

(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2017-201309

(P2017-201309A)

(43) 公開日 平成29年11月9日 (2017.11.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 B 21/30 (2006.01)	G 0 1 B 21/30 1 0 2	2 F 0 6 5
B 2 4 B 5/42 (2006.01)	B 2 4 B 5/42	2 F 0 6 9
B 2 4 B 49/12 (2006.01)	B 2 4 B 49/12	3 C 0 2 9
B 2 4 B 49/04 (2006.01)	B 2 4 B 49/04 Z	3 C 0 3 4
B 2 3 Q 17/20 (2006.01)	B 2 3 Q 17/20 Z	3 C 0 4 3
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-86847 (P2017-86847)	(71) 出願人	000001247
(22) 出願日	平成29年4月26日 (2017. 4. 26)		株式会社ジェイテクト
(31) 優先権主張番号	特願2016-91860 (P2016-91860)		大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
(32) 優先日	平成28年4月28日 (2016. 4. 28)	(74) 代理人	100089082
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 小林 脩
		(74) 代理人	100130188
			弁理士 山本 喜一
		(74) 代理人	100190333
			弁理士 木村 群司
		(72) 発明者	森田 浩
			大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
			株式会社ジェイテクト内
		(72) 発明者	福田 英二
			大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
			株式会社ジェイテクト内
			最終頁に続く

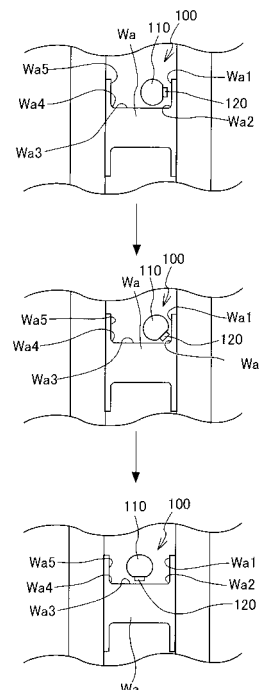
(54) 【発明の名称】 表面粗さ検出方法及び工作機械システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 向きが異なる2以上の部位の表面粗さを検出できる表面粗さ検出方法及び工作機械システムを提供すること。

【解決手段】 表面粗さ検出方法は、砥石車により研削した工作物の表面粗さをセンサ100で検出する表面粗さ検出方法である。センサ100は、棒状に形成された長尺の本体110と、本体110の先端側に位置する側面に固定され、工作物の表面粗さを非接触で検出可能な検出部120と、を備える。表面粗さ検出方法は、本体110の軸まわりに検出部120を回転させることにより、工作物Wのうち向きが異なる2以上の部位の表面粗さを検出する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

工具により加工された工作物の表面粗さをセンサで検出する表面粗さ検出方法であって

、

前記センサは、

棒状に形成された長尺の本体と、

前記本体の先端側に位置する側面に固定され、前記工作物の表面粗さを非接触で検出可能な検出部と、

を備え、

前記表面粗さ検出方法は、

前記本体の軸まわりに前記検出部を回転させることにより、前記工作物のうち向きが異なる 2 以上の部位の表面粗さを検出する、表面粗さ検出方法。

10

【請求項 2】

前記センサによる前記工作物の表面粗さの検出は、前記工具による前記工作物の加工と並行して行われる、請求項 1 に記載の表面粗さの検出方法。

【請求項 3】

前記工作物は、クランクシャフトであり、

前記検出部は、前記クランクシャフトのクランクジャーナルの表面粗さを検出可能である、請求項 1 又は 2 に記載の表面粗さ検出方法。

20

【請求項 4】

前記表面粗さ検出方法は、前記本体の軸まわりに前記検出部を回転させることにより、前記クランクジャーナルの端面、円筒面、及び、前記端面と前記円筒面との接続部分のうち少なくとも 2 以上の部位の表面粗さを検出する、請求項 3 に記載の表面粗さ検出方法。

【請求項 5】

工作物を回転可能に支持する工作物支持装置と、

前記工作物を加工する工具と、

前記工作物の表面粗さを検出するセンサと、

前記砥石車及び前記センサに関する制御を行う制御装置と、

を備え、

前記センサは、

棒状に形成された長尺の本体と、

前記本体の先端側における外側面に固定され、非接触で前記工作物の表面粗さを検出可能な検出部と、

30

前記本体を軸まわりに回転させるための駆動力を付与する駆動部と、

を備える、工作機械システム。

【請求項 6】

前記センサは、

基板と、

前記基板上に装着され、前記工作物に向けて発光する発光素子と、

前記基板上において前記発光素子の近傍に装着され、前記工作物からの反射光を受光可能な受光素子と、

40

前記受光素子の受光量に基づいて表面粗さを演算部と、

を備える、請求項 5 に記載の工作機械システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表面粗さ検出方法及び工作機械システムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、カンチレバーに支持された触針をワークに接触させた状態で移動させ

50

たときに、触針に生じる変位量を検出することにより、ワークの表面形状を測定する表面粗さ測定装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-300823号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この特許文献1に記載の技術では、触針をクランクピンの軸方向へトラバースさせることにより、クランクピンの円筒部の表面粗さを測定している。しかしながら、特許文献1に記載の技術では、トラバース方向に対して平行でない部位について、その部位の表面粗さを測定することはできない。

【0005】

本発明は、向きが異なる2以上の部位の表面粗さを検出できる表面粗さ検出方法及び工作機械システム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】

【0006】

本発明の表面粗さ検出方法は、工具により加工された工作物の表面粗さをセンサで検出する表面粗さ検出方法であって、前記センサは、棒状に形成された長尺の本体と、前記本体の先端側に位置する側面に固定され、前記工作物の表面粗さを非接触で検出可能な検出部と、を備え、前記表面粗さ検出方法は、前記本体の軸まわりに前記検出部を回転させることにより、前記工作物のうち向きが異なる2以上の部位の表面粗さを検出する。

【0007】

本発明の表面粗さ検出方法によれば、本体の軸まわりに検出部を回転させることにより、工作物のうち向きが異なる2以上の部位の表面粗さを検出するので、工作物の表面粗さの検出を効率よく行うことができる。

【0008】

本発明の工作機械システムは、工作物を回転可能に支持する工作物支持装置と、前記工作物を加工する工具と、前記工作物の表面粗さを検出するセンサと、前記砥石車及び前記センサに関する制御を行う制御装置と、を備え、前記センサは、棒状に形成された長尺の本体と、前記本体の先端側における外側面に固定され、非接触で前記工作物の表面粗さを検出可能な検出部と、前記本体を軸まわりに回転させるための駆動力を付与する駆動部と、を備える。

【0009】

本発明の工作機械システムによれば、本体の軸まわりに検出部を回転させることにより、工作物のうち向きが異なる2以上の部位の表面粗さを検出することができるので、工作機械システムは、工作物の表面粗さの検出を効率よく行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第一実施形態における研削盤の平面図である。

【図2】センサを用いて研削加工中の工作物の表面粗さを検出する様子を表した図である。

【図3】検出部の断面図である。

【図4A】砥石車により工作物の研削加工を行う様子を示した図である。

【図4B】砥石車により工作物の研削加工を行いながら、研削加工が終了した部位に対し、センサによる表面粗さの検出を行う様子を示した図である。

【図5】センサを回転させながら工作物の表面粗さの検出を行う様子を示した図である。

【図6】本発明の第二実施形態におけるマシニングセンタの斜視図である。

【図7】センサを用いて工作物の表面粗さを検出する様子を表した図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0011】

< 1. 第一実施形態 >

以下、本発明に係る表面粗さ検出方法及び工作機械システムの各実施形態について、図面を参照しながら説明する。まず、第一実施形態では、本発明を適用した工作機械システムの一例である研削盤1について、図1から図5を参照しながら説明する。

【0012】

(1-1. 研削盤1の概略構成)

図1に示すように、研削盤システムは、円筒状の工作物Wを回転させながら研削加工を行う1台のテーブルトラバース型の研削盤1である。工作機械システムとしての研削盤1は、ベッド2と、テーブル10と、工作物支持装置としての主軸台20と、心押台30と、砥石台40と、工具としての砥石車50と、ツルア60と、クーラント供給装置70と、定寸装置80と、エア供給装置90と、センサ100と、制御装置200とを備える。

【0013】

ベッド2は、研削盤1の基台となる部位である。ベッド2には、研削条件等に関する各種パラメータが入力される操作盤3が設けられ、操作盤3は、作業者により操作される。テーブル10は、ベッド2上において、Z軸方向へ移動可能に設けられる。テーブル10は、Z軸モータ11を有するねじ送り装置12を駆動させることにより、Z軸方向へ往復移動する。

【0014】

主軸台20は、工作物Wを回転可能に支持する工作物支持装置であり、テーブル10上に固定される。主軸台20は、Z軸方向に平行な軸回りに回転する主軸21と、主軸21を回転させるための駆動力を付与する主軸モータ22とを備える。主軸台20は、主軸21により工作物Wの一端を回転可能に支持し、主軸モータ22により工作物Wを回転駆動する。心押台30は、テーブル10上において主軸台20と対向する位置に設けられ、工作物Wの他端を支持する。

【0015】

砥石台40は、ベッド2上においてX軸方向へ移動可能に設けられる。砥石台40は、X軸モータ41を有するねじ送り機構42を駆動させることにより、X軸方向へ往復移動する。砥石車50は、工作物Wを加工する工具であり、砥石台40に対してZ軸方向に平行な軸回りに回転自在に支持される。砥石車50は、砥石台40に固定された砥石車モータ51から駆動力を付与されることで回転し、工作物Wの外周面を研削する。ツルア60は、主軸台20に対し、Z軸に平行な軸まわりに回転自在に支持される。ツルア60は、主軸台20に設けられたツルアモータ61から付与される駆動力により回転し、砥石車50のツルーイング（形状成形及び目立て）を行う。

【0016】

クーラント供給装置70は、ベッド2上に設けられる。クーラント供給装置70は、砥石台40に設けられたクーラントノズル71（図2参照）を介して、研削部位にクーラントを供給する。定寸装置80は、テーブル10を挟んだ砥石車50の反対側において、工作物Wに接触可能に設けられる。定寸装置80は、砥石車50により研削された工作物Wの外径を計測する。

【0017】

エア供給装置90は、テーブル10を挟んだ砥石車50の反対側に設けられる。エア供給装置90は、工作物Wへ向けて放出するエアを供給する供給源である。エア供給装置90には、2つのエア供給部91、92（図2参照）が設けられ、エア供給装置90から供給されるエアは、2つのエア供給部91、92から外部へ放出される。なお、本実施形態では、エア供給装置90からエアが供給されているが、エアの代わりに、工作物Wに対する加工に影響を与えない不活性ガス等をエア供給装置90から供給してもよい。

【0018】

センサ100は、テーブル10を挟んだ砥石車50の反対側において、X軸方向へ移動

10

20

30

40

50

可能に設けられる。センサ１００は、研削加工後の工作物Wのセンシングを行い、工作物Wの表面粗さを検出する。センサ１００によるセンシングは、工作物Wに対する研削加工が終了した後、工作物Wが主軸台２０及び心押台３０に支持された状態で行う。従って、研削盤１は、センサ１００によるセンシングを行う際、主軸台２０及び心押台３０に支持された工作物Wを別の位置へ搬送する必要がある場合と比べて、表面粗さを検出する際の作業効率を向上させることができる。

【００１９】

制御装置２００は、各種モータ（Ｚ軸モータ１１、主軸モータ２２、Ｘ軸モータ４１、砥石車モータ５１）の駆動制御や、クーラント供給装置７０から供給するクーラント量の制御、定寸装置８０による工作物Wの径寸法の管理、センサ１００によるセンシングに関する制御等を行う。

10

【００２０】

（１－２．センサ１００の構成）

次に、図２及び図３を参照して、センサ１００の構成を説明する。図２に示すように、センサ１００は、本体１１０と、検出部１２０と、演算部１３０と、本体カバー１４０と、第一エア放出部１５０と、エア流路１６０と、第二エア放出部１７０と、風切板１８０と、を備える。なお、演算部１３０は、センサ１００の内部に配置してもよく、センサ１００の外部に配置し、ケーブル等により本体１１０に接続してもよい。

【００２１】

図３に示すように、本体１１０は、長尺の棒状に形成され、本体１１０の先端側（図２右側）における一外側面上には、検出部１２０が固定される。検出部１２０は、測定対象物である工作物Wの表面粗さを非接触で検出する。検出部１２０は、基板１２１と、発光素子１２２と、第一受光素子１２３及び第二受光素子１２４と、蓋部１２５と、３つのレンズ１２５ａ～１２５ｃとを備える。

20

【００２２】

基板１２１は、半導体材料（Ｎ型、Ｐ型、バイポーラ型など）から構成され、本体１１０の一外側面（図３において下方を向く表面）上に装着される。発光素子１２２は、基板１２１に装着される発光ダイオードであり、本体１１０の一外側面の法線方向（図２下方方向）へ向けて発光する。第一受光素子１２３及び第二受光素子１２４は、基板１２１に装着されたフォトダイオードであり、発光素子１２２の近傍に配置される。発光素子１２２、第一受光素子１２３及び第二受光素子１２４は、本体１１０の長手方向（図３左右方向）に沿って直線状に並設され、発光素子１２２は、第一受光素子１２３と第二受光素子１２４との間に配置される。なお、基板１２１上に配置された発光素子１２２、第一受光素子１２３及び第二受光素子１２４は、仕切板１２６により仕切られている。従って、検出部１２０は、発光素子１２２からの発光及び第一受光素子１２３及び第二受光素子１２４への受光を効率的に行うことができる。

30

【００２３】

また、本実施形態では、発光素子１２２として発光ダイオードを用いる場合を例に挙げて説明したが、発光ダイオードの代わりに、エレクトロルミネッセンスやレーザー素子等を発光素子１２２として用いてもよい。また、本実施形態では、第一受光素子１２３及び第二受光素子１２４としてフォトダイオードを用いる場合を例に挙げて説明したが、フォトダイオードの代わりに、ＣＣＤやＣＭＯＳ素子等を第一受光素子１２３及び第二受光素子１２４として用いてもよい。

40

【００２４】

蓋部１２５は、基板１２１、発光素子１２２、第一受光素子１２３及び第二受光素子１２４を覆う。蓋部１２５には、発光素子１２２、第一受光素子１２３及び第二受光素子１２４のそれぞれと対向する位置にレンズ１２５ａ～１２５ｃが一つずつ保持される。３つのレンズ１２５ａ～１２５ｃは、非球面レンズでもよく、検出し易くするためにレンズ形状を変更して、レンズの焦点位置や焦点深度を調整してもよい。

【００２５】

50

3つのレンズ125a～125cのうち、発光素子122と対向する位置に配置されるレンズ125aには、発光素子122から照射される光が入射する。レンズ125aは、発光素子122から照射された光を屈曲させ、その屈曲させた光を特定の位置Pに導く。

【0026】

3つのレンズ125a～125cのうち、第一受光素子123及び第二受光素子124と対向する位置に配置される2つのレンズ125b、125cは、特定の位置Pから入射する光を屈曲させ、その屈曲させた光を第一受光素子123又は第二受光素子124に導く。

【0027】

ここで、発光素子122から光を照射した場合、特定の位置Pにおける表面粗さが小さいほど光が散乱しにくいため、第一受光素子123及び第二受光素子124により検出される光量が大きくなる。そして、演算部130は、発光素子122から光を照射した際に第一受光素子123及び第二受光素子124が検出する光量に基づき、特定の位置Pにおける表面粗さの演算を行う。即ち、発光素子122から光を照射した場合、第一受光素子123及び第二受光素子124が検出した光量が多ければ、表面粗さが小さいとの演算結果が示され、第一受光素子123及び第二受光素子124が検出した光量が少なければ、表面粗さが大きいとの演算結果が示される。

【0028】

なお、実際には、特定の位置Pへの入射光と特定の位置からの反射光は広がりを持っており、入射角及び反射角は角度の広がりを有する。従って、演算部130は、入射光の分布のうち、最も強度の強いピーク位置における入射角と、反射光の分布のうち、最も強度の高いピーク位置における反射角とが等しい場合、或いは、入射光の広がり分布と反射光の広がり分布とが相似関係にある場合に、入射角と反射角とが等しいと判断する。

【0029】

このように、検出部120は、工作物Wの表面粗さを非接触で検出することができるので、表面粗さの検出に伴って研削加工後の工作物Wに傷がつくことを回避できる。さらに、検出部120は、1つの発光素子122から照射した場合に、特定の位置Pにおいて反射する反射光の変化を、2つの受光素子（第一受光素子123及び第二受光素子124）で確認することができる。よって、検出部120は、高精度に工作物Wの表面粗さを測定することができる。

【0030】

また、検出部120は、発光素子122、第一受光素子123及び第二受光素子124を1つの基板121に配置することで、発光素子122、第一受光素子123及び第二受光素子124を互いに近接した位置に配置できる。よって、検出部120は、発光素子122、第一受光素子123及び第二受光素子124を別々の基板に形成する場合と比べて、検出部120の小型化を図ることができる。

【0031】

図2に戻り、センサ100の構成についての説明を続ける。本体カバー140は、本体110の先端側を被覆し、検出部120に他の部材等が直撃することを防止する。本体カバー140の上面には、本体カバー140の内部と外部とに連通する流入口141が貫通形成される。また、本体カバー140の上面には、エア供給装置90に接続されたエア供給部91が連結され、エア供給部91から放出されたエアは、流入口141から本体カバー140の内部へ供給される。

【0032】

一方、本体カバー140の下面には、検出部120と対向する位置に検出口142が貫通形成される。検出部120は、検出口142を介して測定対象物である工作物Wに対向し、検出部120から発光した光は、検出口142を通過して工作物Wに入射し、反射した光が検出口142を通過して検出部120に入射する。このように、検出部120と工作物Wとの間には、検出部120から工作物Wへ、及び、工作物Wから検出部120へ向かう光が通過する検出領域Aが形成される。

10

20

30

40

50

【0033】

第一エア放出部150は、本体カバー140の下面であって、検出口142の周囲に形成されたノズル状の部位である。第一エア放出部150には、本体カバー140の内部と外部とに連通する複数の流出口151が貫通形成され、エア供給部91から本体カバー140の内部へ供給されるエアは、複数の流出口151から工作物Wへ向けて放出される。

【0034】

このように、第一エア放出部150は、検出口142の周囲に形成され、検出部120側から工作物Wへ向けてエアを放出する。これにより、センサ100は、飛散した異物が検出部120に付着することを防止できると共に、切粉等を含むミストが検出領域Aに進入することを防止できる。

10

【0035】

さらに、複数の流出口151は、本体カバー140の内部側から外部側へ向かうにつれて、検出部120から見て外周側へ広がる放射状に形成される。よって、第一エア放出部150から放出されたエアは、工作物Wに対し、検出領域Aから離れる方向へ向けて吹き付けられる。これにより、センサ100は、第一エア放出部150からエアを吹き付けられた異物が、飛散して検出部120に付着することを防止できる。また、センサ100は、第一エア放出部150から放出するエアによって切粉等を含むミストが検出領域Aに進入することを抑制できる。よって、センサ100は、工作物Wの表面粗さを検出にあたり、その検出精度を維持することができる。

20

【0036】

エア流路160は、エア供給装置90からエア供給部91を介して本体カバー140の内部に流入したエアを第一エア放出部150まで導く。エア流路160は、エア流路160は、本体110の外周面と本体カバー140の内周面との間に形成され、第一エア放出部150に連通する。これにより、例えば、センサ100は、エア供給部91から第一エア放出部150までエアを導くためのホース等を本体カバー140の内部に配置する場合と比べて、センサ100の構造を簡素化でき、センサ100の小型化を図ることができる。

【0037】

なお、本体カバー140は、流入口141よりも第一エア放出部150から離れた位置で本体110の外周面に固定され、本体110の外周面と本体カバー140の内周面との間が、Oリング143によりシールされている。これにより、センサ100は、エア流路160に流入したエアが、第一エア放出部150以外の部位から漏出することを防止できるので、第一エア放出部150から工作物Wへ向けてエアを強く吹き付けることができる。

30

【0038】

第二エア放出部170は、エア供給装置90のエア供給部92に一体形成されたノズルである。第二エア放出部170は、砥石車50とセンサ100との間に配置され、工作物Wのうち、砥石車50により研削される研削位置から検出領域Aへ向かう部位へ向けてエアを放出する。これにより、センサ100は、工作物Wに付着したクーラント等の異物を第二エア放出部170から放出するエアにより吹き飛ばすことができる。従って、異物が付着した状態で工作物Wが検出領域Aに進入することを防止できる。また、センサ100は、切粉等を含むミストが検出領域Aに進入することを防止できる。よって、センサ100は、表面粗さの検出を行うにあたり、その検出精度を確保することができる。

40

【0039】

風切板180は、センサ100と第二エア放出部170との間を仕切る板状の部材であり、本体カバー140に固定される。風切板180の工作物Wを向く端部180aは、第一エア放出部150よりも工作物Wに近接した位置にあり、第二エア放出部170は、風切板180の工作物Wを向く端部180aよりも工作物Wとは離れた位置からエアを放出する。この場合、第二エア放出部170から放出されたエアが、検出領域Aに向けて吹き付けられることを防止するので、センサ100は、第二エア放出部170から吹き付けた

50

エアにより飛散した異物が検出部 120 に付着することを抑制できる。また、第二エア放出部 170 から放出したエアが、風切板 180 に案内されながら工作物 W へ向かうので、第二エア放出部 170 は、工作物 W に対し、エアを強く吹き付けることができる。よって、センサ 100 は、工作物 W に付着した異物を取り除きやすくすることができる。

【0040】

駆動部 190 は、本体 110 の基端側（図 2 左側）に連結され、本体 110 を軸回りに回転させるための駆動力を付与する。駆動部 190 に駆動された本体 110 が軸まわりに回転することにより、検出部 120 は、本体 110 の軸回りを回転する。

【0041】

（1-3. 表面粗さ検出方法）

次に、図 4 A、図 4 B 及び図 5 を参照して、センサ 100 を用いた表面粗さ検出方法について説明する。ここでは、クランクシャフトを工作物 W とし、研削加工が終了したクランクジャーナルの表面粗さをセンサ 100 により検出する場合を例に挙げて説明するが、クランクシャフト以外の工作物 W の表面粗さを、センサ 100 を用いて検出することも可能である。なお、図 4 A、図 4 B 及び図 5 では、センサ 100 のうち本体 110 及び検出部 120 のみを図示する。

【0042】

図 4 A に示すように、研削盤 1 は、最初に、複数のクランクジャーナルのうちの一のクランクジャーナル W a に対し、砥石車 50 による研削加工を行う。このとき、センサ 100 は、工作物 W から離れた位置で待機する。これにより、研削盤 1 は、研削加工中に飛散するクーラント等がセンサ 100 に付着することを防止できる。一のクランクジャーナル W a の研削加工が終了すると、テーブル 10 が Z 軸方向へ移動する（図 1 参照）。

【0043】

図 4 B に示すように、砥石車 50 は、先に研削加工が終了した一のクランクジャーナル W a に隣接するクランクジャーナル W b に対し、研削加工を行う。これと同時に、センサ 100 は、先に研削加工が終了した一のクランクジャーナル W a に接近し、一のクランクジャーナル W a の表面粗さを検出する。

【0044】

図 5 に示すように、センサ 100 は、まず、先に研削加工が終了した一のクランクジャーナル W a のうち、一方の端面 W a 1（図 5 において左側を向く面）に検出部 120 を向け、一方の端面 W a 1 の表面粗さを検出する。続いて、センサ 100 は、一のクランクジャーナル W a の円筒面 W a 3 に検出部 120 が向くように、本体 110 を軸まわりに回転させる。このとき、センサ 100 は、一のクランクジャーナル W a の一方の端面 W a 1 と円筒面 W a 3 との接続部分 W a 2 に検出部 120 を向けることにより、その一方の端面 W a 1 と円筒面 W a 3 との接続部分 W a 2 の表面粗さを検出できる。

【0045】

研削盤 1 は、一のクランクジャーナル W a の円筒面 W a 3 に検出部 120 が向けられた後、一のクランクジャーナル W a を回転させた状態で、一のクランクジャーナル W a の軸方向に沿ってセンサ 100 をトラバースしながら、円筒面 W a 3 の表面粗さを検出する。これにより、研削盤 1 は、円筒面 W a 3 全体の表面粗さを検出することができる。円筒面 W a 3 の表面粗さを検出した後、他方の端面 W a 5（図 5 において右側を向く面）に検出部 120 が向くように本体 110 を軸まわりに回転させ、他方の端面 W a 5、及び、円筒面 W a 3 と他方の端面 W a 5 との接続部分 W a 4 の表面粗さを検出する。

【0046】

このように、センサ 100 は、棒状に形成された長尺の本体 110 の先端側に検出部 120 が設けられているので、センサ 100 の小型化を図ることができる。これにより、研削盤 1 は、大型のセンサ装置ではセンシングが困難な狭い領域に位置する工作物 W に対し、検出部 120 を近づけることができる。よって、研削盤 1 は、そうした狭い領域に位置する工作物 W の表面粗さを、センサ 100 により検出することができる。

【0047】

また、研削盤１は、センサ１００を小型化することにより、センサ１００による工作物Wの表面粗さの検出を、工作物Wが主軸台２０に支持された状態のまま行うことができる。即ち、研削盤１は、表面粗さの検出を行うために、主軸台２０に支持された工作物Wを別の位置へ搬送する、といった作業が不要となるので、センサ１００によるセンシングを行う際の作業効率の向上を図ることができる。

【００４８】

これに加え、センサ１００は、検出部１２０を本体１１０の軸まわりに回転させることにより、工作物Wのうち向きが異なる２以上の部位の表面粗さを検出できる。よって、研削盤１は、工作物Wの表面粗さの検出を効率よく行うことができる。

【００４９】

このように、研削盤１は、砥石車５０による工作物Wの研削加工を行いつつ、研削加工が終了した工作物Wに対し、センサ１００による表面粗さの検出を並行して行うことができる。よって、研削盤１は、砥石車５０による工作物Wの研削加工が終了した後に、センサ１００による工作物Wの表面粗さの検出を行う場合と比べて、工作物Wに対する研削加工を開始してから、研削加工後の工作物Wの表面粗さの検出が終了するまでに要する時間を短縮できる。

【００５０】

また、研削盤１は、研削時に付着したクーラント等の付着物を、第二エア放出部１７０から放出するエアによって吹き飛ばすことができ、第一エア放出部１５０から放出するエアにより、検出領域Aにクーラント等の異物や切粉を含むミスト等が進入することを防止できる。よって、研削盤１は、砥石車５０による工作物Wの研削加工を行いながら、センサ１００による工作物Wの表面粗さの検出を並行して行う場合であっても、センサ１００の検出精度を維持できる。

【００５１】

< ２．第三実施形態 >

次に、図６及び図７を参照して、第二実施形態について説明する。第一実施形態では、工作機械システムの一例である研削盤１に本発明を適用した場合について説明した。これに対し、第二実施形態では、マシニングセンタ２０１に本発明を適用した場合について説明する。

【００５２】

(２－１．マシニングセンタ２０１の概略構成)

図６に示すように、工作機械システムとしてのマシニングセンタ２０１は、相互に直交する３つの直線軸（X軸、Y軸及びZ軸）と２つの回転軸（A軸及びC軸）とを駆動軸として有する５軸マシニングセンタである。なお、本実施形態では、マシニングセンタ２０１が、切削加工により工作物Wに歯車を形成する歯車加工装置である場合を例に挙げて説明するが、歯車加工装置以外のマシニングセンタに本発明を適用することも可能である。

【００５３】

マシニングセンタ２０１は、ベッド２１０と、コラム２２０と、サドル２３０と、回転主軸２４０と、テーブル２５０と、チルトテーブル２６０と、工作物支持装置としてのターンテーブル２７０と、制御装置４００と、を備える。

【００５４】

ベッド２１０は、ほぼ矩形状に形成され、床上に配置される。このベッド２１０の上面には、コラム２２０がベッド２１０に対してX軸方向へ移動可能に設けられる。コラム２２０のX軸に平行な側面には、サドル２３０がコラム２２０に対してY軸方向へ移動可能に設けられる。

【００５５】

回転主軸２４０は、サドル２３０に対して回転可能に設けられ、加工用工具２４１を支持する。加工用工具２４１は、工作物Wを加工する工具である。加工用工具２４１は、工具ホルダ２４２に保持されて回転主軸２４０の先端に固定され、回転主軸２４０の回転に伴って回転する。また、加工用工具２４１は、コラム２２０及びサドル２３０の移動に伴

10

20

30

40

50

ってベッド 210 に対して X 軸方向及び Y 軸方向へ移動する。

【0056】

さらに、ベッド 210 の上面には、テーブル 250 がベッド 210 に対して Z 軸方向へ移動可能に設けられ、テーブル 250 の上面には、チルトテーブル 260 を支持するチルトテーブル支持部 261 が設けられる。そして、チルトテーブル支持部 261 には、チルトテーブル 260 が水平方向の A 軸回りに回転（揺動）可能に設けられる。チルトテーブル 260 には、ターンテーブル 270 が A 軸に直角な C 軸回りに相対回転可能に設けられる。ターンテーブル 270 は、工作物 W を回転可能に支持する工作物支持装置であり、ターンテーブル 270 には工作物 W がチャッキングされる。

【0057】

制御装置 400 は、コラム 220、サドル 230 と、回転主軸 240、テーブル 250、チルトテーブル 260 及びターンテーブル 270 の移動を制御し、工作物 W と加工用工具 241 とを X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向、A 軸回り及び C 軸回りに相対移動させることにより、工作物 W の切削加工を行う。

【0058】

このように、マシニングセンタ 201 は、加工用工具 241 と工作物 W とを高速で同期回転させ、加工用工具 241 を工作物 W の回転軸線方向に送って切削加工することにより、歯を形成する。

【0059】

（2-2：表面粗さ検出方法）

図 7 に示すように、工作物 W に形成された歯車の歯の表面粗さをセンサ 100 によって検出する場合に、マシニングセンタ 201 は、表面粗さを検出しようとする一部位に検出部 120 を向ける。そして、マシニングセンタ 201 は、表面粗さを検出しようとする部位と検出部 120 との間隔を維持しながら、歯の形状に沿ってセンサ 100 を変位させる。これにより、マシニングセンタ 201 は、歯車の歯面の表面粗さを効率よく検出することができる。

【0060】

このように、センサ 100 は、棒状に形成された長尺の本体 110 の先端側に検出部 120 が設けられているので、大型のセンサ装置ではセンシングが困難な狭い領域に位置する部位に検出部 120 を近づけることができる。よって、マシニングセンタ 201 は、そうした狭い領域に位置する部位の表面粗さを、センサ 100 により検出することができる。

【0061】

これに加え、マシニングセンタ 201 は、検出部 120 を本体 110 の軸まわりに回転させることにより、工作物 W のうち向きが異なる 2 以上の部位の表面粗さを検出できる。よって、マシニングセンタ 201 は、工作物 W の表面粗さの検出を効率よく行うことができる。

【0062】

< 3. その他 >

以上、上記実施形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上記各形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の変形改良が可能であることは容易に推察できるものである。

【0063】

例えば、上記第一実施形態では、砥石車 50 による工作物 W の研削加工を行いながら、センサ 100 による工作物 W の表面粗さの検出を並行して行う場合について説明したが、これに限られるものではない。即ち、研削盤 1 は、砥石車 50 による工作物 W の研削加工が全て終了した後に、センサ 100 による工作物 W の表面粗さの検出を行ってもよい。この場合、研削盤 1 は、工作物 W に付着した異物を除去しながら表面粗さの検出を行う必要がない。即ち、研削盤 1 は、第一エア放出部 150 や第二エア放出部 170 をセンサ 100 に設ける必要がないので、センサ 100 の小型化を図ることができる。また、研削盤 1

10

20

30

40

50

は、工作物Wを静止させた状態で工作物Wの表面粗さの検出を行うことができるので、センサ100の検出精度を高めることができる。

【0064】

なお、上記各実施形態において、工作機械システムが1台の研削盤1又は1台のマシニングセンタ401から構成される場合について説明したが、これに限られるものではない。例えば、工作機械システムが、複数の研削盤又は複数のマシニングセンタと、研削盤及びマシニングセンタの外部であって、それら複数の研削盤又は複数のマシニングセンタが接続されるネットワーク上に設けられる解析装置と、を備え、上記各実施形態においてセンサ100、300に設けられていた演算部130を、解析装置に設けてもよい。この場合、解析装置は、工作物Wのセンシングを行ったセンサ100、300から送信された検出結果に基づいた高度な解析を行い、表面粗さを導き出すことができる。よって、工作機械システムは、工作物Wの表面粗さを検出するにあたり、その検出精度を高めることができる。

10

【0065】

<4. 効果>

以上、上記実施形態で説明したように、表面粗さ検出方法は、砥石車50により研削した工作物Wの表面粗さをセンサ100で検出する表面粗さ検出方法である。センサ100は、棒状に形成された長尺の本体110と、本体110の先端側に位置する側面に固定され、工作物Wの表面粗さを非接触で検出可能な検出部120と、を備える。表面粗さ検出方法は、本体110の軸まわりに検出部120を回転させることにより、工作物Wのうち向きが異なる2以上の部位の表面粗さを検出する。

20

【0066】

この表面粗さ検出方法によれば、本体110の軸まわりに検出部120を回転させることにより、工作物Wのうち向きが異なる2以上の部位の表面粗さを検出するので、工作物Wの表面粗さの検出を効率よく行うことができる。

【0067】

上記した表面粗さ検出方法において、センサ100による工作物Wの表面粗さの検出は、砥石車50による工作物Wの研削加工と並行して行われる。この表面粗さ検出方法によれば、砥石車50による工作物Wの研削加工が終了した後に、センサ100による工作物Wの表面粗さの検出を行う場合と比べて、工作物Wに対する研削加工を開始してから、研削加工後の工作物Wの表面粗さの検出が終了するまでに要する時間を短縮できる。

30

【0068】

上記した表面粗さ検出方法において、工作物Wは、クランクシャフトであり、検出部120は、クランクシャフトのクランクジャーナルWaの表面粗さを検出可能である。この表面粗さ検出方法によれば、クランクシャフトのクランクジャーナルWaの表面粗さを検出する場合において、表面粗さの検出を効率よく行うことができる。

【0069】

これに加え、上記した表面粗さ検出方法は、本体110の軸まわりに検出部120を回転させることにより、クランクジャーナルWaの端面Wa1、Wa5、円筒面Wa3、及び、端面Wa1、Wa5と円筒面Wa3との接続部分Wa2、Wa4のうち少なくとも2以上の部位の表面粗さを検出する。

40

【0070】

この表面粗さ検出方法によれば、クランクシャフトのクランクジャーナルWaの端面Wa1、Wa5、円筒面Wa3、及び、端面Wa1、Wa5と円筒面Wa3との接続部分Wa2、Wa4のうち少なくとも2以上の部位の表面粗さを検出する場合において、表面粗さの検出を効率よく行うことができる。

【0071】

また、上記実施形態で説明したように、工作機械システムとしての研削盤1及びマシニングセンタ201は、工作物Wを回転可能に支持する工作物支持装置としての主軸台20又はターンテーブル270と、工作物Wを加工する工具としての砥石車50又は加工用工

50

具 241 と、工作物 W の表面粗さを検出するセンサ 100 と、砥石車 50 及びセンサ 100 に関する制御を行う制御装置 200 と、を備える。センサ 100 は、棒状に形成された長尺の本体 110 と、本体 110 の先端側における外側面に固定され、非接触で工作物 W の表面粗さを検出可能な検出部 120 と、本体 110 を軸まわりに回転させるための駆動力を付与する駆動部 190 と、を備える。

【0072】

この工作機械システムは、本体 110 の軸まわりに検出部 120 を回転させることにより、工作物 W のうち向きが異なる 2 以上の部位の表面粗さを検出することができるので、工作物 W の表面粗さの検出を効率よく行うことができる。

【0073】

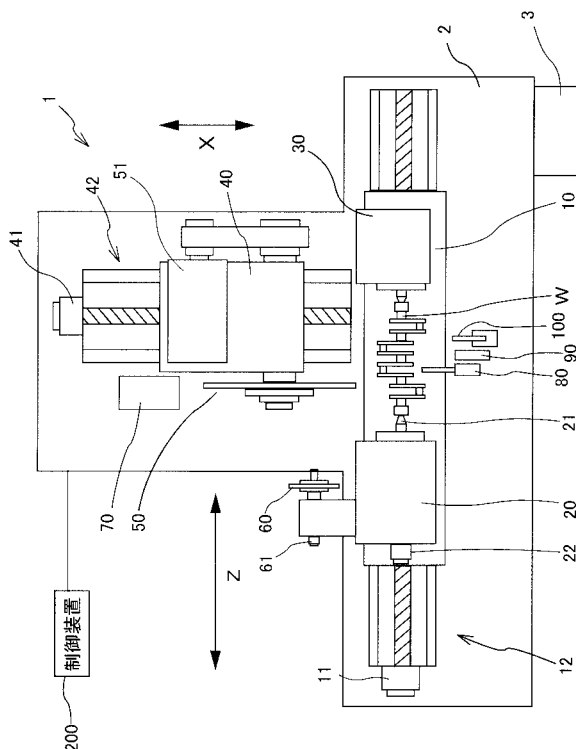
上記した工作機械システムにおいて、センサ 100 は、基板 121 と、基板 121 上に装着され、工作物 W に向けて発光する発光素子と、基板 121 上において発光素子の近傍に装着され、工作物 W からの反射光を受光可能な第一受光素子 123 及び第二受光素子 124 としての受光素子と、受光素子の受光量に基づいて表面粗さを演算する演算部 130 と、を備える。この工作機械システムは、工作物 W の表面粗さを非接触で検出することができるので、表面粗さの検出に伴って研削加工後の工作物 W に傷がつくことを回避できる。

【符号の説明】

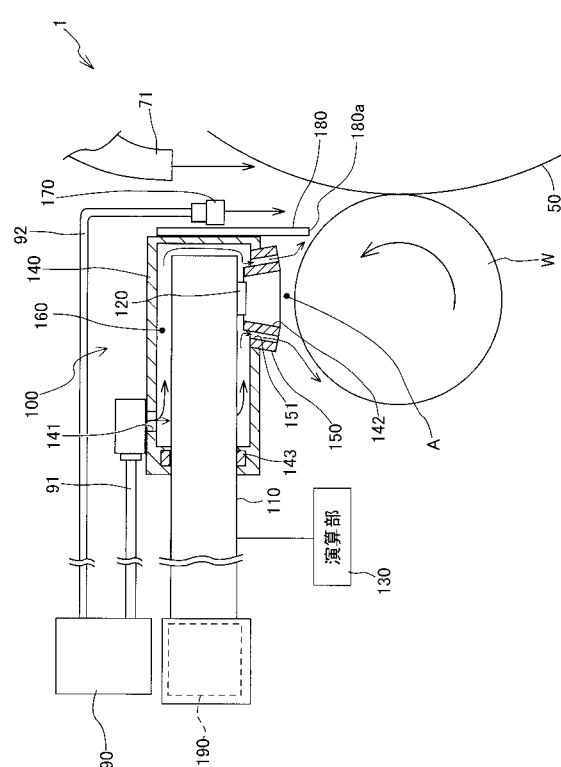
【0074】

1：研削盤（工作機械システム）、 20：主軸台、 50：砥石車、 100：センサ、 110：本体、 120：検出部、 121：基板、 122：発光素子、 123：第一受光素子（受光素子）、 124：第二受光素子（受光素子）、 130：演算部、 190：駆動部、 200、400：制御装置、 201：マシニングセンタ（工作機械システム）、 241：加工用工具、 270：ターンテーブル、 W：工作物、 Wa：クランクジャーナル

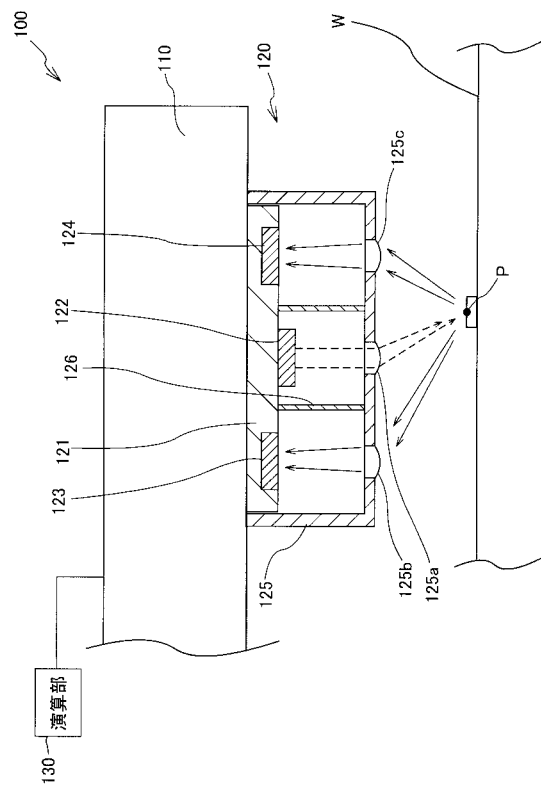
【図 1】



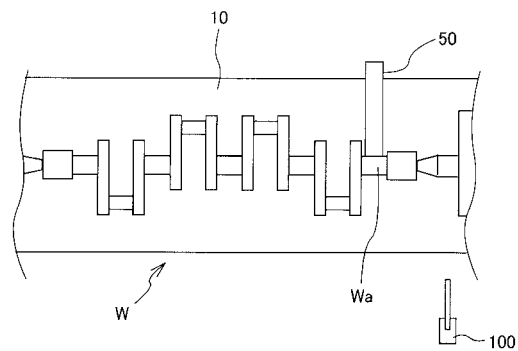
【図 2】



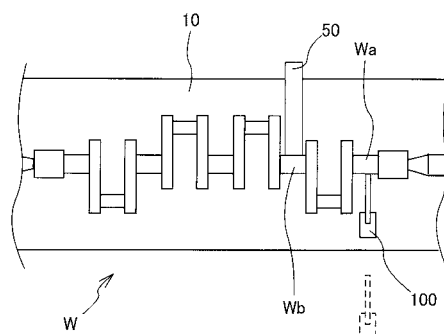
【 図 3 】



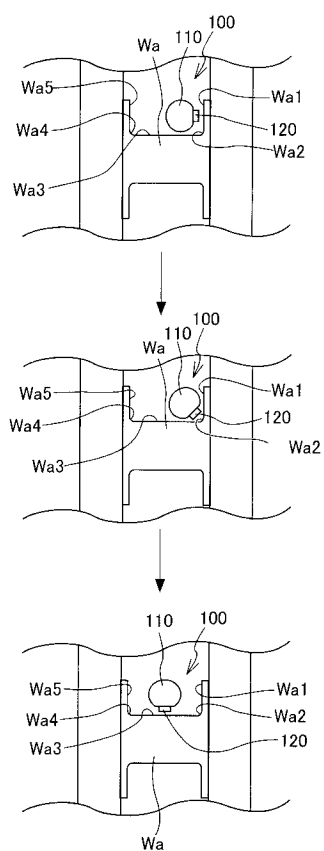
【図 4 A】



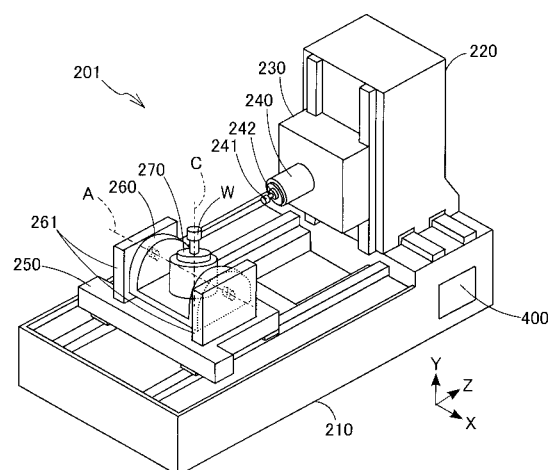
【図 4 B】



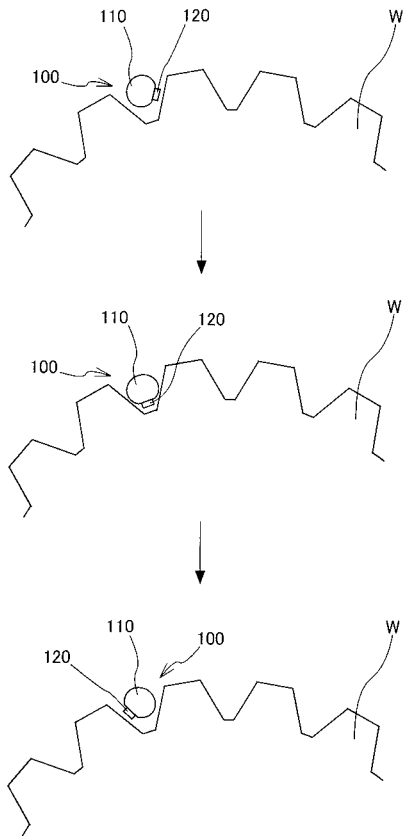
【図 5】



【 図 6 】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G 0 1 B 11/30 (2006.01) G 0 1 B 11/30 1 0 2 Z

(72)発明者 石原 光晴

大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号 株式会社ジェイテクト内

F ターム (参考) 2F065 AA50 BB05 FF44 MM04 MM06 PP11 TT06
2F069 AA57 GG01 GG04 GG07 GG62 JJ04 JJ10 PP01
3C029 BB01 BB10
3C034 AA03 BB74 BB93 CA05 CA22 CB12 CB14 DD20
3C043 AC21 CC03 DD02 DD05 DD06