

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4923209号
(P4923209)

(45) 発行日 平成24年4月25日(2012.4.25)

(24) 登録日 平成24年2月17日(2012.2.17)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 N 21/954 (2006.01)

GO 1 N 21/954

A

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2006-143193 (P2006-143193)	(73) 特許権者	390014661 キリンテクノシステム株式会社
(22) 出願日	平成18年5月23日(2006.5.23)		神奈川県川崎市川崎区大川町10番10号
(65) 公開番号	特開2007-315806 (P2007-315806A)	(74) 代理人	100099645
(43) 公開日	平成19年12月6日(2007.12.6)		弁理士 山本 晃司
審査請求日	平成21年5月15日(2009.5.15)	(74) 代理人	100104499
			弁理士 岸本 達人
		(72) 発明者	深水 裕紀子
			神奈川県横浜市鶴見区生麦1丁目17番1号 株式会社キリンテクノシステム内
		(72) 発明者	森 秀夫
			神奈川県横浜市鶴見区生麦1丁目17番1号 株式会社K T S オプティクス内
		審査官	田邊 英治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

検査光を射出する光源と、被検査物たる円筒体の内部に挿入されて、前記円筒体に対して軸線回りに回転しかつ前記軸線方向に移動しながら、前記光源から射出された検査光を前記円筒体の内周面に投光しつつその反射光を受光する検査ヘッドと、前記検査ヘッドが受光した反射光の強度に応じた信号を出力する光電変換手段と、を有し、前記光電変換手段が出力した信号に基づいて前記内周面に対応した二次元画像を生成する表面検査装置において、

前記光電変換手段が出力した信号から、前記軸線と前記円筒体の中心線とのずれに起因した反射光の強度の揺らぎに対応する周波数成分を抽出する信号処理手段と、前記被検査物に欠陥がない場合の基準値と前記信号処理手段が抽出した周波数成分との差分に応じて前記光源から射出される検査光の強度が変化するように前記光源を制御する光源制御手段と、を更に備えることを特徴とする表面検査装置。

【請求項2】

前記光源制御手段は、前記基準値と前記周波数成分との差分が大きい場合は小さい場合に比べて前記光源から射出される検査光の強度が高くなるように前記光源を制御することを特徴とする請求項1に記載の表面検査装置。

【請求項3】

前記信号処理手段は、前記揺らぎに対応する周波数成分を含み、かつ前記内周面の欠陥に対応する周波数成分を含まない範囲の周波数成分を抽出するように構成されていること

を特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の表面検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検査物たる円筒体の内周面に存在する異物、傷等の欠陥を検査する表面検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば内燃機関のシリンダライナやシリンダボア等の円筒体の内周面を検査する表面検査装置として、その内周面に検査光を投光し、かつ内周面からの反射光を受け入れるように構成した棒状の検査ヘッドを円筒体の内部に挿入し、その上で検査ヘッドを長手方向に延びる軸線回りに回転させつつ円筒体に対して相対的に軸線方向に進退させることにより、内周面を検査できるようにしたものがあ（例えば、特許文献 1 参照）。このような検査装置は、反射光の強度に基づいて内周面に対応した二次元画像を生成し、その二次元画像内の暗部の有無に基づいて内周面の欠陥の有無を判定する。

10

【0003】

【特許文献 1】特開平 11 - 281582 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このような表面検査装置を用いて円筒体の内周面を検査する場合、検査ヘッドの回転軸線と円筒体の中心線とを一致させる必要がある。これらが一致していれば検査ヘッドの回転位置に拘わらず検査ヘッドと円筒体の内周面とが常に正対するので、検査光の強度が一定でかつ内周面の性状が均一であれば同一強度の反射光を受光することができる。しかし、検査ヘッドの回転軸線と円筒体の中心線とが不一致であると、検査ヘッドの回転位置に応じて検査光の入射角が変化するため、内周面の性状が均一であっても反射光の強度が変化する。

20

【0005】

この場合、検査ヘッドが一回転する度に検査ヘッドと内周面とが正対する機会が 2 回あり、正対しない間は入射角が徐々に変化するので反射光の強度が揺らぐ。そのため、反射光の強度に応じた濃度を持つ二次元画像を生成すると、その二次元画像は検査ヘッドと内周面とが正対した位置で最も明るく、それ以外で相対的に暗い周期的な濃淡（明暗）を持つ画像になる。二次元画像のうち、欠陥に対応した暗部がたまたま相対的に明るい部分に存在すれば欠陥の判定を誤ることはないが、相対的に暗い部分にその暗部が存在した場合には、暗部と周囲とのコントラストが弱いので欠陥の判定を誤る可能性が高くなる。

30

【0006】

そこで、本発明は、検査ヘッドの回転軸線と被検査物である円筒体の中心線とを厳密に一致させなくても、周期的な濃淡のない二次元画像を得ることができる表面検査装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0007】

本発明の表面検査装置（1）は、検査光を射出する光源（11）と、被検査物たる円筒体（100）の内部に挿入されて、前記円筒体に対して軸線回りに回転しかつ前記軸線方向に移動しながら、前記光源から射出された検査光を前記円筒体の内周面に投光しつつその反射光を受光する検査ヘッド（16）と、前記検査ヘッドが受光した反射光の強度に応じた信号を出力する光電変換手段（12）と、を有し、前記光電変換手段が出力した信号に基づいて前記内周面に対応した二次元画像を生成する表面検査装置において、前記光電変換手段が出力した信号から、前記軸線と前記円筒体の中心線とのずれに起因した反射光の強度の揺らぎに対応する周波数成分を抽出する信号処理手段（612）と、前記被検査物に欠陥がない場合の基準値と前記信号処理手段が抽出した周波数成分との差分に応じて

50

前記光源から射出される検査光の強度が変化するように前記光源を制御する光源制御手段（615）と、を更に備えることにより上述した課題を解決する。

【0008】

この検査装置によれば、検査ヘッドの回転軸線と円筒体の中心線とのずれに起因した反射光の強度の揺らぎに対応した周波数成分が信号処理手段にて抽出される。そして、信号処理手段が抽出した周波数成分と基準値との差分に応じて検査光の強度が光源制御手段にて制御されるので、反射光の強度の揺らぎを除去することができる。これにより、検査ヘッドの回転軸線と被検査物である円筒体の中心線とを厳密に一致させなくても、周期的な濃淡のない二次元画像を得ることができる。

【0009】

本発明の検査装置の一態様においては、前記光源制御手段は、前記基準値と前記周波数成分との差分が大きい場合は小さい場合に比べて前記光源から射出される検査光の強度が高くなるように前記光源を制御してもよい。これにより、反射光の強度の揺らぎを確実に除去することができる。

【0010】

本発明の検査装置の一態様においては、前記信号処理手段は、前記揺らぎに対応する周波数成分を含み、かつ前記内周面の欠陥に対応する周波数成分を含まない範囲の周波数成分を抽出するように構成されていてもよい。この場合は、上記範囲を適宜に設定することで、回転軸線と中心線とのずれに起因する揺らぎのみならず、欠陥とは言えない他の要因、例えば内周面の面荒れ等による反射光の強度変化をも除去することができるので、より均一な二次元画像を生成することができる。また、上記範囲は欠陥に対応する周波数成分を含まないので、欠陥に対応した反射光の強度変化が除去される不都合はない。

【0011】

なお、以上の説明では本発明の理解を容易にするために添付図面の参照符号を括弧書きにて付記したが、それにより本発明が図示の形態に限定されるものではない。

【発明の効果】

【0012】

以上に説明したように、本発明によれば、検査ヘッドの回転軸線と円筒体の中心線とのずれに起因した反射光の強度の揺らぎに対応した周波数成分に応じて検査光の強度が制御されるので、反射光の強度の揺らぎを除去することができる。そのため、検査ヘッドの回転軸線と被検査物である円筒体の中心線とを厳密に一致させなくても、周期的な濃淡のない二次元画像を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図1は、本発明の一形態に係る表面検査装置の概略構成を示している。表面検査装置1は、内燃機関のシリンダライナやシリンダボア等の被検査物たる円筒体100の内周面100aの表面検査に適した装置である。表面検査装置1は、そのような検査を実行して円筒体100の内周面100aに関する情報を出力する検査機構2と、検査機構2の各部の動作を制御するとともに、検査機構2が出力した情報を処理する制御部3とを備えている。更に、検査機構2は被検査物100に対して検査光を投光し、かつ被検査物100からの反射光を受光するための検出ユニット5と、その検出ユニット5に所定の動作を与えるための駆動ユニット6とを備えている。

【0014】

検出ユニット5は、検査光の光源としてのレーザダイオード（以下、LDと呼ぶ。）11と、被検査物100からの反射光を受光し、その反射光の単位時間当たりの光量（反射光強度）に応じた電流又は電圧の電気信号を出力するフォトディテクタ（以下、PDと呼ぶ。）12と、LD11から射出される検査光を被検査物100に向かって導く投光ファイバ13と、被検査物100からの反射光をPD12に導くための受光ファイバ14と、そらのファイバ13、14を束ねた状態で保持する保持筒15と、その保持筒15の外側に同軸的に設けられる中空軸状の検査ヘッド16とを備えている。保持筒15の先端に

10

20

30

40

50

は、投光ファイバ13を介して導かれた検査光を検査ヘッド16の軸線AXの方向(以下、軸線方向と呼ぶ。)に沿ってビーム状に射出させ、かつ検査ヘッド16の軸線方向に沿って検査光とは逆向きに進む反射光を受光ファイバ14に集光するレンズ17が設けられている。検査ヘッド16の先端部(図1において右端部)には、光路変更手段としてのミラー18が固定され、検査ヘッド16の外周にはそのミラー18と対向するようにして透光窓16aが設けられている。ミラー18は、レンズ17から射出された検査光の光路を透光窓16aに向けて変更し、かつ透光窓16aから検査ヘッド16内に入射した反射光の光路をレンズ17に向かって進む方向に変更する。

【0015】

駆動ユニット6は、直線駆動機構30と、回転駆動機構40と、焦点調整機構50とを備えている。直線駆動機構30は検査ヘッド16をその軸線方向に移動させる移動手段として設けられている。このような機能を実現するため、直線駆動機構30は、ベース31と、そのベース31に固定された一对のレール32と、レール32に沿って検査ヘッド16の軸線方向に移動可能なスライダ33と、そのスライダ33の側方に検査ヘッド16の軸線AXと平行に配置された送りねじ34と、その送りねじ34を回転駆動する電動モータ35とを備えている。スライダ33は検出ユニット5の全体を支持する手段として機能する。即ち、LD11及びPDはスライダ33に固定され、検査ヘッド16は回転駆動機構40を介してスライダ33に取り付けられ、保持筒15は焦点調節機構50を介してスライダ33に取り付けられている。更に、送りねじ34は、スライダ33に固定されたナット36にねじ込まれている。従って、電動モータ35にて送りねじ34を回転駆動することにより、スライダ33がレール32に沿って検査ヘッド16の軸線方向に移動し、それに伴ってスライダ33に支持された検出ユニット5の全体が検査ヘッド16の軸線方向に移動する。直線駆動機構30を用いた検出ユニット5の駆動により、被検査物100の内周面100aに対する検査光の照射位置を検査ヘッド16の軸線方向に関して変化させることができる。

【0016】

回転駆動機構40は検査ヘッド16を軸線AXの回りに回転させる回転駆動手段として設けられている。そのような機能を実現するため、回転駆動機構40は、検査ヘッド16を軸線AXの回りに回転自在に支持する軸受(不図示)と、回転駆動源としての電動モータ41と、その電動モータ41の回転を検査ヘッド16に伝達する伝達機構42とを備えている。伝達機構42には、ベルト伝達装置、歯車列との公知の回転伝達機構を利用してよい。電動モータ41の回転を伝達機構42を介して検査ヘッド16に伝達することにより、検査ヘッド16がその内部に固定されたミラー18を伴って軸線AXの回りに回転する。回転駆動機構40を用いた検査ヘッド16の回転により、被検査物100の内周面100aに対する検査光の照射位置を周方向に関して変化させることができる。そして、検査ヘッド16の軸線方向への移動と軸線AXの回りの回転とを組み合わせることにより、被検査物100の内周面100aをその全面に亘って検査光で走査することが可能となる。なお、検査ヘッド16の回転時において、保持筒15は回転しない。更に、回転駆動機構40には、検査ヘッド16の回転位置に応じたパルス信号を出力するロータリーエンコーダ43が設けられている。ロータリーエンコーダ43は、検査ヘッド16に取り付けられて一体に回転し、かつ周方向に沿って所定間隔で並ぶ複数の検知孔(不図示)が形成された円板43aと、その円板43aの検知孔の位置に応じたパルスを生成するパルス生成部43bとを備える。ロータリーエンコーダ43からのパルス信号は制御部3にて利用される。

【0017】

焦点調節機構50は、検査光が被検査物100の内周面100aにて焦点を結ぶように保持筒15を軸線AXの方向に駆動する焦点調節手段として設けられている。その機能を実現するため、焦点調節機構50は保持筒50の基端部に固定された支持板51と、直線駆動機構30のスライダ33と支持板51との間に配置されて支持板51を検査ヘッド16の軸線方向に案内するレール52と、検査ヘッド16の軸線AXと平行に配置されて支

10

20

30

40

50

持板 5 1 にねじ込まれた送りねじ 5 3 と、その送りねじ 5 3 を回転駆動する電動モータ 5 4 とを備えている。電動モータ 5 4 にて送りねじ 5 3 を回転駆動することにより、支持板 5 1 がレール 5 2 に沿って移動して保持筒 1 5 が検査ヘッド 1 6 の軸線方向に移動する。これにより、検査光が被検査物 1 0 0 の内周面 1 0 0 a 上で焦点を結ぶようにレンズ 1 7 からミラー 1 8 を経て内周面 1 0 0 a に至る光路の長さを調節することができる。

【 0 0 1 8 】

制御部 3 は、表面検査装置 1 による検査工程の管理、測定結果の処理等を実行するコンピュータユニットとしての演算処理部 6 0 と、その演算処理部 6 0 の指示に従って検査機構 2 の各部の動作を制御する動作制御部 6 1 と、P D 1 2 の出力信号に対して所定の処理を実行する信号処理部 6 2 と、演算処理部 6 0 に対してユーザが指示を入力するための入力部 6 3 と、演算処理部 6 0 における測定結果等をユーザに提示するための出力部 6 4 と、演算処理部 6 0 にて実行すべきコンピュータプログラム、及び測定されたデータ等を記憶する記憶部 6 5 とを備えている。演算処理部 6 0、入力部 6 3、出力部 6 4 及び記憶部 6 5 はパーソナルコンピュータ等の汎用のコンピュータ機器を利用してこれらを構成することができる。この場合、入力部 6 3 にはキーボード、マウス等の入力機器が設けられ、出力部 6 4 にはモニタ装置が設けられる。プリンタ等の出力機器が出力部 6 4 に追加されてもよい。記憶部 6 5 には、ハードディスク記憶装置、あるいは記憶保持が可能な半導体記憶素子等の記憶装置が用いられる。

【 0 0 1 9 】

動作制御部 6 1 は、演算処理部 6 0 からの種々の制御信号に基づいて、検出ユニット 5 の L D 1 1、直線駆動機構 3 0 の電動モータ 3 5、回転駆動機構 4 0 の電動モータ 4 1 及び焦点調節機構 5 0 の電動モータ 5 4 のそれぞれの動作を制御する。なお、直線駆動機構 3 0 の電動モータ 3 5、回転駆動機構 4 0 の電動モータ 4 1 及び焦点調節機構 5 0 の電動モータ 5 4 に対する制御については、本発明の要旨ではないので詳細な説明を省略する。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、動作制御部 6 1 の詳細を説明する説明図である。動作制御部 6 1 は、P D から出力されて光強度に対応する出力信号 S 1 を増幅する受光増幅器 6 1 1 と、この増幅器 6 1 1 が増幅した信号 S 2 から所定範囲の周波数成分が抽出されるように、その所定範囲の上限を超える周波数成分をカットするローパスフィルタ 6 1 2 と、円筒体 1 0 0 の内周面 1 0 0 a に欠陥がない場合を基準として予め設定された基準信号 S t を出力する基準信号発生器 6 1 3 と、ローパスフィルタ 6 1 2 を通過した信号 S 3 と基準信号発生器 6 1 3 が発生した基準信号 S t とを比較して、その差分に応じた差分信号 S d を出力する比較器 6 1 4 と、比較器 6 1 4 が出力した差分信号 S d に応じた駆動電流にて L D 1 1 が駆動されるように L D 1 1 を制御する L D 制御器 6 1 5 とを備えている。

【 0 0 2 1 】

ローパスフィルタ 6 1 2 の通過により抽出される所定範囲の周波数成分には、軸線 A X と円筒体 1 0 0 の中心線とのずれに起因した反射光の強度の揺らぎに対応する周波数成分が含まれる。軸線 A X と円筒体 1 0 0 の中心線がずれていると、検査ヘッド 1 6 が一回転する度に検査ヘッド 1 6 と円筒体 1 0 0 の内周面 1 0 0 a とが正対する機会が 2 回あり、正対しない間は検査光の入射角が徐々に変化する。そのため、このずれに起因する揺らぎは、検査ヘッド 1 6 の回転周波数の 2 倍の周波数となる。そこで、この形態では、この所定範囲として、検査ヘッド 1 6 の回転周波数の 2 倍から 1 0 倍以下の周波数の範囲が設定されている。

【 0 0 2 2 】

L D 制御器 6 1 5 は、所定範囲の周波数成分を持つ信号 S 3 と基準信号 S t との差分が大きい場合は小さい場合に比べて大きな駆動電流によって L D 1 1 を駆動し、逆にその差分が小さい場合は大きい場合に比べて小さな駆動電流によって L D を駆動するように構成されている。これにより、その差分が大きい場合は小さい場合に比べて検査光の強度が高くなるように L D 制御器 6 1 5 にて L D が制御される。そのため、L D 制御器 6 1 5 によって所定範囲の周波数成分を持つ反射光強度の揺らぎが相殺される。欠陥に対応する強度

10

20

30

40

50

信号の周波数は、検査ヘッド 16 の回転周波数の 1000 倍程度以上であり、その所定範囲に含まれない。従って、欠陥に対応した反射光の強度変化が LD 制御器 615 によって除去される不都合はない。

【0023】

信号処理部 62 は検査ヘッド 16 が一回転する毎に PD 12 から出力される信号を所定数サンプリングするため、ロータリーエンコーダ 43 からのパルス信号を逡倍又は分周してサンプリングクロックとして利用する。信号処理部 62 にてサンプリングされた信号は演算処理部 60 に送られる。演算処理部 60 はその信号に基づいて被検査物 100 の内周面 100a に関する二次元画像を生成して鑄巣等の欠陥の有無を判定する。この判定は欠陥に対応する暗部が二次元画像に存在するか否かを判定することにより行われるが、その

10

【0024】

以上の表面検査装置 1 によれば、検査ヘッド 16 の軸線 AX と円筒体 100 の中心線とのずれに起因した反射光の強度の揺らぎに対応した周波数成分に応じて検査光の強度が制御されるので反射光の強度の揺らぎを除去することができる。のみならず、ローパスフィルタ 612 を通過させて抽出される周波数成分が、ある程度の幅を持つ所定範囲に設定されるので、所定範囲内の周波数成分を持つ揺らぎ、例えば軸ずれとは関係のない内周面の面荒れ等による反射光の強度変化をも除去することができる。これにより、ムラのない二

20

【0025】

以上の形態において、LD 11 が本発明に係る光源に、PD 12 が本発明に係る光電変換手段に、ローパスフィルタ 612 が本発明に係る信号処理手段に、LD 制御器 615 が本発明に係る光源制御手段にそれぞれ相当する。

【0026】

但し、本発明は以上の形態に限定されず、種々の形態にて実施してよい。例えば、上述した動作制御部 61 はハードウェア制御回路によって実現されてもよいし、コンピュータユニットによって実現されてもよい。また、上述ではローパスフィルタ 612 にて本発明に係る信号処理手段を実施したが、これに代えて、所定の上限を超える周波数成分及び所定の下限を下回る周波数成分をそれぞれカットするバンドパスフィルタにて本発明に係る

30

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】本発明の一形態に係る表面検査装置の概略構成を示した図。

【図 2】図 1 の動作制御部の動作を説明する説明図。

【符号の説明】

40

【0028】

- 1 表面検査装置
- 11 LD
- 12 PD
- 16 検査ヘッド
- 100 円筒体
- 100a 内周面
- 612 ローパスフィルタ（信号処理手段）
- 615 LD 制御器（光源制御手段）

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 8 1 5 8 2 (J P , A)
特開昭 6 3 - 1 5 3 4 5 6 (J P , A)
特開昭 6 4 - 5 4 3 0 4 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 6 4 3 9 8 (J P , A)
特開昭 5 9 - 6 5 7 0 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 N 2 1 / 8 4 - 2 1 / 9 5 8