

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-31665

(P2005-31665A)

(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 23/26
A61B 1/00

F I

G02B 23/26 B
A61B 1/00 300D

テーマコード(参考)

2H040
4C061

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L 外国語出願 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2004-195442(P2004-195442)
(22) 出願日 平成16年7月1日(2004.7.1)
(31) 優先権主張番号 0308156
(32) 優先日 平成15年7月4日(2003.7.4)
(33) 優先権主張国 フランス(FR)

(71) 出願人 500045316
スネクマ・モトウール
フランス国、75015・パリ、ブルーパ
ール・ドユ・ジエネラル・マルシイアル・
バラン、2
(71) 出願人 599102789
スネクマ・セルビス
フランス国、75015・パリ、ブルパ
ール・ドユ・ジエネラル・マルシイアル・バ
ラン・2
(74) 代理人 100062007
弁理士 川口 義雄
(74) 代理人 100113332
弁理士 一入 章夫

最終頁に続く

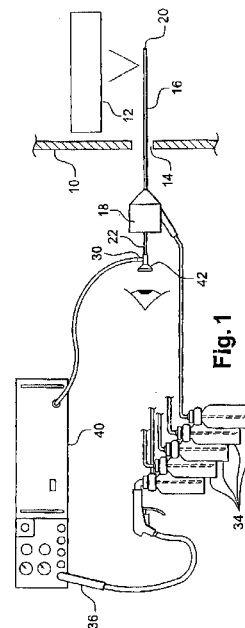
(54) 【発明の名称】 内視鏡検査法によって部品の欠陥を探索して検出するための装置

(57) 【要約】

【課題】 知られている手段の欠点を避けながら、内視鏡検査法と浸透試験の技術を組み合わせた装置を提供する。

【解決手段】 壁の背後に位置する実質的にアクセスできない部品の欠陥を探索して検出するための装置であって、装置は、可視光での照明と観察のための第1の内視鏡を含み、この第1の内視鏡と浸透試験物質を供給して噴霧するためのパイプは、共に部品を検査するために壁のオリフィスを通り抜けできるロッド内に収容されており、装置は、更に第1の内視鏡とロッドとは無関係な、紫外線光で照明して浸透試験物質によって処理された部品の部分を観察するための第2の内視鏡を含むことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

壁の内視鏡オリフィスを通り抜けるための小直径の硬い管状円筒形ロッドと、検査中の部品の一部分に浸透試験物質を堆積するためのロッドに受けられるパイプと、検査中の部品の部分を照明して観察するためのロッド内に受け入れられるライトガイド画像伝送手段とを含む、壁の背後に位置する実質的にアクセスできない部品の欠陥を探索して検出するための装置であって、

ライトガイド画像伝送手段が、可視光で動作する第 1 の内視鏡によって構成され、該第 1 の内視鏡は、ロッド内で軸方向に取り付けられ、かつ空気用と浸透試験物質用のパイプに囲まれ、前記第 1 の内視鏡が、直線状の管を有し、該直線状の管は、可視光ライトガイド手段と画像伝送手段とが内部に平行に取り付けられ、前記装置が、更に、第 1 の内視鏡と浸透試験物質によって処理された部品の部分を観察するための前記ロッドとは無関係な紫外線光で動作する第 2 の内視鏡を含む装置。

10

【請求項 2】

第 1 の内視鏡のライトガイド手段が、管の一端から他端に延びる光ファイバケーブルを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

光ファイバケーブルが、管の軸に対して斜めに向けられ、かつ可視光で照明される部品の近傍に来るように構成された湾曲出口端を有する、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

画像伝送手段が、実質的に管の一端から他端に延びる画像形成対物レンズと画像転送レンズとを含む、光学部品の直線状セットを含む、請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 5】

第 1 の内視鏡の画像伝送手段が、また画像伝送手段の光軸上の管の端部に取り付けられ、かつ前記光軸に対して斜めに向けられた光学反射手段を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

第 1 の内視鏡の画像伝送手段が、また画像伝送手段の光軸上の管の端部に取り付けられ、かつ前記光軸に対して斜めに向けられた光学反射手段を含み、光学反射手段と光ファイバケーブルの湾曲出口端が、隣接しており、かつ部品の同一部分をそれぞれ照明および観察するように方向付けされる、請求項 3 に記載の装置。

30

【請求項 7】

光学反射手段が、直線状セットの光学部品の端部と光ファイバケーブルの湾曲出口端との間に配置される、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

光学反射手段が、プリズムによって形成される、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 9】

光学反射手段が、画像伝送手段の光軸に対して 45° の角度に向けられた反射面を持っており、またケーブルの湾曲出口端が、管の軸に垂直に延びる、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 10】

光ファイバケーブルが、管の壁に沿って延びており、画像伝送手段が、実質的に管の残余部分を占めている、請求項 2 に記載の装置。

40

【請求項 11】

第 1 の内視鏡の周りのロッド内に収容されたパイプが、ロッドの一端から他端に延びる、空気パイプと粉末パイプと液体パイプとを含んでおり、各パイプが、供給手段との接続のための第 1 の端部を持っており、粉末パイプと液体パイプが、照明手段および画像伝送手段と同じ方向で前記ロッドの外側に開いたそれぞれ反対側の端部を持っており、また空気が、第 1 の内視鏡の端部を保護するための空気流を発生させるために、ロッドの端部において軸方向に開いた反対側端部を持っている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

第 1 の内視鏡の管が約 4 mm の直径を持っており、ロッドが約 8 mm の直径を有する、

50

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 3】

紫外線光の第 2 の内視鏡が、前記ロッドの外径と実質的に等しい外径を有する、請求項 1 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、壁の背後に位置していて実質的にアクセスできない部品の欠陥を探索して検出するための内視鏡装置に関する。

【背景技術】

【0002】

壁の反対側に位置する部品の外観を検査するために、内視鏡を用いて、すなわち壁の小さなオリフィスを貫通する小直径の細長い光学機器を用いて、装置あるいは機械の内部部品を検査することは、既に知られている。これは特に、ターボマシンを分解せずに、飛行機のターボジェットあるいはターボプロップといったターボマシンの羽根を検査することを可能にする。

【0003】

それにもかかわらず欠陥を検出する能力は、中でも、内視鏡の光学系の解像力と、照明と、観察中の表面に関する内視鏡の向きと、欠陥の性質とによって制限される。

【0004】

部品の検査時の表面に有機物を堆積することと、紫外線照明下で結果を観察することとにある浸透 (penetration) 試験技術を使用することによって、機械部品の欠陥を探索することも知られている。したがって極めて小さな寸法で通常の照明では目に見えない割れ目や亀裂といった表面の不連続部を、それらの表面不連続部に浸透する蛍光染料を部品上に堆積し、それからその対応する部品表面を洗浄して焼くか、または乾燥し、次に現像剤を堆積して表面不連続部に浸透した蛍光染料を出現させることによって検出することができる。それからこの部品は、ある他の波長例えば可視スペクトルの緑色波長の放射の放出によって応答する蛍光染料を励起する紫外線放射で照明される。

【0005】

この浸透試験技術は、一般に、検査される機械がほぼ完全に分解されることを必要とする。

【0006】

小直径の細長い円筒形のさや (シース) 内に、検査中の部品に近接した機器の端部に向けて紫外線光と可視光とを伝送するための石英管と、部品の被照明ゾーンを観察するためのレンズを含むライトパイプと、検査中の部品に浸透試験物質を供給して噴霧するための 3 本のパイプとからなる単一の機器において、内視鏡と浸透試験の技術とを組み合わせる提案は、すでに文献 US - A - 4, 273, 110 で行われている。部品が可視光と紫外線光で交互に照明されるのを可能にするために、可視光と紫外線光を放射する光源と石英管との間の機器の他端に、可視光を遮断する光学フィルタが取外し可能に取り付けられる。機器のさやの外径は、約 9 ミリメートル (mm) の直径を有する内視鏡オリフィスを通り抜けられるように十分に小さい。

【0007】

この従来技術の機器は、幾つかの欠点を呈する。

【0008】

紫外線光での部品の照明は、サイズと光吸収の点から、過度に不利な反射鏡の使用を避けるために、軸方向の出口を介して行われる。噴霧パイプの出口は、照明用と観察手段用の出口のように必ず軸方向であり、それによって機器の使用を大幅に制約している。更に、機器が紫外線照明で使用されるときに、浸透試験物質によって放出される光のほんの小部分だけを捕捉できるように、石英管と浸透試験物質を供給して噴霧するためのパイプとの設置を可能にするために、上述のパイプはさやの内部に十分な空間を残しておくことなく

10

20

30

40

50

はならないので、観察用ライトパイプの部分は極めて小さくなり、したがってこの機器は、観察が高い信頼度で行われるようにできない。

【特許文献1】米国特許第4273110号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の特定の目的は、この問題への単純で、満足な、かつ費用のかからない解決方法を提供することである。

【0010】

本発明は、知られている手段の欠点を避けながら、内視鏡検査法と浸透試験の技術とを組み合わせた装置の提供を探求する。 10

【課題を解決するための手段】

【0011】

このために本発明は、壁の内視鏡オリフィスを通り抜けるための小直径の硬い管状円筒形ロッドと、検査中の部品的一部分に浸透試験物質を堆積するためのロッドに受けられるパイプと、検査中の部品の部分を照明して観察するためのロッド内に受け入れられるライトガイド画像伝送手段とを含む、壁の背後に位置する実質的にアクセスできない（到達しがたい）部品の欠陥を探索して検出するための装置であって、ライトガイド画像伝送手段は、可視光で動作する第1の内視鏡によって構成され、この第1の内視鏡は、ロッド内で軸方向に取り付けられ、かつ空気用と浸透試験物質用のパイプに囲まれ、第1の内視鏡は、直線状の管を有し、この直線状の管は、可視光ライトガイド手段と画像伝送手段とが内部に平行に取り付けられ、装置は、更に、第1の内視鏡と浸透試験物質によって処理された部品の部分を観察するための前記ロッドとは無関係な紫外線光で動作する第2の内視鏡を含む装置を提供する。 20

【0012】

本発明の装置では、円筒形ロッド内の浸透試験物質用のパイプと一緒に収容されるのは、可視光内視鏡であり、この可視光内視鏡は、試験物質が噴霧された部品の部分の可視光での観察のためにのみ使用される。それから、これらの物質の効果は、内視鏡オリフィスを通り抜けられるように十分に小さい寸法の管に収容される、試験物質を供給するためのパイプの存在のために、狭められたその断面によって、その光学性能が制約されない第2の内視鏡を用いて観察される。 30

【0013】

試験物質が適切に堆積されることを保証するためには、可視光で処理される部品の部分を照明すれば十分であり、また第2の内視鏡を用いて紫外線光で部品の部分を照明することは、試験物質の効果を確認を観察することを可能にし、それによって検査中の部品の欠陥の検出を最適化する。

【0014】

本発明のもう一つの特性によれば、第1の内視鏡のライトガイド手段は、管の一端から他端に延びる光ファイバケーブルを含み、このケーブルは、湾曲出口端を有し、この湾曲出口端は、管の軸に対して斜めに向けられ、また検査される部品の部分の近傍に来るようにされる。 40

【0015】

したがって照明出口は、軸方向ではなく、例えば管の軸に垂直であり、したがってロッドをその軸を中心に回転させ、またその軸に沿ってこのロッドを並進させると、部品の大きな面積を照明して観察することが可能になる。

【0016】

第1の内視鏡の画像伝送手段は、画像形成対物レンズと画像転送レンズとを含む光学部品の直線状セットを含んでおり、このセットは、管の一端から他端に延びており、また光学反射手段を含み、この光学反射手段は、その光軸上の部品の前記セットの端部に取り付けられ、前記光軸に対して斜めに向けられる。

【0017】

これらの光学反射手段と照明ケーブルの湾曲出口端は、互いに近接しており、部品の同一部分を照明および観察するように対応する方法で方向付けされている。

【0018】

好適には光学反射手段は、プリズムによって形成される。

【0019】

このプリズムの反射面は、有利には、画像伝送手段の光軸に対して45°の角度に向けられ、また照明ケーブルの湾曲端は、管の軸に垂直に延びる。

【0020】

第1の内視鏡の周りのロッド内に收容されたパイプは、ロッドの一端から他端に延びる、空気パイプと粉末パイプと液体パイプとを含んでおり、各パイプは、供給手段との接続のための第1の端部を持っている。粉末パイプと液体パイプの第2の端部は、第1の内視鏡の照明手段および画像伝送手段と同じ方向で、ロッドの対応する端部に開いており、これに対して空気パイプの第2の端部は、第1の内視鏡を保護し、かつ粉末と液体がその端部に堆積するのを防止するために、ロッドの端部において軸方向に開いている。

【0021】

本発明のある特定の実施形態では、第1の内視鏡の管は、約4mmの直径を持っており、ロッドは約8mmの直径を有する。

【0022】

紫外線光で照明するための第2の内視鏡は、ロッドの外径と実質的に等しい外径を持つことができ、このようにして、紫外線光の照明と部品の欠陥の観察との点から見て良好な性能を保証している。

【0023】

付属の図面を参照し、例として行われる下記の説明を読めば、本発明は更によく理解され、本発明の他の特徴と詳細と利点は、より明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

図1で参照符号10は、ターボマシンのロータブレード(回転羽根)といった検査のための部品12が背後に存在するターボマシンケーシングといった壁を示す。

【0025】

壁10は、可視光で照明して浸透試験物質を噴霧するためのロッド16を挿入することを可能にする、小サイズ(典型的には9mmの直径を有する)内視鏡オリフィス14を含み、このロッドの一端は、浸透試験物質と圧縮空気とを供給するための手段に接続するためのブロック18を備えており、その他端20は、検査のために部品12の表面に相対して配置されるように構成されている。

【0026】

ロッド16は、図3および図4により詳細に示されている。このロッドは、例えば金属製の硬い管状の円筒であり、また可視光で照明して観察するための第1の内視鏡22と、検査すべき部品12の表面に粉末を供給して噴霧するためのパイプ24と、圧縮空気を供給するためのパイプ26と、順次にアセトンと浸透剤と乳化剤と水とであり得る液体を供給して噴霧するためのパイプ28とを收容している。第1の内視鏡22とパイプ24、26、28は、ロッドの一端から他端へロッド16内で長手方向に延びており、この内視鏡は、ロッド16の軸上に配置されており、パイプ24、26、28は、この内視鏡の周りに配置されている。

【0027】

図1および図3に略図的に示すように、第1の内視鏡22は、可視光の光源に接続するための第1の端部30と、以下により詳細に説明される、ロッド16の端部20に開いている第2の端部とを有する。

【0028】

浸透試験物質を供給するためのパイプ24、28は、それ自身が圧縮空気供給手段36

に接続された浸透試験物質を収容するタンク 34 に接続するための第 1 の端部 32 と、前記ロッドの軸に垂直にロッド 16 の端部 20 に開いている第 2 の端部 38 とを持っている。

【0029】

圧縮空気供給手段と可視光および赤外線光の光源は好適には、それ自身が電力供給手段と圧縮空気供給手段とを含む供給モジュール 40 に互いにグループ化される。

【0030】

第 1 の内視鏡 22 の端部 30 は、ロッド 16 の端部 20 に面している検査中の部品 12 の表面を、観察者が直接観察できるようにするアイピース 42 を含む。

【0031】

内視鏡 22 は、図 5 により詳細に示されており、これは本質的に、内視鏡の一端から他端に可視光をガイドするための光ファイバケーブル 46 を内部に配置した、例えば金属製の硬い円筒形管 44 を含んでおり、ケーブル 46 は、供給モジュール 40 に設けられた可視光源に接続するための第 1 の端部と、光を送達し、かつアイピース 42 を備えた端部から遠く離れた内視鏡の端部で、例えば管 44 の軸に垂直に延びている第 2 の端部 48 とを持っている。画像伝送手段 50 も、また管 44 の内部に配置され、その内部で一端から他端に長手方向に延びており、前記画像伝送手段 50 は、特に、1 個の画像形成対物レンズ 52 と 1 個以上の転送レンズ 54 とを含む光学部品の直線状組立物によって構成される。反射手段 56 が、前記レンズとライトガイド手段 46 の第 2 の端部 48 との間で対物レンズ 52 に近い管 44 に配置されており、この光学反射手段 56 は、プリズムによって形成され、このプリズムは、画像伝送手段 50 の光軸上に配置され、例えば前記光軸に垂直でかつライトガイド 46 の端部 48 が延びる方向に平行な方向で観察するために、前記光軸に対して 45° の角度に傾斜した反射面を有する。

10

20

【0032】

図 5 で明らかに見られるように、ライトガイド 46 は、管 44 の壁に沿って延びており、画像伝送手段 50 は、実質的に管の残りの部分すべてを占め、それによって、観察を改善するために画像伝送手段 50 のためにできるだけ大きな断面を使用できるようにしている。

【0033】

ここで例として与えられる特定の実施形態では、硬い管 44 は、約 4 mm の外径と約 40 センチメートル (cm) の長さを持っている。これは、その軸に対して 90° に狙いを定めて 55° の視野を持つように構成されている。

30

【0034】

本発明の装置は、図 2 に概略図的に示す第 2 の内視鏡 60 を含み、この第 2 の内視鏡は、ロッド 16 と第 1 の内視鏡 22 とには無関係であり、いったん部品 12 の表面が浸透試験物質で処理されたときに、部品 12 の表面を観察するために、壁 10 の内視鏡オリフィス 14 を通して挿入されるように構成されている。

【0035】

この内視鏡 60 は、第 1 の端部を持ち、該第 1 の端部は、アイピース 62 と紫外線光源への接続のための手段 64 とを備え、供給モジュール 40 の一部を形成し、内視鏡 60 は、さらに部品 20 の処理済み表面を紫外線光で照明してそれを観察するための内視鏡の軸に垂直な光出口を有する第 2 の端部 66 を持っている。

40

【0036】

この内視鏡 60 は、従来のタイプでよいが、好適には本出願人の名義による他の特許出願に記載されたタイプである。この内視鏡 60 はそれ自身で使用されるので、ロッド 16 内の第 1 の内視鏡 22 と一緒に、またはその代わりに使用される場合に可能である寸法より大きな横方向寸法を持つことができ、これは一般に、部品 12 の表面を紫外線光でよりよく照明して、浸透試験の結果をよりよく観察することが可能であることを意味する。

【0037】

本発明の装置は、次のように使用される。

50

【0038】

最初に、壁10のオリフィス14を通してロッド16が挿入され、その端部20は軸方向に並進移動され、また検査すべき部品12の表面に向き合うように軸の周りに回転させられて動かされる。

【0039】

部品12の見かけの欠陥が、ひび割れや亀裂といった真の欠陥であるかどうかを検証するために、部品12の対応する部分に連続して浸透試験物質が噴霧される。これらの物質は、表面不連続部に浸透する蛍光液と、洗浄液と、不連続部が極めて小さな寸法である場合でも、表面不連続部に浸透した浸透物質の存在を明らかにするための現像剤粉末とを含む。

10

【0040】

部品12の検査と部品への浸透試験物質の噴霧の観察は、第1の内視鏡のライトガイド46の角度付き端部12を出る光束によって照明される部品12の表面で、可視光を使用して行われるが、この光は、部品の表面によって反射および/または後方散乱され、この光を画像伝送手段50の軸に沿って第1の内視鏡の他端に取り付けられたアイピース42に返すミラー56によって捕捉される。

【0041】

それからロッド16は、内視鏡オリフィス14から引っ込められ、こんどは供給モジュール40内の紫外線光源に接続された第2の内視鏡60が、オリフィス14を通して挿入され、その端部66が、部品12の処理済み表面に面するようにされる。部品12の処理済み表面を紫外線光で照明することは、暗所ではっきりと見ることができ、かつユーザがアイピース62で観察できる、例えば緑色で蛍光発光することによって、励起に応答する浸透物質によって、表面不連続部に浸透して現像剤に拡散した浸透試験物質を励起する。

20

【0042】

一般に、紫外線光による照明と可視光による照明との本発明による分離は、両照明動作の性能を改善し、対応する結果の観察を改善することを可能にする。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】可視光で照明して検査すべき部品に浸透試験物質を堆積するための本発明の装置の概略図である。

30

【図2】検査中の部品を紫外線光で照明するための第2の内視鏡の概略図である。

【図3】可視光で照明して浸透試験物質を堆積するためのロッドの概略平面図である。

【図4】可視光で照明して浸透試験物質を堆積するためのロッドの概略平面図である。

【図5】本ロッドに使用される可視光内視鏡の概略軸方向断面図である。

【符号の説明】

【0044】

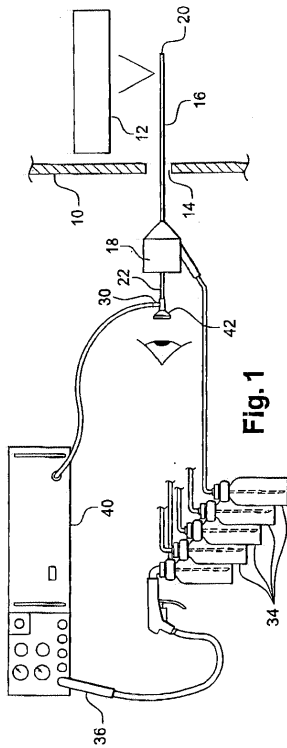
- 10 壁
- 12 部品
- 14 オリフィス
- 16 ロッド
- 18 ブロック
- 20 端部
- 22 第1の内視鏡
- 24、26、28 パイプ
- 30、32 第1の端部
- 34 タンク
- 36 圧縮空気供給手段
- 38、48、66 第2の端部
- 40 供給モジュール
- 42、62 アイピース

40

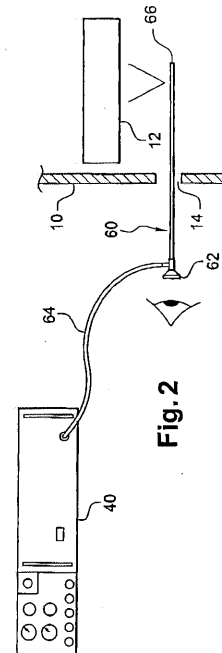
50

- 4 4 硬い円筒形の管
- 4 6 光ファイバケーブル（ライトガイド手段）
- 5 0 画像伝送手段
- 5 2 画像形成対物レンズ
- 5 4 転送レンズ
- 5 6 光学反射手段
- 6 0 第 2 の内視鏡
- 6 4 接続手段

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

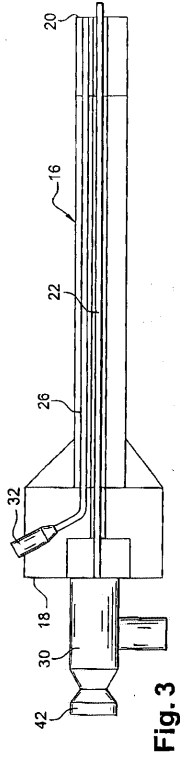


Fig. 3

【 図 4 】

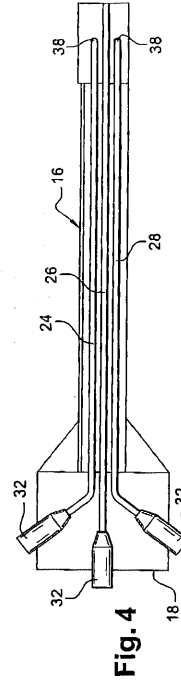


Fig. 4

【 図 5 】

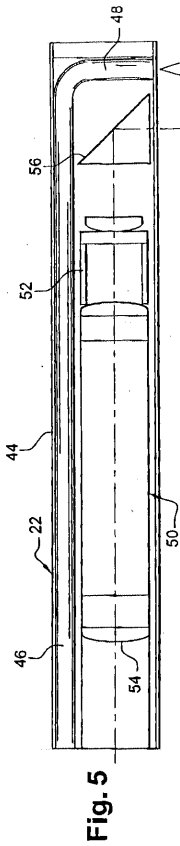


Fig. 5

フロントページの続き

(74)代理人 100114188

弁理士 小野 誠

(74)代理人 100103920

弁理士 大崎 勝真

(74)代理人 100124855

弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 イザベル・ボナング

フランス国、9 1 4 5 0・ソワジー・シユール・セヌ、スクワール・デ・ベルデイエ・9

(72)発明者 ジヨン・ルケレツク

フランス国、7 7 0 0 0・ポー・ル・ブニル、リュ・デ・メゼ・3 4・ピス

(72)発明者 ジャン・クロード・ルモワル

フランス国、7 7 8 5 0・ラ・プロツス・エリシー、リュ・ドユ・テロワール・2 7

(72)発明者 ミシエル・バセラ

フランス国、9 1 7 0 0・ピリエ・シユール・オルジュ、アブニユ・サルバドール・アランド・6
9

Fターム(参考) 2H040 AA01 CA02 CA04 CA07 CA09 CA11 CA22 CA24 CA28 DA02

DA12 DA17 DA18 DA57 FA02 FA08

4C061 AA29 CC04 CC06 DD01 FF40 FF46 FF47 QQ04 QQ07

【外国語明細書】

Specification

Title of Invention

APPARATUS FOR SEARCHING FOR AND DETECTING DEFECTS IN PARTS BY ENDOSCOPY

The invention relates to endoscopic apparatus for searching for and detecting defects in parts that are substantially inaccessible, being located behind a wall.

BACKGROUND OF THE INVENTION

It is already known to inspect internal components of equipment or a machine by means of an endoscope, i.e. an elongate optical instrument of small diameter that is passed through a small orifice in a wall in order to examine the appearance of components that are located on the other side of the wall. This makes it possible in particular to inspect the blades of a turbomachine such as an airplane turbojet or turboprop, without dismantling the turbomachine.

Nevertheless, the ability to detect defects is limited by the resolution of the optical system of the endoscope, by the illumination, by the orientation of the endoscope relative to the surface under observation, and by the nature of the defects, amongst other things.

It is also known to seek defects on machine components by using a penetration test technique, which consists in depositing organic substances on the surface under examination of a component and in observing the results under ultraviolet illumination. It is thus possible to detect surface discontinuities such as cracks or fissures that are of very small dimensions, and that are invisible under normal illumination, by depositing a fluorescent dye on the component, which dye penetrates into the surface discontinuities, and then by washing and baking or drying the corresponding surface of the component, and subsequently depositing a developer to reveal the fluorescent dye that has infiltrated into the surface discontinuities. The component is then illuminated in ultraviolet radiation which excites the fluorescent dye, which responds by emitting radiation at

some other wavelength, for example of a green color in the visible spectrum.

This penetration test technique generally requires the machine under examination to be disassembled more or less completely.

Proposals have already been made, in document US-A-4 273 110, to combine the techniques of endoscopy and of penetration testing in a single instrument which comprises, in an elongate cylindrical sheath of small diameter, a quartz tube for transmitting ultraviolet light and visible light towards an end of the instrument that is close to the component under examination, a light pipe containing lenses to observe an illuminated zone of the component, and three pipes for feeding and spraying penetration test substances onto the component under examination. An optical filter that stops visible light is removably mounted at the other end of the instrument between the quartz tube and a light source that emits in the visible and in the ultraviolet, so as to enable the component to be illuminated alternately in visible light and in ultraviolet light. The outside diameter of the sheath of the instrument is small enough to enable it to pass through an endoscope orifice having a diameter of about 9 millimeters (mm).

That prior art instrument presents several drawbacks:

The illumination of the component in ultraviolet light takes place via an axial outlet in order to avoid using reflecting mirrors which are excessively penalizing in terms of size and light absorption. The outlets of the spray pipes are necessarily axial, as are the outlets for illumination and for the observation means, thereby greatly restricting the use of the instrument. In addition, the section of the observation light pipe is very small, since said pipe must leave sufficient space inside the sheath to enable the quartz tube and the pipes for feeding and spraying penetration test substances to

be installed, such that when the instrument is used with ultraviolet illumination, it can pick up only a small fraction of the light emitted by the penetration test substances, and therefore does not enable observation to be performed reliably.

OBJECTS AND SUMMARY OF THE INVENTION

A particular object of the invention is to provide a solution to this problem which is simple, satisfactory, and inexpensive.

The invention seeks to provide apparatus combining the techniques of endoscopy and penetration testing, while avoiding the drawbacks of known means.

To this end, the invention provides apparatus for searching for and detecting defects on parts that are substantially inaccessible, being located behind a wall, the apparatus comprising a rigid tubular cylindrical rod of small diameter for passing through an endoscope orifice in the wall, pipes received in the rod for depositing penetration test substances on a portion of the part under examination, and light guide and image transmission means received in the rod to illuminate and observe said portion of the part under examination, wherein the light guide and image transmission means are constituted by a first endoscope that operates with visible light mounted axially in the rod and surrounded by pipes for air and penetration test substances, said endoscope having a tube that is rectilinear in which the visible light guide means and the image transmission means are mounted in parallel, and wherein the apparatus further comprises a second endoscope that operates with ultraviolet light, independent of the first endoscope and of the above-mentioned rod for observing the portions of the part that has been treated by the penetration test substances.

In the apparatus of the invention, it is the visible light endoscope that is housed together with the pipes for penetration test substances in the cylindrical rod,

which is used solely for observation in visible light of the portion of the part onto which the test substances have been sprayed. The effects of these substances are then observed by means of the second endoscope whose optical performance is not restricted by its cross-section being reduced because of the presence of pipes for feeding test substances being housed in a tube of dimensions that are small enough to allow it to be passed through an endoscope orifice.

Illuminating the portion of the part that is to be treated in visible light suffices to ensure that the test substances are properly deposited, and illuminating said portion of the part in ultraviolet light by means of the second endoscope makes it possible to observe clearly the effects of the test substances, thereby optimizing detection of defects in the parts under examination.

According to another characteristic of the invention, the light guide means of the first endoscope comprise an optical fiber cable extending from one end to the other of the tube, the cable having a bent outlet end that is oriented obliquely relative to the axis of the tube and that is for bringing into the vicinity of a portion of a part that is to be examined.

The illumination outlet is thus not axial, but is perpendicular to the axis of the tube, for example, so turning the rod about its own axis, and moving said rod in translation along its axis makes it possible to illuminate and observe large areas of the parts.

The image transmission means of the first endoscope comprise a rectilinear set of optical components, comprising an image-forming objective lens and image-transferring lenses, said set extending from one end of the tube to the other and also comprising light reflector means mounted at the end of said set of components on its optical axis and oriented obliquely relative to said optical axis.

These optical reflector means and the bent outlet end of the illuminating cable are close together and are oriented in corresponding manner so as to illuminate and observe the same portion of the part.

Preferably, the optical reflector means are formed by a prism.

The reflecting face of the prism is advantageously oriented at 45° relative to the optical axis of the image transmission means and the bent end of illuminating cable extends perpendicularly to the axis of the tube.

The pipes which are received in the rod around the first endoscope comprise an air pipe, a powder pipe, and a liquid pipe, extending from one end of the rod to the other, and each having a first end for connection to feed means. The second ends of the powder and liquid pipes open out at the corresponding end of the rod in the same direction as the illuminating means and the image transmission means of the first endoscope, whereas the second end of the air pipe opens out axially at the end of the rod in order to protect the first endoscope and prevent powder and liquid becoming deposited on its end.

In a particular embodiment of the invention, the tube of the first endoscope has a diameter of about 4 millimeters (mm) and the rod has a diameter of about 8 mm.

The second endoscope for illuminating in ultraviolet light can have an outside diameter that is substantially equal to that of the above-mentioned rod, thus ensuring good performance in terms of illumination in ultraviolet light and observation of defects in the part.

The invention will be better understood and other characteristics, details, and advantages thereof will appear more clearly on reading the following description made by way of example with reference to the accompanying drawings.

In Figure 1, reference 10 designates a wall such as a turbomachine casing behind which there are parts 12 for examination such as the rotor blades of the turbomachine.

The wall 10 includes an endoscope orifice 14 of small size (typically having a diameter of 9 mm), through which it is possible to insert a rod 16 for illuminating with visible light and for spraying penetration test substances, one end of the rod being provided with a block 18 for connection to means for supplying penetration test substances and compressed air, and its other end 20 being designed to be brought up to face a surface of the part 12 for examination.

The rod 16 is shown in greater detail in Figures 3 and 4. The rod is a rigid tubular cylinder, e.g. made of metal, and contains a first endoscope 22 for illuminating and observing in visible light, a pipe 24 for feeding and spraying a powder on the surface of the part 12 to be examined, a pipe 26 for feeding compressed air, and a pipe 28 for feeding and spraying a liquid which may be in succession acetone, a penetrating agent, an emulsifier, and water. The first endoscope 22 and the pipes 24, 26, and 28 extend longitudinally in the rod 16 from one end thereof to the other, the endoscope lying on the axis of

the rod 16 and the pipes 24, 26, and 28 being disposed around the endoscope.

As shown diagrammatically in Figures 1 and 3, the first endoscope 22 has a first end 30 for connection to a source of visible light and a second end which is described in greater detail below and which opens out at the end 20 of the rod 16.

The pipes 24 and 28 for feeding penetration test substances have first ends 32 for connection to tanks 34 containing the substances, themselves connected to a compressed air feed 36, and having second ends 38 which open out at the end 20 of the rod 16 perpendicularly to the axis of said rod.

The compressed air feed means and the sources of visible and ultraviolet light are preferably grouped together in a feed module 40, itself including electrical power supply means and compressed air supply means.

The end 30 of the first endoscope 22 includes an eyepiece 42 enabling an observer to view directly the surface of the part 12 under examination facing the end 20 of the rod.

The endoscope 22 is shown in greater detail in Figure 5, and it essentially comprises a rigid cylindrical tube 44, e.g. made of metal having disposed therein an optical fiber cable 46 for guiding visible light from one end of the endoscope to the other, the cable 46 having a first end for connection to the visible light source provided in the feed module 40, and a second end 48 through which light is delivered and extending for example perpendicularly to the axis of the tube 44 at the end of the endoscope that is remote from the end fitted with the eyepiece 42. Image transmission means 50 are also disposed inside the tube 44 and extend therein longitudinally from one end to the other, said image transmission means 50 being constituted by a rectilinear assembly of optical components comprising, in particular: an image-forming objective lens 52 and one or more

transfer lenses 54. Reflector means 56 are placed in the tube 44 close to the objective lens 52, between said lens and the second end 48 of the light guide means 46, the optical reflector means 56 being formed by a prism which is placed on the optical axis of the image transmission means 50 and which has a reflecting face inclined at 45° relative to said axis, for example, in order to observe in a direction that is perpendicular to said optical axis and parallel to the direction in which the end 48 of the light guide 46 extends.

As can be seen clearly in Figure 5, the light guide 46 extends along the wall of the tube 44, and the image transmission means 50 occupy practically all of the remainder of the tube, thus making it possible to use a section that is as large as possible for the image transmission means 50 in order to improve observation.

In a particular embodiment, given herein by way of example, the rigid tube 44 has an outside diameter of about 4 mm and a length of about 40 centimeters (cm). It is designed to aim at 90° relative to its axis and to have a field of observation of 55° .

The apparatus of the invention comprises a second endoscope 60 shown diagrammatically in Figure 2, which second endoscope is independent from the rod 16 and the first endoscope 22 and is designed to be inserted through the endoscope orifice 14 in the wall 10 in order to observe the surface of the part 12 once it has been treated with the penetration test substances.

This endoscope 60 has a first end provided with an eyepiece 62 and means 64 for connection to a source of ultraviolet light and forming part of the feed module 40, and a second end 66 having a light outlet perpendicular to the axis of the endoscope for illuminating the treated surface of the part 20 in ultraviolet light and for observing it.

This endoscope 60 may be of conventional type, or preferably it is of the type described in another patent

application in the name of the Applicant. Since this endoscope 60 is used on its own, it may have transverse dimensions that are larger than would be possible if it were used together with or instead of the first endoscope 22 in the rod 16, which in general means that it is possible to illuminate the surface of the part 12 better in ultraviolet light and to observe the results of the penetration test better.

The apparatus of the invention is used as follows:

Initially, the rod 16 is inserted through the orifice 14 in the wall 10 and its end 20 is moved in axial translation and by being turned about said axis, facing the surface of a part 12 to be examined.

In order to verify whether an apparent defect of the part 12 is or is not a real defect such as a crack or a fissure, penetration test substances are sprayed in succession onto the corresponding portion of the part 12, these substances including a fluorescent liquid which penetrates into surface discontinuities; a washing liquid, and a developer powder for revealing the presence of the penetrating substance that has infiltrated into a surface discontinuity, even if the discontinuity is of very small dimensions.

Examination of the part 12 and observation of the spraying of penetration test substances onto said part are performed using visible light, with the surface of the part 12 being illuminated by the light flux leaving the angled end 48 of the light guide 46 of the first endoscope, this light being reflected and/or backscattered by the surface of the part and being picked up by the mirror 56 which returns it along the axis of the image transmission means 50 to the eyepiece 42 mounted at the other end of the first endoscope.

The rod 16 is then withdrawn from the endoscope orifice 14 and the second endoscope 60 connected to the source of ultraviolet light in the feed module 40 is inserted in turn through the orifice 14 and its end 66 is

brought to face the treated surface of the part 12. Illuminating the treated surface of the part 12 in ultraviolet light causes the penetration test substance that has infiltrated into a surface discontinuity and which diffused into the developer to be excited, with the penetrating substance responding to said excitation by fluorescing, e.g. with a green color, which can clearly be seen in the dark and which the user can observe by means of the eyepiece 62.

In general, the separation in accordance with the invention of illumination with ultraviolet light and illumination with visible light makes it possible to improve the performance of both illumination operations and to improve observation of the corresponding results.

Brief Description of Drawings

· Figure 1 is a diagrammatic view of the apparatus of the invention for illuminating with visible light and depositing penetration test substances onto the part to be examined.

· Figure 2 is a diagrammatic view of the second endoscope for illuminating the part under examination in ultraviolet light.

· Figures 3 and 4 are diagrammatic plan views of the rod for illuminating in visible light and for depositing penetration test substances.

· Figure 5 is a diagrammatic axial section view of the visible light endoscope used in this rod.

Claims

1. Apparatus for searching for and detecting defects on parts that are substantially inaccessible, being located behind a wall, the apparatus comprising a rigid tubular cylindrical rod of small diameter for passing through an endoscope orifice in the wall, pipes received in the rod for depositing penetration test substances on a portion of the part under examination, and light guide and image transmission means received in the rod to illuminate and observe said portion of the part under examination, wherein the light guide and image transmission means are constituted by a first endoscope that operates with visible light mounted axially in the rod and surrounded by pipes for air and penetration test substances, said endoscope having a tube that is rectilinear in which the visible light guide means and the image transmission means are mounted in parallel, and wherein the apparatus further comprises a second endoscope that operates with ultraviolet light, independent of the first endoscope and of the above-mentioned rod for observing the portions of the part that has been treated by the penetration test substances.

2. Apparatus according to claim 1, wherein the light guide means of the first endoscope comprise an optical fiber cable extending from one end to the other of the tube.

3. Apparatus according to claim 2, wherein the optical fiber cable has a bent outlet end oriented obliquely relative to the axis of the tube and designed to be brought into the vicinity of a portion of the part that is to be illuminated in visible light.

4. Apparatus according to claim 1, wherein the image transmission means comprise a rectilinear step of optical components comprising an image-forming objective lens and

image-transferring lenses extending substantially from one end to the other of the tube.

5. Apparatus according to claim 1, wherein the image transmission means of the first endoscope also comprise optical reflector means mounted at the end of the tube on the optical axis of the image transmission means and oriented obliquely relative to said optical axis.

6. Apparatus according to claim 3, wherein the image transmission means of the first endoscope also comprise optical reflector means mounted at the end of the tube on the optical axis of the image transmission means and oriented obliquely relative to said optical axis, and wherein the optical reflector means and the bent outlet end of the optical fiber cable are adjacent and are oriented so as to illuminate and observe respectively the same portion of the part.

7. Apparatus according to claim 6, wherein the optical reflector means are situated between the end of the rectilinear set of optical components and the bent outlet end of the optical fiber cable.

8. Apparatus according to claim 5, wherein the optical reflector means are formed by a prism.

9. Apparatus according to claim 5, wherein the optical reflector means have a reflecting surface oriented at 45° relative to the optical axis of the image transmission means and the bent outlet end of the cable extends perpendicularly to the axis of the tube.

10. Apparatus according to claim 2, wherein the optical fiber cable extends along the wall of the tube and the image transmission means occupy substantially the remainder of the tube.

11. Apparatus according to claim 1, wherein the pipes housed inside the rod around the first endoscope comprise an air pipe, a powder pipe, and a liquid pipe, extending from one end to the other of said rod and each having a first end for connection to feed means, the powder and liquid pipes having respective opposite ends that open to the outside of the rod in the same direction as the illuminating means and the image transmission means, and the air pipe having an opposite end opening out axially at the end of the rod to generate a flow of air for protecting the end of the first endoscope.

12. Apparatus according to claim 1, wherein the tube of the first endoscope has a diameter of about 4 mm, and the above-mentioned rod has a diameter of about 8 mm.

13. Apparatus according to claim 1, wherein the ultraviolet light, second endoscope has an outside diameter that is substantially equal to that of the above-mentioned rod.

1. Abstract

Apparatus for searching for and detecting defects on parts that are substantially inaccessible, being located behind a wall, the apparatus comprising a first endoscope for illumination in visible light and for observation, the first endoscope and pipes for feeding and spraying penetration test substances being housed together in a rod which can be passed through an orifice in the wall in order to examine a part, the apparatus further comprising a second endoscope independent of the first endoscope and the rod for illuminating in ultraviolet light and for observing the portion of the part that has been treated by the penetration test substances.

2. Representative Drawing

Fig. 1

Fig. 1

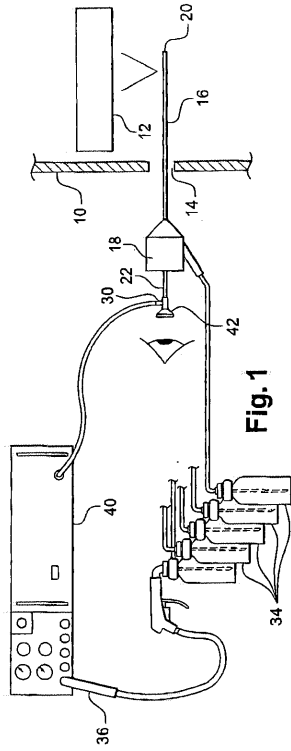


Fig. 1

Fig. 2

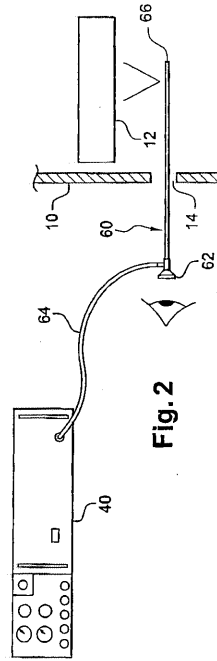


Fig. 2

Fig. 3

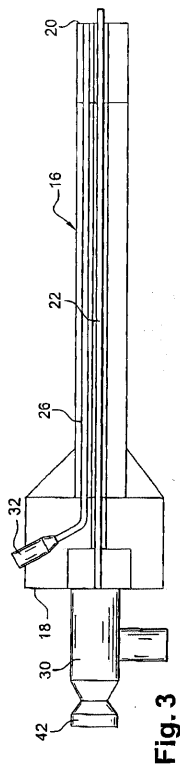


Fig. 3

Fig. 4

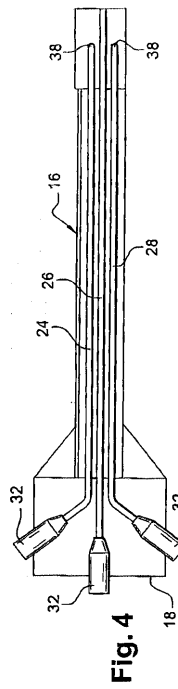


Fig. 4

Fig. 5

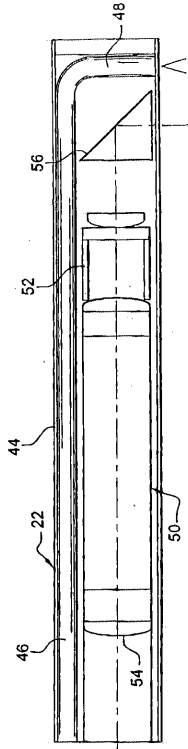


Fig. 5

专利名称(译)	用于通过内窥镜检查 and 检测部件缺陷的装置		
公开(公告)号	JP2005031665A	公开(公告)日	2005-02-03
申请号	JP2004195442	申请日	2004-07-01
[标]申请(专利权)人(译)	斯内克马莫托尔斯公司 申熊Serubisu		
申请(专利权)人(译)	斯奈克玛公司 - Motouru 斯奈克玛公司 - Serubisu		
[标]发明人	イザベルボナング ジヨナルケレツク ジャンクロードルモワル ミシエルバセラ		
发明人	イザベル・ボナング ジヨナルケレツク ジャンクロードルモワル ミシエル・バセラ		
IPC分类号	G02B23/26 A61B1/00 G01N21/91 G02B23/00 G02B23/24		
CPC分类号	G01N21/91 G02B23/2469		
FI分类号	G02B23/26.B A61B1/00.300.D A61B1/00.511 A61B1/00.550		
F-TERM分类号	2H040/AA01 2H040/CA02 2H040/CA04 2H040/CA07 2H040/CA09 2H040/CA11 2H040/CA22 2H040/CA24 2H040/CA28 2H040/DA02 2H040/DA12 2H040/DA17 2H040/DA18 2H040/DA57 2H040/FA02 2H040/FA08 4C061/AA29 4C061/CC04 4C061/CC06 4C061/DD01 4C061/FF40 4C061/FF46 4C061/FF47 4C061/QQ04 4C061/QQ07 4C161/AA29 4C161/CC04 4C161/CC06 4C161/DD01 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/FF47 4C161/QQ04 4C161/QQ07		
代理人(译)	小野 诚 Masarushin大崎		
优先权	2003008156 2003-07-04 FR		
其他公开文献	JP4060293B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种结合了内窥镜检查技术和穿透测试技术的设备，同时避免了已知方法的缺点。一种用于搜索和检测位于墙后的基本不可接近的部件中的缺陷的设备，该设备包括用于用可见光照射和观察的第一内窥镜。第一内窥镜和用于供应和雾化渗透测试物质的管都被容纳在杆中，该杆可以穿过壁中的孔以检查零件，并且该装置还包括其特征在于，其包括独立于第一内窥镜和杆的第二内窥镜，用于通过用UV光照射来观察已经用渗透测试物质处理过的部分的一部分。 [选型图]图1

