

(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2018-24079
(P2018-24079A)

(43) 公開日 平成30年2月15日(2018.2.15)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B24B 49/12 (2006.01)	B 24 B 49/12	3 C02 9
B23Q 17/20 (2006.01)	B 23 Q 17/20	A 3 C03 4
B23Q 17/24 (2006.01)	B 23 Q 17/24	A 3 C04 9
B24B 19/12 (2006.01)	B 24 B 19/12	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2017-86852 (P2017-86852)
 (22) 出願日 平成29年4月26日 (2017. 4. 26)
 (31) 優先権主張番号 特願2016-156936 (P2016-156936)
 (32) 優先日 平成28年8月9日 (2016. 8. 9)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000001247
 株式会社ジェイテクト
 大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号
 (74) 代理人 100089082
 弁理士 小林 優
 (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

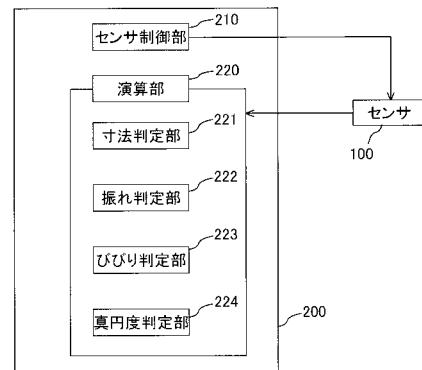
(54) 【発明の名称】測定機能を有する工作機械システム

(57) 【要約】

【課題】非接触で工作物の形状を測定可能な測定機能を有する工作機械システムを提供すること。

【解決手段】研削盤 1 は、工作物 W を回転可能に支持する工作物支持装置 2 と、工作物支持装置 2 に支持された工作物 W を加工する工具としての砥石車 4 と、工作物支持装置 2 に支持された工作物 W に向けて発光し、且つ、工作物 W の表面からの反射光を受光するセンサ 100 と、工作物 W を回転させた状態におけるセンサ 100 の受光量に基づいて工作物 W の形状情報を抽出する演算部 220 と、を備える。

【選択図】図 4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

工作物を回転可能に支持する工作物支持装置と、
 前記工作物支持装置に支持された前記工作物を加工する工具と、
 前記工作物支持装置に支持された前記工作物に向けて発光し、且つ、前記工作物の表面からの反射光を受光するセンサと、
 前記工作物を回転させた状態における前記センサの受光量に基づいて前記工作物の形状情報を抽出する演算部と、
 を備える、測定機能を有する工作機械システム。

【請求項 2】

前記演算部は、前記センサの受光量に基づいて前記工作物との距離を抽出し、その抽出された距離に基づいて前記形状情報を抽出する、請求項 1 に記載の測定機能を有する工作機械システム。

【請求項 3】

前記演算部は、前記工作物に生じ得る回転振れ成分を抽出する、請求項 1 又は 2 に記載の測定機能を有する工作機械システム。

【請求項 4】

前記工作物は、円筒形状に形成され、
 前記演算部は、前記工作物の回転位相に対する前記受光量の情報から前記工作物の回転振れ成分を除去し、前記形状情報として真円度成分を抽出する、請求項 3 に記載の測定機能を有する工作機械システム。

【請求項 5】

前記演算部は、前記受光量の情報から、前記回転振れとして低周波成分を除去し、前記真円度成分として高周波成分を抽出する、請求項 4 に記載の測定機能を有する工作機械システム。

【請求項 6】

前記演算部は、前記工作物に生じ得るびびり成分を抽出する、請求項 1 又は 2 に記載の測定機能を有する工作機械システム。

【請求項 7】

前記工作物は、カムであり、
 前記演算部は、前記工作物を回転させつつ、前記センサをカム面に沿って移動させていく状態における前記センサの受光量に基づいて、カムプロフィールの成分を抽出する、請求項 1 又は 2 に記載の測定機能を有する工作機械システム。

【請求項 8】

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、
 を備える、請求項 1 - 7 の何れか一項に記載の測定機能を有する工作機械システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、測定機能を有する工作機械システムに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 には、工作機械に支持された工作物の外径を測定する定寸装置が記載されている。工作機械に支持された工作物を回転させながら、定寸装置の接触子を工作物の表面に接触させることにより、工作物の外径を機上で測定する。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】**【0003】**

【特許文献1】特開2014-144518号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、定寸装置を用いて工作物の外径を測定する場合には、接触子を工作物に接触させる必要がある。この場合、接触子と工作物との接触に起因して工作物の表面に擦過傷が生じるおそれがある。

【0005】

本発明は、非接触で工作物の形状を測定可能な測定機能を有する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】**

本発明に係る測定機能を有する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、前記工作物支持装置に支持された前記工作物を加工する工具と、前記工作物支持装置に支持された前記工作物に向けて発光し、且つ、前記工作物の表面からの反射光を受光するセンサと、前記工作物を回転させた状態における前記センサの受光量に基づいて前記工作物の形状情報を抽出する演算部と、を備える。

【0007】

本発明によれば、センサは、工作物支持装置に支持された工作物に向けて発光し、且つ、工作物の表面にて反射した反射光を受光する。そして、演算部は、センサの受光量に基づいて、工作物の形状情報を得る。よって、工作機械システムは、工作物に対して接触することなく工作物の形状情報を取得し、工作物の形状測定を行うことができる。

【図面の簡単な説明】**【0008】**

【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形状情報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4】制御装置のブロック図である。

【図5】センサから得られる受光量データをFFT解析した場合に示される工作物の形状情報と周波数帯との関係を表すグラフである。

【図6A】回転振れが発生した工作物に対してセンサによるセンシングを行い、得られた受光量データをFFT解析した結果を示すグラフである。

【図6B】びびりが発生した工作物に対してセンサによるセンシングを行い、得られた受光量データをFFT解析した結果を示すグラフである。

【図7A】寸法判定部により実行される寸法判定処理を示すフローチャートである。

【図7B】センサが受光する受光量と、センサから工作物までの距離との関係を示すグラフである。

【図8】回転振れ判定部により実行される回転振れ判定処理を示すフローチャートである。

【図9】びびり判定部により実行されるびびり判定処理を示すフローチャートである。

【図10】真円度判定部により実行される真円度判定処理を示すフローチャートである。

【図11】第二実施形態における研削盤の平面図である。

【図12】制御装置のブロック図である。

【図13】カムプロフィール判定部により実行されるカムプロフィール判定処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

10

20

30

40

50

< 1 . 第一実施形態 >

(1 - 1 . 研削盤 1 の概略構成)

以下、本発明に係る測定機能を有する工作機械システムの実施形態について、図面を参考しながら説明する。まず、図 1 を参照して、本発明の第一実施形態における工作機械システムとしての研削盤 1 の概略構成について説明する。

【 0 0 1 0 】

図 1 に示すように、工作機械システムは、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 から構成される。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 20 と、砥石台 30 と、砥石車 40 と、ツルア 50 と、クーラント供給装置 60 と、定寸装置 70 と、エア供給装置 80 と、センサ 100 と、制御装置 200 と、を備える。
10

【 0 0 1 1 】

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。

【 0 0 1 2 】

工作物支持装置 20 は、主軸台 21 及び心押台 22 を備える。主軸台 21 は、テーブル 10 上に固定される。主軸台 21 は、Z 軸方向に平行な軸回りに回転する主軸 23 と、主軸 23 を回転させるための駆動力を付与する主軸モータ 24 とを備える。主軸台 21 は、主軸 23 により工作物 W の一端を回転可能に支持し、主軸モータ 24 により工作物 W を回転駆動する。心押台 22 は、テーブル 10 上において主軸台 21 と対向する位置に設けられ、工作物 W の他端を支持する。
20

【 0 0 1 3 】

砥石台 30 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 30 は、X 軸モータ 31 を有するねじ送り機構 32 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 40 は、砥石台 30 に対し、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 40 は、砥石台 30 に固定された砥石車モータ 41 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。或いは、砥石車 40 は、主軸台 21 に工作物 W の一端のみをチャック等により回転可能に支持し、砥石車 40 を心押台 22 側（図 1 に示す右側）から Z 軸方向へ往復移動させることにより、工作物 W の内周面を研削する。ツルア 50 は、主軸台 21 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 50 は、主軸台 21 に設けられたツルアモータ 51 から付与される駆動力により回転し、砥石車 40 のツルーアイニング（形状成形及び目立て）を行う。
30

【 0 0 1 4 】

クーラント供給装置 60 は、ベッド 2 上に設けられる。クーラント供給装置 60 は、砥石台 30 に設けられたクーラントノズル（図示せず）を介して、研削部位にクーラントを供給する。定寸装置 70 は、テーブル 10 を挟んだ砥石車 40 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 70 は、砥石車 40 により研削された工作物 W の外径を計測する。
40

【 0 0 1 5 】

エア供給装置 80 は、テーブル 10 を挟んだ砥石車 40 の反対側に設けられる。エア供給装置 80 は、工作物 W の加工領域へ向けて配置されたエア供給部 81, 82 を備え、エア供給部 81, 82 から工作物 W にエアを吹き付けることにより、工作物 W の外周面に付着したクーラント等の付着物を除去する。なお、本実施形態では、工作物 W にエアを吹き付ける場合を例に挙げて説明しているが、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吹き付けてもよい。

【 0 0 1 6 】

センサ 100 は、テーブル 10 を挟んだ砥石車 40 の反対側に配置される。センサ 10
50

0は、工作物Wに対するセンシングを行い、工作物Wの表面状態を示す光信号を電気信号に変換した後、制御装置200に送信する。

【0017】

なお、センサ100によるセンシングは、工作物Wが主軸台21及び心押台22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に、主軸台21及び心押台22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、工作物Wに対するセンシングを行う際の作業効率を向上させることができる。

【0018】

(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、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。

【0019】

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のセンシングを行い、そのセンシングの結果を示す電気信号を制御装置200に送信する。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。

【0020】

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3下方向)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。

【0021】

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。

【0022】

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。

【0023】

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。

【0024】

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

10

20

30

40

50

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。

【0025】

このように、検出部120は、工作物Wの形状情報を非接触で検出することができるので、センサ100によるセンシングに伴って工作物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、工作物Wの形状を精度よく取得することができる。

10

【0026】

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。

【0027】

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80に接続されたエア供給部81が連結され、エア供給部81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。

20

【0028】

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。

30

【0029】

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81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。

【0030】

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。

40

【0031】

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の表面粗さを検出するにあたり、その検出精度を維持することができる。

【0032】

50

エア流路 160 は、エア供給装置 80 からエア供給部 81 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、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、センサ 100 は、例えば、エア供給部 81 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。

【0033】

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。
10

【0034】

第二エア放出部 170 は、エア供給装置 80 のエア供給部 82 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 40 とセンサ 100 との間に配置され、工作物 W のうち、砥石車 40 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、検出精度を確保することができる。
20

【0035】

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。

【0036】

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できるので、センサ 100 は、第二エア放出部 170 から吹き付けた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なることができる。
30

【0037】

(1 - 3 . 制御装置 200 について)

次に、図 4 を参照して、制御装置 200 について説明する。図 4 に示すように、制御装置 200 は、センサ制御部 210 と、演算部 220 とを備える。

【0038】

センサ制御部 210 は、センサ 100 に関する制御を行う。センサ 100 によるセンシングを行う際、センサ制御部 210 は、検出部 120 と工作物 W との間隔が所定寸法となる位置までセンサ 100 を工作物 W に近づけた後、工作物 W に向けて発光し、工作物 W の表面からの反射光を受光する。
40

【0039】

演算部 220 は、センサ 100 の受光量に基づき、工作物 W の形状情報を抽出するための演算を行う。演算部 220 は、寸法判定部 221 と、回転振れ判定部 222 と、びびり判定部 223 と、真円度判定部 224 とを備える。

【0040】

寸法判定部 221 は、センサ 100 が受光した受光量に基づいて、工作物 W の外径が所

10

20

30

40

50

望の寸法に到達したか否かを判定する。寸法判定部 221 には、検出部 120 が所望の外径となった工作物 W に向けて発光し、検出部 120 が受光する工作物 W からの反射光の受光量に関する基準閾値が記憶されている。寸法判定部 221 は、センサ 100 が受光した受光量が基準閾値以下であるか否かを判定し、センサ 100 の受光した受光量が基準閾値以下である場合に、工作物 W の外径が所望の寸法に到達したと判断する。

【0041】

ここで、工作物 W に回転振れが生じている場合、その回転振れの影響がセンサ 100 の検出結果に反映される。従って、工作物 W の外径が所望の寸法に到達したか否かの判定を正確に行うに際し、回転振れが発生している場合には、その回転振れの成分を検出結果から取り除く必要がある。そこで、寸法判定部 221 は、センサ 100 により得られたデータから回転振れ成分を除去する処理を行い、その処理後のデータに基づき、工作物 W の外径が所望の寸法に到達したか否かの判定を行う。

10

【0042】

回転振れ判定部 222 は、センサ 100 により得られたデータに対して FFT を用いた周波数分析を行い、その分析結果に基づいて、回転振れの有無を判定する。図 5 及び図 6 A に示すように、回転振れを有する工作物 W に対してセンサ 100 によるセンシングを行い、得られた受光量データに FFT を用いた周波数分析を行うと、 f_1 から f_2 までの周波数帯において一定以上の大きな振幅が発生する。

20

【0043】

この点に着目し、回転振れ判定部 222 は、センサ 100 により得られた受光量データに基づき、FFT 解析後の f_1 から f_2 までの周波数帯における振幅が予め定められた基準閾値以上である場合に、工作物 W が回転振れを有すると判定する。これに加え、回転振れ判定部 222 は、FFT 解析後の f_1 から f_2 までの周波数帯における振幅に基づき、工作物 W の回転振れの大きさを算出する。

20

【0044】

びびり判定部 223 は、センサ 100 により得られた受光量データに対して FFT を用いた周波数分析を行い、その分析結果に基づいて、びびりの有無を判定する。ここで、図 5 及び図 6 B に示すように、びびりを有する工作物 W に対してセンサ 100 によるセンシングを行い、得られた受光量データに FFT を用いた周波数分析を行うと、 f_3 から f_4 までの周波数帯において一定以上の大きな振幅が発生する。

30

【0045】

この点に着目し、びびり判定部 223 は、センサ 100 により得られた受光量データに基づき、FFT 解析後の f_3 から f_4 までの周波数帯における振幅が予め定められた基準閾値以上である場合に、工作物 W がびびりを有すると判定する。これに加え、びびり判定部 223 は、FFT 解析後の f_3 から f_4 までの周波数帯において、振幅が基準閾値以上となった周波数を出力する。この場合、作業者は、出力された周波数を手掛かりとして、びびりの発生原因を突き止めることができる。

【0046】

真円度判定部 224 は、センサ 100 により得られた受光量データから回転振れ成分を除去したもの（FFT 解析後の f_2 から f_5 までの周波数帯を抽出したもの）を用いて、工作物 W の真円度を算出する。真円度判定部 224 には、所望の真円度を充足した場合に得られる受光量に関する基準閾値が予め記憶されている。真円度判定部 224 は、回転振れ成分を除去した後の受光量データから算出される真円度と基準閾値とを比較し、工作物 W が所望の真円度を有するか否かを判定する。

40

【0047】

(1 - 4 . 寸法判定処理)

次に、図 7 A 及び図 7 B を参照して、寸法判定部 221 により実行される寸法判定処理について説明する。図 7 A に示すように、寸法判定処理において、寸法判定部 221 は、センサ 100 から受光量データを取得し（S1）、ハイパスフィルタにより回転振れ成分を受光量データから除去する（S2）。その後、寸法判定処理は、回転振れ成分が除去さ

50

れた受光量データに基づき、センサ100が受光した受光量が基準閾値Th以下であるか否かを判定する(S3)。

【0048】

ここで、図7Bに示すように、センサ100が工作物Wに向けて発光した場合に工作物Wからの反射光を受光する受光量は、100と工作物Wとの距離が広がるについて小さくなる。従って、研削盤1は、研削加工と並行しながらセンサ100によるセンシングを行う場合に、検出部120を工作物Wに近づけた状態でセンサ100をベッド2に固定する。そして、寸法判定部221は、センサ100が受光した受光量が基準閾値Th以下となつた場合に、工作物Wの外径が所望の寸法Lに到達したと判断する。

【0049】

S3の処理において、寸法判定処理は、工作物Wの受光量が基準閾値Thよりも大きいと判定した場合に(S3:No)、S1の処理に戻る。一方、寸法判定処理は、工作物Wの受光量が基準閾値Th以下と判定した場合に(S3:Yes)、工作物Wの外径が所望の寸法Lに到達したことを通知し(S4)、本処理を終了する。このように、研削盤1は、センサ100の受光量に基づいて工作物Wとの距離を抽出し、その抽出された距離に基づいて工作物Wの外径等の形状情報を取得することができる。

【0050】

(1-5.回転振れ判定処理)

次に、図8を参照して、回転振れ判定部222により実行される回転振れ判定処理について説明する。図8に示すように、回転振れ判定処理において、回転振れ判定部222は、センサ100から受光量データを取得する(S11)。そして、回転振れ判定部222は、バンドパスフィルタにより回転振れ成分としての低周波成分(図5に示すf1からf2までにおける周波数成分)を受光量データから抽出し(S12)、FFT解析を行う(S13)。

【0051】

S14の処理において、回転振れ判定部222は、S13の処理で行ったFFT解析の結果に基づき、抽出された回転振れ成分における振幅のピーク値が基準閾値以上であるか否かを判定し、工作物Wに回転振れが発生しているか否かを判断する。その結果、S14の処理において、工作物Wに回転振れが発生していない場合に(S14:No)、回転振れ判定処理は、そのまま本処理を終了する。一方、工作物Wに回転振れが発生している場合に(S14:Yes)、回転振れ判定処理は、回転振れの値(回転振れの大きさ)を出力し(S15)、本処理を終了する。このように、研削盤1は、工作物Wに回転振れが発生しているか否かの判定を、工作物Wに接触せずに行うことができる。

【0052】

(1-6.びびり判定処理)

次に、図9を参照して、びびり判定部223により実行されるびびり判定処理について説明する。図9に示すように、びびり判定処理において、びびり判定部223は、センサ100から受光量データを取得する(S21)。そして、びびり判定部223は、バンドパスフィルタによりびびり成分としての高周波成分(図5に示すf3からf4までにおける周波数成分)を受光量データから抽出し(S22)、FFT解析を行う(S23)。

【0053】

S24の処理において、びびり判定部223は、S23の処理で行ったFFT解析の結果に基づき、抽出されたびびり成分における振幅のピーク値が基準閾値以上であるか否かを判定し、工作物Wにびびりが発生しているか否かを判断する。その結果、工作物Wにびびりが発生していない場合に(S24:No)、びびり判定処理は、そのまま本処理を終了する。一方、工作物Wにびびりが発生している場合に(S24:Yes)、びびり判定処理は、振幅が基準閾値以上となつた周波数の値を出力し(S25)、本処理を終了する。このように、研削盤1は、工作物Wにびびりが発生しているか否かの判定を、工作物Wに接触せずに行うことができる。

【0054】

10

20

30

40

50

(1 - 7 . 真円度判定処理)

次に、図10を参照して、真円度判定部224により実行される真円度判定処理について説明する。図10に示すように、真円度判定処理において、真円度判定部224は、センサ100から受光量データを取得し(S31)、ハイパスフィルタにより回転振れ成分としての低周波成分を受光量データから除去する(S32)。その後、真円度判定部224は、回転振れ成分が除去された受光量データに基づき、工作物Wの真円度を算出する。

【0055】

次に、真円度判定部224は、回転振れ成分が除去された受光量データの振幅に基づいて、真円度を算出する(S33)。続いて、真円度判定部224は、算出された工作物Wの真円度と基準閾値とを比較し、工作物Wが所望の真円度を有するか否かを判定する(S34)。その結果、工作物Wが所望の真円度を有すると判定された場合に(S34: Yes)、真円度判定処理は、そのまま本処理を終了する。一方、工作物Wが所望の真円度を有しないと判定された場合に(S34: No)、真円度判定処理は、真円度の算出値を出力し(S35)、本処理を終了する。

10

【0056】

このように、研削盤1は、工作物Wの真円度に関する情報を、工作物Wに接触せずに行なうことができる。また、真円度判定部224は、工作物Wの回転位相に対する受光量の情報から工作物Wの回転振れ成分としての低周波成分を除去する処理を行った後、高周波成分としての真円度成分を抽出するので、研削盤1は、工作物Wの真円度に関する情報を精度よく抽出することができる。

20

【0057】

以上説明したように、研削盤1は、研削加工後の工作物Wに接触することなく、工作物Wの形状情報(工作物Wの外径、振れ、びびり、真円度等)を取得し、工作物Wの形状測定を行うことができる。また、研削盤1は、工作物Wに回転振れやびびり等が発生していると判定された場合に、回転振れやびびり等の発生原因を突き止めることにより、研削条件の修正等の対応を早期に行なうことができる。よって、研削盤1は、不良品の発生数を抑制できる。

30

【0058】

また、研削盤1は、センサ100から得られた受光量データに基づいて真円度成分を抽出するにあたり、そのデータから回転振れ成分として特定の低周波成分を受光量データから除去した上で、工作物Wの真円度を算出する。これにより、研削盤1は、工作物Wの真円度に関する情報を精度よく抽出することができる。その結果、研削盤1は、真円度判定部224による判定の精度を高めることができる。

30

【0059】

さらに、研削盤1は、工作物Wが工作物支持装置20に支持された状態で、工作物Wの形状情報を取得することができる。よって、研削盤1は、工作物Wを別に位置へ移動させた後に工作物の形状情報を取得する場合と比べて、工作物Wの加工に要する時間の短縮を図ることができる。

【0060】

なお、本実施係蹄では、工作機械システムが1台の研削盤1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、複数の研削盤と、複数の研削盤の外部であって、それら複数の研削盤が接続されるネットワーク上に設けられる解析部と、を備え、上記各実施形態において制御装置200に設けられていた演算部220を、解析部に設けてもよい。そしてこの場合、工作機械システムは、解析部による解析の結果、工作物Wの研削を行う条件を変更すべきであると判断した場合に、複数の研削盤1が行う研削の条件を同時に変更する構成としてもよい。また、解析部は、例えば、特定の加工条件下(特定の工作物Wや特定の研削盤、特定の環境(気温や湿度)等)で抽出した工作物Wの形状情報を蓄積してもよい。この場合、解析部は、蓄積されたデータを解析し、演算部220は、解析部による解析結果(傾向や異常の発生等)に基づき、工作物Wからの反射光の受光量に関する基準閾値を決定する。これにより、工作機械シ

40

50

ステムは、工作物Wの形状情報を精度よく抽出することができる。

【0061】

<2. 第二実施形態>

次に、図11から図13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、工作物Wが円筒形状である場合について説明したが、第二実施形態では、工作物Wがカムである。なお、上記した第一実施形態と同一の部品には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0062】

(2-1. 研削盤301の概略構成)

まず、図11を参照して、第二実施形態における研削盤301の概略構成について説明する。図11に示すように、研削盤301は、エア供給装置80及びセンサ100の配置及び制御装置400を除き、第一実施形態における研削盤1(図1参照)と同等の構成を有する。

【0063】

エア供給装置80及びセンサ100は、砥石台30に配置され、砥石車40と一体的に移動する。この場合、研削盤301は、工作物Wのカム表面に対してセンサ100によるセンシングを行う際、検出部120(図2参照)と工作物Wのカム表面との間隔を一定に維持することができる。

【0064】

(2-2. 制御装置400)

次に、図12を参照して、制御装置400について説明する。図12に示すように、制御装置400は、センサ制御部210と演算部420とを備え、演算部420は、カムプロフィール判定部421と、振れ判定部422とを備える。

【0065】

カムプロフィール判定部421は、センサ100をカム面に沿って移動させている状態でセンサ100が受光した受光量に基づいて、工作物Wのカム表面が所望のカムプロフィールを有するか否かを判定する。カムプロフィール判定部421には、カム表面が所望のカムプロフィールとなつた工作物Wに対してセンサ100が発光した場合に、センサ100が受光する受光量に関する基準閾値が記憶されている。カムプロフィール判定部421は、センサ100が受光した受光量が基準閾値以下であるか否かを判定し、センサ100の受光した受光量が基準閾値以下である場合に、工作物Wのカム表面が所望のカムプロフィールを有すると判断する。

【0066】

(2-3. カムプロフィール判定処理)

次に、図13を参照して、カムプロフィール判定部421により実行されるカムプロフィール判定処理について説明する。

【0067】

図13に示すように、カムプロフィール判定処理において、カムプロフィール判定部421は、センサ100から受光量データを取得し(S41)、ハイパスフィルタにより回転振れ成分としての低周波成分を受光量データから除去する(S42)。

【0068】

次に、カムプロフィール判定部421は、回転振れ成分が除去された受光量データに基づき、工作物Wのカムプロフィールと予め記憶された所望のカムプロフィールとのずれ量を算出し、工作物Wのカム表面が所望のカムプロフィールを有するか否かを判定する(S43)。その結果、工作物Wが所望のカムプロフィールを有すると判定された場合に(S43: Yes)、カムプロフィール判定処理は、そのまま処理を終了する。一方、工作物Wが所望のカムプロフィールを有しないと判定された場合に(S43: No)、カムプロフィール判定処理は、算出された工作物Wのカムプロフィールと所望のカムプロフィールとのずれ量を出力し(S44)、本処理を終了する。

【0069】

10

20

30

40

50

このように、研削盤301は、工作物Wがカムである場合に、工作物Wのカム表面が所望のカムプロフィールを有するか否かの判定を、工作物に接触することなく行うことができる。よって、研削盤301は、カムプロフィールの測定を行う際に、工作物に傷がつくことを防止できる。

【0070】

<3. その他>

以上、上記各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。例えば、本実施形態は、本発明が研削盤1, 301に適用される場合を例に挙げて説明したが、研削盤1, 301以外の工作機械に本発明を適用してもよい。

10

【0071】

上記した実施形態では、工作物Wの外径、回転振れ、びびり、真円度及びカムプロフィールを抽出する際に、本発明を用いる場合を例に挙げて説明したが、他の形状情報（歯車のクラウニング後の歯面形状等）を抽出する場合に、本発明を用いてもよい。

【0072】

さらに、上記実施形態では、受光量データの抽出が、ハイパスフィルタ又はバンドンドパスフィルタを用いて行われる場合を例に挙げて説明したが、これに限られるものではない。例えば、受光量データの抽出は、ローパスフィルタを用いて行ってもよく、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタ及びバンドパスフィルタを組み合わせて行ってもよい。

20

【0073】

<4. 効果>

以上説明したように、本発明を適用した測定機能を有する工作機械システムとしての研削盤1, 301は、工作物Wを回転可能に支持する工作物支持装置20と、工作物支持装置20に支持された工作物Wを加工する工具としての砥石車40と、工作物支持装置20に支持された工作物Wに向けて発光し、且つ、工作物Wの表面からの反射光を受光するセンサ100と、工作物Wを回転させた状態におけるセンサ100の受光量に基づいて工作物Wの形状情報を抽出する演算部220, 420と、を備える。

【0074】

この測定機能を有する工作機械システムによれば、センサ100は、工作物支持装置20に支持された工作物Wに向けて発光し、且つ、工作物Wの表面にて反射した反射光を受光する。そして、演算部220, 420は、センサ100の受光量に基づいて、工作物Wの形状情報を得る。よって、工作機械システムは、工作物Wに対して接触することなく工作物Wの形状情報を取得し、工作物Wの形状測定を行うことができる。

30

【0075】

上記した測定機能を有する工作機械システムとしての研削盤1, 301において、演算部220, 420は、センサ100の受光量に基づいて工作物Wとの距離を抽出し、その抽出された距離に基づいて形状情報を抽出する。この測定機能を有する工作機械システムは、工作物Wに対して接觸することなく工作物Wの形状情報を取得することができる。

40

【0076】

上記した測定機能を有する工作機械システムとしての研削盤1, 301において、演算部220, 420は、工作物Wに生じ得る回転振れ成分を抽出する。この測定機能を有する工作機械システムは、工作物Wに回転振れが発生しているか否かの判定を、工作物Wに接觸せずに行うことができる。

【0077】

上記した測定機能を有する工作機械システムとしての研削盤1において、工作物Wは、円筒形状に形成され、演算部220は、工作物Wの回転位相に対する受光量の情報から工作物の回転振れ成分を除去し、形状情報として真円度成分を抽出する。この測定機能を有する工作機械システムは、工作物Wの真円度に関する情報を、工作物Wに接觸せずに行うことができる。

50

【 0 0 7 8 】

上記した測定機能を有する工作機械システムとしての研削盤1において、演算部220は、受光量の情報から、回転振れとして低周波成分を除去し、真円度成分として高周波成分を抽出する。この測定機能を有する工作機械システムは、工作物Wの真円度に関する情報を精度よく抽出することができる。

【 0 0 7 9 】

上記した測定機能を有する工作機械システムとしての研削盤1において、演算部220は、工作物Wに生じ得るびびり成分を抽出する。この測定機能を有する工作機械システムは、工作物Wにびびりが発生しているか否かの判定を、工作物Wに接触せずに行うことができる。

10

【 0 0 8 0 】

上記した測定機能を有する工作機械システムとしての研削盤301において、工作物Wは、カムであり、演算部420は、工作物Wを回転させつつ、センサ100をカム面に沿って移動させている状態におけるセンサ100の受光量に基づいて、カムプロフィールの成分を抽出する。この測定機能を有する工作機械システムは、カムプロフィールに関する情報を、工作物Wに接触せずに行うことができる。

20

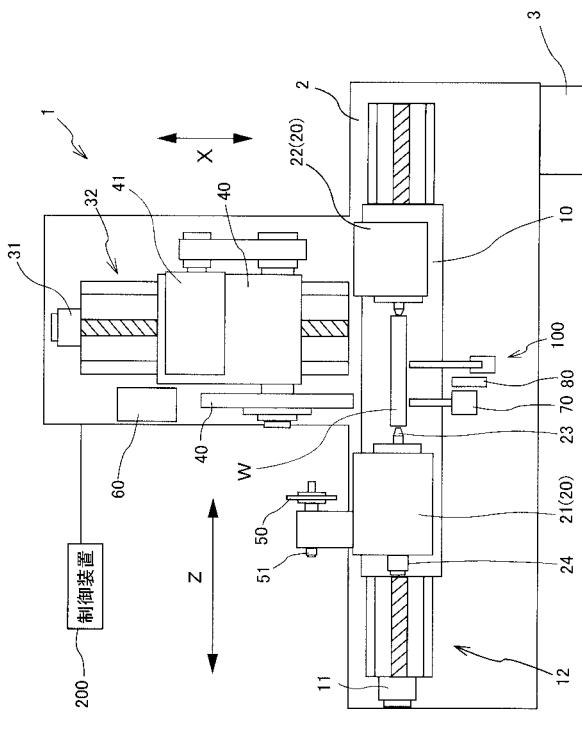
【 0 0 8 1 】

上記した測定機能を有する工作機械システムとしての研削盤1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122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、を備える。この測定機能を有する工作機械システムは、工作物Wの形状情報を非接触で検出することができるので、形状情報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。

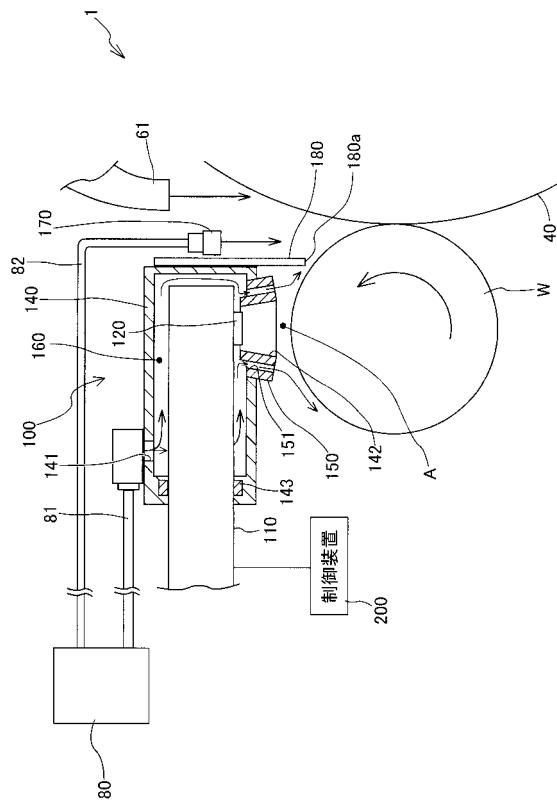
【 符号の説明 】**【 0 0 8 2 】**

1，301：研削盤（工作機械システムの一例）、20：工作物支持装置、40：砥石車（工具）、100：センサ、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）、220，420：演算部、W：工作物

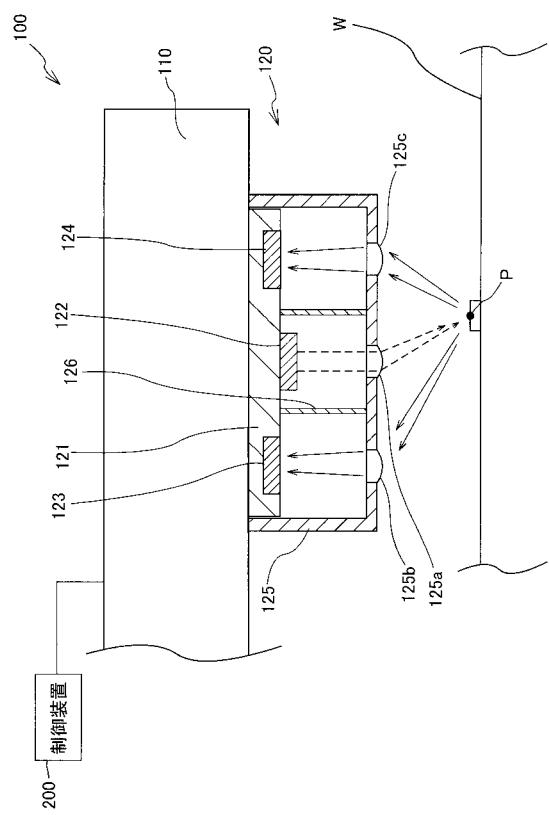
【図 1】



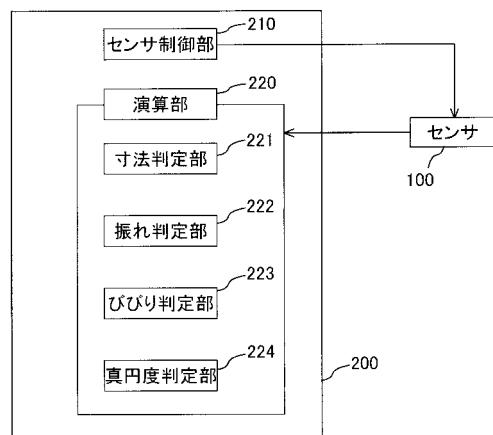
【図 2】



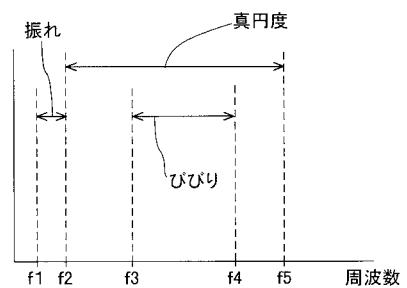
【図 3】



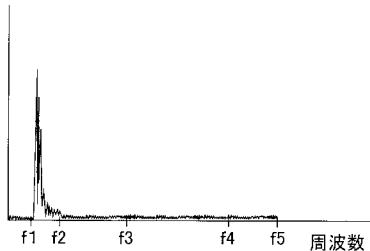
【図 4】



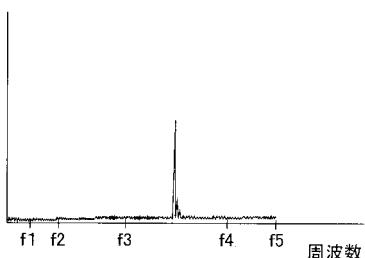
【図 5】



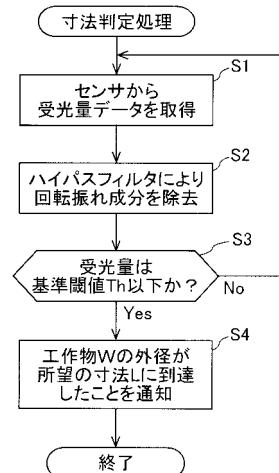
【図 6 A】



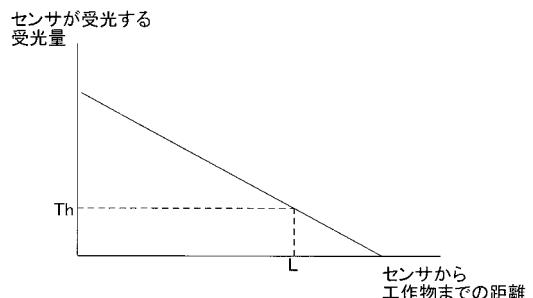
【図 6 B】



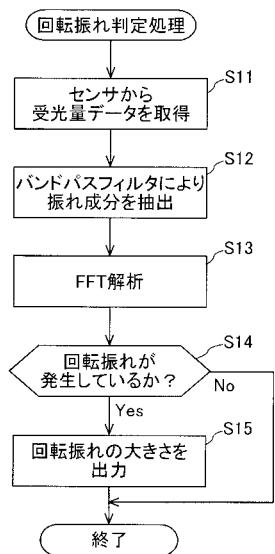
【図 7 A】



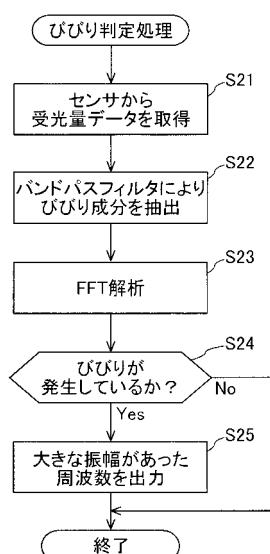
【図 7 B】



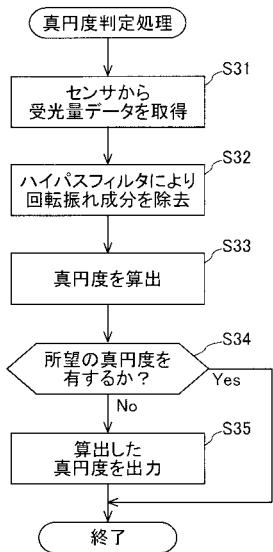
【図 8】



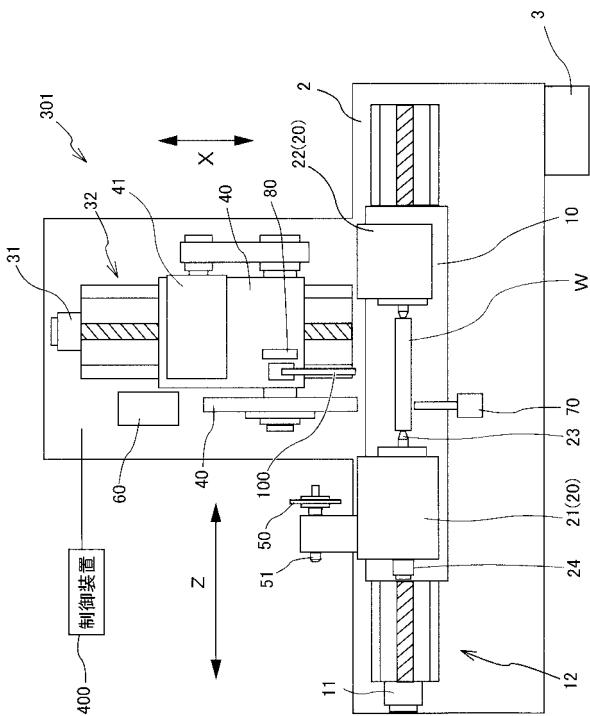
【図 9】



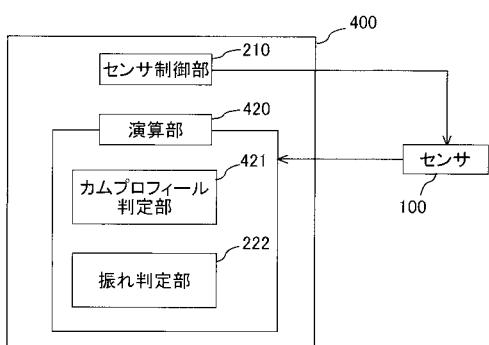
【図 1 0】



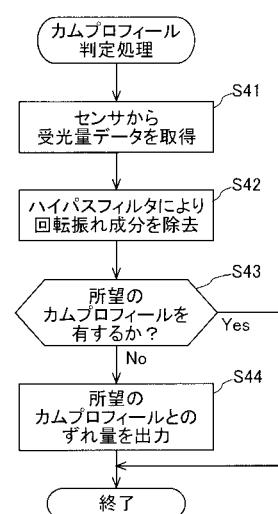
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(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 ターク(参考) 3C029 BB03 BB10 CC10

3C034 AA13 BB74 BB93 CA02 CA22 CB14 CB20 DD01 DD18

3C049 AA03 AC02 BA01 BA07 CA02 CB03 CB06