

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3935550号
(P3935550)

(45) 発行日 平成19年6月27日(2007.6.27)

(24) 登録日 平成19年3月30日(2007.3.30)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 B 11/02 (2006.01)
GO 2 B 23/24 (2006.01)
B 2 3 K 9/095 (2006.01)
B 2 3 K 31/00 (2006.01)
GO 1 N 21/954 (2006.01)

GO 1 B 11/02 H
GO 2 B 23/24 C
B 2 3 K 9/095 5 1 5 A
B 2 3 K 31/00 N
GO 1 N 21/954 Z

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平9-68612
(22) 出願日 平成9年3月21日(1997.3.21)
(65) 公開番号 特開平10-267634
(43) 公開日 平成10年10月9日(1998.10.9)
審査請求日 平成16年3月9日(2004.3.9)

(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43番2号
(74) 代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦
(74) 代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74) 代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
(74) 代理人 100097559
弁理士 水野 浩司
(72) 発明者 平田 康夫
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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 管状観察装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

観察機能と照明機能との少なくとも一部を有する硬性ヘッド部を備えた管状観察装置において、

レーザ光を出射する出射部と、この出射部のレーザ光の出射角度を走査する走査手段と、前記レーザ光の反射光を検出する検出部からなる計測手段とを備えるとともに、前記観察機能の視野範囲を前記計測手段の走査範囲よりも大きくし、

前記硬性ヘッド部に配置される補修手段を備えるとともに、前記補修手段の少なくとも先端が、前記観察機能の視野範囲内でかつ前記計測手段の走査範囲の外に位置することを特徴とする管状観察装置。

【請求項 2】

前記照明機能を前記計測手段と連動させて制御することを特徴とする請求項 1 に記載の管状観察装置。

【請求項 3】

前記走査手段の走査範囲を変化させる走査角制御手段を備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の管状観察装置。

【請求項 4】

前記補修手段は、被検査物に溶接を行う補修用マニピュレータであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 に記載の管状観察装置。

【請求項 5】

前記補修用マニピュレータは、先端に溶接具を設けた第１のマニピュレータと、先端に溶接に用いる溶加材を供給する溶加材供給部を設けた第２のマニピュレータとを備えていることを特徴とする請求項４に記載の管状観察装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばボイラー、タービン、エンジン及びプラント等の内部の傷や腐食等を観察しかつこれらの傷や腐食を補修する管状観察装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

例えばボイラー、タービン、エンジン及びプラントの配管等の機器の内部を観察・検査して傷や腐食等の欠陥部位を確認するとともに、この欠陥部位が管端から離れていても機器の内部から溶接等して補修する装置の一例として、特開平６－６３７８７号公報に示されている溶接用内視鏡装置が知られている。

【０００３】

上記特開平６－６３７８７号公報に示されている溶接用内視鏡装置は、観察手段を有する内視鏡の先端に、湾曲操作自在なマニピュレータを設け、かつこのマニピュレータの先端に溶接手段を設けることによって、機器の内部の欠陥部位を観察し補修するようになっている。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

上述した特開平６－６３７８７号公報に記載された溶接用内視鏡装置は、欠陥部位の大きさを計測できないため、溶接作業に用いる溶加材の量を適切に決められるものではなかった。このため、特に、微小な傷に対して適切な補修作業を行うことは困難であった。

【０００５】

本発明は前記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、微小な傷に対しても適切な量の溶加材を用いて補修作業を行うことができる管状観察装置を提供することにある。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明の管状観察装置は、前記目的を達成するために、観察機能と照明機能との少なくとも一部を有する硬性ヘッド部を備えた管状観察装置において、レーザ光を出射する出射部と、この出射部のレーザ光の出射角度を走査する走査手段と、前記レーザ光の反射光を検出する検出部からなる計測手段を備えるとともに、前記観察機能の視野範囲を前記計測手段の走査範囲よりも大きくし、前記硬性ヘッド部に配置される補修手段を備えるとともに、前記補修手段の少なくとも先端が、前記観察機能の視野範囲内でかつ前記計測手段の走査範囲の外に位置することを特徴としている。

【０００７】

上記管状観察装置は、硬性ヘッド部にレーザ光を出射する等の機能を有する計測手段を設けるとともに、観察機能の視野範囲を計測手段の走査範囲より大きくしたので被検査物に生じた傷の大きさ等を正確に計測できる。

【０００８】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の各実施の形態を図面に基づいて説明する。

図１～図１４は第１の実施形態を示し、図１は本発明の第１の実施形態の管状観察装置１の挿入部８１の斜視図を示し、図２は管状観察装置１のコントロール部８０の構成を示したものである。

【０００９】

被検査物の機器の内部を観察・補修する管状観察装置１は、図１に示すように、細長に形成されかつ先端側から機器の内部に挿入される挿入部８１と、図２に示すように前記挿入

10

20

30

40

50

部 8 1 の基端部 8 1 a に接続しかつ本装置 1 の各種の操作を行うコントロール部 8 0 とを有している。

【 0 0 1 0 】

前記挿入部 8 1 は先端側から順に、硬性ヘッド部 2 と、可撓性を有する湾曲部 3 と、可撓性を有する可撓管部 4 とを互いに連結した構成となっている。前記湾曲部 3 は、硬性ヘッド部 2 を所望の方向に指向させるため、例えば前記硬性ヘッド部 2 の基端側に連結した第 1 の湾曲部 3 a と、この第 1 の湾曲部 3 a の基端側に連結した第 2 の湾曲部 3 b と、第 2 の湾曲部 3 b の基端側に連結した第 3 の湾曲部 3 c とから構成されて湾曲自在となっている。

【 0 0 1 1 】

前記硬性ヘッド部 2 は先端面 2 a に、被検査物の観察に用いる観察窓 5 と、観察窓 5 による観察箇所を照らす照明窓 6 とを設けている。この観察窓 5 の基端側には図示しないイメージガイドファイバが設けられているとともに、照明窓 6 の基端側には図示しないライトガイドファイバが設けられている。なおこのイメージガイドファイバとライトガイドファイバは挿入部 8 1 の基端部 8 1 a (図 2 に示す) まで延びて形成されている。

【 0 0 1 2 】

また、前記硬性ヘッド部 2 は、その先端面 2 a に、補修手段としての湾曲自在な一对の補修用マニピュレータ 8 , 8 を設けている。一方のマニピュレータ 8 は、先端に被検査物の傷を補修する補修用デバイスとしてのマイクロ溶接具 7 を設けており、このマイクロ溶接具 7 を傷に指向させることができるようになっている。

【 0 0 1 3 】

前記硬性ヘッド部 2 は先端面 2 a に、傷の大きさを計測する測長手段としてのマイクロ光スキャナ 9 を設けているとともに、その内部に硬性ヘッド部 2 の姿勢を検知するマイクロジャイロ 1 0 を設けている。

【 0 0 1 4 】

図 2 に示すように、前記コントロール部 8 0 は、モニタ 4 0 と、光源 4 1 と、前記マイクロジャイロ 1 0 を制御するジャイロ制御部 4 2 と、マイクロ光スキャナ 9 を制御する光スキャナ制御部 4 3 と、マイクロ溶接具 7 を制御する溶接制御部 4 4 と、補修用マニピュレータ 8 および湾曲部 3 の駆動を行う駆動制御部 4 5 と、駆動制御部 4 5 に接続されかつ補修用マニピュレータ 8 を操作する操作部 4 6 と、駆動制御部 4 5 に接続されかつ湾曲部 3 を操作する操作部 4 7 とを備えている。

【 0 0 1 5 】

前記挿入部 8 1 の基端部 8 1 a には、イメージガイドファイバと接続した固体撮像素子 (charge coupled device: 以下 C C D と呼ぶ) 3 9 が取り付けられている。前記 C C D 3 9 は前記モニタ 4 0 に接続されている。また、ライトガイドファイバは基端部 8 1 a から光源 4 1 に接続されている。

【 0 0 1 6 】

前述した構成によって、観察窓 5 がとらえた被検査物の状況はイメージガイドファイバと C C D 3 9 とを通過してモニタ 4 0 に表示されることとなり、光源 4 1 から供給される光はライトガイドファイバを通過して照明窓 6 から被検査物の内部に照らしだされることとなる。このように管状観察装置 1 は、前記観察窓 5 とイメージガイドファイバと C C D 3 9 とモニタ 4 0 とによって観察機能を有するとともに、前記照明窓 6 とライトガイドファイバと光源 4 1 とによって照明機能を有することとなる。また光源 4 1 は、ライトガイドファイバ等に光を供給する場合と供給しない場合とを切り替えるスイッチ 4 1 a を設けている。

【 0 0 1 7 】

前記ジャイロ制御部 4 2 は、基端部 8 1 a に接続しているとともに、スイッチ 4 2 a を設けかつこのスイッチ 4 2 a を操作することによって瞬時にマイクロジャイロ 1 0 のドリフトを補正する機能を有している。

【 0 0 1 8 】

前記光スキャナ制御部 4 3 は、前記基端部 8 1 a とモニタ 4 0 とに接続して、マイクロ光スキャナ 9 が計測した傷の大きさや形状をモニタ 4 0 に表示する機能を有している。また、光スキャナ制御部 4 3 は、マイクロ光スキャナ 9 を用いて傷の大きさや形状を計測する場合と計測しない場合とを切り替えるスイッチ 4 3 a を設けている。

【 0 0 1 9 】

このスイッチ 4 3 a が操作者等によって傷の大きさ等を計測する場合に切り替えられると、略同時に光源 4 1 からライトガイドファイバ等に光が供給されなくなる。このように、前記スイッチ 4 3 a は、前記光源 4 1 a のスイッチ 4 1 a より優先して光源 4 1 が光を供給する場合と供給しない場合とを切り替える機能を有している。なお前記スイッチ 4 3 a は本明細書に記すスイッチ手段を構成している。

10

【 0 0 2 0 】

前記駆動制御部 4 5 は、前記基端部 8 1 a と前記ジャイロ制御部 4 2 とに接続しており、操作部 4 7 の後述するスイッチ 4 7 b によって湾曲部 3 が所望の姿勢で保持されると、湾曲部 3 の姿勢を保つために、マイクロジャイロ 1 0 からの信号に基づいて湾曲部 3 の後述するエアチューブ 2 4 a , 2 4 b , 2 4 c に空気等の加圧された流体を選択的に供給するようになっている。

【 0 0 2 1 】

前記操作部 4 6 は、補修用マニピュレータ 8 を所望の方向に湾曲させるハンドル部 4 6 a と、補修用マニピュレータ 8 の姿勢を保持するためのスイッチ 4 6 b とを有している。前記操作部 4 7 は、湾曲部 3 を所望の方向に湾曲させるハンドル部 4 7 a と、湾曲部 3 の姿勢を保持するためのスイッチ 4 7 b とを有している。

20

【 0 0 2 2 】

前述した構成によって、操作者は操作部 4 6 , 4 7 のハンドル部 4 6 a , 4 7 a を操作することによって、補修用マニピュレータ 8 と湾曲部 3 とを所望の方向に指向させて、スイッチ 4 6 b , 4 7 b を用いて、補修用マニピュレータ 8 と湾曲部 3 とを所望の姿勢で保持するようになっている。

【 0 0 2 3 】

前記マイクロ光スキャナ 9 は、図 3 に示すように、例えば可視光等のレーザ光を出射する出射部としての面発光レーザ 1 8 と、圧電振動体 1 5 と針状部材 1 6 と可動部 1 7 とからなる走査手段と、検出部としての光の強度を検知する受光素子 1 9 a , 1 9 b と、前記圧電振動体 1 5 等を設けたスキャナ基板 9 a と、このスキャナ基板 9 a の外周を包囲する筐体 9 b とを備えている。

30

【 0 0 2 4 】

前記圧電振動体 1 5 は、前記硬性ヘッド部 2 に取付けられた際に先端面 2 a に面するようにスキャナ基板 9 a に設けられている。圧電振動体 1 5 は、マイクロ光スキャナ 9 が硬性ヘッド部 2 に取付けられ、硬性ヘッド部 2 の制御回路等によって所望の周波数で振動するようになっている。

【 0 0 2 5 】

前記可動部 1 7 は、平板状に形成されかつ細長に形成された前記針状部材 1 6 によって前記圧電振動体 1 5 と連結されて、圧電振動体 1 5 の振動によって振動するようになっている。

40

【 0 0 2 6 】

前記面発光レーザ 1 8 は、例えば半導体レーザからなり、薄膜状に形成されているとともに可動部 1 7 に貼り付けられている。前記受光素子 1 9 a は前記面発光レーザ 1 8 の周囲に設けられかつ、受光素子 1 9 b は前記圧電振動体 1 5 の近傍に設けられている。前記面発光レーザ 1 8 は、圧電振動体 1 5 が振動すると、この振動が針状部材 1 6 を伝わって可動部 1 7 が振動し、この可動部 1 7 とともに振動するようになっている。

【 0 0 2 7 】

前記受光素子 1 9 a , 1 9 b は、例えば公知の P D (フォトダイオード) や P S D (ポジションセンシングデバイス) を用いることができる。

50

また、マイクロ光スキャナ 9 の裏面側には電極 70 が設けられており、この電極 70 は、前記硬性ヘッド部 2 に取付けられた際に、硬性ヘッド部 2 に組み込まれ前記圧電振動体 15 等を振動させる図示しない制御回路に接続するようになっている。

【0028】

さらに、マイクロ光スキャナ 9 は、ガラス板 71 を用いて、前記筐体 9b とともに、先端側からマイクロ光スキャナ 9 のスキャナ基板 9a をあたかも蓋をするように構成されている。

【0029】

前記ガラス板 71 は、硬性ヘッド部 2 に取り付けられた際に先端側でかつ前記受光素子 19a に対応する部分より下側に、光が通らないようにコーティング 72 が施されている。ガラス板 71 は、受光素子 19b に対応する部分に、光を通しかつ径の小さな略円形状のコーティング 72 が施されていないピンホール 73 が設けられている。

【0030】

前述した構成によって、硬性ヘッド部 2 に組み込まれている図示しない制御回路によって、前記圧電振動体 15 が振動されると、可動部 17 が 2 軸方向の振動を生じ、その振動の度に、面発光レーザ 18 がレーザ光を出射するので 2 次元的な走査が行われることとなる。

【0031】

前記受光素子 19a, 19b が PD (フォトダイオード) によって構成された場合には、出射したレーザ光が被検査物の検査面に当たり、はね返った反射光を受光素子 19a が検知して、この反射光の強度を知ることによって傷の有無を知ることができる。また、受光素子 19b に入る反射光の量により検査面までの距離を測定できる。すなわち、あらかじめ標準距離となる反射光の強度を測定しておくことにより、この値を基準にした位置関係を容易に計測することができる。

【0032】

したがって、受光素子 19b によって得られる検査面までの距離と受光素子 19a へ入射する光の変化量とを測定すれば傷の大きさを計測することが可能となる。

【0033】

一方、前記受光素子 19b が PSD (ポジションセンシングデバイス) によって構成された場合には、受光素子 19b が光の入射した位置をわかることから、ガラス板 71 のピンホール 73 と受光素子 19b の反射光の入射位置との関係により反射光の入射角を計測することができる。

【0034】

この時、圧電振動体 15 を制御して可動部 17 を振動させているので、前記圧電振動体 15 の振動の周波数と可動部 15 の振れ角との関係をあらかじめ計測しておくことで、対象物までの距離を測定できる。したがって、距離が測定できれば前述したように傷の大きさの計測も可能となる。

【0035】

また、受光素子 19b が PD (フォトダイオード) によって構成された場合において、検査面までの距離計測方法として、反射光がピンホール 73 を通り受光素子 19b に入射した時における可動部 15 の振れ角を計測する別の方法を示す。

【0036】

圧電振動体 15 が駆動していない初期状態を時間 $t = 0$ として、受光素子 19b に対して反射光が入射したときの時間経過を検出することで、受光素子 19b に対して入射する角度を測定し、かつピンホール 73 の位置を考慮して検査面までの距離は三角測量によって計測することができる。

【0037】

つまり、図 4 に示すように面発光レーザ 18 から出射した光は、反射の法則に従って検査面 83 で反射しピンホール 73 を通った光が受光素子 19b に入射する。この時の角度 (面発光レーザ 18 と対象物までの最短距離を通る一点鎖線 P と受光素子 19b に反射光

10

20

30

40

50

が入射した際のレーザ光の出射方向を示す二点鎖線Qとのなす角)が前述したように測定できるので、面発光レーザ18に対するピンホール73の位置(図示中のXの値,Yの値)から検査面83までの距離Lを計測することができる。

【0038】

次に、被検査物に傷を発見した後に、この傷を補修する補修手段について説明する。

図5(A)に示すように、一方のマニピュレータ8の先端にマイクロ溶接具7の一例としてのレーザ溶接器を取付けるとともに、他方のマニピュレータ8の先端に溶接に用いる溶加材32を供給する溶加材供給部11を設けている。

【0039】

前記補修用マニピュレータ8の内側には、マニピュレータ8の基端部から先端まで延びた形状記憶合金とこの形状記憶合金を加熱する加熱手段とが設けられ、またはマニピュレータ8の先端から硬性ヘッド部2等の中を通りコントロール部80まで延びたワイヤが設けられている。前記加熱手段によって形状記憶合金を加熱、または操作者がワイヤを手元側等に引くことによって、補修用マニピュレータ8は所望の方向に湾曲されるようになっている。

10

【0040】

前述した構成によって、図示中の二点鎖線Hに示すように、一对の補修用マニピュレータ8,8を操作して、被検査物の傷にレーザ溶接器の先端と溶加材供給部11の溶加材32の先端とを当接させて、溶接作業を行い傷を補修するようになっている。

【0041】

20

また、図5(B)に示すように、硬性ヘッド部2の先端面2aに、先端にマイクロ溶接具7の一例としてのレーザ溶接器を取付けた補修用マニピュレータ8を一本のみ設け、溶加材供給部としてのガイド部12を設けても良い。前記ガイド部12は溶加材32を先端面2aの鉛直方向に押し出すようになっている。

【0042】

前記一本のみ設けられた補修用マニピュレータ8は、前述した形状記憶合金またはワイヤ等によって、図示中の二点鎖線Hに示すように、マイクロ溶接具7が溶加材32の先端に当接するように、湾曲自在に構成されている。

【0043】

また、図5(C)に示すように、硬性ヘッド部2の先端面2aに、先端に溶接具14を設けた1本の補修用マニピュレータ8と、このマニピュレータ8に長手方向に沿って固定された溶加材供給部13とを設けることによって、溶加材32が溶接具14の先端の近傍に位置するように構成しても良い。

30

【0044】

図5(A)に示すように一对の補修用マニピュレータ8,8を設けた場合において、前記マイクロ光スキャナ9の走査範囲と補修用マニピュレータ8と観察窓5の視野範囲との関係を以下に説明する。

【0045】

図6(A)に示すように、補修箇所(傷)20の大きさを計測する際に、マイクロ光スキャナ9の走査範囲N(図示中の二点鎖線S,Sで囲まれる範囲)は、観察窓5の視野範囲M(図示中の二点鎖線K,Kで囲まれる範囲)より小さく包含されている。

40

【0046】

また、一对の補修用マニピュレータ8,8は、図6(B)に示すように、マイクロ光スキャナ9の走査範囲N外に位置し、かつ少なくともその先端が観察窓5の視野範囲M内に位置するように先端面2aから走査範囲Nの外側に向かって設けられている。なお、図6(B)は図6(A)に示した状態のモニタ40の画像を示している。

【0047】

前記湾曲部3は、図7(A)~(B)に示すように、伸縮性を有するマルチルーメンチューブ23と、このマルチルーメンチューブ23の内側に設けられた管路としてのエアチューブ24等から構成されている。前記マルチルーメンチューブ23は、略中央に正面から

50

みて円形に形成された貫通孔としての中央ルーメン 2 1 と、この中央ルーメン 2 1 の周方向に複数形成されかつ正面からみて複数の円弧によって形成された貫通孔としての周ルーメン 2 2 とを有している。なお前記周ルーメン 2 2 は、前記中央ルーメン 2 1 を中心として周方向に等間隔の位置に設けられている。

【 0 0 4 8 】

エアチューブ 2 4 は、前記ルーメン 2 1、または、ルーメン 2 2 の内側でかつ前記湾曲部 3 の長手方向に沿って設けられている。図示例において、前記湾曲部 3 は先端側から第 1 の湾曲部 3 a、第 2 の湾曲部 3 b、第 3 の湾曲部 3 c となるように、3 つに分割されている。

【 0 0 4 9 】

次に、前記マルチルーメンチューブ 2 3 とエアチューブ 2 4 との固定状態を図 8 (A) ~ (D) を用いて説明する。なお、図 8 (A) ~ (D) は、図 7 (B) に示す前記周ルーメン 2 2 の内側にエアチューブ 2 4 を設けた場合を示している。

【 0 0 5 0 】

まず、最も先端側に位置する第 1 の湾曲部 3 a のマルチルーメンチューブ 2 3 とエアチューブ 2 4 (2 4 a) との固定状態を図 8 (A) ~ (B) に示す。図 8 (A) に示すように、各々の周ルーメン 2 2 にエアチューブ 2 4 a が 1 本ずつ挿入され、この周ルーメン 2 2 の内側に沿って形成された封止部材 2 5 を各々の周ルーメン 2 2 に圧入する。

【 0 0 5 1 】

そして、図 8 (B) に示すように、封止部材 2 5 と周ルーメン 2 2 等との隙間 2 6 に対してシリコン充填剤等を充填して、エアチューブ 2 4 a と周ルーメン 2 2 とを互いに密着して第 1 の湾曲部 3 a のチューブ 2 3 とエアチューブ 2 4 a とを固定するとともに、周ルーメン 2 2 を密閉している。また中央ルーメン 2 1 の内部には、この中央ルーメン 2 1 がつぶれないようにリング部材 6 1 が設けられている。

【 0 0 5 2 】

次に、第 2 の湾曲部 3 b のマルチルーメンチューブ 2 3 とエアチューブ 2 4 との固定状態を図 8 (C) に示す。各々の周ルーメン 2 2 は、図 8 (C) に示すように、前記第 1 の湾曲部 3 a に固定されたエアチューブ 2 4 a を通している。

【 0 0 5 3 】

第 2 の湾曲部 3 b の基端側において、各々の周ルーメン 2 2 は、前記エアチューブ 2 4 a とともに第 2 の湾曲部 3 b を湾曲するためのエアチューブ 2 4 b とを挿入し、前述した第 1 の湾曲部 3 a の場合と同様に封止部材 2 5 を圧入している。

【 0 0 5 4 】

さらに、前記周ルーメン 2 2 は、封止部材 2 5 との隙間 2 6 にシリコン充填剤等を充填されてエアチューブ 2 4 a、2 4 b と固定されるとともに密閉されている。また、前記第 2 湾曲部 3 b の先端側の周ルーメン 2 2 も、封止部材 2 5 とシリコン充填剤とによってエアチューブ 2 4 a を密着するとともに密閉されている。

【 0 0 5 5 】

前記第 3 の湾曲部 3 c のマルチルーメンチューブ 2 3 とエアチューブ 2 4 との固定状態を図 8 (D) に示す。第 3 の湾曲部 3 c の基端側において、周ルーメン 2 2 は、各々第 1 および第 2 の湾曲部 3 a、3 b に固定されたエアチューブ 2 4 a、2 4 b と第 3 の湾曲部 3 c を湾曲させるためのエアチューブ 2 4 c を 3 本ずつ挿入している。このため、合計 9 本のエアチューブ 2 4 が第 3 の湾曲部 3 c の基端側から出ている。

【 0 0 5 6 】

図 8 (D) のように、それぞれの周ルーメン 2 2 に対して 2 つに分割された封止部材 2 5 a、2 5 b とシリコン充填剤等によりエアチューブ 2 4 a、2 4 b、2 4 c を周ルーメン 2 2 に固定するとともに周ルーメン 2 2 を密閉している。この時、2 つの封止部材 2 5 a、2 6 b は、3 本のエアチューブ 2 4 a、2 4 b、2 4 c で挟むような配置 (ほぼ等間隔) となっている。また第 3 の湾曲部 3 c の先端側も封止部材 2 5 とシリコン充填剤等によってエアチューブ 2 4 a、2 4 b と周ルーメン 2 2 を固定するとともに周ルーメン 2 2 を

10

20

30

40

50

密閉している。なお、前記封止部材 2 5 とシリコン充填剤とは本明細書に記す接続手段を構成している。

【 0 0 5 7 】

前記エアチューブ 2 4 a , 2 4 b , 2 4 c は、前述したように湾曲部 3 a , 3 b , 3 c に一端が固定されるとともに、他端がコントロール部 8 0 まで延びて形成されかつコントロール部 8 0 の駆動制御部 4 5 等の流体源に接続している。なお、前記エアチューブ 2 4 a , 2 4 b , 2 4 c と封止部材 2 5 とシリコン充填剤とは本明細書に記した流体供給手段を構成している。

【 0 0 5 8 】

前述した構成によって、操作部 4 7 のハンドル部 4 7 a を操作することによって、駆動制御部 4 5 等の流体源がエアチューブ 2 4 a , 2 4 b , 2 4 c に選択的に流体を供給する。そして、マルチルーメンチューブ 2 3 が伸縮性を有するので湾曲部 3 が所望の方向に湾曲するとともに硬性ヘッド 2 部が所望の方向に指向することとなる。

【 0 0 5 9 】

なお、図 7 (A) は前記エアチューブ 2 4 を中央ルーメン 2 1 に設けた事以外は前述した図 8 (A) ~ (D) と同様な構成となっている。

また、前記第 1 の湾曲部 3 a と第 2 の湾曲部 3 b の間、第 2 の湾曲部 3 b と第 3 湾曲部 3 c の間には、図 9 (A) 及び図 1 0 (A) に示すように、連結部材 2 7 , 8 2 が設けられて、前記湾曲部 3 a , 3 b 、 3 c は互いに連結されている。

【 0 0 6 0 】

連結部材 2 7 は、図 9 (B) に示すように、内径が略湾曲部 3 a , 3 b , 3 c の外径と略同寸法に形成され、かつ金属からなるリング状に形成されている。この連結部材 2 7 は、図 9 (A) に示すように、第 1 の湾曲部 3 a の基端側と第 2 の湾曲部 3 b の先端側とを連結した後、接着材等によって前記第 1 の湾曲部 3 a と第 2 の湾曲部 3 b とに固定されることによって、第 1 の湾曲部 3 a と第 2 の湾曲部 3 b とを互いに固定している。前記第 2 の湾曲部 3 b と第 3 の湾曲部 3 c との間も同様に固定している。

【 0 0 6 1 】

連結部材 8 2 は、図 1 0 (B) に示すように、略中央に前記中央ルーメン 2 1 と略同形のルーメン 8 5 を形成しかつ前記エアチューブ 2 4 を第 1 の湾曲部 3 a から第 2 の湾曲部 3 b へとまたは第 2 の湾曲部 3 b から第 3 の湾曲部 3 c へと挿通する孔 8 6 を設けている。この連結部材 8 2 は、第 1 の湾曲部 3 a と第 2 の湾曲部 3 b とが互いに直線となるように配置された後、この第 1 の湾曲部 3 a と第 2 の湾曲部 3 b との間にシリコン充填剤等を充填して得られる構成となっている。前記第 2 の湾曲部 3 b と第 3 の湾曲部 3 c との間に設けられる連結部材 8 2 も同様な方法によって得られる。

【 0 0 6 2 】

前述した封止部材 2 5 、エアチューブ 2 4 、リング部材 6 1 、連結部材 2 7 , 8 2 を構成する材質は、以下に示すとおりである。

湾曲部 3 を構成するマルチルーメンチューブ 2 3 はシリコン、ポリウレタン等の柔軟で伸縮性を有する材質から得られる。前記封止部材 2 5 はシリコン、テフロン、ポリウレタン等の樹脂やステンレス等の金属から得られる。エアチューブ 2 4 とテフロンリング部材 6 1 はステンレス等の金属やテフロン等の樹脂から得られる。前記連結部材 2 7 , 8 2 はシリコン剤で固めたり、熱収縮チューブを用いたり、または金属等から得ることができる。

【 0 0 6 3 】

次に、図 5 (A) に示すように、一対の補修用マニピュレータ 8 , 8 を設けた場合において、管状観察装置 1 の硬性ヘッド部 2 から溶加材 3 2 を送り出す機構（溶加材突出機構） 8 4 について図 1 3 ~ 図 1 4 を用いて説明する。

【 0 0 6 4 】

前記溶加材突出機構 8 4 は、図 1 3 (A) に示すように、一方の補修用マニピュレータ 8 の内部に、硬性ヘッド部 2 の内部を通り可撓管部 4 （挿入部 8 1 ）の基端部 8 1 a 側まで延びて形成されかつマニピュレータ 8 の先端に開口する内チューブ 3 5 を設けている。

【 0 0 6 5 】

前記一方のマニピュレータ 8 の内部に位置する内チューブ 3 5 の内部には、図 1 3 (B) に示すように、この内チューブ 3 5 の長手方向に沿って複数に分割された溶加材 3 2 が挿入されている。前記硬性ヘッド部 2 の内部に位置する内チューブ 3 5 の内部には、可撓管部 4 の基端部 8 1 a 側から硬性ヘッド部 2 の先端面 2 a 付近まで伸びて形成され、かつ最も基端側に位置する溶加材 3 2 に当接するとともに、この内チューブ 3 5 内を進退するワイヤ 3 3 が設けられている。なお、このワイヤ 3 3 は、本明細書に記した供給手段を構成している。

【 0 0 6 6 】

また、前記内チューブ 3 5 は、図 1 3 (B) に示すように、前記一方の補修用マニピュレータ 8 の外皮を形成する外チューブ 3 4 によって包囲されている。

10

前記内チューブ 3 5 に挿入された溶加材 3 2 は、図 1 4 に示すように一端が放射状に広がって弾性を有するばね部 3 2 a を有した円筒状に形成されている。

【 0 0 6 7 】

前記一方の補修用マニピュレータ 8 の先端には、口金 3 6 が取付られている。この口金 3 6 の中央には貫通孔 8 8 が設けられており、溶加材 3 2 はばね部 3 2 a の弾性により、口金 3 6 の貫通孔 8 8 の内面に係止して固定される。

【 0 0 6 8 】

前述した構成により、前記溶加材突出機構 8 4 は、溶接作業を行って、貫通孔 8 8 から突出している溶加材 3 2 が無くなったら、ワイヤ 3 3 を押して、次の溶加材 3 2 を貫通孔 8 8 から押し出す。このような工程を繰り返すことにより、常に溶加材 3 2 を送り出すことが可能となる。

20

【 0 0 6 9 】

このように、溶加材 3 2 が補修用マニピュレータ 8 の内部において分割されているので、補修用マニピュレータ 8 の湾曲を妨げることがない。したがって、確実に被検査物の補修を行うことができるとともに、硬性ヘッド部 2 の小型化を図ることが可能となる。

【 0 0 7 0 】

次に前述した管状観察装置 1 を用いた被検査物の観察及び修復方法について説明する。

まず、操作者は、複雑な形状をした機器の内部に管状観察装置 1 の硬性ヘッド部 2 を所望の検査箇所まで挿入するために、操作部 4 7 のハンドル部 4 7 a を操作しながら湾曲部 3 a , 3 b , 3 c を所望の方向に湾曲させるとともに、基端部 8 1 a 側より硬性ヘッド部 2 等を押し込む操作をする。

30

【 0 0 7 1 】

硬性ヘッド部 2 等が所望の検査箇所まで到達した後、観察窓 5 を通して C C D 3 9 に撮像した画像をモニタ 4 0 に表示して目視検査を行なう。この目視検査の間、光源 4 1 は、スイッチ 4 1 a によってライトガイドファイバに光を供給し続け照明窓 6 から検査箇所を照らしている。

【 0 0 7 2 】

操作者が、傷 2 0 を発見すると、操作部 4 7 のハンドル部 4 7 a を操作して、湾曲部 3 を湾曲させて硬性ヘッド部 2 の位置及び姿勢を決め、その後、スイッチ 4 7 b を用いて姿勢を保持する。すると硬性ヘッド部 2 の姿勢はマイクロジャイロ 1 0 が検出する信号に基づいて保持されることとなる。

40

【 0 0 7 3 】

この姿勢を保持した状態で、傷 2 0 の大きさをマイクロ光スキャナ 9 を用いて計測する。光スキャナ制御部 4 3 のスイッチ 4 3 a を用いてマイクロ光スキャナ 9 を作動状態にすると、図 1 1 に示す時間 T 1 のように、同時に光源 4 1 からの光の供給が停止される。なお、図示中の時間 T 0 のように光源 4 1 が作動状態にあるときはスキャナ 9 は非作動状態にあって、マイクロ光スキャナ 9 が作動状態になると、光源 4 1 はスキャナ 9 の走査を妨げないように非作動状態になる。

【 0 0 7 4 】

50

光スキャナ制御部 43 は、マイクロ光スキャナ 9 の圧電振動体 15 を振動させ、その振動を針状部材 16 を介して可動部 17 に伝達させ面発光レーザ 18 をも振動させながら、面発光レーザ 18 からレーザを出射して傷 20 の大きさ等を計測する。

【0075】

傷 20 の大きさを計測した後、操作部 46 のハンドル部 46a を操作して補修用マニピュレータ 8 を制御しながら、傷 20 の大きさに応じた溶接作業を行う。この作業はモニタ 40 により観察しながら進められる。

【0076】

傷 20 が小さい時には、溶加材 32 を用いずにマイクロ溶接具 7 を用いて傷 20 の近傍を融かして溶接作業を行って補修し、傷 20 が大きい場合には溶加材供給部 11 により溶加材 32 を供給し、この溶加材 32 をマイクロ溶接具 7 により熔融させて被検査物とともに補修する。

【0077】

なお、傷 20 の大きさを計測する際は、図 6 に示すように補修用マニピュレータ 8 は非作動の状態でかつ先端面 2a から走査範囲 N の外側に向かっているのでマイクロ光スキャナ 9 の計測を妨げることはない。

【0078】

また、このマイクロ光スキャナ 9 による走査範囲 N は、図 6 (B) に示すように観察窓 5 の視野範囲 M 内にあるので、操作者は計測状況を確実に把握することができる。また補修作業時には、補修用マニピュレータ 8 がマイクロ光スキャナ 9 の計測範囲内に入ってしまうが、このときは傷 20 を計測していないので特に問題とならない。

【0079】

また、管状観察装置 1 は、補修用マニピュレータ 8 を取り外して機器の内部のを観察と傷 20 の計測とを行うだけの場合においても、図 12 に示すように、観察窓 5 の視野範囲 M 内にマイクロ光スキャナ 9 の走査範囲 N が設けられているので、傷 20 の大きさを確実に計測できるとともに、操作者は計測状況を確実に把握することができる。

【0080】

本実施形態によれば、マイクロ光スキャナ 9 の走査範囲 N を観察窓 5 の視野範囲 M 内に設け、かつ補修用マニピュレータ 8 がマイクロ光スキャナ 9 の走査を妨げることがないので、確実に傷 20 の大きさを計測することができる。したがって、微小な傷 20 に対しても、適切な量の溶加材 32 を用いて適切でかつ効率の良い補修作業ができる。

【0081】

図 15 は第 2 の実施形態を示し、第 1 の実施形態と同一構成部分は同一符号をい付して説明を省略する。

本実施形態において、硬性ヘッド部 2 の先端面 2a には、図 15 (A) ~ (B) に示すように、マイクロ光スキャナ 9 をはさんだ 2 カ所に可視光であるレーザ光を導光する位置指示手段としてのスポット 28 が設けられている。図 15 (A) は補修用マニピュレータ 8 を取り外した場合を示し、図 15 (B) は補修用マニピュレータ 8 を取付けた場合を示している。

【0082】

前述した構成により、傷 20 の大きさを計測するとき、管状観察装置 1 は、観察窓 5 の視野範囲 M 内 (図示中の二点鎖線 K, K で囲まれた範囲) の中心に対する略対称の 2 カ所の位置に、レーザ光 (図示中の二点鎖線 O) を導光している。

【0083】

このレーザ光 O は可視光であるため、計測を行う傷 20 をこのレーザ光 O, O の間に位置するように、硬性ヘッド部 2 の姿勢を保持することができる。そしてマイクロ光スキャナ 9 の面発光レーザ 18 を用いて、観察窓 5 により観察しながら傷 20 の大きさを計測する。

【0084】

本実施形態によれば、可視光であるレーザ光 O, O を用いて傷 20 を確実に観察窓 5 の視

10

20

30

40

50

野範囲M内に捕らえながら計測できるので、迅速で正確に傷20の大きさを計測できる。

【0085】

図16は第3の実施形態を示し、第1の実施形態と同一構成部分は同一符号をい付して説明を省略する。ここでは、マルチルーメンチューブ23の製造方法を示し、封止部材29をエアチューブ24と一体に成形している。

【0086】

マルチルーメンチューブ23は、押出成形または、型30を用いた注型によってエアチューブ24と一体または別体で成形される。図16に示すように、この型30はマルチルーメンチューブ23の長手方向に沿って2つに分割されている。

【0087】

封止部材29は、マルチルーメンチューブ23を前述した方法によって成形した後、図16(A)に示すように、前記型30内にマルチルーメンチューブ23を設け、このマルチルーメンチューブ23の一方の端面側30aに、例えばシリコン剤87等のチューブ23と同じ材質を注入して固めて形成される。

【0088】

また、他方の端面側30bにおいては、図16(A)に示すように、エアチューブ24とマルチルーメンチューブ23とが一体に成形された状態、またはエアチューブ24とマルチルーメンチューブ23とが別体で形成された場合には周ルーメン22の各々にエアチューブ24を差し込んだ状態で、シリコン剤87を注入して封止部材29を形成する。

【0089】

マルチルーメンチューブ23及び封止部材29が、型30内に収まっている状態は、図16(B)に示すようになっている。また、マルチルーメンチューブ23とエアチューブ24とが互いに別体で成形された場合には、図16(C)に示すように、マルチルーメンチューブ23と、他方の端面側30bにエアチューブ24と一体に成形された封止部材29と、一方の端面側30aに成形された封止部材29とからなる構成となる。

【0090】

なお、マルチルーメンチューブ23の両端に設けられる封止部材29は、前述したシリコンの他にABS(Acrylonitrile butadiene styrene)やウレタン等の樹脂を用いて成形しても良い。

【0091】

図17は第4の実施形態を示し、第1の実施形態と同一構成部分は同一符号をい付して説明を省略する。

本実施形態において、管状観察装置1は、硬性ヘッド部2に設けられた補修用マニピュレータ8等の操作を行う各種のスイッチを可撓管部4(挿入部81)の基端部81aの一部に設けている。

【0092】

図17に示すように、光スキャナ制御部43のスイッチ48と、マイクロジャイロ10のドリフトを補正するジャイロ制御部42のスイッチ49と、湾曲部3a, 3b, 3cの湾曲操作を行うスイッチ50と、補修用マニピュレータ8の操作を行うスイッチ51とを、前記基端部81aの一部に設けている。

【0093】

前述した構成によれば、補修用マニピュレータ8等の操作等を行う各種のスイッチを可撓管部4の基端部81aの一部に設けたので、操作者は容易に各種の操作を行うことができる。

【0094】

図18は第5の実施形態を示し、第1の実施形態と同一構成部分は同一符号をい付して説明を省略する。本実施形態において、管状観察装置1は、コントロール部80の例えば光スキャナ制御部43等の複数の制御部を一つの制御装置52にまとめて構成している。

【0095】

図18に示すように、イメージガイドケーブルを含むケーブル54と、ライトガイドケー

10

20

30

40

50

ブルを含むケーブル５５と、マイクロ光スキャナ９とマイクロジャイロ１０との駆動信号用ケーブルと湾曲部３と補修用マニピュレータとの駆動ケーブルとマイクロ溶接具７の信号ケーブル（レーザファイバやＴＩＧ溶接電源ケーブル）とをまとめて１つにしたケーブル５６とが、可撓管部４（挿入部８１）の基端部８１ａからコネクタ６０を介して制御装置５２に接続している。さらに、この制御装置５２には操作装置５３が接続している。

【００９６】

前記制御装置５２は、マイクロ光スキャナ９の制御を行う光スキャナ制御部４３と、マイクロジャイロ１０の制御を行うジャイロ制御部４２と、湾曲部３及び補修用マニピュレータ８の駆動を制御する駆動制御部４５と、マイクロ溶接具７を制御する溶接制御部４４と、光をライトガイドケーブルに供給する光源４１とを備えている。

10

【００９７】

前記操作装置５３は、制御装置５２が備えた制御部４２，４３，４４，４５等の操作を行う機能を有している。操作装置５３は、湾曲部３および補修用マニピュレータ８の湾曲方向を操作するハンドル５３ａ，５３ｂと、湾曲部３および補修用マニピュレータ８の姿勢を保持するスイッチ５３ｇ，５３ｈと、マイクロ溶接具７を制御するボリューム５３ｃと、マイクロ光スキャナ９の作動・非作動を切り替えるスイッチ５３ｄと、マイクロジャイロ１０のドリフトを瞬時に補正する補正スイッチ５３ｅとを有しかつ、前述したそれぞれの機能の状態を表示する液晶モニタ５３ｆを備えている。

【００９８】

前述した構成によれば、ケーブルの本数が減少し、かつ複数の制御部４２，４３，４４，４５等を制御装置５２と操作装置５３とにまとめたので、管状観察装置１は小型化が可能となって、狭い場所にも設置できるようになる。

20

【００９９】

図１９は第６の実施形態を示し、第１の実施形態と同一構成部分は同一符号をい付して説明を省略する。

本実施形態において、管状観察装置１は、マイクロ光スキャナ９の走査範囲Ｎを変化させる走査角制御部５８を設けるとともに、管状観察装置１が有する観察機能にその焦点（視野範囲Ｍ）を切り替え可能な拡大観察手段を有している。

【０１００】

図１９に示すように、管状観察装置１は、観察窓５の焦点（視野範囲Ｍ１，Ｍ２）を光学的または機械的手段によって連続的にまたは２段階に切り替え可能な拡大観察手段としての観察制御部５７と、この観察制御部５７と連動してマイクロ光スキャナ９の走査範囲Ｎ１，Ｎ２を変化させる走査角制御部５８とを備えている。

30

【０１０１】

走査角制御部５８は、例えばマイクロ光スキャナ９の圧電振動体１５の振動周波数を変更できるようになっている。走査角制御部５８は、観察制御部５７が傷２０を拡大して観察するために観察窓５の焦点を変更して観察窓５の視野範囲Ｍを狭めるのと連動して、圧電振動体１５の振動周波数を変更してマイクロ光スキャナ９の走査範囲Ｎを狭めるようになっている。

【０１０２】

また、前記観察制御部５７を観察窓５によってとらえた画像を処理しかつ画像の任意に指示した範囲を拡大・縮小するように構成して、前記走査角制御部５８を前述したように連動するようにしても良い。

40

【０１０３】

前述した構成によれば、図１９（Ａ）に示すように、比較的広い視野範囲Ｍ１（図示中の二点鎖線Ｋ，Ｋで囲まれる範囲）で被検査物を観察し、比較的広い走査範囲Ｎ１（図示中の二点鎖線Ｓ，Ｓ）でマイクロ光スキャナ９を用いて傷２０の大きさを計測している場合から、傷２０を拡大して観察するために観察制御部５７を操作する。すると、図１９（Ｂ）に示すように、前記比較的広い視野範囲Ｍ１から比較的狭い視野範囲Ｍ２へと切り替わる。

50

【 0 1 0 4 】

そして、走査制御部 5 8 がこの視野範囲 M 1 , M 2 の切り替えに連動して、圧電振動体 1 5 の周波数を変更し可動部 1 7 の振動周波数を切り替えて、マイクロ光スキャナ 9 を比較的狭い走査範囲 N 2 へと切り替えることとなる。なお、図 1 9 (B) に示された場合においても、マイクロ光スキャナ 9 の走査範囲 N 2 は、観察窓 5 の視野範囲 M 2 内に位置するようになっている。

【 0 1 0 5 】

また、観察窓 5 の視野範囲 M を 2 段階に切り替えるように構成して、コントロール部 8 0 にこの視野範囲 M を切り替えるスイッチを設け、この 2 つの視野範囲 M に応じて、マイクロ光スキャナ 9 の走査範囲 N を 2 段階に切り替えるように構成しても良い。

10

【 0 1 0 6 】

本実施形態によれば、被検査物の観察において、より詳細に観察するために被検査物の画像を拡大しながら傷の大きさを計測する場合に、わざわざ拡大した画像をもとの縮小した画像に戻して計測する必要がなくなるので、作業の効率が向上することとなる。

【 0 1 0 7 】

図 2 0 は第 7 の実施形態を示し、第 1 の実施形態と同一構成部分は同一符号を付して説明を省略する。本実施形態において、溶加材 3 2 を硬性ヘッド部 2 の先端面 2 a にはめこむ構成となっている。

【 0 1 0 8 】

図 2 0 に示すように、硬性ヘッド部 2 は、先端面 2 a の略中央に、棒状に形成された溶加材 3 2 を先端側から嵌込むための孔 8 9 を設けており、この孔 8 9 に溶加材 3 2 を嵌込むことによって、溶接作業を行なうようになっている。

20

【 0 1 0 9 】

前述した構成によれば、溶加材 3 2 が無くなったら、管状観察装置 1 の硬性ヘッド部 2 を被検査物の内部から抜いて、再度、溶加材 3 2 を前記孔 8 9 に嵌込む。溶接作業を行なう傷は微小であることが多く一度に多量の溶加材を用いないため、確実に溶接作業を行って被検査物の補修を行うことができる。

【 0 1 1 0 】

本実施形態によれば、溶加材 3 2 は硬性ヘッド部 2 の先端面 2 a に設けられたの孔 8 9 に嵌込まれているので、補修用マニピュレータ 8 の湾曲を妨げることがない。したがって、確実に被検査物の補修を行うことができるとともに、硬性ヘッド部 2 の小型化を図ることが可能となる。

30

【 0 1 1 1 】

図 2 1 は第 8 の実施形態を示し、第 1 の実施形態と同一構成部分は同一符号を付して説明を省略する。本実施形態において、溶加材 3 2 は把持部 3 8 によって引張り出されるようになっている。

【 0 1 1 2 】

図 2 1 に示すように、一方の補修用マニピュレータ 8 には、先端に開口する貫通孔 3 7 が設けられている。溶加材 3 2 は、マニピュレータ 8 の長手方向に沿って複数に分割されて前記一方のマニピュレータ 8 の内部に挿入されている。

40

【 0 1 1 3 】

溶加材 3 2 は前記一方のマニピュレータ 8 の内部に一つずつ基端側から押し込まれても良く、または空気等の加圧された流体によって先端側に送りだされるようにしても良い。他方のマニピュレータ 8 の先端には、コントロール部 8 0 から開閉操作可能でかつ溶加材 3 2 を挟むことが可能な把持部 3 8 が設けられている。

【 0 1 1 4 】

前述した構成によれば、操作者は、コントロール部 8 0 から観察窓 5 が観察するモニタ 4 0 の画像を見ながら、マニピュレータ 8 の先端が互いに接近するように操作する。そして、把持部 3 8 を用いて溶加材 3 2 を挟んで引張り出して、溶接作業を行う。

【 0 1 1 5 】

50

本実施形態によれば、溶加材 32 が補修用マニピュレータ 8 の内部で分割しているので、補修用マニピュレータ 8 の湾曲を妨げることがない。したがって、確実に被検査物の補修を行うことができるとともに、硬性ヘッド部 2 の小型化を図ることが可能となる。

【0116】

前述した実施形態によれば、次の構成が得られる。

(付記 1) 先端に観察機能と照明機能とを有する硬性ヘッド部と、前記硬性ヘッド部の基端側に連結する湾曲部とを有する細長の可撓性の挿入部を備えた管状観察装置において、レーザ光を出射する出射部と、前記出射部のレーザ光の出射角度を走査する走査手段と、前記レーザ光の反射光を検出する検出部からなる測長手段を前記硬性ヘッドに設けるとともに、前記観察機能の視野範囲を前記測長手段の走査範囲よりも大きくしたことを特徴とする管状観察装置。

10

(付記 2) 前記硬性ヘッド部に配置されかつ湾曲自在な補修用マニピュレータと、前記補修用マニピュレータの先端に設けられた補修用デバイスとを具備するとともに、前記補修用マニピュレータの少なくとも先端が、前記観察機能の視野範囲内でかつ前記測長手段の走査範囲外に位置することを特徴とする付記 1 記載の管状観察装置。

(付記 3) 前記補助用マニピュレータの内部に、形状記憶合金と、前記形状記憶合金を加熱する加熱手段とを具備することを特徴とする付記 2 記載の管状観察装置。

(付記 4) 前記測長手段の計測位置を示す位置指示手段を具備することを特徴とする付記 1 記載の管状観察装置。

(付記 5) 前記位置指示手段は、前記測長手段を挟むように前記硬性ヘッド部に少なくとも 2 つ配置されたことを特徴とする付記 4 記載の管状観察装置。

20

(付記 6) 前記位置指示手段は、可視光からなるスポット光であることを特徴とする付記 4 記載の管状観察装置。

(付記 7) 前記観察機能に拡大観察手段を設け、前記拡大観察手段に連動して前記測長手段のレーザ光の出射方向を制御する走査角制御部を具備することを特徴とする付記 1 記載の管状観察装置。

(付記 8) 前記測長手段は、圧電振動体と、平板状の可動部と、前記圧電振動体と前記可動部とを連結する針状部材と、前記圧電振動体に貼付けられた面発光レーザと、受光素子とからなり、前記走査角制御部は、前記圧電振動体の周波数を変化させることを特徴とする付記 7 記載の管状観察装置。

30

(付記 9) 前記測長手段のレーザ光は、可視光であることを特徴とする付記 1 記載の管状観察装置。

(付記 10) 前記湾曲部は、複数の貫通孔を有する伸縮性チューブと、前記チューブの複数の貫通孔に対して選択的に流体を供給する流体供給手段とからなることを特徴とする付記 1 記載の管状観察装置。

(付記 11) 前記流体供給手段は、流体源に接続する管路と、前記管路と前記チューブの貫通孔とをシールしながら接続する接続手段とからなることを特徴とする付記 10 記載の管状観察装置。

(付記 12) 前記接続手段は、前記チューブの貫通孔に圧入される封止部材と、前記チューブの貫通孔内に挿入された前記封止部材と前記管路と貫通孔との隙間を埋めるシリコン充填材とからなることを特徴とする付記 11 記載の管状観察装置。

40

(付記 13) 前記チューブと前記管路を一体的に形成したことを特徴とする付記 11 記載の管状観察装置。

(付記 14) 前記チューブは、シリコンゴムからなることを特徴とする付記 10 記載の管状観察装置。

(付記 15) 前記測長手段の作動・非作動のスイッチ機能と、照明機能の作動・非作動のスイッチ機能とを兼ねるスイッチ手段を設けたことを特徴とする付記 1 記載の管状観察装置。

(付記 16) 先端に観察機能と照明手段とを有する硬性ヘッド部と、前記硬性ヘッド部に設けられかつ湾曲自在な補修手段と、前記硬性ヘッド部の基端側に連結する湾曲部と、前

50

記湾曲部の基端側に連結する細長の可撓性の挿入部を備えた管状観察装置において、前記補修手段の内部に複数に分割された溶接用の溶加材と、前記溶加材を前記補修手段の先端に突出させる溶加材突出機構とを設けたことを特徴とする管状観察装置。

(付記 17) 前記溶加材の一部に、弾性を有し前記補修手段の内部に係止するばね部を設けたことを特徴とする付記 16 記載の管状観察装置。

(付記 18) 前記溶加材を基端側から先端側に供給する供給手段を設けたことを特徴とする付記項 16 記載の管状観察装置。

【0117】

付記 1 ~ 付記 15 によれば、管状観察装置は、硬性ヘッド部にレーザー光を出射する測長手段を設けるとともに、観察機能の視野範囲を測長手段の走査範囲より大きくしたので被検査物に生じた傷を正確に計測できる。

10

【0118】

付記 2 及び付記 3 によれば、被検査物の傷を補修する補修用マニピュレータのすくなくとも先端が、観察機能の視野範囲内でかつ測長手段の走査範囲外に位置しているので、操作者は補修箇所を見ながら正確かつ効率的な補修作業を行うことができる。

【0119】

付記 4 ~ 付記 6 によれば、測長手段の計測位置を示す位置支持手段を有しているので、測長手段の計測箇所を正確に知ることができる。

付記 7 及び付記 8 によれば、観察機能に拡大観察手段を設けかつ、測長手段にレーザー光の走査角を前記拡大観察手段に連動して制御する走査角制御部を設けたので、観察機能の拡大観察時においても、容易に測長手段の走査範囲を変更することができる。

20

【0120】

付記 9 によれば、測長手段が出射するレーザー光は可視光であるため、測長手段の計測箇所を正確に知ることができる。

付記 10 ~ 付記 14 によれば、湾曲部の伸縮性チューブの貫通孔に選択的に流体を供給することによって、硬性ヘッド部を所望の方向に湾曲させることができるので、観察機能の視野範囲と測長手段の計測範囲とを所望の方向に指向させることができる。

【0121】

付記 15 によれば、スイッチ手段が、測長手段と照明機能とのスイッチ機能とを兼ねているので、測長手段がレーザー光を出射する際は照明機能を非作動にして、確実に測長手段による計測を行うことができる。

30

【0122】

付記 16 ~ 付記 18 によれば、溶加材が複数に分割されかつ補修手段の内部に設けられているので、被検査物の傷の大きさに応じて適切な量の溶加材を用いて、補修作業を行うことができる。したがって、作業が効率的であるとともに微小な傷に対する補修作業を確実に行うことができる。

【0123】

また、溶加材を補修手段の内部に複数に分割して設けているので、溶加材が補修手段の湾曲の妨げとならない。したがって、補修手段に比較的小さな力しか必要とされないため、硬性ヘッド部の小型化をはかることが可能となる。

40

【0124】

【発明の効果】

本発明によれば、硬性ヘッド部にレーザー光を出射する等の機能を有する計測手段を設けるとともに、観察機能の視野範囲を計測手段の走査範囲より大きくしたので被検査物に生じた傷の大きさ等を正確に計測できる。したがって、特に微小な傷に対しても適切な量の溶加材を用いて補修作業を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態の管状観察装置の挿入部の斜視図。

【図 2】同実施形態の管状観察装置の全体の構成を示す図。

【図 3】同実施形態のマイクロ光スキャナを示す図。

50

【図 4】図 4 に示されたマイクロ光スキャナの測長状況を示す図。

【図 5】同実施形態の補修用マニピュレータを示す図。

【図 6】同実施形態のマイクロ光スキャナの走査範囲と観察窓の視野範囲と補修用マニピュレータの位置関係を示す図。

【図 7】同実施形態の湾曲部の分解斜視図。

【図 8】同実施形態の湾曲部の構成を示す斜視図。

【図 9】同実施形態の湾曲部の連結状態を示す斜視図。

【図 10】同実施形態の湾曲部の連結状態を示す斜視図。

【図 11】同実施形態の光源とマイクロ光スキャナの作動状態を示す図。

【図 12】同実施形態のマイクロ光スキャナの走査範囲と観察窓の視野範囲との位置関係を示す図。 10

【図 13】同実施形態の溶加材突出機構を示す図。

【図 14】同実施形態に用いられる溶加材の側面図。

【図 15】この発明の第 2 の実施形態を示す管状観察装置の硬性ヘッド部の斜視図。

【図 16】この発明の第 3 の実施形態を示すマルチルーメンチューブと封止部材を示す斜視図。

【図 17】この発明の第 4 の実施形態を示す管状観察装置の示す図。

【図 18】この発明の第 5 の実施形態を示すコントロール部を示す図。

【図 19】この発明の第 6 の実施形態を示す硬性ヘッド部の斜視図。

【図 20】この発明の第 7 の実施形態を示す硬性ヘッド部の斜視図。 20

【図 21】この発明の第 8 の実施形態を示す硬性ヘッド部の斜視図。

【符号の説明】

1 ... 管状観察装置

2 ... 硬性ヘッド部

3 ... 湾曲部

5 ... 観察窓（観察機能）

6 ... 照明窓（照明機能）

9 ... マイクロ光スキャナ（測長手段）

15 ... 圧電振動体（走査手段）

16 ... 針状部材（走査手段）

17 ... 可動部（走査手段）

18 ... 面発光レーザ（出射部）

19 a ... 受光素子（検出部）

19 b ... 受光素子（検出部）

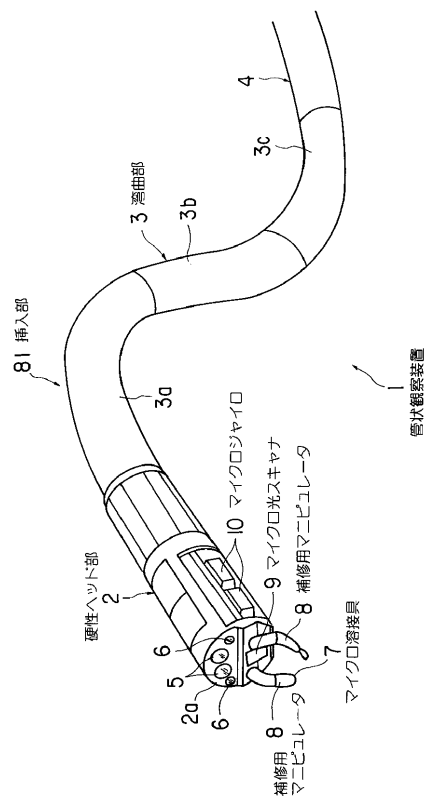
39 ... CCD（観察機能）

40 ... モニタ（観察機能）

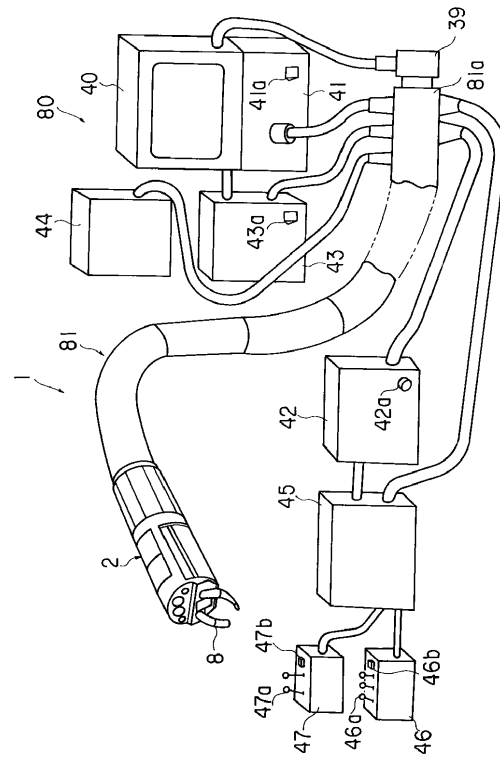
41 ... 光源（照明機能）

81 ... 挿入部

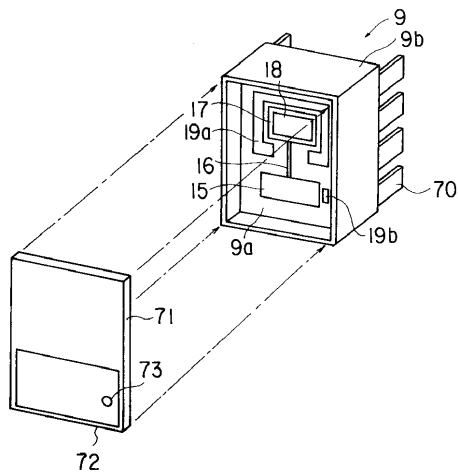
【図 1】



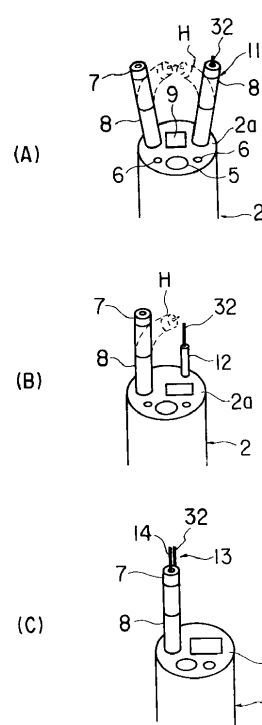
【図 2】



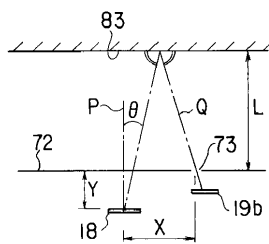
【図 3】



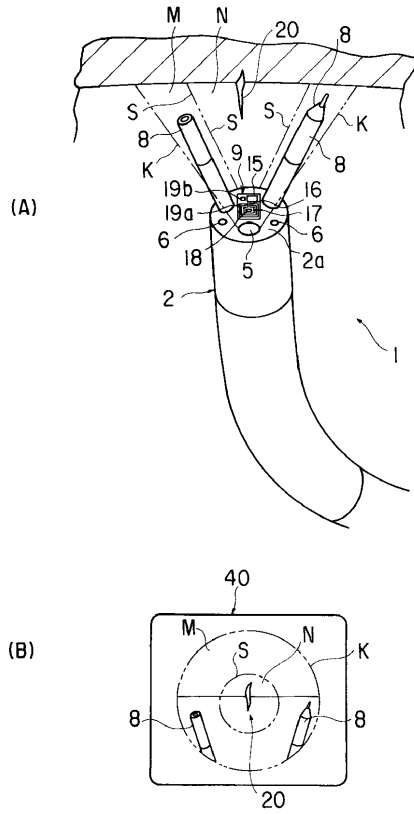
【図 5】



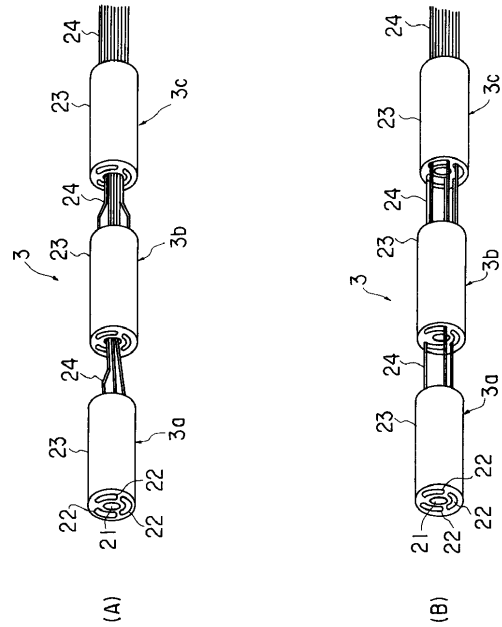
【図 4】



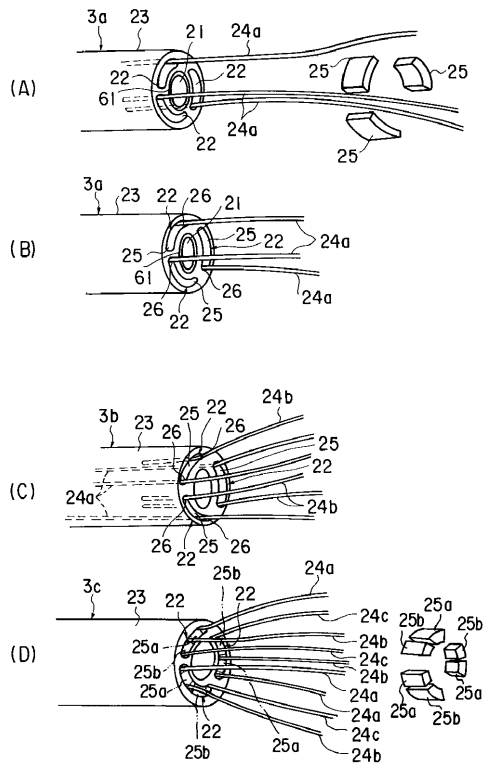
【図 6】



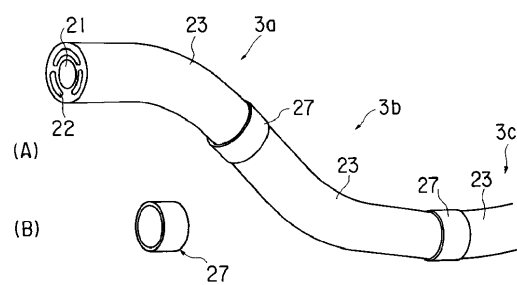
【図 7】



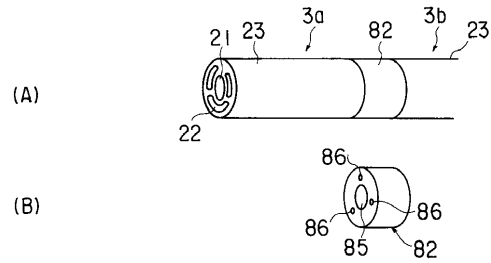
【図 8】



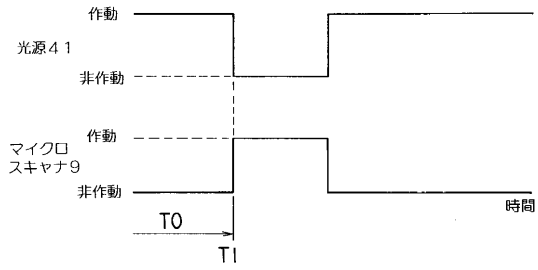
【図 9】



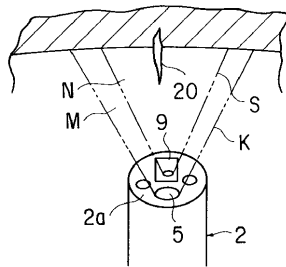
【図 10】



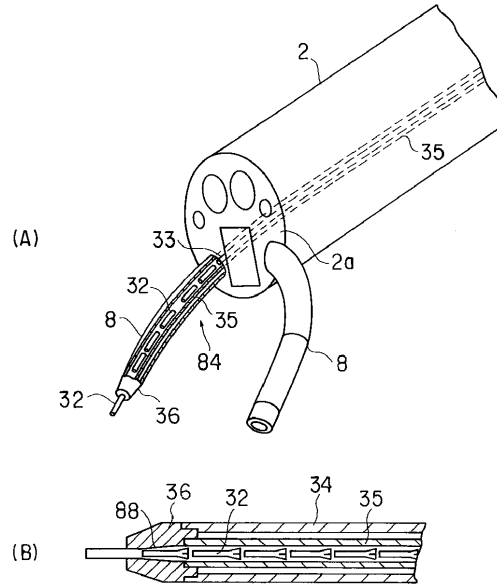
【図 1 1】



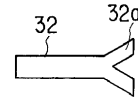
【図 1 2】



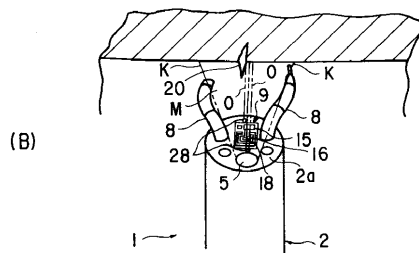
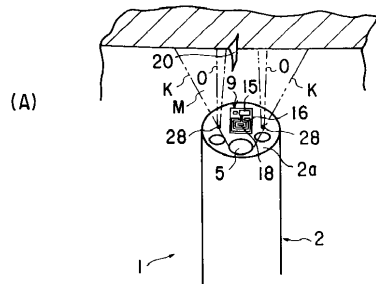
【図 1 3】



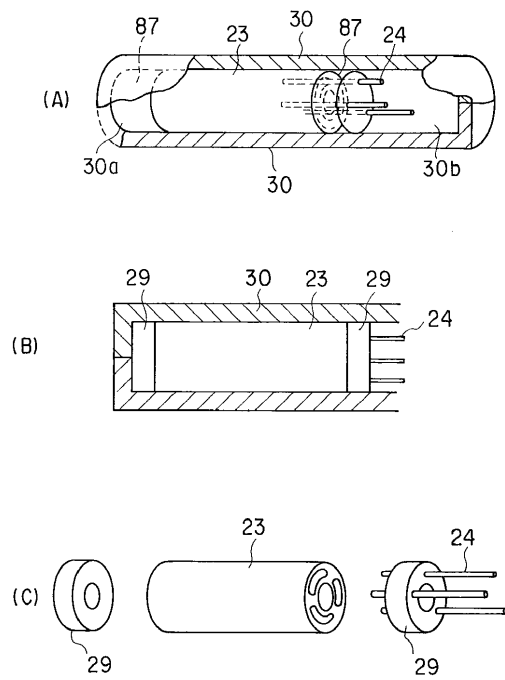
【図 1 4】



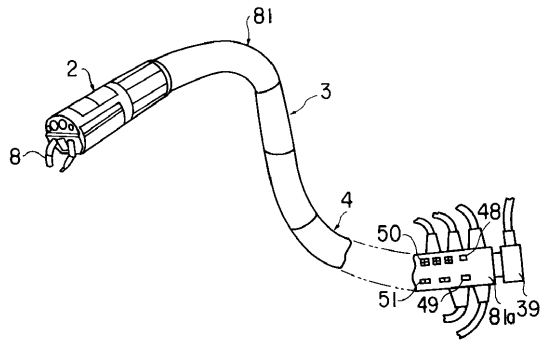
【図 1 5】



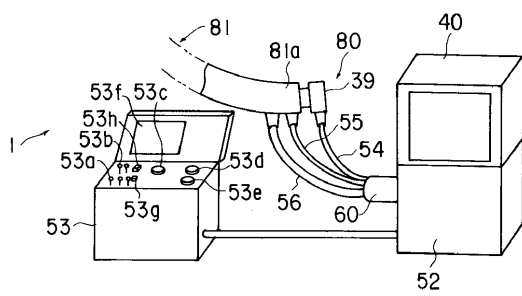
【図 1 6】



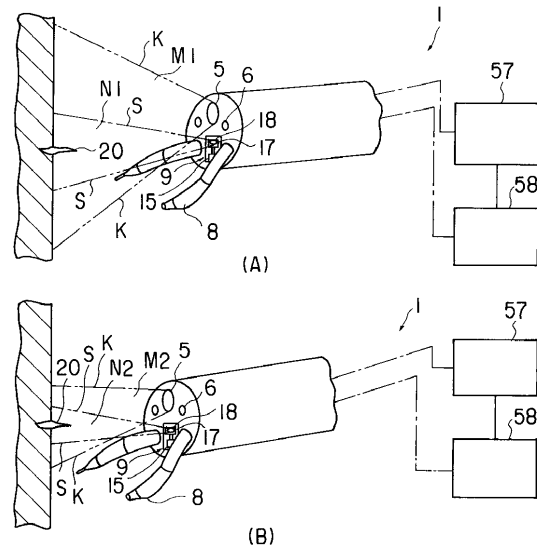
【図 17】



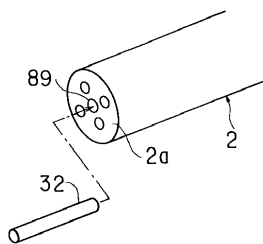
【図 18】



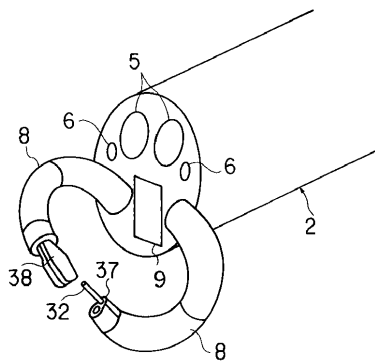
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

審査官 山下 雅人

(56)参考文献 特開平05-052531(JP,A)
特開平07-299026(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30

G02B 23/24 - 23/26G01B 11/02

B23K 9/095

B23K 31/00

G01N 21/954