

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6166867号
(P6166867)

(45) 発行日 平成29年7月19日(2017.7.19)

(24) 登録日 平成29年6月30日(2017.6.30)

(51) Int. Cl. F I
 GO 1 N 21/892 (2006.01) GO 1 N 21/892 C
 GO 1 N 21/952 (2006.01) GO 1 N 21/952

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-113230 (P2012-113230)	(73) 特許権者	591072020
(22) 出願日	平成24年5月17日 (2012.5.17)		下村特殊精工株式会社
(65) 公開番号	特開2013-238560 (P2013-238560A)		千葉県市川市市川1丁目3番18号 明治
(43) 公開日	平成25年11月28日 (2013.11.28)		生命市川ビル2F
審査請求日	平成27年4月16日 (2015.4.16)	(73) 特許権者	508132469
審判番号	不服2016-18817 (P2016-18817/J1)		大石測器株式会社
審判請求日	平成28年12月15日 (2016.12.15)		静岡県浜松市東区笠井新田町1746番地の6
		(74) 代理人	100130281
			弁理士 加藤 道幸
		(72) 発明者	荒川 達
			千葉県山武市松尾町借毛本郷668の1
			下村特殊精工株式会社松尾工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面欠陥検査装置及び表面欠陥検査方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パイプ形状を含む丸棒の外周面の疵や汚れによる表面欠陥を検出する表面欠陥検査装置において、

該丸棒の軸の方向から、該軸から5度～45度の仰角を有して該丸棒の該外周面の検査点にレーザ光を照射するレーザ光源と、

該丸棒の外周面で反射した反射レーザ光を受光する複数の受光センサと、

該複数の受光センサが受光量に基づいて該表面欠陥を検出する表面欠陥検出手段とを備え、

該複数の受光センサが、該丸棒の外周の外縁に沿うように升目状に配置され、

該表面欠陥検出手段が、該升目状に配置された複数の受光センサのそれぞれの受光量から、該丸棒の外周面で反射したレーザ光の反射リングの位置を検出し、

該反射リングの位置にある該受光センサの受光量と、該反射リングの位置にある該受光センサに隣接する該受光センサの受光量との差が所定以上の場合、該差の部分を該表面欠陥による乱反射として、該表面欠陥を検出することを特徴とする表面欠陥検査装置。

【請求項2】

前記表面欠陥検出手段が、

前記反射リングが該反射リングの径方向に隣接する複数の受光センサ上に位置する場合、該隣接する受光センサの受光量の合計値から、該受光センサの位置を検出すると共に、

該隣接する受光センサの受光量の合計値を、該反射リングの位置にある1つの該受光セン

サの受光量と見なすことを特徴とする請求項 1 記載の表面欠陥検査装置。

【請求項 3】

前記表面欠陥検出手段が、前記丸棒の軸方向に所定距離離れた異なる前記検査点に順次レーザ光を照射し、それぞれの該検査点での前記反射リングの位置の前記複数の受光センサの受光量を比較することで、前記表面欠陥を検出することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の表面欠陥検査装置。

【請求項 4】

前記表面欠陥検出手段が、前記複数の受光センサのうちの同一の該受光センサの前記それぞれの検査点での受光量を比較し、前記表面欠陥を検出することを特徴とする請求項 3 記載の表面欠陥検査装置。

10

【請求項 5】

パイプ形状を含む丸棒の外周面の疵や汚れによる表面欠陥を検出する表面欠陥検査装置において、

該丸棒の軸の方向から、該軸から 5 度～45 度の仰角を有して該丸棒の該外周面の検査点にレーザ光を照射するレーザ光源と、

該丸棒の外周面で反射した反射レーザ光を受光する複数の受光センサと、

該複数の受光センサが受光量に基づいて該表面欠陥を検出する表面欠陥検出手段とを備え、

該複数の受光センサが、該丸棒の外周の外縁に沿うように升目状に配置され、

該表面欠陥検出手段が、該升目状に配置された複数の受光センサのそれぞれの受光量から

20

、該丸棒の外周面で反射したレーザ光の反射リングの位置を検出し、

該反射リングの位置にある該受光センサの受光量と、該反射リングの位置ではない該受光センサの受光量との差が所定以下の場合、該差のない部分を該表面欠陥による乱反射として、該表面欠陥を検出することを特徴とする表面欠陥検査装置。

【請求項 6】

パイプ形状を含む丸棒の外周面の疵や汚れによる表面欠陥を検出する表面欠陥検査方法において、

該丸棒の軸の方向から、該軸から 5 度～45 度の仰角を有して該丸棒の該外周面の検査点にレーザ光を照射し、

該丸棒の検査点で反射した反射レーザ光を、該丸棒の外周の外縁に沿うように升目状に配置された複数の受光センサで受光し、

30

該升目状に配置された複数の受光センサのそれぞれの受光量から、該丸棒の外周面で反射した反射レーザ光の反射リングの位置を検出し、

該反射リングの位置にある該受光センサの受光量と、該反射リングの位置にある該受光センサに隣接する該受光センサの受光量との差が所定以上の場合、該差の部分を該表面欠陥による乱反射として、該表面欠陥を検出することを特徴とする表面欠陥検査方法。

【請求項 7】

前記反射リングが、該反射リングの径方向に隣接する複数の受光センサ上に位置する場合、該隣接する受光センサの受光量の合計値から、該受光センサの位置を検出すると共に

40

、該隣接する受光センサの受光量の合計値を、該反射リングの位置にある 1 つの該受光センサの受光量と見なすことを特徴とする請求項 6 記載の表面欠陥検査方法。

【請求項 8】

前記丸棒の軸方向に所定距離離れた異なる前記検査点に順次レーザ光を照射し、それぞれの該検査点での前記反射リングの位置の前記複数の受光センサの受光量を比較することで、前記表面欠陥を検出することを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 記載の表面欠陥検査方法。

【請求項 9】

前記複数の受光センサのうちの同一の該受光センサの前記それぞれの検査点での受光量を比較し、前記表面欠陥を検出することを特徴とする請求項 8 記載の表面欠陥検査方法。

50

【請求項 10】

パイプ形状を含む丸棒の外周面の疵や汚れによる表面欠陥を検出する表面欠陥検査方法において、
 該丸棒の軸の方向から、該軸から5度～45度の仰角を有して該丸棒の該外周面の検査点にレーザ光を照射し、
 該丸棒の検査点で反射した反射レーザ光を、該丸棒の外周の外縁に沿うように升目状に配置された複数の受光センサで受光し、
 該升目状に配置された複数の受光センサのそれぞれの受光量から、該丸棒の外周面で反射した反射レーザ光の反射リングの位置を検出し、
 該反射リングの位置にある該受光センサの受光量と、該反射リングの位置ではない該受光センサの受光量との差が所定以下の場合、該差のない部分を該表面欠陥による乱反射として、該表面欠陥を検出することを特徴とする表面欠陥検査方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パイプ形状を含む丸棒の外周面の疵や汚れによる表面欠陥を検査する表面欠陥検査装置及び表面欠陥検査方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、圧延等により製造された長尺の鋼材等の丸棒の外周面の疵や汚れによる表面欠陥の検査が行われている。この表面欠陥検査装置としては、例えば、特許文献1に示すようなものがある。特許文献1の表面欠陥検査装置では、丸棒を磁化し、丸棒が磁化されることにより丸棒の表面に存在する疵に磁極が生じ、この疵に粉末を付着させ、この粉末の付着の程度により、疵の程度を判定している。具体的には、粉末が表面疵の形状が反映された模様を呈し、その模様をCCD素子等のイメージセンサで測定し、画像処理に準じる方法で模様を解析し、疵の程度を判定している。

20

【0003】

従来の表面欠陥検査装置では、丸棒を磁化したり画像処理を掛けたりと装置が複雑で高価で、磁化できない丸棒を検査できないという課題があり、本願発明者は、この課題を解決する方法として、特許文献2に示す表面欠陥検査装置を発明した。

30

【0004】

この特許文献2に示す表面欠陥検査装置は、丸棒の軸に略垂直に外周面に光を照射する光源と、丸棒の軸断面視で、丸棒の軸における光源の入射方向とのなす角度が90度を越え180度未満になるように設けられた受光センサとを備え、光源からの光の外周面での反射光を受光センサで受光し、受光した光のレベルから外周面を検査することを特徴としている。

【0005】

また、レーザ光を用いた表面欠陥検査装置としては、特許文献3に示すようなものがある。特許文献3の表面欠陥検査装置は、被検査線条の表面に照射する検査光を出力する光源と、光源から出力された検査光を、被検査線条の表面に照射する光学処理部と、検査光の被検査線条からの反射光を受光する少なくとも2つの受光素子を、被検査線条の周囲であって、被検査線条の中心軸および検査光の中心軸を含む平面に対して略対称な位置に配置した受光部と、対称に配置された受光素子の出力信号を演算処理し、演算処理された出力信号に基づいて被検査線条の表面欠陥を検出する欠陥検出部とを備えている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2005-134177号公報

【特許文献2】特開2008-185356号公報

【特許文献3】特開2010-25642号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来の検査装置では、より微細な疵や汚れによる表面欠陥の有無を検出することができたとしても、表面欠陥の種類を特定することが困難であった。

【0008】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、丸棒の外周面の疵や汚れの種類を判別して検出することが可能な表面欠陥検査装置及び表面欠陥検査方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1記載の表面欠陥検査装置は、丸棒の軸の方向から、軸から5度～45度の仰角を有して丸棒の外周面の検査点にレーザ光を照射するレーザ光源と、丸棒の外周面で反射した反射レーザ光を受光する複数の受光センサと、複数の受光センサが受光量に基づいて表面欠陥を検出する表面欠陥検出手段とを備え、複数の受光センサが、丸棒の外周の外縁に沿うように升目状に配置され、表面欠陥検出手段が、升目状に配置された複数の受光センサのそれぞれの受光量から、丸棒の外周面で反射したレーザ光の反射リングの位置を検出し、反射リングの位置にある受光センサの受光量と、反射リングの位置にある受光センサに隣接する受光センサの受光量との差が所定以上の場合、差の部分を表面欠陥による乱反射として、表面欠陥を検出することを特徴とする。

【0010】

請求項2記載の表面欠陥検査装置は、表面欠陥検出手段が、反射リングが反射リングの径方向に隣接する複数の受光センサ上に位置する場合、隣接する受光センサの受光量の合計値から、受光センサの位置を検出すると共に、隣接する受光センサの受光量の合計値を、反射リングの位置にある1つの受光センサの受光量と見なすことを特徴とする。

【0011】

請求項3記載の表面欠陥検査装置は、表面欠陥検出手段が、丸棒の軸方向に所定距離離れた異なる検査点に順次レーザ光を照射し、それぞれの検査点での反射リングの位置の複数の受光センサの受光量を比較することで、表面欠陥を検出することを特徴とする。

【0012】

請求項4記載の表面欠陥検査装置は、表面欠陥検出手段が、複数の受光センサのうちの同一の受光センサのそれぞれの検査点での受光量を比較し、表面欠陥を検出することを特徴とする。

【0013】

請求項5記載の表面欠陥検査装置は、丸棒の軸の方向から、軸から5度～45度の仰角を有して丸棒の外周面の検査点にレーザ光を照射するレーザ光源と、丸棒の外周面で反射した反射レーザ光を受光する複数の受光センサと、複数の受光センサが受光量に基づいて表面欠陥を検出する表面欠陥検出手段とを備え、複数の受光センサが、丸棒の外周の外縁に沿うように升目状に配置され、表面欠陥検出手段が、升目状に配置された複数の受光センサのそれぞれの受光量から、丸棒の外周面で反射したレーザ光の反射リングの位置を検出し、反射リングの位置にある受光センサの受光量と、反射リングの位置ではない受光センサの受光量との差が所定以下の場合、差のない部分を表面欠陥による乱反射として、表面欠陥を検出することを特徴とする。

【0014】

請求項6記載の表面欠陥検査方法は、丸棒の軸の方向から、軸から5度～45度の仰角を有して丸棒の外周面の検査点にレーザ光を照射し、丸棒の検査点で反射した反射レーザ光を、丸棒の外周の外縁に沿うように升目状に配置された複数の受光センサで受光し、升目状に配置された複数の受光センサのそれぞれの受光量から、丸棒の外周面で反射した反射レーザ光の反射リングの位置を検出し、反射リングの位置にある受光センサの受光量と、反射リングの位置にある受光センサに隣接する受光センサの受光量との差が所定以上の

10

20

30

40

50

場合、差の部分を表面欠陥による乱反射として、表面欠陥を検出することを特徴とする。

【0015】

請求項7記載の表面欠陥検査方法は、反射リングが、反射リングの径方向に隣接する複数の受光センサ上に位置する場合、隣接する受光センサの受光量の合計値から、受光センサの位置を検出すると共に、隣接する受光センサの受光量の合計値を、反射リングの位置にある1つの受光センサの受光量と見なすことを特徴とする。

【0016】

請求項8記載の表面欠陥検査方法は、丸棒の軸方向に所定距離離れた異なる検査点に順次レーザ光を照射し、それぞれの検査点での反射リングの位置の複数の受光センサの受光量を比較することで、表面欠陥を検出することを特徴とする。

10

【0017】

請求項9記載の表面欠陥検査方法は、複数の受光センサのうちの同一の受光センサのそれぞれの検査点での受光量を比較し、表面欠陥を検出することを特徴とする。

【0018】

請求項10記載の表面欠陥検査方法は、丸棒の軸の方向から、軸から5度～45度の仰角を有して丸棒の外周面の検査点にレーザ光を照射し、丸棒の検査点で反射した反射レーザ光を、丸棒の外周の外縁に沿うように昇目状に配置された複数の受光センサで受光し、昇目状に配置された複数の受光センサのそれぞれの受光量から、丸棒の外周面で反射した反射レーザ光の反射リングの位置を検出し、反射リングの位置にある受光センサの受光量と、反射リングの位置ではない受光センサの受光量との差が所定以下の場合、差のない部分を表面欠陥による乱反射として、表面欠陥を検出することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0019】

請求項1及び請求項6の発明によれば、丸棒の軸の方向から、軸から5度～45度の仰角を有して丸棒の外周面の検査点にレーザ光を照射し、丸棒の検査点で反射した反射レーザ光を、丸棒の外周の外縁に沿うように昇目状に配置された複数の受光センサで受光し、昇目状に配置された複数の受光センサのそれぞれの受光量から、丸棒の外周面で反射した反射レーザ光の反射リングの位置を検出し、反射リングの位置にある受光センサの受光量と、反射リングの位置にある受光センサに隣接する受光センサの受光量との差が所定以上の場合、表面欠陥として検出することから、丸棒の外周面の疵や汚れの種類を判別して検出することが可能である。

30

【0020】

請求項2及び請求項7の発明によれば、反射リングが、反射リングの径方向に隣接する複数の受光センサ上に位置する場合、隣接する受光センサの受光量の合計値から、受光センサの位置を検出すると共に、隣接する受光センサの受光量の合計値を、反射リングの位置にある1つの受光センサの受光量と見なすことから、より正確に反射リングの位置を特定可能で、より正確な表面欠陥の検出が可能である。

【0021】

請求項3及び請求項8の発明によれば、丸棒の軸方向に所定距離離れた位置での反射リングの位置の複数の受光センサの受光量を比較することで、表面欠陥を検出することから、より多くの種類の表面欠陥の判別が可能である。

40

【0022】

請求項4及び請求項9の発明によれば、同一の受光センサの丸棒の軸方向に所定距離離れた位置での受光量を比較し、表面欠陥を検出することから、より多くの種類の表面欠陥の判別が可能である。

【0023】

請求項5及び請求項10の発明によれば、丸棒の軸の方向から、軸から5度～45度の仰角を有して丸棒の外周面の検査点にレーザ光を照射し、丸棒の検査点で反射した反射レーザ光を、丸棒の外周の外縁に沿うように昇目状に配置された複数の受光センサで受光し、昇目状に配置された複数の受光センサのそれぞれの受光量から、丸棒の外周面で反射し

50

た反射レーザ光の反射リングの位置を検出し、反射リングの位置にある受光センサの受光量と、反射リングの位置ではない受光センサの受光量との差が所定以下の場合、表面欠陥として検出することから、丸棒の外周面の疵や汚れの種類を判別して検出することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明に係る表面欠陥検査装置の構造の一例を示す説明図である。

【図2】同表面欠陥検査装置の動作を説明する説明図である。

【図3】同表面欠陥検査装置の受光センサによる受光状態を示す説明図である。

【図4】同表面欠陥検査装置の受光センサの受光量を示す説明図である。

10

【図5】同表面欠陥検査装置の受光センサの受光量の比較の様子を示す説明図である。

【図6】同表面欠陥検査装置の受光センサのサンプリング周期毎の受光量の様子を示す説明図である。

【図7】同表面欠陥検査装置の第1の実施例の表面欠陥の様子を示す説明図である。

【図8】同表面欠陥検査装置の第1の実施例の受光センサによる受光状態を示す説明図である。

【図9】同表面欠陥検査装置の第1の実施例の受光センサの受光量を示す説明図である。

【図10】同表面欠陥検査装置の第2の実施例の表面欠陥の様子を示す説明図である。

【図11】同表面欠陥検査装置の第2の実施例の受光センサによる受光状態を示す説明図である。

20

【図12】同表面欠陥検査装置の第2の実施例の受光センサによる受光状態を示す説明図である。

【図13】同表面欠陥検査装置の第2の実施例の受光センサの受光量を示す説明図である。

【図14】同表面欠陥検査装置の第2の実施例の受光センサのサンプリング周期が異なる受光量の様子を示す説明図である。

【図15】同表面欠陥検査装置の第3の実施例の表面欠陥の様子を示す説明図である。

【図16】同表面欠陥検査装置の第3の実施例の受光センサによる受光状態を示す説明図である。

【図17】同表面欠陥検査装置の第3の実施例の受光センサの受光量を示す説明図である

30

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の形態について図面を参照しながら具体的に説明する。図1は、本発明に係る表面欠陥検査装置の構造の一例を示す説明図である。図2は、同表面欠陥検査装置の動作を説明する説明図である。図3は、同表面欠陥検査装置の受光センサによる受光状態を示す説明図である。図4は、同表面欠陥検査装置の受光センサの受光量を示す説明図である。図5は、同表面欠陥検査装置の受光センサの受光量の比較の様子を示す説明図である。図6は、同表面欠陥検査装置の受光センサのサンプリング周期毎の受光量の様子を示す説明図である。

40

【0026】

図における表面欠陥検査装置1は、パイプ形状を含む丸棒Wの外周面の疵や汚れによる表面欠陥を検査し、疵や汚れによる表面欠陥の有無を判断するための装置である。表面欠陥検査装置1は、丸棒Wの外周面に向かってレーザ光Lを照射するレーザ光源10、レーザ光源10のレーザ光Lが丸棒Wの外周面の検査点Pで反射した反射レーザ光Cを受光する受光センサ20を備えている。

【0027】

レーザ光源10は、電源12から電力の供給を受けてレーザ光Lを発射するもので、波長が300nm～700nmで、より具体的には、赤色レーザ(中心波長:赤色(650nm))、緑色レーザ(中心波長:緑色(532nm))、バイオレットレーザ(中心波

50

長：青紫（405 nm）、青色レーザ（中心波長：青色（375 nm））等である。レーザ光源10は、丸棒Wの軸の方向から、軸から所定の仰角 α を有して丸棒Wの外周面の検査点Pにレーザ光Lを照射する。レーザ光Lの丸棒Wの軸となす仰角 α は、5度～45度である。仰角 α は、丸棒Wの材質・太さや外周面の状況、検出したい傷の種類や大きさにより適宜定めるようにする。尚、検査可能な丸棒Wは、レーザ光Lが反射可能な材質で、太さは直径数 μm の物から検査可能である。

【0028】

受光センサ20は、丸棒Wの検査点Pで反射した反射レーザ光Cを受光するもので、例えば、受光した光量を出力するフォトダイオードである。受光センサ20は、反射レーザ光Cを最も正確に受光できる位置、すなわち、レーザ光源10と同じ丸棒Wに対する周方向の位置で、且つ、丸棒Wの軸とレーザ光Lとの仰角 α と同じ角度の仰角 α' で検査点Pに向かっている。図1では、受光センサ20の1つが図示されているが、実際には、図3に示すように、複数の受光センサ（位置1a～6d）が、仰角 $\alpha' \sim \beta$ （ γ ）の角度上に升目状に配置されている。尚、1つの受光センサで、複数の受光素子を有するタイプのセンサであってもよい。そして、受光センサ20は、データ解析部22に接続されている。

10

【0029】

データ解析部22は、受光センサ20の値から、丸棒Wの検査点Pに疵や汚れによる表面欠陥がないかどうかの判断を行う。データ解析部22は、パーソナルコンピュータのような電子計算機でもよく、また、ロジック回路で構成されたデジタル処理手段でもよく、その形態により制限されるものではない。

20

【0030】

次に、表面欠陥検査装置1の動作を説明する。まず、丸棒Wの正常な検査点Pにレーザ光Lを照射し、その反射レーザ光Cが受光センサ20に投影される反射リングBは、図2に示すように、丸棒Wの外周面の湾曲に沿ったリング状に強い光量を有したものになる。尚、丸棒Wの外周面は、完璧な平滑面ではないことから、若干、反射レーザ光Cが発散した点状に弱い光量の部分も生じる。

【0031】

このようにレーザ光Lを丸棒Wの検査点Pに照射し、その反射レーザ光Cによってできる反射リングBを受光センサ20で受光してデータ解析部22で解析し、検査点Pに疵や汚れによる表面欠陥がないかどうかの判断を行う。

30

【0032】

まず、正常な検査点Pでは、図2に示す綺麗に連続した反射リングBになる。図3は、受光センサ20の各位置での受光状態を模式的に示した図であるが、図3の場合、表面欠陥により反射リングBが一部途切れたようになっている。図3以降、受光センサ20が、縦4個、横6個並んだ、総数24個の場合の様子を示している（総数や並び方は、一例で有り、この場合に限られるものではない）。この受光センサの並びは、丸棒Wの外周の外縁に沿うように升目状に配置される並びである。そして、図4の升目の1つ1つに示された値は、受光センサ20の受光量を数値化して表したもので、数値が大きいほど、受光量（レーザ光の強さ）が大きいことを示している。

40

【0033】

そして、表面欠陥検査装置1のデータ解析部22は、表面欠陥検出手段の動きとして、まず、受光センサ20の受光量を取り込み、まずは、図4に示すような升目状でのマッピングを行う（以後、図3以降に示す行と列の符号を用いて、位置1a～6dのように表現する）。

【0034】

次に、データ解析部22は、図2に示す丸棒Wの外周面の湾曲に沿った反射リングBの位置を、升目状にマッピングされた受光量から検出する。図4の例では、位置1b, 1c, 2c, 3c, 4c, 5c, 6b, 6cに大きな値が存在し、この部分に反射リングがあると予想される。尚、位置2c, 3c, 4c, 5cの値は、同じ行（a～d）の中では極

50

めて数値が大きいので、その位置に反射リングBがあると端的に検出できる。これに対し、位置1b, 1c, 6b, 6cでは、同じ行に大きな値の位置が存在するため、上下左右の位置の受光量を加算して、反射リングBの位置を検出するようにする。このように、2つの位置に反射リングBが位置する場合には、隣接する位置(例えば、位置1bと1c、位置6bと6c)の受光量の合計値を、反射リングBの位置にある1つの受光センサの受光量と見なすようにすればよい。

【0035】

反射リングBのより具体的な検出方法を説明する。データ解析部22は、まず、受光センサ20の縦に並ぶ位置ごと(位置1a~1d、位置2a~2d、位置3a~3d、位置4a~4d、位置5a~5d、位置6a~6d)の平均受光量を算出する。そして、その縦の位置の平均受光量と、その縦の位置に属するそれぞれの位置の受光量との差を求める。その平均値との差が一番大きく、且つ縦の並びで一番受光量が多い位置に反射リングBがあると判断するようにする。但し、反射リングBがあると判断される位置の上下にある位置との受光量差が少ない場合は、その中間あたりに反射リングBが掛かっていると判断することとする。この演算を、縦の列分(位置1~位置6)まで行い、反射リングBの位置を確定する。尚、受光量の差は、検査対象となる丸棒により異なるため、あらかじめパラメータ指定にて事前に決めて記憶させておくようにする。

10

【0036】

尚、通常は、表面欠陥の有無にかかわらず反射リングBが出るものの、表面欠陥の種類や状態によって、反射リングBを確定できない場合もある。これは、表面欠陥の状態が特に悪い場合で、例えば、ダイヤ目のひどい物や、仕上げ不良(荒仕上げ)の場合がある。このような反射リングBを検出できない場合は、その現象自体が表面欠陥と判定されることになる。

20

【0037】

次に、反射リングBの位置が明らかになったら、その反射リングBの位置の隣(上下左右)の位置の受光量と、受光量を比較し、減衰又は増加して、その反射リングBの位置の受光量が、隣と大きく異なっていないかを判断する。もし、表面欠陥がある場合、その位置の受光量が隣の位置の受光量に比べ減衰している。図5に示すように、反射リングBが位置する位置3cにおいて、隣の位置2c及び4cと比較すると、位置3cの受光量が減衰しており、この位置3cの表面欠陥が存在していることが検出できる。

30

【0038】

また、表面欠陥検査装置1のデータ解析部22は、表面欠陥検出手段として、受光センサ20の同じ位置のサンプリング周期ごとのデータ(丸棒Wの軸方向に所定距離離れた位置での反射リングの受光量)の変化を受光量の増減で把握し、表面欠陥を検出することもできる。例えば、図6に示すように、現在の丸棒Wの軸方向の位置での受光量に対し、1つ前、2つ前・・・等での受光量を比較するようにする。尚、丸棒Wの軸方向に所定距離離れる量は、長さ的な量として把握してもよいし、丸棒Wを移動させたり表面欠陥検査装置1を移動させて検査点Pをずらし、移動している途中で所定間隔毎に受光量を測定し、結果としてサンプル周期毎のデータとして把握するようにしてもよい。

40

【0039】

以上のように、本実施の形態における表面欠陥検査装置1は、丸棒Wの軸の方向から、軸から5度~45度の仰角を有して丸棒Wの外周面の検査点Pにレーザ光Lを照射し、丸棒Wの検査点Pで反射した反射レーザ光Cを、丸棒Wの外周の外縁に沿うように升目状に配置された複数の受光センサ20で受光し、升目状に配置された複数の受光センサ20のそれぞれの受光量から、丸棒Wの外周面で反射した反射レーザ光Cの反射リングBの位置を検出し、反射リングBの位置にある受光センサ20の受光量と、反射リングBの位置にある受光センサ20に隣接する受光センサ20の受光量との差が所定以上の場合、表面欠陥として検出することで丸棒Wの外周面の疵や汚れの種類を判別して検出することが可能である。

【0040】

50

また、反射リングBが、反射リングBの径方向に隣接する複数の受光センサ20上に位置する場合、隣接する受光センサ20の受光量の合計値から、受光センサ20の位置を検出すると共に、隣接する受光センサ20の受光量の合計値を、反射リングBの位置にある1つの受光センサ20の受光量と見なすことで、より正確に反射リングBの位置を特定可能で、より正確な表面欠陥の検出が可能である。

【0041】

さらに、丸棒Wの軸方向に所定距離離れた位置での反射リングBの位置の複数の受光センサ20の受光量を比較することで、表面欠陥を検出することから、より多くの種類の表面欠陥の判別が可能である。

【0042】

さらに、同一の受光センサ20の丸棒Wの軸方向に所定距離離れた位置での受光量を比較し、表面欠陥を検出することで、より多くの種類の表面欠陥の判別が可能である。

【0043】

さらに、丸棒Wの軸の方向から、軸から5度～45度の仰角を有して丸棒Wの外周面の検査点Pにレーザー光Lを照射し、丸棒Wの検査点Pで反射した反射レーザー光Cを、丸棒Wの外周の外縁に沿うように升目状に配置された複数の受光センサ20で受光し、升目状に配置された複数の受光センサ20のそれぞれの受光量から、丸棒Wの外周面で反射した反射レーザー光Cの反射リングBの位置を検出し、反射リングBの位置にある受光センサ20の受光量と、反射リングBの位置ではない受光センサ20の受光量との差が所定以下の場合、表面欠陥として検出することもでき、この場合も丸棒Wの外周面の疵や汚れの種類を判別して検出することが可能である。

【実施例1】

【0044】

上述では、表面欠陥の検出について説明したが、本出願における表面欠陥検査装置1は、表面欠陥の検出と共に、表面欠陥の種類も判別可能であることから、その種類の判別の具体的な例を説明する。図7は、同表面欠陥検査装置の第1の実施例の表面欠陥の様子を示す説明図である。図8は、同表面欠陥検査装置の第1の実施例の受光センサによる受光状態を示す説明図である。図9は、同表面欠陥検査装置の第1の実施例の受光センサの受光量を示す説明図である。

【0045】

本実施例1では、図7に示すような、丸棒W1の母材キズ残りの表面欠陥D1の検出について説明する。母材キズ残りとは、加工前材料(母材)の欠陥(未加工)がそのまま残っているものである。母材キズ残りの表面欠陥D1を検査点Pとしてレーザー光Lを照射すると、図8に示すように、反射レーザー光Cが乱反射し、反射リングBが一部欠けることになる。データ解析部22では、受光センサ20の受光量を図9に示すようにマッピングし、まず、反射リングBの位置を特定する。本実施例1の場合、データ解析部22は、反射リングBの位置を、位置1b, 1c, 2c, 3c, 4c, 5c, 6b, 6cと検出する。

【0046】

次に、データ解析部22は、特定された反射リングBの位置の隣同士の位置の受光量を比較する。位置2cと位置3cとを比較すると、大きく受光量が異なっており、受光量が著しく落ち込んだ位置2cに表面欠陥D1を検出することになる。そして、母材キズ残りの場合、丸棒W1の軸方向に離れた位置(サンプル周期毎)で、ほぼ同じ位置に反射リングBの欠けを検出できるので、データ解析部22は、この表面欠陥D1の種類として、母材キズ残りを特定できることになる。

【実施例2】

【0047】

次に、本実施例2では、他の表面欠陥の例を説明する。図10は、同表面欠陥検査装置の第2の実施例の表面欠陥の様子を示す説明図である。図11は、同表面欠陥検査装置の第2の実施例の受光センサによる受光状態を示す説明図である。図12は、同表面欠陥検査装置の第2の実施例の受光センサによる受光状態を示す説明図である。図13は、同表

10

20

30

40

50

面欠陥検査装置の第2の実施例の受光センサの受光量を示す説明図である。図14は、同表面欠陥検査装置の第2の実施例の受光センサのサンプリング周期が異なる受光量の様子を示す説明図である。

【0048】

本実施例2では、図10に示すような、丸棒W2の螺旋キズの表面欠陥D2の検出について説明する。螺旋キズとは、加工時に発生する螺旋状の欠陥で、その間隔が一定なものである。螺旋キズの表面欠陥D2を検査点Pとしてレーザー光Lを照射すると、図11や図12に示すように、反射レーザー光Cが乱反射し、反射リングBが一定周期で一部欠けることになる。図11と図12とは、丸棒W2の軸方向で異なる位置の受光状態を示している。そして、図11と図12とを比較すると分かる通り、反射リングBが欠けた位置が、異なっている。図11では、位置2cで欠けており、図12では、位置3cで欠けている。データ解析部22では、受光センサ20の受光量を図13及び図14に示すようにマッピングし(図11と図13とが、図12と図14とがそれぞれ対)、まず、反射リングBの位置を特定する。本実施例2の場合、データ解析部22は、反射リングBの位置を、位置1b, 1c, 2c, 3c, 4c, 5c, 6b, 6cと検出する。

10

【0049】

次に、データ解析部22は、特定された反射リングBの位置の隣同士の位置の受光量を比較する。図13では、位置2cと位置3cとを比較すると、大きく受光量が異なっており、受光量が著しく落ち込んだ位置2cに表面欠陥D2を検出することになる。そして、図14の丸棒W2の軸方向に離れた位置(別のサンプル位置)では、位置2cと位置3cとを比較すると、大きく受光量が異なっており、受光量が著しく落ち込んだ位置3cに表面欠陥D2を検出することになる。このように、データ解析部22は、受光センサ20の同じ位置の時間変化(サンプリング周期ごとのデータの変化)により、表面欠陥の種類として、螺旋キズを特定できることになる。

20

【実施例3】

【0050】

次に、本実施例3では、さらに他の表面欠陥の例を説明する。図15は、同表面欠陥検査装置の第3の実施例の表面欠陥の様子を示す説明図である。図16は、同表面欠陥検査装置の第3の実施例の受光センサによる受光状態を示す説明図である。図17は、同表面欠陥検査装置の第3の実施例の受光センサの受光量を示す説明図である。

30

【0051】

本実施例3では、図15に示すような、丸棒W3のダイヤ目の表面欠陥D3の検出について説明する。ダイヤ目とは、加工時に発生する細かい表面凹凸の欠陥である。ダイヤ目の表面欠陥D3を検査点Pとしてレーザー光Lを照射すると、図16に示すように、反射レーザー光Cが乱反射し、反射リングBが薄く投影される。データ解析部22では、受光センサ20の受光量を図17に示すようにマッピングし、まず、反射リングBの位置を特定する。しかしながら、本実施例3の場合、受光量が全体的に少なく、データ解析部22は、反射リングBの位置を、しっかり検出できないケースもある。このように、データ解析部22は、全体的にぼやけたような反射の場合、表面欠陥の種類として、ダイヤ目を特定できることになる。

40

【産業上の利用可能性】

【0052】

以上のように、本発明によれば、丸棒の外周面の疵や汚れの種類を判別して検出することが可能な表面欠陥検査装置及び表面欠陥検査方法を提供することができる。

【符号の説明】

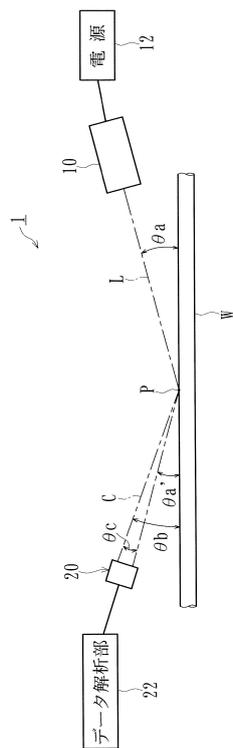
【0053】

- 1 表面欠陥検査装置
- 10 レーザ光源
- 12 電源
- 20 受光センサ

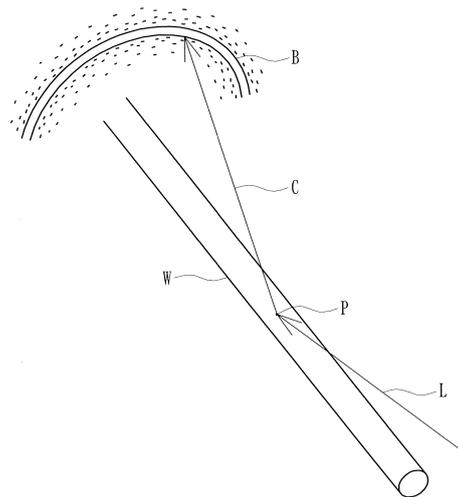
50

- 2 2 データ解析部
- W 丸棒
- W 1 ~ W 3 丸棒
- D 1 ~ D 3 表面欠陥

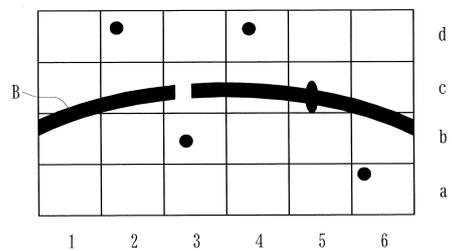
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【 図 4 】

210	530	800	650	720	250	d
1900	3800	1800	4000	3200	1600	c
1800	750	1000	800	750	2300	b
300	600	270	400	800	630	a
1	2	3	4	5	6	

【 図 5 】

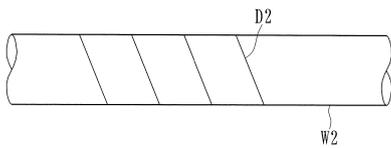
210	530	800	650	720	250	d
1900	3800	1800	4000	3200	1600	c
1800	750	1000	800	750	2300	b
300	600	270	400	800	630	a
1	2	3	4	5	6	

【 図 6 】

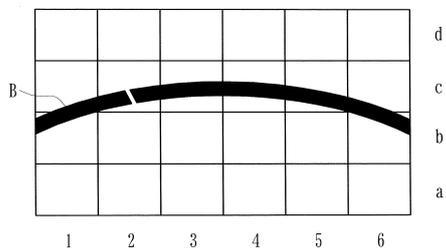
5つ前 4つ前 3つ前 2つ前 1つ前 現在

3800	3900	3600	2900	2000	1800
------	------	------	------	------	------

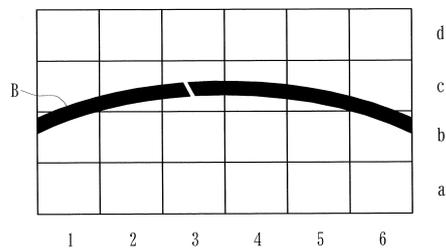
【 図 10 】



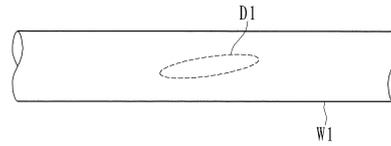
【 図 11 】



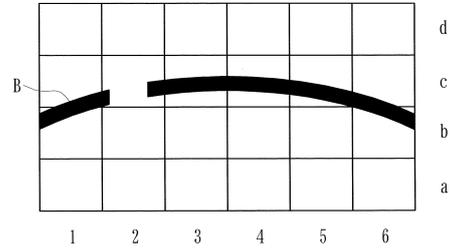
【 図 12 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

210	530	800	650	720	250	d
1700	1100	4000	4000	3800	1600	c
1850	750	600	800	750	2100	b
300	600	270	400	800	630	a
1	2	3	4	5	6	

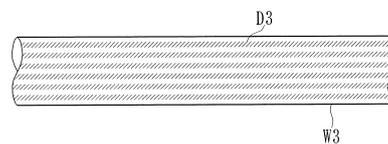
【 図 13 】

210	530	800	650	720	250	d
2300	1700	4000	4100	3800	2000	c
2100	750	600	800	750	1900	b
300	600	270	400	800	630	a
1	2	3	4	5	6	

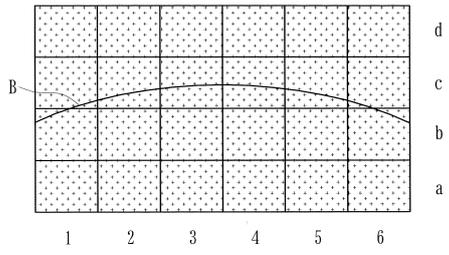
【 図 14 】

210	530	800	650	720	250	d
2300	4000	1800	4100	3800	2000	c
2100	750	600	800	750	1900	b
300	600	270	400	800	630	a
1	2	3	4	5	6	

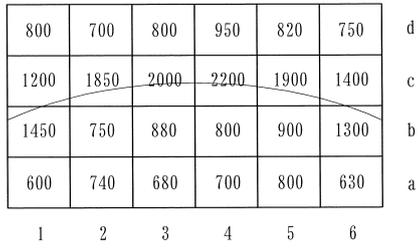
【 図 15 】



【 16 】



【 17 】



フロントページの続き

- (72)発明者 渡邊 裕之
愛知県名古屋市南区大同町二丁目30番地 大同特殊鋼株式会社内
- (72)発明者 大石 仁一
静岡県浜松市東区笠井新田町1746番地の6 大石測器株式会社内

合議体

- 審判長 酒井 伸芳
審判官 中塚 直樹
審判官 関根 洋之

- (56)参考文献 特開平6-74728(JP,A)
特開2000-121569(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 21/84-21/958