(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2017-196721
(P2017-196721A)
(43)公開日　平成29年11月2日(2017.11.2)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B23Q 17/00	***(2006.01)***	B23Q	17/00	A	3C029
B23Q 7/04	***(2006.01)***	B23Q	7/04	G	3C033
B25J 13/00	***(2006.01)***	B25J	13/00	Z	3C707

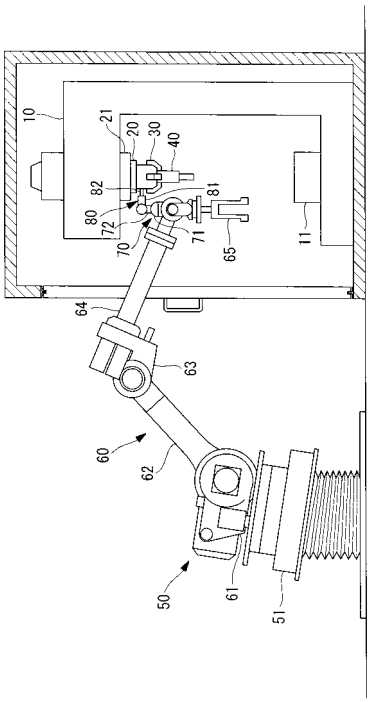
審査請求 有　請求項の数 5　ＯＬ　（全 15 頁）

(21)出願番号　特願2016-91927(P2016-91927)
(22)出願日　平成28年4月28日(2016.4.28)

(71)出願人　390008235
ファナック株式会社
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地
(74)代理人　100118913
弁理士　上田　邦生
(74)代理人　100142789
弁理士　柳　順一郎
(74)代理人　100163050
弁理士　小栗　眞由美
(74)代理人　100201466
弁理士　竹内　邦彦
(72)発明者　國廣　桂祐
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地　ファナック株式会社内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】加工システム

(57)【要約】
【課題】主軸に機器を追加することなく工具や工具ホルダの取付状態を判定することのできる加工システムを提供する。
【解決手段】この加工システムは、ワークの交換又は加工後のワークの検査を行うロボットアーム６０と、ロボットアーム６０の先端部に力センサ８１を介して取付けられたプローブ８２とを備え、プローブ８２が工具ホルダ３０の側面に接触する所定の計測位置に配置されるようにロボットアーム６０を制御し、主軸２０が回転動作を行っている状態で力センサ８１の検出値を所定時間に亘って得て、所定時間に亘って得た検出値に基づき工具ホルダ３０の取付状態を判定するように構成されている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
主軸に取付けられた工具を回転させてワークの加工を行う工作機械と、
少なくとも１つのロボットアームを有し、前記工作機械に対する前記ワークの交換又は加工後の前記ワークの検査を行うロボットと、
前記ロボットアームの先端部に力センサを介して取付けられた接触部と、
該接触部が前記工具の側面又は前記工具を前記主軸に取付けるための工具ホルダの側面に接触する所定の計測位置に配置されるように前記ロボットアームを制御し、前記主軸が回転動作を行っている状態で前記力センサの検出値を所定時間に亘って得る計測手段と、
前記所定時間に亘って得た前記検出値に基づき前記工具又は前記工具ホルダの取付状態を判定する判定手段とを備えている加工システム。
【請求項２】
主軸に取付けられた工具を回転させてワークの加工を行う工作機械と、
少なくとも１つのロボットアームを有し、前記工作機械に対する前記ワークの交換又は加工後の前記ワークの検査を行うロボットと、
前記ロボットアームの先端部に取付けられた変位センサと、
前記工具の側面又は前記工具を前記主軸に取付けるための工具ホルダの側面の前記主軸の中心軸線と直交する方向への変位を検出可能な所定の計測位置に前記変位センサが配置されるように前記ロボットアームを制御し、前記主軸が回転動作を行っている状態で前記変位センサの検出値を所定時間に亘って得る計測手段と、
前記所定時間に亘って得た前記検出値に基づき前記工具又は前記工具ホルダの取付状態を判定する判定手段とを備えている加工システム。
【請求項３】
主軸に取付けられた工具を回転させてワークの加工を行う工作機械と、
少なくとも１つのロボットアームを有し、前記工作機械に対する前記ワークの交換又は加工後の前記ワークの検査を行うロボットと、
前記ロボットアームの先端部に力センサを介して取付けられた接触部と、
前記主軸が回転していない状態で、前記工具の側面又は前記工具を前記主軸に取付けるための工具ホルダの側面の第１の周方向位置、第２の周方向位置、および第３の周方向位置に接触する所定の計測位置に前記接触部が配置されるように前記ロボットアームを制御し、前記第１、第２、および第３の周方向位置に前記接触部が接触した際の前記力センサの検出値を得る計測手段と、
前記検出値に基づき前記工具又は前記工具ホルダの取付状態を判定する判定手段とを備えている加工システム。
【請求項４】
主軸に取付けられた工具を回転させてワークの加工を行う工作機械と、
少なくとも１つのロボットアームを有し、前記工作機械に対する前記ワークの交換又は加工後の前記ワークの検査を行うロボットと、
前記ロボットアームの先端部に取付けられた変位センサと、
前記主軸が回転していない状態で、前記工具の側面又は前記工具を前記主軸に取付けるための工具ホルダの側面の第１の周方向位置、第２の周方向位置、および第３の周方向位置の変位又は位置を検出するための所定の計測位置に前記変位センサが配置されるように前記ロボットアームを制御し、前記変位センサが前記第１、第２、および第３の周方向位置について検出した検出値を得る計測手段と、
前記検出値に基づき前記工具又は前記工具ホルダの取付状態を判定する判定手段とを備え、
前記変位センサが、前記第１、第２、および第３の周方向位置の前記主軸の中心軸線と直交する方向における変位又は位置を検出する加工システム。
【請求項５】
複数の種類の前記工具に各々対応するように前記所定の計測位置に関する情報を格納し

ている計測位置情報格納部をさらに備え、
前記計測手段は、前記情報を参照して、工具の種類に応じた前記所定の計測位置に前記接触部又は前記変位センサが配置されるように前記ロボットアームを制御するように構成されている請求項１から請求項４の何れかに記載の加工システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は加工システムに関し、より具体的には工作機械と、工作機械におけるワークの交換又は加工後のワークの検査を行うロボットとを有する加工システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
この種の加工システムとして、工作機械の主軸の下端部における工具ホルダとの当接面に、複数の歪ゲージと、複数の歪ゲージの検出結果を外部に出力する出力回路とが取付けられ、出力回路からの出力値に基づき、前記当接面と工具ホルダとの間の切粉や異物の噛み込みの有無を検知するものが知られている（例えば、特許文献１参照。）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２０００－７９５３７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
上記の構成では、切粉や異物の噛み込みの有無を検知するために、各々の工作機械の主軸の下端部に複数の歪ゲージおよび出力回路を取付ける必要がある。このため、切り粉や異物の噛み込みを検知するための歪ゲージおよび出力回路を取付けるために、各々の工作機械の主軸の設計変更や改造が必要になる。また、主軸に取付けられた各歪ゲージが正確に作動しているか否かを常に確認するための回路や装置も必要になり、各歪ゲージのメンテナンスや交換も必要になるので、工作機械の製造コストと共に維持費も高くなる。
【０００５】
本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、主軸に機器を追加することなく工具や工具ホルダの取付状態を判定することのできる加工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】
上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用する。
本発明の第１の態様の加工システムは、主軸に取付けられた工具を回転させてワークの加工を行う工作機械と、少なくとも１つのロボットアームを有し、前記工作機械に対する前記ワークの交換又は加工後のワークの検査を行うロボットと、前記ロボットアームの先端部に力センサを介して取付けられた接触部と、該接触部が前記工具の側面又は前記工具を前記主軸に取付けるための工具ホルダの側面に接触する所定の計測位置に配置されるように前記ロボットアームを制御し、前記主軸が回転動作を行っている状態で前記力センサの検出値を所定時間に亘って得る計測手段と、前記所定時間に亘って得た前記検出値に基づき前記工具又は前記工具ホルダの取付状態を判定する判定手段とを備えている。
【０００７】
第１の態様では、主軸が回転している間に工具の側面又は工具ホルダの側面が主軸の中心軸線と直交する方向に変位すると、その変位に応じて力センサが受ける力が変化する。このため、工具の側面又は工具ホルダの側面の位置が主軸の中心軸線と直交する方向に振れていると、その振れが前記所定時間に亘って得る検出値にあらわれる。つまり、当該検出値に基づき工具又は工具ホルダの取付状態を判定することが可能となる。
【０００８】

本発明の第２の態様の加工システムは、主軸に取付けられた工具を回転させてワークの加工を行う工作機械と、少なくとも１つのロボットアームを有し、前記工作機械に対する前記ワークの交換又は加工後のワークの検査を行うロボットと、前記ロボットアームの先端部に取付けられた変位センサと、前記工具の側面又は前記工具を前記主軸に取付けるための工具ホルダの側面の前記主軸の中心軸線と直交する方向への変位を検出可能な所定の計測位置に前記変位センサが配置されるように前記ロボットアームを制御し、前記主軸が回転動作を行っている状態で前記変位センサの検出値を所定時間に亘って得る計測手段と、前記所定時間に亘って得た前記検出値に基づき前記工具又は前記工具ホルダの取付状態を判定する判定手段とを備えている。

【０００９】

第２の態様では、主軸が回転している間に工具の側面又は工具ホルダの側面が主軸の中心軸線と直交する方向に変位すると、その変位に応じて変位センサの検出値が変化する。このため、工具の側面又は工具ホルダの側面の位置が主軸の中心軸線と直交する方向に振れていると、その振れが前記所定時間に亘って得る検出値にあらわれる。つまり、当該検出値に基づき工具又は工具ホルダの取付状態を判定することが可能となる。

【００１０】

本発明の第３の態様の加工システムは、主軸に取付けられた工具を回転させてワークの加工を行う工作機械と、少なくとも１つのロボットアームを有し、前記工作機械に対する前記ワークの交換又は加工後のワークの検査を行うロボットと、前記ロボットアームの先端部に力センサを介して取付けられた接触部と、前記主軸が回転していない状態で、前記工具の側面又は前記工具を前記主軸に取付けるための工具ホルダの側面の第１の周方向位置、第２の周方向位置、および第３の周方向位置に接触する所定の計測位置に前記接触部が配置されるように前記ロボットアームを制御し、前記第１、第２、および第３の周方向位置に前記接触部が接触した際の前記力センサの検出値を得る計測手段と、前記検出値に基づき前記工具又は前記工具ホルダの取付状態を判定する判定手段とを備えている。

【００１１】

第３の態様では、ロボットアームの先端部に取付けられた接触部が所定の計測位置に配置された状態で、接触部が第１、第２、および第３の周方向位置に接触する力が力センサにより検出されるので、工具の側面又は工具ホルダの側面が主軸の中心軸線と直交する方向にずれていると、そのずれに応じて力センサの検出値が変化する。このため、工具や工具ホルダの中心軸線の位置が主軸の中心軸線と直交する方向にずれていると、そのずれが検出値にあらわれる。つまり、当該検出値に基づき工具又は工具ホルダの取付状態を判定することが可能となる。

【００１２】

本発明の第４の態様の加工システムは、主軸に取付けられた工具を回転させてワークの加工を行う工作機械と、少なくとも１つのロボットアームを有し、前記工作機械に対する前記ワークの交換又は加工後のワークの検査を行うロボットと、前記ロボットアームの先端部に取付けられた変位センサと、前記主軸が回転していない状態で、前記工具の側面又は前記工具を前記主軸に取付けるための工具ホルダの側面の第１の周方向位置、第２の周方向位置、および第３の周方向位置の変位又は位置を検出するための所定の計測位置に前記変位センサが配置されるように前記ロボットアームを制御し、前記変位センサが前記第１、第２、および第３の周方向位置について検出した検出値を得る計測手段と、前記検出値に基づき前記工具又は前記工具ホルダの取付状態を判定する判定手段とを備え、前記変位センサが、前記第１、第２、および第３の周方向位置の前記主軸の中心軸線と直交する方向における変位又は位置を検出する。

【００１３】

第４の態様では、ロボットアームの先端部に取付けられた変位センサが第１、第２、および第３の周方向位置について変位又は位置を検出するので、工具の側面又は工具ホルダの側面が主軸の中心軸線と直交する方向にずれていると、そのずれに応じて変位センサの検出値が変化する。このため、工具や工具ホルダの中心軸線の位置が主軸の中心軸線と直

交する方向にずれていると、そのずれが検出値にあらわれる。つまり、当該検出値に基づき工具又は工具ホルダの取付状態を判定することが可能となる。

【００１４】

また、上記各態様において、複数の種類の工具に各々対応するように前記所定の計測位置に関する情報を格納している計測位置情報格納部をさらに備え、前記制御部が、前記情報を参照して、工具の種類に応じた前記所定の計測位置に前記接触部又は前記変位センサが配置されるように前記ロボットアームを制御するものであることが好ましい。

この態様では、接触部や変位センサが工具の種類に応じた適切な箇所に配置されるので、工具の交換に合わせて取付状態の判定を行う上で有利である。

【発明の効果】

【００１５】

本発明によれば、主軸に機器を追加することなく工具や工具ホルダの取付状態を判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】本発明の第１の実施形態に係る加工システムの概略構成図である。

【図２】第１の実施形態の加工システムの概略のブロック図である。

【図３】第１の実施形態の制御部の動作の一例を示すフローチャートである。

【図４】本発明の第２の実施形態の加工システムの制御部の動作の一例を示すフローチャートである。

【図５】第２の実施形態の加工システムの動作説明図である。

【図６】本発明の第３の実施形態の加工システムの制御部の動作の一例を示すフローチャートである。

【図７】第３の実施形態の加工システムの動作説明図である。

【図８】本発明の第３の実施形態の加工システムの制御部の動作の一例を示すフローチャートである。

【図９】第４の実施形態の加工システムの動作説明図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

本発明の第１の実施形態に係る加工システムを、図面を参照しながら以下に説明する。

この加工システムは、図１に示すように、フレーム１０に支持された主軸２０に工具を取付け、主軸２０を回転させてワークの加工を行う工作機械を有する。主軸２０は主軸支持部２１を介してフレーム１０に支持され、工作機械の周知の構造によって主軸２０が上下方向に移動すると共に回転するようになっている。例えば、図２に示す回転用サーボモータ２２によって主軸２０が回転し、上下方向移動用サーボモータ２３によって主軸２０が上下方向に移動する。

【００１８】

また、工作機械の周知の構造によって、ワークが載置され保持されるワーク保持部１１と主軸２０とが水平方向に相対的に移動するように構成されていても良い。例えば、ワーク保持部１１がサーボモータと直動ねじにより水平方向のＸ軸に移動し、他のサーボモータと他の直動ねじにより水平方向のＹ軸に移動するように構成されていても良い。

【００１９】

この工作機械は、主軸２０に工具ホルダ３０を介してエンドミル、正面フライスを含むフライス、ドリル等の工具４０が取付けられている。

また、この加工システムは、加工前ワーク置場からワーク保持部１１に加工前のワークを移動し、加工後のワークをワーク保持部１１から加工後ワーク置場に移動するためのロボットアーム６０を有するロボット５０を備えている。

【００２０】

ロボット５０は水平方向（図１において左右方向および奥行方向）に傾動するベース５１を備えている。

ロボットアーム６０は、上下方向に延びる軸線周りに回転可能にベース５１に支持された基部６１と、基部６１に略水平方向の軸線周りに回転可能に支持された基端側アーム６２と、基端側アーム６２の先端に略水平方向の軸線周りに回転可能に支持された中間部６３と、中間部６３に支持された先端側アーム６４と、先端側アーム６４の先端部に略水平方向の軸線周りに回転可能に支持されたチャック部６５とを有する。先端側アーム６４の先端はその中心軸周りに回転するように構成されている。

【００２１】

また、ロボットアーム６０の先端側アーム６４の先端部にはセンサ支持部７０が取付けられている。センサ支持部７０は、上下方向に延びる軸線周りに回転可能に先端側アーム６４の先端部に支持された基部７１と、基部７１に略水平方向の軸線周りに回転可能に支持されたアーム７２と有し、アーム７２の先端部に力センサ部８０が略水平方向の軸線周りに回転可能に支持されている。

【００２２】

力センサ部８０は歪ゲージ式、ピエゾ式等の周知の構造を有する力センサ８１と、力センサ８１の先端に取付けられた接触部としてのプローブ８２とを有し、プローブ８２にその軸方向に加わる力を力センサ８１が検出する。

ロボット５０およびロボットアーム６０は、ベース５１の傾動用のサーボモータ５１ａと、基部６１の回転用のサーボモータ６１ａと、基端側アーム６２の回転用のサーボモータ６２ａと、中間部６３の回転用のサーボモータ６３ａと、先端側アーム６４の先端の回転用のサーボモータ６４ａと、チャック部６５の回転用のサーボモータ６５ａと、チャック部６５の作動用のサーボモータ６５ｂとを有する。

【００２３】

センサ支持部７０も、基部７１の回転用のサーボモータ７１ａと、アーム７２の回転用のサーボモータ７２ａとを有する。

図２に示すように、ロボット５０の各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂと、センサ支持部７０の各サーボモータ７１ａ，７２ａと、主軸２０の回転用サーボモータ２２と、上下方向移動用サーボモータ２３とが制御部９０に接続され、制御部９０により制御される。また、制御部９０は力センサ８１にも接続され、力センサ８１の検出値を受付ける。

【００２４】

制御部９０は、メモリ装置９１に格納されているワーク交換プログラムにより作動し、各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂを制御して、ロボットアーム６０により加工前ワーク置場からワーク保持部１１に加工前のワークを移動し、加工後のワークをワーク保持部１１から加工後ワーク置場に移動する。

また、制御部９０は、メモリ装置９１に格納されている取付状態判定プログラムにより作動し、主軸２０に取付けられた工具４０や工具ホルダ３０の取付状態を判定する。工具ホルダ３０の取付状態を判定する際の制御部９０の動作の一例を図３のフローチャートを参照しながら説明する。

【００２５】

制御部９０は、例えば、所定のタイミングになり判定開始の条件が満たされると、又は、作業者が所定の入力部に入力した取付状態判定開始の指令を受付けることにより判定開始の条件が満たされると（ステップＳ１－１）、主軸２０の回転用サーボモータ２２および上下方向移動用サーボモータ２３が止まっている状態で、図１に示すように、プローブ８２が工具ホルダ３０の側面に接触する所定の計測位置に配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御する（ステップＳ１－２）。この時、好ましくは、プローブ８２の中心軸線が工具ホルダ３０の側面の法線と略一致するようにサーボモータ７１ａ，７２ａが制御される。

【００２６】

続いて、制御部９０は、回転用サーボモータ２２を制御して主軸２０を回転させ（ステップＳ１－３）、主軸２０が回転している状態で力センサ８１の検出値を所定時間に亘っ

てメモリ装置９１に記憶させる（ステップＳ１－４）。
当該記憶させる検出値は、前記所定時間の間に連続して検出された一連の検出値（主軸２０の回転に応じて変化する一連の検出値）であっても良く、前記所定時間の間に検出される一連の検出値から所定時間おきに得た複数点の検出値であっても良い。また、制御部９０が主軸２０の回転位置のデータを受付けるように構成されている場合、主軸２０の回転位置と対応させて前記一連の検出値や前記複数点の検出値をメモリ装置９１に記憶しても良い。
【００２７】
続いて、制御部９０は、メモリ装置９１に記憶されている前記所定時間に亘って得た検出値に基づき、工具ホルダ３０の取付状態を判定する。具体的には、例えば前記所定時間に亘って得た検出値の最大値と最小値との差が所定の基準値よりも小さい場合は（ステップＳ１－５）、取付状態が正常であると判定し（ステップＳ１－６）、前記所定時間に亘って得た検出値の最大値と最小値との差が所定の基準値以上の場合は（ステップＳ１－５）、取付状態が異常であると判定し（ステップＳ１－７）、取付状態が異常であることを示すように表示装置９２や報知装置９３を制御する（ステップＳ１－８）。
【００２８】
このように、第１の実施形態では、主軸２０が回転している間に工具ホルダ３０の側面が主軸２０の中心軸線と直交する方向に変位すると、その変位に応じて力センサ８１が受ける力が変化する。このため、工具ホルダ３０の側面の位置が主軸２０の中心軸線と直交する方向に振れていると、その振れが前記所定時間に亘って得る検出値にあらわれる。つまり、当該検出値に基づき工具ホルダ３０の取付状態を判定することができる。
なお、ステップＳ１－２でプローブ８２を工具４０の側面に接触させると、上記と同様に工具４０の取付状態を判定することができる。
【００２９】
本発明の第２の実施形態に係る加工システムを、図面を参照しながら以下に説明する。
本実施形態の加工システムは、第１の実施形態の加工システムに対し、センサ支持部７０のアーム７２の先端部に力センサ８１およびプローブ８２の代わりに非接触式又は接触式の変位センサ８３を設けるものである。以下説明しない構成は第１の実施形態と同様であるものとする。
変位センサ８３としては、例えば、レーザー変位計、超音波変位計等の周知の非接触式変位計や、プローブを測定対象物に接触させプローブの移動量に基づき測定対象物の変位や位置を測定する接触式変位計を用いることが可能である。
【００３０】
本実施形態において、工具ホルダ３０の取付状態を判定する際の制御部９０の動作を図４のフローチャートを参照しながら説明する。
制御部９０は、第１の実施形態と同様に判定開始の条件が満たされると（ステップＳ２－１）、主軸２０の回転用サーボモータ２２および上下方向移動用サーボモータ２３が止まっている状態で、変位センサ８３が非接触式の場合は、図５に示すように、変位センサ８３が工具ホルダ３０の側面に近接する所定の計測位置に配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御する（ステップＳ２－２）。
【００３１】
ステップＳ２－２において、変位センサ８３が接触式の場合は、変位センサ８３のプローブが工具ホルダ３０の側面に接触する所定の計測位置に配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御する。この時、好ましくは、プローブの中心軸線が工具ホルダ３０の側面の法線と略一致するようにサーボモータ７１ａ，７２ａが制御される。
【００３２】
続いて、制御部９０は、回転用サーボモータ２２を制御して主軸２０を回転させ（ステップＳ２－３）、主軸２０が回転している状態で変位センサ８３の検出値を所定時間に亘

ってメモリ装置９１に記憶させる（ステップＳ２－４）。
当該記憶させる検出値は、前記所定時間の間に連続して検出された一連の検出値（主軸２０の回転に応じて変化する一連の検出値）であっても良く、前記所定時間の間に検出される一連の検出値から所定時間おきに得た複数点の検出値であっても良い。また、制御部９０が主軸２０の回転位置のデータを受付けるように構成されている場合、主軸２０の回転位置と対応させて前記一連の検出値や前記複数点の検出値をメモリ装置９１に記憶しても良い。
【００３３】
続いて、制御部９０は、メモリ装置９１に記憶されている前記所定時間に亘って得た検出値に基づき、工具ホルダ３０の取付状態を判定する。具体的には、例えば前記所定時間に亘って得た検出値の最大値と最小値との差が所定の基準値よりも小さい場合は（ステップＳ２－５）、取付状態が正常であると判定し（ステップＳ２－６）、前記所定時間に亘って得た検出値の最大値と最小値との差が所定の基準値以上の場合は（ステップＳ２－５）、取付状態が異常であると判定し（ステップＳ２－７）、取付状態が異常であることを示すように表示装置９２や報知装置９３を制御する（ステップＳ２－８）。
【００３４】
このように、第２の実施形態によれば、主軸２０が回転している間に工具ホルダ３０の側面が主軸２０の中心軸線と直交する方向に変位すると、その変位に応じて変位センサ８３の検出値が変化する。このため、工具ホルダ３０の側面の位置が主軸２０の中心軸線と直交する方向に振れていると、その振れが前記所定時間に亘って得る検出値にあらわれる。つまり、当該検出値に基づき工具ホルダ３０の取付状態を判定することができる。
なお、ステップＳ２－２で変位センサ８３を工具４０の側面に近接させると、上記と同様に工具４０の取付状態を判定することができる。
【００３５】
本発明の第３の実施形態に係る加工システムを、図面を参照しながら以下に説明する。
本実施形態の加工システムは、第１の実施形態の加工システムに対し、主軸２０が回転していない状態で力センサ部８０による検出を行うものである。以下説明しない構成は第１の実施形態と同様であるものとする。
【００３６】
本実施形態において、工具ホルダ３０の取付状態を判定する際の制御部９０の動作を図６のフローチャートを参照しながら説明する。
制御部９０は、第１の実施形態と同様に判定開始の条件が満たされると（ステップＳ３－１）、主軸２０の回転用サーボモータ２２および上下方向移動用サーボモータ２３が止まっている状態で、図７に示すように、プローブ８２が工具ホルダ３０の側面に接触する第１の計測位置に配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御する（ステップＳ３－２）。
【００３７】
この状態で、制御部９０は力センサ８１から受信する検出値をメモリ装置９１に記憶させる（ステップＳ３－３）。
続いて、制御部９０は、図７に示すように、プローブ８２が工具ホルダ３０の側面に接触する第２の計測位置に配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御する（ステップＳ３－４）。
この状態で、制御部９０は力センサ８１から受信する検出値をメモリ装置９１に記憶させる（ステップＳ３－５）。
【００３８】
続いて、制御部９０は、図７に示すように、プローブ８２が工具ホルダ３０の側面に接触する第３の計測位置に配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御する（ステップＳ３－６）。第１～第３の計測位置において、好ましくは、プローブ８２の中心軸線が工具ホルダ３０の側面の法線と略一致するようにサーボモータ７１ａ，７２ａが制御される。

この状態で、制御部９０は力センサ８１から受信する検出値をメモリ装置９１に記憶させる（ステップＳ３－７）。

【００３９】

続いて、制御部９０は、メモリ装置９１に記憶されている第１～第３の計測位置の検出値に基づき、工具ホルダ３０の取付状態を判定する。具体的には、例えば第１～第３の計測位置の検出値の最大値と最小値との差が所定の基準値より小さい場合は（ステップＳ３－８）、取付状態が正常であると判定し（ステップＳ３－９）、第１～第３の計測位置の検出値の最大値と最小値との差が所定の基準値以上の場合は（ステップＳ３－８）、取付状態が異常であると判定し（ステップＳ３－１０）、取付状態が異常であることを示すように表示装置９２や報知装置９３を制御する（ステップＳ３－１１）。

【００４０】

このように、第３の実施形態では、ロボットアーム６０の先端部に取付けられたプローブ８２が所定の計測位置に配置された状態で、プローブ８２が工具ホルダ３０の第１、第２、および第３の周方向位置に接触する力が力センサ８１により検出されるので、工具ホルダ３０の側面が主軸２０の中心軸線と直交する方向にずれていると、そのずれに応じて力センサ８１の検出値が変化する。このため、工具ホルダ３０の中心軸線の位置が主軸２０の中心軸線と直交する方向にずれていると、そのずれが検出値にあらわれる。つまり、当該検出値に基づき工具ホルダ３０の取付状態を判定することが可能となる。

なお、ステップＳ３－２，Ｓ３－４，Ｓ３－６でプローブ８２を工具４０の側面に接触させると、上記と同様に工具４０の取付状態を判定することができる。

【００４１】

なお、第３の実施形態において、ステップＳ３－４を行う代わりに、回転用サーボモータ２２により主軸を所定角度（例えば１２０°）回転させると共に主軸２０の回転を止めた後に、第１の計測位置に力センサ８１およびプローブ８２が配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御し、ステップＳ３－６を行う代わりに、回転用サーボモータ２２により主軸２０をさらに所定角度（例えば１２０°）回転させると共に主軸２０の回転を止めた後に、第１の計測位置に力センサ８１およびプローブ８２が配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御することも可能である。

この場合でも、プローブ８２は工具ホルダ３０の第１、第２、および第３の周方向位置に接触し、その際の力が力センサ８１により検出されるので、前述の場合と同様に工具ホルダ３０の取付状態を判定することが可能となる。

【００４２】

本発明の第４の実施形態に係る加工システムを、図面を参照しながら以下に説明する。

本実施形態の加工システムは、第２の実施形態の加工システムに対し、主軸２０が回転していない状態で変位センサ８３による検出を行うものである。以下説明しない構成は第２の実施形態と同様であるものとする。

【００４３】

本実施形態において、工具ホルダ３０の取付状態を判定する際の制御部９０の動作を図８のフローチャートを参照しながら説明する。

制御部９０は、第１の実施形態と同様に判定開始の条件が満たされると（ステップＳ４－１）、主軸２０の回転用サーボモータ２２および上下方向移動用サーボモータ２３が止まっている状態で、図９に示すように、変位センサ８３が工具ホルダ３０の側面に近接する第１の計測位置に配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御する（ステップＳ４－２）。

【００４４】

この状態で、制御部９０は変位センサ８３から受信する検出値をメモリ装置９１に記憶させる（ステップＳ４－３）。

続いて、制御部９０は、図９に示すように、変位センサ８３が工具ホルダ３０の側面に

近接する第２の計測位置に配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御する（ステップＳ４－４）。
この状態で、制御部９０は変位センサ８３から受信する検出値をメモリ装置９１に記憶させる（ステップＳ４－５）。

【００４５】
続いて、制御部９０は、図９に示すように、変位センサ８３が工具ホルダ３０の側面に近接する第３の計測位置に配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御する（ステップＳ４－６）。
この状態で、制御部９０は変位センサ８３から受信する検出値をメモリ装置９１に記憶させる（ステップＳ４－７）。
なお、上記は変位センサ８３が非接触式の場合について説明したが、接触式である場合は第１～第３の計測位置において変位センサ８３のプローブを工具ホルダ３０の側面に接触させる。

【００４６】
続いて、制御部９０は、メモリ装置９１に記憶されている第１～第３の計測位置の検出値に基づき、工具ホルダ３０の取付状態を判定する。具体的には、例えば第１～第３の計測位置の検出値の最大値と最小値との差が所定の基準値より小さい場合は（ステップＳ４－８）、取付状態が正常であると判定し（ステップＳ４－９）、第１～第３の計測位置の検出値の最大値と最小値との差が所定の基準値以上の場合は（ステップＳ４－８）、取付状態が異常であると判定し（ステップＳ４－１０）、取付状態が異常であることを示すように表示装置９２や報知装置９３を制御する（ステップＳ４－１１）。

【００４７】
このように、第４の実施形態では、ロボットアーム６０の先端部に取付けられた変位センサ８３が工具ホルダ３０の側面の第１、第２、および第３の周方向位置について変位又は位置を検出するので、工具ホルダ３０の側面が主軸２０の中心軸線と直交する方向にずれていると、そのずれに応じて変位センサ８３の検出値が変化する。このため、工具ホルダ３０の中心軸線の位置が主軸２０の中心軸線と直交する方向にずれていると、そのずれが検出値にあらわれる。つまり、当該検出値に基づき工具ホルダ３０の取付状態を判定することが可能となる。
なお、ステップＳ４－２，Ｓ４－４，Ｓ４－６でプローブ８２を工具４０の側面に近接させると、上記と同様に工具４０の取付状態を判定することができる。

【００４８】
なお、第４の実施形態において、ステップＳ４－４を行う代わりに、回転用サーボモータ２２により主軸を所定角度（例えば１２０°）回転させると共に主軸２０の回転を止めた後に、第１の計測位置に変位センサ８３が配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御し、ステップＳ４－６を行う代わりに、回転用サーボモータ２２により主軸２０をさらに所定角度（例えば１２０°）回転させると共に主軸２０の回転を止めた後に、第１の計測位置に変位センサ８３が配置されるように各サーボモータ５１ａ，６１ａ，６２ａ，６３ａ，６４ａ，６５ａ，６５ｂ，７１ａ，７２ａを制御することも可能である。
この場合でも、変位センサ８３は工具ホルダ３０の第１、第２、および第３の周方向位置に近接し、その際の工具ホルダ３０の側面の位置や変位が変位センサ８３により検出されるので、前述の場合と同様に工具ホルダ３０の取付状態を判定することが可能となる。

【００４９】
また、第１～第４の実施形態では、ロボット５０およびロボットアーム６０がワーク交換用であるものを示したが、ロボット５０およびロボットアーム６０が加工後のワークの検査を行うものであっても良い。例えば、ロボットアーム６０の先端部にカメラ等の検査用のセンサが取付けられ、ロボットアーム６０によってセンサが所定位置に配置され、これにより加工後のワークの検査が行われる。

【００５０】

また、第１～第４の実施形態において、複数の種類の工具４０に各々対応するように、ステップＳ１－２、ステップＳ２－２、ステップＳ３－２、ステップＳ３－４、ステップＳ３－６、ステップＳ４－２、ステップＳ４－４、およびステップＳ４－６における所定の計測位置の情報を座標等のデータとしてメモリ装置９１が格納していても良い。

そして、制御部９０が、前記情報を参照して、ステップＳ１－２、ステップＳ２－２、ステップＳ３－２、ステップＳ３－４、ステップＳ３－６、ステップＳ４－２、ステップＳ４－４、およびステップＳ４－６において主軸２０に取付けられる工具４０の種類に応じた計測位置にプローブ８２又は変位センサ８３が配置されるようにロボットアーム６０を制御することも可能である。

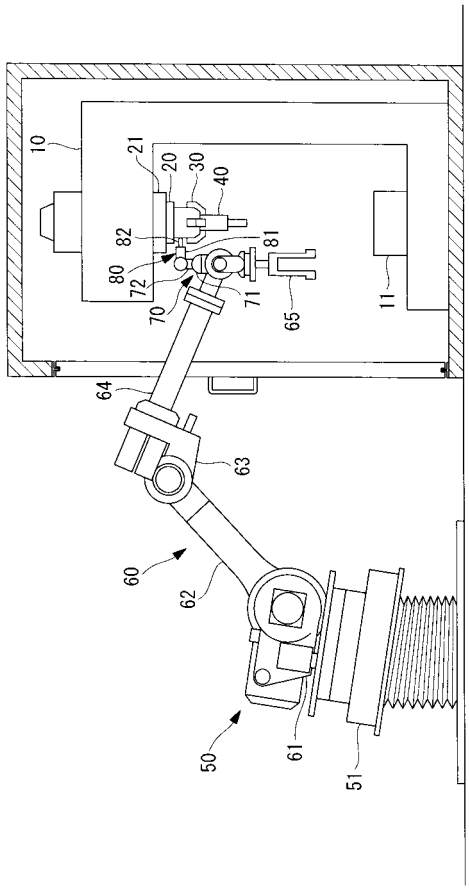
この場合、プローブ８２や変位センサ８３が工具４０の種類に応じた適切な箇所に配置されるので、工具４０の交換に合わせて取付状態の判定を行う上で有利である。

【符号の説明】

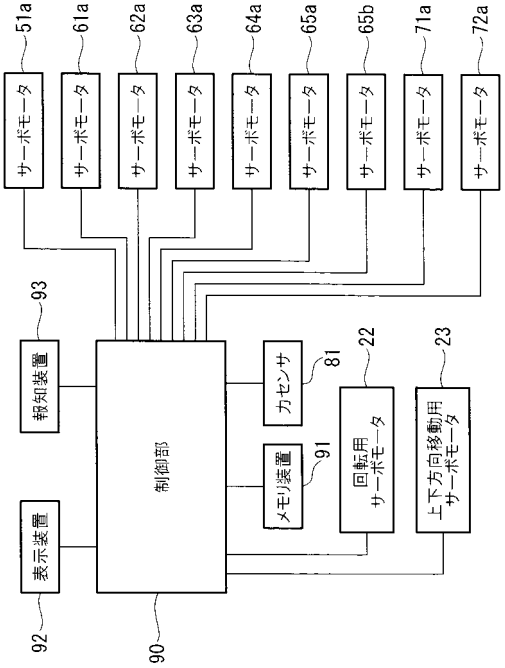
【００５１】

１０　フレーム
１１　ワーク保持部
２０　主軸
３０　工具ホルダ
４０　工具
５０　ロボット
５１　ベース
６０　ロボットアーム
６１　基部
６２　基端側アーム
６３　中間部
６４　先端側アーム
６５　チャック部
７０　センサ支持部
７１　基部
７２　アーム
８０　力センサ部
８１　力センサ
８２　プローブ

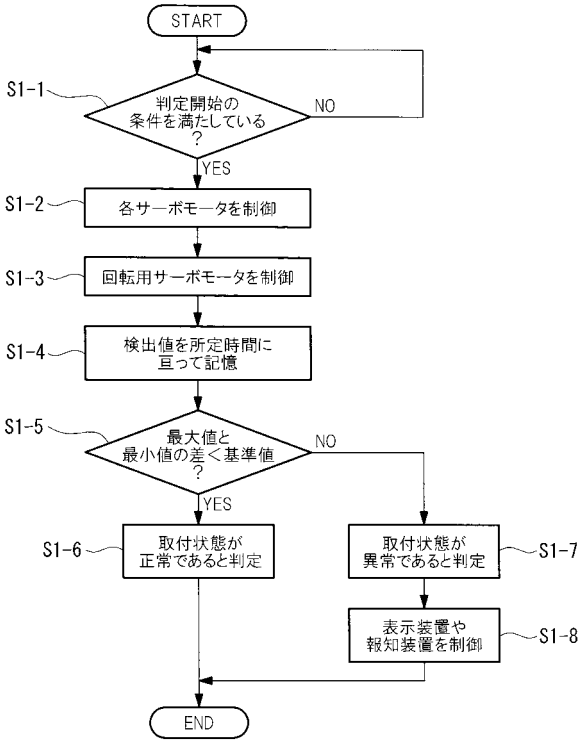
【図１】


10
21
20
30
40
82
81
80
72
71
65
11
70
64
63
60
62
50
61
51

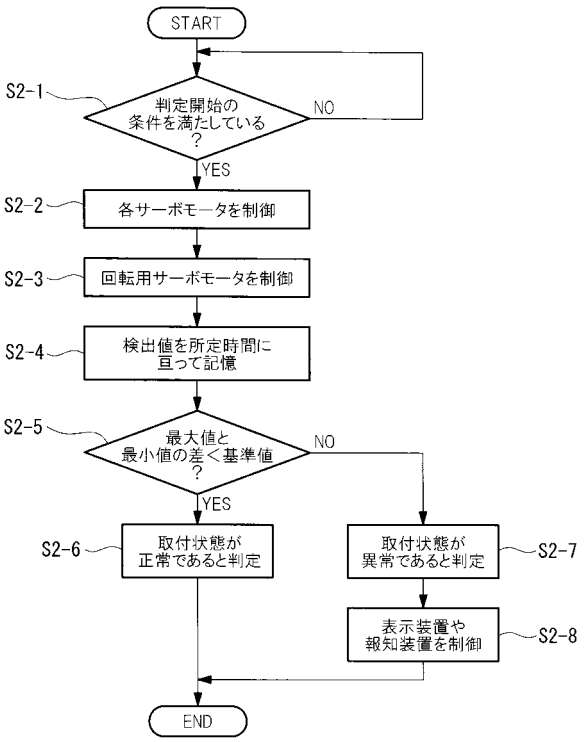
【図２】


51a
61a
62a
63a
64a
65a
65b
71a
72a
サーボモータ
93
報知装置
表示装置
92
制御部
90
力センサ
81
メモリ装置
91
22
回転用サーボモータ
23
上下方向移動用サーボモータ

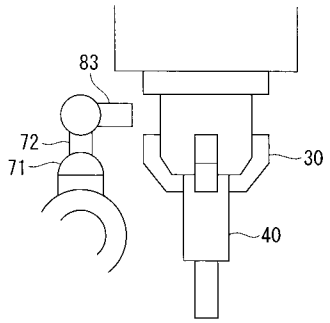
【図３】


START
S1-1
判定開始の条件を満たしている？
NO
YES
S1-2
各サーボモータを制御
S1-3
回転用サーボモータを制御
S1-4
検出値を所定時間に亘って記憶
S1-5
最大値と最小値の差＜基準値？
NO
YES
S1-6
取付状態が正常であると判定
取付状態が異常であると判定
S1-7
表示装置や報知装置を制御
S1-8
END

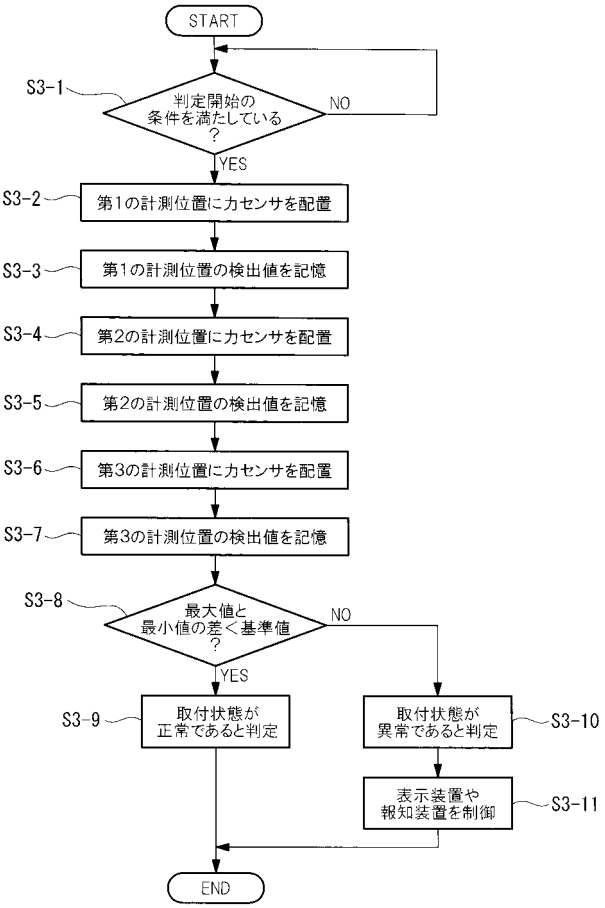
【図４】


START
S2-1
判定開始の条件を満たしている？
NO
YES
S2-2
各サーボモータを制御
S2-3
回転用サーボモータを制御
S2-4
検出値を所定時間に亘って記憶
S2-5
最大値と最小値の差＜基準値？
NO
YES
S2-6
取付状態が正常であると判定
取付状態が異常であると判定
S2-7
表示装置や報知装置を制御
S2-8
END

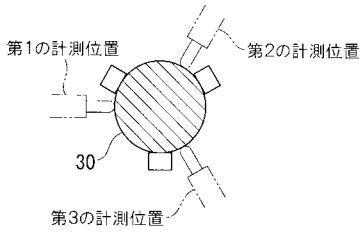
【図５】


83
72
71
30
40

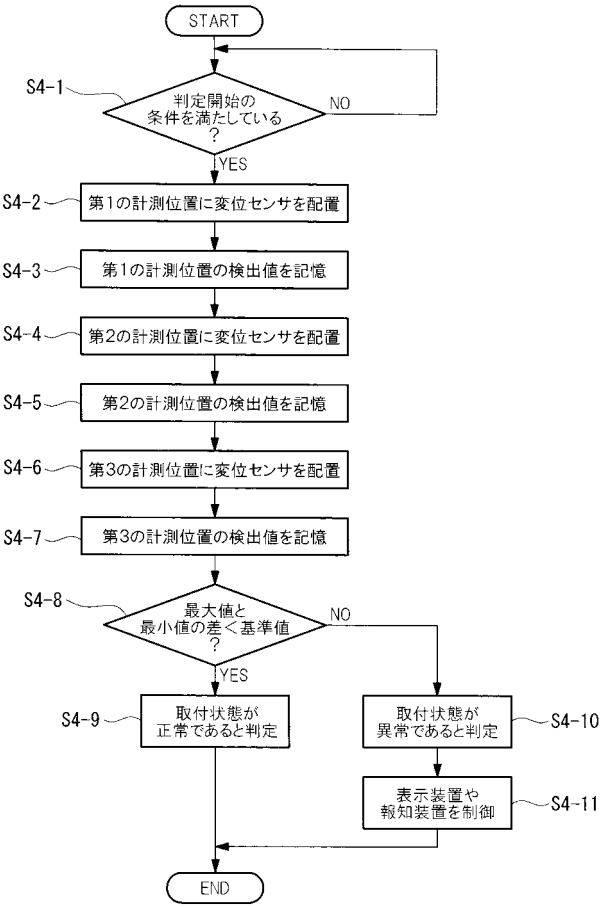
【図６】


START
S3-1
判定開始の条件を満たしている？
NO
YES
S3-2
第1の計測位置に力センサを配置
S3-3
第1の計測位置の検出値を記憶
S3-4
第2の計測位置に力センサを配置
S3-5
第2の計測位置の検出値を記憶
S3-6
第3の計測位置に力センサを配置
S3-7
第3の計測位置の検出値を記憶
S3-8
最大値と最小値の差＜基準値？
NO
YES
S3-9
取付状態が正常であると判定
取付状態が異常であると判定
S3-10
表示装置や報知装置を制御
S3-11
END

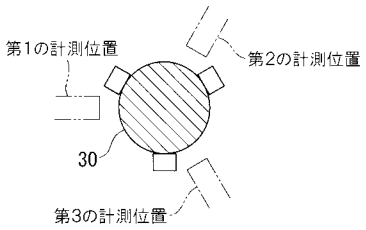
【図７】


第1の計測位置
第2の計測位置
30
第3の計測位置

【図８】


START
S4-1
判定開始の条件を満たしている？
NO
YES
S4-2
第1の計測位置に変位センサを配置
S4-3
第1の計測位置の検出値を記憶
S4-4
第2の計測位置に変位センサを配置
S4-5
第2の計測位置の検出値を記憶
S4-6
第3の計測位置に変位センサを配置
S4-7
第3の計測位置の検出値を記憶
S4-8
最大値と最小値の差＜基準値？
NO
YES
S4-9
取付状態が正常であると判定
取付状態が異常であると判定
S4-10
表示装置や報知装置を制御
S4-11
END

【図９】



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 3C029 EE01
3C033 HH05
3C707 AS05 AS14 BS10 CT07 KS33 KS36 KX06