

(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2008-102011

(P2008-102011A)

(43) 公開日 平成20年5月1日(2008.5.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/954 (2006.01)	GO 1 N 21/954 A	2 G O 5 1
GO 1 N 21/94 (2006.01)	GO 1 N 21/94	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2006-284652 (P2006-284652)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成18年10月19日 (2006.10.19)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	110000637
			特許業務法人樹之下知的財産事務所
		(74) 代理人	100079083
			弁理士 木下 實三
		(74) 代理人	100094075
			弁理士 中山 寛二
		(74) 代理人	100106390
			弁理士 石崎 剛
		(72) 発明者	古屋 和彦
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

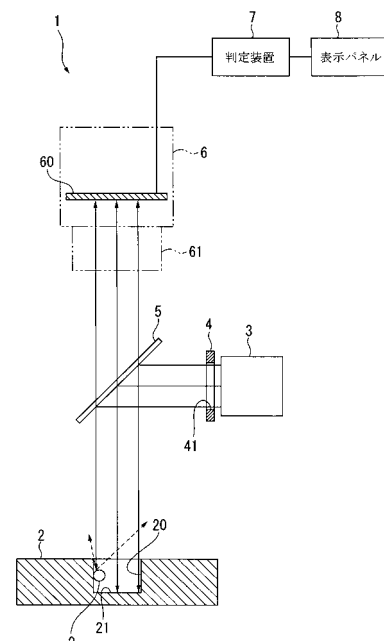
(54) 【発明の名称】 穴内検査装置および穴内検査方法

(57) 【要約】

【課題】 検査時間の短縮化を図れ、かつ検査精度の向上を図れる穴内検査装置を提供すること。

【解決手段】 穴20の内部における異物9の有無を検査する穴内検査装置1であって、穴20と同一形状かつ同一寸法の開口41を有する絞り装置4と、開口を通してレーザー光を穴に照射するレーザー光源3と、穴からのレーザー光を受光するCCDカメラ6と、このCCDカメラ6が受光したレーザー光に基づいて異物の有無を判定する判定装置7とを備える。従って、従来のように対物レンズによってCCDカメラを合焦させる必要がなくなり、検査時間の短縮化を図れる。穴を反射するレーザー光が対物レンズを通さずにCCDカメラの受光素子に照射され、受光されるレーザー光が光軸に対して平行であるので、穴の内部に検査できない死角が生じず、検査精度を向上できる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

穴の内部における異物の有無を検査する穴内検査装置であって、
前記穴と同一形状かつ同一寸法の開口を有する絞り手段と、
前記開口を通してレーザー光を前記穴に照射するレーザー光源と、
前記穴に照射された前記レーザー光を受光する受光素子と、
この受光素子が受光したレーザー光に基づいて前記異物の有無を判定する判定手段と
を備えることを特徴とする穴内検査装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の穴内検査装置において、
前記レーザー光源の照射方向の前方にハーフミラーが設けられ、
このハーフミラーは、前記レーザー光源からのレーザー光を反射して前記穴に照射する
ように配置されるとともに、前記穴から反射されたレーザー光を透過して前記受光素子に
当該透過したレーザー光が照射されるように設けられていることを特徴とする穴内検査装
置。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の穴内検査装置において、
前記穴は、貫通する穴であり、
前記受光素子は、前記穴を通過する前記レーザー光を受光するように設けられているこ
とを特徴とする穴内検査装置。

20

【請求項 4】

穴の内部における異物の有無を検査する穴内検査方法であって、
前記穴と同一形状かつ同一寸法の開口を有する絞り手段を用いて、レーザー光源からレ
ーザー光を前記開口を通して前記穴に照射する照射工程と、
前記穴に照射された前記レーザー光を受光素子に受光させる受光工程と、
前記受光素子が受光したレーザー光に基づいて前記異物の有無を判定する判定工程とを
備えることを特徴とする穴内検査方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

30

本発明は、穴内検査装置および穴内検査方法に関する。詳しくは、穴の内部における異物の有無を検査する穴内検査装置および穴内検査方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、インクジェットプリンタのヘッド等の検査対象物に形成された微小な穴の内部に異物があるかどうかを顕微鏡によって目視検査していたが、近年、CCDカメラを備え、穴内の残留物をCCDカメラによって検査する検査装置が知られるようになった（例えば、特許文献 1 参照）。

特許文献 1 に記載された検査装置は、光源から発せられた光が射出孔（穴）を通して CCD カメラに入光するように構成されている。そして、CCD カメラの合焦位置を穴の深さ方向において等間隔に変化させながら CCD カメラの撮影を繰り返し、穴に異物がない場合には CCD カメラが結像されず、穴に異物がある場合には CCD カメラが結像されるという違いによって、結像された場合を穴に異物があると判定する検査装置として構成されている。

40

【0003】

【特許文献 1】 特開平 11-258170 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、前記特許文献 1 に記載の検査装置では、CCD カメラの合焦位置を穴の

50

深さ方向に等間隔に変える際に、その都度、検査対象物の上下位置を調整するとともに、CCDカメラに設けられた対物レンズの位置をも調整しなければならず、検査時間が長くなってしまいう問題がある。また、穴内に対物レンズの合焦位置を合わせるので、穴内の内壁付近に死角が生じてしまい、この死角となる部分の検査ができず、検査精度の向上を図ることができないという問題もある。

【0005】

本発明の目的は、検査時間の短縮化を図ることができて、かつ、検査精度の向上を図ることができる穴内検査装置および穴内検査方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の穴内検査装置は、穴の内部における異物の有無を検査する穴内検査装置であって、前記穴と同一形状かつ同一寸法の開口を有する絞り手段と、前記開口を通してレーザー光を前記穴に照射するレーザー光源と、前記穴に照射された前記レーザー光を受光する受光素子と、この受光素子が受光したレーザー光に基づいて前記異物の有無を判定する判定手段とを備えることを特徴とする。

【0007】

ここで、穴としては底面を有する穴であってもよく、または、貫通する穴であってもよい。底面を有する穴の場合において、受光素子は、穴の底面によって反射されるレーザー光を受光するように設けられてもよい。または、貫通する穴の場合において、受光素子は、穴内の異物を反射するレーザー光を受光するように設けられてもよく、あるいは、穴を通過するレーザー光を受光するように設けられてもよい。または、穴の開口を覆うように反射板を設けて、反射板に反射されるレーザー光を受光素子が受光するようにしてもよい。

【0008】

このような構成において、レーザー光源から照射されたレーザー光は、絞り手段によって穴と同じ形状および寸法に絞られて穴に照射される。そして、穴を反射または通過するレーザー光が受光素子にて受光される。ここで、穴に異物がある場合には、穴に照射されたレーザー光の一部が散乱されるので、例えば、穴から反射されるレーザー光を受光したり、穴を通過するレーザー光を受光する場合、異物がある位置に対応する位置の受光素子で受光されるレーザー光は、異物がない位置に対応する位置の受光素子で受光されるレーザー光よりも弱くなる。この原理を用いて、判定手段が受光されたレーザー光の強さを、例えば、基準となるレーザー光の強さと比較して、強さの差が所定の値よりも大きくなる場合には、穴内に異物があると判定する。基準となるレーザー光の強さとして、予め異物のない穴を検査した際に受光されたレーザー光の強さを用いてもよい。

なお、受光されたレーザー光は、受光素子においてレーザー光の強さに応じた大きさのデジタル信号にA/D変換されるとともに、判定手段は、このデジタル信号に基づいて穴内の異物の有無を判定するように構成すればよい。

【0009】

また、判定手段が、受光素子で受光されたレーザー光に対応するデジタル信号を画像として蓄積し、周辺よりも信号値が小さい部分を強調するフィルタ等を用いて画像を処理し、例えば、処理されたデジタル信号の中で、画像全体の信号値の平均よりも小さい信号値を検出して、その信号値と平均値との差が所定の値よりも大きい場合には、穴内に異物があると判定するようにしてもよい。

【0010】

この発明によれば、従来のように対物レンズによってCCDカメラを合焦させる必要がなく、検査時間の短縮化を図ることができる。

また、穴を反射または通過するレーザー光が対物レンズを通さずに受光素子に照射される。すなわち、受光されるレーザー光が光軸に対して平行となるので、穴の内部に検査できない死角が生じなくて済む。これによって、例えば、穴の内壁に付着する異物も確実に検出することができ、検査装置の検査精度が向上される。

【0011】

本発明の穴内検査装置では、前記レーザー光源の照射方向の前方にハーフミラーが設けられ、このハーフミラーは、前記レーザー光源からのレーザー光を反射して前記穴に照射するように配置されるとともに、前記穴から反射されたレーザー光を透過して前記受光素子に当該透過したレーザー光が照射されるように設けられていることが好ましい。

【0012】

この構成において、穴から反射されたレーザー光としては、底面を有する穴の場合には、底面によって反射されたレーザー光でもよく、貫通する穴の場合には、穴の開口を覆うように反射板を設けて、この反射板によって反射されたレーザー光でもよい。

本発明によれば、レーザー光源からのレーザー光を反射して穴に照射するハーフミラーが設けられるので、穴の一方の開口側に、レーザー光源および受光素子を配置することができ、これらの配置の自由度を大きくすることができる。これによって、検査装置をコンパクトにすることができる。特に、検査対象物の製造ライン等に本発明の検査装置を設ける場合には、レーザー光源や受光素子を検査対象物に対して同じ側にまとめて配置することができるので、製造ライン等に容易に配置でき、また、メンテナンスも容易となる。

【0013】

本発明の穴内検査装置では、前記穴は、貫通する穴であり、前記受光素子は、前記穴を通過する前記レーザー光を受光するように設けられていることが好ましい。

このような構成によれば、受光素子がレーザー光源からのレーザー光をハーフミラーを介さずに直接受光するので、穴内に異物が無い部分を通して受光されるレーザー光の強さが、ハーフミラーを介した場合のレーザー光の強さよりも強くなる。また、穴内に異物がある部分ではレーザー光が散乱して通過しないので、異物がある部分に対応する位置の受光素子が受光するレーザー光の強さと、異物が無い部分に対応する位置の受光素子が受光するレーザー光の強さとの差が大きく検出される。従って、確実に異物の有無を判定することができ、検査精度を向上させることができる。

【0014】

本発明の穴内検査方法は、穴の内部における異物の有無を検査する穴内検査方法であって、前記穴と同一形状かつ同一寸法の開口を有する絞り手段を用いて、レーザー光源からレーザー光を前記開口を通して前記穴に照射する照射工程と、前記穴に照射された前記レーザー光を受光素子に受光させる受光工程と、前記受光素子が受光したレーザー光に基づいて前記異物の有無を判定する判定工程とを備えることを特徴とする。

【0015】

この発明によれば、穴内検査方法は、照射工程、受光工程、判定工程を備えているので、上述した穴内検査装置と同様の効果を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

[第1実施形態]

[1. 全体構成]

図1は、本実施形態の穴内検査装置1の構成を示す概念図である。

穴内検査装置1は、検査対象物2に形成された穴20内部の異物の有無を検査するものであって、レーザー光源3と、絞り手段としての絞り装置4と、ハーフミラー5と、CCDカメラ6と、判定手段としての判定装置7と、出力手段としての表示パネル8とを備えている。

穴20は、本実施形態では底面21を有しており、インクジェットプリンタのヘッドに形成された微小な穴などが例示される。

【0017】

レーザー光源3は、照射口からレーザー光を照射するように構成され、レーザー光の光軸に直交する断面の形状および寸法は、穴20の形状および寸法よりも大きい。

絞り装置4およびハーフミラー5は、レーザー光源3から照射されるレーザー光の光軸

上に配置されている。

絞り装置 4 は、レーザー光源 3 の照射口に配置され、穴 20 と同一形状かつ同一寸法の開口 41 を有している。絞り装置 4 は、レーザー光源 3 からのレーザー光が開口 41 を通ることで、レーザー光を穴 20 と同一形状かつ同一寸法にするように設けられている。

【0018】

ハーフミラー 5 は、絞り装置 4 よりもレーザー光の進行方向に配置され、薄いガラス層によって形成されている。また、ハーフミラー 5 は、入射されるレーザー光を部分的に反射させるとともに部分的に透過させるように構成されている。

本実施形態では、ハーフミラー 5 は、レーザー光源 3 からのレーザー光の光軸に対して略 45 度傾くように配置されており、ハーフミラー 5 に入射されるレーザー光を反射して、入射方向の光軸と反射方向の光軸とが成す角度が 90 度となるように設けられている。この反射方向の光軸上に検査対象物 2 が設けられ、ハーフミラー 5 によって反射されたレーザー光が照射される位置に穴 20 が配置されている。このようにして、ハーフミラー 5 は、レーザー光源 3 からのレーザー光を穴 20 に向けて反射させるように構成されている。また、穴 20 に照射されるレーザー光は、穴 20 の底面 21 によってハーフミラー 5 に向けて反射される。ハーフミラー 5 は、この穴 20 からのレーザー光を部分的に透過して、CCD カメラに向けて照射させるように構成されている。

【0019】

CCD カメラ 6 は、穴 20 の底面 21 によって反射されたレーザー光の光軸上に設けられており、ハーフミラー 5 に対して穴 20 の配置位置とは反対側に配置されている。また、CCD カメラ 6 は、穴 20 の底面 21 を反射するレーザー光を受光して、レーザー光の大きさに応じたデジタル信号を出力するように構成されている。すなわち、CCD カメラ 6 には、本発明の受光素子としての CCD (電荷結合素子) 60 が設けられ、この CCD 60 は、格子状に並んだ複数の画素 (不図示) から構成されている。そして、CCD 60 の 1 つの画素にレーザー光が当たると、レーザー光の強さに応じた大きさの電荷が生じ、その電荷の大きさが A/D 変換によりデジタル信号に変換されて出力されるように設けられている。

また、本実施形態では、穴 20 を反射するレーザー光が入射される CCD カメラ 6 の入射口 61 には、対物レンズ等のレンズが設けられておらず、CCD カメラ 6 は、穴 20 によって反射されたレーザー光が直接 CCD 60 に照射されるようになっている。

【0020】

判定装置 7 は、CCD カメラ 6 からのデジタル信号に基づいて穴 20 内部の異物の有無を判定して、その判定結果を出力するように構成されている。判定方法については、後で詳しく説明する。なお、判定装置 7 から出力された判定結果は、表示パネル 8 に表示されるようになっている。

【0021】

[2. 検査対象の穴]

検査対象となる穴 20 は、底面 21 を有する穴であり、穴 20 の内径寸法が 1 mm 以下に設定され、例えば、15 μm ~ 1000 μm の範囲である。穴 20 の深さ寸法については、例えば、50 μm ~ 100 μm の範囲となっている。

【0022】

[3. 検査方法]

次に、穴内検査装置 1 を用いた検査方法について図 2 に基づいて説明する。

図 2 は、穴内に異物がある場合の穴内検査装置 1 の概念図である。

<照射工程>

まず、図 2 に示すように、レーザー光源 3、絞り装置 4、ハーフミラー 5、CCD カメラ 6、判定装置 7、表示パネル 8 を所定の位置に配置して穴内検査装置 1 を形成する。次に、穴 20 の開口がハーフミラー 5 側を向くようにして、穴 20 がハーフミラー 5 および CCD カメラ 6 を結ぶ光軸上となるように検査対象物 2 を配置する。次に、レーザー光源 3 からレーザー光を照射させる。この際、レーザー光は、絞り装置 4 の開口 41 を通過し

てハーフミラー 5 によって反射され、穴 20 に照射される。このようにして、穴 20 に当該穴 20 と同一形状かつ同一寸法のレーザー光を照射する。

【0023】

＜受光工程＞

次に、穴 20 に照射されたレーザー光が、底面 21 によってハーフミラー 5 に向かって反射する。この際、図 2 に示すように、穴 20 内部に異物 9 がある場合には、レーザー光が異物 9 によって散乱するので、異物 9 を反射するレーザー光の強さは、散乱したレーザー光の量だけ弱くなる。ハーフミラー 5 は、穴 20 を反射したレーザー光を透過させて、CCD カメラ 6 にレーザー光を照射させる。そして、CCD カメラ 6 における CCD 60 の複数の画素は、穴 20 の底面 21 を反射したレーザー光を受光して、それぞれのレーザー光の強さに応じた大きさの電荷を発生する。さらに、電荷の大きさをデジタル信号に A/D 変換して出力する。このようにして、CCD カメラ 6 に、穴 20 を反射したレーザー光を受光させて、レーザー光の強さに応じたデジタル信号を出力させる。

【0024】

＜判定工程＞

次に、判定装置 7 に CCD カメラ 6 からのデジタル信号（検査画像）と、基準となるデジタル信号（基準画像）とを比較させる。ここで、基準となるデジタル信号として、図 1 に示すように、穴 20 内に異物 9 が無い検査対象物 2 を穴内検査装置 1 で検査した際に、測定されたデジタル信号を用いる。原理的には、検査画像と基準画像とを比較して、それぞれのデジタル信号において一致しない部分があれば、その部分に異物があると判定してもよい。本実施形態では、CCD カメラ 6 での測定誤差を考慮することにより、検査画像と基準画像における各デジタル信号の大きさの差が所定の値よりも大きくなる画素がある場合には、その画素に対応する穴 20 の位置に異物 9 があると判定する。

ここで、所定の値とは、CCD カメラ 6 の測定誤差の大きさと略一致する値とすることができる。すなわち、異物 9 が無い部分のデジタル信号値（検出値）は、基準のデジタル信号値に対して測定誤差の範囲内で略一致する。これに対して、異物がある部分のデジタル信号値と、異物の無い部分のデジタル信号値との差は、CCD カメラ 6 の測定誤差に対してかなり大きな差となる。従って、測定のバラツキを考慮し、所定の値以上の差があれば、その部分には異物 9 があると判定するように設定することができる。

そして、判定結果を表示パネル 8 に出力する。このように、それぞれのデジタル信号の大きさの差によって、異物 9 の有無を判定する。

以上のような方法によって、穴内検査装置 1 を用いて穴 20 内の異物を検査することができる。

【0025】

〔4. 検査対象物の位置合わせ方法〕

次に、穴 20 がハーフミラー 5 および CCD カメラ 6 を結ぶ光軸上となるように検査対象物 2 の位置合わせをする方法について説明する。

まず、検査対象物 2 をレーザー光の光軸に略一致するように大まかに配置する。

次に、穴 20 にレーザー光を照射させて、CCD カメラ 6 で穴 20 を反射するレーザー光を受光する。なお、穴 20 がレーザー光の光軸に対してずれている場合には、穴 20 の周辺部分を反射するレーザー光が受光されるので、受光された信号レベルは基準信号レベルよりも大きくなる。このことを利用して、CCD カメラ 6 から出力された信号レベルが基準信号レベルと略一致するように、検査対象物 2 を光軸に直交する方向に移動させる。

このようにして、検査対象物 2 の位置合わせをすることができる。

【0026】

なお、検査対象物 2 において基準からの穴 20 の位置情報が予め得られている場合には、その穴 20 の位置情報を使って検査対象物 2 の固定部と CCD カメラ 6 との位置関係により、検査対象物 2 の固定分の位置を設定すればよく、前記の位置合わせを省略することができる。また、同じ検査対象物 2 に複数の穴 20 が形成されている場合には、検査対象物 2 を固定する台を複数の穴 20 のピッチに応じて移動させればよく、個々の穴 20 に対

する位置合わせを省略することができる。

【0027】

[5. 本実施形態による効果]

本実施形態によれば、次のような効果がある。

(1) 穴20と同一形状かつ同一寸法の開口41を通してレーザー光を穴20に照射して、穴20の底面21を反射するレーザー光をCCDカメラ6が受光するので、従来のように対物レンズによってCCDカメラ6を合焦させる必要がなくなり、検査時間の短縮化を図ることができる。

【0028】

(2) 穴20を反射するレーザー光が従来のように対物レンズを通さずにCCDカメラ6のCCD60に照射されるので、受光されるレーザー光が光軸に対して平行となるので、穴20の内部に検査できない死角が生じることがなく、検査精度を向上させることができる。

【0029】

(3) レーザー光源3からのレーザー光を反射して穴20に照射するように配置されるハーフミラー5を設けたので、検査対象物2の上方のみに、検査用のレーザー光源3、絞り装置4、ハーフミラー5、CCDカメラ6を配置することができる。従って、これらの配置の自由度を大きくすることができ、検査装置をコンパクトにすることもでき、測定作業の効率化を図ることもできる。特に、検査対象物2の製造ライン等に検査装置を設ける場合には、レーザー光源3やCCDカメラ6を検査対象物2に対して同じ側にまとめて配置することができるので、製造ライン等に容易に配置でき、また、メンテナンスも容易となる。

【0030】

(4) 穴20に照射されるレーザー光が、穴20よりも大きい形状の場合には、検査対象物2における穴20の周辺部分でレーザー光が反射してしまい、その反射光が穴20の底面21の反射光よりも強くなるため、穴20の底面21の反射光が不明瞭となってしまう。このような場合には、穴内の異物の有無を検査できない。これに対して本実施形態では、絞り装置4によって、穴20に照射されるレーザー光は、穴20と同じ形状と寸法に絞られるので、検査対象物2における穴20の周辺部分でレーザー光が反射することを防ぐことができ、確実に穴20の異物の有無を判定することができる。

【0031】

(5) 穴20の形状または寸法が変更された場合は、変更された穴20の形状または寸法と同一の開口を有する絞り装置4に交換することで、穴20が異なる場合であっても容易に対応することができる。

【0032】

(6) 従来のように対物レンズを備える必要がなく、また、CCDカメラ6または検査対象物2を三次元方向に移動可能に構成する必要がなく、少なくともCCDカメラ6または検査対象物2を二次元方向に移動可能に構成するだけでよい。従って、検査装置の構成を簡略化することができ、検査装置の低コスト化を図ることができる。

【0033】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態に係る穴内検査装置について図3に基づいて説明する。

図3は、穴内検査装置1Aの構成を示す概念図である。

穴内検査装置1Aは、図3に示すように、検査対象物2Aに形成された貫通する穴20Aを検査する装置であって、前述の第1実施形態の穴内検査装置1に対してレーザー光源3の配置位置が異なる点と、ハーフミラー5を有しない点とが相違するもので、その他の構成は略同様である。すなわち、レーザー光源3から照射されるレーザー光の光軸上に、貫通する穴20AおよびCCDカメラ6が配置されるように構成されている。CCDカメラ6は、貫通する穴20Aを通過するレーザー光を直接受光するようになっている。

【0034】

本実施形態によれば、前述の効果（１）、（２）、（４）、（５）、（６）に加え、次のような効果がある。

（７）ＣＣＤカメラ６がレーザー光源３からのレーザー光をハーフミラーを介さずに直接受光するので、画像の信号レベルが大きく、確実に異物９を検出することができ、検査精度を向上させることができる。

【００３５】

（８）異物９があれば、レーザー光が遮光されて、ＣＣＤカメラ６に到達しないので、異物９のある部分の受光の値と異物９の無い部分の受光の値との差が大きくなる。従って、第１実施形態と比べて、異物９をより確実に検出することができる。

【００３６】

（９）第１実施形態のように異物９によって反射されたレーザー光を受光する場合には、異物９によって散乱されたレーザー光の一部が受光されることもある。本実施形態では、ＣＣＤカメラ６が穴２０Ａに対してレーザー光源３とは反対側に設けられているので、異物９によって散乱されたレーザー光の一部が受光されることがなく、更に確実に異物９を検出することができる。

【００３７】

〔第３実施形態〕

次に、本発明の第３実施形態に係る穴内検査装置について図４に基づいて説明する。

図４は、穴内検査装置１Ｂの構成を示す概念図である。

穴内検査装置１Ｂは、図４に示すように、検査対象物２Ａに形成された貫通する穴２０Ａを検査する装置であって、前述の第１実施形態の穴内検査装置１に対して判定装置７Ａの構成が異なる点が相違するもので、その他の構成は略同様である。すなわち、貫通する穴２０Ａに照射されるレーザー光のうちで、異物９を反射する微量のレーザー光だけがＣＣＤカメラ６によって受光される。判定装置７Ａは、この微量のレーザー光に対する信号レベルが所定の値より大きい場合を異物があるとして判定するように構成されている。

【００３８】

本実施形態によれば、検査対象の穴が貫通する穴であっても、底面を有する穴の場合と同じ測定方法で異物を検査することができる。また、異物がない状態では、理論的にＣＣＤカメラ６が受光する信号レベルが零となるので、予め基準となる信号レベルを測定する必要がなく、検査方法を簡略化でき、検査時間の短縮化を図ることができる。また、第１実施形態と略同様の効果がある。

【００３９】

〔本発明の変形例〕

なお、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

【００４０】

例えば、前記実施形態では、検査対象の穴の形状が特に制限されることはなく、例えば、照射されるレーザー光の光軸に直交する断面形状が円形であってもよく、または、略多角形であってもよい。

また、前記実施形態では、判定装置において、ＣＣＤカメラからのデジタル信号と、基準となるデジタル信号とを比較して異物の有無を判定していたが、これに限らず、ＣＣＤカメラからのデジタル信号を画像として受信し、受信した画像中の信号値が周辺よりも小さい部分を強調するフィルタ等を用いて処理し、例えば、画像全体の信号値の平均値に対して所定の値より小さい点欠陥があれば、穴内に異物があると判定してもよい。このような構成であれば、基準となるデジタル信号を測定する必要がないので、検査を簡略化でき、検査時間を短縮化できる。

【００４１】

また、前記第１および第３実施形態におけるＣＣＤカメラとレーザー光源とは、配置を逆にしてもよい。

また、前記第１および第３実施形態におけるハーフミラーは、レーザー光源からのレー

10

20

30

40

50

ザー光の光軸に対して略45度傾くように配置されているが、傾き角度は、レーザー光源と検査対象物の大きさや形状に応じて略45度以外に設定してもよい。

また、ハーフミラーに限らず、反射および透過する機能を有する部材であればよく、例えば、ビームスプリッターを用いてもよい。

【0042】

また、前記第3実施形態における貫通する穴の裏面の開口（CCDカメラとは反対側の開口）を覆うように、反射板を設けてもよい。このようにすれば、反射板を反射するレーザー光をCCDカメラが受光することによって、異物の有無を検査することができる。従って、処理判定装置の判定方法は、底面を有する穴の場合と全く同じ方法で異物の有無を判定することができるので、処理判断装置の構成を簡略化できる。

10

【0043】

その他、本発明を実施するための最良の構成、方法等は、以上の記載で開示されているが、本発明は、これに限定されるものではない。すなわち、本発明は、主に特定の実施形態に関して特に図示され、かつ説明されているが、本発明の技術的思想および目的の範囲から逸脱することなく、以上述べた実施形態に対し、形状、材質、数量、その他の詳細な構成において、当業者が様々な変形を加えることができるものである。

従って、上記に開示した形状、材質等を限定した記載は、本発明の理解を容易にするために例示的に記載したものであり、本発明を限定するものではないから、それらの形状、材質等の限定の一部もしくは全部の限定を外した部材の名称での記載は、本発明に含まれるものである。

20

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の第1実施形態に係る穴内検査装置を示す概念図。

【図2】前記穴内検査装置において検査対象の穴に異物がある場合を示す概念図。

【図3】本発明の第2実施形態に係る穴内検査装置を示す概念図。

【図4】本発明の第3実施形態に係る穴内検査装置を示す概念図。

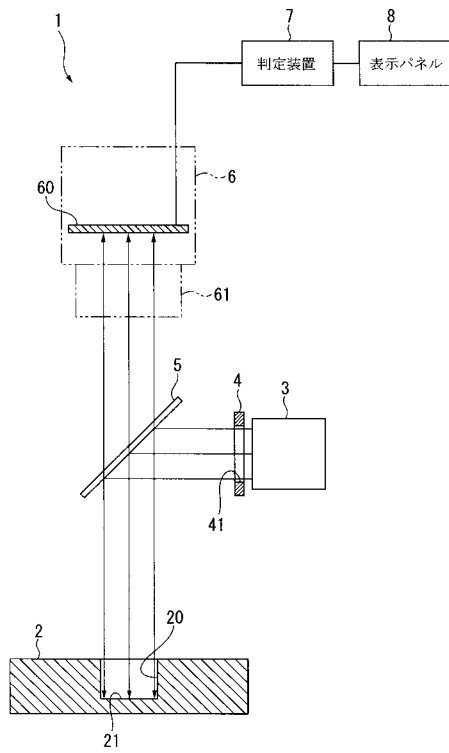
【符号の説明】

【0045】

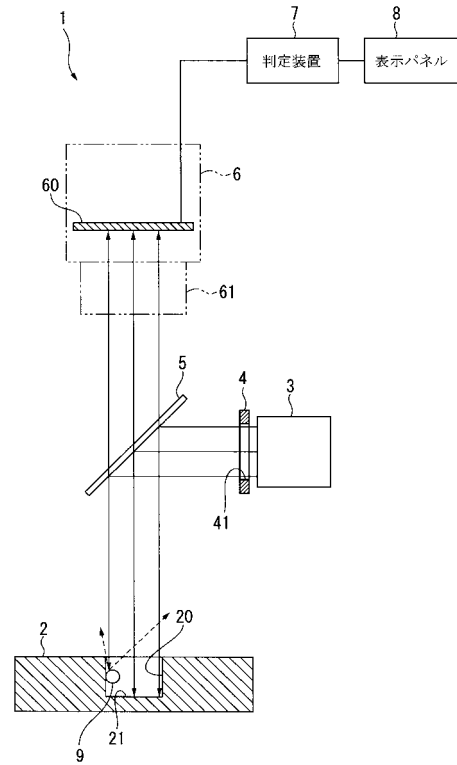
1, 1A, 1B…穴内検査装置、3…レーザー光源、4…絞り装置（絞り手段）、5…ハーフミラー、7, 7A…判定装置（判定手段）、9…異物、20, 20A…穴、41…開口、60…CCD（受光素子）。

30

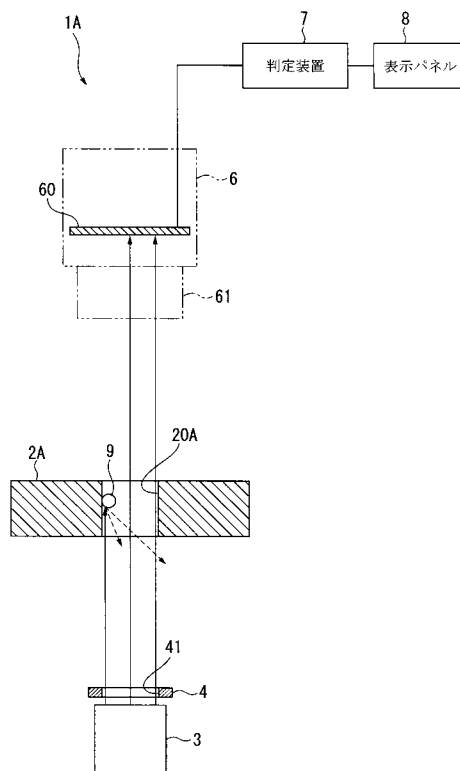
【図 1】



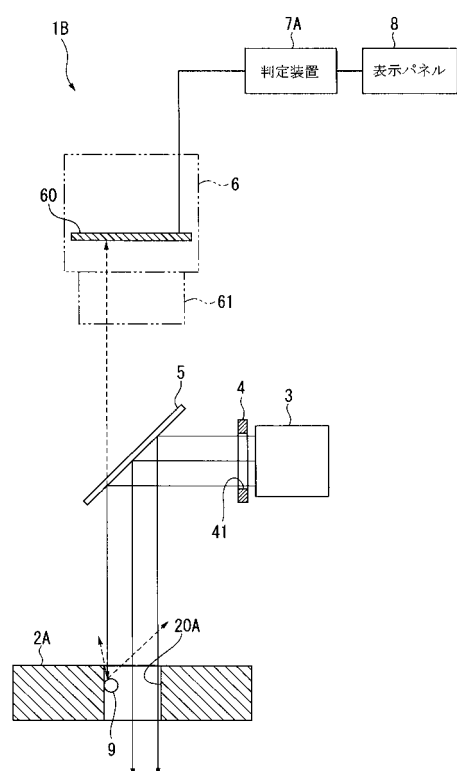
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G051 AA07 AB01 AB06 BA10 BB03 BB07 BB11 CA04 CB01 CC07
EB02