

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3920713号

(P3920713)

(45) 発行日 平成19年5月30日(2007.5.30)

(24) 登録日 平成19年2月23日(2007.2.23)

(51) Int. Cl.		F I		
GO 1 B	11/00	(2006.01)	GO 1 B	11/00 B
GO 1 B	11/30	(2006.01)	GO 1 B	11/30 1 O 2 Z
GO 2 B	3/00	(2006.01)	GO 2 B	3/00 Z

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-173124 (P2002-173124)	(73) 特許権者	591038299 株式会社ヒカリ
(22) 出願日	平成14年6月13日(2002.6.13)		愛媛県東温市南野田4 1 8 番地4
(65) 公開番号	特開2004-20277 (P2004-20277A)	(74) 代理人	100119367 弁理士 松島 理
(43) 公開日	平成16年1月22日(2004.1.22)	(74) 代理人	100071892 弁理士 河野 隆一
審査請求日	平成17年5月30日(2005.5.30)	(72) 発明者	富田 耕治 愛媛県温泉郡重信町大字南野田字若宮4 1 8 番4 株式会社ヒカリ内
		(72) 発明者	宮城 貞二 愛媛県温泉郡重信町大字南野田字若宮4 1 8 番4 株式会社ヒカリ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学変位測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円筒状の部材の内面の表面形状を測定する光学変位測定装置であり、
光学変位センサーと、光学変位センサーを円筒状の部材の内部に保持するための保持手段
と、光学変位センサーと円筒状の部材を相対的に回転させる回転手段と、光学変位センサ
ーを円筒状の部材の長さ方向に沿って相対的に移動させる移動手段と、表面形状を表示す
る表示手段を有するものであり、

前記光学変位センサーは、光源と、光源からの光を集光するための曲面と当該光の進行方
向を変えるための反射面を一体に成形した第1の光学素子と、第1の光学素子を通過し測
定面より反射された光を集光するための曲面と当該光の進行方向を変えるための反射面を
一体に成形した第2の光学素子と、第2の光学素子を通過した光を検出する位置検出素子
を有するものであり、

第1の光学素子および第2の光学素子において光は曲面を通過して内部に入り、反射面で反
射された後に同一の曲面の曲面を通過して外部に出る光路を有する、

光学変位測定装置。

【請求項 2】

前記光源、前記第1の光学素子、前記第2の光学素子および前記位置検出素子の組み合わ
 せを複数有し、棒状部材の長さ方向に並べて設けたものである請求項1に記載の光学変位
測定装置。

【請求項 3】

10

20

各位置において光学変位センサーが出力する高さデータHを入力し、連続した一定数の高さデータHの中の最大値又は最小値であるデータhを算定し、両者の差分データ $= H - h$ を算定する画像処理装置と、差分データ $= H - h$ を表示する表示手段を有する請求項1に記載の光学変位測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、物体の表面の凹凸形状を光学的に測定する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

物品の表面形状を精度よく計測することは、製品の品質管理の上で重要である。例えば、アルミニウム鋳造品において「鑄巣」と呼ばれる欠陥の有無の検査が必要であるが、多くの場合、目視により検査が行われている。しかし、その欠陥の大きさは0.2～0.5mm程度の場合もあり、精度よく検査するには熟練を要する。しかし、人の行う検査であるから慎重を期しても見落としを完全になくすことは困難であり、また、検査対象の数量が増えると検査人員を増やさなければならず、急な増産等に対応して即座に十分な熟練者を揃えるのは困難である。さらに、円筒状の部材や深穴のある部材の内面は外部から見えにくく、目視検査に適していない。また、欠陥の有無は判断できても、欠陥の大きさや形状までは測定することはできず、検査結果から欠陥の原因解析を行うのに十分な情報を得ることまでは望めない。

【0003】

上述のような欠陥を検査する方法として目視検査以外にも各種の方法が実用化されている。超音波探傷法は対象物に超音波を照射し、その反射波を解析して欠陥の有無を検査するものである。この検査法によれば、表面のみでなく内部の欠陥を調べることもできる。しかしながら、超音波探触子と対象物表面の間を表音波の伝達媒体である水等の液体で満たさなければならず、その取り扱いが容易ではない。また、安定で高速な検査法として渦流探傷法が用いられているが、費用がかかるという問題がある。一方、表面を簡易かつ精度よく検査する方法として、三角測量の原理を用いた光学変位測定がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

従来の表面形状測定法である目視検査、超音波短所探傷法、渦流探傷法の問題点は既に述べた。そこで、ここでは三角測量の原理を用いた光学変位測定について説明する。図5に従来の測定装置の原理を示す。レーザーや発光ダイオード等の光源より対象物の表面へ向けて照射された光は投光レンズを通して集光され、対象物の表面付近で焦点を結ぶ。ここで、光は対象物表面に対して斜めに照射される。対象物表面で反射された光は受光レンズを通して位置検出素子に到達する。ここで、表面上に傷等があつて高さが異なっていると反射光は位置検出素子上の異なった位置に到着する。すなわち、対象物表面の高さ方向の変化が位置検出素子上での位置の変化に変換される。位置検出素子は受光した位置に応じた信号を発生する。この信号の変化より表面形状が測定される。この測定方法は比較的簡単な装置で簡易かつ高精度に表面形状を測定できるものであり、本原理を使った技術が例えば、特開平8-61940等に記載されている。しかしながら、本原理によれば光は対象物表面に対して斜めに照射させなければならず、また、高さ方向の変化を感度よく検出するには、対象物表面から位置検出素子までの間に一定の距離が必要である。このため、光源と位置検出素子の間にある程度の距離が必要となるとともに、変位センサーを対象物表面からある程度離して測定しなければならない。そのため、変位センサーがある程度大きくなることと合せて、内径の小さな円筒状部材の内面の検査には限界がある。そこで、投光レンズと対象物表面の間および対象物表面と受光装置の間に反射板を設け、図6に示すような構成を用いることが考えられる。この配置により、光源と位置検出素子の間が小さくても、十分な傾きを持って光を対象物表面に照射することができ、対象物表面と位置検出素子の距離をさほど大きくしなくても高さ方向の変化に対して十分な感度が得られる

10

20

30

40

50

。しかしながら、図6の構成においては2つのレンズと2つの反射板が必要であり、これらの光学素子の大きさおよび配置に必要な距離が制約となって、やはり小型化には限界がある。本発明の目的は、簡素な構成により小型な光学変位センサーを実現するとともに、内径の小さな円筒状部材等の内面の検査が簡易かつ高精度にできる光学測定装置およびこれに適した光学素子を提供することである。さらに、対象物表面に加工された穴があらわれていても、欠陥と区別して判定できる光学測定装置を提供することも目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明に係る光学変位センサーは、光源と、光源からの光を集光するための曲面と当該光の進行方向を変えるための反射面を一体に成形した第1の光学素子と、第1の光学素子を通過し測定面より反射された光を集光するための曲面と当該光の進行方向を変えるための反射面を一体に成形した第2の光学素子と、第2の光学素子を通過した光を検出する位置検出素子、を有するものである。これらの光源、第1の光学素子、第2の光学素子および位置検出素子の組み合わせを複数有し、棒状部材の長手方向に並べて設け、検査を高速化することもできる。また、本発明に係る光学変位測定装置は、円筒状の部材の内面の表面形状を測定する光学変位測定装置であり、前述の光学変位センサーに加えて、光学変位センサーを円筒状の部材の内部に保持するための保持手段と、光学変位センサーと円筒状の部材を相対的に回転させる回転手段と、光学変位センサーを円筒状の部材の長さ方向に沿って相対的に移動させる移動手段と、各位置において光学変位センサーが出力する高さデータHを入力し、連続した一定数の高さデータHの中の最大値又は最小値であるデータhを算定し、両者の差分データ $= H - h$ を算定する画像処理装置と、差分データ を表示する表示手段を有するものである。さらに、本発明に係る光学素子は、表面の一部に集光するための曲面を有するとともに、曲面を通過して内部を進行する光の進行方向を変更し曲面の他の部分へ向かうよう反射させる反射面を有するものである。

【0006】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図1を用いて説明する。光学変位センサー1は、レーザーや発光ダイオード等の光源2を備える。光源2は対象物の表面に対してほぼ垂直に光を発する。第1の光学素子3はガラスや合成樹脂等の透明な素材で作られており、曲面3aと反射面3bを有する。光源からの光は曲面3aの一部を通過して第1の光学素子3内に入る。ここで、曲面3aは球面や円柱面等の形状であり、光源からの光を集光するレンズ面の役割を果たす。この曲面は各種の収差の補正を考慮した非球面であってもよい。第1の光学素子3の内部を進行する光は反射面3bにより反射され、進行方向を変えられながらもなお第1の光学素子3の内部を進行する。そして、曲面3aの他の部分を通して外部へ出る。このときも曲面3aはレンズ面の役割を果たす。第1の光学素子3の外に出た光は対象物の表面付近で焦点を結ぶ。なお、第1の光学素子3の入り口には絞り6が設けられており、ある程度の焦点深度を持つように構成されている。光は対象物の表面に対して斜めに照射され、表面で反射された後、第2の光学素子4へ入る。第2の光学素子4も第1の光学素子と同様に透明な素材で作られており、曲面4aと反射面4bを有する。対象物表面からの反射光は、曲面4aを通過して第2の光学素子4へ入り、反射面4bで反射されて進行方向を変えた後に曲面4aの他の部分を通して外部へ出て、位置検出素子5の上で像を結ぶ。ここで、対象物表面の凹凸形状により高さが異なる場合は、位置検出素子上の異なる位置に光は届く。位置検出装置5はこの光の到着位置の違いを電気信号等に変換する。

【0007】

以上、図1に示す光学変位センサーは三角測量の原理に基づく変位測定を行うが、図6に示した従来例が2つのレンズと2つの反射板を最低必要とするのに対し、本発明のものは2つの光学素子3、4のみで同様の光路を構成している。これは、レンズ面と反射板を一体に成形した特殊な光学素子を三角測量の原理に適用したことによる。第1の光学素子3と第2の光学素子4は例えば図1に示すように透明物の球体の一部を切断して平面な反射

10

20

30

40

50

面を形成することにより作成することができる。曲面は球面にするのが容易かつ集光力にすぐれるのでレンズ面として汎用的であるが、円柱面状でもよく、各種収差を考慮して非球面レンズを構成するようなレンズ面にしてもよい。また、反射面は平面のほか、凹面鏡の効果を発揮するように外部に凸なゆるやかな曲面にしてもよい。また、反射面には金属板等の反射板 3c、4c を設けて反射効率を高めてもよく、さらに光学素子の表面を平面に形成するほか、金属板を光学素子の中に埋め込むようにして形成してもよい。なお、第 1 の光学素子 3 と第 2 の光学素子 4 は同一形状に設計するのが部品を共通化できるので好ましい。この光学素子は複雑な光路を小型かつ安価に実現できるものであるから、光学変位センサー以外にも広く使用でき、写真機、光通信装置等にも適用できるものである。

【0008】

これらの光源、第 1 の光学素子、第 2 の光学素子および位置検出素子の一組を変位センサー本体に設けて光学変位センサーを形成することができるが、さらに図 2 に示すように複数組を棒状部材よりなる変位センサー本体に設けることもできる。図 1 に示す構成は小型かつ安価に実現できるので複数組を設けることも容易にでき、これにより対象物の表面の複数箇所を同時に検査できるので検査時間を縮小することができる。また、対象物の表面が平面であるなら、光源、第 1 の光学素子、第 2 の光学素子および位置検出素子の組み合わせを縦横に複数配列してもよい。

【0009】

【実施例】

次に、本発明の実施例について図 3 に基いて説明する。円筒状の部材の内面の検査に本発明を適用した例である。棒状の変位センサー本体 7 の先端付近に光源、第 1 の光学素子、第 2 の光学素子および位置検出素子 5 が設けられている。本実施例において光源はレーザーより安価で取り扱いの容易な発光ダイオードを用いており、位置検出素子は PSD と及ばれる素子を用いている。変位センサー本体 7 は検査対象物である円筒状の部材 8 の内部に入れられる。円筒状の部材 8 はボルト 10 によって取り付け部 9 に固定されている。この取り付け部 9 にはモーター 11 が接続されており、円筒状の部材 8 とともに回転する。一方、変位センサー本体 7 は移動手段 12 に接続されており、円筒状の部材 8 の長さ方向に前進後退できるようになっている。このように光学変位センサーによって円筒状の部材 8 の内面を検査するには変位センサー本体 7 と円筒状の部材 8 を相対的に回転させるとともに、円筒状の部材 8 の長さ方向に相対的に移動させながら走査する必要がある。従って、変位センサー本体 7 を円筒状の部材 8 の軸を中心に回転させてもよく、円筒状の部材 8 をその長さ方向に前後動させてもよいのであるが、本実施例のような場合には、旋盤と同様に対象物を回転させ、変位センサー本体 7 を前後動させたほうが装置を構成しやすい。

【0010】

以上、回転および長さ方向の移動により、円筒状の部材 8 の内面上の位置を変えながらその高さを測定し、その高さに対応した電気信号 H (高さデータ) を位置検出素子 5 が発生する。高さデータ H は画像処理装置 13 へ送られる。ここで、円筒状の部材 8 の回転中心が円筒状の部材 8 の中心と完全に一致している場合には高さデータ H をそのまま表示しても内面の画像化は行える。しかしながら、回転中心が常に一致するように検査体を取り付けることは困難であり、回転中心にズレがある場合には、一回転するあいだに正弦波状のうねりがあらわれる。図 4 (a) はこの場合の高さデータ H を示したものである。これをモニターに表示すれば周期的なうねりが現れて、真の欠陥が発見しにくい。画像処理装置 13 の高さデータ記憶装置には n 個の高さデータ H_1 、 H_2 ... H_n が保存される。データ H_1 は現在の高さデータであり、 H_2 は 1 回前の高さデータ、 H_n は n - 1 回前の高さデータである。多くの場合、n は 3 程度でよい。平滑化処理装置 15 は n 個の高さデータ H_1 、 H_2 ... H_n よりその最大値又は最小値を平滑化データ h として出力する。図 4 (b) はこの平滑化データ h を示したものである。欠陥の存在しない部分ではほとんど高さデータ H と同じであり、欠陥のある部分でも平滑化されてほとんど正弦波に近い曲線となる。減算器 16 は高さデータ H と平滑化データ h の差分データを出力する。図 4 (c) はこの差分データを示したものの、回転中心のズレによるうねり成分は打ち消されて欠陥のみが

10

20

30

40

50

示されている。表示信号発生装置 17 は差分データの大小に基いて表示装置 18 上に濃淡や等高線等を表示するための表示信号を発生する。表示装置 18 は CRT 等のモニター画面であり差分データに基いて表面形状が表示される。なお、検査現場で選別作業を行わない場合には CRT の代わりにプリンターで紙に出力してもよく、不具合が発生したときに出力された画像を遡って解析することもできる。検査員は表示装置 18 上の画像に基づいて検査をすればよく、しかも欠陥の有無のみでなく欠陥の大きさや深さも容易に三次元的に把握できる。

【0011】

以上、本実施例によれば簡易な装置により簡易な手順で、目視検査のしにくい円筒状部材の内面形状を容易に測定できる。しかも、欠陥の三次元的形状が把握できるので、欠陥が引き起こすであろう問題の解析や、欠陥が発生した原因の解析に活用でき、高度な製品管理が実現できる。さらに、本実施例の画像処理により回転中心のズレは表示される画像から相当程度打ち消すことができるので、ある程度ラフな作業でも精度のよい検査ができる。なお、本実施例の検査対象はアルミ鑄造による円筒状部材であったが、このような部品では側面に穴が加工されている場合が多い。このような穴は通常「横穴」と呼ばれるが、これは設計どおりの加工の結果であり、欠陥ではない。本実施例の装置によれば、横穴も明瞭に画像化されるので欠陥との識別は容易に行われ、さらに通常の検査方法では死角になりやすい横穴の近くにおいても欠陥の有無が正確に判定できる。

【0012】

【発明の効果】

以上、本発明に係る光学変位センサー、光学変位測定装置および光学素子は、その簡素な構成により小型で安価な装置及び方法で高精度な表面形状測定を実現できるという効果を有する。検査対象物の取付けや画像からの欠陥の有無の判定において熟練技術を要しないので、検査における省力化が行えるという効果を有する。さらに、本発明により、欠陥の三次元的形状まで把握できるので、欠陥の原因解析等高度な品質管理が実現できるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る光学変位センサーの原理を示す説明図である。

【図 2】本発明に係る光学変位センサーの例を示す断面である。

【図 3】本発明に係る光学変位測定装置の例を示すブロック図である。

【図 4】高さデータ、平滑化データ及び差分データを示すグラフである。

【図 5】従来の光学変位センサーの原理を示す説明図である。

【図 6】従来の光学変位センサーの例を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 . 光学変位センサー
- 2 . 光源
- 3 . 第 1 の光学素子
- 4 . 第 2 の光学素子
- 5 . 位置検出素子
- 6 . 絞り
- 7 . 変位センサー本体
- 8 . 円筒状の部材 (検査対象物)
- 9 . 検査対象物の取り付け部
- 10 . ボルト
- 11 . モーター
- 12 . 移動手段
- 13 . 画像処理装置
- 14 . 高さデータ記憶装置
- 15 . 平滑化処理装置
- 16 . 減算器

10

20

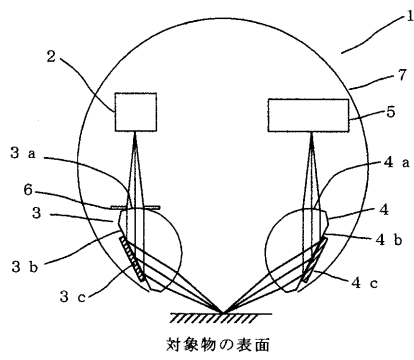
30

40

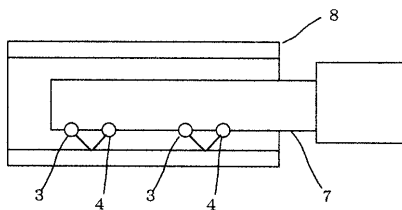
50

- 17 . 表示信号発生装置
- 18 . 表示手段
- 19 . 投光レンズ
- 20 . 受光レンズ
- 21 . 反射板

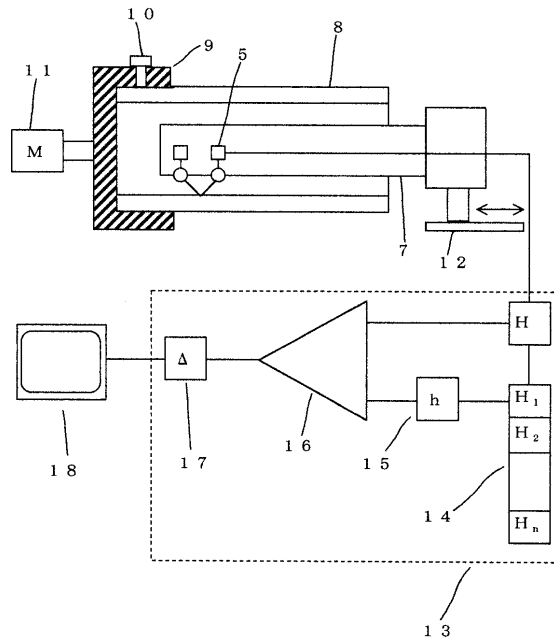
【図1】



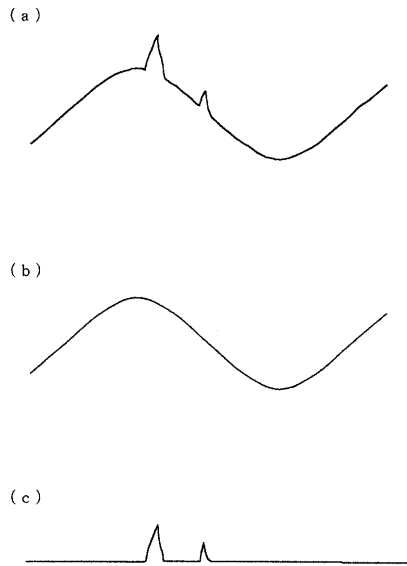
【図2】



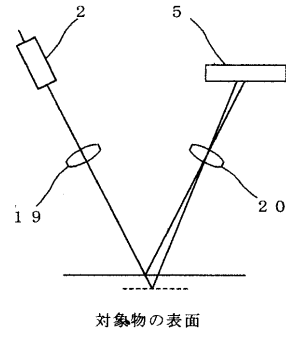
【図3】



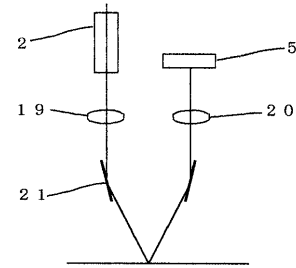
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 河内 裕二
愛媛県温泉郡重信町大字南野田字若宮4 1 8番4 株式会社ヒカリ内
- (72)発明者 深谷 真二
愛媛県温泉郡重信町大字南野田字若宮4 1 8番4 株式会社ヒカリ内

審査官 うし 田 真悟

- (56)参考文献 特開平03 - 102727 (JP, A)
特開平03 - 033606 (JP, A)
特開平08 - 029161 (JP, A)
特開平03 - 120406 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- G01B 11/00-11/30
G01C 3/06
G02B 3/00- 3/08