

(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 I	テーマコード (参考)
<b>B 2 4 B</b> 49/12 (2006.01)	B 2 4 B 49/12	3 C 0 2 9
<b>B 2 3 Q</b> 17/20 (2006.01)	B 2 3 Q 17/20 A	3 C 0 3 4
<b>B 2 3 Q</b> 17/24 (2006.01)	B 2 3 Q 17/24 A	3 C 0 4 9
<b>B 2 4 B</b> 19/12 (2006.01)	B 2 4 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)	(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2016-156936 (P2016-156936)		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8月9日 (2016.8.9)	(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

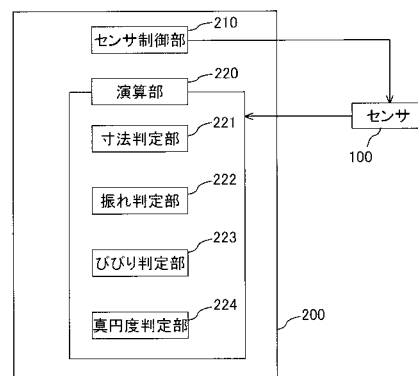
(54) 【発明の名称】 測定機能を有する工作機械システム

## (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る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】カムプロファイル判定部により実行されるカムプロファイ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

## &lt; 1 . 第一実施形態 &gt;

## ( 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、図面を参照しながら説明する。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 1 0 と、工作物支持装置 2 0 と、砥石台 3 0 と、砥石車 4 0 と、ツルア 5 0 と、クーラント供給装置 6 0 と、定寸装置 7 0 と、エア供給装置 8 0 と、センサ 1 0 0 と、制御装置 2 0 0 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 1 0 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 1 0 は、Z 軸モータ 1 1 を有するねじ送り装置 1 2 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 2 0 は、主軸台 2 1 及び心押台 2 2 を備える。主軸台 2 1 は、テーブル 1 0 上に固定される。主軸台 2 1 は、Z 軸方向に平行な軸回りに回転する主軸 2 3 と、主軸 2 3 を回転させるための駆動力を付与する主軸モータ 2 4 とを備える。主軸台 2 1 は、主軸 2 3 により工作物 W の一端を回転可能に支持し、主軸モータ 2 4 により工作物 W を回転駆動する。心押台 2 2 は、テーブル 1 0 上において主軸台 2 1 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 3 0 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 3 0 は、X 軸モータ 3 1 を有するねじ送り機構 3 2 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 4 0 は、砥石台 3 0 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 4 0 は、砥石台 3 0 に固定された砥石車モータ 4 1 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 4 0 は、主軸台 2 1 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 4 0 を心押台 2 2 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 5 0 は、主軸台 2 1 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 5 0 は、主軸台 2 1 に設けられたツルアモータ 5 1 から付与される駆動力により回転し、砥石車 4 0 のツルイング ( 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 6 0 は、ベッド 2 上に設けられる。クーラント供給装置 6 0 は、砥石台 3 0 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 7 0 は、テーブル 1 0 を挟んだ砥石車 4 0 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 7 0 は、砥石車 4 0 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 8 0 は、テーブル 1 0 を挟んだ砥石車 4 0 の反対側に設けられる。エア供給装置 8 0 は、工作物 W の加工領域へ向けて配置されたエア供給部 8 1 , 8 2 を備え、エア供給部 8 1 , 8 2 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 1 0 0 は、テーブル 1 0 を挟んだ砥石車 4 0 の反対側に配置される。センサ 1 0

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することができる。

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

50

望の寸法に到達したか否かを判定する。寸法判定部 2 2 1 には、検出部 1 2 0 が所望の外径となった工作物 W に向けて発光し、検出部 1 2 0 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 2 2 1 は、センサ 1 0 0 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 1 0 0 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。

#### 【 0 0 4 1 】

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 1 0 0 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 2 2 1 は、センサ 1 0 0 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。

#### 【 0 0 4 2 】

回転振れ判定部 2 2 2 は、センサ 1 0 0 により得られたデータに対して F F T 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 1 0 0 によるセンシングを行い、得られた受光量データに F F T 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。

#### 【 0 0 4 3 】

この点に着目し、回転振れ判定部 2 2 2 は、センサ 1 0 0 により得られた受光量データに基づき、F F T 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 2 2 2 は、F F T 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。

#### 【 0 0 4 4 】

びびり判定部 2 2 3 は、センサ 1 0 0 により得られた受光量データに対して F F T 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 1 0 0 によるセンシングを行い、得られた受光量データに F F T 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。

#### 【 0 0 4 5 】

この点に着目し、びびり判定部 2 2 3 は、センサ 1 0 0 により得られた受光量データに基づき、F F T 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 2 2 3 は、F F T 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。

#### 【 0 0 4 6 】

真円度判定部 2 2 4 は、センサ 1 0 0 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（F F T 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 2 2 4 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 2 2 4 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。

#### 【 0 0 4 7 】

##### （ 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 2 2 1 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 2 2 1 は、センサ 1 0 0 から受光量データを取得し（S 1）、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（S 2）。その後、寸法判定処理は、回転振れ成分が除去さ

10

20

30

40

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  $T_h$  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  $T_h$  以下となった場合に、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  $T_h$  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  $T_h$  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  $f_1$  から  $f_2$  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  $f_3$  から  $f_4$  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っ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 ( S 3 1 )、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 ( S 3 2 )。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。

【 0 0 5 5 】

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 ( S 3 3 )。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 ( S 3 4 )。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 ( S 3 4 : Y e s )、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 ( S 3 4 : N o )、真円度判定処理は、真円度の算出値を出力し ( S 3 5 )、本処理を終了する。

【 0 0 5 6 】

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。

【 0 0 5 7 】

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。

【 0 0 5 8 】

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。

【 0 0 5 9 】

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。

【 0 0 6 0 】

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

10

20

30

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。

10

【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 )

20

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った工作物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。

30

【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)。

40

【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】

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 に対して接触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。

【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 に接触せずに行うことができる。

40

【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 に接触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 2 2 0 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 2 2 0 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 3 0 1 において、工作物 W は、カムであり、演算部 4 2 0 は、工作物 W を回転させつつ、センサ 1 0 0 をカム面に沿って移動させている状態におけるセンサ 1 0 0 の受光量に基づいて、カムプロファイ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、カムプロファイルに関する情報を、工作物 W に接触せずに行うことができる。

## 【 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 1 0 0 は、基板 1 2 1 と、基板 1 2 1 上に装着され、工作物 W に向けて発光する発光素子 1 2 2 と、基板 1 2 1 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 1 2 3 及び第二受光素子 1 2 4 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。

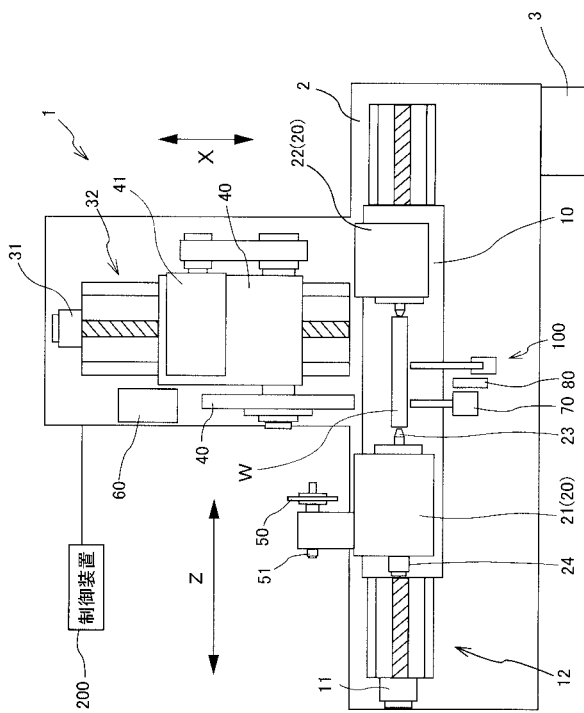
20

## 【 符号の説明 】

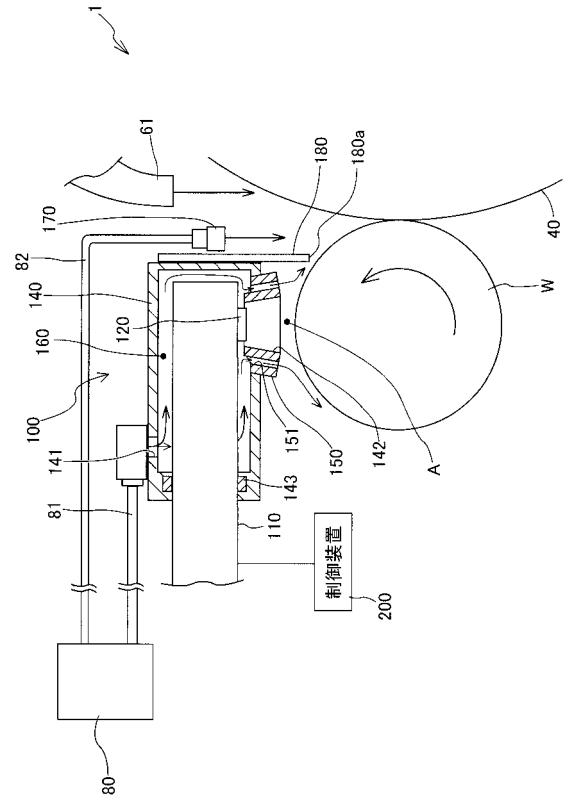
## 【 0 0 8 2 】

1 , 3 0 1 : 研削盤 ( 工作機械システムの一例 ) 、 2 0 : 工作物支持装置、 4 0 : 砥石車 ( 工具 ) 、 1 0 0 : センサ、 1 2 1 : 基板、 1 2 2 : 発光素子、 1 2 3 : 第一受光素子 ( 受光素子 ) 、 1 2 4 : 第二受光素子 ( 受光素子 ) 、 2 2 0 , 4 2 0 : 演算部、 W : 工作物

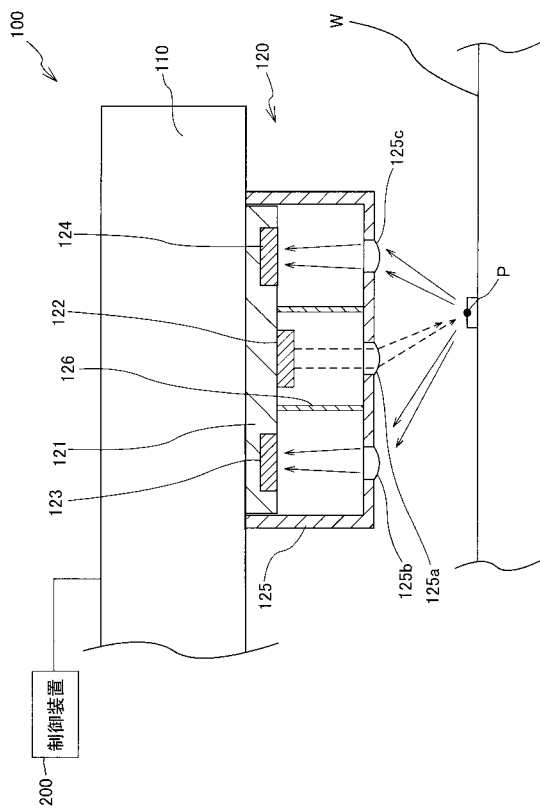
【図 1】



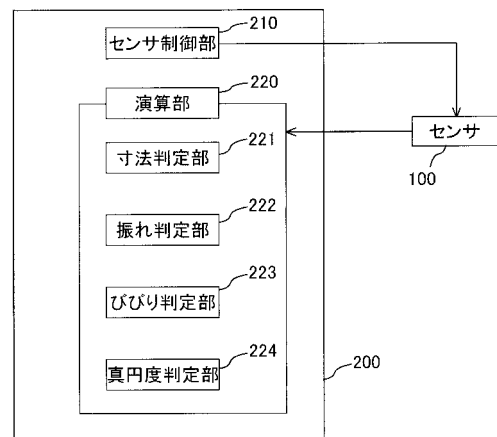
【図 2】



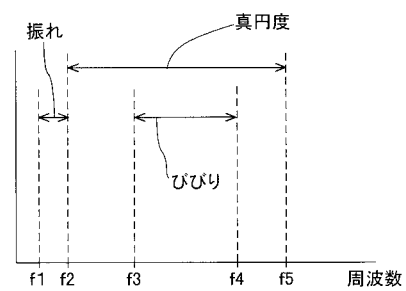
【図 3】



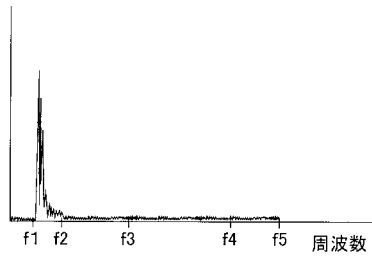
【図 4】



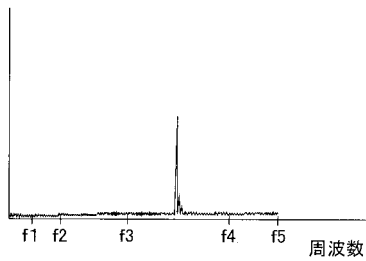
【図 5】



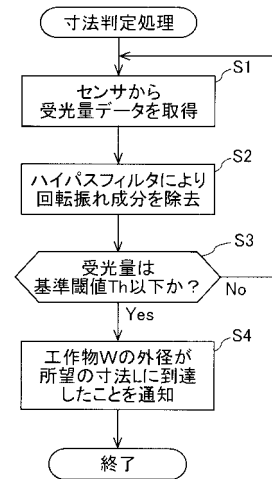
【図 6 A】



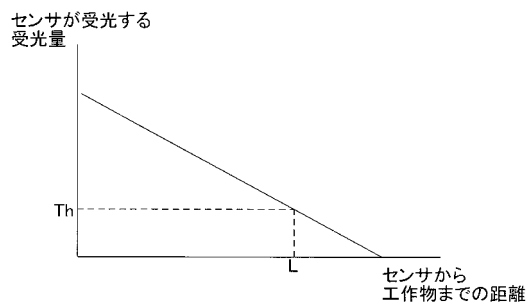
【図 6 B】



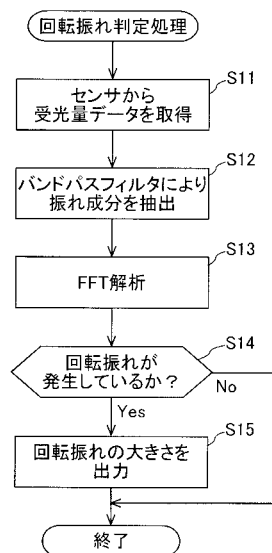
【図 7 A】



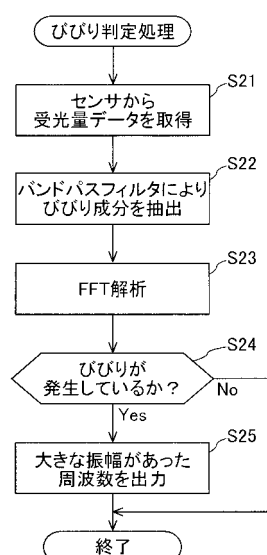
【図 7 B】



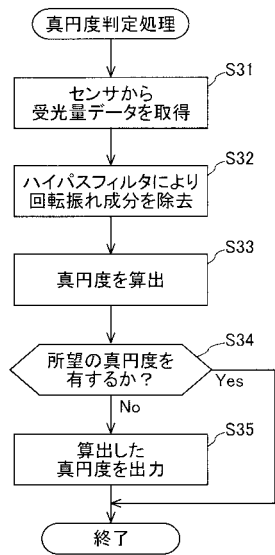
【図 8】



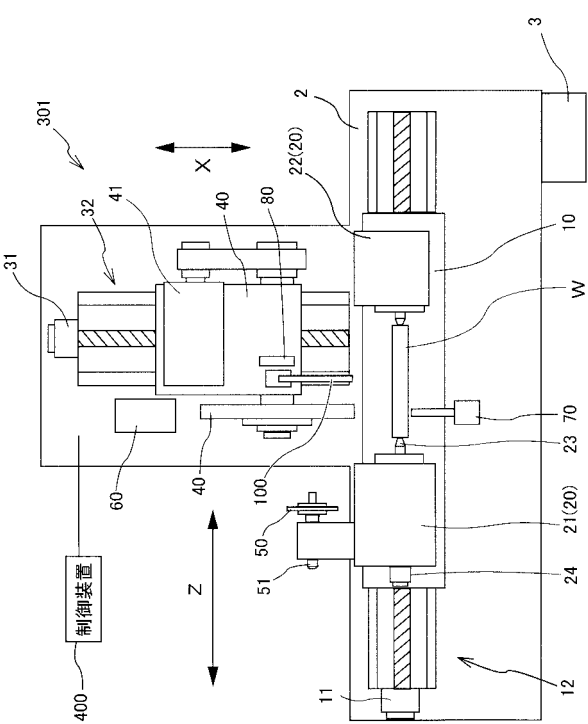
【図 9】



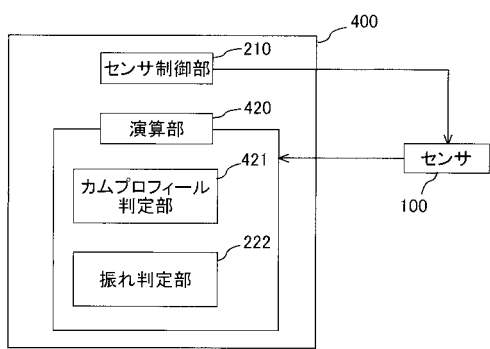
【図 1 0】



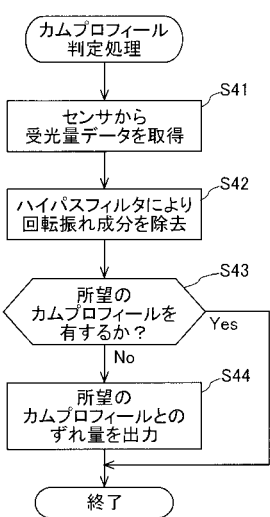
【図 1 1】



【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ターム(参考) 3C029 BB03 BB10 CC10

3C034 AA13 BB74 BB93 CA02 CA22 CB14 CB20 DD01 DD18

3C049 AA03 AC02 BA01 BA07 CA02 CB03 CB06