

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3789097号
(P3789097)

(45) 発行日 平成18年6月21日(2006.6.21)

(24) 登録日 平成18年4月7日(2006.4.7)

(51) Int. Cl.

G O 1 N 21/952 (2006.01)

F I

G O 1 N 21/952

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2002-44187 (P2002-44187)	(73) 特許権者	000167222
(22) 出願日	平成14年2月21日 (2002.2.21)		光洋機械工業株式会社
(65) 公開番号	特開2003-240728 (P2003-240728A)		大阪府八尾市南植松町2丁目34番地
(43) 公開日	平成15年8月27日 (2003.8.27)	(74) 代理人	100099977
審査請求日	平成15年12月22日 (2003.12.22)		弁理士 佐野 章吾
		(74) 代理人	100104259
			弁理士 寒川 潔
		(72) 発明者	森川 仁司
			大阪府八尾市南植松町2丁目34番地 光
			洋機械工業株式会社内
		(72) 発明者	寺内 晴彦
			大阪府八尾市南植松町2丁目34番地 光
			洋機械工業株式会社内
		審査官	樋口 宗彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被検査物の外周検査方法および外周検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

円筒状の被検査物の外周に光の透過率が $0 < \quad 5$ パーセントのハーフミラーを配置して当該ハーフミラーを透過させて前記被検査物の外周面に光を照射し、前記被検査物の外周面で反射した反射光を前記ハーフミラーで反射させてイメージセンサに受光させ、これにより被検査物の外周面の状態を前記イメージセンサに撮影させ、この撮影された画像を基に前記被検査物の外周面の欠陥検査を行うことを特徴とする被検査物の外周検査方法。

【請求項2】

円筒状の被検査物の外周面の欠陥検査を行うための装置であって、
前記被検査物の外側に配される光源と、
該光源と前記被検査物との間に配設され、前記光源から照射される光を透過させて被検査物の外周面に照射させるとともに、前記被検査物からの反射光をセンサ手段に向けて反射させるハーフミラー手段と、
前記ハーフミラー手段で反射された前記反射光を受光して被検査物の外周面の状態を撮影するセンサ手段と、

前記センサ手段で撮影された被検査物外周面の画像から被検査物外周面の欠陥の有無を判別する判別手段とを備えてなり、

前記ハーフミラー手段の光の透過率が $0 < \quad 5$ パーセントに設定されていることを特徴とする被検査物の外周検査装置。

10

20

【請求項 3】

前記光源と前記ハーフミラー手段との間に、光源からの光を拡散させる光拡散手段が設けられている

ことを特徴とする請求項 2 に記載の被検査物の外周検査装置。

【請求項 4】

前記光源が、光を放射する発光体と、該発光体からの光を反射させて前記光拡散手段に照射する反射体とを備えてなる

ことを特徴とする請求項 3 に記載の被検査物の外周検査装置。

【請求項 5】

前記光源は、前記被検査物の外周全領域に光を照射するように前記被検査物の外側に環状に配設された環状光源の形態とされ、 10

前記ハーフミラー手段は、前記被検査物の外周全領域からの反射光を前記センサ手段に反射可能なように前記被検査物の外側に環状に配された環状ハーフミラーの形態とされることを特徴とする請求項 2 から請求項 4 のいずれかに記載の被検査物の外周検査装置。

【請求項 6】

前記光源は、前記被検査物の軸方向の線状領域に光を照射する線状光源の形態とされるときともに、前記ハーフミラー手段は、前記被検査物の線状領域からの反射光を前記センサ手段に反射可能なように前記線状領域に対応する線状ハーフミラーの形態とされてなり、

前記線状光源および前記線状ハーフミラーの双方または前記被検査物の少なくともいずれか一方を、前記被検査物の軸線まわりに回転させる回転駆動手段を備えている 20
ことを特徴とする請求項 2 から請求項 4 のいずれかに記載の被検査物の外周検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、被検査物の外周検査方法およびその装置に関し、より詳細には、円筒状の形態を有する被検査物の外周面の傷や汚れやなどの欠陥を光学的に検出測定する探傷技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、ベアリングの外輪のような円筒状の形態をした被検査物の外周面に生じた傷やさび、汚れなどの欠陥を検出するための外周検査装置は、被検査物 W の外側に円錐形状の鏡面 M を有する反射体 a を配設するとともに、この鏡面 M の上方に光源 b とカメラ c とを配設してなり、上記光源 b から同軸落射照明により上記鏡面 M に光を当てて該鏡面 M で反射した光を上記被検査物の外周面 W a に照射するとともに、被検査物の外周面 W a で反射した光を上記鏡面 M で再び反射させてカメラ c で撮像し、該カメラ c で撮像した画像を判定装置 d に入力して被検査物 W の外周面 W a の欠陥検出を行っている。 30

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような従来の外周検査装置では、光源 b とカメラ c とが共に鏡面 M の上方に配置され、同じ鏡面 M を用いて被検査物外周面 W a への光の照射とカメラ c への反射光の入射が行われているため、光源 b とカメラ c の位置の微妙な調節が必要であり、かかる調節作業が煩雑であるという問題もあった。 40

【0006】

本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、被検査物外周面の欠陥検査を容易かつ正確に行い得る被検査物の外周検査方法および外周検査装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明に係る被検査物の外周検査方法は、円筒状の被検査物の外周に光の透過率が 0 < 5 パーセントのハーフミラーを配置して当該ハーフミラ 50

ーを透過させて上記被検査物の外周面に光を照射し、上記被検査物の外周面で反射した反射光を前記ハーフミラーで反射させてイメージセンサに受光させ、これにより被検査物の外周面の状態を上記イメージセンサに撮影させ、この撮影された画像を基に上記被検査物の外周面の欠陥検査を行うことを特徴とする。

【0008】

また、本発明に係る被検査物の外周検査装置は、円筒状の被検査物の外周面の欠陥検査を行うための装置であって、上記被検査物の外側に配される光源と、該光源と上記被検査物との間に配設され、上記光源から照射される光を透過させて被検査物の外周面に照射させるとともに、上記被検査物からの反射光をセンサ手段に向けて反射させるハーフミラー手段と、上記ハーフミラー手段で反射された上記反射光を受光して被検査物の外周面の状態を撮影するセンサ手段と、上記センサ手段で撮影された被検査物外周面の画像から被検査物外周面の欠陥の有無を判別する判別手段とを備えてなり、上記ハーフミラー手段の光の透過率が $0 < \quad 5$ パーセントに設定されていることを特徴とする。

【0009】

本発明においては、被検査物の外周面の欠陥検出にあたり、光源からの光をハーフミラーを透過させて被検査物の外周面に照射することにより該ハーフミラー自体を照明として機能させる一方、この照明により照らし出された被検査物外周面の状態をハーフミラーに写して、このハーフミラーに写った映像をセンサ手段（イメージセンサ）で受光させる。つまり、上記ハーフミラーを照明用の発光体と撮像用の反射鏡とに兼用する。

【0010】

そして、上記ハーフミラーとしては、光の透過率が $0 < \quad 5$ パーセントの範囲内にあるハーフミラーが使用される。これは、本発明においては、ハーフミラーは、光源からの光を透過させて被検査物外周面に光を照射する役割（照明としての役割）と、被検査物外周面からの反射光をセンサ手段（イメージセンサ）に向けて反射させる役割（反射鏡としての役割）とを有するが、反射鏡としての役割を重視させることにより、センサ手段（イメージセンサ）で良好な画像の撮像を可能にするためである。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る被検査物の外周検査方法および外周検査装置に基づいて詳細に説明する。

【0012】

実施形態1

図1は、本発明に係る外周検査装置の概略構成の一例を示している。この外周検査装置1は、たとえばベアリングの外輪のような円筒状の被検査物Wの外周面Waの欠陥検査を行うための装置であって、上記被検査物Wの径方向外側に配される光源2と、この光源2と上記被検査物Wとの間に配設されるハーフミラー（ハーフミラー手段）3と、上記ハーフミラー3で反射された光を受光するセンサ手段4と、上記センサ手段4の検出結果から被検査物外周面Waの欠陥の有無を判別する判別手段5とを主要部として備えている。

【0013】

なお、図1において符号7で示すのは、上記被検査物Wを図1に示す所定の検査位置に保持するためのワーク保持装置であって、図示しないワーク供給装置やワーク排出装置と連係して動作し、ワーク供給装置から搬入される被検査物Wを上記所定の検査位置に保持して後述する欠陥検査を行わせた後、ワーク排出装置を介して検査済みの被検査物Wを排出するように構成される。

【0014】

光源2は、上記被検査物Wの外周全領域に光を照射するように被検査物Wの径方向外側に環状に配設された環状光源であって、具体的には、たとえば発光ダイオードや光ファイバなどの発光源を、上記被検査物Wの外周面Waと同心状に該被検査物外周面Waの全周にわたって多数環状配置することにより構成される。また、このように環状配置される光源2の軸方向寸法（図1の紙面上下方向の寸法）は、少なくとも上記被検査物Wの軸方向寸

10

20

30

40

50

法と同一か、もしくは当該軸方向寸法より長く設定され、被検査物外周面W aの全体を照明可能とされる。

【0015】

ハーフミラー3は、上記光源2と上記被検査物Wとの間に配設されて、上記光源2から照射される光を透過させて被検査物外周面W aに照射させるとともに、上記被検査物外周面W aで反射した反射光L rをセンサ手段4に向けて反射させる鏡面m aを有するハーフミラーであって、図示のように、上記被検査物外周面W aの外周全領域からの反射光L rを上記センサ手段4に向けて反射可能なように、上記被検査物Wの径方向外側に円錐形状の鏡面m aが形成された環状ハーフミラーの形態とされている。

【0016】

ここで、このハーフミラー3としては、光の透過率が低いハーフミラーを用いるのが好ましい。

【0017】

なお、この点に関し本願出願人が実験したところでは、上記ハーフミラー3はその光の透過率を極めて低く（具体的には0 < 5パーセントの範囲内に）設定するのが最適であることが判明した。

【0018】

すなわち、このハーフミラー3は、上述したように、光源2からの光を透過させて被検査物外周面W aに光を照射する役割（照明としての役割）と、被検査物外周面W aからの反射光L rをセンサ手段4に向けて反射させる役割（反射鏡としての役割）とを有するが、そもそもこの外観検査装置1はハーフミラー3で反射した反射光L rを基に被検査物外周面W aの欠陥検査を行うことが目的であることから、前者の役割より後者の役割の方が重視される。

【0019】

そのため、本実施形態ではかかるハーフミラー3の反射鏡としての役割を重視して、ハーフミラー3での光の反射率を高めて（換言すれば、光の透過率を低くして）センサ手段4での受光を優先する構成を採用した。なお、光の透過率を低くしたことに伴って、光源2から照射された光がハーフミラー3で遮られ、その結果、照明としての役割が低下するが、この点については光源2の光量を増加することにより解消可能であり、またそのことが実験により確認されたので、本実施形態では、上記ハーフミラー3として光の透過率が0 < 5パーセントの範囲内にあるハーフミラーを採用することとした。

【0020】

なお、本実施形態では、図1に示すように、上記光源2と上記ハーフミラー3との間には、光源2からの光を拡散させてハレーションを防止する拡散板（光拡散手段）6が設けられている。この拡散板6は、図示のように、上記光源2やハーフミラー3と同様に上記被検査物Wと同心状に環状配置されており、具体的には、たとえばすりガラスなどで構成される。

【0021】

センサ手段4は、上記ハーフミラー3で反射された上記反射光L rを受光するための光センサであって、具体的には上記反射光L rを基に被検査物外周面W aの画像を検出するイメージセンサの形態とされる。

【0022】

より詳細には、本実施形態では上記センサ手段4としてCCDカメラ41が用いられる。このCCDカメラ41は、図示のようにレンズ41aと、カメラ本体41bとからなり、該レンズ41aは上記検査位置にある被検査物Wと同軸上に配設され、CCDカメラ41において上記鏡面m aの全体が撮像可能とされている。つまり、光源2からの光により照らし出され、上記鏡面m aに写る被検査物外周面W aの全景の映像が、上記CCDカメラ41によって撮影可能とされている。

【0023】

判別手段5は、上記センサ手段4の検出結果に基づいて被検査物外周面W aの欠陥の有無

10

20

30

40

50

を判別する装置であって、本実施形態では上記センサ手段4としてCCDカメラ41が用いられているので、該CCDカメラ41で撮影された画像から被検査物外周面Waの欠陥を検出するように構成される。

【0024】

具体的には、この判別手段5は、上記CCDカメラ41によって撮影された被検査物外周面Waの画像を所定の走査パターンに従って走査し（CCDカメラ41で撮影される被検査物外周面Waの画像はドーナツのような中抜きの大環状の画像として現れるので、たとえばこの大環状の画像を径方向や周方向に走査するなどして）、被検査物外周面Waの欠陥を検出する。

【0025】

なお、この判別手段5による被検査物外周面Waの欠陥検出は、上記CCDカメラ41で撮影した画像を所定のしきい値で二値化して白黒画素信号とし、この白黒画素信号を基に欠陥の有無を検出したり、あるいはパターンマッチングにより欠陥の有無を検出するなど適宜設計変更可能である。

【0026】

そこで、このように構成されてなる外観検査装置1の作用について図2に基づいて詳細に説明する。

【0027】

本発明に係る外観検査装置1では、被検査物外周面Waの欠陥検出にあたり、まず上記光源2を点灯させる。これにより、光源2から放射された光 L_1 は、図示しない拡散板6で拡散されてハーフミラー3に導かれ、該ハーフミラー3を透過して被検査物外周面Waに照射される。

【0028】

ここでハーフミラー3は、上述したようにその透過率が極めて低く設定されているので、このハーフミラー3を透過する透過光 L_2 の光量は、ハーフミラー3に入射する光 L_1 の光量よりも大幅に低下する。そのため、上記光源2としては、予めこのようなハーフミラー3による光量低下を見越して、被検査物外周面Waの照明に必要な光量の出力が可能光源が採用される。

【0029】

このようにして、被検査物外周面Waに透過光 L_2 が照射されると、被検査物外周面Waで反射した反射光 L_r によりハーフミラー3に被検査物外周面Waの映像が写し出され、このハーフミラー3に写った映像が上記CCDカメラ41によって撮影される。

【0030】

つまり、上記ハーフミラー3の表面に形成される円錐形状の鏡面maは、被検査物外周面Waからの反射光 L_r を上記CCDカメラ41のレンズ41aに向けて反射させるのに適した傾斜角度をもった円錐形状とされる。

【0031】

そして、上記CCDカメラ41で被検査物外周面Waの映像が撮影されると、その撮影された画像を基に上記判別手段5において被検査物外周面Waの欠陥検出が行われる。なお、この欠陥検出の結果は、たとえば図示しないCRTなどのディスプレイ装置に表示したり、あるいは、ワーク排出装置と連係させて欠陥検出の結果がNGの被検査物Wを選別排出するなどされる。

【0032】

このように、本発明に係る被検査物の外観検査装置1では、光源2からの光 L_1 をハーフミラー3を透過させて被検査物外周面Waに照射することにより該ハーフミラー3を照明として用いる一方、この照明により照らし出された被検査物外周面Waの状態をハーフミラー3に写して、その映像をセンサ手段4で受光して欠陥検査を行うので、光源2からの光 L_1 がセンサ手段4で反射光 L_r を受光する妨げとならず、両者の位置関係の設定が容易になる。

【0033】

10

20

30

40

50

実施形態 2

次に、本発明に係る被検査物の外観検査装置の他の実施形態について図 3 に基づいて説明する。

【0034】

図 3 は光源 2 の改変例を示しており、本実施形態では上記光源 2 が、発光体 2 1 と、該発光体 2 1 からの光を反射させて上記光拡散板 6 に照射する反射体 2 2 とで構成される。なお、光源 2 以外の構成は上記実施形態 1 に示す外観検査装置 1 と同様であるので、構成が共通する部分には同一の符号を付して説明を省略する。

【0035】

すなわち、上記発光体 2 1 はいわゆる落射照明を行う照明具であって、多数の発光ダイオードや光ファイバなどの発光源を、上記拡散板 6 の外側上方位置に下向きにリング状に配設することにより構成される。

【0036】

一方、反射体 2 2 は、上記拡散板 6 の外側であって上記発光体 2 1 の下方に位置して、発光体 2 1 からの落射照明を上記拡散板 6 に向けて反射する鏡であって、図 3 に示すように、受けた光をほぼ全反射する円錐形状の鏡面 m b を有して構成される。

【0037】

本実施形態では上記光源 2 をこのように構成することにより、発光体 2 1 から照射された光が上記発光体 2 1 の鏡面 m b によって反射されて拡散板 6、ハーフミラー 3 を介して被検査物外周面 W a に照射され、その反射光 L r がハーフミラー 3 の鏡面 m a を介して図外のセンサ手段 4 に受光され、上記実施形態 1 と同様に判別手段 5 において被検査物外周面 W a の欠陥検出が行われる。

【0038】

このように、本実施形態に示す外観検査装置によれば、発光体 2 1 からの光を反射体 2 2 で反射させて上記光拡散板 6 に照射する構成を採用することにより、発光体 2 1 の配設位置を被検査物 W の径方向位置から外すことができるので、発光体 2 1 の照明に係る配線などが被検査物 W の径方向に出ることがなく、外観検査装置をコンパクトに構成することが可能となる。

【0039】

実施形態 3

次に、本発明に係る被検査物の外観検査装置の第 3 の実施形態について図 4 に基づいて説明する。

【0040】

この第 3 の実施形態は、上記光源 2 およびハーフミラー 3 の形態の改変例であって、具体的には図 4 に示すように、上記光源 2 が、上記被検査物 W の軸方向の線状領域 E に光を照射する線状光源 2 の形態とされとともに、上記ハーフミラー 3 は、上記被検査物 W の線状領域 E からの反射光 L r を上記センサ手段 4 に反射可能なように、上記線状領域 E に対応する線状ハーフミラー 3 の形態とされる。

【0041】

また、これら光源 2 およびハーフミラー 3 の形態の改変に伴い、上記線状光源 2 および上記線状ハーフミラー 3 の双方または上記被検査物 W の少なくともいずれか一方を、上記被検査物 W の軸線まわりに回転させる回転駆動手段 8 を備えて構成される。

【0042】

すなわち、上記線状光源 2 は、図 4 に示すように被検査物 W の周方向について上記線状領域 E に対応する所定の幅寸法をもった光源であり、本実施形態では上記実施形態 2 に示すのと同様に図外の発光体と反射体 2 2 とから構成される。そして、この発光体から照射された光が反射体 2 2 で反射され、拡散板 6 を介して線状ハーフミラー 3 に入射するように構成されている。

【0043】

なお、本実施形態においては、光源 2 が上述したように被検査物 W の線状領域 E に光を照

10

20

30

40

50

射する線状光源 2 の形態とされることに伴い、上記発光体、反射体 22 および拡散板 6 は、いずれもこの線状領域 E に対応する寸法形状に設定されている（図 4 参照）。

【0044】

線状ハーフミラー 3 も上記実施形態 1 および実施形態 2 と同様に、上記光源 2 と上記被検査物 W との間に配設され、光源 2 から照射される光を透過させて被検査物外周面 W a に照射させるとともに、上記被検査物外周面 W a で反射した反射光 L r をセンサ手段 4 に向けて反射させる鏡面 m a を有するハーフミラーで構成されるが、本実施形態では、図示のように、上記被検査物外周面 W a の線状領域 E に対応する寸法形状に設定されている（図 4 参照）。また、この線状ハーフミラー 3 も上記実施形態 1 と同様に光の透過率が低いハーフミラーで構成される。

10

【0045】

上記回転駆動手段 8 は、上記線状光源 2 および上記線状ハーフミラー 3 の双方または上記被検査物 W の少なくともいずれか一方を、上記被検査物 W の軸線まわりに回転させるための動力源であって、本実施形態では、この回転駆動手段 8 はワーク保持装置 7 を回転駆動するように構成される。

【0046】

なお、本実施形態では、光源 2 やハーフミラー 3 等が被検査物 W の線状領域 E に対して光を照射等するように構成されるので、上記センサ手段 4 としてはこの線状領域 E の反射光 L r の受光が可能なラインイメージセンサが好適に採用される。

【0047】

このように構成された外観検査装置 1 においては、線状光源 2 から照射される光が、反射体 22 の鏡面 m b で反射され、拡散板 6、線状ハーフミラー 3 を介して被検査物外周面 W a の線状領域 E に照射され、該線状領域 E で反射した反射光 L r が線状ハーフミラー 3 の鏡面 m a で反射されてラインイメージセンサ（図示せず）に入力され、該ラインイメージセンサにおいて該線状領域 E の映像が撮影される。そして、この映像に基づいて図示しない判別手段が上記線状領域 E の欠陥検査を行う。

20

【0048】

この線状領域 E における欠陥検査が完了すると、次に上記回転駆動手段 8 がワーク保持装置 7 を回転駆動して検査対象となる領域を変更して、上記同様の処理によって新たに設定された線状領域 E についての欠陥検査を行う。以後、このようにして被検査物外周面 W a の全周にわたってこの工程を繰り返すことにより、被検査物 W の全周にわたる欠陥検査が行われる。

30

【0049】

このように、本発明の第 3 の実施形態に示す外観検査装置 1 では、回転駆動手段 8 によって欠陥検査を行う線状領域 E の位置を順次ずらしながら欠陥検査を行うことにより、被検査物外周面 W a の全周にわたって欠陥検査を行うことができるので、光源 2 やハーフミラー 3 の構成を簡略化することができる。

【0050】

なお、上述した実施形態はあくまでも本発明の好適な実施態様を示すものであって、本発明はこれに限定されることなくその発明の範囲内で種々の設計変更が可能である。

40

【0051】

たとえば、上述した実施形態では、ハーフミラー 3 として図示されるような薄板状のハーフミラーが採用されたが、たとえばガラスなどの透明体のブロックに円錐形状の穴を穿ち、その穴の表面に上記鏡面 m a を形成するように構成することも可能である。

【0052】

また、上述した第 2 の実施形態では、発光体 21 を拡散板 6 の外側上方に配設した場合を示したが、この発光体 21 は被検査物 W の径方向延長線上を外して配設されていればよく、たとえば拡散板 6 の外側下方に配設されていてもよい。

【0053】

また、同様に上述した実施形態では、発光体 21 から照射された光の向きを反射体 22 で

50

ほぼ90°変更するように構成したが、発光体21から照射された光を90°以外の角度で（たとえば鋭角的に）反射するように構成することも可能である。

【0054】

また、上述した第3の実施形態では、回転駆動手段8がワーク保持装置7を回転駆動する構成を採用したが、この回転駆動手段8は、上記線状光源2、拡散板6および上記線状ハーフミラー3を同時に上記被検査物Wの軸線まわりに回転駆動するように構成してもよい。

【0055】

さらに、上述した実施形態では、上記ハーフミラー3（3）として光の透過率が0<5パーセントの範囲のハーフミラーを用いたが、使用するハーフミラーの光の透過率は適宜設計変更可能である。

10

【0056】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、円筒状の被検査物の外周に、ハーフミラーを透過させて光を照射し、上記被検査物の外周面で反射した反射光を上記ハーフミラーで反射させてこれをセンサ手段（イメージセンサ）で受光して被検査物の外周面の状態を撮影し、この撮影された画像を基に上記被検査物の外周面の欠陥検査を行うにあたり、上記ハーフミラーには、照明としての役割よりも反射鏡としての役割を重視して、光の透過率が0<5パーセントのハーフミラーが用いられているので、被検査物外周面の欠陥検査を正確に行うことが可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る被検査物の外観検査装置の概略構成の一例を示す説明図である。

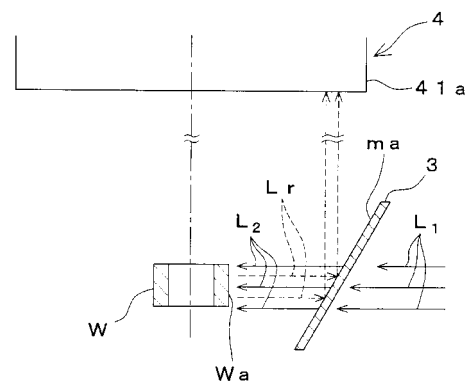
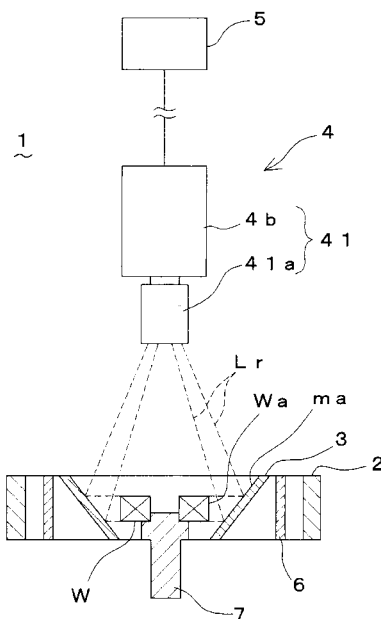
【図2】 同外観検査装置における光の照射および反射の状態を示す斜視図である。

【図3】 同外観検査装置の他の実施形態を示す説明図である。

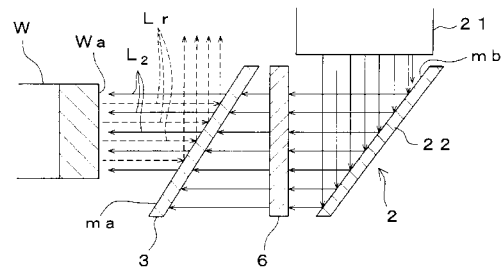
【図4】 同外観検査装置の第3の実施形態を示す説明図である。

【図1】

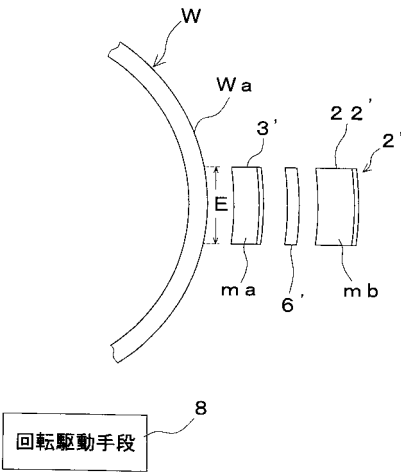
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-165868(JP,A)
特開2001-183123(JP,A)
特開平05-093694(JP,A)
特開昭51-016087(JP,A)
実開平03-010250(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N21/84-21/958
PATOLIS