確認することができ、これにより、検査箇所を見逃す虞を低減させることができるようになる。

したがって、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。これにより、検査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。

#### 【００７１】

また、本実施形態の工業用内視鏡装置１は、制御部ＣＵが、前記チャート図上に設定される挿入予定経路をＬＣＤ８上に表示させる構成を採用した。

この構成によればＬＣＤ８上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、全ての検査箇所を見逃すことなく順番に検査できるようになる。したがって、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順番に観察することが可能となる。

#### 【００７２】

また、本実施形態の工業用内視鏡装置１は、制御部ＣＵが、挿入予定経路上に設定されたランドマーク画像をＬＣＤ８に表示させる構成を採用した。

この構成によれば、各ランドマーク位置を通ったか否かをＬＣＤ８上で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っている。

#### 【００７３】

また、本実施形態の工業用内視鏡装置１は、制御部ＣＵが、求められた内視鏡プローブ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、観察者に指示する構成を採用した。

この構成によれば、制御部ＣＵ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内視鏡プローブ３を移動させることができる。したがって、制御部ＣＵ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、あたかも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内視鏡プローブ３を移動させることが可能となる。

#### 【００７４】

また、本実施形態の工業用内視鏡装置１は、制御部ＣＵ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。

#### 【００７５】

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

10

20

30

40

50

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。

#### 【0076】

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。

#### 【0077】

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。

#### 【0078】

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。

#### 【0079】

また、本実施形態では、被検査物内を検査する際に得られるリアルタイムの映像を、「その場で」形状データと比較することにより、内視鏡プローブ3の先端の位置及び姿勢を求めるものとしたが、これに限らず、検査後（観察後）に両者のマッチングを行うものとしても良い。すなわち、被検査物内の映像を撮像して検査を終え、その後、撮像した映像を前記形状データと比較する（マッチングする）ことで、内視鏡プローブ3の位置及び姿勢を検査後に求めるものとしても良い。

また、本実施形態では、内視鏡画像と形状データを比較し、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ことをコントロールユニット内に設けた制御部CUで行うようにしたが、制御部CUをPC25内に設けて行うものとしても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0080】

【図1】本発明の工業用内視鏡装置の一実施形態を示す図であって、全体構成を示す斜視図である。

【図2】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3】同工業用内視鏡装置の同制御部の動作を説明するためのブロック図である。

【図4】同工業用内視鏡装置の同制御部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。

10

20

30

40

50

【図 5】同工業用内視鏡装置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】同工業用内視鏡装置の表示部である液晶モニタの画面を示す図である。

【図 7】(a) 及び (b) とともに、同液晶モニタ上の要部を示す図であって、図 6 の表示領域 A 1 の拡大図である。

【図 8】同液晶モニタ上の同要部を示す図であって、図 6 の表示領域 A 1 を切り替えた図である。

【図 9】同液晶モニタの表示画面を示す図である。

【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】同工業用内視鏡装置の制御部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】同工業用内視鏡装置の同液晶モニタの画面を示す図であって、表示内容を切り替えた状態を示す図である。

【図 13】同工業用内視鏡装置の同制御部に保存される記録内容の一覧を説明する図である。

【図 14】同工業用内視鏡装置の同液晶モニタの画面を示す図であって、表示内容を切り替えた状態を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 8 1 】

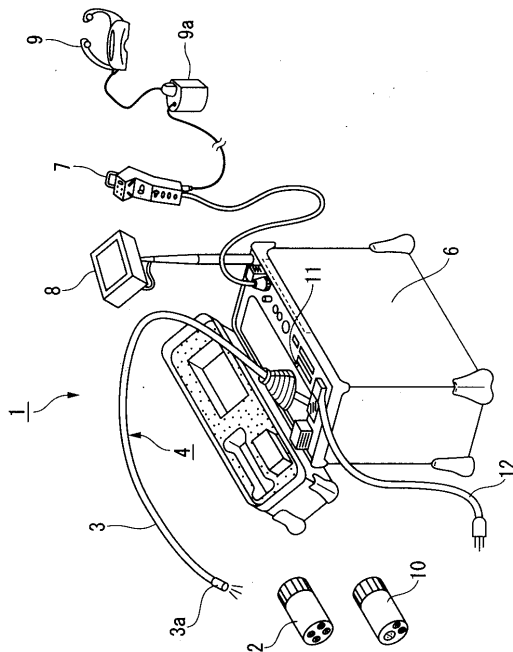
1 . . . 工業用内視鏡装置

3 . . . 内視鏡プローブ

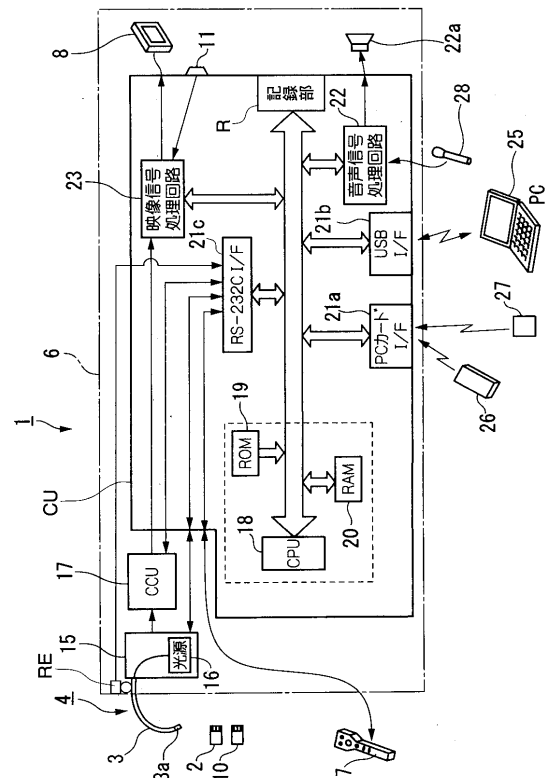
8 . . . L C D ( 表示部 )

C U . . . 制御部

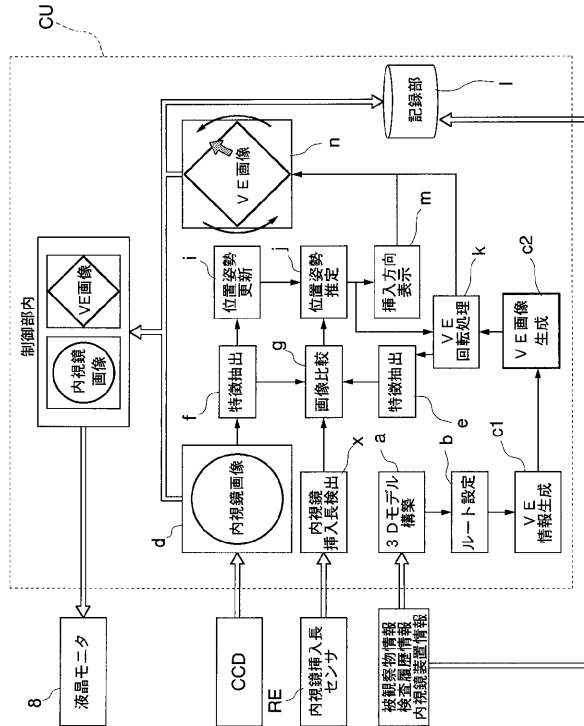
【 図 1 】



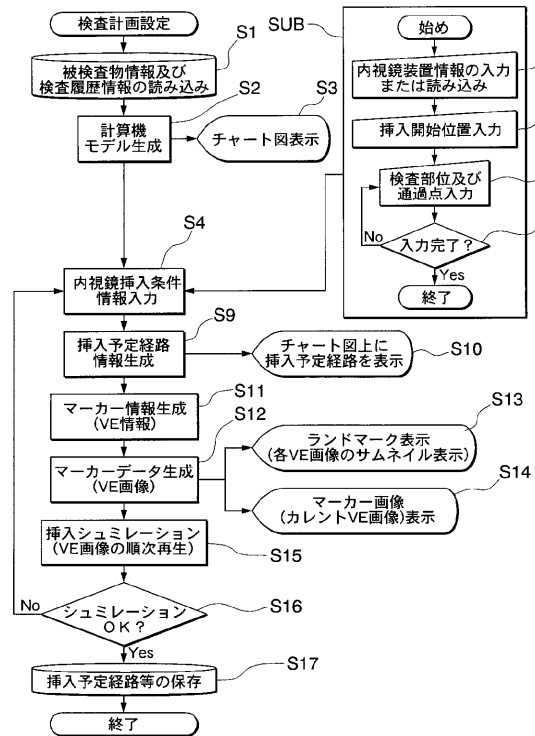
【 図 2 】



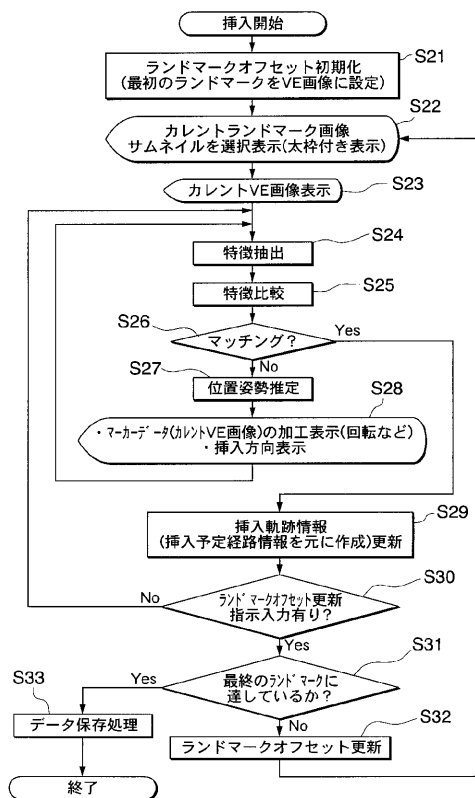
【図 3】



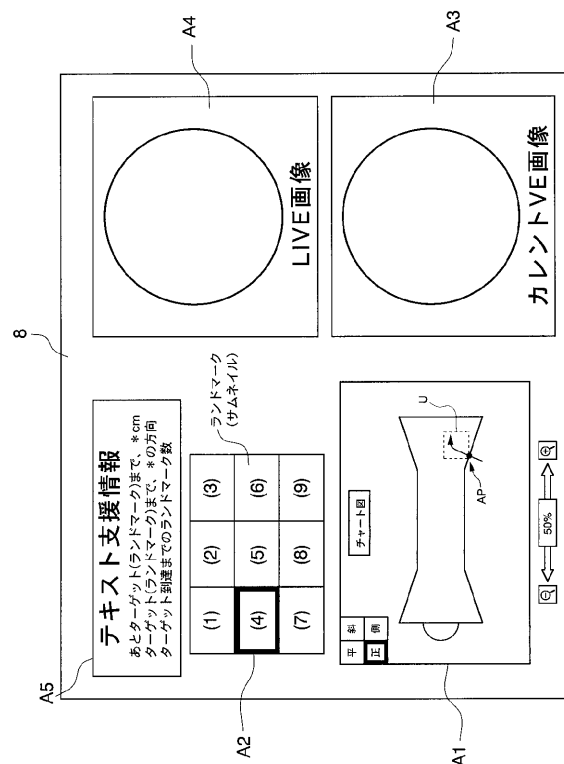
【図 4】



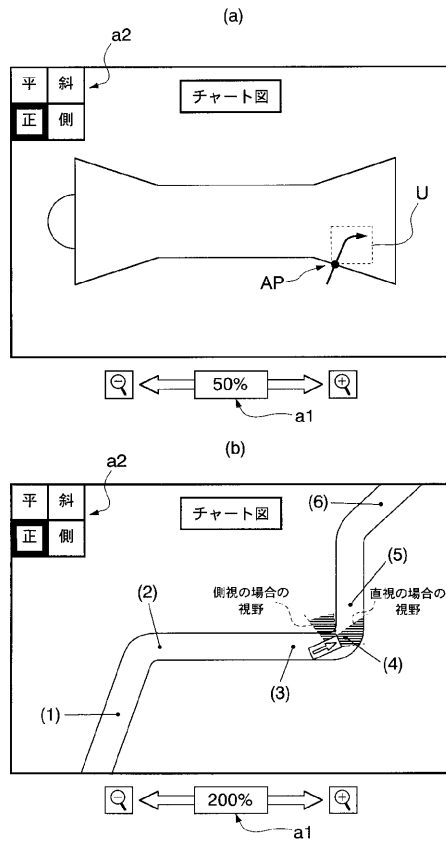
【図 5】



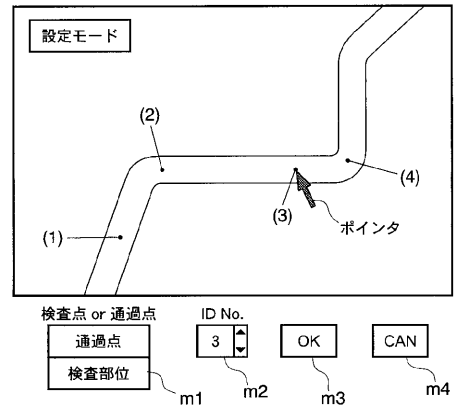
【図 6】



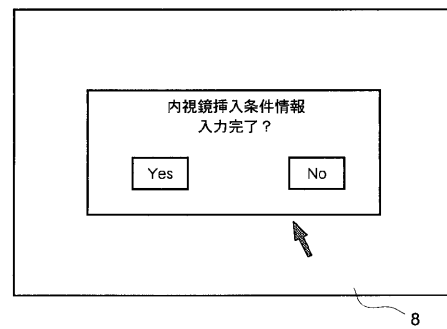
【図 7】



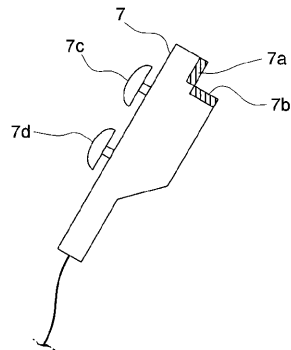
【図 8】



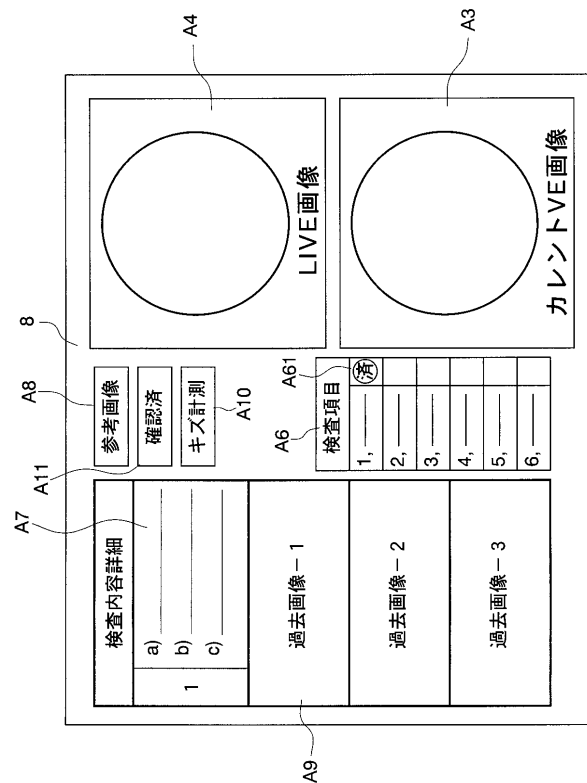
【図 9】



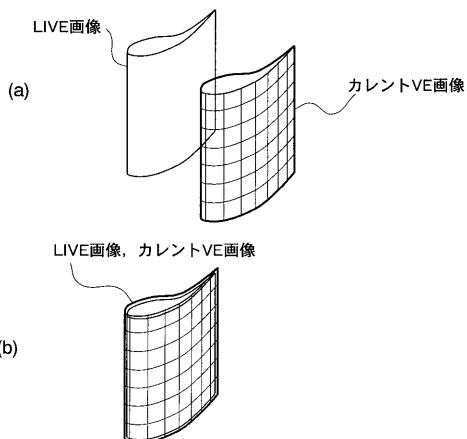
【図 10】



【図 12】



【図 11】





---

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 3 番 2 号 オリンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 斉藤 明人

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学工業株式会社内

F ターム(参考) 2H040 AA01 DA51 DA54 GA02 GA10 GA11

4C061 AA29 BB06 CC06 LL02 NN01 NN03 NN05 NN07 SS21 UU06

VV03 VV04 WW10 YY02 YY12

5C054 CC07 FA02 FE14 FE17 GB04 GB15 HA05

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |            |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | <无法获取翻译>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP2005077831A5</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 公开(公告)日 | 2006-10-12 |
| 申请号            | JP2003308944                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |            |
| [标]发明人         | 小畑光男<br>斉藤明人                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 发明人            | 小畑 光男<br>斉藤 明人                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |            |
| IPC分类号         | G02B23/26 A61B1/00 G02B23/24 H04N7/18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |            |
| FI分类号          | G02B23/26.D A61B1/00.320.A G02B23/24.B H04N7/18.M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |            |
| F-TERM分类号      | 2H040/AA01 2H040/DA51 2H040/DA54 2H040/GA02 2H040/GA10 2H040/GA11 4C061/AA29 4C061/BB06 4C061/CC06 4C061/LL02 4C061/NN01 4C061/NN03 4C061/NN05 4C061/NN07 4C061/SS21 4C061/UU06 4C061/VV03 4C061/VV04 4C061/WW10 4C061/YY02 4C061/YY12 5C054/CC07 5C054/FA02 5C054/FE14 5C054/FE17 5C054/GB04 5C054/GB15 5C054/HA05 4C161/AA29 4C161/BB06 4C161/CC06 4C161/HH55 4C161/JJ10 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/NN03 4C161/NN05 4C161/NN07 4C161/SS21 4C161/UU06 4C161/VV03 4C161/VV04 4C161/WW10 4C161/YY02 4C161/YY12 |         |            |
| 代理人(译)         | 塔奈澄夫<br>正和青山                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 其他公开文献         | JP4464640B2<br>JP2005077831A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |            |

#### 摘要(译)

解决的问题：提供一种工业内窥镜设备，其能够容易地到达目标部位并且将观察结果作为客观记录。提供了插入被检查对象中的内窥镜探针，用于显示来自内窥镜探针的实时图像的LCD 8以及用于控制内窥镜探针和LCD 8的控制单元CU。在工业内窥镜设备中，控制单元CU读取示出被检查物体的形状和尺寸的VE图像，并且将VE图像和内窥镜图像彼此进行比较以检测被观察物体中的内窥镜探头。采用确定位置和方向的配置。[选择图]图3